

완자 기출픽

생 명 과 학

소단원별 문제 · 정답과 해설

I. 생명 시스템의 구성
생태계와 상호작용

06

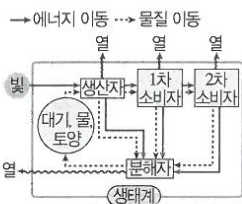
물질순환과 에너지흐름

물질순환과 에너지흐름

기출 PICK A

생태계에서의 물질순환과 에너지흐름

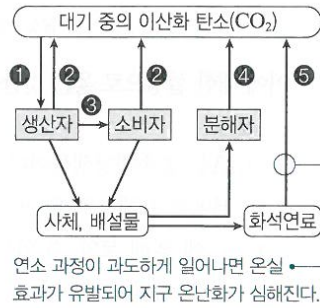
생태계를 구성하는 생물요소와 비생물요소 사이에서는 물질과 에너지가 이동한다. 이 과정에서 물질은 생물과 비생물환경 사이를 순환하지만, 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나간다.



A 물질순환

1 탄소순환 탄소는 주로 이산화 탄소(CO_2) 형태로 대기 중에 존재하거나 탄산수소 이온(HCO_3^-) 형태로 물에 녹아 있다.

탄소순환 과정

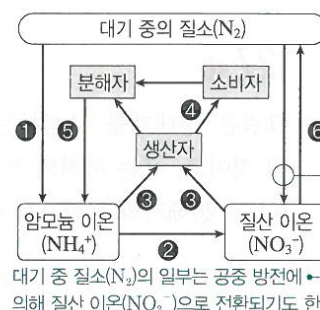


- ① 대기 중 CO_2 는 생산자의 ① 을 통해 포도당과 같은 유기물로 전환된다.
- ② 유기물 중 일부는 생물의 ② 으로 분해되어 CO_2 형태로 대기로 돌아간다.
- ③ 생산자에 저장된 유기물은 먹이사슬을 따라 소비자로 이동한다.
- ④ 사체와 배설물에 포함된 유기물은 분해자의 호흡을 통해 분해되어 CO_2 형태로 대기로 돌아간다.
- ⑤ 화석연료는 ⑤ 되어 CO_2 형태로 대기로 돌아간다.

연소 과정이 과도하게 일어나면 온실 효과가 유발되어 지구 온난화가 심해진다.

2 질소순환 질소 기체(N_2)는 대기 중에 풍부하지만 매우 안정하여 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-) 형태로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다.

질소순환 과정



- ① 질소고정 작용: 대기 중 질소(N_2)는 ① 에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환된다.
- ② 질산화 작용: 암모늄 이온(NH_4^+)은 ② 에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
- ③ 질소동화 작용: 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)은 식물에 흡수되어 단백질과 같은 질소 화합물의 합성에 쓰인다.
- ④ 생산자에 포함된 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자로 이동한다.
- ⑤ 사체나 배설물 속 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해된다.
- ⑥ ⑥ 작용: 질산 이온(NO_3^-)의 일부는 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되어 대기로 돌아간다.

대기 중 질소(N_2)의 일부는 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되기도 한다.

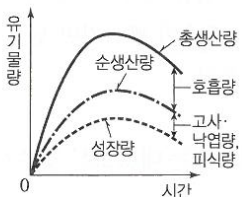
기출 PICK A-2

공과식물과 뿌리혹세균의 상리공생

뿌리혹세균은 공과식물의 뿌리에 뿌리혹을 만들어 식물과 공생하면서 대기 중의 질소(N_2)를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정한다. 이때 뿌리혹세균은 공과식물에게 질소 화합물을 제공하고, 공과식물은 뿌리혹세균에게 양분을 공급한다.

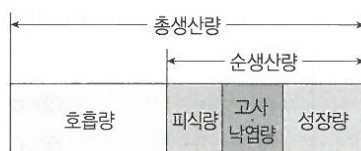
기출 PICK A-3

총생산량, 순생산량, 성장량의 관계



3 물질 생산과 소비 생태계에서는 물질과 에너지가 먹이사슬을 따라 이동하며, 생물은 물질과 에너지를 이용하여 다양한 생명활동을 한다. 따라서 생태계는 물질 생산과 물질 소비가 균형을 이루고 있다.

총생산량	생산자가 일정 기간 동안 광합성으로 생산한 유기물의 총량
호흡량	생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양
⑦	총생산량 중 호흡량을 제외한 나머지 유기물의 양 → 생태계에서 소비자나 분해자가 사용할 수 있는 화학 에너지의 양
성장량	순생산량 중 초식동물에게 먹히는 피식량, 말라 죽는 고사량, 낙엽으로 없어지는 낙엽량을 제외한 유기물의 양 → 식물의 성장에 사용되거나 식물체에 저장되는 유기물의 양



- 총생산량 = 호흡량 + 순생산량
- 순생산량 = 총생산량 - 호흡량
- ⑧ = 순생산량 - (피식량 + 고사·낙엽량)

B 에너지흐름

1 생태계에서의 에너지흐름

- 태양의 빛에너지는 생산자의 ㉠을 통해 유기물 속 화학 에너지로 전환된다.
- 유기물의 화학 에너지는 먹이사슬을 따라 이동한다. → 각 영양단계마다 에너지의 일부는 생물의 ㉡을 통해 생명활동에 이용되거나 열에너지 형태로 방출된다.
- 생물의 사체나 배설물에 포함된 에너지는 분해자의 호흡을 통해 열에너지 형태로 방출된다.

2 ㉢ 생태계에서 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이동하는 에너지의 비율

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

기출 PICK B-1

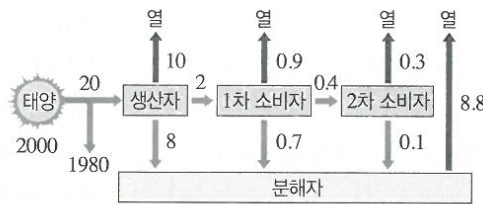
생태계에서의 에너지흐름

- 생태계를 유지하는 에너지의 근원: 태양의 빛에너지
- 에너지 전환: 빛에너지 → 화학 에너지 → 열에너지
- 에너지는 순환하지 않고 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나가므로, 생태계가 유지되려면 끊임없이 태양으로부터 에너지가 공급되어야 한다.

생태계에서의 에너지흐름

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

- 에너지가 먹이사슬을 따라 이동할 때 각 영양 단계가 받은 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 이동하므로, 상위 영양단계로 갈수록 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 점점 줄어든다.



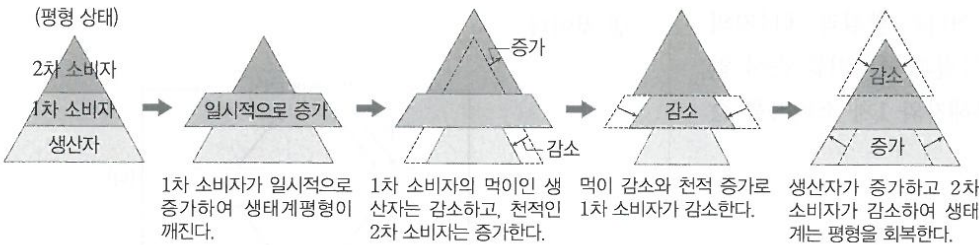
- 에너지효율: 1차 소비자는 $\frac{2}{20} \times 100 = 10\%$, 2차 소비자는 $\frac{0.4}{2} \times 100 = 20\%$ 이다.

3 생태피라미드 생태계에서 에너지양, 개체 수, 생체량은 일반적으로 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 갈수록 줄어들어 ㉣ 형태를 나타낸다.

4 생태계평형 생물종이 다양하고 복잡한 먹이그물을 형성할수록 생태계평형이 잘 유지된다.

생태계평형이 회복되는 과정

안정된 생태계는 생태계평형이 일시적으로 깨지더라도 시간이 지나면 평형을 회복한다.



기출 PICK B-4

생태계평형이 파괴되는 원인

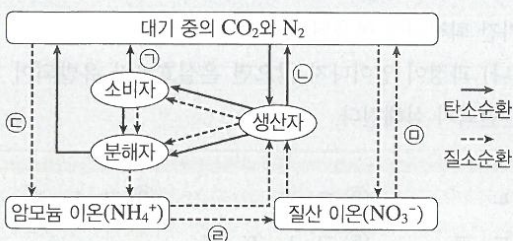
생태계가 평형을 유지하는 능력에는 한계가 있으며, 산불, 홍수 등 자연재해나 외래생물의 유입, 인위적인 개발, 환경오염, 기후 변화 등 사람의 활동으로 생태계평형이 깨지고 생태계 전체가 파괴될 수 있다.

- 답 ① 광합성 ② 호흡 ③ 연소 ④ 질소고정세균 ⑤ 질산화세균 ⑥ 탈질산화 ⑦ 순생산량 ⑧ 성장량 ⑨ 광합성 ⑩ 호흡 ⑪ 에너지효율 ⑫ 피라미드

빈출 자료 보기

정답과 해설 15쪽 ▶▶

128 그림은 생태계에서 일어나는 탄소순환과 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.



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

- 대기 중 이산화 탄소는 생산자의 광합성에 의해 유기물로 전환된다. ()
- ㉠과 ㉡은 모두 호흡이다. ()
- ㉢은 질산화 작용이다. ()
- ㉣은 질소고정세균에 의해 진행된다. ()
- 탈질산화세균은 ㉤에 관여한다. ()
- 질산 이온(NO_3^-)은 식물에 흡수되어 단백질과 같은 질소 화합물의 합성에 쓰인다. ()

A 물질순환

129 하

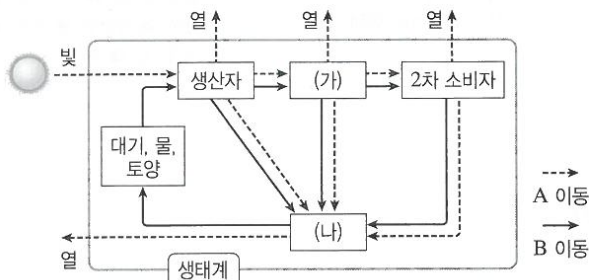
이 문제에서 볼 수 있는 보기는 多

생태계에서 일어나는 물질순환과 에너지흐름에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 물질은 생산자에 의해 무기물에서 유기물로 전환된다.
- ② 생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.
- ③ 생태계에서 에너지는 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다.
- ④ 생물군집으로 유입된 물질과 에너지는 먹이사슬을 따라 이동한다.
- ⑤ 생태계가 유지되려면 외부에서 에너지가 끊임없이 공급되어야 한다.
- ⑥ 생태계에 공급된 에너지는 한 방향으로 흐르다가 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다.

★ **빈출**
130 중

그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 물질과 에너지의 이동을 나타낸 것이다. A와 B는 물질과 에너지를 순서 없이 나타낸 것이며, (가)와 (나)는 분해자와 1차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 물질이다.
 - ㄴ. (가)에서 (나)로 유기물이 이동한다.
 - ㄷ. 곰팡이와 세균은 (나)에 속한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

탄소순환

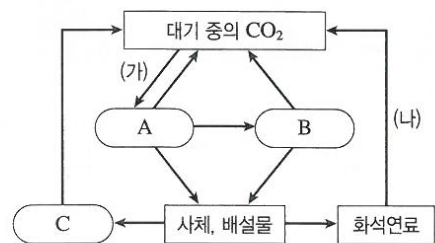
131 중

탄소순환에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 탄소는 주로 탄산수소 이온(HCO_3^-) 형태로 대기 중에 존재한다.
- ② 대기 중 탄소는 생산자에 흡수된 후 호흡을 통해 유기물로 전환된다.
- ③ 소비자로 이동한 유기물 형태의 탄소는 체내에 저장되거나 호흡에 이용된다.
- ④ 석유나 석탄과 같은 화석연료는 연소되면서 유기물 형태로 대기로 돌아간다.
- ⑤ 사체나 배설물 속 유기물은 소비자에 의해 분해되어 이산화탄소 형태로 대기로 돌아간다.

132 중

그림은 생태계에서 일어나는 탄소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A~C는 분해자, 생산자, 소비자를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

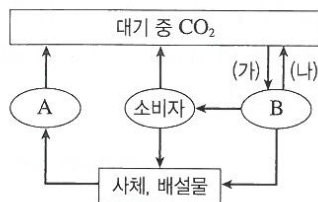
- 보기
- ㄱ. 대기 중의 이산화 탄소는 (가) 과정을 통해 생물체 내로 유입된다.
 - ㄴ. A에서 B로 유기물 형태의 탄소가 이동한다.
 - ㄷ. 화석연료는 생물의 사체 중 분해되지 않은 유기물이 오랜 기간 퇴적되어 형성된 것이다.
 - ㄹ. (나) 과정이 일어나지 않으면 온실효과가 유발되어 지구 온난화가 심해진다.

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

133 중

| 서술형 |

그림은 생태계에서의 탄소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 분해자와 생산자를 순서 없이 나타낸 것이다.



(1) A와 B는 각각 무엇인지 쓰고, 생태계에서의 A와 B의 역할을 유기물을 중심으로 서술하시오.

(2) (가)와 (나)는 각각 어떤 과정인지 쓰고, 각 과정에 대해 다음 요소를 포함하여 서술하시오.

포도당 빛에너지 생명활동 이산화 탄소

질소순환

134 하

다음은 생태계에서의 질소순환에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

- 학생 A: 생태계에서 질소(N)는 순환하지 않습니다.
- 학생 B: 뿌리혹세균이나 아조토박터는 질소고정 작용에 관여합니다.
- 학생 C: 대기 중의 질소 기체(N_2)는 광합성에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환됩니다.

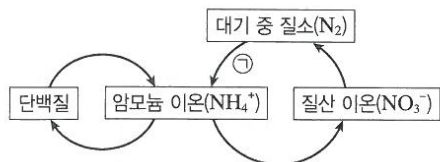
발표한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ C
④ A, B ⑤ B, C

135 중

| 서술형 |

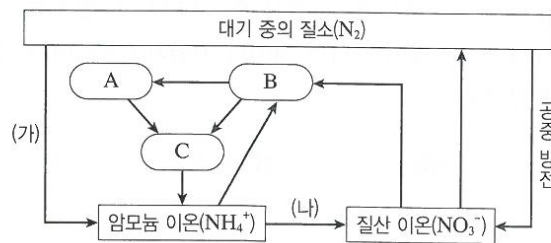
그림은 생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.



㉠ 과정을 무엇이라고 하는지 쓰고, 질소순환 과정에서 이 과정이 필요한 까닭을 서술하시오.

136 중

그림은 생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A~C는 생산자, 소비자, 분해자를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 A에 의해 일어난다.
ㄴ. (나)는 질산화 작용이다.
ㄷ. B에 의해 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 질소 기체(N_2)로 환원된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

137 중

표 (가)는 질소순환 과정의 작용 A와 B에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 질산화 작용과 탈질산화 작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	㉠	㉡
작용		
A	?	○
B	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠, ㉡)
• 세균이 관여한다. • 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 대기 중의 질소 기체(N_2)를 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환하는 과정이다.
ㄴ. ㉡은 '세균이 관여한다.'이다.
ㄷ. 탈질산화세균은 B에 관여한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

표는 생태계의 질소순환 과정에 관여하는 생물과 물질의 전환을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 콩과식물, 뿌리혹세균, 탈질산화세균을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 대기 중의 질소 기체(N_2), 질산 이온(NO_3^-), 암모늄 이온(NH_4^+)을 순서 없이 나타낸 것이다. (나)와 (다) 사이의 상호 작용은 공생이다.

생물	물질의 전환
(가)	㉠ → ㉣
(나)	㉣ → ㉡
(다)	㉠, ㉡ → 단백질

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

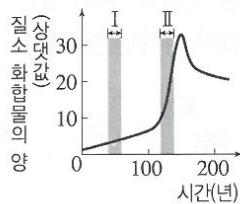
보기

- ㄱ. (가)는 대기 중의 질소 기체(N_2)를 고정하는 데 관여한다.
 ㄴ. ㉣은 암모늄 이온(NH_4^+)이다.
 ㄷ. (나)는 (다)에게 질소 화합물을 제공하고, (다)는 (나)에게 양분을 제공한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

표는 어떤 생태계에서 일어나는 질소순환 과정에 대해 설명한 것이고, 그림은 이 생태계에서 식물이 이용할 수 있는 토양 속 질소 화합물의 양 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 탈질산화 작용과 질소고정 작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

- ㉠ 과정에 의해 대기 중의 질소 기체(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환된다.
- 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부는 ㉡ 과정에서 질소 기체(N_2)로 전환되어 대기 중으로 돌아간다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 토양 속 질소 화합물의 양은 ㉠과 ㉡에 의해서만 변한다.)

보기

- ㄱ. 남세균은 ㉠ 과정에 관여한다.
 ㄴ. ㉡ 과정은 질소고정 작용이다.
 ㄷ. ㉡이 일어나는 속도
 ㉠이 일어나는 속도는 I에서가 II에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

표는 생태계의 물질순환 과정 (가)와 (나)에서 특징의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 질소순환 과정과 탄소순환 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	물질순환 과정	(가)	(나)
물질이 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동한다.		○	㉠
토양 속 ㉠ 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.		○	?
㉡ 식물의 광합성을 통해 대기 중의 이산화 탄소(CO_2)가 유기물로 전환된다.		㉡	○

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

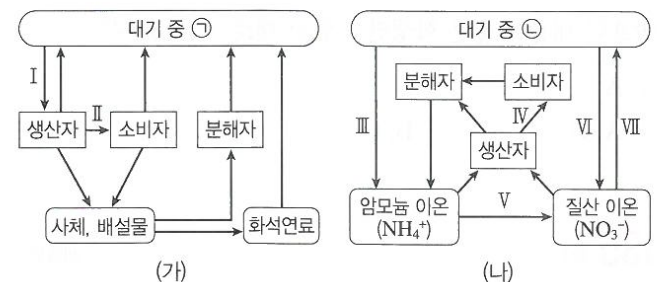
보기

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 '○'이다.
 ㄴ. 질산화세균은 ㉠에 관여한다.
 ㄷ. ㉡에서 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

이 문제에서 볼 수 있는 보기는 多

그림 (가)와 (나)는 생태계에서 일어나는 질소순환 과정과 탄소순환 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 질소(N)와 탄소(C)를 순서 없이 나타낸 것이다.

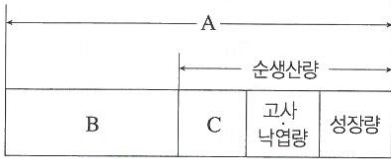


이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① ㉠은 질소(N), ㉡은 탄소(C)이다.
 ② 과정 I에서 무기물이 유기물로 전환된다.
 ③ 과정 II와 IV에서 물질이 유기물 형태로 이동한다.
 ④ 과정 III, V, VII에 모두 세균이 관여한다.
 ⑤ VII는 공중 방전에 의해 대기 중 질소 기체(N_2)가 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 과정이다.
 ⑥ 암모늄 이온(NH_4^+)과 질산 이온(NO_3^-)은 모두 생태계구성 요소 중 비생물요소에 해당한다.

142 ㉠

그림은 어떤 생태계의 식물군집에서 총생산량, 순생산량, 호흡량의 관계를 나타낸 것이다. A~C는 피식량, 호흡량, 총생산량을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

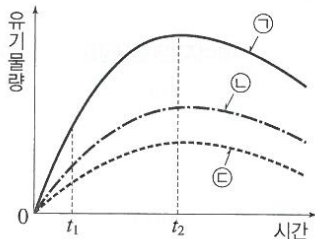
[보기]

- ㄱ. 이 식물군집의 광합성량이 증가하면 A는 감소한다.
- ㄴ. B는 생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양이다.
- ㄷ. C는 초식동물에게 먹히는 유기물의 양이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★빈출
143 ㉠

그림은 어떤 식물군집에서 시간에 따른 유기물량을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 성장량, 순생산량, 총생산량을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 호흡량은 ㉠에서 ㉡을 뺀 값이다.
- ㄴ. 순생산량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.
- ㄷ. 피식량과 고사·낙엽량은 모두 ㉢에 포함된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

144 ㉠

표는 어떤 생태계의 식물군집 A와 B에서 1년 동안 조사한 총생산량에 대한 유기물량의 백분율을 나타낸 것이다. B의 총생산량은 A의 총생산량의 2배이다.

(단위: %)

구분	호흡량	피식량	고사·낙엽량	성장량	합계
A	66.8	0.6	24.6	8.0	100.0
B	㉠	0.6	17.4	6.0	100.0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 동일한 면적을 차지한다.)

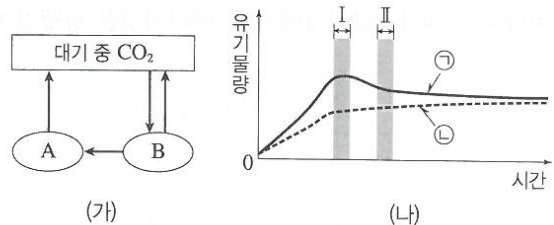
[보기]

- ㄱ. 순생산량은 A에서 B에서보다 많다.
- ㄴ. 성장량은 B에서 A에서의 1.5배이다.
- ㄷ. B에서 1차 소비자의 호흡량은 ㉠에 포함된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

★빈출
145 ㉠

그림 (가)는 어떤 생태계에서 일어나는 탄소순환 과정의 일부를, (나)는 이 생태계의 식물군집 X에서 시간에 따른 호흡량과 총생산량을 나타낸 것이다. A와 B는 생산자와 소비자를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 호흡량과 총생산량을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. B에서 A로 이동하는 유기물의 양은 ㉡에 포함된다.
- ㄴ. 구간 I에서 X의 총생산량은 순생산량보다 크다.
- ㄷ. 구간 II에서 순생산량은 시간이 지남에 따라 감소한다.

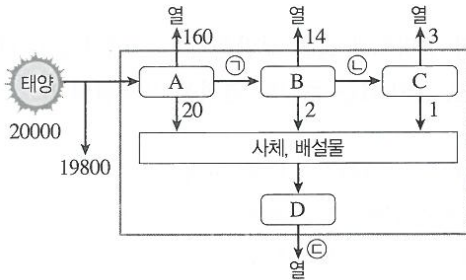
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

B 에너지흐름

에너지흐름과 에너지효율

146 하

그림은 어떤 안정된 생태계에서의 에너지흐름을 나타낸 것이다. A~D는 생산자, 분해자, 1차 소비자, 2차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이며, 에너지량은 상댓값이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

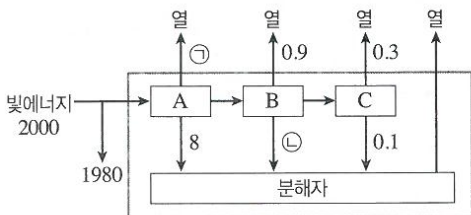
- ㄱ. A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.
- ㄴ. B에서 C로 유기물에 저장된 에너지가 이동한다.
- ㄷ. ㉠+㉡+㉣=47이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 빈출 147 중

| 서술형 |

그림은 어떤 안정된 생태계에서의 에너지흐름을 나타낸 것이다. A~C는 1차 소비자, 2차 소비자, 생산자를 순서 없이 나타낸 것이다. A에서 B로 전달되는 에너지량은 B에서 C로 전달되는 에너지량의 4배이며, 에너지량은 상댓값이다.



- (1) ㉠과 ㉡의 값을 풀이 과정과 함께 구하시오.
- (2) 2차 소비자의 에너지효율을 풀이 과정과 함께 구하시오.
- (3) 분해자의 호흡으로 방출되는 에너지량은 얼마인지 풀이 과정과 함께 서술하시오.

148 중

표는 안정된 생태계 (가)~(다)에서 각 영양단계의 에너지량을 나타낸 것이다. A~C는 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이며, 에너지량은 상댓값이다. (나)와 (다)에서 2차 소비자의 에너지효율은 같다.

영양단계 \ 생태계	(가)	(나)	(다)
A	50	40	㉠
B	1000	500	600
C	200	120	150

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

보기

- ㄱ. A는 2차 소비자이다.
- ㄴ. ㉠은 50이다.
- ㄷ. (가)에서 2차 소비자의 에너지효율은 (다)에서 1차 소비자의 에너지효율보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 빈출 149 중

표는 어떤 안정된 생태계에서 I~Ⅲ과 생산자의 에너지량과 에너지효율을 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이며, 에너지효율은 3차 소비자가 1차 소비자의 2배이다.

영양단계	에너지량(상댓값)	에너지효율(%)
I	100	10
Ⅱ	㉠	15
Ⅲ	3	?
생산자	1000	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

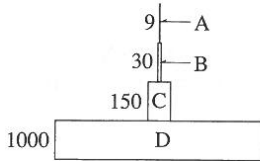
- ㄱ. I은 2차 소비자이다.
- ㄴ. ㉠은 15이다.
- ㄷ. Ⅱ의 에너지는 모두 Ⅲ에게 전달된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

생태피라미드와 에너지효율

★
빈출
150 하

그림은 어떤 안정된 생태계에서 각 영양단계의 에너지량을 상댓값으로 나타낸 생태피라미드이다. A~D는 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

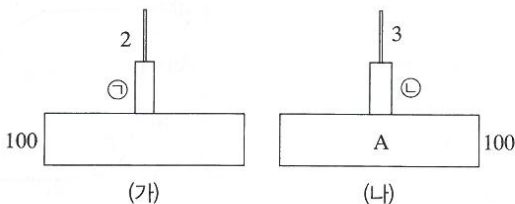
- ㄱ. A는 3차 소비자이다.
- ㄴ. 에너지효율은 B가 C의 2배이다.
- ㄷ. 에너지량과 에너지효율은 모두 상위 영양단계로 갈수록 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

151 중

다음은 생태계 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- 그림은 (가)와 (나)에서 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 에너지량을 상댓값으로 나타낸 생태피라미드이다.



- (나)에서 2차 소비자의 에너지효율은 (가)에서 1차 소비자의 에너지효율의 2배이다.
- ㉠은 ㉡의 1.5배이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

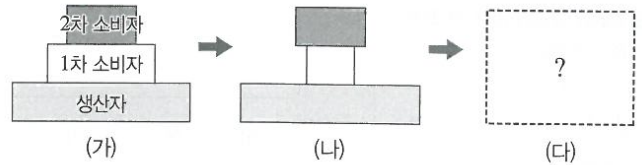
- ㄱ. ㉠은 20, ㉡은 30이다.
- ㄴ. (나)의 A는 생산자이다.
- ㄷ. 2차 소비자의 에너지효율은 (가)와 (나)에서 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

생태계평형

152 중

그림 (가)는 어떤 안정된 생태계에서의 개체수피라미드를, (나)와 (다)는 이 생태계에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 감소했을 때 시간에 따른 개체수피라미드를 나타낸 것이다.



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

[보기]

- ㄱ. (가)는 생태계평형이 유지된 상태이다.
- ㄴ. (다)에서 생산자와 2차 소비자의 개체 수는 모두 감소할 것이다.
- ㄷ. 외래생물의 유입, 환경오염, 기후 변화와 같은 사람의 활동으로 생태계평형이 깨질 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

153 상

표는 평형 상태인 어떤 생태계에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가한 후 평형 상태로 회복되는 과정에서 각 영양단계별 개체 수 변화를 나타낸 것이다. I과 II는 생산자와 2차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이다.

영양단계	생태계평형 개집	회복되는 과정 ($t_0 \rightarrow t_1 \rightarrow t_2 \rightarrow t_3$)		
		t_0	$t_0 \rightarrow t_1$	$t_1 \rightarrow t_2$
1차 소비자	증가	?	감소	?
I	변화 없음	㉠	?	㉡
II	변화 없음	감소	?	증가

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

[보기]

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 '증가'이다.
- ㄴ. I의 체내에 저장된 에너지의 일부는 유기물 형태로 1차 소비자에게 전달된다.
- ㄷ. 안정된 생태계에서는 생태계평형이 일시적으로 깨지더라도 먹이사슬을 통해 평형을 회복한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답과 해설

06 물질순환과 에너지흐름

된다. 즉, 파장이 긴 적색광은 바다 얇은 곳까지만 투과하므로 바다 얇은 곳에는 광합성에 적색광을 주로 이용하는 녹조류가 많이 분포한다. 반면 파장이 짧은 청색광은 바다 깊은 곳까지 투과하므로 바다 깊은 곳에는 광합성에 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 많이 분포한다.

- ㄱ. 빛의 파장이 긴 적색광은 수심 20 m 정도의 얇은 곳까지만 투과한다.
 ㄴ. 수심 40 m 이상의 깊이에서는 빛의 파장이 짧은 청색광만 전달되므로 광합성에 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 분포한다.
 ㄷ. 빛의 파장에 따른 해조류의 수직분포는 비생물요소가 생물요소에 영향을 미친 예에 해당한다.

126 A에서 B로 물질이 이동하므로 A는 광합성을 통해 유기물을 합성하는 생산자이며, B는 유기물을 섭취하는 소비자이다. ㉠은 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 것이고, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이다.

ㄴ. 생물요소 사이에서 유기물은 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동하거나, 생산자와 소비자의 사체나 배설물을 통해 분해자로 이동한다. 즉, 생산자(A)와 소비자(B)에서 분해자로 유기물이 이동한다.

바로알기 | ㄱ. 생산자(A)는 광합성을 통해 유기물을 스스로 합성하는 독립영양생물이다.

ㄷ. ㉠에 의해 공기 중 질소 기체(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되어 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이 증가하는 것은 ㉡의 예에 해당한다.

127 (가)와 소비자의 유기물이 (나)로 이동하므로 (나)는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하는 분해자이고, (가)에서 소비자로 유기물이 이동하므로 (가)는 유기물을 생산하는 생산자이다.

ㄱ. 남세균은 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하므로 생산자(가)에 해당한다.

바로알기 | ㄴ. 영양염류(㉠), 수온(㉢), 강수량(㉣)은 비생물환경으로, 비생물요소에 해당한다.

ㄷ. ㉠은 유숙이라는 비생물환경이 남세균의 증식에 영향을 미치는 것으로, ㉡의 예에 해당한다.

06 물질순환과 에너지흐름

빈출 자료 보기

41쪽

128 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○ (6) ○

128 (1) 대기 중 이산화 탄소는 생산자의 광합성을 통해 포도당으로 합성된 후 다양한 형태의 유기물로 전환된다.

(2) 유기물 중 일부는 생산자와 소비자의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기로 돌아간다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 호흡에 해당한다.

(5) ㉠은 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되어 대기 중으로 돌아가는 탈질산화 작용이다.

(6) 식물의 뿌리로 흡수된 질산 이온(NO_3^-)은 단백질이나 핵산과 같은 질소 화합물의 합성에 쓰인다.

바로알기 | (3) ㉡은 대기 중 질소(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소고정 작용으로, 질소고정세균에 의해 진행된다.

(4) ㉡은 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 질산화 작용으로, 질산화세균에 의해 진행된다.

난이도별 필수 기출

42쪽~47쪽

129 ③	130 ⑤	131 ③	132 ③	133 해설 참조
134 ②	135 해설 참조		136 ②	137 ⑤
139 ①	140 ⑤	141 ①	142 ④	143 ①
145 ⑤	146 ⑤	147 해설 참조		148 ③
150 ①	151 ④	152 ④	153 ③	149 ②

129 생태계에서 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다. 즉, 물질은 생산자의 광합성에 의해 무기물에서 유기물로 전환된 후 먹이사슬을 따라 이동하다가 분해자에 의해 다시 무기물로 전환되어 비생물환경으로 돌아가 생물에게 이용된다. 반면 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르다가 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계가 유지되려면 태양으로부터 에너지가 끊임없이 공급되어야 한다.

바로알기 | ③ 생태계에서 에너지는 순환하지 않으며 한 방향으로 이동한다.

130 ㄴ. 생산자로부터 물질과 에너지를 전달받는 (가)는 초식동물인 1차 소비자이고, 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자로부터 물질과 에너지를 전달받는 (나)는 분해자이다. 1차 소비자(가)에서 분해자(나)로 유기물 형태의 물질과 에너지가 이동한다.

ㄷ. 곰팡이와 세균은 생물의 사체나 배설물을 분해하는 분해자(나)에 속한다.

바로알기 | ㄱ. A는 한 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나가므로 에너지이고, B는 생물요소와 비생물환경 사이를 순환하므로 물질이다.

131 ③ 유기물 형태의 탄소는 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동한 후 소비자의 체내에 저장되거나 호흡에 이용된다.

바로알기 | ① 탄소는 주로 이산화 탄소(CO_2) 형태로 대기 중에 존재하거나 탄산수소 이온(HCO_3^-) 형태로 물에 녹아 있다.

② 대기 중 탄소는 생산자에 흡수되어 광합성을 통해 포도당과 같은 유기물로 전환된다.

④ 생물의 사체 중 분해되지 않은 일부 유기물이 오랜 기간 퇴적되어 만들어진 화석연료(석유, 석탄 등)는 연소되면서 이산화 탄소 형태로 대기로 돌아간다.

⑤ 생물의 사체나 배설물, 낙엽에 포함된 유기물은 분해자의 호흡을 통해 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기로 돌아간다.

132 ㄱ. 대기 중의 이산화 탄소는 광합성(가)을 통해 생물체 내로 유입되어 생산자의 체내에 저장되거나 호흡에 이용된다.

ㄴ. 생산자(A)에 저장된 유기물 형태의 탄소는 먹이사슬을 따라 소비자(B)로 이동한다.

ㄷ. 생물의 사체 중 분해되지 않은 일부 유기물이 땅속, 호수, 해저 등에 오랜 기간 퇴적되어 석유, 석탄과 같은 화석연료로 변화된다.

바로알기 | ㄴ. 연소(나) 과정이 과도하게 일어나면 대기 중 이산화 탄소의 평균 농도가 높아지고, 이로 인해 온실효과가 유발되어 지구 온난화가 심해진다.

133 **모범 답안** (1) A는 분해자, B는 생산자이다. 생산자(B)는 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하며, 분해자(A)는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해한다.

해설 생산자는 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물로, 빛에너지를 이용하여 광합성을 한다. 분해자는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻는 생물로, 유기물을 무기물로 분해하여 비생물환경으로 돌려보낸다.

(2) (가)는 광합성, (나)는 호흡이다. 광합성(가)은 빛에너지를 흡수하여 물과 이산화 탄소로부터 포도당을 합성하는 과정이고, 호흡(나)은 포도당을 물과 이산화 탄소로 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 생산하는 과정이다.

	채점 기준	배점
(1)	A와 B를 쓰고, 그 역할을 유기물을 중심으로 옳게 서술한 경우	50 %
	A와 B를 쓰고, 그 역할 중 일부만 옳게 서술한 경우	30 %
	A와 B만 쓴 경우	10 %
(2)	(가)와 (나)를 쓰고, 제시된 요소를 모두 포함하여 과정을 옳게 서술한 경우	50 %
	(가)와 (나)를 쓰고, 제시된 요소 중 일부만 포함하여 과정을 옳게 서술한 경우	30 %
	(가)와 (나)만 쓴 경우	10 %

134 B. 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균 등과 같은 질소고정세균은 대기 중의 질소(N_2)가 물에 녹을 수 있는 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소고정 작용에 관여한다.

바로알기 | A. 생명체의 구성 원소 중 질소(N)는 비생물환경에서 생물로 유입된 후 먹이사슬을 따라 이동하다가 비생물환경으로 돌아가 생물과 비생물환경 사이를 순환한다.

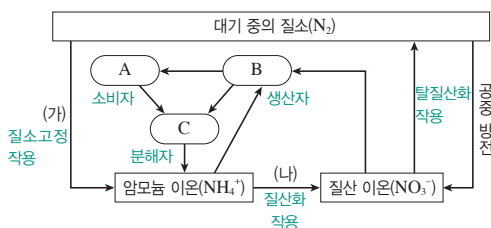
C. 대기 중 질소 기체(N_2)는 질소고정세균에 의한 질소고정 작용으로 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환된다.

135 **모범 답안** 질소고정 작용, 대기 중의 질소(N_2)는 매우 안정하여 식물이 직접 이용할 수 없으므로 질소고정 작용을 통해 이온 형태로 전환되어 야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다.

해설 질소 기체(N_2)는 대기에 풍부하지만 매우 안정하여 대부분의 생물은 이를 직접 이용할 수 없으며, 질소고정 작용을 통해 암모늄 이온(NH_4^+) 형태로 전환되거나 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-) 형태로 전환되어야 식물이 이를 흡수하여 이용할 수 있다. ㉠은 대기 중의 질소(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소고정 작용이다.

	채점 기준	배점
㉠을 쓰고, 대기 중의 질소는 매우 안정하여 이온 형태로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다고 옳게 서술한 경우		100 %
㉠을 쓰고, 대기 중의 질소가 매우 안정하기 때문이라고만 서술한 경우		70 %
㉠만 쓴 경우		30 %

136



ㄴ. (나)는 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산화세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 질산화 작용이다.

바로알기 | ㄱ. (가)는 대기 중의 질소(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소고정 작용으로, 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균 등의 질소고정세균이 관여한다. A는 생산자(B)로부터 질소 화합물을 전달받는 소비자이다.

ㄷ. 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 질소 기체(N_2)로 환원되어 대기 중으로 돌아가는 과정은 탈질산화 작용으로, 생산자(B)가 아닌 탈질산화세균에 의해 일어난다.

137 ㄴ. '세균이 관여한다.'는 질산화 작용과 탈질산화 작용이 공통으로 갖는 특징이며, '암모늄 이온(NH_4^+)'이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.'는 질산화 작용만 갖는 특징이다. 따라서 ㉠은 '암모늄 이온(NH_4^+)'이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.'이고, ㉡은 '세균이 관여한다.'이다.

ㄷ. 특징 ㉠과 ㉡을 모두 갖는 A는 질산화 작용이고, 특징 ㉡만 갖는 B는 탈질산화 작용이다. 탈질산화세균은 탈질산화 작용(B)에 관여한다.

바로알기 | ㄱ. 대기 중의 질소 기체(N_2)를 식물이 이용할 수 있는 이온 형태로 전환하는 과정은 질소고정 작용이다.

138 ㄴ. 뿌리혹세균은 콩과식물의 뿌리에 뿌리혹을 만들어 식물과 공생하면서 대기 중의 질소 기체(N_2)를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정하며, 탈질산화세균은 토양 속 질산 이온(NO_3^-)을 질소 기체(N_2)로 환원한다. 또한 식물은 질소 기체(N_2)가 아닌 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 흡수하여 단백질과 같은 질소 화합물을 합성한다. 따라서 (가)는 탈질산화세균, (나)는 뿌리혹세균, (다)는 콩과식물이며, ㉠은 질산 이온(NO_3^-), ㉡은 암모늄 이온(NH_4^+), ㉢은 대기 중의 질소 기체(N_2)이다.

ㄷ. 뿌리혹세균(나)과 콩과식물(다)은 상리공생 관계로, 뿌리혹세균(나)은 콩과식물(다)에게 질소 화합물을 제공하고, 콩과식물(다)은 뿌리혹세균(나)에게 양분을 제공한다.

바로알기 | ㄱ. 탈질산화세균(가)은 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부를 질소 기체(N_2)로 전환하는 데 관여한다.

139 ㉠ 과정에서 대기 중의 질소 기체(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되므로 ㉠은 질소고정 작용이고, ㉡ 과정에서 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 질소 기체(N_2)로 전환되어 대기 중으로 돌아가므로 ㉡은 탈질산화 작용이다.

ㄱ. 질소고정세균에 속하는 남세균은 질소고정 작용(㉠)에 관여한다.

바로알기 | ㄴ. ㉡은 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되는 탈질산화 작용이다.

ㄷ. 질소고정 작용(㉠)이 활발히 일어날수록 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이 많아져 토양 속 질소 화합물의 양이 증가한다. 반면 탈질산화 작용(㉡)이 활발히 일어날수록 토양 속 질산 이온(NO_3^-)이 줄어들어 토양 속 질소 화합물의 양이 감소한다. 단위 시간당 질소 화합물의 양은 I에서보다 II에서 빠르게 증가하므로, ㉡이 일어나는 속도 는 I에서가 II에서보다 크다.

140 '물질이 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동한다.'는 질소순환 과정과 탄소순환 과정이 공통으로 갖는 특징이고, '토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)'이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.'는 질소순환 과정만의 특징이며, '식물의 광합성을 통해 대기 중의 이산화 탄소(CO_2)'가 유기물로 전환된다.'는 탄소순환 과정만의 특징이다. 따라서 (가)는 질소순환

과정, (나)는 탄소순환 과정이다.

ㄴ. 질산화세균은 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환(㉓)되는 질산화 작용에 관여하는 생물이다.

ㄷ. 식물의 광합성 과정(㉔)에서 태양의 빛에너지가 유기물의 화학 에너지로 전환된다.

바로알기 | ㄱ. '물질이 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동한다.'는 탄소순환 과정(나)에서 갖는 특징이므로 ㉓는 '○'이고, '식물의 광합성을 통해 대기 중의 이산화 탄소(CO_2)가 유기물로 전환된다.'는 질소순환 과정(가)에서 갖지 않는 특징이므로 ㉔는 '×'이다.

141 (가)에서 대기 중 ㉑을 생산자가 직접 흡수하고 방출하므로 (가)는 탄소순환 과정이며, (나)에서 암모늄 이온(NH_4^+) 또는 질산 이온(NO_3^-)을 생산자가 흡수하므로 (나)는 질소순환 과정이다.

㉒ 광합성(I) 과정에서 무기물인 이산화 탄소(CO_2)가 유기물인 포도당으로 전환된다.

㉓ 과정 II와 IV에서 각각 유기물 형태의 탄소(C)와 질소(N)가 생산자에서 소비자로 이동한다.

㉔ 대기 중 질소 기체(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소 고정 작용(III)에는 질소고정세균이, 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 질산화 작용(V)에는 질산화세균이, 토양 속 질산 이온(NO_3^-)이 질소 기체(N_2)로 전환되는 탈질산화 작용(VII)에는 탈질산화세균이 관여한다.

㉕ VI는 공중 방전에 의해 대기 중 질소 기체(N_2)의 일부가 고온에서 산소(O_2)와 결합하여 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 과정이다.

㉖ 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)과 같은 무기염류는 생태계구성요소 중 비생물환경인 비생물요소에 해당한다.

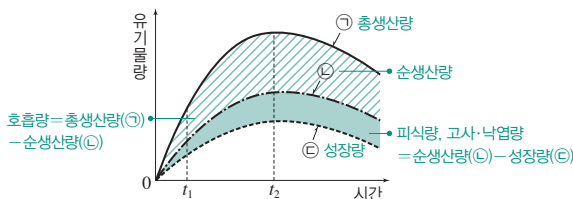
바로알기 | ㉑ ㉑은 탄소(C), ㉒은 질소(N)이다.

142 ㄴ. B는 생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양인 호흡량이다.

ㄷ. C는 초식동물에게 먹히는 유기물의 양인 피식량으로, 피식량, 고사·낙엽량, 성장량을 모두 합한 유기물의 양을 순생산량이라고 한다.

바로알기 | ㄱ. A는 생산자가 일정 기간 동안 광합성으로 생산한 유기물의 총량인 총생산량이다. 식물군집의 광합성량이 증가하면 총생산량(A)도 증가한다.

143



ㄱ. 호흡량은 총생산량(㉑)에서 순생산량(㉒)을 뺀 값이다.

바로알기 | ㄴ. $t_1 \sim t_2$ 구간에서 순생산량은 증가하므로 순생산량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 적다.

ㄷ. ㉓은 순생산량 중 피식량과 고사·낙엽량을 제외한 나머진 성장량으로, 피식량과 고사·낙엽량은 ㉓이 아닌 순생산량(㉒)에 포함된다.

144 ㄴ. 성장량이 A에서는 총생산량의 8.0 %이고, B에서는 총생산량의 6.0 %인데, B의 총생산량이 A의 총생산량의 2배이므로 성장량은 B에서 A에서의 1.5배이다.

바로알기 | ㄱ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값으로, A에서는 총생산량의 33.2 %($=100.0-66.8$)이고 B에서는 총생산량의 24.0 %

($=100.0-(76.0)$)이다. 하지만 B의 총생산량은 A의 총생산량의 2배이므로 순생산량은 B에서 A에서보다 많다.

ㄷ. ㉑은 식물군집 B의 호흡량이므로 1차 소비자의 호흡량은 ㉑에 포함되지 않는다.

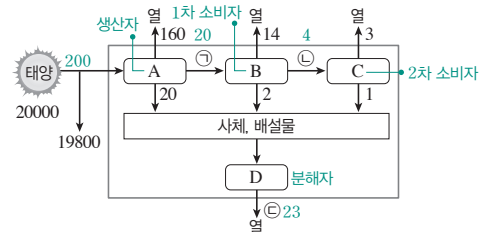
145 B는 대기 중의 이산화 탄소(CO_2)를 직접 이용하므로 생산자이고, A는 생산자(B)로부터 유기물 속 탄소를 전달받으므로 소비자이다. 또한 총생산량은 호흡량과 순생산량을 더한 값으로 호흡량보다 크므로, ㉑은 총생산량이고 ㉒은 호흡량이다.

ㄴ. 순생산량은 총생산량(㉑)에서 호흡량(㉒)을 뺀 값으로, 구간 I에서 X의 총생산량(㉑)은 순생산량(㉑-㉒)보다 크다.

ㄷ. 구간 II에서 총생산량(㉑)은 감소하고 호흡량(㉒)은 증가하므로, 순생산량(㉑-㉒)은 시간에 지남에 따라 감소한다.

바로알기 | ㄱ. 생산자(B)에서 소비자(A)로 이동하는 유기물의 양은 생산자가 호흡으로 소비하는 유기물의 양인 호흡량(㉒)에 포함되지 않는다.

146



에너지는 먹이사슬을 따라 이동하므로 A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이며, D는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하는 분해자이다. 또한 각 영양단계의 에너지양은 (현 영양단계의 호흡으로 방출되는 에너지양)+(다음 영양단계로 이동하는 에너지양)+(사체나 배설물 형태로 이동하는 에너지양)이며, 상위 영양단계가 보유한 에너지양은 이전 하위 영양단계에서 이동한 에너지양이다.

ㄱ. 생산자(A)의 광합성을 통해 태양의 빛에너지가 유기물의 화학 에너지로 전환된다.

ㄴ. 1차 소비자(B)에서 2차 소비자(C)로 유기물에 저장된 물질과 에너지가 이동한다.

ㄷ. 생산자(A)가 태양으로부터 공급받은 에너지양은 200이므로 생산자(A)에서 1차 소비자(B)로 이동하는 에너지양(㉑)은 $200-160-20=20$ 이며, 1차 소비자(B)에서 2차 소비자(C)로 이동하는 에너지양(㉒)은 $20-14-2=4$ 이다. 또한 생산자와 소비자의 사체 및 배설물을 통해 분해자(D)로 이동하는 에너지양은 분해자(D)가 호흡으로 방출하는 열에너지양(㉓)과 같으므로 ㉓은 $20+2+1=23$ 이다. 따라서 ㉑(20)+㉒(4)+㉓(23)=47이다.

다른 해설 | ㄷ. 생태계로 유입되는 에너지양과 생태계 밖으로 유출되는 에너지양은 같으므로 $200=160+14+3+㉓$ 이며, ㉓은 23이다.

147 **모범 답안** (1) 1차 소비자(B)에서 2차 소비자(C)로 전달되는 에너지양은 $0.3+0.1=0.4$ 이므로, 생산자(A)에서 1차 소비자(B)로 전달되는 에너지양은 $0.4 \times 4=1.6$ 이다. 빛에너지로부터 생산자(A)로 전달되는 에너지양(20)은 ㉑+1.6+8이므로 생산자(A)에서 열에너지로 방출되는 에너지양(㉓)은 10.4이다. 또한 1차 소비자(B)가 보유한 에너지양(1.6)은 $0.9+0.4+㉒$ 이므로 1차 소비자(B)에서 분해자로 전달되는 에너지양(㉒)은 0.3이다. (2) 2차 소비자(C)의 에너지효율은

$\frac{\text{2차 소비자(C)가 보유한 에너지 총량}}{\text{1차 소비자(B)가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{0.4}{1.6} \times 100 = 25 \%$ 이다.

(3) 분해자의 호흡으로 방출되는 에너지량은 각 영양단계의 생물에
서 사체나 배설물 형태로 분해자로 이동한 에너지량의 합과 같으므로
 $8+0.3(\text{㉔})+0.1=8.4$ 이다.

	채점 기준	배점
(1)	㉑과 ㉒의 값을 구하고, 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	㉑과 ㉒의 값을 구하고, 풀이 과정 중 일부만 옳게 서술한 경우	30 %
	㉑과 ㉒의 값만 구한 경우	20 %
(2)	2차 소비자의 에너지효율과 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	20 %
	2차 소비자의 에너지효율만 구한 경우	10 %
(3)	분해자의 호흡으로 방출되는 에너지량과 풀이 과정을 모두 옳게 서술한 경우	30 %
	분해자의 호흡으로 방출되는 에너지량만 구한 경우	15 %

148 ㄱ. 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지량이 감소하므로
상위 영양단계일수록 보유하는 에너지량이 줄어든다. 따라서 에너지양
이 가장 많은 B가 생산자이며, C는 1차 소비자, A는 2차 소비자이다.
ㄴ. (나)와 (다)에서 2차 소비자의 에너지효율은 같고, (나)에서 2차 소비
자(A)의 에너지효율은 $\frac{40}{120} \times 100 = \frac{100}{3} \%$ 이다. 따라서 (다)에서 2차
소비자(A)의 에너지효율은 $\frac{㉑}{150} \times 100 = \frac{100}{3}$ 이므로 ㉑은 50이다.

바로알기 | ㄷ. (가)에서 2차 소비자(A)의 에너지효율은 $\frac{50}{200} \times 100$
 $=25 \%$ 이고, (다)에서 1차 소비자(C)의 에너지효율은 $\frac{150}{600} \times 100 =$
 25% 이므로 같다.

149 I의 에너지량은 100, 에너지효율은 10 %이므로 I의 이전 영
양단계의 에너지량은 1000이다. 따라서 I의 이전 영양단계는 생산자이
므로 I는 1차 소비자이다. 또한 3차 소비자의 에너지효율은 1차 소비
자의 에너지효율의 2배이므로 20 %인데, II의 에너지효율은 15 %이므
로 III이 3차 소비자이고, II가 2차 소비자이다.

ㄴ. 2차 소비자의 에너지효율은 $\frac{㉑}{100} \times 100 = 15 \%$ 이므로 2차 소비자
(II)의 에너지량(㉑)은 15이다.

바로알기 | ㄱ. I은 1차 소비자, II는 2차 소비자, III은 3차 소비자
이다.

ㄷ. 각 영양단계마다 에너지의 일부는 호흡을 통해 생물의 생명활동에
이용되거나 열에너지로 전환되어 외부로 방출되므로, 2차 소비자(II)의
에너지 중 일부만 3차 소비자(III)에게 전달된다.

150 ㄱ. 에너지량은 상위 영양단계로 갈수록 감소하므로 A는 3차
소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다.

바로알기 | ㄴ. A의 에너지효율은 $\frac{9}{30} \times 100 = 30 \%$, B의 에너지효율
은 $\frac{30}{150} \times 100 = 20 \%$, C의 에너지효율은 $\frac{150}{1000} \times 100 = 15 \%$ 이므
로, B의 에너지효율은 C의 2배가 아니다.

ㄷ. 상위 영양단계로 갈수록 에너지량은 $1000 \rightarrow 150 \rightarrow 30 \rightarrow 9$ 로 변
하므로 감소하지만, 에너지효율은 $15 \% \rightarrow 20 \% \rightarrow 30 \%$ 로 변하므로
증가한다.

151 (나)에서 2차 소비자의 에너지효율은 (가)에서 1차 소비자의 에
너지효율의 2배이므로 $\frac{3}{㉑} \times 100 = \frac{㉑}{100} \times 100 \times 2$ 이고, ㉑은 ㉑의
1.5배이므로 ㉑은 $㉑ \times 1.5$ 이다. 이를 풀면 ㉑은 10, ㉒은 15이다.
ㄴ. (나)에서 에너지량이 가장 많은 A는 생산자이다.

ㄷ. 2차 소비자의 에너지효율은 (가)에서 $\frac{2}{10} \times 100 = 20 \%$, (나)에서
 $\frac{3}{15} \times 100 = 20 \%$ 이므로 (가)와 (나)에서 같다.

바로알기 | ㄱ. ㉑은 10, ㉒은 15이다.

152 ㄱ. (가)는 상위 영양단계로 갈수록 개체 수가 줄어들어 피라미
드 형태를 나타낸다. 이는 생물군집의 개체 수가 안정된 상태를 유지하
는 생태계평형 상태이다.

ㄷ. 산불, 홍수, 가뭄 등의 자연재해 및 외래생물의 유입, 환경오염, 기후
변화와 같은 사람의 활동으로 생태계가 평형을 유지하는 능력의 한계를
넘으면 생태계평형이 깨지고 생태계 전체가 파괴될 수 있다.

바로알기 | ㄴ. 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 감소하면 1차 소비자
의 먹이가 되는 생산자의 개체 수는 증가하고, 1차 소비자를 먹이로 하
는 2차 소비자의 개체 수는 감소할 것이다. 이후 먹이 증가와 천적 감소
로 1차 소비자의 개체 수는 증가하고, 이로 인해 생산자의 개체 수는 감소
하고 2차 소비자의 개체 수는 증가하여 생태계는 평형 상태를 회복한다.

153 ㄷ. 안정된 생태계에서는 생태계평형이 일시적으로 깨지더라도
대부분 시간이 지나면 먹이사슬을 통해 평형 상태를 회복한다. 즉, 한 영
양단계의 개체 수가 증가하거나 감소하면 이 영양단계와 먹이 관계에 있
는 다른 영양단계의 개체 수도 이에 따라 변해 평형을 회복하게 된다.

바로알기 | ㄱ. 1차 소비자가 증가한 이후 $t_0 \rightarrow t_1$ 구간에서 II가 감소하
며, $t_1 \rightarrow t_2$ 구간에서 1차 소비자가 감소한 이후 $t_2 \rightarrow t_3$ 구간에서 II가
증가하므로 II는 1차 소비자의 먹이인 생산자이다. 따라서 I은 1차 소
비자의 천적인 2차 소비자이며, ㉑은 '증가', ㉒은 '감소'이다.

ㄴ. 생물요소 사이에서 에너지는 먹이사슬을 따라 전달되므로, 2차 소비
자(I)의 체내에 저장된 에너지는 1차 소비자에게 전달되지 않는다.

07 개체군

빈출 자료 보기

49쪽

154 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ×

154 (1) A는 J자형 성장곡선으로, 개체가 생식 활동에 아무런 제약
을 받지 않는 조건에서 나타난다. 따라서 J자형 성장곡선(A)에서 개체군
은 환경저항을 받지 않는다.

(2) B는 S자형 성장곡선으로, 실제 자연 상태에서 나타나는 성장곡선
이다.

(3) (가)는 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기인 환경수
용력이다.

(5) 서식 공간의 면적이 일정할 때 개체군밀도는 개체 수에 비례하므로,
B에서 개체군밀도는 구간 I에서 구간 II에서보다 작다.

바로알기 | (4) 단위 시간당 개체 수 증가 속도는 그래프의 기울기에 비례
하므로, 구간 I에서는 J자형 성장곡선(A)에서 S자형 성장곡선(B)에
서보다 빠르다.

(6) 환경저항은 개체 수가 많아질수록 커지므로 B에서 환경저항은 구간
II에서 구간 I에서보다 크다.