



생태계의 구조와 기능

★ 핵심 포인트

- ▶ 생태계구성요소 간의 상호작용 ★★★
- ▶ 질소순환 ★★★
- ▶ 식물군집의 유기물 생산과 소비 ★★
- ▶ 생태계에서의 에너지흐름 ★★★

A 생태계의 구조

1. 개체, 개체군, 군집, 생태계의 관계



개체	개체군	군집	★ 생태계
독립된 구조와 기능을 가지고 생명활동을 하는 하나의 생명체	일정한 지역에서 생활하는 같은 종의 개체 무리 — 같은 종이라도 다른 지역에 서식하면 다른 개체군이다.	일정한 지역에 서식하는 여러 개체군의 집단 — 개체군이 모여 있다(집)라는 뜻이다.	군집을 구성하는 각각의 개체군이 다른 개체군 및 비생물환경과 영향을 주고받으며 살아가는 체계

◆ 생태계의 종류

생태계는 연못처럼 좁은 범위에서부터 심해나 사막처럼 넓은 범위에 이르기까지 다양하게 나타난다. 또한 어항, 공원과 같이 사람이 인위적으로 만든 생태계도 있다.

◆ 독립영양생물과 종속영양생물

- 독립영양생물: 스스로 유기물을 합성하므로 영양 과정이 독립되어 있는 생물이다.
- 종속영양생물: 스스로 유기물을 합성하지 못하고 다른 생물을 통해 유기물을 얻으므로 영양 과정이 다른 생물에게 종속되어 있는 생물이다.

◆ 조류(algae)

물속에서 생활하는 원생생물로, 엽록체가 있어 광합성을 하며 미역, 김, 다시마 등이 이에 해당한다.

알기해

생물요소

유기물을 중심으로 구분한다.

- 생산자: 유기물 합성
- 소비자: 유기물 섭취
- 분해자: 유기물 분해

2. 생태계의 구성요소 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성된다.

(1) 생물요소: 생태계 내에서 살아가는 모든 생물로, 그 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분한다.

구분	정의 및 특성	예
생산자	빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물 → 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 광합성을 한다. — ★ 독립영양생물	식물, ★ 조류
소비자	스스로 양분을 합성하지 못해 다른 생물을 먹어서 유기물을 얻는 생물 → 먹이사슬에서 차지하는 위치에 따라 1차, 2차, 3차 소비자 등으로 구분된다. — ★ 종속영양생물	┌ 1차 소비자 초식동물(사슴, 토끼, 코끼리 등), 육식동물(여우, 사자 등) └ 2차, 3차 소비자 등
분해자	생산자나 소비자의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하는 생물 → 유기물을 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻고, 분해한 무기물을 비생물환경으로 돌려보낸다. — ★ 종속영양생물	버섯, 세균, 곰팡이

(2) 비생물요소: 생물을 둘러싸고 있는 모든 비생물환경으로, 빛, 공기, 물, 온도, 토양, 무기염류 등이 있다. → 생물에게 필요한 물질과 에너지를 공급하고, 생활 터전을 제공한다.

3. 생태계구성요소 간의 상호작용 생물요소와 비생물요소는 서로 영향을 주고받는다. — 원자핵 배법 특강 / 70쪽

생물요소와 비생물요소의 상호작용으로 물질의 순환과 에너지의 흐름이 끊임없이 일어난다.

★ 생태계구성요소 간의 상호작용

대표 자료 1 / 77쪽



- 비생물요소가 생물요소에 영향을 준다.
예 • 느티나무가 햇빛을 받아 광합성을 한다.
• 빛의 세기에 따라 식물 잎의 두께가 다르다.
- 생물요소가 비생물요소에 영향을 준다.
예 • 식물의 낙엽이 쌓이면 토양이 비옥해진다.
• 지렁이가 흙 속을 파헤치며 이동하면 토양의 통기성이 높아진다.
- 생물요소가 서로 영향을 주고받는다.
예 • 붉은여우가 멧돼지를 잡아먹는다.
• 늑대의 개체 수가 증가하면 사슴의 개체 수가 감소한다.

개념 확인 문제



정답천해 28쪽

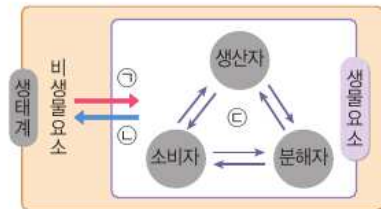
핵심 체크

- 일정한 지역에서 생활하는 같은 종의 개체 무리를 (가) 이라고 하며, 여러 종류의 개체군이 모여 살아가는 집단을 (나) 이라고 한다.
- 생태계의 구성요소
 - 생물요소: (다), 소비자, 분해자
 - (라): 빛, 공기, 물, 온도, 토양 등
 → 생물요소와 비생물요소 사이에 다양한 상호작용이 일어난다.

1 생태계에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하십시오.

- 군집을 구성하는 개체군이 다른 개체군 및 비생물환경과 영향을 주고받으며 살아가는 체계이다. — ()
- 식물과 조류는 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물이다. — ()
- 소비자는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하며 살아간다. — ()
- 분해자는 유기물을 무기물로 분해하여 비생물환경으로 돌려보낸다. — ()
- 생산자와 소비자는 역할이 다르므로 서로 영향을 주고받지 않는다. — ()
- 빛, 공기, 물, 온도, 토양 등은 생물을 둘러싸고 있는 비생물요소이다. — ()
- 생물요소와 비생물요소가 상호작용하지 않을 때 생태계가 잘 유지된다. — ()

2 그림은 생태계구성요소 사이의 관계를 나타낸 것이다.



각 예시에 해당하는 관계를 ㉠~㉤에서 골라 기호를 쓰시오.

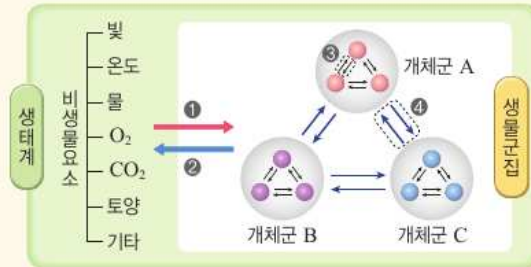
- 고라니는 풀을 먹고 살아간다.
- 느티나무가 햇빛을 받아 광합성을 한다.
- 지렁이에 의해 토양의 통기성이 높아진다.
- 식물의 낙엽이 쌓여 분해되면 토양이 비옥해진다.
- 늑대의 개체 수가 증가하면 늑대의 먹이가 되는 사슴의 개체 수가 감소한다.
- 한 식물에서 강한 빛을 받는 잎은 약한 빛을 받는 잎보다 잎의 조직이 발달하여 두껍다.

완자쌤

비법 특강

생태계구성요소의 상호작용

생태계를 이루는 생물요소와 비생물요소 사이에는 다양한 상호작용이 일어나며, 이러한 상호작용으로 생태계가 유지됩니다. 생태계구성요소 사이에 일어나는 상호작용에는 어떠한 예가 있는지 알아볼까요?



같은 종의 개체들이 모여 개체군을 이루고, 개체군들이 모여 군집을 형성해요. 이때 각 개체군은 동일한 종으로 구성되지만, A, B, C와 같이 서로 다른 개체군은 각기 다른 종으로 이루어져 있습니다.

① 비생물 요소가 생물요소에 영향을 주는 예	빛	- 한 식물에서 강한 빛을 받는 잎은 율타리조직이 발달하여 두껍고, 약한 빛을 받는 잎은 빛을 효율적으로 흡수하기 위해 넓고 얇다. — 잎이 넓고 얇으면 잎이 받는 빛의 양과 빛 투과율이 높다. - 바다 얕은 곳에는 광합성에 적색광을 주로 이용하는 녹조류가 많이 분포하고, 바다 깊은 곳에는 광합성에 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 많이 분포한다. — 적색광은 파장이 길어 바다 얕은 곳까지만 투과하지만, 청색광은 파장이 짧아 바다 깊은 곳까지 투과한다. - 일조량이 식물의 광합성량에 영향을 미친다. - 빛의 세기가 소나무의 성장에 영향을 미친다. - 꼬꼬리와 닭은 일조 시간이 길어지는 봄에 알을 낳고, 송어나 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.
	온도	- 온대 지방에 주로 서식하는 활엽수는 가을이 되어 온도가 내려가면 단풍이 들고 낙엽이 진다. - 추운 지방에 사는 포유류는 몸의 말단부가 작고, 몸집이 크다. — 열 방출량을 줄여 체온을 유지하는 데 유리하다. - 저위도에서 고위도로 갈수록 열대우림 → 낙엽수림 → 침엽수림 → 툰드라 순으로 분포한다. — 위도에 따른 기온과 강수량의 차이 때문이다. - 개구리와 뱀은 겨울이 되어 온도가 낮아지면 겨울잠을 잔다. - 수온은 돌말 개체군의 크기에 영향을 미친다.
	물	- 물이 부족한 곳에 사는 건생식물은 뿌리와 저수 조직이 발달해 있다. — 물을 잘 흡수하고 저장하기 위함이다. - 물에 사는 부레옥잠은 잎자루에 공기주머니가 발달해 있다. - 강수량이 줄어들면 옥수수의 성장이 저해된다.
	공기	- 공기가 희박한 고산 지대에 사는 사람들은 평지에 사는 사람들에 비해 혈액 속 적혈구의 수가 많다. - 공기 중의 산소는 고라니, 민들레 등과 같은 생물의 호흡에 이용된다. - 대기 오염의 정도에 따라 지의류의 분포가 달라진다.
	토양	토양은 수많은 생물이 살아가는 서식지가 되며, 토양의 무기염류, 공기, 수분 등은 생물의 생활에 영향을 미친다.
② 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 예		- 숲이 무거질수록 지표면에 도달하는 빛의 양이 적어지며, 토양 수분의 증발량이 감소한다. - 질소고정세균에 의해 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이 증가한다. - 지의류에 의해 암석의 풍화가 촉진되어 토양이 형성된다. - 버섯과 세균이 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하면 토양 속 무기물의 양이 증가한다.
생물요소끼리 영향을 주고받는 예	③ 개체군 내 상호작용	- 같은 종의 기러기가 무리를 지어 이동할 때 리더를 따라 이동한다. - 개체군 내에서 각 개체가 일정한 영역을 차지하며 살아간다.
	④ 개체군 간 상호작용	- 생태적 지위가 중복되는 여러 종의 새가 서식지를 나누어 산다. - 스라소니가 눈신트끼를 잡아먹는다.

88쪽에 제시된 개체군 내 상호작용의 예는 모두 '③ 개체군 내 상호작용'에 해당해요.

100쪽~102쪽에 제시된 군집 내 상호작용의 예는 모두 '④ 개체군 간 상호작용'에 해당해요.

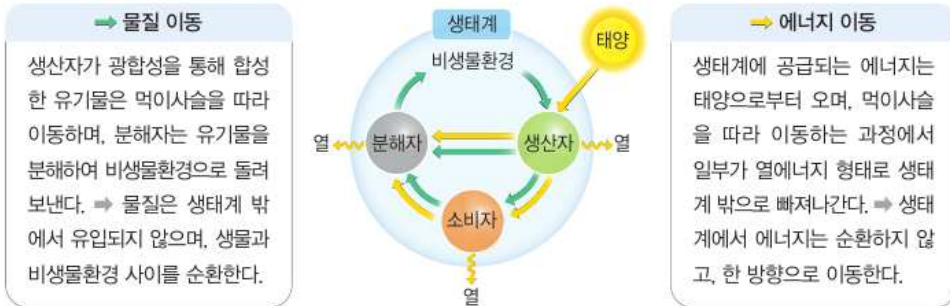
Q1. 기온이 나뭇잎의 색 변화에 영향을 미치는 것은 ㉠()가 ㉡()에 영향을 주는 예에 해당한다.

Q2. 나무가 광합성을 하면 공기 중의 산소 농도가 높아지는 것은 ㉠()가 ㉡()에 영향을 주는 예에 해당한다.

B 물질순환과 에너지흐름

1. 생태계에서 물질과 에너지의 이동 생태계에서 물질은 순환하지만, 에너지는 순환하지 않는다.

| 생태계에서 물질과 에너지의 이동 |



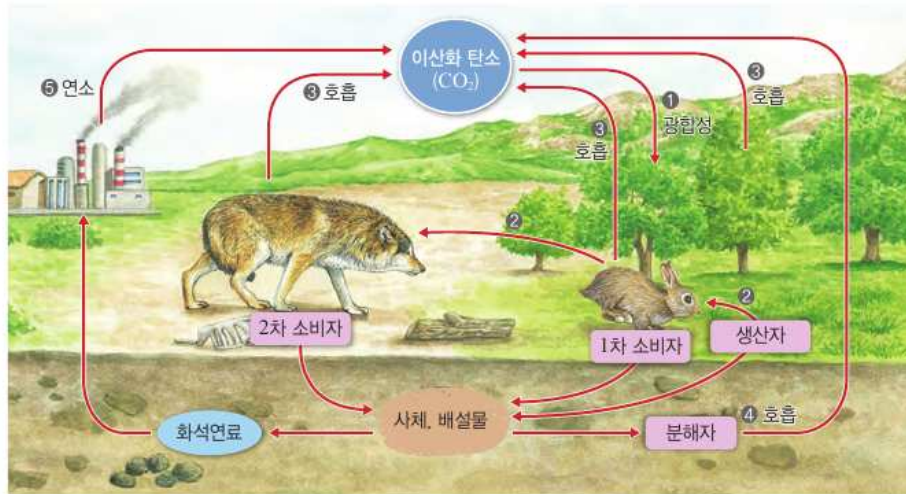
2. 물질순환 생명체의 구성 원소 중 탄소(C)와 질소(N)는 비생물환경에서 생물로 유입된 후 먹이사슬을 따라 이동하다가 비생물환경으로 돌아가 생물과 비생물환경 사이를 순환한다.

- (1) **탄소순환**: 탄소는 주로 이산화 탄소(CO_2) 형태로 대기 중에 존재하거나 탄산수소 이온(HCO_3^-) 형태로 물에 녹아 있다. 이산화 탄소는 생산자에 흡수된 후 광합성에 이용되어 포도당과 같은 유기물로 전환되고, 유기물은 생산자, 소비자, 분해자의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기 또는 물속으로 돌아간다.

생물체 내에서 생성되거나 이용되는 탄소 화합물

대표 자료 2 / 78쪽

| 탄소순환 과정 |



- 대기 중의 이산화 탄소는 생산자의 광합성을 통해 포도당으로 합성된 후 다양한 형태의 유기물로 전환되어 생산자의 체내에 저장되거나 호흡에 이용된다.
- 생산자에 저장된 유기물은 먹이사슬을 따라 이동하면서 소비자의 체내에 저장되거나 호흡에 이용된다.
- 유기물 중 일부는 생산자와 소비자의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기 또는 물속으로 돌아간다.
- 생물의 사체나 배설물, 낙엽에 포함된 유기물은 분해자의 호흡을 통해 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기 또는 물속으로 돌아간다.
- 생물의 사체 중 분해되지 않은 일부 유기물은 땅속, 호수, 해저 등에 오랜 기간 퇴적되어 석유, 석탄과 같은 화석연료로 변화되고, 화석연료가 연소되면서 이산화 탄소 형태로 다시 대기로 돌아간다. ⇒ 이 과정이 과도하게 일어나면 대기 중 이산화 탄소의 평균 농도가 높아지고, 이로 인해 온실효과가 유발되어 지구 온난화가 심해진다.

궁금해

분해자가 없다면 생태계에 어떤 일이 일어날까?

생태계에서 분해자가 사라지면 생물의 사체나 배설물이 분해되지 않아 물질순환과 에너지흐름이 멈추게 된다. 그 결과 사체와 배설물이 쌓이고 광합성에 필요한 무기양분을 얻기 어려워져 생산자의 유기물 생산량이 줄어든다. 결국 생산자와 소비자는 물질과 에너지를 얻지 못해 생태계의 모든 생물요소가 사라질 수 있다. 이처럼 생태계 구성요소 중 어느 하나라도 없어진다면 생태계유지가 어려우므로, 모든 구성요소는 생태계유지에 중요하다.

◆ 탄소의 존재 형태

- 기관: 이산화 탄소
- 수관: 탄산수소 이온
- 지관: 석회암(탄산염), 화석연료
- 생물관: 탄수화물, 단백질 등의 유기물 형태

◆ 온실효과

지구의 대기가 태양 복사 에너지는 대부분 통과시키고 지표에서 방출되는 지구 복사 에너지는 흡수했다가 일부를 지표로 재복사하면서 지표의 온도가 높게 유지되는 현상이다.

◆ 지구 온난화

온실효과를 일으키는 온실 기체(이산화 탄소, 수증기, 메테인 등)의 농도 증가로 온실효과가 심해져 지구의 평균 기온이 상승하는 현상이다. 지구 온난화로 지구 전체의 기후가 변하면 생물의 서식지가 변하거나 파괴되고 생물이 멸종하는 등 많은 피해가 발생한다.

* 대기 중 이산화 탄소 농도 증가가 해양 생태계에 미치는 영향

대기 중 이산화 탄소 농도가 높아지면 바닷물이 산성화되어 바다 달팽이의 석회질 껍데기가 녹고, 개체 수가 감소한다. 해양 생태계의 중요한 먹이 자원인 바다달팽이의 감소는 먹이사슬을 따라 연쇄적으로 영향을 미쳐 해양 생태계의 다양성과 안정성에 심각한 영향을 미친다.

◆ 질소고정 작용

질소고정세균에 의해 대기 중의 질소(N_2)가 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환되는 과정

◆ 뿌리혹세균

콩과식물의 뿌리에 뿌리혹을 만들어 식물과 공생하면서 대기 중의 질소(N_2)를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정한다. 뿌리혹세균은 콩과식물에게 질소 화합물을 제공하고, 콩과식물로부터 서식지와 양분을 공급받는다.



콩과식물의 뿌리혹

◆ 공중 방전에 의한 질소고정

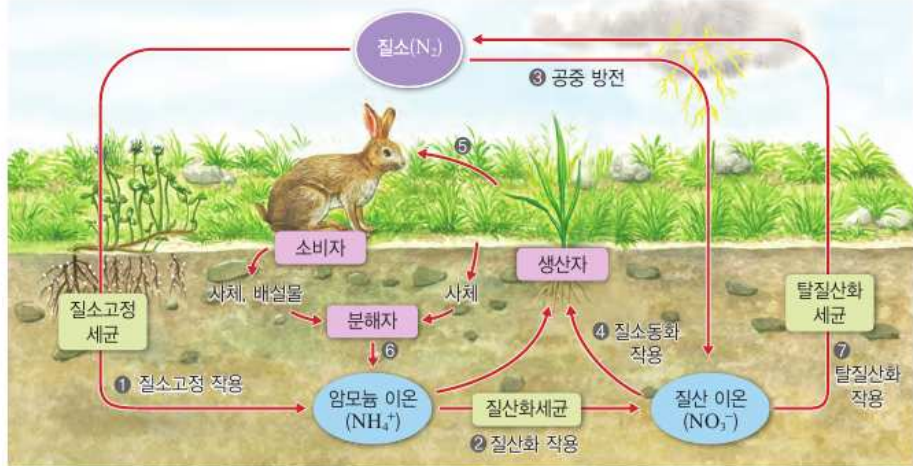
번개가 쳐서 공중 방전이 일어나면 공기가 순간적으로 고온이 되면서 대기 중의 질소와 산소가 결합하여 질산 이온(NO_3^-)이 된다.

공기 중에서 전기가 흘러가는 현상

(2) 질소순환: 질소 기체(N_2)는 대기 중에 풍부하지만 매우 안정하여 대부분의 생물은 이를 직접 이용할 수 없으며, 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-) 형태로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다. 식물이 합성한 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달되며, 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물은 분해자에 의해 분해되어 다시 이용되거나 질소 기체(N_2)로 환원되어 대기 중으로 돌아간다.

★ 질소순환 과정

대표 자료 3 / 79쪽

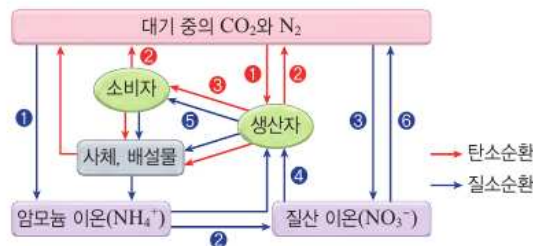


- ◆ 질소고정 작용: 대기 중의 질소(N_2)는 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균 등과 같은 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환된다.
- ◆ 질산화 작용: 암모늄 이온(NH_4^+)은 질산화세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
- ◆ 공중 방전: 번개에 의해 공중 방전이 일어나면 대기 중 질소(N_2)의 일부는 고온에서 산소와 결합하여 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
- ◆ 질소동화 작용: 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)은 식물의 뿌리를 통해 흡수되어 식물을 구성하는 단백질이나 핵산과 같은 질소 화합물의 합성에 쓰인다.
- ◆ 식물체에 포함된 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자로 이동한다.
- ◆ 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해된 후 토양으로 돌아가 식물이 다시 이용하거나, 질산화세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되어 식물이 이용한다.
- ◆ 탈질산화 작용: 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부는 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N_2)로 환원되어 대기 중으로 돌아간다.



탄소순환과 질소순환을 정리해 보아요.

- 광합성: $CO_2 \rightarrow$ 유기물
- 호흡: 유기물 $\rightarrow CO_2$
- 먹이사슬을 통한 유기물 형태의 탄소 이동



- ◆ 질소고정 작용: $N_2 \rightarrow NH_4^+$
- ◆ 질산화 작용: $NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$
- ◆ 공중 방전: $N_2 \rightarrow NO_3^-$
- ◆ 질소동화 작용: $NH_4^+, NO_3^- \rightarrow$ 식물에 흡수되어 질소 화합물 합성
- ◆ 먹이사슬을 통한 유기물 형태의 질소 이동
- ◆ 탈질산화 작용: $NO_3^- \rightarrow N_2$

질소고정 작용

질소(N_2) $\xrightarrow{\text{질소고정세균}}$ 암모늄 이온(NH_4^+)

질산화 작용

암모늄 이온(NH_4^+) $\xrightarrow{\text{질산화세균}}$ 질산 이온(NO_3^-)

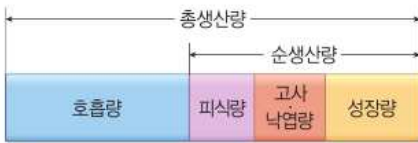
탈질산화 작용

질산 이온(NO_3^-) $\xrightarrow{\text{탈질산화세균}}$ 질소(N_2)

3. **식물군집(숲)에서의 유기물 생산과 소비** 생태계의 모든 생물은 생산자가 생산하는 유기물을 이용하므로 생산자가 충분한 양의 유기물을 생산하는 것은 생태계유지에 중요하다.

총생산량	생산자가 일정 기간 동안 광합성으로 생산한 유기물의 총량 ↳ 생산자가 화학 에너지로 전환한 태양 에너지의 양
호흡량	생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양
순생산량	총생산량 중 생산자의 호흡량을 뺀 나머지 유기물의 양 ↳ 생태계에서 소비자나 분해자가 사용할 수 있는 화학 에너지의 양
피식량	초식동물에게 먹히는 유기물의 양
고사·낙엽량	말라 죽거나 낙엽으로 떨어진 유기물의 양
성장량	순생산량 중 피식량과 고사·낙엽량을 제외한 나머지로, 식물의 성장에 사용되거나 식물체에 저장되는 유기물의 양

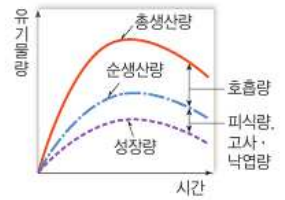
비상, 미래엔 교과서에 나오요.



식물군집에서의 물질 생산량과 소비량

- 총생산량 = 호흡량 + 순생산량
- 순생산량 = 총생산량 - 호흡량
= 피식량 + 고사·낙엽량 + 성장량
- 성장량 = 순생산량 - (피식량 + 고사·낙엽량)

◆ 총생산량, 순생산량, 성장량의 관계



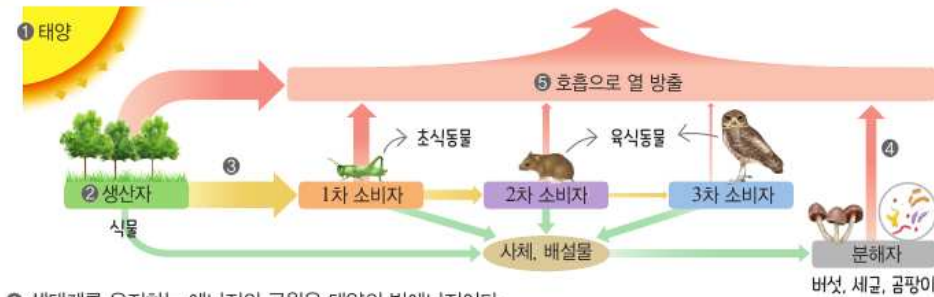
※ 소비자의 유기물량

소비자는 생산자나 다른 소비자에게서 받은 유기물 중 일부를 호흡에 이용하거나 몸을 구성하는 데 이용한다.

4. **에너지흐름** 물질과 함께 이동한 에너지는 순환하지 않고 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나가므로, 생태계가 유지하려면 끊임없이 태양으로부터 에너지가 공급되어야 한다.

(1) **생태계에서의 에너지흐름**: 태양으로부터 오는 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물에 저장되고 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한다. 이 과정에서 에너지의 일부는 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다.

생태계에서의 에너지흐름



- 1 생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.
- 2 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물 속 화학 에너지로 전환된다.
- 3 유기물의 화학 에너지는 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동하며, 각 영양단계마다 에너지의 일부는 호흡을 통해 생물의 생명활동에 이용되거나 열에너지로 전환되어 외부로 방출된다.
- 4 생물의 사체와 배설물에 포함된 에너지도 분해자의 호흡을 통해 열에너지로 전환되어 외부로 방출된다.
- 5 열에너지 형태로 생태계 밖으로 방출된 에너지는 생물이 이용할 수 없다.

(2) **에너지효율**: 생태계에서 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이동하는 에너지의 비율이다.

$$\text{에너지효율(\%)} = \frac{\text{현 영양단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

암기해

- 생태계를 유지하는 에너지의 근원: 태양의 빛에너지
- 에너지 전환: 빛에너지 → 화학 에너지 → 열에너지
- 에너지흐름: 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로만 흐른다.

◆ 영양단계에 따른 에너지양

먹이사슬을 따라 에너지가 이동하는 과정에서 하위 영양단계의 생물이 이용하고 남은 에너지가 다음 영양단계로 전달되므로 상위 영양단계로 갈수록 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 점점 줄어든다. 따라서 먹이사슬의 영양단계는 4단계~5단계로 제한된다.

◆ 에너지효율

에너지효율은 생태계의 종류와 생물종에 따라 다르게 나타나며, 생태계에 따라 5%~20% 범위에 있다.

탐구 자료창

★ 생태계에서의 에너지흐름

대표 자료 / 80쪽

그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 에너지 흐름을 상대적 수치로 나타낸 것이다.



1. 에너지 전환: 빛에너지 → 광합성 → 화학 에너지 → 호흡 → 열에너지
2. 에너지흐름: 태양의 빛에너지는 생물요소를 거쳐 비생물요소로 한 방향으로만 흐른다.
⇒ 생태계가 유지되기 위해서는 태양으로부터 빛에너지가 계속 유입되어야 한다.

3. 에너지양(kcal/m²·yr)

(가)	(나)	(다)
6 + 15 = 21	383 - (46 + 21) = 316	20810 - (5465 + 11977) = 1095 + 383 + 1890 = 3368

- 생태계로 유입되는 에너지량과 생태계 밖으로 방출되는 에너지량은 같다. ⇒ 생태계에서 에너지의 형태는 변하지만 에너지의 총합은 일정하다(에너지보존법칙).
- 상위 영양단계로 갈수록 각 영양단계의 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 점점 줄어든다. ⇒ 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계가 받은 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 이동하기 때문이다.

4. 에너지효율(%)

1차 소비자	2차 소비자	3차 소비자
$\frac{3368}{20810} \times 100 = 16.18$	$\frac{383}{3368} \times 100 = 11.37$	$\frac{21}{383} \times 100 = 5.48$

◆ 생체량

현재 생물군집이 가지고 있는 유기물의 총량으로, 생체량이라고도 한다.

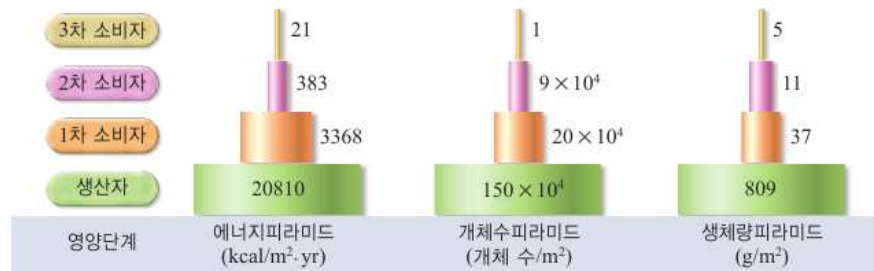
공금해

모든 생태계의 생태피라미드에서 개체 수, 생체량, 에너지량은 항상 피라미드 형태일까?

생태계의 종류에 따라 생태피라미드의 형태는 다양하게 나타난다. 삼림 생태계는 생산자의 생체량은 많지만 개체 수가 적어 개체수피라미드가 역피라미드 형태로 나타나기도 하며, 해양 생태계는 주요 생산자인 식물플랑크톤의 생산량은 많지만 생체량이 적어 생체량피라미드가 역피라미드 형태로 나타나기도 한다. 하지만 상위 영양단계로 갈수록 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 줄어들므로, 에너지피라미드는 항상 피라미드 형태로 나타난다.

C 생태피라미드와 생태계평형

1. 생태피라미드 생태계에서 하위 영양단계부터 상위 영양단계까지 각 영양단계의 에너지량, 개체 수, 생체량을 차례로 쌓아 올린 것 ⇒ 안정된 생태계에서는 일반적으로 상위 영양단계로 갈수록 에너지량, 개체 수, 생체량이 줄어들어 피라미드 모양을 나타낸다.



④ 생태피라미드

2. 생태계평형

- (1) 생태계평형: 생태계구성요소가 유기적으로 상호작용하여 생물군집의 구성이나 개체 수, 물질의 양, 에너지흐름이 안정된 상태를 유지하는 것이다.
- (2) 생태계평형 유지
 - ① 생물종이 다양하고 복잡한 먹이그물을 형성할수록 생태계평형이 잘 유지된다.
 - ② 생태계구성요소들이 제 기능을 할 때 생태계평형이 안정적으로 유지된다. ⇒ 생태계평형을 이룬 생태계에서는 생산자의 물질 생산 및 소비자와 분해자의 물질 소비가 균형을 이루어 물질순환이 안정적이며, 먹이사슬에 따른 에너지흐름도 원활하게 이루어진다.

(3) 생태계평형이 유지되는 원리: 안정된 생태계는 생태계평형이 일시적으로 깨지더라도 시간이 지나면 먹이사슬을 통해 평형을 회복한다.

생태계평형이 회복되는 과정



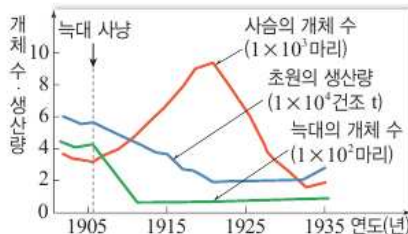
- 어떤 지역에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가한다.
- 1차 소비자의 먹이인 생산자의 개체 수는 감소하고, 천적인 2차 소비자의 개체 수는 증가한다.
- 먹이 감소와 천적 증가로 1차 소비자의 개체 수가 처음과 유사한 상태로 감소한다.
- 생산자의 개체 수는 증가하고, 2차 소비자의 개체 수는 감소하여 생태계는 다시 평형 상태를 회복한다.

(4) 생태계평형의 파괴 요인: 생태계가 평형을 유지하는 능력에는 한계가 있으므로 한계를 넘는 요인이 작용하면 생태계평형이 깨질 수 있으며, 이는 생태계파괴로 이어질 수 있다.

- 자연재해: 산불, 홍수, 가뭄, 산사태 등의 자연재해에 의해 생태계평형이 깨질 수 있다.
- 사람의 활동: 사람에 의한 외래생물의 유입, 인위적인 개발에 의한 생물의 서식지 파괴, 화석연료의 과다 사용 및 환경오염, 기후 변화 등에 의해 생태계평형이 깨질 수 있다.

사람이 간섭하여 인위적으로 생태계가 파괴된 경우

미국 정부는 그랜드캐니언 북쪽의 카이바브고원에 사는 사슴을 보호하기 위해 1906년부터 30년 동안 사슴의 천적인 늑대의 사냥을 허가하였다. 그림은 사냥이 허가된 이후 사슴과 늑대의 개체 수와 초원의 생산량 변화를 나타낸 것이다.



- 카이바브고원의 먹이사슬: 풀(생산자) → 사슴(1차 소비자) → 늑대(2차 소비자)
- 늑대 사냥이 허가된 직후의 변화: 늑대의 개체 수가 감소하여 사슴의 개체 수가 급격히 증가하였으며, 이로 인해 초원의 생산량이 감소하였다.
- 1920년대 초반 이후의 변화: 초원의 생산량 감소로 먹이가 부족해진 사슴의 개체 수가 급격히 감소하였다.

먹이사슬을 통한 생태계평형 회복

생태계평형은 생물들 사이의 먹고 먹히는 관계로 유지되며, 한 영양 단계의 개체 수가 증가하거나 감소하면 이 영양단계와 먹이 관계에 있는 다른 영양단계도 이에 따라 변해 평형을 회복하게 된다.

외래생물이 생태계에 미치는 영향

외래생물은 그 지역에 살지 않던 생물이 다른 지역에서 유입된 것이다. 새로운 서식지에 천적이나 경쟁 상대가 없으면 개체 수가 급격히 늘어날 수 있으며, 이로 인해 고유종이 감소하고 먹이사슬이 변하면서 생태계평형이 깨질 수 있다.

초원의 생산량

초원의 생산자가 일정 기간 동안 광합성으로 생산한 유기물의 총량

탐구 자료창

외부 환경 변화가 생태계평형에 미치는 영향

표는 사람의 활동으로 개체 수가 급격히 줄어든 생물종의 개체 수 감소 원인과 그로 인해 생태계에 미친 영향을 나타낸 것이다.

생물	개체 수 감소 원인	생태계에 미친 영향
해조류	지구 온난화로 제주도 바다의 수온이 빠르게 상승하고 있으며, 이로 인해 제주도 바다에 서식하는 모자반, 감태 등의 해조류 개체군은 높아진 수온에 적응하지 못해 줄어들거나 사라지고 있다.	해조류는 다양한 해양동물이 몸을 숨기거나 알을 낳는 장소로 이용되는데, 해조류가 사라지면 해조류의 도움을 받으며 살아가는 해양 생물도 사라지거나 개체 수가 줄어들게 된다.
대왕고래	남극해의 산성화와 무분별한 남획으로 대왕고래의 주요 먹이인 크릴새우가 감소하고 있으며, 선박과의 충돌, 해양 쓰레기, 각종 연구를 위한 초음파 등은 대왕고래의 생존과 번식을 위협하고 있다.	대왕고래는 표층부터 심해까지 물질을 순환시켜 식물플랑크톤의 광합성을 돕는데, 대왕고래가 사라지면 양분 이동이 줄어 광합성량이 감소하고 이로 인해 해양 생태계의 평형이 깨질 수 있다.
해달	밀렵으로 해달의 개체 수가 급격히 줄었으며, 지구 온난화 및 폐플라스틱, 유류 오염 등으로 인한 수질오염도 해달의 개체 수 감소의 원인이 되고 있다.	해달이 사라지면 먹이인 성게의 개체 수가 늘고 성게의 먹이인 해조류가 줄어든다. 이로 인해 바다의 탄소 저장 능력이 약화되어 기후 변화가 심해지고, 바다 사막화가 진행되어 생태계평형이 깨질 수 있다.

⇒ 사람의 활동으로 인위적으로 생태계가 파괴된 경우에는 자연재해에 의한 파괴보다 피해가 심각하여 생태계평형을 회복하는 데 오랜 시간이 걸리거나 회복하지 못할 수도 있다. 따라서 생태계를 보전하려는 노력이 필요하다.

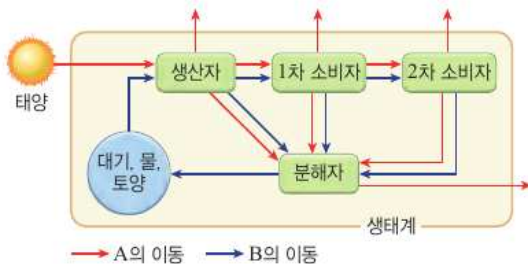
개념 확인 문제



핵심 체크

- 생태계에서의 물질순환: 물질은 생태계 밖에서 유입되지 않으며, 생물과 비생물환경 사이를 (①)한다.
- 탄소순환: 대기 중의 (②)는 생산자의 광합성에 이용되어 유기물로 전환되고, 유기물은 생산자, 소비자, 분해자의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기 또는 물속으로 돌아간다.
- 질소순환: 질소 기체(N_2)는 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-) 형태로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다. 식물이 합성한 질소 화합물은 (③)을 따라 소비자에게 전달되며, 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물은 (④)에 의해 분해되어 다시 이용되거나 질소 기체로 환원되어 대기 중으로 돌아간다.
- 생태계에서의 에너지흐름: 에너지는 순환하지 않고 (⑤) 형태로 생태계 밖으로 빠져나가므로 생태계가 유지되기 위해서는 끊임없이 (⑥)의 빛에너지가 공급되어야 한다.
- (⑦) : 생태계에서 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이동하는 에너지의 비율이다.
- (⑧) : 생태계에서 하위 영양단계부터 상위 영양단계까지 에너지양, 개체 수, 생체량을 차례로 쌓아올린 것이다.
- (⑨) : 생태계구성요소가 유기적으로 상호작용하여 생물군집의 구성이나 개체 수 등이 안정된 상태를 유지하는 것이다.

1 그림은 생태계에서 일어나는 물질과 에너지의 이동을 나타낸 것이다. A와 B는 물질과 에너지를 순서 없이 나타낸 것이다.

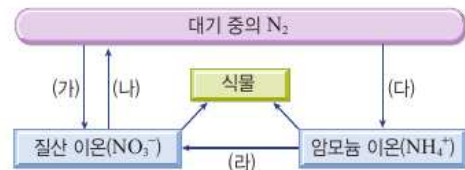


A와 B는 각각 무엇인지 쓰시오.

2 탄소순환에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) 탄소는 주로 대기 중에 탄산수소 이온(HCO_3^-) 형태로 존재한다. ()
- (2) 대기 중 이산화 탄소는 생산자의 광합성을 통해 유기물로 전환된다. ()
- (3) 유기물 중 일부는 소비자의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기로 돌아간다. ()
- (4) 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물은 소비자에 의해 분해되어 대기로 돌아간다. ()

3 그림은 생태계에서의 질소순환 과정을 나타낸 것이다.



각 설명에 해당하는 과정을 (가)~(라)에서 골라 기호를 쓰시오.

- (1) 질산화세균에 의한 질산화 작용이다.
- (2) 공중 방전에 의해 일어나는 과정이다.
- (3) 탈질산화세균에 의한 탈질산화 작용이다.
- (4) 뿌리혹세균, 남세균 등에 의한 질소고정 작용이다.

4 그림은 어떤 생태계에서 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 에너지양을 상댓값으로 나타낸 생태피라미드이다.



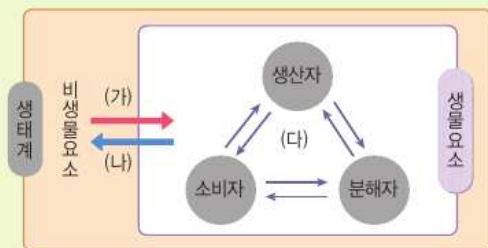
2차 소비자의 에너지효율을 구하시오.



대표 자료 분석 1

생태계의 구성요소

그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를 나타낸 것이다.



기출 Point

- 생물요소에 속하는 생산자, 소비자, 분해자의 역할 이해하기
- 생태계구성요소 사이의 상호작용 분석하기

출제 의도

생태계구성요소를 생물요소와 비생물요소로 구분하고, 생태계구성요소 사이의 상호작용에 대해 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 02번, 03번
- 실력 UP 문제 10번

1 비생물요소에 해당하는 예를 세 가지 쓰시오.

2 생물요소에 해당하는 생산자, 소비자, 분해자에 대한 설명이다. 각 설명에 해당하는 용어를 쓰고, 그 예를 [보기]에서 고르시오.

보기

ㄱ. 풀 ㄴ. 늑대 ㄷ. 미역 ㄹ. 버섯 ㅁ. 세균 ㅂ. 토끼 ㅅ. 곰팡이 ㅇ. 소나무

- (1) 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물
- (2) 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하는 생물
- (3) 스스로 양분을 합성하지 못해 다른 생물을 먹어서 유기물을 얻는 생물

3 다음 현상은 (가)~(다) 중 어느 것에 해당하는지 쓰시오.

- (1) 초식동물은 풀을 먹고 산다.
- (2) 공기 중의 산소는 달팽이의 호흡에 이용된다.
- (3) 세균과 버섯에 의해 토양 속 무기물의 양이 증가한다.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

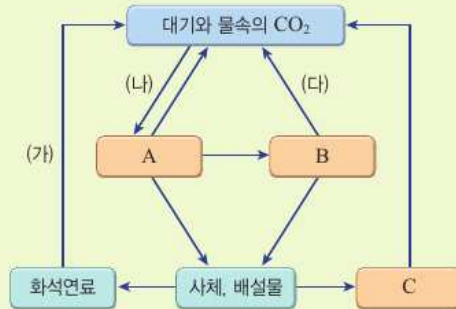
- (1) 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성된다. (○ / ×)
- (2) 군집에는 비생물요소가 포함된다. (○ / ×)
- (3) 생산자는 광합성을 하는 종속영양생물이다. (○ / ×)
- (4) 생산자와 소비자에서 분해자로 유기물이 이동한다. (○ / ×)
- (5) 강한 빛을 받는 잎이 약한 빛을 받는 잎보다 두꺼운 것은 (가)에 해당한다. (○ / ×)
- (6) 질소고정세균에 의해 토양의 암모늄 이온이 증가하는 것은 (나)에 해당한다. (○ / ×)
- (7) 사슴의 개체 수가 증가하여 초원의 풀이 감소하는 것은 (다)에 해당한다. (○ / ×)



대표 자료 분석 2

탄소순환

그림은 생태계에서 탄소가 순환하는 과정을 나타낸 것이다. A~C는 생산자, 소비자, 분해자를 순서 없이 나타낸 것이다.



기출 Point

- 탄소순환 과정에서 생산자, 소비자, 분해자의 역할 이해하기
- 탄소순환 과정에서 광합성, 호흡, 연소 과정 이해하기

출제 의도

생태계에서 일어나는 탄소순환 과정의 다양한 의미와 생산자, 소비자, 분해자의 역할에 대해 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 06번, 07번
- 실력 UP 문제 02번

1 A~C는 각각 무엇인지 쓰시오.

2 (가)~(다)는 각각 어떤 과정에 해당하는지 쓰시오.

3 () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

- (1) 대기 중 이산화 탄소는 광합성을 통해 ()으로 합성된 후 다양한 형태의 유기물로 전환된다.
- (2) 생산자에서 소비자로 이동한 유기물은 소비자의 체내에 저장되거나 ()에 이용된다.
- (3) 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물은 ()에 의해 분해되어 이산화 탄소 형태로 방출된다.
- (4) 탄소는 비생물환경에서 생물로 유입된 후 ()을 따라 이동하다가 비생물 환경으로 돌아간다.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

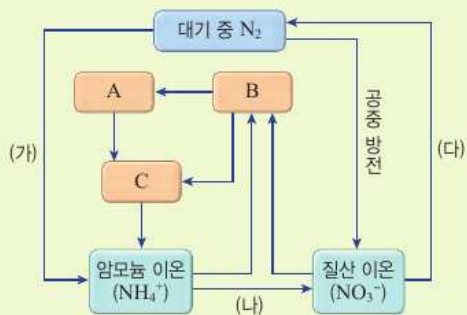
- (1) (가) 과정에서 탄소는 유기물 형태로 이동한다. (○ / ×)
- (2) (가) 과정이 과도하게 일어나면 대기 중 이산화 탄소의 농도 증가로 지구 온난화가 심해질 수 있다. (○ / ×)
- (3) 대기와 물속의 이산화 탄소는 (나) 과정을 통해 유기물로 전환된다. (○ / ×)
- (4) (나) 과정에는 태양의 빛에너지가 이용된다. (○ / ×)
- (5) (다) 과정을 통해 유기물이 합성된다. (○ / ×)
- (6) (다) 과정은 소비자에서만 일어난다. (○ / ×)



대표 자료 분석 3

질소순환

그림은 생태계에서 질소가 순환하는 과정을 나타낸 것이다. A~C는 생산자, 소비자, 분해자를 순서 없이 나타낸 것이다.



기출 Point

- 질소순환 과정에서 생산자, 소비자, 분해자의 역할 이해하기
- 질소순환 과정에서 질소고정 작용, 질산화 작용, 탈질산화 작용 이해하기

출제 의도

생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 다양한 의미와 생산자, 소비자, 분해자의 역할에 대해 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 08번, 09번
- 실력 UP 문제 02번

1 A~C는 각각 무엇인지 쓰시오.

2 (가)~(다)는 각각 어떤 과정에 해당하는지 쓰시오.

3 () 안에 알맞은 말을 [보기]에서 골라 쓰시오.

보기

먹이사슬

공중 방전

질산화세균

질소고정세균

- (1) 대기 중 질소(N_2)는 ()에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환된다.
- (2) 대기 중 질소(N_2)의 일부는 ()에 의해 고온에서 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
- (3) 식물체에 포함된 질소 화합물은 ()을 따라 소비자로 이동한다.
- (4) 암모늄 이온(NH_4^+)은 ()에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

- (1) 식물은 질소 기체(N_2)를 직접 이용할 수 있다. (○ / ×)
- (2) 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균은 (가) 과정에 관여한다. (○ / ×)
- (3) (나)는 탈질산화세균에 의해 질소 기체로 환원되는 과정이다. (○ / ×)
- (4) C는 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물을 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해한다. (○ / ×)
- (5) 암모늄 이온(NH_4^+)과 질산 이온(NO_3^-)은 식물에 흡수되어 식물을 구성하는 질소 화합물의 합성에 쓰인다. (○ / ×)



대표 자료 분석 4

에너지 흐름

그림은 어떤 안정된 생태계에서 각 영양단계에 따른 에너지 이동량을 상댓값으로 나타낸 것이다.



기출 Point

- 생태계에서의 에너지 전환과 에너지 흐름 이해하기
- 에너지 효율 구하기

출제 의도

생태계에서 일어나는 에너지 흐름의 특징과 각 영양단계별 에너지 효율을 구하는 방법에 대해 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 13번, 14번, 15번
- 실력 UP 문제 03번

1 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

- (1) 생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양의 ㉠(빛, 열) 에너지이며, 이는 광합성을 통해 유기물 속 ㉡(열, 화학) 에너지로 전환된 후 먹이사슬을 따라 이동한다.
- (2) 각 영양단계마다 에너지의 일부는 (호흡, 광합성) 을 통해 생물의 생명활동에 이용되거나 열에너지로 방출되고, 일부 에너지만 다음 영양단계로 전달된다.
- (3) 물질과 함께 이동한 에너지는 (순환하고, 순환하지 않고) 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다.

2 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지량은 어떻게 변하는지 쓰시오.

3 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 에너지효율을 각각 구하시오.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

- (1) 생태계에서 에너지는 한 방향으로 이동한다. (○ / ×)
- (2) 생태계가 유지되려면 태양으로부터 에너지가 공급되어야 한다. (○ / ×)
- (3) 생산자는 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다. (○ / ×)
- (4) 생산자가 합성한 유기물은 소비자를 거쳐 다시 생산자에게 전달된다. (○ / ×)
- (5) 생태계로 유입되는 에너지량은 생태계 밖으로 방출되는 에너지량보다 많다. (○ / ×)
- (6) 각 영양단계가 가진 에너지량은 생산자 > 1차 소비자 > 2차 소비자 > 3차 소비자 순이다. (○ / ×)
- (7) 생산자에서 1차 소비자로 이동한 에너지량은 2차 소비자에서 3차 소비자로 이동한 에너지량보다 적다. (○ / ×)



내신 만점 문제

A 생태계의 구조

01 생태계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 군집은 일정한 지역에 서식하는 개체군의 집단이다.
- ② 생물요소와 비생물요소는 영향을 주고받는다.
- ③ 생산자는 광합성을 하는 독립영양생물이다.
- ④ 소비자는 무기물로부터 유기물을 합성한다.
- ⑤ 분해자는 유기물을 분해하여 비생물환경으로 돌려보낸다.

[02~03] 그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 생물요소와 비생물요소를 순서 없이 나타낸 것이다.



02 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

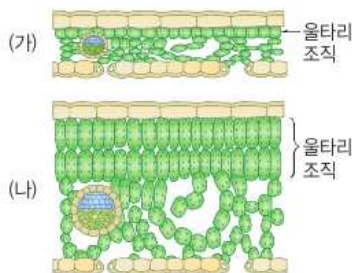
- ㄱ. 뿌리혹세균은 (가)에 해당한다.
- ㄴ. 개체군 A는 동일한 종으로 구성된다.
- ㄷ. (나)는 생물을 둘러싸고 있는 모든 비생물환경이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 다음 현상은 ㉠~㉢ 중 어느 것에 해당하는지 쓰시오.

- (1) 같은 종의 개미가 일을 분담하여 협력한다.
- (2) 가을에 기온이 낮아져 은행나무 잎이 노랗게 바뀐다.
- (3) 지의류에 의해 암석의 풍화가 촉진되어 토양이 형성된다.
- (4) 스라소니의 개체 수가 증가하면 눈신토끼의 개체 수가 감소한다.
- (5) 공기가 희박한 고산 지대에 사는 사람들은 평지에 사는 사람들에 비해 혈액 속 적혈구의 수가 많다.

04 그림은 한 식물에 존재하는 양엽과 음엽의 모습을 나타낸 것이고, 표는 빛의 세기와 생물에 대한 자료이다. (가)와 (나)는 양엽과 음엽을 순서 없이 나타낸 것이다.



- 강한 빛을 받는 양엽은 율타리조직이 발달하여 잎이 두껍다.
- 약한 빛을 받는 음엽은 빛을 효율적으로 흡수하기 위해 잎이 넓고 얇다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

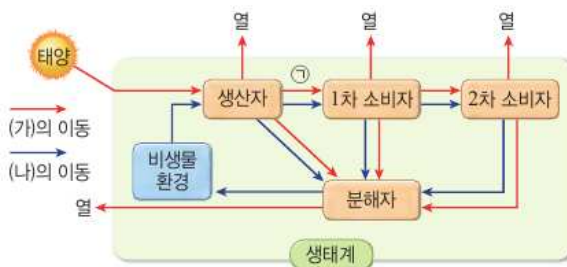
보기

- ㄱ. 강한 빛에 적응한 잎은 (가)이다.
- ㄴ. (가)는 (나)보다 약한 빛을 효율적으로 흡수한다.
- ㄷ. (가)는 (나)보다 율타리조직이 발달되어 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

B 물질순환과 에너지흐름

05 그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 물질과 에너지의 이동을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 물질과 에너지를 순서 없이 나타낸 것이다.



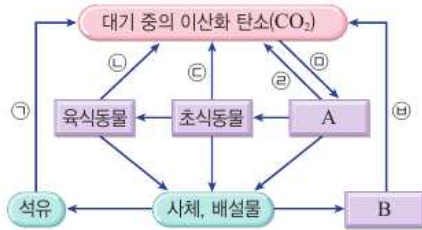
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 한 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나간다.
- ㄴ. (나)는 생물과 비생물환경 사이를 순환한다.
- ㄷ. ㉠ 과정에서 유기물 형태로 에너지가 전달된다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 생태계에서 일어나는 탄소순환 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 분해자와 생산자를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① A는 생산자이다.
- ② B에 의해 사체와 배설물에 포함된 유기물이 이산화 탄소 형태로 전환된다.
- ③ ㉠ 과정이 과도하게 일어나면 대기 중 이산화 탄소의 농도가 낮아진다.
- ④ ㉡, ㉢, ㉣, ㉤ 과정은 모두 호흡이다.
- ⑤ ㉥ 과정에 태양의 빛에너지가 이용된다.

07 다음은 생태계에서의 탄소순환 과정에 대한 세 학생의 발표 내용이다.

대기 중 이산화 탄소는 생산자의 광합성에 이용되어 유기물로 전환됩니다.

유기물은 먹이사슬을 따라 이동하면서 생물의 체내에 저장되거나 호흡에 이용됩니다.

일부 유기물은 생물의 호흡 과정에서 분해되어 무기물 형태로 전환됩니다.

학생 A

학생 B

학생 C

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B
- ④ B, C ⑤ A, B, C

08 그림은 생태계의 질소순환 과정에서 일어나는 물질의 전환을 나타낸 것이다. I ~ III은 탈질산화 작용, 질소고정 작용, 질소동화 작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	물질의 전환
I	대기 중의 질소(N_2) → 암모늄 이온(NH_4^+)
II	암모늄 이온(NH_4^+) → 단백질
III	질산 이온(NO_3^-) → 대기 중의 질소(N_2)

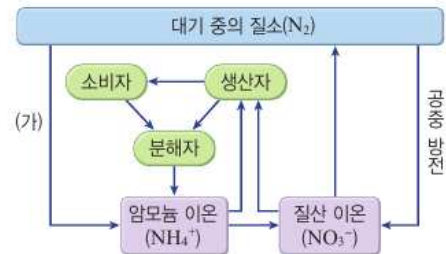
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㉠. I은 번개에 의한 공중 방전에 의해 일어난다.
- ㉡. II에서 동화작용이 일어난다.
- ㉢. 뿌리혹세균이나 아조토박터는 III에 관여한다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

[09-10] 그림은 생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.



09 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㉠. 질산화세균은 (가)에 관여한다.
- ㉡. 식물은 뿌리를 통해 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 흡수하여 이용한다.
- ㉢. 소비자는 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물을 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해한다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢ ④ ㉠, ㉡ ⑤ ㉡, ㉢

서술형

10 질소순환 과정에서 (가) 과정이 필요한 까닭을 서술하시오.

11 그림은 어떤 식물군집에서 총생산량, 순생산량, 호흡량의 관계를 나타낸 것이다. A~C는 성장량, 호흡량, 순생산량을 순서 없이 나타낸 것이다.



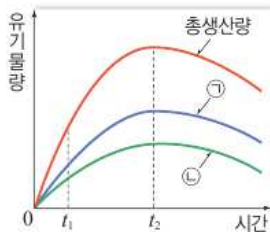
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. A는 생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양이다.
- ㄴ. B는 총생산량 중 생산자의 호흡량을 제외한 유기물의 양이다.
- ㄷ. C는 식물의 성장에 사용되거나 식물체에 저장되는 유기물의 양이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 그림은 식물군집 A에서 시간에 따른 총생산량, ㉠, ㉡을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 성장량과 순생산량을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

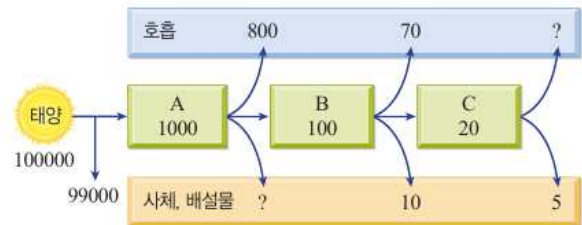
- ㄱ. ㉠은 순생산량이다.
- ㄴ. A의 호흡량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.
- ㄷ. 초식동물에게 먹히는 유기물의 양은 ㉡에 포함된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13 생태계에서의 에너지흐름에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.
- ② 빛에너지는 광합성을 통해 유기물 속 화학 에너지로 전환된다.
- ③ 1차 소비자의 유기물에 저장된 에너지는 2차 소비자로 이동한다.
- ④ 생태계로 유입된 에너지는 생물요소와 비생물환경 사이를 순환한다.
- ⑤ 에너지의 일부는 호흡을 통해 생명활동에 이용되거나 열에너지로 전환된다.

[14-15] 그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 에너지 흐름을 나타낸 것이다. A~C는 1차 소비자, 2차 소비자, 생산자를 순서 없이 나타낸 것이다.



14 이 생태계에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 생태계로 유입되는 에너지량과 생태계 밖으로 방출되는 에너지량은 같다.
- ㄴ. 1차 소비자의 에너지효율은 2차 소비자의 에너지효율의 2배이다.
- ㄷ. 소비자에서 방출되는 열에너지의 총합은 85이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

15 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지량이 줄어드는 까닭을 서술하시오.

16 표는 어떤 안정된 육상 생태계에서 각 영양단계별 생체량(생물량)과 에너지를 나타낸 것이다. A와 B는 1차 소비자와 2차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이며, 에너지효율은 3차 소비자가 1차 소비자의 2배이다.

영양단계	생체량(상댓값)	에너지양(상댓값)
A	10	15
B	35	③
생산자	800	1000
3차 소비자	2	3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

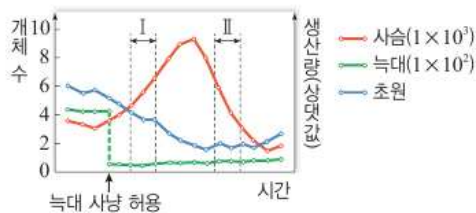
보기

- ㄱ. ③은 100이다.
- ㄴ. A의 에너지효율은 15 %이다.
- ㄷ. B는 2차 소비자이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

C 생태피라미드와 생태계평형

17 그림은 어떤 지역에서 사슴의 개체 수를 늘리기 위해 늑대 사냥을 허용했을 때 사슴, 늑대의 개체 수와 초원의 생산량 변화를 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 사슴은 1차 소비자이다.
- ㄴ. 구간 I에서 사슴의 개체 수가 증가한 것은 초원의 생산량이 감소했기 때문이다.
- ㄷ. 구간 II에서 사슴의 개체 수가 감소한 것은 포식자와 직접적으로 관련이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

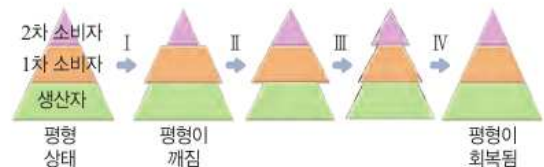
18 생태계평형에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 먹이그물이 단순할수록 생태계평형이 잘 유지된다.
- ㄴ. 안정된 생태계는 생태계평형이 일시적으로 깨져도 먹이사슬을 통해 평형을 회복할 수 있다.
- ㄷ. 사람의 활동으로 인한 환경오염과 기후 변화는 생태계 평형을 파괴하는 요인에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19 그림은 평형 상태인 생태계 (가)에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하여 생태계평형이 파괴된 후 평형을 회복하는 과정에서의 개체수피라미드를, 표는 구간 I ~ IV에서의 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 개체 수 변화를 나타낸 것이다. A~C는 II~IV를 순서 없이 나타낸 것이며, ㉠은 '증가'와 '감소' 중 하나이다.



구분	I	A	B	C
2차 소비자	변화 없음	감소	㉠	?
1차 소비자	증가	?	?	감소
생산자	변화 없음	증가	감소	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

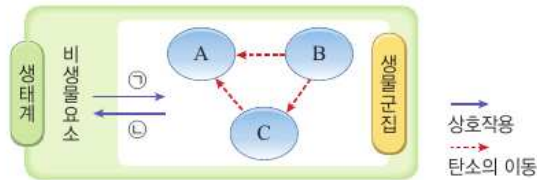
- ㄱ. ㉠은 '증가'이다.
- ㄴ. C는 II이다.
- ㄷ. 평형 상태의 (가)에 외래생물이 유입되면 구간 I ~ IV와 같은 개체 수 변화가 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ



실력UP 문제

01 그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호작용과 생물군집 내 탄소의 이동 중 일부를 나타낸 것이다. A~C는 생산자, 소비자, 분해자를 순서 없이 나타낸 것이며, A의 예로는 곰팡이가 있다.



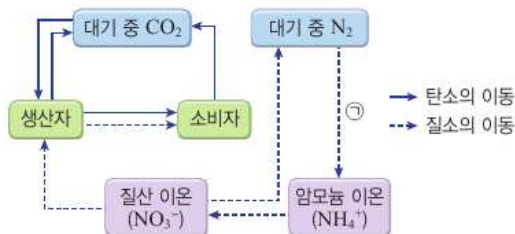
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. A는 스스로 유기물을 합성한다.
- ㄴ. B에서 C로 탄소가 유기물 형태로 이동한다.
- ㄷ. 거북이의 성별이 발생 시기 알의 주변 온도에 의해 결정되는 것은 ㉠의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 그림은 생태계에서 일어나는 탄소순환과 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.



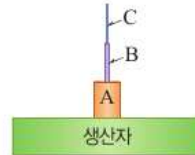
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 뿌리혹세균은 ㉠에 관여한다.
- ㄴ. 소비자는 호흡을 통해 이산화 탄소를 방출한다.
- ㄷ. 식물은 질산 이온(NO_3^-)을 이용하여 단백질과 같은 질소 화합물을 합성할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 어떤 생태계에서 생산자와 A~C의 에너지양을 나타낸 생태피라미드를, 표는 이 생태계를 구성하는 각 영양단계의 에너지양과 에너지효율을 나타낸 것이다. A~C는 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이고, I~III은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다. 생체량은 상위 영양단계로 갈수록 줄어들며, I~III 중 II가 가장 많다.



구분	에너지양(상댓값)	에너지효율(%)
I	3	20
II	?	10
III	㉠	15
생산자	1000	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. I은 C이다.
- ㄴ. ㉠은 100이다.
- ㄷ. 에너지효율은 B가 A의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 다음은 최근 제주도 바다에 나타난 현상에 대한 자료이다.

우리나라 제주도 바다에는 모자반, 감태 등의 해조류 개체군 외에도, 이들 해조류에 몸을 숨기거나 알을 낳는 다양한 ㉠ 해양동물이 서식하고 있다. 그런데 지구 온난화의 영향으로 제주도 바다의 수온이 빠르게 상승하면서, 높아진 수온에 적응하지 못한 해조류 개체군의 개체 수가 줄거나 멸종되고 있다. 그 자리에는 열대 바다에서 온 종들이 정착하면서 해양 생태계에 큰 변화가 나타나고 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 해조류는 비생물요소에 해당한다.
- ㄴ. 기후 변화는 생태계평형을 파괴하는 요인이다.
- ㄷ. 해조류가 사라지면 ㉠의 개체 수가 줄어들 것이다.

- ① ㄴ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ