

. 생명 시스템의 구성

2. 생태계와 상호작용

01

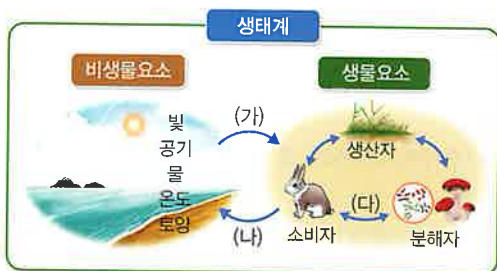
생태계의 구성과 기능

개념 기본 문제

01 생산자, 소비자, 분해자 중 다음 각 설명에 해당하는 생물 요소를 쓰시오.

- (1) 광합성을 통해 스스로 무기물로부터 유기물을 합성한다.
- (2) 광합성을 하지 않고 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는다.
- (3) 생물의 사체나 배설물로부터 유기물을 얻고, 이를 무기물로 분해하여 비생물요소로 돌려보낸다.

02 그림은 생태계의 구성요소 사이의 관계를 나타낸 것이다.

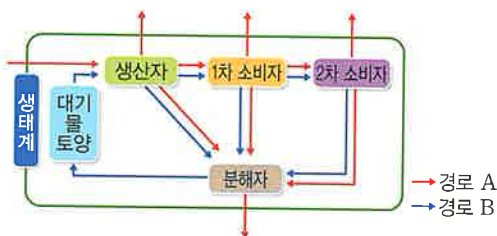


(가)~(다)의 예로 적합한 것을 각각 보기에서 고르시오.

보기

- 세균이 생물의 사체나 배설물을 분해한다.
- 숲속에서 기온은 낮아지고, 습도는 높아진다.
- 일조량에 따라 식물의 개화 시기가 달라진다.

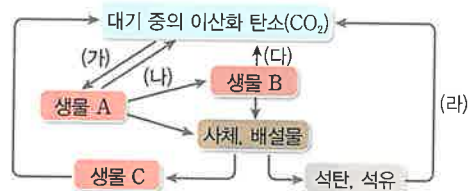
03 그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 물질과 에너지의 이동 경로를 나타낸 것이다.



경로 A와 경로 B는 각각 물질과 에너지 중 무엇의 이동 경로에 해당되는지 쓰시오.

01 생태계의 구성과 기능

04 그림은 생태계에서 일어나는 탄소순환을 나타낸 것이다.

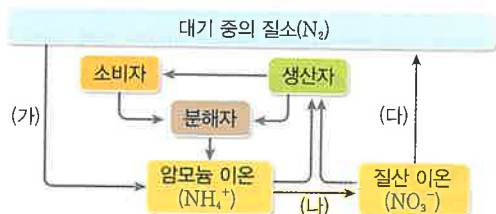


- (1) 생물 A~C는 각각 생산자, 소비자, 분해자 중 무엇에 해당하는지 쓰시오.
- (2) 위 그림에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

- 유기물을 합성하는 과정은 (가)가 유일하다.
- (나), (다), (라)는 모두 유기물을 이산화 탄소로 분해시키는 과정에 해당한다.
- (라) 과정을 줄이면 대기 중 이산화 탄소 농도를 낮출 수 있다.

05 그림은 생태계에서 일어나는 질소순환을 나타낸 것이다.

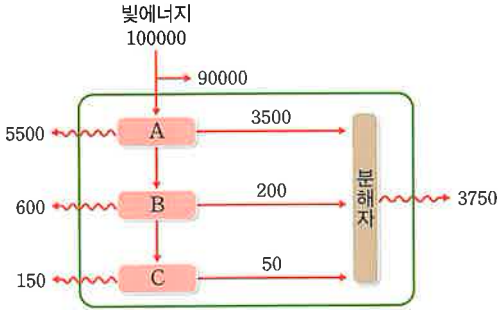


- (1) (가)~(다)는 각각 질산화세균, 탈질산화세균, 질소 고정 세균 중 어떤 세균의 도움으로 일어나는지 쓰시오.
- (2) 위 그림에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

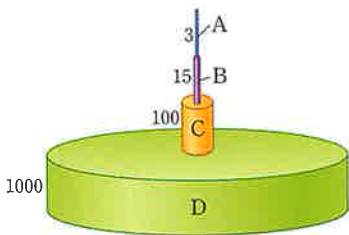
- (가) 과정을 통해 대기 중의 질소가 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환된다.
- 생산자는 (나) 과정이 이루어지지 않으면 질소를 이용할 수 없다.
- (다) 과정이 이루어지지 않으면 대기 중 질소 농도가 감소한다.

06 그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 에너지흐름을 나타낸 것이다. A~C는 이 생태계의 생물요소이며, 에너지 양은 상댓값으로 나타낸 것이다.



- (1) A~C의 에너지량을 각각 쓰시오.
- (2) 에너지가 먹이사슬을 따라 A~C로 이동할 때 유기물에 저장된 () 에너지 형태로 이동하다가 () 에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다.

07 그림은 어떤 생태계에서 A~D의 에너지량을 상댓값으로 나타낸 생태피라미드이다.



- (1) A~D는 각각 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자 중 무엇에 해당하는지 쓰시오.
- (2) A~C에서 에너지효율이 높은 것부터 차례대로 나열하시오.

08 그림은 어떤 식물군집의 물질 생산과 소비를 나타낸 것이다.



- (1) (가)와 (나)에 해당하는 양을 각각 쓰시오.
- (2) 호흡량, 섭식량, 고사·낙엽량, 성장량 중 초식동물의 섭식량에 해당하는 것을 쓰시오.

09 생태계가 환경요인의 급격한 변화나 사람의 간섭이 없는 조건에서 생물군집의 종 구성과 개체수, 물질 순환, 에너지 흐름 등이 안정된 상태를 유지하는 것을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

10 그림은 어떤 안정된 생태계의 개체수피라미드를 나타낸 것이다. 보기는 이 생태계에서 1차 소비자의 개체수가 일시적으로 감소하여 생태계평형이 깨졌다가 회복되는 과정을 순서 없이 나열한 것이다.



보기

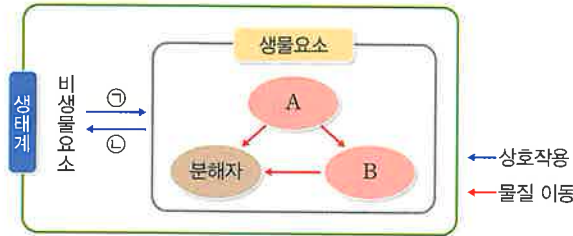
- ㄱ. 1차 소비자의 수가 증가한다.
- ㄴ. 생산자의 개체수가 감소하고, 2차 소비자의 개체수가 증가한다.
- ㄷ. 생산자의 개체수가 증가하고, 2차 소비자의 개체수가 감소한다.

생태계평형이 회복되는 과정 ㄱ~ㄷ을 순서대로 나열하시오.

개념 적용 문제

▶ 생태계구성요소의 상호작용

01 그림은 생태계구성요소 사이의 상호작용과 물질 이동의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 생산자와 소비자 중 하나이다.



▷ 생산자가 광합성을 통해 합성한 유기물과 이에 저장된 화학 에너지는 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동하며, 분해자는 이들의 사체나 배설물을 무기물로 분해한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

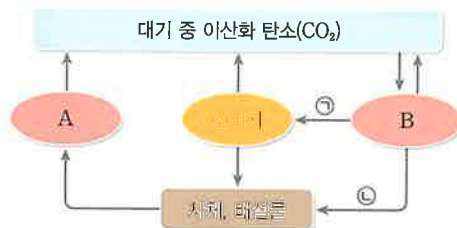
보기

- ㄱ. A는 광합성을 통해 유기물을 합성한다.
- ㄴ. A와 B는 모두 ㉠과 ㉡ 형태의 상호작용을 나타낸다.
- ㄷ. A에서 B로 이동하는 에너지의 형태는 화학 에너지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 탄소순환

02 그림은 생태계에서 일어나는 탄소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 분해자와 생산자 중 하나이다.



▷ 생산자는 광합성을 통해 대기 중의 이산화 탄소를 고정할 수 있으며, 모든 생물소는 세포호흡을 통해 유기물을 분해하여 이산화 탄소를 대기 중으로 돌려보낸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

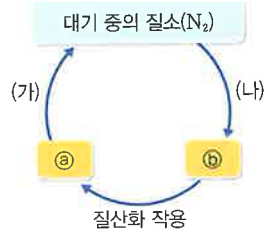
보기

- ㄱ. A는 유기물의 분해를 통해 에너지를 얻는다.
- ㄴ. B는 광합성을 통해 이산화 탄소를 대기 중으로 방출한다.
- ㄷ. 과정 ㉠과 ㉡에서 탄소가 유기물의 형태로 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 질소순환

- 03 그림은 생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 질소고정 작용과 탈질산화 작용 중 하나이고, ㉓와 ㉔는 각각 암모늄 이온과 질산 이온 중 하나이다.



➤ 대기 중의 질소는 질소고정 작용, 질산화 작용, 탈질산화 작용 등을 통해 생물요소와 비생물요소 사이를 끊임없이 순환한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

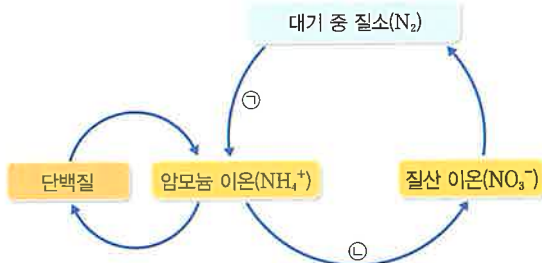
보기

- ㄱ. ㉓는 질산 이온이고, ㉔는 암모늄 이온이다.
- ㄴ. (가) 과정을 통해 단백질이 아미노산으로 분해된다.
- ㄷ. 생산자는 (나) 과정을 통해 질소 화합물을 합성한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 질소순환

- 04 그림은 생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.



➤ 생산자는 질소고정 작용으로 합성된 암모늄 이온을 사용하여 단백질이나 핵산 같은 물질을 합성할 수 있는데, 이를 질소동화 작용이라고 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉑은 질소고정 작용을 통해 질소를 포함한 유기물이 합성되는 과정이다.
- ㄴ. ㉒은 탈질산화 작용이다.
- ㄷ. 식물은 암모늄 이온을 이용하여 단백질을 합성한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

▶ 탄소순환과 질소순환

05 표는 생태계에서 일어나는 탄소순환 과정과 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 광합성, 질산화 작용, 질소고정 작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	과정
(가)	$\text{CO}_2 \longrightarrow \text{유기물}$
(나)	$\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_3^-$
(다)	$\text{N}_2 \longrightarrow \text{NH}_4^+$

▷ 생산자가 광합성을 통해 대기 중의 이산화 탄소로부터 유기물을 합성하며, 뿌리혹박테리아 등의 생물이 대기 중의 질소로부터 암모늄 이온을 합성한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

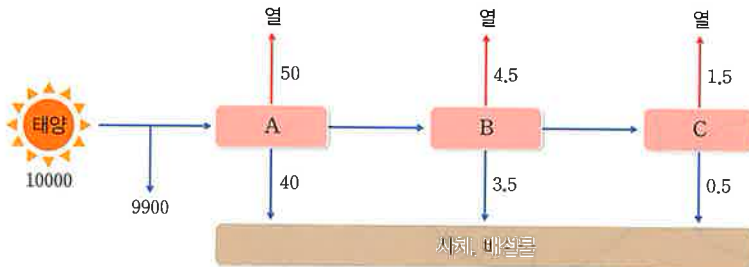
보기

- ㄱ. (가) 과정은 생산자와 소비자에서 일어난다.
- ㄴ. (나) 과정의 생성물은 식물의 뿌리를 통해 흡수된다.
- ㄷ. 뿌리혹박테리아에 의해 (다)가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 에너지흐름

06 그림은 어떤 안정된 생태계의 에너지흐름을 나타낸 것이다. A~C는 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이며, 에너지량은 상댓값이다.



▷ 생태계에서 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이며, 생산자의 광합성에 의해 화학에너지 형태로 유기물에 저장된 뒤 먹이사슬을 따라 이동한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

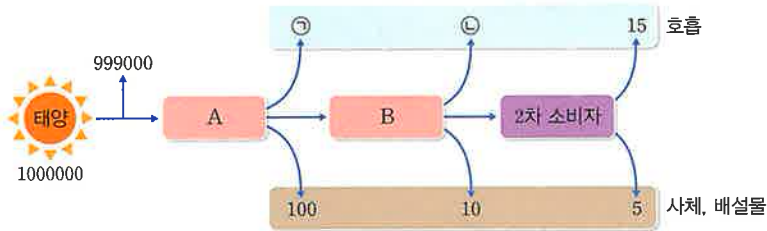
보기

- ㄱ. A가 받은 에너지량은 상위 영양단계로 이동한 에너지량과 방출된 열에너지량의 합보다 많다.
- ㄴ. A가 받은 에너지와 A가 B로 전달한 에너지의 형태는 같다.
- ㄷ. A에서 B로 이동한 에너지량은 B에서 C로 이동한 에너지량보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 에너지흐름

- 07 그림은 어떤 안정된 생태계에서의 에너지흐름을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 1차 소비자와 생산자 중 하나이고, B의 에너지효율은 10 %이다.



▶ 생산자, 소비자, 분해자 등 생태계의 생물요소는 호흡을 통해 필요한 에너지를 얻고, 이때 발생한 열에너지를 생태계 밖으로 방출한다. 한번 방출된 열에너지는 생물이 다시 이용할 수 없다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지량은 상댓값이고, 에너지효율은 전 영양단계의 에너지량에 대한 현 영양단계의 에너지량을 백분율로 나타낸 것이다.)

보기

- ㄱ. ㉠과 ㉡의 차이는 730이다.
- ㄴ. 2차 소비자의 에너지효율은 1차 소비자의 에너지효율보다 2배 높다.
- ㄷ. 사체, 배설물에 포함된 에너지의 일부는 열에너지 형태로 방출된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 물질 생산과 소비

- 08 그림은 어떤 생태계의 식물군집에서 물질 생산과 소비의 관계를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 순생산량과 피식량 중 하나이다.



▶ 1차 소비자는 생산자로부터 섭취한 유기물을 분해하여 에너지를 얻고, 분해자는 생산자나 소비자의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 에너지를 얻는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

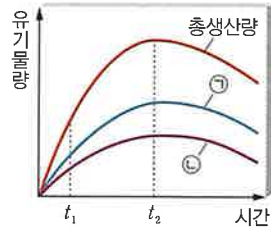
보기

- ㄱ. 식물군집의 총생산량은 광합성량과 호흡량을 더한 값이다.
- ㄴ. 1차 소비자의 성장량은 ㉠과 같다.
- ㄷ. 소비자와 분해자의 호흡량은 ㉡에 포함된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 물질 생산과 소비

- 09 그림은 어떤 식물군집에서 시간에 따른 유기물량을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 성장량과 순생산량 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



➤ 식물군집의 총생산량은 순생산량과 호흡량을 더한 값으로 시간에 따라 변화한다.

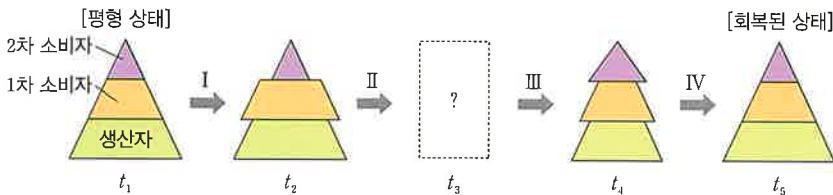
보기

- ㄱ. ㉠에 포함된 유기물 중 일부가 초식동물로 이동한다.
 ㄴ. ㉡에는 낙엽량이 포함된다.
 ㄷ. 이 식물군집의 호흡량은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 생태계평형

- 10 그림은 평형 상태인 어떤 생태계에서 1차 소비자의 개체수가 일시적으로 증가한 뒤 평형 상태로 회복되는 과정의 시점 $t_1 \sim t_5$ 에서의 개체수피라미드를, 표는 구간 I~IV에서의 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 개체수 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 '증가'와 '감소' 중 하나이다.



➤ 안정된 생태계는 먹이사슬을 통해 일시적으로 파괴된 생태계평형을 스스로 회복하는 성질이 있다.

영양단계 \ 구간	I	II	III	IV
2차 소비자	변화 없음.	㉠	?	감소
1차 소비자	증가	?	㉡	?
생산자	변화 없음.	?	?	증가

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

보기

- ㄱ. ㉠은 '증가', ㉡은 '감소'이다.
 ㄴ. $\frac{\text{생산자의 개체수}}{\text{2차 소비자의 개체수}}$ 는 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 크다.
 ㄷ. 구간 II에서 1차 소비자에서 2차 소비자로 이동하는 에너지량은 증가한다.

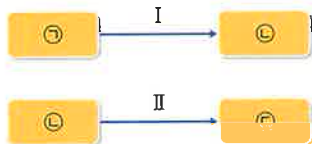
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1도전 문제

정답과 해설 193쪽

> 질소순환

- 11 그림은 생태계에서 일어나는 질소순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 암모늄 이온(NH_4^+), 질소 기체(N_2), 질산 이온(NO_3^-)을 순서 없이 나타낸 것이고, 과정 I과 II는 각각 질소 고정 작용과 탈질산화 작용 중 하나이다.



> 질산화세균은 암모늄 이온을 질산 이온으로 산화하여 식물이 뿌리를 통해 질소를 흡수하는 과정을 돕는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

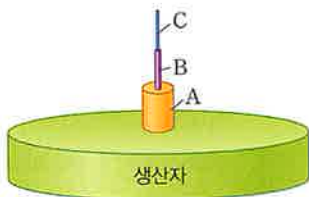
- ㄱ. ㉠은 뿌리를 통해 식물의 체내로 흡수된다.
- ㄴ. ㉠과 ㉣의 질소 원자 개수의 합은 2이다.
- ㄷ. 과정 I과 II는 모두 식물의 세포 내에서 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 에너지흐름과 생태피라미드

- 12 그림은 안정된 어떤 생태계에서 생산자와 A~C의 에너지량을 나타낸 생태피라미드이고, 표는 이 생태계를 구성하는 영양단계에서 에너지량과 에너지효율을 나타낸 것이다. A~C는 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이고, I~III은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다. 에너지효율은 C가 A의 2.5배이다.

> 생태피라미드에서 상위 영양단계로 올라갈수록 각 영양단계의 에너지량은 줄어든다. 이에 반해 에너지효율은 상위 영양단계로 올라갈수록 대체로 증가하는 경향이 있다.



영양단계	에너지량(상댓값)	에너지효율(%)
I	5	?
II	?	10
III	㉠	20
생산자	1000	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지량은 상댓값이고, 에너지효율은 전 영양단계의 에너지량에 대한 현 영양단계의 에너지량을 백분율로 나타낸 것이다.)

보기

- ㄱ. A는 II이다.
- ㄴ. ㉠은 100보다 작다.
- ㄷ. C의 에너지효율은 30 %보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 생태계와 상호작용

01 생태계의 구성과 기능

중요 개념 체크

- 93쪽 1 생물요소, 비생물요소 2 생산자, 소비자, 분해자
3 생물요소, 비생물요소
99쪽 1 (1) × (2) ○ 2 감소한다
101쪽 1 생태계평형 2 감소한다, 생산자, 2차 소비자
3 풍부하여, 복잡할수록

능백 실전 문제 풀어보기

105쪽

A는 생물권, B는 지권, C는 기권, D는 수권이다.

ㄱ. 식물의 증산작용은 생물권(A)과 기권(C) 사이의 상호작용이다.

ㄴ. 식물 뿌리에 의한 암석의 풍화는 생물권(A)과 지권(B) 사이의 상호작용이다.

바로알기 ㄷ. 육상 동물의 호흡은 생물권(A)과 기권(C) 사이의 상호작용이다.

정답 ②

개념 기본 문제

108~109쪽

- 01 (1) 생산자 (2) 소비자 (3) 분해자 02 (가) ㄷ, (나) ㄴ, (다) ㄱ 03 경로 A: 에너지, 경로 B: 물질 04 (1) A: 생산자, B: 소비자, C: 분해자 (2) ㄱ, ㄴ, ㄷ 05 (1) (가) 질소고정 세균, (나) 질산화세균, (다) 탈질산화세균 (2) ㄱ, ㄷ 06 (1) A: 10000, B: 1000, C: 200 (2) 화학, 열 07 (1) A: 3차 소비자, B: 2차 소비자, C: 1차 소비자, D: 생산자 (2) A, B, C 08 (1) (가) 총생산량, (나) 순생산량 (2) 피식량 09 생태계평형 10 ㄷ, ㄱ, ㄴ

- 01 생물요소는 영양 방식과 생태계에서 담당하는 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 나누어진다.

- 02 (가)는 비생물요소가 생물요소에 미치는 영향, (나)는 생물요소가 비생물요소에 미치는 영향, (다)는 생물요소 사이의 상호작용을 뜻한다.

- 03 경로 A는 생태계 밖에서 들어와서 생태계 내에서 이동하다 다시 생태계 밖으로 빠져나가는 일방적인 경로이므로 에너지흐름에 해당하고, 경로 B는 생태계 내에서 끊임없이 순환하므로 물질 순환에 해당한다.

- 04 (1) 이산화 탄소를 흡수하는 과정이 일어나므로 생물 A는 생산자에 해당한다. 생물 A에서 B로 먹이사슬이 이어지므로 생물 B는 소비자에 해당한다. 생물 C는 사체나 배설물을 분해하므로 분해자에 해당한다.

(2) ㄱ. (가)는 광합성이고 (나)는 세포호흡이므로 유기물을 합성하는 과정은 (가)가 유일하다.

ㄴ. (나), (다), (라)는 모두 유기물을 이산화 탄소로 분해하는 과정이다.

ㄷ. 화석연료(석탄, 석유)의 연소를 줄이면 대기 중으로 방출되는 이산화 탄소의 양을 줄일 수 있다.

- 05 (1) 질소고정 세균은 대기 중의 질소를 암모늄 이온으로 전환한다. 질산화세균은 암모늄 이온을 질산 이온으로 전환한다. 탈질산화세균은 질산 이온을 질소 기체로 전환한다. (2) ㄱ. 식물은 대기 중의 질소를 직접 이용할 수 없다.

ㄷ. 탈질산화 작용이 이루어지지 않으면 대기로 돌아가는 질소 분자의 양이 줄어든다.

바로알기 ㄴ. 생산자는 암모늄 이온을 직접 흡수하여 질소동화에 이용할 수 있다.

- 06 (1) A의 에너지량은 빛에너지 100000에서 생태계 내로 들어오지 않은 90000을 뺀 10000이다. B의 에너지량은 A의 에너지량에서 열에너지로 방출된 5500과 분해자에게 전달된 3500을 뺀 1000이다. C의 에너지량은 B의 에너지량에서 열에너지로 방출된 600과 분해자에게 전달된 200을 뺀 200이다.

(2) 생물의 몸을 구성하는 유기물에 포함된 에너지는 화학 에너지이고, 모든 에너지는 열에너지로 전환되어 생태계 밖으로 빠져나간다.

- 07 (1) 에너지피라미드에서 상위 영양단계일수록 높은 곳에 위치한다.

(2) 에너지효율을 계산하면 $A = \frac{3}{15} \times 100 = 20(\%)$,

$B = \frac{15}{100} \times 100 = 15(\%)$, $C = \frac{100}{1000} \times 100 = 10(\%)$ 이다.

일반적으로 에너지효율은 상위 영양단계로 갈수록 높아진다.

- 08** (1) 총생산량은 호흡량과 순생산량을 더한 값이고, 순생산량은 피식량, 고사·낙엽량, 성장량을 더한 값이다.
(2) 초식동물의 섭식량은 식물의 피식량과 같다.
- 09** 생태계평형은 생태계 내 생물군집의 구성, 개체수, 물질 순환, 에너지흐름 등이 일정하게 유지되는 것을 말한다.
- 10** 1차 소비자의 수가 감소하면 1차 소비자를 먹는 2차 소비자의 수가 감소하고, 1차 소비자에게 먹히는 생산자의 수가 증가한다(㉠). 이후 2차 소비자의 수가 감소하고 생산자의 수가 증가하면 1차 소비자는 포식자가 줄고 피식자가 늘어나므로 수가 증가하게 된다(㉡). 1차 소비자의 수가 증가하면 피식자인 생산자는 감소하고, 포식자인 2차 소비자는 다시 증가하게 된다(㉢).

개념 적용 문제

110~115쪽

- 01** ⑤ **02** ④ **03** ① **04** ③ **05** ④ **06** ③
07 ⑤ **08** ② **09** ③ **10** ⑤ **11** ① **12** ③

- 01** ㄱ. A에서 B와 분해자로 물질이 이동하므로 A는 생산자, B는 소비자임을 알 수 있다. 생산자는 광합성을 통해 유기물을 합성한다.
ㄴ. 생산자와 소비자는 호흡과 광합성(㉠, ㉡), 계절에 따른 생리적 변화(㉢), 뿌리에 의한 풍화(㉣), 굴파기에 의한 토양 통기성 강화(㉤) 등 비생물요소와 다양한 상호작용을 한다.
ㄷ. 생산자에서 소비자로 유기물이 이동할 때 화학 에너지가 전달된다.
- 02** ㄱ. 분해자(A)는 호흡을 통해 유기물을 분해하여 에너지를 얻는다.
ㄷ. 생산자(B)에서 소비자로 갈 때, 생산자의 사체나 배설물이 분해자로 이동할 때 탄소는 유기물의 형태로 이동한다.
[바로알기] ㄴ. 광합성 과정에서 대기 중의 이산화 탄소는 식물체 내로 흡수된다.
- 03** ㄱ. 질산화 작용은 암모늄 이온을 질산 이온으로 전환하는 과정이므로 ㉠은 질산 이온, ㉡은 암모늄 이온에 해당한다.
[바로알기] ㄴ. (가) 과정은 탈질산화 작용이다.
ㄷ. 대기 중의 질소를 암모늄 이온으로 전환하는 과정은 생산자가 아니라 질소고정 세균에 의해 일어난다.

- 04** ㄷ. 식물은 암모늄 이온을 이용하여 단백질을 합성하는 질소동화 작용을 한다.

[바로알기] ㄱ. ㉠은 대기 중의 질소를 암모늄 이온으로 합성하는 질소고정 작용이다.

ㄴ. ㉡은 암모늄 이온을 질산 이온으로 전환하는 질산화 작용이다.

- 05** ㄴ. (나)는 질산화 작용이다. 질산화 작용을 통해 생성된 질산 이온은 식물의 뿌리를 통해 흡수된다.

ㄷ. (다)는 질소고정 작용이다. 뿌리혹박테리아는 대표적인 질소고정 세균이다.

[바로알기] ㄱ. (가)는 광합성이다. 대기 중의 이산화 탄소로부터 유기물을 합성하는 광합성은 생산자에서만 일어난다.

- 06** ㄱ. A가 받은 에너지량은 100이고, 상위 영양단계인 B로 이동한 에너지량은 10, 방출된 열에너지량은 50이다.

ㄷ. A에서 B로 이동한 에너지량은 10이고, B에서 C로 이동한 에너지량은 2이다.

[바로알기] ㄴ. A는 태양으로부터 빛에너지를 받고, B로 화학 에너지를 전달한다.

- 07** ㄱ. A의 에너지량은 1000이고, B의 에너지효율은 10 % 이므로 $\frac{B의 에너지량}{1000} \times 100 = 10(\%)$ 이다. 따라서 B의

에너지량은 100임을 알 수 있다. ㉠은 A의 에너지량 1000에서 사체, 배설물로 이동한 양 100과 B로 이동한 양 100을 뺀 값이므로 800이다. 2차 소비자의 에너지량은 호흡에 사용한 15와 사체, 배설물로 이동한 5를 더한 20이므로 ㉡은 B의 에너지량 100에서 2차 소비자로 이동한 20과 사체, 배설물로 이동한 10을 뺀 70이다. 따라서 ㉠과 ㉡의 차이는 730이다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지효율은 $\frac{100}{1000} \times 100 = 10(\%)$ 이고,

2차 소비자의 에너지효율은 $\frac{20}{100} \times 100 = 20(\%)$ 이므로,

2차 소비자의 에너지효율은 1차 소비자에 비해 2배 높다.

ㄷ. 사체, 배설물에 포함된 에너지는 분해자에 의해 열에너지 형태로 방출된다.

- 08** ㄷ. 식물의 순생산량 중 일부는 소비자와 분해자로 전달되어 에너지를 얻기 위한 호흡에 사용된다.

[바로알기] ㄱ. 식물의 광합성량은 총생산량에 해당한다.

ㄴ. ㉠은 1차 소비자의 섭식량에 해당하며, 그중 일부가 성장에 사용된다.

09 ㄱ. ㉠은 순생산량이다. 순생산량에 포함된 피식량이 초식 동물로 이동한다.

ㄴ. 호흡량은 총생산량 - 순생산량이므로 t_2 일 때가 t_1 일 때 보다 많다.

[바로알기] ㄴ. 순생산량 ㉠에서 피식량, 고사량, 낙엽량을 뺀 값이 성장량(㉡)이다.

10 ㄱ. t_2 에서 1차 소비자가 증가했으므로 t_3 에서 이를 먹는 2차 소비자도 증가한다. 따라서 ㉠은 증가이다. t_3 에서 2차 소비자가 증가했으므로 t_4 에서 1차 소비자는 감소한다. 따라서 ㉡은 감소이다.

ㄴ. 제시된 표를 완성하면 다음과 같다.

영양단계 \ 구간	I	II	III	IV
2차 소비자	변화 없음.	㉠ (증가)	?	감소
1차 소비자	증가	?	㉡ (감소)	?
생산자	변화 없음.	?	?	증가

구간 II에서 분모인 2차 소비자는 증가하고 분자인 생산자가 감소하므로 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 주어진 값이 크다.

ㄴ. 구간 II에서 2차 소비자의 개체수가 증가한 것으로 보아 1차 소비자에서 2차 소비자로 이동하는 에너지양이 증가한다는 사실을 알 수 있다.

11 질소고정 작용은 질소 기체를 암모늄 이온으로 전환하고, 탈질산화 작용은 질산 이온을 질소 기체로 전환한다. 두 과정에서 공통된 질소 기체가 ㉠이므로 ㉠은 질산 이온이고 과정 I은 탈질산화 작용이며, ㉡은 암모늄 이온이고 과정 II는 질소고정 작용임을 알 수 있다.

ㄱ. 질산 이온은 뿌리털을 통해 식물의 체내로 흡수된다.

[바로알기] ㄴ. ㉠은 질소 원자가 2개, ㉡은 질소 원자가 1개이므로 질소 원자 개수의 합은 3이다.

ㄴ. 탈질산화 작용은 탈질산화세균의 세포질에서 일어난다.

12 에너지피라미드에서 위쪽으로 갈수록 영양단계가 높은 상위 영양단계이므로 A는 1차 소비자, B는 2차 소비자, C는 3차 소비자이다.

ㄱ. I이 A라면 에너지효율이 0.5 %이고, C의 에너지효율이 1.25 %가 되어야 하므로 조건에 맞지 않는다. 또 I이 B라면 II와 III이 A, C가 되어야 하므로 에너지효율이 C가 A의 2.5배라는 조건에 맞지 않는다. 따라서 I은 C이다. III이 A라면 A의 에너지효율이 20 %이므로 ㉠은 200이 되고, II에 해당하는 B는 에너지효율이 10 %이므로 에

너지양이 20이 된다. 이때 I의 에너지효율은 25 %가 되어 역시 에너지효율이 C가 A의 2.5배라는 조건에 맞지 않는다. 따라서 II가 A, III은 B임을 알 수 있다.

영양단계	에너지양(상댓값)	에너지효율(%)
I (C)	5	?(25)
II (A)	?(100)	10
III (B)	㉠(20)	20
생산자	1000	?

ㄴ. ㉠은 20이다.

[바로알기] ㄴ. C의 에너지효율은 25 %이다.

02 개체군과 군집

중요 개념 체크

- | | |
|--------------------|---------------|
| 119쪽 1 출생, 사망 | 2 성장곡선, 생존곡선 |
| 3 계절, 포식과 피식 | |
| 121쪽 1 순위제, 경쟁 | 2 사회생활, 가족생활 |
| 127쪽 1 생태적 지위 | 2 우점종, 지표종 |
| 3 위도, 고도 | |
| 131쪽 1 (1) ○ (2) × | 2 생태적, 경쟁, 분서 |
| 3 편리공생, 상리공생 | |
| 133쪽 1 천이 | 2 지의류 |
| 3 2차 천이 | 4 극상 |

탐구 확인 문제

134쪽

1 ①, ②

2 (1) 질경이 밀도: 5, 질경이 빈도: 0.75, 질경이 피도: 0.05 (2) 민들레 개체수: 2500

- 1 ③ 빈도가 낮아도 밀도나 피도가 높으면 우점종이 될 수 있다.
 ④ 방형구 수가 많을수록 통계적 예측이 정확해지므로 군집의 특성을 더욱 정확하게 예측할 수 있다.
 ⑤ 특정 종이 차지하는 면적을 계산하기 힘들 경우 식물의 피도를 몇 단계로 등급화한 피도 계급을 이용할 수 있다.
[바로알기] ① 방형구는 무작위로 던져야 유의미한 통계적 예측이 가능하다.
 ② 빈도가 가장 높더라도 밀도나 피도가 낮으면 우점종이 아닌 경우가 있다.

- 2 (1) 같은 방형구 조사 결과로 더 넓은 면적의 밀도, 빈도, 피도를 예측한다고 해도 조사한 면적당 개체수, 전체 방형구 수에 대한 특정 종이 출현한 방형구 수, 조사한 면적당 특정 종이 차지한 면적은 변하지 않는다.
 (2) 민들레의 밀도, 즉 단위 면적(1 m^2)당 개체수가 2.5이므로 1000 m^2 당 개체수는 $2.5 \times 1000 = 2500$ 으로 추정할 수 있다.

개념 기본 문제

138~139쪽

- 01 ㉠ 개체군밀도, ㉡ 이입, ㉢ 사망 02 (1) A: 이론적 성장곡선, B: 실제 성장곡선 (2) 환경저항 (3) 환경수용력
 03 (1) Ⅲ형 (2) I형 (3) II형 04 (1) ㉠ 영양염류의 양, ㉡ 빛의 세기 (2) 영양염류의 양이 일시적으로 증가하기 때
 문 05 ㄴ 06 (1) ㄴ (2) ㄷ (3) ㄱ (4) ㄹ 07 ㉠ 빈도, ㉡ 중요도(중요치), ㉢ 상대피도 08 (1) (가) 수평분포, (나) 수직분포 (2) (가) 위도에 따른 기온과 강수량, (나) 고도에 따른 기온 09 ㄴ, ㄷ 10 (가) 중간경쟁, (나) 분서, (다) 상리공생, (라) 포식과 피식 11 (1) 2차 천이 (2) 초본 (3) A: 양수림, B: 음수림
- 01 출생과 이입은 개체군밀도를 증가시키고, 사망과 이출은 개체군밀도를 감소시킨다.
- 02 J자 모양을 이루는 이론적 성장곡선은 실제 환경에서 환경저항의 영향을 받아 S자 모양을 이루는 실제 성장곡선으로 모양이 변화하며, 실제 성장곡선이 증가하다가 일정해질 때의 개체수를 환경수용력이라고 한다.
- 03 I형 생존곡선을 나타내는 동물들은 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮은 특성을 나타내고, II형 생존곡선을 나타내는 동물들은 일생에 걸쳐 일정한 사망률을 보이며, III형 생존곡선을 나타내는 동물들은 한 번에 낳는 자손의 수가 많고 초기 사망률이 높으며, 부모가 자손을 돌보지 않는 경우가 많다.
- 04 (1) ㉠은 돌말 개체수가 적은 겨울에 축적되고, 돌말의 개체수가 증가하면서 감소하는 것으로 보아 영양염류의 양임을 알 수 있다. ㉡은 여름으로 갈수록 커지고, 뒤이어 같은 형태의 수온 변화가 일어나는 것으로 보아 빛의 세기임을 알 수 있다.

(2) 빛의 세기와 수온이 높은데도 돌말 개체수에 변화가 없다가 영양염류의 양이 일시적으로 증가한 직후에 돌말 개체수가 증가하는 것으로 보아 돌말 개체수 증가의 결정적인 요인이 영양염류의 양 증가임을 알 수 있다.

- 05 ㄴ. 개체군 내의 상호작용인 사회생활의 가장 큰 특징은 분업화되고 체계적인 사회 구조이다.

[바로알기] ㄱ. 은어와 피라미는 서로 다른 종에 속하므로 개체군 내의 상호작용이라고 할 수 없다.

ㄷ. 우두머리가 무리 전체를 이끄는 방식은 리더제이다.

ㄹ. 리더제에서는 우두머리만 존재할 뿐 모든 개체의 서열이 정해지지는 않는다.

- 06 (1) 개체수나 점유 면적은 적지만 군집의 구조를 유지하는데 큰 역할을 하는 개체군을 핵심종이라고 한다.

(2) 특정 군집에서만 발견되어 군집의 특성을 잘 나타내는 개체군을 지표종이라고 한다.

(3) 개체수가 많거나 점유하는 면적이 넓어 군집 내 영향력이 큰 개체군을 우점종이라고 한다.

(4) 군집을 이루는 개체군 중 개체수가 매우 적은 개체군을 희소종이라고 한다.

- 07 ㉠ 빈도는 조사한 전체 방형구 수에 대한 특정 개체군이 출현한 방형구 수의 비율을 나타낸다.

㉡ 중요도(중요치)는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 더한 값으로, 중요도가 가장 높은 종이 우점종이 된다.

㉢ **특정 종의 피도**
조사한 모든 종의 피도 합을 상대피도라고 한다.

- 08 (1) (가)는 위도에 따른 수평분포, (나)는 고도에 따른 수직분포를 나타내고 있다.

(2) 수평분포는 위도에 따른 기온과 강수량에 의해, 수직분포는 고도에 따른 기온에 의해 결정된다.

- 09 ㄴ. 분서는 생태적 지위가 비슷한 개체군들의 과도한 경쟁을 피하게 하는 효과가 있다.

ㄷ. 생태적 지위가 많이 겹치는 개체군에서 중간경쟁이 일어나기 쉽다.

[바로알기] ㄱ. 같은 종인 은어 사이에서 일어나는 상호작용은 개체군 내 상호작용에 해당한다.

ㄹ. 편리공생의 경우 한쪽만 이익을 얻는다.

- 10 (가) 극심한 중간경쟁 결과 개체군 B가 군집에서 사라졌다.
 (나) 경쟁이 일어나 개체수가 줄었지만 분서를 통해 두 종 모두 생존하고 있다.

- (다) 두 종 모두 이익을 얻는 상리공생이 일어났다.
(라) 포식과 피식 관계의 두 종이 증감을 반복한다.

- 11 (1) 기존의 식물군집이 파괴된 뒤에 새롭게 시작되는 천이를 2차 천이라고 한다.
(2) 2차 천이는 토양이 형성되어 있으므로 초본이 개척자로 들어오는 경우가 많다.
(3) 천이는 양수림(A) → 혼합림 → 음수림(B)의 순으로 진행된다.

개념 적용 문제 140~147쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ② 06 ②
07 ③ 08 ② 09 ② 10 ③ 11 ⑤ 12 ②
13 ⑤ 14 ② 15 ③ 16 ④

- 01 ㄱ. 같은 면적이라면 개체수가 많을수록 개체군밀도가 높다.
ㄴ. 그림의 기울기가 급할수록 단위 시간당 증가한 개체수가 많다.
ㄷ. 출생한 개체수가 높을수록 개체수가 빨리 증가한다.
ㄹ. 사망한 개체수가

- 02 ㄱ. I 형 생존곡선은 초기 사망률이 낮고, 한 번에 낳는 자손의 수가 적은 동물에서 주로 나타난다.
ㄴ. 부모가 자손을 돌보면 적은 수의 자손을 낳더라도 초기 사망률을 낮게 유지할 수 있다.

[바로알기] ㄷ. y축의 단위가 지수적으로 증가한다는 점에 유의해야 한다. II 형 생존곡선은 전체 연령대의 사망률은 일정하지만 A 구간에서 개체수의 감소가 더 크다.

- 03 ㄴ. B에 속하는 동물은 II 형 생존곡선을 나타내며, 사망률이 일정하여 개체수가 줄어드는 비율이 모든 구간에서 일정하게 나타난다.

[바로알기] ㄱ. A가 초기 사망률이 낮은 것으로 보아 I 형 생존곡선을 가지는 동물임을 알 수 있다. I 형에 속하는 동물에는 한 번에 낳는 자손 수가 적은 사람, 코끼리 등이 있다.

ㄷ. C는 어느 정도 시간이 지난 후에는 사망률이 일정해진다.

- 04 ㄷ. 영양염류의 양이 많아지면 돌말의 개체수가 증가하고, 돌말의 개체수가 증가하면 영양염류의 양이 줄어든다.

[바로알기] ㄱ. 구간 I 이후 돌말의 개체수가 감소하는 것은 영양염류의 양이 줄어들었기 때문이다.

ㄴ. 구간 II에서 영양염류의 양이 풍부한데도 수온과 빛의 세기가 약해져 돌말의 개체수가 낮게 유지된다는 사실을 알 수 있다.

- 05 ㄱ. A는 B보다 개체수가 많고 변화가 선행하는 것으로 보아 피식자임을 알 수 있다.

ㄴ. 오르내림을 반복하며 주기적 변동을 일으키는 것은 포식과 피식 관계의 특징이다.

[바로알기] ㄷ. 그림에서 10년을 주기로 변동한다는 사실을 알 수 있다.

- 06 ㄴ. ㉠과 ㉡은 같은 종이므로 먹이와 서식 공간의 조건이 같아 서로 간에 종내경쟁이 일어난다.

[바로알기] ㄱ. 생물군집이 개체군 A와 개체군 B로 이루어져 있으므로 둘은 서로 다른 종임을 알 수 있다.

ㄷ. ㉢는 개체군 간의 상호작용이고, 사회생활은 개체군 내의 상호작용에 해당한다.

- 07 ㄱ. 상대피도의 합은 100 %이므로
민들레의 상대피도 = $100 - (32 + 29) = 39(\%)$ 이다.
ㄷ. (나)에서 중요도가 가장 높은 개별꽃이 우점종이다. 각 식물의 중요도를 계산하면 표와 같다.

식물종	밀도 (개체수)	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요도
토끼풀	6	35.3	40	32	107.3
민들레	4	23.5	20	39	82.5
개별꽃	7	41.2	40	29	110.2

[바로알기] ㄴ. (가)와 (나)에서 상대밀도는 일치하지만, 상대빈도는 다르게 나타난다. (가)와 (나)의 식물 종류별 빈도와 상대빈도를 계산하면 표와 같다.

식물종	(가)		(나)	
	빈도	상대빈도 (%)	빈도	상대빈도 (%)
토끼풀	0.75	37.5	1	40
민들레	0.5	25	0.5	20
개별꽃	0.75	37.5	1	40

- 08 ㄴ. ㉠은 연평균 강수량, ㉡은 연평균 기온이다. 열대초원인 사바나와 사막은 같은 기온대에 존재할 수 있지만, 연평균 강수량이 더 높은 곳에 사바나가 분포한다.

[바로알기] ㄱ. 고도에 따른 수직분포는 기온과 관련이 있다.

ㄷ. 저위도의 고산 지대에도 침엽수림이 분포할 수 있다.

- 09 ㄷ. 종내경쟁으로 인해 종 A의 성장곡선이 S자 모양을 이루며, 종간경쟁으로 인해 종 B가 도태되었다.

[바로알기] ㄱ. 종 A의 환경수용력이 종 B의 환경수용력보다 크다.

ㄴ. t_1 에서의 기울기가 더 급해 성장 속도가 빠르므로 환경저항이 낮음을 알 수 있다.

- 10 ㄱ. 포식과 피식의 관계는 증감을 반복하며 개체수의 주기적 변동을 나타낸다.

ㄷ. ㉠ 구간에서 피식자(B)가 줄어들 때 포식자(A)도 줄어드는 것을 관찰할 수 있다.

[바로알기] ㄴ. ㉡ 구간에서 B가 증가하면 A가 증가로 변하고, ㉢ 구간에서 A가 증가하면 B가 감소로 변하는 것으로 보아 A는 포식자, B는 피식자임을 알 수 있다.

- 11 ㉠은 상리공생, ㉡은 편리공생, ㉢은 종간경쟁, ㉣은 포식과 피식이다.

ㄱ. 혼합 배양 시 종 A의 개체수가 늘어났으므로 종 B와 상리공생이나 편리공생 관계를 맺고 있음을 알 수 있다.

ㄴ. 빨판상어는 이익을 얻지만 바다거북은 아무런 이익도 얻지 못하는 편리공생 관계이다.

ㄷ. 생태적 지위가 비슷한 종 사이에서 종간경쟁이 일어난다.

- 12 A는 초원, B는 양수림, 극상인 C는 음수림이다.

ㄷ. 순생산량=총생산량-호흡량이므로, 순생산량은 양수림이 출현했을 때가 음수림이 출현했을 때보다 크다.

[바로알기] ㄱ. 산불 이후 초원에서 시작했으므로 2차 천이에 해당한다.

ㄴ. 양수림이 성숙하면 지표면에 도달하는 빛의 양이 적어지므로 양수림의 어린나무보다 음수림의 어린나무가 잘 자라게 된다.

- 13 ㄱ. t_5 이후로 개체수가 감소하는 구간이 있으므로 t_6 에서는 개체군의 밀도가 작아지게 된다.

ㄴ. t_3 에 이를 때까지 개체수가 계속 증가하고 있으므로 환경저항이 t_1 일 때보다 커지게 된다.

ㄷ. 환경저항으로 인해 $t_3 \sim t_4$ 사이의 구간에서 성장이 중지되어 개체수가 더 이상 증가하지 않는다.

- 14 ㄱ. 각 생물종의 출현 빈도는 상대빈도의 비율과 일치하므로 C는 A가 출현한 방형구 수의 $\frac{32}{30}$ 만큼의 방형구에서 출

현하게 된다. 따라서 C가 출현하는 방형구는

$$60 \times \frac{32}{30} = 64(\text{개}) \text{이다.}$$

ㄴ. 각 생물종의 상대밀도와 상대피도는 표와 같다.

종	개체수	상대밀도 (%)	한 개체당 면적	종 전체의 면적(m^2)	상대피도 (%)
A	20	10	0.5	10	10
B	65	32.5	0.4	26	26
C	45	22.5	0.8	36	36
D	70	35	0.4	28	28

C의 상대피도는 36, D의 상대밀도는 35이다.

[바로알기] ㄷ. 상대빈도의 합은 100 %이다. 각 종의 중요도를 계산하면 표와 같다.

종	개체수	상대밀도 (%)	상대피도 (%)	상대빈도 (%)	중요도
A	20	10	10	30	50
B	65	32.5	26	17	75.5
C	45	22.5	36	32	90.5
D	70	35	28	21	84

중요도가 가장 높은 C가 우점종이다.

- 15 (나)에서 종간경쟁, (다)에서 상리공생이 나타난다. (나)에서 환경수용력이 줄어든 ㉠이 A에 해당한다. (다)에서 환경수용력이 늘어난 ㉡이 C, 남은 ㉢이 B이다.

ㄱ. (나)에서 ㉠과의 종간경쟁에서 밀린 ㉢이 도태된 것으로 보아 경쟁배타원리가 적용된 것을 알 수 있다.

ㄷ. (다)에서 A와 C의 환경수용력이 모두 증가한 것을 확인할 수 있다.

[바로알기] ㄴ. (나)에서 ㉢은 환경수용력이 줄어들어야 하므로 종 B가 될 수 없다.

- 16 극상인 A가 음수림, 천이 순서에 따라 B는 초원, C는 관목림에 해당한다. 식물의 구성비에 따라 ㉠은 초원(B), ㉡은 관목림(C), ㉢은 음수림(A)이 된다.

ㄱ. 음수림(A)과 초원(B) 사이에서 벌목에 의한 2차 천이가 시작된다.

ㄷ. 양수림의 어린나무는 그늘이 많은 음수림(㉢)보다 양지 바른 관목림(㉡)에서 더 잘 자란다.

[바로알기] ㄴ. 2차 천이이므로 B 구간은 이미 토양이 형성된 상태이다.

중단원 핵심 정리

148~149쪽

- | | | |
|---------|-----------|----------|
| 1 분해자 | 2 비생물요소 | 3 순환 |
| 4 광합성 | 5 먹이사슬 | 6 질소 |
| 7 탈질산화 | 8 에너지 | 9 피라미드 |
| 10 생산자 | 11 순생산량 | 12 생태계평형 |
| 13 먹이사슬 | 14 이출 | 15 환경저항 |
| 16 S자 | 17 낮고 | 18 일정 |
| 19 높고 | 20 계절 | 21 피식 |
| 22 종내경쟁 | 23 텃세 | 24 리더제 |
| 25 먹이사슬 | 26 생태적 지위 | 27 우점종 |
| 28 서식 | 29 생태분포 | 30 강수량 |
| 31 고도 | 32 종간경쟁 | 33 불모지 |
| 34 간성 | 35 2차 천이 | |

통합 문제

150~155쪽

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 01 ① | 02 ⑤ | 03 ② | 04 ⑤ | 05 ③ | 06 ② |
| 07 ③ | 08 ② | 09 ⑤ | 10 ④ | 11 ④ | 12 ④ |
| 13 ④ | 14 ⑤ | 15 ⑤ | 16 ④ | 17 ⑤ | 18 ③ |
| 19 ② | 20 ① | 21 ① | | | |

- 01 ㄱ. 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 끊임없이 순환한다.
[바로알기] ㄴ. 버섯과 곰팡이는 분해자에 속한다. 먹이사슬이 시작되는 A는 생산자이다.
 ㄷ. 생산자, 소비자의 몸을 구성하던 물질은 모두 분해자로 전달되므로 C는 분해자에 해당한다.
- 02 (가)는 분해자이고, (나)는 생산자이다.
 ㄱ. 모든 생물은 세포호흡을 통해 유기물을 분해하여 에너지를 얻는다.
 ㄴ. 생산자는 광합성(I)을 통해 이산화 탄소로부터 유기물을 합성한다.
 ㄷ. 화석연료가 연소(II)하면 이산화 탄소가 발생하여 지구 온난화 현상의 원인이 된다.
- 03 ㄱ. 질소 기체(N_2)를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환하는 과정은 질소고정 작용이며, 뿌리혹박테리아와 같은 질소고정 세균에 의해 일어난다.

ㄴ. 암모늄 이온으로부터 아미노산이나 단백질과 같은 복잡한 질소 화합물을 합성하는 과정을 질소동화 작용이라고 한다.

[바로알기] ㄷ. 질산 이온(NO_3^-)에서 질소 기체로 전환되는 과정은 탈질산화 작용이고, 탈질산화 작용에는 탈질산 화세균이 관여한다.

- 04 질소고정 작용은 질소 기체를 암모늄 이온으로 전환하므로 ㉠은 질소 기체(N_2), ㉡은 암모늄 이온(NH_4^+), ㉢은 질산 이온(NO_3^-)이다.
 ㄱ. 질소 원자의 개수는 ㉠ 2개, ㉡ 1개이고, ㉢의 수소 원자 개수는 0개이다.
 ㄴ. 질소동화 작용은 흡열반응으로 ATP를 소모하는 과정이다.
 ㄷ. 체내 물질대사에는 효소가 관여한다.

- 05 ㄱ. 생태계 밖으로부터 최초로 에너지를 받아들이는 ㉠이 생산자, ㉡은 소비자에 해당한다. 먹이사슬을 통해 이동하는 에너지는 유기물에 저장된 화학 에너지이다.
 ㄴ. 생산자가 받아들인 에너지량은 20, 소비자가 받아들인 에너지량은 6이므로 소비자의 에너지효율은 $\frac{6}{20} \times 100 = 30(\%)$ 이다.

[바로알기] ㄷ. 생산자는 20을 받아들이고 20을 내보내야 하므로 A는 10이다. 소비자는 6을 받아들이고 6을 내보내야 하므로 B는 4이다. 사체, 배설물로 8이 들어오고 8이 나가야 하므로 C는 8이다. 분해자는 8이 들어오고 8을 내보내야 하므로 D는 6이다. 따라서 A, B, D에서 방출되는 에너지의 합은 20이 된다.

- 06 2차 소비자에서 나간 에너지량이 20이므로 들어온 에너지량도 20이다. 1차 소비자에서 나간 에너지량이 100이므로 1차 소비자로 들어온 에너지량도 100이다. 생산자로 들어온 에너지량이 1000이므로 생산자에서 나간 에너지량도 1000이 되어야 한다. 따라서 ㉢은 100이 된다. 사체, 배설물에서 분해자로 이동한 에너지량이 138이므로 들어온 에너지량도 138이어야 한다. 따라서 분해자로부터 들어온 에너지량은 13이다.
 ㄱ. 1차 소비자로 유입된 에너지량과 ㉢은 모두 100이다.
 ㄴ. 1차 소비자의 에너지효율은 $\frac{100}{1000} \times 100 = 10(\%)$,
 2차 소비자의 에너지효율은 $\frac{20}{100} \times 100 = 20(\%)$ 이다.

따라서 $\frac{2\text{차 소비자의 에너지효율}}{1\text{차 소비자의 에너지효율}} = \frac{20}{10} = 2$ 가 된다.

[바로알기] ㄷ. 사체, 배설물로 유입된 에너지량은 유출된 양과 같은 138이다.

07 ㉠은 총생산량, ㉡은 순생산량, ㉢은 성장량이다.

ㄱ. 성장량에 고사량, 낙엽량, 피식량을 더하면 순생산량이 된다.

ㄷ. 구간 II에서 성장량이 양수이므로 유기물의 총량은 증가한다.

[바로알기] ㄴ. 총생산량에서 순생산량을 뺀 값이 호흡량이다. 따라서 구간 I에서 구간 II에서보다 호흡량이 적다.

08 ㄴ. 순생산량에서 성장량을 뺀 B는 피식량, 고사량, 낙엽량에 해당한다. 1차 소비자의 생체량은 B의 일부인 피식량으로부터 유래한다.

[바로알기] ㄱ. A는 총생산량에서 순생산량을 뺀 값이므로 호흡량에 해당한다. 호흡량은 생산자 단계에서 호흡으로 소비한 유기물양이다.

ㄷ. 상위 영양단계로 갈수록 에너지효율이 증가하므로 낭비되는 에너지양이 감소한다.

09 I 이 (가)라고 가정하면 2차 소비자는 먹이가 많아져 증가하고, 생산자는 천적의 증가로 인해 감소하므로 ㉠은 2차 소비자, ㉡은 생산자가 된다. 또한 2차 소비자가 증가하여 1차 소비자가 감소하면 2차 소비자는 다시 감소하게 되므로 ㉢은 감소가 된다. II가 (가)라고 가정하면 역시 2차 소비자는 먹이가 많아져 증가하고, 생산자는 천적의 증가로 인해 감소하므로 증가하는 ㉡이 2차 소비자, ㉠은 생산자가 되고 ㉢은 감소가 된다.

ㄱ. 광합성 유무와 상관없이 생산자와 2차 소비자는 모두 세포호흡을 통해 생명 유지에 필요한 에너지를 얻는다.

ㄴ. ㉡에서 질소동화 작용이 일어난다면 ㉡이 생산자이고, 이 경우 I 이 (가)가 되어야 한다.

ㄷ. 어떤 경우에도 ㉢은 감소가 된다.

10 ㄴ. t_1 에서는 환경저항이 작아 개체수가 증가하고 있으며, t_2 에서는 환경저항이 커져 개체수의 증가가 멈춘 상태이다. ㄷ. t_2 에서 개체수가 더 이상 증가하지 않으므로 환경수용력을 나타낸다.

[바로알기] ㄱ. 구간 I에서 개체수는 증가하고 있다.

11 ㄱ. I형 생존곡선을 나타내는 동물은 부모가 자손을 돌보는 경우가 많아 한 번에 낳는 자손의 수가 많지 않아도 초기 사망률이 낮게 나타난다.

ㄷ. II형 생존곡선에서 사망률이 일정한 것에 비해, I형 생존곡선에서는 생리적 수명이 끝나가면 급격히 사망률이 높아진다.

[바로알기] ㄴ. y 축의 단위가 지수적으로 증가한다는 사실에 유의해서 보면, 사망률이 일정하더라도 초기에 사망하는 개체수가 후기에 사망하는 개체수보다 훨씬 많음을 알 수 있다.

12 ㄴ. 모든 밀도에서 몸길이가 가장 짧은 개체를 보면 공동 생활 구역에서 생활하는 개체보다 세력권을 형성하는 개체의 몸길이가 더 긴 것을 확인할 수 있다.

ㄷ. 세력권을 형성하면 먹이와 공간을 독점적으로 이용할 수 있으므로 먹이를 구하거나 번식에 성공할 확률이 높아진다.

[바로알기] ㄱ. 개체군밀도가 5.5 마리/m^2 가 되면 오히려 세력권을 형성하는 개체의 비율이 줄어든다.

13 ㄴ. 각 종의 중요도를 계산하면 표와 같다.

종	개체수	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요도
A	120	48	25	55	128
B	30	12	35	?	?
C	100	40	40	?	?

A의 상대빈도는 25 %이고, B의 상대빈도는 35 %이다.

ㄷ. B와 C의 상대피도가 45를 넘을 수 없으므로 A의 중요도가 가장 높아 우점종이 된다.

[바로알기] ㄱ. C의 상대빈도는

$\frac{40}{48+0.20+0.28} \times 100 = 40(\%)$ 이다. 식을 풀면 ㉠은 0.32이다.

14 ㄱ. 높이가 높아질수록 빛의 세기가 강하므로 키가 큰 교목 층에서 광합성이 가장 활발히 일어난다.

ㄴ. 높이에 따라 각기 다른 생태적 지위를 가진 소비자가 존재하여 생산자와 먹이사슬을 형성한다.

ㄷ. 지표층(선태층)과 지중층에는 세균, 버섯, 곰팡이 등의 분해자가 많이 서식한다.

15 A는 열대사막, B는 툰드라, C는 낙엽활엽수림, D는 열대우림이다.

ㄱ. 삼림은 강수량이 비교적 풍부한 곳에서 형성된다.

ㄴ. 낙엽활엽수림과 열대우림은 교목, 아교목, 관목, 초본 등이 층을 이루어 뚜렷한 층상구조를 나타낸다.

ㄷ. 위도는 연평균 강수량과 연평균 기온에 영향을 미쳐 수평분포를 형성한다.

- 16 ㄴ, ㄷ. 두 종을 혼합 배양하면 경쟁배타 원리가 적용되므로 두 종 모두 서식 가능한 온도 범위가 줄어든다.

[바로알기] ㄱ. T_1 이나 T_2 구간 밖에 A, B가 자라지 못하는 구간이 있는 것으로 보아 환경저항이 존재한다는 것을 알 수 있다.

- 17 ㄱ. A는 ㉠과 ㉡의 천적인 ㉢이라는 변인을 추가하여 변화를 살피는 집단이므로 실험군이고, B는 ㉢을 추가하지 않고 실험군의 기준으로 삼는 집단이므로 대조군에 해당된다. ㄴ. B에서 알 수 있듯이 ㉠이 ㉡보다 적응력이 높는데도 A에서 수가 적은 것은 천적에 의한 포식 작용 때문으로 추측할 수 있다.

ㄷ. 생태적 지위가 비슷한 두 개체군 중 한 개체군만 살아남았으므로 경쟁배타원리가 적용된 것으로 볼 수 있다.

- 18 ㄱ. 경쟁배타원리는 생태적 지위가 겹치는 개체군 사이에서 극심한 중간경쟁의 결과 나타난다.

ㄷ. 그림 (가)에서 A, B, C 각각이 다른 종과 겹치지 않는 생존 가능 범위를 가지므로 3종 모두 분서가 가능하다.

[바로알기] ㄴ. 그림 (가)에서 B는 다른 종과 무관하게 ㉠ 조건에서 생존하지 못한다는 사실을 알 수 있다.

- 19 ㄱ. 꽃과 꿀벌은 상리공생 관계이므로 ㉠은 이익, ㉡은 손해가 된다.

ㄴ. B는 모두 손해이므로 생태적 지위가 비슷한 두 종 사이에서 일어나는 중간경쟁 관계로 볼 수 있다.

[바로알기] ㄷ. 거북과 빨판상어는 한쪽만 이익을 얻고, 다른 한 쪽은 이익도 손해도 없는 편리공생 관계이다. C는 한 쪽은 이익을 보고, 다른 한쪽은 손해를 입으므로 기생 관계로 볼 수 있다.

- 20 ㄱ. 상리공생은 '개체군 중 적어도 하나는 이익을 얻는다.'와 '두 종 이상의 개체군으로 이루어진 군집에서 나타난다.'의 두 가지 조건을 만족하며, 기생은 세 가지 조건 모두를 만족한다. 특징의 개수가 2인 A가 상리공생이다.

[바로알기] ㄴ. B는 기생이므로 ㉢은 3이다. 중간경쟁은 '개체군 중 적어도 하나는 손해를 입는다.'와 '두 종 이상의 개체군으로 이루어진 군집에서 나타난다.'를 만족하므로 ㉢은 2이다. 따라서 ㉠+㉢=5이다.

ㄷ. 사회생활은 개체군 내에서의 상호작용이므로 ㉠ (군집 내 개체군 간의 상호작용)의 예에 해당하지 않는다.

- 21 ㄱ. 천이 순서에 따라 A는 양수림, B는 음수림에 해당한다. 상대밀도, 상대빈도, 상대피도 모두 침엽수(양수)가 우세하므로 ㉠은 A(양수림)이다.

[바로알기] ㄴ. IV의 상대밀도가 10 %이므로

$\frac{12}{46 + ㉢ + 20 + 12} \times 100 = 10(\%)$ 이다. 식을 풀면 ㉢은 42이다. 상대피도의 합은 100 %이므로 ㉢은 5이다. 따라서 ㉠+㉢=47이므로 50보다 작다.

ㄷ. 각 종의 중요도를 구하면 표와 같이 정리할 수 있다.

종	개체수	상대밀도 (%)	빈도	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요도
I	46	38.3	0.41	41	35	114.3
II	42	35	0.30	30	53	118
III	20	16.7	0.20	20	5	41.7
IV	12	10	0.09	9	7	26

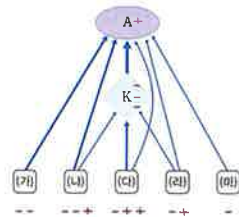
중요도가 가장 높은 II가 우점종이다.

HIGH TOP 심화 문제

156~157쪽

1 ㉢ 2 ㉠ 3 ㉠ 4 ㉢

1 자료 분석



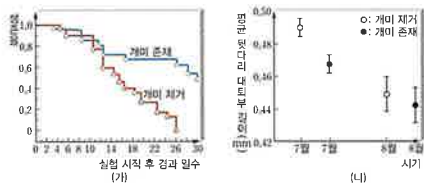
외래종 A가 들어왔을 때 다른 생물종들에게 미치는 영향은 화살표의 굵기로 표현되어 있다. A에 의해 기존의 생물종의 개체수가 증감하는 정도를 +와 -의 개수로 표현하면 대략 다음과 같다.

- (가): 중간 굵기 화살표만큼 A에게 먹히므로 -2개만큼 감소한다.(최중 --)
- (나): 중간 굵기 화살표만큼 A에게 먹히므로 -2개만큼 감소하지만, 또 다른 포식자 K가 A에게 굵은 화살표만큼 먹히므로 평소 K에게 가는 화살표만큼 먹히던 부분이 줄어들어 +1개만큼 개체수 증가 효과가 있는 것으로 표시할 수 있다.(최중 -- +)

- (다): 가는 화살표만큼 A에게 먹히므로 -1개만큼 개체수가 감소하지만 평소 K에게 중간 굵기 화살표만큼 먹히던 부분이 줄어들어 +2개만큼 개체수 증가 효과가 있는 것으로 표시할 수 있다.(최종 -++)
- (라): 가는 화살표만큼 A에게 먹히므로 -1개만큼 감소하지만, 평소 K에게 가는 화살표만큼 먹히던 부분이 줄어들어 +1개만큼 개체수 증가 효과가 있는 것으로 표시할 수 있다.(최종 -+)
- (마): 가는 화살표만큼 A에게 먹히므로 -1개만큼 감소한다.(최종 -)

화살표의 굵기에 따라 각 생물종의 개체수 증감을 예측한 결과 (가)~(마) 중 (다)의 개체수가 가장 많이 증가할 것으로 예상된다.

2 자료 분석



- (가)에서 시간이 경과함에 따라 개미를 제거했을 때에 비해 개미가 존재할 때의 진딧물 생존율이 높음을 알 수 있다. 이는 개미가 진딧물의 생존에 도움을 준다는 뜻이다. 또한 문항 설명에서 진딧물의 포식자가 있을 때 조사한 결과라는 것으로 보아 개미가 진딧물의 포식자를 물리침으로써 진딧물의 생존율을 높인다는 추정이 가능하다.
- (나)에서 동일 시기에 개미를 제거했을 때와 개미가 존재할 때 진딧물의 뒷다리 대퇴부 길이를 비교하면 7월과 8월 모두 개미가 존재할 때 평균 뒷다리 대퇴부 길이가 짧아진다는 사실을 알 수 있다. 문항 설명에서 진딧물이 개미에게 당분이 풍부한 단물을 제공한다고 밝힌 내용을 참조하면 진딧물이 개미에게 당분이 풍부한 단물을 제공하여 성장에 지장을 받게 되었다는 추정이 가능하다.
⇒ 진딧물은 성장의 손실을 감수하고 개미와 공생 관계를 통해 생존율을 높이는 것으로 보인다.

ㄱ. 개미는 진딧물로부터 당분이 풍부한 단물을 얻고, 진딧물은 개미의 보호를 받아 생존율을 높이므로 두 종의 상호작용은 상리공생에 해당한다.

[바로알기] ㄴ. (나)를 통해 개미가 있을 때 진딧물의 성장이 저해된다는 사실을 알 수 있다.

ㄷ. 개미의 개체수가 증가하면 천적으로부터 보호받을 수 있어 진딧물의 생존율이 증가하고, 개체수도 늘어날 것이다.

3 자료 분석

종	개체수	상대밀도(%)	빈도	상대빈도(%)	상대피도(%)
A	? 72	30	0.8	40	35
B	48	20	0.6	? 30	20
C	24	? 10	0.1	5	8
D	96	? 40	? 0.5	? 25	? 37

- 상대피도의 합은 100 %이므로 D의 상대피도는 37이다.
- D의 빈도를 x 라고 하면 A의 상대빈도가 40 %이므로

$$40 = \frac{0.8}{0.8+0.6+0.1+x} \times 100 \text{ 이 된다.}$$

식을 풀면 x 는 0.5이다.

- 상대빈도를 계산하면

$$B \text{의 상대빈도} = \frac{0.6}{0.8+0.6+0.1+0.5} \times 100 = 30 \%,$$

$$D \text{의 상대빈도} = \frac{0.5}{0.8+0.6+0.1+0.5} \times 100 = 25 \% \text{ 이다.}$$

- 상대밀도의 비율은 개체수의 비율(밀도의 비율)과 같으므로 $\frac{A}{48} = \frac{30}{20}$ 에서 A는 72가 된다.

- A의 상대밀도는 $30 \% = \frac{72}{72+48+24+96} \times 100$ 이므로
식을 풀면 ㉠은 96이다.

- 개체수의 비율은 상대밀도의 비율과 같으므로 C의 상대밀도는 10, D의 상대밀도는 40임을 알 수 있다.

종	개체수	상대 밀도(%)	빈도	상대 빈도(%)	상대 피도(%)
A	72	30	0.8	40	35
B	48	20	0.6	30	20
C	24	10	0.1	5	8
D	96	40	0.5	25	37

이 결과를 바탕으로 각 생물종의 중요도를 구하면 다음과 같다.

종	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)	상대 피도(%)	중요도
A	30	40	35	105
B	20	30	20	70
C	10	5	8	23
D	40	25	37	102

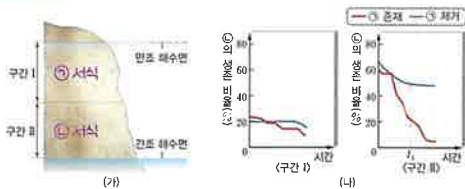
ㄱ. ㉠은 96이므로 95보다 크다.

[바로알기] ㄴ. 개체군 전체 피도의 비율은 상대피도의 비율과 같다. 각 종의 상대피도를 개체수로 나누면 한 개체가 차지하는 피도의 비율을 알 수 있다.

$A : B : C : D = \frac{35}{72} : \frac{20}{48} : \frac{8}{24} : \frac{37}{96}$ 이므로 한 개체가 차지하는 면적은 A가 가장 넓다는 사실을 알 수 있다.

ㄷ. 우점종은 중요도가 가장 높은 A이다.

4 자료 분석



- (가) 자연 상태에서 구간 I과 구간 II에 각각 한 종의 따개비만 서식하며, ㉠이 ㉡보다 건조에 대한 내성이 강하다고 했으므로 구간 I에는 ㉠이, 구간 II에는 ㉡이 서식한다는 사실을 알 수 있다.
- (나) 구간 I에 서식하던 ㉠을 제거해도 ㉡의 생존 비율은 크게 달라지지 않는다. 이는 ㉡이 건조에 대한 내성이 약해 구간 I에서 살아남기 힘들기 때문이며, ㉡이 구간 I에 존재하지 않는 까닭은 경쟁보다 건조에 대한 내성 때문이라고 해석할 수 있다.
구간 II에 서식하던 ㉠을 제거하면 ㉡의 생존율이 크게 증가하므로 자연 상태에서 ㉠과 ㉡ 사이에서 중간경쟁이 벌어지고 있었다는 사실을 알 수 있다.

ㄴ. 자연 상태일 때 구간 II에서 ㉠이 ㉡의 생존 비율을 낮추고 있었다는 것은 ㉠과 ㉡ 사이에서 중간경쟁이 벌어지고 있었다는 사실을 보여 준다. 즉 구간 II에서 ㉠이 서식하지 않는 까닭은 경쟁배타원리가 적용되었기 때문이다.

ㄷ. 구간 II에서 ㉠을 제거하면 ㉡의 생존 비율이 높아진다는 것은 ㉠이 ㉡에 환경저항으로 작용하고 있다는 뜻이다.

바로알기 ㄱ. ㉠과 ㉡은 다른 종이므로 각각 다른 개체군에 속한다.

11교과 확장 문제

158~161쪽

- 에너지피라미드와 관련하여 서술하라고 했으므로 하위 영양단계에 있는 옥수수와 상위 영양단계에 있는 암탉이나 염소 사이의 관계를 중심으로 접근해야 한다. 에너지피라미드에서 상위 영양단계로 이동하는 것은 포식과 피식의 결과이며, 이때 어떤 변화가 일어나는지 생각하면 한 생물을 다른 생물에게 먹이는 방법이 에너지 측면에서 불리하다는 결론을 이끌어 낼 수 있다. 또한 음식을 보관할 수 없다고 했으므로 어떤 것을 먼저 먹는지가 중요한데, 생물은

평소 세포호흡을 통해 열에너지를 방출하므로 에너지를 많이 방출하는 생물을 먼저 먹어야 한다는 것을 알 수 있다. 동물은 식물에 비해 많은 에너지를 사용하고, 몸 크기에 따라 에너지를 방출하는 정도가 달라진다는 점에 유의하여 답안을 작성하면 된다.

모범답안 에너지피라미드에서 영양단계가 한 단계씩 위로 올라갈 때마다 에너지의 손실이 발생한다. 따라서 암탉이나 염소에게 옥수수를 먹여 고기의 양을 늘린다든지 알이나 젖을 얻어 내리는 방법은 에너지를 낭비하는 결과를 초래하므로 옥수수, 암탉, 염소를 모두 직접 먹어서 에너지를 섭취해야 한다. 물질대사가 거의 일어나지 않는 옥수수에 비해 암탉과 염소는 끊임없이 세포호흡으로 에너지를 소모하므로 옥수수보다 먼저 먹어야 하는데, 암탉은 체온이 높고, 부피당 표면적의 비율이 커서 염소보다 에너지 방출량이 많으므로 암탉, 염소, 옥수수의 순으로 먹는 것이 가장 유리하다.

채점 기준	배점(%)
- 에너지피라미드에서 상위 영양단계로 갈 때 에너지 낭비가 일어난다는 사실을 서술하였다. - 옥수수, 암탉, 염소의 호흡 속도(물질대사)를 비교하여 옥수수를 나중에 먹는다고 서술하였다. - 암탉과 염소의 열방출량을 비교하여 암탉을 먼저 먹어야 한다고 서술하였다.	100
위 세 가지를 모두 옳게 서술한 경우	
위 내용 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	80
위 내용 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

- (1) 조류도 식물과 마찬가지로 광합성을 하는 생산자로서 총생산량, 순생산량, 호흡량, 성장량 사이에 식물과 거의 유사한 관계가 성립한다. 순생산량 중 성장량에 포함되지 않는 부분은 다른 생물에게 먹히거나(피식량) 죽어 없어진 양(고사량)으로 볼 수 있다.

(2) 총생산량이 많더라도 호흡량이나 고사량, 피식량 등의 손실에 의해 성장량이 적어질 수 있다는 점에 유의하여 답안을 작성하면 된다.

모범답안 (1) A: 피식량, 고사량, B: 호흡량

(2) 총생산량이 가장 많은 시기와 성장량이 가장 적은 시기는 5월 전후이다. 수온, 햇빛, 영양염류의 양 등의 조건이 적합하여 총생산량이 많은데도 성장량이 적은 것은 같은 시기에 호흡량, 피식량, 고사량이 크게 늘어났기 때문으로 추측할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A와 B를 모두 옳게 쓴 경우	20
	A와 B 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	10
(2)	정확한 시기, 총생산량이 높은 까닭, 성장량이 낮은 까닭 세 가지를 모두 정확히 서술한 경우	80
	정확한 시기, 총생산량이 높은 까닭, 성장량이 낮은 까닭 중 두 가지만 정확히 서술한 경우	60
	정확한 시기, 총생산량이 높은 까닭, 성장량이 낮은 까닭 중 한 가지만 정확히 서술한 경우	30

- 3 (1) 꿀을 섭취해서 얻는 에너지양이 많더라도 큰 세력권을 방어하느라 너무 많은 에너지를 소모한다면 실질적인 이익이 크지 않을 수 있다. 반대로 에너지를 적게 소모하고 적절한 크기의 세력권을 유지한다면 큰 세력권을 가질 때보다 이익이 클 수도 있다.
- (2) 소모한 에너지에 비해 얻은 에너지가 적다면 생존에 불리할 것이다. 다양한 세력권을 가진 벌새가 존재하고 이들이 자유롭게 종내경쟁하면 어떤 결과가 벌어질지 자연선택 등의 진화적인 관점으로 설명하면 된다.

모범 답안 (1) 적은 에너지를 소모하여 많은 에너지를 얻을수록 생존에 유리하므로 최적의 조건을 만족하는 벌새 세력권의 크기는 (가)와 (나)의 차이가 가장 큰 C이다.

(2) A 이하의 세력권을 가진다면 방어에 필요한 에너지가 꿀을 섭취함으로써 얻는 에너지보다 커지므로 생존에 불리하게 작용한다. A 이하의 세력권을 가지는 벌새와 C 크기의 세력권을 가지는 벌새가 종내경쟁한다면, A 이하의 세력권을 가지는 벌새는 도태되고 C 크기의 세력권을 가지는 벌새만 선택되어 진화 과정에서 살아남을 것이다. 따라서 A 이하의 세력권을 유지하는 벌새는 존재하지 않을 것이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	에너지 소모량과 에너지 획득량을 비교하여 최적의 세력권 크기를 옳게 서술한 경우	50
	최적의 세력권 크기만 옳게 서술한 경우	30
(2)	에너지 소모량과 에너지 획득량을 비교하고, 진화적 관점으로 A 이하의 세력권을 유지하는 벌새가 존재하지 않는 까닭을 옳게 서술한 경우	50
	에너지 소모량과 에너지 획득량을 비교하여 서술했으나 진화적 관점이 포함되지 않은 경우	30

- 4 (1) 제시된 자료는 해달, 성게, 다시마 3종에 대한 것이지만 먹이사슬 관계로부터 범고래의 개체수 변화도 알아낼 수 있다.

(2) 개체수는 많지 않지만 군집의 구조를 유지하는 데 결정적인 역할을 하는 개체군을 핵심종이라고 한다.

모범 답안 (1) 범고래가 유입된 뒤, 해달의 개체수가 줄어들었고, 성게의 개체수는 늘어났으며, 다시마의 개체수는 줄어들었다. 자료에는 나타나 있지 않지만 범고래는 먹이인 해달이 줄어들면서 개체수가 줄어들었을 것이다.

(2) 해달이 줄어들면서 해달의 먹이인 성게가 증가하고, 성게가 해조류 숲을 파괴하여 그 곳에 사는 다양한 생물 모두 큰 피해를 입게 된다. 해달은 군집의 구조를 유지하는 데 결정적인 역할을 하므로 핵심종이라고 할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	생물 4종의 개체수 변화를 정확히 분석하여 서술한 경우	50
	생물 4종 중 3종의 개체수 변화를 정확히 분석하여 서술한 경우	30
(2)	해달이 생태계에 미친 영향과 핵심종의 정의를 모두 정확히 서술한 경우	50
	해달이 생태계에 미친 영향과 핵심종의 정의 중 한 가지만 정확히 서술한 경우	30

- 5 포식자가 몸을 숨길 수 있는 은신처가 존재할 때 포식자의 포식 행위가 제한되어 개체수 변화가 다양한 양상으로 나타날 수 있다.

모범 답안 실험 A에서는 짚신벌레를 넣고 키우다 물벼룩을 첨가하면 물벼룩이 짚신벌레를 모두 잡아먹고, 먹이가 없어진 뒤에는 물벼룩도 모두 죽어 (가)와 같은 결과가 나타난다. 실험 B에서는 짚신벌레가 자라는 곳에 물벼룩을 첨가하면 일부 짚신벌레가 자갈(은신처)에 몸을 숨겨 생존하고, 먹이의 감소로 물벼룩 개체수가 줄어들면 다시 짚신벌레 개체수가 증가하는 과정이 반복되어 (다)와 같은 결과가 나타난다. 실험 C에서는 물벼룩을 첨가하면 모든 짚신벌레가 자갈(은신처)에 몸을 숨겨 먹이를 구하지 못한 물벼룩이 사라지고, 천적이 사라진 뒤 짚신벌레 개체수가 증가해 (나)와 같은 결과가 나타난다.

채점 기준		배점(%)
실험 A~C가 (가)~(다) 중 어디에 해당하는지 정확한 까닭을 밝히며 세 가지를 모두 옳게 서술한 경우		100
실험 A~C가 (가)~(다) 중 어디에 해당하는지 정확한 까닭을 밝히며 두 가지만 옳게 서술한 경우		80
실험 A~C가 (가)~(다) 중 어디에 해당하는지 정확한 까닭을 밝히며 한 가지만 옳게 서술한 경우		50

- 6 따개비는 물속을 유영하는 유생 시기를 거쳐 성체가 되면 바위에 고착하여 살아간다. 두 종의 따개비가 서식하는 지역에서 단독 서식할 때의 분포는 환경에 의해 결정되고, 함께 서식할 때의 분포는 환경과 종간경쟁에 의해 결정되므로 두 가지 경우를 비교하면 따개비가 특정 구역에 분포하는 까닭을 설명할 수 있다.

모범 답안 (1) A가 단독 서식할 때에도 (가)에 분포하지 않는 것으로 보아 A의 서식을 제한하는 요인이 건조에 대한 내성이라는 것을 알 수 있다.

(2) 단독 서식할 때 A가 (가) 구역에 분포하지 않고, B가 (라), (마) 구역에 서식하지 않는 것은 종간경쟁이 아닌 환경 조건에 의한 것으로 볼 수 있다. A가 성체가 될 때 (나) 구역에서 사라지거나 B가 성체가 될 때 (다) 구역에서 사라지는 것은 모두 종간경쟁에 의한 것으로 추정된다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	단독 서식할 때와 함께 서식할 때의 분포를 비교하고, 건조에 대한 내성을 언급하여 옳게 서술한 경우	50
	단독 서식할 때와 함께 서식할 때의 분포를 비교하여 서술하거나, 건조에 대한 내성을 언급한 경우	30
(2)	단독 서식할 때와 함께 서식할 때의 분포를 비교하여 환경에 의해 분포가 결정되는 구역과 종간경쟁에 의해 분포가 결정되는 구역을 정확히 구분하여 서술한 경우	50
	단독 서식할 때와 함께 서식할 때의 분포를 비교하여 종간경쟁에 의해 분포가 결정되는 구역을 정확히 서술한 경우	30

- 7 (1) 바위비둘기 떼가 매를 발견하는 평균 거리가 길어진다는 것은 매가 가까이 다가가기 전에 미리 발견하여 대처할 수 있다는 뜻이므로 바위비둘기의 생존에는 유리하게 작용하고, 매의 공격 성공률을 떨어뜨리는 결과를 불러온다.

(2) 개체군밀도가 높아지면 여러 가지 환경저항이 생겨나 생존에 불리한 효과가 나타난다는 점에 유의한다.

모범 답안 (1) 그림에서 바위비둘기 개체군의 크기가 커짐에 따라 바위비둘기 떼가 매를 발견하는 평균 거리가 길어지는 동시에 매의 공격 성공률이 떨어지는 것으로 보아 무리를 짓는 것이 생존에 유리하다는 것을 알 수 있다.

(2) 바위비둘기의 개체수가 늘어나면 개체군의 밀도가 높아지면서 종내경쟁, 노폐물 축적, 질병 등 환경저항이 커져 오히려 생존에 불리하게 작용할 수 있으므로 바위비둘기는 적절한 수의 개체수를 유지한다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	바위비둘기가 무리 짓는 까닭을 바위비둘기 개체군의 크기, 바위비둘기 떼가 매를 발견하는 평균 거리, 매의 공격 성공률을 모두 관련지어 옳게 서술한 경우	50
	바위비둘기가 무리 짓는 까닭을 바위비둘기 개체군의 크기, 바위비둘기 떼가 매를 발견하는 평균 거리, 매의 공격 성공률 중 일부를 빠트리고 서술한 경우	30
(2)	바위비둘기 개체군의 크기를 적절한 수준으로 유지하는 까닭을 개체군밀도, 환경저항, 환경저항의 예시 등을 모두 언급하여 옳게 서술한 경우	50
	바위비둘기 개체군의 크기를 적절한 수준으로 유지하는 까닭을 개체군밀도, 환경저항, 환경저항의 예시 중 일부를 빠트리고 서술한 경우	30

- 8 2차 천이는 토양이 존재하는 상태에서 진행되므로 1차 천이에 비해 속도가 빠르지만, 초원이 형성된 이후에는 1차 천이와 같은 순서로 진행된다. 양수림, 혼합림, 음수림의 순서로 천이가 진행될 때 식물군집의 종류를 결정하는 가장 중요한 요인은 지표면에 도달하는 빛의 세기이다.

모범 답안 A는 어린 참나무, B는 어린 소나무, C는 소나무 교목, D는 참나무 교목이다. 천이 순서는 양수림에서 음수림으로 진행되므로 처음에 생겨났다 줄어들드는 B와 C가 양수인 소나무에 해당한다. 이 중 어린나무인 B는 숲이 우거져 빛의 양이 줄어들면 먼저 사라지고, 교목인 C는 수명을 다하고 더 늦게 사라진다. 뒤늦게 자리잡아 점점 늘어나는 A와 D는 음수인 참나무에 해당하는데, 어린나무인 A가 먼저 나타나 교목인 D로 자라난다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	A, B, C, D를 정확히 쓰고, 양수림과 음수림의 특성, 어린나무와 교목의 특성을 바탕으로 천이 과정을 서술한 경우	100
	A, B, C, D를 정확히 쓰고, 양수림과 음수림의 특성, 어린나무와 교목의 특성 중 한 가지만 포함하여 서술한 경우	80
	A, B, C, D만 정확히 쓴 경우	50

논술 대비 문제

164~169쪽

- 1 **(문제 해결 과정)** (1) 세포막의 구조를 인지질과 연관 지어 설명하고, 세포막의 기능을 선택적 투과성, 물질대사와 연관 지어 설명한다.

(2) 제시된 자료를 살펴보고 ㉠~㉢이 무엇인지 생물의 특성과 연관 지어 추론해 보자.

(3) 집단 B가 집단 A에 비해 체중과 혈당량이 증가한 까닭을 [제시문 2]의 생물의 특성과 [제시문 3]의 항상성, 물질대사와 연관 지어 설명한다.

(해설) (1) 세포막은 생물의 기본 단위인 세포를 둘러싸고 있는 막으로, 세포 안과 밖을 구분하고 물질 출입을 조절한다. 인지질은 친수성인 머리 부분과 소수성인 꼬리 부분으로 구분되며, 세포의 안과 밖은 물 환경에 접해 있다. 따라서 세포를 둘러싼 세포막을 구성하는 인지질은 안쪽에는 소수성 꼬리, 바깥쪽에는 친수성 머리가 배열되므로, 세포막은 인지질 이중층 구조로 되어 있다.

(2) [제시문 2]에 제시된 병원체는 세균, 곰팡이, 바이러스이다. 세균은 핵막이 없고 유전물질인 DNA가 세포질에 있는 원핵생물이고, 곰팡이는 핵막이 있어 유전물질인 DNA가 핵 속에 있는 진핵생물이다. 원핵생물에는 미토콘드리아, 엽록체, 소포체 등의 막으로 둘러싸인 세포소기관이 없지만, 진핵생물에는 막으로 둘러싸인 세포소기관이 있다. 바이러스는 세포 구조로 이루어져 있지 않고 스스로 물질대사를 할 수 없으며, 살아 있는 숙주세포 안에서만 증식할 수 있다.

(3) [제시문 2]에서 생물의 특성 중 물질대사, 항상성이 있음을 파악하고, [제시문 3]에서 항상성 불균형이 질병을 유발할 수 있다는 것과 영양소 섭취와 소비의 불균형으로 비만이 유발될 수 있다는 내용을 참고하여 집단 B가 집단 A와 어떻게 다른지 설명한다.

(예시 답안) (1) 세포의 안과 밖은 물이 있는 환경이므로, 인지질의 친수성 머리는 세포 안쪽과 바깥쪽을 향하고 소수성 꼬리는 서로를 향해 안쪽으로 마주보게 배열되어 있다. 그 결과 세포막은 인지질 이중층 구조로 되어 있다. 세포막은 세포 안과 밖을 구분하는 경계 역할을 하여 외부 환경과 분리된 환경을 제공함으로써 물질대사가 안정적으로 일어나게 해 준다. 그리고 선택적 투과성이 있어 세포 안과 밖으로의 물질 출입을 조절한다.

(2) ㉠이 고체 영양 배지에서 증식을 안 한 것은 스스로 물질대사를 할 수 없기 때문이며, 세포 구조로 되어 있지 않아 세포호흡이 일어나는 미토콘드리아, 단백질합성 장소인 라이보솜과 같은 세포소기관이 없다. 이를 통해 ㉠은 바이러스임을 알 수 있다. ㉡은 막으로 둘러싸인 세포소기관의 하나인 미토콘드리아가 없으므로 원핵생물이고, ㉢은 미토콘드리아가 있으므로 진핵생물이다. 세균은 원핵생물, 곰팡이는 진핵생물이므로 ㉡은 세균, ㉢은 곰팡이다.

(3) 생쥐는 탄수화물 등의 영양소가 포함된 사료를 섭취하고, 영양소의 에너지를 물질대사를 통해 ATP 형태로 저장하여 생명활동에 이용한다. 그러나 탄수화물과 지방을 과하게 섭취하면 에너지의 과잉으로 인하여 물질대사와 에너지의 불균형이 생겨 항상성이 유지되기 어렵다. 일반 사료를 섭취시키며 사육한 집단 A는 혈액 속 인슐린과 글루카곤의 길항작용을 통해 혈당량을 일정하게 유지하며, 물질대사를 통해 에너지의 생산과 소비를 적절하게 조절한다. 반면 고

탄수화물·고지방 사료를 지속적으로 섭취한 집단 B의 생쥐는 에너지 과잉으로 체중이 증가하여 비만이 될 수 있고, 비만으로 혈당량 조절과 관련된 항상성 불균형이 야기되어 혈당량이 증가했을 것이다.

2 (문제 해결 과정) (1) 오줌 생성 과정에서의 여과, 재흡수, 분비를 이해하고, 제시된 그림을 분석하여 당뇨병으로 진단이 나오려면 혈당 수치가 얼마 이상이어야 하는지 설명한다.

(2) 혈당량 조절은 생물의 특성 중 항상성의 예에 해당하므로, 정상인의 혈당량 변화를 항상성 및 인슐린의 작용과 연관 지어 설명한다.

(3) 당뇨병은 인슐린 부족이나 인슐린 저항성이 원인이 되어 발병한다는 것과 연관 지어 당뇨병 환자 A에서 높은 혈당량이 나타나는 까닭을 설명한다.

(해설) (1) 당부하 검사는 혈액 속 포도당 농도를 측정하여 당뇨병을 진단하기 위한 검사이다. 정상인의 경우 혈액 속 포도당은 콩팥에서 여과되지만 세뇨관을 지나는 동안 모두 재흡수되기 때문에 여과량과 재흡수량이 같아서 배설량은 0이다. 따라서 오줌 속에 포도당이 포함되지 않는다. 당뇨병은 오줌에 포도당이 함유되어 있는 증상을 나타내므로 그림에서 여과량, 재흡수량, 배설량을 분석하면 혈당 수치가 얼마 이상이어야 당뇨병으로 진단하는지 알 수 있다.

(2) 정상인에서 혈당량이 일정하게 유지되는 것은 항상성의 예에 해당하고, 혈당량 조절은 글루카곤과 인슐린의 길항 작용으로 일어난다. 인슐린은 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 글루카곤은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다. 혈당량이 증가하면 인슐린의 분비량 증가로 혈당량을 감소시켜 혈당량이 정상 범위로 조절된다.

(3) 당뇨병은 이자에서 인슐린이 거의 분비되지 않아 발생하거나, 인슐린 저항성으로 인해 인슐린의 작용이 원활하지 않아 발병한다.

(예시 답안) (1) 혈당 수치가 200 mg/dL 이전까지는 콩팥에서 포도당의 여과량과 재흡수량이 같으므로 오줌을 통한 포도당의 배설량은 0이다. 혈당 수치가 200 mg/dL 이상이면 포도당의 재흡수량은 일정한데 포도당의 여과량은 포도당의 재흡수량보다 많아져 오줌을 통한 포도당의 배설량이 0 이상이다. 당뇨병은 오줌에 포도당이 포함되어 몸 밖으로 나가는 질환이므로, 혈당 수치가 200 mg/dL 이상이면 당뇨병으로 진단한다.

(2) 정상인 B에서 t 구간 동안 식사 뒤에 높아진 혈당량이 100 mg/dL로 회복되는 것은 혈당량을 일정하게 유지하려고 하는 항상성 때문이다. 식사 뒤 혈당량이 증가하면 인슐린 분비량이 증가하며, t 구간에서 인슐린이 혈액 속 포도당을 세포로 흡수하도록 하고, 간에서 포도당을 글라이코젠으로 전환하도록 하기 때문에 혈당량이 감소하게 되어 정상 수준으로 혈당량이 회복된다.

(3) 당뇨병은 인슐린 분비 부족이나 인슐린 저항성 때문에 나타나므로, 당뇨병 환자 A는 인슐린에 의한 세포로의 포도당 흡수가 제대로 일어나지 않아 혈액 속 포도당이 높은 상태를 유지하게 된다.

3 [문제 해결 과정] (1) 젖산균은 이상적인 환경에서는 개체수가 계속 증가하는 J자 모양의 성장곡선을 나타내지만, 생태적 지위가 비슷한 미생물들과 중간경쟁을 하여 이기지 못하면 개체수가 줄어든다는 것을 설명한다.

(2) 1차 건성천이 과정에서의 식물군집 변화를 그림을 분석하여 파악하고, 혼합림에서 양수림에서 음수림으로 우점종이 변하는 과정을 지표면에 도달하는 빛의 세기, 지표면에서 자라고 있는 어린나무와 연관 지어 설명한다.

(3) 천이가 진행되는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기는 우점종의 높이가 커지는 것과 연관 지어 설명하고, 토양 속 유기물의 양적 변화는 식물군집의 총광합성량 변화와 연관 지어 설명한다.

(해설) (1) 김치통 안에는 젖산균을 포함한 여러 종의 미생물이 군집을 이루어 생활한다. 김치통의 뚜껑을 닫아 두면 산소가 부족한 환경이 되므로 젖산균이 산소를 사용하여 세포호흡을 하는 미생물들과의 중간경쟁에서 우위를 점하지만, 김치통의 뚜껑을 열어 놓으면 환경저항이 커져 젖산균의 수가 줄어든다.

(2) 1차 건성천이에서 건조하고 양분이 부족해도 잘 살 수 있는 지의류가 개척자로 들어와 토양이 형성되고, 토양이 형성되면 성장이 빠른 초본이 유입된 뒤 환경 조건이 점차 변하면서 다년생 초본, 관목, 양수림, 혼합림, 음수림 등 다양한 식물군집이 나타난다. 양수림이 자라는 지표면에는 음수림의 어린나무가 자라고 있어 혼합림이 형성되는 구간에서는 음수림의 어린나무가 점차 커져 양수와 음수가 혼합되어 있다.

(3) 천이가 진행되는 동안 양수, 음수가 우점종을 이루면서 지표면에 도달하는 빛의 세기는 약해지고, 식물군집의 총광합성량이 증가하면 토양 속 유기물양이 증가한다.

예시 답안 (1) 김치통의 뚜껑을 닫아 놓고 있을 때는 산소가 거의 없는 환경이므로 젖산균의 개체군은 젖산발효를 하여 에너지를 얻어 성장하고 중간경쟁에 의해 상대적으로 다른 미생물 개체군들의 성장은 억제된다. T_1 에서 김치통의 뚜껑을 열어 두면 산소가 유입되어, 산소가 있는 환경이 되므로 젖산균 개체군의 성장은 억제되고, 산소를 사용하여 세포호흡을 하는 다른 미생물 개체군들이 중간경쟁에서 우위를 점하여 성장하게 된다. 그 결과 T_1 이후 젖산균의 개체수는 감소했다.

(2) ㉠은 강아지풀과 같은 초본이 우점종인 초원이 형성되는 단계이고, ㉡은 키가 작은 산딸기 같은 관목이 우점종인 관목림 단계이며, ㉢은 혼합림 단계로 소나무와 졸참나무가 함께 서식하는 단계이다. 혼합림(㉢)의 초기에는 양수림의 우점종인 소나무가 많이 자라고 있지만, 지표면에는 음수림의 우점종인 졸참나무의 어린나무가 자라고 있다. 혼합림(㉢)의 후반으로 갈수록 우점종인 소나무의 개체수가 점점 줄어들며 음수림을 이루는 졸참나무가 성장하여 그 개체수가 점점 많아져 졸참나무가 우점종이 되는 개체수 변화를 갖는다.

(3) 초본, 관목과 같이 키가 작은 식물이 우점종인 단계에 지표면에 도달하는 빛의 세기는 소나무와 같은 양수가 우점종으로 자리하면 서부터 줄어들어 그늘진 환경에서도 잘 자랄 수 있는 졸참나무와 같은 음수가 성장하여 우점종이 된다. 그러므로 천이 단계가 일어나는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기는 옅어 대지로부터 음수림으로 갈수록 점점 줄어든다. 천이 초기 단계에서 토양이 형성되면 식물군집의 총광합성량이 증가하고, 총광합성량 중 일부는 물질 순환 과정에서 미생물에 의해 분해되어 토양에 축적되므로 토양 속 유기물의 양을 풍부하게 만든다. 즉 천이 단계가 진행되는 동안 토양에 포함된 유기물의 양은 점점 많아진다.