

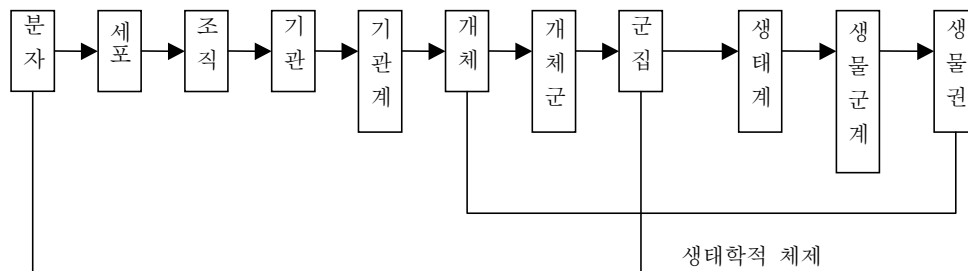
3차시. 생태계의 구조와 기능 I

학습내용

I. 생물학적 체제와 생태학적 체제의 비교

A. 생물학적 체제

- 생물학적 체제는 하위계급이 모여서 상위계급을 이루는 계층구조(또는 계급구조)로 구성
- 생물학적 체제에서 가장 하위계급은 유기물 분자 : 생물의 체성분, 에너지원, DNA, 효소 등으로 이용.
- 세포: 다양한 생명현상이 발현되는 최소의 단위
- 조직: 다세포생물의 경우에는 세포들 중 유사한 종류들끼리 모여서 각각 다른 특성을 지니는 가장 기초적인 기능적 세포군 (예: 상피조직, 근육조직 등)
- 기관: 주기능 조직들과 이를 보조하는 몇몇 조직들로 이루어진 체제
- 기관계: 유사한 기능을 하는 여러 기관이 모인 체제(예: 외피계, 근육계 등)
- 개체: 여러 기관계가 모여 이루어진 하나의 독립된 생명체



엄격한 의미에서의 생물학적 체제

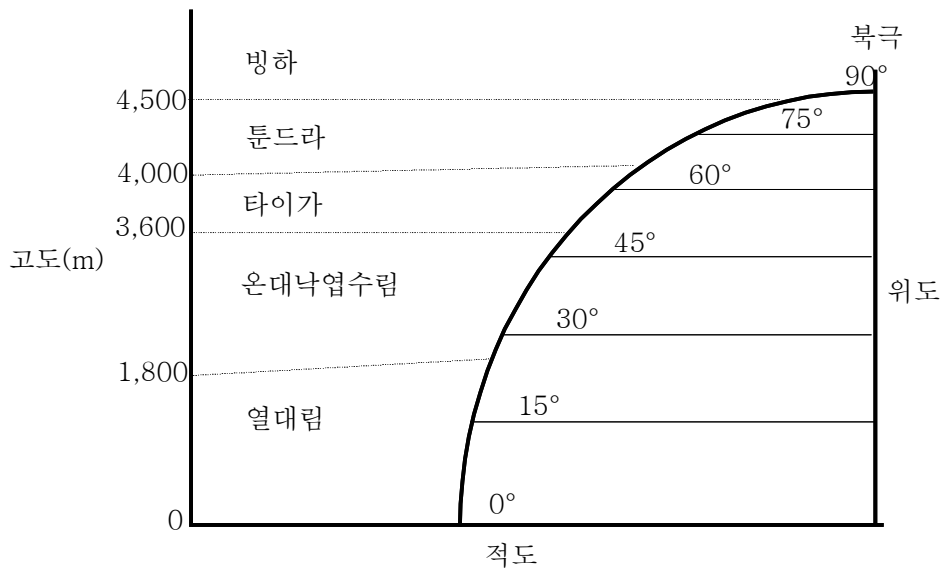
생물학적 체제와 생태학적 체제의 비교

B. 생태학적 체제

: 생태학적 체제에서는 개체이하 수준에서의 체제와는 달리 비생물적 요소 및 다양한 생물종류를 포함하면서 상위 계급이 형성

- 개체(individual): 생태학적 체제의 가장 기본이 되는 단위
- 개체군(population): 개체가 모여서 개체군을 형성
동일종의 집단 + 시간 + 공간
- 군집(community): 하나의 동일한 지역에서 나타나는 여러 개체군을 집합체
주어진 특정 서식지 내에서 에너지의 자급자족이 가능한 최소의 단위
엄밀한 의미에서의 생물학적 체제 최고단계
- 생태계(ecosystem): 군집에 비생물적 요소를 부가.
생물적 요소와 비생물적 요소가 동등한 관점에서 구성요소로 구분
생태계란 특정지역의 생물군집과 그를 둘러싼 비생물적 환경을 포함하는 계

- 생물군계(biome): 전 지구적차원에서 지리적, 기후적 조건에 따라 뚜렷이 차이를 보이는 생태계
- 생물권(biosphere): 생물군계를 구성요소로 하는 통합적인 계로서 지구의 생물생존 영역
지구상의 모든 생물을 포함하는 단위로서 크게 수권, 지권, 기권의 3가지로 구분



위도와 고도에 따른 생물군계의 분포범위

II. 생태계(Ecosystem)

A. 생태계 개념

1. 생태계의 정의

- 어떠한 지역에서 에너지 흐름이 뚜렷한 생물적 구조를 유도할 수 있도록 물리적 환경과 상호작용을 하며, 이와 함께 생물과 비생물들 간에 물질순환이 이루어지는 기능을 지니는 계를 통틀어 생태학적 계(ecological system) 또는 생태계(ecosystem)라 정의. 다시 말해서 생태계란 어떠한 지역의 군집과 물리적 환경 그리고 물질순환 및 에너지 흐름을 포함하는 생태학적 단위를 생태계.

2. 생태계 개념의 발전

• A. G. Tansley(1935)

- 유명한 과학저널인 'Ecology'에 게재한 '식생학적 개념과 용어들의 이용 및 남용'이라는 논문에서 생물적 구성요소와 비생물적 구성요소를 함께 고려하는 용어로서 생태계라는 용어를 최초로 제창
- 생태계는 생물체와 물리적 환경을 하나의 계(system)로 묶는 전체적이고 통합적인 생태학적 개념
- 그의 개념을 좀더 구체적으로 설명하자면 3가지의 주요 논점으로 요약할 수 있음.

① 생태계는 원자에서 우주에 이르는 물리적 계의 체제 중 한 요소

② 생태학의 기본이 되는 계

③ 생물복합체와 물리적 환경의 복합체로 구성된 계

- 이러한 계 또는 생물과 비생물의 복합체에 대한 개념은 이전에도 존재(육상보다는 담수생태학에서 먼저 인식). 실제로 담수생태학자들은 육상생태학자들 보다 먼저 operative system concept에 대하여 주목하고 있었음.

- R. Lindemann(1942)
 - 생태계의 개념이 이론적인 의미가 아닌 실험적인 결과로서 나타난 최초의 논문
 - 생태계를 정량적으로 정의하였고, 그의 역학적인 움직임을 이해하였고 이를 잘 서술
 - 독창적인 접근방법인 영양역학적 방법(trophic dynamic approach)을 이용
 - Tansley의 생태계 개념을 실질적인 개념으로 확장하였으며, 이에 대한 최초의 탄탄한 자료를 제시
- E. Odum(1953)
 - 'Fundamentals of Ecology'에 의해 이러한 생태계의 개념이 학자들만의 제한된 문헌을 넘어 일반적으로 잘 알려짐.
 - 생태계의 개념을 체계적으로 정리하였고 다양한 예를 보여줌으로써 많은 이들이 이 개념을 이해하는 데에 큰 영향
- Evans
 - Science 지에 개제된 단보에서 생태계가 정지한 상태가 아닌 동적인 계라는 점을 설명
 - 생태계를 생태학의 기본 단위로 제시하였고, 이는 개체, 개체군, 또는 생물권 모두에 적용 가능한 계라고 주장
 - 생물학적 체제와 같은 구조적 측면보다는 기능적 측면에서 생태계의 개념을 중시

B. 생태계연구의 접근 방식

- 생태계의 범위와 규모가 다양한 만큼 이에 대한 연구의 접근 방법도 다분화
- 접근 방법에 따라 생태학은 다음의 4가지 전문분야로 구분할 수 있음 → ①개념(관점), ②대상이 되는 생물체의 종류, ③서식지 및 ④적용성

<p>1. 개념 혹은 관점에 따라 분류되는 생태학의 종류</p> <p>경관 생태계 생리 개체군 행동 군집</p> <p>이외의 다른 생태학</p>	<p>2. 대상생물에 의해 분류되는 생태학의 종류</p> <p>식물 동물 미생물 동물성플랑크톤 인간 사슴 나무</p> <p>다양한 그 이외의 생물체들</p>
<p>3. 서식지에 따라 분류되는 생태학의 종류</p> <p>육상 호소 및 유수(담수학) 대양(해양학) 극지방 열대우림 저서 열분화구 도시지역</p> <p>그 외의 다양한 지역들</p>	<p>4. 적용성에 따라 분류되는 생태학의 종류</p> <p>이론적 보전 농업 공공정책 순수 학문적 관리적 복원</p> <p>그 외의 또 다른 응용분야들</p>

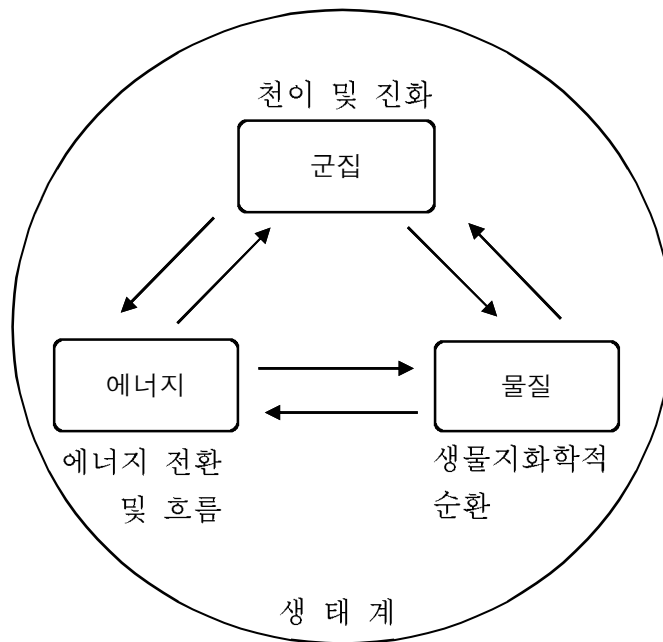
생태계 연구의 접근방법에 따른 생태학의 종류

C. 생태계의 구조적 특성

1. 구조적 요소 3가지의 특성

• 군집

- 첫 번째의 특성은 일정한 지역의 생물군집, 즉 모든 생물적 요소로서, 이들은 생태계의 기능의 주체가 되는 구조적 요소
- 생물학적으로 다양한 기능이 표현되는 최하의 수준이 군집이므로 생태계는 생물학적 최고 단위로서의 생물군집을 반드시 포함.



일반적인 생태계의 3가지 특성 및 과정

• 에너지

- 근본적인 에너지원은 태양
- 생태계 내에서의 에너지 흐름(태양으로부터 유입되는 에너지가 어떠한 경로를 따라 전달되는 지에 대한 부분)은 일반적으로 단방향성의 특징을 나타냄.
- 재활용이 불가능

• 물질

- 에너지와 함께 도는 에너지를 포함한 형태로서 생태계를 구성
- 생태계 내의 물질은 생물의 체성분이나 기타 화학적 화합물 구성에 관여하며, 에너지와 유사하게 생물간의 상호작용, 특히 섭식관계를 기초로 하여 전달.
- 물질들은 토양과 같은 생태계 내부의 비생물적 환경으로부터 식물에 전달되며 다시 생물로부터 환경으로 되돌아감. 즉, 재활용이 가능한 상태로 회귀

2. 구조적 특성에 따른 기능

: 생태계에는 위에 설명한 3가지 구조적 특성의 형성에 관여하는 주요한 과정 또는 기능들이 존재한다.

• 에너지 경로

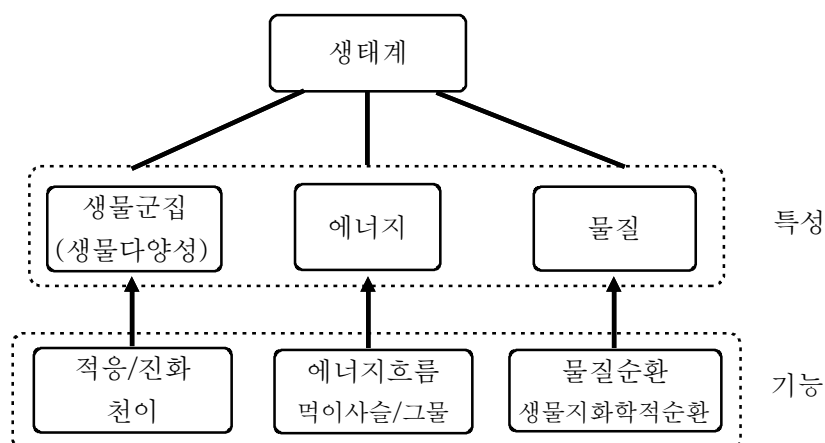
- 태양에서부터 최종소비자 및 분해자에 이르는 에너지의 흐름
- 생물은 에너지의 증감에 따라 다양하게 변화하므로 이러한 것을 포괄하는 에너지의 흐름은 생태계의 중요한 과정
- 먹이사슬 및 그물

• 물질의 순환

- 물질순환 과정에는 토양, 유기물, 무기물 그리고 생물 등 생태계의 모든 구성원이 관여 → 생물지화학환(biogeochemical cycling)

• 적응 및 진화 그리고 생태학적 천이

- 생물만 관여하는 2가지 과정
- 생물이 생태계의 비생물적 환경의 변화에 따라 적절히 자신을 변형하였음을 보여주는 과정 → 적응, 즉 종을 유지하며, 비생물적 환경의 변화에 맞추어 가는 과정
- 적응의 결과 또는 축적으로 다른 종으로 또는 몇 가지의 종으로 나누어 지는 과정 → 진화
- 진화의 과정은 생물의 비생물적 환경에 대한 적응과정을 포함하는 것으로 이 두 과정은 서로 분리하여 생각할 수 없음
- 시간이 경과함에 따라 생물군집을 이루는 구성원 중 식물은 종류나 생활형이 변화하고 결국에는 비교적 안정된 군락을 형성 → 천이
- 식물의 천이가 진행됨에 따라 토양을 비롯한 생태계의 비생물적 환경요인도 함께 변화 → 식물과 비생물적 환경의 변화는 필연적으로 이들을 이용하는 동물을 비롯한 다른 생물집단의 변화를 초래 → 전체적으로는 생태계가 변화



생태계의 구조적 특성과 이에 따른 주요 기능들.

III. 전 지구적 차원의 생태계

A. 생태계 유형의 구분

1. 육상 및 수생태계의 유형

: 생태계는 그것이 포함하는 서식지의 종류에 따라 그리고 에너지의 전달 경로에 따라 몇 가지로 구분

●육상 및 수생태계

- 육상생태계는 대기를 기질로 하는 반면, 수생태계의 기질은 물
- 또는 서식지가 육상인지 또는 수계인지에 따라 육상생태계와 수생태계로 구분
- 육상생태계는 수생태계에 비해 생물의 이동이 자유로우므로 생태계간의 상호작용이 자주 발생하는 복잡한 생태계임. 이러한 특성 때문에 육상생태계는 열린 계(open system)로, 수생태계는 닫힌 계(closed system)로 고려하는 경우도 있음

●육상생태계

- 식생에 따라 삼림생태계, 초원생태계, 그리고 사막생태계 등으로 구분

●수생태계

- 기질이 담수인지 또는 염수인지에 따라 담수생태계와 해양생태계로 구분
- 담수생태계는 유속에 따라 정수생태계와 유수생태계 분류
 - : 정수생태계에는 호수, 소, 연못 등이 포함되며, 유수생태계에는 강, 하천, 계류 등이 포함
- 해양생태계는 육지와와의 거리 그리고 수심에 따라 대양생태계, 연안생태계, 근해생태계, 그리고 기수생태계 등으로 구분

2. 영양생태계의 유형

: 생태계는 에너지와 에너지의 흐름 및 경로에 따라 구분되어질 수도 있음. 이러한 경우, 생태계는 독립영양생태계와 종속영양생태계로 유형이 나누어짐

●독립영양생태계

- 독립영양생태계는 대부분의 자연생태계와 일부 인위적 영향을 받는 생태계를 포함하는 것으로 에너지의 경로가 잘 확립되어 있는 생태계
- 에너지 경로에 따라 에너지 흐름이 원활하게 이루어지므로 태양이 존재하고 돌발적인 사고가 발생하지 않는 한 안정적으로 유지되는 생태계

●종속영양생태계

- 종속영양생태계는 생태계 구성요소 중 일부분 특히 생산자가 부족하거나 결여되어 있어 완전한 에너지의 흐름이 발생하지 않는 생태계
- 일반적으로 외부로부터 에너지의 유입이 필수적

육상생태계의 유형

툰드라의 생태계

한대침엽수림의 생태계

온대낙엽수림의 생태계

초원의 생태계

열대 우림의 생태계

사막의 생태계

담수생태계의 유형

정수생태계 : 호수, 연못 등

유수생태계 : 산간계류, 하천, 강 등

습지 : 습 원과 늪 등

해양생태계의 유형

대양생태계 (심해생태계)

근안생태계

용승류 지역생태계(upwelling ecosystem)

기수생태계 (담수와 염수가 만나는 지역에 형성됨)

B. 하나의 생태계로서의 지구

1. Gaia 가설

: 생태학적 체제에 의하면 좁은 의미에서 생태계가 생물권의 하부계층이지만, 생태계의 개념을 확대하여 생각하면 지구도 하나의 생태계로서 고려할 수 있음. 이러한 생각은 1979년 James Lovelock에 의해 가이아 가설로서 잘 표현됨.

●생물권은 화학적, 물리적 환경을 조절함으로써 우리의 행성을 건강하게 유지하는 능력을 가진 자기 조절적인 실체

●이러한 조절작용은 외부적이고 목표지향적인 하나의 거대한 장치에 의한 것이 아니고 내부적이며 확산적인 것

●많은 피드백 작용과 하부계층에서 나타나는 피드백 작용의 상호 상승효과에 의해 비로소 나타나는 것이라 설명.

지구→ 거대생물

지구상 생물 → 세포

기후, 영양분, 기타환경요인 →기관

인간사회 → 대뇌나 신경

●가설로서만 가치를 인정받을 뿐 명확한 증거를 제시한 사람은 없음

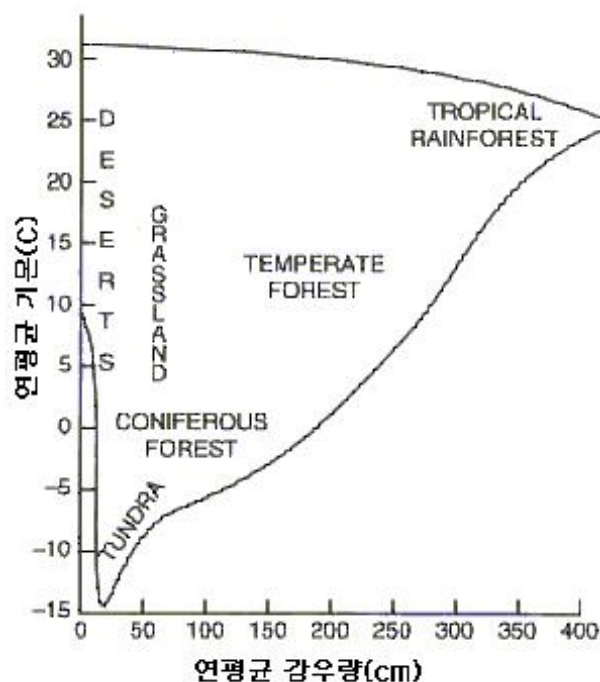
IV. 생물권과 생물군계

A. 생물권(biosphere)

- 지구에서 생물이 살 수 있는 부분으로 해발 고도 9km에서부터 수심 11km까지의 해저를 포함한 지역
- 기권, 수권, 암권으로 구분 됨
- 생물이 주로 살고 있는 범위는 해발고도 6km이하 200m 이내의 해저
⇒ 즉, 지구를 사과에 비유할 때 사과껍질만한 두께
- 에너지(E) 공급원은 태양
생물체를 구성하고, 생물체가 필요로 하는 모든 물질은 대기, 물 그리고 토양으로부터 옴
즉, 생물권 내부로부터의 재순환이 필요 ⇒ ∴ 생물권은 폐쇄계(closed system)

B. 생물군계(biome)

- 생물권을 기후·식생·동물 그리고 토양형에 따라 비교적 넓은 지리적 분포를 보이는 몇 개의 단위로 나눌 수 있다. ⇒ 이러한 단위가 ‘생물군계’
- 생물군계를 유발하는 가장 중요한 요인 ⇒ 강수량 & 온도
- 고도와 위도의 구배에 따른 생물군계의 구별이 가능



1. 툰드라

- 고위도 지역에 위치 지구표면의 1/10의 큰 면적을 차지
- 식물의 생장이 열악한 ‘영구동토대’
∴ 불안정한 생물군계 → 인간간섭으로 쉽게 파괴

2. 타이가

- 위도상으로 툰드라 남쪽지역, 침엽수림(가문비, 전나무)대, 때로는 약간의 낙엽수림(자작, 오리, 사시나무)대를 포함
- 과거 목재산업의 중심지

3. 온대낙엽수림

- 우리나라가 속하는 생물군계
- 기후적으로 인간생활에 최적이므로 인구자 밀집
∴ 자연환경의 파괴를 초래

4. 초원

- 온대나 열대지역 중 강수량이 적은 지역에서 발달
(i.e. 온대초원, 열대초원)
 - ↳ 가뭄 끝에 많은 비가 내리는 우기
 - ↳ 강수량이 연중 비교적 고름

5. 사막

- 강수량이 적거나 증발량이 높은 곳에서 발달
- 건조하고 높은 기온에 적응한 사막 식물이 발달

6. 열대우림

- 적도근처의 대륙과 섬 지역에서 발달
- 거의 일정한 기온과 강수량으로 식물의 생장이 극대화
⇒ ∴ 가장 복잡한 군계를 형성 ⇒ 종다양성이 높음