숲가꾸기 표준 교재

- 조림 -

산 림 청

1. 갱 신 일 반

1. 갱신일반

1.1. 개 요

1.1.1. 일반 개념

19세기 초 코타(Cotta, 1816)에 의해 임업에서 임목재배(Forest culture)의 개념이 바뀌고 처음으로 조림(Silviculture)이라는 개념과 기초가 확립된 이후 20세기 초까지도 조림은 주로 산림의 구성 양식(임분조성 형태), 또는 인공 조성의 개념으로만 이해되었고 산림의 무육과는 결합되지 못했다. 조림(造林)은 산림 용어적으로 해석해 보면 비교적 정확한 표현이지만 고전적인 개념이 강하고 자주 인공식재의 의미로 편협되게 사용될 때가 있다.

오늘날에는 일반적으로 조림은 현재의 산림을 무육하고 갱신하여 새로운 임분을 조성하는 임업의 한 부분으로써 생물학적, 기술적인 임무를 갖고 있으며(Roehrig, 1962) 입지적, 경영구조적, 산림 정책적, 국민 경제적으로 세분되어 만들어지는 복합체적인 전문 분야로 그 개념이 정리되고 있다(Mayer, 1980).

과거 전통적인 육림에서는 자연과 조화되는 수종구성과 높은 집약도로서 가능한 한 보다 많은 재적생산과 장벌기로 우량대경재를 생산하는 것이고, 현대적인 육림에서는 그 반대가 될 것이다. 즉, 인공 단순림 조성과 산림작업의 기계화를 통해 가능한 한 단기간 내에 목재를 생산하려고 할 것이고 이로 인하여 재적생산량과 목재의 질은 떨어질 것이다. 따라서 때로는 전통적인 방법이 오히려 시대에 뒤떨어지지 않는 것처럼 보일 때가 있다. 실제에 있어서는 입지와 임분의 변화상태에 따라 적응하여 높은 보속성을 유지할 수 있는 육림 방법이 시대에 적합할 것이다.

1.1.2. 새로운 육림개념

1.1.2.1. 생태적 육림

수종과 입지간에는 중요한 생태적 원리가 있다고 보고 수종선택, 수종혼효, 자연입

지에 맞는 갱신형태 등이 강조되는 생태적 원리에 입각한 육림을 말한다. 생태적 육림에서는 자연에 맞는 산림시업을 중요시하여 최대의 목재생산을 육림목표로 하는 것을 가능한 한 지양한다(Roehrig, 1982).

1.1.2.2. 환경적 육림

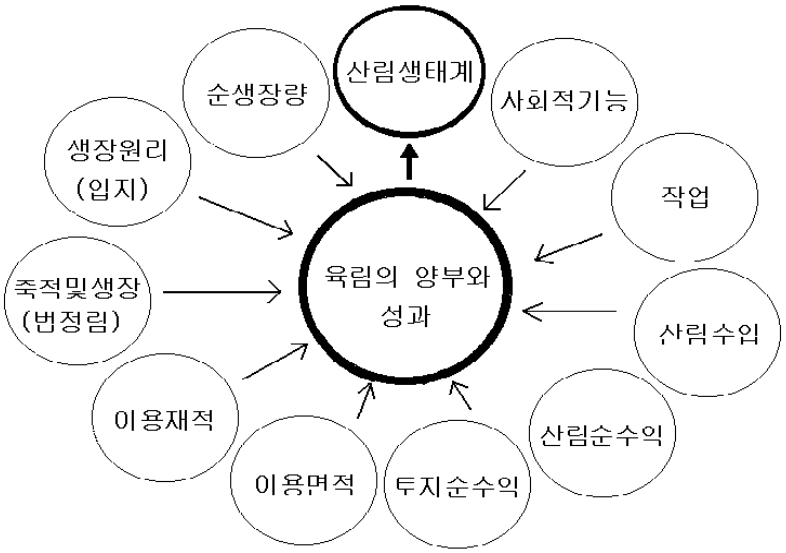
환경에 맞는 육림이란 환경이 인간을 안전하게 하고 인간사회에 알맞은 존재로 이용되며 또한 임업의 해로운 영향으로부터 토양, 물, 동식물을 보호할 수 있는 목표를 갖는 임분의 조성과 무육 및 갱신을 말하고 산림의 생물-생태적 기능뿐만 아니라 경제-사회적 기능도 안전하게 하는 것이다. 즉, 인간적인 환경에는 생물-생태적, 문화-사회적 환경이 포함된다. 환경에 맞는 육림은 입지에 맞는 수종, 산지선택, 혼효림 조성 이상의 의미가 있으며, 보다 조직적이면서 목표에 맞고, 지속적이면서도 올바르게 실행되는 시업을 말한다(Bruenig, 1976).

1.1.2.3. 지속적·다기능적 육림

산림생태계의 고유한 모든 가능성 있는 여러 기능(목재생산기능, 보호기능, 휴양기능, 기후 및 물 순환 등 보건기능, 종, 생태계 보전의 자연보전기능)의 지속성이 최대한 보장되도록 하는 동시에 미래 또는 차세대에서 변화될 수 있는 욕구를 충분히 고려한 육림을 말한다.

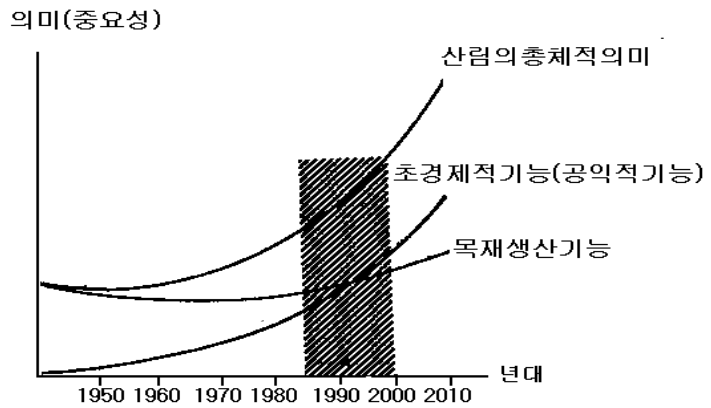
지속성이란 산림과 각 임목의 모든 기능에 대한 산림의 활력과 안정성에 대한 보속성을 전제조건으로 한다. 전 수종의 지속적이며 다기능적인 이용을 위해서는 목재생산의 감소와 함께 보다 조화롭고 다양한 산림경영과 복잡하지만 체계적인 육림시업을 필요로 한다.

지속적·다기능적 경영과 육림에서 우선 해결해야 될 사항으로는 산림의 모든 것에 대한 경제적인 수용(특히 국민경제적), 산림기능의 완전한 파악 및 객관성 있는 정의, 산림 기능의 새로운 중요성(사회 및 평가의 의미에 맞는)과 그에 따르는 보상문제 등이 있다(Pittele, 1993).



<그림 3-1-1> 육림에 있어서 지속성 원리의 영향범위

지속성의 원리는 산림의 자연적인 시업관리의 기초로서 필요하나 경영·경제적으로 목재생산이 압박을 받게 되면 그 의미와 위치가 부각되지 못한다. 목재수급이 충족한 상태로 있을 때에 지속성의 원리는 그 의미가 중요하게 부각된다.



<그림 3-1-2> 임업의 가치변화

1.1.3. 산림 무육

1.1.3.1. 광의의 개념

산림 무육은 개념상으로 임분조성이 완료될 때부터 새로운 갱신이 개시될 때까지의 모든 육림적인 조치로 요약되나, 산림무육은 무육벌채 또는 하나의 무육 조치만을 의미하는 것이 아니고 임목과 임분 및 전체 산림에 대한 무육이 산림기후, 임지 및 전체 관계조직에 대한 무육과 긴밀하게 결합되어 실행된다(Roehrig, 1982). 즉, 산림무육은 보다 포괄적이고 항상 광의의 개념으로서의 산림에 대한 무육이라고 할 수 있다(Meyer, 1980). 따라서 산림 무육은 간벌과 같은 좁은 의미의 임분무육 뿐만 아니라 갱신까지도 포함될 수 있으며 모든 영급에 해당된다(Wohlfarth, 1979). 또한, 산림무육은 산림답사를 포함하여 임지무육, 임내기후, 건전한 환경조성, 산악림에서 산림 무육의 절대 전제 조건인 임도 시공을 통한 지속적인 산림작업로의 개발까지도 포괄할 수 있다(Leibundgut, 1966).

1.1.3.2. 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.

<표 3-1-1> 동령 일제림(교림)의 생육단계 및 무육조치

생육 단계	특 징	무육 조치
어린나무가꾸기 (new growth)	임분특성이 시작 될 때부터 임분울폐 직전까지의 단계	어린나무가꾸기-갱신 치묘 또는 치수의 보호(풀베기), 보식, 혼효조절, 웃자란 나무 조절
유령림 (young stand)	임분울폐가 시작될 때부터 흉고직경 약 6㎝ 이상인 우세목이 임분 내에 50% 이상 다수 분포될 때까지의 단계 ※고사지 발생, 임층 분화 시작	어린나무가꾸기
장령림 (pole stand)	임분 평균흉고직경 10㎝이상인 우세목이 임분내 50% 이상 다수 분포될 때의 임분	간벌 가지치기
성숙림 (timber stand)	임분평균 흉고직경 18㎝이상인 우세목이 임분 내 50% 이상 다수 분포될 때의 임분	간벌

※ 대면적 임분에서는 일반적으로 이와 같은 방법으로 생육단계를 구분할 수 있으나 대상, 군상 산벌림에서는 보다 좁은 면적상으로 변화된다.

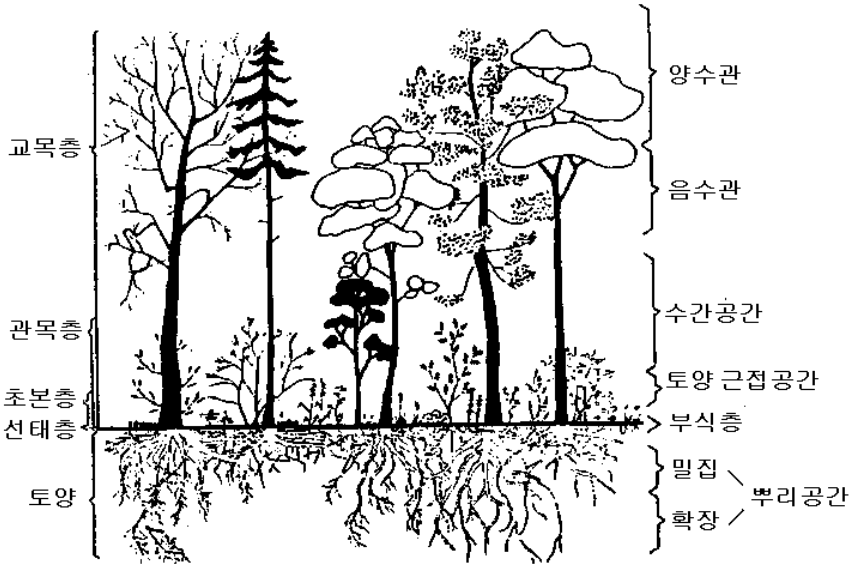
※ 각 생육단계의 특징은 지역, 목재시장, 산림경영계획 등에 따라 다르다.

1.1.3.3. 입지적 산림무육

입지라 하면 대부분 자연적인 입지(지형, 기후, 토양형 등)로만 이해되고 있으나 다른 입지 형태도 산림 무육에 많은 영향을 준다(Wohlfarth, 1979). 실제로 외국의 사례 또는 시범림의 현지 견학을 통해서 다양한 무육방법과 무육작업의 성공사례를 보았을 것이다. 그러나 이러한 성공적인 무육방법이 자기가 맡고 있는 임지에서는 실행하기가 어렵거나 그대로 실행했다 하더라도 항상 성공적이지는 않았을 것이다. 또한 우리들은 무육의 어떠한 고정적인 지침이나 규정에 근거를 둔 무육실행에 익숙해 있으며 어느 때는 그것을 강요도 하고 반대도 했을 것이다. 그러나 그 규정과 지침은 획일적이 아니라 융통성 있고 탄력성 있게 작성되어야 할 것이다.

여기에서 우리는 여러 가지 입지에 맞는 산림 무육이 필요하게 되며 그 입지란 다음과 같다.

○ 자연적 입지(지형, 기후, 모암, 토양형, 토양습도 등)
○ 경제적 입지(산주, 산림경영자의 재정적 사정)
○ 정책적 입지(사회적 의무)
○ 기술적 입지(개인별 숙련상태, 작업장비 배치)
○ 법적 입지(산림법, 기타 법규 등)
○ 개인적 입지(임업인-산주 또는 산림 공무원이 한 장소의 산림에서 계속 관리하고 경영하는 기간 : 30년 정도가 적당하다는 학자도 있음)



<그림 3-1-3> 자연과 조화되는 산림생태계

1.1.3.4. 자연친화적 무육

해당지역의 산림 군락분포와 입지를 답사하여 그 지역의 자연환경에서 나타나고 있는 임분형태와 생장속도를 최대한 고려하여 무육을 실행하는 것이다.

자연이 주는 암시를 잘 파악하고 수용하여 기술적인 면보다는 생물학적인 면을 더 고려한 무육방법이 채택된다. 따라서 천연갱신 및 천연림보육, 혼효림 조성, 복층림 조성, 수관울폐에 의한 수간무육, 가지치기에 의한 생육기간 및 생장속도 연장, 임분 구성목을 정리하여 건전한 임분을 유도하는 방법으로 보다 자연에 가까운 산림을 만

들 수 있다.

1.1.4. 목표 및 계획

1.1.4.1. 경영목표와의 관계

오늘날 일반적인 임업의 목표가 산림에서 인간사회의 필요조건을 충족시키면서 생산력과 구조적 기능을 약화시키지 않고 산림을 하나의 생태계(Ecosystem)로서 자연적 인자와 균형을 이루며 보존시키는 것이라고 할 때, 산림경영의 우선적인 목표는 적당한 경비로서 지속적이면서 최대의 가치생산과 산림보호 및 보전기능을 동시에 실현시키는데 있다. 안정되고 지속적으로 기능과 생산력이 유지되고 있는 산림에서는 벌기에 도달한 임분에서 양질의 목재를 획득할 가능성이 높다.

현재 지구 전체 산림면적의 약 80% 이상에서 임목축적이 빈약한 상태에서 잘못된 시업관리와 계속적인 벌채를 통해 산림경영이 이루어지고 있으나, 미래에는 양질의 목재에 대한 수요가 증가될 것으로 예측할 때 산림의 무육은 매우 중요한 것이며 더욱 강화할 필요가 있을 것이다.

산림의 무육에 있어서는 벌채수확에 따른 이용, 기술적인 피해 없이 임분의 생육단계별로 물질적(임산물), 비물질적(공익가치)인 것을 동시에 고려한 축적목표, 시업목표, 무육목표 등을 설정하여 장래에 원하는 목표임분으로 임분발달을 유도하는 것이 중요하며, 이것은 경영목표에 맞게 산림무육을 실행하는 것을 요구하는 것이다. 산림기능계획(임지별 기능구분)은 산림 이용에 따른 임분과 임지피해에 대한 허용한계를 나타내준다. 임분을 경영목표에 맞게 조성하기 위한 미래지향적 산림무육으로써 간벌과 간벌기술은 항상 육림문제에 있어서 중심이 된다. 간벌실행 기준은 최종수확벌까지 경영목표가 원하는 사회적 기능을 유지하면서 가치가 높고 물질생산이 많은 완전축적 상태의 임분으로 도달되도록 하는 데에 절대적으로 중요하다. 간벌은 중간수입과 투자를 함께 뜻하는 것이다. 간벌의 의미는 높은 수익 또는 이용 기술적으로 일시적인 효용(임목축적과 같은 자산증식 등)을 목표로 하는 것이 아니다. 정확한 산림 무육을 실행하기 위한 여러 가지 육림기술 방법은 많은 작업비가 소요되어 산림정책 목표설정의 범위가 넓지 못하게 되며 따라서 결국 기계화작업에 의지할 수 밖에 없게 된다.

1.1.4.2. 목표설정 일반

임분 무육목표는 선목(選木)과 무육적 벌채를 통해 임분 전체와 각 임목의 생육과정이 가능한 한 경제적 목표에 도달되도록 유도하는데 있다. 따라서 가치생산에 중점을 둔 축적보육(우량대경목 생산에 중점을 두어 대·중경목으로 임분축적구성이 항상 유지 되도록 임지생산력 증진을 도모하는 무육간벌) 같은 시업방법은 특별한 의미가 있다고 할 수 있다.

무육계획은 산림갱신까지 양적, 질적(입지적 품종)으로 지속적인 생산력이 유지되는 임분으로 유도하는 것으로 하여 목표 설정을 충족시켜주는 방법이 제시되지 않으면 안된다. 그러나 1차적으로 보호, 선목, 우량목의 무육, 임분구성목으로 부적당하거나 가치가 없는 나무의 제거와 같은 소(小)작업을 약 10년 이상 실행해 준다면 대략적인 목표는 성취할 수 있을 것이다.

산림이 잘 조성되어 있거나 산림에 대한 요구가 없을 때에는 육림에 대한 의욕은 기대할 수 없다. 도처에 산림과 목재가 충만해 있다면 무육을 하고자 하는 충동은 없어질 것이다. 따라서 육림을 하는 사람에게는 항상, 어디에서든지 해야 할 일에 대한 확실한 목적과 목표 그리고, 그 임무가 나와야 한다. 목표와 계획이 없으면 뜻하지 않은 결과가 나올 수가 있고 불필요한 경비와 인력 소모를 초래한다. 그러면 이러한 목표 설정은 누가 할 것인가? 결국 육림하는 사람의 업무 영역에 속하는 것일까? 그러나 이러한 실질적인 목표 설정은 산림경영 계획담당자, 산림정책 및 행정가들의 업무 영역에서는 중요하게 취급되지 않는다.

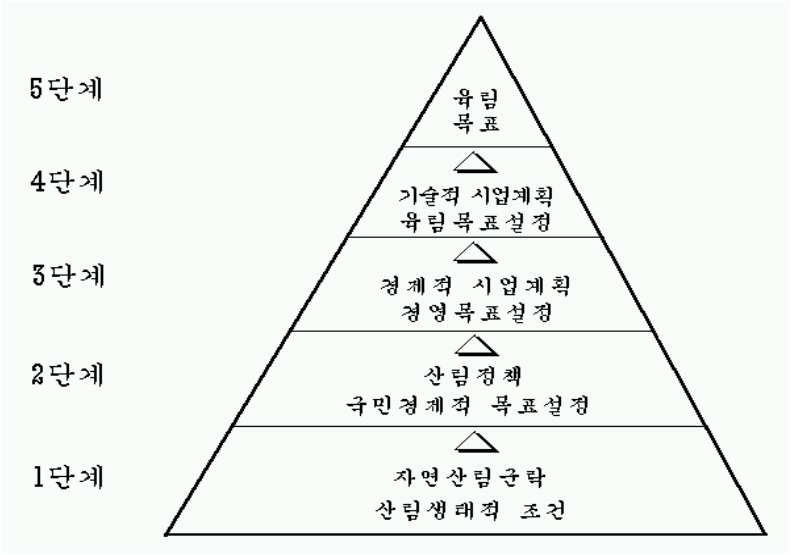
가. 무육의 일반 목표

산림무육의 일반적인 목표는 다음과 같은 예로 제시될 수 있다.

- ○ 보건임무의 가능한 한 최상의 지속적 실현 : 산림을 환경적(기후적, 생물적)으로 최적인 상태로 추구하여 국민 휴양 공간보장
- ○ 보호임무(재해방지)의 확실하고, 가능한 한 최상의 지속적 실현을 위한 목표 : 토사유출방지, 산사태방지, 유수조절 등 임지 보존
- ○ 가능한 한 빠른 기간 동안에 양질의 목재를 최대한 생산 : 펄프재 건축재 등 기타 용도별로 그리고 지속적으로 생산
- ○ 가능한 한 지속적인 최고의 산림 저항력 유지
- ○ 가능한 한 안전한 그리고 최대의 산림자본의 이윤증식

나. 육림목표 설정과 기본원리

육림목표는 육림의 상호관계와 종속성에 따라 5단계로 설정된다.



<그림 3-1-4> 육림활동의 종속성과 목표설정에 대한 기본원리
(생태적, 경제적, 기술적인 면을 고려)

1단계 ○ 자연산림군집에서 유전적 잠재력(종다양성)과 생태적 기능(자기조정능력)

○ 육림적 결정→최종수확임분(축적목표)에서 주수종 및 혼효수종을 5~10%로 조절한다.

○ 질 좋은 식수 생산 및 저장능력을 증진하고 기후 및 공기순화를 위한 입지와 토양 상태를 유지개선한다.

○ 건전한 임목에서 장기간에 걸쳐 가능한 한 많은 탄수화물을 생산하고 이를 유지한다(높은 재적생장).

2단계 ○ 오염물질의 생리적 부하한계 내에서 공기정화 및 대기권 산소량 증가작용을 통한 엽면적 및 엽량 증가를 고려한다.

○ 육림적 결정→근계 발달상태가 깊고 확장된 우량목 하에서 천연치수, 천연갱신에 의한 장벌기 우량대경재를 생산한다.

3단계 ○ 생활, 경제, 문화 공간의 입지적 조장 및 지속적 보장(자연공간 잠재력 및 임업공간 계획이 전제조건이 됨), 산림개선이 지연되지 않는 적기에 산림관리 지침을 수렴한다.

○ 육림적 결정→육림 목표설정에 보호적 기능이 있는 임목 및 임분 특성을 고려(홍수 예방, 충분한 울폐도 유지, 산사태, 설해방지, 뿌리 발달과 수간이 안정되게 밀도유지, 임내기후, 하층식생)한다.

4단계 ○ 인간의 휴양 기능을 위한 모든 중요한 특성이 산림에 나타나도록 유도한다.

○ 육림적 결정→경제적 기능과 휴양적 기능이 조화되도록 한다.
과숙 노령목과 고사목을 존치하고, 산목하에 천연갱신 복층림을 조성한다.

5단계 ○ 질적, 양적으로 목재생산을 증진하기 위하여 입지잠재력을 이용한다.
1-4단계를 고려한 모든 산림 기능에 따라 가능한 한 많은 우량형질수종으로 유지한다.

○ 육림적 결정→소면적, 천연갱신방법적용을 적용한다.

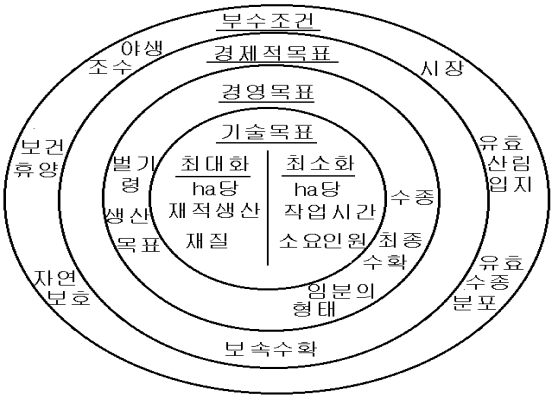
다. 무육작업 고려인자

합리적인 임업경영을 위해 육림작업 실행에 고려되는 주요인자는 여러 가지가 있으며(그림 3-1-6), 기술적인 목표는 ha당 재적생산 및 재질의 최대화와 ha당 작업시간 및 소요인원의 최소화에 있다.

1.1.4.3. 생육단계별 목표

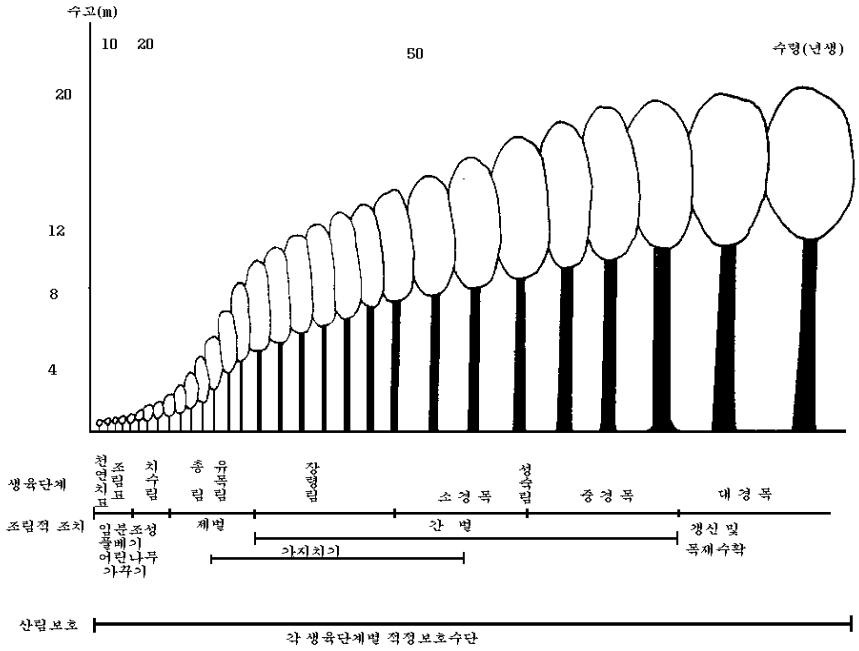
육림계획은 육림적으로 해야 될 임무를 명확하게 정함으로서, 그 목표에 맞는 무육실행을 가능하게 한다.

수익과 경제성을 위해서 현재의 상황 즉, 현재의 임분발달 상태, 장래의 임분발달 경향, 가능한 무육적 간섭(꼭 필요하고 목적에 맞는 무육조치에 의한 조절)등에 따라 무육 단위(임분발달단계)를 적절히 판단하여 확실한 목표를 수립하는 것이 결정적이다.



<그림 3-1-5> 무육작업 실행에 고려되는
주요인자 및 목표설정의 예

이에 대한 전제 조건으로써 산림무육에 관한 생물적, 생태적, 유전적, 산림수확적(생장), 경제적으로 하나의 포괄적인 기본지식이 필요하다. 입지와 임분구성목만을 위주로 하여 판단하는 것은 비합리적이라 할 수 있으며 위험을 초래하게 된다.



<그림 3-1-6> 생육단계 및 무육단계 모식도

※ 임분발달 단계별로 각각의 전형적인 무육조치가 수반된다.

가. 계획 단위 및 세부목표

(1) 육림계획

육림임무를 확정하고, 이 임무를 간편하고 안전하게, 저렴하고 목적에 맞게, 합리적으로 해결하는데 필요한 모든 고려사항을 육림계획으로 나타내는데, 육림에서 상세한 계획은 이런 이유 때문에 특히 요구된다. 육림계획에서는 정해진 목표(장기적 또는 필요성에 따른)를 위해 목적에 맞는 모든 육림적 조치를 미리 결정하는 것이 필요하다.

(2) 계획단위

특별하고 장기적인 육림목표를 위해 또한 육림적 취급이 서로 같지 않다는 것을 확정하기 위해 계획단위(Unit of planning)에 의해 임분을 구분해야 한다. 이러한 계획 단위는 각 입지와 임분 상태에 따라 여러가지 상이한 임분 또는 한 일부분만이 포함될 수 있다. 하나의 계획 단위의 한계를 결정하는 것은 총체적인 육림결정에 의해서 가능하다. 계획 단위는 소반단위로 이루어져야 하나 대부분은 소반면적이 너무 크므로 소반을 몇 개의 계획단위로 구분할 수 있다.

(3) 무육단위별 세부목표

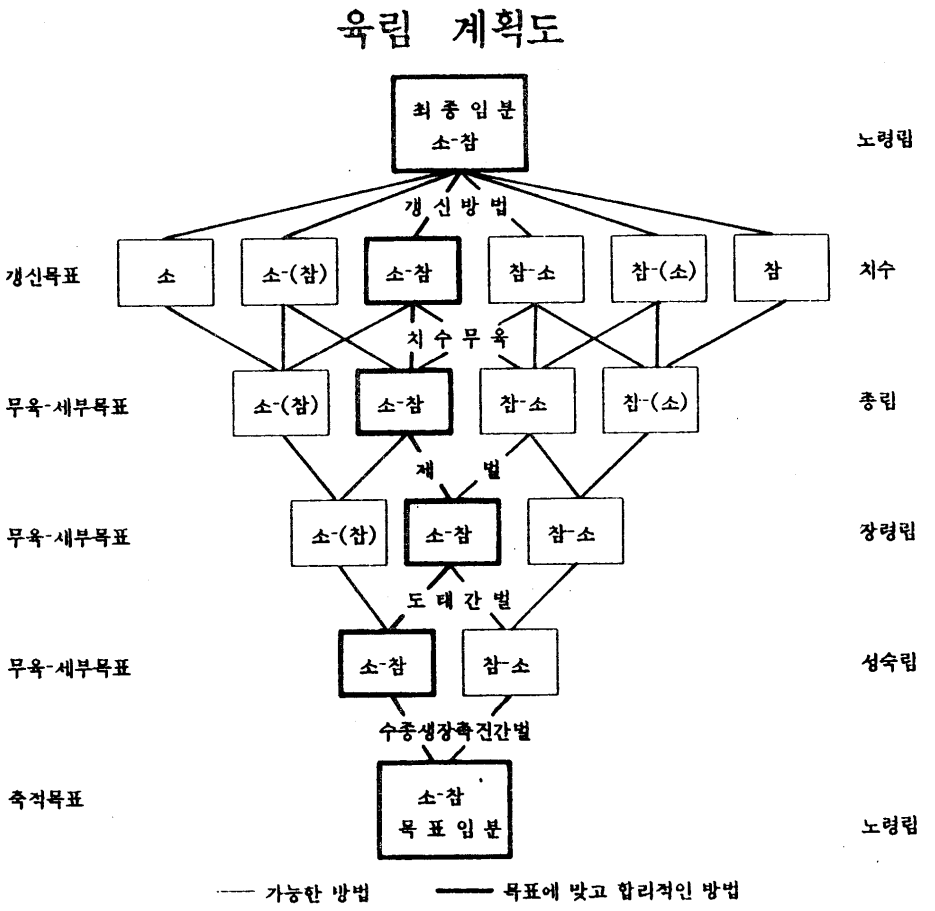
실제 산림무육 실행에는 정해진 시기와 계획 단위 내에서 임분발달단계(생육단계)별로 현재 상태에서 필요한 무육조치에 따라 특별한 세부목표 및 조치를 확정해야 한다.

여기에서 임분 구분은 대개 군(群, Group 0.1-0.01㏊), 단(團, Horst 0.5-0.1㏊), 소임분(小林分, Substand, 1-0.5㏊), 임분(林分, Stand, 1㏊이상)을 대상으로 하고 임분 생육단계별로 일시적이고 특별한 무육목표와 단기로 한정된 무육방법을 선택하게 되는데 이것을 무육단위(Tending unit)라고 한다.

무육의 실제 실행에서 각 생육단계별로 세부목표를 확립하는 것은 매우 합리적인 것이다. 생육단계별로 목표설정이 잘 되어있는 것은 각 생육단계별로 혼효율과 혼효형태가 여러 가지로 변형되어 각각 다르게 나타나게 되고 여기에 따라서 무육방법과 무육 기술도 달라지게 된다.

<표 3-1-2> 생육 단계별 무육 실행 사례

임분발달 진행과정		치 수 기		초 기	최적기	말기	와해기	갱신기
임분 생육단계 구분 (산림관리 및 무육기준을 위한)		어린나무단계		장령림단계 (소경목단계)	성숙림 단계 (중경목단계)	노령림단계 (대경목단계)		
무 육 단 계		유 령 림 무 육		성 림 무 육		주벌수확		
		초기 어린나무가꾸기 (치수 무육)	후기 어린나무가꾸기 (제 벌)	예 비 간 벌 (무 육 간 벌)	수익간벌			
무육대상지기준	치수고 흉고직경급 h/d 값 가지고사율 최저 밀도 수령	4*m*미만 4㎝미만 100 - 180 60%이하 5,000본/ha 이상 10년 이하	4 - 9 *m* 4 - 10 ㎝ 2,500본/ha 이상 20년 미만	10*m* 이상 10㎝ 이상 80 - 120 60% 이하 1,000본/ha 이상 20년 이상				
	생육 특성	○ 임분조성이 시작될 때부터 임분이 울폐되기 전까지의 시기 ○ 임목본수가 많고 생장이 왕성함.	○ 임분이 울폐될 때부터 수관층 및 임분 형질의 분화가 시작될 때까지의 기간 ○ 임목간 생장우열이 나타나기 시작 ○ 임목본수가 많고 ○ 생장이 왕성함	○ 수관층 및 형질분화 확실하고 임목간 수관 경쟁이 심하다. ○ 소경재 중간수확 가능				
무 육 목 표		○ 임분조성 조기확립 ○ 유용목표 수종 치수 보호육성	○ 임분 구조개선 ○ 적정 생육공간 유지 ○ 우량목 조성기반 확립	○ 목표임목선발 ○ 우량대경재 생산유도 ○ 임분안정 및 지력유지 ○ 하층치수 보호조장				
제 거 대 상 목		폭목, 불용수종, 병충해목, 만경류, 맹아	형질불량목, 세장목, 경합목, 폭목, 병충해목, 밀도조절 대상목	미래목생장 방해목, 병충해목, 밀도조절 대상목				
잔 존 대 상 목		건전목, 방해되지않는 천연치수	우량목, 무관목, 하층 유용 활엽수	미래목, 중용목, 무관목 하층치수				
무 육 방 법		○ 극히 기본적인 선목으로 치수생육환경의 위해요소 제거 ○ 활엽수는 수형조정 및 맹아정리 ○ 침엽수는 밀생치수 솎아주기	○ 임분구성목으로 부적당한 개체 완전 제거 ○ 밀도조절	○ 미래목 선발 표식 ○ 미래목을 수확목표로 한 미래목 중심의 무육 ○ 미래목생장 방해목 외의 기타 간벌목은 예비간벌과 수익간벌로 구분하여 조정				



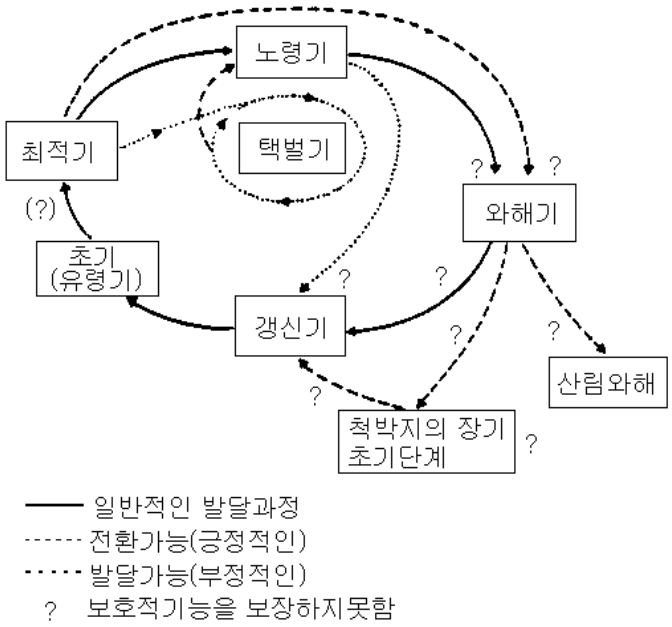
<그림 3-1-7> 임분생육단계별 육림계획 모식도

무육은 세부목표를 성취하기 위해 각각의 무육조치(무육벌채, 가지치기 등)로 한정될 수 밖에 없다. 따라서 무육단위에서 각 무육조치를 취하기 전에 각 임목에 대하여 다음과 같은 질문과 그 해답을 준비 할 필요가 있다.

- ○ 이것은 어떤 나무인가?
- ○ 이것은 어디서 나온 나무인가?
- ○ 이것은 어떻게 될 나무인가?
- ○ 이 나무를 어떻게 만들 것인가?

나. 산림의 발달단계와 임분생육단계

천연림의 자연적 발달과정을 보면 각기 다른 생활단계로서 유령의 초기단계, 활력이 왕성한 최적기, 노령기, 와해기, 갱신기 등으로 구분할 수 있는데 이와 같은 산림의 자연적인 생활 진행과정은 산림무육에서 서로 다른 임무를 갖고 있는 생육단계를 구분하는 것과 같다.



<그림 3-1-8> 산악림 자연발달단계의 예

현재 시업대상이 되는 산림(천연림)이 자연발달과정상 어느 단계에 와 있으며 앞으로 어떻게 변화될 것인가 또는 현재의 임분(인공림)이 어느 생육단계에 속하는지 판단하는 것이 중요하다. 산림무육이란 결국 산림의 자연적인 발달 및 도태과정(산림천이)을 인위적인 방법으로 조절해 주는 것이기 때문이다.

- 무육목표 설정과 무육실행 조치전 반드시 고려할 사항
  - 산림의 자연적 생활진행과정(천이과정 및 임분 발단단계)
  - 환경 및 입지의 영향
  - 수확 전제조건(생산목표, 수확목표)
  - 임목형질 특성

다. 임분 발달단계와 임분구성목

임분의 발달은 임분구성목이 발달함으로써 이루어지고 임분구성목은 임분생육 단계에 따라 그 발달 특성이 다르다. 여러 가지 무육수단 가운데 임목의 무육벌채는 각 임목구성목의 특징에 근거를 두며 무육방법에 따라 일정한 수형급을 적용하여 나무를 고르게 되는데 이것을 선목(選木)이라 한다.

1.1.5. 산림무육과 입지생산력

산림무육은 입지적 생산력과 임분의 수확력을 고려하여 임분생장과정이 가능한 한 적정한 상태에서 영향을 받도록 해야 한다. 따라서 산림의 생장과 수확은 육림과 직접적인 관계가 있다고 할 수 있다. 육림을 하는 사람은 생장현상의 자연법칙 외에도 입지의 생산력과 영향력, 임분의 수확력 등을 파악해야만 한다. 모든 지역에 있어서 수확인자는 다음과 같은 함수관계로 표현할 수 있다.

Ef : 입지수확력(지력), F : 번식력, B : 토양(적합성), K : 기후인 경우
번식력은 F = f(B, K)로 나타낼 수 있고,
E : 수확, P : 수종, W : 육림, T : 생산기간일 때
수확은 E = f(F, P, W, T)로 나타낼 수 있으며,
Ev : 수확력, P_1 : 조림수종, A : 임령, 잔여생산기간 : T-A인 경우
수확력은 Ev = f(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.

산림무육은 임목의 무육뿐만 아니라 임지무육, 기후인자 및 산림의 총체적인 관계조직의 모든 영향까지도 적절히 조절해 주어야 되고 수종의 기본적인 생태적 지식에 의존해야만 한다. 또한, 입지와 임분의 수확력이 보다 길게 유지되고 보다 향상될 수 있도록 지속적이면서 최대 가능성 있는 육림효과를 목표로 한다.

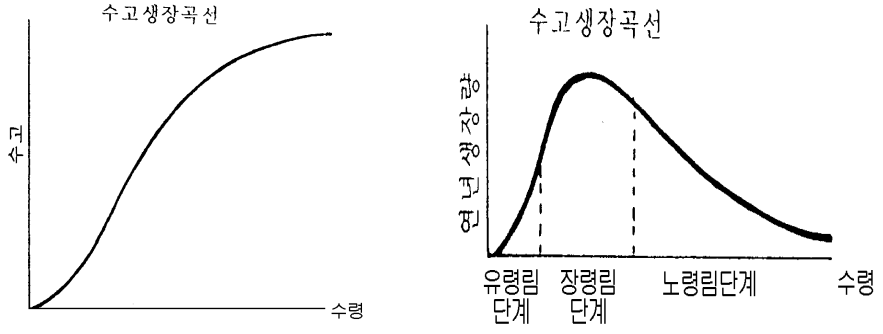
높은 육림성과를 위해 인력과 경비를 너무 많이 소모하는 극도의 집약적인 무육은 크게 잘못된 것이다. 입지적 수확인자는 육림경비를 많은 부분에서 크게 줄일 수 있는 작용을 가지고 있다. 산림을 이해하지 못하는 사람은 모든 힘과 작업경비를 동원해도 수확목표를 성취하지 못한다.

1.1.5.1. 수고생장

수고생장(동일 수종, 동일 입지일 때)은 광선의 요구 외에도 혼효가능성, 수목사회적 층위형성(임관층), 자연 도태 현상, 무육방법 및 무육회수(수관형성, 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 극치를 이루나 그 이후 바로 쇠퇴하는데 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.

○ 초기 수고생장(10년 이내)에 의한 일반적인 각 수종별 생장순서

- 극히 생장이 빠른 수종 : 포플러나무류, 자작나무류, 버드나무류 등
- 생장이 빠른 수종 : 오리나무류, 느릅나무류, 낙엽송, 리기다소나무 등
- 다소 생장이 빠른 수종 : 물푸레나무, 단풍나무류, 참나무류, 소나무, 해송, 느릅나무, 피나무류 등
- 생장이 보통인 수종 : 가문비나무, 스트로브잣나무, 잣나무 등
- 생장이 늦은 수종 : 전나무, 주목 등



<그림 3-1-9> 생육단계별 수고 생장곡선

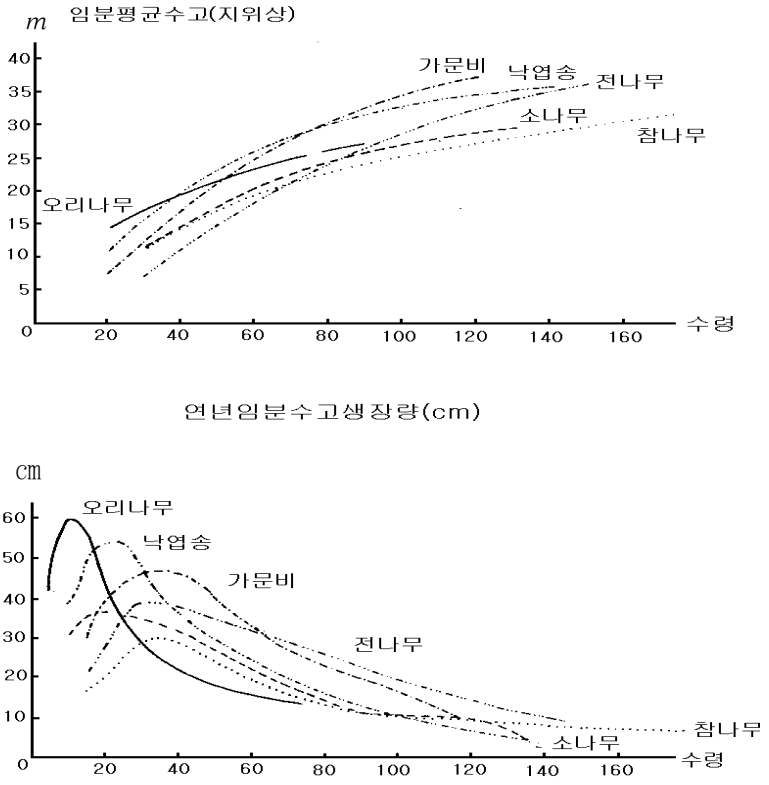
1.1.5.2. 직경생장

각 수종별 직경생장도 수고생장과 비슷한 규칙성을 나타내고 있는데 직경생장을 평가할 때는 아래와 같은 여러 다양한 인자들이 고려된다.

즉, 임목직경의 타원생장(불완전한 원형), 음지와 양지에서의 불규칙적인 생장(약

90°까지도 회전), 뿌리피해 또는 극심한 겨울 서리에 의한 지연생장(전나무), 편심연륜생장(건조, 병충해, 혹독한 입지에서 낙엽송의 경우), 기후변화에 따른 연륜생장 영향 등이다.

어린 임목의 생장에너지는 활력이 낮은 노령목보다 기후적 교란을 쉽게 극복할 수 있다. 수관이 큰 임목이라고 항상 좋은 직경생장을 보이지는 않으므로 우량한 임분에서 선목할 때는 생장추를 이용하여 우세목의 직경생장 상태를 조사할 필요가 있다. 각 임목, 즉 단목에 대한 직경생장의 진행은 육림적 수단에 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 직경생장 촉진에 그 목적이 있지만 일정한 수종에 대해서는 기술적인 제한이 따르게 된다. 폭이 넓은 연륜생장(3.5~8㎜)은 물푸레나무 같은 수종에서는 긍정적일 수 있으나, 참나무류와 소나무에서는 연륜폭이 너무 넓으면 재질이 떨어진다.



<그림 3-1-10> 수종별, 수령별 임분 평균 수고 및 연년 수고생장

1.1.5.3. 흉고단면적 생장

흉고단면적의 유지는 간벌강도의 확실한 표준이 되며 간벌량과 생장과의 관계를 확실하게 밝혀준다.

주어진 입지조건 하에서 다음과 같이 3가지의 특성치를 나타낸다.

- ○ 최대 흉고단면적 유지
  - ha당 임목이 입지적으로 가능한 한 최고의 흉고 단면적을 유지한다.
  - 적극적인 간벌로 할 것인지 또는 피압목이나 고사목을 최대로 제거할 것인지를 확정할 수 있다.
- ○ 적정 흉고단면적 유지
  - 주어진 생장기간 중 가능한 한 최대의 생장이 유도되도록 유지한다.
- ○ 최소 흉고단면적 유지
  - 입지적으로 가능한 생장의 95% 수준(한계수준의 분기점)에 도달하도록 한다.

1.1.5.4. 임분재적 생장

최근까지의 국내외 연구 결과를 종합해 볼 때, 대부분의 수종에서 간벌에 의해 임분의 총재적생장량을 뚜렷이 증가시키는 것은 가능하지 않은 것으로 되어 있다. 약도(무간벌도 같음)에서 중도간벌 기간 중 전체임분의 생장량은 거의 비슷하고, 강도간벌은 오히려 총재적생장량이 떨어질 수도 있다. 활엽수에서의 도태간벌도 같은 경향이라는 보고도 있다(Leibundgut, 1971).

1.1.5.5. 가치생장과 경제성

간벌에서 재적생장보다 경제적으로 가치가 큰 수종과 형질이 양호한 임목의 생산에 집중함으로써 가치 생장을 확실하게 증진시킬 수 있다. 임분무육의 실질적인 장점은 보다 나은 재종과 고가의 우량형질재에 의한 가치생장증진과 저가의 불량재 감소에 있으므로 경제적인 면에서 무육효과는 매우 크다. 무육에 따라 최종생산재의 형질이 달라지고 동시에 목재품 등에 따라 가격차이가 크게 나타난다.

<표 3-1-3> 임분무육의 집약도와 형질개선의 가능성

S : 실링

무 육 집 약 도						
품등(%)	높음	보통	낮음	판매수입	경비	소득
A 급	3	1	-	1,000S	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
펄프제	6	12	15	360S	360S	-
연료제	2	3	5	150S	270S	-120S

(Bachmann, 1970, 스위스)

<표 3-1-4> 임분무육의 육림적-경제적 평가

단위 : 실링

생육단계	경영경제적 평가			무육미실행지의 가치손실		
	경비	판매수입	소득	평균손실액 (ha 1년)	효과 지속년수	총손실
치수(풀베기 및 제벌)	3,000	0	-3,000	500-2,000	100	50,000-200,000
유령림(제벌)	2,000	2,000	0	250-1,250	80	20,000-100,000
장령림(간벌)	9,000	15,000	6,000	100-250	50	5,000-12,500
성숙림(간벌)	10,000	30,000	20,000	50-100	30	1,000-3,000
노령림(간벌)	10,000	50,000	40,000	0-50	10	0-500

(Mayer, 1971, 오스트리아)

1.1.5.6. 무육의 기능

산림의 모든 발달단계와 모든 산림구조, 또한 모든 수종에서는 다음과 같은 무육 기능이 항상 필요하다.

○ 위해방지(危害防止)

- 예방적 수단으로써 기후적, 생물적, 환경적인 모든 피해가능성이 포함된다.
- 모든 위해를 방지하는 것은 무육경비를 절감시킨다.

○ 선목(選木)

- 산림의 인위적 도태 즉, 육림적인 선목은 자연도태를 보충해준다.

- 산림수확과 임목형질 구성에 큰 영향을 준다.
- 소극적(간접적)도태와 적극적(직접적)도태로 구분하여 단계적으로 실시한다.

○ 보육(保育)
- 선목 기능과 연계된 실질적 무육기능이다.
- 선목작업 후 우량목을 보호하고 불량목을 제거한다.
- 효과적인 환경을 조성해주는 수단이다(혼효조절, 임층구조 등).

○ 기타 부수적 수단(가지치기, 수형 교정 등)

1.2. 조 림

광의의 조림은 수확된 임분이나 숲이 없는 지역에 새로 임분을 조성하는 갱신과 조성된 임분을 가꾸는 육림으로 이루어진다.

1.2.1. 갱신

새로운 임분을 조성하기 위한 갱신에는 인위적으로 임분을 조성하는 인공갱신과 자연의 갱신력을 활용하는 천연갱신이 있다. 벌채 후 벌근에서 맹아가 왕성하게 발생하는 수종의 경우는 맹아력을 이용한 맹아갱신이 있다.

1.2.1.1. 인공갱신

인공갱신에는 임분조성 대상지에 직접 나근묘나 용기묘를 심어서 숲을 만드는 식재조림과 종자를 파종하는 파종조림이 있다. 인공갱신에 의해 조성된 임분은 비교적 비슷한 수고를 가진 균일한 동령림이 된다.

식재목 배열은 묘간 거리와 식재열간 거리를 동일하게 하는 정방형 식재 방법, 3본 또는 5본 단위로 묶어서 심는 군상식재 방법, 2열 단위의 열상식재 방법이 있으며 군상이나 대상 부분밀식이 있다. 식재밀도는 ha당 5,000본을 기준으로 하며 낙엽송, 잣나무는 3,000본을 식재한다.

1.2.1.2. 천연갱신

천연갱신에는 자연적으로 떨어져서 흩어지는 종자를 이용한 천연하종갱신과 이를 활용한 여러 가지 방법이 있다. 천연하종갱신방법으로는 개벌, 대상벌, 군상벌, 산벌,

모수작업 등이 있으며 대상임분의 상태와 수종에 따라 갱신방법이 선정되어야 한다.

맹아갱신은 맹아발생력이 강한 수종인 참나류 등이 주 대상이며 맹아갱신대상지는 신탄재등 소경재 생산을 위한 단벌기 임분을 대상으로 한다.

1.2.2. 육림

인공갱신이나 천연갱신을 통해 조성된 어린 임분을 가꾸기 위한 육림작업은 크게 숲조성과 숲관리로 나누어진다.

1.2.2.1. 조성단계

숲 조성은 갱신 직후의 임분을 완전히 자리잡을 때까지 가꾸어주는 육림방법으로 풀베기, 덩굴제거, 어린나무가꾸기, 가지치기 등이 있다.

풀베기는 식재된 묘목과의 주변의 잡초목과의 경쟁을 완화시켜주기 위한 것으로 속성수의 경우 3년 정도 실시하고, 생장이 느린 수종은 5년간 실시한다.

덩굴제거는 임목의 생장을 방해하고, 재질을 악화시키는 덩굴류를 제거하는 방법으로 덩굴류의 피해가 있을 경우 회수에 관계없이 실시한다.

어린나무가꾸기는 임분이 어느정도 생장한 후 불량목 및 침입수종의 제거를 목적으로 실시하는 작업이다.

가지치기는 목재 재질 향상과 생장촉진을 위한 작업으로 어린나무가꾸기와 같이 이루어질 수 있으며, 이후의 숲관리 단계에서도 실행된다.

<표 3-1-5> 조성단계 육림방법

무 육 수 단	내 용
풀베기	식재목이 지피식생에 피압되는 것을 막기 위해 실시하는 작업
어린나무가꾸기	갱신종료 단계에서 솎아베기단계에 도달할 때까지의 유령림에 대한 모든 무육벌채적 수단
가지치기	기계적 또는 인위적 가지 제거 또는 자연낙지 촉진

1.2.2.2. 관리단계

숲관리는 경쟁으로 인해 우열이 확실해진 임분을 가꾸어 나가는 단계의 육림작업

으로, 인공림에서는 임분상황과 경영목표에 따라 다양한 방법의 솎아베기가 있으며, 천연림에 대해서는 우량대경재 생산을 위한 천연림보육과 불량임분을 개량하기 위한 천연림 개량이 있다.

<표 3-1-6> 관리단계 육림방법

무 육 수 단	내 용
솎아베기	장령림과 성숙림에서 목적에 맞게 임분을 형성해주기 위한 모든 무육벌채적 수단
임연부(林緣部) 형성	산림의 내(內)임연부 및 외(外)임연부를 안정적으로 형성해주기 위한 모든 수단
수하식재	양수(陽樹)의 수고가 높은 임층(林層)의 수관 밑에 내음성 수종을 식재하여 하층을 조성 유지함으로써 임분안정과 수간무육(樹幹撫育) 도모

1.3. 산림자원관리 개념의 도입

1.3.1. 지속가능한 산림자원 관리

1.3.1.1. 관리지침 전문

새로운 산림자원관리의 필요성에 대한 인식이 임업 분야는 물론 일반 사회로 확산됨에 따라 산림자원관리에 있어 과거와는 다른 다각적인 시각과 접근방식이 요구되고 있으므로, 산림자원관리의 국제적 패러다임으로 정착되고 있는「지속가능한 산림경영(Sustainable Forest Management)」원칙에 입각하여 산림이 갖는 경제·사회·환경적인 다양한 기능들이 조화롭게 발현될 수 있도록 산림자원을 경영·관리해 나가야한다. 따라서, 우리나라의 산림자원에 대한 경영·관리는 앞으로 다음과 같은 기본원칙에 바탕을 두고 추진된다.

첫째, 생태적으로 건전한 산림으로 유지·증진될 수 있도록 산림자원을 관리하여야 한다.

둘째, 산림이 제공하는 경제적 편익이 증진될 수 있도록 산림자원을 관리하여야 한다.

셋째, 산림이 지닌 공익적 기능이 유지·증진될 수 있도록 일반적인 사회통념에 U

부합하는 방향으로 산림자원을 관리하여야 한다.

마지막으로 후세대에 대한 도덕적인 의무를 강화하는 방향으로 산림자원을 관리하여야 한다.

이러한 새로운 산림자원관리의 방향은 산림으로부터 생산되는 경제적 산물을 중심으로 하는 협의의 산림자원관리 개념에서 벗어나, 건전한 산림생태계의 종합적인 관리체제로 전환하는 것이며, 궁극적으로는 바람직한 미래의 산림 모습을 만들어 가는 것이다.

1.3.1.2. 관리지침의 개요

가. 목적

지침의 목적은산림의 생태환경적인 건전성을 유지하면서, 다양한 기능이 최적 발휘되도록 산림을 보전·관리하고, 산림법 제16조의3의 규정에 의하여 산림법 또는 다른 법률에서 정한 기능별 산림자원의 관리방향과 구체적인 실행방법 등을 규정하는데 두고 있다.

나. 기본방향

지침은 아래와 같은 7가지 기본방향을 갖고 있다.

- 산림의 생물다양성의 보전
- 산림의 생산력 유지·증진
- 산림의 건강도와 활력도 유지·증진
- 산림 내의 토양 및 수자원의 보전·유지
- 산림의 지구탄소순환에 대한 기여도 증진
- 산림의 사회·경제적 편익 증진
- 지속가능한 산림관리를 위한 행정 절차 등 체계 정비

1.3.2. 산림의 기능별 관리

산림의 기능은 목재생산기능, 수원함양기능, 자연환경보전기능, 산지재해방지기능, 산림휴양기능, 생활환경보전기능으로 구분되며 이에 따라 관리한다.

1.3.2.1. 목재생산림

목재생산림은 생태적 안정을 기반으로 하여 국민경제 활동에 필요한 양질의 목재를 지속적·효율적으로 생산·공급하기 위한 산림으로서, 생산목표는 인공림과 천연림에 따라 약간의 차이가 있다.

인공림 생산목표 중 우량대경재는 흉고직경 40㎝ 이상으로 문화재, 화장단판, 합판, 고급제재(각재, 판재) 구조재, 고급건축재, 가구재, 악기재 등으로 이용되며, 우량중경재는 흉고직경 25~40㎝로 건축재, 소형가구재, 공예재, 일반제재(각재, 판재) 등으로 이용되며 일반소경재는 흉고직경 25㎝ 미만으로 가설재, 포장재, 일반제재(소각재, 소판재), 펄프재, 칩, 톱밥용 등으로 이용된다.

천연림의 생산목표 중 우량대경재는 흉고직경 40㎝ 이상으로 문화재, 화장단판, 합판, 고급제재(각재, 판재) 등으로 이용되며, 우량중경재는 흉고직경 20~40㎝로 구조재, 고급건축재, 가구재, 악기재, 일반제재(각재, 판재) 등으로 이용되며, 특용·소경재는 흉고직경 20㎝ 미만으로 특수용(약용·식용), 공예재, 버섯용원목, 펄프재로 이용된다.

1.3.2.2. 수원함양림

수자원함양기능과 수질정화기능이 고도로 증진되는 산림을 관리목표로 하며 다층혼효림(多層混淆林)을 목표임상으로 한다.

1.3.2.3. 산지재해방지림

사방지·토사방비보안림, 산사태가 우려되는 과밀 침엽수 단순림, 대형산불의 발생이 우려되는 지역의 침엽수 단순림, 산림병해충의 피해 우려가 있는 단순림 등으로 세분하여 관리한다.

산사태, 토사유출, 대형산불, 산림병해충 등 각종 산림재해에 강한 산림을 관리목표로 한다.

산사태, 토사유출에 강한 다층혼효림, 대형산불을 방지하기 위해 내화수림대(耐火樹林帶)가 포함된 혼효림, 병해충에 강하고 생태적으로 건강한 다층혼효림이 목표임상이다.

1.3.2.4. 자연환경보전림

보호할 가치가 있는 산림자원이 건강하게 보전될 수 있는 산림을 관리목표로 하고

보전형, 문화형, 학술교육형으로 구분한다.

보전형은 생태계, 유전자원 보호 등을 위해 보전해야 할 산림, 문화형은 역사·문화적 가치 보호 등을 위해 보전해야 할 산림, 학술·교육형은 학술·교육의 목적으로 보전해야 할 산림으로 목표임상은 다층혼효림 또는 지정·결정·관리의 목적을 달성할 수 있는 산림이다.

1.3.2.5. 산림휴양림

공간이용지역, 자연유지지역으로 나누어 관리하며 다양한 휴양기능을 발휘할 수 있는 특색 있는 산림과 종다양성이 풍부하고 경관이 다양한 산림을 관리목표로 하며 목표임상은 지역적 특성에 적합한 다층림 또는 다층혼효림이다.

1.3.2.6. 생활환경보전림

도시와 생활권 주변의 경관유지 등 쾌적한 환경을 제공하는 산림을 관리목표로 하며 공원형, 경관형, 방풍·방음형, 생산형으로 구분한다.

공원형은 거주자의 자연체험, 레크리에이션, 환경교육 등의 장소로 이용하는 산림이며, 경관형은 심리적 안정감을 주고 시각적으로 풍요로움을 주는 산림, 방풍·방음형은 바람, 소음, 대기오염물질을 완화시켜 쾌적한 거주환경이 되도록 하는 산림, 생산형은 거주자의 쾌적한 거주환경을 훼손하지 않는 범위 내에서 목재를 생산하는 산림이다.

공원형·경관형에서는 생태적·경관적으로 다양한 다층혼효림, 방풍·방음형에서는 방풍과 방음의 기능을 최대한 발휘할 수 있는 다층림 또는 계단식 다층림, 생산형에서는 생태적으로 건강한 목재생산림을 목표임상으로 한다.

1.4. 시업적지 구분

1.4.1. 입지별 산림시업구분

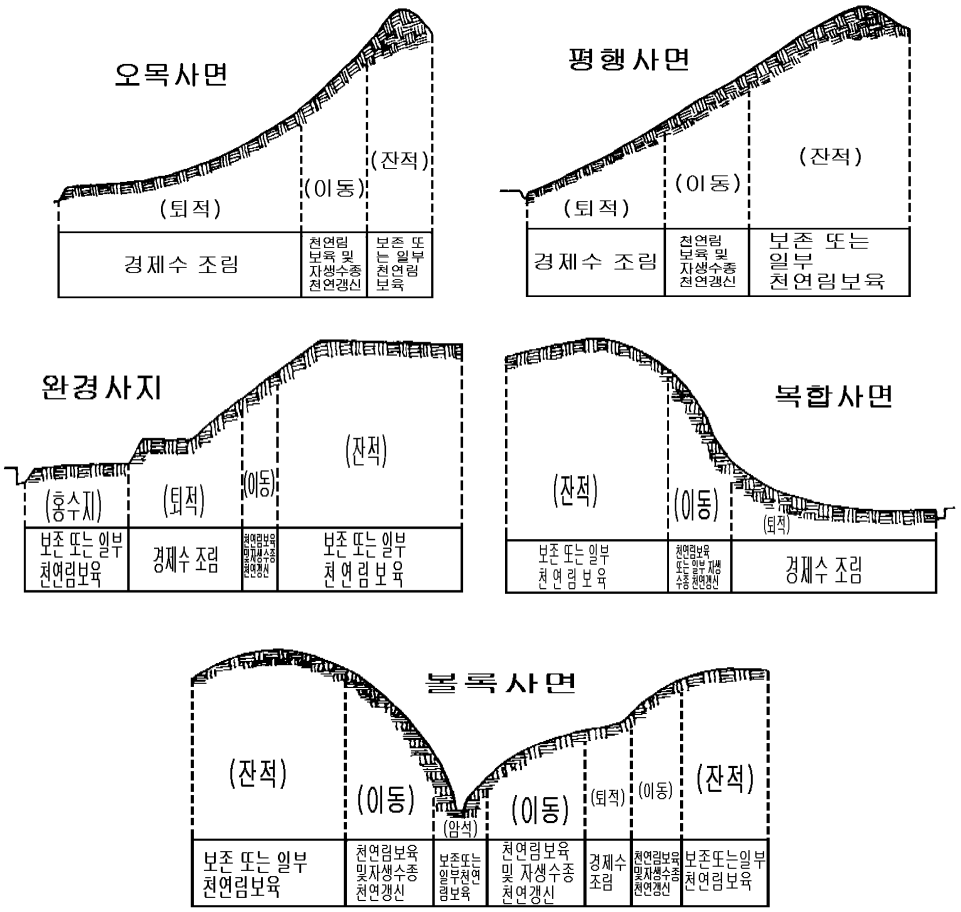
산지 사면의 형태와 관계위치에 따라서 산림시업을 구분하여 실시한다.

1.4.1.1. 사면의 형태구분

오목사면, 평행사면, 볼록사면, 복합사면, 완경사지등 5개 사면형태로 구분한다.

1.4.1.2. 시업별 적지구분

경제수 조림은 경사 30°미만, 사면하부(4~6부 능선 이하)의 토심깊고 비옥한 퇴적토에 실시하고 천연림 보육 및 자생수종 천연갱신은 경사 30~35°, 사면 중·상부(5~8부 능선)로 토심이 얕은 토양 이동지에 실시하며 보존 또는 일부 천연림 보육은 경사 35°이상 험준지, 사면 상부(6~9부 능선 이상)에 용탈이 심하고 척박한 잔적토, 암석지, 계곡부 홍수지에 적용한다(그림 3-1-11).



<그림 3-1-11> 사면형태 및 위치에 따른 적용시업

1.4.2. 임상별 산림시업구분

1.4.2.1. 보육대상

임목본수가 유령림단계(수고 8*m*이하)에서 2,000본/ha 이상이거나 간벌단계(수고 10*m*이상)에서 1,000본/ha 이상이 비교적 균일하게 분포되어있는 임분이 무육대상임분에 해당된다.

임목형질에 따르면 우량목(유용수종으로 수간이 곧고 형질이 양호한 우세목)이 20% 이상이거나 불량형질목이 40% 이하인 임분이 무육대상임분이다.

1.4.2.2. 갱신대상

수확기 이전의 임분은 우량 형질목이 200본/ha 이상인 임분의 경우, 우량목 존치 후 수하식재에 의해 복층림을 조성하거나, 참나무류(Ⅳ영급 이하)가 1,200본/ha 이상 균일하게 분포된 임분은 맹아갱신을 실시할 수 있다.

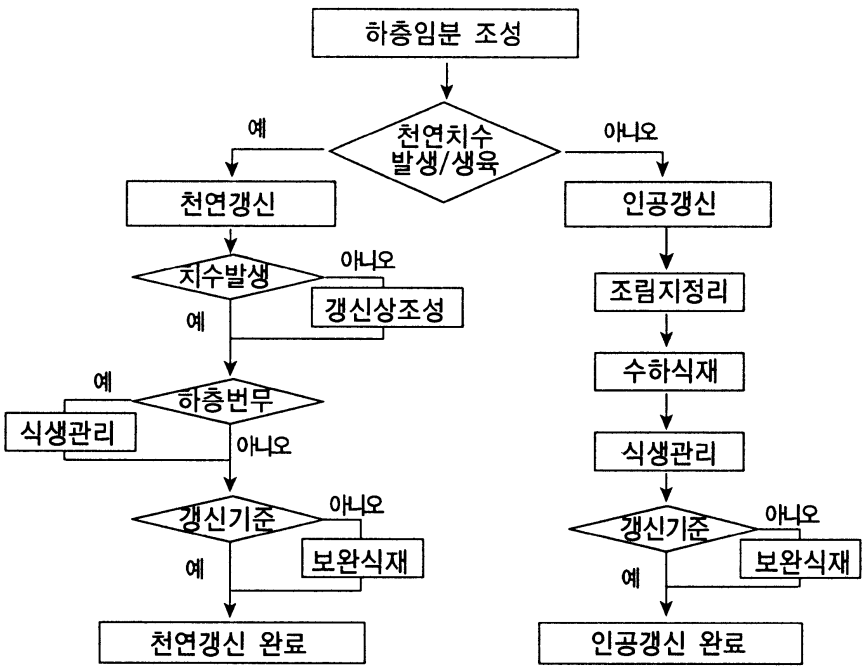
소나무, 자작나무류 등 천연하종갱신이 용이한 수종으로 우량형질의 모수를 충분히 잔존시킬 수 있는 임분은 천연하종갱신을 실시하고, 불용목, 불량형질목이 60% 이상인 임분은 수종갱신을 적용할 수 있다.

2. 인 공 갱 신

2. 인공갱신

2.1. 갱신 결정

기존의 임분을 수확하고 난 후 새로운 임분을 조성하는 것을 갱신(regeneration)이라 한다. 갱신을 위해서는 갱신대상임분의 입지, 지형, 식생, 토양 등의 특성을 파악하고, 이러한 특성에 알맞은 경영목표를 세우고, 갱신 수종을 경영목표에 부합하는 수종으로 결정한다. 이렇게 갱신할 수종을 결정하고 난 후, 대상 수종의 특성에 부합하는 갱신방법을 선택 할 수 있으며 갱신방법에는 크게 인공갱신과 천연갱신 방법이 있다. 갱신방법 결정은 아래와 같은 의사결정과정을 거친다.



<그림 3-2-1> 갱신시업을 위한 의사결정 흐름도

2.2. 인공갱신

계획적인 파종 및 식재에 의해 새로운 임분을 조성하는 것으로, 일정한 공간분포와 수고를 가진 균일한 동령림이 조성된다.

2.2.1. 조림수종 선정

2.2.1.1. 기후대별 조림수종

북반구의 중위도에 위치한 우리나라의 기후는 사계절이 뚜렷한 온대성 기후의 특징을 가지고 있으며, 지리적으로 남북으로 길게 뻗어 있어 지역별로 기상 조건의 차이가 심하다.

우리나라의 기후대는 연평균기온, 주요 임상, 특징 수종의 분포 상황을 고려하여 온대 북부, 온대 중부, 온대 남부, 난대의 4개 기후대로 구분된다.

가. 온대 북부

온대 북부는 연평균기온이 6~9℃로서 경기도 북부 일부와 강원도의 산지가 해당된다.

<표 3-2-1> 온대 북부 조림수종

구 분	수 종
침엽수 (8)	소나무, 잣나무, 낙엽송, 구상나무, 분비나무, 전나무, 가문비나무, 주목
활엽수 (19)	신갈나무, 자작나무, 음나무, 피나무, 거제수나무, 복자기, 박달나무, 물푸레나무, 마가목, 층층나무, 산딸나무, 다릅나무, 두릅, 고로쇠나무, 느릅나무, 산벚나무, 물오리나무, 황벽나무, 가래나무

나. 온대 중부

온대 중부는 연평균기온이 9~12℃인 지역으로서 온대 북부를 제외한 경상북도, 전라북도, 충청남도 일부와 충청북도, 경기도 대부분 지역과 강원도 저지대, 제주도의 중산간 지역의 상부가 해당된다.

<표 3-2-2> 온대 중부 조림수종

구 분	수 종
침엽수 (8)	소나무, 잣나무, 낙엽송, 구상나무, 분비나무, 전나무, 가문비나무, 주목
활엽수 (32)	신갈나무, 굴참나무, 졸참나무, 상수리나무, 자작나무, 음나무, 피나무, 거제수나무, 박달나무, 물푸레나무, 느티나무, 복자기, 마가목, 층층나무, 산딸나무, 쉬나무, 다릅나무, 두릅, 고로쇠나무, 느릅나무, 산벚나무, 물오리나무, 사방오리, 오리나무, 황벽나무, 밤나무, 호두나무, 대추나무, 감나무, 현사시나무, 이태리포플러, 백합나무

나. 온대 남부

온대 남부는 연평균기온이 12~13℃인 지역으로서 고산지대를 제외한 경상북도, 전라북도 및 충청남도 서해안 일대와 난대 지역을 제외한 경상남도, 전라남도 일부, 제주도의 중산간 지역의 하부가 해당된다.

<표 3-2-3> 온대 남부 조림수종

구 분	수 종
침엽수 (6)	소나무, 해송, 편백, 삼나무, 스트로브잣나무, 낙우송
활엽수 (28)	굴참나무, 졸참나무, 상수리나무, 음나무, 노각나무, 물푸레나무, 느티나무, 층층나무, 이팝나무, 다릅나무, 쉬나무, 두릅, 고로쇠나무, 느릅나무, 산벚나무, 사방오리, 오리나무, 벽오동, 녹나무, 아왜나무, 밤나무, 호두나무, 대추나무, 감나무, 참죽나무, 현사시나무, 이태리포플러, 백합나무

라. 난대

난대는 연평균기온이 13~14℃인 지역으로서 남해안 지역의 전라남도, 경상남도의 저지대와 제주도의 해안가의 산지대가 해당된다.

<표 3-2-4> 난대 조림수종

구 분	수 종
침엽수 (6)	소나무, 해송, 편백, 삼나무, 스트로브잣나무, 낙우송
활엽수 (23)	가시나무류, 굴참나무, 상수리나무, 노각나무, 녹나무, 물푸레나무, 느티나무, 층층나무, 이팝나무, 고로쇠나무, 산벚나무, 사방오리, 오리나무, 벽오동, 까마귀쪽나무, 아왜나무, 백합나무, 생달나무, 구실잣밤나무, 참식나무, 먼나무, 후박나무, 황칠나무

2.2.1.2. 적지적수 판정

임지생산성의 극대화를 도모하기 위하여 그 지역의 식생발달에 가장 큰 영향을 미치는 입지환경(기후)과 토양조건에 가장 적합한 수종을 선정하여 식재하는 것을 적지적수라고 한다.

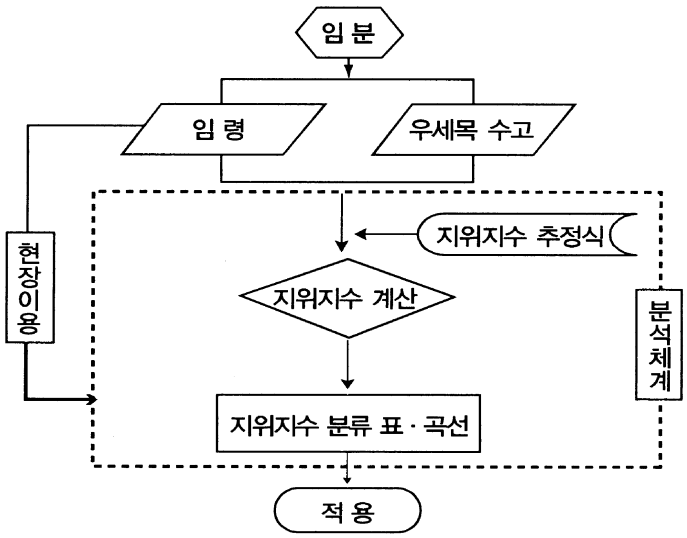
조림적지를 판정하는 방법으로는 지위지수조사, 산림토양조사, 산림지리정보시스템(FGIS)에 의한 방법 등이 있다.

가. 지위지수

잣나무, 낙엽송, 소나무, 리기다소나무, 편백, 상수리나무, 신갈나무 등은 지위지수표를 이용하여 적지를 선정하며 그 판정 체계 및 사례는 다음과 같다.

(1) 판정 체계

현실림의 임분생산력을 판정하는 방법 중 임령과 우세목 수고에 의한 방법이 가장 보편적으로 사용되고 있으며 판정 체계는 아래와 같다.



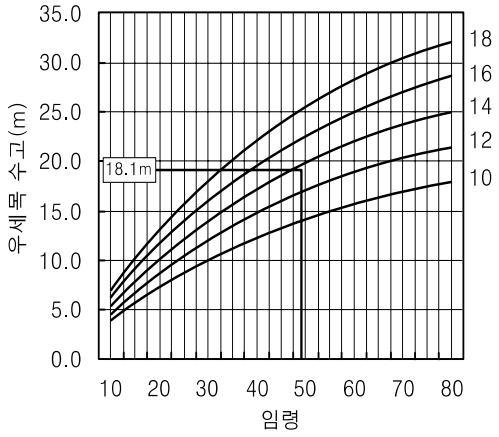
<그림 3-2-2> 임령과 우세목 수고에 의한 지위 판정 체계

숲의 임령은 조림대장의 기록 또는 생장추 등을 이용한 목편 추출로서 알 수 있으며, 우세목의 수고는 해당 임분에서 수고가 우세한 나무(우세목) 3~5본의 수고를 측정하여 이를 평균한 값이다. 이를 이용하여 지위지수 분류표 또는 분류 곡선도 상에서 지위지수를 도출한다.

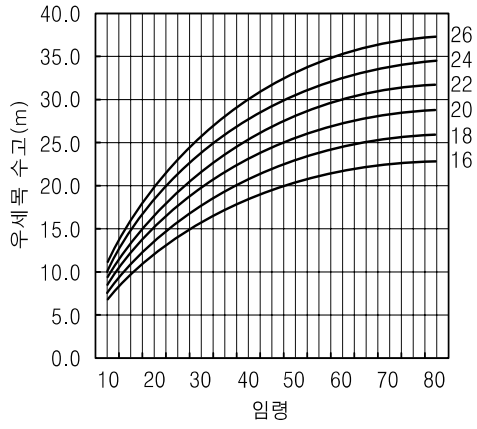
(2) 지위지수곡선 이용

잣나무 임분의 임령이 48년이고 우세목의 수고가 18.1m라면, 먼저 “잣나무 지위지수 곡선”에서 임령 48년과 우세목 수고 18.1m가 만나는 지점을 찾고, 이 지점과 가장 가깝게 위치하는 지위지수 곡선을 찾아 판정한다. 즉, 해당 임분의 지위지수는 지위 ‘중’에 해당하는 ‘14’이다(각 지위지수 10, 12, 14...등은 임령 30년일 때 우세목의 수고로서 결정한 값이다).

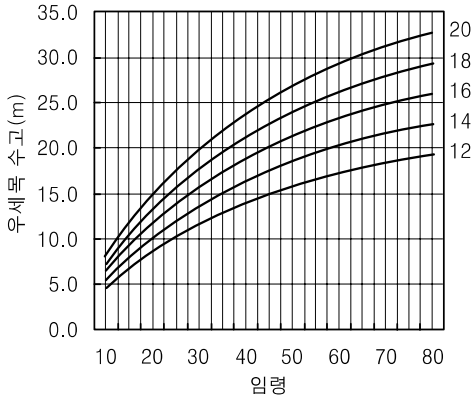
우리나라 대표적 식재 수종별 지위지수 분류 곡선은 다음과 같다.



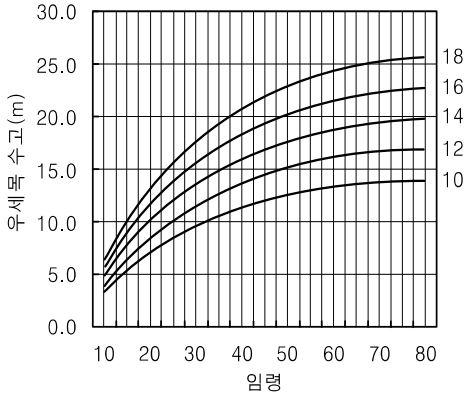
- 잣나무 -



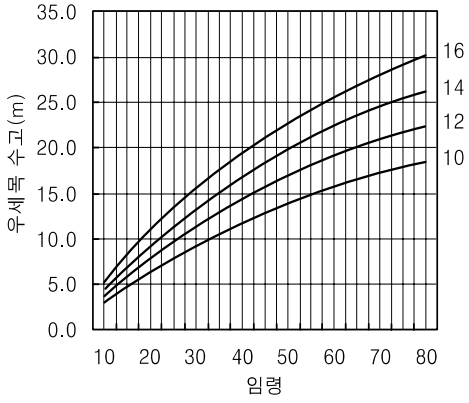
- 낙엽송 -



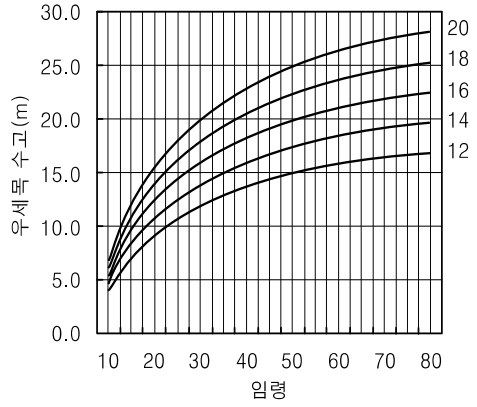
- 소나무(강원지역) -



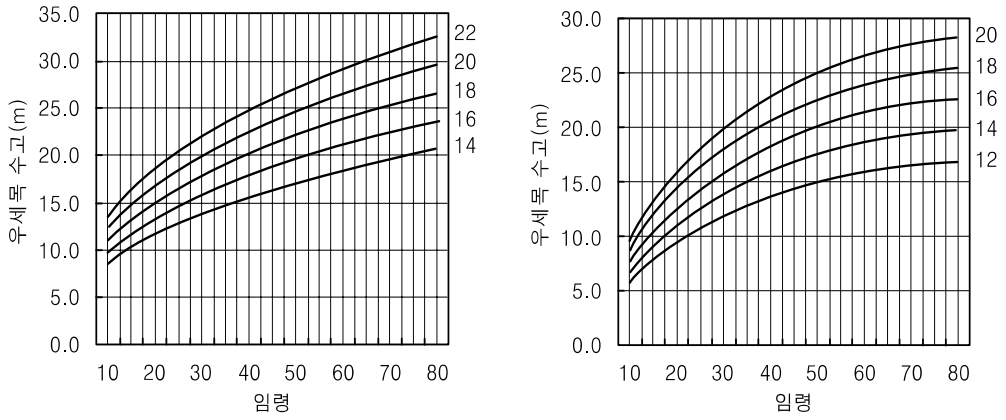
- 소나무(중부지역) -



- 리기다소나무 -



- 편 백 -



- 상수리나무 -　　- 신갈나무 -

<그림 3-2-3> 주요수종의 지위지수 판정도

나. 산림토양조사

(1) 간이산림토양조사

임목 생장에 영향을 미치는 인자를 현지에서 조사하여 입지 인자별 점수를 합계하여 해당 임지의 잠재생산력을 판단하고, 그에 맞는 수종을 선택한다.

① Ⅰ급지

평탄지 및 산록의 완경사 지역에 분포한다. 토심이 깊고 토양 수분 상태가 양호하며 침식이 없는 붕적토 또는 포행토이다. 토양인자별 점수가 55점 이상인 지역으로서 지력은 최상위이다.

② Ⅱ급지

산록 완구릉지 및 산복의 완경사지에 주로 분포한다. 토심은 깊고 토양 수분 상태가 습윤하거나 적윤한 상태이고, 침식이 없으며 토성은 사양토 내지 식양토이다. 토양인자별 점수가 54~45점인 지역으로서 지력은 상위이다.

③ Ⅲ급지

완구릉지 또는 산복의 경사지에 분포한다. 토심은 깊고 토양 수분은 약간 건조한 상태로서 토양의 견밀도는 '견' 또는 '연'하며 토성은 사양토, 식양토 및 사토이다. 토양인자별 점수가 44~35점인 지역으로서 지력은 중위이다.

④ Ⅳ급지

산정의 급경사지에 분포한다. 토심은 얕으며 토양 수분은 건조한 잔적토 또는 포행토로서 토양은 연 또는 견(단단)하며 침식이 약간 심한 편이고 토성은 사양토가

대부분이다. 토양인자별 점수는 34~25점으로서 지력은 하위이다.

<표 3-2-5> 토양인자별 점수기준표

인 자	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수	구 분	점수
토심	90㎝ 이상	12	90 ~60㎝	9	60 ~30㎝	5	30㎝	1				
지형	평탄지	11	산록	8	완구릉지	6	산복	4	산정	1		
건습도	적윤	11	습윤	8	건조	6	과습	3	과건	1		
경사도	5° 이상	9	5 ~15°	8	15 ~20°	7	20 ~30°	5	30 ~45°	3	45°<	1
퇴적 양식	붕적토	9	포행토	5	잔적토	1						
침식	없다	9	있다	6	심	3	매우심	1				
견밀도	송	9	연	7	견	4	강견	1				
토성	사양	6	식양토	4	사양	3	사토	2	미숙토	1		

⑤ V급지

산복~산정의 험준지에 분포한다. 토심은 얕고 과건한 잔적토로서 토양침식이 심한 편이며 대체로 견밀한 토양이다.

토양인자별 점수는 24~8점으로서 지력은 가장 척박하다. 황폐임지는 V급지에 포함된다.

(2) 정밀 산림토양조사에 의한 적수 선정

기후, 토양, 조림 후 관리 등의 요인을 조사하여 적수를 선정하는 방법이다.

기후요인으로는 연평균기온, 연평균강수량, 적설량, 온량지수, 계절별 강수량을 조사하고, 토양요인으로는 토층의 두께와 견밀도, 지하수위, 유효토심, 토성, 토양수분, 통기성, 투수성과 토양산도, 부식 함량, 양분 보유력 등을 조사한다.

우리나라 산림토양은 자연적 계통분류 방식에 따라 토양군 - 토양아군 - 토양형의 3단계로 분류하며 8개 토양군, 11개 토양아군, 28개 토양형이 있다.

토양형은 지형조건에 따른 수분환경을 감안하고 낙엽층의 발달정도, 토양단면 형태의 차이, 층위의 발달정도 및 각 층위의 구조, 토색 등의 차이로 구분한다.

<표 3-2-6> 우리나라의 산림토양 분류

토 양 군	기호	토양아군	기호	토 양 형	기호
갈색산림토양 (Brown forest soils)	B	갈색산림토양	B	갈색건조산림토양	B_1
				갈색약건산림토양	B_2
				갈색적윤산림토양	B_3
				갈색약습산림토양	B_4
		적색계갈색산림토양	rB	적색계갈색건조산림토양	rB_1
				적색계갈색약건산림토양	rB_2
적황색산림토양 (Red & Yellow forest soils)	R·Y	적색산림토양	R	적색건조산림토양	R_1
				적색약건산림토양	R_2
		황색산림토양	Y	황색건조산림토양	Y
암적색산림토양 (Dark Red forest soils)	DR	암적색산림토양	DR	암적색건조산림토양	DR_1
				암적색약건산림토양	DR_2
				암적색적윤산림토양	DR_3
		암적갈색산림토양	DRb	암적갈색건조산림토양	DRb_1
				암적갈색약건산림토양	DRb_2
회갈색산림토양 (Gray Brown forest soils)	GrB	회갈색산림토양	GrB	회갈색건조산림토양	GrB_1
				회갈색약건산림토양	GrB_2
화산회산림토양 (Volcanic ash forest soils)	Va	화산회산림토양	Va	화산회건조산림토양	Va_1
				화산회약건산림토양	Va_2
				화산회적윤산림토양	Va_3
				화산회습윤산림토양	Va_4
				화산회자갈많은산림토양	Va-gr
				화산회성적색건조산림토양	$Va-R_1$
				화산회성적색약건산림토양	$Va-R_2$
침식토양 (Eroded soils)	Er	침식토양	Er	약침식토양	Er_1
				강침식토양	Er_2
				사방지토양	Er-c
미숙토양 (Immature soils)	Im	미숙토양	Im	미숙토양	Im
암쇄토양 (Lithosols)	Li	암쇄토양	Li	암쇄토양	Li
8개 토양군		11개 토양아군		28개 토양형	

다. 산림지리정보시스템(FGIS)

기후, 토양, 지형인자 및 수종 특성을 고려하여 지리정보시스템(GIS) 중 수치지형 해석법에 의거, 조림 추천 수종이 적지에 배치되도록 다음과 같은 방법에 따라 적지 적수도를 작성하여 적수를 선정한다.

(1) 적지선정 관련 자료의 분석

지형도, 토양도, 임상도, 지질도, 산지이용구분도 등의 공간 자료, 기후, 식생, 수종 특성, 토양의 이화학적 특성 등의 속성 자료, 토양형, 표고, 경사, 방위, 국소지형에 따른 지형 요인을 분석한다.

(2) 토양·지형 요인에 따른 조림 및 잔존지역 구분

토양, 지형 요인, 법적 규제림 등의 조건에 의해 조림 지역과 잔존 지역으로 구분한다.

2.2.1.3. 입지 조건별 적수 선정

가. 지형 구분

지형은 사면 하부(능선 대 골짜기 비율 30% 이하), 사면 중부(능선 대 골짜기 비율 31~60%), 사면 상부(능선 대 골짜기 비율 61~90%), 능선부(능선 대 골짜기 비율 91% 이상)로 구분한다.

나. 토양형 구분

일반적으로 계류부는 약습토양, 사면 하부는 적윤토양, 사면 중부는 약건토양, 사면 상부는 건조토양으로 구분하며 토양 건습도는 아래와 같이 구분한다.

1) 건조토양은 손으로 꽉 쥐었을 때 수분에 대한 감촉이 전혀 없으며 입으로 불면 먼지가 난다.

2) 약건토양은 꽉 쥐었을 때 손바닥에 약간 물기가 묻는다.

3) 적윤토양은 꽉 쥐었을 때 손바닥 전체에 습기가 묻고 물에 대한 감촉이 뚜렷하다.

4) 약습토양은 꽉 쥐면 손가락 사이에 약간의 물기가 비친다.

다. 기후대·입지조건별 적수 선정

(1) 온대 북부

온대 북부는 연평균기온이 6~9℃로서 경기도 북부 일부와 강원도의 산지가 해당된다.

<표 3-2-7> 온대 북부 입지조건에 따른 적수

토양형	방위	산 록 부	산 복 부	산 정 부
건조 토양	남북	현존임목 존치	현존임목 존치	현존임목존치
약건 토양	북	잣나무, 낙엽송, 소나무, 신갈나무, 박달나무	잣나무, 낙엽송, 소나무, 신갈나무, 마가목, 구상나무, 박달나무	소나무, 신갈나무
	남	잣나무, 낙엽송, 소나무, 신갈나무, 박달나무	낙엽송, 소나무, 마가목, 신갈나무, 구상나무, 박달나무	소나무, 신갈나무
적윤 토양	북	잣나무, 낙엽송, 음나무, 자작나무, 전나무, 물푸레나무, 피나무, 가래나무, 복자기	잣나무, 낙엽송, 소나무, 물푸레나무, 자작나무, 마가목, 피나무, 음나무, 구상나무, 가래나무, 복자기	소나무, 신갈나무, 구상나무, 주목
	남	잣나무, 낙엽송, 음나무, 자작나무,물푸레나무, 피나무, 가래나무, 복자기	낙엽송, 물푸레나무, 자작나무, 구상나무, 피나무, 마가목, 음나무, 가래나무, 복자기	소나무, 신갈나무, 구상나무, 주목
약습 토양	남북	전나무, 물푸레나무, 피나무, 층층나무, 가래나무	물푸레나무, 층층나무, 피나무, 가래나무, 복자기	주목, 신갈나무

(1) 온대 중부

온대 중부는 연평균기온이 9~12℃인 지역으로서 온대 북부를 제외한 경상북도, 전라북도, 충청남도 일부와 충청북도, 경기도 대부분 지역과 강원도 저지대, 제주도의 중산간지역의 상부가 해당된다.

<표 3-2-8> 온대 중부 입지조건에 따른 적수

토양형	방위	산 록 부	산 복 부	산 정 부
건조 토양	남북	현존임목 존치	현존임목 존치	현존임목존치
약건 토양	북	소나무, 잣나무, 낙엽송, 굴참나무, 상수리나무, 밤나무, 박달나무	소나무, 잣나무, 밤나무, 졸참나무, 박달나무, 산벚나무	소나무, 신갈나무
	남	소나무, 잣나무, 낙엽송, 굴참나무, 상수리나무, 박달나무, 밤나무	소나무, 잣나무, 밤나무, 굴참나무, 박달나무, 산벚나무	소나무, 신갈나무
적윤 토양	북	잣나무, 물푸레나무, 상수리나무, 전나무, 이태리포플러, 졸참나무, 복자기, 백합나무	소나무, 고로쇠나무, 졸참나무, 잣나무, 물푸레나무, 복자기, 백합나무	주목, 신갈나무
	남	물푸레나무, 고로쇠나무, 밤나무, 상수리나무, 호두나무, 졸참나무, 이태리포플러	소나무, 고로쇠나무, 물푸레나무, 졸참나무, 복자기, 잣나무, 산벚나무	소나무
약습 토양	남북	물푸레나무, 고로쇠나무, 층층나무, 전나무, 이태리포플러	물푸레나무, 층층나무, 고로쇠나무, 복자기, 이태리포플러	소나무

(3) 온대 남부

온대 남부는 연평균기온이 12~13℃인 지역으로서 고산지대를 제외한 경상북도, 전라북도 및 충청남도 서해안 일대와 난대 지역을 제외한 경상남도, 전라남도 일부, 제주도의 중산간지역의 하부가 해당된다.

<표 3-2-9> 온대 남부 입지조건에 따른 적수

토양형	방위	산 록 부	산 복 부	산 정 부
건조토양	남북	현존임목 존치	현존임목 존치	현존임목존치
약건토양	북	낙엽송, 밤나무, 스트로브잣나무	편백, 굴참나무, 해송, 스트로브잣나무, 느릅나무	소나무, 해송
	남	낙엽송, 스트로브잣나무	소나무, 굴참나무, 해송, 스트로브잣나무, 느릅나무	소나무, 해송, 굴참나무
적윤토양	북	삼나무, 편백, 층층나무, 고로쇠나무, 물푸레나무, 노각나무, 백합나무, 느티나무, 녹나무, 상수리나무	삼나무, 편백, 굴참나무, 고로쇠나무, 노각나무, 물푸레나무, 백합나무, 느티나무, 녹나무	소나무, 굴참나무
	남	상수리나무, 층층나무, 고로쇠나무, 백합나무, 느티나무, 녹나무, 상수리나무	물푸레나무, 층층나무, 고로쇠나무, 백합나무, 느티나무, 녹나무	소나무, 굴참나무
약습토양	남북	삼나무, 물푸레나무, 고로쇠나무, 층층나무, 노각나무	삼나무, 물푸레나무, 고로쇠나무, 층층나무, 노각나무	물푸레나무, 굴참나무

(4) 난대

난대는 연평균기온이 13~14℃인 지역으로서 남해안 지역의 전라남도, 경상남도의 저지대와 제주도의 해안가의 산지대가 해당된다.

<표 3-2-10> 난대 입지조건에 따른 적수

토양형	방위	산 록 부	산 복 부	산 정 부
건조토양	남북	현존임목 존치	현존임목 존치	현존임목 존치
약건토양	북	편백, 구실잣밤나무, 이팝나무, 녹나무	편백, 구실잣밤나무, 이팝나무, 녹나무, 스트로브잣나무	소나무
	남	편백, 구실잣밤나무, 이팝나무, 녹나무	편백, 구실잣밤나무, 이팝나무, 녹나무, 스트로브잣나무	소나무, 해송
적윤토양	북	편백, 구실잣밤나무, 가시나무류, 참식나무, 후박나무, 고로쇠나무, 노각나무, 물푸레나무, 층층나무	편백, 구실잣밤나무, 가시나무류, 참식나무, 후박나무, 고로쇠나무, 노각나무, 물푸레나무, 층층나무	소나무
	남	편백, 삼나무 참식나무, 가시나무류, 이팝나무, 후박나무, 황칠나무, 고로쇠나무, 층층나무, 물푸레나무	편백, 삼나무, 녹나무, 참식나무, 가시나무류, 이팝나무, 후박나무, 황칠나무, 고로쇠나무, 물푸레나무, 층층나무	소나무
약습토양	남북	삼나무, 가시나무류, 후박나무, 생달나무, 먼나무, 노각나무, 물푸레나무, 층층나무	삼나무, 가시나무류, 후박나무, 생달나무, 먼나무, 고로쇠나무, 노각나무, 물푸레나무, 층층나무	소나무, 물푸레나무

2.2.2. 조림대상지 선정순위

조림대상지는 다음과 같은 대상지별로 선정 할 수 있다.

1) 수확・벌채지
2) 미립목지
3) 산불・병해충・산사태 등으로 피해를 입은 임지
4) 복층림(複層林) 조성을 위하여 벌채한 임지

5) 수종갱신지

6) 대부・사용허가 반지(返地) 지역

7) 그밖에 조림이 필요한 토지

2.2.3. 식재 조림

식재조림은 다음과 같은 여러 이점을 가지고 있다.

1) 동일 크기와 동일 품질의 목재를 한 장소에서 일시에 대량 생산함으로써 목재산업 육성에 유리하다.

2) 종자채취 및 양묘의 단계부터 형질이 우수한 개체를 선발하여 식재함으로써 임목의 형질이 개선된다.

3) 경제성이 높은 수종을 선정하여 식재함으로써 산림의 생산성을 제고시킨다.

4) 토사유출, 풍해위험지역 등 필요한 곳에 적합한 숲을 조성함으로서 각종의 재해를 방지할 수 있다.

5) 임목을 적정간격으로 식재함으로써 가지의 크기를 억제하여 옹이가 적은 통직재를 생산 할 수 있을 뿐만 아니라 공간의 최대 활용으로 단위면적당 물질생산량과 대기정화 기능을 증대시킬 수 있다

식재조림은 이러한 여러 이점 때문에 임업의 기본적인 시업으로 실행되고 있다. 그러나 단일수종에 의한 대면적 일제조림은 산업 경제적인 측면에서는 유리하지만, 종다양성의 결여 등 생태적으로 불안정하며, 병충해에 의한 일시에 대면적 피해와 지력감퇴 등으로 오히려 비효율적이 될 수가 있으므로, 이러한 점을 감안하여 식재방법, 식재도구 및 수종 배치 등을 신중하게 선택하여야 한다.

2.2.3.1. 조림설계

조림 설계에서는 조림수종의 배치, 식재방법, 식재밀도, 임도나 작업로 등 접근로의 배치, 경관구성 등을 입지환경과 경영목표에 부합되도록 면밀하게 계획하여야 하며, 생태적인 측면에서 생태통로(폭 30m 이상) 조성, 습지 등 특수지역 보존, 인접 생태계와의 관계 등을 충분히 고려해야 한다. 생태통로의 구성은 능선부와 계류를 따라 잔존대를 형성하여 연결되도록 하며, 입지여건상 연결통로의 잔존이 어렵고 경영목적상 단일수종의 대면적 일제조림이 필요할 경우는 5ha단위로 그물형태의 혼효수림대를 조성하여 단순일제림의 피해를 예방토록 한다.

가. 대상지

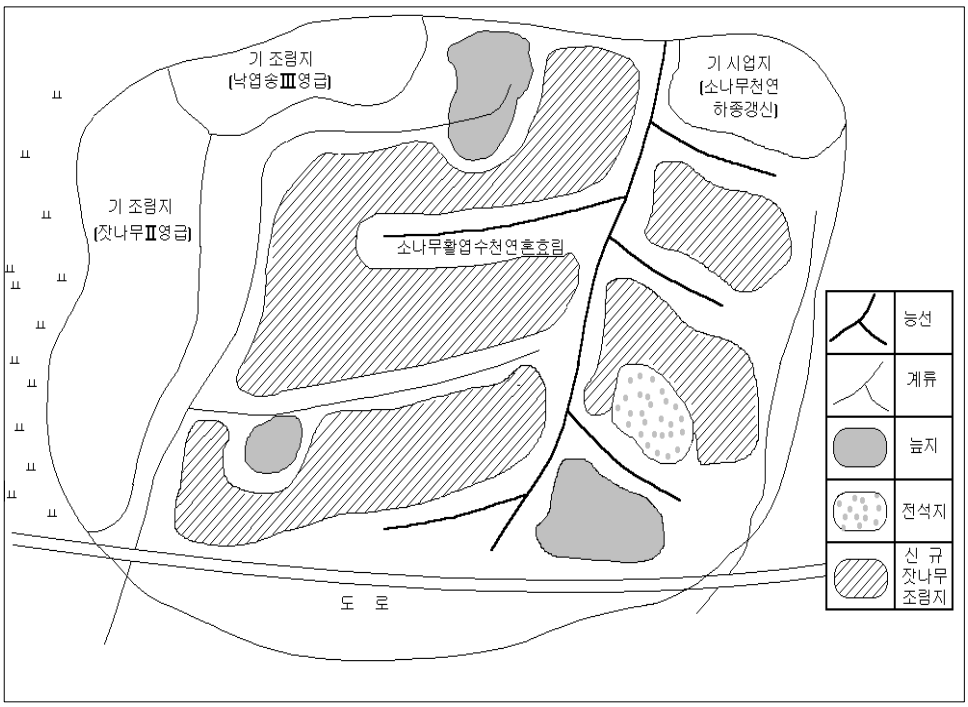
식재조림 대상지는 입지환경과 경영목표에 부합되도록 다음과 같이 계획 할 수 있다.

1) 경제수종을 대상으로 대량생산을 목적으로 하는 산림

2) 천연갱신이 곤란한 벌채지 및 미립목지(未立木地)

3) 토사유출, 풍해위험지역 등에 특수 수종을 식재하여 재해를 예방하고자 하는 산림

4) 파종 또는 용기묘 조림을 실시할 경우 묘목 생육이 지장을 받을 수 있는 산림



<그림 3-2-4> 식재계획도(예시)

2.2.3.2. 식재 본수의 결정

식재 본수는 다음과 같은 점들을 유의하여 결정한다.

1) 경영목표에 따라 소경재를 조기에 대량 생산하는 경우는 식재본수를 높이고, 장벌기 대경재를 생산목표로 하면서 간벌재의 이용이 어려운 지역은 식재본수를 적게 한다.

2) 지리적 조건에 따라 도로망이 확충되어 있어 간벌재 등의 반출이 용이하고, 조림비가 적게 소요되는 지역은 밀식을 할 수 있다.

3) 토양의 비옥도에 따라 비옥도가 높은 지역은 소식(疏植)하여도 조림목의 생장이 빨라 풀베기 기간을 늘리지 않아도 되나, 척박한 지역은 밀식(密植)하여 빨리 울폐시킴으로서 풀베기 기간을 단축할 수 있다.

4) 수종의 내음도에 따라 대개 양수는 식재 본수를 적게 하고 음수는 식재본수를 많게 하는 것이 일반적이며, 대부분의 활엽수와 같이 소개되어 독립수로 생장하는 경우 수간이 굽어 형질이 악화되는 수종도 식재본수를 많게 한다.

5) 식재인력 및 묘목의 수급사정이 양호한 경우 식재본수를 높일 수 있다.

6) 대묘 조림의 경우 식재본수를 적게 한다.

<표 3-2-11> 밀식의 장·단점

장 점	단 점
· 표토침식 지표면의 건조방지로 개벌에 의한 지력감퇴 경감 · 풀베기작업 횟수 감소로 비용 절약 · 가지가 굵어지는 것을 방지하고 자연낙지의 유도로 가지치기 비용절감 및 무절재 생산 · 제벌, 간벌시 제거 대상목이 많으므로 최우량목을 잔존시켜 우량 임분 조성	· 묘목대 및 조림비의 과다소요 · 제벌 및 간벌이 지연될 경우 세장되어 도복목, 고사목 등의 발생 및 병충해 피해 우려 · 임목의 직경생장이 완만하여 대경재 생산의 경우 수확기간이 늦어짐

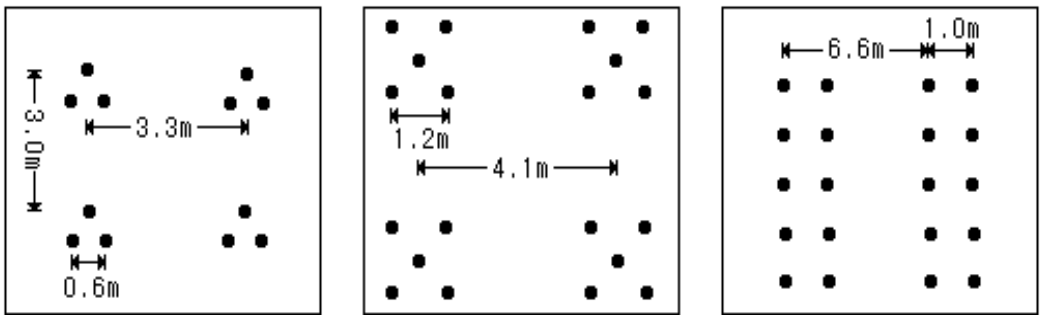
2.2.3.3. 식재목의 배열

묘목간 거리와 식재열간 거리를 동일하게 하는 정방형 식재 방법은 가장 일반적인 식재 방법으로 공간의 이용에 가장 효율적이다. 부분밀식은 3본 또는 5본 단위로 묶어서 심는 군상식재 방법과 2열 단위의 열상식재 방법이 있으며 군상이나 대상부분 밀식을 하는 경우 다음과 같은 이점이 있다.

1) 군상식재를 하는 경우, 식승의 눈금을 4.1m 또는 3.0m(식재군간 거리)로 조정한 다음, 한 눈금에 작업인부를 1인씩 배치하고 한 장소에서 3본군상은 3본씩, 5본 군상은 5본씩 식재하고, 2열 부분밀식은 식승의 눈금을 1m로 하고 2눈금에 1인씩 배치하여 한 장소에서 4본씩 식재하는 방법으로 작업을 진행하면 되는데 전면 식재에 비하여 작업이 훨씬 능률적이다.

2) 군상식재는 식재군간 거리가 넓어서 지존작업시 지존산물을 조림지에 열로 적재하여도 식재에 지장이 없기 때문에 일반 전면식재에 비하여 많은 인력을 절감할 수 있으며, 간벌 작업도 훨씬 쉽게 할 수 있다.

3) 부분밀식은 전면 동일간격 식재방법에 비하여 빠른 기간에 수관의 우열이 나타나고 우세목의 생장이 촉진되므로 임분생장이 양호하다.



3본 군상식재　　5본 군상식재　　2열 부분밀식

<그림 3-2-5> 부분밀식 방법도

2.2.3.4. 식재시기 및 밀도

가. 식재시기

묘목의 식재 적기는 기상, 식재할 묘목의 생리적 조건, 인력 수급조건 등에 의하여 결정된다. 대개 지역별로 다음과 같은 시기에 식재를 하는 것이 좋으며, 다음 사항에 유의하여 식재시기를 결정한 다음 실행한다.

<표 3-2-12> 지역별 식재 적기

지　　방	봄 철 식 재	가 을 철 식 재
· 온대남부	2월 하순~3월 중순	10월 하순~11월 중순
· 온대중부	3월 중순~4월 초순	10월 중순~11월 초순
· 고산지대 및 온대북부	3월 하순~4월 하순	9월 하순~10월 중순

1) 식재시기는 봄철 묘목의 생장 직전(동아가 생장하기 전)과 가을 낙엽기부터 서리가 내리기 전까지의 기간(일반적으로 봄철)으로 한다.

2) 적설량이 적은 지방이나 바람이 심한 지역은 추기식재를 피한다.

3) 눈이 많은 지방에서는 노동력 배분이나 겨울철 적설을 이용하여 묘목을 보호하기 위해 추기식재를 권장한다.

4) 침엽수의 봄철 식재 적기는 표고가 100*m* 높아짐에 따라 약 5일, 북사면은 남사면에 비하여 5일 정도 늦어질 수 있다.

나. 주요수종별 식재밀도

식재밀도는 수종에 따라 다르며 일반적으로 다음과 같이 식재한다.

1) 소나무, 해송, 편백, 참나무류 등은 ha당 5,000본 기준, 1.4*m* 간격으로 식재한다.

2) 잣나무, 낙엽송 등은 ha당 3,000본 기준, 1.8*m* 간격으로 식재한다.

2.2.4. 파종조림

파종조림은 직접 종자를 파종하여 발아한 치수로 새로운 임분을 조성하는 방법이며 직파조림이라고도 한다. 외국에서는 소나무류 파종조림을 많이 실시하고 있으나 우리나라에서는 사방조림을 실시하는 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.

2.2.4.1. 대상지 선정

파종조림 대상지는 다음과 같은 지역에 선정 할 수 있다.

1) 발아가 잘 되는 수종, 식재조림시 활착률(活着率)이 저조한 수종으로 식재조림이 어려운 급경사지 등 특수지역의 산림이 대상이다.

2) 소나무, 해송 등 침엽수종 또는 가래나무, 밤나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무 등 활엽수종으로 조성하고자 하는 산림이다.

2.2.4.2. 파종시기 및 방법

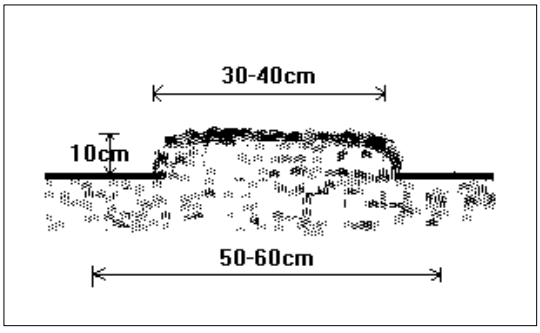
파종조림에 있어서 유의할 사항으로 종자의 부패, 동물 피해, 추위와 가뭄의 피해, 상주(霜柱)의 해, 흙옷(土衣)의 부착 등을 들 수 있으나, 이중 동물(조류 및 서류)의 피해만 방지하면 파종조림은 성공할 수 있다. 이러한 동물의 피해를 방지하기 위하여 파종 후 망사, 플라스틱 원통 또는 종이컵 등으로 방조물을 설치하면 효과적이다. 또한 상수리나무와 같이 대립종자로서 발아 후 간장생장이 빠른 수종은 상관이 없으나, 소나무와 같이 발아 후 간장생장이 느린 수종은 주위식생의 피압에서 해소시켜주기 위해서 철저한 사후관리가 필요하다.

가. 시기

파종시기는 봄과 가을이 좋다. 가을 파종은 11월 하순경이 적합하며 월동기간 중 들쥐나 새 등에 의한 피해에 특히 주의하여야 한다. 봄 파종은 중부지방은 4월 상순, 남부지방은 3월 하순경이 적합하며 잣나무, 아까시나무 등 발아가 어려운 수종은 파종 전에 침수처리, 노천매장 등으로 발아를 촉진시킨 후 파종한다.

나. 방법

지름 50~60㎝ 크기로 지피물을 제거한 다음, 중앙에 지름 30~40㎝ 크기로 토양을 경운하여 돌이나 잡초목의 뿌리 등을 제거하고 10㎝ 높이로 상을 만든다. 파종상의 수는 해당수종의 식재 본수와 같게 하며 수종별로 종자의 크기에 따라 파종한다.



<그림 3-2-6> 파종상 만들기

다. 보호물설치

파종 후 설치류 등의 소동물이나 조류의 피해방지와 다즙기(多汁期)에 치묘보호를 위하여 보호시설을 하여야 한다. 보호시설은 철망이나 망사피복, 플라스틱 등이 있으

나 근래에 개발된 투명플라스틱 물병이나 청색플라스틱 물병을 사용하는 경우 보온과 보습효과를 겸하여 종자의 발아와 치묘생장을 촉진한다.

또한 종이컵을 사용하는 것도 효과적인데, 사용한 것을 수집하여 이용하면 폐품의 재활용면에서도 효과적이다.

(1) 망사피복

파종상마다 2개의 활대를 꽂고(십자형) 망사(1㎜×1㎜)를 덮으며 활대의 길이는 30㎝, 활대의 높이는 20㎝로 한다.

(2) 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.

(3) 플라스틱튜브

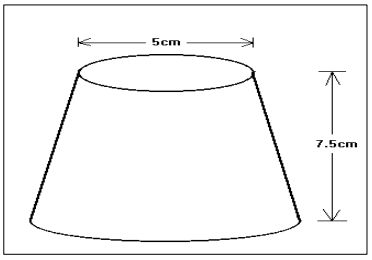
일반적으로 pvc 파이프를 절단 사용하며 파종상에 파종한 후 직경 6㎝, 높이 10㎝의 튜브를 설치하고 튜브가 바람 등에 넘어가지 않도록 주위를 다져준다. 설치깊이는 4㎝ 정도로 한다.

(4) 투명 플라스틱물병

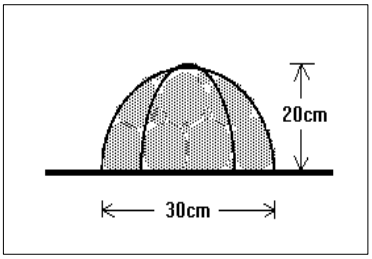
일반 시중에서 판매되는 플라스틱 음료수병(1.8ℓ)을 사용하는 것으로, 18㎝ 정도만 남기고 양쪽을 잘라버린 다음 파종한 곳에 설치하는데, 플라스틱 물병이 외부의 물리적인 힘에 넘어가지 않도록 주위의 토양을 잘 다진다. 플라스틱 물병이 묻히는 깊이는 5㎝ 정도로 한다.

(5) 청색 플라스틱물병

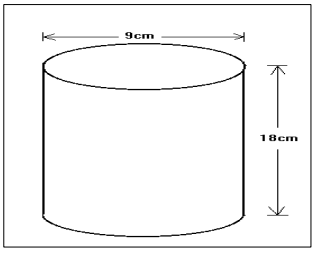
조류피해를 예방하고 유해광선을 차단함으로써 종자의 발아와 발아 후 치묘의 생장을 촉진시키기 위하여 투명 플라스틱 물병에 청색 셀로판지를 붙여 사용한다. 보습 및 보온, 유해광선 차단효과로 치묘의 생장이 현저하게 촉진된다.



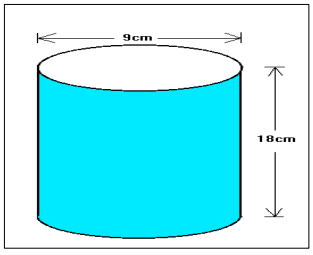
종이컵



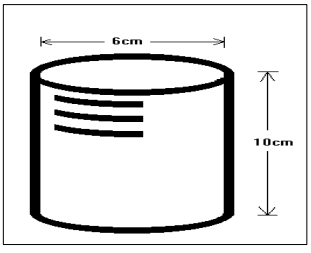
망사 피복



투명 플라스틱 물병



청색 플라스틱 물병



플라스틱 튜브

<그림 3-2-7> 각종 보호물

라. 보호물 제거

종자 발아 후 다즙기(多汁期)를 지나 줄기에 목질부 등이 형성된 후 9월경에 제거하여 수집하였다가 다시 사용하도록 한다.

2.2.4.3. 관리

파종조림은 일반 조림보다 다음과 같은 사항을 주의하여 관리하여야 한다.

- 파종조림의 제일 큰 단점은 연 3회 이상 주위풀베기나 잡초제거를 실시하여 주위 식생으로부터 피압을 예방하여야 하므로 일반조림보다 사후관리비가 더 소요된다는 것이지만 제초제를 사용하면 제초 인력을 절감할 수도 있다
- 장마기간에는 파종상 주위에 물이 고여 있는지 여부를 수시 점검하며 물이 고여 있으면 배수시키고 플라스틱튜브 방조물일 경우에는 튜브를 뽑아 물을 배수시키고 다시 꽂는다.
- 망사 등 보호물을 피복하였을 경우에는 망사 등 보호물의 지면에서 열려 있는지 수시 점검하며, 참나무류일 경우에는 8월경에 망사가 덮인 부분까지 생장하여 망사에 피압되면 망사를 벗겨준다.

2.2.4.4. 주요수종별 파종밀도

파종밀도는 종자의 크기에 따라 달라지며, 주요 수종별 파종밀도는 아래와 같다.

<표 3-2-13> 수종별 파종조림 시업표

수 종	파종립수	복토 두께	파 종 방 법
소나무류 (리기다, 해송)	10립	1.0㎝	· 지름 30~40㎝크기로 상을 만든다. · 상의 중앙에 10㎝ 범위로 파종하고 흙을 3㎜ 체로 쳐서 복토하고 손으로 진압한다.
잣 나 무	5립	2.0㎝	· 파종상은 소나무류에 준한다. · 안내봉으로 구멍을 뚫어 종자를 넣고 복토 후 발로 가볍게 다진다.
참나무류	2~3립	3.0㎝	· 지표물 제거 후 15~20㎝ 깊이로 경운한다. · 상면을 밟아 다진다. · 안내봉으로 종자의 3배 깊이로 구멍을 뚫어 종자를 넣고 복토 후 진압한다.

2.2.5. 용기묘조림

용기묘 조림은 수종 특성상 세근 발달이 좋지 않아 이식 시 활착이 불량한 직근성 수종의 조림, 암석지 등 일반 조림이 어려운 특수지역의 조림방법으로 활용해 왔다. 그러나 최근에 식물생장환경 제어시스템 등의 최신 장비가 개발되고 묘목생산 인건비가 상승함에 따라 용기묘 조림은 현실적으로 많은 이점을 가지게 되었다. 소나무나 전나무 등 발아 후 초기 생장이 늦은 침엽수류는 식재 후 잡초목의 관리에 많은 인력이 소요되는 등의 문제점이 있지만, 상수리나무 등 초기생장이 빠른 수종들은 용기묘 조림으로 활착과 생장을 높일 수 있기 때문에 효율적인 식재방법이 될 수 있다.

2.2.5.1. 특성

용기묘는 다음과 같은 여러 장점이 있는데, 우선 양묘에 있어서 기후, 입지 등의

영향을 받지 않으며 인력을 절감하고 묘목 생산기간을 단축할 수 있다. 또한 묘목 운반시 묘목이 건조 고사하는 등의 피해를 줄일 수 있으며, 식재기간을 분산하여 노동력을 유효적절하게 사용할 수 있다.

그러나 이러한 장점에 비해 단점도 있는데, 묘목운반과 식재에 일반묘에 비하여 많은 비용이 소요되며, 조림지에 대한 적응도가 낮아 조림에 실패할 우려가 있다.

2.2.5.2. 식재방법

1) 용기묘는 소묘이므로 취급시 각별한 주의가 필요하다.

2) 묘목은 육묘판채로 바람을 막을 수 있는 탑차를 이용하여 운반한다.

3) 용기묘가 조림 현장에 도착하면 육묘판채로 나무 그늘에 놓는다.

4) 식재를 할 때에는 육묘판을 한 개씩 옆에 차고 한 본씩 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 조림용 삽)를 이용한다.

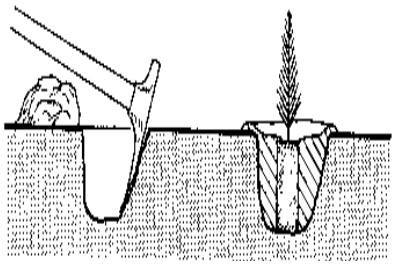
7) 맹아가 번무한 지역은 식재목이 피압될 우려가 크므로 가급적 식재를 하지 않도록 하고 부득이 식재한 경우에는 사후 관리를 철저히 하여 식재목이 피압되지 않도록 한다.

8) 식재혈을 판 후에는 가급적 뿌리에 붙어 있는 분이 깨어지지 않도록 육묘판에서 묘목을 조심스럽게 꺼낸다.

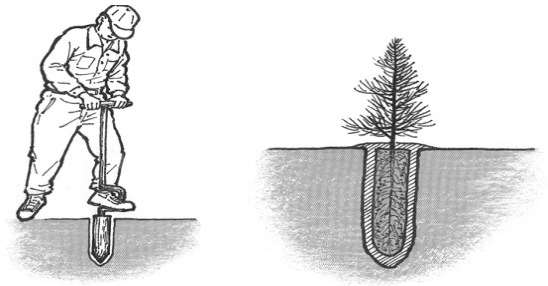
9) 육묘판에서 꺼낸 묘목을 식재봉으로 만든 식재혈에 조심스럽게 넣는다.

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.



<그림 3-2-8> 용기묘 식재방법



<그림 3-2-9> 식재봉을 이용한 용기묘 식재

2.2.6. 보식(補植)

활착률 50% 이상에서 80% 미만일 경우, 당초 조림수종 또는 적지적수의 범위에서 다른 수종으로 대체하여 보식하고, 활착률 50% 미만일 경우 재조림을 실시하되 적지적수(適地適樹) 범위 내에서 다른 수종으로 대체할 수 있다.

- 활착률이 50% 미만인 조림수종은 입지조건에 부적합하여 조림목의 정상적인 생육을 기대하기 어려울 뿐만 아니라, 임분조성이 어려우므로 입지에 맞는 수종으로 재조림할 필요가 있다.

3. 천 연 갱 신

3. 천연갱신

3.1. 천연갱신

산림에서 벌채 또는 다른 손질을 가하여 자연적으로 낙하 산포하는 종자의 발아를 이용한 천연하종갱신, 또는 근주, 뿌리, 지하경 등에서의 맹아 발생을 촉진시키는 등 임목의 번식력과 재생력을 최대한 이용한 움싹갱신 등의 방법으로 후계림을 조성하는 것을 천연갱신이라 한다.

3.1.1. 천연갱신의 장단점

3.1.1.1. 장점

- 천연갱신은 그 임지의 기후와 토질에 가장 적합한 수종이 생육하게 되므로 인공단순림에 비하여 각종 위해에 대한 저항력이 크다.
- 천연갱신지의 치수는 모수보호를 받아 안정된 생육환경을 제공받는다.
- 인공조림에서와 같은 수종 선정의 잘못으로 인한 실패의 염려가 없다.
- 임지가 나출되는 일이 드물며 적당한 수종이 발생하고 또 혼효되기 때문에 지력유지에 적합하다.

3.1.1.2. 단점

- 임분조성의 확실성이 결여되어 보완조림 등이 필요한 경우가 있다.
- 벌목과 운재작업이 힘들고 치수가 상하기 쉬우며 전문적 육림기술이 필요하다.
- 주로 소면적으로 실행되므로 일회 수확량이 적어, 임도 등 기반시설이 충분히 갖추어진 집약적인 임업경영에 적합하다.

3.1.2. 천연하종갱신

3.1.2.1. 천연하종갱신 결정요인

천연하종갱신의 결정은 다음과 같은 여러 인자를 고려해야 한다.

가. 임목생육과 임지와의 관계

- 갱신력 : 종자결실량이 풍부하고, 치수기에 생장이 빠른 수종
- 지 력 : 수종에 따른 지력요구도를 고려, 지력향상에 유리한 수종
- 각종 위해에 대한 적응성 : 병충해, 기상해 및 각종 위해에 저항력이 큰 수종

나. 임업경영 및 경제적 조건과의 관계

- 생장량 : 임목의 생장속도에 따른 경영목표 설정
- 재 질 : 재질에 따른 시장수요의 변동
- 재 종 : 지역시장에 필요한 목재의 생산 가능성

다. 갱신에 영향하는 인자

- 종자공급 : 소실되는 종자량 이상의 종자공급이 필요
- 발아환경 : 종자발아에 적합한 환경 조성
- 치수생육 : 발생된 치수생육에 적합한 상태 유지

3.1.2.2. 갱신법

천연하종갱신은 자연적으로 낙하되어 산포된 종자를 발아·생육시켜 새로운 임분으로의 갱신을 도모하는 방법으로, 모수로부터의 종자 공급형태에 따라 모수가 갱신지 내에 있는 상방천연하종갱신과 인접한 모수를 이용하는 측방천연하종갱신으로 크게 나눈다.

가. 개벌작업법

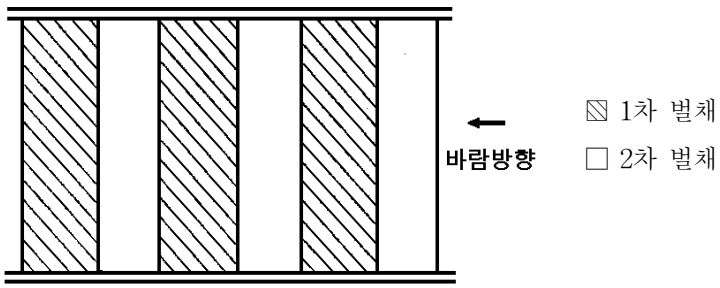
임분의 전임목을 일시에 벌채한 후 측방천연하종에 의하여 갱신하는 방법이다. 개벌 천연하종갱신법은 갱신면의 크기와 형상 등에 따라 다음의 3유형으로 구분된다.

(1) 대면적 개벌법

대면적 임분을 한번에 개벌하여 측방천연하종으로 갱신하는 방법이다.

(2) 대상개벌법

갱신대상 임분을 임의의 대상지(帶狀地)로 구분하고 우선 그중 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.



<그림 3-3-1> 교호대상개벌 갱신법

(3) 군상개벌법

임분내에 수개의 군상개벌면을 조성하여 그림과 같이 주위의 모수림으로부터 측방천연하종에 의하여 치수를 발생시켜, 순차적으로 군상지 주위로 갱신면을 확대해 가는 방법이다.

나. 산벌작업법

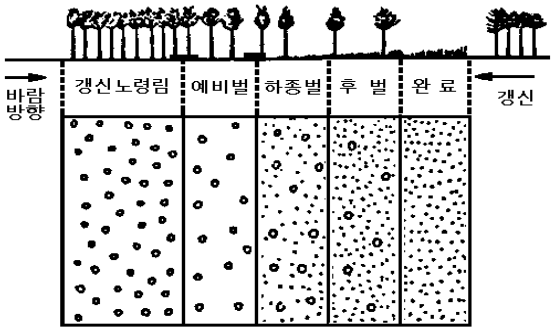
산벌작업은 오래 전부터 널리 실시되어온 방법으로 초기에는 활엽수림에 적용되어 왔으나 현재는 주로 침엽수림에 적용한다. 벌기에 도달한 임분을 윤벌기보다 훨씬 짧은 기간 내에 예비벌, 하종벌, 후벌 등 목적이 다른 3단계 갱신벌채를 실시하면서 상방천연하종에 의하여 다시 일제림을 조성하는 방법으로 전 임목을 벌채하기 이전에 치수를 발생시키는 전갱작업(前更作業)이다. 산벌작업법은 갱신면의 크기, 형상 등에 따라 대면적 산벌갱신, 대상 산벌갱신, 군상 산벌갱신, 대상획벌 등 다수의 작업종으로 구분된다.

(1) 대면적 산벌갱신

대면적 산림에서 예비벌, 하종벌, 후벌을 순차적으로 실시하여 동령일제림을 조성하는 방법이다.

(2) 대상 산벌갱신

풍해를 예방하기 위하여 고안된 갱신방법으로 상방하종 및 측방(임연)하종이 가능한 갱신방법이다. 대상개벌법과 비슷한 방법으로 임분을 다수의 대상지로 구분하여 한쪽 대상지부터 순차적으로 산벌작업을 실시한다.



<그림 3-3-2> 대상산벌 갱신법

(3) 군상 산벌갱신

일제림을 대상으로 임내 곳곳에 공상(孔狀)의 갱신면을 설정하여 산벌작업을 실시하면서 순차적으로 주위로 갱신면을 확대해가는 방법이다.

(4) 대상획벌

대상산벌법의 풍해예방과 군상산벌법에서의 전생치수를 이용하는 방법을 병행하는 갱신법으로 전체 갱신기간을 단축하면서 일제림을 조성하는 방법이다. 주로 소면적으로 갱신이 이루어지므로 장소적으로는 일정한 질서를 유지하고, 갱신기간이 짧기 때문에 일제림 갱신과 특히 음수종과 양수종의 혼효림 조성에 적합하며, 산악림에 적용이 가능한 갱신방법이다.

다. 모수작업법

성숙한 임분을 대상으로 벌채를 실시할 때 모수가 되는 임목을 산생시키거나 군상으로 남겨 두어 갱신에 필요한 종자를 공급하게 하고 그밖의 임목은 개벌하는 갱신법이다. 모수를 남기는 방법에 따라 단목으로 남겨두는 산생 모수법과 2~3본을 하나의 군으로 하여 남기는 군상모수법으로 구분한다.

라. 보잔목법

모수작업과 유사한 갱신작업종으로 모수작업의 모수본수보다 다소 많은 모수를 수광생장을 촉진시켜 다음 벌기에 대경재를 생산하는 갱신과 수확을 병행하는 방법이다. 이때 남겨지는 임목을 보잔목이라 하는데 건전한 임목으로 장래 우량재 생산이 가능한 것을 선정하게 된다.

마. 택벌작업법

일정면적은 임목갱신을 위하여 일정기간 동안에는 제거되는 일이 없으며 성숙한 일부 임목만이 국부적으로 벌채되어, 항상 각 영급의 임목이 서로 혼재되어 택벌임형을 이루게 된다. 택벌림형의 산림으로 무육, 벌채 및 이용이 동시에 이루어지며, 직경분포 및 임목축적에 급격한 변화를 주지 않는 갱신방법이다.

3.1.2.3. 발아상 조성

가. 대상지

천연하종갱신 대상지는 우선 갱신예정지 내에 충분한 종자를 공급할 수 있는 건전한 모수(母樹)가 분포된 임분과 가능한 한 지피식생이 적고 치수가 다수 발생되어 있어 하종갱신에 의한 갱신이 확실시되는 임분을 대상으로 한다.

나. 처리방법

천연하종갱신을 위하여 다음과 같은 처리를 실시할 수 있다.

- 종자 결실이 풍부할 것으로 예측되는 해에 적용시업법에 따라 11월~2월 사이에 상층목을 조절한다.
- 지면발아상을 조성하기 위하여 갱신벌채 전에 7월~8월경 또는 갱신벌채 직후에 발아상을 조성하여 낙하되는 종자가 발아 후 정착하여 생육하기에 좋은 환경을 조성하여 준다.

<표 3-3-1> 대상지별 하층식생 제거 방법

대상지별	작 업 방 법
소나무, 해송 임지	헥사지논 5% 입제를 3월하순~4월하순 사이(언땅이 녹는 시기)에 ha당 50~70kg을 갱신지 전면에 고루 산포
활엽수종 임지	글라신액제 100배액을 7~8월경 갱신지 내 제거대상 식생의 줄기나 잎에 산포

3.1.3. 맹아갱신

신탄재 또는 소경재 생산을 목적으로 하는 임업경영에서는 벌기를 단축하여 조기에 목재를 수확할 필요가 있다. 주로 활엽수림에서, 벌채 후 벌근부나 줄기에서 다수의 부정아를 유도하는 맹아갱신방법이 이용되고 있다. 우리나라에서는 상수리나무, 신갈나무와 같은 참나무류, 물푸레나무, 오리나무류, 피나무류 등은 맹아력이 강한 수종으로 알려져 있다.

3.1.3.1. 갱신법

가. 개벌갱신

활엽수림에서 모든 임목을 개벌하여 벌근부에서 발생하는 맹아로 후계림을 조성하는 방법이다. 윤벌기는 산물이용에 따라 결정되나 일반적으로 직경 10~20㎝ 내외의 소경재가 많이 이용되므로 벌기는 10~30년이면 충분하다.

나. 택벌갱신

용재림생산을 위한 택벌시업과 마찬가지로 벌기에 이른 일정 크기 이상의 임목을 택벌하여 갱신을 도모하는 시업법이다. 소군상택벌에 의한 방법도 있다.

다. 중림갱신

교림작업과 왜림작업을 조합한 갱신작업으로 동일 임지에서 일반용재와 신탄재 등 소경재를 동시에 생산하는 갱신작업이다. 일반적으로 하층임분은 개벌에 의한 맹아갱신을 반복해 가고, 상층임분은 종자(삽목묘)에서 자란 것으로 구성하는 것을 가장 이상적인 임형으로 하고 있다.

3.1.3.2. 맹아갱신 무육

가. 벌채방법

(1) 맹아력

수종에 따라 또는 동일수종이라 하더라도 수령 및 수체(樹體)의 각 부위에 따라 다르겠으나 생장이 왕성한 2~3영급이 가장 맹아력이 높고, 벌근의 지하부나 지제부

에서 발생하는 맹아의 생장이 우수하다.

(2) 벌채시기

벌채시기는 다음과 같은 시기를 선택한다.

생장 휴지기(11월~2월)에 벌채하는 것이 맹아발생에 유리하며, 한해의 위험도가 높은 고지대에서는 엄동기를 피한다. 또한 벌채시 근주부를 낙엽이나 흙으로 피복하는 등의 한해예방이 필요한 경우도 있다.

(3) 갱신벌채

맹아갱신을 위한 벌채방법은 다음과 같다.

벌채높이는 가능한 한 낮게(지상 10㎝ 이내)하여 맹아가 근주의 지하부 또는 지제부에서 발생할 수 있도록 유도한다. 벌채면은 평활하게 약간 북서쪽으로 기울게 하여 물이 고이지 않도록 함으로서 근주의 조기부후를 막아 맹아발생 및 발생맹아의 수세쇠약을 방지하고 풍해에 대한 저항력을 높여줄 필요가 있다.

(4) 보완조림

다음과 같은 경우 보완조림이 필요하다. 갱신을 반복해가면 근주가 노후되면서 맹아력이 점차 약해지기 때문에 천연하종이나 인공식재 등에 의하여 임분활력을 높여주는 것이 바람직하다. 노후된 벌근주 주변이나 임분 내 공극지(空隔地)에 보완조림을 실시하고 이미 발생된 유용활엽수의 천연치수도 조림목과 함께 병행 무육한다.

나. 맹아 본수조절

(1) 조절시기

벌근으로부터 여러 개의 맹아가 발생되므로 맹아 상호간의 자연경합에 의해 우세 및 열세맹아의 구분이 확실해지는 벌채 2~3년차의 추기에 맹아 본수조절을 실시하는 것이 적합하다.

(2) 조절방법

발생한 맹아본수를 조절하기 위해서는 지하부 또는 지제부에서 발생한 맹아 중 충실한 것 1~2본을 남기고 제거한다. 지하부에서 발생한 맹아는 새로운 갱신근에 의하여 벌근과는 독립된 개체로 생장하므로 심재부후 등을 예방할 수 있다. 본수조절과 함께 가지정리 및 수형조절을 실시하여 준다.

3.1.3.3. 참나무림 가꾸기

가. 맹아갱신 대상지

참나무류 1,200본/ha 이상이 균일하게 분포하고 있는 임분으로 토양이 비옥하고 지리적 조건이 좋은 임지이다.

나. 갱신방법

(1) 벌채방법

벌근주의 높이는 가능한 한 지상 10㎝ 이내로 낮게 한다. 벌채면은 평활하고 북향으로 약간 기울게 하여 건조 및 근주 부후를 예방한다.

- 참나무류 맹아 : 생장이 왕성한 2~3영급의 벌근맹아가 가장 좋다. 벌근의 지하 부위나 지면에 붙어서 발생하는 맹아의 생장이 양호하다.

(2) 벌채시기

생장 휴지기(11월~2월)에 벌채하는 것이 맹아발생에 유리하며, 동해의 위험도가 높은 고지대에서는 엄동기를 피한다. 동해 예방이 필요한 경우 근주부를 낙엽이나 흙으로 덮어준다.

(3) 맹아 본수조절

조절시기는 맹아 상호간의 자연경합에 의해 우세 및 열세 맹아의 구분이 확실해지는 발생 2~3년 후가 적합하다. 조절방법은 수종에 따라 방법을 달리한다.

- 신갈나무림, 갈참나무림 : 자연경합시켜 벌근당 맹아 2~3본이 생육하도록 벌근 주위에 고르게 존치시킨다(단벌기 시업).
- 상수리나무림, 굴참나무림 : 지하부 또는 지제부에서 발생한 맹아 중 충실한 것 1~2본을 남기고 제거한다(장벌기시업).
- 본수조절과 함께 가지정리 및 수형조절을 실시한다.

다. 맹아림 시업

맹아갱신된 임분을 구성수종에 따라 밀생형, 소생형, 균일형으로 구분하여 각 유형

에 맞는 시업방법을 적용한다.

(1) 밀생형

다간성 맹아가 밀생된 임분으로 수관경합이 심하여 수관발달은 미약하나 생육본수가 많은 것이 특징이다. 특히, 상층임관이 울폐되어 임내는 몹시 어두우며 중·하층 발달이 거의 되지 않고 있어, 표토침식 등이 심하게 일어나고 있다. 임지안정 및 지력유지에 매우 불리하여 자연식생에 의한 후계림 유도는 기대하기 어려운 실정이다. 임분형질은 불량한 편으로 적극적인 시업이 이루어지지 않으면 임분이 쇠퇴하여 지속적인 임분시업이 어려워진다. 임목밀도가 높은 점을 고려하여 20년 내외의 윤벌기를 갖는 단벌기 소경재 생산림시업으로 전환하거나, 강도간벌에 의한 맹아목 본수조절작업을 통해 중벌기 교림작업으로 전환하면 임지안정을 도모하면서 후계림을 조성할 수 있다.



<그림 3-3-3> 갱신근 발생

밀생형 임분에 대해서는 다음과 같은 작업을 실시한다.

- 버섯재배용 원목, 직경 10~20㎝ 내외의 소경재를 생산하는 단벌기 시업을 적용한다.

(2) 소생형

임목의 배치형태는 소군상으로 발달되며, 50~100㎡ 내외의 작은 갭(Gap)이 발달되어 있어 상층임관은 소생하고 불균일하고, 임분구조가 복잡하고 불균일하나 임내 광환경은 매우 좋은 편이다. 임분구성목 중 폭목성 임목이 나타날 확률이 크며, 중·하층의 식생은 잘 발달되어 숲바닥은 안정되고 수종구성이 매우 다양하다. 수형은 매우 불량하나 유시에 수형조절 등 치수보육을 적극적으로 실시하면 후계림 유도는 비교적 쉽게 할 수 있다.

특히, 도시림의 대부분 지역에서 임내 광환경이 매우 열악한 상태라는 것을 감안한다면 임지 안정면에서는 매우 유리한 임분구조라 할 수 있다.

이와 같은 임분은 불량목을 벌채하여 재갱신에 의한 맹아를 새로 유도하면서, 우량목위주로 무육하고, 갭을 적극적으로 활용하여 하층에 유용치수를 보육하거나, 보완식재를 통하여 중림작업형의 중·장벌기 시업이 가능한 복층림 형태로 전환 유도

하면 임지안정은 물론 풍치림 조성에도 매우 유리할 것으로 판단된다.

소생형 임분의 유형과 벌기적용은 아래와 같다.

- 상층 우세목으로 상수리나무, 굴참나무 등이 산재되어 생육하고 있으며, 중・하층에 신갈나무가 주로 생육하고 있는 혼효림이다.
- 상층을 구성하고 있는 상수리나무, 굴참나무 등은 대경재 생산을 위한 장벌기시업을 적용한다.
- 중・하층의 신갈나무는 버섯재배용 원목, 소경재 생산을 위한 단벌기시업을 하는 중림작업을 적용한다.

(3) 균일형

임목배치가 균일하여 수관발달 및 수간형질이 양호하고, 임내 광환경도 적당하여 중・하층이 발달되어 있어, 임지안정에도 매우 유리한 임분 구조를 갖고 있으며, 수고 및 흉고직경급 분화가 잘 이루어져 천연림보육에 의한 미래목 중심의 대경재 생산시업림 경영에 적합하다.

특히, 상수리나무, 굴참나무가 우점하는 임분에서는 수하식재에 의한 장기2단림 형태의 복층림시업으로 전환하면 다양한 임분형을 만들 수 있어 임업경영상, 경관유지 및 관리상 매우 유리할 것으로 판단된다.

균일형의 시업기준은 아래와 같다.

- 형질과 활력이 좋은 임목이 임지에 균일하게 분포하고 있는 임분이다.
- 미래목(형질 우량목) 300본/ha정도를 우량 대경재로 생산하는 장벌기시업(천연림보육 참조)을 실시한다.
- 간벌단계 전 우세목의 흉고직경이 8㎝ 정도일 때 우량목 300~400본/ha만 가지치기를 실시하거나 주위에 부목 등을 존치시켜 지하고를 높여준다.

1. 육림의사 결정

1. 육림의사 결정

1.1. 인공림

1.1.1. 시업체계 구분

인위적으로 조성된 임분은 치수림, 유령림, 장령림, 성숙림의 단계로 발전하며, 각각의 생육단계에 맞는 시업을 거쳐 최종 수확되고, 다시 임분 조성을 위한 갱신이 이루어진다.

이와 같이 생육단계에 적합한 시업과정을 시업내용, 특성에 따라 크게 육림시업체계, 임분전환시업체계, 갱신시업체계로 구분한다.

육림시업체계는 생육단계별로 식재 후 풀베기, 어린나무가꾸기, 가지치기, 솎아베기 등이 연계되어 있으며, 임분전환시업체계는 수종전환, 목표 생산재 전환, 임분구조전환을 위한 작업체계이며, 갱신시업체계는 수확벌채와 미성숙 임분의 수확에 따른 후계림 조성체계이다.

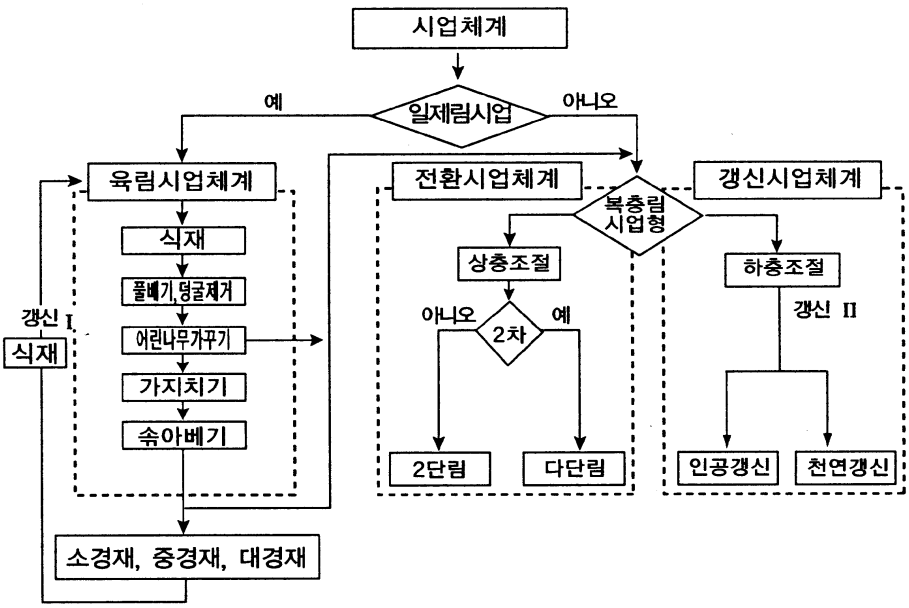
1.1.2. 시업결정

시업체계별 시업은 목표에 따라 다음과 같이 결정된다. 육림시업은 생육단계에 적합한 기본적인 산림작업을 실시하는 것으로 식재 후의 풀베기, 어린나무가꾸기, 가지치기, 솎아베기 등 경영 목표를 달성하기 위해 반드시 실시해야 하는 작업이다(그림 4-1-1).

임분전환시업은 숲의 구조 및 경영목표 등을 바꾸고자 할 때 이루어지는 것으로 침엽수림에서 활엽수림으로 전환, 소경재 생산에서 중경재 생산으로 전환, 중경재 생산에서 대경재 생산으로 전환, 단층림 시업에서 복층림 시업 등으로의 전환을 위한 작업이다.

갱신시업에는 수확기에 도달한 숲을 벌채하고 식재를 통해 후계림을 조성하는 체계(갱신 I)와, 수확 전에 새로운 식생을 도입하기 위해 갱신면을 조성하거나 식재를

통해 후계림을 조성하는 체계(갱신 II)가 있다.



<그림 4-1-1> 인공림 시업체계 의사결정 흐름도

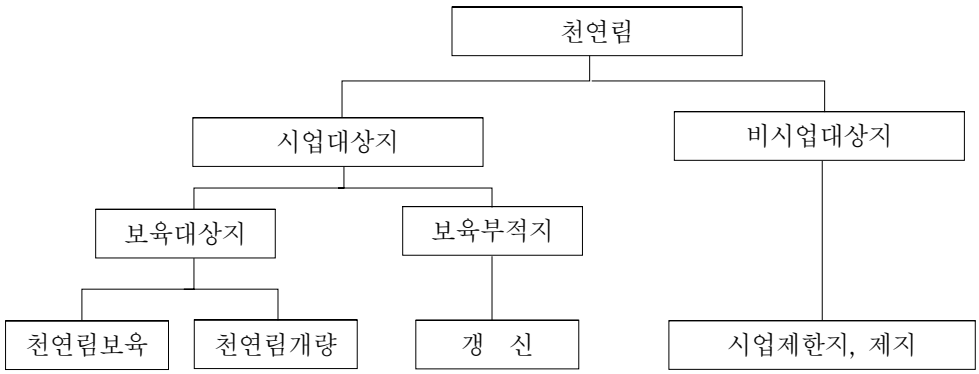
1.2. 천연림

1.2.1. 시업대상지 구분

인위적인 갱신작업을 거치지 않고, 자연력을 이용하여 이루어진 천연림은 천연활엽수림, 천연침엽수림, 천연침·활혼효림으로 구분된다. 활엽수림은 참나무류, 침엽수림은 소나무, 침·활 혼효림은 소나무·참나무류가 주 수종을 이룬다.

천연림은 산림경영이 가능한 시업대상지와 산림경영이 법적이나 자연조건에 의해 제한된 시업제한지, 제지 등의 비시업대상지로 크게 구분된다.

시업대상지는 시업 가능한 천연림보육대상지와 임분구조와 형질이 불량하여 정상적인 시업이 불가능하여 갱신이 필요한 보육부적지로 구분되며, 보육대상지에 해당되는 숲은 천연림보육작업지와 천연림개량작업지이다.



<그림 4-1-2> 시업대상지 구분도

1.2.1.1. 보육 대상지 구분

보육 대상지는 임목생장과 형질우량 임목본수를 기준으로 천연림보육 대상지와 천연림개량 대상지로 구분한다.

가. 천연림보육 대상지

임분 내의 형질 우량목이 200본/ha 내외이고 지위지수 '중' 이상인 임분으로서 대경재 생산이 가능한 임분이다.

나. 천연림개량 대상지

현재의 임분에서 우량대경재 생산은 불가능하나 보육작업을 통하여 임분형질을 개선하면 우량중경재 생산이 가능하거나 천연림보육작업으로 시업전환이 가능한 임분이다.

1.2.1.2. 보육 부적지

임령이 높거나 형질이 매우 불량하여 천연림보육이나 천연림개량 등의 시업이 불가능한 임분으로서 인공갱신, 천연갱신, 움싹갱신 등을 통한 후계림 조성이 필요한 숲이다.

1.2.2. 시업결정

천연림시업 기준은 생산목표와 이에 따른 시업가능 여부를 기준으로 결정(우량목의 개체수와 임분생장 기준)한다. 그러나 천연림에 대해서는 임목 상호간의 복잡한

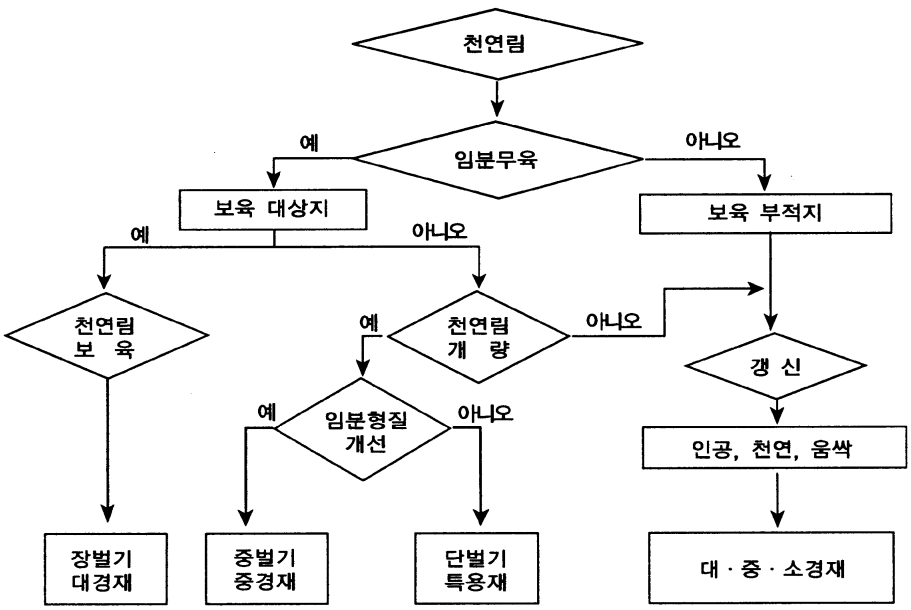
경쟁 때문에 정형화된 생장 유형을 제시하기에는 다소 무리가 있다. 천연림 중 우량목 200본/ha 내외, 지위 '중' 이상인 경우가 천연림보육 대상지로 생산목표는 대경재이다.

천연림보육 대상임분의 생육단계는 어린나무가꾸기 단계와 솎아베기 단계로 구분한다. 어린나무가꾸기는 상층목 평균수고가 8m될 때까지 2회 실시한다. 솎아베기 단계에서는 도태간벌을 실시하며 작업회수는 3회이다.

천연림개량 대상지도 1차 작업 후 임분형질이 개선되어 천연림보육 대상지의 조건을 갖추면 천연림보육을 실시할 수 있다.

임분형질 개선이 미흡한 경우 중벌기 중경재 생산시업을 하며, 형질개선이 거의 이루어지지 않은 경우에는 단벌기 소경재 생산이나 갱신을 실시한다. 우량대경재는 천연림보육 대상임지에서 생산되고, 중경재와 소경재는 천연림보육시 솎아베기와 천연림개량 과정에서 생산된다.

보육 부적지는 갱신 대상지로서 인공조림, 천연갱신, 움싹갱신을 실시한다. 갱신에는 입지에 적합한 다른 수종을 식재하는 수종갱신과 기존 임분의 수종을 유지하는 천연갱신이 있으며, 맹아력이 높은 활엽수(주로 참나무류)의 경우에는 움싹갱신을 실시할 수 있다.



<그림 4-1-3> 천연림 시업체계 의사결정 흐름도

임분형질이 불량하거나 대부분 불량맹아로 구성된 천연림의 경우 식재에 의한 갱신을 통해 후계림을 조성할 수 있다. 천연갱신을 통하여 새롭게 조성된 후계림에 대해서는 천연림보육을 실시하고, 인공조림에 의해 조성된 후계림은 인공림 시업체계에 따라 시업한다.

2. 숲 조성

2. 숲 조성

숲조성은 식재나 파종에 의해 임분에 자리한 묘목들이 숲으로 발전할 수 있도록 가꾸어주는 것으로서 풀베기, 어린나무가꾸기, 가지치기, 간벌(솎아베기) 등이 있다.

2.1. 풀베기

우리나라와 같이 온대산림대에 속하는 곳에서는 활엽수림을 비롯하여 침엽수인공조림지, 난대림 등 다양한 산림이 존재하며, 또한 식재목과 경쟁하는 식물도 단순하지는 않다. 이러한 산림에서 임목의 생장은 인공림이라도 일생의 대부분을 자연력에 맡기지 않으면 안된다. 인간의 힘으로 자연을 조절하는 경우는 극히 드물기는 하나 그 제한된 범위 내에서의 인위적이며 적극적인 관여 중의 하나가 보육행위인 것이다.

이와 같은 목적을 달성하기 위한 다양한 보육작업 중 새로이 조성된 조림지의 임관이 울폐되기 전까지의 주요 보육작업으로 풀베기, 덩굴제거 및 제벌작업 등을 들 수 있다. 조림목은 새로운 환경에 적응하여 정상적인 생장을 할 수 있을 때까지 원래의 식생과 치열한 경쟁을 거치게 되는데, 이때 조림목이 보다 안정적으로 빠른 기간에 적응할 수 있도록 도와주는 보육행위를 풀베기 작업이라 한다.

조림 실패지 중에는 보육작업이 잘 이루어졌음에도 불구하고 수종선택이 잘못되어 생육이 불량한 임분도 가끔 포함되어 있다. 그러나 보육작업이 철저하게 적기에 이루어지지 않아 불량 조림지가 되는 예도 많은 실정이다.

2.1.1. 의의

2.1.1.1. 중요성

풀베기 작업이란 잡초목의 피압에 의한 조림목의 생장저해, 잡초목에 의한 토양양분 및 수분 수탈 등을 막기 위하여 조림지의 임목이 일정한 크기(높이)에 이를 때까지 일정기간 동안 잡초목을 매년 1~2회 잘라주는 작업을 말한다. 즉 풀베기 작업

은 실행의 충실여부에 따라 새로운 임분조성의 성패가 결정되는 가장 기본적이며 필수적인 작업이다. 동시에, 이후에 이루어지는 어린나무가꾸기, 간벌작업 등 임목에 대한 직접적인 보육작업에 양적 또는 질적인 영향을 미치는 중요한 전작업(前作業)인 것이다.

2.1.1.2. 조림지 생태

일반적으로 조림지에서 볼 수 있는 잡초목의 종류는 이루 헤아릴 수 없을 정도로 많으며 또한 그 생태적 특성도 다양하다.

가. 광조건

잡초목은 조림지의 입지조건, 수종, 임령 등에 따라 다양한 생태를 보이는데, 임지면의 밝기와 잡초량과의 관계를 보면, 식재초기에는 광조건이 거의 동일하여 이미 자라고 있는 잡초목이 조림목을 피압하지만, 임목이 생장하여 임관이 울폐되면 임지면의 밝기가 점차 감소하는 동시에 잡초목의 양도 감소하는 밀접한 관계를 갖고 있다.

나. 토양수분

조림목과 잡초목은 항상 토양 내 양분과 수분 이용을 위해 경쟁하고 있다. 예를 들면 잡초목이 번무하여 양분과 수분 수탈이 심한 경우, 조림목의 양분·수분 흡수가 저해되어 조림목의 뿌리, 줄기, 잎 등의 발육이 불량해지고 이에 따라 점차 수세가 쇠약해져 각종 재해에 대한 저항력도 저하된다.

그러므로 수관이 폐쇄되기 전인 신생 조림지에서는 초본이나 목본의 생육특성을 이용하거나, 혹은 인위적으로 잡초목을 제거하여 토양양분을 잡초목에 빼앗길 가능성을 가능한 한 줄이고 아울러 잡초목에게 빼앗긴 양분을 풀베기 등을 통해 임지에 환원시킬 필요가 있는 것이다.

2.1.2. 시기 및 우선순위

조림지에서 풀베기 작업 대상이 되는 다년생 초본이나 목본식물은 전년도의 저장양분을 사용하여 생장하므로 저장 양분이 가장 감소된 시기에 풀베기를 실시하는 것이 유리하다.

2.1.2.1. 시 기

일반적으로 풀베기 시기는 6월 상순~중순과 8월 상순~중순이 바람직하나, 조림수종에 따라 생장시기가 서로 다르기 때문에 각 수종에 적합한 풀베기 시기를 선택할 필요가 있다.

한해 및 풍해의 위험성이 있는 지역에서는 9월 이후의 풀베기는 피하는 것이 좋다. 또한 비료를 준 조림지는 최소한 식재당년과 이듬해까지는 연 2회의 풀베기가 필요하다. 1회의 풀베기 작업기간이 불과 1개월 내외로 제한되기 때문에, 특히 대면적 조림지의 경우 풀베기 실행이 쉽지 않다. 일시에 많은 작업원을 구하여 단기간 내에 작업을 마치는 것이 가장 이상적이지만, 그렇지 못한 경우가 대부분이므로 입지조건에 알맞은 작업순서를 고려해야 바람직한 작업을 실행할 수 있다.

2.1.2.2. 우선순위

임지의 상황에 따라 풀베기 작업이 시급한 곳과 그렇지 않은 곳이 있는데, 다음과 같은 조건에 따라 풀베기를 실시해야 할 곳의 우선순위를 정한다.

1) 어린 식재지, 또한 식재목 크기가 작아 주위식생에 의하여 피압되기 쉬운 곳
2) 잡초목이 번무하여 풀의 키가 큰 곳
3) 비음에 약한 수종이 식재된 곳
4) 연 2회 풀베기를 실시할 장소의 경우, 1차 풀베기를 다른 조림지보다 우선하여 약간 이르게 실시하면 작업효과를 높일 수 있다.

2.1.3. 방법

2.1.3.1. 종류

풀베기의 종류는 모두베기, 줄베기, 둘레베기가 있으며, 임지의 상황과 식재방법에 따라 최적의 방법을 택하여 효율적으로 풀베기가 이루어질 수 있도록 한다.

가. 모두베기

조림지 전체의 잡초목을 베어내는 방법으로 소나무, 낙엽송, 삼나무, 편백 등의 조림지에 적합한 방법이다.

나. 줄베기

조림목의 식재열을 따라 약 90~100㎝ 폭으로 잡초목을 잘라내는 방법으로 종식줄베기와 횡식줄베기가 있다. 종식줄베기는 경사방향으로 실시하며, 횡식줄베기는 등고선 방향으로 잘라내는 방법이다.

다. 둘레베기

조림목 주변을 반경 50㎝ 내외의 정원형 또는 정방형으로 잘라내는 방법으로 군상식재지에 적용하면 풀베기 면적을 50~60% 감소시킬 수 있는 효과적 방법이다.

2.1.3.2. 회수

풀베기 작업의 적용기간(회수)은 조림목의 수고생장량에 따라 결정하는 것이 가장 바람직한데, 수고가 초장의 약 1.5배가 되거나, 초장보다 60~80㎝ 정도 더 클 때까지 실시하는 것이 적합하다. 작업회수는 조림지의 입지환경, 조림수종, 품종, 주변식생 등의 영향을 받으나, 보통 잣나무는 10회 내외, 낙엽송 5~8회, 소나무류 4~5회, 전나무류 8~10회, 상수리나무 5회를 기준으로 하는 것이 적합하다 할 수 있다. 또한, 잡초목이 번무하는 심한 경우에는 1년에 2회 실시하여야 하며, 특히 양수는 주위식생에 피압되기 쉬우므로 다른 수종보다 우선하여 실시하는 것이 바람직하다.

2.1.3.3. 작업별 장단점

모두베기, 줄베기, 둘레베기 등의 풀베기 작업방법은 각각의 특성을 가지고 있으며, 임지의 조건에 따라 이들 특성이 장점으로 또는 단점으로 작용하기도 한다. 따라서 이들 작업의 특성에 따른 장단점을 확실히 이해하고, 비용과 시간을 최대한 절감하면서 최고의 성과를 거둘 수 있는 방법을 선택해야 한다.

<표 4-2-1> 풀베기 작업별 장단점

풀베기방법	장 단 점
모두베기	1. 노동력을 많이 필요로 한다. 2. 2~3년 후에는 잡초발생이 억제되고 식생의 종류가 변하므로 이후의 풀베기 작업이 다른방법에 비하여 용이하다. 3. 조림목이 피압될 염려가 없다. 4. 들쥐 등의 서식이 어느정도 억제된다. 5. 밀식조림지에 적합하다. 6. 조림목이 한건풍에 노출될 우려가 있다. 7. 입지조건에 따라 표토유실의 우려가 있다.
줄 베 기	1. 노동력은 모두베기에 비하여 덜 소요된다. 2. 남겨진 부분의 잡초목은 왕성한 생장을 하기 때문에 산죽 등과 같이 지하경을 갖는 종류는 재생력이 떨어지지 않는다. 3. 남겨진 부분의 잡초목에 조림목이 피압될 우려가 있다. 4. 남겨진 부분이 들쥐 등의 서식 장소가 되어 피해를 받기 쉽다. 5. 밀식조림에는 부적합하다. 6. 조림목은 한풍해로부터 보호받을 수 있다. 7. 표토유실을 방지할 수 있다.
둘레베기	1. 특히 조림목의 보호를 필요로 하는 경우에 유리하다. 2. 줄베기의 장점을 최대한 살린 가장 적극적인 방법이다.

2.1.4. 효율적 방법

단순히 노동력 절약을 목적으로 풀베기 기간을 줄이거나, 단위면적당 노동투입량을 줄이면 관리부실에 의한 조림실패지가 발생되므로 이러한 행위는 효과적인 풀베기작업이라 할 수 없다. 어디까지나 풀베기를 대신할 만큼 잡초목을 억제하는 방법을 강구하여 결과적으로 풀베기 작업에 소요되는 인력, 경비 등을 줄이지 않으면 안된다.

즉, 임지제초제 등의 살포로 잡초목 생육을 억제하여 풀베기가 용이한 임상조건으로 유도하고, 임지비배 또는 밀식 등을 통해 조림목 생장을 촉진시켜 수관 울폐를 빠르게 하여 풀베기 기간을 단축할 수 있다. 또한 풀베기작업을 적기에 실시하여 제

거 대상 식물의 생활력을 감퇴시켜 풀베기 회수를 줄이고, 임지피복에 의한 잡초목 발생의 억제가 가능하다. 특히 입지조건에 따른 작업기간 및 회수의 탄력적 운용 등을 통해 산림조성을 가능하게 하면서 노동력, 경비절감 및 식생억제 등 직접적이며 적극적인 방법을 강구하여야 한다.

2.1.4.1. 약제

최근 묘포 잡초의 생육을 억제하여 제초작업을 생력화하는 각종 잡초고살제가 개발되어 묘포에서는 상업적으로 사용되고 있으나, 임지에서는 제거대상 잡초목이 여러 종류의 식물이므로 이들 모두를 고살시켜 제거하면서 식재목은 전혀 약해를 받지 않는 선택성 약제는 이론적으로도 생각하기 어려울 것이다. 따라서 풀베기 작업에서는 약제 살포를 통해 어느 정도 잡초목 생육을 억제시키거나 또는 식생의 성질을 변화시켜 풀베기 작업 생력화에 기여하는 방법을 개발해 왔다.

소나무, 리기다소나무, 전나무 조림지는 식재 이듬해 봄 특히, 해빙 직후에 헥사지논(5%입제) 50㎏/ha를 조림목 하부에 약제가 떨어지지 않도록 주의하면서 조림지 전체에 고루 살포한다. 기타 수종의 경우 7~8월경 맑은 날에 비닐봉투를 조림목에 씌운 다음 글라신액제 8ℓ/ha를 100배로 희석하여 분무기로 고르게 조림지에 뿌리고 10~20분 후 약액이 마르면 비닐봉투를 벗겨주면 된다. 이와 같은 약제에 의한 식생제거 효과는 2년 이상 지속되므로, 그 동안 조림목이 생장하여 식생과의 경합을 충분히 피할 수 있다.

2.1.4.2. 밀식

임목의 생장 특성을 이용하는 생태적인 방법으로, 일정면적 내 조림목의 식재본수가 많을수록 수관울폐 기간이 단축되어 주위 식생과의 경쟁 기간을 단축시킬 수 있다. 물론, 묘목대와 식재노동력이 많이 소요되며, 조림지의 반출조건이 좋고 소경 간벌재 생산과 이용이 가능하지 않으면 실행이 곤란한 단점이 있다.

2.1.4.3. 임지비배

최근의 임지비배에 의해 생장촉진이 이루어지는 것으로, 비배효과가 뚜렷한 곳은 식재 후 2~3년이 지나면 풀베기작업이 필요없을 정도로 생장촉진 효과가 나타난다. 그러나 비배효과를 높이기 위해서는 식혈을 크게 하는 식재방법이 필요하고, 또 잡

초목의 비료 흡수를 방지하기 위해서 2년차까지 연간 2회의 풀베기가 필요하므로, 전체적으로 보면 풀베기 노동력을 절감한다고는 할 수 없으나 임목생장 촉진 및 임지 비배관리면에서 유리한 방법이다.

2.1.4.4. 식재법 개선

식재시 식혈을 가능한 한 크게 하여 식재지 주변의 잡초목 뿌리 또는 지하경 등을 완전히 제거하고 복토시에도 잡초의 뿌리 등이 섞이지 않도록 하는 식재방법으로, 식재당년 혹은 익년도까지 식재목 주위의 잡초목 발생을 방지하는 방법이므로 잡초목이 번무하지 않기 때문에 풀베기를 생략해도 큰 문제가 없다. 또한 경운에 의하여 식재목 생장도 촉진되기 때문에 풀베기작업 기간도 단축되는 효율적인 방법이다.

2.1.4.5. 피복물 이용

멀칭용 소재를 이용하여 식재목 주위의 지표를 덮어 잡초목의 발생을 억제하는 방법으로 피복재료에 따라 소요경비의 차이가 크나, 현재 골판지 피복에 의한 풀베기 작업의 생력화 방법이 실용화 단계에 이르고 있다.

골판지는 비닐계의 멀칭용 소재에 비하여 내구성은 다소 떨어지는 편이나(약 2년간 유효) 수분흡수가 가능하고 또한 임지의 증발산을 억제하여 초기 조림목의 활착에도 유효하며, 천연소재로서 임내에 방치하여도 무방한 장점이 있다. 특히 활엽수조림지나 용기묘 조림지 등 초기활착 및 식생관리에 각별한 주의가 필요한 곳에 더욱 효과적으로 활용할 수 있는 방법이다.

골판지 피복은 식재되는 묘목의 크기에 따라 골판지 한변의 길이가 40~60㎝정도인 정방형 1매 또는 장방형 2매 1조로 만들어 식재목 주위에 피복시킨 후 나무젓가락 또는 잔가지를 이용하여 고정시키면 된다. 특히 조림과 동시에 실시하면 풀베기 작업을 위한 별도의 노동력을 하절기에 투입하지 않아도 되므로 탄력적인 노동력 운용효과도 있다.

현재 용기묘에 의한 복구조림이 실시되고 있는 고성 산불피해지 또는 복층림 조성지, 특히 활엽수조림지는 풀베기 작업시 부주의에 의하여 활엽수조림목이 잘려 고사하거나 맹아목으로 생육하는 등의 여러 피해가 있어, 골판지를 피복해두면 활엽수조림목이 명확하게 구분되므로 사후관리에도 상당히 유리한 방법으로 제시되고 있다.

2.1.4.6. 탄력적 작업 운용

어느 일정지역에 동일수종을 조림하였을 경우, 이들 임목 및 잡초목의 생장특성상 사면하부에서는 식재목과 잡초목 모두의 생장이 빠르고, 사면상부에서는 식재목과 잡초목의 생장이 사면하부에 비하여 모두 늦고 잡초목의 양도 사면하부에 비하여 적으므로, 식재 위치에 따라 작업회수 및 전 작업기간을 조절하여 주면 효과적인 풀베기작업이 가능할 것이다.

즉, 사면하부의 경우는 풀베기 작업을 연2회씩 3년간 실시하고 사면상부는 연1회 5년간 실시하는 등 동일 조림지라 하더라도 위치에 따라 탄력적으로 운용함으로서 효율적인 임지관리가 가능해질 것이다.

2.2. 덩굴제거

2.2.1. 의의

덩굴제거는 풀베기와 제벌을 할 때는 물론, 풀베기와 제벌이 끝난 후에도 덩굴이 발생하면 계속 실시하여야 한다. 조림지에 많이 발생하는 덩굴류는 칡, 다래, 머루, 사위질빵, 담쟁이덩굴, 노박덩굴, 으름덩굴, 댕댕이덩굴 등이 있으며, 이들은 수관을 덮어 생장에 지장을 줄 뿐만 아니라 줄기를 감아 잘록하게 만들어 목재 가치를 낮추고 바람에 부러지게 하는 등의 피해를 준다. 특히 칡은 번식력이 강하고 생장력이 왕성하여 전국 어느 곳이나 소개된 장소에 침입하여 번무하므로 조림지의 칡제거는 조림의 성패와 직결된다. 칡은 뿌리가 굵고 길며, 맹아력이 왕성하여 인력에 의한 물리적 근절작업이 어렵기 때문에 제초제를 사용하는 것이 효과적이다.

2.2.2. 물리적 제거

물리적 제거는 인력을 투입하여 직접 덩굴의 줄기를 잘라내거나, 뿌리를 뽑아내는 것을 말한다. 특히 조림지에서 문제가 되는 칡제거 방법에는 조림목이 생장하여 임분이 울폐될 때까지 칡줄기를 제거하는 방법과 뿌리를 굴취하는 방법이 있는데, 칡뿌리 채취는 최근 개발된 발근식 칡채취기를 사용하면 효과적이다.

2.2.3. 약제 제거

물리적인 제거 외에도 제초제와 같은 약제를 덩굴에 바르거나 주입하여 제거하는 방법도 많이 이용되고 있다.

2.2.3.1. 반벨 처리

가. 약제의 특성

반벨은 일반적인 제초작업에도 많이 이용되는 제초제로서 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

- ○ 호르몬형의 이행성 선택성 제초제로서 화본과 식물(벼, 보리, 잔디 등)은 내약성이 강하나 광엽잡초 특히 콩과식물(칡, 아까시나무, 콩 등)에 대한 고살 효과가 아주 높다.
- ○ 경엽흡수제로서 식물의 잎이나 줄기 등 살아있는 조직에 약액을 묻히면 식물체 속으로 침투 흡수되고, 땅에 떨어진 약액은 토양 중에서 수분에 용해되어 식물의 뿌리로 흡수된다.
- ○ 식물체 속으로 침투한 약액은 내부에서 이행하며 살초작용을 발휘하는데 식물체의 생리작용을 교란시켜 광합성작용 및 생장에 장애를 일으키고 고사시킨다.
- ○ 쥐에 대한 경구독성은 1,700㎎/㎏으로 약한 편이며 일반적인 기상조건이나 토양조건에서 토양 내 잔류기간은 30일 정도이다.

나. 작업시기

연중 작업이 가능하지만 초본류 발생 및 낙엽수의 잎이 피기 전인 2~3월 중에 실시하거나 낙엽 후 10~11월에 실시하는 것이 효율적이다.

다. 대상임지

조림목 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 사용방법

다음과 같은 순서로 약제주입기를 이용한 덩굴제거를 실시한다.



<그림 4-2-1> 약제주입기

- 칡의 주두부나 줄기에 주입기의 침을 돌리면서 삽입한 후 방아쇠를 당기면 약액이 주입된다.
- 칡줄기의 직경이 2㎝ 이상이면 줄기처리가 가능하나 그 이하이면 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 경우 가장 굵은 줄기 한 곳에만 처리한다.

※ 주입기는 글라신 액제도 사용할 수 있으나 글라신 액제 사용시는 6~9월 사이 생장기에 처리를 실시한다.

(2) 약제도포기 사용방법

덩굴의 줄기 내부에 약액을 주입하는 주입기와 달리 도포기는 줄기 표면에 약제를 발라서 제초효과가 나타나도록 한다.



<그림 4-2-2> 약제도포기

- 반벨처리용 도포기는 약액 도포부위에 브러시를 부착한 것과 스펀지를 부착한 것이 있으며, 브러시 방식은 수평방향, 스펀지 방식은 수직방향으로 약액이 분출(1회 0.02~0.06㎖ 분출)된다.
- 칡의 주두부에서 10㎝ 이내 줄기에 도포하되 칡줄기 2/3둘레까지 도포하여 주며, 도포폭은 줄기직경의 2~3배 정도로 한다.
- 주두부에서 나온 모든 줄기에 처리한다.
- 칡의 줄기마디에서 뿌리가 나온 경우 주두부쪽 줄기에 도포하여 준다.
- 처리 약량은 줄기의 굵기나 수에 따라 다르며 0.05~0.5㎖정도 소요된다.

마. 주의사항

제초제를 이용할 경우, 제거대상 식물뿐만 아니라 제거대상이 아닌 다른 식물에도 영향을 미칠 가능성이 항상 있으므로, 피해가 발생하지 않도록 다음과 같은 사항에 주의하여야 한다.

- ○ 반벨은 흡수 이행력이 강력하여 약제가 빗물이나 관개수 등에 흘러 조림목이나 다른 작물에 피해를 줄 수 있으므로 절대로 약액을 땅에 흘리지 않아야 한다.
- ○ 약제 처리 후 24시간 이내에 강우가 예상될 경우 약제처리를 중지한다.
- ○ 고온시(기온 30℃ 이상)에는 증발에 의해 주변 식물에 약해를 일으킬 수도 있으므로 작업을 삼간다.
- ○ 사용한 처리도구는 잘 세척하여 보관하고 빈병은 반드시 회수하여 지정된 장소에서 처리한다.

2.2.3.2. 글라신 액제 처리

반벨 이외의 제초제로는 글라신 액제를 자주 이용하며, 그 처리시기와 방법은 아래와 같다.

가. 처리시기

덩굴류의 생장기인 5~9월에 실시한다.

나. 처리방법

글라신 액제를 이용한 덩굴제거에서는 도포보다는 주로 주입방법을 이용하며 자세한 처리 방법은 아래와 같다.

- ○ 약제주입기를 사용하거나 약액을 침적시킨 면봉을 이용하여 줄기나 주두부의 살아있는 조직 내부로 약액을 주입시켜야 한다.
- ○ 칡포기 부위의 살아 있는 조직에 송곳으로 1본당 2개 정도 구멍을 뚫고, 시중에서 판매하는 의료용 면봉을 약제원액에 침적시켜 구멍에 1개씩 꽂아 준다.
- ○ 약제주입기를 사용하여 글라신 약제원액을 칡포기 부위의 살아있는 조직에 1본당 1~2회 주사한다.
- ○ 칡의 포기부분은 부패된 부위가 많은데 부패 부위를 피하여 반드시 살아있는 조직에 구멍을 뚫고 약액을 주입하거나 약액에 침적된 면봉을 꽂는다.
- ○ 약액 침적 면봉을 사용하는 경우 약액이 면봉에 충분히 배어들도록 15분 이상

침적시킨다. 약액 침적 면봉이 너무 오래되어 마르면 다시 침적하여 사용한다.

- ○ 처리가 잘못되었거나 빠진 것은 4주가 경과하여도 잎이 변색되지 않으므로 재처리한다.
- ○ 약량은 칡의 크기에 따라 차이가 있으나 대개 본당 0.3~1.0㏄ 정도 소요된다.

다. 처리효과

글라신 액제 처리 후 즉시 효과가 나타나지 않으며, 완전한 효과가 나타나기까지는 어느정도의 시간이 필요하다.

- ○ 약제처리 후 1주가 경과되면 잎이 변색되기 시작하며, 4주가 되면 지상부가 완전히 고사하고 뿌리가 부패되기 시작한다.

<표 4-2-2> 글라신액제의 처리방법 및 약량별 칡고살효과

처리방법	칡의 주두직경	처리약량	고살률(%)
약제주입	4㎝ 이하	0.3㏄/본	80
	4㎝ 이상	0.6㏄/본	60
	4㎝ 이상	0.9㏄/본	80
약제침적 면봉삽입	4㎝ 이하	1개/본 (0.3㏄/본)	80
	4㎝ 이상	2개/본 (0.6㏄/본)	50
	4㎝ 이상	3개/본 (0.9㏄/본)	70

2.3. 어린나무가꾸기

2.3.1. 개요

2.3.1.1. 의의

어린나무가꾸기란 조림목이 임관을 형성한 후부터 솎아베기(간벌)할 시기에 이르는 동안 주로 침입수종을 제거하고 아울러 조림목 중에서 생장과 형질이 매우 나쁜 것을 베어주는 것을 말한다.

2.3.1.2. 목적

어린나무가꾸기는 다음과 같은 목적을 가지고 실행된다.

- ㅇ 목표하는 수종을 원하지 않는 수종으로부터 보호하고 임목상호간의 적정 생육환경을 조기에 확립한다.
- ㅇ 경영목표상 임분구성목으로 부적당한 개체를 선별, 제거하여 목표임분의 기초를 확립한다.
- ㅇ 각 임목들이 목표임분으로 생장하여 임지를 빨리 지배할 수 있도록 양호한 조건을 제공한다(조림목 각각의 생장증가에 중점을 두는 것은 아님).

2.3.2. 요점

어린나무가꾸기 실행에는 다음과 같은 요점이 있다.

- ㅇ 어린나무가꾸기는 차후 임분의 재적 및 가치생장, 임지 보전기능, 저항력 등에 많은 영향을 미치므로, 치수림 또는 유령림단계에서 임분을 적절한 보육조치 없이 방치해서는 안된다.
- ㅇ 어린나무가꾸기 단계의 임분은 임분구성목의 형질과 생장이 아직 분화되지 않은 어린 임분이므로 개체목의 생장과 형질보다는 임분 전체의 보육에 중점을 둔다.
- ㅇ 어린나무가꾸기를 통해 가능한 한 적게 그리고 간단한 보육조치로 경영목표에 도달할 수 있도록 임분을 형성해야 할 임무가 있다.
- ㅇ 적절한 어린나무가꾸기 작업을 통해 간벌단계에서 일어날 수 있는 불량한 임목 발달을 미리 억제할 수 있고 간벌비용을 절감할 수 있다.
- ㅇ 어린나무가꾸기 단계는 임분활력이 강하고 가장 활발하게 생장이 진행되는 단계이므로 무육의 목표가 되는 우량목을 미리 선발할 필요는 없다. 차후 유전적 형질, 국소 환경, 생물적 또는 물리적 피해 등의 영향이 나타나기 때문에 어린 임분에서 인위적으로 보육조치를 취한다 해도 어느 나무가 임분에 긍정적, 부정적으로 생장할 지는 예측할 수 없다.
- ㅇ 어린나무가꾸기에서 해야 될 작업내용은 입지, 수종, 경영 목표 등에 따라 세분된다.
- ㅇ 어린나무가꾸기 단계의 임분에서는 일단 불량한 개체만을 선별 제거하여 임분을 정리하여 주는 간접적 도태(소극적 도태) 방식의 보육조치를 취하는 것이 일반적이다.

2.3.3. 실행순서

2.3.3.1. 계획수립

보육이 필요한 어린 임분에 대해서는 목표를 설정하여 효과적인 방법으로 적기에 보육을 실행해야 하기 때문에 일정한 계획과 준비가 필요하다.

2.3.3.2. 현황파악

국소입지의 특성을 관찰하고 목표수종의 입지 이용 능력 및 주어진 보육작업 임무의 적합성을 판단한다. 여기에 생장형태, 생장속도, 밀도, 임분구조, 공지 또는 고사목, 작업로, 병충해 및 기타 피해, 보육관리 상태, 보육지연 여부 등을 포함시킨다.

2.3.3.3. 목표수립

어린 임분에 대한 목표는 바로 실행해야할 보육작업 목표의 설정이고 그 보육목표가 장기목표에 부합해야 하지만, 우선 중요한 것은 현재의 임분을 정확히 파악하여 추구하는 생산목표에 이 임분이 도달할 지의 여부를 판단하는 데 있다.

2.3.3.4. 방법 결정

보육목표에 따라 보육방법이 확정되고 보육임무가 주어진다. 설정한 목표를 어느 방법을 통해 가장 효과적으로 달성할 것인가를 염두에 두고 또한 어떠한 수단으로 주어진 임무를 해결해야만 할 것인가를 고려한다.

2.3.3.5. 작업로 설정

대면적으로 연계된 어린 임분은 효율적인 시업관리와 작업실행을 위하여 작업로를 설치해서 임분을 적절한 면적으로 나누어 보육작업구를 만들어 준다.

2.3.3.6. 공정 조사

작업인부의 기능 수준, 입지 및 임분조건, 작업장비 등에 따라 작업 공정이 달라지므로 합리적인 작업실행을 위해서는 작업공정에 관계되는 모든 인자를 파악하고 작

업대상지에 일정한 표준 조사구를 설치하여 간이공정조사를 실시한다. 또한 기존의 산림청 공정을 토대로 실제 필요한 공정을 산출, 조정하여 적용해 보는 방법도 고려한다.

※ 표준 조사구 : 0.05~0.1ha 크기의 방형구 또는 25㎡크기의 원형구(r=2.82*m*)를 설치하되 조사구 수는 입지 및 임분에 따라 조정한다.

2.3.4. 고려사항

어린나무가꾸기 실행시에는 다음과 같은 점을 고려하여야 한다.

- ○ 정확한 임분 특성 파악을 토대로 하여 일단 보육목표를 설정하고 보육방법을 결정한다. 이들 특성에는 면적(보육작업의 소요시간과 관계), 혼효상태 및 수종별 점유 면적, 수령, 생육본수, 수고 및 수고생장 상태, 수형 임층 형성상태, 활력, 피해상황 및 위험성, 임분발달 경향(임분전환 가능성) 등이 있다.
- ○ 생육단계별 보육단계를 설정하고 단계별로 집약적인 보육을 실행할 경우에는 자연적인 임분발달과정과 인위적인 임분발달 조절 가능성을 토대로 하여 임분을 파악하는 것이 매우 중요하다.
- ○ 입지 및 임분 구성목을 정확히 파악하여 필요한 보육수단의 우선순위를 결정한다.
- ○ 보육목표를 확실하게 결정하고 효과적인 방법으로 적기에 실시한다. 조림수종이 당초의 목표대로 입지에 적응하여 성림이 된 후 경영목표를 달성할 것인가, 조림목 사이(또는 공지)에 발생된 천연 수종과 혼합시키는 것이 유리할 것인가, 또는 조림지 내 빈자리에 내음성수종을 식재하여 임분전환을 시킬지 여부에 따라 및 목표임분과 보육방법을 결정한다.

2.3.5. 주요 작업 내용

2.3.5.1. 유해수종 제거

조림목의 수관광선을 차단하고 뿌리의 근접으로 심한 경쟁을 일으키는, 생장이 빠른 활엽수 맹아목, 임분 구성수종 중 양수(오리나무, 자작나무류, 옻나무, 사시나무류 등)와 개암나무, 버드나무, 아까시나무 등, 만경류, 웃자란 관목류 및 기타 조림지에 침입한 유해수종을 제거한다.

2.3.5.2. 초우세목 관리

초우세목의 관리는 다음과 같은 요령으로 실행한다.

- ○ 어린 임분에서 임관 상층에 크게 돌출된 수고가 높은 초우세목은 단목과 소군상인 경우로 구분하고, 쓸모있는 나무인지 쓸모없는 나무(폭목)인지를 판단하여 제거 여부를 결정한다.
- ○ 단목인 경우, 소나무는 폭목이 될 경우가 많고, 서어나무류는 입지가 양호한 평지에서는 다른 나무에 나쁜 영향을 주며, 고산지대에서는 복층림 구조 및 임분 안정에 도움이 된다. 참나무류는 임연부에서 견디는 힘이 있고, 낙엽송은 유익하며 전나무 및 잣나무는 생가지치기를 실시하여 임분 구성목으로 존치한다.
- ○ 소군상인 경우는 신중하게 판단하여, 수형이 양호하고 밀도가 충분하면 혼합림 유도를 고려하고 생장이 불량하고 폭목일 경우에는 제거하여 후속조림을 실시한다.

2.3.5.3 임연부 관리

급경사 임연부의 서로 인접한 나무들은 갱신벌채시 이용되지 못하고 남은 나무들로써, 밖으로 기울어 있거나 수관이 편기된 폭목 등이 많아 인접된 어린나무들을 피압하거나 치수발생을 방해하므로, 기운나무와 폭목 등은 제거하고 임연목의 돌출된 긴 가지는 잘라주어 유연성 있는 짧고 가는 가지를 가진 나무로 만들어 주는 것이 필요하다.

2.3.5.4. 공간 조절

병충해목, 훼손된 나무, 생장불량목(빗자루목, 분지목, 굽은 나무 등)을 제거한다. 소나무는 대부분 솎아주기가 필요하지 않고 참나무, 서어나무 등 활엽수는 밀생되면 겨울에 설압으로 피압될 우려가 있으므로 약도로 솎아줄 필요가 있다.

2.3.5.5. 수종 조절

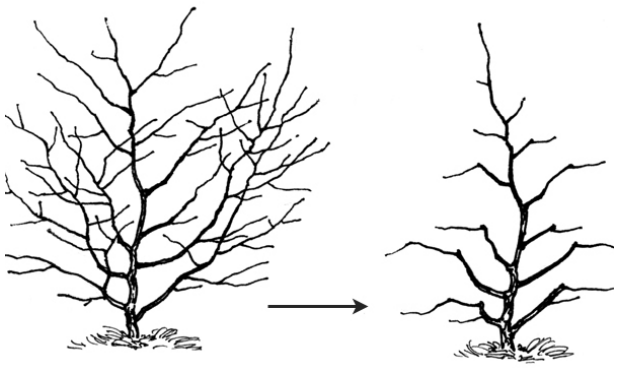
어린나무가꾸기의 수종구성조절은 다음과 같은 사항을 고려하여 이루어진다.

- ○ 어린나무가꾸기 단계에서는 목표임분의 기초 확립을 위해 조림목과 조림지 내에 발생한 유용수종 간의 수종구성을 조절하여 주는 것이 중요하다(어린나무 단계에서는 혼효조절이 쉽고 성공률이 높다).

○ 혼효상태에 따라 무육목표와 최종수확 임분의 생산목표가 달라지므로 혼효방법을 신중히 결정해야 한다.
○ 혼효 수종은 일시적 혼효로써 차후에 완전히 제거될 수도 있고 소군상으로 축소될 수도 있으며 복층림에서 하층으로 계속 남을 수도 있다.
○ 혼효 조절에는 광선 요구도(양수, 음수, 중용수), 기후인자에 대한 저항성, 생장속도 및 생장특성, 혼효지속성, 세장도 및 맹아력, 주수종 또는 부수종 역할 등을 고려한다.

2.3.5.6. 수형교정

보육목표 대상 수종 중에서 수관형태가 매우 불량(피라미드형 또는 확장된 상태)한 나무, 초두부가 갈라진 나무, 분지목, 수관이 편기되거나 긴 가지가 발생한 나무, 불량하게 생장하는 나무는 성목이 되기 전에 수형을 교정한다.



<그림 4-2-3> 유용활엽수 수형교정 모식도

2.3.6. 작업요령

2.3.6.1. 대상지

어린나무가꾸기는 다음과 같은 임분을 대상으로 실시한다.
○ 풀베기 작업이 끝난 이후 임관이 형성될 때부터 솎아베기(간벌)전까지의 단계로써 조림 후 5~10년인 임지가 주 대상지가 된다.
○ 조림지 구역 내 부분적(군상)으로 발생한 우량 천연림도 보육대상임분에 포함된다.

2.3.6.2. 시기

어린나무가꾸기는 다음과 같은 시기를 선택하여 실시한다.

- ○ 6~9월 사이에 실시하는 것을 원칙으로 하되 늦어도 11월말까지는 완료하며, 방해목 제거 후 그루터기에서 발생하는 맹아는 억제한다.
- ○ 잡목 등이 조림목생장을 방해하기 시작하는 해에 1회 실시하고 이후 계속 관찰하여 피해가 발생하는 시기에 반복한다.
- ○ 어린나무가꾸기를 시작할 시기는 풀베기 방법, 나무의 생장상태, 침입식물의 종류, 생육 상태에 따라 다르나 일반적으로 임관 경쟁이 시작되고 조림목의 생육이 저해된다고 판단될 때 실시한다.
- ○ 적어도 초가을까지는 작업을 끝내도록 하며 겨울철에 실행하면 조림목이 한풍해 등의 피해를 받기 쉽다.

2.3.6.3. 방법

어린나무가꾸기는 다음과 같은 요령에 따라 실시한다.

- ○ 제거대상목은 조림목 또는 보육 대상 임목의 생장에 지장을 주는 경제성 없는 유해수종 및 잡관목과 덩굴류, 조림목 중 피해목과 생장이 불량한 도태 대상목, 인접목에 피해를 주는 폭목으로 한다.
- ○ 조림목 생장에 지장을 주는 자생수종의 제거는, 조림목 초두부로 들어오는 광선이 차단되어 피압되지 않을 정도의 높이로 한다.
- ○ 덩굴류는 약제 또는 인력으로 제거하고 재발생되지 않도록 한다.
- ○ 조림목 생장에 피해를 주지 않는 유용한 하층식생은 잔존시킨다.
- ○ 대상지 내 조림목이 없는 곳은 자생하는 천연생 형질우량목을 잔존시켜 목적수종으로 잔존시켜 보육한다.
- ○ 조림 당시 잔존시킨 임분 상층의 우량 천연임목이 인접목 수관에 지장을 줄 때는 가지치기를 실시한다.
- ○ 조림목 또는 보육가치가 있는 천연 활엽수에 대한 수관 또는 수간교정이 필요할 때는 원예작업이 아닌 육림적 방법에 의해 경제적으로 실시한다.
- ○ 폭목의 제거는 벌채시 인접목에 대한 피해 유무, 벌채 후 발생된 빈자리에 대한 처리 문제 등을 고려하여 합리적인 방법으로 실시한다.
- ○ 기타 사항에 대하여는 별도 어린나무가꾸기 작업요령에 의한다.

작업 전



작업 후



<그림 4-2-4> 어린나무가꾸기작업 방법도

2.4. 가지치기

2.4.1. 개요

2.4.1.1. 의의

가지치기 작업은 옹이가 없고 통직한 완만재를 생산할 수 있는 중요한 육림작업이다. 죽은 가지를 방치하면 부후된 껍질 등이 목재 내부에 남게 되어 목재의 질을 저하시키고 병충해나 산불발생의 원인이 되므로 죽은 가지의 제거는 아주 중요하다. 살아있는 가지의 제거는 탄소동화작용 기관을 제거한다는 점에서 제거량에 유의해야 하는데, 가지치기의 실제적인 효과는 살아있는 가지를 제거함으로써 얻을 수 있다.

2.4.1.2. 효과

옹이가 없는 우량한 통직재를 생산함으로써 산림의 가치생산을 증대시키며, 강도의 가지치기는 추재(秋材)의 비율을 증가시켜 목재의 질을 개선한다. 또한 지면 온도의 상승으로 지피 유기물의 분해가 촉진되어 지력이 유지되며, 지피식생의 발생이 촉진되어 표토침식을 방지한다. 또한 산화방지 및 확산억제 효과도 있다.

2.4.2. 자연낙지 유도

이층(離層) 형성에 의해 자연낙지가 잘 되는 수종으로는 포플러류, 버드나무류, 느릅나무, 단풍나무, 가래나무, 벚나무류, 참나무류, 삼나무, 편백 등이 있으나, 이러한 현상은 수관 내의 작은 가지에 한정된다. 대부분의 임목은 생장함에 따라 수광량이 부족한 수관하부의 가지가 고사하게 되며, 고사된 가지는 바람이나 눈 등에 의하여 떨어진다. 이러한 현상은 임목을 밀생시킴으로써 촉진되며 대부분의 활엽수는 침엽수에 비하여 자연낙지가 잘 이루어지나 가지가 큰 경우에는 어렵기 때문에 적정한 밀도를 유지시켜 가지직경이 4㎝ 이상으로 굵어지지 않도록 해야 한다.

2.4.3. 인공 가지치기

2.4.3.1. 작업 시기

죽은 가지의 제거는 작업시기에 큰 상관이 없으나 절단부위의 빠른 융합을 위하여 수간의 비대생장이 시작되는 5월 이전에 실시하는 것이 좋으며, 생장기에는 작업시에 수피가 벗겨지는 등의 피해가 우려되므로 생장휴지기인 11월 이후부터 이듬해 3월까지가 가장 적기이다.

2.4.3.2. 생장 관계

가. 수고생장

임목의 수고생장은 상부 수관에서 형성된 호르몬과 축적된 탄수화물의 양에 의하여 결정되기 때문에, 수관 밑부분을 30~70%까지 제거하여도 수고 생장에는 크게 영향을 미치지 않는다.

나. 직경생장

직경생장에 있어서 가지치기와 간벌의 효과는 서로 상반된다. 간벌은 수간 하부의 비대생장을 촉진시키는데 비하여 가지치기는 가지가 제거됨에 따라 목질부의 증가가 수간 상부에 집중되어 수간의 완만도를 증대시킨다. 수관의 30~40% 이상을 제거하는 경우 직경생장량이 다소 감소되나 수간 상부의 생장을 증대시켜 수간의 완만도를 높임으로써 원목의 이용률을 높일 수 있다.

2.4.4. 작업방법

2.4.4.1. 대상수종

각 수종의 가지치기 부위의 유합특성과 부후정도가 다르므로, 대상수종의 특성을 잘 파악하여 이들 특성에 적합한 가지치기를 실시해야 가지치기 원래의 목적을 충분히 달성할 수 있다.

가. 침엽수

○ 소나무, 잣나무, 낙엽송, 전나무, 해송, 삼나무, 편백 등 침엽수는 일반적으로 상처유합(癒合)이 잘 된다.

○ 특히 낙엽송은 극양수(極陽樹)로써 울폐도(鬱閉度)가 높은 임분에서 자연낙지가 잘 되기 때문에 가지치기를 생략할 수도 있다.

○ 가문비나무류는 상처가 부후될 위험이 있으므로 죽은 가지와 쇠약한 가지만을 잘라준다.

나. 활엽수

○ 일반적으로 상처의 유합이 잘 안되고 부후하기 쉽기 때문에 직경 5㎝ 이상의 가지는 원칙적으로 자르지 않는다.

○ 참나무류(신갈나무 제외), 포플러나무류는 으뜸가지(力枝) 이하의 가지만 잘라준다.

○ 자작나무·너도밤나무 등은 부후위험이 있으므로 죽은 가지와 쇠약한 가지만 잘라준다.

○ 단풍나무·느릅나무·벚나무·물푸레나무 등은 상처유합이 잘 안되고 부후되기 쉬우므로 죽은 가지만 쳐주어야 하며, 밀식으로 자연낙지(自然落枝)를 유도하는 것이 바람직하다.

2.4.4.2. 가지치기 강도

가지치기도 임분상황과 임목의 특성에 따라 강도를 달리하는 것이 필요하다.

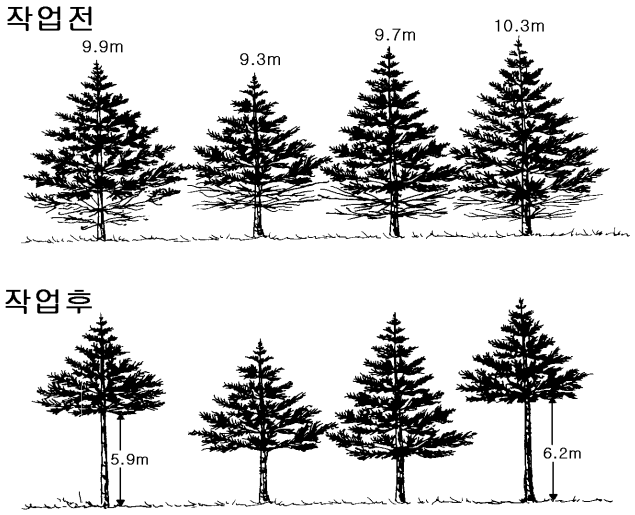
가. 가지치기는 가능하면 어린 임목에 실시하는 것이 무절재(無節材)의 비율을 높여 주고 작업 또한 용이하나, 그 시기나 강도가 적절하지 않으면 임목의 생장을 저

해하므로 1차간벌 전까지는 어린나무가꾸기 작업 등과 병행하여 역지 이하만 제거하여 주고 간벌 후 1~2회 정도 강도가지치기(가지치기 높이 5~7*m*)를 실시한다.

나. 15~20년생 임분의 평균 흉고직경 6~8㎝, 수고 7~8*m*인 임목에 대하여 수고의 50~60% 높이까지 강도가지치기를 실시한다.

다. 가지치기 대상목은 1차 간벌 후 잔존목이나 잔존예정 임목 중 형질이 좋은 것을 선정하여 실시한다.

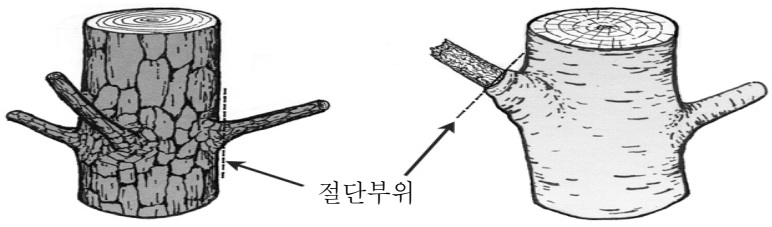
라. 가지치기는 가지 위치가 높아질수록 많은 인력과 경비가 소요되므로 4~5*m* 높이까지 1회만 실시하는 것도 좋으나 사정이 허락하는 경우 5~6년 후 2차 가지치기를 실시하면 더 많은 무절재를 얻을 수 있다.



<그림 4-2-5> 가지치기작업 방법도

2.4.4.3. 절단방법

가지치기 톱을 사용하여 절단면이 평활하도록 자르며, 침엽수는 절단면이 줄기와 평행하도록 한다. 또한 지융부가 형성될 수 있는 활엽수종은 고사지의 경우 캘러스(Callus) 형성부위에 가능한 한 가깝게 캘러스가 상하지 않도록 고사지를 제거하고, 살아있는 가지는 지융부에 가깝게 제거한다. 그러나 느티나무, 가시나무 등과 같은 활엽수의 굵은가지를 절단함으로써 줄기에 상처가 날 위험이 있는 경우, 가지 기부에 3~4㎝ 또는 10~12㎝의 잔지(殘枝)를 남긴 후 이를 다시 절단하는 것이 바람직하다.

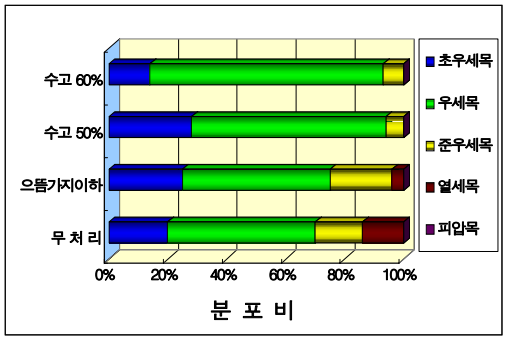


<그림 4-2-6> 가지절단 방법

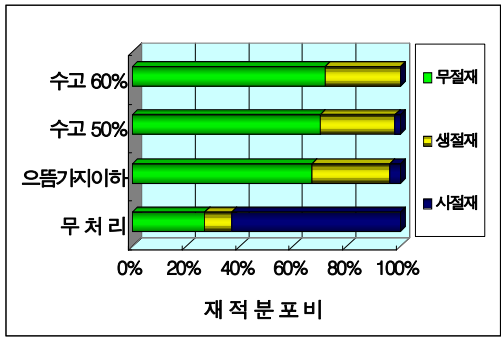
2.4.4.5. 시업사례

가지치기를 실시하면 그 강도에 따라 우세목의 비율이 증가하며, 무절재의 비율 또한 증가한다.

- 임목형질 변화



- 재질변화



- 지하고 변화

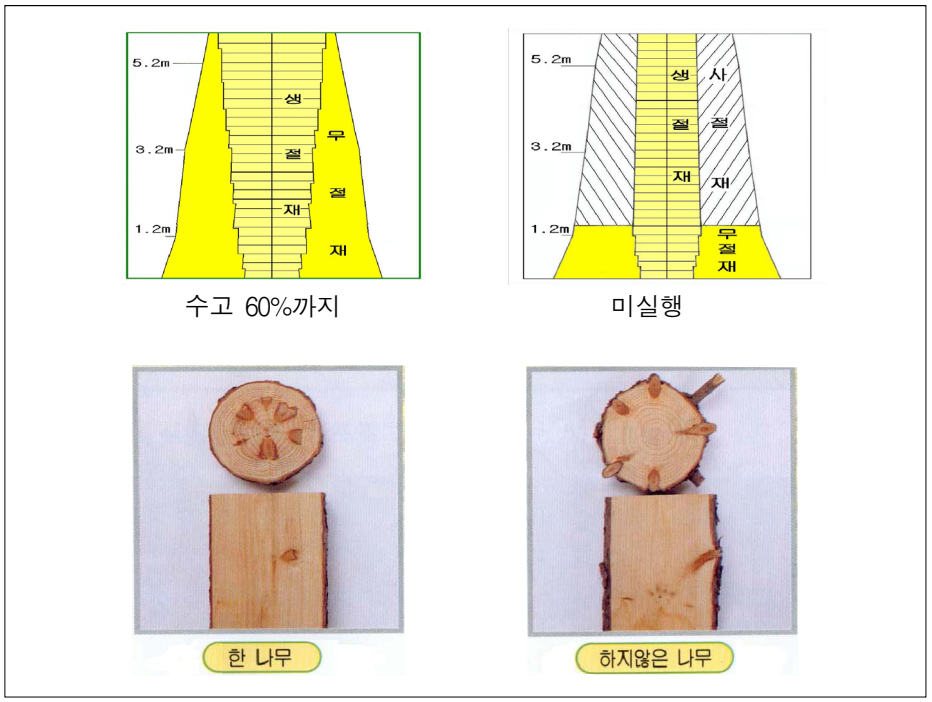
처 리 별	수 고 (m)	지하고 (m)		지하율 (%)		고 사 지	
		생 지	고사지	생지	고사지	발생률 (%)	마디수 (단)
수고 60%	10.8	5.1	4.9	48	46	14	0.3
수고 50%	11.1	5.2	4.5	47	40	62	1.5
으뜸가지이하	11.0	5.5	4.3	54	39	89	3.5
무 처 리	10.6	5.4	1.5	51	14	100	8.0

2.4.4.5. 잣나무 가지치기

가. 효과

잣나무 가지치기를 실시하면, 우선 옹이없는 양질재를 생산할 수 있어 무절재 생

산이 2.8배 증가하며, 완만도 10% 증가한 통직한 목재를 생산할 수 있으며, 하층식생 발생을 8배 정도 증가시킨다.



<그림 4-2-7> 가치치기 효과

나. 작업 공정표

생산목표별 가지치기에 필요한 투입인력은 다음과 같다.

생산목표	벌기령	임 령	수 고	가 지 치 기 작 업				기준공정
	(년)	(년)	(m)	회 수	본수(ha)	높이(m)	공정(인/ha)	(본/일)
일반재	40	20	8	1	1,000	4.0	14.5	69
우량재	50	15	6	1	1,000	3.0	9.3	108
		25	10	2	600	5.5	6.3	95
		계					15.6	
대경재	70	15	6	1	1,000	3.0	9.3	108
		20	8	2	600	4.0	6.5	92
		25	10	3	400	5.5	4.2	95
		계					20.0	

3. 숲 관리

3. 숲 관리

3.1. 인공림 시업

3.1.1. 간벌일반

3.1.1.1. 의미

가. 협의 개념

간벌은 소경목단계에서 중경목단계까지의 임분을 목적에 맞게 만들어 주기 위한 모든 벌채적 조정(Cutting intervention)행위이다.

나. 광의 개념

간벌은 유령림 단계의 미성숙 임분에서 처음 임분을 소개시켜 줄 때부터 주벌 수확이전 갱신을 유도하기 시작할 때까지 임분을 구성하는 모든 개체의 상호관계적 상태에 대한 무육벌채적 조정 행위이다.

3.1.1.2. 목적

간벌은 다음과 같은 목적(또는 다른 여러 목적)에 도달할 수 있는 벌채수단이 되어야 한다.

가. 생육공간 조절 : 수령과 생장이 증가함에 따라 확장되는 일정한 생육공간에 대한 조절(밀도 조절)이다.

나. 생장 조절 : 임분구성에 부적당한 나무 또는 해로운 나무를 제거하여 임분의 가치를 증진한다.

다. 생장집중 : 형질이 우수하고 생장이 왕성한 임분구성목에 임분생장이 집중되도록 한다.

라. 혼효조절 : 임분목표의 안정화를 도모한다.

마. 임분 수직 구조개선 : 임분 안정화를 도모하고, 하층식생의 발생을 촉진시키며, 하층림을 유지한다.

바. 임연부 보호 관리 : 임연부의 상층목을 강도로 소개시키고 하층목, 관목류 및 심근성 수종을 조장한다.

사. 천연 갱신 및 보잔목을 준비한다.

아. 자연고사에 의한 손실을 방지하고 이용한다.

3.1.1.3. 간벌 발달사

간벌의 개념은 1791년 Hartig에 의해 처음 제시되었으며, 이후 여러 학자들에 의해 수형급, 간벌 강도, 방법 등이 정립되었다.

<표 4-3-1> 시대별 간벌개념 변화

연 도	발 전 내 용 및 특 성
1791년 Hartig	· 10개 항목의 육림 실무 지침 제시, 임학기초 확립. · 산림의 자연상태 유지와 균형을 파괴 않고 피압목, 고사목만을 제거, 대면적 동령림 조성을 요구
1783-1859 Pfeil	· 임지별, 임분별 수종 특성 및 조림기술 제시 · 편협한 규칙을 지양하고 자연법칙을 존중하는 임학의 정신적 자유를 주장
1844년 Cotta	· 근대적 육림이론 및 기초 확립 · Hartig의 획일적인 사상과 Pfeil의 자유적 사상과의 중간적 위치 · 임분울폐 후 생장감소 지적, 육림지침에 우세목, 피압목, 고사목 개념 설정
1845년 Seebach	· 활엽수 성숙림의 생장촉진을 위한 강도간벌 시도, 수광벌의 기초
1850년 Heyer	· 우세목의 무육관리 방법제시 (적기에-적당하게-자주)
1855년 Burckhardt	· 보다 발전된 실무적 육림작업 방법 제시
1864년 Pressler	· 덴마크 수형급의 기초가 확립 · 형질향상을 간벌목표로 하고 나무 선정에 이용성과 결점을 원칙으로 한 수목형급 분류의 시도(유용목, 유해목)
1880년 Gayer	· 입지무육, 조림목표, 혼효림시업 및 천연갱신 이론 및 기술제시
1881년 Broilliard	· 프랑스 상층간벌법 개발
1884년 Kraft	· 크라프트 수형급(수관급)공인 · 자연수목급, 수목사회급이라고도 함. · 교림작업을 받는 동령임분에서, 하층간벌의 간벌강도(약도, 중도, 강도) 개념을 제시하고 이 수형급을 적용 공표함 · 1900년대 초 미국, 스위스, 일본에서 수형급 채택
1891년 Borggreve	· 택벌식 간벌 개발
1898년 Metzger	· 독일 상층 간벌 기초
1900년 Schwappach	· 산림수확학의 기초
1902년	· 독일 임업시험장 연합 수형급 공표 · 하층 및 상층간벌의 간벌량 및 수확표 조제의 기초가 됨 · 일본 데라사끼 수형급의 기초(1930)
1904년 Heck	· 상층목 간벌에서 자유간벌법 제시, 헥크 수형급 적용 가장 우수한 나무의 자유로운 생육공간 확보와 보호 장려를 주장

<표 4-3-1> 계속

연 도	발 전 내 용 및 특 성
1905년 Engler	· 임목의 생장특성 및 산지별 임목종자의 특성 정립 · 임업에 산림유전학을 고려하기 시작.
1907년 Michaelis	· 선택무육 및 개체무육의 이론 제시 · 상층목 소개에 의한 우량목의 비대 및 형질생장 촉진 간벌법 제시와 유용주목, 유용부목, 무관목, 유해목으로 구분되는 수형급 적용.
1922년 Moeller	· 항속림사상 제시 · 동령단순림의 조림목 배척 · 철저한 단목시업으로 천연갱신에 의한 이령림, 혼효림의 지속적인 유지 조성
1930년 Dengler	· 생태에 기초를 둔 조림 이론 정립
1932년 Gehardt	· 생장촉진 간벌법 제창 · 유령림 단계에서 강도로 솎아주고 비대생장을 촉진시켜 수확기 단축, 가지치기와 병행
1934년 Schaedelin	· 무육벌채의 단위로써 치수무육, 제벌, 간벌등의 방법제시 · 도태간벌이론(미래목개념)과 십진법 수형급 제시
1950년 Wiedemann	· 수확적 개념(생장)을 기초로 한 육림이론 제시 · 수확표 조제 및 공표
1958년 Assmann Leibundgut Olberg	· IUFRO 수형급 공표
1959년 Leibundgut	· 천연림의 임분구조 해명, 임분 발달단계 및 육림적 취급법 제시 · Schadelin의 무육이론 및 도태간벌 방법을 발전시킴
1961년 Assmann	· 수확표 개발 및 적정 밀도관리 기준제시
1962년 Freist 1971년 Altherr	· 대경재 및 우량형질재 생산 방법 개발 · 조기에 집약적 도태간벌 실시하고 생장후기에 수관 생장촉진 간벌실시 방법 개발
1975년 Abetz	· 미래목 본수 관리 및 도태간벌 이론 정리
1975년 Mitscherlich	· 생태적 지식에 의한 임학 및 육림이론 확립
1980년 Mayer	· 수목사회적, 생태적 원리에 의한 육림이론 제시 · 천연림 및 산악림의 육림적 취급방법 제시
1983년 Ulrich	· 산림생태계의 변화 및 안정에 관한 이론 제시 (공해, 대기, 오염, 산성우 문제등)

3.1.2. 수형급 구분

임분에서 서서히 진행되는 자연천이(도태)를 기다리지 않고, 보다 신속하고 효과적으로 임분의 질을 개선하고 생장을 조절하기 위해서는 원하지 않는 개체를 제거해야 한다. 이러한 임목 제거수단은 임분구조 자체까지 변화시킬 수 있으므로 간벌단계에서 임분구성목을 선별하는 것은 매우 중요한 의미가 있다.

간벌목표를 확립하고 간벌을 실행하기 위해서는, 일정한 기준에 따라 임분구성목의 특성을 분류하는 수형급이 필요하며 수형급에 의한 임목의 분류는 전체 임분의 형상과 구성을 일목요연하게 보여주어야 한다.

임업선진국에서는 간벌의 발달과 더불어 수형급을 설정하였고, 수형급을 통해 임분구성목의 특성을 구분하고 이에 따라 키워야할 나무와 잘라야할 나무를 선별하여 작업을 실시해 왔다.

대표적인 수형급 중의 하나가 Kraft 수형급으로서 이는 동령단순림에서의 임목의 수목사회적 위치와 수관형태를 기준으로 설정한 것이다. 우리나라에서도 수형급 구분 기준을 선정하였으며, 각국의 수형급에 대한 내용이 다음에 요약되어 있다(표 4-3-2).

임분구성목 특성 구분에서 고려해야 할 사항은 아래와 같다.

- 수목사회적 위치(해당 임관층, 상층목-중층목-하층목)
- 생활력(생리적 활력, 건전도, 생장력 등)
- 발달과정(수목사회적으로 상승상태, 답보상태, 하락상태)
- 육림적 역할(육림적 기능-미래목, 무관목 등)
- 수간형질
- 수관형질

<표 4-3-2> 수형급의 종류

국가별	독								스위스		덴마크	프랑스	
수형급 종류	Kraft		임업시험장		Gutshic		Heck		Schadelin		Presster	프랑스	
수형급 구분	주임목		우세목						(주임목)				
	1급	초우세목	1급	우세목	Z	미래목	a	형질	100	우세목	주벌목	1급	상층
	2급	우세목	2급	불량목	B	압박목		우량목	200	준우세목	유해목		우량목
	3급	준우세목	(a)	개재목	P	세장목	b	형질	(부임목)		유용부목	2급	상층
	부임목		(b)	폭목	R	마찰목		보통목	300	열세목	무관목		불량목
	4급	열세목	(c)	만곡	G	중용목	c	형질	400	피압목		3급	하층
	(a)	개제목		쌍간목	N	유용목		불량목	(수간형태)				열세목
	(b)	부분 피압목	(d)	세장목			d	초두 분지목	10	양호			
			(e)	병충해목					20	불량			
	5급	완전 피압목	열세목				e	쌍간목	(수관형태)				
			3급	열세 개재목			f	맹아목	1	양호			
	(a)	생활 지속목					g	피해목	2	불량			
			4급	피압목									
	(b)	고사목	5급	고사목									
	(5급 7종)		(5급 9종)		(6종)		(7종)		(2급 16종)		(4종)	(3급)	
기준	수목사회적 위치 및 수관형태		수관급에 일부형질적 기준의 조합		임분구성목의 육림적 필요조건과 나무의 기능		무육실행을 위한 수관 및 수간형질		수목사회적 위치, 세력, 수간 및 수관형질		나무의 이용성과 결점	상층목의 수간형질	
적용 대상 임분	동령단순림		동령 단순림		침·활엽수 혼효림		전 임 분		침·활엽수혼효림 제벌, 간벌 택벌림		천연활엽수 상층 간벌림	천연활엽수	
제거 대상목	3, 4, 5급의 대부분		2, 3, 4, 5급목 중에서 간벌강도에 따라 구분		압박, 세장, 마찰목 등 유해목		무육단계 및 무육목표에 따라 구분		무육단계 및 무육목표에 따라 구분		유해부목	2급목	
특징 (장단점)	· 수간의 특징이 구분되지 않음 · 1급과 2급, 2급과 3급 구분이 어려움		· 하층간벌에 적당 · 수형급 구분이 복잡하고 3급목 구분이 어려움		· 수형급 구분이 간단 · 무육실행이 실용적인 수형급		· 수목사회적 위치가 고려되지 않음 · 무육실행 시 선목이 기준		· 분류방식이 계통적이고 간단함		· 활엽수 상층간벌에 적당 · 나무의 기능구분 · 주임목 보육과 임지보호	· 활엽수 상층간벌에 적당 · 수형급이 간단함 · 불규칙 천연 활엽수	

<표 4-3-2> 계속

국가별	미 국		일 본		한 국			
수형급 종 류	Hawley	Dunning	寺 崎	국 유 림	천연림 보육	도 태 간 벌	(간벌 지침)	임 업 기 계 훈련원
수형급 구 분	1급 우세목 2급 준우세목 3급 개재목 4급 피압목 5급 고사목	1급 성숙우세목 2급 성숙준우세목 3급 고립우세목 4급 성숙준우세목 (세력약) 5급 고립과숙목 6급 하층개제목 7급 하층피압목	1급 우량우세목 2급 불량우세목 (a) 폭 목 (b) 세장목 (c) 개재목 (d) 만곡목 쌍간목 (e) 병충해 피해목 3급 열세개재목 4급 피압목 5급 고사목	D 우세목 CD준우세목 I 개재목 O 피압목	미 래 목 중 용 목 보 호 목 하층식생 방 해 목 (경합목, 폭목,피해목, 형질불량목, 고사목, 만경류 등으로 세분)	미 래 목 중 용 목 무 관 목 유용치수 유 해 목 (무육단계별로 주요 제벌 대상목 수 형 급 구 분)	미래목 압박목 회초리목 무해목 (중용목) 유용목	미래목 중용목 (무관목) 방해목 보호목
	(5급)	(7급)	(5급 9종)	(4급)	(5종)	(5종)	(5종)	(4종)
기 준	수관의 위치 및 수관 형태	수령, 수관 위치, 수관 형태 열세수피특징	독일임업 시험장식과 같음	Kraft식과 같음	나무의 육림적 기능을 중시			
적 용 대 상 임 분	침엽 수동령림	부 제 림	동령 단순림	전 임 분	천연림 보육 대상 임분	천연림, 인공림 제벌,간벌	천연림, 인공림 도태간벌	천연림, 인공림 제벌,간벌
제 거 대상목	3, 4, 5급목	5급목	주로 2급, 4, 5급	D, I, O 일부 CD 대부분	방 해 목	유 해 목	회초리목 압 박 목 마 찰 목	방 해 목
특 징 (장단점)	· 독일 Kraft수형급을 기준함	· 수령과 수관 위치를 고려 · 침엽수 이령급	· 독일임업 시험장 수형급과 동 일	· Hawley 수형급 변형	· 무관목과 중용목 구분 않음 · 보호목과 하층식생 구분곤란 · 무육단계별 수형급	· 우리나라 현실임분에 맞도록 중용목과 무관목을 구분 · 무육단계별 수형급 구분	· 독일 Gutschick 수형급 적용 · 중용목과 무해목의 구분 곤란	· 중용목과 무관목 구분 곤란 · 무육 단계별로 제거대상목에 대한 수형급 구분 필요

3.1.3. 대상지 선정

간벌 대상지는 다음과 같은 임분을 대상으로 우선순위를 정하여 결정할 수 있다.

- ○ 간벌작업의 지연으로 생장이 부진하고 임분피해가 우려되는 과밀한 인공림
- ○ 입지 및 임분 구성이 양호하고 우량대경재 생산이 가능한 밀생된 인공림
- ○ 장기간 방치되어 임분피해가 발생한 인공림
- ○ 산화 또는 병충해 피해가 발생하여 솎아주기가 필요한 임분
- ○ 생육공간을 조절할 필요가 있고 고급 용재림 생산이 가능한 천연림
- ○ 어린나무가꾸기 작업이 끝난 후 5년이 경과된 인공림
- ○ 간벌 실행 후 5년 이상 된 임분으로써 수관이 울폐되어 임목 상호간의 경쟁을 조절해 줄 필요가 있는 임지로 주벌수확 5~10년 전인 임분

수형급은 분류 견해 또는 무육방법과 임분형에 따라 달라지며 간벌목 선정의 기준으로서 또는 두 임분의 비교와 무육방법의 평가를 위해 사용되기도 한다.

3.1.4. 방법 결정

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 상호영향도 받게 된다. 혼효림과 천연림은 이러한 현상이 더 두드러지므로, 간벌을 위한 완전한 모델은 어디에서도 있을 수가 없는 것이다.

그러나 적어도 적용할 간벌양식, 간벌강도, 작업방침 만큼은 확실하게 결정하고 간벌을 실시하지 않으면 안된다. 이것이 바로 간벌체제(thinning regime) 또는 간벌방법이며, 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.

3.1.4.1. 간벌방식

간벌방식은 한마디로 전체 작업순서를 말한다. 간벌방식은 다음과 같이 구분된다.

- ○ 최초 간벌시기 : 수종, 지위, 기후에 따라 임분밀도(경쟁관계), 임분구조, 임분안정성, 시장성 및 이용가치 등을 고려하여 결정한다.

○ 간벌양식 : 입지 및 임분상태와 경영목표(생산목표)에 따라 결정(도태간벌, 열식간벌, 정량간벌)한다.

○ 간벌주기

- 육림적 인자(지위, 경합정도, 임분안정도, 임분의 건전도)와 경제적 인자(벌목비, 시장성, 인력 및 기계비용, 요구되는 최소 수확량)에 따라 결정한다.
- 유령림 또는 지위가 양호한 임분은 노령림 또는 지위가 낮은 임분보다 간벌주기가 짧아진다.

○ 간벌강도 : 간벌양식 및 수형급에 따라 결정하며, 간벌작업 강도는 대개 존치할 임분밀도(ha당 본수, 단면적 등)에 따라 조절되며, 임분의 밀도조절은 수고, 생육공간율, 기준표에 의한 본수조절 등에 따라 결정된다.

3.1.4.2. 간벌방식 결정 인자

간벌방식 결정을 위해서는 아래와 같은 여러 가지 인자들을 고려해야 한다.

○ 정책적 영향 : 공익기능, 국민경제, 복합산업 국토보전 등과 연계
○ 유효시장조건 : 소경재이용 및 판매, 간벌시기 및 간벌량과 연계
○ 수확 및 이용기술적 조건 : 기계화 문제로 간벌실행의 변형(열식간벌로 실행)
○ 생물-환경적 조건 : 풍해, 설해, 입지조건에 따라 간벌강도 및 시기
○ 병충해 : 무간벌 임지 또는 불안정한 임분은 병충해 피해우려
○ 물관리 : 간벌강도와 관계
○ 산화 : 간벌은 산화방제 기간 중 접근용이, 가지치기 병행
○ 재정, 경제적조건 : 간벌유무, 간벌강도, 간벌시기와 연계
○ 휴양 : 간벌 후 잔존임분상태
○ 수확조절 : 컴퓨터 시뮬레이션, 선형 계획기술에 의한 간벌 방식 및 모델 결정
○ 임목육종 : 간벌에 의한 형질개선으로 임목육종 효과
○ 임지비배 : 간벌방법과 시비작업의 관계, 낙엽 부숙 촉진

3.1.4.3. 간벌모델 설정시 고려 사항

간벌모델을 설정할 때에는 다음과 같은 요소들을 고려하여 결정하여야 한다.

○ 간재적량(생산량)
○ 기술적인 질

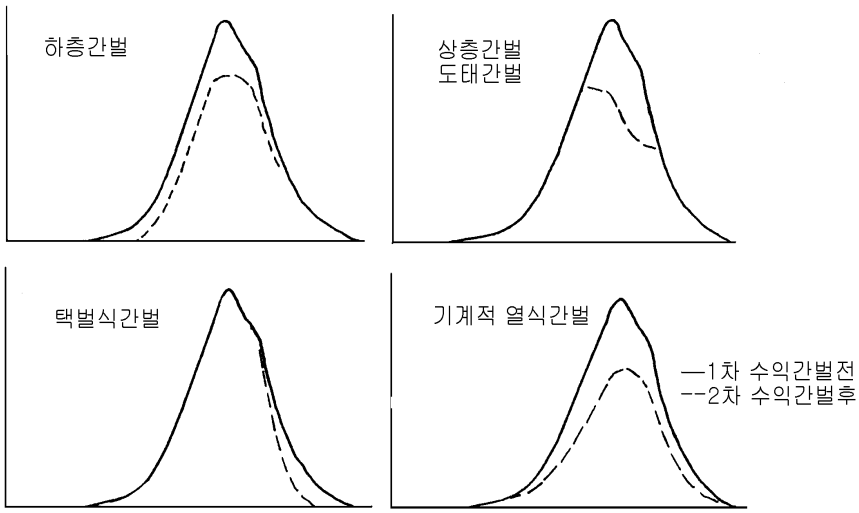
○ 공간배치
○ 간벌에 의한 조기 수입

3.1.5. 간벌양식

3.1.5.1. 분류

○ 고전적인 간벌양식 : 하층간벌, 상층간벌(수관간벌), 택벌식간벌, 기계적간벌, 자유간벌
○ 유럽의 간벌양식
  ┌ 하층간벌 : 하층약도간벌, 하층중도간벌, 하층강도간벌, 단계적간벌,
  │ 생장촉진간벌, 수광벌
  └ 상층간벌 : 상층약도 및 강도간벌, 택벌식간벌, 자유간벌, 도태간벌
  ┌ 하층간벌 : 약도, 중도, 강도간벌, 수광벌
  │ 상층간벌 : 약도, 강도간벌
  └ 새로운간벌 : 단계적간벌, 수광생장간벌, 도태간벌, 군상형질간벌, 임목본수
  관리기준표에 의한 간벌
○ 일본의 간벌양식
  ┌ 정성적간벌 : 데라사끼식 간벌(寺崎式)
  ├ 정량적간벌 : 아소우(麻生)식, 우시야마(牛山)식, 수확표 기준간벌,
  └ 하층간벌, 상층간벌, 이용적간벌
  ┌ <정성적간벌>
  │ 테라사키식(寺崎式)간벌 : 하층(A종, B종, C종), 상층(D종, E종)
  │ Hawley식 간벌 : 하층간벌, 수관간벌, 택벌적간벌, 기계적간벌
  │ 카와타(河田)의 활엽수간벌
  └ <정량적간벌>
  아소우(麻生)의 적정 본수표에 의한 간벌
  우시야마(牛山)의 흉고직경 기준간벌
○ 우리나라에서 실행되는 간벌양식
- 열식간벌
- 정량간벌(경급별 잔존본수 기준표 적용)

- 도태간벌
- 예비간벌 : 무육간벌
- 수익간벌 : 이용간벌

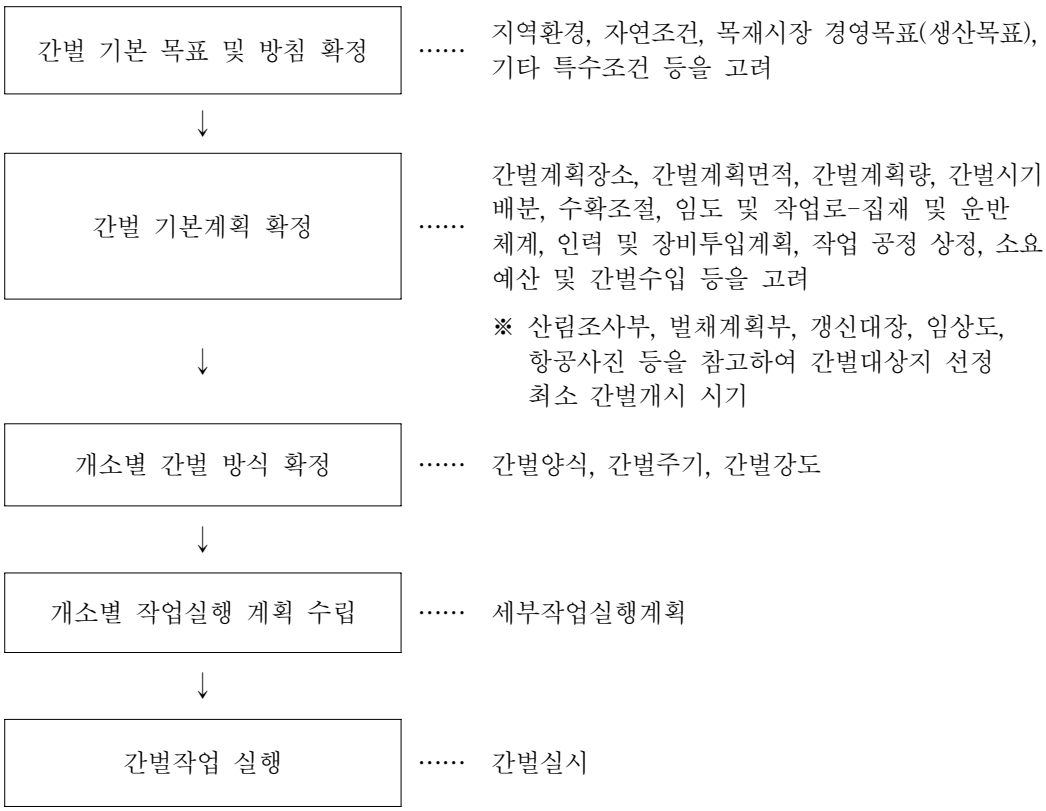


<그림 4-3-1> 간벌양식별 1차 간벌전후 임분 경급분포 변화

3.1.6. 실시요령

3.1.6.1. 실행순서

간벌은 다음과 같은 순서에 따라 단계적으로 이루어진다.



가. 예정지답사

간벌사업 전 예정지를 답사하여 지황 및 임황, 공극지, 각종 피해상황, 임상변화 등을 사전에 파악한다.

나. 표준지조사

임분생장, 밀도에 따라 임분을 크게 구분하고 각 임분마다 0.1~0.2ha 이상의 표준지를 설정(표준지 면적오차가 없도록)한다.

다. 표준지 매목조사

전임목의 수고, 흉고직경 측정 및 조사결과를 계산하여 정리한다.

라. 간벌율 및 간벌본수 결정

계획된 간벌방식에 따라 결정한다.

마. 선목작업

간벌종 및 선목기준 수형급에 따라 간벌목을 선정 및 표시한다.

바. 벌채작업 및 집재

결정된 간벌양식 및 강도에 따라 벌채 후 집재한다.

사. 벌채 후 확인

벌채 후 전체 임분을 답사하여 벌도되지 않은 간벌목, 벌채 운반에 의한 피해목 등을 확인한다.

3.1.6.2. 예비간벌 및 수익간벌

예비간벌(Precommercial thinning)을 간단히 정의한다면 산주(또는 산림경영자)에 대한 비가치적생산, 즉 비수익간벌(또는 비수확간벌)이며, 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 간벌 초기단계에서 실시되기 때문에 간벌재의 이용성이 적고 매각가치는 없으나 연료재의 사회적 가치(간접가치)는 시장가의 2배 이상 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.

3.1.6.3. 도태간벌

가. 의미

도태간벌(Selective thinning)은 쉐델린(Schädelin, 1934)의 간벌방식이라고도 하는데, 최고의 가치생장을 위해 자질이 우수한 나무를 항상 집중적으로 선발 탐색하여 조절해 주는 것이며, 심하게 경쟁하는 나무는(불량목이든 우량목이든 간에) 제거하여 우수한 나무의 생장을 촉진하는 것을 말한다. 도태간벌에서는 현재의 가장 우수한 나무 즉 미래목을 선발하여 관리하는 것을 핵심으로 한다.

나. 주요개념

(1) 도태(淘汰, Selection)

선택 또는 선발이라고도 하며 순수 생물학적인 면에서 도태는 어느 생물 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.

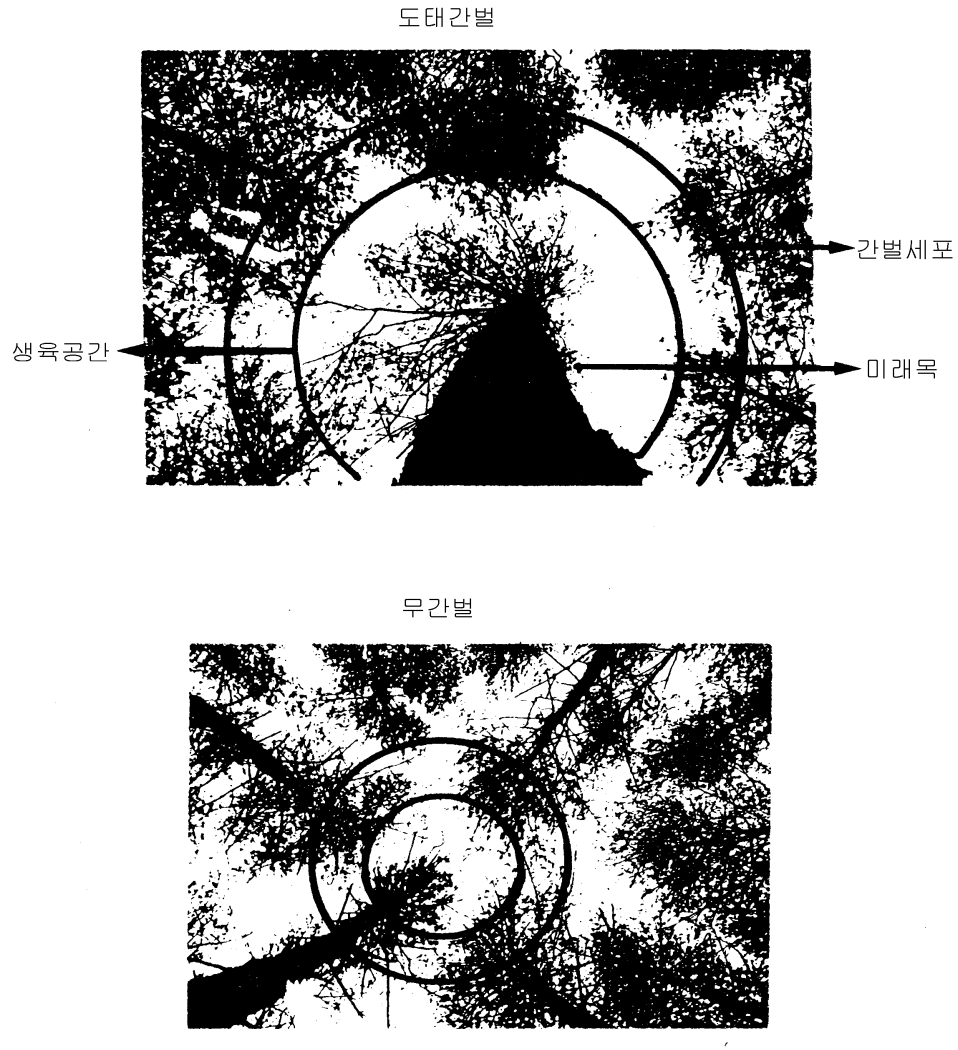
○ 자연적 도태

- 1차 도태→유전적인 것(종자에서 발아된 치수가 바로 자연고사 되는 것)
- 2차 도태→환경적인 것(임목간 경합에 의한 자연고사)

┌ 소극적선발(도태) : 원하지 않는 개체를 제거하는 것
│ 간접적 선발(도태)이라고도 한다.
└ 적극적선발(도태) : 집단에서 원하는 구성목을 장려하는 것
즉 형질에 관계없이 경합목을 벌채 소개시키고 선발된 나무를 목표에 맞게 장려하는 것을 직접적 선발(도태)이라 한다.

(2) 간벌세포(Thinning cell)

도태간벌 실행을 위한 방법적 수단으로 제시된 것으로, 한 임분에서 미래목을 중심으로 직접적 또는 간접적으로 인접되어 수목사회학적 관계가 있는 임목들의 작은 집단을 말한다. 간벌시기에 도달할 때마다 간벌세포간의 접촉면은 항상 좁아진다.



<그림 4-3-2> 소나무 간벌 임분의 미래목과 간벌세포

(3) 도태간벌 개념 구분

도태간벌에서는 임분 내의 임목을 다음과 같은 개념으로 구분한다.

○ 미래목(future crop tree)

수목사회적 위치, 건전성, 형질 등이 가장 우수한 나무로 선발된 정형수(elite tree)로 목표하는 최종수확목으로 남기는 나무이다.

○ 선발목(selected tree)

일정한 조건(동일한 수령, 동일한 입지환경 등) 하에서 주위 인접목 보다 외형상으로 한가지 또는 그 이상의 특성이 아주 우수하게 나타나는 수형목(plus tree)으로써, 일단 선발되었어도 목표하는 최종수확목으로 끝까지 남을 수도 있고 중도에 생장과 형질이 저조해져 다른 나무로 대체될 수도 있는 나무이다.

○ 후보목(candidate)

임목형질과 생장의 우열이 확실히 분화되지 않은 유령림단계의 임분에서, 차후 선발목으로 선택될 가능성이 있는 우량한 나무로서 보육작업시 선발하지는 않지만 특별히 보호하고 장려된다.

※ 현행 도태간벌에서의 미래목은 엄밀히 말해서 최종수확 전 중도에서 대체될 수 있는 선발목이지만, 이들 선발목 중에는 명실공히 미래목이 될 가능성도 있고 또한 미래목으로 육성한다는 뜻에서 의도적으로 미래목이라 하고 특별하게 무육관리를 한다.

다. 특성

○ 도태간벌은 간벌양식으로 볼 때 상층간벌에 속하지만 전통적 간벌양식과는 다른 새로운 간벌양식이다.

○ 도태간벌은 가장 우수한 우세목들을 선발하여 그 발달을 조장시켜 주는 명쾌한 목표의 무육벌채적 수단을 갖고 있는 간벌양식이다.

○ 도태간벌은 상층임관의 일시적 소개에 의해서 지피식생과 중, 하층목이 발달되어 미래목의 수간 맹아 형성 억제와 복층구조 유도가 용이해진다.

○ 무육목표를 최종수확목표인 미래목에 집중시킴으로써 장벌기 고급 대경재 생산에 유리하여, 간벌 대상목이 주로 미래목의 생장 방해목에 한정되기 때문에 간벌목 선정이 비교적 용이하다.

○ 미래목 생장에 방해되지 않는 중, 하층목 대부분은 존치되고 주로 미래목의 생장 방해목이 간벌됨으로써 간벌재 이용에 유리하다.

라. 실행시기 및 강도

(1) 1차간벌

○ 도태간벌의 특징인 적극적 선발(도태)이 실제로는 후기 유령림 단계에서 발단이 되어 소경목단계에서 시작된다.

○ 총림단계에서 무육작업이 실시된 후 생장이 왕성한 임분에서는 약 3~4년, 부적당한 입지에서는 늦어도 약 5~6년이 만기가 된다.

○ 도태간벌을 조기에 실시하면 간벌효과가 없으며, 너무 늦으면 여러모로 불리하다. 그러나 가장 중요한 것은 임분을 철저히 관찰하여 간벌적기를 찾아내는 것이다.

(2) 2차간벌

○ 도태간벌의 2차간벌 시기는 다른 간벌과는 달리 일정한 기준이 없다. 대개 1차간벌 후 입목도가 증가되었을 때 2차간벌이 시작되지만, 임지 전체의 입목도증가가 균일한 시점(완전울폐)까지 기다릴 필요는 없다. 임지 내의 많은 나무들이 생장이 증가되지 않은 상태에서 그대로 있을 수 있고, 국소입지에 따라 생장차이가 있어 1차간벌 후 수관울폐가 지연될 수 있기 때문이다. 따라서 2차도태간벌 시기는 주로 선발된 미래목들을 중심으로 한 간벌세포의 입목도와 관계가 있다.

○ 2차간벌 방법은 1차간벌시의 적극적 도태방법과 같다. 다만 2차간벌에서는 1차간벌에서 선발된 미래목(1차미래목)에 피해가 발생했거나 또는 생장이 현저히 둔화(인접목에 비하여)되었을 경우, 1차간벌에서 중용목이 있었던 곳의 간벌세포에서 2차 미래목을 다시 선발하여 대체하고 2차 미래목에 대한 무육을 실시한다.

(3) 간벌강도

도태간벌을 처음 실시할 때는 원칙적으로 임분안정을 고려하여 강도 간벌을 자제하는 것이 좋다. 미래목에 대한 경합목과 생장방해목으로서 제거되는 대부분의 나무들은 수관이 작기 때문이다. 간벌세포 내의 미래목에 대한 수관차단은 경합목 제거를 통해 해소되지만, 그외 전체 임분울폐에 대한 각 임목들의 수관차단은 크게 두려워하지 않아도 된다. 원래의 도태간벌에서는 간벌량과 간벌강도에 대한 일정한 기준은 없고 수종과 입지, 생산 목표에 따라 그 때마다 융통성 있게 간벌강도와 간벌주기를 적용하는 것이다.

마. 실행상의 착안점

(1) 미래목 선정은 본수(ha당)보다는 미래목 간의 간격유지에 주의하여(일반적으로 미래목 간격은 5m 이상 유지, 이 간격은 미래목이 최종수확기까지 이용할 최소생육

공간임) 가능한 한 임분에 고르게 분포시킨다.

(2) 도태간벌의 간벌지침은 소위 말하는 자연적 육림(자연과 조화되는 무육) 개념의 관리이기 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.

(3) 도태간벌은 형질분화의 폭이 넓은 수종에 적용하는 것이 보다 효과적이다. 예를 들어, 전나무속과 가문비나무속의 나무들은 형질분화의 폭이 좁고 참나무류, 소나무류 등은 형질 분화의 폭이 넓다. 따라서 형질분화 폭이 좁은 수종은 도태간벌을 실시하되 소극적 도태 방법으로 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 무육하고 그 다음 간벌시기에 적극적 도태간벌을 실시하는 것이 좋다.

(6) 간벌 초기단계에서 처음 간벌을 실시하는 임분에서는 최종수확본수(기존미래목본수)의 1.5~2배 정도의 미래목을 선정하는 방법도 고려할 수 있다.

바. 대상임분

- ○ 장벌기(長伐期) 우량대경재(大徑材)생산을 목적으로 하고,
- ○ 지위 “중” 이상으로 임목의 생육상태가 양호하며,
- ○ 우세목의 평균수고 10*m* 이상인 임분 (임령 20년생 이상),
- ○ 간벌실행 전에 제벌 등 무육을 실시한 임지, 다만 무육을 실행하지 않은 임지라도 상층 임목간의 우열이 현저한 우량임분의 경우에는 실행이 가능하다.

사. 선목방법

- ○ 도태간벌의 본질은 우선 현재의 가장 우수한 나무들을 탐색하는 것이며, 이들을 선발목으로 한다.
- ○ 적극적 선발에 의한 도태간벌 시기를 놓치거나 소극적 도태에 의한 무육만 계속된다면 가치생장 효과를 그르치게 만든다. 단계별로 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 관찰하여 선정한 다음, 어디에 또 다른 미래목(두번째 미래목)이 서 있는가를 관찰

⇩

첫번째 미래목의 수관에 어느 나무가 가장 경합하고 있고 생장에 방해가 되는가를 관찰하여 우선 첫번째 간벌목을 선정

⇩

첫번째 미래목에 가장 경합되는 첫번째 간벌목 외에 또 다른 경합목이나 생장방해목이 없는가를 관찰하고 만약 있으면 두번째 간벌목을 선정

⇩

두번째 미래목을 관찰 선정하고 어느 나무와 가장 경합이 되고 생장에 방해가 되는가를 관찰한 다음 우선 첫번째 간벌목 선정

⇩

반복실시

아. 미래목의 요건 및 관리 방법

(1) 요건

○ 수종

침·활엽수의 모든 경제수종에서 미래목 선발이 가능하고, 혼효림에서는 유용수종을 우선 선발하되 그 임지의 우점 수종이어야 한다.

○ 생활력과 임지적응성
- 건전하고 생장이 왕성한 것(근부, 수간 및 수관)
- 피압을 받지 않은 상층의 우세목일 것(폭목은 제외됨)
○ 형 질
- 나무줄기가 통직하고 분간(分幹)되지 않으며
- 병충해 등 물리적인 피해가 없고
- 이상형상 등이 없을 것
○ 거리 및 간격
- 미래목간의 거리는 최소 5m 이상이며
- 미래목간의 거리, 간격을 일정하게 유지할 필요는 없으며 임분 전체로 볼 때 대체로 고루 배치되는 것이 이상적이다.
- 최대 400본/ha 미만이어야 한다. 활엽수는 100~200본/ha, 침엽수는 200~400본/ha이다.

(2) 관리방법

○ 미래목 가지치기
- 미래목에 대해서만 수액정지기(11월, 익년 3월)에 실행하는 것이 이상적이나 인력수급 등을 고려하여 간벌작업 시에 같이 실시한다.
- 가지치기 높이는 나무키의 1/3~2/5 정도로 하며 마른가지는 전부 쳐준다.
- 활엽수 가지치기는 지융부를 손상치 않도록 하며, 반드시 톱을 사용하고 낫을 사용한 가지치기는 금지한다.
- 주의사항 : 활엽수(포플러류 제외)는 가지 직경이 5㎝ 이상이면 상처 유합이 어려우므로 절단해서는 안된다.
○ 미래목 관리
- 벌채 및 산물의 하산작업, 기타 작업시 미래목을 손상하지 않도록 주의하여야 한다.
- 덩굴류(칡, 머루, 다래, 담쟁이 등)는 수시로 제거한다.

자. 미래목외 임분구성목

미래목외의 임분 구성목은 그 수형에 따라 다음과 같이 구분한다.

(1) 중용목

미래목과 함께 선발되지 못한 우세목 또는 준우세목으로써 미래목과 충분히 떨어져 있어 미래목에 영향을 주지 않으며 임분 구성에 필요한 예비목이다. 차후 임분 밀도가 과밀해지거나 간벌재를 이용할 필요가 있을 때는 간벌 대상이 되나 상황에 따라 미래목을 대신할 수도 있다.

(2) 보호목(유용치수)

하층임관을 이루고 있는 유용한 임목으로써 미래목 생육에 지장을 주지 않으며, 수간하부의 가지발달 억제와 임지 보호를 목적으로 잔존시킨다.

(3) 방해목(또는 유해목)

미래목 및 중용목 생육에 지장을 주는 간벌대상목이다.

○ 경합목 : 미래목과 중용목에 인접하여 압박을 주거나 경합하는 모든 나무이다.

○ 지장목 : 미래목과 중용목에 인접한 세장목 또는 기대어 있는 나무이다.

※ 무관목 : 미래목과 중용목에 전혀 지장을 주지 않는 형질 불량목, 피해목 등으로써 임분 구성상 일단 존치시키는 나무. 차후 제거 대상이 된다.

● 간벌실행법 예시

〈울폐림에서의 실행법〉

미래목 생육에 지장을 주는 임목만 제거하되 활엽수 개재목은 보호하거나 경우에 따라서는 생육을 촉진시킨다.

〈혼효림에서의 실행법〉

특히 혼효림에서는 미래목간의 거리를 일정하게 유지하기는 어렵다.

3.1.6.4. 정량간벌

가. 의미

정량간벌은 간벌의 실행기준을 간벌량에 두고 임목밀도를 조절해 나가는 간벌로서, 수종별로 일정한 임령, 수고 또는 흉고직경에 따라 잔존 임목본수를 미리 정해 놓고 기계적으로 간벌을 실행하는 방법이다. 간벌량과 최종 수확량 생산재의 규격 등의 예측이 가능하고 임분을 체계적이고 계획적으로 관리할 수 있으며 공간을 최대

한으로 적절하게 활용할 수 있다는 장점이 있는 반면, 임목의 형질과 기능이 고려되지 않는다는 단점이 있다. 그러나 간벌할 때 잔존목에 대한 균일한 공간 배치를 우선하되 형질 불량목 및 열세목, 피압목 등을 간벌목으로 선정함으로서 이러한 단점을 보완할 수 있다.

나. 간벌량 결정

간벌량 결정에서는 간벌대상 임분의 평균수고, 평균직경, 임령 등에 대한 적정본수, 재적, 흉고단면적 합계 등을 결정해야 하며, 이의 결정에 임분수확표나 밀도관리도 등을 이용한다. 현행 방법으로는 대상임분 내 주임목 평균 흉고직경을 조사하여 임분수확표상 해당직경에 대한 주임목 본수를 간벌 후의 적정잔존본수로 결정하는 방법을 적용하고 있다.

적정간벌은 해당경급을, 약도간벌은 낮은 경급을, 강도간벌은 상위경급을 적용하여 경영목표에 맞추어 간벌량을 임의로 결정할 수 있다.

다. 간벌목 선정

간벌 후 잔존본수가 결정되면 다음의 계산식으로 간벌 후 잔존목의 거리간격을 결정할 수 있으며 이 거리간격을 감안하여, ①고사목 및 피해목> ②피압목> ③생장불량목> ④형질열등목> ⑤우량목 생장에 방해가 되는 임목 순으로 제거목을 선정하며, 목표하는 잔존본수가 가능한 한 임지 전체에 균일하게 분포되도록 간벌목을 선정한다.

※ 간벌후 잔존목의 거리간격 계산식

$$\text{잔존목의 간격}(m) = \sqrt{\frac{10{,}000\,\text{㎡}}{ha\text{당 간벌후 잔존본수}}}$$

<표 4-3-3> 수종별 평균 흉고직경급별 간벌후 잔존본수 기준표

(단위: 본/ha)

수 종	가슴높이직경급(㎝)											
	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	-	-	-
상수리나무	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	390	350

<기준표 적용시 유의사항>

- 경급별 잔존 기준본수 이상 생립하고 있으면 간벌대상임지로 판단한다.
- 대상 임분이 과밀하여 상기 잔존본수를 적용하면 과도한 벌채가 되는 경우, 본수 간벌률을 기준하여 60% 범위 내에서 실행한다.
- 임분의 상태, 작업의 경제성 등을 고려하여 기준본수의 10% 범위 내에서 조정하여 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.

3.1.6.5. 열식간벌

가. 대상임분

열식간벌의 대상임분은 다음과 같다.

○ 열식인공조림지로서 임목밀도가 식재본수의 70% 이상인 임지

○ 임목의 생장이 균일하여 임목간의 우열이 심하지 않은 임지

○ 지금까지 간벌을 실행하지 않은 유령임분

나. 실시 요령

(1) 간벌열 선정

○ 2열 이상 존치시키고 1열을 간벌열로 선정하되 임연부는 2열 이상 존치시킨다.

○ 간벌열의 첫 번째 입목은 존치시키되 기계화 작업시 장애가 되는 입목은 제거할 수 있다.

○ 간벌열 내의 우량임목은 존치시킬 수 있으며 잔존열 내의 불량목은 제거할 수 있다.

(2) 간벌량 결정

매 간벌열의 상, 중, 하부에서 각 1본씩 임목의 수고와 흉고직경을 측정하여 평균수고 및 평균흉고직경을 측정한다.

○ 간벌재적 산출

전항에서 산출된 평균수고와 평균직경으로 입목간재적표에서 단재적을 찾아 총 간벌본수에 곱하여 구한다.

〈산출공식〉

$$\text{평 균 수 고(m)} = \frac{\text{측정 표준목의 수고 총합계}(m)}{\text{측정 본수 합 계(열수×3)}}$$

$$\text{평균흉고직경(㎝)} = \frac{\text{측정 표준목의 흉고직경 총합계(㎝)}}{\text{측정 본수 합계(열수×3)}}$$

<표 4-3-4> 수종별 최종수확목(미래목) 본수

수 종	벌기령 (년)	목표직경 (㎝)	본 수 (본/ha)	평 균 수간거리 (m)
강 송	100	50	250	6내외
잣 나 무	70	45	300	〃
전 나 무	100	50	250	〃
낙 엽 송	70	40	350	5내외
리기다 소나무	60	40	350	〃
편 백	80	45	300	6내외
상수리나무	80	40	300	〃
독일가문비	120	60	120	9내외

- 최종수확 본수는 지위 상을 기준
- 지위 중은 최종수확본수를 20% 정도 늘려 선정

3.2. 천연림 시업

3.2.1. 개념

천연림을 제대로 가꾸기 위해서는 인공림과 같이 생육단계에 맞추어 천연림에 대한 체계적인 숲가꾸기가 이루어져야 한다. 천연림 시업은 두가지가 있는데, 첫째는 천연림보육으로 임분구조가 정상적이며 임분 내 미래목이 충분히 있어 우량대경재 생산이 가능한 임분에 대해 실시하는 시업이며, 둘째는 천연림 개량으로 임분구조가 불량하여 미래목 본수가 부족하여 우량한 목재 생산이 불가능한 임분에 대해 실시하는 시업이다.

3.2.2. 천연림보육

3.2.2.1. 도입 배경 및 추진 경위

제2차 치산녹화계획(1979~1988)을 추진하는 과정에서 농촌인력의 부족현상과 조림지의 감소 등과 같은 산림과 관련한 여건의 변화가 생겼으며, 획일적인 대면적 개벌에 의한 인공조림을 지양하고 우량한 천연림은 경제림으로 유도하고자 하는 조림사업의 일환으로 인공림 무육과 병행하여 천연림 무육을 시작하게 되었다. 또한, 활엽수 수종갱신 조림지는 사후관리가 어렵고 기대한 투자성과 달성에 문제가 제기되어 우량한 천연림은 수종갱신 대상에서 제외하고 무육작업을 통하여 용재림으로 유도함으로써 투자효율을 제고하고자 하였다.

1978년 한독 산림경영사업기구(경남 양산)에서 독일의 임업전문가 뮬러의 기술자문 하에 편백나무 조림실패지에 형성된 소나무 천연치수림(경남 울산시 삼남면 조일리)과 참나무 천연림(울산시 상북면 이천리)에 최초로 무육작업이 실연되면서 천연림 보육기술이 도입되었다.

이후 1980년까지 천연림 보육기술 전파가 시작되어 시범지를 조성하였으며, 천연림무육 또는 천연림 제벌작업이라는 이름으로 우량목 무육 개념이 도입되기에 이르

렀다. 1982년에 이르러 국유임야사업으로 18,140ha에 걸쳐 정식으로 천연림 보육이 시작되었으며, 이에 맞추어 산림청에서는 천연림 보육실시요령 및 천연림 보육작업 요령을 작성하여 시달한 바 있다.

1982년부터 1984년 사이에는 천연림 보육기술 개선 및 교육이 본격적으로 추진되어 임업기계훈련원(강원도 연곡)과 양산 한독산림기구에서 독일의 임업전문가 뵈닝의 기술자문 하에 실습림에 실연사업지를 조성하고 전국의 산림공무원, 임업기능인들을 대상으로 본격적인 교육이 실시되었다.

천연림 보육기술의 체계화를 위한 연구사업은, 1986년부터 광릉시험림, 인제관리소 관내 국유림에 최초로 시험지를 조성하고 본격적인 연구에 착수하여, 천연림 분포 및 임분특성조사를 실시하고 시범지를 조성하였으며, 현재는 천연림의 임분유형에 맞는 시업모델을 개발 및 임분 유형별 유지관리 기술개발에 관한 연구를 수행하고 있다.

3.2.2.2. 발달과정

스위스 알프스산악지대의 천연림과 택벌림에서 발달된 쉐델린-라이분트굿의 무육체계와 도태간벌방식은 미래목 선발 및 무육관리에 핵심을 두고 있으며, 여기에 대한 이론은 쉐델린(Schädelin, 스위스. 1934)의 무육원리에 근거를 두고 있으며, 라이분트굿(Leibuntgut 스위스, 1980)에 의해 발전되었다.

즉, 쉐델린이 처음으로 무육벌채라는 용어를 사용하였고 무육단계를 설정하였으며 도태간벌의 이론을 정립하였다. 1930년대 이전, 즉 쉐델린 이전의 시대에는 간벌과 주벌의 개념만 있었고 무육간벌이라는 용어와 무육단계(치수무육-제벌-간벌)는 설정되지 않았다.

이 이론은 1960년대 초에는 독일, 1970년대에는 오스트리아 및 기타 동유럽 국가 등에서 널리 채택되어 보급되었고, 일본에서는 이론적인 면에서는 채택되었으나 아직도 보급되지 않고 있으며, 중국에서는 동유럽 국가인 러시아의 영향을 받아 택벌림 무육기술에 쉐델린 이론이 적용되고 있다.

3.2.2.3. 기본원리

가. 무육이론

재적생장보다는 형질생장(가치생장)에 중점을 두고, 최고의 가치생장을 위해 조기

에는 우수한 나무를 선발 탐색하여 경쟁하는 나무(불량목이든 우량목이든 간에)는 제거하고 우수한 나무는 생장 및 발달이 촉진되도록 집중관리하며, 임지보존, 수간무육, 갱신준비를 고려하여 하층 식생 및 부임목은 보호한다.

집단에서 원하지 않는 불량 개체만을 제거하는 소극적(간접적) 선발(도태)방법과, 집단에서 원하는 우수한 개체를 선발 장려하고 이들과 경합하는 개체를 제거하는 적극적(직접적) 선발(도태)방법이 있다.

나. 무육단계

무육단계는 수고 등을 기준하여 자연발달단계 즉 생육단계에 따라 치수무육단계, 제벌단계, 도태간벌단계, 수고생장촉진 간벌단계 등으로 구분하며, 무육은 생육단계별로 적기에 실행하여야 한다. 천연림보육에서 간벌이전 단계에서는 소극적 도태(미래목 선발 표식 없음, 우량목의 선발 탐색은 가능)방법을 적용하며, 간벌단계에서는 적극적 도태(미래목 선발 표식)방법을 사용한다.

3.2.2.4. 의의

천연림은 소나무림이나 참나무림과 같이 자연의 힘에 의해 조성된 숲으로, 그 형태가 다양하게 나타나고 있으므로, 천연림에 대한 보육은 인공림보육보다 더 많은 지식과 경험을 필요로 하고 힘이 드는 작업이다. 과거 오랫동안 실시해 오던 획일적인 대면적 인공식재만을 조림개념으로 인식해서는 안되며, 천연림에 대해서도 국부적으로 맹아갱신, 천연하종갱신과 함께 제벌, 가지치기 등 무육작업을 실시하여 이를 경제성이 높은 임분으로 개량해 나가야 할 것이다.

천연림보육은 인공림보육의 상대적인 뜻이며 기술적인 내용은 차이가 없고 방법상의 차이가 있다. 즉, 인공림보육은 임분보육적인 성격이 강하고 천연림보육은 임분개량의 성격이 강하여 맹아목 가꾸기, 보식 등이 포함되며, 불량한 성목들이 제거대상이 되므로 작업이 복잡하고 노동력이 많이 소요되는 점 등이 인공림보육과 다른 점이다.

천연림 보육작업은 유령림단계 보육부터 간벌단계 보육까지 포함되며, 부분적으로 보완조림, 개량대상지 등이 혼재되어 있는 복잡하고 다양한 천연임분을 대상으로 여러가지 육림적 작업방법을 적용하여 형질이 우량한 임분으로 유도하는 산림작업방법으로서,

첫째 수종갱신을 하는 것보다 경제적이고,

둘째 임목생장을 촉진시켜 수확기를 단축시키며,

셋째 그 입지에 알맞은 자생수종으로 이루어진 임분이므로 성공이 확실하여 우량하고 건전한 산림을 조성할 수 있는 장점이 있다.

3.2.2.5. 작업 방법

가. 천연림의 구분

천연림은 구성수종에 따라 아래와 같이 3그룹으로 대분 할 수 있다.

- 활엽수림 : 활엽수로 구성된 천연림이다.
- 소나무림 : 소나무로 구성된 천연림이다.
- 침·활엽수혼효림 : 침엽수와 활엽수가 혼효된 숲으로 침엽수는 소나무가 주수종이다.

나. 보육단계

임분의 생육단계에 따라 다음과 같이 유령림단계와 간벌단계로 구분하여 보육작업을 실시한다. 유령림단계 보육작업은 대상림의 평균수고가 2*m* 내외, 4~8*m*일 때 2회 실시하거나 임상에 따라 1회만 실시하며, 간벌단계 보육작업은 3회에 걸쳐 실시하거나 임상에 따라 무육회수를 조절하여 실시한다. 미래목 선목은 1차 간벌단계에서만 실시한다.

<표 4-3-5> 천연림 보육단계

보 육 단 계		평 균 수 고
유 령 림 단 계		8*m* 이하
간 벌 단 계	1차 간벌단계	10~12 *m*
	2차 간벌단계	15~17 *m*
	3차 간벌단계	20~21 *m*

(1) 유령림 보육단계

임목 평균수고가 8*m* 이하인 임분으로, 상층 임목간의 우열이 현저하게 나타나지 않는 천연임분에서 형질불량목을 제거해주고 우량목을 보호함으로서 임분의 질을 높이고, 장차 간벌단계 보육시 미래목을 선정할 수 있는 기반을 조성하는 보육작업 단계이다.

유령림 보육단계는 두가지로 나뉘는데, 수고 2*m* 내외인 임분과 수고 4~8*m*의 임분으로 구분하여 작업한다.

(가) 수고 2*m* 내외의 천연림

○ 천연활엽수림 및 소나무림

- 상층 대경목

천연치수림의 상층에 형질이 우량한 대경목이 있는 경우 이들을 남겨두고 그 아래에 자라고 있는 치수를 보육한다. 형질이 불량한 임목이라 하더라도 풍치 및 야생조류 서식지·먹이공급지로서 남길 수도 있으나, 이러한 기능이 없는 경우 숲의 가치를 높여주기 위하여 치수에 피해가 적은 방향으로 벌도하여 제거한다.

제거시 잔존목에 피해를 줄 염려가 있으면 수피벗기기 또는 살목제를 사용하여 입목상태에서 고사시키는 방법이 효과적이다.

- 폭목

형질이 불량한 폭목으로 소나무 등 침엽수의 경우는 지표에 가까운 부위에서 베어주고, 활엽수는 일시에 넓은 공간이 생겨 주위 입목의 생장과 임지에 나쁜 영향을 주지 않도록 줄기의 중간부위에서 베어주면 된다.

- 덩굴류, 불량 속성수 제거

칡, 다래, 아까시나무, 싸리나무, 불량 참나무류 및 서어나무 맹아, 기타 아교목성 수종 등은 제거하여 광선과 양분 및 수분경합으로부터 원하는 수종을 보호하고 숲이 파괴되는 것을 막아 준다.

- 병해목 및 불량형질목 제거

병든 나무, 상해 받은 나무 및 불량형질목이 밀생된 임분에 섞여 있을 경우 우선 모두 제거하고 맹아갱신이 가능할 경우 재갱신한다. 만일 이들을 모두 제거하면 임지노출의 우려가 있을 경우, 우량목의 생장에 영향을 주지 않도록 유도하면서 다음 보육 시기까지 보류하는 것이 바람직하다.

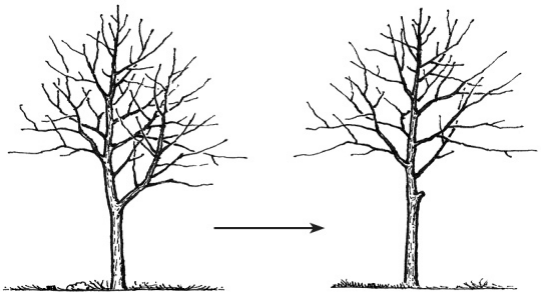
- 임분의 밀도조절

과밀임분은 일정간격으로 솎아주어 광선 경합을 해소시켜 준다. 솎아낼 나무는 줄기의 중간부위를 절단해줌으로서 잔존목의 가지발달을 억제하여 곧게 자라도록 유도한다. 임분 밀도가 적당한 임분의 경우 불량형질목은 초두부를 절단해주고 쌍가지를 제거시켜 잔존목과 함께 곧게 자라도록 한다. 밀도가 낮은 임분의 경우, 밀도가 낮더라도 보육을 하여야 한다. 활엽수 맹아림은 각 근주에서 건강한 1~2본 정도를 남기고 가능한 한 유용수종의 실생묘로 자란 활엽수를 가꾸어준다. 혼효된 치수림을 보

육작업할 때에는 수종의 성질(음수, 양수)을 고려하여야 한다.

- 수형다듬기

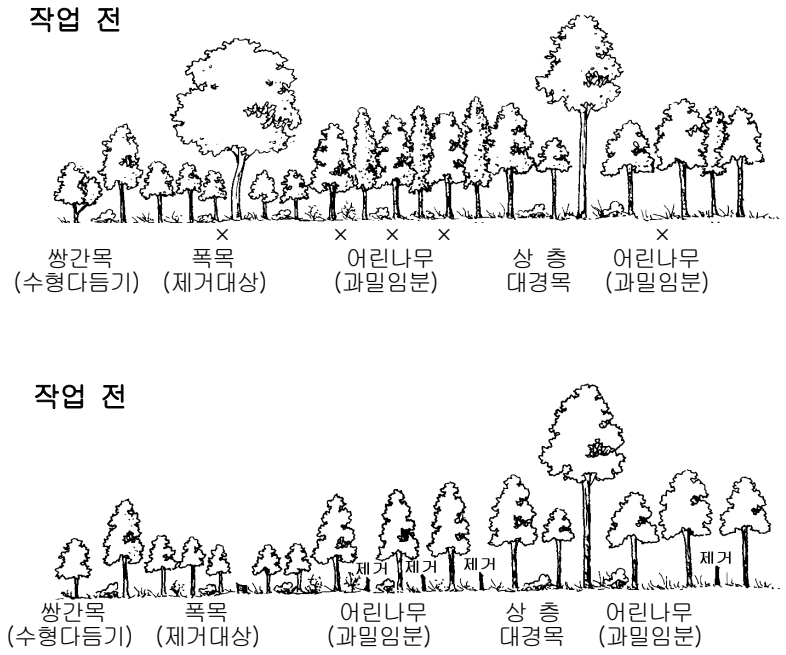
쌍가지로 자란 경우 그중의 하나를 잘라주고, 원형수관으로 자란나무는 가지를 절단하여 피라미드형으로 유도하여 보육된 나무가 곧게 자라게 한다.



<그림 4-3-3> 쌍간목 수형조절 모식도

- 임분의 혼효도 관리

천연임분의 구성여건에 맞추어 실행하여야 하나, 가능한 한 우점하고 있는 수종으로 양질의 건강한 숲이 이루어질 수 있도록 혼효된 상태로 유도한다.



<그림 4-3-4> 유령림 보육작업 전·후의 임분변화

- 천연활엽수림(수고 2*m* 내외)

○ 침·활 혼효림(소나무·활엽수)

상층을 구성하고 있는 침엽수종이 대부분 소나무로 혼효되어 있는 경우, 천연림 상층의 형질이 불량한 대경목과 폭목은 수종에 관계없이 제거하며 기타 작업은 활엽수림 무육기준을 적용한다.



<그림 4-3-5> 유령림 보육작업 전·후의 임분변화
- 침·활혼효림(수고 2*m* 내외)

(나) 수고 4~8*m*의 활엽수림

○ 천연활엽수림 및 소나무림

임목 평균수고가 4~8*m*인 임분으로 장차 간벌시 미래목을 선정할 수 있는 기반을 조성하는 보육작업 단계로 작업방법은 수고 2*m*의 활엽수림 보육과 동일하다.

- 폭목

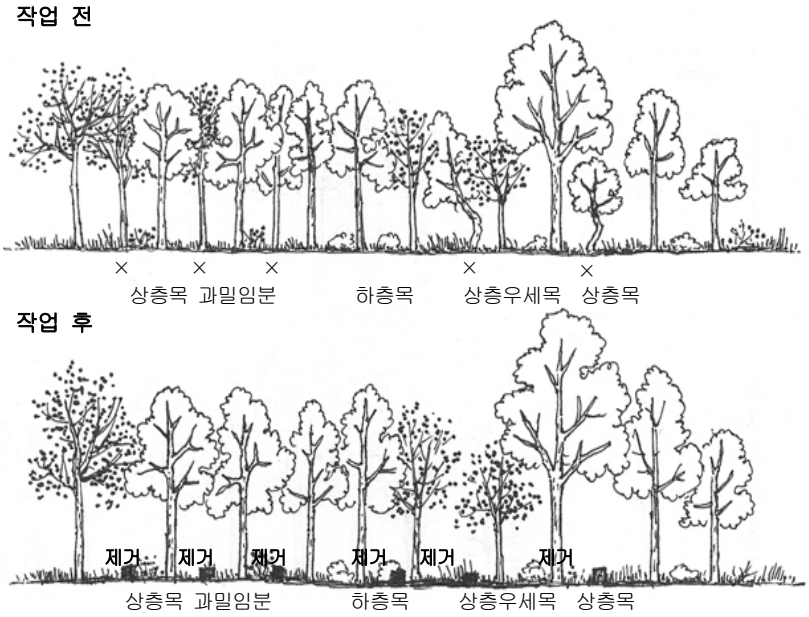
형질이 불량하고 수관이 과대하여 인접목의 생장을 방해하는 임목으로 제거되어야 한다.

- 생육공간조절

상층수관이 서로 밀착되어 경쟁이 심할 경우 수관발달이 불량한 나무를 제거하여 상층목간의 적정간격을 유지하도록 한다.

- 하층임분과 피압목

하층임분과 피압목은 자연 그대로 방치하고 하층이 과밀한 경우에는 일정간격으로 솎아준다.

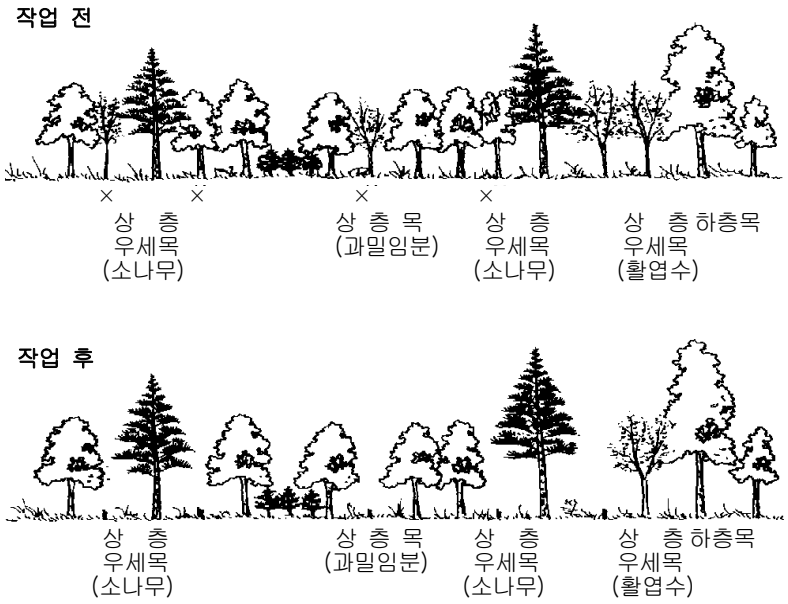


<그림 4-3-6> 유령림 보육작업 전・후의 임분변화

- 천연활엽수림(수고 4~8*m*)

○ 침・활 혼효림(소나무・활엽수)

활엽수 천연림 무육기준을 적용하며 하층에 있는 소나무는 제거하지 않으며, 기타 작업은 활엽수 천연림의 무육기준을 적용한다.



<그림 4-3-7 > 유령림 보육작업 전・후의 임분변화

- 침・활혼효림(수고 4~8*m*)

(2) 간벌단계

유령림 단계의 무육을 거친 천연림은 간벌단계로 생장하며, 간벌단계에서는 미래목 선정 및 1차간벌, 2차간벌, 3차간벌로 구분하여 작업을 실시하게 된다.

(가) 미래목 선정 및 1차 간벌

1) 시기

임목의 평균수고가 10~12*m* 정도인 임분으로, 상층 임목간에 우열이 뚜렷한 천연임분에서 우세목 중 미래목을 선정하고 미래목 위주로 무육하는 도태간벌을 시작하는 단계이다.

- 미래목 선정기준

벌기령까지 보육할 대상목으로서 상층임관을 구성하고 있는 임목 중 생장이 왕성하고 형질이 우량목으로, 수간이 통직하고 피해를 입지 않아 건전하며 임목간의 위치가 적절(간격 5m 이상)해야 한다.

- 간벌 대상목

미래목의 수관을 억압하는 생장경쟁목, 미래목의 수관과 수간에 상해를 입히는 임목, 병해충 피해목과 중용목이라도 과밀할 때에는 중용목 중 불량한 임목이 해당된다.

- 미래목 관리

벌채 및 산물의 집재작업, 기타 작업시 미래목이 손상되지 않도록 주의하고, 하층임목(보호목)은 토양개량, 생태계보전 및 미래목의 수간 형질향상 등을 위하여 잔존시킨다.

※ 임목의 구분

○ 미래목 : 벌기령까지 보육할 대상목으로서 상층임관을 구성하고 있는 임목 중 형질우량목이다.

○ 중용목 : 미래목과 함께 상층임관을 이루고 있으나 미래목으로 선발되지 않은 임목 중 보육과정에서 간벌대상이 되고 일부는 미래목과 함께 최종수확하는 임목으로 가지치기를 할 필요는 없다.

○ 방해목 : 미래목과 중용목의 생육에 지장을 주는 폭목, 생장경합목, 병해충피해목, 고사목 등 제거 대상임목이다.

○ 보호목 : 하층임관을 이루고 있는 임목으로서 미래목 생육에 아무런 지장을 주지 않고 오히려 미래목 하부에 가지발달을 억제하는 한편, 토양수분의 보호등 생태적으로 잔존시켜야 할 임목이다.

<표 4-3-6> 천연림의 수종별 미래목 본수표

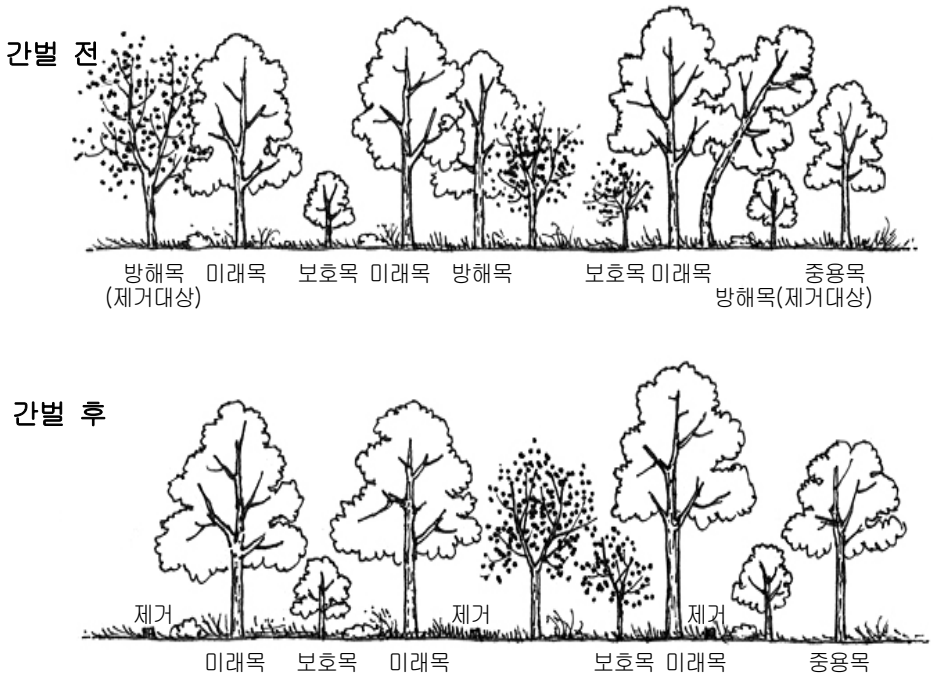
수 종	목표직경 (㎝)	미래목본수 (본/ha)	벌기령 (년)
소 나 무	50	250	100
상수리나무	40	300	80
피 나 무	40	180~240	80~100
물푸레나무	40	170~220	80~100
음 나 무	40	210~280	80~100
고로쇠나무	40	140~190	80~100

2) 작업방법

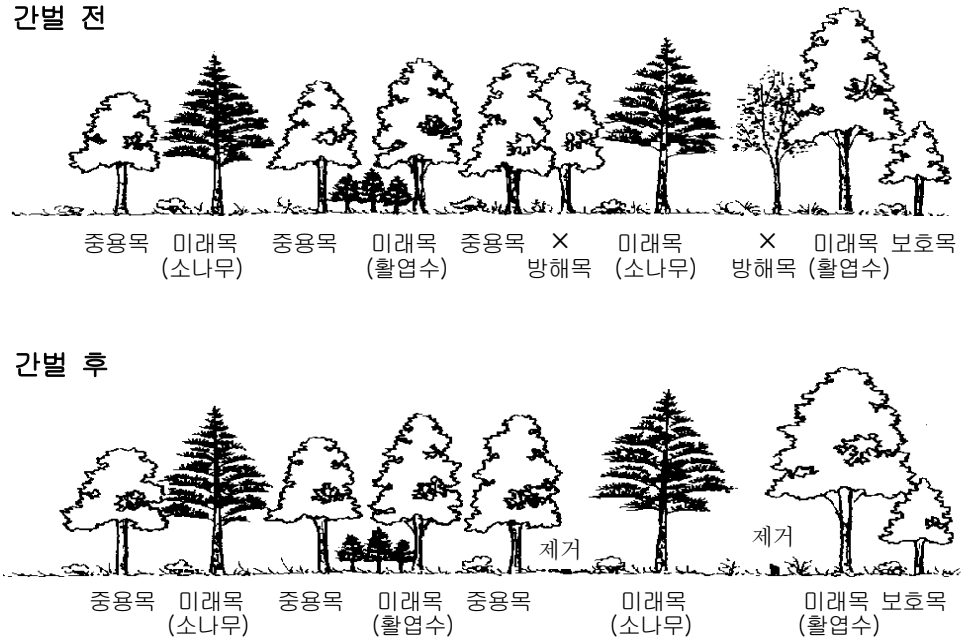
가) 불량목 제거와 생육공간 조절

- 폭목의 제거와 관리 : 치수보육과 방법상 차이는 없다. 그러나 이미 성목단계에서 폭목으로 남은 나무는 전지 등으로 수형을 바꾸기 어려우므로 특별히 군상으로 자라는 경우 이외에는 이를 제거하는 것을 원칙으로 한다.

- 숲을 건강하게 가꾸기 : 상해목, 병충해 피해목을 제거시켜 병해충 발생의 온상이 되지 않도록 한다.
- 불량형질목과 가치가 낮은 나무 가꾸기 : 상층수관에 있는 굽은나무, 꼬여자란 나무, 쌍가지로 자란 나무나 원하지 않는 수종 또는 가치가 낮은 수종은 제거하여 준다.
- 생육공간조절 : 상층수관이 밀하게 자랄 경우 수관발달이 불량한 나무들을 제거하여 상층목간의 적정간격이 유지되도록 한다.
- 열상제벌 : 천연갱신지에서 일정간격으로 제벌하여야 될 경우에는 열간거리가 최대 2.5m 이내가 되도록 한다.



<그림 4-3-8> 1차 간벌 전·후의 임분 변화
- 천연활엽수림(수고 10~12m)



<그림 4-3-9> 1차 간벌 전·후의 임분 변화
- 침·활혼효림(수고 10~12*m*)

나) 혼효도 조절

혼효도의 조절은 입지와 그 입지 하에서의 수종별 생장특성에 의해 조절되며, 방법으로는 단목혼효, 수본을 묶음으로 하는 혼효 또는 군상혼효가 있다.

- 하층 임목과 피압목 관리 : 하층 임목은 특별한 이유가 없는 한 자연 그대로 방치하여야 한다. 이는 숲의 생태적 성질을 좋게하고 상층목의 수간에서 나오는 곁가지 발달을 막아주므로 오히려 보호시켜 나가야 할 나무들이다.
- 보완조림 : 처음 유령림보육을 하는 임분에서 보완조림의 필요가 있는 곳은 맹아림, 천연하종 또는 보식 등을 통하여 보완조림 한다.
- 미래목 가꾸기 : 상층임관 중 우량목이 확연히 구분되고 해당 임지가 적절한 경우 우량목을 선정하고, 이를 미래목이라 하며 특히 미래목 위주로 보육작업을 한다. 미래목을 우선 선발한 후 이 나무의 수관과 수간생장의 발달에 지장을 주는 나무를 제거시키며 가지치기를 하고 표식을 하여준다.

(나) 2차 간벌

임목의 평균수고가 15~17*m*인 임분에서 실시하며, 1차 간벌과 마찬가지로 미래목

의 생장에 방해가 되는 나무를 제거한다.

(다) 3차간벌

임목 평균수고가 20*m* 내외인 임분에서 실시하며, 미래목의 생장에 방해가 되는 나무를 제거한다.

3.2.3. 천연림개량

천연림 개량은 천연림보육작업을 실시하기에는 입지적 조건, 임목형질이 부적당한 임분을 대상으로 임분의 형질개선을 위하여 실시하는 작업이다.

천연림개량작업을 통하여 형질이 개선된 임분에서는 우량중경재를 생산할 수 있으며, 또한 임분형질이 개선되어 우량대경재 생산이 가능하다고 판단되는 경우에는 천연림보육으로 전환할 수 있다.

3.2.3.1. 대상지

천연림개량작업은 아래와 같은 조건을 가진 천연림을 대상으로 실시하게 된다.

가. 생장은 양호하나 형질이 불량하여 우량대경재 생산이 불가능한 천연림,

나. 유령림단계의 천연림 중 특용·소경재 생산만 가능한 임지,

다. 천연림개량작업 실시 후 간벌단계에서 우량대경재 생산이 가능한 임지이다.

3.2.3.2. 작업 시기

천연림개량의 작업시기는 천연림보육 시기를 기준으로 한다.

3.2.3.3. 작업 방법

천연림개량의 실시요령은 아래와 같다.,

1) 유령림은 형질 불량목, 폭목을 제거하고 가급적 입목밀도를 높게 유지한다.

2) 칡, 다래 등 덩굴류와 병충해목은 제거한다.

3) 잔존목 중 쌍가지인 나무는 하나는 잘라주고, 원형수관은 원추형으로 유도한다.

4) 상층목의 생육에 지장이 없는 하층식생은 제거하지 않고 존치한다.

5) 형질 불량목 제거로 발생한 공간은 활엽수를 5,000본/ha으로 식재할 수 있다.

6) 솎아베기단계에 도달한 형질불량 천연림은 층위에 관계없이 형질불량목 위주로 제거하고 빈 공간에 활엽수 밀식조림을 할 수 있다.

7) 폭목을 제거할 때 주변 우량목의 피해가 우려되는 지역은 수피벗기기 등의 방법을 사용할 수 있다.

8) 천연림개량 작업 후 우량대경재 이상을 생산할 수 있다고 판단되는 천연림에 대해서는 천연림보육을 실시할 수 있다.

<표 4-3-7> 천연림가꾸기 작업종류별 비교표

구 분	천연림 보육		천연림 개량
	유령림 단계	솎아베기 단계	
대상지	· 평균 수고 8m 이하 · 우량대경재 생산 가능 임분	· 평균 수고 10m 이하 · 우량대경재 생산 가능 임분	현재 임분상태에서 우량대경재를 생산할 수 없는 임지
목 표 생산재	우량대경재	우량대경재	특용 · 소경재
지위 및 미래목	· 지위 '중' 이상 · 밀도 '중' 이상 · 형질 양호	· 지위 '중' 이상 · 밀도 '중' 이상 · 미래목 본수(ha) - 활엽수 200본 내외 - 침엽수 200~400본	· 지위 '하' · 지위 '중' 이상이라도 우량목본수가 기준 이하인 임지 · 유령림 단계에서는 밀도 '소' 경우
기타	-	-	· 유령림단계에서 천연림개량작업 실시 후 임분형질이 개선된 임분은 천연림보육 대상지로 전환 가능 · 간벌단계에서 우량중경재 생산이 가능한 임지

4. 특수지 무욕

4. 특수지 무육

일반적인 산지에서의 무육작업 외에 고산지대 및 산악지대의 산림에 대한 무육, 그리고 경관 무육, 임연부 무육을 특수지 무육으로 구분하며, 각각에 대한 개념과 무육방법은 다음과 같다.

4.1. 산악림 무육

4.1.1. 개념

여기에서 산악림이란 표고 약 1,000m 이상의 산악지대와 고산지대 산림을 말한다. 산악림은 입지적, 생태적, 경제적 이유 때문에 일반 산림과는 다른 특별한 산림시업으로 취급하지만 육림양식적으로는 기본적으로 크게 다를 게 없다.

산악림은 입지면에서 우선 작은 면적의 모자이크상으로 변화가 극심하며, 갱신과 생육과정으로 볼 때는 기후적 영향이 임분구조와 임분위해에 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 생육진행과정에 맞는 간략한 기준으로 한정 될 수밖에 없다.

산악림에서는 느린 생육과정을 보이기 때문에 대개 변화가 늦게 일어나고 임목의 약한 반응력 때문에 산림구조를 개선하기가 비교적 어렵거나 또는 전혀 불가능한 경우가 있다. 또한 입지적 원인으로 인하여 임분을 형성하는 수종의 숫자가 적을 때가 많아 한두 수종으로 이루어진 단순한 상태의 천연림이 대면적으로 분포하는 경우가 있으며, 수종이 많은 활엽수 혼효림 지역으로 도달하는 경우는 많지 않다.

산악림은 갱신 진행기간이 길기 때문에 이령림의 특징을 갖고 있다. 일반산림은 높은 생장력과 많은 재적을 갖고 있고 균일한 형태의 우세림 상태를 유지하고 있어 눈, 바람 등 많은 외부인자의 작용에 오히려 위험하다. 산악림은 작은 면적의 소군상 형태로 적은 본수가 한 무리를 이루고 있는 상태가 많다. 즉, 영급이 높은 우세목들

을 중심으로 영급이 낮은 작은 나무들이 둘러싸고 있으며, 수관장이 길고 가지가 많이 착생된 상태에서 임층을 형성하는 소군상 구조(group structure)의 안정 상태를 유지한다.

4.1.2. 방법

산악림은 장소와 또는 상황에 따라 여러 가지 다른 천이상(遷移相)의 계열을 나타내어 경제적 목적에 적합한 경우가 드물며, 대부분은 지속적이고 다양한 보호기능을 갖고 있는 경우가 많다. 따라서 산악림 무육은 제한적일 수밖에 없으며 일반 산림과 동일한 목재수확 역할을 하지 못한다.

산악림무육은 산림의 일반적 보건기능과 보호기능에 중점을 둔 중요한 임무를 갖고 있고, 수익성의 추구와 고정적인 인간 거주환경의 조성은 기대하지 않는다.

산악림을 위한 가장 중요한 무육 수단은 바로 합리적인 산림무육의 가능성뿐이다. 산악림에서 산림무육은 불충분한 임도시설과 노동조건, 기후영향 및 지형특성 때문에 작업조건이 불리하고 경영 측면에서 경제성이 낮으므로 실질적으로 필요하고 확실한 사항에 한하여 실행해야 한다.

산악림에서는 천연갱신을 촉진시키고 유도하는 임무가 전제조건이며 갱신기간이 길고 불규칙한 산림 형태와 이령림을 형성하는 경향이 있으므로 이러한 모든 특성이 무육실행에서 고려되어야 한다.

일제 단순림에 적용하는 간벌방식은 피해야 하며 불규칙성을 조장해주고 그 입지의 임분안정의 개선과 유지에 중점을 둔 무육조치가 필요하다.

산악림에서는 높은 영급에서도 수고 생장이 불량하며 치수 및 유령림 단계의 상태가 50년까지 지속되기도 하므로 유령림 무육벌채는 조심스럽게 약도로 실행하여야 하며 강도의 벌채는 금지되어야 한다. 산악림 고유의 안정된 군상구조를 파괴하지 않는 범위 내에서 군상그룹 중심부의 경쟁하는 개체목들을 조심스럽게 솎아주며 군상그룹의 테두리에 있는 임목들이 풍해, 설해 등에 견딜 수 있는 세장비(h/d값)를 갖고 가지 착생이 많도록 유지시켜야 한다. 산악림에서의 전문적 육림은 산림접근로 개발(임도, 작업로 등)과 보호적인 신중한 목재이용이 전제되어야 하며 이에 필요한 장비는 도끼, 톱, 케이블크레인(집재기)만으로 충분하다.

산악림 무육에서는 실제로 재정적인 문제가 크고 육림적인 것은 비교적 큰 문제가 되지 않으므로, 이를 해결하기 위해서는 산악림의 유지개선에 꼭 필요한 긴급성에

따라 우선순위를 정해야 한다.

4.2. 경관무육

4.2.1. 의의

산림은 자연적 식생형태를 갖고 있고 대면적 또는 잔재림 상태로 존재하며 경관의 중요한 기본요소가 된다. 산림은 다양한 보호 및 휴양기능을 갖고 있으며 자연보존 및 경관무육, 건전한 생활기반 보장 등 중요한 공익적 기능을 충족시켜야 한다.

근래에는 고전적인 자연보존의 개념(경관 및 그 구성요소의 보존)뿐만 아니라 경관무육의 적극적 개념(자유로운 경관 안에서 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 기타산업조건에 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 관점에서의 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.

4.2.1.1. 자연보존

자연보존은 인간자연환경보존의 큰 관점에서 말하는 소위 환경보존(環境保存)의 개념과는 차이가 없으나, 환경보존은 경관무육을 통하여 인간중심의 자연환경을 보존하기 위해 무생물적(無生物的)환경을 대상으로 할 때가 많다. 즉, 환경보전은 공기정화 및 소음방지, 물 보존, 토양보존 등이 대상이 되는 반면, 자연보존은 균형적 구조 하에서 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(종다양성 보호)등이 포함되며, 일단 자연보존지역으로 지정되면 인간에 의한 모든 변경을 금지하는 구속력을 가지게 된다.

4.2.1.2. 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 제시한다.

경관보존 지역 내에서 농업적, 임업적, 수렵적, 어업적 이용은 허용하지만 경관변경, 경관파괴 등 경관 가치를 감소시키는 행위는 금지한다.

4.2.1.3. 경관무육

경관무육(풍치무육)은 인간의 욕구(휴양 등)를 충족시키기 위해 적절하고 지속적인 능력을 보장하고 성취하기 위한 경관의 보호 및 무육적 관리와 또한 이의 질서 있는 개발을 말한다. 이것은 경관분석(경관 구조의 모든 중요인자와 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.

4.2.2. 방법

4.2.2.1. 경관보존

가. 보전기능 유지

경관보전 기능유지를 위한 작업방법은 아래와 같다.

- ㅇ 노령목 및 고립목을 보존하고 여유 있게 소개한다.
- ㅇ 적정임층 보존, 소음방지, 공기정화와 기후순화를 위하여 갱신을 여유 있게 진행 시키며 임분을 지속적으로 유지한다.

○ 보호가치가 있는 천연림보존을 위하여 목재 수확이 제한되는 임분 형태를 유지한다.
○ 수원함양 및 보존지역에서는 화학약제 사용을 피한다.
○ 활엽수를 높은 비율로 혼효시켜 산불을 예방한다.
○ 산림감독과 산림위생을 위하여 충분한 예산을 확보한다.
○ 임목벌채, 산림보호, 수렵행위, 임도관리를 신중하게 처리한다.
○ 효과적인 휴양경영 관리체계를 형성한다.
○ 치수를 보호하며 방책을 설치한다.

나. 고려 사항

(1) 경관무육적 조림

경관무육적 조림을 위해서는 수종선발과 이 수종을 이용한 임분조성이 필요한데, 이러한 수종선발 및 임분조성에서의 고려사항은 다음과 같다.

○ 수종선발
- 산림생육기간이 길다는 것을 감안할 때, 안정된 시업으로 확실한 임분을 만들기 위한 경영 목적에 맞는 임형과 수종의 선택은 경관무육을 증진하고 충족시키기 위해 필요하다.
- 그때그때 자연적으로 출현하는 수종을 대상으로 산림이 경영된다면 우선 수익이 없을 뿐더러 휴양자가 기대하는 무육 상태를 보장할 수 없다.
- 입지에 맞고 국내수종보다 성장 및 재질, 토양보존 및 재해 방지 효과가 있고 풍치효과가 있다면 외래 수종도 소극적으로 고려할 수 있으나, 시대에 맞지 않는 외래 수종에 의한 고의적 미화는 피해야한다.
- 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 지역 내 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 단순조림지 및 대면적의 일률적인 교호대상 혼효림은 매우 지루한 느낌을 준다.
- 일반적으로 풍치의 최고효과는 상록침엽수와 활엽수로 구성된 소군상의 혼효림에서 나타난다.

(2) 무육 및 갱신

경관보존을 위한 무육 및 갱신을 위해서는 아래와 같은 사항을 고려하여 작업을 실시한다.

- ㅇ 야생조수 보호원칙에서 초여름에는 가급적 유령임분의 무육 작업을 피한다.
- ㅇ 내방자가 많은 임도변, 임연부에서 자라는 나무의 가지치기는 경우에 따라 불쾌감을 주므로 신중을 기해야 한다.
- ㅇ 화학약제에 의한 무육처리는 가능한 한 피한다. 특히 전망대와 휴게소 등 시야에 들어오는 경사지에서의 약제처리는 경관상 불리하고, 경우에 따라 분위기를 깨트리므로 식물의 생육기는 피해야 한다.
- ㅇ 강도 간벌을 실시하여 광선과 수분 침입을 증진하고 임분의 다층화와 건전화를 촉진시킨다. 이를 통해 관목의 꽃을 감상할 수 있으며, 야생동물의 서식처도 제공할 수 있다.
- ㅇ 가능한 한 개벌을 억제하고 천연갱신을 유도하며 수확벌채 전에 전갱작업을 실시하여 노대목을 보잔하면서 서서히 임분을 소개시킨다.
- ㅇ 입지와 수종전환을 위해 개벌이 불가피할 때는 소면적으로 나누어 실시하고 보잔목을 수년간 존치시키며 임도변과 임연부는 폭 20~30m로 대상수림대를 존치시켜 차후에 제거하는 것이 바람직하다.
- ㅇ 휴양지역에서는 경관을 위해 시간적, 공간적 계획에 따라 갱신지를 합리적으로 배열하는 것이 좋다.
- ㅇ 생태적, 보호적, 경관적 관점에서 군상택벌적 취급이 가장 이상적이다.

<표 4-4-1> 경관적 관점(산림 미학적)에서 주요 조림수단의 평가

조림적 수단	산림경관적 특성	
	경관인자	경관적 측면의 판단
군상벌	○대부분 갱신과 산림변화의 진행이 느리다. ○산벌림에 비하여 영급구조의 산림 특성이 잘 나타나지 않고 시야에 들어오지 않는다. ○시업방법상으로 불합리성이 없고 경관가치가 크다.	○군상벌의 임분 내부는 군상 또는 소군상으로 여러 발달단계의 임목들이 공존하고 수종구성이 다양하여 경관 가치가 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 여러 생육단계가 존재하게 되어 비교적 경관가치가 있다.
개 벌	○산림피복의 중단작용이 뚜렷하고 광범위하다. ○면적크기, 토양, 입지조건 등 선택된 형태에 따라 교란작용이 관계한다. ○지피식생이 피복되고 차후 유령림으로 생장함에 따라 개벌적지의 광경이 경감되나 계획적 개벌시업 적용에 의한 영급임분으로 산림경관적 특성을 남김.	○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 천연하종 된다. ○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 유사하다.	○산벌단계에서 임분 존치기간은 짧고 대부분 노령림의 대경목으로 잔존된 산목상태로 놓이게 된다. ○산목을 제거하고 나면 갱신 치수가 임분전체에 큰 부분을 차지하여 시야를 넓게 한다. ○갱신과 지피식생에 의해 하층치수가 지면을 완전히 피복하게 되면 경관적 의미는 있으나 산림 외관은 아주 느리게 변화된다.
택 벌	○대면적상으로는 자연 그대로 거칠게 보이나 산림의 상층 임관은 균일하다.	○모든 경급과 수고급의 임목들이 공존하는 아주 특징적인 산림외관을 형성한다.

<표 4-4-1> 계속

조림적 수단	산림경관적 특성	
	경관인자	경관적 측면의 판단
택 벌	○산림이용벌채. 갱신 등 산림변화가 시야에 들어오지 않는다.	○임분출현 형태가 다양하며 임목축적 수종구성 등 임분구조가 다양하고 경관가치가 높다.
보잔목 작업	○노령의 대경목이 임분자체에 고루 잔존됨으로써 개벌작업보다는 경관 부정적요소가 경감될 수 있거나 또는 산벌등 다른 작업종과 같은 경관 가치를 형성 할 수도 있다.	○노령목의 보잔기간을 연장함으로써 보잔목들이 주임분에서 항상 대경목으로 축적보육이 될 수 있도록 한다.
수하식재	○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.
가지치기	○풍치미학적으로 크게 인지되지 않는다.	○대부분 전체 임분에서 경관적으로 관찰 되지 않는다. ○올바른 가지치기 작업 실행으로 보기 좋은 임분구성목으로 조정 할 수 있으나 가지치기 대상목에 색깔로 크게 표시하는 것은 부정적인 인상을 줄 수가 있다.
간벌	○강도의 간벌은 원경에서는 노출되지 않으나 다만 1~2년간은 표시가 난다. ○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.

4.3. 임연부의 조성

4.3.1. 대상지 선정

산림과 산림이 아닌 지역의 경계 지점으로부터 산림 지역 방향으로 30m 내외까지의 거리이다. 다만, 생태적 격리라고 판단되지 않는 5m 미만인 임도 또는 시설물 등

은 임연부(林緣部)에서 제외한다.

4.3.2. 방법

⑴ 다양한 수종의 조성과 발생 촉진을 통해 생태계의 종다양성과 시각적 다양성을 제고하고 보존해야 할 생물의 서식지역은 서식환경을 보전 또는 개선한다.

⑵ 가급적 산림이 아닌 지역으로부터 초본, 관목, 아교목, 교목순의 계단형이 되도록 조성・관리한다.

⑶ 밀생임분은 약도의 솎아베기를 5년 내외의 간격으로 수회 실시하여 활력도 및 생태계 종다양성과 시각적 다양성을 제고한다.

⑷ 임연부 내에는 산물을 전량 수집・활용하거나 지면에 닿도록 잘라 부식을 촉진한다.

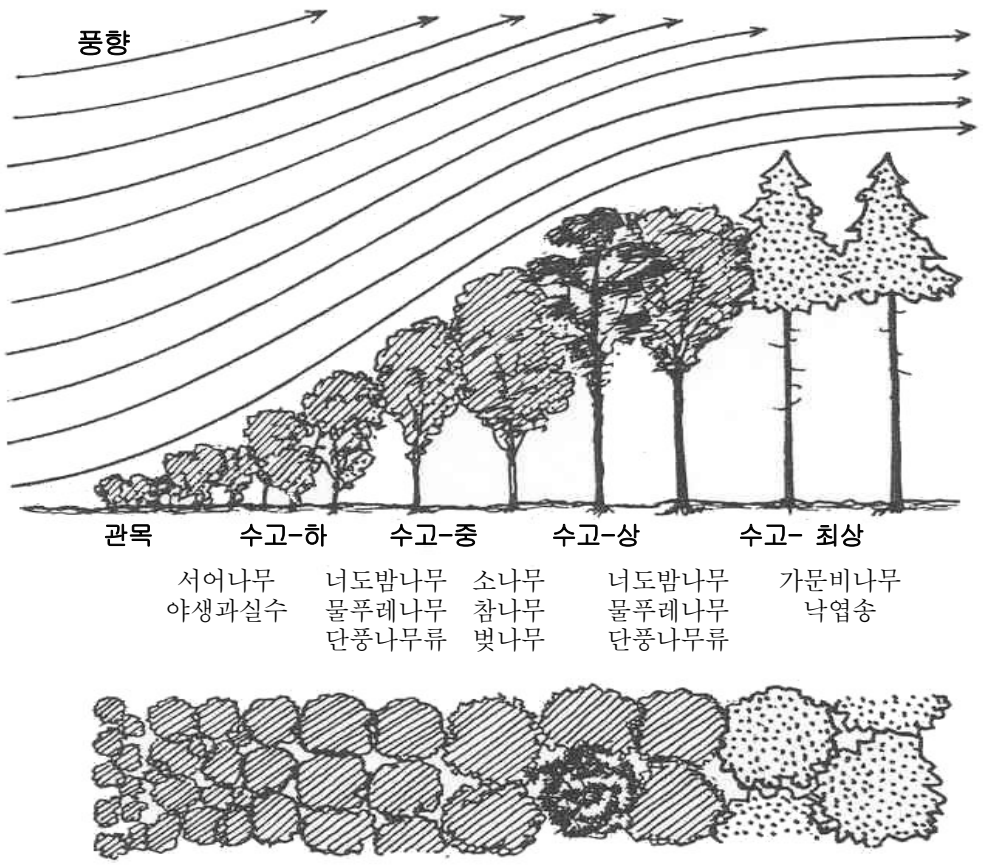
⑸ 임내를 투시하여 감상할 수 있는 지역, 경관적으로 중요한 지역을 제외하고는 풍해 등 피해 예방을 위해 가지치기를 하지 않고 교목 수림대의 경우 입목밀도를 조절하여 풍해를 예방한다.



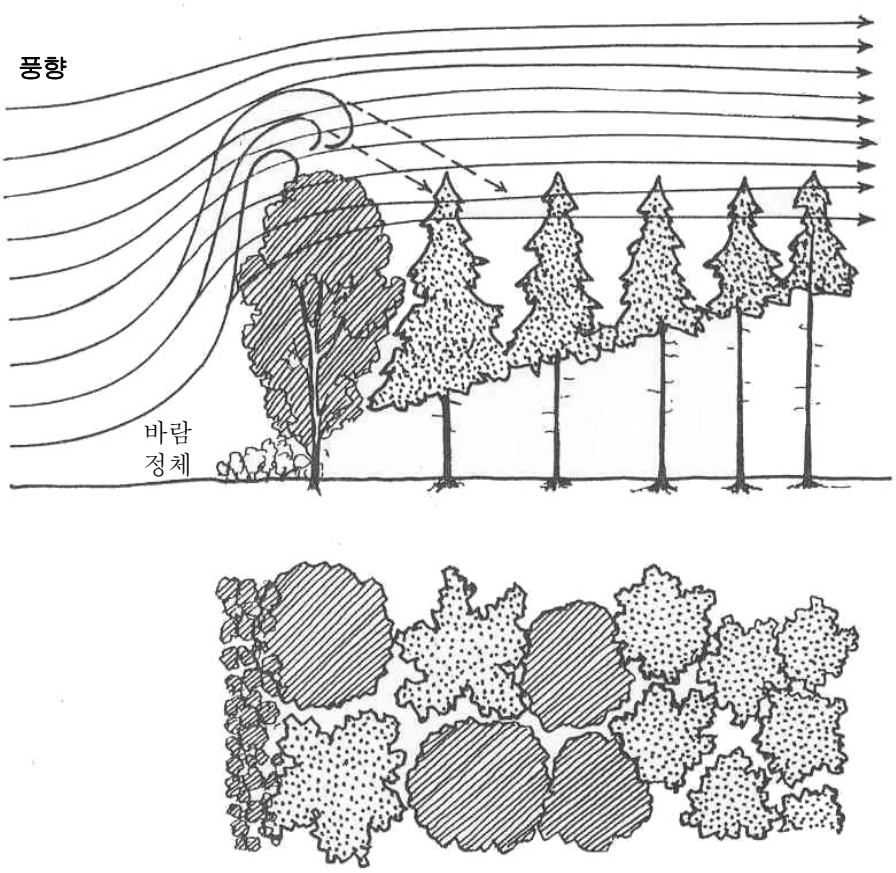
<그림 4-4-1> 다양한 구조의 임연부(“이상적”인 임연부)



<그림 4-4-2> 농경지 연접 임연부



<그림 4-4-3> 수고가 점차 증가하는 임연부



<그림 4-4-4> 건전한 단목으로 구성된 임연부

5. 임 분 전 환

5. 임분전환

5.1. 개요

현재 우리는 새로운 육림시스템으로 입지와 임분특성에 따라 다양한 갱신 및 무육기술에 의한 전환(Conversion)시업이 필요한 시점에 있다.

5.1.1. 정의 및 종류

5.1.1.1. 정의

현재의 부적정하거나 불충분한 임분을 보육 또는 갱신을 통해 시업종, 수종, 임목 또는 임분면적 등을 변경시키는 시업방법. 전환시업에서는 벌채를 통해 목재가 일부 생산될 수도 있다.

5.1.1.2. 종류

가. 직접전환

재조림에 의한 전환, 임분의 수종구성의 변화를 말함. 원하지 않는 수종을 조기에 (일반적 갱신보다 더 빠르게, 벌기령에 도달하기 전에) 제거시키고 목적수종을 재조림한다. 소나무 또는 참나무 불량임지 수종갱신 조림, 리기다 조림지에서의 수종갱신 조림을 실시한다..

나. 간접전환

보육에 의한 시업종, 임분형 및 임분 구조, 수종구성 등을 변경시키는 것으로, 임지와 임분이 비교적 양호한 임지에서 무육작업에 의해 점차적으로 개선 변환시킨다.

- 맹아림→교림, 단순림→혼효림, 단층림→복층림

- 개벌교림→택벌림, 산벌림, 개벌작업,
- 모수작업→산벌작업, 택벌작업
- 이차림-교림

다. 병행

직접전환과 간접전환을 조합하여 병행하는 방법이다.

라. 수하식재

기존 소나무림, 참나무림에 목적수종을 수하식재하고 점차적으로 임종 및 수종을 전환한다.

5.1.1.3. 임분재구성

치수 또는 유령임분의 수종구성을 변화시키는 것으로서, 벌채에서 이용할 목재가 생산되지 않는다. 조림 실패시 수종갱신 조림을 실시한다.

5.1.2. 시업상 고려사항

5.1.2.1. 수종구성 판단기준

수종의 입지단위별 적정선택을 위한 판단원칙
출발점 : 천연 수종의 군집성 및 변화 가능성

생물 생태적 원칙	경제적 원칙	조림 기술적 가능성
· 입지 판단 입지 인자 양료 공급 수분 관리 입지적 안정성 · 수종별 입지 요구도 기후 특성 입지인자 복합체 입지 보전성 임분 환경 · 조림학적 상태 입지 형태 임목의 입지적 공간 낙엽 분해 토양 단면 생장 관계 경쟁력 전환, 자연적 벌기령 순림 또는 혼효림 · 조림적 위험성 건조, 산화 풍해 및 설해 병충해 · 방제 수단	· 목재 수급 수종, 재종 · 재적 가치 및 재질 가치 침엽수, 활엽수 · 경영 능력 · 경영 목표 형태 재적 위주의 대경재생산 소경재-형질재 생산 생산기간 · 목재 시장 개발 생산의 기동성 · 장래의 자원 수요 수확 증진의 가능성 초경제적인면(공익성) · 수확 계획 목재 수확 기능 보호 기능 휴양 기능 풍치 기능 지역 기능 조화 · 간접 시설	· 성숙림의 분석 구조, 생산력, 안정성 · 천연 갱신 가능성 갱신 생태 천연 갱신 치수 발생정도 공간적-시간적 배열 갱신 방법 · 필요한 인공 조림 종자(수종, 산지) 묘목 수급 양묘 또는 구입 · 보호수단 병충해 및 야생동물 서리, 잡초 조림지 사후관리 또는 치수가꾸기 비료 주기 · 시업 조직 노동력 기계 설비 임도 및 작업로 등 산림 구획 이용 기술 · 차후 무육 횟수 및 강도

↓

입지적 지속성과 충분한 임분안정성	경제 기능 및 초경제적 기능의 지속적 생산	생태적으로 합리적인 임분조성과 무육

↓

생물생태적인 면과 입지적인 면이 고려된 필요한 수종
경제적-초경제적으로 필요한 수종

↓

경영적인 조정하에 지속적으로 성과가 있는 것을 선정

↓

지역적 임분목표 결정 (수종 및 임분구조)

↓

갱신목표유도

5.1.3. 전환 사례

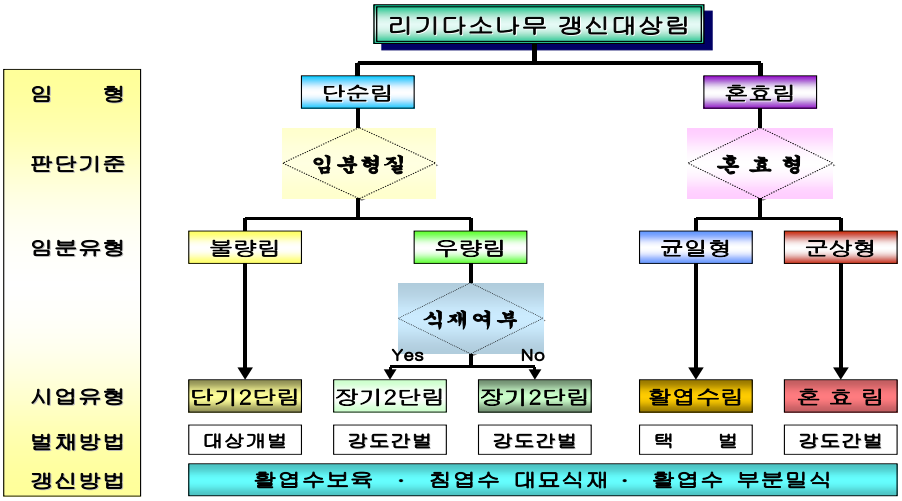
현재 임분		중간목표 임분		최종목표 임분
① 소나무,참나무,활엽수 혼효림	→	참나무-활엽수 혼효림 (일시적 혼효림)	→	활엽수는 군상 혼효림 (물푸레, 박달, 피나무등)
소나무는 피해목, 형질불량목이 많아 목재생산을 기대하지 못하므로 1차무육시 완전제거		2~3회의 간벌을 통해 참나무 불량맹아목을 점차적으로 제거, 최소한 벌기10년 이내에 최종 수확 목표 임분에 도달 되도록 유도		유용활엽수는 축적보육을 실시하고 계속된 갱신벌에 따라 수확벌채

② 소나무, 참나무, 활엽수 혼효림	→	소나무-활엽수2단교림 (일시적 2단림)	→	활엽수 소군상 혼효림
상층의 소나무 우량목 존치하고 참나무 불량맹아목 완전 제거		상층 소나무의 축적 보육과 중하층의 활엽수보육 병행으로 2단교림유도		소나무 대경목을 수확벌채하고 중하층 활엽수 혼효림을 무육
③ 소나무, 참나무, 활엽수 혼효림	→	참나무-활엽수 중림형 (단기 2단림)	→	참나무-활엽수 중림형 2단림
상·중층의 소나무 피해목, 불량목을 완전제거하고 참나무 우량목 존치		중층의 참나무를 상층으로 유도, 하층 활엽수 맹아림 보육 후 중림 유도		상층 : 참나무 교림 작업 하층 : 활엽수 왜림 작업

5.2. 리기다소나무 후계림조성

5.2.1. 의사결정

리기다소나무 후계림 조성을 위해서는 아래와 같은 결정과정을 거친다.



<그림 4-5-1> 리기다소나무 후계림 조성 의사결정도

5.2.2. 대상지

리기다소나무 후계림 조성 대상지는 리기다소나무 단순림과 활엽수와 리기다소나무 혼효림으로 크게 구분된다.

○ 리기다소나무 단순림 : 형질우량림, 형질불량림

○ 리기다소나무+활엽수혼효림: 균일혼효림, 군상혼효림

5.2.3. 조성 유형

5.2.3.1. 대상개벌

가. 1회 갱신

(1) 벌채방법

벌채방법에는 3열 벌채-1열 잔존, 6열 벌채-2열 잔존, 9열 벌채-3열 잔존의 방법이

있으며, 잔존대는 그대로 방치한다.

(2) 후계림 조성방법

후계림 조성을 위해서는 잔존대에 3,000본/ha 기준으로 정조식 식재를 실시한다.

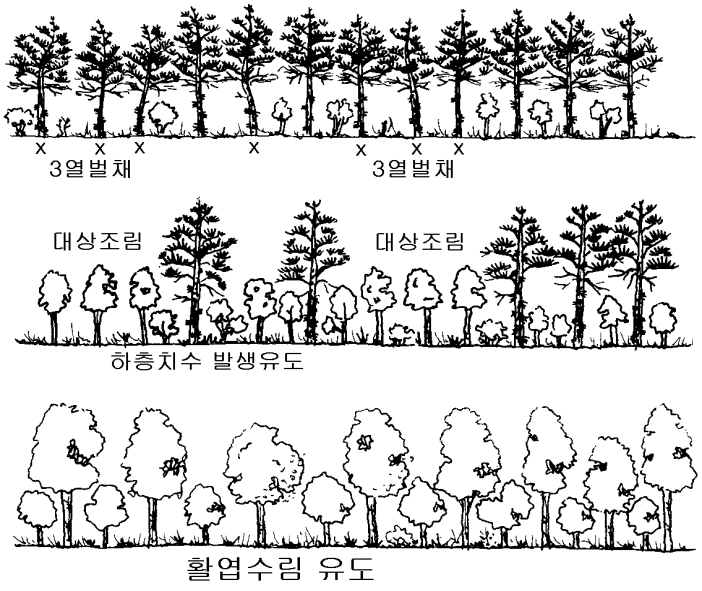
나. 2회 갱신(단기 2단림 유도)

(1) 대상임분

2회 갱신 대상지는 리기다소나무 단순림으로 임분형질이 불량한 임분이다.

(2) 벌채방법

벌채방법에는 3-5열벌채-3-5열잔존, 수고폭벌채-수고폭잔존(15*m*이내)의 방법이 있으며, 잔존대는 정량강도간벌을 실시한다.



<그림 4-5-2> 형질 불량림 후계림 조성방법 예

(3) 후계림 조성방법

후계림 조성은 수종에 따라 다음과 같이 실시한다.

- 침엽수 : 2.3*m*×2.3*m* 간격으로 대묘식재(2,000본/ha 기준)
- 활엽수 : 1*m*×1*m* 간격으로 3열부분밀식(5,000본/ha 기준)
- 하층의 잠재식생을 이용한 활엽수 발생 유도

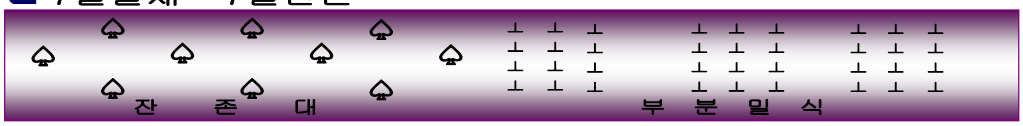
❑ 3열벌채 – 3열잔존



❑ 5열벌채 – 5열잔존



❑ 7열벌채 – 7열잔존



<그림 4-5-3> 임분전환을 위한 부분밀식 모식도

5.2.3.2. 강도간벌 갱신

가. 강도간벌갱신-Ⅰ(장기 2단림 유도)

(1) 대상임분

강도간벌갱신 대상지는 리기다소나무 단순림으로 임분형질이 우량한 임분이다.

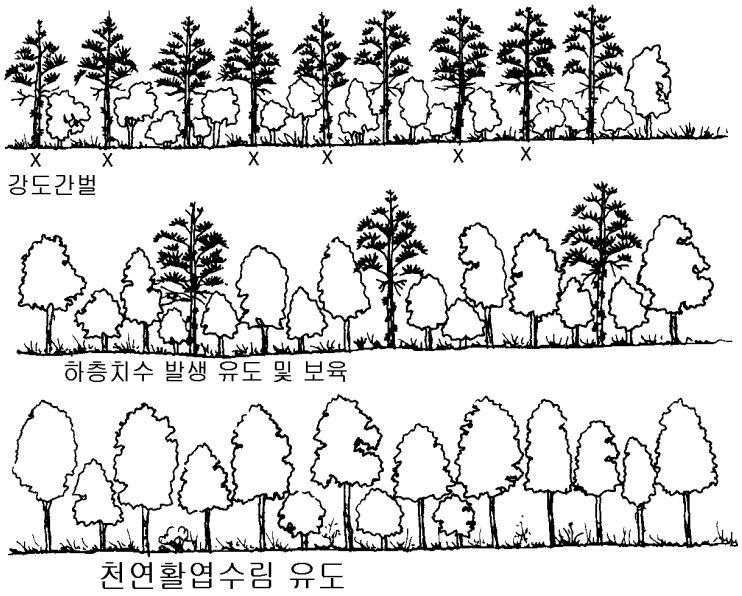
(2) 벌채방법

벌채방법은 우량목 200본/ha 정도를 임내에 고루 존치하는 강도간벌을 적용한다.

(3) 후계림 조성방법

후계림 조성에는 다음과 같은 방법을 적용한다.

- 침엽수 : 대묘식재(2,000본/ha 기준)
- 3열부분밀식(5,000본/ha 기준)
- 하층의 잠재식생을 이용한 활엽수 발생 유도



<그림 4-5-4> 형질 우량림 후계림 조성방법 예

나. 강도간벌 갱신-Ⅱ(혼효림 유도)

(1) 대상임분

대상임분은 리기소나무+활엽수 혼효림으로 군상형인 임분이다.

(2) 벌채방법

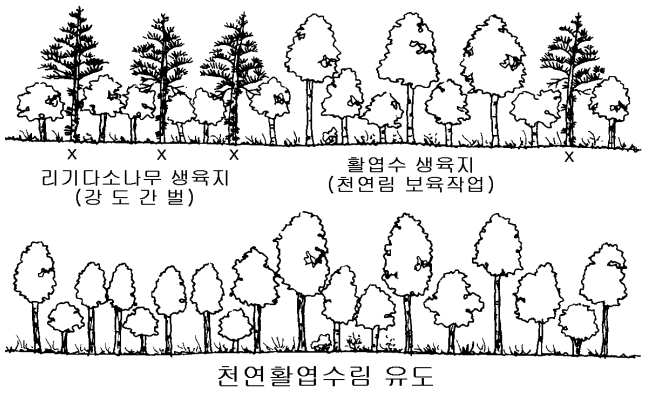
벌채방법은 우량목 200본/ha 정도를 존치하는 강도간벌을 적용한다.

(3) 후계림 조성방법

하층의 잠재식생을 이용하여 활엽수 발생을 유도한다.

※ 리기다소나무 푸사리움가지마름병 피해임지

- 정량간벌지는 피해가 없거나 적은 임지를 대상으로 한다.
- 정량강도간벌에 의한 방제효과 시험 중이다.



<그림 4-5-5> 군상 혼효림 후계림 조성방법 예

5.2.3.3. 개벌에 의한 갱신방법(활엽수림 유도)

가. 대상임분

개벌갱신은 리기소나무+활엽수 혼효림으로 균일형인 임분을 대상으로 한다.

나. 벌채방법

상층목은 모두 벌채한다.

다. 후계림 조성방법

하층의 잠재식생을 이용하여 활엽수 발생을 유도한다.



<그림 4-5-6> 균일 혼효림 후계림 조성방법 예

5.3. 복층림 조성

5.3.1. 개요

5.3.1.1. 필요성

일반적으로 우리나라에서 전통적으로 실시되어 온 대면적 개벌시업에 따른 많은 문제점에 대하여 벌구의 축소, 분산, 보호수대의 설치 등 시업법 개선이 추진되어 왔으나, 보다 적극적으로 산림의 생태환경 안정을 기반으로 한 새로운 산림시업법의 확립이 시급한 과제로 대두되었다.

복층림시업은 비개벌시업의 대표적인 방법으로 개벌시업에 비하여 수토보전기능(水土保全機能)이나 풍치보전기능(風致保全機能)등 공익적 기능과 임업경영상 유리한 장점을 갖고 있다. 그러므로 복층림시업은 산림의 공익기능과 임산물 공급기능이라는 양면성에서 가치가 있는 생태적인 시업법으로 평가받고 있다.

5.3.1.2. 정의

일반적으로 2층 이상의 목본 임관층(林冠層)을 갖는 산림을 복층림이라 부르며, 이에 반대되는 용어는 단층림으로 하나의 임관층으로 형성된 산림을 말한다. 복층림은 발달 정도에 따라 2단림, 다단림, 연속층림(택벌림)등으로 세분하고 있다.

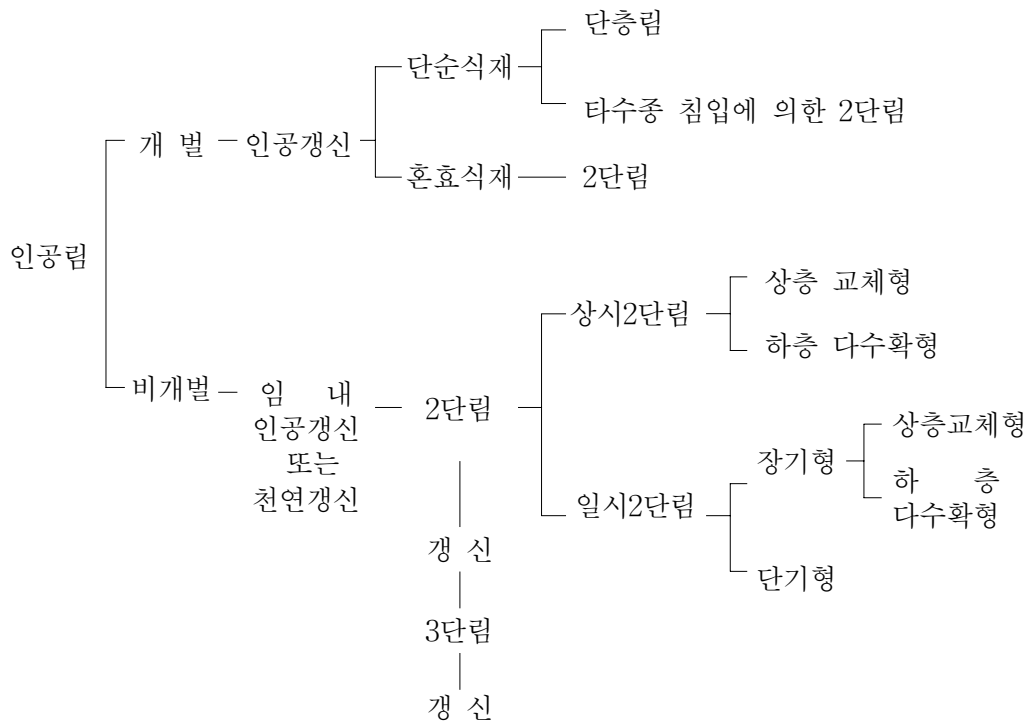
우리나라에서 성숙한 산림의 대부분은 복층임형(複層林型)으로 장령림이나 노령림에서 하층에 활엽수를 중심으로 한 저목층이 발달한다. 특히 소나무림이나 낙엽활엽수림 등 양성수종의 하층에는 저목층이 잘 발달하는데 이들 활엽수는 임내 하층수종으로 생활하는데 적합한 저목성 수목이 중심이 되어 임분구조상 훌륭한 침활혼효 복층림의 구조를 갖게 된다. 이와 같은 형태의 복층림은 생태적 복층림이라 하여 임업적으로 유용한 수종으로 구성된 복층임형의 임업적 복층림과는 구분된다.

복층림시업이란 복층림으로 유도하기 위하여 또는 복층림을 유지·회전시키기 위하여 실시되는 시업의 총칭으로, 『일제림에서 산림을 구성하는 임목의 일부를 벌채하고 인공식재 또는 천연갱신에 의하여 임관층이 2개이상(시업체계상 일시적으로 단층이 되는 것도 포함)인 복층임형의 산림을 조성하는 시업』이라고 정의할 수 있다.

5.3.2. 유형 구분

산림시업 상 복층림이라는 용어는 인공림 시업에서의 복층림시업을 나타내는데 많이 쓰이고 있다. 즉, 상층목 또는 하층목의 어느 한편이 인공에 의하여 조성된 임분유형을 말한다.

복층림의 유형은 임분의 구조적인 특성과 육성과정상 갱신방법에 따라서 구분하는데, 인공림에서 임분을 구성하는 수관층의 중복기간과 임분의 육성과정을 벌채방법과 갱신방법과의 관계를 연관시켜 복층림의 유형을 정리하면 다음과 같다.



<그림 4-5-7> 시업방법에 따른 복층림 유형

6.3.2.1. 개벌시업 복층림 유형

조림지 내 잠재 유용수종이나 또는 주위에서 낙하된 종자에 의하여 발생된 천연치수가 조림목과 같이 생육하는 과정에서 형성되는 2단림을 볼 수 있으며, 생장속도가 다른 수종을 열상 또는 군상으로 혼식하여 만들어지는 2단림 형태의 임분이다.

5.3.2.2. 비개벌시업 복층림 유형

가. 수관층 중복기간

임내갱신(林內更新)에 의하여 만들어지는 복층임형은 수관층의 중복기간에 따라 일시 2단림과 상시 2단림으로 구분되는데, 일시 2단림은 대부분의 기간은 2단림의 형태를 유지하다 상층목이 벌채된 후 일시적으로 단층림으로 되었다가 다시 하층목이 식재되면 2단림으로 바뀌는 장기형과, 상층목 벌채 전 비교적 단기간 일시적으로 2단림 상태를 유지하는 단기형의 두가지 형태가 있으며, 상시 2단림은 상층목이 벌채·수확되어도 바로 그 시점에서 복층림으로 유지되는 임분을 말한다.

나. 벌기 및 수확방법

복층림 조성 후 상·하층목의 벌기 및 수확방법에 따라 상층교체형과 하층다수확형으로 구분하는데, 상층교체형은 상층목이 벌채되면 그때까지 하층목이었던 임목을 상층목으로 유도하는 방법이고, 하층다수확형은 상층목은 장벌기로서 대경재로 키워가면서 그 사이에 하층목을 수회에 걸쳐 수확을 하면서 수하식재로 복층림을 유지해 가는 방법이다.

5.3.3. 장단점

모든 산림시업이 적기에 적절한 방법으로 이루어지지 않으면 산림에게 주어진 목재생산 기능면에서도 환경보전 기능면에 있어서도 양질의 산림이 조성된다고 하는 것은 논할 수가 없다.

5.3.3.1. 장점

○ 단위면적당 생산량과 축적량의 증대

- 복층림은 단층림에 비하여 크고 작은 임목으로 구성되고, 공간을 입체적으로 이용할 수 있기 때문이다.
- 임내갱신에 의하여 갱신 후에도 장기간 상층목이 존치되므로 수확기간이 연장되는 효과로 임목축적의 증대를 기대할 수 있다.

○ 고가치재 생산

- 임목의 수확기간이 길어짐에 따라 대경재생산이 가능해지므로 필연적으로 고가

치재가 생산된다.

- 임내에서 갱신된 임목은 유시에 상층목 비음 하에서 생육하므로 직경생장이 일정하게 억제되어 균일한 생장을 하게 된다.
- 연륜폭이 균등하게 잘 배열된 목재는 연륜이 치밀하여 미성숙 재부가 적기 때문에 사용 후에도 목재의 변형이 적어 고가치재로서 인정받고 있다.

○ 경영의 안정

- 소면적 산림 소유자의 경우, 개벌시업에서는 대경재 생산을 위해 벌기 연장을 하려면 연간 벌채량을 줄여야하지만, 복층림시업에 의하면 무리 없이 대경재를 생산할 수 있게 된다.
- 소유면적이 적기 때문에 매년 수확이 불가능했던 경우도 지속적인 수확이 가능하게 된다.
- 대·소경재를 동일 임분 내에서 생산할 수 있기 때문에 다양한 수요에 대응할 수 있어 경영의 안정을 기할 수 있다.

○ 조림작업의 생력화

- 임내갱신으로 조림지 정리작업은 거의 생략할 수 있다.
- 상층목 비음 하에 식재되기 때문에 묘목의 활착율도 높이고, 잡초목의 발생이 억제되어 풀베기가 생략되거나 경비를 절감할 수 있다.

○ 노동력의 탄력적 배분

- 비음 하에서의 작업으로 작업자의 피로는 적게되고 쾌적한 일터 제공이 가능해진다.
- 식재시기의 연장이 가능하여 노동력을 탄력적으로 배분할 수 있다.

○ 재해에 대한 저항성 증대

- 상층목의 보호효과에 의하여 한해, 건조해, 설압에 의한 피해등 기상해를 경감시키거나 방지할 수 있다.
- 상층임목을 존치시키므로 임내 표층토의 유실, 보수기능의 저하 등 개벌시업에 동반되는 결점을 피할 수 있다.

○ 지력유지

- 상층임목의 존치로 임내 나지화를 방지하여 낙엽, 낙지에 의한 원활한 물질순환으로 지속적인 양료공급이 가능해 진다.
- 임상식물을 항상 유지함으로서 빗방울이나 지표류에 의한 표층토양의 유실을 막을 수가 있어 침식에 의한 지력저하를 막을 수 있다.

○ 수원함양기능의 향상
- 상·하층목의 수관에 의하여 빗물의 직접적인 타격을 완화시켜주므로 유수의 지중 침투를 조장한다.
- 낙엽층, 하층식생 등 임상(林床)의 안정으로 표토유출을 억제하여 임지안정을 도모할 수 있다
○ 풍치유지
- 최근 자연의 보건·휴양기능에 대한 기대가 높아짐에 따라 개벌적지에서 느끼는 살벌한 상황에 비하면 복층림은 항상 푸르름을 유지시킬 수 있다.
- 임분 내 대·소경재를 존치시키므로 풍치유지상 유리하다고 할 수 있다.

5.3.3.2. 단점

○ 집약적 시업에 적합
- 수확과 임내 광환경 조절이 상호연관되어 지속적인 관리가 필요하다.
- 1회 수확량이 개벌시업에 비해 적어 많은 설비비가 드는 반출방법으로는 채산성을 맞추기가 어렵다.
- 임도나 작업도 등의 기반시설이 정비되어 있어야 할 필요가 있다.
○ 수확시 하층목의 손상
- 수확벌채와 임외반출시 하층목이 손상될 우려가 있다.
- 하층목이 이용경급에 도달한 경우, 상층목 벌도에 의하여 손상될 것으로 예상되는 하층목을 사전에 수확하는 등의 세심한 관리가 필요하다.
○ 벌출경비의 증가
- 개벌작업에 비하여 세심한 벌출작업으로 ㎥당 벌출경비가 증가된다.
- 고가치재의 생산으로 벌출경비의 증가부담을 줄일 필요가 있다.
○ 형상비가 커진다.
- 형상비 큰 우량재 생산이 가능하나 기상피해에 쉽게 노출되는 단점도 있다.
○ 지속적인 효과유지
- 지속적인 수확에 의하여 임내 광환경이 정비되면 복층림 유지가 가능하나 수확을 게을리 하면 모처럼 임내에 갱신한 후계수가 비음에 의하여 고사하거나 생장부진으로 인하여 복층임형의 유지가 어렵게 되고 단층림화 된다.
- 단층림에서도 간벌이 늦어지면 임내가 어두운 임분으로 변하여 임상식생이 없어

지면서 임지가 노출되면 빗방울의 직접적인 충격과 지표류에 의해 표층토양의 유실이 일어난다. 이와 같은 현상은 지력저하에 직접적인 영향을 미치게 된다.

5.3.4. 유형벌 시업 방법

5.3.4.1. 장기복층림 시업

가. 시업목적

용재생산을 목적으로 조성된 임분에서 전갱후벌(前更後伐)방식에 의하여 상층목은 장벌기로 유도하고 동시에 수하식재에 의한 임내갱신(林內更新)을 실시하는 장벌기 우량 대경재 생산시업이다.

나. 대상지

장기복층림 시업은 다음과 같은 임분을 대상으로 실시한다.

- 입지조건이 양호하고 집약시업이 가능한 5영급 이상으로 장벌기 시업에 의한 대경재 생산이 가능한 임분
- 최종 수확예정목이 형질이 우수한 대경재로 헥타르당 침엽수 300본 이상, 활엽수림 200본 이상이 될 수 있는 임분
- 공익기능 유지 및 입지조건상 개벌작업이 부적당한 임분

5.3.4.2. 단기복층림 시업

가. 시업목적

단벌기 시업대상 임분에서 대상개벌(帶狀皆伐) 또는 수하식재에 의한 방식으로 상층목 수종갱신과 단계적인 임분교체로 안정적인 임분전환 목적으로 단기적으로 실시하는 시업유형이다.

나. 대상지

단기복층림 시업대상 임분은 다음과 같다.

- 녹화조림지중 임분전환(수종전환)대상지, 병해충 피해지, 형질불량 인공림, 천연림지 등 단벌기 시업대상임분
- 공익기능 유지 및 입지조건상 개벌작업이 부적당한 임분

5.3.5. 시업방법

5.3.5.1. 장기복층림 시업

가. 대상수종

대상수종은 소나무, 잣나무, 낙엽송, 전나무, 편백, 천연활엽수이다.

나. 상층목 조절

- 임분수확표상 주림목 본수의 30% 내외가 되도록 조절하되 1차조절 후 벌채는 10년 단위로 반복하고 최종수확본수는 헥타당 250본 내외로 존치시킨다.

다. 하층목 식재

- 상층목 주변(반경 2*m*)이외의 임내 공간지에 정조식(1.8*m*×1.8*m*)으로 ha당 2,000본 내외를 식재한다.
- 상층수종으로서 천연하종갱신이 가능한 지역은 지면처리로 발아상을 조성하여 병행하면 효과적이다.

라. 하층식생 관리

- 하층식생이 번무하는 지역에서는 식재목 주위식생을 골판지로 피복하여 풀베기 작업을 생력화할 수 있다.

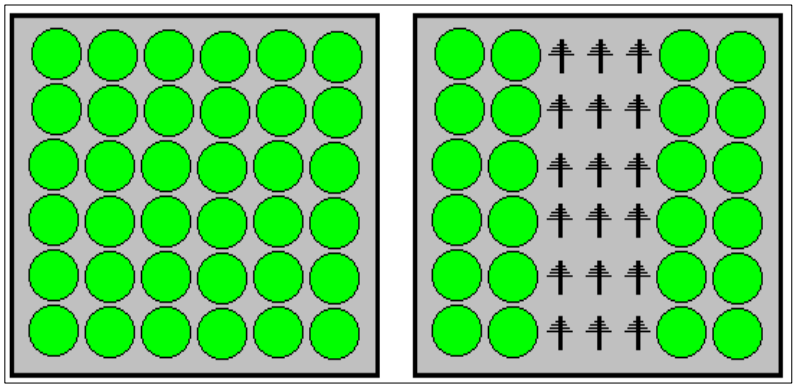
5.3.5.2. 단기복층림시업

가. 대상수종

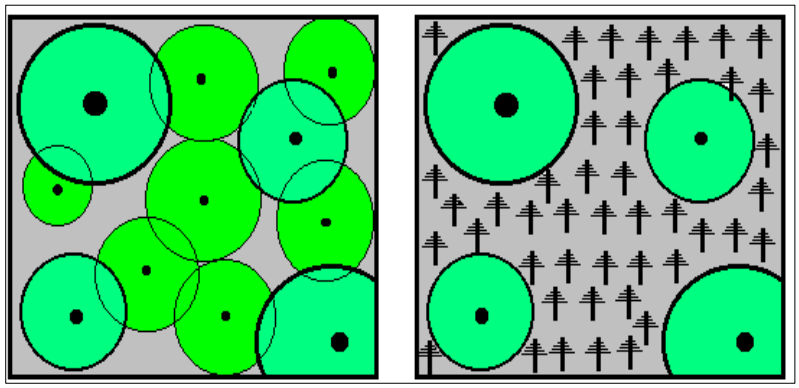
대상 수종은 일반조림수종 3영급이상, 형질불량 활엽수림종, 15년생 내외인 현사시나무 등이다.

나. 상층목 조절

임분수확표상 주림목 본수의 50%내외가 되도록 조절하거나, 식재열을 기준으로 3열을 교호대상벌채를 2회 실시하여 수종갱신 및 임분갱신을 완료시키는 방법이다. 벌채주기는 벌채구의 식재목이 하층식생(지피식생)의 영향을 벗어난 이후부터는 언제든지 가능하다.



<그림 4-5-8> 대상벌채에 의한 복층림시업 방법도



<그림 4-5-9> 상층목 조절에 의한 복층림시업 방법도

다. 하층목 식재

하층목 식재는 다음과 같은 방법으로 실시한다.

- 잔존대로부터 2*m* 떨어진 벌채대 내에 정조식(1.8*m*×1.8*m*)으로 식재한다.
- 상층수종으로 천연하종갱신이 가능한 지역은 지면처리로 발아상을 조성하여 병행하면 효과적이다.

라. 하층식생 관리

- 하층식생이 번무하는 지역에서는 식재목 주위식생을 골판지로 피복하여 풀베기 작업을 생력화할 수 있다.

5.4. 혼효림 조성

5.4.1. 개요

혼효림은 단순림 조성에 따른 결점을 보완하기 위한 방법으로 널리 이용되고 있는 생태적인 조림방법의 하나이다. 혼효림을 조성하는 목적을 구체적인 실시방법과 연관지어 설명하면 다음과 같다.

(가) 지상부에서의 빛 이용과 지하부에서의 수분 및 양료이용을 복합적으로 활용하기 위하여 수종특성을 감안하여 심근성수종+천근성수종, 양수+음수, 상록수+낙엽수의 조합으로 혼효 식재한다.

(나) 척박한 임지에 주임목 생장 및 임지비배효과 증대를 위하여 주임목+비료목을 혼효 식재한다.

(다) 부림목 식재에 의한 주임목의 가지발달 억제로 양질재 생산을 하거나, 풀베기, 간벌 등 산림시업 생력화를 위하여 주임목+부임목을 혼효 식재한다.

(라) 산화, 기상해, 병해충 피해 등 각종 위해방지를 위하여 주임목+방화수, 상록수+낙엽수를 혼효 식재한다.

(마) 기타 야생동물의 서식지 제공, 산림경관의 다양도 제고, 지력증진 등 공익 기능 향상을 도모하기 위하여 혼효 식재한다.

5.4.2. 구분

5.4.2.1. 수확혼효림

최종 수확기까지 혼효수종을 모두 무육관리하는 혼효림을 의미한다.

5.4.2.2. 육림혼효림

비료목 또는 수형조절용으로 부임목을 식재하여 일정시기가 되면 자연고사되므로 주임목의 생장촉진이나 산림시업의 생력화를 위하여 조성하는 혼효림을 말한다.

5.4.2.3. 방재혼효림

산화, 병해충 방제, 기상해 등의 예방, 방지, 지연을 위해 조성하는 혼효림이다.

5.4.3. 방법

5.4.3.1. 혼효유형의 결정



5.4.3.2. 실행방법

가. 식재

입지조건과 조성목표에 따라 혼효 식재수종을 결정하고 혼효비율과 혼효형태를 결정한다. 인공식재 또는 천연갱신 등에 의하여 2수종 이상으로 혼효시킨다.

- 부분군상혼식 : 지역적이며 소구역에 혼식(임내공간지, 풍도 발생지등)
- 군상혼식 : 3×3본, 4×4본, 5×5본 등 임지전면에 규칙적 배열에 의한 혼식
- 열상혼식 : 1열, 2열, 3열, 4열, 5열 등 식재열을 기준하여 혼식
- 대상혼식 : 일정 폭(잔존대내 잔존목 수고 기준)을 갖는 대상으로 혼식

(1) 육림혼효림

- 대상수종으로는 잣나무, 낙엽송, 소나무, 해송, 편백, 전나무 등 주요 경제수종과 오리나무류, 자귀나무 등 비료목 수종 등을 상호 조합한다.
- 비료목 또는 부임목은 Ⅱ, Ⅲ영급 이후에 수고생장이 주임목에 비하여 다소 낮은 수종을 선정한다.
- 부임목의 생장이 주 임목의 생장을 능가할 경우는 주임목이 피압되지 않도록 부임목의 생장을 억제시켜 준다.

(2) 수확 및 방재혼효림

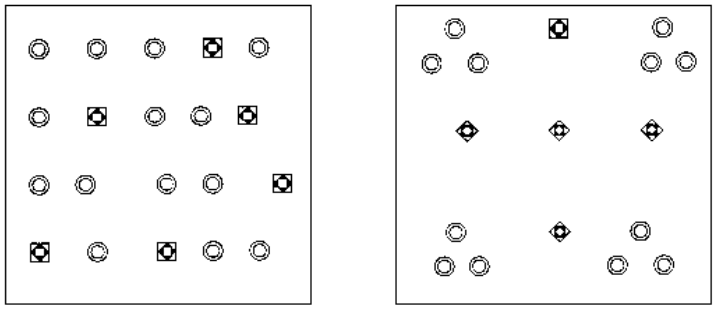
- 대상수종으로는 소나무, 해송, 잣나무, 낙엽송, 상수리나무, 굴참나무, 내화성 수종 및 내건성수종 등을 상호조합한다.
- 혼효수종의 생장을 감안하여 유사한 생장특성을 가진 수종을 조합한다.
- 수종간 생장량을 감안하여 혼효방법(열, 폭, 군식본수 등)을 결정한다.

나. 육림

인공조림지(단순림)내 자생 유용수종을 조림목과 일정비율로 존치 무육하여 혼효림으로 유도 조성한다. 이 방법은 어린나무가꾸기 작업등 육림방법에 의한 혼효림 조성시 적용되는 방법으로 임분전환 기술의 하나로 취급하고 있다.

(1) 정조식 조림지 (방형조림지)

- 일반 조림지에서 형질이 양호한 자생하는 유용수종이 충분한 경우, 보육 초기단계인 풀베기작업부터 어린나무가꾸기 단계에서 조림목과 함께 잔존 무육시키는 방법을 말한다.
- 풀베기 작업시 전생치수, 잠재수종의 치묘 등 형질이 우량한 유용수종을 조림목에 지장을 주지 않는 한 제거하지 않고 잔존 무육시켜 가면서 어린나무가꾸기 단계에서 조림목과 일정비율, 일정형태로 임지 전면에 고루 배치시켜 혼효림을 조성하는 방법이다.

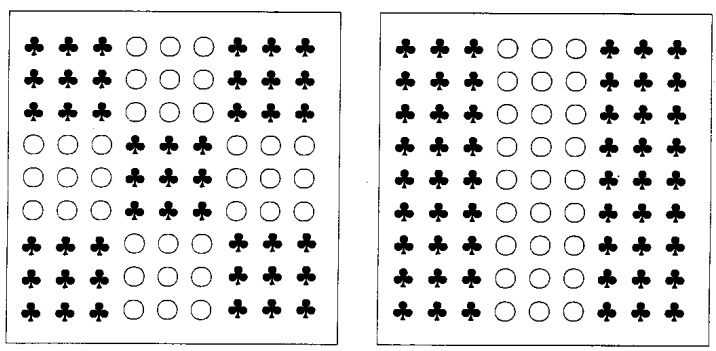


(조림목과 자생유용목의 7:3혼효육림)(3본군상 식재지의 7:3 혼효육림)

<그림 4-5-10> 정방형 식재와 군상 식재지 자생유용
수종의 잔존무육에 의한 혼효림조성 방법도

(2) 부분밀식조림지(대상, 군상조림지)

- 대상 또는 군상형태로 부분밀식을 실시한 조림지 내의 공간지에 자생하는 유용 수종이 충분한 경우, 정조식 조림지와 동일한 방법으로 실시한다.
- 혼효형태가 정조식 조림지와는 달리 대상 또는 군상형태로 조성되는 특징이 있다.



(5 : 5, 9 본군상 혼효식재)　　(5 : 5, 3열 교호 혼효식재)

<그림 4-5-11> 군상 및 대상혼효 식재방법도

연구신서 제 10 호

숲가꾸기 표준 교재 전자책

- Ⅲ. 조림 · Ⅳ. 육림 -

2007 년 5 월 일 인쇄
2007 년 5 월 일 발행

발 행 인 : 정 광 수
제 작 처 : 고객지원과

발 행 처 : **국립산림과학원**
서울특별시 동대문구 청량리2동 207
전 화 : (02) 9612-592
F A X : (02) 967-5101
인 쇄 : **웃고문화사** ☎ (02)2267-3956

■ 종이도 나무에서 나옵니다 <비매품>

ISBN 89-8176-246-5 93520
ISBN 89-8176-243-6 (전8권)