

# 산림환경교육 자료Ⅲ

## 숲환경가꾸기





# 산림환경교육 자료Ⅲ

숲 환경 가꾸기



# 발간사

지난 십여 년 동안 우리 국민 의식수준이 향상되면서 많은 사람들이 휴식과 건강을 위해 산을 찾게 되고, 산을 찾는 만큼 산림환경에 대해서도 중요하게 생각하며 관심을 가지게 되었습니다.

우리나라 산림환경교육은 90년대를 기점으로 민간 환경단체의 약진과 함께 많은 발전을 이루었고, 2000년대 이후로 숲과 산림환경교육을 목적으로 한 단체와 연구소들이 다양하게 설립되면서 전문교육분야로 발돋움하고 있습니다. 하지만 현재 실시되고 있는 대다수의 산림환경교육들이 일회성 교육으로 간단한 종이에 대한 정보를 소개하거나, 감성적인 사회체험프로그램 교육에 머물러있어 감성과 기술, 두 분야의 교육이 적절히 조화되지 못하고 있는 실정입니다. 어느 한쪽으로 치우치는 교육은 숲 전체를 바라보고 산림환경이라는 큰 시스템을 이해하는데 부족함이 있습니다.

우리 협회는 이런 문제점을 개선해 보고자 산림환경교육을 담당하는 교사들과 함께 2006년 「산림환경교육자료 I - 숲 환경 조사하기」교재와 교구를 개발하였습니다. 이 교재와 교구는 청소년들이 주변식물과 숲에 대해 기본적인 조사·관찰·실험 방법들을 익히고 스스로 판단하는데 실질적인 도움이 되길 희망하며 다소 시험적인 의도를 가지고 내용을 구성하였으며, 개발 후 현장 적용과 프로그램 보완을 위해 교원연수 프로그램을 운영하였습니다.

또한 2006년 교재의 보완점을 개선한「산림환경교육자료Ⅱ-2008 숲 환경 조사하기」를 2007년에 증보판으로 발간하여 2008년 여름방학기간을 활용해 교원연수 프로그램을 확대 운영해 연수에 참여한 선생님으로부터 높은 호응을 얻는 등 꾸준히 저변을 넓혀가고 있습니다.

이번에 발간되는「숲 환경 가꾸기」교재는 「숲 환경 조사하기」와 연계하여 활용이 가능하도록 기획되었으며 「숲 환경 조사하기 연수프로그램」에 참여한 선생님들이 산림청의 「숲 가꾸기 표준교재(2005, 2007)」, 「산림과 임업기술(2000)」 등의 자료를 바탕으로 이론적 내용을 재정리하고 현장교육에서 활용이 가능하도록 프로그램으로 구성된 시험적 성격의 교육교재입니다. 우리는 이 교재가 학생들의 재량활동 및 계발활동, 사회체험교육 등 다양한 현장학습에 활용되고 기존의 감성교육과 병행되어 보다 폭넓고 체계적으로 숲을 이해하는데 도움이 되길 기대하고 있습니다.

끝으로 바쁜 와중에도 프로그램을 만들고 프로그램 개발에 도움을 주신 숲지기 강지기 김혜숙 대표님, 대신중학교 박후서 선생님, 누원초등학교 이철희 선생님, 삽화를 그려주신 오승택 선생님께 감사를 드립니다. 그리고 늦은 밤까지 교재 발간에 애써 주신 사무처 가족들께도 감사드립니다.

2008. 12.  
한국산지보전협회  
회장 김 성 훈



# 목차

- 8 \_ 한국산지보전협회 소개
- 9 \_ 산림환경 교육 다양화 포럼
- 10 \_ 숲 환경 가꾸기의 필요성
- 11 \_ 학교숲 환경 가꾸기의 배경과 중요성
- 12 \_ 교재 소개
- 14 \_ 프로그램 요약

## 숲의조성

### ♣ 씨앗생산

- 18 \_ 교사 페이지\_씨앗의 구조와 분류
- 22 \_ 학교 나무 씨앗 조사하기
- 25 \_ 교사 페이지\_씨앗의 채취와 보관
- 28 \_ 나무 씨앗 모으기
- 30 \_ 휴면씨앗 발아촉진 실험

### ♣ 묘목양성

- 32 \_ 교사 페이지\_씨뿌리기를 통한 묘목 생산
- 34 \_ 씨뿌리기 방법별 성장상태 비교실험

### ♣ 묘목식재

- 36 \_ 교사 페이지\_무성생식에 의한 묘목 생산
- 40 \_ 삼수조건별 뿌리발생을 비교 실험
- 42 \_ 교사 페이지\_묘목선정과 식재방법

## 숲가꾸기

### ♣ 숲 가꾸기의 계획

- 46 \_ 교사 페이지\_숲 가꾸기 계획 세우기
- 48 \_ 학교숲현황 조사하기

### ♣ 숲 가꾸기의 방법

- 52 \_ 교사 페이지\_풀베기 방법
- 54 \_ 교사 페이지\_덩굴제거 방법
- 56 \_ 경쟁식물제거하기
- 58 \_ 퇴비장 만들기
- 59 \_ 교사 페이지\_어린나무가꾸기 방법
- 62 \_ 어린나무보호하기
- 64 \_ 교사 페이지\_가지치기 방법
- 66 \_ 가지치기 모의활동
- 68 \_ 교사 페이지\_숙아베기방법
- 70 \_ 숙아베기 모의활동

## 숲의보호

### ♣ 인위적 피해

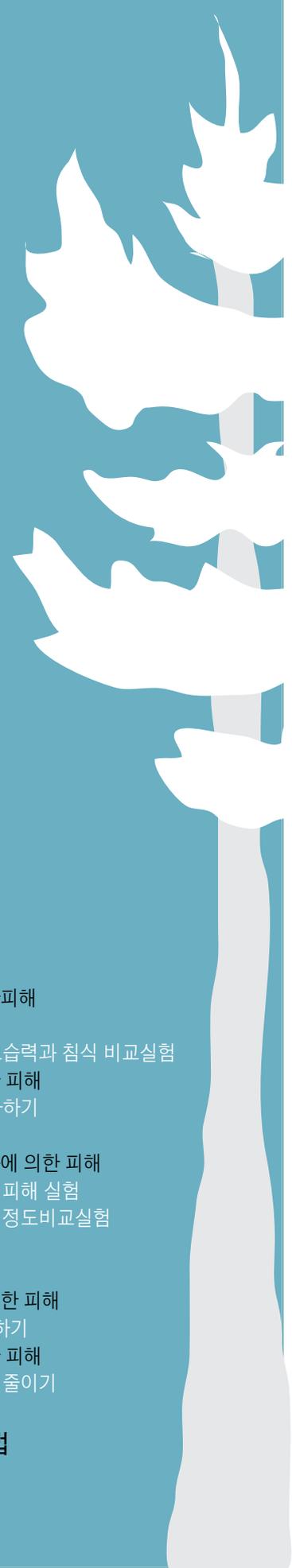
- 74 \_ 교사 페이지\_담압에 의한피해
- 78 \_ 토양의건밀도 측정하기
- 80 \_ 담압 상태에 따른 물의 보습력과 침식 비교실험
- 82 \_ 교사 페이지\_산불에 의한 피해
- 84 \_ 불에 잘 견디는 나무 조사하기
- 87 \_ 보충학습자료
- 88 \_ 교사 페이지\_토양 산성화에 의한 피해
- 90 \_ 토양 산성화에 따른 나무 피해 실험
- 92 \_ 토양 산성화와 낙엽 분해 정도비교실험

### ♣ 자연적 피해

- 94 \_ 교사 페이지\_병충해에 의한 피해
- 96 \_ 나무의 병충해 피해조사하기
- 98 \_ 교사 페이지\_기상에 의한 피해
- 100 \_ 추위에 의한 갈라짐 피해 줄이기

- 104 \_ 숲환경 가꾸기 평가방법

- 112 \_ 단어설명



# 한국산지보전협회 소개

<http://www.kfcm.or.kr>

한국산지보전협회는 산림청 산지관리법을 근거로 설립된 특수법인단체로서 우리의 산을 지키고 보전하여 후손에게 물려주기 위한 역할과 활동을 위해 노력하는 산림 전문단체입니다.

## 협회의 활동



### 하나. 조사연구

우리가 지키고 보전해야 할 산림자원, 생태, 환경, 문화유산 등 산림자산을 조사하고 발굴해 나가는 일을 합니다.



### 둘. 정책제안

산림분야의 기술적이고 전문적인 정책 대안제시와 정보를 제공하는 일을 합니다.



### 셋. 산림환경교육

산림과 산림환경 분야의 교재와 프로그램을 발간하고 교육과 연수를 지속적으로 실시합니다.



### 넷. 산사랑 국민운동

건강하고 깨끗한 산림을 만들기 위한 산사랑 국민운동 활동을 전개합니다.



# 산림환경교육 다양화포럼

<http://feed.kfcm.or.kr>

산림환경 교육 다양화 포럼은 산림환경 교육에 관심이 많은 교사, 환경교육활동가, 전문가들의 자발적인 참여로 만들어진 모임입니다. 주로 청소년들에게 자연환경과 산림생태를 효과적으로 교육할 수 있는 다양한 교육 프로그램을 연구하고, 현장에서 바로 쓸 수 있는 쉽고 체계적인 학습 자료를 널리 보급하는 활동을 하고 있습니다.

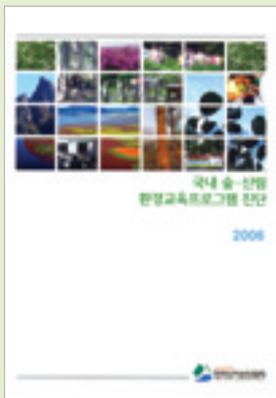
2005년에 산지보전협회가 ‘숲속의 친구들’이라는 교재와 웹 사이트를 제작하는 사업에 참여하는 것으로 시작하여, 2006년부터 2008년 현재까지 산림환경교육자료의 개발과 교사, 활동가를 대상으로 연수를 실시하고 있습니다.



〈산림환경 교육 다양화 포럼 홈페이지〉



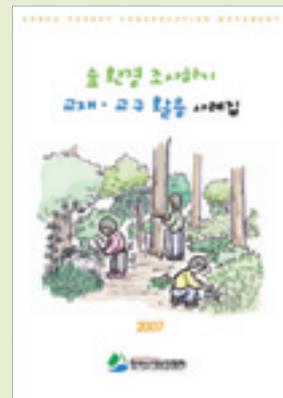
〈숲속의 친구들〉



〈산림교육 현황조사〉



〈산림환경교육 자료 개발〉



〈산림환경교육 사례발굴〉

# 숲 환경 가꾸기의 필요성

## 가. 숲이 우리에게 주는 혜택

숲에는 생명체가 살아가는데 필요한 빛과 흙과 물과 같은 환경적인 요소가 공기와 함께 순환하고 있습니다. 숲 안 땅속에는 미소생물이, 지표에는 이끼와 풀이 자라고, 그 위에 나무가 어우러져 식물사회를 형성하고 있습니다. 이러한 숲은 여러 동물들과 함께 먹이사슬을 이루며 거대한 생태 종합사회를 구성하게 됩니다.

숲이라는 생태 종합사회는 우리에게 많은 혜택을 주고 있습니다. 숲은 생물자원의 보고이자 우리 삶을 풍요롭게 해주는 자원의 보물섬입니다. 생물자원은 우리에게 식량과 의약품, 각종 산업 원료를 제공해주며, 신제품 및 인류에게 유익한 신물질 개발의 근원이 되어줍니다. 또 숲은 인류문화의 원천이 됩니다. 산과 나무는 노래와 시, 문학, 회화의 소재로 사용되어 인간의 삶의 질과 영혼을 윤택하게 해줍니다. 이외에도 숲은 다양한 기능을 하고 있는데, 생물이 살아가는데 꼭 필요한 물을 저장하는 녹색 댐의 역할, 이산화탄소와 각종 오염물질을 흡수하며 깨끗한 산소를 생산하는 역할, 휴양 공간 제공의 역할과 국토경관을 형성하며 야생동물의 보금자리를 제공하는 역할 등 다양한 공익적 기능을 하고 있습니다.

## 나. 숲 환경 가꾸기의 필요성과 효과

숲을 가꾸어주면 경제적 가치가 높아집니다. 예를 들어 숲을 가꾸지 않았을 경우, 나무의 수관경쟁이 치열해져 직경보다도 수고 중심으로 성장하게 되어 병충해, 풍해 등의 피해에 노출되어 산림의 경제적 가치를 기대할 수 없게 됩니다. 하지만, 숲을 가꾸어 줄 경우에는 나무의 생장이 5배나 빨라지며 높은 가격의 고급재를 생산할 수 있습니다.

숲을 가꾸어주면 숲의 환경적 가치가 높아집니다. 숲을 가꾸지 않아 잡관목으로 우거질 경우 식물의 광합성 작용에 필수적인 햇빛이 차단되어 하층식생이 생육하는데 어려움이 있으며, 이러한 상황이 지속될 경우 하층식생이 도태되어 종 다양성이 사라질 수 있습니다. 이로 인한 토양미생물의 활동 저하는 지표면에 쌓인 낙엽이 썩지 않아 뿌리성장에 제한을 가져오며 숲의 수원함양효과를 떨어트릴 수도 있습니다. 하지만 숲을 가꾸면 햇빛이 하층까지 전해져 광합성을 끌고루 하며, 산림생태계의 활동이 원활이 이루어질 수 있습니다.

지구온난화와 기후변화로 인해 현재 우리나라도 「저탄소 녹색성장」을 국가의 핵심 사업으로 내세우고 있습니다. 숲은 탄소를 담은 큰 저장고 역할을 하며 이러한 문제를 해결할 수 있는 핵심답안으로 부상되고 있습니다. 숲 가꾸기는 이러한 문제해결방안에 가속력을 더해 보다 효율적인 숲의 이용을 가능하게 해줄 것입니다.

# 학교숲 환경 가꾸기의 배경과 중요성

## 가. 학교숲 환경 가꾸기의 배경

1990년대 이래로 영국, 미국, 캐나다, 일본 등 외국에서는 지역의 환경개선과 함께 학교 구성원의 참여를 통한 「학교자연환경 개선활동」이 사회운동의 일환으로 활발하게 진행되어, 학교 구성원인 교사, 학생, 학부모들이 직접 참여하여 학교내에 사용하고 있지 않은 공간을 활용하여 숲과 생물서식공간을 조성하고 지역주민들을 위한 휴식 및 교육공간으로 재탄생시키는 사례가 늘어가고 있는 추세입니다.

최근 국내에서도 학교 숲이 환경교육의 장으로 활용되면서 학생들의 심미와 정서발달에 도움이 된다는 인식이 확산되고 지역공동체 문화교류의 장으로서 중요성을 인정받으면서 학교 숲 환경조성 운동이 활발하게 진행 중입니다. 그리고 조성된 숲의 가꾸기를 통한 적극적인 학교자연환경 개선에 대한 논의의 필요성이 제기되고 있는 실정입니다.

## 나. 학교숲 환경 가꾸기의 중요성

숲이 탄소를 담는 거대한 저장고로 인식되면서 ‘숲 가꾸기’가 지구온난화에 따른 기후변화 적응 문제를 해결할 수 있는 중요한 대상으로 논의되고 있습니다.

일반적으로 우리가 인식하고 있는 ‘숲 가꾸기’는 임업의 전문영역으로 산림전문가와 산림기능인이 실시하는 소수의 제한된 영역으로 산림환경교육을 담당하는 지도자들에게는 접근이 쉽지 않은 분야입니다. 하지만 숲을 가꾸고 지키는 일은 특정 단체나 사람들만의 전유물이 아니며 국민 모두가 함께 관심을 가져야 할 분야입니다.

학교 숲은 산림과 달리 숲의 조성과 관리 주체가 학교이므로 수혜자인 학생과 학교구성원들이 숲 가꾸기 활동에 직접 참여할 수 있는 조건을 갖추고 있습니다. 학교 숲에 직접 나무를 심고 조사, 관찰, 실험, 탐구하는 활동을 통해 숲을 가꾸고 보호하는 자연환경개선 과정이 곧 ‘숲 환경 가꾸기’ 체험교육프로그램이 됩니다. 이러한 적극적인 활동과 경험을 통해 학생들은 학교 자연환경 속에서 자연의 생리와 생태계에 대한 이해를 넓히고 역할참여 속에서 과학적인 사고를 키우고 개선방법을 알아가게 됩니다.

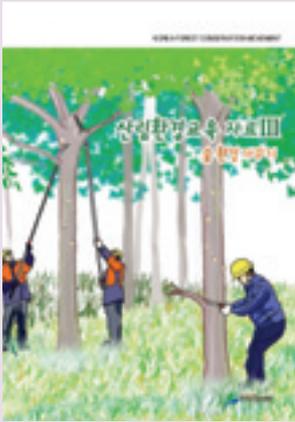
최근 학교 자연환경개선 사업들이 전개되면서 많은 학교 숲이 조성되고 그 숲에서 산림의 중요성에 대한 교육이 이루어지고 있습니다. 우리의 생활주변인 학교 숲의 환경을 가꾸고 보호하는 일에 참여하는 교육이 이루어진다면 자연과 환경을 지키고 보호하는 일의 중요성과 의미는 더욱더 커지게 될 것입니다.

# 교재 소개

「숲 환경 가꾸기」는 한국산지보전협회에서 개발한 산림환경교육자료 시리즈의 두 번째 교재입니다.

숲 환경 조사하기 (2006~2007)			숲 환경 가꾸기 (2008)			숲 환경 이용하기 (2009)		
플꽃 조사하기	나무·숲 조사하기	토양 조사하기	숲의 조성	숲 가꾸기	숲의 보호	플꽃의 이해와이용	나무의 이해와이용	숲의 이해와이용

## 숲 환경 가꾸기 교재는



- 산림환경교육 프로그램의 다양화를 위해 현직교사 및 전문가들이 함께 개발한 학생 지도용 교재입니다.
- ‘숲의 조성’, ‘숲 가꾸기’, ‘숲의 보호’ 3개 프로그램으로 구성되어 있습니다.
- 학교숲 환경가꾸기에 대한 조사·관찰·실험활동들을 소개하고 있습니다.



- ‘프로그램은 교사자료와 활동자료로 구분되어 있습니다.
- 교사자료는 프로그램 진행에 필요한 배경지식을 설명하고 있습니다.
- 활동자료는 활동방법 설명과 활동시 작성하는 활동지로 구성되어 있습니다.
- 교재 PDF파일은 한국산지보전협회 홈페이지 자료실을 통해 무료로 다운로드 받아보실 수 있습니다.

### “숲의 조성” 프로그램은



- 씨앗 채취부터 어린나무로 키우기까지의 과정에 적용할 수 있는 활동들로 구성되어 있습니다.
- 씨앗생산, 묘목양성, 묘목식재의 세 과정으로 나뉘어 있습니다.

### “숲 가꾸기” 프로그램은



- 숲 가꾸기 계획에서부터 숲의 성장과정에 맞는 숲 가꾸기 활동들로 구성되어 있습니다.
- 수목조사, 제거목 선정하기, 어린나무 보호하기 등으로 구성되어 있으며, 일부 활동은 모의활동으로 대체되어 소개하였습니다.

### “숲의 보호” 프로그램은



- 나무와 숲이 자라면서 받게 되는 인위적 피해와 자연적 피해 내용을 통해 할 수 있는 활동을 소개하고 있습니다.
- 답압, 산불, 산성화, 병충해, 갈라짐 피해와 같이 대표적인 피해를 알아보는 활동으로 구성하였습니다.

# 프로그램 요약



## \* 학교 나무 씨앗 조사하기

- 주요개념 씨앗의 분류
- 목 표 나무의 종류를 조사하여 나무 현황표를 만들어 씨앗의 특성에 따라 나무를 분류할 수 있다.  
나무 씨앗들에도 다양한 특성을 가지고 있음을 느낄 수 있다.
- 활동내용 길씨식물과 속씨식물, 큰 키 나무와 작은 키 나무로 나무 현황표를 작성한다.  
씨앗 분류체계에 따라 씨앗을 분류하여 기록한다.

## \* 나무 씨앗 모으기

- 주요개념 열매 생성, 채취
- 목 표 씨앗의 결실 시기에 맞춰 나무열매를 채집하여 씨앗을 분리·보관할 수 있다.  
작은 씨앗도 생명이므로 소중히 다루는 자세를 가질 수 있다.
- 활동내용 다 익은 열매를 채집한다.  
열매의 종류에 따라 적합한 씨앗 채취 방법을 사용하여 씨를 빼낸다.  
밀폐용기에 넣어 씨앗을 저장한다.

## \* 휴면씨앗 발아촉진 실험

- 주요개념 휴면타파
- 목 표 씨앗의 휴면성을 타파하는 방법을 알 수 있다.  
씨앗이 잠을 자며 인위적 방법으로 잠을 깨울 수 있다는 사실에 흥미를 느낄 수 있다.
- 활동내용 발아촉진 처리를 한 씨앗과 그렇지 않은 씨앗을 비교하여 조사한다.

## \* 씨뿌리기 방법별 성장상태 비교실험

- 주요개념 씨뿌리기
- 목 표 씨뿌리기 방법별 성장상태를 실험을 통해 알 수 있다.  
정성을 들인 씨앗의 발아와 성장을 직접 확인하는 기쁨을 느낄 수 있다.
- 활동내용 동일한 씨앗을 씨뿌리기 방법별로 심는다.  
한 달 간 발아율과 성장상태를 비교해본다.

## \* 삼수조건별 뿌리 발생을 비교 실험

- 주요개념 무성생식
- 목 표 무성번식 방법의 특성을 삼수를 만들 수 있다.  
삼수에서 뿌리가 발생하여 자라는 식물의 놀라운 생명력을 느낄 수 있다.
- 활동내용 뿌리발생 인자별로 삼수를 채취한다.  
삼목을 실시하고 8주 후 뿌리발생 정도를 비교한다.



## \* 학교숲 현황 조사하기

- 주요개념 학교숲 현황조사
- 목 표 교정내의 나무들의 정보를 수집하고, 숲가꾸기 작업계획을 세울 수 있다.  
학교 숲 현황 조사활동을 통해 학교 숲 가꾸기의 필요성을 인식할 수 있다.
- 활동내용 방형구 조사를 통해 학교숲의 단면도와 평면도를 그린다.  
나무 주변 환경 정보를 바탕으로 숲가꾸기 작업 항목을 점검한다.

## \* 경쟁식물 제거하기

- 주요개념 풀베기, 덩굴치기
- 목 표 숲가꾸기 목표식물의 성장에 방해가 되는 식물을 관별할 수 있다.  
유해식물 제거가 인체와 생태계 건강에 긍정적인 영향을 주는 것을 느낄 수 있다.
- 활동내용 묘목의 성장을 방해하는 경쟁식물의 범위를 정하고, 대상지의 식물을 조사한다.  
조사된 식물의 제거여부를 판단하고 제거 작업을 한다.

## \* 어린나무보호하기

- 주요개념 어린나무 가꾸기
- 목 표 어린나무에 해를 주는 요소를 막고 보호할 수 있는 방법이 무엇인지 말할 수 있다.  
어린나무 보호활동을 통해 식물에 대한 관심과 애정을 갖는다
- 활동내용 패드백을 이용해 어린나무 보호대를 제작한다.  
보호대를 설치한 어린나무와 미설치 어린나무가 외부 환경으로부터 얼마나 영향을 받는지 관찰한다.

## \* 가지치기 모의활동

- 주요개념 가지치기
- 목 표 가지치기 작업이 필요한 나뭇가지를 관별하고 올바른 가지치기 방법을 알 수 있다.  
가지치기가 나무를 더욱 건강한 모습으로 자라게 할 수 있는 활동임을 느낄 수 있다.
- 활동내용 가지치기가 필요한 나무와 비교목을 선정한다.  
가지치기될 나뭇가지의 수를 조사하고 비교목과의 차이점을 알아본다.

## \* 속아베기 모의활동

- 주요개념 속아베기
- 목 표 적절한 속아베기를 통해 나무들 간의 경쟁을 줄여 효율적인 성장을 유도할 수 있다.  
나무의 속아베기 활동이 숲을 더욱 건강하게 만들 수 있음을 느낄 수 있다.
- 활동내용 종이위에 떨어진 물방울 자국을 나무로 가정한다.  
나무가 성장할 때, 서로 간에 경쟁하는 모습을 관찰한다.  
적절한 속아베기를 통해 효율적인 성장을 유도한다.

## 숲의 보호

### \* 토양의 건밀도 측정하기

- 주요개념 토양 답압
- 목 표 토양의 건밀도 차이에 따라 숲 생태계에는 어떤 차이를 나타내는지 알 수 있다.  
정해진 숲길을 따라 숲을 만나는 것이 숲 생태계를 보전할 수 있는 좋은 일임을 느낄 수 있다.
- 활동내용 답압지와 일반 토지를 선정하여 주변식생을 조사한다.  
토양단면 및 토양 특성을 관찰하고, 건밀도를 측정한다.

### \* 답압 상태에 따른 물의 보습력과 침식 비교실험

- 주요개념 보습력
- 목 표 답압된 토양은 물의 보습력을 감소시킴을 알 수 있다.  
숲 토양의 답압이 증가될 경우 보습력의 감소로 산사태를 증가시켜 숲 생태계를 파괴시킬 수 있음을 느낄 수 있다.  
산사태와 물의 보습력과의 관계를 이해하고 숲의 소중함을 깨닫게 할 수 있다.
- 활동내용 경도가 다른 토양이 채워진 유수대를 설치하여 경사를 주고 물을 유입시킨다.  
물의 보습력과 토양의 침식정도를 조사하여 비교해본다.

### \* 불에 잘 견디는 나무 조사하기

- 주요개념 내화수종
- 목 표 산불에 강한 내화성 나무를 알고, 산불 피해를 최소화할 수 있는 숲을 구상할 수 있다.  
나무도 스스로 몸을 보호하기 위해 생리적 변화를 시도하는 생명체임을 느낄 수 있다.
- 활동내용 조사 지역의 숲과 건물 배치를 평면도에 기록한다.  
나무의 높이와 종류에 따라 내화력 정도를 색을 달리해서 기록한다.  
산불 발생 시 피해를 최소화할 수 있는 숲으로 조성하기 위한 방안을 마련한다.

### \* 토양 산성화에 의한 나무 피해 실험

- 주요개념 토양 산성화
- 목 표 토양의 산성도가 무엇이며, 토양의 산성도 변화를 측정할 수 있다.  
숲에 유입되는 환경오염 물질을 차단하여 숲과 식물들의 피해를 막을 수 있는 마음을 갖는다.
- 활동내용 염산용액을 살포하고 대조구 비교를 통해 참나무와 소나무 묘목의 성장변화를 관찰한다.

### \* 토양 산성화와 낙엽 분해 정도 비교실험

- 주요개념 토양 산성화
- 목 표 토양 산성화가 낙엽의 분해를 지연하는 원인임을 알 수 있다.  
낙엽의 분해를 촉진하기 위해 토양 산성화를 줄여가는 것이 건강한 숲을 만들어 가는 활동임을 느낄 수 있다.
- 활동내용 분해과정 중에 있는 부엽물과 토양을 채취하여 산성용액을 살포 여부에 따른 낙엽 분해 정도를 관찰한다.

### \* 나무의 병충해 피해 조사하기

- 주요개념 병충해
- 목 표 나무의 건강을 해치는 병충해에 대해 말할 수 있다.  
나무의 병충해 상태를 체크하고 관리하면서 책임감 기를 수 있다.
- 활동내용 조사지역의 나무에서 병징과 표징을 찾아본다.

### \* 추위에 의한 갈라짐 피해 줄이기

- 주요개념 상열 피해
- 목 표 추위로 인해 나무에 발생할 수 있는 피해에 대해 말할 수 있다.  
나무의 추위 피해를 줄이기 위한 예방활동의 필요성을 느낄 수 있다.
- 활동내용 추위에 의해 갈라짐이 발생할 수 있는 나무를 선정하여 예방 조치를 취한다.



# 숲의 조성



## 씨앗생산

- 씨앗의 구조와 분류  
학교 나무 씨앗 조사하기
- 씨앗의 채취와 보관  
나무 씨앗 모으기  
휴면씨앗 발아촉진 실험



## 묘목양성

- 씨뿌리기를 통한 묘목 생산  
씨뿌리기 방법별 성장상태 비교실험

## 묘목식재

- 무성생식에 의한 묘목 생산  
삽수조건별 뿌리발생을 비교 실험
- 묘목선정과 식재방법



# 씨앗의 구조와 분류

## 1. 씨앗에 대한 이해

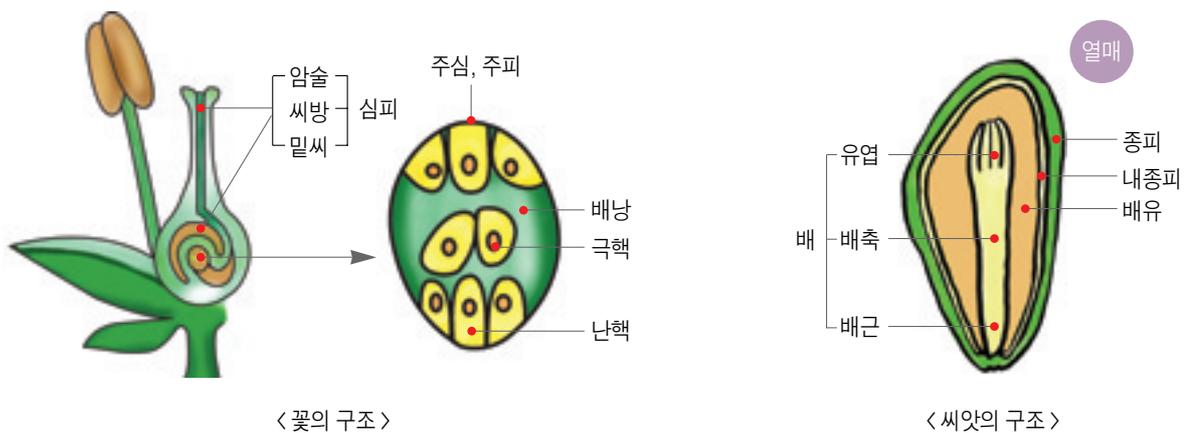
숲(林)이란 나무(木)가 무성하게 우거져 있음을 뜻하며, 숲을 이루고 있는 각각의 나무들은 씨앗으로부터 싹이 터 자라나게 된다. 그러므로 씨앗에 대한 지식은 숲을 가꾸는데 있어서 기본지식이라 할 수 있다. 숲을 만들어 가게 되는 나무들의 씨앗은 농작물 씨앗들과는 다른 몇 가지 특성을 갖고 있는데, 이는 앞으로 숲을 가꾸기 위한 장기적인 단계로서 질 좋은 어린나무를 만드는데 늘 염두에 뒀야 할 사항이다.

### ▷ 나무씨앗의 특성 ◁

- 나무는 생장기간이 길어 잘못된 씨앗이 사용되었을 경우, 결과가 수십 년 후에 나타나므로 대처할 방법이 없다.
- 나무의 긴 생장기간으로 인해서 생산과 유통, 어린나무를 가꾸는 작업과 숲에서 큰 나무로 자라는 일들이 모두 다른 사람들에 의해 이루어지기 때문에 좋은 씨앗을 생산하기가 힘들다.
- 나무의 생활은 자연의 영향력을 크게 받기 때문에 사람의 힘으로 씨앗의 양이나 질을 조절하는데 한계가 있다.

〈 숲가꾸기표준교재, 산림청, 2005 〉

## 2. 꽃과 씨앗의 관계



- 가. 씨방 → 열매 : 열매껍질을 통해 씨앗을 감싸 외부로부터 보호하는 역할을 한다.  
 나. 밑씨 → 씨앗 : 종피, 배유, 배 등으로 이루어져 있으며 흔히 종자·씨앗이라 불린다.  
 다. 주피 → 종피 : 외부의 압력, 건조, 병·해충의 공격에 대해 내부를 보호하는 껍질이다. 종피가 두꺼운 씨앗의 경우 외종피, 중종피, 내종피로 나뉘게 된다.  
 라. 주심 → 내종피 : 외피 안쪽에 있으며 얇고 여러 층으로 되어 있다.  
 마. 극핵 → 배유 : 본 잎이 생성될 때까지 묘목의 생장에 필요한 영양분을 생산하거나 저장하고 있는 곳이다.  
 바. 난핵 → 배 : 유엽, 배축과 유근으로 구성되어 있으며, 각각 잎, 줄기, 뿌리가 된다.

### 3. 씨앗의 분류

씨방만 자라서 된 것을 진과(眞果), 씨방과 꽃받기나 꽃받침이 함께 자라서 된 것을 위과(僞果)라 하고, 침엽수와 활엽수의 열매 형태에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

#### 가. 침엽수

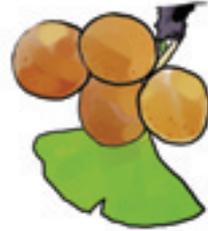
##### ▼ 건구과



공 모양의 다 익은 열매로부터 씨앗이 노출되어 있으며, 익으면 씨앗을 내보낸다.

소나무류, 전나무류, 가문비나무류, 솔송나무류, 삼나무

##### ▼ 육질과



1개의 씨앗이 두껍거나 부드러운 껍질로 둘러싸여 있다.

은행나무, 비자나무류, 향나무류 등

#### 나. 활엽수

1) 견열과: 열매 껍질이 건조하고 다 익게 되면 그 안의 씨앗이 떨어져 나온다.

##### ▼ 협과



1개의 심피로 된 씨방이 익게 되면 두 줄로 갈라진다.

자귀나무, 아까시나무, 주엽나무, 박태기나무 등

##### ▼ 삭과



하나 또는 두 개의 심피가 합쳐서 하나 혹은 다수의 씨방을 갖는다.

포플러류, 버드나무류, 오동나무류, 백나무 등

##### ▼ 골돌과

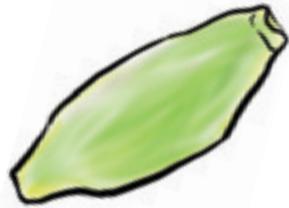


1개의 심피로 된 씨방이 익게 되면 한 줄로 갈라진다.

목련류, 유칼리나무 등

2) 견과과 : 건조한 과피를 가지나 성숙해도 갈라지지 않는다.

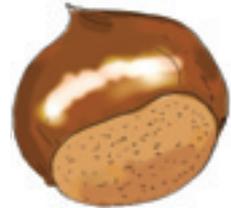
▼ 수과



열매껍질이 얇은 막의 형태이며, 1개의 씨앗이 열매 안에 있고, 열매껍질과 씨앗껍질이 붙어있지 않으며 열핏 보기에 1개의 씨앗처럼 생겼다.

으아리, 국화과

▼ 견과



열매껍질이 나무나 두꺼운 가죽질이며, 1개의 씨앗이 들어 있으나 열매껍질과 씨앗껍질이 붙어있지는 않다.

밤나무, 참나무류, 너도밤나무, 오리나무류, 자작나무류, 개암나무류 등

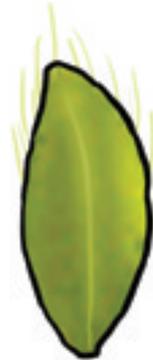
▼ 시과



열매껍질이 발달해서 날개처럼 되어 있다

단풍나무류, 자작나무류, 개암나무류 등

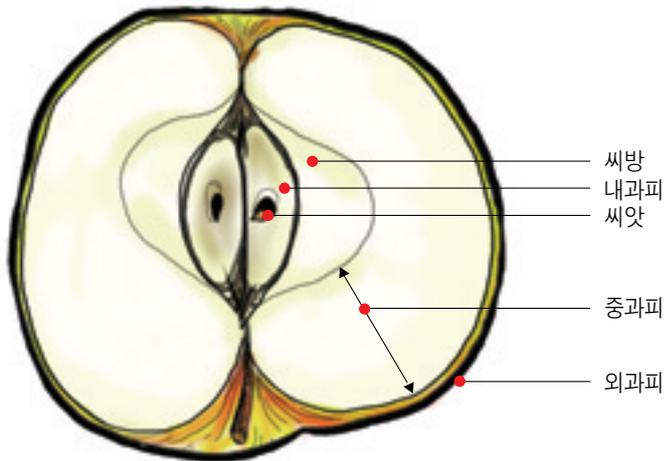
▼ 영과



열매껍질이 얇고 씨앗껍질과 완전히 붙어있다.

대나무류, 벼과식물

3) 습과: 다 익은 후, 특히 중과피와 내과피가 육질 또는 장질로 된 것을 말한다.



▼ 핵과

열매껍질의 3개의 층으로 뚜렷이 나누어지며, 외과피가 얇고 중과피가 육질 또는 장질이며 내과피가 단단한 핵으로 되어 있다.

살구나무, 호두나무, 복숭아나무, 오얏나무, 뽕나무, 산딸나무류

▼ 장과

액과라고도 하며, 종·내과피가 육질 또는 장질로 되고 단단한 씨앗을 가지고 있다.

포도나무류, 감나무류, 까치밥나무류, 매자나무류 등

▼ 이과

화탁(花托)이 발달하여 열매형성에 참가한 것을 말한다. 외과피는 피질이고, 중과피는 육질이며, 내과피는 지질 또는 연골질(軟骨質)이다.

배나무류, 사과나무류, 마가목류, 산사나무류 등

▼ 감과

외과피는 질기고 유선이 많으며, 중과피는 두껍고 해선상이며, 내과피는 얇고 다수의 포양(褒揚)을 만드는 것을 말한다. 밀감, 레몬 등이 있다.

밀감, 레몬 등

\* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 제44기 교원산림체험과정 교재, 김석권, 산림인력개발원, 2008
- 조림학본론, 임경빈 외, 향문사, 2006
- 임학개론, 향문사 임경빈 외, 2005

# 학교 나무 씨앗 조사하기

**\* 목표**

- 나무의 종류를 조사하여 나무 현황표를 만들어 씨앗의 특성에 따라 나무를 분류할 수 있다.
- 나무 씨앗들에도 다양한 특성을 가지고 있음을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

학교에 있는 나무를 조사하여 현황표를 만들고, 씨앗의 특성에 따라 분류해보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등학생  
인원: 모둠별 3명 ~ 4명  
시기: 3월  
시간: 1시간  
장소: 교내

**\* 준비물**

수목도감, 필기도구, 카메라, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	슬생1-1	⑤ 자연과 함께해요
	슬생1-2	④ 가을의 산과 들
	과학5-2	③ 열매
중	과학1	④ 생물의 구성과 다양성
	환경	① 환경과 나
고	생과1	③ 생태계와 인간
	환경	① 인간과 환경

**\* 활동방법**

- 1) 모둠을 3 ~ 4명으로 구성한다.
- 2) 모둠별로 조사할 구역을 정한다.
- 3) 수목도감을 활용하여 맡은 구역에 있는 나무를 조사하여 표에 기록한다. 도감으로 확인할 수 없는 것은 카메라로 촬영하여 확인 후 기록한다.
- 4) 겉씨식물은 '○' 속씨식물은 '☆', 큰 키 나무(교목) '○' 작은 키 나무(관목) '☆' 한다.

▷ 수목 분류 기준 ◁

구분	특 징
겉씨식물 (○)	밑씨가 밖으로 드러나 있는 식물로 주로 암꽃과 수꽃이 따로 퍼 바람에 꽃가루를 날려 번식한다. 은행나무과, 주목과, 소나무과, 낙우송과, 측백나무과 등 침엽수 종이 이에 속한다.
속씨식물 (☆)	밑씨가 씨방으로 감싸여 보호되고 있는 식물로 쌍떡잎식물인 버드나무과, 자작나무과, 참나무과, 가래나무과, 느릅나무과, 목련과, 녹나무과, 플라타너스과, 장미과, 콩과, 율나무과, 단풍나무과, 아욱과, 진달래과, 물푸레나무과, 현삼과 등 활엽수종이 이에 속한다.
큰 키 나무(교목) (○)	굵고 곧은 줄기를 가지고 있으며 수관과 가지가 뚜렷하게 구별된다. 소나무, 향나무, 느티나무, 은행나무, 신갈나무 등이 속한다.
작은 키 나무(관목) (☆)	원줄기와 가지의 구별이 분명하지 않고 키가 작으며, 밑동에서 가지가 많이 난다. 진달래, 철쭉, 싸리나무 등이 속한다.

- 5) 모둠별 조사가 끝나면 조사표를 모아서 학교의 나무 현황표를 완성한다.
- 6) 5)에서 완성한 현황표를 이용하여 식물 씨앗 분류체계에 따라 씨앗을 분류하여 표에 기록한다.
- 7) 씨앗의 분류가 끝나면 모둠별로 발표를 하고, 질의응답 시간을 통해 분류의 적절성과 의문 사항, 씨앗을 채취할 수 있는 시기에 대해 토의한다.

**\* 평가방법**

- 나무의 구분과 씨앗 분류가 잘 되었는지 확인한다.
- 나무 씨앗들이 다양한 특성을 가지고 있는 것에 대해 어떤 느낌으로 표현하는지 확인한다.



# 학교 나무 씨앗 조사하기

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

1. 우리 학교에 있는 나무를 조사하여 다음 표를 완성하세요.  
 겉씨식물나 큰 키 나무에 해당하면 '○', 속씨식물이나 작은 키 나무에 해당하면 '☆' 하세요.

우리 학교 나무 현황표					
순서	나무이름	겉씨식물(○), 속씨식물(☆)	큰 키 나무(○), 작은 키 나무(☆)	비고	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
		겉씨식물	종	큰 키 나무	종
		속씨식물	종	작은 키 나무	종

2. 우리학교 나무 현황표를 참고하여 씨앗 분류 기준에 따라 아래 표를 완성하세요.

씨앗분류		나무이름	우리 학교에 있는 나무	
침엽수	건구과	소나무류, 전나무류, 가문비나무류, 솔송나무류, 삼나무		
	육과	은행나무, 비자나무류, 향나무류 등		
활엽수	건열과	삭과	포플러류, 버드나무류, 오동나무류, 동백나무 등	
		협과	자귀나무, 아까시나무, 주엽나무, 박태기나무 등	
		대과	목련류, 유칼리나무 등	
	건폐과	수과	으아리	
		견과	밤나무, 참나무류, 너도밤나무, 오리나무류, 자작나무류, 개암나무류 등	
		시과	단풍나무류, 자작나무류, 개암나무류 등	
		영과	대나무류, 벼과식물	
		습과	핵과	살구나무, 호두나무, 복숭아나무, 오얏나무, 뽕나무, 산딸나무류
			장과	포도나무류, 감나무류, 까치밥나무류, 매자나무류 등
			이과	배나무류, 사과나무류, 마가목류, 산사나무류 등
	감과		밀감, 레몬 등	

3. 학교 나무 씨앗 조사하기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요

# 씨앗의 채취와 보관

## 1. 열매 생성 주기

나무에 열매가 맺히는 것은 연도에 따라 주기적으로 나타나는데, 이 주기성은 열매 채집 시기를 결정하는 중요한 인자이다. 풍년에 열매를 채집하면 비용이 절약되고, 씨앗의 발아율이 높고, 흉년 때 보다 생존기간이 길며, 해충에 대한 피해가 적어진다.

▷ 수종별 열매 생성 주기 ◁

생성 주기	해당 수종
해마다 열림	버드나무류, 포플러류, 오리나무류
1년 걸러 열림	소나무류, 오동나무류, 자작나무류, 아까시나무
2~3년 마다 열림	참나무류, 들메나무, 느티나무, 삼나무, 편백나무
3~4년 마다 열림	전나무, 녹나무, 가문비나무
5년 이상	낙엽송

※ 해당되는 과 내에서도 일부 차이는 발생한다.

〈산림과 임업기술, 산림청, 2000〉

## 2. 열매 채집방법

### 가. 지상으로부터 채집

#### 1) 따 모으기

작은 키 나무나 큰 키 나무의 낮은 가지에서 열매를 직접 손으로 채집하는 방법이다. 종자자루, 바스켓 등에 직접 담는다.

#### 2) 절단법

열매가 열린 가지를 가지 시작점 또는 중간 부위부터 장비를 이용하여 자르는 방법으로 일반적인 열매채집에 가장 많이 이용하는 방법이다. 하지만 앞으로 열매가 열릴 가지가 부러지므로 다음 해의 열매 생산에 영향을 준다.

#### 3) 로프법

열매가 열린 가지에 로프를 걸어 흔들어 부러뜨리는 방법이다. 나무에 피해를 주고 이듬해의 열매가 열릴 가지가 상하므로 좋은 방법은 아니다.

### 나. 나무 오르기

나무에 직접 올라가 채집하는 방법으로 등목용 박차, 등목용사다리, 등목용자전거 등을 이용하여 올라간다.

### 3. 씨앗의 채취

#### 가. 예비손질

채집한 열매로부터 잔가지, 수피, 잎, 기타 열매가 아닌 것들을 제거하는 작업이다. 야외에서 예비손질을 하는 것은 운반 및 저장 시 부피를 줄이기 위한 것으로 채집한 열매가 많을 경우 철망 혹은 진동기를 사용하여 제거한다.

#### 나. 예비저장

건조, 씨 뿌리기, 씨 빼내기, 장기 저장 등의 다음 단계를 잘 할 수 있도록 저장 및 건조를 시키는 작업이다. 열매의 수분량을 조금씩 줄여주어 건조작업을 단축시키며, 시간과 경비를 절약한다. 육질 열매는 습한 상태를 유지시켜 씨 빼내기를 쉽게 한다.

#### 다. 씨 빼내기

열매로부터 씨앗을 분리시키는 작업으로 열매의 형태에 따라 방법이 다양하다.

#### ▷ 열매 형태에 따른 씨 빼내기 방법◁

열매의 형태	씨 빼내기 방법
건조한 열개화, 삭과, 구과	건조 → 흔들기 · 굴리기
얇은 과일형 열매	물에 불리기 → 세척
부드러운 과육을 갖는 열매	물에 불리기 → 발효 → 세척 물에 불리기 → 부드럽게 만들기 → 세척
부드러운 섬유상 열매	물에 불리기 → 부드럽게 만들기 → 세척 → 문지르기

〈 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007〉

#### 라. 씨앗 고르기

씨 빼내기 혹은 날개 제거 후 잔가지, 잎, 과육찌꺼기, 흙, 다른 씨앗, 먼지 등의 불순물을 제거하고 건전한 씨앗을 얻는 과정으로 저장성을 향상시키고, 씨앗의 순수성을 높인다.

#### 4. 저장하기

씨앗 고르기를 거친 씨앗들은 씨뿌리기 전까지 저장을 해두며, 저장 상태는 씨앗이 성공적으로 싹트게 되는 비율인 발아율에 영향을 주게 되므로 아래 사항에 유의한다.

- 가. 가능한 낮은 온도에 저장한다.
- 나. 가능한 씨앗의 수분함량을 낮춘다.
- 다. 저장하기 전에 병원미생물을 제거한다.
- 라. 저장기간 동안 병원미생물로부터 보호한다.
- 마. 어두운 상태로 보관한다.
- 바. 보통 혹은 중간 정도 크기의 씨앗은 밀폐용기에 보관한다.

#### 5. 휴면과 발아촉진

질 좋은 씨앗이 싹트기에 적합한 조건에서도 발아하지 않는 일이 있는데, 이것을 휴면이라고 한다. 이렇게 휴면상태에 빠진 씨앗은 씨앗껍질에 기계적인 손상주기, 물에 담가두기, 노천에 심어 저온 상태에 놓이게 하기, 화학물질을 이용하기, 씨 뿌리는 시기 변경하기, 씨앗을 고온에 처리하기 등의 방법을 통해 싹 틔우는 시기를 앞당겨 실시할 수 있다.

---

##### \* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 제44기 교원산림체험과정 교재, 김석권, 산림인력개발원, 2008
- 조림학본론, 임경빈 외, 향문사, 2006
- 임학개론, 향문사 임경빈 외, 2005

# 나무 씨앗 모으기

**\* 목표**

- 씨앗의 결실 시기에 맞춰 나무열매를 채집하여 씨앗을 분리·보관할 수 있다.
- 작은 씨앗도 생명이므로 소중히 다루는 자세를 가질 수 있다.

**\* 개요**

나무 씨앗을 얻기 위해 열매 채집에서부터 씨앗의 채취와 저장하기까지 이어지는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중·고등학생  
인원: 모둠별 4명 ~ 5명  
시기: 열매성숙기  
시간: 채취~씨앗 고르기(40분), 건조하기(2~4일)  
장소: 교정

**\* 준비물**

열매 자루나 바구니, 밀폐용기, 방수 라벨지 3장, 유성사인펜, 자, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	슬생1-1	⑤ 자연과 함께해요
	슬생1-2	④ 가을의 산과 들
	과학5-2	③ 열매
중	과학1	④ 생물의 구성과 다양성
	환경	① 환경과 나
고	생과1	③ 생태계와 인간
	환경	① 인간과 환경

**\* 활동방법**

1) 채취할 씨앗 정하기

- 씨앗 채취는 열매가 생성되어 익는 시기를 파악하여 완전히 익은 성숙기의 1주일 전후에 채취한다. 이를 위해 식물도감을 이용해 열매가 맺히고 익는 시기를 파악하여 실습대상 수종과 열매 채집 일정을 잡는다.

2) 열매 채집하기

- 완전히 성숙한 열매를 나무에서 직접 따 모으거나 떨어진지 오래 지나지 않은 열매를 나무 밑에서 주워 열매 자루나 바구니에 담는다. 이때 과도한 열매채집은 하지 않도록 한다.
- 열매 자루에는 식별을 위하여 방수라벨을 부착한다. 라벨에는 수종, 채집지역, 채집일시, 채집자 등을 기록한다. 열매 자루를 사용할 때에는 기존의 라벨 부착 여부를 확인하여 혼돈을 피한다. 라벨은 열매 자루 외부와 내부에 각 하나씩 두개를 부착한다.

3) 씨앗 채취하기

- 예비손질하기  
씨를 빼낼 장소로 가기 전에 잔가지, 수피, 잎, 또는 기타 잡물을 제거하여 부피를 줄인다.
- 예비저장하기  
열매로부터 씨앗을 분리하기까지 시간이 걸릴 경우, 솔방울과 같은 건조형 열매는 잘 말려서 쉽게 벌어지게 만들며, 육질형 열매들을 습한 상태를 유지시켜 씨 빼내기에 대비한다.
- 씨 빼내기  
건조형 열매는 자연 상태에서 균일하게 건조되지 않으므로 30 ~ 40℃로 건조를 하면 쉽게 씨앗을 얻을 수 있으며, 육질형 열매는 양이 많을 시에는 발효과정을 거쳐 부드럽게 만들어 세척을 통해 씨앗을 얻을 수도 있다.
- 씨앗 고르기  
순수한 씨앗과 질 좋은 씨앗을 골라내는 작업으로 체로 치거나, 비중 차이를 이용해 물에 넣거나 바람을 불어 씨앗을 선별할 수도 있다.
- 건조하기  
손으로 만져서 습기가 느껴지지 않을 때까지 통풍이 잘 되는 그늘에서 2~4일 정도 말린다.
- 저장하기  
밀폐용기에 넣어 햇빛이 들지 않는 곳에 저장한다. 오래 보관해야 할 때는 건조제를 넣어 보관한다.

**\* 평가방법**

- 열매를 채집하는 방법과 씨앗을 얻는 방법이 적절했는지 확인한다.
- 씨앗의 저장방법이 목적에 부합하는 방법이었는지 확인한다.
- 나무 씨앗을 생명처럼 소중히 다루는 마음을 가지고 있는지, 어떠한 행동을 하는지 확인한다.

# 나무씨앗 모으기

조사시기	년 월 일(요일)	소속	학교 학년 반 번( )
장소		모듬명	
날씨		성명	

## 1. 열매를 채집한 나무와 열매에 대한 정보를 적으세요.

나무정보		열매정보	
나무이름		열매를 채집한 나무 수	그루
나무평균키	약 m	채집된 열매 총 수	약 개
열매가 주로 달려 있는 위치		열매크기	약 cm
열매 채집 방법		씨앗크기	약 cm

## 2. 채집된 열매와 씨 빼내기를 거쳐 채취한 씨앗의 그림을 그려 보세요.

열매 그림	씨앗 그림

## 3. 나무 씨앗 모으기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요

※ 씨앗 자루와 저장할 용기에 붙일 라벨지를 만들어 보세요.

씨앗나무이름	
채 집 장 소	
채 집 일 자	
채 집 자	
기 타	

씨앗나무이름	
채 집 장 소	
채 집 일 자	
채 집 자	
기 타	

씨앗나무이름	
채 집 장 소	
채 집 일 자	
채 집 자	
기 타	

# 휴면씨앗 발아촉진 실험

**\* 목표**

- 씨앗의 휴면성을 타파하는 방법을 알 수 있다.
- 씨앗이 잠을 자며 인위적 방법으로 잠을 깨울 수 있다는 사실에 흥미를 느낄 수 있다.

**\* 개요**

종자별, 방법별 휴면타파 실험 진행으로 발아율을 통해 씨앗의 휴면성과 싹 틔우기 방법을 알아보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등학생  
인원: 모둠별 3명 ~ 4명  
시기: 4월  
시간: 40분  
장소: 교재원

**\* 준비물**

감나무, 대추나무, 밤나무, 산초나무, 탕자나무, 호두나무, 씨앗 각 20개, 실험용 토양(상토), 십자드라이버 1개, 모둠별 스티로폼 박스 2개, 사포 1장, 전지가위 1개, 양파망 1개, 활동지

**\* 연계교과**

**\* 활동방법**

- 1) 실험 일주일 전에 모둠별로 실험할 씨앗을 선택한다.
- 2) 밤나무를 선택한 모듬은 밤나무 열매 10개를 48시간 전에 물에 담가 두도록 하고, 산초나무, 탕자나무의 열매는 실험 일주일 전에 냉장고에 10개씩 넣어 두도록 한다.
- 3) 씨 뿌리기 하는 날에 물에 담근 밤나무 열매인 밤을 씨눈으로부터 1/3을 전지가위로 자르고, 감나무, 대추나무 열매는 10개씩 열매 껍질을 벗기고, 호두나무 열매 10개는 열매 껍질에 상처를 내서 내부와의 공기소통이 진행되게 만들어준다.
- 4) 스티로폼 박스에 물 빠짐용 구멍을 내고 구멍에는 흙의 유실을 막기 위한 양파망을 댄다. 그 위에 토양을 넣어 간이 묘포 2개를 만든다.
- 5) 묘포에 막대기를 이용하여 일정한 간격으로 구멍을 10개씩 내어 한 박스에는 발아촉진 처리를 한 씨앗 10개를, 다른 박스에는 발아촉진 처리를 하지 않은 씨앗 10개를 뿌린다.
- 6) 라벨을 붙여 발아촉진 처리 여부를 구분한다.
- 7) 씨를 심은 후 물을 흠뻑 준다.
- 8) 박스를 통풍이 잘되는 곳에 두고 싹이 트는 과정을 관찰하여 기록한다.

▷ 나무별 씨앗의 싹 트기 조건 ◁

나무명	온도(°C)	발아조사		씨 뿌리기 전 처리
		시작일	최종일	
감나무	20 ~ 30	7	28	열매껍질 벗기기
대추나무	20 ~ 30	7	28	열매껍질 벗기기
밤나무	20 ~ 30	7	21	48시간 물에 불린 후 씨눈부터 1/3 잘라내기
산초나무	20 ~ 30	7	29	3 ~ 5°C의 저온보관 7일
탕자나무	20 ~ 30	7	29	3 ~ 5°C의 저온보관 7일
호두나무	20 ~ 30	7	29	열매껍질에 상처내기

〈 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005 〉

**\* 평가방법**

- 씨앗에 맞는 발아촉진 처리를 제대로 진행했는지 확인한다.
- 씨앗이 잠을 잘 수 있으며, 인위적 방법으로 잠을 깨울 수 있다는 사실에 어떤 흥미를 느끼는지 확인한다.



# 휴면씨앗 발아촉진 실험

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

1. 모둠별로 관찰한 내용을 기록하세요. 모둠별 관찰 기록이 끝나면 발표를 하고, 다른 모둠의 관찰 자료를 참조하여 실험하지 않은 씨앗의 발아 자료를 기록하여 표를 완성하세요.

나무이름	발아촉진처리(○)		발아촉진처리(×)		비고
	싹틔기 시작한 날	마지막 싹이 난 날	싹틔기 시작한 날	마지막 싹이 난 날	
감나무	발아율 %		발아율 %		
대추나무	발아율 %		발아율 %		
밤나무	발아율 %		발아율 %		
산초나무	발아율 %		발아율 %		
탱자나무	발아율 %		발아율 %		
호두나무	발아율 %		발아율 %		

※ 발아율(%) = (싹이 난 씨앗의 개수 / 심어진 씨앗 총 개수) × 100

2. 발아촉진 처리가 발아율에 어떤 영향을 미쳤는지 토의하여 기록해보세요.

3. 휴면씨앗 발아촉진 실험을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 씨뿌리기를 통한 묘목 생산

## 1. 묘포 선정지 조건

묘포란 어린 나무를 기르기 위해 만든 밭으로서 이 밭에서 자라는 어린 나무를 묘목이라고 한다. 묘포는 묘목이 좋아하는 배수조건 등에 따라 고상, 평상, 저상의 형태로 만들어진다. 대부분의 나무들이 고상 묘포에서 잘 자라며 묘포를 만들 때는 아래 조건을 고려하여 장소를 정한다.

- 가. 묘목 생산량에 필요한 충분한 면적을 확보한다.
- 나. 토양은 사질양토, 양토, 식양토 등으로 공기가 잘 통하고 물 빠짐이 잘 되는 곳이 좋다.
- 다. 묘포로 물 공급이 좋은 곳이어야 한다.
- 라. 평지보다는 약간 경사진 평탄지(1~5°)가 좋다.
- 마. 남향인 곳을 선택하여 묘포를 동서로 길게 설치한다.
- 바. 교통이 편리하고 노동력 공급이 원활한 지역이 좋다.

## 2. 묘포 만들기

### 가. 밭갈이

묘포 만들기의 기초 작업으로 20~30cm 깊이로 동서를 교차하여 2회 이상 실시하는 것이 좋다. 가을에 실시할 경우는 묘목굴취 후에, 봄에 실시할 경우는 언 땅이 녹는 대로 바로 한다.

### 나. 땅고르기작업

밭갈이와 동시에 흙덩이를 곱게 부수어 1~2회 땅고르기 작업을 한다.

### 다. 상 만들기

땅고르기 작업을 마치고 묘포 형태를 만드는데, 고상, 평상, 저상 세 가지 형태로 만들수 있다. 일반적으로 고상을 만들어 사용한다.

- 1) 고상 : 묘포의 높이를 10~15cm 어깨 경사는 45° 정도로 하고 묘포의 윗부분에 1cm정도 눈을 가진 체로 쳐서 흙을 얇게 덮은 다음 다져주어 씨뿌리기할 씨앗의 발아와 성장을 돕도록 한다. 옮겨심기용 묘포를 만들 때는 높이만 규정대로 만든다.(소나무, 낙엽송, 분비나무, 전나무)



- 2) 평상 : 상 윗부분의 높이가 보도면과 같도록 평탄하게 만드는 것을 말한다. 씨뿌리기용 상을 만들때는 표토 높이 7cm 정도를 눈금 1cm체로 쳐서 흙을 덮은 다음 윗면을 판자로 다져서 평탄 하도록 한 다음 파종한다. (오리나무류)



- 3) 저상

윗면을 보도면 보다 약 7~10cm 낮게 만든다.(방법은 평상 만들기과 같다.)



### 3. 씨뿌리기

#### 가. 씨 뿌리는 시기

나무 종류와 기후, 씨앗의 처리 방법에 따라 다르다. 일반적으로 봄철에 씨를 뿌리지만 휴면성이 강한 씨앗은 가을철에 씨를 뿌려야 발아율이 더 좋은 경우도 있다. 봄의 씨뿌리기는 마지막 서리가 내리기 약 2주 전에 하는 것이 좋으며, 가을의 씨뿌리기는 발아조건이 자연 상태와 비슷하여 싹이 나는 기간이 단축되고 일제히 싹을 틔워 묘목의 상태가 균일하고 성장력이 좋아진다.

#### 나. 씨 뿌리는 방법

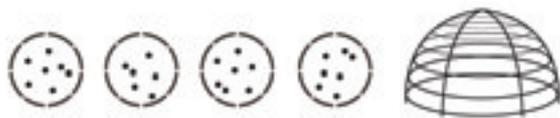
##### 1) 흩어뿌림

소나무류, 낙엽송, 오리나무류 같은 작은 씨앗을 묘상에 고르게 흩어 뿌리는 방법이다. 작업이 너무 집약적이고 많은 양의 씨앗이 필요하기 때문에 잘 적용하지 않는다.



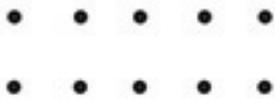
##### 2) 모아뿌림

모아뿌림은 일정한 묘목간거리와 열간거리를 정하여 씨 뿌리기 지점을 정하여 씨앗을 한곳에 몇 개씩 모아서 씨를 뿌리는 방법이다. 모아뿌림을 한 곳은 새 또는 소형 동물의 피해를 막기 위하여 모자형으로 만든 철망을 씌워 보호한다.



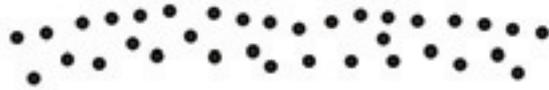
##### 3) 점뿌림

밤나무, 차나무류, 호두나무와 같은 큰 씨앗의 뿌리기에 이용되는 방법으로 10 ~ 20cm 간격으로 1 ~ 3개씩 뿌린다.



##### 4) 줄뿌림

느티나무, 물푸레나무, 옷나무 등과 같이 발아력이 강하고 생장이 빠르며 해가림이 필요 없는 수종의 씨뿌리기 방법이다. 일정한 열간 거리, 폭, 묘간 거리 등을 정하여 파종한다.



#### 다. 파종후 처리

- 1) 흩덮기 : 흩어 뿌리거나 점뿌림의 씨뿌리기 후에 판자로 눌러준다. 종자 직경의 2 ~ 3배 되는 높이로 복토용 흙을 체로 쳐서 균일하게 덮는다. 복토용 흙은 소독 처리를 했거나 묘포의 보도에서 지하 30cm 이하의 신선한 흙을 이용한다.
- 2) 짚덮기 : 지표상의 습기를 보존하고 비바람으로 흙이나 종자가 흩어지는 것을 방지하기 위해 짚을 덮어주고, 1/2 이상 싹트기가 완료되었을 때 제거한다.
- 3) 묘목의 보호 및 관리 : 묘목을 보호하고 관리하기 위해 필요에 따라 해 가려주기, 솟아주기, 풀 제거해주기, 물주기, 뿌리 자르기, 거름주기, 병충해 및 조수해 방제를 해주어야 한다.

#### \* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 조림학본론, 임경빈 외, 향문사, 2006

# 씨뿌리기 방법별 생장상태 비교실험

**\* 목표**

- 씨뿌리기 방법별 성장상태를 실험을 통해 알 수 있다.
- 정성을 들인 씨앗의 발아와 성장을 직접 확인하는 기쁨을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

씨뿌리기 방법별로 씨앗이 자라는 상태를 관찰하여 해당 씨앗에 맞는 적합한 씨뿌리기 방법을 찾는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등학생  
인원: 모둠별 4명 ~ 5명  
시기: 봄 ~ 여름  
시간: 1개월  
장소: 실내 또는 온실

**\* 준비물**

간이 묘포로 활용할 스티로폼 4개, 묘포 제작용 토양, 무씨, 활동지, 필기구, 모종삽, 자

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	슬생4-1 과학5-2	③ 식물의 한살이 ③ 열매
중	과학1 환경	④ 생물의 구성과 다양성 ① 환경과 나
고	생과1 환경	③ 생태계와 인간 ① 인간과 환경

**\* 활동방법**

- 크기가 같은 스티로폼 박스 네 개를 준비한다.
- 네 개 모둠을 만들고, 무 씨앗을 한 봉지씩 나누어준다.
- 모둠별로 스티로폼 박스에 상토를 넣어 간이 묘포를 만든다.
- 모둠별로 씨뿌리기 방법을 정한다.(예 ; 1모둠-흠어뿌림, 2모둠-줄뿌림, 3모둠-모아뿌림, 4모둠-점뿌림)
- 흠어뿌림은 상 전체에, 줄뿌림은 두 줄로, 모아뿌림과 점뿌림은 10군데에 씨를 뿌린 후, 뿌린 씨앗의 개수를 세어 기록한 후 씨앗 크기의 2~3배 정도의 두께로 흠을 덮는다.
- 씨앗이름, 뿌린 씨앗 개수, 씨뿌리기 방법, 씨 뿌린 일자, 모둠명 등을 적은 라벨지를 만들어 코팅을 하여 스티로폼 박스에 붙인다.
- 씨뿌리기를 끝내고 무씨가 싹이 터 자라는 과정을 한 달 동안 관찰하여 활동지에 기록한다.
- 발아율은 싹이 튼 개수를 씨뿌리기한 씨앗의 수로 나누어 백분율로 나타낸다.
- 성장상태를 기록할 때는 씨뿌리기 방법별로 생장이 가장 좋은 모종을 선택한다. 이때 선택할 모종의 수는 점뿌리기로 발아한 모종의 수에 맞추고, 활동지에 조사한 평균값을 기록한다.
- 씨뿌리기 30일째 성장 상태는 뿌리를 다치지 않게 뽑아서 관찰·측정하여 평균값을 기록한다.
- 씨뿌리기 방법별로 씨 뿌리기양, 성장상태에 대한 기록을 해석하고 토의한다.

▷ 씨뿌리기 방법별 특징 ◁

파종방법	특 징
흠어뿌림	씨앗을 대량으로 뿌릴 때, 초기 생장이 느리고 씨앗이 작을 경우에 흠어뿌림을 한다. 소나무류, 낙엽송, 오리나무류, 자작나무류 등
줄뿌림	씨앗의 크기가 중간 정도일 때, 발아력이 강하고 해가림이 필요 없는 생장이 빠른 수종일 때, 접목에 필요한 대목을 기를 때 줄뿌림을 한다. 느티나무, 물푸레나무, 들메나무, 싸리나무류, 율나무 등
모아뿌림	씨앗이 쉽게 발아가 되는 종류로서 좁은 면적이나 넓은 면적에 대량으로 씨 뿌리기를 할 때 모아뿌림을 한다.
점뿌림	씨앗의 크기가 클 때, 발아 후 이식이 잘 안 될 때, 씨앗의 수가 적을 때 점뿌림을 한다. 밤나무, 참나무류, 호두나무 등

**\* 평가방법**

- 씨뿌리기 방법별로 씨뿌리기가 바르게 진행되었는지 확인한다.
- 씨앗의 발아와 성장관찰 시간을 어떻게 즐겼는지, 그 느낌은 어떠했는지에 대한 표현 정도를 확인한다.

# 씨뿌리기 방법별 성장상태 비교실험

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

1 모둠별로 간이 묘포를 만들어 씨뿌리기 방법을 정하고 씨뿌리기를 한다. 이때 씨뿌리기양을 기록하고, 간이 묘포를 관찰하여 기록하세요.

구분	흩어뿌림	줄뿌림	모아뿌림	점뿌림
씨 뿌리기양	개	개	개	개
발아율	%	%	%	%
첫 싹이 올라온 시기	파종( )일째	파종( )일째	파종( )일째	파종( )일째
파종 10일째 성장상태	① 앞의 수 ( )개			
	② 높이 ( )cm			
파종 20일째 성장상태	① 앞의 수 ( )개			
	② 높이 ( )cm			
파종 30일째 성장상태	① 앞의 수 ( )개			
	② 높이 ( )cm			
	③ 뿌리길이 ( )cm			
	④ 뿌리굵기 ( )cm			

2. 위 실험 기록을 보고 물음에 답하세요.

가. 발아율이 높은 순서대로 씨뿌리기 방법을 쓰세요.

나. 씨뿌리기 방법이 발아율과 성장상태에 영향을 주었는지 토의하여 쓰세요.

다. 씨뿌리기 방법별로 어떻게 해주면 묘목의 성장에 도움이 될 지 토론해 결과를 적어보세요.

흩어뿌림	
줄뿌림	
모아뿌림	
점뿌림	

3. 성장상태 비교실험을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 무성생식에 의한 묘목 생산

## 1. 무성생식의 개요

### 가. 무성생식

암꽃과 수꽃을 통한 두 개체의 조합으로 새로운 유전형을 만들지 않고, 한 개체만의 유전자 분열을 통해 개체와 동일한 복제를 만드는 생식 방법이다.

### 나. 무성생식의 장점

- 1) 어미나木の 유전형질을 그대로 이어받을 수 있다.
- 2) 꽃피는 시기와 열매 맺는 시기가 빠르다.
- 3) 초기의 생장이 빠르다.
- 4) 씨앗의 생산이 잘 안 되는 나무나 씨앗에 의한 묘목생산보다 쉽게 생산이 될 때 사용한다.

### 다. 무성생식의 단점

- 1) 씨뿌리기를 통한 생산 방법에 비해 기술이 필요하다.
- 2) 좋은 형질의 어미나木를 확보해야 한다.
- 3) 씨뿌리기에 비해 대량생산이 어렵고 면적을 많이 차지한다.

## 2. 무성번식 방법

### 가. 삽목

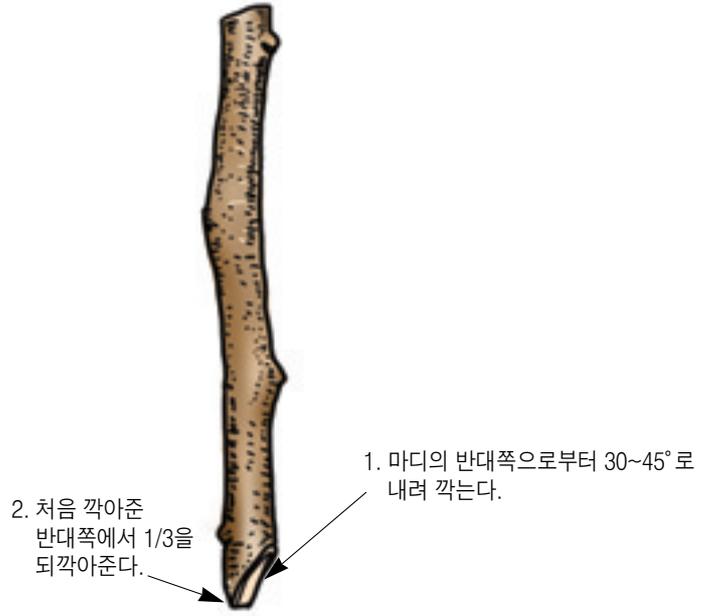
나무의 가지, 뿌리, 잎, 눈의 일부를 절단해서 배양기(주로 흙) 안에 두어 하나의 완전한 개체로 발달시키는 방법으로, 삽목을 하기 위해 잘라낸 나무 기관을 삽수라 한다.

#### 1) 삽목을 할 때 생각해 봐야 할 점

- 삽수 안에 함유된 탄수화물의 양이 많고 질소의 양이 적을 때 뿌리나기가 잘된다.
- 오래 산 나무보다 어린 나무에서 삽수를 따면 뿌리나기가 더 잘된다.
- 동일 수종이라도 개체에 따라 뿌리나기의 정도 차이가 있다.
- 같은 가지 내에서도 부위에 따라 뿌리나기의 차이가 있다.
- 수종에 따라 주가지와 옆가지에 따른 뿌리나기의 차이가 있다.
- 일반적으로 잎이 나는 가지가 꽃이나 열매가 나는 가지보다 뿌리나기가 더 잘된다.
- 수관의 아래쪽에서 얻은 삽수가 뿌리나기가 더 잘 되는 경향이 있다.
- 삽수를 채취하는 시기는 뿌리나기와 밀접한 관계가 있다.
- 삽목을 심는 묘포의 환경(수분, 온도, 광선, 토양미생물)이 뿌리나기에 영향을 준다.
- 삽수의 조제와 호르몬 처리에 따라 뿌리나기에 차이가 있다.

2) 삽목이 용이한 수종

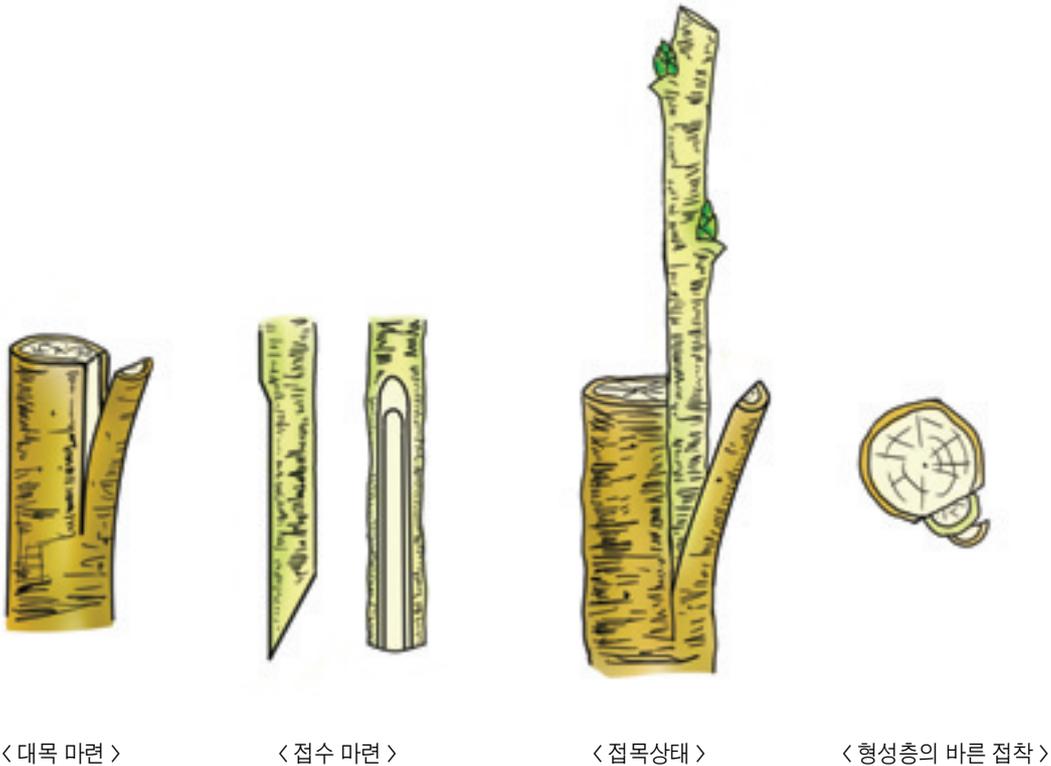
포플러류, 버드나무류, 은행나무, 사철나무, 플라타너스, 개나리, 주목, 실편백, 연필향나무, 측백나무, 화백, 향나무, 비자나무, 짙방나무, 노간주나무, 눈향나무, 히말라야시다, 메타세쿼이아, 식나무, 탕강나무, 팡팡나무, 동백나무, 담쟁이, 협죽도, 치자나무, 보리장나무류, 진달래류, 아왜나무, 서향, 인동덩굴, 피라칸사, 회양목, 마삭줄, 덩굴사철나무, 광나무, 팔손이나무, 수국, 족제비싸리, 무화과, 쥐똥나무, 모과나무, 산닥나무, 구기자, 칩, 닥나무, 오수유, 짚레나무, 삼나무, 아가씨꽃나무, 삼지닥나무, 무궁화, 매자나무, 황매화, 자금우 등



<삽수 만드는 방법>

나. 접목

살아있는 나무에 다른 나무를 붙여서 새로운 개체로 만드는 방법으로 접붙여지는 자리를 제공해주는 나무를 대목이라 하고 접붙이는 나무를 접수라고 한다.



1) 접목의 장점

- 삽목 증식이 어려운 나무의 유전형질을 남길 수 있다.
- 대목의 환경에 대한 적응력과 접수의 생산성을 한 나무에 결합할 수 있다.
- 나무의 줄기나 뿌리의 상처를 접목을 통해 막아 나무 건강을 회복시킬 수 있다.
- 병의 증세를 알아보기 쉬운 대목에 실험목을 접목시켜 실험목에 잠재된 병균을 사전에 알 수 있다.
- 어린 대목도 오래된 나무의 접수를 통해 꽃피는 시기를 단축시킬 수 있다.

2) 접목을 할 때 생각해 봐야 할 점

- 접수와 대목의 친화성이 가까워야 접목에 성공할 확률이 높다.
- 접목의 가능성 여부는 수종에 따라 다르다.
- 온도는 20~30℃로, 습도는 높게 유지해야 한다.
- 대목이 생리적 활동을 시작할 무렵에 접목하는 것이 좋다.
- 좋은 기구와 재료를 사용하면 접목 성과에 큰 도움이 된다.

3) 접목수종과 대목

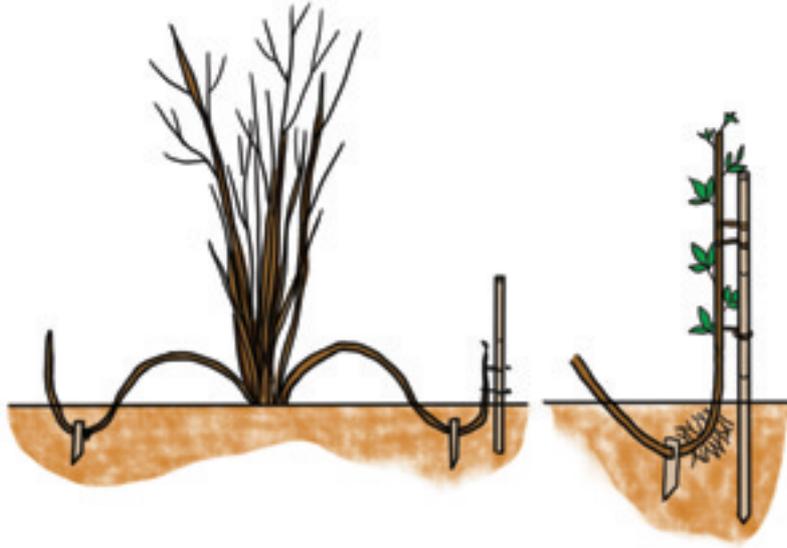
접붙이기할 수종	대목	접붙이기할 수종	대목
소나무, 잣나무류	해송	은행나무	은행나무
매화, 매실나무류	개복숭아	밤나무	밤나무
백목련	목련	대추나무	뫓대추
장미나무	찔레나무	사과나무	해당화나무
감나무	고염나무	배나무	산돌배나무

다. 기타

- 1) 취목법 : 나무에 붙어 있는 가지에서 바로 뿌리를 나게 하는 방법으로 가지에 1cm 가량의 폭으로 수피를 둥글게 제거하고 그곳에 발근촉진제를 칠한 다음 점토나 물이끼 등 보습재료를 붙이고 비닐막으로 싸서 끈으로 묶어 둔다. 시간의 경과에 따라 뿌리가 자라게 되고 비닐막을 통해 뿌리 성장 상태를 확인할 수 있다.



- 휘묻이 : 나무에 붙어 있는 가지에서 바로 뿌리를 나게 하는 방법으로 모식물의 가지를 휘어지게 하여 땅속에 묻고 고정하여 뿌리가 나게 하게 하는 방법이다. 이때 가지의 선단은 땅위에 나타나게 하는데 가지를 크게 휘게 만드는 것이 중요하다. 가지의 껍질을 고리 형태로 벗기고 그곳에 발근촉진제를 칠해 주면 효과적이다.



2) 조직배양 : 식물체의 일부를 기구내에서 배양후 다시 분리하여 식물체로 만드는 방법이다.

-----  
\* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 조림학분론, 임경빈 외, 향문사, 2006
- 임학개론, 향문사 임경빈 외, 2005

# 삼수조건별 뿌리발생율 비교 실험

**\* 목표**

- 무성번식 방법의 특성을 이해하고 삼수를 만들 수 있다.
- 삼수에서 뿌리가 발생하여 자라는 식물의 놀라운 생명력을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

나무의 부위별로 채취한 삼수의 뿌리나기를 확인해 보고 결과에 대해 토론해보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중·고등학생  
인원: 모둠별 3명 ~ 4명  
시기: 3월이나 6월  
시간: 8주  
장소: 교재원

**\* 준비물**

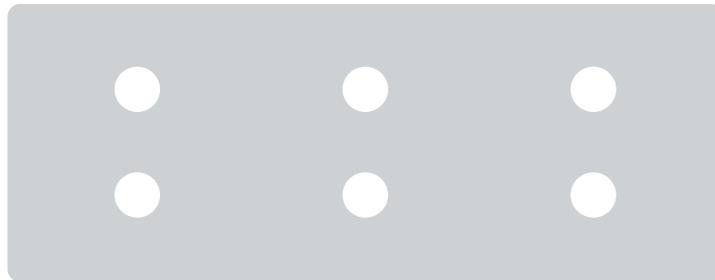
스티로폼상자(30×40×20),  
간이삼목상용 토양  
(마사토나 버미큘라이트),  
천공용 도구( 드라이버),  
양파망, 가위, 전지가위,  
삼수용 칼, 삼수용 가지,  
모종삽, 막대기, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단	원
초	과학5-2	③	열매
중	과학1 환경	④	생물의 구성과 다양성 ① 환경과 나
고	생과1 환경	③	생태계와 인간 ① 인간과 환경

**\* 활동방법**

- 1) 3~4명씩 모둠을 구성하고 모둠별로 스티로폼 박스(높이 20cm 이상)에 토양을 15cm 정도 담아 간이 삼목상을 2개씩 만든다.
  - 물빠짐을 좋게 하기 위해 스티로폼 바닥을 드라이버로 6곳 이상 뚫어 준다.



- 구멍으로 토양이 유실되지 않도록 양파망을 잘라 겹쳐서 막아준다.
- 2) 개나리, 사철나무, 버드나무, 개나리, 무궁화 등 삼수에 특별한 조치를 취하지 않아도 뿌리가 잘 나고 주변에 쉽게 구할 수 있는 나무를 중 모둠별로 최소 20개 이상 삼수를 채취할 수 있는 나무를 조사해 본다.
  - 3) 모둠별로 실험을 할 삼수 뿌리발생 인자와 삼수에 사용할 나무를 정하고, 아래 조건에 맞게 10개씩 삼수를 준비한다.
    - 연령이 오래 된 나무와 생장이 활발한 청년기의 나무에서 각각 동일한 조건의 부위
    - 동일한 가지 내에서의 시작부분과 끝부분
    - 동일한 나무 내에서의 주가지와 측가지
    - 동일한 나무 내에서의 윗부분 가지와 아랫부분 가지
  - 4) 전지가위를 이용하여 모둠별로 삼수를 15 ~ 20cm 크기로 눈을 2 ~ 3개를 붙여 삼수로 쓰기 좋게 만든다. 이때 다치는 일이 없도록 도구의 사용에 주의한다.
  - 5) 간이삼목상에 분류별로 10본씩 삼목을 실시하고, 8주 후에 뿌리가 난 정도를 확인한다.
    - 삼목을 실시할 때는 막대기를 이용해 삼목상에 5 ~ 10cm 정도 구멍을 뚫고, 그 안에 삼수를 넣고 손으로 눌러준다. 삼목을 한 후에 충분히 물을 뿌려 흙과 삼수가 밀착하게 도와준다.

**\* 평가방법**

- 삼수의 채취와 조제가 잘 이루어졌는지 확인한다.
- 나무의 놀라운 생명력에 대한 느낌을 어떻게 표현하는지 확인한다.

# 삼수조건별 뿌리발생을 비교 실험

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

1. 삼목을 실시한 이후 8주가 지난 뒤에 뿌리가 상하지 않도록 삼수들을 뽑아 뿌리가 난 삼수의 개수를 적고, (뿌리가 난 개수) ÷ (삼목을 실시한 삼수 개수)로 뿌리발생을 계산해보세요.

※ 뿌리발생율(%) = (뿌리가 난 개수) ÷ (삼목을 실시한 삼수 개수) × 100

가. 어머니마의 나이에 따른 뿌리발생율

구분 \ 수종	수종	
	어린 나무	나이든 나무
뿌리가 난 삼수		
뿌리발생율		

나. 한 가지 내의 부위별 뿌리발생율

구분 \ 수종	수종	
	시작부분	끝부분
뿌리가 난 삼수		
뿌리발생율		

다. 주가지와 측가지에 따른 뿌리발생율

구분 \ 수종	수종	
	주가지	측가지
뿌리가 난 삼수		
뿌리발생율		

라. 나무에서의 위치에 따른 뿌리발생율

구분 \ 수종	수종	
	위쪽 가지	아래쪽 가지
뿌리가 난 삼수		
뿌리발생율		

2. 각각의 조건별로 뿌리가 난 정도를 비교해 보고 아래 질문에 답해보세요.

- 어린 나무와 나이든 나무 중 뿌리나기가 보다 잘 된 것은 어느 쪽입니까?
- 가지의 시작부위와 끝부분 중 뿌리나기가 보다 잘 된 것은 어느 쪽입니까?
- 주가지와 측가지 중 뿌리나기가 보다 잘 된 것은 어느 쪽입니까?
- 수관의 위쪽 가지와 아래쪽 가지 중 뿌리나기가 보다 잘 된 것은 어느 쪽입니까?

3. 실험을 한 삼목이 모두 같은 종류의 나무라면, 각 조건별로 가장 뿌리나기가 잘 된 경우를 확인해보고 결과값의 이유에 대해 토론하고 결과를 적어보세요.

4. 삼수조건별 뿌리발생율 비교 실험을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 묘목선정과 식재방법



## 1. 좋은 묘목 고르기 조건

- 가. 잎의 색깔이 선명하고 조직이 충실한 것
- 나. 원줄기가 곧고 가지가 사방으로 잘 뻗으며 끝눈이 굵은 것
- 다. 뿌리 발달이 왕성하고 곁뿌리나 잔뿌리가 곧은 뿌리에 비하여 잘 발달한 것
- 라. 지상부와 지하부의 발달이 균형을 이룬 것
- 마. 병충해를 받지 않고 건조하지 않은 것
- 바. 웃자라지 않은 것
- 사. 열매를 맺는 나무는 품종이 확실한 것

## 2. 묘목 운반

### 가. 캐내기

묘목은 가을에 캐내서 이듬해 봄에 심을 때까지 임시로 심어 두거나 냉장할 수 있으나, 일반적으로 나무 심기 전 봄에 캐낸다. 묘목을 캐 때에는 뿌리에 상처를 주지 않도록 주의한다. 묘포지에 어느 정도 습기가 있을 때 캐면 손상도 적고 작업하기 쉬우며 묘목의 건조도 줄일 수 있다. 비 오는 날, 바람이 많이 부는 날, 잎의 이슬이 마르지 않은 새벽 등은 피한다.

### 나. 포장

묘목을 심는 장소까지 운반하는 동안 건조해지는 것을 방지하기 위해 거적, 비닐 주머니, 비닐막 등을 덮어준다. 묘목의 뿌리는 물이끼, 물수세미, 흡수성 수지 등 보습제로 싸고 비닐주머니 등으로 싸서 꾸러미를 만든다.

### 다. 임시심기

묘목을 심기 전 일시적으로 도랑을 파서 그 안에 뿌리를 묻어 건조를 방지하고 생기를 회복시키는 작업이다.

## 3. 묘목 심기

### 가. 나무 심는 시기

#### 1) 봄철 나무 심기

초봄 토양이 녹으면 나무도 휴면상태가 풀려 생리적인 반응이 활발해지기 때문에 되도록 빨리 심어 주어야 한다.

#### 2) 가을철 나무 심기

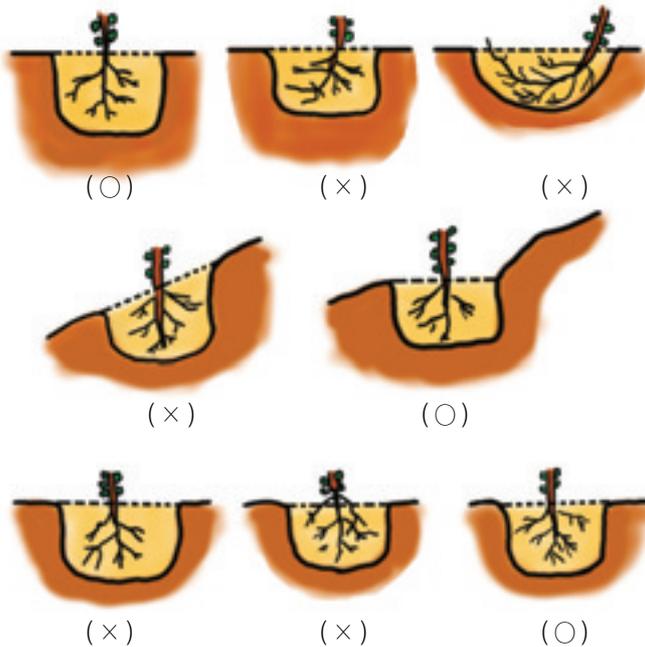
땅의 건조가 심하지 않고 바람이 많이 불지 않는 곳에 낙엽활엽수를 심으나 상록수종은 가을에 심지 않는다. 가을철 나무 심기는 겨울동안 추위에 의한 피해를 입을 수 있으나, 다음해 봄에 바로 생장을 할 수 있기 때문에 생장이 빠른 장점이 있다.

▷ 지역별 나무 심는 시기 ◁

지역	봄철 시기	가을철 시기
온대북부 및 고산지대	3월 하순 ~ 4월 하순	9월 하순 ~ 10월 중순
온대중부	3월 하순 ~ 4월 하순	10월 중순 ~ 11월 초순
온대남부	2월 하순 ~ 3월 중순	10월 하순 ~ 11월 중순

나. 묘목 심는 절차

- 1) 나무를 심을 지점을 중심으로 해서 팽이로 약 1m 원형 내의 잡초·낙엽 등의 지피물을 한쪽으로 치운다.
- 2) 원형의 둘레에 팽이를 깊이 넣어 식물의 뿌리를 절단한다.
- 3) 원형지 내에 팽이를 깊게 넣어 흙을 부드럽게 하고, 그 안에 들어 있는 식물의 뿌리를 제거하며 흙덩이를 가늘게 깬다.
- 4) 부식물이 있는 비옥한 겉흙은 한쪽으로 모아 놓는다.
- 5) 묘목의 뿌리부위를 생각해서 충분한 크기의 구덩이를 판다.
- 6) 묘목의 뿌리가 자연스럽게 퍼지도록 묘목을 구덩이 안에 세운다.
- 7) 낙엽 등이 구덩이 안으로 들어가지 않도록 가는 흙으로 채우면서 묘목의 끝을 손으로 잡고 약간 위로 치켜 올리는 기분으로 좌우로 흔들어서 준다.
- 8) 토양이 뿌리와 잘 밀착되도록 하면서 발로 밟아 흙이 다져지도록 한다.
- 9) 묘목을 심는 깊이는 원래 자라던 수준으로 하고, 심은 후 묘목 부분이 낮아지지 않도록 약간 두두룩하게 한다.
- 10) 치워 두었던 낙엽과 잡초를 가지고 뿌리목 부근을 덮어 흙의 건조를 막는다.



- 묘목이 굽거나 뿌리가 구부러지지 않도록 한다.
- 구덩이가 앞서서 뿌리가 구부러지고 뿌리가 밖으로 나오지 않도록 한다.

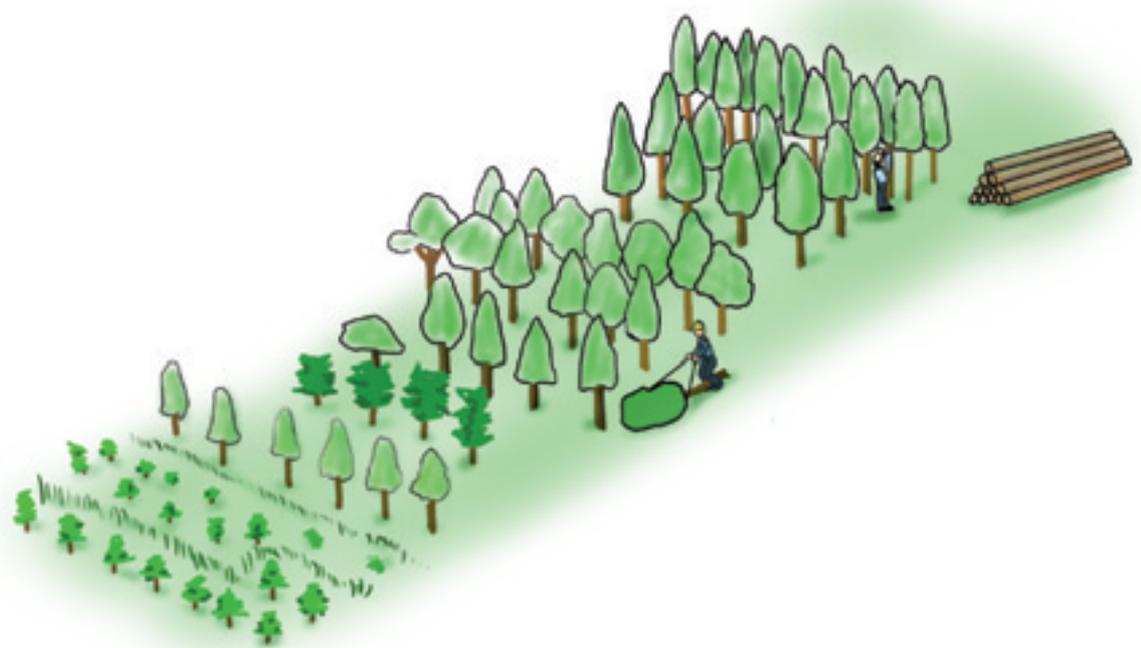
- 비탈진곳에 심을때는 덮은 흙이 비탈지게 하지않고 수평으로 한다.

- 너무 깊거나 얇게 심지않는다.

<나무심는 방법 (산림청 나무교실)>

\* 참고자료

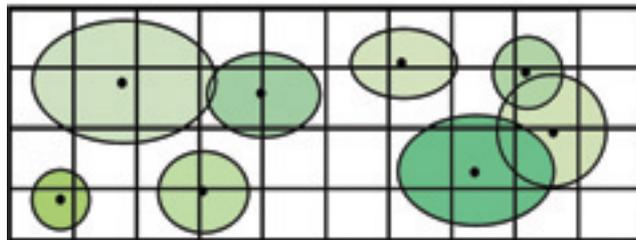
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 조림학본론, 임경빈 외, 향문사, 2006
- 임학개론, 향문사 임경빈 외, 2005





### 숲가꾸기의 계획

- 숲가꾸기 계획 세우기
- 학교숲현황 조사하기



### 숲가꾸기의 방법

- 풀베기 방법
- 덩굴제거 방법  
경쟁식물제거하기  
퇴비장 만들기
- 어린나무가꾸기 방법  
어린나무보호하기
- 가지치기 방법  
가지치기 모의실험
- 숲아베기방법  
숲아베기 모의활동

# 숲 가꾸기 계획 세우기

## 1. 숲가꾸기 목표 설정

숲가꾸기는 숲의 보전과 이용이라는 두 가지 측면을 모두 만족시키면서 숲이 가진 기능을 효율적으로 발휘시키기 위해 진행되는 모든 작업을 말한다. 숲이 주는 이로움이 한 가지에 제한되는 것은 아니지만, 숲가꾸기의 형태와 방법에 따라 해당 기능에 발휘되는 능력차이가 발생되므로 숲가꾸기 작업 전에 어떤 숲을 만들 어갈 것인가에 대한 목표 설정이 필요하다.

산림에서의 숲가꾸기 목표

- 가) 목재생산: 생태적 안정을 기반으로 좋은 질의 목재를 지속적으로 공급
- 나) 수원함양: 수자원 저장기능과 수질 정화기능 증진
- 다) 산지재해방지: 산사태, 대형 산불, 산림병충해 등 각종 재해에 강한 산림 육성
- 라) 자연환경보전: 산림자원을 건강하게 보전
- 마) 산림휴양: 다양한 휴양기능 발휘, 풍부한 종 다양성과 경관유지
- 바) 생활환경보전: 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 산림 육성

▷ 학교에서의 숲가꾸기 목표 ◁

- 가) 경계형 숲: 학교 구역과 이웃한 소유자의 구역 사이에 경계선을 구분
- 나) 근린녹지형 숲: 경관 유지를 주목표로 휴식 공간 제공, 이동로 유도 등 부수적인 용도 활용
- 다) 환경조절형 숲: 소음, 먼지, 시각적 오염원 등으로부터 보호
- 라) 전문학습원: 교육활동에 도움을 주기 위한 실습장, 관찰원 등
- 마) 역사문화형 숲: 역사적·문화적 상징성을 부여한 홍보

< 숲이 있는 학교, 전영우 외, 이채, 1999 >

## 2. 대상지 현황 파악

다양한 숲가꾸기 방법과 사례가 있어도 입지적인 차이로 인해서 그대로 적용하기 힘들거나 성공적인 사례로 이끌어내기 힘들다. 그러므로 숲가꾸기 작업을 계획할 때는 먼저 대상지에 대한 조사가 선행되어야 하며, 그에 따라 융통성 있게 세부 계획들을 세워야 한다.

산림의 숲가꾸기를 위해 조사해야 할 사항

- 가) 자연적 입지: 지형, 기후, 모암, 토양형, 토양습도 등
- 나) 경제적 입지: 숲가꾸기에 투자될 수 있는 재정적 사항
- 다) 정책적 입지: 대상지가 갖고 있는 사회적인 의무사항
- 라) 기술적 입지: 숲가꾸기 작업자의 숙련상태, 작업 장비 보유 현황
- 마) 법적 입지: 산림법, 기타 법규 등
- 바) 경영적 입지: 지속적인 관리가 가능한 기간

▷ 학교숲의 숲가꾸기를 위해 조사해야 할 사항 <

- 1) 일반현황 : 위치, 역사, 교육이념, 교직원 · 학생수 등
- 2) 자연현황 : 교내 나무 및 초화류의 정보, 성장상태, 위치정보, 토양상태, 주변자연환경 등
- 3) 사회현황 : 학교숲에 대한 요구도, 장기적 지원 및 관리가 가능한 교내 단체 · 조직, 학교숲 조성 가능 면적 등

### 3. 세부목표 설정

대상지 조사를 통해 파악한 현재 숲의 성장 상태에 맞춰, 적합한 숲가꾸기 목표에 적합한 세부목표들과 작업들을 결정한다.

#### 산림에서의 숲가꾸기 세부목표

- 1) 묘목관리 작업
  - 성장상태 : 흉고직경 4cm 미만, 나이 10년 이하의 나무
  - 시기 : 숲 조성이 시작될 때부터 숲이 우거지기까지
  - 특성 : 나무수가 많고 생장이 왕성
  - 목표 : 숲 조성 초기 확립, 가꾸고자 하는 나무의 묘목 보호 육성
- 2) 풀베기, 덩굴치기, 어린나무가꾸기 작업
  - 성장상태 : 흉고직경 4 ~ 10cm, 나이 20년 이하의 나무
  - 시기 : 숲이 우거지기 시작했을 때부터 숲의 특징이 나타나기 시작될 때까지
  - 특성 : 나무들 간의 성장차이가 나타나기 시작
  - 목표 : 숲 구조개선, 적절한 성장 공간 유지
- 3) 솎아베기 작업
  - 성장상태 : 흉고직경 10cm 이상, 나이 20년 이상의 나무
  - 시기 : 숲의 특징이 분명한 때
  - 특성 : 나무들 사이의 빛 경쟁이 심함
  - 목표 : 가꾸고자 하는 질 좋은 나무 선발, 숲 안정 및 지력유지, 하층묘목 보호

#### ▷ 학교에서의 숲가꾸기 세부목표 <

- 가) 풀베기, 덩굴치기 작업
  - 대상 : 풀이 묘목보다 생장이 좋거나 덩굴에 의해 피해를 입고 있는 나무가 있는 곳
  - 시기 : 3월 ~ 8월
  - 목표 : 묘목의 생장에 방해가 되는 경쟁식물의 제거를 통해 묘목을 보호
- 나) 어린나무 보호하기 작업
  - 대상 : 어린나무들이 자라고 있는 곳
  - 시기 : 6 ~ 9월
  - 목표 : 주변 환경으로부터 피해를 입기 쉬운 묘목에 보호대를 설치하고 관리
- 다) 가지치기 단계
  - 대상 : 죽은 가지, 병든 가지, 지나치게 잔가지가 많은 나무 등
  - 시기 : 11월 ~ 4월
  - 목표 : 불필요한 가지를 없애 건강한 나무 상태를 유지
- 라) 옮겨심기 단계
  - 대상 : 나무끼리 서로 닿거나 잘못 심어진 나무
  - 시기 : 10 ~ 11월 또는 3 ~ 5월
  - 목표 : 나무들 간의 간격을 조절하여 자랄 수 있는 공간을 확보

\* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 산림환경교육자료 : 숲 환경 조사하기, 한국산지보전협회, 2007
- 전국산림건강 모니터링 프로그램 개발, 한국산지보전협회, 2005
- 산림경영학, 안종만 외, 향문사, 2007
- 숲이 있는 학교, 전영우 외, 이채, 1999
- 森林はなぜ必要か, 只木良也, 小峰書店, 1992
- 森と水のサイエンス, 中野秀章 외 東京書籍, 1989

# 학교 숲 현황 조사하기

**\* 목표**

- 교정내의 나무들의 정보를 수집하고, 숲가꾸기 작업계획을 세울 수 있다.
- 학교 숲 현황 조사활동을 통해 학교 숲 가꾸기의 필요성을 인식 할 수 있다.

**\* 개요**

학교 숲 현황조사를 통해 현재 학교에서 자라고 있는 나무들의 생육상태를 살피고 숲가꾸기가 필요한 부분에 대해 토론하는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 중 · 고등학생  
인원: 모둠별 3명 ~ 5명  
시기: 언제나  
시간: 2시간  
장소: 교정

**\* 준비물**

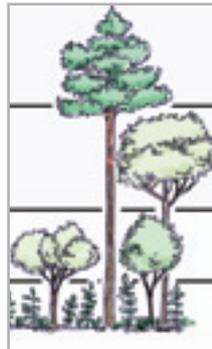
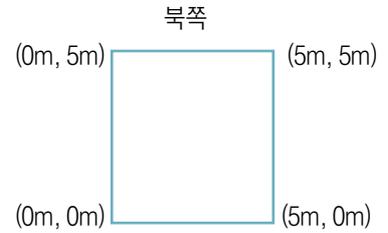
나침반, 줄자, 수고측정기, 흉고직경측정용 줄자, 필기도구, 수목도감, 활동지

**\* 연계교과**

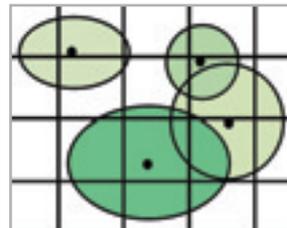
학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1	④ 생물의 구성과 다양성
	환경	① 환경과 나
고	생과 I	③ 생태계와 인간
	환경	① 인간과 환경
	환경	③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

- 1) 3~5명으로 모둠을 구성하고, 교내의 녹지대 중 인접한 나무들이 3그루 이상 포함될 수 있도록 5m×5m 크기로 줄자를 이용해 사각형의 방형구를 설치한다. 방형구를 설치할 때는 나침반을 이용하여 방형구의 윗면이 북쪽을 향하도록 만든다.
- 2) 「산림환경교육자료Ⅱ 숲환경조사하기」 나무조사 방법을 이용해 방형구 내의 나무를 조사하여 활동지 1번 표를 작성한다.
  - 가로위치와 세로위치는 사각형 방형구의 왼쪽 아래를 0점으로 놓고 나무가 서 있는 위치를 가로측과 세로측의 줄자 길이값을 읽어 기록한다.
  - 가장 긴 가지 폭은 나무를 중심으로 좌·우의 합이 가장 큰 가지의 길이를 잴다.
- 3) 활동지 1의 결과를 바탕으로 나무 위치 및 가지 길이를 고려하여 모눈종이에 조사지의 단면도와 평면도를 그린다.



< 단면도 >



< 평면도 >

- 4) 그려진 단면도 및 평면도를 참조하여 활동지 2번 표의 점검사항들을 조사하고 숲 가꾸기 조치가 필요할 경우 해당 조치사항에 동그라미 표시를 한다.
- 5) 활동지 2를 참고하여 모둠별로 자신이 조사한 조사지에 필요한 숲 가꾸기 사항을 단면도와 평면도를 바탕으로 발표한다.
- 6) 모둠별 발표 내용을 종합하여 학교 숲 현황과 숲 가꾸기 방향에 대해 토론한다.

조사지를 선택할 때, 녹지대 전체에 대한 대표성이 있는 곳에 방형구를 설치하면 면적비를 이용하여 녹지대 전체에 대한 조사 수치도 가능할 수 있다.

**\* 평가방법**

- 방형구내 나무를 조사하여 나무 주변 환경을 점검할 수 있는지 확인한다.
- 학교 숲 현황 조사활동을 통해 학교 숲 가꾸기의 필요성을 인식 하고 있는지 확인한다.



# 학교 숲 현황 조사하기

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

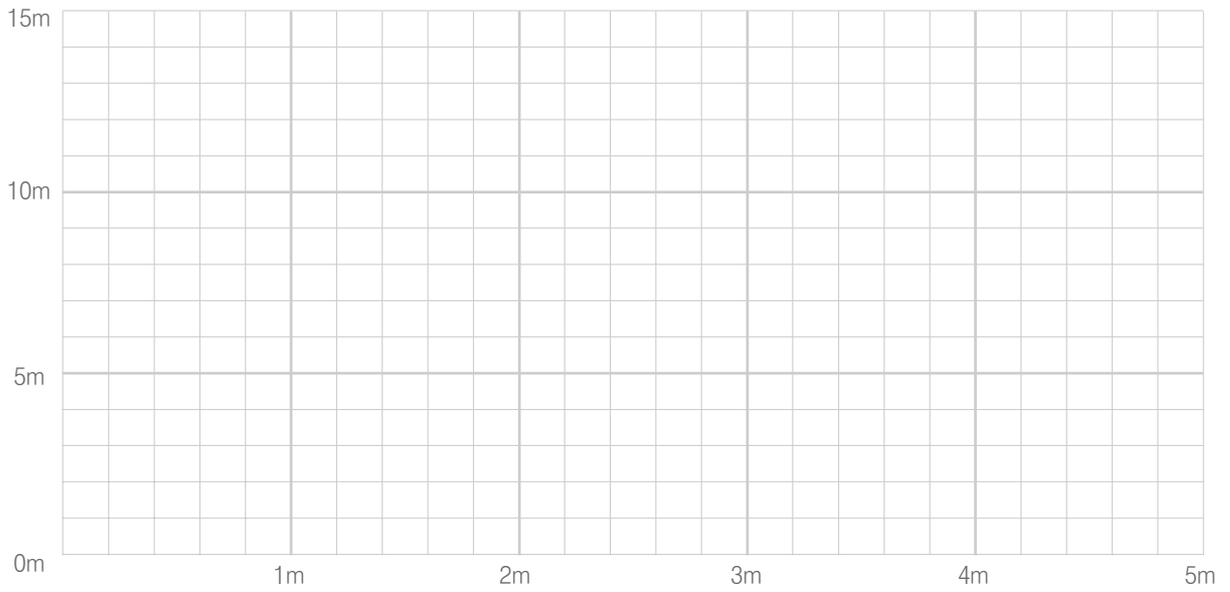
## 1. 방형구 내에 있는 나무를 조사하여 아래 표에 기록하세요.

연번	나무이름	위치정보		나무의 키	나무의 허리둘레	가지시작높이	가장 긴 가지 폭
		가로위치	세로위치				
1		m	m	m	cm	m	m
2		m	m	m	cm	m	m
3		m	m	m	cm	m	m
4		m	m	m	cm	m	m
5		m	m	m	cm	m	m
6		m	m	m	cm	m	m
7		m	m	m	cm	m	m
8		m	m	m	cm	m	m
9		m	m	m	cm	m	m
10		m	m	m	cm	m	m
11		m	m	m	cm	m	m
12		m	m	m	cm	m	m
13		m	m	m	cm	m	m
14		m	m	m	cm	m	m
15		m	m	m	cm	m	m
16		m	m	m	cm	m	m
17		m	m	m	cm	m	m
18		m	m	m	cm	m	m
19		m	m	m	cm	m	m
20		m	m	m	cm	m	m
21		m	m	m	cm	m	m
22		m	m	m	cm	m	m

나무의 키 = 관측자의 눈높이 + (나무와 관측지점 간의 거리 X 경사각을 이용한 탄젠트값)  
 나무의 허리둘레 = 일반 줄자값 ÷ 3.14

2. 조사결과를 바탕으로 조사지의 나무들을 단면도와 평면도로 그려보세요.

단면도



평면도



- 나무끼리 서로 닿는 부분이 있습니까? (예 아니오)
- 서로 공간이 겹치는 나무는 몇 그루입니까? ( )그루
- 그늘에 가려져 있는 양수 성격의 나무는 몇 그루입니까? ( )그루

### 3. 나무 주변 환경을 아래 표를 통해 점검해보세요.

확인사항	확인결과		조치사항
풀이 조사지에서 자라고 있는 나무보다 웃자라고 있습니까?	예	아니오	풀베기
의도하지 않은 외래종 및 유해식물이 자라고 있습니까?	예	아니오	
조사지에 덩굴식물이 자라고 있습니까?	예	아니오	덩굴제거
덩굴식물에 감겨 있는 나무는 몇 그루입니까?		그루	
어린나무가 자라는 것이 관찰되었습니까?	예	아니오	어린나무가꾸기
자라고 있는 어린나무는 몇 그루입니까?		그루	
나무에 죽은 가지나 부러진 가지가 있습니까?	예	아니오	가지치기
훼손된 가지가 있는 나무는 몇 그루입니까?		그루	
나무에 지나치게 잔가지가 많이 있습니까?	예	아니오	
잔가지가 많은 나무는 몇 그루입니까?		그루	
나무끼리 서로 닿는 부분이 있습니까?	예	아니오	가지치기 숙아베기 옮겨심기
서로 공간이 겹치는 나무는 몇 그루입니까?		그루	
그늘에 가려져 있는 양수 성격의 나무는 몇 그루입니까?		그루	옮겨심기
잎의 색이 변했거나 나무 줄기에 상처가 있습니까?	예	아니오	숙아베기, 전문가진단
나무에 오르는 개미나 버섯이 있습니까?	예	아니오	전문가진단

#### \* 양수와 음수

구분	내 용
양수	햇빛을 직접 받은 곳에서 잘 자라는 나무
	해송, 소나무, 리기다소나무, 향나무, 노간주나무, 측백, , 밤나무, 검양꽃나무, 은행나무, 자귀나무, 목백일홍, 풍년화, 산사나무, 매화나무, 감나무, 화살나무, 벚나무류, 낙엽송, 애기사과, 자작나무, 사방오리나무 등
음수	햇빛 잘 들지 않은 그늘에서도 잘 자라는 나무
	주목, 광광나무, 백량금, 자금우, 멀꿀나무, 남오미자, 동백나무, 늦동백나무, 으름덩굴, 치자나무, 마취목, 만병초, 분비나무, 가문비나무, 전나무, 들메나무, 복장나무

### 4. 우리 학교 숲의 현재 상태와 앞으로 필요한 숲 가꾸기 방법과 방향에 대해 적어보세요.

### 5. 학교 숲 현황 조사하기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 풀베기 방법



## 1. 풀베기의 목적

풀베기는 묘목이 보다 안정적이고 빠르게 주변 환경에 정착할 수 있게 도와주는 숲가꾸기 활동이다. 묘목보다 경쟁력이 강한 초본, 목본들을 묘목 주변으로부터 제거하여 묘목 상층부로는 빛 공급을 원활하게 하고, 지하부로는 양분 및 수분을 얻을 수 있는 공간을 확보하기 위해 실시한다.

## 2. 풀베기 대상지

- 가. 묘목의 크기가 작아 주위 식생에 의하여 생육공간을 침해 받기 쉬운 곳
- 나. 잡초목이 무성하여 풀의 키가 큰 곳
- 다. 전 해에 묘목을 심은 곳과 올해 묘목을 심은 곳

## 3. 풀베기 주기

가. 시기

- 1) 다년생의 초본이나 목본식물은 전년도의 저장양분을 사용하여 성장하므로 저장양분이 가장 감소한 시기에 풀베기를 실시하는 것이 가장 유리하다.
- 2) 6월과 8월 상순 ~ 중순이 바람직하나, 가꾸고 있는 나무종류에 따라 생장시기가 다르기 때문에 수종에 적합한 풀베기 시기 선택이 필요하다. 바람의 피해 위험으로 인해 9월 이후의 풀베기는 피하는 것이 좋다.

나. 적용기간

나무키 성장량에 따라 결정되며, 나무키가 나무심기 후 약 1.5배가 되거나 60~80cm 정도 더 클 때까지 실시해주는 것이 바람직하다.

▷ 재래용 낫 사용시 유의사항 ◁

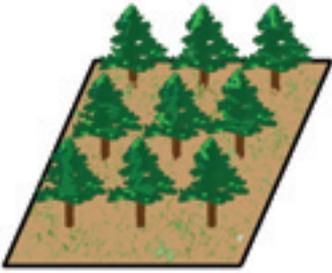
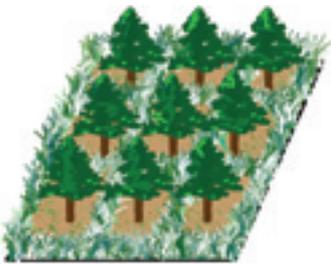
- 낫은 항상 잘 갈아서 사용하고 낫과 몸체 연결부의 고정상태를 수시로 확인
- 작업 시 안정된 자세를 유지하고 작업자간 안전거리를 유지
- 과도한 힘 및 방해물에 의한 사고에 유의
- 이동할 때는 몸체연결부 가까운 곳을 잡고 흔들지 않도록 유의
- 장거리 이동 시 작업자간의 거리를 유지하고 낫 날에 다치지 않도록 커버를 씌움



< 이동시 낫 잡는 방법 >

< 숲 가꾸기 사업 안전사고 예방 메뉴얼, 북부지방 산림청, 2006 >

#### 4. 풀베기 방법

방 법	내 용	장단점
 <p style="text-align: center;">모두베기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 숲 조성 초기에 잡초들의 상층점유로 묘목의 생장에 지장이 있을 것으로 예상되는 지역으로 나무심기 지역 전체를 대상으로 실시한다.</li> <li>• 소나무, 낙엽송, 삼나무, 편백 등을 심었을 때 적합하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일손을 많이 필요로 한다.</li> <li>• 2~3년 후에는 잡초발생이 억제되고 식생의 종류가 변하므로 이후의 풀베기 작업이 다른 방법에 비해 쉽다.</li> <li>• 심어둔 나무가 잡초들에게 방해받을 염려가 없다.</li> <li>• 들쥐 등의 서식이 억제된다.</li> <li>• 나무를 촘촘하게 심은 곳에 적합하다.</li> <li>• 묘목이 찬바람, 건조 피해를 입을 수 있다.</li> <li>• 입지조건에 따라 토양유실의 우려가 있다</li> </ul>
 <p style="text-align: center;">줄베기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바람과 추위에 의한 피해가 예상되는 지역에 열을 따라 90~100cm폭으로 잘라낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모두베기에 비해 일손이 덜 소요된다.</li> <li>• 남겨진 부분의 잡초목은 왕성한 성장을 하기 때문에 묘목 성장에 영향을 줄 수도 있다.</li> <li>• 남겨진 부분이 들쥐 등의 서식 장소가 되어 피해를 받기 쉽다.</li> <li>• 묘목이 찬바람, 건조 피해로부터 보호받을 수 있다.</li> <li>• 토양유실을 방지할 수 있다.</li> </ul>
 <p style="text-align: center;">둘레베기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한 데 모아서 나무를 심은 경우 혹은 묘목의 특별 보호가 필요한 경우, 조림목 주변 50cm 내외로 정형이나 원형으로 잘라낸다. 풀베기 면적을 50~60% 감소시킬 수 있는 효과적인 방법이다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 묘목의 보호가 특별히 강조될 경우에 유리하다.</li> <li>• 줄베기의 장점을 최대한 살린 가장 적극적인 방법이다.</li> </ul>

〈 숲 가꾸기 표준교재, 산림청, 2005 · 2007 〉

**\* 참고자료**

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007
- 숲 가꾸기 사업 안전사고 예방 매뉴얼, 북부지방산림청, 2006
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 조림학본론, 임경빈 외, 향문사, 2006

# 덩굴제거 방법

## 1. 덩굴제거의 목적

덩굴은 묘목위의 상층부를 덮어 생장에 지장을 줄 뿐 아니라, 묘목을 감아 줄기를 잘록하게 만들어 목재 가치를 낮추고 바람에 부러지기 쉽게 만드는 등의 피해를 준다. 덩굴치기는 이에 대한 피해를 줄이기 위해 예방 차원에서 실시하며, 조림지에 많이 발생하는 대표적인 덩굴류로는 칩, 다래, 머루, 사위질빵, 담쟁이덩굴, 노박덩굴, 으름덩굴, 땃땃이덩굴 등이 있다.

## 2. 덩굴제거 대상지

묘목의 생장에 영향을 미치는 덩굴류가 무성한 지역을 대상으로 하며, 화학약제를 사용하여 덩굴을 제거할 경우는 주변 나무나 토양, 수자원 오염 등의 피해가 예상되는 지역을 피해서 사용해야 한다.

## 3. 덩굴제거 시기 및 횟수

덩굴제거 작업은 그 세력이 왕성한 여름철에 실시하는 것이 좋으며, 풀베기와 어린나무가꾸기가 끝난 후에도 계속 실시해주어야 한다.

## 4. 덩굴제거 방법

### 가. 물리적 방법

인력을 통해 직접 덩굴의 줄기를 제거하거나 뿌리를 뽑아낸다. 대상지의 덩굴 종류와 양을 고려하여 2~3회 실시한다. 칩과 같이 뿌리가 굵고 길며, 맹아력이 왕성한 경우는 칩채취기 같은 전문도구를 사용하기도 한다.

### 나. 화학적 방법

약제주입기나 도포기를 이용하여 덩굴식물에 제초제를 사용한다. 약제가 흘러 다른 작물에 피해를 입힐 수 있으므로 숲가꾸기 경험이 많은 사람에 의해 실행하고, 약제 처리 후 24시간 이내에 강우가 예상되거나 기온이 높아 증발에 의한 피해가 우려될 경우 작업을 삼간다.



< 칩채취기 이용 모습 >

▷ 덩굴식물에 의한 피해 ◁

생육형태	해당식물	피해형태
휘감는 형태	칠향, 등나무, 으름덩굴	묘목의 잎과 가지가 우거져 서로 완전히 밀착되기 전까지 초기에 볼 수 있는 덩굴식물로 가장 많은 형태를 갖는다. 줄기를 파고 들어가서 피해를 주며, 이는 광합성으로 만들어진 당분의 이동통로를 막아 윗부분이 이상비대해지고 재목의 이용가치를 떨어뜨린다. 또한 바람이나 눈으로 인해 부러지기 쉽게 된다.
기대어 올라가는 형태	바위수국, 등수국, 마삭줄, 담쟁이덩굴	상층이 잎과 가지로 덮인 후에도 조금 밝은 장소에서는 줄기에 붙어서 올라가는 형태의 덩굴식물이 서서히 세력을 넓히므로 항상 관찰이 필요하다. 단, 이들은 성장속도가 늦고 수관에 도달하기까지 10년 이상 걸리는 것이 보통이다. 휘감는 형태의 덩굴에 비하면 1~2년 손질이 늦어도 나무에 치명적인 피해를 입히지는 않는다.
큰 잎으로 수관을 덮는 형태	칠향, 산머루 등	큰 잎은 식재목의 수관을 덮어 광합성을 방해하여 성장을 멈추게 한다.

\* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 환경부 한국외래종 사이트 (<http://ecosystem.nier.go.kr/alienspecies/>)

# 경쟁식물 제거하기

**\* 목표**

- 숲가꾸기 목표식물의 생장에 방해가 되는 식물을 판별할 수 있다.
- 유해식물 제거가 인체와 생태계 건강에 긍정적인 영향을 주는 것을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

숲가꾸기 대상지의 유해식물을 가려내고 제거강도를 조절해서 실습하는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초등학생 ~ 성인  
 인원: 모둠별 3명 ~ 5명  
 시기: 늦은 봄 ~ 여름  
 시간: 1시간  
 장소: 학교숲, 도시숲

**\* 준비물**

낫, 모종삽, 장갑, 포대, 마스크, 식물도감, 카메라, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	④ 생물의 구성과 다양성 ① 환경과 나
고	생과 1 환경 환경	③ 생태계와 인간 ① 인간과 환경 ③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

- 1) 3~5명으로 이루어진 모둠을 구성하여 풀과 나무가 함께 자라고 있는 실습지역을 선정한다.
- 2) 묘목의 성장을 방해하는 경쟁식물의 범위를 아래와 같이 잡고 제거할 식물들을 찾는다.
  - 어린 묘목 주변의 식물
  - 나무의 성장을 방해하게 될 덩굴식물
  - 생태계 교란 유해식물로 지정된 식물
  - 묘목을 심을 대상지에 자라는 식물
- 3) 제거 대상이 된 식물들은 활동지에 기록하고, 제거여부 및 방법을 선택한다.
  - 방치: 다른 식물의 생장에 큰 영향을 미치지 않는 경우
  - 풀베기: 다른 식물의 생장에 큰 영향을 미치지 않으나, 성장을 늦출 필요가 있을 경우
  - 뿌리째 뽑기: 방치하면 다른 식물의 성장을 방해하게 되는 경우
- 4) 제거가 확정된 식물에 대해 제거 작업을 한다.
  - 제거 작업 시 긴 옷가지, 장갑, 마스크 등 보호 장구를 필히 착용한다.
  - 생태계 교란식물, 덩굴류, 유해식물은 가능한 한 뿌리까지 뽑아 제거한다.
  - 뿌리까지 뽑아 제거하는 경우 뿌리에 있는 흙을 털어 토양유실을 최소화한다.

▷ 환경부 지정 생태계 교란 유해식물 ◁



돼지풀



털물참새피



단풍잎돼지풀



서양등골나물



도깨비가시



물참새피

**\* 평가방법**

- 식물의 제거여부와 방법이 적절했는지 확인한다.
- 유해식물 제거활동을 통해 우리 몸과 생태계 건강에 긍정적인 효과를 주는 느낌을 받았는지 확인한다.

# 경쟁식물 제거하기

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

1. 대상지의 조성목표와 해당 목표에 맞는 식물들의 정보를 기록하세요.

풀·덩굴 이름	발견위치	생장상태 및 제거 이유	제거여부 및 방법
1			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
2			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
3			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
4			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
5			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
6			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
7			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
8			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
9			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기
10			방치, 풀베기, 뿌리째 뽑기

2. 위 조사결과를 바탕으로 해당 풀·덩굴에 대한 제거여부와 제거방법을 결정한 후 유해식물 제거 작업을 하세요.

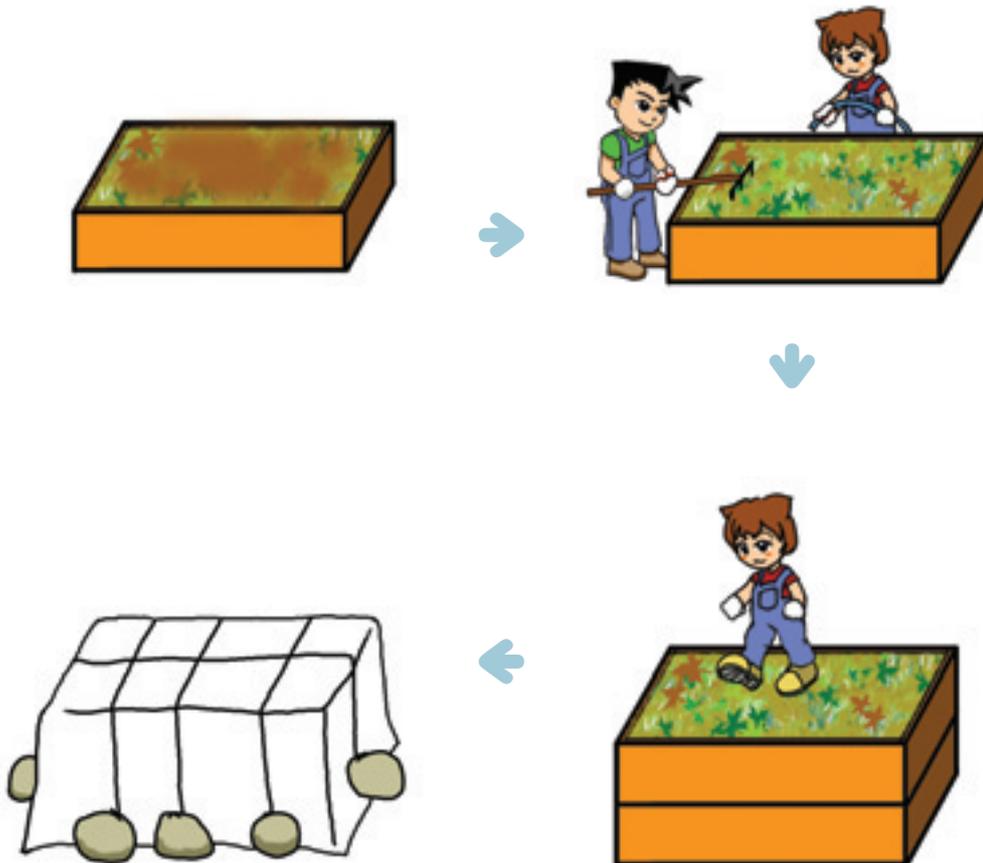
3. 제거된 풀·덩굴을 준비한 포대에 모두 넣고 무게를 재어 보세요.

경쟁식물 제거량 : ( ) kg

4. 경쟁식물 제거하기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.

## 퇴비장 만들기

- 1) 유해식물 제거량을 수용할 수 있는 용량에 맞춰 퇴비장으로 활용할 틀을 만든다.  
※ 잔가지를 말뚝 사이에 지그재그로 끼워 생울타리를 만들어 쓸 수도 있다.
- 2) 제거된 풀과 덩굴을 잘게 잘라 서로 잘 섞이게끔 물과 함께 배합하여 틀 안에 쌓는다.
- 3) 발효를 돕기 위한 첨가물로 쌀겨나 쌀뜨물을 섞어준다.
- 4) 발효물이 틀 내에서 고르게 퍼지게 밟으며 다져준다.
- 5) 2) ~ 4)번 작업을 한 층씩 반복하여 쌓는다. 단, 퇴비의 양은 틀 용량의 80%까지 조정한다.
- 6) 3 ~ 4개월이면 발효가 완료되나 그 안에 2 ~ 3회 내용물을 뒤집어 주며, 발효가 진행되는 동안에는 충분한 수분 공급이 이루어질 수 있도록 관리한다.
- 7) 숙성이 완료되어 이듬해 퇴비를 사용하기 전까지는 비닐시트와 끈을 이용해 전체를 감싸 보관한다.



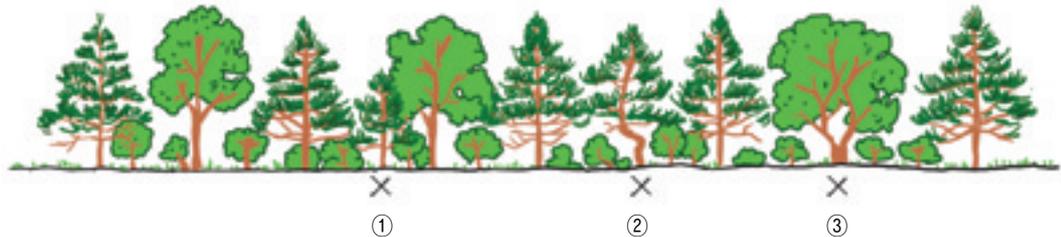
# 어린나무가꾸기 방법



## 1. 어린나무가꾸기 목적

어린나무가꾸기는 자라난 묘목들의 경쟁이 시작되는 때에 성장과 형질이 나쁜 묘목들을 제거해줌으로서 질 좋은 묘목들이 원활히 자랄 수 있는 환경 조건을 만들어 주기 위해 실시한다.

### 작업전



### 작업후



- ① 성장력이 나쁜 나무
- ② 형질이 안 좋은 나무
- ③ 숲가꾸기 대상나무가 아니나 생장이 좋아 숲가꾸기 대상나무들에게 영향을 주는 나무

## 2. 어린나무가꾸기 대상지

가. 풀베기 작업 이후부터 솎아베기 이전 단계의 나무들

나. 나무심기 후 5~10년이 되어 주변나무들과 수관경쟁이 발생되었거나, 주변식생에 의해 묘목들의 생육에 지장이 생긴 곳

### 3. 어린나무가꾸기 시기 및 기간

6~9월 사이에 실시를 하되, 추위 및 바람 피해의 방지를 위해 늦어도 11월말까지는 완료한다. 일반적으로 가지와 잎이 무성해져서 이웃하는 나무들과 경쟁이 시작되고 식재된 나무들의 생육이 저해된다고 판단될 때 실시한다.

### 4. 어린나무가꾸기 방법

가. 어린나무가꾸기 시기에는 묘목들의 성장력이 가장 활발할 때이므로 묘목들 하나하나에 대한 분류보다 숲가꾸기 지역 전체에 대한 관리를 목표로 제거대상 나무를 선정한다.

나. 제거대상 나무는 숲가꾸기 대상 나무의 성장에 지장을 주는 경제성 없는 유해수종 및 작은 키 나무와 덩굴류, 식재된 나무 중 피해를 입은 나무와 생장이 불량한 나무, 인접한 나무에 피해를 주는 비대 성장한 나무로 한다.

다. 식재된 나무의 성장에 지장을 주는 자생수종의 제거는 식재된 나무로 들어오는 빛을 자생수종이 가리지 않을 정도에서 실시한다.

라. 식재된 나무의 성장에 피해를 주지 않는 유용한 하층식생은 제거하지 않는다.

마. 대상지 내 식재된 나무가 없는 곳에 자생하는 질 좋은 나무는 숲가꾸기 대상 나무에 포함시켜 함께 관리해준다.

바. 나무를 심을 당시 남겨둔 상층의 질 좋은 나무가 심어진 나무의 성장에 지장을 줄 때는 가지치기를 실시한다.

사. 폭목의 제거는 베어낸 후 발생된 빈자리에 대한 처리 문제도 고려하여 실시한다.

※ 폭목 : 주변 환경의 변화로 갑작스럽게 비대 성장하여 커다란 덩치를 갖게 된 나무

### 5. 고려해야 할 사항

가. 유해나무의 제거

- 1) 식재된 나무의 빛을 차단하는 나무는 제거하거나 가지치기 한다.
- 2) 뿌리가 묘목에 양분 및 수분의 경쟁을 일으키는 나무는 제거해 준다.
- 3) 생장이 빠른 맹아목 등을 확인하여 제거해 준다.

나. 우세목(상층으로 크게 돌출된 높은 수고의 나무)의 관리

- 1) 유용한 나무인지 아닌지(폭목) 판단하여 제거 여부 결정한다.
- 2) 단목일 경우 소나무는 폭목이 될 경우가 많다.

- 3) 서어나무류는 다른 나무에 나쁜 영향을 끼치므로 제거해 준다.
- 4) 참나무류는 숲 가장자리에서 내부를 보호해주는 역할을 해 주므로 남긴다.
- 5) 낙엽송류는 유익하므로 남긴다.
- 6) 전나무 및 잣나무는 생가지치기를 실시하여 남긴다.

#### 다. 숲 가장자리 관리

- 1) 밖으로 기울어진 나무나 폭목 등은 제거해 준다.
- 2) 돌출된 긴 가지는 잘라주어 유연성 있는 짧고 가는 가지로 유도한다.

#### 라. 공간조절

- 1) 병충해를 입은 나무, 훼손된 나무, 생장이 불량한 나무는 제거해 준다.
- 2) 소나무는 대부분 솎아주기가 필요 없다.
- 3) 참나무, 서어나무 등 활엽수는 모여 있게 되면 겨울에 쌓인 눈에 의해 피해를 입을 우려가 있으며 약한 강도로 솎아낸다.

#### 마. 나무 종류 조절

- 1) 어린나무가꾸기 단계는 가꾸고자 하는 숲 형태에 대한 기초를 확립하기 위한 나무 종류의 구성 조절이 쉽고 성공률도 높다.
- 2) 혼효 조절은 광선 요구도, 기후인자에 대한 저항성, 성장속도와 특성, 지속성, 맹아력, 주수종과 부수종 역할 등을 고려한다.

#### 바. 나무 형태 조절

숲가꾸기 대상목 중에서 수관형태가 매우 불량한 경우, 다 자라기 전에 수형을 교정해준다.

---

#### \* 참고자료 및 유의사항 제시

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000

# 어린나무 보호하기

## \* 목표

- 어린나무에 해를 주는 요소를 막고 보호할 수 있는 방법이 무엇인지 말할 수 있다.
- 어린나무 보호활동을 통해 식물에 대한 관심과 애정을 갖는다.

## \* 개요

건강한 어린나무를 선별하여 안정적인 성장이 진행될 때까지 보호해주는 활동이다.

## \* 실시조건

대상: 초등학생  
인원: 모둠별 3명 ~ 5명  
시기: 6월 ~ 9월  
시간: 2시간  
장소: 학교 숲, 인근 공원

## \* 준비물

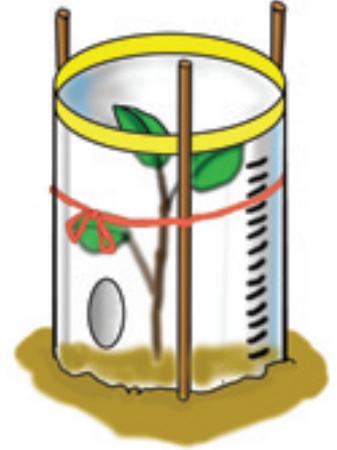
페트병, 가위, 칼, 끈, 색테이프, 유성매직, 종이, 자, 나뭇가지 지지대, 모종삽, 장갑, 활동지

## \* 연계교과

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	도덕1	④ 환경과 도덕
	과학1 환경	④ 생물의 구성과 다양성 ① 환경과 나
고	생과1	③ 생태계와 인간
	환경	① 인간과 환경
	환경	③ 환경문제의 이해와 대책

## \* 활동방법

- 1) 페트병을 이용해 어린나무 보호대를 만든다.
  - 대형 페트병의 위, 아래를 잘라 20cm 정도의 플라스틱 원통을 확보한다.
  - 3cm 가량의 여분을 두고 0 ~ 15cm 까지 1cm 간격으로 유성매직을 사용해 수치를 기입한다.
  - 공기의 원활한 소통을 위해 수치가 기입된 15cm 사이에 약 지름 5cm의 구멍을 4개 정도 뚫어준다.
  - 15cm 끝값이 있는 곳을 위로 보고 상단에 눈에 잘 띄는 색 테이프를 두른다.
- 2) 찾고자 하는 어린나무 종류를 정하고, 학교나 인근 녹지에서 나무키가 15cm 미만인 어린 나무를 찾는다.
- 3) 어린나무의 건강 상태를 고려해 가장 건강한 나무에 보호대를 설치한다.
  - 어린나무 주변의 반경 15cm 내에 있는 경쟁 초본을 제거한다.  
※ 범위 내에 또 다른 어린나무가 있을 경우에는 보호대상으로 하지 않은 어린나무를 범위 밖으로 옮겨 심도록 한다.
  - 보호대 눈금 '0'이 바닥과 수평이 되도록 보호대를 어린나무에 썬위 설치한다. 이 때, 어린나무는 보호대의 중앙에 놓이도록 한다.
  - 주변에서 떨어져 있는 나뭇가지를 구해 보호대 바깥 면에 꽂아 보호대가 움직이지 않도록 고정한다.
  - 고정된 나뭇가지와 보호대를 끈을 이용해 한 번 더 묶어 고정시킨다.
- 4) 보호대가 설치된 어린나무와 그 외의 나무들에 대해 10주간 일주일에 1회 상태를 관찰한다.
  - 보호대가 설치된 어린나무는 상태변화를 활동지 기준에 따라 상세히 적고, 보호대가 없는 나무는 조사된 어린나무들의 수에 맞춰 변화상이 나타난 시점을 기준으로 총 개수를 센다.
- 5) 실험이 완료되면 결과에 대해 토론한다.
  - 마지막까지 살아남은 어린나무는 몇 그루나 되나?
  - 보호대는 어린나무가 자라는 동안 보호 역할을 충실히 했는가?
  - 어린나무에게 가장 큰 피해를 입히는 요소는 무엇인가?



## \* 평가방법

- 어린나무에게 해가 되는 요소들을 잘 관찰했는지 확인한다.
- 어린나무를 보호할 수 있는 방법들에 대해 찾아 적용할 수 있는지 확인한다.
- 어린나무 보호활동을 통해 식물보호에 어떤 관심과 애정을 보이는지 확인한다.

# 어린나무 보호하기

조사시기	년 월 일(요일)	소속	학교 학년 반 번( )
장소		모둠명	
날씨		성명	

## 1. 대상지의 조성목표와 해당 목표에 맞는 식물들의 정보를 기록하세요.

나무번호	나무이름	장소	나무키	나무번호	나무이름	장소	나무키
1번			cm	6번			cm
2번			cm	7번			cm
3번			cm	8번			cm
4번			cm	9번			cm
5번			cm	10번			cm

## 2. 1번 표에서 15cm 미만인 어린나무에 대해 건강상태를 O, X로 표시해 보세요.

건강상태	나무번호									
앞이나 줄기색이 변한 부분은 없나요?										
벌레나 동물에게 먹힌 흔적은 없나요?										
부러지거나 밟힌 흔적은 없나요?										
줄기는 곧고 튼튼하며 가지는 잘 뻗어 있나요?										
O 개수 합계										

## 3. 2번에서 O 개수가 가장 많은 번호의 나무에 나무보호대를 설치하고, 아래 기준에 맞춰 관찰해 결과를 기입해 보세요.

O : 피해가 없다. △ : 피해가 어린나무 전체의 약 30%를 넘지 않는다. □ : 피해가 어린나무 전체의 약 30%를 넘는다. X : 어린나무가 죽었다.

보호대가 있는나무	1주	2주	3주	4주	5주	6주	7주	8주	9주	10주
나무키(cm)										
색깔 변화(그루)										
동물피해 흔적(그루)										
부러진 흔적(그루)										

## 4. 보호대가 설치되지 않은 나무들의 평균키와 변화 개수를 적으세요.

보호대없는나무	1주	2주	3주	4주	5주	6주	7주	8주	9주	10주
나무키(cm)										
색깔 변화										
동물피해 흔적										
부러진 흔적										

## 5. 어린나무 보호하기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 가지치기 방법

## 1. 가지치기 목적

가지치기는 나무의 생장에 불필요한 죽은 가지 발생을 방지하여 옹이가 없고 통직한 완만재 생산을 유도하기 위해 실시한다. 하지만 아래와 같은 효과로 인해 어린나무 때부터 다 자란 나무가 된 이후에도 실시되기도 한다.

▷ 가지치기의 효과 ◁

1) 골격결정	어린나무에서 뽑은 가지는 성숙한 후에 그대로 굵은 골격이 되므로 어린나무 시기에 골격을 조절해줄 수 있다.
2) 크기조절	조경수는 위치에 따라 표지판을 가려 교통장애를 일으킬 수 있으며 바람에 의해 넘어져서 피해가 발생할 수 있으므로 이를 미연에 방지할 수 있다.
3) 건강유지	죽은 가지, 병든 가지, 부러진 가지, 서로 부딪쳐 상처를 내는 가지, 지나치게 중복되는 가지 등을 제거하여 병해를 방지할 수 있다.
4) 모양다듬기	조경용의 나무 가지치기는 기술뿐 아니라 예술성으로도 나무의 가치를 증가시킨다.
5) 활착증진	나무를 옮겨 심을 때, 많은 뿌리가 잘려나가기 때문에 줄어든 뿌리와의 균형을 맞춰 지상부 가지의 증산량 감소를 목적으로 가지치기를 실시하여 옮겨심은 후의 활착률을 높일 수 있다.
6) 개화결실의 조절	가지치기를 통해 줄기 성장을 조절하여 개화량 등을 조절할 수 있다.
7) 토양유실 방지	가지치기는 숲 지상부에 햇빛을 들게 하여 지표 식생발달을 촉진시키고 토양 유실을 방지해 준다.

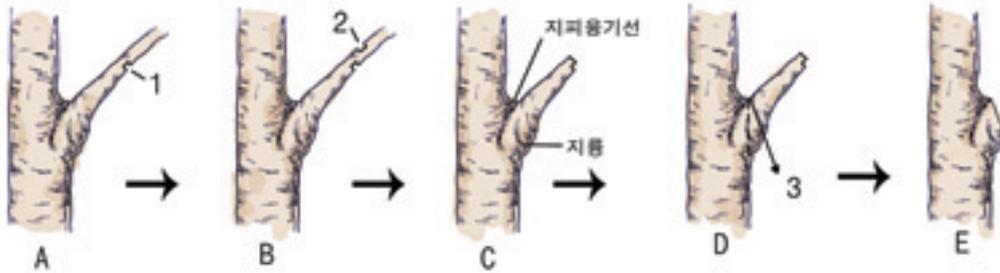
## 2. 가지치기 작업시기

죽은 가지의 제거는 작업시기에 큰 상관이 없으나, 생가지의 가지치기는 절단부위의 빠른 회복을 위하여 나무줄기의 비대생장이 이루어지는 5월 이전에 실시하는 것이 좋으며, 성장기에 작업시 수피가 벗겨지는 피해가 발생할 수 있으므로 성장휴지기인 11월 이후부터 이듬해 3월까지 실시하도록 한다.

## 3. 가지치기 방법



- 가. 침엽수는 외부 손상 시에 방호벽을 만드는 부패방지기능이 강해 절단면이 줄기와 평행하게 되도록 가지를 제거한다.
- 나. 활엽수는 가지치기를 실시하지 않으나, 수형조절 등 불가피할 경우에는 유상조직과 지용부가 상하지 않는 범위에서 가깝게 잘라준다.
- 다. 화학적 보호층을 가지고 있는 가지밑살(지룡)이 잘리지 않도록 주의한다.
- 라. 가지의 굵기가 2cm 이하인 경우 전정가위를 사용하고 2cm 이상은 톱을 이용한다.
- 마. 굵기가 5cm 이상인 가지는 수피가 찢기는 것을 방지하기 위해 3단계로 나누어 자른다.



1. 30cm가량 위, 직경의 1/3~1/4
2. 1에서 2~3cm 가량 위
3. 분지점에 가깝게 가지터기 제거

- 바. 필요에 따라 자른 부위의 세균감염을 방지하기 위해 보호제(방수성이 높은 구두약, 공업용 본드 페인트 등으로 대체 가능)를 발라준다.

#### 4. 가지치기 강도

- 가. 가지치기는 가능하면 어린 나무에 실시하는 것이 좋으나, 시기나 강도가 적절하지 않으면 나무 성장을 저해하므로 어린나무가꾸기 단계(수고 6m 내외)로부터 1차 숙아베기 단계(수고 10m 내외)에 이르는 동안에는 형질이 좋은 나무에 한해 으뜸가지 이하만 제거한다.
- 나. 숙아베기 작업이 이루어진 이후에는 최종 숲가꾸기 대상목을 중심으로 1~2회 수고의 50~60% 높이로 가지치기를 실시한다.
- 다. 가지치기는 가지의 위치가 높아질수록 많은 인력과 경비가 소요되므로 4~5m 높이까지만 1회 실시하는 것도 좋지만, 5~6년 후에 2차 가지치기를 실시하면 더 건강한 숲으로 가꿔나갈 수 있다.

#### 5. 고려해야할 사항

- 가. 소나무, 잣나무, 낙엽송, 전나무, 해송, 삼나무, 편백과 같은 침엽수류는 상처 회복이 잘 된다.
- 나. 활엽수는 세균감염의 위험이 높아 직경 5cm 이상의 가지치기는 삼간다.
- 다. 낙엽송과 같이 울폐도가 높은 임분에서 자연낙지가 잘 되는 수종은 가지치기를 생략할 수 있다.
- 라. 참나무류, 포플러나무류는 나무의 가장 굵은 가지 이하의 가지만 작업한다.
- 마. 가문비나무류, 자작나무, 너도밤나무 등은 상처가 썩을 위험이 있으므로 죽은 가지와 쇠약한 가지만을 작업한다.
- 바. 단풍나무, 느릅나무, 뽕나무, 물푸레나무 등은 상처 회복이 잘 안되고 썩기 쉬우므로 죽은 가지만 작업 하며, 자연낙지를 유도하는 것이 바람직하다.

\* 참고자료  
 - 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007  
 - 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005  
 - 산림과 임업기술, 산림청, 2000  
 - 나무건강, 한국산지보전협회, 2006

# 가지치기 모의활동

**\* 목표**

- 가지치기 작업이 필요한 나뭇가지를 판별하고 올바른 가지치기 방법을 알 수 있다.
- 가지치기가 나무를 더욱 건강한 모습으로 자라게 할 수 있는 활동임을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

간접적으로 가지치기를 실시하고 불량한 가지가 생기는 원인에 대해 생각해보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초등학교 ~ 고등학교  
인원: 3 ~ 5명  
시기: 3월 ~ 4월  
시간: 1시간  
장소: 학교 숲

**\* 준비물**

나침반, 줄자, 활동지, 필기구, 색깔별 리본 5종 종류별 20개

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	⑥ 식물의 영양 ① 환경과 나
고	생과1 환경 환경	③ 생태계와 인간 ① 인간과 환경 ③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

- 1) 가지치기가 필요한 나뭇가지를 아래와 같이 4가지 종류로 나누고 색깔을 정한다.
  - 병든(죽은)가지
  - 부러진 가지
  - 가지끼리 서로 부딪쳐 상처의 원인이 되는 가지
  - 건물에 닿거나 표지판을 가리는 등 생활에 위험요소가 되는 가지
- 2) 가지치기 결과 비교에 대한 목적을 하나 선택하고 그에 맞는 유형과 나무종류를 선정한다.

	목적 1	목적 2
유형	서로 다른 환경의 나무	동일한 환경의 나무
나무종류	동일한 종류의 나무	서로 다른 종류의 나무
예시	건물 벽면에 자라는 나무와 열려있는 공간에서 자라는 나무의 가지 성장상태 비교를 위해 해당 조건의 소나무를 1그룹씩 조사	침엽수와 활엽수의 가지 성장상태 비교를 위해 같은 화단에서 자라고 있는 잣나무와 배나무를 1그룹씩 조사

- 3) 줄자와 나침반을 이용해 나무줄기를 중심으로 동-북, 북-서, 서-남, 남-동 방향으로 4개 구역을 나누고 방향별로 가장 긴 가지의 길이를 측정하여 활동지에 기입한다.
- 4) 선정된 나무를 대상으로 가지치기가 필요한 나뭇가지의 절단위치에 1)에서 정한 색깔 규칙대로 리본을 매단다. 나뭇가지가 너무 높은 경우, 안전을 위해 이 과정을 생략한다.
- 5) 4개 방향별로 묶여있는 리본을 풀면서 각 구역마다 가지치기 되는 나뭇가지 개수를 유형별로 활동지에 적는다. 리본은 묶지 않았을 경우, 바로 개수를 조사하도록 한다.
- 6) 가지치기 되는 가지의 총 개수를 세고 유형별로 차이가 나는 이유에 대해 토론해 본다.
  - 죽은 가지, 부러진 가지, 병든 가지가 있는 방향은 주로 어느 쪽이며, 그 원인은 무엇인가?
  - 가지가 특정 부위에 많이 몰린다면 이유는 무엇인가?

**\* 평가방법**

- 가지치기 대상 가지를 바르게 구분할 수 있는지 확인한다.
- 가지치기가 나무를 더욱 건강한 모습으로 자라게 할 수 있는 활동임을 느끼고 있는지 확인한다.



# 가지치기 모의활동

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

## 1. 사용하게 될 리본의 색깔을 정해서 기입하세요.

가지치기가 필요한 이유	리본색깔
병든(죽은) 가지	
부러진 가지	
서로 부딪쳐 상처의 원인이 되는 가지	
건물에 닿거나 표지판을 가리는 등 생활에 위험요소가 되는 가지	

## 2. 조사내용들을 기입하세요.

유형								
나무이름								
방향	동-북	북-서	서-남	남-동	동-북	북-서	서-남	남-동
방향별 가장 긴 가지	m	m	m	m	m	m	m	m
병든(죽은) 가지								
부러진 가지								
상처 원인이 되는 가지								
위험한 가지								
합계								
총계								

## 3. 두 나무의 가지치기 결과를 비교했을 때, 가장 크게 차이나는 것은 무엇이고 그 원인은 무엇인지 토론해서 적어보세요.

## 4. 가지치기 모의활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 숙아베기 방법

## 1. 숙아베기 목적

숙아베기는 대상지의 밀도를 조절하여 숲가꾸기 대상목의 정상적인 생육 공간을 확보해줌으로서 비대생장을 촉진시키고, 숲을 건강하게 만들어 각종 재해로부터 숲을 보호하기 위한 작업으로써 간벌라고도 한다. 학교에서는 나무를 베지 않더라도 옮겨심기의 형태로 수업에 적용할 수 있다.

## 2. 숙아베기 대상지

- 가. 어린나무가꾸기 작업이 끝난 후 5년 경과, 최종 수확 10년 이전까지의 산림
- 나. 나무 개체수가 많아 빛이 숲 바닥까지 도달하지 못해 종 다양성이 낮은 산림
- 다. 침엽수림으로서 수원함양기능이 떨어지는 산림
- 라. 나무가 개체수가 많아 병충해, 산사태 피해가 우려되는 산림
- 마. 침엽수 단순림으로서 산불 발생 시 대형화 우려가 있는 산림
- 바. 산사태, 산불, 병해충 등의 각종 산림재해를 입은 산림
- 사. 경관의 유지와 개선을 위해 밀도 조절이 필요한 산림

▷ 수종별 숙아베기 개시기 ◁

수종	나무 나이
잣나무, 소나무, 편백(삼나무)	15 ~ 25
리기다소나무, 상수리나무	15 ~ 20
낙엽송	10 ~ 20
전나무	20 ~ 30

## 3. 숙아베기 작업시기

- 가. 나무들 간의 수관경쟁으로 직경 생장이 감소하기 시작하고, 하부에 고사된 가지들이 발생하며 나무들 간의 우열이 나타날 때 숙아베기를 실시한다.
- 나. 생가지치기의 경우에는 가급적 11월 이후부터 이듬해 5월 이전까지 실행하고, 생가지치기를 하지 않을 경우에는 연중 실행이 가능하다.

## 4. 숙아베기 방법

- 가. 정량 숙아베기: 숙아베기 양을 사전에 정하고 나무밀도를 조절하는 방법으로 같은 나이의 단순림에 적합하며 나무 수, 흉고단면적, 재적 등을 기준으로 숙아낼 나무를 선정한다.
  - 1) '숙아베기 후 잔존본수 기준표'에 따라 숙아베기 후에 남아있는 나무 수를 산정한다.
  - 2) 기준본수 30% 범위 내에서 숙아베기 양의 조정이 가능하다.
  - 3) 기준표 적용 시 과도한 벌채가 되는 밀도가 높은 대상지는 적정한 숙아베기 비율의 60%의 범위 내에서 5년 내외의 간격으로 나누어 실행한다.

▼ 수종별 평균흉고직경급별 숲아베기 후 잔존본수 기준표

수종	평균 흉고 직경급(cm)											
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
잣나무	1,500	1,200	1,000	880	760	670	600	530	480	440	400	-
낙엽송	1,500	1,300	1,100	1,000	900	800	700	600	530	490	410	-
리기다소나무	2,000	1,600	1,300	1,100	940	810	710	630	560	500	-	-
강원지방소나무	2,300	1,800	1,500	1,300	1,100	950	840	740	670	610	-	-
중부지방소나무	1,300	1,110	960	860	780	710	650	610	-	-	-	-
삼나무	2,200	1,860	1,630	1,430	1,260	1,130	1,010	890	-	-	-	-
편백	2,700	2,200	1,700	1,510	1,330	1,180	1,070	950	-	-	-	-
해송	1,700	1,400	1,200	1,060	950	850	750	660	620	-	-	-
상수리나무	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	390	350

(단위 : 본 / ha)

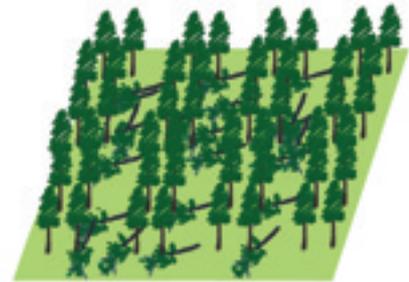
〈 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007 〉

나. 열식 숲아베기 : 숲아베기 간벌 실행 기준을 나무를 심은 열로 두고 띠 모양으로 조절하는 방법이다. 같은 나이의 단순림에 적합하며 나무밀도가 심어진 나무수의 70% 이상을 차지하는 인공조림지에서 활용한다.

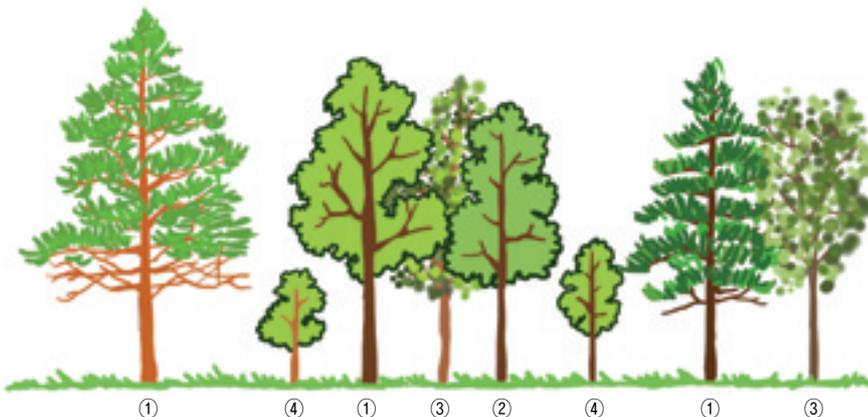
- 1) 2열 이상을 존치시키고 1열을 숲아베기열로 선정하여 작업을 한다.
- 2) 숲아베기열 내의 질 좋은 나무는 남겨둘 수 있으며, 숲아베기를 실시하지 않는 열에서도 불량목을 제거할 수 있다.

다. 도태 숲아베기 : 숲아베기 실행 기준을 우수한 나무(미래목)에 두고 이를 가꾸는데 방해가 되거나 경쟁이 되는 나무를 제거한다.

- 1) 상층의 우세목을 미래목으로 선정하되, 과도하게 성장한 폭목은 제외한다.
- 2) 미래목은 나무줄기가 곧고 갈라지지 않으며, 병충해 등 물리적인 피해가 없어야 한다.
- 3) 미래목 간의 거리는 최소 5m 이상으로 임지 내에 고르게 분포하도록 하며, 활엽수는 200본/ha 내외, 침엽수는 200~400본/ha를 지정한다.
- 4) 미래목과 서로 영향을 끼치지 않는 중용목, 하층을 이루고 있는 보호목은 제거하지 않는다.



〈 열식 숲아베기 〉



〈 ① 미래목, ② 중용목, ③ 방해목, ④ 보호목 〉

\* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000

# 숙아베기 모의활동

**\* 목표**

- 적절한 숙아베기를 통해 나무들 간의 경쟁을 줄여 효율적인 생장을 유도할 수 있다.
- 나무의 숙아베기 활동이 숲을 더욱 건강하게 만들 수 있음을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

나무들의 생장에 필요한 공간 확보를 효율적으로 해주기 위한 방법을 간단한 모형을 통해 알아보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초등학생 이상  
인원: 모둠별 2~3명  
시기: 언제나  
시간: 50분  
장소: 실내

**\* 준비물**

종이, 물감, 붓, 자, 필기도구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	⑥ 식물의 영양 ① 환경과 나
고	생과1 환경 환경	③ 생태계와 인간 ① 인간과 환경 ③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

- 1) 침엽수와 활엽수를 상징할 색깔을 정해서 활동지에 표시한다.
- 2) 물감을 묻힌 붓이나 손으로 A4 용지 위에 1~2회 물방울을 뿌려준다. 이 때, 물방울 지름은 0.5~1.5cm 사이가 적당하다.
- 3) 2색의 물방울을 떨어트리고 물기가 마르면, 떨어진 물방울마다 원을 그려준다. 원은 물방울이 번진 것까지 모두 원안에 들어오도록 그린다. 단, 지름이 0.5cm 이하인 것은 X 표시를 해서 제외시킨다.
- 4) 3)을 완료한 상태에서 그려져 있는 원을 각각 살아있는 나무로 보고, X 표시된 것은 짝이 트지 못한 나무로 생각한다. 여기까지를 준비과정으로 보고 5)의 방법으로 모의활동을 진행한다.
- 5) 살아있는 나무들은 모두 1회에 지름 1cm 씩 자라는 것으로 생각하되, 침엽수는 빛을 좋아하는 성격에 빗대어 주변에 나무가 있을 경우 생장을 멈추고, 활엽수는 음지에서도 잘 자라는 성격을 빗대어 생장을 계속 하는 것으로 설정해 아래의 진행방식대로 나무들의 생장을 표시해본다. 다음회가 시작하기 전까지는 성장량을 표시하다가 서로 겹치게 되어도 모든 나무의 성장량을 그려준다.

▷ 성장진행 방식 ◁

상 황	 주변에 겹치는 나무가 없을 경우	 주변에 겹치는 나무가 있을 경우	 나무 중심점이 다른 나무에 포함된 경우
침엽수	지름 1cm 증가	지름생장 없음	지름이 작은 쪽이 죽은 것으로 간주하고, 죽은 나무는 다음 회에 성장량을 표시하지 않는다.
활엽수	지름 1cm 증가	지름 0.6cm 증가	

- 6) 자연 상태에서의 성장모습을 예측해보기 위해 모든 나무들의 생장을 그리고 나면 1회가 완료된 것으로 보고, 5회까지 진행하면서 매 회 겹치는 나무수와 죽은 나무수를 활동지에 기록한다. 5회가 완료되면 다른 나무와 겹쳐서 생장에 지장을 받지 않은 온전한 나무 수를 기록한다.

**\* 평가방법**

- 원하는 나무를 건강하게 키우기 위해 적절한 숙아내기를 할 수 있는지 확인한다.
- 나무의 숙아베기 활동이 숲을 더욱 건강하게 만들 수 있음을 느끼고 있는지 확인한다.



# 숙아베기 모의활동

조사시기	년 월 일(요일)	소 속	학교 학년 반 번( )
장 소		모 둠 명	
날 씨		성 명	

1. 나무이름과 뿌려진 씨앗의 색깔을 적고, 회수별로 아래 사항을 조사하여 기록해보세요.

	침엽수	활엽수
색깔		

구분	겹쳐진 나무 수				
	1회	2회	3회	4회	5회
침엽수					
활엽수					
합계					

구분	죽은 나무 수				
	1회	2회	3회	4회	5회
침엽수					
활엽수					
합계					

- 겹쳐진 나무수가 가장 많은 때는 언제입니까? ( ) 회 성장 완료 후
- 죽은 나무 수가 발생하기 시작한 시점은 언제입니까? ( ) 회 성장 완료 후
- 5회 생장이 완료된 후에 다른 나무와 겹쳐지지 않은 온전한 나무는 몇 그루입니까?

침엽수 ( ) 그루, 활엽수 ( ) 그루

2. 위의 성장형태를 감안하여 숙아베기 할 나무와 시기에 대해 토론하여 적어보세요.

3. 숙아베기 모의활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.



# 숲의 보호

## 인위적 피해

- **답압에 의한 피해**  
토양의견밀도 측정하기  
답압 상태에 따른 물의 보습력과 침식 비교실험
- **산불에 의한 피해**  
불에 잘 견디는 나무 조사하기  
보충학습자료
- **토양 산성화에 의한 피해**  
토양 산성화에 따른 나무 피해 실험  
토양 산성화와 낙엽 분해 정도비교실험



## 자연적 피해

- **병충해에 의한 피해**  
나무의 병충해 피해 조사하기
- **기상에 의한 피해**  
추위에 의한 갈라짐 피해 줄이기

# 답압에 의한 피해

## 1. 토양 답압의 개요

토양의 답압이란 물리적인 압력이 토양에 가해져 다져지는 현상을 말한다. 답압으로 다져진 토양은 뿌리가 공기와 수분을 흡수하는 것을 차단하여 성숙한 나무에서 잎이 죽어가거나 어린 나무에서 가지가 죽어가는 피해가 나타날 수 있다.

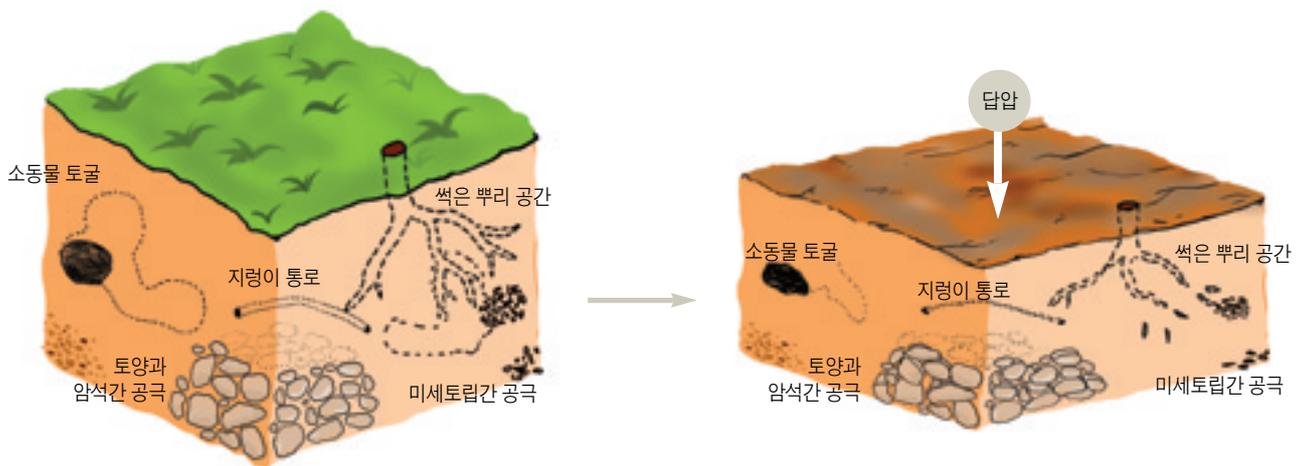
## 2. 답압으로 인한 숲의 피해 과정

### 가. 경도 증가

이용자 출입이 잦을 경우 크고 작은 식물들이 자라는데 필요한 부드러운 토양이 파괴되기 시작하여 표층 밀도가 증가하게 되고, 깊게는 토심 30cm 이상까지 영향을 주어 토양의 굳기가 급격하게 증가한다.

### 나. 공극률 감소

이상적인 토양조건에서는 토양 속에 물과 공기를 담아 둘 수 있는 공극이 전체 토양 부피의 약 50%를 차지하며, 나머지 절반은 45%의 토양광물질 입자와 5%의 유기물이 차지하게 구성을 하게 된다. 하지만 답압을 받은 토양의 공극률은 현저히 줄어 이러한 토양은 물, 양분 그리고 공기의 흐름을 저해하고, 산소가 부족한 상태에서 유기물이 분해되어 생기는 독소가 쌓이는 토양조건으로 바뀌게 된다.



< 숲 속의 토양 >

< 답압된 토양 >

다. 식물과 토양과의 접촉 감소

토양의 경도 증가는 식물의 뿌리 성장을 방해하여 작고 적은 수의 뿌리를 만들어 토양과 식물의 뿌리 접촉을 더욱 감소시킨다. 이에 따라 식물의 양분 흡수 능력도 감소되어 토양에 양분이 있더라도 식물에게는 영양결핍 현상이 나타나게 된다.

토양에 격자 모양이 갖춰져 있지 않으면 토양 입자는 너무 가까이 응집되어 공기나 물이 토양 사이를 자유롭게 이동하지 못하게 된다. 이러한 경도가 높은 토양에서 자라는 식물은 기쁨이나 홍수에 매우 약하게 된다.

라. 토양의 생명력 저하

토양의 공극량 감소는 통기성과 투수성의 저하로 이어지고 이는 다시 토양의 양분 및 수분 저장능력 상실로 이어지게 된다. 그 외에도 다양한 토양생물이 활동범위를 제약받아 그 수와 활성이 줄어들게 되어 토양에 식재된 나무에 피해를 주게 된다.

마. 숲 생태계의 파괴

답압은 크고 작은 식물의 부산물인 낙엽층도 함께 소실시킨다. 낙엽층이 없다면 완충재로서의 역할이 사라져 빗물의 충격이 그대로 지면에 전달되어 토양을 침식하고, 토양생물에게 피해를 입혀 물질순환의 장애로 인한 숲 전체 생태 환경을 파괴시키는 출발점이 될 수 있다.

3. 답압의 정도 측정

답압을 알 수 있는 정도는 견밀도로 나타낸다. 견밀도는 토양의 다져진 상태 즉 답압정도를 알 수 있는 지표로서 견밀도 측정기(Penetrometer)를 통해 조사한다.

▷ 견밀도 측정기의 동작 이론 <

측정라인      눈금(kg/cm<sup>2</sup>)      손잡이

링

1. 링을 손잡이 방향의 0점에 위치한 후, 원주의 측정라인이 토양에 잠길 정도로 힘을 가해 민다.

< 측정 시작 >

토양단면

2. 이 때 눈금 원통은 손잡이 안으로 가한 힘만큼 들어 가게 된다.

< 측정값 읽기 >

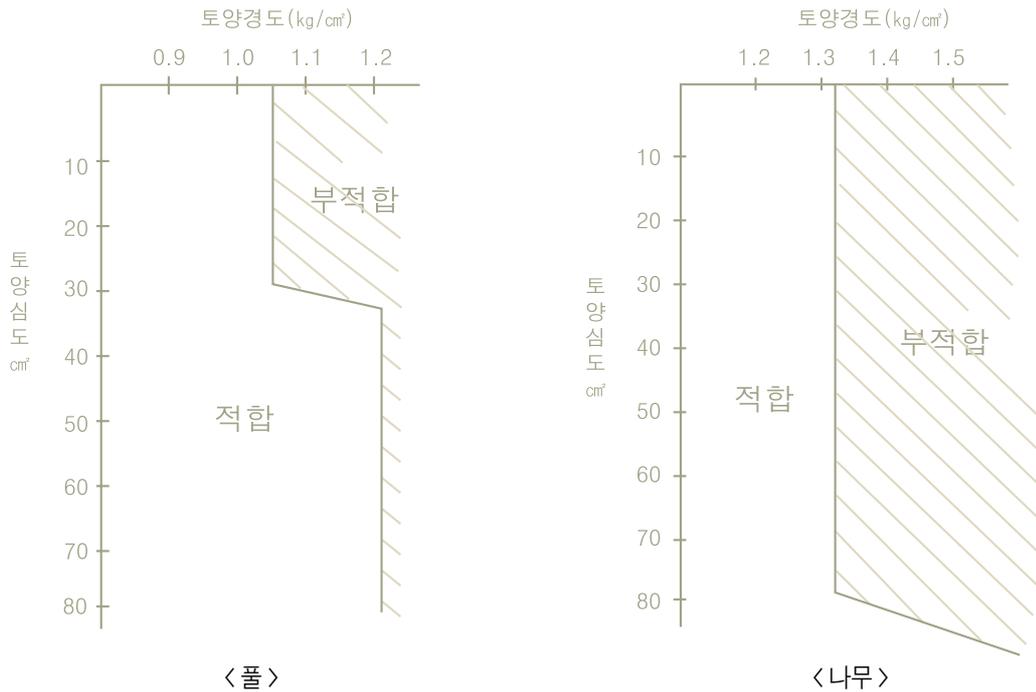
3. 측정을 마치면 손잡이 안의 스프링에 의해 눈금통은 제자리로 돌아오며, 링은 측정시에 밀려난 자리에 남아 견밀도를 알려 주게 된다.

< 측정 완료 >

▷ 토양의 견밀도 기준 <

구 분	기 준		
	측정기	토양 결합력	단 면
심송	0.5 이하	토양입자가 단독으로 분리되어 결합력이 없다.	누르면 아주 잘들어 간다
송	0.5~1.0	매우 연하여 약간의 외력에도 잘 부서진다.	누르면 잘 들어간다.
연	1.0~1.5	비교적 단단하여 손으로 눌러서 부서진다.	누르면 자국이 생긴다.
견	1.5~2.5	단단하여 힘을 가해야 부서진다.	누르면 자국이 겨우 생긴다.
강견	2.5이상	매우 단단하여 상당한 힘을 가해야 부서진다.	눌러도 자국이 생기지 않는다.

▷ 토양심도와 토양경도에 따른 식물의 생육 조건 <



#### 4. 답압 토양의 회복

##### 가. 통행인의 제한

답압의 원인을 제거하고 나무의 건강을 회복시키기 위해서는 상당한 노력이 필요하다. 더욱이 토양이 원상태로 회복되기까지는 길게는 수 십 년이나 걸리기 때문에 사전 예방으로 이용자 통제를 통한 토양 관리가 필수적이다. 아무 것도 없는 맨땅으로 황폐화 되어버리는 것을 방지하기 위해서는 ha당 이용자 밀도가 천명을 초과해서는 안 된다.

##### 나. 토양의 물리성 개선

도시 녹지의 경우 식물-토양생물-토양이라고 하는 일련의 토양생물계가 파괴되기 쉬우므로 답압된 토양의 개량이 필요하다. 토양 물리성의 개량 목표는 악화된 토양의 투수성 및 통기성 개선에 있으므로, 이를 위해 땅고르기 또는 가벼운 파쇄 작업을 실시하고 유기질 퇴비, 토양개량자재(버미큘라이트, 퍼라이트 등) 등을 투입하여 혼합해 준다.

##### 다. 토양의 유기물 층의 낙엽제거 방지

답압 토양의 관리에서 최상의 해결은 유기물을 첨가하는 것이다. 유기물은 토양이 격자 구조를 갖추도록 도움을 주거나, 토양이 젖었다 하더라도 응집되지 않고 작은 덩어리로 모여 있게 한다. 따라서 답압지에서 미관을 위해 낙엽을 제거하는 등의 행위는 답압을 촉진하는 결과로 이어지며, 유기물층 속에서 생활하는 토양소동물이나 미생물을 사라지게 하고 토양의 물리적 성질뿐만 아니라 양분상황에도 부정적인 영향을 주므로 반드시 금한다.

---

##### \* 참고자료

- 전국산림건강 모니터링 프로그램 개발, 한국산지보전협회, 2005
- 나무건강, 한국산지보전협회, 2006
- 산림환경보전학, 박용구 외, 향문사, 2006
- 월간산림, 산림조합중앙회, 2007

# 토양 견밀도 측정하기

**\* 목표**

- 토양의 견밀도 차이에 따라 숲 생태계에는 어떤 차이를 나타내는지 알 수 있다.
- 정해진 숲길을 따라 숲을 만나는 것이 숲 생태계를 보전할 수 있는 옳은 일임을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

답압토양과 일반토양의 토양 구조와 견밀도 비교를 통해서 서로 다른 두 개의 토양에서 나타나는 생태차이를 확인해 보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등 학생  
인원: 모둠별 10명 내외  
시기: 3월 ~ 10월  
시간: 2시간  
장소: 학교 화단이나 숲

**\* 준비물**

야전삽, 줄자, 카메라, 토양경도계, 필기구, 식물도감, 식물도감, 토양단면분류 관련 서적, 표준토색칩, 활동지, (표준토색칩), (GPS), (토양경도계)

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	⑤ 지각의 물질과 변화 ③ 건강하고 쾌적한 환경
고	생과 I 지과 I 한지 환경	③ 생태계와 인간 ① 지구의 선물 ② 지형환경과 생태계 ① 인간과 환경

**\* 활동방법**

1) 토양 견밀도 측정 지점 선정

- 모뎀을 구성하여 모뎀별로 학교 내 화단이나 주변 숲의 통행로 주변에서 사람통행이 빈번한 답압지와 일반 토지를 정한 후 조사 위치를 활동지에 기록한다.
- 선정된 지역 주변의 식생과 토양 표면에 나타난 특징을 조사하여 활동지에 기록한다.

2) 토양 견밀도 측정

- 선정된 측정 지점에서 야전삽을 이용하여 폭 100cm로 토양의 용탈층(A층) 깊이까지 파내려 간다.
- 토양층 단면의 관찰이 용이하도록 흙을 한 곳에 모으고 주변을 정리한다.
- 준비된 줄자로 파내려 간 토양 표면에서부터 용탈층까지의 깊이를 측정한다.
- 토양 단면의 용탈층 토양색을 관찰한 후 토색의 특성에 대한 결과를 활동지에 기록한다.
- 용탈층의 토양의 단면에서 식물의 뿌리 존재 정도를 조사하여 활동지에 기록한다.
- 토양 견밀도와 토성을 조사하여 활동지에 기록한다.

▷ 토색과 관련된 특성 ◁

토 색	특 성
흑 색	높은 유기물함량과 함께 비옥함. 그러나 배수가 불량할 수 있음. 토양온도는 낮음.
적 색	배수가 잘되며 상대적으로 건조함.
황 색	적색토양보다 상대적으로 습함.
회 색	점토, 석회, 염을 포함함.
청 색	산소의 결핍, 과도한 수분
갈 색	대부분의 산림토양. 유기물과 철산화물이 혼합됨
여러 색의 혼합	산화 환원이 교대로 일어남. 지하수위가 높고 변동이 심함.

3) 답압 토지와 일반 토지의 특성 비교

- 답압 토지와 일반 토지의 주변 식생은 어떤 특성이 나타나는가?
- 답압 토지와 일반 토지에서 유기물층의 두께는 어떤 차이가 나타나는가?
- 답압 토지와 일반 토지의 용탈층의 깊이와 토색은 어떤 차이가 있는가?
- 답압 토지와 일반 토지의 용탈층에서 식물뿌리의 분포정도는 어떠한가?
- 답압 토지와 일반 토지의 용탈층에서 토양 견밀도는 어떠한가?
- 답압 토지와 일반 토지의 토양 견밀도와 주변 식생과는 어떤 관련이 있는가?

**\* 평가방법**

- 답압이 토성과 식생의 변화 요인임을 이해하고 있는지 확인한다.
- 정해진 숲길을 따라 숲을 만나는 것이 숲 생태계 보전에 어떤 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각하는지 알아본다.

# 토양의 견밀도 측정하기

조사시기	년 월 일(요일)	소속	학교 학년 반 번( )
장소		모둠명	
날씨		성명	

1. 지정된 답압 토지와 일반 토지의 주변 식생과 토양의 특성을 조사해 보세요.

조사항목	답압 토지 (위치: )	일반 토지 (위치: )
식물의 종류		
식물의 건강상태		
유기물 층의 두께		
용탈층의 깊이와 토색		
용탈층의 식물뿌리 분포		

2. 답압 토지와 일반 토지의 용탈층에서 토양 견밀도와 토성을 조사해 보세요.

측정토지	견밀도 구분	기준		
		측정기	토양입자 결합력	단면
답압 토지				
일반 토지				

3. 답압 토지와 일반 토지의 토양 견밀도와 주변 식생과의 관련성에 대한 특성을 조사해 보세요.

조사항목	답압 토양	일반 토양
토양 견밀도		
주변식생 특성		
유기물층 두께		
토색		
뿌리분포		

4. 토양의 견밀도 측정하기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 답압상태에 따른 물의 보습력과 침식 비교실험

**\* 목표**

- 답압된 토양은 물의 보습력을 감소시킬 수 있다.
- 숲 토양의 답압이 증가될 경우 보습력의 감소로 산사태를 증가시켜 숲 생태계를 파괴시킬 수 있음을 느낄 수 있다.
- 산사태와 물의 보습력과의 관계를 이해하고 숲의 소중함을 깨닫게 할 수 있다.

**\* 개요**

답압토양과 유기물 토양의 보습력과 침식에 대한 비교를 통해 답압토양의 보습능력 감소가 토양생태계에 어떤 영향을 주는지 알아보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등 학생  
인원: 모둠별 10명 내외  
시기: 3월 ~ 10월  
시간: 1시간  
장소: 학교내외 숲이나 실험실

**\* 준비물**

유수대, 토양, 유기물이 포함된 토양, 아전삽, 물동이, 물, 호스, 물받이 2개, 메스실린더, 깔때기, 거름종이, 중량저울, 비커, 자, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	⑤ 지각의 물질과 변화 ③ 건강하고 쾌적한 환경
고	생과1 지과1 한지 환경	③ 생태계와 인간 ① 지구의 선물 ② 지형환경과 생태계 ① 인간과 환경

**\* 활동방법**

1) 토양 준비

- 성분이 유사한 토양과 유기물이 풍부한 토양을 충분히 준비한다.
- 준비한 토양의 반은 유기물이 풍부한 토양과 충분히 섞어 준비한다.

2) 경도가 다른 토양이 채워진 유수대 설치

- 경사각이 5°인 토양경사로틀 2개를 일정한 간격으로 설치한다.
- 채취한 답압토양과 유기물이 풍부한 토양을 유수대에 각각 붓고 아래 그림과 같이 토양의 경도가 큰 답압지와 유기물이 많은 토양에 초본식물을 심어 숲의 다른 토양 환경을 유수대에 만든다.
- 설치한 유수대에 채워진 토양의 견밀도를 측정하여 활동지에 기록한다.



〈 다른 환경의 토양에서 물의 보습력과 침식정도 차이 실험 장면 〉

3) 유수대에 채워진 토양에서 물의 보습력과 토양의 침식정도 조사

- 물이 채워진 물동이에 호스를 연결한 후 유수대 위 같은 높이에서 같은 양의 물을 5~10분 정도로 유수대에 유입시킨다.
- 유수대의 처음 물이 유입되는 시간과 물이 각각의 유수대를 빠져나가 물받이에 처음 도착하는 시간을 측정하여 활동지에 기록하고 유속을 계산한다.
- 15분 후에 물받이에 담긴 물을 거름종이에 걸러 흙과 물을 분리시킨다.
- 각각의 물받이에 담긴 물을 메스실린더에 넣어 흘러내린 물의 부피를 측정하여 활동지에 기록한다.
- 거름종이에 걸러진 흙은 비커에 넣어 물에 의해 침식된 흙의 질량을 측정하고 그 결과를 활동지에 기록한다.
- 유수대에 담긴 토양이 흐르는 물에 의해 침식된 깊이를 자로 측정하여 그 결과를 활동지에 기록하고 침식된 형태를 활동지에 그린다.

4) 답압토양의 물의 보습력과 침식정도 비교

- 답압토양과 식물이 심겨진 견밀도는 얼마인가?
- 답압토양과 식물이 심겨진 토양에서 물의 유속 차이가 발생하는 이유는 무엇인가?
- 답압토양의 유수대와 식물이 심어진 토양의 유수대를 통과한 물의 부피는 얼마인가?
- 답압토양과 식물이 심겨진 토양에서 침식되어 이동한 흙의 질량은 얼마인가?
- 답압토양과 식물이 심겨진 토양에서 물에 의해 침식되는 형태는 어떤 차이가 있는지 비교해보자.
- 답압토양과 식물이 심겨진 토양의 물의 보습력과 침식으로 이동한 흙의 질량은 어떤 차이가 나타나는지 비교해보자.

**\* 평가방법**

- 답압된 숲의 토양과 보습력과의 관계를 설명할 수 있는지 확인한다.
- 답압으로 파괴된 숲으로 인해 발생하는 우리의 피해와 토양의 답압을 개선할 수 있는 방법을 설명할 수 있는지 확인한다.

# 답압 상태에 따른 물의 보습력과 침식 비교실험

조사시기	년 월 일(요일)	소속	학교 학년 반 번( )
장소		모둠명	
날씨		성명	

1. 답압토양과 유기물이 포함되고 식물이 심겨진 토양의 특성을 조사해 보세요.

조사항목	답압 토양	유기물이 포함된 식물이 심겨진 토양
견밀도		
물의 유속	물을 유수대에 유입한 처음시각: 분	물을 유수대에 유입한 처음시각: 분
	물이 물받이에 도착한 시각: 분	물이 물받이에 도착한 시각: 분
	유수대의 길이: cm	유수대의 길이: cm
	물의 유속: cm/분	물의 유속: cm/분
물의 보습력	(가) 유수대에 유입된 물의 부피: mL	(가) 유수대에 유입된 물의 부피: mL
	(나) 물받이에 유입된 물의 부피: mL	(나) 물받이에 유입된 물의 부피: mL
	물의 보습력:(가)-(나)/(가)×100= %	물의 보습력:(가)-(나)/(가)×100= %
토양의 침식정도	물에 의해 이동한 토양의 질량: g	물에 의해 이동한 토양의 질량: g

2. 답압토양과 식물이 심겨진 토양에서 물에 의해 침식되는 토양의 형태를 그려보고 침식의 깊이를 측정해 보세요.

조사항목	답압 토양	유기물이 포함된 식물이 심겨진 토양
침식형태 (그림으로 표현)		
침식의 깊이와 길이	침식 토양의 깊이: cm	침식 토양의 깊이: cm
	침식 토양의 길이: cm	침식 토양의 길이: cm

3. 답압토양과 식물이 심겨진 토양의 물의 보습력과 침식으로 이동한 흙의 질량은 어떤 차이가 나타나는지 비교해 보세요.

조사항목	답압 토양	유기물이 포함된 식물이 심겨진 토양
차이		

4. 답압 상태에 따른 보습력/침식 비교실험을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 산불에 의한 피해

## 1. 산불 개요

산불은 산림 내의 지피물과 나무 등의 산림자원이 인간의 부주의로 인한 실화 또는 방화 그리고 낙뢰 등으로 인하여 일시에 연소되는 것을 말한다. 우리나라의 산불은 대부분이 사람의 부주의로 인해 발생하며, 복잡한 산악형 지형으로 인해 빠른 진화가 힘들고 대형화되기 쉽다는 특징을 안고 있다.

## 2. 산불 발생요소와 영향인자

### 가. 산불 발생 3요소

- 1) 연료 : 불이 계속적으로 연소할 수 있도록 해주는 가연물질로 고체, 액체, 기체의 형태로 존재한다.
- 2) 열 : 연료의 온도를 발화온도 이상으로 올리는 열로서 숲의 화재 발생의 실질적인 원인이 된다.
- 3) 산소 : 공기 중에 포함된 산소는 연료와 열을 결합시켜 산화작용을 진행시킨다.

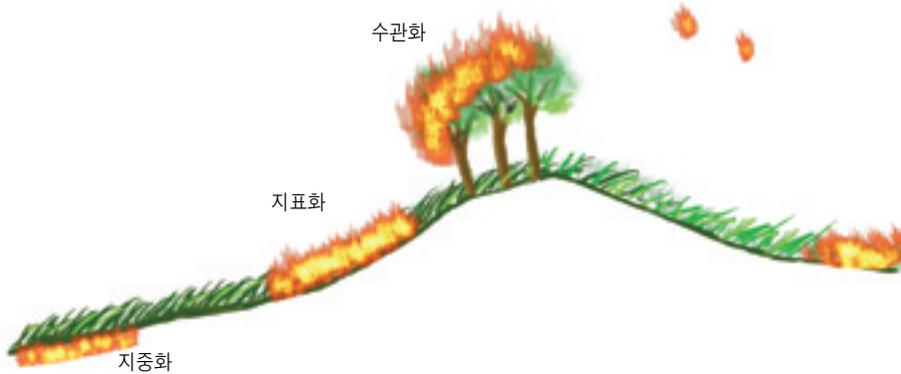
### 나. 산불의 주요 영향인자

- 1) 연료 : 연료의 성질은 불의 연소진행을 결정하는 주요 인자이다. 이러한 연료의 성질은 연료종류, 연료의 크기, 연료의 배열, 연료의 밀도, 연료의 습도로 나눌 수가 있으며 숲에 불이 발생할 경우 이러한 5가지 요소가 동시에 관여하게 된다.
- 2) 지형 : 지형 상태는 산불의 진행방향과 불의 확산속도에 중요한 영향을 미친다. 지형인자는 지표면의 모양이 언덕과 같은 구릉지 혹은 평탄지, 절벽 및 호수, 댐, 강 등의 물의 유·무 같은 지표면의 물리적인 특징으로 설명할 수 있으며 경사도, 지세 등으로 분류한다.
- 3) 기상 : 숲에서 화재의 연소 작용에 영향을 주는 기상인자는 강수량, 습도, 기온, 바람, 일사량 등이 있다. 강수량은 직접적인 소화 효과를 갖으며, 연료의 습도를 좌우하는 직접적인 요인이 된다. 연료 습도는 공기중 가연물의 수분함량으로 산불발생 위험도를 좌우한다. 기온은 습도의 변화와 밀접한 관계를 맺고 있으며 바람은 연소 속도와 연소 방향을 좌우한다.

## 3. 산불의 종류

- 가. 지표화 : 가장 많이 발생하는 화재로서 지표에 있는 낙엽과 초류 등의 지피물과 지상관목, 어린나무 등이 불에 타는 것으로서 지표의 가연물이 많을 경우 수간화, 수관화로 이어지게 된다.
- 나. 수간화 : 나무의 줄기가 타는 불이며 지표화로부터 연소되는 경우가 많고, 고사목에 낙뢰로 의해 발생할 수도 있다. 나무줄기의 속이 썩어서 공동부를 이루고 있는 경우에 굴뚝과 같은 작용을 해서 불꽃을 공중에 흩뿌려 피해가 커질 수 있다.
- 다. 수관화 : 주로 지표화 또는 수간화의 불이 바람과 불길에 세어져 수관으로 옮겨지면서 발생하며 화세가 강하고 진행속도가 빨라서 끄기가 힘들다. 슈아베기나 가지치기 등의 숲가꾸기가 부실할 경우 수관화로 발전할 가능성이 높다.

라. 지중화: 낙엽층 밑의 유기물층이나 이탄층이 타는 화재로 산소의 공급량이 적고 바람으로부터 보호되어 있어 연소속도는 느리나, 지속적이며 발견이 어려워 진화가 쉽지 않다. 고산지대 산불발생 진화 후에 재발의 불씨가 되기도 한다.



#### 4. 산불에 대한 피해와 복원

##### 가. 생태학적 피해

- 1) 산림의 황폐화와 야생동물의 서식지가 파괴되면서 생물 다양성 감소가 나타난다.
- 2) 토양 유기물의 연소로 토양의 영양물질이 소실되고, 토양의 노출로 인해 홍수피해가 증가한다.
- 3) 화재로 발생한 연기로 산성비와 대기오염이 증가되고, 이산화탄소 배출량 증가로 기후 변화가 초래된다.
- 4) 숲의 파괴로 인해 국지적인 기상의 변화가 나타난다.

##### 나. 경제적 피해

- 1) 목재와 가축 그리고 임산물의 소실로 소득이 감소되고 식품생산의 부족으로 비용이 증가하게 되면서 산업교란이 나타나게 된다.
- 2) 숲의 파괴로 인한 환경조절 기능이 저하되면서 환경조절 비용이 증가하게 된다.

##### 다. 사회적 피해

숲의 파괴로 관광객이 감소되며, 대기 중 연무 농도 증가로 피부 및 호흡기 계통의 피해가 나타난다.

##### 라. 산불 피해 복원과정



##### \* 참고자료

- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007
- 산불교육훈련 표준교재, 산림인력개발원, 2006
- 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2005
- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 산림환경보전학, 박용구 외, 향문사, 2006
- 산림청 산불정보 시스템 (<http://sanfire.forest.go.kr>)

# 불에 잘 견디는 나무 조사하기

**\* 목표**

- 산불에 강한 내화성 나무를 알고, 산불 피해를 최소화할 수 있는 숲을 구상할 수 있다.
- 나무도 스스로 몸을 보호하기 위해 생리적 변화를 시도하는 생명체임을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

나무들의 내화력 정도 구분을 통해 산불발생시 위험 정도 파악과 이에 대한 방지책을 생각해보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등 학생  
인원: 모둠별 10명 내외  
시기: 4월 ~ 10월  
시간: 2시간  
장소: 학교 내외 숲

**\* 준비물**

식물도감, 쌍안경, 하카로프 또는 수고측정기, 줄자, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	⑥ 식물의 영양 ① 환경과 나
고	생과1 환경 환경	③ 생태계와 인간 ① 인간과 환경 ③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

1) 불에 잘 견디는 나무들의 분류

- 관찰 대상 숲의 수목들 중 내화력(불에 견디는 능력)이 강한 수종과 내화력이 약한 수종들의 종류에는 무엇이 있는지 조사하여 활동지에 기록한다.
- 관찰 대상 숲에서 수목들의 수고에 대해 조사하여 기록한다.

2) 나무의 종류에 따른 내화력 정도 표시

- 조사 지역 숲과 인근 건물의 배치를 활동지에 평면도로 나타낸다.
- 조사한 숲의 나무를 평면도에 기록하고 나무들의 높이와 종류에 따른 내화력의 정도를 색깔이나 형태를 달리하여 활동지에 기록한다.

▷ 나무 종류에 따른 내화력 ◁

잎의 형태	내화력이 강한 나무	내화력이 약한 나무
침엽수	은행나무, 잎갈나무, 분비나무, 가문비 나무, 개비자나무, 대왕송 등	소나무, 곰솔, 삼나무, 편백 등
상록활엽수	아왜나무, 굴거리나무, 후피향나무, 붓순, 협죽도, 황칠나무, 동백나무, 빗죽이나마, 사철나무, 가시나무, 회양목 등	녹나무, 구실잣밤나무 등
낙엽활엽수	피나무, 고로쇠나무, 마가목, 고광나무, 가중나무, 내군도단풍나무, 난티나무, 참나무, 사시나무, 음나무, 수수꽃다리 등	아까시나무, 벗나무, 능수버들, 벽오동나무, 참중나무, 조릿대 등

< 산림과 임업기술, 산림청, 2000 >

3) 산불로부터 피해를 줄이기 위한 숲의 설계

- 조사된 숲의 나무들에 대한 종류와 나무의 높이가 표시된 평면도를 근거로 산불 발생 시 숲의 피해를 최소화할 수 있는 수목들의 내화력 분포를 분석하여 활동지에 기록한다.

- 내화력이 약하거나 나무의 높이가 낮은 수목들의 분포가 어느 정도인지 살펴본다.
- 숲의 능선은 불의 세력을 약화시킬 수 있는 장소이므로 내화력이 높은 수종으로 식재되어 있는지 살펴본다.
- 숲의 진입로 주변에 있는 수목들의 내화력 정도를 살펴본다.
- 건물 가까이에 심어져 있는 내화력 정도와 화재에 대한 완충정도를 살펴본다.

- 조사 지역의 산불의 피해를 최소화할 수 있는 내화력을 가진 숲으로 조성하기 위한 방안을 활동지에 기록한다.

**\* 평가방법**

- 내화수종을 이용해 만든 산불확대를 막을 수 있는 방안이 적절한지 확인한다.
- 나무도 스스로 몸을 보호하기 위해 생리적 변화를 시도하는 생명체임을 느낄 수 있는지 확인한다.



## 불에 잘 견디는 나무 조사하기

2. 조사지역과 인근 건물의 배치를 평면도로 나타내고, 숲에 있는 수목들의 수종과 높이 그리고 수종에 따른 내화력 정도를 색깔이나 형태를 달리하여 표시해 보세요.



3. 화재로부터 피해를 줄이기 위해 조사한 내용을 분석해 보세요.

- 가. 내화력이 약한 수목들이 분포된 곳
- 나. 높이가 5m 이하인 수목이 주로 분포된 곳
- 다. 능선부에 심어져 있는 수목들의 내화력 정도
- 라. 숲 진입로 주변 나무들의 내화력 정도
- 마. 건물 가까이에 심어져 있는 나무들의 내화력 정도

4. 산불로부터 숲이나 건물의 피해를 최소화하기 위해 분석한 자료를 근거로 조사지와 건물의 평면도를 재구성하여 나타내 보세요.

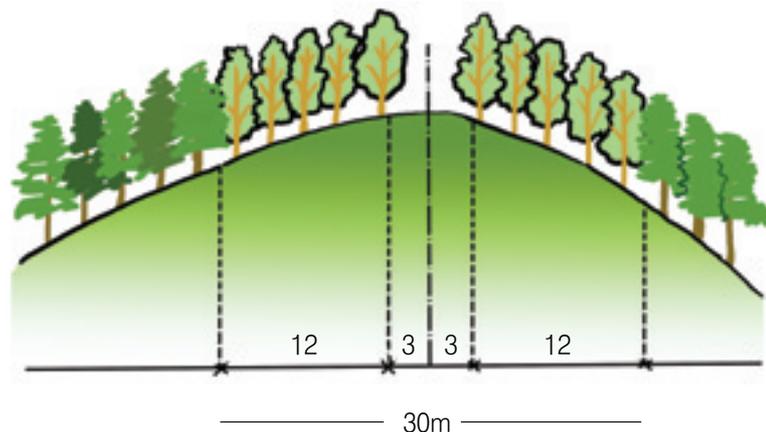


5. 불에 잘 견디는 나무 조사하기 활동을 통해 느낀 점을 적어보세요.

## 내화수림대의 조성

내화수림대를 조성하는 방법에는 지형지물을 이용하는 방법, 과거 산불 확산 기록을 이용하는 방법, 바람장을 이용하는 방법 그리고 생활권역 보호를 목적으로 하는 방법 등 4가지가 있다. 그러나 중요한 것은 이것을 적용하기 위해 장기적으로 숲을 어떻게 관리할 것인가가 우선시되어야 한다.

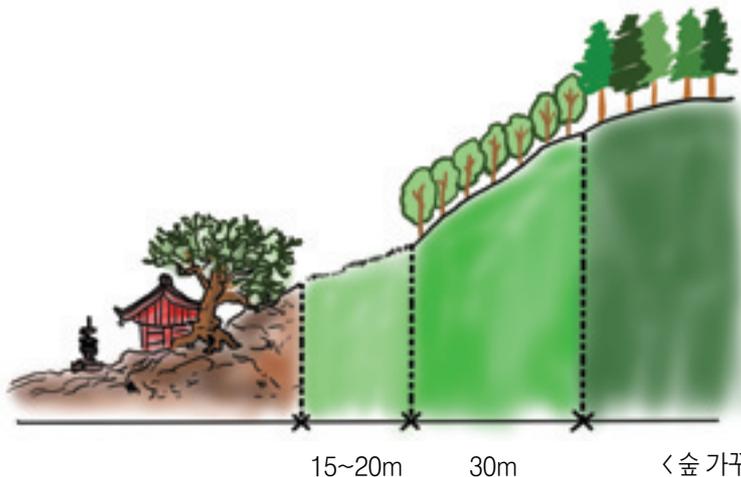
가. 지형지물을 이용하는 방법: 임도, 암석지 혹은 능선 등을 이용하여 내화수림대를 조성하는 방법으로 산불의 화세가 일시적으로 약화되고, 진화대의 투입이 용이하며, 또한 반대기류가 형성되어 산불의 확산이 일시적으로 약화되는 지점이 되는 능선부의 지형적 특성을 활용하여 설치한다. 특히 능선을 이용할 경우에는 산불 진화시 기존의 작업로가 있는지 혹은 진화대원의 투입 등이 용이한지 진화를 막을 정도의 위치에 있는지 등을 고려하여 선정하여야 한다.



나. 과거 산불 확산 기록을 이용하는 방법: 과거의 큰 산불이 어디로 확산되었는지 기록을 분석하여 내화수림대 조성 위치를 선정할 수 있다.

다. 숲의 진입로나 입산로를 이용한 내화수림대: 임도의 양쪽에 폭 20m까지 상층 우량목만 100본/ha 잔존시켜 혼효림으로 유도하고, 20~50m 사이는 500~700본/ha의 간벌을 실시하고, 활엽수 천연림은 거리에 관계없이 정상적인 천연림 보육을 실시한다. 그러나 2차 간벌시 20~50m 사이에는 소나무를 300본/ha 잔존시킨다.

라. 생활권역 보호: 생활권역 보호를 대상으로 조성하는 내화수림대는 산림지역과 생활권역의 완충공간을 조성하여 산림지역에서 확산된 산불로부터 인명과 주택 및 농경지 등을 보호하고, 또한 산불 발생 위험성이 높은 농경지 및 도로 등 산림과 인접한 지역에서 발생한 화재의 확산을 억제하여 소중한 숲을 보호하기 위한 목적으로 설치한다. 시설물로부터 15~20m의 완충지대를 설치하고 그 밖으로 폭 30m의 활엽수 내화수림대를 신규 조성한다.



15~20m 30m

< 숲 가꾸기 표준 교재, 산림청, 2007 >

# 토양 산성화에 의한 피해

## 1. 토양 산성화의 개요

산림토양의 산도(pH)는 모암의 특성에 따라 일차적으로 결정되며, 토지 이용방법과 인위적인 원인물질 유입량에 따라 좌우된다. 토양 pH가 점차 산성으로 변하는 것을 토양의 산성화라 하며, 이로 인해 숲에서 나타나는 양분결핍, 독성물질 증가, 생물활성 감소, 낙엽분해 감소 등은 산림의 생태적 기능을 해치는 주된 영향인자가 된다.

## 2. 토양 산성화의 원인

### 가. 산성강하물

대기오염물질인 황산화물(SO<sub>x</sub>)과, 질소산화물(NO<sub>x</sub>)들은 대기 중으로 방출된 후 가스, 입자, 에어로졸, 강우, 강설, 안개 등 여러 형태로 지면에 황산화물은 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 또는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>의 형태로, 질소산화물은 HNO<sub>3</sub> + HNO<sub>4</sub>의 형태로 지면에 도달하여 산성화를 높인다.

### 나. 화학비료

황산암모늄((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 황산칼륨(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 그리고 염화암모늄(NH<sub>4</sub>Cl) 등의 비료성분은 중성을 띠지만, 토양 중에서 식물뿌리에 의해 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>와 K<sup>+</sup>가 흡수되고 남은 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 Cl<sup>-</sup>가 황산과 염산으로 작용하여 토양을 산성화시킨다. 이밖에도 요소 등 질소질 비료(NH<sup>+</sup>-N)는 토양 중에서 질산화성균에 의하여 질산으로 바뀐다.

### 다. 강우와 강설

자연적인 토양산성화는 대부분 강수(강우+강설)에 의해 발생한다. 자연상태의 대기 중에는 약 350ppm의 이산화탄소가 존재하고 있어 물과 반응하게 되면 탄산이 생성되기 때문에 정상적인 강수라 하더라도 pH 5.6(이론치)의 약산성을 띠게 된다.

### 라. 유기산

낙엽, 낙지 등 식물유체가 분해하는 과정에서의 중간산물인 유기산은 해리도가 높은 카르복시기(-COOH)로 구성되어 있기 때문에 해리된 후 수소이온(H<sup>+</sup>)에 의해 강한 산성을 띠게 된다. 유기산은 가수분해 과정에서 H<sup>+</sup>를 생산하여 토양의 산성도를 높이게 된다. 이러한 작용은 주로 한냉, 과습한 기후 조건에서 발생하게 되는데 그 대표적인 토양으로 이탄(peat)을 들 수 있다.

## ▷ 토양의 완충능 ◁

산림토양은 외부로부터 유입되거나 내부적으로 생성된 산성물질들을 완충 또는 중화시키는 기능을 지니고 있기 때문에, 급격한 토양 pH의 저하는 억제된다. 이를 토양의 완충능 또는 중화능이라 한다. 그러나 토양의 이러한 능력은 한계가 있어 영향인자가 지속적으로 누적되면 산성화가 빠르게 진행되어 그로 인한 피해가 발생된다.

## 3. 산성토양이 식물에 미치는 영향

### 가. 염기성 양이온의 용탈 증가

Ca, Mg 등의 결핍은 식물의 성장량을 감소시키고 조기에 낙엽이 지거나 엽이 변색되는 현상을 가져온다.

#### 나. Al 포화도 증가

Al의 독성이 증가하고 Ca : Al의 비율에 대한 불균형으로 식물의 뿌리 세포조직이 파괴되며, 뿌리 재생율이 감소하게 된다.

#### 다. 토양의 잠성 및 활성산의 증가

토양 균근균이 감소되고, 토양소동물이 감소되면서 뿌리의 양분과 수분의 흡수 능력이 저하되며 토양 입자가 서로 뭉치는 힘을 억제하게 된다.

#### 라. 산성 토양 미생물의 증가

산성을 좋아하는 토양 미생물의 분비물에 의해 세균의 종다양성이 감소되고 유기물 분해가 감소되며 식물의 병원균이 증가된다.

### 4. 토양 pH의 수준별 생육 수준

식물에 따라 토양의 산도(pH) 변화에 적응하는 정도가 다른데, 이를 산성에 대한 내성도라 할 수 있다. 식물의 산성 내성도 적응 정도에 따라 식물의 생육과 분포가 다른 반응을 보이게 된다. 그러나 대부분의 식물은 약산성인 pH 5.5~6.5 범위에서 잘 적응하며, 그 이유는 필수 양분의 유효도가 이 범위에서 대체로 높기 때문이다.

수준	수종 및 특성
pH 3.9 이하	지의, 선태류, 관목이 주로 생육
pH 4.0 ~ 4.7	소나무, 구주적송, 낙엽송 등 호산성 침엽수종진달래, 철쭉, 나무딸기 등이 주로 서식(강산성토양의 지표식물)(Al <sup>3+</sup> 독성, 인산고정에 의한 결핍, Ca, Mg 부족)
pH 4.8 ~ 5.5	가문비나무, 잣나무 등 침엽수종 (질산태질소, 인산, 칼슘의 유효도가 낮아 활엽수종 생육 부진)
pH 5.6 ~ 6.5	대부분의 침엽수, 피나무, 단풍나무, 느릅나무, 참나무 등
pH 6.6 ~ 7.3	전나무, 폰데로사소나무 등 호염기성 침엽수종(양분유효도 좋고, 토양 미생물 활동 왕성, 부식층 발달)
pH 7.4 ~ 8.0	개오동나무, 네군도단풍나무, 물푸레나무, 오리나무 등 (Mg 과다, 철분 부족으로 침엽수종에 부적합)
pH 8.1 ~ 8.5	포플러 등 강알칼리성 선호수종과 염생식물을 제외하고는 부적합

### 5. 토양의 개량 방법

토양의 산도는 식물의 성장에 많은 영향을 준다. 강산에서는 양분의 유효성이 낮아지고, 약산성에서 양분의 유효성이 증대한다. 질소, 칼슘, 인, 칼륨, 황, 몰리브덴, 붕소 등 대부분의 양분들은 토양이 약산성일때 식물에게 흡수되기 좋다.

#### 가. 산성토양의 개량방법

- 1) 석회질 비료 : 석회, 고토, 탄산석회 등을 사용하여 산성토양을 중화한다.
- 2) 식물 태운 재(초, 목회) : 나무, 풀을 태운 재는 물에 녹으면서 수산화칼륨을 녹여낸다. 수산화칼륨은 부식성이 강하며 알칼리성을 띤다. 따라서 재를 뿌려서 산성토양을 중화한다.
- 3) 유기물 : 퇴비, 구비(부산물비료의 일종), 생초 등과 같은 유기물을 토양에 주면 토양의 물리적, 화학적 성질이 좋아지며 미생물이 잘 자라게 된다. 이와 같이 유기물은 산성토양을 간접적인 면에서 개량하는데 효과가 있다. 또한 유기물 속에 들어있는 질소, 인산, 칼리, 철, 망간, 붕소, 고토 등을 공급하므로 더욱 효과가 좋다.

나. 알칼리 토양의 개량방법 : 산성토양(피트모스 이탄토(泥炭土, peat soils) 토탄(peat))을 배합하여 조절한다.

#### \* 참고자료

- 산림과 임업기술, 산림청, 2000
- 전국산림건강 모니터링 프로그램 개발, 한국산지보전협회, 2005
- 토양학, 김계훈 외, 향문사, 2007
- 산림환경보전학, 박용구 외, 향문사, 2006
- 산림과학정보관 (<http://www.kfiri.go.kr/book/>)
- 한국지하수토양학회 (<http://www.kossge.or.kr>)

# 토양 산성화에 따른 나무 피해 실험

**\* 목표**

- 토양의 산성도가 무엇이며, 토양의 산성도 변화를 측정할 수 있다.
- 숲에 유입되는 환경오염 물질을 차단하여 숲과 식물들의 피해를 막을 수 있는 마음을 갖는다.

**\* 개요**

인위적인 토양 산성화 조건을 만들어 성장상태의 결과 비교를 통해 숲에서의 산성화 피해를 알아보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 중등 학생이상  
인원: 모둠별 10명 내외  
시기: 4월 ~ 10월  
시간: 한달  
장소: 학교 실험실

**\* 준비물**

50mL 비커, 유리막대, 피펫, 증류수, pH 측정기, 표준 완충액(pH 4, 7, 10), 15cm 정도의 소나무(적송)와 참나무(신갈나무)의 어린 묘목 3주가 심어진 화분 각 2개, 자, 지름측정 자, 카메라, 0.2N 염산용액 1000mL, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	도덕1	④ 환경과 도덕
	과학1	⑥ 식물의 영양
	환경	③ 건강하고 쾌적한 환경
고	화학II	⑥ 산과 염기의 반응
	환경	① 인간과 환경
	환경	③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

1) 묘목이 심어진 화분의 토양 준비와 산성도 조사

- 소나무와 참나무 어린 묘목이 심어진 4개의 화분에서 토양 각각 50g을 취해 20-40°C에서 1-4일간 바람에 건조시킨 후 부쉬 2mm 체를 통과한 후 잘 혼합한다.
- 토양과 증류수를 1:1의 비율로 섞기 위해 10g의 토양에 증류수 10mL를 가하고 5초간 유리 막대로 완전히 섞는다. 만약, 유기물을 많이 함유한 미세한 토양의 경우에는 필요하다면 추가로 10mL를 더 넣어준다.
- 20-25°C에서 측정하기 전 유리막대로 저은 후 소용돌이치는 토양과 물의 혼합액의 pH를 측정하여 그 값을 활동지에 기록한다.

2) 어린 묘목의 생육 상태 조사

- 소나무와 참나무 묘목의 뿌리와 잎의 크기, 줄기의 지름 그리고 질량을 측정하여 활동지에 기록한 후 화분에 다시 심는다.
- 묘목의 전체적인 생육상태는 사진 촬영 후 인화하여 활동지에 기록한다.

3) 산성용액의 투여 후 묘목 화분의 토양 산성도와 성장 상태 조사

- 소나무와 참나무 묘목 화분들 중 소나무와 참나무 화분 각각 1개에는 0.2N 염산용액 100mL를 10배 희석한 염산용액 1000mL를 묘목의 잎에 3일 간격으로 15일 동안 오전 10시와 오후 3시에 균일하게 살포하고, 다른 소나무와 참나무 화분 각각 1개에는 수돗물 1000mL를 살포한다.
- 15일 후 2)의 방법에 의해 4개 화분에서 토양 pH를 측정하고 3)의 방법에 의해 육묘의 생육 상태를 조사하여 활동지에 기록한다.

4) 산성용액의 투여 유·무에 따른 묘목의 토양 산성도와 성장 상태 비교

- 소나무와 참나무 묘목이 심겨진 화분의 토양 pH는 어떤 변화가 나타났는가?
- 소나무와 참나무 묘목의 성장 상태는 어떤 변화가 나타났는가?
- 소나무와 참나무 묘목의 뿌리와 잎에 나타난 변화는 무엇인가?
- 토양의 pH 변화로 묘목의 어떤 부위에 가장 큰 피해를 입게 되었는가?
- 자연 상태에서 산성비가 내릴 경우 나무에 나타날 수 있는 성장 상태와는 어떤 관계가 있는가?

**\* 평가방법**

- 토양의 산성도의 정확한 측정과 변화된 원인을 설명할 수 있는지 확인한다.
- 숲에 유입되는 환경오염 물질을 차단하여 숲과 식물들의 피해를 막을 수 있는 마음을 갖고 있는지 확인한다.

# 토양산성화에 따른 나무 피해 실험

조사시기	년 월 일(요일)	소속	학교 학년 반 번( )
장소		모둠명	
날씨		성명	

1. 육묘 화분의 pH를 조사해 보세요.

묘목종류	실험시작일		15일 후	
	미처리 화분	산성처리 화분	미처리 화분	산성처리 화분
소나무 묘목				
참나무 묘목				

2. 소나무 묘목과 참나무 묘목의 생장 상태를 조사해 보세요.

구분		소나무 묘목				
		뿌리의 길이 (cm)	잎의 크기 (cm)	잎과 뿌리의 상태 (피해 흔적)	줄기의 지름 (cm)	육묘의 질량 (g)
실험시작일	미처리 화분					
	산성처리 화분					
15일 후	미처리 화분					
	산성처리 화분					

구분		참나무 묘목				
		뿌리의 길이 (cm)	잎의 크기 (cm)	잎과 뿌리의 상태 (피해 흔적)	줄기의 지름 (cm)	육묘의 질량 (g)
실험시작일	미처리 화분					
	산성처리 화분					
15일 후	미처리 화분					
	산성처리 화분					

3. 토양의 pH 변화로 묘목의 어떤 부위에 가장 큰 피해를 입게 되었나요?

4. 자연 상태에서 산성비가 내릴 경우 나무에 나타날 수 있는 생장 상태와는 어떤 관계가 있을까요?

5. 토양산성화에 따른 나무 피해 실험을 통해 느낀 점을 적어보세요.

# 토양 산성화와 낙엽 분해 정도 비교 실험

**\* 목표**

- 토양 산성화가 낙엽의 분해를 지연하는 원인임을 알 수 있다.
- 낙엽의 분해를 촉진하기 위해 토양 산성화를 줄여 가는 것이 건강한 숲을 만들어 가는 활동임을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

인위적인 토양 산성화 조건을 만들어 낙엽 분해 정도 조사를 통해 산성화 피해 여부를 알아보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 중등 학생 이상  
인원: 모둠별 10명 내외  
시기: 4월 ~ 10월  
시간: 15일 ~ 30일  
장소: 학교 실험실

**\* 준비물**

20cm × 60cm × 40cm 규격의 상자 6개, 2개 분무기, 물, 검은 비닐, 고무장갑, 분해 과정(균사존재)에 있는 낙엽, 전자저울, 자, 카메라, 0.2N 염산용액 1000mL, 필기구, 활동지, 카메라

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	도덕1	④ 환경과 도덕
	과학1	⑥ 식물의 영양
	환경	③ 건강하고 쾌적한 환경
고	화학II	⑥ 산과 염기의 반응
	환경	① 인간과 환경
	환경	③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

- 1) 숲에서 낙엽과 토양 채취
  - 숲에 균사가 보여 분해과정에 있는 활엽수, 침엽수 초본 낙엽 600g과 같은 토양을 각각 1200g을 채취한다.
  - 토양의 pH를 측정 후, 20cm × 60cm × 40cm 규격의 상자 6개 중 각각의 상자에 토양을 200g씩 담고, 활엽수, 침엽수, 초본 낙엽을 각각 100g씩 토양 위에 놓는다.
  - 20°C 실험실에 토양과 낙엽을 넣은 상자를 둔다.
- 2) 분해되는 낙엽의 배양
  - 3개 화분에는 0.2N 염산용액 20mL을 물 980mL에 희석한 용액을 분무기에 담아 하루에 2회씩 3일간 살포한 후 검은 비닐로 덮는다.
  - 다른 3개 화분에는 수도물을 3-4시간 방치한 후 분무기에 담아 하루에 2회씩 3일간 살포한 후 검은 비닐로 덮는다.
- 3) 낙엽의 분해 정도 측정
  - 3일간 희석된 염산 용액과 물을 살포한 후 매일 장갑을 끼고 낙엽에 균사체가 확산된 정도를 자로 측정하고 사진에 담아 놓는다.
  - 15일이 지난 후 후 화분의 낙엽이 분해되는 정도로서 낙엽의 질량을 측정하고 활동지에 기록한다.
  - 토양의 산성도에 따른 낙엽의 분해 정도를 알아보기 위해 각 상자에 있는 토양의 pH를 측정하여 활동지에 기록한다.
  - 분해 과정에 있는 낙엽과 토양에서 발견되는 토양동물들도 함께 조사하여 활동지에 기록한다.
- 4) 낙엽의 분해 정도와 토양 산성도와 관계
  - 토양의 산성도가 낙엽의 분해 정도에 어떤 영향을 미치는지 조사된 자료를 근거로 상관관계를 나타내본다.
  - 낙엽의 종류에 따라 토양의 산성도에 따른 낙엽의 분해 정도에 어떤 영향을 미치는지 나타내본다.

▷ 낙엽의 분해 속도 ◁

우리나라 수종 중 낙엽의 분해 속도는 일반적으로 낙엽활엽수가 침엽수보다 빠르며 초본이 목본의 낙엽보다 빠르다. 좀 더 자세히 살펴보면 아까시나무 낙엽의 반감기가 1.263년, 참나무속 낙엽이 2.290~2.365년, 리기다소나무 낙엽이 2.644년, 참나무 낙엽이 4.660년, 곰솔의 낙엽이 4.750년, 구상나무 낙엽이 6.699년이 된다. 낙엽의 분해 속도는 낙엽의 총질소 함량에 의해 크게 영향을 받는다.

**\* 평가방법**

- 토양 산성화가 낙엽의 분해를 지연하는 원인을 이해하고 설명할 수 있는지 확인한다.
- 낙엽의 분해를 촉진하기 위해 토양 산성화를 줄여 가는 것이 건강한 숲을 만들어 가는 활동임을 느낄 수 있는지 확인한다.

# 토양산성화와 낙엽분해정도 비교실험

조사시기	년 월 일(요일)	소속	학교 학년 반 번( )
장소		모둠명	
날씨		성명	

1. 실험에 사용된 토양의 pH를 조사해 보세요.

처리	실험 시작일		15일 후	
	미처리 상자	산성처리 상자	미처리 상자	산성처리 상자
초본 낙엽				
활엽수 낙엽				
침엽수 낙엽				

2. 낙엽의 분해 정도를 조사하고 그 결과를 사진으로 남겨 보세요.

처리	실험시작일 균사체 크기		실험일별 낙엽의 균사체 크기										
	미처리 상자	산성처리 상자	미처리 상자				산성처리 상자						
			1회( / )	2회( / )	3회( / )	4회( / )	1회( / )	2회( / )	3회( / )	4회( / )			
초본 낙엽													
활엽수 낙엽													
침엽수 낙엽													

• 낙엽에 발생한 균사체 사진

3. 15일이 지난 후 낙엽이 분해된 정도를 낙엽의 측정된 질량과 관찰된 토양동물을 활동지에 기록해 보세요.

처리	실험시작일 낙엽질량(g)과 토양생물		15일 후 낙엽질량(g)과 토양생물	
	미처리 상자	산성처리 상자	미처리 상자	산성처리 상자
초본 낙엽				
활엽수 낙엽				
침엽수 낙엽				

4. 토양산성화와 낙엽분해정도 비교실험을 통해 느낀 점을 적어보세요.

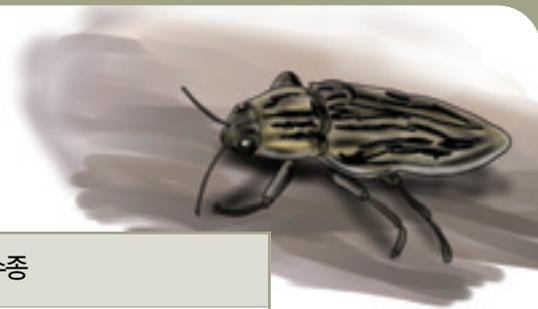
# 병충해에 의한 피해

## 1. 병충해 발생 개요

지구에는 100여만 종의 곤충이 살고 있으며 그 중 많은 종류가 산림에서 생활을 하면서 여러 가지 모양으로 수목에 해를 주고 있다. 우리나라의 산림해충은 약 2,300여종으로, 이들 중 주로 노린재목, 나비목 및 딱정벌레목 등이 문제시 되고 있다. 식물에 병을 일으키는 병원체는 세계적 분포로 곰팡이 8,000여종, 박테리아 180여종, 바이러스 500여종 및 숙백종의 선충이 알려져 있으나 우리나라에 분포하고 있는 수목의 병해는 대략 1,080여종이 기록되어 있다.

## 2. 주요수종의 부위별 해충과 병명

수종	피해부위	병해충	병명
소나무류	잎	솔잎혹파리, 솔나방, 나무잎응애, 소나무굴꼭지벌레, 솔노랑잎벌, 진딧물류	잎떨림병, 잎녹병, 잎마름병
	줄기	솔껍질꼭지벌레, 소나무좀, 솔수염하늘소, 노랑무늬솔바구미	소나무재선충병, 피목가지마름병
	뿌리	풍덩이류, 거세미나방	모잘록병, 리지나뿌리썩음병
편백류	잎	매미나방, 젓나무응애	붉은마름병
	줄기	박쥐나방, 하늘소	
포플러류	잎	미국흰불나방, 꼬마버들재주나방, 버들주나방, 천막벌레나방, 버들잎벌레	갈색무늬병, 잎녹병, 겹동근무늬병, 점무늬잎떨림병
	줄기	박쥐나방, 버들바구미	줄기마름병
	뿌리		뿌리혹병
낙엽송	잎	독나방, 솔나방, 진딧물	잎마름병
	줄기		가지끝마름병
	뿌리	풍덩이류(곰팡이)	모잘록병
참나무류	종실	도토리바구미, 도토리거위벌레	
	잎	매미나방, 천막벌레나방, 참나무재주나방, 독나방	흰가루병
	줄기	박쥐나방, 하늘소류	줄기썩음병
	뿌리	풍덩이류	
자작나무	잎	매미나방, 미국흰불나방, 오리나무잎벌레	갈색무늬병



▷ 월별 주요 병해충 ◁

월	병충해명	가해수종
1월	솔껍질깍지벌레	소나무, 해송
2월	자주빛날개무늬병	침 · 활엽수, 과수 및 농작물
3월	모잘록병	침 · 활엽수
	뿌리혹병	활엽수 및 과수
4월	녹병	향나무, 장미과 식물
	피목가지마름병	소나무, 해송, 잣나무 등
	벗나무빗자루병	벗나무류
5월	대추나무빗자루병	대추나무
	떡병	철쭉 · 진달래류
	오동나무탄저병	오동나무류
	잣나무잎떨림병	잣나무
	잎마름병	포플러류
6월	소나무재선충병	소나무, 해송
	밤나무줄기마름병	밤나무류
	소나무류 푸사리움가지마름병	리기다소나무, 해송, 테다소나무, 리기테다소나무
	잎녹병	포플러류, 낙엽송, 현호색
7월	흰가루병	포플러류
	점무늬잎떨림병	측백, 편백, 천지백
8월	리지나뿌리썩음병	소나무류, 전나무, 낙엽송 등
	흰비단병	활엽수, 초본
	낙엽송잎떨림병	낙엽송류
	벗나무갈색무늬구멍	벗나무류
9월	탄저병	과수
10월	오동나무부란병	오동나무

\* 참고자료

- 신 산림해충도감, 국립산림과학원, 2007
- 침엽수 병해도감, 국립산림과학원, 2007
- 특용수 해충도감, 국립산림과학원, 2007
- 전국산림건강 모니터링 프로그램 개발, 한국산지보전협회, 2005
- 국립산림과학원 나무병원 (<http://tree.kfri.go.kr/treehospital/>)

# 나무의 병충해 피해 조사하기

**\* 목표**

- 나무의 건강을 해치는 병충해에 대해 말할 수 있다.
- 나무의 병충해 상태를 체크하고 관리하면서 책임감을 기를 수 있다.

**\* 개요**

나무에 나타난 증상을 관찰하여 병해충 피해 유무를 확인해보는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초등 5학년 이상  
인원: 모둠별 5명 내외  
시기: 연중  
시간: 1회 중 2시간  
장소: 학교나 인근 숲

**\* 준비물**

수목병해충 도감, 쌍안경, 루페, 돋보기, 카메라, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

**\* 활동방법**

- 1) 나무의 병징 조사
  - 조사지역의 나무에서 나타나는 전염병성의 병징과 표징의 형태가 발생했는지 관찰하여 그 결과를 활동지에 기록한다.
  - 조사지역의 나무에서 해충에 의해 나타나는 병징을 관찰하여 그 결과를 활동지에 기록한다.

2) 나무에 나타나는 병충해 종류

▷ 전염병 병징과 표징의 예 <

구분	의미	종류
병징	병이 든 식물의 조직 변화가 유발되어 나타난 증상	잎의 변색(황화, 백화, 적화), 반점, 시들음, 괴사, 구멍, 왜소화, 낙엽; 가지마름, 줄기의 궤양, 조직의 비대와 위축, 분비, 줄기와 뿌리의 부패, 잎과 가지의 총생
표징	병원체가 직접 감염사실을 드러낸 증상	균사, 균사속, 근상균사속, 균핵, 자좌, 포자, 자실체(버섯), 돌기, 주머니, 그을음, 가루

▷ 해충 종류별 가해 습성과 표징의 예 <

피해증상과 가해 흔적	해당해충의 종류
1. 잎이나 꽃을 갉아 먹은 흔적이 있음	나방과 나비의 유충, 잎벌유충, 딱정벌레의 유충과 성충, 풍뎅이, 메뚜기, 대벌레, 벼룩바구미, 달팽이, 민달팽이, 귀뚜라미
2. 잎이 백색, 은색, 청동색으로 변하거나 주근깨, 반점, 줄무늬, 굴이 있음	진딧물, 잎응애, 방패벌레, 매미충, 총채벌레, 노린재, 나무이, 굴나방, 굴파리
3. 조직이 비틀어지거나 부풀어 오르거나 흑이 있음	진딧물, 흑응애, 총채벌레, 나무이, 흑형성곤충
4. 가지, 줄기, 혹은 수목전체가 고사함. 수피에 구멍이 있음. 구멍으로부터 톱밥, 벌레 똥, 나무진, 송진이 배출됨	하늘소, 바구미, 나무좀, 깍지벌레, 흑형성곤충, 나방, 굼벵이, 기타 천공성 해충
5. 해충이 있거나 해충에 관련된 물질이 있음 가. 감로와 이로 인한 그을음 병이 생김 나. 잎에 똥 조각이 있음 다. 천막, 거미줄, 명주실 같은 매트가 있음 라. 주머니나 통이 있음 마. 거품이 있음 바. 습, 섬유 물질이 있음 사. 끈끈한 점액이 있음 아. 송진이 있음 자. 나무진과 송진이 대량으로 있으며, 수액이 흘러나옴	진딧물, 깍지벌레, 가루깍지벌레, 매미충, 나무이, 가루이 방패벌레, 온실총채벌레, 잎벌레, 노린재, 잎벌 성충 텐트나방, 흰불나방, 잎말이나방 주머니나방, 통나방 거품벌레 습벌레, 깍지벌레, 가루깍지벌레, 진딧물, 가루이, 선녀벌레 달팽이, 민달팽이 나무좀 딱정벌레의 유충, 나방의 유충, 파리의 유충

**\* 평가방법**

- 병해충 발생유무를 잘 관찰하고 그 원인을 적절히 판단했는지 확인한다.
- 나무의 병충해 상태를 체크하고 관리하여 얻은 책임감 정도를 확인한다.

학교	과목	학년	단	원
초	실과	6-1	2	아름다운 환경 가꾸기
중	도덕	1	4	환경과 도덕
	과학	1	6	식물의 영양
	환경		3	건강하고 쾌적한 환경
고	화학	II	6	산과 염기의 반응
	환경		1	인간과 환경
	환경		3	환경문제의 이해와 대책



# 기상에 의한 피해

## 1. 기상에 의한 숲의 피해 개요

여러 식물들이 본래의 자생지에 벗어나거나 변화된 기후에 적응하지 못한 과정에서 기상변화로 인해 수목이 피해를 보는 현상이다.

## 2. 기상에 의한 숲의 피해

### 가. 바람에 의한 피해

#### 1) 피해특징

나무의 줄기, 뿌리, 잎 등 각 부위에 여러 가지 형태로 나타나는데 바람에 의한 피해 가운데 가장 많이 일어나는 피해는 뿌리 뽑힘에 따른 쓰러짐과 나무줄기의 부러짐이다.

#### 2) 방제법

바람에 의한 피해가 큰 곳의 나무는 피해가 없는 듯 보여도 나무 줄기에 상처를 입거나 뿌리와 토양 사이에 공간이 생기게 된다. 풍해 피해가 큰 경우, 피해를 입은 나무 처리에 오랜 시간이 걸리게 되므로 해충의 피해에 철저히 대비해야 한다.

### 나. 물에 의한 피해

#### 1) 피해특징

호우, 폭설 등에 의해 발생하는 산사태, 토석류(土石流)와 홍수에 의한 지반 붕괴 및 침식에 의해 일어나며, 숲의 피해 가운데 가장 심한 피해이다.

#### 2) 방제법

물에 의한 피해를 낮추기 위해서는 산사태나 홍수 발생을 방지하는 것이 우선이다. 사태 예방은 경사 30~40도 지역에 뿌리가 많고 깊게 자라는 나무들로 숲을 조성한다.

### 다. 눈에 의한 피해

#### 1) 피해특징

다량의 눈이 쌓여 무게와 쌓인 눈의 이동에 의한 압력 및 충격에 의해 나무가 휘거나, 부러지고, 뿌리가 뽑혀 쓰러지게 되는 피해이다. 내리는 눈에 의한 피해의 경우 침엽수 인공림은 활엽수림에 비해 피해가 크고, 작은 나무는 힘 피해가 많으며 흉고직경 15cm이상의 나무는 부러짐 피해가 많다. 수고·흉고직경인 임목형상비가 90을 넘으면 피해 받을 위험이 크다.

#### 2) 방제법

##### • 내리는 눈에 의한 피해

수관이 작으며 가늘고 긴 수목에 발생하기 쉽다. 즉 간벌 시기를 놓친 단순림이 가장 위험하므로 수고/흉고직경의 비율이 0~70이 되도록 간벌을 실시할 필요가 있다.

##### • 눈의 압력에 의한 피해

눈이 많이 내리는 지역의 어린 나무들은 매년 눈에 묻혀 휘어졌다가 눈이 녹으면 바로 세워져 생장하기를 현상의 반복하여 줄기가 휘어지는 피해가 발생된다. 따라서 생장기에 곧게 자랄 수 있는 상태를 유지할 수 있는 뿌리가 잘 발달하고 아래가지가 많이 붙어 있는 묘목을 골라 식재한다.

## 라. 가뭄에 의한 피해

### 1) 피해특징

가뭄이 계속되어 토양수분이 부족하게 되는 경우 생리적으로 세포의 수분이 결핍되어 생장이 억제되거나 말라 죽는 피해가 발생된다. 일반적으로 수간, 가지, 잎으로부터의 증산량(수분의 지출)과 뿌리로부터의 흡수량(수분의 수입)의 균형이 깨진 결과 나타나는 현상이다. 나무의 가뭄피해는 진행 속도가 느리다. 토양수분의 감소 정도가 가벼운 경우에는 잎이 시들거나 생장 저하에 머무르게 되나, 과도할 경우에는 잎이 변색되거나 당년 가지가 죽기도 하며, 그 피해가 조직에까지 미치는 경우에는 완전히 말라죽기도 한다.

### 2) 방제법

- 묘목의 성질을 이용한 대책  
생리적으로 우량한 묘목을 가장 양호한 상태에서 심는 것이 산지에서의 건조 대책이다. 지표의 건조가 어린 나무의 뿌리에 미치는 영향을 방지하기 위해서는 깊게 심으면 유효하다.
- 환경 조건의 완화에 의한 대책
  - 묘목을 보호해줄 잔존 나무들을 만들어 조림지의 어린 나무를 보호하고 토양의 이상건조를 조절하여 가뭄피해를 방지한다.
  - 토양 표면을 낙엽, 키가 작은 초본류 등 지피물로 피복하여 토양 수분의 증발을 억제한다.

## 마. 추위에 의한 피해

### 1) 피해특징

이상기온 강하에 의한 수목이 동결되어 생리작용에 피해를 보는 현상이다.

- 조상과 만상  
가을에 첫 번째 오는 서리인 조상과 봄에 늦게 오는 서리인 만상에 의해서 나타나는 피해이다.
- 추위에 의한 갈라짐  
겨울철 나무줄기가 동결하는 과정에서 바깥쪽의 변재 부위가 안쪽에 단열되어 있는 심재 부위보다 더 심하게 수축함으로써, 두 부위 간에 수축의 불균형으로 생기는 장력 때문에 종축(수직)방향으로 갈라지는 현상이다.

### 2) 방제법

늦여름 비료주기를 자제하여 가을에 생장을 일찍 정지시킴으로써 첫서리 피해의 기회를 줄여 준다. 그리고 일기예보에 따라서 서리가 오기 전에 스프링클러로 안개비를 만들거나 연기를 발생시키면 관목이나 소교목의 피해를 줄일 수 있다. 추위에 의한 갈라짐 현상은 침엽수보다는 활엽수에서 더 자주 관찰되며, 흉고 직경이 15~30cm 가량 되는 나무에서 더 심하게 나타나므로 나무줄기를 마대로 싸거나 흰 페인트를 발라 준다.

---

#### \* 참고자료

- 신 산림해충도감, 국립산림과학원, 2007
- 침엽수 병해도감, 국립산림과학원, 2007
- 특용수 해충도감, 국립산림과학원, 2007
- 전국산림건강 모니터링 프로그램 개발, 한국산지보전협회, 2005
- 국립산림과학원 나무병원 (<http://tree.kfri.go.kr/treehospital/>)

# 추위에 의한 갈라짐 피해 줄이기

**\* 목표**

- 추위로 인해 나무에 발생할 수 있는 피해에 대해 말할 수 있다.
- 나무의 추위 피해를 줄이기 위한 예방활동의 필요성을 느낄 수 있다.

**\* 개요**

추위에 의한 갈라짐 피해 발생이 나타날 수 있는 수목을 찾아 예방작업을 하는 활동이다.

**\* 실시조건**

대상: 초·중등 학생  
인원: 모둠별 10명 내외  
시기: 여름과 가을  
시간: 2일 동안 2시간 이상  
장소: 학교나 인근 숲

**\* 준비물**

수목도감, 흉고 직경자, 줄자, 녹화마대나 종이테이프, 석회유, 필기구, 활동지

**\* 연계교과**

학교	과목·학년	단 원
초	실과6-1	② 아름다운 환경 가꾸기
중	과학1 환경	⑥ 식물의 영양 ① 환경과 나
고	생과 환경 환경	③ 생태계와 인간 ① 인간과 환경 ③ 환경문제의 이해와 대책

**\* 활동방법**

1) 추위에 의한 갈라짐이 발생할 수 있는 나무 선정

- 추위로 인해 갈라짐 현상이 발생할 수 있는 조건을 이해한다.

- ▶ 겨울철 기온이 낮아 나무줄기의 바깥쪽과 안쪽의 수축정도가 달라 장력의 불균형으로 나무껍질이 갈라지는 것이다.
- ▶ 침엽수보다는 활엽수에서, 어린 나무나 늙은 나무보다 활동적인 시기의 나무가 갈라지기 쉽다.
- ▶ 나무껍질이 얇고 흉고직경이 15-30cm인 나무에서 발생한다.
- ▶ 배수가 양호하거나 건조한 토양보다 배수가 불량한 토양에서 더 발생한다.
- ▶ 겨울철 공간이 넓고 강한 바람이 부는 곳에 심겨진 나무에서 많이 발생한다.

- 추위에 의한 갈라짐이 발생할 수 있는 나무를 조사하여 선정한다.

- ▶ 침엽수와 활엽수를 조사하고 활성이 큰 나무를 조사하여 그 결과를 활동지에 기록한다.
- ▶ 심어진 나무의 껍질 두께를 조사하고 활동지에 기록한다.
- ▶ 심어진 나무의 가슴높이둘레를 측정하여 활동지에 기록한다.
- ▶ 나무가 심어진 토양의 배수 정도를 조사하여 활동지에 기록한다.
- ▶ 심어진 나무 주변에 넓은 공간 정도를 조사하여 활동지에 기록한다.

2) 상렬 발생 나무의 처리

- 나무줄기를 녹화마대나 종이테이프로 감싼다.
- 흰 페인트(석회유)를 수간에 발라준다.



추위에 의한 갈라짐을 막기 위해 수간에 종이테이프를 감싼 모습

**\* 평가방법**

- 나무의 피해 중 추위에 의해 입을 수 있는 피해에 대해 이해하고 있는지 확인한다.
- 나무의 추위 피해를 줄이기 위한 예방활동의 필요성을 느끼고 공감하고 있는지 확인한다.







숲 환경가꾸기

평가방법

- 숲 환경 가꾸기 프로그램의 실시계획
- 숲 환경 가꾸기 프로그램 진행 평가
- 숲 환경 가꾸기 프로그램 결과 평가
- 프로그램 개선을 위한 참여자의 설문지 1
- 프로그램 개선을 위한 참여자의 설문지 2
- 평가결과 정리 및 개선방안 도출

## 1. 목적

숲의 이해와 적용 그리고 숲의 보전을 위해서는 숲 환경 가꾸기 프로그램에 대한 이해도를 증가시키는 것뿐만 아니라 참가자들의 눈높이에 대해 만족스러운 접근이 있어야 한다. 이에 따라 숲 환경 가꾸기 프로그램에 대한 질적 개선은 필연적인 것이다.

## 2. 방법

숲 환경 가꾸기 프로그램 자체의 활동목표를 이루려는 것에만 그치는 것이 아니고, 숲 환경 가꾸기 프로그램의 사전, 진행과정 그리고 사후와 관련하여 교육자와 피교육자인 참가자를 대상으로 다면적인 평가가 이루어질 수 있도록 한다. 이때 교육 대상이나 연령에 따라서 적절한 평가 방법이 도입되도록 한다. 나아가 숲 환경 가꾸기 프로그램이 숲에 미친 영향에 대한 평가도 포함되도록 한다.

### 가. 교육자의 숲 환경 조사하기 프로그램의 기획 및 자기평가

숲 프로그램의 내실화와 질적 향상을 위해 교육자가 시행하는 자기평가 방법은 숲 환경 가꾸기 프로그램의 실시기획, 프로그램 진행에 관한 평가, 프로그램 실시 후의 평가 세부분으로 구성하였다.

- 1) 숲 환경 가꾸기 프로그램의 실시기획 : 숲 환경조사 프로그램 진행에 기본이 되는 교육자, 실시일, 소요시간, 프로그램 목표와 진행의도 그리고 준비물을 기록한다. 또한 실제 프로그램이 진행될 때 예상되는 상황을 도입, 전개, 정리 및 프로그램 과정에서 이루어질 수 있는 평가사항 등을 기록하도록 하였다.
- 2) 숲 환경 가꾸기 프로그램 진행에 관한 평가 : 프로그램의 진행에 관한 평가는 교육자 스스로 평가가 이루어지도록 5점 리커트식 척도로 구성하였다.
- 3) 숲 환경 가꾸기 프로그램 실시 후 평가 : 교육자가 프로그램 실시 후 이루어지는 평가는 진행에 관한 평가에서 측정할 수 없는 부분에 대해 개방형의 서술식 평가가 이루어지도록 구성하였다.

### 나. 피교육자에 의한 숲 환경 가꾸기 프로그램 평가

숲 환경 가꾸기 프로그램에 직접 참가한 피교육생들을 대상으로 하는 평가는 프로그램의 참여동기와 참여의 적극성, 프로그램에 대한 구체적인 항목 등의 만족도, 만족과 불만족에 대한 개방형 질문, 재참여 의사 등을 묻는 항목으로 구성하였다. 피교육자에 대한 평가는 형식적인 행위가 아닌 실제 프로그램 개선에 직결될 수 있도록 해야 한다. 따라서 평가의 자료를 데이터화 하고 분석하는 과정을 거쳐야 하며, 이를 위해 평가 자료는 지속적으로 보관해 두도록 한다.

## 3. 평가결과 정리 및 개선방안 도출

교육자와 피교육자의 숲 환경 가꾸기 프로그램 평가에 대한 자료수집과 분석과정을 거친 후 토론을 거쳐 개선방안이 도출될 수 있도록 한다. 개선방안이 도출되면 이를 다음에 발전적인 숲 환경 조사하기 프로그램 진행이 이루어질 수 있도록 적용한다.

### 가. 평가에 대한 분석

평가에 대한 분석은 교육자 혼자로서 그치는 것이 아니라 소속된 교육단체의 모임을 통해 공개적으로 게시하고 객관적 분석이 이루어지도록 한다.

- 숲 환경 가꾸기 프로그램에 대한 실시기획과 실제 프로그램이 진행되는 과정에서 발생하는 문제점을 상호 비교하여 효율적으로 적용가능한 부분에 대해 기록하고 추후 적용해보도록 한다.
- 숲 환경 가꾸기 프로그램 진행에 관한 5점 리커트식 척도 평가에서 프로그램 진행 전 상황, 진행과정 상황, 진행 후 상황에 관한 항목들의 점수를 따로 분류하여 그 평점을 매긴 후 횡수별 향상정도를 그래픽으로 처리한다.
- 교육자와 피교육자 사이에서 나타난 평가 항목의 차이를 찾고 그 발생 원인에 대한 추가적인 분석이 이루어질 수 있도록 한다.
- 피교육자의 프로그램 참여 정도와 프로그램 진행에 관한 평가와의 상관관계를 요인 분석하여 그 결과를 다음 프로그램 개선에 반영하도록 한다.

프로그램 명		교육자	
실시일		소요 시간	
프로그램 목표			
프로그램 진행 의도			
준비물		프로그램 장소	
활동 시간	교육자	피 교육자	
도입			
전개			
정리			
평가사항			

프로그램 명  교육자

실시 일  실시 장소  소요 시간

평가항목	매우 미흡	미흡	보통	만족	매우 만족
------	-------	----	----	----	-------

1. 교육 장소에 대한 사전답사가 이루어졌는가?	1	2	3	4	5
2. 피교육생들에 대한 특징을 파악하였는가?	1	2	3	4	5
3. 교육진행에 필요한 교구 및 교재 그리고 재료의 준비가 되었는가?	1	2	3	4	5
4. 예정된 시간에 프로그램을 시작하였는가?	1	2	3	4	5
5. 시작인사 및 프로그램의 개요에 대한 설명이 제대로 이루어졌는가?	1	2	3	4	5
6. 프로그램 진행 전 주의 사항을 잘 전달하였는가?	1	2	3	4	5
7. 프로그램의 진행속도는 적절하였는가?	1	2	3	4	5
8. 용어에 대해 쉽고 정확하게 설명하였는가?	1	2	3	4	5
9. 피교육생에 대한 편견이나 편애는 없었는가?	1	2	3	4	5
10. 피교육생들에게 적극적인 참여와 흥미를 유도하였는가?	1	2	3	4	5
11. 피교육생 수준에 따른 개별 학습을 촉진하였는가?	1	2	3	4	5
12. 피교육생 상호간에 의견 교환이나 협력이 활발히 이루어졌는가?	1	2	3	4	5
13. 프로그램에 적합한 교수방법을 적용되어졌는가?	1	2	3	4	5
14. 프로그램 진행에 유용한 자료를 충분히 활용하였는가?	1	2	3	4	5
15. 제시용 자료보다 피교육생 중심의 자료(체험적 자료)를 제시하였는가?	1	2	3	4	5
16. 프로그램의 진행 장소로 적절한 곳이었는가?	1	2	3	4	5
17. 프로그램에 대한 피교육생의 이해와 적용 정도는 충분한가?	1	2	3	4	5
18. 피교육생으로부터 평가를 받았는가?	1	2	3	4	5
19. 예정된 시간에 프로그램을 마쳤는가?	1	2	3	4	5
20. 프로그램 기획에 맞게 진행이 되었는가?	1	2	3	4	5

프로그램 명			교육자		
실시 일			실시 장소		
참여 인원			참여 연령		
프로그램 내용					
프로그램의 강조 내용					
피교육생에 대한 의견					
프로그램의 성공 정도					
활동 중 어려웠던 점					
추후 활동시 개선점	장소				
	교재				
	교구				
	프로그램 내용				
기 타					

본 설문지는 프로그램의 개선을 위해 여러분이 참여한 프로그램에 대한 생각을 알아보고 하는 것 것입니다.  
좀 더 좋은 프로그램을 만드는데 귀하의 의견이 많은 도움이 됩니다.  
문항들을 차근차근 읽어 가면서 솔직하게 응답해 주시길 바랍니다.

1. 숲 환경 가꾸기 프로그램에 참여하신 동기는 무엇입니까?

- ① 전문 산림가꾸기 이론을 배우기 위해      ② 프로그램 실습 방법을 배우기 위해  
③ 프로그램 운영 요령을 배우기 위해      ④ 기타 \_\_\_\_\_

2. 숲 환경 가꾸기 프로그램에 대한 참여도는 어떠하십니까?

- 매우 소극적    소극적    보통    적극적    매우 적극적  
(1)            (2)            (3)            (4)            (5)

2-1. 2번에서 매우 소극적이거나 매우 적극적인 참여를 하신 이유가 무엇입니까?

---



---



---

3. 참여하신 프로그램에 대해 얼마나 만족하십니까?

- 매우 불만족    불만족    보통    만족    매우 만족  
(1)            (2)            (3)            (4)            (5)

4. 이 프로그램에서 가장 좋았던 점은 무엇입니까?

---



---

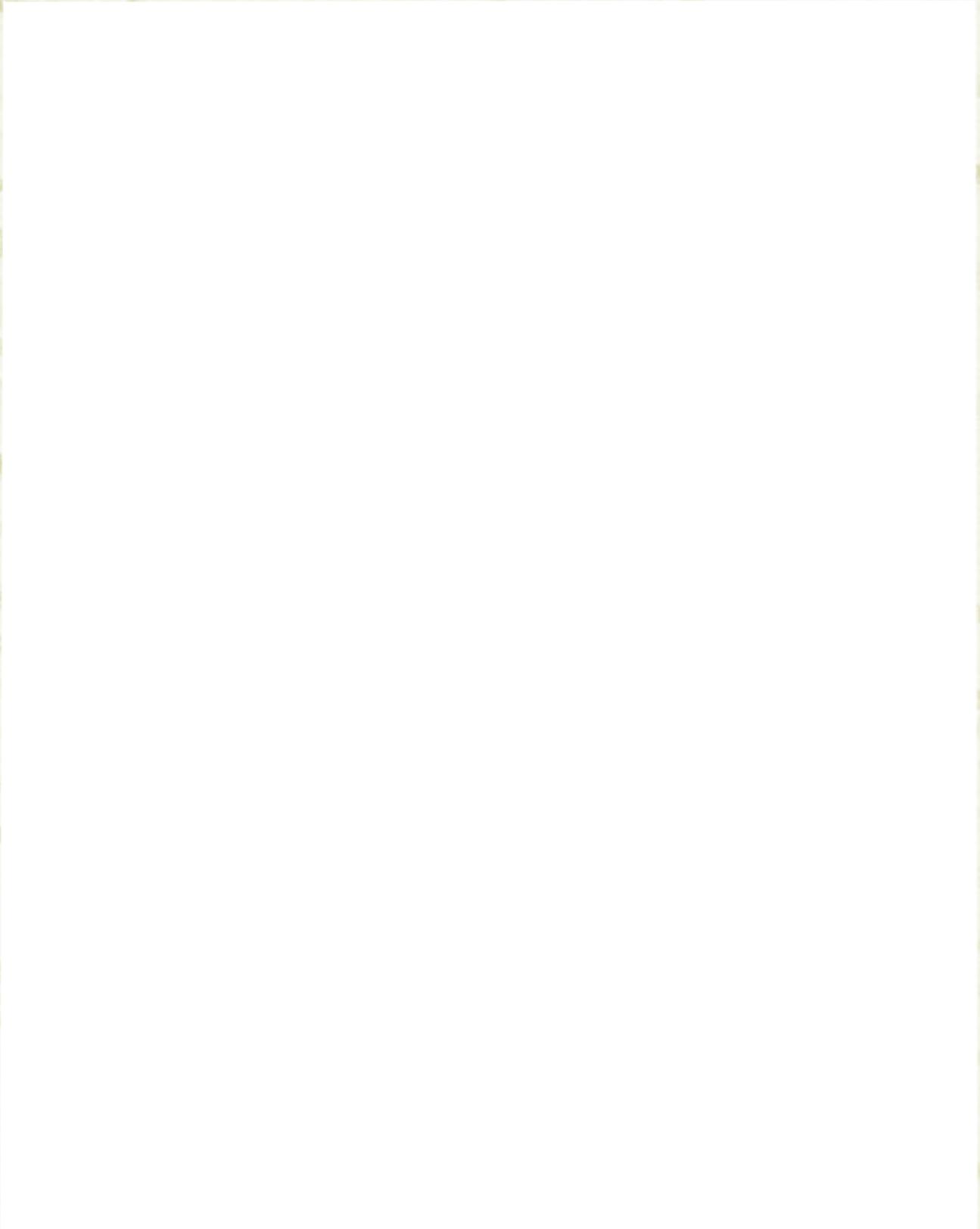


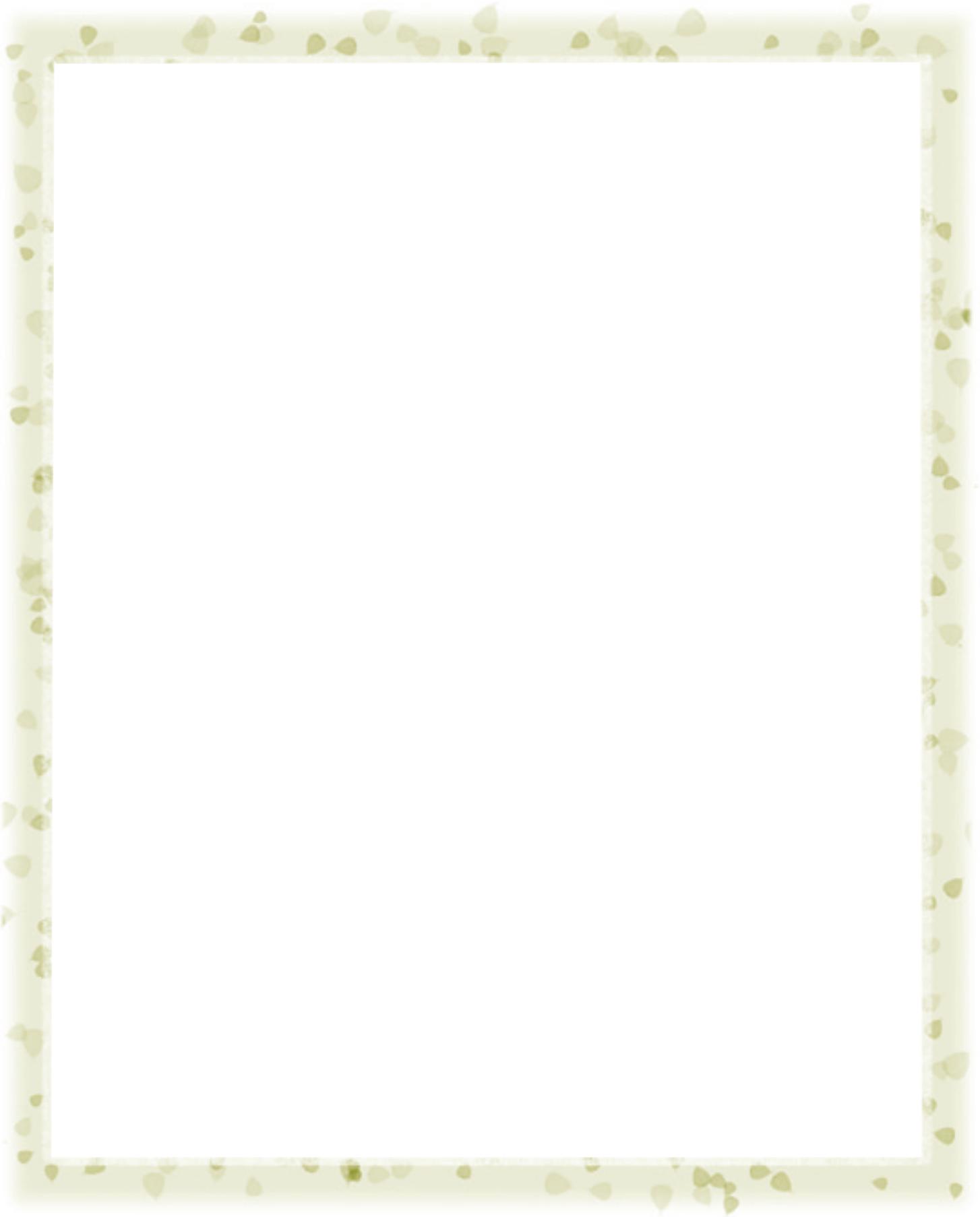
---

5. 이 프로그램의 각 항목에 대한 만족도를 표시해 주십시오.

평 가 항 목	매우 미흡	미흡	보통	만족	매우 만족
1. 프로그램을 진행하는 교육자	1	2	3	4	5
2. 프로그램의 진행 장소	1	2	3	4	5
3. 프로그램 내용	1	2	3	4	5
4. 프로그램 진행 시간	1	2	3	4	5
5. 프로그램 진행 교구	1	2	3	4	5
6. 프로그램 진행 방법	1	2	3	4	5









**\* 경 도**

외력에 대한 토양의 저항력. 토양 입자 사이의 응집력과 마찰력에 의하여 발생

**\* 공극률**

토양의 부피 가운데 고체에 의하여 채워지지 않은 공기와 물이 차지하는 비율

**\* 내화수**

불에 잘 타지 않고 견디는 나무

**\* 묘 목**

묘포장에서 키워낸 어린 나무들로 실생묘, 접목묘, 삽목묘를 포함

**\* 묘 포**

묘목을 기르기 위한 포장

**\* 무성생식**

발생학으로는 생식에 관한 세포의 형태에 주목하여 배우자가 관계하지 않은 생식양식의 총칭

**\* 발 아**

씨앗, 포자, 꽃가루 및 삽수 등에서 생긴 싹이 발생 또는 생장을 시작하는 현상

**\* 발아촉진**

종자가 일정하게 발아하도록 하는 일

**\* 방형구**

조사 대상지역 중의 일부를 표본으로 선택하여 조사할 때 사용되는 표본점. 원형, 정방형, 구형 등으로 설치한다.

**\* 병 징**

각종 요인에 의해 병에 걸린 식물체 상에 출현하는 육안으로 볼 수 있는 이상 증상

**\* 산성도**

산성의 강도를 나타낸 정도

**\* 수 고**

나무의 높이를 말하는 것으로 보통 지표부위로부터 정단부까지의 높이를 전체 수고로 한다.

**\* 수 관**

가지와 잎이 무성한 수목의 윗부분

**\* 양 수**

광포화점이 높고, 광보상점이 낮아 광도가 높은 조건에서 잘 자라지만 낮은 조건에서는 갱신이 되지 않고 잘 자라지 못하는 수종

**\* 원충능력**

토양에 외부로부터 물질이 유입되었을 때 이의 영향을 최소화 할 수 있는 능력

**\* 음 수**

그늘에서 견디는 능력이 큰 식물

**\* 지하고**

수관 이하의 가지가 없는 나무줄기의 길이

**\* 폭 목**

수관이 임관층보다 위로 자라고 있게 발달한 나무로 이웃한 상층목들의 생장에 방해가 되는 나무

**\* 표 징**

기주식물에 나타나는 병원체, 병원체의 일부 또는 병원체의 산물 등

**\* 휴 면**

주로 눈, 종자, 포자가 생성된 후 일정기간 동안 수분, 온도, 광조건이 적당해도 생장이나 생명활동이 정지하는 상태

**\* 흉고직경**

가슴 높이에서 측정한 나무의 직경



발행일 : 2008. 12

발행인 : 김성훈

발행처 : 한국산지보전협회

기획 : 문성부, 임채영

편집 : 손소희, 여규환

연구개발 : 산림환경교육다양화포럼

\* 숲의 조성 부문 : 이철희

\* 숲 가꾸기 부문 : 김혜숙, 여규환

\* 숲의 보호 부문 : 박후서

삽화 : 오승택

디자인 : 디자인 창조 (010-7735-6263)

인쇄 : 지앤비프린팅(주)