



# 숲과 식물

---



## 목차

# 제4장 숲과 식물

1.

숲의 환경

2.

숲의 구조

3.

숲의 변화

## **4.1 숲의 환경**

# 1

## 대기환경

---

### 태양광선

- 녹색식물의 광합성에 관여
- 식물의 생육과 발달, 적응, 분포를 결정하는 중요환경요인
- 태양광선의 구분
- 태양광선의 세가지 성질 : 광질, 광도, 광주기

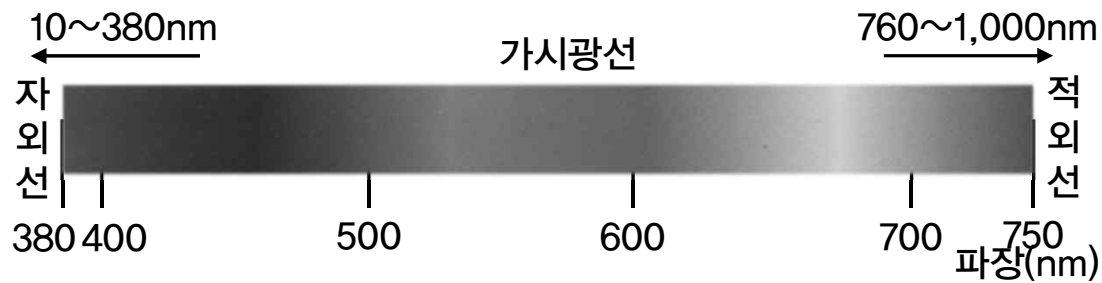
## 1

## 대기환경

## ☐ 태양광선

광질 (light quality)

- » 태양복사 파장에 따른 광선의 종류
- » (파장이 짧은 순으로) 자외선 - 가시광선



태양광의 파장

# 1

## 대기환경

### ☐ 태양광선

#### 광도 (light intensity)

- » 빛의 세기, 밝고 어두움
- » 식물은 어두운 상태에서  $O_2$  흡수,  $CO_2$  배출
- » 광보상점(light compensation point)  
: 호흡배출량과 광합성 흡수량이 일치하는 광도
- » 광포화점(light saturation point)  
: 광합성량이 더 이상 증가하지 않는 광도

# 1

## 대기환경

### 태양광선

광주기 (photo period)

- » 낮과 밤의 상대적 길이
- » 식물은 불규칙한 온도변화보다 규칙적인 일장에 적응해옴
- » 온대지방식물은 일장의 변화에 따른 계절변화를 감지하여 생활함 (종자휴면, 휴면타파, 종자발아, 생장, 개화 등)

# 1

## 대기환경

### 온도

- 어떤 물체가 열에너지를 방출하는 정도를 나타내는 지표
- 식물의 생장과 분포에 큰 영향

#### 대기온도변화

시간적 변화(日, 年)와  
공간적 변화 (해발고도, 주변식생)에 따라 변화



# 1

## 대기환경

### 온도

#### ■ 고산지대의 수목한계선 (timber line) 결정인자

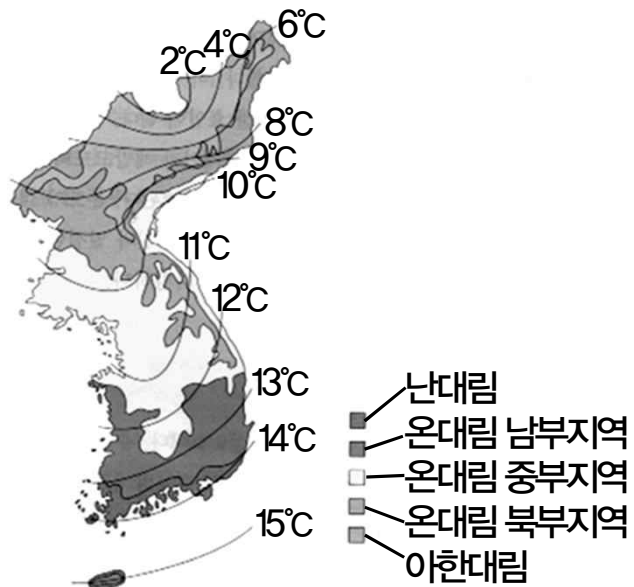
##### ▪ 수목한계선 :

고도가 높아져 더 이상 큰키나무들이 자라지 못하고  
작은키나무, 풀 등만 생육하는 지역을 가르는 경계선

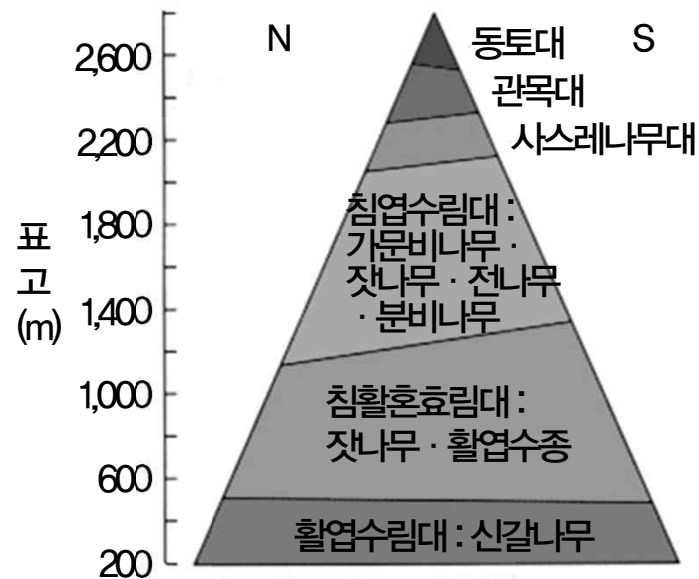
#### ■ 온대낙엽수림, 상록활엽수림의 북방 한계선과 해발고도에 따른 식물분포의 한계는 겨울철 최저온도에 의해 결정

# 1

## 대기환경



〈연평균 기온을 기준으로 구분한 우리나라의 산림기후대〉



〈백두산의 수직 산림대〉

# 1

## 대기환경

### 수분

- 식물체내 원형질의 1차 구성 요소
- 광합성 및 양료의 용매역할, 팽압의 유지수단
- 숲의 생태계에 중요한 제한요소
- 수목은 대기 중의 수분, 토양수분 이용
- 식물의 수분 적응력은 식물종에 따라  
내성의 범위가 크게 다름
  - 예) 소나무 - 느티나무 / 버드나무 - 참나무

## 2

## 토양환경

---

### 토양

- 식물에게 물과 양분 공급, 뿌리 고정 기반 제공
- 숲의 토양은 자연적 상태 간직
- 식물들의 양분순환과 밀접

## 2

## 토양환경

---

### 토양 층위

- 모재 (母材, parent material)
- 토양층 (土壤層, soil horizon)
  - 화학적 반응과 침전으로 형성되는 몇 개의 수평적인 층
- 토양층위 (土壤層位, soil profile)
  - 토양층의 집합체

## 2

## 토양환경

---

### 토양 층위

#### O층 : 유기물층

- L층 (litter) : 낙엽층
- F층 (fermentation) : 부분적 분해된 낙엽층
- H층 (humus) : 유기물 완전히 분해된 부식층

## 2

## 토양환경

### 토양 층위

#### ■ 광물질토양층 (mineral soil)

- A층 : 유기물과 광물질이 혼합된 어두운 색의 표층토 식물 뿌리의 생육장소
- B층 : 부식질, 점토, 철분이 용탈하여 집적된 토양층, 집적층

#### ■ C층 (모재층)

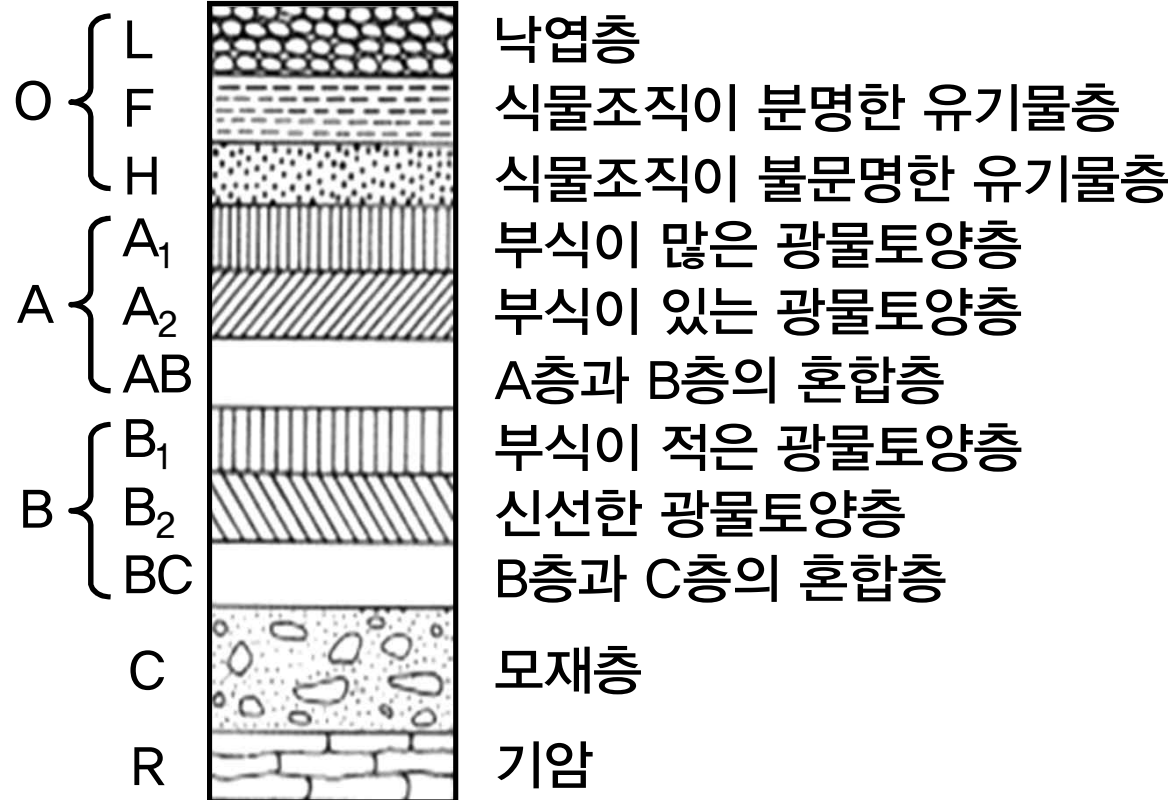
- 토양 생성 작용이 거의 없음

#### ■ R층 (母岩, 모암층)

- 토양아래의 기반암

## 2

## 토양환경





## 2

## 토양환경

### 토양의 물리적 성질

- 토양입자 :  
크기에 따라 모래 (sand), 미사 (silt), 점토 (clay)로 구분
- 입자가 작을수록 무기이온, 물, 공기와 접촉하는 표면적 증가
- 토양체 (soil mass)는 모래, 미사, 점토의 구성비율에 따라
  - 사토 (sand), 사질양토 (sandy loam), 양토 (loam),  
미사질 양토 (silty loam), 식양토 (clay loam)

## 2

## 토양환경

---

### 토양의 물리적 성질

- 토성은 통기성, 배수, 수분보유, 양분공급능력과 밀접한 관계
- 토양 공극 (孔隙, pore space)
  - 토양체 부피에 대한 공극의 비율
  - 공극에 따라 토양용적밀도 변화

## 2

## 토양환경

### 토양의 화학적 성질

- 토양산도 pH로 표시
- 숲 토양은 유기산을 분비하므로 일반적으로 농경지보다 pH낮음
- 숲 토양의 pH는 미생물의 활동, Ca, Mg 등 양료의 가용성, 질산화 작용에 영향미침
- 토양교질 (土壤膠質, soil colloid) 표면이 음전하를 띠어 각종 양이온이 강하게 흡착

## 2

## 토양환경

---

### 토양의 화학적 성질

- 일정토양의 치환성 양이온의 총량을  
밀리그램당 양으로 표기한 것 (meq/100)
- 토양 중의 가용 양분의 양 측정 – 토양 비옥도와 관계

## 2

## 토양환경

토양산도	수목분포
강한 산성 토양 (pH 3.9 이하)	이끼류, 키 낮은 관목류, 일부 열대식물
산성토양 (pH 4.0~4.7)	소나무, 낙엽송
약산성토양 (pH 4.8~5.4)	전나무, 잣나무, 가문비나무
중성토양 (pH 5.5~6.5)	대부분의 침엽수 및 피나무, 단풍, 느릅
약알칼리성 토양 (pH 6.6~7.3)	미생물활동 활발, 분해작용 활발 활엽수 특히 호두나무, 목백합 및 일부 전나무류
알칼리성 토양 (pH 7.4~8.0)	네군도단풍, 물푸레나무 생육가능, 칼슘, 마그네슘 양이 많아 침엽수 생장 곤란
강알칼리성 토양 (pH 8.1~8.5)	주로 염생식물 생육, 위성류, 일부 포플러 등 사막식물

## 2

## 토양환경

### 토양생물상

- 토양생물 생육의 영향요소 :  
토양내 산소, 수분, 토양온도, 무기양료, 유기물 등
- 균근 (micorrhiza) : 질소고정박테리아, 척박지 수목생육
  - 예) 균근 있는 식물 : 오리나무과, 콩과
- 지렁이 :  
광물질 토양을 혼합하여 물리적 성질 개선 등  
토양생산성 향상시킴

## 2

## 토양환경

### 지형

- 지형적 조건 : 해발고도, 굴곡 정도, 사면 방향, 경사위치, 경사도
- 지형적 조건들은 식물생육 및 분포를 좌우함
  - 예) 지형조건에 따른 햇빛의 양, 기온, 토양온도, 강수량, 토성 등  
해발고도 높을수록 강수량 증가하나 토양침식 증가 등 척박
  - 능선부위는 토양입자 크고 배수가 지나쳐 건조한 특징
  - 남쪽사면, 온도 높아 증발산양 증가, 건조 - 소나무
  - 북사면, 태양광선 적어 온도 낮고 수분조건 양호,  
활엽수 위주 숲이 형성, 다양한 식물 생육

### 3

## 생물적 환경조건

### ❏ 생물들간의 상호작용

#### 타감작용 (allerophathy)

» 서로 따로 사는 식물들이 다른 식물에 영향을 주는 현상

#### 기생

» 숙주 host는 기생자의 에너지 겸 서식처

» 강한 압박은 공멸 초래함, 오랜 시간 거치면서 평형

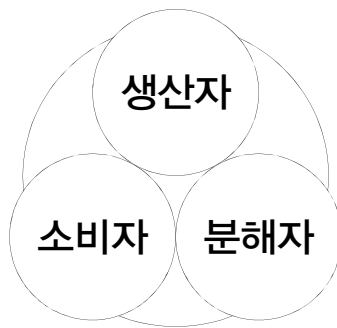


### 3 생물적 환경조건

#### ❏ 생물들간의 상호작용

##### 공생

» 상리공생, 편리공생, 중립공생, 편해공생



생산자, 소비자, 분해자를 통한  
생태계의 순환

## 4.2 숲의 구조

# 1 숲의 군집구조

## ❏ 식물의 생육형

- 생육형 (生育型, growth form, life form)
  - 식물이 환경에 적응하여 발달한 특징적인 모습
- 생태형 (生態型, ecotype)
  - 같은 종이나 다른 환경 속에서 적응해 다른 생육형으로 보이게 되는 경우
  - 예) 지방별 소나무 생태형
- 숲은 식물들의 생육형에 따라 숲의 특성이 결정됨
  - 예) 소나무림 - 활엽수 혼합림

# 1 숲의 군집구조

---

## 숲의 수직적 구조

### ■ 수직적 구조 (vertical structure)

- 지표면에서 높이 자란 나무 높이까지 식물들이 하나 이상의 층을 이루는 것
- 각 식물마다 생육형이 다르므로 다양한 층위가 생기는 것

# 1

## 숲의 군집구조

---

### 숲의 수평적 분포

- 토양의 성질, 수분의 정도, 지형적 위치 등 입지조건과 식물종 구성과의 연관관계, 종자의 산포방법과 범위, 종간경쟁 등 생물학적 조건에 의해 결정됨

# 1 숲의 군집구조

## ■ 종 구성 (species composition)

- 숲은 여러 가지 생물종이 어우러진 집단, 종 분석은 숲을 아는 데 중요한 역할
- 토양, 기후, 지형적 환경조건과 식물종간 관계에 따라 우점종 형성, 후대개체생산으로 특정한 숲 유지
- 숲을 구성하는 수종별 밀도, 빈도, 피도 조사를 바탕으로 산림군집의 종 구성과 앞으로의 천이방향 파악

# 1 숲의 군집구조

## ❏ 종간 상호작용 (species interaction)

- 생물군집에서 특정한 생물종들 사이의 독특한 생물학적 관계
  - 예) 경쟁, 기생, 공생, 원시협동, 포식

## ❏ 종 다양성 (種多様性, species diversity)

균재도 (evenness)	각 종별 개체수의 분포 정도
종 풍부도 (richness)	특정 군집에서 생육하는 종의 수

# 1 숲의 군집구조

## ■ 종 다양성 (種多樣性, species diversity)

- 종 다양성의 의미
- 종다양성이 높은 숲은 종간 상호작용 다양, 구조적으로 복잡 (먹이사슬, 양분의 순환, 생태지위 구성 등)
- 생태적으로 안정된 숲
- 생태천이 (ecological succession)가 진행될수록 성숙, 안정됨



# 1

## 숲의 군집구조

### ■ 생물 다양성 (biodiversity)

- 유전자 다양성 : 다양한 유전자를 가진 개체의 다양함
- 종의 다양성 : 서로 다른 이종들의 다양함
- 서식지 다양성 : 다양한 특성을 가진 서식지의 다양함
- 경관 다양성 : 서식지들이 결합된 다양한 경관의 다양함
- 생태적 구조와 기능의 다양성

## 2 숲의 분류

### ☐ 산림식생의 분류 (forest vegetation classification)

비교적 동질성을 가진 숲이 다른 식생단위와 구별되면서 반복적으로 나타나는 식생집단

#### ■ 산림 우점형 분류 (forest dominance type classification)

- 생체량, 밀도, 수고, 피복도, 분포 등이 다른 수종에 비해 높은 우점수종을 바탕으로 분류

#### ■ 산림 피복형 분류 (forest cover type classification)

- 산림의 구성상태, 우점수종의 구성비율, 경제적인 중요성 등을 기준으로 분류

## 2 숲의 분류

### ❏ 산림식생의 분류 (forest vegetation classification)

#### ■ 산림 서식지형 분류 (forest habitat type classification)

- 잠재 극상 식생 (potential climax vegetation)을 근거로 산림을 분류
- 잠재 극상 식생이란 현재의 산림에 향후 인위적 간섭이 없을 때 도달하게 되는 해당지역의 극상

## 2 숲의 분류

---

### 기후적 분류

- 기후는 식생의 형상과 분포를 결정하는 주요요인
- 지구상 식생군계는 기후대와 밀접한 관계 있음
- 국부적인 기후의 변화, 미세기후(microclimate)  
식물군집의 생태적 구조 결정 주요 인자

## 2 숲의 분류

### ❏ 지형적 분류 (physiographic classification)

- 지형적 차이에 따른 온도와 수분조건은  
산림식생의 구성과 분포를 결정짓는 일차적 요소

### ❏ 생태계 분류 (ecosystem classification)

- 명확한 정의를 바탕으로 기후, 토양, 지형, 식생들의  
조건을 바탕으로 숲 생태계를 종합적으로 분류

## **4.3 숲의 변화**

# 1 숲의 천이

---

## ❏ 천이의 개념과 유형

### ■ 생태천이 (ecological succession)

- 시간이 지남에 따라 한 생물상에서 다른 생물상으로 변화하여 궁극적으로 주위환경과 조화를 이루는 안정된 상태로 가는 과정

# 1 숲의 천이

## ❏ 천이의 개념과 유형

### 1차 천이 (primary succession)

- » 암석지, 화산폭발로 새로 생긴 섬 등 기존에 식생이 존재하지 않던 지역에 새롭게 시작되는 천이

### 2차 천이 (primary succession)

- » 훼손된 기존 식생이 원래 상태의 식생으로  
복귀하고자 하는 천이
  - 2차 천이 유발요인 – 산불, 산림 벌채 후 방치, 기상재해



# 1 숲의 천이

## ❏ 천이의 진행단계와 극상림

### ■ 극상군집 (climax community)

- 천이의 마지막 단계로 생태적 평형 상태를 이루며 안정상태에 도달한 군집

### ■ 극상림 (climax forest)

### ■ 선구식물 (pioneer species)

- 초기 척박한 토양을 개척하는 식물 주로 콩과 식물

### ■ 중부지방의 극상수종

- 서어나무, 까치박달나무

## 1 숲의 천이

### ☐ 천이의 진행단계와 극상림



극상식물 - 까치박달나무

## 2 환경오염과 숲의 변화

### 환경오염

- 기존 환경에 새로운 물질이 들어와 원래의 상태와 다르게 환경이 바뀌는 것, 부정적인 변화

### 숲 생태계와 대기오염

#### ■ 대기오염의 정의

- 대기 중에 인위적으로 배출된 오염물질이 불특정 다수에게 위해를 끼치고 동식물, 인간의 생활에 해를 주는 상태

## 2 환경오염과 숲의 변화

### ☐ 숲 생태계와 대기오염

- 자연상태에서 배출되는 꽃가루, 먼지, 황사도 포함
- 고체상 (입자상) 오염물질, 기체상(가스상) 오염물질로 구분됨
  - 1차 오염물질 :  
생물, 무생물에 직접적인 피해를 끼침
  - 2차 오염물질 :  
1차 오염물질과 오존, PAN 등이 상호 반응함으로써 생성,  
유해한 영향을 끼침

## 2 환경오염과 숲의 변화

### ❏ 대기오염물질과 산림의 피해

후진국형 대기오염물질	분진, 황산화물(Sox), 등 주로 개발도상국에서 문제가 됨
선진국형 대기오염물질	질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO), 오존(O <sub>3</sub> ) 등 주로 자동차로 인해 발생

■ 오염물질 종류에 따라 대기환경 기준, 기준시간이 다름

## 2 환경오염과 숲의 변화

### ❏ 대기오염물질과 산림의 피해

#### ■ 식물의 대기오염 반응

- 감수성 (sensitivity) :  
감수성이 높은 식물은 대기오염이 심한 지역에 살지 못함
- 지표식물 (indicator plant) :  
대기오염에 감수성이 높아 사전에 오염정도를 알려주는 식물

#### ■ 이산화황의 대표적 생물 지의류, 선태류

- 저항성, 내성 (tolerance) :  
높은 수준의 오염에서 피해를 받지 않고 오랫동안 견디는 능력

## 2

## 환경오염과 숲의 변화

---

### 수목생장의 쇠퇴현상

- 1970년대 이후 공업선진국을 중심으로 발생
  - 미국 - 캐나다 국경의 전나무와 가문비나무
  - 독일의 침엽수림
- 우리나라에서도 1980년대 이후 발생
  - 제주도의 구상나무

## 2 환경오염과 숲의 변화

### 수목생장의 쇠퇴현상

- 산림쇠퇴 (forest decline)

- 특별한 원인이 밝혀지지 않은 상태에서 숲에 있는 나무들의 생육상태가 나빠지거나 죽어가는 현상

- 수목의 피해 원인이 알려져 있을 때는 피해를 입었다고 하고, 산림쇠퇴현상이라고 부르지 않음



### 3

## 지구 온난화 현상과 숲의 역할

### ❏ 지구 온난화 현상과 온실가스

- 화석연료 연소에 의한 온실가스 증가로 기온이 올라간다는 이론
- 과거 150년간 화석연료 연소, 가축사육 증대, 농업확대, 급속한 숲의 파괴 등으로 대기중의 이산화탄소와 메탄가스량 증가
- 온실가스 저감은 지구의 지속가능성을 높여줌
- 기후변화협약 : 인위적 활동에 따른 온실가스 발생 및 온난화 문제 해결을 위해 1992년 채택된 다자간 환경협약
- 일부 온실가스에 의해 기후변화가 유발되지 않았다고 주장하는 그룹도 있음

### 3

## 지구 온난화 현상과 숲의 역할

### 숲의 온실가스 흡수

- 1ha의 숲은 연평균 5.5t의 이산화탄소 고정
- 열대우림 1ha의 식물은 매년 10t의 이산화탄소 고정
- 열대우림 보호는 지구온난화 억제에 큰 도움
- 지구기온 안정화를 위해 매년 전체 탄소 방출량의 2~3%, 메탄가스 15~20%를 감소시켜야 함
- 에너지 사용 줄이기, 에너지 효율성 제고, 대체 에너지 개발
- 우리나라는 전체 에너지의 80% 이상을 화석연료에 의존

### 3 지구 온난화 현상과 숲의 역할

---

#### ❏ 지구 온난화 현상 방지

- 세계인구의 안정
- 농지와 토양의 보호
- 지구면의 재조림
- 소비위주 사회의 지양
- 에너지 절약
- 재생 가능한 에너지 개발

다음시간 안내

## **5강. 숲과 야생동물(1)**