

## 4. 산지재해방지림의 조성·관리

### 가. 관리목표

산사태, 토사유출, 대형산불, 산림병해충 등 각종 산림재해에 강한 산림이다.

### 나. 목표로 하는 산림

- (1) 산사태, 토사유출에 강한 다층혼효림
- (2) 대형산불을 방지하기 위해 내화수림대(耐火樹林帶)가 포함된 혼효림
- (3) 병해충에 강하고 생태적으로 건강한 다층혼효림이다.

### 다. 관리대상

산사태, 토사유출, 대형산불, 병해충 등 산림재해 발생 방지 및 임지(林地)보전을 위하여 지정·결정 또는 관리하는 산림으로서 다음과 같다.

- (1) 사방사업법에 의한 사방지(砂防地) (산사태복구지 포함)
- (2) 산림법에 의한 토사방비보안림(土砂防備保安林)
- (3) 과밀(過密) 임분(林分)으로서 산사태가 우려되는 지역의 침엽수 단순림
- (4) 대형산불의 발생이 우려되는 지역의 침엽수 단순림
- (5) 산림병해충의 피해 우려가 있는 단순림
- (6) 그밖에 산지재해방지기능 증진을 위해 관리가 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림이다.

## 라. 사방지, 토사방비보안림

### (1) 조림

(가) 사방지는 오리나무, 아까시나무, 싸리 등 질소고정 효과가 큰 수종과 초기 생장이 빠른 속성수를 혼합할 수 있도록 조림 수종을 선정한다.

(나) 나무의 뿌리가 다층구조를 이룰 수 있도록 참나무류, 소나무 등의 심근성(深根性) 수종과 함께 중근성(中根性), 천근성(淺根性) 수종이 혼합되도록 조림수종을 선정한다.

(다) 토심이 깊은 곳에는 활엽수, 얇은 곳에는 침엽수 위주로 조림수종을 선정한다.

- 일반적으로 활엽수는 토심이 깊은 지역에 식재하였을 때 생장이 양호하며, 토심이 얇은 지역은 생존력이 강한 침엽수를 식재하여 건강한 산림으로 유도하면 토사재해 방지에도 효과적이다.

(라) ha당 5,000본을 기준으로 입지 조건에 따라 조정할 수 있다.

〈표 6〉 수종별 입지조건별 식재본수

입지조건	구분	수 종	식재본수 (본/ha)	기대효과
· 토심이 '중' 이상인 지역	일반 수목중심	소나무, 해송, 상수리나무, 리기다소나무 등	3,000~ 5,000	사면 안정
· 토심이 '하'인 지역 또는 토양이 단단한 지역	균근 수목중심	오리나무, 싸리, 물오리나무, 아까시나무, 족제비싸리 등	8,000~ 12,000	비옥도 증진

- 토심이 ‘중’ 이상인 지역에는 소나무, 상수리나무 등 일반 수목을 ha당 3,000~5,000본 정도 식재하여 사면안정을 도모하며, 토심이 ‘하’인 지역이나 토양이 단단한 지역에서는 오리나무류, 아까시나무, 싸리 등 균근성 수목을 ha당 8,000~12,000본 정도로 밀식하여 토양 비옥도를 증진시킨다.

## (2) 숲가꾸기

(가) 산림의 사방기능 제고를 위한 경우를 제외하고는 숲가꾸기를 실시하지 않는다.

- 붕괴 위험성이 높은 사면에서는 산림 내 지피식생을 정리하고 상층목을 일부 소개하여 초본류의 유입을 촉진시켜 토양 유기물층의 발달을 억제한다.

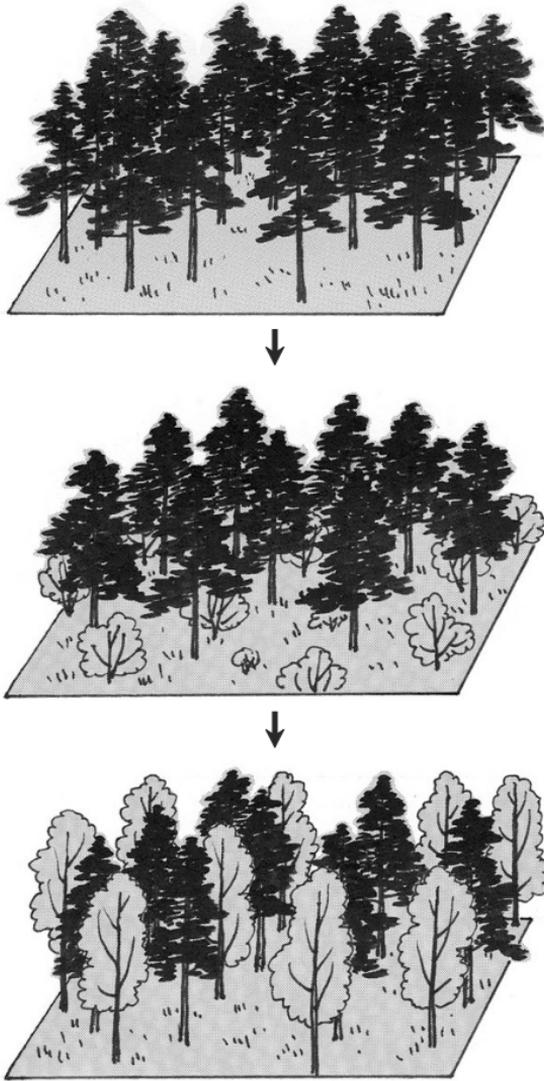
급경사지에 지상부가 무거운 나무를 남기는 것은 위험하므로 골라베기나 수형조절을 실시한다.

지층이 변화되는 곳이나 변곡점(變曲點)이 있는 곳은 붕괴 위험성이 높으므로 활엽수를 남겨두는 골라베기 작업을 실시한다.

(나) 뿌리 발달과 하층식생(下層植生)의 생육 촉진을 위해 Ⅲ영급 이상의 산림에 대해 숲아베기를 실시한다.

- Ⅲ영급 이상의 울폐된 산림은 임목의 수관경합이 심해져 뿌리 발달이 둔화되고, 임내 상대조도가 낮아져 하층식생이 쇠퇴함에 따라 산사태가 발생하기 쉬운 임지가 된다. 임목의 수관경합을 해소하고 식생유입을 촉진시키며 특히, 뿌리의 붕괴억제력을 증대시키는 숲아베기작업을 통하여 건강한 산림으로 유도한다.

(대) 침엽수림은 숙아베기를 통해 다층혼효림으로 전환 유도한다.



〈그림 22〉 침엽수 단순림에서 혼효림으로 유도하는 과정

#### □ 침·활 혼효림 전환방법(예시)

낙엽송 25년생, 2,000본/ha, 수고 11m, 직경 12cm

- 적정임목본수표에서 잔존본수(1,100본/ha)를 결정하는 정량간벌을 적용한다.
- 일시에 제거하기에는 제거본수가 많으므로 가능한 한 간벌률이 20% 내외가 되도록 2~3회에 나누어 솎아베기를 실시하는 것이 좋다.
- 제거 대상목은 하층을 구성하고 있는 고사목, 열세목, 피압목을 우선 선정하고 상층목은 수관경합이 심한 곳에서 선정한다.
- 상층목이 조절됨에 따라 임내 광환경이 개선되면서 하층에 활엽수 및 초본류가 발생하게 되므로 이를 보육하여 혼효림으로 유도한다.

### (3) 산물의 처리

(가) 다음 지역에서 발생하는 산물은 최대한 수집하여 활용하거나 수해, 산불 등 산림재해로부터 안전한 구역으로 이동하여야 한다.

- 1) 계곡으로부터 계곡부 홍수위 폭 만큼의 거리 이내 지역
  - 2) 호소 등 수변부의 만수위와 하천의 홍수위로부터 30m 이내 지역, 또는 산물이 유입될 수 있는 집수유역 안의 지역
  - 3) 도로·임도·농경지·택지로부터 30m 이내 지역
- 4) 1)로부터 3)까지의 지역의 폭은 지형에 따라 조정할 수 있으나 수해·산불 등 산림재해가 가중되지 않아야 한다.

(나) ‘가’ 이외 지역의 산물은 집재하지 않고 지면에 최대한 닿도록 잘라 부식을 촉진시킨다.

(다) ‘가’ 이외의 지역에서 경관유지 등의 사유로 산물을 임내에 집재하여 정리해야 할 경우에는 등고선 방향으로 집재하여 정리한다.

- 토양층이 얇은 사면 상부의 급경사지에서는 붕괴가 많이 발생하므로 다년생 초본류 또는 관목류를 조성한다. 특히 붕괴 위험이 높은 곳에는 흙막이, 편책 등의 재해 예방 공작물을 설치하면 토사유출방지에 효과적이다.

(라) 숲가꾸기, 조림예정지 정리, 벌채작업에서 발생된 산물을 수집하거나 운반할 경우에는 가급적 인력·중력·가선을 이용하되 하천의 홍수위, 호소의 만수위 등 수계로부터 150m 이내 지역 또는 집수유역 안의 지역은 산림토양을 훼손시킬 수 있는 운재로 개설이나 증장비의 임내 작업은 금지한다.

(4) 산사태, 산불, 병해충 등 산림재해로 인한 피해 복구 등 공익적 목적을 위한 경우를 제외하고는 벌채하지 않는다.

- 과밀침엽수림 지역의 경우 수관 및 뿌리의 발달이 좋지 않으므로 토양을 지지하는 붕괴억제력이 약해져 산사태가 자주 발생하게 된다. 과밀침엽수림의 수관은 가늘고 길게 자라며, 뿌리는 발달이 좋지 않아 바람에 약하게 되어 도리어 산사태를 유발시킨다.

(5) 그밖의 사항에 관해서는 사망사업법 등 관계법령의 규정에 따른다.

## 마. 산사태가 우려되는 과밀 침엽수 단순림

### (1) 대상지

낙엽송, 편백 등의 침엽수 단순림 중 산림관리자가 산사태 피해 이력, 현재의 산림 상태 등을 고려하여 결정한다.

### (2) 조 립

조림이 필요할 경우는 심근성 수종을 중심으로 혼효림을 조성한다.

### (3) 숲가꾸기

숲의 활력이 회복될 때까지 약도의 숲아베기를 5년 내외의 간격으로 수회 실시하여 산사태와 수해, 풍해, 설해 등을 예방하고 장기적으로는 뿌리 발달이 좋은 혼효림을 조성한다.

- 약도의 숲아베기를 통하여 임목의 수관경쟁에 따른 고사목, 피압목, 열세목 등의 발생을 사전에 방지하고, 광환경을 개선함으로써 하층에 활엽수의 유입을 촉진시켜 침·활 혼효림으로 유도한다.

### (4) 산물의 처리

(가) 다음 지역에서 발생하는 산물은 최대한 수집하여 활용하거나 수해, 산불 등 산림재해로부터 안전한 구역으로 이동하여야 한다.

- 1) 계곡으로부터 계곡부 홍수위 폭 만큼의 거리 이내 지역
  - 2) 호소 등 수변부의 만수위와 하천의 홍수위로부터 30m 이내 지역, 또는 산물이 유입될 수 있는 집수유역 안의 지역
  - 3) 도로·임도·농경지·택지로부터 30m 이내 지역
- 4) 1)로부터 3)까지의 지역의 폭은 지형에 따라 조정할 수 있으나 수해·산불 등 산림재해가 가중되지 않아야 한다.

(나) ‘(가) 이외 지역의 산물은 집재하지 않고 지면에 최대한 당도록 잘라 부식을 촉진시킨다.

(다) ‘(가) 이외의 지역에서 경관유지 등의 이유로 산물을 임내에 집재하여 정리해야 할 경우에는 등고선 방향으로 집재하여 정리한다.

(라) 숲가꾸기, 조림예정지 정리, 벌채 작업에서 발생된 산물을 수집하거나 운반할 경우에는 가급적 인력·중력·가선을 이용

하되 하천의 홍수위, 호소의 만수위 등 수계로부터 150m 이내 지역 또는 집수유역 안의 지역은 산림토양을 훼손시킬 수 있는 운재로 개설이나 중장비의 임내 작업은 금지한다.

바. 대형산불의 발생이 우려되는 지역의 침엽수 단순림

### (1) 대상지

대상지는 산림관리자가 대형산불의 피해 이력, 현재의 산림 상태 등을 고려하여 결정한다.

### (2) 조림

(가) 산불피해지를 복구할 경우에는 주풍(主風) 방향을 고려하여 참나무류 등 내화수종으로 30m 내외의 내화수림대를 교호로 조성하되 내화수림대간의 간격은 30m 이상으로 한다.

(나) 산불피해지의 벌채는 교호대상(交互帶狀)으로 하고 벌채하지 않은 지역은 조림지가 어린나무가꾸기에 도달할 시점에 벌채 후 조림을 실시한다.

(다) 벌채 후 조림을 할 경우에는 침엽수와 활엽수의 혼효림으로 조성한다.

(라) 마을, 도로, 농경지 인접 지역 산림은 ‘가’와 같이 내화수림대를 조성한다.

### (3) 숲가꾸기

(가) 내화수림대를 조성할 침엽수림은 강도(強度)의 숲아베기를 실시하거나 약도(弱度)의 숲아베기를 수회 반복 실시하여 혼효림으로 유도한다.

(나) 숲아베기를 통한 자연발생 활엽수가 부족할 경우에는 하층에 활엽수 식재가 가능하다.

☞ 8. 내화수림대의 조성·관리 참조

## 사. 산림병해충의 피해 우려가 있는 단순림

### (1) 대상지

대상지는 산림관리자가 산림병해충 피해 이력, 현재의 산림 상태 등을 고려하여 결정한다.

### (2) 조 립

산림병충해가 심한 지역은 산림병해충의 피해가 없는 수종을 선정하거나 혼효림이 조성될 수 있도록 수종을 선정하여 병해충 발생을 방지 또는 확산을 저지한다.

### (3) 숲가꾸기

단순림 또는 속아베기가 지연되어 활력이 떨어지는 산림은 활력이 회복될 때까지 약도의 속아베기를 5년 내외의 간격으로 수회에 걸쳐 실시하여 종 다양성이 높고 생태적 활력이 좋은 혼효림으로 조성한다.

(4) 그밖에 병해충 피해지의 방제에 관한 사항은 산림병해충 방제규정(산림청 훈령)에 따른다.

#### □ 숲가꾸기 대상지 병충해 발생특성 진단

숲가꾸기 작업 전에 대상지에서 발생가능한 병충해의 특성을 파악하는 것은 특정 병충해의 발생은 물론 작업에 따른 피해 등을 예방할 수 있기 때문이다.

따라서 숲의 종류나 특성에 따라 발생이 우려되는 특정 병해충에 대해서는 전문가와 협의하여 적극적인 예방 조치를 실시하여야 한다.

특히, 소나무 또는 해송림을 대상으로 숲가꾸기를 실시할 때 소나무재선충병의 발생이 의심되는 경우에는 즉시 작업을 중단하고 전문가의 처방에 따라야 한다.

〈표 7〉 임종별 출현 가능 병해충

임종별	관련 병해충
천연림	소나무재선충병, 피목가지마름병, 임목부후, 긴나무좀, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 오리나무좀, 소나무좀, 재주나방류, 자나방류
인공림 (단순림)	소나무재선충병, 리기다소나무푸사리움가지마름병, 잣나무잎떨림병, 잣나무털녹병, 잣나무넓적잎벌, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 낙엽송테두리잎벌, 오리나무좀, 소나무좀, 긴나무좀, 재주나방류, 자나방류
혼효림	주요 병해충 모두

〈표 8〉 주요 수종별 출현 가능 병해충

수종별	관련 병해충
소나무	소나무재선충병, 피목가지마름병, 리지나뿌리썩음병, 흑병, 솔잎혹파리, 소나무좀, 노랑점바구미
해 송	소나무재선충병, 흑병, 리지나뿌리썩음병, 잎녹병, 소나무좀, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 노랑점바구미
리기다소나무	푸사리움가지마름병, 소나무좀
잣나무	털녹병, 잎녹병, 피목가지마름병, 잎떨림병, 아밀라리아뿌리썩음병, 잣나무넓적잎벌, 백송애기잎말이나방, 솔알락명나방
낙엽송	잎떨림병, 임목부후, 낙엽송테두리잎벌
참나무류	참나무시들음병, 도토리거위벌레, 오리나무좀, 재주나방류, 참나무잎벌, 매미나방

□ 소나무재선충병

- 피해수종 : 소나무, 해송
- 발생지역 : 부산, 울산, 진주, 구미, 포항, 목포, 제주 등
- 발생시기 : 년중 (특히 8~10월에 발견 용이)
- 진단요령
  - 감염목은 침엽이 처지면서 적갈색으로 변색한다.
  - 감염 고사목의 가지와 줄기의 수피 밑에서 솔수염하늘소(매개충) 애벌레의 배설물이 톱밥처럼 나온다.
  - 임지 근처에 제재소, 칩 또는 톱밥공장이 있거나, 신축 또는 개축한 사찰 부근과 도로공사 현장 주변지역에서 소나무가 고사한 경우는 특히 유의하여 조사한다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해지 전경

(b) 애벌레의 침입구멍과 배설물

(c) 잎이 처지면서 고사

(d) 후식중인 성충(솔수염하늘소)

〈사진 1〉 소나무재선충병

## □ 푸사리움가지마름병

- 피해수종 : 소나무류 (특히 리기다소나무 등 3엽송)
- 발생지역 : 전국
- 발생시기 : 연중발생 (특히 4~8월중 신규 피해발생)
- 진단요령
  - 감염목은 가지에서 송진이 흐르고 윗부분은 고사한다.
  - 피해가 심한 나무의 줄기에서는 나무 전체에서 송진이 흐른다.
  - 많은 가지가 죽으면서 결국에는 나무가 고사한다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해지 전경

(b) 다량의 가지 고사

(c) 감염부위에 송진누출

(d) 줄기 전체에 송진 누출

### 〈사진 2〉 푸사리움가지마름병

□ 리지나뿌리썩음병

- 피해수종 : 소나무류 (소나무, 해송)
- 발생지역 : 전국 (특히 해안지역 송림)
- 발생시기 : 연중 (6~9월 발생확인 적기)
- 진단요령
  - 수관 전체가 빨갛게 마르면서 죽고 피해는 매년 반경 약 7m 정도 외곽으로 확산한다.
  - 고사목 또는 고사중인 나무 주변에 버섯(과상땅해파리 버섯)이 발생한다.
  - 쓰레기 소각, 취사 등 “불”사용 임지에 특히 발생이 심하다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해지 전경

(b) 병원균에 의한 식흔

(c) 고사목 땅가 부근의 자실체

(d) 병원균의 자실체

〈사진 3〉 리지나뿌리썩음병

#### □ 잣나무털녹병

- 피해수종 : 잣나무류 (잣나무, 스트로브잣나무)
- 발생지역 : 전국 해발 600m이상 임지
- 발생시기 : 연중 (특히 4월에 발견 용이)
- 진단요령
  - 4월 하순~6월 하순 사이에 잣나무의 가지와 줄기에서 엷은 황갈색 돌기가 발생하고 노란색 가루(녹포자)가 비산한다.
  - 6월 중순 이후 임내의 송이풀에 노란색 가루(여름포자)가 발생한다.
  - 8월 중순~10월 하순 사이에 잣나무의 가지와 줄기에서 눈물방울 모양의 점질물(녹병정자)이 누출한다.



(a)



(b)



(c)

- (a) 잣나무 줄기의 녹병정자(눈물방울 형태)  
(b) 스트로브잣나무 줄기의 녹포자기(노란 돌기)  
(c) 송이풀(중간기주)의 여름포자(노란가루)

#### 〈사진 4〉 잣나무털녹병

□ 아밀라리아뿌리썩음병

- 피해수종 : 잣나무류
- 발생지역 : 전국
- 발생시기 : 연중 (8~10월 발생확인 적기)
- 진단요령
  - 피해목 땅가 부근에 다량의 송진이 누출한다.
  - 땅가 부근 줄기와 뿌리의 수피 밑에 흰색 균사가 발생한다.
  - 8~10월에 피해목 주변에서 버섯이 발생한다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해목

(b) 피해목 주변의 뿔나무버섯

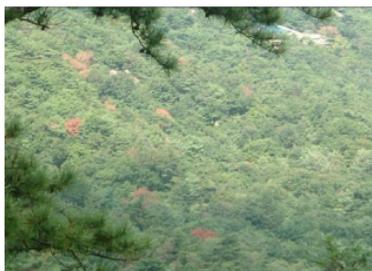
(c) 피해목 땅가 부근 송진 누출

(d) 감염조직의 흰색 균사

〈사진 5〉 아밀라리아뿌리썩음병

□ 참나무시들음병

- 피해수종 : 참나무류(특히 신갈나무 피해가 심함)
- 발생지역 : 무주, 성남, 서울, 철원 등 중·북부 지역
- 발생시기 : 8~11월
- 진단요령
  - 피해목은 여름~가을에 나무전체가 빨강게 시들면서 고사한다.
  - 가지와 줄기에 매개충 침입으로 작은 구멍이 무수히 발생하고, 다량의 목재배설물이 배출되어 쌓인다.
  - 병원균에 의하여 목질부가 변색한다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해지 전경

(b) 매개충에 의한 목재 배설물

(c) 매개충의 침입구멍  
(광릉긴나무좀)

(d) 병원균에 의한 목질부 변색

〈사진 6〉 참나무시들음병

□ 솔잎혹파리

- 피해수종 : 소나무, 해송
- 발생지역 : 전국
- 발생시기 : 6~9월
- 진단요령
  - 피해목은 6월경 침엽이 자라지 않아 1cm정도로 매우 짧고 9월 이후 잎은 갈색으로 변한다.
  - 짧아진 잎의 기부에는 조그만 충영(벌레방)이 있고 그 속에서 애벌레가 발견된다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해목

(b) 솔잎혹파리 피해잎(충영)

(c) 피해잎(길이가 짧아짐)

(d) 솔잎혹파리 성충

〈사진 7〉 솔잎혹파리

□ 솔껍질깍지벌레

- 피해수종 : 해송
- 발생지역 : 고흥, 목포, 진해, 남해, 포항 등 남부 해안 지역
- 발생시기 : 3~5월
- 진단요령
  - 3~5월에 나무의 아래쪽 부위 특히 4~5년생 가지의 조직을 벗기면 변색되어 있고, 잎은 갈색으로 변하면서 수세가 약해진다.
  - 임목의 대부분이 수세가 약해지면서 신초가 휘어지는 현상을 보이고 나무가 전체적으로 지저분해진다.
  - 4~5월에 피해나무의 가지에서 알 덩어리와 그 속에 노란색 작은 벌레(약충)가 보인다.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) 피해지 전경

(b) 알덩어리(4~5월)

(c) 흡즙에 의한 조직 괴사

(d) 후약충(10~4월)

〈사진 8〉 솔껍질깍지벌레

□ 잣나무넓적잎벌

- 피해수종 : 잣나무 · 발생지역 : 경기, 강원지역
- 발생시기 : 7월 중순~8월 상순
- 진단요령
  - 갉아먹어 짧아진 상태의 잎이 많고 잎을 거미줄로 묶어 집을 지은 형태가 보인다.
  - 식해로 잎이 짧고 7월에 파리 형태의 성충이 많이 날아 다닌다.



(a) 피해지 전경

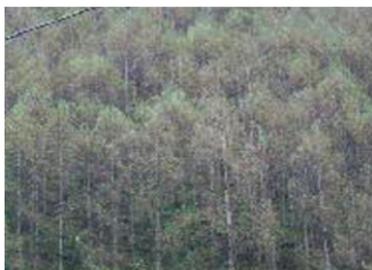


(b) 애벌레

〈사진 9〉 잣나무넓적잎벌

□ 낙엽송테두리잎벌

- 피해수종 : 낙엽송 · 발생지역 : 경기, 강원지역
- 발생시기 : 7월하순~8월 상순, 9월상순
- 진단요령
  - 잎을 식해하여 임분 전체가 잿빛을 띤다.
  - 특히, 9월에 피해가 심하며 벌레들이 뭉쳐서 잎을 갉아 먹어 가지만 앙상하게 남아 있다.



(a) 피해지 전경



(b) 애벌레

〈사진 10〉 낙엽송테두리잎벌