

## 제7장 숲과 식물

### ■ 요약

- 숲과 식물은 태양광, 토양, 온도, 수분 등의 대기환경과 토영 및 지형환경, 숲을 구성하면서 살아가는 다양한 생물들로 구성되는 생물환경 조건의 영향을 받으며 유지된다. 숲은 이와 같은 복합적인 환경조건의 영향으로 다양한 형태의 구조로 발달한다.
- 숲 생태계는 개체군과 군집으로 구성되어 있고 복합적인 환경 및 주변 생물들과 상호연관 관계를 가지며 유지된다. 숲은 식물의 생육형과 수직적 구조, 수평적 구조로 그 모습이 표현된다.
- 숲을 구성하는 생물들은 타감작용, 중립, 기생, 공생, 원식협동, 포식 등과 같은 종간상호작용을 하고 유전자다양성, 종다양성, 서식처 다양성, 경관 다양성 등의 생물다양성을 가진다.
- 숲은 천이과정을 겪으며 천이는 1차 천이와 2차 천이로 구분된다. 천이과정에서 생태적으로 안정되어 오랫동안 변화하지 않는 단계를 극상이라고 하며, 이때 극상을 이루는 숲을 극상림이라고 한다.
- 인류문명의 번영에 따른 환경오염은 지구의 지속가능성을 위협하고 있다. 환경오염에 의한 숲의 훼손은 숲이 가진 저항성과 내성에 따라 피해의 차이를 보이고 복합적 환경오염에 따른 산림쇠퇴현상도 발생한다.
- 최근 지구온난화를 해결하는 방법으로 숲의 온실가스흡수 능력이 부각되고 있는데 이를 최대화될 수 있도록 숲을 가꾸고, 훼손지를 재조림하는 등의 대책이 필요하다.

### ■ 연습문제

1. 고산지대에서 식물의 분포에 가장 큰 영향을 주는 요소는?

- ①초식동물의 분포    ②겨울철 최저기온    ③태양광    ④토양의 성분

해설 : 상록활엽수림이나 온대낙엽수림의 북방한계선과 해발고의 증가에 따른 식물의 분포한계는 겨울철의 최저온도에 의해서 결정된다(교재 132쪽).

2. 생물상이 시간이 지남에 따라 점차 다른 생물상으로 변화하여 궁극적으로 주위 환경과 조화를 이루어 안정상태에 이르는 과정을 의미하는 것은?

- ① 고정과정    ② 천이과정    ③집단화    ④확산

해설 : 한 시점에서의 생물상이 시간이 지남에 따라 점차 다른 생물상으로 변화하여 궁극적으로 주위 환경과 조화를 이룸으로써 생물상의 변화가 거의 없어지는 안정상태로 유도되는 진행과정을 생태천이(生態遷移 ; ecological succession)라고 한다(교재 147쪽).

3. 천이과정이 마무리되어 더 이상 큰 변화가 발생하지 않는 안정된 군집에 해당하는 것은?

- ①천이군집    ②선구군집    ③안정군집    ④극상군집

해설 : 천이의 진행은 마무리되고 생물상은 물리적 환경과 평형상태를 이루며 거의 변화가 없어지는 안정된 군집에 도달하게 되고 이러한 마지막 단계 또는 거의 변화 없이 상당히 오랫동안 지속되는 군집을 극상군집(極相群集 ; climax community)이라 한다(교재 148쪽).

4. 대기오염에 대한 감수성이 예민하여 대기오염의 정도를 측정하는 데 활용할 수 있는 식물을 의미하는 용어는?

- ① 지표식물    ② 극상식물    ③ 선구식물    ④ 저항식물

해설 : 지표식물은 특정 수준의 복합오염에서 여러 가지 생리적 반응을 특징적으로 나타낼 수 있으므로 오염에 대한 위험을 조기에 알 수 있어 유용하게 이용된다(교재 151쪽).

5. 특정 병이나 해충의 피해를 받지 않았음에도 불구하고 숲의 활력이 저하되고 개체의 고사율이 증가하는 현상은?

- ① 숲의 감소현상    ② 숲의 쇠퇴현상    ③ 숲의 피해현상    ④ 숲의 고사현상

해설 : 원인이 특별히 알려지지 않은 채 숲의 나무들의 상태가 나빠지고 나무들이 죽어가는 현상을 산림쇠퇴(山林衰退 ; forest decline)라고 한다(교재 152쪽).

6. 지구온난화를 가져오는 온실가스로서 가장 큰 비중을 차지하는 물질은?

- ① 이산화탄소    ② 일산화탄소    ③ 이산화황    ④ 질소산화물

해설 : 지구온난화(地球溫暖化 ; global warming)현상은 지구의 기온이 화석연료의 연소에 의한 대기중의 이산화탄소 증가로 인해서 올라간다는 이론으로서, 이는 직접적으로 온실효과에 의하여 일어난다(교재 153쪽).

7. 빛의 광도가 증가하여도 더 이상 광합성을 증가하지 않는 지점의 광도를 나타내는 용어는?

- ① 광보상점    ② 광포화점    ③ 광주기    ④ 광한계점

해설 : 광도가 광보상점 이상으로 증가하면 광도가 증가하는 만큼 광합성의 양도 비례하여 증가하나, 어느 지점에 달하면 광도가 증가해도 광합성의 양이 더 이상 증가하지 않는 상태를 광포화점이라고 한다. (교재 130쪽)

8. 토양 입자의 지름에 따른 크기 구분 방법에 해당하지 않는 것은?

- ① 미사    ② 점토    ③ 모래    ④ 자갈

해설 : 토양의 입자는 지름의 크기에 따라서 모래(sand), 미사(微砂, silt), 점토(粘土, clay)로 구분된다. (교재 135쪽)

9. 고산지대의 수목한계선을 결정짓는 가장 중요한 요인은?

- ① 온도    ② 습도    ③ 토양    ④ 위도

해설 : 수목 한계선이란 고도가 높아져 더 이상 큰키나무들이 자라지 못하고, 작은키나무와 풀 종류만 생육하는 지역을 가르는 경계선이다. (교재 131쪽)

10. 같은 종이 서로 다른 환경에서 오랫동안 적응하여 서로 다른 생육형처럼 보이는 경우를 나타내는 용어는?

- ① 우점종    ② 생태형    ③ 생장형    ④ 희귀종

해설 : (교재 140쪽)

정답 1. ② 2. ② 3. ④ 4. ① 5. ② 6. ① 7. ② 8. ④ 9. ① 10. ②

## ■ 심화학습

### 1. 숲의 환경

#### 1) 대기환경

##### ① 태양광선

- 태양에서 방출되는 태양광선은 녹색식물의 광합성에 관여하여 지구 생태계를 유지하는 각종 영양물질 생산의 기본이 된다.
- 온도, 강우, 바람 등의 기후조건에도 직접적으로 영향을 미쳐 식물의 생육과 발달, 적응 및 분포를 결정하는 중요한 환경요인이다.
- 태양광선이 숲에 미치는 영향은 빛의 세 가지 성질, 즉 광질(光質, light quality), 광도(光度, light intensity) 및 광주기(光週期, photo period)로 구분해 볼 수 있다.

##### ② 온도

- 식물은 온도특성에 적응하여 지역에 따라 독특한 식생형을 형성한다.
- 온도는 고산지대의 수목 한계선(樹木限界線, timber line)을 결정짓는 중요한 요인이다.
- 상록활엽수림이나 온대낙엽수림의 북방 한계선과 해발고도의 증가에 따른 식물의 분포 한계는 겨울철의 최저온도에 의해서 결정된다.
- 온도가 식물에 미치는 영향은 광선, 수분, 무기양료 등과 같은 다른 환경요인과 밀접한 상호작용을 통해 연결되어 있다.

##### ③ 수분

- 식물체 내에서 수분은 원형질의 1차 구성요소이다.
- 수분은 산림식생의 생육, 발달, 적응 및 분포를 결정짓는 중요한 환경요인이다.
- 식물은 수분의 부족과 과잉에 적응할 수 있는 내성을 가지고 있다.

### 2) 토양환경

#### ① 토양 층위

- 토양은 화학적 반응과 침전으로 형성되는 토양층(土壤層, soil horizon)으로 구분되며, 토양층의 집합체를 토양층위(土壤層位, soil profile)라고 한다.
- 토양층위는 유기물층인 O층, 표층토인 A층, A층에서부터 부식질, 점토, 철분 등의 성분을 용탈하여 집적해 놓은 집적층인 B층, B층 아래 토양 생성 작용이 거의 없는 모재로 구성되어 있는 모재층인 C층, 그 아래 모암(母岩)인 R층으로 구성된다.

#### ② 토양의 물리적 성질

- 토양의 입자는 지름의 크기에 따라서 모래(sand), 미사(微砂, silt), 점토(粘土, clay)로 구분된다

- 토양은 입자가 작아지는 순서에 따라 사토(sand), 사질양토(sandy loam), 양토(loam), 미사질양토(silty loam), 식양토(clay loam), 식토(clay)로 구분된다.
- 토성은 통기성, 수분 보유 능력, 양분 공급 능력, 배수 정도와 밀접한 관계가 있기 때문에 식물 생육에 직접적인 영향을 준다.

### ③ 토양의 화학적 성질

- 토양의 산도는 토양 중의 수소이온(H<sup>+</sup>) 농도인 pH로 표시한다.
- 일반적으로 숲 토양은 낙엽층이 분해되면서 유기산(organic acid)을 분비하기 때문에 초원 토양이나 농경지 토양보다 pH가 낮은 경향이 있다.
- 일정량의 토양이 가지고 있는 치환성 양이온의 총량을 밀리그램당 양(meq/ 100)으로 표시한 것을 양이온 치환용량(cation exchange capacity)이라고 하는데, 이것은 토양 중의 가용 양분의 양을 측정하는 단위이므로 토양의 비옥도와 관계가 깊다.
- 토양 산도 pH 5.5~6.5를 중성이라고 하고 그 미만인 pH 5.4이하는 산성, pH 6.6 이상은 알칼리성이다.

### ④ 토양생물상

- 토양 미생물의 종류로는 세균(bacteria), 균류(fungi), 방사상균(actinomicete), 조류(algae) 등이 있다.
- 균근(micorrhiza)은 수목의 가는 뿌리와 공생하여 질소 고정 작용을 하므로 척박한 토양에서도 식물이 잘 자랄 수 있도록 도움을 준다.

## 3) 생물적 환경조건

- 생물적 환경조건은 다른 생물체와의 상호 보완관계, 복잡한 연관성과 관련이 있는 조건이다.
- 오늘날 숲 생태계에 가장 큰 영향을 주는 생물은 인간이다.
- 숲에 사는 생물들 간의 상호작용을 살펴보면, 다른 개체를 물리치기 위한 타감작용(他感作用, allerophathy), 기생·공생 등의 작용이 있다.

## 2. 숲의 구조

### 1) 숲의 군집구조

#### ① 식물의 생육형

- 식물종들은 고유의 유전적 구성을 바탕으로 생육환경에 적응하고 발달하여 생겨난 특징적인 모습인 생육형(生育形, growth form, life form)을 가진다.
- 생육형은 목본성과 초본성, 잎의 경우 상록성과 낙엽성, 줄기의 모양, 높이, 잎의 모양 등과 같은 식물의 성격과 모습으로 구분된다.
- 같은 종의 경우에도 서로 다른 환경에 오래 적응하다 보면 생육형이 다르게 보이는 생태형(生態型, ecotype)으로 발달한다.

#### ② 숲의 수직적 구조와 수평적 분포

- 숲은 지표면에서 높이 자란 나무 높이까지 식물들이 하나 이상의 층을 이루고 있는데, 이러한 모습을 수직적 구조(垂直的構造, vertical structure) 또는 층화(層化, stratification)라고 한다.

- 숲이 수직적 구조를 형성하는 이유는 숲을 구성하는 식물들의 생육형이 다양하여 종에 따라서 최대로 자랄 수 있는 식물의 높이가 다르기 때문이다.
- 숲은 환경의 변화에 따라 수종의 구성과 분포가 변화하기 때문에 식물군집을 형성한다.
- 숲의 수평적 분포는 토양의 성질, 수분의 정도, 지형적 위치 등과 같은 입지조건들과 식물종 구성과의 연관관계, 종자의 산포방법과 범위, 식물개체 간 또는 종간의 경쟁, 식물종들이 어울려 살아가는 상관관계 등과 같은 생물학적 조건들이 반영되어 나타난다.

### ③ 종 구성과 종간 상호작용

- 숲의 종 구성(種構成, species composition)은 숲을 분석하는 데 중요한 역할을 한다.
- 토양, 기후, 지형적인 환경조건들과 식물종 상호간의 연관관계에 의해 우점종이 정해진다.
- 비슷한 식생 상관(相觀, physiognomy)을 가진 숲 사이에서도 우점수종이나 구성수종이 다르기 때문에 전혀 별개의 군집속성을 유지하는 경우도 있다.
- 숲을 구성하는 수종별로 밀도·빈도·피도·생체량 등을 조사하여 이를 바탕으로 상대적인 비율을 추정하면 산림군집의 종 구성과 특성, 미래의 천이방향 등을 파악할 수 있다.
- 생물군집에서는 특정한 생물종들 사이에 독특한 형태의 생물학적인 관계가 발견되는데, 이를 종간 상호작용(種間相互作用, species interaction)이라고 한다.
- 숲에서 발생할 수 있는 주요 종간 상호작용은 중립, 경쟁, 기생, 공생, 원시협동, 포식 등으로 구분된다.

### ④ 종 다양성과 생물다양성

- 종 다양성은 구성종들의 풍부도(豐富度, richness)와 균재도(均재度, evenness)의 두 가지 요인에 의해서 결정된다.
- 종의 풍부도는 특정 군집에 생육하는 종의 수를 의미하며, 종의 균재도는 각 종별 개체수의 분포 정도를 의미한다.
- 종간 상호작용이 관여하는 에너지의 흐름, 먹이사슬의 구조, 양분의 순환, 생태지위(niche)의 구성 등은 종 다양성이 높은 숲일수록 복잡하다.
- 숲의 성숙도는 종 다양성과 정비례한다.
- 생물 다양성(biodiversity)은 생물체의 유전적인 구성, 생물종의 수와 종류, 그리고 서식처로서의 생태계와 경관의 다양성을 포괄하는 개념이다.

## 3. 숲의 변화

### ① 숲의 천이

- 암석지, 빙하토, 사구, 호수, 화산의 폭발에 의해서 새로 생긴 섬 등 고등생물상이 존재하지 않던 지역에 하등식물이 이주하여 정착하면서 시작되는 천이를 1차 천이(primary succession)라고 한다.
- 산불, 산림 벌채 후의 방치, 기상재해 등 인위적이거나 자연적인 교란에 의해서 훼손된 식생이 원래 상태의 식생으로 복귀하고자 하는 천이를 2차 천이(secondary succession)라고 한다.
- 물리적 환경과 평형상태를 이루며 거의 변화가 없어지는 안정된 군집을 극상군집(極相群集, climax community)이라 하고, 식생형이 산림일 경우에는 극상림(極相林, climax forest)이라고 한다.
- 초기에 척박한 토양에 들어와 생명을 영위하는 식물들을 선구식물(pioneer species)이라고 부른다.

## ② 환경오염과 숲의 변화

- 이산화황, 이산화질소 및 불화수소와 같이 특정 오염원으로부터 배출되어 생물과 무생물에 직접적인 피해를 끼치는 1차 오염물질(primary pollutants)이라고 한다.
- 오존, PAN(peroxyacetylnitr-ate) 등과 같이 1차 오염물질들이 특정한 환경 내에서 상호 반응함으로써 생성되어 유해한 영향을 끼치는 2차 오염물질(secondary pollutants)이라고 한다.
- 분진(먼지), 황산화물(SOX)과 같은 오염물질은 주로 개발도상국에서 많은 문제가 되므로 후진국형 대기오염물질이라 한다.
- 질소산화물(NOX), 일산화탄소(CO) 및 오존(O3)과 같은 오염물질은 자동차가 많은 선진국에서 큰 문제가 되기 때문에 선진국형 대기오염물질이라고 한다.
- 특정 수준의 복합오염에서 생리적 반응을 특징적으로 나타낼 수 있어 오염에 대한 위험을 조기에 알 수 있는 감수성이 높은 식물을 지표식물(指標植物, indicator plant)이라고 한다.
- 숲에서 나무들이 특정한 병이나 해충의 감염을 받지 않았음에도 불구하고 숲에서 그 활력이 저하되고 개체의 고사율이 증가하는 현상을 산림쇠퇴(forest decline)현상이라고 한다.
- 특정 수목이 죽어 가는데 그 원인이 특정한 병이나 곤충 또는 대기오염이라고 판명된 경우에는 산림 쇠퇴현상이라 하지 않고, 일반적으로 특정 원인에 의하여 피해(damage)를 입었다고 표현한다.

## ③ 지구 온난화 현상과 숲의 역할

- 대기 중에 있는 이산화탄소와 수증기는 적외선이 지구 밖으로 방출되는 것을 막아 지표나 대기의 온도가 상승하게 되는데 이를 온실효과라고 한다.
- 기후변화협약은 이산화탄소, 메탄, 이산화질소 등 인위적인 활동에 의한 온실가스 증가로 발생한 지구 온난화 문제를 해결하고자 1992년에 채택된 다자간 환경협약이다.
- 지구 온난화를 방지하고 지구를 지속 가능하게 유지하기 위해 해야 할 실천방안으로는 세계인구의 안정, 농지와 토양의 보호, 지구면의 재조림(再造林, reforestation), 소비 위주 사회의 지양, 에너지 절약, 재생 가능한 에너지 개발 등의 방법이 있다.

## ■ 용어해설

- 태양광선 : 녹색식물의 광합성 및 지구 생태계 유지하는 각종 영양물질 생산의 근본
- 수목한계선 : 고도가 높아 더 이상 큰키나무들이 자라지 못하고 작은키나무, 풀종류만 생육하는 지역을 가르는 경계선
- 식물의 생육형 : 식물이 환경에 적응하여 발달한 특징적인 모습
- 생물다양성 : 유전자, 종, 서식지, 경관, 생태적 구조와 기능의 다양성을 모두 포괄하는 개념
- 산림천이 : 산림에서 일어나는 천이로 시간의 변화에 따라 한 생물상에서 다른 생물상으로 변화하여 궁극적으로 주위환경과 조화를 이루는 안정된 상태로 가는 진행 과정
- 극상림 : 천이의 마지막 단계로 물리적 환경과 평형상태를 이루는 안정된 군집
- 지구 온난화 : 화석연료의 연소에 의한 대기 중 이산화탄소 증가에 따른 지구의 기온 상승
- 산림쇠퇴 : 특별한 원인 없이 숲의 나무들의 상태가 나빠지고 나무들이 죽어가는 현상