제1장 임분구조

1. 산림의 종류

(1) 인공림과 천연림

인공림은 사람의 힘으로 조성된 임분을 말한다. 그러나, 이 때에 반드시 묘포에서 양성된 묘목 또는 사람이 얻어 모은 종자에 의해서만 형성된 것을 말하는 것이 아니라 천연 갱신에 의하여 조성된 산림일지라도 이미 그 곳에 사람의 힘이 주어졌을 때에는 이것을 인공림으로 본다.

천연림이란 순전히 자연의 힘으로 이루어진 것을 말한다. 이것은 오랜 시일을 지나는 동안에 산불 또는 인간으로부터 심한 피해를 받아서 천이의 도중에 있는 것이다. 만일 그렇지 않고 극성상이라고 생각되는 산림이 있을 때 이것을 특히 원시림 또는 처녀림이라 한다.

(2) 교림과 왜림

산림을 구성하는 나무가 종자로부터 발달된 경우 교림(喬林 또는 高林; high forest)이라고 하며, 움(sprout)이나 뿌리움(root suckers)이 숲을 형성할 경우 왜림(矮林 또는 低林; coppice forest)이라고 말한다. 이 경우에는 예외가 있는데, 예를 들면 일부 참나무류는 맹아(萌芽)로써 용재를 생산하는 높은 숲을 형성하기 때문에 교림에 해당된다. 왜림은 단기간에 연료재나 펄프용재 등을 생산하고자 할 때 흔히 이용된다.

(3) 순림과 혼효림

산림을 구성하는 수종의 수에 따라 분류하는 것으로서 한 수종으로 구성 된 것을 순림(純林, pure forest)이라고 하며, 두 가지 이상의 수종이 혼생하고 있으면 혼효림(混淆林, mixed forest)이라고 한다. 엄격한 의미의 순림은 거의 없지만, 산림을 구성하는 수종을 대체로 한 수종으로 취급해도 무방할 때에는 순림이라고 말해도 된다.

순림이 형성되는 이유로는 다음과 같은 경우를 들 수 있다.

- 인공조림에 의하여 순림을 형성한 경우
- 기상이나 토양조건이 극단성을 지니고 있어 특정 수종의 생존에만 유리한 경우
- 산불 후에 양수(陽樹)의 순림이 나타나는 경우
- 강한 음수(陰樹)수종이 다른 나무에 피음을 주어 경쟁에서 이기는 경우
- 종자에 다량의 저장양분을 축적하여 다른 수종 유묘와의 경쟁에서 이기는 경우

순림과 혼효림은 각각 다음과 같은 장점을 지니고 있다.

○ 혼효림의 장점

- 심근성(深根性)과 천근성(淺根性) 수종이 혼생할 때 바람 저항성이 증가하고 토양 단면공간이용이 효과적이다.

- 유기물의 분해가 빨라져 무기양료의 순환이 더 잘 된다.
- 수관에 의한 공간의 이용이 효과적으로 된다.
- 혼효림 내의 기후상태는 변화의 폭이 좁아진다.
- 각종 피해인자에 대한 저항력이 증가한다.

○ 순림의 장점
- 가장 유리한 수종만으로 임분을 형성할 수 있다.
- 산림작업과 경영이 간편하고 경제적으로 수행될 수 있다.
- 임목의 벌채비용과 시장성이 유리하게 될 수 있다.
- 바라는 수종으로 쉽게 임분을 조성할 수 있다.
- 경관상으로 더 아름다울 수 있다.

혼효에 있어서도 수종이 고르게 섞여져 있는 단목혼효(單木混淆; single tree mixture)와 무더기로 섞여져 있는 군상혼효(群狀混淆; group mixture), 그리고 줄로 섞여진 열상혼효(列狀混淆; strip mixture) 등이 있다.

○ 동령 혼효림을 성공시키는 데에는 다음과 같은 점이 고려되어야 한다.
- 될 수 있는 대로 음수와 양수를 혼효시키도록 한다.
- 수종의 혼효가 지력을 소모시키는 경우가 적어야 한다.
- 생장 속도와 반응이 비슷해야 한다.
- 내음성(耐陰性)이 비슷할 경우 생장이 느린 수종을 먼저 심는다.
- 비슷한 윤벌기내에 성숙하는 것이 바람직하다.
- 단목혼효는 기술, 경제적으로 어렵고, 따라서 열상 또는 군상 혼효가 바람직하다.
- 간벌작업을 통하여 혼효의 비율을 바람직한 상태로 조절해준다.

한편, 우리나라의 전국산림자원조사요령이나 영림계획작성 및 운영요령에서는 한 수종의 수관점유면적이나 입목본수비율이 75%이상인 임분을 순림으로 규정하고 있다. 침엽수, 활엽수, 혼효림으로 구분되는 임상에 있어서도 75%의 기준은 똑같이 적용된다.

(4) 동령림과 이령림

엄밀하게 말하면 동령림(同齡林; even-aged forest)은 모든 나무의 나이가 같을 경우인데, 실제에 있어서는 이와 같은 경우는 흔하지 않다. 따라서 어떤 임분을 구성하고 있는 개체목의 수령의 범위가 평균임령의 20% 이내이면 동령림으로 볼 수 있다. 모두베기작업, 모수림작업, 산벌작업에 의하여 이루어진 인공림은 대개가 동령림으로 된다.

이령림(異齡林; uneven-aged forest)은 한 임분을 구성하는 개체목들의 나이가 서로 다른 임분을 말한다. 이러한 임분의 예는 우리나라 서해안의 해송림 이층림(二層林; two-storied forest)이나 열대지방에서 흔히 볼 수 있는 다층림(多層林; multistoried forest) 등을 들 수 있다. 또한 일정한 주기로 상층목을 벌채하고 갱신시키는 택벌작업에 의해 조성되는 임분도 전형적인 이령

림이 된다. 이령림의 특별한 경우로서 한 임지가 1년생에서 벌기에 이르는 모든 영급(age class)의 나무를 가지고 있으면 전령림(全齡林; all-aged forest)이 된다. 전령림의 흉고직경분포는 일반적으로 역J자형 곡선이 된다. 만일 한 임분내에 직경분포가 몇 개의 영급으로 구분되며, 전체적으로 역J형곡선(J-shaped curve)을 만든다면 이와 같은 임분은 균형이령임분(balanced uneven-aged stand)이라고 하며, 실제로 이것은 전령형(全齡型; all-aged form)으로 취급된다. (그림 1-1-1)은 동령림과 이령림이 성숙했을 때의 외관과 직경급에 따른 본수분포를 나타낸 것이다.

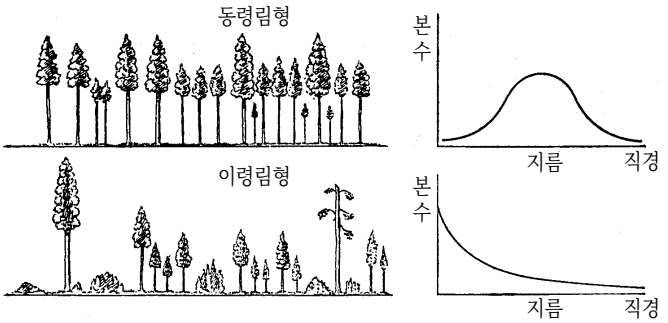


그림 1-1-1. 동령림과 이령림의 직경급별 본수분포

한편, 수령의 범위가 같은 50년이라고 할지라도 수령구성이 1 50년생이라면 이령림으로 취급되어야 하지만 200 250년생인 경우에는 동령림으로 취급될 수 있다.

동령림과 이령림은 생물적 관점에서 볼 때 (표 1-1-1)과 같은 차이점이 있다.

표 1-1-1. 동령림과 이령림의 차이점

구 분	동 령 림	이 령 림
임 관	균일하고 얇은 임관층	불규칙하고 두터운 임관층
풍 해	취약하여 작업상 주의 요함	매우 적음
작은 나무	피압됨	장차 유용임목으로 됨
갱 신	짧은 기간내에 이루어짐	윤벌기 전체에 걸쳐 이루어 짐
지 력	유령림시 임지노출되어 감퇴됨	지력보호상 유리함
입지정비	원하지 않는 수종정비가 용이	수종정비가 곤란
위 험 성	산불 및 병충해의 위험이 많음	산불 및 병충해 위험성이 적음
임상유기물	일시에 다량이 쌓임	지속적으로 축적됨

자료 : 조림학원론, 1985

경제적 관점에서 보면 동령림은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 조림 및 육림작업 · 축적조사 · 수확 등이 더 간편하다.

- 일반적으로 단위면적당 더 많은 목재를 생산할 수 있다.
- 생산되는 원목의 질이 우량하며 규격이 고르다.

또한, 이령림의 경제적 장점을 들어보면 다음과 같다.
- 지속적 수입이 가능해 소규모 임업경영에 적용할 수 있다.
- 주기적 벌채시마다 가치가 없는 개체목을 제거할 수 있다.
- 벌채는 시장성을 생각하여 탄력성있게 할 수 있다.
- 천연갱신을 하는 데 유리하다.
- 병충해 등 각종 유해인자에 대한 저항력이 더 높다.

(5) 경제림과 보안림

우리가 경영하는 대부분의 산림은 경제림에 속하는데, 경제림이란 주로 목재 · 수피 · 잎 · 수지 등의 물질적 생산을 하기 위하여 경영되는 산림을 말한다. 따라서 경제림에 있어서는 항상 투입된 자본 또는 비용과 그 곳에서 얻어질 수 있는 수확 즉 수익이 비교 검토된다.

산림에서 직접 물질적인 것을 얻는 데 목적을 두지 않고 비생산적인 간접적 이익에 주목적을 둘 때 이러한 산림을 보안림이라 한다.

다용림이란 경제림과 보안림의 구실을 함께 하는 산림을 말하며, 용재의 생산을 하면서 아울러 목축경영, 약초생산, 휴양경영 등 다방면으로 경영하는 것을 의미한다.

2. 임분발달단계

(1) 동령임분

동령임분(同齡林分)의 발달은 구조적으로 매우 단순하다. 즉, 모두베기작업 · 모수작업(母樹作業) · 산벌작업(傘伐作業) 등에 의하여 나타나는 동령림은 윤벌기 동안에 비교적 균일한 임분구조를 가지면서 다음과 같은 발달단계를 따르게 된다. 동령임분의 발달과정에 있어 경영자는 밀도조절을 통해 생장 및 하층식생을 조절할 수 있다. 이를 이용해 바람직한 임분구조로 유도함으로써 목재생산은 물론 야생동물 서식지(棲息地), 미학적(美學的) 가치제고 등 경영목적에 맞는 동령림을 발달시킬 수 있다.

(가) 이상임분

동령단순림의 임분발달단계는 미세입지(微細立地), 수종, 밀도, 개개목의 유전적 형질 등에 의해 다르게 나타날 수 있다. 따라서 우선 생육기간중 밀도조절을 하지 않고 임분내 각 개체목이 생육기간중 동일한 수고생장을 한다고 가정한 이상적인 상태에서 동령단순임분이 어떻게 발달하는가를 개념적으로 파악하는 것이 중요하다.

초기단계에는 " 자유생장(open growth)단계 "로서 네 임분 모두 공간경쟁을 하지 않고 자유로

이 생장하며 각 개체목의 수관은 제약없이 자유로이 뻗어나간다. 그러다가 일정기간이 지나면 이웃하고 있는 개체목과 아래쪽 수관부터 닿게되고 수관의 측방생장(側方生長)은 제약을 받게 된다. 이 시점에 도달하는 기간은 식재밀도가 높을수록 짧다. 그 다음단계는 " 형성-분화(plastic-differentiation)단계 "로서 수관 상부에 있는 가지들도 서로 닿게 되며, 하부의 가지들은 서로 겹친다. 따라서 하부 가지들은 상부의 그늘에 가려 거의 자라지 않고 생리적 기능도 저하되어 결국은 죽게된다. 그 다음 각 개체목들의 수고가 점차 높아지면서 수관들은 긴 줄기위에서 바람에 점차 심하게 노출되어 더욱 흔들리게 되고, 이 때 수관끼리 서로 부딪히면서 가지 끝이 떨어져 나감으로서 개개의 수관들은 서로 분리되게 된다. 이 단계부터 직경의 생장속도는 둔화되고, 초살도(梢殺度)는 낮아진다. 이와 같이 임관이 닫힌 단계에서는 낮은 밀도의 임분이 수고가 높고, 수관도 크며, 가지와 줄기의 직경 또한 더욱 크게 된다. 임관이 닫힌 상태에서는 임분밀도와 관계없이 단위면적당 엽량은 일정하다. 최대엽량에 도달하는 시기는 일반적으로 임관이 울폐되기 시작한 시점으로부터 5 10년 후이다. 모든 개체목이 똑같은 수고 생장을 하면 동일한 수관크기를 유지하게 된다. 낮은 밀도에 있는 수관이 큰 나무들은 개개목으로 보면 더욱 많은 재적 생장을 하지만, 단위면적당 재적은 단위면적당 본수가 적기 때문에 높은 밀도의 임분보다 낮다. 재적생장량의 감소는 직경생장이 둔화되면서 동시에 나타난다. 각 개체목을 보면 서 있기에 물리적으로 아주 불안정한 구조를 갖게되어 인접해 있는 나무들과 서로 의지하면서 지탱한다. 이 단계에서는 개체목간의 분화가 일어나기 시작한다. 이와 같이 임분이 빽빽하게 지속적으로 유지되면 수고생장이 둔화되기 시작한다. 따라서 이후에는 직경생장, 수고생장, 재적생장이 모두 둔화되고 궁극적으로는 고사(枯死)에 이르게 된다. 이 시기가 임분발달의 마지막 단계인 " 노화-고사(stagnation-mortality)단계 "이다.

한편, 밀도가 낮은 임분은 안정성이 높고 수고생장에 대한 제약도 상대적으로 늦게 나타나기 때문에 수고생장이 둔화되는 시점이 늦고 불안정성으로 인해 야기되는 병충해 발생률도 적다. 또한 밀도가 낮은 임분은 분화가 더욱 쉽게 일어나기 때문에 그들 중의 일부가 더욱 큰 수관을 가지면서 수고생장 제약도 피할 수 있게 된다.

(나) 현실임분

위의 이상임분 발달형태는 임분을 구성하는 모든 개체목의 생장이 동일하다는 가정하에 나타나는 것이다. 그러나 현실임분에서는 개체목들의 생장율이 서로 다르고 이에 따라 서로 다른 크기의 생육공간을 차지하게 되며, 이는 다시 각 개체목의 생장형태를 다양하게 만든다. 이와 같은 현상을 " 분화(differentiation) "라고 하며, 일반적으로 직경의 분화가 먼저 일어나고 그 다음 수고의 분화가 일어난다. 이는 직경생장이 광합성 산물의 배분에 있어 우선순위가 뒤지기 때문이다. 이러한 분화는 각 개체목의 임분내의 우점성(優占性, dominance)의 차이를 가져오고, 이에 따라 임분의 모습이 바뀌게 된다. 분화가 계속 진행되면 각 개체목은 수관의 크기 및 위치가 달라지며, 이에 따라 우세목(優勢木, dominant), 준우세목(準優勢木, co-dominant), 개재목(介在木, intermediate), 피압목(被壓木, overtopped) 등의 수관급(樹冠級, crown class)으로 구성된 임관

층(canopy strata)이 발달하게 된다. 수관이 커지고 좀 더 우세한 개체목이 덜 우세한 개체목의 생육공간을 차지함에 따라 상층임관(우세목 및 준우세목)을 형성하는 개체목수는 점차 감소하게 된다. 그리고 하층임관에 있는 개체목이 상층임관으로 올라올 확률은 동령단순림에서는 거의 없다. 따라서 상층임관을 형성하는 나무는 더욱 커지는 반면, 하층임관을 형성하는 나무는 생장상태가 더욱 열악해져 병충해 등 외부위해로부터의 저항력이 떨어지게 되고 결국은 죽게 된다.

이와 같이 분화과정에서 한 개체목이 인접목의 생육공간을 차지하게 만드는 요인은 여러 가지가 있다. 즉, 서로 다른 수종, 밀도, 미세입지, 임령 그리고 유전적 구성 등은 경쟁하는 개체목들간의 생장양태를 변화시킴으로서 어떤 나무가 다른 나무들보다 우세한 위치에 서게 만드는 것이다.

(2) 이령임분

이령임분(異齡林分)은 한 임분내에 여러 영계(齡階, age cohort)의 개체목들이 동시에 발달하고 있는 임분을 말한다. 이러한 임분은 자연적인 상태에서, 혹은 계획치 않았던 인위적 간섭(干涉, disturbance)이 있을 때나 경영목적상 택벌 등의 갱신방법을 택해왔을 때 형성된다. 특히 택벌(擇伐)은 작업종 가운데 자연적인 임분발달단계와 가장 가깝다. 따라서 산림작업에 따른 환경적 충격이 가장 적기 때문에 산림의 환경적 기능이 중시되는 최근 점차 권장되는 작업방법이다.

(가) 이상임분

이상적 이령임분이란 다음의 가정을 한 임분이다. 먼저 단일 수종으로 구성되어 있고, 택벌 등 임분에 대한 간섭이 일정한 주기를 가지고 일어나며, 간섭후 발생하는 갱신목은 균일한 분포를 갖는다. 또한 간섭할 때마다 한 영계에서 제거되는 개체목의 수는 다르지 않고 남겨지는 개체목들은 고르게 분포된다. 간섭후 새로운 영계의 개체목들이 즉시 발생하며, 기존 영계의 개체목들은 이용가능한 생육공간을 이용하여 생장을 한다. 각 영계의 모든 개체목은 간섭의 양상, 공간 분포, 그리고 상층임관밀도 등이 동일하기 때문에 생장율이 같다.

이러한 임분에서는 광선이 각 영계의 생장상태를 좌우하는 가장 중요한 요인이기 때문에 수광량과 직접적인 관련이 있는 수고생장을 살펴보면 다음과 같다. 이령임분에서는 한 영계내의 모든 개체목이 균일한 수고생장을 함으로써 각 영계는 뚜렷한 층(層, strata)을 형성한다. 가장 상층부에 있는 (오래된) 영계가 간섭에 의해 제거되면 바로 아래 있던 영계는 태양광선을 완전하게 이용하게 되어 아주 빠르게 생장하면서, 새로운 상층임관을 형성한다. 이 영계의 수고생장 형태는 동령단순림에서의 우세목 생장형태와 비슷하게 된다. 다른 영계의 개체목들은 간섭직후에는 빠른 생장을 보이지만 점차로 상층에 있는 나무들의 그늘이 짙어지면서 (근계경쟁도 심해질 수 있음) 생장이 둔화된다. 더 낮은 층의 영계일수록 받는 빛의 양이 적어지기 때문에 생장이 떨어질 수밖에 없다. 또한, 모든 영계의 개체목들이 자라면서 가장 낮은 임관을 구성하는 영계의 생장이 먼저 둔화되고, 점차로 그 위에 있는 영계의 생장이 둔화된다. 이를 매 30년마다

가장 상층목에 있는 영계를 벌채하는 임분에서 도표로 나타내면 (그림 1-2-1)의 상단 그래프와 같으며, 하단의 그래프는 각 영계의 본수를 나타낸 것이다.

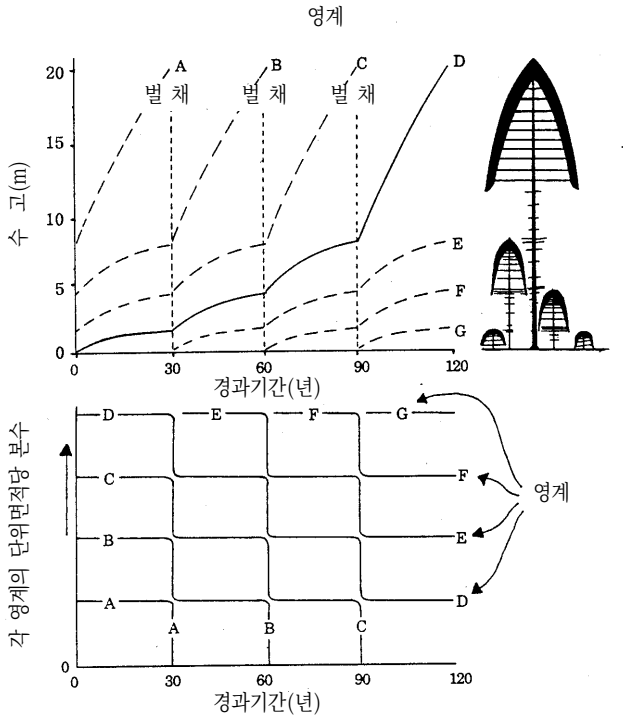


그림 1-2-1. 기간경과에 따른 이상적 이령림의 발달단계 모식도

(나) 현실임분

모든 이령임분이 반드시 수령분포가 고르거나 전형적인 역 J형 직경분포를 하지는 않는다. 이령임분의 구조는 각 개체목의 수령, 수종, 공간적 분포에 따라 그 구조특성이 동령단순림과 비슷할 수도 혹은 아주 다를 수도 있다.

기존의 나무들이 생장하면서 새로운 개체들이 종자발아, 움 등에 의해 발생하고 이들의 일부는 택벌 등 간섭에 의해 발생한 생육공간을 점하면서 좀 더 빠른 생장을 하게된다. 이러한 일반적인 과정은 제한된 생육공간에 대한 경쟁과정으로 볼 수 있으며, 새로 형성된 영계(齡階)의 나무는, 기존의 영계의 나무들에 의한 영향이 더 있다는 것을 제외하고는, 동령림과 유사한 발달형태를 보인다. 일단 교란에 의해 발생한 생육공간이 다시 채워진 이후에는 새로운 개체목의 활착은 극히 어렵다. 그 다음 단계에는 제한된 전체 생육공간 내에서의 경쟁의 결과로 어떤 개체목들은 점차 생육공간을 넓혀나가는 반면 어떤 개체목들은 좁아지게 된다.

3. 임분구성

임분이 발달하여 경쟁이 일어나는 성숙림의 임분구조는 임관을 구성하는 각 개체목 수관의 크기와 위치에 따라 구분한 수관급(樹冠級;crown classification, 樹木級 또는 樹幹級)으로 설명할 수 있다.

동령임분의 경우는 상층임관을 구성하는 임목과 하층임관을 구성하는 임목으로 크게 구별된다. 이를 다시 세분하면 일반적으로 (그림 1-3-1)과 같이 5등급의 수관급으로 구분할 수 있으며 우리나라에서는 1급목, 2급목, ... 등으로 부르지 않고 우세목, 준우세목, ... 등으로 지칭한다. 각 등급의 임목을 판정하는 기준은 다음과 같다.

(1) 상층임관

○ 1급목(우세목, 優勢木; dominant tree): 수관의 발달이 이웃 나무 때문에 방해된 적이 없으며, 또 확장되거나 기울어지지 않고 수관형태에 이상이 없는 것

○ 2급목(준우세목, 準優勢木; co-dominant tree): 수관이 이웃 나무에 의하여 방해되거나, 줄기생장이 기울며 형태가 불량한 나무로서 이것은 다시 다음과 같이 5가지로 구분한다.

a. 수관 발달이 지나치게 왕성하거나 위치가 매우 위로 뛰어난 것(暴木, wolf tree)

b. 수관 발달이 과약(過弱)하고 줄기가 매우 가는 것.

c. 나무 사이에 끼어 수관이 압박을 받아 기울게 생장한 것.

d. 줄기가 굽거나 갈라진 것.

e. 피해를 받은 나무 또는 병에 걸린 나무.

(2) 하층임관

○ 3급목(개재목, 介在木; intermediate tree): 수관(樹冠)과 수간형(樹幹型)은 정상이지만 생장이 다소 늦어진 것을 말하는데, 이웃 나무가 제거되면 상층목으로 발달할 수 있는 소질이 있는 것

○ 4급목(피압목, 被壓木; suppressed tree): 아직 살아있지만 피압을 받아 장차 좋은 나무로 발달할 여지가 없는 것

○ 5급목(고사목, 枯死木; dead tree): 넘어진 나무나 죽게 된 나무

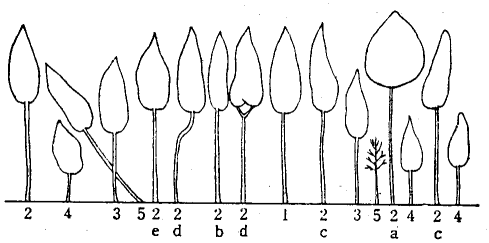


그림 1-3-1. 수목의 수관급

이 중에서 개재목과 피압목은 명백한 한계를 지니고 구분될 수 있지만, 우세목과 준우세목은 그 한계가 확실하지 않다. 그러나, 세력의 강약에 따라 구분될 수 있다.

이상과 같은 수관급에 나타나는 특징은 양극단의 것부터 중간적인 것이 있어서 연속적으로 각 단계의 변화가 나타난다. 이 관계가 곧 수관형의 연속성(連續性) 또는 부정성(不定性)이 되는데, 그 중간적인 것은 조사자의 주관에 따라 소속이 판정된다. 또한, 수관급은 한 나무가 몇 가지의 특성을 함께 동반함으로써 주관적 판단에 좌우되는 경우가 있으므로 간벌 등 육림작업을 할 때에는 이 점을 잘 분별하여 적용해야 한다.

4. 임분밀도

임분이 그 생장에 있어 주어진 양료나 광선 등 주어진 자원을 어느 정도 이용하느냐 혹은 임분내의 각 개체목이 이들 자원에 대해 서로간에 어느 정도 경쟁하고 있느냐를 알고 간벌 등을 통해 이를 적정수준으로 유도하는 것은 임분관리에 있어 매우 중요한 일이다. 즉 목재를 생산하는 임지의 잠재능력은 지위(地位)에 의하여 결정되고, 또 일정한 입지 위에서 이루어진 실제 생장은 그 입지 위에 현존하는 수목의 양과 종류 및 분포에 의하여 결정된다. 임분의 이와 같은 특성을 변화시키는 것은 임업인들이 생장과 수확을 조절하는 중요한 길이 된다. 이와 같이 임분의 자원 이용도(利用度)와 개체목간의 자원에 대한 경쟁정도를 나타내는 것이 바로 임분밀도(林分密度, stand density)이다. 즉 밀도는 임분수준의 생장은 물론 개개목의 생장에 대해서도 큰 영향을 미친다. 일반적으로 밀도가 높으면 단위면적당 축적은 높아지지만, 개체목의 직경이나 재적생장은 나빠지게 된다. 따라서 전체수량과 개체목의 크기간의 균형을 어떻게 이루느냐하는 것이 밀도조절의 요체이다.

이와 같이 임분밀도는 임분관리의 중요한 제어인자(制御因子)로서 이제까지 많은 척도가 제안되었으며, 따라서 이의 정의나 측정법은 간단하지가 않다. 여기에서는 밀도조절의 관점에서 임분밀도를 간단히 언급한다.

(1) 임분밀도의 척도

임분밀도의 척도는 크게 절대적 척도와 상대적 척도 2가지로 분류된다. 전자는 임분측정치를 직접 밀도의 척도로 사용하는 것으로서 단위면적당 임목본수, 재적, 흉고단면적, 수관점유면적 등이 있다. 반면, 후자는 기준이 되는 임분의 수치에 대한 상대적인 숫자로 표현하는 것으로서 입목도(立木度), 상대밀도, 임분밀도지수, 상대임분밀도 등이 있다. 일반적으로 경영적인 측면에서 많이 쓰여지는 임분밀도의 척도는 다음과 같다.

(가) 단위면적당 임목본수

이 척도는 측정이 가장 간편한 것으로서, 지위와 생육단계가 같은 동령단순림에 있어서 유용한 임분밀도척도 중의 하나이다. 따라서 동령단순림에 대한 많은 생장 및 수확모델에 있어 이 척도를 임분밀도의 입력변수로서 사용하고 있다.

(나) 단위면적당 재적

임분밀도는 종종 재적에 의하여 표시된다. 대부분의 임업경영목표들이 직·간접으로 재적과 결부되어 있기 때문에 재적은 합리적인 밀도척도가 될 수 있다. 그러나 일반적으로 직접적인 밀도의 척도로 사용되기보다는 후술할 입목도와 같이 보통 수확표상의 임분재적과 같은 어떤 표준재적에 대한 상대적인 값으로 표현된다.

(다) 단위면적당 흉고단면적

이 척도는 어떤 임분에서 단위면적내 포함되는 모든 개체목의 흉고단면적의 합계로 표시되며 ㎡로써 측정된다. 이 값은 비교적 측정이 용이하면서 동시에 재적과의 상관관계가 높기 때문에 예전부터 정량간벌의 척도로 많이 이용되어 왔다.

(라) 입목도

입목도는 비교 가능한 이상적 임분 또는 표준임분의 임분밀도에 대한 현실임분 임분밀도의 상대적 비율을 나타내는 것이다. 어느 실제 임분의 ha당 흉고단면적이 80인데 이상적인 참조임분은 120이라고 하면, 이 임분의 입목도는 (80/120)×100 즉, 67%가 된다. 실제임분은 경영목적상 이상적인 표준임분과 비교하여 과대축적(over stocked)될 수도 있고, 과소축적(under stocked)될 수도 있다. 이 때 표준임분 또는 이상적 임분의 밀도가 경영목적상 의미를 가져야만 입목도에 대한 개념 또한 의미를 갖게 된다. 이것이 명백하지 않을 때 입목도라고 하는 용어는 단순히 똑같은 생산능력을 갖는 입지 위에서 자라는 표준임분의 밀도에 대한 현실임분의 상대적 밀도라는 의미만을 갖게 된다. 한편 영림계획운영요강에서 입목도는 수확표상 정상임분의 축적에 대한 현실임분축적의 100분율로 정의되며, 유령림(幼齡林) 등과 같이 축적산출이 곤란할 때에는 입목본수에 의해 산정한다.

(2) 임분밀도의 적용

각 임목의 근계와 수관에 의하여 실제로 요구되는 생육공간을 결정한다는 것은 대단히 어려운 문제이지만, 평균적인 생육공간과 직경 등 임목크기의 관계는 추정될 수 있다.

임목들은 일반적으로 그들의 크기에 알맞는 생육공간을 점유하고 있고 필요로 하기 때문에 모든 임목간격계수(林木間隔係數, spacing figure)는 직경, 수고, 수관폭 또는 수관재적과 같은 임목의 크기를 표시해 주는 척도에 의하여 결정되어야 한다.

임분밀도가 흉고단면적에 의해 측정되었을 때 그 임분밀도는 흉고직경(胸高直徑)과 단위면적당 임목본수로써 잘 나타낼 수 있다. 예를 들어, 평균흉고직경이 14cm인 낙엽송 임분에 대해 1ha당 흉고단면적이 15㎡만 남도록 간벌을 해야한다고 가정할 경우 남겨야 할 입목본수와 이에 따른 임목간의 평균거리는 다음과 같이 계산할 수 있다. 흉고직경이 14cm인 임목의 흉고단면적은 0.0154㎡이므로 1ha(10,000㎡)당 임목본수는 15/0.0154 즉, 974본이 되고, 임목당 평균점유면적은 10,000/974 즉, 10.27㎡가 된다. 따라서 정방형 식재의 경우 임목간 평균거리(between-tree spacing)는 약 3.2m가 된다. 흉고직경과 단면적합계를 어떻게 가정하든지 이와 같은 방법으로

계산하면 단위면적당 임목본수와 임목간의 거리를 산정할 수 있다. 그러나 인공림이라 할 지라도 이와 같은 가정과는 달리 현실 임분내 임목들은 어느 고정된 기하학적 유형으로 분포하지 않는다. 즉, 한 임분내에서도 토양과 미기상(micro-climate)이 균일하지 않고 또 임목간의 경쟁이나 병충해 등 임분에 대한 간섭에 의하여 정방형 분포는 흐트러지게 된다. 이와 같은 현상은 임분이 노령화됨에 따라 점점 더 뚜렷해진다. 더구나 천연갱신(天然更新)에 의해 조성된 임분은 본질적으로 불규칙하게 분포할 수밖에 없다. 그러므로 임목간격에 대한 지침은 현실적인 상황에 따라 융통성있게 보완, 적용되어야 한다.

직경에 대한 일정비율로서 입목간격을 직접 표시하면 야외에서 매우 편리하게 사용할 수 있다. 이미 앞에서 결정된 바와 같이 직경이 14cm인 임목의 정방형 임목간격은 1ha 당 흉고단면적 합계가 15㎡로 요구될 때 3.2m이다. 그러나, 임목이 모두 14cm의 직경을 갖는 것은 아니며, 큰 임목은 작은 임목보다 더 많은 생육공간을 필요로 한다. 이와 같은 임목의 크기에 따른 생육공간의 조정을 위해 " 직경곱하기(diameter times) "라고 하는 간단한 방법에서의 조정계수가 이용될 수 있다. 위의 예에서 직경이 14cm인 임목에 대한 이 계수는 3.2/14 즉, 0.23으로 표시되는데, 이것은 직경(cm)에 0.23을 곱하면 임목간격(m)을 구할 수 있다는 뜻이다.

단면적합계가 15㎡로 동일하고 평균흉고직경이 18cm일 경우에 임목간격은 18×0.23 = 4.14m가 되어야 한다. 즉, 단면적합계가 일정한 경우 직경과 임목간격사이의 비는 직경의 크기에 관계없이 항상 일정하다. 이와 같은 사실을 이용하여 임분평균흉고직경과 각 인접목(隣接木)의 흉고직경을 토대로 각 임목간의 간격을 적절히 조정할 수 있을 것이다.

(3) 적정임분밀도의 결정

임분밀도의 측정과 여러가지 임목간격지침의 개발은 아직 기본적인 문제를 해결하지 못하고 있다. 즉, 수종별, 지위별 그리고 임분상태에 따른 적정임분밀도는 무엇인가 하는 문제이다. Both(1925)는 이에 대해 " 낭비가 없는 생육공간(room to grow but none to waste)"이라고 간결히 답하였다. 그러나 임목이 생장하는데 충분한 생육공간은 얼마이며, 무익한 공간은 무엇인가에 대한 판단지침 즉, 적정밀도(optimum stocking)를 위한 간단한 지침을 마련한다는 것은 대단히 어려운 일이다. 적정(optimum)이라고 하는 말은 산림소유자의 목적을 달성하기 위한 최선이라고 하는 의미이다. 이와 같은 목적이 재정적인 것이라면 지위, 수종, 재적 및 임목가격뿐만아니라 이들간의 상호작용 또한 결정에 포함되어야 한다.

실제로 임분밀도에 관한 결정은 주로 식재할 때와 간벌시에 이루어지게 된다. 이 때 경영목적을 고려하지 않고 적정임분밀도를 선택한다는 것은 어렵다. 즉, 경영목적이 수원함양이나 산림휴양 등 목재생산이외의 것이라면 목재생장을 최적상태에서 최대화하기 위한 임분밀도조절은 큰 의미를 갖지 못한다.

우리나라의 경우 각 수종별로 작성된 수확표에 근거하여 (표 1-4-1)과 같이 평균흉고직경급에 따른 간벌후 잔존기준본수(殘存基準本數)를 제시하여 임분밀도조절 기준으로 삼고 있으며 이는 목재생산을 목표로 한 것이다.

표 1-4-1. 수종별 평균흉고직경급별 간벌후 잔존본수 기준표 (단위:본/ha)

수 종	평 균 흉 고 직 경 급 (cm)															
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
잣 나 무	1500	1200	1000	880	760	670	600	530	480	440	400	380	360	340	320	300
낙 엽 송	1500	1300	1100	1000	900	800	700	600	530	490	410	390	370	360	350	340
리기다소나무	2000	1600	1300	1100	940	810	710	630	560	500	470	440	410	380	350	330
강원지역소나무	2300	1800	1500	1300	1100	950	840	740	670	610						
중부지역소나무	1300	1100	960	860	780	710	650	610								
삼 나 무	2200	1860	1630	1430	1260	1130	1010	890								
편 백	2700	2200	1700	1510	1330	1180	1070	950								
해 송	1700	1400	1200	1060	950	850	750	660	620							
상수리 나무	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	390	350				

자료 : 임업연구원, 1987

제2장 임목육종과 종자

임목육종은 임목의 양적, 질적형질을 우리가 원하는 방향으로 유전적으로 개량하는 것이다. 인류가 존재하는 한 목재와 목섬유(펄프)를 필요로 할 것이라는 것은 누구도 부정할 수는 없을 것이다. 인류문명이 발전하면서 지속적인 산림자원의 요구가 증가해 왔다. 보다 많은 목재와 목섬유의 생산공급을 요구하고 있는 것이다. 그런데 이러한 목재와 목섬유를 생산하는 생산기지라고 할 수 있는 산림면적은 어떻게 되어가고 있을까? 두말할 필요도 없이 줄어들고 있는 것이다. 어느 보고에 의하면 300년전에 비하여 1인당 차지할 수 있는 토지면적이 1/11로 줄었다는 것이다. 우리나라의 경우에도 1980년부터 1995년까지 16년동안 산림면적은 116천ha가 줄었다(연간 약 7,250ha). 그런데 같은 기간동안 목재수요는 1,534천m^3가 증가하였다. 이것은 바로 나무를 생산하는 생산기지는 점차 줄어드는데 나무는 더 많이 생산하라는 어떻게 보면 터무니 없는 요구를 하고 있는 것이다. 이러한 상황에서 가장 손쉽게 해결할 수 있는 방법은 목재를 수입하는 것이다. 실제로 우리나라의 목재자급율은 5%내외이다. 95%를 해외에 의존하고 있는 것이다. 수입 의존도가 너무 높다는 것을 알수 있으며, 수입의존도가 높을수록 자원보유국의 횡포에 휘말릴 가능성이 높은 것이다. 수입 의존도를 낮추어야 한다. 그러면 어떻게 하여야 할까?

방법은 한가지 뿐이다. 토지생산성을 높이는 것이다. 단위시간당, 단위면적당 목재생산량을 증가시키는 것이다. 이것이 바로 임목육종의 역할이다. 이것은 오로지 임목육종이라는 수단에 의하여서 만 이룩할 수 있는 것이다.

이러한 방법에 의하여 생산성을 높일 수 있는 것은 목재 뿐만아니라 유용한 천연물질과 특수용도에 맞는 재질개량 등도 가능한 것이다. 특히, 최근에는 환경에 대한 임목의 역할이 커지고 있는데, 예를들면 탄산가스는 같은 나무라도 육종에 의해서 개량된 품종은 생장이 빠르기 때문에 그만큼 많은 광합성을 하므로써 단위시간당, 단위면적당 훨씬 많은 탄산가스를 흡수처리할 수 있다.

더욱이 자원생태계의 생산성이 높아지므로써 자연히 생태계의 보존이 더욱 잘 이루어 질 것은 명약관화한 일이다.

1. 임목육종방법

임목육종은 임목을 우리가 바라는 형질에 대하여 질적 양적으로 개량하는 것을 말한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 교잡육종, 선발육종, 도입육종, 배수체육종 등의 방법이 있으며 우리나라에서는 주로 교잡육종과 선발육종에 중점을 두어 육종하고 있다. 이러한 방법으로 지금까지 임업연구원(현 임업연구원 임목육종부)에서는 14종의 신품종을 육성하여 636백만본의 묘목을 보급하였다.

(1) 선발육종

선발육종은 임분에서 우량목을 선발하는데서부터 시작된다. 여기서 우량목이라함은 우리가 목

적하는 형질이 다른 나무와 달리 매우 우수한 나무를 뜻한다. 이러한 나무를 우리는 수형목(秀型木)이라고 말한다. 그러므로 수형목의 선발은 바로 선발육종의 시작이 되며 모든 선발육종의 기본이 되는 것이다. 수형목을 선발하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으며 목적에 따라서 수종에 따라서 그 수종의 특성에 맞는 선발방법을 설정하여야 한다. 가장 먼저 고려하여야 할 사항은 선발육종의 목표가 무엇이냐 하는 것을 먼저 결정하여야 한다. 재적생장을 목표로 하는 것인지 아니면 비중이 높은 것을 원하는지 등 이러한 용도에 따른 목표를 분명히 하여야 한다. 육종목표에 따라서 수형목 선발방법이 달라지기 때문이다. 펄프재로 이용할 나무를 육종하는데 40 50년생의 소나무를 수형목으로 선발할 필요는 없을 것이다. 왜냐하면 펄프재는 20년생 미만에서도 얼마든지 생산할 수 있기 때문이다. 따라서 수형목도 당연히 20년생 미만의 나무를 선발하여야 할 것이다. 20 40년생을 선발하면 20년생 미만에서는 잘 자라지 못하다가 20년이후부터 잘 자란 경우가 있을 수 있는 것이다. 이러한 나무를 기본으로 종자를 생산하여 펄프재 생산용 임분을 조성하였다면 20년생 까지는 잘 자라지 못할 것이므로 엄청난 경제적인 손실을 가져오기 때문이다. 반대로 대경재를 생산할 목적으로 육종을 한다면 벌기령을 기준하여 벌기령에 가까운 수형목을 선발하여야 할 것이다. 그러면 몇가지 대표적인 선발방법을 열거하고자 한다.

(가) 비교 선발법

주위목과 비교하여 선발하는 방법으로 주로 동령림에서 이용하면 편리한 방법이 되겠으나 천연림에서는 수령이 각각 다르므로 직접 비교하기가 어려운 점이 있다. 이때는 수형목 후보목의 목편(생장추로 추출한 것)에 나타난 연륜폭과 주위 비교목의 연륜폭을 측정하여야 하는데 수피쪽에서 부터 안쪽으로 일정한 수의 연륜폭을 측정 비교하여야 한다. 왜냐하면 같은 해에 자란 연륜을 서로 비교하여야 하기 때문이다.

(나) 지수 선발법

여러가지 방법으로 각 특성에 대한 점수를 주어 이러한 점수를 지수화하여 일정 지수이상의 것을 선발하는 방법이다. 이것은 양적인 형질보다는 질적인 형질(내병충성, 통직성 등), 즉, 양적으로 측정이 되지 않는 형질을 대상으로 선발할 때 흔히 사용되는 방법이다. 그러나 양적으로 측정이 되는 특성의 일정 지수를 이용하는 것은 수형목선발 대상수종이 집단적으로 임분을 형성하지 않아 선발할 때 주위에 비교로 사용할 수 있는 나무가 없는 경우 사용하기도 한다. 즉, 고립목으로 자라는 나무의 경우 미리 조사된 전국 평균치와 비교하여 이보다 우수하면 선발하는 방법이다.

이와같이 수형목이 선발되면 이들 수형목을 가지고 우량종묘를 생산 보급하여야 하는데 그렇게 하기 위하여 가장 먼저 실행하는 것이 수형목의 접목이다. 수형목의 우수한 유전적 형질(아직 검정되지는 않았지만)을 완전하게 유지하기 위한 것이다. 무성증식 삽목이나 접목, 기타 조직배양묘 등은 모두 암수의 만남에 의하여 유전적 형질이 섞여서 만들어지는 종자단계가 없이 그대로 동일한 개체를 복제하는 것이다. 그러므로 수형목을 접목하면 수형목의 우수한 형질이 완

전하게 접목묘로 이어지게 된다.

이러한 접목묘를 한군데 모아 식재하여 채종원이라는 것을 조성하는 것이다. 채종원(採種園)은 글자 그대로 종자를 따는 곳이다. 즉, 우량종자를 생산하는 하나의 과수원이라고 생각하면 된다. 우수한 수형목을 접목이라는 기술을 통하여 한군데 모아 식재하고 이것들이 서로 교배되어 생기는 종자는 당연히 아무데서나 채취한 일반 종자보다 우수할 것이라는 것은 두말할 필요가 없을 것이다. 그런데 사실은 이들 수형목의 유전적 소질은 아직 검증되지 않은 상태이다. 선발할 때는 그저 겉으로 보이는 형질만을 가지고 우량, 불량을 판가름한 것 뿐이다. 즉, 특정환경에서 발현된 표현형만 보고 선발했다는 뜻이다. 그러므로 이들의 유전적 소질을 검정할 필요가 있는데 이러한 일련의 검정과정을 차대검정이라고 한다.

차대검정(次代檢定)은 어떤 양친의 자식 즉, 차대를 검정하여 양친 혹은 어느 한쪽 편친의 유전적 소질을 판정하는 것이다. 그러므로 차대검정 결과는 항상 그 차대를 생산한 양친 혹은 편친에 적용되는 것이며 차대 그 자체에 적용되는 것은 결코 아니다. 차대검정에는 풍매차대를 검정하는 방법과 인공교배차대를 검정하는 두가지 방법이 있다. 풍매차대(風媒次代)는 바람에 의하여 수정되어 발생된 차대로써 양친중 모수만 알고 화분수는 모르는 것이 특징이다. 반면 인공교배차대는 양친수를 모두 알고 있는 것이 특징이다. 한마디로 이러한 차대검정은 모두 차대의 성적을 보고 양친수의 유전적 형질이 우수한지 불량한지를 판가름하는 것이다. 자식을 보고 부모의 됨됨이를 판단하는 것과 같은 이치이다. 이러한 차대검정에 의하여 겉보기만 우수하고 유전적으로 불량한 수형목은 즉시 수형목에서 배제된다. 이미 접목에 의하여 채종원에 들어가 있으므로 채종원 도면을 보고 찾아내어 잘라내는 것이다. 혹은 반대로 차대검정결과가 좋은 것만 골라서 다시 채종원을 조성하는 경우도 있는데 이것을 1.5세대 채종원이라고 한다. 물론 불량수형목을 제거한 채종원도 1.5세대 채종원이다. 이렇게 불량수형목을 채종원에서 제거하는 것을 유전간벌(Roguing)이라고 한다.

이와같이 채종원을 조성하기 위하여 처음에 수형목의 접목묘 혹은 무성번식체를 만드는데 이때 채종원 조성용만 접목하는 것이 아니고 클론보존원 조성용도 함께 접목하는 것이 보통이다. 클론보존원은 클론을 효과적으로 보존하여 채종원 조성용 접삽수를 공급한다던가 인공교배를 실시하는 재료로 이용하게 된다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 역시 유전자를 보존한다는 측면이다.

채종원은 다시 제2세대, 3세대 등으로 전진시킬 수 있는데 한세대 전진시킬 때마다 개량효과가 누적되어 간다. 즉, 점점 개량정도가 높아 진다는 뜻이다. 처음 수형목을 선발하여 접목묘에 의하여 채종원을 조성하는 경우 15 25%의 개량효과가 있으며, 1.5세대의 경우에는 누적 개량효과가 20 30%에 달하는 것으로 알려져 있다. 대략 매 세대마다 15 25%정도 누적되는 것으로 보면 된다. 물론 세대가 전진될수록 세대간 개량효과는 다소 낮아지는 경향이 있지만 누적개량 효과는 계속 높아진다.

채종원을 전진시키는 것은 반드시 암 · 수가 개입되는 유성세대를 거쳐야 하며, 이때 수형목재료는 차대검정림에서 공급받는다. 일반적으로 풍매차대 검정림은 전진세대 수형목으로 사용하지 않는 것이 보통이다. 왜냐하면 모수는 알고 있으나 화분수를 모르기 때문에 채종원에 식재되었을

때 동일한 화분수로부터 생성된 개체간에 근친교배가 일어날수 있기 때문이다. 그러므로 대부분의 경우 2세대 채종원의 수형목은 1세대 인공교배 차대검정림에서, 3세대 채종원은 2세대 인공교배 차대검정림에서 선발하는 것이다. 선발방법은 유전력의 높고 낮음에 따라 다르나 먼저 가계를 선발하고 다음 그 가계에서 우수개체를 선발한 가계내 개체선발 방법을 사용하는 것이 보통이다.

채종원은 조성하는 재료에 따라 몇가지로 구분된다. 첫째 접·삽목묘와 같이 무성번식체에 의하여 조성되는 경우 클론채종원(clonal seed orchard)이라고 하며, 무성증식이 안되는 수종인 경우에는 실생채종원(seedling seed orchard)을 조성한다. 실생채종원은 다시 두가지로 나눌 수 있는데, 수형목으로부터 풍매종자를 채취하여 조성한 경우와 인공교배 종자에 의하여 조성하는 방법 등이 있다.

채종원조성에 있어 가장 주의하여야 할 점은 클론을 배치하는데 있어서 동일 클론이 서로 인접되지 않도록하는 것이다. 만약 서로 인접되면 동일 클론간에 교배가 일어나 즉, 자배가 되어 자식약세(inbreeding depression)현상이 일어나 아주 불량한 종자를 생산할 수 있기 때문이다.

이러한 채종원은 모두 우수한 종자를 공급하기 위한 영구적인 종자공급 방안으로써 시간이 소요되는 것이 특징이다. 그런데 급작스러운 돌발적인 종자수요는 어떻게 대처하는 것일까? 이를위해 채종림이라는 것이 있다. 채종림은 채종원과 달리 수형목을 선발하여 조성하는 것이 아니라 이미 조림되어 있는 임분 혹은 천연임분 중에서 우리가 바라는 형질이 비교적 우수하고 건강하면 채종림으로 지정하고 강도의 간벌을 실시하여(필요하면) 종자생산을 촉진하여 여기서 필요한 양의 종자를 채취하는 것이다. 이러한 채종림의 지정은 일정한 기준이 있으며 이러한 기준을 준수하여야 한다. 종자가 더 이상 필요가 없거나 병충해 혹은 기타 원인으로 채종림으로서의 기능을 할 수 없는 경우에는 지체 없이 해제한다.

1996년말 현재 임업연구원에서는 20수종에 대하여 726.5ha의 채종원을 조성하여 관리하고 있다.

(2) 교잡육종

교잡육종은 두 종 및 품종간의 교잡에 의하여 발생된 차대를 하나의 품종으로 이용하는 방법이다. 이 경우 두 개체(양친수)가 가지고 있는 장점을 교잡에 의하여 결합시키는 것이 보통이다. 즉, 이러한 형질결합을 이용한 것이 임업연구원에서 개발한 리기테다소나무이다. 이것은 리기다소나무의 내척지성과 내한력에 테다소나무의 왕성한 생장력과 우수한 재질을 서로 결합시켜 재질도 좋고 내한성이 증대된 교잡종을 만든 것이다. 또 다른 교잡육종방법은 잡종강세를 이용하는 방법이다. 잡종강세는 양친수 어느쪽 보다도 차대가 우수한 경우를 말한다. 이것은 포플러류에서 잘 나타나는데 현사시의 경우도 양친수인 은백양이나 수원사시보다도 현사시가 월등한 생장력을 가지고 있다.

교잡육종의 문제점 혹은 제한요소는 이것들이 2대, 3대로 가면 다시 분리되어 전술한 형질결합이나 잡종강세현상을 유지할 수 없는 것이다. 그런데 양친수의 개화기가 일치하고 자연적으로 교배가 잘되는 수종인 경우에는 잡종채종원을 조성하여 1대 잡종종자를 용이하게 공급할 수 있다. 양친수를 한줄씩 교대로 식재하면 자연상태에서 용이하게 교배가 이루어져 1대 잡종종자

를 생산할 수 있다. 그러나 리기테다와 같이 양친수의 개화기 차이가 커서 자연적으로는 교배가 불가능한 경우에는 부득이 인공교배에 의하여 잡종을 생산하여야 하는데 그 비용이 엄청나게 소요되는 단점이 있다. 인건비가 저렴하면 별 문제가 안될 수도 있으나 고임금시대에는 불가능한 방법이라고 할 수 있다.

이러한 단점을 보완할 수 있는 것이 바로 무성증식기술이다. 무성증식만 잘 되면 잡종을 무한정 공급할 수 있다. 그런데 무성증식 기술 중에서도 비용이 적게 소요되는 대량증식기술이어야 할 것이다. 접목과 같이 인건비가 많이 소요되는 것은 결국 실용성이 없으나, 포플러류와 같이 삽목이 잘 되면 하등의 문제가 없다. 그러나 리기테다와 같이 삽목도 안되고 조직배양도 잘 안되는 경우에는 우수한 잡종을 만들어도 증식상의 장애로 인하여 실용화 될 수 없을 것이다. 앞으로 생물공학의 발전으로 이러한 문제가 해결되면 교잡육종이 각광을 받을 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 무성증식이 용이한 포플러류의 경우 특히 잡종강세 현상도 잘 일어나므로 이러한 수종에 대한 육종방법으로는 특별한 경우을 제외하고는 교잡육종방법을 계속 사용하는 것이 바람직하다.

교잡육종에서 잊지 말아야 할 사항은 교잡의 성공여부를 검정하는 것이다. 교잡이 되었는지 혹은 교잡이 안되었는지를 잡종을 분석하여 구명하여야 한다. 이러한 구명없이 교배를 하였다고 하여 무조건 잡종으로 생각하는 것은 위험하다. 특히, 화분오염에 대한 것도 각별히 주의를 기울여야 하며 화분의 저장방법을 숙지하여야 한다. 장기간 보관한 화분의 경우에는 교배하기 전에 발아시험을 거치는 것이 바람직하다. 최근에는 분자유전학적분석기법에 의해 리기테다소나무의 경우에는 엽록체 DNA를 분석함으로써 잡종개체를 100% 식별해 낼 수 있다.

(3) 도입육종

도입육종이라 하면 대체적으로 외국에서 수종을 들여다 식재하는 경우를 뜻하는 것으로 해석하고 있다. 이와 같은 정의는 학자에 따라서 다소의 차이가 있다. Zobel등(1987)은「한지역에서 자연적으로 존재하지 않았던 수종을 들여다 식재할 때 그 수종을 외래수종으로 말한다」라고 정의하였으며, Wright 등(1976)은 외래수종 즉, 도입육종의 대상이 되는 수종이란 모름지기 외국에서 들어온 것을 뜻한다고 해서 그 한계를 명확하게 하고 있으며 이것은 행정적 국경 개념을 강조한 것이다. 그러나 그는 이러한 정의에 해석의 어려움을 느끼면서「외래수종이란 자연분포 영역의 한계를 넘어서 이동되어 식재할 때」라고 확대 해석을 부연하고 있다.

도입육종은 향토수종이 파괴되었거나 적당한 수종이 존재하지 않아 필요로 하는 용재나 유용한 물질 생산이 불가능할 때 이용되는 육종방법이다.

도입육종이 필요한 주요한 이유는 다음과 같다. 도입수종이 향토수종보다도 성장속도가 빠르거나 병충해에 대하여 저항성이 있는 경우가 있으며, 향토수종보다도 내공해성인 수종이 있다. 또한 수종에 따라서는 유용한 특수 물질을 생산할 수 있다. 그리고 도입육종은 다른 육종방법보다도 비교적 노력과 경비가 적게 들고 육종기간이 짧으며 새로운 유전자원을 확보할 수 있는 장점이 있으므로 세계각국에서 단독 또는 공동연구가 다양하게 진행중에 있다.

(가) 외국수종 도입시 고려사항

① 지리적으로 원산지와 도입지간에 위도, 경도가 유사한 지역간 수종을 도입
② 원산지와 도입지간에 기후, 풍토가 유사한 지역간 수종을 도입
③ 일반적으로 어떤 수종의 원산지 특성이 도입지역으로 그대로 옮겨간다는 사실을 인식하고 도입대상수종의 특성과 용도를 확인한 후 도입여부를 결정
④ 도입하고자 하는 대상수종이 국내 유사 향토수종보다도 생장, 재질, 내병충성, 유용물질 함량 등 어떤 유용한 특성이 월등히 우수한 수종을 도입
⑤ 새로운 유전자원 확보와 새로운 품종을 만들기 위한 육종재료로 도입

(나) 외국수종 도입실적

1956년부터 1995년까지 40년간 38개국에서 415종을 도입하여 전국의 230여 장소에서 적응성 시험을 실시한 결과 국내 유사종보다 생장이 떨어지거나 기대했던 유용형질 발현이 저조한 390여종은 기각시켰으며 생장과 형질이 우수한 테다소나무 등 7수종을 보급시켰으며 루브라참나무 등 4수종은 유망수종으로 선발하였고 팔루스트리참나무 등 14수종은 계속 시험중에 있다.

(4) 기타 육종

전술한 육종방법 이외에도 배수체육종이 있다. 이것은 임목의 염색체수를 배가시키거나 혹은 반감시켜서 새로운 변이체를 유도하는 것이다. 일반적으로 화학약품이나 물리적으로 X선 등을 조사하여 염색체수의 변동을 유발하는 것으로 대부분 열성형질 쪽으로 변이가 일어나 실제로 유용한 변이체를 만들어내는 경우는 거의 없어 결국 이 분야의 연구가 쇠퇴하고 말았다. 임목육종연구소(현 임업연구원 임목육종부)에서는 이러한 기술을 이용하여 가시없는 아까시와 잎이 크고 사료가치가 높은 아까시를 개발한 바 있다.

최근에는 조직배양기술이 발전하면서 칼루스 세포배양에 의하여 식물체를 만드는 경우 배지에 놓여진 세포가 자연적으로 변이를 일으켜 변이체를 만드는 경우가 발견되어 이러한 변이체를 이용하려는 연구도 상당수 수행된 바 있으나 아직까지는 큰 효과를 얻고 있지는 못하다. 오히려 자연상태에서 일어나는 변이체를 수집하여 하나의 품종으로 육성하려는 연구도 많은데 이러한 연구는 특히 환경수의 경우에 그러하다.

생물공학의 발전은 결국 전통육종방법의 보조수단으로만 머물러있지 않고 이제는 완전히 하나의 육종방법으로 한 분야를 차지하고 있는데 이에는 유전자조작에 의한 형질전환이 있다. 외래유전자를 임목에 삽입하여 새로운 기능을 부여하여 지금까지와는 전혀 다른 신품종을 만들어내는 것이다. 현사시나무가 썩는 플라스틱 원료인 PHB를 생산한다던가 B형 간염백신(Vaccine)을 생산한다던가 하는 것들은 얼마전까지만 해도 상상도 할 수 없었던 일이다. 그러나 이러한 연구는 이미 거의 성공단계에 와 있다. 특히, 유전자조작에 의하여 유해중금속을 흡수제거하는 기능을 부여하여 앞으로 오염된 환경을 정화하는 새로운 정화품종의 육성이 가능케 되었다.

(5) 주요 신품종

1956년 임목육종연구소가 창설되면서 우리나라의 임목육종이 본격적으로 시작되었다. 당시에는 주로 교잡육종과 도입육종을 근간으로 수행되었으며, 교잡육종은 잡종강세 유도와 유용형질 결합을 목적으로 포플러의 경우 잡종강세 유도에 치중하여 현사시, 양황철나무, 수원포플러를 신품종으로 육성하였다. 형질결합의 대표적인 것으로는 리기테다소나무로 이미 우리나라에 적응된 리기다소나무의 내척지성과 테다소나무의 생장과 재질의 우수한 형질을 결합하여 리기테다소나무를 육성 보급하여 왔다. 도입 수종으로는 이태리포플러가 우리나라의 기후와 풍토에 적응성과 생장이 우수하여 가장 성공적인 수종으로써 하천변, 마을 주변 공한지 등에 식재하여 공한지를 효과적으로 활용하여 농가소득증대에 기여한 바 있다. 그 외에도 테다소나무, 스트로브잣나무, 독일가문비나무 등이 있다. 유실수로 밤나무, 호도나무 등 교잡육종과 도입에 의하여 많은 신품종을 육성, 보급하였으며, 수종별 현황과 특성 조림적지 등은 다음과 같다.

표 2-1-1. 임목육종연구소에서 개발된 신품종

구 분	수 종 명	연구기간(년)	생장(단목재적) 및 수확량	보급실적(ha)
계	18 수종			1,013,938
교잡육종	리기테다소나무	'56 '58	리기다소나무의 2배	37,389
	현사시 3,4호	'56 '83	현사시 1호의 1.2배 1.4배	185,162
	수원포플러	'71 '83	현사시 1호의 2배	983
	양황철나무	'64 '82	이태리포플러의 1.4배	3,770
	밤나무	'73 '87	수학량이 재래종의 1.3 1.8배	1,280
	호두나무	'75 '95	과실크기가 재래종의 2 3배	320
	참다래×다래	'84 '95	수확량이 재래종의1.5 3배	2
도입육종	이태리포플러	'56 '60	미류나무의 2.5배	739,559
	이태리포플러1,2호	'76 '83	이태리포플러의 1.2배	20,800
	테다소나무	'56 '60	리기다소나무의 2.5배	10,859
	버지니아소나무	'67 '84	리기다소나무의 1.4배	574
	스트로브잣나무	'60 '84	잣나무의 2.7배	951
	독일가문비나무	'74 '93	전나무의1.4배	100
	루브라참나무	'72 '93	상수리나무의 1.3배	10
	펜듈라자작나무	'73 '93	자작나무의 1.3배	300
	화백	'88 '93	편백의 1.2배	10
	좀잎산오리나무	'62 '70	물갬나무의 3.0배	11,839
	개암나무	'76 '94	과실크기가 재래종의 4 5배	30

2. 개량종자

2차대전 후 유전학을 기초로하여 육종연구가 가속화되기 시작한 이래 반세기동안 농업 생산량은 혁명적으로 향상됐으며(쌀 생산량은 지난 30년사이 1.7배 증가) 이는 육종분야의 종자개량과 재배기술인 생육환경을 개선하는 두가지 분야에서 동등하게 공헌한 것으로 추정하고 있다. 그러나 현재의 재배기술 수준은 최고의 생산능력을 발휘할 수 있는 가장 이상적인 조건에 근접하고 있기 때문에 앞으로 더욱 좋은 조건이 규명되더라도 과거와 같이 획기적으로 생산량이 향상되기는 어렵다고 본다. 그러나 종자개량(품종)으로 생산성을 높이는 일은 무육관리 등 생육환경을 개량하는 것보다 잠재력이 대단히 높다. 또한, 농작물보다 임목에서는 더 유리하다. 예를 들어 과학적이고 체계적인 선발은 아닐지라도 벼 등 주요 작물은 수천세대를 지나면서 우리 선조들은 경험적으로 잘 여물고 소출이 많은 벼를 볍씨로 사용하여 왔으며 지난 반세기 동안은 체계적인 육종방법으로 유전적 조합능력이 우수한 개체 내지는 품종을 개량해 왔다. 그 결과 현재 시중에 유통되고 있는 품종은 대부분 목적별로 우수한 유전적 조성을 갖고 있다. 그러나 임목은 미천한 육종 역사와 세대교번 시간이 길다는 약점을 안고 있어 대부분의 임업 선진국에서도 1-2세대밖에 개량되지 못하였기 때문에 유전적으로 우수한 조합을 선발하여 개량하는 데는 전망이 밝을 뿐더러 육종효과도 클 것으로 기대한다.

미래의 종자에 대한 욕구는 용도에 따라 다양해질 것으로 판단하고 있다. 예를 들어 재적생장이 육종의 최고 목표로 생각했던 시대에서 목재의 재질에 관심을 갖게 되면서 무절장재, 아름다운 무늬, 비중, 인장 및 압축강도, 섬유장의 길이 등 가공 목적에 따라 가치를 달리하고 있으며 내병충성, 내공해성, 환경정화를 위해 중금속 등을 흡착하는 능력이 높다든가 신물질 생산을 위하여 특수한 성분을 많이 함유하고 있다든가 하는 등의 욕구는 다양해지며 시장기능에 따라 개량 종자의 가격도 차별화되고 있다.

농작물의 종자는 일년이내에 그 결과가 판정되기 때문에 종자의 품질에 관하여 재배 농가에서도 대단한 관심을 갖고 있으며 종묘회사도 신뢰를 얻지 못하면 계속 장사를 하기 어렵다. 그러나 임목종자는 종자의 우열을 판정할 수 있는 최소 기간도 십년 단위가 소요되기 때문에 아직 산주의 입장에서 수년이내에 검증하기 어려울 뿐아니라 종자 공급자도 책임을 감수하려 하지 않을 것이다. 또한, 불량한 종자에서 생산된 묘목을 조림하여 수십년이 지난 후 불량종자라고 판정 나더라도 그 피해는 대단히 크다. 이와 같은 문제를 사전에 예방하기 위해서는 개량종자의 품질이 철저히 보증되는 제도가 정비되어야 하고 정부에서 주도적인 역할을 담당해야 할 것이다.

(1) 종자생산

개량종자를 생산하는 방법에는 교잡육종 및 선발육종이 주를 이루고 있으며 선발육종은 수형목과 같이 엄격한 선발기준에 부합되는 단목을 골라내는 개체선발(수형목에 의한 채종원), 우량한 임분의 집단을 골라내는 집단선발(채종림, 일반채종임분)로 구분하고 있다. 개체선발목에서의 채종은 조성 시간과 비용의 부담이 있으나 개량효과가 크다. 반면, 집단선발은 우량임분(채종림)

에서 직접 채종함으로 개체선발 임분에 비하여 시간과 비용은 상당히 절약되나 개량효과가 채종원의 절반 수준이다.

교잡에 의한 종자생산은 교배양식에 따라 인공교배와 풍매 또는 충매에 의한 자연교잡으로 구분되는데 인공교배는 교배비용이 높아 차대검정 등 특별한 시험 목적을 갖고 소규모로 시행되고 있으며 대부분의 종자는 풍매 또는 충매에 의해 생산하고 있다.

개량종자 생산원은 채종원, 채종림, 일반채종림으로 나눌 수 있다.

채종원은 우량한 조림용 종자를 계속 공급할 목적으로 조성된 수목의 집단이며 주로 임업연구원장이 조성 및 관리에 관한 업무를 맡고 있다. 종자 또는 클론에 의해 조성된 1세대 채종원과 간벌 시기에 도래한 간벌 대상목을 수형목의 차대검정 결과 불량한 것으로 판정된 클론만을 제거하고 우수 클론은 잔존시키므로 개량정도를 향상시킨 것을 개량채종원(1.5세대 채종원), 차대검정 결과를 토대로 우수한 상위 순위의 클론 또는 우수한 조합만을 별도로 식재하여 조성한 임분을 2세대 채종원이라 한다. 따라서 개량정도는 세대를 지나면서 높아간다.

임업연구원에서는 현재 1세대 소나무 채종원에서 불량 클론을 제거하는 유전간벌을 '95부터 '98까지 시행 중에 있으며 해송과 잣나무도 차대검정 결과에 따라 계속 추진할 계획에 있다.

채종림은 채종원에서 생산한 종자로 조림에 필요한 종자를 충족할 수 없을 때 부족분을 충당하기 위하여 시도지사, 지방산림관리청장이 지정 고시한 우량한 산림을 뜻한다. 현재 채종림의 인식이 부족하여 지정 후 관리 및 채종은 적절하지 못한 사례가 있어 개선이 요구되며 향후 채종림은 지역별로 안배되어 그 지방의 조림용 종자는 그 지방에서 생산한 종자로 충족하는 것이 바람직하겠다.

채종림을 선정하기 위한 조건은 우선 종자가 잘 달릴 수 있어야 하며 생장이 좋고 형태적인 특성이 양호하고 교통의 편리성, 노동력의 공급 가능성, 채종할 수 있는 여건 등을 판단하여야 한다. 채종림의 수령은 수종에 따라 차가 있겠으나 현행제도는 20 30년생으로 명시하고 있으나 종자를 필요로 하는 시기의 완급에 따라서 당장 필요하면 현재 선정할 채종림에서 많은 종자가 생산되어야 하고 5 10년 후에 필요하면 영급이 반 내지 한 영급이 낮은 임분을 택하여 종자결실이 잘되도록 간벌, 단간 등 적절한 무육관리를 통하여 종자 생산이 잘 될 수 있는 수형을 만들어 가면서 채종림의 기능을 발휘할 수 있게 유도함이 바람직하다.

채종림의 관리는 종자생산이 목적이기 때문에 종자가 잘 달릴 수 있는 여건을 조성하는데 있으며 적정 잔존본수를 흉고 직경에 대한 잔존본수의 기준에서 수관단면적의 밀도(울폐도)가 주가되고 생립본수는 부차적으로 전환되어야 간벌의 기준설정에 합리적일 것이다. 예를 들어 울폐도 120 130%이상이면 간벌을 실시하여 70 80% 수준으로 끌어 내리는 방법이 있겠으며 흔하지 않은 수종은 준우점종이라도 지정되어야 하며 이들은 우점종을 어느정도 제거해야 준우점종인 채종림의 종자생산에 적절한지 검토되어야 할 내용이다.

일반 채종임분은 채종림 지정요건에 미달되나 형질이 일반적으로 우량한 임분으로서 채종원과 채종림의 종자가 조림용 종자량에 부족하다고 인정되거나 종자 생산림으로 조성 또는 지정되지 않은 수종의 종자를 잠정적으로 채취하는 임분으로 시도지사나 지방산림관리청장이 고시

하지 않고 단기간 한시적으로 활용할 경우에 한한다.

통일을 대비하여 북한지역의 사방조림용 수종인 아까시나무, 오리나무류는 대북지원이 시작된다면 단기간에 대량의 종자가 필요하기 때문에 상당량의 종자를 미리 비축해야 하고 사방조림이 성공되면 10 20년 사이에 경제수종으로 수종 갱신을 해야 하기 때문에 우량임분의 개량정도 이상으로 북부지역에서 견딜 수 있는 내한성 유무를 고려해야 한다. 종자결실 연령도 오리나무는 조림 후 2 3년차부터 아까시나무는 4 5년부터 채종이 가능하므로 용재생산 목적의 우량임분으로 판정하기 이전에도 사방용으로 일반채종임분을 활용할 수 있을 것이다.

종자생산원을 확보하는데는 수종별로 조림물량이 예측되고 같은 수종 내에서도 지역별로 안배되어야 하며 주요 경제수종은 상당량을 채종원에서 의존하고 채종원에서 공급이 부족한 물량과 채종원이 조성되지 않은 수종은 채종림에서 충족함이 바람직 할 것이다. 조림용 종자를 전체 채종원산 종자로 충당할 수 있으면 가장 이상적으로 판단할 수 있으나 현실로는 적절치 못하다. 장기 예측은 적중하지 못할 경우를 대비하여 주요 경제수종도 충분하게 채종원을 계획하였다가 막상 채종연령에 도달하면 조림물량이 현격하게 줄어들어 필요치 않은 종자를 과도하게 생산하는 실수를 줄일 수 있다.

종자생산원에서 채종한 종자는 철저한 품질관리 및 보증제도를 정비하여 불량한 유사종자가 시중에서 유통되는 일이 없도록 제도, 검사, 유통 체계를 개선하고 검증의 실명화가 생산에서부터 유통 단계를 지나 산지 조림 후 영구적으로 기록되어 개인 및 기관의 무한책임 수준에서 다루는 것이 바람직하겠다.

(2) 채종림

(가) 선정목적

채종원을 조성해서 종자를 생산하려면 적어도 20 30년의 긴 시간과 비용이 들게 되므로 조성된 채종원에서 종자가 생산되기전이나 생산종자가 부족한 수종 또는 한시적으로 요구되는 수종에 있어서 채종림을 선정하며 그 곳에서 종자를 공급받게 되는 것이다.

채종림에서 공급받는 종자는 집약적으로 개량된 채종원산 종자에 비하면 개량효과가 떨어지지만 우량임분의 체계적인 선발과 적절한 관리가 유지된다면 비교적 높은 개량효과를 기대할 수 있을 것이다. 특히, 채종림으로 지정하는 수종들은 채종원을 조성해도 종자생산 효율이 낮거나 분포지에서 개체간 유전적 변이보다 집단간 변이가 상대적으로 크며 집약적 육종방법의 적용이 어려운 수종이 적합하다고 할 수 있다.

(나) 선정기준

시 도지사, 지방산림관리청장은 조림용 종자를 채취하기 위하여 채종림을 지정할 수 있는 수종은 잣나무류, 소나무류, 낙엽송류, 삼나무, 편백, 전나무, 참나무류로 산림법 시행규칙에 명시되어 있으며 지정시 고려할 점은,

① 1단지 면적이 1ha 이상이 되고 모수가 1ha당 300본 이상이 되는 임분 (다만, 모수의 형

질이 우수하다고 인정될 때에는 제외)
② 보호관리 및 채종작업이 편리한 지역
③ 병충 피해가 없는 임분
④ 벌채나 도·남벌이 없었던 임분
⑤ 노쇠목, 기형목이 없고 일반적으로 수간의 단면이 원에 가까우며 가지가 가늘고 자연낙지가 잘되는 임분
⑥ 바람맞이가 아닌 지역

(다) 선정현황

1998년 현재 지정된 채종림은 13수종, 1,277.77ha로서 그 중 침엽수류가 1,105.77ha, 활엽수류가 172.0ha이나 가장 중요한 것은 실질적으로 종자를 공급 받을 수 있는 것인데 현재의 채종림에서 종자를 채취하는 량은 그리 많지 않은 것으로 추정된다. 지정된 채종림은 수종별로 지역 특성이나 제반여건을 고려하여 종합검토한 후 종자공급이 가능한 임분만 철저하게 관리해야 할 것이다.

또한 시대의 변천에 따라서 다양한 수종의 임목종자가 필요하게 되므로 채종림 지정 수종을 확대하고 나아가서 통일을 대비한 북한 지역의 녹화에 필요한 종자도 고려되어야 할 것이다.

표 2-2-1. 수종별 채종림 현황

수 종	면 적(ha)	수 종	면 적(ha)
합 계	1,277.77		
<침엽수>	1,105.77	<활엽수>	172.00
잣 나 무	803.29	상수리나무	43.00
낙 엽 송	151.28	굴참나무	38.00
전 나 무	124.00	졸참나무	8.00
편 백	16.20	신갈나무	29.00
독일가문비나무	9.0	자작나무	32.00
테다소나무	2.0	거제수나무	12.00
		박달나무	10.00

(3) 채종원

(가) 수형목 선발

개량종자 생산을 위한 채종원 사업은 일차적으로 수형목의 선발인데, 이는 우량한 임분을 선정하여 그로부터 목적하는 외형적 형질이 우수한 개체를 선발하여 금후의 임목육종 기본재료로 삼게 되는 것이다.

1959년부터 수형목선발이 시작되었으며 초기에는 소나무, 잣나무 등 주요 침엽수를 대상으로

하였으나 그후 활엽수류 채종원 조성의 필요성에 따라서 참나무류를 비롯한 활엽수종 수형목을 선발하게 되었다. 수형목의 선발 기준과 방법, 선발내역 등 관련된 연구는 다음과 같다.

1) 수형목 선발기준과 요령

육종목적이 어디에 있느냐에 따라서 생장, 형태적 특성, 재질, 내병충성 등에 대한 기준의 대상수종 또는 어떤 특성을 어느정도 중요시 하느냐에 따라서 다르므로 여기에 대한 기준설정도 간단하지 않다. 수형목선발에 있어서 이런 사항 및 사회환경의 임업적 상황을 충분히 고려해서 기준이 설정되어 이에 따라서 실질적인 선발이 이루어져야 할 것이다. 우리나라에서 적용한 수형목선발 요령과 기준은 1959년 선발육종 사업계획 수립시부터 1971년까지 적용하였으며, 1972년부터 육종집단의 규모를 넓히고 유전변이량의 다량확보 차원에서 선발강도를 완화한 기준에 의해서 선발하였는데 이는 채종원 조성사업 초기에 선발된 수형목수가 너무 적기 때문에 클론 배열 등에 문제점이 있어 장차 계속될 임목 개량의 기본 모집단을 충분하게 하기 위해서였다.

표 2-2-2. 1972년 이후 적용한 선발기준

<침엽수>

인 공 림	천 연 림
<요 령> ①임상의 둘레나 도로변의 나무 혹은 고립목은 제외 ②수령은 20년생 이상이고, 벌기령 이전의 것 ③지위는 한 지위에 편중하지 않음 ④ha당 3본 이상은 선발하지 않음	<요 령> ①임상의 둘레나 도로변의 나무 혹은 고립목은 제외 ②수령은 될 수 있는 한 30년 이상의 것 ③지위는 한 지위에 편중하지 않음 ④ha당 1본 이상은 선발하지 않음
<기 준> ①상층 임관에 속할 것 ②주위 정상목 10본의 평균보다 수고 5%,직경 20%이상 클 것. 다만, 형질이 뛰어날 때는 생장이 평균이상일 경우 선발할 수 있음 ③생장이 왕성할 것 ④수관이 좁고 가지가 가늘며 수관이 한쪽으로 치우치지 말 것 ⑤밑가지들이 말라서 떨어지기 쉽고 그 상처가 잘 아물 것 ⑥심한 병충에 걸리지 않은 것 ⑦수간이 완만하고 굽거나 비틀어지지 않은 것 ⑧상당량의 종자가 달릴 것	<기 준> ①최근 30 50년간의 직경생장이 20%이상, 수고가 5%이상 주위 정상목 10본의 평균보다 클 것. 다만, 형질이 뛰어날 때는 생장이 평균이상일 경우 선발할 수 있음 ②생장이 왕성할 것 ③수관이 좁고 가지가 가늘며 수관이 한쪽으로 치우치지 말 것 ④밑가지들이 말라서 떨어지기 쉽고 그 상처가 잘 아물 것 ⑤심한 병충에 걸리지 않은 것 ⑥수간이 완만하고 굽거나 비틀어지지 않은 것 ⑦ 상당량의 종자가 달릴 것

<활엽수>

인 공 림	천 연 림
<요 령> ①임상의 둘레나 도로변 혹은 고립목은 제외할 것 ②수령은 될 수 있는 한 10년이상 벌기령 이전의 것으로 할 것 ③지위는 한 지위에 편중치 말 것 ④ha당 3본 이상을 선발하지 말 것	<요 령> ①임상의 둘레나 도로변 혹은 고립목은 제외할 것 ②수령은 될 수 있는 한 15년이상 벌기령 이전의 것으로 할 것 ③지위는 한 지위에 편중치 말 것 ④ha당 2본 이상을 선발하지 말 것
<기 준> ①상층 임관에 속할 것 ②주위정상목 10본의 평균보다 수고 5%, 직경 20% 이상 클 것. 다만, 형질이 뛰어날 때는 생장이 평균이상만 되면 선발가능 ③수간이 완만하고 굽거나 비틀어지지 않은 것 ④수간이 분지하지 않은 것. 다만, 중앙부 이상에서 분지한 것은 무방함 ⑤지하고가 높은 것 ⑥자연 낙지성이 큰 것 ⑦가지가 가는 것 ⑧병충에 걸리지 않은 것 ⑨상당량의 종자가 달릴 것	<기 준> ①최근 15년이상의 생장이 직경 20%이상 수고 5%이상 주위정상목 10본의 평균보다 클 것. 다만, 형질이 뛰어날때는 생장이 평균 이상만 되면 선발가능 ③수간이 완만하고 굽거나 비틀어지지 않은 것 ④수간이 분지하지 않은 것. 다만, 중앙부 이상에서 분지한 것은 무방함 ⑤지하고가 높은 것 ⑥자연 낙지성이 큰 것 ⑦가지가 가는 것 ⑧병충에 걸리지 않은 것 ⑨상당량의 종자가 달릴 것

2) 수형목 선발 내역

1996년말까지 선발된 수형목은 소나무 등 침엽수 1,582본과 활엽수 1,142본을 선발하여 총 2,724본으로 클론보존원과 채종원을 조성하였다. 선발 초기부터 1971년 까지는 강도의 선발기준을 적용하였기 때문에 많은 인력이 투입되었으면서도 선발본수는 전체 370본으로 매년 평균 34본에 지나지 않았다. 그로 인하여 초기의 채종원 조성에도 클론 배열에 여러가지 어려움이 있었으나 1972년 부터는 완화된 선발기준을 적용했기 때문에 더 많은 수형목을 선발할 수 있었다. 1986년 까지는 주로 소나무를 비롯한 침엽수종을 대상으로 선발하였고 그 후, 활엽수류의 조림수요 급증에 따른 대책으로 상수리나무 등의 활엽수 수형목을 적정 육종집단의 규모 만큼 목표를 세워 선발해왔다.

또한, 수형목 선발 초기에는 소나무인 경우 강원지방에서, 잣나무는 경기지방과 강원지방을 중심으로 선발했는데 그 후, 유전변이의 다량확보와 조림지역을 고려해서 다소 형질은 떨어지더라도 그 수종이 분포하는 전 지역에서 선발하였다.

표 2-2-3. 연대별 수형목 선발 (단위 : 본)

수 종	계	'65까지	'66 '70	'71 '75	'76 '80	'81 '85	'86 '89	'90이후
계	2,724	180	167	370	582	522	339	564
소 나 무	425	41	20	77	75	212	-	-
해 송	151	1	10	30	69	41	-	-
리 기 다	87	5	36	35	-	11	-	-
리기테다	150	-	-	37	69	44	-	-
테 다	13	-	-	-	9	4	-	-
잣 나 무	300	8	36	43	107	19	87	-
낙 엽 송	145	43	30	42	30	-	-	-
잎갈나무	4	4	-	-	-	-	-	-
삼 나 무	93	4	9	29	28	23	-	-
편 백	114	19	15	22	58	-	-	-
전 나 무	100	3	1	31	25	-	40	-
가래나무	102	5	-	-	30	1	26	40
거 제 수	48	-	-	-	25	-	14	9
박달나무	50	-	-	-	-	-	1	49
오리나무	9	2	-	-	7	-	-	-
물오리나무	25	-	-	-	25	-	-	-
달피나무	18	5	-	2	5	-	6	-
찰피나무	25	6	-	5	14	-	-	-
상수리나무	207	5	-	4	3	69	-	126
졸참나무	110	6	1	4	-	39	-	60
굴참나무	110	6	2	-	3	39	-	60
신갈나무	110	-	-	-	-	20	29	61
황철나무	4	-	4	-	-	-	-	-
물황철나무	2	2	-	-	-	-	-	-
사시나무	10	7	3	-	-	-	-	-
느티나무	102	-	-	1	-	-	48	53
들메나무	104	8	-	8	-	-	33	55
물푸레나무	100	-	-	-	-	-	49	51
서어나무	6	-	-	-	-	-	6	-

3) 수형목 지정과 해제

선발된 수형목은 육종재료로 활용하기 위해 철저한 관리를 해야한다. 산림법을 모법으로 하여 산림청 예규인 종묘사업실시 요령에 수형목의 지정과 해제 및 관리에 관하여 규정하고 있으며 그 요점을 정리하면 다음과 같다.

수형목은 임업연구원장이 선발하고 지정 또는 해제 요청에 의해 시·도 지사 또는 지방 국유림 관리 청장이 지정 또는 해제한다. 지금까지 선발된 수형목은 대부분 클론 보존원이 조성되어 1992년까지 해제하였으며 활엽수종에 대해서도 클론 보존원이 조성되는대로 해제할 계획이다.

표 2-2-4. 연대별 수형목 해제현황 (단위 : 본)

수 종	구 분	계	'59 '65	'66 '70	'71 '75	'76 '80	'81 '85	'86 '92
계	지 정	2,724	183	167	373	585	522	894
	해 제	1,649	149	164	346	501	360	129
	잔 존	1,075	34	3	27	84	162	765
침 엽 수	지 정	1,582	128	157	346	470	354	127
	해 제	1,582	128	157	346	470	354	127
	잔 존	-	-	-	-	-	-	-
활 엽 수	지 정	1,142	55	10	27	115	168	767
	해 제	67	21	7	0	31	6	2
	잔 존	1,075	34	3	27	84	162	765

(나) 채종원 조성

1) 채종원 조성시 고려사항

채종원은 선발된 수형목의 무성번식체나 그 수형목의 차대묘로 조성하여 이 곳으로 부터 개량종자를 생산하는 것이다. 이 때 몇 가지 특별히 고려해야 할 사항이 있는데 첫째, 가급적이면 선발되지 않은 다른 임분의 화분 오염을 막기위해 격리된 곳으로 기후나 토양조건 등이 관리나 종자 생산이 편리한 곳이어야 한다. 둘째, 클론 채종원은 조기결실을 위하여 성숙한 접수를 이용하여 접목묘나 삽목묘로 조성하는데 이때 자식 현상을 가급적 막기위해 임의 배치해야 한다. 셋째, 채종원은 일반 임지보다 넓은 식재간격을 유지시키며, 적절한 비배관리와 종자결실을 촉진되도록 하고 유전간벌 등을 실시해서 질적으로 우수한 종자를 다량 생산할 수 있어야 할 것이다.

장차 생산된 종자가 사용될 지역보다 따뜻한 곳에 채종원을 조성하면 종자결실이 촉진되고 주위에 동일한 수종이 적을 경우에는 화분 오염도 막을 수 있는 잇점이 있다. 서리나 한발, 바람 등이 모두 채종원의 개화결실에 영향을 주는데 특히, 바람부는 방향이 항상 같을 경우 바람맞이 편에만 화분이 집중되어 전체적인 종자생산량과 종자의 유전적 질이 떨어지게 된다.

일반적으로 채종원의 비옥도는 중 이상이라야 하겠고 특히 지형이 깔때기 형을 이루어 찬공기가 빠져나가지 못하거나 항상 내려오는 곳은 피해야 한다. 지형이 너무 복잡하면 관리가 어려울 뿐만아니라 화분비산의 범위가 좁아질 우려가 있다. 동일지역이라도 개화결실은 위치에 따라 많은 차이를 보이므로 적지선정을 신중히 해야하는데, 이것은 인접의 기존 임분 결실상태를 조사하여 참고하는 것이 바람직하다.

채종원의 관리상 대면적을 한 곳에 하는 것이 유리하나 혹시라도 천재지변 등의 피해로 유실될 수

있으므로 채종원에 식재 클론의 보존원은 다른 곳에 분산시켜 조성하는 것이 현명한 방법이다.

2) 채종원 조성

1956년 영국의 Oxford 에서 개최된 IUFRO 대회에서 세계 어느 나라든지 채종원사업을 착수하지 않은 나라는 조속히 착수하도록 권고함에 따라서 대부분의 나라가 그들의 실정에 맞추어 채종원 사업이 시작되었다.

우리나라도 계획적 조림에 소요되는 개량종자를 생산할 수 있는 채종원을 조성하여 종자의 항구적인 공급원을 만들어야 된다는 취지하에 1959년부터 수형목을 선발하기 시작하여 1968년부터 채종원이 조성되기 시작했다.

가) 침엽수류의 채종원 조성

수종별 조림전망에 따라서 침엽수류 9수종, 702ha의 채종원계획이 수립되어 1968년부터 조성하기 시작하여 1983년에 완료되었다.

채종원조성 수종 또는 수종별 면적 비율에 대해 몇번에 걸친 수정과 보완이 있었는데 주요 내용은 해송과 전나무가 추가되고 리기다소나무의 조림비율이 낮아짐에 따라서 리기다소나무 채종원면적도 줄이게 된 것이다.

표 2-2-5. 수종별, 연도별 침엽수류 채종원 조성 내역 (단위 : ha)

연도 / 수종	계	'68 '71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83
계	702	149.5	90	66.5	32	7	31	57	55	70.5	59.5	29	32	23
소 나 무	109	10	4	10	-	-	-	32	10	26	17	-	-	-
해 송	22	-	3	-	-	3	-	-	-	4	5	7	-	-
리 기 다	50	2	9	13	6	-	5	-	-	4.5	7.5	-	-	3
리기테다	80	24	10	10	10	-	-	-	4	5	7	5	5	-
잣 나 무	91	19	21	8	3	-	-	-	5	-	-	17	14	3
전 나 무	10	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	6
삼 나 무	30	3.5	-	-	-	3.5	-	-	1	2	7	-	7	6
편 백	40	4	3	8.5	6	0.5	-	-	1	4	2	-	-	5
잎갈나무	270	86	40	17	7	-	26	25	34	21	14	-	-	-

나) 활엽수류 채종원 조성

최근에 들어 활엽수에 대한 조림적 가치가 높아짐에 따라서 유용한 활엽수의 우량한 종자 공급원 조성이 절대적으로 필요하게 되었다. 활엽수 채종원 조성계획은 우리나라 650만ha의 임상구성으로 볼 때 활엽수가 차지하는 면적이 약 170만ha로 26%에 달하게 되고 1990년부터 전체 조림량 중에서 활엽수 비율이 늘어나기 시작하여 최근에는 15%를 넘게 되었다.

주요 향토수종인 참나무류, 박달나무 등 유용 활엽수에 대한 수형목을 선발하여 실생 채종원

을 계획하였으나 수형목의 종자결실 부진과 채종하는데 여러가지 어려움이 있어 1996년까지 11수종, 24.5ha가 조성되었다. 활엽수류는 대부분 종자생산 효율이 침엽수류에 비하여 저조하므로 채종림 선정에 주력하며 무성번식방법도 개발해야 할 것이다.

표 2-2-6. 수종별, 연도별 활엽수류 채종원 조성내역 (단위 : ha)

수 종	계	'81	'83	'92	'93	'94	'95	'96
계	24.5	4.0	4.0	6.0	3.5	3.0	1.0	3.0
가 래 나 무	2.4	1.0	0.4	-	0.5	0.5	-	-
거 제수나무	3.7	1.5	1.2	-	-	-	-	1.0
물오리나무	3.1	1.5	1.6	-	-	-	-	-
피 나 무 류	0.2	-	0.2	-	-	-	-	-
상수리나무	3.6	-	0.6	1.0	-	1.0	-	1.0
굴 참 나 무	1.5	-	-	-	-	1.0	-	0.5
졸 참 나 무	1.5	-	-	0.8	0.2	0.5	-	-
물푸레나무	4.0	-	-	2.0	2.0	-	-	-
들 메 나 무	2.0	-	-	1.7	0.3	-	-	-
느 티 나 무	1.0	-	-	0.5	0.5	-	-	-
박 달 나 무	1.5	-	-	-	-	-	1.0	0.5

다) 채종원산 종자생산

1968년도 부터 채종원 조성이 시작되어 10여년 후인 1976년부터 종자가 생산 되었으나 그 양은 아주 적었다. 1990년도부터 채종목의 수령이 대부분 20년생 전후가 되므로 본격적으로 종자가 생산되었으며, 소나무, 해송, 리기테다, 리기다, 삼나무, 편백은 조림면적 감소 등으로 인해서 실제 채종 가능량에 훨씬 못미치는 량의 종자만을 채취하여 조림에 이용하고 있다.

가장 문제가 되었던 잣나무와 낙엽송도 근래에 들어 급격히 생산량이 늘어나기 시작하여 낙엽송의 경우 1995년도에는 그 이전까지 생산된 전체량 보다도 많은 340kg을 생산하므로서 우리나라 조림량 모두를 채종원산 종자로 공급할 수 있게 되었다. 잣나무도 1995년도에 약 5,400kg을 생산하였으나 워낙 다른 수종에 비하여 조림량이 많기 때문에 조림량의 2 3%밖에 충족시키지 못하고 있는 실정으로 특별히 채종림 선정에 전력하고 있다. 1996년까지 잣나무를 비롯하여 11수종의 채종원에서 28,091kg의 개량된 종자를 생산, 보급하게 되었다.

이제 채종목도 대부분 본격적인 종자생산이 가능한 수령에 도달하였으므로 자연적으로 생산량도 해마다 늘어날 것이다. 그러나 조성된 채종원을 어떻게 관리하여 유전적으로 좀더 개량된 종자를 생산하느냐가 중요한 문제다. 채종목의 생리적, 생태적 나이로 볼 때 간벌 시기가 되었으니 차대검정의 결과와 클론별 꽃피는 습성, 현지의 여건 등을 고려한 수종별 유전 간벌 모델을 마련하여 채종원에 적용해 나가야 할 것이다.

표 2-2-7. 채종원산 종자생산 내역 (단위 : kg)

수 종	계	'83까지	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96
계	28,091	1,225	863	686	595	1,211	1,954	1,998	1,295	1,763	1,265	3,322	5,870	4,156	1,888
소 나 무	550	35	37	25	31	16	32	-	-	43	24	54	10	20	223
해 송	1,287	27	47	23	52	45	136	328	202	75	138	5	25	53	132
리 기 다	943	79	44	97	41	70	149	182	85	82	47	-	-	-	67
리기테다	3,768	472	279	222	175	225	355	506	300	307	145	-	400	160	221
낙 엽 송	645	86	2	12	8	2	62	35	3	4	58	12	10	336	15
잣 나 무	18,854	418	284	228	75	696	1,038	719	653	1,069	820	2,638	5,395	348	1,290
삼 나 무	1,066	89	138	50	163	99	165	51	14	128	21	20	30	74	24
편 백	968	19	32	27	50	58	6	158	25	33	6	520	-	28	16
자작나무류	16	-	-	-	-	-	4	4	2	-	3	4	-	-	-
오 리 나 무	16	-	-	-	-	-	2	-	5	6	3	-	-	-	-
가 래 나 무	78	-	-	-	-	-	7	15	6	16	-	34	-	-	-

(다) 채종원 관리

조성된 채종원에 대하여는 풀베기, 시비, 병충해 방제, 및 채종목의 수형조절, 개화촉진, 처리 등과 집약적관리가 이루어져야만 개량 종자를 대량생산 할 수 있다. 특히, 양적으로 많은 종자를 생산하는 것도 중요하지만 질적인 면에서 기대한 만큼의 개량효과를 얻기 위해서는 수목 생리적 측면에서의 연구와 차대검정 결과를 종합하여 적절한 간벌을 해야한다.

1) 채종원의 비배관리

유전적으로 우수한 클론으로 채종원을 조성하여 다량의 개량 종자를 얻기 위해서는 유전적인 인자 못지않게 환경적인 요소를 적절히 조절하는 것도 매우 중요하다.

채종원의 비옥도는 종자 생산량에 직접적인 영향을 주게 되므로 채종목의 생장을 촉진시킬 수 있도록 충분한 시비가 필요하다. 채종목의 양분 과잉이나 결핍에 의한 피해를 미연에 방지할 수 있고 착과에 의한 영양 손실을 막아 수세를 빨리 회복시켜서 결실주기를 단축할 수도 있는 것이다.

적절한 채종원의 비옥도 유지를 위해서는 비옥도의 평가와 처방인데 토양의 화학적 성분과 수목의 양분 분석을 통해서 결핍된 성분을 보충해 줄 수 있다.

2) 채종목의 수형조절

매년 유전적으로 우량하고 균일한 종자를 생산하려면 채종원 또는 채종목에 대하여 여러가지 처리가 필요하게 된다. 수령이 증가하면 수관 하부의 결과지는 수광량 부족으로 고사되며 화분의 밀도가 위치에 따라 균일하지 못하여 종자의 품질이 떨어지는 등 여러가지 우량 종자의 대량 생산에 지장을 주게 되므로 적절한 채종목의 수형 조절이 요구되는 것이다.

가) 생육 과정별 정지전정

① 영양 생장기(1-5년)

측지의 발육과 낮은 줄기 가꾸기를 위한 초두부 전정과 잘 배치된 측지를 선택하여 주간을 유도하고 다른 가지를 제거하여 주지들이 공간에 고르게 배치 되도록 전정한다.

② 이행기(6-10년)

채종목이 영양 생장기서 생식 생장기로 이전되는 시기로 이때는 약도의 전정 즉, 고사지, 도장지 및 중복지만 제거한다.

③ 결실기(10년 이후)

결실 초기에는 고사지나 원하지 않는 가지를 제거하고 점차 노령기에 들면서 굵고 생산적인 가지만 남기고 정리를 해주어야 많은 종자를 얻을 수 있다. 또한, 이 시기는 결실량을 늘리고 격년 결실을 막으며 종자의 품질 향상을 위해서 수세의 조절에 역점을 두고 강한 전정을 해서 영양 생장과 생식 생장의 균형을 유지시킨다.

나) 수형유도 방법

① 주간형

주간을 곧게 세워가며 몇개의 측지를 잘 배치 시킨 것으로 줄기와 가지의 접합부를 튼튼하게 발육시킬 수 있으나 내부에 그늘이 지므로 주간이 약해져서 채종목의 수명을 단축시킬 수도 있다.

② 변칙 주간형

주간형과 개심형의 장점을 위한 방법으로 정지를 하는 기간 중에 가지끝을 약간 잘라서 세력이 왕성하게 되지 않도록 한다. 주지의 수와 배치가 적절하게 될 때까지 초두부와 측지 전정을 반복해서 나무모양을 다소 둥글게 한다. 이방법은 결과지도 잘 배치되고 주지가 낮아 제반작업이 편리하기 때문에 현재의 채종원에서 이 방법을 적용하고 있다.

③ 개심형

주간이 없이 몇개의 대등한 측지만 유도시키는 방법으로 측지를 해마다 똑같이 정지하여 동일한 세력을 유지시켜서 매년 같은 생장을 하도록 한다. 개심형의 장점은 내부의 결실지에서도 충분히 착과할 수 있고 수고가 낮아 작업이 용이하나 수세가 약해질 우려가 있다.

3) 채종원의 유전 간벌

채종목이 종자를 생산하기 시작하면 식재 간격에 따라서 다르겠지만 필수적으로 간벌이 필요하게 된다. 이때 생산되는 종자의 질적 향상을 위해서는 간벌 방법을 어떻게 하느냐에 달려 있다.

외형적인 우수함은 크게 두 가지 인자 즉, 수형목이 지니고 있는 유전인자와 자라는 곳의 환경인자에 영향을 받아 나타나므로 우리가 개량하고자 하는 유전적 요소에 대한 판정을 위해 차대 검정을 하게 된다. 차대 검정을 거쳐 유전적으로 우수성이 판정된 개체로 채종원을 조성하면 가장 이상적이나 많은 시간과 비용이 소요되므로 표현형으로 보아 우수한 개체로 증식하여 채종원을 만들고 동시에 차대 검정을 거쳐 불량 판정된 개체를 제거하는 단계가 필요한 것이다.

유전 간벌은 종자의 생산량 증진은 물론 선발 육종 사업의 핵심인 유전적 질을 향상 시키는

데 더 큰 의미가 있고 부수적으로 육림 간벌 효과도 아울러 얻을 수 있는 것이다. 유전 간벌은 어떠한 기준으로 어떻게 실행할 것인가는 차대검정 결과, 각 클론간의 개화 결실 특성, 유전적 다양성 보존 등 몇가지 관점에서 고찰하고 그 실행 방법을 찾아야 할 것이다.

가) 차대 검정결과의 적용

차대 검정 결과 채종목이 유전적으로 우수하며 이런 우수성이 종자 생산과정에 적절히 기여해 모집단과 동일하거나 적어도 유사하게 차대에 전달되어야 한다. 유전 간벌을 실시하기 위해서 차대검정 결과를 적용하려면 채종원에 사용된 수형목의 모든 가계에 대하여 동일한 해에 차대 검정을 실시했다면 문제가 없으나 그렇지 못하므로 이를 보정해서 순위를 정해야 된다.

나) 개화특성 조사결과의 적용

채종원을 구성하고 있는 모든 클론이 같은 기회로 개화 결실에 기여한다면 차대검정 결과만을 유전 간벌시에 적용해도 무방할 것이다. 즉, 클론 모두가 동일한 유전적 가치를 지니고 이들이 균일한 기회로 배우자를 생산하여 종자 형성에 어떤 도태도 없을 경우일 것이다. 그러나 종자 생산 과정에서 여러가지 여건상 그것은 불가능하며 개량 효과는 특별한 경우를 제외하고 기대치보다 낮을 수 밖에 없어, 어떻게 하면 기대 만큼의 개량효과를 얻을 수 있을 것인가는 종자 형성과정의 여러가지 메카니즘을 밝혀 간벌시에 그들 요인을 고려하므로서 어느정도 보완할 수 있다.

4) 채종원산 종자의 우수성

채종원산 종자는 수종별로 차이는 있으나 일반임분산 종자와 비교할 때 크기에 있어서 약5% 더 큰 것으로 나타났으며 실중은 11%, 발아율 4.9% 우수한 것으로 조사되었다.

또한, 소나무를 비롯해서 8수종의 조림지에서의 생장은 10 15년생의 재적이 일반산에 비하여 수종에 따라서 14 32% 우수한 것으로 밝혀졌으며 수확기때까지 이같은 경향은 계속 유지되리라고 추정하고 있다.

5) 클론 보존원 조성

채종원 조성에서 가장 기본이 되면서도 중요한 것은 선발된 수형목과 동일한 유전적 구성을 갖는 증식 재료의 확보이므로 채수포(클론 보존원)를 조성해 놓고 필요할 때 접수나 삽수 재료를 공급 받게 하는 것이다. 현지에 있는 수형목이 산화나 병해충피해 등으로 없어지게 된다면 많은 노력을 기울여서 선발한 수형목을 육종재료로 이용할 수 없게 된다. 현재까지 선발된 수형목 중에서 침엽수류는 클론 보존원이 대부분 조성되어 있고 활엽수에 대해서도 연차적으로 조성해 나가고 있다. 그러나 활엽수 클론 보존은 대부분의 수종이 무성증식이 어려운 문제점이 있으나 점차적으로 접목 또는 조직배양을 통해서 확보해 나가고 있다.

표 2-2-8. 클론 보존원 조성내역 (면적 : ha)

수 종	계		서부임업시험장		제주임업시험장		임목육종부	
	클론	면적	클론	면적	클론	면적	클론	면적
합 계	3,222	56.42	1,624	32.08	441	11.03	1,157	13.31
소 계	1,667	46.39	1,133	26.44	441	11.03	577	8.92
소 나 무	424	11.20	424	10.01	-	-	31	1.19
해 송	151	3.61	151	3.61	-	-	-	-
리기다소나무	87	2.44	-	-	87	2.16	6	0.28
리기테다소나무	149	3.73	-	-	149	3.73	-	-
이 깔 나 무	1	0.03	1	0.03	-	-	-	-
테다소나무	13	0.32	-	-	13	0.32	-	-
잣 나 무	299	10.65	299	7.80	-	-	263	2.85
전 나 무	99	1.44	98	0.83	-	-	55	0.61
낙 엽 송	145	6.42	145	3.78	-	-	130	2.64
삼 나 무	90	2.30	-	-	90	2.30	-	-
편 백	102	2.52	-	-	102	2.52	-	-
일본산소나무	26	0.25	-	-	-	-	26	0.25
일본산낙엽송	81	1.48	15	0.38	-	-	66	1.10
소 계	1,071	9.87	491	5.64	-	-	580	4.23
가 래 나 무	18	0.22	17	0.20	-	-	1	0.02
거제수나무	8	0.08	-	-	-	-	8	0.08
오리나무류	22	0.3	12	0.14	-	-	10	0.16
달 피 나 무	2	0.03	-	-	-	-	2	0.03
상수리나무	214	3.15	99	2.03	-	-	115	1.12
굴 참 나 무	132	1.14	69	0.64	-	-	63	0.50
졸 참 나 무	105	1.7	62	1.30	-	-	43	0.40
신 갈 나 무	47	0.44	23	0.29	-	-	24	0.15
물푸레나무	197	1.03	97	0.53	-	-	100	0.50
들 메 나 무	113	0.55	19	0.10	-	-	94	0.45
느 티 나 무	188	0.98	93	0.41	-	-	95	0.57
박 달 나 무	25	0.25	-	-	-	-	25	0.25

클론 보존원은 수종에 따라서 차이는 있지만 초기에는 여러군데에 산발적으로 조성하므로서 관리에 문제가 있었는데 1980년대 부터는 수종별로 생육적지를 고려해서 일정한 장소에 클론을 집식 시켜왔다.

수종별로 조성지역은 서부임업시험장의 춘천시험림에 잣나무, 전나무, 낙엽송에 대한 클론 보

존원을 조성해 놓았으며, 안면시험림에는 소나무와 해송의 전 클론에 대한 보존원이 조성되어 있다. 제주임업시험장에는 지역의 특수성에 맞게 삼나무, 편백, 리기다 및 리기테다소나무의 클론 보존이 되어 있고 수원지역은 전체 클론은 아니지만 (표 2-2-8)에서와 같이 거의 전 수종에 대한 클론 보존원을 조성해 놓았다.

클론 보존의 문제점은 아직 조성되지 않은 활엽수류의 보존원 조성이 시급하고 또한 동일 클론이 최소한 2개소 이상 보존되고 있지 못하여 만약 예기치 못한 재해로 인해 소실 되었을때 복구가 불가능하기 때문에 이에 대한 대책도 고려되어야 한다.

(4) 종자생산 및 관리

(가) 종자공급원

종자는 산림자원을 조성하는 원천으로서 유전적 우수성 및 건전성, 합리적인 생산 및 취급과정이 종자생산에 있어서 가장 중요한 부분이다. 산림의 생산성을 향상시키기 위해서는 우량한 종자로 양묘되어야 하며, 종자공급원은 생산되는 종자의 우수 정도에 따라 채종원, 채종림, 일반 채종임분으로 분류한다.

(나) 종자채취

1) 결실주기

종자의 결실량은 연도, 장소, 그리고 나무에 따라 차이를 보인다. 어느해에 다량으로 결실이 되면 수체내의 양료가 소비되어 다음해의 결실량이 줄어들어 소위 격년결실 현상이 흔히 나타난다. 주요수종들의 결실주기는 다음과 같다.

① 해마다 결실을 보이는 것 : 버드나무류, 포플러류, 오리나무류
② 격년 결실을 하는 것 : 소나무류, 오동나무, 자작나무류, 아까시
③ 2 3년을 주기로 하는 것 : 참나무류, 들메나무, 느티나무, 삼나무, 편백
④ 3 4년을 주기로 하는 것 : 전나무, 녹나무, 가문비나무
⑤ 5년이상을 주기로 하는 것 : 잎갈나무

2) 채취시기

종자의 성숙여부는 종자의 발아력 및 보존력에 영향을 미치므로 적기에 채취하여야 한다. 채취시기를 결정하는 기준으로는 ① 구과의 단단함이 약간 풀리고, ② 함수율이 감소되고, ③ 구과의 색깔이 다소 퇴색 되었을 때가 일반적인 채취 적기이다. 즉, 구과가 성숙되면 소나무는 녹색을 띄고 측백나무는 황녹색을 띄며 가문비나무는 흑색을 띄게 된다. 그러나 수종에 따라서는 약간 미숙한 것을 채취하여 파종하는 것이 발아력이 높은 경우가 있는데 피나무류가 그 대표적 예이다.

표 2-2-9. 주요 수종의 종자 성숙기

월별	수 종
5	버드나무류 · 미류나무 · 양버들 · 황철나무 · 사시나무 등
6	떡느릅나무 · 시무나무 · 비술나무 · 벚나무
7	회양목 · 벚나무
8	스트로브잣나무 · 향나무 · 섬잣나무 · 귀룽나무 · 노간주나무
9	소나무 · 낙엽송 · 주목 · 구상나무 · 분비나무 · 종비나무 · 가문비나무 · 향나무 · 물참나무 · 자작나무 · 박달나무 · 팽나무 · 물푸레나무 · 사스래나무 · 밤나무 · 신나무 · 가래나무 · 쉬나무 · 호도나무 · 졸참나무 · 닥나무 · 거제수나무 · 삼지닥나무 · 유동 · 들메나무 · 층층나무
10	소나무 · 잣나무 · 낙엽송 · 리기다소나무 · 해송 · 구상나무 · 삼나무 · 편백 · 전나무 · 측백나무 · 은행나무 · 비자나무 · 오동나무 · 아카시 · 졸참나무 · 상수리나무 · 굴참나무 · 붉가시나무 · 갈참나무 · 당단풍나무 · 단풍나무 · 고로쇠나무 · 싸리류 · 가래나무 · 느티나무 · 밤나무 · 황벽나무 · 대추나무 · 피나무류 · 멀구슬나무 · 가중나무 · 주엽나무 · 옻나무 · 오리나무류 · 서어나무류 · 층층나무 · 두릅나무 · 산닥나무
11	동백나무 · 회화나무

3) 채취방법

종자를 채취할 때에는 가능한 나무에 상처를 주지 않도록 주의하여야 한다. 특히 가지채로 끊어서 채취하는 방법은 나무에 상처를 줄 뿐만 아니라 미래의 결실지를 제거하는 결과가 되므로 삼가야 한다. 흔히 이용되는 종자채취 방법은 다음과 같다.

가) 벌도법

종자 성숙기에 벌채예정목 또는 이용가치가 적은 나무를 벌채하여 채종하는 방법이다.

나) 절지법

결실지를 기부 또는 중간부위부터 자르는 것으로 심산에서 흔히 사용되나 미래의 결실지가 제거되므로 보속생산이 불가능하다.

다) 주워모으기

밤나무, 참나무류, 느티나무 등의 수종에서 지면에 떨어진 종자를 주워 모으는 방법이다.

라) 따모으기

대립종자 또는 구과를 하나씩 따모으는 방법이다. 일반적으로 낙엽송과 활엽수 종자를 수집할 때에는 수관아래에 망사를 깔으면 손쉽게 종자를 수집할 수 있다.

4) 산지

조림용 종자를 채취할 때 고려해야 할 중요한 사항은 종자 산지에 유의해야 한다는 것이다. 원칙적으로 종자는 조림예정지에서 근거리내에 우량임분에서 채종해야 한다. 임업선진국에서는 종자 배포구역을 정하여 그 구역내에서 채취한 종자로 양묘하여 조림하도록 하고 있다. 종자산지는 조림성과에 큰 영향을 끼치므로 유의해야 한다.

(다) 탈종 및 정선

채취한 열매나 종자는 함수율이 높아 부패할 우려가 있으므로 가능한 빨리 처리한다. 침엽수의 구과는 후숙을 필요로 하므로 당분간 창고안에 얇게 펴서 보존한다. 활엽수의 열매중 밤, 도토리 등은 채취 즉시 흐르는 물에 1주일 가량 침적하거나 아황산탄소로 살충한다. 벚나무, 호도나무 등 과육이 있는 열매는 습한 모래에 섞어서 썩게한 후 과육을 제거하고 침엽수는 구과를 건조한 후 종자를 탈종한다.

1) 구과 및 열매의 건조

구과는 양광건조를 주로 하나 인공건조도 많이 이용된다. 구과 건조기간 동안 주의해야 할 사항은 종자의 산지가 혼돈되지 않도록 항상 주의를 하여야 한다.

가) 양광건조법

평탄한 곳에 방수포 같은 것을 펴고 그 위에 구과를 얇게 편다. 하루에 2 3회 구과를 뒤집어 주고 밤에는 방수포로 덮거나 창고안으로 옮겨 보관한다. 양광건조법의 건조 정도는 구과의 인편이 벌어져서 그 안의 종자가 60 70% 탈종될 때까지 계속하며 그후 옥내로 옮겨 건조 시킨다.

나) 반음건조법

오리나무류, 포플러류, 화백 등 햇볕에 약한 종자를 통풍이 잘되는 옥내에 얇게 펴서 건조하는 방법이다.

다) 인공건조법

구과건조기를 이용하여 건조 시키는 방법으로 함수량이 많은 생구과를 높은 온도로 급히 건조 시키면 종자의 활력이 저하될 우려가 있으므로 처음에는 저온에서 천천히 건조를 시작해야 한다. 보통 25℃에서 시작해서 40℃까지 올리도록 하고 50℃이상이 되어서는 안된다.

2) 탈종법

가) 건조 봉타법

막대기로 가볍게 두드려서 씨를 빼는 방법으로 아까시, 박태기나무, 오리나무 등에 이용된다.

나) 부숙 마찰법

일단 부숙 시킨 후에 과실과 모래를 섞어서 마찰하여 과피를 분리하며 향나무, 주목, 노간주나무, 은행나무, 벚나무, 가래나무 등에 적용한다.

다) 도정법

종피를 정미기에 넣어 깍아내 납질을 제거하는 방법으로 발아촉진을 겸하며 옻나무에 이용된다.

라) 구도법

열매를 절구에 넣어 고의로 약하게 찧는 방법으로 옻나무와 아카시나무에 적용된다.

3) 종자의 정선법

가) 풍선법

날개, 가벼운 곡피 및 쭉정이를 분리할 목적으로 선풍기를 사용하는 방법이며 소나무류, 가문비나무류, 낙엽송류에 유효하고 전나무, 삼나무에는 효과가 낮다.

나) 사선법

종자보다 크거나 작은 체를 이용하여 종자를 정선하는 방법으로 대부분 수종의 1차 선별방법으로 이용된다.

다) 액체선법

액체선법에는 물, 식염수, 비눗물, 알코올 등 여러 가지 비중액이 사용된다.

○ 수선법

깨끗한 물에 침수시켜 가라 앉은 것을 취하는 방법으로 잣나무, 향나무, 주목, 도토리 등 대립종자에 적용되고 낙엽송 종자는 24시간 동안 침수해서 가라 앉는 것이 충실종자이다.

○ 식염수선법

옻나무처럼 비중이 큰 종자의 선별에 이용되는데 물 1ℓ에 소금 280g을 넣어 비중1.18의 액에서 선별한다.

라) 입선법

손으로 알맹이를 선별하는 방법으로 밤나무, 호도나무, 상수리나무, 칠엽수, 목련 등의 대립종자에 적용한다.

(라) 저장 및 검사

1) 구과 및 열매의 건조

휴면 종자라 할지라도 소량의 호흡작용이 진행되므로 종자내에서는 화학적 변화와 물질의 소모가 계속되어 결국에는 발아력을 상실하게 된다. 그러므로 종자저장의 원리는 오래도록 종자의 활력을 유지할 수 있도록 가급적 호흡작용을 억제하는데 있다.

가) 건조저장법

종자를 건조상태로 저장해야할 수종은 소나무, 해송, 리기다소나무, 삼나무, 편백, 낙엽송 등 소립종자의 침엽수종들이다. 건조저장법은 다음과 같이 세분된다.

① 상온저장법

종자를 용기안에 넣어 창고 등 실내에 보관하는 방법으로 보통 가을부터 이듬해 봄까지 저장한다. 그러나 1년정도 저장해야 할 경우는 건조제와 함께 용기에 넣어 밀봉 저장하는 것이 좋다.

② 저온저장법

보통 4℃의 전기 냉장고에 저장하는 방법으로 밀봉용기에 실리카겔 등의 건조제와 함께 넣어 저장한다. 종자의 활력억제제로서 황화칼륨이 흔히 쓰이는데 밀봉 저온저장시 황화칼륨과 실리카겔을 함께 이용하면 큰 효과를 얻을 수 있다. 실리카겔과 황화칼륨은 각각종자 중량의 10%정도를 사용한다.

나) 보습저장법

건조에 의해 생활력을 쉽게 상실하는 참나무류, 가시나무류, 가래나무, 목련 등은 습도를 높게 유지시켜 저장해야 한다. 보습저장에는 다음과 같은 방법이 있다.

① 노천매장법

이 방법은 종자의 저장과 종자의 후숙을 도와 발아를 촉진시키는 것이 목적으로 들메나무, 목련류의 종자처럼 봄에 파종하면 이듬해 봄에 발아하는 2년 종자에 효과적이다. 이 방법은 양지바르고 배수가 잘 되는 곳에 50 100cm 깊이로 구덩이를 파고(때로는 콘크리트 틀을 짜서 영구적으로 사용) 바닥에 모래나 포대를 깔고 그 위에 종자와 깨끗한 모래를 교대로 넣어 쌓아올리며 땅표면 가까이에 가서는 흙을 15 20cm 두께로 덮어 둔다. 쥐의 피해가 예상되는 경우는 철망으로 덮고 그 위를 흙으로 덮는다. 겨울동안 눈이나 빗물이 그대로 스며들 수 있어야 한다.

- 종자 정선 후 즉시 노천매장하는 수종 : 들메나무, 단풍나무, 벚나무류, 잣나무, 섬잣나무, 백송, 호도나무, 느티나무, 백합나무, 은행나무, 목련
- 11월말까지 노천매장하는 수종 : 벽오동나무, 팽나무, 물푸레나무, 신나무, 피나무, 층층나무, 옻나무
- 파종 1개월전 노천매장하는 수종 : 소나무, 해송, 낙엽송, 가문비나무, 전나무, 측백나무, 리기다소나무, 방크스소나무, 삼나무, 편백, 무궁화

② 보호저장법

건사저장법이라고도 하는데 밤, 도토리 등 함수량이 많은 전분종자를 추운 겨울동안 동결하지 않고 부패하지 않도록 저장하는 방법이다. 요령은 용기안에 종자를 깨끗한 모래와 혼합해서 넣어 창고안에 저장하는데 모래가 너무 습해서는 안되며 함수율이 건중량의 30% 이하로 내려가지 않도록 하여야 한다.

③ 냉습적법

이 방법은 발아촉진을 위한 후숙에 중점을 둔 저장방법으로 용기안에 보습재료인 이끼, 토탄 또는 모래와 종자를 섞어서 넣고 3 5℃의 냉실 또는 전기 냉장고에 저장하는 방법이다.

2) 종자검사

종자의 발아력, 신선도, 불순물 함유율, 종자의 크기 및 무게 등은 양묘작업과 종자의 상품적 가치와 밀접한 관련이 있으며 특히 장기 저장 종자의 경우 종자의 활력 검정은 수시로 행해져야 한다.

가) 종자 검사에 필요한 종자량

① 밤나무, 호도나무, 칠엽수 등의 특대립종자 : 6ℓ 이상

② 참나무류, 은행나무, 비자나무, 동백나무, 살구나무 등 대립종자 : 1ℓ 이상

③ 전나무, 잣나무, 벚나무, 목련, 옻나무, 물푸레나무, 들메나무, 단풍나무 등의 소립종자 : 0.4ℓ 이상

④ 소나무, 해송, 낙엽송, 가문비나무, 노간주나무, 자작나무, 오리나무, 아까시나무 등의 소립종자 : 0.2ℓ 이상

나) 검사기준

① 실 중

종자의 크기를 판정하는 기준으로서 그램단위로 표시한다. 굵은 종자는 100립씩 4반복으로 측정해서 1,000립의 무게로 환산하며 소립종자는 1,000립씩 4반복의 평균치를 구한다. 순정종자를 대상으로 하는데 함수량, 종자 충실도의 영향을 받는다.

② 순량율

시료종자를 육안으로 순정한 것과 그 밖의 잡물로 나누어 다음식에 의해 계산한다.

$$\text{순량율}(\%) = \frac{\text{순정종자무게}}{\text{전체 시료 무게}} \times 100$$

도토리, 동백나무, 호도나무 등의 대립종자 순량율은 구하지 않는다.

③ 발아력

일정 수의 시료 종자에 대하여 적절한 방법으로 일정기간 발아시험을 해서 발아된 종자입수를 전체 시료 종자수에 대한 백분율로 표시한다.

④ 효 율

효율 = [발아율(%)×순량율(%)]/100으로 계산되는데 이 값은 종자에 대한 최종적인 평가기준이다.

⑤ 용적중

종자 1ℓ에 대한 무게를 g 단위로 나타낸 것이다.

다) 발아력 검사

종자는 온도, 습도, 공기, 광선의 4조건이 구비되면 발아하는데 광선의 요구조건은 수종에 따

라 다르며 소나무, 해송, 오동나무, 편백 등은 광선이 주어질 때 발아가 촉진된다.

발아력 검사는 종자를 최적조건에 두었을 때의 결과로 평가하며 주로 실내의 인큐베이터에서 이루어 진다. 종자의 크기에 따라 25립, 50립, 100립씩 최소한 4반복으로 발아력 검사가 실시 되어야 하며 일반적으로 23℃가 최적온도이다. 수종별로 요구되는 발아시험기간은 다음과 같다.

① 14일간 : 사시나무, 느릅나무 등

② 21일간 : 가문비나무, 편백, 화백, 아까시나무 등

③ 28일간 : 소나무, 해송, 낙엽송, 삼나무, 자작나무, 오리나무, 솔송나무 등

④ 42일간 : 전나무, 느티나무, 목련, 옻나무 등

라) 환원법에 의한 활력검사

테트라졸리움 0.1 1.0%의 수용액에서 활력있는 조직은 붉은색으로 변하고 , 죽은 조직은 변화가 없다. 주로 서어나무류, 물푸레나무류, 살구나무, 장미류, 주목류, 피나무류 등에 이용된다.

3) 종자의 산지증명서 부착

산림종묘의 국가 관리체계 확립에 따라 유통되는 산림종자에는 산지증명서를 부착하여야 하며 종자공급원별로 일반 채종임분산은 황색, 채종림산은 녹색, 1세대 채종원산은 분홍색, 2세대 채종원산은 청색 바탕에 수종명, 종자산지, 종자채취년도, 종자량, 발아율 등을 기재하여야 한다.

(5) 종자일람

수 종	학 명	순량율 (%)	실중(g) (g/1,000립)	용적중 (g/ℓ)	kg당 입수	ℓ당 입수	발아율 (%)	효율 (%)
은행나무	*Ginkgo biloba*	99	1.89	614	528	332	67	66
비자나무	*Torreya nucifera*	98	1043.17	408	1,085	443	61	60
주목	*Taxus cuspidata*	96	42.11	517	25,083	12,968	55	53
전나무	*Abies holophylla*	93	45.57	532	21,877	7,693	25	23
분비나무	*Abies nephrolepis*	82	9.39	351	109,067	38,324	32	26
구상나무	*Abies koreana*	84	10.10	313	99,010	32,901	37	31
가문비나무	*Picea jezoensis*	78	2.33	514	441,291	227,000	58	44
종비나무	*Picea koraiensis*	85	5.55	547	261,259	142,807	75	64
이깔나무	*Larix gmelina var Principis-rupprechtii*	85	3.92	397	259,668	103,109	49	42
낙엽송	*Larix leptolepis*	90	3.94	387	255,609	98,798	40	36
잣나무	*Pinus koraiensis*	93	553.49	557	1,807	1,006	74	69
스트로브잣나무	*Pinus strobus*	93	18.30	460	54,645	24,762	56	52
리기다소나무	*Pinus rigida*	91	8.21	519	122,462	63,587	85	77
방크스소나무	*Pinus banksiana*	84	4.05	475	245,926	117,156	67	56
소나무	*Pinus densiflora*	93	10.19	531	99,416	52,804	87	82
해송	*Pinus thunbergii*	96	152.67	535	65,850	35,262	92	88
만주해송	*Pinus tabulaeformis*	94	33.01	555	32,350	17,947	88	83
낙우송	*Taxodium distichum*	72	107.59	151	9,294	1,407	11	8
삼나무	*Cryptomeria japonica*	89	4.23	355	226,480	84,443	32	22
눈측백	*Thuja koraiensis*	78	0.85	105	1,229,230	129,230	44	34
측백나무	*Thuja orientalis*	96	21.52	582	48,086	27,968	84	81
편백	*Chamaecyparis obtusa*	91	1.79	256	515,099	132,991	12	23
화백	*Chamaecyparis pisifera*	74	0.60	144	1,666,667	240,989	31	23
향나무	*Juniperus chinensis*	92	22.29	603	47,983	28,956	29	27
노간주나무	*Juniperus rigida*	76	13.21	553	75,679	41,879	48	36
중국굴피나무	*Ptercocarya stenoptera*	91	139.80	126	7,153	830	46	42
가래나무	*Juglans mandshurica*	98	2,928.57	375	112	43	62	61
호도나무	*Juglans sinensis*	98	10,246.29	285	98	28	66	65
거제수나무	*Betula costata*	75	0.85	95	1,181,730	113,200	31	23
박달나무	*Betula schmidtii*	76	0.41	296	2,439,996	723,068	21	15
개박달나무	*Betula sinensis*	57	0.59	141	1,683,701	237,183	12	6
자작나무	*Betula platyphylla*	76	0.13	72	7,692,308	553,757	10	8
사스래나무	*Betula ermani*	82	0.57	102	1,752,475	179,964	42	34
물갬나무	*Alnus hirsuta* var. *sibirica*	66	1.22	304	831,926	252,606	34	22
물오리나무	*Alnus hirsuta*	60	0.83	238	1,230,552	292,416	29	17
뽀족잎오리나무	*Alnus japonica* var. *agruta*	73	0.58	198	1,724,138	342,299	25	18
서어나무	*Carpinus laxiflora*	95	4.20	423	238,095	100,698	16	15
까치박달나무	*Carpinus cordata*	92	8.89	475	112,360	53,424	28	26
난티잎개암나무	*Corylus heterophylla*	89	1,017.29	334	983	329	50	44
밤나무	*Castanea crenata*	96	7,462.68	507	134	68	61	58
약밤나무	*Castanea crenata* var. *kusakuri*	99	4,379.35	556	239	133	63	62
상수리나무	*Quercus acutissima*	89	3,930.92	599	266	159	57	51

수 종	학 명	순량율 (%)	실중(g) (g/1,000립)	용적중 (g/ℓ)	kg당 입수	ℓ당 입수	발아율 (%)	효율 (%)
굴참나무	*Quercus variabilis*	75	3,776.37	590	273	161	57	43
떡갈나무	*Quercus dentata*	74	1,169.59	393	855	336	87	64
갈참나무	*Quercus aliena*	72	2,070.39	706	483	341	78	56
신갈나무	*Quercus mongolica*	78	2,278.26	508	462	235	52	40
졸참나무	*Quercus serrata*	73	1,052.63	348	950	331	82	60
물참나무	*Quercus grossererrata*	85	2,849.00	652	351	229	67	57
붉가시나무	*Quercus acuta*	97	864.87	474	1,156	548	65	63
느릅나무	*Ulmus davidiana* var. *japonica*	69	4.95	37	201,790	7,553	22	15
비술나무	*Ulmus pumila*	80	5.43	34	159,979	6,841	23	18
난티나무	*Ulmus laciniata*	85	7.46	33	139,361	4,598	18	15
느티나무	*Zelkova serrata*	95	16.11	505	63,420	32,052	61	58
팽나무	*Celtis sinensis*	94	64.71	643	15,700	10,096	73	68
풍게나무	*Celtis jessoensis*	97	90.30	642	11,074	7,115	54	52
푸조나무	*Aphananthe aspera*	94	86.70	421	11,534	4,863	60	56
계수나무	*Cercidiphyllum japonicum*	89	0.70	116	1,428,571	165,608	38	34
튜립나무	*Liriodendron tulipifera*	86	0.03	45	27,933	1,333	9	7
일본목련	*Magnolia obovata*	97	176.72	565	5,659	3,201	67	65
생강나무	*Lindera obtusiloba*	95	117.00	461	8,547	3,942	62	59
생달나무	*Cinnmomum japonicum*	93	185.18	496	5,400	2,678	55	51
까마귀밥여름	*Ribesfasciculatum* var. *chinense*	95	9.80	549	102,041	58,117	54	51
찔레꽃	*Rosa multiflora*	90	6.61	501	151,515	75,863	57	51
개벚나무	*Prunus maackii*	98	63.51	576	15,749	9,078	62	61
야광나무	*Malus baccata*	82	8.93	602	111,965	67,667	65	53
팥배나무	*Sorbus alnifolia*	80	10.47	610	95,238	58,106	46	37
산사나무	*Crataegus pinnatifida*	91	51.54	768	19,418	14,916	32	29
자귀나무	*Albizzia julibrissin*	93	28.87	710	34,602	24,590	50	46
박태기나무	*Cercis chinensis*	92	24.45	774	40,984	31,701	62	57
주엽나무	*Gleditsia japonica* var. *koraiensis*	93	167.80	750	5,970	4,471	45	42
회화나무	*Sophora japonica*	92	65.02	398	15,380	6,129	59	54
다릅나무	*Maackia amurensis*	83	29.64	548	33,734	18,523	70	48
개물푸레나무	*Maackia amurensis* var. *buergeri*	92	51.59	77	19,380	1,496	52	48
풀싸리	*Lespedeza thunbergii*	85	8.67	321	114,943	36,942	31	26
참싸리	*Lespedeza cyrtobotrga*	89	8.94	337	113,002	38,051	51	45
싸리	*Lespedeza bicolor*	93	7.96	290	125,707	36,356	52	48
비수리	*Lespedeza cuneata*	96	1.64	726	625,000	453,936	66	63
칡	*Pueraria thunbergiana*	96	13.95	751	71,943	54,030	48	46
아까시나무	*Robinia pseudo-acacia*	90	19.87	735	50,420	37,061	64	58
족제비싸리	*Amorpha fruticosa*	96	12.52	302	80,000	24,174	66	63
산초나무	*Zanthoxylum schinifolium*	96	15.60	524	64,103	33,618	60	57
쉬나무	*Evodia daniellii*	90	7.90	467	126,582	66,801	65	58
황벽나무	*Phellodendron amurense*	93	14.30	570	69,930	39,840	65	60
참죽나무	*Cedrela sinensis*	70	9.34	167	108,706	15,952	53	37
가중나무	*Ailanthus altissima*	89	30.40	32	32,895	1,041	63	56
회양목	*Buxus microphylla* var. *koreana*	96	12.16	503	82,746	41,641	48	46

수 종	학 명	순량율 (%)	실중(g) (g/1,000립)	용적중 (g/ℓ)	kg당 입수	ℓ당 입수	발아율 (%)	효율 (%)
옻나무	*Rhus verniciflua*	97	40.15	648	25,567	16,586	38	37
붉나무	*Rhus chinensis*	96	10.26	713	97,779	69,689	76	73
사철나무	*Euonymus japonica*	87	32.20	569	31,055	17,679	17	15
고로쇠나무	*Acer mono*	82	7.49	43	120,525	5,230	26	21
산겨릅나무	*Acer tegmentosum*	89	53.13	203	17,329	3,520	63	56
복자기나무	*Acer triflorum*	97	185.50	118	5,389	639	26	25
복장나무	*Acer mandshuricum*	91	95.41	151	10,481	1,579	41	37
당단풍나무	*Acer pseudo-sieboldianum*	86	42.25	150	23,520	3,520	42	36
헛개나무	*Hovenia dulcis*	95	31.40	705	31,847	22,465	32	30
갈매나무	*Rhamnus davurica*	89	21.80	532	45,872	24,434	56	50
피나무	*Tilia amurensis* var. *barbigera*	94	344.41	405	2,904	1,178	23	21
찰피나무	*Tilia mandshurica*	97	292.20	329	3,422	1,126	21	20
달피나무	*Tilia amurensis*	88	19.71	246	50,761	12,523	32	28
염주나무	*Tilia megaphylla*	97	251.19	298	3,981	1,188	5	5
무궁화	*Hibiscus syriacus*	91	16.29	212	63,059	13,378	85	77
벽오동나무	*Firmiana simplex*	97	174.61	404	5,727	2,314	66	64
동백나무	*Camellia japonica*	96	865.42	489	1,156	565	63	60
음나무	*Kalopanax pictus*	78	2.40	205	416,667	86,323	8	6
오갈피나무	*Acanthopanax sessiliflorus*	95	11.60	97	86,206	8,375	50	47
산딸나무	*Cornus kousa*	96	51.11	646	19,570	12,638	52	50
층층나무	*Cornus controversa*	95	44.26	504	22,573	11,383	28	27
말채나무	*Cornus walteri*	98	68.58	599	14,577	8,729	60	59
산수유	*Cornus officinalis*	94	173.07	567	5,777	3,274	54	51
노린재나무	*Symplocos chinensis*	96	29.80	298	33,557	9,995	37	35
때죽나무	*Styrax japonica*	82	208.81	542	4,789	2,595	68	56
쪽동백	*Styrax obassia*	98	370.10	495	2,702	1,347	58	57
들메나무	*Fraxinus mandshurica*	94	70.27	127	15,131	1,921	44	41
물푸레나무	*Fraxinus rhynchophylla*	93	35.79	113	27,877	3,116	47	44
이팝나무	*Chionanthus retusa*	96	215.98	443	4,630	2,064	60	58
광나무	*Ligustrum japonicum*	97	22.60	448	44,248	19,700	66	64
쥐똥나무	*Ligustrum obtusifolium*	78	30.60	503	32,680	16,442	62	48
개나리	*Forsythia koreana*	85	2.46	282	410,730	115,682	20	17
수수꽃다리	*Syringa dilatata*	63	5.35	344	191,088	65,673	65	41
누리장나무	*Clerodendron trichotomum*	96	41.70	450	23,981	10,793	47	45
오동나무	*Paulownia coreana*	77	0.16	45	6,410,256	292,500	67	51
개오동나무	*Catalpa ovata*	85	7.30	48	136,986	6,594	30	25
백당나무	*Viburnum sargentii*	98	40.10	470	24,938	11,711	65	64
괴불나무	*Lonicera maackii*	93	5.50	559	181,819	101,689	68	63

자료 : 임업연구원

3. 생물공학기술의 응용

임목육종은 일반 농작물 육종과는 달리 육종 대상이 되는 임목은 성숙에 이르기까지 장기간이 요구되며 덩치가 크고 생육 환경이 다양하고 환경의 인위적인 제어가 곤란하다. 또한, 결실 개시기까지 오랜시간이 걸리고 그 시기가 불규칙하다. 또한 임목집단은 유전적으로 균일하지 않으며 근친 약세의 장해가 일어나기 쉽다. 따라서 교배 세대를 거쳐 우량 유전자를 반복 선발해 가는 방법으로는 육종 효과를 높이는데 한계가 있다. 즉, 수형목 선발 육종 등에 의한 종래의 전통적인 채종원 방식의 세대 반복에 의한 실생묘 혹은 채수포 방식의 삽목에 의한 증식 방법은 효율성이 낮다. 이 때문에 최근 임목육종을 효과적이고 급속히 추진하는 보완수단으로서 생물공학을 임목육종에 응용하는 것이 중요한 과제로 대두되고 있다.

임목에 대한 생물공학의 응용 분야는 최근의 분자생물학 등의 발전에 힘입어 대량 증식, 병에 걸려있지 않은 계통생산, 저항성 개체의 생산, 돌연변이체의 유도 및 선발, 약배양에 의한 반수체의 육성, 배 및 배주배양에 의한 교잡범위의 확대, 형질전환에 의한 질소고정능력의 부여와 광합성 능력의 증가 그리고 유용물질 생산기능의 부여, 유전자원의 초저온 보존, 세포배양에 의한 유용물질 생산 등의 이점을 들고 있다.

(1) 조직배양

(가) 침엽수의 배 및 자엽배양

1) 전처리 및 표면소독

종자끝 부분의 주공(珠孔; Micropyle)을 칼로 절단, 배유(胚乳)가 약간 보일 정도로 하여 1% H_2O_2 액에 침지하여 28 32 ℃에서 4 5일간 발아 촉진한다. 뿌리가 0.5 1.0cm정도 자란 종자는 무균장치내(無菌裝置內)에서 종피(種皮)를 제거하고 1.5% NaClO(Sodium Hypochlorite)에 5분간 흔들어 소독하고 멸균수(滅菌水)로 3회 이상 3 5 분간 세척한다. 핀셋과 메스로 배유를 제거하고 배를 꺼내서 자엽발달이 양호한 상태이면 자엽만 잘라 내어 배지 표면에 수평하게 접촉되도록 배양하고 자엽발달이 불량하여 절단이 어려운 경우에는 배전체를 배양한다.

2) 줄기분화 및 생장촉진

부정아 유도를 위해 절단된 배자엽은 부정아 유도를 위해 GD(Gresshoff and Doy,1972), SH(Schenk and Hildebrandt, 1972), LP(Quoirin and Lepoiver,1977)배지 등에 Cytokinin으로 10mg/ℓ의 BAP와 Auxin으로 0.01mg/ℓ의 NAA가 첨가된 25㎖의 한천 배지(寒天培地)가 들어있는 petri dish에 치상(置床)하며, 수종이나 유전자형(Genotype)에 따라 배지의 종류나 식물생장조절물질의 종류 및 농도를 선택한다. 300 400 lux의 백열등과 1,000 2,000 lux의 형광등 하의 연속광에서 25±2℃에서 배양한다. 부정아가 형성되면 식물생장조절물질이 들어 있지 않은 활성탄(活性炭; Charcoal) 1% 첨가의 1/2 농도의 GD, SH배지에 다시 이식하여 줄기 생장을 촉

진시킨다. 그후 활성탄 무첨가 1/2 농도 배지에 이식하여 4주간 배양한다. 울퉁불퉁한 표층의 분열된 세포로부터 줄기의 원기(原基)가 분화되기 시작하여 4주간 배양하므로서 계속적인 분화가 이루어지고 줄기 생장이 촉진된다. 그후 자엽에 줄기가 발달하게 되고, 자엽으로부터 분리하기에 알맞은 2 5mm 길이의 많은 줄기가 확보된다.

자엽으로부터 분리된 줄기는 계속적인 생장을 촉진시킨다. 총길이가 1.5cm의 줄기로 자라면 발근시키기에 적당한 크기이다.

3) 발근 및 환경순화

발근에 알맞은 크기의 줄기는 0.5mg/ℓ NAA와 0.1mg/ℓ BAP가 첨가된 1/2 GD배지에10 12 일간 1,000 2,000 lux 형광등 하에서 배양한다. 수일 내에 유관속 부근의 줄기 하단부에서 세포분열이 일어난다.

발달된 기저부(基底部)의 캘러스를 가진 줄기는 전단계와 동일한 배양 조건하에서 식물생장조절물질을 첨가하지 않은 1/2 GD배지에 치상한다. 14 21일 이내에 줄기 하단부 캘러스로 부터 뿌리 원기가 나타나고, 뿌리가 내린 줄기는 동일 배지에서 4 6 주간 더 배양하여 줄기와 뿌리 생장이 더욱 촉진되도록 한다.

유식물체가 길이 1 2cm 크기, 뿌리 길이가 2 9mm로 생육했을 때, 배양실에서 온실로 식물체는 이식되어, 외부 환경에 서서히 적응되도록 한다. 소나무인 경우는 퇴비: 모래: 토양(2:2:1;v/v)으로 조성된 배양토를 담은 폿트에 이식하여 첫 3 6주간은 습도를 높게 (R.H.90%) 유지한다. 온실 내에서 초기의 생장은 대단히 저조하나, 6 주가 지나면 완전히 활착되어 활력있는 생장을 보인다. 이때 유식물체(幼植物體)를 높은 광도와 낮은 습도 상태로 옮기며 엽면시비(葉面施肥)도 다소 높은 농도로 매주 3-5 회 처리한다. 일반적으로 유식물체는 온실에서 6개월 후에는 야외 조림이 가능한 크기인 15 25cm로 생육하게 되며 포지에 이식할 수 있다.

(나) 침엽수의 엽속배양

1) 표면소독

소나무의 신초지(新梢枝)가 10cm 정도 자라서 잎이 성숙엽의 1/2 정도 이상 자라기 시작할 때 가지를 채취하여 95% Alcohol로 10 초간 표면 소독한 후, 1.5% NaClO로 6 분간, 0.2% $HgCl_2$로 2 분간 소독한다. 엽속은 오염이 잘 되므로 각별히 표면 소독에 주의한다.

2) 줄기분화 및 배양묘 양성

잎이 너무 길 때는 끝부분을 일부 절단하고 엽속 밑부분에 줄기 조직을 일부 부착하도록 조제하여 배양한다. 배지는 수정 MS 배지 (NH_4NO_3을 1/4, KNO_3을 1/2로 감량)에 Cytokinin으로 BAP를 5 10mg/ℓ, Auxin으로 NAA를 0.05 0.1mg/ℓ 첨가하여 부정아를 유도한다. 유도된 부정아는 배배양 방법과 동일한 과정을 거쳐서 유식물체를 육성한다.

(다) 활엽수의 아배양

1) 절편체 전처리 및 표면소독

배양재료로는 크게 유령 조직과 성숙 조직으로 나누어지는데 절편체의 전처리가 다르다. 유령 조직은 생장조절실에서 참나무류의 견과를 파종하여 파종 후 2 3개월이 지나면 약 15cm 정도로 줄기가 신장하게 되며, 이때에 절간에 액아가 하나씩 붙도록 2cm 정도 길이의 마디를 예리한 칼로 절단하여 절편체로 사용한다. 채취된 절편체는 세척제인 tween 20 용액을 2 3방울 첨가한 수세용액내에서 거품을 내어 흔들어 준 후 흐르는 수돗물로 거품을 완전히 씻어 낸 다음, 무균장치내에서 2% NaClO 용액으로 7 10 분간 침지시킨 후 멸균수로 3 회 이상 씻어 낸다. 참나무류에 있어서는 수용성 페놀 물질을 제거하기 위하여 멸균수에 1시간 이상 담구어 두는 것이 좋다.

성숙조직에 있어서는 조직의 재유령화가 필수적인 전처리 과정으로서 지금까지 알려진 재유령화의 기술은 정단부(頂端部) 또는 가지 전정에 의한 맹아지 유도, 근맹아(根萌芽) 유도, 유령대목으로의 반복 접목, 기내 배양, BA와 같은 식물 생장조절 물질의 살포(撒布), 반복 접목 및 보다 유시적인 부위를 선택하는 것 등이다. 이중에서 가장 효과적인 방법은 반복 접목과 지맹아지(枝萌芽枝)를 이용한 재유령화이다. 접목을 이용하는 경우에는 접목활착 후 줄기 길이가 10 20cm 정도 자랐을 때, 지맹아지를 이용하는 경우에는 성숙목의 역지(力枝) 부근에서 길이 2m 정도의 가지를 잘라 온실로 운반하여 가지를 다시 길이 30cm 정도로 잘라 기부가 아래쪽으로 오도록 약 5cm 까지 물을 채워 2 3일 간격으로 갈아주면서 수경 재배하여 맹아를 유도하여 맹아가 발생한 후 6주가 경과하여 줄기 길이가 15 30cm 까지 자랐을 때 절간 액아를 채취하여 유령 조직과 같이 조제한 후 표면 소독한다. 표면소독시 2% NaClO에 15분간 처리하여 유령 조직에 비하여 긴 시간 동안 침지처리한다.

2) 줄기분화 및 증식

유령조직으로 부터의 액아배양의 최적 배양과정은 수종에 따라 다르나, 일반적으로 WPM (Lloyd and McCown,1980) 배지에 초대 배양하여 BAP와 Zeatin이 첨가된 WPM배지에서 줄기를 대량으로 증식하고 증식된 줄기를 신장 생장시킨다.

성숙조직으로 부터의 최적 배양과정은 연속접목이나 맹아지를 유도하여 재료를 재유령화시킨 후 액아를 배양하여 BAP가 첨가된 WPM 배지에 초대배양하여 배양물을 기내에 정착시킨다. 이때 표면 소독, 절편체 상부의 캘러스 형성, 조직배양 억제물질인 탄닌과 페놀 물질의 분비, 신장생장이 저조한 줄기덩어리가 형성되는 것에 유의해야 한다. 초대배양 후 BAP와 Zeatin이 첨가된 WPM배지에서 줄기를 대량으로 증식하고 증식된 줄기를 신장생장시킨다. (그림 2-3-1)은 자작나무류 아배양에 의한 조직배양묘의 육성 과정을 보여준다.

3) 발근

3cm 이상 신장 생장한 기내 줄기를 IBA 0.5 2.0mg/ℓ이 첨가된 GD 배지에서 발근하는 기내 발근 방법과, 0.5% IBA를 발라서 피트 플러그에서 기외 발근하는 방법이 효과적이다.

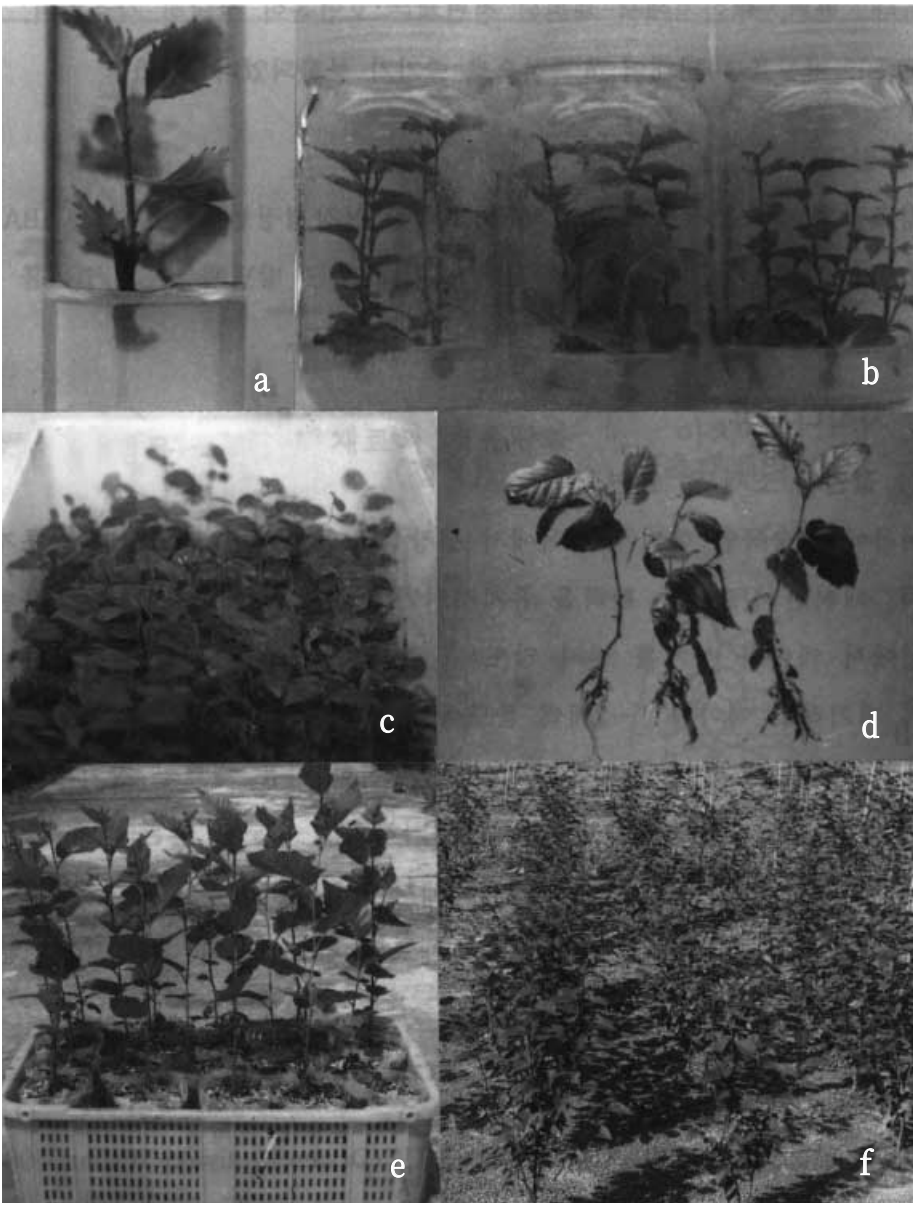


그림 2-3-1. 자작나무류 아배양에 의한 조직배양묘 육성과정
(a-절편체로부터 줄기분화, b-계대배양에 의한 줄기증식, c-기외발근,
d-발근된 유식물체의 뿌리상태, e-환경순화된 조직배양묘, f-포지에서의 생장)

(라) 체세포배 유도

식물의 조직 절편을 기내 배양하면 캘러스(callus)가 생긴다. 캘러스는 캘러스 형태로 계속 증식도 되고 식물의 종류에 따라서는 단세포가 캘러스에서 쉽게 분리되어 세포 집단으로 증식되기도 한다. 이런 캘러스나 세포 집단을 식물체 재분화 배지에 옮겨 주면 쉽게 식물체로 재분화되는데 여기에는 크게 구분해 두 가지 분화 방식이 있다. 하나는 캘러스나 세포집단으로부터 신초(Shoot)나 뿌리(Root)가 각각 분화되어 식물체로 완성되는 기관형성(Organogenesis)형과 또 하나는 캘러스나 세포 집단으로부터 직접 원배(原胚) 즉, 배발생이 되어 식물체로 되는 체세포배유도(Somatic Embryogenesis)형이다. 전자는 아배양과 같이 신초, 발근유도를 위한 개개의 배지 및 식물 생장조절물질 처리를 필요로 하는 2단계 분화이고, 후자의 경우, 신초 및 근계분열조직이 동시에 유도되는 양극성(Bipolar)이고 자엽과 뿌리가 있는 완전한 배로 동시에 생겨 식물체로의 분화가 쉽고 또 체세포배는 장차 인공 종자 재료로 이용되는 등의 많은 장점을 지닌 이상적인 증식 법이다.

체세포배유도 방식에는 2가지 방식이 있는데 그중 하나인 PEDC(Pre Embryogenic Determined Cell)는 치상재료인 절편체에 캘러스가 생기지 않고 조직 세포에서 직접 배가 발생하는 것이다. 이때에 그 세포는 이미 배가 발생할 수 있는 상태이므로 배(胚)가 될 수 있는 잠재력을 가지고 있고 배양 자극만 주면 직접적으로 절편체로부터 배로 분화된다는 방식으로 주로 활엽수종의 체세포배유도에서 관찰된다. 이 방식의 결점은 계속하여 체세포배를 지속적으로 유도할 수 없으며 여러 단계의 체세포배가 동시에 유도되어 발아를 위해 균일한 단계의 체세포배 선발 과정이 뒤따라야 한다.

다른 방식은 세포가 배발생하기 전에 캘러스 세포로서의 증식이 필요한 간접적 배발생의 양식을 취하는 것이다. 이와 같은 방법으로 배형성능을 획득한 경우는 전나무속, 가문비나무속 및 잎갈나무속의 침엽 수종 대부분이다. 이 방식의 장점으로서는 일단 배발생 캘러스를 유기시키기만 하면 계속하여 배발생 캘러스 유지 및 그로부터 체세포배를 유도할 수 있으며 세포 배양 및 생물반응기(Bioreactor)를 이용한 진정한 의미의 클론 대량생산으로 적용할 수 있다는 점이다.

(2) 유전형질전환

(가) 식물세포의 형질전환

외래 유전자의 도입에 의하여 한 개체의 유전형질이 바뀌는 것을 형질전환이라 한다. 이때 식물세포에 외래 유전자를 도입시키는데 관여하는 운반체를 벡터(Vector)라 하며 보통 토양세균 아그로박테리아 (*Agrobacterium tumefaciens*)가 식물 형질전환을 위하여 많이 쓰이고 있다. 아그로박테리아를 이용하여 식물세포를 형질전환하기 위해서는 먼저 아그로박테리아에 우리가 원하는 유전자를 삽입한다. 유전자가 삽입된 아그로박테리아 벡터를 이용하여 다음과 같이 식물세포를 형질전환한다.

식물에 도입시키고자하는 유전자를 가진 아그로박테리아를 50 ㎖의 YEB 배지 (5 g/ℓ Beef extract, 1g/ℓ Yeast extract, 5g/ℓ Peptone, 5g/ℓ Sucrose, 0.5g/ℓ MgSO4, pH 7.2)에서 하룻밤 배양한 후 이 중 5 ㎖을 새 50 ㎖ YEB 배지로 옮겨 다시 5 6시간 배양하여 활발히 자라는 아그로박테리아를 확보한다. 다음 이를 원심분리하여 YEB 배지를 제거하고 아그로박테리아를 20 ㎖의 0.85% 소금물에 현탁시킨 후 여기에 식물의 잎 이나 줄기 조각을 넣고 20 분간 담가 둔다. 이 조직들을 핀셋을 이용하여 흡습지 (Filter Paper나 클리넥스 등) 사이에 끼워 가볍게 눌러주어 조직에 묻은 배지를 제거한 다음 캘러스 유도배지 (MS 배지 + 0.01 ㎎/ℓ BAP, 1.0 ㎎/ℓ 2,4-D, 0.1㎎/ℓ NAA)로 옮겨 준다. 이틀 후 이 조직들을 0.85% 소금물에 넣어 가볍게 흔들어 박테리아를 씻어내고 다시 흡습지로 습기를 제거한 후 같은 캘러스 유도배지로 옮겨 주어야 하는데 이 배지에는 형질 전환된 세포만이 자랄 수 있도록 항생제를 첨가한다. NPT Ⅱ 유전자가 들어 있는 아그로박테리아를 이용하여 식물을 형질전환시켰을 경우에는 가나마이신을 50 200 ㎎/ℓ의 농도로 첨가하고 HPT 유전자의 경우 하이그로마이신을 5 20㎎/ℓ 정도의 농도로 첨가한다. 일반적으로 야외 또는 온실에서 자란 식물을 재료로 직접 이용할 경우는 시험관 식물을 이용할 때보다도 높은 농도의 항생제를 이용할 필요가 있다. 이에 못지 않게 중요한 일은 식물조직에 붙어있는 아그로박테리아의 생장을 억제하는 일로서 보통 항생제 세포탁심 (클라포란)을 500 ㎎/ℓ를 배지에 첨가하는데 이러한 항생제들은 모두 열에 약하기 때문에 Filter로 걸러서 소독한 후 45 ℃정도로 식어진 배지에 첨가한다.

(나) 캘러스로부터 식물체 재생

형질전환된 세포에서 캘러스가 형성되는데는 보통 3~4주 걸리게 되는데 2 주마다 새 배지에 옮겨 주어야 한다. 캘러스에서 식물체를 재생시키는데는 재료로 사용되는 식물마다, 또 실험실마다 다른 배지를 사용하는 경우가 많으나 포플러의 경우 WPM 배지에 Zeatin을 1.0㎎/ℓ, BAP를 0.1 ㎎/ℓ,NAA를 0.01 ㎎/ℓ 첨가시켜 사용하는 경우 좋은 결과를 얻을 수 있다. 유도된 줄기에서 뿌리를 발생시키기 위해서는 1/2MS 배지나 GD배지에 IBA를 0.2 ㎎/ℓ 정도 첨가한 것이 대부분의 식물에서 효과가 있다. 주의할 점은 이 단계에서도 배지에 항생제를 첨가하여야 한다는 것이다.

(다) 형질전환된 식물체의 검정

이렇게 얻어진 식물이 정말 형질전환체인지를 밝히는 일이 중요하다. 항생제에 대한 저항성이 삽입된 유전자에 의해서 획득된 것을 증명하기 위해서는 이 항생제 저항성 유전자들의 발현을 검정하여야 한다. 이 항생제 저항성 유전자들로는 가나마이신에 저항성을 주는 효소 Neomycin Phosphotransferase을 만들어내는 NPTII 유전자와 항생제 하이그로마이신에 저항성을 주는 효소 Hygromycin Phosphotransferase를 만드는 HPT 유전자가 있다. NPTII 효소에 대한 항체가 이미 시판되어 있기 때문에 항원, 항체 반응을 이용하여 이 유전자의 발현을 검정할 수 있다. 이러한 효소반응을 거쳐 선발된 식물은 다시 삽입된 외래유전자가 존재하는지의 검정을 다시 거쳐야

한다. 이를 위해서는 식물체의 DNA를 추출하여 삽입된 유전자와 같은 DNA (Probe)를 이들 조각에 교잡시켜서 확인할 수 있다. 이 방법은 Southern 교잡법으로 널리 알려져 있다.

다음은 이 유전자가 정상적으로 발현되는지 또 어느정도 발현되고 있는지를 검정하기 위하여 mRNA가 제대로 만들어 지고 있는가를 조사한다. 이때에는 RNA를 분리하여 전기영동한 후 프롭 (DNA혹은 RNA)과 교잡하면 DNA의 경우처럼 탐지가 가능하다. 유전자발현의 다음 단계는 만들어진 mRNA를 토대로 단백질을 합성해내는 것이다. 만들어진 단백질이 정확한 유전자의 산물인지를 확인하기 위하여는 일반적으로 항원 항체반응을 이용한다. 이를 위하여 대장균 등에 유전자를 삽입시켜 여기에서 우리가 원하는 단백질을 생산한 다음 이를 이용하여 항체를 만든다. 이 항체와 형질전환된 식물에서 추출한 단백질과 반응시켜 발색반응으로 그것이 동일한 단백질인지 확인한다.

(라) 유전자를 이용한 형질전환

어떠한 특수목적의 실험에서는 한 세포에 여러 종류의 유전자를 이식시킬 필요가 있을 수도 있다. 특히 최근 대두되고 있는 소위 대사작용변조 (Metabolic Engineering)의 경우 한 대사작용에 관련된 여러 유전자를 조절해야하는 경우가 많아지고 있다. 그러나 하나의 벡터에 여러 개의 서로 다른 유전자를 삽입시키는 것은 벡터의 크기 제한이나 제한효소 절단부위의 부족 때문에 상당히 어려운 일로 인식되고 있다. 이를 해결하기 위해 세가지의 접근 방법이 사용되고 있다. 첫째는 동시 형질전환 (Co-Transformation)이라는 기법으로 식물세포를 두가지 다른 종류의 아그로박테리아나 두 종류의 벡터(각각 다른 Ti Plasmid상에 있는)를 갖고 있는 한 아그로박테리아와 공조배양하는 것이다. 또 여러 종류의 플라스미드를 식물세포에 직접 삽입하는 것도 한가지 방법이 될 수 있다. 이 경우 이들의 선발에 서로 다른 종류의 선발표지가 필요하다. 둘째는 각각 서로 다른 유전자로 형질전환된 개체를 교배하여 서로 다른 유전자들이 모두 포함되어 있는 개체를 선발하는 것으로 개화주기가 빠른 초본 식물에서 사용이 가능한 방법이다. 셋째 방법은 한가지 벡터로 형질전환된 세포를 다른 벡터로 다시 형질전환시키는 것으로 이는 첫째 형질전환때 사용한 선발표지와는 다른 선발표지가 있을 때 사용 가능하다. 이런 경우 보통은 가나마이신 저항성 유전자 (NPTⅡ)와 하이그로마이신 저항성 유전자(HPT)를 표지로 사용하고 있다.

○ 생분해성 플라스틱 생산연구의 예

폴리 하이드록시 뷰티레이트 (PHB)는 일부의 미생물에 의하여 생산되는 생분해성 플라스틱으로 석유로부터 만들어진 플라스틱과 물리적 성질이 비슷함에도 불구하고 일단 폐기되면 쉽게 분해가 되는 것으로 알려져 있다. 포플러는 PHB를 생산할 수 없다. 그 이유는 이 물질을 생산하기 위한 유전자가 선천적으로 없기 때문이다. 미생물과 식물은 다 같이 생물체이기 때문에 살아가는데 기본적인 대사작용은 같은 부분이 많다. 사람이나 식물, 미생물 모두 포도당이 생명의 가장 큰 에너지원이 되고 있다. 이 포도당이란 원래 식물의 광합성에 의하여 만들어지며 이것을 동물이나 미생물이 가장 중요한 양분으로 쓰고 있다. 따라서 PHB의 원료물질은 거

슬러 올라가면 생체내에서 포도당에서 출발한다. 이 만들어진 포도당을 PHB로 전환시키는 유전자가 없을 따름이다. 따라서 우리가 할 수 있는 일은 이 미생물의 유전자중 PHB를 생산하게 하는 유전자를 골라서 포플러에 이식시키는 작업이다.

PHB 생산에 관련된 유전자중 식물에는 없는 유전자가 두 가지가 알려져 있다. 먼저 Acetoacetyl CoA Reductase를 만드는 유전자로서 Acetoacetyl CoA를 3-hydroxybutyryl CoA로 전환시키는 기능을 가지며 *phb*-B유전자로 불리운다. 그 다음은 *phb*-B 유전자에 의하여 만들어진 3-hydroxybutyryl CoA를 PHB로 전환시키는 효소 PHB Synthase를 만드는 *phb*-C유전자가 있다. 그러나 보통 *phb*-B 유전자의 기질이되는 Acetoacetyl coA가 식물 세포내에 많지 않기 때문에 이 물질의 원료가 되는 Acetyl CoA를 Acetoacetyl CoA로 만드는 *phb*-A 유전자를 더 삽입시켜야 한다.

일단 세포에 유전자가 삽입되면 유전자가 삽입된 세포만이 시험관내에서 자라게 하고 주위의 다른 세포의 생장을 억제시키는 장치가 성공의 필수적인 요소이다. 이를 위하여 유전자운반체에는 항상 항생제 저항성 유전자같은 선발표지 유전자가 따라 다닌다. 대표적인 유전자로서 앞에 설명한 가나마이신 저항성 유전자와 하이그로마이신 저항성 유전자 등이 있는데 이 유전자가 들어있는 유전자 운반체를 사용할 경우 식물배양 배지에 이 항생제들을 첨가하여 일반 세포가 생장하는 것을 방지할 수 있다. 유전자 삽입된 세포가 성장하여 분열을 계속하면 이들을 줄기 유도배지에 옮겨 줌으로써 세포덩어리에서 비로소 포플러의 줄기가 발생된다. 발생된 줄기는 IAA나 IBA 등의 오옥신처리에 의하여 뿌리를 발생시킨 후 화분에 이식된다.

화분을 온실에서 4-5주간 거치시켜 적응시키면 5-6월에는 이 식물들은 포지이식이 가능해질 정도로 튼튼해진다. PHB 추출은 잎이나 줄기를 건조시킨 후 가루가 되도록 분쇄하여 클로로폼 같은 유기용매에 넣게되면 PHB 성분이 유기용매에 모두 녹아 들어가서 찌꺼기를 걸러낸 후 증발시키면 최종 산물로 PHB가 남는다.

(3) 유용물질 생산

(가) 물질탐색

1) 대상 수종의 선택

산림자원 수종으로부터 목적으로하는 유용 천연물질을 얻고자 할 경우, 그 물질을 생산하는 수종에 대한 조사를 하여야 한다. 가장 합리적인 방법은 개발하고자하는 물질에 대한 문헌과 민간요법 자료를 정리한 다음 가능성이 있는 수종을 일차적으로 선발하는 것이다. 그 결과를 토대로 대상 수종을 선정하는 것이 바람직하며, 특히 식물의 경우 유사한 종이나 같은 과에 속하는 식물이 비슷한 물질을 생산하는 경향이 있다는 점을 감안하여야 한다.

2) 자원수집

대부분의 식물은 특정 조직이나 기관에 한정되어 독특한 물질을 생산하기도 하지만 수집하려

는 시료의 양이 많을 경우에는 잎이나 수피부분을 채취하는 것도 바람직하다. 유용 신물질이 산업적으로 응용되기 위해서는 수집된 자료를 수종별, 화합물별 및 약리효과 등으로 분류하여 데이터베이스화하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 기존에 만들어진 프로그램을 활용하는 것이 효율적이다.

3) 시료의 조제

식물에 포함되어 있는 유용성분은 종류에 따라 안정성이 다를 수 있으므로 저온에서 풍건하는 것이 효과적이다.

4) 시료의 저장

단기적으로 사용하는 시료는 실온에서 보관하여도 무관하나, 시료의 양이 극히 많을 경우나 장기적인 보관이 요구될 때는 4℃의 저장실을 이용하는 것이 좋다. 이때는 건조된 시료를 적절한 크기로 파쇄하여 이중마개가 되어있는 플라스틱통에 보관하고 실리카겔 등의 방습제를 함께 넣어준다.

(나) 물질분리 및 동정

1) 추출물의 조제

개발하려는 물성에 따라 추출방법이 다르겠으나 에탄올, 메탄올 혹은 소량의 알콜이 첨가된 물로 추출하는 방법을 보편적으로 사용하고 있다. 추출된 물질의 물성에 따라 실온 혹은 저온에 보관하여야 하며, 몇몇의 경우에는 초저온으로 보관하거나 추출물내 유효성분을 분해할 수 있는 효소를 제거하고 일정기간 보관하면서 사용하기도 한다. 추출물에 불필요한 물질이 많이 함유되어 있을 경우 여러 가지 용매를 이용하여 부분 정제 후 사용하는 것이 연구의 효율을 높일 수 있다.

2) 추출물을 이용한 생리활성 검정

목적으로 하는 유용성분과 유사한 물질이 이미 알려져 있는 경우에는 표준품을 구하여 그 화학적인 특성을 조사한 다음 적절한 생리활성 검정법을 선택한다. 예를 들어 식물 유래의 천연방부제를 개발하고자 할 경우 곰팡이, 효모, 박테리아 등의 미생물에 대한 억제활성을 측정하는 기내 검정법에 의해 간편하게 검정할 수 있다.

3) 단일 성분의 분리

추출물에는 약리적 또는 생리적 활성 물질과 비활성 물질 등이 혼용되어 있으며, 활성을 나타내는 물질중에서도 그 효과가 서로 다르게 나타나는 경우가 많다. 이 경우 여러 가지 정제법을 이용 정제한 후 분석용 고성능액체크로마토그라피(HPLC)를 이용하여 원하는 물질을 순수정제할 수 있으며, 순도 95%이상은 단일 성분을 분리해 낼 수 있다. 순수하게 정제된 성분은 질량분석기나 핵자기공명기 등의 분석 기기를 이용하여 분자량과 화학구조를 결정한다.

4) 안전성 검정

개발된 물질은 그 사용목적에 따라 인체에 유해한지 아닌지를 실험동물을 이용한 여러가지 안전성 검정이 뒤따라야 하는데 이를 위해서는 전문 연구기관에 의뢰하는 것이 바람직하다.

5) 시장성 조사

유용한 천연물질이 산업적으로 응용되기 위해서는 정확한 시장성 조사 및 수요예측이 행해져야 하는데 주요 조사항목으로는 생산비, 국내시장규모 및 연간 매출량, 국제시장규모 및 연간매출량, 국내의 수입의존도, 외국의 수출가능성 등을 들 수 있다.

(다) 식물자원의 대량증식

1) 영양번식에 의한 대규모 식재

특정 식물로부터 유용한 물질을 개발하였을 경우 원활한 수급을 위한 식물체의 대량생산 연구가 수행되어야 한다. 목적으로하는 식물자원을 식재에 의해 공급할 경우, 물질 생산량 및 생장이 우수한 식물을 선발하고 이들 영양계를 증식하는 방법을 개발하여야 한다. 영양번식을 위해서는 삽목 및 접목의 방법이 있으며, 식물조직배양에 의한 영양계의 번식도 많은 수종에 대해서 가능하므로 이를 토대로 가장 합리적인 방법을 찾도록 한다.

2) 세포대량배양

식물에 따라서는 영양번식이 극히 어려운 수종이 있다. 이 경우에는 그 식물의 세포를 기내에 배양하여 목적으로 하는 유용물질을 직접 대량생산할 수 있다. 세포배양은 기후, 질병 등 환경적인 영향을 받지 않고 원하는 때에 필요한 양만큼 생산할 수 있고, 무엇보다 고생산성 우량 세포주를 선발하여 배양할 수 있기 때문에 매우 효과적이다. 세포배양공정으로는 캘러스 유도 및 증식, 세포액체배양, 그리고 규모가 큰 탱크에 세포를 배양한다. 이렇게 증식된 세포나 배양배지를 회수하여 목적으로 하는 물질을 추출, 정제한 후 이용한다.

4. 유전자원 보존관리

(1) 개요

(가) 의의

유전자원이란 현재 또는 미래의 수요를 충족시킬 수 있는 지구상에 현존하는 모든 생물체의 유전적다양성의 개념으로 정의되고, 그 대상은 이용을 전제로한 생물체 즉, 유전자, 동물, 식물 및 미생물 등이 포함된다

(나) 가치와 중요성

사회구조의 여건변화로 특정 유전자원에 대한 미래의 수요를 예측하고, 그 가치를 결정하기는

현실적으로 매우 어려운 실정이지만 유전자원은 태고적부터 인류의 생활과 밀접한 관계를 유지하는 경제적, 과학적, 사회적 가치를 가지고 있어 우리가 삶을 영위 하는데 직간접으로 영향하는 재화(財貨)의 원천 이므로 가치와 중요성이 강조되고 있다.

(다) 손실과 보존의 필요성

1) 소 실

자연계내에 분포하는 유전자원은 기후변화, 천이, 병충해 등 자연적인 원인과 서식지 훼손 등 인위적인 간섭으로 점차 감소 추세에 있다. 이와같은 소실의 속도는 진화에 의한 새로운 종의 출현 속도보다 훨신 빨라 방치할 경우 필요로 하는 유전자원의 절멸이 예견 된다.

2) 보존의 필요성

① 유전자원은 시대적 욕구에 따라 변화하는 불확실한 미래의 수요(需要)에 대응하기위한 육종목표 달성과 합자연적 산림시업을 위하여는 매우 중요한 것으로 이들 유전자원이 감소하면 새로운 수요에 대응이 어렵게 된다.

② 생태계의 안정 및 기능유지와 지구환경 보존을 위하여 유전자원은 중요한 역할을 하고있어 이들이 소실되면 다른 생물체에도 직간접으로 영향을 주어 생태계 전체에 큰 변화를 초래할 수 있다.

③ 잠재수종 개발과 신물질생산 등 생물산업 발전을 위하여 다양한 유전자원보존의 필요성이 강조 되고 있으므로 " 자원전쟁의 시대 "를 살아가고 있는 현재의 상황에서 이를 제대로 보존 · 관리하지 못할 경우 인류의 생존이 크게 위협받게 될 것이다.

(2) 구분 및 조사방법

(가) 구분

유전자원은 유전적 특성을 지속적으로 유지시키고 소실에 능동적으로 대처하면서 지속가능한 이용을 목적으로 하는 것이므로 임목육종연구소(현 임업연구원 임목육종부)에서는 임목의 유전자원을 대상수종의 분포상태, 산지, 용도 및 특성에 따라 다음과 같이 Ⅰ Ⅳ군으로 분류하고 있다.

1) Ⅰ군수종

가) Ⅰ-1군(변종, 희귀수종 및 소실위기수종)

유전적 변이가 유발된 변종과 분포특성상 희귀하거나 자생지에서 소실위험이 있는 수종

나) Ⅰ-2군(격리집단)

지리적으로 분포지역이 제한되거나 소면적의 집단을 구성하고있어 집단내 유전적 부동(浮動)과 근친교배에 의한 유전자원 소실이 우려되는 집단

2) Ⅱ군수종

가) Ⅱ-1군(용재수종)
지리적으로 분포구역이 넓고 육종 가치가 있는 용재수종

나) Ⅱ-2군(특용 및 환경수종)
지리적 분포구역이 넓고 특수용재생산 또는 조경수 및 환경수로 이용되어 육종 가치가 있는 수종

3) Ⅲ군 수종(도입수종)
북방수종 등 외국으로 부터 수집된 도입 수종

4) Ⅳ군 수종(보호수 및 천연기념물)
개체목(個體木)으로 지정된 보호수와 천연기념물

(나) 조사방법

산림 유전자원은 전국에 산재(散在) 분포하고 있어 탐색(探索)과 특성 조사 및 분석에 많은 시간과 인력이 소요되고 보존 및 관리상의 문제점을 고려하여 원칙적으로 국·공유림을 대상으로하되 다음과 같은 방법으로 탐색하고 보존가치 평가를 위한 생태적 및 유전적특성을 조사 분석한다.

1) 탐색(探索) 및 특성조사

가) 수종 및 집단 탐색

① 국내에 분포하는 임목의 유전자원(Ⅰ.Ⅱ.Ⅳ군수종)을 탐색하고, 외국에 분포하는 유전자원(Ⅲ군수종)을 탐색수집 한다.

② 용재, 특용 및 환경수종(Ⅱ군수종)은 분포 한계지역에 위치한 소규모 집단과 분포지역이 특정지역으로 제한된 수종인 격리집단(Ⅰ-2군수종)은 소면적(0.3 0.7ha)에 50개체 이하 생육하는 집단을 대상으로 탐색 한다.

③ 보존대상 수종 및 집단은 탐문 하거나 유관기관의 자료(산림조사부등)를 참고하되 현지 조사시에 대상지역(산)별로 4방향 또는 8방향으로 나누어 산록에서 산정 방향으로 현지 답사하여 탐색 한다.

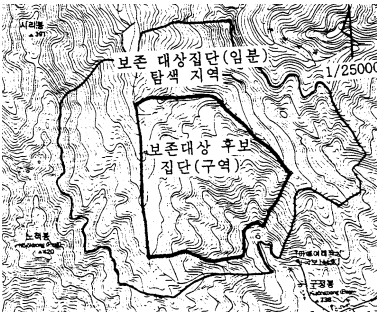


그림 2-4-1. 보존대상집단 및
보존대상 후보집단의 구획 표시

나) 보존대상 수종 및 후보집단 선정

① Ⅰ-1군수종과 Ⅰ-2군인 격리집단은 탐색된 전 개체와 집단을 보존 대상수종 및 후보집단으로 선정한다.

② Ⅱ군수종은 탐색된 집단중 대상수종의 분포 면적이 3ha이상으로 ha당 생립본수가 군생하는

수종은 400본이상, 산생하는 수종은 20본이상인 집단을 보존대상 후보집단으로 선정한다.

다) 보존대상 집단과 보존대상후보집단의 구획 표시

탐색된 보존대상 집단(임분)과 선정된 보존대상 후보집단(구역)을 능선과 계곡을 경계로 구획하고 이를 (그림2-4-1)과같이 1/25,000지형도에 표시하며 동일 지형도에 보존대상 후보집단내 표본구의 위치를 (그림 2-4-2)와 같이 표시한다.

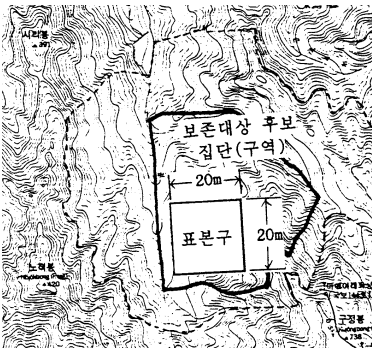


그림 2-4-2. 보존대상 후보집단 (구역)내 표본구 설정

라) 보존대상 후보집단의 지황 및 임황 조사

탐색된 격리집단은 그 집단 전체를 대상으로하고, 용재·특용·환경수종의 집단은 다음 순서에 따라 지황(地況) 및 임황(林況)을 조사 한다.

① 지황

○ 소재지는 지번까지 정확히 기입하고 영림계획이 편성된 국·공유림의 경우 관리소명 및 임소반을 기입한다.

○ 탐색된 보존 대상집단의 면적과 선정된 보존대상 후보집단의 면적을 구분 기입한다.

② 임황

○ 임분의 기원은 천연림과 인공림으로 구분한다.

○ 임분의 천이상태는 P(선구상;先驅相), B(조성상;造成相), M(성숙상:成熟相), D(쇠퇴상;衰退相)으로 구분 표기하고, 하나의 수종이 복수 형태를 보이는 경우 B.D 또는 M.P등으로 표기한다.

③ 과거의 관리상황

유·무난에 "○"표하고, 내용난에 년도와 작업종을 기입한다.

④ 금후 관리 및 시업상황

관리 및 시업의 필요성을 필요 또는 불필요 난에"○"표하고 필요시 방법난에 요구되는 작업종을 기입한다.

마) 표본구 설정과 표본구내 임상조사

① 표본구 설정

보존대상 후보집단내에서 그 집단을 대표할 수 있는 장소를 택하여 (그림 2-4-3)과 같이 20×20m 크기의 표본구 2 3개소(10ha미만 2개소, 11ha이상 3개소)를 설정하고, 표본구의 구역이 영구 확인될 수 있도록 표시한다.

② 표본구내 지황조사

해발고, 위도, 경도는 표본구 중심부에서 측정 기입하고 지형은 계곡, 산정, 산록 등을 기입하며, 기타사항을 조사 기입한다.

③ 표본구내 임상조사

○ 관목류 및 흉고직경 6cm이하인 소경목의 수종별 본수를 기입한다

○ 보존 대상수종의 치수중 묘고 10cm 이상의 본수를 조사 기입한다.

○ 흉고직경 6cm이상인 임목의 생장특성 조사

- 표본구내에서 (그림 2-4-3)과 같이 일정방향으로 일련번호 순으로 조사하고, 방안지에 조사목의 위치와 번호를 기입하되 조사야장과 번호가 일치되도록 한다.

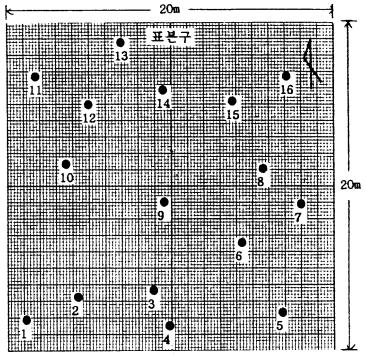


그림 2-4-3. 표본구내 흉고직경 6cm 이상 임목의 위치 및 개체 번호

- 수고와 지하고는 지면에서부터 실측하고, 흉고직경은 직경테이프로 측정하되 쌍간 또는 다간(多幹)개체는 최대 수간을 측정한다.
- 수관폭은 동서 및 남북방향의 측 6cm이상 임목목의정치와 평규치를 기입 한다.

바) 보존 대상수종의 특성

① 수세 : 강(생장 및 엽색 정상), 중(생장 양호, 엽색 불량), 약(생장 및 엽색 불량)으로 구분한다.

② 수관 치밀성 : 수관의 가지 발달의 정도에따라 소, 중, 밀로 구분한다.

③ 분지도 : 주간(主幹)이 불 분명한 부분까지의 높이(A)와 수고(B)와의비율(A/B)로 대(50%이하), 중, 소(70%이상)로 구분한다.

④ 수관통직성 : (그림 2-4-4)에 의거 0-3으로 구분한다.

⑤ 수관의 비틀림 : 유, 일부, 무로 구분한다.

⑥ 역지(力枝)직경 : (그림 2-4-5)를 참조 대, 중, 소로 구분한다.

○ 대→역지 기부의 직경(a)이 역지 하단부의 수간 직경(b)에비하여 2/5(40%)이상

○ 중→대와 소의 중간

○ 소→역지 기부의 직경(a)이 역지 하단부의 수간 직경(b)에 비하여 1/5(20%)이하

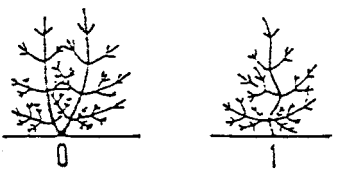


그림 2-4-4. 수간 통직성

⑦ 역지의 각도 : (그림 2-4-6)을 참조하여 대(60도<), 중, 소(45도>)로 구분한다.

⑧ 착화(착화) : 다, 중, 소, 무로 구분한다.

⑨ 병충해 및 재해 : 유 · 무난에' ○ '표하고, 원인난에 피해명을 기입한다.

2) 유전변이 분석용 시료채취 및 분석

가) 시료채취

① 채취 대상목은 가능한 한 개체간 거리를 50m이상 유지되도록 선정한다.
② 집단별 보존 대상수종 30개체로 부터 채취하되 활엽수는 엽이나 동아, 침엽수는 종자를 채취하여 건조 또는 변질되지 않도록 유의한다.

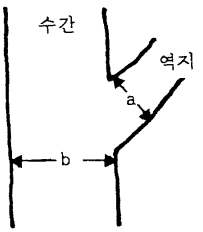


그림 2-4-5. 역지직경

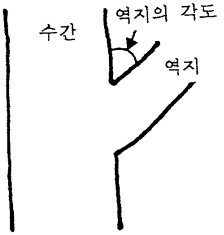


그림 2-4-6. 역지각도

나) 유전변이 분석

채취된 시료(엽, 동아, 종자 등)를 이용하여 동위효소 또는 DNA분석으로 대상 수종별 집단의 유전변이를 분석한다.

3) 보존대상 후보집단의 보존가치 평가

① 집단별 생태적특성 조사결과를 토대로 집단내 종다양도와 보존대상 수종의 피도, 빈도 및 상대밀도 등 생태적 특성을 계산한다.
② 유전변이 분석결과를 기초로 집단내 유전적 다양성 및 집단간 유전적 분화의 정도와 유연관계 등을 구명한다.
③ 생태적 및 유전적특성을 종합 평가하여 보존가치가 있는 수종 또는 집단을 선발한 후 적정한 보존방법을 택하여 보존한다.

(3) 보존기술

(가) 의의

보존(Conservation)의 개념은 현재의 이득을 최대화 하면서 미래의 수요를 충족시킬 수 있는 잠재력을 유지하기 위한 적절한 보호 관리로 이해될 수 있으나 단순히 현존하는 유전자원의 보존이 아니라 자연적 원인에 의해서 야기(惹起)될 수 있는 유전적다양성의 손실과 환경변화에 따른 유전적 변화를 수용하는 동적인 과정이다. 보존방법의 선택을 위하여는 보존대상인 생물종 및 생태계와 이와 관련된 생물적 인자 그리고 보존과 관계되는 기술 또는 관리상의 문제점 등이 고려 되어야하고, 양(量), 질(質), 시간의 세가지 요소가 포함되어야 한다.

(나) 방법

유전자원 보존방법은 크게 현지내보존과 현지외보존으로 구분하고 있으나 두가지 방법이 상호 보완적으로 병행되는 것이 이상적인 방법이다. 임목육종연구소(현 임업연구원 임목육종부)에서는 위에서 열거한 여러가지 인자들을 고려하여 보존대상에 따라 현지내보존과 현지외보존으로 구분하고, 현지외보존은 유전자보존림, 유전자보존원, 시설보존으로 구분 보존하고 있다.

1) 현지내보존(in situ conservation)

현지내보존은 보존대상을 그들이 서식하고 있는 자연 생육지에 그대로 보존하는 동(動)적인

방법으로 임목의 유전자원 보존을 위해서는 현지외보존에 비해 많은 장점을 가지고 있는 방법이다.

2) 현지외보존(ex situ conservation)

현지외보존은 증식된 식물체를 자연 생육지 이외의 장소에 식재하거나(Clone Bank, Field Gene Bank 등) 종자 등의 생식질을 온·습도 조절이 가능한 특수시설내에 저장하여 보존(Germplasm Preservation, Seed Bank)하는 방법이다.

가) 유전자보존림

격리집단인 Ⅰ-2군수종과 용재·특용 및 환경수종(Ⅱ군수종)의 현지내보존집단에서 풍매종자를 채취하고, 이로 증식된 차대묘를 자생지 이외의 장소에 수종 또는 집단별로 식재 보존하는 방법이다.

나) 유전자보존원

Ⅰ군(Ⅰ-1군과 필요시Ⅰ-2군 포함), Ⅲ군(도입수종) 및 Ⅵ군수종(보호수, 천연기념물)의 개체 또는 집단으로부터 증식된 식물체(묘목)를 수종, 개체 또는 집단별로 열식 보존하는 방법이다.

다) 시설(施設)보존

식물체의 생식질중 보존의 대상이 되는 화분(花粉), 캘루스 및 종자 등을 특수 시설물내에 저장 보존하거나 초저온 상태인 액체질소(-196℃)에 보존하는 방법이다.

(다) 관리

유전자원 보존은 양(量)이 방대하고 장기간에 결쳐 지속적으로 이루어져야 하기 때문에 어떤 형태로 보존되든 간에 효율적 관리가 이루어질 때 소기의 목적이 달성될 수 있다. 유전자원의 효율적인 관리를 위해서는 체제의 정립, 시설의 완비, 재료의 주기적인 평가, 재생을 위한 재료의 지속적인 공급과 이를 위한 예산 및 전문인력의 확보 등이 선행되어야 한다.

1) 보존재료의 평가

보존 되고있는 유전자원의 활력, 생장, 환경에 대한 적응성, 변이형태 등을 지속적이고도 주기적으로 검정 평가하여 그 가치와 실용성이 검토되어야 한다.

2) 보존재료의 보완 또는 교체

유전자원은 생물체로서 제한된 수명을 가질 수 밖에 없기 때문에 재생 또는 활력이 떨어지거나 보존가치가 상실된 유전자원은 새로운 것으로 교체, 보완 또는 식재 되어야 한다.

3) 관리

유전자원의 보존은 유전적 다양성을 항구적으로 유지시키면서 이용에 대응하는 것이므로 재생 또는 활력이 유지되면서 유전변이가 좁아지거나 변질되지 않도록 적정한 보존관리가 이루어져야 한다.

제3장 양묘

1. 포지양묘

(1) 포지 선정

(가) 위치

① 묘포지는 조림지 부근으로 교통이 편리하고 관리하기 용이한 곳을 택하되 고정포지는 작업의 기계화를 감안하여 동력원의 확보 등을 염두에 두고 선정하여야 한다.

② 묘포작업은 춘계와 추계에 많은 노동력이 필요하므로 대면적의 묘포를 설치할 경우에는 노동력 공급관계를 면밀히 검토하여 노동력이 풍부한 곳에 묘포지를 선정하여야 한다.

③ 묘포에서는 묘목생장의 기본요소인 수분의 공급조절이 절대요건이므로 우선 관수가 용이한 곳을 택하여야 한다. 고정묘포는 관수시설을 반드시 하여야 되나 이동묘포(임시묘포)의 경우는 자본을 투자하여 관수시설을 하기란 매우 어려우므로 천연적인 관수관계를 고려하여 묘포지를 선정하여야 한다.

(나) 지형 및 토양

1) 지 형

묘포지는 평탄한 곳보다 약간 경사진 곳을 택하는 것이 관·배수가 용이하므로 침엽수를 파종할 곳은 1 2 의 경사지, 기타는 3 5 정도의 경사지를 포지로 선정하는 것이 적합하다. 포지의 경사가 5 이상이 되면 강우시 표토의 유실로 인하여 파종상에는 매우 심한 피해를 입게 되므로 이와 같은 포지는 계단식으로 구획하여야 한다.

2) 토 양

묘목 양성용 포지는 비옥도 보다는 오히려 물리적인 성질이 중요하다. 점질이 강한 토양이 강한 경우는 잡초가 많이 나고 병충해가 잘 발생하며 작업하기가 불리하다. 그리고 공기의 유통과 배수가 불량하여 건조하면 균열이 생기고 우기에는 습지화 되므로 묘목의 근계발달이 좋지 못할 뿐 아니라 겨울에 추위의 피해를 받을 경우가 있으며 지나치게 사질인 토양은 건조의 피해가 심하므로 묘포토양으로서는 사질양토, 양토 또는 부식질이 많은 사토가 적합하며, 묘포토양의 산도는 침엽수 양묘의 경우는 pH5.2 5.8정도이고 활엽수는 pH5.5 6.5가 좋다. 그리고 일반적으로 오래된 밭토양보다 개간된 토양이 양호하며 토심은 30 60㎝이어야 하고, 표토는 12㎝이내에 최소한 1.5%의 유기물이 함유되어 있어야 토양의 물리적 성질을 유지하는데 중요한 역할을 한다.

(다) 소요면적

묘포 소요 면적은 육묘용 포지와 도로 부속건물 등 부대시설의 면적을 고려하여 결정하며 육

묘용 포지는 생산묘의 종류, 생산예정본수, 생산기간, 이식회수 등에 따라 좌우된다.

1) 포지구획

묘포는 중앙에 넓이 2m 이상의 주도로를 두고 이에 직각으로 1m의 부도로를 두며 그 사이에 묘판을 설치한다. 한 구획은 250 500㎡로 한다. 그러나 트랙터나 경운기 등의 기계를 이용할 경우는 보다 크게 구획하도록 한다.

2) 용도별 면적비율

일반적으로 묘포의 용도별 소요면적 비율은 (표 3-1-1)과 같다.

표 3 - 1 - 1. 묘포지의 용도별 비교 (단위 : %)

계	육묘포지	방풍림	도로	부속건물	기타	비 고
100	64	9	8	5	14	기타는 퇴비장 수로등 묘포경영을 위한 소요면적

3) 소요면적 계산

성묘 10,000본을 매년 생산하기 위해서는 (표 3-1-2)와 같이 육묘용 포지가 약 340㎡정도 필요하다.

표 3 - 1 - 2. 묘목 10,000본 생산에 필요한 포지면적

수 종	종자량	파 종 상			이 식 상			전체면적
		상면적	전면적	득묘본수	상면적	전면적	득묘본수	
낙엽송	1.6 ℓ	26㎡	39㎡	12,800本	200㎡	300㎡	10,000本	339㎡
소나무	1.3	25	38	12,500	139	209	10,000	247
해 송	1.4	23	35	12,500	139	209	10,000	244
삼나무	2.0	33	50	13,300	208	312	10,000	362

※ 부속건물, 도로는 제외



그림 3 - 1 - 1. 구획된 육묘용 포지 전경

(라) 경운

경운작업은 묘상 만들기의 기초가 되며 경운을 하면 다음과 같은 효과가 있다.

- 토양을 부드럽게 하여 수분과 공기의 유통을 촉진하며 토양 속의 탄산가스의 양을 감소시키는 한편 산소를 증가시킨다.
- 토양의 수분과 온도를 조절하고 풍화작용을 촉진하여 식물의 양분을 가용성으로 만들어 준다.
- 토양의 보수력, 흡열력 및 비료의 흡수력을 증가 시킨다.
- 비료의 살포효과를 균등하게 한다.
- 토양 중에 묘목 생육에 유용한 세균의 수효를 증가 시킨다.
- 잡초의 뿌리를 노출시키게 하고 잡초의 종자를 땅속 깊이 묻어주며 해충의 알, 번데기와 유충도 어느 정도 구제할 수 있다.

경운의 방법에는 몇 가지가 있지만 최근에 와서는 (그림 3-1-2)와 같이 동력에 의한(경운기, 트랙터) 경운작업을 하고 있으며 표토경, 심토경, 혼층경 등이 있는데 표토와 심토가 잘 혼합되도록 한다. 경운시기는 대체로 시업이전에 추경토록하고 이듬해 봄에 다시 춘경을 하는 것이 좋으나 사질토양은 추경만으로 족하다.



그림 3 - 1 - 2. 트랙터에 의한 경운작업

(마) 정지작업

경운과 동시에 레-키로 흙덩이를 곱게 부수어야 하며 잡초뿌리와 자갈을 추려 낸 다음 상면을 비교적 평탄하도록 정지하게 된다. 규모가 큰 포지에서는 동력을 사용하면 보다 능률적이다. 최근에 와서는 관리기 및 트랙터 부착용 로터리를 사용하고 있다(그림 3-1-3).



그림 3 - 1 - 3. 트랙터에 의한 정지작업

(2) 파종

(가) 발아촉진

양묘의 요결은 파종된 종자가 가급적 짧은 기일내에 또한 일제히 발아되게 하는 데 있다. 종자가 발아하는데 장기일을 소요하게 되면 조수의 식해, 병충해, 부패, 종자의 유실 등의 해가 많아 진다. 특히, 우리나라의 기후조건은 춘기의 묘포시업 기간에는 강우량도 풍족하고 기온도 적당하여 생장 발육을 이루기에 적당한 기후조건이 계속되나 이시기가 경과되면 심한 건조기를 맞게 되므로 그 이전에 발아를 일찍시켜 건전한 발육을 시켜 놓지 않으면 건조기에 한발의 피해로 대부분의 묘목이 고사하기 쉽다. 그러므로 파종된 종자는 가능한 빨리 발아되도록 하여야 한다.

종자의 발아촉진법에는 그 휴면현상의 양상에 따라 다음과 같은 물리학적 · 생화학적 방법 등이 있으나 그 실시에 있어서는 많은 체험과 숙련된 기술을 요한다. 특히 화학제를 사용할 경우에는 그 취급방법 여하에 따라 도리어 종자의 활력이 상실되고 양묘상 불의의 실패를 초래케 하므로 주의를 요하며 또한 정체된 물은 수시로 신선한 물로 바꾸어 주어야 한다.

1) 냉수침적법

파종하기 전에 종자를 1 4일간 흐르는 물 또는 신선한 물에 침적해서 충분히 흡수시킨 다음에 파종하는 방법으로서 비교적 발아가 잘되는 종자에 해당되며 침수일은 4 5일간 정도로 그 이상은 오히려 유해 하므로 주의를 요하고 또한 정체된 물은 수시로 신선한 물로 바꾸어주어야 한다.

표 3 - 1 - 3. 종자품질기준

수 종	순량율 %이상	발아율 %이상	수 종	순량율 %이상	발아율 %이상
강 송	93.4	87.4	호 도 나 무	97.3	66.4
잣 나 무	98.7	63.8	산 오 리 나 무	59.9	29.2
전 나 무	92.8	25.1	사방오리나무	61.5	21.5
낙 엽 송	90.2	39.7	물 갬 나 무	66.2	34.4
잎 갈 나 무	85.4	49.1	좀잎산오리나무	26.4	23.1
삼 나 무	90.0	32.3	아 까 시	89.7	63.8
편 백	90.0	12.1	독 일 가 문 비	90.0	80.0
해 송	95.7	91.7	가 문 비 나 무	77.9	57.5
리기다소나무	90.6	84.7	분 비 나 무	81.9	32.1
리기테소나무	94.2	85.3	종 비 나 무	85.3	74.9
테 다 소 나 무	95.0	90.0	측 백 나 무	86.4	84.1
스트로브잣나무	92.0	80.0	음 나 무	72.5	11.0
버지니아소나무	90.0	80.0	피 나 무	91.1	9.4
상 수 리 나 무	89.2	57.4	찰 피 나 무	96.1	15.8
굴 참 나 무	75.1	56.6	은 행 나 무	98.7	66.7
신 갈 나 무	77.6	52.2	살 구 나 무	98.0	80.0
자 작 나 무	78.5	14.4	옻 나 무	96.6	37.9
박 달 나 무	75.9	20.7	비 자 나 무	97.8	61.5
거 제 수	77.2	31.6	가 래 나 무	98.4	62.1
사 스 레 나 무	85.2	44.5	벚 나 무	98.5	62.0
물 푸 레 나 무	93.3	46.7	주 목	96.2	55.0
들 메 나 무	94.3	43.6	향 나 무	92.5	29.3
느 티 나 무	94.9	61.5	쪽 제 비 싸 리	98.1	78.2
오 동 나 무	78.9	67.2	참 싸 리	88.9	51.5
밤 나 무	96.0	60.6	고 로 쇠 나 무	89.0	26.1
느 릅 나 무	85.5	44.3	난 티 나 무	84.3	20.8
참 중 나 무	70.0	53.3	다 릅 나 무	82.9	70.0

적요 : 종자수요량을 감안하여 이 기준에서 10%까지 내릴 수 있다.

2) 열탕침적법

냉수침적법으로는 그다지 효과를 보지 못하는 종자는 온수에 침적하는 것이 일층 효과를 볼 수 있다. 온탕의 온도와 침적기간은 수종에 따라 가감하여야 한다. 콩과수목 종자는 대략 40~50℃의 온탕에 1 5일간을 침적하거나 또는 85 90℃의 열탕에 수분간 담갔다가 다시 냉수에 옮겨서 약 12시간을 침적하면 종자의 흡수팽창이 잘 되어 발아가 촉진되는 것이다. 열탕침적법은 침적시간을 적절히 조절치 못하면 도리어 발아력을 상실하게 되므로 주의를 요한다.

3) 탈납법

옻나무속 종자와 같이 종피 표면에 밀납이 덮여져 있는 까닭으로 흡수가 되지 못하여 발아가

곤란하게 되어 있는 종자에 대해서는 다음과 같은 방법으로 탈납처리를 함으로써 발아를 촉진시키는 것이다.

- 목회즙처리법

  물10ℓ에 목회3ℓ를 혼합하여 75℃로 조제한 후 종자를 5분간 침적한다. 그 다음에 다시 70℃의 회즙에다 약 5분간을 담근 다음에 꺼내어 수선 음건하는 방법이다.

- 가성가리액 처리법

  목회즙 대신 가성가리를 사용하는 점이 다를 뿐 처리요령은 같다. 가성가리 375g의 용액을 70℃ 및 75℃되는 용액으로 만들어 종자를 각각 5분간씩 담갔다가 꺼내어 수선 음건하는 방법이다.

4) 기계적 흡수촉진법

콩과수종, 향나무속, 주목나무속, 옻나무속 등의 견고한 종피나 과피는 기계적으로 파쇄해 주는 것도 효과적이다. 이러한 목적을 위해서 제작된 종피파쇄기를 사용하면 능률적이다.

5) 농유산처리법

경립종자 및 과피 또는 종피가 특히 견고해서 흡수가 곤란한 종류의 종자는 농유산에 침적처리 함으로써 많은 효과를 볼 수 있어 종자에 따라서는 그 발아율이 10 90% 이상 까지도 증가시킬수 있으므로 현재에도 많이 사용하고 있는 방법이나 인체에 해로우므로 권장할 만한 것은 아니다. 농유산의 농도는 95%이상으로 높은 것이 효과적이며, 희박한 유산은 종자내에 침투되어 발아력을 해하는 일이 있으므로 주의하여야 한다.

6) 냉온혼층법

냉온혼층법에서 쓰이는 보습물질은 모래, 이탄, 이끼, 버미큘라이트, 톱밥 등이다. 냉온혼층법의 처리기간은 대략 1 4개월이다. 이 방법을 적용하면 어떤 수종은 불과 15 20일의 처리로서 능히 80 90%의 발아율을 올릴 수 있다.

7) 변온급여법

종자의 종류에 따라서는 늦은 여름 또는 초가을에 지상에 떨어져 한 동안 따뜻한 외기에 쏘인후 겨울의 찬 기온을 거쳐서 다음 해 봄에 비로서 발아하게 되는 자연계의 기온조건을 참작해서 그 천이상태에 부합되도록 온도를 변화시켜주는 것이 효과적인 경우가 있다. 종자를 냉혼층법에 쓰이는 매개물에 혼합해서 야간은 20℃, 주간은 30℃로 수개월간 온도를 변화시켜 준 다음 5℃의 저온에다 수개월간 두면 효과적으로 발아가 촉진되는 것이다.

8) 노천매장법

본 방법은 종자의 저장과 발아촉진을 동시에 얻는 효과 방법으로 습사저온저장과 같이 건조하면 발아력이 떨어지거나 변온처리를 해야 발아되는 종자의 저장 및 발아촉진법이다. 매장법은 (그림 3-1-4)와 같이 폭30㎝, 두께3㎝ 되는 판자로 틀을 짜고 밑 부분은 종자가 빠지지 않을 정도로 눈금의 철망으로 막은 다음 배수가 잘되는 땅에 30㎝깊이로 파고 묻는다. 상자의 크기는

저장할 종자의 양에 따라 적당한 크기로 하며 종자는 젖은 모래와 섞어서 상자에 넣은 다음 다시 철망으로 덮어서 동물의 피해를 막아야 한다. 위에는 다시 3㎝두께로 모래를 덮고 그 위에 다시 거적이나 짚으로 덮어서 약간의 빗물이 들어가고 공기 유통이 될 수 있도록 한다.

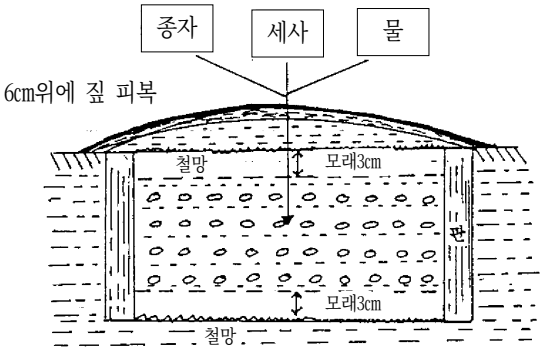


그림 3 - 1 - 4. 노천매장 방법

(나) 상만들기

○ 묘포지 선정이 완료되면 포지를 늦은 가을에 갈아 두었다가 해빙 직후 깊이 20㎝정도 경운을 실시한다. 이때 토양살충제와 토양살균제를 살포하여 토양을 소독한다.

○ 경운이 끝나면 흙덩이를 부수고 돌과 풀뿌리 등을 제거한 후 기비를 살포하고 파뒤집어 상토와 충분히 혼합시켜 묘상을 만든다. 특히 세립종자 파종상 설치시는 상토 10㎝깊이까지의 흙을 파엎어 약 1㎝정도의 체로 쳐서 상면에 고루펴고 로라로 굴려 다진다.

○ 묘상의 크기는 작업이 편리하게 상폭 1m, 상길이 10 20m를 기준으로 하고 보도폭은 해가림 시설이 필요한 상은 0.5m, 필요없는 상은 0.3 0.4m로 하고 상의 방향은 특별한 사유가 없는 한 해가림 설치나 일사 관계 등으로 보아 동서로 설치한다.

○ 묘상의 종류는 고상, 평상, 저상 등 세가지가 있다.



그림 3 - 1 - 5. 기계에 의한 묘판 만들기

(다) 시기

1) 춘파

파종시기는 수종과 장소에 따라 다르나 종자가 발아되는 온도는 5 7℃이므로 대체로 중부지방은 4월상순, 남부지방은 3월하순이 적기라고 하겠으나 일반적으로 파종시기가 늦은 것보다는 이른 것이 유리하다.

그러나 계절적인 기온의 변화와 서리 등을 감안하여 마지막 서리내리기 2주전에 파종하는 것이 안전하다.

2) 취파(채파)

종자의 발아력이 상실되지 않도록 이듬해 춘기까지 저장하기 어려운 수종에 대하여 채종 즉시 파종하는 방법으로 포플러류는 4 5월경, 느릅나무류, 사시나무류는 6월 하순경, 회양목은 7월중순 8월상순경, 음나무, 복자기나무는 11월에 뿌리도록 한다.

(라) 방법

파종전에 반드시 종자를 소독하여 파종한다. 종자를 소독하는 방법으로는 파종할 종자를 다찌까렌 희석액(800-1,000배액)에 6시간 침적한 후 종자를 꺼내어 음건한 후 파종한다. 또 다른 방법으로는 오소싸이드 분제농약을 종자 1kg당 약제 19g을 고르게 섞은 후 파종한다.

1) 산파(흩어뿌림)

○ 묘상전면에 종자를 고르게 흩어 뿌리는 방법으로 비오는 날이나 바람부는 날을 피해 뿌리되 종자량의 두배되는 가는 모래와 혼합한 후 40%, 40%, 20%로 등분하여 40%는 상의 우측에서 40%는 상의 좌측에서 고루 파종한 후 잔량 20%로 보완 파종한다.

○ 소나무류, 낙엽송, 오리나무류, 자작나무류 등과 같은 세립종자의 파종에 많이 이용된다.

2) 조파(줄뿌림)

○ 발아력이 강하고 생장이 빠르며 해가림이 필요없는 수종의 파종방법으로 묘목의 줄간거리는 종자의 굵기에 따라 5 30㎝ 정도로 한다.

○ 느티나무, 물푸레나무, 들메나무, 싸리나무류, 옻나무 등과 같이 ㎡당 200본 이하를 생립시키는 수종에 알맞다.

3) 점파(점뿌림)

○ 밤나무, 참나무류, 호도나무 등의 대립종자의 파종에 이용되는 방법으로 상면에 균일한 간격(10 20㎝)으로 1 3립(粒)씩 파종한다.

(마) 파종량

○ 종자의 낭비방지와 경비절감, 건묘생산을 위하여 적량의 종자를 파종해야 한다. 리기다소나무의 경우 ㎡당 600립의 파종구가 800립의 파종구에 비하여 T/R율이 낮은 건묘가 생산된다.

○ 파종량 산출 방법은 다음과 같다.

1) 산파

○ 공 식 :

$$S = \frac{P \cdot F}{E \cdot Y \cdot N}$$

S : 파종량(ℓ)
P : 파종면적(㎡)
F : 묘목밀도(묘목본수/㎡)
E : 종자효율(발아률×순량률)
Y : 잔존률(0.3 0.5)
N : 종자립수(립/ℓ)

○ 소나무 1㎡의 파종량 계산예

(P:1㎡, F : 600본, E : 81.6%, N : 52,804개/ℓ, Y : 0.3으로 하면)

$$S = \frac{1 \times 600}{0.816 \times 0.3 \times 52{,}804} = 0.047\ \ell$$

2) 조파

산파량의 1/4 1/2정도를 뿌린다.

3) 점파

파종 간격에 따라 종자(粒)수가 결정된다.

(바) 복토

○ 파종 후 (그림 3-1-6)과 같이 즉시 보도의 흙을 가는 체로 쳐서 종자 직경의 1 3배 가량의 흙을 덮은 다음 세사를 얇게 덮되 모래땅은 진흙땅보다 건조지는 습지보다 다소 두껍게 덮으며, 낙엽송, 오리나무 등과 같은 세립종자 복토시는 약 3㎜정도 눈금의 체로 흙을 쳐서 종자 1배정도 두께로 복토한다.

○ 복토용 흙은 묘상 30㎝이하의 흙을 사용하여 잡초발생 및 병충해의 피해를 최대한 줄이도록 한다.

○ 파종후 복토시 너무 두껍게 덮으면 종자가 발아되어 지면으로 나올시 지중에서 부패할 염려가 있고 너무 얇게 덮으면 종자가 건조되어 발아가 안되는 경우가 있으므로 보통 다음과 같이 복토자를 이용 복토한다.

표 3 - 1 - 4. 복토층별 적용수종 (단위 : ㎝)

복토자	적 용 수 종
0.3	자작나무류, 오리나무류, 오동나무
0.5	낙엽송, 삼나무, 편백
0.7	소나무류, 물푸레나무류, 싸리나무류 아까시나무, 서어나무류, 스트로브잣나무
1.0	전나무류, 느티나무류, 가문비나무류, 층층나무류
1.5	피나무류
2.0	잣나무
4.0	참나무류
5.0	밤나무, 칠엽수, 호도나무, 가래나무



그림 3 - 1 - 6. 씨뿌린 후 복토작업

(사) 짚덮기

○ (그림 3-1-6)과 같이 복토작업이 끝나면 묘상의 습기를 보존하고 비, 바람으로 흙이나 종자가 흩어지는 것을 방지하기 위하여 ㎡당 600g의 짚을 한대씩 중첩되지 않게 깔고 묘상의 길이 방향으로 말뚝을 박고 두줄로 새끼줄을 쳐서 눌러 둔다.

○ 발아가 반이상되면 2 3회에 나누어 짚을 걷고 대신 짚을 잘라 묘목사이에 깔아주어 묘상의 수분보존은 물론 복토의 피해를 예방토록 한다.(그림 3-1-7)



그림 3 - 1 - 7. 복토 후 짚덥기

(3) 이 식

(가) 상만들기

파종상의 조상요령에 준하여 실시하나 로라로 다질 필요가 없고 해가림이 불필요하므로 보도는 30 40㎝ 정도로 다소 좁게 한다.

(나) 시 기

○ 해토후 파종전에 실시한다.

○ 남부지방은 3월중~하순, 중부지방은 3월하순 4월상순이 적기이다.

(다) 방 법

○ 이식용 유묘는 뿌리가 상하지 않게 굴취 선묘하여 이식 후 근계발달의 촉진과 작업의 편의상 세근이 많은 수종은 간장의 70 80%, 세장이 적은 수종은 간장과 동일 길이로 뿌리를 남기고 단근하여 이식한다.

○ 가급적 균일한 것만 모아서 이식한다.

○ 이식시 식재밀도는 종묘사업실시요령의 양묘시업기준에 의하여야 한다.

○ 묘목의 이식시에는 (표 3-1-5)에서와 같이 식재밀도에 따라 이식판의 규격이 달리 되어 있으므로 이식하고자 하는 수종의 식재밀도에 맞는 이식판을 사용하여야 한다.

표 3-1-5. 이식판의 규격 (단위 : ㎝)

1㎡당 식재본수	이식판의 규격		눈 의 간 격		
	폭	길이	개 수	양끝의 길이	눈간격
25	18.0	100	5	8.00	21.0
36	15.0	100	6	6.00	17.6
49	13.0	100	7	5.00	15.0
64	11.5	100	8	4.50	13.0
81	10.5	100	9	4.40	11.4
100	9.5	100	10	4.10	10.2
144	4.0	100	12	3.25	8.5

단위면적당 이식밀도를 낮추면 T/R률이 낮은 건묘가 생산된다.

○ 묘상의 중앙 또는 가장자리에 상의 길이 방향으로 (그림 3-1-8)과 같이 이식판을 줄에 맞게 놓고 이식판의 눈금에 따라 심는다.

○ 이식시 묘목은 수직으로 세워 뿌리가 굽지 않고 자연스럽게 묻히도록 하되 심겼던 것보다 약간 깊이 심으며 대묘는 묘상 중앙에 소묘는 양측가에 심는다.

○ 심은 후에는 이식판을 눌러 상면을 다진다.

표 3 - 1 - 6. 양묘시업공정일람표

수종별	구분	1인 1일 공정																
		경운	정지	조상	파종	이식	접삽목	시비	약제살포	제초	솎음	곁순따기	감독	관수	배수로수리	새보기	일복시설	일복제거
		㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡/3인1일 ┌살균2,500 └살충2,500	㎡	㎡	㎡	㎡/1인	㎡	㎡/3인1일	㎡	㎡	㎡
강송	파종	6,000	500	50	40	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	-	-
	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
잣나무	파종	6,000	500	50	30	-	-	300	〃	60	40	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	500	80	-	-	-	500	〃	100	-	-	10,000	600	1,400	-	-	-
	거치	-	-	-	-	-	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
전나무	파종	6,000	300	50	30	-	-	300	〃	60	40	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	10,000	600	1,400	-	-	-
	거치	-	-	-	-	-	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
낙엽송	파종	6,000	300	40	30	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	300	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	10,000	600	1,400	-	-	-
삼나무	파종	6,000	300	40	30	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	300	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
편백	파종	6,000	300	40	30	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	300	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	거치	-	-	-	-	-	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
해송	파종	6,000	500	50	40	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	-	-
	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
리기다소나무류	파종	6,000	500	50	40	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	-	-
(테다)	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
스트로브잣나무	파종	6,000	500	50	30	-	-	300	〃	60	40	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	10,000	600	1,400	-	-	-
	거치	-	-	-	-	-	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
화백	파종	6,000	300	40	30	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
버지니아소나무	파종	6,000	500	50	40	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	-	-
	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-

수 종 별	구 분	1 인 1 일 공 정																
		경 운	정 지	조 상	파 종	이 식	접삽목	시 비	약제살포	제 초	솎 음	곁순따기	감 독	관 수	배수로수리	새보기	일복시설	일복제거
		㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡/3인1일 [살균2,300 살충2,300	㎡	㎡	㎡	㎡/1인	㎡	㎡/3인1일	㎡	㎡	㎡
상수리나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	이 식	6,000	500	80	-	15	-	300	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
굴참나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
신갈나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
자작나무	파 종	6,000	500	40	30	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	이 식	6,000	500	80	-	15	-	300	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
박달나무	파 종	6,000	500	40	30	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
거 제 수	파 종	6,000	500	40	30	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	이 식	6,000	500	80	-	15	-	300	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
사스레나무	파 종	6,000	500	40	30	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	이 식	6,000	500	80	-	15	-	300	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
물푸레나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	30	-	20,000	600	1,400	-	-	-
들메나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	30	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	이 식	6,000	500	80	-	15	-	300	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
느티나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
	이 식	6,000	500	80	-	15	-	300	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
루브라참나무	파 종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
이태리포플러	C1/2	6,000	500	100	-	-	900본	600	토양살충2,300 일반3,000 3인1일	200	-	500	30,000	600	1,400	-	-	-
	C1/2	6,000	500	100	-	-	400〃	600	〃	200	-	500	30,000	600	1,400	-	-	-
현 사 시	C1/2	6,000	500	100	-	-	900〃	600	〃	200	-	500	30,000	600	1,400	-	-	-
	C1/2	6,000	500	100	-	-	400〃	600	〃	200	-	500	30,000	600	1,400	-	-	-
양황철나무	C1/2	6,000	500	100	-	-	900〃	600	〃	200	-	500	30,000	600	1,400	-	-	-
수원포플러	C1/2	6,000	500	100	-	-	900〃	600	〃	200	-	500	30,000	600	1,400	-	-	-
오동나무	분금,실생	6,000	500	80	-	50	-	300	㎡/3인1일 [살균2,300 살충2,300	200	-	-	실 생 20,000	600	1,400	-	-	-

수종별	구분	1인1일공정																
		경운	정지	조상	파종	이식	접삽목	시비	약제살포	제초	솎음	곁순따기	감독	관수	배수로수리	새보기	일복시설	일복제거
		㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡/3인1일 살균2,500 살충2,500	㎡	㎡	㎡	㎡/1인	㎡	㎡/3인1일	㎡	㎡	㎡
밤나무	저접대목	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
	저접목	-	-	-	-	-	접450본	300	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
	고접대목(1-0)	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
	1-1	6,000	500	80	-	30	-	500	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
	고접	-	-	-	-	-	접400본	300	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
호도나무(가래나무)	파종	6,000	500	80	40	-	-	300	〃	60	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
오리나무류	파종	6,000	300	40	30	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
아까시	파종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	30	-	20,000	600	1,400	-	-	-
가문비나무	파종	6,000	300	50	30	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	3,000	130	210
독일가문비 가문비나무	이식	6,000	500	80	-	15	-	500	〃	100	-	-	10,000	600	1,400	-	-	-
분비나무	거치	-	-	-	-	-	-	500	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
음나무	파종	6,000	500	80	30	-	-	300	〃	60	20	-	20,000	600	1,400	-	-	-
피나무	파종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	30	-	20,000	600	1,400	-	-	-
살구나무	대목	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
	접목	-	-	-	-	-	접450본	300	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
대추나무	분얼	6,000	500	100	-	-	-	400	〃	100	-	400	20,000	600	1,400	-	-	-
감나무	대목	6,000	500	80	100	-	-	300	〃	100	-	400	20,000	600	1,400	-	-	-
	접목	중경실토 200	-	-	-	-	접400본	300	〃	100	-	400	10,000	600	1,400	-	-	-
유동나무	파종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
대나무	편근	6,000	400	100	-	-	-	400	〃	100	-	-	20,000	600	1,400	-	-	-
옻나무	파종	6,000	500	50	50	-	-	300	〃	60	30	-	10,000	600	1,400	-	-	-
비파나무	파종	6,000	500	40	100	-	-	300	〃	60	30	-	20,000	600	1,400	-	-	-
족제비싸리 참싸리	파종	6,000	500	80	50	-	-	300	〃	60	30	-	20,000	600	1,400	-	-	-

수종별	구분	1인1일공정			사업회수											결순따기
		굴취	선묘 결속가식	포장	경운	시비	약제살포				제초	솎음	관수	배수로 수리	새보기	
							토양살균	토양살충	일반살균	일반살충						
		m^2	본	곤포	회	회	회	회	회	회	회	회	회	회	일	
강송	파종	20	7,000	15	2	1	1	1	3	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	1	-	6	-	2	2	-	-
잣나무	파종	-	-	-	2	2	1	1	3	-	7	1	7	2	40	-
	이식	30	5,000 (2-0포함)	10	2	2	-	1	1	-	6	-	4	2	-	-
	거치	20	3,500	10	-	2	-	-	1	-	6	-	7 (2-2 2-3, 4)	2	-	-
전나무	파종	-	-	-	2	2	1	1	3	-	7	1	7	2	40	-
	이식	30	5,000 (2-0포함)	10	2	2	-	1	1	-	6	-	4	2	-	-
	거치	20	3,500	10	-	2	-	-	1	-	6	-	4	2	-	-
낙엽송	파종	20	7,000	15	2	2	1	1	5	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	1	-	6	-	7	2	-	-
삼나무	파종	20	7,000	15	2	2	1	1	11	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	10	-	6	-	7	2	-	-
편백	파종	20	7,000	15	2	2	1	1	5	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	4	-	6	-	7	2	-	-
	거치	20	3,500	10	-	2	-	-	1	-	6	-	2	2	-	-
해송	파종	20	7,000	15	2	1	1	1	3	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	1	-	6	-	2	2	-	-
리기다소나무류	파종(유)(성)	10	7,000	15	2	1	1	1	3	-	7	3	4(유7)	2	40	-
(테다)	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	1	-	6	-	2	2	-	-
스트로브잣나무	파종	-	-	-	2	2	1	1	3	-	7	1	7	2	40	-
	이식	30	5,000 (2-0포함)	10	2	2	-	-	1	-	6	-	4	2	-	-
	거치	20	3,500	10	-	2	-	-	1	-	6	-	7(2-2.4)	2	-	-
화백	파종	20	7,000	15	2	2	1	1	5	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	4	-	6	-	7	2	-	-

수종별	구분	1인1일공정			사업회수											겹순따기
		굴취	선묘 결속가식	포장	경운	시비	약제살포				제초	솎음	관수	배수로 수리	새보기	
							토양살균	토양살충	일반살균	일반살충						
		㎡	본	곤포	회	회	회	회	회	회	회	회	회	회	일	
버지니아소나무	파종	20	7,000	15	2	1	1	1	3	-	7	3	7	2	40	-
	이식	30	4,000	10	2	2	-	1	-	-	6	-	2	2	-	-
상수리나무	파종	20	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	-	2	2	-	-
	이식	30	4,000	10	2	2	1	1	-	-	6	-	2	2	-	-
굴참나무	파종	20	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	-
신갈나무	파종	20	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	-
자작나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	3	4	2	-	-
	이식	30	4,000	10	2	2	1	1	-	-	6	-	2	2	-	-
박달나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	3	4	2	-	-
거제수	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	3	4	2	-	-
사스래나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	3	4	2	-	-
물푸레나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	2	4	2	-	-
	이식	30	4,000	10	2	2	1	1	-	-	6	-	2	2	-	-
들메나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	3	4	2	-	-
느티나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	2	4	2	-	-
	이식	30	4,000	10	2	2	1	1	-	-	6	-	2	2	-	-
루브라참나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	-
이태리포플러	C1/1	250본	800	800본	2	2	-	1	1	4	5	-	2	2	-	2
	C1/2	200〃	600	600	2	2	-	1	1	4	4	-	2	2	-	2
현사시나무	C1/1	250〃	800	800	2	2	-	1	1	4	5	-	2	2	-	2
	C1/2	200〃	800	800	2	2	-	1	1	4	5	-	2	2	-	2
양황철나무	C1/1	250〃	800	800	2	2	-	1	1	4	5	-	2	2	-	2
수원포플러	C1/1	250〃	800	800	2	2	-	1	1	4	5	-	2	2	-	2
오동나무	분근실생	50㎡	1,000	10곤포	2	2	분근 실생 1	1	2 12	-	6 6	-	4	2	-	-
밤나무	지접대목	-	-	-	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	2
	지접목	30	300	10	-	2	-	-	5	-	6	-	7	2	-	2

수종별	구분	1인1일공정			사업회수											결순따기
		굴취	선묘 결속가식	포장	경운	시비	약제살포				제초	솎음	관수	배수로 수리	새보기	
							토양살균	토양살충	일반살균	일반살충						
		㎡	본	곤포	회	회	회	회	회	회	회	회	회	회	일	
밤나무	고접대목 1-0	30	2,000	-	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	2
	고접대목 1-1	-	-	-	2	2	-	1	1	-	6	-	4	2	-	2
	고접	30	300	10	-	1	-	-	5	-	6	-	7	2	-	2
호도나무 (가래나무)	파종	30	2,000	10	2	3	1	1	4	-	6	-	4	2	-	-
오리나무류	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	12	1	7	3	7	2	-	-
아까시	파종	30	4,000	10	2	1	1	1	-	1	5	2	2	2	-	-
가문비나무 (독일가문비, 가문비나무, 분비나무)	파종	-	-	-	2	2	1	1	3	-	7	1	7	2	40	-
	이식	30	5,000 (2-0포함)	10	2	2	-	1	1	-	6	-	4	2	-	-
	거치	20	3,500	10	-	2	-	-	1	-	6	-	7 (2-2 이상 4)	2	-	-
음나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	3	4	2	-	-
피나무	파종	30	4,000	10	2	2	1	1	1	-	6	2	4	2	-	-
살구나무	대목	-	-	-	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	2
	접목	30	300	10	-	1	-	-	1	-	6	-	7	2	-	2
대추나무	분얼	100	1,000	10	2	4	-	1	41	-	5	-	4	2	-	-
감나무	대목	-	-	-	2	2	1	1	1	-	6	-	4	2	-	2
	접목	30	1,000	10	-	1	-	-	1	-	5	-	7	2	-	2
유동나무	파종	50	-	10	2	2	1	1	-	-	6	-	4	2	-	-
대나무	편근	400	-	5,000본	2	4	-	-	-	-	6	-	2	2	-	-
옻나무	파종	30	2,000	곤포 10	2	2	1	1	1	-	6	1	4	2	-	-
굴거리나무	파종	30	2,000	10	2	1	1	1	-	-	6	3	4	2	-	-
비파나무	파종	30	5,000	10	2	2	1	1	1	-	6	1	4	2	-	-
쪽제비싸리, 참싸리	파종	30	4,000	10	2	1	1	1	-	1	6	2	2	2	-	-

표 3 - 1 - 7. 양묘시업기준일람표

수종별	구분	요소	과석	염가	퇴비	유박	살균제		살충제		전착제	짚			새끼		말목	발	철사	못	파종량	생립기준 및 이식본수	득묘 본수
							(토양) 다찌가렌	(일반) 유산동 생석회	(토양) 지오렉스	(일반) 디프테렉스		일복용	포장용	방한용	일복용	포장용							
		gr/m²	gr/m²	gr/m²	kg/m²	gr/m²	cc/m²	gr/m²	gr/m²	gr/m²	gr/m²	kg/m²	kg/곤포	kg/m²	m/m²	m/곤포	본/m²	매/m²	m/m²	gr/m²	g/m²	본/m²	본/m²
강송	파종	30	70	15	2	-	3(1)	각3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	26.6	600	500
	이식	30	70	15	-	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	90	72
잣나무	파종	30	70	15	5	100	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	-	4	2.2	-	1.2	0.33	0.7	2	334.2	400	320
	2-1	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	120	84
	거치②	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	320	유128
	③																					200	128 성160
	2-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	126	96
	2-2-3	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	16	12.8
전나무	파종	30	70	15	2	700	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	-	4	2.2	-	1.2	0.33	0.7	2	420.3	800	700
	2-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	700	560
	3-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	560	450
	2-1	30	70	15	5	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	-
	2-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	57
	2-3	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	61
	2-3-3	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	12	8.4
낙엽송	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(5)	5(1)	-	0.04(5)	0.6	3.75	-	2.2	10	1.2	0.33	0.7	2	20.1	600	500
	이식	30	70	15	1	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	50
삼나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(11)	5(1)	-	0.04(11)	0.6	3.75	-	2.2	10	1.2	0.33	0.7	2	23.3	600	400
	이식	30	70	15	2	-	-	〃3.75(10)	5(1)	-	0.04(10)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	46
	1-1-1	30	70	15	2	-	-	〃3.75(2)	5(1)	-	0.04(2)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	49	45
편백	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(5)	5(1)	-	0.04(5)	0.6	3.75	-	2.2	10	1.2	0.33	0.7	2	35.8	550	450
	이식	30	70	15	3	100	-	〃3.75(4)	5(1)	-	0.04(4)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	45
	1-1-1	30	70	15	3	100	-	〃3.75(2)	5(1)	-	0.04(2)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	49	45
	1-2-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	16	12.8
해송	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	-	32.1	540
	이식	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	90	72

수종별	구분	요소	과석	염가	퇴비	유박	살균제 (토양)다찌가렌	살균제 (일반)유산동생석회	살충제 (토양)지오렉스	살충제 (일반)디프테렉스	전착제	짚 일복용	짚 포장용	짚 방한용	새끼 일복용	새끼 포장용	말목	발	철사	못	파종량	생립기준 및 이식본수	득묘 본수
		gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	gr/㎡	cc/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	kg/곤포	kg/㎡	m/㎡	m/곤포	본/㎡	매/㎡	m/㎡	gr/㎡	g/㎡	본/㎡	본/㎡
화백	파종	30	70	15	2	100	3(1)	각3.75(5)	5(1)	-	0.04(5)	0.6	3.75	-	2.2	10	1.2	0.33	0.7	2	23.8	600	480
	이식	30	70	15	3	100	-	〃3.75(4)	5(1)	-	0.04(4)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	45
리기다소나무류	파(유)종(성)	30	70	15	2	60	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	유20.8 성15.6	600 200	540 160
	이 식	30	70	15	-	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	90	77
테다	1-0	30	70	15	2	60	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	30.0	200	160
스트로브잣나무	파종	30	70	15	5	100	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	-	4	2.2	-	1.2	0.33	0.7	2	20.0	480	380
	1-1	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-
	1-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	90	72
버지니아소나무	파종	30	70	15	2	60	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	20.0	600	540
	1-1	30	70	15	-	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	90	72
상수리나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	479.2	50	40
	이식	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	50	40
굴참나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	772.9	90	72
신갈나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(3)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	406.4	64	51
자작나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	4.2	81	65
	이식	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	51
박달나무	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	8.9	100	80
거제수	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	19.4	150	120
	1-1	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	58
사스래나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	4.9	150	120
	1-1	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	51
물푸레나무	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	22.8	90	72
	이식	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	51
들메나무	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	20.6	90	72
	1-1	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	51
느티나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	20	81	65
	이식	30	70	15	2	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	64	51
루브라참나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	500	90	72

수 종 별	구분	요소	과석	염가	퇴비	유박	살균제 (토양) 다찌가렌	살균제 (일반) 유산동 생석회	살충제 (토양) 지오렉스	살충제 (일반) 디프 테렉스	전착제	짚 일복용	짚 포장용	짚 방한용	새끼 일복용	새끼 포장용	말목	발	철사	못	파종량	생립기준 및 이식본수	득묘 본수
		gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	gr/㎡	cc/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	kg/곤포	kg/㎡	m/㎡	m/곤포	본/㎡	매/㎡	m/㎡	gr/㎡	g/㎡	본/㎡	본/㎡
이태리포플러	C1/1	30	138	30	소석회 25	-	-	각1.2 (1)	5(1)	0.16(4)	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	12	8
	C1/1	20	46	10	소석회 25	-	-	〃1.2 (1)	5(1)	0.16(4)	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	0	5
현사시나무	C1/1	30	138	30	소석회 25	-	-	〃1.2 (1)	5(1)	0.16(4)	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	16	8
	C1/2	10	46	10	소석회 25	-	-	〃1.2 (1)	5(1)	0.16(4)	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	6	5
양황철나무	C1/1	30	138	30	소석회 25	-	-	〃1.2 (1)	5(1)	0.16(4)	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	12	8
수원포플러	C1/1	30	138	30	소석회 25	-	-	〃1.2 (1)	5(1)	0.16(4)	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	16	8
오동나무	분조	30	70	17	퇴비4	100	-	〃3.75(2)	5(1)	-	0.04(2)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	6	4
	실생	30	70	17	퇴비4	100	3(1)	〃3.75(12)	5(1)	-	0.04(12)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	0.46	9	6

수종별	구분	요소	과석	염가	퇴비	유박	살균제		살충제		전착제	접목자재		짚			새끼		말목	발	철사	못	파종량	생립기준 및 이식본수	득묘 본수
							(토양)다찌가렌	(일반)유산동생석회	(토양)지오렉스	(일반)디프테렉스		비닐테프	피라핀	일복용	포장용	방한용	일복용	포장용							
		gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	gr/㎡	cc/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	㎠/본	gr/본	kg/㎡	kg/곤포	kg/㎡	m/㎡	m/곤포	본/㎡	매/㎡	m/㎡	gr/㎡	g/㎡	본/㎡	본/㎡
밤나무	저접목	50	230	30	-	-	-	각3.75(5)	-	-	0.04(5)	20	0.2	-	3.75	20kg/100본	-	10	0.4	-	2	2	-	20	14
	고접목	50	230	30	-	-	-	〃3.75(5)	-	-	0.04(5)	20	0.2	-	3.75	〃	-	10	0.4	-	2	2	-	12	7
	저접대목(1-0)	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	-	-	1kg/100본	-	-	-	-	-	-	320.0	25	20
	고접대목(1-0)	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	507.0	49	39
	고접대목(1-1)	30	70	15	3	-	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	12
호도나무(가래나무)	파종	30	70	15	6	30	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(4)	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	호도720 가래750	36	29
	접목	50	230	-	-	-		〃3.75(4)	-	-	0.04(4)	-	-	-	3.75	-	-	10	0.4	-	2	2	-	16	4
산오리나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(12)	5(1)	0.5(1)	0.04(12)	-	-	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	21.4	100	85
사방오리나무	〃	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(12)	5(1)	0.5(1)	0.04(12)	-	-	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	21.4	100	90
물갬나무	〃	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(12)	5(1)	0.5(1)	0.04(12)	-	-	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	30.4	100	80
좀잎산오리나무	〃	10	70	15	1	-	3(1)	〃3.75(12)	5(1)	0.5(1)	0.04(12)	-	-	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	-	100	80
아까시	〃	30	70	15	목회120	60	3(1)	-	5(1)	0.5(1)	-	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	21.6	80	64
독일가문비	〃	30	70	15	5	100	3(1)	각3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	-	-	0.6	-	4	2.2	-	1.2	0.33	0.7	2	20.0	600	480
	2-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	480	400
	2-1	30	70	15	5	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	-
	2-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	57
	2-3	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	65
	2-2-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	16	11.2

수종별	구분	요소	과석	염가	퇴비	유박	살균제 (토양)다찌가렌	살균제 (일반)유산동생석회	살충제 (토양)지오렉스	살충제 (일반)디프테렉스	전착제	짚 일복용	짚 포장용	짚 방한용	새끼 일복용	새끼 포장용	말목	발	철사	못	파종량	생립기준 및 이식본수	득묘 본수
		gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	gr/㎡	cc/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	gr/㎡	kg/㎡	kg/곤포	kg/㎡	m/㎡	m/곤포	본/㎡	매/㎡	m/㎡	gr/㎡	g/㎡	본/㎡	본/㎡
가문비나무	1-0	30	70	15	5	100	3(1)	각3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	-	4	2.2	-	1.2	0.33	0.7	2	25.7	800	700
	2-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	700	560
	3-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	560	450
	3-1	30	70	15	5	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	57
	3-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	65
분비나무	1-0	30	70	15	5	100	3(1)	〃3.75(3)	5(1)	-	0.04(3)	0.6	-	4	2.2	-	1.2	0.33	0.7	2	105.3	800	700
	2-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	700	560
	3-0	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	560	450
	3-1	30	70	15	5	100	-	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	57
	3-2	20	23	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	81	65
음나무	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	9.1	81	65
피나무	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	191.0	64	51
은행나무	1-0	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(4)	5(1)	-	0.04(4)	-	-	-	-	-	1.2	0.33	0.7	2	122.8	100	70
	거치(5년)	-	-	-	-	-	-	〃3.75(2)	-	-	0.04(2)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	20	20
살구나무	접1	50	230	30	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	1kg/100본	-	10	0.4	-	2	2	-	20	14
	대목	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	〃	-	-	-	-	-	-	-	25	20
대추나무	분얼	30	70	15	-	-	-	〃3.75(4)	-	-	0.04(4)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	-	10	8
감나무	접목	30	70	15	-	-	-	〃3.75(1)	-	-	0.04(1)	-	3.75	6kg/100본	-	10	지주 0.8본	-	2	2	-	36	30
	대목	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	-	〃	-	-	〃	-	2	2	-	-	30
산수유	파종	30	70	15	2	-	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	109.0	100	70
유동나무	유종	30	70	15	1	100	3(1)	-	5(1)	-	-	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	106.5	32	25
대나무	편근	6	7	-	-	-	-	-	5(1)	-	-	-	0.3본	20kg/100본	-	1m/본	-	-	-	-	-	8	6
옻나무(붉나무)	파종	30	70	15	2	100	3(1)	각3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	0.6	3.75	-	2.2	10	-	-	-	-	옻129.6 붉146.2	64	54
비파나무	파종	30	70	15	2	100	3(1)	〃3.75(1)	5(1)	-	0.04(1)	-	3.75	-	-	10	-	-	-	-	28.8	-	30
쪽제비싸리(참싸리)	파종	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.6	144	120



그림 3 - 1 - 8. 이식판에 의한 인력 이식작업



그림 3 - 1 - 9. 상채기에 의한 이식작업

(4) 무성번식

(가) 삽 목

삽목시기에 따라 춘삽, 하삽, 추삽으로 구분되고, 삽목장소에 따라 온실삽목, 노지삽목 등이 있으나 현재 노지삽목에 의해 조림용 묘목을 대량 생산하는 것은 포플러류에 국한되고 있다.

1) 삽수채취

○ 삽수는 채수포에서 채취하거나 가급적 유령목에서 생장이 왕성한 1년생 가지를 채취하도록 하며 채취시기는 수종에 따라 다르나 일반적으로 생육개시 직전(중부지방 3월 상순)이 좋다.

○ 채취한 삽수는 온도 3 5℃, 습도 80%를 유지할 수 있는 저장고에 삽수의 하단을 젖은

모래에 10㎝정도 묻어서 삽목전까지 저장한다.

2) 시 기

삽목 시기는 수액유동 개시기(3월하순 4월상순)에 실시하여야 하며 늦게 삽목을 실시하면 활착률이 불량하므로 적기에 삽목을 실시해야 한다.

3) 방 법

가) 삽수조제

○ 채취한 가지는 적당한 길이 (포플러류는 18 20㎝)로 잘라 삽수를 만든다. 포플러류의 삽수조제는 상단은 눈으로부터 1.5㎝부위를 경사지게 자른다.

○ 삽수조제 후 절단면이 건조하지 않도록 한다.

○ 삽목전 하부 절단면을 발근촉진제 [아토닉 3,000배액, 인돌젖산(IBA), 인돌초산(IAA), 루톤액 등]에 담근 후 삽목을 하면 활착율이 좋아진다.

나) 삽목요령

○ 구삽법(고랑꽂이)

괭이나 호미로 깊이 10㎝정도 고랑을 파고 삽수를 1 2㎝길이로 꽂고 흙을 덮어서 밟아 다진다.

○ 봉삽법(안내봉사용꽂이)

안내봉으로 구멍을 만들어 삽목하는 방법으로 안내봉을 삽수의 굵기나 길이보다 약간 작게하고 안내봉으로 구멍을 뚫을때 크기는 삽수길이보다 약간 얕게 뚫고 삽수를 깊게 꽂아 삽수단면이 흙과 완전히 밀착되게 한다.

○ 이토삽목법(흙탕모판꽂이)

상면 10㎝깊이를 물반죽해서 못자리 처럼 만들어 삽수를 10㎝이상 깊게 꽂아 넘어지지 않게 삽목하는 방법으로 삽목 후 1주야가 지나면 상면에 구열이 생기므로 막대기 등을 사용하여 없애준다.

4) 유의사항

○ 삽수의 끝눈은 남향으로 향하게 하고 포플러류 같은 속성수는 삽수를 수직으로 세우고 기타 수종은 삽수의 상단면이 북향이 되게하여 30。정도 경사지게 세운다.

○ 작업 중 삽수가 건조하거나 눈이 상하지 않도록 한다.

○ 비가온 직후 상면이 습할 때는 작업을 하지 않는다.

5) 삽목본수

삽목 수종별 생육상황에 따라 단위면적당 삽목본수가 다르다. 그러므로 포플러류의 삽목본수 기준은 수종에 따라 다르지만 ㎡당 200 300본으로 한다.

(나) 접목

1) 대목 준비

○ 대목은 생육이 왕성하고 병충해 및 재해에 강한 묘목으로 접목하고자 하는 수종과 동일 수종의 1 3년생 실생묘를 사용한다.

○ 대목은 특히 근부의 발육이 좋은 직경 1 2㎝의 건묘를 사용한다.

○ 대목은 가급적 접수와 같은 공대를 사용하는 것이 활착률도 높고 불화합성도 낮다.

2) 접수채취

가) 채취

○ 접수는 품종이 확실하고 병충해와 동해를 입지 않은 것이어야 한다.

○ 접수는 직경 1㎝정도의 발육이 왕성한 1년생 가지가 좋다.

○ 접수는 봄철 수액유동 1 4주전(2월하순 3월상순)에 채취하여 저장 후 사용한다. 그러나 아접용 접수는 접목직전에 채취한다.

나) 저장

○ 접수는 길이 30㎝정도로 잘라 20 50본씩 다발을 묶어서 온도 0 5℃, 공중 습도 80%의 저장고나 토굴에 접수하단을 60%의 습사에 5 7㎝를 세워 묻어서 저장한다. 단, 아접용 접수는 엽병만 남기고 엽을 제거한 후 아토닉 3,000배액에 침수시키는 것이 좋다.

○ 밤나무, 호도나무 등 장기저장을 해야하는 접수는 2 3주일 간격으로 온도, 습도, 눈의 발육여부 등을 관찰하여 저장고 바닥의 모래가 건조하지 않도록 주의해야 한다.

3) 접목시기

○ 접목시기는 수종과 접목방법에 따라 차이가 있으나 대부분의 춘계 접목수종은 일평균기온이 15℃전후일 때가 적기이나 대목의 새 눈이 나오고 본엽이 2개가 되었을 때가 적기이다.

○ 접목방법별로 볼때 박접법은 4월중 · 하순에 아접은 7월중순 9월상순에 기타는 4월상 · 중순에 실시한다. 밤나무의 경우는 4월상순 5월상순에 접목을 실시하는 것이 활착이 가장 좋다.



그림 3 - 1 - 10. 밤나무 접목묘 시업전경

4) 접목요령

가) 절접법

○ 일반적으로 가장 널리 사용되는 방법이다. 대목은 지상 약 5 10㎝높이에서 절단하고, 절단면과 수직되게 수피가 평활한 곳을 택하여 목질부가 약간 들어가도록 하여 상단부에서 밑으로 쪼갠다.

○ 접수는 충실한 눈 2 3개를 붙여 4 5㎝의 길이로 잘라 한쪽면을 1.5 2㎝가량 약간 목질부가 들어가도록 평활하게 깍아내고 그 반대면의 하단부를 30 °정도로 경사지게 깍아낸다.

○ 조제된 대목과 접수의 형성층을 맞춘 다음 비닐끈 등으로 묶어 움직이지 않게 고정시키고 접수 노출부위에 접밀을 발라 접수의 건조를 방지한다.

나) 박접법

○ 접수보다 대목이 굵을 때 이용되며 대목의 굵기는 3㎝이상인 경우 적용된다. 일반적으로 저접보다 고접에 많이 쓰인다.

○ 대목의 상단부에서 접도를 세워서 접수굵기의 폭으로 가볍게 2㎝길이가 되도록 양손으로 종단하여 수피를 젖힌 후 삽수를 삽입한다.

○ 작업이 간단하며 활착율도 좋으나 수액유동이 왕성하여 수피가 쉽게 벗겨지는 4월 하순 5월상순이 적기이다.

다) 요접법

○ 대목의 수간 주지 등 배부에 접을 하므로 수형을 임의로 조절할 수 있고 사후관리가 용이하다.

○ 춘기에는 완숙지를 추기에는 반숙지를 접수로 사용한다.

○ 대목과 접수의 조제를 그림 71과 같은 규격화된 기구를 사용하므로 활착율이 높다.

라) 할접법

○ 대목을 절단면의 직경방향으로 쪼개고 쐐기모양으로 깎은 접수를 삽입하는 방법이다.

○ 접목 후 접목상에 비닐턴넬을 설치하고 그위에 비음발을 씌워서 건조 및 온도상승을 방지한다.

○ 소나무류 모란 등의 접목에 흔히 사용되며 직경이 큰 나무는 활착이 불량하다.

마) 아접법

접수 대신에 눈을 대목의 껍질을 벗기고 끼워 붙히는 방법으로 대목은 지상 5 10㎝부위의 수피를 예리한 칼로 " T " 또는 거꾸로 된 " L "형으로 금을 낸 후 그사이에 눈을 끼운 후 비닐끈으로 묶은 다음, 접밀을 바른다.

표 3 - 1 - 8. 접목방법별 적용수종

접목방법별	수 종
할 접 법	감나무
절 접 법	밤나무, 감나무, 살구나무
박 접 법	밤나무
마 접 법	살구나무, 복숭아나무, 배나무

(그림 3-1-11)과 같이 잣나무는 할접, 순접이 좋다. 따라서 수종별로 알맞은 접목방법을 택해야 한다.

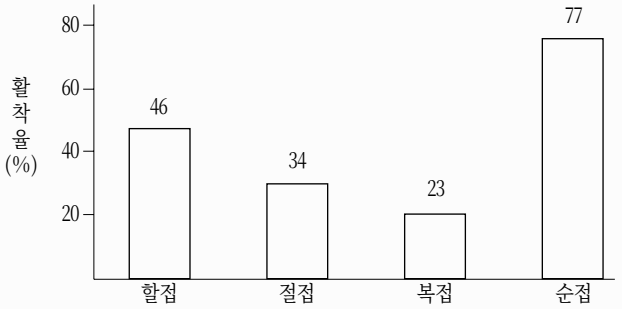


그림 3 - 1 - 11. 접목방법별 활착율

5) 접목후 관리

○ 접목 후에는 비닐끈으로 접목부를 가볍게 묶도록 하고 노출된 접수부위는 파라핀 및 접밀을 (표 3-1-9)과 같이 조제하여 바른다.

표 3 - 1 - 9. 접밀조제법 (단위 : %)

재료 \ 종류	1	2	3
파 라 핀	100	-	15
송 지	-	50	30
돈 지	-	25	15
밀 랍	-	25	15
아 마 인 유	-	-	25

○ 접목 후 활착이 이루어져 접수가 생장기에 도달하면 접목끈을 제거하여 접합부의 이상적 팽대현상이 발생치 않도록 하여야 한다.

○ 대목에서 발생된 맹아는 수시로 제거하고 접수가 활착되어 발생된 맹아가 2 3개 일때는 충실한 것 1개만 남기고 나머지는 제거한다.

(5) 육묘관리

(가) 새보기

○ 소나무류와 같이 싹이 틀때 종피가 땅위로 올라오는 종자는 새의 피해가 심하므로 발아가 시작되면 끝날때까지 조류의 피해를 방지하여야 한다.

○ 종자에 광명단을 칠하여 파종하거나 파종상에 방조망을 설치한다.

○ 인력으로 새보기를 할 때는 아침(새벽)과 저녁(해질무렵)에 새가 많이 모이므로 특히 유의해야 한다.

(나) 해가림(일복)

○ 해가림은 묘상의 건조와 지표온도의 상승을 방지하여 어린 묘목을 강한 일광으로부터 보호하고 음수의 정상적인 생장을 위하여 인공적으로 광선을 차단하는 작업으로 잣나무, 가문비나무, 전나무 등 음수나 낙엽송의 유묘는 해가림이 필요하나 소나무류, 포플러류, 아까시나무 등의 양수는 해가림이 필요없다.

1) 설치방법

○ 남향은 30㎝ 북향은 45㎝로 경사지게 하고 2.5㎝간격으로 말목을 박고 철선을 수평으로 당겨 매어 못으로 고정한 후 그위에 햇볕이 60%정도 차단되는 갈대발 또는 흑색포리에치렌 망사를 두겹으로 친다.

2) 제거시기

○ 8월하순 9월상순에 제거하나 일시에 제거하면 묘목이 일소의 피해를 받을 우려가 있으므로 점차적으로 제거해야 한다.

○ 지나친 해가림은 연약한 묘목을 생산하므로 구름끼는날, 비오는날, 아침, 저녁으로 햇볕이 약할 때와 밤에는 걷어준다.

(다) 솎음(간인)

○ 묘목이 밀생하면 도장하고 통풍이 안되어 연약하여 지므로 묘목이 서로 닿지 않도록 솎아주는 작업으로 2 3회로 나누어 실시하며 양묘시업기준에 의거하여 수종별로 적정 생립본수를 잔존시킨다.

○ 1회 솎음

발아완료 즉시 밀생된 곳을 우선하여 전체 간인량의 40%를 솎아낸다.

○ 2회 솎음

유묘가 어느정도 생장하여 묘목 생육에 우열이 생겼을 때 주위묘 보다 세력이 왕성한 것과 약한 것을 5월하순 6월상순에 전체 솎음량의 30%를 솎아낸다.

○ 3회 솎음

7월 상순 7월하순 사이에 잔존 기준묘만 생립시키고 나머지는 전부 제거한다. 다만 오리

나무류의 솎음은 8월 15일 까지 완료하여야 하며 솎음 후에는 상면 표토가 부동하여 잔존묘에 피해가 있으므로 관수를 충분하여 상면 표토가 진압되도록 한다.

(라) 제 초

잡초가 묘상에 발생하면 묘목이 흡수해야 할 수분과 양분의 탈취는 물론 일광과 통풍의 차단, 병충해 발생 등으로 묘목의 생장을 저해하므로 묘상의 잡초는 어릴때 완전히 제거하여야 한다.

1) 인력제초

○ 제초시 보통 호미를 사용하나 지표를 긁어 지상의 부분만 제거하고 뿌리는 잔존하는 수가 많아 수일 후 다시 발생되므로 비온 후 적윤기에 뿌리까지 완전히 뽑아주어야 한다.

○ 종자에 의하여 번식하는 잡초는 유령기에 완전히 제거하여 잡초가 개화결실할 수 없도록 한다.

○ 파종상 제초시는 인접묘상에 피해가 없도록 잡초뿌리의 좌우 지면을 누르고 뽑는다.

2) 약제제초

○ 묘포의 약제제초는 약값의 고가와 기술부족에 따른 약해 등으로 실용화 되지 못하였으나 요즈음 농산촌민의 타산업 전업으로 인한 인력부족과 노임상승 등으로 약제에 의한 제초가 요구되는 바 현재 알려져 있는 임업용 약제제초방법은 (표 3-1-10)과 같다.

표 3 - 1 - 10. 약제 제초방법

적 용 수 종	사업별	적 용 약 제	사 용 약 량	용 해 수 량	살 포 회 수	살포 효과	살 포 시 기
소 나 무 류 잎갈나무 류 상수리 나무 아까시나무류	파종상	게 사 가 드 TOK 수화제	0.1g 0.5g	200 300cc	3 4회	97%	제1회 파종직후 제2회 40 45일후 제3회 〃 제4회 〃
	이식상	게 사 가 드 시 마 진 TOK수화제	0.2g 1 g	〃	2 3	98	제1회 이식직후 제2회 40 50일간격 제3회 〃
오리나무 류 편 백 삼 나 무 등	파종상	TOK유 제 〃 수화제	1 cc 0.5g	〃	3 4	94	위의 파종상과 같음
	이식상	TOK유 제 〃 수화제	2 cc 1 g	〃	2 4	94	위의 이식상과 같음

<제초제 사용시 주의할 사항>

○ 대립종자의 파종상에서는 문제가 되지 않으나 세립종자는 파종상에서의 약해를 방지하기

위하여 발아 30일 이후에 사용함이 좋다.

○ 약제를 조제할 때는 조제통의 약물을 잘저어 약제가 균일하게 섞여지도록 하되 각기 다른 2종의 제제 혼합은 금한다.

○ 제초제는 묘상의 토양 습도가 충분히 있을때 잡초를 제거한 후 단위 면적당 살포약량을 지켜 묘목에 약해가 없도록 한다.

○ 살포회수는 묘상의 잡초발생 상태를 보아 회수를 증감할 수 있다. 인력제초와 약제제초의 경비를 분석한 결과 소나무류의 이식상에서 제초제를 사용할 경우 인력제초에 비하여 약 52%의 경비가 절감된다.

(마) 접목묘 관리

○ 접삽목 후 접삽수에 2개이상 싹이 나왔을 때는 건전한 것 하나만 남기고 제거한다.

○ 묘목에 발생되는 겉가지와 맹아주는 수시로 제거한다.

○ 접목후 완전히 활착되면 접목끈은 제거하고 떨어지지 않도록 지주를 세워준다.

(바) 시 비

조림용 묘목의 생육기간은 대부분 수년 소요되므로 묘목생육에 필요로하는 양료가 결핍되기 쉽다. 그러므로 묘목의 건전한 생육을 위해서는 부족되기 쉬운 질소, 인산, 칼륨의 3요소와 석회, 고토, 망간, 규산 등을 토양에 보급시켜 주어야 한다.

1) 시비량

묘포에서의 시비량은 포지의 비척도에 따라 다소 차이가 있으나 종묘사업실시요령 양묘시업기준일람표를 기준하여 시비량을 가감 시비한다.

2) 시비시기

가) 기 비

○ 지효성 비료 : 상만들기 1개월전 시비한다.

○ 속효성 비료 : 상만들기 직후 시비한다.

나) 추 비

○ 거치상 : 생육이 시작되는 3월하순부터 4월상순까지 1회 시비하고 생장 정도에 따라 6월중순 내지 7월중순경 2회 시비를 한다.

○ 파종상 : 1, 2차 솎음 후 시비하며 늦어도 7월 중순까지 실시한다.

○ 이식상 : 묘목이 완전히 활착한 후 실시하며 늦어도 7월 20일 전에는 끝내야 한다.

3) 방 법

가) 기 비

석회비료는 늦어도 시업 2주전에 포지전면에 살포 후 경운하여 고루 섞이도록 하고 퇴비, 질

소, 인산, 칼륨질비료는 시업 직전에 시비한다.

나) 추 비

추비는 파종상에서 종자가 발아된 이후 또는 이식상 및 거치상에서 묘근이 활착된 후 묘목의 생장을 촉진시키기 위해서 시비하는 것으로 이때 분말이나 소립상 비료는 묘상위에 고루 뿌리고 잎줄기에 붙은 비료를 털어준다.

엽면시비는 기능이 약화되었을 때나 토양조건이 불량하여 비료효과를 기대할 수 없어서 일시적으로 쇠약해진 묘목의 회복을 위하여 실시하는 시비방법이다. 엽면시비는 요소 및 고토비료 등을 사용하는 바 유묘는 0.2%의 용액으로 살포하고 그외는 0.5%용액을 살포하되 ㎡당 0.5ℓ 정도를 1 2주간격으로 3 4회 살포한다.

4) 효 과

(그림 3-1-12)와 같이 3요소 시비구의 간장생장 지수를 100으로 할 때 소나무는 질소구62, 인산구51, 가리구43, 낙엽송은 질소구33, 인산구30, 칼륨구28로서 건전묘의 생산을 위해서는 3요소 시비가 필요하다.

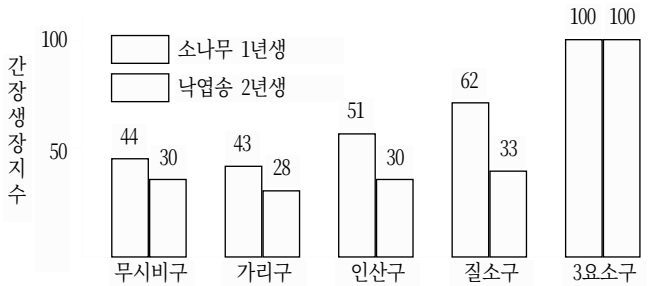


그림 3 - 1 - 12. 3요소 시비효과

표 3 - 1 - 11. 묘근의 형질과 발근에 미치는 비료의 영향

시 비 구 별	근의 형태	T/R	발 근 률
비료3요소시용구	양 호	2.4	37 %
질 소 단 용 구	불 량	3.8	18
인 산 단 용 구	양 호	2.0	36
칼 륨 단 용 구	불량~중	2.5	28

(표 3-1-11)과 같이 묘목 이식후의 발근은 묘목형질에 가장 중요한 인자로서 발근에는 인산이 크게 작용하고 또한 발근율도 좋게 한다. 질소만 사용한 것은 도장되며 뿌리형질이나 발근율도

나쁘다는 것을 알 수 있다.

(그림 3-1-13)과 같이 소나무 파종묘의 간장생장 지수는 무시비구44, 무질소46, 무인산53, 무칼륨99로서 3요소 시비가 필요하다.

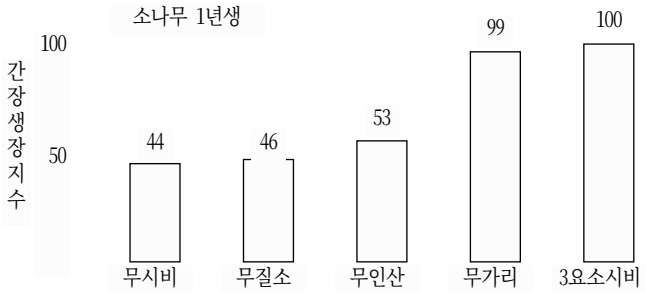


그림 3 - 1 - 13. 시비조건별 생장지수

(사) 단 근

건묘를 생산하기 위하여 묘목의 직근과 측근을 끊어주어 세근발달을 촉진시키는 작업으로 경비 절감은 물론 활착율에도 좋은 이점이 있다. 그림과 같이 단근묘가 일반묘에 비하여 T/R율이 낮은 묘목이 생산된다. (그림 3-1-14)와 같이 단근묘가 이식묘에 비하여 T/R율이 낮은 묘목이 생산되므로 단근을 실시하면 보다 좋은 묘목을 생산할 수 있다.

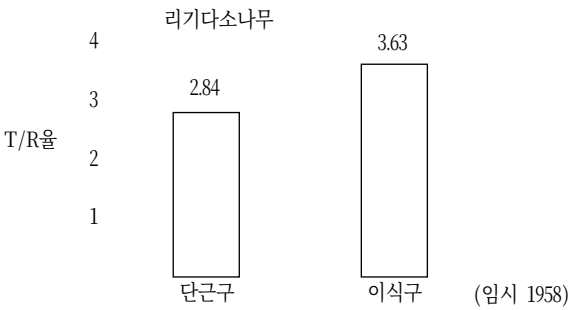


그림 3 - 1 - 14. 단근묘와 이식묘의 T/R율비교

(그림 3-1-15)와 같이 묘목을 대량생산할 경우 1본당 단근묘 생산비가 상채묘에 비하여 낮으므로 경제적으로도 이식보다 단근이 유리하다.

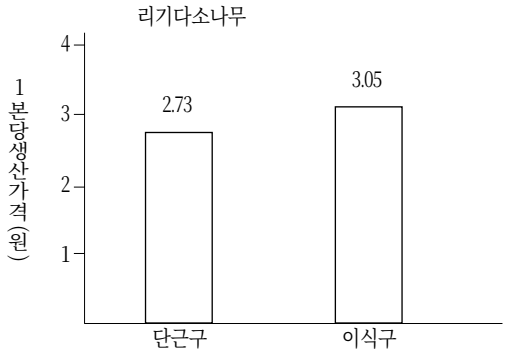


그림 3 - 1 - 15. 단근묘와 이식묘의 생산비

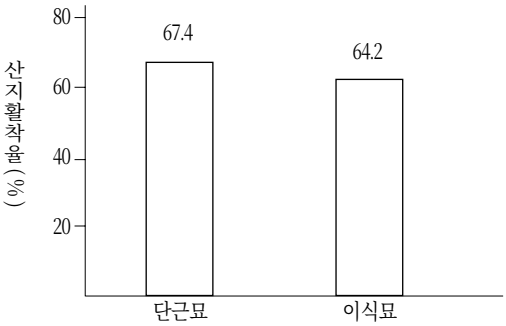


그림 3 - 1 - 16. 단근이식묘의 산지활착율

(그림 3-1-16)과 같이 단근묘가 이식묘에 비하여 산지활착율도 좋다.

1) 시기

○ 측근과 세근발육추진이 목적일때는 5월 중순 7월 상순에 실시한다.

○ 도장하기 쉬운 수종(삼나무, 낙엽송 등)은 8월 상순 9월 상순에 실시한다.

2) 방법

○ 단근작업은 단근기(트랙터와 경운기 부착용)와 단근삽, 단근낫 등을 사용하여 단근하되 단근깊이는 수종별 묘령별로 규격의 길이 만큼 실시한다.

○ 단근작업 실시 후 즉시 밟아주거나 관수하여 상면을 진압하여야 한다.

(아) 묘목굴취

1) 묘목굴취

묘목굴취는 (그림 3-1-17)과 같이 기계굴취기를 사용하여 굴취하며 가능한 한 가식기간을 줄이기 위하여 다음날 산출할 양만큼 또는 옮겨 심을 양만큼 굴취한다.

가) 굴취시기

낙엽수는 생장이 끝나고 낙엽이 완료된 후 11~12월에 굴취한다.

나) 굴취요령

굴취기는 예리한 것을 사용하며 가급적 깊이 파고 뿌리가 상하지 않도록 하며 비바람이 심할 때는 작업을 피한다.



그림 3 - 1 - 17. 기계에 의한 묘목 굴취

2) 묘목 고르기 (選苗)

○ 작업은 햇빛 및 바람이 통하지 않는 창고 또는 천막내에서 실시한다.

○ 묘목 고르기 작업은 (표 3-1-12)와 같이 각 수종별 규격에 대하여 합격 및 불합격으로 구분하고 합격묘에 대하여는 간장의 크기에 따라 대, 중, 소로 구분한다.

표 3 - 1 - 12. 조림용 묘목규격표

수 종	묘 령	간 장	근원경	근 장	비 고
강 송	1-1	16㎝이상	5.0㎜이상	18㎝이상	
잣 나 무	2-0	16	3.5	15	
	3-0	13	5.0	15	
	2-1	18	4.5	15	
	2-2	16	6.0	18	
	2-3	22	8.0	20	
	2-2-3	60 ~ 79	10.4	28	근장은 수관폭임 분뜨기 18㎝×18㎝이상
		80이상	10.6	34	
전 나 무	2-2	18	5.0	18	
	2-3	22	7.0	20	
	2-2-3	60 ~ 79	10.6	32	근장은 수관폭임 분뜨기 18㎝×18㎝이상
		80이상	10.8	38	
낙 엽 송	1-1	35	6.0	20	
	성1-1	25	3.5	18	
삼 나 무	1-1	27	5.5	18	
	1-1-1	35	7.5	20	
편 백	1-1	27	4.5	18	
	1-1-1	35	7.0	20	
	1-2-2	70 ~ 89	10.2	28	근장은 수관폭임 분뜨기 18㎝×18㎝이상
		90이상	10.3	34	
화 백	1-1	27	4.5	18	
해 송	1-1	16	6.0	18	
리기테다소나무	1-1	30	5.0	20	
	1-0	15	3.0	15	
테다소나무	1-0	20	4.0	15	
리기다소나무	1-1	25	6.0	18	
	1-0	15	4.0	15	
스트로브잣나무	2-1	20	5.0	15	
	2-2	30	7.0	18	
	2-2-1	32	8.0	20	
버지니아소나무	1-1	25	4.0	20	
상수리 나무	1-0	28	5.0	23	
굴 참 나 무	1-0	25	4.0	23	
신 갈 나 무	1-0	26	3.5	33	
자 작 나 무	1-0	40	5.0	25	
	1-1	67	16.0	25	
	1-1-1	160	16	-	
박 달 나 무	1-0	23	4.0	30	
거제수 나무	1-1	40	5.0	25	
사스레 나무	1-1	35	5.0	25	
물푸레 나무	1-0	25	6.0	20	
들 메 나 무	1-1	30	5.0	20	

수 종	묘 령	간 장	근원경	근 장	비 고
느 티 나 무	1-0	42㎝이상	3.5㎜이상	25㎝이상	
루브라참나무	1-0	25	5.2	20	
이태리포플러	C1/1	220	10.0	20	근원경:1m높이의 직경
	C1/2	300	18.0	30	〃
현사시나무 (푸라타너스)	C1/1	150	10.0	20	근원경:50㎝높이의 직경
	C1/2	180	15.0	25	〃
양황철나무	C1/1	210	12.0	20	근원경:1m높이의 직경
수원포플러	C1/1	180	11.0	20	근원경:50㎝높이의 직경
오 동 나 무	분근1	70	20.0	25	
	실생1	50	15.0	20	
밤 나 무	대목1-0	70	8.0	20	
	대목1-1	120	8.0(지상30㎝)	25	간장:접합부로부터 길이
	저접1	50	8.0	20	근원경:접수 직경
	고접1	50	10.0	25	접합부의유합이 완전한 것
	유접1	45	6.0	15	묘간부가 절단되지 않은 것
호 도 나 무	접1	15	8.0	20	
	1-0	15	8.0	20	
오리나무류	1-0	18	5.0	18	아까시,오리나무류는 근류균과 부착되어야 하고 오리나무류는 간장 30㎝이하부에 촉아가 최소한 2개이상 발연한 것.
	1-1	80	7.0	20	
아까시나무	1-0	35	5.0	18	
독일가문비나무	2-2	35	8.0	18	근장은 수관폭임
	2-3	55	10.0	20	
가문비나무	3-1	22	7.0	20	
소 나 무	1-1	16	5.0	18	
잣 나 무	2-0	13	3.5	15	
	3-0	18	5.0	15	
	2-1	16	4.5	15	
	2-2	22	6.0	18	
전 나 무	2-2	18	5.0	18	
	2-3	22	7.0	20	
낙 엽 송	1-1	35	6.0	20	
	성 1-0	25	3.5	18	
삼 나 무	1-1	27	5.5	18	
	1-1-1	35	7.5	20	
편 백	1-1	27	4.5	18	
	1-1-1	35	7.0	20	
해 송	1-1	16	6.0	18	
리기테다소나무	1-1	30	5.0	20	
분 비 나 무	3-1	18	5.0	18	
	3-2	22	7.0	20	
음 나 무	1-0	20	3.5	20	
피 나 무	1-0	25	7.0	25	
은 행 나 무	2-0	30	7.0	15	
살 구 나 무	접목1	50	6.0	25	
감 나 무	접목1	45	8.0	20	
쪽제비,참싸리	1-0	30	4.0	15	
두 충 나 무	1-0	40	6.0	20	

3) 묘목결속

침엽수는 옮겨심기위한 속당본수는 100본, 산출묘는 20본을 기준으로 묶으며 활엽수는 속당 10본을 기준으로 묶으며 산출묘의 포장본수는 (표 3-1-13)과 같다.

표 3 - 1 - 13. 곤포당 및 속당 묘목 본수표

수 종	묘 령	곤 포 당		속당본수	비 고
		본 수	속수		
강 송	2	1,000본	50본	20본	
잣 나 무	2	2,000	100	20	
	3	1,000	50	20	
	4	500	25	20	
전 나 무	4	500	25	20	
	5	400	20	20	
낙 엽 송	2	1,000	50	20	
삼 나 무	2	1,000	50	20	
편 백	2	1,000	50	20	
화 백	2	1,000	50	20	
해 송	2	1,000	50	20	
리기테다소나무	2	800	40	20	
	1(성)	1,500	75	20	
테다소나무	2	800	40	20	
	1(성)	1,500	75	20	
리기다소나무	2	1,000	50	20	
	1(성)	2,000	100	20	
스트로브잣나무	3	1,000	50	20	
	4	500	25	20	
버지니아소나무	2	1,000	50	20	
상수리, 굴참, 신갈	1	1,000	50	20	
자 작 나 무	1	1,500	75	20	
박 달 나 무	1	1,500	75	20	
거제수나무	1	1,500	75	20	
사스래나무	1	1,500	75	20	
물푸레나무	1	1,000	50	20	
들 메 나 무	1	1,000	50	20	
느 티 나 무	1	1,500	75	20	
루브라참나무	1	1,000	50	20	
포 플 러 류	C1/1	80	8	10	
	C1/2	50	5	10	
오 동 나 무	분근,실생	50	5	10	
밤 나 무	저접,고접	100	10	10	
호 도 나 무	1	500	25	20	
	접목묘	300	15	20	
오리나무류	1	2,000	100	20	
아까시나무	1	1,000	50	20	
독일가문비, 가문비	4	500	25	20	
분 비 나 무	5	400	20	20	

수 종	묘 령	곤 포 당		속당본수	비 고
		본 수	속수		
음 나 무	1	1,500	75	20	
피 나 무	1	1,500	75	20	
살 구 나 무	접목묘	200	10	20	
	유 묘	10,000	100	100	
대 추 나 무	분얼묘	100	10	10	
감 나 무	접목묘	200	10	20	
옻 나 무	1	1,000	50	20	
쪽제비,참싸리	1-0	2,000	100	20	

4) 묘목포장

○ (그림 3-1-18)과 같이 묘목을 포장할 때는 합격묘를 대묘와 소묘로 구분하고 묘목의 건조 방지를 위하여 물쑤세미를 넣어 포장하거나 흡수성수지(아쿠아킵)를 2배의 물에 희석하여 뿌리를 담구었다가 포장한다.

○ 묘목의 포장용 재료는 헌 쌀가마니 또는 이중비닐 및 천으로 만든 포대를 사용한다.

○ 묘목포장용 자재 및 보습제

- 포장재 : 이중비닐(120×140㎝)
- 보습제 : 흡수성수지(아쿠아킵)

표 3 - 1 - 14. 수종별 보습제 소요량 (단위:g/1,000본)

수 종	잣나무	낙엽송	상수리나무	자작나무
소요량	12	15	8	5



그림 3 - 1 - 18. 묘목 포장

5) 묘목운반과 가식

○ 선묘 결속된 묘목은 즉시 가식하여야 한다

○ 묘목을 굴취하였을 때는 즉시 선묘하여 가식하거나 포장토록 하고 검사포장을 한 후에는 1일 이내에 운반하여 산지 가식한다.

○ 산지 가식은 조림지 최근거리에 한다.

○ 추기에 굴취된 묘목은 동해가 발생하기 쉬우므로 배수가 좋은 사질토의 포지를 선정한다 (단 양지바르고 북향이 막힌 사양토).

○ 가식할 때에는 반드시 뿌리부분을 부채살 모양으로 열가식 한다.

○ 묘목의 끝이 남쪽으로 향하게 하여 45도 경사지게 한다.

○ 지제부가 10㎝이상 묻히도록 깊게 가식한다.

○ 결속된 다발을 풀어서 뿌리사이에 흙이 충분히 들어가도록 하고 밟아 준다.

○ 비가 오거나 또는 비가 온 후 바로 가식하는 것은 피한다.

○ 동해에 약한 수종은 낙엽 및 거적으로 피복하였다가 해빙이 되면 2-3회로 나누어 걷어낸다.

○ 동해에 약한 유묘는 움가식을 한다.

○ 가식지 주변에는 배수로를 설치한다.

○ 조림예정지가 원거리에 있거나 해빙이 늦은 지역인 경우는 조림예정지 부근에다 가식 월동을 시킨다.

○ 춘기에 굴취된 묘목은 배수양호한 포지에서 가식하면서 잎의 엽표가 일광을 받도록 하고 묘목의 끝이 북쪽을 향하게 하여 경사지게 한다.

(6) 우량묘목

우량 묘목은 옮겨심기 및 산지 식재되었을 경우 활착과 생장이 잘 될 수 있는 형질과 형태를 구비한 묘목이라고 정의된다.

(가) 형태적 요건

○ 줄기가 곧고 굳으며 도장되지 않고 갈라지지 않으며 근원경이 커야 한다.

○ 묘목의 가지가 균형있게 뻗고 정아가 완전해야 한다.

○ 근계중에 주근이 짧고 곧으며 세근이 많이 발달되어야 한다.

○ 묘목의 지상부와 지하부가 균형이 있고 다른 조건이 같다면 T/R율의 값이 적은 것이어야 한다.

○ 묘목의 수세(樹勢)가 왕성하고 조직이 충실하며 수종 고유의 색채를 띠고 병충해와 기타 피해를 받지 않은 것이어야 한다.

○ 조림지의 입지적 조건과 같은 환경에서 양묘된 것이어야 한다.

(나) 규격

묘목규격은 묘목을 산지에 조림하였을 때 활착과 생장이 잘 될 수 있는 형태를 표준해서 우

량묘와 불량묘의 등급을 구분하는데 필요할 뿐만 아니라 묘목의 가격을 결정하는 기준으로서도 매우 중요시 되며 또한 양묘기술을 향상시키는 점에서도 필요하게 된다. 우리가 현재 적용하고 있는 묘목규격은 간장, 근원경, 근장에 대한 표준형질을 결정해 놓은 것이다.

○ 간 장

간장은 지표면에서 묘목의 정아 까지의 길이를 측정한다.

○ 근 장

뿌리목에서 주근의 선단까지 길이를 측정하는 것이나 때로는 외적조건에 의하여 측근이 더 발달하는 경우가 있다.

○ 근원경

뿌리목의 직경을 측정하는 것으로서 직경이 굵을수록 우량묘로 취급되며 근원경과 근계의 발달과는 서로 정비례의 상관성이 있다.

○ T/R율

뿌리목을 중심으로하여 줄기쪽을 지상부라 하고 뿌리쪽을 지하부라 하며 지상부와 지하부의 균형을 측정하는 것으로서 그 비율이 낮을수록 형질이 좋은 묘목으로 구분된다.

2. 용기육묘

용기육묘란 묘목을 밭에서 양묘하는 대신 특수한 용기(콘테이너;container)내에서 키우는 방법을 말하는 것으로 본 방법으로 양묘된 묘목은 겨울철을 제외하고는 연중 조림이 가능하고 활착율도 높은 이점이 있으며 특히 이를 유리온실, 비닐하우스 등의 시설내에서 집약적으로 양묘하는 것을 시설양묘라 한다.

여기서는 일반적인 육묘보다는 최근들어 생력화된 전천후 양묘체계로 알려진 시설양묘를 위주로 설명을 하기로 한다.

(1) 온실 설치

용기육묘 특히 시설양묘를 하는 이유중의 하나는 많은 인력을 필요로 하는 전체 양묘작업과정을 최대한 생력화하는 것이라 할 수 있다. 따라서 용기육묘를 하기 위한 온실을 지을 때도 이러한 점을 감안하여 사람의 노동력을 최대한 줄일 수 있도록 하여야 한다.

(가) 온실 형태

온실의 형태는 일반 비닐온실인 반원형외에도 다양한 형태의 온실이 있다. 특히 농촌진흥청에서 농가보급형으로 1-2W형의 보급형 비닐온실을 개발하여 저렴한 가격에 보급하고 있으며, 유리온실의 경우 가장 일반적인 형태는 와이드스판형과 벤로형 온실의 2가지가 있다.

와이드스판형은 지붕이 높기 때문에 더운 여름철에 냉방에는 유리하나 겨울철에는 난방비가 많이 소요되는 단점이 있으며 특히 규격화가 되어 있지 않아 철골에서 뒤틀림이 발생하거나 하여 내부 온도를 보존하는 능력 즉 기밀성이 나쁘다. 벤로형 온실은 네덜란드에서 개발된 것으로

자재의 생산이 기계화되어 규격이 일정하므로 기밀성은 매우 양호하며 겨울철 보온효과도 매우 높다. 그러나 여름철 냉방에 약간 어려움이 있다.

(나) 피복재료

피복재료는 유리와 비닐 외에도 최근에는 FRP, PC파판 등 새로운 자재가 계속 개발되고 있다. 그러나 FRP등은 5년정도 지나면 탈색이 되어 빛의 투과가 나빠지므로 아직은 유리 혹은 비닐로 하는 것이 좋다. 유리로 할 경우에는 초기 시설투자비가 많이 들어가기는 하나 유지관리비가 비닐보다 저렴하다. 왜냐하면 비닐의 경우에는 초기 시설투자비는 적으나 약 2년마다 한 번씩 비닐을 교체하여야 하기 때문에 유지관리비가 많이 들어간다. 따라서 전체 사용년수를 고려하면 년간비용은 비슷하다.

그러나 비닐온실의 경우 최근에는 수명이 약 5년정도 되는 비닐이 개발되고 있어 온실유지비는 다소 저렴해지기는 하였으나 주기적으로 비닐을 교체하여야 하는 것 외에도 비닐온실의 경우 겨울 양묘시 온실 내부에 이슬맺힘(결로현상)이 심하다.

따라서 어느 지역에 온실을 지을 경우에는 그 지역의 기후특성 및 예산상태를 고려하여 적정한 형태로 지어야 한다.

(다) 포트설치대

일반 양묘와는 달리 용기육묘를 할 경우 용기를 놓을 수 있는 포트설치대라는 것이 필요하다. 그것은 포트내에서 자라는 뿌리는 어느정도 지나면 뿌리가 계속 자라서 포트 밖으로 뻗어나오는데 만약 땅위에 포트가 놓여 있다면 포트밖으로 나온 뿌리는 바로 땅속으로 뻗어 나가게 되어 나중에 포트에서 묘목을 꺼내기가 어려워 질 뿐만 아니라 조림을 할 때도 뿌리를 잘라야 하므로 당초 뿌리에 손상이 없다는 용기육묘의 장점이 없어진다. 따라서 용기육묘를 할 경우에는 반드시 포트설치대를 설치하여야 한다.

포트설치대의 바닥은 물이 절대 고이지 않고 공기의 유동이 아주 자연스러워야 한다. 그것은 포트 밑으로 자란 뿌리는 건조한 조건에서 죽고 대신 새로운 뿌리가 포트내에서 자라기 때문에 포트내에 잔뿌리가 많아지기 때문이다. 포트설치대의 높이는 너무 높거나 낮을 경우에는 포트의 운반 등 각종 작업이 힘들므로 지면에서 60~80cm정도 위에 포트가 놓이도록 높이를 조절하여 작업자가 허리를 굽히지 않고 작업을 하도록하여 작업자의 피로를 줄여야 한다.

(라) 물주기시설

일반 묘포에서는 물주는 것을 비에 의존하기 때문에 물주기를 하지 않거나 하더라도 가뭄이 심할 경우에만 물주기를 하며 그 방법은 보도관수 혹은 스프링쿨러 등을 이용하여 물주기를 한다. 그러나 용기육묘는 온실내에서 묘목을 키우므로 자연적으로 오는 비에 의존할 수 없기 때문에 반드시 인위적으로 물주기를 하여야 한다.

물주기 자재는 일반적으로 미스트를 이용하는데 그것은 씨를 뿌린 후에 굵은 물방울이 떨어지면 흙이 파여서 종자가 유실되어 그곳에서는 싹이 나지 않기 때문이다. 그러나 어느정도 묘목

이 자라면 잎이 무성하여져 미스트만으로는 물이 잎표면만 적시고 포트내에는 충분한 양의 물이 들어가지 못할 경우가 있고 또한 물주기가 끝나면 미스트노즐에서 물방울이 떨어져 그 아래에 있는 포트는 물방울에 의해 파이게 되는 단점이 있다.

반면에 새로이 개발되고 있는 자주식관수기는 노즐의 분무입자크기를 조절할 수 있고 또한 물주기가 끝나면 관수기를 온실의 한쪽 구석에 밀어 놓을 수 있기 때문에 생육상태에 따른 물주기의 양과 물방울의 입자크기를 조절할 수 있어 미스트보다는 비싸지만 매우 효과적이라 할 수 있다. 미스트로 물주기할 경우 물주기의 양은 전면적에 걸쳐 고르게 뿌려질 수 있도록 노즐의 수와 거리를 조절하여야 한다.

물주기를 할 때 수도물이나 지하수를 바로 주는 경우 물이 차면 묘목이 충격을 받을 위험이 있으므로 수도물이나 지하수 등을 바로 주기 보다는 일단 실내에 물을 받아 두게 되면 수온이 적당하게 되어 이러한 충격을 예방할 수 있다. 또한 비료나 농약을 줄 경우 이를 물에 탈 수 있는 용기가 필요하므로 물통이 반드시 필요하기 때문에 물주는 양은 ㎡당 16~20 *l* 가 뿌려질 수 있도록 하여야 충분한 양의 물을 줄 수가 있다. 따라서 물통의 크기는 30평기준으로 2,000 *l* 정도의 크기가 적당하다.

(마) 전등시설

용기육묘 특히 시설양묘를 할 경우에는 짧은 시간동안 묘목을 키우는 것이므로 생장을 빠르게 하기 위하여는 생육할 수 있는 시간을 길게 하여야 한다. 그러므로 자랄 수 있는 시간을 길게 하기 위하여는 밤에도 생장을 계속시켜야 한다. 이렇게 생장을 계속시키기 위하여는 광합성을 할 수 있는 낮의 시간을 16시간으로 하는 것이 생장이 좋다.

낮의 시간을 16시간으로 하기 위하여는 해가 진 후에는 햇빛을 비출 수 없으므로 식물이 자라는 데 가장 좋은 햇빛과 비슷한 전등을 켜서 햇빛의 효과를 얻어야 한다. 낮의 시간을 조절하기 위한 전등으로는 고압나트륨등과 메탈할라이드등이 가장 적합하다.

고압나트륨등은 메탈할라이드등보다 눈으로 보는 밝기는 약간 떨어지나 식물이 광합성을 하는데 필요한 적색부근의 광이 많이 있어 식물의 생육에 좋으며 메탈할라이드등은 여러 가지 전등중에서 자연광과 가장 비슷한 특성을 갖고 있으며 또한 밝기 때문에 많이 사용되고 있다. 그러나 메탈할라이드등이 약간 비싼 단점이 있다.

전등의 개수는 등의 종류와 설치하는 높이에 따라 다르기 때문에 일률적으로 말하기는 어렵고 다만 포트위에서의 밝기를 500Lux이상으로만 하면 가능하고 또한 전면적에 걸쳐 밝기가 같아야 묘목의 생장이 균일하여 진다. 그러므로 전등의 설치는 설계시 설계자와 충분한 협의가 이루어져야 한다.

(바) 난방시설

난방시설은 밖의 온도가 생육에 적합한 적정 온도(낮온도 30℃, 밤온도 20℃)를 유지하기 어려울 때 적정 온도를 유지하기 위하여 필요한 시설이다. 이것은 보통 겨울철 양묘에 필요하나

이른봄 혹은 늦가을에 양묘를 할 경우에도 필요하므로 기본적인 시설로 갖추어야 한다.

난방을 하는 방법은 온풍난방과 온수보일러에 의한 난방으로 나눌 수 있다. 일반적으로 설치비 및 관리비 등을 고려하면 1,000평미만에서는 온풍난방이 경제적이고 그 이상이면 온수보일러 난방이 경제적인 것으로 알려져 있다.

온풍난방의 경우에는 온풍기에서 나오는 더운 바람을 덕트를 통해 온실내에 고루 분산시키는 것으로 비닐로 만든 덕트를 포트설치대 밑에 설치하는 것이며 온수보일러난방은 온수파이프를 포트설치대 밑에 설치하는 것이다.

(사) 냉상(冷床)시설

온실안에서 자란 묘목은 자라는데 가장 좋은 조건에서만 자라왔기 때문에 온실밖으로 나오게 되면 혹독한 외부의 조건에 견디지 못하기 때문에 죽을 위험이 높다. 그러므로 온실에서 키운 묘목은 외부의 환경에 적응하여 살아갈 수 있는 적응기간이 필요한데 이렇게 외부환경에 적응할 수 있도록 하는 과정을 경화처리라 하고 이러한 경화처리를 하는 곳을 냉상이라 한다

냉상을 설치하는 것은 온실과는 달리 좋은 자재를 사용할 필요가 없고 철재파이프나 각목 등을 사용하며 지붕은 가리소를 덮어 햇빛을 막아주고 포트설치대를 설치하여 뿌리가 땅속으로 자라지 못하게 한다.

물주기시설은 굵은 입자의 미스트시설을 하거나 아니면 호스에 가는 구멍의 물뿌리개를 연결하여 물을 주어도 무난하다.

(2) 재료

(가) 용기 종류

포트라고 하면 일반 원예분야에서는 트레이(tray)라고 하여 여러 가지 규격으로 상용화되어 있으나 포트의 깊이가 평균 5㎝내외로 임업용으로 사용하기에는 적합하지 않다. 임업분야에서는 흔히 비닐포트와 영일특수지에 사용한 바 있는 지피포트가 널리 알려져 있으나 비닐포트는 제작하는데 많은 인력을 필요로 하며 반면 지피포트는 고가이기 때문에 외국의 경우에도 용기육묘(특히 시설양묘)에서는 이러한 포트류보다는 플라스틱, 종이 및 스티로폴을 이용한 여러 가지 형태 및 크기의 포트가 상업적으로 개발되어 사용되고 있다. 이것을 임업용 시설양묘에서는 콘테이너라 한다.

현재 우리나라에서 임업용으로 개발되어 있는 용기는 스티로폴로 만든 스티로블럭 2종(침엽수용, 활엽수용)과 플라스틱으로 만든 포트등 2가지가 있으며(그림 3-2-1~2), 각 용기의 특성은 (표 3-2-1)과 같다.



그림 3 - 2 - 1. 스티로블럭포트

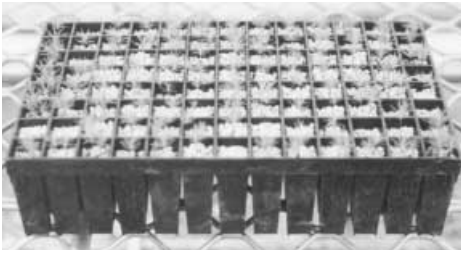


그림 3 - 2 - 2. 플라스틱포트

표 3 - 2 - 1. 콘테이너별 크기

구 분		스 티 로 블 럭 포 트		플라스틱 포트
		침엽수용	활엽수용	침엽수용
용기의 크기 (㎝)		57×36×12	60×32×14	43.2×26.7×10
구멍의 형태		원형	원형	사각
용기당 구멍수		160개	50개	104개
구멍의 크기 (㎝)		Ø2.7×12	Ø5.0×14	3×3×10
용 적	구멍당	35cc	185cc	55cc
	용기당	5.6 ℓ	9.3 ℓ	5.7 ℓ
용기무게	빈용기	0.6kg	0.6kg	1.8kg
	상토를 채운 용 기	4.3kg	6.5kg	5.5kg

(표 3-2-1)에서 보는 바와 같이 같은 침엽수용 포트라 하더라도 스티로블럭이 가벼워서 작업이 편리하기는 하나 2 3회 사용하면 스티로블럭의 벽을 뚫고 뿌리가 뻗어나가 용기에서 묘목을 꺼내기가 어렵고 용기가 훼손되는 단점이 있으며 플라스틱포트의 경우에는 묘목을 꺼내기는 용이하나 용기자체가 무거워 작업이 불편한 단점이 있다.

따라서 현재 개발된 포트를 활용할 경우에는 활엽수는 스티로블럭을 사용하여야 하나 침엽수는 플라스틱포트를 사용하는 것이 작업은 약간 불편하기는 해도 경제적일 것으로 보인다.

(나) 배양용 상토

일반적으로 밭에서 양묘를 할 경우에는 밭에 종자를 뿌리거나 묘목을 심으면 되지만 용기육묘를 할 경우에는 밭에 심는 것이 아니고 포트안에 식물의 생육에 적합한 상토를 인위적으로 만들어 그것으로 용기를 채우고 파종을 하게 된다. 따라서 상토의 종류는 식물의 생육에 매우 중요한 요인이 된다.

여기서 배양토라 함은 용기를 채울 흙으로 활용할 수 있는 자재 하나하나를 말하고 상토라 함은 이 배양토를 여러 가지 비율로 섞어 만든 양묘용 흙을 말한다.

1) 배양토

가) 피트

피트는 이끼가 오랜 세월 동안 땅에 묻혀있던 것을 말하는 것으로 가볍고 보습력이 매우 크고 비료를 가지고 있는 힘도 크다.

나) 펄라이트

이것은 처음에는 보온단열재로 개발된 것으로 흰색의 알갱이로 가벼우면서 보습력이 크고 또한 알갱이로 되어 있어 상토의 통기성을 양호하게 한다.

다) 질석

짙은 갈색의 알갱이로 되어 있으나 쉽게 부서져서 분말상태로 된다. 가볍고 보습력이 좋다. 특히 피트와 섞어서 사용할 경우에는 피트사이에 질석이 섞여 들어가 상토의 결속력을 높여 상토가 쉽게 부서지지 않게 하고 또한 피트의 사이에서 수분을 지속적으로 보유하고 있기 때문에 피트의 보습력을 최대한 유지할 수 있게 하여 준다.

라) 부엽토

나뭇잎이 썩어서 된 것으로 일반 원예분야에서 많이 사용되고 있으나 침엽수의 경우 입고병 등의 발생이 많이 되므로 부엽토를 사용할 경우에는 살균제처리, 혹은 훈증처리 등을 요한다.

마) 논 흙

가장 손쉽게 확보할 수 있고 각종 무기양료의 흡착능력이 크므로 생장에 유리하기 때문에 현재 원예분야에서는 널리 사용되고 있으나 임업분야 특히 시설양묘분야에서는 아직 사용되고 있지는 않다.

바) 분쇄수피

소나무류의 나무껍질을 3~5㎜정도로 잘게 부수어 놓은 것으로 보습력과 비료를 지니는 힘이 클뿐 아니라 통기성이 좋기 때문에 상토가 과습하는 것을 막아준다.

2) 상토

상토라 함은 위에서 설명한 각종 배양토를 여러 가지 비율로 섞어 만든 흙을 말하는 것으로 배양토의 혼합비에 따라 여러 가지 특성을 보인다.

가장 일반적으로 널리 사용할 수 있는 상토는 피트와 질석을 위주로 한 상토가 발아억제나 생장억제가 나타나지 않아 안전하기 때문에 일반적으로 사용할 수 있으나 기타의 경우에는 수종 및 혼합비에 따라 발아가 억제되거나 혹은 생장량이 저하되는 등 일부 생장억제가 나타나기 때문에 아직은 전수종에 일괄적으로 권장하기는 어렵다.

현재까지 각종 자료 및 실제 양묘한 결과에 의하면 종자의 발아와 묘목의 생장에 영향이 없이 널리 사용할 수 있는 상토는 (표 3-2-2)와 같다.

표 3 - 2 - 2. 임목의 용기양묘용 적정 상토조제 방법

피 트	질 석	펄라이트	분쇄수피	비 고
2	1	-	-	카나다
4.5	1	-	4.5	미 국
1	1	-	-	임업연구원
1	1	1	-	〃
2	1	1	-	〃

배양토를 섞어 상토를 만들 때에는 배양토 모두가 건조하고 또한 주재료인 피트의 경우에는 압축되어 있기 때문에 이를 부수어 섞어 주어야 하는데 이렇게 배양토를 섞을 때는 물을 뿌려 축축하게 하여 섞어 주는 것이 좋다. 왜냐하면 피트의 경우 아무리 보습력이 좋다고 하더라도 일단 마르게 되면 다시 물을 머금기가 어렵기 때문이다.

(3) 양묘관리

(가) 작업과정

과거 " 치산녹화 10개년계획 " 사업을 수행할 때 묘목수요가 급증하였기 때문에 리기다소나무나 리기테다소나무 등 속성수종 중 일부 수종은 정상적인 묘령까지 키우지 않고 일부를 1-0묘로 키우면서 묘목을 유묘보다 크게 하여 조림을 하였고 이렇게 키운 묘목을 성묘라 하였다.

용기육묘(특히 시설양묘)의 개념도 이와 비슷한 것으로서 짧은 시간내에 묘목을 키우고 이것을 조림한다는 점에서 성묘의 생산과 비슷하다 할 수 있다.

그러나 근본적인 차이점은 성묘는 속성수에 국한되어 양묘를 하는 반면 용기묘는 집약적으로 관리를 하기 때문에 묘목이 짧은 시간내에 일반 노지에서 자라는 것보다 빨리 크고 또한 좁은 공간에서 뿌리가 자라므로 근계의 발육이 좋기 때문에 비록 성묘의 개념과 같이 속성양묘를 하더라도 전체 수종을 대상으로 할 수 있다는 점이다.

실제 용기묘를 양묘하기 전에 우선 일반적인 노지양묘와 시설양묘의 작업과정을 살펴보면 (그림 3-2-3)과 같다.

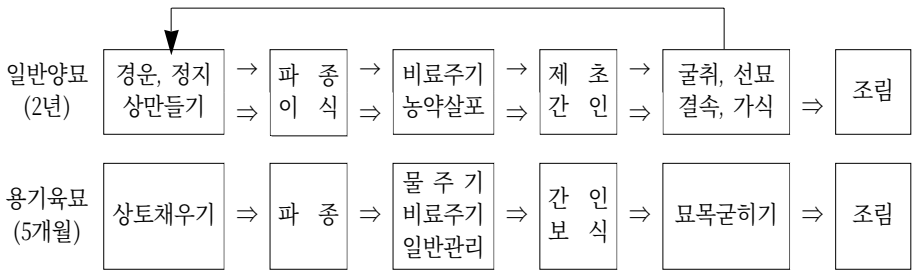


그림 3 - 2 - 3.. 노지양묘와 용기육묘의 묘목생산과정 비교

1) 종자의 준비

용기양묘는 일반 노지양묘와는 달리 용기의 구멍 하나에 묘목 한그루만 생육하게 하는 것이므로 만약 종자의 발아율이 나쁘게 되면 구멍 하나에 종자 하나를 뿌릴 경우 묘목이 발생되지 않을 수도 있다. 즉 발아율이 10%일 경우 100립을 뿌려도 10본밖에 생립이 안된다. 따라서 종자는 최대한 정선을 잘하여 발아율을 높여야 용기당 생산본수가 많아지고 이에따른 이식 등 추가적인 작업이 필요없게 되기 때문이며 또한 종자의 충실율이 100%에 가까울수록 앞으로 이루어질 용기육묘시 씨뿌리기 작업의 기계화가 가능하기 때문이다.

가) 종자의 정선

일반적인 종자의 정선은 사선, 풍선, 입선 등 여러 가지 정선방법 중 한가지 방법을 사용하고 있으나 발아율을 높이기 위하여는 사선을 한 후 종자의 특성에 따라 수선 혹은 풍선 등을 병행할 경우 충실율을 95%이상으로 할 수 있으므로 용기육묘를 할 경우에는 반드시 2가지 이상의 방법으로 종자를 정선하여 종자의 충실도를 높여야 한다.

나) 종자의 소독

양묘시 병해의 발생을 줄이기 위하여는 종자의 소독을 반드시 하여야 한다. 종자를 소독하는 방법은 종자를 수선(물에 담그어 정선하는 방법)할 때 혹은 발아촉진을 위하여 1 2일간 침수를 할 때 사용하는 물을 살균제인 다찌가렌 1,000배액으로 한다. 이때 파종하는 종자는 물에 가라앉은 것만을 사용하도록 한다.

2) 상토채우기 및 진압

침엽수 혹은 활엽수를 양묘할 경우 활엽수의 경우에는 스티로블럭 50구를 사용하고 침엽수일 경우에는 스티로블럭 160구를 사용하거나 플라스틱 104구짜리 중 하나를 선택한 후 위의 상토 중에서 하나를 선택하여 상토채우기를 한다.

가) 기계에 의한 상토채우기

상토를 채우는 기계를 상토충진기라 하는데 아직 임업용으로 개발되지는 못하였으나 기계로 상토채우기를 할 경우에는 일반 원예용 상토충진기가 이미 개발이 되어 있으므로 임업용에서는 약간만 개량하면 사용이 가능하고 생력화할 수 있다.

이것은 자동적으로 적당한 압력으로 포트내에 상토를 채워주므로 상토의 량과 진압을 고르게 할 수 있는 이점이 있다.

그러나 상토채우기는 비교적 힘든 노동력을 요하지 않고 또한 기계값이 고가이므로 아직은 인력에 의하여 상토를 채워도 무난하다.

나) 인력에 의한 상토채우기

인력으로 포트내 상토를 채울 경우에는 적당한 량을 채워야 하는데 너무 많이 넣으면 상토를 단단하게 다지게 되고 이에따라 물빠짐이 좋지 않고 상토내의 공기가 통하지 않아 뿌리가 썩을 위험이 크다. 따라서 포트에 흙을 가득 채운 후 포트위로 쌓여 있는 겉흙을 걷어내고 포트의 양

쪽끝을 잡고 땅에 2 3회 두드린다. 그러면 포트내 상토가 다져지면서 포트의 윗부분에 공간이 생기게 되는데 윗부분을 다시 상토로 채워주고 그 위를 눌러주어 윗부분이 약 0.5㎝가 남게 한다. 이런 작업은 플라스틱포트의 경우에는 다른 빈 포트로 위에서 눌러주면 쉽게 할 수 있으나 스티로블럭의 경우에는 손가락으로 눌러 준다.

3) 씨뿌리기

용기육묘를 하는데 가장 많은 인력이 필요한 작업이 씨뿌리기 작업이다. 그 이유는 소나무와 같은 소립일 경우 일반 노지양묘에서는 흩어뿌리기(산파)를 하나 용기육묘를 할 경우에는 구멍 하나에 종자를 하나씩 뿌려야 하기 때문이다.

현재까지 씨뿌리기를 할 때 상수리와 같은 대립종자와 잣나무와 같은 중립종자는 한알씩 뿌리고 소나무와 같은 소립종자의 경우에는 기계로, 자작나무와 같이 발아율이 나쁜 세립종자는 인력으로 여러알씩 뿌리는 것이 유리하다.

가) 기계파종

씨뿌리기작업은 용기육묘 과정 중에서 가장 많은 인력을 필요로 하므로 반드시 기계화하여야 하는 작업이다. 자동파종기는 진동식, 흡인식 등 여러 가지 종류가 개발되어 수입되고 있으나 현재 원예용에서 파종기로 사용하고 있는 것을 임업용 포트인 플라스틱포트 104구용으로 개량하여 만든 자동파종기가 국내에서 주문생산되고 있다.

그러나 이것을 사용하기 위하여는 앞에서도 언급한 바와 같이 반드시 종자의 충실율이 100%에 가까워야 하므로 종자의 정선을 잘 하여야 한다. 만약 소나무류와 같이 소립종자일 경우 아무리 정선을 잘 하여도 종자의 충실율이 나쁘다면 구멍 하나에서 1본이 생육할 수 있는 종자의 입수 즉 예를들면 충실율이 50%이상이면 2알, 30%면 4알씩 뿌려지도록 반복해서 파종을 하는 것도 가능하다.

나) 인력파종

인력에 의하여 파종을 할 경우에는 현재까지는 종자의 정선이 곤란한 수종 즉 자작나무와 같은 세립종자이면서 충실율이 아주 나쁜 경우에는 가능하다. 즉 자작나무의 경우 평균발아율이 10%내외이므로 구멍 하나에 약 10알정도를 뿌려야 1본이 생육할 수 있기 때문이다.

자작나무와 같이 종자의 발아율이 나쁘고 세립인 경우에는 발아촉진을 시킨 종자를 마른 모래와 1:1비율(부피:부피)로 섞어 뿌리면 씨뿌리기도 쉽고 뿌리는 양도 쉽게 알 수 있다.

그러나 이러한 경우에도 인건비가 과다하게 소요되므로 궁극적으로는 종자의 충실율을 높일 수 있도록 정선방법을 개선하여 기계에 의한 파종을 하여야 할 것이다.

다) 씨앗덮기(복토)

씨앗뿌리기가 끝나면 씨앗을 흙으로 덮어 주어야 하는데 이때 일반 흙을 사용하는 것이 아니라 질석이나 펄라이트로 덮어 준다.

질석을 사용할 경우에는 체로쳐서 굵은 것만을 골라 씨앗을 덮어 주면 보습력도 클 뿐만 아

니라 통기성도 좋다. 펄라이트의 경우에는 그냥 덮어 주도록 한다. 흙을 덮는 깊이는 씨앗이 완전히 덮혀서 안보일 정도가 좋다.

라) 관수

씨앗덮기가 끝나면 비록 병원균이 없는 배양토를 사용하고 씨앗을 소독하였다 하더라도 만약을 위하여 살균제인 다찌가렌 1,000배액을 분무기로 뿌려주도록 한다. 이때 비록 배양토를 섞어 상토를 만들 때 물에 적셔서 만들었다고는 하지만 건조해 있으므로 물을 충분히 뿌려주어야 하는데 물을 뿌리는 양은 포트의 밑부분까지 물이 스며나오도록 하여야 한다.

이 경우 하나의 포트에서 물이 스며나올 때까지 계속 물을 주면 물이 포트내로 스며들기 전에 많은 양의 물이 공급되므로 밖으로 흘러나가고 이때 씨앗도 흘러버릴 우려가 있으므로 포트를 여러개 늘어 놓은 후 여러번 왔다갔다 하면서 물이 포트아래로 스며나오도록 충분히 주도록 한다.

4) 포트늘어놓기

일단 파종을 한 후 복토와 관수가 끝나면 포트설치대에 포트를 늘어놓아야 한다. 발아를 촉진하기 위한 별도의 발아실 혹은 부분난방이 가능하다면 파종후 포트를 늘어 놓기 전에 발아를 촉진할 수 있는 곳에 층층이 쌓은 후 발아가 되면 포트설치대에 늘어 놓는 것이 보다 경제적이지만 발아를 촉진시킬 별도의 시설이 없을 경우에는 포트설치대에 늘어 놓아도 관계없다.

(나) 일반관리

포트에서 종자가 발아되어 싹이 트게 되면 이때부터가 일반관리이다. 일반관리란 주로 물주기, 비료주기, 전등켜주기 및 온도조절 등이 있다.

1) 본수조절

앞에서도 언급한 바와 같이 포트의 구멍 하나에서 묘목이 한그루만 자라도록 씨를 뿌렸다 하더라도 실제 발아가 끝난 뒤에 보면 한 구멍에서 여러본이 발아되었거나 혹은 전혀 발아가 되지 않은 곳 등이 생기게 된다. 이때 필요한 작업이 본수조절이다.

본수조절을 하는 시기가 너무 이르면 묘목취급시 피해를 받을 우려가 크고 반면 너무 늦으면 뿌리에서 측근이 발생되어 옮겨심기가 힘들어 진다. 따라서 가장 적절한 이식시기는 소나무의 예를 들면, 발아가 완료되어 종자의 껍질이 묘목에서 떨어진 직후이다.

본수조절을 하는 방법은 포트 한 구멍에서 2본 이상이 나온 것은 한본만 남기고 뽑아낸 다음에 하나도 발아가 되지 않은 곳에 옮겨 심는다. 심을때는 일반적인 이식작업과 같이 한다. 즉 나무젓가락으로 구멍을 깊게 뚫은 다음 뽑아낸 묘목을 구멍에 넣고 주위의 흙으로 구멍을 메운 후 손으로 약간 눌러준다.

일단 묘목의 옮겨심기가 끝나면 다시한번 살균제인 다찌가렌 1,000배액을 충분히 뿌려주어 병의 발생을 막도록 한다.

2) 물주기

파종이 끝난 포트를 포트설치대에 늘어 놓으면 난방 혹은 햇빛 때문에 온실내부에서는 증발량이 많아져 포트의 흙이 쉽게 마르므로 수시로 미스트 혹은 자주식 관수기를 이용하여 물주기를 하여야 한다.

물주기를 하는 방법은 포트내 상토의 건조정도에 따라 차이가 있으나 보통 1주일에 2 3회 정도 물을 주는데 물을 주는 양은 ㎡당 16 20ℓ이다. 이때 동일한 양의 물을 주더라도 짧은 시간내에 물을 주면 물이 포트내로 스며들 여유가 없이 밖으로 흘러 나가므로 적정한 관수시간는 미스트를 이용하는 경우 겨울철 등 온도가 낮을 때는 약 30분, 여름과 같이 온도가 높을 때는 약 1시간정도 관수를 하는 것이 좋다. 여름철 온도가 높을 때 관수를 오래하는 것은 미스트에서 나오는 물의 양이 적을 뿐만 아니라 높은 온도를 떨어뜨리기 위하여는 오래 물을 주는 것이 유리하기 때문이다. 그러나 이것은 일반적인 사항으로서 온실내의 상태에 따라 더 오래 관수하거나 혹은 더 짧게 관수할 수도 있는 바 이는 그때그때의 상황에 따라 결정한다.

특히 주의할 사항은 여름철에는 외부의 온도가 높기 때문에 온실안의 온도는 40℃를 넘는 경우가 많다. 이러한 경우에는 온실외부에 차광망을 씌워 주거나 혹은 내부에 차광커텐시설을 하면 효과적으로 온도를 조절할 수 있으며 이런 경우에도 온도가 높아지면 수시로 미스트보다 더 가는 입자의 물방울을 뿜어내는 시설 즉 FOG시설을 하여 이것을 온도상태에 따라 수시로 잠깐씩 가동하면 온도를 낮추는데 매우 효과적이다. 그러나 만약 FOG시설이 되어있지 않다면 미스트를 이용하여 온도상태에 따라 약 5 10분정도씩 뿌려주어도 온도를 낮출 수 있다.

3) 비료주기

일반 노지양묘는 식물에 필요한 여러 가지 종류의 양료를 땅에서 흡수하고 또한 파종이나 이식 직전에 기비를 주기 때문에 별도의 비료주기는 크게 필요하지 않지만 용기육묘의 경우는 배양토내에 아무런 비료성분도 없으므로 외부에서 각종 양료를 공급하여 주어야 한다.

그러나 비록 외부에서 인위적으로 각종 양료를 준다고 하더라도 식물에 필요한 모든 양료를 섞어서 줄 수는 없으며 더욱이 지하수의 경우 식물에 필요한 미량원소는 물속에 녹아 있으므로 별도로 줄 필요는 없다. 따라서 생장을 촉진하기 위한 비료는 질소, 인산 및 칼륨의 3가지만 공급하여도 충분하며 비료주기의 회수는 주 1회로 하며 물주기를 할 때 한 번 비료를 섞어서 주면 된다.

이때 사용하는 비료의 종류는 질소질 비료로는 질산암모니움(NH_4NO_3)을 사용하고 인산은 인산(H_3PO_4), 칼륨은 황산칼륨(K_2SO_4)을 사용한다. 이는 일반 시약을 파는 곳에서 쉽게 구할 수 있다. 사용 농도는 각각 150, 80, 80ppm이 적당하다. 이는 물 100ℓ에 질산암모니움, 인산, 황산칼륨을 각각 42.9g, 25.3g, 17.8g을 섞어주는 농도이다.

이외에도 여러가지 미량원소가 첨가된 식물영양제인 하이포넥스나 BS그린 등을 2,000배로 희석하여 관수할 때 같이 섞어서 주면 더욱 좋다.

발아후 15일 정도 지나면 비료를 주기 시작한다. 그러나 이때는 잎이 매우 연약하기 때문에 해를 입어 일부 갈색반점이 생기는 등 비료의 피해가 나타날 수 있으나 이런 경우에는 비료의 농도를 약간 약하게 하여 주면 된다.

4) 전등켜주기

용기육묘 특히 시설양묘의 경우에는 불과 5개월이라는 짧은 기간내에 묘목을 키우는 속성양묘이므로 양묘기간 중에 최대한 생장을 시켜야 한다. 그러나 나무도 살아있는 생명체이므로 낮에는 광합성을 통하여 살아가는데 필요한 양분을 만든다 하더라도 밤에는 휴식을 취하여야 한다. 그러므로 양묘시 밤에는 충분한 휴식을 취하고 낮에는 광합성을 활발하게 할 수 있도록 밤과 낮의 길이를 인위적으로 조절할 필요가 있고(낮의 길이를 16시간으로 조절) 이러한 이유로 해서 시설양묘를 할 때는 낮의 길이를 길게 하기 위하여 해가 진후 일정시간동안 전등을 켜서 낮의 상태를 유지하여 줌으로서 계속해서 광합성을 하도록 해 왔다.

그러나 최근들어 밤에도 일정한 시간동안 전등을 켜서 밝게 함으로서 계속하여 광합성을 하게 하는 것보다는 묘목이 잠을 자지 못할 정도의 밝기로만 전등을 켜주어도 충분히 생장할 수 있는 것으로 밝혀져 현재는 포트위에 비추는 전등의 밝기를 묘목이 잠을 잘 수 없는 밝기인 500Lux정도로 하여도 밝기는 충분하다.

전등을 켜는 시간은 밤에만 혹은 새벽에 켜는 것보다는 해가 지기 30분전에 켜주고 해가 뜬 후 30분뒤에 전등을 끄는 방법으로 새벽과 밤에 같이 켜주는 것이 좋다.

(다) 묘목굳히기(경화처리)

씨를 뿌린 후 4개월간 묘목을 키우면 거의 다 자라게 되어 하우스 밖으로 옮겨져 대개 조림을 하게 된다. 그러나 하우스를 떠난 묘목이 바로 조림이 되면 환경의 차이로 인해 거의 죽어버린다. 따라서 좋지않은 조건에서도 살 수 있도록 적응을 시켜야 하는데 이 단계가 묘목굳히기작업 즉 경화처리이다.

이 작업은 앞에서 설명한 냉상이라는 곳에서 이루어지는데 하우스에서 자란 묘목을 여기에서 한달간 적응시킨다. 냉상에서 포트를 내어놓을 때도 포트가 땅에 닿지 않고 공기가 통하도록 땅과 사이를 두어야 포트안에 잔뿌리가 생겨 나중에 묘목을 포트에서 꺼내기도 수월하다.

묘목굳히기를 할 때는 환경을 자연조건과 똑같이 하여야 하는데 50%정도의 차광막을 씌우고 물은 일주일에 한 번만 주도록 하여 온실내에서 키우는 것과는 달리 가급적 건조하게 하여 준다. 그러나 묘목이 시들으면 두 번정도 준다. 이렇게 하면 묘목은 건조에 대해 견디는 힘이 생기게 된다. 냉상에 있을때에도 역시 비료를 주어야 하는데 하우스에서 자라고 있을때에는 빠른 생장을 위해 질소질 비료를 많이 주어야 하나, 묘목을 굳힐때에는 질소질 비료를 적게 주고 카리질 비료를 많이 준다. 대개 100ℓ에 질소질 비료는 21.5g, 인산은 23.5g, 카리는 35.6g으로 섞어서 일주일에 한 번준다.

약 한달간 묘목굳히기가 끝나면 산이나 밭에 옮겨심는데 이때 포트에서 묘목을 뽑아내는 요령은 줄기의 제일 아래를 잡고 살짝 힘을 주어 뽑아 올린다.

제4장 조 림

1. 산림갱신이론(山林更新理論)

산림 생태계를 우점하고 있는 임목은 수명이 길기 때문에 산림의 자연적 발달과정은 오랜 기간동안 진행된다. 자연수명에 도달된 노령목은 고사되고 다시 새로운 개체가 보충되어지는데 이러한 새로운 임목에 의한 노령목의 세대교체는 길거나 또는 짧은 시간적 간격을 갖고 소군상(小群狀) 또는 군상(群狀)으로 많은 산림군계(山林群系)를 생기게 한다. 갱신(更新)이란 지금까지의 산림을 확실한 목적을 갖는 새로운 산림세대로 질서있고 조직적으로 재생시키기 위한 모든 조림적 조치를 말한다. 즉 산림갱신은 갱신의 목적을 달성하고 또는 촉진하기 위한 자연적 현상과 조림적 조치의 총화라고 할 수 있다. 새로운 임분세대는 동일한 수령과 같은 수종으로 구성될 수도 있지만 부분적 또는 완전히 수종 교체가 될 수가 있다.

조림(造林)은 인공갱신(人工更新)과 천연갱신(天然更新)으로 구분하는데 모수(母樹)나 산목(傘木)으로 구성된 노령림 또는 인접임분으로부터 갱신지에 종자가 낙하되거나 또는 전갱임분(前更林分)으로부터 근맹아(根萌芽)나 근주맹아(根株萌芽)가 발생하면 천연갱신이 적당하며 인공갱신은 파종 또는 식재 조림에 의해 임분이 조성된다.

천연갱신과 인공갱신은 이론적인 면과 실행적인 면에서 확실하게 또는 완전하게 구분되지 않는다. 그것은 경제림에서는 천연갱신이 대부분 조림기술적 수단에 의존하기 때문이다(지존작업, 임관소개, 지면정리, 왜림작업 등).

(1) 갱신계획

(가) 필요성

조림계획(造林計劃)은 산림의 보존, 갱신 및 무육에 필요한 수단을 포함한다. 갱신계획은 일반적으로 조림계획으로 규정된다. 조림계획은 산림경영에 대한 지속성의 필요로 제시되며, 주어진 입지를 탐색하고 구분하는 것은 입지에 맞는 임업을 가능하게 하고 생태에 맞는 조림계획의 중요성을 자극하는 것이다.

조림활동은 시기에 맞고 동시에 각각의 질서있는 산림취급을 위하여 매우 중요한 책임을 갖는데 이것은 임업의 다목적 기능, 산림의 안정성 유지 등 기대되는 변화에 대한 적응력 및 보속성의 요구사항을 만족시켜야 한다.

장기간에 걸쳐 생산을 조절하고 장래의 요구에 대한 안정된 보장을 위해서는 작고 기본적인 결정으로써 조림계획이 집중되어야 한다.

조림계획수립에 필요한 기본적인 결정사항은 다음과 같다.

① 작업종(作業種) 및 작업법(作業法)의 형태

② 수종선택, 수종구성(임분목표형태)

③ 생산목표 선택
④ 산림무육의 종류 및 강도, 갱신벌채 대상지 선정 및 갱신요령

(나) 범위와 방법적 구성

조림계획은 우선 장기적이면서 전체 임업적 목표설정의 틀에서 제시되어야 하며 또한 산림을 경영하는데 가장 중요하기 때문에 신중하게 수립되어야 한다. 갱신계획은 주어진 입지내 보속성의 범위안에서 수확과 형질증진에 관계되는 생산결정방식에 큰 영향을 준다.

1) 일반 조림원칙에 의한 계획

일반 조림원칙은 보통 한 지역 또는 지역 산림관리청 범위내에서 유효하며 여기에는 일정한 원칙의 설명과 조림원칙에 대한 신조 또한 산림경영에 대한 계속적 의무가 있게 된다. 이러한 일반 조림원칙은 균형있게 유지되어져야 하고 구체적인 것은 개개 임분 및 지역계획(지역특성)에서 결정되도록 융통성이 있어야 한다. 일반 조림원칙은 입지적 특성, 현재 산림상황, 기본적 필요성에 근거를 두는데 엄밀한 실용성과 과학성이 필요하며 오직 확실한 지식과 경험이 채택되어야 하고 독단적이고 단편적인 견해가 적용되어서는 안된다. 합리적인 계획은 산림경영, 산림관리, 산림시업에 대한 공동노력으로 조림에 대한 원칙이 설정되어야 가능해지는 것이다.

2) 조림방침

조림방침은 지역특성을 나타내고 지방산림관리청 단위의 적용을 위하여 또는 생육지대를 위해 정해진다. 조림방침은 구체적인 입지와 임분에 맞는 소여성과 조림원칙 또한 일정한 경관을 위한 보다 구체적인 목표설정으로 정해진다.

3) 조림개별계획(임분계획)

조림 개별계획을 위하여 세부계획의 표시, 임분계획, 산림시업계획 등이 필요하다. 이것은 산림시업의 최소 단위의 계획이며, 면적으로 구획되는 세부임지 또는 임분에 따라 계획된다. 원칙적인 필요성으로 끝나는 조림원칙, 조림방침과는 달리 조림개별계획은 임분과 주어진 입지 조건에 의해 수립되므로 공간배열 수단에 의한 임분구성 계획과 밀접한 관계가 있다. 임분단위의 세밀한 산림조사는 조림개별계획 즉, 임분계획을 위한 전제조건이 된다. 이러한 조림개별계획에서는 지역 산림경영자의 직접적인 참여로 가능해진다. 조림개별계획은 지역의 일정한 규칙이 계획의 중심이 되게 하며 이것은 지역의 생산가능성을 개선하고 발굴하며 지역 산림기능을 충족시켜준다.

4) 컴퓨터에 의한 계획

최근의 계획에서는 어느 정도 한정된 범위에서 컴퓨터를 이용하여 귀납적과 연역적인 방식의 결합을 통하여 조림계획의 수립을 가능하게 한다.

귀납적 수단을 통하여 조림개별계획의 입지적, 임분적 소여성이 확실해지고 연역적 수단은 전체적인 전망과 높은 등급의 요구 또는 사회적 요구 등에 대한 고려사항을 확실하게 한다.

컴퓨터를 이용한 계획은 여러 가지 계획수단의 객관적인 관계를 가능케하고 또한 객관적 결정을 얻는데 기여하지만 너무 일반화 되면 오히려 위험을 초래할 수도 있다.

(다) 시간계획

1) 갱신시기

갱신착수의 시기는 조림적, 경영적으로 매우 중요하며 또한 여러 인자가 갱신착수 시기에 영향을 준다. 엄밀한 시간적, 공간적 배열을 갖는 벌구식 교림에서는 계산상 즉, 계획상의 윤벌기와 실제이용 수령(樹齡)과 큰 차이가 없으나 혼효림, 변화가 많은 입지, 장기적 천연갱신 등에서는 국소적(지역적)으로 재적 생산성과 가치생산 성과에 따라 많은 차이가 날 수 있다. 모든 임목과 모든 면적이 한 임분에서 동일한 시기의 벌채수확기를 갖지는 않는다.

가) 단목의 수확시기(收穫時期)

생리적 수령과 건전도는 현재의 재적과 가치생장을 초월하여 벌채수확기에 영향을 준다. 일반적으로 택벌림에서는 재적생장율이 2%미만이 되는 단목이 벌채수확기로 간주되지만 벌구식 교림에서는 흉고직경 5㎝이상 되는 임목들이 재적생장과 가치생장면에서 많은 범위를 차지하고 평균 재적 생장율이 1.8%가 될 때 벌채수확기에 도달한다.

장기적 갱신, 대경목 생산, 택벌림, 보잔목 시업에서 노령목에 대한 개별적 벌채수확기의 결정은 실질적 가치생장에 대한 조사에 의하는 것이 효과적이다.

나) 임분의 수확적(收穫的) 갱신시기

최상의 가치적 성과에 따른 경제적 벌채수확기는 임분 또는 부분적 면적상으로 수확경비와 갱신경비를 제외한 평균수익으로 결정된다(즉, 임분의 평균 가치생장 곡선이 정점을 이루는 시점).

갱신시기를 신중하게 결정하여 가능한 한 임분의 개별적 수확능력이 재적과 가치생장면에서 보장될 때까지 기다려야 한다. 갱신착수는 최적 가치생장(형질생장) 직전 또는 그 기간중에 실시되나 갱신이 늦게 시작되면 생리적 수령과 가치생장이 크게 하락되기 때문에 적기에 신속하게 완료되어야 한다.

다) 합리적 갱신시기 유도에 필요한 착안사항

① 평균 가치생장의 정점이 가장 중요한 결정인자가 된다.
② 형질재생산 목표수종은 재적생산 위주를 목표한 수종보다 많은 고려를 해야 한다.
(임분발달 상황, 각종 피해 위험성 등)
③ 조림기술적 관점이 고려되어야 한다.
(갱신긴급성, 대상 갱신의 임지보호, 종자 입수의 곤난성, 전나무 등의 전갱작업 등)
④ 최적화를 위한 공간배열을 고려한다.
(불가피한 운반 필요성, 측방 임분의 보호, 노령림의 안정성, 경영기술적 계획, 목재운반을 위한 작업로 시스템)

⑤ 산림 경영적 관점의 고려가 필요하다.
(경영상태, 노동자 문제, 갱신경비, 작업의 우선순위)

2) 갱신기간

갱신이 착수(갱신시기)될 때부터 갱신이 종료될 때까지가 갱신기간이 되는데 특히 대면적 임분에서는 중요한 의미가 있다. 가치생장의 손실, 보호작용의 보존 등을 위하여 갱신진행 방법이 고려되는데 이것은 임분의 적당한 분류와 면적집약적 갱신준비로 가능해진다(특히 산벌작업의 경우).

일반적으로 갱신기간은 전체 임분으로 나타나지만 특히 단위적 세부면적(군상)에 대한 갱신시기는 갱신기간의 수단으로 나타난다. 택벌림에서는 계속 갱신이 되므로 갱신기간이 없으며, 산벌림(傘伐林)의 획벌작업(劃伐作業)의 경우 20년 50년이 소요되며 개벌작업(皆伐作業)과 양수(陽樹)의 갱신에서는 짧다(1 5년). 천연 갱신시업에서는 적절한 갱신기간을 설정하여 목적에 맞는 이용이 되도록 하는 것이 필요하다.

(라) 공간계획

산림에서 자연적 원리와 경제적 원리의 대립은 공간배열로서 절충하고 조정해 주는 것으로 접근해야 한다.

산림 공간배열에 대한 정의는 고정적인 이론과 학설을 배제하기 위해 아주 일반적으로 표현하는 것이 좋다. 일반적인 형태의 정의로써 공간배열은 산림의 계획적, 수평적, 수직적인 배열을 의미한다.

따라서 산림 갱신과정에서 공간배열은 산림을 동태(動態)·구조적으로 조성해주어야 한다.

1) 공간배열 해결을 위한 기본수단
① 임분구조 및 산림구성(각 임분의 위치)
② 임분구획

2) 공간배열의 임무
① 조사, 계획, 집행, 조정을 위한 산림의 구획
② 생장을 위한 적정 생태적 조건형성
③ 경영안정 개선
④ 피해감소
⑤ 모든 임분 구성인자의 이용기술적 유효성 보장
⑥ 갱신과 수확의 공간적 분리

3) 생물적·갱신기술적 관점의 공간배열 요령
① 목표설정 방침에 산림의 자연발달 과정별 조정으로 지속적인 생산을 보장하고 양적, 질적으로 수확력(收穫力)을 최대로 이용하며 산림보호에 대한 요구가 충족되도록 한다.

② 공간배열을 무시(無視)하는 것은 계획과 규칙이 없는 벌채실행으로 천연갱신의 우연성만을 기대하고 있는 것과 같다.

③ 갱신단계에서는 벌채구(伐採區)에 있어서 인접된 울폐임분은 시간적, 공간적으로 불규칙하게 소개 되어지며 이보다 먼저 갱신이 진전된 임분은 풍해, 설해 등에 불안정하고 위험성이 더욱 뚜렷하게 나타난다. 그러므로 이런 경우에서는 지피노출과 위급한 국소기후를 피하기 위하여 북향에서 남향으로 갱신방향을 정하고 가능한 한 적절한 종자산포 조건이 되도록 고려한다.

④ 소면적 갱신방법에서는 갱신기간이 길고 천연갱신에 중요한 의미가 있으며 혼효림에서는 보다 세심한 장기계획에 큰 의미가 부여된다.

⑤ 풍해 및 폭풍우, 일초(日焦, scald)의 위험이 있는 임분의 가장자리는 폭이 넓은 대상(帶狀)으로 가지를 깊게 형성하고 생육공간이 충분한 임목 또는 부임분(副林分)을 갖는 임연대(林緣帶) 또는 임의(林衣, windmantle)을 형성해야 한다.

⑥ 인접임분(특히 수고가 높을 때)의 임연대 형성이 불충하거나 또는 없어질 우려가 있을 때는 대상(帶狀)으로 이벌(離伐, severance felling)을 실시하여 잔존임분을 강력하게 해준다.

4) 운반 기술적 · 조직적 공간배열 요령

① 갱신과정의 공간적 진행은 시작에서 종료까지 여러 인자의 영향을 받는데 특히 산악지에서 중요한 이용 기술적인 면은 갱신 기술적 관점의 불가피성이 고려되어야 한다.

② 갱신은 일반적으로 운반계통의 경계에서 시작되지만 준비된 갱신에 목재수확 운반에 따른 피해가 발생되지 않고 목적한 갱신과정이 방해받지 않도록 고려한다.

③ 세심한 공간배열을 통해 경비가 감소되는 작업조직, 작업배치, 작업감독 등이 가능해진다.

④ 산림이용은 그때 그때의 수요에 따라 항상 적응하도록 대처하는 것이 좋다.

⑤ 생태적 관점을 무시한 완전한 이용기술적 배열원칙만을 고수하는 경직성은 갱신의 실패원인이 된다.

⑥ 집재거리는 200 300m를 초과하지 않도록 운송거리를 단축하여 가능한 피해를 감소시킨다.

(마) 종합계획

① 전체 임분에 대한 공간 및 시간에 의한 갱신과정의 세밀한 계획은 장기 갱신방법에서 필요하다.

② 적기에 임분을 개별 임분단위로 구획하여 독립시키는 것이 필요하며 이것은 간벌단계 또는 선목단계(選木段階, Timber stage)서부터 시작된다.

③ 음수의 전갱작업(前更作業, Preregeneration)의 경우에는 그 시기를 잘 선택해야 한다.

(예) 잣나무(6) - 전나무(3) - 서어나무(1) 갱신목표의 장기 획벌작업(劃伐作業, Shelterwood group system)

○ 갱신기간 : 30 40년 필요

○ 울타리 조성으로 동물피해 방지한다.
○ 충분한 작업로 필요, 운반거리 250m가 초과되지 않도록 한다.
○ 운반경계를 고려하고 전갱치수(前更稚樹) 중심점이 전나무가 큰 비율을 차지하도록 획벌 그룹을 계속 확장시키고 후기(後期)에 가서는 대상획벌(帶狀劃伐, Strip and group cutting)이 되도록 하며 동시에 이 때는 잣나무가 많은 비율이 되도록 한다.

(2) 수종선택시 고려사항

생산기간의 전환점에서는 항상 수종선택에 의한 조림계획문제가 야기된다. 이것은 생산수준, 경영안정, 수확증진 등에 영향을 주는 동시에 경제적으로 급변하는 세계속에서 미래의 목재수요가 평가된다. 주어진 입지와 연계된 다각적인 문제들은 새로운 미래를 위하여 적절한 결심을 필요로 한다.

수종선택의 적정화는 엄격한 원칙들이 설정되어 있으나 실제로 여기에는 알려지지 않은 중요한 간섭작용 등 많은 인자가 관계되고 있으며 또한 질적인 분류와 이에 대한 정량화가 필요하다. 이렇게 어려운 조림의 출발점에서는 개별적이고 국부적인 파악보다는 모든 중요한 인자를 가능한 한 포괄적으로 파악하는 것이 더 중요하다.

입지력 보전과 같은 시간을 초월하는 목표, 생산의 안정적 유지, 생산에 대한 기민한 적응능력, 경제적 · 초경제적 부문의 능률증진 등은 현재와 같은 단기의 소비사회에서 특히 유의할 사항이다. 산림갱신계획에서 수종선택의 원칙에 고려할 몇가지 중요한 사항들은 다음과 같다.

(가) 생태적 · 생물적 원칙

1) 자연군락 결정과 향토수종
① 어느 수종이 입지에 적합하고 적응하는가 또한 어느 수종이 입지에 따라 실행가치가 있는가에 대한 판단이 필요하다.
② 조림 출발점에서부터 자연군락 수종과의 조합문제를 고려한다 : 주수종과 부수종의 구분
③ 군락의 발달단계별 수종 배분과 퇴행 발달단계에서의 자연 선구수종의 출현문제(이때 산림파괴 면적이 암시됨)를 고려한다.

2) 입지조사 및 평가
① 입지구분과 입지평가는 산림생산계획의 기본 : 입지 잠재력을 파악하여 시업안정적, 즉 큰 위험성 없이 토지 생산력의 상한선까지 주어진 입지생산력의 이용가능성을 판단한다.
② 입지평가 방법은 조림 출발점의 자연환경적 상황을 근거 : 자연에 가까운 고산지대는 식생 파악에 어려움이 있고 자연과는 거리가 멀며 인위적 영향이 많은 평지의 산림에서는 입지학적 검증, 즉 산림역사의 파악이 필요하다.
③ 지역의 결정적 주요 입지인자 파악 : 입지와 연관된 자연군락 분포, 인접 입지단위 파악,

잔존종, 국소기후, 토양형 및 토성, 양료공급, 물관리 등을 파악한다.

3) 임분환경의 영향

① 동일한 수종이라 할지라도 토양의 차이, 입지안정성 여부에 따라 조림성과가 다르며 동일한 수종, 동일한 입지라 하더라도 임분혼효에 따라 차이가 많다.

② 동일한 입지, 동일한 수종에서도 환경이 변함에 따라 조림상황이 결정된다. 따라서 조림적 특성은 항상 같은 것이 없으며 보편화 된 판단을 허용치 않는다. 임분 및 입지의 개별적 분석을 통한 총체적 관찰이 필요하다.

4) 수종별 입지요구

① 수종의 생태적 조건 : 생태적 요구에 대한 일반적 지식은 입지에 맞는 수종선택을 쉽게 한다.

② 천연림과 인공림 분포지역에서 수종별로 넓고 좁은 생태적 진폭을 고려한다.

③ 재적과 형질의 최대성과는 수종별 입지요구를 조화시키거나 만족시킴으로써 달성할 수 있다.

④ 수종별 평가(판단)는 입지에 따라 상이 : 어느 수종이 어느 입지에서는 경쟁력이 있으나 다른 입지에서는 그렇지 않은 경우가 있다.

5) 수종별 조림 특성

① 임분발달단계 중 갱신단계 상태에서 비로소 수종선택에 대한 일반적 평가가 가능해진다.

② 여러 입지단위별로 생장성과(우세목 수고로 판단), 수고생장 진행과정(경쟁력), 경급 발달(생장), 임목형성(수간 및 가지특성, 수관발달), 건전성, 벌기령, 혼효성에 대한 조절과 타협이 나타난다.

③ 조림적지를 결정할 때는 전체적이고 포괄적인 판단이 필요하다.

6) 수종별 조림 위험성

① 수종선택의 주요 결정기준으로 생산위험에 대한 세심한 고려 : 위험부담 비용이 평균적으로 총 비용의 10 20%를 차지하는 만큼 산림생산의 자연의존성, 장기성, 재해에 대한 위험부담을 고려한다.

② 조림입지를 위해 지역적 생산위험, 타수종과의 혼효위험성 및 그 가능성을 판단한다.

7) 갱신전 임분 판단

① 갱신전의 임분판단은 새로운 임분계획 수립을 위하여 필수적 : 갱신전 임분에 대한 과거의 경험을 이용하여 최종수확을 위한 개선 가능성이 주어지고 부적당한 구성이 기피된다.

② 갱신전의 임분에 대한 판단기준 : 현재까지의 입지적 유용성, 생장능력, 임목형성(형질생장), 위해(병충해 등), 과거의 무육강도, 생태적 관점(안정 또는 불안정 임분형)등에 의해 판단한다.

(나) 경제적 원칙

산림 경영자의 이해관계(利害關係)에 따라 경영안정과 높은 경영적 성과(수확)를 원하게 된다. 국민경제적 관점에서 일반산업과 주민에 필요한 재종과 목재품등 또한 적정가치 창출을 위한 대경목의 생산이 중요하다. 경제적인 고려로 수확목표를 계획하는 것이 필요하며 여기에는 다음과 같은 사항들이 고려된다.

① 수종
② 재질
③ 재적생산
④ 가치생산
⑤ 미래의 목재시장 등

(다) 경제외적 관점

산악권의 산림은 대부분 경제적 기능 뿐만 아니라 사회적 기능을 갖고 있다. 산림기능 계획은 현재와 미래에 있어서 산림에 대한 사회적 요구를 수용하는 것이다. 따라서 수종선택에서는 수종의 경제적 성과력 뿐만 아니라 초경제적 성과력도 판단되어야 한다.

초경제적 관점에서 판단할 사항은 다음과 같다.

1) 홍수예방

토양 배수기능이 좋은 심근성 수종, 지표수의 삼투력 개선과 높은 차단성을 갖고 있는 수종(전나무, 낙엽송, 참나무류, 기타 유용 활엽수)을 선택한다.

2) 수질관리

수원지역에서 일정하게 양이 많고 질 좋은 물을 생산하기 위해 복층구조와 심근성 및 느슨한 임분특성을 갖는 소나무, 낙엽송, 단풍나무, 느릅나무, 서어나무, 참나무류 등과 같은 수종을 선택한다.

3) 눈사태 및 산사태 보호

심근성, 울폐된 복층구조, 훼손 완충능력 특성을 갖는 안전한 수종은 낙엽송, 전나무, 단풍나무, 느릅나무, 피나무 등이다.

4) 대기정화

소나무, 잣나무, 전나무 등과 같은 상록침엽수이다.

5) 소음방지

소나무, 잣나무, 전나무 등과 같은 상록침엽수이다.

6) 휴양림

임분구조 변화를 형성하는 침 · 활 혼효림과 음양수 혼효림(단풍이 좋은 수종)이다.

7) 경관형성

산림이 빈약한 지역에서 자연에 가까운 산림(천연림 등)은 중요한 생태적 안정화 임무를 갖는다. 특징적 임분 구조형태와 나무들은 경관에 활기를 준다.

※ 일반적으로 경제적 기능 및 (사회적 기능)을 조합하여 수종별로 기능의 장단점을 고려하고 적절하게 절충하여 채택한다.

(라) 조림기술적 가능성

수종 선택은 조림기술적 실현가능성에서 적합해야 하며 모든 결정이 조림기술적으로 검토되어야 한다. 결국 천연갱신과 인공갱신의 적용하에서 가치가 기대되는 실행가능성으로 선택이 좁혀진다. 수종선택에서 조림기술적으로 고려할 사항은 다음과 같다.

① 천연갱신 및 인공갱신의 가능성(비율)
② 적용할 갱신방법
③ 생산기간 및 갱신기간
④ 보호대책(야생동물, 병충해, 늦서리 등)
⑤ 필요한 종자 및 묘목의 물량확보
⑥ 무육을 위한 충분한 노동력
⑦ 혼효림 또는 유용활엽수림에서 집약적 또는 조방적 무육의 가능성
⑧ 산림구획 및 작업로 등

(마) 이용 기술적 관점

이용기술적 관점에서 고려할 사항은 다음과 같다.

① 기계화 작업의 증가에 따른 단위면적당 생산성 증가, 생산경비 절감, 인체공학적 작업
② 현대적 수확방법, 장래의 임분구조가 미치는 영향
③ 기계화 작업으로 인한 토양 및 임분의 피해, 적정한 산림기계의 개발 가능성
④ 조림기술적인 고려(복잡한 혼효림 조성의 포기, 임분피해 예방을 위한 복층림, 적절한 무육을 통한 작은 임분의 독립, 작업로에 의한 임분구분 등)

※ 단위면적당 최대 재적 생산법칙의 이용기술적 의미, 시장상황, 경비증가 등은 가능한 한 많은 대경재와 고급형질재를 수확해야 하는 생산목표에 제한을 준다. (즉, 입지적, 임분적 한계에 따라 중,소경재가 많이 생산되는 경우가 있음.)

(바) 수종선택의 계획화

미래 산림의 선형계획화(線形計劃化)에 대한 많은 이론적 원리 및 방법적 수단이 연구 제시되고 있다. 특수 입지(임분목표, 임분형성)와 경영목적별 수종선택의 적정화, 생태적 균일화(기후, 물, 토양, 양료 등), 경제적 가능성(종자비축, 기계, 노동력, 작업경비, 원가 등) 등의 체계수립이 가능해진다. 선형계획에서는 수종선택의 결정에 영향을 주는 전체적인 요인에 입지의 질적 특성, 수종의 저항력, 풍치무육적 관점, 적정 주수종 및 수종조합 등의 인자가 계산에 포함

입력된다. 수학적(數學的) 모델은 목재수확의 제한요인을 고려한 이러한 선형계획에 의거하여 수종별 적정화를 가능케 한다.

(3) 목표 설정

(가) 일반목표

수종선택은 여러가지 장·단기의 복잡한 유효인자를 여러면으로 고려해서 나오는 결과지만 이러한 복합적인 문제를 명확하게 해결할 수는 없다. 따라서 일반목표 설정은 생태적 관점, 경영적 - 국민경제적 관점, 초경제적 관점, 조림기술적 관점으로 고려하여 양적(量的), 질적(質的) 가치를 적정화 하는데 있으며 여기에는 중요한 몇가지 원칙과 인자들이 주어진다.

1) 판단인자의 우선순위

최종적 결정을 위한 순위가 고려되는데 판단성과는 장기예측의 안정적 기준으로써 지속적 생산(수확), 위험성, 금전수입의 우선순위에 따라 등급이 나누어 진다.

우선 1차적으로 생태적·생물적 관점이 고려되고 그 다음에 경제적 관점이 고려된다. 여기에서 경제적 관점의 고려는 입지적 지속성의 위험이 없고 일정한 수종과 혼효에 의한 생육공간이 장기적으로 유지될 수 있는 범위가 전제가 된다. 생태적 및 경제적으로 적절한 결과를 기대할 수 있는 선택은 조림기술적 가능성의 범위 안에서 실현된다. 조림선택의 자유는 기본적으로 입지에 의해 좌우되나 생태적 안정과 불안정 그리고 초경제적 관점은 때때로 선택을 제한한다.

2) 수종선택의 최종적 요구

일반목표로써 입지적 지속성의 유지에 필요하고 경제적과 초경제적 또한 생태적과 생물적으로 많이 요구되는 수종선택이 주장되고 있지만 경제적 성과의 위험성 없이 자연적 생산조건이 어느 정도까지 어긋나는지를 항상 판단하는 것이 중요하다. 수종선택은 엄중한 지역적 방식의 조림적 중요문제로 남게된다.

(나) 특별목표

1) 임분목표

혼효(축적비율에 의한) 및 구조에 따라 성숙림 또는 노령림 단계에 대한 장래의 목표임분 구조를 결정한다.

(예) 낙엽송과 전나무 - 서어나무 부림목이 혼효된 잣나무(6)- 전나무(3) -서어나무(1) 혼효림

수종선택에 이어 임분목표를 확정하는 것은 기본이며 또한 치수단계, 유령림 단계, 간벌단계, 성숙림 단계 등 장래 임분이 발달단계별로 부분목표(세부목표)를 수립하는 것이 필요하다.

2) 갱신목표

수종비율(면적에 의한 혼효도), 혼효형태, 구조적 발달(경급구조, 발달경향)에 의해 갱신구조

의 특성이 나타난다. 임분목표 달성은 임분발달단계(생육단계)별로 무육의 부분목표가 있어야만 가능하다.

갱신목표와 임분목표는 일치되는 경우가 드물며 대개 수종 혼효율에서 큰 차이가 나타난다. 이것은 여러 가지 원인이 상이한 목표를 설정해야 하는 이유가 된다. 수종간의 경쟁력 차이는 오랜 생산기간에 걸쳐 많은 영향을 주며 특히 유령림 단계에서 큰 영향을 준다.

경쟁력이 약한 수종(특히 유시때)은 단목혼효에서 혼효율을 잃게 될 때가 많고 군상혼효에서는 혼효의 손실이 적다.

그러므로 갱신목표에서 단목혼효는 임분목표에 도달하기 위하여 군상 혼효보다 더 높은 비율이 필요하다. 반대로 생장이 아주 빠른 수종은 갱신목표에서 낮은 비율이 필요하다.

무육경비를 절감하기 위하여 경쟁력이 약한 수종은 높은 비율을 유지하는 것이 그 예가 된다.

비용이 들지 않는 천연갱신의 가능성도 고려되는데 이것은 보충목(임분구성에 필요한 부림목)을 이용하는 것이다.

인공갱신을 통한 보충가능성은 묘목의 품질에 따라 좌우된다. 좋은 산지(품종)의 대경재 생산 가능 수종(낙엽송, 미송 등)은 갱신목표에서 낮은 비율로 하는 것이 필요하다. 원하는 가치가 높은 수종으로 혼효율을 높히기 위해서는 각 임분발달단계의 무육으로 조림이 가능해진다. 생장이 빠른 수종은 낮은 비율로, 생장이 느린 수종은 높은 비율이 유지되도록 갱신목표에서 고려되어야 한다.

3) 경영목표(시업목표)

임분목표 설정과 동시에 임분개별적으로 경영 목표를 확정한다. 여기에는 여러 가지 관점에 따라 기본적인 구별화가 제시될 수 있다.

표 4 - 1 - 1. 산림기능별 경영목표(예시)

목 재 생 산 기 능	사 회 적 기 능 (공 익 기 능)
○재적생산 : 소경재, 중경재, 대경재 ○형질재 생산 : 판재, 무늬목	○보호림(보안림) : 눈사태, 침식, 낙석, 홍수 ○수원 함양림 ○휴양림 ○풍치 안정화

목재 생산림의 경우 전갱작업(前更作業, Preregeneration system)에 의한 임분조성, 장식재료 획득, 생장촉진시업(生長促進施業, Management for fast growth), 보잔목시업(保殘木施業, Reservation of standards), 입지개량(立地改良)등과 같은 특수목표가 나올 수도 있다.

현재 우리나라는 목재생산 기능에 중점을 두고 있으나 미래에는 대부분 복합적 목표설정이 필요할 것이다. 생태적으로 안정된 산림은 필요한 다양한 사회적 기능을 충족시킬 수 있다. 일

반 경영목표는 목재생산림의 경우 중 · 장기계획(경영계획)에서 확정된다.

가) 경영목표 형태

대면적 산림 경영에서는 입지단위별로 경영목표 형태를 결정하는 것이 효과적이다. 이것은 임분조성과 무육을 절감하는 동시에 경영안정적으로 보다 성과 높은 임분을 추구할 수 있다. 경영목표 형태는 입지상태를 토대로 하되 시업기술적 · 경제적 · 산림정책적 관점을 고려하여 제시된다(즉, 수종혼효, 혼효형태, 혼효종류, 조성형태, 축적구조, 목재품 등과 생산기간 등에 의한 목표임분의 임분조성과 무육에 대한 해명). 경영목표 형태에서는 대개 입지별로 서로 다른 생산목표와 생산기간을 갖는 여러 가지 임분 목표형태의 설정이 가능하다. 따라서 입지개별적으로 차이를 둘 필요가 있으며 경영목표는 국부적, 지역적 즉 임분방식적으로 확정되어진다. 소나무, 낙엽송, 참나무류, 피나무, 느티나무, 단풍나무류, 물푸레나무 등과 같이 형질재가 요구되는 곳은 특별 경영목표를 설정하여 구분한다.

생산기간 단축(심재 부후목 발생), 생장손실(설해 절단목)을 막기 위한 생장촉진 시업과 같은 특수 취급목표를 갖는 것은 전환시업(Conversion)으로 별도로 명시해야 한다.

표 4 - 1 - 2. 소나무 입지의 여러 가지 경영목표 형태(예시)

구 분	경 영 목 표 형 태
소나무 형질재 생산 (가능한한 높은 비율의 무늬목 - 판재 생산)	○상층은 좋은 품종의 소나무 하층은 부림목의 활엽수(서어나무, 피나무, 까치박달 등)를 갖는 2단림 ○집약적 무육실시(가지치기), 일부 보잔목 시업 ○장기생산기간(100년이상) : 적정 건조지의 서어나무-참나무 -까치박달나무 군락입지
소나무 재적생산 (가능한한 높은 비율의 건축 구조재, 기중재, 지주재, 마루재 또는 질이 다소 낮은 형질재 생산)	○ 7 소나무, 2 잣나무, 1 서어나무와 서어나무 부림목이 있는 혼효림 ○비교적 낮은 집약도의 무육실시 ○중기생산기간(80 100년) : 가지가 굵은 소나무가 생산된 적윤지의 서어나무 입지
소나무 소경재 생산 (섬유재, 갱목을 주로 생산하고 작은 지주재 및 마루재 일부생산)	○부림목(참나무, 서어나무, 피나무)이 있는 단순림 ○단기 윤벌기(60 80년)의 소경재 생산 ○특수 입지 : 천이단계 초기 임분, 국소지, 전환대상지, 피해지 등의 극건조지, 참나무 혼효림 입지

표 4-1-3. 단기 경영목표 형태

구 분	경 영 목 표 형 태
활엽수 혼효림 (느릅나무, 단풍나무 등의 부림을 갖는 6 물푸레 나무, 3 단풍나무, 1 느릅나무 혼효림)	○천연갱신 - 인공갱신 병행실시, 조기 도태 간벌이 실시되는 집약적 유령림 무육 ○생산기간 60 80년 ○적윤한 산악지의 활엽수 혼효입지 ○고급 유용활엽수 - 형질재 생산

(다) 수종선택

① 입지 자생적(향토적) 수종, 입지 유용수종, 입지 부적정 수종으로 구분·고려하여 가장 중요하다고 생각되는 산림군락을 전망해서 여러 가지 다른 그룹으로 구분하는 것이 필요하다.

② 생물·생태적 요구와 경제적 요구가 융통성 있게 조화되도록 한다.

③ 자연군락 수종조합과 경제성이 있고 침엽수가 많은 혼효림 사이에서 일치되지 않고 수종선택상으로 어려울 때는 그때 그때마다 지역상황에 따라 결정한다.

④ 침엽수의 대면적 비율은 임지에 유익하지 않으나 10 20%정도의 소군상 또는 군상으로 침엽수가 있는 것은 무방하다.

⑤ 입지에 유용한 수종을 도입하거나 산지(産地)를 선택(품종뿐만 아니라 산지도 결정)한다.

2. 경제림 조성

경제림은 조림적 취급방법을 통해 만들어지며 조정되므로 일반적으로 이것은 산림의 조성과 무육에서 이용까지 지속되며 또한 작업종(作業種, Silvicultural System)으로써 나타나는 개념에 따른다. 작업종의 개념과 분류방식은 국가와 학자에 따라 다소 차이가 있다.

작업종은 천연적 또는 인공적으로 산림을 갱신 또는 조성하는 체계적 내용을 의미하는 갱신법(Reproduction method)보다는 더욱 범위가 넓어 임분의 전 생육기간을 통하여 가해지는 모든 조림적 조치(Silvicultural treatment)의 계획 프로그램을 말한다. 즉, 무육과 갱신이 모두 포함된다. 작업종이란 일반적 조림원칙에 따라 임분을 조성, 무육, 수확, 갱신하기 위한 조림기술적 개념(조림방식)이며 일정한 양식을 구성하고 작업종을 분류하기 위하여 갱신에서부터 교림(喬林, High forest), 중림(中林, Middle forest), 왜림(矮林 또는 萌芽林, Coppice forest)의 명확한 특징이 있는 구조형태가 나타난다. 작업종은 산림을 생산하기 위한 기술적 경영방식이며 작업체계(Working system) 내지는 생산방식이라고도 할 수 있다. 산림은 목재수확에서 벌채실행방법과 수확벌채의 시간적, 공간적 결과 또한 이와 연관된 갱신에 따라 여러 가지 종류로 형성되고 모든 경영 및 시업에 영향을 받는다. 천연림에서 조림기술은 수확기에 달한 산림을 갱신하기 위한 방법이 많이 차지하며 갱신은 성숙목(成熟木, Mature tree)의 벌채전 또는 벌채후에 시도된다.

그러므로 편의상 작업종이 갱신법에 따라 명명(命名)될 때가 많다. 우리나라는 80년대 이전까지만 해도 천연림에서 노령림 수확 및 불량림 벌채, 미립목지에 대한 갱신이 많았고 그것도 대부분이 개벌에 의한 인공조림으로 시업되었다. 80년대 이후에는 무육관리에 대한 관심이 증대되고 있으며 전통적인 작업종 또는 작업법(作業法)에 의한 산림 시업체계로 점차 개선되고 있다.

(1) 작업종

작업종은 일반적으로 작업법(作業法), 갱신종(更新種), 갱신법에 따라 분류된다.

표 4-2-1. 작업종의 전통적 분류 방식

작업종		교림(작업)	중림(작업)	왜림(작업)
작업법	벌구식 교림	택벌림		근주맹아 근맹아
갱신종	천연갱신 파종 식재	천연갱신	근주맹아 천연갱신 식재	
갱신법	개벌 산벌 군상벌 대상벌 조합벌		개벌	

(2) 작업법

작업종은 교림, 중림, 왜림을 더 세분하기 위해 사용되며 작업법은 수종, 갱신종(갱신벌채 종류), 갱신법(갱신벌채 방법) 및 생산목표에 의해 정해진다. 작업법은 보다 구체적인 경영형태, 경영의 종류와 양식 등을 말한다.

(예) 대상개벌에 의한 천연하종갱신 교림, 개벌교림, 택벌교림, 산벌림 등

※ 일반적으로 편의상 작업종과 작업법을 같은 뜻으로 쓰일 때도 있다.

(3) 갱신법

벌구방식 교림작업에서는 적어도 임분 구성형태를 파악해야 하고 또한 이에 대한 갱신법을 고려하지 않으면 안된다. 갱신법은 이론적, 실행적으로 다양하고 복잡하므로 간단한 기본형태를 우선은 이해하는 것이 필요하다. 갱신법은 경영목적, 수종, 임지 등에 따라 변화되므로 실제 적용에 있어서는 응용적 조치가 필요할 때가 많다. 따라서 여기에서 설명되는 방법과 내용은 개괄적인 것이다.

갱신기술은 갱신종(천연갱신, 인공갱신), 벌채종(개벌, 산벌, 군상벌, 택벌), 벌구형태(단독갱

신, 소군상 면적방식, 군상 면적방식, 단상 면적방식)를 통한 시간적인 벌채진행과 벌채방향으로 그 특징이 나타내진다. 갱신법을 분류하는데 가장 중요한 것은 어느 방식으로 노령림에서 임목들이 벌채 되어지는가 하는 벌채종과 발생치수에 대한 보호이다.

교림작업에서는 한가지만의 갱신법이 적용되는 것은 드물고 대부분 여러방식으로 조합하여 적용하고 있다(예. 대상획벌 등). 원칙적으로 이러한 갱신법은 천연갱신뿐만아니라 인공갱신에서도 모두 적용이 가능하지만 개벌과 대상벌(帶狀伐)은 주로 인공갱신에서 적용하고 군상벌, 산벌, 택벌은 천연갱신에서 적용하는 것이 보통이다.

그러나 인공적(부분적 또는 완전한 인공갱신방식)으로도 군상벌과 산벌을 적용할 때도 있다(예; 임분전환, 산목하의 참나무 재배지 등).

협의의 작업종으로써 갱신법에 의해 교림작업, 중림작업, 왜림작업으로 분류되어진다면 광의의 교림작업에서는 산림무육과 연계된 공간적, 시간적인 갱신진행이 임분발달 진행에 뚜렷한 영향을 주는 특수한 작업종도 포함되어진다(예; 대상택벌시업, 군상시업, 택벌작업 등).

표 4 - 2 - 2. 갱신법의 분류

갱 신 법	벌 채 종	치 수 보 호
개벌	• 모든 임목을 일시에 벌채	• 보호없음
대상벌	• 좁은 폭의 대상으로 모든 임목 벌채	• 일시적, 부분적으로 보호
군상벌	• 임목들은 소군상, 군상, 단상 형태로 불규칙적으로 벌채	• 일시적, 전면적으로 치수집단 보호
산벌	• 산목을 균일하게 일시적으로 존치하고 각 임목들을 벌채	• 일시적인 산목하에 전면적으로 치수보호
택벌	• 긴 시간적 간격으로 단목 또는 군상적으로 불규칙하게 벌채	• 영구적으로 전면적 보호

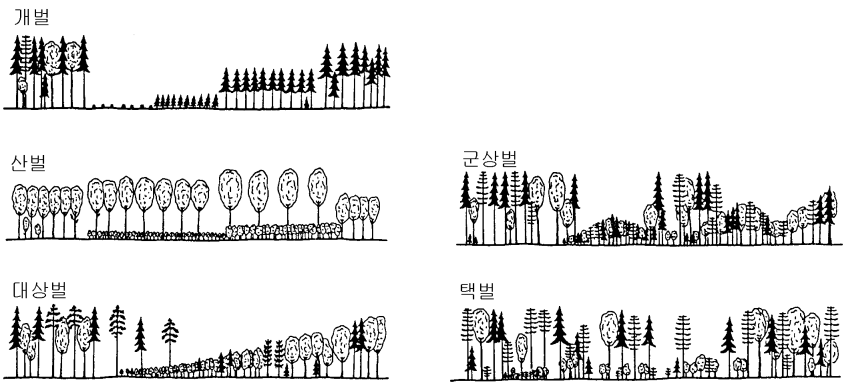


그림 4 - 2 - 1. 갱신법의 기본형태 모식도

갱신법의 주요 특징상 구분되는 면적과 시간에 따른 갱신기술과 치수보호 방법의 차이, 수종과 혼효에 따라 나타나는 임분구조 변화(KOSTLER, 1950)

(가) 교림(喬林, High forest)작업

갱신이 종자에 의해 인공적 또는 자연적 방법으로 이루어진다. 임분이 실생목(實生木)으로 갱신되며 벌채수확기에는 임목이 대부분 뚜렷하게 높게 된다.

외관형태(임분구성)와 취급상 크게 2가지로 구분된다.

1) 개벌작업

개벌작업은 벌구방식적 교림이 한 임지에서 모든 임목이 한 번의 벌채로 동시에 이용되어 개벌지가 되며 인공갱신(파종, 식재) 또는 천연갱신에 조성된 치수가 잔존임목의 보호없이 생장된다.

개벌작업은 역사적으로 볼 때 침엽수 인공갱신에 의해 성행할 때가 있었고, 무육없이도 산림이용이 가능한 것으로 이해될 때도 있었으며, 활엽수종을 기재하고 대부분이 토착수종인 천이단계 초기임분이 개벌에 의해 자주 침엽수로 대체되는 벌구방식적 개벌인공조림이 근대까지 증가되었었다.

개벌작업은 생태적, 입지환경적, 산림보호적, 경관적으로 단점이 많으나 취급방법의 용이성, 선구수종(양수)의 갱신 확실성 등 기술적 장점이 있어 중요한 작업종으로써 통용되고 있다.

경제성으로 볼 때 개벌작업은 모든 임목이 이용될 수 있는 단계에 있는 임분에만 적용될 수 있다. 또한 벌채 후에 동령교림(同齡喬林)을 조성해야만 한다.

그러나 벌채시 낮은 영급의 임목과 전생치수, 이용가치가 낮은 임목, 불량수종 등이 존치될 때가 있으므로 이러한 경우에는 적절한 조림적 판단과 조치가 필요하다. 개벌지는 면적크기와 형태에 따라 여러 가지로 형성될 수가 있다. 개벌지 형태는 대부분 개벌전 임분에 따라 좌우되며 임분이 불균일한 장소는 직선의 기하학적 형태가 적당하다.

대상개벌이 자주 적용되는데 이것은 좁은 폭(임분고의 1 5배)이 비교적 긴 대상(帶狀)으로 수확하며 수년간의 간격으로 바로 다음의 열구를 벌채하는 것이다.

가) 전벌교림(全伐喬林, Uniform high forest)

① 벌구방식(伐區方式) 교림이라고 하며 임분이 영급(齡級) 및 임분발달 단계별로 구분된다.

② 수확기에 도달하면 벌구(伐區)로 나누어 수확벌채되고 갱신된다.

③ 대면적으로 무육 관리되고 대부분의 산림이 영급을 구성하며 다양하게 형성되기도 한다.

④ 경영목표에 의해 생산기간이 확립되어지고 갱신기간이 정해진다.

나) 택벌림(擇伐林, Selection forest)

① 영속적 다층(多層)의 이령림(異齡林)상태에서 주로 노령목과 대경목이 단목 또는 군상적으로 반복, 벌채되며 이 때 형성된 작은 빈자리에 후계수가 출현한다.

② 무육과 갱신작업이 시간과 공간에 관계없이 틈틈히 실행된다.

③ 대부분 자연에 가깝고 혼효림으로 된 항속림(恒續林, Permanent forest)형태의 교림이다. 즉, 다양한 영급(齡級), 경급(徑級), 수고급(樹高級)의 임목으로 분포되고 상 · 중 · 하층 임

관을 형성하고 있으며 단목식(單木式) 내지는 군상식(群狀式)의 혼효림을 이루는 구조적으로 안정된 임분이다.

④ 택벌림도 광범위한 생물적 생산자동화(生産自動化)에 의한 생태적 · 임분구조적 안정, 지속적인 최대생장성 등을 통하여 조림적으로 이상적인 시업이 가능한 특성이 있다.

표 4 - 2 - 3. 벌구형태 크기에 따른 개벌작업 구분

구 분	적 용 대 상	면 적
대구역 개벌	산화, 폭풍우, 병충해 등으로 인한 산림재해 발생지	50ha이상
대면적 개벌	조림계획상의 구역	5ha이상
개 벌	일반적인 갱신대상지	1ha 또는 1 5ha
소면적 개벌	일반적인 갱신대상지	1ha미만

2) 산벌작업(傘伐作業, Shelter - wood system)

산벌작업은 소개되어진 노령림 하에서 임분이 갱신되어지는 것을 말하며 개벌방법과 같이 전체면적이 균일하게 갱신되어진다.

노령림은 수년의 간격을 두고 점차적으로 제거되는데 임관이 전체 임지상으로 비교적 균일하게 점차적으로 소개되어지고 마지막으로 종벌(終伐)로써 완전히 벌채된다. 원래 이 방법은 유시(幼時)에 비교적 내음성이 있는 수종의 천연갱신을 위해서 발달되었고 주로 너도밤나무림 경영에 적용되었었다.

그러나 유용활엽수 혼효림, 너도밤나무림, 전나무림이 산벌작업(또는 편법)의 적용으로 높은 성과를 얻을 수 있고, 소나무 및 참나무의 천연갱신에도 적당하다. 노령의 보호모수 즉 산목(傘木, Shelter system)이 필요하다. 이러한 벌채는 간벌과 비슷하고 실제로 집약경영에서는 간벌작업에 이어 갱신작업이 실시된다.

산벌작업은 모수작업(母樹作業)을 합리화한 것으로써 모수작업이 ha당 잔존본수를 증가하여 치수를 보호한다면 이것은 곧 산벌작업과 같은 것이 된다.

산벌작업의 갱신기간은 대개 15 20년(윤벌기의 1/5)이나 윤벌기, 혼효상태 등에 따라 40 60년이 소요될 때가 있다. 산벌작업은 임지가 보호되어 생태적인 면에서 유리하며 수확벌채가 갱신 이후에 실시되므로 산림의 기계생산을 위해 매우 안정된 수단이 되며 불량한 양수의 선구식생의 침입이 억제되고 가장 우량한 개체를 남기므로 임분의 유전형질이 개선되는 등 조림 기술적인 면에서도 유리하다.

개벌작업의 단점과 택벌작업의 불투명성이 해결될 수 있는 갱신법이며 실행하기가 그리 어렵지 않다. 비교적 높은 기술을 요하며 벌채 운반에 다소 어려운 점이 있으나 변법을 응용하여 조방적 실행도 가능하다. 전통적인 대면적 산벌작업으로부터 국가와 학자에 따라 많은 변법이 개

발되어 있다.

3) 택벌작업

가) 택벌림의 구조 및 종류

일반 벌구방식 교림에서는 임분별로 영급(齡級)단계가 형성되는 것이 특징이지만 택벌림은 갱신, 무육 등 조림적 조치가 공간적으로 한 임분에서 통하여 이루어지므로 모든 경급(經級)과 영급(齡級)이 단목 또는 군상(Group)으로 불규칙하게 공간적으로 다층림을 형성하는 특징이 있다.

이러한 산림에서의 조림적 벌채는 일정한 부분목표 뿐만 아니라 수확벌채, 갱신, 무육에 대한 조치가 동시에 계획되고 제시되어야 한다.

이러한 택벌림의 기술적 개념과 철학적 사고는 근대 조림사상에 큰 영향을 주었다. 택벌림의 종류는 크게 무규칙 택벌림(조림기술적 개념없이 필요한 대경목을 무질서하게 채취 이용후 방치), 경제적 택벌림(무규칙한 택벌림을 적정한 시업방법으로 개발, 관리된 택벌림), 공원 택벌림(보건, 휴양, 풍치만을 목적으로 하는 공원 등), 보호 택벌림(보안림 목적) 등으로 분류할 수 있다.

전형적인 적정 택벌림형 구조를 지속적으로 유지하기 위해서는 대개 주수종을 정남으로 하는 적정 생육 환경조건(반드시 고산지대 산악림은 아님)과 잘 구획된 작업로(또는 임도), 잘 훈련된 산림작업자(벌목 운반을 위한)가 필요하다. 변법으로 단목적 택벌림(집약시업), 군상택벌(기설명), 대상택벌 등으로 나누기도 한다.

택벌림에서는 일반 교림에서의 수형급 분류가 필요없으며 주림(상층임관)과 부림(중하층)이 분리되지 않고 서로 연계되어있다. 현재의 부림목은 거의 미래의 생산을 보장하는 나무들이다.

표 4-2-4. 택벌림의 수목사회적 임목분류

상층목	○수관발달이 양호한 우세목 수종. 상방 및 측방광선 직접이용 ○자연적 도달수고 및 직경으로 상부에 국한된 발달가능성 ○재적 생산단계
중층목	○상방광선을 이용하는 임목. 간혹 경합정도에 따라 측방광선 이용 ○상부를 지향하는 발달. 기장은 우세목과 상대적 경합단계
하층목	○산목(傘木)보호하의 임목. 주로 산광이용. 전체면에 생장피압 ○보육기 또는 생장발육 부진단계

나) 조림적 수단

택벌작업은 윤벌기가 없는 대신 순환기(循環期, 回歸年, Cutting cycle)를 대개 3 8년으로 하여 반복된다. 이것은 한정된 수량의 대경목만을 벌채수확하여 적정한 상태로 항상 임분을 유지시키는데 의미가 있다.

그밖에 무육을 목적으로 혼효와 임층을 조절하고 병충해목, 피해목, 수형불량목, 열세피압목 등을 제거해야 한다.

벌채강도는 축적(蓄積) 및 생장율, 산림 경영자의 요구, 목재시장 등을 감안하여 결정한다. 택

벌작업에 필요한 조림적 주요 수단은 다음과 같다.

① 층림(層林)구조의 유지 또는 복구
② 모든 임층(林層)별로 무육실시
③ 주수종(생장량과 관계되는)의 배분 및 최상가치가 있는 우량목의 생장조정
④ 혼효조절
⑤ 현존 후계수(後繼樹)에 대한 고려 및 천연갱신 촉진

택벌은 갱신준비에 필요한 적정임지가 필요한데 이것은 전체 임지상으로 연조 또는 군상 산벌상태에 계속 천연갱신치수가 발생해야 한다는 뜻이다. 임분에 작은 공극지와 연조에서는 전나무와 같은 침엽수 음수를 유지시킬 수 있고 소군상 전환 또는 일시적 강도벌채의 이행으로 활엽수 음수와 잣나무 같은 중용수의 비율을 높일 수 있다.

또한 택벌림에서는 느리게 산벌상태를 유지함으로 자연낙지 유도가 충분치 못하므로 경제성이 높은 목재생산을 위해 가지치기 작업이 불가피하다.

택벌림은 입지적, 임분구조적, 시업조직적, 이용기술적으로 항상 어디에나 가능한 것은 아니다. 그러나 자연친화적, 보속성을 고려한 지속적 산림시업의 상징으로서 택벌원리는 도처에서 적용되고 있다.

표 4-2-5. 적정 택벌림 구조를 형성해주기 위한 조림적 조치의 주요기능 및 우선순위

기 능 적 우 선 순 위	조림적 조치(벌채적 조정) 빈도율(%)
선목(도태) 및 무육원리	18
택벌림 구조의 유지 및 개선	20
갱신치수의 보장	37
수확기능	18
보건 위생적 조치	7

다) 택벌림의 특성

① 택벌림의 구조는 불규칙하지만 지속적이고 안정적이며 생산원리는 생산개별화에 있다(동령일제림과는 달리 임층별로 독립적 생장을 한다).
② 택벌림은 수고가 높은 우세목에 의해 임관을 점유하고 주어진 생육공간이 아무런 방해없이 완전히 채워진다.
③ 택벌림은 산림생태계와 관련하여 항상성(불변성)과 영속적 자기조정의 모델이며 자연생산 자동화를 갖고 있다.
④ 택벌림에서는 광선조정이 중요한 결정인자로 작용할 때가 있다.
⑤ 택벌림의 수관은 잘 발달하여 안정상태를 이룬다.

⑥ 택벌림은 벌구식 교림보다 단위면적당 소경목 생산이 적고, 일제림에 비하여 물질 총생산량이 많다.
⑦ 택벌은 대경재 생산을 가능케 한다.
⑧ 택벌림은 장기적으로 균형잡힌 구조 때문에 산림의 국소 기후조건의 변화가 갑자기 일어나지 않는다.
⑨ 택벌림은 자주 이용기술적(벌채수확 및 운반)인 면과 노동력(훈련된 질 좋은 작업자) 및 장비 등의 문제가 나타난다.
⑩ 택벌림에서는 윤벌기의 의미가 없다.
⑪ 택벌림은 임분공간을 완전히 이용한다.
⑫ 작은 면적에서 다양한 영급과 크기의 임목이 장려된다.
⑬ 택벌림은 독립적 생장을 한다(상층임관에 도달하면 수관이 더 이상 접촉되지 않음).

4) 2단 교림(2段喬林, two - storid high forest)

한 임지에 두가지 층(層)의 교목(喬木)으로 된 임분으로써 특수작업법으로 취급되며 갱신 후 노령림의 일부가 남겨지고 이 노령림의 균일한 산목(傘木)하에 새로운 임분을 생장시켜 2단교림을 형성시킨다. 양수의 노령림이 부림목의 형성이 없으면 계속된 벌채적 조정에 의한 상층 우세목층이 울폐가 중단되어 생장반응력이 현저히 감소되어 불규칙한 생장손실을 감수해야 한다. 따라서 소나무, 낙엽송같은 노령림은 임관을 소개시킨 후 새로운 내음성있는 수종을 조성하여 연결시켜 주는 것이 권장된다.

일반적으로 노령림 또는 성숙림을 강도로 소개시켜 수하식재(樹下植栽, under planting)를 실시하고 장기적인 수광생장 촉진시업(受光生長促進施業, open stand system)을 계속하여 가치높은 고급대경재를 생산한다.

① 2단림 작업이므로 벌채운반조건이 좋은 임지에서 성과가 좋다.
② 지력이 양호하고 적윤한 토양의 입지가 권장된다.
③ 수형이 좋고 적기에 가지치기를 실시한 최종수확목을 적정본수로 하여 선발존치한다.
④ 대경목을 생산하기 위해서는 특출하게 뛰어난 우량목을 선발하여 ha당 100 150본을 균일하게 분포시키는 것이 이상적이다.
⑤ 간벌단계 임분에서 잦은 설해, 조잡한 생장, 병충해 등을 방지하기 위해 수하식재가 시도되기도 한다. 이 때는 본수 감소로 인한 불규치한 임목간격은 감수해야 한다.
⑥ 소나무와 낙엽송림의 경우 상층에서 선발된 우세목은 고급대경재 생산을 목표로 벌기가 연장된다.
⑦ 수하식재목으로는 내음성 있는 침·활엽수종이 좋다. 다만 특별한 경우 이용목적으로 벌기령을 짧게 하여 목적하는 수종을 선택하기도 한다.
⑧ 2단 교림작업은 처음에 상층의 최종수확목을 선발한 후 주로 수종불량목, 세장목, 열세목, 피해목 등을 제거하여 임관을 소개시킨 후 수하식재를 한다. 이때 수하식재 거리는 일반

식재 거리와 같거나 2m이상이 되어야 한다. 수하식재 이후 10년안에 2차로 상층임관을 소개하기 위한 벌채가 실시된다. 그후 2단림 상태에서 수하식재목이 상층목의 수관에 접촉되어 압박을 받는 시점이 상층목 최종수확 단계가 된다. 수하식재목으로 생장이 빠르고 비교적 내음성이 있는 활엽수를 선택하는 것은 상층목의 수간맹아 발생을 억제하는 효과가 있다.

5) 보잔목법(保殘木法, method of high forest with standards)

보잔목법은 생산기간 종료(갱신)와 함께 천연하종갱신과 고급대경재 생산의 2가지 목적으로 노령목 중에서 가장 우수한 임목을 보잔목으로 잔존시키는 것이며 개벌작업과 함께 오래전에 발달된 특수 작업종의 하나이다.

개벌지에서 모수는 종자낙하와 동시에 수확벌채를 할 수는 없고 대경재 생산을 위해 그대로 존치한다는 개념에서 접근해야 한다.

그러므로 후계림으로 생장하고 있는 하층의 갱신치수에 중점을 두는 것이 필요하다.

가) 특성

① 풍치 무육적 의미에서 보잔목은 오랫동안 외관적으로 문제가 있다.
② 갱신벌채전에 발생된 전갱치수(前更稚樹)가 있는 임지에서 소나무와 같은 수고가 높은 보잔목은 천연하종의 효과가 없다.
③ 고급대경재 생산을 위한 보육(보잔목)이 적은 본수 때문에 등한시되고 침해될 수 있다.
④ 지위가 낮은 빈약한 임지의 소나무의 경우 하층의 갱신치수는 생장이 매우 느려 성과가 없다.

나) 취급방법

① 수확벌채 약 20년전에 수고길이의 간격을 갖는 우수한 나무(수령과 형질)가 ha당 50본 내외가 선발되도록 검토한 다음 선발된 보잔목에 지장을 주거나 불확실한 나무는 미리 제거한다.
② 수확벌채시 보잔목의 가치 손실과 후계림의 벌채 피해 등이 예방되도록 대비해야 한다.
③ 참나무의 보잔목은 가지에 혹이 발생하거나 초두부가 고사되는 경우가 많으므로 2개의 윤벌기로써 다른 유용활엽수를 채택, 보충하고 참나무 보잔목을 아주 작은 소군상의 그룹으로 배치하며 점차적으로 수관을 소개시켜 주는 방법을 고려한다.

다) 모수작업(母樹作業, Seed tree method)

① 수확벌채시 ha당 20본 내외의 모수를 남겨놓고 천연하종 갱신을 실행하는 아주 간단한 갱신법이며 특수한 작업종으로 취급한다.
② 잔존 모수 본수가 적어 임지는 개벌작업지와 같고 나지상태의 조건에서 생장이 빠른 양수의 천연하종 갱신에만 적용가능하며 나지식생의 침입이 용이하다.
③ 잔존된 모수는 대경재 이용보다는 천연하종 갱신에 필요한 종자공급에 더 중요한 가치가 있다.
④ 잔존할 모수본수는 종자결실량 및 비산거리, 결실횟수, 입지상태(지형 및 지면)를 고려하여 결정하되 ha당 30본 이내로 한다(모수작업법에 의한 천연갱신에서는 가벼운 종자를 갖

는 양수의 수종이 채택됨).

⑤ 수확벌채 후 5년이내에 치수가 발생되지 않으면 모수작업에 의한 천연하종 갱신은 더 이상 기대할 수 없으므로 인공식재로 확실하게 임분을 조성하는 것이 합리적이다.

(나) 왜림(矮林) 및 중림(中林) 작업

왜림(또는 맹아림) 및 중림작업은 산림이 무성번식(無性繁殖) 방법으로도 갱신이 이루어지는 것을 이용한 특수한 작업법이며 임업의 체계가 확립되기 이전의 아주 옛날부터 있었던 방법이다. 맹아림시업은 원래 지역주민 또는 농가에서 규칙적으로 목재수요(주로 연료, 숯 등)를 충족시키기 위하여 생겨났다. 이 맹아림 시업은 유령림 상태에서 벌채되어지면 근주(根株) 또는 뿌리에서 맹아가 다시 발생될 수 있는 활엽수가 일정한 면적에 많은 본수가 있어야 한다는 지식과 맹아림의 윤벌기 설정으로 매년 적당한 면적이 벌채수확 됨으로써 지속적 목재생산이 간단한 면적 배분 방법 조치로써 가능해진다는 2가지 전제 조건이 필요한 것이다.

근주맹아(根株萌芽, Stool Shoot) 또는 근맹아(根萌芽, Root Sucker) 실생목(實生木, Seeding)에 갱신되어 공간적으로 상층을 교림, 하층은 왜림으로 2단림(二段林)을 형성한다. 일반적으로 중림은 작업급편성을 배제하는 특성이 있으므로 특수 작업종의 취급을 받는다. 윤벌기가 교림보다 짧으며 왜림을 교림으로 전환(轉換)시키는 중간단계로 이해하는 것이 좋다. 중림은 맹아림의 임지에 맹아림 세대 이전의 임목(주로 실생목)이 다수 상층을 점유하고 있는 것이 특징이며, 연료재, 소경재 외에 다른 큰나무의 용재 생산 목적도 달성될 수 있다. 선진 임업국에서는 왜림 및 중림 작업지가 적고 있다 하여도 교림으로 전환코져 하나 남미, 동남아 등에서는 아직도 많이 실행되고 있다. 중림작업에서 상층은 주로 참나무류, 포플러나무류 같은 양수의 활엽수종이 적당하나 물푸레나무, 느릅나무, 개벚나무도 가능하며 또한 침엽수종에서는 소나무류, 낙엽송 등이 가능하다.

(다) 임분전환(林分轉換, Conversion)

전환이란 현재의 부적당한 임분을 보육 또는 갱신을 통하여 작업종, 수종, 임목, 임분구조 등을 바꾸어 주는 것을 말한다.

이러한 전환작업은 (표 4-2-6)과 같이 구분될 수 있다.

표 4-2-6. 전환작업

구 분	내 용
직접전환	○ 인공식재에 의해 현재 임분의 수종 구성을 변화시킴 ○ 원하지 않는 수종을 빠르게 제거시키고 목적 수종을 조림 (일반 갱신보다 더 빠르게 또한 벌기령에 도달하기 전에) ○ (예)소나무 병충해 임지, 참나무, 리기다소나무림 불량임지의 수종전환

구 분	내 용
간접전환	○ 보육작업으로 작업종, 수종구성, 임분구조 등을 변화시킴 ○ 임분을 무육벌채 작업으로 점차적으로 또는 단계적으로 개선하여 변화시킴 ○ (예)맹아림의 교림전환, 단순림의 혼효림전환, 단층림의 복층림전환, 개벌교림작업의 산벌림전환 등
혼합전환	○ 소면적으로 대상벌, 군상벌, 산벌 등으로 갱신하여 목적달성
수하식재에 의한 전환	○ 수하식재하여 임분 전환

표 4-2-7. 전환작업을 위한 갱신수단

구 분	내 용
신규조림	현재까지 타용도의 무립목지로 있는 나지에 처음으로 실시되는 인공식재에 의한 갱신
재조림	개벌적지 또는 산벌림의 최후의 종벌로 나지에 대한 인공식재로 갱신
천연갱신	산벌, 군상벌 또는 대상벌채 모수 또는 보잔목 작업등으로 천연갱신을 계속하거나 유도시키는 것
사전조림	임분의 시간적-공간적 배열을 고려하여 산복(또는 보호목)하에 후계림을 인공식재하여 갱신
후조림 (후속조림)	천연림 또는 인공림의 유령림에서부터 초기 성숙림단계까지의 임분에서 노출된 공지에 인공식재
수하식재	상층과 하층림의 총생장량 증진, 임지보존, 우세목 수간무육(맹아 억제 등) 복층림임관 조성을 위해 산목(보호목)하에 인공식재
보식	인공갱신에서 조림목 본수의 10%이상 활착되지 못했을 때 조림지를 완벽하게 보완하기 위한 인공식재(가능한 한 단 한번에 완전하게 실시)
반복조림	인공갱신에서 조림목 본수의 50%이상 문제(피해, 고사, 미활착 등)가 되었을 때 인공식재를 반복하여 시도하는 것.
천연갱신지 보충조림	천연갱신지에 발생된 공지에 천연치수를 이식하거나 포지 생산묘를 인공식재하는 조림

(라) 산림농업(혼농림)

임업의 수입을 증대할 목적으로 목재 등 주산물 생산외에 농가소득이 될 수 있는 부산물 생산 등을 포함 여러 가지 생산방식이 도입된다.

농가의 임업수입을 늘릴 수 있는 복합경영림은 생육환경과 사회 · 경제적 여건에 따라 달라질 수 있지만 임업수입의 조기화와 다양화에 그 목적이 있다. 혼농림의 본래의 의미는 임목을 벌채하고 2~3년간 농작물을 경작한 다음 다시 임목을 식재하거나 또는 임목이 수확되기 전 수년간 간작(間作)으로 농사를 짓는 형태의 산림을 말하지만 최근의 임지를 이용하여 특용식물을 재배하는 복합기능을 갖고 있는 특수한 산림을 말한다.

(마) 혼목임업(혼목림)

혼목림은 임분이 울폐되기 전 일정기간 동안 산림내에 가축을 방목하여 임지에 초류를 이용하게 하는 복합기능을 갖고있는 특수한 산림이다.

1) 성립조건

① 산림에서 방목이용을 가능하게 하는 자연조건으로서 임상(林相), 지형(地形) 및 임상식생(林相植生)의 3가지가 중요하다.

② 임상은 유령림으로 울폐도 50이하의 소림(疎林) 인 곳이다.

③ 지형조건으로서는 경사가 가장 중요한데 경사도 30 °이하이여야 하고, 다만 목초를 도입할 경우에는 약 20 °가 한도이다.

④ 이용가능한 임상 식생형은 참억새 형, 화본식물(잔디)형, 조릿대형, 광엽초본형을 기본으로 하고 관목형은 먹을 수 있는 풀의 양이 적기 때문에 부적당한 경우가 많으며 고사리형은 유해식물로서 부적당하다.

2) 방목지내의 피해목 처리

가) 임목의 피해

임목의 피해는 주로 유령림내 방목에서 볼수 있는 현상으로 가축의 채식(採食), 답압에 의한 것보다는 식해(食害), 박피(剝皮), 줄기절단 되는 것이 단독으로 혹은 복합적인 형태로 나타난다.

나) 채식에 의한 피해

채식(採食)에 의한 피해는 수종 이외에 가축, 방목지의 조건에 따라 다르다.

다) 지속적인 답압에 의한 피해

대형가축(소, 말)을 방목할 때는 임목은 지속적으로 밟혀 수간이 부러지기도 하고 발굽으로 인해 수피가 벗겨지는 일도 있다. 줄기절단과 박피에 의한 피해는 많지 않지만 침엽수에서는 이것이 원인이 되어 고사하는 예가 특히 많기 때문에 답압피해는 많은 주의를 요한다.

라) 피해목 처리

일반적으로 피해는 20 30년간의 생장과정에서 회복되는 것이 보통이지만 또 회복곤란으로

보이는 것은 제거 대상으로하여 처리된다. 따라서 임내방목으로 가장 중요한 문제점은 회복이 어려운 고사목의 발생이다.

마) 지형과 고사목의 분포

고사목은 가축의 방목행동에 의해 생기는 현상 때문에 방목지내에 균일하게 분포하는 것은 아니고 지형적으로 특정한 장소(급경사지보다도 완경사지, 바람이 쉽게 통하는 능선부, 가축이 휴식할려는 장소, 목책과 물 마시는 장소, 축사, 牧道 및 방목시설 주변)에 집중한다. 따라서 임목의 피해대책상 특히 방목시설의 배치를 고려할 필요가 있다. 다만, 그러한 위험성이 있는 장소의 전체면적은 일반적으로 전 방목지의 1%가 넘지 않는 것이 보통이다.

3) 시업

혼목림시업의 종류는 인공림형, 2차림형 및 목야임형(牧野林型)의 3가지로 구분된다.

가) 인공림형

주로 장기수 조림지로서, 수관이 울폐될 때까지 수십년간의 방목이용이 일반적이다. 그러나 최근에는 강도간벌로서 장 · 노령기에도 방목으로 이용하는 사례가 증가하고 있다. 상수리나무림 등의 표고원목생산과 연결한 방목이용은 활발하지만, 2차림 이후의 취급방법은 다음에 설명한 2차림형에 준한다.

나) 2차림형

펄프재와 표고자목의 생산을 목적으로 하고 20 40년의 벌기로 맹아갱신을 행한다. 유령림을 주체로 할 경우에는 목양력(牧養力)이 높아지고 또 일반적으로 목초도입 등에 의하여 임목생장이 촉진된다.

다) 목야임형

목장의 목야림(牧野林)으로 활용하면서 80 150년 이라는 장기간에 걸쳐 유용 대경재 생산림으로 유도하는 경우도 있다.

3. 인공조림

인공조림은 벌채한 곳이나 미입목지에 묘목을 식재하여 임분을 조성하는 것으로서 조림하고자 하는 나무가 잘 자라기에 적합한 토양에 나무를 심는 일 곧 적지적수를 행하는 것이다. 그러나 나무가 잘 자라기 위해서는 토양조건이 어떻한가도 중요하지만 이 외에도 기후, 지형, 지질 등 여러요인이 나무의 생장조건에 관여하며 이러한 입지적 조건외에도 기상해, 병충해등도 임목생장에 관여하는 요인이 될 것이다.

(1) 적지적수 선정

적지적수란 입지환경과 토양조건에 적합한 수종을 선정하여 식재함으로써 임지생산성의 극대화를 기하는 것으로 입지조건에 적합한 조림수종을 선정할 것인지 아니면 목적수종에 적합한 입지조건을 선택할 것인지를 먼저 결정하여야 할 것이다.

조림적지를 판정하는 방법으로서는 토양조사에 의한 방법, 지위지수 조사에 의한 방법등 이 있다. 토양조사에 의한 적수선정 방법으로는 간이조사에 의한 방법, 정밀조사에 의한 방법이 있으며, 최근에는 GIS기법을 이용한 지형요인 분석에 의거 적수를 선정하는 방법도 연구중에 있다.

1) 산림토양조사에 의한 방법

가) 간이 산림토양조사에 의한 적수선정

임목생장에 크게 영향을 미치는 산림토양의 중요인자로서 현지에서 누구나 쉽게 조사할 수 있는 인자인 토심, 지형, 건습도, 경사, 퇴적양식, 침식, 견밀도, 토성 등을 조사하여 (표 4-3-2)와 같은 입지인자별 점수 합계에 의하여 임지의 잠재 생산능력급수를 Ⅰ급지에서 Ⅴ급지로 구분하므로서 객관적으로 지력을 분류하여 적지적수를 기후대별로 선정하는 방법이다. 이 방법은 국토의 치산녹화와 산림자원 조성계획의 일환으로 전국을 대상으로 1974~1976년까지 3개년간에 걸쳐 산림자원조사연구소에서 적지적수 및 수종갱신사업에 개략적으로 적용하기 위하여 실시한 방법이다. 항공사진판독과 토양조사결과로 조제되어 시,군에 비치된 간이산림토양도를 참고로하여 능력급수를 판정한 다음 그 임지에 알맞는 수중을 선택할 수도 있다.

임지생산능력 급수별, 기후대별 조림수종은 (표 4-3-1, 표 4-3-2)와 같으며 일반적으로 산록, 계곡 등의 비옥지는 경제성이 높은 수종을 식재하는 것이 유리하고 산정이나 능선부 등의 건조지에는 임지보호와 지력향상을 우선 고려하여 조림수종을 선정하는 것이 좋다.

표 4-3-1. 임지능력 급수 채점표

구분 / 인자	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수
토 심	90㎝이상	12	90 60㎝	9	60 30㎝	5	30㎝미만	1				
지 형	평탄지	11	산 록	8	완구릉지	6	산 복	4	산 정	1		
건습도	적 윤	11	습 윤	8	건 조	6	과 습	3	과 건	1		
경사도	5°이상	9	5 15°	8	15 20°	7	20 30°	5	30 45°	3	45°이상	1
퇴적양식	붕적토	9	포행토	5	잔적토	1						
침 식	없 다	9	있 다	6	심하다	3	매 우 심하다	1				
견밀도	송	9	연	7	견	4	강 견	1				
토 성	사 양 (성 숙)	6	식양토	4	사 양 (미 숙)	3.	사 토	2	미숙토	1		

자료 : 간이산림토양조사보고서(1976:산림자원조사 연구소)

표 4-3-2. 임지생산 능력급수별 조림수종

능력급수	점수합계	기후대		
		온대중부	온대남부	난대
I	75 ~ 55	낙엽송, 밤나무, 이태리 포플러	삼나무, 오동나무 밤나무	삼나무, 오동나무 밤나무
II	54 ~ 45	낙엽송, 밤나무, 이태리 포플러, 잣나무, 현사시나무	이태리 포플러, 편백, 밤나무, 현사시	편백, 삼나무, 오동나무, 밤나무
III	44 ~ 35	현사시, 잣나무, 해송, 아까시나무	리기다소나무, 해송, 아까시나무	리기다소나무, 해송, 아까시나무
IV	34 ~ 25	리기다소나무, 해송, 아까시나무	리기다소나무, 해송, 아까시나무	리기다소나무, 해송, 아까시나무
V	24 ~ 8	오리나무 리기다소나무	오리나무 리기다소나무	오리나무 리기다소나무

자료 : 간이산림토양조사보고서, 1978

나) 급지별, 기후대별 적수선정

임지능력급수에 따른 수종판정은 산림토양 뿐만 아니라 산림대 등을 감안하여 능력급수에 따라 수종을 선정한다.

○ I 급지

평탄지 및 산록의 완경사지로 토심이 깊고 토양의 습윤상태가 좋으며 침식이 없는 붕적토 내지 포행토이며, 지피식생의 피복도가 대단히 높고 토양의 이화학적 성질도 양호한 사양토로서 토양인자별 점수가 55점이상인 지역이다. I급지에서는 속성수, 유실수의 식재가 적당하며 온대지방에서는 낙엽송, 이태리포플러(하상토 및 붕적토) 온대남부 및 난대에서는 오동나무(비옥한 평탄지) 삼나무(비옥한 습윤지) 편백 등의 식재가 적합한 지역으로서 지력은 최상위이다.

○ II 급지

산록 완구릉지 및 산복의 완경사지 또는 경사지로 토심은 깊은 편이며 토양수분상태는 습윤내지 적윤상태이고, 침식이 없거나 약간 있는 토양으로서 토양의 견밀도는 연한 편이다. 토성은 사양토 내지 식양토이며 토양의 이화학적 성질도 비교적 양호한 편으로 인자별 점수가 54 55점인 임지이다.

집약적인 임업경영이 적합한 지역으로 경제수종인 낙엽송, 잣나무, 현사시, 이태리포플러(하상토 및 붕적토)의 식재와 유실수인 밤나무 재배에 적합하며 난대지방에서는 편백, 삼나무, 오동나무(비옥하고 토양이 깊은 평탄지)식재가 적합한 지역으로서 지력은 상위이다.

○ Ⅲ 급지

완구능지 내지 산복의 경사지 또는 급경사지로 토심은 보통이거나 깊은 편이며 토양수분 상태는 적윤 또는 건조한 상태이고 침식은 없거나 약간 있는 지역이다. 퇴적양식은 잔적토 또는 포행토이고 토양의 견밀도는 견이거나 연이며 토성은 사양토, 식양토 및 사토이고 토양의 이화학적 성질은 보통으로써 일반 경제림 조성이 가능한 지역이다.

우리 나라 임지의 대표적인 급지로서 지력은 중이며 인자별 점수가 44 35점인 임지이다.

이 지역은 유실수 재배는 원칙적으로 불가능하며 온대중부에서는 현사시, 해송, 편백, 아까시나무, 난대지역에서는 해송, 편백의 식재가 적합하다. 인가근처의 임지는 집약적인 비배관리를 하면 밤나무도 재배 할 수 있다.

○ Ⅳ 급지

완구능지, 산복, 산정의 급경사지의 잔적토 내지 포행토로 토심은 얕거나 보통이며 토양습도는 건조하다. 토양의 견밀도는 연 견하며 침식이 있거나 심한 편이며 토성은 미숙사양토가 대부분이다. 토성은 식양토 또는 사토이고 토양의 이화학적 성질이 불량하며 조방적인 임업경영에 적합한 지역으로 비료목의 혼식등 임지의 지력보존 및 개량이 요구되는 지역으로 지력은 하위이다. 이 지역은 리기다소나무, 해송, 아까시나무의 식재가 적합하다.

○ Ⅴ 급지

산복 산정의 험준지의 잔적토로 토심이 얕고 과건한 토양이다. 토양침식이 심한 편이며 대체로 견밀한 토양이다. 사방을 요하는 지역으로 토양보존 및 수원함양을 위하여 산림사업을 제한시킬 필요가 있는 임지로 대부분이 척박임지이다. 인자별 점수는 24 8점인 지역으로 오리나무류와 리기다소나무, 방크스소나무 등과 기타 비료목식재가 필요한 임지이다. 지력은 척박지로 최하위이다. 황폐임지도 Ⅴ 급지에 포함시켜 분류하였다.

2) 정밀 산림토양조사에 의한 적수선정

임지의 생산력을 구성하는 요인인 기후, 토양, 조림후 관리등의 요인을 조사하여 적수를 선정하는 방법이다. 기후요인으로는 평균기온, 년강수량, 적설량, 온량지수, 계절별 강수량 등을 들 수 있다. 토양요인으로는 토층의 두께와 견밀도, 지하수위, 유효토층, 토양의 물리적성질인 토성, 토양수분, 통기, 투수성과 토양의 화학적 성질인 토양산도, 부식과 염기의 상태, 양분보유력 등을 들수 있다. 상기의 요인들은 입지환경 및 토양단면조사를 통하여 파악이 가능하므로 식재하고자 하는 수종의 적지를 선정하기 위해서는 정밀산림토양조사요령에 의한 토양조사가 요구된다. 또한 육림시 고려해야할 인자로서는 기상재해, 병충해, 토양침식, 붕괴, 육림작업의 난이도 등을 들 수 있다.

가) 지위지수에 의한 방법

임목생장의 良否를 판단하는 기준으로 지위지수를 사용한다. 지위지수는 임지가 가지고 있는 생산기능의 지표로써 임령에 대한 수고로 표시된다. 우리나라의 경우 소나무, 낙엽송등은 수령

20년생을 기준으로, 잣나무, 참나무류는 30년생을 기준으로 지위지수표 를 조제하여 사용하고 있다. (그림 4-3-1)과 같이 낙엽송 과 중부지방소나무는 지위에 따라 생장의 차이가 많은데 지위가 上지역과 下지역간의 수고생장량은 2배이상의 차이를 보이므로 입지조건에 알맞는 수종을 선정하는 일은 매우 중요하다. 지위지수에 의한 적수를 선정하기 위해서는 수종별로 지방별 지위지수표를 이용하는 것이 바람직하나 현재 지위지수표가 조제되어 있는 수종은 낙엽송, 잣나무, 중부지방소나무, 편백, 삼나무, 해송, 리기다소나무, 상수리, 신갈나무 뿐이며 지방별로는 조제되어 있지 않은 실정이다.

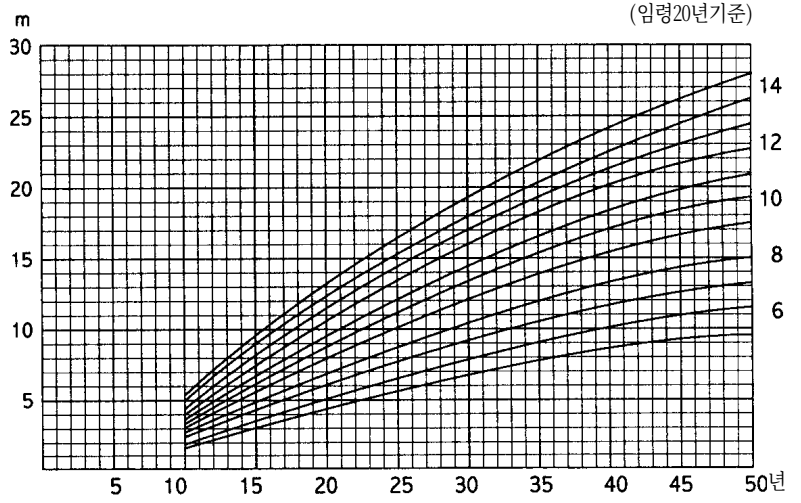


그림 4-3-1. 낙엽송, 중부지방소나무의 지위지수 분류곡선

나) GIS에 의한 방법

기후, 토양, 지형인자 및 수종특성을 고려하여 지리정보시스템(Geographic Information System; GIS)중 수치지형해석법에 의거 조림추천수종이 적지에 배치되도록 다음과 같은 방법에 따라 적지적수도를 작성하여 적수를 선정한다.

1) 적지선정 관련자료의 분석

지형도, 토양도, 임상도, 지질도, 산지이용 구분도 등의 공간자료, 기후, 식생, 수종특성, 토양의 이화학적 특성등의 속성자료, 토양형, 표고, 경사, 방위, 국소지형에 따른 지형요인을 분석한다.

2) 토양 · 지형요인에 따른 조림 및 잔존지역 구분

토양, 지형요인, 법적 규제림등의 조건에 의해 조림지역 및 잔존지역으로 구분한다.

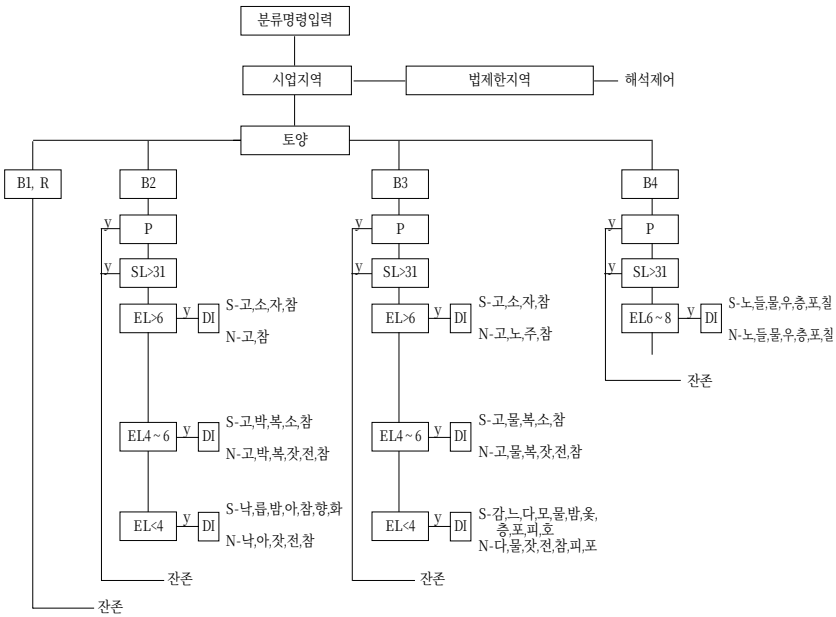
표 4 - 3 - 3. 조림지역과 잔존지역의 구분(예; 중부온대림지역 - 무주군)

요 인	조 림 지 역	잔 존 지 역
토 양	B2, B3, B4.	암석지(R), B1토양
지 형	7부능선 이하	산정(8부능선이상)
	경사 30 ℃이하	경사 31 ℃이상
기 타	법적 규제림외	법적 규제림

자료 : 임업연구원. 1996

3) 시업판별 흐름도 작성

조림수종별 최적지를 선정하기 위하여, 토양 및 지형요인을 단계별로 추적하여 최종 단계에서 잔존지역과 시업지역의 구분 및 시업지역내의 조림수종을 선정한다(그림 4-3-2).



P : 산정 EL : 표고(<4 : 400m이하, 4~6 : 401~600, >601이상) DI : 방위 SL : 경사

감:감나무 고:고로쇠 낙:낙엽송 노:노 각 느:느 티 다:다 릅
들:들 메 릅:두 릅 모:모 과 물:물푸레 박:박 달 밤:밤나무
복:복자기 소:소나무 아:아까시 옻:옻나무 우:낙우송 자:자 작
잣:잣나무 전:전나무 주:주 목 참:참나무류 층:두 충 층:층층나무
칠:칠엽수 포:포플러류 피:피나무 향:향나무 호:호 도 화:화 백

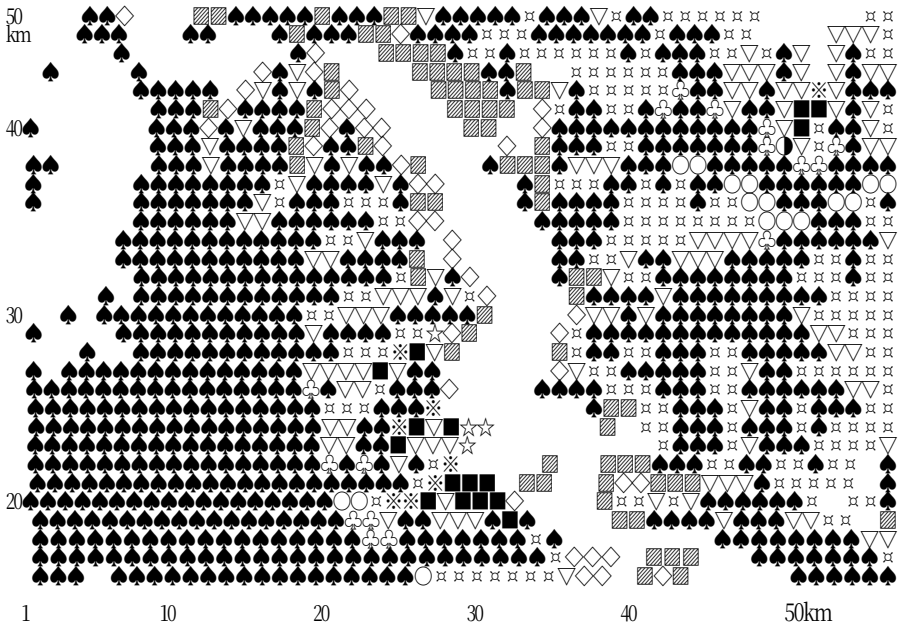
그림 4 - 3 - 2. 전산처리흐름도

4) 수치지형해석도 작성

표고수치도는 국립지리원발행 1/25,000 지형도에 4×4mm 격자를 그어 4모서리 표고값의 평균 표고를 구하였고, 경사수치도는 $\theta = \sin^{-1}(\sqrt{a^2+b^2}/\sqrt{a^2+b^2+1})$ 式을, 방위수치도는 $\partial = \tan^{-1}(b/a)$식을, 국소지형수치도는 국소지형 수치계산법을 적용하여 작성한다.

5) G. BAS Map의 중첩에 의한 적지적수도 작성

G.BAS의 File화에 의해 작성된 6종의 수치도(토양도, 법적제한도, 국소지형도, 표고도, 경사도, 방위도)를 중첩시켜 조건값을 부여해 적지적수도를 작성하여 적수를 선정한다.



□ : 경지 ♠ : 잔존 ◇ : 낙엽송, 아까시, 잣나무, 전나무, 참나무

▨ : 낙엽송, 두릅, 밤나무, 아까시, 참나무류, 향나무, 화백 ▽ : 고로쇠, 박달나무, 복자기, 잣나무, 전나무, 참나무류 ¤ : 고로쇠, 박달나무, 복자기, 소나무, 참나무류

♧ : 고로쇠, 참나무류 ○ : 고로쇠, 소나무, 자작나무, 참나무류 ▣ : 노각나무, 들메나무 물푸레, 낙우송, 두층, 포플러류, 칠엽수 ■ : 고로쇠, 물푸레, 복자기, 잣나무, 전나무, 참나무류 ※ : 고로쇠, 물푸레, 복자기, 소나무, 참나무 ◑ : 고로쇠, 노각나무, 주목

☆ : 감나무, 느티나무, 모과, 물푸레, 밤나무, 옻나무, 참나무류, 두충, 포플러류, 피나무

그림 4 - 3 - 3. GIS에 의해 작성된 적지적수도

(2) 조림설계

조림설계는 최종 수확시에 임목의 본수, 크기 등을 예측하여 계획되어야 하며, 투입경비와 노력에 대하여 최대한의 효과를 거둘 수 있도록 하여야 한다. 또한, 용재림, 방목림, 방화림, 풍치림 등 그 목적에 따라 수종을 선정하고 조합하며 식재간격 등이 결정되어야 한다. 과거 조림에 있어서는 경관 등 다른 부가적인 효과는 거의 고려되지 않았으며, 어떤 경우 수확작업에서 고려되어야 할 기초적인 사항까지도 고려되지 않은 경우가 있었으나 이러한 사항들이 조림설계에 포함되어야 한다.

(가) 조림과 경관

조림지는 자연풍경에 있어서 중요한 위치를 차지한다. 조림지는 지방을 여행할때, 노변의 중요시점으로 보여지는 시계의 일부분이 되며 노변 경관 형성에 중요한 위치를 차지한다. 구릉지나 산의 각(角)진 능선 등은 식재에 의하여 그선을 완화시킬 수 있다. 조림지는 그것을 부각시키는 것 보다는 경관의 일부분으로 경관구성에 기여하도록 설계되어야 한다.

또한, 조림지는 공공이용의 측면에서 다각적인 효용을 가질수 있도록 설계 되어져야 한다. 예를 들어 산화발생시 진화용 물공급을 위한 소규모댐은 레크레이션 장소로도 이용할 수 있도록 설계되어야 한다. 설계단계에서 경관, 보건, 레크레이션의 이용, 보존 등으로 기능을 다양화하는 것은 경비가 소요되지 않는다. 임분의 생장기간에도 이러한 면에 주의를 기울일 필요가 있으며 기존의 임분도 갱신작업으로 이용형태를 다양화시킬 수 있다.

(나) 작업로 계획

작업로의 계획은 조림지의 경제성 평가에 중요한 요소이다. 접근체계는 식재작업이나 일상적인 관리작업, 병충해나 산화방지 등의 보호작업, 수확작업 등을 위하여 필요하다. 식재작업에는 상대적으로 간단한 작업로의 개설만으로도 가능하지만, 수확작업에는 더 많은 작업로와 잘 설계된 고비용의 임도가 필요하고 또한 주위 환경에 따라서 산화발생의 위험도가 높은 곳은 더 많은 작업로가 필요하다. 또한 지형은 접근 시스템의 설계에 중요한 요소로서 지형이 험준하고 복잡할 수록 잘 설계된 접근 시스템의 설계가 고려되어야 한다. 조림지의 작업로는 기능에 따라 다음과 같이 분류하여 계획을 수립하여야 한다.

1) 조림지 작업로 또는 1차 작업로

조림지를 지나거나 조림지에 인접한 현존하는 공용 도로의 일부를 말한다. 임도망은 이와 같은 도로에 연결하여 설계된다. 일반적으로 시속 80 100㎞ 속도를 낼 수 있는 포장된 자동차 전용도로를 의미한다.

2) 지선 작업로 또는 2차 작업로

이도로는 1차도로와 유사한 기능을 가지나 지선(枝線)도로로서 산림의 지형에 따라 개발되며 비교적 높은 수준의 도로이다.

3) 구획(구역)작업로 또는 지선(枝線)도로

이도로는 관리를 위하여 영급별 단위나 지번 등에 따라 접근할 수 있고 각 관리 단위에 접근할 수 있는 도로이다. 일반적으로 1차선 도로이며 시속 20㎞ 이하의 속도로 다닐 수 있는 도로이다.

4) 반출로

영구, 또는 임시 작업로로서 벌채 수확시에 건조하고 양호한 기상조건 하에서만 운반용 장비가 다닐 수 있도록 설계된다.

(다) 식재밀도

식재간격은 임목의 생장과 특성을 결정짓는 아주 중요한 인자이다. 식재 본수의 결정은 조림적 특성과 관리상의 문제, 목재이용과 재정적 측면에서 검토되어야 한다. 그러나 일반적으로 식재목의 크기와 그 수종의 생장특성에 의하여 결정하는 경우가 많다. 그러나 벌채시 기계진입을 위한 공간이나, 요구되는 목재의 크기를 고려하여 식재 본수를 결정하는 것도 중요하다.

1) 식재본수와 임목생장

필요이상으로 많은 본수의 식재는 비용의 낭비를 초래하게 되므로 묘목의 활착률을 감안하여 예정본수보다 5 10%정도 많은 본수를 식재하는 것이 좋다.

대부분의 경우 임분의 평균수고는 어느 한계까지는 생장공간이 증가함에 따라 증가하며, 입목밀도보다는 지위의 영향을 받는다. 그러나 어떤 일정한 범위내에서 입목밀도가 높을수록 수고생장이 증가하는 경우도 있다. (표 4-3-4)에서와 같이 일반조림지에서 입목밀도가 1차 간벌시기까지 수고생장에는 거의 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다. 직경생장은 식재밀도와 아주관계가 깊다. (표 4-3-5)에서와 같이 최초식재 밀도가 높을수록 임목의 직경생장은 감소된다. 수목의 생장공간이 클수록 수간하부의 직경생장이 왕성하므로 수간의 초살도는 높아지고 가지의 굵기는 식재밀도가 높을수록 작아진다.

2) 식재본수 결정에 영향하는 인자

가) 경영목표

소경 직재를 조기에 대량 생산하는 경우는 식재본수를 높이고, 장벌기 대경 장재를 목표로 하고 간벌재의 이용이 어려운 지역은 식재본수를 적게 한다.

나) 지리적 조건

도로망이 확충되어 있어 간벌재 등의 반출이 용이하고, 조림비가 적게 드는 지역을 밀식할 수 있다.

표 4 - 3 - 4. 잣나무의 생립밀도별 생육상황

구 분	임령 (년)	본 수 (본/ha)	형상비 (%)	흉고직경 (㎝)	수관장률 (%)	수고 (m)	재 적 (㎥/ha)
정조식 조 림	20	2,000	64. 1	10. 7	69. 2	6. 9	60. 0
		2,500	69. 0	10. 0	68. 1	6. 9	65. 0
		3,000	74. 2	9. 3	67. 1	6. 9	69. 0
		4,000	82. 5	8. 3	65. 6	6. 8	74. 0
		5,000	88. 8	7. 6	64. 5	6. 7	75. 0
		6,000	95. 5	6. 9	63. 4	6. 6	96. 0
	25	1,000	66. 6	14. 8	66. 6	9. 9	95. 0
		1,500	72. 5	13. 3	62. 3	9. 6	115. 5
		2,000	77. 2	12. 2	59. 1	9. 4	130. 0
		2,500	81. 0	11. 4	56. 6	9. 2	140. 0
		3,000	84. 5	10. 7	54. 5	9. 0	147. 0
		4,000	89. 9	9. 7	51. 3	8. 7	146. 2
	30	850	70. 7	16. 4	53. 5	11. 6	110. 5
		1,000	73. 0	15. 9	51. 9	11. 6	120. 0
		1,500	79. 2	14. 6	47. 9	11. 6	180. 0
		2,000	83. 8	13. 7	45. 1	11. 5	190. 0
		2,500	87. 6	13. 0	42. 9	11. 4	215. 0
		3.,000	90. 4	12. 5	41. 4	11. 3	240. 0
3본, 5본 군상조림	20	2,000	70. 4	10. 1	72. 8	7. 0	59. 8
		2,500	74. 5	9. 6	69. 4	7. 1	68. 1
		3,000	77. 9	9. 2	66. 7	7. 2	76. 8
		4,000	84. 3	8. 5	62. 0	7. 1	86. 6
		5,000	89. 2	8. 0	58. 6	7. 1	96. 1
		6,000	93. 3	7. 6	55. 9	7. 1	113. 3
	25	1,000	65. 0	14. 6	72. 5	9. 5	89. 4
		1,500	71. 2	13. 3	65. 2	9. 5	113. 8
		2,000	75. 9	12. 4	60. 1	9. 4	132. 9
		2,500	79. 7	11. 7	56. 2	9. 3	148. 6
		3,000	83. 2	11. 1	52. 7	9. 2	160. 9
		4,000	89. 5	10. 1	46. 9	9. 0	178. 2
	30	850	68. 4	17. 6	53. 0	12. 0	130. 3
		1,000	70. 8	17. 0	50. 8	12. 0	144. 3
		1,500	77. 0	15. 5	45. 5	11. 9	182. 6
		2,000	82. 0	14. 4	41. 5	11. 8	212. 3
		2,500	85. 8	13. 6	38. 6	11. 7	238. 0
		3,000	89. 4	12. 9	35. 9	11. 5	256. 5

자료 : 임업연구원

표 4 - 3 - 5. 잣나무의 식재본수별 직경급 분포(30년생)

직경급 (cm)	직 경 급 별 누 적 본 수 (본/ha)					
	정 방 형 식 재			군 상 식 재		
	3,000	5,000	10,000	3,000	5,000	10,000
22	79	-	-	29	73	-
20	277	-	-	111	146	82
18	518	55	134	333	404	250
16	588	331	134	777	553	501
14	862	832	667	1,250	999	752
12	1,514	1,443	1,267	1,583	1,257	1,501
10	1,924	2,831	1,867	2,027	1,924	2,916
8	2,198	3,498	2,400	2,056	2,332	3,332
6	2,405	3,944	2,667	-	2,370	3,583

자료 : 임업연구원

다) 토양의 비옥도

지위가 높은 지역은 소식하여도 조림목의 생장이 빨라 풀베기작업 기간을 늘리지 않아도 되나 척박한 지역은 밀식하여 빨리 울폐시키므로써 풀베기작업 기간을 단축하는 것이 좋다.

라) 수종의 특성

대개 양수는 식재본수를 적게 하고 음수는 식재본수를 많게 하는 것이 일반적이며 대부분의 활엽수와 같이 소개되어 독립수로 생장하는 경우 수간이 굽어져 형질이 악화되는 수종은 밀식하여 수간을 곧게 하고 가지의 과대생장을 막을 수 있다.

마) 식재인력의 수급이나 묘목의 수급사정

식재인력이나 묘목의 수급사정이 여의치 않은 경우 식재본수를 적게 할 수 있다.

바) 밀식의 장 · 단점

장 점	단 점
○ 밀식은 조기 임분울폐에 의하여 -표토침식과 지표면의 건조방지로,개벌에 의한 지력감퇴 피해가 경감됨 -풀베기작업기간 단축으로 육림 비용이 절약됨 -가지가 굵어지는 것을 방지하고 자연 낙지의 유도로 가지치기 비용을 절감하고 무절재를 생산함 ○ 제벌 간벌시 선목 대상이 많으므로 불량목을 제거하고 최우량목을 잔존시킴으로써 우량 임분 조성에 유리함	○ 묘목대 및 조림비가 과다 소요됨 ○ 제벌 및 간벌이 지연될 경우 세장되어 도복목, 고사목 등의 발생으로 병충해 피해가 우려됨 ○ 입목의 직경생장이 완만하여 대경재 생산의 경우 수확기간이 늦어짐

3) 식재밀도에 따른 소요경비

식재 본수에 따라서 식재본수가 많을수록 많은 경비가 소비된다. 여기서 장방형식재(1.8mx3.0m), 열상부분밀식은 임목의 편기생장도 발생하지 않고 색재 및 풀베기작업 경비를 절감할 수 있다.

표 4 - 3 - 6. 2.4m×2.4m 식재를 기준으로 한 식재밀도별 소요경비 비교표

식재간격 (m)	식재본수 (ha)	소 요 경 비 지 수			
		묘목대	식재비용	인력하예작업	평 균
1.8×1.8	2,900	155	123	134	137
2.4×2.4	1,700	100	100	100	100
3.7×3.7	250	58	77	66	67
4.9×4.9	420	44	64	51	53
1.8×3.0	1,790	104	86	80	90

자료 : Sutton, Plantation Silvicu Hare

(라) 식재방법

식재방법은 조림지 전면에 동일한 간격으로 조림목을 배치하여 식재하는 일반적인 방법과 3본 또는 5본 단위로 묶어서 심는 군상식재 방법, 2열단위의 열상식재 방법이 있다. 군상식재를 하는 경우 식승의 눈금을 4.1m 또는 3.0m(식재군간거리)로 조정한 다음 한눈금에 작업인부를 1인씩 배치하고 한 장소에서 3본 군상은 3본, 5본 군상은 5본씩 식재하여 작업을 진행하며 열상부분밀식은 식승의 눈금을 1m로 조절하고 2눈금에 인부 1인을 배치하여 한 장소에서 4본씩 식재하여 작업을 진행하면 되는데, 이렇게 하는 경우 전면 식재에 비하여 작업공간이 축소되어 능률적이다.

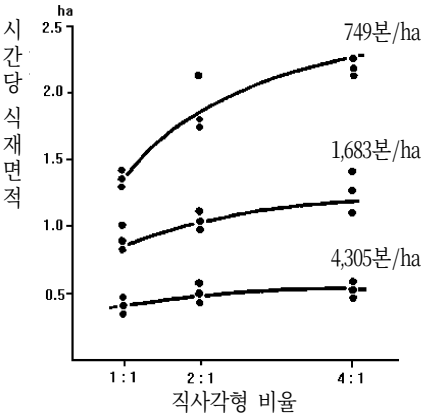


그림 4 - 3 - 4. 식재목배열에 있어서 장방형 비율별 식재공정

군상식재는 식재군간에 거리가 넓기 때문에 지존작업시 지존산물을 조림지에 열로 적재하여도 작업에 지장이 없기 때문에 일반 전면 식재에 비하여 많은 인력을 절감할 수 있으며, 간벌대상목의 선목이 쉽기 때문에 간벌작업도 훨씬 용이하게 할 수가 있다. 또한, 부분밀식은 전면 동일간격 식재 방법에 비하여 빠른 기간에 수관의 우열이 나타나고 우세목의 생장이 촉진되므로 임분생장이 양호하다.

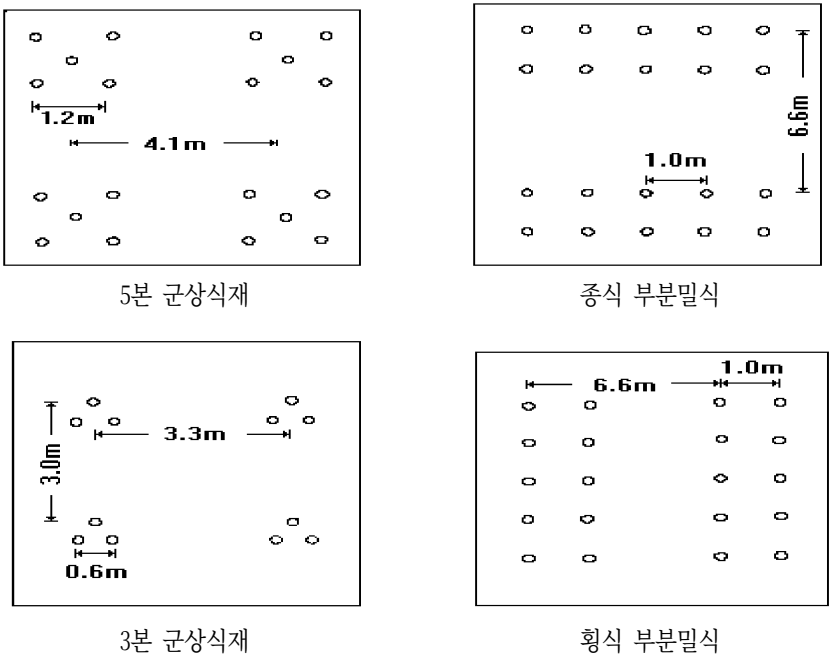


그림 4-3-5. 식재방법별 조림목의 배치도

(마) 조림사업 설계서 작성

조림예정지 조사로 수종과 식재방법, 식재본수 등이 결정되면 조림용 묘목은 조림 전년도에 시·군 산림과와 협의하여 적기에 원하는 수종을 심을 수 있도록 하여야 하며, (그림 4-3-6)과 같이 임야도에 수종별 식재위치, 묘목가식장소 등을 표시하여 조림 계획도를 작성하고 조림사업 설계서를 편성한다

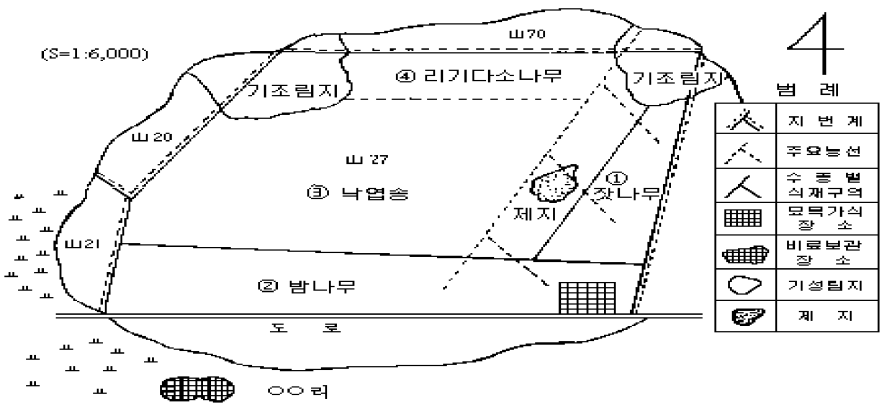


그림 4-3-6. 조림설계도

(3) 조림 예정지 정리

조림 예정지 정리 작업은 작업방법에 따라서 풀베기 작업의 회수에도 영향을 미칠 수 있으며 식생과 입지, 식재방법, 식재수종이나 크기에 따라서 효율적인 방법을 선택 실행하여야 한다. 조림예정지 정리작업은 인력작업과 불도저 등 기계에 의한 방법, 제거 대상물이나 식생을 소각하는 방법, 제초제를 이용하는 방법이 있다. 가지나 초두목 등 벌채 부산물이 많을 경우에는 로그그래풀이나 불도저 등을 이용하는 것이 좋으며, 불량 임지를 수종갱신을 하는 경우 제거 대상 수종이 맹아력이 왕성한 경우는 제초제를 사용하여 고사시키면 식재 후에 맹아발생에 의한 조림목의 피압을 예방할 수 있다. 또한 불을 이용하여 제거 대상물이나 식생을 소각하는 방법이 있는데 불이 다른 지역으로 확산되지 않도록 주의하여야 한다.

표 4-3-7. 지존작업 방법별 장단점

지 존 방 법	장 점	단 점
인 력 작 업	· 의도하는대로 작업을 할 수 있음 · 고용효과를 증대시킴	· 많은경비가 소요됨 · 양질의 인력을 학보하기가 어려움 · 맹아 발생으로 풀베기 작업에 많은 인력이 소요됨
기계에 의한 작업	· 능률적임 · 가지나 초두목 고사목, 도복목 등을 제거하는데 효과적임 · 인력으로 하기 어려운 작업을 수행할 수 있음	· 비교적 많은 경비가 소요됨 · 표토가 유실되어 침식되거나 토양이 굳어짐 · 35%이상의 급경사지에서는 사용이 어려움
제초제에 의한 작 업 (화학적 방법)	· 인력과 비용을 절감할 수 있음 · 표토가 유실되거나 토양이 굳어지지 않음 · 기계의 접근이 어려운 오지에도 사용이 가능함 · 풀베기 작업까지 생력화 할 수 있으며 수분, 양료 등에 대한 경쟁이 해소되어 조림목의 생장이 촉진됨	· 잘못 사용하는 경우 인접지에 피해를 유발시킬 수 있음 · 사용시기, 대상 식생 등이 한정되어 있음 · 일년생 초본이 침입하여 만연되는 경우가 있음
소각에 의한 제거 (화입지존)	· 인력과 비용이 절감됨 · 낙엽이나 고사지에 있는 미량원소가 가용화되어 토양내의 양료 함량이 증가됨 · 험준 오지에도 적용 가능함	· 야생 동물이 도피함 · 연기에 의해 공기가 오염됨 · 토양의 물리적 화학적 성질이 악화됨 · 인접지로 인화 우려가 있음

(가) 인력에 의한 방법

1) 모두베기

조림예정지 내의 지피식생이나 벌채 잔존물을 전부 제거하는 방법으로 일반 조림지에 흔히 적용한다.

2) 줄베기

식재할 줄의 지피식생이나 벌채 잔존물을 제거하는 방법으로 음수 또는 한·풍해의 우려가 있는 수종의 식재나 지역에 적용한다. 또한 대상 부분밀식이나 군상 부분밀식을 하는 경우 일정한 폭으로 줄베기를 실시하고 잔존대에 지존물을 적재하면 많은 인력을 절감할 수 있다. 줄베기에는 횡식(등고선 방향)과 종식(경사방향)으로 실시하는 방법이 있는데 토양침식을 방지하기 위해서는 횡식으로 하는 것이 좋다.

3) 둘레베기

식재할 곳만 지피식생 및 벌채 잔존물을 제거하는 방법으로 풍충지 조림이나 생력화를 위한 군상식재에 적용한다.

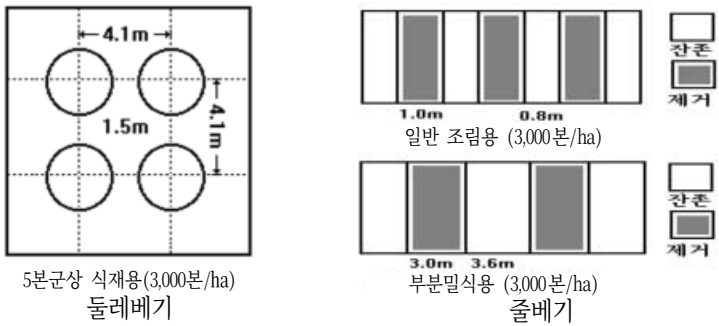


그림 4 - 3 - 7. 베기작업 형식

(나) 약제에 의한 방법

1) 헥사지논

가) 약제의 특성

① 헥사지논 입제는 선택성 제초제로써 소나무, 해송, 리기다소나무, 전나무 등은 내약성을 가지며 낙엽수는 잘 고사되고 광엽 잡초는 고살효과가 높다.

② 미립자 형태의 지면 산포제로 손으로 흩어 뿌리며 지면에 뿌려진 입제는 강우나 토양 중의 수분에 녹아 잡초목의 뿌리로 흡수된 다음 지상부의 잎과 줄기로 이행되어 식물체 내에서 식물의 생리작용을 방해하여 고사시킨다.

③ 약효는 토양에 유기물이 적고 수분이 많으면 빠르고 유기물이 많고 수분이 적으면 느리다.

④ 산포직후 폭우가 있거나 표토의 유실이 있으면 산포지역 외에도 약효가 유발된다.

⑤ 인체에 대한 독성은 크지 않으나 흡입하거나 피부에 묻지 않도록 하여야 한다.

나) 약제처리 대상지

① 다년생 산야초와 활엽잡관목 및 불량 활엽수가 번무한 지역에 처리한다.

② 암반이 노출 되었거나 표토가 극히 얇은 지역과 모래땅 표토 유실이 우려되는 지역은 제외한다.

다) 약제처리 시기

약효를 높이고 작업을 쉽게 하기 위하여 낙엽활엽수의 잎이 피기전 얼었던 땅이 녹은 직후 토양에 수분이 많은 3-4 월에 실시한다.

표 4 - 3 - 8. 처리 시기별, 약량별 식생 고살 효과

산포약량 (kg/ha)	고 살 률 (%)			
	3월 하순		7월 하순	
	초본류	목본류	초본류	목본류
20	30	41	20	31
30	40	70	53	51
40	57	79	63	62
50	70	86	76	65
100	100	98	78	66

자료 : 임업연구원

라) 약제 처리방법

① 약제 산포량

약제의 산포량은 식생과 토성에 따라서 달라질 수 있다.

② 대상지 전면에 소정의 약량이 고루 산포 되도록 한다.

③ 제거 대상이 완전 고사되기 전에 제거하면 맹아발생이 우려됨으로 완전히 고사된 후 제거한다.

④ 고사된 잡초 및 잡관목은 완전 제거하지 말고 고사된 임목 때문에 식재용 줄자 사용이 곤란할 경우 식재용 폴 등을 사용하여 식재하는 방법이 효율적이다.

표 4 - 3 - 9. 입지별 약제 산포량

입 지 별	산포량(kg/ha)	비 고
· 관목류가 무성한지역	50 70	
· 초본목 으로서 새류가 무성한 지역	80 100	
· 제거대상 수종이 다양한 지역	80 100	
· 낙엽등 지피 유기물이 완전 피복 되어 있는 지역	80 100	약제 산포후 낙엽긁기 등 필요

자료 : 임업연구원

마) 작업 효과

① 식재지에 초본류와 목본류 고사로 지하에 뿌리까지 부후되기 때문에 식혈이 용이하여 식

재작업이 능률적이다.

② 조림목이 수분, 양료, 햇빛 등의 경합에서 해소되어 생장이 촉진되므로 풀베기 기간이 단축된다.

표 4 - 3 - 10. 조림목 생장 (연간 신초생장)

수 종	약제에 의한 조림예정지 정 리 작 업 구	인력에 의한 조림예정지 정 리 작 업 구
잣 나 무	7.7 cm	7.0 cm
낙 엽 송	29.5 cm	20.3 cm
화 백	21.0 cm	12.9 cm
자작나무	44.8 cm	25.0 cm
상수리나무	23.2 cm	22.0 cm

자료 : 임업연구원

2) 글라신 액제(근사미)

가) 약제특성

① 글라신 액제(근사미)는 식물의 잎으로부터 흡수되어 뿌리로 내려가 약효를 나타내는 이행성 제초제로써 경엽처리형 제초제이다.

② 1년생, 다년생 초본류 및 목본류 등 대부분의 녹색식물을 고사시킬 수 있는 비선택성 제초제이다.

③ 약제가 지표면에 떨어지게 되면 약제의 주성분은 토양 중에서 곧 바로 분해되어 불활성화되므로 토양 중에 잔류되지 않아 처리 지역외에 약제유실의 위험이 없다.

④ 약제 처리지의 토양 중에 있는 종자의 발아나 약제 처리된 직후 식물의 이식 등에도 영향을 미치지 않는 특징이 있다.

⑤ 이행성 제초제이기 때문에 접촉형 제초제(염소산소다, 그라목손 등)에 비하여 약효가 늦게 나타나는데 대개 살포후 2-4주면 잎이 변색되어 고사되기 시작한다.

⑥ 저독성 약제로 분류되어 인축에 대한 독성은 매우 적으며, 물고기 및 꿀벌 등 야생동물에도 영향을 주지 않는다

⑦ 비가 온 직후나 아침 이슬로 제거 대상 식생에 물기가 많을 때는 약제산포작업을 피하고, 약제산포 후 4시간 이내에 비가 올 때는 약효가 반감되므로 다시 산포하여야 한다.

표 4 - 3 - 11. 글라신액제의 처리 후 경과 시간별 식물체 내에 약제흡수율

처리후 경과 시간	4시간	8시간	24시간	48시간
산포약제의 흡수율	34.2%	39.6%	44.7%	53.2%

자료 : 임업연구원

나) 처리 대상지

잡초목이 번무한 이듬해 조림 예정지에 처리한다.

다) 처리시기

식물의 생장기에 산포하여야 하며 가장 효과적인 시기는 제거 대상 식물의 지상부 생장이 최대인 개화기 직전이다.

라) 처리 방법

① 경엽산포 (전면살포)

- 초본류나 관목류, 키가 낮은 맹아림에 대하여 제거 대상 식물의 잎에 약액이 흘러 내리지 않도록 고루 묻게 산포한다.
- 산포기구는 배부식 분무기, 경운기 부착용 분무기 등을 사용할 수 있으며 미스트기 등은 산포 약액을 줄이는데 효과적이며 분무기의 노즐은 제초제 산포용으로 개발된 라운드노즐을 부착하면 약액의 옆면 흡착도를 높일 수 있다.

표 4-3-12. 대상 식생별 사용 약량

대 상 식 생		ha당 사용량	
		약액(ℓ)	희석 배수(배액)
초본류	새류등 기타 산야초	5 6	130 160
목본류	아까시나무, 싸리	3 4	200 250
	산초나무, 오리나무, 족제비싸리, 현사시 등	5 6	130 160
	산딸기, 진달래, 개암나무, 철쭉, 참나무류, 자작나무 등	6 8	100 120
	조릿대, 떡갈나무, 청미래덩굴 등	12 15	50 60

자료 : 임업연구원

- 적정 산포 약량은 위표와 같으나 조림 예정지 정리 대상지 대부분이 새류와 참나무류를 주로 하는 목본류가 혼합되어 있는 경우가 많으므로 ha당 8 10ℓ의 약제를 100배의 물에 희석하여 대상지 전체 식물의 잎에 약액이 고루 묻도록 산포한다.

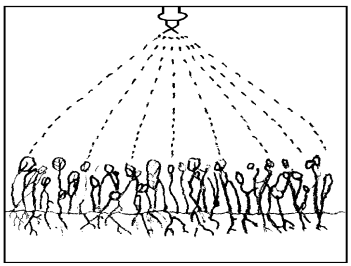


그림 4-3-8. 경엽처리

- 바람이 심한 날은 약액이 바람에 날려 산포지역 외에 피해를 줄 우려가 있으므로 피한다.

② 수간주입(단목처리)

- 제거 대상목의 수고가 4 5m 이상 큰나무의 경우는 경엽산포가 불가능함으로 수간주입 방법으로 처리한다.
- 나무줄기에 도끼나 낫 등으로 목질부까지 상처를 낸 다음 글라신액제 약액을 0.5cc 정도 상처 부위에 주입한다.
- 흉고직경 6cm 이하는 한군데 처리로 충분히 고사시킬 수 있으나 그 이상은 직경 3cm 증가마다 1개소씩 증가하여 처리하되, 2개소 이상 처리시는 서로 반대편 쪽에 나무줄기 주위로 돌아가면서 원형으로 처리한다.

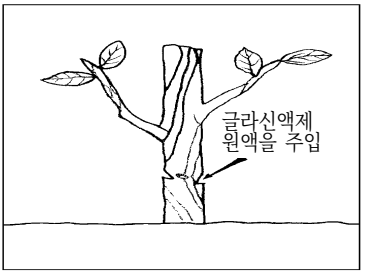


그림 4 - 3 - 9. 수간주입

마) 작업 효과

① 약제 처리 후 대개 4주가 경과하면 고사하게 되며 고사목은 완전 고사 후 제거하는 것이 좋다.

② 작업효과는 헥사지논입제에 의한 조림예정지 정리작업 효과와 동일하다.

(4) 조림방법

(가) 식재조림

1) 묘목선정

① 묘목의 동아가 자라지 않고 단단하여야 하며 흰색의 세근이 4 5mm 이상 길게 자라지 않은 상태라야 한다.

② 묘목은 2℃이하에서 습한 상태로 저장되어야 한다.

③ 냄새를 맡아 보아서 악취가 나지 말아야 한다.

④ 너무 높은 온도에서 저장해 두었던 묘목은 곰팡이가 발생하기 쉬우며 곰팡이가 발생한 묘목은 버려야 한다.

⑤ 뿌리나 줄기조직이 건전하여야 하며 건전도를 검증하는 방법은 손톱이나 칼로 껍질을 벗겨보아서 습기가 있고 백색으로 윤기가 돌아야 한다. 이렇게 하였을 때 황색이나 갈색을 띠거나 갈색 반점이 나타났을 때는 식재하여도 살기가 어렵다.

2) 식재도구

식재도구는 묘목의 뿌리가 충분히 자연상태로 심겨지도록 충분히 넓고 깊은 식재 구덩이를 능률적으로 팔 수 있는 것이라야 한다. 식재를 할 때 식재묘의 뿌리가 뭉치거나 구부러지거나 꼬이거나 너무 짧게 잘려지면 안된다. 식재도구는 묘목의 크기나 형태와 식재지의 토양조건에 따라서 선택 사용하게 되는데 식재봉, 식재괭이, 식재삽, 식혈기 등이 있다.

3)식재시기

묘목의 식재 적기는 기상, 식재할 묘목의 생리적 조건, 인력 수급조건 등에 의하여 결정된다.

가) 지역별 식재적기

지 방	봄 철 식 재	가 을 철 식 재
· 온대 남부	2월 하순 3월 중순	10월 하순 11월 중순
· 온대 중부	3월 중순 4월 초순	10월 중순 11월 초순
· 온대북부 및 고산지대	3월 하순 4월 하순	9월 하순 10월 중순

나) 유의사항

① 식재시기는 묘목의 생장 직전(동아가 생장하기 전)과 가을 낙엽기부터 서리가 내리기 전까지의 기간이나 일반적으로 봄철에 심는 것이 좋다.

② 적설량이 적은 지방이나 바람이 심한 지역에서 가을철 식재는 위험하다.

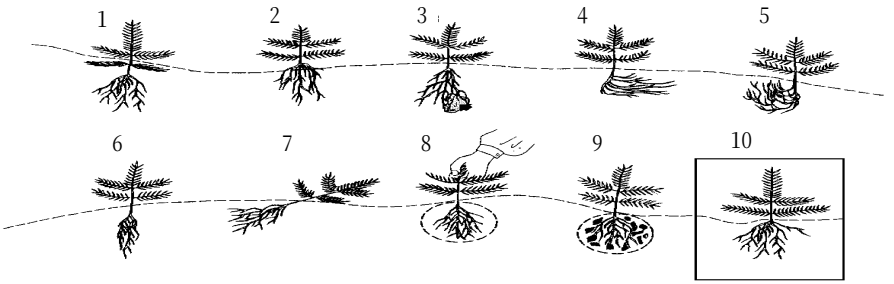
③ 눈이 많은 지방에서 노동력의 배분이나 겨울철 적설을 이용하여 묘목을 보호하기 위하여 가을철 식재를 하는 경우가 있다.

④ 침엽수의 봄철 식재 적기는 표고가 100m 높아짐에 따라 약 5일, 북사면은 남사면에 비하여 5일 정도 늦어질 수 있다.

⑤ 가을철 식재의 장단점

장 점	단 점
· 노동력을 분산시켜 이용할 수 있다. · 다음해 봄 바로 생장을 시작할 수 있기 때문에 생장이 빠르다.	· 겨울철 적설량이 적은 지방에서는 한해를 받을 우려가 있다. · 동상 및 도복의 위험성이 있다.

4) 식재방법



1. 너무 깊게 심겨졌음
2. 너무 얕게 심겨져서 뿌리가 지상부로 노출되었음
3. 흙을 잘못 채우거나 잘 다지지 않아서 토양내에 공간이 형성되어 뿌리의 수분 흡수 방해

4. 식재 구덩이가 너무 얕아서 뿌리가 L자 형으로 접혔음
5. 식재 구덩이가 너무 얕아서 뿌리가 J자 형으로 접혔음
6. 식재 구덩이가 너무 좁아서 뿌리가 뭉쳐진 상태
7. 식재 구덩이가 얕아서 나무가 비스듬히 눕혀져 심겨진 상태
8. 채우는 흙을 잘 밟지 않아서 묘목이 뽑히는 경우
9. 식재 구덩이에 나무조각이나 낙엽, 풀잎 등이 들어간 경우
10. 위의 1 9항의 잘못됨 없이 잘 심겨진 상태

그림 4 - 3 - 10. 묘목 식재방법

(나) 파종조림

파종조림은 직접 종자를 파종하는 방법이며 직파조림이라고도 한다. 외국에서는 소나무류의 파종조림이 많이 실시되고 있으나 우리나라에서는 사방조림이 실시되는 정도이고 소나무, 해송, 리기다소나무 등과 같이 종자의 결실량이 많고 발아가 잘되는 수종과 참나무류와 같이 직근성 수종으로 세근발달이 불량하여 이식시 활착률 저조로 식재조림이 어려운 수종에 대하여 실시한다. 또한 암석지나 급경사지와 같이 식혈이 곤란한 지역에도 적합한 조림방법이다.

1) 파종조림이 용이한 수종

소나무, 리기다소나무, 해송, 가래나무, 밤나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무 등.

2) 파종방법

파종조림에 있어서 유의할 사항으로 종자의 부패, 동물의 해, 한해와 한발의 해, 상주의 해, 흙옷(土衣)의 부착 등을 들 수 있으나 동물(조류 및 서류)의 피해만 방지하면 파종조림은 성공할 수 있다. 이러한 동물의 피해를 방지하기 위하여 혈파종 후 망사 프라스틱원통 또는 종이컵 등으로 방조물을 설치하면 효과적이다. 또한 상수리나무와 같이 대립종자로서 발아 후 간장생장이 빠른 수종은 상관이 없으나 소나무와 같이 발아 후 간장생장이 느린 수종은 주위식생의 피압에서 해소시켜주기 위하여는 철저한 사후관리가 필요하다.

가) 시 기

파종시기는 봄과 가을이 좋다. 가을에 파종할 때는 11월 하순경이 적합하며 월동기간 동안 들쥐나 새 등에 의한 피해에 특히 주의하여야 한다. 봄에 파종할 때는 중부지방은 4월상순, 남부지방은 3월 하순경이 적합하며 잣나무, 아까시나무 등 발아가 어려운 수종은 파종전에 침수처리, 노천매장 등으로 발아를 촉진시킨 후 파종한다.

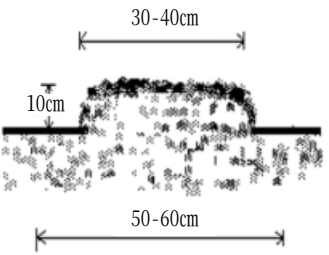


그림 4 - 3 - 11. 파종상 만들기

나) 방법

지름 50 60cm 크기로 지피물을 제거하고 중앙에 지름 30 40cm 크기로 토양을 경운하여 돌이나 잡초목의 뿌리 등을 제거하고 10cm높이로 상을 만든다. 파종상의 수는 해당수종의 식재본수와 같게 하며 수종별로 종자의 크기에 따라 (표 4-3-13)과 같이 파종한다.

표 4 - 3 - 13. 수종별 파종조림 시업표

수 종	파종립수	복토의 두께	파 종 방 법
소나무류 (리기다소나무, 해송)	10립	1.0cm	· 지름 30 40cm크기로 상을 만든다. · 상의 중앙에 10cm 범위로 파종하고 흙을 3mm체로 쳐서 복토하고 손으로 진압한다.
잣나무	5립	2.0cm	· 파종상은 소나무류에 준한다. · 안내봉으로 구멍을 뚫어 종자를 넣고 복토 후 발로 가볍게 다진다.
참나무류	2 3립	3.0cm	· 지표물 제거 후 15 20cm 깊이로 경운한다. · 상면을 밟아 다진다. · 안내봉으로 종자의 3배 깊이로 구멍을 뚫어 종자를 넣고 복토 후 진압한다.

다) 보호물설치

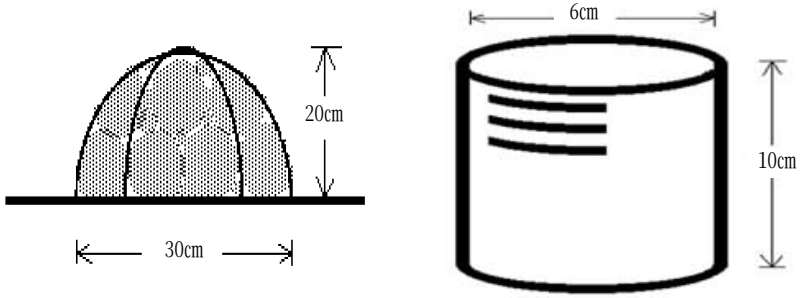
파종후 설치류 등의 소동물이나 조류의 피해로부터 종자와 다즙기(多汁期) 치묘의 보호를 위하여 보호시설을 하여야 한다. 보호시설은 철망이나 망사피복, 플라스틱 등이 있으나 근래에 개발된 투명플라스틱 물병이나 청색플라스틱 물병을 사용하는 경우 보온과 보습효과를 겸하여 종자의 발아와 치묘의 생장을 촉진한다. 또한 종이컵을 사용하는 것도 효과적인데, 사용한 것을 수집하여 이용하면 폐품의 재활용면에서도 효과적이다.

① 망사피복

파종상당 2개의 활대를 꽂고(십자형) 망사(1mm×1mm)를 덮으며 활대의 길이는30cm, 활대의 높이는 20cm로 한다.

② 플라스틱튜브

일반적으로 pvc 파이프를 절단 사용하며 파종상에 파종한 후 직경 6cm, 높이 10cm의 튜브를 설치하고 튜브가 바람 등 외부의 물리적인 힘에 넘어가지 않도록 주위를 다져준다. 튜브설치 깊이는 4cm정도로 한다.



망사 피복　　플라스틱 튜브

그림 4 - 3 - 12. 파종상에 보호물 설치

③ 종이컵

커피자판기용 또는 음료수용 종이컵의 바닥 부분을 떼어내고 사용한다. 종자를 파종한 후 씌우는 방법으로 간편하고 가격도 저렴하다. 종이컵은 직사광선을 차단하고 외부의 물리적인 힘을 막아주며 보습효과 또한 높다.

④ 투명 플라스틱물병

일반 시중에서 판매되는 프라스틱 음료수병(1.8ℓ)을 사용하는 것으로 18cm 정도만 남기고 양쪽을 잘라버린 다음 파종한 후 설치하는데, 플라스틱 물병이 외부의 물리적인 힘에 넘어가지 않도록 주위의 토양을 잘 다진다. 플라스틱 물병이 묻히는 깊이는 5cm 정도로 한다.

⑤ 청색 플라스틱물병

조류피해를 예방하고 유해광선을 차단함으로써 종자의 발아와 발아 후 치묘의 생장을 촉진시키기 위하여 투명프라스틱 물병에 청색 세로판지를 붙여 사용한다. 보습 및 보온, 유해광선 차단효과로 치묘의 생장이 현저하게 촉진된다.

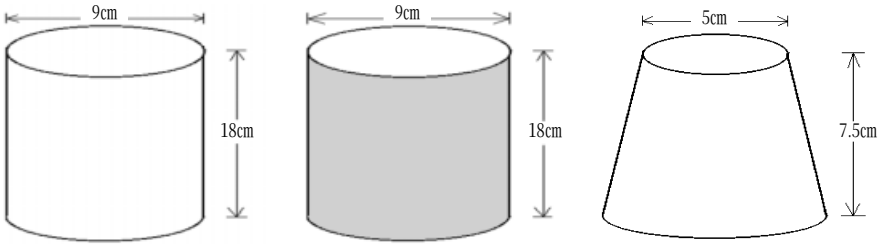


그림 4 - 3 - 13. 파종상에 보호물 설치

라) 보호물 제거

종자 발아 후 다즙기를 지나 줄기에 목질부 등이 형성된 후 9월경에 제거하여 수집하였다가 다시 사용하도록 한다.

3) 사후관리

① 파종조림의 제일 큰 단점은 연 3회 이상 중경제초를 실시하여야 주위 식생으로부터 피압을 예방하므로 일반조림보다 사후 관리비가 더 소요된다는 것이 큰 단점이지만 제초제를 사용하면 관리비를 절감할 수 있다.

② 장마 기간에는 파종상 주위에 물이 고여 있는지 여부를 수시 점검하며 물이 고여 있으면 배수시키고 플라스틱튜브 보호물일 경우에는 튜브를 뽑아 물을 배수시키고 다시 꽂는다.

③ 망사를 피복하였을 경우에는 망사가 지면으로부터 열려 있는지 수시 점검하며 참나무류일 경우에는 8월경에 망사가 덮인 부분까지 생장하여 망사에 피압되면 망사를 벗겨준다.

4) 파종조림공정

1일 1인 활엽수 벌채적지에서는 100 150상, 침엽수 벌재적지에서는 250 300상을 만들 수 있다.

(다) 용기묘조림

용기묘 조림은 수종의 특성상 세근 발달이 좋지 않아서 이식시 활착이 불량한 직근성 수종이나 암석지 등 일반 조림이 어려운 특수지역의 조림방법으로 활용하여 왔다. 그러나, 최근에 식물생장환경 제어시스템 등의 최신 장비가 개발되고 인건비가 상승함에 따라 용기묘에 의한 조림은 현실적으로 많은 잇점을 가지게 되었다. 소나무나 전나무 등 발아 후 초기 생장이 늦은 침엽수류는 식재 후 잡초목의 관리에 많은 인력이 소요되는 등 문제점이 있지만 상수리 나무 등 초기 생장이 빠른 수종들은 용기묘 조림으로 활착과 생장을 생장을 높일 수 있기 때문에 효율적인 식재방법이 될 수 있다.

1) 장단점

가) 장점

① 양묘에 있어서 기후, 입지 등의 영향을 받지 않으며 인력을 절감하고 묘목의 생산기간을 단축할 수 있다.

② 묘목 운반시 묘목이 건조 고사하는 등의 피해를 줄일 수 있다.

③ 식재기간을 분산하여 노동력을 유효적절하게 사용할 수 있다.

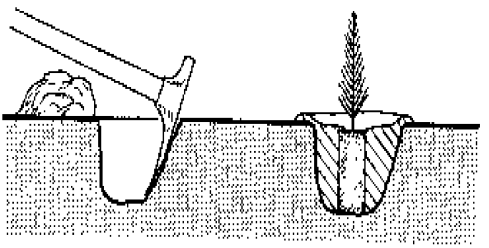


그림 4 - 3 - 14. 용기묘 석재방법

나) 단점

① 묘목 운반에 많은 비용이 소요되고 식재비용도 일반묘에 비하여 높다.

② 조림지에 대한 적응도가 낮아 조림에 실패할 우려가 있다.

2) 식재방법

① 용기묘는 소묘이므로 취급시 각별하게 주의하여야 한다.

② 묘목은 육묘판채로 바람을 막을 수 있는 탑차를 이용하여 식재 현지까지 운반한다.
③ 용기묘는 조림 현장에 도착하면 육묘판 채 나무 그늘에 놓는다.
④ 식재를 할 때에는 육묘판을 한 개씩 옆에 차고 한 본씩 꺼내어 식재한다.
⑤ 식재도구는 조림봉을 이용하여 분의 깊이와 동일하게 발로 식재봉을 눌러준 후 조심스럽게 꺼내어 식혈이 무너지거나 혹은 구멍이 커지지 않도록 한다.
⑥ 토양이 단단하여 조림봉으로 식재혈을 팔 수 없을 경우에는 조림괭이(혹은 조림 삽)을 이용한다.
⑦ 맹아가 번무한 지역은 식재목이 피압될 우려가 크므로 가급적 식재를 하지 않도록하고 부득이 식재를 한 경우에는 사후 관리를 철저히 하여 식재목이 피압되지 않도록 한다.
⑧ 식재혈을 판 후에는 가급적 뿌리에 붙어 있는 분이 깨어지지 않도록 육묘판에서 묘목을 조심스럽게 꺼낸다.
⑨ 육묘판에서 꺼낸 묘목을 식재봉으로 만든 식재혈에 조심스럽게 넣는다.
⑩ 식재 후 묘목의 주위를 밟아서 눌러주면 분이 깨어지므로 묘목의 뿌리 주위를 밟지 않도록 하고 식재목의 약 3㎝밖에서 안쪽으로 발로 흙을 진압하여 식재혈이 식재목의 분과 밀착되도록 한다.
⑪ 구멍이 클 경우에는 주위의 흙을 묘목의 줄기부에 더 쌓아 흙이 자연적으로 진압되도록 한다.

4. 천연갱신

산림에서 벌채 또는 다른 손질을 가하여 자연적으로 낙하 산포하는 종자의 발아 또는 근주, 뿌리, 지하경 등에서 나오는 맹아 등의 발생을 촉진시키는 등 임목의 번식력과 재생력을 최대한 이용하여 후계림을 조성하는 것을 천연갱신이라 한다.

(1) 장단점

인공조림은 그 실행이 용이하고 후계림 조성이 시업적으로 신속하다는 점에서 지금까지 널리 실시되어 왔으나, 최근에는 산림을 보다 생태적으로 안정된 갱신방법으로 조성하는 산림시업법의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

그러나 무임목지, 황폐지 및 수종갱신이 필요한 임지 등에 있어서는 인공조림에 의하지 않고는 새로운 임분조성이 거의 불가능하므로 천연갱신이 가능한 임지에서의 장단점을 인공갱신과 비교하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

(가) 장점

① 천연갱신은 그 임지의 기후와 토질에 가장 적합한 수종이 생육하게 되므로 인공 단순림에 비하여 각종 위해에 대하여 저항력이 크다.
② 천연갱신지의 치수는 모수의 보호를 받아 안정된 생육환경을 제공받는다.
③ 모수가 되는 임목은 이미 그 지역에서 생육하여 조림지의 기후, 토양에 적응한 것이므로

인공조림에서와 같은 품종선정의 잘못으로 조림에 실패할 염려가 없다.

④ 임지가 나출되는 일이 드물며 적당한 수종이 발생하고 또 혼효하기 때문에 지력유지에 적합하다.

(나) 단점

① 인공조림과 같이 임분조성의 확실성이 결여되어 보완조림 등이 필요한 경우가 있다.

② 벌목과 운재작업이 힘들고 치수가 상하기 쉬우며 전문적인 육림기술이 필요하다.

③ 개벌에 의한 인공조림에 비하여 주로 소면적으로 실행되므로 일회 수확량이 적어 임도 등 기반시설이 충분히 갖추어진 집약적인 임업경영에 적합하다.

(2) 천연하종갱신

천연하종갱신은 자연적으로 낙하되어 산포된 종자를 발아·생육시켜 새로운 임분으로 갱신을 도모하는 방법으로 모수로부터 종자의 공급형태에 따라 모수가 갱신지내에 있는 상방천연하종갱신과 인접지의 모수를 이용하는 측방천연하종갱신으로 크게 나눈다.

천연하종갱신에서 가장 중요한 것은 갱신지 전면에 많은 양의 종자가 균등하게 산포되어야 하며, 또한 낙하된 종자가 다수 발아하여 건전하게 지속적인 생육을 할 수 있는 환경조건을 제공해 주는 것이다.

(가) 고려사항

1) 임목생육과 임지와의 관계

① 갱신력 : 종자결실량이 풍부하고, 치수기 생장이 빠른 수종

② 지력 : 수종에 따른 지력요구도를 고려하면서 지력향상에 유리한 수종

③ 각종 위해에 대한 적응성 : 병충해, 기상해 등 각종 위해에 저항력이 큰 수종

2) 임업경영 및 경제적 조건과의 관계

① 생장량 : 임목의 생장속도에 따른 경영목표 설정

② 재질 : 재질에 따른 시장수요의 변동

③ 재종 : 지역시장에 필요한 목재의 생산 가능성

3) 갱신에 영향하는 인자

① 소실되는 종자량 이상의 지속적인 종자공급이 필요

② 종자발아에 적합한 환경 조성

③ 발생치수의 생육에 적합한 상태 유지

(나) 갱신법

1) 개벌작업법

임분의 전임목을 일시에 개벌한 후 측방천연하종에 의하여 갱신하는 방법이다. 개벌 천연하종 갱신법에는 갱신면의 크기와 형상 등에 따라 다음의 3유형으로 구분된다.

가) 대면적 개벌법

① 갱신형태

대면적의 임분을 한 번에 개벌하여 측방천연하종으로 갱신하는 방법이다.

② 갱신특성

- 종자가 가볍고 작아 비산하기 쉬운 수종에서만 적용이 가능하다.
- 종자의 비산거리는 수종, 바람 및 지형 등에 영향을 크게 받으나, 주요수종별 종자비산거리는 다음과 같다.
  - 자작나무류, 느릅나무 : 모수 수고의 4 8배
  - 소나무, 해송, 오리나무류 : 모수 수고의 3 5배
  - 단풍나무류, 물푸레나무류 : 모수 수고의 2 3배
- 일시에 대면적으로 임지를 노출시키는 것은 임지와 발생되는 치수에 나쁜 영향을 미치기 때문에 양수종(陽樹種) 갱신에 적용하는 것이 바람직하다.
- 풍해 위험지와 천근성 수종으로 구성된 임분, 과숙노령림을 대상으로하여 동령일제림을 조성하는데 적합한 갱신방법이다.
- 다른 갱신법에 비하여 작업이 간단하고 고도의 기술이 필요치 않아 실행이 용이하다.
- 벌채가 대면적에 걸쳐 실행되므로 수확비가 적게든다.
- 벌목이나 집 · 운재시 치수에 피해를 주지 않으며, 갱신기간이 짧고, 후계림 조성이빠르다.
- 임지를 일시에 대면적으로 노출시켜 토양의 이화학적 성질을 불량하게하므로 지력유지에 불리하고 사면의 침식, 붕괴등이 발생하기 쉽다.
- 상층목의 보호가 없으므로 하층식생이 번무하기 쉬우며, 치수때는 물론 성림후에도 기상해, 병충해 등 각종 위해에 대한 저항력이 약하여 갱신에 실패할 우려가 있다.

나) 대상개벌법

① 갱신형태

- 갱신대상 임분을 임의의 대상지(帶狀地)로 구분하고 우선 그 중 1구역 이상의 대상지를 개벌하고, 인접 모수림으로부터 측방천연하종에 의하여 갱신한 후 점차 다른 대상지로 확대해 나가는 방법이다.
- 갱신의 진행순서에 따라 교호대상법(交互帶狀法)과 연속대상법(連續帶狀法)이 있다.

② 갱신특성

- 교호 대상개벌법

• 대상지 폭의 결정은 수종특성(내음력, 종자의 비산거리, 위해에 대한 저항력등) 및 입지조건에 따라 결정하나, 일반적으로 수고의 1/2 4배정도로 실시한다.
• 교호 대상개벌법에서는 (그림 4-4-1)에서와 같이 갱신대상지를 교호로 개벌하여 잔존임분으로 부터 측방천연하종에 의하여 갱신을 실시한 후 갱신이 완료되면 나머지 잔존대상지를 갱신하는 방법으로 전임분을 2회에 걸쳐 완료시킬수 있다.
• 갱신된 신생 후계림을 일제림으로 조성하기 위하여는 제1차 벌채와 제2차 벌채와의 간격을 가능한 한 3년 10년으로 짧게하는 것이 유리하며 길어도 20년이 넘지 않도록 할 필요가 있다.
• 제1차 벌채대상지에서의 갱신은 양측 잔존림의 보호하에서 안전하게 실시되지만, 제2차 벌채는 벌채목 자신의 종자로만 갱신을 하여야 하므로 결실이 풍부한 시기에 하여야 한다.
• 전임분의 안전한 갱신과 갱신기간을 단축하기 위하여 제1차 갱신벌채시 잔존되는 제2차 벌채대상지의 임목결실을 촉진시키기 위한 간벌을 실시하면 더욱 좋다.

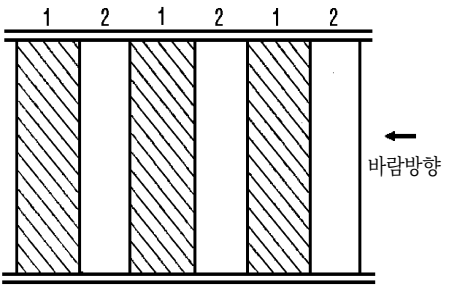


그림 4 - 4 - 1. 교호대상개벌 갱신법

• 제2차 갱신은 일반적으로 용이하지 않기 때문에 제1차 대상지의 폭을 약간 넓게하는 것이 좋다. 특히 양수의 경우는 제1차 대상지의 폭을 넓게하면 치수의 생장에도 좋다.

- 연속 대상개벌법
• 임분의 한쪽(통상 바람의 아래쪽)부터 갱신에 착수하고 그 대상지의 갱신을 끝내면 순차적으로 다음 대상지로 진행하여 전 임분을 갱신하는 방법
• 대면적 임분을 갱신하여 일제림으로 조성하고 갱신기간을 단축하기 위하여는 그림 4-4-2에서와 같이 전 임분을 수개의 대상지군으로 구분하고, 각 군의 한쪽부터 갱신을 실시해 가면 된다. 이럴 경우 일정방향으로 순차적인 갱신을 실시하는 대상지의 한군을 벌채열구라 한다.
• 제2차 대상지에 잔존되는 임목을 풍해로부터 지키기 위하여는 갱신착수 3 4년전에 각 대상지 경계에 2열 정도를 벌채하여 양 임분을 격리시키고 임연목에 충분한 양광을 받도록하여 발육을 촉진시켜 풍해 저항력을 크게 할 목적으로 이벌(離伐)을 실시하면 더욱 효과적이다.
• 평지림에서는 통상 바람아랫쪽에서 바람위쪽을 향하여 진행되지만 경사지에서는 벌도 및 반출시 편리성을 감안하여 반출시 치수에 손상을 입히지 않도록 대상지의 긴 벌채면을 임도에 직각방향으로 설계하는 것이 유리하다.
• 각 벌채열구에서 마지막 실시하는 대상지의 갱신은 상방하종, 인공하종 또는 묘목식재에 의하여 실시하는 경우가 많다.

다) 군상개벌법

① 갱신형태

임분내에 수개의 군상개벌면을 설정하여 주위의 모수림으로부터 측방천연하종에 의하여 치수를 발생시켜, 순차적으로 군상지 주위로 갱신면을 확대해가는 방법이다.

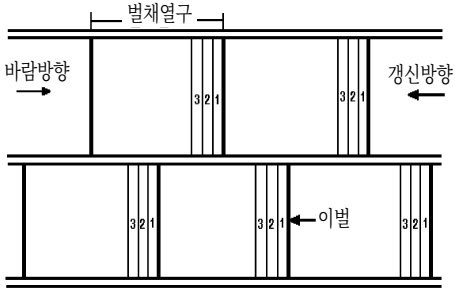


그림 4-4-2. 연속대상개벌 갱신법

② 갱신특성

- 대상임지가 기복이 심하고 임상이 불규칙하거나 또는 소면적내에서도 입지차이가 심한 곳에서는 대상개벌보다 군상으로 개벌하는 것이 유리하다.
- 풍설해, 병충해 등으로 임관이 소개되어 있는 곳이나, 또는 치수가 이미 발생하여 생육을 하고 있는 곳을 우선하여 실시하면 좋다.
- 보통 군상지의 크기는 3 10a가 적당하며 모양은 크게 구애받지 않는다.
- 갱신기간은 보통 4 5년의 간격을 두고 다음 구역으로 갱신지를 확대해 간다.
- 갱신초기에는 안전하게 갱신을 실행할 수 있으나 군상지가 확대됨에 따라 모수림의 위치가 일정치 않고 특히 갱신후기에는 잔존 모수림이 풍해에 노출될 위험성이 높다.
- 벌목·반출시 치수에 손상을 입히는 경우가 있다.

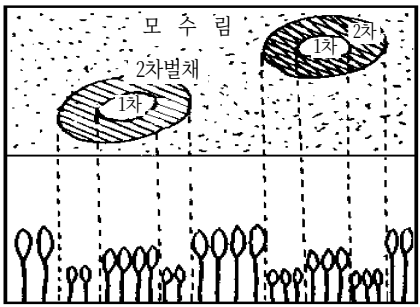


그림 4-4-3. 군상개벌 갱신법

2) 산벌작업법

가) 갱신형태

① 산벌작업은 오래 전부터 널리 실시되어 온 방법으로 초기에는 활엽수림에 적용되어 왔으나 현재는 주로 침엽수림에 적용하고 있다.

② 벌기에 도달한 임분을 (그림 4-4-4)에서와 같이 윤벌기보다 훨씬 짧은 기간내에 목적이 다른 3단계 갱신벌채를 실시하면서 상방천연하종에 의하여 다시 일제림을 조성하는 방법으로 전임목을 벌채하기 이전에 치수를 발생시키는 전갱작업(前更作業)이다.

나) 갱신특성

산벌갱신에서는 갱신기간을 짧게하면 동령림이 조성되고, 길게하면 이령림으로 성립되지만, 벌기령이 긴 시업림에서 신생림(新生林) 이후는 거의 일제림으로 형성되는 것이 일반적이다.

① 예비벌

임목의 결실촉진과 풍해에 대한 저항력 증대를 도모하는 갱신준비 벌채로 지표 유기물의 분해가 촉진되고 산포된 종자의 발아 및 치수생육에 유리한 환경을 조성한다.

- 예비벌은 1회의 벌채로 목적을 달성하기도 하지만 수회로 나누어 반복하여 할 수있다.
- 유령림 단계에서부터 집약적으로 관리된 임분, 치수가 이미 임내에 상당히 발생되어 있는 임분, 천연림가운데 과숙임분으로서 임관이 이미 소개되어 있는 임분에서는 예비벌을 생략할 수 있다.
- 병충해목, 피압목, 수형불량목, 상해목, 폭목, 수간이 세장하여 풍해 위험이 있는 임목등 모수로서 부적합한 것을 선정하여 벌채한다.

② 하종벌

예비벌 실시 3 5년후에 종자가 충분히 결실한 해에 종자가 완전히 성숙된 후, 벌채하여 지면에 종자를 다량 낙하시켜 일제히 발아시키기 위한 벌채작업이다.

- 1회의 벌채로 목적을 달성하는 것이 바람직하나, 수종 및 입지조건에 따라 갱신에 필요한 치수가 발생되지 않았을 경우에는 한 번 더 실시할 수도 있다.
- 벌채량은 수종에 따른 종자의 비산거리, 치수의 양광요구도 등과 임지의 건습도, 잡초목의 번무상태등 입지조건을 고려하여, 치수가 건전하게 생장하는데 필요한 양광을 충분히 제공할 수 있도록 약간의 강도벌채가 적당하다.
- 벌채대상목은 예비벌에서와 마찬가지로 병해목이나 피압목, 수관 발달이 편기한 임목 등을 우선하여 벌채하는데 더 많은 임목을 벌채할 경우에는 우량목 가운데 수고가 낮은 임목을 선정하여 제거하면 된다.
- 양수의 경우에는 지면굴기로 종자의 발아환경을 개선하여 주면 더욱 효과적이다.

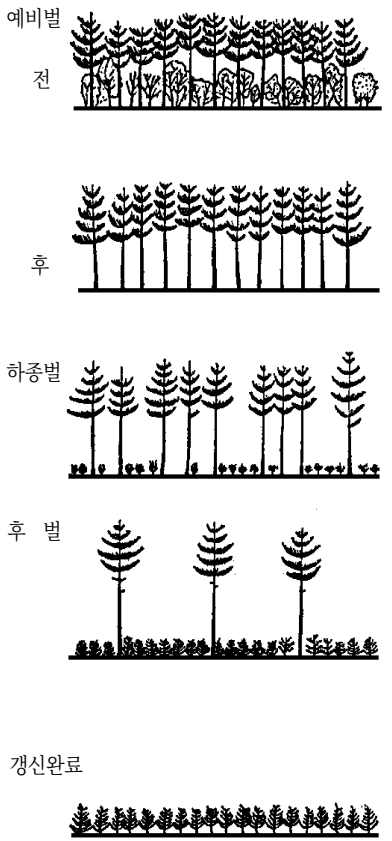


그림 4-4-4. 산벌 천연하종갱신과정

③ 후벌

치수의 생육을 촉진시키기고 발생된 치수가 생장함에 따라 잔존된 모수를 벌채하는 것으로, 후벌의 적정여부에 따라 갱신성적이 좌우된다고 할 만큼 중요한 벌채작업이다.

- 벌채량 및 벌채회수의 결정은 기술상 가장 어려운 것으로 치수의 생장상태를 상세히 관찰

하여 모수에 의한 보호가 필요치 않은 곳부터 국부적으로 실시하는 것이 바람직하다.

- 벌채는 대략 2 5년 간격으로 반복하여 늦어도 20년이내에는 종벌이 끝날 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- 후벌시 벌목, 반출에 따른 치수의 손상을 막기 위하여 벌채전에 가지정리를 하거나 적설기에 실시하면 작업에 유리하다.

다) 작업방법

산벌갱신은 갱신면의 크기, 형상 등에 따라 다수의 작업종으로 구분된다.

① 대면적 산벌갱신

- 대면적 산림에서 (그림 4-4-4)와 같이 예비벌, 하종벌, 후벌을 순차적으로 실시하여 동령일제림을 조성하는 방법이다.
- 일반적으로 음수종(陰樹種) 갱신에 용이하며, 갱신작업시 어린치수에 손상을 입히는 경우도 있다.

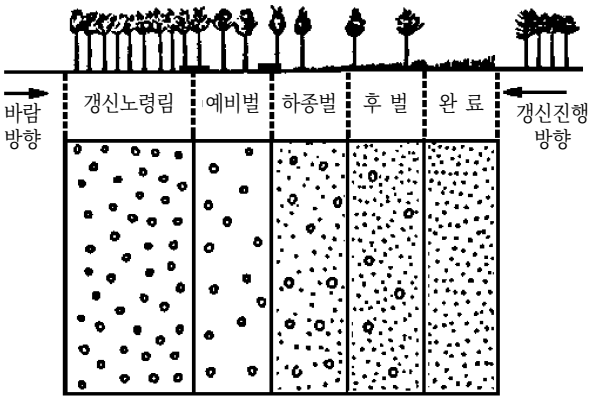


그림 4 - 4 - 5. 대상산벌 갱신법

② 대상 산벌갱신

풍해를 예방하기 위하여 고안된 갱신방법으로 상방하종 및 측방(임연)하종도 가능한 갱신방법이다.

- 양광의 입사조건이 양호하여 갱신은 안전하게 실시할 수 있으며, 치수의 발육도 양호하여 양수종 혼효에도 용이한 장점이 있다.
- 대상개벌법과 비슷한 방법으로 (그림 4-4-5)와 같이 임분을 다수의 대상지로 구분하여 한쪽 대상지부터 순차적으로 산벌작업을 실시한다.
- 대상지의 폭은 수종 및 풍해 위험도에 따라 결정되지만, 대략 수고의 2 3배를 기준으로 한다.

- 대상지의 형상은 가능한 한 직선상으로 하는 것이 바람직하다. 형상이 불규칙하면 작업이 어려워지고 실행하기가 곤란해 진다.
- 갱신진행 방향은 상방천연하종을 주체로 하므로 종자비산기의 풍향을 고려하는 것보다 모수림의 풍해예방에 주의하면서 벌채는 주풍방향과 반대방향으로 진행하는 것이 유리하며 특히, 경사지에서는 벌채목의 반출을 고려하여야 한다.
- 단기간내 대면적 임분갱신으로 동령림을 조성하기 위하여는 연속대상 개벌법과 마찬가지로 전 임분을 수개의 벌채열구로 구분하여 각 벌채열구를 동시에 실시하면 된다.

③ 군상 산벌갱신

일제림을 대상으로 갱신을 실시할 때에 (그림 4-4-6)과 같이 임내 곳곳에 공상(孔狀)의 갱신면을 설정하여 산벌작업을 실시하면서 순차적으로 주위로 갱신면을 확대해가는 방법이다.

- 갱신을 위한 공상지의 크기나 개소수는 갱신면적, 갱신기간 등에 따라 다르겠으나, 공상지 면적은 2 5a(최대 0.3ha)로 음수림에서는 작고, 양수림에서는 약간 크게하며, 갱신기간은 윤벌기의 1/3정도로 하면 적당하다.
- 혼효림 조성을 위한 방법으로 음수종(陰樹種)은 상방천연하종, 양수종(陽樹種)은 측방천연하종으로 치수발생과 정착을 유도하면 가능하다.
- 지형의 변화가 크고 입지상태가 국부적으로 차이가 있는 경우에도 적합한 갱신작업이나, 갱신면 배열이 너무 불규칙해지면 시업이 복잡해지는 결점도 있다.

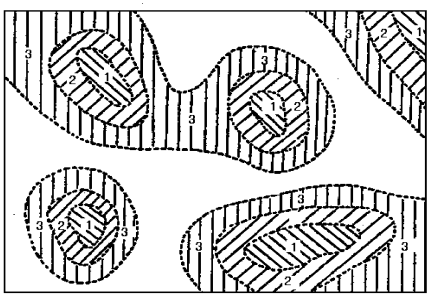


그림 4-4-6. 군상산벌 갱신법

- 풍해, 병충해 등에 의하여 임관이 소개되어 갱신착수 이전부터 이미 다수의 전생치수(前生稚樹)가 발생되어 있는 경우에는 치수의 발육상태에 따라 국부적으로 각각 하종벌 혹은 후벌을 실시하여 이 시기를 갱신기점으로 하여, 순차적으로 산벌갱신을 확대해가면 더욱 효과적이다.

④ 대상획벌(복합법)

대상산벌법의 풍해예방과 군상산벌법에서의 전생치수를 이용하는 방법을 병행하는 갱신법으로 전 갱신기간을 단축하면서 일제림을 조성하는 방법이다.

- 갱신지를 대상으로 구분하여 벌채열구를 설정하고 군상산벌법을 적용하여 바람아랫쪽의 제1대상지에서부터 순차적으로 갱신을 실시하여 전 임분에 걸쳐 갱신을 완료하는 방법이다.
- 전생치수를 이용하여 갱신을 안전하게 실시 할 뿐만아니라 대상지를 구분하여 그 한쪽부터 순차적으로 실시되기 때문에 갱신기간이 짧고 또한 풍해위험이 적으며 자연에 순응하면서 탄력적으로 운용할 수 있다.
- 주로 소면적으로 갱신이 이루어지므로 장소적으로는 일정한 질서를 유지하고, 갱신기간이

짧기 때문에 일제림 갱신과 특히 음수종와 양수종의 혼효림 조성에 적합한 갱신법이다.
- 산악림에 적용이 가능한 갱신방법이다.

3) 모수작업법

가) 갱신형태

① 성숙한 임분을 대상으로 벌채를 실시할 때 모수가 되는 임목을 (그림 4-4-7)과 같이 산생시키거나 또는 (그림 4-4-8)과 같이 군상으로 남겨두어 갱신에 필요한 종자를 공급하게 하고 그 밖의 임목은 개벌하는 갱신방법이다.

② 모수를 남기는 방법에 따라 단목적으로 남겨두는 산생모수법과 2 3본을 하나의 군으로하여 남기는 군상모수법으로 구분하기도 한다.

③ 남겨지는 모수의 대부분은 고립상태에 놓이게 되므로 풍해, 병충해 등 각종 위해에 노출되기 쉽다.

④ 잔존모수는 수세쇠약, 고사 등의 위험이 있으므로 형질이 양호하고 건전하게 생육한 임목을 선정한다.

⑤ 양질의 종자를 대량으로 생산이 가능하며 유전적으로도 우수한 것을 선정하며 갱신지에 치수가 충분히 발생되면 벌채하는 것을 원칙으로 하고 있다.

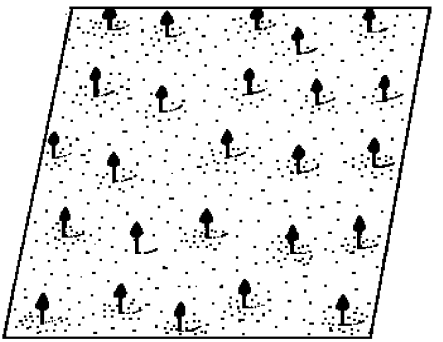


그림 4-4-7. 모수작업법(단목배치)

나) 갱신특성

① 모수의 잔존본수는 종자의 비산거리, 결실량 등에 따라 결정되나 보통은 1ha당 3 20본을 남긴다.

② 갱신대상지의 지형 및 풍향 등을 고려하여 갱신지 전역에 균등하게 대량의 종자가 산포될 수 있도록 배치하는 것이 무엇보다도 중요하다 할 수 있다.

③ 개벌 천연갱신에서와 마찬가지로 작업이 용이하고, 갱신경비가 적게들며 수종 및 임종전환이 비교적 용이한 방법으로 양수종 갱신에 적합하다.

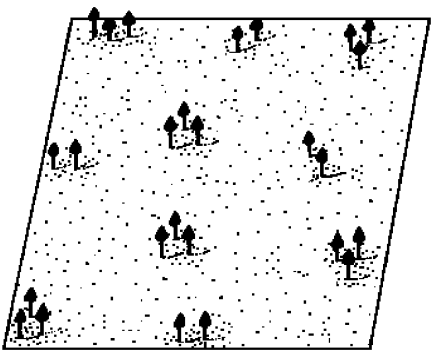


그림 4-4-8. 모수작업법(군상배치)

④ 모수가 많지 않으므로 산포종자가 적어 하층식생이 번무한 지역에서는 하층식생 제거, 지면굴기 등의 보조작업을 실시하여 주면 더욱 효과적이다.

⑤ 모수작업에 적합한 수종으로는 소나무, 해송 등이 있으며 갱신후 5년 이내에 치수가 충분히 발생하지 못하는 경우에는 인공조림 등을 실시하여 조속히 신생 후계림을 조성하여야 한다.

4) 보잔목법

가) 갱신형태

모수작업과 유사한 갱신작업종으로 모수작업의 모수본수보다 다소 많은 모수를 수광생장을 촉진시켜 다음 벌기에 대경재를 생산하면서 갱신을 동시에 실시하는 방법이다. 이때 남겨지는 임목을 보잔목이라 하는데 건전한 임목으로 장래 우량재 생산이 가능한 것을 선정한다.

나) 갱신특성

① 보잔목은 벌채에 따른 임지의 변화에 적응할 수 있는 적당한 수령으로 수세가 좋으며 수관발달이 충분한 임목을 남긴다.
② 1ha에 남겨질 임목본수는 30본내외가 적당하며 경우에 따라서는 50 75본까지 남길수 있으며, 보잔목법에 의하여 성림된 임분은 2단임형(2段林形)을 갖게된다.
③ 소나무, 낙엽송등과 같이 양수종에 적합한 갱신방법이다.
④ 지하고가 높고, 수관이 소하게 발달하기 때문에 후계림 생장에 지장을 주지 않는다.
⑤ 모수로서 보호하는 기능이 우수하여 갱신이 안전하고 확실하게 이루어진다.

5) 택벌작업법

지금까지 설명한 개벌작업, 산벌작업, 모수작업, 보잔목법 등에 의하여 성숙임목이 1회 또는 수차에 걸친 벌채로 갱신된 신생 후계림은 거의 일제림의 형태로 동령림을 형성하는 특징을 갖고 있다.

가) 갱신형태

① 일정면적은 임목갱신을 위하여 일정기간 동안 제거되는 일이 없으며, 성숙한 일부 임목만이 국부적으로 벌채되어, 항상 각 영급의 임목이 서로 혼재되어 택벌임형을 이루게 된다.
② 택벌임형의 산림은 무육, 벌채 및 이용이 동시에 이루어지며, 직경급 배분 및 임목축적에 급격한 변화를 주지않는 갱신방법이다.

나) 갱신특성

① 벌채목 선정은 항상 갱신과 무육을 동시에 고려한 수관배치로 임내광선 투입을 용이하게 하므로서 치수발생을 촉진시키고 동시에 각종 임목의 생장을 도모하여야 한다.
② 벌기에 도달한 노령목 뿐만 아니라 병해목과 수형불량목을 우선하여 제거하되 정상적인 솎아베기(간벌)를 병행하는 것이 바람직하다.
③ 갱신임지는 항상 임목으로 덮혀 있으므로 지력유지와 치수보호에 유리하다.
④ 보안림 시업이나 지세가 험한 산악림시업에 적합하다.

⑤ 임분구성상 입체적인 생육공간 활용으로 임지생산력이 높으며 임형이 다층림화되어 풍치림시업에도 적합하다.

⑥ 벌채가 산발적으로 이루어지므로 체계적인 시업통제가 어려우며 임도등 기반시설이 불충분하면 벌목 및 벌출작업이 힘들고 하층목에 손상을 입힐 우려가 있다.

(3) 맹아갱신

신탄재 또는 소경재 생산을 목적으로 하는 임업경영에서는 벌기를 단축하여 조기에 수확할 필요가 있다.

주로 활엽수림에서 벌채후 벌근부나 줄기에서 다수의 부정아를 발생시키는 맹아갱신방법이 이용되고 있다. 우리나라에서는 상수리나무, 신갈나무등 참나무류, 서어나무, 물푸레나무, 오리나무류, 벚나무류, 피나무류등은 맹아력이 강한 수종으로 알려져 있다.

(가) 갱신법

1) 개벌갱신

가) 갱신형태

활엽수림에서 전 임목을 개벌하여 벌근부에서 발생하는 맹아로서 후계림을 조성하는 방법이다.

나) 갱신특성

① 맹아갱신에서 윤벌기는 산물이용에 따라 결정되나 일반적으로 직경 10 20cm내외의 소경재가 많이 이용되므로 벌기는 10 30년이 적합하다.

② 개벌맹아갱신은 작업이 간편하고 경비가 적게 소요되며, 단벌기 경영으로 빠른 자본회수가 가능하다.

③ 맹아생장이 빠르므로 단기간내에 다량의 양분이 필요하여 지속적인 지력유지가 어려우므로 비옥지에 한하여 제한적으로 적용하는 것이 바람직하다.

2) 택벌갱신

가) 갱신형태

용재림생산을 위한 택벌시업과 마찬가지로 벌기에 도달한 일정 크기 이상의 임목만을 택벌하여 갱신을 도모하는 시업법이다. 또는 (그림 4-4-9)에서와 같이 소군상택벌에 의한 방법도 있다.

나) 갱신특성

① 개벌갱신에서와 같이 이용가치가 적은 소경목은 존치되므로 경제적인면 또는 임지노출을 최소화하므로 지력유지에도 유리한 갱신방법이다.

② 불량수종을 제거하여 적지에 우량수종의 도입을 용이하게 하고 벌채 반복회수를 단축하여 임지생산력을 높힐 수 있는 장점이 있다.

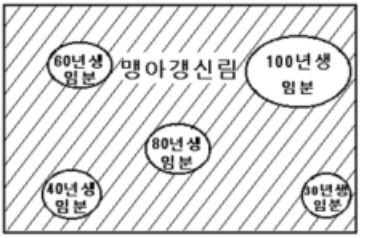


그림 4-4-9. 택벌식 맹아갱신림

③ 벌채, 집운재시 잔존해있는 어린 임목에 손상을 입힐 우려가 있으며 특히 양수종에 있어서는 맹아생장이 지장을 받는 경우가 있으므로 시업법적용에 주의를 필요로 한다.

3) 중림갱신

가) 갱신형태

중림은 교림작업과 왜림작업을 혼합한 갱신작업으로 동일 임지에서 일반용재와 신탄재 등을 동시에 생산하는 것을 목적으로 하는 갱신작업이다.

나) 갱신특성

① 일반적으로 하층임분은 개벌에 의한 맹아갱신을 반복해 가고, 상층임분은 종자(삽목묘)에서 자란 것으로 구성하는 것을 가장 이상적인 임형으로 하고 있다. 하층의 맹아목 벌채시 우량한 임목을 남겨두어 상층목으로 키우는 경우도 있다.

② 상층목과 하층목은 동일 수종인 것이 원칙이나 다른 수종 특히 침엽수 상층목과 활엽수 하층목의 임분구성을 중림으로 취급하는 경우도 있다.

③ 일반적으로 하층목은 비교적 내음력이 강한 수종이 유리하며 상층목은 지하고가 높고 수관의 틈이 많은 참나무류, 물푸레나무, 느릅나무, 단풍나무류 등 양수종이 적합하다.

④ 하층목의 벌기는 보통 10 20년이 적당하며, 상층목은 이에 2 4배이나 드물게는 5 6배 이상의 장벌기로 수개의 임관층을 갖게한다.

⑤ 상층목 본수는 하층목 생장이 감퇴되어 수확이 감소되지 않도록 ha당 100본이하로 하는 것이 좋다. 이때 상층목의 풍해예방을 위하여 수본씩 군생시켜 전임지에 균등하게 배치하는 것이 바람직하다.

⑥ 상층목 벌채적지는 파종조림이나 묘목식재 또는 천연하종갱신에 의하여 발생한 실생치수를 무육하여 상층목으로 보충하는 것이 지속적인 시업을 위하여 필요하다.

⑦ 상층목이 수광생장을 하게 되므로 생장이 빨라 대경재 생산이 용이하다.

⑧ 하층목에 대한 단벌기 시업으로 단기 자본회수가 가능하여 탄력적인 경영이 가능하다.

⑨ 동일 임지내에 대·소경재가 혼생하고 있으므로 목재수요에 탄력적으로 대응할 수가 있다.

(나) 작업방법

1) 벌채

가) 맹아력

① 수종에 따라 또는 동일수종이라 하더라도 수령 및 수체(樹體)의 각 부위에 따라 다르겠으나, 일반적으로 생장이 왕성한 2 3영급이 가장 크다.

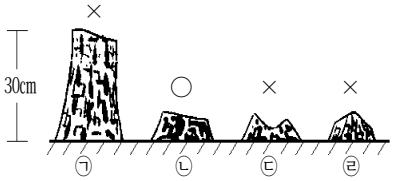
② 벌근의 지하부위나 지제부에서 발생하는 맹아의 생장이 우수하다.

나) 시기

① 생장 휴지기(11월 2월)에 벌채하는 것이 맹아 발생에 유리하다.

② 한해의 위험도가 높은 고지대에서는 엄동기를 피한다.

③ 벌채시 근주부를 낙엽이나 흙으로 피복하는 등 한해예방이 필요한 경우도 있다.



㉠ 벌채위치가 너무높다.
㉡ 낮고 평활하게 벤 가장 좋은 방법
㉢ 물이 고여 썩기쉽다.
㉣ ㉠, ㉢보다 좋으나 약간높다.

그림 4 - 4 - 10. 벌채방법

다) 방법

① 벌채높이는 (그림4-4-10)에서와 같이 가능한 한 낮게(지상 10㎝ 이내)하여 맹아가 근주의 지하부 또는 지제부에서 발생할 수 있도록 유도한다.

② 벌채면은 평활하게 약간 북서쪽으로 기울게하고 물이 고이지 않도록하여 근주의 조기부후를 막아 맹아발생 및 발생맹아의 수세쇠약을 방지하고 풍해에 대한 저항력을 높혀줄 필요가 있다.

2) 맹아 본수조절

가) 시기

벌근으로부터 여러개의 맹아가 발생되므로 맹아 상호간의 자연경합에 의하여 우세 및 열세 맹아의 구분이 확실한 벌채 2 3년차에 실시하는 것이 적합하다.

나) 방법

① 지하부 또는 지제부에서 발생한 맹아에서 충실한 것을 1 2본을 남기고 제거한다.

② 지하부에서 발생한 맹아는 새로운 갱신근에 의하여 벌근과는 독립된 개체로 생장을 하므로 심재부후 등을 예방할 수 있다.

③ 본수조절과 함께 가지정리 및 수형조절을 실시하여 준다.

다) 보완조림

① 갱신을 반복해가면 근주는 노후되면서 맹아력이 점차 약해지기 때문에 천연하종이나 인

공식재 등에 의하여 임분의 활력을 높혀주는 것이 바람직하다.

② 노후된 벌근주 주변이나 임분내 공간에 보완조림을 실시하고 이미 발생된 유용활엽수의 천연치수도 조림목과 함께 병행 무육하여 준다.

5. 복층림 조성

복층림이란 일반적으로 2층 이상의 목본 임관층(林冠層)을 갖는 산림으로 발달정도에 따라 2단림, 3단림, 다단림, 연속층림(택벌림)등으로 나뉘어져 불리고 있다. 복층림시업은 비개벌시업의 대표적인 시업방법으로 개벌시업에 비하여 공익적 기능면에서 우수하며 임업경영상 유리한 장점을 갖고 있다.

(1) 유형

복층림의 유형은 임분의 구조적 특성과 육성과정상 갱신방법에 따른 관점에서 구분하는데, 인공림에서 임분을 구성하는 수관층의 중복기간과 임분의 육성과정을 벌채방법과 갱신방법과 연관시켜 복층림의 유형을 정리하면 (그림 4-5-1)과 같이 요약된다.

(가) 개벌작업의 경우

① 조림지내 잠재유용수종이나 또는 주위에서 낙하된 종자에 의하여 발생된 천연치수가 조림목과 같이 생육하는 과정에서 형성되는 2단림의 임형이다.

② 생장속도가 다른 수종을 열상 또는 군상으로 혼식하여 만들어지는 2단림의 임형이다.

(나) 비개벌작업의 경우

1) 수관층의 중복기간에 따른 구분

가) 일시 2단림

① 장기형: 대부분의 기간은 2단림의 형태를 유지하다가 상층목이 벌채된 후 일시적으로 단층림화 되었다가 다시 하층목이 식재되어 2단림으로 유지되는 임형이다.

② 단기형: 상층목 벌채전 비교적 단기간 일시적으로 2단림을 유지하는 임형이다.

나) 상시 2단림

상층목이 벌채 수확되어도 바로 그 시점에서 다시 복층림으로 유지되는 임형이다.

2) 수확방법에 따른 구분

가) 상층교체형

상층목이 벌채되면 그때까지 하층목이였던 임목을 상층목으로 유도하여 복층림으로 유지하는 임형이다.

나) 하층 다수확형

상층목은 장벌기로서 대경재생산을 목표로 하면서 그 기간동안에 하층목을 수회에 걸쳐 수확을 하면서 수하식재로 복층림으로 유지하는 임형이다.

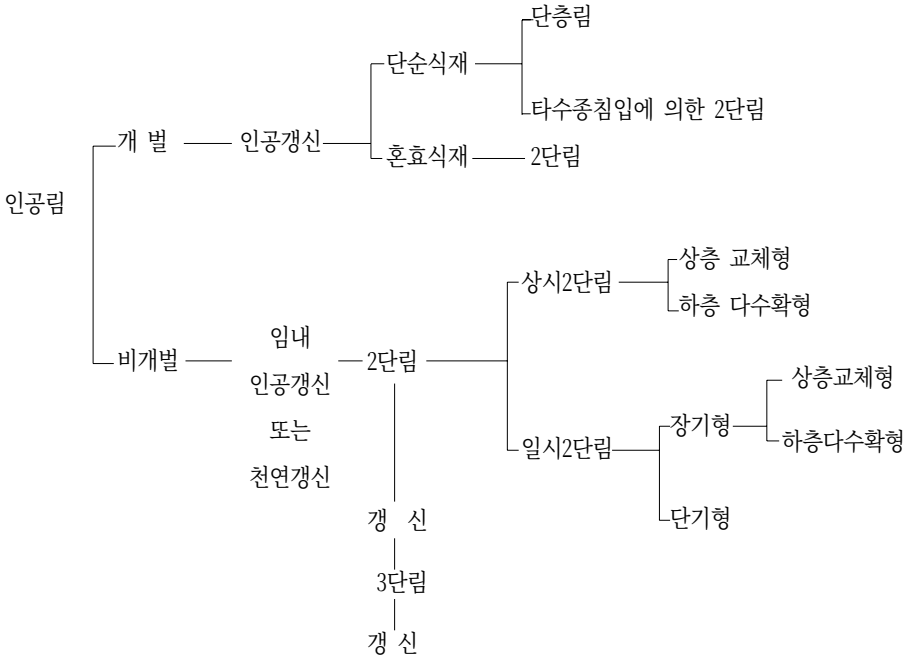


그림 4 - 5 - 1. 복층림의 종류

(2) 장단점

(가) 장점

1) 단위면적당 생산량과 축적량의 증대

① 동일 임지내에 대 · 소경목에 의하여 공간을 입체적으로 이용하므로 단위면적당 생산량이 많다.

② 임내갱신에 의하여 갱신후에도 장기간 상층목이 존치되므로 수확기간의 연장이 가능하므로 임목축적이 증대한다.

2) 고가치재 생산

① 임목의 수확기간이 길어짐에 따라 대경재 생산이 가능하다.

② 상층목의 비음하에서 생육하기 때문에 균일한 생장으로 년륜폭이 균등하고 치밀하여 고가치재 생산이 가능하다.

3) 경영의 안정

① 대경재 생산에 따른 벌기연장이 가능하다.

② 대 · 소경재를 동일 임분내에서 생산할 수 있기 때문에 다양한 수요에 대응할 수 있어 경영의 안정을 기할 수 있다.

4) 조림작업의 생력화 · 노동력의 탄력적 배분이 가능

① 임내갱신으로 조림지 정리작업을 거의 생략할 수 있다.

② 하층목은 상층목 비음하에 식재되기 때문에 묘목의 활착율을 높힐 수 있다.

③ 잡초목의 발생이 억제되어 풀베기작업이 생력화 된다.

④ 비음하에서의 작업으로 작업자의 피로는 적게되어 쾌적한 일터제공이 가능해진다.

⑤ 식재시기의 연장이 가능하여 노동력을 탄력적으로 배분할 수 있다.

5) 재해에 대한 저항성 증대

① 상층목의 보호효과로 기상해를 경감시키거나 방지할 수 있다.

② 임내의 표토유실 방지, 보수기능의 증대로 개벌시업에서의 결점을 피할 수 있다.

6) 지력유지효과

① 임지에 항상 임목이 존재하여 나지화되는 시기가 거의 없기 때문에 낙엽, 낙지에 의한 원활한 물질순환이 일어난다.

② 항상 적당하게 임상식물을 유지하므로서 빗방울이나 지표류에 의한 표층토양의 유실을 막을 수가 있어 지력유지 효과를 기대할 수 있다.

7) 수원함양기능의 향상

① 복층임형으로 상 · 하층목의 수관에 의하여 빗물은 일시적으로 지표에 직접적인 도달을 저지받아 유수의 지중침투를 조장한다.

② 빗방울에 의한 임상에 직접적인 타격을 막아주므로서 표토유출을 억제한다.

8) 풍치유지

개벌적지에서 느끼는 살벌한 풍경에 비하면 복층림은 항상 푸르름을 유지하고, 또 대경재를 존치시킬 수 있기 때문에 풍치유지상 유리하다.

(나) 단점

1) 작업이 집약적이다.

① 지속적인 임내광환경 개선이라는 보육행위와 연관되므로 기술적인 수확행위를 반복하여 실시하는 것이 필요하다.

② 비개벌시업으로 벌채시 많은 설비비와 반출경비가 소요된다.

③ 임도나 작업도 등의 기반시설이 정비되어있는 집약적 경영에 적합하다.

2) 벌채 및 반출에 수반되는 하층목의 손상

① 수확벌채와 임외반출시 하층목이 손상받을 우려가 있다.

② 상층목 벌도시 손상이 예상되는 하층목을 사전에 수확해 둠에 따라 벌도에 의한 손상을 예방할 필요가 있다.

3) 형상비가 커진다

① 임내에서 중·하층목은 수간이 세장하기 때문에 형상비가 커진다.

② 단층림보다 기울어지거나 넘어가기 쉬어 무육상 많은 노력과 경비가 드는 경우가 있다.

(3) 조성방법

(가) 단목택벌에 의한 방법

용재생산을 목적으로 조성된 임분에서 전갱후벌(前更後伐)방식에 의하여 상층목은 장벌기로 유도하며 동시에 수하식재로 임내갱신(林內更新)을 실시하는 장벌기 우량 대경재 생산시업에서 많이 적용하는 방법이다.

1) 대상임분

① 대상지로서는 입지조건이 양호하고 집약시업이 가능한 5영급 이상인 임분이다.

② 장벌기 시업에 의한 대경재 생산이 가능한 용재생산림이다.

③ 최종 수확가능한 형질이 우수한 대경목이 ha당 침엽수 300본 내외, 활엽수림 200본 내외 임목이 있는 임분이다.

④ 공익기능 유지 및 입지조건상 개벌작업이 부적당한 임분이다.

2) 조성방법

가) 상층목 조절

① 소나무, 잣나무, 낙엽송, 전나무, 편백 및 천연활엽수림에서 상층목을 (그림 4-5-2)에서와 같이 임분수확표상 주림목 본수의 30%내외가 되도록 조절한다.

② 1차조절 이후 벌채의 반복은 10년을 단위로 하며 최종 수확본수는 헥타르당 250본 내외가 되도록 조절한다.

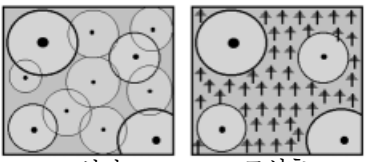


그림 4 - 5 - 2. 단목택벌에 의한 조성

나) 하층목 식재

① 상층목 주변(반경 2m이외)의 임내공격지(林內空隔地)에 정조식(1.8m×1.8m)으로 ha당 2,000본 내외를 기준하여 식재한다.

② 상층 수종만으로 천연하종갱신이 가능한 지역은 지면처리로 발아상을 조성하여 천연갱신을 병행하면 더욱 효과적이다.

(나) 대상벌채에 의한 방법

대상개벌에 의하여 수종갱신 및 안정적인 임분전환을 목적으로 하여, 일시적으로 조성하는 단기 복층림 시업에서 많이 적용하는 방법이다.

1) 대상임분

① 병해충 피해지, 임목형질 불량임지 중 임종전환 또는 수종전환 대상지의 임분이다.
② 인공림 및 천연림의 단벌기 시업대상임분이다.
③ 공익기능 유지 및 입지조건상 개벌작업이 부적당한 임분이다.

2) 조성방법

가) 상층목 조절

① 일반 조림지의 3영급이상이 되는 임분, 형질불량 활엽수림종, 현사시나무15년생 내외의 임분에서 (그림 4-5-3)과 같이 상층목 식재열을 기준으로 2 3열을 교호대상벌채로 2회 실시하여 수종갱신 및 임분갱신을 완료한다.
② 벌채주기는 벌채구의 식재목이 하층식생의 영향을 벗어난 이후에 가능하다.

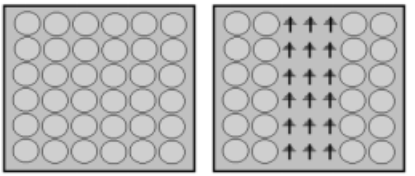


그림 4 - 5 - 3. 단목택벌에 의한 조성

나) 하층목 식재

① 잔존대로부터 2m 떨어진 벌채대내에 정조식 (1.8m×1.8m)으로 식재한다.
② 상층수종만으로 천연하종갱신이 가능한 지역은 지면처리로 발아상을 조성하여 천연갱신을 병행하면 더욱 효과적이다.

6. 혼효림 조성

(1) 개요

단순림 조성에 따른 결점을 보완하기 위한 생태적인 조림방법으로, 혼효림을 조성하는 목적을 구체적인 실시방법과 연관지어 요약하면 다음과 같다.

(가) 광선, 수분,양료의 복합적 이용

① 심근성수종과 천근성수종을 혼효식재하여 임지의 안정성을 유지시킨다.
② 양수종과 내음력이 있는 음수종을 혼효식재하여 임층의 안정성을 유지한다.
③ 상록수와 낙엽수를 혼효식재하여 양료을 복합적으로 이용한다.

(나) 생장촉진 및 토양개량

① 척박임지에 주임목 생장촉진을 위한 비료목을 혼효식재한다.

② 임지 비배효과 증대를 위한 비료목을 혼효식재한다.

(다) 형질개선 및 산림작업 생력화

① 주임목의 가지발달을 억제시켜 양질재 생산을 위한 부림목을 혼효식재한다.
② 하예, 간벌 등 산림시업 생력화를 위한 부임목을 혼효식재한다.

(라) 각종 위해방지 및 공익기능 향상

① 내공해, 방음, 방진, 방화기능 증진을 위하여 주림목과 특정수종을 혼효식재한다.
② 기타 야생동물의 서식지 제공한다.
③ 산림경관의 다양도를 제고한다.
④ 지력증진을 도모하기 위하여 혼효식재한다.

(2) 종류

(가) 경영목표에 따른 구분

1) 수확

최종 수확기까지 혼효수종을 모두 무육관리하는 혼효림을 말한다.

2) 육림

비료목 또는 수형조절용으로 부림목을 식재하여 일정시기가 되면 자연고사되게 하므로서 주임목의 생장촉진이나 산림시업의 생력화를 위하여 조성하는 혼효림을 말한다.

3) 보호

산화, 병해충, 기상해 등을 예방, 방지, 지연시킬 목적으로 조성하는 혼효림

(나) 조성방법에 따른 구분

1) 갱신에 의한 방법

인공식재 또는 천연갱신 등에 의하여 2수종 이상으로 혼효림 조성

○ 부분군상혼식 : 지역적이며 소구역에 혼식(임내공간지, 풍도목 발생지등)
○ 군상혼식 : 3×3본, 4×4본, 5×5본등 임지전면에 규칙적 배열에 의한 혼식
○ 열상혼식 : 1열, 2열, 3열, 4열, 5열등 식재열을 기준하여 혼식
○ 대상혼식 : 일정 폭(잔존대내 잔존목의 수고를 기준)을 갖는 대상(帶狀)으로 혼식

2) 육림에 의한 방법

인공조림지(단순림)에 자생하는 유용수종을 조림목과 일정비율로 존치무육하여 혼효림으로 유도 조성

○ 정방형 조림지 : 어린나무가꾸기작업시 자생 유용수종을 존치무육하는 방법

○ 부분밀식(군상, 대상)조림지 : 잔존대내의 자생 유용수종을 존치시켜 조림목과 병행하여 존치무육하는 방법

(3) 조성방법

(가) 계획수립

조성예정지 조사 ———— - 비옥도등 입지환경조사
- 자생수종등 임황조사

↓

조성목표 설정 ———— - 수확혼효림
- 육림혼효림
- 방재혼효림

↓

조성방법 결정 ———— - 식재에 의한 조성
- 육림에 의한 조성
  · 혼효형태
    (단목, 군상, 열상)
  · 혼효비율

↓

혼효수종 결정 ———— - 주 수종
- 부 수종
- 비료목용 수종
- 방재수종

(나) 작업방법

1) 식재에 의한 조성

입지조건과 조성목표에 따라 (그림 4-6-1) 및 (그림 4-6-2)와 같이 혼효 식재수종, 혼효비율과 혼효형태 등을 결정한다.

가) 육림혼효림

① 비료목 또는 부임목은 II, III영급 이후의 수고생장이 주임목에 비하여 다소 낮은 수종을 선정한다.

② 부임목의 생장이 주임목의 생장을 능가할 경우는 주임목이 피압되지 않도록 부임목의 생장을 억제시켜 준다.

③ 대상수종으로는 잣나무, 낙엽송, 소나무, 해송, 편백, 전나무 등 주요 경제수종과 오리나무류, 자귀나무등 비료목 수종 등을 상호조합 한다.

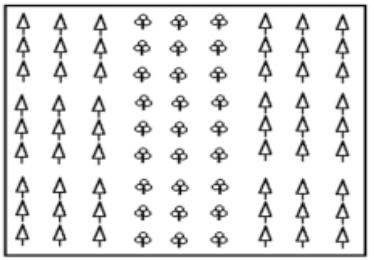


그림 4 - 6 - 1. 정조식 3열 대상교호식재

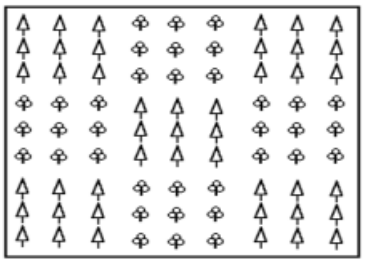


그림 4 - 6 - 2. 정조식 9본 군상식재

나) 수확 및 방재혼효림

① 혼효수종의 생장을 감안하여 유사한 생장특성을 가진 수종을 조합한다.

② 생장량을 감안하여 혼효방법(열, 폭, 군식본수등)을 결정한다.

③ 대상수종으로는 소나무, 해송, 잣나무, 낙엽송, 상수리나무, 굴참나무 등과 내화성수종 및 내건성수종 등을 상호조합한다.

2) 육림에 의한 조성

육림방법에 의한 혼효림 조성방법으로 임분전환 기술의 하나로 취급하고 있다.

가) 정조식 조림지(방형조림지)

① 일반 조림지에 (그림 4-6-3)과 같이 형질이 양호한 자생하는 유용수종이 충분한 경우, 보육 초기단계인 풀베기 작업부터 어린나무가꾸기 단계에서 조림목과 함께 잔존 무육시키는 방법이다.

② 풀베기 작업시 전생치수, 잠재수종의 치묘 등 형질이 우량한 유용수종을 조림목에 지장을 주지 않는 한 제거하지 않고 잔존무육 한다.

③ 어린나무가꾸기 단계에서 조림목과 일정비율, 일정형태로 임지전면에 고루 배치시켜 혼효림을 조성하는 방법이다.

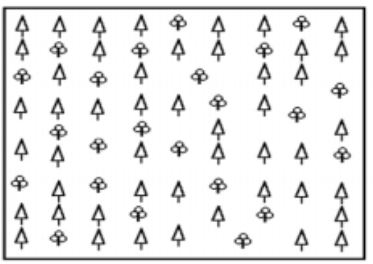


그림 4 - 6 - 3. 정조식 조림지 혼효육림

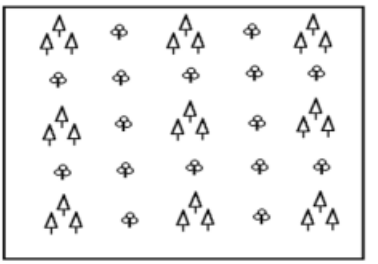


그림 4 - 6 - 4. 3본군상 조림지 혼효육

나) 부분밀식조림지(대상, 군상조림지)

① 대상 또는 군상형태로 부분밀식을 실시한 조림지내의 공격지에 (그림 4-6-4)와 같이 자생하는 유용수종이 충분한 경우 잔존무육한다.

② 혼효형태가 정조식 조림지와는 달리 대상 또는 군상형태로 조성되는 특징이 있다.

다) 재생 혼효림

재생 혼효림은 임분구성이 매우 복잡하고 불규칙하여 다양하므로 시업대상림으로 취급하고자 할 때에는 반드시 대상임분의 성립기원과 생육단계상 발달과정을 파악할 필요가 있다.

① 전생림에 대한 수종, 시업내용, 갱신방법(식재, 천연갱신등) 등을 면밀히 파악해야 한다.

② 장래의 임분변화를 예측하고 그에 적합한 혼효 대상수종의 결정, 혼효방법, 조성규모 등을 결정해야 한다.

표 4-6-1. 성립기원에 따른 재생혼효림 생성과정

성립기원	형 성 과 정
수종갱신조림 실패적지 재생 혼효림	소나무림 개벌→ 인공조림→ 사후관리 부실→ 기존 활엽수맹아, 소나무 잔존목, 잠재수종 맹아 및 치수 발생 → 조림목 피압시작 → 재생혼효림
벌채적지 재생 혼효림 (병해충 피해 임지 포함)	소나무림 부분벌채→ 임지의 부분노출 → 잠재활엽수종, 소나무 천연치수 발생혼효 → 재생혼효림
	소나무림 개벌 → 방치 → 기존 활엽수 우세목, 소나무 잔존 우세목, 소나무천연치수, 잠재활엽수 발생등 혼효 → 재생혼효림
산화적지 재생 혼효림	소나무림→ 산화발생→ 소나무 잔존목, 소나무 천연치수, 잠재활엽수 발생등 혼효 → 재생혼효림
사방조림지 재생 혼효림	사방조림→ 공간에 소나무, 활엽수 침입으로 혼효 → 재생혼효림

7. 해외조림

전세계 임산물 시장규모는 연간 미화 4000억불 정도로 과거에는 광활한 자원을 보유한 북미, 유럽의 선진국과 열대지방의 원시림이 주요한 목재의 공급원 역할을 하였으나 자원고갈에 따른 생산량의 감소, 부가가치 창출을 위한 자원보유국의 가공시설의 증가와 점차 확대되고 있는 지구환경보호 문제로 인하여 1980년대이후 칠레, 뉴질랜드, 호주에 조성된 침엽수 조림지 와 동남아시아, 남미 등 열대지역에 조성된 대규모 활엽수 조림지로 그 역할이 이전되고 있으며 앞으로 북미나 유럽 선진국들의 자본과 기술이 접목되어 조림사업은 대형화되고 더욱 가속화 될 전망이다. 우리나라의 해외조림은 한솔포렘이 1993년 서호주지역에 유칼리를 조림한 것을 효시로 1998년말 현재 6개회사가 6개국에서 조림사업을 전개하고 있다(표 4-7-1).

표 4 - 7 - 1. 우리나라 해외조림업체 현황

구 분	한솔포렘		세양코스모	이건산업	남방개발	동해펄프	한화자원	금 경
진출국	호주	뉴질랜드	베트남	솔로몬	인도네시아	중국	중국	니카라과
임지확보면적(ha)	20,000	10,000	15,000	40,000	5,650	12,153	6,000	51,500
조림수종	유칼리	라디에타소나무	아카시아	유칼리	슝까이고무나무	목마황	유칼리	카리브소나무
조림실적(ha)	8,045	3,319	5,364	6,235	2,760	500	150	4,000

자료 : 산림청, 1999

(1) 고려사항

조림사업은 식재후 수확까지 수년간 혹은 수십년간 수입없이 자본투입만 계속 되어야 하는 장기적인 사업이기때문에 투자대상국의 정치, 법규, 문화, 경제적인 안정과 상품운송을 위한 항만이나 도로 등 사회간접자본시설, 투자지역의 자연재해 요인, 식재 하고자 하는 수종의 검증여부가 투자국 선정의 주요한 기준이 된다.

따라서 조림투자를 하고자 하는 사업가는 투자하고자 하는 지역의 조림투자선호도, 생장비용, 내부수익율 등을 면밀히 검토한 후 투자가 이루어져야 한다.

(가) 조림투자 선호도

뉴질랜드에 있는 ASPAC Consulting Limited에서 조사 · 분석한 주요국가의 조림투자환경은 (표 4-7-2)와 같다.

표 4 - 7 - 2. 주요국의 투자선호도

국 가 명	국가위험정도	경제성적	부패정도	경제활동의 자유	국가 경쟁력	조림투자선호도
호 주	92.61	75.48	8.60	2.15	58.00	5.60
뉴 질 랜 드	91.09	70.48	9.43	1.75	68.75	5.53
말레이지아	84.48	72.66	5.32	2.60	56.00	4.99
칠 레	79.79	67.94	6.80	2.25	64.50	5.16
인도네시아	73.23	64.34	2.65	2.85	21.50	4.28
중 국	70.81	66.00	2.43	3.80	43.00	3.93
남 아 공	64.85	54.09	5.68	3.00		4.46
필 리 핀	63.53	60.27	2.69	2.80	34.50	4.06
브 라 질	55.39	46.81	2.96	3.35	26.00	4.58
베 트 남	52.45	51.81		4.70		3.40
P. N. G	48.98	39.50		3.10		3.36
피 지	46.66	31.00		3.20		3.55
솔 로 몬	43.61	20.00				3.44

자료 : The Tree Farm and Managed Forest Industry

① 국가 위험도 산출은 경제적지표(25%), 정치적 위험(25%), 외채(20%), 국가신용등급(10%), 국제관계 등을 기준으로 산출 하였으며, 0 ~100점 범위에서 점수가 높을수록 우수하다.

② 경제성적은 0 ~100점 범위에서 점수가 높을수록 우수하다.

③ 부패정도는 부정부패가 전혀 없는 국가를 10점, 뇌물 등을 주어야 사업이 가능한 국가를 0점 기준으로 부정부패 점수를 제시하였다.

④ 경제활동의 자유정도는 무역정책, 정부간섭, 통화정책, 자금유입과 외국인투자, 금융정책, 임금과 가격통제, 재산권, 법규와 암시장 활성화정도 등 10가지 항목을 적용하여 산출하였으며 1.0~5.0 범위에서 점수가 낮을수록 자유로운 경제활동을 할 수 있다.

⑤ 국가경쟁력은 국내경제, 국제화, 정부, 경영, 금융, 사회간접자본, 과학과기술, 인구등을 기초로 국가경쟁력 지수를 결정하였으며 0 ~100점 범위에서 점수가 높을수록 우수하다.

⑥ 조림투자 선호도는 정치, 법규, 문화, 경제적 안정성 뿐만아니라, 도로, 항만, 호텔등 사회간접시설과 주요 판매 대상국과의 거리, 천재지변의 발생빈도 등을 종합적으로 분석하여 산출한 점수로 높을수록 우수하다.

(나) 생장비용 (Growing Cost)

생장비용은 임지구입비 또는 임차료, 조림예정지 정리비용, 식재비, 풀베기, 가지치기, 간벌 등 사후관리비, 수확량, 원목의 품질 및 가격, 벌기령, 이자 등의 직접비와 보험료, 일반관리비등 간접비에 의하여 결정된다. 그러나 대부분의 경우 사업성 검토시 보험료와 지원부서의 사용경비가 누락 되는데 명확하게 계산 하여야 한다.

생장비용이 낮은 국가는 대부분 투자위험이 크고 토지분쟁의 가능성이 높으며 검증된 수종이 명확하지 않다. 또한 이러한 국가들은 대부분 후진국이기때문에 간접비와 일반관리비가 많이 들게 된다.

생장비용에 영향을 미치는 주요한 인자들은 다음과 같다.

1) 이자

조림에 투자한 자본의 이자는 매년 자라는 임목의 생장량이라 할 수 있다. 이것은 분리할 수 없고 벌기에 도달하여 얻을 수 있는 것이기 때문에 조림에 투자한 자본에 대한 이자계산은 복리식을 사용한다. 따라서 이자는 기하급수적으로 증가하기 때문에 생장비용에 가장 커다란 영향을 미치며 벌기령이 길수록 이자부담은 커지게 된다.

2) 임지구입비 또는 임차료

조림하고자 하는 임지의 취득방식에는 영구적인 소유를 위한 임지의 매입과 장기임차방식이 있는데 비용면에서는 임차방식이 유리하나 권한이 제한되고 임차기간이 만료되어 연장시 임대료가 급상승(뉴질랜드) 할 위험이 있다. 특히, 정부림을 임차하는 경우 정부와 토지소유자간의 토지소유권 분쟁시 조림사업자에게 직접적인 영향이 미칠 수 있다(PNG, 인도네시아, 솔로몬).

따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 조림시작전 명확하고 나중에 방어할 수 있는 장기임차계약을 체결해야 한다.

3) 벌기령과 원목가격

속성수는 유령기에 높은 입목축적에 도달하게 된다. 그러나 너무 어린나무를 수확하게 되면 양적인 측면에서는 유리하지만 목재의 품질이 떨어져 전체적으로 판매가격이 하락하게 된다.

4) 관리방법

브라질 *E. grandis* 의경우 초기에는 묘목을 식재하여 조림지를 조성하지만 수확후 2, 3차 조림지는 맹아갱신을 통하여 조성하므로써 생장비를 절감할 수 있다. 뉴질랜드 라디에이타소나무의 경우 과거에는 가지치기를 함으로써 양질의 원목생산을 꾀하였으나 무절목(옹이가 없는 목재)의 가격상승보다는 가지치기 비용이 높을 것으로 나타나 최근 들어 가지치기를 하지않는 방향으로 관리방식이 전화되고 있다.

5) 정부보조금

1970년대 뉴질랜드, 1975년부터 1996년까지 칠레에서 조림사업자에게 지급한 조림장려금은 생장비용을 상당량 낮춰주었다. 그러나 이러한 정부보조금으로 인하여 임지가가 상승함으로써 실질적인 이득의 대부분은 토지소유자에게로 돌아갔다.

6) 간접비

남반구에서 조림하고 있는 사업자들은 점점 심화되고 있는 환경문제와 투자국의 법규개정으로 투입되는 비용이 늘어날 것이다. 즉, 생산방식이 기존의 Ground Skiding방식에서 Cable 방식으로 바뀔 것이며, 잡초제거나 병충해방제를 위한 약제사용이 제한되고 투자지역 주민들의 생활수준향상에 투입되는 비용의 증가 등으로 생장비용은 증가할 것이다.

(다) 내부수익율(투자이익)

내부수익율은 원목가격이 변하지 않고 인플레이가 없다고 가정하고 단위비용과 순 입목가를 기준으로 산출한다. 즉, 앞으로 벌기령에 도달하여 수확 하였을때 매출액에서 투자된 모든 비용을 제외한 순수입을 현시점에서 계산하는 것을 말한다. 예를들어 내부수익율이 마이너스(-)라면, 생장비용이 수확 후 얻을 수 있는 수입보다 높다는 것을 의미하며 이런경우 투자가치가 없다. 따라서 원목가격의 변화와 투자국의 인플레이가 내부수익율 변화에 큰 영향을 끼치게 된다.

① 나무가격이 올라가면 내부수익율은 증가한다.

뉴질랜드, 칠레, 호주등지에서는 가공시설 증가없이 원목생산은 급격히 늘어날 것이다. 목재제품은 생필품이기 때문에 낮은 비용으로 생산된 목재와 대체품의 공격을 계속 받을 것이며, 과거의 천연림에서 생산된 원목은 단순히 생산비만 투입하면 원목생산이 가능하였지만 조림목은 상당량의 자본투자가 되었기 때문에 투자비를 회수하려면 생산량을 늘리고 가격경쟁을 해야하기 때문에 앞으로 원목가격은 오르지 않을 것이다.

② 벌기령이 짧을수록 현재의 가치가 낮아지기 때문에 내부수익율은 낮아진다.
③ 조림지관리가 펄프용에서 용재림으로 전환될 경우 내부수익율은 높아진다(PNG).
④ 펄프용 원목 생산을 목적으로 조림시 일본시장을 예측하여야 한다.
일본의 펄프회사들은 이미 상당량 조림을 하였고 앞으로도 투자가 계속될 것이다. 따라서 앞으로 펄프용 칩의 조달은 자사에서 조성한 조림지에서 공급받을 것이며 원자재 가격조정이 가능하기 때문에 가격은 하락할 것이다. 또한 일본의 종이가격이 국제가격의 2배정도인데 이러한 가격체계를 계속 유지하지는 못할 것이며 결국 일본의 종이가격 하락을 원자재인 칩 가격 하락으로 몰고 갈 것이다.
⑤ 정부에서 조림장려금을 지급한다든가 수종개발을 통하여 벌기령이 짧은 양질의 나무를 생산하는 것도 내부수익율을 높일 수 있는 방법이다.

(라) 수종선정기준

주요국가별, 주요수종별 생장비용과 내부수익율을 기초로 투자조건을 평가하면 (표 4-7-3, 표 4-7-4)와 같다.

표 4-7-3. 생장비용 기준

구 분	투자선호도	투자조건 평가	생장비용	투자조건 평가
펄프용	5.0이상 4.5 ~ 5.0 3.5 ~ 4.5 3.5미만	매우안전 비교적안전 위험 매우위험	10미만 10 ~ 20 20 ~ 25 25이상	매우양호 양호 높음 매우높음
용재용	5.0이상 4.5 ~ 5.0 3.5 ~ 4.5 3.5미만	매우안전 비교적안전 위험 매우위험	25미만 25 ~ 50 50 ~ 75 75 ~ 100 100이상	매우양호 양호 보통 높음 매우높음

생장비용만으로 투자결정을 하기에는 향후 얻을 수 있는 수입이 제외되었기 때문에 부적합하지만 다음의 경우를 검토하는데 유용하다.
① 현재 조성된 조림지와 앞으로 투자하고자 하는 지역의 생장비용을 비교할 경우.
② 비슷한 수종을 식재하고 있는 경쟁자와 생장비용을 비교하려고 할 경우.
③ 투자조건을 조사할때 투자국의 위험정도와 연계하여 비용을 계산할 경우.

표 4 - 7 - 4. 내부수익율 기준

투자선호도	투자조건 평가	내부수익율	투자조건 평가
5.0이상	매우 안전	10%이상	매우양호
4.5 ~ 5.0	비교적 안전	7.0 ~ 9.99%	양 호
3.5 ~ 4.5	위험	5.0 ~ 6.99%	보 통
3.5미만	매우 위험	3.0 ~ 4.99%	불 량
		3.0%미만	매우불량

내부수익율은 이자율이 7%일경우를 가정하여 산출한 것이며 시중금리를 적용하여 동일한 내부수익율을 얻으려면 ① 목재가격이 오르든가 ② 토지가격이 내리든가 ③ 생산량이나 품질의 변화없이 벌기령이 줄어들든가 ④ 정부에서 보조금이 지급되든가 하여야 한다.

표 4 - 7 - 5. 주요국의 수종별 생장비용과 내부수익율

국 가 명	투자선호도	수 종	생장비용(U$/㎥)	내부수익율(%)
솔 로 몬	3.44	*Eucalyptus deglupta*	7.56	20.56
		Gmelina arborea	11.16	17.93
필 리 핀	4.06	*Acacia mangium*	8.96	11.07
말레이지아	4.99	*Acacia mangium*	9.71	12.26
브 라 질	4.58	*Eucalyptus grandis*	12.21	9.70
		Pinus taeda	17.06	5.71
베 트 남	3.40	*Eucalyptus camaldulensis*	12.60	11.54
P. N. G	3.36	*Acacia mangium*	12.79	8.88
		Teak	33.57	6.97
남 아 공	4.46	*Eucalyptus grandis*	14.99	5.15
호 주	5.60	*Eucalyptus globulus*	15.18	11.58
		Pinus radiata	53.48	7.07
뉴질랜드	5.53	*Pinus radiata*	45.37	8.83
		Douglas Fir	51.34	7.34

자료 : The Tree Farm and Managed Forest Industry

(2) 점검사항

○ 합작투자를 할 경우 합작파트너의 과거 경영실적, 합작목적, 상대방의 의사결정 스타일, 시장예측능력, 기술력, 재정능력, 인력, 조림사업에 대한 경험 등을 사전에 체크하여야 한다.

○ 기조림지의경우, 구입하려고 하는 임지면적이 정확한가 검토해야 한다.
대부분의경우 항공사진측량시 30%정도의 오차는 발생하기 때문에 매각하고자 하는 임지의 실제면적이 정부에서 제시하는 면적의 50% 이하이다. 따라서 중요한 부분은 반드시 정확하게 측량되고 올바른 도면이 작성되어야 한다.

○ 식재하고자 하는 수종이 계획대로 자랄것인지 고려하여야 한다.
대개는 이론적인 생장율에서 30%를 삭감한다.

○ 토지소유관계를 명확하게 조사 하여야 한다. 남태평양 주변국가들의 경우, 토지소유가 부족소유로 되어 있고 경계선이 명확하지 않기 때문에 조림사업의 진행중에는 분규가 없다가 수확시점에서는 로열티를 지급하면 현금분배 문제로 심각한 토지분쟁이 발생된다. 따라서 사전에 명확한 경계선 조사와 로열티 지급관계에 대하여 문서로 명문화 해 놓아야 한다.

○ 향후 환경규제에 대한 예측, 지역개발기금의 규모, 조림대상지역에 2차대전시 투하한 지뢰나 폭탄의 존재여부, 법적으로 조림사업을 보호를 받을 수 있는 정도 등이 사전에 검토 되어야 한다.

(3) 조림수종

조림대상지역의 토양조건, 기후, 강우량, 생장율 등 임목의 생육조건에 따라 지역별로 적합한 수많은 수종들이 있으며, 전세계적으로 식재 되고 있는 주요 수종들을 소개하면 다음과 같다.

○ Douglas fir(*Pseudotsuga menzeisii*)
북미 서북부지역 태평양연안이 원산지이나 스코틀랜드, 뉴질랜드, 칠레, 아르헨티나와 프랑스등지에서 광범위하게 식재되고 있다.

○ Teak(*Tectona grandis*)
FAO보고서에 의하면 전세계적으로 2백만ha 이상의 Teak 인공림이 조성 되었으며 90%이상이 아시아지역에 나머지는 아프리카지역에 조성되어 있다. 인공림에서 생산된 Teak는 재질면에서 천연목 보다 떨어지나 내장재나 가구용으로 각광 받고 있다.

○ Pine (*Pinus spp.*)
- Southern Yellow Pine(*P. elliottii, P. taeda*)은 미국 남부, 베네쥬엘라, 브라질, 남아공, 호주에서 주로 식재 하였다.
- *P. radiata*는 미국 캘리포니아가 원산지이나 칠레, 뉴질랜드, 호주, 스페인, 남아공, 이태리 등 여러국가에서 광범위하게 식재 하였다..
- *P. keysia* & *P. merkusii*는 아시아가 원산지이며, 아시아지역과 아프리카지역에서 주로 식재되나 병충해에 약하고 생장량이 비교적 낮아 선호도가 떨어지고 있다.
- *P. massoniana*(Masson Pine) 는 중국과 중국 인접국에서 주로 식재 하였다.

○ Eucalyptus (*Eucalyptus spp.*)

전세계적으로 가장 많은 면적에 조림된 수종으로 789종이 존재하나 3가지 수종(*E. grandis, E. globulus, E. camaldulensis*)이 전체의 80% 정도를 차지하고 있다. 유칼리는 60여개국에서 조림하였으며 성공례도 많이 있지만 성장을 증진시키기 위해서는 식재초기에 풀베기작업 등 집약적인 관리가 이루어져야 한다.

○ Acacia (*Acacia spp.*)

A. mearnsii(Black Wattle)은 주로 남아공과 브라질에서 식재 하였으며 초기 조림목적이 탄닌 채취용 이었으나 현재 펄프용으로도 이용되고 있다.

*A. mangium*은 인도네시아, 말레이지아 등 아시아지역에 많이 식재 되어 있으며, 90년대 중반에는 아시아지역에서 가장 선호하는 조림수종 이었으나 최근에 본격적인 수확이 되면서 식재후 7~9년이 경과하면 재질이 떨어짐이 판명되어 벌기령이 7년이하인 펄프용재를 목적으로 조림하고 있다.

○ Poplar (*Populus spp.*)

포플러는 수십년동안 유럽, 중국, 뉴질랜드, 호주, 남미등지에서 식재 되었으며 최근에는 미국에서 각광을 받고 있다.

제5장 숲가꾸기(육림)

1. 숲가꾸기이론

(1) 의의

숲가꾸기란 산림에서 이루어지는 모든 선택적(또는 도태적), 무육적 조림조치를 말하며 단목(單木)뿐만아니라 전체 임분의 생육과정을 조절하여 경영목표에 가능한 한 잘 도달 될 수 있도록 추구하는 것이다.

거기에는 임지무육(林地撫育)과 임내 기후무육(林內 氣候撫育), 산림생물 공간내 건전한 생활환경의 형성 및 보존 등 모든 종류를 포함하고 있다. 산림을 육성(育成)한다는 의미 만으로는 부족하며 산림을 육성하기 위한 어느 하나의 수단과 과정만을 의미하는 것도 아니다. 여기에서는 간벌과 같은 좁은 의미의 임분무육 뿐만아니라 모든 영급(齡級)에 해당되며 입지조사, 무육작업을 위한 지속적인 산림접근 개발 및 작업로 개설, 야생동물 피해 방지까지도 포함된다.

산림무육은 임목무육(林木撫育) 또는 임분무육(林分撫育)을 초월하는 보다 포괄적이고 항상 광의의 개념으로서 산림에 대한 무육이라고 말할 수 있다.

(가) 임분가꾸기(임분무육)

벌구식 교림의 모든 임분에서 갱신이 종료된 후 다음의 새로운 갱신이 유도될 때까지의 긴 생육단계를 주어진 목표로 적절하게 형성시켜 주기위한 조림적 조치를 말한다. 택벌림에서는 생육단계 구분, 즉 임분의 발달 단계를 구분하여 시간적으로 정의하지 않는다. 임분무육에서는 임분발달단계에 의한 무육단계로 구분하여 임분형태적 특성이 강조되고 또한 표시된다.

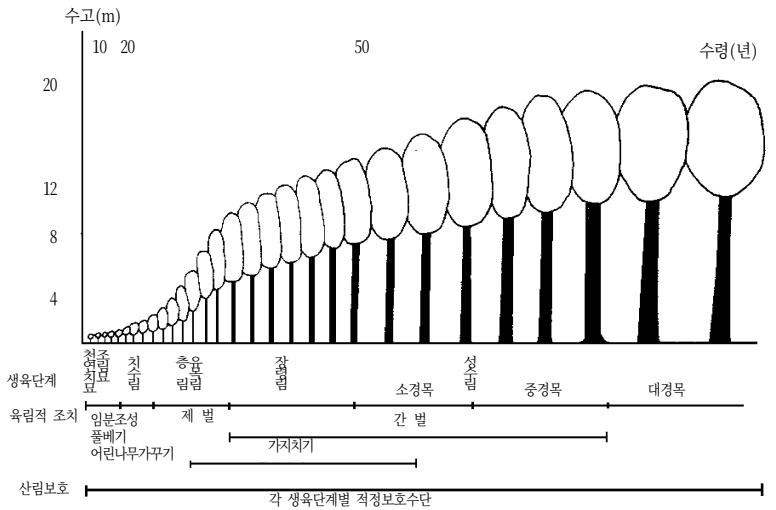


그림 5 - 1 - 1. 윤벌기 진행과정에서 단순 동령 - 교림의 생육단계 및 무육단계 모식도

표 5-1-1. 동령 일제림(교림)의 생육단계 및 무육조치

생 육 단 계	특 징	무 육 조 치
치수(稚樹, new growth)	임분특성이 시작 될 때부터 임분울폐 직전까지의 단계	치수무육(稚樹撫育, tending regeneration)-갱신 치묘 또는 치수의 보호(풀베기), 솎아주기, 보식, 혼효조절, 웃자란 나무 조절 등의 조치
유령림(幼齡林, young stand)	임분울폐가 시작될 때부터 흉고직경 약 6cm이상의 우세목이 임분내 50% 이상 다수 분포될 때 까지의 단계 ※고사지 발생, 임층 분화 시작	제벌(除伐 또는 어린나무가꾸기)
장령림(長齡林, pole stand)	임분 평균흉고직경 10cm이상의 우세목이 임분내 50% 이상 다수 분포될 때의 임분	간벌, 가지치기
성숙림(成熟林, timber stand)	임분평균 흉고직경 18cm이상의 우세목이 임분내 50%이상 다수 분포될 때의 임분	간벌, 수하식재

※ 대면적 임분에서는 일반적으로 이와같은 방법으로 생육단계를 구분할 수 있으나 대상, 군상 산벌림에서는 보다 좁은 면적상으로 변화된다.

※ 각 생육단계의 특징은 지역, 목재시장, 산림경영계획 등에 따라 다를 수도 있다.

(나) 입지적 가꾸기(입지적 무육)

입지라하면 보통 자연환경적인 입지(지형, 기후, 토양 등)로만 이해하나 다른 여러 가지 입지형태도 산림무육에 크거나 작게 영향을 준다.

외국의 사례, 시범림, 전시림, 시험림 등의 현지 견학을 통해서 다양한 무육모델과 무육방법의 성공사례를 볼수 있지만 실제로 어느 입지에서나 동일하게 실행하기가 어렵고 그대로 실행하였다 하더라도 성공이 보장되지는 않는다.

무육실행은 대개 일정한 지침이나 규정에 근거를 두고 실행될 때가 많고 또한 이에 익숙해져 있어 획일적으로 강요하기도 하나 주어진 여건에 맞지 않으면 기피할 수도 있을 것이다. 무육실행이 지침 또는 규정에 의한 획일적인 것이 아니라 융통성 있고 탄력성 있게 설정되는 것이라면 이에 따라 여러 가지 입지에 맞는 산림무육이 필요하게 되며 그 입지는 다음과 같다.

① 자연적 입지 : 지형, 기후 모암, 토양 등
② 경제적 입지 : 산림경영자, 산주의 재정적인 문제
③ 정책적 입지 : 사회 의무
④ 기술적 입지 : 산림노동자의 숙련상태, 장비배치
⑤ 법 적 입지 : 산림법, 기타 법규
⑥ 개인적 입지 : 산림경영자 또는 산주가 한 입지의 산림에서 계속 관리하고 경영하는 기간 (30년 정도가 적당하다는 학자도 있음)

(다) 자연친화적 가꾸기

해당 지역산림의 자연군락 분포와 입지를 파악하고 그 지역의 자연환경에서 나타나는 임분형태와 생장속도를 최대한 고려하여 무육을 실행한다. 자연이 주는 암시를 잘 파악하고 수용하여 기술적인 면 보다는 생물학적인 면을 더 고려한 무육방법이 채택된다.

1) 생태적 무육(生態的 撫育)

수종과 입지간에 중요한 생태적 원리가 있다고 보고 수종 선택, 수종혼효, 자연에 맞는 갱신형태 등이 강조되는 생태적 원리에 입각한 무육을 말한다.

생태적 무육에서는 자연친화적 산림시업을 중요시하여 최대목재 생산의 무육목표는 가능한한 기피한다.

2) 환경적 무육(環境的 撫育)

환경이 인간을 안전하게 하고 인간에 알맞는 존재로 이용되며 임업의 해로운 영향으로부터 토양, 생물 등을 보호할 수 있는 목표를 갖는 무육을 말한다.

인간적인 환경은 생물-생태적, 문화-사회적 환경이 포함된다.

3) 지속적 - 다기능적 무육(持續的 多機能的 撫育)

산림의 고유한(산림생태계로써), 모든 가능성 있는 각기능(목재 생산기능, 보호기능, 휴양기능, 기후와 물 순환 등의 보건기능, 생태계 보존의 자연보존 기능)이 절대적으로 최소한의 지속성이 보장되도록 하고 미래에 변화될 수 있는 욕구를 충분히 고려한 무육을 말한다.

여기에서 말하는 지속성이란 각 임목과 산림의 모든 기능에 대한 활력과 안정성의 보속성을 전제 조건으로 한다.

지속적-다기능적인 산림시업에서 우선 해결해야 될 사항은 완전한 파악 및 객관성 있는 정의, 산림기능의 새로운 중요성(사회적)과 그 보상문제 등이 있다.

지속성 원리는 자연적 산림시업의 기초로 필요하나 목재수급이 충분치 못한 상태에서는 그 의미와 위치가 크게 부각 되지 못한다.

(2) 목표설정 및 계획수립

(가) 경영목표

일반적으로 임업의 목표가 산림에서 인간사회의 필요조건을 충족시키면서 생태와 구조적 기능을 약화시키지 않고 산림을 하나의 생태계로서 자연적 인자와 조형을 이루며 보존시키는 것이라고 할 때 산림경영목표는 적정 경비로 지속가능한 최고의 가치생산과 산림보호 및 보존기능을 실현시키는데 있다.

산림무육목표는 벌채수확에 따른 이용기술적 피해없이 임분생육단계별로 물질적(임산물)인 것과 비물질적(공익가치)인 것을 동시에 고려한 축적 및 시업목표와 무육목표를 설정하여 장래에 원하는 목표임분으로 임분발달을 유도하는데 있다. 현재 세계 전체 산림면적의 80% 이상이

축적이 빈약한 상태에서 부적절한 시업관리와 계속적인 벌채로 경영되고 있으며 미래에는 양질의 목재 수요가 증가될 것으로 예측할 때 산림무육은 매우 중요하며 더욱 강화해야 될 필요가 있다.

정확하게 산림무육을 실행하기 위한 여러 가지 무육기술적 방법은 경비가 많이 소요될 때가 있어 산림정책적 목표설정의 범위가 넓지 못하며 기계화작업에 의지할 때도 있다.

(나) 일반목표설정 및 계획

임분무육목표는 선목(選木, selection)과 무육적 벌채를 통하여 임분전체와 각 임목의 생육과정이 가능한 한 경제적 목표에 도달되도록 유도하는데 있다. 따라서 여기에는 가치생산이 증대되는 축적보육(蓄積保育, Principal of nursing the growing stock, 우량대경재 생산에 중점을 두고 대경목에 의한 축적구성이 항상 유지되도록 임지생산력 증진을 도모하는 무육)과 같은 특별한 개념이 나올 수도 있고 또한 광의의 산림무육을 위하여 임지무육을 산림조사, 임내기후무육, 건전한 국소환경 형성, 무육실행을 위한 지속적인 산림접근로 개발 및 작업로 설치 등이 포함될 수 있다.

무육계획은 산림이 갱신될 때까지 양적, 질적으로 지속적인 생산력이 유지되는 임분으로 유도하여 설정된 목표가 충족되도록 제시해야 한다.

무육실행자는 항상 어디에서든지 그가 해야될 확실한 목적과 목표, 그리고 그 임분을 알고 있어야 한다. 목표와 계획이 없으면 뜻하지 않은 결과가 나올수 있고 불필요한 경비와 인력 소모를 초래하게 된다.

일반적으로 실질적인 무육목표설정과 계획수립은 산림정책 수립자, 행정가, 경영계획 담당자들의 업무 영역에서는 중요하게 취급되지 않는다. 산림무육의 일반목표는 다음과 같은 예로 제시될 수 있다.

① 보건임무가 가능한 한 최상으로 동시에 지속적으로 실현되도록 한다 : 산림을 환경적(기후적, 생물적)으로 최적의 상태를 추구하며 국민휴양공간 보장

② 보호임무(재해 방제)가 확실하고 가능한 한 최상으로 동시에 지속적으로 실현 되도록 한다 : 토사유출방지, 임지보호, 산사태 예방, 유수조절

③ 양질의 목재와 재적이 가능한한 조기에 또한 최대로 생산 되도록한다 : 용도별로 지속적 생산

④ 산림의 저항성이 가능한 한 최상으로 동시에 지속적으로 유지되도록 한다.

⑤ 산림자본의 이윤증식이 가능한 한 최대로 보장되도록 한다.

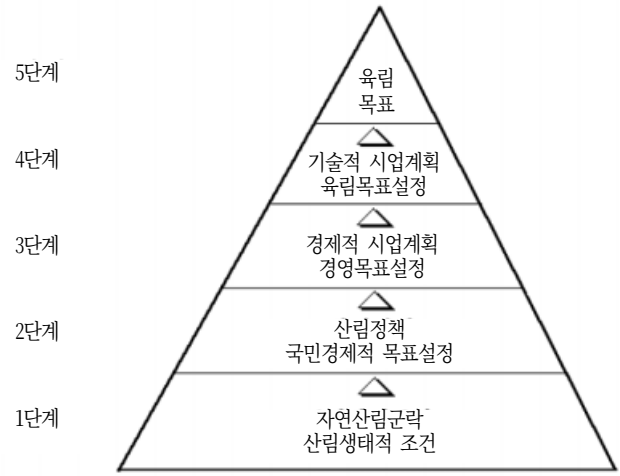


그림 5-1-2. 육림활동의 종속성과 목표설정에 대한 해결원리(생태적, 경제적, 기술적인 면을 고려)

※ 단계별 해결원리 설명

○ 1단계

- 의미 : 자연산림군락의 유전적 포텐셜(종다양성)과 생태적 기능(자기 조정능력)
- 육림적 결정 : 최종수확 임분(축적목표)에서 최소한 5~10%의 개체종이 각 주수종 및 혼효수종으로 나오도록 한다.

○ 2단계

- 의미 :
  - 질좋은 물생산 및 저장능력 증진, 기후 및 공기정화를 위한 입지 및 토양개선 유지
  - 장벌기에 의한 재적생장 증진, 건전한 임목에서 장기간에 가능한 한 많은 탄수화물 생산 및 유지
  - 오염물질의 생리적 부하 한계내에서 공기정화 및 대기권 산소량 증가를 통한 엽면적 및 엽량 증가
- 육림적 결정
  - 근계발달이 양호하고 심근성 수종의 산목(傘木, 보호수)하에 천연치수, 천연갱신에 의한 우량대경재 생산

○ 3단계

- 의미 :
  - 생활, 경제, 문화 공간의 입지적 조장 및 지속적 보장(자연 공간 포텐셜 및 산림공간계획이 전제됨)
  - 산림위생시업이 지연되지 않는 적기의 산림관리지침

- 육림적 결정
  - 육림목표 설정에 보호적 기능을 갖는 임목 및 임분형성을 고려
  - 홍수예방, 적정 울폐도 유지, 산사태 및 설해방지, 임지보존, 임내기후, 하층식생 보호 등을 고려

○ 4단계
- 의미 : • 산림내 임간 휴양기능을 위한 모든 중요한 특성이 나타남
- 육림적 결정
  - 경제적 기능과 휴양적 기능의 조화
  - 과숙노령목 및 고사목 존치, 산목 보호하에 천연갱신에 의한 복층림 시업

○ 5단계
- 의미 : • 목재생산을 질적, 양적으로 증진하기 위한 입지 포텐셜 이용
  - 1 4단계를 고려하여 모든 산림기능에 따라 가능한 한 형질우량한 수종으로 유지
- 육림적 결정
  - 소면적 천연하종갱신방법 적용

(3) 임분 생육단계별 숲가꾸기 계획

생육단계별 무육계획은 무육적으로 해야될 임무를 명확하게 정해줌으로써 그 목표에 맞는 무육실행을 가능하게 한다.

수익과 경제성을 위한 현재상황, 현재의 임분발달상태 및 장래 임분의 발달과정, 가능한 무육조치(필요하고, 목적에 맞는 무육조치), 무육단위(撫育單位, 임분생육단계)를 판단하여 확실한 목표를 설정하고 계획을 수립하는 것이 필요하다.

이를 위한 전제 조건으로써 산림무육에 관한 생물적, 생태적, 유전적, 산림수확적(山林收穫的, 산림생장학적), 경제적인 포괄적 기본지식이 필요하다. 임지와 임분구성목만을 위주로하여 단 1회로 판단하는 것은 비합리적이고 획일성의 위험을 초래한다.

무육목표설정과 무육실행에 우선적으로 고려할 사항은 다음과 같다.

① 산림의 자연적 생활진행과정(산림천이과정에 따른 임분발달단계 또는 생육단계)
② 환경 및 입지영향
③ 수확적(收穫的) 전제조건(생산목표, 수확목표)
④ 임분구성목 형질(임목형질특성)

(가) 임분발달과 무육계획

산림은 자연적 생활진행과정에 따라 각기 다른 생육단계(그림 5-1-3)를 형성하면서 발달되는데 산림무육은 이와같은 자연발달과정의 생육단계에 따라 진행조절 되는 것이며 생육단계별로 서로 다른 임무를 갖는 무육단계를 계획하여 실행하는 것이다.

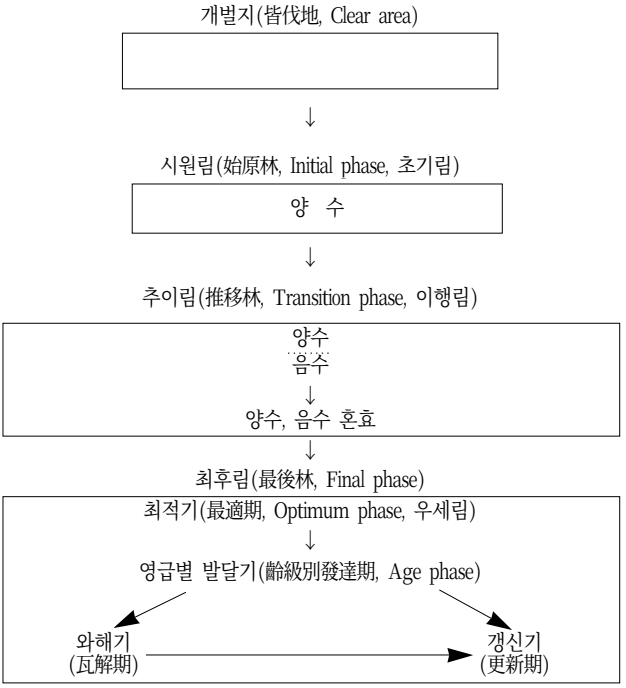


그림 5-1-3. 인위적 간섭없이 발달한 산림의 자연적 생활 진행과정 동태 모식도

자료 : Hans Leibundgut, 1978, 스위스

(나) 임분발달과 임분구성목 특성

임분의 발달은 임분구성목이 발달함으로써 이루어지는데 임분구성목의 특성은 임분생육단계에 따라 차이가 있다. 여러 가지 무육수단 중에서 임목의 무육벌채는 임분구성목의 특징에 근거하여 무육방법에 따라 일정한 수형급(樹型級)을 적용하고 나무를 고르는데 이것을 선목(選木)이라고 한다.

임분구성목은 다음과 같은 특징으로 구분한다.

① 수목사회적 위치(차지하는 임관층, 상 · 중 · 하층 등)
② 생활력(생리적 활력, 건전도, 생장력 등)
③ 발달경향(수목사회적 상승상태, 답보상태, 퇴보상태 등)
④ 육림적 역할(육림적 기능, 미래목, 무관목 등)
⑤ 수간형질(樹幹形質)
⑥ 수관형질(樹冠形質)

(다) 무육실행 계획 수립

무육임무를 확정하고 그 임무를 간편하고 안전하게 또한 경제적이며 목적에 맞게 합리적으로 해결하는데 필요한 모든 고려사항이 무육계획으로 나타나는데, 무육실행을 위한 상세한 계획은 이러한 이유 때문에 요구된다. 무육실행계획에서는 이미 정해진 목표(중·장기적 또는 필요성에 따른)와 부합되어야 하고 특히 목적에 맞게 모든 무육적 조치를 미리 결정해야 하며 여기에서 계획단위와 무육 단위별 세부목표가 필요해진다.

1) 계획단위

특별하고 장기적인 육림목표를 성취하기 위하여 또한 임분에 따라 육림적 취급이 서로 같지 않다는 것을 확정하기 위하여 계획단위(計劃單位, Unit of planing)에 의해 임분(林分, Stand)을 구분해야 한다.

한 계획단위의 범위를 결정하는 것은 총체적인 육림결정에 의해서 가능하다. 일반적으로 계획단위는 입지와 임분상태에 따라 다르게 되며 산림소반(小班)이 목표한 육림시업단위로써의 기능이 불가능할 때는 소반내에 몇 개의 계획단위가 구분될 수 있다.

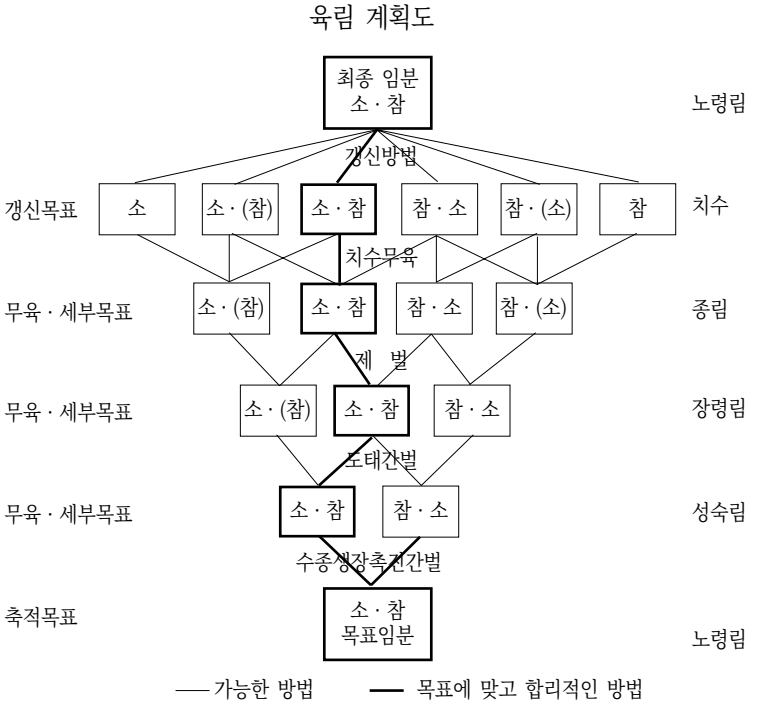


그림 5-1-4. 임분생육단계별 - 임분목표와 세부 무육목표 결정을 위한 육림계획 모식도

2) 무육단위별 세부목표

실제로 무육을 실행하는데는 정해진 시기와 계획단위내에서 생육단계별로 현재상태에서 필요한 무육조치를 계획하고 이에 따른 세부목표와 세부조치를 확정해야 한다. 임분생육단계별로 단기적 세부 무육목표와 한정된 무육방법을 결정하게 되는데 이것을 무육단위(撫育單位, Tending unit)라 한다.

무육을 실행하는데 각 생육단계별로 목표를 확정한다는 것은 매우 합리적인 것이다. 생육단계별로 목표설정이 잘 되어있으면 생육단계별로 적정한 임분형태와 구조가 형성될 수 있으며 이에 따라 무육방법과 무육기술도 달라지게 된다.

무육을 결정할 때는 다음과 같은 질문과 해답이 필요하다.

① 이것은 어떤나무인가?

② 이것은 어디에서 나온 나무인가?

③ 이것은 어떻게 될 나무인가?

④ 이것은 어떻게 만들 나무인가?

(4) 숲가꾸기의 수확적 기초

숲가꾸기는 입지적 수확력과 임분의 수확력을 고려하여 임분생장과정이 가능한 한 적정한 상태로 영향을 받도록 해야한다. 따라서, 산림의 생장과 수확은 숲가꾸기와 직접적인 관계가 있다고 할 수 있다. 육림을 하는 사람은 생장현상의 자연법칙 외에도 입지적 생산력의 영향력, 임분의 수확력 등을 파악해야 한다. 모든 지역에 있어서 수확인자는 다음과 같은 함수관계로 표현할 수 있다.

Ef : 입지수확력(지력), F : 번식력, B : 토양(적합성), K : 기후 일때

번식력은 F = Ef(B, K)로 나타낼 수 있고,

E : 수확, P : 수종, W : 육림, T : 생산기간 일때

수확은 E = Ef(F,P,W,T)로 나타낼 수 있으며,

Ev : 수확력, P_1:조림수종, A:임령, 잔여생산기간:T-A 일때

수확력은 Ev = Ef(F,P,T-A)로 나타낼 수 있다.

※ 여기에서 수종혼효 및 임분형태, 건전성, 모든 재해에 대한 저항성, 생장진행과 같은 극히 본질적인 생물적 요인은 고려되지 않는다.

숲가꾸기는 임목의 무육뿐만 아니라 임지무육 기후인자 및 산림의 총체적 관계조직의 모든 영향까지도 적절히 조절해 주어야 되고 수종의 기본적인 생태적 지식에 의존해야만 한다. 또한, 입지와 임분의 수확력이 보다 길고 보다 향상될 수 있도록 지속적이면서 최대 가능성 있는 무육효과를 목표로 한다.

높은 무육성과를 위해 인력과 경비를 너무 많이 소비시키는 극도의 집약적인 무육은 크게 잘못된 것이다. 입지적 수확인자는 무육경비를 많은 부분에서 크게 줄일 수 있는 작용을 가지고 있다.

산림을 정확히 이해하지 못하면 모든 힘과 작업경비를 동원해도 수확목표를 성취하지 못한다.

(가) 수고생장

수고생장(동일 수종, 동일 입지 일때)은 광선의 요구외에도 혼효가능성, 수목사회적 층위형성(임관층), 자연 도태 현상, 무육방법 및 무육회수(수관형, 수간형)에 따라 많은 영향을 받는다. 또한, 수고 생장은 맹아목과 실생목 간에 차이가 있으며, 생장진행은 수령에 따라서도 달라진다. 입지가 아주 좋은 곳에서 오리나무, 소나무 같은 양수는 초기에는 수고 생장값이 정점에 이루나 그 이후 바로 쇠퇴되는데 이렇게 수종에 따라 생장리듬이 다르다. 그러나, 이와 같은 수고생장은 무육수단에 의해서 조절이 가능하다. 예를 들어, 참나무와 소나무는 수관을 크게 확장시키고 가지를 발생시키면 수고생장을 정체시킬 수 있다.

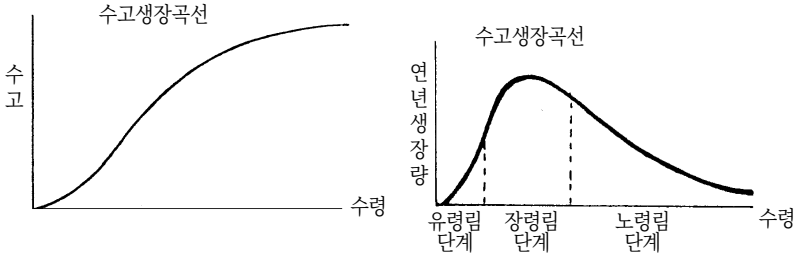


그림 5 - 1 - 5. 생육단계별 수고 생장곡선
자료 : Hans Leibundgut, 1978, 스위스

(나) 직경생장

각 수종별 직경생장도 수고생장과 비슷한 규칙성을 나타내는데 직경생장을 평가할 때는 아래와 같은 여러 다양한 인자들이 고려된다.

즉, 임목직경의 타원생장(불완전한 원형), 음지와 양지에서의 불규칙적인 생장(약90 °까지도 회전), 뿌리피해 또는 극심한 겨울 서리에 의한 가문 해의 지연생장, 편심년륜생장(건조, 병충해, 척박한 입지에서 낙엽송의 경우), 기후변화에 따른 년륜생장 등이다.

유시때의 생장에너지는 활력이 낮은 노령목 보다 기후적 교란을 쉽게 극복할 수 있다. 수관이 큰 임목이라고 항상 좋은 직경생장을 나타내지는 않으므로 우량한 임분에서 선목을 할 때는 생장추에 의해 우세목의 직경생장 상태를 조사할 필요가 있다. 각 임목, 즉 단목에 대한 직경생장의 진행은 육림적수단에 의해 영향을 받게 되지만 면적단위의 전체 임분에 대한 임분재적생장의 진행은 큰 영향을 받지 않는다. 직경생장의 영향은 수간형과도 연계되어 있는데 임분안정성에도 큰 역할을 한다.

수간무육은 대개 직경생장을 촉진하는데 그 목적이 있지만 일정한 수종에 대해서는 기술적인 제한이 따르게 된다. 폭이 넓은 연륜생장(3.5-8.0mm)은 물푸레나무 같은 수종에서는 긍정적일 수 있으나 참나무류와 소나무에서는 재질좋은 우량수종에서 너무 폭이 넓으면 재질이 떨어진다.

(다) 흉고단면적 생장

흉고단면적은 간벌강도의 확실한 표준이 되며 간벌량과 생장과의 관계를 확실하게 밝혀준다. 주어진 입지조건 하에서 다음과 같이 3가지의 특성치를 나타낸다.

① 최대 흉고단면적 유지 : ha당 임목이 입지적으로 가능한 한 최고의 흉고단면적 유지. 적극적인 간벌로 할 것인지 또는 피압고사목을 최대한으로 제거할 것인지가 임분에서 확정되어 질 수 있음

② 적정 흉고단면적 유지 : 주어진 생장기간 중 가능한 한 최대의 생장으로 유도 되도록 유지

③ 최소 흉고단면적 유지 : 입지적으로 가능한 생장의 95%의 수준에(위험한 수준의 분기점) 도달되도록 함

(라) 가치생장과 경제적 고려

간벌은 재적생장 보다는 경제적으로 큰 가치가 있는 수종과 형질이 양호한 임목의 생산에 집중함으로써 가치 생장을 확실하게 증진시킬 수 있다. 임분무육의 실질적인 장점은 보다 나은 재종과 고가의 우량형질재에 의한 가치생장증진과 저가의 불량재를 감소시켜 주는데에 있으므로 경제적인 면에서 무육효과는 매우 크다. 무육에 따라 최종생산재의 형질이 달라지고 동시에 목재품등에 따라 가격차이가 크게 나타난다.

표 5-1-2. 임분무육의 집약도와 형질개선의 가능성 (S:실링)

품등(%)	무 육 집 약 도			판매수입	경비	소득
	높음	보통	낮음			
A 급	3	1	-	1000S	240S	760S
B 급	77	64	50	830S	240S	590S
C 급	10	15	20	670S	240S	430S
D 급	2	5	10	500S	300S	200S
펄프재	6	12	15	360S	360S	-
연료재	2	3	5	150S	270S	-120S

자료 : Bachmann, 1970, 스위스

(5) 부림목의 역할

부림목은 수목사회적 수형급에서 중층 또는 하층에 있는 피압·열세목, 하층치수를 말하는데 (하층간벌에서 부림목은 간벌대상이 되기도 함.) 이러한 나무들은 다른 임무로서 보충되어지는 중요한 역할을 갖고있다. 부림목은 임지기후, 토양, 주림분, 총재적생장, 가치생장, 임분구조, 임분수종구성, 산림무육에 큰 영향을 미친다. 부림목을 경우에 따라서는 아주 해로운 것으로 간주하고 무조건 제거하는 사람들이 많다. 또 어느 사람들은 임분이 너무 소하거나 임분내 공극지(Gap)가 많다든가 또는 장령림 이후 단계에서 임목도가 낮을 때는 수하식재를 통하여 빈 공간

을 보충하여 준다. 여기에서 부림목의 역할과 유용성을 인식하고 부림목 무육에 접근해야 한다.

부림목은 일반적으로 임목이 실패된 곳을 보충하여 재형성해주는 생물적 원칙이 있다. 우리는 지금 옛날에 약탈식 간벌로 파괴되어진 소나무임분 밑에 새로 형성된 활엽수림(대부분이 2차림)을 천연림보육으로 개선하고 있다.

주림목과 부림목을 구분해서 함께 무육해 주는 것을 2단림무육 또는 복층림으로 유도하는 무육이라고 하며 그것은 간벌단계부터 가능하다. 잣나무 인공조림지가 임분으로써 확실히 성공되지 못해 혼효되고 있는 천연 활엽수로 주 수종을 바꾸고자 할 때 이것을 임분전환시업으로 가능하다.

(6) 숲가꾸기의 기능과 수단

산림의 모든 발달단계와 모든 산림구조 또한 모든 수종에서는 다음과 같은 무육기능이 항상 필요하다.

① 위해방지(危害防止) : - 예방적 수단으로써 기후적, 생물적, 환경적인 모든 피해가능성이 포함된다.
- 모든 위해를 방지하는 것은 무육경비를 절감시킨다.

② 선목(選木) : - 산림의 인위적 도태 즉, 육림적인 선목은 자연도태를 보충해 준다.
- 산림수확과 임목형질 구성에 큰 영향을 준다.
- 소극적(간접적)도태와 적극적(직접적)도태로 구분하여 단계적으로 실시한다.

③ 보육(保育) : - 선목 기능과 연계된 실질적 무육기능이다.
- 선목작업 후 우량목을 보호하고 불량목을 제거한다.
- 효과적인 환경을 조성해주는 수단이다(혼효조절, 임층구조 등).

④ 기타 부수적 수단(가지치기, 수형 교정 등)

표 5-1-3. 무육실행의 주요수단

무 육 수 단	내 용
솎아베기	○제벌(除伐) 또는 어린나무가꾸기 : 갱신종료 단계에서 간벌단계에 도달할 때까지의 유령림에 대한 모든 무육벌채적 수단 ○간벌(間伐) : 장령림과 성숙림에서 목적에 맞게 임분을 형성해 주기위한 모든 무육벌채적 수단
임연부(林緣部) 조 성	○산림의 내(內)임연부 및 외(外)임연부를 안정적으로 형성해 주기 위한 모든 수단
수하식재	○양수(陽樹)의 수고가 높은 임층(林層)의 수관 밑에 내음성 있는 수종을 식재하여 하층을 조성 유지함으로써 임분안정과 수간무육(樹幹撫育) 도모
가지치기	○기계적 또는 인위적으로 가지치기를 하거나, 자연낙지를 촉진

2. 작업종류 및 방법

(1) 풀베기

식재 후 3~4개월이 지나게 되면 주위의 잡초나 활잡목의 맹아지 등이 크게 자라서 햇빛을 차단함은 물론 조림목에 공급될 수분과 양분을 탈취해 버린다. 이때 이것들을 베어주지 않으면 조림목은 제대로 생장하지 못하여 쇠약하게 되며 병해를 받기 쉽고 심하면 죽게 되므로 풀베기 작업을 실시해야 한다.

(가) 작업시기

조림지 중 잡초목이 적은 곳은 7월 중에 1회를 실시하고, 무성한 곳은 6월과 8월 두차례에 걸쳐 실시하며 한·풍해가 우려되는 지역은 좀 일찍 실시하여 겨울 동안 주위의 잡초목에 의하여 조림목이 보호를 받도록 하는 것이 좋다.

(나) 작업기간

풀베기 작업은 조림목이 주위에 다른 식생과의 경쟁에서 벗어날 때까지 실시하여야 한다. 수종과 입지에 따라 다르나 일반적으로 생장이 빠른 속성수는 식재후 3년간, 어릴 때 생장이 느린 장기수는 5년간 실시한다.

(다) 작업형식

모두베기(전예), 줄베기(조예), 둘레베기(평예) 등의 방법이 있는데 수종의 특성이나 조림지의 기상, 지형, 경비 등을 고려하여 적합한 방법을 결정 실시하여야 한다.

1) 모두베기(전예)

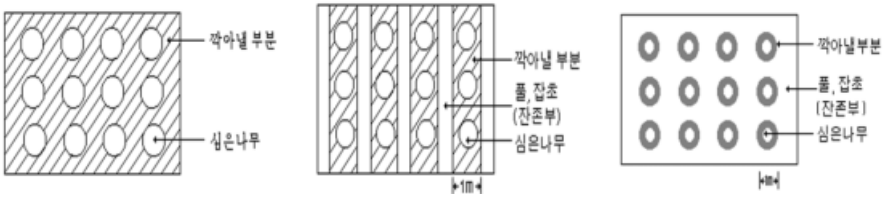
임지가 비옥하거나 식재목이 광선을 많이 요구할 때 이용되는 방법이며 강송이나 낙엽송 등의 조림지에 적합하다.

2) 줄베기(조예)

일반적으로 가장 많이 사용하는 방법으로 어릴 때 그다지 많은 광선을 요구치 않는 잣나무, 전나무 등에 적합하며 겨울철 한·풍해로부터 식재목을 보호할 수 있다.

3) 둘레베기(평예)

심은 나무의 둘레만을 깍아내는 방법으로 바람과 동해에 대해 많은 보호가 필요할 때 적합하다.



모두베기(전예) 줄베기(조예) 둘레베기(평예)

그림 5 - 2 - 1. 풀베기작업 방법도

(라) 작업공정

작업공정은 식생이나 경사 등 입지조건이나 식생, 작업도구, 작업방법 등에 따라서 달라지게 된다.

1) 입지조건과 식생에 따른 풀베기 작업공정

작업지의 경사와 작업지까지의 제거 대상 식생량에 따라서 (표 5-2-1)에서와 같이 ha당 5.4 9.4인까지 소요된다.

표 5 - 2 - 1. 하예작업 조건별 소요인원 총괄표 (단위 : 인)

경 사	급경사지(20 ~ 35 °)			험준지(36 °이상)		
식생량 / 이동거리	소	중	밀	소	중	밀
2.0㎞(30분)	5.4	6.1	6.9	5.5	6.3	7.0
3.2 (50분)	5.8	6.6	7.3	6.0	6.7	7.5
4.8 (70분)	6.3	7.1	7.8	6.4	7.2	8.0
6.0 (90분)	6.8	7.5	8.3	6.9	7.7	8.4
7.6 (110분)	7.2	8.0	8.8	7.4	8.1	8.9
8.8 (130분)	7.7	8.5	9.2	7.9	8.6	9.4

자료 : 임업연구원

2) 조림방법에 따른 풀베기 작업공정

군상이나 열상부분밀식의 경우 전체 면적을 작업할 필요가 없기 때문에 일반 정방형식재구에 비하여 많은 인력이 절감된다. 그림에서와 같이 정방형 식재지의 풀베기작업에 비교하여 군상 및 열상 부분밀식 식재구는 30 ~ 40%의 인력이 절감된다.

(마) 생력화 방법

풀베기 작업의 생력화 방법은 작업도구 등 작업수단의 개선, 작업량 감축, 조림목의 조기울폐에 의한 작업기간의 단축 등이 있다.

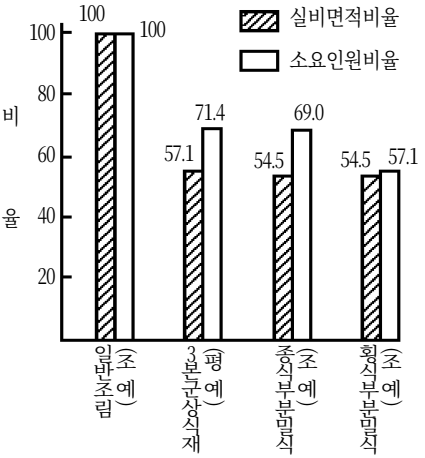


그림 5 - 2 - 2. 조림방법별 풀베기 공정

1) 조기임관 울폐에 의한 풀베기작업 기간의 단축

조림지의 조기울폐는 밀식조림방법과 조림목의 생장촉진방법이 있다. 밀식조림은 조기 울폐로 풀베기 작업기간은 단축시킬 수 있지만 식재경비가 많이 소요되므로 소경목 간벌재의 이용이 가능한 경우 적용하는 것이 좋다. 또한, 대묘(大苗)를 식재하거나 식혈을 크게 하고, 시비작업 등을 철저히 하여 조림목의 생장을 촉진시킴으로써 조기 울폐에 의한 풀베기 작업기간을 단축할 수 있다.

2) 잡초목의 발생억제

식재작업시 식혈을 넓게 하고 주위에 있는 잡초목의 뿌리를 제거하면 조림목의 생장을 촉진시킬 수 있을 뿐만 아니라 식재 당년은 물론 다음 해까지 풀베기 작업을 생략할 수 있다. 또한, 조림목 주위를 비료포대, 벌채산물, 조림예정지 정리작업 산물 등을 지표면에 피복하여 잡초목의 발생을 억제할 수가 있다.

3) 약제에 의한 작업의 생력화 방법

가) 글라신 액제에 의한 방법

① 대상지

- 비선택성 경엽살포제이므로 헥사지논 입제에 대하여 내약성을 갖지 않는 수종의 조림지에 적용한다.
- 약제살포시 약액이 조림목에 닿지 않도록 보호조치(비닐봉투 피복 등)를 하면 모든 수종의 조림지에 적용할 수 있다.

② 처리시기

- 잡관목이 번무한 시기인 7~8월에 실시한다.
- 10월 중순 이후 단풍이 들면 잡초목에 대한 고살효과가 없으므로 중부지방에서는 초목류가 단풍이 들기 전 10월 초순까지만 작업을 실시할 수 있다.

③ 처리방법

- 희석농도를 100배로하며, 약제는 ha당 6~8ℓ 정도를 살포하되 흙탕물이나 너무 차거운 물을 사용하면 약효가 떨어지므로 상온의 깨끗한 물을 사용한다.
- 조림목의 피복은 비닐 비료포대를 사용하거나 상품운반용 비닐봉투를 사용하면 편리하며 조림목의 크기에 맞추어 비닐봉투 크기를 선택 사용하도록 한다.
- 피복된 비닐봉투는 약제살포 후 약액이 마르면 즉시 벗겨서 살포되지 않은 지역에 다시 사용한다. 특히 온도가 높고 햇빛이 강할 때는 새순의 피해 우려가 있으니 빨리 벗겨주어야 하며 비닐봉투를 다시 사용할 때는 뒤집어서 씌우지 않도록 주의한다.
- 전나무 조림지는 생장 후반기인 9월이후(중부지방)에 살포하면 새류나 활엽잡관목은 90% 이상 고사되나 전나무는 약해를 입지 않으므로 조림목을 피복하지 않고 약제를 살포할 수 있다.

④ 약제처리효과

- 입지와 조림목의 크기에 따라서 차이는 있지만 일반적으로 약제살포 후 3년간은 풀베기 작업을 생략할 수 있다.
- 조림지내 대부분의 활엽잡관목이 고사하므로 어린나무가꾸기작업의 생력화도 가능하다.
- 조림당년 약제살포하면 조림목의 생장촉진 등으로 풀베기기간 중 풀베기작업은 생략이 가능하나 전나무, 잣나무 등 생장이 늦은 수종은 약제살포 4년차부터는 연 1회 정도 풀베기작업이 필요하다.

표 5-2-2. 약제와 인력에 의한 풀베기 작업구의 조림목 생장비교 (단위 : ㎝)

수 종	약제살포구		인력작업구	
	수 고	근원경	수 고	근원경
신갈나무	80	2.0	58	1.2
물갬나무	234	3.0	196	2.9
들메나무	201	3.5	190	3.5

자료 : 임업연구원

나) 헥사지논입제(솔솔입제)에 의한 방법

① 대상지

- 침엽수 중 소나무, 해송, 리기다소나무, 리기테다소나무, 전나무 조림지에만 적용한다.
- 식재 2년차 이상 조림지에 실시한다.

② 작업시기

- 조림시기인 3월 하순부터 4월 중순사이에 실시한다.

③ 작업방법

- 살포량은 ha당 50kg을 초과하지 않도록 하고 토성, 임지상태, 식생상태를 감안하여 증량 또는 감량 살포한다.
- 대상지 전면에 고루 살포하되 조림목 주위에 약제가 과도하게 떨어지면 약해의 우려가 있으니 조림목의 수관 직하부에는 약제가 떨어지지 않도록 한다.
- 경작지에 인접한 급경사지에서 사용하는 경우, 표토 유실로 경작지에 피해를 줄 우려가 있으므로 주의하여야 한다.

④ 효과

- 산록부 소묘 식재지의 경우는 약제살포 2년차에 닭의장풀이나 망초, 물봉선 등 1년생 초본이 침입 번무하여 1회 정도 풀베기가 필요한 경우도 있다.
- 산복부 이상 지역이나 중·대묘 조림지의 경우는 식재 이듬해에 약제를 살포하면 풀베기 작업 전체를 생략할 수 있다.
- 대부분의 잡관목이 고사되기 때문에 어린나무가꾸기 작업도 생략할 수 있다.

(2) 덩굴제거

덩굴제거는 풀베기와 제벌을 할 때는 물론, 풀베기와 제벌이 끝난 후에도 덩굴이 발생하면 계속 제거하여야 한다. 조림지에 많이 발생하는 덩굴류로는 칡, 다래, 머루, 사위질빵, 담쟁이덩굴, 노박덩굴, 으름덩굴, 댕댕이덩굴 등이 있으며, 이것들은 수관을 덮어 생장에 지장을 줄 뿐만 아니라 줄기를 감으면 잘록하게 되어 공예적 가치를 낮추고 바람에 부러지게하는 등의 피해를 준다. 특히 칡은 번식력이 강하고 생장력이 왕성하여 우리나라 전국 어느 곳이나 소개된 장소에 침입하여 번무하므로 조림지의 칡제거는 조림의 성패와 직결된다. 칡은 뿌리가 장대(長大)하고, 맹아력이 왕성하여 인력에 의한 물리적인 근절작업이 어렵기 때문에 제초제를 사용하는 것이 효과적이다.

(가) 물리적 제거방법

조림목이 생장하여 임분이 울폐될 때까지 칡줄기를 제거하는 방법과 뿌리를 굴취하는 방법이 있는데 칡뿌리 채취는 최근 개발된 발근식 칡채취기를 사용하면 효과적이다.

(나) 약제에 의한 제거방법

1) 디캄바(반벨)처리

가) 약제의 특성

① 디캄바액제(반벨)은 홀몬형 이행성의 선택성 제초제로서 화본과 식물(벼, 보리, 잔디 등)은 내약성이 강하나 광엽잡초 특히 콩과식물(칡, 아까시나무, 콩 등)에 대한 고살효과가 아주 높다.

② 경엽흡수제로서 식물의 잎이나 줄기 등 살아있는 조직에 약액을 묻히면 식물체 속으로 침투 흡수되고 토양에 떨어진 약액은 토양 중에서 수분에 용해되어 식물의 뿌리로 흡수된다.

③ 식물체 속으로 침투한 약액은 내부에서 이행하며 살초작용을 발휘하는데 식물체의 생리작용을 교란시켜 광합성작용 및 생장을 장애하고 고사시킨다.

④ 쥐에 대한 경구독성은 1,700㎎/㎏으로 약한 편이며 일반적인 기상조건이나 토양조건에서 토양 내 잔류기간은 30일 정도이다.

나) 작업시기

연중 작업이 가능하지만 초본류 발생과 낙엽수의 잎이 피기 전인 2~3월중에 실시하거나 낙엽이 진후 10~11월에 실시하는 것이 효율적이다.

다) 대상임지

조림목에 뿌리가 넓게 뻗지 않은 조림 후 1~3년이 경과된 임지에 실시하는 것이 좋으며 조림목이 큰 임지에서는 약액이 지면에 떨어지거나 흐르지 않도록 특히 주의하여야 한다.

라) 처리방법

① 약제주입기

- 칡의 주두부나 줄기에 주입기의 침을 돌리면서 삽입한 후 방아쇠를 당기면 약액이 주입된다.
- 칡줄기의 직경이 2㎝ 이상일 때는 줄기처리가 가능하나 그 이하일 때는 주두부 중심부에 처리한다.
- 약제는 원액을 그대로 사용한다.
- 처리약량은 직경이 2㎝일 때 0.2㎖, 5㎝일 때 0.5㎖를 주입한다.
- 주두부에서 나온 줄기가 1개 이상일 때 가장 굵은 줄기 한곳에만 처리한다.

※ 주입기는 글라신 액제를 사용할 수 있으나 글라신 액제사용시는 6~9월 생장기에 실시한다.

② 약제도포기

- 반벨처리용 도포기는 약액도포부위에 부러시를 부착한 것과 스펀지를 부착한 것이 있으며, 부러시 방식은 수평방향, 스펀지 방식은 수직방향으로 움직이면 약액이 분출 (1회 0.02~0.06㎖분출)된다.
- 칡의 주두부에서 10㎝이내 줄기에 도포하되 칡줄기 2/3둘레까지 도포하여 주며, 도포 폭은 줄기직경의 2~3배정도로 한다.
- 주두부에서 나온 모든 줄기에 처리한다.
- 칡의 줄기마디에서 뿌리가 나온 경우 주두부쪽 줄기에 도포하여 준다.
- 처리 약량은 줄기의 굵기나 수에 따라 다르며 대개 0.05~0.5㎖정도가 소요된다.



약제주입기 약제도포기

그림 5 - 2 - 3. 약제처리기구 사진

마) 작업시 주의사항

① 디캄바액제는 흡수 이행력이 강력하여 약제가 빗물이나 관개수 등에 흘러 조림목이나 다른 작물에 피해를 줄 수 있으니 절대로 약액을 땅에 흘리지 말아야한다.

② 약제 처리 후 24시간 이내에 강우가 예상될 경우 약제처리를 중지한다.

③ 고온시(30℃ 이상)에는 증발에 의한 주변 식물에 약해를 일으킬 수도 있으므로 작업을 삼가한다.

④ 사용한 처리도구는 잘 세척하여 보관하고 빈병은 반드시 회수하여 지정된 장소에서 처리한다.

2) 글라신 액제

가) 처리시기

생장기인 5~9월에 실시

나) 처리방법

① 약제주입기를 사용하거나 약액을 침적시킨 면봉을 줄기나 주두부의 살아있는 조직내부로 약액을 주입시켜야 한다.

② 시중에서 판매하고 있는 의료용 면봉을 약제원액에 침적시켜 칡포기부위 살아있는 조직에 송곳으로 1본당 2개정도 구멍을 뚫고 2개 구멍에 각각 1개씩 꽂아 준다.

③ 약제주입기를 사용하여 글라신 약제원액을 칡포기부위 살아있는 조직에 1본당 1~2회 주사한다.

④ 칡의 포기부분은 부패되어 있는 부위가 많이 있는데 부패된 부위를 피하여 반드시 살아있는 조직에 구멍을 뚫고 약액을 넣어 주거나 약액에 침적된 면봉을 꽂는다.

⑤ 약액에 침적시킨 면봉을 사용하는 경우 약액이 면봉에 충분히 배어들도록 15분 이상 침적시킨다.

⑥ 약액이 침적된 면봉이 너무 오래되어 건조하면 다시 침적하여 사용한다.

⑦ 처리가 잘못되었거나 빠진 것은 4주가 경과하여도 잎이 변색되지 않으므로 재처리한다.

다) 처리약량

칡의 크기에 따라 차이가 있으나 대개 본당 0.3~1.0cc정도가 소요된다.

라) 처리효과

약제처리 후 1주가 경과되면 잎이 변색되기 시작하며, 4주가 되면 지상부가 완전히 고사하고 뿌리가 부패되기 시작한다.

표 5-2-3. 글라신액제의 처리방법 및 약량별 칡고살효과

처리방법	칡의 주두직경	처리약량	고살율(%)
약제주입	4㎝이하	0.3cc/본	80
	4㎝이상	0.6cc/본	60
	4㎝이상	0.9cc/본	80
약제침적 면봉삽입	4㎝이하	1개/본 (0.3cc/본)	80
	4㎝이상	2개/본 (0.6cc/본)	50
	4㎝이상	3개/본 (0.9cc/본)	70

자료 : 임업연구원

(3) 비료주기(시비)

산지 시비의 목적은 유령림의 경우 식재된 임목의 활착과 생장을 촉진하기 위하여 실시하며, 성숙림의 경우 기 조성된 임분의 생산력 증대와 함께 임목생산력을 최대로하여 벌기령을 단축하는데 있다.

(가) 산림용비료의 종류

국내에서 개발되거나 주로 사용되는 산림용비료는 완효성비료로 산림용고형복합비료, 항공시비용입상비료, 규산피복비료가 있으며 속효성비료로는 질소질비료로 요소(Urea), 인산질비료는 중과린산석회(Double superphosphate), 용과린(Fused superphosphate), 용성인비(Fused magnesium phosphate), 칼륨질비료는 염화칼륨(KCl)가 있다.

산림용고형복합비료는 가장 많이 쓰이고 있으며 개당 무게는 15g으로 질소:인산:칼륨의 비율이 3:4:1 (3요소 함량비 12:16:4%)이며 개당 질소(N) 1.8 g, 인산(P_2O_5) 2.4 g, 칼륨(K_2O) 0.6g을 포함하고 있고 증량제로서 peat나 zeolite가 약 10% 정도 섞여 있다. 복숭아씨 형태로서 다루기가 편리하며 비료에 대한 지식이 없어도 적정량을 시비하거나 균형 시비가 가능하고 비료 유실이 적으며 이용률이 높다. 항공시비용 입상비료는 입상직경이 2±0.5 mm로서 질소:인산:칼륨의 비율이 장기수용인 경우 15:20:5, 사방지용으로는 10:25:5가 있다. 규산피복요소비료는 질소

가 서서히 용해되어 식물이 이용할 수 있는 양분 유효도가 높으나 값이 비싼 단점이 있다.

속효성비료는 요소 (N 성분비 : 46%), 용과린 (P_2O_5 성분비 : 20%), 염화칼륨 (K_2O 성분비 : 60%)가 임업에서 가장 많이 쓰이는 단비로서 묘포나 사방지에 주로 사용된다.

임업에서는 취급하기 좋고 지효성이며 시비 경비가 상대적으로 덜 드는 고농도 비료가 효과적이며, 최근 시비로부터 발생될 수 있는 수질오염이나 질소 휘산 등의 환경적인 문제를 고려한다면 적정량의 시비가 필수적이다.

시비성 분량을 실제비료량으로 환산할 경우

시비량 (kg/ha) = 시비기준량 (kg/ha) ÷ 비료성분량 (%) × 100

실제비료량을 성분량으로 환산할 경우

성분량 (kg) = 비료량 (kg) × 비료성분량 (%) ÷ 100

(나) 유령림시비

유령림시비는 양분부족으로 묘목생장이 불량하거나, 묘목의 초기생장이 급속히 요구되는 지역에 식재목의 활착을 촉진시키고 생장을 왕성하게 하여 하층식생과의 경쟁을 줄이고 풀베기작업 기간을 단축하며 단기간내 임지를 폐쇄하여 벌채로부터 발생되는 표토의 침식이나 양분의 유실을 최소화하는데 목적이 있으며 식재시 묘목당 시비량이 (표 5-2-4)에 나타나 있다.

표 5 - 2 - 4. 식재시 묘목당 시비 기준량

구분 / 수종	성분에 의한 시비 기준량 (g/본)			비료에 의한 시비 기준량 (g/본)			산림용 고형 복합비료 (개/본)
	질소 (N)	인산 (P_2O_5)	칼륨 (K_2O)	요소 (N 46%)	용과린 (P_2O_5 20%)	염화칼륨 (K_2O 60%)	
잣나무	3.7	4.6	1.2	8	23	2	1
낙엽송	7.4	9.2	2.4	16	46	4	5
소나무류	1.8	2.4	-	4	12	-	1
밤나무	6.0	8.4	3	13	42	5	5
오동나무	6.0	8.4	3	13	42	5	5
포플러류	9.2	9.2	3	20	46	5	6

자료 : 산림환경토양학, 1992

※ 식재후 추비량은 전년도 시비량을 기준으로 장기수는 20%, 속성수는 40% 증량 시용한다.

1) 시비위치

식재시 시비 위치는 식혈 토양에 비료를 섞는 방법, 시비 하고자하는 임지가 경사가 있을 경우 식재목의 상부에 반원형으로 시비하는 방법, 조림목의 가지 선단으로부터 수직으로 내린 곳에 5 cm 10 cm 깊이로 땅을 파고 측방으로 시비하는 방법이 있으나, 측방시비가 식재목의 생장이나 활착율을 높이는 것으로 알려져 있다 (표 5-2-5).

표 5-2-5. 몇 가지 조림 수종의 시비 위치별 줄기 생장량 (단위 : %)

수종 / 시비위치	낙 엽 송	리기다소나무	잣 나 무
식혈시비	116	113	114
측방시비	148	110	122
반원형시비	135	104	113
대 조 구	100	100	100

자료 : 임시연보, 1972

2) 시비시기

시비 시기는 묘목 활착이 완료된 후인 5월경(식재 1개월 후)이 가장 좋으나 노동력이 부족한 경우에는 여름이나 가을에도 실시할 수 있다. 초기생장 동안 양분이 많이 요구되는 낙엽송이나 활엽수류는 3년 연속 시비해야 효과가 뚜렷하다.

(다) 성숙림시비

임분이 성숙함으로써 임관이 울폐되고 울폐된 임지의 산림 생산력은 급격히 감소하는 것으로 알려져 있다. 이러한 생산력의 감소의 원인과 생리 생태적인 기작이 무엇인지에 대한 것은 여러 가지의 견해가 있지만 임분이 성숙함으로써 임지 양분유효도(Nutrient availability)가 감소한다는 것도 주요한 이유 중의 하나이다. 즉 지상부에 목부(Biomass)가 축적이 되고 양분 함량이 낮은 낙엽이 임상에 계속 축적되고 부식이 느리게 진행됨으로써, 양분의 부동화(Nutrient immobilization)가 증가하며, 임지 양분 유효도는 임분의 연령이 증가와 함께 감소한다는 점이다. 임분의 연령이 증가함으로써 발생될 수 있는 양분결핍에 대한 사례는 성숙임분의 엽내 낮은 양분함량과 장령림의 경우 시비후 증가되는 줄기생장 반응을 들 수 있다.

성숙림시비는 직접 양분을 임목에 공급하는 것 외에도 낙엽층 및 부식층의 분해를 도와 임지의 양분순환을 촉진하여 임지의 비옥도를 향상시키고, 임목의 생장촉진과 임목생산량의 증대를 위해 실시하며 시비후 임관이 자랄 수 있는 공간을 제공하기 위해 가지치기나 간벌같은 산림무육작업을 병행하여 실시하면 더욱 효과적이다 (표 5-2-6, 표 5-2-7). 그러나 토양의 화학적 성질이 양호하고 생산력이 높은 임지나 경사가 급하여 비료의 유실이 심한 임분은 시비를 하여도 시비 효과가 뚜렷하게 나타나지 않은 것으로 알려져 있다. 성숙림시비에 대한 임목의 생장반응은 입지조건에 따라 다르게 나타나기 때문에 입지조건이나, 임목생장상태 등을 고려하여 적정 시비량이 결정되어져야 한다. 또한 천연림에 대한 시비는 임분밀도와 밀접한 관련이 있으므로 적정 밀도를 유지한 후 시비하는 것도 중요하다.

표 5-2-6. 잡목솎아내기, 가지치기, 시비의 복합효과

수종 / 작업종	소나무		해 송	
	수고생장 (%)	흉고직경 생장(%)	수고생장 (%)	흉고직경 생장(%)
잡목솎아내기, 시비림	133	152	123	256
잡목솎아내기, 가지치기, 시비림	130	157	116	206

자료 : 임시연보 33 (1986)

표 5 - 2 - 7. 산림무육작업과 시비량

수 종	임 령	산림용고형복비 시비량 (kg/ha)	시비기준량 (kg/ha)		
			질 소 (N)	인 산 (P_2O_5)	칼륨 (K_2O)
잣나무 가지치기	14년생	750	90	120	30
잣나무 간벌	23-38년생	940	113	150	37
낙엽송 간벌	14-33년생	940	113	150	37

자료 : 임시연보 33 (1986)

주) 등고선 방향으로 시비하며 시비량은 전년도의 20% 증가하여 3년 연속실시

표 5 - 2 - 8. 삼나무임분(지위 중)의 시비기준표

임령 (년)	평균수고 (m)	임목밀도 (본/ha)	재적 (m^3/ha)	육림작업의 종류	시비 횟수	시비량 (kg/ha)		
						질 소	인 산	칼륨
1	1.0	3500		식재 및 풀베기	1	30	4-9	8-16
2	1.8	3200		풀베기	2	40	7-10	12-20
4	3.4	3200			3	60	9-18	16-32
6	5.0	2700		잡목솎아내기				
7	5.7	2700			4	60	9-18	16-32
8	6.4	2700		가지치기 (<1.5 m)				
11	8.4	2700		가지치기 (<3 m)	5	80	14-22	24-40
14	10.2	1800	185	간벌				
15	10.8	1800	185	가지치기 (<5 m)	6	100	7-22	12-40
18	12.5	1250	245	간벌				
19	13.0	1250	245		7	150	9-32	16-66
24	15.5	900	325	간벌				
25	16.0	900	325		8	200	14-44	24-80
33	19.3	900	473	수확				
계					8번	720	70-175	128-320

자료 : 일본산지시비연구회

1) 시비방법

임지에 시비할 경우 속효성비료는 표면살포(Broadcasting)를 주로 실시하나 산림용 고형복합비료는 등고선 방향으로 땅을 파고 시비를 실시한다. 양분흡수를 담당하는 세근이 주로 분포하는 임상이나 표토층에 균일하게 살포하여야하며 질소의 휘산이나 비료의 유실을 막기위해서 표토층과 섞이도록 시비하는 것이 좋다. 그러나 비료에 의한 수질오염이 발생할 가능성이 있는 지역이나 임목이 잔존하지 않은 곳에는 시비를 하지 않아야 한다. 단일 시비에 의한 생장 반응은 6년이상 지속되는 것으로 알려져 있으나 매 3-4년마다 계속적인 실시가 효과적이다.

2) 시비시기

시비시기는 계절보다는 기후 조건이 중요하며 뿌리의 생장이 활발하고, 토양 온도가 낮으며 강수량이 빈번한 시기가 휘산에 의한 손실을 줄일 수 있기 때문에 좋다. 계절적으로는 가을이나 초봄에 실시하는 것이 시비 효과를 높일 수 있다.

(라) 항공시비

항공 시비는 단기간에 작업 목표량을 달성할 수 있으며 우리나라와 같이 험준한 산악 지대가 많이 분포하는 지역은 비료의 운반이 곤란하고 노동력의 확보가 어렵기 때문에 항공 시비는 큰 효과를 발휘할 수 있다(표 5-2-9, 표 5-2-10). 우리나라는 1979년 항공시비용 입상비료를 개발하였으며 살포 면적이 36ha이상이면 경제적인 것으로 알려져 있다.

표 5-2-9. 시비량에 따른 살포 기준

ha당 시비량 (kg)	비행속도 (km/h)	비행고도 (m)
240-320	60	10-30
320-400	50	10-30
400-480	40	10-30

자료 : 임시연보 28, 1981

표 5-2-10. 항공시비후 생장상황

수 종	시비종류	시비량 (kg/ha)	시비목 (%)		무시비 (%)	
			수고	근원경	수고	근원경
편 백	N:P:K 입상시비	300	214	200	100	100
오리나무	N:P:K 입상시비	276	130	172	100	100

자료 : 임시연보 28, 1981

(마) 경제성

성숙목 시비의 경제성은 비료에 투입된 비용이나 시비노임 등의 자본 투자액의 회수기간이 길어 명확하게 유리하다고 결론을 지을 수 없다. 또한 현실적으로 비료 생산에 들어가는 에너지와 운반비용 그리고 임지에 시비시 노동력의 비용 등과 시비의 효과로 증가되는 임목의 생장량을 고려할 때 시비를 권장하기는 힘든 형편이며 국가적인 시책으로 반영되지 않는 한 시비를 할 수 없는 실정이다. 이런 여건 하에서 임지내 시비량의 산출은 임지의 양분축적량과 손실량, 그리고 양분유입량과의 관계를 세밀히 조사한 후 그 자료를 바탕으로 적정 시비량을 산출하는 것이 좋을 것이다. 시비의 경제성은 대상 임지의 입지조건에 따라 차이가 있으므로 시비 적지의 선정이

중요하며, 우리나라의 경우 성숙림에 시비 후 5년동안 ha당 소나무 및 잣나무 13.4 m^3, 낙엽송 11.6m^3 이상의 재적이 증가하여야만 경제적인 면에서 시비효과가 있는 것으로 알려져 있다.

(4) 어린나무가꾸기

어린나무가꾸기는 풀베기 작업이 끝난후 조림목과 경쟁하는 목적이외의 수종인 잡목류와 조림목 중에서도 형질불량목이나 폭목 등을 제거하고 극심한 경쟁상태에 있는 부분은 소개시켜줌으로써 조림목이 정상적으로 생장할 수 있도록 해주는 작업이다.

(가) 작업대상 및 시기

① 작업대상 임분은 하예작업이 끝난 임분으로서 방치하는 경우 조림목의 정상적인 생장이 어려운 임분에 대하여 실시하며 작업시기는 조림수종, 식재본수, 풀베기작업의 상태에 따라서 달라 질 수 있으며 조림후 5~10년이 경과한 임분에 대하여 실시한다. 대개 1차작업은 풀베기 작업이 끝난 3~5년후, 2차작업은 1차작업 3~4년후에 실시한다.

② 작업은 제거 대상목의 맹아력이 약한 6~8월 중에 실시하는 것이 작업효과를 높일 수 있다.

(나) 작업방법

① 혼생수종이 조림목보다 생장이 빠른 경우 조림목을 피압하므로 제거하여야 한다.

② 목적 이외에 수종이라도 임분 전체의 건전한 생장에 유익한 경우 제거하지 않고 존치시킨다.

③ 맹아력이 왕성한 활엽수종은 수간을 1m 높이에서 절단하여 맹아의 발생 및 생장을 약화시킨다.

④ 조림지에 상층목으로 잔존시킨 임목에 대하여는 벌도 및 반출경비가 많이 소요되고 하층식재목을 손상할 우려가 있을 경우 제초제를 사용하거나 환상박피 등에 의하여 고사시킨다.

⑤ 인력을 절감하고 작업효과를 높일 수 있는 방법으로서 글라신액제와 같은 제초제를 사용하여 수간주입 처리하 면 효과적이다.(※ 생력화 예비간벌 비수확간벌 참조)

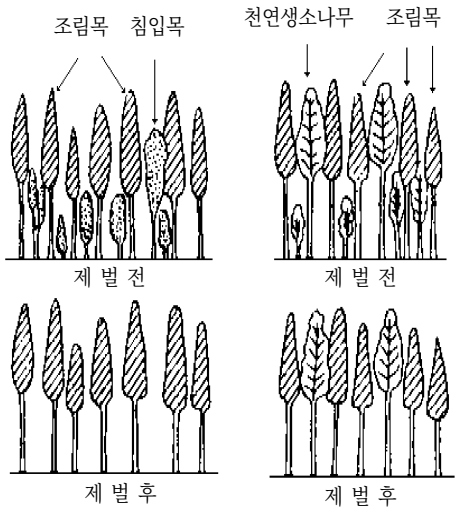


그림 5 - 2 - 4. 어린나무가꾸기 방법도

(다) 작업공정

작업공정은 지존작업과 풀베기작업의 방법과 집약도, 잠재수종이나 침입수종의 수량과 입지조건에 따라서 다르나 대개 ha당 12~26인이 소요된다.

표 5 - 2 - 11. 식생 및 경사도별 어린나무가꾸기 작업공정

식 생	소		중		밀	
공정 / 경사	1인1일 작업량	ha당 소요 인원	1인1일 작업량	ha당 소요인원	1인1일 작업량	ha당 소요인원
	m^2	인	m^2	인	m^2	인
완	791	12.6	665	15.0	539	18.6
급	637	15.7	511	20.0	385	26.0

자료 : 임업연구원

(라) 혼효림유도

지력의 감퇴, 병해충 피해의 확산 등 침엽수 단순일제림의 결점을 보완하며 생태적으로 건전한 임분조성을 목적으로 조림지 내에 잠재 유용수종을 일부 존치무육하여 혼효림을 조성하는 방법이다. 수고 생장경향이 유사한 경우에는 조림목과 잔존유용활엽수의 단목혼효도 가능하지만 수고생장의 차가 클때는 군상 혼효가 유리하다. 혼효비율은 잠재유용수종의 수량이나 임분의 경영목표에 따라 다르겠지만 조림목과 타수종의 비율을 7 : 3 또는 8 : 2 정도로 하는 것이 적정하다.

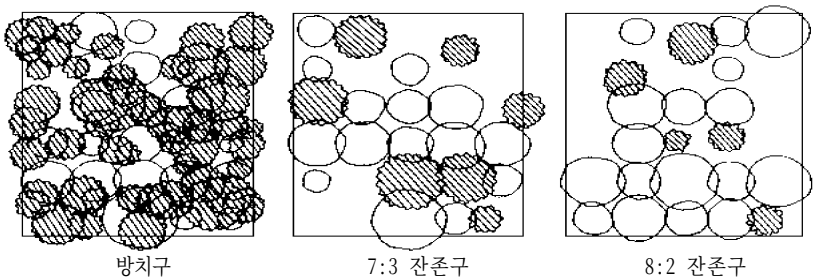


그림 5 - 2 - 5. 잣나무 조림목과 유용 활엽수의 잔존비율에 따른 수관 투영도

표 5 - 2 - 12. 조림목과 잠재 유용활엽수의 잔존비율별 재적생장
(잣나무 : 21년생 작업후 7년, 낙엽송 : 19년생 작업후 7년) (단위:m^3/ha)

작업방법	잣 나 무 조 림 지			낙 엽 송 조 림 지		
	조림목	활엽수	계	조림목	활엽수	계
10 : 0	104	-	104	97	-	97
7 : 3	115	25	140	94	14	108
8 : 2	77	22	99	77	15	92
9 : 1	73	13	86	-	-	-

자료 : 임업연구원

(5) 가지치기

가지치기작업은 옹이가 없고 통직한 완만재를 생산할 수 있을 뿐만아니라 수간의 직경생장을 증대시킬 수 있는 중요한 육림작업이다. 가지치기작업에서는 살아있는 가지와 죽은 가지를 모두 제거하여야만 한다. 죽은 가지를 방치하는 경우 부패된 껍질 등이 목재내부에 포함되어 목재의 질을 저하시킬 뿐만 아니라, 병충해나 산불발생의 원인이 되므로 죽은 가지의 제거는 아주 중요하다. 살아있는 가지의 제거는 탄소동화작용기관을 제거한다는 점에서 제거량에 유의하여야 하는데, 실제로 가지치기에 의한 간형생장 효과는 살아있는 가지를 제거하므로서 얻어질 수 있다. 나무가 성장하면서 인접목과 경합이 시작되면 광선을 받지 못하는 수관하부의 가지가 고사되어 저절로 떨어지게 되는데 이러한 현상은 입목밀도를 높일 때 가속화 될 수 있으며 이것을 자연가지치기라 하고, 인위적인 제거를 인력가지치기라 한다. 가지치기 작업에서 작업실행시의 임목의 흉고직경과 가지치기 높이를 기록하였다가 벌채 수확 판매시에 첨부하여 원목제재에 참고토록 하면 옹이가 없는 양질의 목재를 이용할 수가 있다.

(가) 자연낙지

침엽수나 활엽수 중 몇 수종은 탈리(脫離)층이 형성되어 가지가 고사하여 떨어지게 되는데 이런 과정을 자연낙지 현상이라고 한다. 이층 형성에 의한 자연낙지는 수관내의 작은 가지에 한정되는데 삼나무와 편백 등 침엽수류에 주로 발생하며 온대지방의 활엽수로서 포플러, 버드나무, 느릅나무, 단풍나무, 가래나무, 물푸레나무, 벚나무, 참나무류가 그런 수종이다. 그러나 밀생된 임분에서 경합목은 이층의 형성이 없어도 자연가지치기 이루어진다. 수광량이 부족한 수관하부의 가지가 고사하게 되면 부후균이나 곤충에 침해 당하고 그것이 썩어서 약화되면 바람이나 눈 등에 의하여 떨어진다. 가지가 고사되면 침엽수의 경우 수지가 가지의 기부에 침전하여 줄기를 보호하고, 활엽수의 경우는 검(gum) 또는 전충(塡充)세포군(tylosis)을 형성하여 자연낙지가 이루어진다. 대부분의 활엽수종은 수종에 따라 다소 차이가 있지만 침엽수에 비하여 자연가지치기가 잘 이루어지나 가지가 큰 경우는 어렵기 때문에 적절한 밀도의 유지로 가지가 굵어지지 않도록 하여야 한다.

(나) 인공가지치기

가지치기작업에서 살아있는 가지를 제거하는 경우 수간에 상처를 입히기 쉬우므로 주의하여야 한다. 가지치기 작업시 수피의 벗겨짐을 방지하고 휴면아(休眠芽)로부터 부정아의 발생을 줄이기 위하여 생장휴지기에 하는 것이 가장 좋다. 살아있는 가지와 잎의 제거는 동화작용기관의 표면적을 감소시키는 한편 호흡기관의 양도 감소시키는 것이 된다. 수광량이 부족한 수관 하부의 많은 가지는 탄소동화작용에 의하여 생성되는 탄수화물의 전량을 호흡에 의하여 소모하여 버리므로 줄기 생장에 도움이 되지 못한다. 그러한 비생산적인 가지가 수간의 생장을 감소시키지는 않는다 하더라도 부패의 원인을 제거하고 옹이가 더 커지는 것을 방지하기 위하여 제거하는 것이 바람직하다. 임목의 수고생장은 상부 수관에서 형성된 호르몬과 축적된 탄수화물의 양에 의하여 결정되기 때문에 수고생장을 방해하지 않도록 밑부분부터 수관의 많은 부분을 제거할 수가 있는데 살아 있는 수관의 30 70%까지를 제거하여도 수고생장에는 큰 영향을 미치지 않는다.

(다) 작업요령

가지치기 작업은 가지치기 높이가 높아질수록 작업에 많은 인력과 경비가 소요될 뿐만 아니라 임령이 높아지면 그 효과가 적어지므로 가능하면 어린 나무에서 강도 가지치기를 실시하는 것이 효과적이다. 대개 직경 7~10㎝에서 5~6m 높이까지 가지치기를 실시하면 그림에서와 같이 상당량의 무절재를 생산할 수 있다.

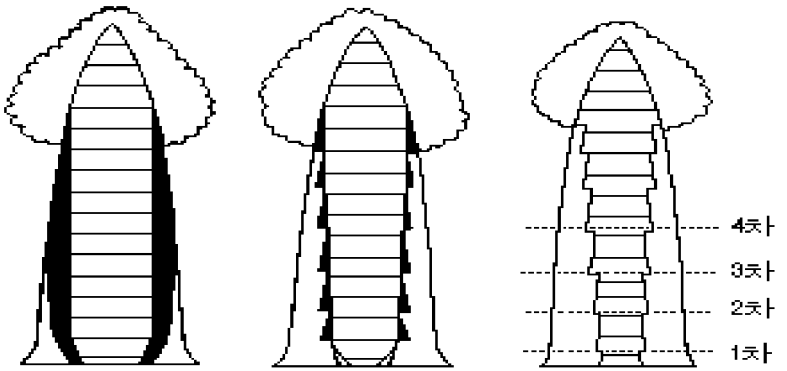


그림 5-2-6. 가지치기 방법에 따른 수간 내부에 옹이가 포함된 목재와 옹이가 없는 목재의 분포도

1) 작업시기

생장휴지기인 11월부터 이듬해 2월 사이에 실시한다.

2) 작업방법

가) 절단방법

절단면이 평활하게 가지치기톱을 사용하여야 하며 침엽수는 줄기와 평행이 되도록 하고 활엽수는 그림과 같이 줄기의 융기부에 평행이 되도록 절단한다.

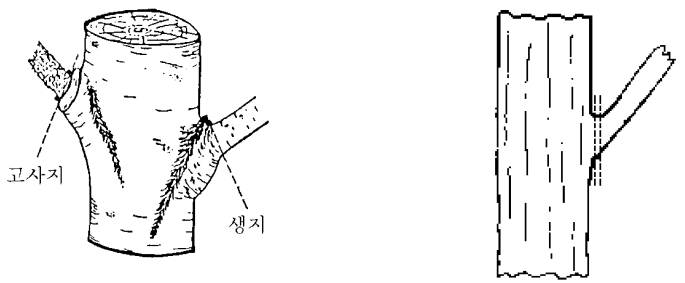


그림 5-2-7. 가지치기 방법도

나) 가지치기 높이

① 1차 가지치기

○ 1차 간벌전에 실시하게 되면 피압목, 열세목, 세장목, 기형목 등은 제외하고 ha당 1,000본 정도 우세목만 골라서 실시토록 한다.

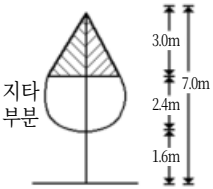
○ 1차간벌 실시후에 가지치기 작업은 간벌후 잔존임목에 대하여 수고의 60% 높이까지 가지치기를 실시한다. 표 2에서와 같이 임분의 평균 흉고직경이 7~9㎝인 경우 간벌후에 1,000~1,500본/ha이 잔존되는데, 여기서 공간배치 등을 위하여 남겨진 불량목 등을 제외하고, 800본/ha 정도에 대하여 가지치기를 실시한다. 이 때 가지치기 높이가 4~5m가 되므로 고지톱을 사용하여야 한다.

표 5 - 2 - 13. 잣나무림에 있어서 간벌과 가지치기 체계

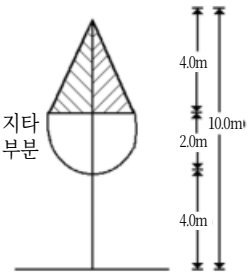
임분수고	간벌후 잔존본수	가지치기높이와 본수		비 고
		높이	본수	
7 8 m	1,500 1,000본	4 5 m	800본	잔존목 중 공간 배치를 위하여 잔존시킨 불량형질의 임목은 가지치기 작업에서 제외
10 12 m	1,200 800본	6 7 m	600본	

② 2차 가지치기

강도 가지치기(수고의60% 높이까지 가지치기)로 실시하였을 경우 6 7년이 경과하면 하부 가지가 다시 고사하기 시작하며 흉고직경 10 12 cm, 수고 10 12m, 지하직경 10 11cm 정도가 되며 이때 2차 가지치기 작업도 수고의 60%까지 실시한다.



1차 가지치기



2차 가지치기

(라) 절단부의 융합

수목은 일정부위가 손상되면 화학물질을 생성하여 상처부위에 방호벽을 형성한다. 그러나 가끔 박테리아나 곰팡이 등의 침입으로 수간부패의 원인이 되기도 한다. 건강한 나무는 그러한 부후균의 침입에 대하여 검이나 틸로스 등으로 방호벽을 형성하여 부패의 확산을 방지하지만 쇠약한 나무는 그렇지 못하다. 상처의 융합정도는 수종과 유전형질, 나무의 활력에 따라서 다르다. (표 5-2-14)에서 잣나무의 가지치기에 따른 절단부 융합은 대개 4~7년정도 소요되었으며, 절단부위의 융합은 생장이 왕성한 나무에서 가장 빠르게 일어난다. 북반구 온대지방에서는 5, 6, 7월에 비대생장이 일어나기 때문에 5월 이전에 가지치기를 하면 절단부의 융합이 가장 빠르며 7월 이후의 가지치기는 융합이 느리다. 소개된 산림의 임목은 수간하부에서 생긴 상처는 비대생장율

이 높기 때문에 융합이 빠른 것으로 예측된다. 고사지의 제거는 캘러스(callus) 형성부위에 가능한 가깝게 캘러스를 상하지 않도록 제거하여야 한다. 또한 살아있는 가지의 제거는 지융부(branch collar)에 가깝게 제거하여야 한다. 수간에 평행하게 가지치기하는 것은 절단면이 커지고 수간에 상처를 입히기 쉬우므로 피하는 것이 좋다. 절단부위 보호제로는 아스팔트형태의 물질(asphalt-type), 셸락도료 페인트, 바세린(鑛油) 등이 쓰여진다. 그러나 살균제 등이 지타부위에 사용되어진다고 하여도 완전한 것은 없다. 살균제를 포함하지 않는 절단부위 보호제는 절단부위의 융합에 별로 도움이 되지 못한다. 실제적으로 광유(petrolatum)는 절단부위의 융합을 방해한다. Shizo와 Wilson은 절단부위 보호제가 부후균의 침입을 막지 못한다고 하였으며 가장 실제적이고 확실한 방법은 시비작업이나 경쟁해소에 의하여 비대생장을 촉진하여 주는 방법이다.

표 5 - 2 - 14. 잣나무 가지치기에 의한 절단부의 융합

절 구 직 경 (㎝)	융합소요 년수 (년)
0.6 ~ 1.0	4.3
1.1 ~ 1.5	6.2
1.6 ~ 2.0	6.7
2.1 ~ 2.5	7.1

자료 : 임업연구원

(6) 천연림가꾸기

(가) 천연림의 개념

우리나라는 현재 인공림외의 비인공림은 천연림작업대상으로 간주하고 있으나 천연림을 보다 합리적으로 관리하기 위해서는 천연림의 개념을 확실히 알고 그 작업대상임분을 결정해야한다. 천연림을 구분하는데는 주로 임분구조, 수종구성, 임분발달 특성, 입지환경조건, 인위적 또는 자연적 영향 등 천연림 고유의 자연적 구조에 중점을 둔다.

천연림이라 하면 (표 5-2-15)와 같이 원시림, 천연림, 불완전 천연림과 같은 자연적 구조를 갖고있는 산림을 말하며 자연적으로 갱신되어 성립된 산림이라 할지라도 인위적 간섭이 반복되어 임상이 크게 파괴되거나 입지와 임분이 고유한 자연적 구조를 갖지 못할때는 천연림이라 할 수 없다.

2차림, 맹아림 또는 인공림으로부터 천연갱신에 의해 성립된 임분 등은 진정한 의미의 천연림에 포함시키지 않는다.

표 5 - 2 - 15. 천연림의 구분

구 분			특 징	비 고
천연림	1차림	원시림 (原始林, virgin forest)	○과거와 현재에 있어서 인위적 영향을 받지않고 자연적인 임분구조를 갖고 있는 천연림 ○자연재해의 영향으로 임상이 변화될 수도 있다.	○열대, 아열대, 한대림에 많고 온대지방에는 극히 드물다 ○원생림, 처녀림 이라고도 한다.
		천연림(天然林, natural forest)	○비교적 장기간 인위적 자연적 영향없이 임분이 파괴되지 않고 발달된 극상림에 가까운 임분 ○수종구성이 다양하고 토양 및 식생조건에 맞는 자연적 구조를 갖는다.	○우리나라의 오지 등의 산악림 등에서 관찰된다.
		불완전 천연림 (不完全天然林, not quite natural forest)	○입지와 임분이 인위적인 영향으로 변화되어 불안정하지만 비교적 자연적인 산림	○우리나라의 오지 등의 산악림 등에서 관찰된다.
2차림(2次林, secondary forest)			○천연림 또는 2차 전생임분이 인위적인 파괴 또는 벌채, 산화, 병충해, 기타 재해가 발생된후 자연적으로 발생된 산림 ○대부분 맹아목으로 구성되나 실생목으로도 형성된다.	○인위적 영향이 많은 에코톤 지대(추이대)에 많다. ○우리나라 산림에 많이 분포한다.
맹아림(萌芽林, coppice forest)			○전체 임목이 근주맹아, 근맹아의 자연발생 또는 맹아갱신작업에 의해 성립된 임분	○2차림안에 포함된다. ○왜림 또는 저림이라고도 한다.
천연생림(天然生林, natural regenerated forest)			○자연적으로 갱신된 모든 산림	○비인공림과 같은 뜻으로 사용한다.

※ 맹아목이 많은 임지(맹아목이 임분구성목의 50%이상)의 임분과 2차림을 교림 또는 적정구조의 천연림으로 임분을 개선 전환시키고자할 때는 현재와 같은 천연림 보육작업으로도 가능하다.

※ 맹아목이 비교적 적게 분포된 임지(맹아목이 임분구성목의 50%미만)는 임상에 따라 불완전 천연림 또는 2차림으로 포함시킨다.

(나) 천연림의 중요성

다기능적 산림의 전형적인 모델과 산림환경 및 생태에 적합한 시업모델은 거의 천연림에서 나타나기 때문에 잠재성이 많고 안정된 천연림의 지속적인 유지관리는 매우 중요하다. 따라서 천연림의 지속적인 유지관리는 생태적 위험이 초래되지 않는 한 자연보존의 목표와 함께 지속적인 산림의 조성과 보육 및 수확벌채를 기본으로 하는 자연적 시업관리기술을 통해서 가능하다.

(다) 지정관리

① 시업대상이 되는 천연림과 시업제한(국립공원 등) 또는 비시업대상 천연림(천연보호림 등)으로 구분 지정하여 유지 관리할 필요가 있다.

② 2차림 또는 맹아림은 별도 지정없이 시업관리하되 임분전환시업으로 구조를 개선한다.

(라) 작업대상지 임분유형(類型)

① 시업대상지는 (표 5-2-16)과 같이 임분유형을 구분하여 시업대상지를 결정하고 시업착수전에 우선 목표임분(목표임분형, 최종수확목표 수종), 벌기령, 생산목표, 갱신작업종, 생육단계별 무육방법을 결정하여 체계적인 시업관리에 의한 경영목표를 달성해야 한다.

② 천연림 및 교림전환이 가능한 2차림에서는 장벌기 교림작업에 의해 고급용재(고급 특수재 포함), 대경재, 일반용재 생산을 목표로하는 임분으로 개선하고 무육하는 것을 원칙으로 한다.

③ 맹아갱신 작업종을 적용받는 맹아림은 원료재, 표고자목, 소경재, 기타 농용재 생산을 목표로하여 단벌기로 벌채가 반복됨으로 천연림의 보육작업과는 구분해야한다.

④ 비인공림(천연림 및 2차림) 시업대상 임분의 유형구분은 다음과 같다.

표 5 - 2 - 16. 천연림의 시업대상지의 유형

시 업 방 법 별 유 형	경 영 목 적 별 유 형
천연림 보육임분(천연림, 불완전 천연림) 천연림 택벌보육 임분(〃) 천연림 천연갱신 임분(〃) 천연림 복원조림 임분(〃) 2차림 전환임분(간접, 직접전환)	고급용재림 시업적지 원료림 생산 임지 일반용재 생산 임지 특수재 생산 시업적지 목재생산 기능 보류 임지 다목적 기능 시업적지

(마) 작업종류

1) 갱신벌채

갱신벌채는 천연갱신을 원칙으로 산벌, 택벌, 소면적 군상개벌 등으로 하되 대상개벌, 모수작업, 개벌인공조림 등 개벌시업은 지양하며 천연치수 발생이 미흡한 국소지역 또는 수관이 소개된 공극지에는 내음성 수종의 보완 또는 복구조림이 필요하다.

2) 보육벌채

① 가능한 한 입지와 생태적으로 안정된 혼효림, 복층림, 택벌림 또는 산벌림으로 유지되도록 보육한다. 희귀수종, 천연갱신 우량모수 및 산목, 대경목, 노령목, 활엽수 고사목, 천연치수는 존치 보호하며 상층임관의 수관이 빈약한 준우세목, 폭목, 기운나무, 병충해목 등이 제거되도록 한다.

② 천연림에서 보육작업을 실행할 때는 우선 현재 임분의 생육단계를 확인하고 그 생육단계에 맞는 무육방법을 결정하여 수확벌채 휴지기까지 계속 생육단계별로 무육을 실시한다.

③ 천연림의 보육은 임분의 가치생장을 위해 선목작업에 의해 임분구성목 중에서 항상 우수한 나무를 선발하여 보호관리해 주고 불량한 개체는 도태시킨다.

(바) 작업방법

1) 의의

① 임지와 임목의 생육상태를 감안하여 우량임분으로 유도가 가능한 자연숲을 대상으로 한다.

② 상층임목간의 생육공간을 조절하고 형질불량목과 피해목 등을 제거하는 반면 생태계 유지 증진을 위해 하층식생은 존치시키고 임내 공지를 보식한다.

③ 미래목(未來木)을 선정하여 보육함으로써 임지의 생산성과 경제성을 제고시키는 보육작업이다.

④ 과거 오랫동안 실시해 오던 획일적인 대면적 인공식재(人工植栽)만을 조림개념으로 인식해서는 안되며, 국부적으로 맹아목 정리, 천연하종 갱신 유도와 함께 잡목 솎아베기(除伐), 가지치기 등 무육작업을 실시하여 경제성이 높은 임분으로 개량해 나가야 한다.

⑤ 자연숲가꾸기 작업은 복잡 다양한 일단의 자연숲을 대상으로하여 여러 가지 육림적 작업방법을 적용하여 형질이 우량한 임분으로 유도하는 산림작업 방법으로써 수종갱신을 하는 것보다 경제적이고 임목생장을 촉진하여 수확기를 단축시키며 그 입지에 알맞는 자연생 수종으로 이루어진 임분으로 성공이 확실하고 우량 건전한 산림을 조성할 수 있다.

2) 기본원칙

① 임분의 발육단계별로 보육작업을 구분하여 실시한다.

② 경제적이고 생태적인 방법으로 실시한다.

③ 늦을수록 임분개량이 어려우므로 적기에 실시한다.

④ 존치대상목의 생장을 방해하거나 해를 주지 않는 하층식생은 존치한다.

⑤ 적합한 도구를 사용하여 충분한 작업능률을 고려하여 실시한다.

⑥ 이론 및 원칙에 집착하지 말고 임지 및 임분상태, 경영목표를 충분히 고려하여 실행한다.

3) 대상임분

천연림보육작업은 임분발달단계(생육단계)별로 치수보육, 유령림보육, 간벌림 보육의 3단계로 구분하여 실시한다.

가) 치수 보육

상층임관을 이루고 있는 임목의 평균 나무키가 2m내외인 임분에서 제거대상 임목을 제거함으로써 형질 우량목을 어릴때부터 보호하여 임분의 질을 높이고 장차 미래목을 선정할 수 있는 기초를 만드는 보육작업 단계이다.

나) 유령림 보육

○ 치수림보육을 실시한 유령림에 있어서 임분이 울폐되고 상층임목간 우열이 현저히 나타날 때 미래목을 선정하고 제거대상 임목을 제거하여 임분 밀도를 조절하는 보육작업 단계이다. 치수림보육을 실시하지 아니한 유령림보육 대상임분은 바로 유령림보육 작업을 할 수 있다.

○ 유령림보육작업은 나무갓의 경합상태 등 임분의 생육상황을 감안하여 적정 임분밀도의 유지를 위해 필요한 경우 2 3회 실행할 수 있으나, 마지막 보육작업은 최소한 10년 이내에 주벌 수확대상이 될 경우는 실행할 수 없다.

다) 간벌림 보육

① 1차보육

유령림단계에서 마지막 보육작업이 실시된 후 입지가 양호하고 생장이 왕성한 임분에서는 2 4년, 입지와 생장이 보통이거나 불량한 지역에서는 5 6년이 경과될 때가 적당하나 너무 일찍 시작되면 간벌이라 할 수 없으므로 우세목 평균수고가 10m이상(흉고직경 10cm이상)되는 시기가 적합하다.

② 2차보육

2차 무육간벌시기는 일정한 기준에 의해 결정하기보다는 임분의 완전한 관찰에 의해 적기를 찾아내는 것이 중요하고 수종과 입지, 생산목표에 따라 융통성 있게 결정한다. 일반적으로 1차 간벌후 입목도(본수개념인 임분밀도가 아님) 또는 수관 울폐도의 증가가 전체 임지에 많이 나타났을 때 2차 간벌이 시작되지만 그렇다고 입목도가 전체 임지내 완전히 고르게 증가할 때(완전울폐)까지 기다릴 필요가 없다. 천연림에서는 임지내 많은 나무들이 생장이 증가되지 않은 상태에서 그대로 있을 수 있고 국소입지 차이에 따라 1차간벌후 수관울폐의 복구가 지연될 수도 있기 때문이다.

따라서 2차 간벌시기는 주로 미래목을 중심으로한 간벌세포내 입목도가 증가하여 울폐되었을 경우에 착수하는 것이 가장 합리적임. 단, 1차 간벌시 결정한 미래목 중심의 간벌세포 외의 임분에서 미래목을 다시 추가 또는 교체 선정할 수 있거나 간벌세포 외에서 소경재 생산을 위한 수익간벌이 필요한 경우 우세목 평균수고 10m에서 1차간벌이 실시된 임분이면 12m(입지와 생장이 양호한 것), 또는 14m(입지, 생장이 보통, 또는 불량임지), 우세목 평균수고 12m에서 1차간벌이 실시된 임분은 14m 또는 16m내외에서 실시할 수도 있다.

4) 숲가꾸기 요령

가) 작업로 설치

작업로는 작업의 능률향상과 장차 산물집재 방법을 고려하여 필요한 경우 산 아래에서 산위방향으로 설치하되, 지형과 임분 구성상태(침 · 활 · 혼효림, 어린나무 등)에 따라 기존 산길, 계곡부, 지번경계(임소반 경계) 등을 감안하여 작업로 폭은 0.8m 1.5m로 하고 작업로간 거리는 작업의 효율성을 고려하여 임의 조정 설치한다. 필요한 경우 수평작업로도 설치할 수 있다.

나) 치수림 보육

① 상층의 대경목 및 폭목 제거

치수림내 형질이 불량한 폭목은 제거하며 치수의 피해를 최소화하기 위하여 수피베끼기나 살목제를 이용한다.

② 덩굴류와 불량속성수 제거

칡, 다래, 아까시나무, 싸리나무 등 필요로 하지 않는 수종들은 광선, 수분과 양분 경합을 최소화 하기 위하여 제거한다. 가래나무, 고로쇠나무 등 유용경제수종으로 한다.

③ 불량 형질목 및 병해목 제거

불량 형질목, 병든나무 등은 제거한다.

④ 밀도 조절 및 혼효도 조절

치수간격은 보통 1-1.5m가 되도록 조절해주며 동시에 우점종을 이루는 천연치수를 주가 되도록 혼효상태를 조절한다.

다) 유령림 보육

① 불량목 제거와 생육공간 조절

폭목, 피해목, 가치가 낮은 수종을 동시에 제거한다. 생유공간 조절을 위하여 상층목간에 적정간격이 유지되도록 밀도를 조절한다.

② 혼효도 조절

입지와 수종 특성을 고려하여 혼효도를 조절하며 단목 혼효, 열상혼효, 소군상혼효 등의 혼효형을 선택할 수 있다.

③ 하층임분과 피압목 관리

하층 임분은 가능한 한 잔존시킨다.

라) 미래목 선정 관리

① 선정책임자

미래목은 보육작업계획 수립자가 방해목 제거 작업전에 책임선정 표지한다.

② 선정요령

- 미래목간의 간격은 최소한 4m이상으로 한다.
- 헥타당 미래목 선정 본수는 수종과 경영목표에 따라 차이가 있으나 최고 400본을 초과하지 않도록 한다.
- 임연부 임목중에서는 가급적 미래목을 선정하지 않는다.
- 혼효림 또는 인공조림 실패지에서의 미래목은 경제성이 높은 주수종으로 선정하되 다만, 주수종과 경합하지 않는 부수종도 미래목으로 선정할 수 있다.
- 임분밀도는 미래목과 중용목으로 유지하되 땅등급, 나무키, 수종과 생장특성 등을 고려하여 실행한다.
- 움갈이(맹아갱신) 임분에서의 미래목은 가급적 실생묘 위주로 선정한다.
- 미래목은 가치있는 유용수종을 대상으로 하되 나무줄기(수간)의 형질이 좋고 나무갓(수관)의 발달이 양호한 우세목 중에서 선정한다.
- 미래목 및 중용목으로 잔존시켜 보육하여야 할 대상수종은 가급적 소나무, 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무, 자작나무, 거제수나무, 박달나무, 물박달나무, 피나무, 찰피나무, 풀푸레나무, 들메나무, 음나무, 가래나무, 고로쇠나무 등 유용경제수종으로 한다.

③ 미래목 표지 : 선정된 미래목은 선정자가 임목의 흉고부(산 아래에서 산 위방향)에 황색 페인트를 사용하되 직경 10㎝ 내외의 점상 또는 원형으로 또는 끈으로 묶어 표지한다. 단, 표고자목 벌채예정지 등 특수목적지는 생략할 수 있다.

④ 미래목 관리

- 가지치기 작업 실시
  · 가지치기 높이 - 수고의 1/3 2/5
  · 가지치기 시기 : 수액정지기에 실시하는 것이 이상적이나 인력수급 등을 고려하여 방해목 제거작업시 동시에 실시한다.
  · 가지치기 요령은 지융부가 상하지 않도록 톱을 사용하여 매끈하게 절단하되 활엽수의 경우 5㎝ 이상의 굵은 가지는 절단하지 않는다. 단, 낫을 사용한 가지치기는 금한다.
- 미래목이 심한 피해를 입어 미래목으로서의 존치가치가 없을때에는 주위에 있는 중용목으로 대치시킬 수 있다.
- 미래목 생육을 억압하는 중용목은 우선 간벌대상으로 한다.
- 미래목에 감긴 덩굴류는 수시로 제거해 준다.

마) 방해목 제거작업

① 제거대상목

방해목으로서 제거대상목이 되는 임목의 종류는 다음과 같다.

- 경합목 : 미래목과 중용목 생육에 지장을 주는 경합목
- 폭목 : 미래목과 중용목을 피압하는 가지가 많고 나무갓이 과대한 불량목(제거하거나 박피 또는 살목제로 고사시킴)
- 피해목 : 병해충피해, 기상피해, 인위적 피해목 및 지제부 부패손상목 등
- 형질불량목 : 줄기가 구부러지거나 여러줄기로 갈라진 불량목, 수관 및 줄기가 약한 세장목, 넘어진 나무 등
- 고사목
- 덩굴류

② 제거시기

노동력 확보 등을 감안하여 연중 실시할 수 있으나 임분의 소개로 한 풍해의 우려가 있는 풍충지대는 동기작업을 가급적 피한다.

③ 제거기준(임분밀도 조절)

방해목 제거작업은 상층형질 우량존치목(미래목 및 중용목)간에 나무갓이 경합되지 않을 정도로 실행한다.

④ 제거작업방법

- 완경사지의 치수림보육은 산정부로부터 산록부 방향으로 급경사지의 치수림보육 및 유령림보육은 산록부로부터 산정부 방향으로 실시한다.

- 작업진행은 등고선을 따라 " ㄹ "형으로 이동하면서 실시한다.
- 제거작업은 상호 가시권내에서 하도록 한다.
- 하층의 보호목 및 지피식생(관목, 초류 등)은 필히 존치하되 수세가 강한 보호목은 가지를 잘라서 수세를 약화시켜 준다.
- 임목 절단부위는 직경 6㎝ 이하의 가는나무는 한손으로 나무를 구부려 장력을 받는 지점을 무육낫으로 쳐서 자르고 굵은 나무는 무육톱 또는 기계톱을 사용한다.
- 제거대상목은 원칙적으로 무릎높이를 베도록 하되, 산물은 연료 등으로 이용코자 할 때에는 뿌리목 부위를 벨 수 있다.
- 침엽수 치수림이 과도하게 밀생되어 제거대상목을 선발하여 제거하기가 힘들뿐만 아니라, 제거후 잔존목이 풍설해의 피해가 우려되는 치수림은 등고선을 따라 벌구폭 1m 잔존구폭 2m의 대상제거 방법으로 실시한다.(예불기 작업이 능률적임)
- 제거대상목중 폭목 및 형질불량대경목이 생립하여 이를 벌도시 하층 연접 우량잔존목에 상해를 가할 입목의 제거는 박피 또는 살목약제를 사용하여 자연 고사케 한다.

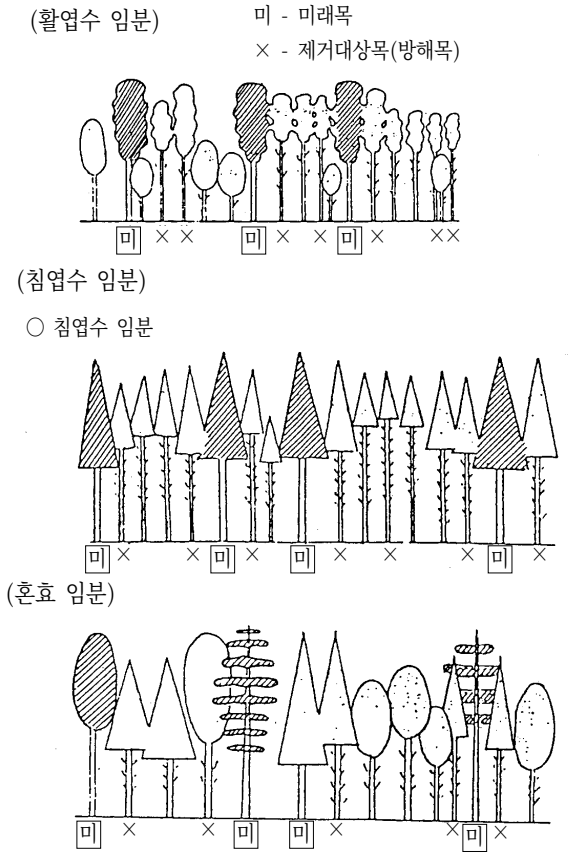


그림 5-2-8. 천연림 보육방법 예시도

(7) 간벌(솎아베기)

(가) 기초이론

1) 개요

가) 정의(벌구식 교림작업의 경우)

① 좁은 뜻의 개념(또는 실질적인 개념)

간벌은 소경목단계에서 중경목단계까지의 임분을 목적에 맞게 만들어 주기 위한 모든 벌채적 조정(Cutting intervention)을 뜻한다.

② 넓은 뜻의 개념(또는 일반적 개념)

간벌은 유령림 단계의 미성숙 임분에서 처음 임분을 소개시켜줄 때부터 주벌수확이전 갱신을 유도하기 시작할 때까지 사이에 임분을 구성하는 모든 개체의 상호관계적 상태에 대한 무육벌채적 조정을 뜻한다.

※ 벌구식 교림작업에서는 무육단계로써 간벌단계가 성립하지만 택벌 작업의 경우에서는 무육과 갱신, 수확이 동시에 이루어져 생육단계별로 무육단계를 구분하지 않으며 간벌단계가 성립되지 않음.

나) 필요성(목적 또는 임무)

간벌은 다음과 같은 목적(또는 다른 여러목적)에 도달될 수 있는 벌채수단이 되어야 한다.

① 생육공간 조절 : 수령과 생장이 증가됨에 따라 확장되는 일정한 생육공간을 조절 (밀도 조절)한다.

② 생장 조절 : 임분구성에 부적당한 나무 또는 해로운 나무를 제거하여 임분의 가치를 증진시킨다.

③ 형질이 우수하고 생장이 왕성한 임분구성목으로 임분생장이 집중 되도록 한다.

④ 혼효조절로 임분목표의 안정화를 도모한다.

⑤ 임분 수직 구조개선으로 임분 안정화 도모 : 하층식생 발생을 촉진시켜 하층림을 유지한다.

⑥ 임연부(숲가장자리선, 숲테두리선)보호 관리 : 임연부의 상층목을 강도로 소개시키고 하층목, 관목류 및 심근성 수종을 조장시킨다.

⑦ 천연 갱신 및 보잔목을 준비한다.

⑧ 자연고사에 의한 손실을 방지한다.

다) 특성

① 간벌의 무육목표는 간벌 이전의 유령림 무육과 비슷하다. 다만 유령림 무육과 다른 것은 간벌에서는 기대하는 최종수확임분의 형성에 목표가 되는 임목 무육에 더 중점을 둔다.

② 간벌은 임분의 잠재적 목재생산을 임분에서 선정된 목표임목(미래목 또는 최종 주벌수확대상목)의 한정된 수량에 집중시켜야 하기 때문에 과밀한 나무는 제거한다.

③ 간벌은 중간벌채수입에 의한 투자회수와 자본적 부채누적의 감소가 되나 생산매각이 불가능한 장소에서는 최종목표 임분의 가치 최대화에 중점을 둔다.
④ 간벌된 임분의 고사에 의한 생장축적의 손실은 없다.
⑤ 간벌은 현존임분의 이익을 위한 생육공간 분포의 조절을 의미하므로 갱신을 목적으로 실행되지는 않으나 차후 천연갱신, 보잔목작업을 위한 준비는 가능하다.
⑥ 간벌은 입지의 생산력 만큼 벌채된다.
⑦ 이론적으로 간벌은 제벌과 같은 중간무육작업이 실시된 이후에 실행되는 것이 원칙이다.
⑧ 간벌은 최종수확 벌채 전에 수회로 나누어 여러번 실시한다.

2) 대상지 선정

간벌 대상지는 다음과 같은 임분을 대상으로 우선순위를 정하여 결정할 수 있다.
① 간벌사업의 지연으로 생장이 부진하고 임분피해가 우려되는 과밀한 인공림
② 입지 및 임분 구성이 양호하고 우량대경재 생산이 가능한 밀생된 인공림
③ 장기간 방치되어 임분피해가 발생된 인공림
④ 산화 또는 병충해 피해가 발생되어 솎아주기가 필요한 임분
⑤ 임분 생육공간을 조절할 필요가 있고 고급 용재림 생산이 가능한 천연림
⑥ 어린나무 가꾸기 작업이 끝난 후 5년이 경과된 인공림
⑦ 간벌 실행 후 5년 내외가 된 임분으로써 수관이 울폐되어 임목 상호간의 경쟁을 조절해 줄 필요가 있는 임지로 주벌수확이 5 10년전 까지의 임분

수형급은 분류 견해에 따라 또는 무육방법과 임분형에 따라 달라지게 되며 간벌목 선정의 기준으로서 또는 두 임분의 비교와 무육방법의 평가를 위해 사용되기도 한다.

3) 작업요령

임분구성과 구조가 완전한 임분은 아주 드물다. 동령 단순일제림이라 할지라도 불량목과 우량목이 있고 밀한 곳과 소한 곳이 있으며, 피해를 받은 임분과 받지 않은 임분 등이 있으며 여러가지 상호적 영향도 받게 된다. 혼효림과 천연림은 더욱 그러하다. 그래서 간벌을 위한 완전한 모델은 어디에서도 있을 수가 없는 것이다.

그러나, 적어도 적용할 간벌의 양식, 간벌강도, 작업방침 만큼은 확실하게 해두고 간벌을 결정하지 않으면 안된다. 이것이 바로 간벌체제(Thinning regime) 또는 간벌방법이다. 이 간벌방법은 간벌모델(프로그램)설정과 간벌계획에서 필요하다.

간벌방법은 입지조건, 산림기능, 경영목적(생산목표) 또는 최종목표임분, 임분상태 외에 무육벌채 및 집재운반, 간벌재 이용 및 시장성, 작업기술, 갱신방법까지도 고려하여 결정한다.

가) 간벌방식

간벌방식은 한마디로 전체 작업순서를 말한다. 간벌방식은 다음과 같이 구분되어지며 또한 표기되어야 한다.

- 1차 간벌 시기
- 간벌종 또는 수형급에 의한 간벌 기준
- 간벌주기
- 간벌강도 또는 간벌본수(또는 재적) : 각 간벌을 할 때 마다의 강도

① 1차 간벌시기 : 수종, 지위, 기후에 따라 임분밀도(경쟁관계), 임분구조, 임분안전성, 시장성 및 이용가치 등을 고려하여 결정한다.

② 간벌양식 : 입지 및 임분상태와 경영목표(생산목표)에 따라 결정(도태간벌, 열식간벌, 정량간벌)한다.

③ 간벌주기 : 육림적인자(지위, 경합정도, 임분안정도, 임분의 건전도)와 경제적 인자(벌목비, 시장성, 인력 및 기계 이용력, 요구되는 최소수확량)에 따라 결정한다. 유령림 또는 지위가 양호한 임분은 노령림 또는 지위가 저조한 임분보다 간벌주기가 짧아진다.

④ 간벌강도 : 간벌작업의 강도는 대개 존치할 임분밀도(㏊당본수, 단면적 등)에 따라 조절하여 존치하고, 임분의 밀도조절은 수고, 생육공간율, 기준표에 의한 본수조절 등에 따라 결정한다.

- 간벌방식상의 강도의 영향 또는 윤벌기내 간벌로 제거되어진 총 생산량(총벌채량)

나) 간벌(간벌방식) 결정에 영향을 주는 인자

① 정책적 영향 : 공익기능, 국민경제, 복합산업 국토보전 등의 문제와 연계

② 유효시장조건 : 소경재이용 및 판매 문제, 목재수출, 간벌시기, 간벌량과 연계

③ 수확 및 이용기술적 조건 : 기계화 문제로 간벌실행변형(열식간벌로)

④ 생물·환경적 조건 : 풍해, 설해, 입지조건에 따라 간벌강도 및 시기 조절

⑤ 병충해 : 무간벌임지 또는 불안정한 임분은 병충해 공격대상

⑥ 물관리 : 간벌강도와 관계

⑦ 산화 : 간벌은 산화방제 기간중 접근용이, 가지치기 병행

⑧ 재정, 경제적조건 : 간벌유무, 간벌강도, 간벌시기와 연계

⑨ 휴양 : 간벌후 잔존임분상태

⑩ 수확조절 : 컴퓨터 시뮬레이션, 선형 계획기술에 의한 간벌방식, 간벌모델 결정

⑪ 임목육종 : 간벌에 의한 임목육종 효과

⑫ 임지비배 : 간벌방법과 시비작업의 관계

다) 합리적인 간벌모델 설정에 고려할 사항

① 간재적

② 기술적인 질

③ 공간배치

④ 간벌에 의한 조기 수입

표 5 - 2 - 17. 수형급의 종류

국가별	독		일		스 위 스	덴마크	프 랑 스
수형급 종 류	Kraft	임업시험장	Gutshic	Heck	Schaedelin	Pressler	프 랑 스
수형급 구 분	주 임 목 1급 초우세목 2급 우세목 3급 준우세목 부 임 목 4급 열세목 (a) 개제목 (b) 부분 피압목 5급 완전 피압복 (a) 생활 지속목 (b) 고사목	우 세 목 1급 우세목 2급 불량목 (a) 개재목 (b) 폭목 (c) 만곡 쌍간목 (d) 세장목 (e) 병충해목 열 세 목 3급 열세 개재목 4급 피압목 5급 고사목	Z 미래목 B 압박목 P 세장목 R 마찰목 G 중용목 N 유용목	a 형질 우량목 b 형질 보통목 c 형질 불량목 d 초두 분지목 e 쌍간목 f 맹아목 g 피해목	(주 임 목) 100 200 준우세목 (부 임 목) 300 400 (수간형태) 10 양호 20 불량 (수관형태) 1 양호 2 불량	주벌목 유해목 유용부목 무관목	1급 상층 우량목 2급 상층 불량목 3급 하층 열세목
	(5급 7종)	(5급 9종)	(6종)	(7종)	(2급 16종)	(4종)	(3급)
기 준	수목 사회적 위치 및 수관형태	수관급에 일부 형질적 기준의 조합	임분구성목의 · 육림적 필요조건과 나무의 기능	무육실행을 위한 수관 및 수간형질	수목사회적 위치, 세력수간 및 수관형질	나무의 이용성과 결점	상층목의 수간형질
적 용 대 상 임 분	동 령 단 순 림	동 령 단 순 림	침 · 활엽수 혼효림	전 임 분	침 · 활엽수 혼효림 제벌, 간벌, 택벌림	천연활엽수 상층 간벌림	천연활엽수
제 거 대상목	3, 4, 5급의 대부분	2, 3, 4, 5급목 중에서 간벌도에 따라 구분	압박, 세장, 마찰목 등 유해목	무육단계 및 무육목표에 따라 구분	무육단계 및 무육목표에 따라 구분	유해부목	2급목
특 징 (장단점)	· 수간의 특징이 구분되지않음 · 1급과 2급, 2급과3급 구분이 어려움	· 하층간벌에 적당 · 수형급구분이 복잡하고 3급목 구분이 어려움	· 수형급구분이 간단 · 무육실행이 실용적 수형급	· 수목사회적 위치가 고려 되지 않음 · 무육실행시 선목이 기준	· 분류방식이 계통적이고 간단함	· 활엽수 상층간벌에 적당 · 나무의 기능구분 · 주임목 보육과 임지보호	· 활엽수 상층 간벌에 적당 · 수형급이 간단함 · 불규칙 천연 활엽수

국가별	미 국		일 본		IUFRO	한 국	
수형급 종류	Hawley	Dunning	寺岐(데라사끼)	국유림	System	천연림 보육	도태간벌
수형급 구 분	1급 우세목 2급 준우세목 3급 개재목 4급 피압목 5급 고사목 (5급)	1급 성숙 우세목 2급 성숙 준우세목 3급 고립 우세목 4급 성숙 준우세목 (세력약) 5급 고립 과숙목 6급 하층 개재목 7급 하층 피압목 (7급)	1급 우량 우세목 2급 불량 우세목 (a) 폭목 (b) 세장목 (c) 개재목 (d) 만곡 쌍간목 (e) 병충해 피해목 3급 열세 개재목 4급 피압목 5급 고사목 (5급 9종)	D 우세목 CD준우세목 I 개재목 O 피압목 (4급)	A. 수목사회적 위치 a. 수고급 100 상층 200 중층 300 하층 b. 활력급 10 양호 보통 불량 c. 발육경향 1 상승 2 보합 3 쇠퇴 B.육림적 수관급 a. 기능급 400 미래목 500 유용부목 600 유해부목 b. 수간급 40 상급 50 중급 60 하급 c. 수관급 4 장 5 중 6 단	미 래 목 중 용 목 보 호 목 하층식생 방 해 목 (경합목, 폭목,피해목, 형질불량목, 고사목, 만경류 등으로 세분) (5종)	미 래 목 중 용 목 무 관 목 유용치수 유 해 목 (무육단계별로 주요 제벌 대상목 수형급 구분) (5종)
기준	수관의 위치 및 수관의 형태	수령, 수관위치, 수관형태 열세 수피특징	독일 임업 시험장식과 같음	Kraft 식 같음	수목 사회적 위치, 육림적 기능	나무의 육림적 기능	나무의 육림적 기능
적용 대상 임분	침엽수 동령림	폰데로사 소 나 무 부 제 림	동령 단순림	전 임 분	전 임 분	천연림 보육 대상임분	간벌대상 임분
제거 대상목	3, 4, 5급목	5급목	간벌도에 따라 구분 주로 2급 및 4, 5급	D, I, O일부 CD 대부분	무육단계, 무육목표에 따라 구분	방 해 목	유 해 목
특징 (장단점)	독일 Kraft 수형급을 기준으로 함	· 수령과 수관위치를 고려 · 침엽수 이령급	· 독일 임업 시험장 수형급과 동일	· Hawley 수형급 변형	· 임상구분없이 전임분에 적용가능 · 임분구조분석에 적당 · 수형급이 복잡함		· 우리나라 현실임분에 맞도록 중용목과 무관목을 구분 · 무육단계별로 수형급 구분

4) 간벌과 임분구성목의 수형급 구분

임분에서 서서히 진행되는 자연도태를 기다리지 않고 보다 신속하고 효과적으로 임분의 질을 개선하고 생장을 조절하기 위해서는 원하지 않는 개체는 제거시켜야 되며 이러한 임목의 제거 수단은 임분구조 자체까지 변화시킬 수 있기 때문에 간벌에서 임분구성을 선별하는 것은 매우 중요하다.

가) 임분구성목의 특성구분시 고려할 사항

① 수목사회적 위치(해당 임관층, 상층목-중층목-하층목)
② 생활력(생리적 활력, 건전도, 생장력 등)
③ 발달과정(수목사회적으로 상승상태, 답보상태, 하락상태)
④ 육림적 역할(육림적 기능-미래목, 무관목 등)
⑤ 수간형질
⑥ 수관형질

간벌목표를 확립하고 간벌실행을 실행하기 위해서 임분구성목을 일정한 기준에 의해 특성을 분류하는 수형급이 필요하며 수형급에 의한 임목의 분류는 전체 임분의 형상과 구성을 일목요연하게 나타내주어야 한다.

5) 간벌양식

가) 분류

① 고전적인 간벌양식 : - 하층간벌
- 상층간벌(수관간벌)
- 택벌식간벌
- 기계적간벌
- 자유간벌

② 유럽의 간벌양식

하층간벌 : - 하층약도간벌, 하층중도간벌, 하층강도간벌
- 단계적간벌
- 생장촉진간벌
- 수광벌

상층간벌 : - 상층약도간벌, 상층강도간벌
- 택벌식간벌
- 자유간벌
- 도태간벌

- 하층간벌 : 약도, 중도, 강도간벌, 수광벌
- 상층간벌 : 약도, 강도간벌
- 새로운 간벌 : 단계적간벌, 수광생장간벌, 도태간벌, 군상형질간벌, 임목본수관리 기준표에 의한 간벌

③ 일본의 간벌양식

- 정성적간벌: 데라사끼식 간벌(寺崎式)
- 정량적간벌: 아소우(麻生式)간벌, 우시야마(牛山式)간벌, 수확표 기준간벌
- 하층간벌
- 상층간벌
- 이용적간벌

<정성적간벌>

- 데라사끼식(寺崎式)간벌: 하층간벌(A종, B종, C종), 상층간벌(D종, E종)
- Hawley식간벌: 하층간벌, 수관간벌, 택벌적간벌, 기계적간벌
- 가와따(河田)의 활엽수 간벌

<정량적간벌>

- 아소우(麻生)의 적정 본수표에 의한 간벌
- 우시야마(牛山)의 흉고직경 기준간벌

④ 우리나라에서 실행되는 간벌양식

- 열식간벌
- 정량간벌(경급별 잔존보수 기준표 적용)
- 도태간벌

※ 예비간벌-무육간벌
수익간벌-이용간벌

나) 지수에 의한 간벌양식 및 간벌강도 구분

① 요르겐센(Joergensen)의 Dt/Db값에 의한 방법

- 간벌목의 평균흉고직경과 간벌전 임분평균흉고직경의 비율로 계산한 값은 지수로 하여 비교

Dt:간벌목 평균 흉고직경, Db:간벌전 임분평균 흉고직경 일때

$$\text{요르겐센지수} = \frac{Dt}{Db} \rightarrow \frac{20(cm)}{18(cm)} = 1.1$$

표 5 - 2 - 18. 간벌양식과 간벌강도에 따른 수형급별 본수분포

간벌양식	간벌강도	우세목			준우세목			열세목		피압목	폭목	고사목
		F	C	D	F	C	D	F	C			
하층간벌	A.극약도											1
	B.약 도								3		2	1
	C.중 도						5	4	3	2	6	1
	D.강 도		9	7		8	5	4	3	2	6	1
	E.극강도	11	9	7	10	8	5	4	3	2	6	1
상층간벌	약 도		3	5		2	4				1	
	강 도	7	3	5	6	2	4				1	
택벌식 간벌		3	2	1		5	4				6	
자유식 간벌			6	8		5	7	4		3	2	1
기계식 간벌	선 목	2		1	2		1	1		1		1
	무선목	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

F : 무경합목, C : 경합목, D : 형질불량목

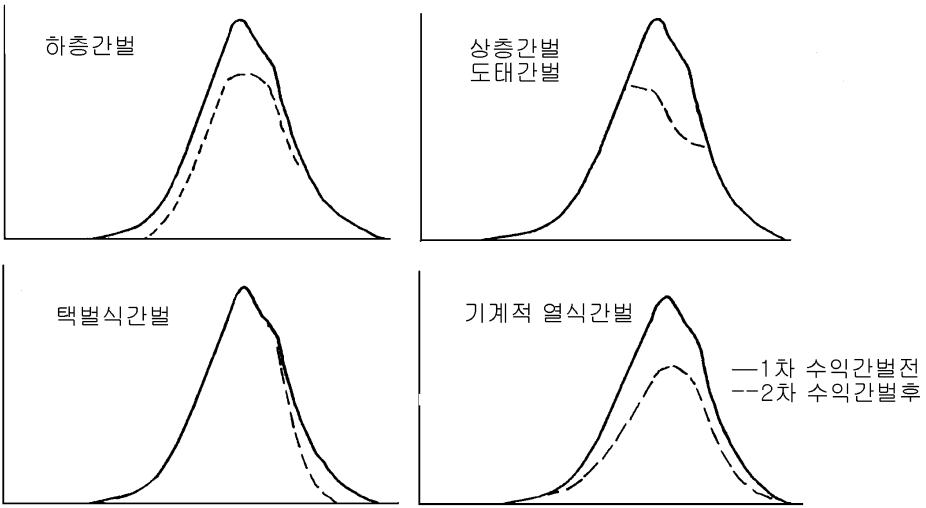


그림 5 - 2 - 9. 간벌양식별 1차 간벌전후 임분 경급분포 변화

② 랑세타(Langaseter)의 d/D값에 의한 방법

- 간벌목의 평균흉고직경과 간벌후 잔존목의 평균흉고직경의 비율로 계산한 값을 지수로 하여 비교

d:간벌목 평균 흉고직경, D:간벌후 잔존목 평균 흉고직경

$$\text{랑세타지수} = \frac{d}{D} \rightarrow \frac{18(cm)}{20(cm)} = 0.9$$

③ 울렌(Ullen)의 간벌목(%)/간벌목 재적율(%)값에 의한 방법

$$\text{울렌지수} = \frac{\text{간벌목 본수율}(\%)}{\text{간벌목 재적율}(\%)} \rightarrow \frac{30(\%)}{20(\%)} = 1.5$$

표 5 - 2 - 19. 간벌양식과 요르겐센, 랑세타, 울렌지수

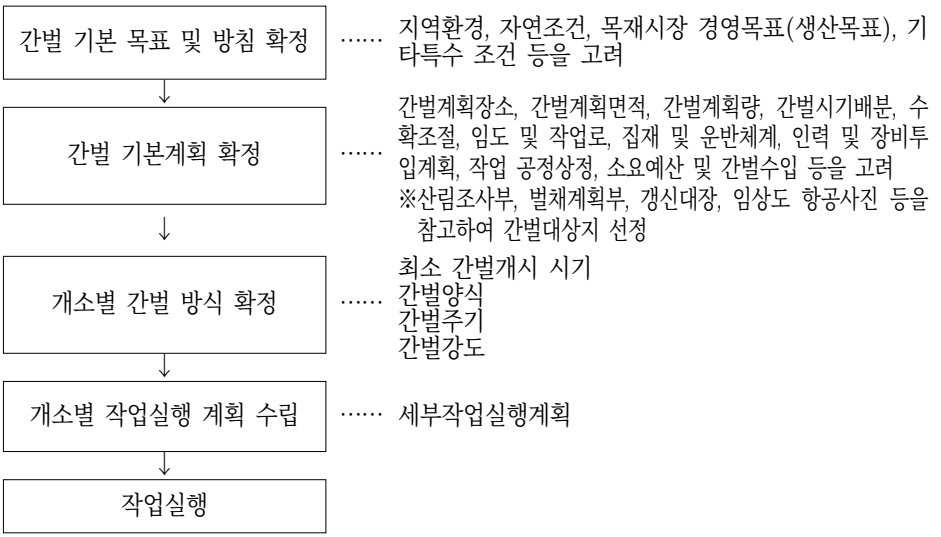
간벌양식	수령(년)	평균흉고직경(㎝)	랑세타지수	요르겐센지수	울렌지수
하층 간벌(중도)	13	18.5	0.75	0.85	1.35
상층 간벌	14	18.6	1.02	1.01	1.00
택벌식 간벌	14	18.6	1.15	1.10	0.73
열식간벌	13	19.2	0.97	0.98	1.03

자료 : Kenneth, 1986, 호주

주) 일반적으로 랑세타의 d/D값이 사용하기가 편하다.

(나) 실행방법

1) 실행절차



① 간벌예정지답사 : 간벌사업전 예정지 임내를 답사하여 지황 및 임황, 소개부분(공극지), 각종피해상황, 임상변화 등을 완전히 파악하고 간벌한다.
② 표준지조사 : 임분생장, 밀도에 따라 임분을 크게 구분하고 각 임분마다 0.1-0.2ha이상의 표준지를 설정한다.
③ 표준지내 전임목의 매목조사 : 전임목의 수고, 흉고 직경 측정 및 조사결과를 계산하여 정리한다.
④ 계획된 간벌방식에 따라 간벌율, 간벌본수를 결정한다.
⑤ 선목작업 : 간벌종 및 선목 기준 수형급에따라 간벌목 선정 및 표시를 한다.
⑥ 벌채작업 및 집재작업을 한다.
⑦ 벌채후 전체 임분을 답사하여 벌도되지 않은 간벌목, 벌채 운반에 의한 피해목 등을 확인한다.

2) 예비간벌과 수익간벌

예비간벌(Precommercial thinning)을 간단히 정의한다면 산주(또는 산림경영자)에 대한 비가치적생산, 즉 비수익간벌(또는 비수확간벌)이다. 예비간벌 또는 수익간벌(commercial thinning)을 하나의 간벌양식으로 취급하지는 않는다. 따라서, 여기에는 간벌양식으로서의 고유한 수형급과 선목방법 등의 간벌기준이 있을 수 없다. 예를 들어 도태간벌 또는 열식간벌에서 간벌재수익이 없었다면 예비간벌이라 할 수 있고, 수익이 있었다면 수익간벌이 된다. 대개 예비간벌은 간벌초기단계에서 실시되기 때문에 간벌재의 이용성이 적고 매각가치는 없으나 연료재의 사회가치(간접가치)는 시장가의 2배이상 될 수도 있다고 한다. 예비간벌은 장기적인 관점에서 볼 때 미래에 높은 수확을 기대할 수 있고 간벌의 최초 투자에 대해 수익이 환원될 수도 있다. 무육간벌은 무육개념을 강조한 예비간벌이고 이용간벌은 간벌재의 이용가치를 강조한 수익간벌이다.

3) 도태간벌

가) 주요개념

① 도태(淘汰, Selection)

- 선택 또는 선발이라고도 하며 순수 생물학적인 면에서 도태는 어느 생물의 집단에서 특정의 성질을 갖는 개체가 생존에 관해 유리한 입장에 있을 때 그 자손을 잔존시키거나 또는 조작하는 것을 말하나, 여기에서 도태란 " 인위적인 판단에 의해 임목집단의 구성을 적절한 방향으로 목표에 맞게 변화시키는 것"을 말한다.
- 자연적 도태 : 1차 도태→유전적인 것(종자에서 발아된 치수가 바로 자연고사 되는 것)
  2차 도태→환경적인 것(임목간 경합에 의한 자연고사)

┌ 소극적 선발(도태) : 원하지 않는 개체를 제거하는 것. 간접적 선발(도태)라고도 한다.
└ 적극적 선발(도태) : 집단에서 원하는 구성목을 장려하는 것. 즉 경합목을 벌채 소개시키고 (형질이 좋든 나쁘든 간에) 선발된 나무를 목표에 맞게 장려시키는 것. 직접적 선발(도태)이라고도 한다.

② 간벌세포(Thinning cell)

도태간벌을 실행하기 위한 방법적 수단으로 제시된 것으로 한 임분에서 미래목을 중심으로 직접적 또는 간접적으로 인접되어 수목사회 관계로 서 있는 임목들의 작은 집단을 말한다. 간벌 시기에 도달할 때마다 간벌세포간의 접촉면은 항상 좁아진다.

③ 도태간벌 이론상의 미래목, 선발목, 후보목의 개념 구분

- 미래목(Future crop tree): 수목사회적 위치, 건전성, 형질 등이 가장 우수한 나무로 선발된 최종수확목으로 남겨지는 나무
- 선발목(Selected tree): 일정한 조건(동일한 수령, 동일한 입지 환경 등)하에서 주위 인접목보다 외형상으로 한가지 또는 그 이상의 특성이 아주 우수하게 나타나는 임목으로써 일단 선발이 되었다 해도 목표하는 최종수확목으로 끝까지 남겨질 수 있고 중도에 생장과 형질이 저조해져 다른 나무로 대체 될 수도 있는 나무
- 후보목(Candidate):임목형질과 생장의 우열이 확실히 분화되지 않는 유령림단계의 임분에서 차후 선발목이 선택될 가능성이 있는 우량한 나무로써 보육작업시 선발은 하지 않지만 특별히 보호 장려된다.

※ 현행 도태간벌에서의 미래목은 엄밀히 말해서 최종수확전 중도에서 대체될 수 있는 선발목이지만 이들 선발목 중에는 명실공히 미래목이 될 가능성도 있고 또한 미래목으로 육성한다는 뜻에서 의도적으로 미래목이라 칭하고 일정한 표시를 하며 특별한 무육관리를 한다.

나) 개념

도태간벌(Selective thinning)은 쉐델린(Schaedelin, 1934)의 간벌방식이라고도 하는데 최고 가치생장을 위해 자질이 있는 우수한 나무를 항상 집중적으로 선발 탐색하여 조절해주는 것이며 심하게 경쟁되는 나무는(불량목이든 우량목이든 간에) 제거시키고 우수한 나무의 생장이 발달되도록 촉진시키는 것을 말한다. 현재 도태간벌에서는 현재의 가장 우수한 나무 즉 미래목을 선발표시하여 관리하는 것을 핵심으로 한다.

다) 특성

① 도태간벌은 간벌양식으로 볼 때 상층간벌에 속하지만 전통적 간벌 양식과는 다른 새로운 간벌양식이다.

② 도태간벌은 가장 우수한 우세목들을 선발하여 그 발달을 조장시켜 주는 명쾌한 목표의 무육벌채적 수단을 갖고 있는 간벌양식이다.

③ 도태간벌은 상층임관의 일시적 소개에 의해서 지피식생과 중, 하층목이 발달되어 미래목의 수간 맹아 형성의 억제와 복층구조의 유도가 용이해진다.

④ 무육목표를 최종수확목표인 미래목에 집중시킴으로써 장벌기 고급 대경재 생산에 유리하여 간벌 대상목이 주로 미래목의 생장 방해목으로 한정되기 때문에 간벌목 선정이 비교적 용이하다.

⑤ 미래목 생장에 방해되지 않는 중·하층목이 대부분 존치되고 주로 미래목의 생장 방해목이 간벌됨으로써 간벌재 이용에 유리하다.

도태간벌



무간벌



그림 5 - 2 - 10. 소나무 간벌 임분의 미래목과 간벌세포

라) 작업구분

① 미래목 본수를 정하지 않고 차후 생장 촉진 간벌과 연계된 도태간벌

도태간벌 단계 : 제벌작업이 종료된 이후 윤벌기 중간정도의 시점까지

↓

생장촉진 간벌 단계 : 도태간벌 후 열세목들이 많이 나타나게 되면 미래목의 직경생장을 더욱 증진시키기 위해 열세목을 간벌하고 수관을 소개시킨다.

② 미래목 본수가 정해지고 차후 생장 촉진 간벌과 연계된 도태간벌 초기 소경목 단계에서 최

종수확본수로써 미래목 본수가 정해지고 가지치기를 실시하는 도태간벌이 실행되고 이어 수광벌 및 생장 촉진 간벌 실시

③ 미래본수가 정해지고 차후 간벌휴지기와 연계된 강도의 도태간벌 초기에 수종별로 미래목 본수를 정해놓고 미래목 본수로만 임분이 구성될 때까지 장기간에 걸쳐 계획적으로 미래목이 목표한 직경크기 즉, 대경재가 될 때까지 간벌 휴지기를 둔다.

마) 실행시기 및 간벌강도

① 1차 간벌 시기

- 도태간벌의 특징인 적극적 선발(도태)이 실제로는 후기 유령림 단계에서 발단이 되어 소경목단계에서 시작이 된다.
- 무육작업이 실시된 후 생장이 왕성한 임분에서는 약 3-4년, 적당한 입지에서는 늦어도 약 5-6년이 만기가 된다.
- 너무 일찍 시작되면 간벌이 되지 않으며 너무 늦은 간벌은 여러 가지로 불리하다. 그러나, 가장 중요한 것은 임분의 완전한 관찰에 의해 간벌적기를 찾아내는 것이 중요하다.

② 2차간벌

- 도태간벌의 2차간벌 시기는 다른 간벌종과는 달리 일정한 기준이 없다. 대개 1차간벌 후 입목도의 증가가 전체입지에 많이 나타났을 때 2차간벌이 시작되지만 그렇다고 입목도가 완전히 전체 임지에 고르게 증가 했을 때(완전울폐)까지 기다릴 필요는 없다. 임지내 많은 나무들이 생장이 증가되지는 않은 상태에서 그대로 있을 수 있고, 국소입지에 따라 차이가 있어 1차간벌 후 수관울폐의 복구가 지연될 수 있기 때문이다. 따라서 2차 도태간벌시기는 주로 선발된 미래목들을 중심으로 간벌세포의 입목도와 관계가 있다.
- 2차간벌 방법은 1차간벌시의 적극적 도태방법과 같다. 다만 2차간벌에서는 만일 1차간벌시에 선발되었던 미래목(1차미래목)이 피해가 발생되었거나 또는 생장력이 현저히 둔화(인접목에 비하여)되었을 때는 1차간벌시 중용목이 있었던 곳의 간벌세포에서 2차 미래목을 다시 선발하여 대체시키고 2차미래목에 대한 무육을 실시한다.

③ 간벌강도

도태간벌을 처음 실시할 때는 원칙적으로 임분안정을 고려하여 강도의 간벌을 자제하는 것이 좋다. 대부분 미래목의 경합목과 생장방해목으로 제거되어지는 나무들은 수관이 작기 때문이다. 간벌세포내의 미래목에 대한 수관차단은 경합목의 제거를 통해 해소되지만 그외 전체 임분울폐에 대한 각 임목들의 수관차단은 크게 두려워 하지 않아도 된다. 원래의 도태간벌에서는 간벌량과 간벌강도의 일정한 기준은 없고 수종과 입지, 생산 목표에 따라 그 때마다 간벌강도와 간벌주기가 융통성있게 적용하는 것이다.

바) 실행상의 착안점

① 미래목 선정은 본수(ha당)보다는 미래목 간의 간격유지에 주의해서(일반적으로 미래목 간격은 4m 이상 유지, 이 간격은 미래목이 최종수확까지 이용될 최소생육공간임) 가능한 한

임분에 고르게 분포시킨다.

② 도태간벌의 간벌지침은 소위 말하는 자연적 육림(자연과 조화되는 무육)의 개념에서 관리되기 때문에 간벌목이 공간적으로 균일하게 제거되거나 간벌 후 잔존목이 고르게 배치되지 않을 수도 있다. 즉, 도태간벌에서는 임분의 우량한 나무와 불량한 나무가 불규칙하게 단상 또는 소군상으로 혼효되기 때문이다.

표 5 - 2 - 20. 임종별 수고급별 도태간벌 적용방법(예시)

벌 채 종	수 고 급 별 무 육 조 치						
	5m	10m	15m	20m	25m	35m	
임목 본수 감축	-- ———						
예비간벌							
도태간벌							
1차 도태간벌		침엽수 ------ ——— ------					
		활엽수 ------ ——— ------					
후속 도태간벌		침엽수 ------ ——— ------					
		활엽수 ------ ——— ------					
노령림 중도하층간벌							
불안정임분 중도간벌							

——— 적정범위 ---------- 실험가능범위

표 5 - 2 - 21. 흉고직경급별 간벌후 잔존본수 기준표 적용에 의한 간벌 체계(예시)

(단위 : 본/ha)

평균흉고직경(cm)		잣나무		낙엽송		소나무(강원도)	
미래목본수/ha (최종수확본수)		400		410		(610)	
8	소	1,500	정량간벌	1,500	정량간벌	2,300	정량간벌
10	경	1,200	정량간벌	1,300	정량간벌	1,800	정량간벌
12	목	1,000	도태간벌	1,100	도태간벌	1,500	도태간벌
14		880	도태간벌	1,000	도태간벌	1,300	도태간벌
16		760	도태간벌	990	도태간벌	1,100	도태간벌
18		670	도태간벌	800	도태간벌	950	도태간벌
20	중	600	도태간벌	700	도태간벌	840	하층간벌
22	경	530	하층간벌	600	하층간벌	740	하층간벌
24	목	480	하층간벌	530	하층간벌	670	하층간벌
26		440	하층간벌	490	하층간벌	610	하층간벌
28		400	하층간벌	410	하층간벌	610(560)	간벌휴지기
30	대	400	간벌휴지기	410	간벌휴지기	610(520)	간벌휴지기
32	경	400	간벌휴지기	410	간벌휴지기	610(490)	간벌휴지기
	목	⋮		⋮		⋮	

③ 도태간벌은 형질분화의 폭이 넓은 수종에 적용하는 것이 보다 효과적이다. 예를 들어, 전나무속과 가문비나무속의 나무들은 형질분화의 폭이 좁고 참나무류, 소나무류 등은 형질분화의 폭이 넓다. 그래서, 형질분화 폭이 좁은 수종은 도태간벌을 실시하되 소극적 도태방법으로 불량목위주의 간벌을 실시하는 것이 좋다는 학자도 있다.

④ 도태간벌 선목기준과 수형급은 수종, 입지, 임분상태에 따라 적절히 변형하여 사용할 수도 있다.

⑤ 간벌대상지 중에서 불량목이 많은 임분은 일단 소극적 도태간벌방법으로 무육을 하고 그 다음 간벌시기에 적극적 도태간벌을 실시하는 것이 좋다.

⑥ 간벌 초기단계에서 처음 간벌을 실시하는 임분에서는 최종수확본수(기존미래목본수)의 1.5-2배가 되는 미래목을 선정하는 방법도 고려할 수 있다.

사) 대상임분

① 장벌기(長伐期)의 우량대경재(大徑材)생산을 목적으로 하고

② 땅등급(地位)" 중 " 이상으로 임목의 생육상태가 양호하며

③ 우세목의 평균수고 10m 이상의 임분(임령 20년생 이상)

④ 간벌실행전에 제벌 등 무육을 실시한 임지. 다만, 무육을 실행치 아니한 임지라도 상층임목간의 우열이 현저한 우량임분의 경우에는 실행가능하다.

아) 선목방법

도태간벌의 본질은 우선 현재로써 가장 우수한 나무를 탐색하는 것이고 이것을 선발목으로 표시하는 것이다. 적극적 선발에 의한 도태간벌 시기를 놓치거나 소극적 도태에 의한 무육만이 계속된다면 가능한 가치생장 효과를 그릇치게 만든다. 무육단계별로 올바르게 무육작업이 실시된 임분에서의 도태간벌은 아주 간단해진다.

< 선목요령 >

- 제1방법 : 우선 대상임분에서 모든 미래목을 찾아내어 표시하고 그 다음에 각 미래목에 대한 경합목과 생장 방해목을 선정해 나간다. 미래목 선발과 간벌목 선정이 이원화되어 선목작업이 편리하고 미래목을 고르게 배치할 수가 있다.
- 제2방법 : 미래목과 그 간벌 세포를 일정한 방향으로 찾아 가면서 미래목 선발과 간벌목 선정을 동시에 실시해 나간다.

(요령)

첫번째 미래목이 어디에 서 있는가를 관찰 선정한 다음 어디에 또 다른 미래목(두번째 미래목)이 서 있는가를 관찰

↓

첫번째 미래목의 수관에 어느 나무가 가장 경합이 되고 생장에 방해가 되는가를 관찰하여 우선 첫번째 간벌목을 선정

↓

첫번째 미래목에 가장 경합되는 첫번째 간벌목 외에 또 다른 경합목이나 생장방해목이 없는가 관찰하고 만약 있으면 두번째 간벌목 선정

자) 미래목의 요건 및 관리 방법

① 미래목의 요건

○ 수종

침·활엽수의 경제수종에서 모두 실행이 가능하고 혼효림에서는 유용수종을 우선 선발하며 그 임지의 우점 수종이어야 한다.

○ 생활력과 임지적응성

- 건전하고 생장이 왕성한 것(근부, 나무줄기 및 나무갓)
- 피압을 받지 않은 상층의 우세목일 것(폭목은 제외됨)

○ 형질

- 나무줄기가 통직하고 분간되지 않으며
- 병충해 등 물리적인 피해가 없고
- 이상형상등이 없을 것

○ 거리 및 간격

- 미래목간의 거리는 최소 4m이상이며
- 미래목간의 거리, 간격을 일정하게 유지할 필요는 없으며 임분전체로 보아 대체로 고루 배치됨이 이상적임
- ha당 최대 400본 미만이어야 한다. 〈활엽수(넓은잎나무)는 100~200본, 침엽수(바늘잎나무)는 300~400본〉.

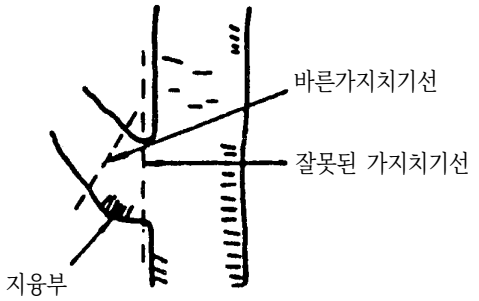
② 미래목의 관리방법

○ 미래목의 표지

- 미래목은 흉고부(산 아래에서 산 위 방향)의 거친 수피를 형성층이 손상하지 않도록 벗기고 황색 페인트를 사용하여 폭 10㎝ 정도의 띠 모양 또는 점상원형으로 칠하거나 끈 등으로 묶어 표시한다.

○ 미래목의 가지치기

- 미래목만 가지치기를 실행하며 수액정지기(11월~익년3월)에 실행하는 것이 이상적이나 인력수급 등을 고려하여 간벌작업시에 같이 실시한다.
- 가지치기 높이는 나무키의 1/3~2/5 정도로 하며 마른가지는 전부 쳐준다.
- 가지치기 방법은 다음 예시도와 같이 지융부를 손상치 않도록 하되 반드시 톱으로 사용한다. 단, 낫을 사용한 가지치기는 금지한다.
- 주의사항 - 활엽수(포플러류 제외)는 가지의 직경이 5㎝이상인 것은 상처유합이 어려우므로 절단하여서는 안된다.



※ 지융부는 절단하지 않아야 함.

그림 5-2-11. 활엽수 미래목의 가지치기 예시도

○ 미래목의 관리

- 벌채 및 산물의 하산작업, 기타 작업시 미래목을 손상치 않도록 주의하여야 한다.
- 덩굴류(칡, 머루, 다래, 담쟁이 등)는 수시로 제거하고, 황색표지는 늘 선명하도록 재도색하여야 한다.

차) 미래목외의 임분 구성목

미래목외의 임분 구성목은 그 수형에 따라 다음과 같이 구분한다.

① 중용목

미래목과 함께 선발되지 못한 우세목 또는 준우세목으로써 미래목과 충분한 거리로 떨어져 있어 미래목에 영향을 주지 않으며 임분 구성에 필요한 예비목이다. 차후 임분 밀도가 과밀해지거나 간벌재로 이용할 필요가 있을 때는 간벌 대상이 되나 미래목으로 대체될 수도 있다.

② 보호목(유용치수)

하층임관을 이루고 있는 유용한 임목으로써 미래목 생육에 지장을 주지 않고 수간하부가지의 발달을 억제시키는 한편 임지보호 목적으로 잔존시킨다.

③ 방해목(또는 유해목)

미래목 및 중용목 생육에 지장을 주는 간벌대상목은 다음과 같다.

-경합목 : 미래목과 중용목에 인접되어 압박을 주거나 경합이 되는 모든 나무

-지장목 : 미래목과 중용목에 인접된 세장목 또는 기대어 있는 나무

※ 무관목 : 미래목과 중용목에 전혀 지장을 주지 않는 형질 불량목, 피해목 등으로써 임분 구성상 일단 존치시키는 나무, 차후 간벌 대상이 된다.

4) 정량간벌

가) 개념

정량간벌은 간벌의 실행기준을 간벌량에 두고 임목밀도를 조절해 나가는 간벌로써 수종별로 일정한 임령, 수고 또는 흉고직경에 따라 임목본수를 미리 정해 놓고 기계적으로 간벌을 실행하는 방법이다. 간벌량과 최종 수확량 생산재의 규격 등의 예측이 가능하고 임분을 체계적이고 계획적으로 관리할 수 있으며 공간을 최대한으로 적절하게 활용할 수 있다는 장점이 있는 반면, 임목의 형질과 기능이 고려되지 않는다는 단점이 있으나 간벌시 잔존목에 대한 균일한 공간 배치를 우선하되 형질 불량목 및 열세목, 피압목 등을 간벌목으로 선정하므로써 이러한 단점을 보완할 수 있다.

나) 간벌량의 결정

간벌량을 결정하는데 있어서 간벌대상 임분의 평균수고, 평균직경, 임령 등에 대한 적정본수와 재적 및 흉고단면적 합계 등이 결정되어야 하며, 이것을 결정하는데는 임분 수확표나 밀도관리도 등이 사용된다.

현행 관행방법으로는 대상임분내 주임목 평균 흉고직경을 조사하여 임분수확표상 해당직경에 대한 주임목 본수를 간벌 후의 적정 잔존본수로 결정하는 방법을 적용하고 있는 바, 주요 조림수종에 대한 직경급별 간벌 후 적정 잔존본수는 아래표와 같다.

적정간벌은 해당경급을, 약도간벌은 낮은 경급을, 강도간벌은 상위경급을 적용하여 경영목표에 맞추어 간벌량을 결정할 수 있다.

다) 임목선정

간벌 후의 잔존본수가 결정되면 다음의 계산식으로 간벌 후 잔존목의 거리간격을 결정할 수 있다.

※간벌 후 잔존목의 거리간격 계산식

$$\text{잔존목의 간격(m)} = \frac{10{,}000\text{m}^2}{\sqrt{\text{ha당 간벌후 잔존본수}}}$$

이 거리간격을 기준으로 ①고사목 및 피해목> ②피압목> ③생장불량목> ④형질열등목> ⑤우량목의 생장에 장애가 되는 임목 순으로 제거목을 선정하여 목표한 잔존목수가 가능하면 전면에 균일하게 분포되도록 간벌목을 선정한다.

표 5 - 2 - 22. 수종별 평균 흉고직경급별 간벌 후 잔존본수 기준표 (단위: 본/ha)

수 종	가 슴 높 이 직 경 급 (cm)											
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
잣 나 무	1,500	1,200	1,000	880	760	670	600	530	480	440	400	-
낙 엽 송	1,500	1,300	1,100	1,000	900	800	700	600	530	490	410	-
리기다소나무	2,000	1,600	1,300	1,100	940	810	710	630	560	500	-	-
강원도지방 소나무	2,300	1,800	1,500	1,300	1,100	950	840	740	670	610	-	-
중부지방 소나무	1,300	1,110	960	860	780	710	650	610	-	-	-	-
삼 나 무	2,200	1,860	1,630	1,430	1,260	1,130	1,010	890	-	-	-	-
편 백	2,700	2,200	1,700	1,510	1,330	1,180	1,070	950	-	-	-	-
해 송	1,700	1,400	1,200	1,060	950	850	750	660	620	-	-	-
상 수 리 나 무	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	390	350

〈기준표 적용시 유의사항〉

- 경급별 잔존 기준본수 이상 생립하고 있으면 간벌대상임지이다.
- 간벌대상 임분이 과밀한 경우 상기 잔존본수를 적용하면 과도한 벌채가 되는 때는 본수 간벌율을 기준 60%범위내에 실행한다.
- 임분의 상태, 작업의 경제성 등을 고려하여 기준본수의 10%범위내에서 조정 실행할 수 있다.
- 도태간벌 및 열식간벌은 이 기준의 적용을 받지 아니한다.
- 참나무류 등 일반 활엽수(포플러류 제외) 임지에서는 상수리나무 기준표를 적용하고 전나무 등 기타 침엽수는 유사 침엽수 기준표를 적용한다.

5) 열식간벌

가) 대상임분

① 열식인공조림지로서 임목밀도가 식재본수의 70%이상인 임지

② 임목의 생장이 균일하여 임목간의 우열이 심하지 않은 임지

③ 지금까지 간벌을 실행하지 않은 유령임분

나) 실시요령

① 간벌열 선정

- 2열 이상 존치시키고 1열을 간벌열로 선정하되 임연부는 2열 이상을 존치시킨다.

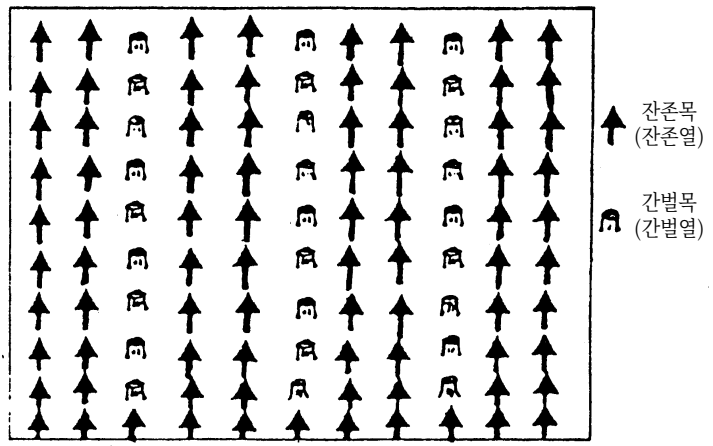


그림 5 - 2 - 12. 열식간벌 실행 예시도

- 간벌열의 첫 번째 입목은 존치시키되 기계화 작업시 장애가 되는 입목은 제거할 수 있다.
- 간벌열내의 우량임목은 존치시킬 수 있으며 잔존열내의 불량목은 제거할 수 있다.

② 간벌열 표지

간벌열의 첫 번째 입목의 가슴높이 부위에 황색페인트를 띠 모양으로 칠한다. 다만, 간벌대상목은 표지를 생략한다.

③ 간벌량 측정

매 간벌열의 상 · 중 · 하부에서 각 1본씩 입목의 수고와 가슴높이 지름을 측정하여 평균수고 및 평균가슴높이 지름을 측정한다.

〈산출공식〉

$$\text{평균수고(m)} = \frac{\text{측정 표준목의 수고 총합계(m)}}{\text{측정 본수 합계(열수}\times 3)}$$

$$\text{평균가슴높이지름(㎝)} = \frac{\text{측정 표준목의 가슴높이지름 총합계(cm)}}{\text{측정 본수 합계(열수}\times 3)}$$

④ 간벌재적 산출

전항에서 산출된 평균수고와 평균직경으로 입목간재적표에서 단재적으로 찾아 총 간벌본수에 곱하여 구한다.

6) 생태적 효과

임분무육에서는 일반적으로 생물학적, 기술적, 생태적 관점에서 고려해야 될 여러가지 문제들이 나타나게 되는데 특히, 간벌은 여러 형태로 생태적 인자에 큰 영향을 준다. 즉 복합적인 상호 관계에 따라 산림과 환경은 임분무육이라는 인위적인 간섭에 의해 일정한 생태적 작용을 야기시키는 가능성이 존재한다. 따라서, 육림을 하는 사람은 항상 정해진 무육수단이 산림생태계에서 어떠한 생태적 효과를 줄 것인가 명확하게 제시하지 않으면 안된다. 현재까지 국내외의 학자들에 의해 연구제시된 생태적 효과는 다음과 같다.

가) 조도(照度)의 변화

임분의 공간에서 상대조도는 수종 및 혼효상태, 임분밀도 특히 간벌강도에 따라 크게 달라진다 (조도는 광선만 아니라 임내기후 변화 광합성, 갱신치수 발생기작, 토양부식, 습도에 영향을 준다.)

나) 온도변화

간벌방법(약도 또는 강도)에 따라 임분에서 변화되는 평균 온도 차이는 그 폭이 넓지 않으나 (0.1-0.4 ℃차이), 미세한 작용이 동시에 같은 양으로 계속 누적되면 생태적으로 미치는 결정적인 증가치에 도달하게 된다. 따라서, 간벌 차이에 의한 미세한 온도변화가 습도, 생물학적 토양 활동과 같은 다른 요소와 연계되어 복합적인 변화를 준다는 것을 고려해야 한다.

다) 바람영향

산림에 의한 풍속의 감소는 임분밀도와 구조에 크게 좌우된다. 즉, 임분이 밀한 곳은 바람을 보다 신속하게 완화시키며 가지가 많을 때는 더욱 효과적이다. 또한 제벌단계의 유령림은 노령림보다 복층림구조는 단순일제림 보다, 약도 간벌은 강도 간벌보다 바람의 속도가 훨씬 더 감소된다.

즉, 소나무림의 경우 중하층이 부림목으로 밀생된 그 2단림은 단층일제림에 비해 수고 1.1m지점에서 1/2~1/3정도(풍속의 20~31%수준)가 바람이 감소되었으며, 강도간벌에서는 수고 2m지점의 경우 70~80% 수준으로 약도간벌지에서는 풍속이 59~60%의 수준으로 감소되었다는 보고가 있다.

라) 물순환(Water cycling)

① 강수와 차단

차단(Interception)이란 강수가 수관에 의해 일단 정체되는 것과 안개가 식물표면, 또는 부식층과 지표면을 통해 없어지게 되는 것을 말하는데 일단 차단된 물은 일시적으로 수간, 잎, 가지 등에 머무르게 되며 나중에는 증발되거나 또는 수간과 하층식생을 통해 또는 서서히 떨어지면서 토양으로 이동된다. 이것을 2차 강수 통과라고도 한다.

수관 통과(Passage through canopy)는 1차 강수통과라고도 하며, 이것은 수종, 임관층, 울폐도에 따라 차이가 많으며 공극지에서 직접 토양으로 떨어지는 것을 말한다.

강수의 수관 투과량은 강도 간벌에서 많고 약도간벌에서는 적은 것으로 나타나며 또한 차단

에 의한 손실은 강도간벌에서는 작고 약도간벌에서는 비교적 크게 나타나지만 수관 통과량의 증가와 차단의 감소가 아주 현저하게 나타나는 것은 극강도의 간벌에서나 볼 수 있다. 그러나 극강도의 간벌은 오히려 풍해의 위험이 크게 증가되고 생장도 손실된다. 다만 밀생 유령림에서는 강도로 제벌해주는 것은 하층 식생을 발달시키고 여기에서 차단이 현저하게 이루어지므로 보다 좋은 효과가 있다고 한다.

표 5 - 2 - 23. 평지 강우량의 비율로 환산된 수관 통과, 수간유출, 차단손실

간벌강도	ha당		수관통과 (%)	수간유출 (%)	차단손실 (%)
	본수	%			
강 도	783	42	69	1	30
중 도	1383	79	64	2	34
약 도	1747	100	58	2	40

자료 : 가문비나무 가절 시험지 Lang, 1970, 오스트리아

② 눈

임목본수가 많은 유령림의 설압은 노령림에 비해 40~50% 높고 가문나무와 같이 잎이 가늘고 많은 침엽수림은 엽량이 적은 활엽수림에 비해 설압은 60~80% 높다고 한다. 또한 간벌 후의 임분은 간벌하지 않은 임분보다 임지에 적설량이 많아지고 그 눈이 계속 쌓인 상태로 있게 되면 토양이 유리작용으로 인해 개선되며 상주피해(서리발 피해)가 감소된다는 보고가 있다.

③ 안개

약도의 간벌만을 실시해서 밀도가 높아진 임분에서는 안개량이 11~20%에서 20~37%로 증가(1년간의 조사량)되었으며 안개가 해소되는 것도 임분 울폐도와 크게 관계된다고 한다. 산림에서 안개량이 많은 해에는 안개량이 적은 해보다 강수의 차단 손실이 많으며 잎이 가늘고 많은 침엽수림은 잎이 넓고 엽량이 적은 활엽수림에 비해 더 많은 양의 안개를 유발한다는 보고도 있다.

④ 토양의 물순환

간벌입지에서는 강우의 차단손실이 적고 임지에 강우량이 많게 되어 건조기의 경우 토양의 물순환이 18%(약도간벌)에서 22.5%(강도간벌)로 증가된다고 한다. 간벌은 물순환에 아주 좋은 영향을 준다.

⑤ 유수(流水)와 물균형(Water balance)

유수란 임지표면에서 물이 흘러 내리고 있는 것을 말하며 침식의 주원인이 된다. 물균형이란 산림생태계에서 물의 유입(Input)과 유출(Output)의 균형상태를 말한다. 물의 수지(收支)라고도 한다.

유수량을 측정하기 위해서는 우선 생장과 임분구조에 영향을 줄 정도의 강도간벌(최소한 재적의 50%이상 제거)로 처리해야 그 흐름을 확실히 알 수 있는데 이때 초과 유수량은 10%밖에

되지 않으며 임분이 다시 울폐되거나 하층식생 또는 천연갱신 치수가 발생되면 초과 유수량은 더욱 감소된다.

마) 지피 식생

강도의 간벌지에서는 광선, 온도, 강수 등이 증가됨으로 지피식생의 발생이 촉진될 수 있다. 일반적으로 지피식생의 발생은 입지와 임분에 따라 적절하게 임내 광선의 한계치 부터 선태류→초본류→화본과 식물→관목류 순으로 아주 특색있게 나타난다.

그러나 지피식생의 발생 및 발달 기작은 복잡해서 임내광선 외에도 임지특성에 따라 또는 식생의 종류, 상호 경쟁과 군집성에 따라 그 양상이 달라진다.

예를 들어 조릿대가 있는 곳은 다른 식생이 들어 오지 못하거나 또는 어느 관목류가 많은 곳에는 어느 초본류도 많다든가 하는 것이다.

지피식생은 육림에서 유리하게 작용할 때가 많으나 경우에 따라서는 불리할 때도 있다. 침엽수림에서 간벌을 약도부터 강도까지 실시한 결과 주로 관목류(0.1-16.1%)와 초본류(0.7-42.5%)의 피복도가 증가 했다고 한다. 이들 지피식생은 유용 활엽수 발생에도 유리하게 작용하였고 생태적 안정성도 촉진하였을 뿐만 아니라 야생동물의 먹이를 제공할 수 있어 야생동물에 의한 임목의 피해가 감소되었다는 보고도 있다.

바) 생물학적 토양활동

산림토양내의 지렁이, 곤충, 유충 등 소동물 등은 토양활동에 많은 작용을 한다. 특히 지렁이의 서식수는 토양생물학적 활동의 기준으로 적당하다는 보고도 있다. 간벌지에서 토양내 지렁이의 수를 조사했는데 강도의 간벌지에서는 약도의 간벌지보다 2배 이상 더 많이 나타났다고 한다. 이것은 무엇보다도 위에서 말한 지피식생과 연계해서 생각해 볼 필요가 있다.

사) 조류와 관계

무육작업에 의한 광선과 온도의 증가는 초본류와 관목류의 지피식생이 출현하는 조건을 만들어 주고 이때 산림토양의 곤충과 소동물은 증가 될 것이며 점차 임분이 개선되어 복층의 혼효림이 형성되면 이때는 야생동물과 조류가 증가 될 것이다. 무육이 잘 된 임분에서는 노령목이나 고사목은 특별히 남겨 놓기도 하고 새집도 달아 주기도 한다.

치수단계에서 성숙림 단계까지 수령이 증가되거나 또한 임분구조가 크게 파괴되거나 소개되는 부적절한 간벌에서는 조류의 서식구조와 밀도가 크게 변화된다고 한다.

단순일제림의 안정을 증가시키기 위해 복층림과 혼효림으로 개선하는 것은 야생동물을 보호하고, 장려하기 위한 적극적인 바이오톱 무육(Bio-tope tending)의 한 예로서 제시될 수 있다.

< 간벌의 생태적 효과의 적요 >

- 간벌은 다양한 생리 · 생태적 효과를 나타낸다.
- 간벌은 적절한 목표설정과 계획, 양호한 입지에서 한정된 방법으로 임분구성목에 대한 무육조치를 취했을 때 확실한 생태적 효과가 나타난다.

- 강도간벌은 입지 무육력이 약한 수종(소나무, 독일가문비나무등과 같은 수종)에 한해 실시했을 때 보상될 수 있다.
- 간벌의 생태적효과에 있어서 많은 불투명한 관계는 보다 철저한 기초연구가 요구된다.

(다)간벌효과

목재의 높은 가치는 우량 형질재의 생산에 의해서만 획득될 수 있다. 오늘날 파티클보드(Particle board삭편)-화이버보드(Fiber board삭편)의 제조기술과 펄프재 등의 생산기술이 고도로 발달되어 재질에 대한 요구가 그리 많지 않으나 앞으로는 고부가가치가 있는 형질재에 대한 수요가 증가될 것이므로 현재의 임분에서 가지치기 등 세련된 기술에 의해 무육을 실시하여 줌으로써 장래에 우량형질재를 생산할 수 있는 기반이 조성될 것이다.

간벌을 전혀 실시하지 않거나 약도로 간벌을 실시하면 임분밀도가 높아져 나중에 변재부에서 년륜폭이 치밀한 재종으로 일부 이용되지만 제재목에서 대부분은 가치가 없는 판재가 많이 나오게 되므로 이것이 주 수입원이 될 수 밖에 없다.

간벌이 실시되지 않은 과밀한 곳에서는 기후 및 환경 재해에 약하고 초두부 절단에 의한 수간 부후목 등이 발생한다. 반대로 극강도의 간벌에 의한 급격한 소개는 침엽수에서의 압축재, 형성층 균열, 수지의 분비 현상 또는 수피 균열, 수간 맹아 형성 등이 초래된다.

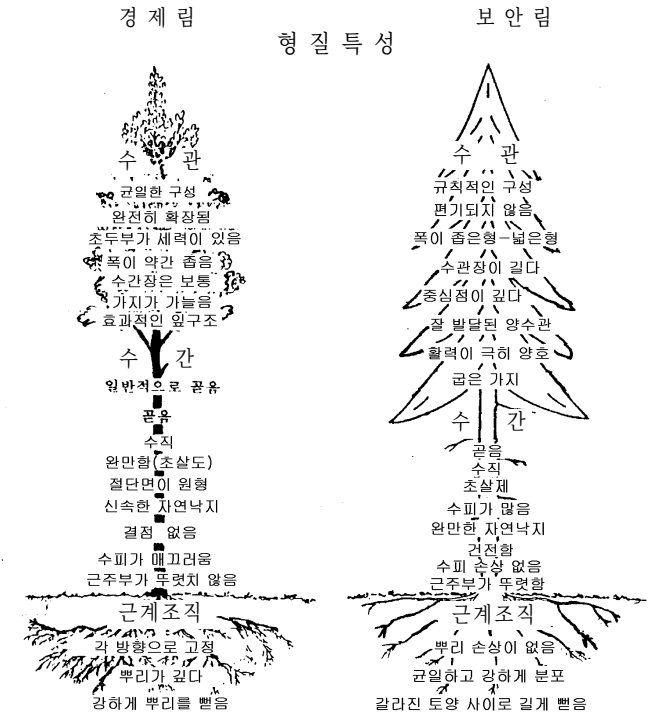


그림 5 - 2 - 13. 경제림과 보안림(천연림)의 임목형질 비교

1) 입지적 지속성

안정된 입지에서 목표한 혼효조절에 의해 무육 해주는 것은 입지생산력을 보다 촉진해 준다. 토양화학적 또는 토양물리적으로 불안정한 토양에서 입지생산력을 유지하는데는 혼효무육이 결정적인 도움을 준다. 혼효림 조절의 가능성을 과소평가 해서는 안된다.

침엽수 인공단순림으로 조성된 유령림에서 단목으로 혼효되어 있는 적절한 무육으로 노령림까지 계속 혼효목으로 유지할 수 있다. 천연활엽수가 원래부터 하층에서 부림목으로 자라고 있는 침엽수 유용활엽수는 인공림에서 천연활엽수를 무육하여 주림목으로 유도하였는데, 30년이내에 임분축적이 2배로 증가했다는 보고도 있다.

2) 바람에 대한 임분안정

입지에 맞고 목표에 맞는 무육은 바람에 대한 임분안정성이 증가된다. 대개 수관장이 길고 수관층이 많으며 생육공간을 충분히 갖고 있는 임목은 강풍에 견디는 힘이 많은데 이것은 조기에 단목상태에서 수관상부가 굴곡이 많도록 조절해 주는 것을 필요로 한다.

각 임분구성목들이 간벌 세포단위나 소군상 단위로 무리를 지어 서로 연계되어 있는 형태로 있거나 또는 무육기술적으로 이러한 안정적인 기능구조의 상태로 유도시켜 주면 폭풍에 매우 강하다고 한다.

또한 주기적으로 중도간벌을 자주 실시한 임분(4-6년간격으로 15년동안 계속함)은 간벌주기를 길게 한 중도간벌보다 폭풍에 매우 강하다는 보고도 있다.

따라서, 15년동안 간벌 등의 규칙적인 무육을 통해 임분이 안정된 구조로 개선이 되었다면 그 안정된 임분 구조의 효과는 15년 이상 지속될 것이다.

갑자기 급격한 강도의 간벌을 실시하는 것은 임분구조가 위험하게 되나, 일반적으로 생육공간을 확장시켜 주는 무육벌채로 인해 발생된 임분구조의 불안정한 상태는 그리 오래 지속되지는 않는다. 수관을 크게 그리고 균형있게 발달되도록 해주는 수관무육(Crown tending)은 동시에 근계조직을 발달시켜 주고 임분 안정성을 증가시켜주는 의미가 있다.

3) 설해 위험의 감소

수관에서 눈의 차단율은 유령림이 노령림보다 40~50%정도 높으며 수관에서 눈의 적재량은 가문비-전나무 등의 침엽수림이 엽량이 적은 활엽수림 보다 60~80% 높다고 한다. 수관의 눈 적재량이 많다는 것은 설절, 설압 등의 피해가 높아 질 수 있다는 것을 의미한다. 수관에서 눈의 차단은 임령과 관계가 있으며 임목본수의 감소 즉 강도의 간벌에서는 설해 피해가 감소된다.

4) 병충해

입지가 불안정한 침엽수 임분이 수관이 작고 수관폭이 짧은 임목으로 밀생되어 있을 때 생장은 비교적 양호하더라도 건조기 이후 각 임목의 활력이 약하게 되고 잎이 충분치 못하게 되면 소나무좀에 대한 저항력이 떨어진다. 일반적으로 인공림은 비교적 생장이 양호하더라도 병충해

에는 약하다. 모든 병충해에 대한 안전성을 높이기 위해서는 긴 수관장과 완전한 수관발달, 근계발달을 조장하여 저항력을 갖도록 각 임목의 활력을 증진시켜야 한다. 병충해 및 기상적 피해 등 모든 재해에 대한 위험을 최소한 감소시키기 위해서는 1차적으로 우선 간벌작업의 실행을 고려해야 한다.

각 임목을 건강하게 만들어 주고 활력을 증진시키며 특히 생물학적 완충력을 개선하기 위한 혼효조절 등 목표에 알맞는 임분 무육은 생산 안정성과 생태적 조절능력을 모두 증진시킨다.

표 5 - 2 - 24. 설해피해 간벌지의 임분상황

구 분	간 벌		
	무간벌	강 도	극강도
ha 당 임 목 본 수	6,800	2,200	1,700
수 관 장 (%)	50	64	72
임 목 도	0.99	0.93	0.78
눈의 차단율(평지의 %)	59	56	53
임목당 수관의 눈적재량(kg)	43	62	82
설해피해목 제거량(단면적의 %)	81	46	21

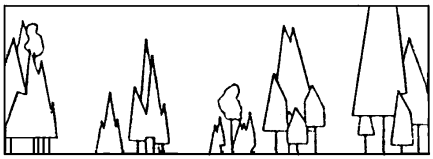
자료 : Meyer, 1980, 오스트리아
주) 12년생 1차간벌지에서 18년후의 설해 피해 상황, 독일가문비나무

표 5 - 2 - 25. 풍해 및 설해 임지의 임분상황(독일 가문비나무)

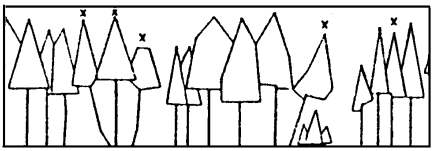
구 분	피해 임분	무피해 임분
H / D 값 (세 장 도)	83	63
수 관 장 (%)	47	78
수 관 중 심 높 이 (%)	68	47
근주부형수(흉고직경1.2m/근주부직경0.2m)	0.775	0.721

자료 : Mlinsek, 1973, 슬로베니아

<산악지대 천연림에서의 안정상태 임분구성>



<불안정한 인공일제림의 임분구성>



× 제거대상목

그림 5 - 2 - 14. 안정임분과 불안정 임분과의 임분구조 비교

(8) 산악림 가꾸기 (山岳林 撫育 montane silviculture)

(가) 개요

① 여기에서 산악림이란 표고 약 1,300m 이상의 산악지대와 표고 1,500m이상의 고산지대 산림을 말한다.

② 산악림은 입지적, 생태적, 경제적 이유 때문에 일반 산림과는 다른 특별한 산림시업으로 취급하지만 육림양식적으로는 기본적으로 크게 다를게 없다.

③ 산악림은 입지적인 면에서 우선 작은면적의 모자이크상으로 변화가 극심하며 갱신과 생육과정상으로 볼때는 기후적 영향이 임분구조와 임분 위해에 큰 작용을 한다. 경제적인 관점에서는 높은 수확경비가 소요되어 비개발림 또는 비경제림으로 방치해야 할 것인가 하는 문제가 항상 대두된다. 따라서 산악림의 무육은 그 무육목표와 필요한 무육수단에 따라 산악림의 구조와 생육진행 과정에 맞는 간략한 기준으로 한정 될 수밖에 없다.

④ 산악림에서는 느린 생육과정을 나타내기 때문에 대개 변화가 늦게 일어나고 임목의 약한 반응력 때문에 산림구조를 개선하기가 비교적 어렵거나 또는 전혀 불가능 할 때가 있다.

⑤ 또한 입지적 원인으로 인하여 임분을 형성하는 수종 숫자가 적을때가 많아 한두 수종의 단순한 상태의 천연림이 대면적으로 분포 될 때가 있으며 수종이 많은 활엽수 혼효림 지역으로 도달 될 때는 많지 않다.

⑥ 산악림은 갱신 진행기간이 길기 때문에 이령림의 특징을 갖고있다. 일반 산림에서는 높은 생장력과 많은 재적을 갖고 있고 균일한 형태의 우세림 상태를 유지하고있어 눈, 바람 등 많은 외부인자의 작용에 오히려 위험하다. 산악림은 작은 면적의 소군상 형태로 적은 본수가 한 무리를 이루고 있는 상태가 많다. 즉, 영급이 높은 우세목들을 중심으로 영급

이 낮은 작은 나무들이 둘러싸여 있으며 수관장이 길고 가지가 많이 착생된 상태에서 임층을 형성하는 소군상 구조(group structure)의 안정 상태를 유지한다.

(나) 작업방법

① 산악림은 장소와 또는 상황에 따라 여러 가지 다른 천이상(遷移相)의 계열(系列 sere)을 나타내어 경제적 목적에 알맞을 때가 드물며 대부분은 지속적이고 다양한 보호기능을 갖고 있을 때가 많다. 따라서, 산악림 무육에서는 제한적일 수 밖에 없으며 일반 산림과 동일한 목재수확의 역할을 하지 못한다.

② 산악림무육은 산림의 일반적 보건기능과 보호기능에 중점을 둔 중요한 임무를 갖고 있고 수익성의 추구와 고정적 인간 거주환경의 조성은 기대하지 않는다. 산악림을 위한 가장 중요한 수단은 바로 합리적인 산림무육의 가능성 뿐이다.

③ 산악림에서 산림무육은 불충분한 임도시설과 노동조건, 기후 영향 및 지형특성 때문에 작업조건이 불리하고 산림경영적으로 경제성이 낮으므로 실질적으로 필요하고 확실한 사항에 한하여 실행해야 한다.

④ 산악림에서는 천연갱신을 촉진시키고 유도하는 임무가 전제조건이며 갱신기간이 길고 불규칙한 산림 형태와 이령림을 형성하는 경향이 있으므로 이러한 모든 특성이 무육실행에서 고려되어야 한다.

⑤ 임분방식적 도태간벌 또는 일제 단순림에 적용하는 간벌방식은 기피해야 되며 불규칙성을 조장해주고 그 입지의 임분안정의 개선과 유지에 중점을 둔 무육조치가 필요하다.

⑥ 산악림에서는 높은 영급에서도 수고 생장이 불량하며 치수 및 유령림 단계의 상태로 50년까지 지속되기도 하므로 유령림 무육벌채는 조심스럽게 약도로 실행하여야 하며 강도의 벌채는 금지되어야 한다. 산악림 고유의 안정된 군상구조를 파괴하지 않는 범위 내에서 군상그룹 중심부의 경쟁이 되는 개체목들을 조심스럽게 솎아주며 군상그룹의 테두리에 있는 임목들이 풍해, 설해 등에 적응되는 낮은 세장비(H/D값)를 갖고 가지착생이 많도록 유지시켜야 한다. 산악림에서 전문적인 육림은 산림접근로 개발(임도, 작업로 등)과 보호적인 신중한 목재이용이 전제되어야 하며 이에 필요한 장비는 도끼, 톱, 케이블크레인(집재기)만으로 충분하다.

⑦ 산악림의 무육에서는 실제로 재정적인 문제가 크고 육림적인 것은 비교적 큰 문제가 되지 않으므로 이를 해결하기 위해서는 산악림의 유지개선에 꼭 필요한 긴급성에 따라 우선 순위를 정해야 한다.

(9) 자연보존 및 경관조성

(가) 개요

산림은 자연적인 식생형태를 갖고 있고 대면적 또는 잔재림 상태로 존재하며 경관의 중요한 기본요소가 된다. 산림은 다양한 보호 및 휴양기능을 갖고 있으며 자연보존 및 경관무육, 건전

한 생활기반 보장 등 중요한 공익 임무를 충족시켜야 한다.

근래에는 고전적인 자연보존의 개념(경관 및 그 구성요소의 보존) 뿐만아니라 경관무육의 적극적개념(자유로운 경관안에서 무육 및 조성수단)을 병행 포함시켜 자연보존 및 경관무육이라고 하는 합리적인 개념으로 사용하고 있다.

산림은 건전한 생활공간의 생태적 척추라고 표현할 수 있다. 즉, 농업 및 기타산업 조건에 불가결한 물 순환 및 수질개선, 토양보존 및 기후순화, 공기정화 및 환경위생, 생활거주지 및 교통, 휴양 및 보건 등에 큰 작용을 한다. 이러한 이유에서 산림은 공간배열의 중요한 요소가 된다.

생물학적인 관점에서 산림은 자연균형의 보존을 위한 중요한 요소로써 동·식물계의 다양성을 위해 큰 역할을 할 뿐만 아니라 자원공급, 노동고용 등의 중요한 임무를 갖고 있다.

임학(林學)의 고전에서도 산림을 생태·생물학적, 자연보존적, 산림미학적, 산림생산 및 유지의 보속적 관점에서 취급하였듯이 산림경영과 자연보존 및 경관무육은 이미 오래전부터 서로 긴밀하게 연계되어 있다.

1) 자연보존

자연보존은 인간자연환경보존의 큰 관점에서 말하는 소위 환경보존(環境保存, Environmental Protection Conservation)의 개념과는 차이가 없으나, 환경보존은 경관무육을 통하여 인간중심의 자연환경을 보존하기위해 무생물적(無生物的)환경을 대상으로 할 때가 많다. 즉, 공기정화 및 소음방지, 물 보존, 토양보존 등이 대상이 되는 반면에 자연보존은 균형적 구조하에서 인간뿐만 아니라 동물, 식물의 존립과 생물적 생활기반의 보장에 대한 부분을 중심으로 하는 포괄적 자연환경보전의 개념이 있다.

자연보존에는 경관에 대한 일반적 보호, 경관보존지역 및 자연보존지역의 특별보호, 천연기념물의 개별적 보호, 멸종위기 또는 희귀종의 보호(종 다양성 보호)등이 포함되며 일단 자연보존지역으로 지정이 되면 인간에 의한 모든 변경을 금지하는 구속력을 가지게 된다.

2) 경관보존

경관보존(Landscape protection)은 경관공간 경계 내에서 일정한 공간조형, 경관구조, 경관기능 등을 유지하기 위한 자연보존의 세부영역으로써 자연의 현재 형상을 유지하기 위해 규정적으로 고정된 복합적 조치(경관무육계획)들을 제시 한다.

경관보존 지역내에서 농업적, 임업적, 수렵적, 어업적 이용은 허용하지만 경관변경, 경관파괴 등 경관 가치를 감소시키는 행위는 금지한다.

3) 경관무육(또는 풍치무육)

경관무육은 인간의 욕구(휴양 등)를 충족시키기 위해 적절하고 지속적인 능력을 보장하고 성취하기 위한 경관의 보호 및 무육적 관리와 또한 이의 질서있는 개발을 말한다. 이것은 경관분석(경관 구조의 모든 중요 인자와 임분 조사)을 근거로 한 경관계획, 경관진단(경관분석 결과의

평가), 경관조성(경관무육 및 형성을 위한 조성수단), 경관잠재력 이용 등을 포함하고 있다.
이주지역 또는 거주지역에서 복지공간규정에 의한 경관무육 실행은 좋은 예가 된다.

(나) 작업방법

1) 건전하고 세련된 경관보존을 위한 산림관리 및 취급방법

가) 보건기능 효과의 보존을 위한 무육방법

① 노령목 및 고립목의 보존 및 느슨한 소개
② 적정 임층보존, 소음방지, 공기정화와 기후순화를 위한 느슨한 갱신진행 및 지속적 임분유지
③ 보호가치가 있는 천연림에서 자연보존을 위하여 목재 수확이 제한되는 임분형태 유지
④ 수원함양 및 보존지역에서 화학약제 사용 기피
⑤ 높은 비율의 활엽수 혼효로 산화예방
⑥ 산림감독과 산림위생을 위한 충분한 예산확보
⑦ 임목벌채, 산림보호, 수렵행위, 임도관리를 신중하게 처리
⑧ 효과적인 휴양경영 관리체계 형성
⑨ 치수보호 및 방책설치

나) 산림시업에서 경관생태와 산림미학적 형성에 고려할 사항

① 경관무육적 조림

○ 수종선발

- 산림 생육기간이 길다는 것을 감안할 때, 안정된 시업으로 확실한 임분을 만들 기 위한 경영 목적에 맞는 임형과 수종의 선택은 경관무육을 증진하고 충족시키기 위해 필요하다.
- 그때 그때 자연적으로 출현하는 수종을 대상으로 산림이 경영된다면 우선 수익이 없을 뿐더러 휴양자가 기대하는 무육상태를 보장할 수 없다.
- 입지에 맞고 국내수종보다 성장 및 재질, 토양보존 및 재해방지 효과가 있고 풍치효과가 있다면 외래 수종도 소극적으로 고려할 수 있으나 시대에 맞지 않는 외래 수종에 의한 고의적 미화는 피해야 한다.
- 입지에 맞는다면 향토수종이 아닌 타수종으로 대체하여 산림에 변화를 줄 수 있으며 휴양가치도 높일 수 있다.
- 계곡부의 침엽수림에 단풍나무, 물푸레나무 등의 활엽수 임분형태의 도입, 소나무림 지역에 참나무류 혼효 또는 참나무림 지역내 침엽수종의 혼효를 고려할 수 있다.

○ 임분조성

- 조림시 식재간격을 넓게하여 주림목의 초기생장을 촉진하고 천연하종치수, 근주맹아, 관목과 같은 현존식생을 보존한다.
- 경사방향 식재보다 등고선 방향 식재가 바람직하다.

- 조림목과 갱신전의 전생수가 적절하게 조화되도록 유지시킨다.
- 대면적 단순조림지는 매우 지루한 느낌을 주고 또한 대면적의 일률적인 교호대상 혼효림은 내방자에게 환영받지 못한다.
- 일반적으로 풍치의 최고 효과는 상록침엽수와 활엽수로 구성된 소군상의 혼효림에서 나타난다.

② 무육 및 갱신

○ 야생조수 보호원칙에서 초여름에는 가급적 유령임분의 무육작업을 피한다.

○ 내방자가 많은 임도변, 임연부에서 생육되는 나무의 가지치기는 경우에 따라 불쾌감을 줌으로 신중을 기해야 한다.

○ 화학약제에 의한 무육처리는 가능한 한 피한다. 특히 전망대와 휴게소 등 시야에 들어오는 경사지에서의 약제처리는 보기가 흉하고 경우에 따라 분위기를 흐트릴 우려가 있으므로 식물생육기는 피해야 한다.

○ 강하게 간벌을 실시하여 광선과 수분 침입을 증진하고 임분의 다층화와 건전화를 촉진시킨다. 여기에서 관목이 꽃을 피게 하고 야생동물의 서식처를 제공할 수 있다.

○ 가능한 한 개벌을 억제하고 천연갱신을 유도하며 수확벌채전에 전갱작업을 실시하여 노대목을 보잔하면서 완만히 임분을 소개시킨다.

○ 입지와 수종전환을 위해 개벌이 불가피 할 때는 소면적으로 나누어 실시하고 보잔목을 수년간 존치시키며 임도변과 임연부는 폭 20~30m의 대상의 수림대를 존치하여 차후에 제거하는 것이 바람직하다.

○ 휴양지역에서는 경관을 위해 시간적 공간적 계획에 따라 갱신지를 합리적으로 배열하는 것이 좋다.

○ 생태적, 보호적, 경관적 관점에서 군상택벌적 취급이 가장 이상적이다.

③ 수림대(林衣, shelterbelt)형성

○ 산림과 경작지의 경계부, 임도변, 임연부 등에 형성되는 수림대는 보호 기술적, 생물학적 관점에서 중요할 뿐만 아니라 양호한 시계를 차지하고 있어 경관적 관점에서 매우 중요한 의미가 있다.

○ 수림대는 방풍 및 토양 보호의 역할을 할 뿐만 아니라 시계의 대부분을 차지하고 있으므로 활엽수와 관목을 다수 배열하는 것이 바람직하다. 즉, 입지를 고려하여 아름답고 색상과 광택이 좋은 꽃, 잎, 과실의 관상 가치가 있는 수종을 선택할 수 있으며, 고립 또는 군상으로 상록침엽수를 배치할 수도 있다(서어나무, 단풍나무, 벚나무, 보리수나무, 졸참나무, 밤나무, 산사나무, 팥배나무, 층층나무, 개암나무 등).

○ 수림대의 전체 폭을 30m폭으로 하여 처음 경계로부터 5~10m폭의 띠 모양의 관목층을 두고(처음에는 경계로부터 2m폭으로 하여 군상으로 장소를 만든다) 그 다음에 2급목(서어나무, 단풍나무, 마가목, 팥배나무, 마가목류, 야생과수, 진귀한 수종 등)이 중첩되게 한 다음 폭15m이상의 1급목을 배치한다. 전체수종은 6~10종류를 구성하되 경우에 따라 3~10

본의 군상혼식도 가능하며 모든 구성이 자연과 조화되도록 한다.

○ 차후 아름답고 충실한 결실을 위한 임분구성목을 얻고, 방풍효과를 위해 강한 간벌이 진행되나 택벌적 취급에 의한 항속림 특성을 갖는 수림대가 형성되도록 한다.

○ 산악 급경사지는 수림대 폭을 좁게 고려할 수 있으며 임도변에 파괴된 임분은 자연을 회복시켜 천연활엽수대가 형성되도록 하며 수림대 형성을 위한 부가적 식재지를 설치하거나 또한 침엽수림 경우 파괴된 수목 근처 또는 노령목 근처에 수하식재를 고려할 수도 있다.

○ 하천을 따라 경계를 이루는 수림대는 하천 보호식재 기능을 할 수 있도록 활엽수와 관목을 위주로 한 중림(中林)또는 택벌림으로 취급되는 이행대를 만들어 주어야 한다.

표 5-2-26. 경관적 관점(산림 미학적)에서 주요조림 수단의 평가

조림적 수 단	산 림 경 관 적 특 성	
	경 관 인 자	경관적 측면의 판단
개 벌	○산림피복의 중단작용이 뚜렷하고 광범위하다. ○면적크기, 토양 및 입지조건 등 선택된 형태에 따라 교란작용이 관계한다. ○지피식생이 피복되고 차후 유령림으로 생장됨에 따라 개벌적지의 광경이 경감되나 계획적 개벌시업 적용에 의한 영급임분으로 산림경관에 특성을 남긴다.	○개벌에 의한 벌채는 항상 울폐된 산림을 유지하지 못하는 특징이 있으며 특히, 산악지에서는 원경으로도 전망될 가능성이 있다. ○개벌적지는 생장이 빠른 지피식생이 발달하며 특히 양수의 선구종인 사시나무, 자작나무, 버드나무 등이 천연하종된다. ○개벌지는 최소한 경관적으로 외관상 좋은 인상은 주지 않는다. ○개벌지 면적이 클수록 산림 특성을 잃게 되고 단조로움을 더한다.
산 벌	○갱신이 장기적으로 이루어지기 때문에 산림세대의 변화가 거의 눈에 띄지 않는다. ○획일적인 영급구조의 산림특성이 개벌시업보다 경감된다. ○빠른 갱신진행과 개벌적지 노출이 기피되지만 차후 동령림이 되면 개벌시업과 그 특성이 유사하다.	○산벌단계에서 임분 존치기간은 짧고 대부분 노령림의 대경목으로 잔존된 산목상태로 놓이게 된다. ○산목을 제거하고 나면 갱신 치수가 임분 전체에 큰 부분으로 차지하여 시야를 넓게 한다. ○갱신과 지피식생에 의해 하층치수가 지면을 완전히 피복하게 되면 경관적 의미는 있으나 산림 외관은 아주 느리게 변화된다.

조림적 수 단	산 림 경 관 적 특 성	
	경 관 인 자	경관적 측면의 판단
군상벌	○대부분 갱신과 산림변화의 진행이 느리다. ○산벌림에 비하여 영급구조의 산림특성이 잘 나타나지 않고 시야에 들어오지 않는다. ○시업방법상으로 불합리성이 없고 경관가치가 크다.	○군상벌의 임분 내부는 군상 또는 소군상으로 여러 발달단계의 임목들이 공존되어 있고 수종구성이 다양하여 경관가치가 크다. ○갱신지의 공간이 아주 짧게 노출되어 경관적으로 부정적인 요소가 거의 없다.
대상벌	○대상으로 규칙적인 벌채가 반복되어 시야에 크게 들어오는 경관적 특성이 있다.	○울폐된 노령의 수확림에 대해 대상벌채에 의한 규칙적인 갱신진행은 한 임지에 여러생육단계가 존재하게 되어 비교적 경관가치가 있다.
택 벌	○대면적상으로는 자연그대로 거칠게 보이나 산림의 상층임관은 균일하다. ○산림이용벌채 · 갱신 등 산림변경이 시야에 들어오지 않는다.	○모든 경급과 수고급의 임목들이 공존하는 아주 특징적인 산림외관을 형성한다. ○임분출현 형태가 다양하며 임목축적 수종구성 등 임분구조가 다양하고 경관가치가 높다.
보잔목 작 업	○노령의 대경목이 임분자체에 고루 잔존됨으로써 개벌작업보다는 경관 부정적 요소가 경감될 수 있거나 또는 산벌 등 다른 작업종과 같은 경관가치를 형성 할 수도 있다.	○노령목의 보잔기간을 연장함으로써 보잔목들이 주임분에서 항상 대경목으로 축적보육이 될 수 있도록 한다.
수하 식재	○원거리에서는 보이지 않거나 잘 노출되지 않으나 풍치특성의 작용은 없다.	○임분전체의 전망은 방해되나 상층에 양수와 하층에 음수를 구성하는 혼효를 통해 주수종의 임목공간이 보충됨으로써 시각적인 다양성을 줄 수가 있다.
가지 치기	○풍치미학적으로 인지되지 않는다.	○대부분 전체 임분에서 경관적으로 관찰되지 않는다. ○옳바른 가지치기 작업 실행으로 보기 좋은 임분구성복으로 조정할 수 있으나 가지치기 대상목에 색깔로 크게 표시하는 것은 부정적인 인상을 줄 수가 있다.

조림적 수단	산 림 경 관 적 특 성	
	경 관 인 자	경관적 측면의 판단
간 벌	○강도의 간벌은 원경에서는 노출되지 않으나 다만 1~2년간은 표시가 나타난다. ○제초제 처리, 환상박피는 잎이 변색되기 때문에 풍치적으로 문제가 될 수 있으므로 처리시기에 신중을 기한다.	○간벌방법 선택에 산림 풍치적 관점을 고려하고 최소한 임층이 형성될 수 있도록 한다.

제6장 산림자원보호

1. 산림병해충방제

(1) 개요

(가) 산림병해충의 종류

우리가 살고있는 지구에는 100여만종의 곤충이 살고 있으며 그중 많은 종류가 산림에서 생활을 하면서 여러가지 모양으로 임목(林木)에 해를 주고 있는데, 지금까지 기록된 우리나라의 산림해충은 약2,300여종이며, 이들중 문제가 되는 것은 노린재목, 나비목 및 딱정벌레목 등이다.

한편 식물에 병을 일으키는 병원체의 세계적 분포를 보면 곰팡이 8,000여종, 박테리아 180여종, 바이러스 500여종 및 수백종의 선충이 알려져 있으나 우리나라에 분포하고 있는 수목의 병해는 대략 1,080여종이 기록되어 있고, 이중에는 소나무재선충병, 대추나무빗자루병 등이 피해를 주고 있다.

(나) 수종별 병해충과 피해부위

수종별	피해부위	주 요 해 충 명	주 요 병 명
소나무류	잎	솔잎혹파리, 솔나방, 젓나무잎응애, 소나무굴깍지벌레, 솔노랑잎벌, 진딧물류	잎떨림병, 잎녹병, 잎마름병
	줄기	솔껍질깍지벌레, 소나무좀, 솔수염, 하늘소, 노랑무늬솔바구미	소나무재선충병, 피목가지마름병
	뿌리	풍뎅이류, 거세미나방	모잘록병, 리지나뿌리썩음병
잣나무	잎	잣나무넓적잎벌, 젓나무잎응애	잎떨림병, 잎녹병
	줄기	노랑무늬솔바구미, 소나무좀	털녹병, 피목가지마름병
	뿌리	풍뎅이류	모잘록병, 뿌리혹선충, 아밀라리아뿌리썩음병
포플러류	잎	미국흰불나방, 꼬마버들재주나방, 버들재주나방, 천막벌레나방, 버들잎벌레	갈색무늬병, 잎녹병, 겹둥근무늬병, 점무늬잎떨림병
	줄기	박쥐나방, 버들바구미	줄기마름병
	뿌리		뿌리혹병
오리나무류	잎	오리나무잎벌레	갈색무늬병
	줄기	박쥐나방	
	뿌리		모잘록병
밤나무	종실	밤바구미, 복숭아명나방	
	잎	어스렝이나방, 독나방, 매미나방, 풍뎅이류	흰가루병

수종별	피해부위	주 요 해 충 명	주 요 병 명
	줄기	깍지벌레류, 박쥐나방, 하늘소	줄기마름병
	뿌리		뿌리혹병
삼나무	잎	매미나방, 젓나무응애	
(편백)	줄기	박쥐나방, 하늘소	붉은마름병
	뿌리	풍뎅이류(굼뱅이)	
낙엽송	잎	독나방, 솔나방, 진딧물	잎마름병
	가지		가지끝마름병
	뿌리	풍뎅이류(굼뱅이)	모잘록병
오동나무	잎	미국흰불나방, 박각시	탄저병
	가지		빗자루병
	줄기	박쥐나방	부란병
대추나무	잎	미국흰불나방, 차주머니나방	잎녹병
	가지		빗자루병
호두나무류	잎	어스렝이나방, 벼슬집명나방	탄저병
	가지		가지마름병류
	줄기	박쥐나방, 알락하늘소	
참나무류	종실	도토리바구미, 도토리거위벌레	
	잎	매미나방, 천막벌레나방, 참나무재주나방, 독나방	흰가루병
	줄기	박쥐나방, 하늘소류	줄기썩음병
	뿌리	풍뎅이류	
아까시나무	잎	미국흰불나방, 진딧물	점무늬병, 흰가루병
	줄기	박쥐나방, 깍지벌레류	
물푸레나무	잎	미국흰불나방, 진딧물류, 두정알벼룩잎벌레	흰가루병
자작나무	잎	매미나방, 미국흰불나방, 오리나무잎벌레	갈색무늬병
대나무	순	죽순나방	개화병, 깜부기병

자료 : 수목병해충 도감, 1991

(다) 방제법 및 적용 병해충

1) 수병

방 제 법	실 시 방 법	적 용 해 충
○식물검역	• 항구, 공항 및 국제우체국에서 종자, 생목, 분재(盆栽)), 삽수(揷穗), 목재에 대한 검사를 실시한다.	국내 미분포 병해전반
○임업적방제	• 주변의 초본류 및 잡목류를 제거한다. · 포지 : 제초 · 산지 : 풀베기, 치수무육	모잘록병, 회색곰팡이병, 낙엽송잎떨림병

방 제 법	실 시 방 법	적 용 해 충
○임업적인 방제	• 풍충지에서의 조림을 피한다. • 건조하기 쉬운 사질토양에는 조림을 피한다.	낙엽송가지끝마름병 포플러줄기마름병
	• 중간기주가되는 식물의 분포가 많은 곳에서는 조림을 피한다.	잣나무털녹병, 소나무혹병, 소나무류잎녹병
	• 활엽수와 혼효림을 조성한다.	낙엽송잎떨림병, 소나무류잎떨림병
	• 보호수대(방풍림)를 설치한다.	낙엽송가지끝마름병
	• 지타, 제벌(除伐) 및 간벌(間伐)을 실시한다.	잣나무털녹병, 낙엽송잎떨림병, 소나무류잎떨림병
	• 병든 낙엽을 수집소각한다.	포플러점무늬잎떨림병, 소나무류잎떨림병등 낙엽성병해전반
	• 통풍, 배수, 일조를 양호하게한다.	묘포병해전반, 흰가루병
	• 저항성 품종을 식재(植栽)한다.	밤나무줄기마름병, 포플러잎녹병
	• 이병지 및 신초를 제거 소각한다.	낙엽송가지끝마름병, 밤나무줄기마름병등 지고성병해충
○화학적인 방법		
· 분무법	• 유제 또는 수화제 등을 500 1,000배로 희석 살포한다 (입경:0.1 0.2mm)	묘목이 생육중 묘포포플러잎녹병 등 낙엽성병해
· 산분법	• PCNB, 카보후란을 경운전에 살포한다.	뿌리썩이선충병, 모잘록병 등 토양전염성병해
· 훈연법	• 크로로피크린, 베이팜, 호루마링 등을 토양관주기로 주입 후 젖은 거적 또는 비닐로 피복한다.	모잘록병, 묘포병해상습발생지
· 관주법	• 다찌가렌을 파종전 및 묘목 생입 후 물조리개로 묘상 1㎡당 3 5ℓ관주	모잘록병, 오동나무탄저병 등
· 분의법	• 파종전 종자를 소량의 오소싸이드 분상약제와 혼합한다.	모잘록병, 오동나무탄저병, 갈색무늬병
· 침적법	• 파종전 종자를 호마이수화제 500배액 또는 부산 250배액에 24시간 침적소독 후 파종한다.	모잘록병, 오동나무탄저병, 갈색무늬병
· 도포법	• 액상 또는 연고상 발코드 약제를 병환부 또는 상처부를 도려내고 발라준다.	밤나무줄기마름병, 뿌리혹병 등 지고성병해
· 수간주입	• 테트라싸이크린 항생제를 수간주입기로 주입한다.	대추나무빗자루병 등 파이토프라스마 및 세균성병해

자료 : 수목병해충 도감, 1991

2) 해충

방 제 법	실 시 방 법	적 용 해 충
○식물검역	• 항구, 공항 및 국제우체국에서 종자, 생목, 분재(盆栽)), 삽수(揷穗), 목재에 대한 검사를 실시한다.	국내 미분포 해충전반
○기계적방제		
- 인공포살	• 간단한 기구나 손으로 잡아죽인다	솔나방, 미국흰불나방, 매미나방, 어스렝이나방, 독나방등
	• 구멍 속의 유충을 철사로 찔러 죽인다.	하늘소류, 박쥐나방
	• 땅에 비닐이나 천을 깔고 나무를 턴다.	잎벌레류, 바구미류, 하늘소류
	• 알을 제거한다.	어스렝이나방, 매미나방
- 경운법	• 묘포에서 땅을 깊이 갈아 땅 속의 해충을 노출시킨다.	굼뱅이류, 잎벌레류, 땅강아지
- 유살법		
· 식이유살	• 당밀 등으로 유살한다.	풍뎅이류
· 잠복소유살	• 수간에 짚이나 가마니를 감아 잠복소를 만들어 유살한다.	솔나방, 미국흰불나방
· 번식처유살	• 원목을 1 2m 높이로 잘라 ha당 10 20본을 이목으로 설치한다.	나무좀류, 바구미류
	• 나무껍질을 벗긴다.	나무좀류, 바구미류
· 등화유살	• 등불밑에 물그릇을 놓아 빠져 죽게 한다.	나방류, 풍뎅이류
- 차단법	• 나무줄기에 끈끈이를 바르거나 비닐을 감아서 이동을 못하게한다.	솔나방, 미국흰불나방, 재주나방류, 매미나방
○물리적방제		
- 온도처리	• 고온(60℃이상) 또는 저온(-27℃ 이하) 처리를 한다.	가루나무좀류, 나무좀류, 하늘소류, 바구미류
- 습도처리	• 목재를 물속에 담그어 둔다(30일 이상).	나무좀류, 하늘소류, 바구미류
○화학적방제		
- 접촉살충제 살포	• Mep 또는 Dep제 등을 100배 내외로 살포한다.	나방류 및 기타
	• 스푸라싸이드 1,000배 내외 살포한다.	깍지벌레류
	• 낙크분제를 지면살포 ha당 30kg 씩 3회 살포한다.	솔잎혹파리
	• 분제를 토양처리한다.	굼뱅이류, 땅강아지
- 침투성살충제	• 수간주사를 실시한다.	솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레
	• 엽면살포를 실시한다.	진딧물류
	• 근부처리를 실시한다.	솔잎혹파리, 응애류
- 살비제살포	• 엽면살포를 실시한다.	응애류

방 제 법	실 시 방 법	적 용 해 충
○생물적방제		
- 기생봉이용	• 솔잎혹파리먹좀벌, 혹파리살이먹좀벌 혹파리등뿔먹좀벌을 사육방사한다.	솔잎혹파리
- 포식충이용	• 무당벌레, 잠자리등을 보호 이용한다.	진딧물류, 응애류, 깍지벌레류
- 병원물이용	• B.T균, 백강균을 살포한다.	나방류유충
○임업적방제		
- 삼림구성	• 혼효림을 조성한다.	솔나방
- 밀도조절	• 입목도(立木度)를 낮게한다.	바구미류, 솔껍질깍지벌레
- 위생간벌	• 쇠약목을 초기 제거한다.	나무좀류, 소나무재선충, 솔잎혹파리
- 품종선택	• 내충성품종으로 갱신한다.	밤나무혹벌

자료 : 한국수목해충, 1997

(2) 수병의 생태와 방제

(가) 공통적인 병해

1) 모잘록병 (*Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum, Pythium debaryanum, Cylindrocladium scoparium*등)

가) 기주 : 침엽수, 활엽수의 어린나무. 특히 소나무류, 낙엽송, 참나무류, 자작나무류 등에 피해가 심하다.

나) 병징(5가지로 나눌 수 있다)

○ 땅속부패형 : 파종된 종자가 땅속에서 발아하기 전후에 썩는다.

○ 도복형(倒伏型) : 발아 직후 유묘의 지면부위가 잘록하게 되어 쓰러지면서 썩는다.

○ 수부형(首腐型) : 묘목이 지상부로 나온 후 떡잎, 어린줄기가 죽는다.

○ 뿌리썩음형 : 묘목이 생장하여 목질화가 된 여름이후에 뿌리가 검은색으로 죽는다.

○ 줄기썩음형 : 묘목이 생장한 여름철 이후 또는 제1회 상체묘의 지면부근의 줄기가 침해되어 윗부분이 죽는다.

다) 생태

○ 전세계적으로 분포하는 묘포병해로 특히 파종상에 큰 피해를 주고 있다.

○ 이른봄부터 발생하여 8월 초순까지 반복감염한 후, 토양속이나 병든 식물체에서 월동한다.

라) 방제법

○ 환경개선에 의한 방제

- 묘상의 배수를 철저히하여 과습을 피하고 통기성을 좋게 한다.

- 파종량을 알맞게 하고 복토를 두텁지 않게하며 밀식되었을 때에는 솎음질을 한다.
- 질소질 비료의 과용을 삼가고 인산질비료를 충분히 주며 완숙한 퇴비를 준다.
- 병든 묘목은 발견 즉시 뽑아 태우고 병이 심한 포지는 돌려짓기를 한다.

○ 화학적 방제

- 종자를 티시엠유제 500배액에 3 4시간, 또는 지오람수화제 200배액에 24시간 담근후 파종하거나 종자 1kg당 캡탄분제 10 15g을 고르게 묻혀 파종한다.
- 파종 1주일전에 다찌가렌 100배액을 묘상1㎡당 3 5ℓ를 관주하거나 싸이론훈증제를 파종전 묘상에 가로, 세로 30cm간격으로 깊이 20cm에 3 4㎖씩 토양관주한 후 곧 비닐을 덮어 가스가 새어나가지 않도록 밀폐한다.
- 모잘록병에 의한 피해가 발생하면 다찌가렌 600 1,000배액을 물조리개로 묘상 1㎡당 3 4ℓ씩 뿌린다.

2) 뿌리썩이선충병 (*Pratylenchus penetrans*)

가) 기주 : 소나무류, 낙엽송, 가문비나무, 분비나무류, 삼나무, 편백, 화백, 벚나무 등

나) 병징

○ 병원선충은 유근(幼根)을 통하여 침입하고 가는뿌리속을 이동하면서 조직을 파괴한다.
○ 병든 묘목의 세근은 점차 썩어 없어지며 근계(根系)는 기형으로 된다.
○ 병든 묘목은 생장이 불량하거나 정지되면서 죽는다.

다) 생태

○ 주로 묘목에 나타나며 모잘록병과 함께 발생한다.
○ 뿌리의 양이 적은 삽목묘에 피해가 크게 나타난다.

라) 방제법

○ 풀깍기, 솎아주기, 시비, 관수, 배수등 육묘관리를 철저히하여 묘목의 생장을 왕성하게 한다.
○ 한장소에 같은 수종을 이어짓기(連作)하지 않도록 한다.
○ 피해발생 묘포지에는 에토프입제, 타보입제 등의 살선충제로 토양소독을 실시한다.

3) 아밀라리아뿌리썩음병 (*Armillaria mellea*)

가) 기주 : 침엽수 및 활엽수

나) 병징 : 병에 걸린 나무는 봄에 잎은 피지만 6월경부터 가을에 걸쳐서 잎 전체가 서서히 노랗게 변하고 이어서 갈색으로 말라죽는다. 진단 특징으로는 3가지 방법이 있다.

○ 병든 나무의 뿌리목부위를 벗겨보면 수피와 목질부사이의 형성층에 버섯냄새가 나는 부채꼴모양의 흰색균사막이 나타난다.

○ 침해된 뿌리에는 갈색~흑갈색의 가늘고 긴 실모양의 균사속이 형성된다.
○ 8 10월에 뽕나무버섯이 발생하는데, 병든나무의 뿌리나 뿌리목부위의 줄기에 하나 수개가 무리지어 나타난다.

다) 생태
○ 산림(천연림, 인공림), 과수원, 뽕나무밭등에 많이 발생하며 침엽수나 활엽수를 막론하고 침해하는 매우 다범성인 병해이다.
○ 피해목의 뿌리와 뿌리목 부위를 침해하여 나무를 말라죽인다.

라) 방제법
○ 버섯은 발견 즉시 없애고 병든 뿌리는 뽑아서 태우며, 병든 식물의 주위에 깊은 도랑을 파서 균사가 퍼지는 것을 방지한다.
○ 발병지는 수년간 벼과작물을 재배하고 클로로피크린, 이유화탄소등의 토양훈증제로 소독하며, 석회를 시용하여 토양을 가급적 알카리성으로 개량한다.
○ 피해발생지 및 지형, 토질이 이병 발생에 적합한 장소(석력지, 건조지, 강수량이 적은 곳)는 조림을 피한다.

(나) 침엽수병해

1) 잣나무털녹병 (*Cronartium ribicola*)

가) 기 주 : 잣나무, 스트로브잣나무
중간기주 : 송이풀류, 까치밥나무류

나) 병징
○ 4월 6월에 수피가 부풀어 터져서 거칠거칠하게 되며 흰색막의 돌기(수포자퇴 銹胞子堆)가 튀어나오고, 막이 터지면서 등황색 가루(수포자 銹胞子)가 비산한다.
○ 수포자퇴가 비산한 6월이후에는 병든 부위의 수피는 건조해지면서 터지고 형성층은 죽는다. 죽은 형성층이 나무를 일주하면 나무는 말라죽고 죽지않은 나무는 이듬해 다시 병든부위가 말라죽을 때까지 상하로 진전된다.
○ 수포자가 비산하여 중간기주인 송이풀류에 침입하여 6월 중순부터 9월상순까지 잎뒷면에 황색가루(하포자 夏胞子)를 형성한다.
○ 하포자는 잎과 잎으로 반복전염을 하며, 8월 중·하순부터는 미세한 갈색털모양의 동포자퇴(冬胞子堆)로 변하고 이것에서 소생자를 형성하여 잣나무잎으로 침입한다.

다) 생태
○ 1854년 소련의 발틱해 연안에서 처음 발견된 후, 1900년을 전후하여 유럽전역과 북미에 전파되어 스트로브잣나무림에 큰 피해를 준 병해이다.
○ 우리나라에서는 1936년 강원도 유양군(북한)과 경기도 가평군에서 처음 발견되었고, 그

후 1965년에 강원도 평창군에서 재발견된 이래 전국의 잣나무림으로 확산되었으며 1980년에는 총3,727ha의 잣나무림에 피해를 주었고, 그후 점차 감소추세에 있다.

○ 주로 15년생 이하의 잣나무에 발생하나 장령목에 발생하는 경우도 있으며 병든나무는 줄기의 형성층이 파괴되며 병든 부위가 부풀면서 윗 부분은 말라죽는다.

○ 감염된 잣나무는 2 4년간의 잠복기를 거쳐 줄기에 병징이 나타난다.

라) 방제법

○ 임업적 방제

- 병든 나무와 중간기주를 지속적으로 제거한다.
- 수고 1/3까지 가지치기를 하여 감염경로를 차단하고, 중간기주인 송이풀류의 자생지에는 잣나무 조림을 피한다.
- 다른지역으로의 전파를 막기 위하여 피해지역에서 생산된 묘목을 다른 지역으로 반출되지 않도록 한다.

○ 예방 약제로는 잣나무 묘포에 8월하순부터 10일간격으로 보르도액을 2 3회 살포하여 소생자의 잣나무침입을 막는다.

2) 잣나무잎떨림병 (*Lophodermium maximum*)

가) 기주 : 잣나무

나) 병징

○ 봄에 새잎이 나오기 전에 묵은 잎이 적갈변되면서 떨어지므로 나무는 죽은 것처럼 보인다.

○ 병든 낙엽에는 6월초순 7월하순에 걸쳐 1㎜정도의 타원형 회갈색반점(자낭반)이 형성된다

다) 생태

○ 병든 나무는 급격히 말라 죽지는 않으나 수년간 계속적으로 피해를 받으면 생장이 뚜렷하게 떨어진다.

○ 주로 15년생 이하의 수관하부에 발생이 심하며, 강우가 많거나 가을에서 겨울사이의 기온이 따뜻하면 이듬해에 피해가 심하다.

라) 방제법

○ 묘포에서는 비배관리를 철저히하고 병든 낙엽은 태우거나 묻는다.

○ 수관하부에 발생이 심하므로 조림지에서는 풀베기를 하며 수관하부를 가지치기하여 통풍을 좋게 한다.

○ 6월중순~8월중순사이에 2주 간격으로 베노밀수화제 1,000배액 또는 만코지수화제 600배액을 살포한다.

3) 소나무재선충병 (*Bursaphelenchus xylophilus*)

가) 기주 : 소나무, 해송

나) 병징 : 소나무재선충의 침입으로 소나무는 다음과 같은 경과를 거쳐 말라죽는다.

① 수지유출의 감소 및 정지
② 침엽의 증산량 감소 및 정지
③ 수체함수율의 감소, 목질부의 건조
④ 침엽이 황색~갈색으로 변색

다) 생태

○ 재선충에 감염된 나무는 급속히 시들어서 감염당년에 80%가 말라 죽으며, 이듬해 봄까지는 거의 100%가 죽는다.
○ 재선충은 스스로의 이동능력이 없으며, 매개곤충인 솔수염하늘소에 의하여 전파된다.
○ 1989년 10월 부산 금정산일부에서 처음 발견되었고 피해면적은 약800ha에 달하였다.

라) 방제법

○ 임업적 방제
- 고사목은 철저히 벌채하여 직경 2.0cm이상 잔가지까지 소각하거나 제탄 또는 칩용도로 파쇄하며, 원목형태로의 이용과 임외반출을 금한다.
- 피해발생 인접지역내의 고사목, 피압목등은 제거하고 과밀임분에 대한 적정간벌과 다른 원인에 의한 수세쇠약목이 없도록 무육관리하여 매개충의 침입을 예방한다.
- 매개충을 유인하기 위한 이목(餌木)을 설치한 후 우화전에 모아 태워서 매개충을 구제한다.

○ 화학적 방제
- 피해발생지의 외곽으로 피해가 확산되는 것을 방지하기 위하여 5 7월중(매개충우화 및 후식피해시기) 메프50%유제를 8.3~16.7배로 희석하여 ha당 3.6ℓ씩 항공살포 한다.
- 단목 발생시에는 반경 20m구역내의 건전목에 집중적으로 살포한다.
- 벌채원목 및 가지를 모아 비닐로 덮고 메칠브로마이드 또는 인화늄으로 훈증한다.

4) 소나무류 피목지고병 (*Cenangium ferruginosum*)

가) 기주 : 소나무, 해송, 잣나무

나) 병징

○ 4 5월경부터 분지점(分枝點)을 경계로 가지가 적갈색으로 변하면서 죽고 어린나무는 줄기가 침해받아 나무전체가 죽는다.
○ 병든부위의 피목에는 농갈색의 균체(子囊盤)가 솟아 나오고 습기가 많을 때에는 부풀어 올라서 황갈색의 접시모양(2 5㎜)으로 퍼진다.

다)생태

○ 일반적으로 흔히 볼 수 있는 피해경미한 병해이나 해충피해, 이상건조등으로 수세가 쇠약할 때는 넓은 면적에 발생하기도 한다.

○ 우리나라에서는 1988년 가을과 겨울에 걸친 이상건조로 남부지방에서는 소나무와 해송, 중부지방에서는 잣나무에 많은 피해를 입었다.

라) 방제법

○ 나무가 건전하게 자랄 수 있도록 육림작업을 철저히 하며, 병든 가지는 6월까지 잘라 태운다.

5) 리지나뿌리썩음병 (*Rhizina undulata*)

가) 기주 : 소나무류, 젓나무류, 가문비나무류, 낙엽송 등

나) 병징

○ 뿌리가 침해받기 때문에 나무전체가 수분을 잃어 마르는 증상을 나타내어 점차 녹색을 잃고 적갈색으로 변하며 죽는다.

○ 처음에는 땅가에 가까운 잔뿌리가 흑갈색으로 썩고 점차 굵은 뿌리로 번진다. 병든 부분에는 분비된 송진으로 모래덩이가 형성되어있다.

○ 병든 나무주변에는 접시모양으로 굴곡을 가진 갈색버섯이 발생한다.

다) 생태

○ 모닥불자리나 산불피해지에 많이 발생한다.

○ 본 병은 일시적으로 높은 온도를 받은 후에 우점적으로 번식하고, 피해확산은 둥글게 나타나며 매년 5 6m정도 퍼진다.

라) 방제법

○ 소나무임내에서는 모닥불을 금지하며, 산불이 발생한 임지에는 동일한 수종을 심지 않도록 한다.

○ 피해를 받아 죽은 나무는 빨리 잘라서 이용하고 벌채목의 수피 및 잔가지는 임내에서 태우지 않도록 한다.

○ 피해임지에는 1ha당 300kg정도의 석회를 뿌려 토양을 중화시키며 피해지 주변에 깊이 80㎝정도의 도랑을 파서 피해확산을 막는다.

○ 피해지 주변 또는 피해목을 뽑아낸 장소에는 캡탄분제를 ㎡당 50g정도씩 뿌려 피해확산을 방지하도록 한다.

6) 낙엽송가지끝마름병 (*Guignardia laricina*)

가) 기주 : 낙엽송류

나) 병징 : 당년에 자란 새순 끝이 낚시모양으로 굽는다.

다) 생태

○ 10년생 내외의 어린나무에 잘 나타난다.

○ 매년 연속하여 피해를 받으면 수고생장을 못하고 선단부에 죽은 가지가 총생하여 정아지(頂芽枝)가 없어진다.

라) 방제법

○ 포지에서는 병든 묘목이 산출되지 않도록 철저히 골라내어 태우며, 묘포장 부근의 낙엽송 생울타리나 방풍림을 없앤다.

○ 맞바람이 부는 장소에는 조림을 피하거나 활엽수로서 방풍림을 조성한다.

○ 포리옥신 또는 베노밀 1,000배액을, 묘포장에서는 6월상순 9월중순에 200㎖/㎡씩 2주간격으로 6 8회, 조림지는 7월상순부터 2주 간격으로 1,000ℓ/ha를 3 4회 뿌린다.

○ 대면적 조림지에서는 헬리콥터로 포리옥신 또는 베노밀수화제 30 60배액을 7월중순 9월상순 사이에 2주 간격으로 ha당 30 60ℓ를 뿌린다.

7) 향나무 녹병 (*Gymnosporangium spp.*)

가) 기주 : 배나무, 사과나무, 모과나무, 명자꽃 등 장미과식물
중간기주 : 향나무류

나) 병징

○ 봄(4월경)에 향나무의 잎, 가지 및 줄기에 자갈색의 돌기(동포자퇴 冬胞子堆)가 형성되며 비가 와서 습기가 많아지면 노란색의 한천모양으로 부푼다.

○ 6 7월 장미과 식물의 잎과 열매 등에 노란색의 작은 반점이 아주 많이 나타나고 곧이어 잎 뒷면에는 회색 담갈색의 털과 같은 돌기(수포자퇴 銹胞子堆)가 형성된다.

다) 생태

○ 향나무와 장미과식물에 피해를 주는 병으로 장미과식물에서는 붉은별무늬병으로 잘 알려져 있는 병이다.

○ 장미과 식물 중 배나무, 사과 등에 피해를 주어 과일의 질과 생산량을 저하시키며, 조경수종인 명자꽃, 산당화, 산사, 야광나무 등에서는 미관적가치를 떨어뜨리고 조기낙엽을 일으켜 성장을 저하시킨다.

라) 방제법

○ 향나무부근에는 배나무, 사과, 명자꽃 등 장미과 식물을 심지 않도록 하며, 향나무와는 서로 2㎞이상 떨어진 곳에 심어야 한다.

○ 향나무에는 4 5월, 7월에 만코지, 포리옥신, 4-4식 보르도액 등을 뿌린다.

○ 장미과 식물에는 4월중순~6월까지 티디폰, 훼나리, 마이탄 등을 10일간격으로 뿌린다.

(다) 활엽수 병해

1) 포플러잎녹병(*Melampsora larici - populina, M. magnusiana*)

가) 기주 :포플러류
중간기주 : 낙엽송, 현호색, 줄꽃주머니

나) 병징

○ 5월 상순부터 9월 하순까지 포플러 잎뒷면에 노란가루(하포자 夏胞子)를 뿌려 놓은 것 같은 모습을 나타낸다.

○ 초가을이 되면 황색가루는 없어지고 잎 양면에 암갈색의 편평한 작은돌기(동포자퇴 冬胞子堆)가 형성된다.

다) 생태

○ 병원균의 침입을 받으면 정상적인 잎보다 1~2개월 일찍 낙엽이 되어 생장이 크게 감소하나 병든 나무가 급속히 말라 죽지는 않는다.

○ 동포자로 월동하여 이듬해 3월 이후 중간기주를 침해한다. 드물게 하포자로 월동하여 이듬해 제1차 전염원이 되기도 한다.

라) 방제법

○ 가을에 병든 낙엽을 모아서 태우며 낙엽송 등 중간기주 식물이 많이 분포하고 있는 곳을 피하여 식재한다.

○ 비교적 저항성인 개량 포플러(이태리포플러 1호, 2호)를 식재한다.

○ 4-4식 보르도액 또는 만코지수화제 400배액을 6월초순~9월중순에 2주 간격으로 살포한다.

2) 포플러 점무늬잎떨림병 (*Drepanopeziza tremulae*)

가) 기주 : 포플러류(특히 이태리계 개량포플러가 약함)

나) 병징

○ 초여름부터 잎에 1㎜정도의 갈색 농갈색의 작은 점이 많이 형성된다.

○ 비가 와서 습기가 많으면 반점위에 흰색의 점질물(粘質物)이 나타난다.

○ 하부잎에서부터 병에 걸리기 시작하여 점차 상부로 진전한다. 8월 초·중순부터 낙엽되기 시작하며 심한 경우에는 거의 모든 잎이 떨어져서 가지끝에만 잎이 붙어있는 상태가 된다.

다) 생태

○ 여름부터 낙엽이 되어 생장에 큰 손실을 준다.

라) 방제법

○ 내병성 품종(이태리포플러 1, 2호, 은백양, 일본사시나무 등)을 심는다.

○ 시비와 배수관리를 철저히하여 나무를 강하게 키우며, 병든 낙엽은 모아서 태운다.
○ 보르도액(6-6식, 8-8식) 또는 만코지수화제 500배액을 5월하순부터 2주 간격으로 3 4회 뿌린다.

3) 호두나무 탄저병 (*Glomerella cingulata*)

가) 기주 : 호두나무

나) 병징
○ 5 6월부터 잎, 잎자루, 연한 녹지 및 열매에 발생한다.
○ 잎맥, 잎자루 및 녹지에는 장타원형의 담갈색반점이 약간 함몰하여 나타나고 병든 잎과 가지는 기형으로 뒤틀린다.
○ 과육에는 흑갈색의 부정형반점이 나타나고 열매는 썩어서 떨어진다.
○ 습기가 많을 때에는 반점위에 분홍색의 점질물(粘質物)이 형성된다.

다) 생태
○ 주로 묘목에 피해가 나타나고, 큰나무에는 태풍 후나 가을에 비가 많을 때에 열매에 발생한다.

라) 방제법
○ 병든 묘목은 뽑아 태운다.
○ 곤충이 식해한 상처부위에 발병하기 쉬우므로 해충관리를 철저히 한다.
○ 묘목은 발아 후부터 9월까지 베노밀수화제, 지오판수화제를 월 2회 뿌려 예방한다.

4) 밤나무 줄기마름병 (*Cryphonectria parasitica*)

가) 기주 : 밤나무, 참나무, 단풍나무

나) 병징
○ 처음에는 가지와 줄기에 약간 함몰한 옅은적갈색 병반을 형성한다.
○ 병반이 가지나 줄기를 한바퀴돌면 상부는 급속히 말라 죽는다.
○ 병반에는 황색 등황색의 작은 돌기가 수피를 뚫고 다수 형성되며, 습기가 많을 때 에는 돌기 끝부분으로부터 등황색 적갈색의 실과 같은 물체가 나온다

다) 생태
○ 동양의 풍토병으로 밤나무에 가장 무서운 병이다.
○ 1900년경 동양에서 수입하여간 밤나무에 묻어 들어가 미국 동부지방과 유럽의 밤나무림을 황폐화시킨 병이다.

라) 방제법
○ 배수불량지나 수세쇠약목에 피해가 심하므로 나무를 튼튼하게 키운다.

○ 동해, 피소, 곤층의 식해부위 등 상처로 병원균이 침입하므로 상처가 생기지 않도록유의한다.
○ 약제에 의한 방제는 어려우나 가지치기를 하거나, 병발생초기에는 병든 부분을 도려내고 지오판도포제를 발라준다.

5) 벚나무 갈색무늬구멍병 (*Mycosphaerella cerasella*)

가) 기주 : 벚나무류

나) 병징
○ 5 6월경부터 나타나기 시작하며 8 9월에 급격히 심해진다.
○ 직경 2 3㎜정도의 원형에 가까운 갈색반점이 잎에 나타나며, 병반 가장자리로부터 이층(離層)이 형성되어 병반은 떨어지고 구멍 뚫린 잎이된다.

다) 생태
○ 벚나무류에 흔히 발생하는 병으로 수목의 생장에는 큰 영향을 끼치지 않으나 미관이 나빠진다.

라) 방제법
○ 병든 잎은 모아서 태운다.
○ 잎이 필때부터 4-4식 보르도액을 3 4회 뿌린다.

6) 벚나무 빗자루병 (*Taphrina wiesneri*)

가) 기주 : 벚나무류

나) 병징
○ 가지의 일부분이 혹모양으로 부풀어 커지고, 이곳에서 잔가지가 많이 나와 빗자루모양을 나타낸다.
○ 병든 가지에는 이른 봄에 작은 잎이 많이 형성되나 꽃이 피지 않는다.

다) 생태
○ 병든 나무를 그대로 두면 나무 전체에 잔가지가 총생하면서 꽃이 피지 않게 되고, 수세가 쇠약하게 되어 수명이 급격히 단축된다.

라) 방제법
○ 병든 가지는 아래쪽의 부풀은 부분을 포함하여 잘라내서 태우고, 잘라낸 부분에는 지오판도포제를 발라준다.
○ 이른 봄 꽃이 진 후 보르도액 또는 만코지수화제를 2 3회 전체적으로 뿌려준다.

7) 대추나무빗자루병 (*Phytoplasma*)

가) 기주 : 대추나무

나) 병징

○ 황록색의 아주 작은 잎이 계속 형성되어 가느다란 가지가 빗자루 모양으로 된다.

다) 생태

○ 꽃눈이 잎으로 변하기 때문에 열매를 맺지 않는다.

○ 병원체가 나무 전체에 분포하는 전신병이다.

○ 어린나무에 발병하면 2 3년 이내, 큰나무의 경우에는 수년이 경과하면 죽는다.

라) 방제법

○ 병든나무는 Oxytetracycline-HCL 1,000배액을 흉고직경 10cm당 1ℓ를 수간주입한다.

○ 매개충(마름무늬매미충)에 의한 감염을 막기 위하여 6월중순 10월중순에 살충제(비피유제, 메프유제 등)를 2주 간격으로 살포한다.

○ 분주묘는 병에 감염되지 않은 나무에서만 생산하며 지하에서 뿌리에 의하여 전염될 우려가 있으므로 밀식을 피한다.

8) 오동나무빗자루병 (Phytoplasma)

가) 기주 : 오동나무류

나) 병징

○ 새순이 계속 형성되어 가는 가지가 총생하여 빗자루모양이 된다.

○ 병든 잎은 황녹색으로 정상적인 잎보다 대단히 작으며 연약하여 일찍 떨어지고 병든 가지는 1 2년내에 말라죽는다.

다) 생태

○ 분근묘(分根苗)에서 큰나무에 이르기까지 발생하는 전신병이다.

○ 오동나무의 가장 중요한 병이며, 우리나라에서는 1970년대에 대규모로 식재된 오동나무가 이 병으로 거의 고사된 상태이다.

라) 방제법

○ 분근묘의 생산을 금지하고 실생파종묘를 양묘하여 조림한다.

○ 병든나무는 Oxytetracycline-HCL 1,000배액을 흉고직경 10cm당 1ℓ를 수간주입한다.

○ 매개충(담배장님노린재)에 의한 감염을 막기 위하여 7월상순 9월하순에 살충제(비피유제, 메프유제 등)를 2주 간격으로 살포한다.

(3) 해충의 생태와 방제

(가) 솔잎혹파리(Thecodiplosis japonensis)

1) 가해수종 : 소나무, 해송

2) 가해상태

가) 6월 하순부터 10월 하순까지 유충이 솔잎기부에 충영을 만들고 그 속에서 즙액을 흡즙한다.

나) 충영은 6월 하순부터 부풀기 시작하며, 피해잎은 성장이 정지되고 유충탈출 후 고사하게 된다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

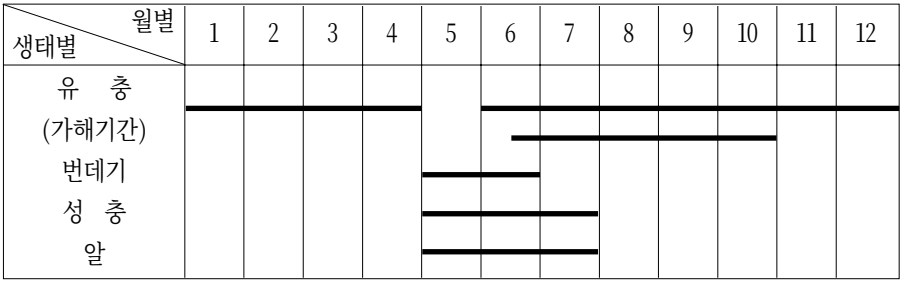
나) 지피물 밑이나 땅속에서 월동한 유충이 5월 상순 6월 상순에 번데기가 되고, 우화시기는 5월 중순부터 7월 상순이다.

다) 성충은 주로 오후에 활동하며 솔잎기부에서 2/3부위의 솔잎사이에 평균 6개씩 산란을하며, 총 110개 정도의 알을 낳고 죽으며, 수명은 1 2일이다.

라) 난기간은 5 6일이며, 부화한 유충은 솔잎기부의 즙액을 빨아먹고 자라며 잎의 기부가 부풀어 혹이된다. 충영당 유충수는 1 18(평균 5.7)마리이다.

마) 충영에서 유충의 탈출은 9월 하순에서 다음해 1월(최성기 11월 중순)로서 비가 오는날 또는 비가 온 후에 지표로 낙하한다(기온이 따뜻한 남부해안 지방에서는 충영속에 월동하는 경우도 있음).

바) 생활경과표



4) 방제방법

가) 수간주사

○ 대상지

- 임목을 존치하여야 할 특정지역 및 주요 지역
- 수간주사가 가능한 흉고직경 10㎝이상 임지(하층치수는 임내정리로 제거)
- 충영형성율이 20%이상인 임지
- 격년방제 원칙으로 하되 주요 특정지역 및 선단지역에 한하여 시·군계획 물량15% 범위에서 연년방제

○ 사용약제 : 포스팜 50% 액제

○ 실행시기 : 지역별 우화시기를 조사하여 적기에 방제를 실시한다(우화 최성기 5일전 최성기일로부터 15일째까지).

○ 실행방법

- 대상목의 흉고직경을 측정, 천공기로 소정개수의 구멍을 직경 1cm, 깊이 5 10㎝크기로 뚫고 약제주입기로 약제를 주입한다.
- 구멍뚫는 요령은 밑을 향해서 45。 되게, 나무줄기 주위에 고루 분포시켜 중심부를 비켜서 뚫는다.
- 대상지내 하층치수와 피압목 등 존치시킬 가치가 없는 나무는 수간주사 실행 전후에 제거 정리하여 방제효과를 제고시키도록 한다.

표 6 - 1 - 1. 그루당 약제주입 기준량

흉고직경	천공수	천공1개당 주입기준량	1본당 주입량	비 고
12㎝이하	1개	4㎖	4㎖	효과(살충율) : 80~95% 구제
14 16	2	4	8	
18 20	3	4	12	
22 24	4	4	16	
26 28	6	4	24	
30 32	7	4	28	
34 36	8	4	32	
38 40	10	4	40	
42 44	11	4	44	
46 48	12	4	48	
50 52	13	4	52	
54 56	14	4	56	
58 60	15	4	60	
62 64	16	4	64	
66 68	17	4	68	
70 72	18	4	72	

자료 : 산림청 훈령 제548호

나) 지면약제 살포

○ 대상지

- 선단지의 천적기생율이 10%이하인 임지
- 피해도 " 중 "이상이고 수간주사가 불가능한 치수림으로서 낙엽층이 얕은 임지
- 선단지의 피해확산 거점인 군상 발생지
- 상수원, 하천, 양어장 등에 약제유입 우려가 없는 임지

○ 사용약제 : 다수진 3% 입제

○ 사 용 량 : ha당 150kg

○ 실행시기 : 11월 하순　12월 상순

○ 실행방법

- 동력살포기의 노즐 구멍을 작게하고 반경 5m까지 약제가 살포되게 분사구의 높이를 조정한 후 느린 속도로 지면에 살포한다.
- 보행속도, 약제분사량은 처리약량이 전면적에 고르게 뿌려질 수 있도록 조절한 후 작업을 실시한다.
- 치수가 밀생하여 약제 살포가 불가능한 곳은 작업통로를 미리 만들어 놓고 살포한다.

○ 주의사항

- 작업중 마스크를 착용하고 약제가 피부에 닿지 않도록 한다.
- 작업 중 흡연, 음주를 금한다.
- 포장지는 소각하고 사용한 용기는 비눗물로 씻어서 보관한다.
- 약제살포지에는 사람의 입산이나 가축의 방목을 금한다.

다) 비료주기

○ 대 상 지 : 전년도 수간주사 실행지로서 수세회복을 촉진시켜야 할 임지

○ 실행시기 : 봄철: 3　4월, 가을철: 10월 하순　11월

○ 사 용 량 : ha당 350kg(일반복합비료 17-21-17)

○ 실행방법 : 전면 또는 단목에 지표를 파고 시비한 다음 흙으로 덮어준다.

라) 천적방제

○ 대 상 지 : 피해극심기를 지난 후방소생임지와 천적기생율이 저조한 임지(기생율 10% 미만)를 대상으로 한다.

○ 이식시기 : 솔잎혹파리 우화 최성기인 5월 하순　6월 하순

○ 이식방법 : 솔잎혹파리먹좀벌 또는 혹파리살이먹좀벌을 ha당 2만마리 기준으로 성충태로 이식한다.

마) 피해목 벌채

○ 대 상 지 : 소생가망이 없는 피해 "중"이상 지역으로서 벌채제거 후 내충성 경제수종으로 갱신하여야 할 임지를 우선 선정한다.

○ 벌채방법 : 피해목은 개벌 위주로 실시하되 현지 실정에따라 단목 제벌 또는 대상제벌(유령임분)도 병행할 수 있다.

○ 벌채시기 : 6　11월 중

바) 항공엽면시비 방제

○ 목적 : 솔잎혹파리 피해임지(엽면)에 항공기를 이용, 질소질 비료와 산화 마그네슘을 혼합살포하여 피해회복 촉진과 확산을 저지시키고자 한다.

○ 대 상 지 : 솔잎혹파리 선단지 및 집단피해지 중 주요 고속도로, 국·철도변과 관광사적지 우선 선정

○ 비종 : 요소(질소질 46%), 산화 마그네슘
○ 시비시기 : 신초 생장촉진과 피해회복을 위하여 5 6월 중에 실시
○ 농도 : 요소 2% 용액, 마그네슘 1%액
○ 살포요령
- 헬기 1대 1일 100ha기준
- ha당 100ℓ 살포
- 살포회수 : 1회 (헬기 살포면적은 헬기 기종에 따라 차이가 있음)

사) 천적미생물 백강균 살포
○ 대상지
- 피해도 50% 미만
- 보습력이 좋고 가급적 북향 임지
○ 실행시기
- 유충 낙하최성기 : 중부지방 : 11월 중, 남부지방 : 11 12월 중
- 월동 후 휴면종료기 : 4월 초순
○ 실행방법
- ha당 살포량 : pellet 25kg (포자25조개)
- 백강균 포자를 pellet태로 피해임지 지면에 살포한다.
- 백강균 포자를 물에 희석하여, 피해임지 지면에 살포한다.

(나) 솔껍질깍지벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)

1) 가해수종 : 해송, 소나무

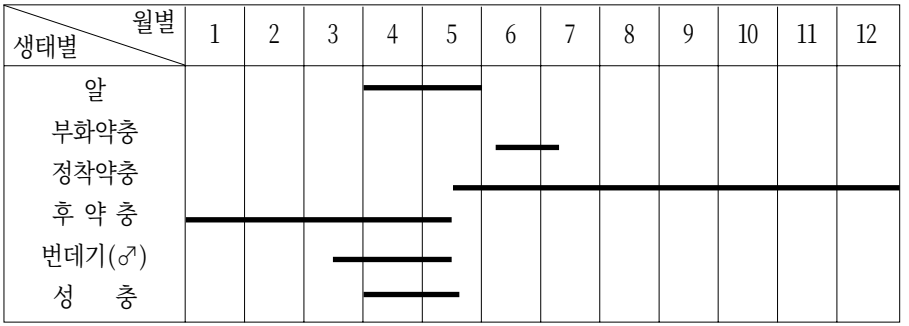
2) 가해상태
가) 유충이 가늘고 긴입을 나무에 꽂고 수액을 흡수, 가해하며, 피해를 받은 나무는 대부분 아랫 가지부터 적갈색으로 고사하며 3 5월에 가장 심하게 나타난다.
나) 소나무와 해송 모두를 가해하나 주로 해송에 큰 피해를 주고 있다.

3) 생활사
가) 수컷은 번데기 시기를 거치나 암컷은 후약충에서 직접 성충으로 우화한다.

알 →부화약충 → 정착약충 → 후약충 ↗ 성충(암컷)
(전약충) ↘ 전성충→번데기 →성충(수컷)

나) 주로 부화 약충이 바람에 날려 이동, 확산을 하나 가까운 거리에서는 간혹 알주머니가 바람에 날려 확산되기도 한다.

다) 년중 생활경과표



※ 1년에 1회 발생, 후약충으로 월동

4) 방제방법

가) 수간주사

○ 대상지

- 관광사적지, 도로변 등 경관보존지역
- 보안림 등 법적으로 보존시킬 지역
- 부락주변 마을 숲 우량 해송림
- 기타 보존이 필요한 지역

○ 사용약제 : 포스팜 50% 액제

○ 실행시기 : 12월

○ 실행방법 : 솔잎혹파리 수간주사요령에 준하여 실시하되 다음 기준에 따라 약제를 주입한다.

표 6 - 1 - 2. 솔껍질깍지벌레 수간주사 기준표

흉고직경	천공수	천공1개당 주입기준량	1본당 주입량	비 고
10 12㎝	2개	4㎖	8㎖	30㎝ 이상의 대경목은 주입병 사용이 바람직함
14 16	4	4	16	
18 20	6	4	24	
22 24	8	4	32	
26 28	10	4	40	
30 32	11	4	44	
34 36	13	4	52	
38 40	15	4	60	
42 44	17	4	68	
46 48	19	4	76	
50 52	21	4	84	
54 56	23	4	92	
58 60	25	4	100	

자료 : 산림청

나) 피해목벌채

○ 대 상 지 : 피해정도가 "중"이상으로서 방제하여도 소생가망이 없거나 생립목의 형질불량등으로 수종갱신이 필요한 피해임지를 선정한다.

○ 실행방법 :솔잎혹파리 피해목 벌채요령에 준하여 실시한다.

다) 항공약제살포

○ 대상지는 피해선단지와 대면적 피해 발생임지를 선정한다.

○ 실행시기는 후약충기인 2월 하순~3월에 임업연구원의 기술지도를 받아 실시한다.

○ 사용약제는 부프로페진 40% 액상수화제를 50배액으로 희석하여 ha당 100ℓ를 살포한다.

○ 세부 실행요령은 산림병해충 항공방제요령에 의한다.

※ 사용약제인 부프로페진 40% 액상수화제는 저공해 약제이고 살포시기가 2월 하순 3월로서 천적이나 양봉, 양잠 등에 미치는 영향이 거의 없으나 항공방제 요령에 의하여 계도한다.

(다) 솔나방(송충) *(Dendrolimus spectabilis)*

1) 가해수종 : 소나무, 해송, 리기다소나무 등

2) 가해상태

가) 유충이 잎을 갉아먹으며 피해를 심하게 받은 나무는 고사한다.

나) 유충의 가해시기는 4월 상순부터 7월 상순까지, 8월 상순부터 11월 상순까지로, 일생동안 평균 64m의 솔잎을 먹는다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

나) 부화유충은 4회 탈피후 월동하며, 4월 상순부터 잎을 가해하기 시작한다.

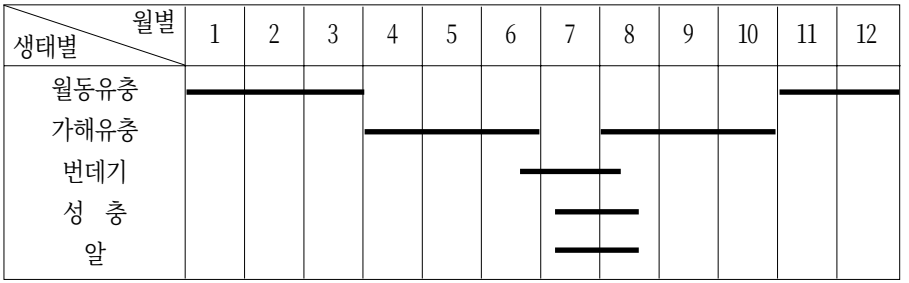
다) 6월 하순부터 솔잎사이, 가지사이, 나무줄기 등에서 번데기가 되며, 번데기의 기간은 20일 내외이다.

라) 성충은 7월 하순부터 8월 중순에 나타나고, 수명은 7 9일정도이며, 500개내외의 알을 솔잎위에 무더기(60 80개정도씩)로 낳고 죽는다.

마) 산란기간은 5 7일이고, 부화율은 99%내외이며, 8월 상순부터 어린유충이 솔잎을 가해하기 시작한다.

바) 11월 초 기온이 10℃이하로 내려가면 나무줄기를 따라 내려와서 지표부근의 나무껍질사이, 돌, 낙엽밑에서 월동한다.

사) 생활경과표



4) 방제방법

가) 약제살포

춘기(4월 중순 6월 중순)와 추기(9월 상순 10월 하순) 유충이 솔잎을 가해할 때 약제를 살포한다.

표 6 - 1 - 3. 약제 살포

약 종	ha 당 사 용 량	희 석 비 교		사 용 장 비
		항 공	지 상	
주론수화제 25%	166gr	180배	6,000배	항공기 · 분무기
크로르푸루아 5% 유제	166㎖	-	6,000배	항공기 · 분무기

나) 유충포살

춘기(4월 중순 7월 상순) 유충이 소나무잎을 가해할 때 솜방망이로 석유를 묻혀 죽이거나 집게 또는 나무젓가락으로 유충을 잡아 죽인다.

다) 번데기 채취

6월 하순부터 7월 중순 소나무잎에 붙어 있는 고치 속의 번데기를 집게로 따서 죽이거나 소각한다.

라) 성충유살

7월 하순부터 8월 중순까지 성충활동기에 피해임지내 또는 그 주변에 수은등이나 기타 등불을 설치하고 그 밑에 물그릇을 놓아 나방이 빠져죽게 하거나 흡입포충기를 설치하여 나방을 유살한다.

마) 알덩어리 제거

7월 하순부터 8월 중순까지 성충이 소나무잎에 무더기로 낳아 논 알덩어리가 붙어있는 소나무 가지를 잘라서 죽이거나 소각한다.

바) 잠복소 설치

○ 설치재료 : 가마니, 거적, 볏짚, 새끼줄

○ 설치시기 : 10월 중

○ 설치방법 : 가마니, 거적 또는 볏짚을 지상 1m 정도 높이의 수간에 폭 30㎝(볏짚의경우는 두께 3㎝)되게 상·하를 새끼줄로 묶는다. 하부는 설치 후에 새끼줄이 밖에서 보이지 않도록 단단히 묶은 후, 위로 걷어 올려 상부를 묶되, 유충이 들어 갈 수 있도록 느슨하게 묶는다.

○ 잠복소 제거 소각 : 전년도 10월에 설치한 잠복소를 3월 상순 이전에 제거하여 천적 등의 탈출기간(2 3일) 이후에 월동 유충을 소각한다.

(라) 미국흰불나방(*Hyphantria cunea*)

1) 가해수종 : 버즘나무, 벚나무, 단풍나무, 포플러 등 활엽수 160여종

2) 가해상태

1년에 보통 2회 발생하는데 2화기에 피해가 심하며, 유충이 잎을 식해한다. 제 1화기 유충은 5월 하순부터 7월하순, 제 2화기 유충은 8월 상순부터 10월 상순에 발생하며, 제 4령기까지는 거미줄로 잎을 쌓고 그 속에서 군서생활을 하면서 엽육만을 먹으며, 5령기 이후는 흩어져서 엽맥만 남기고 잎을 먹는다.

3) 생활사

가) 제 1화기

○ 나무껍질사이 또는 지피물 밑에서 고치를 짓고 월동한 번데기는 5월 중순 6월 상순에 제 1화기 성충이 되어, 600 700개씩 산란하며, 수명은 4 5일이다.

○ 난기간은 약 9일이며, 난괴는 성충의 백색체모와 인편으로 덮여있다.

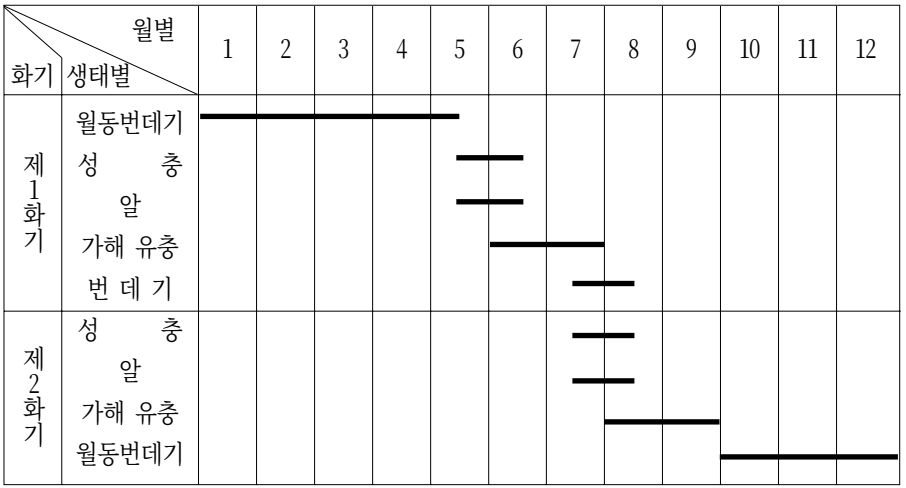
○ 5월 하순부터 부화한 유충은 4령기까지 군서생활을 하며, 5령기부터 흩어져서 엽맥만 남기고 7월 하순까지 갉아 먹는다.

○ 유충기간은 40일 내외이며 노숙유충은 나무껍질 밑, 지피물밑, 잡초의 뿌리근처 등에서 고치를 짓고 번데기가 되며, 번데기의 기간은 약 12일이다.

나) 제 2화기

제 2화기 성충은 7월 하순부터 8월 중순에 우화하여 산란하고, 성충의 수명은 4일 내외이며, 알기간은 7일 내외이고, 유충기간은 50일 내외이며 번데기로 월동한다.

다) 생활경과표



4) 방제방법

가) 약제살포

5월 하순 10월 상순까지 잎을 가해하고 있는 유충을 다음과 같이 약제살포하여 구제한다.

표 6 - 1 - 4. 약제살포

약 종	ha당 사용량	희석비율		사용장비
		항공	지상	
주론수화제 25%	166gr	180배	6,000배	헬기 · 분무기
크로르푸루아주론유제 5%	166㎖	180배	6,000배	

나) 번데기 채취

나무껍질사이, 판자틈, 지피물 밑, 잡초의 뿌리근처등에서 고치를 짓고 있는 번데기를 년중 채취한다. 특히 10월 중순부터 11월 하순까지, 다음해 3월 상순부터 4월 하순까지 월동하고 있는 번데기를 채취하면 방제에 효과적이다.

다) 알덩이 제거

5월 상순 8월 중순 사이에 알덩어리가 붙어 있는 잎을 제거하여 소각한다.

라) 군서유충 포살

5월 하순 10월 상순까지 잎을 가해하고 있는 군서유충을 채취하여 포살한다.

마) 성충 유살

5월 중순부터 9월 중순의 성충 활동시기에 피해임지 또는 그 주변에 유아등이나 포충기를 이

용하여 성충을 포살한다.

바) 잠복소 설치

8월중순에 피해목의 수간에 가마니, 거적 또는 볏짚으로 잠복소를 만들어 주어 그 속에서 월동하는 번데기를 3월에 제거하여 소각한다.

※ 잠복소 설치 및 제거요령은 솔나방과 같음.

(마) 오리나무잎벌레(*Agelastica coerulea*)

1) 가해수종 : 오리나무류, 박달나무 등

2) 가해상태

유충과 성충이 잎을 식해한다. 유충은 잎살만을 먹고, 성충은 주맥만 남기고 먹는다. 유충이 엽육만을 먹기 때문에 잎이 붉게 변색되어 멀리서도 쉽게 식별할 수 있다. 피해가 해마다 거듭되면 임목이 고사하는 경우도 있다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

나) 성충은 4월 하순부터 어린잎을 식해하며, 5월중 6월 하순에 오리나무 잎 뒷면에 60개 내외씩 알을 무더기로 낳는다. 성충의 수명은 320 360일이다.

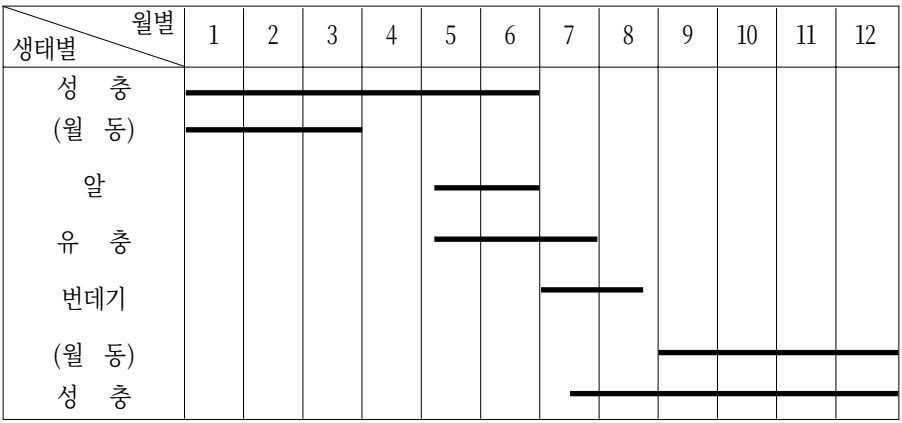
다) 암컷 한마리의 산란수는 300개 내외이며, 산란기간은 11 12일이다.

라) 부화 유충은 잎뒤에서 머리를 가지런히 하고 가해하다가 성장하면 나무 전체에 흩어져서 가해한다.

마) 성숙한 유충은 6월 하순 7월 하순 사이에 땅속으로 들어가 번데기가 되며, 번데기의 기간은 약 3주일이다.

바) 7월 중순부터 우화한 성충은 잎을 식해한 후 8월 하순부터 지표에 떨어져 지피물 밑 또는 흙속에서 다음해 4월 중순까지 성충으로 월동한다.

사) 생활경과표



4) 방제방법

가) 약제살포

5월 하순 7월 하순까지 유충 가해기에 싸이스린액제, 디프수화제를 수관에 살포한다.

나) 성충포살

월동한 성충이 어린잎을 식해하고 있는 4월 하순 6월 하순과 새로 나온 성충의 가해기인 7월 중순 8월 하순 사이에 성충을 포살한다.

다) 알덩이 제거

5월 중순 6월 하순 사이에 알덩어리가 붙어 있는 잎을 제거하여 소각한다.

라) 유충포살

5월 하순 6월 하순 사이에 군서유충을 포살한다.

(바) 잣나무넓적잎벌(*Acantholyda parki*)

1) 가해수종 : 잣나무

2) 가해상태

피해를 받은 나무는 대부분 수관 상부에서부터 가지가 앙상하게 나타나기 시작하며, 피해발생 후 3 4년이 경과하면 잎은 거의 없고 임목은 고사현상이 나타난다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생하며, 약 2%가 2년에 1회 발생한다.

나) 5 25㎝ 깊이의 땅속에서 월동한 유충은 5월 하순 7월 중순에 번데기가 된다.

다) 성충의 우화기는 6월 상순 7월 하순(최성기 7월 상순)으로 약 45일간이다.

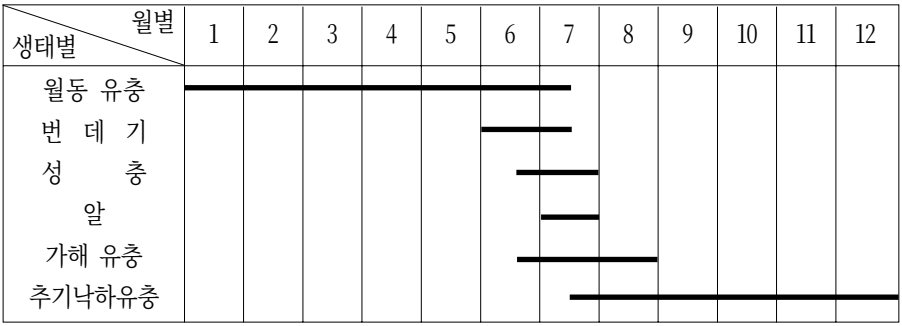
라) 우화한 성충은 풀잎, 나무잎 또는 나무가지에서 교미와 동시에 잣나무잎 끝 부분에 산란하며 난기간은 10일 내외이다.

마) 부화 유충은 잎기부로 내려와 실을 토하며 원통형의 집을 짓고 그 속에서 잎을 절단하여 섭식한다.

바) 유충기간은 약 20일이며, 4회 탈피, 일생동안 약 9.5m의 잎을 섭식하며, 그 중 4 5령기(약 10일동안)에 80%이상을 가해한다.

사) 노숙한 유충은 7월 중순 8월 하순에 지표에 낙하한 후 땅속에서 흙집(토와)을 만들고 그 속에서 월동한다.

아) 생활경과표



4) 방제방법

가) 약제살포

○ 방제시기 : 잣나무잎을 가해하는 수상의 유충기 (7월 중순 8월 중순)

○ 유효약종 : 주론(Zuron) 25% 수화제

○ 효 과 : 90%이상(살충율 및 구제율)

표 6 - 1 - 5. 살포방법

구 분	약 종	살포농도	소요량(ha당)		살포회수	살포시기
			약 량	희 석 액		
항 공 살 포	주론	180배	0.166kg	50 ℓ	1 2회	7월 중순 하순
지 상 살 포	주론	6,000배	0.166kg	1,000 ℓ	1 2회	7월 중순 하순

※ 지상살포 약량(희석액)은 25년생 표준임지 기준임

나) 인공포살

땅속에서 서식하는 유충을 9월 익년 4월 사이에 호미나 괭이로 굴취하여 태워 죽인다.

(사) 작은별긴하늘소(황철나무알락하늘소) (*Compsidia populnea*)

1) 가해수종 : 포플러류

2) 가해상태

유충이 수피속을 가해하다가 성장함에 따라 목질부로 뚫고 들어가 갱도를 만들고, 가해부위는 둥글게 혹이 생긴다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

나) 5월 초순 5월 하순에 성충이 우화하며, 수명은 9 11일이다.

다) 산란은 기주식물의 수피속에 1개씩 산란하며, 난기간은 7 14일이다.
라) 유충기는 6월 초순 익년 4월 초순으로 6월 초에 부화하여 9월 하순에 노숙유충이 된다.
마) 유충은 가지속에 갱도를 만들고 그 속에서 월동하여 4월 초순에 번데기가 되며 번데기 기간은 1개월이다.

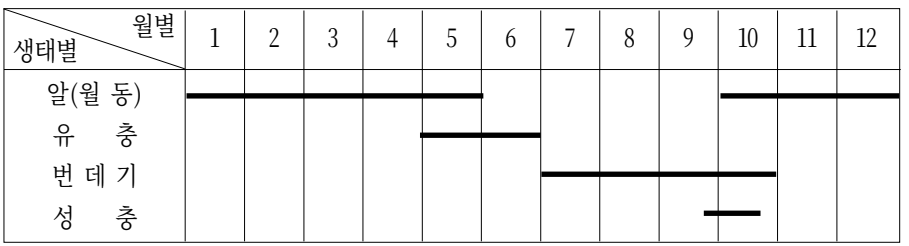
4) 방제방법
가) 성충우화 최성기인 5월 중순에 합성피레스로이드계 살충제(싸이스린유제 2%)를 1,000배로 희석하여 수관에 살포한다.
나) 우화 최성기를 전후 3 4일 간격으로 살포하는 것이 효과적이다.
다) 피해를 받은 가지나 수간은 발견 즉시 절단 소각한다.

(아) 어스렝이나방(*Dictyoploca japonica*)

1) 가해수종 : 밤나무, 푸라타나스, 호도나무 등

2) 가해상태
가) 5월 상순 7월 상순 사이에 유충이 잎을 식해하며, 처음에는 나무줄기에 모여 살다가, 점차 나무 전체에 흩어져서 잎을 갉아 먹는다.
나) 많이 발생하면 잎을 하나도 남기지 않고 먹으므로, 피해가 몇해 동안 계속되면 나무가 고사한다.

3) 생활사
가) 1년에 1회 발생한다.
나) 알이 부화하여 5월 상순 5월 하순 사이에 유충이 되고
다) 유충은 5월 상순 7월 상순까지 약 60일간 잎을 가해하며, 부화초기의 유충은 나무줄기에 모여 살다가, 점차 분산하여 가해한다.
라) 노숙 유충은 6월 하순 7월 하순에 가지사이나 잎사이에 고치를 짓고, 그속에서 6월하순 9월 하순까지 90 100일동안 번데기로 있다가, 9월 하순부터 우화하여 성충이 되며, 성충은 불빛을 좋아한다.
마) 성충은 9월 하순부터 10월 중순에 수간 역지의 아랫쪽 나무껍질위에 1마리당 300개 내외 산란을 하며, 9월 하순부터 다음해 5월 하순까지 알로서 월동한다.
바) 생활경과표



4) 방제방법

가) 약제살포

5월 중순 - 7월 상순 유충 가해기에 다음과 같이 약제를 살포한다.

약 종	ha당 사용량	희석배율		사 용 장 비
		항 공	지 상	
디프수화제 80%	0.67g	50배	1,500배	항공기, 분무기

나) 알덩이 제거

9월 하순 ~ 다음해 5월 하순까지 월동중인 알덩이를 제거한다.

다) 유충 포살

5월 상순 ~ 7월 상순까지 유충 가해기에 유충을 잡아 죽이며, 특히 나무줄기에 모여 있는 부화초기의 군서유충을 제거하는 것이 효과적이다.

라) 번데기 채취

6월 하순 ~ 9월 상순까지 나무가지 사이나 잎사이에 망상으로 고치를 짓고 있는 번데기를 잡아서 죽인다.

마) 성충유살

성충은 불빛에 잘 모여들므로 9월 중순 ~ 10월 중순사이에 피해임지 또는 주변에 수은등이나 기타 등불을 설치하고 그 밑에 물그릇을 놓아 성충을 빠져 죽게 하거나 흡입포충기를 설치하여 유살한다.

(자) 소나무좀(*Tomicus piniperda*)

1) 가해수종 : 소나무, 해송, 잣나무

2) 가해상태

가) 3월 하순 4월 상순에 월동성충이 채취된 원목이나 수세가 쇠약한 나무의 수피를 뚫고 침입하여 형성층(나무껍질과 목질수사이의 연한 부분)에 산란한다.

나) 부화한 유충이 4월 중순 6월 상순까지 수피밑을 식해하여 수목의 양분과 이동을 단절시켜 임목을 고사시킨다.

다) 6월 초부터 우화하여 새로 나온 성충은 신초를 가해하여 고사시키는 후식피해를 준다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

나) 월동 성충이 3월 하순 4월 상순에 벌채된 나무나 수세가 쇠약한 나무의 수피밑 형성층에 10㎝가량 길이의 굴(母坑)을 만들고, 60개 내외의 알을 낳는다.

다) 산란기간은 12 20일이며, 4월 상순부터 부화한 유충은 모갱과 직각방향으로 먹어 들어간다.

라) 5월 하순 6월 하순 노숙유충은 유충갱 끝에서 번데기가 된다.

마) 6월 초순부터 성충이 우화하여, 10월 하순까지 소나무 새순에 구멍을 뚫고 먹어 들감으로서 새순은 적갈색으로 되어 고사한다. 1년에 1마리가 3개 이상의 새순을 가해한다.

바) 성충은 11월부터 수간의 지면 가까운 부분이나 뿌리 근처의 수피 틈에서 월동한다.

사) 생활경과표

생태별 \ 월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
성 충	━	━	━	━		━	━	━	━	━	━	━
알				━								
유 충				━	━							
번 데 기						━						

4) 방제방법

가) 이목설치 및 제거소각

2 3월에 이목(먹이나무: 반드시 동기에 채취된 것으로 사용하여야 함)을 설치하여, 월동성충이 여기에 산란하게 한 후 5월에 이목을 박피하여 소각한다.

나) 수피제거

동기채취목과 벌근은 익년 5월 이전에 껍질을 벗겨서 번식처를 없앤다.

다) 고사목 벌채

○ 수세가 쇠약한 나무, 설해목등 피해목 및 고사목은 벌채하여 껍질을 벗긴다.

○ 임목벌채를 하였을 경우에는 임내정리를 철저히하여 임내에 지조(나무가지)가 없도록 하고 원목은 반드시 껍질을 벗기도록 한다.

(차) 도토리거위벌레(*Mechoris ursulus*)

1) 가해수종 : 참나무류 구과

2) 가해상태

가) 성충이 도토리에 주둥이로 구멍을 뚫고 산란한 후, 도토리가 달린 가지를 잘라 땅으로 떨어트린다.

나) 알에서 부화한 유충이 과육을 식해한다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

나) 노숙유충이 땅속에서 흙집(토굴)을 짓고 월동하며 5월 하순경에 번데기가 되기 시작하여

6월 중순에 성충이 되고 최성기는 7월 상순이다.

다) 성충은 도토리에 주둥이를 꽂고 과육을 식해하며 생활한다.

라) 성충의 산란수는 20 30여개이며, 도토리에 산란관을 꽂고 1회에 1 2개씩 낳는다.

마) 유충은 구과의 과육을 섭식하다가 20여일후에 피해과에서 뚫고 나와 땅속으로 들어가 월동한다.

4) 방제방법

가) 성충이 산란하고 떨어뜨린 구과를 수집 · 소각한다.

나) 8월 초를 전후 10일간격으로 1 2회 파프유제, 싸이스린유제 등을 수관에 살포한다.

(카) 느티나무벼룩바구미(*Rhynchaenus sanguinipes*)

1) 가해수종 : 느티나무

2) 가해상태

가) 유충과 성충이 엽육을 식해한다.

나) 피해엽은 망상이 되어 점차 적갈색으로 변한다.

다) 피해가 심할때는 마치 단풍이 든 것처럼 보인다.

3) 생활사

가) 1년에 1회 발생한다.

나) 성충으로 월동하며 4월부터 출현하여 잎을 가해하면서 잎표면에 2개씩 산란한다.

다) 부화유충은 엽육을 가해한 후 5월 상순부터 번데기가 된다.

라) 신성충은 5월 상순 6월 상순까지 우화하며 10월까지 활동하는 것을 볼 수 있다.

마) 기주식물의 수피틈에서 월동하고 있는 성충을 발견할 수 있다.

4) 방제방법

번데기기간인 5월 중순에 메프유제 1,000배액을 수관에 살포한다.

(타) 버즘나무방패벌레(*Corythucha ciliata*)

1) 가해수종 : 버즘나무류, 물푸레나무류, 닥나무

2) 가해상태

가) 약충이 버즘나무류의 잎뒷면에 모여 흡즙가해 한다.

나) 응애류에 의한 피해와 비슷하나 가해부위에 검은색의 배설물과 탈피각이 붙어있어 구분된다.

다) 임목을 고사시킬 정도로 심한 피해를 주지 않으나 가로수인 버즘나무의 잎을 변색시켜 경관을 크게 해친다.

3) 생활사

가) 1년에 2회 발생한다.

나) 성충으로 월동하며, 잎뒷면에 산란한다.
다) 산란기간은 2~3주이며, 약충기간은 5~6주이다.

4) 방제방법
피해 발견 즉시 메프유제, 에토펜프록스유제 등을 수관에 살포한다.

(파) 밤바구미(*Curculio sikkimensis*)

1) 가해수종 : 밤나무종실, 참나무류 종실

2) 가해상태
가) 유충이 과육을 먹고 자란다.
나) 배설물을 밖으로 내보내지 않기 때문에 밤을 수확하여 쪼개 보거나 또는 유충이 탈출하기전 까지는 피해를 식별하기 어렵다.
다) 조생종보다 만생종에 피해가 많다.
라) 밤송이의 자모(刺毛)밀도가 높은 품종에 피해가 적다.

3) 생활사
가) 년1회 발생하나 한세대를 거치는데 2년이 걸리는 개체도 있다.
나) 9월하순 이후에 노숙유충이 땅속 15cm이내 깊이에 흙집을 짓고 월동한다.
다) 이듬해 7월중순부터 땅속에서 번데기가 된후 약 2주 후에 우화하며, 우화초기의 성충은 8월중순~10월에 땅속에서 나온다. 우화 최성기는 9월중,하순이다.
라) 성충의 생존기간은 30일 이다.
마) 과육과 종피사이에 1~2개의 알을 낳으며, 밤 1개당 산란수는 2~8개이다.
바) 산란기간은 8월중순~10월중순 까지이나 최성기는 9월중,하순이다.
사) 밤속에서 유충이 가해하는 기간은 20~25일 이다

4) 방제방법

가) 약제살포
○ 9월상순부터 10일간격으로 파프분제 10ha당 10kg을 살포한다.
○ 파프유제 1000배액 또는 파프, 나크, 디프수화제 800배액을 1~2회 살포한다.

나) 과실 훈증법
○ 알 또는 어린 유충기에 용적 1㎥당 인화늄정제 3~6g을 투입하여 20℃이상에서 24시간 훈증한다.
○ 이류화탄소로 훈증할 경우 25℃에서 용적 1㎥당 80㎖를 투입하여 18~24시간 훈증한 후 그늘에서 습기를 제거하여 저장한다.
○ 메진브로마이드 훈증은 용적 1㎥당 50g을 투입하여 20℃에서 2시간 훈증한다.(3시간이상 훈증하면 약해가 발생하기 쉽다.)
※ 훈증제는 맹독성으로 중독위험이 있으므로 취급시 안전사고에 유의해야 한다.

표 6 - 1 - 6. 주요병해충 연도별 발생밀도

연 도	솔 잎 혹 파 리		소나무재선충	솔 나 방	
	충영형성율	천적기생율	감염 본수	춘기 밀도	추기 밀도
1968	- %	- %	- 본	0.85마리	0.51마리
1969	-	-	-	0.32	0.37
1970	-	-	-	0.89	1.70
1971	-	-	-	1.01	0.61
1972	-	-	-	0.82	0.38
1973	-	-	-	0.44	0.34
1974	-	-	-	0.62	1.15
1975	-	-	-	0.54	0.68
1976	-	-	-	0.21	0.16
1977	-	-	-	0.27	0.18
1978	-	-	-	0.10	0.06
1979	-	-	-	0.12	0.14
1980	18.9	7.9	-	0.10	0.09
1981	18.9	8.7	-	0.14	0.20
1982	13.4	10.2	-	0.31	0.08
1983	13.3	10.2	-	0.01	0.05
1984	16.2	9.7	-	0.01	0.02
1985	17.0	10.1	-	0,01	0.02
1986	19.9	11.4	-	0.02	0.06
1987	22.6	12.0	-	0.12	0.12
1988	23.3	11.7	-	0.10	0.06
1989	16.5	12.1	1,598	0.05	0.06
1990	17.1	12.3	24	0.05	0.04
1991	19.7	12.5	26	0.05	0.03
1992	17.9	11.7	29	0.16	0.06
1993	22.2	13.7	124	0.11	0.07
1994	15.6	9.9	243	0.04	0.06
1995	17.4	12.4	457	0.02	0.33
1996	18.1	11.8	259	0.01	0.12
1997	18.3	10.6	544	0.21	0.00

자료 : 산림병해충 발생예찰 조사년보, 1968 ~ 1997

연 도	잣나무넓적잎벌	미 국 흰 불 나 방		오 리 나 무 잎 벌 레	
	토중유충밀도(마리)	1 화 기(%)	2 화 기(%)	난괴 밀도(개)	성충 밀도(마리)
1968	-	23.1	30.4	-	-
1969	-	40.0	57.9	-	-
1970	-	14.7	34.5	-	-
1971	-	25.5	42.4	-	-
1972	-	24.0	34.3	-	-
1973	-	13.6	34.9	-	-
1974	-	22.6	48.4	-	-
1975	-	21.0	49.7	-	-
1976	-	18.1	40.8	-	-
1977	-	13.5	38.6	-	-
1978	-	21.0	39.1	-	-
1979	-	25.5	29.9	-	-
1980	-	18.1	16.8	3.7	-
1981	-	18.4	19.7	2.9	-
1982	-	17.6	29.5	4.0	-
1983	-	17.4	26.4	1.3	-
1984	18.3	19.9	31.6	1.5	9.7
1985	14.7	15.8	27.1	3.2	6.1
1986	23.3	8.5	18.7	3.6	3.7
1987	26.2	10.1	15.1	4.3	3.1
1988	12.3	9.1	9.5	2.9	1.8
1989	1.8	4.1	12.7	2.2	1.9
1990	1.8	1.1	8.4	2.1	3.4
1991	2.8	7.1	11.6	2.5	3.6
1992	5.3	4.9	11.4	2.1	1.8
1993	9.4	4.9	8.5	1.8	2.7
1994	82.2	5.8	4.0	1.8	1.7
1995	17.4	0.7	7.0	0.8	1.9
1996	35.3	2.5	7.0	0.7	1.9
1997	7.2	3.5	7.8	0.9	2.6

※ 단위 : 잣나무넓적잎벌 개체수/㎡, 오리나무잎벌레 개체수/100엽

자료 : 산림병해충 발생예찰 조사년보, 1968 ~ 1997

2. 기상재해관리

(1) 풍해

(가) 피해특징

입목의 수간, 뿌리, 잎 등 각 부위에 여러 가지 형태로 나타나는데 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 초두부 : 휘거나 부러짐
- 수 간 : 절단, 갈라짐(할열), 휨, 나이테 박리, 변재부 섬유 절단
- 뿌 리 : 뽑힘, 뿌리 절단
- 가 지 : 부러짐
- 잎 : 탈락 혹은 변색

풍해피해 가운데 가장 많이 일어나는 피해는 뿌리 뽑힘에 따른 도복과 수간 절단이다. 도복과 수간 절단 피해는 수종에 따라 다르게 나타난다. 낙엽송의 경우 도복 피해가 가장 많으며, 수간 절단 피해는 그리 문제가 되지 않는다. 이에 반하여 소나무는 도복보다는 수간 절단 피해가 크다. 전나무, 가문비나무는 양자의 중간 정도이나 소나무에 가까운 피해 양상을 띄는 경우가 많다.

풍해는 폭풍에 의해 일어나며 돌발적으로 짧은 시간에 일어나게 되나, 개개 입목의 최종적 피해 형태는 순간적으로 발생한 작은 파괴가 누적된 결과로 나타나게 된다. 즉 나무가 기울거나 휘어지는 피해는 도복이나 수간 절단 피해가 일어나는 도중의 형태이며, 나이테의 박리나 변재부 섬유 절단과 같은 것은 초기 피해 형태이다.

나이테 박리와 변재부 섬유 절단 피해는 풍해지의 잔존 입목에서 흔히 일어나게 되는데 외견상 피해가 없으므로 흔히 지나쳐 버리기 쉬운 피해이다. 그러나 나중에 수확하여 제재할 때 수간의 풍하 부위는 압축에 의한 파괴, 풍상 부위는 옆으로 갈라지는 현상이 나타나게 되므로 이용시 큰 지장이 있는 경우가 많다.

(나) 방제법

풍해 피해가 큰 곳의 잔존 입목은 피해가 없는 듯 보여도 수간에 상처를 입거나 뿌리와 토양 사이에 공간이 생기게 된다. 풍해 피해가 큰 경우, 피해목 처리에 오랜 시간이 걸리게 되므로 충해(蟲害)방제에 철저히 대비해야 한다.

태풍이나 폭풍은 진로의 우측이 좌측보다 강하므로 가장 위험한 폭풍의 방향은 일반적으로 동남쪽에서 남서쪽 사이이다. 또한 과거 풍해가 있었던 곳은 앞으로도 피해가 일어날 가능성이 있는 입지이므로 기록이나 인근 주민의 기억을 청취할 필요가 있다.

풍해는 상당히 격렬한 재해로서 완전한 회피는 어려우나 위험 지구에 대해 다음과 같은 내풍력을 강하게 하는 육림법이 피해경감에 효율적이다.

○ 내풍력이 강한 수형을 가진 품종 선발

○ 소식 조림에 의해 수간과 뿌리 발달을 촉진
○ 간벌은 약도로 실시하되 실시 회수를 늘림
○ 과도한 가지치기를 하지 않고 숲가장자리나무(임연목)에 대해서는 가지치기를 실시하면 안됨
○ 잡목솎아베기와 간벌시 밀도를 고르게 실시
○ 임내에 빈 공간이 없도록 할 것
○ 풍해나 병충해로 생긴 임내의 공간에는 즉시 조림
○ 노령임분은 가능한 한 조속 갱신
○ 조림지 내에 내풍력이 큰 수종을 대상(帶狀) 혹은 군상(群狀)으로 식재하여 혼효림 조성

또한 주능선과 소능선 상에 보호수대를 조성하여 조림지를 에워싸거나, 소면적 구획 벌채에 의해 신식 조림지와 보잔임분을 교호로 배치하는 방법도 있다.

(2) 수해

(가) 피해특징

호우, 융설 등에 의해 발생되는 산사태, 토석류(土石流)와 홍수에 의한 계안 붕괴 및 계안 침식에 의해 일어난다. 피해가 발생하면 피해임목의 회수가 곤란하므로 산림 피해 가운데 가장 심한 피해이다.

- 매몰 : 입목이 토사에 의해 매몰되는 피해로서, 피해회복이나 피해목의 이용이 어려운 경우가 많다.
- 침수·수몰 : 입목이 장기간 침수되어 정상생육이 곤란해지는 피해로서, 유령목은 회복이 곤란하며 장령목은 회복되는 경우도 있으나 생사여부를 단정하는데 시간이 걸리는 특징이 있다.
- 유실 : 계안붕괴나 토석류에 의해 입목이 이동되어 유실되는 피해를 말하며, 유실된 임목의 회수나 이용이 어려운 경우가 많다.
- 도복 : 사면 토층의 붕괴나 활락에 의해 입목이 뽑히는 피해로서, 피해 장령목의 이용은 가능한 경우가 많다.

(나) 방제법

수해를 저감시키기 위해서는 산사태나 홍수 발생을 방지하는 것이 우선이다. 산사태 예방은 경사 30~40도 지역에 심근성 수종으로서 많은 양의 뿌리를 가진 산림을 조성하며 택벌과 같은 비개벌 시업을 하여 장벌기로 하는 것이 유리하다. 계안 붕괴를 방지하기 위해서는 계안의 급사면에 대한 산각 고정이나 계간수로내기를 실시하여 계안 및 냇바닥침식을 경감시켜야 한다.

토석류의 방지를 위해서는 붕괴발생 예방과 냇바닥에 불안정한 상태로 퇴적되어 있는 토사 및 자갈을 고정해야 한다. 또한 저사를 위한 대규모 댐도 필요하다.

홍수 방지를 위해서는 유역 산림의 홍수 방지 기능을 높여야 하므로 대면적 개벌을 피하고 심근성 수종을 조림하고 복층림으로 유도하는 것이 바람직하다.

(3) 설해

(가) 피해특징

다량의 적설에 의한 하중과 적설의 이동에 의한 압력 및 충격에 의해 임목이 휘거나 수간 절단, 뿌리가 뽑혀 도복되는 피해로서, 관설해(冠雪害)와 설압해(雪壓害)가 있다.

기계적인 피해는 우발적 기상재해로서 이를 예지하여 대책을 강구하기는 어려우나, 생리적 피해는 다설지대에서 항상 일어나므로 적지판정, 무육 등으로 대응할 수 있다.

관설해의 경우, 침엽수 인공일제림은 활엽수림에 비해 피해가 크고, 소경목은 휨 피해가 많으며 흉고직경 15㎝이상의 임목은 수간절단 피해가 많다. 수간절단 피해가 일어나는 부위는 수관하부가 가장 많고 초두부, 지제부 순으로 발생 빈도가 낮다.

「입목 형상비 = 수고 / 흉고직경」이 90을 넘으면 피해 받을 위험이 크고, 70 이하인 경우는 위험도가 낮다.

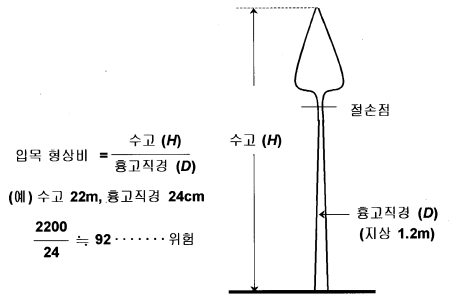


그림 6-2-1. 입목형상비에 의한 관설해 위험도 판정법

(나) 방제법

1) 관설해(冠雪害)

수관이 작으며 가늘고 긴 입목에 발생하기 쉽다. 즉 간벌 시기를 놓친 일제림이 가장 위험하므로 형상비가 60~70이 되도록 간벌을 실시할 필요가 있다. 수관이 편의(偏倚)된 것이나 덩굴이 감겨 있는 나무는 관설해를 받기 쉽다.

2) 설압해(雪壓害)

다설 지대의 유령목은 매년 적설기에 눈에 묻혀 휘어졌다가 눈이 녹으면 바로 세워져 생장하는 현상의 반복으로 지제부가 휘어지게 된다. 따라서 생장기에 곧게 자랄 수 있는 상태를 유지할 수 있는 무육이 필요하다.

이를 위해서는 뿌리가 잘 발달하고 아랫가지가 많이 붙어 있는 묘목을 골라 식재하고, 밑풀깎기를 실시하여 피압에 의한 아랫가지 고사를 방지해야 한다. 아랫가지 발육이 왕성한 나무는 뿌리발달이 촉진되므로 설압에 견디는 원동력이 된다.

(4) 가뭄피해(한해)

(가) 피해특징

무강수 기간이 계속되어 토양수분이 부족하게 되는 경우 생리적으로 세포의 수분이 결핍되어 생육이 억제되거나 고사하는 피해이다. 일반적으로 수간, 가지, 잎으로 부터의 증산량(수분의 지출)과 뿌리로부터의 흡수량(수분의 수입)의 균형이 깨진 결과 나타나는 현상이다.

입목의 가뭄피해는 진행 속도가 느리다. 토양수분의 감소 정도가 가벼운 경우에는 잎이 시들거나 생장 저하에 머무르게 되나, 과도할 경우에는 잎이 변색되거나 당년 가지가 죽기도 하며, 그 피해가 조직에까지 미치는 경우에는 완전히 말라죽기도 한다(그림 6-2-2).

잎은 피해를 받은 후에도 상당히 긴 기간 동안 녹색을 띠고 있게 되는데 이 시점에서는 줄기나 가지의 끝부터 뿌리까지 살아 있는 상태이므로 박피하여 보면 새하얀 빛을 띠고 있다. 이 점이 언피해(동해)와 다른 증상이다.

가뭄피해는 활착이 불충분한 식재 당년의 어린 나무에 발생하기 쉽고, 조림 후 2년 이상 경과하면 거의 발생하지 않는다. 가뭄피해를 입으면 잎에 반점이 나타나며 피해가 심한 경우에는 완전 고사하게 된다.

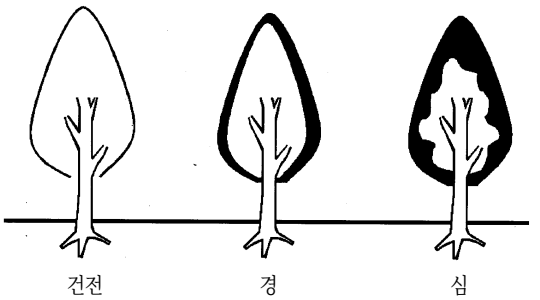


그림 6 - 2 - 2. 가뭄피해의 증상

(나) 방제법

1) 묘목의 성질을 이용한 대책

생리적으로 우량한 건전묘를 가장 양호한 상태에서 식재하는 것이 산지에서의 건조 대책이다. 지표의 건조가 어린 나무의 뿌리에 미치는 영향을 방지하기 위해서는 깊게 심으면 유효하다. 일반적인 식재방법은 묘목 지상부의 1/4을 땅 속에 들어가도록 식재하는데, 건조지 또는 건조 시기에는 1/3까지 깊게 심을 필요가 있다.

실생묘는 삽목묘에 비하여 가뭄피해를 받기 쉽다. 특히 실생 2년생 산출묘는 근계가 가늘며 뿌리를 얕게 확장하므로 식재 당년은 내건성이 약해 피해가 발생하기 쉽다. 1회 상채한 2년생

삽목묘는 근계가 충실하므로 가뭄피해에 강하다. 식재 후 가뭄피해를 받기 쉬운 묘목의 형질로서는 간장(幹長)이 길고 뿌리 용적이 작으며, 근원경이 작은 도장묘나 T/R율이 높은 묘목이다.

2) 환경 조건의 완화에 의한 대책

피해 발생 환경요인을 완화, 개선하는 각종 방지대책은 보호수대의 설치 등 항구적인 것을 포함하여 몇 가지 방법이 있다.

가) 보잔목, 보호수대

보잔목, 보호수대는 산지에서의 기상 환경 조절 기능이 크고 기상 재해 방지 효과가 크다. 조림지의 어린 나무를 보호하고 임지의 이상건조를 조절하여 가뭄피해를 방지한다. 특히 규모가 큰 보호수대는 넓은 지역의 풍속을 조절하며 그늘을 만들어 주고 임지에서의 증발산량을 작게 하여 주므로 수목생리면에서 수분조절 효과가 크다.

나) 토양 표면을 낙엽, 키가 작은 초본류 등 지피물로 피복

식혈 부근의 토양 표면을 낙엽, 초본류로 피복하여 토양 수분의 증발을 상당량 억제할 수 있다. 초본류를 지피물로서 활용하는 경우에는 초본 자체가 증산하므로 나지보다 증발산량이 크다. 따라서 이상 건조인 해에는 밑풀깎기를 조기에 실시하여 토양 수분의 손실을 적게 하여야 하며, 토양 수분의 손실이 크게 일어나는 여름철에는 초본류의 증산량도 저하하므로 밑풀깎기를 중지하고 그늘을 만들어 주어 공중습도를 높게 유지하면 식재목 보호효과가 크다.

(5) 언피해(동해)

(가) 피해특징

이상 기온 강하에 의한 동결, 한풍(寒風) 등에 의해 일어나는 피해로서 한해(寒害)라고도 부른다. 언피해는 발생 시기, 원인, 피해형태 등에 의해 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 상해(霜害) : 내동성이 약한 시기의 피해(이른서리해 10 11월, 늦서리해 4 6월)
- 동결해(12 3월) : 내동성이 강해진 후 발생
- 동렬(凍裂, 1 2월) : 엄동기 피해
- 한풍해(1 2월) : 엄동기 토양 동결로 뿌리의 흡수가 곤란할 때 한건풍(寒乾風)에 의해 식물체의 수분이 강제로 탈취되는 피해

언피해는 이상기온하에 의한 동결이나 한건풍(寒乾風)에 의해 발생하는 피해로서 한해(寒害)라고도 하며, 발생시기적으로 (그림 6-2-3)과 같은 특징이 있다.

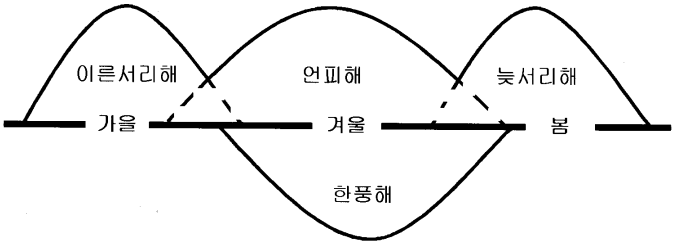


그림 6-2-3. 언피해(동해)의 발생시기

1) 상해

이른서리해(早霜害)는 가을에서 초겨울 사이에 눈(芽)이 아직 성숙치 않은 시기에 급강하한 기온에 의해 갈색으로 변하게 된다. 일반적으로 이른서리해는 눈에 잘 띄지 않고, 가벼운 피해에 머무는 경우가 많다.

늦서리해(晩霜害)는 봄철에 눈이 싹튼 후 내리는 서리에 의해 일어난다. 일반적으로 전개하기 시작한 눈이나 신초(새순)가 말라 죽게 되는데 2년생 이하의 어린 나무의 경우 나무 전체가 말라죽기도 한다.

2) 동결해

동결해의 특징은 지상 10 30㎝ 수간부에 갈변한 동상흔을 나타내는 것이다. 일반적으로 수간의 남쪽을 향한 형성층을 중심으로 일어나는데 조직이 파괴되기도 한다. 형성층의 전체 둘레에 걸쳐 피해를 입는 줄기마름형(胴枯型)의 피해를 받으면 나무 전체가 고사하게 된다. 일반적으로 수고 2m 이하의 어린 나무에 피해가 크다.

3) 동렬

40년생 이상의 통직한 우량목에 발생한다. 대개 세로 방향으로 갈라지며 그 깊이는 수간 중심부 또는 그 이상 되는 경우도 있다. 피해 후 표면은 유합되나 부풀어 오르게 되며, 목재가 변색하여 목재 가격이 떨어지게 된다. 또한 상처 부위는 병해충의 침입 경로가 되기 쉽다.

4) 한풍해

한풍해를 받은 나무는 봄이 되어도 잎의 수분이 회복되지 않고 감소가 계속되어 가지 끝 부분부터 차츰 고사하게 된다.

풍충지에서는 풍상 쪽에만 피해가 있는 경우가 많다. 일반적으로 맨 윗부분부터 고사하기 시작하며 점차적으로 나무 전체가 말라 죽게 된다.

임령에 따른 경향은, 조림 1년 이내에는 나무 전체가 고사하는 경우가 많고 그 후 연수가 경과함에 따라 그 비율이 낮아진다. 지형과의 관계에서는, 해발이 높은 곳은 언피해와 한풍해가 혼재한다.

(나) 방제법

1) 상해

냉기류의 흐름을 차단하는 방무림(防霧林)을 폭 30m 이상의 임대(林帶)로 조성하면 임내 기온이 높아져 냉기를 차단할 수 있으므로 벌채시 남겨 두는 것이 좋다. 모두베기의 경우에는 식재열을 냉기류가 흘러가는 방향으로 하면 효과적이다. 사면 상부에 초지나 낙엽활엽수림이 있는 경우에는 이곳에서 냉기가 발생하여 흘러 내려가게 되므로 조림시 주의가 필요하다.

2) 동결해

동결해 방지의 기본은 ① 저온의 완화 ② 직사광선을 차단하여 낮시간 동안의 고온을 완화 ③ 토양의 과습 방지이다.

임업적 대책으로서는 ① 소나무, 낙엽송 등의 수하 식재나 주림목 벌기 수년 전에 실시하는 복층림 시업이 있다. ② 수고 1.5배 정도의 폭으로 보호림대를 설치하면 효과적이며 특히 동쪽에 조성하면 좋다. ③ 습윤 토양에 식재된 묘목은 월동준비가 지연되어 내동성이 높아지는 속도가 더디므로 배수구를 파면 좋다. ④ 내동성이 큰 품종을 선발한다.

3) 동렬

입목 주위에 넓은 공간이 있는 곳에 많이 발생하므로 겨울철에 심한 저온이 있는 곳은 약도의 간벌이나 가지치기를 실시한다.

4) 한풍해

바람을 약하게 하거나 토양동결을 적게 하며 증산을 억제하면 된다. 내한성 수종을 식재하고 벌채시에 남겨 두며 그 아래에 수하식재를 함으로써 바람이 들이쳐 탈수와 동결이 일어나는 것을 방지하는 방법이 있다. 탈수 완화에 흙이나 눈을 덮거나 돌, 우죽 등으로 묘목을 지면에 눌러 눕혀 직접 바람을 피하는 방법도 있다.

3. 수목치료

수목병의 방제수단으로서 가장 중요한 것은, 병의 발생을 미연에 방지하는 것이지만 병이 이미 발생한 나무의 치료방법에는 침투성약제의 도포(塗布), 주입(注入) 또는 토양시비를 하여 뿌리로 흡수시키는 『내과적 치료법』과 병든 부분을 잘라내고 잘라낸 부분을 채워주는 『외과적 치료법』이 있다.

(가) 내과적 치료법

식물에서 인체의학과 비교하여 내과적치료법의 효과가 낮은 원인은 순환계통(循環系統)이 없어서 약제의 수체내(樹體內) 이동이 어렵고 또 수체내에서의 분해도 빠르며, 토양에 살포하였을 경우에는 토양에 흡착되거나 분해되어 뿌리가 흡수하는 양이 적기 때문이다.

수목에서 내과요법이 처음으로 시도된 것은 Mokrzecki가 위황병(비기생성질병)을 치료하기 위하여 나무에 구멍을 뚫고 황산제1철액과 분말을 주입하여 치료효과를 얻은 것이다. 그 후 여러 가지 화학약품으로 밤나무줄기마름병, 밤나무잉크병 등의 방제시험을 실시하였고, 한편으로는 싸이크로헥사마이드의 수간처리에 의한 잣나무털녹병, 낙엽송가지끝마름병 및 과수의 줄기마름병의 치유효과 등을 시험하였으나 실용화에는 이르지 못하였다.

그러나 최근에는 항생물질의 출현으로 스트렙토마이신, 테라마이신, 페니실린 등에 의한 뿌리혹병, 과수의 화상병, 호도나무갈색부패병 등 세균성질병의 예방치료효과를 보았고, 항생제나 침투성이 강한 약제를 발라서 과수의 부란병(腐爛病), 줄기마름병 등을 치료하고 있다. 특히 파이토플라스마에 의한 대추나무와 오동나무빗자루병은 옥시테트라싸이크린의 수간주사효과가 양호하여 빗자루병의 치료에 널리 보급되어 사용하고 있다.

1) 수간주사 방법(대추/오동나무 빗자루병 방제)

○ 준비물 : 드릴, 수간주입기 셋트(링겔병 활용가능), 항생제, 물

○ 약종 : 옥시테트라싸이클린(1,000배액으로 희석하여 사용)

○ 시기 : 봄, 가을

○ 주입량 : 흉고직경 10㎝당 1ℓ

○ 주입순서

- 전기드릴로 직경 4㎜의 구멍을 수간하부에 지면을 향하여 30 45° 경사지고, 수간의 중심부를 비켜서 깊이 3 4㎝로 뚫는다.
- 소요약량을 희석하여 주입용기에 넣고 수간주입호스에 잘 흘러 나오는지 확인한 후 유량조절기를 꼭 막아 흐르지 않게 해놓는다.
- 미리 뚫어 놓은 주입공으로부터 주입호스의 길이에 맞는 높이에 수간주입기를 매단다.
- 유량조절기를 서서히 열어 주입공속에 약액을 채워 공기를 빼면서 꼭 끼워 약액이 밖으로 새어나오지 않는지 확인하고 유량조절기를 완전히 열어놓는다.
- 윗 뚜껑을 약간 열어 놓아 약액이 잘 들어가게 한다.
- 주입완료 후는 주입관을 뽑아내고 톱신페스트를 바른후 콜크나 스티로폴 등으로 구멍을 막아준다.

(나) 외과적 치료법

1) 외과치료의 의의 및 필요성

천연기념물, 지방기념물, 보호수, 노거수, 희귀수, 대형목 등이 각종 피해로 인하여 수세가 쇠약하거나 죽는 경우가 많다. 이들 거목은 역사성을 지니고 있고, 우리 선조로부터 내려온 귀중한 문화재라고도 할 수 있으며, 수목분류 및 수목육종 등의 식물유전학적 연구에도 절대필요하고 휴식공간을 위한 환경조성과 국민정서에 큰 공헌을 하고 있다. 그러나 이들 거목들이 최근 수세쇠약, 수간(樹幹)파괴, 고사 등의 피해가 크게 증가하고 있다. 피해원인은 여러 가지가 있겠

으나 그중 가장 많은 피해는 수간의 동공부패 확산과 이로 인하여 태풍, 강풍, 폭풍우에 넘어짐, 부러짐, 찢어짐, 갈라짐 등의 피해가 있고 특히 최근에는 주택지 조성, 도로확장 등 각종 공사에 의한 토양환경의 변화로 수세가 쇠약하거나 고사되는 경우가 많다.

이러한 피해로부터 수목을 보호하기 위하여 수간의 외과수술, 뿌리수술, 지주설치, 쇠조임설치, 토양 입지조건 개선 등으로 각종 피해를 치료하여, 우리 후손에게 역사성을 지니고 있는 거목을 물려줌으로써 우리 고유의 역사성이 있는 아름다운 국토를 보존하여야 할 것이다. 수목은 생명체이므로 수십년, 수백년된 거목이 고사한 후에는 소생시킬 수 없으므로 피해 예방에 최선을 다하여야 할 것이며 보호관리와 치료에 소홀함이 없어야 한다. 특히 외상에 의한 피해가 많으므로 외과수술에 특별한 관심을 가져야 한다.

2) 시기

과거에는 일반적으로 외과수술 시기는 수액이동 정지기인 늦가을부터 봄까기 시행하는 것이 좋다는 의견도 있었으나, 반드시 그렇지만은 않다. 겨울에는 작업공정이 늦어지고 각종 약품처리와 건조가 늦어진다. 특히 수지(樹脂)를 이용하는 경우 경화 및 발포에 시간이 지연되고 발포성 수지의 체적증가가 감소하며 상처부위가 오랫동안 노출되어 쉽게 회복되지 않는 단점이 있다.

뿌리수술은 봄에 시행하는 것이 가장 좋으나 수목생리작용 정지기인 10월말 이전에 시행하여도 좋다. 지상부의 외과수술은 유합조직형성이 용이한 하절기에 시행하는 것이 최적이라고 할 수 있다. 그러나 최근에는 외과수술에 의한 상처부위에 처리하는 약품개발로 연중으로 시행하여도 무방하나, 바람이 많이 부는 계절이나 우기(雨期) 등은 피해야 한다.

3) 외과수술 방법

가) 뿌리외과 수술

뿌리노쇠로 인한 기능쇠약, 병충해로 인한 뿌리부패, 복토, 지표의 콘크리트포장이나 아스팔트포장, 배수불량에 의한 뿌리부패, 오염물질의 침투로 인한 뿌리고사, 주위의 환경변화로 뿌리기능 저하 등 수목의 수세쇠약과 피해가 나타나거나 나타날 위험이 있을 때 빠른 시일내에 뿌리수술을 시행하여야 한다. 만약 그대로 방치하면 뿌리기능 쇠약으로 수목자체의 영양소모가 계속되어 차후에 뿌리수술을 하여도 재생능력이 떨어져 소생시키기 어려운 상태가 된다. 그러므로 자체 영양분의 소모이전에 뿌리수술을 시행하여야 한다.

① 흙 제거

흙은 일반적으로 인력으로 파내야 하나 시간과 경비가 많이 소요되므로 최근에는 포크레인을 이용한다. 복토 또는 콘크리크포장이나 아스팔트포장이 되어 있을 경우에는 기존지표가 나올 때까지 피복물을 제거한다. 기존지표가 나오면 삽으로 여러곳을 조심성있게 파면서 뿌리상태를 조사한다. 이때 넓이는 가급적 수관하 전면적으로 시행함이 좋다.

② 뿌리 절단

죽은 뿌리, 쇠약한 뿌리, 상처가 심한 뿌리는 모두 제거하되 살아있는 부분에서 절단하여야 새로운 뿌리가 발생된다. 큰 나무에서 굵은 뿌리를 제거하고자 할 때에는 살아 있는 부분에서 환상박피(環狀剝皮) 또는 부분박피를하여 뿌리의 지지효과를 최대한으로 활용하여야 한다. 절단부위는 습기 또는 물기가 침투되지 않도록 발근촉진제를 첨가한 바세린을 발라주어 발근을 유도한다.

③ 토양소독

토양속에는 각종 병원균, 부후균, 해충 등이 많으므로 토양소독을 실시하여야 한다. 토양살충제는 보라톤, 다이아톤, 오드란, 마릭스 등 시중에 많이 있으므로 선택하여 사용하면 된다. 그러나 토양살균제는 최근 각종 규제로 살아있는 식물뿌리에 처리되는 약제는 거이 없는 상태이고 다만 캡탄분제, 지오판수화제, 치람수화제를 사용하기도 한다.

④ 흙넣기

뿌리에 발근을 유도할 수 있는 조건을 주기 위하여 공기유통이 양호한 토양을 소독된 퇴비와 썩어 절단된 뿌리에 넣는다. 이때 무기양료를 혼합하여 처리하면 더욱 효과적이다. 흙을 덮어주는 두께는 가급적 20㎝를 넘지 않도록 하여야 한다.

⑤ 자갈, 유공관 설치

30㎝이상의 흙을 덮거나 주위환경이 뿌리발근에 지장을 주는 경우에는 유공관을 설치하고 자갈로 복토하여 절단된 뿌리나 일반뿌리에 산소공급, 지표면의 토양온도를 쉽게 전달시켜 새로운 뿌리발근, 호흡작용, 흡수작용 등 생리작용을 돕는다. 유공관은 길이 1 1.5m의 PVC파이프를 사용하여 임의로 묻되 끝부분이 반드시 지상에 노출되도록 하고 파이프주변에는 자갈로 채운다.

⑥ 발근제 처리

뿌리발근을 촉진하는 식물발근제를 처리한다. 무기양료인 질산칼슘, 황산마그네슘, 제일인산칼륨, 염화철 등을 1,000 2,000배로 희석하여 병행하면 더욱 효과적이다.

⑦ 지상부의 수형조절

뿌리수술을 시행하였을 경우 세근의 손실이 많아 물과 무기양료의 공급이 부족하므로 지상부와의 균형을 유지하기 위하여 수형이 파괴되지 않는 범위내에서 쇠약지, 도장지, 수형에 불필요한 가지 등을 제거한다.

⑧ 수간주사 및 엽면시비

뿌리절단으로 세근의 손실이 있으므로 인위적으로 수분과 무기양료를 공급하여 수세를 회복시켜야 한다. 수간주사는 5% 포도당에 질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 유황, 철 등을 혼합하여 수간주사한다. 엽면시비는 0.5 1%의 요소와 4종 복합비료를 500 1,000배로 희석하여 살포한다.

나) 지상부의 외과수술

수술 방법은 썩은부분 제거, 살균처리, 살충처리, 방부처리, 방수처리, 동공충전, 매트처리, 인공수피, 수지(樹脂)처리 등의 순서로 처리하여야 하며, 필요에 따라 쇠조임 작업, 지주목 설치를 하여야 한다.

또한 수세회복을 위하여 영양제 수간주사, 토양관주, 엽면시비 등을 시행한다.

① 쇠약지와 고사지 게거

소생 가망성이 없다고 판단되는 쇠약지는 가급적 제거하여야 하며 고사지는 절단하여 부패진전을 방지하여야 한다.

② 썩은 부위 제거

썩은 부분을 제거할 때는 육안으로 나타나는 병환부보다도 실제적인 피해는 상당히 퍼져있으므로 건전하게 보이는 조직까지 완전히 제거하지 않으면 안된다.

③ 살균처리

동공, 수피고사, 가지절단부위 등의 부패부분을 제거한 후 육안적으로는 건전부분이라고 인정되어도 목재부후균(木材腐朽菌)의 균사가 침투되어 있으므로 반드시 살균제를 충분히 뿌려준다. 특히 균열되어 있는 부분의 속까지 처리하여야 한다.

살균제로서는 에칠알콜, 승홍, 호르마린 등이 좋으며 유산동, 석회유황제, 보르도액 등 일반 식물살균제는 좋은 효과를 기대하기가 어렵다.

④ 살충처리

부패된 부분이나 수피고사 부분의 목질부에는 각종 목질부해충인 하늘소류, 바구미류, 나무좀류, 유리나방류, 비단벌레류, 심식나방류, 개미류, 바퀴벌레류 등이 가해하고 있으므로 살충제를 처리하여야 한다.

살충처리는 목재침투력이 있는 농약과 훈증제를 사용하는 것이 좋다. 살충제로는 파라치온, 스미치온, 다이아톤, 가도나, 리바이짓트 등 침투이행성(浸透移行性)이 좋은 농약을 사용하고, 훈증제로는 이유화탄소, 메칠부로마이드, 에피홈 등을 사용한다. 이는 주로 목질부속을 가해하는 해충을 죽이기 위한 것이므로 충분한 약제가 목질부에 침투되어야 하므로 충분한 양을 여러번 반복하는 것이 좋다. 특히 훈증효과가 있는 농약과 접촉효과가 있는 농약을 혼합하여 사용하면 더욱 효과적이다.

⑤ 방부처리

살균제와 살충제를 처리한 후 그대로 방치하면 반드시 부후균이 침입하여 다시 썩게되므로 방부제를 처리하여 균의 침입을 막아야 한다.

방부제는 잔효성이 길어야 하므로 자연변화가 없는 무기화합물 약제를 사용하는 것이 좋으나 독성이 크므로 주의를 요한다. 특히 콜탈은 석유화합물로서 침투력과 방부력은 좋으나 생조직을 고사시킬 위험이 있으므로 사용을 피하는 것이 좋다. 그러나 수간동공내의 땅가부위와 지하

부에 처리하는 것은 무방하다.

방부제로는 최근에 나온 펜타그린(Pentaglin)을 이용하는 것이 가장 좋다. 이 약제는유산동, 중크롬산가리, 크롬, 비소 등이 혼합되어 있어서 목재중의 환원물질과 화학변화를 일으켜 목재속에 완전히 고착되어 불용성화합물로 바꾸어지며, 살균력은 반영구적으로 지속되어 썩거나 개미, 하늘소, 바구미 등의 피해를 방지할 수 있다.

⑥ 방수처리

목질부에 물이 들어가 습기가 차면 공기중의 부후균과 작용하여 다시 썩을 위험성이 있으므로 습기나 빗물이 들어가지 않도록 하기 위하여 방수처리를 하여야 한다.

방수제로는 보통 페인트, 니스, 바세린, 세락, 접밀, 파라핀, 송진 등을 사용하지만 좋은 효과를 기대할 수 없고 최근에는 여러종류의 인공수지를 이용한다. 인공수지중 목질부와 접착력이나 침투력이 좋은 것을 선택하는 것이 좋다. 방수처리는 동공충전하기 전에 동공속에 처리하는 경우와 동공충전한 후 외부노출 부분에 한하여 시행하는 2가지 방법이 있다.

방수제는 일반적으로 직사광선으로 인하여 일정시간이 지나면 산화되므로 직사광선에 노출되지 않도록 인공수피를 시행하여야 한다.

⑦ 동공충전(洞空充塡)

수목외과 수술중 가장 중요한 부분이 동공충전이라고 할 수 있다. 과거에는 시멘트콘크리트충전, 아스팔트충전, 콜크충전, 목재충전, 고무밀납충전 등의 방법으로 동공속을 충전하였으나 장점보다 단점이 많아 거이 이용되지 않고, 최근에는 인공수지(人工樹脂)를 이용한 동공충전법이 개발되어 실용화되고 있으므로 이 방법을 중심적으로 소개한다.

○ 에폭시 수지(Epoxy Resin)

에폭시 수지는 1949년 스위스에서 상품화된 합성수지로서 강한 접착력, 내수성, 내약품성, 내구성, 기계적 강도가 우수한 수지로서 여러방면에서 많이 사용되고 있다. 그러나 가격면에서 비싸다는 점, 동공충전후 외부 노출부분의 마무리작업이 어려운 점, 곧바로 경화되지 않는 결점이 있다.

에폭시수지의 동공충전 방법은 동공내에 부패부 제거, 살균, 방부, 방충처리가 끝나면 에폭시수지와 경화제를 같은 비율로 혼합하여 동공속에 서서히 부어넣는다. 이때 외부구멍이나 터진 부분은 완전히 밀봉한 후 처리하여야 한다. 동공이 매우 큰 경우, 모래, 연마사, 석분, 석골재를 1:4 정도로 혼합하여 사용하나 동공의 크기와 부패상태, 위험도를 감안하여 수지의 비율을 더 높여서 충전한다. 이때 동공의 형성층 안쪽으로 목재 또는 금속판으로 잘 조절하여 형성층에 접촉되지 않도록 하고 마무리작업을 하면 된다.

이 방법으로 1㎥를 충전하는데 250 300kg의 약량이 소요된다.

○ 불포화 폴리에스테르(Unsaturated polyester Resin)

유동성 점질(粘質)액체로서, 상온에서 과산화물 촉매와 촉진제를 넣으면 발열반응을 일으켜 불용(不溶), 불융(不融)의 경질 또는 탄성의 성질을 지닌 수지상(樹脂狀)으로 굳어진다. 순수한

불포화 폴리에스테르수지와 과산화물 경화제로 동공충전하는 경우도 있고 이들과 자갈, 모래, 골석분, 탄산칼슘 등을 넣어 동공충전하는 방법이 있는데 경화촉진제의 첨가량에 따라 경화속도가 달라지므로 동공의 크기 외부노출 부분의 상태, 부패상태 등을 고려하여 경화속도를 조절한다.

굴절강도, 기계적강도, 접착력, 내구성 등이 에폭시수지보다 훨씬 떨어지며 갈라지거나 부러질 위험이 있으며 직사광선에 의하여 산화변질되는 단점은 있으나, 가격면에서 에폭시수지보다 저렴하여 경제적 이점이 있으며 경화속도가 빨라 작업공정이 빠르다. 수간이나 줄기의 원통형 동공충전에 사용하면 경제적이고 효과적이다. 처리방법은 에폭시수지 처리와 같이 시행하면 된다.

1㎥을 동공충전하는데 500 600ℓ가 소요된다.

○ 폴리우레탄(Poly urethan foam)

합성수지중 발포성수지인 폴리우레탄을 사용하여 동공을 충전하는 방법이다. 폴리우레탄수지는 주제인 P.P.G에 발포 및 경화제를 혼합하면 마치 식빵과 같이 부풀어 오른다. 이 발포성수지는 강한 압력으로 늘어나면서 틈이나 작은 동공속으로 들어가 스스로 동공부분을 완전히 메꾸어 주기 때문에 동공내부가 불규칙하고 요철이 심한 경우에 효과적이다.

동공충전방법은 주제와 경화제를 1:1의 비율로 혼합하여 잘 섞은 후 동공 속에 집어넣는다. 이때 외부구멍을 모두 막아 혼합물이 외부로 새어나오지 않게 한다.

발포성수지는 1호, 2호, 3호로 나누어지며 재적증가율이 가장 높은 3호를 많이 사용한다. 1호의 경우 1㎥을 동공충전 할 때에는 625kg, 2호의 경우는 207kg, 3호의 경우 83kg의 재료가 소요된다.

발포성수지의 동공충전은 시멘트충전, 에폭시충전과 같이 지지효과가 없기 때문에 동공이 크거나 넘어질 위험이 있을 때는 동공속에 돌이나 나무토막, 시멘트벽돌 등을 넣고 충전하는 방법도 있으며, 동공속에 20㎝이상되는 PVC파이프를 세우고 그 속에 철근과 시멘트 콘크리트를 넣어 시멘트기둥을 여러개 세우고 쇠봉으로 서로 연결한 후 그외 부분은 발포성수지로 동공충전하는 방법 등이 있다. 이와 같은 여러 가지 방법은 동공의 피해상태에 따라 결정하여야 할 것이다.

○ 우레탄고무

우레탄결합, 에테르결합, 에스테르결합을 갖는 망상구조의 고분자 물질로서 우레탄 엘라스토머라고도 하며 연질과 경질이 있다. 동공속에서 경화된 후 마치 고무같은 형태로 되어 내후성, 내산화성, 기계적 강도, 내마모성, 내충격성 등이 우수하고 접착력도 강하여 현재 개발되고 있는 동공충전물 중에서 가장 이상적이지만 고가인 것이 단점이다. 대형동공은 경비문제로 시행하기 어렵고 현재로서는 줄기나 가지의 소형동공, 요동이 심한가지, 기상적피해로 가지가 갈라지거나 틈이 생긴 부분 등에 처리한다.

동공충전 방법은 주제와 경화제를 혼합한 후 주입기를 이용하여 동공속이나 갈라진 틈사이로 집어넣으면 된다. 우레탄고무의 1㎥당 충전소요량은 1,250kg이 소요된다.

수지의 종류는 다양하며 각 종류마다 특성이 있으므로 수목외과수술에 적합한 수지를 선택하

여야 한다. 또한 가격면에서도 차이가 심하고 동공부위와 피해상태에 따라 수지의 종류도 달라져야 한다. 즉 수간이나 줄기의 큰 동공은 발포성 우레탄으로 동공충전하고 적은 줄기나 가지는 에폭시수지나 우레탄고무로 동공충전하면 더욱 효과적이고 경제적이다. 그러나 필연코 오래 보존할 가치가 있는 수목은 소요경비가 많이 드는 경향이 있어도 우레탄고무를 이용하는 것이 이상적이다.

⑧ 매트처리

충전물의 보호, 화재 및 병해충의 침입방지, 충전물과 목질부분의 이탈을 방지하기 위하여 반드시 시행하여야 한다.

재료로서는 유리섬유와 접착용수지를 이용한다. 유리섬유를 사용하여 피해상태와 목질부 및 동공외부 노출부분의 모양에 따라 잘 재단하고 수지를 이용하여 붙이거나 작은 못으로 고정하여 피복한다. 수지는 여러 가지가 있으나 접착력이 강한 에폭시수지나 폴리에스테르수지가 주로 이용되고 있다. 동공충전물 노출부분의 위치, 목질부 피해상태에 따라 2 3번 반복(손적층법 Hand Lay up method)하면 경고성이 강하고 두꺼워지므로 인위적 피해를 예방할 수 있다. 매트처리시 매트처리 부위가 형성층이나 수피를 덮으면 유합조직 형성시 들뜨거나 갈라질 위험이 있으므로 주의하여야 한다.

⑨ 인공수피

수목외과수술에 사용하는 인공수지류는 직사광선에 의하여 산화, 변질되므로 직사광선을 피하고 공기나 빗물 습기 등을 차단시킬 수 있는 인공수피를 반드시 만들어 주어야 한다.

인공수피는 콜크분말, 수지, 생고무 또는 아라비아고무, 암모니아수, 아세톤, 색소 등을 이용하며 이들 재료를 반죽하여 피해상태에 따라 자유롭게 붙이는 것이다. 또다른 방법은 접착성이 강한 수지를 칠하고 그위에 콜크분말을 부착한 후 경화되면 다시 반복하여 부착하는 방법으로 필요에 따라서 여러번 반복한다. 이때 상처부위에는 반드시 바세린을 발라서 수지에 의한 피해가 없도록 해야 한다.

⑩ 수지처리(마무리작업)

인공수피는 콜크가루와 아라비아고무 등에 의해 성형처리한 것이므로 콜크가루 사이에 간격이 생기게 되고 접착력도 약해진다. 그러므로 접착력이 강한 수지를 바르고 그 위에 외과수술목의 수피색과 비슷하게 염색한 콜크가루를 접착시켜 직사광선을 완전차단한다. 이때 수지와 콜크가루가 형성층이나 수피에 묻지 않도록 하고 형성층이 노출된 경우에는 바세린으로 처리하여 준다.

4. 산불 관리

(1) 산불 이론

산불이란 산림 내의 지피물(낙엽 · 잡초 · 고사목)과 임목 등의 산림자원이 인간의 부주의로 인한 실화 또는 방화 그리고 낙뢰 또는 기타 폭발물 등으로 인하여 일시에 연소소실(燃燒消失)되는 것을 말한다.

산림이 산불로 파괴되는 것을 막기 위하여는 필연적으로 산불에 대한 전반적인 이해와 발생지역의 입지조건 등에 의한 산불의 연소동태(延燒動態)를 판단해서 진화하여야만 피해를 최소화시킬 수 있다. 우리나라의 산불은 거의 모두가 인위적으로 발생하는 관점에서 보아 예방이 가장 중요함은 물론이고, 산불이 일단 발생하면 산불을 신속히 진화하는 초동진화(初動鎭火) 능력을 갖추는 것이 매우 중요하다.

(가) 산불 통계

1) 산불 피해

최근 5년간의 연평균 산불 발생 건수는 476건으로 피해 면적은 2,101ha에 달한다.

표 6 - 4 - 1. 연도별 산불 피해 상황

구분 \ 연도	'94	'95	'96	'97	'98	평균
건수(건)	433	630	527	524	265	476
면적(ha)	781	1,013	5,368	2,330	1,014	2,101
건당피해면적(ha)	1.8	1.6	10.2	4.4	3.8	4.4
피해재적(㎥)	3,623	7,197	363,685	40,815	44,092	91,882
금액(백만원)	254	451	13,319	1,629	2,516	3,646

자료 : 산림청, 1999

2) 산불의 원인

최근 5년간의 산불발생원인은 주로 입산자 실화, 논 · 밭두렁 소각, 어린이 불장난, 성묘객 실화 등으로 그 대부분이 인위적 피해이다.

표 6 - 4 - 2. 원인별 산불 발생 건수

구분 \ 연도	'94	'95	'96	'97	'98	평균	%(비율)
입산자 실화	194	312	248	247	104	221	46
논 · 밭두렁소각	64	138	73	103	65	89	19
어린이 불장난	24	18	30	10	11	19	4
성묘객 실화	41	34	38	33	16	32	7
기타	110	128	138	131	69	115	24

자료 : 산림청, 1999

3) 산불의 발생분포

○ 연중 가장 건조한 3 5월 사이에 63%가 발생한다.

표 6 - 4 - 3. '94~ '98(5년간) 평균 월별 산불 발생 건수

구분 \ 월별	계	1	2	3	4	5	6 10	11	12
건수(건)	478	30	79	106	167	25	36	13	20
건수 비율(%)	100	6.3	16.6	22.3	35.1	5.3	7.5	2.7	4.2

자료 : 산림청, 1999

○ 시간별로는 오후 2 6시 사이에 50%로 가장 많이 발생한다.

표 6 - 4 - 4. '94~ '98(5년간) 평균 일중 산불 발생 상황

시 간	계	6-10시	11-13시	14-18시	19-04시
건수(건)	476	22	177	238	39
비율(%)	100	5	37	50	8

자료 : 산림청, 1999

○ 지역별 산불발생 위험시기

지역별 최대 위험시기는 제주권이 3.01 3.30, 남부권이 3.11 4.10, 중부권이 3.21 4.10, 북부권이 4.01 4.20사이에 집중되며 전체적으로는 4월 초순에 가장 많이 발생한다.

(나) 산불 원리

산불은 산림내 가연물질(可燃物質)이 산소와 열과 화합해서 열에너지와 광에너지로 바뀌는 화학변화의 현상이라 할 수 있다.

$$\text{셀룰로오스(Cellulose)} + O_2 + \text{에너지} \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{에너지}$$
$$\text{(기타 식물 구성 물질)} \quad \text{(발화에 필요한 열)} \quad \text{(열 + 광)}$$

1) 연소의 3요소

연료, 열, 공기를 연소의 3요소라고 한다.

○ 연료(가연성 물질)는 고체, 액체, 기체의 형태로 존재하며 일정한 열이 가해지면 연소된다. 산불에서의 연료는 식물성으로 고체성 경연료(輕燃料)이며 공중습도(空中濕度) 60%이하에서 쉽게 불이 붙고 건조 상태일수록 잘 연소된다.

○ 열이 불을 발생하게 하는 착화점(着火點) 또는 인화점(引火點)에 달하면 연료에 불이 붙어 연료가 연소되면서 보다 높은 열을 생성한다.

○ 공기 중에는 약 21%의 산소가 포함되어 있으며 산소의 작용으로 연료와 열을 결합시켜 산화작용(酸化作用)을 진행시킨다.

2) 열의 종류

산불이 일단 발생하여 연소가 시작되면 이곳에 접해 있는 연료의 온도가 발화온도 이상으로 높아져 연소는 계속 진행 · 확대되며 다음과 같은 열(熱)들의 전달 과정을 거친다.

○ 복사열(輻射熱) : 연소 중인 물체에서 발하는 열이 주위의 물질에 직접 흡수되는 열이다. 주위의 연료에 복사열이 닿으면 건조를 촉진시켜 연소하기 쉬운 상태로 된다.

○ 대류열(對流熱) : 산불이 점차 강해지면 연소 중인 열에너지는 가열되어 급상승하게 되며 주위의 차가운 공기가 유입되면서 불기둥을 형성하여 대류 현상을 일으킨다. 치솟는 열 때문에 수관화(樹冠火)로 발전하기도 하며 비산화(飛散火)도 발생한다.

○ 전도열(傳導熱) : 고체물 특유의 분자운동(分子運動)에 의하여 점차 열이 전달되는 형태이다.

(다) 작용인자

산불이 발생하면 임황(林況), 지황(地況), 기상(氣象) 인자의 영향을 받아 산불의 강도(强度), 진행방향(進行方向), 진행속도(進行速度) 등이 결정된다.

1) 임황

산림내 연료(燃料)는 생연료(生燃料)와 마른 연료로 구분되며 계절 및 기상 조건에 따라 변화한다. 특히 연료의 종류, 연료의 크기, 연료의 배열(配列), 연료의 밀도(密度), 연료의 습도(濕度) 등은 산불의 발생 정도, 연소 강도 및 진행 속도에 영향을 준다.

○ 양수(陽樹)가 음수(陰樹)보다 임분(林分)의 폐쇄(閉鎖)가 덜하고 하층식생도 많으며, 일조량(日照量)도 많아 건조되기 쉽고 위험성도 높다.

○ 침엽수는 수지(樹脂)를 갖고 있어 발열량이 많이 발생하기 때문에 산불피해시 고사하거나

재질의 손상을 크게 받는다.

○ 활엽수(闊葉樹) 중에는 상록수(常綠樹)가 낙엽수(落葉樹)보다 불에 강하다.

○ 낙엽활엽수 중에서 굴참나무, 상수리나무 등은 코르크층이 있는 두꺼운 수피를 가지고 있어 불에 강하고 특히 산불 피해후 맹아력(萌芽力)이 강하다.

○ 유령림은 연소하기 쉬운 잡초류가 많고 수고가 낮아 산불이 발생할 경우 대부분 전소(全燒)한다.

○ 장령림 성숙림은 잡초류가 감소하고 임내 습도도 높아 산불위험성은 적다. 그러나 잡관목 제거 등 임내 관리를 하지 않았을 경우 이것들이 지표화(地表火)에서 수관화(樹冠火)로 연결되는 사다리형 가연물(Ladder fuel)이 될 수 있어 위험이 높아진다.

○ 단순림(單純林)과 동령림(同齡林)이 혼효림(混淆林) 혹은 이령림(異令林)보다 산불위험성이 높다.

○ 임목의 생엽은 150 180℃에서 눋고, 200℃에서 탄화(炭化)되며, 380℃에서 연소회화(燃燒灰火)되며, 400℃가 넘으면 대부분 발염(發炎)한다. 이때 발염할때까지의 지속되는 시간은 잎의 수분함량 및 두께와 관계가 있다.

표 6 - 4 - 5. 수종별 생엽의 발화온도

온 도	수 종
360℃	피나무
370	뽕나무
380	아까시나무
430	은행나무, 팥배나무
440	상수리나무, 소나무
450	졸참나무, 굴거리나무, 가문비나무, 분비나무, 회양목, 개비자나무
458	마가목, 가중나무
460	밤나무, 주목
480	수수꽃다리
490	네군도단풍나무

자료 : 산림환경보전학, 1997

표 6 - 4 - 6. 수목의 내화력

구 분	강 한 수 종	약 한 수 종
침 엽 수	은행나무, 낙엽송, 분비나무, 가문비나무, 개비자나무, 대왕송	소나무, 해송, 삼나무, 편백
상록활엽수	아왜나무, 굴거리나무, 후피향나무, 붓순, 황벽나무, 동백나무, 사철나무, 회양목	녹나무, 구실잣밤나무
낙엽활엽수	피나무, 고로쇠나무, 고광나무, 가중나무, 난티나무, 참나무, 사시나무, 음나무	아까시나무, 벚나무, 능수버들, 벽오동나무, 참중나무, 조릿대

자료 : 산림환경보전학, 1997

2) 지황

지황인자는 산불의 진행 방향과 불의 확산 속도에 크게 영향을 주며, 경사도, 방위, 해발고, 지질, 토양 등으로 나눌 수 있다.

가) 경사도

경사가 급해짐에 따라 산불 진행 속도는 복사열, 대류열의 영향을 더욱 받게 되므로 평지의 산불보다 신속히 진행한다. 경사에 따른 산불의 진행 상태를 보면 다음과 같다.

○ 상향사면(上向斜面) 연소진행의 경우 급경사지는 보통경사지 보다 2배 빠르며, 완경사지 보다는 4배 빠르다.

○ 급경사지는 평지보다 8배 빠르며 급경사지 반대사면 보다 16배 빠르다.

○ 경사가 급해지면 대류열의 영향을 받아 산정부로 신속히 진행한다.

○ 산불 피해율은 경사별로 볼 때는 급경사지가, 위치별로는 경사기부(傾斜基部)에서 발생한 산불의 피해가 가장 크다.

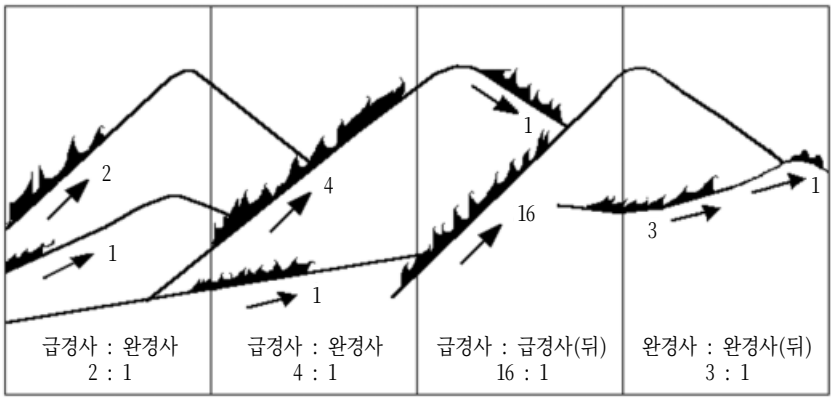


그림 6-4-1. 경사도별 산불 진행 속도 대비

나) 방위

방위는 사면(斜面)이 향한 방향이다. 방위별로 수광량(受光量)과 연료의 건조상태, 풍향, 풍속이 다르다. 남향과 남서향은 북향보다 수광량이 많고 고온이며 상대 습도가 낮은 관계로 연료가 건조하여 산불 발생이 많다.

다) 해발고

대기의 온도는 사면을 따라 올라가면서 점점 차가워지게 되는데 100m씩 상승하면 약 0.6-0.7 ℃의 온도 변화가 생기게 된다. 따라서 이와 같은 온도 변화는 고산 지역의 식생 변화와 연료의 온도에 직접 영향을 준다.

라) 지세

지세(地勢) 또는 특별한 토지 형상은 그 지역의 바람 강도와 흐름을 조절한다. 산마루와 큰 바위는 공기를 소용돌이 치게하며, 협곡(峽谷)은 통과한 바람의 강도를 더욱 증가시킨다. 가파른 V자형 유역에서 통풍은 굴뚝 효과를 낸다. 산불이 진행하여 골짜기에 이르면 계곡풍(溪谷風)의 영향을 받아 급속하게 방향을 바꾸게 된다. 지세는 좁은 협곡, 상자형 협곡, 능선으로 구분하며, 특히 능선(稜線)은 진화 작업을 가장 효과적으로 실시할 수 있는 지점으로 다음과 같은 이점이 있다.

○ 능선에 이르면 식생의 변화로 가연물이 적어진다.

○ 능선부에 이르면 반대쪽 바람도 불 쪽으로 불게 되므로 산불을 쉽게 잡을 수 있다.

○ 능선의 반대쪽은 복사열이나 대류열의 영향을 받지 않고, 불 파편이 굴러 내리는 위험이 적어 맞불 놓기에 이상적인 지점이다.

3) 기상

산불의 발생과 연소에는 강우량, 습도, 기온, 바람, 일사량 등 기상인자가 크게 영향을 준다.

가) 강우량

일반적으로 산불조심 기간인 2월에서 5월까지는 강우량이 적어 가연물이 건조되어 산불 위험도가 크다. 강우는 산불 진화와 뒷불 정리 모두에 유익하다.

○ 직접적인 소화 효과를 갖고 있다.

○ 임내 가연물의 함수량을 증가시킨다.

○ 강우량이 5㎜이하일 때는 익일, 10㎜이하일 때는 강우 3일 후에, 10㎜이상일 때는 4 5일 후에 임내 가연물이 연소할 정도로 건조한다.

나) 상대 습도

상대 습도란 공기 중에 포함된 수분 함량을 100분율로 나타낸 것이며 상대습도에 따른 산불 발생 위험도는 다음과 같다.

표 6 - 4 - 7. 상대습도별 산불발생 위험도

상 대 습 도	산 불 발 생 위 험 도
60 % 이상	산불이 거의 발생하지 않음
50 60 %	산불이 발생하나 연소 진행이 더딤
40 50 %	산불이 발생하기 쉽고 연소 진행이 빠름
40 % 이하	산불이 매우 발생하기 쉽고 진화가 곤란함

자료 : PYNE, S. J " Wild land fire ", 1984

다) 연료 습도

연료습도(燃料濕度)는 산림 내에 분포하는 가연물의 수분함량 상태를 말하며 가연물의 함수량(含水量)은 산불발생 위험도를 좌우한다.

표 6-4-8. 임내 퇴적물의 함수량과 가연성

함 수 량(%)	가 연 성
25이상	없음
20 - 25	아주 적음
15 - 19	적음(모닥불은 위험)
11 - 14	보통(성냥불은 위험)
8 - 10	위험(성냥불은 항상 위험)
5 - 7	아주 위험(모든 화기는 위험)

자료 : PYNE, S. J " Wild land fire ", 1984

라) 기온

기온은 습도 변화와 밀접한 관계가 있다.

○ 밤에는 온도가 하강하고 상대습도는 높아져 연료가 습하여지므로 화세가 점차적으로 약화된다.

○ 낮에는 온도가 상승하면서 상대습도는 내려가 연료가 건조되므로 산불은 점차 강렬해진다.

마) 바람

바람은 기상 인자 중 산불에 가장 중요한 영향을 미치는 인자이다. 바람은 산불 진화와 뒷불정리 모두에 방해가 된다. 특히 풍속은 연소 속도를 빠르게 하며, 풍향은 연소 방향을 좌우하는데 바람이 산불 연소에 미치는 영향은 다음과 같다.

○ 온난 건조한 바람은 가연물을 급격히 건조시켜 산불의 확대, 연소 속도를 증가시킨다.

○ 풍속이 낮을 때 산불 발생은 많으나, 피해 면적은 풍속이 빠를 때 시간 경과에 따라 급격히 확산된다.

표 6-4-9. 풍속별 경과시간별 연소면적

풍속 / 기간	5m/s	10m/s	20m/s	비 고		
분	ha	ha	ha	풍 속 별 산 불 발 생 건 수		
5.5	0.25	0.4	0.6			
30.0	2.5	4.0	6.0	평균풍속(m/s)	산불건수(건)	
60.0	6.0	10.0	17.0	1 - 5	139	69%
120.0	13.0	20.0	40.0	6 - 9	40	20〃
180.0	27.0	40.0	60.0	10	32	11〃

자료 : 임야화재대책연구회, 1984

○ 대형산불은 건조한 강풍 하에서 발생하며 지형에 따라 일중의 풍향이 변화한다.

- 야간에서 일출시까지는 산정에서 곡간으로 바람이 내려분다(a,g,h).

- 정오부터 저녁때까지는 곡간저부에서 산정으로 바람이 올려분다(c,d,e).
- 오전중과 조야(早夜)에는 계곡사면을 따라 上, 下로 회전한다(b, f).

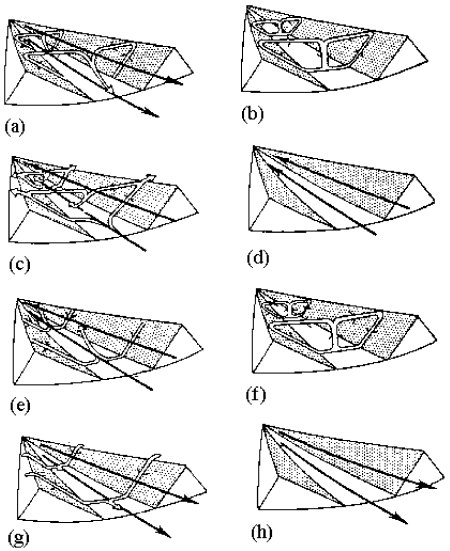


그림 6 - 4 - 2. 산간의 일중 풍향변화모식도

자료 : Davis, K. P forestfire Control and Use 1959

○ 바람은 연료의 수분을 증발 건조시킨다.
○ 바람은 산불에 산소를 더 많이 공급하여 연소를 강렬하게 한다.
○ 바람은 산불의 진행 속도를 가속화시키고 진행 방향을 변화시켜 대형 산불로 발전시킨다.
○ 산불 연소 중에 생산되는 열은 그 자체 바람이 형성되며 찬 공기는 아래로 내려오고 더운 공기는 위로 올라간다.
○ 돌풍은 대류(對流) 현상으로 불똥을 날려보내므로 원거리에까지 비산화(飛散火)를 발생시킨다.
○ 산에서 불어내리는 고온 건조한 바람을 휀(Föhn)이라 한다 (그림 6-4-3).
  - 휀(Föhn)바람은 공기가 상승함에 따라 수증기의 응결(凝結)로 인하여 100m에 대하여 0.5 ℃가량 하강하는 반면, 공기가 내려올 때는 수증기의 응결이 일어나지 않으므로 100m에 대하여 1℃가량 올라간다. 따라서 15℃의 공기가 2㎞ 높이의 산꼭대기에서는 5℃가 되지만 산기슭까지 하강하면 25℃가 된다.
  - 우리나라에서는 영동이나 영서 지방에서 휀 현상으로 매우 건조하고 온도가 높은 바람이 불때가 많으며, 이 바람은 건조하고 풍속이 강하여 산불의 대형화를 초래하는 경우가 많다.

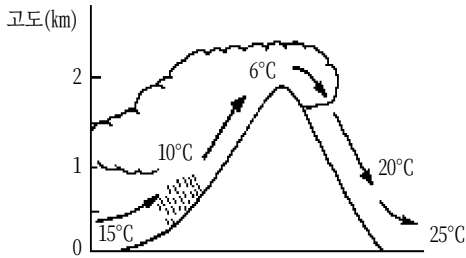


그림 6 - 4 - 3. 휀풍의 발생

표 6 - 4 - 10. 목측에 의한 풍속차

바 람 상 태	풍 속
• 연기가 날리는 정도	1 - 2 m/s
• 나무잎이 흔들림	2 - 3 〃
• 나무잎과 작은가지가 흔들림	4 - 5 〃
• 작은가지가 흔들림	6 - 7 〃
• 잎이 무성한 작은나무가지 전체 흔들림	8 - 10 〃
• 큰 나무가지가 흔들리고 우산받기 곤란	11 - 14 〃
• 큰 나무가지 전체가 흔들리고 걷기 곤란	15 - 17 〃
• 잔가지가 꺽어지고 걸어갈 수 없음	18 - 20 〃
• 나무가 쓰러지고 건물에 피해	21 - 30 〃

(2) 산불 종류

산불은 화재의 연소 상태와 피해의 형태에 따라 다음의 4종류로 구분한다.

(가) 지표화(地表火)

○ 임내에 퇴적된 낙엽과 초본류 등의 건조한 지피물, 풍도목(벌도목과 지상 관목, 치수 등이 연소하는 현상이다.

○ 지표화가 유령림에서 일어나면 수관화와 수간화를 일으킨다.

○ 연소속도는 보통 시간당 4km로 진행하지만 상향사면 진행시는 시간당 10km를 넘는 경우도 있다.

(나) 수간화(樹幹火)

○ 줄기가 연소하는 것으로 지표화로부터 또는 고사목이 낙뢰에 의하여 발화

○ 수간에 공동(空洞)이 있는 경우는 이것이 굴뚝과 같은 작용을 하여 강한 불길로 불꽃을 공중에 흩어 뿌려 또다른 지표화나, 수관화를 일으킨다.

(다) 수관화(樹冠火)

○ 지표화에서 우죽의 밑가지나 수관부에 불이 닿아 바람과 불길이 세어지면 수관으로 옮겨 임목의 상층부 잎과 수관을 태우며 보통 하부에 지표화를 동반한다.

○ 수관화가 한 번 일어나면 화세(火勢)도 강하고 진행 속도가 빨라서 끄기가 힘들다.

○ 흔히 수지가 많은 침엽수림에서 많이 발생하나 밀생된 치수 임분이나 마른 잎이 수관에 남아 있는 낙엽수림에서도 일어난다.

(라) 지중화(地中火)

○ 임상이나 지중(地中)의 이탄층(泥炭層)에 퇴적된 건조한 지피물이 연소하는 현상을 말한다.

○ 지표 연료가 쌓여 있기 때문에 산소 공급량이 적고 바람으로부터 보호되어 연소속도가 시간당 4-5km로 지속적이고 느리게 타는 화재가 일어난다. 그 결과 산불 진화와 뒷불 정리가 어렵다.

(3) 산불 예방

대부분의 산불은 실화(失火)에 의하여 발생하므로 산불발생유형별 예방대책 강구와 산불발생 위험기에 TV, 라디오를 통한 대국민 홍보활동 등을 실시하여야 한다. 또한 경비행기 · 산불무인감시시스템 설치 등을 이용한 산불조심 계도와 조기발견에 의한 초동진화체계를 갖추어야 한다.

(가) 사전 예방 및 점검

○ 지역별 입지조건 및 기상상태별 산불발생원인을 철저히 분석한다.

○ 지역 실정과 여건에 부합한 산불방지대책을 수립한다.

○ 산불 진화조직 및 진화장비를 점검하여 산불 발생 즉시 출동할 수 있도록 준비한다.

(나) 중점관리 대상지역

○ 과거 산불 다발지역

○ 대규모 산불 확산 우려지역

○ 도시 근교, 주요 등산로 및 유원지 주변 산림

○ 산채 · 약초 · 산림부산물 생산지 및 암자 · 기도원 주변 등으로 사람의 출입이 빈번한 산림

○ 천연기념물, 조림지, 천연보호림, 희귀수목 분포지 등 요 보호지역

(다) 예방활동의 강화

1) 범국민 참여를 통한 산불예방활동 전개

가) 대국민 홍보강화로 산불조심의 생활화 유도

○ TV, 라디오, 신문, 잡지 등의 대중 홍보 매체와 주요 등산로 입구의 캠페인 및 반상회보,

고속도로 전광판 등을 이용 실시

○ 산불발생 제보자에 대한 보상제 실시

나) 각급 학교 학생에 대한 산불예방교육 강화

다) 기상상황별 국민행동요령 적극 실천 유도

2) 산불조기발견 · 신고를 통한 예방체제 구축

가) 산불감시원, 공익근무요원을 산불감시 및 진화요원화

나) 산불감시시설 확대로 항시 감시체제 구축

○ 산불감시탑 설치 장소

- 임상이 양호한 지역으로서 산불 발생 위험이 있는 곳
- 가급적 대면적을 관망(觀望)할 수 있는 곳
- 연락이 쉽고 마을로부터 가까운 곳
- 통신중계 등 다각적 활용이 가능한 지역

○ 감시탑내 준비물

- 지형도 및 관내도, 관측 및 통신장비, 휴대용 무전기, 기상측정기구, 쌍안경, 나침판 등

○ 감시탑 근무자 임무

- 근무기간 중 철저한 산불감시 활동
- 산불발생시 위치, 화세(火勢) 등 산불의 규모, 진행방향, 임상, 바람 등 상황보고

다) 경비행기와 헬기 등에 의한 산불감시 공중순찰을 실시

라) 산불취약지 등에 산불 무인감시시스템을 설치하여 조기발견 등 산불취약지 관리

(라) 산불위험 예보

1) 개념

습도측정봉(Fuel Moisture Stick)과 기상인자를 이용하여 개발한 산불위험예보식으로 각 지역별 산림내의 낙엽 등 가연물질의 산불위험도를 예측함으로서 과학적인 조기 경방체제를 구축하는 것을 말한다.

2) 산불위험지수 산정 및 예보

○ 기상인자 및 습도측정봉(전나무)을 이용하여 산불위험예보식을 작성한다.

- 예보식의 예(경기지역 · 3월식)

$$Y = 97.52 + 2181.98/CS + 0.34 \times EF + 1.00 \times P(0.82^{**})$$

〔범례 : Y = 습도측정봉 무게, P = 강수량, EF = 실효습도, CS = 적산일사량〕

○ 산출된 습도측정봉의 무게를 위험지수환산표로 지수화하고 이를 다시 4단계(위험, 경계, 주의, 없음)로 구분한다.

표 6 - 4 - 11. 산불위험지수 구분

지 수	구 분	지 수	구 분
81 - 100	위 험	41 - 60	주 의
61 - 80	경 계	40 이하	없 음

자료 : 임업연구원, 1997

○ 산출된 산불위험지수를 이용하여 지역별 산불위험도를 작성 예보한다.

지역별산불위험예보(예)

범 례

구 분	위 험 지 수	표 시	비 고
위험경보	81 100	위	
경계경보	61 80	경	
주의경보	41 60	주	

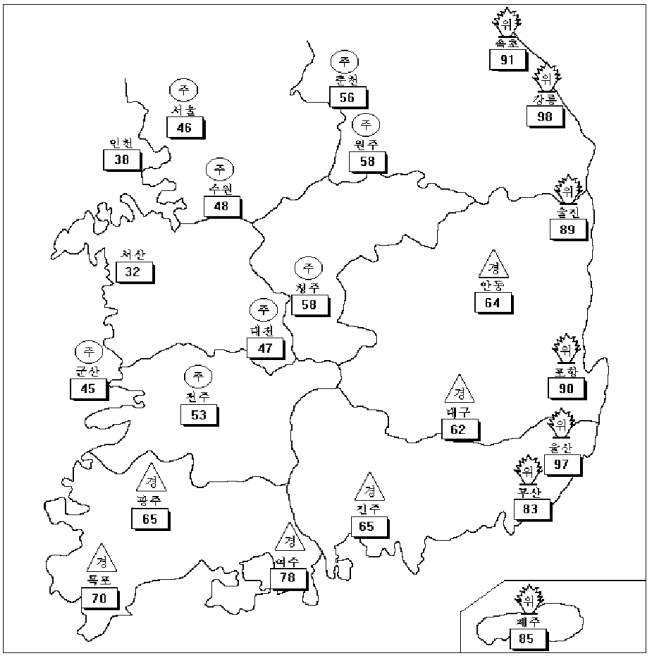


그림 6 - 4 - 4. 지역별 산불위험예보도

3) 산불위험경보 발령

산불위험경보 발령은 산불위험지수를 기본으로 하되 지역별 국지기상(局地氣象)을 고려하고 실효습도 및 최대풍속을 추가하여 발령하며 산불위험경보 발령기준에 따른 행동요령은 다음과 같다.

표 6 - 4 - 12. 산불위험경보 발령기준 및 행동요령

구 분	경보 발령 요건	행 동 지 침	발령권자	게양 깃발
산불위험경보	○위험지수 81-100 ○실효 습도 40% 이하 ○최대 풍속 7m/초 이상	○입산통제 및 등산로 폐쇄 확대 ○산림안 화기물소지 금지 ○논 · 밭두렁 및 폐기물 태우기 금지	시도 지사 · 지방산림관리청장	○백색 바탕에 적색 횡서 ○산불위험경보
산불경계경보	○위험지수 61-80 ○실효 습도 41 60% ○최대 풍속 5m/초 이상	○입산통제구역 입산금지, 입산통제 강화 ○산림안에서 취사금지 ○화기물 소지 금지구역 확대	〃	○백색 바탕에 황색 횡서 ○산불경계경보

자료 : 산림청, 1997

3) 산불위험도 측정판

미국에서 개발된 산림화재위험도 측정판은 지피식생, 연료습도, 풍속, 지수산정 등을 조합하여 위험도를 5단계로 구분 표시하고 있다.

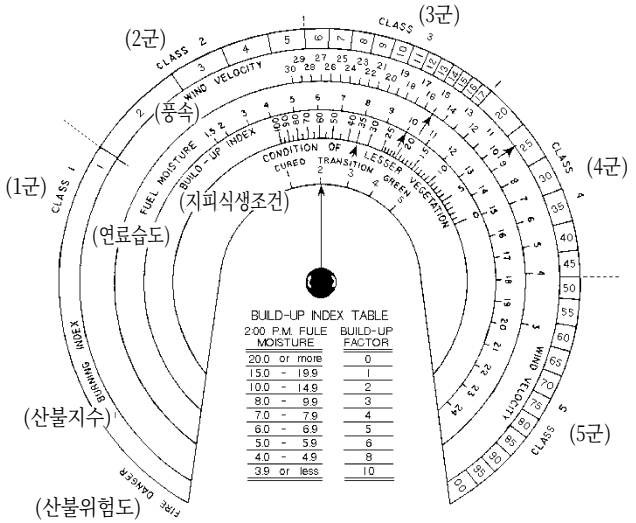


그림 6 - 4 - 5. 산불위험도 측정판 (8 - 100 - 0형)

자료 : Davis, K. P forestfire Control and use 1959

우리나라의 경우 산불취약지역 및 국립공원지역 등에 오늘의 산불발생위험도를 판단할 수 있는 홍보판을 제작하여 주민 및 통행인, 입산자들에게 홍보한다.

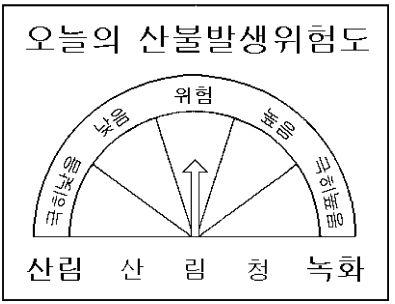


그림 6 - 4 - 6. 산불발생위험도 홍보판

(마) 산불위험 제거방법

1) 법적제한

가) 논 · 밭두렁 및 농산 폐기물 소각 엄격 통제

○ 산림과 연접된 100m이내 사전 허가후 논 · 밭두렁 및 농산 폐기물 소각

2) 방화수림대(防火樹林帶) 조성

산불연소를 방지할 목적으로 열에 강한 수종을 심어 놓은 수림대를 방화림이라 하며, 수종의 선정은 상록수나 활엽수가 좋고, 형식은 그 지방의 입지조건에 적합하게 조성한다.

가) 조성 장소

○ 능선상의 볼록한 부분 등 자연조건에 의해 방화효과가 유리하다고 판단되는 장소

○ 산록하단부 등 가옥피해나 마을보호 측면에서 유리한 장소

○ 철로변 및 가스 · 유류저장시설 주변

나) 조성 방법

○ 5ha이상의 조성지를 대상으로 조림면적의 10%정도의 면적을 폭은 25-30m로 조성

○ 능선부에 강한 수종을 열방향으로 식재

○ 수종은 굴참나무, 상수리나무 등 참나무류

3) 방화선 설치

○ 산림구획선, 경계선, 도로, 능선, 암석지, 하천 등을 이용한다.

○ 대단위 조림지, 채종림, 인가부근 소능선, 산농경계지 등에 10 20m폭으로 가연물을 제거한다.

○ 방화선 구축에는 삽, 괭이, 기계톱 등을 이용한다.

4) 산림경영상 예방법

산불이 발생하기 쉬운 동령림을 피하고 이령림, 택벌림, 혼효림 등을 육성하며 간벌, 가지치기, 임내의 고사(枯死) 지표물을 제거한다.

(4) 산불 진화

(가) 진행속도

○ 산불의 연소진행속도는 연료 종류 및 밀도, 경사도, 풍속 및 연료습도 등의 입지·환경인자에 깊은 영향을 받는다.

○ 산불의 연소진행속도는 상향사면의 경우 6.7 25.7m/분, 하향사면의 경우 0.2 5.5m/분으로 지형 및 풍속 조건에 따라 많은 차이가 있으며, 상향사면에서의 연소진행속도는 V = △L / △T (V : 연소진행속도, △L : 이동거리, △T : 이동에 요하는 시간)로 산출할 수 있다.

○ 비산화(飛散火)거리는 지형 및 풍속에 따라서 다르나 풍속이 5 15m/s 조건에서 약 0.6 1km까지 비화한다.

(나) 연소형태

1) 산불의 초기 연소형태

산불의 초기연소는 그림에서와 같이 바람과 지형에 따라 연소상태가 다르다.

○ A의 경우 무풍평탄지에서는 발화점을 중심으로 원형으로 연소한다.

○ B의 경우 강풍 또는 급경사지에서는 풍향과 평행으로 연소한다.

○ C의 경우 풍향이 일정하지 않거나 경사면에서는 부채꼴 모양으로 연소한다.

○ D의 경우 소능선이 있는 경사면에서는 산정을 향하여 신속히 연소한다.

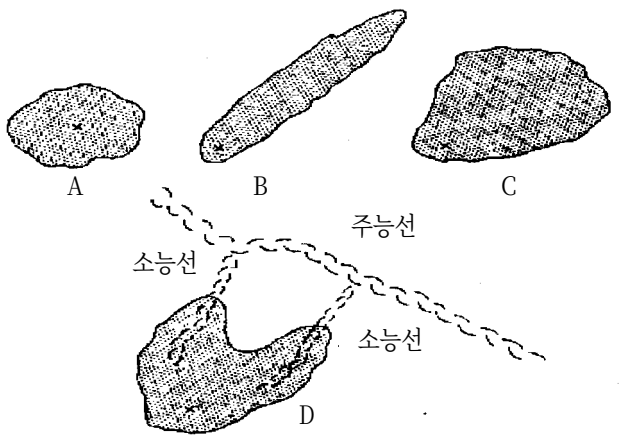


그림 6 - 4 - 7. 산불의 초기 연소형태(Davis, K. P forestfire Control and use 1959)

또한 그림에서와 같이 바람에 의한 연소형태는 풍속이 강할수록 좁고 긴 형태의 타원형으로 확산된다.(그림 6-4-8)

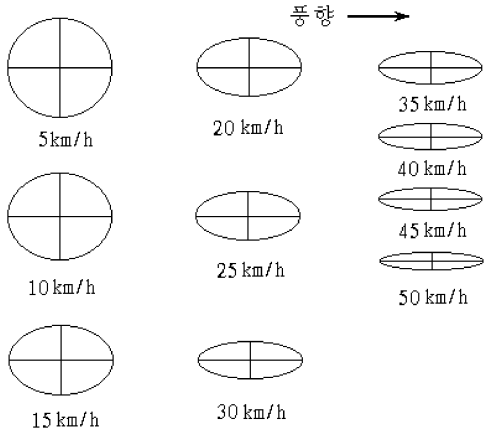


그림 6-4-8. 풍속에 의한 연소형태유형

자료: prediction fire behavior in the black spruce Lichen woodland fuel type of uestern and morthern, 1985

2) 우리나라의 산불확산유형

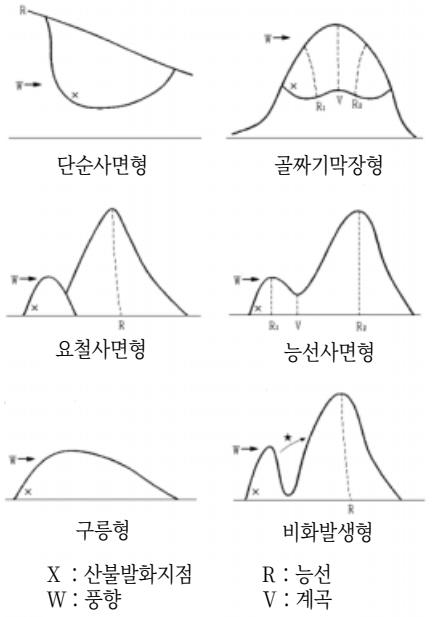


그림 6-4-9. 지형형태를 고려한 산불의 연소확산

자료 : 임업연구원, 1996

(다) 진화계획

1) 산불위험취약지 관리

진화대장은 산불의 취약지역을 평상시에 답사하여 지세, 골짜기 바람, 연료형 비산화발생 우려지역 등 산불작용의 영향인자를 확인 습득하여 산불발생 즉시 조기진화에 대처하여야 한다.

2) 산불발생초기 자료 수집

산불발생 신고를 받은 진화대장은 진화대원을 소집하기 전에 다음과 같은 사항을 신속히 수집한다.

○ 산불 신고자의 주소, 성명, 전화번호 및 지리 상황을 확인한다.
○ 정확한 산불 위치를 확인한다.
○ 산불 지역에 진화대원이 갈 수 있는 최단 지름길을 확인한다.
○ 산불의 규모를 확인한다.
○ 산불의 연소상태 및 특징을 파악한다.
○ 산불의 진행방향, 풍속, 풍향, 상대습도를 확인한다.
○ 지세(좁은 협곡, 넓은 협곡, 상자형 협곡), 경사도를 확인한다.

3) 산불의 상황판단

진화대장은 산불 현지에 도착 즉시 진화작업계획을 수립하기 위하여 산불의 연소진행상황을 다음과 같이 판단한다.

○ 화두 위치
○ 다두화 위치
○ 연료형
○ 산불의 규모
○ 비화 발생 우려지구
○ 유능한 진화 경험 대원수
○ 천연적 · 인공적 장애물
○ 진화대원 및 장비 수송로
○ 물자원
○ 진화선의 위치
○ 산불 진행의 영향 인자인 풍속, 풍향, 상대습도, 연료형, 경사도 등을 판단한다.

4) 진화작업계획 수립

진화작업계획은 산불의 규모, 진행속도, 진화대원 능력의 3대 요소를 고려하여 다음과 같이 수립한다.

○ 진화대장은 산불 상황을 판단 분석한 후 동원가능대원 및 진화 장비를 확인하여 진화대원

투입구역, 진화차등 장비 투입구역, 진화선 구축조 투입구역, 헬기지원구역 등을 구분하여 진화계획을 수립한다.

○ 산불 진행을 차단하는 도로, 하천, 농경지, 산불적지 등을 진화선으로 최대 활용하고 천연적 장애물이 없을 때는 진화선 구축위치를 확정 계획한다.

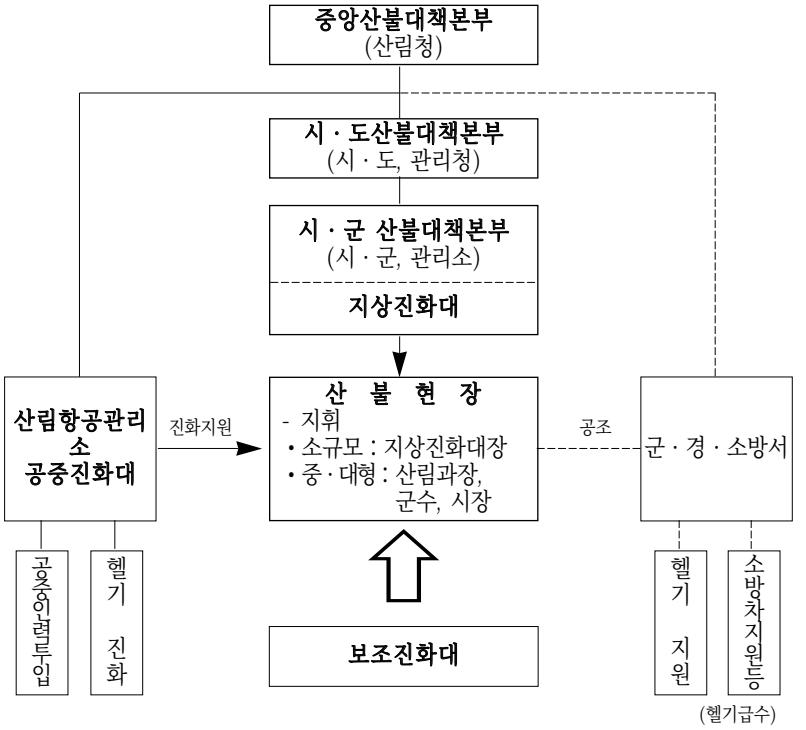
○ 만약에 산불이 대규모로 며칠간 강렬하게 신속히 연소 진행하여 진화대원이 산불에 접근 진화작업을 할 수 없을 때는 밤에 진화작업을 실시할 수 있는 계획을 수립한다.

○ 진화작업시에는 진화대원을 분산시키지 말고 조단위로 집단적으로 진화작업을 실시하도록 계획한다.

(라) 진화 조직

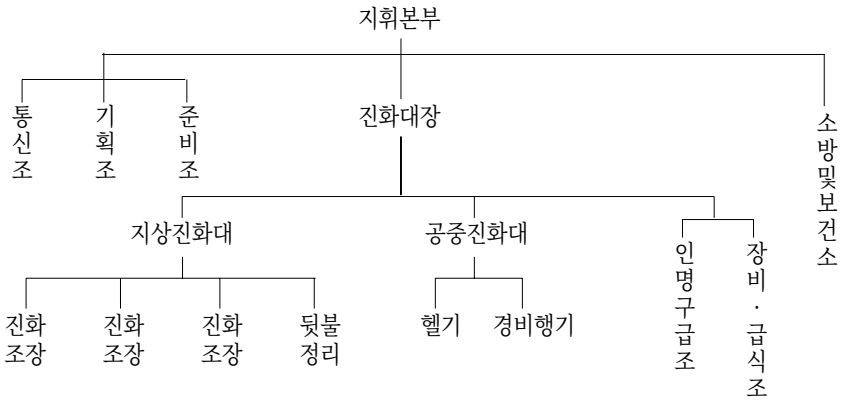
우리나라의 진화체계는 중앙대책본부인 산림청을 주축으로 시·도 및 시·군 산불대책본부가 있으며 산불 발생시 시·군 지상진화대와 산림항공관리소 헬기 및 공중진화대원이 즉시 투입하고 산불확대시 군·경·소방서 헬기 및 소방차 등이 지원 협조체제를 이루어 진화작업을 실시한다.

〈산불진화체계〉



산불진화조직은 업무를 분담할 조장과 조원을 임명하고 임무를 부여한다. 즉, 통신조, 기획조, 준비조, 진화조, 뒷불정리조, 공중진화대, 인명구급조, 장비 · 급식조, 의료구호조 를 조직하며, 이때 진화대장은 대원의 안전 진화방법의 결정 및 지휘본부와 진화 현장간의 연락을 장악한다.

<산불진화조직(예)>



(마) 진화 방법

산불의 진화는 산불의 3요소 즉 연료, 열, 공기의 3가지 가운데 한가지 이상을 파괴 제거하여 가연물의 연소반응을 중지시키는 것을 말한다.

1) 직접 진화

직접진화는 진화대원이 삽, 괭이, 불털이개, 등짐펌프, 동력펌프 및 소방차 등으로 산불에 물 또는 흙을 직접 뿌려서 화염을 제압하는 작업으로 지표화인 경우에 가장 적합한 작업이다.

가) 인력 진화

산불이 소규모로 연소 진행할 때 진화장비 및 도구로 화두(火頭)를 강력히 진화하는 방법으로 화두가 강렬하여 진화대원의 접근이 곤란할 때는 화미(火尾) 하단 기점으로부터 좌측화변, 우측화변에 따라 화두를 진화하며 진화요령은 다음과 같다.

○ 등짐펌프 등을 이용, 물을 살포하여 화염을 식혀 진화
○ 화염을 진화도구(불털이개 등)로 두드리어 열을 분산시켜 진화
○ 불에 흙을 뿌려 화염을 질식시켜 진화
○ 지중에 연소 중인 썩은 낙엽층을 삽으로 진화
○ 고사목 벌채작업
○ 뒷불정리 작업
○ 산불감시원 배치
○ 산아래에서 산정상으로 진화

○ 바람을 등지고 진화
○ 계곡형 지형의 상부에서 진화활동을 하지 않음
○ 진화활동은 항상 조단위로 실시
○ 인화성 복장은 피하고 방화복을 입고 진화

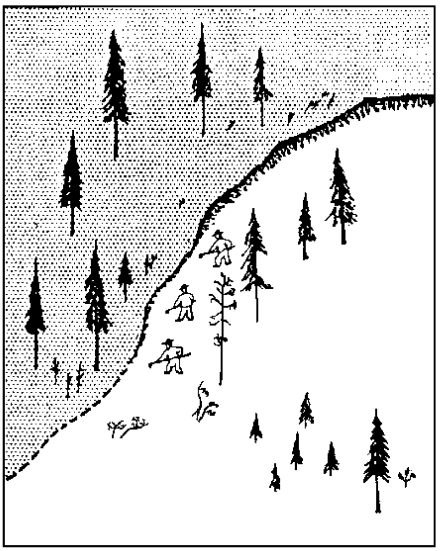


그림 6 - 4 - 10. 직접진화

나) 동력펌프에 의한 진화

동력펌프의 설치는 화세가 커짐에 따라 진화대원의 접근이 어려우며 일반 경사지에서 450m 이내에 공급수원이 있고, 호-스 사용에 지장이 없는 지역에 적용되며 경사가 심하거나 장거리인 경우 보조 저수조을 설치하여 다단계 급수도 할 수 있고, 소방차의 도움을 얻어 활용할 수도 있다.

○ 적용 대상
- 화세가 커짐에 따라서 진화대원의 접근이 어려운 곳
- 일반 경사지에서 450m이내에 공급 수원이 있는 곳
- 호스사용에 지장이 없는 지역에 설치
- 경사가 심하거나 장거리일 경우, 보조물통을 사용한 다단계 급수를 실시

○ 진화 방법
- 호스이동이 가능하도록 1인은 나무나 장애물을 제거
- 급수원과 산불현장까지 최단거리에 호스를 설치하되 이동거리가 길면 보조인력을 추가 · 배치

- 호스가 타지 않도록 불과의 거리를 유지
- 호스가 목적지에 이동하면 무선통신으로 급수원에 연락
- 급수원이 멀리 떨어진 경우에는 소방차를 산불현장 최대근접 지점에 배치
- 진화호스는 공중의 화염을 향하는 것이 아니라 지면의 연소물을 직접진화

※ 노즐의 종류와 사용 요령

최소량의 물로 산불을 진화하기 위해서는 노즐의 크기, 압력조절, 노즐모양이 적절하게 결정되어야 한다.

- 곧은 노즐
  - 수간화 및 수관화의 진화
  - 화세가 강한 곳이나 화두에서 진화
- 분무식 노즐
  - 풀과 관목류가 연소하는 지표화
  - 근접진화가 가능한 지표화
  - 화세가 약한 화미 및 화변의 진화

표 6 - 4 - 13. 450m호스길이의 동력펌프조 구성 및 임무

구 분	계	펌프조작조	호스연결조	살수조
인원(명)	14	2	10	2
임무		조작과 연락	호스운반과 연결	살수와 연락

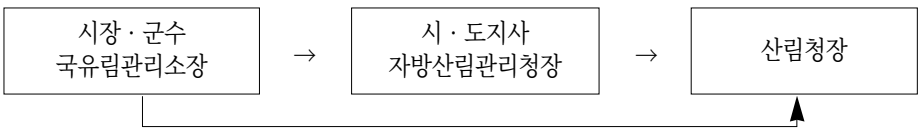
자료 : 임업연구원 1992

다) 항공기 진화

항공기 진화는 소화약제나 물을 뿌려 불의 확산을 억제하고 화세를 약화시켜 진화대원의 지상진화작업을 보다 용이하게 한다.

○ 항공기 지원요청

〈항공기 지원절차〉



(산불발생지)

- 산불의 진행속도와 화세가 강하여 인력으로 지상진화가 곤란하다고 판단되면 항공지원

을 요청한다

- 산불 발생시 긴급을 요할 때는 즉시 출동하여 선행 조치하고 보고한다.
- 항공기 지원 요청시에는 산불발생 지역의 인근 급수가 용이한 수원지 부근에 착륙장을 개설하여야 한다.
- 기동배치 운영기간에는 동배치지역 산불방지 대책본부장이 지원요청시 운항을 한다. 단, 중앙산불방지 대책본부장의 지시가 있을 때는 이에 따른다.

○ 항공기 출동절차

- 항공기 지원요청을 받았을 때에는 헬기 착륙장, 유도방법(깃발, 연막탄, 연기 등)을 확인하여 출동지시 한다.
  - 각기지 헬기 : 산림청장
  - 기동배치 헬기 : 각 지역 산불방지대책본부장 또는 중앙산불방지대책본부장
- 출동하는 헬기는 진화에 필요한 장비를 장착 출동한다.

○ 헬기의 종류 및 제원('98산림청 보유)

표 6 - 4 - 14. 산불진화용 헬기의 제원

구분 / 기종	탑승인원 (명)	엔진마력 (마력)	물탑재능력 (드럼)	물살포능력 (M)	순항시간 (시간)
M 20R	4	280	-	-	6:00
H 500D	5	420	2	3.0 × 20	2:10
BELL 206L-3	7	450	3	3.5 × 30	2:40
AS350-B2	7	732	4	4 × 35	3:10
KA-32T	19	4,450	15 ~ 17	10 ×100	2:50

자료 : 산림청, '98산불통계자료, 1999

○ 헬기를 이용한 진화작업 순서

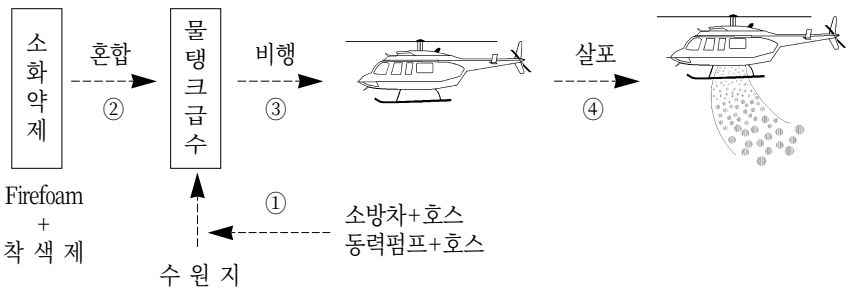


그림 6 - 4 - 10. 헬기를 이용한 진화작업도

2) 간접 진화

간접진화는 산불의 강도가 높아 직접진화를 할 수 없을 때 산불 지점으로부터 떨어진 주위에 방화선을 구축하여 진화하거나 맞불로 진화하는 방법이다.

가) 방화선 설치

방화선은 가연물질을 산불로부터 격리시키는 방법으로 산불의 진행상황과 산불발생 지역의 연소상태에 따라 다르지만, 이 방법은 설치할 방화선의 위치 결정이 가장 중요하다.

○ 설치 장소

방화선 설치 위치를 정확하게 결정함은 성공적인 진화작업의 관건이므로 산불의 규모, 연소진행속도, 방화선 구축대원의 작업능력과 여건을 감안하여 산불로부터 얼마나 떨어진 위치에 방화선을 구축할 것인가를 정확히 결정하여야 한다.

- 적정 위치
  - 방화선 구축을 신속, 용이하게 작업할 수 있는 위치
  - 산림의 피해를 최대한 경감하거나 예방할 수 있는 위치
  - 산불과 방화선 사이에 연료량이 적은 나지 또는 미립목지 등
  - 인공적 또는 천연적인 도로, 하천, 능선 등이 있는 위치
  - 산정 또는 능선 바로 뒷편 8~9부 능선에 위치
- 부적정 위치
  - 급경사지, 관목 및 임목밀생지, 고사목 집적지역
  - 방화선 방향을 갑자기 돌변시켜야 될 복잡한 지역 등

○ 설치 요령

- 가능한 화선 가까이에 설치한다.
- 가능한 짧게 만든다.
- 기존의 장애물을 최대한 이용한다.
- 산불의 강도가 가장 낮은 곳에서 방화선을 구축한다.
- 산불확산속도, 방화선의 구축시간 등을 고려하여 방화선의 위치를 결정한다.
- 방화선이 예각(銳角)이 되지 않도록 한다.
- 연료량이 적은 곳에 방화선을 설치한다.
- 개방된 지역에 방화선을 설치한다.
- 산정부는 가연물의 양이 적고, 사방에서 바람이 불어와 화세가 약해지고 산불진행속도가 느려지며, 산의 반대사면으로 내려가는 산불은 강도가 줄어들므로 산불진행반대사면 8~9부 능선에 방화선을 구축한다.

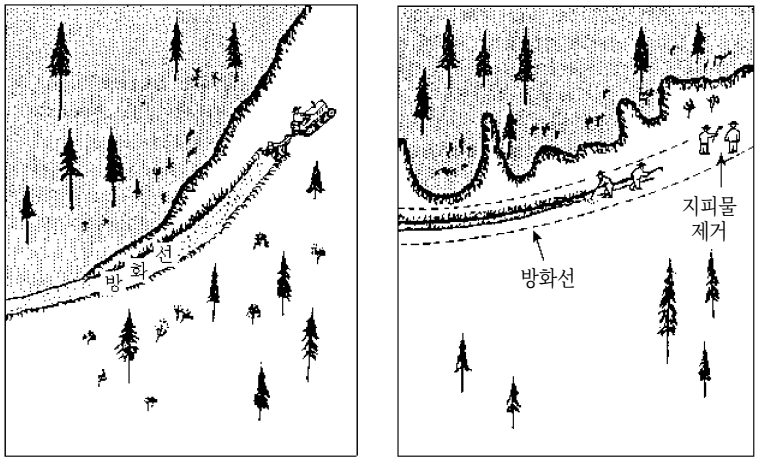


그림 6 - 4 - 11. 간접진화

○ 방화선의 유형

- 화변방화선

이 방법은 산불이 소규모이고 화세가 약하고 진화대원의 산불화변 접근이 가능하나 지형과 지피식생 등으로 직접진화작업이 불가능할 때 적용하며 그 설치방법은 화변에서 떨어진 위치에 방화선을 화변과 평행하게 구축하여 가므로 산불 주위를 완전히 둘러쌓아 산불 진행을 차단 진화하는 방법이다.

- 사선방화선

산불 현지의 경사가 급하고 풍속이 보통 이상일 때의 산불은 화두부분이 상당히 발달하여 산불이 강렬하고 신속하게 진행하게 되므로 이러한 경우 화두의 세력을 차단하도록 진화기점을 화변과 각을 이루게 사선으로 방화선을 구축하여 산불진행을 시차를 두고 차단 진화하는 방법이다.

- 다두화 저지방화선

경사가 급하고 바람이 강할 때 산불은 대규모의 다두화로 발달하게 되므로 이러한 산불진화작업에 적용되며 설치방법은 제1단계로 각 화두의 화세를 우선 차단하기 위하여 화두 전방에 방화선을 구축하고 제2단계로 각 화두와 화두사이를 연결하는 방화선을 구축한 다음 제3단계로 좌 · 우측화변에 따라 화밑까지 방화선을 구축하여 산불을 차단 진화하는 방법이다.

나) 맞불 진화 방법

대형산불로 확산되어 직접진화는 물론 방화선 설치만으로는 진화가 어렵다고 판단될 때 적용하는 산불 진화의 최후 방법이다.

○ 맞불 진화

- 맞불 놓기

맞불은 불의 진행과 맞불의 진행을 부딪히게 하여 가연물을 소실시키므로써 진화되도록 하는 진화수단이다. 그러나 예기치 않은 바람 등의 영향으로 또 다른 산불이 발생하여 확산될 위험성이 있는 일종의 모험적인 진화방법이다. 그러므로 맞불은 진화대장의 명령에 의해서만 실시한다. 다만, 맞불 놓는 위치 및 시기 선정은 경험을 가진 진화대원에 의해져야 한다.

- 위치

맞불 놓는 위치는 자연적, 인공적 장애물인 하천 저수지, 도로, 능선 등을 방화벽으로하여 맞불놓기를 실시하며 과거 격전지등 진화에 위험이 예상되는 지역에 대하여는 진화대원의 안전을 위하여 화두 전방에서 1㎞이상 떨어져 맞불을 놓아 진화하기도 하지만 일반적으로 맞불 놓는 가장 좋은 위치는 산정을 향하여 타올라 가고 있는 상황에서는 정상 바로 뒤편 하단부가 적합하다.

- 주의 사항

• 맞불은 몇 사람이 놓을 수 있으나 또 다른 산불을 일으킬 수도 있으므로 위험지역을 감시하여야 한다.

• 맞불이 산불을 만나게 되면 폭발하여 비산화가 고공으로 멀리 날리므로 이에 대비하여야 한다.

• 맞불은 천연적 또는 인공적인 장애물이나 방화선으로 완전히 둘러싸인 상태에서만 실시한다.

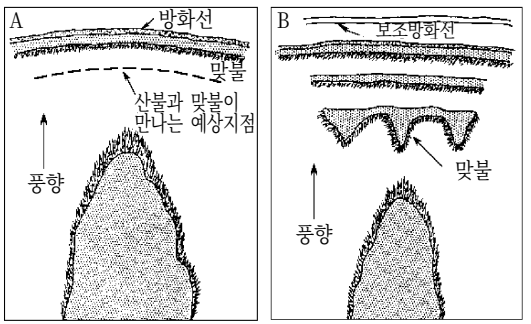


그림 6 - 4 - 12. 맞불실시 모식도

3) 뒷불 정리

산불을 진화한 이후 산불이 재발되지 않도록 불씨를 완전히 제거하는 작업이다. 산불은 진화시 외형상으로는 완전히 진화된 것처럼 보이지만 어느 기간동안 불씨가 남아 있기 때문에 바람이 강하게 불 경우 산불이 재발될 위험도 있고 실제 진화지에서는 뒷불로 인하여 산불이 재발

되고 있는 사례를 자주 볼 수 있다. 이 때문에 진화대장은 방화선을 구축한 즉시 반드시 뒷불 감시조에 임무를 부여 책임을 준다.

가) 뒷불정리 요령

○ 주위에 산재되어 있는 통나무는 경사지와 평행으로 뒤집어 놓으며 불씨를 긁어내고 흙과 물을 뿌린다.

○ 급경사지에서는 수평으로 깊은 도랑을 구축하고 둑을 만들어서 상부로부터 굴러 내리는 불덩어리가 모이도록 한다.

○ 타고 있는 통나무가 너무 무거워서 움직이기 곤란하면 통나무 밑에 깊은 도랑을 파준다.

○ 위험한 연료(타고 있는 고주배기, 썩은 근주 등)는 소각해 버리거나 또는 흩어 놓고 땅에 묻는다.

○ 도구 및 물을 사용하여 뒷불정리작업을 효과적으로 수행한다.

○ 타고 있는 고사목은 바람에 의하여 불씨가 진화선 밖으로 날아가지 않도록 베어 눕혀서 불을 끈다.

나) 순시와 검사

뒷불 정리한 후 지역 담당자는 순찰대를 조직하여 2 3일간 산불지역내를 샅샅이 점검 확인한다.

○ 모든 가지 그루터기와 고사목은 쓰러뜨린다.

○ 방화선 부근의 불탄 뿌리가 없도록 확인한다.

○ 방화선 부근에 질식 소화하여 불씨가 묻혀 있는 곳을 확인한다.

○ 특히, 다람쥐굴, 썩은 통나무, 그루터기, 높이 솟은 가지 등을 면밀히 점검 · 소화한다.

○ 비산화는 완전히 소화되었는지를 재확인한다.

○ 방화선 부근에 타지 않고 남겨진 부스러기를 확인한다.

4) 산불 진화시 안전대책

가) 진화대원의 복장과 안전장비

산불진화대원은 항시 위험에 노출되어 있으므로 신체를 보호할 수 있는 복장과 장비를 갖추어야 한다. 특히 야간작업시는 개인장구를 잘 준비하도록 한다.

○ 면장갑, 면제품의 두꺼운 양말

○ 면제품의 두꺼운 바지와 긴팔상의

○ 안전모와 안전한 작업화

○ 전등 (손 또는 머리) 및 예비전지

○ 안경, 수통, 주머니칼 등

나) 안전수칙

○ 인력 진화

- 진화본부 진화대장과 대원간의 통신은 잘 유지되도록 한다.
- 진화대원은 화학제품이나 인화되기 쉬운 복장은 입지 않도록 한다
- 화두 양측면을 우선 진화하고 화세가 약해지면 화두를 진화한다.
- 한 장소에 오래 머물지 말고 신속하게 작업하면서 이동한다.
- 위험연료에 확산되는 불씨부터 소화하고 비산화는 낙화 즉시 진화한다.
- 기상상태와 산불진행을 파악한다.
- 탈출로를 찾아서 대원에게 미리 알리어 위험을 피하도록 한다.
- 바위나 통나무가 있거나 위험이 있는 곳이 감시원을 배치한다.
- 보행 중이나 작업 중에는 서로 2m 이상 떨어지고 절대로 자서는 안 된다.
- 진화기구는 높이 들지 말고 넘어질 경우 사람이 없는 쪽으로 던진다.

○ 헬기 진화
- 헬기에서 쏟은 물이나 소화약제에 맞지 않도록 주의한다.
- 헬기에서 쏟은 물이 위험할 때 산불로부터 안전하고 수관이 밀폐된 곳으로 피한다.
- 강한 화세로 대류현상이 심할 때는 헬기의 접근을 금지한다.
- 대피할 시간적 여유가 없을 때 비행기가 오는 방향으로 향하여 땅에 엎드린다.
- 고사목 등은 넘어지거나 구르기 쉬우므로 멀리하고 엎드린 장소가 급경사지인 경우 움직이거나 미끄러지지 않은 고정 물체를 붙잡는다.

(바) 소화약제

산불소화약제는 산불이 많이 발생하는 북미주와 유럽 및 일본 등 선진국에서 개발 사용되고 있으며 다음과 같이 장기성 소화약제와 단기성 소화약제가 있다.

1) 장기성 소화약제

화학약제로서 산불에 살포시 화학작용을 일으키며 약제 살포시 물이 증발되어도 약제는 남아서 연소억제 효과를 나타낸다.

○ 종류 : 제1인산암모늄(MAP), 제2인산암모늄(DAP) 등

○ 사용방법 : 물 1ℓ에 약제 150g을 희석시킨 후 전착제(CMC) 1%를 첨가 후 동력펌프 및 헬기를 이용하여 살포하거나 뒷불정리시에는 등짐펌프에 넣어 사용.

2) 단기성 소화약제

물리적 억제제로서 산불에 살포시 물이 증발되면 약제 효과도 소멸되는 주로 거품제(Foam)임.

○ 종류 : Firefoam, Phos-Chek WD861 · 881, Forexpan, Silvex 등

○ 사용방법 ; 산불의 강도에 따라 물과의 혼합 비율을 달리하며 반드시 물을 저수 후 약제를 혼합시켜 사용하며 물보다 약 2배의 연소지연 효과가 있음.
- 지표화 : 0.2 0.4%용액 사용
- 수관화 : 0.5 0.8%용액 사용

- 항공기 살포 : 0.6 0.7%용액 사용
- 뒷불정리 : 0.1%용액 사용

(5) 진화 장비

진화장비는 지역 실정에 맞추어 준비하고 지형, 임상, 임도 및 접근로, 동원인원을 고려하여 보관하여야 한다. 현재 산불진화에 사용하는 개인용 진화장비들은 기본적이고도 필수적인 장비로서 반드시 휴대하여야 하며, 그 종류는 등짐펌프 · 양날도끼 · 나무낫 · 도끼겸 곡괭이 · 삽 · 불털이개 · 불갈퀴 · 쇄스랑 · 방염텐트 등이 있고, 보조진화장비 및 중장비는 워터백 · 간이저수조 · 동력톱 · 동력펌프 · 산불진화차가 있으며 특히 헬기 및 고정익 비행기 등은 산불진화에 가장 효과적이다.

(가) 등짐펌프

가) 용도 : 직접진화, 방화선 구축, 뒷불정리

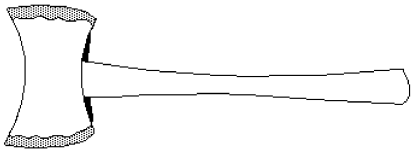
나) 사용방법 : 용기에 물 또는 소화약제를 넣어 등에 짊어진 후 양손으로 분사피스톤을 움직여서 화두방향으로 살포한다.



(나) 양날도끼

가) 용도 : 방화선 구축시 관목 및 치수제거

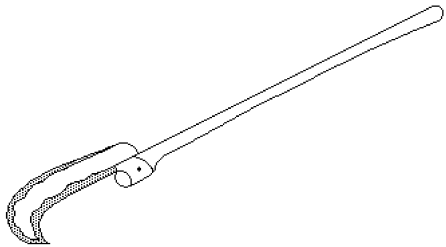
나) 사용방법 : 양날도끼의 한 면은 예리하므로 나무가지를 절단하며, 다른 면의 뿌리를 자른다.



(다) 나무낫(부러쉬 훅)

가) 용도 : 방화선 구축시 관목, 나무가지 등을 제거

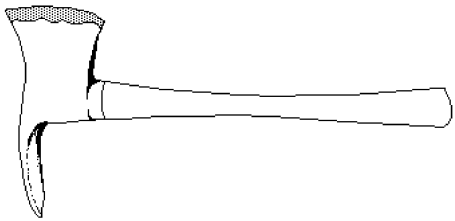
나) 사용방법 : 내측의 날은 관목, 소경목 등을 절단하고 외측의 날로는 직경이 큰 나무를 절단한다.



(라) 도끼겸 곡괭이

가) 용도 : 직접진화, 방화선 구축, 뒷불정리시 사용

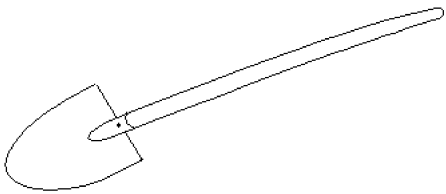
나) 사용방법 : 굳은 땅을 파거나 뜨거운 등걸불, 연소중인 임목의 뜨거운 부분을 파거나 긁어낸다.



(마) 삽

가) 용도 : 도랑파기, 방화선 설치, 직접진화, 뒷불정리시 사용

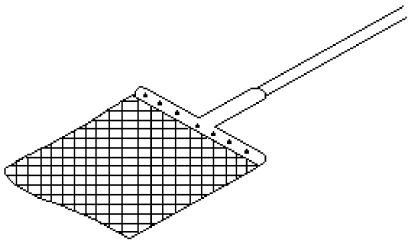
나) 사용방법 : 도랑을 파거나 흙을 파서 화염에 뿌리고 연료에 붙은 불덩어리를 긁고 절단하며, 땅을 파서 묻는다.



(바) 불털이개

가) 용도 : 직접진화시 사용

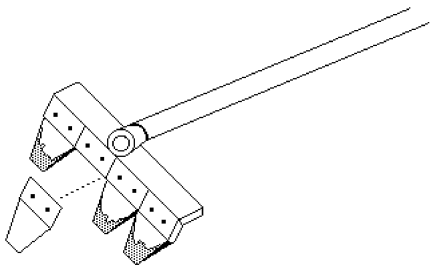
나) 사용방법 : 화염 및 불씨를 제거할 때 화두의 기부를 가볍게 두들겨 끈다.



(사) 불갈퀴

가) 용도 : 방화선 구축, 뒷불정리시 사용

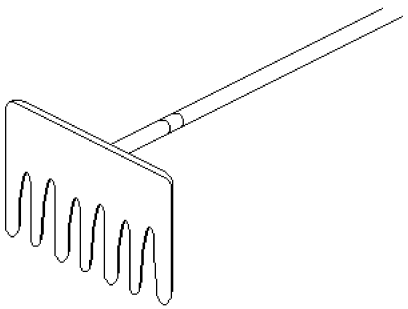
나) 사용방법 : 대각선으로 움직여서 풀덤불, 작은 뿌리 등을 절단하며, 소나무 숲이나 조림지에서 유용하다.



(아) 쇄스랑

가) 용도 : 방화선 구축, 뒷불정리시 사용

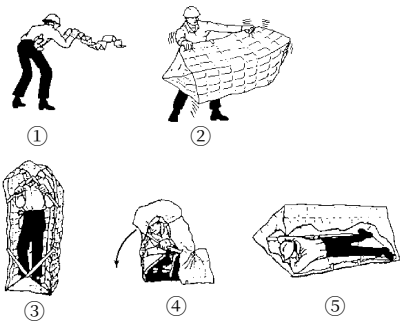
나) 사용방법 : 덤불제거, 썩은 나무등걸 굴취, 땅긁기, 흙파기에 유용하다.



(자) 방염텐트

가) 용도 : 진화작업시 화염에 휩싸일 위험성이 있거나 고립시 사용하며 약 1,200℃에서도 견딜 수 있는 신체보호용 안전장비임

나) 사용방법 : 휴대한 방염텐트를 그림 순서와 같이 양손으로 펼친 상태에서 몸을 완전히 감싸고 엎드린다.



(차) 워터백(물백)

가) 용도 : 직접진화, 뒷불정리, 식수용공급

나) 용량 : 10ℓ

다) 사용방법 : 워터백에 노즐을 연결시켜 살수진화

(카) 간이저수조

가) 용도 : 직접진화 및 뒷불정리를 위한 물담수

나) 용량 : 1,000ℓ

다) 사용방법 : 담수한 물을 동력펌프 등을 이용하여 살수진화

(타) 물조끼

가) 용도 : 초동진화 및 뒷불감시용

나) 용량 : 15ℓ

다) 사용방법 : 물조끼에 물을 넣어 조끼식으로 입은 후 등짐펌프식으로 물살포 진화

(하) 에어소화기

가) 용도 : 방화저지선 확보, 산불초동진화

나) 사용방법 : 동력을 이용하여 강풍을 발생시켜 산불을 진화



(거) 동력펌프

가) 용도 : 직접진화

나) 사용방법 : 산불현장과 근접된 수원지에 호스를 연결하여 연소지역에 다량의 물을 분사시켜 진화



(너) 기계톱

가) 용도 : 방화선 구축

나) 사용방법 : 방화선 구축시 굵은 나무를 신속히 제거하는데 사용

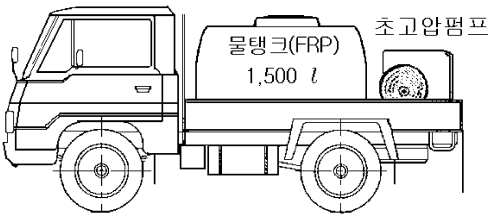


(더) 산불진화차

가) 용도 : 산불초기진화 및 뒷불정리

나) 용량 : 1,500ℓ

다) 사용방법 : 진화 차에 장착된 고압펌프를 이용한 살수진화



(6) 불의 이용(처방화입)

인류역사상 초기에는 인간이 불을 두려워하고 피하였으나, 불의 성질을 알고 난 후부터는 불을 인위적으로 적당히 조절하여 여러가지 용도에 이용하게 되었다. 미국의 경우 산불 관련 업무 중 산불 관리·이용에 할애하는 비율이 70%나 된다. 우리나라의 경우에도 농지개간 목적인 화전경작이 과거로부터 무분별하게 실시되어오다 1966년에야 비로소 「화전정리에 관한 법률」이 제정·공포되면서 화전정리의 기틀을 마련한 후 1979년에 성공적으로 종결진 바 있다. 그러나 불의 이용은 화전경작의 목적에만 있는 것이 아니기 때문에 현재 미국 등 임업선진국에서 사용하고 있는 화입에 대해서 기술하면 다음과 같다.

산불의 유리한 점을 이용하기 위하여 면적과 불의 강도를 정해서 산에 불을 놓는 것을 통제화입(統制火入, controlled burning)이라 하고, 특정한 경영 목표를 성취하기 위해 처방된 환경 조건 하에서 구체적으로 불을 놓는 대상지, 날짜와 시간, 일기 등을 미리 정하여 계획적으로 산에 불을 놓는 것을 처방화입(處方火入, prescribed burning)이라 하며, 이러한 것을 총체적으로 산불관리(fire management)라고 한다.

(가) 효과

1) 연료의 감소

임목이 울창한 산림내에는 낙엽, 죽은가지, 고사목 등이 임내에 축적되어 있어 산불이 발생했을 때 이것이 산불의 확대 원인이 되기 때문에 축적된 연료를 태워 없앰으로써 산불위험도를 낮출 수 있다.

2) 조림지 준비 및 육림(育林)

임지에 낙엽층과 부식층을 포함한 A층이 너무 두꺼울 때 특히, 조부식층이 발달되어 천연하종(天然下種)이 불가능할 때, 적당히 불을 넣어서 조부식층을 제거하여 광물질 토양을 노출시킴으로써 천연하종을 가능하게 한다. 또는 관목(灌木)과 잡목(雜木)이 우거진 임지에 인공식재를 하려고 할 때 식재 직전에 불을 넣어서 관목과 잡초를 제거한 후에 식재를 하므로써 산불을 이용할 수 있다.

수목이 밀생하거나 하층식생(下層植生)이 너무 밀집된 지역에서는 이를 태워 없앰으로써 양료순환을 촉진시켜 수목간의 영양수분(營養水分)의 경쟁을 없애줄 뿐만 아니라, 천연하종(天然下種)을 위한 토양을 노출시켜 발아상(發芽床)을 형성하는 등의 효과를 가져온다. 경북 울진의 소광리 소나무림의 경우 과거 화전민들이 평균 9년 주기로 소나무림을 유지하기 위해 산불을 사용했음을 추정할 수 있다. 미국의 방크스소나무림은 구과(毬果)가 항상 폐과(閉果) 상태로 되어 있어서 천연하종(下種)이 잘 안되기 때문에 구과를 가열하여 인편(鱗片)이 벌어져서 하종이 되도록 유도하기도 한다.

3) 병해충 방제

적당한 불을 넣어서 병해충를 방제하는 경우가 있다. 즉, 미국 동남부의 대왕송이 갈반병(褐斑炳, brown spot disease)의 피해를 받을 때에 3년에 1번씩 약한 불을 넣으면 병의 전염을 억제하며, 활기와 생장이 좋아진다고 한다(Wakeley and Muntz,1947). 또한, 갱신기에 달한 스트로브소나무 임분에 불을 넣어서 털녹병의 중간기주(中間寄主)인 까치밥나무(Ribes)를 박멸함으로써 식재림을 보호할 수 있다(Wellner, 1946).

4) 야생동물의 보호

관목류가 밀집된 지역에서는 야생동물이 활동할 수 있는 공간이 적어 이러한 지역에 화입(火入)을 실시하게 되면, 관목이 제거되어 초원(草原)이 형성되며, 이듬해 새싹이 돋아나 야생목초(野生木草)의 양과 질을 개량하게 되어 야생동물에게 활동공간과 먹이를 제공하게 된다. 한편 수렵용 대형 동물의 이동을 방해하는 물리적 장애물을 제거하기 위하여 실시하기도 한다.

(나) 종류

처방화입에는 경영자 발화 처방화입과 처방된 자연화입 두 가지 종류가 있으나 여기에서는 경영 목표와 불 조절이 가능한 미리 정해진 시기에 경영자가 화입을 실시하는 경영자 발화 처방화입 방법에 대하여 기술코자한다.

이 방법의 종류에는 벌채지 소각, 임상 소각, 임분 교체 소각, 초지 소각 등 여러 가지 형태가 있다.

1) 벌채지 소각은 그대로 방치되면 조림을 방해하고 화재의 우려가 있기 때문에 벌채후 잔존물과 다른 유기물 및 식생을 불로 처리하는 방법이다. 이 방법은 가장 오랫동안 사용해 오던 전통적인 처방화입 기법이다. 미국의 경우 초기 대형화재 원인의 상당수가 벌채후 잔존물이나 개간으로 인한 찌꺼기의 집적에 있었으며 이곳이 산불의 " 화두(head) "였다. 결과적으로, 안전하고 효과적인 벌채후 잔존물 제거가 초기의 화재의 조절 방법이다. 또한 벌채지 소각에는 광범위 소각(broadcast burning)과 집적후 소각(piling and burning)이 널리 사용되고 있다.

   광범위 소각은 개벌지의 잔존물이 집중되어 있는 곳에 한번의 불로 소각하는 것이며 집적후 소각은 인력이나 트랙터로 잔존물은 모아쌓은 후 각각의 집적물을 태우는 방법이다.

2) 임상 소각은 하층 소각 또는 경소각이라고도 하는데 임관 아랫 부분을 태우는 것이다. 이 기술은 소나무 임분에서 산불 위험도를 줄이고 하층 활엽수와의 경쟁을 조절하는데 사용된다. 최근 미국의 경우 폰데로사 소나무림, 낙엽송-미송림, 세쿼이아 삼나무림에서 다양한 조림이나 야생동물의 서식지제공을 위한 목적 뿐만아니라 화재 위험도 감소를 위하여 많이 사용하고 있다.

3) 임분 교체 소각은 수목이 서 있는 현존 임분을 파괴시키고 새로운 임분으로 바꾸기 위해

사용된다. 미국의 미시건 주에서는 방크스소나무 노령림을 꾀꼬리의 보금자리 서식지 형성을 위한 유령임분을 만들기 위해 소각하며, 코로라도 주에서는 겨우살이에 심하게 감염된 콘토르타 소나무림을 갱신하기 위하여 또 야생양의 전통적인 이주 통로를 개척하기 위하여 소각한다.

4) 초지 소각은 초지나 관목림에 사용하는 처방 화입으로서 가축이나 야생동물의 먹기 좋은 잎생산 및 초질개선과 필요치 않은 수목이나 관목을 제거하기 위한 소각이다. 또한 초원의 자연 식생 유지나 산불 위험도 줄이기, 그리고 야생동물의 서식지인 습원을 보존하기 위해 사용한다.

(다) 방법

산불관리라는 목적에서 성공적인 처방화입이란 소각 대상지에 대하여 안전하게 소각하므로써 토지 및 자원 경영 목표를 달성할 수 있는 것을 말하며, 예상되는 화재 행태와 기대되는 화재 효과에 대한 지식이 전제되어야 한다.

1) 처방화입 준비

처방화입을 하기 위해서는 적당한 기상 조건, 연료 습도, 토양 수분이 전제되어야 하며 이러한 환경 조건이 만족될 때 미리 결정된 지역 안에서만 연료가 탈 수 있도록 불을 적당히 놓아야 한다. 이때 열의 세기와 확산 속도는 계획된 목적을 달성하기 위하여 반드시 고려되어야 하며 처방화입을 실시하기 전에 불의 처방전이 반드시 작성되어야 한다.

2) 점화방법

점화방법에는 공중 점화방법과 개인 점화방법이 있다. 공중 점화방법은 헬기 발염기(helitorch)를 사용하여 연소하고 있는 지역 위에서 항공기로부터 점화장치를 낙하시켜 점화하는 방법이며, 특히 초지 소각을 위해 개발된 헬기 발염기의 변형 형태를 테라토취(terratorch)라 한다. 이것은 헬기 발염기 기술을 차량에 장착할 수 있도록 변형시킨 것이다. 또한 개인 휴대용 점화기로는 드립토취(driptorch)가 있다.

5. 야생동물관리

(1) 야생동물의 가치

(가) 생태적 가치

야생동물의 생리, 생태적 활동을 통하여 생태계의 생산성과 안정성을 향상시킴으로써 인류에게 기여하는 모든 역할을 야생동물의 생태적 가치라고 한다.

야생동물은 생태계내에서 소비자 또는 분해자로서 생태계의 항상성 유지에 기여하고 있으며,

그들의 생리, 생태적 적응활동 즉, 채이, 번식 등을 통해 토양경운, 종자분산, 수분, 개체군의 자연적 조절, 사체(死體)처리를 통한 위생청결 등 직접 또는 간접적으로 인류에게 무한한 혜택을 주고 있다.

(나) 휴양적 가치

야생동물의 레크레이션적 가치는 야생동물과 관련된 스포츠나 취미 활동인 수렵, 낚시, 야생조수관찰 및 사진촬영과 등산, 야영, 여행(특별히 야생동물의 매력에 이끌린) 등을 위해 사람들이 지불하고자 하는 금액 뿐만 아니라 이들 활동에 소비한 시간 및 활동을 통해 얻은 경험의 가치를 모두 포함한다.

야생동물과 관련된 레크레이션 활동은 살아있는 생명체로서 야생동물이 지니고 있는 형태적 또는 생리·생태적 속성과 그들이 서식하고 있는 아름다운 자연을 느낄 수 있다는 점에서 단순히 경제적인 가치 이상의 무형적인 것을 내포하고 있다.

우리나라의 경우 야생동물과 관련한 옥외 레크레이션 활동으로는 낚시, 수렵을 들 수 있으며 야생동물관찰 및 사진촬영은 동물애호가나 사진작가 등 극히 소수에 한정되고 있지만 최근 들어서 탐조활동은 겨울철 여가 활동으로 점차 학생 및 직장 동호인들 사이에서 인기를 끌고 있다.

수렵활동 참여인구는 금렵조치가 해제된 1982년 2,000여명에서 '95년 13,000여명으로 꾸준한 증가를 보이고 있지만, 수렵여건이 조성되지 못하고 수렵이 건전한 레저로서 일반대중들에게 널리 인식되지 못하여 전체 관광 위락활동 참여량에서 차지하는 비중은 미약한 수준이다. 그러나 수렵의 잠재수요라고 할 수 있는 총기등록자(엽총과 공기총)수는 무려 50여만명 정도에 이르고 있어 수렵여건이 좋아진다면 수렵인구는 급증할 것으로 예상된다.

(다) 경제적 가치

야생동물의 경제적 가치는 좁은 의미에서는 야생동물의 고기, 모피, 뿔 등 주요 부산물의 생산판매와 낚시, 수렵, 야생동물의 관찰 등 레크레이션적 이용을 통해 얻는 직접적인 수입을 들 수 있으며, 넓은 의미로는 자연생태계 내에서의 야생동물의 생리.생태적 활동 즉, 해충구제, 전염병구조 개선 등을 포함하여 야생동물의 잠재적인 모든 가치의 총합으로 이해할 수 있다.

임업연구원의 '96년 산림의 공익기능평가 연구보고에 따르면 산림에 서식하는 야생조류에 의한 총 곤충 포식량은 50,520억마리로 산출되었다. 이중 10%가 산림에 직접 피해를 준다는 가설하에 피해지역의 방제비로 야생조류의 산림 보호기능을 계량화 한 결과 연간 7,578억원에 달하는 것으로 평가되었다.

우리나라의 순환수렵장에서 신고된 대동물의 포획량은 연간 수백마리 정도이며, 밀렵료수입이 '82년도 약 3억원에서 '86년도 약 12억원, '95년도에 46억원, '97년도에 64억원으로 매년 꾸준히 증가되고 있지만, 수렵분야의 선진국이라 할 수 있는 독일과 비교하면 극히 미약한 수준이다.

독일에서 수렵에 의한 포획량은 사슴류가 64만마리, 멧돼지 4만마리, 토끼류가 250만마리 등이며 조류에서도 꿩, 비둘기, 오리 등이 약 200만마리로써 총 500여만 마리에 달하는데, 이는 우리

나라의 1년간 수렵동물 포획량보다는 수백배에서 수천배의 수준이다. 이러한 포획조수를 식육 공급량으로 환산하면 20,000여 톤에 달하고, 이것은 식육판매가로 나타내면 약 1,000억원정도이다.

수렵활동의 국민경제적인 가치는 식육판매가에서 뿐만 아니라 수렵면허세, 엽장임대료, 수렵장비 구입비 등의 부가가치는 약 3,000억원에 달하며, 식육판매가와 합산하면 연간 4,000억원의 비용지출을 창출해 낸다. 이외에도 엽구(엽총, 탄약 등)판매, 숙박, 식당 등 편익시설 및 운송사업, 안내인 고용, 전문 야생동물 관리자 고용효과 등 야생동물과 관련된 모든 서비스 시설 및 고용인들의 수입까지 고려한다면 그 금액은 실로 엄청나다고 할 수 있다.

한편 수렵면허 발급현황은 잠정적 수렵수요라고 할 수 있는 엽총소지자의 약 15% 내외의 숫자만 실제 수렵을 하고 있으며, 나머지 약 85%에 해당하는 수렵인에 대하여는 현수렵제도가 잠재적인 수렵수요를 충족시키지 못하고 있는 실정이다. 공기총 소지자 가운데 수렵면허발급자는 약 300여명 정도이지만 현재 공기총소지자가 약 50만명인 점을 고려해볼 때, 공기총소지자는 거의 수렵을 하지 않거나 아니면 반대로 거의 다 불법수렵인으로도 해석할 수 있다는 점을 감안할 때, 공기총에 의한 밀렵은 매우 심각한 실정이다. 그러나 전체 공기총 소지허가 중 약 30%인 15만명이 대도시 거주자(서울 18.6%, 부산 4.1%, 대구 4.6%, 인천 4.2%)라는 사실은 향후 수렵상황이 개선된다면 폭발적인 수렵참여를 예측할 수 있으므로 이들 잠재수렵인들에 대한 건전한 수렵문화정착 및 수렵여건의 개선 등 다각적인 노력이 절실하다.

산림청에서는 증가되는 수렵욕구를 해소하고 산림의 소득제고를 위한 다목적 경영계획의 일환으로 고정수렵장을 현행 3개소(거제, 양양, 춘천)에서 2001년까지 14개소로 늘려 나갈 계획이다.

(라) 사회적 가치

인간은 사회적 동물이다. 거대한 사회공동체 속의 일원으로서 상호영향을 주고 받으며 개인적인 이익은 곧 그가 소속된 사회집단 전체의 이익이 될 수 있다. 야생동물과 관련된 옥외레크레이션 활동을 통해 개인적으로 육체적 정신적 건강과 활력을 얻게 된다면 사회 전체가 건강해져서 의료혜택, 생계보장, 상담 등 사회보장비의 지출을 줄일 수 있으며 사회적 병리현상도 줄일 수 있다.

또한 야생동물과 관련된 옥외레크레이션 활동으로 지출된 돈은 다중효과를 통해 사회경제 발전에 기여할 수 있게 되며, 이는 학교, 도서관, 공원, 의료시설, 휴양시설 등의 사회보장계획을 수행하는데 일익을 담당하게 된다.

(마) 심미적 가치

지구상에 존재하는 어떠한 생명체도 그 나름대로의 아름다움을 지니고 있다. 야생동물은 그 자체의 모습과 아름다운 노래소리 뿐만 아니라 주위의 서식환경과 조화를 이루었을 때 더욱 그 가치의 진가를 발휘한다.

야생동물이 지니고 있는 형태적 또는 생태적인 아름다움은 단순히 예술작품의 소재로서의 의미 뿐만 아니라 자연과 조화를 이루며 살아가는 동물의 생활양식의 관찰을 통해 야생동물에 대

한 인식의 틀 즉, 자연관을 심어줄 수 있다는 점은 오늘날 야생동물 보전교육의 방향과 방법에 있어서 시사하는 바가 크다.

야생동물의 심미적 가치는 자연관찰원, 야생동물원, 자연사 박물관 조성 및 도시내 야생동물의 도입 등의 타당성을 제시하는데 있어서 가장 중요한 요소라고 할 수 있다.

(바) 교육 · 과학적 가치

생태학자, 동물행동학자, 생리학자, 병리학자, 인구통계학자, 사회학자, 인류학자들은 자신들의 이론을 발전시키기 위해 야생동물 연구를 응용한다. 인간은 일찌기 야생동물의 우수한 환경적응 능력에 대해 호기심을 갖게 되었으며 이의 연구를 통해 과학발달에 크게 영향을 미쳤다.

인간의 하늘을 날고자 하는 욕망은 마침내 비행기를 만들었지만 그 형태와 기능에 있어서는 새의 그것과 유사하다. 박쥐가 어둠 속에서도 먹이를 포착하는 능력은 레이더로, 방울뱀에서 열추적 미사일을, 상어지느러미의 기능연구는 유체역학과 비행기 동체 설계에 응용되는 등, 야생동물의 특수한 환경적응 능력에 대한 호기심은 그 기관의 구조와 작용에 대한 연구를 통해 문명의 발전에 기여했다.

유명한 그리스의 철학자 아리스토텔레스는 " 자연은 가장 위대한 인생의 교과서-자연을 본다는 예술은 곧 영원한 진리를 낳는다."라고 말하였으며, 미국의 인디언 추장이었던 Seattle은 대통령에게 보낸 서한에서 " 지구상에서 짐승들이 다 멸종된다면 인간들은 심한 고독에 빠져 죽고 말 것이다."라고 경고하였다.

(2) 서식환경

(가) 서식지의 구성요소

야생동물은 먹이, 은신처 등 서식에 필요한 자원의 제한이 없을 때 최적의 조건에서 생존할 수 있다. 이와 같이 야생동물의 서식을 제한하는 요인들은 직접요인, 간접요인 및 환경요인이 있다.

○ 직접요인 : 포식자, 질병, 가뭄, 사고 등
○ 간접요인 : 먹이, 은신처, 물, 종 특유의 요구물 등
○ 환경요인 : 직접요인과 간접요인에 영향을 미치는 요인 등

서식지의 기본적인 구성요소는 먹이, 은신처, 물, 공간 등이지만 이외에도 매우 다양한 환경요인들이 있다.

○ 생물적 요인 : 먹이의 질과 양, 포식, 질병 등
○ 물리적 요인 : 기온, 강우, 강설, 습도 등
○ 토양요인 : 토양의 깊이, 토양수분, 화학적 특성 등

1) 먹이

모든 동물에게 서식환경의 가장 중요한 요소는 먹이이다. 먹이를 얻을 수 있는 가능성은 대개

계절에 따라 변한다. 특히 이러한 경향은 온대지방이나 극지방의 경우 더욱 두드러지며 특정 계절에는 먹이가 풍부하지만 특정 계절에는 극단적으로 부족하다.

동물은 먹이의 종류에 따라 식물을 먹는 초식동물과 다른 동물을 잡아먹는 육식동물로 나눌 수 있다. 일반적으로 다른 동물을 잡아먹는 포식종과 잡아먹히는 피식종의 일반적인 관계는 다음과 같다. ① 포식종의 밀도는 항상 피식종의 밀도보다 낮다. ② 포식종은 다양한 종을 포식한다. ③ 피식종의 증식율은 포식종보다 높다. ④ 피식종은 포식종보다 크기가 작지만 포식종이 작은 경우 대개 큰 피식종의 새끼를 포식한다.

2) 은신처

서식환경 내에서 날씨나 포식자와 같은 위협요인으로부터 동물을 지켜주는 다양한 환경요소를 은신처라고 한다. 은신처는 직사광선으로부터 그늘을 만들어 주며 악천후나 바람과 비를 막아 주며, 야간에 추위로 인한 열손실을 감소시켜 준다. 많은 종의 조류에게 있어 둥지와 휴식장소는 생존을 좌우하며, 포유류의 경우도 겨울잠과 같이 활동이 둔화되는 시기나 번식기에는 다양한 형태의 은신처를 이용한다. 따라서 은신처는 야생동물의 서식밀도를 좌우하는 매우 중요한 요소이다.

3) 물

많은 종들은 물을 마심으로서 체내의 수분을 보충한다. 그러나 물을 얻을 수 없을 때는 이슬이나 선인장과 같이 수분을 많이 함유한 식물로부터 물을 얻으며, 사막에 사는 몇몇 종은 대사과정을 통해 생기는 물을 효율적으로 이용하여 물을 거의 먹지 않고도 살아갈 수 있다.

물은 서식지 환경을 변화시키는 것을 통해 야생동물에게 간접적인 영향을 미친다. 가장 생산적이나 심각한 파괴의 위협에 직면해 있는 습지의 경우 수금류(오리, 기러기류)를 비롯한 수조류(水鳥類)의 번식장소이며 은신처이지만 비나 인위적인 수위조절에 의해 번식력에 큰 영향을 미친다. 하천은 동물에게 이동을 위한 중요한 통로로서 역할을 하지만 때로는 지리적인 격리를 일으키는 장벽으로 작용하여 개체군에 영향을 미친다.

4) 공간

각각의 동물은 충분한 먹이, 은신처, 물 또는 배우자를 찾기 위해 다양한 공간적 요소가 필요하다. 따라서 야생동물을 이해하고 보호관리하기 위해서는 종 또는 개체군이 지리적, 공간적으로 얼마만큼을 필요로 하는지 알아야한다. 대부분의 경우 필요로 하는 또는 적절한 서식지공간은 개체군의 크기에 의해 좌우된다. 또한 공간의 크기는 개체군을 이루고 있는 종의 크기(일반적으로 대형종은 보다 큰 면적을 필요로 함), 먹이의 종류(육식동물은 초식동물에 비해 보다 큰 면적을 필요로 함), 번식력, 서식지의 다양성 등에 의해 좌우된다. 따라서 공원을 조성하거나 보호지구를 설정할 때는 각 종의 공간요구를 고려하여 필요로 하는 최소한의 예상면적보다 커야한다.

5) 기후

기후는 생물군집의 분포를 제한하는 요인이다. 야생동물 개체군은 먹이와 은신처를 비롯한 생물군집의 자원에 잘 적응되어 있으며 생물군집의 분포에 따라 분포권이 결정된다. 기후요인 중 온도와 습도는 생물의 분포를 제한하는 중요한 요인이다.

6) 재해

동물에게 부상 또는 사망의 원인을 가져올 수 있는 모든 요인들을 말하며 홍수, 산불, 강풍, 폭설 등과 같은 자연적 재해와 인간에 의해 만들어진 도로, 담, 공항 등과 같은 인위적인 재해가 있다.

산불이 일어날 경우 이동성이 느린 동물들은 미처 대피하기 전에 질식에 의해 사망하거나, 대기온도가 63℃이상일 경우 사망한다. 그러나 이러한 직접적인 피해이외에도 기아, 포식, 기후변화 등에 의한 피해는 화재발생 후 여러해 동안 계속된다. 즉 불로 인한 먹이고갈로 아사하거나 먹이를 찾기 위해 많은 거리를 이동하는 것에 따른 피식율의 증가, 은신처의 상실로 인해 기후변동에 대한 대처 미비 등 많은 요인들로 인해 사망률이 증가한다.

현대에 와서 가장 크게 대두되는 문제가 도로의 증가에 의한 서식환경의 변화이다. 차량과 충돌로 인한 사망이나 소음 등으로 방해를 주는 것 이외에도 도로는 야생동물의 통행을 막아 서식지를 단절시켜 개체군을 고립화시킨다. 따라서 오랜 기간동안 고립화가 진행될 경우에 생길 생물다양성의 감소와 유전적 형질의 단순화 등이 우려된다.

7) 질병

질병은 동물을 직접 죽이기도 하지만 몸을 쇠약하게 만들고 생리적, 행동적 변화를 일으켜 아사 또는 포식자에게 쉽게 잡아먹히게 한다. 원인은 박테리아, 균, 바이러스 및 살충제, 중금속을 비롯한 각종 독성 화합물질이다.

최근 독성물질의 심각성이 점차 크게 대두되고 있다. 독성물질은 직접적인 접촉이나 섭취뿐만 아니라 먹이연쇄를 통해서도 오염되는데 문제의 심각성이 있다. 특히 생태계의 정점에 있는 맹금류나 육식포유류는 이렇게 먹이연쇄를 통해 오염물질이 체내에 축적되면 생리적인 문제로 인한 저항력 약화, 번식력 저하 등을 통해 개체군 감소에 영향을 받는다.

조류는 곤충을 포식하고, 어류는 물과 직접적인 접촉을 하며 살아가기 때문에 독성물질 오염의 지표종이다. 따라서 지표종을 이용한 환경모니터링 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

(나) 서식지와 관련된 개념

1) 영양단계

같은 방법으로 먹이를 섭취하는 종들은 같은 영양단계에 속한다. 즉 녹색식물 또는 1차 생산자는 1차 영양단계를 구성하고, 초식동물은 2차 영양단계를 구성하며, 육식동물은 3차 영양단계를 구성한다. 일반적으로 육상생태계는 영양단계가 4단계를 넘는 경우는 없다.

2) 열역학의 제2법칙

열역학의 제2법칙이란 에너지는 하나의 형태에서 다른 형태로 전환될 때 엄청난 양이 열의 형태로 손실된다는 것이다. 영양단계에 따라 에너지가 전환될 때 약 10%만이 남고 90%는 손실된다고 한다. 따라서 육식동물의 생산력은 초식동물보다 매우 낮다. 특히 소비자가 조류나 포유류일 경우 에너지 손실률은 더욱 높으며 이들 항온동물은 일정한 체온을 유지하기 위해 많은 에너지를 소비하고 있다. 북미산 사슴류의 일종인 무스(Moose, *Alces alces*)와 무스를 포식하는 회색늑대를 대상으로한 연구는 영양단계가 올라갈 때 에너지 손실이 크다는 사실을 잘 보여준다. 즉 무스가 1kg 성장할 때 회색늑대는 불과 2g도 성장하지 못한다.

3) 환경수용력

야생동물 관리에 있어서 가장 중요한 개념의 하나가 환경수용력으로 일정 지역에서 유지할 수 있는 동소종(同所種)의 개체수를 말한다. 개체군이 환경수용력 이하일 때 각각의 개체는 환경수용력 이상일 때 보다 일반적으로 충분한 양의 먹이, 은신처, 공간을 확보할 수 있으므로 체중이 많이 나가고 영양상태가 좋으며, 기생충이나 질병에 감염되는 확률이 적은 경향이 있다.

일반적으로 환경수용력의 정의는 특정 서식지에서 일정한 종에 대해 고정된 의미를 가진다. 그러나 실제적으로 대부분의 서식지 조건은 항상 변화하고 있으므로 환경수용력도 계속 변화한다고 할 수 있다. 즉 계절에 따른 온도, 일조량, 습도, 강우량, 산불, 바람, 인간의 활동 등에 의해 서식지는 끊임없이 변화하고 있다.

4) 주변효과

둘 또는 그 이상의 서식지가 만나는 곳에서 일반적으로 보다 많은 종을 관찰할 수 있거나 서식밀도가 높으며 이것을 주변효과라고 한다. 그러나 주변의 면적보다는 폭과 질이 보다 중요하며 주변의 상대적 중요성은 서식지의 유형에 따라 크게 달라질 수 있다. 또한 일부 종은 주변지역에서 밀도가 감소하기도 한다.

주변효과에 대한 개념이 처음 사용되었을 당시에는 주변과 수렵동물의 생산성의 상호관계를 밝혔지만 이후 종다양성, 야생동물의 풍부도가 주변으로 갈수록 증가한다고 의미가 확대되었다. 이러한 주변효과는 생태학적인 여러 연구들을 통해 강력하게 뒷받침되었다.

5) 서식환경의 평가

야생동물의 개체군 밀도는 그 동물의 서식환경과 밀접한 관계가 있다. 즉 어떤 환경에 서식하는 야생동물의 밀도는 한정되어 있으므로 밀도를 향상시키기 위해서는 수용능력을 향상시켜야 한다. 모든 서식지에서 야생동물 수용능력의 향상은 그 동물의 밀도증가를 억제하는 인자를 제거하고 부족한 서식조건의 개선을 통해 추진할 수 있다. 이러한 기반에서 미국 야생동물관리청에서는 1980년대부터 100종 이상의 야생동물에 대한 서식환경모델을 작성하여 야생동물의 보호 및 서식환경 영향평가의 자료로 활용하고 있으며 유럽의 여러 나라에서도 수렵을 위한 서식지 관리를 하고 있다. 우리나라에서는 야생동물의 서식환경분석에 관한 자료가 거의 없는 실정이

며, 경제발전에 따라 수렵인구는 증가하고 야생동물의 서식지는 급격히 파괴되거나 오염되고 있어 수렵동물의 밀도감소는 물론 많은 동물이 감소하거나 멸종의 위기에 처해 있다. 따라서 야생동물의 보호와 관리를 위한 각 종의 서식환경을 조사해야할 필요성이 증가하고 있다. 최근 임업연구원에서는 수렵종인 꿩, 멧비둘기, 흰뺨검둥오리 및 멧토끼의 서식환경모델을 연구하였으며, 멸종위기에 처해 있는 반달가슴곰의 서식환경연구와 생태연구가 진행되고 있다. 이러한 서식환경의 평가에는 먹이의 양, 은신처, 주변(edge), 개체의 건강상태, 개체군 증감, 방해요인 및 종다양도 등이 포함될 수 있다.

(다) 국내연구결과

1) 꿩

꿩의 서식에 영향을 미치는 주요 환경인자는 여름먹이 및 새끼의 서식지, 가을 겨울 봄의 먹이 그리고 은신처인 것으로 나타났다. 꿩의 여름먹이 및 새끼의 서식지를 위한 초본식생의 최적구조는 초본식생의 피복도가 60 80%이고 높이가 20 60cm로서 이와 같은 식생이 도피처로 이용되는 은신처에서 400m이내인 지역이 최적의 서식지이다.

2) 멧비둘기

멧비둘기 서식에 관여하는 환경인자로는 관목의 울폐도, 소나무 자생면적, 반경 1km 이내의 농경지 폭, 논 면적 등이다.

멧비둘기의 먹이 섭식지역은 그들의 번식지에서 반경 1km로서 논의 면적이 145ha이상인 경우 최적의 서식지를 제공하며, 서식지 주변 논의 관리상태에 따른 최적조건은 벼를 2%이상 수확하지 않고 겨울동안 잔존시켜 줄 경우이며 수확후 논을 즉시 갈아엎지 않을 경우 서식지의 적합성이 높아진다. 서식지의 관목 울폐도는 10%정도가 최적이며 80%가 넘으면 서식지로서의 가치가 사라진다. 번식에 필요한 은신처는 성장한 침엽수에서 제공되며, 소나무의 자생비율이 90%이상, 수고 11m이상, 흉고직경 20cm이상일 경우 멧비둘기의 서식에 적합한 조건으로 나타났다.

3) 흰뺨검둥오리

흰뺨검둥오리의 서식에 영향을 미치는 환경인자는 육추(育推)장소 및 먹이의 제공과 휴식 및 피난장소를 제공하는 서식환경으로 나타났다. 육추장소 및 먹이를 제공하는 최적의 서식환경은 수심 50cm이하, 돌출 수생식물 비율 30 50%, 낚시행위가 금지된 장소 및 먹이식물인 마름류가 30%이상 존재하는 곳으로 나타났다. 휴식 및 피난장소를 제공하는 최적의 서식환경은 수심이 50cm이하이고 open water(식생의 피복도가 10%이하)가 50%이상인 곳으로 물위로 돌출한 다년생 수생식물이 자라는 면적의 비율이 30%이하이며, 저수지 구조의 다양성지수는 2.0이상, 저수지의 폭이 500m이상인 곳으로 나타났다.

4) 멧돼지

멧돼지의 서식에 영향을 미치는 주요 환경인자는 겨울먹이, 은신처 및 번식지인 것으로 나타났다. 멧돼지의 겨울먹이 구성인자의 적합성은 흉고직경이 25.4cm이상인 임목의 비율이 증가할수록 좋으며, 도토리를 생산하는 임목의 종류가 4종 이상일 때 최적의 조건으로 나타났다. 멧돼지의 은신처 및 번식지의 조건은 임목의 수관 울폐도가 60%이상이고 하층식생의 피복도가 80%이상일 때 최적으로 나타났다.

5) 고라니

고라니의 서식에 영향을 미치는 주요 환경인자는 겨울먹이와 번식 및 피난처로 이용할 수 있는 은신처인 것으로 나타났다. 고라니의 겨울먹이를 위한 서식지의 최적구조는 활엽수의 울폐도가 40% 이상이거나 침엽수의 치수 울폐도가 40%이상인 환경으로서, 이러한 지역에서 개활지의 비율이 산림면적의 4%이상인 서식환경이 고라니가 겨울철 먹이를 획득할 수 있는 최적의 서식지이었다. 고라니의 서식에 최적의 은신처 구성은 상층목의 울폐도가 50 70%인 지역이며, 또한 억새의 피복도가 50%이상이거나 관목층의 울폐도가 50 70%인 지역이 최적의 번식 및 피난처를 제공하는 것으로 나타났다.

6) 멧토끼

멧토끼의 서식에 영향을 미치는 주요 환경인자는 겨울먹이와 은신처인 것으로 나타났다. 멧토끼의 겨울먹이를 위한 관목층의 최적구조는 관목층의 울폐도가 50% 이상이고 이러한 관목이 모두 싸리, 산딸기, 화살나무, 칡 등 먹이로 이용할 수 있는 관목으로 구성된 지역이 최적의 서식지이다. 멧토끼의 서식에 최적의 은신처 구성은 억새의 피복도가 70% 이상이거나 관목의 울폐도가 50 90%이고 이러한 억새 및 관목의 높이가 70 120cm일 때 최적의 서식지를 제공하는 것으로 나타났다.

(3) 야생동물 관리

야생동물은 가축을 제외한 생태계에 서식하는 야생 상태하의 모든 동물을 지칭한다. 그러므로 야생동물은 양서, 파충류, 어류, 조류, 포유류 및 모든 다른 동물강(綱)을 의미한다. 그러나 야생동물 관리에 있어서는 조류와 포유류를 주 대상으로 관리보호한다. 이러한 이유는 조류와 포유류의 관리를 통하여 모든 다른 동물들도 연쇄적으로 관리보호할 수 있다는 생태학적 이론에 근거를 두고 있다.

(가) 생물학적 이론

1) 최소생존 개체군

최소생존 개체군(Minimun Viable Population)이란 일반적으로 하나의 생물종의 개체군이 어떠한 일정한 기간동안 멸종의 위기에 처하지 않고 생존해 나갈 수 있는 가장 적은 개체군의 크기를 의미한다. 그러므로 하나의 개체군이 서식지 파괴와 무분별한 포획으로 인해 어떠한 일정한

숫자 이하로 감소되면 이 개체군은 급격하게 멸종에 이르게된다. 북미에 서식하는 큰뿔양의 경우 개체군의 크기가 50 미만일 경우 50년 내에 모두 멸종하며 개체군의 크기가 100 이상일 경우 이 기간동안 일정한 생존 개체군을 유지하고 살아 남는다는 것이다. 그러나 모든 생물종의 최소생존 개체군의 숫자는 알려져 있지 않으며 어떠한 것이 원인이 되어 그러한 생물종이 멸종되는 것인지는 매우 많은 논란이 일고 있으나, 가장 중요한 점은 개체군의 숫자가 생존개체군 이상일 때 관리보호를 시작하여야 그 계획이 성공할 수 있는 확률이 높다는 것이다. 그러므로 야생동물 관리보호에 있어서 가장 중요한 요인은 적절한 시기의 선택에 있다고 할 수 있다.

2) 핵심종

생태군집에 있어서 한 종의 멸종이 다른 모든 종의 종다양성 유지에 결정적 역할을 수행하는 종을 핵심종이라 한다. 오늘날 핵심종(Keystone-Species)의 보전은 생태군집의 종다양성을 유지시키기 위하여 필수 불가결한 요소라고 알려져 있다. 생태군집에 있어서 핵심종의 역할은 다음 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째로 핵심종의 생존은 그 생태군집을 구성하고 종다양성을 유지시키는데 결정적 역할을 수행한다는 것이며 두번째로는 이러한 종은 그들의 중요한 역할로 인해 서식하는 군집에서 매우 특별한 존재라는 것이다.

예를 들면 포식자는 그들 먹이동물의 밀도를 적정 수준으로 유지시켜 다른 먹이동물들의 서식처를 제공함으로써 그 군집을 구성하고 종다양성을 유지시키며 대형 초식동물은 먹이식물의 적정밀도를 조절하여 식물의 종다양성을 유지시키는 역할을 수행한다.

그러므로 야생동물 관리에 있어서 핵심종을 항상 우선순위로서 보전하는 것이 곧 생태계의 종다양성 유지를 위해 필요하다는 것을 인식하여야 한다. 대표적인 핵심종으로는 불곰, 수달, 해달, 코끼리, 캐나다기러기 등이 알려져 있다.

3) 이동통로

이동통로(Corridor)란 서식지 파괴로 인해 분리되어진 야생동물의 서식지를 연결하는 통로를 설치하여 야생동물 관리보호에 효과적으로 대처하기 위한 하나의 방법이다. 이동통로 설치의 이점은 분리되어진 개체군의 근친교배를 방지하여 오랜 시간 동안 생존해 나갈 수 있도록 관리보존하는 것이며, 도서 생물지리학 (Island Biogeography)의 이론에 따라 연결되는 지역의 종다양성을 증가시킬 수 있다는 이론에서 비롯된다. 지금까지 야생동물종의 보전을 위해 여러 형태의 이동통로가 제안되어 졌다. 남캘리포니아에 서식하는 퓨마(Mountain lion)의 경우 15-20마리의 기본 서식처 크기는 2,200㎢ 이지만 이동통로가 설치되어 10년마다 3마리의 수컷과 1마리의 암컷이 이동한다면 그 개체군은 작은 서식처(600-1,600㎢) 에서도 적어도 100년 이상 멸종의 위기에서 벗어나 생존할 수 있다는 이론에 의해 이동통로가 건설되고 있으며 탄자니아에서는 분리된 두 지역의 국립공원을 연결하는 대규모 이동통로의 계획을 추진 중에 있다. 이동통로의 많은 장점에도 불구하고 단점으로는 전염병이 이동통로를 통해 번져나갈 우려가 있고, 새로운 포식자의 이동으로 인해 먹이동물이 피해를 받을 수 있으며 새로운 종의 유입으로 현존하는 생태군집에 영향을 미칠 수도 있다. 그러나 이러한 단점에도 불구하고 많은 야생동물 관리학자나 보

존생물학자들은 이동통로 설치를 적극 권장하고 있으며 이것은 결국 파편화된 서식지를 보전하는 유일한 방법이라고 믿고 있기 때문이다. 그러나 이동통로에 대한 실제적 연구결과가 매우 부족한 현실에서 이동통로의 설치는 매우 신중하게 계획되어야 한다.

4) 도서생물지리학

도서생물지리학(Island Biogeography)의 이론은 미국 프린스턴 대학의 Robert MacArthur 와 E. O. Wilson에 의해 최초로 제안되었다. 넓은 서식지는 좁은 서식지에 비해 종다양성이 증가한다는 기초적인 이론이다. 넓은 지역은 새 종의 유입이 원활하며 그들의 생물상이 멸종되기까지는 많은 시간이 걸린다는 것이다. 이와는 반대로 좁은 서식지는 외부의 요인에 의해 쉽게 영향을 받아 생물상이 빠른 시간내에 멸종위기에 처하게 되며 종다양성도 매우 감소한다는 사실이다. 또한 고립정도에 따라 다양성이 달라져 고립의 정도가 증가하면 증가할 수록 다양성은 감소한다. 이러한 이론에 따라 많은 연구조사가 이루어 졌으며 거의 모든 경우에 이 이론은 야생동물 관리 및 서식지 보전에 있어서 실제적으로 사용이 가능한 이론으로 받아들여지고 있다. 이 이론에 따라 야생동물의 서식처는 가능한 최대의 크기로 설정하여야 하며 분리되어진 서식지는 연결하고, 서식처는 가능한 한 원형으로 보전하여야 한다.

(나) 관리방법

야생동물관리는 기본 방향을 제시한 후 구체적인 목표를 세워 추진해야 한다. 다음과 같이 네 가지 관리 특성상의 범위를 설정하여 각각의 세부 목적과 기본 방향에 따른 세부적 관리 목표를 세워 추진한다.

1) 멸종위기동물의 관리

멸종위기동물의 관리는 첫째로 멸종위기 원인을 파악하여 그 원인을 제거 하므로서 관리계획이 시작된다. 멸종위기동물의 복원과정은 다음과 같다.

○ 모니터링을 통해 개체군의 크기가 멸종위기에 이르렀다는 정보를 수집한다.
○ 이 종을 멸종위기종으로 지정 고시한다.
○ 복원위원회를 결성한다.
○ 복원계획서를 작성한다.
○ 복원계획에 따라 진행한다.
○ 복원계획을 진행하는 동안 새로운 정보와 계획의 실패로 인해 얻어지는 새로운 지식을 바탕으로 이 계획을 수정 보완한다.

2) 멸종위기동물의 복원방법

가) 인공증식

개체군의 크기가 최소생존 개체군 이하가 되어 자연 상태 하에서 교배가 원활히 이루어지지 않을 때 그 개체군을 인간의 관리하에 두어 각 개체의 원활한 교배를 이루어 유전다양성을 증

가시키는 방법이다. 세계적으로 멸종위기동물의 복원을 위해 사용되어지는 방법으로 미국의 검은발담비, 붉은늑대 등이 이 방법에 의해 복원되었다. 이 방법의 단점으로는 많은 재원이 필요하며 인공증식 장소의 설정에 많은 문제점이 있다.

나) 이 입

한 지역에서 멸종된 종을 다른 지역에서 이입(Translocation)하여 복원하는 방법이다. 식육목의 대형 동물이나 대형 초식동물들의 복원에 이용된다. 이 경우 적어도 5년 이상의 장기 계획이 필요하며 방사장소, 방사시기, 방사 개체들의 선택에 어려움이 있으나 야생에서 포획된 개체들을 사용한다면 성공 확률이 높다.

다) 서식지 관리

대형의 지표종을 설정하여 이 종이 서식할 수 있는 최소한의 서식지를 보전하여 연쇄적으로 수가 많고 크기가 작은 동물들이 생존함으로서 그 생태군집의 종다양성을 유지시킬 수 있는 방법이다. 이와 같은 방법은 새로운 개념으로 개발도상국과 같이 기초생태 조사가 되어 있지 않은 지역에서는 최상의 방법이다.

3) 수렵조수의 관리

인공증식하거나 인위적으로 번식률과 생존율을 증가시켜 적정한 밀도를 유지시키므로 해서 매년 증가한 개체수만큼을 수렵함으로서 장기적으로 지속적인 생산을 가능하게 한다는 이론에 바탕을 두고 있다. 1900년 초부터 야생동물관리의 기본적 개념으로 발전하여 왔다. 야생동물관리를 위한 재원 조달의 의미로서 수렵조수의 관리는 중요하며 야생동물 연구에 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 너무 많은 개체수를 포획하였을 경우 급격하게 개체군이 감소하기 때문에 적정한 수준으로의 수확이 매우 중요하다.

4) 유해동물의 관리

유해동물의 지정은 매우 신중하여야 하며 과학적 지식에 그 바탕을 두어야 한다. 잘못된 지식을 이용 할 경우 생태계의 균형을 파괴하는 결과를 초래한다. 대표적인 예는 전세계에 서식하는 늑대이다. 오랜 시간동안 유해동물로 지정되어 멸종위기에 처하게 되었다. 그 결과 생태계의 균형을 잃게 되어 생물다양성의 감소와 먹이사슬의 파괴로 이어져 왔다. 일단 유해동물로 지정되면 멸종위기동물과 상반된 목표를 설정하여 생존율과 분포지역을 최소화하고 일단 억제된 개체군의 크기가 장기적으로 유지되도록 한다.

5) 야생동물 다양성의 관리

생태군집에 있어서 그 지역의 종다양성을 관리 보전하는 방법으로 오늘날 핵심종의 개념을 이 관리방법에 적용한다. 일반적으로 생태계 먹이사슬의 가장 위에 위치한 식육목의 동물과 대형 초식동물들의 몇 종이 핵심종으로 밝혀져 있으며 생태계의 균형 유지를 위해 중요한 동물로 알려져 있다. 예를 들면 포식동물은 그들 먹이동물의 밀도를 적정 수준으로 유지시켜 다른 먹이동물들을 위한 생태계 내의 공간을 제공함으로서 그 군집을 구성하고 종다양성을 유지한다.

6) 야생동물의 연구방법

가) 포유동물의 포획법

포유동물의 밀도나 생태학적 정보를 얻기 위해서는 우선 그들을 포획하여야 한다. 포유동물의 포획 방법은 다음과 같다.

○ 론치(생포덫)

생포덫으로 대상표본을 살아 있는 상태로 포획하여 그들의 특징을 기록하고 다시 풀어줄 때 이 방법을 사용한다. 설치류에 속하는 작은 포유동물이라 해도 표본 추출을 위해 많은 수의 동물을 죽인다면 먹이동물 감소에 의한 포식동물의 개체군 감소로 이어 지는 생태계의 불균형을 초래하게 되므로 가능한 생포덫을 사용하는 방법이 권장된다.

- 생포덫의 설치방법
  · 생포덫을 10m 혹은 5m 간격으로 배열한다.
  · 바둑판과 같이(Grid system) 일정하게 배열하여 설치한다.
  · 이 방법을 사용할 경우 매달 적어도 3일 이상 연속적으로 포획이 되어야 정확한 정보를 얻을 수 있다.
- 정보의 기록
  · 생포된 동물들은 학명, 성별, 체중, 임신여부(암), 포획된 위치, 털갈이의 상태 등의 정보를 기록하고 발톱을 자르거나 귀에 표지를 단 후 풀어 준다.

○ Victor rat & mouse trap

소형 동물의 덫으로 가장 오랫동안 사용되어온 방법으로 저렴한 가격과 설치상의 용이성 때문에 널리 사용된다. 빠른 시간에 설치가 가능하지만 동물이 덫에 걸린 후 죽게 되므로 생태학적 연구에는 부적합한 측면도 있다.

○ Pan-Chu rat & mouse trap

일본에서 개발된 것으로 최근에 동양권을 중심으로 많이 사용된다. 설치가 매우 간편하지만 가격이 비싼 것이 단점으로 지적된다.

나) 포획-재포획(capture-recapture)에 의한 개체군 크기의 측정

생태학자들은 표본을 추출하여 그 지역의 밀도를 측정하는데 이 경우 항상 여러 문제점에 직면하게 된다. 거의 모든 경우 표본 추출된 개체수는 실제로 서식하는 개체수보다는 적게 나타난다. 그러나 현실적으로 그 지역의 모든 동물을 포획 할 수는 없으므로 표본을 추출하여 그 지역의 밀도를 측정하는 방법이 널리 사용된다. 다음 두 방법이 널리 사용되고 있다.

○ Lincoln-Peterson Method

가장 오랫동안 사용 되어온 방법으로 1786년부터 이와 비슷한 방법이 사용되어져 왔다. 첫번째 채집된 개체들(n1)을 표지 방사한다. 두번째 채집한 개체들(n2) 중 n1을 제외한 개체들(m2)을 표지방사한다. 개체군 크기의 측정은 두번째 표본에 있어서 포획된 모든 동물수와 표지 된

동물수의 비율이 처음의 그것과 같다는 가정하에 시작된다. 그러므로 m2/m2 = n1/N, 이 공식을 이용하면 개체군의 크기는 N = n1n2/m2가 된다. 이것을 Lincoln Index라 부른다. Lincoln-Petersen모델은 다음 3가지 가정에 의한다.

- 연구 대상 개체군이 표본추출 되는 동안 출생이나 이입, 그리고 사망이나 전출에 의해 개체군의 크기가 변동되지 않는다 (Closed population).
- 모든 동물들은 표본 추출 시 모두 동등하게 포획되어질 확률이 있다.
- 표지 되어진 동물들은 조사자에 의해 잃어버리거나 빠뜨리지 않는다.

○ Jolly-Seber Model

개체군의 크기가 외부로부터 출생이나 이입되어 증가하거나 사망과 전출에 의해 영향을 받지 않는다는 것은 불가능하다. 이 경우 Jolly-Seber모델을 이용하여 개체군의 크기를 추정한다. 이 방법은 각 표본 추출 시의 개체군의 크기를 측정할 수 있을 뿐만 아니라 각 표본 추출 기간 사이의 생존율과 출생수를 측정할 수 있는 장점이 있다. 이 방법은 다음의 가정에 의한다.

- 표본 추출시 개체군 내의 모든 동물들이 포획될 확률은 같다.
- 표본 추출 후 모든 표지된 동물들은 다음 표본 추출 때까지 생존율이 같다.
- 표지 된 동물들은 조사자에 의해 잃어버리거나 빠뜨리지 않는다.
- 모든 포획 동물들은 포획 즉시 풀어준다.

이 방법의 공식은 매우 복잡하지만 컴퓨터 프로그램인 POPAN-3나 SURGE를 사용하여 간단하게 계산할 수 있다.

(4) 야생동물자원

(가) 자원 현황

현존하는 생물의 종은 모두 40억년에 이르는 오랜 진화의 역사속에서 출현한 산물이며, 과학자들은 현존하는 생물종 중 기록된 종이 150만종이고 기록되지 않은 생물들을 합치면 1,000 4,000만 종의 생물이 지구상에 생존하고 있을 것으로 추정하고 있다.

1) 조 류

우리나라의 조류는 (표 6-5-1)에서와 같이 394종이 분포하고 있으며, 텃새, 철새, 나그네새, 길잃은새로 구분할 수 있다.

○ 텃　　새 : 연중 우리나라에 서식하는 새
○ 여름철새 : 우리나라에서 번식하고 필리핀, 인도네시아 등 남쪽에서 월동하는 새
○ 겨울철새 : 시베리아, 만주, 아무르 등 북쪽에서 번식하고 우리나라에서 월동하는 새
○ 나그네새 : 봄, 가을에 우리나라를 통과하는 새
○ 길잃은새 : 철새들에 섞여오거나 태풍 등에 의하여 불규칙적으로 도래하는 새

표 6 - 5 - 1. 우리나라에 서식하는 조류

구 분	종 류
텃 새 (留鳥)	꿩, 멧비둘기, 참새, 박새, 까치, 까마귀, 올빼미, 오색딱다구리, 크낙새 등 50종
여름철새 (夏鳥)	제비, 꾀꼬리, 뻐꾸기, 파랑새, 후투티, 찌르레기, 붉은배새매, 뜸부기 등 64종
겨울철새 (冬鳥)	쇠기러기, 청둥오리, 쇠오리, 두루미, 고니, 독수리, 콩새, 되새, 댕기물떼새 등 111종
나그네새 (通過鳥)	밭종다리, 중부리도요, 마도요, 꼬마물떼새, 꼬까참새, 촉새, 유리딱새, 쇠솔새 등 90종
길잃은새 (迷鳥)	검은등제비갈매기, 쇠찌르레기, 황금새, 검은멧새, 군함조, 흰올빼미. 꼬마도요 등 79종

자료 : 한국의 조류, 1992, 원병오

2) 포유류

우리나라에 분포하는 포유류는 (표 6-5-2)에서와 같이 8목 27과 95종이다.

표 6 - 5 - 2. 우리나라에 서식하는 포유류

목	과	종 류
식 충 목	3	두더지, 고슴도치, 땃쥐 등 10종
토 끼 목	2	멧토끼, 우는토끼 2종
박 쥐 목	3	관박쥐, 큰귀박쥐, 멧박쥐 등 22종
쥐 목	3	다람쥐, 청설모, 긴꼬리꼬마쥐, 대륙밭쥐 등 18종
식 육 목	4	늑대, 곰, 족제비, 호랑이 등 17종
기 각 목	2	물개, 물범 등 6종
소 목	4	멧돼지, 고라니, 노루, 산양 등 7종
고 래 목	6	쇠고래, 긴수염고래, 말향고래, 돌고래 등 13종

자료 : 한국의 새와 짐승, 1988, 산림청

3) 수렵동물 자원

우리나라에서 수렵을 할 수 있는 수렵동물은 (표 6-5-3)에서와 같이 조류 18종, 포유류 4종으로서, 수렵을 하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 그 주소지를 관할하는 시 · 도지사의 수렵면허를 받아야 한다.

표 6 - 5 - 3. 우리나라의 수렵조수

구 분	수 렵 조 수 의 종 명
조 류 (18종)	숫꿩, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 넓적부리, 쇠오리, 청머리오리, 고방오리, 홍머리오리, 흰죽지, 댕기흰죽지, 검은머리흰죽지, 검둥오리, 검둥오리사촌, 멧비둘기, 참새, 갈까마귀, 떼까마귀, 까마귀
포유류 (4종)	멧토끼, 멧돼지, 고라니, 청설모

자료 : 조수보호 및 수렵에 관한 법령 편람, 1998, 산림청

○ 수렵조수의 정의
- 수렵조수의 종류와 수렵기간은 산림청장이 정하여 고시하며, 수렵대상 조수에 포함되는 종이라도 보호 및 번식이 필요하다고 인정될 때는 산림청장이 수렵을 제한할 수 있다.

○ 수렵면허 발급 : 관할 시 · 도지사

○ 수렵면허 기간 : 5년 (5년마다 갱신)

○ 수렵면허 종류
- 1종면허 : 엽총을 이용하여 수렵
- 2종면허 : 공기총을 이용하여 수렵
- 3종면허 : 총기이외의 엽구(그물, 활 등)를 이용하여 수렵

○ 면허시험
- 수렵면허를 받고자 하는 자는 시 · 도지사가 실시하는 면허의 종류별 시험에 합격하여야 한다.

○ 수렵면허의 결격사유 및 취소
- 조수보호 및 수렵에 관한 법률 또는 이 법에 의한 법령을 위반하여 벌금 이상의 형을 받고 종료 후 2년이 경과되지 않거나, 집행유예나 선고유예의 유예기간 중인 자는 수렵면허를 거부하거나 취소한다.

○ 수렵금지 장소
- 조수보호구, 도로, 공원, 사찰, 교회, 능묘, 문화재보호구, 군사시설보호구역, 도시계획지구, 관광지, 자연생태계 보전구역, 기타 농림부령이 정하는 장소에서는 수렵할 수 없다.

○ 총기에 의한 수렵제한 사항
- 시가지, 인가부근, 여러 사람이 이용하는 장소에서의 총렵은 할 수 없다.
- 해뜨기 전과 해진 후의 총렵은 할 수 없다.
- 진행중인 차마, 선박 및 항공기에서의 총렵은 할 수 없다.
- 문화재 또는 문화재보호구역으로부터 1km 이내의 총렵은 할 수 없다.

○ 위험한 방법에 의한 수렵금지
- 폭발물, 극약, 독약, 농약, 덫, 창애, 올무, 함정 등의 방법으로 수렵할 수 없으며, 위험한 엽구는 제작하거나 판매할 수 없다.

○ 특별한 목적에 의한 수렵허가
- 학술연구를 위한 시 · 도지사의 포획허가를 받은 경우
- 유해조수구제를 위한 시장, 군수의 포획허가를 받은 경우

표 6 - 5 - 4. 주요 수렵조수류의 종류별, 연도별 서식밀도 (단위 : 마리/100ha)

년도	꿩	멧비둘기	참 새	흰 빰 검둥오리	청둥오리	쇠오리	멧토끼	고라니	멧돼지
1969	8.6	7.4	-	-	198.4	-	2.7	1.2	-
1970	7.0	9.0	-	-	128.0	-	3.4	1.3	-
1971	9.4	9.9	22.2	-	125.6	3.6	2.7	0.4	-
1972	10.5	16.8	-	-	41.6	-	5.7	1.4	-
1973	13.7	18.1	-	-	104.1	-	3.8	0.8	-
1974	11.4	19.8	85.6	-	90.7	-	4.6	0.8	-
1975	20.5	21.9	132.8	-	112.3	-	4.8	0.9	-
1976	17.9	26.4	340.5	-	126.8	-	3.8	1.1	-
1977	15.9	36.9	405.9	-	148.6	-	3.2	1.1	-
1978	16.6	18.1	355.4	-	64.7	64.7	5.9	1.4	1.3
1979	15.9	18.3	384.5	-	97.1	115.2	4.1	1.6	1.1
1980	13.0	20.8	469.9	-	113.3	101.4	5.9	1.7	1.8
1981	15.0	20.8	428.1	-	131.0	86.6	5.8	1.7	1.3
1982	17.3	22.0	447.4	-	120.8	148.4	5.8	1.8	1.9
1983	16.7	21.8	419.2	-	100.3	70.1	5.6	1.7	1.4
1984	17.9	22.2	442.1	-	103.5	89.3	5.7	2.0	1.1
1985	17.2	22.2	437.3	-	117.1	70.8	6.4	1.8	2.4
1986	17.5	21.0	446.7	-	218.1	78.9	6.2	2.5	2.3
1987	18.6	25.7	458.6	-	198.9	91.8	6.5	2.5	2.5
1988	17.6	22.6	467.6	-	228.2	100.1	5.9	2.4	2.0
1989	17.2	20.7	425.7	-	288.7	84.8	6.1	2.4	2.1
1990	19.0	20.4	397.4	-	304.0	119.7	6.9	3.7	3.1
1991	18.9	23.8	382.0	-	386.0	107.1	7.2	3.7	4.3
1992	21.3	25.6	397.5	-	450.8	67.6	8.0	4.0	3.8
1993	24.5	30.3	391.6	139.3	281.8	72.2	9.2	4.7	4.2
1994	24.8	29.7	396.6	172.9	342.5	80.8	10.1	4.4	4.3
1995	25.7	30.3	357.8	240.9	591.0	82.1	9.2	3.8	3.3
1996	21.3	30.4	254.5	190.8	570.1	166.6	8.2	3.8	3.9
1997a	19.7	29.5	269.3	256.3	655.6	142.0	8.9	2.4	1.7
1997b	17.8	29.9	183.6	98.6	326.0	53.4	9.1	2.6	2.7

자료 : 야생동물실태조사 보고서, 1969 ~ 1997, 임업연구원

주) a : 134개소, 동일조사구, b : 405개소, 확대조사구

표 6 - 5 - 5. 순환수렵장 연도별 이용현황

연도	순환수렵장	수 입 액 (천원)	이 용 자 현 황 (명)		
			계	내국인	외국인
1982	강원	324,541	994	950	44
1983	경남	592,530	1,919	1,821	98
1984	충북	685,820	2,145	2,091	54
1985	전남	677,430	2,173	2,154	19
1986	경북	1,202,330	3,724	3,682	42
1987	전북	731,410	2,876	2,870	6
1988	충남	1,133,070	3,534	3,522	12
1989	강원	1,379,710	3,555	3,542	13
1990	경남	1,993,660	4,988	4,971	17
1991	충북	2,312,594	6,190	6,187	3
1992	전남	1,827,220	2,785	2,781	4
	전북	1,040,250	4,487	4,478	9
1993	경남	1,199,140	3,337	3,335	2
	경북	3,020,360	7,605	7,591	14
1994	강원	3,875,000	8,832	8,827	5
1995	충남	2,741,576	6,151	6,151	-
	충북	2,199,459	4,947	4,945	2
1996	전남	3,535,330	9,484	9,484	-
	전북	2,519,690	6,568	6,568	-
1997	경남	1,692,545	4,246	4,246	-
	경북	4,711,160	10,789	10,789	-

자료 : 산림청 행정자료, 1998

표 6-5-6. 고정수렵장 연도별 이용현황

연 도	제주도 고정수렵장				거제군 고정수렵장			
	수입액 (천원)	이용자 현황(명)			수입액 (천원)	이용자 현황(명)		
		계	내국인	외국인		계	내국인	외국인
1982	69,422	1,084	116	968	24,185	155	124	31
1983	73,789	924	122	802	6,750	39	25	14
1984	78,130	1,016	122	894	50,135	247	214	33
1985	83,980	1,003	163	840	43,320	238	206	32
1986	105,065	996	172	824	19,815	109	78	31
1987	97,059	881	191	690	53,575	289	274	15
1988	122,575	1,024	271	753	122,575	522	506	16
1989	219,470	1,115	394	721	219,470	909	897	12
1990	73,120	1,284	686	598	73,120	309	304	5
1991	300,143	975	481	494	300,143	1,096	1,096	-
1992	156,579	744	398	346	156,579	566	560	6
1993	50,260	728	497	231	50,260	182	182	-
1994	248,000	891	626	265	527,000	1,835	1,832	3
1995	248,049	735	556	179	471,128	1,625	1,622	3
1996	268,000	909	724	185				
1997	274,990	816	653	163				

자료 : 산림청 행정자료, 1998

4) 희귀동물 자원

가) CITES

멸종위기에 처한 야생동식물의 국제거래에 관한 협약(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)의 부속서 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ에 포함되는 우리나라의 희귀 야생동물은 조류 80종, 포유류 19종이다

○ 부속서 Ⅰ : 크낙새, 매, 황새 등 조류 12종과 반달가슴곰, 호랑이 등 포유류 5종

○ 부속서 Ⅱ : 새매, 검독수리, 팔색조 등 조류 41종과 사향노루, 스라소니, 늑대 등 포유류 6종

○ 부속서 Ⅲ : 노랑부리백로, 개리, 저어새 등 조류 27종과 고슴도치, 하늘다람쥐, 대륙목도리담비 등 포유류 8종

나) 천연기념물

천연기념물은 현행 문화제보호법의 시행규칙에 의거하여 지정하며 야생동물에 관한 사항은 다음과 같다.

○ 우리나라 특유의 잘 알려진 동물
○ 특수한 지역이나 환경에서 서식하는 동물
○ 진귀하고 보존이 필요한 동물
○ 동물분포의 경계 등 학술적으로 중요한 동물

위와 같은 사항에 의거 현재 천연기념물로 지정된 우리나라의 야생동물은 조류 38종, 포유류 6종이다.

○ 조 류 : 크낙새, 황새, 두루미, 재두루미, 검독수리, 팔색조 등 38종
○ 포유류 : 사향노루, 산양, 반달가슴곰, 수달, 하늘다람쥐, 물범

다) 적색자료서

적색자료서(Red Data Book)는 국제자연보존연맹(IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), 국제조류보호회의(ICBP, International Council for Bird Preservation) 등에서 전세계의 분포권을 통해 멸종위기에 처해 있는 야생동식물의 실태 및 현황에 대한 기본자료를 마련하여 그 종의 미래가 악화되는 것을 방지하고 파괴활동을 규제할 수 있도록 정부는 물론 개발기관에 이르기까지 도움과 정보를 주는 것이 목적이다. 적색자료서에 등재된 우리나라의 야생동물은 호랑이, 표범, 수달, 황새, 따오기, 두루미 등 28종으로서 CITES와 천연기념물에도 포함되어 있으므로 우리나라 뿐만 아니라 전세계적으로 멸종위기의 야생동물자원이다.

(나) 감소추이

생태계는 스스로 균형을 유지하면서 진화해 나간다. 그러한 생태계 속에서 생존하고 있는 우리 인간들의 이기심에 의하여 대부분의 야생동물이 불안전한 위치에 처해 있으며 그 원인으로는 밀렵, 서식지 파괴, 외래동물 도입 및 방사, 사육동물의 방사 등이다

1) 밀렵

밀렵은 개인의 욕구를 충족시키는 수단으로서 인간 자신만을 위하여 무차별적인 남획과 야생동물은 무한정하게 생겨난다는 그릇된 인식이 주요 원인이다.

2) 서식지 파괴

야생동물의 서식지 파괴는 산업발달과 인구증가에 따른 불가피한 경우라 할지라도 신중히 검토되어야 하며, 가능한 한 야생동물과 공존할 수 있는 방법을 모색해야 한다.

○ 댐 공 사 : 많은 면적의 땅을 수몰시킴으로서 그 지역의 생태계를 완전히 파괴한다.
○ 도로공사 : 산을 가로지르는 도로건설은 생태계의 단절을 야기하고 야생동물 이동의 장애물이며, 많은 사람이 쉽게 산에 오름으로서 생태계 파괴를 가속화 시킬 수 있다.
○ 오락·휴양시설 : 인간 자신들의 쾌락을 위한 스키장, 골프장 등의 건설은 그 지역에 서식하는 야생동물의 멸종을 수반하게 된다.
○ 수질오염 : 중금속, 화학물질 등에 의한 직접적인 피해와 먹이사슬에 의한 2차 피해가 심각한 실정이다.
○ 대기오염 : 산성비의 원인이며, 그 지역의 생태계를 황폐화 시킨다.

3) 외래동물 도입 및 방사

외래동물의 종류 및 생태계에 미치는 영향에 대하여 (표 6-5-7)에 예를 들어 설명하였다. 외래동물은 식량증산, 동물자원 확보, 실험동물 등의 목적으로 도입하였다. 따라서 도입동물은 경제적으로 가치가 있을 수 있으나, 이들을 자연에 방사하거나 탈출하였을 경우 이들에게는 천적이 없기 때문에 생태계의 균형을 파괴하는 주범이 될 수 있고, 도입동물에 의한 생태계 파괴는 국내외적으로 많이 알려져 있다.

표 6-5-7. 외래동물의 종류 및 생태계에 미치는 영향

구 분	종 명	서 식 지	생 태 계 에 미 치 는 영 향
포유류	밍크	산림	• 물고기, 개구리, 뱀, 들쥐, 멧토끼, 조류 등 포식 • 족제비, 수달, 담비 등과 서식지 경쟁
포유류	누트리아	호수, 저수지, 강	• 수생식물 섭식 • 농작물과 둑, 제방 등에 피해, 서식지 경쟁
포유류	은여우	산림	• 물고기, 개구리, 포유류, 조류, 곤충 등 포식 • 광견병 매개, 서식지 경쟁
포유류	햄스터	산림, 초원	• 식물의 싹, 씨앗, 뿌리, 농작물 등 섭식 • 소형 포유류와 서식지 경쟁
양서류	황소개구리	호수, 저수지	• 물고기, 개구리, 곤충, 갑각류 등 포식 • 수생생태계 교란
어류	불루길	호수, 저수지, 강	• 물고기의 알, 물고기, 수생동물 등 포식 • 수생생태계 교란
어류	베스	호수, 저수지, 강	• 물고기, 수서곤충, 수생식물 등 잡식 • 수생생태계 교란
어류	향어	호수, 저수지, 강	• 물고기, 수생동물, 수생식물 등 잡식 • 수생생태계 교란
파충류	청거북	호수, 저수지, 강	• 물고기, 수생동물 등 포식 • 수생생태계 교란

자료 : 한국의 생물다양성 2000, 1994, 이인규 외 5인

4) 사육동물의 방사

가) 문제점

자연에 정착하여 생태계를 교란하는 사육동물의 종류에는 (표 6-5-8)과 같이 들개와 들고양이가 있다. 이들 사육동물은 애완, 전시, 교육, 농작물 보호, 경비, 군사작전 등의 목적으로 사육하다가 자연으로 탈출하거나, 인간이 방치한 결과 자연에 정착하면서 생태계를 교란하는 원인자로서 역할을 한다.

표 6 - 5 - 8. 사육동물의 종류 및 생태계에 미치는 영향

종 류	서 식 지	생 태 계 에 미 치 는 영 향
들고양이	인가주변, 공원, 산림 관광지, 해안	조류, 소형 포유류, 파충류, 양서류 등을 포식하며, 특히 번식조류의 둥지를 파괴함
들개	인가주변, 공원, 산림 관광지, 해안	조류, 포유류, 파충류, 양서류 등을 포식하며 닭, 토끼 등 가축 및 인간에게 피해를 주기도 함

자료 : 한국의 생물다양성 2000, 1994, 이인규 외 5인

나) 대 책

인가에서 기르고 있는 개와 고양이가 생태계를 파괴할 수 있다는 사고를 사육자에게 인식 시키고, 사육관리를 철저히 하여 자연으로 탈출하지 못하도록 해야하며, 야생에 서식하는 들개 및 들고양이는 포획구제하도록 한다. 특히 들고양이는 산림청고시 제1994-9호에 유해조수로 고시되어 있다.

(다) 주요 야생동물자원

1) 야생동물자원 개발의 필요성

야생동물자원 개발은 고부가가치의 자원을 새롭게 창출하여 국제적 무한경쟁체제에 대응할 수 있는 새로운 소득원 제공 및 자연의 야생동물을 보호할 수 있게 되는 것이다. 최근에는 CITES에 의하여 멸종위기 야생동물의 국제거래가 금지됨에 따라 한방약재로 이용하던 야생동물을 대체할 수 있는 동물자원 개발과 야생동물 보호 차원에서도 인공증식 기술개발은 시급한 실정이다.

가) 기술적 측면

야생동물자원개발의 필요성으로 먼저 기술적 측면을 고려하면 야생동물 인공증식 기술개발로 멸종위기종의 증식복원 및 경제적 가치가 큰 야생동물의 인공증식에 활용할 수 있다.

나) 경제산업적 측면

한국 고유의 야생동물자원을 개발하여 UR과 WTO 등에 구애받지 않는 고부가가치의 소득원을 농산촌에 보급함으로써 지속적인 소득향상에 기여할 수 있다.

다) 사회문화적 측면

자연생태계의 야생동물을 보호하기 위해서 야생동물을 적절히 이용할 수 있는 기술이 정립되어야 하므로, 인공으로 증식한 야생동물의 이용기술이 정립됨으로써 자연의 야생동물이 보호

받게 되는 것이며, 국가적으로는 중요한 유전자원 확보에 기여할 수 있게 되는 것이다.

2) 주요 야생동물자원

현재 야생동물자원으로 활용하고 있거나 활용가능한 대상은 아래와 같으며, 인구증가와 산업기술 발달에 따른 신수요를 충족하고 적극적인 자연보호를 위해서는 새로운 자원과 기술의 개발에 많은 투자가 필요하다.

가) 꿩

○ 학명 : *Phasianus colchicus*
○ 영명 : Ring-necked Pheasant
○ 분포 : 한국, 중국, 만주, 일본 등 동부 및 남부 아시아
○ 생태 : 산란기는 5 6월로서 지면에 낙엽으로 둥지를 틀고 한배에 6 18개의 알을 낳으며, 구릉지대, 산간 초지, 산림에 서식한다
○ 이용 : 예로부터 사냥새의 대표종으로 크게 각광을 받아왔다. 유럽과 미국 등에서는 18세기 중반에 중국과 몽고 등 아시아로부터 꿩을 도입하여 사냥동물로 이용하고 있다. 일반적으로 닭목(目)에 속하는 조류는 대부분 인공사육이 쉽고 다산이며 육질이 좋고 외형이 아름답기 때문에 오래전부터 사육되어 왔다.

나) 원앙

○ 학명 : *Aix galericulata*
○ 영명 : Madarin Duck
○ 분포 : 한국, 중국, 일본, 우수리, 대만
○ 생태 : 우리나라에서 월동하는 철새와 번식하는 텃새가 함께 서식하며, 천연기념물 327호로 지정하여 보호하고 있다. 1년에 1회 5월부터 7월사이에 숲속 계곡의 나무 구멍에서 한배에 9 12개의 알을 낳으며, 곤충, 도토리, 나무열매류, 풀뿌리, 줄기, 종자 등을 섭식한다.
○ 이용 : 수컷은 아름다운 외모를 갖추고 있어서 관상조류로 이용할 수 있으며 좁은 면적에 대량사육이 가능한 종으로 알려져 있다. 원앙은 박제하여 전시용으로 활용할 수도 있으며 한방 및 식용으로도 사육가능하고 털은 의류와 침구류 등에 이용가능하다.

다) 오소리

○ 학명 : *Meles meles*
○ 영명 : Badger
○ 분포 : 한국, 중국, 일본, 몽고, 아무르
○ 생태 : 식육목 족제비과에 속하는 야행성 동물로 11월부터 2월까지 동면을 한다. 4 10월에 교미하여 다음해 4월경에 1 6마리의 새끼를 낳으며, 토끼, 들쥐, 파충류, 양서류, 곤충, 가재, 민물고기, 지렁이 등을 잡아먹는 육식성이지만, 식물의 뿌리, 도토리, 죽순 등도 먹는다. 이와 같이 오소리는 육식성이지만 식물도 즐겨 먹는다.
○ 이용 : 동면 및 번식생태 등이 동일한 식육목에 속하는 곰과 닮은 점이 많아 오소리의 소화효소나 내분비계는 곰과 상당한 유사점이 있으리라 추정된다. 따라서 오소리 쓸개는 웅담의 대체

자원으로 이용될 수 있을 것으로 판단되며, 오소리의 피하지방은 민간요법에서 화상치료에 이용되었으며, 화상부위가 덧나지 않고 치유후에도 흉터가 남지 않는 효능이 알려져 있다.

라) 멧돼지

○ 학명 : *Sus scrofa*
○ 영명 : Wild Boar
○ 분포 : 한국, 중국, 만주, 아무르, 일본
○ 생태 : 산림에 서식하며 잡식성으로 식물의 뿌리, 도토리, 과실, 토끼, 들쥐, 곤충, 지렁이 등을 주로 섭식하며, 가을철 농작물 수확기에는 감자, 고구마, 옥수수, 땅콩 등에 피해를 주기도 한다. 교미시기는 12월경이며 임신기간은 112일로써 교미한 다음해 4월경에 4 6마리의 새끼를 분만한다.
○ 이용 : 중요한 수렵동물로 담백한 고기맛을 지니고 있으며, 멧돼지의 쓸개는 질병치료후 건강회복, 소화장애, 신경통 등에 특효한 것으로 전해지고 있다. 최근에는 많은 사육농가에서 멧돼지를 인공사육하고 있으나 집돼지에 비하여 증체율이 낮고 질병에 대한 저항력이 약하여 집돼지와 교배시킨 잡종 1세대와 2세대 등을 사육하기도 한다.

마) 고라니

○ 학명 : *Hydropotes inermis*
○ 영명 : Korean Water Deer
○ 분포 : 한국, 중국
○ 생태 : 도서지방을 제외한 전국의 산림에 서식하며 노루보다 저지대를 선호하고, 식물의 잎을 섭식한다. 교미시기는 12월이며 다음해 6월에 2 4마리의 새끼를 낳는다.
○ 이용 : 수렵동물로서 비교적 흔한 동물이나 고라니의 분포권인 중국에서는 II급 보호동물로 지정된 매우 드문 동물이다. 한국에 분포하는 고라니는 우리나라에만 분포하는 고유한 아종(*H. i. argyropus*)으로서 인공증식 기술과 이용기술의 개발이 필요하다.

바) 사향노루

○ 학명 : *Moschus moschiferus*
○ 영명 : Musk Deer
○ 분포 : 한국, 중국, 몽골, 러시아
○ 생태 : 멸종위기의 야생동물로 천연기념물 216호로 지정하여 보호하고 있다. 고산지대에 서식하며 지의류, 초본, 나뭇잎, 열매 등을 섭식한다. 12 1월 사이에 교미하여 6 7월에 1 2마리의 새끼를 낳는다.
○ 이용 : 예로부터 수컷 사향노루의 하복부에 있는 사향선에서 형성되는 사향은 고가로 매매 되기 때문에 멸종위기에 처하였다. 따라서 과학적 인공증식 기술개발을 통한 증식복원으로 시급히 정립하여 멸종을 예방하여야 하며, 또한 고 부가가치의 소득원으로 활용할 수 있는 야생동물이다.

사) 노루

○ 학명 : *Capreolus capreolus*

○ 영명 : Roe Deer
○ 분포 : 한국, 중국, 만주
○ 생태 : 산림지대에 서식하며 양지보다 음지를 선호한다. 연한 풀을 좋아하며, 겨울에는 마른 풀이나 나무의 순을 먹는다. 교미시기는 9 10월이며 다음해 5 6월에 1 2마리의 새끼를 낳는다.
○ 이용 : 분포 및 밀도가 고라니에 비하여 상대적으로 낮은 노루는 담백한 고기맛과 보신용으로 밀렵이 성행하고 있으므로 인공증식 및 상설수렵장의 수렵동물로 개발하여 활용할 수 있는 가치가 큰 야생동물이다.

표 6-5-9. 천연기념물로 지정된 야생동물

구 분	지 정 번 호	종 류	비 고
조류 (38 종)	197 호	크 낙 새	텃 새
	198 호	따 오 기	겨 울 철 새
	199 호	황 새	겨 울 철 새
	200 호	먹 황 새	겨 울 철 새
	201 호	큰고니, 고니, 혹고니	겨 울 철 새
	202 호	두 루 미	겨 울 철 새
	203 호	재두루미	겨 울 철 새
	204 호	팔 색 조	여 름 철 새
	205 호	저어새, 노랑부리저어새	여 름 철 새
	206 호	느 시	겨 울 철 새
	215 호	흑비둘기	텃 새
	228 호	흑두루미	겨 울 철 새
	242 호	까막딱다구리	텃 새
	243 호	독수리, 참수리, 흰꼬리수리, 검독수리	겨 울 철 새
	323 호	참매, 붉은배새매, 새매, 잿빛개구리매, 황조롱이, 매	
	324 호	수리부엉이, 칡부엉이, 쇠부엉이, 소쩍새, 큰소쩍새, 솔부엉이, 올빼미	
	325 호	흑기러기, 개리	겨 울 철 새
	326 호	검은머리물떼새	텃 새
	327 호	원 앙	텃 새
	361 호	노랑부리백로	여 름 철 새
수류 (6종)	216 호	사향노루	
	217 호	산 양	
	328 호	하늘다람쥐	
	329 호	반달가슴곰	
	330 호	수 달	
	331 호	물 범	

자료 : 천연기념물백서, 1998, 문화재관리국, 438pp.

표 6 - 5 - 10. 천연기념물로 지정된 조류 번식지 및 도래지

지 정 번 호	명 칭	소 재 지
11 호	광릉 크낙새 서식지	경기도 남양주시 진접면 부평리
13 호	진천 왜가리 번식지	충청북도 진천군 이월면 노원리
101 호	진도 고니류 도래지	전라남도 진도군 진도읍 수유리 등 해안
179 호	낙동강 하류 철새 도래지	경상남도 김해시, 부산시 등 낙동강
209 호	여주 백로 및 왜가리 번식지	경기도 여주군 북내면 신접리
211 호	무안 백로 및 왜가리 번식지	전라남도 무안군 무안읍 용월리
227 호	거제도 아비 도래지	경상남도 거제도 연안
229 호	양양 백로 및 왜가리 번식지	강원도 양양군 현남면 포매리
231 호	통영 백로 및 왜가리 번식지	경상남도 통영시 도사면 도선리
233 호	거제 팔색조 번식지	경상남도 거제시 동부면 학동리
237 호	울릉도 흑비둘기 서식지	경상북도 울릉군 남면 사리
245 호	철원 철새 도래지	강원도 철원군 철원읍 일부
248 호	횡성 백로 및 왜가리 번식지	강원도 횡성군 서원면 압곡리
250 호	한강하류 재두루미 도래지	경기도 파주시 교하면 일부
332 호	칠발도 해조류 번식지	전라남도 신안군 칠발도
333 호	사수도 해조류 번식지	제주도 북제주군 추자면 사수도
334 호	난도 괭이갈매기 번식지	충청남도 태안군 난도
335 호	홍도 괭이갈매기 번식지	경상남도 통영시 홍도
336 호	독도 해조류 번식지	경상북도 울릉군 독도
341 호	구굴도 해조류 번식지	전라남도 신안군 흑산면 가거도리
360 호	신도 노랑부리백로 및 괭이갈매기 번식지	인천광역시 옹진군 북도면 장복리 신도
389호	영광 칠산도 괭이갈매기, 노랑부리백로 및 저어새 번식지	전라남도 영광군 낙월면 송이리

자료 : 천연기념물백서, 1998, 문화재관리국, 438pp.

(라) 유전자원으로서의 야생동물

모든 생물종은 그들 나름대로의 유전학적 특성으로 인해 중요한 유전자원이며 근래에 급격한 발전을 하고 있는 생명공학(biotechnology)의 중요한 재료가 될 수 있다. 유전자원을 확보하고 이를 응용하는 기술은 급속도로 발전할 것으로 전망되며, 다양한 야생동물의 유전자원 확보 및 보전은 의약품이나 식량문제 등을 해결할 수 있는 잠재적 자원을 보호한다는 중요한 의미를 지니고 있다.

여러 가지 면에서 유전자원은 원유나 귀금속과 같은 천연 지하자원과는 다른 점이 있다. 원유나 귀금속은 가치의 기준이 명백하고, 공급의 한계가 있으며, 한 사람의 사용은 다른 사람의 사

용을 배제할 수 있는 것들이다. 반면에 생물자원은 자원확보를 위해 많은 투자와 오랜 기간이 필요하지만 보전노력과 개발방법에 따라 무한한 가치를 창출할 수 있는 것이다.

(마) 외국의 야생동물자원 연구동향

선진국에서는 생물학적 다양성의 보전문제가 오늘날과 같이 심각한 문제로 대두되기 이전에 이미 환경 및 생태계 보전차원에서 자국의 생태계 분석평가서와 서식 생물종의 조사 및 목록작성이 완료되었고 이들의 보존기술 개발과 정책적 지원이 이루어져왔다.

또한 해외 생물자원의 개발이용과 생물종의 확보를 적극적으로 추진하여 생물자원 보유국으로서의 권리주장을 할 수 있는 유리한 입장에 있다. 해외 생물자원의 확보는 현지외 보전이 가능한 각종 동물원, 식물원, 자연사박물관, 종자은행, 균주은행, 유전자은행, 대학 및 연구소의 실험실 등 여러 가지 보전기관을 통하여 이루어지고 있으며, 기업 차원에서도 열대지방의 생물자원을 개발하여 이용을 해 온지 오래다.

(바) 야생동물자원의 보전방법

1) 현지내보전

자연 그대로의 상태에서 유지되도록 하는 것으로서 공원지역이나 보호지역 등을 지정하여 인간의 출입을 제한하거나 관리하는 것으로, 야생동물종의 살고 있는 서식처가 훼손되지 않게 하는 것이다.

서식지의 훼손을 막는 법적인 장치로는 국립공원이나 도립공원과 같이 자연공원으로 지정하여 보호하는 것이다. 자연공원 이외에도 산림청에서 지정하는 보전임지, 조수보호구, 천연보호림, 문화재관리국에서 지정하는 천연기념물보호지구, 환경부에서 지정하는 자연생태계보전지역, 건설교통부에서 지정하는 자연환경보전지역과 같은 여러 종류의 보호지역이 있다.

2) 현지외 보전

인위적인 환경이나 시설에서 생물종을 유지하고 보전하거나 냉동 또는 동결건조하여 보전하는 것으로, 현지내보전을 통해서 멸종을 막기 힘든 경우 동물원, 수족관, 식물원, 수목원, 종자은행, 자연사박물관 같은 시설을 이용하여 인위적으로 보전한다. 이렇게 현지외보전을 통해 증식된 개체들을 주기적으로 본래의 서식지로 돌려보내 현지내보전을 강화하는 방법을 사용하기도 한다.

생물종의 산업적 이용면에서는 현지내보전(*in situ* Conservation)보다는 현지외보전(*ex situ* Conservation)에 의존하는 경우가 거의 대부분이며, 특정 목적의 생물종을 인위적인 시설을 이용하여 보전하면서 이용한다.

(5) 야생동물사육

(가) 사육현황

국내에 서식하고 있는 야생동물 사육종은 꿩, 원앙, 멧돼지, 고라니, 멧토끼 등으로 이들은 주로 농가에서 소득용으로 사육하며, 외국에서 도입된 곰, 호랑이, 사자, 표범, 늑대 등 맹수류는

곰을 제외하고는 동물원에서 관람용으로 사육하고 있다. 가장 많이 사육하는 종은 꿩으로 1997년에 529,500마리이었고 다음은 원앙 3,054마리, 멧돼지 1,929마리, 곰 1,521마리의 순이다.

연도별 동물 사육두수를 보면 내수판매가 금지된 곰은 매년 조금씩 증가하였으며 다른 맹수류는 보합세 내지 감소하였다. 그러나 농가 소득용으로 사육하는 동물인 멧돼지, 고라니, 멧토끼, 원앙 등은 매년 증가하는 추세를 나타냈다.

표 6 - 5 - 11. 연도별 야생조수 인공사육 현황

구 분	조 수 별 (마 리)									
	계	곰	호랑이	사자	표범	늑대	멧돼지	고라니	멧토끼	원앙
90	2,701 (272)	764	68	64	44	16	791 (55)	139 (16)	65 (2)	750 (83)
91	3,543 (289)	934 (96)	73 (14)	72 (12)	51 (9)	16 (4)	1,190 (53)	185 (21)	239 (4)	783 (76)
92	4,079 (271)	1,127 (97)	72 (14)	70 (10)	57 (8)	16 (6)	1,042 (44)	164 (24)	391 (4)	1,140 (64)
93	4,870 (291)	1,270 (103)	62 (12)	58 (10)	54 (8)	15 (6)	743 (49)	268 (29)	237 (5)	2,163 (69)
94	5,545 (307)	1,325 (103)	63 (10)	57 (11)	55 (9)	16 (6)	932 (58)	362 (36)	302 (6)	2,433 (68)
95	6,527 (349)	1,344 (108)	64 (12)	57 (13)	47 (8)	15 (5)	1,076 (83)	556 (43)	404 (10)	2,964 (67)
96	6,982 (398)	1,404 (111)	62 (12)	49 (10)	46 (9)	5 (3)	1,503 (115)	589 (45)	404 (8)	2,920 (85)
97	8,009 (403)	1,521 (117)	64 (14)	57 (12)	38 (11)	3 (2)	1,929 (123)	641 (44)	702 (10)	3,054 (70)

주) ( )내는 사육자 수임

표 6 - 5 - 12. '97 국내서식조수 사육현황

구 분	계		원앙이		멧돼지		고라니		멧토끼	
	사육자	수량(마리)	사육자	수 량	사육자	수 량	사육자	수 량	사육자	수 량
계	**247**	**6,326**	**70**	**3,054**	**123**	**1,929**	**44**	**641**	**10**	**702**
서 울	2	7	1	4	1	3				
부 산	5	30	2	18	1	3	1	2	1	7
대 구	3	9	1	6	1	2	1	1		
인 천	1	17					1	17		
광 주	2	22	1	18	1	4				
대 전	-									
울 산	-									
경 기	21	262	5	79	7	51	9	132		
강 원	44	1,356	8	272	21	286	6	103	9	695
충 북	46	2,274	10	1,507	33	673	3	94		
충 남	35	398	26	280	4	56	5	62		
전 북	11	772	5	600	4	62	2	110		
전 남	18	314			10	251	8	63		
경 북	41	460	3	16	34	415	4	29		
경 남	18	405	8	254	6	123	4	28		
제 주	-									

표 6 - 5 - 13. '97 꿩 사육현황

구 분	사육자 (명)	사 육 수 량(마리)		
		계	암	수
계	**402**	**529,500**	**355,300**	**174,200**
경 기	141	215,500	144,600	70,900
강 원	28	87,000	59,500	27,500
충 북	30	16,000	10,000	6,000
충 남	37	28,000	17,500	10,500
전 북	18	52,500	35,700	16,800
전 남	12	9,000	5,500	3,500
경 북	67	82,500	55,500	27,000
경 남	60	31,000	22,000	9,000
제 주	9	8,000	5,000	3,000

(나) 사육기술

1) 꿩

가) 사육사

○ 부지

- 햇빛

자연의 강한 살균력과 동물의 성장에 중요한 영향을 주므로 일조시간이 긴 장소가 좋다

- 지형

동남 또는 남향으로 약간 경사지며 건조하고 배수가 잘되는 곳이 좋다

- 토질

사질 또는 사질양토가 좋다. 점토질의 토지는 배수가 잘 안되어 부적합하다

- 기타

주위에 공장등이 있어 소음을 내는 곳보다는 양계장이 없고 도로에서 떨어진 곳이 좋다

○ 면적과 수용마리수

일반적으로 수컷 1마리에 암컷 2 4마리를 2평 또는 4평으로 하는 것이 많다. 좁은 사육장에 너무 많이 사육하면 식란벽을 유발한다.

○ 높이 : 1.8m(보통사람이 작업에 편리함)

나) 육추사

○ 위치

온도조절등 섬세한 관리가 필요하므로 관리실 부근에 설치(야간의 점검과 일상의 관리가 편리하여 수시로 관찰할수 있어 피해를 미연에 방지)해야한다. 중추사도 연결해서 설치하면 좋으며 육추중 새끼의 성장으로 육추사가 좁아지면다른 육추사로 옮긴다. 새끼는 부화후 20 35일 지나면 온도조절을 중지하고 중추사로 옮긴다

○ 면적과 수용마리수

육추사의 크기에 따라 새끼의 수용마리수를 조절하지 않으면 성장의 저해, 털뽑기, 항문쪼기등이 일어나므로 주의해야 한다. 3.3㎡당 몇마리를 수용하느냐는 새끼의 일령에 따라 결정한다

일　　령	상자형 3.3㎡층	층층형 1㎡
부화후　20일	100마리 이하	50마리 이하
21　40일	50마리　〃	25마리　〃
41　60일	25마리　〃	15마리　〃
61　90일	15마리　〃	

다) 방사장

○ 구조

규모에 따라 다르나 보통 330 660㎡(100 200평)를 사용하고 있다. 높이는 1.8㎡이고 지형에 따라 조정할 수 있다. 방사장은 외적의 침입을 막을 수 있도록하고 면적이 넓으면 군데군데 지주를 세워 망이 지면으로 내려 오는것을 방지한다

○ 수용마리수

330㎡이하의 면적일 경우에는 꿩 1마리당 3.3㎡가 좋고 330㎡이상의 대면적 방사장에는 3.3㎡당 2마리이하면 된다

○ 기타

방사장내에는 관목류, 싸리, 잡초류 등을 심어서 자연에서의 꿩의 서식지와 비슷한 환경을 만들어 주어야 한다

라) 사료

○ 번식전(1 3월)

꿩의 발정을 촉진시키기 위하여 동물질 단백질과 식물질 단백질을 증가시키기 위한 사료로서 달걀과 어분, 대두박 등의 단백질의 함양이 높은 사료를 급여한다. 소규모의 사육자는 땅콩, 삼씨, 어분, 번데기 등을 급여하기도 한다. 일반적으로 조단백질 17 20%정도 함유한 사료를 준다

○ 산란기(4 7월)

꿩이 산란하면 더욱 고단백질의 사료를 주는 것이 좋다. 이는 꿩의 산란에 필요한 영향을 공급하기 위해서 이다. 사육자들은 조단백 18 24%를 급여하고 이외에 어분, 번데기를 주고 있으나 사료중 조지방을 4%이하로 해야한다.

○ 환우기(8 9월)

산란이 끝나면 털갈이를 시작한다. 이시기는 가장 덮고 꿩의 체력이 약해서 죽기 쉽다. 꿩은 땀샘이 없어 더위에 약하여 산란후에는 체력이 떨어져 있으므로 사료에 특히 주의하고 소화가 잘되는 사료로서 조회분과 미?성분을 많이 함유한사료를 주어 체력회복을 기해야 한다. 조단백질의 함량은 17 19%가 좋다.

○ 번식기외(10 12월)

털갈이도 끊나고 산란후의 체력도 회복되었으며 추위가 닥쳐오는 계절이다. 이때는 체력의 유지 사료로서 필요한 조단백질은 16 17%로 하고 열량이 부족하지 않도록 가용무기질의 함량이 많은 식물질 사료를 주어야한다. 해가 짧은 계절이므로 저녁때는 밀, 싸래기, 옥수수를 주는 것이 좋다.

○ 어린꿩의 사료

- 첫먹이사료

  첫먹이를 주기전에 물을 준후 삶은 계란노른자와 잘게 썬 배추 등을 섞어 먹여 길들이기를 한다

- 꿩병아리 사료

  시판의 병아리사료를 주고 채소와 동물질, 테라에그 등을 준다

- 중꿩병아리 사료

  단백질 17 18%이상, 조사료 3 4%이상, 조섬유 6.5%이하, 조회분 9%이하의 사료가 보통이다. 이외에 어분, 닭머리, 싸래기, 조, 옥수수 가루를 넣은 특수사료를 첨가시켜 조단백질 22%정도로 25 75일령까지 급여한다.

- 큰꿩병아리 사료

  조단백질 14.5%이상, 조지방 3.6%이상, 조섬유 4.7%이하, 조회분 8.0%이하가 보통이다. 이외에 분쇄한 옥수수, 밀, 어분과 굴껍질, 칼슘 등의 무기염류외에 마늘가루 등 강정사료와 특수사료를 첨가하여 90 105일령까지 급여한다.

마) 종꿩의 관리

○ 종꿩의 선택

- 민첩하고, 투쟁심이 강하고 털이 미끈하며 식욕이 왕성하고 상대방의 먹이 먹는 것을 경계하는 개체가 좋다.
- 몸이 크고 윤이나며 주변을 배회할때 꼬리끝이 지면에 닿지 않는 개체를 선택하여야 한다.
- 다산계에서 부화한 새끼는 어미의 계통을 이어받아 다산성 개체가 많이 증식되므로 새

끼를 구입할 때는 사육가의 조언과 꿩사육 실태를 확인하여 좋은 계통을 분양받는다

- 질병이 없는 꿩은 활발하고 털이 윤이나고 미끈하다. 똥은 습기가 적고 유백색의 오줌(뇨)이 붙어 있어야 한다
- 늙은 것은 산란수가 적고 무정란이 많으므로 2 3년생을 선택하는 것이 좋으며 당년생과 4년이상의 개체는 좋지 않다. 꿩의 일반적인 생리수명은 10년이다. 년령별 산란수는 1년생 20 30개, 2년생 22 52개, 3년생 39 61개이다

○ 종꿩의 구입시기와 바꿔치기

새로 구입하거나 배우를 변경하고 사육사를 바꾸는 시기는 꿩의 털갈이가 끝난 10 12월이 가장 적기이다. 꿩을 이동시키면 2개월의 적응기간이 필요하다

○ 자웅비율 (수컷 1마리에 대한 암컷의 개체수)

사육자에 따라 수컷 1마리에 암컷 2 3마리로 사육하고 있으나 생산율을 높이고 사육단가를 낮추기 위해서는 1:4, 1:6의 비율로 사육함이 바람직하다

바) 질병

○ 흑두병

최근 꿩무리에서 흔하게 발생하는 병이다. 이병은 원충이 병원체로서 원충을 먹으면 꿩의 창자 내부에 기생하고 있는 맹장충과 함께 일어난다. 이 병이 기생하는 메뚜기류나 지렁이가 원인이 되며 원충의 충난이 장내에 들어가지 않 으면 흑두병은 발생하지 않는다. 증세는 감염 후 4일까지 아무 증상이 없고 5 6일이면 먹이를 안먹고 몸을 움추리며 얼굴이 백색이 되고 맹장염을 일으켜 불규칙한 설사변이 많아지고 7 9일이면 복막염을 일으켜 죽는다. 이병을 예방하려면 다음의 세가지만 지키면 된다.

· 땅바닥을 모래로 할것
· 햇볕을 잘 쬐일것
· 땅을 축축하게 하지말것

○ 계두(복스)

이병은 계두 바아러스에 의하여 전염되며 금계, 꿩, 백한 등에 많이 발생한다. 성과 연령에 관계없이 일률적으로 발병된다. 새끼, 중병아리, 큰병아리, 어미에도 발생되고 많이 사육하면 병이 생긴다.

○ 고구시즘

원래는 닭에서 생기는 병이었다. 꿩의 다량사육과 더불어 발생하기 시작하였으며 이병은 어디까지나 경구감염이므로 먹지 않으면 안걸린다. 이병을 예방하려면 생후 3 18일간 먹는 물에 테라에그졸(테라마이신 + 종합비타민)을 1일 새끼 100마리당 0.2g을 물 2ℓ에 녹여 먹이면 된다

○ 뉴캣슬

이병은 1926년 영국의 뉴캣슬이란 지방에서 발생한 전파력과 치사율이 높은 병으로 우리

나라에는 아메리카형과 아시아형 두형이 있다. 당초 닭에서 감염되었으나 최근에는 꿩류의 대량사육으로 꿩류와 다른 수입조류에서 많이 발생하는것 같다. 새의 입, 눈, 코등의 점막뿐만 아니라 사람의 손과 발, 옷, 먹이통, 기타 모든것에서 전염한다. 그러므로 관계가 있는 전염원을 모두 차단해야 한다.

2) 멧돼지

가) 먹이 : 육성돈 배합사료 때때로 호박, 고구마 및 청초(靑草) 등을 공급한다

나) 급여 : 아침과 저녁에 1마리당 100g 정도씩 급여한다

다) 번식생태

○ 발정시기 : 12월 하순 1월 중순(어린개체는 4월까지 발정)
○ 분만시기 : 4월 하순 5월 중순
○ 임신기간 : 115 120일
○ 한배새끼수 : 3 7개체(평균 5개체)
○ 교미방법 : 암수를 분리 사육하다가 암컷이 발정하면 합사시킨다(임신이 되지 않으면 20일후 재발정함)
○ 성적 성숙기 : 출생한 당년에 발정하는 개체도 있으나 대부분의 개체는 만 1년후 성숙한다

라) 새끼의 생장율

시 기	출생시	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월
체중(kg)	4.3	10.4	17.8	24.0	31.4	36.7

마) 질병

○ 하리(설사병)

멧돼지 새끼에 나타나는 병으로 생후 1 2개월경 날씨의 급격한 변화(비가 오거나 기온이 급강하할 때)후 나타나는 병이다. 거의 모든 개체가 사망할 정도로서 멧돼지 사육의 성패를 좌우한다. 발병 즉시 항생제를 주사하고 아울러 지 사제, 철분주사, 장기능촉진제 등을 주사하며 식염수에 분유와 설탕을 섞어 급여하여 탈수를 방지한다. 어미에게는 숯가루를 급여하는 것도 효과가 있다

○ 페렴

가을에 일교차가 심할때 발병하며 증세는 눈이 충혈되고 먹이를 먹지 않는다. 항생제를 투약하고 볏짚을 깔아주어 체온을 유지토록한다

바) 멧돼지 순종과 교잡종의 비교

○ 어릴때 차이

순 종	교 잡 종
황갈색이고 몸에 검정색의 굵은 줄무늬가 있으며 무늬는 일정하고 뚜렸하다	몸색체는 여러가지로 나타나며 무늬가 똑같지 않고 색체가 뚜렸하지 않다

○ 어미일때 차이

순 종	교 잡 종
· 귀가 작고 삼각형이며 목은 굵고 짧다 · 주둥이가 길고 뾰족하다 · 등에 끝이 3 5개로 갈라진 갈퀴털이 무성하다 · 눈이 작고 약간 붉은색을 띤다 · 아래턱이 크고 긴 송곳이가 밖으로 나온다 · 꼬리는 가늘고 짧으며 동그랗게 감지않는다 · 성질이 사납고 사람을 몹시 경계한다 · 년 1회 새끼를 낳는다	· 귀가 크다 · 주둥이가 짧고 위로 약간 굽었다 · 갈퀴털이 적고 여러개로 갈라지지 않는다 · 순종에 비하여 눈이 크고 검정색을 띤다 · 아래턱에서 송곳이가 밖으로 나오지 않는다 · 꼬리는 굵고 길며 동그랗게 감는 편이다 · 성질이 순하고 사람을 경계하지 않는다 · 연중 번식한다

3) 고라니

가) 번식생태

○ 발정시기 : 1월(어린개체는 3월까지 발정)

○ 분만시기 : 6월 중순 하순

○ 임신기간 : 163 176일

○ 한배새끼수 : 2개체

○ 성적 성숙기 : 출생한 당년에 발정

나) 먹이 : 중송아지 사료 및 청초(동기에는 건초)

다) 질병

특별한 질병은 없으나 외부 기생충에 의하여 털이 빠지는 경우가 있다. 생포하여 기생충 구제약을 몸에 발라준다

라) 노루와 고라니의 비교

구 분	노 루	고 라 니
서식지	산악의 산림지대	야산 및 구릉지
특징	수컷은 뿔이 있음	수컷은 뿔이 없고 견치가 있음
	엉덩이에 백색 반점이 있음	엉덩이에 백색 반점이 없음
	몸이 크다	몸이 작다
	털이 부드럽다	털이 거칠다
번식기	9 10월	1 2월
한배새끼수	1 2마리	2 6마리
식성	초식성	초식성
분포	한국, 중국, 유럽	한국, 중국 북부

4) 원앙

가) 먹이 : 중병아리 사료, 도토리

나) 사육관리

○ 암수비율을 동수로 한다

○ 꿩의 사육방법을 참조한다

5) 오소리

가) 야생에서의 생태

○ 식성 : 육식성이지만 나무열매와 식물 뿌리등도 잘먹는다

○ 습성 : 야행성으로 보금자리는 굴형태이며 11월 중순부터 3월 초순까지 동면하고 세력권은 15 150ha이고 가족단위로 생활한다. 시각과 청각은 발달하지 않았으나 후각은 매우 예민하다

○ 수명 : 15년 정도(사육상태하에서는 25년까지 생존기록)

○ 체중 : 12 15kg

○ 한배새끼수 : 1 5개체(평균 3개체)

○ 교미기간 : 3 10월(3월하순 4월하순, 7월중에 교미행동이 가장 활발함)

○ 임신가능 연령 : 만1세에 교미가 가능하고 다음해에 새끼를 분만한다

나) 사육시설

○ 설치조건

- 번식을 위한 격리시설
- 운동부족을 예방할 수 있는 활동공간
- 월동시 야생의 굴과 같은 조건의 보온시설

- 신선한 공기가 순환할 수 있는 환기장치
- 도주를 예방할수 있는 이중철문
- 도난 방지시설

○ 사육장 설치의 예
- 기초공사는 콘크리트를 타설
- 가로 0.9×세로 1.2×높 0.8m의 번식용 격리시설
- 번식용 격리시설의 출입구경은 직경 25cm PVC파이프로 설치
- 정전시에도 작동하는 무동력 환기장치를 설치
- 80mm 스티로폼으로 외벽단열 및 보일러 설치
- 철망문과 철문으로 2중 설치

다) 사료

○ 새끼가 개안하기 전의 어미사료
닭머리 2kg을 삶은물 3ℓ에 종합비타민제 3g, 유량촉진제 2g을 넣은후 1개체당 400g의 개사료를 섞어서 급여

○ 새끼가 개안한 후의 어미사료
새끼 개안전의 어미와 동일한 사료에 새끼돼지 사료를 100g를 추가하여 급여

○ 일반개체 : 1마리당 개사료 200g과 물급여

○ 급여회수 : 야행성을 감안하여 17:00 19:00에 1회 급여

라) 멧토끼와 집토끼의 차이

구 분	멧 토 끼	집 토 끼
번식장소	관목이나 초본이 밀생하고 지면이 움푹 파인곳	굴을 만들어 번식한다
출생시 새끼의 상태	털이 있고 눈을 뜬 상태로 출생한다	털이 없고 눈이 감긴 상태로 출생한다
털색	잿빛 회색이며 이마에 흰털이 있다	흰색, 검정색, 누런색, 잿빛등 다양한 색을 이룬다

(6) 국제협약

야생동물 특히 조류는 인문지리적인 경계, 즉 국가에 따라 그 서식지의 경계가 나누어지지 않고 자연지리적인 환경에 따라 그 서식지가 나뉘어 지며 또한 여러 국가간을 이동하기도 한다. 따라서 이러한 야생동물의 보다 효율적인 보호를 위하여 한 국가에서만의 보호노력 이외에 국제적으로 양자간 또는 다자간 협약을 통하여 노력하고 있다. 우리나라도 람사협약, CITES, 한·

러 철새보호협정, 생물다양성협약 등에 가입하여 야생동물을 보호하기 위한 국제적 노력에 동참하고 있다.

(가) 람사(Ramsar)협약

1) 협약의 명칭

많은 종의 수금류(水禽類), 어류, 양서·파충류, 포유류와 식물을 부양하는 많은 습지대가 간척 또는 오염에 의하여 파괴되어 가고 있는 실정에 따라 국제수금류조사국(IWRB, International Waterfowl Research Bureau)의 주도하에 1971년 이란의 람사(Ramsar)라는 도시에서 "물새 서식지로서 국제적으로 중요한 습지에 관한 협약(Convention on Wetland of International Importance Especially as Waterfowl Habitat)"이 채택되었으며 1975년 12월부터 발효되었다. 이 협약은 보통 Ramsar협약으로 통칭하고 있다.

2) 협약 규모

협약이 발효되던 '75년에는 회원국이 7개국에서 '92년말 70개국, '95년 85개국으로 발전을 거듭하여 '98년 8월 현재 112개국이 가입하고 있으며, 우리나라는 협약가입을 위하여 '97년 3월 UNESCO에 강원도 대암산 용늪(160ha) 1개소를 대상습지로 가입서를 기탁하여 101번째 회원국이 되었으며, 경상남도 우포저수지(854ha)를 두번째로 등록하였다.

람사협약의 등록습지는 총 931개소 69,050,886ha에 달한다. 회원국 중 지정 습지의 면적이 제일 넓은 국가는 13,030,568ha를 지정한 카나다이고, 지정 습지수가 가장 많은 국가는 (표 6-5-14)와 같이 99개소를 지정한 영국이다.

람사협약 당사국 회의는 3년마다 개최되며 제6차 당사국회의는 호주 브리스번에서 1996년 3월에 개최되었고, 제7차 당사국회의는 코스타리카에서 1999년 개최될 예정이다. 당사국 회의를 개최하기 1년전에 당사국회의에 상정할 의제를 토의하기 위하여 7개 지역별(아프리카, 아시아, 동구, 신열대, 북미, 오세아니아, 서구지역) 회의가 개최되고 있다.

표 6-5-14. 주요 국가별 람사협약 현황 ('97. 12월 현재)

국 가	가입일자	지 정 습지수	총지정 면적(ha)	비 고
카 나 다	'81. 5.15	33	13,030,568	지정면적 1위
러 시 아	'77. 2.11	35	6,337,601	지정면적 2위
영 국	'76. 5. 5	99	398,171	지정 습지수 1위
호 주	'75.12.21	42	4,659,282	지정 습지수 2위
중 국	'92. 7.31	6	586,870	
일 본	'80.10.17	9	83,454	
필 리 핀	'94.11. 8	1	5,800	
미 국	'87. 4.18	15	1,163,690	

자료 : 람사협약 데이타 베이스, 1997

3) 협약 대상습지 선정 기준

현재와 미래에 있어서 습지의 상실과 침식을 억제하는 것을 목적으로 이 협약에서 보호대상으로 선정하는 습지의 기준은 몇차례의 수정과 보완을 거쳐 현재는 다음과 같다.

가) 대표적인 또는 특이한 습지에 관한 기준

○ 특정의 생물 지리학적인 지역의 특성을 특히 잘 나타내고 있는 자연 또는 그것에 가까운 상태의 습지

○ 복수의 생물지리학적인 지역에 있어서 표준적인 성질을 특히 잘 나타내고 있는 자연상태 또는 그것에 가까운 상태의 습지

○ 중요한 하천유역 또는 연안역의 자연기능이 수문학적, 생물학적 또는 생태학적으로 중요한 역할을 하고 있는 습지이고, 그 역할을 잘 나타내는 곳으로, 특히 국경부근에 위치하는 습지

○ 특정의 생물지리학적인 지역으로서 희귀하거나 특이한 유형의 습지

나) 동식물에 의한 일반적 기준

○ 희귀, 취약 혹은 멸종위기에 처한 동식물종이나 아종이 집단으로 서식하거나 또는 이 종들의 개체수가 상당수 서식하고 있는 습지

○ 그 곳에 서식하고 있는 동식물상의 질 및 특징 때문에, 그 지역의 유전적 및 생태적 다양성을 유지하는데 특별한 가치가 있는 습지

○ 생물순환계 내에서 매우 중요한 단계를 점하고 있는 동식물의 서식지로 특별한 가치가 있는 습지

○ 지역고유의 동식물의 종 또는 군집의 서식지로서 특별한 가치가 있는 습지

다) 물새에 의한 특별한 기준

○ 2만마리 이상의 물새가 정기적으로 서식하는 습지

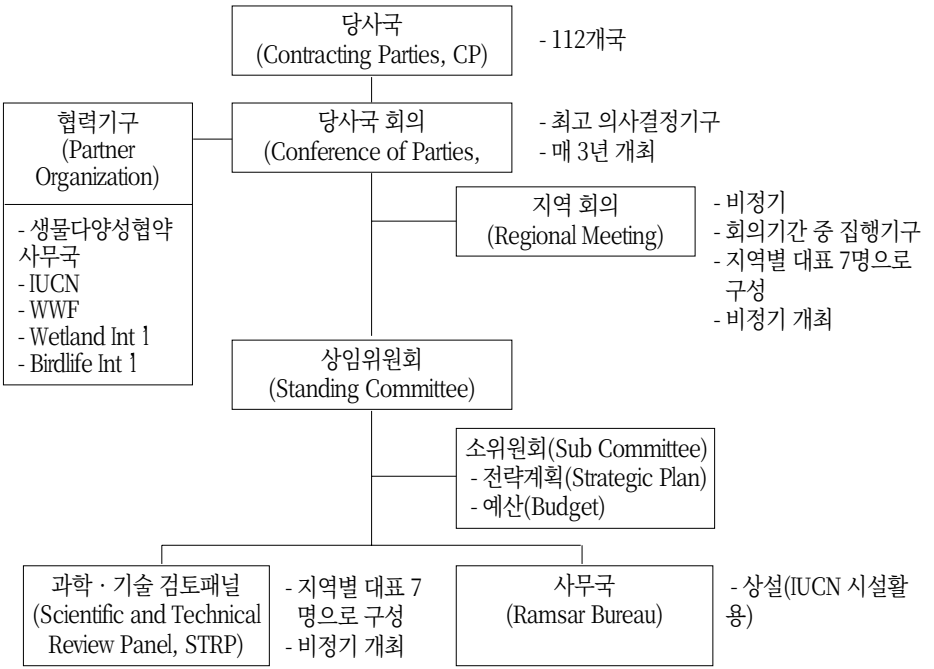
○ 습지의 가치, 생산성 또는 다양성을 나타내는 특정의 물새의 분류군에 속하는 개체가 다수 정기적으로 서식하는 습지

○ 개체수에 관한 자료가 있는 경우, 물새의 종 또는 아종의 개체수가 전세계 개체수의 1% 이상이 정기적으로 서식하고 있는 습지

4) 람사협약 조직

람사협약의 조직은 다음의 도표와 같이 당사국, 상임위원회, 과학기술검토 패널 및 사무국으로 구성되어 있으며 생물다양성협약, IUCN, WWF등과 같은 국제협약 및 국제기구와 협력관계를 맺고 있다.

람사협약 기구표



주) 7개지역 : 아프리카, 아시아, 동구, 신열대, 북미, 오세아니아, 서구

(나) CITES협약 (멸종위기에 처한 야생동식물의 국제거래에 관한 협약)

1) 개요

전세계적으로 표범, 치타, 악어등의 가죽과 상아제품의 무역이 증가함에 따라 1963년 세계자연보호연맹(IUCN)은 희귀 또는 멸종위기 야생동물의 수출입을 규제하자고 주장하였다. 10년뒤인 1973년 3월 6일 미국 워싱톤에서 "멸종위기에 처한 동식물의 국제거래에 관한 협약"을 21개국이 조인하였고 '93년 115개국 가입, 1994년말 124개국, 1998년 8월 현재 143개국이 가입하고 있으며 우리나라는 1993년 10월 7일 122번째 회원국가로 가입하였다.

2) 목적 및 협약내용

본 협약은 야생동물의 보호에 관한 가장 성공적인 국제 협약으로 기본원칙은 3개 부속서에 수록·기재된 동식물의 과도한 국제거래를 규제하여 종의 보호와 생태계의 보전을 목적으로 하고 있다.

각 부속서에 수록되는 종의 기준은 다음과 같다.

가) 부속서 Ⅰ : 국제적으로 멸종위기종. 수입의 목적이 비상업적일 경우에만 국제거래가 허용됨

나) 부속서 Ⅱ : 현재로는 멸종의 위협을 받고 있지는 않지만 멸종의 위협을 받을 가능성이 있는 종. 상업적 거래가 허용되나 통제됨

다) 부속서 Ⅲ : 부록 Ⅰ,Ⅱ에 수록되지 않은 종의 수출을 규제하는 국내법을 가지고 있는 조약국이 다른 조약국의 협조를 요청할 수 있는 기작을 제공하기 위한 종

각 종의 부속서 Ⅰ과 Ⅱ로의 분류는 이른바 베른 기준에 의하여 당사국 회의에서 결정한다. 본 협약이 제대로 이행되기 위해서는 통관을 담당하는 세관의 역할이 매우 중요하나 현실적으로 분류학적 전문지식을 요구하기 때문에 그 집행은 현실적으로 매우 어렵다. 이러한 한계점을 보완하기 위하여 IUCN과 WWF가 공동으로 TRAFFIC(Trade Records Analysis of Flora Fauna In Commerce)이라는 기구를 설립하여 세계적으로 모니터링을 실시하고 있다.

3) CITES협약 관련 국내 서식종

CITES에 관련된 국내 서식종은 (표 6-5-15)와 같이 부속서 Ⅰ에 17종, 부속서 Ⅱ에 47종이 있다.

표 6 - 5 - 15. 우리나라의 CITES 관련 야생동물

부속서	구 분	종 류
Ⅰ	조류 (12종)	크낙새, 매, 황새, 따오기, 흰꼬리수리, 흰죽지수리, 두루미, 흑두루미, 재두루미, 적호갈매기, 쇠청다리도요사촌, 알바트로스,
	포유류 (5종)	반달가슴곰, 수달, 표범, 호랑이, 산양
Ⅱ	조류 (41종)	검은목두루미, 새매, 검독수리, 황조롱이, 올빼미, 수리부엉이, 붉은배새매, 소쩍새, 솔부엉이, 금눈쇠올빼미, 팔색조, 솔개, 가창오리, 참수리, 참매, 독수리, 털발말똥가리, 쇠황조롱이, 칡부엉이, 항라머리검독수리, 잿빛개구리매, 느시, 쇠부엉이, 큰소쩍새, 먹황새, 개구리매, 쇠재두루미, 큰말똥가리, 물수리, 벌매, 조롱이, 왕새매, 알락개구리매, 새호리기, 비둘기조롱이, 노랑부리저어새, 뿔매, 세이카매, 흰올빼미, 긴점박이올빼미, 말똥가리
	포유류 (6종)	사향노루, 삵, 승냥이, 시라소니, 늑대, 불곰

자료 : 산림청 행정자료, 1998

(다) 본협약(Bonn협약, 이동성 동물 보호협약)

1) 개요

1972년 스톡홀름에서 개최된 UN인류환경회의에서 각 국가는 공해상에 서식하거나 한 국가에서 다른 국가로 이동하는 동물을 보호하기 위한 법안을 만들고 상호협정을 체결토록 하는 국제조약에 관한 권고사항을 결정하였다. 이에 따라 1979년 독일 본에서 28개국이 참가하여 이동성 동물 보호에 관한 회의를 하였고 이 가운데 15개국이 이동성 동물 보호협약(Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals)에 비준하여 1983년 11월 1일부터 발효되었다. 초창기에는 유럽의 국가들이 주회원국이었으나 회원국수가 점차적으로 증가하여 1998년 8월 현재 아프리카, 중남미, 아시아, 유럽과 오세아니아지역에 51개국의 회원국을 가진 범세계적 협약으로 발전하였다. Bonn협약은 지속적인 발전을 위하여 생물다양성 협약과 상호협력을 위한 양해각서를 교환하였으며 람사협약과도 협력을 추구하고 있다.

2) 협약 목적

이 협약의 목적은 크게 다음의 3가지로 볼 수 있다.

가) 부속서 Ⅰ에 수록된 멸종위기에 처한 이동성 야생동물을 엄정하게 보호한다.

나) 이동성 야생동물의 이동경로상에 있는 다른 국가로 하여금 부속서 Ⅱ에 수록된 종의 보호와 관리를 위한 다자간 협정을 체결토록 한다.

다) 공동연구 수행에 그 목적을 두고 있다.

3) 향후 전망

현재 우리나라는 이 협약에 가입하고 있지는 않으나 협약 사무국은 여러 경로를 통하여 우리나라뿐 아니라 일본, 미국 등의 가입을 요구하고 있다.

이 협약은 본래 유럽과 아프리카간 이동성동물(철새)의 보호에서 시작된 것으로 회원국가가 유럽과 아프리카에 치우쳐 있으며 현재 미국, 카나다, 일본, 중국 등의 북아메리카와 동아시아 국가는 가입하지 않고 있다. 이유는 여러 가지이나 수산업에 미치는 영향과 본래 이 협약이 유럽과 아프리카와의 협약에서 발전한 것이기 때문인 것으로 판단된다.

(라) 국가간 협약(양자간 협약 또는 협정)

1) 야생동물 관련 국가간 협약 현황

국가간 협약은 주로 양자간 협약 또는 협정이 대부분이었다. 일본은 중국, 호주, 러시아 등과 철새보호협정을 맺었으며 다자간 협약의 예로는 유럽의 국가와 아프리카의 국가들간의 철새보

호에 관한 협약이 있으며, 동북아시아권에서는 동북아시아 환경포럼, 아시아-태평양 철새보호전략 등을 통하여 다국간 협력이 증대되고 있다. 우리나라는 인접한 국가 중 러시아와는 철새보호협정이 체결되었으며 현재 일본, 중국과의 철새보호협정을 체결할 준비 중에 있다.

2) 한 · 러 철새보호협정

한 · 러 철새보호협정은 우리나라가 체결한 최초의 철새보호 협정으로 그 의의가 매우 크다고 볼 수 있다. 1992년 러시아로부터 양국간 철새보호조약 체결에 대한 동의가 있었으며 1994년 6월 대통령이 러시아를 공식 방문하였을 때 본 협정을 체결하였다. 본 협정의 기간은 1994년 6월부터 2009년 6월까지 15년간이며 협정기간 종료전까지 양국가에서 협정의 폐기 의사를 밝히지 않으면 자동으로 기간이 연장된다. 협정의 대상조류는 한국과 러시아간을 왕래하는 것으로 판단되는 337종으로 정하였으며 협정의 주요 내용은 철새거래 금지 및 보호대책, 철새보호연구 및 자료교환, 철새 서식환경 보전 및 개선에 관하여 양국이 공동노력하도록 되어있다.

(마) 기타 협약

이외에 중요한 야생동물과 관련된 국제조약으로 세계 문화 · 자연 유산 보전협약, 서반구(유럽)에서의 야생동물보호 및 자연보호협약, 아프리카 자연 및 자연자원 보전협약, 포경업 규제에 관한 국제협약, 북극해양생물 보존협약 등이 있다.

야생동물의 효과적인 보호를 위하여 중요한 것은 이상의 국제협약을 통한 국가간 공동 노력의 경주와 국내법의 정비 등으로 인위적인 방해요인에 대한 강력한 규제와 함께 꾸준한 국민의 계몽과 교육이 병행하여야만 될 것이다.

6. 기타 보호식물

(1) 희귀 및 멸종위기종의 보호

○ 희귀 및 멸종위기종의 보존사업 목적 : ① 생물종다양성 보존에 대한 국내외 대응방안 마련 ② 우리 나라 식물자원의 전반적인 검토 ③ 희귀 및 멸종위기 식물의 체계적인 관리 및 보존전략 수립 ④ 멸종위기 식물의 멸종 방지 및 감소속도 완화 ⑤ 특산식물의 체계적인 관리 및 개발 ⑥ 국내 식물 자원의 효율적인 관리에 있다.

○ 사업의 개요 :

- 희귀 및 멸종위기 식물 목록 선정 : 총 217종류 후보종 42종류
  (희귀식물 평가기준 체계에 의거 목록 및 보존우선순위 결정)
- 희귀 및 멸종위기식물 자생지 조사 : 자생지 조사, 조사야장 개발, 전국 모니터링
- 수집 및 증식
- 현지내(자생지) 보존 및 수목원식재에 의한 현지외 보존
- 복원 : 산림청 총 12 종 241본의 자생지 복원(97년 12월 현재)

표 6 - 6 - 1. 희귀 및 멸종 위기식물 우선 보존대상식물

번호	학 명	국 명	순위	번호	학 명	국 명	순위
1	*Abelia insularis*	섬댕강나무	29	31	*Aristolochia contorta*	쥐방울덩굴	151
2	*Abelia mosanensis*	댕강나무	77	32	*Aristolochia manshuriensis*	등칡	57
3	*Abelia tyaihyoni*	줄댕강나무	111	33	*Aruncus aethusifolius*	한라개승마	206
4	*Abeliophyllum distichum*	미선나무	63	34	*Asarum maculatum*	개족도리	176
5	*Abies koreana*	구상나무	73	35	*Asplenium antiquum*	파초일엽	11
6	*Acanthopanax chiisanensis*	지리산오갈피	58	36	*Astragalus koraiensis*	한라황기	71
7	*Acanthopanax senticosus*	가시오갈피	38	37	*Berberis amurensis v. quelpaertensis*	섬매발톱나무	160
8	*Aconitum austro-koreense*	세뿔투구꽃	33	38	*Berchemia berchemiaefolia*	망개나무	138
9	*Aconitum chiisanense*	지리바꽃	167	39	*Berchemia racemosa*	청사조	67
10	*Aconitum koreanum*	노랑돌쩌귀	86	40	*Berchemia racemosa* var. *magna*	먹넌출	92
11	*Aconitum napiforme*	한라돌쩌귀	177	41	*Betula ermani* var. *saitoana*	좀고채목	175
12	*Acorus calamus* var. *angustatus*	창포	54	42	*Bletilla striata*	자란	125
13	*Adenophora grandiflora*	도라지모시대	216	43	*Boschniakia rossica*	오리나무더부살이	145
14	*Aeginetia indica*	야고	119	44	*Brasenia schreberi*	순채	5
15	*Aerides japonicum*	나도풍난	23	45	*Bulbophyllum drymoglossum*	콩짜개난	75
16	*Albizzia coreana*	왕자귀나무	45	46	*Bupleurum euphorbioides*	등대시호	50
17	*Aletris fauriei*	여우꼬리풀	213	47	*Bupleurum latissimum*	섬시호	69
18	*Allium senescens*	두메부추	148	48	*Cacalia pseudotaimingasa*	어리병풍	72
19	*Allium victorialis var. platyphyllum*	산마늘	155	49	*Calanthe discolor*	새우난초	70
20	*Anagallidium dichotomum*	대성쓴풀	118	50	*Calanthe reflexa*	여름새우난	149
21	*Anaphalis sinica subsp. morii*	구름떡쑥	217	51	*Calanthe striata*	금새우난	60
22	*Androsace cortusaefolia*	금강봄맞이	135	52	*Campanula takesimana*	섬초롱꽃	102
23	*Anemone glabrata*	바이칼바람꽃	200	53	*Cardamine koreana*	참고추냉이	210
24	*Anemone koraiensis*	홀아비바람꽃	126	54	*Carex chordorhiza*	대암사초	81
25	*Anemone narcissiflora*	바람꽃	79	55	*Carpinus tschonoskii* var. *eximia*	왕개서어나무	150
26	*Arctous ruber*	홍월귤	74	56	*Celtis edulis*	노란팽나무	199
27	*Ardisia crenata*	백량금	131	57	*Ceratopteris thalictroides*	물고사리	108
28	*Arisaema heterophyllum*	두루미천남성	141	58	*Chrysanthemum lineare*	키큰산국	171
29	*Arisaema negishii*	섬천남성	104	59	*C. zawadskii* sp. *coreanum*	한라구절초	163
30	*Arisaema takesimense*	섬남성	195	60	*C. zawadskii* sp. *lucidum*	울릉국화	83

번호	학 명	국 명	순위	번호	학 명	국 명	순위
61	*Cirsium rhinoceros*	바늘엉겅퀴	164	111	*Isopyrum mandshuricum*	만주바람꽃	43
62	*Clematis chiisanensis*	누른종덩굴	114	112	*Jeffersonia dubia*	깽깽이풀	3
63	*Clethra barbinervis*	매화오리	107	113	*Juniperus chinensis* var. *sargentii*	눈향나무	41
64	*Cnidium tachiroei*	개회향	180	114	*Juniperus rigida* var. *koreana*	해변노간주	193
65	*Corylopsis coreana*	히어리	24	115	*Koelreuteria paniculata*	모감주나무	115
66	*Crataegus komarovii*	이노리나무	161	116	*Lathraea japonica*	개종용	154
67	*Cremastra appendiculata*	약난초	78	117	*Lecanorchis japonica*	무엽란	84
68	*Cremastra unguiculata*	두잎약난초	142	118	*Leontice microrhyncha*	한계령풀	26
69	*Crinum asiaticum* v. *japonicum*	문주란	94	119	*Leontopodium coreanum*	솜다리	52
70	*Crypsinus hastatus*	고란초	99	120	*Leontopodium hallaisanense*	한라솜다리	146
71	*Cymbidium kanran*	한란	25	121	*Leontopodium leiolepis*	산솜다리	134
72	*Cymbidium nipponicum*	대흥난	47	122	*Lespedeza maximowiczii* v. *elongata*	늦싸리	179
73	*Cypripedium japonicum*	광릉요강꽃	15	123	*Ligularia taquetii*	갯취	18
74	*Cypripedium macranthum*	개불알꽃	29	124	*Lilium callosum*	땅나리	191
75	*Daphne kiusiana*	백서향	130	125	*Lilium cernum*	솔나리	38
76	*Dendrobium moniliforme*	석곡	56	126	*Lilium davuricum*	날개하늘나리	65
77	*Diapensia lapponica* var. *obovata*	암매	2	127	*Lilium distichum*	말나리	159
78	*Disporum ovale*	금강애기나리	12	128	*Lilium hansonii*	섬말나리	34
79	*Drosera peltata* v. *nipponica*	끈끈이귀개	16	129	*Lilium tenuifolium*	큰솔나리	165
80	*Drosera rotundifolia*	끈끈이주걱	6	130	*Lloydia triflora*	나도개감채	169
81	*Echinosophora koreensis*	개느삼	19	131	*Loranthus tanakae*	꼬리겨우살이	170
82	*Elaeocarpus sylvestris* v. *ellipticus*	담팔수	116	132	*Lycopodium sieboldii*	줄석송	172
83	*Empetrum nigrum* v. *japonicum*	시로미	31	133	*Lycoris aurea*	개상사화	46
84	*Epimedium koreanum*	삼지구엽초	128	134	*Lycoris koreana*	백양꽃	66
85	*Eranthis stellata*	너도바람꽃	127	135	*Lysimachia coreana*	참좁쌀풀	181
86	*Eriophorum gracile*	작은황새풀	186	136	*Magnolia kobus*	목련	187
87	*Euchresta japonica*	만년콩	189	137	*Majanthemum dilatatum*	큰두루미꽃	124
88	*Euphorbia fauriei*	두메대극	207	138	*Megaleranthis saniculifolia*	모데미풀	7
89	*Euryale ferox*	가시연꽃	1	139	*Menyanthes trifoliata*	조름나물	157
90	*Exochorda serratifolia*	가침박달	105	140	*Miscanthus changii*	장억새	158
91	*Fagus crenata* var. *multinervis*	너도밤나무	113	141	*Miscanthus chejuensis*	금억새	209
92	*Forsythia ovata*	만리화	215	142	*Monotropa hypopithys*	구상난풀	139
93	*Forsythia saxatilis*	산개나리	166	143	*Monotropastrum globosum*	수정난풀	40
94	*Galeola septentrionalis*	으름난초	109	144	*Myrica rubra*	소귀나무	174
95	*Gastrodia elata*	천마	9	145	*Neofinetia falcata*	풍란	10
96	*Gentiana jamesii*	비로용담	59	146	*Nymphoides coreana*	좀어리연꽃	211
97	*Glehnia littoralis*	갯방풍	203	147	*Ophioglossum vulgatum*	나도고사리삼	103
98	*Goodyera schlechtendaliana*	사철난	85	148	*Oplopanax elatus*	땃두릅나무	35
99	*Halenia corniculata*	닻꽃	182	149	*Orobanche coerulescens*	초종용	82
100	*Hanabusaya asiatica*	금강초롱꽃	51	150	*Osmanthus insularis*	박달목서	121
101	*Hepatica maxima*	섬노루귀	53	151	*Paeonia japonica*	백작약	14
102	*Hibiscus hamabo*	황근	93	152	*Paeonia obovata*	산작약	30
103	*Hydrocharis dubia*	자라풀	39	153	*Patrinia saniculaefolia*	금마타리	122
104	*Hylomecon hylomeconoides*	매미꽃	44	154	*Pedicularis manshurica*	만주송이풀	136
105	*Iris dichotoma*	대청부채	196	155	*Pedicularis verticillata*	구름송이풀	98
106	*Iris ensata* var. *spontanea*	꽃창포	197	156	*Penthorum chinense*	낙지다리	144
107	*Iris koreana*	노랑붓꽃	68	157	*Phacelurus latifolius*	모새달	194
108	*Iris odaesanensis*	노랑무늬붓꽃	13	158	*Phytolacca insularis*	섬자리공	55
109	*Iris uniflora* var. *carinata*	난장이붓꽃	214	159	*Pinus pumila*	눈잣나무	32
110	*Isoetes japonica*	물부추(물솔)	21	160	*Polygonatum stenophyllum*	층층둥굴레	61

번호	학 명	국 명	순위	번호	학 명	국 명	순위
161	*Primula modesta var. fauriae*	설앵초	117	190	*Syringa wolfi*	꽃개회나무	205
162	*Prunus yedoensis*	왕벚나무	110	191	*Taraxacum hallaisanensis*	좀민들레	90.
163	*Psilotum nudum*	솔잎난	8	192	*Taxus caespitosa*	설악눈주목	4
164	*Pterygocalyx volubilis*	좁은잎덩굴용담	183	193	*Thalictrum coreanum*	연잎꿩의다리	89
165	*Ranunculus kazusensis*	매화마름	91	194	*Thuja koraiensis*	눈측백	123
166	*Rhododendron aureum*	노랑만병초	87	195	*Thymus quinquecostatus*	백리향	132
167	*Rhododendron brachycarpum*	만병초	162	196	*T. quinquecostatus* v. *japonica*	섬백리향	100
168	*Rhododendron micranthum*	참꽃나무겨우살이	140	197	*Tofieldia fauriei*	한라돌창포	49
169	*Rhododendron saisuense*	한라산참꽃나무	156	198	*Tricyrtis dilatata*	뻐꾹나리	97
170	*Rhododendron tschonoskii*	흰참꽃나무	76	199	*Trientalis europaea*	기생꽃	88
171	*Rodgersia podophylla*	도깨비부채	201	200	*Trifolium lupinaster* v. *alpinum*	제주달구지풀	129
172	*Rosa koreana*	흰인가목	152	201	*Trillium kamtschaticum*	연령초	112
173	*Rosa marretii*	붉은인가목	178	202	*Trillium tshonoskii*	큰연영초	17.
174	*Rubus longisepalus* v. *tozawai*	거제딸기	106	203	*Tripterospermum japonicum*	덩굴용담	153
175	*Sarcanthus scolopendrifolius*	지네발란	147	204	*Tsuga sieboldii*	솔송나무	168
176	*Sarcochilus japonicus*	비자란	198	205	*Utricularia bifida*	땅귀개	101
177	*Saururus chinensis*	삼백초	36	206	*Utricularia japonica*	통발	184
178	*Saxifraga punctata*	돌바위취	20	207	*Utricularia racemosa*	이삭귀개	64
179	*Scirpus sylvaticus* v. *maximowiczii*	검은도루박이	173	208	*Vaccinium uliginosum*	들쭉나무	96
180	*Scopolia japonica*	미치광이풀	208	209	*Vaccinium vitis-idaea*	월귤	80
181	*Scrophularia koraiensis*	토현삼	212	210	*Vandenboschia amabilis*	난장이이끼	192
182	*Sedum rotundifolium*	둥근잎꿩의비름	22	211	*Vexillabium yakusimense* v. *nakaianum*	백운난	48
183	*Senecio koreanus*	국화방망이	133	212	*Viola albida*	태백제비꽃	202
184	*Silene fasciculata*	한라장구채	95	213	*Viola diamantica*	금강제비꽃	27
185	*Silene koreana*	끈끈이장구채	143	214	*Viola raddeana*	선제비꽃	190
186	*Smilacina bicolor*	자주솜대	137	215	*Viola websteri*	왕제비꽃	62
187	*Sparganium stoloniferum*	흑삼릉	42	216	*Wikstroemia trichotoma*	산닥나무	120
188	*Stephanandra incisa* v. *quadrifissa*	국수나무	188	217	*Woodwardia japonica*	새깃아재비	185
189	*Syringa velutina* v. *kamibayashii*	정향나무	204	총 72과 161속 191종 23변종 3아종 총 217종류			

표 6 - 6 - 2. 희귀 및 멸종 위기식물 보존 후보종 (42종)

국 명	학 명	국 명	학 명
검은구상	*Abies koreana* for. *nigrocarpa*	초령목	*Michelia compressa*
섬다래	*Actinidia arguta*	차걸이난	*Oberonia japonica*
골고사리	*Asplenium scolopendrium*	백양더부살이	*Orobanche filicicola*
검팽나무	*Celtis choseniana*	갯대추	*Paliurus ramosissimus*
죽절초	*Chloranthus glaber*	애기송이풀	*Pedicularis ishidoyana*
흰바늘엉겅퀴	*Cirsium rhinoceros* for. *albiflorum*	섬국수나무	*Physocarpus insularis*
섬개야광나무	*Cotoneaster wilsonii*	황금소나무	*Pinus densiflora* f. *aurescens*
털개불알꽃	*Cypripedium guttatum* v. *koreanum*	나도생강	*Poilia japonica Pollia*
변산바람꽃	*Eranthis byunsanensis*	왕등글레	*Polydonotum robustum*
칼잎용담	*Gentiana uchiyamai*	개가시나무	*Quercus gilva*
구름병아리난초	*Gymnadenia cucullata*	흰진달래	*Rhododendron mucronulatum* f. *albiflorum*
해오리비난초	*Habenaria radiata*	바늘까치밥나무	*Ribes burejense*
께묵	*Hololeion maximowiczii*	병아리다리	*Salomonia oblongifolia*
제비붓꽃	*Iris laevigata*	무등풀	*Scleria mutoensis*
흰각시붓꽃	*Iris rossii* for. *album*	피뿌리풀	*Stellera rosea*
참물부추	*Isoetes koreana*	검은재나무	*Symplocos prunifolia*
나도승마	*Kirengeshoma koreana*	거미난	*Taeniophyllum aphyllum*
지치	*Lithospermum erythrorhizon*	비양나무	*Villebrunea frutescens*
홍도까치수영	*Lysimachia pentapetala*	여뀌잎제비꽃	*Viola thibaudiery*
능금나무	*Malus asiatica*	고추냉이	*Wasabia koreana*
칠보치마	*Metanarthecium luteo-viride*	겨자냉이	*Wasabia japonica*

(2) 천연기념물

○ 근거 : 1933년 조선 보물, 고적, 명승 천연기념물 보존령(제령 제6호)으로 전문 24조를 공포하면서 천연기념물 지정, 보존이 시작되었으며 1962년 1월 10일자로 문화재 보호법을 제정하고 법률 제961호로서 공포하게 되어 법률의 보호를 받게 되었다.

○ 천연기념물 지정대상 기준 : 역사상, 문화상, 학술상으로 한국 고유의 자연을 대표할 수 있는 것

- 노거수, 명목, 기형수, 재배식물의 기원목, 가로수(줄나무), 임총
- 대표적 원시림, 인공림 및 희귀한 산림식물상
- 대표적인 고산식물대, 특수암석지대의 식물군락
- 대표적인 원야의 식물군락
- 해안 및 사지 식물군락의 대표적인 것
- 이탄을 형성하는 지역의 식물군락
- 동굴에 자생하는 식물군락
- 연못, 온천, 하천, 바다 등의 진귀한 수초류, 조류, 소태류, 미생물이 있는 지역
- 착생식물이 많이 발생한 암석이나 수목
- 식물 분포상의 한계지
- 재배식물의 자생지
- 진귀하거나 멸종의 위기에 처해 있는 식물의 자생지 등

표 6-6-3. 천연기념물 일람표(식물)

번호	천연기념물명칭	번호	천연기념물명칭	번호	천연기념물명칭
001	달성의 측백수림	062	영천리의 측백수림	111	진도 임회면의 비자나무
006	서울 원효로의 백송	063	통영 비진도 팔손이자생지	112	영광 불갑면의 참식나무 자생 북한 지대
008	서울 재동의 백송	064	두서면의 은행나무		
009	서울 수송동의 백송	065	목도의 상록수림	114	영양의 측백수림
019	제주구좌 문주란 자생지	066	대청도 동백나무 자생 북한지	115	옥산서원 중국주엽나무
028	주도의 상록수림	076	영월의 은행나무	122	부안 도청리 호랑가시나무군락
029	미조리의 상록수림	078	강화 갑곶리의 탱자나무	123	부안 격포리 후박나무 군락
030	용문사의 은행나무	079	강화 사기리의 탱자나무	124	부안 중계리 꽝꽝나무 군락
035	대구면의 푸조나무	082	무안 청천리의 팽나무	136	외연도의 상록수림
036	쌍암면의 이팝나무		개서어나무의 줄나무	138	안면도 모감주나무 군락
038	화엄사의 올벚나무	084	금산 행정 은행나무	147	괴산의 미선나무 자생지
039	병영면의 비자나무	088	송광사의 곱향나무	150	물건 방조 어부림
040	예송리의 상록수림	089	오류리의 등나무	151	백련사의 동백림
048	통구미의 향나무 자생지	091	내장산 굴거리나무 군락	152	남해 산닥나무 자생지
049	대풍감의 향나무 자생지	093	원성 성남리의 성황림	153	백양사 비자나무 북한지대
050	태하동의 솔송나무, 섬잣나무, 너도밤나무군락	095	삼척 소달면 긴잎느티나무	154	함양의 상림
		096	울진의 굴참나무	156	신례리 왕벚나무 자생지
051	도동의 섬개야광나무, 섬댕강나무 군락	103	속리의 정2품송 소나무	158	울진 죽변리의 향나무
		104	보은 백송	159	봉개동 왕벚나무 자생지
052	나리동의 울릉국화, 섬백리향 군락	106	예산 백송	160	제주시의 곰솔
		107	진도 의신면의 상록수림	161	성읍 느티나무 및 팽나무
		108	함평 대동면 팽나무, 느티나무, 개서어나무의 줄나무	162	도순 녹나무 자생지
059	서울 문묘의 은행나무			163	서귀포 담팔수나무 자생지
060	송포의 백송	110	함평 붉가시나무 자생 북한지대	164	신방리의 음나무 군락

번호	천연기념물명칭	번호	천연기념물명칭	번호	천연기념물명칭
165	읍내리 은행나무	247	향로봉, 건봉산 천연보호구역	310	무안 현경면의 팽나무
166	반계리의 은행나무	251	창덕궁의 다래나무	311	부산 수영동의 푸조나무
166	주문진 장덕리 은행나무	252	안동 구리 측백나무 자생지	312	울진 화성리의 향나무
168	부산진의 배롱나무	253	이천의 백송	313	청송 안덕면의 향나무
169	마량리 동백나무 숲	254	삼청동의 등나무	314	안동 와룡면의 뚝향나무
170	홍도 천연보호구역	255	삼청동의 측백나무	315	인천 신형동의 회화나무
171	설악산 천연보호구역	263	제주 산굼부리 분화구	316	부산 괴정동의 회화나무
172	까막섬의 상록수림	264	용주사의 회양목	317	당진 송산면 회화나무
173	대둔산 왕벚나무 자생지	266	괴산 사담리 망개나무 자생지	318	월성 안강읍의 회화나무
174	송사동의 소태나무	268	장흥 용산면의 푸조나무	319	함안 칠북면의 회화나무
175	용계의 은행나무	269	무안 망운면의 곰솔	320	부여 내산면 은행나무
176	범어사 등나무 군생지	270	부산 수영동의 곰솔	321	연기 봉산면 향나무
18	제주 삼도 파초일엽 자생지	271	서울 신림동의 굴참나무	337	제원 송계리 망개나무
180	운문사의 처진소나무	272	삼척 하장면의 느릅나무	338	완도 예송리의 감탕나무
182	한라산 천연보호구역	273	영풍 안정면의 느티나무	339	완도 미라리의 상록수림
182-2	구좌면의 비자림 자생지	274	영풍 순흥면의 느티나무	340	완도 맹선리의 상록수림
182-4	납읍 난대림 지대	275	안동 녹전면의 느티나무	343	욕지면 모밀잣밤나무 숲
182-5	산방암벽 식물 지대	276	남해 고현면의 느티나무	344	우도 생달나무 후박나무
182-6	안덕계곡 상록수림 지대	278	양주 남면의 느티나무	345	추도의 후박나무
182-7	천제연 난대림 지대	279	원성 흥업면의 느티나무	346	함안 법수면 늪지식물
182-8	천지연 난대림 지대	280	김제 봉남면의 느티나무	348	반룬산 철쭉나무와 분취류
183	고창 중산리의 이팝나무	281	남원 보절면의 느티나무		자생지
184	고창 삼인리 동백나무숲	283	영암 군서면의 느티나무	349	영월의 관음송
185	김해 신천리의 이팝나무	284	담양 대전면의 느티나무	350	명주 삼산리의 소나무
186	양산 석계리의 이팝나무	285	영풍 단산면의 갈참나무	351	설악동의 소나무
188	익산 신작리의 곰솔	286	파주 적성면 물푸레나무	352	속리 서원리 소나무
189	성인봉의 원시림	287	사천 곤양면의 비자나무	353	서천 신송리 곰솔
191	제주도 한란	288	안동 임동면의 굴참나무	354	고창 삼인리의 장사송
192	청송 신기동의 느티나무	289	합천 묘사면의 소나무	355	전주 삼천동의 곰솔
193	청송 관동의 왕버들	290	괴산 청천면 소나무	356	장흥 관산읍의 효자송
194	창덕궁의 향나무	290	무주 설천면의 반송	357	선산 독송의 반송
207	보은 속리산 망개나무	292	문경 농암면의 반송	358	함양 목현리의 구송
212	진도 관매리 후박나무	293	상주 화서면의 반송	359	의령 성황리의 소나무
214	진안 평지리의 이팝나무	294	예천 감천면의 석송령	362	고흥 봉래면의 상록수림
220	괴산 추점리 미선나무 자생지	295	청도 매전면 처진소나무	363	삼척 근덕면의 음나무
221	괴산 율지리 미선나무 자생지	296	김제 봉남면의 왕버들	364	영동 매천리 미선나무
223	영동 영국사 은행나무	297	청송 부곡동의 왕버들		자생지
225	선산 농소의 은행나무	298	청도 각북면의 털왕버들	365	금산 보석사 은행나무
232	양주 양지리의 향나무	299	남해 창선면 왕후박나무	366	담양의 관방제림
233	거제 학동의 동백림 및	300	금릉 내덕면의 은행나무	367	고창 삼인리의 송악
	팔색조 번식지	301	청도 이서면의 은행나무	369	흑산도의 초령목
234	양산 신전리의 이팝나무	302	의령 유곡면의 은행나무	370	부안의 미선나무 군락지
235	광양 유당공원 이팝나무	302	화순 이서면의 은행나무	371	양구의 개느삼 자생지
239	고흥 금탑사 비자나무숲	304	강화 서도면의 은행나무	372	영일 발산리의 모감주나무,
240	서울 용두동 선농단 향나무	305	청원 강외면 음나무		병아리꽃나무군락
241	해남 연동리 비자나무숲	306	무주 설천면의 음나무	381	백사 도립리의 반룡송
244	소백산의 주목 군락	307	김해 주촌면의 이팝나무	382	장연 오가리의 느티나무
246	대암산, 대우산 천연보호구역	309	부산 구포동의 팽나무	383	연풍 입석의 소나무

(3) 보호수

○ 근거 : 보호수는 산림법 제 67조 및 동법시행규칙 제 51조, 산림청예규 제 469호(1999. 6. 30)에 의거 지정 관리하고 있으며 1972년 전국의 거수목을 일제 조사를 하였으며 자격 요건에 맞는 나무는 추후 지정이 가능하다.

○ 지정 대상나무

- 문화재 보호법에 의하여 지정된 천연기념물 이외의 나무
- 수령 100년 이상의 노목 · 거목 · 희귀목으로서 고사와 전설이 담긴 수목
- 특별히 보호 또는 증식가치가 있는 수종은 상기 기준에 불구하고 지정 가능

표 6 - 6 - 4. 수종별 보호수 지정현황('98년 12. 31. 현재) (단위 : 본)

구 분	계	느티나무	팽나무	은행나무	소나무	버드나무	회화나무	향나무	기 타
계	9,820	5,717	1,034	702	575	247	208	196	1,141
서 울	198	99		47	11		15	11	15
부 산	83	9	38	2	20		6		8
대 구	113	69	3	16	4	1	9		11
인 천	86	52		18	3		4	4	5
광 주	64	30	10	6	3	10			5
대 전	138	95	7	5	19	2	1	1	8
울 산	15	2	3	-	5	-	-	-	5
경 기	1,076	612	9	205	26		40	98	86
강 원	559	189	2	31	146		1	11	179
충 북	786	581	16	62	4	21	7	16	79
충 남	1,568	1,098	101	104	45	49	16	19	136
전 북	475	345	44	28	20	20	3	2	13
전 남	2,012	1,175	449	59	51	45		2	218
경 북	1,777	979	90	81	152	74	13	30	292
경 남	690	381	150	37	27	25	79	2	54
제 주	175	1	112	1	35		14		26
국유림	5				4				1

자료 : 산림청, 1998년

제7장 조경

1. 조경이론

(1) 조경의 의의

조경이란 인간을 위해 경관을 조성하는 작업으로서 사람이 이용하는 모든 옥외공간과 토지를 계획하고 이용개발하며 자연을 재창조하는 것이다. 이것은 기능적이며 실제적으로는 경제적이며 시각적으로는 형태미를 고려하여 전체 우주의 하머니를 조성하는 종합과학예술이라고 할 수 있다. 또한 인구의 증가와 산업의 발달로 인하여 발생하는 공해물로부터 자연을 보호하고 보호된 자연 경관속에서 인간이 쾌적하고 안락한 생활을 할 수 있도록 환경을 꾸미는 일이 조경이며, 이 조성된 경관을 잘 보존하고 육성하여 어떤 목적에 상응할 수 있도록 유도하는 동시에 앞으로 발생할 수 있는 사항들을 점검하여 예방하는 모든 작업은 조경관리라고 할 수 있다. 한편 조경은 전원풍경과 멀리 떨어져서 바쁜 생활을 하고 있는 현대인들에게 아름답고 평화로운 풍치를 제공하므로써 위안과 편의를 주고 건강을 증진시키는데 그 의의가 있다. 과거 파괴되지 않고 오염되지 않은 풍성한 자연속에서 자연생태계의 순환과 유지가 순조로웠던 시대에는 조경이 상류계층의 전유물로 국한되어 있었지만 오늘날과 같이 다량의 자연생태계가 파괴된 상황에서, 조경은 건전한 생태계의 복구와 유지를 위하여 인류의 생존에 필수적인 사업으로 대두되었다.

(2) 조경의 범위

조경은 크게 나누어 인위적인 경관의 조성과 자연경관의 이용 및 관리로 구분할 수 있는데, 인위적인 조경은 어떤 일정한 목적을 가지고 유용성과 미(美)를 고려하여 인간의 힘으로 창조한 경관을 말하며, 정원이나 공원, 기타 인공시설물 등이 포함될 수 있다. 자연경관의 이용은 산, 호수, 강, 계곡, 폭포, 절벽 등 자연상태의 경관을 조사, 발굴하여 효율적 이용을 위한 기술을 말하며, 이것 또한 조경업무의 중요한 일부분이다. 또한 조경은 어느 한 장소에 자연과 인공을 조화 실현시키고 일정한 기능을 갖도록 하여야 하기 때문에 조경업무에 있어서 효과적인 목적달성을 위하여는 동식물에 대한 생태학적인 지식과 형태미학적 지식, 사회 기능에 대한 모든 지식이 고려되어야 한다.

(3) 조경미의 원리

조경에 있어서 그 기능과 경제적 사회적 측면도 중요하지만 긍극적으로 미(美)의 표현으로 결집되어야 한다. 그러므로 조경미는 조경업무에서 가장 중요하게 취급되어야 하며, 조경미의 구성요소와 구성원리는 다음과 같이 설명할 수 있다.

(가) 조경미의 구성원리

조경미의 구성원리는 대체적으로 통일성과 다양성이 주축이 된다. 일반적으로 경관미의 구성

에 있어서 산만하지 않도록 통일성이 있어야 하는 반면, 단조롭고 지루하지 않도록 다양성이 있어야 한다. 통일성과 다양성은 상반되는 관계로서 통일성이 높아지면 다양성이 낮아지고, 다양성이 높아지면 통일성이 낮아지는 경향이 있다. 어떠한 경관에서 극도의 통일성은 지루함을 느끼게 하며, 통일성이 결여된 극도의 다양성은 산만한 느낌을 주게 되므로 경관의 특징에 따라 조화있게 적용되어야 한다.

1) 통일성

통일성이란 전체를 구성하는 각개의 요소들이 동일성 또는 유사성을 지니고 있고, 각 요소들이 유기적으로 잘 짜여져 있어 전체가 시각적으로 통일된 하나로 보이는 것을 말한다. 통일성을 느끼게 하려면 각 요소를 가깝게 배치하여 그들 사이에 어떤 공통점을 찾기 좋게 하는 방법이 있고, 한 요소에서 다른 요소로의 점진적 연결성을 부여하는 방법 등이 있을 수 있다. 각 구성요소나 부분의 관계에 있어 이질적인 요소가 강하고 극단적인 변화가 있으면 혼란을 가져오는 통일감의 부족현상이 나타나게 되며, 반대로 통일성이 너무 강조되면 보는 사람으로 하여금 지루함을 느끼게 하기 쉽다. 통일성을 달성하기 위하여는 조화, 균형, 반복, 강조 등의 수법이 사용된다.

가) 조화

색채나 형태가 비슷한 물체가 각기 특색을 잘 나타내면서 다른 것과 서로 잘 어울리는 것을 조화라고 한다. 조화는 전체적인 질서를 잡아주는 역할을 한다. 조화를 추구한다는 말은 부분요소들간의 동질성을 찾는다는 말로 바꾸어 말할 수 있으며, 부분 요소들 간에 동질성을 지닌다는 것은 전체적인 통일성을 달성하기 위한 첫 단계라고 할 수 있다.

나) 균형과 대칭

균형이란 한쪽에 치우침없이 전체적으로 균등하게 분배된 구성을 말한다. 균형의 가장 간단한 형태는 대칭이라고 할 수 있는데 이는 축을 중심으로 좌우 혹은 상하로 크기와 형태 등이 균등하게 배치하는 것을 말한다. 비대칭에 의한 균형도 있을 수 있는데 이는 모양은 다르지만 시각적으로 느껴지는 무게가 비슷하거나 시선을 끄는 정도가 비슷하게 분배되어 균형을 유지하는 것이다.

다) 반복

동일한 혹은 유사한 요소를 반복시킴으로써 전체적으로 동질성을 이루는 형태를 말한다. 그러나 이러한 반복이 지나칠 경우에는 단조로움을 초래할 수 있다.

라) 강조

동질의 형태나 색채들 사이에 이와 이질적인 요소 혹은 강렬한 색채나 형태를 도입하여 강조함으로써 전체적으로 보아 산만함을 줄이고 통일감을 조성할 수 있다. 이때 강조하는 요소가 너무 많고 흩어져 있게 되면 오히려 통일감을 잃고 산만하게 되기 쉽다.

2) 다양성

다양성이란 전체의 구성요소들이 동일하지 않으며 구성방법에 있어서도 획일적이지 않아서 변화있는 구성을 이루는 것을 말한다. 다양성과 통일성은 상호 보완적으로 적절한 수준에서 유지됨으로써 훌륭한 미적 구성을 유지할 수 있다. 다양성을 달성하기 위해서는 구성요소에 있어서 규칙적인 변화를 추구하거나, 리듬을 부여하거나, 대비효과를 이용하는 방법이 등이 있다.

가) 변화

구성요소의 길이, 면적, 물리적 크기 및 비례, 형태, 색채, 질감 등에 규칙적인 변화를 주게 되면 부분과 전체의 관계를 보다 풍부하게 할 수 있으며 다양성이 높아진다.

나) 리듬

리듬은 각 요소들이 강약, 장단이 주기적이거나 규칙성을 지니면서 전체적으로 연속적인 운동감을 나타내는 것을 말한다. 변화와 리듬은 밀접한 관련이 있어서, 규칙적인 변화가 주기적으로 반복되므로써 리듬감이 형성된다.

다) 대비

상이한 크기, 형태, 색채 혹은 질감을 서로 대조시킴으로써 두드러지게 보이도록 하는 것을 대비라고 한다. 대비는 이질적인 요소를 함께 배치하는 것이기 때문에 잘못하면 산만하고 어색한 구성이 되기 쉽다. 그러나 특정 요소를 더욱 부각시키거나 단조로움을 없애고자 할 때에 선별적으로 이용하면 바람직하다.

(나) 미의 구성요소

1) 점

경관에 있어서 점적인 요소는 다른 요소에 비하여 두드러져 보이는 경향이 있다. 넓은 잔디밭에 점식된 회양목 혹은 둥근향나무, 그리고 산기슭에 서 있는 외딴집, 수변의 작은 정자 등은 점적인 요소라고 할 수 있는데 이들은 그 배경과 대비적 관계에 의하여 두드러져 보이게 되며 흥미성을 높이기도 한다.

2) 선

선의 종류에는 여러 가지가 있는데, 선의 유형에 따라서는 보는 느낌에 차이가 있다. 직선은 굳건하고 남성적이며 일정한 방향을 제시하며 짧은 직선으로 이루어진 지그재그선은 활동적이며 여러 갈래의 방향을 제시한다. 곡선은 여성적이고 부드러우며 우아한 느낌을 조성한다. 경관에서 찾을 수 있는 선들은 주로 물체의 윤곽을 이루고 있거나 서로 다른 경관소가 만나는 지점에서 형성된다. 능선을 따라 형성되는 산의 윤곽, 또는 강이나 바닷가를 따라 길게 뻗어가는 물가의 선, 그리고 주택의 담장을 구성하는 길고 짧은 선들의 경관에서 흔히 찾을 수 있는 선들이다.

3) 형태

형태는 일반적으로 기학적 형태와 유기적 형태로 나눌 수 있다. 기하학적 형태는 주로 직선적이며 규칙적인 모양을 하고 있으며 유기적인 형태는 주로 곡선적이며 불규칙한 구성을 하고 있다. 자연경관에서는 바위, 산, 하천, 수목 등과 같은 유기적인 형태를 주로 볼 수 있으며, 도시경관에서는 건물, 도로, 분수 등과 같은 인공물에서 주로 기하학적 형태를 볼 수 있다.

4) 크기와 위치

같은 형태라 할 지라도 그 크기와 위치에 따라서 경관구성에 기여하는 바가 다르다. 크기가 커짐에 따라서 또한 높은 곳에 위치할 수록 지각강도가 높아지는 것이 일반적이다. 크기의 지각은 상대적인 경우가 많다. 교목들만 있을 경우에는 별로 크게 느껴지지 않던 나무가 관목들이 많은 가운데 교목 한 그루가 서 있을 경우에는 그 나무가 매우 커 보인다.

5) 질감(質感)

경관에 있어서 질감은 주로 어떤 물체의 표면상태에 의하여 결정되는데 고은 것과 거친 것으로 표현되며, 관찰거리에 따라서 상이하게 지각된다. 예를 들면, 관찰거리가 가까우면 나뭇잎, 줄기, 가지 등이 거친 질감을 나타내는 경우라도 거리가 멀어지면 나무 전체 또는 숲 전체의 질감으로서 고은 질감을 나타낸다.

6) 색채

경관구성의 여러요소 중 사람의 감정을 불러 일으키는 가장 직접적인 요소는 색채라 할 수 있다. 일반적으로 따뜻한 색 계통은 전진해 보이고, 정열적이거나 온화하고 친근감을 준다. 이에 비하여 차가운 색 계통은 후퇴해 보이고 지적이며 냉정한 혹은 상쾌한 느낌을 준다. 봄철 노란 개나리꽃이나 가을의 붉은 단풍은 생동적이며 정열적인 느낌을 주는데 비하여, 울창한 침엽수림이나 깊은 연못의 검푸른 수면은 차분하고도 엄숙한 느낌을 준다.

7) 농담(濃淡)

농담이란 색채의 강도와 투명한 정도를 말하는 것으로서 예를 들어 연못물의 투명함이 시냇물의 투명함에 미치지 못한다고 한다면 이를 농담의 차이라고 말할 수 있을 것이다. 경관에 있어서 농담의 정도 및 변화는 경관의 분위기 형성에 기여한다.

8) 가변요소

이상에서 언급된 기본적인 요소 이외에 이들 기본적 요소가 시간, 계절, 혹은 기상조건의 변화에 따라서 달라지는 가변요소가 있다. 시간의 흐름에 따라서 빛의 밝기, 그림자의 길이와 위치가 달라지며 계절에 따라 가지의 색깔 및 형태 등이 변한다. 이밖에 동적 요소인 야생동물을 가변요소에 포함시킬 수 있겠다. 가변요소는 앞서 언급된 기본적 요소들과 별개의 요소라기보다는 이들 기본적인 요소가 상황에 따라 변화하는 특성을 설명해 주는 인자로 볼 수 있다. 이들 경관 구성요소들은 상호 독립적인 별개의 것이 아니고 상호 밀접한 관련을 지니고 있기 때문에

동일한 경관의 여러 시각적 측면이라고 보아야 할 것이다. 즉 선과 형태, 형태의 크기와 위치, 질감과 색채의 농담 등은 실제의 경관에서 별개로 떼어서 생각할 수 없는 요소들이다. 이들 모든 요소들이 종합적으로 융합 조직되어 하나의 경관이 구성된다.

(다) 경관미의 유형

1) 파노라믹경관

파노라믹(展開)경관은 시야가 제한받지 않고 멀리까지 트인 경관을 말한다. 이러한 경관의 대표적인 것은 바다 한가운데에서 수평선을 조망할 때 또는 높은 산정에서 지평선을 조망할 때의 경관이다. 파노라믹 경관은 시야가 트인 경관이므로 주로 높은 곳에서 내려다 보는 경관이며 따라서 조감도적인 성격을 지니는 경우가 많다. 파노라믹 경관에서는 광할한 대지의 웅장함과 아름다움을 느낄 수 있으며, 동시에 자연에 대한 존경심을 일으키기도 한다. 파노라믹 경관은 하늘과 땅의 대비적인 구성을 지니는 특징이 있다.

2) 지형경관

독특한 형태와 큰 규모의 지형지물은 관찰자에게 강한 인상을 심어 주면서 주변환경의 지표가 되는데, 이와 같은 지형지물이 경관에서 지배적인 위치를 나타낼 때 이를 지형경관이라고 부른다.

3) 위요(圍繞)경관

위요경관은 수목 혹은 경사면 등의 주위 경관요소들에 의하여 울타리처럼 자연스럽게 둘러싸여 있는 경관을 말한다. 위요경관이 될 수 있는 조건은 우선 시선을 끌 수 있는 낮고 평탄한 중심공간이 있어야 하며, 다음은 중심공간 주위에 중심공간을 둘러싸는 수직적 요소가 있어야 한다. 이러한 경관으로서는 주위의 산이나 수림으로 둘러싸인 작은 산중 호수나 초원 등을 들 수 있다. 위요경관에서 중심공간이 너무 넓거나 주위의 울타리가 너무 멀거나 낮으면 위요 정도가 낮아져서 위요경관의 특성이 적어지며 점차 파노라믹 경관의 특성을 지니게 된다. 위요경관에서는 안정감, 포근함과 같은 주로 정적인 느낌을 받게 되지만 중심공간의 경사도가 증가할 수록 동적인 느낌이 증가한다.

4) 초점경관

초점경관은 관찰자의 시선이 경관내의 어느 한 점으로 유도되도록 구성된 경관을 말한다. 초점이 되는 경관의 요소로서는 특이한 형태를 지닌 폭포, 수목, 암석 등의 자연적인 지형지물이 될 수 있으며, 인공적인 경관 조성시에는 분수, 조각, 기념탑 등이 초점의 역할을 할 수 있다. 초점경관은 중앙의 초점을 중심으로 강한 시각적 통일성을 지니고 안정된 구도를 지니고 있으며, 시선을 초점으로 끌어들이는 힘이 있다.

5) 관개(冠蓋)경관

관개경관은 교목의 수관 아래에 형성되는 경관을 말한다. 즉 수림의 가지와 잎들이 천정을 이루고 수간이 기둥처럼 보이는 경관이 관개경관에 속한다. 관개경관의 특성이 잘 나타나는 곳은 숲 속의 오솔길이나 노폭이 좁아서 나뭇가지와 잎들이 하늘을 뒤덮은 도로이다. 선형적인 도로에 형성되는 관개경관은 터널과 같은 효과를 주는 것이 보통이다. 4차선 이상의 넓은 도로에서는 관개경관의 특성이 적어지는데 이는 수관으로 덮인 부분보다는 개방된 부분이 많아지기 때문이다. 관개경관에서는 나뭇잎 사이로 비치는 햇빛과 짙은 그늘이 강한 대비를 이루고 있어서 신비로움을 느끼기도 하며 위요된 공간에서 느낄 수 있는 안정감, 친근감도 느낄 수 있다.

6) 세부(細部)경관

세부경관은 사방으로의 시야가 제한되고 협소한 공간규모를 지니고 있어서 공간 구성요소들의 세부적인 사항까지도 지각될 수 있는 경관을 말한다. 예를 들면 숲속에서는 외부로의 시선이 차단되고 나무, 흙 등의 세부적인 특성을 지각하게 된다. 즉, 숲속에서는 나뭇가지, 잎의 모양, 꽃의 모양과 색채, 그리고 열매의 모양, 줄기의 색채, 무늬 등을 지각한다. 또한 지표에서는 토양의 성분, 돌, 모래, 자갈, 바위 등의 모양을 지각하며, 경관요소의 섬세한 냄새와 소리, 질감까지도 지각하게 된다. 이와 같은 세부경관은 내부지향적인 구성을 지니고 있어서 여러 가지 상상의 날개를 펼 수 있는 분위기를 조성한다. 또한 미지의 외부 세계에 대한 동경심, 신비감 등을 느끼게 되므로 낭만적 경관이라고 부를 수도 있다.

7) 일시적(一時的) 경관

일시적 경관은 가변적 경관요소에 의하여 형성되는 경관으로서 주의력이 없으면 지나쳐 버리기 쉽다. 즉, 대기권의 기상변화에 따른 경관 분위기의 변화, 수면에 투영되는 영상, 동물의 일시적 출현 등과 같이 순간적으로 경관의 변화는 당연한 것으로 생각되어 특별한 주의를 끌지 못하는 경우가 많다. 그러나, 이러한 경관의 변화를 통하여 우리는 계절감, 시간성 그리고 자연의 다양한 모습을 경험하게 된다.

(4) 정원과 공원

(가) 정원

1) 정원의 의의

일반적으로 정원은 인간이 만든 것이며, 울타리 내의 옥외지역으로서 일련의 미와 유쾌한 흥미를 제공하는 한가로운 휴식적 줄거움의 장소이며, 외부 세계의 소음과 분망으로부터의 도피처라고 할 수 있다. 이와 같은 의미에서 정원은 한계가 정해져 있다는 느낌을 주는 하나의 통일체 이어야 하며, 주로 이러한 효과를 가지게 하기 위하여는 울타리로 둘러 싸이거나, 아니면 그 경관의 다른 부분으로부터 가려 낼 수 있게 격리되어야 한다. 또한 그 속에는 반드시 꽃피는 식물이 필요한 것은 아니지만 식물은 자라고 있어야 한다. 이러한 식물과 함께 사용되는 기타재료

들은 미적 관점에서 구성하여 배치한다.

2) 정원의 특징

첫째, 정원은 담이나 생울타리, 큰키나무의 집단식재 등에 의하여 외곽지역이 일부 관망되더라도 다른 지역과 경계를 가지고 하나의 세계를 이루고 있는 것처럼 조성되어야 한다.

둘째, 정원은 전체적으로나 부분적으로 화단정원을 조성하는 것이 일반적이며, 잎의 색채나 눈부신 열매, 상록수와 낙엽수의 대비, 잔디, 보도, 담장, 물 등이 조화되어 최대의 아름다움이 표출되도록 하여야 한다.

셋째, 정원은 보는 사람으로 하여금 물리적, 미적 관점에서 통일성을 가지고 하나의 단위라는 인상을 주어야하며, 여러개의 격리된 지역으로 구성되어 있는 경우는 하나의 정원이라기 보다는 여러개의 정원이라고 보아야 한다.

넷째, 정원은 설계에 의하여 조성된 인공적 작품임이 명확하여야 한다.

다섯째, 정원의 형식주의적 배치와 비형식주의적 배치가 있다. 형식주의에서는 정원을 구성하는 화단, 보도 등 정원의 구성단위들이 명확한 외곽선을 가져야 하며, 시점이 모아지는 중요 지점에는 주로 건축물이나 조각품 등을 배치하여 인공미를 강하게 한다. 비형식주의적 배치에서는 건축물이나 조각품 등이 거의 사용되지 않으며, 교목, 관목, 화초와 같은 비형식적인 재료들이 주로 사용된다. 구성재료의 조직적인 배치가 뚜렷하지 않으므로 설계 속에 들어있는 물체 자체에 보다 집중하게 된다

여섯째, 정원은 그것이 최대의 미를 나타내는 계절에 따라서 봄의 정원, 여름의 정원, 가을의 정원이 있으며, 정원의 구성재료의 특징에 따라서 벽정원, 암석정원, 장미정원, 백합정원 등으로 구분할 수 있다. 또한 어떤 한 계절에 대하여 한가지 색채의 꽃들 만을 사용하므로써 하얀 정원, 분홍색 정원 등을 조성할 수 있다. 또한 정원의 형태와 상관없이 단독주택이나 연립주택 등 주거용 건물에 속한 주택정원과 사무실, 호텔, 병원, 기타 업무용 건물과 관련되어 설치하는 비주거용 건물의 정원이 있고 정원이 설치되는 위치에 따라 옥상정원, 실내정원 등으로 분류할 수 있다.

3) 정원의 구성

정원을 물리적인 한 단위로 나타내 보이려면, 그 안에서 전망할때 경계선이 충분히 보이고 주된 형태를 명백히 인식할 수 있어야 한다. 이와 같이 정원의 구성은 정원의 형태를 결정하는 담장이나 생울타리 등의 경계선과 잔디밭, 화단, 연못, 소로 등이 배치된 바닥면으로 구성되어 있다.

가) 정원의 경계선

외부의 다른 경관이 일부 보여지더라도 충분히 둘러싸이고 격리된 것처럼 보이므로써 정원이 한개의 단위로 느껴지려면 충분한 경계선이 있어야 한다. 정원에서 바라보이는 조망이 점점 높아지는 경우에는 낮은 생울타리나 담장, 목책 등이 적절하며, 양쪽 지면의 높이가 동일한 경우

에는 그러한 낮은 울타리나 담장은 존재 이유가 없어 보이기 쉽다. 또한, 정원의 지면이 외부의 지면보다 높을 때에는 아주 낮은 구조물로도 충분한 경계선의 역할을 할 수 있다.

나) 정원의 바닥

정원의 바닥은 건너편 담과 그것을 배경으로 서 있는 물체들의 전경(前景)이 되고, 잔디, 원로(苑路), 연못, 화단 등으로 장식하여 표현하는데, 실질적으로 필요한 테라스, 담, 계단 등의 크기와 관련하여 그러한 요소들에 의한 평면구성을 한다.

다) 정원의 평면구성

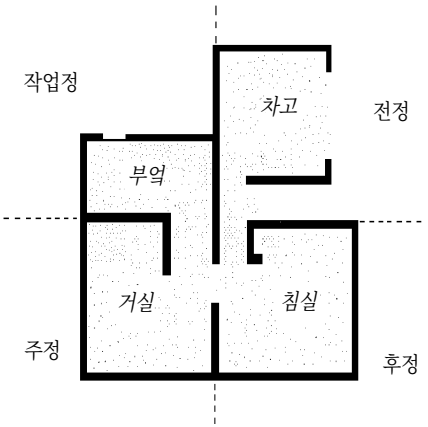
정원의 평면구성에 있어서 전형적인 배치는 두 가지가 있는데, 하나는 정원의 중앙부에 시계를 방해하지 않도록 키가 낮은 물체를 장식하여 시계를 방해하지 않도록 하고 정원 양끝에 흥미를 끄는 물체를 배치하므로써, 주 조망선이 정원 전체를 가로질러 그 두개의 물체에서 끝나도록 하는 방법이다. 다른 하나는 정원 전체에서 우위를 차지할 만큼 매우 중요한 물체를 정원의 중심부에 배치하여 그것이 다른 부분에 의하여 둘러싸여 있다는 느낌을 주도록 하는 방법으로써, 이때 중앙부의 바닥은 연못, 잔디, 키작은 화초 등으로 장식한다.

라) 정원의 구성에서 초점이 되는 물체

등가대, 간이건물, 주건물의 정면, 조상, 피라미드형의 큰나무 등은 정원의 전체 구성 속에서 종속적인 일부의 구성물에 비하여 뛰어나 보이는 물체들이며, 이것들은 흥미를 끌고, 시선을 유도하여 정원 전체의 구성을 표현하고 통일시키는 동시에 다양화 시킬 수 있다.

마) 주택정원의 기능 분할

주택정원은 건물을 중심으로 하여 그 위치와 기능에 따라서 전정(前庭), 주정(主庭), 후정(後庭), 작업정(作業庭) 등으로 구분할 수 있다(그림 7-1-1).



○ 전정

대문과 현관 사이에 끼어있는 공간으로 대문, 진입로, 주차장, 차고 등으로 구성되며 수목이나 초화류, 분수 등으로 과장되게 처리하지 말고 단순하고 경쾌하게 치장하는 것이 좋다.

○ 주정

거실과 인접한 공간으로 주택내에서 가장 중요한 공간이다. 가족의 휴식이 이루어지는 장소로써 테라스, 연못, 화단, 산책길, 수영장 등 가장 특색있게 꾸며야 한다.

그림 7-1-1. 주택 내외부 공간의 기능 분할 예

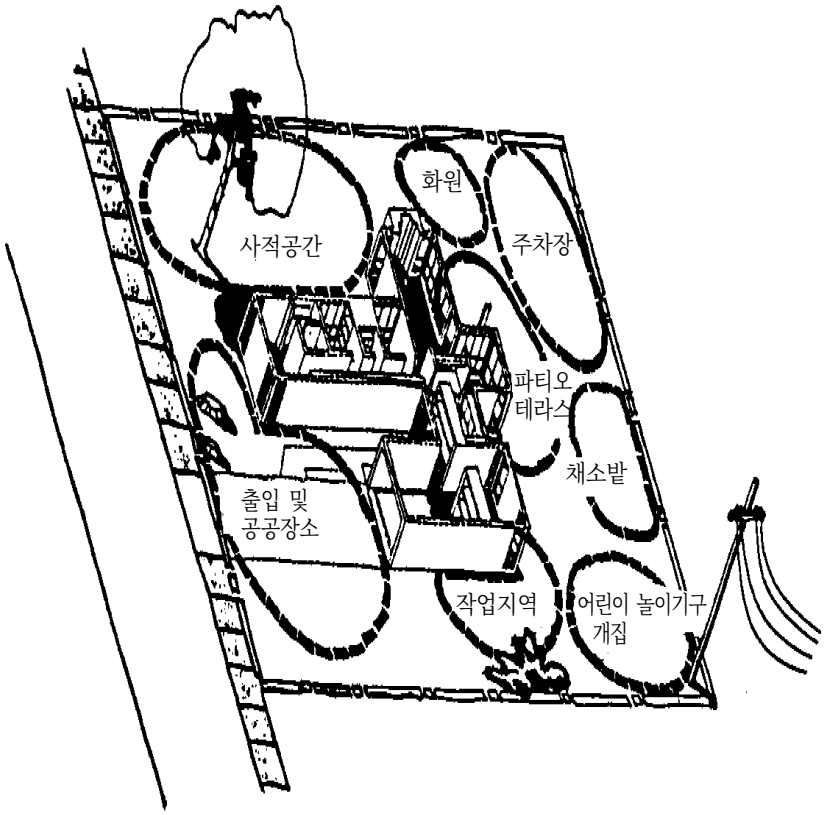


그림 7 - 1 - 2. 주택정원의 개념도 예

○ 후정

침실에 인접한 공간으로써 정숙한 분위기를 갖는 공간이다. 외국의 경우 일광욕실 등 폐쇄된 외딴 장소로 이용하는 경우가 흔히 있다.

○ 작업정

주방, 세탁실, 다용도실 등과 연결되어 장독대, 건조장, 쓰레기장 등으로 사용되므로 전정이나 주정과는 시각적으로 차단되면서 동선의 연결이 필요하다.

(나) 공원

1) 공원의 의의

공원은 도시의 혼잡과 소음, 벽돌과 시멘트로 된 인공구조물들이 주는 중압감으로 부터 벗어나도록 하기 위하여 넓은 시야와 함께 나무와 풀밭 등과 같이 자연적인 재료로 이루어진 아름

다운 조망과 구성을 보여주는 장소이다. 전원적이거나 자연적인 경치가 가까이에 있어서 누구라도 자유로이 쉽게 이러한 곳을 찾을 수 있다면 이러한 시설을 할 필요가 없지만 점차 거대화되는 도시에서 이것은 불가능하다. 따라서 도시는 이러한 공공의 용도를 위해 어떤 지역을 유보하고 공원으로 개발하였다. 공원은 도시계획법의 규정에 따라 설치되는 일종의 도시계획시설이며, 공공의 이용 장소이므로 공원을 찾는 사람들의 취향이나 요구가 다양함을 고려하여 가능한 한 모든 사람들이 제나름대로 즐거움을 느낄 수 있도록 해주어야 한다. 또한 주어진 조건에 따라 그 형태와 특성이 다양할 수 있으나 공원은 대개 다음과 같은 특징을 갖는다.

가) 일정한 경계

별도로 울타리를 치거나 지형, 물, 수목 등으로 주변의 도시환경과 물리적으로 구획되는 것이 보통이다.

나) 비건폐(非建蔽) 상태의 땅

공원은 다른 도시환경과는 달리 건물, 구조물 등이 많지 않고 거의 대부분이 비건폐지로 유지되는 것이 보통이다.

다) 녹지와 공원시설

공원은 원래 있었던 자연녹지를 인공적으로 가꾸었거나 또는 인공적으로 조성한 인공녹지와 공원의 쓰임새에 맞는 공원시설로써 이루어진다.

라) 제한되나 지정되지 않는 쓰임새

공원에서는 여가와 관련된 활동 이외에 일상 생업과 관련된 활동이 허용되지 않거나 제한되지만 반드시 어떤 활동이나 행위를 해야 하는 것으로 지정되어 있지는 않다.

2) 공원의 유형

공원은 그 위치에 따라서 도시내에 위치하고 비교적 소규모인 도시공원과 대규모로 도시 외곽에 위치하는 자연녹지로 구분할 수 있다. 도시공원은 도시계획구역 안에서 자연경관의 보호와 시민의 건강, 휴양 및 정서생활의 향상에 기여하기 위한 도시공공시설로써 한국의 도시공원은 어린이공원, 근린공원, 자연공원 및 묘지공원 등 4종으로 구분되어 있다. 각 유형별 설치목적, 이용자, 주활동, 설치장소, 면적 등에 관한 기준은 (표 7-1-1)과 같다.

표 7-1-1. 도시공원의 유형과 특성

유 형	설 치 목 적	주 이 용 자	주 활 동	이용권 및 설치장소	면 적
어린이공원	어린이의 보건 및 정서생활의 향상	어린이	유희	250m 이내	1,500㎡ 이상
근린공원	주로 근린 거주자의 보건, 휴양 및 정서생활의 향상	근린 거주자 (연령, 성별 구별 없음)	일상의 옥외 휴양, 오락 등	500m 이내	10,000㎡ 이상
		도보권 안에 거주하는 자 (연령, 성별 구별 없음)	"	1km 이내	30,000㎡ 이상
		도시계획구역 안에 거주하는 자 (연령, 성별 구별 없음)	주말의 옥외 휴양, 오락 등	기능을 충분히 발휘할 수 있는 장소	10,000㎡ 이상
		광역 거주자 (1개 도시계획구역 초과)	"	"	10,000㎡ 이상
도시자연공원	· 자연경관지의 보호 · 시민의 보건, 휴양 및 정서생활의 향상	일반 시민	· 자원의 유지 및 보전 · 자원의 적절 이용	자연조건, 역사적 의의가 있는 토지	10,000㎡ 이상
묘지공원	묘지공원 이용자에게 휴식 제공	참배자	정숙한 이용	· 정숙한 장소 · 자연녹지지역 (시가지화가 안될 지역)	10,000㎡ 이상

※ 자료 : 도시공원법 및 그 시행규칙

2. 조경실무

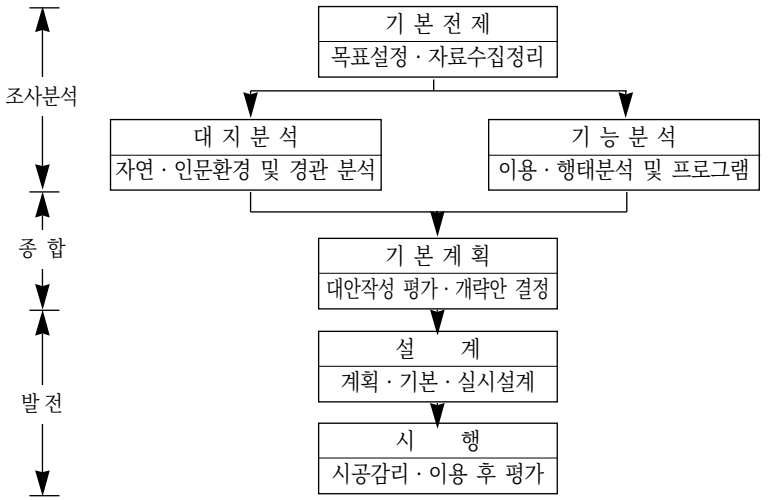
(1) 조경계획

조경계획은 계획과정과 설계과정으로 구분할 수 있으며, 때에 따라서 계획과정 자체로만 끝내는 경우도 있고, 이에 연관하여 설계과정으로 이어지는 경우도 있다. 계획은 일반적으로 목표와 목적의 설정 → 기준 및 방침의 모색 → 대안작성 및 평가 → 최종안 결정 및 시행의 과정을 거치게 되며 이러한 과정을 통하여 문제를 발견하여 제기하고 설계단계에서는 이러한 문제를 해결하게 된다. 또한 조경계획은 계획대상에 따라서 토지의 가장 적절하고 효율적인 이용을 위한 토지이용계획과 사람들이 여가시간에 행하는 레크레이션 활동에 대하여 적합한 공간 및 시설에 관련시키는 것으로서 레크레이션 계획이 있다.

(가) 조사분석

사업주제가 결정되면 의뢰인과의 면담 혹은 과업지시서에 나타난 사항들을 파악하여 과업의 규모, 성격, 계획내용, 대지의 크기 및 위치, 설계기간, 비용 등을 결정한다. 사업의 범위로서는 대

지의 경계선, 주변현황 등을 파악하고, 계획의 한도와 정밀도를 결정하며, 목표년도와 사업의 단계를 구분하여 확정한다. 이러한 자료들을 토대로하여 계획의 목적과 방침, 설계방법 등을 검토한 다음 목표의 설정단계에 들어간다. 이 단계는 계획 전체의 성격에 영향을 미치는 중요한 단계로써, 예를 들어 어떤 도시공원을 계획하는 경우 해당지역의 장기적 목적은 무엇인가, 어떤 생활혹은 어떤 여가 행위가 이루어 지는가, 주민은 무엇을 요구하는가, 자원을 어떻게 효율적으로 사용할 것인가 등이 면밀히 검토, 반영되어야 한다. 조사분석의 대상은 대지에 관한 것과 기능에 관한 것이 있으며, 대상지에는 자연적 환경인자와 사회적 환경인자로 구분 조사되어야 한다.



조경계획의 과정

1) 기능에 대한 조사

조경의 기능과 주목적은 조경계획에서 우선하여야 할 가장 중요한 사안이다. 가정정원일 때에는 주인의 생활수준, 생활방식, 연령, 성별, 직업, 개성, 성격, 욕망, 소질, 가족수와 가족의 성격, 조경재료가 배치될 장소 등을 파악하고 주인 요망사항을 조사하여야 한다. 공원, 학교, 유원지일 경우에는 여기에 업종(業種)과 업태(業態), 규모만을 첨부하여 조사하면 된다. 예를 들면, 학교는 교육에 필요한 조경시설이 필요할 것이고 공장은 공장에서 필요한 여러 가지 조경시설이 필요할 것이다. 또한 이와 같은 것들을 조사한 다음 의뢰인과 함께 다시 보충하여야 한다. 이와 같은 것들은 짧은 시간 내에 행하여지는 예가 많으므로 재치있게 행동하여 조사하여야 하며 의뢰인에게 만족감을 줄 수 있도록 충분히 조사하여 설계에 반영되도록 하여야 한다.

2) 대상지에 대한 조사

가) 자연환경인자

○ 기상

기온, 습도, 풍향, 풍속, 오염관계, 강우량, 적설량, 동상(凍霜), 안개, 비사(飛砂) 등

○ 지형

지형의 경사, 계곡의 정도, 기복도(起伏度), 경사진 방향 등

○ 지질

지층구조, 표토의 깊이, 붕토(崩土) 등

○ 토양

토양의 종류, 건습의 유무, 배수관계, 토양 침식정도 등

○ 물

하천, 호수, 늪지 등의 분포, 지하수위, 수질 등

○ 생물

식생상태, 야생동물의 분포상태 등

○ 경관

경관으로 이용될 수 있는 각종 동식물, 들, 강, 호수, 산 해안 등

나) 사회적 환경인자

조경부지의 넓이와 법적인 경계를 조사하고 건물의 형태와 양식, 역사적인 고유의 민속적인 향토미와 각종 조경재료의 운반 진입로가 큰 재료를 이용해도 가능한지, 도로와 도로망은 어떤지, 전기, 가스 등의 문화적 시설이 되어 있는지, 농업, 공업, 주택, 휴양지, 공원 등으로 토지 이용이 법적으로 가능한지, 시공과 동시에 노동력의 자원이 풍부한지 등을 조사하여야 한다. 이외에도 사회적 환경요건을 간략하게 서술하면 다음과 같다.

○ 도시계획

토지이용계획, 교통계획, 공공공지계획(公共空地計劃), 하수도계획, 개발 및 재개발계획 등을 조사

○ 사회계획

경제개발계획, 사회개발계획, 산업개발계획 등을 조사

○ 교통

철도, 도로, 공로(公路), 수로, 각종 교통조건, 교통경비 등을 조사

다) 기타 환경인자

공장에서 부산물로 나오는 가스의 냄새, 공장의 기계소리나 어린이 놀이터의 아이들 노는 소리, 기차소리, 먼지, 민속적 풍의 선의 형태와 색채, 여기서 나타나는 질과 규모, 무의식 중에 느껴지는 그 곳 주위경관의 첫 인상 등을 고려하여야 한다.

3) 대상지의 측량

조경부지의 현지 넓이를 측량하여 제도지에 제도하여야 하는데 도면에는 전체 넓이의 평면도와 가옥구조의 평면도, 지형의 고저를 표시하는 등고선 등을 측량하여야 한다. 일반적으로 측량은 기구를 사용하지 않고 간단하게 측량하는 간략측량이 있으며 실제 측량을 하기 위해서 측량하는 기구측량법이 있다. 간략측량에는 거리와 높이를 짐작으로 간단히 잴 수 있는 방법으로 목측(目測), 보측(步測), 시각법(視角法), 스케치측량법(見取測量法; skeching) 등이 있다. 기구사용에는 평면도를 작성하기 위한 평판측량, 각도를 재기 위한 트랜싯(transit)측량, 거리를 잴 수 있는 간이거리측량, 등고선을 재는 고저(高低)측량이 있으며 도면의 실면적을 잴 수 있는 측면기(測面器; planimeter)가 있다. 측량도면의 크기는 될 수 있는대로 크게 하는 것이 좋겠지만 용도에 따라 다르다. 일반적으로 상세도는 1/10 1/100 축척으로 전체 평면도는 1/100 1/500축척을 이용하고 시공에 앞서서 시설의 배치계획 및 공사별 개략설계를 하여 사업실적에 관한 각종 판단재료로 삼기 위하여 배치계획, 도로설계, 정지(整地)설계, 배수설계, 공원녹지설계 등을 할 때는 1/1,000 1/3,000의 축척으로 설계하는 것도 있다. 그러나 정원에서는 대개 알기 쉽게 하기 위해 1/100의 축척이 가장 많이 쓰이는 것으로 도면의 길이가 1cm일 때 실지면적의 부지길이는 1m로 등고선 역시 필요에 따라 실높이 50 100cm를 도면에 축척 1/100로 표시한다.

4) 현황도 작성

예비조사를 마친 뒤에 실내에서 실제 설계를 하기 위해서는 조사한 현황을 메모 비슷하게 대략의 윤곽을 스케치하여 기억할 수 있도록 기록하는 그림을 현황도(現況圖)라고 한다. 현황도에는 목측으로 나타나는 기존 시설물을 기입하고 조사자의 의견을 첨부하여 수목의 선정과 식재위치, 각종 조경재료의 이용, 구상 등을 기록하며 지하로 매설하는 제반 배관(配管)의 위치, 정화조, 냇가, 전주, 연못의 형태와 위치, 현재 기존되어 있는 수목, 바위, 샘물의 근원, 땅가름(地割), 건물의 위치와 길이, 형태 등을 대략 항목별로 기록하여야 한다. 또한 경우에 따라서 필요하다면 건물의 정면이나 측면, 후면 등을 전체적으로 또는 부분적으로 사진을 찍어 두는 것도 좋다. 흑백사진보다는 천연색사진이 내업 설계시에 투시도나 조감도, 측면도 작성에 큰 도움이 된다. 만일 현황도가 없으면 내업 설계시 실제로 조사한 것이 빠지게 될 우려가 있으므로 설계도에 따라서 시공하는 것이 불가능하게 되어 실제 설계로서의 실효성이 없게 된다.

(나) 기본계획

기본계획을 수립하기 위하여는 조경시설물을 구성하여야 하는데 먼저 조경양식의 구성방안을 결정하여야 한다. 조경양식에는 서구식인 정형식과 동양식인 비정형식(자연식)이 있으며 그러한 조경양식을 결정하는데는 (표 7-2-1)과 같은 조건들을 생각할 수 있다. 또한 조경양식에 따른 배치수법에 있어서 양식간에 서로 상반되는 차이점을 가지고 있으며, 이와 같은 것을 나열하면 (표 7-2-2)와 같다.

표 7-2-1. 조경양식에 따른 구비조건

정형식(서구식) 조경의 구비조건	비정형식(동양식) 조경의 구비여건
• 서구식의 양옥건물일 때 • 지형이 평탄하고 좁을 때 • 실용적 기능면이 강조 될 때 • 부지내에 활용할 수 있는 수목이나 바위 등이 없을 때 • 주변에 차경의 대상이 없는 답답한 곳일 때	• 동양식의 건물로 곡선미가 있을 때 • 지형이 불규칙하고 넓을 때 • 사색적인 휴양의 감상면이 강조 될 때 • 부지내에 수목이나 자연석물 등이 있을 때 • 주변에 차경의 대상이 있을 때

표 7-2-2. 조경양식에 따른 배치수법

정형식 조경의 배치수법	비정형식(자연식)조경의 배치수법
• 대칭미를 살려서 배치 • 방사미를 가능한 많이 적용 • 반복미를 가능한 많이 적용 • 통경선의 수법을 많이 이용 • 자연미보다는 인공미에 치중 • 모든 재료는 정형이나 기하학 형을 이용 • 축선의 교차점에는 분수나 동상, 화단 등의 강조 물체를 배치 • 지형은 평면 • 경관을 노출시킴 • 선의형태는 기하학적 선을 이용 • 대칭이 되는 직선과 곡선을 많이 사용 • 감상면에서는 즉흥적임 • 기능면에 치중 • 수목은 키가큰 것 보다는 낮은 것을 많이 사용	• 짝수는 가능한 사용하지 않고 홀수로 배치 • 동일한 형태나 크기는 반복 사용하지않음 • 평면 배치에 있어서 각 조경재료를 부등선의 거리지점에 각 각 배치 • 입체면에서는 천 · 지 · 인의 삼재(三才)를 많이 활용 • 인공미 보다는 자연미에 치중 • 정형보다는 부정형을 많이 적용 • 시점으로부터 관망되는 곳에 치중 • 불규칙한 지형을 그대로 활용 • 세부경관은 노출된 것 보다는 은폐된 상태로 조성 • 선의 형태는 기복을 심하게 줌 • 직선보다는 불규칙한 곡선을 더 많이 사용 • 감상면에서 낭만적이고 사색적인 철학적 가치가 있어야함 • 감상적인 면에 치중 • 축선의 교차점에는 강조되는 조경재료를 사용하지 않음

(다) 설계도

설계도 작성은 실내에서 이루어지는 작업으로 내업이라고도 한다. 실제는 외업에서 얻어진 모든 자료를 가지고 세부사항까지 상세히 정리하여 시공설계에 만전을 기할 수 있도록 계획하여 지면에 작성되는 작업을 말한다. 따라서 조경설계도는 조경자료의 비용산출과 시공에 따른 공사비용의 계산서 및 시방서(示方書)를 작성하게 되는 서류 일체를 말한다. 도면과 서류에는 전체 평면도, 입면도, 단면도, 투시도, 조감도, 세부도, 시방서, 공사비 계산서, 견적서 등이 있다. 이들을 작성하는데는 기본적으로 알아야 할 많은 여러 가지 사항과 주의할 점들이 있다.

1) 제도의 방법과 요령

제도는 다음과 같은 방법에 의한 요령으로 하여야 한다.

① 조경자료에 따라 도면상에 그려 넣을 기호 표시를 구상하고 구상한 기호를 그려 넣는다.

② 기본으로 계획된 구상안을 도면상에 윤곽을 확정하게 연필로 스케치한다.

③ 도면상단에 제목과 도면의 종류를 기입한다.

④ 방향표시를 위치에 따라 표시한다.

⑤ 축적을 정하여 지면하단이나 알아보기 쉬운곳에 표시한다

⑥ 외업에서 측량한 조경부지 측량도를 설계작성도면에 옮겨 그린다.

⑦ 범례를 표시한다

⑧ 도면을 그리는 순서는 좌로부터 우로, 밑으로부터 위로 그린다.

⑨ 평행이 되는 2 개의 곡선은 항상 정확한 간격을 유지 하도록 하면서 그린다.

⑩ 여러장의 도면이 필요할 때는 트레이싱 페이퍼에 그려서 청사진을 만들 수 있도록 하여야 한다.

⑪ 도면 하단에는 설계자의 이름과 작성년월일 설계작성소, 제도자의 이름, 설계자의 책임 서명과 인장을 찍어야한다.

2) 조경시설물의 표기방법

설계도를 작성할 때 필요한 것은 조경시설물을 도면에 표시하는 부호(符號)나 기호(記號)이다. 이것은 가능한 아름다우면서도 특색이 있어 빨리 쉽게 알아 볼 수 있도록 하여야 한다. 기호나 부호는 일반적으로 간단한 문자나 숫자, 척도표시(尺度表示), 수목표시 기호 또는 시설표시 기호, 건축물의 형태에 따른 선(線)표시, 입면도의 입체묘사법, 조감도의 채색법 등이 있으며, 이와 같은 표기법은 설계자가 규정하기에 달려 있다. 이러한 규정방법은 어떤 물체를 위에서 본 형태 그대로 그림으로 그린 기호로 하고, 되도록이면 보기좋고 아름답게 표시하며, 반드시 범례표시가 기재되어야 한다. 수목의 표시는 대개 덩굴성 식물, 상록침엽수, 상록활엽수, 낙엽침엽수, 낙엽활엽수, 관목류, 특수나무 등으로 분류해서 표시한다(그림 7-2-1~2).

3) 설계도의 축적

축적은 세부도면이나 전체도면 등 도면의 크기와 용도에 따라 축적이 다르게 된다. 일반적으로 시설물의 상세도는 1/10 - 1/100, 전체평면도는 1/100 - 1/500, 공원과 같이 넓은 면적의 기본 설계도에는 1/1,000 - 1/3,000의 축적 등을 이용한다.

4) 설계도의 종류

가) 개념도(Concept Map)

설계의 최초 단계로써 대상지에 대한 각종 제한 인자와 가능성들을 고려하여 계획에 제시되는 각종 기능의 배치계획도이다.

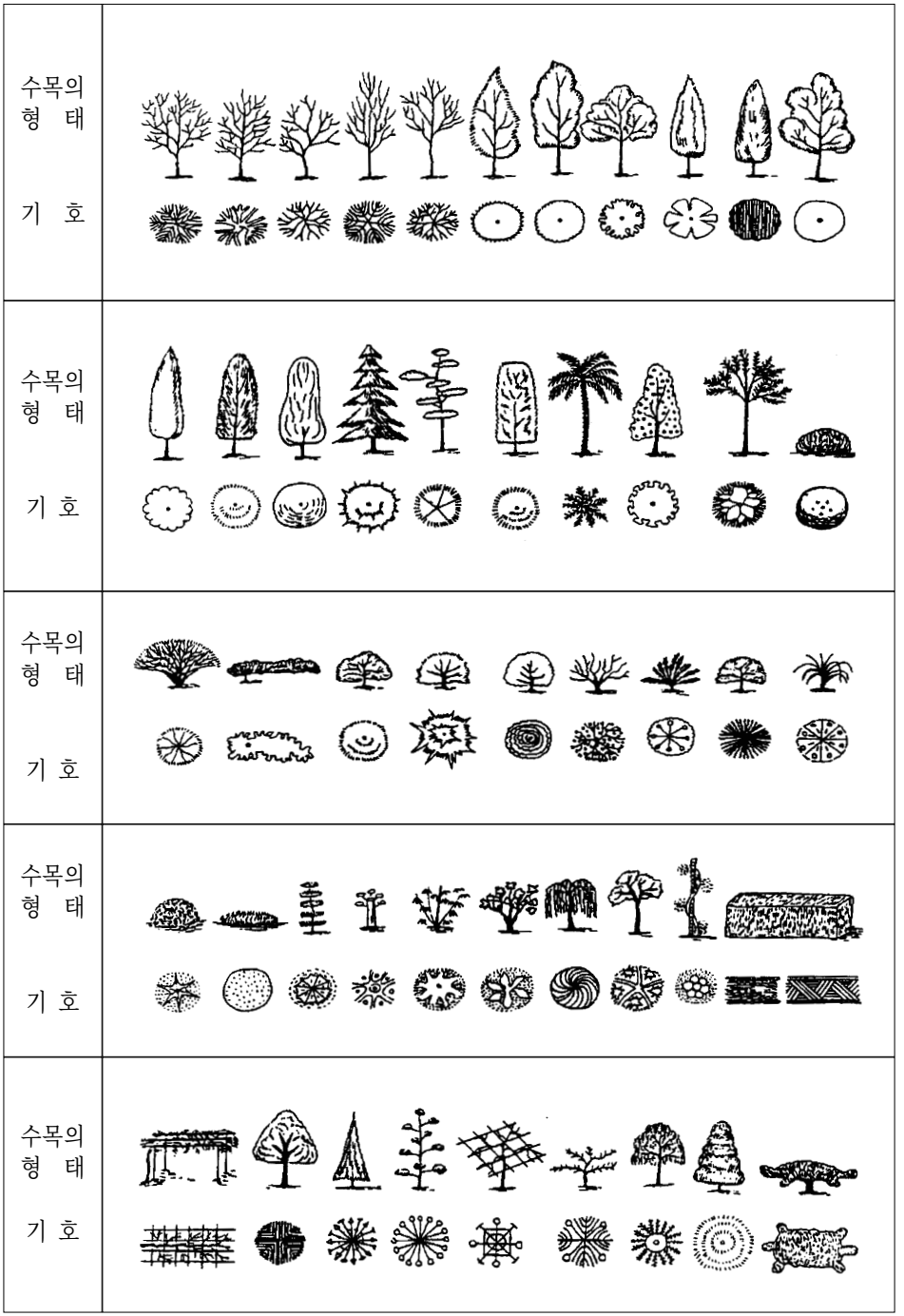


그림 7 - 2 - 1. 수목의 형태별 표시기호

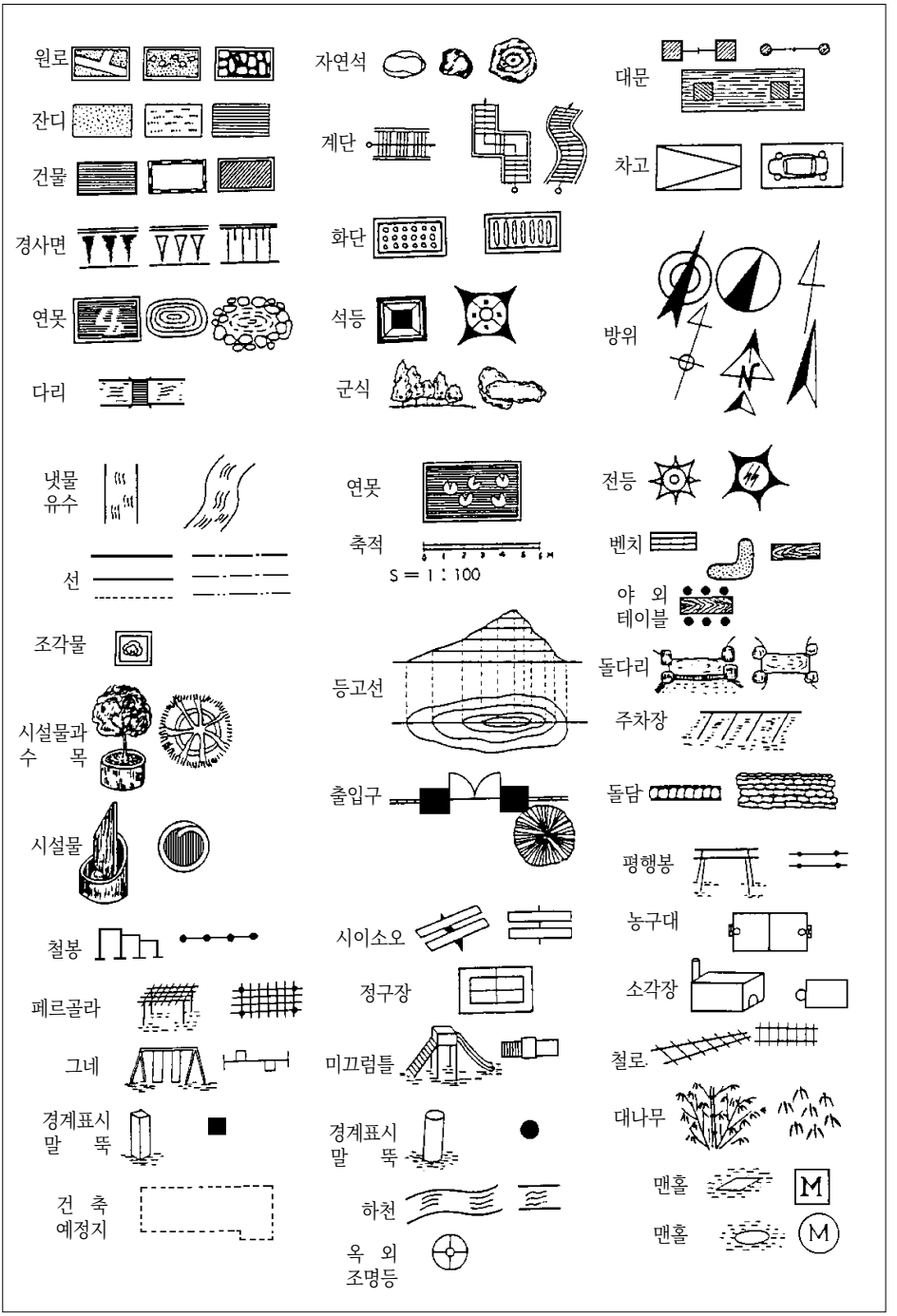


그림 7 - 2 - 2. 각종 조경시설물의 표시기호

나) 평면도

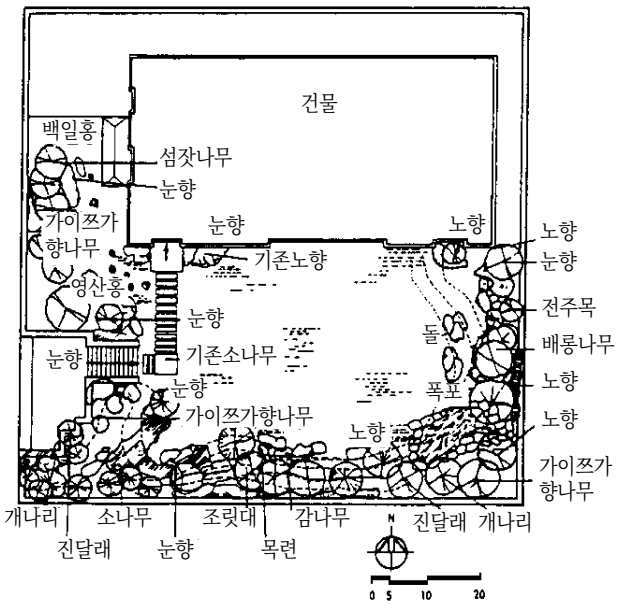


그림 7-2-3. 주택정원의 평면설계도 예

평면도는 조경의 시설물을 위쪽에서 내려다 본 상태를 그린 그림이다. 외업에서 얻어진 현황도와 모든 자료를 기초로 하여 수목이나 조경시설 등의 위치, 면적, 형상 등의 배치 상황을 지면에다 그리는 것이다. 간단한 공사는 평면도만 가지고 공사를 하는 경우가 있으며, 수목의 종류와 크기, 형태, 수량을 한도면에 표기할 수 없을 때는 별지에 작성하기도 한다.

다) 측면도

입면도는 평면도에 배치되어 있는 상태를 옆에서 수평으로 본 그림이며, 보는 위치에 따라 정면도, 좌측면도, 우측면도, 후면도 등이 있다.

라) 단면도

평면도나 입면도에서 나타나지 않는 경관의 내부를 수직으로 잘라서 표시한 것으로서, 수직방향으로 잘라서 본 종단면도, 가로방향으로 잘라서 본 횡단면도 등이 있다. 대개 축적은 평면도와 같이 하며, 구조물이나 수목들의 높이, 지하에 매설한 배관시설 등의 깊이와 길이, 넓이, 방향, 위치 등을 알 수 있다.

마) 투시도와 조감도

투시도는 평면도와 입면도를 동시에 입체적으로 표현한 그림으로서 그림의 시점은 관망이 좋은 곳을 선택함이 좋다. 투시도는 정확한 축적의 표시가 없고 대략의 축적에 의하여 그려지며 채색을 한다. 조감도는 새가 공중에 날아가면서 내려다 본 형태의 그림이라 하여 조감도라 하며, 일반적으로 대면적 공원설계의 경우 평면도의 수목이나 시설을 입체적으로 그려 넣는 조감도를 작성한다.

바) 세부도

세부도는 평면도와 입면도, 단면도에 나타난 그림만으로는 시공이 어려울 때, 길이, 넓이, 폭, 방향, 위치, 높이, 굴곡 등이 명확하게 표시되어야 한다. 세부설계도에는 세부배치도, 세부단면도, 세부구조도, 세부상세도 등이 있다.

사) 모형

모형은 실제로 조경의 시설된 물체를 축소시켜 만든 것으로 설계도를 이해하지 못하는 사람도 쉽게 알 수 있으며, 평면도나 투시도보다 더 빨리 머리에 들어오므로 다른 어떤 설계도보다 표현방법이 효과적이다. 그러나 조경재료의 자연적인 원색을 나타내기 어렵고 제작비용과 시간이 많이 들며 운반에 난점이 있다. 모형은 사실 그대로를 묘사해야 하기 때문에 세심한 주의가 필요하다.

(2) 조경재료

(가) 식물재료

조경 식물 재료는 크게 나누어 수목, 지피식물, 초화류, 구조물 소재 등으로 구분 할 수 있다.

1) 수 목

조경에서 수목의 형태나 속성을 잘 알아서 식재하는 것은 무엇보다도 중요하다. 수목의 분류는 학술적인 식물분류 체계에 의한 분류법이 있으나 조경에서는 편의상 생태를 비롯하여 성질, 용도, 관상적인 특징 등에 따라 분류하는 방법이 있다.

가) 분류

표 7-2-3. 조경수목 특성표

수 종	교목·관목별	수 형	상록·낙엽별	내음성	내공해성	내염성	적 응 지 역	관 상 부 위				적 응
								수피	꽃	과실	잎	
은 행 나 무	교 목	원추형,구형	낙 엽	양 수	강	중	전 국				○	공원수, 가로수
주 목	〃	원 추 형	상 록	음 수	중	강	〃	○		○	○	정원수, 공원수
비 자 나 무	〃	〃	〃	〃	〃	〃	중 부 이 남			○	○	정원수, 공원수, 생울타리
전 나 무	〃	〃	〃	〃	극 약	약	중 부 지 방				○	공원수, 풍치림, 공해지 부적
구 상 나 무	〃	〃	〃	양 수	중	〃	전 국			○	○	공원수, 정원수, 크리스마스추리로 사용
분 비 나 무	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃			○	○	〃
소 나 무	〃	〃	〃	중 용	극 약	〃	〃	○		○	○	정원수, 공원수, 방풍림, 풍치림
곰 솔 (해송)	〃	〃	〃	〃	중	강	중부,남부,해안				○	〃
반 송	〃	하 수 형	〃	〃	〃	중	전 국	○			○	정원수, 공원수
방크스소나무	〃	원 추 형	〃	양 수	〃	약	〃	○			○	공원수, 경계수, 방풍림
잣 나 무	〃	〃	〃	음 수	〃	중	중 부 지 방			○	○	공원수, 풍치림
섬 잣 나 무	〃	〃	〃	〃	〃	강	전국	○		○	○	정원수, 공원수
스트로브잣나무	〃	〃	〃	〃	강	약	중 부 지 방	○			○	공원수
개잎갈나무	〃	〃	〃	중 용	〃	강	남 부 지 방			○	○	정원수, 공원수, 가로수
독일가문비	〃	〃	〃	음 수	중	중	전 국				○	공원수, 크리스마스추리로 사용
삼 나 무	〃	〃	〃	중 용	극 약	약	남 부 지 방	○			○	공원수, 방풍림, 생울타리, 풍치림
편 백	〃	〃	〃	음 수	약	〃	〃	○			○	공원수, 정원수, 풍치림
화 백	〃	〃	〃	〃	〃	중	중부, 남부지방	○			○	공원수, 정원수, 생울타리
향 나 무	〃	〃	〃	양 수	강	〃	전국				○	정원수, 공원수
연필향나무	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃				○	〃
가이즈까향나무	〃	〃	〃	〃	〃	〃	중부, 남부지방				○	공원수, 정원수, 생울타리

수 종	교목·관목별	수 형	상록·낙엽별	내음성	내공해성	내염성	적응지역	관상부위				적 응
								수피	꽃	과실	잎	
측 백	교 목	원추형	상 록	양 수	강	중	전국				○	생울타리
서양측백	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃				○	공원수, 정원수, 생울타리
개비자나무	관 목	미 형	〃	음 수	약	약	중부, 남부지방			○	○	공원수
육 향	〃	피복형	〃	양 수	강	중	〃			○	○	공원, 정원에 단목으로 식재
눈향나무	〃	포복형	〃	〃	〃	강	전국				○	공원, 정원, 절개지에 식재
동백나무	교 목	원정형	〃	중 용	약	〃	남 부 지 방		○	○	○	공원수, 정원수
아왜나무	〃	피복형	〃	음 수	중	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수, 해안방풍림, 생울타리, 방화림
가시나무類	〃	원정형	〃	중 용	강	〃	〃				○	정원, 공원에 식재, 방풍,방화, 생울타리수로 식재
태 산 목	〃	〃	〃	〃	중	〃	〃	○	○		○	공원에 식재
녹 나 무	〃	〃	〃	〃	〃	중	〃				○	공원에 식재
비파나무	〃	미 형	〃	양 수	약	약	〃		○	○	○	공원수 열매는 식용으로 과수로도 식재
사철나무	〃	피복형	〃	음 수	강	강	중부, 남부지방		○	○	○	공원수, 정원수, 줄사철은 담장 벽밑에 식재
회 양 목	관 목	〃	〃	중 용	〃	〃	전국		○		○	정원수, 공원수, 생울타리
피라칸사스	〃	〃	〃	〃	중	〃	남 부 지 방			○	○	공원수, 정원수, 생울타리, 수벽용
호랑가시나무	〃	〃	〃	양 수	강	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수, 생울타리
꽝꽝나무	〃	〃	〃	중 용	중	〃	〃				○	〃
사스레피나무	〃	통 형	〃	양 수	〃	중	〃			○	○	정원수, 공원수, 생울타리, 절개지,길어깨에 식재
서 향	〃	피복형	〃	음 수	〃 중	약	〃		○		○	정원수, 공원수, 생울타리, 향목으로 식재
식나무	관 목	피복형	상 록	음 수	강	강	남 부 지 방				○	공원수, 정원수, 생울타리
광나무	〃	통 형	〃	중 용	〃	〃	〃		○	○	○	정원수, 공원수, 생울타리, 수벽형
목 서	〃	피복형	〃	〃	〃	약	〃		○		○	정원수, 공원수, 뿔목서는 생울타리 조성
협죽도	〃	미 형	〃	양 수	중	강	〃		○		○	공원수, 해변의 가로수
메타세퀴이아	교 목	원추형	낙 엽	〃		중	중부, 남부지방	○			○	하안,조수,주변에 단목식재 또는 풍치목조성
낙우송	〃	〃	〃	〃	〃	〃	전 국	○			○	하안,조수,주변에 풍치림조성
은백양나무	〃	원정형	〃	〃	강	〃	〃	○			○	공원수, 가로수
포 플 러	〃	통 형	〃	〃	약	약	〃	○			○	공원수, 가로수
현 사 시	〃	원정형	〃	〃	강	〃	〃	○			○	공원수, 가로수, 풍치림
수양버들	〃	하수형	〃	중 용	중	강	〃	○			○	공원수, 가로수, 하천변에 렬식
오리나무	〃	원정형	〃	양 수	강	중	〃				○	공원, 절개지 등에 사방수로 식재
상수리나무	〃	〃	〃	〃	중	〃	〃	○	○	○	○	공원수, 풍치림조성

수 종	교목·관목별	수 형	상록·낙엽별	내음성	내공해성	내염성	적응지역	관상부위				적 응
								수피	꽃	과실	잎	
자작나무	교 목	원추형	낙 엽	양수	약	약	전 국	○			○	공원수, 가로수
갈참나무	〃	원정형	〃	중용	중	강	〃	○			○	공원수, 풍치림조성
팽나무	〃	평정형	〃	〃	극 약	〃	〃	○	○	○	○	공원수, 가로수, 정자목
느티나무	〃	〃	〃	〃	〃	약	〃	○			○	공원수, 정자목
백합나무	〃	광원추형	〃	〃	〃	〃	〃	○	○		○	공원수, 가로수, 정원수
백목련	〃	평정형	〃	〃	중	강	〃		○		○	정원수, 공원수
목 련	〃	원정형	〃	〃	〃	〃	〃		○		○	〃
자목련	〃	평정형	〃	양수	〃	약	중부, 남부지방		○		○	〃
일본목련	〃	원추형	〃	〃	〃	〃	전 국		○		○	〃
플라타나스	〃	원정형	〃	중용	강	중	〃	○			○	공원수, 정원수
모과나무	〃	〃	〃	양수	〃	강	〃			○	○	정원수, 공원수
왕벚나무	교 목	원정형	낙 엽	양수	극 약	중	전 국		○	○	○	정원수, 공원수, 가로수
매실나무	〃	〃	〃	〃	중	약	〃		○	○	○	〃
아까시나무	〃	〃	〃	중용	강	중	〃		○		○	공원수, 해안의 가로수, 방풍수, 풍치수
회화나무	〃	평정형	〃	〃	〃	〃	〃		○		○	공원수, 가로수
가중나무	〃	원정형	〃	〃	〃	강	〃			○	○	〃
단풍나무	〃	평정형	〃	〃	〃	중	〃	○			○	공원수, 정원수
홍단풍	〃	〃	〃	양수	〃	〃	〃				○	〃
은단풍	〃	원추형	〃	〃	중	약	〃				○	공원수
복자기	〃	원정형	〃	음수	〃	〃	〃				○	공원수, 정원수
칠엽수	〃	원추형	〃	〃	강	중	〃		○		○	공원수, 정원수, 가로수
모감주나무	〃	원정형	〃	양수	〃	강	〃				○	〃
대추나무	〃	통형	〃	중용	중	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수
벽오동	〃	원정형	〃	〃	강	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수, 가로수
배롱나무	〃	평정형	〃	양수	중	강	〃	○	○		○	공원수, 정원수
석 류	〃	원정형	〃	〃	〃	〃	〃		○	○	○	〃
층층나무	〃	원추형	〃	중용	약	약	〃	○	○		○	〃
산수유	〃	평정형	〃	양수	〃	〃	〃		○	○	○	정원수, 공원수, 열매는 식용 또는 약용
말채나무	〃	원정평	〃	중용	중	강	〃	○	○		○	공원수
감나무	〃	〃	〃	양수	〃	〃	중부, 남부지방		○	○	○	공원수, 정원수, 과수로 재음
이팝나무	〃	〃	〃	음수	강	〃	전 국	○	○		○	공원수, 정원수, 가로수
무화과나무	관 목	평정형	〃	중용	〃	〃	남부지방	○		○	○	정원수, 열매는 식용
매자나무	〃	피복형	〃	음수	중	〃	전 국		○	○	○	정원수, 공원수,
수 국	〃	〃	〃	중용	〃	약	남부지방		○		○	〃
명자꽃	관 목	피복형	낙 엽	중용	강	중	전 국		○		○	〃
황매화	〃	미 형	〃	〃	〃	〃	〃		○		○	〃
옥 매	〃	원정형	〃	양수	중	약	〃		○		○	〃

수 종	교목·관목별	수 형	상록·낙엽별	내음성	내공해성	내염성	적응지역	관상부위				적 응
								수피	꽃	과실	잎	
앵도나무	관 목	미 형	낙 엽	중용	중	약	전 국		○		○	정원수, 공원수
장 미	〃	〃	〃	양수	강	〃	〃	○	○		○	〃
해 당 화	〃	〃	〃	〃	〃	강	〃		○		○	〃
꼬리조팝나무	〃	피복형	〃	중용	〃	약	〃		○		○	〃
쪽제비싸리	〃	미 형	〃	양수	〃	강	〃				○	토사유출방지, 생울타리조성으로 식재
박태기나무	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃		○		○	정원수, 공원수
꽃아까시나무	〃	피복형	〃	중용	중	〃	〃		○		○	공원의 황폐지 경사면에 식재
화살나무	〃	미 형	〃	음수	〃	〃	〃	○			○	공원수, 정원수
무 궁 화	〃	〃	〃	〃	강	〃	〃		○		○	공원수, 정원수
진 달 래	〃	피복형	〃	중용	중	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수, 도로조경
철쭉나무	〃	미 형	〃	음수	약	〃	〃		○		○	공원수, 정원수
영 산 홍	〃	피복형	〃	〃	중	〃	남부,중부,해안		○		○	〃
개 나 리	〃	〃	〃	중용	강	〃	전 국		○		○	공원수, 정원수, 생울타리, 차폐용
쥐똥나무	〃	미 형	〃	〃	〃	〃	〃		○		○	공원수, 정원수, 생울타리
수수꽃다리	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃		○		○	공원수, 정원수
딱총나무	〃	〃	〃	〃	약	〃	〃			○	○	공원수
백당나무	〃	〃	〃	〃	강	〃	〃		○		○	공원수, 정원수, 사원
붉은병꽃나무	〃	피복형	〃	〃	〃	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수, 차폐용
오 미 자	만경목	만경형	〃	음 수	약	약	〃			○	○	공원, 정원, 생울타리
덩굴장미	〃	〃	〃	중용	강	〃	〃		○	○	○	공원수, 정원수, 담장에 식재
등 나 무	〃	〃	〃	양수	중	강	〃	○	○	○	○	정원수, 공원수
담쟁이덩굴	만경목	만경형	낙 엽	음수	강	강	〃				○	벽피복, 나지녹화
유 카	다년초	원추형	상 록	양수	〃	〃	남부지방		○	○	○	정원, 공원에 식재
오 죽	교 목	피복형	〃	〃	중	〃	〃	○			○	정원수, 공원수, 방풍죽림조성
이 대	교 목	피복형	상 록	중용수	중	〃	전 국				○	정원수, 공원수,울타리
조 릿 대	관 목	피복형	상 록	중용수	중	중	전 국				○	조경용,공원수,지피식생조성에적합

자료 : 조경수목학, 1980, 한국수목도감, 1993, 자생식물학, 1996, 조경수목학, 한국조경학회, 1998

나) 수 형

조경용 수목은 보다 관상 가치를 높이기 위하여 인위적으로 만든 수형을 인위형이라 하고 자연상태 그대로 생장한 수형은 자연형이라 하는데 그 형태에 따라 다음과 같이 분류한다.

○ 정 형 : 수관이 고르게 균형이 잡혀있는 수형으로 주상형, 원형, 우산형, 원추형, 난형, 배형이 있다.

○ 부정형 : 수관의 형태가 불균형하게 파생되어 전후좌우 불규칙한 모양으로 어떤 자연사물의 형태를 묘사한 것이 많다.

○ 예삭형 : 지엽을 전정해서 수관의 형태를 기물이나 동물과 같은 모양으로 만든 것이다.

○ 직간형 : 수간이 곧게 자라는 형태로 주로 교목성 수종이다.
○ 곡간형 : 수간이 구불구불하게 뻗은 형태로 동양식 조경에서 주로 많이 이용된다.
○ 부정형 : 주간과 주지의 형태가 질서 정연하지 않고 분명치 않게 되어 있는 수형이다.

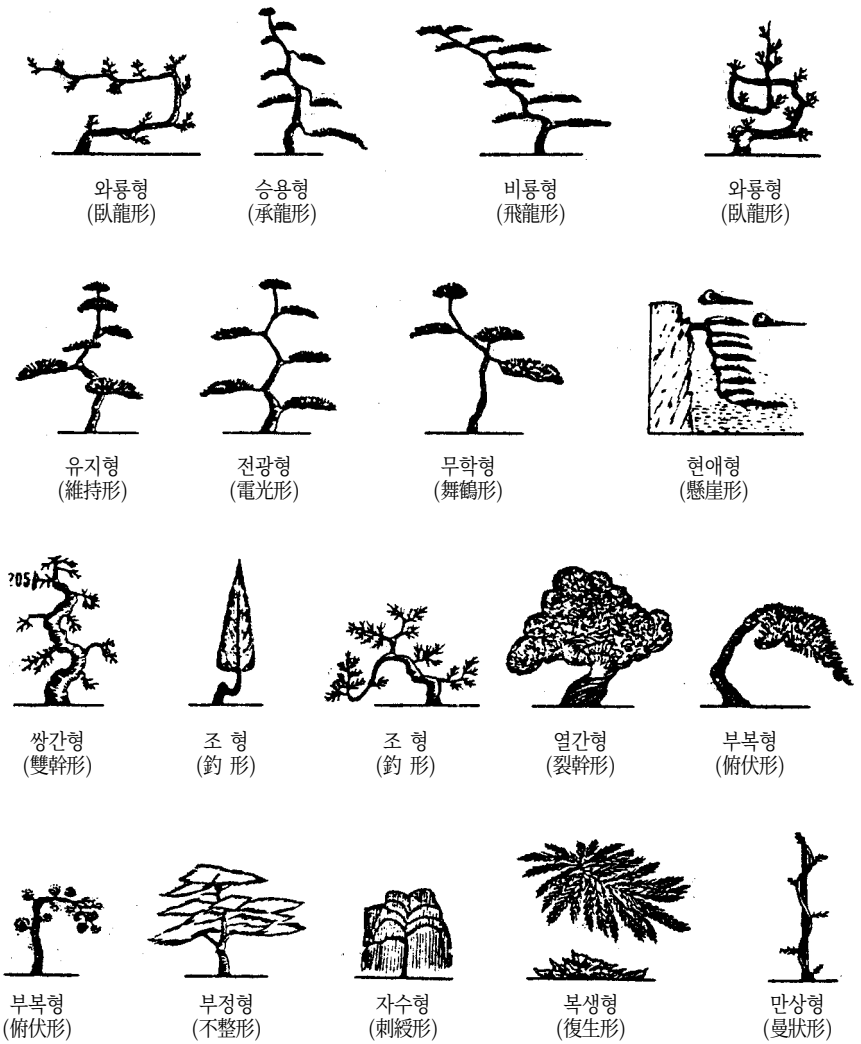


그림 7 - 2 - 4. 수목형태 예시

다) 조경 수목의 구비조건

○ 이식시에 활착이 양호한 것
○ 내공해성 수종으로 토질에 대한 적응력이 강한 것
○ 수형이 정돈되고 생장이 양호하여 지엽이 밀생한 것
○ 병충해에 강한 것
○ 관상적 가치가 있는 것
○ 손쉽게 구득할 수 있을 것

2) 지피식물

지피식물은 지면을 피복하거나 수목의 하부에 식재하여 경관을 조성할 때 또는 경사면에 지피식물을 심어 표토유실의 보호조치로 이용된다. 일반적으로 상록성의 다년생 식물이 쓰이지만 겨울에 잎이 마르는 잔디도 지피식물의 하나로 다루어 진다. 많이 사용되는 지피식물은 복수초, 훼스큐, 피나물, 왕포아풀, 바위떡풀, 잔디, 칡, 풀록스, 줄사철, 빈카, 수호초, 벤트그라스, 맥문동, 비비추 등이 있다.

3) 초 화 류

조경에 있어서 초화류는 멀리서 바라보는 아름다움이나 색채로서의 효과가 크다. 많이 이용되는 초화류로는 맨드라미, 과꽃, 국화, 코스모스, 채송화, 꽃양배추, 팬지, 샐비아, 페튜니아, 금잔화, 만수국, 백일홍, 칸나, 글라디올러스, 해바라기, 구절초, 감국, 쑥부쟁이, 금낭화, 은방울꽃, 비비추, 미역취, 원추리, 매발톱꽃 등이 있다.

(나) 석질재료

1) 암석재료

조경의 재료로 쓰이는 암석에는 자연석과 가공석의 두가지가 있는데, 자연석은 산석, 하천석, 잡석, 호박돌, 자갈, 왕모래 등을 말하며 가공석으로는 석축이나 경사면에 붙임돌로 쓰이는 각석과 포장용으로 쓰이는 판석이 있다.

2) 시멘트와 콘크리트 제품

조경에서 시멘트는 도로의 포장이나 배수로설치 등에 쓰여지며 콘크리트 제품으로는 콘크리트블록, 철근콘크리트판, 보도블록니관 등이 있다.

(다) 기타재료

수목이나 석재외에도 철근, 파이프, 목재, 죽재, 밧줄 등 여러 가지 재료가 사용된다.

(3) 생울타리(生籬)

(가) 의의

생울타리는 살아있는 나무를 재료로 삼아 울타리를 만든 것으로 ① 경계의 표시, ② 침입의 방지, ③ 통풍, 일조의 조절, ④ 보온, 방풍, 조망의 취사선택, ⑤ 눈가림, ⑥ 잔디와 나무의 보호, ⑦ 조경디자인의 효과 등의 역할을 한다. 한편, 생울타리에 사용되는 식물의 구비요건은 잎과 가지가 외관상 아름다우며 재생력이 강하여 전정하여도 눈이 계속 잘 나는 것이라야 한다. 또 아랫가지가 잘 고사하지 않고 약한 그늘에서 잘 자라며 수분과 토양조건이 나빠도 잘 견디고 병충해에 강한 상록수가 좋다.

(나) 조성

생울타리를 만들고자 할 때에는 되도록 실생목을 쓰는 것이 좋다. 식재본수는 1.8m당 6본, 즉 30cm 정도의 간격으로 심도록 하는 것이 보통이지만, 키가 작은 것은 15cm 정도의 간격으로 밀식하여 12본이 되게 한다. 특히 회양목과 같이 작고 생육이 느린 것은 묘간 거리를 5 6cm 정도로 두 줄로 열식하는 것이 적합하다. 식재한 나무가 원하는 높이보다 높을 때에는 위를 가지런히 자르고 관수를 한 후 나머지 흙을 덮고 가볍게 밟아준다.

(다) 종류

생울타리는 그 지방의 기후, 토질, 일조, 재료, 용도 등을 생각하여 형식과 종류에 합당한 것을 선택하여야 하는데 그 대표적인 것은 다음과 같다.

1) 경계 울타리

원로(苑路)와 잔디밭의 경계나 채원(菜園) 등의 구획용으로 설치되는 키작은 생울타리로서 높이는 30~100cm 내외이고, 폭은 30 50cm 정도이다. 식재재료로는 회양목, 둥근향나무, 눈주목, 피라칸다, 백정화 등이 쓰인다.

2) 바깥 울타리

정원과 공로(公路)의 경계나 이웃집과의 사이에 경계의 표시와 눈가림을 겸해서 만들어지는 울타리로서 높이는 보통 1.5 2m 정도이다. 측백나무, 탱자나무, 향나무, 쥐똥나무, 사철나무, 아왜나무, 무궁화, 노간주나무, 스트로브잣나무, 방크스소나무, 개비자나무, 호랑가시나무, 주목, 꽝꽝나무, 편백, 개비자나무, 홍가시나무, 광나무 등이 식재재료로 쓰인다.

3) 높은 울타리

바깥 울타리보다 높게 만든 것으로서 용도가 바깥 울타리와 같은 것이나, 그 보다 높게할 필요가 있을 때와 방풍, 방화, 방진용으로 쓰인다. 높이는 3 5m 가량이 좋다. 식재재료로는 떡갈나무, 동백나무, 아까시나무, 금송, 편백, 삼나무, 화백, 측백나무, 향나무, 노간주나무, 리기다소나무, 은행나무, 감탕나무, 아왜나무 등이 쓰인다.

4) 꽃울타리

아름다운 꽃이 피는 관목류로 만들어진 울타리인데 경계를 삼는 동시에 꽃을 즐기기 위해서 만들어진다. 구성재료로는 동백나무, 애기동백, 치자나무, 서향, 철쭉류, 차나무, 개나리, 무궁화, 박태기나무, 조팝나무, 명자꽃 등이 있다.

5) 섞은 울타리

여러 가지 수종을 서로 어울리게 적당히 혼식하여 만든 생울타리인데 수종은 반복되는 전정에 견디어 잔가지를 치는 수종이라면 무엇이든지 쓸 수 있으므로 상록수에 한할 것이 아니라 낙엽수를 혼식하면 명쾌한 감을 주는 아름다운 울타리를 만들 수 있으므로 쓰이는 수종이 많다. 보통 사용되는 수종으로는 눈주목, 향나무, 비자나무, 개비자나무, 주목, 편백, 화백, 노간주나무, 삼나무, 측백나무 등의 침엽수와 동백, 사철나무, 감탕나무, 은목서, 금목서, 회양목, 아왜나무, 백정화, 서향, 치자나무, 차나무, 꽝꽝나무, 광나무, 애기동백, 후피향나무 등의 상록활엽수가 있으며, 낙엽활엽수로는 철쭉, 진달래, 보리수나무, 단풍나무, 명자나무, 무궁화, 개나리, 매자나무, 조팝나무, 꼬리조팝나무, 싸리류, 떡갈나무, 황매화 등이 쓰인다.

6) 덩굴 울타리

덩굴식물을 대나무틀이나 기타 나무틀 등에 감아 올려서 만든 것인데, 보통 정원내에서 사용목적을 달리하는 부분의 경계용이나 개방적인 정원의 공로(公路)나 이웃과의 경계부에 설치된다. 쓰이는 수종에는 능소화, 덩굴장미, 으름덩굴, 인동덩굴, 멀꿀, 오미자, 구기자, 위령선 등이 있다.

7) 겹울타리

경계 울타리나 바깥울타리 등을 배경으로 삼을 수 있는 울타리 앞에 다시 키가 작은 생울타리를 만들어 배경과의 사이에 초화(草花)나 화목(花木)을 심거나 낮은 울타리 대신 그 위치에 간지석(間知石)을 낮게 쌓아 올리고 뒤의 울타리 사이의 흙을 채워 낮은 벤치를 만들기도 한다.

(4) 잔디조성

(가) 의의

현재 우리나라에서 잔디라고 부르고 있는 것은 한국잔디를 가르키며 학명으로는 *Zoysia* 속에 속하며 영명으로는 Korean lawn grass 혹은 Zoysia grass라고 한다. 한국잔디는 우리나라의 기후, 풍토에서 생육하는데 적합하고 생활력이 강하기 때문에 산야에 널리 분포하고 있어서 한국 잔디만을 중요시해 왔다. 그 결과 한국잔디가 잔디의 대명사처럼 사용되어 왔으므로 앞으로는 잔디와 한국잔디를 구분하여 사용하여야 할 것이다. 잔디는 지피성, 내답압성, 재생력 등의 특징을 가진 초종을 가리킨다. 그리고 잔디에 대한 일반적인 용어로는 잔디, 잔디밭, 떼, 초지, 녹지 등의 많은 용어가 있다.

(나) 효용과 이용

1) 잔디의 효용

① 경관효용 : 푸른 기반, 조화미, 단순미 등

② 보건효용 : 휴양효용, 운동효용, 분진발생방지 효용, 기온조절 효용, 공기정화 효용 등

③ 지표면 보호효용 : 토양유실방지 효용, 수자원보존 효용 등

2) 잔디의 이용

① 정원잔디 : 가정정원, 학교정원, 공장정원, 여관정원 등

② 공원잔디 : 자연공원, 도시공원, 도로공원, 묘지공원, 유원지, 박람회장 등

③ 경기장 잔디 : 학교운동장, 일반경기장, 골프장, 경마장 등

④ 법면녹화 잔디 : 도로법면, 택지법면, 제방법면 등

(다) 종류

잔디는 사용되는 품종을 관습적으로 크게 2군으로 구분한다. 옛날부터 한국, 중국, 일본 등지의 동북아시아 지역에서 잔디로 사용되어 오던 한국잔디와 구미에서 목초로 사용하던 것이 잔디로 개발되어 전세계적으로 널리 이용되며 최근 우라나라에서도 사용하기 시작한 서양잔디로 구분한다.

1) 한국잔디

난지형(暖地型) 잔디로 그늘에서 자랄 수 없으며 내한성이 서양잔디에 비하여 약하기 때문에 겨울에는 지상부가 마른다. 그러나, 내답성(耐踏性), 내공해성(耐公害性), 내건습성(耐乾濕性)은 서양잔디보다 강한 편이다. 완전 포복형(匍匐型)이며 지하경으로 번식하고 높이 자라지 않는 특성을 지니고 있다.

가) 들잔디(*Zoisia japonica* STEUD)

영명으로Korean lawn grass 또는 Japanese lawn grass라고 하며 우리나라 산야에 널리 분포하고 있는 잔디로 현재 우리나라에서 사용하고 있는 잔디는 거의 전부가 여기에 속한다. 잎의 폭이 4 7mm로서 넓은 편이고 초장은 10 20cm 까지 자라며, 잎의 길이는 15cm 내외이다. 이 잔디는 잔디 중에서 생활력이 가장 강하고 토양응집능력과 내답성이 강할 뿐 아니라 습지와 음지를 제외하고는 어느 토지에서도 잘 생육한다. 공원, 경기장, 법면녹화 등에 가장 적합한 잔디이다. 금잔디에 비하여 엽폭이 넓으므로 비교적 잔디밭이 조잡한 느낌을 주기는 하나 금잔디에 비하여 내한성과 내건성은 비교적 강하다.

나) 금잔디(*Zoysia matrella* MERR)

들잔디와 비로도잔디의 중간형이며 영명으로 Manila grass라고 부른다. 내한성이 들잔디보다 약하므로 우리나라에서는 남부지방에서 자생하고 있는 잔디로 일본에서는 중(中)잔디, 고려(高麗)잔디라고 부르고 있다. 엽폭은 1 4mm, 초장은 4 12cm 되는 매우 고은 잔디로 정원, 경기

장, 공원용으로 적합하다. 들잔디보다 엽경이 가늘고 부드러운 느낌을 주며 근계가 치밀하고 두껍다. 색은 담녹색으로 대단히 아름다우며 들잔디 다음으로 강건한 최양질의 잔디로 일반 가정에서 대단히 좋아하는 잔디이다.

다) 비로드잔디(Zoysia tenuifolia WILL. et TRIN.)

영명으로 Korean velvet grass 또는 Mascarene grass라고 하며 우리나라의 남해안에서 자생하는 잔디로 잎의 폭이 1.2mm 이하이고 길이가 2cm 내외이며 초장이 겨우 3cm 정도되는 아주 고운 잔디이다. 한국 잔디의 분류에 관하여는 국내에서나 일본에서도 많은 논란이 있다. 들잔디와 비로드잔디는 명확히 구분되나 금잔디는 그 한계가 불분명하여 혼란이 있으나 금잔디를 더 이상 분류한다는 것도 매우 어려운 것이므로 한국잔디를 들잔디, 금잔디, 비로드잔디의 3군으로 분류하는 것이 옳다.

라) 갯잔디(Zoysia sinica HANCE)

경기도 서해안에 자새하는 잔디로 잎은 폭이 2 3mm이고, 길이가 3 7cm, 초장이 10 25cm 나 되며 고운 잔디의 특성을 가지고 있으나 줄기가 상부로 서는 성질이 있어서 잔디용으로는 적합하지 않다.

마) 에메랄드잔디(Emerald Zoysia grass)

미국 농무성에서 1905년 우리나로부터 Z. japonica 및 Z. tenuifolia의 종자를 수입하여 종간 교잡시킨 결과 개발된 잡종 제1대(F1 잡종)로 그 품질이 좋아 1954년부터 Emerald라는 품종명으로 배포되기 시작하였다. 비로드잔디와 같은 성상이나 내한성이 강하여 경기도 지역에서 월동이 가능하며 정원, 공원용으로 권장할 만한 품종이다. 초장은 4.3cm이며 잎의 크기는 평균 43.65mm x 2.08mm이며 품질은 들잔디보다 훨씬 좋다.

바) 녹세계(green world)

비로드잔디가 내한성이 약하여 경기도 지역에서 월동이 어려우므로 이를 해결하기 위하여 1960년부터 서울대학교 농과대학에서 개발하여 1974년부터 배포하기 시작한 품종으로 에메랄드 품종보다 품질이 우수하며 생활력, 재생력, 내한성이 에메랄드보다 훨씬 강하다. 이 품종은 앞으로 경기도 지역의 정원 및 공원에 적당하다.

2) 서양잔디

서양잔디는 주로 미국산의 벼과식물로써 원래가 사료용 목초로 재배되던 것이 잔디재료로 전용된 것이다. 사철 푸른 잎을 가지고 있으므로 매우 아름답기는 하나 관리하기가 어렵고 언제나 깍는데 많은 노력이 필요하므로 우리나라의 경우 일반 가정의 잔디밭을 만들기에는 적당하지 않고 다만 골프장의 홀 주위의 그린지대 등에 쓰이는 정도에 지나지 않는다. 대개 가꾸기 쉽고 종자에 의해서 번식하며 딴 것과 섞어 뿌려서 잔디밭을 조성하는데 적당하다. 일반적으로 가장 많이 쓰이는 서양잔디에는 케터기블루그라스(Kentucky bluegrass), 벤트그라스류(bent grass), 버뮤다그라스류(bermuda grass), 라이그라스류(rye grass), 위핑러브그라스(weeping love grass), 레

드톱(red top), 티모시(timothy) 등이 있다.

(라) 조성

1) 떼 입히는 시기

떼 입히는 시기는 이른 봄 싹트기 전부터 가을까지 즉 3 10월까지가 적기인데 7,8월경 무더운 건조기라도 물만 잘 주면 염려없다. 10월 이후라도 거적 따위로 추위를 막아주면 한 겨울만 아니면 심을 수 있다.

2) 떼 입히는 장소

잔디 조성의 성공 여부는 우선 잔디의 선택에 달려있다. 그러므로 잔디의 선택은 수목이나 기타 조경재료의 선택과는 다르게 조성지를 비롯하여 관리방법, 사용목적 등 고려되어야 할 사항이 많다. 잔디 선택시 고려되어야 할 사항을 들면 다음과 같다.

가) 일조정도

하루에 최소한 5 6시간 이상의 볕이 드는 곳이라야 한다.

나) 배수문제

배수가 잘 되지 않는 습한 땅은 습초인 클로버 등이 나기 쉬우므로 배수시설을 하거나 일반 정원인 경우에는 원로보다 10 15cm 정도 잔디밭을 높게 조성하는 것이 좋다.

다) 답압정도

항상 밟는 곳은 잔디가 신장하더라도 고사하는 경우가 많으므로 처음부터 디딤돌 등을 만들어 둔다.

라) 정지정도

토지가 평탄하지 않은 곳은 외관상은 물론 관리에도 불편하고 배수와 생육이 나쁘므로 떼를 입히기 전에 잘 정지해야 한다.

3) 잔디조성방법

가) 종자에 의한 조성방법

한지형의 서양잔디는 종자번식이 용이하지만 한국잔디는 그 동안 주로 영양번식에 의하여 잔디밭을 조성하여 왔다. 그러나 최근 들어 한국잔디도 종자발아법이 개발되어 종자번식이 이루워 지고 있다.

○ 한국 잔디 번식법

발아가 가능하도록 알카리를 처리하여 상품화된 종자를 5월 6월상순에 파종하여야 하며, 파종량은 10 15g/㎡가 적당하다. 만약 파종량이 너무 많아서 밀생하면 잔디가 허약하게 되어 병충해의 피해를 입기 쉬우므로 파종량을 적당히 하여야 한다.

○ 서양잔디 번식법

한지형 잔디의 발아 적온은 20 25℃이므로 우리나라에서는 3 6월과 8 9월경에 파종하며, 난지형 잔디는 5 6월경에 파종해야 한다. 파종량은 잔디의 품종에 따라서 1㎡당 벤트그래스 10 15g, 켄터키블루그래스 15 20g, 크리핑레드페스큐 15 20g, 버뮤다그래스는 10 15g이 적당하다.

○ 파종순서

잔디종자는 잔디밭 전면에 균일하게 파종하고 5 10mm 두께로 복토하여 준 뒤에 60 80kg의 로울러로 가볍게 눌러서 종자와 흙이 잘 접촉되게 하면 발아가 빨라진다. 로울러로 눌러준 후 피복을 해주는데, 피복을 해주는 이유는 종자가 신속하게 발아할 수 있도록 토양수분과 온도 등의 조건을 종자 발아에 적합하도록 하여 주는데 그 목적이 있다.

나) 영양번식법에 의한 조성

한국잔디는 종자 발아가 어려워 주로 영양번식법에 의하여 번식되어 왔으며, 특히 단시일내에 잔디밭을 조성하고자 할 때에 적용한다. 먼저 떼 입힐 자리를 깊이 15 20cm 이상 잘 파서 일군 다음 잡초뿌리, 돌, 기타 협잡물을 제거하고 기비를 하고 땅을 고른 뒤 롤러로 가볍게 땅을 다지고 떼를 나란히 펴 놓고 롤러로 다지거나 두둘기판이나 삽으로 두둘겨 땅과 밀착시킨다. 떼를 입힌 후에는 떼밥을 1cm 두께로 뿌리고 맨 나중에 관수를 한다. 비탈이나 떼가 뭉개질 염려가 있는 곳에는 길이 15cm 정도의 대나무 떼못을 2개 박는다. 떼 입히는 방법에는 떼 펴심기와 떼 줄기심기, 떼 잘라심기 등이 있다.

○ 떼펴심기

- 눈띄워심기

떼 사이의 폭을 3cm 내외 간격을 두고 입히는 방법으로 공비(工費)와 재료가 절약되므로 일반적으로 많이 쓰인다.

- 어긋띄워심기

서로 어긋나게 입히는 방법으로 잔디의 생육이 주목적이다.

- 줄띄워심기

일정한 간격을 두고 줄을 띄워서 입히는 방법으로 잡초가 나기 쉬우며 잔디밭의 완성 까지 시일이 오래 걸린다.

- 다붙여심기

간격없이 붙혀서 입히는 방법으로 곧 이용할 수 있다.

○ 떼줄기 심기

헝클어진 잔디의 떼뿌리를 추려서 3 4본을 1속으로 하거나 또는 길이가 12 15cm 정도 되게 자르거나 하여 줄 사이를 15cm 정도의 간격으로 얕은 골을 만들고 여기에 근경을 심고 흙으로 덮고 다진다. 이 방법은 떼밥을 뿌릴 필요가 없다.

○ 떼잘라 뿌리기

잔디 근경을 2 5cm 정도로 절단한 것을 미리 정지한 지면에 고루 흩어 뿌려서 줄기가 덮일 정도로 흙을 뿌리고 다진 후 관수한다. 이 방법은 잔디가 적게 들므로 넓은 면적에 심을 때 적합한다.

○ 떼의 규격

떼는 들잔디에 있어서는 보통 길이 45cm, 나비 18cm 크기로 떠 올린 잔디를 뗏장이라고 부르며, 40장을 20장씩 2속으로 한 것을 한 평이라고 부르는데 실지 넓이는 3.24㎡이 된다. 그리고 금잔디는 보통 길이 38cm, 폭 15cm의 크기로 떠 올린 뗏장 40장을 한 평이라고 부르는데 실지 넓이는 2.28㎡이 된다.

제8장 환경림 조성관리

1. 도시림

(1) 도시림 조성

(가) 도시조림지의 환경특성

도시림은 인간에 의하여 점유된 환경에 놓여 있기때문에 도시사회에 필수적인 구조물들이 차지하고 남은 공간에 존재하게 된다. 그러므로 도시림은 차도, 보도, 주차장, 전선, 파이프 등 제반 시설물들을 손상하지 않는 범위내에서 남은 공간에 적절하게 조성되어야 하며, 단단하게 굳어진 토양과 오염된 공기에 견딜 수 있어야 하고, 사람이나 해충, 여러가지 운송기구 등에 의한 손상 위험에 대처 되어야 한다. 이와같이 도시림의 환경은 입지, 공간, 사람으로 구성되어 있다고 할 수 있다. 도시의 건설은 기존의 숲과 숲조성 예정지에 막대한 영향을 미친다. 지위가 바뀌고 배수 상태가 변화되며, 토양이 교란되거나 굳어지며, 광선이 반사되거나 흡수되는 표면이 조성되고 공기의 순환 패턴이 변화된다. 그러한 변화는 도시림을 손상시키는 가장 큰 영향인자가 될 수 있으며, 때에 따라서 빌딩이나 기타 도시구조물들은 수목생장에 좋은 미기상을 조성하기도 한다. 도시를 건설하기 위하여는 숲의 한 부분이 제거되어져야 하며 그러한 숲의 갑작스런 제거는 새로운 임연부가 형성되게 되는데, 이때 인접목에 보호되어 있던 수목이 광선이나 바람에 노출되어 피해를 받게 될 뿐만아니라, 작업장비에 의하여 물리적으로 손상을 입게 되며, 뿌리가 노출되거나 또는 복토에 의하여 피해를 입게 되고, 무차별한 가지치기 작업에 의하여 손상되기도 한다. 이와같이 도시림은 그러한 여러가지 악조건하에서 생존하고 생장하여야 한다는 것이며, 어떤 고정된 지대의 특수한 환경에 적응되어져야만 한다는 것이다. 도시지역에 식재된 수목은 그것의 생장공간에 적응된 형태로 생장하게 되며, 근계 역시 콘크리트 등으로 제한된 토양공간에 적응 생장하여야 한다. 그러므로 도시림의 조림수종은 생육환경인자의 제한에 따라서 거기에 적응할 수 있는 수종이 선정되어야 하며, 그와 같은 제한인자가 적을수록 수종선택의 폭이 커질 수 있다.

1) 수목의 식재공간

도시림의 조성을 위한 수목의 식재위치를 결정하는데 있어서 가장 중요한 인자는 수목의 생장공간이다. 도시내 수목의 생장공간은 빌딩, 인접목, 공중의 전선, 보도, 지하매설물 등에 의하여 직접적으로 제한을 받을 뿐만 아니라, 교통신호, 표지판, 가로등을 위한 시계확보와 자동차나 보행자를 위한 활동공간 확보 등 여러가지 요인에 의하여 제한을 받게 된다. 이러한 식재공간에 대하여 수목을 선정식재하는데는 두가지 방법이 있다. 하나는 수목이 성숙하였을 때의 크기를 예상하여 공간에 적합하도록 수종을 선정하여 식재하는 방법과, 가지치기나 기타 다른 방법으로 수목의 생장을 확보된 공간에 맞추어 인위적으로 억제하는 방법이 있는데, 전자는 새로운 나

무를 식재하는 경우에 고려되어야 할 방법이며, 후자는 건설지역에 기존의 나무를 존치하여야 하는 경우에 적용되어야 할 것이다.

식재목은 각각 수종의 유전형질에 따라서 수목이 성장하였을 때의 크기가 다르며, 같은 수종이라도 입지에 따라서 생장차이가 크기 때문에 유의하여야 한다. 이와같이 성숙목의 크기는 어떤 일정 공간에 수목을 선정하는데 중요한 인자이며, 나무의 생장형태(수간 및 수관의 생장특성) 또한 경관설계에 중요한 요소일 뿐만 아니라 주어진 공간에 적정수종을 선정하는데에도 고려되어야 할 사항이다. 예를 들어서 좁은 공원길이나 소로에는 원주형, 타원형, 꽃병형등과 같이 좁은 수관폭의 수종을 심는 것이 가장 좋으며, 원주형과 같이 좁은 수관폭을 갖는 수종은 아주 적은 그늘을 제공하지만 밀식하여 차폐용으로 식재하면 효과적이다. 꽃병형의 수목은 지하고가 높고 하부수관폭이 좁으며, 상부수관폭이 넓기 때문에 자동차나 보행인의 통행과 시계를 방해하지 않기 때문에 가로수로서 오랫동안 심겨져왔다. 또한 피라미드형의 수목은 상부 수관폭이 좁기 때문에 적은 그늘을 제공하지만 하부의 수평가지가 생장할 수 있는 공간이 있는 경우에 경관의 표징목으로 식재할 수 있으나, 가로수로는 부적정하며 넓은 잔디광장의 수림대조성에 가장 적합하다.

2) 토양

도시의 토양은 각종 건설공사에 의하여 극심하게 변질되어 진다. 표층토가 대부분 제거되거나 또는 심층토로 표면이 피복되는 경우가 있으며, 때에 따라서 모래나 자갈 등 건축 폐기물들이 혼입되어 있는 경우도 흔히 있을 수 있다. 대부분 건축물의 주변공지는 자갈이나 나무조각 등으로 채워져 있다고 해도 과언이 아니며 또한 너무 단단하게 고결되어 있어 수분의 침투나 배수가 불량한 상태이고 지하수위도 변화되는 경우가 흔히 있다. 도로나 주차장 등을 건설하는데 있어서 토양을 단단하게 다져야 하므로 그러한 시설에 인접하여 심어진 나무는 이러한점에 유의하여야 할것이다. 또한 건설공사를 위한 중장비의 사용도 토양 고결의 원인이 되며, 이렇게 단단히 굳어진 토양은 통기를 불량하게 하여 대기와 토양내 공기의 순환을 방해하므로서 토양내 산소와 탄산가스의 균형을 깨트려 수목의 뿌리생장을 방해한다. 또 그러한 토양은 배수가 불량하여 지기 때문에 토양공극 내에 공기를 대신하여 수분이 많아 지게 되며 따라서 지하수위도 상승하게 되어 식물의 뿌리생장을 방해하는 결과가 된다. 토양의 통기불량은 나무의 생장에 직접적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 토양미생물의 번식을 억제하는 등 토양내 생태계를 파괴하므로서 수목의 생장을 방해하게 된다. 그러므로 도시지역에서 토양의 물리 화학적 성질이 극히 악화되어 있는 지역에 대하여는 토양을 굴기하여 주거나 배수시설을 하고, 필요한 경우는 객토작업을 하여 수목이 자랄 수 있는 조건을 조성하여 주어야 한다. 토양의 물리적 성질은 모래나 이탄 등의 물질을 혼입하여 개량하며, 유기물의 혼입은 토양의 배수상태나 비옥도, 산도 등을 감안하여 적절히 사용되어져야 효과적이다. 토양내 유기물을 증가 시키기 위하여 이탄, 가축의 분뇨, 퇴비 등이 일반적으로 사용되어 지며, 미량원소의 결핍은 일반 상업용 비료를 이용하며, 토양의 산도는 토양내에 양료의 함량에 의하여 조절될 수 있다.

3) 미기상

도시림은 사람과 숲자체에 의하여 조성된 미기상에 존재한다. 수목의 생장에 막대한 영향을 미치는 미기상인자는 대기온도, 습도, 바람이다. 미기상은 열, 추위, 바람, 증발량의 최고치와 최소치, 어떤 기상상태의 지속기간이 얼마나 많은 영향을 미치느냐에 따라서 수목의 생장에 장애가 될 수도 있고 도움이 될 수도 있다. 일반적으로 도시는 도시 외곽에 비하여 겨울과 여름 모두 온도가 높은 경향이 있으며, 풍속과 관계습도는 낮다. 그러나 그러한 일반성이 전체적인 것은 아니며 도시에 미기상은 아주 복잡하다. 도시지역은 인공구조물과 지형, 수목및 다른 유기체들의 집합체이다. 도시내의 지역과 위치에 따라서 각각 다른 미기상을 가지고 있다, Federer(1971)는 도시내의 미기상 유형을 첫째, 수분의 증발이 큰 비교적 넓은 공간으로서 수목이 있는 공원과 넓은 도로, 호수, 강의 인접 지역을 들었고, 둘째는 아주 건조한 지역으로서 수목이없는 넓은 도로, 광장, 주차장등의 소개된 공간을 들었으며, 셋째는 높은 빌딩으로 둘러 싸여 있는 좁은 도로와 건물주변의 작은 공간으로 구성된 지역으로 분류 하였다. 첫째 지역의 미기상은 대량의 수분증발로 인하여 여를철에는 상대적으로 온도가 낮고 공중습도가 높으며, 겨울철 역시 다른지역 보다는 온도가 낮고, 바람을 막어주는 구조물이 없기 때문에 풍속 또한 높다. 둘째 지역은 다른 지역에 비하여 온도는 높고, 공중습도는 낮다. 또한 이러한 지역은 과도한 일조량 때문에 온도가 아주 높어질 수 있으며, 풍속은 도시 외곽지역보다 다소 낮다. 그러므로 이지역에는 호습성 수종의 식재를 피하여야 한다. 셋째 지역은 다른지역에 비하여 여름철에 온도가 낮고, 방풍이 된다. 또한 겨울철에는 주위건물로 부터 열이 방출되기 때문에 다른지역에 비하여 다소 따뜻하다. 이 지역은 온도의 년교차가 크지 않고 방풍이 되기 때문에 비교적 많은 수종이 생장할 수 있는 조건이 된다.

그러나 그러한 일반적인 미기상을 갖지 않는 지역이 많이 있다. 열을 방출하고, 빛을 반사하며, 광선을 차단하는 도시의 구조물들은 그 자체의 독특한 미기상을 조성한다. 또한 높은 빌딩과 그 사이에 도로는 터널을 형성하여 풍속을 크게 증가 시키기도 한다. 또한 도로의 방향에 따라서 남-북 방향의 도로는 동-서 방향의 도로에 비하여 한낮에 많은 광선을 받기 때문에 미기상에 있어서 현격한 차이를 나타낼 수가 있다.

4) 오염

도시림의 오염정도는 다양하다. 오염은 물리적인 것과 화학적인 것이 있으며 식물의 생장기능을 방해하는 외부물질의 이입을 의미하며, 오염은 어떤 유해물질의 허용한계를 초과하였을 때 문제가 된다. 물리적인 오염은 분진 등이 수목의 잎에 쌓여 기공을 막으므로서 호흡작용을 방해하는 것 등을 말하며, 화학적인 오염은 화학적인 반응으로 식물의 생장을 방해하는 것을 의미하나 어떤 경우에 물리적 피해로 인식되어지는 것도 대부분은 식물체 내의 화학적 반응을 방해하므로서 피해를 입게 된다.

가) 공기의 오염

수목에 피해를 주는 공기의 오염물질은 일부 입자상태로 존재하기도 하지만 대부분은 기체상

태의 화학물질이다. 자동차 등의 운송기구, 발전소, 공장 등은 식물에 유해한 대기오염물질을 방출하는 주요 근원지이며, 도시산림에 영향을 주는 주요한 대기오염물질은 ① 아황산가스 ② 오존 ③ 에칠렌 ④ 산화질소 ⑤ 암모니아 ⑥ 염소와 수소염화물 ⑦ 분진 ⑧ 제초제 등이 있으며, 이들에 의한 가장 큰 피해는 아황산가스와 오존, 제초제에 의한 피해이다. 아황산가스는 정유시설이나 석탄을 사용하는 화력발전소가 주 발생원이다. 수목이나 기타 다른 식물들은 개엽시기인 초여름에 아황산가스의 피해가 가장 심하며, 아황산가스는 기공을 통하여 식물의 체내로 들어가며, 세포 속에서 작용하여 조직을 손상시키거나 고사 시킨다. 피해정도는 식물의 내성과 오염정도에 따라서 극심하거나 만성적인 경우가 있다. 물푸레나무, 사시나무, 자작나무, 미국느릅나무, 포플러, 잣나무 등은 아황산가스에 의한 피해가 심하며, 말채나무, 향나무, 단풍나무, 종비나무, 버즘나무 등은 비교적 내성이 강한 것으로 알려져 있다. 오존은 상층대기권에서는 필요한 물질이지만 지표면에서는 식물을 죽이거나 손상시킨다. 오존은 태양광선내에서 광화학반응에 의하여 자동차 등으로 부터 방출된 탄화수소와 질소산화물로 부터 생성된다. 오존은 소나무류, 물푸레나무, 아까시나무, 잣나무, 버즘나무, 튜울립나무 등에 비교적 큰 피해를 주며, 흑호도, 말채나무, 전나무, 단풍나무, 가문비나무 등은 비교적 내성을 가지고 있다.

공기중의 제초제는 도시림의 수목을 해치는 주요 요인이 된다. 잡초방지를 위하여 제초제가 미립자 형태로 바람에 운반되어지는 경우가 많이 있기 때문이다. 농업지대의 도시림은 목초지나 농경지에 제초제가 바람에 날려와 피해를 입는 경우가 많이 있다.

나) 토양의 오염

일반적인 토양오염물질은 오일, 휘발유, 제조된 가스나 천연가스, 염분, 제초제 등이다. 일부의 오염물질은 식물조직에 접촉하여 파괴하므로서 직접적인 피토양의 오염은 일반적으로 한정된 지역에 나타나며, 가끔 수목이나 기타 다른 식물에 해를 일으키며, 어떤 것은 뿌리를 통하여 흡수되어 식물에 피해를 준다. 또 어떤 것은 토양을 산성화 하거나, 토양내에 자연적 화학변화를 방해하므로서 간접적으로 식물에 피해를 주기도 한다.

제초제에 의한 토양오염은 근래에 점차 증가되고 있는 추세로서 적절하게 잘 사용한다고 할지라도 갑작스런 강우 등에 의한 유실로 인하여 수목이나 식물에 피해를 주게 된다. 또한 염화칼슘은 겨울철에 얼음이나 눈을 녹이기 위하여 차도나 보도에 사용되고 있는데, 소금물이 흘러내려 토양에 침투하므로서 뿌리에 피해를 주거나 자동차가 지나갈 때, 소금이 녹아 있는 물이 인접목에 튀어 피해를 일으킨다. 인공적인 합성가스는 수소청산가리(hydrogren cyanide), 탄소일산화물(carbon monoxide), 불포화성 탄화수소물(hydrocarbon)을 포함한다. 이러한 기체상태의 오염물질이 토양공극으로 흘러 들어 갔을 때 식물의 뿌리를 손상시키게 된다.

다) 광선의 오염

안전을 이유로 도시지역의 조명시설은 점차 증가 되어왔다. 1950년 이래 수은, 금속성 할로겐, 나트륨 램프가 일반적으로 흔히 사용되어 왔으며, 그것은 일부 도시림의 생장환경을 변화시켰다. 특히, 식물에 영향을 미치는 것은 24시간 조명이 되는 경우이며, 그러한 점에서 광선도 일종

의 오염요인으로 간주할 수 있다. 빛에 대하여 식물은 다른 환경요인과의 상호작용으로 반응하며, 작용기간, 특성, 정도에 따라 차이가 있다. 고온이나 저온, 건조와 같이 생장을 저해하는 몇 개의 인자는 빛의 영향을 배가할 수 있다. 빛에 대한 식물의 반응은 다양하다, 어떤 식물의 다른 생장조건이 모두 양호할 때 계속적인 조명은 가지마디의 길이와 엽면적을 크게 하는 경향이 있으며, 엽록소의 생성과 생존이 약화된다. 그러한 생장반응의 위험은 식물이 대기오염에 약해지거나 또는 그러한 생장이 초가을 서리의 해를 받을 우려가 있다. 단풍나무, 자작나무, 버즘나무, 느릅나무, 꽃말채나무 등이 인공조명에 영향을 받기 쉬운 도시 수목이다.

라) 사람에 의한 피해

도시림은 사람에 의하여 점유된 환경에 있으며, 도시 사회에 필요한 모든 구조물들이 지어지고 난 공간에만 성립되고 있는 바, 이것은 도시림의 존재가 인간에게 중요하지 않다거나, 그러한 도시림이 도시계획에 고려되지 않는다는 것을 의미하는 것은 아니다. 한편 그것은 인간이 일반적으로 도시산림환경에 부정적이라는 것을 의미한다. 그러나 절대적인 것은 아니며, 사람들은 산림을 파괴시키고 오염시키는 한편 나무를 심고 가꾸고 비료를 주기도한다.

(나) 조성방법

도시림의 관리에 있어서 식재작업은 가장 중요한 작업으로서 의도하는 어떤 경관을 조성하는데 가장 확실하고 효율적인 방법이다. 그러나 도시는 일반적으로 열악한 토양조건, 일조량 부족 등 식재공간이 좁고 또한 도로와 접한 부분이거나 어떤 건물이나 부지의 가장자리에 한정되는 등 수목의 식재에 많은 어려움이 있다. 도시내에 수목을 식재할 때 고려되어야 할 가장 중요한 사항은 식재수종의 선정조합, 식재위치의 결정과 전체적인 도시내 수림대 조성에 대한 디자인이다.

1) 수종선정

도시내의 조림은 수종과 입지조건, 사회환경적 요인을 고려한 장기 기본계획이 수립되어야 하며 그 계획에 근거하여 식재계획이 수립 실행되어야 한다. 수종의 선정에 있어서 우선 고려되어야 할 사항은 식재지의 기온과 광선 및 토양조건, 식재수목의 생산지 등이며, 가로변이나 휴식광장 등 식재지역의 기능에 따라서 수목의 형태나 생장특성 등이 고려되어야 할 것이다. 다음은 수종에 따라서 예상되는 병충해이다. 병충해의 만연을 방지하기 위하여는 가능한 식재수종을 다양화하고 식재목의 임령도 다르게 하는 것이 좋다. 같은 수종으로 순림을 조성하는 경우에도 10 15% 정도는 다른 수종으로 혼효식재 하는 것이 좋다. 또한 많은 사람들이 근접하여 생활하는 도시내의 수목이라는 점을 감안하여 포플러류나 버드나무류와 같이 종모(種毛)로 인하여 도시민의 건강을 해치거나 은행나무와 같이 열매에서 악취가 나는 수종들은 피해야 할 것이며, 가능하면 도시라는 특별한 환경에 잘 견딜 수 있는 것으로서 대기정화능력이 큰 수종을 선정 식재하여야 할 것이다.

표 8 - 1 - 1. 아황산가스(SO_2)에 대한 수종별 내성

약	강
물푸레나무, 사시나무, 자작나무, 산딸기, 개오동, 느릅나무, 낙엽송, 스트로브잣나무, 방크스소나무, 테다소나무, 버지니아소나무, 포플러	네군도단풍, 층층나무, 향나무, 단풍나무, 가문비나무, 플라타너스, 튜립나무

표 8 - 1 - 2. 오존(O_3)에 대한 수종별 내성

약	강
물푸레나무, 주엽나무, 낙엽송, 버지니아소나무, 스트로브잣나무, 방크스소나무, 포플러, 플라타너스, 튜립나무	흑호도, 전나무, 단풍나무, 가문비나무

표 8 - 1 - 3. 인공조명에 의한 수종별 피해도

심	중	경
신나무, 꽃개오동, 흰말채,단풍버즘나무, 비술나무, 느티나무	단풍나무, 층층나무, 모감주나무, 황벽나무, 회화나무	너도밤나무, 은행나무, 태산목, 야광나무, 콩배나무, 로버참나무

2) 식재위치.

도시내에서 수목의 식재위치를 결정하는데 있어서 고려되어야 할 점은 도시민의 활동이나 어떤 시설물들의 기능을 저해하지 않도록 하는 한편 도시환경개선에 최대한 이바지되도록 하여야 한다. 소방전, 교통신호, 표지판, 가로등, 전선, 지하매설물, 건물 등의 도시 시설물의 기능을 방해하지 않도록 하고, 도시민의 활동에 지장이 없도록 식재위치가 신중하게 선정되어야 할 것이며, 미적 기능과 함께 방풍, 방화 등의 기능도 충분히 발휘되도록 하여야 할 것이다.

3) 식재목의 배치

수목의 식재는 미관상 좋지 않은 지역은 차폐하고, 경관이 양호한 지역은 시계를 열어서 관망되도록 배치되어야 한다. 또한 수림이나 수목의 형태, 크기, 질감, 색채 등의 요소를 다양하게 조합 배치하므로서 관망자들의 흥미를 유발시켜야 한다. 가로변에 있어서 경관의 변화와 다양성은 운전자들의 피로를 예방하고 경각심을 가지게 하며 위험지역을 강조하는데 중요한 역활을 한다. 그러나 과도한 변화와 다양성은 무질서를 초래하고 조화와 연속성이 결여되므로서 조잡한 경관을 만들 수가 있으므로 주의하여야 한다. 이상적인 도시 수림은 과학적으로 설계되어야 하며, 적절한 변화를 가진 신축적이고 특징적인 경관을 구성하므로써 보행자와 운전자가 자연스럽고 편안한 마음으로 잘 계획된 경관을 감상할 수 있도록 하여야 할 것이다.

도시내에 적절히 심겨진 수목들은 소음방지, 공기정화등의 기능을 가질 뿐만이 아니라 건축물 등 구조물들의 각(角)진 윤곽을 완화시키고, 차폐공간을 조성하므로서 사(私)적 생활을 보호하며, 기후완화 기능으로서 그늘을 만들고, 방풍 등의 기능을 효과적으로 수행할 수 있다. 또한 식

재할 나무를 선정하고 수림대를 디자인 하는데 있어서, 미적 기능과 원칙이 고려되어야 한다. 또한 식재할 수목의 형태, 크기, 질감 (質感), 색채 등을 감안하여 연속성(Sequence), 반복, 리듬, 통일감, 강조성 등이 적절하게 안배되고 표현되어야 한다.

가) 수목의 형태

수목의 형태는 수관(樹冠)의 외곽선과 가지의 형태, 생장습성에 의하여 결정된다. 모든 수목들은 정상적인 생장조건 하에서는 수종에 따라서 각각의 특징적인 형상을 나타내게 된다. 또한 수목의 형태는 수목의 자람세와 성숙정도에 따라서 차이가 있다. 그러므로 수림을 디자인할 때는 성숙하였을 때 나타나는 그 수종 고유의 형태를 예측하여 설계하여야 한다. 수목의 형태는 도시림의 디자인에서 가장 중요한 요소로서 둥근형, 타원형, 원추형, 피라밋형, 꽃병형 등이 적당하고 피라밋형은 공원이나 그 밖에 넓은 공간에 식재되는 것이 바람직하다.

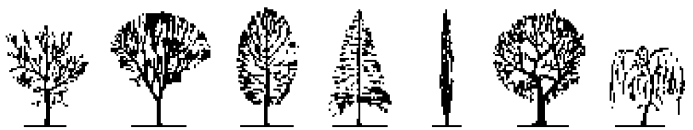


그림 8 - 1 - 1. 수목의 생장유형

나) 수목의 크기

수목의 크기는 도시림의 디자인에 있어서 두번째로 중요한 요소로서 모든 수종은 정상적인 조건하에서 최대한 자랄 수 있는 크기가 있다. 도시림의 조성에서 식재수종을 결정할때 그 나무가 얼마만큼 자랄 것인지를 예측하지 않고 우선 좋아하는 나무를 선정하는 경우가 많이 있다. 그래서 가끔 가로변에 식재한 수목이 전선위로 생장하여 위험을 주거나 또는 너무 크게 자라서 통행이나 시계를 방해하고 인접 시설물 등에 위험요소가 될 수 있기 때문에 식재수종의 크기를 예측하여 수목을 선정 배치하므로서 이러한 부작용을 예방하여야 한다. 수목의 크기는 일반적으로 큰키나무(키가 20m이상 자람), 중키나무(키가 9-19m까지 자라는 나무), 작은키나무(키가 8m이하로 자라는 나무)로 구분한다.

다) 수목의 질감(質感)

수목의 질감은 일반적으로 거칠음(coarse), 적정함(medium), 고움(fine)으로 구분하여 표현되는데, 이것은 접촉에 의한 촉감이 아니라 시각적으로 느껴지는 질감을 말하며 동일한 시각적 공간에서 다른 식물과 연관하거나, 한나무 또는 몇나무의 연합에 의하여 보이는 질감을 뜻한다. 수목의 질감은 작은 가지와 잎의 크기, 또는 그것들의 밀생정도에 의하여 형성되며 수피의 형태적 특성도 부수적으로 작용할 수 있으나 잎의 크기가 그 나무의 질감에 영향하는 가장 큰 인자이다. 도시림의 조성에 있어서 수종을 조합하고 배치할 때 질감에 있어서는 통일성과 연속성을 갖도록 하여야 한다. 질감에 대하여 적정한 변화를 주는것은 경관의 단조로움을 막고 관망자의

흥미를 유발할 수가 있다. 질감에 있어서 급격한 변화는 경관구성요소중 어떤 것을 강조할 필요가 있을때 적용되어 진다. 예를 들어 둥근형의 낙엽활엽수 식재지에 전나무와 같은 피라밋형의 상록 침엽수를 식재하여 강하게 대비 시키므로서 그 부분의 경관을 강조하여 관망자의 시선을 유도할 수가 있다.

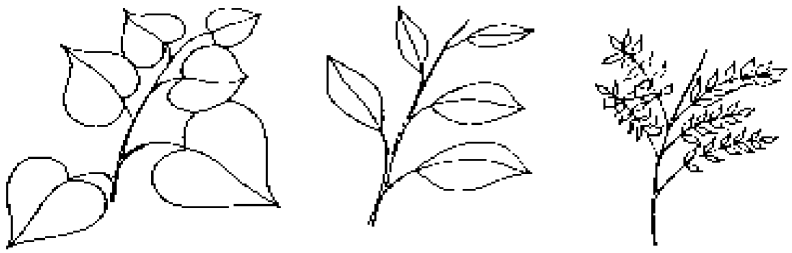


그림 8 - 1 - 2. 잎과 잎의 착생형태에 따른 수목의 질감

라) 수목의 색채

수목은 수종에 따라서 고유의 색채를 가지고 있으며, 수목의 활력, 토양 및 양료의 조건, 계절 및 잎과 가지의 나이 등에 따라서 다양하게 나타난다. 수목의 색채는 네번째로 고려되어야 할 디자인 요소로서 색채의 배합은 적정한 변화를 주되 전체적으로 통일성을 가지도록 한다. 한편 강한 대비는 관망자의 시선을 유도하는데 가장 효과적이므로, 필요한 곳에 적절히 적용하여 수림대의 기능을 극대화 시키도록 하여야 할 것이다.

도시내에서 수림대 조성에 의한 아름답고 기능적인 공간을 창조하는데 있어서 수목의 형태, 크기, 질감, 색채의 4가지 디자인요소가 한번에 모두 다 적용되기는 어렵다 하더라도 4가지 요소가 모두 고려되어야만 한다. 연속성을 유지하기 위한 어떤 요소의 반복은 도시림의 디자인에 있어서 기본적이며, 일반적으로 4가지 요소중 가장 우세한 요소는 수목의 크기와 형태이다. 자연미가 요구되어 질 때 수목의 식재는 3, 5, 7, 9 본을 단위로 하는 군상식재가 가장 좋으며 관망자의 주의를 환기시킬 필요가 있을 때는 다양도를 높게 하고 변화를 크게 주도록 하여야 한다. 예를 들어 중간크기의 수목으로서 둥근 형태의 질감이 고운 녹색 수목을 식재한 곳에 큰키의 피라밋형으로서 질감이 거칠은 나무를 식재하면 관망자의 시선을 이끄는 요인이 될 것이다.

(다) 시설에 따른 식재방법

1) 가로변

도시내에서 가로공간은 자동차와 사람들의 이용빈도가 가장 높은 곳으로 대기오염농도 및 소음수준이 높아 이에 대한 환경개선이 가장 중요하다. 그러나 가로변은 일반적으로 식재공간이

좁고 전선이나 교통표지판 등 시설물들이 집중되어 있어 수목식재에 제약조건이 될 뿐만 아니라 사람의 통행이나 자동차의 운행 등 기능적인 측면이 고려되어야 하기 때문에 가로수의 식재나 수림대의 조성에 있어서 고도의 기술을 필요로 한다.

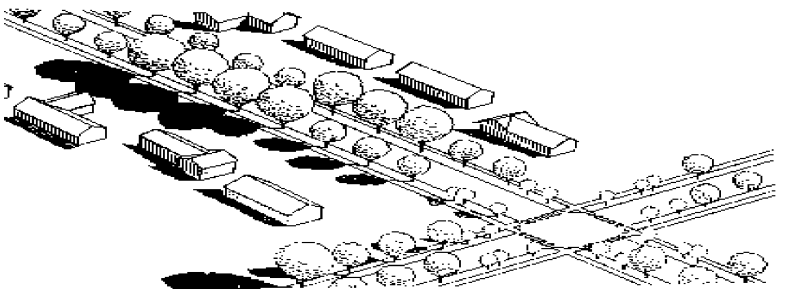
○ 가로공간은 그 조성과정이 자연적이거나 또는 인공적인 것인가를 막론하고 바닥면, 양측의 수직면, 상부공간의 3면으로 구성되며, 바닥면은 대부분 콘크리트, 아스팔트, 벽돌, 자갈, 잔디로 구성되어 있거나 이것들이 조합 되어 있는 상태로서 색채와 질감에 있어서 다양성의 결핍으로 싫증이나 권태, 피로를 유발하기 쉬우므로 적당한 변화를 주는 것이 필요하다.

○ 상부공간이 하늘과 구름만 관망되어 질 때 너무 단조로우므로 수목을 식재하여 부분적으로 비음지역을 조성하여 주므로서 경관의 변화를 주는 것이 좋다.

○ 가로공간에서 경관의 다양성과 이에 따르는 흥미의 유발은 양측 수직경관에서 가장 크다. 가로수, 건물, 담장, 울타리 등으로 구성되는 측면의 수직경관은 가장 독창적이고 다양하게 조성될 수 있으며, 가로수의 적절한 이용에 의한 측면경관의 창출은 아주 중요하다. 멀리 떨어진 산이나 초지, 또는 건조물로서 보기 좋은 경관에 대하여는 시계를 열어줌으로써 가로변 경관의 일부가 되도록 하는 것이 좋으며, 경관상 불리한 시설물 등은 차폐식재로 시계를 차단한다, 일반적으로 가로변 경관에서 강한 대비는 피하는 것이 좋으며, 수목의 형태, 크기, 질감, 색채에 대하여 적절한 변화와 반복을 주므로서 운전자나 보행자가 싫증을 느끼지 않고 편안하게 활동할 수 있도록 하여야 한다. 일반적으로 가로수는 둥근형, 타원형, 꽃병형 등의 수종들이 적당하며 피라밋형이나 버드나무와 같이 느러진형은 운전자나 보행자의 시계를 차단하고 전체 경관의 조화를 깨트릴 수가 있다. 그러나 경우에 따라서 넓은 길에서 시계를 방해하지 않기 위해 자동차 헤드라이트의 강한 빛의 반사등을 차단하여야 하는 경우에는 하부가지가 밀생한 피라밋형의 상록침엽수류를 식재 할 수있다.

○ 방음, 방진 등의 효과를 높이기 위하여 교목류와 소교목, 관목 등을 적절히 배치하여 다층림을 구성토록 하고 수목의 건전한 생장에 유의하여 가능한 식재밀도를 높이도록 한다.

○ 도로의 중앙분리대나 교차로의 중앙녹지대는 상록수를 식재하는 것도 좋으나 도로양편은 낙엽활엽수를 식재하여 겨울철에 햇빛을 막지 않도록 하여야 한다.



※교차로에서는 시계를 차단하지 않도록 키가 작은 나무를 식재

그림 8 - 1 - 3. 가로수의 수목 식재 예

2) 학교

학교시설은 아동 · 학생들의 학습장소이면서 체력단련과 정서교육 등 심신단련의 장소이므로 녹지가 풍부하고 조용한 환경의 형성과 유지가 기본적으로 요구된다. 또 학교의 녹지는 지역주민에게 친숙한 휴식공간을 제공함과 동시에 도시경관의 향상에도 기여하기 때문에 학교녹화의 필요성은 대단히 높다고 할 수 있다. 학교는 비교적 넓은 공간을 차지하고 있는 시설의 하나이기 때문에 앞으로도 식재를 할 여지가 비교적 많이 남아 있다. 또 공공시설이기 때문에 대기정화식수를 효과적으로 할 수 있는 대상지로 생각할 수도 있다. 이러한 관점에서 학교에서 식수를 실시할 때 고려해야 할 기본적 사항을 들면 다음과 같다.

○ 부지 주변은 시가지의 소음을 차단하고 자연의 혜택을 받는 조용한 학교환경을 형성하기 위하여 충분한 녹지공간이 필요한데 가능한한 녹지가 풍부한 환경보전림을 형성한다.

○ 교사 부근에는 적절한 실내 조도를 유지토록 하기 위하여 가능한한 교목을 열식한다.

○ 학교내에서는 일반적으로 수목의 크기가 공간적 제약을 받는 경우가 적기 때문에 수목의 자연생장을 중시한 자연생장방식에 의한 유지관리를 기본으로 하는 식재를 한다.

○ 야생조수류의 먹이가 되는 수종(밤나무, 상수리나무, 산딸기 등)을 식재하므로서 야생조류의 유치와 화단조성 등에 의해 자연교육, 환경교육 등의 교육적 효과도 고려한다.

3) 병원

병원, 진료소 등의 의료시설에는 환자가 충분한 의료혜택을 받고 쾌적한 요양생활을 할 수 있도록 깨끗한 공기, 적당한 일조, 통풍, 고요함 등이 확보된 쾌적한 환경이 요구된다. 또 이러한 의료시설에는 일부 큰 병원을 제외하고는 현관에서의 회차나 앞뜰의 녹화에 중점을 두고 있는데 비교적 넓은 식재가능공간들이 남아있는 경우가 있다. 이러한 관점에서 병원 등 의료시설에서는 다음과 같은 사항들을 유의하여 식재하여야 한다.

○ 부지 주변은 외부로부터 소음의 완화, 방풍 등을 고려할 필요가 있는데 이를 위해서는 가능한 한 복층림 형태의 환경보전림을 형성하여 쾌적한 요양환경의 확보를 꾀한다.

○ 병동 사이와 중간 뜰은 입원환자와 직원의 휴식장소, 산책의 장소로서도 중요한데 사계절의 변화, 생명감이 있는 자연과의 만남을 이룰 수 있도록 고려한다. 예를 들어 낙엽성 교목류나 화목류를 식재하고, 화단, 잔디 등으로 구성된 개방적이고 밝은 녹지공간을 조성한다.

○ 구급차량의 통행과 재해시 환자의 피난 등 구급의료활동에 필요한 공간확보를 고려한다.

4) 관청 등의 공공시설

관청, 문화회관, 구민회관 등의 도시나 지역을 대표하는 공공시설은 도시의 중심시설에 어울리는 상징성, 지역성을 갖는데 녹지의 풍부한 조성과 도시 경관 형성의 중심이 되는 중요한 역할이 기대되고 있다. 또 이들 시설은 도시 주민과 결속이 특히 강하고 시민이 폭넓게 이용하는 시설이기 때문에 부지 전체를 기능적으로 단순한 공간으로 하면서 친숙해지기 쉬운 공간으로 하는 것이 필요하다. 이러한 공공시설은 다른 시설에 비하면 일반적으로 식재 가능한 공간이 넓어서 대기정화식재를 할 수 있는 대상지로도 활용이 가능하다. 이러한 관점에서 관청 등 공공시

설에서 식재를 할 때 고려해야 할 기본 사항을 들면 다음과 같다.

○ 부지 주변은 공간적인 제약이 비교적 작기 때문에 자연생장을 중시한 관리를 기본으로 한 녹지가 풍부한 복층림을 형성한다.

○ 이용자가 많은 문에서 현관에 이르는 입구 부근은 시민 휴식의 장으로 사계절의 변화를 느낄 수 있도록 구성하는데, 예를 들면 녹음수, 화목, 화단 및 잔디 등으로 구성된 개방적이고 친숙해지기 쉬운 녹지공간으로 조성 한다. 또한 상징목 등의 도입에 의해서 경관적인 녹화를 꾀하는 것도 효과적이다.

○ 부지내에는 재해시 긴급피난 장소로서 빈공간의 확보가 필요하며, 잔디 등의 정비에 대해서도 고려할 필요가 있다.

○ 관청 등의 공공시설은 타시설과 함께 일단의 공공지대를 형성하고 있는 노지와의 연속성을 꾀할 필요가 있다.

5) 공장

공장은 그 생산활동에 따라서 대기오염물질과 소음을 발생할 가능성이 다른 시설보다 더 높기 때문에 대기환경을 개선할 목적이라면 가능한 한 밀도를 높게 하여 식재하는 것이 바람직하다. 공장을 녹화하는 것은 직장환경의 개선, 사고 발생시 재해 확산의 방지, 기업의 이미지 제고, 지역사회와의 친화 등 공장 뿐만이 아니라 지역사회 전체에 대해서도 그 효과가 매우 크다고 생각된다. 공장의 규모는 꽤 다양한데 중 · 대규모의 공장 중에는 식재가능 공간이 상당히 많다. 도시에서 식재 가능 공간이 한정되어 있기 때문에 대기정화식수를 할 수 있는 대상지로 이용 가능하다고 하겠다. 공장에서 대기정화식수를 할 때 고려하여야 할 사항을 들면 다음과 같다.

○ 부지주변은 차폐효과를 위해서 수목의 건전한 생육에 유의하면서 가능한 한 식재밀도를 높게 한다. 공장 부지내의 수목은 차량의 통행, 주차, 자재를 쌓아 두는 곳 등 생산기능상 지장이 되는 일부 구역을 제외하면 일반적으로 공간적 제약이 적기때문에 부지 주변을 중심으로 자연상태의 관리를 기본으로 한 복층림 형태의 수림을 조성한다.

○ 공장내의 광장은 종업원의 휴식장소로도 중요하므로 녹음수, 화목, 화단 등으로 구성되는 밝고 쾌적한 녹지공간의 조성 등도 고려가 필요하다.

○ 공장과 창고 등 건물 주변과 벽면도 내부경관의 향상 등의 관점에서 가능한 한 녹화한다.

6) 주차장 등의 공지

도시에서는 범람하는 차량을 수용하기 위하여 다양한 규모의 주차장 등과 같은 공지를 많이 볼 수 있다. 이와 같은 공지는 차량의 수용이라는 효율적 기능을 충족시키기 위하여 부지면적 대부분을 포장하기 때문에 녹화공간은 지극히 적은 경우가 많다. 또한 차량이 수없이 많이 모인다는 점에서 보면 주차장은 일종의 대기오염원으로도 생각할 수 있는데, 이러한 오염발생원에 대한 대책으로서 가능한 수목의 밀도를 높게 하여 식재하는 것이 대기환경의 개선에 있어서 매우 바람직하다. 이와같이 주차장 등의 공지에 대한 식재는 대기정화와 더불어 도시경관의 향상

이라는 점에 있어서도 바람직하기 때문에 앞으로 대기정화식수를 할 수 있는 대상지로서도 고려된다. 이러하 점에서 식수를 실시할 때 고려해야 할 기본적인 사항을 들면 다음과 같다.

○ 부지 주변은 비교적 공간적인 제약이 적어서 적극적인 녹화가 가능한 경우가 많기 때문에 가능한 한 생울타리를 만들고 교목류를 열식한다.

○ 주차장 내 주차공간을 구획하는 식수 등에 대해서는 가능한 한 교목류의 열식과 하층목으로 관목류의 식재를 병행한다.

○ 주차장의 경우 지상에서 몇 미터 높이 이상의 공간에서는 수관이 벌어져도 지장이 없기 때문에 이러한 공간적 특성에 유의하여 적당한 유형의 수종을 선정 식재한다.

○ 익은 열매나 잎이 떨어져서 수액, 진 등이 차체에 부착되어 떼어내기 어렵거나 페인트 등이 변색되기 쉬운 수종(은행나무, 벚나무류등)에 대해서는 주차장의 기능을 손상시키지 않도록 피할 필요가 있다.

○ 수목보호대의 이용과 투수성 포장의 시공 등에 의해서 식재공간을 가능한한 넓게 개선한다.

7) 점포 및 업무용 빌딩

일반적으로 쇼핑객은 쾌적하고 아름다우며 청결감이 넘치는 상점가로 모이는 경향이 있기 때문에 상점이나 빌딩의 앞뜰 등을 녹화하여 환경과 경관의 개선을 꾀하는 것은 손님의 확보와 상점 또는 기업의 이미지 제고에 매우 효과적이고 지구 전체의 이미지를 높이는 데도 크게 기여하게 된다. 그러나 상업 · 업무지는 일반적으로 건폐율이 높고 부지내 건축면적이 차지하는 비율이 타 지역에 비해 현저하게 높다. 그렇기 때문에 식재 가능 공간의 확보는 일반적으로 어렵고 또 확보했다 하더라도 좁은 공간인 경우가 많으며 건축물의 그늘에 가려 일조량이 부족하기 쉽다는 문제점이 있다. 이러한 관점에서 점포 · 업무용 빌딩에서 식수를 실시할 때 고려해야 할 사항을 들면 다음과 같다.

○ 점포 · 업무용 빌딩의 앞쪽은 쇼핑객의 통행과 상품전시에 방해되지 않도록 상업 · 업무지로서 본래의 기능과 조화를 고려하여 식재할 필요가 있다. 일반적으로 수고, 수관폭을 제한하지 않을 수 없기 때문에 강 전정방식의 관리가 전제되어야 하며, 소교목이나 관목류를 기본으로 하고 가능하면 교목류를 열식한다.

○ 업무빌딩의 측면은 일조조건 등이 열악하기 때문에 식재는 일반적으로 어렵지만 가능하면 내음성이 강한 수종을 식재한다.

○ 빌딩의 전정, 테라스, 옥상 등에는 일반적으로 이용하지 않는 공간이 많이 있는데 이러한 공간에는 가능한 한 수목과 화초를 식재한다. 또 식재가능 공간의 확보를 위하여 화분(planter box)을 이용하거나 덩굴식물에 의한 벽면녹화 등도 생각할 수 있다.

8) 주택

주택은 인간생활의 기본적인 공간인데 이것의 집합체인 주택지는 주민의 생활이 쾌적하도록 깨끗한 공기, 적당한 일조, 조용함 등이 확보된 환경이어야 한다. 주택지를 녹화함에 따라서 아

름다운 거리가 창조되고 지역의 혜택이 증가할 뿐만 아니라 녹지와의 접촉에 의해 녹화에 대한 주민의 의식이 높아짐과 동시에 녹지를 통한 주민들의 교류도 활발해 질 것이므로 녹화의 효과가 클 것이라고 생각된다. 주택별 부지면적은 다른 시설과 비교하면 작지만 도시 전체에서 차지하는 공간 총량으로는 크다고 할 수 있고 앞으로 식재할 가능성 또한 높다고 할 수 있다. 따라서 주택지에서의 녹지의 증가는 도시 전체의 녹지량에도 큰 영향을 주기 때문에 앞으로 대기정화식수를 시행할 대상지로서 염두에 둘 필요가 있다. 이러한 관점에서 주택지에 대기정화식수를 실시할 때 고려해야 할 기본사항을 들면 다음과 같다.

○ 부지주변 특히 도로와 접한 부분은 방범, 방재, 경관조성 등 여러 가지 사항을 고려하여 가능한 생울타리로 한다.

○ 가옥의 남쪽은 중요한 시설에 접하고 있는 경우가 많기 때문에 적절한 실내 조도의 확보, 쾌적성 등을 충분히 고려하여 고목, 저목, 상록수, 낙엽수를 적당하게 배합하여 식재한다.

○ 가옥의 북쪽 등 일조조건이 좋지 않은 장소에서는 식재수종의 선정과 수종 구성에있어서 수목의 내음성을 충분히 고려한다.

○ 주택지에서는 주택규모에 따라 다르지만 일반적으로 수목의 크기에 제약을 받는 경우가 많기 때문에 수위 강전정 방식에 의한 유지관리를 전제로 하여 식재하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 전정이나 밑깍기에 견딜 수 있는 수종을 선정할 필요가 있다.

○ 공간적 제약과 주택에서 추구하는 모든 기능과의 조화 때문에 수목을 식재할 수 없는 장소에서는 화초나 지피식물(잔디 등)을 식재한다.

(라) 기능별 식재

1) 방호식재(환경보전식재)

생활환경림의 레크레이션적 이용에서 외부로부터의 좋지 않은 영향을 완화하기 위한 식재로 방음, 방진, 방풍 그리고 때에 따라서는 공해방지의 역할도 지니고 있다. 주로 부지의 외부를 대상으로 식재하지만 방풍을 목적으로 하는 경우는 내부에도 식재한다.

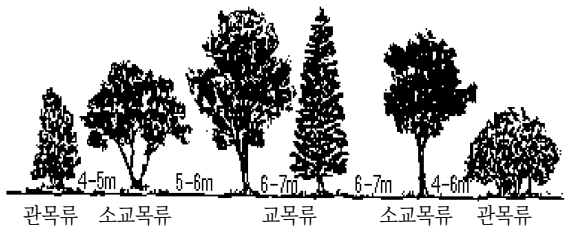


그림 8-1-4. 방풍림의 식재 모형

방음, 방진, 공해방지를 위해서는 수종 선정과 수림대 구성이 중요하며 상층목은 지엽이 밀생한 활엽수로 맹아력이 크고 병충해가 적은 수종이 좋고 중·하층목으로는 이와 더불어 내음성이 강한 것이 좋다. 임대 구성은 상층목, 중층목, 하층목의 3단으로 두껍게 식재하는 것이 중요하고 특히 임내 지표면이 보이지 않도록 주의해야 한다. 방진을 위해서는 임대 전후에 키가 작

은 초지가 있으면 그들도 모래 분진의 포착이나 비사방지에 큰 역할을 한다. 방음을 위해서는 임대 구성과 임대폭이 중요한데 음원이 자동차의 경우 차도에 가능한한 접근시켜 임대를 설치하고 폭은 20 30m 정도로 하며 임대 중 앞 높이는 14m인 것이 효과적이다. 방풍을 위해서는 임대 밀도를 정면에서 보아 60% 전후로 하는 것이 효과적인데 이 경우 바람의 감속효과는 바람 상측에서는 수고의 6배 바람 하측에서는 수고의 35배 정도이다. 임대폭은 전후로 7열식 정도가 가장 효과가 크다.

2) 차폐식재

차폐하지 않으면 안되는 장소나 공작물의 차폐에 이용되는 식재이다. 부지내에서는 나출된 벽밑이나 관리 및 서비스시설로서 쓰레기 소각장, 자재 하치장, 각종 대형 기기, 석유탱크나 고압선, 철탑 등이 있다. 대상물의 규모가 크지 않을 경우는 적당히 가리는 식재도 가능하지만, 수목의 높이와 비교하여 너무 큰 시설의 경우 완전한 차폐는 불가능하다. 그러나 가장 이용도가 높은 지점이나 공원로에 접근시키기 위하여 차폐 식재를 하거나, 중요 관망 대상물 등으로 시선을 유도하여 차폐효과를 얻는 경우도 있다.

3) 경계식재

사람의 출입을 막는다든지 경계를 명확히 하는 심리적 기능을 가지고 있으며 구체적으로는 유료시설의 경계나 휴양광장의 구획을 위한 식재 등이 있다. 전자는 밀식하는 것에 의해 사람출입을 방지할 필요가 있지만, 후자는 교목을 열식하여, 수관아래로 사람들이 자유롭게 왕래할 수 있도록 하는 것이 좋다.

4) 토양유실방지 식재

이것은 임내 토지조성 및 도로개설 등에 의해 생긴 나지상태의 법면을 그대로 방치하게 되면 토양침식이 일어나는 장소에 행하는 법면식재와 경사가 완만하여 눈으로 보아 토양유실이 일어나는 장소는 아니지만 장기적 관점으로 보아 식물생육에 중요한 표토나 유기물의 유실이 우려되는 곳에 행하는 토양보전식재의 두가지로 구분된다. 법면식재는 주로 초생공(草生工)이고 초생공을 행한 후에 묘목을 심는 것도 있는데, 나무가 잘자라지 않는 곳에는 비료목(싸리류)이나 조기녹화목 (아까시나무, 해송 등)이 좋다.

5) 지력증진 식재

건조 척박하여 입지조건이 나쁜 지역에 대하여는 주요 구성목을 식재하기 전이나, 식재후 육성기간 중에 싸리나무, 아까시나무 등의 비료목을 식재하여 지력의 증진을 꾀하는 식재를 말한다. 여기서 말하는 지력증진은 화학비료 투여방법이 아니고 옛날부터 행해진 녹비작물이나 비료목의 이용을 의미하고 있다. 이들 식물은 질소고정작용에 의해 흙속의 질소함량을 증진시키므로 그들의 떨어진 가지나 잎이 흙속에 유기물을 부여하는 의미는 크다. 특히 비료목은 아니지만 심근성인 상수리나무나 졸참나무 같은 수종은 땅속 깊은 곳에서 비료성분을 흡입하여 낙엽

에 의해 다시 표토로 환원해 토양을 비옥하게 하므로 적극적으로 이용할 필요가 있다.

6) 사람차단 식재

이 식재는 관리 및 서비스지역이나 묘포장 등의 경계근처, 기존 교육적 가치가 있는 자연림이나 이용자의 답압에 약한 소나무 조림지 등의 임연관리적 측면에서 사람의 무질서한 출입을 막기 위한 곳에 적합하다. 차폐나 유도기능을 겸하면서 교목을 병용하는 것도 있지만 단지 사람만을 대상으로 하는 경우는 1.1 1.2m의 높이면 충분하다. 식물재료는 생울타리에 사용되는 종류면 좋다. 기존림의 경우는 임연에 망토군락, 소태군락이 성립하고 있는 경우가 많고 특히 보호를 필요로 하는 수림에 있어서는 그들 군락을 그대로 유지해 두면 좋다. 그러나 이들 군락 구성종속에는 칡, 청미래덩굴과 같은 수목류를 고사시키는 덩굴식물이나 때로는 유독식물 등이 있으므로 이들을 제거하는 작업이 필요하다. 사람이 통과하기 위해 생긴 구덩이의 보수에는 가시가 있는 식물을 사용하면 효과적이다. 공원로변의 임연에서는 걸어가면서 임내를 멀리까지 볼수 있는 즐거움이나 임내를 산책하는 즐거움이 있어 인공식재는 하지 않는 것이 좋다. 그래서 장소에 따라서는 임연에 자연발생적으로 성립하고 있는 망토적 관목류를 차라리 정리해두면 좋다.

7) 산불방지 식재

도시지역에 있어 기존림은 신규조성지보다 시민들의 이용빈도가 높고 대규모적이어서 산화(山火)의 위험이 높다. 특히 수관화를 유발하기 쉬운 소나무림이 있는 곳에는 화재에 대한 충분한 대책을 사전에 수립해 둘 필요가 있다. 방화림대는 가능한 한 밀하게 열식하는 것이 효과가 높고, 그 설치장소는 들불이 나기 쉬운 초지에 접한 임연부, 능선부, 햇살을 받아 건조하기 쉬운 남서사면부 등이 적합하며, 방화수로는 아까시나무, 상수리나무, 굴참나무, 은행나무, 낙엽송 등이 있다.

(2) 도시림 관리

도시림은 도시의 영향을 크게 받고 있는 지역에 포함되는 산림을 의미하나 그 구체적인 범위는 아직 정립되어 있지 않다. 도시림 범위의 한 기준으로 행정적 권역을 생각할 수 있으나 사실상의 의미는 없다. 따라서 도시주민 가까이 있는 자연환경으로서의 산림이라는 관점에서, 여기서는 도시로부터의 개발압력이 미치고 있는「도시영향권」, 근교 레크레이션에 이용되고 있는「시민의 영향권」, 도시의 환경보전이나 재해방지에 직접적으로 관계되는「도시의 방재권」등이 종합적으로 관련되는 범위내에 분포하고 있는 산림을 도시림이라고 규정할 수 있다.

한편 도시림의 개념을 도시 및 시민의 편에서 생각하면 주거지에서 보이는 산, 야생동물이 서식하는 숲으로 언제라도 자유롭게 갈 수 있고, 자유롭게 즐길 수 있는 산이 도시림이다. 아울러 현대도시의 귀중한 녹색공간으로 시민의 심신을 위해 반드시 보전해야 하는 도시환경이기도 하다.

도시림은 지역마다의 풍토적 특성이나 그 지역 사람들과의 관계속에서 형성되어온 지역의 고유한 산림으로 이러한「지역적 고유성」이 도시림 제1의 특성이다. 다음으로 동일한 도시림이어도 임상, 소유구조, 도시주민과의 관계는 극히 다양하고 복잡한데 이러한 다양성과 복잡성을 제

2의 특성이라 할 수 있다. 제3의 특성으로서는 인공환경(도시)과 자연환경(농촌)의 중간적 영역, 휴양녹지와 생산녹지의 중간적 성격, 식생의 천이과정에서 극상에 달하지 않은 이차림이나 인공림이 대부분을 차지하는 현상에서 중간성을 생각할 수 있다(일본녹화센타, 1983).

(가) 기능

산림은 생물이 존재하는 기반으로 국토의 보전, 수원함양, 재해방지 등의 다양한 환경보전기능을 갖고 있다. 특히 도시림은 인간의 정신적 안정 및 정서의 함양, 건강증진에도 큰 역할을 발휘하는 등 우리들의 생활에 밀접한 관계를 가짐은 근자에 들어 더욱 부각되고 있는 중요한 기능이다. 더우기 도시림내의 오픈스페이스는 야외활동이나 스포츠, 교류의 장으로서 다양하게 활용되고 있다. 이와같이 도시림에는 다양한 기능이 있는 바, 본 장에서는 도시림이 지닌 기능을 종합적으로 높여 가기 위하여, 도시림의 기능을 (표 8-1-4)와 같이 생활환경보전기능, 경관형성기능, 휴양기능, 생태계보전기능, 방재기능, 자원생산기능 등으로 분류한다.

기 능	관 리 방 향
환경보전기능	- 산림의 환경보전기능의 충실과 강화 • 기상완화기능 · 대기정화기능 · 생활환경 형성기능의 향상
경관형성기능	- 산림이 풍부한 경관조성 • 사계절 감각이나 지역의 양호한 경관, 특색을 연출하는 소재로서 수목이나 꽃을 적극적으로 활용함과 아울러 환경도시로서의 품격을 양성하는 산림 풍부한 경관조성을 추진
문화 · 레크레션 기능	- 자연이나 역사 · 문화와 만나는 레크레이션 거점의 확충 • 레크레이션 · 스포츠 등의 여가활동이나 산림욕 · 산책 등의 건강조성, 야외활동 · 체험학습활동 등 시민의 다양한 수요에 부응하기 위한 산림을 각지에 확충정비
생태계보전기능	- 다양한 생태계가 보전되는 산림조성 • 지구차원에서 진행되고 있는 " 생물의 다양성 보전 "에도 기여하며, 지역차원의 " 다양한 생태계 "의 확보에 노력한다고 하는 관점에서 조류나 곤충 등을 적극 보전하고, 또한 과거 많은 사람들이 일상생활 속에서 체험했던 친숙한 산림의 보전과 복구에 노력하며, 다양성이 풍부한 산림을 연속적으로 확보하여 생태계의 회랑으로서 육성
방재기능	- 산림의 보전과 관리에 의한 안전하고 재해에 강한 도시조성 • 산림의 국토보전기능, 각종 재해시 피난지나 피난로의 역할, 구조 · 복구거점 등의 방재공간으로서의 역할을 높이는 등, 안전하고 쾌적한 도시조성에 공헌하는 다기능 산림의 보전과 창출

자료 : 녹색의 오오사카21 추진플랜, 1996

(나) 기본방향

도시림이 형성하고 있는 녹자원의 연속성 확보에 노력하면서 수원함양, 토사유출방지, 레크레션장으로서의 이용 등 공익적 기능을 유지 · 증진 시키며 나아가 풍부한 경관형성, 다양한 생태계의 확보 등을 이루기 위한 기본적 관리방향을 정리한다.

1) 주변산림의 보전

자연환경 보전에 관계되는 법령의 적정한 운용이나 제도의 효과적인 활용 등을 통해 산림의 적절한 보전 및 녹자원의 연속성 확보에 노력한다.

2) 산림의 공익적 기능 향상

산림이 가진 수원함양, 토사유출방지, 생활환경보전 등의 공익적 기능을 보다 고도로 발휘시키기 위해 인공림의 간벌촉진, 천연림의 육성 등 산림정비와 치산 · 치수사업의 적극적 추진을 도모한다.

3) 건전한 인공림의 육성

도시주변 산림의 인공림에 대해서는 적절한 보육관리를 촉진하여 우량한 목재의 생산을 유도함과 아울러 야생생물의 생식에도 적합한 다양한 수령 · 수종 · 식생으로 구성되는 장벌기 택벌시업 경영을 촉진한다.

4) 다양한 천연림의 정비

천연림에 대해서는 우선적으로 생물의 서식을 고려하며 아울러 댐이나 주요 하천상류지역의 풍토와 일체를 이루는 다양성이 풍부한 산림조성을 추진한다. 특히 자연성이 높은 식생에 대해서는 적절한 보호관리를 추진한다.

5) 자연과의 만남의 장 정비

시민의 다양한 수요에 부응하기 위해 지역 각지마다의 자연 · 역사 · 문화적 자원을 활용하는 자연과의 만남의 장(공원)을 조성하고 이를 자연보도 등을 이용해 네트워크화 한다. 특히 새롭게 자연공원으로 지정되는 지역에 대해서는 중점적인 정비를 추진하며 그 내부에 자연성이 높은 식생이 있는 지역에 대해서는 자연관찰 교육장소로서 활용할 수 있도록 정비한다. 또한 지역진흥에 기여할 수 있는 산림레크레이션 시설의 정비도 함께 추진한다.

6) 하천 · 계곡 · 수원지 등의 환경정비

산간부의 하천, 저수지에 대해서는 계곡, 계류 등 아름다운 경관의 보전이나 수변생물의 서식환경 확보에 노력하면서 자연과의 만남장으로서 정비 · 활용을 촉진한다.

(다) 목적임형의 결정

도시민의 생활환경유지 및 개선의 역할을 하는 숲, 즉 도시림을 장기간 관리하지 않고 방치하면 어떠한 산림으로 되는가에 대한 의문이 시민들과 행정가 사이에서 많이 야기되고 있다. 도시림은 용어 자체에서 나타나듯이 도시생활환경을 유지함과 아울러 자원활용을 위한 숲으로 도시

림을 환경 및 생산자원으로서 지속적으로 활용하기 위해서는 이들 숲에 대한 적절한 관리가 필요하다. 도시림의 정비나 관리는 산림소유자의 노력도 중요하지만 시민들의 협력이나 지원이 더욱 긴요한 일로 행정기관과 일체가 되어 추진되어야 한다.

1) 도시림의 목적임형

도시림을 자연적 조건이나 사회적조건, 활용 목적 등에 의해 (표 8-1-5)와 같이 5가지 형태로 구분한다.

목적 임형	산 림 의 활 용
공 원 형	자연체험, 레크레이션, 환경교육의 장 등으로 이용하는 산림
경 관 형	사람들의 마음에 심리적 안정감을 주고 시각적 풍요로움을 주는 산림
보 전 형	토사유실방지, 풍부한 자연식생, 다양한 생물이 서식하는 산림
방 재 형	산사태 방지 등 생활주변 환경을 지키는 산림

자료 : 활엽수림정비지침, 1995

2) 도시림의 목적임형 구분을 위한 산림조사

도시림을 적절히 정비하기 위해서는 먼저, 현재의 산림이 어떠한 상태에 있는지를 조사해야 하고 그 조사범위는 기본요소로서 개황, 수종구성과 수령, 지금까지의 관리상황 등과 자연조건 요소로서 표고, 지형, 경사, 사면방향, 토양 등 아울러 산림으로의 접근성, 목재의 수요, 경관적 가치, 문화 등과 같은 사회적 조건까지를 포함해야 한다. 대상산림조사는 (표 8-1-6)의 조사항목에 의해 실시하고, 조사결과에 따라 실제 정비, 관리단위가 되는 목적임형을 선정한다.

조 사 항 목	내 용	목 적 임 형
임 령	10년이하	보전형
	11~30년	방재형
	30년이상	경관형 · 공원형
수 종 구 성	희귀종이 있다. 사면부 유용수종이 많음	보전형
	풍치효과가 큰 수종이 있다.	공원형 · 경관형
수 형	제멋대로 자란 나무가 많음	보존형 · 방재형
	줄기가 곧은 나무가 많음	공원형 · 경관형
야 생 조 수	빈번히 발견됨	공원형 · 경관형
	적거나 없음	보존형 · 방재형
경 사	일반 이용이 가능한 완사면	공원형
	일반 이용이 제한된 사면	보존형 · 방재형
	붕괴 위험성이 있는 사면	방재형 · 보전형
사 면 방 향	북에서 동향	보존형 · 방재형
	남에서 서향	공원형

조 사 항 목	내 용	목 적 임 형
지 형	산등성이	공원형 · 경관형
	사면부	공원형 · 경관형
	계곡부	공원형 · 경관형 · 방재형
표 고	산록부	공원형 · 경관형 · 방재형
	산복부	보전형 · 방재형 · 공원형
	산정부	경관형 · 보전형 · 방재형
접 근 성	좋음	공원형
	나쁨	보전형 · 방재형
경관적가치	높음	경관형 · 공원형
	낮음	보전형 · 방재형

자료 : 가나가와현활엽수림정비지침, 1995, 일본

3) 목적임형의 결정

가) 목적임형의 배치

대상산림 조사결과에 따라 최적이라고 판단된 목적임형에 대해서 도로에서의 접근성, 수계, 계곡, 능선부 등을 고려하여 수평 및 수직적인 배치를 고려한다.

나) 목적임형의 재점검

대상 산림조사와 목적임형의 배치를 통하여 종합적으로 판단한다. 목적임형은 어디까지나 하나의 방향성을 나타낼 수 밖에 없으므로 각 대상산림에 대한 복합적인 검토가 필요하다.

(라) 관리지침

1) 도시림 관리의 공통지침

가) 선목

잔존목과 제거목의 선정을 마친 후, 형질불량목(暴木), 잠아가지, 해충에 의한 식해(食害, 줄기부패목)은 제거하고 목적임형에 맞는 수종을 선택한다.

나) 근주맹아목의 본수정리

근주맹아목은 모든 입목이 동일하게 굵어지지 않고 차이가 나타난다. 생산을 고려한 경우는 1본정도만 남기고 다른 맹아목은 제거한다. 공원형에서는 미적 가치를 생각하여 판단한다. 임지보전형에서는 본수를 정리할 필요가 없고 고사목도 제거하지 않는다.

다) 본수밀도의 조정

본수밀도가 낮아지면 임내가 밝아지고 조망성이 향상되어 쾌적한 숲으로 되지만 직사광에 의한 줄기의 피해나 잠아가지가 발생할 우려가 있으므로 주의한다. 그러나 임연부에서의 잠아가지는 망토군락의 역할을 할 수 있으므로 모두 제거할 필요는 없다.

라) 임상식생의 상태

일반적으로 임상식생에 양수성 식물이 많으면 인위적 관리나 훼손이 진행된 숲이고 내음성 식물이 많으면 주기적인 관리가 없이 장기간 방치된 숲을 의미한다. 그밖에 지역에 따라서는 야생동물에 의한 임상변화도 나타난다. 생산을 생각할 때는 느티나무, 물푸레나무, 들메나무 등의 유용수종의 치수가 있는지 없는지도 주요한 포인트가 된다.

바) 덩굴치기의 필요성

덩굴성 식물은 번식력이 강하여 다른 유용식물의 생육에 큰 지장을 주므로 임내에서는 제거하는 편이 좋지만 임연에서는 임내를 보호하는 역할을 하므로 존치하는 것이 좋다. 줄기에 직사광선에 의한 피해가 나타나기 쉬운 수종으로는 층층나무, 느티나무, 물푸레나무, 오리나무 등이 대표적 이다.

2) 목적임형별 관리지침

가) 공원형

○ 관리목표 : 산림의 공간이용이 주목적으로 상층목 본수밀도는 ha당 300본정도로 하고, 임상의 저목과 초본을 정리한다.

○ 주벌기간 : 벌채하지 않는다.

○ 정비시 유의사항

- 수형(樹型)이 우수하거나 큰 나무를 경관목으로 ha당 1 5본정도 선정한다. 이 경관목을 중심으로 간벌, 수광벌, 경관시업을 행하면 정비하기 쉽다. 경관목으로는 벚나무 등 화목류가 좋다.
- 임내공간의 조망성을 향상시키기 위해서는 ha당 본수를 300본정도로 하는 것이 효과적이고 상층목의 지하고를 높이는 것도 방법이다.
- 경관시업의 실행순서는 관목을 남기고 먼저 상층목을 벌채한 후 점차적으로 생장균형을 조절하면서 정리하면 좋은 경관을 만들 수 있으며 근주맹아목은 2 3본이 되도록 정비한다. 그러나 느티나무 등과 같이 대경목 이용을 고려한 경우는 형질이 좋은 것으로 한 본만 남기고 나머지는 벌채한다. 아울러 일회의 벌채량이 너무 많으면 키가 높은 임상식물이 증가해 버리므로 몇회에 나누어 본수를 줄인다.
- 수종의 균형을 생각하는 것이 중요하다. 산목련, 벚나무류 등 풍치효과가 높은 수종은 벌채하지 않고 남기며 낙엽긁기를 적극적으로 실행하여 임상식물의 증가를 도모한다. 3년정도 시업을 행하면 다채로운 경관을 기대할 수 있다.
- 정비한 줄기나 가지는 임내에 방치하지 않는다. 가지는 칩으로 부수어 보도와 산책로에 까는 것이 바람직하고 만약 임상식생의 증가를 바라지 않을 경우는 10㎝이상의 두께로 한다.

○ 정비후의 유지관리

간벌이나 하예를 행한 후 1 2년정도 방치하면 관목, 초본 등이 번무하여 공원적인 기능이 상

실되므로 보도에 인접한 광장 등을 중심으로 산림공간 이용에 필요한 최소한의 구역을 설정하여 반드시 매년 유지관리 한다. 유지관리로 발생하는 가지나 잎은 칩으로 부수어 나지화되고 있는 장소에 깐다.

나) 경관형

○ 관리목표 : 숲 가장자리에 휴식공간을 조성한다.

○ 주벌시기 : 여러 가지이다

○ 정비시 유의사항

- 정비장소에서 경관목으로 될 가능성이 큰 나무나 아름다운 임분을 중심으로 하여 경관시업을 행한다. 장소에 따라서는 원경과 근경의 조합이 주요한 포인트가 된다.
- 임분밀도의 단계적인 변화나 회복된 상태를 유지 시킬 수 있을 정도의 노력이 있으면, 상록수와 낙엽수, 교목과 관목을 조합시키는 것도 중요한 포인트가 된다.
- 벤취 등과 같은 시점장(視點場)을 여기저기 너무 많이 만들면 경관점(景觀點)으로서의 인상이 희박해져 역효과가 올 수 있으므로 주의해야 하고 시점장에 야외탁자나 벤치를 설치하면 더욱 효과적이다. 시업을 행한 숲에서 벌채된 나무를 이용하면 한층 효과적이다.
- 경관시업은 벌채를 많이 하게 되므로 벌채 후 숲을 방치하면 풀이나 덩굴이 번성해져 사후관리가 어렵게 되므로 덩굴제거와 하예에 세심한 주의가 필요하다.
- 5 10 ha 정도의 면적을 대상으로 하여 정비를 행하는 경우, 낙엽활엽수 이외의 인공림 등과의 조화를 꾀하면 효과적이다.

○ 정비후의 유지관리

- 덩굴이나 관목제거, 풀베기를 시행한 곳에 하층군락이 번성하기 쉬우므로 풀베기 등의 빈번한 관리가 필요하고 고사된 가지, 불필요한 가지 등을 제거하면 경관효과가 높아진다.
- 경관시업의 시기는 이용자 밀도를 고려 미리 결정해 두는 것이 좋고 시업 후 초여름에 발생한 맹아는 제거하는 것이 효과적이다.

다) 보전형

○ 관리목표 : 임지보전형의 목적은 여러 가지가 있다. 여기서는 다양한 식생을 조성하는 것이 목적으로 되지만, 토양보전이나 수원함양도 포함된다. 다양한 식생을 조성할 경우, 특히 어린 식생을 도입하는 것이 중요하다.

○ 주벌시기 : 여러 가지이다.

○ 정비시 유의사항

- 임지보전형 산림에서는 생물의 다양성이나 양질의 수자원을 확보하는 등의 기능이 요구된다. 여기서는 일정지역에 많은 생물이 생육할 수 있는 공간을 만드는 것을 목적으로 하여 벌채를 통해 생물종을 증가시키는 시업을 행한다.
- 정비면적이 너무 크게되면 효과가 없어지며 1ha정도의 면적이 적당하다.
- 정비에서는 멸종위기에 처하거나, 개체군의 크기가 급속히 감소하는 향토종을 식재 하는

것이 필요하고 토양의 유실방지를 위해 임상식생을 증가시킨다.

- 능선부나 수변 가까이에서는 각 장소의 경사나 토양, 일사량, 수분 등의 자연적 조건에 적합한 수종구성인지 아닌지에 주의한다.

○ 정비후의 유지관리

다양한 식생조성은 정기적인 관리에 의해서만 기대할 수 있어 임상식생을 유지하기 위해서는 최저 3년에 한 번, 가능하면 매년 하예 등의 관리가 필요하다.

라) 방재형

○ 관리목표 : 안정된 산림을 이루기 위하여는 근계(根系)의 입체적 배치가 중요하기 때문에 직근성의 수종이 긴요하다. 또한 상층목의 가지치기 등으로 임상의 조도를 확보하여 식생량의 증대를 꾀한다.

○ 주벌시기 : 여러 가지이다.

○ 정비시 유의사항

- 향토수종 중에서 안정된 산림을 구성하는 수종을 선발하는데 이들 수종으로 직근성이며 수명이 긴 것이 좋다.
- 속성수로 수간이 기울어진 것을 찾아 낸다. 이런 수목은 근계가 얕아 도복될 염려가 있으므로 근원(根元) 또는 도중에서 벌채하여 지상부의 중량을 줄여준다. 일반적으로 근원(根元)에서 벌채하면 약간의 식해(食害)나 조도 부족 때문에도 맹아가 어렵게 되므로 수간의 도중에서 벌채하는 것이 안정성에 좋다.
- 강풍으로 전도될 위험이 있는 수목은 상부가지를 전정한다. 특히, 인가에 접하고 있는 경우는 더욱 주의를 기울여야 하고 이 때 가지의 밑부분을 자르는 것 보다는 중간에서 자르는 편이 그 후의 가지발생에도 유효하다.
- 벌채목의 처리는 그것을 어디에 두느냐가 중요한 포인트이다. 부주의하게 쌓아두면 재해를 초래할 수도 있으므로 유의하여야 하며 특히 급경사 사면에서는 세심한 주의가 필요하다. 비용이 들더라도 불필요한 것은 임외로 반출하는 것이 사후의 식생회복에 유효하다.
- 벌채목을 이용하여 간이시설을 만든다. 이 때 부후하기 쉬운 수종은 사용하지 않는 것이 좋다.

○ 정비후의 유지관리

3 5년에 1회 정도의 관리로 충분하지만 덩굴에 대해서는 주의를 요한다.

(3) 가로수

(가) 의의

가로수는 국토녹화, 경관조성, 공해방지 등을 위하여 시가(市街), 전원산간(田園山間), 해안강변(海岸江邊) 지역과 노변(路邊)에 조화있게 식재하는 수목을 말한다. 가로수는 방음(防音), 방진(防塵), 방화(防火)효과가 있으며 도로의 경관을 아름답게 하고 통행인에게 녹음을 제공하고

계절의 변화를 느끼게 하는 즐거움을 주는 등 여러 가지 역할을 한다. 그러나, 도로변의 가로수는 통행차량의 배기가스에의 노출, 지하매설물과 각종 공사에 의한 뿌리의 피해 등과 도시지역에서는 고층건물에 의한 광선과 통풍의 부족, 지하 구조물에 의한 모관수의 차단 및 뿌리의 생육공간 제한, 통행인의 답압과 보도의 포장으로 인한 토양 표층의 경화 및 수분결핍, 각종공사로 인한 시멘트와 제설용 염화칼슘의 산포 등으로 인한 토양의 알칼리화와 Ca^{++} 이온의 상대적인 증가로 인한 양이온의 불균형 등과 같은 생장저해 요인이 많다.

(나) 조건

가로수는 경관미를 고도로 발휘해야 하며 생육조건이 타용도의 수종과 다르기 때문에 가로수 특유의 조건을 갖추어야 하는데 그 선택 기준은 다음과 같다.

① 수형, 잎의 모양, 색 등이 아름다운 수종
② 지역적 · 역사적 특성과 향토성이 풍기며 주민에게 친밀감을 주는 수종
③ 불리한 환경 속에서도 적응성이 강하고 생장이 빠르며 재배하기 쉬운 수종
④ 수간이 곧고 수형이 정형적(整形的)인 수종
⑤ 이식과 전지에 대한 내구성이 강하고 수형의 조형(造形)이 쉬운 수종
⑥ 병충해에 강하고 위생적이며 관리하기 쉬운 수종
⑦ 공해에 강하고 방음, 방진 등의 효과를 얻을 수 있는 수종
⑧ 인체에 해를 끼치거나 냄새 등으로 불쾌감을 주지 않는 수종

(다) 종류

가로수의 식재수종을 선정하는데는 도로의 여건에 따라 특색있는 경관이 조성되도록 적지적수를 원칙으로 선정한다. 가로수로서 침엽수와 활엽수의 장단점은 (표 8-1-7)과 같으며, 현재 도시지역에 식재되어 있는 수종분포는 (표 8-1-8)과 같다.

표 8 - 1 - 7. 침엽수와 활엽수 가로수의 장단점

구 분	침 엽 수	활 엽 수
경관적 측면	계절적 변화감은 적으나 겨울철 경관이 우수함	계절적 변화감은 있으나 겨울철에 황량함
기능적 측면	겨울철에도 분진과 오염물질 흡착이 가능하나 그늘로 인한 결빙을 초래함	녹음을 많이 제공하고 겨울철에는 햇빛을 차단하지 않음
경제적 측면	식재 가능한 수목의 종류가 적어 저가(低價) 수종의 선택이 어려움	수목의 종류가 다양하여 저가(低價) 수종의 선택이 가능함
관리적 측면	낙엽이 소형이고 일시에 지지 않아 관리가 용이함	낙엽이 대형이고 일시에 다량의 낙엽이 지며 일부 수종은 해마다 가지치기를 해 주어야 함

자료 : 임업연구원

표 8-1-8. 한국 도시 가로수의 수종 분포

수 종	상록·낙엽별	식재비율(%)	수 종	상록·낙엽별	식재비율(%)
은행나무	낙엽	39.0	자귀나무	낙엽	0.06
양버즘나무	"	24.5	산수유	"	0.05
벚나무	"	5.2	편 백	상록	0.04
개잎갈나무	상록	3.7	목 련	낙엽	0.04
수양버들	낙엽	3.4	리기다소나무	상록	0.04
느티나무	"	2.9	전나무	"	0.03
튜울립나무	"	2.6	까마귀쪽나무	"	0.03
이태리포플러	"	2.5	황벽나무	낙엽	0.03
메타세쿼이아	"	2.1	자작나무	"	0.03
해 송	상록	1.8	참식나무	상록	0.02
현사시	낙엽	1.3	밤나무	낙엽	0.02
왕벚나무	"	1.3	모과나무	"	0.02
단풍나무	"	1.2	귤	상록	0.02
은단풍	"	1.2	자도나무	낙엽	0.02
당단풍	"	0.5	조록나무	"	0.02
후박나무	상록	0.4	잣나무	상록	0.02
벽오동	낙엽	0.4	담팔수	"	0.02
회화나무	"	0.3	먼나무	"	0.02
구실잣밤나무	상록	0.3	귀룽나무	낙엽	0.02
가중나무	낙엽	0.2	아왜나무	상록	0.02
버드나무	"	0.2	워싱턴야자	"	0.02
감나무	"	0.2	후피향나무	"	0.01
협죽도	상록	0.1	참종려	"	0.01
칠엽수	낙엽	0.1	쪽동백	낙엽	0.01
아까시나무	"	0.1	대추나무	"	0.01
동 백	상록	0.1	무화과	상록	0.004
산벚나무	낙엽	0.09	꽃개오동	낙엽	0.004
당종려	상록	0.09	돈나무	상록	0.001
계수나무	낙엽	0.08	소나무	"	0.0003
향나무	상록	0.07	기 타		3.10
서부해당화	낙엽	0.07	계		100.00

자료 : 도시가로수의 현황과 관리에 관한 연구, 1992

(라) 식재 및 관리

1) 식재지역

① 시가 구간 : 시가지와 그 주변의 도로

② 전원 산간 구간 : 전답, 과수원, 목야지, 촌락지, 산, 구릉지 및 산림지역의 도로

③ 강변 해안 구간 : 하천, 호수 및 바다에 접한 지역의 도로

2) 가로수의 식재위치

① 시가 구간 : 도로경계선과 접한 보도와 단선의 중앙분리대에 식재

② 전원 산간 구간 : 주변 자연경관과 조화되도록 식재하되 측구(側構) 건너편이나 산록 양쪽 또는 한쪽에 식재

③ 강변 해안 구간 : 강변 해안변에 접하지 않은 측구의 산록 법면(法面) 또는 경관을 차단하지 않는 범위 내에서 강변 또는 해안변에 식재

※ 식재제한 구간 : 자연경관 및 도로보호, 차량통행의 안정을 위하여 도로의 갓길, 커브길 또는 교차로로써 시계를 차단하는 구간, 수려한 자연경관을 차단하는 구간, 제방도로, 곡선도로의 안쪽 구간, 도로표지판 전방 80m 이내 구간 등에는 가로수의 식재를 제한한다.

3) 식재방법 및 식재유형

가) 식재방법

교목류 가로수의 식재간격은 8m를 원칙으로 하고, 도로의 위치, 주위여건, 식재수종의 특성, 가로수로 인한 주변의 피해 등을 고려하여 식재간격을 조정한다. 관목류는 식재수종의 특성에 따라 교통의 장애가 없으며 주위 경관과 조화를 이루도록 식재한다.

나) 식재유형

도로와 평행하도록 열식(1열, 2열, 3열 등)으로 식재함이 원칙이나, 도로의 여건에 따라 군식이나 혼식을 하여 주위의 경관과 조화를 이루게 할 수도 있다.

4) 식재시기

식재시기는 춘기 식재가 원칙이나 부득이한 경우에는 추기식재를 한다.

5) 식재 수목의 크기

교목류의 경우 사람의 왕래가 많은 시가지 구간은 흉고직경 6cm 이상으로 하고, 사람의 왕래가 빈번하지 않은 구간은 흉고직경 4cm 이상으로 한다.

6) 갱신

가로수를 갱신하고자 할 때에는 우선 적정 수종을 식재한 후 벌채하도록 하나, 기존 가로수로 인하여 식재지 위치선정과 식재목의 활착에 지장이 있을 경우에는 먼저 벌채하고 식재한다. 벌채는 식수시기 직전에 하고 벌채 직후에 식재하며, 갱신 대상 가로수는 다음과 같다.

① 고사 및 불량 가로수

② 수피 및 수형이 매우 불량한 가로수

③ 수간이 부러져 있는 가로수

④ 구간배열이 매우 불규칙한 가로수

⑤ 병충해를 입어 생육 가망이 없는 가로수

⑥ 교통에 장애를 주는 가로수

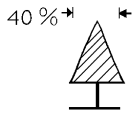
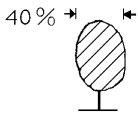
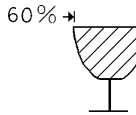
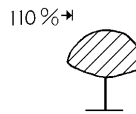
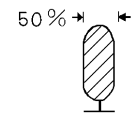
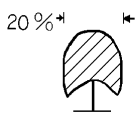
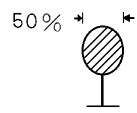
⑦ 미관을 해치거나 공해를 유발하는 가로수
⑧ 수간이 부후되어 쓰러질 경우 인축에 피해를 주는 가로수
⑨ 교통사고 및 풍수해 등으로 인해 피해를 입은 가로수

7) 전정

가) 기본수형 유지를 위한 전정

가로수의 식재환경, 수종을 감안하여 목표로 삼는 수형으로 유도, 유지하기 위하여 전정을 하는데, 전정시 지하고 높이는 도시구간은 교통, 통행, 상가, 간판 등에 지장을 주는지를 고려하여 3 4m로 하고 그밖의 구간은 지역여건, 수종에 따라 기준을 정하여 실행한다. 기본 수형과 적용 수종을 모식도로 나타내면 (표 8-1-9)와 같다.

표 8 - 1 - 9. 수종별 자연수관 형태

도 형(圖形)	기 본 수 형	적 용 수 종
원추형 (圓錐形)		은행나무, 자작나무, 층층나무, 일본목련, 스트로브잣나무, 해송, 개잎갈나무, 메타세쿼이아, 화백, 칠엽수, 튜울립나무, 잣나무
원정형 (圓頂形, 卵形)		플라타너스, 피나무, 가중나무, 현사시, 벽오동, 이팝나무, 녹나무, 비자나무, 동백, 느릅나무, 서어나무, 구실잣밤나무, 야광나무, 먼나무
평정형 (平頂形, 盃形)		느티나무, 단풍나무, 벚나무, 팽나무, 배롱나무, 산딸나무, 쉬나무
선형 (扇形)		계수나무, 자귀나무
원통형 (圓筒形)		이태리포플러, 노각나무
하수형 (下垂形)		수양버들
구형 (球形)		아까시나무, 후박나무, 담팔수, 가시나무, 회화나무

자료 : 한국의 가로수, 1989

나) 전정시기

가로수는 매년 또는 격년으로 1회 전정을 하거나 3 4년마다 1회 전정을 하는 수종이 있으며, 동기(冬期) 또는 하기(夏期)에 전정하는 수종이 있다. 가로수의 전정시기는 간략히 나타내면 (표 8-1-10)과 같다.

표 8 - 1 - 10. 주요수종의 전정시기

전정주기 / 전정시기	매년 전정	매년 또는 격년 전정	3 4년마다 전정
동 기 전 정 (혹한기제외)	플라타너스, 아까시나무, 버드나무	은행나무, 단풍나무, 회화나무, 튜울립나무, 칠엽수, 벚나무, 가시나무	느릅나무, 느티나무, 녹나무
하 기 전 정	플라타너스, 버드나무		벽오동

자료 : 한국의 가로수, 1989

다) 불필요한 가지 전정방법

가로수를 기본 수형으로 정비함과 동시에 아래와 같은 불필요한 가지를 전정한다.

ⓐ 윤상지(輪狀枝) : 수간과 같은 방법으로 차륜상(車輪狀)으로 나온 가지

ⓑ 겹쳐진 가지 : 특정 부위에서 불균형하게 나온 가지

ⓒ 교차지(交叉枝) : 다른 가지와 교차되어 있는 가지

ⓓ 병충해 피해지 및 고사지 : 병해로 회복의 가능성이 없거나 방치하면 피해가 확대되는 가지 및 고사지

ⓔ 수직지(垂直枝) : 가지의 일부에서 직립한 소지

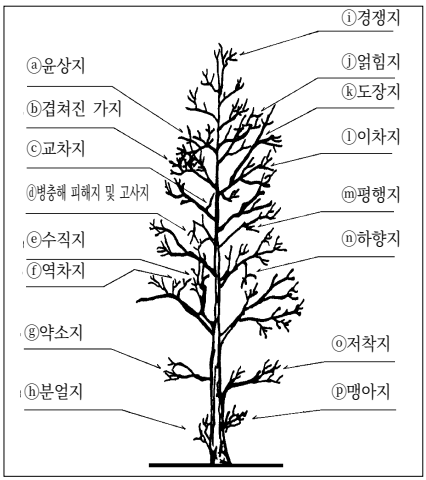


그림 8 - 1 - 5. 전정 대상 가지

ⓕ 역차지(逆叉枝) : 가지는 보통 외부로 향하여 자라나 때로는 내부로 향하여 자라는 가지

ⓖ 약소지(弱小枝) : 더 이상 생장할 가능성이 없고 있으나마나한 가지

ⓗ 분얼지(分蘖枝) : 수목의 지제부(地際部)에서 맹아한 가지

ⓘ 경쟁지(競爭枝) : 주간(主幹)의 끝부분과 경쟁하여 자라는 가지

ⓙ 얽힘지 : 다른 주가지와 얽혀진 가지

ⓚ 도장지(徒長枝) : 당년에 자란 가지 중 다른 것과 비교하여 특히 많이 자란 가지

ⓛ 이차지(二叉枝) : 같은 굵기로 둘로 나누어지고 있는 가지

ⓜ 평행지(平行枝) : 한 가지에 대하여 동일 방향으로 평행하게 자란 가지
ⓝ 하향지(下向枝) : 하향으로 자란 가지
ⓞ 저착지(低着枝) : 통행에 장애가 되는 낮은 위치에 난 가지
ⓟ 맹아지(萌芽枝) : 주간(主幹)에서 맹아한 가지

8) 토양관리

가) 시비

가로수의 크기에 비하여 생육공간이 좁아 양분이 고루고루 미치지 못하거나 토양내 양분이 부족한 경우에는 수세가 약해지므로 시비 혹은 객토(客土)를 하여 토양 상태를 개량해주어야 한다. 시비시기는 가로수가 생육기에 들어가기 전인 2 3월이 좋으며, 비료는 냄새가 나는 것은 바람직하지 않으므로 산림용 고형복합비료와 같은 비종(肥種)을 선택하는 것이 적당하다. 시비 방법은 표토에 비료를 혼합하여 시비하든가 네 귀에 깊이 20cm 정도의 구덩이를 파고 시비한 후 복토한다. 시비는 연 1회 실시하며, 시비량은 아래와 같은데 생육상태를 감안하여 증감을 조정하여 시비한다.

표 8 - 1 - 11. 시비량

흉고직경	6 8cm	10 12 cm	14 cm 이상
시 비 량	0.5 kg	0.8 kg	1 kg

자료 : 가로수 관리지침, 1987

나) 수분관계

가로수는 생육공간이 좁고 주위가 불투수성 재료로 포장되어 수분이 부족될 우려가 많다. 따라서 빗물을 이용할 수 있도록 보 · 차도 경계부 블록에 구멍을 뚫어 주거나, 측구(側溝)의 밑바닥을 뚫어주거나, 보도를 투수성 재료로 포장하거나, 가로수 주변에 투수관을 새로 묻어주거나, 가로수 주위를 조금 낮게 해준다.

다) 답압(踏壓)에 의한 토양 경화(硬化)

사람의 통행이 많은 도시 시가지의 가로수 주위는 답압에 의하여 토양이 다져져서 가로수의 생육이 불량하게 되므로, 이를 방지하기 위하여 가로수 주위의 침입을 방지하거나 답압의 해를 줄이기 위한 시설(출입 방지책, 벽, 덮개)을 설치하거나, 가로수 근계(根系)의 통기성을 향상시키기 위하여 가로수 주위의 토양을 경운하거나 식재시 근계의 통기성을 확보할 수 있는 공법을 사용한다.

2. 풍치림

산림이 목재생산만을 위한 장소라는 인식의 시대는 과거의 일이 되었다. 근년에는 산림의 아름다움 그 자체에서 가치를 찾고 그 것만을 위한 산림이용형태도 존재한다고까지 주장되고 있다.

종래 감추는 풍치시업에서 보이는 시업으로의 풍치시업 방향이 전환되어야 하며 여기서는 이러한 발상의 기초 위에서 산림경관의 연출법을 구마가이(熊谷, 1996)의 정리를 중심으로 서술한다.

(1) 인공림활용

산림면적의 약 20%가까이 되는 인공림은 마을 뒷산이나 도시근교 등 접근이 용이한 장소에 많지만 현재는 시업이 늦어지고 있는 임지가 많은 실정이다. 인공림은 수종이나 수령이 동일한 침엽수가 대부분으로 정연하나 생명감이 빈약한 이미지를 갖기 쉽다. 금후 이러한 인공림을 산림레크레이션을 위한 장소로서 더욱 유효하게 활용하여 갈 필요가 있고 그를 위해서는 인공림다움을 살린 산림의 연출이 요구된다.

(가) 인공림의 원경(遠景)

직접적으로 산림레크레이션의 장소가 되지는 않지만 사면 등의 눈에 띠기 쉬운 인공림이 대상이 된다. 연출로서는 수목군(樹木群)을 이용한 정원과 같은 조경과 다양함의 연출을 위한 임분밀도의 조정 등을 생각할 수 있다. 인공림은 수종 · 수령이 일정하여 조작이 손쉬울 수 있으며 천연림에서는 얻기 어려운 인공림다움의 연출을 기대 할 수 있다.

1) 산림의 대정원

활용의 일례로서 산림에 정형식 대정원을 생각 할 수 있다. 정형식 대정원은 높은 벽으로 둘러싸인 방형(方形)의 기하학식 정원을 의미 하지만 산림에 응용하는 경우는 수목을 정연하게 열식하는 것만으로 벽은 필요치 않다. 대상의 인공림에 활엽수, 화목(花木)을 혼교하여 무늬 있는 대정원으로서의 연출을 생각 할 수 있다. 단 인공림은 기본적으로 수종이 한정되는 것과 경우에 따라서는 시업림으로서의 취급도 같이 생각하지 않으면 안되는 사항도 고려해야 한다.

2) 밀도조절

인공림의 밀도를 변화시켜 수관과 수간이 보이는 형태에 다양함을 부여하든지, 지면과 수림의 콘트라스트 또는 극소림(極疎林)의 경관 연출을 생각 할 수 있다. 모형을 사용한 슬라이드 실험에 의해, 근 · 중경에 있는 삼나무 장령림으로 ha당 5,000본의 밀도를 100%로 할 때, ① 수관이 눈에 띄게 되는 것은 밀도 60% 부터 ② 수간이 눈에 띄게 되는 것은 밀도 46% 부터 ③ 지면이 눈에 띄게 되는 것은 밀도 34% 부터 ④ 한 본 한 본의 나무가 독립하여 보이는 것은 밀도 16% 부터 ⑤ 소림(疎林)의 상태로 의식되는 것은 밀도 6% 부터라는 결과를 얻었다. 이들의 결과를 참고하여 적극적으로 밀도를 조절한 여러 가지 인공림의 경관을 연출하는 것도 금후 인공림 관리의 경관적 포인트가 될 것이다.

(나) 인공림의 임내풍경

인공림을 밖에서 즐기는 것 뿐만아니라 임내에서 인공림을 즐기는 것도 생각 할 수 있다. 유령림에서 노령림까지의 생육단계를 일괄하여 볼 수 있는 것도 하나의 훌륭한 산림체험이다. 수목이 성장하는 과정 뿐만아니라 수령에 따라 달라지는 경관을 감상 할 수도 있고 안전성이 고려된다면 시업을 병행하여 임업의 현장을 제공 할 수도 있다. 또한 방문한 사람들이 시업에 참

가하는 임업체험 등을 통하여 산림시업에 대한 이해도 심화 시킬 수 있다.

인공림의 정형식 대정원은 거대한 스케일이 요구되지만, 임내이용 측면에서 보면 밀도를 낮추어 심플한 디자인을 창출하는 것이 보는 쪽에서도 알기 쉽고, 이용하기도 쉽다. 또는 시점의 높이에 변화를 준다던가 여러 가지 수령의 수목을 도입한다던가 하는 다양한 고려가 필요하다. 아울러 인공림 만으로의 풍경 연출은 한계가 있으니 건물이나 기타 시설 또는 산세의 모양 등도 동시에 고려되는 연출방법을 생각하는 것이 중요하다.

(2) 활엽수활용

활엽수의 중요한 특성으로서는 계절에 의해 표정이 변한다고 하는 것이다. 따라서 산림공간 내에서 활엽수를 사용하여 경관적 연출을 하고자 할 때는 계절감을 적극적으로 표현하는 것이 큰 계책이 될 수 있다. 그러나 그러한 활용은 주위 산림과의 조화에 깊은 배려가 필요하다. 의도적으로 이질적 공간을 만들고자 할 때는 별개의 문제이지만 일반적으로 산림공간에 있어 주위와의 조화를 어떻게 도모할까 하는 것은 중요한 포인트이다.

(가) 부분강조효과

주위 산림과의 콘트라스트가 특히 강한 시기를 상정하여 도입하는 것이 효과적이다. 예를들면 산복에 몇 본의 벚나무가 피어 있다든가 기형의 대경목이 있다든가 마을 산에 그대로 매달려 있는 몇 개의 감 등도 경관연출에 참고가 될 것이다.

이러한 점경적 용법은 인공림에도 응용할 수 있는 사항으로 예를들면 인공림 사면에 벚나무 몇 본, 그것은 콘트라스트와 함께 계절감의 연출도 가능하다. 또는 단조로우며 계절감이 미약한 침엽수 사이의 임도에 한 본의 단풍이 가을을 상징 할 수도 있다.

(나) 전환기법

점경적 용법의 공간적 범위를 넓히면 인간 주변의 장(場)의 분위기가 바뀐다. 자신이 지금 어떤 곳에 위치하고 있다는 것을 느끼게 하는 것이 장의 분위기로 이것을 조작하여 변화 시키는 것은 의미있는 일이다.

이 경우 막연한 분위기가 어렴풋이 변해 풍경의 변화를 인식 시키지 못하면 경관적 조치는 실패하게 된다. 공간의 경계부가 되는 지형구배의 변환점 등에서 분명히 임상을 전환하여 변화를 느낄 수 있게 하여야 한다. 이는 침엽수 인공림에 의한 변화 뿐만아니라 양수의 활엽수림으로 변환 시켜 임내의 밝기에 변화를 주므로서 분위기를 크게 바꿀 수도 있다.

(3) 보도(步道)의 연출

보행공간은 산림레크레이션에 있어 불가결한 공간 이다. 따라서 보행공간의 여하는 방문자의 인상에 커다란 영향을 미친다. 산림공간의 매력이 충분하다면 보행공간은 그 매력에 손상을 주지 말아야 하며 오히려 향상 시키기 위한 연출이 필요하다.

한편 균일한 산림공간이 계속되는 경우는 보도에 변화를 주어 단조로움을 삭감 시킬 수도 있

다. 방법으로는 보도의 선형에 변화를 주던지, 고저차를 주던지, 또는 보도에 액센트가 되는 시설을 설치하던지, 보도 자체의 형태나 포장에 변화를 고려할 수도 있다.

(가) 선형 및 고저차

보도에 변화를 주는 것에는 보도 자체의 평면 선형에 변화를 주기도 하고 고저차를 넣는 등 주위경관을 잘 조화 시킨 연속(sequence)된 산림풍경을 연출 할 수도 있다. 같은 주변 환경에서도 선형의 차이로 전혀 다른 인상을 받을 수 있는 것은 여러 곳에서 그 예를 찾을 수 있다. 당연 장소의 제약조건이 고려되어야 하고 쾌적한 보행을 위한 배려는 필수적이다.

(나) 강조기법

보도의 액센트가 되는 것은 디자인상의 기발한 것 뿐만아니라 산림공간이 갖고 있는 전체의 테마에서 의외성이 있는 것, 시선을 끄는 것, 진기한 것 등이 좋다. 효과적인 액센트를 위해서는 너무 자주 도입하지 않는 것도 중요하다.

1) 고사목에 의한 액센트

보도상의 벌근이나 보도 부근의 벌도목은 임내에서 쉽게 만날 수 있는 요소들로 대상지역 전체를 정리할 때 몇 군데 이러한 액센트를 남길 필요가 있다. 그외 보행에 지장이 없을 정도의 도목(倒木)을 보도 위에 배치할 수도 있다.

2) 입목(立木)에 의한 액센트

인상에 남을 수 있는 대경목을 보도의 중앙에 남길 수도 있고 보도 좌우 수목의 잎과 가지가 보도 위를 덮도록 유도 할 수도 있다.

3) 위화감에 의한 액센트

그 공간에 원래 존재하지 않는 것. 즉, 이질적인 것은 사람들에게 강력한 인상을 준다. 생태적으로 경관적으로 전혀 다른 식물을 한 두본 도입하는 것에 의해 기묘한 인상을 연출할 수 있다. 그러나 이러한 도입도 잦아지면 그 효과는 크게 감소된다.

(다) 재료효과

보도의 형태나 도입 재료는 다양 할 수 있다. 형태로서는 보도의 폭이나 높이에 변화를 주던가 계단을 삽입하는 등 여러 가지 응용을 생각 할 수 있다. 재료로서는 흙, 콘크리트, 아스팔트, 목재칩, 자갈, 석재, 식물, 프라스틱 등이 있다. 이들 재료와 형태를 잘 조화 하므로서 변화있는 보도를 창출 할 수 있다. 이 때의 포인트는 획일적으로 보도에 경계만을 설정하여 버리는 것이 아니라 주변의 산림과 조화를 이룰 수 있는 고려가 중요하다.

(4) 경관조성

산림 속에서는 수관이나 수목의 폐쇄성 높은 계층구조 때문에 시계가 산림내로 한정되기 쉬어 산림외의 잠재적 경관자원을 이용하지 못하는 경우가 많다. 여기서는 산림을 일부 벌채하여 임외의 경관자원을 유효하게 활용하는 방안, 조망벌개에 대하여 고찰한다.

(가) 경관자원

조망벌개라는 것은 시점(視點)이 되는 지점에서 경관자원 방향의 산림을 벌채하여 시계를 확보하는 것이다. 경관자원에는 거대한 산악에서 작은 암석까지 다양한 스케일로 다양한 타입이 존재하지만 여기서 취급하는 것은 산림의 상층수관 내부로 완전히 들어가지 않는 것을 말한다. 따라서 스케일의 크기면에서 보면 경관자원은 근경에 속하기 어렵고 중경 또는 원경이 된다. 즉 조망이라는 단어로 표현 가능한 정도의 것이다.

전반적으로 자연물 · 인공물을 구애치 않고 저명한 사물이나 형태 · 색채가 특징적으로 주위와 조화를 이루는 것이 경관자원이 되기 쉽다. 단 경관자원에 의미나 역사성 등이 없고 형태나 색채에만 특징이 있을 경우는 어느 정도의 크기가 필요하다.

조망벌개는 특별한 경관자원이 있는 경우가 바람직 하지만 특별한 경관자원이 존재치 않아도 임내는 전망이 닫힌 근경만이 되기 쉽기 때문에 조망벌개에 의한 중경이나 원경을 확보하는 것에 의해 산림풍경과 활동공간에 변화를 도모할 수 있다.

(나) 시계효과

시계의 크기에 의해 3가지 타입으로 나눌 수 있다.

가) 주시형 : 한 점에 주목하는 형태(시계는 자연히 좁아진다)

나) 장면형 : 목을 크게 움직이지 않으면서 바라보는 형태(시계는 120도 정도)

다) 파노라마형 : 목이나 몸을 크게 움직이면서 바라보는 형태(시계는 120도에서 360도)

산림이나 지피식생은 벌개에 의해 어느 정도 대처할 수 있지만 지형상의 제약을 해결하는 것은 대단히 어려운 일이다. 따라서 계곡에서의 파노라마형의 조망은 어렵고 산정부나 능선부에서는 역으로 파노라마가 될 수 밖에 없는 경우가 많다.

또한 조망벌개라해도 조망을 얻기 위해 경관자원 방향의 산림을 반드시 개벌 할 필요는 없는 것으로 조경학이나 경관공학상의 지견(知見)을 고려하여 벌개의 방법을 (표 8-2-1)과 같이 정리하고 고찰한다.

표 8 - 2 - 1. 벌채방법과 산림에의 응용

조경적 수법	수 법 의 내 용	산 림 벌 개 에 응 용
부분차단 효과	시야를 방해하는 수간을 일부남겨 경관자원에 신비감 또는 호기심을 유발하는 수법	교목의 아래가지와 관목을 제거하며 시계에 수관이 걸리는 수목은 벌채. 또한 시점 가까이의 교목은 적정한 밀도로 낮춤
액자틀 효과	시야의 좌우 경계에 수간을 두어 풍경의 원근감과 독립성을 강조하고 풍경에 초점을 주는 수법	시선에 방해가 되는 부분은 개벌, 그러나 경관자원의 좌우에 있는 수목은 남겨, 좌우의 프레임을 조성. 즉 시야 좌우의 수간과 수평한 가지를 이용 좌우와 상부의 프레임으로 하면 좋음
차경(借景)효과	시점과 주경이 되는 경관자원과의 거리감을 없애기 위해 도입하는 수법	경관자원의 아래부분을 가리도록 수목을 남김. 교목만을 벌채하고 관목은 시선 차단물로 남기기도 하고, 혹은 시선상의 수관층을 차단물로 해도 좋음

자료 : 지속적 레크레이션이용을 위한 산림경관 관리에 관한 연구, 1994

조망벌개는 산림을 벌채하는 것에 의해 시계를 얻고자 하는 기법으로 다음을 주의해야 한다.

○ 자연파괴 : 동식물 서식처의 파괴, 표토의 침식촉진

○ 경관파괴 : 산림의 벌채적지가 다른 시점에서 주목되는 곳으로 경관침해가 발생하지 않을 것

(다) 보이고 감추고

임내의 주요 동선을 따라 간격을 두고 조망벌개를 시행, 임외의 중경이나 원경이 보이게 한다. 이 때 동선의 선형을 고려하여 독립봉(獨立峰)이나 부락 등의 경관자원에 대해 「보이고 감추는」효과를 발휘할 수 있도록 조망벌개를 실시한다. 「보이고 감추는」것의 특징은 인간의 움직임에 따라 경관자원이 보여지게 되거나 감추어지는 것으로 한 번 보이지 않게 된 것이 다음에 보이게 될 때는 전회와는 다른 양상의 경관자원을 보이는 것이다. 즉 보이지 않는 사이에 시점이 시대상(視對象)에 접근하게 되어 더욱 크게 보인다든가, 시대상에 대한 시선입사각(視線入射角)이 변하여 있다든가, 시대상의 다른 면이 보이게 된다든가 하는 것이다. 이러한 변화의 유도는 시점의 이동에 따라 계속적으로 보이는 것보다 부분적으로 감추는 것에 의해 그 변화를 크게 강조할 수 있기 때문이다.

따라서 조망벌개를 짧은 간격으로 도입해서는 시대상이 크게 변화하는 것은 기대할 수 없기 때문에 전체 길이가 짧은 보도에서는 오히려 정시점(定視點)의 풍경형 조망벌개가 더 바람직 하다. 작은 능선이 연속되는 비교적 장거리의 보도(예를들면, 등산로 또는 장거리 자연보도)나 다이나믹한 풍경이 전개되는 차도 등에서야말로 유효한 방법이다. 단 이들 장거리의 보 · 차도에서도 탁월한 시점에서는 풍경형의 조망벌개를 도입, 두 가지의 방법을 적절히 조화 시키는 것이 필요하다.

(라) 수면을 이용한 경관조성

산림풍경지에서는 지형이나 식생에 의한 제약이 많고 산림 외의 경관자원을 도입하기 위해서는 상당 규모의 산림을 벌채하지 않으면 안된다. 그러나 아무리 훌륭한 풍경이라고 해도 그것을 도입하기 위해 대면적의 산림파괴를 행하는 것은 문제의 소지가 많다.

이에 대해 기존의 공(空)의 공간으로서 벌개의 필요가 없는 부분이 호수 등의 수면공간 이다. 예를 들면 호수나 강언덕 건너에 펼쳐지는 산림을 전경으로 하고 그 뒤로 우뚝 솟은 산악의 구도는 어디에서나 볼 수 있는 자연풍경의 전형이다. 그 자체가 경관자원이기도 한 호수와 그 배후 산악풍경의 조합은 도경(倒景)도 창조되는 극히 중요한 경관자원이 된다.

단 그 자체가 충분한 조망벌개분의 거리를 갖는 큰 호수에 비교하면 규모가 작은 호수에서는 배후의 산악을 도입 할 수 있는 거리가 충분치 못한 경우가 많다. 즉 경관자원인 산악의 정상 일부분만이 시계에 들어오게 된다. 이런 경우에는 작은 호수와 시점 사이에 있는 산림을 벌개함으로서 조망을 확보 할 수 있다. 산림의 벌개면적을 작게 함과 동시에 그 자체가 경관자원인 작은 호수도 풍경에 도입할 수 있다.

(마) 차경식(借景式) 조망

차경은 조경에 있어 고전적인 수법이다. 차경은 원외(園外)의 산악이나 탑 등의 자연이나 인

공의 경관자원을 원경(園景)의 일부로 도입코자 하는 것이나 단순히 원외의 경관을 바라보게 되는 것을 차경이라 하지는 않는다.

따라서 이러한 차경을 조망벌개에 의해 산림공간에서 실현하고자 하는 경우, 무엇보다도 조망의 주경이 되는 경관자원의 존재는 필수조건이다. 정원에서 차경수법을 도입하는 경우, 차경의 대상이 되는 경관자원과 정원 사이에 거리를 확보할 수록 바람직하며 또한 양자의 중간에는 울타리 등의 확실한 경계가 필요하다. 이 울타리는 정원과 경관자원 사이의 거리감을 상실시키며, 회화적으로는 경관자원을 원내에 도입하는 것이 된다. 즉 시점과 경관자원의 거리가 너무 가까우면 입체적으로 보이게 되기 쉬우니 이를 피하기 위해 어느 정도의 거리가 필요하게 된다.

따라서 산림공간에서도 주경이 되는 경관자원이 사람에게 압도감 · 입체감을 주는 거리에서 보이는 것은 막아야 한다. 또한 수관이나 식재로 시선차단물에 해당하는 것을 설치하여 거리감을 상실 시키기 위한 배려가 필요하다. 아울러 수목의 특징인 통직성을 이용하여 프레임 효과나 부분차단 효과를 연출하는 것도 함께 고려해야 한다.

(5) 자연관찰공간의 창출

현재 산림공간에서 주목되고 있는 이용방법 중의 하나는 자연관찰 이용이다. 자연경관 이용에 비하여 연못이나 늪지, 계류, 전망 등 경관자원이 특별히 필요치 않고 수목이나 임상의 초화, 임내의 동물, 나아가서는 산림의 구조 그 자체가 이용의 목적이 된다. 산림 그 자체가 관찰의 대상이 되기 때문에 자연관찰에 이용되는 공간은 보도나 해설판 정도의 시설정비에 그치는 경우가 많은데 여기서는 적극적인 여러 가지 연출을 통해 전혀 새로운 자연관찰공간의 창조나 새로운 자연관찰 형태의 개발에 대하여 고찰한다.

(가) 시각 연출

1) 산림 단면의 관찰

일부 인공림을 제외하면 대부분의 산림은 계층구조를 하고 있다. 그러나 임내에서 계층구조를 시각적으로 확인하는 것이 그렇게 쉽지는 않다. 즉 계층구조를 갖는 산림공간은 아교목층이나 관목층의 수목이 시계를 차단하여 산림의 전체상을 파악하기 어렵다. 따라서 산림의 일부를 벌채, 산림 단면의 계층구조를 회화적으로 보여주는 것이 일반인들의 이해를 돕는다.

그러나 벌채에 의해 만들어진 임연부에서는 충분한 태양광이 들어오게 되어 관목이나 맹아가 번무하기 쉽게 되고 따라서 애써 만든 계층구조 관찰을 위한 산림의 단면이 보기 어렵게 될 가능성이 크다. 때문에 벌채면 방향의 검토나 실시후의 적정한 관리가 필요하다.

2) 수목의 꽃 · 열매의 관찰

수목의 꽃이나 열매는 자연관찰의 좋은 대상이다. 그러나 수목에 따라서는 최초의 꽃이 필 때까지 수년에서 수십년이 걸리는 경우도 있어 그 사이에 대단히 커져버린 수목의 크기 때문에 관찰이 용이하지 않은 경우가 있다.

또한 수목 중에는 벚나무와 같이 계절의 대명사가 되는 경우도 존재하지만 한편으로는 우리들의 생활환경 주변에 있던 많은 산림계통 수목이 없어지고 조경계통 수목으로 대체되어 개개 수목의 꽃이나 열매의 미묘한 계절감이 상실되고 있다.

이상과 같은 배경에서 통상은 임내 각지에 산재하고 또는 위치적으로는 높이 있지만 수목의 꽃 · 열매를 한 곳에 모아 수목마다의 미묘한 개화시기의 차이를 관찰 할 수 있는 공간을 조성하는 것도 효과적으로 생각된다.

(나) 자연음향

자연관찰은 보는 것만이 아니다. 산새관찰이 새를 보는 것만이 아니라 소리를 듣는 것도 목적의 하나인 것처럼 자연의 소리를 듣는 것도 의미있는 관찰방법이다. 여기서 바람에 의한 가지나 잎의 소리, 수간의 울림 소리, 계류가 내는 소리, 폭포의 소리, 동물의 소리, 새의 지저귐, 낙엽 밟는 소리 등 임내에서 나는 여러 가지 소리를 듣기 위한 전용의 산림을 조성한다.

이상의 목적을 실현하기 위해 산림 그 자체를 활용하는 것 뿐만아니라 산책로나 휴게소의 주변에 집음(集音) 장치를 설치한다. 이때 주의점은 사람의 소리를 최대한 억제해야 할 것이고 여러 소리가 뒤엉키는 특히 물소리에 다른 소리가 잠식되지 않도록 배려해야 한다.

(6) 쾌적공간의 창출

산림레크레이션에 적합한 유럽의 산림과는 달리 우리나라의 산림은 수종의 구성이 복잡하고 관목이나 초본의 생장이 빨라 어둡고 폐쇄적인 공간으로서 인식되기가 쉽다. 근년 우리나라에서도 산림에 대한 관심이 고조되고 여러 형태의 이용이 이루어지게 되었지만 관목과 초본층의 발달은 이용자에게 마이너스적인 면으로 영향하는 것이 사실이다. 여기서는 이용자가 쾌적함을 느낄 수 있도록 임내를 조절하는 방법을 고찰한다.

(가) 산림연출

1) 하예(풀베기)

임상의 관목과 초본은 이용자의 행동에 방해가 될 뿐만아니라 뱀이나 해충의 은신처가 되어 본능적으로 공포감을 준다.

따라서 보도나 휴게소 등 이용시설 주변의 임상은 가능한 한 하예를 하여 넓은 시계가 확보되도록 하는 것이 좋다. 임상을 하예 하는 것에 의해 임내의 쾌적성이 증가함은 물론 뱀이나 해충 등을 사람의 활동공간으로부터 배제하는 효과도 얻을 수 있다. 하예의 방법으로는 보도 양측에 1미터 정도의 하예된 버퍼존을 부설하는 것 만으로도 분위기는 크게 바뀐다.

2) 수관소개(疏開)

수관의 폐쇄도가 높으면 임내에 들어오는 광량이 줄어든다. 어두운 느낌의 산림분위기에는 여러 가지 요인이 관계되지만 물리적으로 광량이 적어지는 것도 중요한 원인의 하나이다. 따라서 수관을 소개시켜 산림내를 밝게 하는 것도 산림공간의 쾌적화에 어느 정도 효과가 있을 것으로 생각된다.

소개의 정도는 그 공간의 목적이나 특징, 성격에 의해 다르겠지만 보도나 휴게소 등 사람이 이용하는 장소 뿐만아니라 그 주변의 공간도 소개하여 밝은 부분과 전혀 손을 대지 않은 부분이 서서히 변화하도록 주의해야 한다. 혹시 보도 윗부분의 수관만을 시업하게 되면 보도부분만이 너무 밝아져 역으로 임내는 더욱 어둡게 느껴지게 되기 때문이다.

(나) 보도 정비

보도의 정비 상태가 나쁘면 보행자는 발밑에 신경을 빼앗기게 되고 이런 상황에서는 주위의 산림을 즐긴다는 것보다 자신이 진행하게 되는 보도의 상태에 주의가 쏠려버린다. 아무리 훌륭한 산림이 있다해도 보행자는 즐길 수 없게 되고 이에 대처하기 위한 보도의 정비는 필수 불가결한 일이다.

보도의 정비기준으로서는

① 몇사람의 그룹이 서로 비켜갈 수 있을 정도의 넓이 일 것

② 노면을 포장, 목판괘도의 설치 등을 시행하여 걷기 쉬울 것

③ 경사지는 계단 등 걷기 쉬운 구조를 도입 할 것

④ 보도상에 관목 등 보행의 방해물이 없을 것

아울러 이런 효과의 반대면으로서 균질한 산림이 장시간 계속되면 보행자를 싫증나게 할 수도 있으므로 이런 경우에는 보도에 여러 가지 장애물을 도입하여 보행자의 주의를 산림으로부터 잠시 멀어지게 하고 그러는 가운데 다른 경관자원으로 주의를 유도해 가는 방법도 생각 할 수 있다.

3. 공해방지림

(1) 조성지침

공해방지림은 자연경관보전 · 방재, 휴양 등 다양한 기능을 가지고 있다. 산림의 이러한 기능에 착안해서 도시, 공단에서의 양질의 대기환경 활용방법을 형성하기 위한 목적으로 산림의 기능을 활용하는 방법이 제안되어 왔다. 여기에서는 ① 식재수종 선발, ② 식재형태, ③ 식재기반 정비등 중점 고려사항으로 삼고 있다. 즉 대기정화를 위한 환경림 조성의 기본은 대기정화에 적합한 수종을 중심으로 식재수종을 선정하여 식재한 수목이 그 수목 고유의 대기정화능력을 충분히 발휘할 수 있도록 건전한 생육을 꾀하는 데에 있다. 이를 위하여 충분한 생육기반의 정비와 적절한 유지관리작업이 필요하다.

또한 인위적으로 창조되는 환경림은 대기정화기능 이외에 생태학적 기능을 고려하여야 하므로 지역의 자연식생 정보에 따라 이루어져야 한다. 그것은 잠재자연식생이라는 그 지역의 환경조건과 토양환경조건의 총체로부터 발단된 이상적이고도 안정된 자연생태계이기 때문이다. 환경림은 조성대상지역의 식생조사에서 얻은 모든 식물사회학적 정보, 즉 종다양도, 현존식생, 잠재자연식생 등의 분석으로부터 얻은 모든 생태학적 정보를 통해 조성될 수 있다. 이러한 생태학적 정보로부터 환경림의 구조와 형태가 결정된다.

(2) 조성방법

(가) 수목의 대기정화기능

대기중에 떠다니는 먼지가 잎면에 부착되거나, 황산화합물, 질산화합물 등의 가스상 오염물질이 잎면에 흡착 · 흡수된다는 식물의 대기정화기능이 여러가지 연구성과에 의해 확인되고 있다.

수목에 의한 가스상 오염물질의 흡수량은 일정한 범위 내에서는 광합성량과 상관관계가 있기 때문에 식물의 대기정화능력은 일반적으로 광합성능력이 큰 식물이 뛰어나다고 알려져 있지만 그 흡수량은 계절변동 등 환경의 변화에 대한 식물의 생리적 반응 등의 영향을 받는다고 알려져 있다.

(나) 내공해 수종의 조건

환경을 개선할 목적으로 환경림을 조성하는 데 필요한 식재수종의 조건은 다음과 같다. 우선 대기정화에 관계되는 조건으로서

① 대기오염물질의 흡수력이나 분진 흡착력이 큰 것, ② 대기오염물질에 대한 저항성이 강한 것, ③ 수목의 생장이나 물질생산력이 큰 것, ④ 지역풍토에 생육이 적합한 것, ⑤ 수목구입과 공급이 용이하고 가격이 저렴한 것, ⑥ 지역 미관과 주민 취향에 적합한 것 등이다.

(다) 내공해 수종

수목의 대기정화능력은 잎의 대기오염물질의 흡수능력이 클수록 또 엽량이 많을수록 크다. 전자는 일반적으로 상록수보다는 낙엽수의 경우가 크나, 후자는 보통 낙엽수보다는 상록수의 경우가 더 크다.

또 대기오염에 대한 수목의 저항성은 일반적으로 낙엽수보다는 상록수가 강하고, 침엽수는 활엽수에 비하여 약하다.

따라서 대기정화를 목적으로 산림을 조성하기 위하여는 적절한 수종의 선정이 중요하다. 식재수종은 대상지역의 대기오염 종류와 지역적으로 나누어 대상지역의 생태적 환경에 적합한 수종을 선발하면 된다.

대기오염이 심한지역은 대기오염에 대한 저항성이 중요하므로 대기정화능과 함께 저항성을 중요시하여 수종을 선택할 필요가 있다.

수종의 선정은 그 지역의 기후조건과 토양조건을 고려하여 상기한 바와 같은 수종을 중심으로 선정하는 것이 바람직하지만, 도시, 공단경관과 주민의 기호에 적합한 수종을 포함시키는 것도 고려할 필요가 있다. 오염별, 지역별 대기정화 조건을 합쳐서 선발한 수종 목록은 (표 8-3-1, 표 8-3-2)와 같다.

표 8 - 3 - 1. 오염원별 내공해수종

구 분	오염원별	수 종
대기오염 저항성 수종	복합대기 오염 (32종)	향나무, 가이즈까향나무, 히말라야시다, 개비자나무, 노간주나무, 은행나무, 은단풍, 가중나무, 수양버들, 대추나무, 떡갈나무, 사방오리나무, 벽오동, 후박나무, 석류나무, 쥐똥나무, 가시나무, 감탕나무, 다정큼나무, 먼나무, 광나무, 식나무, 꽝꽝나무, 팔손이, 녹나무, 사스레피나무, 사철나무, 돈나무, 협죽도, 동백, 태산목, 후피향나무
	아황산 가 스 (53종)	화백, 향나무, 편백, 측백, 섬잣나무, 노간주나무, 해송, 은행나무, 낙우송, 메타세코아, 양버즘나무, 포플러, 가중나무,오동나무, 벽오동, 밤나무, 떡갈나무, 졸참나무, 굴참나무, 은단풍, 자작나무, 물푸레나무, 멀구슬나무, 튜립나무, 회화나무, 풍나무, 일본목련, 목련, 때죽나무, 주엽나무, 칠엽수, 푸조나무, 매실나무, 가시나무, 종가시나무, 무궁화, 쥐똥나무, 이팝나무, 사스레피나무, 개나리철쭉, 박태기나무, 석류나무, 배롱나무, 광나무, 후피향나무, 돈나무, 식나무, 태산목, 먼나무, 아왜나무, 사철나무
	오 존 (8종)	삼나무, 해송, 편백, 화백, 서양측백, 은행나무, 버즘나무, 굴참나무, 졸참나무, 누리장나무, 개나리, 사스레피나무, 금목서, 녹나무, 광나무, 돈나무, 협죽도, 태산목
	불화수소 (8종)	소나무, 향나무, 전나무, 일본전나무, 가중나무, 양버즘나무, 아까시나무, 떡갈나무
대기오염 정화수종	아황산 가스 (7종)	은행나무, 가증나무, 능수버들, 양버즘나무, 현사시, 수양버들, 광나무
	분 진 흡착력 (8종)	향나무, 히말라야시다, 은행나무, 벽오동, 튜립나무, 양버즘나무, 진달래류, 돈나무
내염성 수종	내염성 (26종)	해송, 향나무, 떡갈나무, 미류나무, 후박나무, 자귀나무, 주엽나무, 굴거리나무, 푸조나무, 감탕나무, 먼나무, 아왜나무, 종가시나무, 참식나무, 꽝꽝나무, 돈나무, 식나무, 팔손이, 호랑가시, 음나무, 붉가시나무, 가마귀쪽나무, 멀구슬나무, 녹나무, 모감주나무, 예덕나무

표 8 - 3 - 2. 지역별내공해수종

지방별	지역별	환경별	수 종
중부지방	도시지역	가로수(12종)	은행나무, 낙우송, 가중나무, 은단풍, 현사시, 양버즘나무, 포플러류, 수양버들, 벽오동, 회화나무, 칠엽수, 일본목련
		공원녹지(21종)	화백, 향나무, 벽오동, 튜립나무, 졸참나무, 굴참나무, 포플러, 주엽나무, 자작나무, 오동나무, 대추나무, 때죽나무, 누리장나무, 석류나무, 무궁화, 쥐똥나무, 진달래, 철쭉, 배롱나무, 박태기나무, 사철나무
		주변환경림(16종)	측백, 향나무, 노간주나무, 낙우송, 은행나무, 은단풍, 현사시, 졸참나무, 떡갈나무, 물푸레나무, 자작나무, 가중나무, 밤나무, 회화나무, 벚나무, 때죽나무
	공단지역	가로수(9종)	은행나무, 낙우송, 향나무, 회화나무, 가증나무, 수양버들, 벽오동, 포플러류, 양버즘나무
		공원녹지(14종)	향나무, 은행나무, 화백, 가이즈까향나무, 가중나무, 벽오동, 은단풍, 무궁화, 개나리, 박태기나무, 사철나무, 배롱나무, 진달래, 쥐똥나무
		주변환경림(12종)	측백, 향나무, 소나무, 은행나무, 벽오동, 낙우송, 현사시, 밤나무, 굴참나무, 떡갈나무, 졸참나무, 사방오리
남부지방	도시지역	가로수(16종)	은행나무, 메타세코이아, 히말라야시다, 낙우송, 포플러, 벽오동, 수양버들, 양버즘나무, 튜립나무, 후박나무, 대만풍나무, 이팝나무, 태산목, 가시나무, 먹구슬나무
		공원녹지(20종)	편백, 화백, 향나무, 후박나무, 먼나무, 철쭉, 튜립나무, 목련, 다정큼나무, 매실나무, 석류나무, 멀구슬나무, 녹나무, 감탕나무, 동백, 무궁화, 팔손이, 식나무돈나무, 후피향나무
		주변환경림(11종)	해송, 졸참나무, 현사시, 튜립나무, 벽오동, 은단풍, 푸조나무, 물참나무, 종가시나무, 가시나무, 후박나무
	공단지역	가로수(10종)	은행나무, 화백, 편백, 양버즘나무, 가중나무, 회화나무, 가시나무, 종가시나무, 광나무, 멀구슬나무
		공원녹지(17종)	향나무, 화백, 편백, 해송, 개비자나무, 포플러, 튜립나무, 회화나무, 배롱나무, 사철나무, 가시나무, 종가시나무, 식나무, 동백, 아왜나무, 금목서, 광나무
		주변환경림(12종)	화백, 편백, 삼나무, 향나무, 해송, 은단풍, 때죽나무, 사방오리, 가시나무, 물참나무, 광나무, 사철나무

(3) 식재방법

(가) 식재

내공해수종은 주로 식재되는 도시나 공단 등의 오염환경은 인위적으로 조성된 환경이므로 수종의 선택은 식재하고자 하는 지역의 대기오염도와 함께 주변지역의 특징을 고려하여야 할 것이다.

대기오염이 심한 도심이나 공단의 가로수와 녹지대 등에서는 정화능력 뿐만아니라 오염물질에 대한 내성이 중요한 선정요소가 될 수도 있으며, 대기오염이 비교적 심하지 않은 주택가나 공공건물 등에서는 수목의 내성보다는 정화능과 함께 주변건물의 특성이나 기능이 선정요소가 될 것이다. 한편 임해공단에서는 해풍, 파도, 준설토사로 염분 함량이 높아 식물생육에 극히 불리하다는 점도 고려되어야 한다.

수목은 오염물질을 충분히 흡수할 수 있도록 가능한 전체적인 엽량을 많이 확보하여 오염물질을 정화할 수 있도록 함을 원칙으로 하며, 오염원과 영향권 사이에 다층구조의 형태로 식재하여 성과를 효과적으로 구현하기 위하여 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

식재에 따른 주요 고려사항은 ① 식재지역의 입지조건을 고려한 합리적인 선정 ② 입지조건에 합당한 우량수목의 선정 ③ 배식자와 시설설계자의 경험과 능력 종합 ④ 식재지의 기반을 잘 조성하고 적기에 식재 ⑤ 철저한 사후관리 등이다.

(나) 시설에 따른 수종선정

수목은 대기정화 이외에 다양한 기능이 있으므로 이들 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 식재하며 특히 식재지역과 용도에 따라 수종선정이 달라질 수 있으므로 여기서는 도시, 공단 등의 주요지역별로 적당한 수종을 선정하는 조건이 필요하다.

주요시설물에 따라 (표 8-3-1)의 내용들을 고려하여 수종의 활용을 극대화하도록 한다.

(다) 식재지 정비

환경오염지에서는 토양의 건조화, 산성화 등의 생육기반의 불량, 일조부족, 빌딩풍 등 미기상의 영향, 대기오염물질의 증가 등에 의한 대기환경의 영향 등 도시 특유의 환경조건에 의하여 수목의 생육에 지장을 주는 것이 일반적이다.

그러나 이러한 방해요인 중에는 현재의 환경조건으로는 신속하게 개선을 할 수 없는 것도 많기 때문에 현재로서는 식재기반을 개선하여 식재한 수목의 수세를 향상시켜 다른 요인의 영향을 최소한으로 하는 것이 중요한 문제라고 생각된다.

따라서 대기정화식수에서는 식재한 수목이 건전하게 생육하고 그 수종 본래의 대기정화능력을 충분히 발휘할 수 있도록 식재기반의 정비를 꾀하는 것이 중요하다.

식재기반을 정비하고 개선하는데 있어서 기본적으로 유의해야 할 점은 다음과 같다.

① 불순물제거: 콘크리트 조각 등 식재에 지장을 초래하고 수목의 생육을 방해하는 토양 중의 불순물은 가능한 제거한다.

② 토양의 노출면적을 가능한 한 넓게 해서 공기나 빗물이 토양으로 흘러들어가고, 스며들 수 있게 한다.

③ 수목 뿌리의 신장을 방해하는 채수층, 자갈층 및 고결층 등은 제거하든지 또는 물리성이 좋은

토양을 객토하여 식재할 수목의 생육에 지장을 초래하지 않을 정도의 유효토심을 확보한다. 이 토심은 수종에 따라 다르지만 저목은 30 50cm, 고목은 적어도 60 90cm이상을 기본으로 한다.

④ 토양의 물리화학성이 좋지 않은 경우에는 객토 혹은 토양개량제의 사용 등에 의하여 개선을 꾀할 필요가 있다. 전면개량이 바람직하지만 곤란한 경우에는 대상개량 혹은 식혈개량를 한다.

⑤ 배수불량에 의해 수목뿌리가 썩는 것을 방지하기 위하여 배수시설이 필요하다.

⑥ 비료 등의 시용으로 양분의 공급을 꾀할 필요가 있다. 또한 가능한 낙엽을 그대로 녹지내의 임상에 놓아 두고 토양에로의 환원을 꾀한다.

⑦ 토양의 건조방지를 위하여 피복이나 과목류의 도입, 지푸라기 등을 덮어 지표면을 노출시키지 않도록 한다.

(4) 사후관리

오염된 환경을 개선하여 쾌적한 생활환경을 조성하기 위하여 식재한 수종이 본래의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 식재 후에도 계속적인 관리로 수목의 활용도를 높이는 것이 중요하다. 사후관리는 일반수목의 유지관리방법에 준하되, 수목이 풍부한 엽량의 확보가 중요하므로 전정과 전지는 경관상 문제가 되지 않는 범위에서 가볍게 한다. 유지관리 주요내용은 전정, 정지, 제초, 시비, 관수, 병충해 방제, 보식, 보호작업 등을 실시해야 한다.

표 8 - 3 - 3. 식재시 시설별 고려사항

시 설 별		적 합 한 수 종	고 려 사 항
도시	점포빌딩	- 인접건물에 의한 일조량 부족이 예상되므로 내음성이 강한 수종 - 수고의 제한에 따른 키가 작은 수종	- 점포나 기업 이미지 - 일조량 - 건물 방문객의 출입 및 고객홍보물 방해 최소화
	주 택	- 정화능이 우수한 수종 - 좁은 공간에는 초본류나 지피식물로 식재	- 주민에 쾌적함 제공을 위한 양질의 공기, 적절한 일조량 - 북향은 내음성의 수종
공단	공장내외	- 대기오염 내성 수종 - 먼지가 많이 발생하는 곳에는 침엽수 - 공장, 창고, 사무실 등에 벽면녹화 가능 수종	- 공장이미지, 직장환경 고려 - 사고발생 확산방지 - 지역사회와 조화 - 주로 공장 주변지역에 식재밀도를 높힘
공통	도 로 변	- 대기오염 내성 수종 - 수관이 넓고 잎이 밀생하는 수종	- 도로변의 기능과 조화 - 오염원(차도) 가까이 식재하되 식재밀도를 높힘
	공공시설	- 주민 정서에 맞는 지역 대표수종 - 복층림 형성	- 시설의 대표성과 지역성 고려 - 주민에 친밀감 제공
	주 차 장 (공 토)	- 대기오염 내성 수종 - 주차를 방해하지 않는 키가 큰 수종 - 좁은 공간은 초본류나 지피식물로 식재	- 주차 차종의 높이를 고려한 수종 - 조밀하게 식재 - 열매, 수액, 잎에 의한 차량변색이나 기계적 손상이 적을 것

자료 : 환경정화수 식재요령, 1992

(5) 산림의 온실가스흡수 기능 증진

나무를 이용한 온실가스 저감이란 자연생태를 이용하여 온난화 가스를 감소시키는 방법으로서 여러 가지 온난화 원인물질 중 식물의 생육에 필요한 이산화탄소의 흡수를 촉진시킬 수 있는 방안을 말하는 것으로, 1년생 초본 경우에는 그해 흡수한 물질이 분해되어 이산화탄소가 대기 중으로 방출되므로 이의 저장기능이 없으나 임목의 경우에는 연년생장을 함으로서 생장에 필요한 이산화탄소의 흡수와 체내 저장을 통하여 대기중의 이산화탄소의 저감 효과가 매우 큰 무공해 이산화탄소 처리 공장이라 할 수 있다. 즉, 임목은 태양 에너지와 뿌리로부터 흡수한 수분, 잎에서 흡수한 이산화탄소를 이용하여 잎의 광합성 작용에 의해 탄수화물을 만들고, 이를 이용하여 호흡을 하며 뿌리에서 흡수한 여러 종류의 양분과 함께 유기물을 만들어 성장해 간다.

그러므로 온실가스 저감효과를 말할 때에는 단지 임목의 줄기생장만이 아니라, 육림상의 문제인 물질생산이라는 면을 고려할 필요가 있으며, 따라서 임업에서의 온실가스 저감기술이란 산림에서의 물질 생산 즉, 바이오매스 생산력을 높임과 동시에 효율적 이용에 의하여 좀 더 많은 탄소를 대기로부터 흡수해 산림 혹은 목제품에 저장시킬 수 있는 산림 시업기술을 의미한다고 볼 수 있다.

산림과 나무제품을 이용하여 대기중의 온실가스를 흡수 · 저장함으로써 지구온난화를 완화시키는 방법에는 다음과 같이 크게 세 가지가 있을 수 있다.

첫째는, 대기중 이산화탄소를 흡수 · 저장하는 산림을 적극적으로 보호 · 육성하는 것이다. 산림은 광합성을 통해 공기 중의 이산화탄소를 흡수하고 우리가 숨쉬는 산소를 내뿜는 과정을 거치면서 자라는 훌륭한 이산화탄소 흡수공장이자 저장창고 역할을 한다. 산림의 이와 같은 이산화탄소 흡수 · 저장능력을 유지 · 증진시키기 위해서는 무엇보다도 먼저 산림이 골프장, 스키장 등 대규모로 무분별하게 개발되는 것을 막아야 하고, 우리 주위의 공간에 더 많은 나무를 심어야 할 것이다. 또한 기존의 산림은 병충해, 산불 등으로부터 보호하는 동시에 너무 빽빽하여 건전하게 자라지 못하는 숲은 어느 정도 솎아주는 등 적극적으로 산림을 관리하여 산림이 더욱 빨리 더욱 많이 자라게 함으로서 더 많은 이산화탄소를 흡수 · 저장하게 할 수 있을 것이다.

둘째로, 크게 키워 벌채한 나무를 내구성(耐久性)있는 나무제품으로 개발하고 이의 이용을 확대하는 것이다. 벌채된 목재는 그 최종용도에 따라 탄소를 저장하는 기간이 달라지는 데 나무로 만든 가구나 통나무집, 놀이터 시설 등 내구성 제품은 오랜 기간 탄소를 저장할 수 있지만 종이 등 수명이 짧은 제품은 사용 후 곧 분해되어 저장탄소가 대기로 다시 방출하게 된다. 이와 같이 베어 낸 나무를 내구성이 있는 나무제품으로 개발 · 이용하면 지속적으로 탄소저장고로서의 역할을 하는 한편, 베어낸 자리에 새로이 나무를 심으면 이것이 자라면서 또다시 이산화탄소를 흡수하게 된다. 또한 다 쓴 나무제품을 폐기할 때 이를 에너지 즉, 연료로 사용한다면 그만큼의 에너지를 얻기 위해 석유나 석탄 등을 연소시킬 때 발생하는 양만큼의 온실가스 배출을 억제시킬 수 있을 것이다.

세번째로, 가능하면 철제나 알루미늄으로 만든 제품보다 나무로 만든 제품을 사용하는 것이

다. 한 연구자료에 따르면 창틀을 만들 경우 철제나 알루미늄제품은 그 원료의 제조 · 가공과정에서 나무로 만든 창틀보다 에너지 사용량과 이에 따른 이산화탄소 배출량이 각각 350배 및 1,570배 가량 더 많다고 한다(표 8-3-4). 이와 같은 관점에서 보았을 때 목재는 어느 원자재보다도 훨씬 훌륭한 환경친화적인 재료라고 할 수 있을 것이다.

표 8 - 3 - 4. 각종 원자재의 제조, 가공 소요에너지 및 탄소 배출량

구 분	목재	합판	파티클보드	강재	알미늄
화석 에너지소비량(MJ/m^3)	750	6,000	10,000	266,000	1,100,000
제조시 탄소방출량(kg/m^3)	15	120	200	5,320	22,000

자료 : 기후변화 협양대응 실천계획수립을 위한 연구, 1998

이밖에도 도시의 나무는 주택과 빌딩을 차폐하고 그늘을 만들어줌으로써 실내온도 조절을 위한 에어컨 등에 소요되는 에너지의 수요를 감소시키고, 따라서 발전소에서 전력생산을 위한 이산화탄소 방출량을 감소시킬 수 있다. 또한 서울과 같은 대도시에서 사람의 스트레스를 증폭시키고 건강문제를 일으키며 에너지낭비를 가져오는 도시열섬현상 즉, 종로 등 도시중심부가 주위보다 온도가 높은 현상을 완화시키는 역할을 한다.

4. 수원함양림

(1) 산림작업

(가) 수종갱신

생육상황이 동일한 경우라면 토양의 침식량은 활엽수림보다 침엽수림이 많다. 활엽수의 낙엽은 지표유하수 등에 의해 중력방향으로 잘 유실되지 않으며 침엽수 낙엽보다 잘 분해되기 때문에 활엽수림의 토양은 단립구조가 발달하게 된다. 또한 침엽수는 대개 상록이며 수관층이 두터워 임내가 어둡기 때문에 하층식생의 발달이 부진하므로 손질을 해주지 않으면 토양의 이화학성이 나빠지게 된다. (그림 8-4-1)과 같이 활엽수림지 토양이 최대로 저장할 수 있는 ha당 물의 양은 침엽수림지보다 1.2배 많으며, 사방시공지보다는 2.3배가 많다.

산림의 수원함양기능을 증진하기 위한 산림을 조성하는 경우는, 상수리나무 등 참나무류와 자작나무, 고로쇠나무, 들메나무, 물푸레나무, 서어나무, 개서어나무, 느티나무, 참느릅나무, 굴피나무, 버드나무, 은행나무 등과 같은 활엽수로 선정하는 것이 유리하다.

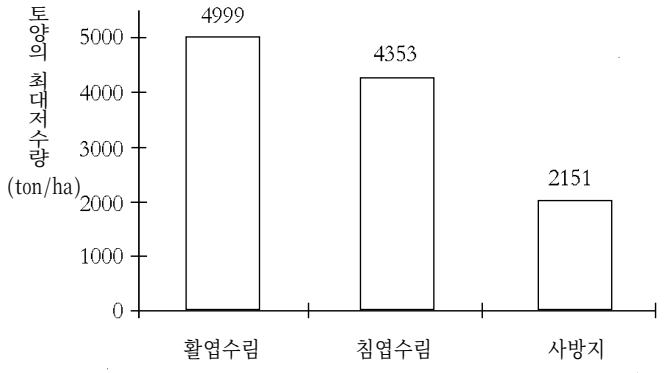


그림 8 - 4 - 1. 임상별 토양의 최대저수량

(나) 복층림 조성

수관층(樹冠層)이 하나로 형성되어 있는 40년생 이상의 장령림에 대하여 임목의 일부를 벌채하고 인공갱신을 실시함으로써 수관층을 2개 이상으로 형성하는 산림을 복층림이라고 한다. 임분의 상층을 형성하는 수종은 빛을 좋아하는 수종인 양수(陽樹)를 식재하고, 그 밑의 층에는 전나무, 편백 등 임내가 다소 어두워도 잘 자라는 음수(陰樹)를 식재하는 방법으로 조성한다. 복층림 조성을 위한 벌채방법은 택벌이나 소면적의 모두베기(개벌)를 하여 표층토양이 파괴되거나 유실되지 않도록 신중히 실시해야 한다. 복층림으로 시업하게 되면 단층림에 비하여 단위 면적당 낙엽 및 뿌리의 양이 많아지며 토양의 조공극이 발달하여 물 저장량이 증가하게 된다(그림 8-4-2). 따라서 수원함양기능을 증진시키기 위한 시업은 단층림보다는 복층림으로 조성하는 것이 유리하다. 복층림을 조성하면 단일한 층을 형성한 단층림보다 ha당 물저장량은 12%가 많아진다(그림 8-4-3).

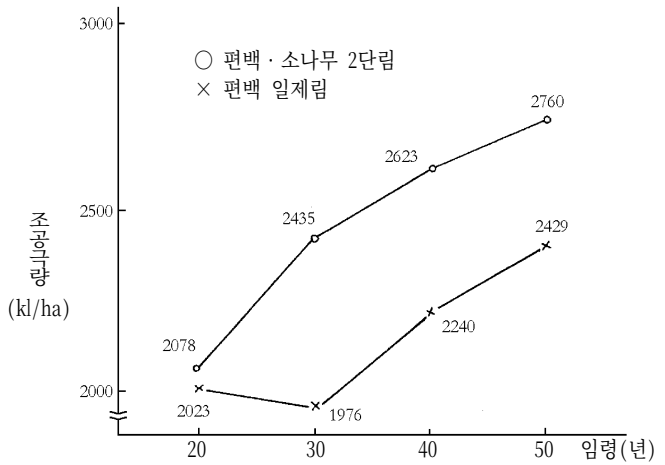


그림 8 - 4 - 2. 2단림과 일제림 토양의 조공극량

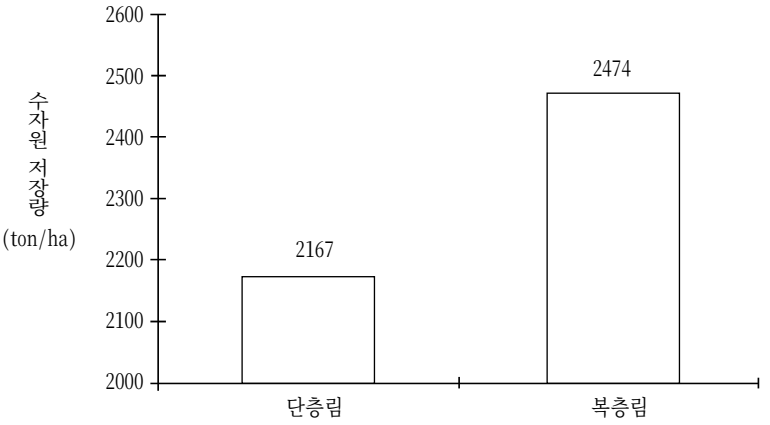


그림 8 - 4 - 3. 임분구조에 따른 수자원 저장량

(다) 간벌(間伐)

일반적으로 침엽수 인공림은 식재 후 15년 정도가 지나면 수관의 울폐가 시작되는데, 이때부터 나뭇잎의 양이 급격히 많아지고 아랫가지 부터 말라죽기 시작하며, 임내가 어두워지기 때문에 하층식생도 점차 사라져 지피식생이 거의 없는 상태가 된다. 이러한 산림은 수관차단 및 증발산에 의한 수분 손실량이 많을 뿐만 아니라 토양공극 보호재료이며 유기물 공급원인 하층식생이 없어져 토양의 이화학성이 나빠지기 때문에 수원함양기능이 저하되게 된다. 특히 침엽수 인공림은 간벌 등 손질을 하지 않을 경우 수원함양기능이 계속 저하하게 되므로 울폐도를 70% 이하로 간벌을 다소 강하게 하는 것이 수원함양기능을 증대시키는데 효과적이며, 임관이 울폐되기 전에 재실행시하여 임관을 소개시켜 주어야 한다. 울폐된 장령림에 대해 30%의 간벌을 실시할 경우, 나뭇잎에서 발생하는 불필요한 증산량을 20% 정도 줄일 수 있게 되는데 이는 그 만큼의 물을 더 저류할 수 있게 됨을 의미한다(그림 8-4-4).

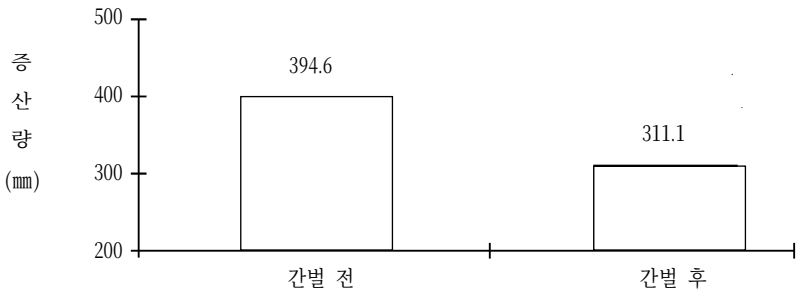


그림 8 - 4 - 4. 간벌에 따른 산림의 증산량 감소

(라) 가지치기 작업

가지치기는 간벌과 마찬가지로 수원함양기능상 임내 광도를 높혀 적당한 지피식생을 유지시키고자 실행하는 것으로서, 수관차단량 및 증발산량을 감소시키는 직접적인 효과가 있다. 수목의 상층의 잎은 직사광선 즉, 조도가 100인 조건으로 최대의 탄소동화작용을 하는 양엽(陽葉)으로 되어 있지만 하층의 잎은 조도가 낮은 상태에서 효율적으로 동화작용을 하는 음엽(陰葉)으로 되어 있다. 그러나 밀도가 높은 산림에 있어서 하층엽 주변의 상대조도(相對照度)가 5 15%인 환경에서는 광보상점 이하의 상태에 있게 된다. 이와 같은 상태는 나무 줄기의 생장에는 아무런 관여를 하지 않고 단지 가지와 잎의 생명을 유지하는 것으로서, 수분을 낭비하고 있는 것이며 증발산량과 수관차단량만 많아지게 된다. 따라서 광보상점 이하의 하층가지에 대한 가지치기는 나무 줄기의 생장을 억제하지 않고 형질이 좋은 목재를 생산할 수 있다는 장점과 아울러 (표 8-4-1)과 같이 수분의 낭비를 줄이는 효과가 있는 것이다. 즉, 가지치기는 임목생장과 무관한 상층수관(上層樹冠) 아래의 나뭇잎을 제거해 주므로 나뭇잎에서의 증발산량과 수관차단량을 감소시키고 임내 환경이 밝아져 토양의 이화학적 성질이 좋아지게 됨에 따라 산림토양이 저장할 수 있는 물의 양이 늘어나게 된다.

표 8 - 4 - 1. 가지치기에 의한 증산량 감소효과 (단위 : mm)

구 분	가지치기 전	가지치기 후	감소량	감소율(%)
편백림의 증산량	282.6	209.1	△ 73.5	△ 26.0
낙엽송림의 증산량	279.5	223.6	△ 55.9	△ 20.0

(마) 벌기 및 벌채방법

임목은 나이가 많아질수록 뿌리의 확장범위가 넓어지고 장대해질 뿐만 아니라 임내환경도 밝아지며 낙엽 및 낙지의 양이 증가하여 토양 유기물량이 많아지므로 토양의 이화학성이 개선되므로 저장할 수 있는 물의 양이 증가하게 된다.

(그림 8-4-5)는 산림의 임령이 증가함에 따라 토양의 조공극량이 많아지는 것을 보여주고 있는 것으로, 이는 임령이 높은 산림일 수록 투수능과 저류능이 증대됨을 의미한다. (그림 8-4-6)은 임령이 높아질수록 유황계수(流況係數)가 낮아지는 것을 보여주는 것으로 임령 증가에 따라 기저유출량(基底流出量)이 늘어남을 의미한다. 따라서 수원함양기능 증대를 도모하기 위해서는 현행 벌기령 50 60년 보다 적어도 20년 이상 연장한 장벌기(長伐期)로 하는 것이 유리하다.

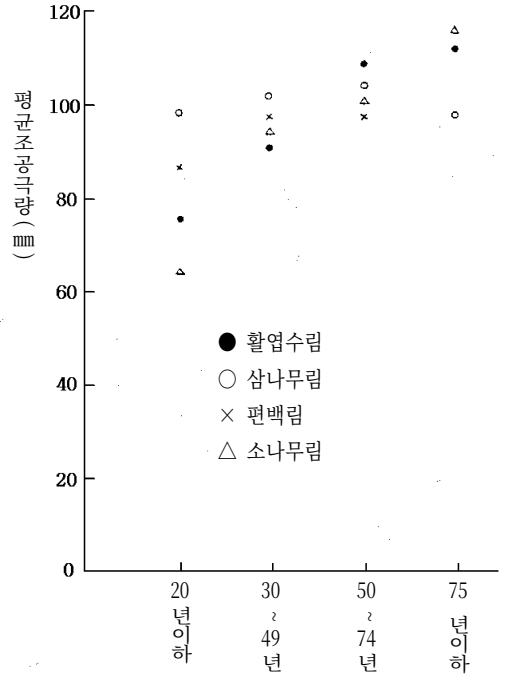


그림 8-4-5. 임령과 산림토양의 조공극량

벌채목의 운반시에는 토양의 침식이 발생되지 않도록 각별한 주의가 필요하다. 즉, 벌채목을 운반할 때 벌채목의 끝부분이 토양에 닿아 끌리면 토양은 심한 교란을 일으키게 되고 커다란 침식구(浸蝕溝)가 형성된다. 침식구가 생기면 강우시에 토양의 침식이 심해져 유토발생량을 증대시키는 직접적인 원인이 된다. 벌채목의 운반시 토양을 교란하면 침식토양이 다량 유출되어 계류수질에 심각한 영향을 미치게 되므로 벌채목 반출시는 가선집재(架線集材) 등을 이용하는 등 토양침식을 방지하는데 최선을 다해야 한다.

현재 우리나라 산림의 대부분은 임령이 20 30년생이므로 수원함양기능을 높이기 위한 손질을 본격적으로 필요로 하는 시기에 와 있다. 우리나라의 인공림 약 300만ha에 대하여 간벌과 가지치기 등 관리를 잘 해 주면(그림 8-4-7) 강수량의 5%에 상당하는 약 57억톤의 물을 더 머금을 수 있게 되는 것으로서, 유효저수량이 4억톤인 다목적댐 임하댐 14개를 새로 만드는 것과 마찬가지의 효과가 있다.

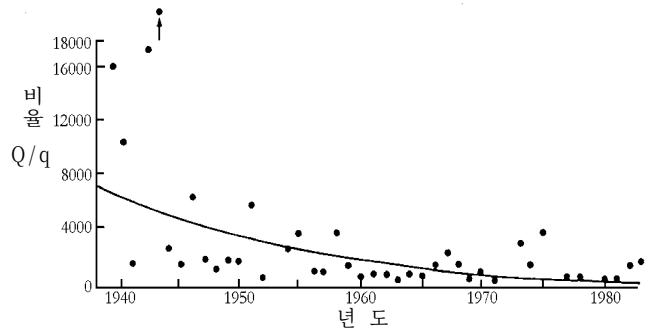


그림 8-4-6. 연최대유출량(Q)과 연최소유출량(q) 비의 장기경향(유황계수, 流況係數)

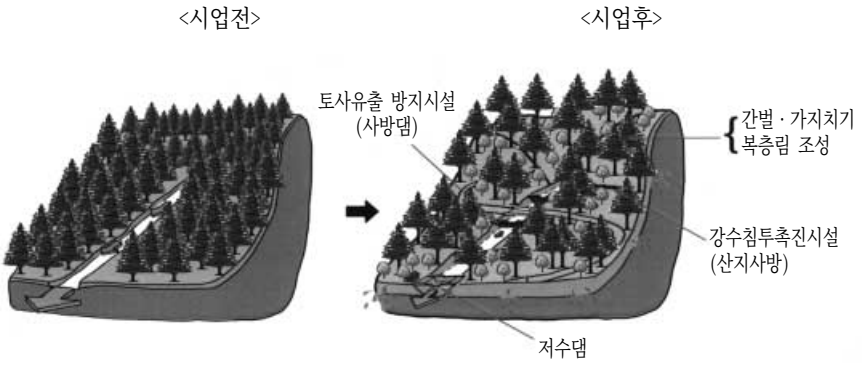


그림 8-4-7. 수원함양기능 증진을 위한 시업 개념도

(2) 시설물 설치

수자원 보전과 관련하여 산지에 치산시설을 설치하는 것은, 산각(山脚)의 고정을 통하여 토양침식 및 붕괴를 막아 산림으로 부터의 유토 발생량을 감소시키고 강수의 침투능을 증대시키고자 하는 것이다. 치산시설을 설치하려면 산지사면(山地斜面)에 단을 끊거나 비탈다듬기(뭉개기) 등을 하게 되는데 이 과정에서 기복(起伏)이 수정되고, 기초 터파기 시행시 자연적으로 토양을 경운하는 것과 같은 부수적 효과도 생기게 된다.

(가) 종류

현재 설치하고 있는 치산시설들이 수자원 확대 및 수질보전에도 상당히 기여를 하고 있는 것은 사실이나, 수자원을 양적 · 질적으로 보전하기 위해서는 시설물을 보다 다양화 하여야 하고 설치장소는 산복 · 계류를 망라한 산지 전체를 대상으로 하되, 복구차원의 시공성격이 강한 현재의 공사개념을 산각고정을 목표로 하는 예방차원으로 실시할 필요가 있다.

토심이 너무 깊어 바닥 기초치기가 어려운 곳은 시공이 간편하고 거의 공기에 구애받지 않는 철강제 구조물 사용을 검토할 필요가 있다. 공기나 물의 오염이 심한 곳에서는 철강제 부식이 심하므로 녹 방지 아연용융도금 등 부식방지 처리를 하여야 하며 현장에 설치시에는 용접을 삼가하고 볼트와 넛트를 사용하여 조립하여야 내구성이 있게 된다.

(나) 효과

직접유출량은 총유출량 가운데 강우시 계류 유출량을 급격히 증가시키는 성분으로서 유량변동이 심하며 탁도도 높아 물 이용면에서 불리한 수량이므로 총유출량에 대한 비율이 낮은 것이 바람직하다. 치산시설을 설치하면 토양구조가 개선됨에 따라 지표유출수의 분산화 및 유속 감쇄(減殺), 침투능이 증대된다.

통나무울(목책)이나 골막이 등 침식 방지공사를 시공하면 직접유출량이 11 48%나 감소되고, 피크 유량도 10 30%나 감소 되는 등 수원함양기능 증진에 치산시설의 효과는 매우 높게 된다.

(다) 계류수질보전시설

산림지역에서 상시 유출되는 계류수는 하천수질환경기준의 상수원수 1급수에 충족하는 깨끗한 물이나 호우시에는 계류수의 탁도가 높아지므로 하천, 저수지 등의 부영양화 원인이 된다. 더욱이 일반가정, 요식업소 등 점오염원 및 골프장, 경작지 등과 같은 비점오염원으로 부터 무차별 유입되는 오탁수로 인하여 산림지역을 벗어나면 소계류 조차 그 오염도는 날로 심해져 가고 있다. 소계류의 오탁은 하천 수질오염에 직접적으로 영향하는 것으로서 수질보전공법은 양질의 안전한 물에 대한 사회적 요구에 부응하기 위하여 고안된 것이다.

수질보전시설은 본래 계류에 유입된 오탁수를 시설 속으로 통과시킴으로써 여과 혹은 미생물의 유기물 분해작용을 이용하여 수질을 개선하거나, 강수의 지중침투를 촉진시켜 지표유하수 발생을 억제하여 오탁도(汚濁度)를 낮춤으로써 수질을 보전코자 하는 것이다. 그러나 철강제 틀 수질보전시설의 경우 각종 정화매체를 장착하여도 정화조와 같은 기능을 기대해서는 안되는 것으로 오탁 · 오염도가 심한 계류에 설치하면 유지 · 관리가 어렵다.

1) 수질보전시설의 종류

수질보전시설의 종류는 다음과 같으며 개개의 시설을 독립적으로 설치하거나 조합 · 병용하기도 하고 자갈, 깬돌, 호박돌 혹은 숯, 활성탄과 같은 정화매체를 장착하기도 한다.

○ 슬릿트 댐

철강제 혹은 콘크리트로 된 원통형이나 사각형 기둥을 계류에 설치한 빗살 모양의 시설로서, 호우시 유목(流木), 유석(流石)의 급격한 유출을 방지하고, 슬릿트 댐에 걸린 유하물들은 토사를 시설의 상부에 퇴적시키게 되므로 계류수를 서서히 유하시키게 된다(그림 8-4-8).



그림 8 - 4 - 8. 철강제 슬릿트 댐

○ 철강제 스크린 댐

스크린 효과에 의해 낙엽, 유목의 유출을 방지하고 토사의 유출을 막아 계류수의 지중침투를 촉진시키는 댐이다(그림 2-1-9).



그림 8 - 4 - 9. 철강제 스크린 댐

○ 철강제틀 투수(透水)댐

토심이 깊은 계상의 물매를 완화 · 안정시켜 산각을 고정하는 철강제틀 골막이로서, 계류수의 지중침투를 촉진시키는 댐이다(그림 8-4-10). 본래 철강제틀은 기존의 목재나 대나무를 사용한 형틀공 형식에 외부로 부터의 충격이나 압력에 강하고 내구성 및 유연성이 있도록 철강제로 조립 · 제작한 것이다.

철강제틀 투수댐은 사방댐과 같은 일반 중력구조물로서의 조건을 만족시킬 뿐만 아니라 틀의 각 부재(部材)는 별개의 세포형태로 구성되므로 부등침하에 대응하는 힘이 강하며 콘크리트 타설이 필요 없으므로 시공시기에 구애를 받지 않는 특징이 있다.



그림 8 - 4 - 10. 철강제틀 투수댐

○ 철강제틀형 야계수질보전시설

철강제틀형 야계수질보전시설(그림 8-4-11)은 철강제틀 투수댐을 응용한 것으로서 그 길이를 물 흐름방향으로 길게 한 시설이며, 틀 속에는 정화매체로서 역간작용(礫間作用)을 하는 자갈, 깬돌, 호박돌이나 숯 혹은 활성탄과 같은 정화필터 등 목적에 따라 달리 장착할 수 있다.

이 투수댐 방식의 시설은 정화매체를 장착하기 쉽고, 틀의 높이 및 길이를 비교적 자유롭게 결정할 수 있기 때문에 정화기능성을 크게 할 수 있는 장점이 있으며, 계류수가 비교적 자유로이 통과되는 투과형 댐으로서 홍수와 갈수를 완화하여 유출량을 균일화하는 이수효과도 있다.

수질보전시설은 철강제틀 투수댐과 같이 몰탈을 사용하지 않고 시공해도 되나, 반드시 유연성을 요하지는 않으므로 바닥과 측벽을 몰탈로 시공해도 무방하다. 유목이나 토석류 발생 가능성이 큰 계류에는 방수로 부분이 토석류 등에 의한 매몰 및 충격이나 마모를 받지 않도록 슬릿트 댐이나 스크린 댐과 같은 시설을 설치하는 것이 좋다.



그림 8 - 4 - 11. 철강제틀형 야계수질보전시설

○ 땅속흙막이(埋設土留工)

산복에 자갈, 깬돌 혹은 호박돌을 채운 돌망태나 철강제틀을 매설하여 지표유하수의 지중침투를 촉진시키는 공법이다.

○ 침사지(沈砂池)

여러 단의 인공못을 만들어 모래, 자갈, 깬돌, 호박돌 등을 바닥에 깔아 오탁수를 침전 혹은 여과기능을 발휘시키는 공법이다.

○ 탁수(濁水)방지공

철강제틀과 정수 파이프를 이용한 유로를 만들어 모래, 자갈, 깬돌, 호박돌 등의 여과기능에 의해 수질을 보전하는 공법이다.

○ 통나무울 얽기

간벌산물 등을 이용하여 산복에 통나무울을 설치하고 자갈 등 돌을 채워 지표유하수의 지중침투를 촉진시키는 공법이다(그림 8-4-12).



그림 8 - 4 - 12. 통나무울 강수침투 촉진시설

2) 정화매체

○ 숯

숯은 목재를 소성(燒成)、탄화시킨 것으로서, 소성단계에서 수분이 증발하며 수 많은 미세한 공극이 생기게 된다. 숯이 가지고 있는 공극 표면적은 1그램당 200 300㎡나 되는데, 이 미세한 공극이 있기 때문에 여러 잡다한 물질을 흡착할 수 있게 된다. 또한 숯은 화학적으로나 생물학적인 작용을 받지 않는 대단히 안정된 물질로서 미생물의 서식장소로서 아주 좋은 조건을 가지

고 있다. 미생물은 숯에 의해 흡착된 오염물질을 영양원으로하여 번식 · 분해하는데, 이 과정에서 수질이 정화된다.

○ 활성탄

탄소를 함유하고 있고 대단히 강력한 흡착성이 있으며 일반 가정의 냉장고 탈취제 등으로 폭넓게 쓰이고 있다. 수질정화재로서는 냄새, 색, ABS(세제 등), 농약 및 기름을 흡착하는 효과가 있으며, 상수도, 하수도, 공장폐수, 생활폐수의 수질정화용으로 사용되고 있다.

○ 역간작용(礫間作用)

돌의 표면에 붙어 사는 미생물이 유기물을 분해하는 역간작용에 의해 수질이 정화된다. 하천의 자정작용(自淨作用)도 이와 마찬가지의 원리이나, 자연하천 하상의 경우는 부착미생물막(膜)이 한 개의 층밖에 없기 때문에 수질정화가 기능하려면 긴 유하거리를 필요로 하게 된다. 이 공법에서는 철강제틀에 채워 넣은 자갈 등에 형성된 다층(多層)의 부착미생물막에 의해 정화기능을 높이고자 하는 것이다.

5. 보안림

(1) 개념

산림은 공익기능 즉, 환경기능과 문화기능을 발휘한다. 환경기능으로서는 홍수를 막아주고 가물 때도 끊임없이 물을 공급해 주는 자연저수지 기능과 깨끗한 물을 제공하는 정수기의 역할뿐만 아니라 광합성 작용을 통하여 이산화탄소나 대기오염물질을 흡수하고 맑은 공기를 만드는 대기정화기능, 토사유출과 산사태 등 토양 침식을 막아주는 국토보전기능, 쾌적한 휴식처를 제공하는 산림휴양기능, 새와 짐승에게 살기 좋은 보금자리를 제공하는 야생동물보호기능, 소음과 바람을 막아주거나 기상을 완화하여 다양한 생물종을 보전하는 기능이 있고, 문화기능으로는 문학 · 예술 · 교육 · 종교 등의 터전을 제공하는 기능이 있다.

따라서 보안림은 직접적인 경제적 소득을 목표로 관리되는 일반 산림과는 달리 국토보전, 수원 함양, 재해방지, 풍치 유지와 환경 정화 등과 같은 국민 생활의 안전과 관련 산업의 발전을 기하려는데 목적을 두어 산림 작업의 일부를 제한하는 산림을 말한다. 이는 넓은 의미에서 산림의 가치를 목재 생산에만 두는 것이 아니고 자연 환경을 보호하며 유지시키고 아름다운 경관을 꾸며서 국민 건강을 지켜주는 휴양 기능을 강조하는 것이다. 그러므로 보안림 설정은 산림 소유자에게 목재 생산에 의한 직접적인 경제적 이익을 주기 위한 제도가 아니고 산림의 혜택을 받는 국민 모두에게 필요한 제도이다.

(2) 역사와 필요성

산림이 울창하게 조성되어서 그 혜택을 국민 모두가 골고루 받았던 시절에는 보안림의 필요성을 느끼지 못했지만, 산림이 벌채되고 개발이 본격화되면서 환경파괴로 이어졌고 이는 특정

지역에 대한 산림 보전의 중요성을 부각시키고 있다. 고려 시대 산림은 개인이나 나라에서도 관리하지 않는 ' 무주공산(無主空山) ' 개념이 강하여 어떤 산이든지 관리들의 산책, 수렵, 무술 훈련장으로 이용되었지만, 산림 피해가 너무 심해지자 산림 보호를 위하여 입산을 금지함으로써 실제적인 보안림 개념이 시작되었다고 할 수 있다.

보안림과 같은 개념으로서 과거에는 임수(林藪)가 있었는데 임수란 나라 창시의 역사적 유서가 깃들어 있거나 백성의 생활유지와 발달을 위하여 지정된 산기슭에서 물가에 이르는 천연림, 또는 인공림을 조성하고 보호하는 의미가 신라시대에는 강했으나 그 후에는 풍치 보전과 풍해, 조해, 수해를 막기 위한 인간생활보호 또는 성곽과 성문을 가려주는 군사 및 풍치 목적으로 임수가 설치되었다.

임수는 신라시대부터 조선시대까지 도합 108개소가 설치되었으며, 삼국시대에 15개소, 고려시대에 14개소, 조선시대에는 70여개소가 조성되었다. 삼국시대에 조성된 임수로는 경주의 나정(蘿井), 계림(鷄林), 오릉(五陵), 낭산(狼山), 천경림(天鏡林), 왕가수(王家藪), 고양수(高陽藪) 등이 있었으며 김해의 수로왕릉(首露王陵), 동래의 해운대(海雲臺)와 울진의 월송정(越松亭), 부여의 가림수(嘉林藪), 김제의 벽골제(碧骨堤), 완도의 주도(珠島)와 갈문리임수(葛文里林藪) 등이 있었다. 고려시대에 조성된 임수로는 김해의 가락제방(駕洛堤防), 안동의 대왕수(大王藪), 달성의 공산동수(公山棟藪), 밀양의 율림(栗林), 강릉의 한송정(寒松亭)과 경포(鏡浦), 울진의 취운루(翠雲樓)와 울진임수(蔚珍林藪), 제주의 평대리비림(坪垈里榧林), 평야의 대동강임수(大洞江林藪) 등이 있었다. 기록에 의하면 고려 성종 1년(987년)에 특정 산림에서는 어떠한 경우에도 산에 불을 놓는 행위와 살아 있는 나무의 벌채가 금지되었고, 개성의 송악산에는 소나무림을 조성하여 특별히 관리하도록 했다고 한다. 조선시대에 조성된 70여 개소 임수 중에서 대표적인 것은 함양의 대관림(大館林), 고령의 안림수(安林藪), 김천의 식송정(植松亭), 예천의 상금곡송림(上金谷松林), 안동의 대림(大林), 영덕의 봉송정(奉松亭) 등을 들 수 있다. 조선시대에는 봉산(封山), 금산(禁山) 제도를 실시하여 특정 지역의 산림에 대해서는 벼슬을 주어 특별 보호하도록 하였으며 서울 남산의 소나무림, 명산이나 큰 하천 주변에 식재된 산림, 왕릉이나 사찰 주변의 산림도 보호 대상이 되었다.

대한제국 시대인 1908년에 법률 제11호로 공포된 산림법 2조에는 국토 보안 또는 국유림, 경영상 국가가 보전할 필요가 있는 산림은 매각, 양여, 교환 또는 대부를 할 수 없다고 규정하고 있다. 이에 따라 토사 붕괴 및 유출 방지, 비사의 방비, 수해 · 풍해 · 조해(潮害) 방비, 눈사태 · 낙석의 방지, 수원 함양, 어부, 항해 목표, 공중 위생, 제단, 왕묘, 궁궐 또는 경치가 수려한 곳, 풍치 유지가 필요한 지역을 정하여 산림의 벌채와 이용이 금지되었으며, 산림 작업을 마음대로 할 수 없는데 따른 손해가 발생하면 그 손해 금액에 대한 보상금을 청구할 수 있도록 함으로써 현재 보안림 제도에 대한 기초를 이루었다. 1908년 남산 숲을 풍치 보안림으로 지정하였는데 이것이 우리나라 최초의 보안림이다.

그 후 한일합방이 되고 나서 1911년 6월 발표된 산림령에서는 조선 총독이 국토의 보안, 재해방지, 수원 함양, 항해 목표, 공중 위생 또는 풍치를 위하여 필요하다고 인정되는 산림은 보안림

으로 편입될 수 있다고 규정하여 일본의 제도와 비슷하게 만들었다. 이에 따라 보안림 안에서 실시되는 사업은 시 · 도지사의 허가를 얻도록 하여 정부가 보안림 관리의 주도권을 갖도록 하였다가 최근에는 도지사나 지방산림관리청장에게 이를 위임하여 보안림을 관리하고 있다.

(3) 종류

산림청장은 현재 시행되고 있는 산림법에 의거하여 다음 목적을 달성하기 위하여 필요하다고 인정될 때에는 당해 산림을 보안림으로 지정할 수 있다.

1) 토사의 유출 붕괴 및 비사의 방비
2) 생활환경의 보호 · 유지 및 증진
3) 수원의 함양
4) 어류의 유치 증식
5) 공중의 보건
6) 명소 또는 고적 기타 풍치의 보전
7) 낙석의 방비

1996년 보안림 면적을 종류별로 집계한 통계를 보면 (표 8-5-1)과 같이 모두 7종이며 지정면적은 197,463ha로서 전체 산림면적 645만 ha의 약 3.1%에 해당한다. 현재 가장 많이 지정되어 있는 것은 도시민의 상수원을 비롯한 농업, 생활, 공업용수공급을 위한 수원함양림이고 산림의 경관 유지를 위한 풍치보안림이 그 다음이며 보건림이 제일 적다.

표 8 - 5 - 1. 보안림 종류별 면적

종류	토사방비림	비사방비림	수원함양림		어부림	보건림	풍치림	낙석방비림	계
			1종	2종					
면적(ha)	5,563	1,032	138,538	18,423	4,198	33	26,629	57	197,463

(4) 관리방법

보안림은 기능과 유형에 따라 국토보전림, 수자원 보전림, 생활환경림, 생태보전림 등 4가지로 크게 나누며 각각에 대한 관리방법을 제시코저 한다.

1) 산림의 기능별 분류 및 범위

산림의 공익기능 증진목적으로 지정 · 결정 또는 관리하는 산림은 그 기능의 유형에 따라 다음과 같이 구분한다.

1. " 국토보전림 ": 산림의 토사유출방지, 토사붕괴방지 기타 재해방지기능 등 국토의 보전을 위하여 지정 · 결정 또는 관리하는 다음의 산림

2. “수자원보전림”: 산림의 수자원함양기능 및 수질정화기능을 높이기 위하여 지정·결정 또는 관리하는 다음의 산림
3. “생활환경림”: 산림의 대기정화·소음방지·보전휴양·경관보전기능 등을 높이기 위하여 지정·결정 또는 관리하는 다음의 산림
4. “생태보전림”: 자연생태계 및 생물다양성의 보호·보전을 위하여 지정·결정 또는 관리하는 다음의 산림
5. “군사시설보호림”: 국방·군사시설의 보호를 위하여 군사시설보호법 규정에 의하여 지정된 군사시설보호구역 안의 산림

2) 보안림 관리 원칙

1. 임지 및 임상여건을 고려하여 공익기능이 고도로 유지되도록 천연림시업을 원칙으로 하되 인공림시업을 병행 적용한다.
2. 지정목적이 되는 산림의 공익기능을 높이기 위하여 솎아베기, 가지치기 기타 산림가꾸기 작업을 실시한다.
3. 벌채방법은 골라베기(택벌)를 원칙으로 하되 지정목적을 해하지 아니하는 범위내에서 소면적 모두베기 또는 골라베기를 실시하고 벌기령은 장벌기를 채택함을 원칙으로 한다.
4. 산림생태계의 안정을 위협하는 산림병해충 방제, 산불방지등 산림재해방지사업을 적극 실시한다.
5. 생태보전림에 대하여는 자연생태계 및 생물다양성이 보호·보전될 수 있도록 관리하고, 해당 산림이 피해를 입었을 경우에는 자연생태계 및 생물다양성의 보호·보전에 유리하게 작용할 수 있도록 산림사업을 실시한다.
6. 군사시설보호림에 대하여는 군사협의를 거쳐 군사시설 보호 및 군사작전 임무수행에 저해가 되지 않는 범위내에서 임업생산목적의 산림사업을 실시할 수 있다.

3) 보안림 조성·관리

① 국토보전림

○ 목표

- 임령이 다른 침엽수, 활엽수 또는 심근성 수종과 천근성 수종이 섞여 있어 뿌리가 깊고 넓게 발달하는 산림
- 항상 낙엽층을 유지하며 적당한 양의 태양광선이 투과됨으로써 하층식생이 잘 발달되어 있는 산림
- 필요에 따라 토사유출, 토사붕괴방지를 위한 사방시설이 정비되어 있는 산림

○ 조림(나무심기)

- 대상지

  미립목지, 형질이 불량한 산림등 토사유출, 토사붕괴 위험성이 높은 산림에는 우선적으

로 사방사업이나 인공조림을 실시하고 벌채수확후에는 목표로 하는 산림의 조성을 위한 인공조림을 실시한다.

- 수종선정

황폐지 등 임목이 거의 생립하고 있지 않는 지역은 생장이 빠르고 질소를 고정시켜 조속히 토양을 개량할 수 있는 수종을 선정한다. (오리나무, 아까시나무, 리기다소나무, 해송, 버드나무, 싸리 등)

형질이 불량한 곳과 임지의 사면안정이 필요한 곳은 뿌리가 깊고 넓게 뻗는 수종을 선정한다. (참나무류, 자작나무류, 곰솔)

- 조림방법

띠모양의 횡열로 여러 수종을 혼합하여 식재한다.

토심이 깊은 곳에는 활엽수를, 낮은 곳에는 침엽수를 식재한다.

- 식재기준 본수

ha당 5,000본을 기준으로 하되 황폐정도에 따라 기준본수를 조정하여 식재한다.

○ 육림(나무가꾸기)

- 솎아베기

뿌리의 발달을 촉진시키고 초본류, 관목류의 생육을 촉진시키기 위하여 장령림 이상의 임분에 대하여 솎아베기를 실시한다.

침엽수림에서는 솎아베기를 실시하여 활엽수가 생육할 수 있는 공간을 만들어 수종구성을 다양하게 하고 뿌리 발달을 촉진시킨다.

- 가지치기

임목의 생육을 촉진시키고 옹이가 없는 우량 완만재를 생산하기 위하여 죽은가지 또는 큰가지이하의 생가지를 제거하는 가지치기를 실시한다.

- 비료주기

임목생육이 불량한 곳에는 산림용 복합비료를 시용한다.

○ 벌채

- 골라베기를 원칙으로 하되 필요할 경우 2ha미만의 소구역 모두베기를 실시한다.
- 벌채할 경우 토사유출, 토사붕괴의 우려가 현저히 있는 임분에 대하여는 벌채하지 않는다.
- 벌채목을 운반할 때에는 임지표면이 손상되지 않도록 특별히 유의한다.
- 벌기령은 (표 8-5-4)의 기준벌기령보다 20년이상의 장벌기를 채택함을 원칙으로 한다.

○ 임도의 시설

- 계획적이고 효율적인 사업 실시 및 관리를 위하여 임도를 시설한다.
- 임도시설시에는 절성토면의 토사유출 또는 토사붕괴가 발생하지 않도록 완벽히 복구한다.

○ 사방시설의 설치

- 조림에 의하여 임지피복이 어려운 곳에는 산지사방을 실시한다.
- 하천의 침식이나 붕괴위험이 높은 곳에는 야계사방 또는 예방사방(횡공작물, 목책 등)

을 실시한다.

② 수자원보전림

○ 목표

- 임목의 뿌리가 깊고 넓게 뻗어있어 땅틈새가 많이 형성되고 이에 따라 수자원의 보존능력이 큰 산림
- 복층림(複層林)등 숲이 울창하게 우거져 있고 생장이 왕성한 산림
- 필요에 따라 강우의 지하 침투를 촉진하는 사방시설이 정비되어 있는 산림

○ 조림(나무심기)

- 대상지

  형질이 불량한 산림, 산림피해지, 미립목지등에 대하여 우선적으로 인공조림을 실시하고, 벌채수확후에는 목표로 하는 산림조성을 위하여 원칙적으로 인공조림을 실시한다.

- 수종

  수자원함양기능 및 수질정화기능이 큰 수종을 위주로 선정한다. (표 8-5-2)

표 8 - 5 - 2. 대상수종

강우량이 많은 북부지역	강우량이 많은 남부지역	강우량이 적은 지역
낙엽송, 잣나무, 전나무, 갈참나무, 굴참나무, 상수리나무, 졸참나무, 자작나무, 거제수나무, 고로쇠나무, 들메나무, 서어나무, 피나무	편백, 화백, 측백, 갈참나무, 굴참나무, 상수리나무, 졸참나무, 비목나무, 생달나무, 동백나무, 보리수나무, 소사나무, 사스레피나무, 다정큼나무, 사철나무, 광나무	갈참나무, 굴참나무, 상수리나무, 졸참나무, 자작나무, 거제수나무, 고로쇠나무, 들메나무, 서어나무, 피나무

- 식재기준본수

  식재기준본수는 활엽수 장기수의 경우 ha당 3,000본을 기준으로 하되 수종과 묘령에 따라 조정한다.

- 복층림 조성

  복층림이라 함은 수관층(樹冠層)이 하나로 형성되어 있는 장령림(약 40년생이상)이상의 산림에 대하여 임목의 일부는 벌채하고 인공갱신을 실시함으로써 수관층이 2개이상 형성되어 있는 산림을 말하며, 단층림으로 조성된 산림에 대하여 2개이상의 수관층(樹冠層)을 가진 산림으로 조성함으로써 수원함양기능등 산림의 공익기능을 제고하기 위함을 목적으로 한다.

  수종구성은 상층부에 소나무류등 양지에서 잘자라는 수종(陽樹)을, 하층부에는 전나무, 편백 등 음지에서도 잘자라는 수종(陰樹)을 선정한다.

○ 육림(나무가꾸기)

- 솎아베기

(표 8-5-3)의 잔존본수기준표에 의하되 솎아베기를 실시함으로써 상층부의 우거진 정도가 70~85% 유지되도록 하고 태양광선이 임지표면에 투과되도록 하여 초본류, 관목류의 생육을 촉진시킨다.

표 8-5-3. 솎아베기 잔존본수기준표 (단위 : 본/ha)

수 종	평 균 흉 고 직 경 급 (㎝)											
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
잣나무	1,500	1,200	1,000	880	760	670	600	530	480	440	400	-
낙엽송	1,500	1,300	1,100	1,000	900	800	700	600	530	490	410	-
리기다소나무	2,000	1,600	1,300	1,100	940	810	710	630	560	500	-	-
강원도지방소나무	2,300	1,800	1,500	1,300	1,100	950	840	740	670	610	-	-
중부지방소나무	1,300	1,100	960	860	780	710	650	610	-	-	-	-
삼나무	2,200	1,860	1,630	1,430	1,260	1,130	1,010	890	-	-	-	-
편백	2,700	2,200	1,700	1,510	1,330	1,180	1,070	950	-	-	-	-
해송	1,700	1,400	1,200	1,060	950	850	750	660	620	-	-	-
상수리나무	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	390	350

- 경급별 잔존 기준본수 이상 생립하고 있으면 간벌대상지이다.
- 간벌대상 임분이 과밀한 경우는 간벌본수율을 기준본수의 60%범위내에서 실행한다.
- 임분의 상태, 작업의 경제성등을 고려하여 기준본수의 10%범위내에서 조정실행할 수 있다.
- 도태간벌 및 열식간벌은 이 기준의 적용을 받지 아니한다.
- 참나무류 등 일반활엽수(포플러류제외)임지에서는 상수리나무기준표를 적용하고 전나무 등 기타 침엽수는 유사침엽수 기준표를 적용한다.

- 가지치기

옹이가 없는 우량 완만재의 생산을 목적으로 실시하는 것으로서 임목의 죽은 가지, 큰 가지 이하의 생가지를 제거하여 임목의 생육을 촉진시키고 태양광선이 임지표면까지 투과되도록 한다.

○ 벌 채

- 벌채방법

산림상태에 급격한 변화가 발생하지 않도록 대면적 모두베기를 지양하고 2ha미만의 소면적 모두베기, 골라베기 또는 복층림 조성을 위한 벌채를 실시한다. 벌채목의 운반시에는 지표를 손상시키지 않도록 특별히 유의한다.

- 벌기령은 (표 8-5-4)의 기준벌기령보다 20년이상의 장벌기를 채택한다.

표 8 - 5 - 4. 대상수종

수 종	국 유 림	사 유 림	비 고
소 나 무	70년	50년(30년)	
잣 나 무	70년	60년(40년)	- 펄프 및 갱목
리 기 다	35년	25년(20년)	• 낙엽송 : 20년
낙 엽 송	60년	40년(20년)	• 소나무 : 30년
삼 나 무	60년	40년(30년)	• 참나무 : 20년
편 백	70년	50년(30년)	- 표고, 영지 및 천마
활 엽 수	70년	50년(20년)	• 참나무 : 20년
포 플 러 류	15년	15년	

주) 사유림( )은 산업비림의 벌기령임

○ 임도시설

- 복층림 시업 등 각종 산림사업의 집약적 · 효율적 실행을 위하여 임도를 시설한다.
- 임도시설로 인한 토사유출이 발생되지 않도록 절성토면을 완벽히 복구한다.

○ 사방시설의 설치

- 수원함양능력의 제고를 위하여 이수댐 등의 사방시설을 설치한다.
- 소규모로 분산된 황폐지는 조속히 복구하여 토사의 유출, 토사의 붕괴 등을 방지한다.

③ 생활환경림

○ 목표

- 공해방지를 위한 산림 : 오염물질의 흡착 또는 흡수능력이 크고 잎의 양이 많은 수종 등 오염에 강한 침엽수, 활엽수가 섞여 있는 산림
- 소음방지를 위한 산림 : 키큰나무와 작은키나무가 골고루 섞여 있으며 임분밀도가 높고 임목의 밑쪽에도 가지가 달려있는 임목이 생육하고 있는 산림
- 경관보전을 위한 산림 : 향토수종을 중심으로 다양하고 안정된 임상을 가지고 있고 호소, 계곡 등과 어우러져 우수한 산림환경을 보전하고 있는 산림
- 보건 · 문화 · 교육을 위한 산림 : 보건 · 문화 · 교육적 활동에 필요한 시설이 정비되어 있는 산림

○ 조림(나무심기)

- 대상지

다음에 해당하는 산림은 우선적으로 인공조림을 실시하거나 천연갱신을 유도하고 벌채 수확후에는 목표로 하는 산림의 조성을 위하여 인공조림을 실시함을 원칙으로 한다.

- 형질이 불량한 산림, 산림피해지, 미립목지 등
- 공해발생지 등 오염원에 인접한 산림
- 소음발생원에 인접한 산림
- 경관보전을 위하여 필요한 산림
- 보건 · 문화 · 교육에 필요한 산림

- 수종 : 산림의 기능별로 (표 8-5-5)를 참고하여 다음 특성을 살릴 수 있는 수종을 선정한다.
  - 공해방지를 위한 오염원 인접지역 : 대기오염 등 공해에 강한 수종을 선정한다.
  - 소음발생원 인접지역 : 큰키나무와 작은키나무를 골고루 선정하되 가지가 많고 조밀하게 식재하여도 잘 자라는 수종을 선정한다.
  - 경관보전을 위한 산림 : 미관적 가치가 큰 수종을 선정한다.
  - 휴양기능 제고를 위한 산림 : 방향물질의 발산이 많고 미관적 가치가 큰 수종을 선정한다.

표 8 - 5 - 5. 생활환경림조성 수종

지방	지역	산 림 내		산 림 외	
		조 림 수 종	일 반 수 종	조 림 수 종	일 반 수 종
중부	도시	소나무, 잣나무, 스트로브잣나무, 낙엽송, 참나무, 물푸레나무, 자작나무류, 느티나무, 오동나무, 밤나무, 대추나무	가중나무, 낙우송, 은행나무, 벚나무, 아까시나무, 오리나무, 화백, 층층나무, 느릅나무	소나무, 잣나무, 스트로브잣나무, 낙엽송, 참나무류, 물푸레나무, 자작나무류, 느티나무, 오동나무, 밤나무, 대추나무, 포플러류, 층층나무, 느릅나무	가중나무, 낙우송, 은행나무, 벚나무, 아까시나무, 오리나무, 양버즘나무, 팽나무, 벽오동, 회화나무, 칠엽수, 일본목련, 튜립나무, 향나무, 화백, 측백, 때죽나무, 누리장나무, 무궁화, 쥐똥나무, 진달래, 철쭉, 배롱나무, 박태기나무, 사철나무, 이팝나무
	공단	소나무, 잣나무, 스트로브잣나무, 낙엽송, 참나무류, 물푸레나무, 자작나무류, 느티나무, 오동나무, 밤나무	가중나무, 낙우송, 은행나무, 아까시나무, 오리나무, 벚나무, 화백, 층층나무, 느릅나무	소나무, 스트로브잣나무, 참나무류, 물푸레나무, 자작나무류, 느티나무, 오동나무, 밤나무, 포플러류, 층층나무, 느릅나무	향나무, 가이즈까향나무, 화백, 은행나무, 가중나무, 벽오동, 은단풍, 무궁화, 개나리, 박태기나무, 사철나무, 배롱나무, 진달래, 쥐똥나무

지방	지역	산 림 내		산 림 외	
		조 림 수 종	일 반 수 종	조 림 수 종	일 반 수 종
남부	도시	소나무, 해송, 편백, 삼나무, 스트로브잣나무, 참나무류, 물푸레나무, 자작나무류, 느티나무, 오동나무, 밤나무, 대추나무	가중나무, 낙우송, 은행나무, 벚나무, 오리나무, 화백, 층층나무, 느릅나무	소나무, 해송, 편백, 삼나무, 스트로브잣나무, 참나무류, 물푸레나무, 자작나무류, 느티나무, 오동나무, 밤나무, 층층나무, 느릅나무	가중나무, 낙우송, 메타세쿼이야, 히말라야시다, 양버즘나무, 은행나무, 벚나무, 아까시나무, 오리나무, 팽나무, 벽오동, 모감주나무, 회화나무, 칠엽수, 일본목련, 태산목, 동백, 튜립나무, 향나무, 가이즈까향나무, 화백, 측백, 때죽나무, 무궁화, 쥐똥나무, 진달래, 철쭉, 배롱나무, 박태기나무, 사철나무, 후박나무, 가시나무류, 멀구슬나무, 탱자나무, 아왜나무, 유자나무
	공단	소나무, 해송, 편백, 삼나무, 참나무류, 물푸레나무	은행나무, 가중나무, 오리나무, 화백, 층층나무, 느릅나무	소나무, 해송, 편백, 참나무류, 물푸레나무, 층층나무, 느릅나무	은행나무, 화백, 해송, 비자나무, 향나무, 가이즈까향나무, 가중나무, 벽오동, 은단풍, 무궁화, 개나리, 박태기나무, 사철나무, 배롱나무, 진달래, 광나무, 가시나무류, 멀구슬나무, 개비자나무, 튜립나무, 회화나무, 식나무, 동백, 아왜나무, 금목서, 사스레피나무, 꽝꽝나무, 때죽남, 오리나무, 후박나무, 탱자나무, 유자나무

- 조림방법
  - 단목(單木)보다는 군상(群狀)으로 식재한다.
  - 단층림(單層林)보다는 복층림(複層林)으로 조성한다.
  - 침엽수와 활엽수를 혼합하여 식재한다.
  - 필요에 따라 작은키나무로 수벽을 조성한다.

- 식재기준본수 : 수종의 특성, 묘령 등에 따라 적정본수를 식재한다.

○ 육림(나무가꾸기)

- 솎아베기
  - 임목생육의 촉진 및 초본류, 관목류의 생육을 촉진시키기 위하여 솎아베기를 실시한다.
  - 소음방지를 위한 산림에 대하여는 원칙적으로 솎아베기나 가지치기를 실시하지 않는다.
- 가지치기

  경관의 보전, 임목생육의 촉진 및 초본류, 관목류의 생육을 촉진시키기 위하여 가지치기를 실시한다.
- 비료주기
  - 공해방지를 위한 산림에 대하여는 토양중화를 위하여 석회를 시용한다.
  - 기타 산림의 경우에 생육촉진을 위하여 필요한 경우에는 산림용 복합비료를 시용한다.

○ 벌채방법

- 골라베기를 원칙으로 하되 지정목적 및 지역특성을 감안하여 2ha미만의 소구역으로 모두베기를 실시한다.
- 벌기령은 (표 8-5-4)의 기준벌기령보다 20년이상의 장벌기를 채택함을 원칙으로 한다.

○ 임도등의 시설 및 정비

- 임도 기타 보도(步道) 등을 시설할 때에는 경관을 저해하지 않도록 하고 휴양시설간의 연결, 스포츠시설의 이용 및 필요한 시업관리가 효율적으로 이루어질 수 있도록 노선을 선정한다.
- 각종 시설의 설치시에는 산지재해의 방지, 수원함양 및 산림환경의 보전측면을 충분히 고려한다.

○ 사방시설

- 수원함양능력의 제고를 위하여 이수댐 등의 사방시설을 설치한다.
- 소규모로 분산된 황폐지는 조속히 복구하여 토사의 유출, 토사의 붕괴 등이 방지되도록 한다.
- 주변 경관이나 환경등을 감안하여 콘크리트의 사용을 지양하고 주변의 돌, 통나무 등의 자재를 많이 이용한다.

④ 생태보전림

○ 목표

- 산림생태계의 구성요소가 양호하게 보존되며 학술적으로 귀중한 동식물의 생육에 적합한 산림

○ 산림의 관리 · 보호

산림의 원형이 보호 · 보전될 수 있도록 관리하되 당해 산림이 피해를 입었거나 자연환경

의 유지상 또는 학술적으로 귀중한 동식물의 생육에 적합한 산림으로 유도하기 위하여 필요한 경우에는 식재작업, 솎아베기, 가지치기 등의 산림사업을 실시한다.

○ 시설의 정비

- 산림환경이 악화되지 않도록 유의하면서 필요에 따라 산림환경의 보전 · 관리를 위하여 불가피한 경우에는 임도망을 정비한다.
- 산림생태계의 유지를 위하여 필요한 경우에는 사방시설을 설치한다.