

완벽한 자율학습서

완자

자율학습시 비상구 정답친해로 53

정확한 답과 친절한 해설

생명과학 I



I . 생명 과학의 이해

1 생명 과학의 이해

01 생물의 특성

16쪽

완자샘
비법특강

Q1 물질대사

Q2 ㉠ 동화, ㉡ 이화

Q1 실험 (가), (나), (다)는 ‘생물은 물질대사를 한다.’라는 생물의 특성을 전제로 화성 토양에 생명체가 존재하는지의 여부를 확인하고자 설계된 것이다.

Q2 실험 (가)는 광합성(동화 작용), 실험 (나)와 (다)는 호흡(이화 작용)을 하는 생물이 있는지 알아보기 위한 것이다.

개념 확인 문제

17쪽

- ① 세포 ② 동화 작용 ③ 이화 작용 ④ 항상성 ⑤ 발생
⑥ 생장 ⑦ 유전 ⑧ 진화

- 1 ㉠ 세포, ㉡ 기관 2 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 3 ㄱ, ㄷ, ㄹ
4 (1) ㅂ (2) ㄴ (3) ㄱ (4) ㄴ (5) ㄹ (6) ㄷ 5 A : 핵산 (DNA), B : 단백질 껍질 6 (1) × (2) × (3) ○

1 다세포 생물은 구조적·기능적 단위인 세포들이 모여 조직을 이루고, 여러 조직이 모여 기관을 형성하며, 기관들이 모여 개체를 이룬다.

2 (1) 생물은 물질대사를 통해 필요한 물질을 합성하고 생명 활동에 필요한 에너지를 얻으므로 물질대사가 일어나지 않으면 생명을 유지할 수 없다.

(2) 물질대사에는 반드시 에너지 출입이 수반되므로 물질대사를 에너지 대사라고도 한다.

(3) 효소는 반응을 촉진하는 생체 촉매이지, 반응물이 아니다.

(4) 이화 작용은 복잡한 물질을 간단한 물질로 분해하는 반응이며, 반응 과정에서 에너지가 방출된다.

3 생물의 특성은 개체 유지 현상(세포로 구성, 발생과 생장, 항상성, 물질대사, 자극에 대한 반응)과 종족 유지 현상(생식과 유전, 적응과 진화)으로 구분할 수 있다.

4 (1) 식물이 빛 자극을 받으면 줄기 양쪽의 생장 속도가 달라져서 빛을 향해 굽어 자라는 반응이 나타난다.

(2) 체내 수분량과 삼투압을 조절하여 오줌양이 달라지는 것은 항상성과 관련이 깊다.

(3) 물질의 합성과 분해는 물질대사에 해당한다.

(4) 가랑잎벌레의 몸이 주변 환경과 비슷하게 변화한 것은 적응과 진화에 해당한다.

(5) 어머니의 색맹 유전자가 아들에게 전달되어 형질이 유전된다.

(6) 수정란이 세포 분열을 하여 세포의 수가 증가하고 몸의 형태와 기능이 갖추어져 완전한 개체가 되는 과정을 발생이라고 한다.

5 박테리오파지의 안쪽에 있는 A는 유전 물질인 핵산(DNA)이고, 겉의 B는 단백질 껍질이다.

6 (1) 바이러스는 세균 여과기를 통과할 정도로 세균보다 크기가 작다.

(2) 바이러스는 세포막으로 싸여 있지 않으며, 리보솜과 같은 세포 소기관이 없는 등 세포의 구조를 갖추지 못하였다.

(3) 바이러스는 숙주 세포 밖에서는 단백질 결정체로 존재하며 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.

대표 자료 분석

18쪽

자료 1 1 (가) 자극에 대한 반응 (나) 물질대사 (다) 적응과 진화
2 ㉠ 3 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ×

자료 2 1 (1) 광합성 (2) 호흡 (3) 호흡 2 (1) × (2) × (3) × (4) ○

①-1 (가)는 접촉 자극에 대한 반응, (나)는 광합성에 의한 포도당 합성이므로 물질대사, (다)는 선인장이 건조한 환경에서 수분 증발을 막도록 잎이 가시로 변한 적응과 진화의 예이다.

①-2 (다)는 생물의 환경에 대한 적응과 진화에 해당하며, 뱀이 머리뼈의 관절에서 아래턱이 분리되어 큰 먹이를 삼킬 수 있도록 몸의 구조가 변한 것도 적응과 진화에 해당하는 현상이다.

■ 바로알기 ①, ⑤ 자극에 대한 반응, ② 항상성, ③ 생식과 관련된 생명 현상이다.

①-3 (1) 파리지옥의 잎에 곤충이 앉았을 때 잎이 접히는 현상은 자극에 대한 반응으로 (가)와 같은 생물의 특성이다.

(2) 효모가 포도당을 분해하는 것은 물질대사로 (나)와 같은 생물의 특성이다.

- (3) 개구리의 혀가 곤충을 잡아먹기에 알맞도록 길게 변한 것은 적응과 진화로 (다)와 같은 생물의 특성이다.
- (4) (가) 자극에 대한 반응, (나) 물질대사는 개체 유지 현상에 해당한다.
- (5) (다) 적응과 진화는 종족 유지 현상에 해당한다.

②-1 (가)는 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소를 유기물로 전환하는 광합성을 하는 생명체가 있는지를 알아보는 실험이고, (나)는 탄소를 포함한 영양소를 호흡(세포 호흡)으로 분해하는 생명체가 있는지를 알아보는 실험이다. 또 (다)는 호흡(기체 교환)을 하는 생명체가 있는지 알아보는 실험이다.

②-2 (1) 생물은 광합성, 세포 호흡과 같은 물질대사를 하여 필요한 물질을 합성하고 에너지를 얻는다는 것을 전제해 실험이다.

(2) (가)는 ^{14}C 를 포함한 유기물의 생성 여부를 통해 화성 토양에 광합성(동화 작용)을 하는 생명체가 있는지를 알아보는 실험이다.

(3) (나)는 $^{14}\text{CO}_2$ 발생 여부를 통해 화성 토양에 호흡(이화 작용)을 하는 생명체가 있는지를 알아보는 실험이다.

(4) (다)는 기체 조성의 변화 여부를 통해 화성 토양에 기체 교환을 하는 생명체가 있는지를 알아보는 실험이다.

내신 만점 문제

19쪽~21쪽

01 ③	02 ①	03 ②	04 ⑤	05 ③	06 해
설 참조	07 ③	08 항상성	09 ⑤	10 ④	
11 ⑤	12 ②	13 ②	14 ⑤	15 해설 참조	
16 ④	17 ⑤				

01 세포 분열을 통한 성장, 닳은 자손을 남기는 생식과 유전, 물질대사, 자극에 대한 반응과 항상성은 생물의 특성이다.

■ 바로알기 ③ 에너지를 이용하여 이동하고 움직이는 것은 로봇 같은 비생물에서도 나타나는 현상이다.

02 ㄱ. ㉠은 생명체의 구조적·기능적 단위인 세포이다.

■ 바로알기 ㄴ. ㉡은 여러 조직이 모여 일정한 형태를 가지고 특정 기능을 수행하는 기관이다. 동물체의 기관의 예로는 간, 이자 등이 있다. 아메바, 짙신벌레와 같은 단세포 생물은 하나의 세포 이면서 하나의 개체이다.

ㄷ. 생물에서 생명 활동이 일어나는 기능적 단위는 세포(㉠)이다.

03 ② 효모가 포도당을 분해하는 것은 물질대사(이화 작용)이며, 벼가 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 이용하여 포도당을 합성하는 것도 물질대사(동화 작용)이다.

■ 바로알기 ① 짠 음식을 많이 먹으면 물을 많이 마시는 것은 체내 삼투압을 일정하게 유지하려는 항상성의 예이다.

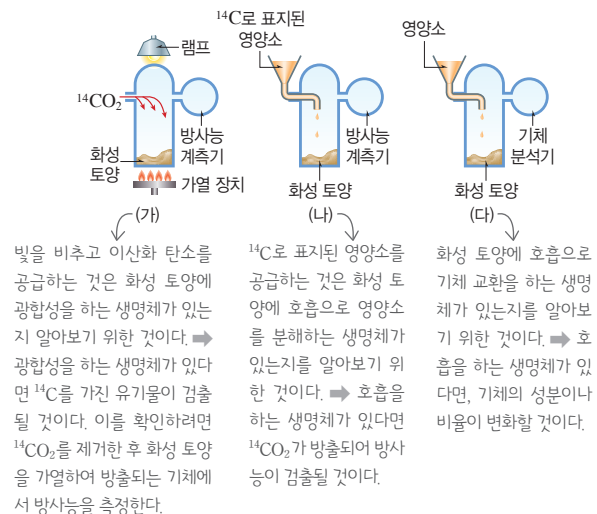
③ 식물의 어린 싹이 빛 쪽으로 굽어 자라는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.

④, ⑤ 개구리와 부레옥잠이 물에서 생활하기 적합한 몸 구조로 되어 있는 것은 환경에 대한 적응과 진화에 해당하는 현상이다.

04 지방을 분해하여 물과 에너지를 얻는 과정은 물질대사 중 이화 작용이며, 물질대사에는 생체 촉매인 효소가 관여한다. 이화 작용은 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 커서 반응이 진행되면서 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

■ 바로알기 ⑤ 이화 작용은 복잡한 물질(고분자 물질)이 간단한 물질(저분자 물질)로 분해되는 반응이다.

05 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (가)는 화성 토양에 광합성을 하는 생명체가 있는지를 확인하는 실험이고, (나)와 (다)는 호흡을 하는 생명체가 있는지를 확인하는 실험이다. 따라서 (가)~(다)는 '생물은 물질대사를 한다.'라는 것을 전제로 한 실험이다.

ㄴ. (가)는 광합성을 하는 생명체가 있는지 알아보려는 실험이며, 광합성은 동화 작용에 해당한다.

■ 바로알기 ㄷ. (나)의 방사능 계측기는 호흡으로 영양소를 분해하여 방출되는 $^{14}\text{CO}_2$ 를 검출하기 위한 것이다.

06 실험 (가)~(다)는 생명체가 물질대사를 한다는 것을 전제로 (가)는 동화 작용, (나)와 (다)는 이화 작용을 하는 생명체가 있는지를 알아보기 위한 것이다. (가)~(다)에서 아무런 변화가 일어나지 않았다면 물질대사를 하는 생명체가 없다고 할 수 있다.

모범답안 화성 토양에는 물질대사를 하는 생명체가 존재하지 않는다.

채점 기준	배점
화성 토양에 물질대사를 하는 생명체가 없다고 옳게 서술한 경우	100 %
화성 토양에 생명체가 없다고만 서술한 경우	50 %

07 미모사는 접촉 자극을 받으면 잎이 접히는 반응이 나타난다. 지렁이가 빛을 피해 어두운 곳으로 이동하는 것도 자극에 대한 반응이다.

▮ **바로알기** ▮ ①은 적응과 진화, ②는 발생, ④는 물질대사, ⑤는 생식의 예이다.

08 혈당량을 정상 수준으로 유지하고, 체내 염분 농도를 일정하게 유지하는 것은 환경이 변하더라도 체내 환경을 일정하게 유지하려는 항상성에 해당하는 현상이다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



발생 과정에서 세포 분열이 일어나 몸을 구성하는 세포의 수가 증가하며, 세포를 구성하는 물질은 물질대사를 통해 합성한다.

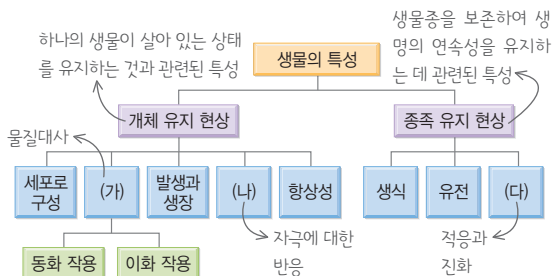
ㄱ. (가) 과정에서 수정란이 세포 분열을 하여 세포의 수가 증가하고, 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이루며, 여러 조직이 모여 일정한 형태를 가진 기관을 형성한다.

ㄴ, ㄷ. (가)~(다)는 발생 과정이며, 이 과정에서 세포 분열과 물질대사가 일어난다.

10 같은 종의 생물이 서로 다른 환경에 적응하여 여러 종으로 분화하는 것은 환경에 대한 적응과 진화의 결과이다.

11 강아지와 강아지 로봇은 움직이고 자극에 반응하는 공통점이 있다. 그러나 강아지 로봇은 강아지와는 달리 호흡, 성장, 양분 섭취와 같은 특성을 나타내지 않는다.

12 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (가)는 동화 작용과 이화 작용으로 구분할 수 있는 물질대사이다. 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응이다.

ㄴ. (나)는 자극에 대한 반응이다. 밝은 곳에서 고양이의 동공이 작아지는 것은 (나)의 예이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. 사람이 추울 때 몸을 떠는 것은 열 발생량을 증가시켜 체온을 유지하기 위한 것으로 항상성의 예이다. (다)는 종족 유지 현상 중 적응과 진화이다.

13 ㄴ. 바이러스는 유전 물질인 핵산이 있다. 바이러스는 숙주 세포 내에서 자신의 유전 물질을 이용하여 증식한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 바이러스는 세포막으로 둘러싸여 있지 않으며, 리보솜과 같은 세포 소기관이 없다(비생물적 특성).

ㄷ. 바이러스는 독자적인 효소가 없어 스스로 물질대사를 하지 못하므로 살아 있는 세포에 기생하여 숙주 세포의 효소를 이용하여 물질대사를 하고 증식한다.

14 **꼼꼼** 문제 분석

- 생명체 밖에서는 단백질과 핵산의 결정체로 존재한다.
 - ➔ 바이러스는 세포 구조를 갖추지 못하여 숙주 세포 밖에서는 단백질과 핵산의 결정 형태로 검출된다.
- 조류 독감에 걸린 닭에서 추출한 바이러스가 세균 여과기를 통과하였다.
 - ➔ 바이러스는 세균 여과기를 통과하므로 세균보다 크기가 작다는 것을 알 수 있다.
- 조류 독감 바이러스를 닭에게 주입하였더니 변형된 조류 독감 바이러스가 발견되었다.
 - ➔ 변형된 조류 독감 바이러스는 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 형성된 것이다.

ㄴ. 바이러스는 세균보다 크기가 작아 세균 여과기를 통과한다.

ㄷ. 바이러스는 살아 있는 숙주 세포 내에서만 자신의 유전 물질을 이용하여 증식할 수 있다. 증식 과정에서 돌연변이에 의해 변형된 바이러스가 생기고, 이를 통해 환경에 적응하고 진화한다.

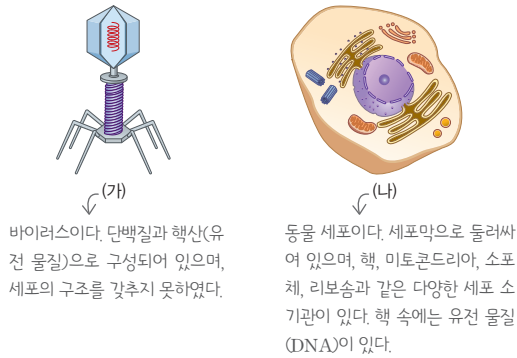
▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 바이러스는 세포막이 없고 리보솜 등의 세포 소기관이 없어 세포의 구조를 갖추지 못하였다.

15 바이러스는 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 나타낸다. 바이러스는 숙주 세포 내에서만 물질대사를 하고 증식할 수 있으므로 바이러스가 존재하기 위해서는 반드시 숙주가 될 수 있는 살아 있는 생명체가 있어야 한다.

▮ **모범답안** ▮ 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 내에서만 증식할 수 있으므로 바이러스는 지구에 나타난 최초의 생명체라고 할 수 없다.

채점 기준	배점
바이러스가 지구에 나타난 최초의 생명체가 아니라는 것을 근거를 들어 타당하게 서술한 경우	100 %
바이러스가 지구에 나타난 최초의 생명체가 아니라고만 서술한 경우	50 %

16 꼼꼼 문제 분석

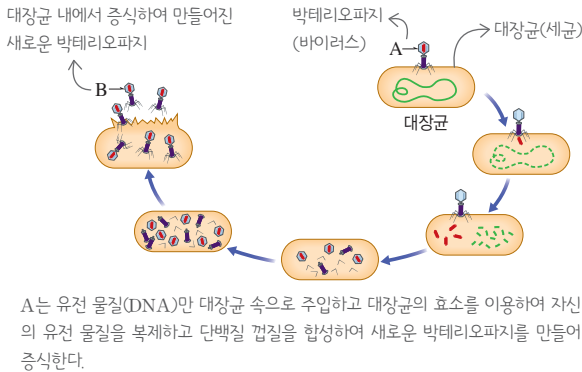


ㄴ. 바이러스(가)와 동물 세포(나)에는 공통적으로 유전 물질(핵산)과 단백질이 있다.

ㄷ. 동물 세포(나)는 생체 촉매인 효소를 합성하여 스스로 물질대사를 할 수 있다. 바이러스(가)는 리보솜이 없어 독립적으로 단백질을 합성하지 못하므로 숙주 세포의 효소를 이용하여 숙주 세포 내에서만 물질대사를 할 수 있다.

■ 바로알기 ■ ㄱ. 바이러스(가)는 세포막으로 둘러싸여 있지 않으며, 리보솜과 같은 세포 소기관이 없어 세포의 구조를 갖추지 못하였다.

17 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 새로 만들어진 박테리오파지 B는 박테리오파지 A가 자신의 유전 물질을 이용하여 만든 것이다. 따라서 박테리오파지 A와 B의 유전 정보는 같다.

ㄴ. 대장균은 단세포 생물로, 효소를 합성하고 물질대사를 하여 독립적으로 생활할 수 있다.

ㄷ. 새로 만들어진 박테리오파지 B를 구성하는 단백질은 박테리오파지 A의 유전 정보에 따라 대장균의 효소를 이용하여 합성된 것이다.

2 생명 과학의 특성과 탐구 방법

개념 확인 문제

25쪽

- 1 귀납적 2 연역적 3 가설 4 실험군 5 대조군
6 조작 7 종속

- 1 (1) ○ (2) × (3) × 2 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 3 (가) 연역적 탐구 방법 (나) 귀납적 탐구 방법 4 가설 설정 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) ×

1 (1) 생명 과학은 생물의 특성과 생명 현상을 연구 대상으로 하는 과학의 한 분야이다.

(2) 생명 과학은 화학, 물리학 등 다른 과학 분야뿐 아니라 컴퓨터 과학, 정보 기술, 지리학 등과 같은 다양한 학문 분야와 통합하여 발달하고 있다.

(3) 생물과 환경의 상호 작용은 생명 과학의 분야 중 생태학의 주요 연구 대상이다.

2 생명 과학은 분자와 세포에서부터 개체, 개체군, 군집, 생태계까지 생명 현상과 관련된 모든 단계를 연구한다.

3 (가)는 가설을 설정하고 이를 실험으로 검증하는 연역적 탐구 방법이고, (나)는 관찰 사실로부터 결론을 도출하는 귀납적 탐구 방법이다.

4 의문에 대한 잠정적인 답은 가설이다. 가설은 예측할 수 있고 검증할 수 있어야 하며, 옳을 수도 있고 그를 수도 있다.

5 (1) 자연 현상을 관찰하여 '왜 그럴까?'라는 의문을 제기하는 과정은 관찰 및 문제 인식 단계에 포함된다.

(2) 종속변인은 실험 결과이며, 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 요인인 독립변인에 따라 달라진다.

(3) 가설을 검증하기 위해 실험을 할 때에는 대조 실험을 하여 실험 결과의 타당성을 높인다.

(4) 조작 변인 이외의 독립변인을 일정하게 유지하는 것을 변인 통제라고 한다. 조작 변인 이외의 독립변인을 일정하게 유지하지 않으면 실험 결과가 어떤 요인에 의해 나타난 것인지 정확하게 파악할 수 없기 때문에 변인 통제가 필요하다.

(5) 탐구 결과를 해석하여 가설이 타당하지 않다고 판단되면 가설을 수정하여 새로운 탐구를 설계하고, 가설이 타당하다고 판단되면 결론을 도출한다.

자료 1 1 푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 만들 것이다. 2 (나) → (라) → (마) → (다) → (가)

3 (1) × (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○

자료 2 1 실험군 : 집단 A, 대조군 : 집단 B 2 탄저병 백신은 양의 탄저병을 예방하는 데 효과가 있다. 3 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ○ (6) × (7) ○ (8) ×

①-1 꼼꼼 문제 분석

- (가) 푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 만든다. → 결론 도출 ⑤
(나) '푸른곰팡이 주변에서 세균이 증식하지 못하는 까닭은 무엇일까?'라는 의문을 가졌다. → 문제 인식 ①
(다) 배양 접시 A에서는 세균이 증식하지 않았고, 배양 접시 B에서는 세균이 증식하였다. → 탐구 결과 ④
(라) '푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 만들 것이다.'라고 가정하였다. → 가설 설정 ②
(마) 모든 조건을 동일하게 하여 세균을 배양한 접시 2개 중 하나(A)에는 푸른곰팡이를 접종하였고, 다른 하나(B)에는 푸른곰팡이를 접종하지 않았다. → 탐구 설계 및 수행 ③

가설은 인식한 문제에 대한 잠정적인 답이므로 (라)의 '푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 만들 것이다.'가 가설이다.

①-2 탐구 과정은 관찰 및 문제 인식 → 가설 설정 → 탐구 설계 및 수행 → 탐구 결과 정리 및 해석 → 결론 도출의 순서이다.

- ①-3 (1) 가설을 설정하고 검증하므로 연역적 탐구 방법이다.
(2), (6) 결론 도출의 단계는 (가)이며, (나)는 문제 인식 단계이다.
(3) (라)는 가설 설정 단계이며, 가설은 인식한 문제에 대한 잠정적인 답이다.
(4) (마)에서 푸른곰팡이를 접종한 A는 실험군이고, 푸른곰팡이를 접종하지 않은 B는 대조군이다.
(5) 푸른곰팡이 접종 여부를 제외한 나머지 조건을 실험군과 대조군에서 동일하게 해 주는 것은 변인 통제이다.

②-1 꼼꼼 문제 분석

집단	실험 첫 날		2주 후	결과
	양의 건강 상태	탄저병 백신	탄저균	탄저병
A	건강함	주사함	주사함	안 걸림
B	㉠ 건강함	㉡ 주사하지 않음	㉢ 주사함	걸림

탄저병 백신을 주사한 집단 A가 실험군이고, 탄저병 백신을 주사하지 않은 집단 B는 대조군이다.

②-2 탄저병 백신을 주사하지 않은 집단 B의 양은 탄저병에 걸렸지만, 탄저병 백신을 주사한 집단 A의 양은 탄저병에 걸리지 않았으므로 탄저병 백신은 탄저병을 예방하는 데 효과가 있다는 결론을 도출할 수 있다.

- ②-3 (1) 양의 건강 상태는 일정하게 유지되어야 하는 통제 변인이므로 ㉠은 '건강함'이다.
(2) 탄저병 백신 주사 여부는 조작 변인이고, 집단 A가 '주사함'이므로 ㉡은 '주사하지 않음'이다.
(3) 탄저균 주사 여부는 통제 변인이므로 ㉢은 '주사함'이다.
(4) 집단 A는 실험군, 집단 B는 대조군이므로 이 탐구에서는 대조 실험이 이루어졌다.
(5) 탄저병 백신 주사 여부는 실험에서 인위적으로 변화시키는 조작 변인이다.
(6) 탄저병 발병 여부는 실험 결과이므로 종속변인이다.
(7) 온도, 물, 양의 처음 건강 상태 등은 통제 변인이다.
(8) 세포설은 여러 생명 과학자가 다양한 생물을 관찰하면서 얻은 사실들을 종합하여 정립한 것으로, 귀납적 탐구 방법이 이용되었다.

내신 만점 문제

27쪽~28쪽

01 ①	02 ③	03 ⑤	04 ④	05 해설 참조
06 ③	07 ⑤	08 ④	09 ④	10 해설 참조

01 ㄱ, ㄴ. 생명 과학은 생명체의 생명 현상을 연구하며, 그 성과를 인류의 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.

▮ 바로알기 ▮ ㄷ. 생명 과학은 다른 과학 분야뿐 아니라 다른 학문 분야와도 연계되어 통합적 학문 분야로 발달하고 있다.

ㄹ. 생명 과학의 연구 대상에는 분자에서부터 세포, 개체, 개체군, 군집, 생태계에 이르기까지 생명 현상과 관련된 모든 단계가 포함된다.

02 ③ 생리학은 생물의 기능이 나타나는 원리를 연구하는 생명 과학의 한 분야이다.

▮ 바로알기 ▮ ① 세포학은 세포의 구조와 세포에서의 생명 현상을 연구하는 분야이다.

② 유전학은 생물의 형질이 발현되는 원리를 밝히는 분야이다.

④ 분류학은 생물의 분류 체계를 세우고 계통을 밝히는 분야이다.

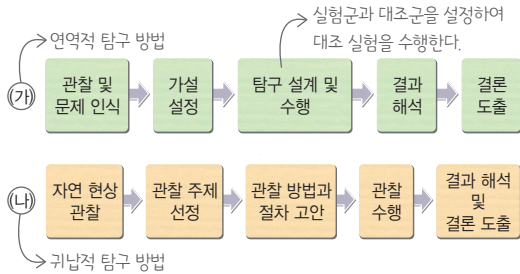
⑤ 생태학은 생물과 환경의 상호 작용을 연구하는 분야이다.

03 ㄱ. 박쥐의 행동 연구에는 초음파의 특성을 알아낸 전파 연구가 큰 영향을 주었다.

ㄴ. 광학 현미경으로도 볼 수 없는 세포의 구조를 연구하는 데에는 물리학의 원리를 이용하여 개발된 전자 현미경이 결정적인 기여를 하였다.

ㄷ. 사람의 유전체 연구에는 많은 자료를 처리하기 위해 컴퓨터를 이용한 정보 처리 기술이 활용된다.

04 **꼼꼼** 문제 분석



ㄴ. (가)에서 가설을 검증하기 위한 실험을 할 때에는 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 실험군과 대조군을 설정하여 결과를 비교하는 과정이 포함된다.

ㄷ. 세로설은 여러 관찰 결과를 종합하여 자료를 해석하고 결론을 도출하는 (나)의 귀납적 탐구 방법으로 알려졌다.

▶ **바로알기** ㄱ. (가)는 가설을 설정하고 이를 검증하는 연역적 탐구 방법이다.

05 연역적 탐구 방법은 귀납적 탐구 방법과는 달리 인식한 문제에 대한 잠정적인 답인 가설을 설정하고 이를 실험을 통해 검증한다.

▶ **모범답안** (가)는 귀납적 탐구 방법을 이용하였고, (나)는 연역적 탐구 방법을 이용하였다. (가)는 관찰한 결과를 해석하여 결론을 도출하지만, (나)는 가설을 설정하고 실험을 통해 가설을 검증하여 결론을 도출한다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)에서 이용된 탐구 방법을 쓰고 차이점을 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나)에서 이용된 탐구 방법만 옳게 쓴 경우	40 %

06 **꼼꼼** 문제 분석

파스퇴르는 '양에게 탄저병 백신을 주사하면 양이 탄저병에 걸리지 않을 것이다.'라는 가설을 세웠다. 파스퇴르는 가설을 검증하기 위해 건강한 양을 두 집단 A, B로 나누어 집단 A에만 탄저병 백신을 주사한 후, 집단 A, B에 모두 탄저균을 주사하고 탄저병의 발병 여부를 관찰하였다.

실험군: 독립변인(조작 변인)
대조군: 독립변인(통제 변인)
종속변인

ㄱ. 탄저병 백신을 주사한 집단 A는 실험군이고, 탄저병 백신을 주사하지 않은 집단 B는 대조군이다.

ㄴ. 탄저균 주사 여부는 실험 결과에 영향을 미치는 독립변인이며, 동시에 실험군과 대조군에서 일정하게 유지되므로 독립변인 중 통제 변인이다.

▶ **바로알기** ㄷ. 조작 변인은 실험군과 대조군에서 다르게 처리한 탄저병 백신 주사 여부이다. 탄저병의 발병 여부는 실험 결과이므로 종속변인이다.

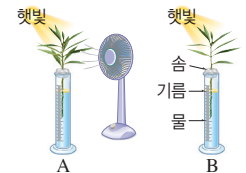
07 **꼼꼼** 문제 분석

(가) 2개의 눈금실린더 A, B에 같은 양의 물을 넣는다.

(나) 얇은 나뭇가지를 눈금실린더 A, B에 넣는다.

(다) 눈금실린더 A, B에 같은 양의 기름을 떨어뜨린 후 눈금실린더를 숨으로 막는다. ▶ 기름과 숨은 물이 증발되는 것을 막는다.

(라) 눈금실린더 A에만 선풍기를 틀어 준 후, 일정 시간이 지나면 두 눈금실린더에서 물의 높이를 측정한다. ▶ 선풍기는 바람이 부는 것과 같은 효과를 나타낸다.



선풍기를 틀어 준 실험군 그대로 둔 대조군

ㄱ. (나)에서 잎의 크기와 개수는 증산 작용에 영향을 줄 수 있으므로 눈금실린더 A와 B에서 같게 유지해야 하는 통제 변인이다.

ㄴ. (라)에서 바람의 유무 외에 증산 작용에 영향을 줄 수 있는 온도와 습도는 눈금실린더 A와 B에서 같게 유지해야 한다.

ㄷ. 실험 결과의 신뢰도를 높이기 위해서는 실험 장치의 수를 여러 개로 늘려 같은 실험을 한 후 평균값을 계산한다.

08 (가)는 결론 도출, (나)는 탐구 결과 정리, (다)는 가설 설정, (라)는 관찰 및 문제 인식, (마)는 탐구 설계 및 수행의 단계이다.

① (가)는 결론 도출의 단계로, 가설의 타당성을 판단한다.

② (다)는 가설 설정 단계로, 가설은 실험을 통해 검증하려는 의문에 대한 잠정적인 답에 해당한다.

③ (마)에서 세균 A의 유무는 실험군에서 인위적으로 변화시킨 조작 변인이다.

⑤ 탐구 과정은 (라) 관찰 및 문제 인식 → (다) 가설 설정 → (마) 탐구 설계 및 수행 → (나) 탐구 결과 정리 → (가) 결론 도출의 순서로 이루어진다.

▶ **바로알기** ④ (마)에서 멸균하지 않은 우유를 사용하면 우유가 상하였을 때 세균 A 때문인지, 우유에 있던 다른 세균 때문인지를 확인할 수 없다.

09 ④ 탐구 수행 단계에서 실험군과 함께 대조군을 설정하는 것은 실험군과 대조군을 비교하여 실험 결과의 타당성과 객관성을 높이기 위한 것이다.

10 실험의 가설은 ‘무의 윗부분이 초록색인 것은 무의 윗부분이 햇빛에 노출되었기 때문일 것이다.’이다. 따라서 무의 윗부분이 햇빛에 노출되도록 심는 화분 B가 실험군이고, 무 전체를 땅속에 묻은 화분 A가 대조군이다. 무의 노출 정도 외에 ‘처음에 심는 무의 상태’와 ‘온도’는 실험군과 대조군에서 같게 유지한다.

모범답안 (1) ㉠ 전체가 흰색, ㉡ 윗부분이 햇빛에 노출됨, ㉢ 25℃
(2) 실험군 : 화분 B, 대조군 : 화분 A

채점 기준	배점
(1) ㉠~㉢을 모두 옳게 쓴 경우	50 %
㉠~㉢ 중 2개만 옳게 쓴 경우	30 %
(2) 실험군과 대조군을 옳게 쓴 경우	50 %

중단원 핵심 정리

29쪽

- ① 세포 ② 물질대사 ③ 항상성 ④ 유전 ⑤ 진화
⑥ 핵산 ⑦ 가설 ⑧ 실험군 ⑨ 대조군 ⑩ 조작 변인

중단원 마무리 문제

30쪽~33쪽

- 01 ③ 02 ㉠ 자극에 대한 반응, ㉡ 물질대사, ㉢ 적응과 진화
03 ④ 04 ⑤ 05 ③ 06 ② 07 ③ 08 ⑤
09 ③ 10 ① 11 ⑤ 12 ④ 13 ② 14 해설 참조
15 해설 참조 16 해설 참조 17 해설 참조

01 ③ 물을 많이 마시면 오줌의 양이 증가하는 것은 체내 삼투압을 일정하게 하려는 항상성에 해당하는 예이다.

▮ **바로알기** ① 아메바가 하나의 세포로 되어 있는 것은 모든 생물은 세포로 구성된다는 것과 관련이 깊다.

- ② 선인장 잎이 가시로 변한 것은 적응과 진화의 결과이다.
④ 장구벌레가 자라서 모기가 되는 것은 발생과 생장의 예이다.
⑤ 해바라기가 빛이 비치는 방향으로 굽어 자라는 것은 자극(빛)에 대한 반응의 결과이다.

02 ㉠은 자극(접촉)에 대한 반응, ㉡은 소화 효소에 의해 물질이 분해되는 물질대사, ㉢은 서식 환경에 대한 적응과 진화에 해당한다.

03 서식지의 온도에 따라 여우의 몸집과 말단부의 형태가 다른 것은 환경에 대한 적응과 진화로 설명할 수 있다.

④ 겨울에 눈신토끼의 털색이 변하는 것도 적응과 진화의 예이다.

▮ **바로알기** ①은 생식, ②는 자극에 대한 반응, ③은 물질대사, ⑤는 발생의 예이다.

04 **꼼꼼** 문제 분석

환경이 달라도 체내 수분량이 일정하게 유지된다. → 항상성 ←

집단	사육 조건		사육 결과		
	먹이	장소	체중 증가 (g)	오줌 상태	체내 수분량(%)
A	마른 밀	건조한 곳	4.3	소량의 진한 오줌	64
B	마른 밀, 과일	습기 있는 곳	5.6	다량의 묽은 오줌	64

ㄱ. 캥거루쥐의 체중이 증가한 것은 몸을 구성하는 물질을 합성하는 물질대사가 일어났기 때문이다.

ㄴ. 사육 조건에 관계없이 체내 수분량이 같은 것은 항상성과 관련이 있다.

▮ **바로알기** ㄴ. 먹이의 수분량과 사육 장소의 습도 변화가 오줌량에 미치는 영향을 비교하기 위해서는 두 가지 요인을 각각 변화시킨 후 오줌량을 측정하는 실험을 수행하여 비교해야 한다.

05 **꼼꼼** 문제 분석

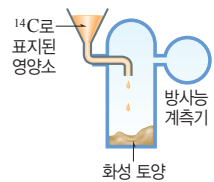
(가) 화성 토양을 채취하여 그림과 같이 장치하였다.

(나) ^{14}C 로 표지된 영양소를 용기에 주입하였다.

→ ^{14}C 로 표지된 영양소를 공급하는 것은 화성 토양에 호흡으로 영양소를 분해하는 생명체가 있는지를 알아보기 위한 것이다.

(다) 3일 후 방사능 계측기로 방사성 기체가 있는지 알아보았다.

→ 호흡을 하는 생명체가 있다면 $^{14}\text{CO}_2$ 가 생성되어 방사성 기체가 검출될 것이다.



ㄱ. 이 실험은 화성 토양에 호흡을 하는 생명체가 있는지를 알아보는 것으로, 생명체가 물질대사를 한다는 것을 전제로 한다.

ㄴ. 방사능 계측기는 $^{14}\text{CO}_2$ 가 생성될 경우 방사능을 검출하기 위한 것이다.

▮ **바로알기** ㄴ. ^{14}C 로 표지된 영양소를 공급한 것은 화성 토양에 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 생명체가 있는지를 알아보기 위한 것이다.

06 ② 고래의 앞다리가 지느러미로 변한 것은 적응과 진화의 예이며, 이는 (나) 종족 유지 현상에 해당한다.

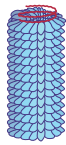
▮ **바로알기** ① (가)는 개체 유지 현상이다.

③ ㉠은 동화 작용이며, 예로는 광합성이 있다. 세포 호흡은 이화 작용의 예이다.

④ ㉡은 간단한 물질(저분자 물질)을 복잡한 물질(고분자 물질)로 합성하는 반응으로, 에너지를 흡수한다.

⑤ ㉢은 유전이며, 자손이 부모의 형질을 닮는 현상이다. 수정란이 완전한 개체가 되는 것은 발생으로 개체 유지 현상에 해당한다.

07 **꼼꼼** 문제 분석



(가)

담배 모자이크 바이러스 - 단백질과 핵산으로 이루어져 있으며, 세포의 구조를 갖추지 못하였다. 생물적 특성과 비생물적 특성을 나타낸다.



(나)

메뚜기 - 생명체로, 다양한 생물의 특성을 나타낸다.

ㄱ. 바이러스는 단백질과 핵산으로 구성된다.

ㄴ. 메뚜기는 독립적으로 물질대사를 할 수 있다.

▣ **바로알기** ▣ ㄷ. 바이러스는 세포막이 없고 리보솜과 같은 세포 소기관이 없어 세포의 구조를 갖추지 못하였다.

08 • 학생 A : 생명 과학은 연구 성과를 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.

• 학생 B : 생태학은 생물과 환경의 상호 작용을 연구한다.

• 학생 C : 생명 과학은 다른 학문 분야의 영향을 받아 발달하고, 다른 학문 분야의 발달에 영향을 주기도 한다.

09 ㄷ. (라)에서 레디는 병의 입구를 천으로 막은 실험군과 천으로 막지 않은 대조군을 두어 대조 실험을 하였다.

▣ **바로알기** ▣ ㄱ. (나)는 자신이 설정한 가설을 실험을 통해 검증하였으므로 연역적 탐구 방법을 사용하였다.

ㄴ. (다)는 관찰 사실로부터 결론을 도출하는 귀납적 탐구 방법으로, 가설 설정의 단계가 없다.

10 ㄱ. A는 문제에 대한 잠정적 답인 가설을 설정하는 단계이다.

▣ **바로알기** ▣ ㄴ. 가설 설정(A)은 귀납적 탐구 방법에는 없는 단계이다.

ㄷ. B는 탐구 결과 정리 및 해석의 단계로, 그 결과가 가설과 일치하지 않으면 가설을 수정하고 다시 탐구를 설계하여 실험한다.

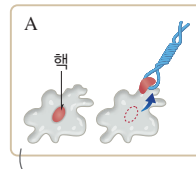
11 ㄴ. 온도는 일정하게 유지해야 하는 통제 변인이다. 따라서 시험관 A와 B에서 온도는 같게 유지해야 하므로 (가)는 27 °C이다.

ㄷ. 시험관 A와 B에 넣는 달걀흰자의 양은 같아야 하며, 배즙과 종류수의 양도 같아야 한다. 따라서 시험관 A와 B에 넣은 물질의 양은 같아야 한다.

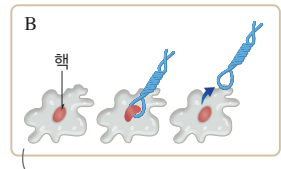
ㄹ. 배즙을 넣은 시험관 A에서만 아미노산이 검출되어야 제시된 것과 같은 결론이 도출된다.

▣ **바로알기** ▣ ㄱ. 배즙을 넣은 시험관 A는 실험군이고, 배즙을 넣지 않은 시험관 B는 대조군이다.

12 **꼼꼼** 문제 분석



→ 실험군이며, 핵을 제거한 아메바는 모두 죽는다.
→ 핵은 아메바의 생명 활동에 영향을 준다.



→ 대조군이며, 자극을 준 아메바는 모두 살았다. → 고리의 자극은 아메바의 생존에 영향을 주지 않는다.

④ 핵의 유무에 따른 아메바의 생존 여부를 알아보는 실험이므로 핵의 유무를 제외한 아메바의 배양 조건은 모두 같게 유지해야 한다.

▣ **바로알기** ▣ ① 핵의 유무에 따른 아메바의 생존을 비교하여 핵이 생명 활동에 영향을 주는지를 알아보는 실험이다. 핵에 유전 물질이 있는지를 알아보기 위해서는 유전 물질의 유무를 조사해야 한다.

② 집단 A는 실험군이며, 집단 B는 대조군으로, 대조군에서는 핵을 제거할 때의 고리 자극이 아메바의 생존에 영향을 주지 않음을 확인할 수 있다.

③ 핵의 제거 유무는 조작 변인에 해당한다. 종속변인은 실험 결과이므로 아메바의 생존 여부이다.

⑤ 집단 B의 아메바가 모두 살았으므로 미세한 고리에 의한 자극은 아메바의 생존율을 낮추지 않는다.

13 ㄴ. 현미에 각기병을 낮게 하는 물질이 있는지를 확인하기 위해서는 각기병에 걸린 닭에게 현미를 모이로 주어 각기병이 나는지를 확인하는 실험을 추가로 실시하는 것이 필요하다.

▣ **바로알기** ▣ ㄱ. 현미에서 각기병을 낮게 하는 성분이 무엇인지를 조사하는 과정이 필요하다.

ㄷ. 사육 온도에 따른 각기병의 치료 효과 여부는 실험을 통해 알아보고자 하는 요소가 아니므로 사육 온도를 달리하여 실험하는 과정은 필요하지 않다.

14 소금물 농도가 낮으면 삼투에 의해 짙신벌레로 유입되는 물의 양이 많아지므로 짙신벌레는 수축포의 수축 횟수를 늘린다. 이것은 환경의 변화에 대해 체내 삼투압을 일정하게 유지하려는 항상성과 관련이 깊다.

모범답안 항상성, 더우면 체온을 낮추기 위해 땀이 난다, 식사 후에 높아진 혈당량은 시간이 지나면 낮아진다 등

채점 기준	배점
항상성이라고 쓰고, 그 예를 옳게 서술한 경우	100 %
항상성이라고만 쓴 경우	50 %

15 모범답안 죽순은 스스로 물질대사를 하여 물질을 합성하고 세포 분열로 세포 수가 증가하여 커지지만, 석순은 외부에서 석회질 물질이 첨가되어 커지기 때문이다.

채점 기준	배점
죽순의 성장과 석순의 성장의 차이점을 옳게 서술한 경우	100 %
죽순의 성장과 석순의 성장의 차이점 중 일부만 옳게 서술한 경우	50 %

16 바이러스는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있지만, 세균은 독립적으로 살아갈 수 있는 단세포 생물이므로 숙주 세포 밖에서도 증식할 수 있다.

모범답안 바이러스는 독립적으로 물질대사를 하지 못하므로 인공 배지에서는 증식하지 못하고 동물 세포 안에서만 증식할 수 있다. 따라서 Y가 바이러스이다.

채점 기준	배점
근거를 들어 Y가 바이러스라고 옳게 서술한 경우	100 %
Y가 바이러스라고만 쓴 경우	40 %

17 이 실험에서 조작 변인은 온도이고, 종속변인은 콩이 싹 트는 정도이다. 빛, 물의 종류, 하루에 물 주는 횟수와 같이 페트리 접시 A, B, C에서 같게 유지한 변인은 통제 변인이다.

모범답안 (1) 온도는 콩이 싹 트는 데 영향을 준다.

(2) 빛, 물의 종류, 하루에 물 주는 횟수

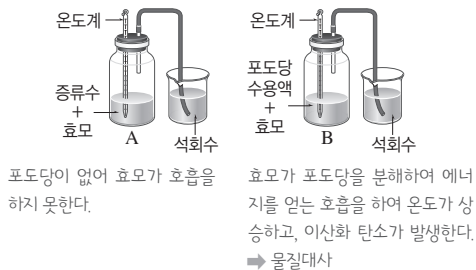
채점 기준	배점
(1) 온도가 콩이 싹 트는 데 영향을 준다고 옳게 서술한 경우	50 %
(2) 통제 변인을 모두 옳게 쓴 경우	50 %
통제 변인 중 일부만 옳게 쓴 경우	30 %

수능 실전 문제

35쪽~37쪽

- 1 ③ 2 ④ 3 ③ 4 ④ 5 ① 6 ① 7 ⑤
8 ③ 9 ① 10 ① 11 ④ 12 ⑤

1 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ☒ 음식을 찌게 먹으면 물을 많이 마신다. **항상성**
- ☒ 식물은 빛이 비치는 쪽을 향해 굽어 자란다. **자극에 대한 반응**
- ☒ ③ 식물은 빛에너지 이용을 광합성을 한다. **물질대사**
- ☒ 플라나리아는 빛을 받으면 어두운 곳으로 이동한다. **자극에 대한 반응**
- ☒ ⑤ 사람, 곰, 치타 등은 생식세포의 수정으로 자손을 만든다. **생식**

전략적 풀이 ① 제시된 실험 결과를 통해 알 수 있는 생물의 특성을 파악한다.

포도당의 유무에 따라 효모가 물질대사를 하는지를 알아보는 실험이다.

② 제시된 실험 결과가 나타내는 생물의 특성과 가장 관련이 깊은 예를 찾는다.

물질대사의 예로는 ③ 식물이 빛을 흡수하여 포도당을 합성하는 광합성이 있다. ①은 삼투압을 일정하게 유지하려는 항상성, ②와 ④는 자극에 대한 반응, ⑤는 생식의 예이다.

2 꼼꼼 문제 분석

거미줄에 먹이가 걸리면 거미줄에 진동이 발생한다. ① 거미는 이 진동을 감지하여 먹이를 향해 다가간다.

거미가 거미줄의 진동이라는 자극을 감지하여 먹이를 향해 다가가는 반응을 나타낸다.

→ 자극에 대한 반응



선택지 분석

- ☒ ① 장구벌레가 자라서 모기가 된다. **발생과 성장**
- ☒ 히드라는 출아법으로 자손을 만든다. **생식**
- ☒ 소장에서 단백질이 아미노산으로 분해된다. **물질대사**
- ☒ ④ 뜨거운 물체에 손이 닿으면 재빨리 손을 떼다. **자극에 대한 반응**
- ☒ ⑤ 눈신토끼는 겨울이 되면 털색이 갈색에서 흰색으로 변한다. **적응과 진화**

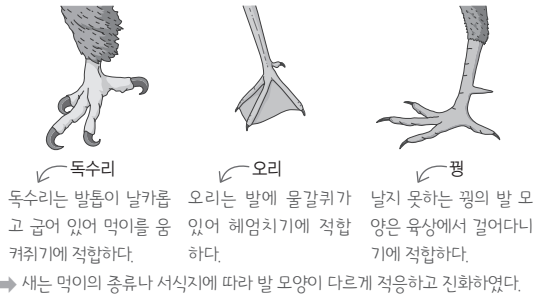
전략적 풀이 ① 제시된 자료가 생물의 특성 중 어떤 것에 해당하는지 파악한다.

거미는 자극(거미줄의 진동)에 대한 반응으로 거미줄에 걸린 먹이를 향해 다가간다.

② 제시된 자료와 관련이 깊은 생물의 특성을 찾는다.

① 장구벌레가 자라서 모기가 되는 것은 발생과 성장, ② 히드라의 무성 생식은 생식, ③ 영양소의 소화는 물질대사(이화 작용), ④ 뜨거운 자극에 대해 손을 떼는 자극에 대한 반응, ⑤ 눈신토끼가 겨울에 눈에 띄지 않기 위해 털색이 희게 변화하는 것은 적응과 진화의 예이다.

3 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ❌ 밝은 곳에서는 동공이 작아진다. 자극에 대한 반응
- ❌ 새끼 거위들은 부모 거위를 닮는다. 유전
- ③ 사막에 사는 선인장은 잎이 가시로 변하였다. 적응과 진화
- ❌ 어머니가 적록 색맹이면 아들도 적록 색맹이다. 유전
- ❌ 포도당은 세포 호흡을 거쳐 분해되며, 이때 에너지가 방출된다. 물질대사

▶ 전략적 풀이 ① 제시된 자료가 생물의 특성 중 어떤 것에 해당하는지 파악한다.

먹이의 종류나 서식지에 따라 새의 발 모양이 다른 것은 적응과 진화의 결과이다.

② 제시된 자료와 관련이 깊은 생물의 특성을 찾는다.

①은 자극에 대한 반응, ②와 ④는 유전, ③은 적응과 진화, ⑤는 물질대사의 예이다.

4 **꼼꼼** 문제 분석

(가) 개구리의 수정란은 세포 분열과 분화를 통해 하나의 개체가 되어 성체로 자란다.

➡ 개구리는 '수정란 → 배아 → 올챙이 → 개구리'를 거쳐 발생하고 성장한다.

(나) 사람이 음식을 섭취하면 소화가 일어난다.

➡ 소화는 복잡한 물질(고분자 물질)을 간단한 물질(저분자 물질)로 분해하는 물질대사(이화 작용)의 예이다.

(다) 항생제를 자주 사용하는 환경에서 항생제 내성 세균 집단이 출현한다.

➡ 항생제를 자주 사용하는 것과 같은 환경 변화에 따라 항생제 내성 세균이 생존에 유리해져 항생제 내성 세균 집단을 형성한다.

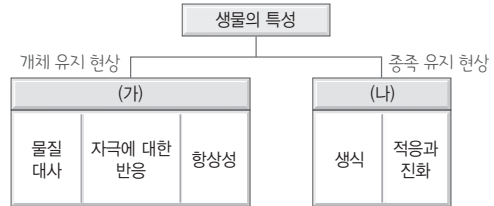
▶ 전략적 풀이 (가)~(다)가 생물의 특성 중 어떤 것에 해당하는지 파악한다.

(가) 다세포 생물에서 하나의 수정란이 세포 분열을 하여 세포 수를 늘리고 세포의 구조와 기능이 다양해지면서 몸의 구조를 완성하여 하나의 개체가 되는 과정은 발생이다.

(나) 소화 과정은 물질대사 중 이화 작용에 해당한다.

(다) 항생제를 자주 사용하여 항생제 내성 세균의 생존이 유리해지면서 생물 집단에 변화가 나타나는 것은 적응과 진화에 해당한다.

5 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ① (가)는 개체 유지 현상이다.
- ❌ 초파리가 식초 냄새가 나는 쪽으로 모여드는 것은 (나)에 해당하는 생물의 특성이다.
- ❌ 유전은 (가), 생장은 (나)에 해당한다.

▶ 전략적 풀이 ① (가)와 (나)는 개체 유지 현상과 종족 유지 현상 중 어떤 것에 해당하는지 파악한다.

ㄱ. 물질대사, 자극에 대한 반응, 항상성이 속한 (가)는 개체 유지 현상이고, 생식, 적응과 진화가 속한 (나)는 종족 유지 현상이다.

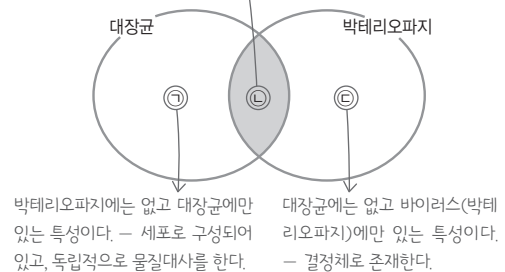
② 보기의 예가 (가)와 (나) 중 어떤 것에 해당하는지 이해한다.

ㄴ. 초파리가 식초 냄새가 나는 쪽으로 모여드는 것은 자극에 대한 반응이므로, (가)에 해당하는 생물의 특성이다.

ㄷ. 유전은 (나) 종족 유지 현상에, 생장은 (가) 개체 유지 현상에 해당한다.

6 **꼼꼼** 문제 분석

세균인 대장균과 바이러스인 박테리오파지의 공통점이다. — 핵산을 가지고 있다.



선택지 분석

- ㉠ '독립적으로 물질대사를 한다.'는 ㉠에 해당한다.
- ❌ '세포로 되어 있다.'는 ㉢에 해당한다. ㉠
- ❌ '핵산을 가지고 있다.'는 ㉡에 해당한다. ㉢

▶ 전략적 풀이 ① 대장균과 바이러스의 공통점을 찾는다.

ㄷ. 세균인 대장균과 바이러스인 박테리오파지는 공통적으로 유전 물질인 핵산을 가지고 있다. 따라서 '핵산을 가지고 있다.'는 ㉡에 해당한다.

② 대장균과 바이러스의 차이점을 파악한다.

ㄱ, ㄴ. 대장균은 바이러스와는 달리 세포로 되어 있으며, 독립적으로 물질대사를 한다. 따라서 '독립적으로 물질대사를 한다.'와 '세포로 되어 있다.'는 모두 ㉠에 해당한다.

7 **꼼꼼** 문제 분석

(가) 담배 모자이크병에 걸린 담뱃잎의 즙을 세균 여과기에 걸러 얻은 여과액에서 단백질과 핵산으로 된 결정체를 추출하였다.

➡ 바이러스는 세균보다 크기가 작으며 생명체 밖에서 단백질과 핵산으로 된 결정체로 존재한다.

(나) 여과액에서 추출한 결정체는 인공 배지에 넣었을 때에는 증식하지 않았지만, 건강한 담뱃잎 세포가 들어 있는 배지에 넣었을 때에는 증식하였다.

➡ 인공 배지에는 생물의 생장에 필요한 영양소가 있다. 바이러스가 인공 배지에서 증식하지 못하는 것은 독자적인 효소가 없어 스스로 물질대사를 하지 못하기 때문이다. 건강한 담뱃잎 세포가 들어 있는 배지에서는 증식하였으므로 바이러스는 살아 있는 세포 내에서만 증식할 수 있다는 것을 알 수 있다.

선택지 분석

- ㉠ 세균보다 크기가 작다.
- ㉡ 단백질과 핵산으로 구성된다.
- ㉢ 살아 있는 세포 내에서 증식할 수 있다.

▶ **전략적 풀이** ① (가)와 (나)의 실험 결과를 통해 바이러스의 특성을 이해한다.

ㄱ. 실험 (가)에서 바이러스는 세균 여과기를 통과하여 여과액에서 추출되었으므로 세균보다 크기가 작다.

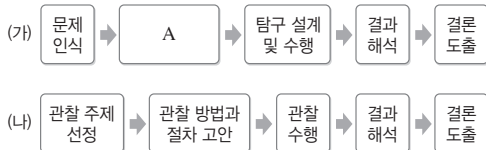
ㄴ. 실험 (나)에서 결정체를 인공 배지에 넣었을 때에는 증식하지 않았지만, 건강한 담뱃잎 세포가 들어 있는 배지에 넣었을 때에는 증식하였으므로 바이러스는 살아 있는 세포 내에서만 증식할 수 있다는 것을 알 수 있다.

② 바이러스의 구조를 이해한다.

ㄴ. 여과액에서 단백질과 핵산으로 구성된 결정체를 추출하였으므로 바이러스는 단백질과 핵산으로 구성되어 있다는 것을 알 수 있다.

8 **꼼꼼** 문제 분석

(가)는 연역적 탐구 방법이며, A는 인식한 문제에 대한 잠정적인 답인 가설을 설정하는 단계이다.



(나)는 귀납적 탐구 방법이며, 연역적 탐구 방법과 달리 가설을 설정하는 단계가 없다.

선택지 분석

㉠ (가)는 연역적 탐구 방법이고, (나)는 귀납적 탐구 방법이다.

㉡ A는 인식한 문제에 대한 잠정적인 답을 설정하는 단계이다.

㉢ (나)의 관찰 수행 단계에서는 대조 실험을 실시한다.
도구 등을 사용한 구체적인 관찰

▶ **전략적 풀이** ① (가), (나)가 각각 어떤 탐구 방법인지 구분한다.

ㄱ. (가)는 인식한 문제에 대한 가설을 설정하고 이를 실험을 통해 검증하는 연역적 탐구 방법이고, (나)는 직접 관찰하고 측정하여 알아낸 사실을 종합하고 분석하여 결론을 도출하는 귀납적 탐구 방법이다.

② (가), (나)에서 각 단계의 특징을 파악한다.

ㄴ. 연역적 탐구 방법에서 A는 가설 설정 단계이다. 가설은 인식한 문제에 대한 잠정적인 답이며, 옳을 수도 있고 그를 수도 있다.

ㄴ. 대조 실험은 연역적 탐구 방법에서 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 탐구 설계 및 수행 단계에서 실시한다.

9 **꼼꼼** 문제 분석

(가) 입구를 막지 않은 병에는 구더기가 발생하였고, 입구를 막은 병에는 구더기가 발생하지 않았다. ➡ 탐구 결과

(나) 고기 조각의 구더기는 파리에 의해 발생할 것이다.

➡ 인식한 문제에 대한 잠정적인 답인 가설이다.

(다) 2개의 병에 같은 크기의 고기 조각을 넣은 후 하나의 병만 천으로 입구를 막았다.

➡ 탐구 설계 및 수행 과정으로, 천으로 입구를 막은 것은 실험군, 천으로 입구를 막지 않은 것은 대조군이다.

(라) 구더기는 파리에 의해 발생한다.

➡ 실험 결과를 해석하여 도출된 결론이다.

선택지 분석

㉠ 탐구 과정은 (나) → (다) → (가) → (라) 순이다.

㉡ 이 탐구는 연역적 탐구 방법을 이용한 것이다.

㉢ 고기 조각이 파리에 노출되었는지의 여부는 통제 변인에 해당한다.
조작 변인

▶ **전략적 풀이** ① 레디가 수행한 실험이 어떤 탐구 방법에 해당하는지 구분하고, (가)~(라)는 탐구 과정의 어떤 단계에 해당하는지를 파악한다.

ㄱ. (가) 탐구 결과, (나) 가설 설정, (다) 탐구 설계 및 수행, (라) 결론 도출의 단계이다. 따라서 탐구 과정은 '관찰 및 문제 인식 → 가설 설정(나) → 탐구 설계 및 수행(다) → 탐구 결과(가) → 결론 도출(라)' 순으로 이루어진다.

ㄴ. 가설을 설정하고, 이를 실험으로 검증하는 탐구 방법은 연역적 탐구 방법이다.

② 변인에 대해 이해한다.

ㄷ. 고기 조각이 파리에 노출되었는지 여부는 가설 검증을 위해 의도적으로 변화시킨 것으로 조작 변인이다.

10 꼼꼼 문제 분석

(가) 푸른곰팡이 주변에는 세균이 증식하지 못하는 것을 보고 '왜 그럴까?' 라는 의문을 가졌다. → 관찰 및 문제 인식의 단계

(나) (㉠)라는 가설을 설정하였다.

→ 가설 설정 단계로, ㉠은 탐구를 통해 검증하려는 것이다.

(다) 조건을 같게 하여 세균을 배양한 20개의 접시 중 10개에만 푸른곰팡이를 접종하고, 나머지는 푸른곰팡이를 접종하지 않았다.

→ 탐구 설계 및 수행 단계로, 실험군에서 인위적으로 변화시킨 것은 푸른곰팡이의 접종 여부이다.

(라) 푸른곰팡이를 접종하지 않은 배양 접시에서만 세균이 증식하였다.

→ 탐구 결과로, 푸른곰팡이 접종이 세균의 증식에 어떤 영향을 미쳤는지를 확인할 수 있다.

선택지 분석

㉠ '푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 만들 것이다.'는 ㉠에 적절하다.

✕ 푸른곰팡이를 접종한 배양 접시는 대조군이다. 실험군

✕ 세균의 증식 여부는 독립변인이다. 종속변인

▶ 전략적 풀이 ① (다)의 탐구 설계를 통해 타당한 가설을 파악한다.

ㄱ. (다)와 (라)에서 푸른곰팡이의 접종 여부가 조작 변인이고, 세균의 증식 여부가 종속변인이라는 것을 알 수 있다. 따라서 가설은 '푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 만들 것이다.'이다.

② 탐구 설계에서 실험군과 대조군 및 변인을 파악한다.

ㄴ. 대조 실험에서 인위적인 처리를 한 것이 실험군이다. 따라서 푸른곰팡이를 접종한 것이 실험군이다.

ㄷ. 조작 변인은 푸른곰팡이 접종 여부, 종속변인은 세균의 증식 여부이고, 세균의 증식에 영향을 줄 수 있는 배양 접시의 구성 성분, 배양 온도, 세균의 종류 등은 통제 변인이다.

11 꼼꼼 문제 분석

(가) 폐렴에 걸린 생쥐에서 세균 A를 분리하여 배양한다.

→ 세균 A가 폐렴을 유발하는지를 알아보기 위해서는 폐렴에 걸린 생쥐에서 세균 A를 분리하여 건강한 쥐에 접종해야 한다.

(나) 배양한 세균 A를 건강한 생쥐에 접종한다.

→ 실험을 할 때에는 생쥐를 두 집단으로 나누어 세균 A를 접종한 실험군과 세균 A를 접종하지 않은 대조군을 둔다.

(다) 접종한 생쥐에게서 폐렴 증상을 확인한다.

→ 세균 A를 접종한 실험군의 생쥐만 폐렴에 걸리고, 몸속에서 세균 A가 검출되었는지를 확인한다.

선택지 분석

㉠ 세균 A를 접종하지 않은 생쥐를 대조군으로 둔다.

✕ (나)에서 세균 A를 접종한 생쥐를 세균 A를 접종하지 않은 다른 생쥐와 함께 사육한다. 따로

㉡ (다)에서 폐렴 증상이 나타난 생쥐에서 세균 A의 존재를 확인한다.

▶ 전략적 풀이 ① 탐구 설계에서 대조 실험과 변인 통제가 적절하게 이루어졌는지를 파악한다.

ㄱ. 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 (나)에서 세균 A를 접종한 실험군과 함께 세균 A를 접종하지 않은 대조군을 두는 과정이 필요하다.

ㄴ. 폐렴은 전염성 질병이므로 실험군과 대조군은 격리하여 따로 사육한다.

② 실험 결과의 타당성을 높일 수 있는 방법을 파악한다.

ㄷ. 세균 A가 폐렴을 유발하는지를 알아보기 위한 것이므로 폐렴 증상이 나타난 생쥐에서 세균 A가 검출되는지를 확인하는 과정이 필요하다.

12 꼼꼼 문제 분석

에이크만은 각기병 증상이 있던 닭이 건강해진 것을 보고 그 까닭이 궁금해졌다. 조사 결과 닭의 모이가 백미에서 현미로 바뀐 것을 알고, 현미에 각기병을 예방하는 물질이 들어 있다고 생각하였다. 닭을 두 집단으로 나누어 한 집단은 백미만 먹이고, 다른 집단은 현미를 먹여 기른 결과, 대조군 실험군 백미를 먹인 닭에서는 각기병이 나타났지만 현미를 먹인 닭에서는 각기병이 나타나지 않았다.

선택지 분석

✕ 모이의 종류는 종속변인이다. 조작 변인

㉠ 현미를 모이로 준 집단은 실험군이다.

㉡ 이 탐구의 가설은 '현미에는 각기병을 예방하는 물질이 들어 있을 것이다.'이다.

▶ 전략적 풀이 ① 탐구 과정에서 가설을 찾는다.

ㄷ. 이 탐구의 가설은 '현미에는 각기병을 예방하는 물질이 들어 있을 것이다.'이다.

② 가설을 검증하기 위한 대조 실험과 변인을 구분한다.

ㄱ. 모이의 종류는 실험군에서 인위적으로 변화시켜야 할 조작 변인이다. 종속변인은 탐구 결과에 해당하므로 닭에서 각기병이 나타나는지의 여부이다.

ㄴ. 가설에서 현미에 각기병을 예방하는 물질이 들어 있을 것이라고 하였으므로, 현미를 모이로 준 집단이 실험군이다.



II. 사람의 물질대사

1

사람의 물질대사



01 생명 활동과 에너지

개념 확인 문제

45쪽

- ① 물질대사 ② 동화 ③ 이화 ④ 세포 호흡 ⑤ ATP
⑥ 에너지 ⑦ ATP ⑧ 화학

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 2 (1) ㄱ, ㄴ, ㄷ (2) ㄴ, ㄷ, ㄹ
3 ㉠ 미토콘드리아, ㉡ 이산화 탄소, ㉢ ATP 4 ㉠ 5 (1)
세포 호흡 (2) ATP 6 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×

- 1 (1) 물질대사는 효소가 관여하므로 체온 정도의 낮은 온도에서 반응이 일어난다.
(2) 물질 대사는 반응이 한번에 일어나지 않고 단계적으로 일어난다.
(3) 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다.
(4) 동화 작용이 일어날 때에는 에너지가 흡수되고, 이화 작용이 일어날 때에는 에너지가 방출된다.

- 2 (1) 동화 작용은 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 과정으로, 에너지를 흡수하는 흡열 반응이며, 광합성, 단백질 합성 등이 이에 해당한다.
(2) 이화 작용은 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 과정으로, 에너지를 방출하는 발열 반응이며, 세포 호흡, 녹말 소화 등이 이에 해당한다.

- 3 세포 호흡이 일어나는 장소는 주로 ㉠미토콘드리아이며, 세포 호흡은 포도당이 산소와 반응하여 ㉡이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지를 방출하는 과정이다. 세포 호흡에서 포도당의 에너지 일부는 ㉢ATP의 화학 에너지로 전환되어 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

- 4 ㉠은 ATP가 분해되는 반응이므로 에너지가 방출되고, ㉡은 ATP가 합성되는 반응이므로 에너지가 흡수된다.

- 5 (1) ㉠은 포도당의 화학 에너지가 ATP의 화학 에너지로 전환되는 세포 호흡 과정이다.
(2) ㉡은 생명 활동에 사용되는 에너지 저장 물질인 ATP이다.

- 6 (1) 생명 활동에 필요한 물질을 합성하는 동화 작용이 일어날 때에는 에너지가 필요하며, 이 에너지는 ATP를 분해하여 얻는다.
(2) 세포 호흡으로 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열로 방출되어 일부가 체온 유지에 이용된다.
(3) ATP에 저장된 에너지는 근육 운동, 체온 유지, 정신 활동, 발성, 혈액 순환, 생장 등 다양한 생명 활동에 이용된다.
(4) ATP가 분해될 때 방출되는 에너지는 화학 에너지, 기계적 에너지, 열에너지 등 다양한 형태의 에너지로 전환되어 생명 활동에 이용된다.

개념 확인 문제

50쪽

- ① 영양소 ② 용털 ③ 폐포 ④ 호흡계 ⑤ 순환계
⑥ 배설계 ⑦ 에너지 ⑧ 순환계

- 1 (1) × (2) ○ (3) × 2 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ 3 (1) ○ (2) ×
(3) ○ (4) × 4 (1) ○ (2) × (3) × 5 (1) ㄱ, ㄷ (2) ㄷ (3) ㄱ
6 (1) ㄴ (2) ㄱ (3) ㄴ (4) ㄷ

- 1 (1) 세포 호흡에 필요한 영양소는 소화계에서 소화·흡수된 후, 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.
(2) 숨을 들이마실 때 폐로 들어온 공기 중의 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 확산되어 흡수된다.
(3) 세포 호흡에 필요한 산소는 호흡계를 통해 흡수되고, 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.

- 2 지방의 최종 소화 산물은 지방산과 모노글리세리드, 녹말은 포도당, 단백질은 아미노산이다.

- 3 (1) 음식물 속 영양소는 소화 기관을 지나면서 소화 효소에 의해 분해된 후 소장 내벽에 있는 용털로 흡수된다.
(2) 포도당, 아미노산, 수용성 비타민 등의 수용성 영양소는 용털의 모세 혈관으로 흡수되고, 지방산, 모노글리세리드, 지용성 비타민 등의 지용성 영양소는 용털의 암주관으로 흡수된다.
(3) 소장 용털의 모세 혈관과 암주관으로 흡수된 영양소는 모두 심장으로 이동하여 온몸의 조직 세포로 운반된다.
(4) 소장에서 흡수된 영양소는 혈장에 녹아 운반되고, 폐에서 흡수된 산소는 적혈구의 헤모글로빈과 결합하여 운반된다.

- 4 (1) 탄수화물, 단백질, 지방은 구성 원소로 탄소(C), 수소(H), 산소(O)를 공통으로 포함하고 있어 세포 호흡으로 분해되면 이산화 탄소(CO₂)와 물(H₂O)이 생성된다.
(2), (3) 단백질 분해 시 생성되는 암모니아는 독성이 강하므로 간에서 독성이 약한 요소로 전환되어 콩팥을 통해 오줌으로 배설된다.

5 이산화 탄소와 약간의 물(수증기 상태)은 폐를 통해, 요소와 대부분의 물은 콩팥을 통해 몸 밖으로 나간다.

6 (1), (2) 음식물 속의 영양소는 소화계에서 소화·흡수된 후 순환계를 통해 세포로 전달되고, 산소는 호흡계에서 흡수되어 순환계를 통해 세포로 전달된다.

(3) 세포 호흡 결과 물과 이산화 탄소가 생성되는데, 물은 호흡계와 배설계를 통해, 이산화 탄소는 호흡계를 통해 몸 밖으로 나간다.

(4) 배설계는 혈액 속의 노폐물과 여분의 물을 걸러 오줌을 생성하여 몸 밖으로 내보낸다.

51쪽

원자쌍
비법특강

Q1 확산

Q2 ㉠ 폐순환, ㉡ 온몸 순환

Q1 숨을 들이마실 때 폐포로 들어온 공기 중의 산소는 분압이 높은 폐포에서 분압이 낮은 모세 혈관으로 확산되어 이동한다.

Q2 폐순환은 심장에서 나온 혈액이 폐를 순환한 후 다시 심장으로 들어오는 경로로, 혈액은 폐에서 산소를 공급받고, 이산화 탄소를 내보낸다. 온몸 순환은 심장에서 나온 혈액이 온몸을 순환한 후 다시 심장으로 들어오는 경로로, 혈액은 온몸의 조직 세포에 산소와 영양소를 공급하고, 이산화 탄소 등의 노폐물을 받아온다.

대표 자료 분석

52쪽~53쪽

자료 1 1 (가) 동화 작용 (나) 이화 작용 2 (1) (나) (2) (가) 3 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × (6) × (7) ○ (8) ○

자료 2 1 (1) ㉠ ADP, ㉡ ATP (2) ㉢ 2 (1) 화학 (2) 기계적 (3) 열 3 (1) × (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○

자료 3 1 A : 이산화 탄소, B : 물, C : 요소 2 ㉠ 질소, ㉡ 암모니아 3 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) × (6) × (7) ×

자료 4 1 (가) 소화계 (나) 호흡계 (다) 배설계 2 (1) A (2) 오줌 (3) ㉠ 영양소, ㉡ 산소(O₂) 3 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ (7) ×

1-1 (가)는 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 동화 작용이고, (나)는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용이다.

1-2 동화 작용(가)은 에너지를 흡수하는 흡열 반응(2)이고, 이화 작용(나)은 에너지를 방출하는 발열 반응(1)이다.

1-3 (1) 물질대사가 일어날 때에는 반드시 에너지 출입이 일어나기 때문에 물질대사를 에너지 대사라고도 한다.

(2), (5) 물질대사에는 효소가 관여하므로, 체온 정도의 낮은 온도에서 반응이 일어난다.

(3) 물질대사는 반응이 단계적으로 일어나 에너지가 여러 단계에 걸쳐 조금씩 출입한다.

(4) (가)는 동화 작용으로, 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 과정이다.

(6) 동화 작용(가)은 에너지가 흡수되는 흡열 반응이고, 이화 작용(나)은 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

(7) 단백질 합성, DNA 합성, 광합성은 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하므로 동화 작용(가)에 해당한다.

(8) 세포 호흡, 녹말 소화는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하므로 이화 작용(나)에 해당한다.

2-1 (1) 세포 호흡으로 방출되는 에너지에 의해 무기 인산과 결합하는 ㉠은 ADP이고, 무기 인산이 하나 분리되면서 생명 활동에 에너지를 공급하는 ㉡은 ATP이다.

(2) 생명 활동에 직접 사용되는 에너지원은 ATP이다.

2-2 (1) 생장에 필요한 물질 합성 시 ATP의 화학 에너지가 다른 물질의 화학 에너지로 전환된다.

(2) 근육 운동 시 근육의 수축과 이완이 일어나므로 ATP의 화학 에너지가 기계적 에너지로 전환된다.

(3) 체온 유지에는 ATP의 화학 에너지가 열에너지로 전환되어 사용된다.

2-3 (1), (2) 세포 호흡 과정에서 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출되는데, 방출된 에너지의 일부만이 ATP(㉢)에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

(3) 세포 호흡으로 포도당에서 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

(4) (가)는 ATP(㉢)가 ADP(㉠)와 무기 인산으로 분해되는 이화 작용이다.

(5) ATP(㉢)에 저장된 에너지는 화학 에너지, 기계적 에너지, 열에너지 등으로 전환되어 생명 활동에 이용된다.

(6) 근육 수축에 사용되는 에너지는 ATP(㉢)에 저장된 에너지로, ATP(㉢)를 분해하여 얻는다.

3-1 탄수화물, 지방, 단백질이 분해될 때 공통으로 생성되는 노폐물 A는 폐를 통해 나가므로 이산화 탄소이고, B는 폐와 콩팥을 통해 나가므로 물이다. C는 암모니아가 간을 거쳐 생성된 것으로, 콩팥을 통해 오줌으로 배설되므로 요소이다.

③-2 단백질(영양소 ㉠)은 구성 원소가 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)로, 세포 호흡으로 분해되면 이산화 탄소(CO_2), 물(H_2O), 암모니아(NH_3)가 생성된다.

③-3 (1) 이산화 탄소(A)는 혈액에 의해 폐로 이동한다.
 (2) 물(B)은 우리 몸에서 재사용될 수 있다.
 (3) 물(B)은 폐와 콩팥에서 각각 날숨(수증기)과 오줌으로 나간다.
 (4) 암모니아는 간에서 요소(C)로 전환된다.
 (5) 암모니아를 요소(C)로 전환하는 간은 소화계에 포함된다.
 (6) 독성이 강한 암모니아는 독성이 약한 요소(C)로 전환되어 배설된다.
 (7) 탄수화물과 지방의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이므로 세포 호흡으로 분해되면 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성되고, 요소는 생성되지 않는다.

④-1 (가)는 영양소(물질 A)를 소화·흡수하는 소화계이다. (나)는 산소(O_2)를 흡수하고 이산화 탄소(CO_2)를 내보내는 호흡계이다. (다)는 노폐물(물질 C)을 배설하는 배설계이다.

④-2 (1) 세포 호흡에 필요한 영양소는 물질 A에 해당한다.
 (2) 노폐물(물질 C)은 배설계 (다)를 통해 오줌의 형태로 배설된다.
 (3) 순환계에서 조직 세포로 전달(㉠ 과정)되는 물질은 영양소와 산소(O_2)이다.

④-3 (1) 소화계(가)에서 일어나는 영양소의 소화는 이화 작용이다.
 (2) (나)는 코, 기관, 기관지, 폐로 구성되는 호흡계이다.
 (3) 호흡계(나)의 폐로 들어온 산소는 순환계로 확산되어 이동한다.
 (4) 요소는 간에서 생성되며, 간은 소화계(가)에 포함된다.
 (5) 대장은 소화계(가)에 포함된다.
 (6) 물질 C는 배설계를 통해 몸 밖으로 나가는 노폐물이므로 물과 요소 같은 질소 노폐물이 포함된다.
 (7) 물질 B는 소화계에서 영양소(물질 A)가 소화·흡수되지 않은 찌꺼기로, 대장(소화계)을 통해 대변이 되어 몸 밖으로 배출된다. 물질대사 결과 생성된 노폐물을 배설계를 통해 몸 밖으로 내보내는 것을 배설이라고 한다.

내신 만점 문제

54쪽~57쪽

01 ⑤	02 ⑤	03 해설 참조	04 ⑤	05 ①
06 ④	07 ④	08 ④	09 ③	10 ①
11 ⑤	12 ②	13 ③	14 ④	15 ③
16 ①	17 ㄱ, ㄷ, ㄹ	18 해설 참조		

01 ①, ② 물질대사는 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응으로, 효소의 촉매 작용에 의해 일어난다.

③ 물질대사 과정에는 반드시 에너지 출입이 함께 일어난다.

④ 세포는 물질대사를 통해 단백질 등 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다.

▮ 바로알기 ▮ ⑤ 세포는 세포 호흡과 같은 이화 작용에서 방출되는 에너지를 이용하여 생명 활동을 한다.

02 ㄴ. (가)는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하므로 이화 작용이며 발열 반응이다. (나)는 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하므로 동화 작용이며 흡열 반응이다.

ㄷ. 세포 호흡은 포도당을 물과 이산화 탄소로 분해하므로 이화 작용(가)이다.

▮ 바로알기 ▮ ㄱ. 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 반응(가)은 이화 작용이다.

03 생명체에서 일어나는 화학 반응인 물질대사는 물질을 합성하는 동화 작용과 물질을 분해하는 이화 작용으로 구분할 수 있다. 물질을 합성할 때에는 에너지가 흡수되고(흡열 반응), 물질을 분해할 때에는 에너지가 방출된다(발열 반응).

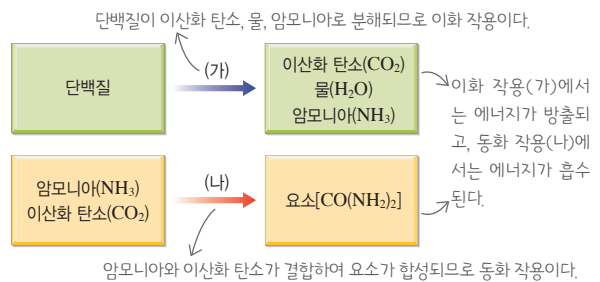
모범답안 동화 작용은 작고 간단한 물질(저분자 물질)을 크고 복잡한 물질(고분자 물질)로 합성하는 과정이며, 이화 작용은 크고 복잡한 물질(고분자 물질)을 작고 간단한 물질(저분자 물질)로 분해하는 과정이다. 동화 작용은 에너지가 흡수되지만(흡열 반응), 이화 작용은 에너지가 방출된다(발열 반응).

채점 기준	배점
두 가지 요소를 모두 옳게 비교하여 서술한 경우	100 %
두 가지 요소를 비교하였으나, 서술이 다소 부족한 경우	80 %
한 가지 요소만 옳게 비교하여 서술한 경우	50 %

04 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 더 작으므로 이화 작용이다. 소화 효소인 아밀레이스에 의해 녹말이 엿당으로 소화되는 것은 물질이 분해되는 것이므로 이화 작용이다.

▮ 바로알기 ▮ ① 포도당 합성, ② 글리코젠 합성, ③ DNA 합성, ④ 단백질 합성은 모두 동화 작용이다.

05 **꼼꼼** 문제 분석

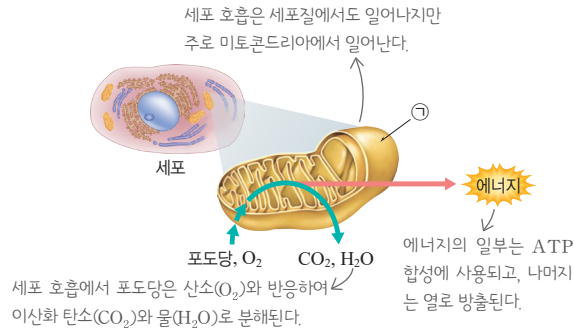


ㄱ. (가)는 단백질이 분해되는 이화 작용, (나)는 요소가 합성되는 동화 작용이다.

❗ **바로알기** ㄴ. 이화 작용(가)과 동화 작용(나) 같은 물질대사에는 항상 효소가 관여한다.

ㄷ. (나)는 동화 작용이므로 에너지가 흡수된다.

06 **꼼꼼** 문제 분석

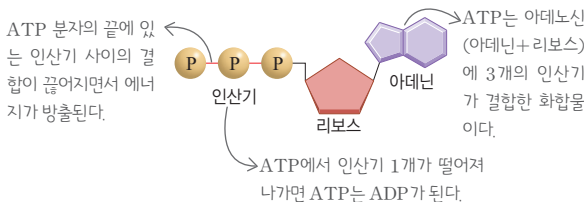


① 세포 호흡은 주로 ㉠ 미토콘드리아에서 일어난다.

②, ③, ⑤ 세포 호흡은 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출되므로, 이화 작용이며 발열 반응이다. 이 과정에서 방출된 에너지로 ATP가 합성된다.

❗ **바로알기** ④ 세포 호흡을 통해 방출된 포도당의 에너지 중 일부는 ATP를 합성하는 데 사용되고, 나머지는 열로 방출된다.

07 **꼼꼼** 문제 분석



ㄴ. 세포는 생명 활동에 필요한 에너지를 ATP에 저장하여 사용한다. 즉, 생명 활동에 직접 사용되는 에너지원은 ATP이다.

ㄷ. ATP의 인산기와 인산기 사이의 결합은 끊어질 때 비교적 많은 에너지를 방출하므로 고에너지 인산 결합이라고 한다.

❗ **바로알기** ㄱ. ATP는 아데노신(아데닌+리보스)에 3개의 인산기가 결합한 화합물이다.

08 ① (가)는 아데노신에 인산기가 3개 결합한 ATP이고, (나)는 아데노신에 인산기가 2개 결합한 ADP이다.

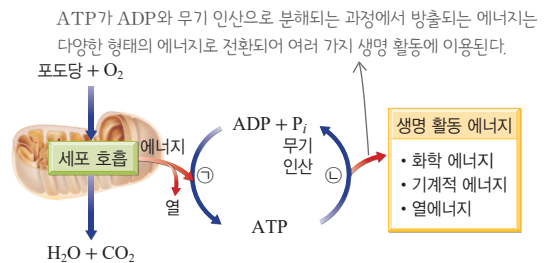
② ㉠은 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 이화 작용이므로 에너지가 방출된다.

③ ㉡은 ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP를 합성하는 반응이다. 미토콘드리아에서 진행되는 세포 호흡 과정에서 ATP 합성이 일어난다.

⑤ ADP가 ATP로 될 때 에너지가 흡수되므로 ADP(나)보다 ATP(가)에 더 많은 에너지가 저장되어 있다.

❗ **바로알기** ④ ㉠은 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 이화 작용이고, ㉡은 ADP와 무기 인산이 에너지를 흡수해 ATP로 합성되는 동화 작용이다.

09 **꼼꼼** 문제 분석

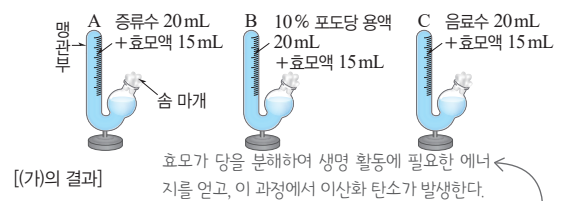


ㄴ. 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지 중 일부는 ATP 합성에 이용되고, 나머지는 열로 방출되어 일부가 체온 유지에 이용된다.

ㄷ. ATP에 저장된 에너지는 화학 에너지이며, ATP가 분해되면서 방출되는 에너지는 다양한 형태로 전환되어 생명 활동에 이용된다.

❗ **바로알기** ㄱ. 세포 호흡이 일어날 때에는 ATP가 합성되는 과정(㉠)이 활발하게 일어난다.

10 **꼼꼼** 문제 분석



[(가)의 결과]

발효관	A	B	C
기체의 부피	없음	+++	+

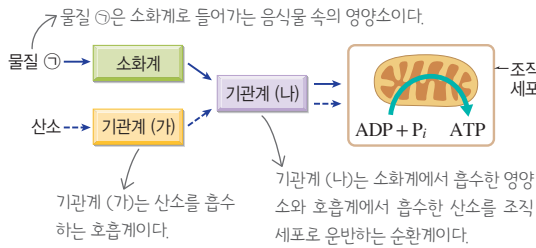
(+가 많을수록 기체 발생량이 많음)

- 발효관 A는 발효관에서 발생하는 기체가 호모가 당을 분해하여 발생한 것인지를 확인하기 위한 대조군이다. ➡ 당이 없으므로 기체가 발생하지 않았다.
- 발효관 B와 C에서는 기체가 발생하였으며, 기체 발생량 B > C 이다. ➡ 발효관 C보다 B에서 당의 분해가 더 많이 일어났음을 알 수 있다.
- 수산화 칼륨 수용액을 넣으면 수산화 칼륨이 이산화 탄소를 흡수하여 맹관부에 모인 기체의 부피가 감소한다. ➡ 맹관부 속 용액의 높이가 높아진다.

ㄱ. 발효관 내의 기체는 효모가 당을 분해하는 물질대사로 발생한 것이다. 따라서 기체 발생량이 $B > C > A$ 이므로, 효모의 물질대사량은 $B > C > A$ 이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ, ㄷ. (나) 과정에서 수산화 칼륨 수용액을 넣으면 이산화 탄소가 수산화 칼륨에 흡수되어 병관부 속 용액의 높이가 높아진다. 따라서 수산화 칼륨 수용액은 발생한 기체가 이산화 탄소임을 확인하기 위해 넣은 것이다.

11 **꼼꼼** 문제 분석

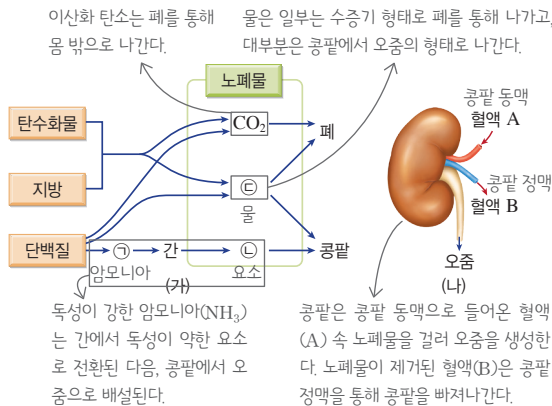


- ① 호흡계는 코, 기관, 기관지, 폐 등의 기관으로 구성되어 있다.
- ② 소화계에서 흡수한 영양소와 호흡계(가)에서 흡수한 산소는 순환계(나)에 의해 조직 세포로 운반된다.
- ③ 녹말은 소화계에서 소화·흡수되어 세포 호흡에 사용되는 영양소이므로 ㉠에 해당한다.
- ④ 소화된 영양소는 소장 of 용털로 흡수된다.

▮ **바로알기** ▮ ⑤ 영양소(㉠)의 소화 과정은 이화 작용이므로 에너지가 방출되지만, 이 에너지는 ATP 합성에 이용되지 않고 열로 방출된다. ATP 합성에는 주로 세포 호흡 과정에서 영양소가 분해될 때 방출되는 에너지가 이용된다.

12 **꼼꼼** 문제 분석

탄수화물과 지방은 구성 원소가 C, H, O이므로, 세포 호흡으로 분해되면 CO_2 와 H_2O 이 생성되며, 단백질은 구성 원소가 C, H, O, N이므로, 세포 호흡으로 분해되면 CO_2 , H_2O , NH_3 (암모니아)가 생성된다.



① ㉠은 단백질의 분해 과정에서 생성되는 암모니아(NH_3)로 독성이 강한 물질이다.

③ ㉡은 지방, 포도당(탄수화물의 최종 분해 산물), 아미노산(단백질의 최종 분해 산물)의 분해 과정에서 공통으로 생성되는 물이다.

④ 세포 호흡으로 영양소가 분해되어 생성되는 노폐물(㉠, ㉡, ㉢)은 모두 혈액에 의해 운반된다.

⑤ 혈액이 콩팥을 지나는 동안 요소와 같은 노폐물이 걸러지므로, 콩팥을 거치기 전인 혈액 A는 콩팥을 지나온 혈액 B보다 요소(㉡)의 농도가 더 높다.

▮ **바로알기** ▮ ② ㉢은 간에서 암모니아로부터 합성된 요소이다.

13 **꼼꼼** 문제 분석

- 생공즙에는 요소를 암모니아로 분해하는 유레이스가 들어 있다.
- BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 띤다.

구분	시험관 1 (증류수)	시험관 2 (용액 A)	시험관 3 (용액 B)
생공즙을 넣기 전	초록색 중성	초록색 중성	노란색 산성
생공즙을 넣고 10분 후	노란색 산성	파란색 염기성	노란색 산성

생공즙의 유레이스가 요소를 분해하여 암모니아가 생성되었다. 암모니아는 물에 녹으면 수산화 이온(OH^-)이 발생하여 염기성을 띤다.

ㄱ. 시험관 1은 용액 A와 B에서 나타나는 용액의 색깔 변화를 통해 생공즙의 작용을 확인하기 위해 증류수를 넣은 대조군이다.

ㄴ. 용액 A에 생공즙을 넣기 전에는 용액의 색깔이 초록색이었으나 생공즙을 넣은 후 파란색으로 변하였으므로, 용액이 중성에서 염기성으로 변했음을 알 수 있다. 이는 유레이스의 작용으로 요소가 분해되어 암모니아가 생성되었음을 의미하므로, 용액 A에는 요소가 들어 있다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. 용액 B는 생공즙을 넣기 전부터 용액의 색깔이 노란색이었으므로 처음부터 산성 용액이었음을 알 수 있다.

14 ㄱ. A는 소화 기관인 간으로, 암모니아를 요소로 전환된다. ㄷ. C는 배설 기관인 콩팥으로, 요소와 같은 혈액 속 질소 노폐물을 걸러 오줌으로 배설한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. B는 소화 기관인 대장으로, 주로 물이 흡수된다. 소화된 영양소의 흡수는 소장에서 일어난다.

15 A는 심장을 포함한 순환계, B는 위를 포함한 소화계이며, C는 폐를 포함한 호흡계이다.

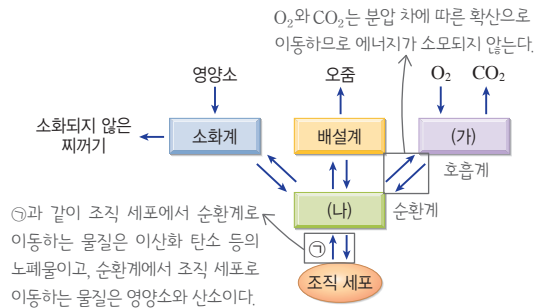
ㄱ. 소화계(B)에서 흡수한 영양소는 순환계(A)를 통해 조직 세포로 운반된다.

ㄴ. 세포 호흡에 필요한 영양소는 소화계(B)에서 흡수하고, 세포 호흡에 필요한 산소는 호흡계(C)에서 흡수한다.

❏ **바로알기** ❏ ㄷ. 순환계(A)의 심장에서 호흡계(C)의 폐로 가는 혈액에는 산소가 적고 이산화 탄소가 많이 포함되어 있다.

[16~17] **꼼꼼** 문제 분석

영양소는 소화계에서 흡수되고, 산소(O_2)와 이산화 탄소(CO_2)의 교환은 호흡계에서 일어난다. 또 질소 노폐물은 배설계에서 오줌으로 배설된다.



16 ㄱ. (가)는 산소를 받아들이고 이산화 탄소를 내보내는 호흡계이다. (나)는 세포 호흡에 필요한 영양소와 산소를 조직 세포에 운반하고, 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소, 요소 등의 노폐물을 호흡계나 배설계로 운반하는 순환계이다.

ㄴ. 심장은 순환계(나)에 포함되는 기관이다.

❏ **바로알기** ❏ ㄷ. 산소는 호흡계(가)에서 순환계(나)로 확산에 의해 이동하므로 에너지가 소모되지 않는다.

ㄹ. 소화계, 호흡계, 배설계는 순환계를 중심으로 유기적으로 연결되어 통합적으로 작용한다.

17 ㄱ, ㄷ, ㄹ. ① 방향으로 이동하는 물질은 조직 세포에서 영양소가 세포 호흡으로 분해되는 과정에서 발생하는 노폐물로, 이산화 탄소, 물, 암모니아이다.

❏ **바로알기** ❏ ㄴ. 영양소는 (나)에서 조직 세포로 이동한다.

18 운동을 할 때에는 평상시보다 에너지가 많이 필요하므로 세포 호흡 속도가 빨라진다. 따라서 세포 호흡에 필요한 물질의 공급과 세포 호흡으로 생성되는 노폐물의 제거도 빠르게 이루어져야 하므로 심장 박동과 호흡 운동이 빨라진다.

모범답안 운동을 하면 평상시보다 ATP 소모량이 많아져 세포 호흡 속도가 증가한다. 따라서 세포 호흡에 필요한 영양소와 산소를 조직 세포에 빨리 공급하고 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소 등의 노폐물을 빨리 제거하기 위해 심장 박동과 호흡 운동이 빨라진다.

채점 기준	배점
세 가지 요소를 모두 고려하여 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지 요소만 고려하여 옳게 서술한 경우	60 %
한 가지 요소만 옳게 서술한 경우	30 %

02 물질대사와 건강

개념 확인 문제

60쪽

① 섭취량 ② 기초 ③ 활동 ④ 1일 ⑤ 대사성

1 (1) < (2) > 2 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ 3 기초
4 (1) ○ (2) × (3) ○ 5 (1) ㄴ (2) ㄹ (3) ㄱ (4) ㄷ 6 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

1 (1) 에너지 섭취량보다 에너지 소비량이 많은 상태가 지속되면 우리 몸에 저장된 지방이나 단백질을 분해하여 필요한 에너지를 얻으므로 체중이 감소한다.

(2) 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되면 사용하고 남은 에너지를 지방의 형태로 저장하므로 체중이 증가한다.

2 (1) 기초 대사량은 나이, 체중, 성별 등에 따라 다르다.

(2) 1일 대사량은 하루에 필요한 총 에너지량으로, '기초 대사량 + 활동 대사량 + 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지량'이다.

(3) 심장 박동, 체온 유지, 호흡 운동 등과 같이 기초적인 생명 유지 활동에 쓰이는 에너지를 기초 대사량이라고 한다.

(4) 건강을 유지하기 위해서는 음식을 통한 에너지 섭취량과 활동을 통한 에너지 소비량이 균형을 이루어야 한다.

3 기초 대사량은 생명을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지량으로 성별, 나이, 체중 등에 따라 다르며, 일반적으로 몸에 지방이 적고 근육이 많을수록 증가한다.

4 (1) 대사성 질환은 유전적인 요인에 의해 발생할 수도 있지만, 주로 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관에 의해 발생한다.

(2) 대부분의 대사성 질환은 심혈관계 질환과 뇌혈관계 질환 등의 심각한 합병증을 일으킨다.

(3) 대사성 질환은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질병으로, 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등이 있다.

5 (1) 고혈압은 혈압이 정상 범위보다 높은 질환이다.

(2) 고지혈증은 혈액 속에 콜레스테롤, 중성 지방 등이 과다하게 들어 있는 질환이다.

(3) 당뇨병은 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되면서 오줌에 당이 섞여 나오는 질환이다.

(4) 구루병은 비타민 D 결핍으로 칼슘이 부족해 뼈가 약해지고 뼈의 통증이나 변형이 일어나는 대사성 질환이다.

6 대사성 질환은 과도한 영양 섭취와 활동량 부족으로 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많을 때 주로 발생한다. 따라서 대사성 질환을 예방하기 위해서는 규칙적인 식사와 균형 잡힌 식단으로 에너지 섭취량을 줄이고, 적절한 운동과 일상생활 속 활동량 늘리기 등으로 에너지 소비량을 늘려 복부 지방을 줄이고 비만이 되지 않도록 노력해야 한다.

대표 자료 분석

61쪽

- 자료 1** 1 (가) ㄴ, ㄹ (다) ㄱ, ㄷ 2 (1) 기초 대사량 (2) 지방 3 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×
자료 2 1 2913 kcal 2 2286 kcal 3 (1) × (2) × (3) ○

①-1 (가)는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적은 상태이다. 이런 상태가 지속되면 우리 몸에 저장된 지방이나 근육의 단백질을 분해하여 필요한 에너지를 얻게 된다. 그 결과 체중이 줄어 들고 심하면 영양실조가 될 수 있으며, 면역력이 떨어져 감염성 질병에 걸리기 쉽다.

(다)는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태이다. 이런 상태가 지속되면 사용하고 남은 에너지를 지방의 형태로 저장한다. 그 결과 체중이 증가하고 체지방이 쌓여 비만이 될 수 있으며, 대사성 질환에 걸릴 위험도 높아진다.

①-2 (1) 1일 에너지 소비량은 1일 대사량에 해당한다. 1일 대사량은 하루에 필요한 총 에너지양으로 '기초 대사량 + 활동 대사량 + 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지양'이다.

(2) 에너지 소비량보다 에너지 섭취량이 많으면 남은 에너지는 지방으로 바뀌어 체내에 저장된다.

①-3 (1) 건강한 생활을 하려면 (나)와 같이 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이룬 상태를 유지해야 한다. (가) 상태는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적어 이런 상태가 유지되면 영양실조나 성장 장애가 나타날 수 있다.

(2) (다)와 같이 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 오래 지속되면 체지방이 쌓여 고혈압이나 당뇨병 같은 대사성 질환에 걸릴 수 있다.

(3) (다)의 상태를 지속하던 사람이 균형 잡힌 식사로 에너지 섭취량을 줄이고 운동을 꾸준히 하여 에너지 소비량을 늘리면 (나)와 같이 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이룬 상태로 바뀔 수 있다.

(4) 일상생활에서 신체 활동을 늘리면 에너지 소비량이 증가하여 (다)의 상태를 (나)의 상태로 바꾸는 데 도움이 된다.

②-1 준이는 쌀밥, 탄산음료, 햄버거를 표에 제시된 양보다 2배씩 섭취하였으므로 섭취한 총 에너지양을 계산할 때 이 음식들은 표에 제시된 에너지양에 2를 곱하여 더해야 한다. 따라서 준이가 하루 동안 섭취한 총 에너지양은 $(300 \times 2) + 30 + 385 + 478 + (94 \times 2) + (616 \times 2) = 2913 \text{ kcal}$ 이다.

②-2 표에 제시된 활동별 에너지 소비량은 체중 1kg당 1시간에 소비되는 에너지양이다. 따라서 준이가 하루 동안 소비한 총 에너지양을 구하려면 '(활동별 소비 에너지양 × 활동 시간)의 합 × 체중'으로 계산해야 한다. 준이가 하루 동안 소비한 총 에너지양은 $\{(0.9 \times 8) + (1.6 \times 2) + (1.1 \times 2) + (1.9 \times 9) + (2.1 \times 2) + (4.2 \times 1)\} \times 60 \text{ kg} = 2286 \text{ kcal}$ 이다.

②-3 (1) 준이가 섭취한 에너지양은 2913kcal이고, 소비한 에너지량은 2286kcal이다. 따라서 준이는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많다.

(2), (3) 준이가 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 이와 같은 상태로 지속한다면 준이는 비만이 될 가능성이 높다. 따라서 준이가 에너지 대사의 균형을 맞추려면 활동량을 늘리거나 음식물 섭취량을 줄여야 한다.

내신 만점 문제

62쪽~63쪽

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

01 ㄱ. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태이다. 이런 상태가 지속되면 남은 에너지가 지방으로 전환되어 저장되므로 비만이 될 수 있다.

ㄷ. 몸에 지방이 쌓이면 고혈압, 당뇨병, 고지혈증과 같은 대사성 질환에 걸릴 가능성이 높아진다.

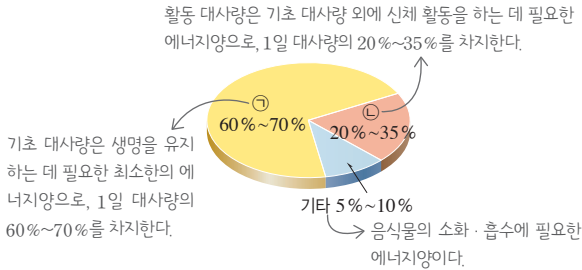
▶ **바로알기** ㄴ. 에너지 섭취량보다 에너지 소비량이 많을 경우에만 단백질 부족으로 면역력이 낮아질 수 있다.

02 ㄱ. 심장 박동과 같은 기초적인 생명 활동에 쓰이는 에너지는 기초 대사량에 포함된다.

ㄷ. 활동을 통한 에너지 소비량보다 음식물을 통한 에너지 섭취량이 많으면 에너지가 남게 되고, 남은 에너지는 지방으로 전환되어 체내에 저장된다.

▶ **바로알기** ㄴ. 1일 대사량은 우리 몸이 하루에 필요로 하는 총 에너지양으로, 생명을 유지하는 데 필요한 기초 대사량과 여러 가지 신체 활동과 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지양을 모두 포함한다.

03 **꼼꼼** 문제 분석



1일 대사량은 하루에 필요한 총 에너지양으로 기초 대사량, 활동 대사량, 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지양의 합으로 구성된다.

ㄴ. 기초 대사량은 성별, 나이, 키, 체중 등에 따라 다르고, 활동 대사량은 활동 유형, 시간, 강도 등에 따라 다르다.

▣ **바로알기** ▣ ㄱ. ㉠은 1일 대사량에서 가장 많은 비율을 차지하므로 기초 대사량이다.

ㄷ. ㉡은 활동 대사량으로, 기초 대사량 외에 신체 활동을 하는 데 필요한 에너지양이다.

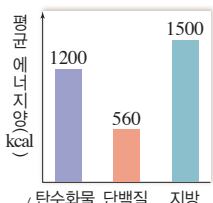
04 기초 대사량은 보통 남자가 여자보다 높고, 성장이 활발하게 일어나는 시기에 높게 나타나며, 나이가 많아질수록 감소한다.

ㄱ. 전 구간에서 남자의 기초 대사량이 여자의 기초 대사량보다 높다.

ㄴ. 남녀 모두 나이가 많아질수록 기초 대사량이 감소한다.

ㄷ. 근육 조직은 지방 조직보다 더 많은 에너지를 소비하므로 운동을 하여 근육이 발달하면 기초 대사량이 증가한다. 남자는 여자보다 근육이 많아 기초 대사량이 높다.

[05~06] **꼼꼼** 문제 분석



성민이의 1일 에너지 섭취량은 3260kcal이며, 이중 1500kcal를 지방으로 섭취하고 있다. ➡ 에너지의 절반 정도를 지방으로 섭취하고 있고, 나머지는 탄수화물과 단백질로 섭취하고 있다.

구분	에너지 소비량 (kcal/kg·h)	활동 시간(h)
수면	0.9	7
보통 활동	2.2	10
심한 활동	9.2	1
휴식	1.0	6

05 표에 제시된 활동별 에너지 소비량은 체중 1kg당 1시간에 소비되는 에너지양이다. 따라서 1일 에너지 소비량을 구하려면 (활동별 에너지 소비량×활동 시간)의 합×체중으로 계산한다. 따라서 성민이의 1일 에너지 소비량은 $(0.9 \times 7) + (2.2 \times 10) + (9.2 \times 1) + (1.0 \times 6) \times 60 \text{ kg} = 2610 \text{ kcal}$ 이다.

06 ㄷ. 성민이의 1일 에너지 섭취량은 $1200 + 560 + 1500 = 3260 \text{ kcal}$ 이며, 1일 에너지 소비량은 2610kcal이므로 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많다.

▣ **바로알기** ▣ ㄱ. 성민이는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으므로 이런 상태가 지속되면 영양실조가 아니라 비만이 될 수 있다.

ㄴ. 성민이는 3260kcal 중 탄수화물과 단백질로 $1200 + 560 = 1760 \text{ kcal}$ 를 섭취하고, 지방으로 1500kcal를 섭취하고 있다. 따라서 성민이는 에너지의 대부분을 지방으로 섭취하고 있다고 볼 수 없다.

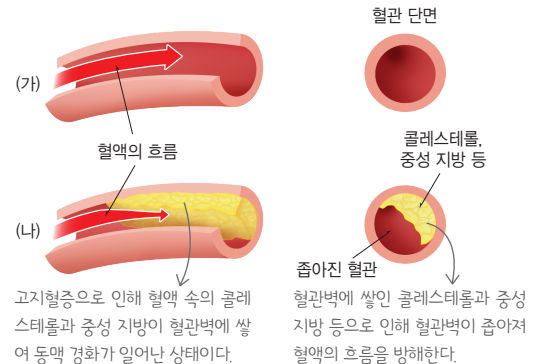
07 ②, ③ 당뇨병, 고혈압, 고지혈증은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 대사성 질환으로 여러 가지 합병증을 일으킨다.

④ 복부 비만은 대사성 질환의 발생률을 높인다.

⑤ 대사성 질환은 유전적 요인, 노화에 의해서도 발생하지만, 오랜 기간 동안 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관에 의해서도 발생한다.

▣ **바로알기** ▣ ① 대사성 질환은 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 오래 지속되면 발생하므로 청소년에게도 발생할 수 있다.

08 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ, ㄴ. (가)에 비해 (나)는 혈관벽에 콜레스테롤, 중성 지방 등이 쌓여 혈관이 좁아진 동맥 경화 상태이다. 이런 상태가 지속되면 뇌졸중, 심장 질환(협심증, 심근경색 등), 고혈압과 같은 합병증이 나타날 수 있다.

▣ **바로알기** ▣ ㄴ. 골다공증은 칼슘 섭취 부족, 흡연, 과다한 음주, 카페인 섭취, 운동 부족, 특정 약물의 장기 복용 등의 원인에 의해 발생한다.

ㄷ. 당뇨병은 이자에서 인슐린이 충분히 만들어지지 않거나 비만, 운동 부족 등으로 세포가 인슐린에 제대로 반응하지 못할 경우에 발생한다.

09 (가)는 고혈압, (나)는 당뇨병, (다)는 고지혈증이다.

④ 고지혈증(다)을 방지하면 콜레스테롤이나 중성 지방 등이 혈관 안쪽 벽에 과도하게 쌓여 혈관이 좁아지고 딱딱해지는 동맥경화로 진행될 수 있다.

■ **바로알기** ① 인슐린이 정상적으로 만들어지지 못해 발생하는 대사성 질환은 당뇨병(나)이다.

② 비타민 D 부족으로 발생하는 대사성 질환은 구루병이다.

③, ⑤ 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 같은 대사성 질환은 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많아 체지방이 많이 쌓이면 발생할 수 있다. 따라서 비만과 관련성이 깊다.

10 • 학생 A : 대사성 질환에는 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 등이 해당된다.

• 학생 B : 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 경우에 대사성 질환이 발생할 가능성이 높으므로, 대사성 질환을 예방하기 위해서는 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형을 유지하도록 해야 한다.

■ **바로알기** • 학생 C : 대사성 질환은 비만과 밀접한 관련이 있다. 체중이 적게 나가더라도 체지방이 많은 마른 비만 상태라면 대사성 질환에 걸릴 위험이 높다.

11 대사성 질환은 유전적 요인, 노화에 의해서도 발생하지만, 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관에 의해서도 발생한다. 따라서 대사성 질환을 예방하기 위해서는 올바른 생활 습관을 통해 비만이 되지 않도록 해야 한다.

■ **모범답안** 식사를 규칙적으로 한다. 과식하지 않는다. 열량이 높은 음식물을 자주 먹지 않는다. 적절한 운동을 한다. 일상생활에서 활동량을 늘린다 등

채점 기준	배점
세 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

중단원 핵심 정리

64쪽~65쪽

- | | | | | |
|----------|--------|--------|--------|----------|
| ① 에너지 | ② 효소 | ③ 흡수 | ④ 방출 | ⑤ 에너지 |
| ⑥ ATP | ⑦ ATP | ⑧ 산소 | ⑨ 응결 | ⑩ 호흡계 |
| ⑪ 순환계 | ⑫ 확산 | ⑬ 암모니아 | ⑭ 배설계 | ⑮ 폐 |
| ⑯ 물 | ⑰ 요소 | ⑱ 순환계 | ⑲ 지방 | ⑳ 기초 대사량 |
| ㉑ 활동 대사량 | ㉒ 물질대사 | ㉓ 당 | ㉔ 고지혈증 | |

중단원 마무리 문제

66쪽~69쪽

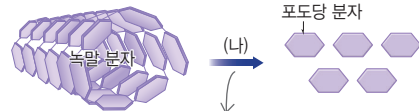
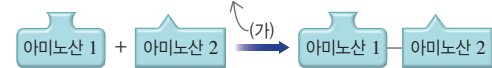
- | | | | | | |
|------|------|----------|----------|------|------|
| 01 ③ | 02 ① | 03 ④ | 04 ④ | 05 ② | 06 ③ |
| 07 ⑤ | 08 ③ | 09 ① | 10 ② | 11 ② | 12 ② |
| 13 ⑤ | 14 ② | 15 해설 참조 | 16 해설 참조 | | |

01 ㄱ, ㄷ. 살아 있는 생명체에서는 끊임없이 물질대사가 일어나 생명 활동에 필요한 물질을 합성하고, 에너지를 얻는다.

■ **바로알기** ㄴ. 화학 반응이 일어날 때 항상 에너지가 출입하므로 물질대사 과정에서도 에너지 출입이 항상 함께 일어난다.

02 품 품 문제 분석

아미노산과 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 단백질을 합성하는 동화 작용으로, 이 과정에서 에너지가 흡수된다.

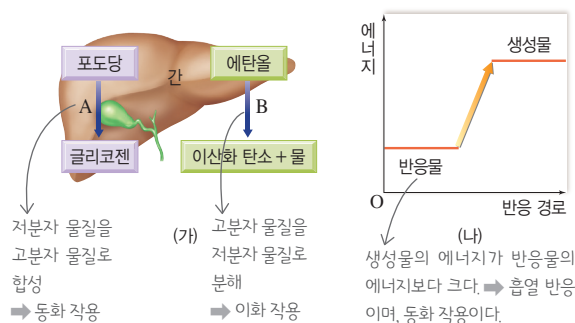


녹말이 포도당으로 분해되는 이화 작용으로, 이 과정에서 에너지가 방출된다.

ㄱ. 아미노산과 아미노산이 결합하는 (가)는 작고 간단한 물질(저분자 물질)을 크고 복잡한 물질(고분자 물질)로 합성하는 반응이므로 동화 작용이다. 녹말이 단위체인 포도당으로 분해되는 (나)는 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 반응이므로 이화 작용이다.

■ **바로알기** ㄴ. 크고 복잡한 물질(고분자 물질)을 작고 간단한 물질(저분자 물질)로 분해하는 이화 작용에서는 에너지가 방출된다. ㄷ. 동화 작용(가)과 이화 작용(나)은 모두 효소가 관여한다.

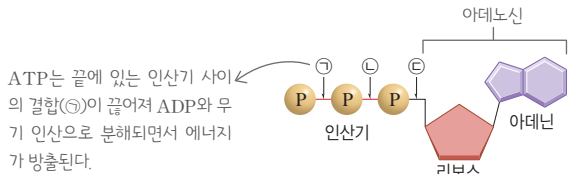
03 품 품 문제 분석



ㄱ. 포도당이 글리코젠으로 되는 A 과정은 저분자 물질이 고분자 물질로 합성되는 동화 작용이다.

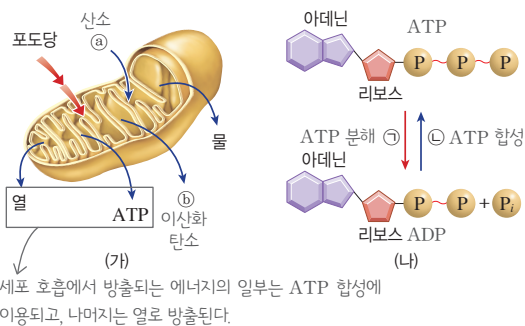
ㄷ. 생명체에서 일어나는 화학 반응은 모두 물질대사에 해당한다.
❗바로알기❗ ㄴ. (나)에서는 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 크므로 화학 반응 시 에너지가 흡수된다. 따라서 이와 같은 에너지 변화는 동화 작용(A)에서 볼 수 있다. 이화 작용(B)에서는 에너지가 방출되는 발열 반응이 일어나 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 작다.

04 **꼭꼭** 문제 분석



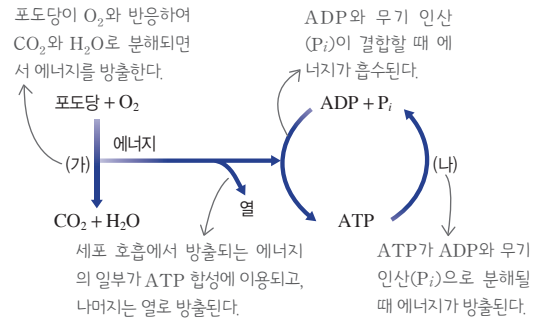
- ①, ⑤ ATP는 아데노신(아데닌 + 리보스)에 3개의 인산기가 결합한 물질이며, 인산기와 인산기 사이의 결합이 끊어질 때 비교적 많은 에너지가 방출된다.
- ② 세포는 생명 활동에 필요한 에너지를 ATP를 분해하여 사용하므로, ATP는 생명 활동에 직접 사용되는 에너지원이다.
- ③ ADP와 무기 인산이 ATP로 합성될 때 세포 호흡에서 방출되는 에너지의 일부가 흡수되어 인산기 사이의 결합(㉔)에 저장된다.
- ❗바로알기❗** ④ ATP는 끝에 있는 인산기 사이의 결합(㉔)이 끊어져 ADP와 무기 인산으로 분해된다.

05 **꼭꼭** 문제 분석



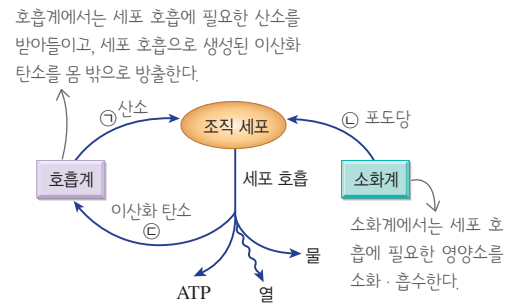
- ㄴ. 근육 운동을 할 때에는 에너지가 많이 필요하므로 ATP 분해(㉔)가 활발하게 일어난다.
- ㄷ. 미토콘드리아에서 ATP 합성 반응(㉓)이 일어난다.
- ❗바로알기❗** ㄱ. 세포 호흡에서는 포도당이 산소(㉑)와 반응하여 이산화 탄소(㉒)와 물로 분해된다.
- ㄹ. 세포 호흡에서 방출되는 열의 일부는 체온 유지에 사용된다.

06 **꼭꼭** 문제 분석



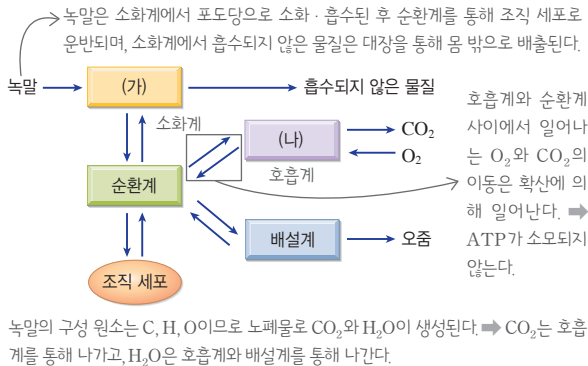
- ① (가)는 포도당이 산소(O₂)와 반응하여 이산화 탄소(CO₂)와 물(H₂O)로 분해되는 세포 호흡 과정이다.
- ② (나)는 ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해되는 반응이므로 이화 작용이다.
- ④ ATP가 ADP로 될 때 끝 부분의 인산기가 하나 떨어지면서 에너지가 방출된다. 따라서 한 분자에 저장된 에너지량은 ATP가 ADP보다 많다.
- ⑤ ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해되는 과정(나)에서 방출되는 에너지는 기계적 에너지, 열에너지, 다른 화학 에너지 등 여러 가지 형태의 에너지로 전환되어 근육 운동, 체온 유지, 성장과 같은 다양한 생명 활동에 이용된다.
- ❗바로알기❗** ③ 세포 호흡(가) 과정에서 방출된 포도당의 화학 에너지는 일부만 ATP 합성에 이용되고, 나머지는 열로 방출된다.

07 **꼭꼭** 문제 분석



- ㄱ. ㉑은 호흡계에서 흡수하여 조식 세포로 운반되는 산소이다. 산소는 적혈구의 헤모글로빈에 의해 운반된다.
- ㄴ. ㉓은 소화계(소장의 용털)에서 흡수되어 조식 세포로 운반되는 포도당이다.
- ㄷ. 호흡계를 통해 흡수된 산소(㉑)와 소화계를 통해 흡수된 포도당(㉓)은 순환계를 통해 온몸의 조식 세포로 이동하고, 조식 세포에서 생성된 이산화 탄소(㉒)도 순환계를 통해 호흡계로 이동해 몸 밖으로 나간다.

08 **꼼꼼** 문제 분석



(가)는 녹말을 소화·흡수하고 흡수되지 않은 물질을 배출하므로 소화계이고, (나)는 산소와 이산화 탄소의 기체 교환이 일어나므로 호흡계이다.

③ (가)는 소화계로, 녹말은 소화계에서 포도당으로 분해된 후 흡수되어 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.

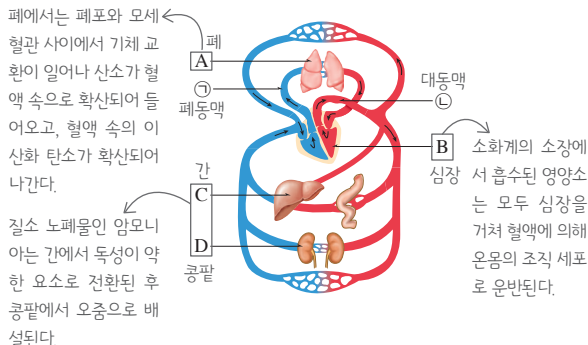
▶ **바로알기** ① (나)는 호흡계이다. 폐동맥은 순환계에 해당한다.

② 녹말의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로, 질소(N)는 포함되지 않는다.

④ 대기 중의 산소는 호흡계(나)에서 순환계로 확산되어 들어오므로 ATP가 소모되지 않는다.

⑤ 소화계(가)에서 흡수되지 않은 물질은 대장(소화계)을 통해 몸 밖으로 배출된다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



② 수용성 영양소는 용털의 모세 혈관으로 흡수되어 간을 거쳐 심장(B)으로 운반되고, 지용성 영양소는 용털의 암죽관으로 흡수되어 심장(B)으로 운반된다. 이처럼 소화계에서 흡수된 모든 영양소는 심장(B)을 거쳐 혈액에 의해 조직 세포로 운반된다.

③ 암모니아는 간(C)에서 요소로 전환된다.

④ 혈액 속의 요소와 물의 일부는 콩팥(D)에서 오줌에 포함되어 몸 밖으로 배설된다.

⑤ ①은 심장에서 폐로 가는 혈액이 흐르는 폐동맥으로, 이산화 탄소가 많고 산소가 적은 혈액이 흐른다. ④는 심장에서 온몸으로 나가는 혈액이 흐르는 대동맥으로, 이산화 탄소와 산소가 많은 혈액이 흐른다. 즉, 혈액은 폐에서 이산화 탄소를 내보내므로 단위 부피당 이산화 탄소의 양은 ①의 혈액이 ④의 혈액보다 많다.

▶ **바로알기** ① 폐(A)는 호흡계에 속하는 기관이다.

10 생공증 속에 들어 있으며, 요소를 분해하는 효소 ③은 유레이스이다. 유레이스는 요소를 암모니아와 이산화 탄소로 분해하는데, 암모니아는 물에 녹아 염기성을 띤다.

ㄱ. (가)에서 오줌에 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 오줌이 초록색으로 변하므로 오줌이 중성을 띤다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. (나)에서 오줌에 생공증을 넣었을 때 비커 속 용액이 초록색에서 파란색으로 변하였으므로 오줌에 생공증을 넣으면 염기성으로 변한다는 것을 알 수 있다. 따라서 오줌에 요소가 들어 있다는 것을 확인할 수 있다.

▶ **바로알기** ㄷ. 오줌에 생공증을 넣으면 생공증 속의 유레이스(효소 ③)에 의해 오줌 속 요소가 분해되어 염기성을 띠는 암모니아가 생성되므로 용액이 염기성을 띠게 된다.

11 ㄱ. (가)는 에너지 섭취량보다 에너지 소비량이 많으므로 이 상태가 지속되면 체중 감소, 영양실조, 면역력 저하 등이 나타날 수 있다.

ㄴ. (나)는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으므로 이 상태가 지속되면 남는 에너지가 지방으로 축적되어 비만이 될 수 있다.

▶ **바로알기** ㄷ. 고혈압과 당뇨병 같은 대사성 질환은 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등으로 인한 비만과 관련이 있으므로 (나) 상태가 지속될 때 발병할 수 있고, (가) 상태가 지속될 때에는 발병하기 어렵다.

12 ㄴ. 근육의 주성분은 단백질이다. 그런데 영희의 단백질 섭취량은 30g으로 권장량인 60g의 절반밖에 안된다. 따라서 이러한 영양 섭취가 지속되면 근육이 약화될 가능성이 높다.

▶ **바로알기** ㄱ. 철수는 탄수화물을 권장량보다 약간 적게 섭취하지만, 지방과 단백질은 권장량보다 많이 섭취하고 있으므로 에너지권장량보다 많이 섭취하고 있음을 짐작할 수 있다. 철수의 1일 에너지 권장량을 계산해 보면 $(465 \times 4) + (60 \times 9) + (75 \times 4) = 2700 \text{ kcal}$ 이다. 그런데 철수가 하루 동안 섭취하는 에너지량은 $(400 \times 4) + (200 \times 9) + (100 \times 4) = 3800 \text{ kcal}$ 이므로, 1일 에너지 권장량보다 1100kcal나 많이 섭취하고 있다.

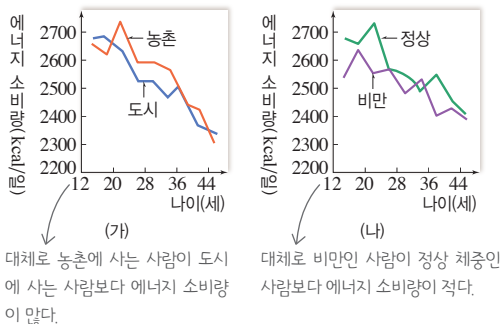
ㄷ. 1일 권장량에서 지방의 권장량이 단백질의 권장량보다 약간 적지만, 지방은 에너지량이 1g당 9kcal로 단백질(1g당 4kcal)의 2배가 넘는다. 따라서 1일 권장량에서 지방이 차지하는 에너지 비율은 단백질보다 높다. 철수와 영희의 1일 권장량에서 탄수화물, 단백질, 지방의 섭취량을 에너지량으로 환산하면 다음과 같다.

• 철수의 1일 권장량(2700kcal) : 탄수화물 $465 \times 4 = 1860$ kcal, 지방 $60 \times 9 = 540$ kcal, 단백질 $75 \times 4 = 300$ kcal

• 영희의 1일 권장량(2110kcal) : 탄수화물 $364 \times 4 = 1456$ kcal, 지방 $46 \times 9 = 414$ kcal, 단백질 $60 \times 4 = 240$ kcal

따라서 철수와 영희의 1일 권장량에서 에너지 비율이 가장 낮은 영양소는 단백질이다.

13 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (가)를 보면 20세~36세에서는 농촌에 사는 사람의 에너지 소비량이 도시에 사는 사람의 에너지 소비량보다 많다.

ㄴ. (나)를 보면 20세의 비만인 사람은 정상 체중인 사람보다 하루 동안 소비하는 에너지량이 적다.

ㄷ. 같은 양의 에너지를 섭취할 경우 에너지 소비량이 농촌에 비해 적은 도시에 사는 사람이 비만이 될 가능성이 높다.

14 배가 자주 고프고 많이 먹으며, 체중이 줄어들고, 오줌을 자주 누며, 물을 많이 마시는 것은 당뇨병의 증상이다.

ㄱ. 복부 비만인 경우 내장 지방의 증가로 당뇨병에 걸릴 확률이 높다.

ㄴ. 당뇨병은 혈당 수치가 높고 오줌에 당이 섞여 나오는 질환이다.

바로알기 ㄷ. 당뇨병은 유전적인 요인에 의해서도 발생하지만, 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관에 의해 많이 발생한다.

15 세포 호흡으로 생명 활동에 필요한 에너지를 얻고 그 결과 생성된 노폐물을 내보내는 과정에는 소화계, 호흡계, 순환계, 배설계가 관여한다. 소화계는 음식을 소화·흡수하여 세포 호흡에 필요한 영양소를 흡수하고, 호흡계는 기체 교환을 통해 세포

호흡에 필요한 산소를 흡수하고 세포 호흡 결과 생성된 이산화탄소를 내보낸다. 순환계는 소화계와 호흡계에서 흡수한 영양소와 산소를 조직 세포로 운반하고, 조직 세포에서 생성된 노폐물을 호흡계나 배설계로 운반한다. 배설계에서는 혈액에 실려 운반되어 온 노폐물과 여분의 물을 걸러 몸 밖으로 내보낸다.

모범답안 (1) 녹말은 소화계를 지나면서 소화 효소에 의해 포도당으로 소화된 후 소장 융털에서 흡수되어 순환계를 통해 조직 세포로 운반되어 에너지원으로 사용된다.

(2) 포도당이 세포 호흡으로 분해되면 이산화탄소와 물이 생성되는데, 이산화탄소는 순환계를 통해 호흡계로 운반되어 날숨으로 나가고, 여분의 물은 순환계를 통해 호흡계와 배설계로 운반되어 날숨과 오줌으로 나간다.

채점 기준	배점
(1) 녹말이 소화·흡수되어 운반되는 과정을 소화계, 순환계와 연관 지어 옳게 서술한 경우	50 %
녹말이 소화·흡수되어 운반되는 과정을 옳게 서술하였으나 기관계에 대한 언급이 없는 경우	25 %
(2) 포도당의 분해 산물과 배설 과정을 순환계, 호흡계, 배설계와 연관 지어 옳게 서술한 경우	50 %
포도당의 분해 산물과 배설 과정을 순환계, 호흡계, 배설계 중 일 부만 연관 지어 서술한 경우	35 %
포도당의 분해 산물과 배설 과정을 옳게 서술하였으나 기관계에 대한 언급이 없는 경우	25 %

16 건강을 유지하기 위해서는 에너지 대사의 균형을 유지하는 것이 중요하다. 1일 에너지 섭취량을 계산하여 1일 에너지 권장량과 비교해 보면 건강 상태에 대해 예상해 볼 수 있다.

모범답안 (1) 영민이의 1일 에너지 섭취량은 $(600 \times 4) + (70 \times 4) + (50 \times 9) = 3130$ kcal이고, 가영이의 1일 에너지 섭취량은 $(300 \times 4) + (40 \times 4) + (40 \times 9) = 1720$ kcal이다.

(2) 영민이는 에너지 섭취량이 에너지 권장량보다 훨씬 많으므로 체중이 늘고 체지방이 쌓여 비만이 될 가능성이 높다. 가영이는 에너지 섭취량이 에너지 권장량보다 적으므로 체중이 줄어들고 영양실조나 성장 장애가 생길 수 있다.

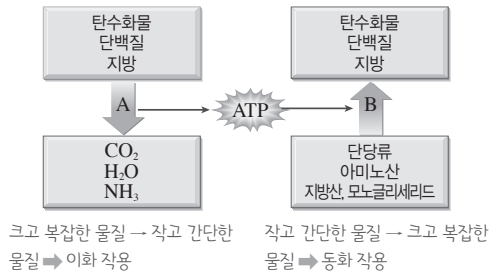
채점 기준	배점
(1) 영민이와 가영이의 1일 에너지 섭취량을 옳게 계산하여 서술한 경우	50 %
영민이와 가영이 중 한 사람의 1일 에너지 섭취량만 옳게 계산하여 서술한 경우	25 %
(2) 영민이와 가영이의 체중 변화와 건강 상태를 모두 옳게 예상하여 서술한 경우	50 %
영민이와 가영이 중 한 사람에 대해서만 체중 변화와 건강 상태를 옳게 예상하여 서술한 경우	25 %

수능 실전 문제

71쪽~73쪽

- 1 ④ 2 ② 3 ④ 4 ③ 5 ④ 6 ④ 7 ⑤
8 ③ 9 ③ 10 ② 11 ① 12 ③

1 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 이화 작용이다.
- ㉡ A에는 소화와 세포 호흡이 포함된다.
- ㉢ B에는 이산화 탄소는 필요하다. 필요하지 않다.

전략적 풀이 ① A는 크고 복잡한 물질이 작고 간단한 물질로 분해되는 반응이고, B는 작고 간단한 물질이 크고 복잡한 물질로 합성되는 반응을 파악한다.

㉠. A는 탄수화물, 단백질, 지방과 같은 고분자 물질이 이산화 탄소(CO_2), 물(H_2O), 암모니아(NH_3)와 같은 저분자 물질로 분해되는 과정이므로 이화 작용이다.

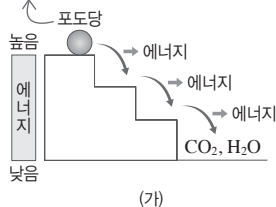
㉡. 이화 작용(A)에는 탄수화물, 단백질, 지방의 소화 작용과 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡이 포함된다.

② 저분자 물질을 결합하여 고분자 물질을 합성하는 과정을 생각한다.

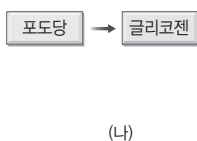
㉢. B는 단당류, 아미노산, 지방산과 모노글리세리드와 같은 저분자 물질을 결합하여 탄수화물, 단백질, 지방과 같은 고분자 물질을 합성하는 과정이므로 동화 작용이며, 이 과정에서 이산화 탄소는 필요하지 않다.

2 **꼼꼼** 문제 분석

포도당을 CO_2 와 H_2O 로 분해하는 세포 호흡은 이화 작용으로, 반응이 여러 단계에 걸쳐 이루어지며 단계마다 에너지를 조금씩 방출한다.



포도당을 결합시켜 글리코젠을 합성하는 동화 작용에서는 에너지를 흡수가 일어난다.



선택지 분석

- ㉠ (가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용이다. 이화 작용, 동화 작용
- ㉡ (가)에는 효소가 필요하지 않다. 필요하다.
- ㉢ (나)에서는 에너지의 흡수가 일어난다.

전략적 풀이 ① (가)와 (나)는 각각 동화 작용과 이화 작용 중 어느 것에 해당하는지 파악한다.

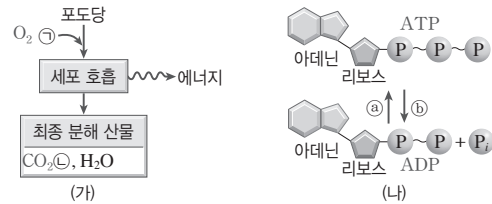
㉠. 포도당이 분해되는 과정 (가)는 이화 작용이고, 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정 (나)는 동화 작용이다.

② 물질대사의 특징, 동화 작용과 이화 작용의 에너지 출입을 생각한다.

㉡. (가)와 (나)는 모두 사람의 체내에서 일어나는 물질대사이므로 효소가 관여한다.

㉢. (나)는 동화 작용이므로 에너지의 흡수가 일어난다.

3 **꼼꼼** 문제 분석



⑤는 ADP와 무기 인산이 ATP로 합성되는 동화 작용으로, 에너지가 흡수된다.

⑥는 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 이화 작용으로, 에너지가 방출된다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 O_2 , ㉡은 CO_2 이다.
- ㉢ (가)에서 방출된 에너지는 모두 ⑤ 과정에 사용된다. 일부
- ㉣ ⑥ 과정에서 에너지가 방출되어 생명 활동에 사용된다.

전략적 풀이 ① 세포 호흡에 필요한 물질과 세포 호흡 결과 생성되는 물질을 파악한다.

㉠. 세포 호흡에서는 포도당이 O_2 (㉠)와 반응하여 CO_2 (㉡)와 H_2O 로 분해된다.

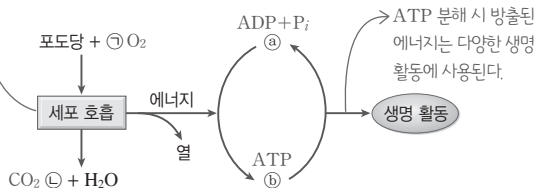
② ATP를 합성할 때 필요한 에너지가 어떻게 공급되고, ATP가 분해되어 방출된 에너지가 어디에 사용되는지 생각한다.

㉡. 세포 호흡에서 방출되는 에너지의 일부는 ATP 합성(⑤)에 사용되고, 나머지는 열로 방출된다.

㉢. 생명 활동에 직접 이용되는 에너지원은 ATP이다. ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 과정(⑥)에서 에너지가 방출되고, 이 에너지가 다양한 생명 활동에 사용된다.

4 **꼼꼼** 문제 분석

세포 호흡에서 포도당이 O_2 와 반응하여 CO_2 와 H_2O 로 분해되면서 방출되는 에너지의 일부가 ATP 합성에 이용되고, 나머지는 열로 방출된다.



선택지 분석

- ✗ 몸속으로 흡수된 ㉠은 **호흡계**에 의해 조직 세포로 운반된다. **순환계**
- ✗ 저장된 에너지량은 ㉢가 ㉡보다 **많다**. **적다**
- ㉡ 근육 수축 과정에 ㉡에서 ㉢로 될 때 방출된 에너지가 사용된다.

▶ 전략적 풀이 ▶ ① 세포 호흡에 필요한 물질의 이동을 담당하는 기관계를 생각한다.

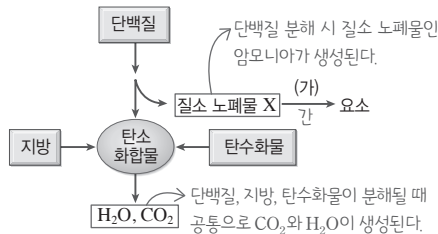
ㄱ. 조직 세포에서는 생명 활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 세포 호흡이 일어나는데, 이때 필요한 영양소와 산소(㉠)는 모두 순환계에 의해 운반된다.

② 세포 호흡 과정에서 포도당의 에너지 중 일부가 ATP의 화학 에너지로 전환됨을 알고, ㉢와 ㉡가 무엇인지 파악한다.

ㄴ. 세포 호흡으로 공급된 에너지를 흡수하여 ADP와 무기 인산(P_i)이 ATP로 합성되므로 ㉢는 $ADP + P_i$ 이고, ㉡는 ATP이다. 따라서 ATP(㉡)에 저장된 에너지가 ADP와 P_i (㉢)에 저장된 에너지보다 많다.

ㄷ. ATP(㉡)가 ADP와 P_i (㉢)으로 분해되면서 에너지가 방출되고, 이 에너지가 근육 수축, 물질 합성, 체온 유지 등의 다양한 생명 활동에 사용된다.

5 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ X는 암모니아이다.
- ✗ (가)는 **콩팥**에서 일어난다. **간**
- ㉡ 단백질, 지방, 탄수화물의 분해 결과 공통으로 H_2O 와 CO_2 가 생성된다.

▶ 전략적 풀이 ▶ ① 단백질이 분해될 때 생성되는 노폐물의 종류와 배설 과정을 파악한다.

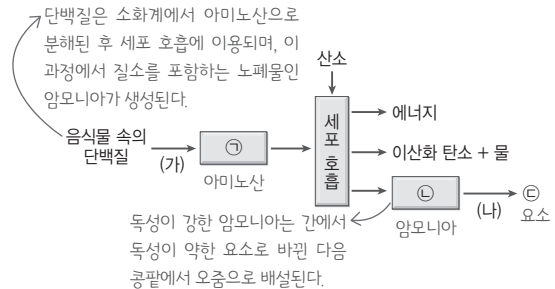
ㄱ. 단백질은 질소(N)를 포함하고 있으므로 분해될 때 CO_2 , H_2O 와 함께 질소 노폐물인 암모니아(X)가 생성된다.

ㄴ. 암모니아(X)는 간에서 독성이 적은 요소로 전환된다.

② 단백질, 지방, 탄수화물이 세포 호흡으로 분해될 때 생성되는 노폐물의 종류를 파악한다.

ㄷ. 지방과 탄수화물은 구성 원소가 C, H, O이므로 분해되면 CO_2 와 H_2O 이 생성되고, 단백질은 구성 원소가 C, H, O, N이므로 분해되면 CO_2 , H_2O , NH_3 (암모니아)가 생성된다. 따라서 H_2O 과 CO_2 는 단백질, 지방, 탄수화물의 분해 결과 공통으로 생성된다.

6 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ ㉠은 암모니아이다.
- ✗ ㉡은 ㉢보다 독성이 **약한** 물질이다. **강한**
- ㉡ (가)와 (나) 과정은 모두 소화계에서 일어난다.

▶ 전략적 풀이 ▶ ① (가) 과정이 무엇인지 파악하고, 소화계의 기능과 단백질의 최종 소화 산물을 생각한다.

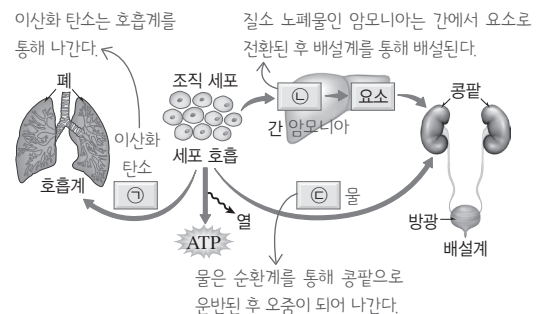
ㄱ. 음식물 속의 단백질은 분자 크기가 커서 몸속으로 흡수되지 못하므로 소화계에서 소화 과정(가)을 거쳐 아미노산(㉠)으로 분해된 후 흡수되어 세포 호흡에 이용된다.

② ㉡과 ㉢이 요소와 암모니아 중 무엇인지 파악하고, 우리 몸에서 암모니아를 요소로 전환하는 장소를 생각한다.

ㄴ. ㉡은 암모니아, ㉢은 요소로, 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된다.

ㄷ. (가)는 소화계에서 일어나는 소화 과정이고, (나)는 소화계에 속하는 간에서 암모니아(㉡)가 요소(㉢)로 전환되는 과정이다.

7 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ ㉠은 이산화 탄소이다.
- ㉡ ㉡의 구성 원소에 질소가 포함되어 있다.
- ㉢ ㉢은 순환계를 통해 콩팥으로 운반되어 오줌의 성분이 된다.

▶ 전략적 풀이 ① 세포 호흡 과정에서 생성되는 노폐물 ㉠~㉢과 이들의 배설 경로를 파악한다.

㉠은 호흡계를 통해 몸 밖으로 나가므로 이산화 탄소이고, ㉡은 간에서 요소로 전환되므로 암모니아이며, ㉢은 콩팥으로 운반되어 몸 밖으로 나가므로 물이다.

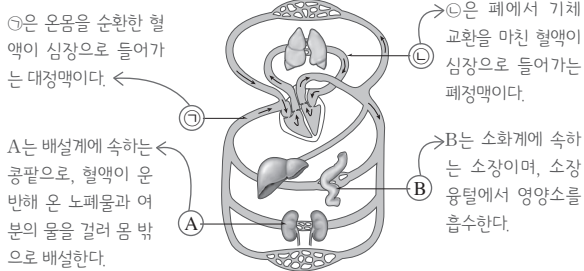
㉠. 조직 세포의 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소(㉠)는 호흡계를 통해 몸 밖으로 나간다.

㉡. 단백질의 분해 과정에서 생성되는 암모니아(㉡, NH_3)의 구성 원소는 질소(N)와 수소(H)이다.

② 조직 세포에서 생성된 노폐물을 배설계로 운반하는 기관계는 무엇인지 생각한다.

㉢. 세포 호흡 결과 생성된 물(㉢)은 순환계를 통해 콩팥으로 운반되고, 콩팥에서 걸러져 오줌이 되어 몸 밖으로 나간다.

8 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ 세포 호흡 결과 생성된 질소 노폐물은 A를 통해 몸 밖으로 배설된다.
- ㉡ 영양소는 B에서 흡수되어 혈액에 의해 조직 세포로 이동한다.
- 단위 부피당 이산화 탄소의 양은 ㉡의 혈액이 ㉠의 혈액보다 많다. **적다**

▶ 전략적 풀이 ① 세포 호흡 결과 생성된 질소 노폐물이 어떤 경로로 몸 밖으로 배설되는지 생각한다.

㉠. 세포 호흡에서 단백질이 분해될 때 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다. 암모니아는 간에서 요소로 전환되어 혈액에 의해 콩팥(A)으로 이동한다. 콩팥(A)에서는 혈액 속의 요소를 걸러 오줌을 만들어 몸 밖으로 배설한다.

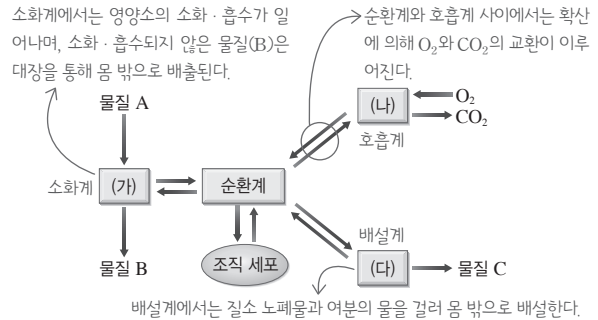
② 음식물 속의 영양소가 조직 세포로 공급되는 과정을 생각한다.

㉡. 음식물 속의 영양소는 소화계에서 소화 효소에 의해 분해되어 소장(B) 내벽에 있는 융털로 흡수된 후 혈액에 의해 심장을 거쳐 조직 세포로 이동한다.

③ 대정맥과 폐정맥을 흐르는 혈액의 차이를 생각한다.

㉢. 대정맥(㉠)에는 온몸을 순환하며 이산화 탄소를 받아 온 혈액이 흐르고, 폐정맥(㉡)에는 폐에서 기체 교환을 하여 이산화 탄소를 내보낸 혈액이 흐른다. 따라서 단위 부피당 이산화 탄소의 양은 대정맥(㉠)의 혈액이 폐정맥(㉡)의 혈액보다 많다.

9 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 이화 작용이 일어난다.
- 대장은 (다)에 속하는 기관이다. (가)
- 이산화 탄소는 순환계에서 (나)로 확산된다.

▶ 전략적 풀이 ① 소화계에서 일어나는 작용이 동화 작용인지 이화 작용인지 파악하고, 소화계를 구성하는 기관에 대해 생각한다.

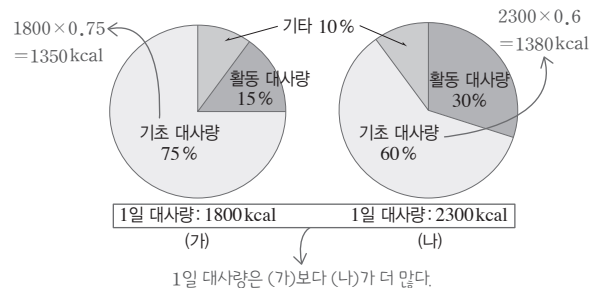
㉠. 소화는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 작용이므로 이화 작용에 해당한다.

㉡. 대장은 배설계가 아니라 소화계(가)에 속하는 기관이다.

② 순환계와 호흡계 사이에서 일어나는 기체 교환 원리를 파악한다.

㉢. 이산화 탄소는 순환계에 의해 운반된 후 확산에 의해 호흡계(나)로 이동한다.

10 문제 분석



선택지 분석

- ✕ 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지량은 기초 대사량에 포함된다.
- ✕ 기초 대사량은 (가)가 (나)보다 많다. 적다.
- ㉔ 1일 대사량 중 활동 대사량이 차지하는 비율은 (나)가 (가)보다 높다.

전략적 풀이 ① 1일 대사량의 구성 요소를 파악한다.

ㄱ. 1일 대사량은 '기초 대사량 + 활동 대사량 + 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지량'으로, 주어진 그림에서 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지량은 기타에 해당한다. 음식물의 섭취는 항상 일정하게 이루어지는 것이 아니므로 음식물의 소화·흡수에 필요한 에너지량은 기초 대사량에 포함시키지 않는다.

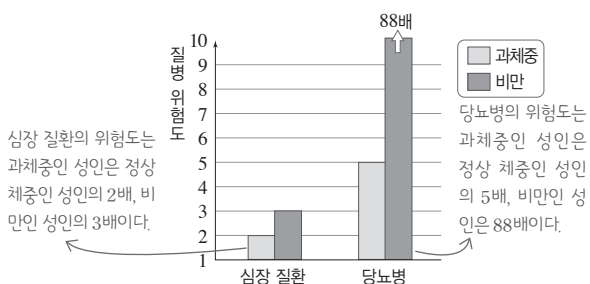
② (가)와 (나)의 1일 대사량 중 기초 대사량의 비율로 (가)와 (나)의 기초 대사량을 계산하고 비교한다.

ㄴ. 1일 대사량 중 기초 대사량이 차지하는 비율은 (가)는 75%이고, (나)는 60%이다. 따라서 (가)의 기초 대사량은 $1800 \times 0.75 = 1350 \text{ kcal}$ 이고, (나)의 기초 대사량은 $2300 \times 0.6 = 1380 \text{ kcal}$ 이다. 즉, 1일 대사량 중 기초 대사량이 차지하는 비율은 (가)가 (나)보다 높지만 1일 대사량이 (나)가 (가)보다 많기 때문에, 기초 대사량은 (나)가 (가)보다 많다.

③ (가)와 (나)의 1일 대사량 중 활동 대사량이 차지하는 비율을 비교한다.

ㄷ. 1일 대사량 중 활동 대사량이 차지하는 비율은 (가)는 15%이고 (나)는 30%이다. 따라서 1일 대사량 중 활동 대사량이 차지하는 비율은 (나)가 (가)보다 높다.

11 꼬꼬 문제 분석



선택지 분석

- ㉔ 에너지 과다 섭취는 심장 질환과 당뇨병의 발병률을 높일 수 있다.
- ✕ 비만인 성인에서 심장 질환은 당뇨병의 발병 위험을 높인다. 주어진 그림에서 알 수 없다.
- ✕ 심장 질환과 당뇨병의 위험도는 모두 비만인 성인이 정상 체중인 성인의 2배이다. 심장 질환은 3배, 당뇨병은 88배이다.

전략적 풀이 ① 과체중과 비만의 원인을 에너지 대사의 균형과 관련지어 생각한다.

ㄱ. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으면 사용하고 남은 에너지가 지방의 형태로 전환되어 축적되므로 과체중 또는 비만이 될 수 있다. 주어진 그림에서 과체중인 성인과 비만인 성인은 심장 질환과 당뇨병의 위험도가 정상 체중인 성인(1)보다 높으므로 에너지 과다 섭취는 심장 질환과 당뇨병의 발병률을 높일 수 있음을 알 수 있다.

② 그림에서 정상 체중인 성인과 비교하여 과체중과 비만인 성인의 심장 질환, 당뇨병에 대한 위험도를 비교한다.

ㄴ. 주어진 그림은 심장 질환과 당뇨병 각각에 대하여 질병 위험도를 정상 체중인 성인과 비교하여 나타낸 것으로, 심장 질환과 당뇨병의 상관 관계를 나타낸 것이 아니다. 따라서 심장 질환이 있는 비만인 성인의 당뇨병 발병 위험도는 주어진 그림으로 확인할 수 없다. 보통 심장 질환은 당뇨병의 합병증으로 많이 나타난다.

ㄷ. 심장 질환의 경우 위험도가 과체중인 성인은 정상 체중인 성인의 2배, 비만인 성인은 3배이다. 당뇨병의 경우 위험도가 과체중인 성인은 5배, 비만인 성인은 88배이다.

12 꼬꼬 문제 분석

→ 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 많은 질환을 고지혈증이라고 한다.

혈액에 콜레스테롤이나 중성 지방 등이 필요 이상으로 많은 상태로, 혈관벽에 염증을 일으키고 심각한 합병증을 유발할 수 있다.

고지혈증은 동맥 경화, 심장 질환, 뇌졸중 등을 유발할 수 있다.

선택지 분석

- ㉔ 동맥 경화와 뇌졸중을 일으킬 수 있다.
- ✕ 유전성 질환으로 생활 습관과는 관련이 없다. 있다.
- ㉔ 비만인 사람은 비만이 아닌 사람보다 이 질환에 걸릴 확률이 높다.

전략적 풀이 ① 제시된 대사성 질환이 고지혈증을 파악하고, 고지혈증의 합병증에 대해 생각한다.

ㄱ. 혈액에 콜레스테롤이나 중성 지방 등이 필요 이상 존재하는 질환은 고지혈증이다. 고지혈증의 합병증으로는 동맥 경화, 심장 질환, 뇌졸중 등이 있다.

② 고지혈증의 원인을 생각한다.

ㄴ. 고지혈증의 원인으로는 유전적인 요인도 있지만, 주로 과도한 영양 섭취, 운동 부족, 비만, 음주 등의 잘못된 생활 습관에 의해 발생한다.

ㄷ. 비만인 사람은 고지혈증, 당뇨병, 고혈압과 같은 대사성 질환에 걸릴 확률이 높다.



Ⅲ. 항상성과 몸의 조절

1 신경계

01 자극의 전달

개념 확인 문제

79쪽

① 가지 돌기 ② 축삭 돌기 ③ 기능

1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 (1) A, 구심성 뉴런 (2) B, 연합 뉴런 (3) C, 원심성 뉴런

1 뉴런은 핵과 세포 소기관이 있는 신경 세포체(A), 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들이는 가지 돌기(B), 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달하는 축삭 돌기(C)로 이루어져 있다.

2 A는 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경의 연합 뉴런으로 전달하는 구심성 뉴런이다. B는 뇌와 척수 같은 중추 신경을 이루며, 구심성 뉴런에서 온 정보를 통합하여 적절한 반응 명령을 내리는 연합 뉴런이다. C는 중추 신경의 연합 뉴런에서 내린 반응 명령을 반응기로 전달하는 원심성 뉴런이다.

개념 확인 문제

85쪽

① 흥분 ② 분극 ③ 탈분극 ④ 재분극 ⑤ 도약전도
⑥ 축삭 돌기

1 (1) ○ (2) × (3) × 2 (1) ㉠ Na^+ , ㉡ Na^+ , ㉢ 탈분극 (2) ㉠ 양(+), ㉡ 음(-) (3) ㉠ Na^+ , ㉡ K^+ , ㉢ 재분극 3 A : ㉡, B : ㉢, C : ㉢, D : ㉠ 4 (1) A (2) 신경 전달 물질

1 (1), (2) 휴지 상태의 뉴런에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 이동시킨다. 따라서 K^+ 은 세포 밖보다 안에, Na^+ 은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포한다.
(3) 휴지 상태의 뉴런에서 세포막 안쪽은 음(-)전하, 바깥쪽은 양(+전하를 띈다.

2 (1) 뉴런이 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 들어와 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.
(2) 탈분극이 일어나면 세포막 안팎의 전위가 바뀌어 세포막 안쪽은 양(+)전하, 바깥쪽은 음(-)전하를 띠게 된다.
(3) 막전위가 최고점에 이르면 대부분의 Na^+ 통로가 닫혀 Na^+ 이 세포 안쪽으로 들어오지 못한다. 또한 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

3 뉴런의 한 지점에서 활동 전위가 발생하면 활동 전위는 축삭 돌기를 따라 연속적으로 발생한다. 활동 전위가 발생할 때의 막전위는 '상승 → 하강'되므로 A 지점에서 활동 전위가 먼저 발생하고, B 지점에서는 C 지점에서보다 막전위가 더 많이 상승한다. D 지점에서는 아직 막전위가 상승되기 전이다. 따라서 A~D 지점에서 일어난 막전위 변화는 각각 ㉡, ㉢, ㉢, ㉠이다.

4 (1) 시냅스 소포는 시냅스 이전 뉴런에 있으며, 시냅스 이전 뉴런에 있는 시냅스 소포에서 방출된 신경 전달 물질이 시냅스 이후 뉴런을 탈분극시킨다.
(2) 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에 있는 시냅스 소포에는 신경 전달 물질이 들어 있다.

86쪽

완자샘
비법특강

㉡ 막전위가 상승할 때 : Na^+ , 막전위가 하강할 때 : K^+

㉡ 뉴런의 막전위가 상승하는 것은 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 들어오기 때문이고, 막전위가 하강하는 것은 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 나가기 때문이다.

개념 확인 문제

89쪽

① 골격근 ② 근육 원섬유 ③ 마이오신 ④ 액틴 ⑤ 활주설
⑥ ATP

1 근육 원섬유 2 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 3 (1) × (2) ○ (3) × 4 (1) 아세틸콜린 (2) 변하지 않는다 (3) ㉠ 늘어나, ㉡ 짧아지는 (4) ㉠ 마이오신, ㉡ 액틴

1 골격근은 뼈에 붙어 있는 골격의 움직임을 만들어 내는 근육으로 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되고, 하나의 근육 섬유는 많은 근육 원섬유로 구성된다.

2 (1) ㉢는 근육 섬유 다발을 구성하는 근육 섬유이다.

(2) ㉠은 어둡게 보이는 부분으로 마이오신 필라멘트가 있는 부분인 A대(암대)이고, ㉡은 밝게 보이는 부분으로 액틴 필라멘트만 있는 부분인 I대(명대)이다. 마이오신 필라멘트만 있는 부분은 H대이다.

(3) 근육 원섬유 마디의 길이는 A대의 길이와 I대의 길이를 합한 값이므로 '㉠의 길이+㉡의 길이'이다.

(4) A대(암대)와 I대(명대)가 반복되어 가로무늬가 나타난다.

3 (1) A는 가는 액틴 필라멘트, B는 굵은 마이오신 필라멘트이다.

(2) 근육 원섬유를 전자 현미경으로 관찰하였을 때 ㉠은 밝게 보이는 I대이고, ㉡은 어둡게 보이는 A대이다.

(3) 하나의 근육 섬유는 많은 근육 원섬유로 이루어져 있으며, 근육 원섬유를 전자 현미경으로 관찰하면 근육 원섬유 마디가 반복되어 있는 것을 볼 수 있다.

4 (1) 근육 섬유의 세포막과 접해 있는 운동 뉴런의 축삭 돌기 말단에 활동 전위가 도달하면 축삭 돌기 말단에 있는 시냅스 소포에서 아세틸콜린이 방출된다. 신경 전달 물질인 아세틸콜린에 의해 근육 섬유의 세포막이 탈분극되고 활동 전위가 발생하여 근육 원섬유가 수축한다.

(2), (3), (4) 근육 원섬유가 수축할 때 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트 각각의 길이는 변하지 않고, 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디가 짧아진다. 이 과정에서 마이오신 필라멘트가 ATP를 소모하여 액틴 필라멘트를 끌어당긴다.

대표 자료 분석

90쪽~91쪽

자료 1 1 A : 원심성 뉴런, B : 연합 뉴런, C : 구심성 뉴런

2 C, B, A 3 B 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) × (7) ○

자료 2 1 ㉠ 분극, ㉡ 탈분극, ㉢ 재분극 2 (1) I (2) III

(3) II (4) I 3 (1) × (2) × (3) ○ (4) ×

자료 3 1 ㉠ 시냅스 소포, ㉡ 신경 전달 물질 2 ㉠ B, ㉡ A

3 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○ (7) × (8) ○

자료 4 1 ㉠ 마이오신 필라멘트, ㉡ 액틴 필라멘트 2 ㉠ 짧아진다. ㉡ 변화 없다.

3 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × (6) ○

1-1 A는 반응기(근육)에 연결되어 있으므로 원심성 뉴런이고, B는 구심성 뉴런과 원심성 뉴런 사이에 있으므로 연합 뉴런이며, C는 감각기(피부)에 연결되어 있으므로 구심성 뉴런이다.

1-2 흥분 전달은 '구심성 뉴런(C) → 연합 뉴런(B) → 원심성 뉴런(A)' 순으로 이루어진다.

1-3 뇌와 척수 같은 중추 신경을 이루는 뉴런은 연합 뉴런(B)이다.

1-4 (1), (2), (4) 뉴런은 중추 신경의 반응 명령을 반응기로 전달하는 원심성 뉴런(A), 구심성 뉴런에서 온 정보를 통합하여 반응 명령을 내리는 연합 뉴런(B), 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경에 전달하는 구심성 뉴런(C)으로 구분한다.

(3), (6) 연합 뉴런(B)에는 말이집이 없으므로 민말이집 신경이다. 도약전도는 말이집 신경에서 일어난다.

(5) 운동 뉴런은 원심성 뉴런(A)에, 감각 뉴런은 구심성 뉴런(C)에 해당한다.

(7) 흥분은 '구심성 뉴런(C) → 연합 뉴런(B) → 원심성 뉴런(A)'으로 전달되고, 신경 전달 물질은 축삭 돌기 말단에서 분비되므로 두 뉴런 사이에서 흥분은 '축삭 돌기 → 가지 돌기' 또는 '축삭 돌기 → 신경 세포체' 방향으로만 전달된다. 따라서 B(연합 뉴런)에서 흥분이 발생하면 A(원심성 뉴런)로 흥분이 전달되어 활동 전위가 나타난다.

2-1 구간 I은 자극을 받기 전이므로 분극 상태, 구간 II는 막전위가 상승하므로 탈분극 상태, 구간 III은 막전위가 하강하므로 재분극 상태이다.

2-2 (1) 휴지 전위는 자극을 받지 않은 분극 상태일 때 측정되는 막전위이므로 구간 I에서 측정된다.

(2) 구간 III에서 막전위가 하강하는 것은 K⁺ 통로가 열려 K⁺이 세포 안쪽에서 바깥쪽으로 확산되기 때문이다.

(3) 구간 II에서 막전위가 상승하는 것은 Na⁺ 통로가 열려 Na⁺이 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 확산되기 때문이다.

(4) 구간 I에서는 Na⁺-K⁺ 펌프가 ATP를 소모하여 Na⁺을 세포 밖으로 내보내고, K⁺을 세포 안으로 이동시킨다. 그 결과 구간 I은 세포막을 경계로 Na⁺과 K⁺이 불균등하게 분포하여 세포막 안쪽은 음(-)전하, 바깥쪽은 양(+)전하를 띠는 분극 상태이다.

2-3 (1) 구간 I에서는 세포막 안팎의 전위차를 유지하기 위해 Na⁺-K⁺ 펌프를 통한 이온의 이동이 일어난다.

(2) 분극 상태(구간 I)에서는 세포 안보다 밖에 양이온이 많아, 세포막 안쪽은 음(-)전하, 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.

(3) 역치 이상의 자극에 의한 급격한 막전위 변화와 상관없이 Na⁺ 농도는 항상 세포 바깥쪽이 안쪽보다 높다.

(4) 구간 III에서 대부분의 Na⁺ 통로는 닫히고 K⁺ 통로가 열려 K⁺이 세포 밖으로 나간다.

3-1 ㉠은 축삭 돌기 말단에 있는 시냅스 소포이고, ㉡는 시냅스 소포에서 방출된 신경 전달 물질이다.

3-2 시냅스 이전 뉴런(B)에서 방출된 신경 전달 물질에 의해 시냅스 이후 뉴런(A)이 탈분극된다. 따라서 흥분 전달은 B → A 방향으로 일어난다.

3-3 (1) ㉠은 말이집, ㉡는 랑비에 결절이며, 활동 전위는 말 이집 신경의 랑비에 결절에서만 형성된다.
 (2) B는 시냅스 틈으로 신경 전달 물질을 방출하므로 시냅스 이전 뉴런이고, A는 시냅스 이후 뉴런이다.
 (3) 한 뉴런의 축삭 돌기 말단은 다음 뉴런과 약 20 nm의 좁은 간격을 두고 접해 있는데, 이 접촉 부위인 (가)를 시냅스라고 한다.
 (4) 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에 있는 시냅스 소포에서 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 방출된다.
 (5), (8) 시냅스 틈으로 방출된 신경 전달 물질(㉡)은 시냅스 이후 뉴런의 세포막에 있는 수용체와 결합하여 Na^+ 통로를 열리게 한다. 그 결과 Na^+ 이 시냅스 이후 뉴런의 세포막 안쪽으로 들어가게 되므로 Na^+ 의 막 투과도가 변화된다.
 (6) A와 B는 모두 말이집 신경이므로 도약전도가 일어난다.
 (7) ㉠은 시냅스 소포이며, 뉴런 B(시냅스 이전 뉴런)의 세포막과 융합하여 신경 전달 물질을 방출한다.

4-1 근육 원섬유는 굵은 마이오신 필라멘트와 가는 액틴 필라멘트로 구성된다. 따라서 ㉠은 마이오신 필라멘트, ㉡는 액틴 필라멘트이다.

4-2 근육 섬유에서 활동 전위가 발생하면 근육 원섬유가 수축한다. 근육 원섬유가 수축할 때에는 근육 원섬유 마디(X)가 짧아진다. 이때 액틴 필라멘트만 있는 I대와 마이오신 필라멘트만 있는 H대(㉢)의 길이는 짧아지고, 마이오신 필라멘트가 있는 A대(㉣)의 길이는 변하지 않는다.

4-3 (1) 근수축의 기본 단위는 근육 원섬유 마디이다.
 (2), (3) 근수축이 일어날 때 마이오신 필라멘트(㉠)와 액틴 필라멘트(㉡)의 길이는 변하지 않으며, 액틴 필라멘트(㉡)가 마이오신 필라멘트(㉠) 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아진다.
 (4) 근육 원섬유 마디의 A대에는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부위가 존재한다.
 (5) 근육이 이완하면 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 구간이 짧아지므로 H대와 I대의 길이는 모두 길어진다.
 (6) 근육 원섬유 마디가 짧아지는 것은 마이오신 필라멘트가 ATP를 소모하여 액틴 필라멘트를 끌어당기기 때문이다. 따라서 근육 원섬유 마디가 짧아질 때 ATP가 소모된다.

내신 만점 문제

92쪽~95쪽

01 ⑤	02 (가) 구심성 뉴런 (나) 연합 뉴런 (다) 원심성 뉴런				
03 ③	04 ④	05 해설 참조	06 ②	07 ③	
08 ③	09 ⑤	10 ③	11 ④	12 ①	13 ③
14 ⑤	15 ⑤	16 ④	17 ④		

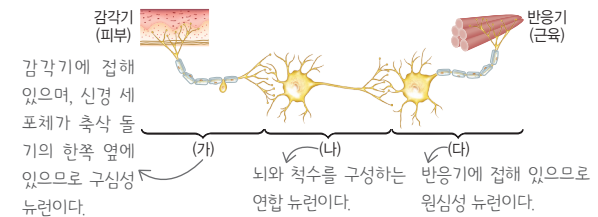
01 ①, ② A는 다른 뉴런으로부터 자극을 받아들이는 가지 돌기이다.

③ B는 신경 세포체로 핵을 비롯한 세포 소기관이 있다.

④ C는 다른 뉴런으로 신호를 전달하는 축삭 돌기로 뉴런이 자극을 받으면 축삭 돌기 말단에서는 신경 전달 물질이 분비된다.

▶ **바로알기** ⑤ 랑비에 결절(D)은 절연체 역할을 하는 말이집으로 싸여 있지 않아 역치 이상의 자극을 받으면 활동 전위가 나타난다.

[02~03] 꼬꼬 문제 분석

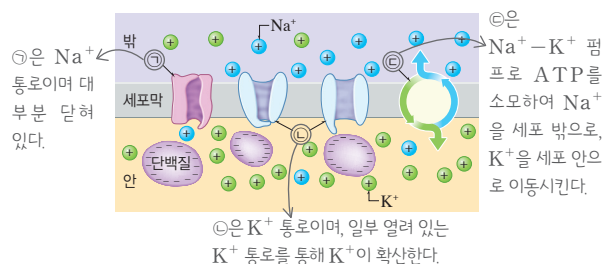


02 (가)는 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경에 전달하는 구심성 뉴런이고, (나)는 구심성 뉴런에서 온 정보를 통합하여 적절한 반응 명령을 내리는 연합 뉴런이며, (다)는 중추 신경의 반응 명령을 반응기로 전달하는 원심성 뉴런이다.

03 ③ (나)는 연합 뉴런이다.

▶ **바로알기** ①, ② (가)는 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경에 전달하는 구심성 뉴런이며, 구심성 뉴런에는 감각 뉴런이 있다.
 ④ 뇌와 척수 같은 중추 신경을 이루는 뉴런은 연합 뉴런(나)이다.
 ⑤ 신호의 전달은 '구심성 뉴런(가) → 연합 뉴런(나) → 원심성 뉴런(다)' 순으로 일어난다.

04 꼬꼬 문제 분석



①, ⑤ 분극 상태의 이온 분포를 나타낸 것이므로 자극을 받지 않을 때 나타나는 휴지 전위를 유지한다. 분극 상태에서 뉴런의 세포막 안쪽은 음(-)전하, 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.

②, ③ 분극 상태일 때 Na^+ 통로는 대부분 닫혀 있고, K^+ 통로는 일부가 열려 있으며, Na^+-K^+ 펌프에 의해 Na^+ 과 K^+ 이 세포막을 경계로 반대 방향으로 이동한다. 따라서 ㉠은 Na^+ 통로, ㉡은 K^+ 통로, ㉢은 Na^+-K^+ 펌프이며, K^+ 통로(㉡)를 통해 K^+ 이 일부 확산된다.

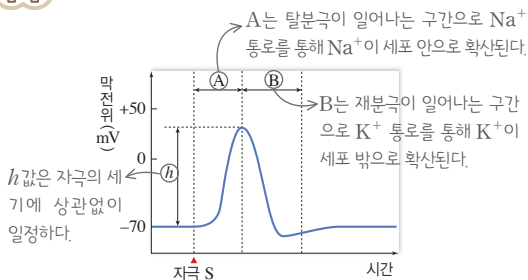
❏ **바로알기** ④ Na^+-K^+ 펌프(㉢)가 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로 내보내고, K^+ 을 세포 안으로 이동시킨다. 그 결과 K^+ 은 세포 안에, Na^+ 은 세포 밖에 더 많이 분포한다.

05 t_1 은 막전위가 상승하는 시점이므로 Na^+ 통로를 통해 Na^+ (㉡)이 세포 안으로 들어오고 있으며, t_2 는 휴지 전위를 유지하고 있는 시점이므로 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 밖으로 이동한다. t_1 에서의 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동은 세포 안팎의 Na^+ 농도 차이에 의한 확산에 의한 것이므로 ATP의 소모가 일어나지 않지만, t_2 에서의 Na^+ 의 이동은 Na^+-K^+ 펌프에 의한 것이므로 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로 내보낸다.

❏ **모범답안** ㉠은 K^+ , ㉡은 Na^+ 이다. t_1 일 때 ㉡은 Na^+ 통로를 통해 확산하며, t_2 일 때 ㉡은 Na^+-K^+ 펌프를 통해 이동한다.

채점 기준	배점
㉠과 ㉡이 어떤 이온인지 옳게 쓰고, t_1 과 t_2 에서 일어나는 세포막을 통한 ㉡의 이동 방식을 Na^+ 통로, Na^+-K^+ 펌프와 연관 지어 옳게 비교하여 서술한 경우	100 %
㉠과 ㉡만 옳게 쓴 경우	50 %

06 **꼭꼭** 문제 분석



ㄱ. A는 막전위가 상승하는 구간이므로 탈분극이 일어났음을 알 수 있다.

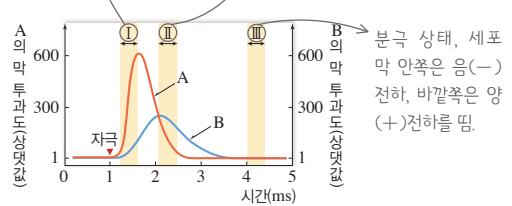
ㄴ. h 값은 활동 전위의 크기이며, 활동 전위의 크기는 자극의 세기에 상관없이 일정하다. 따라서 S보다 세기가 큰 자극을 주면 활동 전위의 크기(h 값)는 변하지 않고 활동 전위의 발생 빈도가 증가한다.

❏ **바로알기** ㄴ. A는 탈분극이 일어나는 구간으로, Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 확산된다.

ㄷ. B는 재분극이 일어나는 구간으로, K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 확산된다.

07 **꼭꼭** 문제 분석

A(Na^+)의 막 투과도가 높아짐, Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 빠르게 확산되어 탈분극이 일어남, 막전위가 상승함. B(K^+)의 막 투과도가 높아짐, K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 확산되어 재분극이 일어남, 막전위가 하강함.



역치 이상의 자극을 받은 부위에서 활동 전위가 발생할 때 Na^+ 의 막 투과도가 K^+ 의 막 투과도보다 먼저 높아진다. ➡ A는 Na^+ , B는 K^+ 이다.

① 뉴런에서 활동 전위가 발생할 때 Na^+ 의 막 투과도가 K^+ 의 막 투과도보다 먼저 높아지므로 A는 Na^+ , B는 K^+ 이다.

② 구간 I에서 A(Na^+)의 막 투과도가 높아지므로 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있음을 알 수 있다.

④ 구간 II에서 B(K^+)의 막 투과도가 높아지고 있으므로 재분극이 일어나고 있음을 알 수 있으며, 재분극이 일어날 때에는 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산된다.

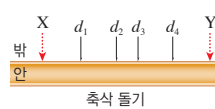
⑤ 구간 III은 휴지 상태이므로 세포막 안쪽은 음(-)전하, 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.

❏ **바로알기** ③ 막전위 변화와 상관없이 A(Na^+)의 농도는 세포 바깥이 세포 안보다 항상 높다.

08 **꼭꼭** 문제 분석

자극을 준 지점 : X

흥분 전도 방향 : $d_1 \rightarrow d_4$



지점	막전위(mV)
d_1	-70 분극
d_2	-80 과분극
d_3	+35 탈분극
d_4	-70 분극

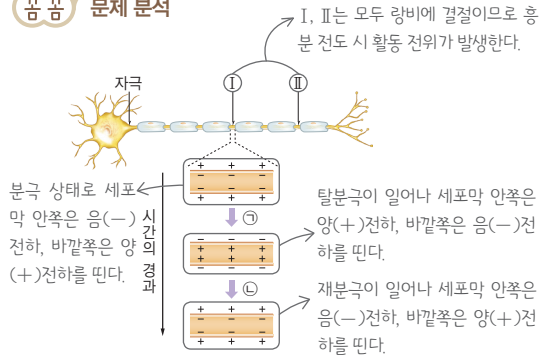
막전위 변화와 상관없이 K^+ 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높으며, Na^+ 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다.

ㄱ. 막전위가 -80 mV이면 과분극이 일어난 것이고, +35 mV이면 탈분극이 일어난 것이다. 따라서 d_2 에서 d_3 방향으로 흥분이 전도되었으므로 자극을 준 지점은 X이다.

ㄷ. K^+ 농도는 막전위 변화와 상관없이 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높다.

❏ **바로알기** ㄴ. d_2 는 과분극이 일어난 상태로 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안쪽에서 세포 바깥쪽으로 확산한다.

09 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. ㉠ 과정에서 세포막 안팎의 하전 상태가 달라진 것은 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 들어와 탈분극이 일어났기 때문이다.

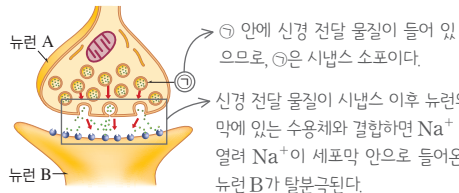
ㄴ. ㉡ 과정에서 세포막 안쪽이 양(+)전하에서 음(-)전하로 바뀐 것은 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 이동하여 재분극이 일어났기 때문이다.

ㄷ. II 지점은 랑비에 결절로 Na^+ 통로와 K^+ 통로가 밀집되어 있어 활동 전위가 발생한다.

10 ㄱ, ㄴ. A와 B는 말미집 신경으로 활동 전위가 발생하는 부분인 랑비에 결절이 존재하며, 도약전도가 일어난다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. C와 D는 축삭 돌기의 지름은 같지만, C는 말미집 신경이고, D는 민말미집 신경이다. 말미집 신경은 도약전도가 일어나기 때문에 흥분 전도 속도가 민말미집 신경보다 빠르다. 따라서 C는 D보다 흥분 전도 속도가 빠르다.

11 꼼꼼 문제 분석



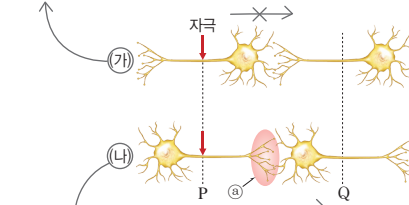
ㄴ. 뉴런 A는 시냅스 이전 뉴런이고, 뉴런 B는 시냅스 이후 뉴런이다. 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비된 신경 전달 물질에 의해 흥분 전달은 '뉴런 A → 뉴런 B' 방향으로 일어난다.

ㄷ. 시냅스 틈으로 방출된 신경 전달 물질은 시냅스 이후 뉴런(뉴런 B)의 세포막에 있는 Na^+ 통로가 열리도록 해 뉴런 B를 탈분극시킨다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 신경 전달 물질이 들어 있는 ㉠은 시냅스 소포이며, 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에 있다.

12 꼼꼼 문제 분석

흥분 전달은 축삭 돌기 말단에서 가지 돌기 방향으로만 일어난다. (가)에서는 P에서 Q 방향으로 흥분 전달 일어나지 않으므로 (가)의 Q 지점에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.



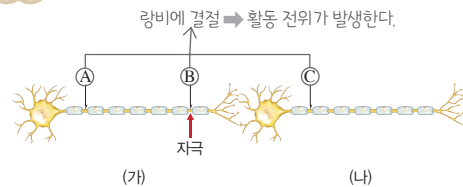
(가)와 (나)는 모두 2개의 민말미집 뉴런으로 구성되어 있다. 도약전도가 일어나지 않는다.

ㄱ. ㉢는 축삭 돌기 말단이며, 축삭 돌기 말단에는 시냅스 소포가 존재한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. (가)의 P 지점에 역치 이상의 자극을 주면 양쪽 방향으로 흥분 전도가 일어나지만 가지 돌기에서 축삭 돌기 말단 방향으로는 흥분 전달이 일어나지 않는다. 따라서 (가)의 Q 지점에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.

ㄷ. (나)의 시냅스 이후 뉴런은 모두 민말미집 신경이므로 도약전도가 일어나지 않는다.

13 꼼꼼 문제 분석



B → A 방향으로의 흥분 이동은 도약전도가 일어나고, B → C 방향으로의 흥분 이동은 신경 전달 물질의 확산에 의해 일어난다. 신경 전달 물질의 확산에 의한 흥분 전달은 도약전도보다 속도가 느리다.

ㄱ. A는 랑비에 결절이므로 활동 전위가 발생한다.

ㄴ. B → A 방향으로의 흥분 이동은 도약전도로 빠르게 일어나지만, B → C 방향으로의 흥분 이동은 신경 전달 물질의 확산에 의해 일어나기 때문에 도약전도보다 속도가 느리다. 따라서 흥분 이동 속도는 B → A가 B → C보다 빠르다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. (가)의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 틈으로 분비된 신경 전달 물질에 의해 (가)에서 (나)로 흥분 전달이 일어난다.

14 시냅스에서 일어나는 신호 전달을 억제하여 긴장과 통증을 완화하거나 수면을 유도하는 약물은 진정제로 알코올, 프로포폴, 수면제가 이에 해당한다. 카페인과 니코틴은 신경을 흥분시켜 각성 효과를 나타내는 약물인 각성제이며, 대마초는 인지 작용과 의식을 변화시켜 환각을 유발하는 약물인 환각제이다.

15 나. 근육 섬유(㉔)는 여러 개의 핵을 가지고 있는 다핵성 세포이다.

다. 근육 원섬유(㉔)는 굵은 마이오신 필라멘트와 가는 액틴 필라멘트로 구성된다.

바로알기 ㄱ. 골격근(㉔)은 혈액, 신경, 근육 섬유 다발 등이 모여 이루어진 기관이며, 근육 섬유 다발(㉔)은 근육 세포인 근육 섬유가 모여 다발을 이룬 것이므로 조직이다.

16 ① 근육 원섬유 마디 X의 길이가 짧아지는 것은 마이오신 필라멘트가 ATP를 소모하여 액틴 필라멘트를 끌어당김으로써 두 필라멘트가 겹치는 구간이 늘어나기 때문이다.

② ㉔은 H대이다. 근수축 시 H대의 길이는 짧아지므로 ㉔의 길이는 근육이 수축했을 때가 근육이 이완했을 때보다 짧다.

③ ㉔은 A대로 근육이 이완하더라도 길이는 변하지 않는다.

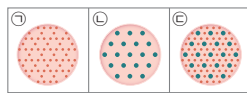
⑤ ㉔은 근육 원섬유 마디의 중심에 있는 M선이며, 마이오신 필라멘트와 결합되어 있다.

바로알기 ④ ㉔은 액틴 필라멘트만 있는 부분이므로 I대이다. H대는 마이오신 필라멘트만 있는 부분인 ㉔이다.

17 **꼼꼼** 문제 분석

시점	X의 길이(μm)
t_1	3.0
t_2	2.2

근수축이 일어나면 X의 길이는 짧아진다. $\Rightarrow t_1$ 에서 t_2 로 될 때 근육 수축이 일어나며, ATP가 소모된다.



액틴 필라멘트는 가늘고, 마이오신 필라멘트는 굵다. $\Rightarrow$ ㉔은 I대의 단면, ㉔은 H대의 단면, ㉔은 A대 중 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분의 단면이다.

ㄱ. 액틴 필라멘트는 가늘고, 마이오신 필라멘트는 굵으며, I대는 액틴 필라멘트만 있는 부분이다. 따라서 액틴 필라멘트만 있는 ㉔이 I대의 단면에 해당한다.

다. 골격근이 수축할 때 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지므로 t_1 에서 t_2 로 될 때 골격근이 수축한다. 골격근이 수축할 때에는 ATP를 소모하여 마이오신 필라멘트가 액틴 필라멘트를 끌어당긴다. 따라서 t_1 에서 t_2 로 될 때 ATP가 소모된다.

바로알기 나. t_2 일 때 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부위(㉔)의 길이가 $1.6 \mu\text{m}$, H대의 길이가 $0.2 \mu\text{m}$, 근육 원섬유 마디 X의 길이가 $2.2 \mu\text{m}$ 이므로, I대의 길이는 $0.4 \mu\text{m}$ ($=2.2 \mu\text{m}-1.6 \mu\text{m}-0.2 \mu\text{m}$)이다. t_1 일 때는 근육 원섬유 마디 X의 길이가 $3.0 \mu\text{m}$ 이므로 t_2 일 때보다 I대의 길이가 $0.8 \mu\text{m}$ ($=3.0 \mu\text{m}-2.2 \mu\text{m}$) 증가하였다. 따라서 t_1 일 때 I대의 길이는 $1.2 \mu\text{m}$ ($=0.4 \mu\text{m}+0.8 \mu\text{m}$)이다.

02 신경계

개념 확인 문제

99쪽

- ① 뇌 ② 중추 신경계 ③ 말초 신경계 ④ 평형 ⑤ 간뇌
⑥ 중간뇌 ⑦ 연수 ⑧ 말초 신경계

- 1 (1) B, 간뇌 (2) A, 대뇌 (3) D, 소뇌 (4) E, 연수 (5) C, 중간뇌
2 (1) × (2) ○ (3) × (4) × 3 (1) B, 겹질 (2) A, 속질 (3) D, 전근 (4) C, 후근 4 척수 5 (1) 중간뇌 (2) 척수 (3) 연수

1 A는 대뇌, B는 간뇌, C는 중간뇌, D는 소뇌, E는 연수이다. (3) 대뇌와 함께 수의 운동을 조절하고, 몸의 평형을 유지하는 뇌는 소뇌(D)이다.

(5) 안구 운동과 홍채 운동을 조절하는 뇌는 중간뇌(C)이다.

2 (1) 대뇌의 바깥쪽을 싸고 있는 겹질은 신경 세포체가 모여 있어 회색으로 보이는 회색질이고, 안쪽의 속질은 축삭 돌기가 모여 있어 흰색으로 보이는 백색질이다.

(4) 좌반구는 몸의 오른쪽 감각과 운동을 담당하고, 우반구는 몸의 왼쪽 감각과 운동을 담당한다.

3 (1), (2) A는 속질로 신경 세포체가 모여 있어 회색으로 보이는 회색질이고, B는 겹질로 축삭 돌기가 모여 있어 흰색으로 보이는 백색질이다.

(3), (4) C는 척수의 등 쪽에 배열된 감각 신경 다발이므로 후근이고, D는 척수의 배 쪽에 배열된 운동 신경 다발이므로 전근이다.

4 손에 뜨거운 물체가 닿았을 때 무의식적으로 손을 떼는 반사는 회피(움츠림) 반사이며, 회피 반사의 중추는 척수이다.

5 동공 반사의 중추는 중간뇌이고, 젖분비 반사의 중추는 척수이며, 눈물 분비 반사의 중추는 연수이다.

개념 확인 문제

102쪽

- ① 중추 신경계 ② 원심성 뉴런 ③ 운동 신경 ④ 대뇌
⑤ 짧 ⑥ 길 ⑦ 길항 작용

- 1 ㄱ, ㄷ 2 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ 3 (1) (가) 교감 신경 (나) 부교감 신경 (2) A : 아세틸콜린, B : 노르에피네프린, C : 아세틸콜린, D : 아세틸콜린 4 ㉠ 촉진, ㉡ 억제, ㉢ 억제, ㉣ 촉진 5 ㄱ, ㄷ

1 **■ 바로알기** **■** 나. 원심성 뉴런으로 구성된 신경계는 체성 신경계와 자율 신경계로 구분되고, 구심성 뉴런은 감각 신경을 이룬다.

ㄷ. 체성 신경계는 골격근의 반응을 조절하는 운동 신경으로 구성되며, 자율 신경계는 생명 유지에 필수적인 기능을 조절하는 교감 신경과 부교감 신경으로 구성된다.

2 (1) 체성 신경계는 운동 신경으로 이루어져 있어 시냅스가 없다. 중추에서 나와 반응기에 이르기까지 2개의 뉴런이 시냅스를 형성하는 것은 자율 신경계이다.

(3) 자율 신경계는 대뇌의 조절을 직접 받지 않고 간뇌, 중간뇌, 연수의 조절을 받아 몸의 기능을 조절한다.

3 (1) 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 (가)는 교감 신경, 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 긴 (나)는 부교감 신경이다.

(2) A, C, D는 모두 아세틸콜린이고, B는 노르에피네프린이다.

4 교감 신경이 흥분하면 심장 박동이 촉진되고, 소화관 운동이 억제되며, 부교감 신경이 흥분하면 심장 박동이 억제되고, 소화관 운동이 촉진된다.

5 알츠하이머병은 대뇌의 뉴런 손상, 파킨슨병은 뇌의 도파민 분비 부족에 의한 것이므로 모두 중추 신경계 이상으로 발생하는 신경계 질환이다. 반면 길랭·바레 증후군은 말초 신경의 말미집 손상, 근위축성 측삭 경화증은 운동 신경의 손상에 의한 것이므로 모두 말초 신경계 이상으로 발생하는 신경계 질환이다.

대표 자료 분석

103쪽

- 자료 1** 1 A : 대뇌, B : 간뇌, C : 중간뇌, D : 소뇌, E : 연수
2 D 3 A 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ (6) ○ (7) ○
- 자료 2** 1 A 2 B, C 3 심장 박동이 촉진된다.
4 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) × (7) ×

①-1 A는 뇌 질량의 약 80 %를 차지하는 대뇌, B는 대뇌와 중간뇌 사이에 있는 간뇌, C는 간뇌 아래에 있는 중간뇌, D는 대뇌 뒤쪽 아래에 있는 소뇌, E는 뇌교와 척수 사이에 있는 연수이다.

①-2 D(소뇌)는 내이의 평형 감각 기관인 전정 기관과 반고리관에서 오는 감각 정보를 받아 대뇌와 함께 수의 운동을 조절하고, 몸의 평형을 유지한다.

①-3 식물인간은 대뇌(A) 결절의 기능은 상실되었지만, 뇌줄기(중간뇌, 뇌교, 연수)의 기능은 살아 있는 상태를 말한다. 따라서 의식은 없지만 인공 호흡기 없이 생명을 유지할 수 있다.

①-4 (1) 심장 박동을 조절하는 곳은 연수(E)이다.

(2) 시험지를 받고 문제를 푸는 것은 A(대뇌)의 조절을 받는 행동이다.

(3) 무릎 반사의 중추는 척수이다. B는 간뇌이다.

(4) C(중간뇌)는 소뇌와 함께 몸의 평형을 조절하고, 안구 운동과 홍채 운동을 조절한다.

(5) D(소뇌)는 대뇌 뒤쪽 아래에 있으며, 좌우 2개의 반구로 이루어져 있다.

(6) E(연수)는 뇌와 척수를 연결하는 신경이 지나는 곳으로 신경의 좌우 교차가 일어난다.

(7) 대뇌의 기능이 분업화되어 있어서 부위에 따라 다른 기능을 한다.

②-1 A는 척수에서 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결되어 있으므로 체성 신경계에 해당하는 운동 신경이다. B는 C와, D는 E와 신경절에서 시냅스를 형성하므로 자율 신경계에 해당한다.

②-2 교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧고, 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다. 따라서 B와 C가 교감 신경을, D와 E가 부교감 신경을 구성하는 뉴런이다.

②-3 교감 신경의 신경절 이전 뉴런인 B가 흥분하면 심장 박동은 촉진된다.

②-4 (1) A는 중추 신경계에서 내린 반응 명령을 골격근에 전달하는 운동 신경이다.

(2) A~E는 모두 신호 전달이 중추 신경계에서 반응기 방향으로 일어나므로 원심성 뉴런이다.

(3) A, B, D, E의 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.

(4) B와 C는 모두 교감 신경을 구성하는 뉴런으로, B의 흥분이 C로 전달되어 심장 박동을 조절한다. 따라서 B와 C는 길항적으로 작용하지 않는다.

(5) B와 D는 모두 자율 신경계를 구성하는 뉴런이므로 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않는다.

(6) 교감 신경의 신경절 이후 뉴런인 C의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

(7) D는 부교감 신경을 이루는 뉴런으로 D가 흥분하면 방광이 수축한다.

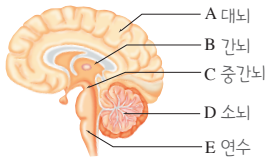
01 ⑤	02 ⑤	03 ②	04 ②	05 ③	06 ⑤
07 ④	08 ③	09 ⑤	10 해설 참조	11 ③	
12 ④	13 ①	14 ⑤	15 ⑤	16 ⑤	17 ①
18 해설 참조	19 ④				

01 ①, ②, ③ 사람의 신경계는 뇌와 척수로 구성된 중추 신경계와 온몸에 퍼져 있는 말초 신경계로 구분된다.

④ 말초 신경계는 뇌에 연결된 12쌍의 뇌 신경과 척수에 연결된 31쌍의 척수 신경으로 이루어진다.

▮ **바로알기** ⑤ 말초 신경계는 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경계에 전달하고, 중추 신경계의 반응 명령을 근육, 분비샘 등의 반응기에 전달한다.

[02~03] **문제 분석**



02 ⑤ E는 뇌교와 척수 사이에 있는 연수이며, 뇌와 척수를 연결하는 신경이 지나는 곳으로 신경의 좌우 교차가 일어난다.

▮ **바로알기** ① A는 대뇌이며, 대뇌의 겉질은 신경 세포체가 모여 있어 회색으로 보이는 회색질이고, 속질은 축삭 돌기가 모여 있어 흰색으로 보이는 백색질이다.

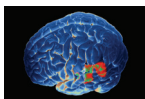
② B는 간뇌이며, 호흡 운동의 중추는 연수(E)이다.

③ C는 중간뇌이며, 시상 하부가 있는 뇌는 간뇌(B)이다.

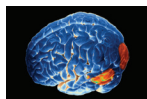
④ D는 소뇌이며, 항상성 유지의 중추는 간뇌(B)이다.

03 언어, 기억 등의 정신 활동을 담당하는 뇌는 대뇌이고, 동공 반사의 중추는 중간뇌이다. 따라서 (가)는 대뇌(A), (나)는 중간뇌(C)가 손상되었을 때 나타나는 증상이다.

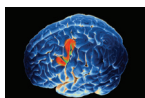
04 **문제 분석**



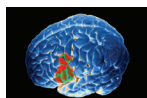
측두엽의 청각 중추 (가) 단어를 들을 때



단어를 볼 때 후두엽의 시각 중추



전두엽의 언어 중추 (가) 단어를 말할 때



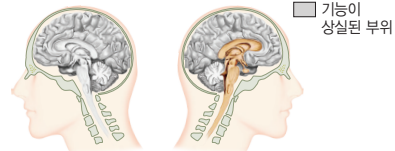
(가) 단어를 생각할 때 전두엽과 측두엽의 사고 중추

나. 그림 (가)에서 단어를 듣거나 볼 때, 말하거나 생각할 때 대뇌 겉질이 활성화되는 부위가 각기 다른 것을 알 수 있다. 이를 통해 대뇌 겉질은 부위별로 기능이 분업화되어 있음을 알 수 있다.

▮ **바로알기** ㄱ. 그림 (가)에서 단어를 볼 때 활성화된 부위가 후두엽이므로 후두엽에 시각을 감지하는 감각영이 있음을 알 수 있다.

ㄴ. 그림 (가)에서 단어를 듣고, 보고, 말하고, 생각하는 것은 얼굴에 분포한 감각기로 들어온 자극이므로 척수를 거쳐 일어나는 반응이 아니다. 따라서 대뇌 겉질의 모든 정보가 척수로 전달되는 것은 아니다.

05 **문제 분석**



뇌사자

정신 활동의 중추인 대뇌 겉질의 기능과 생명 유지의 중추인 뇌줄기(중간뇌, 뇌교, 연수)의 기능이 상실되었다.

식물인간

대뇌 겉질의 기능은 상실되었지만, 간뇌, 뇌줄기의 기능은 살아 있다. 자가 호흡이 가능해 인공 호흡기 없이도 생명을 유지할 수 있으며, 스스로 체온 조절이 가능하다.

ㄴ. 식물인간은 대뇌 겉질의 기능은 상실되었지만, 간뇌의 기능은 상실되지 않았으므로 스스로 체온 조절이 가능하다.

▮ **바로알기** ㄱ. 뇌사자는 대뇌 겉질의 기능과 뇌줄기(중간뇌, 뇌교, 연수)의 기능이 모두 상실된 상태이다.

ㄴ. 식물인간은 뇌줄기(중간뇌, 뇌교, 연수)의 기능은 살아 있는 상태이므로 자가 호흡이 가능하다. 따라서 인공 호흡기 없이 스스로 생명을 유지할 수 있다.

06 ① (가)의 A는 간뇌이며, 간뇌는 체온과 삼투압을 조절하는 항상성 유지의 중추이다.

② (나)의 B는 뇌교와 척수 사이에 있으므로 연수이다.

③ (다)는 소뇌의 기능이 적힌 카드이므로, ㉠에는 '수의 운동을 조절하고, 몸의 평형을 유지한다.'가 들어갈 수 있다.

④ (라)는 중간뇌의 기능이 적힌 카드이므로, '중간뇌'의 뇌 모형 그림 카드와 연결해야 한다.

▮ **바로알기** ⑤ A는 간뇌, B는 연수이다. 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수를 합한 것이므로 간뇌는 뇌줄기에 속하지 않는다.

07 ① 무릎 반사는 무릎을 고무망치로 살짝 쳤을 때 다리가 들리는 반응으로 척수가 중추가 되어 일어나는 무의식적인 반응이다.

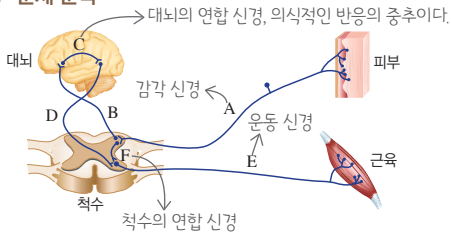
② 척수는 대뇌와 반대로 겉질은 축삭 돌기가 모여 있는 백색질이고, 속질은 신경 세포체가 모여 있는 회색질이다.

③ 척수는 뇌와 말초 신경계를 연결하는 신경의 통로이다.

⑤ 흥분 전달은 ‘감각 신경 → 중추 신경계 → 운동 신경’ 순으로 일어나므로 후근을 통해 전달된 흥분이 전근으로 전달되어 반응이 일어날 수 있다.

❗ **바로알기** ④ 뇌에서 내린 반응 명령이 뇌 신경을 통해 얼굴로 전달되는 경우에는 척수를 지나지 않는다.

08 꼬꼬 문제 분석

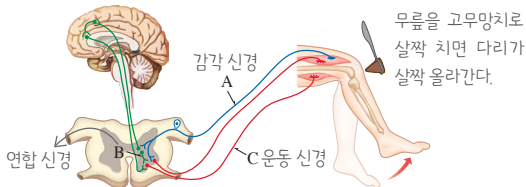


ㄱ. 흥분이 B를 통해 대뇌의 연합 신경(C)으로도 전달되어 척수 반사가 일어난 후에 따가움을 느끼게 된다.

ㄴ. 손이 바늘에 찔렸을 때 재빨리 손을 떼는 반응은 회피 반사이다. 회피 반사의 경로는 A → F → E이다.

❗ **바로알기** ㄷ. 회피 반사는 척수가, 눈물 분비 반사는 연수가 중추이다.

[09~10] 꼬꼬 문제 분석



09 ①, ② A는 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경으로 전달하는 감각 신경이고, B는 감각 신경에서 온 정보를 통합하여 적절한 반응 명령을 내리는 연합 신경이며, C는 중추 신경의 반응 명령을 반응기로 전달하는 운동 신경이다.

③ C는 운동 신경으로 체성 신경에 해당한다.

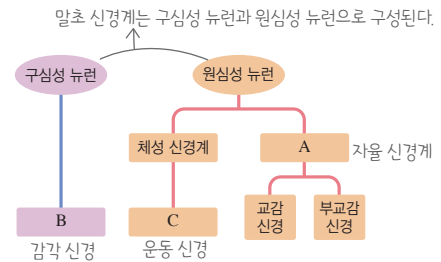
④ 무릎 반사가 일어날 때 ‘감각 신경(A) → 연합 신경(B) → 운동 신경(C)’의 경로로 흥분이 전달된다.

❗ **바로알기** ⑤ 무릎 반사의 중추는 척수이다.

10 **모범답안** 자극이 뇌로 전달되기 전에 반응이 빠르게 일어나므로 위험으로부터 우리 몸을 보호할 수 있다.

채점 기준	배점
반응이 빠르게 일어난다는 내용과 우리 몸을 보호할 수 있다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
반응이 빠르게 일어난다는 내용과 우리 몸을 보호할 수 있다는 내용 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

11 꼬꼬 문제 분석

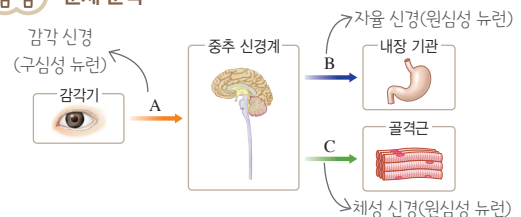


ㄱ. A는 자율 신경계이며, 자율 신경계의 말단은 내장 기관, 혈관, 분비샘에 분포하여 주로 소화, 순환, 호흡 운동과 호르몬 분비 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절한다.

ㄴ. B는 구심성 뉴런에 해당하므로 감각 신경이고, 감각 신경은 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경계로 전달한다.

❗ **바로알기** ㄷ. C는 체성 신경계에 속하는 운동 신경이며, 심장근의 반응을 조절하는 신경은 자율 신경계에 속하는 교감 신경과 부교감 신경이다.

12 꼬꼬 문제 분석



ㄴ. B는 내장 기관에 연결된 자율 신경이다. 자율 신경은 중추 신경계에서 나와 내장 기관에 이르기까지 2개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 형성한다.

ㄷ. C는 체성 신경계에 속한 운동 신경이다. 체성 신경계는 대뇌의 지배를 받아 골격근의 반응을 조절하므로, 운동 신경인 C는 대뇌로부터 받은 명령을 골격근에 전달하는 역할을 한다.

❗ **바로알기** ㄱ. A는 감각기에서 받아들인 정보를 중추 신경계로 전달하는 역할을 하므로 감각 신경이며, 감각 신경은 구심성 뉴런에 해당한다. 체성 신경계는 원심성 뉴런에 해당한다.

13 ② 자율 신경계는 대뇌의 조절을 직접 받지 않고, 간뇌, 중간뇌, 연수의 조절을 받아 몸의 기능을 조절한다.

③, ⑤ 자율 신경계는 교감 신경과 부교감 신경으로 구성되며, 중추에서 나와 반응기에 이르기까지 2개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 형성한다.

④ 자율 신경계는 소화, 순환, 호흡, 호르몬 분비 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절한다.

❗ **바로알기** ① 자율 신경계는 원심성 뉴런으로 구성된다.

14 꼬꼬 문제 분석

신경	특징
운동 신경 (원심성 뉴런, 체성 신경계) ← A	팔의 골격근을 수축시킨다.
교감 신경 (원심성 뉴런, 자율 신경계) ← B	기관지를 확장시킨다.
감각 신경(구심성 뉴런) ← C	피부에서 받은 자극을 중추 신경계로 전달한다.

⑤ A는 골격근의 반응을 조절하므로 체성 신경계에 속하는 운동 신경이며, B는 기관지를 확장시키므로 자율 신경계에 속하는 교감 신경이다. 운동 신경과 교감 신경은 모두 흥분을 중추에서 반응기로 전달하므로 원심성 뉴런에 해당한다.

▮ **바로알기** ▮ ① A는 운동 신경이므로 척수의 전근을 이루며, 척수의 후근을 이루는 신경은 감각 신경이다.

② B는 교감 신경으로, 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.

③, ④ C는 감각기인 피부에서 받은 자극을 중추 신경계로 전달하므로 감각 신경이며, 감각 신경은 구심성 뉴런에 해당한다. 체성 신경계에 속하는 것은 운동 신경이다.

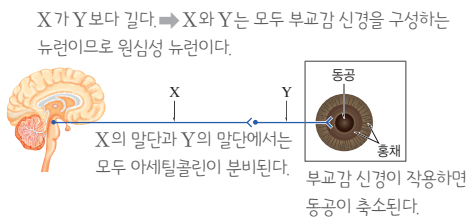
15 ①, ③ 교감 신경과 부교감 신경은 길항 작용으로 내장 기관의 기능을 조절한다.

② 교감 신경과 부교감 신경은 모두 대뇌의 영향을 직접 받지 않는 자율 신경계에 속한다.

④ 교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧고, 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

▮ **바로알기** ▮ ⑤ 부교감 신경은 긴장 상태에 있던 몸을 평상시 상태로 회복시켜 심신을 안정 상태로 유지하는 작용을 하고, 교감 신경은 몸을 긴장 상태로 만드는 작용을 한다.

16 꼬꼬 문제 분석



⑤ X(신경절 이전 뉴런)는 Y(신경절 이후 뉴런)보다 길다. 따라서 X와 Y는 부교감 신경을 이루는 뉴런이다.

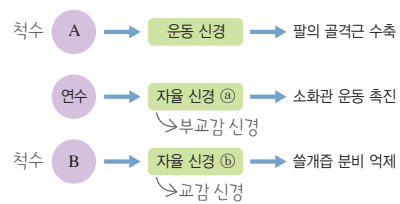
▮ **바로알기** ▮ ① 동공의 크기를 조절하는 중추는 중간뇌이다.

② X의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.

③ Y가 흥분하면 동공이 축소된다.

④ X와 Y는 모두 중추 신경의 명령을 반응기로 전달하므로 원심성 뉴런에 해당한다.

17 꼬꼬 문제 분석



ㄱ. 팔의 골격근 수축에 관여하는 운동 신경은 척수(A)의 전근을 이루고, 교감 신경(㉠)은 척수(B)에서 나온다.

▮ **바로알기** ▮ 나. 자율 신경 ①는 소화관 운동을 촉진하므로 부교감 신경이다. 부교감 신경은 긴장 상태인 몸을 평상시 상태로 회복하는 데 관여한다.

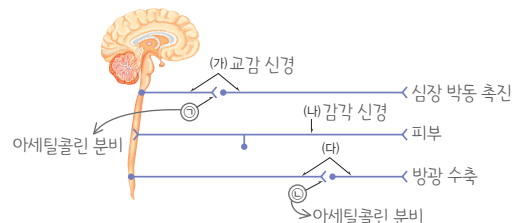
ㄴ. 자율 신경 ②는 쓸개즙 분비를 억제하는 작용을 하므로 교감 신경이다. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

18 빠르게 낙하하는 놀이기구를 탔을 때에는 매우 긴장된 상태이므로, 이 상태에서는 교감 신경이 작용한다. 교감 신경이 작용하면 심장 박동이 빨라지고 혈관이 수축하며, 소화관 운동과 소화액 분비가 억제된다.

모범답안 심장 박동은 빨라지고, 소화관 운동은 억제된다. 위기 상황에 대처하기에 알맞은 긴장 상태로 만들기 위해 교감 신경이 작용하기 때문이다.

채점 기준	배점
심장 박동 변화, 소화관 운동 변화, 이 현상이 일어나는 까닭을 교감 신경과 연관 지어 모두 옳게 서술한 경우	100 %
심장 박동과 소화관 운동 변화만 옳게 서술한 경우	50 %
심장 박동과 소화관 운동 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

19 꼬꼬 문제 분석



④ 교감 신경 (가)의 신경절 이전 뉴런의 말단(㉠)에서는 아세틸콜린이 분비된다.

▮ **바로알기** ▮ ① (가)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧으므로 교감 신경이다.

② (나)는 감각기인 피부와 척수를 연결하며, 신경 세포체가 한 쪽으로 치우쳐 있으므로 감각 신경이다.

- ③ (다)는 신경절 이전 뉴런보다 신경절 이후 뉴런이 짧으므로 부교감 신경이다. 부교감 신경이 흥분하면 방광이 수축된다.
- ⑤ 부교감 신경(다)의 신경절 이전 뉴런의 말단(㉔)에서는 아세틸콜린이 분비된다.

중단원 핵심 정리

108쪽~109쪽

- ① 가지 ② 축삭 ③ 분극 ④ 탈분극 ⑤ 재분극
 ⑥ 도약전도 ⑦ 빠르다 ⑧ 축삭 돌기 ⑨ 신경 전달 물질
 ⑩ 마이오신 ⑪ 액틴 ⑫ H ⑬ A ⑭ 중추 신경계
 ⑮ 말초 신경계 ⑯ 후근 ⑰ 전근 ⑱ 체성 신경계
 ⑲ 자율 신경계 ⑳ 억제 ㉑ 축진

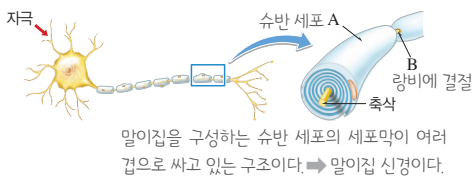
중단원 마무리 문제

110쪽~113쪽

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

- 01 ① 뉴런은 신경계를 구성하는 신경 세포이며, 신경계를 구성하는 기본 단위이다.
- ②, ⑤ 신경 세포체는 핵과 세포 소기관이 있으며, 가지 돌기는 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들인다.
- ③ 뉴런의 크기와 모양은 기능에 따라 다양하지만, 기본적으로는 신경 세포체, 축삭 돌기, 가지 돌기로 구성되어 있다.
- ▮ **바로알기** ▮ ④ 말아집 신경에서 절연체 역할을 하는 부분은 말아집이다.

02 꼼꼼 문제 분석



- ㄱ. A는 말아집을 구성하는 슈반 세포이다.
- ㄴ. 이 뉴런은 축삭 돌기가 말아집으로 싸여 있는 말아집 신경이다.
- ㄷ. B는 랑비에 결절이며, 랑비에 결절에서는 Na^+ 통로와 K^+ 통로가 밀집되어 있어 활동 전위가 발생한다.

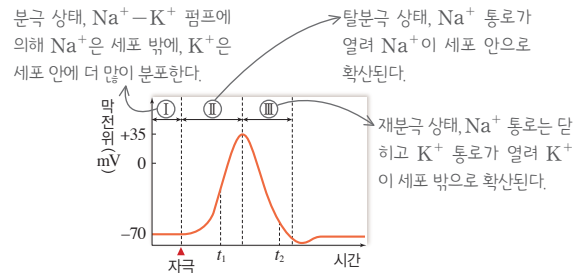
03 꼼꼼 문제 분석



- ㄱ. (가)는 신경 세포체가 한쪽으로 치우쳐 있으므로 구심성 뉴런이고, (다)는 축삭 돌기가 길게 발달되어 있으므로 원심성 뉴런이다. 구심성 뉴런과 원심성 뉴런은 모두 말초 신경계에 속한다.
- ㄷ. A 지점은 랑비에 결절이며, 랑비에 결절에서는 활동 전위가 발생한다. 흥분 전달은 축삭 돌기 말단에서 신경 세포체 방향으로 일어나므로 '구심성 뉴런(가) → 연합 뉴런(나) → 원심성 뉴런(다)' 순으로 흥분 전달이 일어난다.

- ▮ **바로알기** ▮ ㄴ. (나)는 구심성 뉴런(가)과 원심성 뉴런(다)을 연결하는 연합 뉴런이며, 연합 뉴런은 만발이집 뉴런이므로 도약전도는 일어나지 않는다.

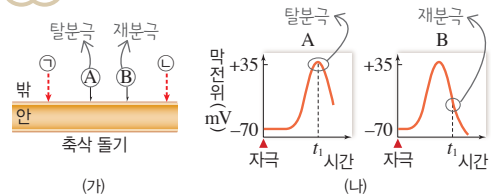
04 꼼꼼 문제 분석



- ④ t_1 일 때 막전위가 상승하는 것은 Na^+ 이 세포 안으로 확산되기 때문이다. Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동은 세포 안팎의 Na^+ 농도 차이에 따른 확산에 의해 일어나므로 ATP가 소모되지 않는다.

- ▮ **바로알기** ▮ ① 구간 I은 분극 상태이며, 분극 상태일 때에는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 이동한다. 따라서 구간 I에서는 Na^+ 이 세포 안보다 밖에, K^+ 이 세포 밖보다 안에 더 많이 분포한다.
- ② Na^+ 농도는 막전위 변화와 관계없이 항상 세포 밖이 세포 안보다 높다. 따라서 구간 II에서도 Na^+ 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높다.
- ③ 구간 III은 재분극 상태로 막전위가 하강하는데, 그 까닭은 K^+ 이 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 확산되기 때문이다.
- ⑤ t_2 일 때는 대부분의 Na^+ 통로가 닫혀 Na^+ 이 세포 안으로 들어오지 못한다.

05 **꼼꼼** 문제 분석



(나)에서 t_1 일 때 A에서는 탈분극, B에서는 재분극이 일어나고 있다.

→ 역치 이상의 자극을 준 지점은 ㉔이다. 따라서 흥분 전도는 ㉔ → ㉓ 으로 진행된다.

ㄴ. K^+ 의 농도는 막전위 변화와 상관없이 항상 세포 안에 세포 밖보다 높다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ, ㄷ. (나)에서 t_1 일 때 A 지점에서는 막전위가 상승한 상태이지만, B 지점에서는 막전위가 하강하는 상태이다. 이를 통해 t_1 일 때 A 지점에서는 탈분극, B 지점에서는 재분극이 일어났음을 알 수 있다. 활동 전위 발생은 '탈분극 → 재분극' 순으로 일어나므로 ㉔ 지점에 역치 이상의 자극이 주어졌음을 알 수 있다. 따라서 흥분 전도는 ㉔ → ㉓ 방향으로 진행된다.

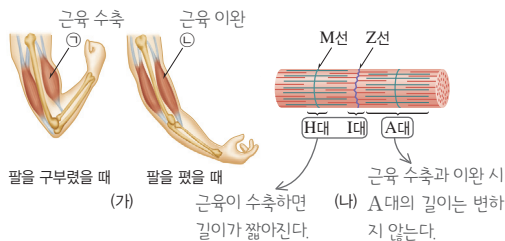
06 ㄱ. 말미집 신경이란 축삭 돌기가 말미집으로 싸여 있는 신경을 말한다. (가)에서 시냅스 이전 뉴런과 시냅스 이후 뉴런 모두 축삭 돌기가 말미집으로 싸여 있으므로 말미집 신경이다.

ㄴ. (나)에서 B의 시냅스 소포에 들어 있는 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 방출되면 A의 세포막에서 Na^+ 통로가 열리게 되므로 A의 세포막은 탈분극된다.

ㄷ. 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에 존재하므로 (나)에서 A는 시냅스 이후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기 부위이고, B는 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단 부위이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. 흥분 전달은 시냅스 이전 뉴런(B)에서 시냅스 이후 뉴런(A)으로 일어난다.

07 **꼼꼼** 문제 분석



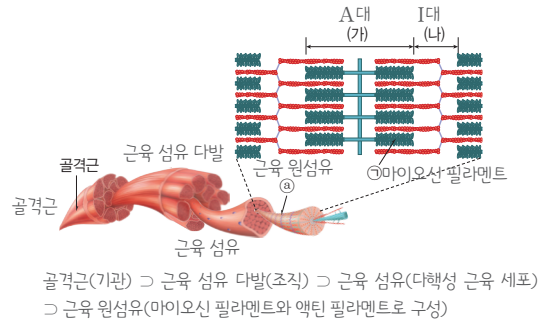
근수축은 마이오신 필라멘트 사이로 액틴 필라멘트가 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디가 짧아짐으로써 일어난다. 그 결과 H대와 I대의 길이는 모두 짧아지지만, A대의 길이는 변하지 않는다.

ㄱ. A대는 마이오신 필라멘트가 있는 부분으로 근육 수축과 이완 시 길이 변화가 없다. 따라서 A대의 길이는 근육 수축 상태인 ㉓과 근육 이완 상태인 ㉔에서 동일하다.

ㄷ. 근육 원섬유에서 A대(암대)와 I대(명대)가 반복적으로 나타나므로 골격근인 ㉓에는 가로무늬가 나타난다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. 팔을 구부리면 근육 ㉓은 수축하며, 근육 수축 시 마이오신 필라멘트만 있는 H대의 길이는 짧아진다.

08 **꼼꼼** 문제 분석

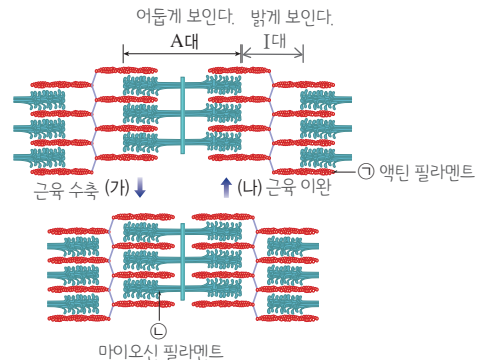


ㄴ. ㉓은 마이오신 필라멘트이다. 근수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트(㉔) 자체는 수축하지 않는다. 따라서 길이는 변하지 않는다.

ㄷ. (가)는 마이오신 필라멘트가 있는 부분인 A대, (나)는 액틴 필라멘트만 있는 부분인 I대이다. 골격근 수축 시 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지는데, 이때 A대의 길이는 변하지 않고 I대의 길이는 짧아진다. 따라서 골격근이 수축하면 (가)의 길이 (나)의 길이 는 증가한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. ㉔은 근육 원섬유이다. 근육 원섬유는 굵은 마이오신 필라멘트와 가는 액틴 필라멘트로 구성된다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



① 마이오신 필라멘트가 액틴 필라멘트보다 짧다. 따라서 ㉠은 액틴 필라멘트, ㉡은 마이오신 필라멘트이다.

②, ③ 근육이 수축할 때 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어감으로써 근육 원섬유 마디가 짧아진다. 따라서 (가)는 근육 수축, (나)는 근육 이완일 때 나타나는 변화이다.

④ 액틴 필라멘트만 있는 부분은 I대이며, (나)와 같이 근육 이완이 일어날 때 I대의 길이는 길어진다.

▮ **바로알기** ▮ ⑤ 근육 원섬유를 전자 현미경으로 관찰하면 마이오신 필라멘트가 있는 부분인 A대는 어둡게 보이고, 액틴 필라멘트만 있는 부분인 I대가 밝게 보인다.

10 ② B는 간뇌이며, 시상과 시상 하부로 구분된다. 시상은 척수나 연수에서 오는 감각 신호를 대뇌 겉질로 전달하는 역할을 하고, 시상 하부는 자율 신경과 내분비계의 조절 중추로, 항상성 유지에 관여한다.

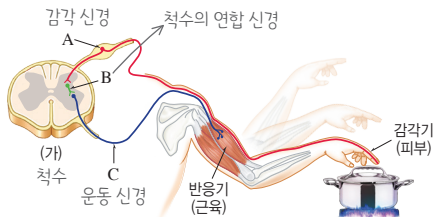
▮ **바로알기** ▮ ① A는 대뇌이며, 대뇌는 추리, 기억, 상상, 언어 등 정신 활동을 담당하는데, 이러한 활동은 대부분 대뇌 겉질에서 일어난다.

③ C는 안구 운동과 홍채 운동을 조절하는 중간뇌이며, 항상성 유지는 간뇌(B)의 시상 하부가 관여한다.

④ D는 몸의 평형을 유지하는 소뇌이며, 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분되는 뇌는 대뇌(A)이다.

⑤ E는 신경의 좌우 교차가 일어나고, 심장 박동, 호흡 운동 등의 중추인 연수이며, 무릎 반사의 중추는 척수이다.

11 **꼼꼼** 문제 분석



회피 반사의 경로: 자극(뜨거운 냄비) → 감각기(피부) → 감각 신경(A) → 척수의 연합 신경(B) → 운동 신경(C) → 반응기(근육) → 반응(급히 손을 뺌)

ㄴ. 손이 뜨거운 냄비에 닿았을 때 재빨리 손을 떼는 것은 회피 반사(움츠림 반사)이며, 회피 반사는 '감각 신경(A) → 척수의 연합 신경(B) → 운동 신경(C)'의 경로를 거쳐 일어난다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. (가)는 척수이며, 하품, 재채기의 반사 중추는 연수이다.

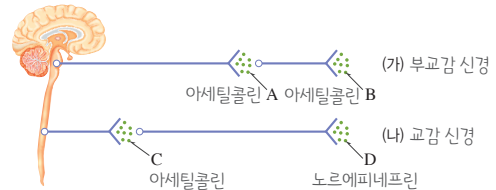
ㄷ. 피부에서 받아들인 자극은 감각 신경을 통해 뇌로 전달되므로 회피 반사가 일어난 후 뜨겁다는 것을 느낀다.

12 ㄴ. B는 척수의 속질이므로 회색질이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. A는 신경 세포체가 축삭 돌기의 한쪽에 치우쳐 있으므로 감각 신경이다. 감각 신경은 구심성 뉴런에 해당하며 골격근의 반응을 조절하는 운동 신경이 체성 신경이다.

ㄷ. C와 D는 신경절에서 시냅스를 형성하므로 자율 신경이다. 체성 신경은 의식적인 골격근의 반응을 조절한다.

13 **꼼꼼** 문제 분석



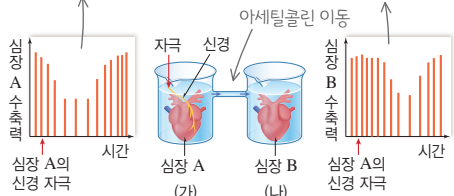
ㄱ. (가)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길기 때문에 부교감 신경이며, (나)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧기 때문에 교감 신경이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. 교감 신경이 흥분하면 소화관 운동이 억제된다.

ㄷ. A, B, C는 아세틸콜린이고, D는 노르에피네프린이다.

14 **꼼꼼** 문제 분석

심장 A에 연결된 신경 자극 후 활동 전위의 박동 발생 빈도가 감소하였다. ⇒ A에 연결된 신경에서 분비된 신경 전달 물질이 B로 전달되었다. ⇒ 박동 수가 감소하였다.



- 심장의 수축력과 박동 수는 자율 신경에 의해 조절된다.
- 심장 A의 신경 자극 후 심장 A와 B의 수축력과 박동 수가 감소한다.
- ⇒ 심장 A에 연결된 자율 신경은 부교감 신경이다.

ㄱ. 심장의 수축력과 박동은 대뇌의 영향을 받지 않고 자율적으로 조절되므로 심장 A에 붙어 있는 신경은 자율 신경이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. 심장 A에 연결된 신경을 자극한 후 일정 시간이 경과하자 심장 B에서도 수축력과 박동이 변화되었다. 이는 심장 A에 연결된 신경에서 분비된 신경 전달 물질이 (가)에서 (나)로 이동하였기 때문이다. 신경 전달 물질은 시냅스 소포에 들어 있으며, 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에 있다. 따라서 심장 A에 연결된 신경의 축삭 돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되었다.

ㄷ. 심장 A의 신경 자극 후 심장의 수축력과 박동 수가 감소하였다. 이를 통해 심장 A에 연결된 자율 신경은 부교감 신경임을 알 수 있다. 부교감 신경의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

15 ㄷ. (다) 알츠하이머병은 대뇌의 뉴런이 파괴되어 뇌 조직이 오므라들면서 지적 기능이 쇠퇴되어 발생하는 질환이므로 중추 신경계 이상에 의한 질환이다.

|| **바로알기** || ㄱ. (가) 파킨슨병은 뇌에서 도파민을 분비하는 뉴런이 파괴되어 운동 장애가 나타나는 질환이므로 중추 신경계의 이상에 의한 질환이다.

ㄴ. (나) 근위축성 측삭 경화증은 운동 신경이 선택적으로 파괴되면서 근육 약화가 나타나는 질환으로 말초 신경계의 이상에 의한 질환이다. 따라서 뇌졸거는 정상이다.

16 물질 X를 처리한 경우 재분극이 일어날 때 막전위의 하강이 X를 처리 안 한 경우보다 느리게 일어난다. 이를 통해 물질 X는 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동을 억제한다는 것을 알 수 있다.

모범답안 물질 X는 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동을 억제한다.

채점 기준	배점
K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동을 억제한다고 서술한 경우	100 %
재분극을 억제한다고만 서술한 경우	70 %

17 ㉔+㉕은 I대이며 근수축이 일어날 때 I대의 길이는 짧아진다. 따라서 t_1 일 때에는 근육 수축, t_2 일 때에는 근육 이완 상태이다. I대(㉔+㉕)의 길이가 t_1 일 때에는 $0.2 \mu m$, t_2 일 때에는 $0.6 \mu m$ 이므로 t_2 일 때의 H대의 길이는 t_1 일 때보다 $0.4 \mu m$ 증가한다. 따라서 t_2 일 때 H대의 길이는 $0.6 \mu m$ 이다. t_2 일 때 X의 길이는 $2.2 \mu m$ 이고 I대(㉔+㉕)의 길이는 $0.6 \mu m$ 이므로 A대의 길이는 $1.6 \mu m (=2.2-0.6)$ 이다. A대의 길이는 근육 수축과 이완 과정에서 변하지 않으므로 t_1 일 때 A대의 길이도 $1.6 \mu m$ 이다. 따라서 t_1 일 때 X의 길이는 $1.8 \mu m (=1.6+0.2)$ 이다.

모범답안 t_1 일 때 X의 길이는 $1.8 \mu m$, t_2 일 때 H대의 길이는 $0.6 \mu m$ 이다.

채점 기준	배점
t_1 일 때 X의 길이와 t_2 일 때 H대의 길이를 모두 옳게 쓴 경우	100 %
t_1 일 때 X의 길이와 t_2 일 때 H대의 길이 중 하나만 옳게 쓴 경우	50 %

18 **모범답안** 자극(가시에 찔림) → 피부 → A → F → E → 근육 → 반응(급히 손을 뺌)

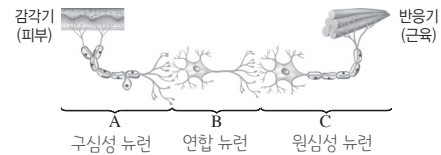
채점 기준	배점
반응 경로를 자극, 감각기, 반응기로 포함하여 옳게 쓴 경우	100 %
A → F → E만 쓴 경우	70 %

수능 실전 문제

115쪽~117쪽

- 1 ⑤ 2 ⑤ 3 ① 4 ③ 5 ③ 6 ④ 7 ⑤
8 ④ 9 ② 10 ④ 11 ⑤ 12 ②

1 꼬꼬 문제 분석



• 흥분 전달 방향: 구심성 뉴런(A) → 연합 뉴런(B) → 원심성 뉴런(C)

| 선택지 분석 |

✕ A와 C는 중추 신경계를 구성한다. 말초

㉔ B는 구심성 뉴런과 원심성 뉴런을 연결해 주는 연합 뉴런이다.

㉔ 흥분의 전달 방향은 A → B → C이다.

| 전략적 풀이 | ① 뉴런의 종류를 파악한다.

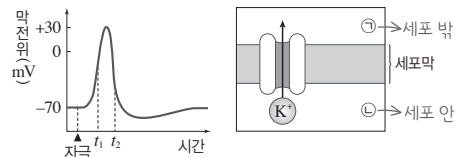
ㄱ. A는 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경에 전달하는 구심성 뉴런이고, C는 중추 신경의 반응 명령을 반응기로 전달하는 원심성 뉴런이다. 구심성 뉴런과 원심성 뉴런은 모두 말초 신경계를 구성한다.

ㄴ. B는 구심성 뉴런에서 온 정보를 통합하여 적절한 반응 명령을 내리고, 이 명령을 원심성 뉴런이 반응기에 전달한다. 따라서 B는 구심성 뉴런과 원심성 뉴런을 연결해 주는 연합 뉴런이다.

② 흥분의 전달 방향을 파악한다.

ㄷ. 감각기에서 받아들인 자극이 중추 신경으로 전달되고, 중추 신경에서 내린 반응 명령이 반응기로 전달되므로, 흥분 전달은 '구심성 뉴런(A) → 연합 뉴런(B) → 원심성 뉴런(C)' 순으로 일어난다.

2 꼬꼬 문제 분석



(가)

(나)

- t_1 : 막전위가 상승하므로 탈분극이 일어나는 시기이고, Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산된다. $\Rightarrow Na^+$ 의 막 투과도가 높아진다.
- t_2 : 막전위가 하강하므로 재분극이 일어나는 시기이고, K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산된다. $\Rightarrow K^+$ 의 막 투과도가 높아진다.

| 선택지 분석 |

㉔ t_1 일 때 Na^+ 은 Na^+ 통로를 통해 ㉔에서 ㉕으로 확산된다.

㉔ t_1 일 때 이온의 ㉔에서의 농도 ㉕에서의 농도는 Na^+ 이 K^+ 보다 크다.

㉔ K^+ 의 막 투과도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

❶ 전략적 풀이 ❶ K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동 방향을 파악하여 ㉠과 ㉡이 각각 세포 안과 세포 밖 중 어느 곳인지 알아낸다.

K^+ 통로를 통해 K^+ 은 세포 안에서 세포 밖으로 확산되므로 ㉠은 세포 밖, ㉡은 세포 안이다.

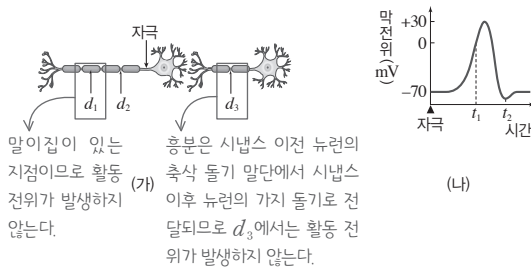
❷ 역치 이상의 자극을 받은 뉴런의 한 지점에서 일어나는 막전위 변화와 이온의 이동을 파악하여 t_1 과 t_2 에서의 이온 분포와 막 투과도를 알아낸다.

ㄱ. t_1 은 탈분극이 일어나는 시점이며, 이때 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 밖(㉠)에서 안(㉡)으로 확산되어 막전위가 상승한다.

ㄴ. 막전위 변화와 관계없이 Na^+ 은 세포 밖이 세포 안보다 높고, K^+ 은 세포 안이 세포 밖보다 높다. 따라서 t_1 일 때 Na^+ 의 ㉠에서의 농도 는 1보다 크고, K^+ 의 ㉠에서의 농도 는 1보다 작다.

ㄷ. K^+ 통로가 열리면 K^+ 의 막 투과도는 높아지는데, t_1 일 때는 탈분극 시기이므로 대부분의 K^+ 통로는 닫혀 있고 Na^+ 통로가 열려 있다. t_2 일 때는 재분극 시기이므로 Na^+ 통로는 닫혀 있고 K^+ 통로가 열려 있다. 따라서 K^+ 의 막 투과도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

3 포 포 문제 분석



❶ 선택지 분석

- ㉠ d_1 에는 슈반 세포가 존재한다.
- ✗ t_1 일 때 d_3 에서 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 확산된다. 대부분의 Na^+ 통로가 닫혀 있다.
- ✗ t_2 일 때 d_2 에서 휴지 전위가 나타난다. 과분극이 나타난다.

❶ 전략적 풀이 ❶ (가)에서 $d_1 \sim d_3$ 지점의 특징을 이해하여 (나)의 막전위 변화가 $d_1 \sim d_3$ 중 어느 지점에서 일어나는지를 파악한다.

d_1 은 말이집이 있는 지점이므로 활동 전위가 발생하지 않으며, d_2 는 랑비에 결절의 한 지점이므로 활동 전위가 발생한다. 흥분 전달 방향은 '시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 → 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기'이므로 d_3 에서는 활동 전위가 발생하지 않는다. 따라서 (나)의 막전위 변화는 d_2 에서 일어난 것이다.

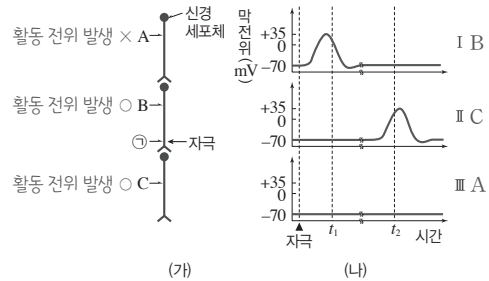
ㄱ. d_1 은 슈반 세포의 세포막이 축삭을 여러 겹으로 싸고 있는 말이집이 있는 지점므로, d_1 에는 슈반 세포가 존재한다.

❷ (나)에서 t_1 과 t_2 일 때 d_2 와 d_3 에서 나타나는 현상을 파악한다.

ㄴ. t_1 일 때 d_3 에서는 분극 상태를 유지하므로 대부분의 Na^+ 통로가 닫혀 있다.

ㄷ. t_2 일 때 d_2 에서는 막전위가 휴지 전위(-70 mV)보다 더 낮은 상태이므로 과분극이 나타난다.

4 포 포 문제 분석



❶ 선택지 분석

- ✗ A에서의 막전위 변화는 II이다. III
- ✗ t_1 일 때 B에서 휴지 전위가 나타난다. A, C
- ㉠ t_2 일 때 C에서 대부분의 Na^+ 통로는 열려 있다.

❶ 전략적 풀이 ❶ (가)의 A, B, C 지점에서 일어난 막전위 변화가 (나)의 I~III 중 어느 것인지 알아낸다.

㉠에 역치 이상의 자극을 주면 양 방향으로 흥분 전도가 일어나고, 축삭 돌기 말단에서 다른 뉴런의 신경 세포체 방향으로만 흥분 전달이 일어난다. 따라서 B와 C에서는 활동 전위가 발생하지만 A에서는 활동 전위가 발생하지 않는다. 전기적 현상에 의한 흥분 전도는 신경 전달 물질의 확산에 의한 흥분 전달보다 흥분의 이동 속도가 빠르므로 C보다 B에서 활동 전위가 먼저 발생한다.

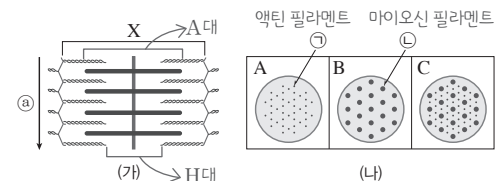
ㄱ. A에서의 막전위 변화는 III, B에서의 막전위 변화는 I, C에서의 막전위 변화는 II이다.

❷ t_1 과 t_2 일 때 각 지점에서의 막전위를 파악하고, 이 시점에서의 이온 이동과 막전위 상태를 알아낸다.

ㄴ. t_1 일 때 B에서는 막전위가 하강하므로 재분극이 일어나고 있으며, 막전위는 휴지 전위(-70 mV)보다 높다.

ㄷ. t_2 일 때 C에서는 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있으며, 대부분의 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산된다.

5 포 포 문제 분석



선택지 분석

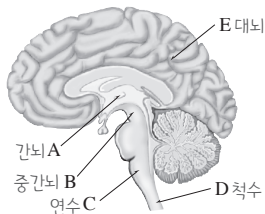
- ㉠ X가 수축하면 $\frac{A\text{대의 길이}}{H\text{대의 길이}}$ 는 증가한다.
- ㉡ C와 같은 단면을 갖는 부분은 I대에 존재한다. A대
- ㉢ X가 수축할 때 ㉠과 ㉡의 길이는 변하지 않는다.

▶ 전략적 풀이 ① 근육 원섬유 마디 X가 수축하면 A대, H대의 길이는 어떻게 변하는지 파악한다.

㉠. 근육 원섬유 마디 X가 수축하면 A대의 길이는 변하지 않지만, H대의 길이는 짧아진다. 따라서 X가 수축하면 $\frac{A\text{대의 길이}}{H\text{대의 길이}}$ 는 증가한다.

- ② 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트의 차이점을 파악하여 (나)의 A~C가 각각 근육 원섬유 마디 X의 단면 중 어느 부분인지 알아낸다.
- ㉢. 근육 원섬유는 굵은 마이오신 필라멘트와 가는 액틴 필라멘트로 구성된다. 따라서 ㉠은 액틴 필라멘트, ㉡은 마이오신 필라멘트이다. (나)에서 A는 액틴 필라멘트(㉠)만 있는 부분의 단면이므로 I대에 존재하고, B는 마이오신 필라멘트(㉡)만 있는 부분의 단면이므로 H대에 존재한다. C는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 모두 있으므로 A대에 존재한다.
- ㉣. 근육 원섬유 마디 X가 수축할 때 액틴 필라멘트(㉠)와 마이오신 필라멘트(㉡)의 길이는 변하지 않는다.

6 문제 분석



선택지 분석

- ① A는 시상과 시상 하부로 구분한다.
- ② B는 안구 운동과 홍채 운동을 조절한다.
- ③ C는 뇌줄기에 속한다.
- ㉣ D로 들어가는 감각 신경 다발이 전근을 이룬다. 후근
- ⑤ E의 겉질에는 뉴런의 신경 세포체가 존재한다.

▶ 전략적 풀이 ① 중추 신경계의 각 부위와 이름을 연결시킨다.

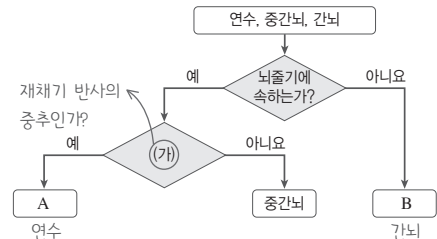
A는 대뇌와 중간뇌 사이에 있는 간뇌, B는 간뇌 아래에 있는 중간뇌, C는 뇌교와 척수 사이에 있는 연수, D는 연수에 이어져 있는 척수, E는 뇌 질량의 대부분을 차지하는 대뇌이다.

② 중추 신경계의 각 부위의 특징을 파악한다.

- ① A는 간뇌로 시상과 시상 하부로 구분한다.

- ② B는 중간뇌로 안구 운동과 홍채 운동을 조절한다.
- ③ C는 연수로 뇌줄기(중간뇌, 뇌교, 연수)에 포함된다.
- ④ D는 척수로 D(척수)에서 나온 운동 신경 다발은 전근을, D로 들어가는 감각 신경 다발은 후근을 이룬다.
- ⑤ E는 대뇌로 대뇌의 바깥쪽을 싸고 있는 겉질은 뉴런의 신경 세포체가 모여 있어 회색질이다.

7 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 뇌교와 척수 사이에 있다.
- ㉡ '재채기 반사의 중추인가?'는 (가)에 해당한다.
- ㉢ B에는 시상이 있다.

▶ 전략적 풀이 ① 연수, 중간뇌, 간뇌 중 뇌줄기에 속하는 부위를 파악하고, 각 중추 신경계의 특징을 이해한다.

뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수를 합한 부위이다. 따라서 연수와 중간뇌는 뇌줄기에 속하고, 간뇌는 뇌줄기에 속하지 않는다. 따라서 A는 연수, B는 간뇌이다.

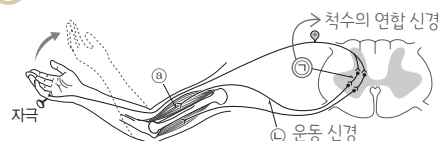
㉠. 연수(A)는 뇌교와 척수 사이에 있으며, 뇌와 척수를 연결하는 신경이 지나는 곳으로 신경의 좌우 교차가 일어난다.

㉢. 간뇌(B)는 시상과 시상 하부로 구분한다.

② 연수와 중간뇌를 구분하는 기준 (가)에 '재채기 반사의 중추인가?'가 해당되는지 파악한다.

㉢. 연수는 재채기, 기침 등과 같은 반사의 중추이고, 중간뇌는 동공 반사의 중추이다. 따라서 '재채기 반사의 중추인가?'는 (가)에 해당한다.

8 문제 분석



- 회피(움츠림) 반사의 경로: 자극(압정에 찔림) → 감각기(손의 피부) → 감각 신경 → 척수 → 운동 신경(체성 신경계) → 반응기(팔의 근육)
- 근육 ㉠가 수축할 때 근육 원섬유 마디의 길이는 짧아진다. → A대의 길이는 변하지 않으며, I대, H대의 길이는 모두 짧아진다.

선택지 분석

- ✗ ㉠은 척수의 백색질에 존재한다. 회색질
 ○ ㉡은 체성 신경계에 속한다.
 ○ ㉢ 자극이 주어지면 ㉠의 근육 원섬유 마디에서 H대와 I대의 길이는 모두 짧아진다.

전략적 풀이 ① 흥분 전달 경로에서 ㉠과 ㉡이 각각 무엇인지 파악하고, 특징을 이해한다.

압정에 손이 찔렸을 때 순간적으로 손을 올리는 반응은 회피 반사(움츠림 반사)로, '감각 신경 → 척수 → 운동 신경' 순으로 일어난다. 이 반사의 중추는 척수이다. 따라서 ㉠은 척수의 연합 신경이고, ㉡은 운동 신경이다.

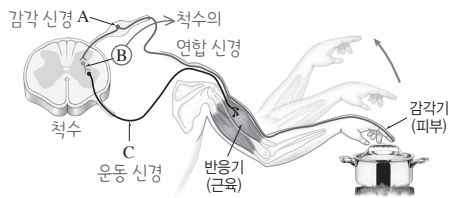
ㄱ. ㉠은 척수의 속질인 회색질에 존재한다.

ㄴ. ㉡은 골격근의 반응을 조절하는 운동 신경이며, 운동 신경은 체성 신경계에 속한다.

② 근수축이 일어날 때 H대와 I대의 길이가 어떻게 변하는지 파악한다.

ㄷ. 근육 ㉢가 수축할 때 ㉢를 구성하는 근육 원섬유 마디의 길이는 짧아지며, 이때 마이오신 필라멘트만 있는 H대와 액틴 필라멘트만 있는 I대의 길이는 모두 짧아진다.

9 문제 분석



회피 반사의 경로: 자극(뜨거운 냄비) → 감각기(손의 피부) → 감각 신경(A) → 척수(B, 반응 중추) → 운동 신경(C) → 반응기(근육) → 반응(급히 손을 뺌)

선택지 분석

- ✗ 이 반응은 대뇌의 판단과 명령에 의해 일어난다. 척수
 ○ A가 마비되면 뜨거운 냄비를 만지더라도 통증을 느끼지 못한다.
 ✗ 뜨거운 냄비를 만졌을 때 자신도 모르게 손을 떼는 반응의 경로는 C → B → A이다. A → B → C

전략적 풀이 ① 뜨거운 냄비를 만졌을 때 일어나는 반응 경로와 반응의 중추를 파악한다.

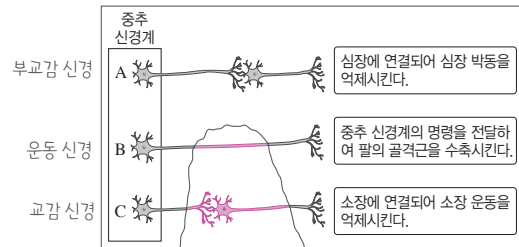
ㄱ. 뜨거운 냄비를 만졌을 때 손을 무의식적으로 떼는 반응(회피 반사)의 중추는 척수이므로, 척수의 판단과 명령에 의해 일어난다.

ㄷ. 회피 반사는 '감각 신경(A) → 척수(B) → 운동 신경(C)' 순으로 일어난다.

② 감각 신경(A)의 역할이 무엇인지 파악한다.

ㄴ. A는 감각기와 중추를 연결하는 감각 신경이며, 척수는 뇌와 말초 신경을 연결하는 신경의 통로 역할을 한다. A(감각 신경)에서 받아들인 정보는 척수를 통해 대뇌로 전달되어 뜨겁다는 통증을 느끼게 된다. 따라서 A(감각 신경)가 마비되면 자극이 중추로 전달되지 못하므로 통증을 느끼지 못한다.

10 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 자율 신경계에 속한다.
 ○ ㉡ B는 대뇌의 지배를 받는다.
 ✗ C는 2개의 뉴런으로 연결되며, 신경절 이전 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다. 아세틸콜린

전략적 풀이 ① 말초 신경계에 속하는 A~C가 각각 어떤 신경인지 를 파악하고 그 특징을 이해한다.

A는 부교감 신경, B는 운동 신경, C는 교감 신경이다.

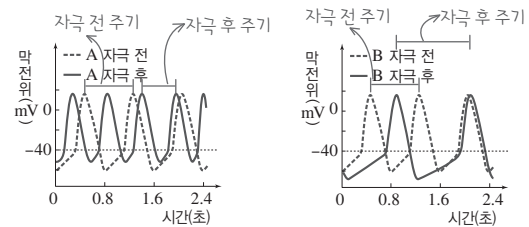
ㄱ. A(부교감 신경)와 C(교감 신경)는 자율 신경계에 속한다.

ㄴ. B는 의식적인 골격근의 반응을 조절하는 운동 신경이므로, 대뇌의 지배를 받는다.

② 교감 신경의 구조와 신경절에서 분비되는 신경 전달 물질을 알아낸다.

ㄷ. 교감 신경(C)은 2개의 뉴런으로 연결되며, 신경절 이전 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이, 신경절 이후 뉴런의 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.

11 문제 분석



(가) 자극 후가 자극 전보다 활동 전위의 발생 빈도가 증가하였다. → 심장 박동이 촉진된다. → A는 교감 신경이다.
 (나) 자극 후가 자극 전보다 활동 전위의 발생 빈도가 감소하였다. → 심장 박동이 억제된다. → B는 부교감 신경이다.

선택지 분석

- ㉠ 심장 박동은 A와 B의 길항 작용으로 조절된다.
- ㉡ A는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.
- ㉢ B의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다.

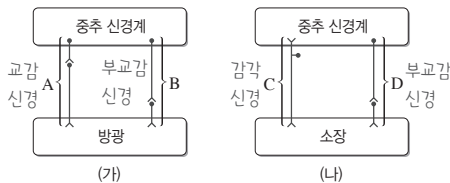
▶ 전략적 풀이 ① 자극 전과 후의 활동 전위 발생 빈도를 비교하여 자율 신경 A와 B가 각각 무엇인지 파악한다.

자율 신경 A를 자극한 후에 활동 전위 발생의 빈도가 증가하였고, 자율 신경 B를 자극한 후에 활동 전위의 발생 빈도가 감소하였다. 이를 통해 A는 교감 신경, B는 부교감 신경이라는 것을 알 수 있다. ㉠. 심장 박동은 교감 신경(A)과 부교감 신경(B)의 길항 작용으로 조절된다.

② 교감 신경과 부교감 신경의 구조와 어느 중추 신경에서 뻗어 나오는지를 파악한다.

- ㉡. A(교감 신경)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.
- ㉢. 부교감 신경(B)은 연수로부터 뻗어 나오므로 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다.

12 꼬꼬 문제 분석



선택지 분석

- ✗ A의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 시상 하부에 있다. 척수
- ㉡ B가 흥분하면 방광이 수축한다.
- ✗ C와 D는 모두 원심성 뉴런으로 구성되어 있다. D는

▶ 전략적 풀이 ① 방광에 연결된 말초 신경 A와 B가 각각 어떤 신경인지 파악한 후 A와 B가 방광을 어떻게 조절하는지를 알아낸다.

A는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧기 때문에 교감 신경이고, B는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길기 때문에 부교감 신경이다.

- ㉠. A(교감 신경)의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.
- ㉡. A(교감 신경)가 흥분하면 방광이 확장하고, B(부교감 신경)가 흥분하면 방광이 수축한다.

② 소장에 연결된 말초 신경 C와 D가 각각 어떤 신경인지 파악한다.

C는 척삭 돌기의 한쪽에 신경 세포체가 있으므로 감각 신경이고, D는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길기 때문에 부교감 신경이다.

- ㉢. C는 구심성 뉴런이고, D는 원심성 뉴런이다.

2

호르몬과 항상성



01

항상성 유지

개념 확인 문제

122쪽

- ① 표적 세포(표적 기관) ② 느리다 ③ 빠르다 ④ 갑상샘
- ⑤ 전엽 ⑥ 후엽 ⑦ 당뇨병 ⑧ 에피네프린

- 1 항상성 2 (1) ○ (2) × (3) ○ 3 ㉠ 빠르, ㉡ 느리
- 4 (1) ○ (2) × (3) ○ 5 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤
- 6 생장 호르몬

1 우리 몸은 내분비계와 신경계가 조직과 기관 사이에 신호를 전달하여 체내 여러 기관의 기능을 유기적으로 조절함으로써 항상성을 유지한다.

2 (1) 호르몬은 특정 호르몬의 작용을 받는 표적 세포, 표적 기관에만 작용한다.

(2) 호르몬은 내분비샘에서 생성되며, 혈액을 따라 이동한다.

(3) 호르몬은 매우 적은 양으로 생리 작용을 조절하며, 결핍증과 과다증이 나타난다.

3 신경은 직접 연결된 세포에만 작용하므로 신호 전달 속도가 빠르지만, 호르몬은 혈액을 따라 이동하면서 표적 세포에만 작용하므로 신호 전달 속도가 느리다.

4 (1) 간뇌의 시상 하부는 호르몬의 분비를 조절하는 중추로서 항상성 유지에 관여한다.

(2) 옥시토신은 자궁 수축을 촉진하며, 사람의 2차 성징 발현에 관여하는 호르몬에는 테스토스테론과 에스트로젠이 있다.

(3) 이자에서 분비되는 글루카곤과 부신 속질에서 분비되는 에피네프린은 모두 혈당량을 증가시키는 호르몬이다.

5 (1) 이자에서는 인슐린과 글루카곤이 분비된다.

(2) 갑상샘에서는 티록신과 칼시토닌이 분비된다.

(3) 부신 속질에서는 에피네프린이 분비된다.

(4), (5) 뇌하수체 전엽에서는 생장 호르몬, 갑상샘 자극 호르몬, 생식샘 자극 호르몬, 부신 결절 자극 호르몬, 여포 자극 호르몬, 황체 형성 호르몬 등이 분비되며, 뇌하수체 후엽에서는 항이뇨 호르몬과 옥시토신이 분비된다.

6 거인증은 성장 호르몬이 과다하게 분비되어 나타나는 질환으로 키가 비정상적으로 많이 자라며, 소인증은 성장 호르몬이 결핍되어 나타나는 질환으로 뼈와 근육의 발달이 미흡하여 키가 잘 자라지 않는다.

개념 확인 문제

126쪽

- ① 음성 피드백(음성 되먹임) ② 시상 하부 ③ 티록신
④ 높아 ⑤ 낮아

- 1 음성 피드백(음성 되먹임) 2 (1) 음성 피드백(음성 되먹임)
(2) ① 시상 하부, ② 뇌하수체 전엽 (3) 높아 (4) ① 높아, ② 억제
(5) 갑상샘종 3 ㄱ, ㄴ 4 A : 인슐린, B : 글루카곤, C :
에피네프린 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○

2 (1) (가)는 티록신의 분비량 증가가 원인이 되어 티록신의 분비를 억제하는 작용이므로, (가)에 해당하는 조절 작용은 음성 피드백(음성 되먹임)이다.

(2) 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)은 시상 하부에서 분비되어 뇌하수체 전엽을 자극하여 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다.

(3) 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)은 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비를 촉진하고, 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다. 따라서 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)의 분비가 촉진되면 티록신의 혈중 농도가 높아진다.

(4) 티록신의 혈중 농도가 과다하게 높아지면 음성 피드백으로 시상 하부에서 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)의 분비가 억제되고, 그 결과 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비가 억제된다.

(5) 갑상샘종은 갑상샘이 비대해지는 질병으로 티록신의 주성분인 아이오딘이 오랫동안 결핍되었을 때 나타난다.

3 길항 작용이란 같은 기관에 작용하여 서로 반대 효과를 나타내는 것이다. 인슐린과 글루카곤은 모두 간에 작용하여 인슐린은 혈당량을 감소시키고, 글루카곤은 혈당량을 증가시킨다. 교감 신경과 부교감 신경은 심장, 방광 등에 분포하며 교감 신경은 긴장 상태로, 부교감 신경은 평상시 상태로 기관의 작용을 조절한다. 한편, 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극하고 티록신은 물질대사를 촉진하므로 서로 반대 효과를 나타내지 않는다.

4 이자의 β 세포에서 분비되는 인슐린은 혈당량을 감소시키고, 이자의 α 세포에서 분비되는 글루카곤과 부신 속질에서 분비되는 에피네프린은 혈당량을 증가시킨다.

5 (1) 식사 후 혈당량이 정상 수준보다 높아지면 혈당량을 낮추기 위해 이자의 β 세포에서 인슐린의 분비가 촉진된다.

(2) 운동을 하면 혈당량이 정상 수준보다 낮아져 글루카곤의 분비가 촉진되므로 간에서 글리코젠을 포도당으로 분해하는 과정이 촉진된다.

(4) 글루카곤의 분비가 촉진되면 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되며, 포도당이 혈액으로 방출됨으로써 혈당량이 증가한다.

개념 확인 문제

129쪽

- ① 촉진 ② 억제 ③ 증가 ④ 증가 ⑤ 촉진 ⑥ 감소
⑦ 억제

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 A : 교감, B : 에피네프린, C :
티록신 3 (1) ① 감소, ② 높아, ③ 높아 (2) ① 증가, ② 낮아,
③ 낮아 4 감소한다. 5 ㄷ, ㄹ

1 (1), (3) 날씨가 추워져 체온이 정상보다 낮아지면 열 발생량 증가를 위해 몸 떨림과 같은 근육 운동이 활발해진다. 또한 피부 근처 혈관이 수축하여 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소한다.

(2) 날씨가 더워져 체온이 정상보다 높아지면 피부 근처 혈관이 확장하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 늘어난다.

(4) 티록신은 물질대사를 촉진하므로 체온이 정상보다 높아지면 티록신의 분비량이 감소하여 열 발생량이 감소한다.

2 날씨가 추워져 체온이 낮아지면 교감 신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하여 열 발산량을 감소시키고, 부신 속질에서의 에피네프린 분비량 증가와 갑상샘에서의 티록신 분비량 증가로 열 발생량을 증가시킨다.

3 체내 수분량이 감소하면 체액의 농도가 높아져 혈장 삼투압이 높아지며, 체내 수분량이 증가하면 체액의 농도가 낮아져 혈장 삼투압이 낮아진다.

4 물을 많이 마시면 혈장 삼투압이 정상보다 낮아져 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 감소하여 콩팥에서 수분 재흡수가 억제된다.

5 혈장 삼투압이 정상 수준보다 높으면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하여 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진된다. 그 결과 같은 시간 동안 생성되는 오줌량은 감소하고 체내 수분량이 증가하여 혈장 삼투압이 정상 수준으로 회복된다.

- 자료 1** 1 ㉠ 뇌하수체 전엽, ㉡ 갑상샘 2 음성 피드백
3 TRH : 감소한다. TSH : 감소한다. 4 (1) ○
(2) × (3) × (4) ○ (5) ○ (6) ○
- 자료 2** 1 A : 인슐린, B : 글루카곤 2 A : β세포, B : α세포
3 에피네프린 4 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ×
- 자료 3** 1 ㉠ 발산량(방출량), ㉡ 발생량(생산량) 2 간뇌의
시상 하부 3 A 4 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○
(5) ○ (6) ×
- 자료 4** 1 항이노 호르몬(ADH) 2 II 3 I 4 (1) ×
(2) ○ (3) × (4) ○

1-1 TRH(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)의 표적 기관(㉠)은 뇌하수체 전엽이고, TSH(갑상샘 자극 호르몬)의 표적 기관(㉡)은 갑상샘이다.

1-2 TRH와 TSH의 분비량 증가(원인)로 혈액 속 티록신의 분비량이 증가(결과)하고, 티록신의 분비량 증가로 TRH와 TSH의 분비량이 억제됨으로써 혈액 속 티록신의 농도가 일정하게 유지된다. 이와 같이 어떤 원인으로 나타난 결과가 원인을 다시 억제하는 조절 원리를 음성 피드백이라고 한다.

1-3 혈관에 티록신을 주사하면 혈액 속 티록신의 농도가 높아지므로 음성 피드백에 의해 TRH와 TSH의 분비가 모두 억제되어 분비량이 감소한다.

1-4 (1) TSH는 갑상샘을 자극하는 호르몬이므로 표적 기관은 갑상샘이다.

(2) 갑상샘에서의 티록신 분비량은 음성 피드백으로 조절되어 혈액 속 티록신의 농도를 일정하게 유지한다.

(3) 티록신은 물질대사를 촉진하는 호르몬이다.

(4) TRH는 뇌하수체 전엽을 자극하여 TSH의 분비를 촉진하고, TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다. 따라서 TRH의 분비량이 증가하면 티록신의 분비량이 증가한다.

(5) 티록신의 분비량이 정상보다 적으면 음성 피드백에 의해 TRH의 분비량이 증가하여 뇌하수체 전엽을 자극한다.

(6) 갑상샘종은 갑상샘이 비대해지는 질병으로, 티록신의 주성분인 아이오딘이 오랫동안 결핍되었을 때 나타난다.

2-1 이자에서 분비되는 호르몬 중 혈당량을 감소시키는 호르몬은 인슐린이고, 혈당량을 증가시키는 호르몬은 글루카곤이다.

2-2 호르몬 A(인슐린)는 β세포에서, 호르몬 B(글루카곤)는 α세포에서 분비된다.

2-3 호르몬 B(글루카곤)와 같이 혈당량을 증가시키는 부신 속질 호르몬은 에피네프린이다.

2-4 (1), (2) 인슐린은 간에서 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고 체세포의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 낮춘다. 따라서 혈당량이 정상 수준보다 높아지면 인슐린의 분비량이 증가한다.

(3) 글루카곤과 에피네프린은 간에 저장되어 있는 글리코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진하여 혈당량을 높인다. 따라서 혈당량이 정상 수준보다 낮아지면 글루카곤과 에피네프린의 분비가 촉진된다.

(4) 간뇌의 시상 하부가 교감 신경을 자극하여 부신 속질에서 에피네프린의 분비를 촉진한다.

(5) 당뇨병은 인슐린(A)의 분비나 작용 이상으로 혈당량이 높게 유지되어 나타나는 질환이다.

3-1 추울 때는 피부 근처 혈관의 수축으로 열 발산량(방출량)을 감소시키고, 물질대사의 촉진으로 열 발생량(생산량)을 증가시켜 체온이 낮아지는 것을 막는다.

3-2 체온 변화를 감지하고 이를 조절하는 중추(가)는 간뇌의 시상 하부이다.

3-3 피부 근처 혈관의 수축과 부신 속질을 자극하는 것은 모두 교감 신경의 작용에 의한 것이고, 교감 신경에 의해 자극을 받은 부신 속질에서 에피네프린이 분비되어 물질대사를 촉진하는 것과 티록신의 분비에 의해 물질대사가 촉진되는 것은 모두 호르몬에 의한 조절 작용이다.

3-4 (1) 저온 자극을 받으면 티록신의 분비량 증가로 간과 근육에서 물질대사가 촉진되어 열 발생량이 증가한다.

(2), (3), (4) 날씨가 추워져 체온이 낮아지면 교감 신경의 작용이 강화되어 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소한다. 체온이 높아지면 교감 신경의 작용 완화로 피부 근처 혈관이 확장되어 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가한다. 이와 같이 피부 근처 혈관의 수축, 확장에 의해 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 달라지게 되고, 이에 따라 몸 표면을 통한 열 발산량이 달라져 체온이 조절된다.

(5) 간뇌의 시상 하부에서 감지된 온도 자극은 대뇌로도 전달되어 옷을 껴입거나 옷을 벗는 등의 의식적인 행동으로 체온을 조절하기도 한다.

(6) 더운 날씨로 인해 체온이 정상보다 높아지면 체내의 열 발생량을 줄여야 하므로 골격근의 떨림은 일어나지 않는다.

4-1 혈장 삼투압이 높아질수록 X의 혈중 농도가 높아지므로 X는 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

4-2 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 많으면 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되므로 오줌 생성량은 감소하고, 오줌 삼투압은 높아진다. 따라서 호르몬 X의 분비량이 더 많은 구간은 오줌 삼투압이 높은 II이다.

4-3 다량의 물을 섭취하면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 줄어들어 오줌 생성량이 증가하고, 오줌 삼투압은 낮아진다. 따라서 구간 I에서가 구간 II에서보다 오줌 생성량이 많다.

4-4 (1) 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하므로, 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하면 콩팥에서 수분의 재흡수량이 증가한다.

(2) 혈장 삼투압이 정상 수준보다 낮아지면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 감소하고, 콩팥에서의 수분 재흡수량도 줄어든다. 그 결과 오줌 생성량은 증가한다.

(3) 물을 많이 마시면 혈장 삼투압이 낮아지므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량은 감소하고, 오줌 생성량은 증가한다.

(4) 짠 음식을 많이 섭취하면 혈장 삼투압이 높아지므로 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 촉진된다. 그 결과 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되므로 체내 수분량이 증가한다.

내신 만점 문제

132쪽~134쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|----------|
| 01 ② | 02 ④ | 03 ① | 04 ④ | 05 해설 참조 |
| 06 ⑤ | 07 ③ | 08 ⑤ | 09 ② | 10 ③ |
| 12 ④ | 13 ③ | 14 ④ | | |

01 ①, ③ 호르몬은 혈액을 따라 온몸으로 운반되며, 지속적이고 광범위하게 작용한다.

④ 호르몬의 작용을 받는 세포(기관)를 표적 세포(표적 기관)라고 하며, 호르몬은 표적 세포(표적 기관)에만 작용한다.

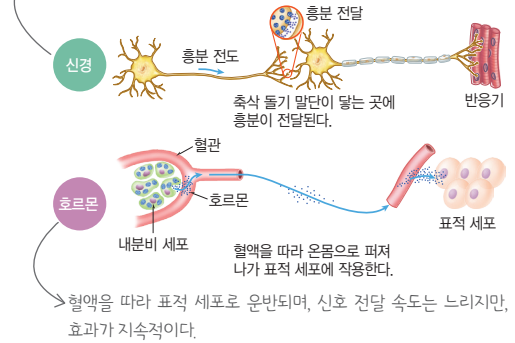
⑤ 매우 적은 양의 호르몬에도 표적 세포는 반응을 나타내며, 결핍증과 과다증이 나타날 수 있다.

바로알기

② 호르몬은 내분비샘에서 생성·분비되어 특정 조직이나 기관의 기능을 조절하는 화학 물질이다.

02 꼬꼬 문제 분석

→ 축삭 돌기의 말단 부위에서만 흥분이 전달되며, 신호 전달 속도는 빠르지만, 효과가 일시적이다.



ㄴ. 신경에 의한 신호(흥분) 전달 과정은 빠르게 일어나지만, 호르몬에 의한 신호 전달 과정은 느리게 일어난다.

ㄷ. 신경은 시냅스 이전 뉴런에서 시냅스 이후 뉴런으로 화학 물질인 신경 전달 물질이 확산될 때 신호 전달이 일어나며, 화학 물질인 호르몬은 혈액을 통해 표적 세포로 전해질 때 신호 전달이 일어난다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 신경에서는 뉴런을 통해 전달된 흥분이 사라지면 효과도 곧 사라지지만, 호르몬은 표적 세포에 작용하여 효과가 지속적으로 나타난다.

03 ② A는 뇌하수체 후엽이며, 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하는 호르몬은 항이뇨 호르몬(ADH)이 분비된다.

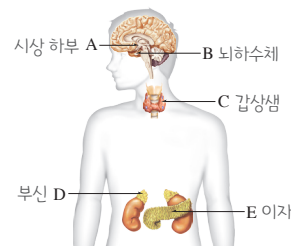
③ 성장 호르몬은 뇌하수체 전엽(B)에서 분비된다.

④ 물질대사를 촉진하는 호르몬은 티록신이며, 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 뇌하수체 전엽에서 분비된다. 따라서 뇌하수체 전엽(B)을 제거하면 갑상샘 자극 호르몬(TSH)이 분비되지 않아 티록신의 분비가 억제되어 물질대사가 억제된다.

⑤ 간뇌에 있는 시상 하부는 호르몬의 분비를 조절하는 중추이다.

▮ **바로알기** ▮ ① 시상 하부의 아래쪽에 있는 내분비샘은 뇌하수체이며, B는 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬을 분비하므로 뇌하수체 전엽이고, A는 뇌하수체 후엽이다.

04 꼬꼬 문제 분석



④ D는 부신이며, 부신 속질에서는 혈당량을 증가시키는 호르몬인 에피네프린이 분비된다.

■ **바로알기** ① A는 시상 하부이며, 생식샘 자극 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비된다.

② B는 뇌하수체이며, 티록신은 갑상샘(C)에서 분비된다.

③ C는 갑상샘이며, 옥시토신은 뇌하수체 후엽에서 분비된다.

⑤ E는 이자이며, 여자의 2차 성징 발현에 관여하는 에스트로젠은 난소에서 분비된다.

05 생장 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬으로 몸의 생장을 촉진한다.

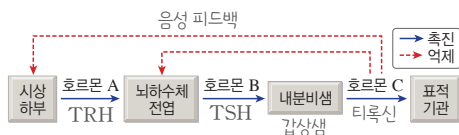
■ **모범답안** 생장 호르몬, 얼굴, 손, 발 등의 몸의 말단부가 커지는 말단 비대증이 나타난다.

채점 기준	배점
호르몬의 이름, 과다증의 이름과 특징을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
호르몬의 이름과 과다증의 이름만 옳게 서술한 경우	50 %
호르몬의 이름과 과다증의 이름 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	20 %

06 ㄴ, ㄷ. 실내 온도가 설정 온도보다 높아지거나 낮아지면 변화된 온도가 냉방기의 온도 조절기에 영향을 주고, 온도 조절기는 냉방기의 작동을 조절하여 실내 온도를 설정 온도로 맞춘다. 이와 같이 온도 조절기에 의해 실내 온도가 일정하게 유지되는 원리는 음성 피드백이며, 음성 피드백에 의해 체온과 혈액 속 티록신의 농도는 일정하게 유지된다.

■ **바로알기** ㄱ. 음식을 입에 넣었을 때 침이 나오는 것은 자극에 대한 반응이다.

07 **꼭꼭** 문제 분석

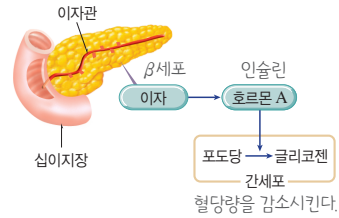


ㄱ. TRH는 시상 하부에서 분비되며, 뇌하수체 전엽을 자극하여 TSH의 분비를 촉진한다. TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다. 따라서 호르몬 A가 TRH라면 B는 TSH, C는 티록신이다.

ㄷ. 호르몬 C의 농도가 높아지면 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 호르몬의 분비가 억제되므로써 C의 농도는 일정하게 유지된다. 이와 같이 혈액 속 호르몬 C의 농도는 음성 피드백에 의해 일정하게 유지된다.

■ **바로알기** ㄴ. 호르몬 B의 주사로 혈액 속 B의 농도가 높아지면 호르몬 C의 농도가 높아지게 되며, 음성 피드백에 의해 시상 하부에서 A의 분비가 억제된다.

08 **꼭꼭** 문제 분석



⑤ 한 기관에 2개의 요인이 함께 작용할 때 한 요인이 기관의 기능을 촉진하면, 나머지 한 요인은 기관의 기능을 억제하는 원리를 길항 작용이라고 한다. 호르몬 A는 인슐린으로 이자에서 분비되는 글루카곤과 길항 작용을 한다.

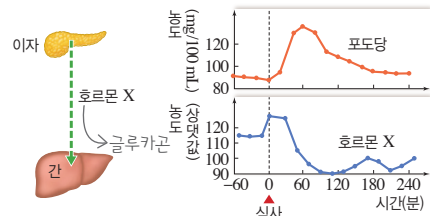
■ **바로알기** ① 인슐린은 간에서 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 체세포의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시킨다.

② 이자의 α세포에서는 글루카곤이, β세포에서는 인슐린이 분비된다.

③ 운동을 하면 세포 호흡으로 포도당이 분해되어 혈당량이 감소하므로 인슐린의 혈중 농도는 낮아지고, 글루카곤의 혈중 농도가 높아진다.

④ 에피네프린은 혈당량을 증가시키며, 인슐린은 혈당량을 감소시킨다. 따라서 인슐린과 에피네프린은 같은 역할을 하는 호르몬이 아니다.

09 **꼭꼭** 문제 분석



(가) 이자의 α세포에서 분비되는 글루카곤은 간에 저장되어 있는 글루코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다.

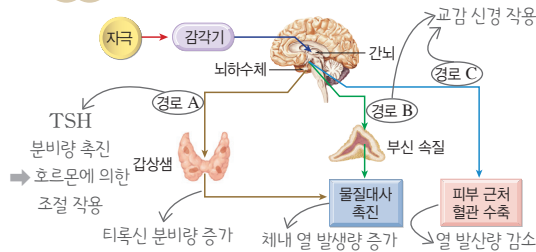
(나) 식사 후 포도당의 혈중 농도가 증가하였을 때 호르몬 X의 혈중 농도가 감소하였으므로 호르몬 X는 글루카곤이다.

ㄴ. 글루카곤은 이자의 α세포에서 분비된다.

■ **바로알기** ㄱ. 호르몬 X는 이자에서 분비되며 식사 후 포도당의 혈중 농도가 증가하였을 때 혈중 농도가 감소하므로 글루카곤이다.

ㄷ. 체세포의 포도당 흡수가 촉진되면 혈당량이 감소한다. X는 글루카곤으로 혈당량을 높이는 호르몬이므로 체세포의 포도당 흡수를 촉진하지 않는다.

10 꼼꼼 문제 분석

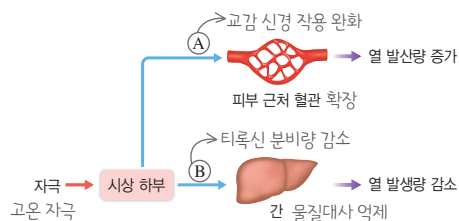


ㄱ. A는 TSH와 갑상샘에서 분비된 티록신에 의해 물질대사가 촉진되는 경로이므로 호르몬에 의한 조절 과정이다.

ㄴ. B는 교감 신경의 자극으로 부신 속질에서 분비된 에피네프린에 의해 물질대사가 촉진되는 경로이므로 B에 의해 체내 열 발생량이 증가한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. 피부 근처 혈관 수축은 교감 신경의 작용 강화에 의해 일어나므로, C는 교감 신경의 작용에 의한 조절 과정이다.

11 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 열 발산량이 증가하고 열 발생량이 감소하면 체온이 낮아지므로 이 과정은 날씨가 더워져 체온이 올라갔을 때 일어나는 체온 조절 과정의 일부이다.

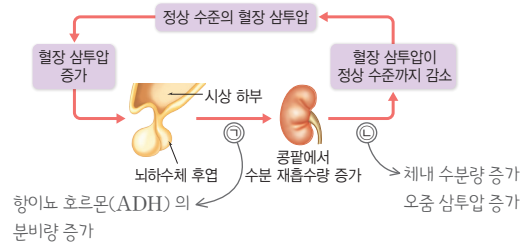
ㄴ. A(교감 신경의 작용 완화)로 인해 피부 근처 혈관이 확장되어 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 늘어나 열 발산량이 증가한다.

ㄷ. 열 발생량이 감소한 것은 B(티록신의 분비량 감소)로 인해 간에서 물질대사가 억제되었기 때문이다.

12 날씨가 추워져 체온이 정상보다 낮아지면 물질대사가 촉진되고 몸 떨림과 같은 근육 운동이 활발해져 열 발생량이 증가한다. 또한 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 줄어들어 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소한다.

▮ **바로알기** ▮ 날씨가 더워져 체온이 정상보다 높아지면 물질대사가 억제되어 열 발생량이 감소한다. 또한 교감 신경의 작용 완화로 피부 근처의 혈관이 확장하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 늘어나며, 땀샘을 자극하여 땀 분비가 증가되어 열 발산량이 증가한다.

13 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. 콩팥에서의 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 따라서 혈장 삼투압이 정상 수준보다 증가하면 과정 ㉠에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가한다.

ㄷ. 혈장 삼투압의 증가는 짠 음식을 많이 섭취하였거나 땀을 많이 흘려 체내 수분량이 감소하였을 때 일어난다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. 콩팥에서 수분 재흡수량이 증가하면 오줌 생성량이 감소하게 되므로 과정 ㉡에서 오줌 삼투압이 증가한다.

14 ① 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하여 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진되므로 오줌 생성량이 감소한다.

② 물을 많이 마시면 체내 수분량이 증가하여 혈장 삼투압이 감소하게 되므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 억제된다.

③ 땀을 많이 흘리면 체내 수분량이 감소하여 혈장 삼투압이 증가하게 되므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하여 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진되어 수분 재흡수량이 증가한다.

⑤ 항이뇨 호르몬(ADH)의 혈중 농도가 높아지면 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진되어 수분 재흡수량이 증가하므로 체내 수분량이 증가한다.

▮ **바로알기** ▮ ④ 혈장 삼투압이 감소하면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 감소하여 콩팥에서의 수분 재흡수를 억제한다.

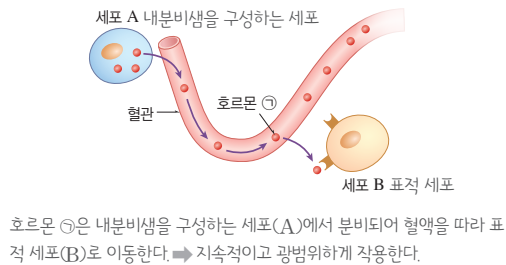
종단원 핵심 정리

135쪽

- | | | | | |
|------------------|---------|--------|----------|----------------|
| ① 호르몬 | ② 혈액 | ③ 좁 | ④ 넓 | ⑤ 항이뇨 호르몬(ADH) |
| ⑥ 갑상샘 | ⑦ 에피네프린 | ⑧ 이자 | ⑨ 생장 호르몬 | ⑩ 당뇨병 |
| ⑪ 음성 피드백(음성 되먹임) | ⑫ 인슐린 | ⑬ 글루카곤 | ⑭ 에피네프린 | ⑮ 증가 |
| ⑯ 감소 | ⑰ 증가 | ⑱ 촉진 | ⑲ 억제 | ⑳ 감소 |
| | | | | ㉑ 증가 |

01 ④	02 ②	03 ③	04 ②	05 ③
06 ③	07 ⑤	08 ③	09 ④	10 ③
11 ⑤	12 ④	13 ③	14 ②	15 ④
16 해설 참조	17 해설 참조	18 해설 참조		

01 꼼꼼 문제 분석



- ① 내분비샘에는 분비관이 따로 없어 호르몬 ①은 혈관으로 분비되어 혈액을 따라 이동한다.
- ② 호르몬은 내분비샘에서 생성되고 분비된다. 따라서 세포 A는 내분비샘을 구성하는 세포이다.
- ③ 세포 B에는 호르몬 ①에 대한 수용체가 있으므로 호르몬 ①에 대한 표적 세포이다.
- ⑤ 호르몬은 매우 적은 양으로 생리 활동을 조절하며, 혈중 농도가 매우 높으면 과다증, 매우 낮으면 결핍증이 나타난다.

■ **바로알기** ④ 호르몬 ①은 혈액을 따라 이동하면서 호르몬 ①의 모든 표적 세포에 영향을 주므로 지속적이고 광범위하게 작용한다.

- ② ①, ③, ④ 신경의 신호 전달은 뉴런과 연결된 세포에서만 일어나므로 속도는 빠르지만 효과는 곧 사라진다. 반면, 호르몬의 신호 전달은 혈액을 통해 이동하여 표적 세포에 작용하므로 속도는 느리지만 효과는 오래 지속된다.
- ⑤ 동공 반사는 중뇌와 자율 신경에 의한 것이므로 신경에 의한 신호 전달로 일어나며, 생장은 성장 호르몬이 관여하므로 호르몬에 의한 신호 전달로 일어난다.

■ **바로알기** ② 신경은 축삭 돌기를 따라 일어나는 흥분 전도와 시냅스에서의 흥분 전달을 통해 신호를 전달하는데, 흥분 전도에서는 전기적 방법, 흥분 전달에서는 신경 전달 물질에 의한 화학적 방법으로 신호가 전달된다. 호르몬은 화학 물질로 화학적 방법에 의해 신호가 전달된다.

- ③ 부신 속질에서 분비되는 에피네프린은 혈당량 증가, 심장 박동 증가 등의 작용을 한다.

■ **바로알기** ① 이자에서 분비되는 인슐린은 혈당량을 감소시킨다.

- ② 갑상샘에서 분비되는 티록신은 물질대사를 촉진시킨다.
- ④ 옥시토신은 뇌하수체 후엽에서 분비되며, 출산 시 자궁 수축을 촉진하는 작용을 한다.
- ⑤ 생장을 촉진하는 성장 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비된다.

04 ①, ③ 소인증은 성장기에 성장 호르몬의 결핍으로 나타나고, 말단 비대증은 성장기가 끝난 후 성장 호르몬의 과다 분비로 나타난다.

④ 갑상샘 기능 항진증은 티록신의 과다 분비로 인해 나타나는 증상이며, 갑상샘 기능 항진증 환자는 맥박 수가 증가하거나 안구 돌출 현상이 나타나기도 한다.

⑤ 갑상샘 기능 저하증은 티록신이 정상 수준보다 적게 분비되어 나타나는 증상이다. 갑상샘 기능 저하증 환자는 물질대사가 잘 일어나지 않으므로 추위를 잘 느끼고 체중이 증가한다.

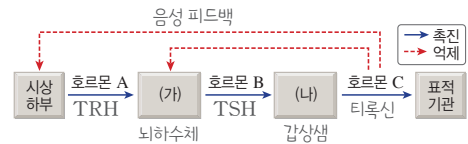
■ **바로알기** ② 제2형 당뇨병은 인슐린은 정상적으로 생성되지만 여러 원인으로 인슐린의 표적 세포가 인슐린의 신호를 받아들이지 못하여 나타난다.

05 ㄱ. 실내 온도가 설정 온도보다 높아지면 온도 조절기에 의해 냉방기가 작동하여 실내 온도가 낮아진다. 실내 온도가 설정 온도보다 낮아지면 온도 조절기에 의해 냉방기가 작동을 멈춰 실내 온도가 높아진다. 이와 같이 어떤 일이 원인으로 작용하여 나타난 결과가 원인을 다시 억제하는 조절 원리가 나타나므로 온도 조절기에 의해 실내 온도가 일정하게 유지되는 원리는 음성 피드백이다.

ㄴ. 혈장 삼투압이 높아지면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하고, 그 결과 혈장 삼투압이 정상 수준으로 회복되면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 줄어든다. 이와 같이 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량은 음성 피드백에 의해 조절되므로 온도 조절기에 의한 실내 온도 조절과 같은 원리로 조절된다.

■ **바로알기** ㄴ. 우리 몸에서 항상성 유지의 조절 중추는 간뇌의 시상 하부이다. 따라서 온도 조절기와 같은 역할을 하는 것은 간뇌의 시상 하부이다.

06 꼼꼼 문제 분석

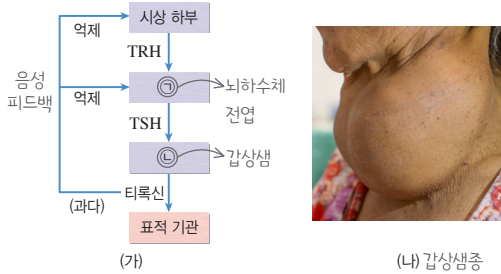


ㄴ. 그림의 호르몬 분비는 음성 피드백에 의해 조절되므로 호르몬 C의 혈중 농도가 높아지면 시상 하부와 내분비샘 (가)에서 호르몬 A와 B의 분비가 각각 억제된다.

■ **바로알기** ㄱ. (나)가 갑상샘이라면, 호르몬 B는 갑상샘 자극 호르몬(TSH)이며, 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 뇌하수체 전엽에서 분비된다. 따라서 (가)는 뇌하수체 전엽이다.

ㄴ. 길항 작용이란 같은 기관에 작용하며, 서로 반대되는 기능을 하는 것인데, 호르몬 A와 C는 서로 다른 기관에 작용하므로 길항 작용을 하지 않는다.

07 **문제 분석**



아이오딘 섭취 부족 → 티록신이 적게 생성됨 → 티록신의 혈중 농도 낮아짐
→ TRH, TSH의 분비량 증가로 혈중 농도가 높아짐 → TSH가 갑상샘을 계속 자극하므로 갑상샘이 비대해짐 → 갑상샘종에 걸림



(나) 갑상샘종

⑤ 아이오딘은 티록신의 구성 성분이므로 아이오딘의 섭취가 적으면 티록신의 분비량이 적어 음성 피드백에 의해 TSH의 분비량이 증가하여 갑상샘을 자극하게 되므로 갑상샘이 비대해진다. 따라서 (나)는 티록신 부족으로 갑상샘종에 걸린 환자의 모습이다.

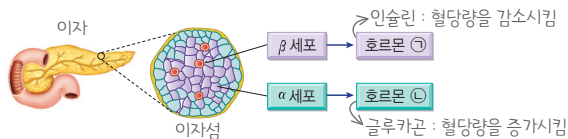
■ **바로알기** ① ㉠은 뇌하수체 전엽이며, 뇌하수체 전엽에서는 TSH가 분비된다.

② ㉡은 티록신을 분비하는 내분비샘이므로, 갑상샘이다.

③ 티록신의 분비는 음성 피드백을 통해 조절된다.

④ 티록신은 호르몬이며, 호르몬은 내분비샘에서 분비되어 혈액을 통해 표적 기관으로 운반된다.

08 **문제 분석**

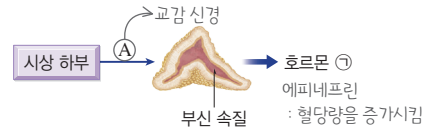


ㄱ. 호르몬 ㉠은 이자의 β세포에서 분비되므로 인슐린이고, 호르몬 ㉡은 이자의 α세포에서 분비되므로 글루카곤이다. 인슐린은 간에서 글리코겐의 합성을 촉진하고, 글루카곤은 글리코겐의 분해를 촉진하므로 간은 인슐린과 글루카곤의 표적 기관이다.

ㄴ. 운동을 하여 혈당량이 낮아지면 글루카곤(㉡)의 분비가 촉진되어 간에서 글리코겐이 포도당으로 분해되는 과정이 촉진되어 혈당량이 높아진다.

■ **바로알기** ㄴ. 호르몬 ㉠은 이자의 β세포에서 분비되므로 인슐린이고, 호르몬 ㉡은 이자의 α세포에서 분비되므로 글루카곤이다.

09 **문제 분석**



ㄴ. 교감 신경의 작용에 의해 부신 속질에서 에피네프린이 분비되므로, A는 교감 신경에 의한 자극 전달 경로이다.

ㄷ. 호르몬 ㉠은 에피네프린이며, 에피네프린은 간에서 글리코겐을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

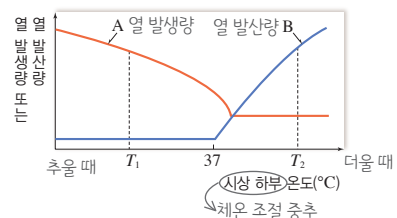
■ **바로알기** ㄱ. 글루카곤은 이자에서, 에피네프린은 부신 속질에서 분비된다. 글루카곤과 에피네프린은 모두 혈당량을 증가시키는 호르몬이므로 ㉠(에피네프린)은 글루카곤과 길항 작용을 하지 않는다.

10 ㄱ. 이자에서 분비되는 호르몬은 인슐린과 글루카곤이므로 A는 인슐린이고, B는 부신 속질에서 분비되어 혈당량을 증가시키는 호르몬인 에피네프린이다. 인슐린은 간에서 포도당을 글리코겐으로 합성하는 과정과 체세포의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 낮춘다.

ㄴ. 당뇨병은 인슐린 부족에 의해 나타날 수 있으므로 '분비량 부족 시 당뇨병이 나타나는가?'는 (가)에 해당한다.

■ **바로알기** ㄴ. 에피네프린(B)은 부신 속질에서 분비된다.

11 **문제 분석**



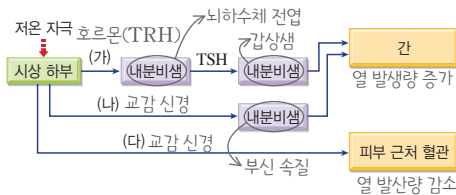
- 피부 근처로 흐르는 혈액의 양: $T_1 < T_2$
- 티록신의 분비량: $T_1 > T_2$

ㄱ. 간뇌의 시상 하부는 체온 조절의 중추로서 체온 변화를 감지하여 체온을 조절한다. 시상 하부의 온도가 높아지면 체내 열 발생량은 감소하고 열 발산량은 증가한다. 따라서 A는 열 발생량, B는 열 발산량이다.

ㄷ. 티록신의 분비량이 많으면 물질대사가 촉진되어 체내 열 발생량이 증가한다. T_1 일 때가 T_2 일 때보다 열 발생량이 많으므로 티록신의 분비량도 많다.

❏ **바로알기** ❏ ㄴ. 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 많아지면 피부 표면을 통한 열 발산량이 많아진다. T_1 일 때가 T_2 일 때보다 열 발산량이 적으므로 피부 근처로 흐르는 혈액의 양도 적다.

12 **꼭꼭** 문제 분석

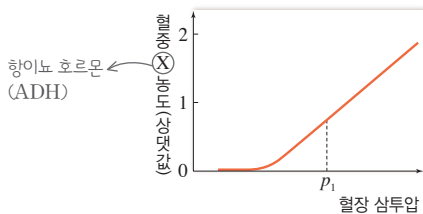


ㄱ. (가)는 호르몬(TRH)에 의한 자극 전달이고, (나)는 교감 신경에 의한 자극 전달이다. 신경에 의한 자극 전달은 호르몬에 의한 자극 전달에 비해 빠르므로 (나)를 통한 자극 전달이 (가)를 통한 자극 전달보다 빠르다.

ㄴ. (다)는 교감 신경의 작용에 의해 피부 근처 혈관이 수축하는 과정이다.

❏ **바로알기** ❏ ㄷ. (다) 과정을 통해 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 줄어들어 열 발산량이 감소한다.

13 **꼭꼭** 문제 분석



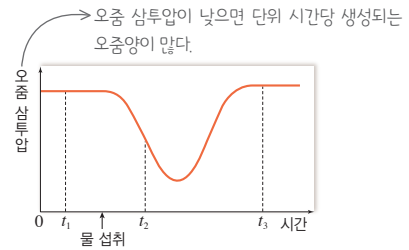
땀을 많이 흘림 → 체내 수분량 감소(혈장 삼투압 증가) → 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량 증가 → 콩팥에서의 수분 재흡수 촉진 → 오줌 생성량 감소, 오줌 삼투압 증가

ㄱ. 호르몬 X는 뇌하수체 후엽에서 분비되며, 혈장 삼투압이 높아지면 혈중 농도가 높아지므로 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진한다.

ㄴ. p_1 일 때 땀을 많이 흘리면 체내 수분량이 감소하여 혈장 삼투압이 p_1 보다 높아지게 되므로 혈중 X(항이뇨 호르몬)의 농도는 증가한다.

❏ **바로알기** ❏ ㄷ. 혈장 삼투압이 p_1 보다 높아지면 혈중 X(항이뇨 호르몬)의 농도가 높아지므로 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진되어 생성되는 오줌량은 감소한다.

14 **꼭꼭** 문제 분석



물 1 L 섭취 → 체내 수분량 증가(혈장 삼투압 감소) → 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량 감소 → 콩팥에서의 수분 재흡수 억제 → 오줌량 증가, 오줌 삼투압 감소

ㄷ. t_1 일 때가 t_2 일 때보다 오줌 삼투압이 높은 것을 통해 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 항이뇨 호르몬(ADH)의 혈중 농도가 높다는 것을 알 수 있다.

❏ **바로알기** ❏ ㄴ. t_2 일 때가 t_3 일 때보다 오줌 삼투압이 낮은 것은 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 단위 시간당 생성되는 오줌량이 많기 때문이다. 따라서 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 적다.

15 ㄱ. 혈장 삼투압이 높아지면 혈장의 항이뇨 호르몬(ADH) 농도가 증가하므로 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진된다. 그 결과 오줌 생성량이 감소한다.

ㄷ. 혈액량이 감소하면 혈장의 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도가 높아지므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량은 증가한다.

❏ **바로알기** ❏ ㄴ. 혈압이 높아지면 혈장의 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도가 낮아지므로 콩팥에서의 수분 재흡수량이 감소한다.

16 TSH의 분비량이 증가하면 티록신의 분비량이 증가하고, 티록신의 분비량이 증가하면 음성 피드백에 의해 TSH의 분비량이 감소한다. 따라서 갑상샘 기능이 저하되면 티록신의 혈중 농도가 정상 수준보다 낮아지고 TSH의 혈중 농도는 높아진다. 그림에서 t_1 일 때 갑상샘의 기능이 저하되면서 호르몬 A의 혈중 농도는 감소하고, 호르몬 B의 혈중 농도는 증가했으며, t_2 일 때 호르몬 A 주사를 맞은 결과 호르몬 A의 혈중 농도는 증가하고, 호르몬 B의 혈중 농도는 감소하였다. 이를 통해 A는 티록신이고, B는 TSH임을 알 수 있다.

❏ **모범답안** A는 티록신, B는 TSH이다. 티록신의 혈중 농도가 낮아지면 TSH의 분비가 촉진되고, 티록신의 혈중 농도가 높아지면 음성 피드백에 의해 TSH의 분비가 억제되기 때문이다.

채점 기준	배점
호르몬 A와 B를 옳게 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 음성 피드백과 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
호르몬 A와 B만 옳게 쓴 경우	50 %

17 포도당 투여로 혈당량이 정상 수준보다 높아졌으므로 혈당량을 정상 수준으로 감소시키기 위해 이자에서 인슐린이 분비된다. 따라서 호르몬 A는 인슐린이다. 혈중 인슐린의 농도 변화 곡선과 혈당량의 농도 변화 곡선의 양상은 비슷하므로 혈중 인슐린의 농도가 높으면 혈당량도 높다.

모범답안 인슐린. 인슐린은 간에서 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정과 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 낮추는 작용을 하므로 혈당량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

채점 기준	배점
호르몬 A의 이름, 혈당량이 높은 시점을 A의 기능과 연관 지어 모두 옳게 서술한 경우	100 %
호르몬 A의 이름, 혈당량이 높은 시점, A의 기능 중 두 가지만 옳게 쓴 경우	50 %
호르몬 A의 이름만 옳게 쓴 경우	30 %

18 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가한다. 그 결과 콩팥에서의 수분 재흡수가 증가하게 되고, 체내 수분량이 많아져 혈액량이 증가한다.

모범답안 혈장 삼투압이 증가하면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 촉진되어 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진되므로 혈액량이 증가한다.

채점 기준	배점
혈장 삼투압 증가 시 혈액량이 증가하는 까닭을 항이뇨 호르몬(ADH), 콩팥에서의 수분 재흡수와 모두 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
혈장 삼투압 증가 시 혈액량이 증가하는 까닭을 항이뇨 호르몬(ADH), 콩팥에서와 수분 재흡수 중 하나만 연관 지어 옳게 서술한 경우	50 %

수능 실전 문제

141쪽~143쪽

- 1 ③ 2 ② 3 ② 4 ① 5 ① 6 ⑤ 7 ②
8 ① 9 ① 10 ④ 11 ④

1 꼼꼼 문제 분석

	구분	갑상샘 자극 호르몬 (A)	생장 호르몬 (B)	에피네프린 (C)
뇌하수체 전엽에서 분비된다.	①	○	○	×
티록신의 분비를 촉진한다.	②	○	×	×

(○ : 있음, × : 없음)

선택지 분석

- ㉠ ①은 '뇌하수체 전엽에서 분비된다.'이다.
 ✕ B는 갑상샘 자극 호르몬이다. **생장 호르몬**
 ㉡ C는 간에서 글리코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다.

전략적 풀이 ① 호르몬 A~C가 특성 ①과 ②를 가지고 있는지를 파악하여, A~C가 어떤 호르몬인지 판단한다.

㉠. 뇌하수체 전엽에서 분비되며 티록신의 분비를 촉진하는 호르몬은 갑상샘 자극 호르몬(TSH)이고, 뇌하수체 전엽에서 분비되지만 티록신의 분비를 촉진하지 않는 호르몬은 생장 호르몬이다. 따라서 A는 갑상샘 자극 호르몬(TSH), B는 생장 호르몬, C는 에피네프린이다.

② 호르몬의 기능을 이해하고 ①과 ②에 해당하는 특성을 파악한다.

㉠. 갑상샘 자극 호르몬(A)과 생장 호르몬(B)은 모두 뇌하수체 전엽에서 분비되고, 에피네프린(C)은 부신 속질에서 분비된다. 따라서 ①은 '뇌하수체 전엽에서 분비된다.'이고, ②는 '티록신의 분비를 촉진한다.'이다.

㉡. 에피네프린(C)은 간에서 글리코젠의 분해 과정을 촉진한다.

2 꼼꼼 문제 분석

내분비샘	호르몬
이자 α 세포	A 글루카곤
갑상샘	B 티록신
뇌하수체 후엽	C 항이뇨 호르몬(ADH)

선택지 분석

- ✕ A의 표적 기관은 **콩팥**이다. **간**
 ㉠ B가 과다하게 분비되면 체중이 감소한다.
 ✕ C는 혈당량 조절에 관여한다. **A**

전략적 풀이 ① 티록신, 글루카곤, 항이뇨 호르몬(ADH)이 각각 어떤 내분비샘에서 분비되는지를 파악하여 호르몬 A~C를 판단한다.

티록신은 갑상샘, 글루카곤은 이자, 항이뇨 호르몬(ADH)은 뇌하수체 후엽에서 분비된다. 따라서 A는 글루카곤, B는 티록신, C는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

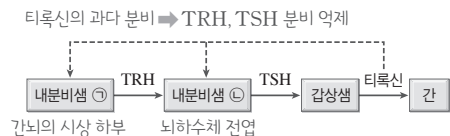
② 티록신, 글루카곤, 항이뇨 호르몬(ADH)의 특징 및 기능을 파악한다.

㉠. A(글루카곤)의 표적 기관은 간이다.

㉡. B(티록신)는 물질대사를 촉진하므로, 티록신이 과다하게 분비되면 물질대사가 정상 수준보다 더 활발하게 일어나 체중이 감소하는 갑상샘 기능 항진증이 나타난다.

㉢. C(항이뇨 호르몬(ADH))는 혈장 삼투압 조절에 관여하며, 글루카곤이 혈당량 조절에 관여한다.

3 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ✗ 내분비샘 ㉠과 ㉡은 모두 소뇌에 속한다. ㉠은 간뇌
- 티록신은 간에서 물질대사를 촉진한다.
- ✗ 티록신이 과다 분비되면 TSH의 혈중 농도는 높아진다. 낮아

전략적 풀이 ① 내분비샘 ㉠과 ㉡이 각각 무엇인지 파악한다.

ㄱ. TRH는 시상 하부, TSH는 뇌하수체 전엽에서 분비되므로, 내분비샘 ㉠은 시상 하부, ㉡은 뇌하수체 전엽이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 소뇌에 속하지 않는다.

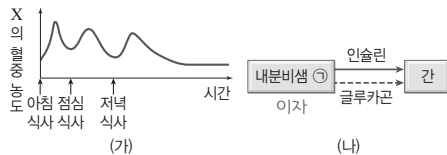
② 티록신의 분비 조절 과정을 통해 티록신의 기능 및 음성 피드백을 이해한다.

ㄴ. 티록신은 간에서 물질대사를 촉진한다.

ㄷ. 티록신이 과다 분비되면 음성 피드백으로 시상 하부에서 TRH의 분비가, 뇌하수체 전엽에서 TSH의 분비가 억제된다. 따라서 TSH의 혈중 농도는 낮아진다.

문제 분석

식사 후에 혈당량이 증가한다. → 인슐린(X)의 분비량이 증가한다. → 혈당량이 감소한다.



선택지 분석

- ㉠에는 α세포와 β세포가 존재한다.
- ✗ X는 에피네프린과 동일한 작용을 한다. 반대
- ✗ X의 혈중 농도가 높아지면 혈당량이 증가한다. 감소

전략적 풀이 ① 인슐린과 글루카곤을 분비하는 내분비샘이 무엇인지 파악한다.

ㄱ. 인슐린과 글루카곤을 분비하는 내분비샘 ㉠은 이자이며, 이자에는 내분비 세포들이 모여 있는 이자섬이 있다. 이자섬에는 글루카곤을 분비하는 α세포와 인슐린을 분비하는 β세포가 있다.

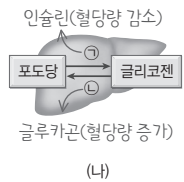
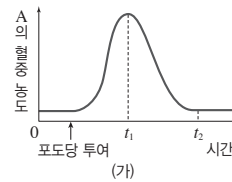
② 시간에 따른 호르몬 X의 혈중 농도 변화를 분석하여 호르몬 X가 무엇인지 파악한다.

ㄴ. 식사 직후 X의 혈중 농도가 높아지는 것을 통해 X는 식사 직후 혈당량이 증가할 때 분비가 촉진되는 호르몬인 인슐린이라는 것을 알 수 있다. 인슐린(X)은 혈당량을 감소시키며, 에피네프린은 혈당량을 증가시킨다.

ㄷ. 인슐린은 간에서 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 체세포의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 낮춘다. 따라서 인슐린(X)의 혈중 농도가 높아지면 혈당량이 감소한다.

문제 분석

포도당을 투여하면 혈당량이 증가하므로 인슐린의 분비량이 증가한다. 따라서 A는 인슐린이다.



선택지 분석

- A는 이자의 β세포에서 분비된다.
- ✗ A는 간에서 ㉡ 과정을 촉진한다. ㉠
- ✗ 혈당량은 t1일 때가 t2일 때보다 낮다. 높다

전략적 풀이 ① 포도당 투여 후 시간에 따른 A의 혈중 농도 변화를 분석하여 A가 어떤 이자 호르몬인지 파악한다.

ㄱ. 포도당 투여로 혈당량이 증가하며, 증가한 혈당량을 정상 수준으로 낮추기 위해 인슐린 분비가 촉진된다. 따라서 A는 인슐린이며, 인슐린은 이자의 β세포에서 분비된다.

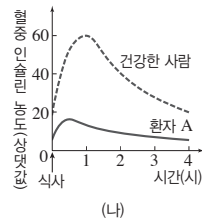
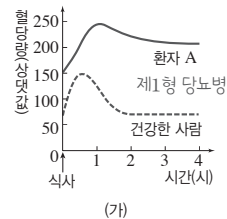
② 혈당량과 인슐린의 관계를 통해 t1일 때와 t2일 때의 혈당량을 비교한다.

ㄷ. 혈당량이 높아지면 인슐린의 혈중 농도는 증가하므로, 인슐린의 혈중 농도가 높은 t1일 때가 혈중 농도가 낮은 t2일 때보다 혈당량이 높다.

③ 인슐린은 간에서 일어나는 포도당과 글리코젠의 전환 과정 ㉠과 ㉡ 중 어느 과정을 촉진하는지 알아낸다.

ㄴ. 인슐린(A)은 간에서 포도당을 글리코젠으로 전환하는 과정을 촉진하므로, ㉠ 과정을 촉진한다.

문제 분석



환자 A에서 식사 직후 높아진 혈당량은 낮아지지 않고, 혈중 인슐린 농도가 매우 낮다. → A는 이자섬의 β세포가 파괴되어 인슐린이 분비되지 않는 제1형 당뇨병 환자이다.

선택지 분석

- ✗ A는 제2형 당뇨병 환자이다. 제1형
- 인슐린은 혈당량을 감소시킨다.
- A와 건강한 사람의 혈당량 차이는 식사 직후보다 식사 후 1시간이 지났을 때가 더 크다.

❗ **전략적 풀이** ❗ ① 건강한 사람과 당뇨병 환자 A의 식사 후 혈당량과 혈중 인슐린 농도 변화 그래프를 분석하여 A는 어떤 특징을 가진 당뇨병 환자인지 파악한다.

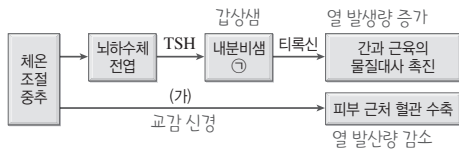
ㄱ. 식사 후 환자 A의 혈중 인슐린 농도가 건강한 사람에 비해 매우 낮은 것을 통해 A는 이자섬의 β 세포가 파괴되어 인슐린의 분비량이 매우 적은 제1형 당뇨병 환자라는 것을 알 수 있다. 제2형 당뇨병 환자는 인슐린은 정상적으로 분비되지만 여러 원인으로 인슐린의 표적 세포가 인슐린의 신호를 받아들이지 못하여 혈당량이 높게 유지된다.

② 인슐린의 기능을 건강한 사람의 식사 후 혈당량과 혈중 인슐린 농도 변화 그래프를 분석하여 알아낸다.

ㄴ. 건강한 사람은 식사 직후 혈당량이 높아졌을 때 혈중 인슐린 농도가 증가하였고, 혈당량이 감소했을 때 혈중 인슐린 농도가 감소하였다. 이를 통해 인슐린은 혈당량을 감소시킨다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. (가)에서 A와 건강한 사람의 혈당량은 식사 직후보다 식사 후 1시간이 지났을 때 더 많이 차이가 난다.

7 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ✗ 아이오딘이 부족하면 ㉠은 작아진다. 커진다.
- ㉠ (가)는 교감 신경에 의한 조절 경로이다.
- ✗ 이 과정을 통해 체내 열 발생량은 감소하고, 열 발산량은 증가한다.

❗ **전략적 풀이** ❗ ① 제시된 체온 조절 과정을 이해하여 체내 열 발생량과 열 발산량의 변화를 파악한다.

ㄴ. 피부 근처 혈관 수축은 교감 신경에 의한 작용이므로 (가)는 교감 신경에 의한 조절 경로이다.

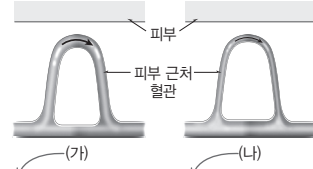
ㄷ. 간과 근육의 물질대사가 촉진되면 체내 열 발생량은 증가하고, 피부 근처 혈관이 수축하면 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소한다.

② 내분비샘 ㉠이 무엇인지 파악하여 아이오딘이 부족할 때 내분비샘 ㉠의 크기가 어떻게 달라지는지를 알아낸다.

ㄱ. 내분비샘 ㉠은 티록신을 분비하므로 갑상샘이다. 아이오딘은 티록신의 구성 성분이며, 아이오딘이 부족하여 티록신이 만들어지지 않으면 음성 피드백에 의해 TSH의 분비가 촉진되어 갑상샘을 계속 자극하게 된다. 그 결과 갑상샘의 크기가 커지는 갑상샘종에 걸릴 수 있다.

8 **꼼꼼** 문제 분석

→: 혈액이 많이 흐름 ←: 혈액이 적게 흐름



체온이 정상보다 높을 때 :

체온이 정상보다 높으면 피부 근처 혈관이 확장되어 혈액의 양이 많아진다. 따라서 열 발산량이 많다.

체온이 정상보다 낮을 때 :

체온이 정상보다 낮으면 피부 근처 혈관이 수축되어 혈액의 양이 적어진다. 따라서 열 발산량이 적다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 체온이 정상보다 높을 때이다.
- ✗ (가)는 교감 신경, (나)는 부교감 신경의 작용에 의한 것이다. (가)와 (나)에는 모두 교감 신경이 관여한다.
- ✗ 피부 표면을 통한 열 발산량은 (가)에서보다 (나)에서 많다. 적다.

❗ **전략적 풀이** ❗ ① 피부 근처 혈관의 굵기, 흐르는 혈액의 양을 비교하여 (가)와 (나) 중 어느 것이 체온이 정상보다 높을 때 혈관의 상태인지를 파악한다.

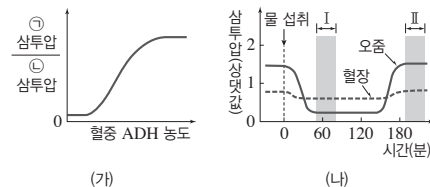
ㄱ. 체온이 정상보다 높으면 피부 근처 혈관이 확장되어 흐르는 혈액의 양이 많아지고, 체온이 정상보다 낮으면 피부 근처 혈관이 수축되어 흐르는 혈액의 양이 적어진다. 따라서 (가)는 체온이 정상보다 높을 때, (나)는 낮을 때이다.

② (가)와 (나)에서의 교감 신경의 작용 강화 여부를 파악하고 열 발산량을 비교한다.

ㄴ. 교감 신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하고, 교감 신경의 작용 완화로 피부 근처 혈관이 확장된다. 피부 근처 혈관의 수축, 확장에 부교감 신경은 관여하지 않는다.

ㄷ. 피부 근처 혈관을 통해 흐르는 혈액의 양은 (가)에서가 (나)에서보다 많으므로, 피부 표면을 통한 열 발산량도 (가)에서가 (나)에서보다 많다.

9 **꼼꼼** 문제 분석



- 구간 I : 물 섭취 → 혈장 삼투압 낮아짐 → ADH 분비량 감소 → 콩팥에서 수분 재흡수 감소 → 오줌 삼투압 낮아짐, 오줌 생성량 증가
- 구간 II : 삼투압 높아짐 → ADH 분비량 증가 → 콩팥에서 수분 재흡수 증가 → 오줌 삼투압 높아짐, 오줌 생성량 감소

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 오줌이다.
- ㉡ ADH의 분비 조절 중추는 시상이다. 시상 하부
- ㉢ $\frac{\text{오줌 생성량}}{\text{혈중 ADH 농도}}$ 은 구간 II에서가 구간 I에서보다 크다. 작다.

▶ 전략적 풀이 ① 혈중 ADH 농도와 혈장 삼투압, 오줌 삼투압의 관계를 이해하여 ㉠과 ㉡이 각각 혈장과 오줌 중 어느 것인지 파악한다.

㉢. 혈중 ADH 농도가 높아지면 혈장 삼투압은 낮아지고 오줌 삼투압은 높아진다. (가)에서 혈중 ADH 농도가 높아지면

㉠의 삼투압의 값이 커지므로 ㉠은 오줌, ㉡은 혈장이다.

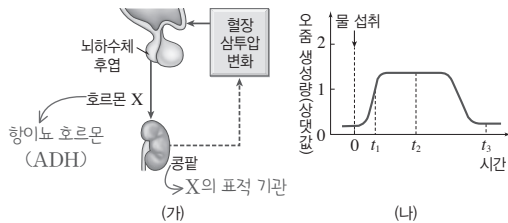
② ADH의 분비 조절 중추를 이해하고, ADH의 분비량과 오줌 생성량의 변화를 파악하여 구간 I과 II에서의 $\frac{\text{오줌 생성량}}{\text{혈중 ADH 농도}}$ 을 비교한다.

㉢. ADH의 분비 조절 중추는 체내 삼투압 조절의 중추인 간뇌의 시상 하부이다.

㉣. 다량의 물을 섭취하면 체내 수분량이 증가하여 혈장 삼투압이 낮아지므로 혈중 ADH 농도는 감소하고 오줌 생성량은 증가한다. 따라서 혈중 ADH 농도는 구간 I에서가 구간 II에서보다 낮고, 오줌 생성량은 구간 I에서가 구간 II에서보다 많다.

따라서 $\frac{\text{오줌 생성량}}{\text{혈중 ADH 농도}}$ 은 구간 I에서가 구간 II에서보다 크다.

10 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ X의 표적 기관은 콩팥이다.
- ㉡ 오줌 삼투압은 물 섭취 시점일 때가 t_1 일 때보다 낮다. 높다.
- ㉢ 체내 수분량은 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 많다.

▶ 전략적 풀이 ① (가)에서 호르몬 X의 표적 기관을 알아낸다.

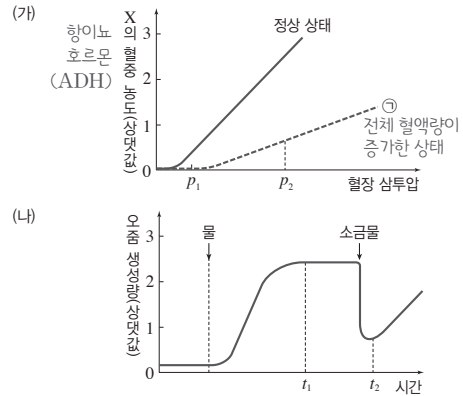
㉢. 혈장 삼투압 조절에 관여하며 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬 X는 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 항이뇨 호르몬(ADH)(X)은 콩팥에 작용하므로 X의 표적 기관은 콩팥이다.

② (나)에서 물을 섭취한 후 단위 시간당 오줌 생성량을 분석하여 각 시점에서의 오줌 삼투압과 체내 수분량을 비교한다.

㉢. 물 섭취 시점보다 t_1 일 때 오줌 생성량이 더 많으므로 오줌 삼투압은 물 섭취 시점일 때가 t_1 일 때보다 높다.

㉣. t_2 일 때가 t_3 일 때보다 오줌 생성량이 많은 것은 물 섭취로 인해 체내 수분량이 많아졌기 때문이다.

11 꼼꼼 문제 분석



- 물 섭취 $\rightarrow$ 체내 수분량 증가(혈장 삼투압 감소) $\rightarrow$ 항이뇨 호르몬(ADH) 분비량 감소 $\rightarrow$ 콩팥에서 수분 재흡수 억제 $\rightarrow$ 오줌 생성량 증가, 오줌 삼투압 감소
- 소금물 섭취 $\rightarrow$ 혈장 삼투압 증가 $\rightarrow$ 항이뇨 호르몬(ADH) 분비량 증가 $\rightarrow$ 콩팥에서 수분 재흡수 촉진 $\rightarrow$ 오줌 생성량 감소, 오줌 삼투압 증가

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 정상 상태일 때보다 전체 혈액량이 감소한 상태이다. 증가
- ㉡ ㉡일 때 오줌 삼투압은 p_2 에서 p_1 에서보다 낮다.
- ㉢ X의 혈중 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 낮다.

▶ 전략적 풀이 ① X가 어떤 호르몬인지 파악하고, X의 농도와 혈액량의 관계를 이해하여 ㉠이 어떤 상태일 때인지 알아낸다.

㉢. 호르몬 X는 뇌하수체 후엽에서 분비되며 혈장 삼투압이 높아짐에 따라 혈중 농도가 높아지므로 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 체내 수분량이 많아 혈액량이 많으면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 억제되는데, (가)에서 전체 혈액량이 정상 상태일 때보다 ㉠일 때 항이뇨 호르몬(ADH)의 혈중 농도가 낮게 유지된다. 따라서 ㉠은 정상 상태일 때보다 전체 혈액량이 증가한 상태임을 알 수 있다.

② 항이뇨 호르몬(ADH)에 의한 혈장 삼투압 조절 과정을 이해하여 오줌 삼투압과 항이뇨 호르몬(ADH)의 혈중 농도를 파악한다.

㉢. ㉠일 때 혈장 삼투압 p_1 에서보다 p_2 에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 혈중 농도가 높다. 항이뇨 호르몬(ADH)의 혈중 농도가 높으면 콩팥에서 수분의 재흡수량이 많아지므로 오줌 생성량이 감소하고 오줌 삼투압이 증가한다. 따라서 오줌 삼투압은 p_2 에서가 p_1 에서보다 높다.

㉣. (나)에서 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 오줌 생성량이 더 많다. 이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 콩팥에서의 수분 재흡수량이 적기 때문이므로 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 항이뇨 호르몬(ADH)(X)의 혈중 농도가 낮다.

3 방어 작용

01 질병과 병원체

개념 확인 문제

148쪽

① 비감염성 ② 감염성

- 1 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ, ㅂ 2 (1) ㉔ (2) ㉑ (3) ㉒ (4) ㉓ (5) ㉕ 3 (1) 세
(2) 바 (3) 세 4 (1) ○ (2) ○ (3) ×

1 감염성 질병이란 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등의 병원체에 감염되어 발생하는 질병을 말한다. 결핵, 파상풍은 세균, 말라리아는 원생생물, 대상 포진은 바이러스에 감염되어 발생하므로 감염성 질병이다.

2 장티푸스는 세균, 무좀은 곰팡이, 말라리아는 원생생물, 에볼라는 바이러스, 광우병은 변형 프라이온에 감염되어 발생하는 질병이다.

3 세균은 핵이 없는 단세포 생물로 효소가 있어 스스로 물질대사를 할 수 있다. 세균과 달리 바이러스는 세포 구조를 갖추고 있지 않아 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.

4 (1) 감기, 독감 등의 질병은 주로 호흡기로 감염되어 걸리므로 환자와 접촉하는 것을 피하고, 기침이나 재채기를 할 때에는 입을 가리거나 마스크를 착용해야 병원체의 감염을 막을 수 있다.
(3) 냉장고 안에서 세균, 곰팡이가 증식할 수 있으므로 냉장고에 오래 보관한 음식은 먹지 않도록 한다.

대표 자료 분석

149쪽

- 자료 1 1 ㉑ (가), ㉒ (나), (다) 2 (나) 3 (1) × (2) ×
(3) ○ (4) × (5) ○ (6) × (7) ○
자료 2 1 A : 바이러스, B : 세균 2 ㄷ 3 ㉔ 4 (1)
× (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ×

①-1 (가)는 병원체 없이 환경, 유전, 생활 방식 등 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하여 발생하는 비감염성 질병이고, (나)는 세균, (다)는 바이러스에 감염되어 발생하는 감염성 질병이다.

①-2 세포의 구조를 갖추고 있으며, 효소가 있어 스스로 물질대사를 할 수 있는 병원체는 세균이며, 세균 감염에 의한 질병은 (나)이다.

①-3 (1) (가)의 질병은 비감염성 질병이므로 다른 사람에게 전염되지 않는다.

(2), (3) (나)의 질병을 일으키는 병원체는 세균이며, 세균에 감염되어 발생하는 질병은 항생제로 치료할 수 있다.

(4), (6) 핵산과 단백질 껍질로 구성된 병원체는 바이러스이며, (다)의 질병은 바이러스에 의해 발생한다.

(5), (7) 감기는 바이러스에 감염되어 발생하는 질병이므로 (다)에 포함된다. 바이러스에 의해 발생하는 질병(다)의 치료에는 항바이러스제를 사용한다.

②-1 독감을 일으키는 병원체 A는 바이러스이고, 결핵을 일으키는 병원체 B는 세균이다.

②-2 ㄷ. ㉑은 세균(B)에는 없고 바이러스(A)에만 있는 특성이다. 세균(B)은 스스로 물질대사를 하고, 바이러스(A)는 스스로 물질대사를 하지 못하므로 '스스로 물질대사를 하지 못한다.'는 ㉑에 해당한다.

▶ **바로알기** ㄱ, ㄴ. 세포로 되어 있는 것은 세균(B)의 특성(㉔)이고, 유전 물질을 가지고 있는 것은 바이러스(A)와 세균(B)의 공통적인 특성(㉒)이다.

②-3 바이러스는 세포 분열에 의해 스스로 증식하지 못하고, 세균은 세포 분열에 의해 스스로 증식한다. 따라서 '분열에 의해 스스로 증식한다.'는 병원체 B만 가지는 특징인 ㉔에 해당한다.

②-4 (1), (3) 독감을 일으키는 병원체 A는 바이러스로 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있으며, 항바이러스제를 사용하여 치료한다.

(2) 독감은 바이러스, 결핵은 세균에 감염되어 나타나는 감염성 질병이다.

(4) B(세균)는 A(바이러스)보다 크기가 크기 때문에 광학 현미경으로도 관찰이 가능하다.

(5) A(바이러스)와 B(세균)는 모두 돌연변이가 일어날 수 있다.

(6) B(세균)는 단세포 원핵생물이므로 세포 구조를 갖추고 있다.

내신 만점 문제

150쪽~151쪽

- | | | | | |
|------|------|----------|------|------|
| 01 ② | 02 ③ | 03 해설 참조 | 04 ③ | 05 ④ |
| 06 ④ | 07 ⑤ | 08 해설 참조 | 09 ③ | 10 ② |
| 11 ⑤ | 12 ② | | | |

01 ① 혈우병은 혈액 응고에 관여하는 단백질 유전자의 결함으로 생기는 비감염성 질병이므로 타인에게 전염되지 않는다.

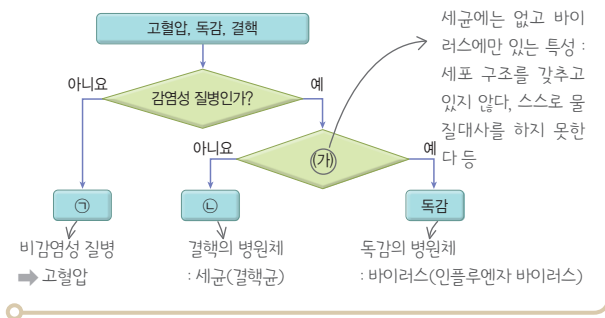
③ 무좀은 곰팡이의 일종인 백선균에 감염되어 발생하는 감염성 질병이다.

④ 결핵을 일으키는 병원체는 세균이며, 세균은 핵막이 없어 뚜렷하게 구분되는 핵이 없는 단세포 생물이다.

⑤ 고혈압은 병원체 없이 발생하는 비감염성 질병으로, 생활 방식, 유전, 환경 등이 복합적으로 작용하여 발생한다.

■ **바로알기** ② 독감을 일으키는 병원체는 인플루엔자 바이러스이다.

02 **꼼꼼** 문제 분석



㉠. 고혈압, 독감, 결핵 중 감염성 질병은 독감과 결핵이고, 비감염성 질병은 고혈압이다. 따라서 ㉠은 고혈압이고, ㉡은 결핵이다.

㉡. 분열법이란 단세포 생물이 세포 분열을 통해 개체 수를 늘리는 번식 방법이다. 결핵(㉡)을 일으키는 병원체는 세균이며, 세균은 단세포 생물이므로 분열법으로 증식한다.

■ **바로알기** ㉢. 독감을 일으키는 병원체는 바이러스이므로 세포 구조를 갖추고 있지 않고, 결핵(㉡)을 일으키는 병원체는 세균이므로 세포 구조를 갖추고 있다. 따라서 '병원체가 세포 구조를 갖추었는가?'는 (가)에 해당하지 않는다.

03 결핵은 세균, 감기와 독감은 바이러스에 의해 발생하는 감염성 질병이고, 고혈압, 당뇨병, 비만은 병원체 없이 발생하는 비감염성 질병이다.

모범답안 병원체에 감염되어 발생하는지의 여부이다. 다른 사람에게 전염되는지의 여부이다 등

채점 기준	배점
감염 또는 전염 용어를 포함하여 분류 기준을 옳게 서술한 경우	100 %
감염 또는 전염 용어를 사용하지 않고 분류 기준을 옳게 서술한 경우	70 %

04 ③ 결핵은 결핵균, 파상풍은 파상풍균, 탄저병은 탄저균, 위궤양은 헬리코박터 파일로리균에 의해 발생하는 질병이며, 결핵균, 파상풍균, 탄저균, 헬리코박터 파일로리균은 모두 세균이다.

■ **바로알기** ① 세균에 의해 발생하므로 병원체가 원인이 되어 발생하는 감염성 질병이다.

②, ⑤ 파상풍과 탄저병은 피부 상처를 통해 병원체에 감염되어 발생하지만, 결핵은 결핵 환자의 기침, 재채기를 통해 호흡기로 병원체에 감염되어 발생하며, 위궤양은 음식을 통해 병원체에 감염되어 발생한다.

④ 모두 세균에 의해 발생하는 질병이므로 세균의 증식을 억제하는 항생제로 치료할 수 있다.

05 ㉠. (가)는 결핵을 일으키는 병원체인 세균(결핵균)이므로 항생제로 치료할 수 있다.

㉡. 세균(가)은 유전 물질인 핵산과 여러 종류의 단백질, 지질 등으로 구성되어 있고, 바이러스(나)는 유전 물질인 핵산과 단백질 껍질로 구성되어 있다. 따라서 (가)와 (나)에는 모두 단백질과 핵산이 있다.

■ **바로알기** ㉢. 바이러스(나)는 세포 구조를 갖추고 있지 않은 병원체이다.

06 바이러스는 유전 물질이 단백질 껍질에 싸인 구조를 가지며, 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있는 병원체이다. 감기, 독감, 홍역, 대상 포진은 모두 바이러스에 의해 발생하는 질병이다.

■ **바로알기** ④ 콜레라를 일으키는 병원체는 세균이며, 세균은 하나의 세포로 이루어진 생물로 스스로 물질대사와 증식을 한다.

07 ① 병원체 ㉠은 원생생물인 말라리아 원충으로, 모기를 매개로 사람에게 전파된다.

② 병원체 ㉡은 곰팡이인 백선균으로, 손가락이나 발가락 사이의 피부에서 번식하여 무좀을 일으키므로 피부 접촉을 통해 감염될 수 있다.

③ 원생생물(말라리아 원충)과 곰팡이(백선균)는 모두 세포 구조를 갖추고 있는 생물이다.

④ 말라리아와 무좀은 모두 병원체가 원인이 되어 발생하므로 감염성 질병이다.

■ **바로알기** ⑤ 무좀을 일으키는 병원체 ㉡은 곰팡이(백선균)이므로 무좀의 치료에는 항진균제가 사용된다. 항바이러스제는 바이러스성 질병 치료에 사용된다.

08 (가)는 세균에 의해 발생하는 질병이고, (나)는 원생생물에 의해 발생하는 질병이다. 수면병은 트리파노소마, 말라리아는 말라리아 원충, 아메바성 이질은 이질 아메바에 감염되어 발생한다. (가)를 일으키는 세균은 핵막이 없어 뚜렷하게 구분되는 핵이 없는 원핵생물이며, (나)를 일으키는 원생생물은 핵막이 있어 뚜렷하게 구분되는 핵이 있는 진핵생물이다.

모범답안

• 공통점 : 세포 구조를 갖추고 있다 등

• 차이점 : (가)를 일으키는 병원체는 핵막(핵)이 없고, (나)를 일으키는 병원체는 핵막(핵)이 있다, (가)를 일으키는 병원체는 세균이고, (나)를 일으키는 병원체는 원생생물이다 등

채점 기준	배점
공통점과 차이점을 모두 옳게 쓴 경우	100 %
공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	50 %

09 ㄱ. 변형 프라이온이 체내에 들어오면 정상 프라이온을 변형 프라이온으로 바꾸고, 변형 프라이온이 중추 신경계에 축적되면 정상적인 신경 조직이 붕괴되면서 질병을 일으킨다. 따라서 변형 프라이온은 감염성 질병을 일으키는 병원체이다.

ㄴ. 정상 프라이온이 변형 프라이온과 접촉하면 비정상적인 구조를 가진 변형 프라이온으로 바뀐다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. 변형 프라이온은 변형 프라이온이 포함된 동물의 뇌나 신경 조직을 섭취함으로써 질병에 감염된다.

10 ㄴ. 세균성 질병은 항생제로 치료하는데, 항생제를 과도하게 사용하면 항생제에 저항성을 가진 내성균이 출현할 수 있다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 세균성 질병은 항생제로, 바이러스성 질병은 항바이러스제로 치료할 수 있다.

ㄷ. 바이러스는 숙주 세포의 효소를 사용하여 증식한다. 바이러스성 질병의 치료제에 숙주 세포의 물질대사를 촉진하는 물질이 포함되어 있다면 숙주 세포 내에서 바이러스의 증식이 더 활발히 일어나므로 바이러스성 질병을 치료할 수 없다.

11 말라리아를 일으키는 병원체는 모기에 의해 감염되며, 결핵은 결핵 환자의 기침이나 재채기를 통해 호흡기로 병원체가 감염된다. 콜레라는 병원체에 오염된 물을 섭취함으로써 감염된다. 따라서 (가)는 말라리아, (나)는 결핵, (다)는 콜레라이다.

▮ **바로알기** ▮ 무좀은 무좀을 일으키는 병원체에 감염된 피부와의 접촉에 의해 감염된다. 파상풍은 주로 손상된 피부를 통해, 독감은 환자의 기침이나 재채기를 통해 병원체가 감염된다.

12 ① 기침이나 재채기를 할 때 입을 가리거나 마스크를 착용하면 환자의 병원체가 다른 사람에게 전염되는 것을 막을 수 있다.

③ 감염성 질병은 손으로도 감염되므로, 손을 자주 흐르는 물에 비누로 깨끗이 씻으면 병원체의 감염을 막을 수 있다.

④ 냉장고 안이라도 세균, 곰팡이가 증식할 수 있으므로 냉장고에서 오래 보관한 음식은 먹지 않도록 한다.

⑤ 대부분의 병원체는 가열하면 죽으므로 물을 끓여 먹고, 음식 물을 익혀 먹으면 병원체의 감염을 예방할 수 있다.

▮ **바로알기** ▮ ② 주삿바늘을 공동으로 사용하면 감염성 질병에 전염될 수 있으므로, 반드시 일회용 주삿바늘을 사용해야 한다.



02 우리 몸의 방어 작용

개념 확인 문제

156쪽

- ① 비특이적 ② 특이적 ③ 세포독성 T ④ 형질 세포
⑤ 기억 세포

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 ㄱ, ㄴ, ㄷ 3 항원 항체 반응의 특이성 4 T 림프구 5 (1) 대식 세포 (2) 보조 T 림프구 (3) ① 형질 세포, ② 기억 세포 6 (1) × (2) × (3) ○
7 (1) 알레르기 (2) 자가 면역 질환 (3) 면역 결핍

1 (1) 우리 몸의 방어 작용은 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용으로 구분할 수 있다. 피부와 점막은 병원체의 종류를 구분하지 않고 병원체가 몸속으로 침입하지 못하게 막는 역할을 하므로 비특이적 방어 작용에 해당한다.

(2) 특이적 방어 작용은 병원체의 종류를 인식하고 그에 따라 특정 림프구가 작용하여 병원체를 제거한다.

(3) 피부, 점막, 염증 등의 비특이적 방어 작용은 병원체에 감염된 즉시 일어난다. 반면, 특이적 방어 작용은 병원체를 인식하고 특정 림프구가 증식·분화하여 작용하기까지 시간이 걸리므로 병원체에 감염된 즉시 일어나지 않는다.

2 비특이적 방어 작용에는 물리적, 화학적 장벽 역할을 하는 피부와 점막, 백혈구에 의한 식균 작용, 염증 반응이 있다. 항원 항체 반응은 병원체를 인식하여 선별적으로 작용하는 특이적 방어 작용에 해당한다.

3 항체에 있는 항원 결합 부위는 항체의 종류에 따라 구조가 다르기 때문에 항체는 항원 결합 부위와 맞는 입체 구조를 가진 특정 항원만 결합할 수 있다. 이를 항원 항체 반응의 특이성이라고 한다.

4 골수에서 만들어진 림프구 중 가슴샘으로 이동하여 가슴샘에서 성숙하고, 특이적 방어 작용에 관여하는 것은 T 림프구이다. T 림프구 중 세포독성 T림프구는 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴하는 작용을 하고, 보조 T 림프구는 항체를 생성하도록 돕는 작용을 한다.

5 (1) 체내로 침입한 병원체를 세포 안으로 끌어들인 후 분해하여 항원을 세포 표면에 제시하는 세포는 대식 세포이다.

(2) 보조 T 림프구는 대식 세포의 표면에 제시된 항원 조각을 인식하고 활성화된다. 활성화된 보조 T 림프구는 B 림프구를 자극하여 B 림프구가 증식·분화하도록 한다.

(3) 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구는 형질 세포와 기억 세포로 분화하는데, 형질 세포는 항체를 생성·분비하고, 기억 세포는 항원의 특성을 기억한다.

6 (1) 백신은 질병 치료가 아니라 예방을 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질이다.

(2), (3) 백신은 1차 면역 반응을 일으켜 특정 병원체에 대한 기억 세포를 생성하도록 하여 이후에 이 병원체가 체내에 침입하였을 때 다량의 항체를 신속하게 만들어 효과적으로 병원체를 제거하도록 한다. 따라서 백신으로 감염성 질병을 예방할 수 있다.

7 (1) 특정 항원에 면역계가 과민하게 반응하는 질환은 아토피, 천식, 알레르기 비염 등과 같은 알레르기이다.

(2) 면역계가 자기 몸을 구성하는 세포나 조직을 공격하여 나타나는 질환은 류머티즘 관절염, 홍반성 루푸스 같은 자가 면역 질환이다.

(3) 면역 담당 세포나 기관 이상으로 면역 기능이 크게 저하되는 질환은 후천성 면역 결핍증(AIDS)과 같은 면역 결핍이다.

157쪽

완자샘
비법 특강

Q1 처음 침입하였을 때보다 두 번째 침입하였을 때 항체 농도가 더 빠르게 많이 증가하였다.

Q1 항원 A가 처음 침입하면 보조 T 림프구의 도움을 받은 B 림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화되고, 형질 세포에서 항체를 생성하는 1차 면역 반응이 일어난다. 항원 A가 두 번째 침입하면 기억 세포가 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포를 만들며, 많은 수의 형질 세포가 많은 양의 항체를 생성하는 2차 면역 반응이 일어난다. 따라서 항원 A가 처음 침입하였을 때보다 두 번째 침입하였을 때 항체 농도가 빠르게 많이 증가한다.

개념 확인 문제

160쪽

① A ② B ③ AB ④ O ⑤ A ⑥ B ⑦ Rh⁺
⑧ Rh⁻

1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 ㉠ A, B, ㉡ 없음, ㉢ β, ㉣ α, ㉤ 없음, ㉥ α, β 3 응집원 A, 응집소 β 4 (가) AB형 (나) A형 (다) B형 (라) O형 5 (1) ○ (2) × (3) ○ 6 (1) AB형 (2) 응집원 (3) ㉠ 응집원, ㉡ 응집소

1 혈액의 응집 반응은 적혈구 세포막에 있는 응집원과 혈장에 있는 응집소가 특이적으로 결합하여 일어나는 항원 항체 반응이다.

2 A형의 혈액에는 응집원 A와 응집소 β, B형의 혈액에는 응집원 B와 응집소 α가 있다. AB형의 혈액에는 응집원 A와 B가 있고 응집소는 없으며, O형의 혈액에는 응집원은 없고 응집소 α와 β가 있다.

3 항 A 혈청에는 응집소 α가, 항 B 혈청에는 응집소 β가 들어 있으며, 응집원 A는 응집소 α와, 응집원 B는 응집소 β와 만나면 응집 반응이 일어난다. 이 사람의 혈액은 항 A 혈청에서만 응집 반응이 일어났으므로 A형이다. 따라서 이 사람의 적혈구 세포막에는 응집원 A가 있고, 혈장에는 응집소 β가 있다.

4 항 A 혈청(응집소 α)에 응집하면 응집원 A를, 항 B 혈청(응집소 β)에 응집하면 응집원 B를 가지고 있는 것이다. 항 A 혈청과 항 B 혈청 모두에 응집하면(가) AB형, 항 A 혈청에만 응집하면(나) A형, 항 B 혈청에만 응집하면(다) B형, 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집하지 않으면(라) O형이다.

5 (1) Rh식 혈액형에서 Rh 응집원이 있으면 Rh⁺형, Rh 응집원이 없으면 Rh⁻형이다.

(2) Rh⁺형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원이 있고, Rh 응집소는 없으며 생성되지도 않는다.

(3) Rh⁻형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원과 Rh 응집소가 모두 없지만, Rh 응집원이 혈액 속에 들어오면 Rh 응집소가 생성될 수 있다.

6 (1) AB형인 사람의 혈액에는 응집소 α와 β가 없으므로 A형, B형, O형의 혈액을 모두 소량 수혈받을 수 있다.

(2) O형의 혈액은 응집원 A와 B가 없으므로 ABO식 혈액형이 다른 모든 사람에게 소량 수혈할 수 있지만, 응집소 α와 β가 있으므로 다량 수혈은 할 수 없다.

(3) 수혈은 혈액형이 같은 혈액으로 하는 것이 원칙이지만, 소량 수혈의 경우에는 주는 혈액의 응집원과 받는 혈액의 응집소 사이에 응집 반응이 일어나지 않으면 가능하다.

대표 자료 분석

161쪽

자료 1 1 ㉠ 기억 세포, ㉡ 형질 세포 2 (1) 체액성 면역 (2) 형질 세포 (3) 기억 세포 3 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○

자료 2 1 항 A 혈청 : 응집소 α, 항 B 혈청 : 응집소 β 2 (다) 3 (가) B형, Rh⁺형 (나) B형, Rh⁻형 (다) AB형, Rh⁺형 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○

①-1 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구는 항체의 특성을 기억하는 기억 세포(㉓)와 항체를 생성·분비하는 형질 세포(㉔)로 분화된다.

①-2 (1) 형질 세포에서 생성·분비된 항체가 항원과 결합함으로써 항원을 효율적으로 제거하는 (가)는 특이적 방어 작용 중 체액성 면역 과정이다.

(2) 구간 I에서 항체 농도가 감소하는 것은 항체를 생성·분비하는 형질 세포의 수가 줄어들기 때문이다.

(3) 구간 II에서 항체 농도가 빠르게 증가하는 것은 기억 세포가 빠르게 증식하고, 형질 세포로 분화하여 형질 세포의 수가 늘어났기 때문이다.

①-3 (1) B 림프구는 골수에서 생성되어 골수에서 성숙하고, T 림프구는 골수에서 생성되어 가슴샘에서 성숙한다.

(2) 보조 T 림프구는 대식 세포가 세포 표면에 제시한 항원의 종류를 인식하고 빠르게 증식한다.

(3) 세균이 1차 침입하면 1차 면역 반응이 일어나 형질 세포와 기억 세포가 만들어진다. 따라서 구간 I에서는 형질 세포와 기억 세포가 모두 존재한다.

(4) 세균이 2차 침입하면 2차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 빠르게 증식하고 형질 세포로 분화하여 다량의 항체가 빠르게 생성된다. 따라서 구간 II에서는 2차 면역 반응이 일어나 항체가 빠르게 생성된다.

②-1 항 A 혈청에는 응집원 A와 결합하는 응집소 α 가, 항 B 혈청에는 응집원 B와 결합하는 응집소 β 가 있다.

②-2 응집원 A는 응집소 α 와 결합하므로 적혈구 세포막에 응집원 A가 있는 사람의 혈액은 항 A 혈청에서 응집한다. 따라서 (다)는 응집원 A가 있다.

②-3 (가)의 혈액은 항 A 혈청(응집소 α)에는 응집하지 않고 항 B 혈청과 항 Rh 혈청에 응집하므로 (가)의 혈액형은 B형, Rh⁺형이다. (나)의 혈액은 항 A 혈청과 항 Rh 혈청에는 응집하지 않고 항 B 혈청에만 응집하므로 (나)의 혈액형은 B형, Rh⁻형이다. (다)의 혈액은 항 A 혈청, 항 B 혈청, 항 Rh 혈청에 모두 응집하므로 (다)의 혈액형은 AB형, Rh⁺형이다.

②-4 (1) (가)는 B형이므로, 응집소 α 를 갖고 있다.

(2) (나)는 Rh⁻형이므로, Rh 응집원이 없다.

(3) (다)(AB형)가 (가)(B형)에게 소량 수혈해 줄 경우 (다)의 응집원 A가 (가)의 응집소 α 와 만나 응집 반응이 일어난다. 따라서 (다)(AB형)는 (가)(B형)에게 소량 수혈해 줄 수 없다.

(4) A형인 사람의 혈액에는 응집소 β 가 있고, (가)(B형)의 혈액에는 응집원 B가 있기 때문에 Rh⁺, A형인 사람은 (가)로부터 소량 수혈을 받을 수 없다.

(5) O형의 혈액에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 없으므로 항 A 혈청과 항 B 혈청에서 모두 응집 반응이 일어나지 않는다.

내신 만점 문제

162쪽~165쪽

01 ④	02 ②	03 ⑤	04 ①	05 해설 참조
06 ①	07 ④	08 ④	09 ②	10 ①
11 ⑤	12 ③	13 ③	14 ⑤	15 해설 참조
16 ⑤	17 ③	18 ③		

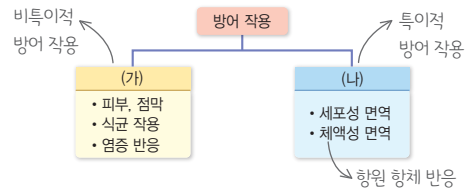
01 ①, ② 피부와 점막, 염증 반응, 식균 작용 같은 비특이적 방어 작용은 병원체에 감염된 즉시 일어난다.

③ 피부의 각질층은 우리 몸의 바깥쪽을 둘러싸고 있으면서 병원체가 몸속으로 들어오는 것을 막는 물리적 방어벽 역할을 한다.

⑤ 인체는 일상적으로 병원체에 노출되어 있지만 병원체의 침입에 대항할 수 있는 면역 체계를 갖추고 있어 스스로 보호한다.

▶ **바로알기** ④ 병원체의 종류를 구별하지 않고 동일한 방식으로 일어나는 방어 작용은 비특이적 방어 작용이다.

02 꼼꼼 문제 분석



ㄴ. 비특이적 방어 작용(가)은 병원체에 감염된 즉시 일어나며 병원체의 종류를 구분하지 않는다. 반면, 특이적 방어 작용(나)은 병원체에 노출되면 병원체의 종류를 인식하고 그에 따라 선별적으로 일어나므로 시간이 걸린다. 따라서 비특이적 방어 작용(가)이 특이적 방어 작용(나)보다 먼저 일어난다.

▶ **바로알기** ㄱ, ㄷ. (가)는 비특이적 방어 작용이고, (나)는 특이적 방어 작용이다. 항원 항체 반응은 체액성 면역이므로 특이적 방어 작용(나)에 포함된다.

03 ① 피지샘에서 분비되는 피지는 산성을 띠어 병원체의 증식을 억제한다.

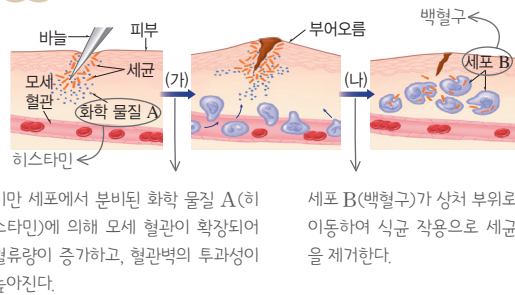
② 땀에 포함된 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하는 효소로, 세균이 우리 몸 안으로 침입하는 것을 막는다.

③ 위벽에 있는 위샘에서는 강한 산성을 띠는 위산이 분비되어 음식물 속의 병원체를 제거한다.

④ 소화 기관의 내벽을 덮고 있는 점막에서 분비된 점액은 미생물의 이동을 방해하고, 라이소자임이 들어 있어 병원체의 침입을 막는다.

■ **바로알기** ⑤ 염증 반응은 피부나 점막이 손상되어 병원체가 몸 안으로 침입하였을 때 일어나는 방어 작용이다. 염증 반응이 일어났을 때 식균 작용으로 병원체를 제거하는 것은 세포독성 T림프구가 아니라 백혈구의 일종인 대식 세포이다. 세포독성 T림프구는 특이적 방어 작용 중 세포성 면역에 관여하여 병원체에 감염된 세포를 직접 제거한다.

04 꼬꼬 문제 분석



②, ⑤ (나) 과정에서 모세 혈관 밖으로 나간 세포 B(백혈구)가 상처 부위로 이동하여 식균 작용으로 세균을 제거한다.

③, ④ (가) 과정에서 화학 물질 A(히스타민)가 모세 혈관을 확장시키고 혈관벽의 투과성을 높여 세포 B(백혈구)와 혈장이 모세 혈관 밖으로 쉽게 새어나가도록 한다.

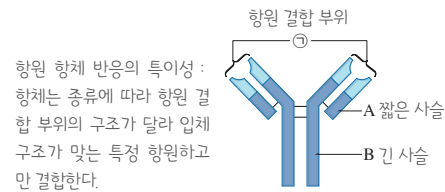
■ **바로알기** ① 화학 물질 A는 히스타민이며, 히스타민은 손상된 부위의 비만 세포에서 분비된다.

05 손가락이 압정에 찢려 피부가 손상되면 손상된 부위의 비만세포에서 히스타민이 방출된다. 히스타민은 모세 혈관을 확장시키고 혈관벽의 투과성을 높여 백혈구와 혈장이 손상된 부위로 모이게 한다. 이러한 염증 반응의 결과 상처 부위가 부어오르고 열이 나며 붉어지는 현상이 나타난다.

■ **모범답안** 압정에 찢린 부위의 비만 세포에서 방출된 히스타민에 의해 모세 혈관이 확장되어 혈류량이 증가하고, 혈관벽의 투과성이 높아져 백혈구와 혈장이 상처 부위로 이동하기 때문이다.

채점 기준	배점
상처 부위가 부어오르고 붉어지는 증상이 나타나는 까닭을 히스타민, 모세 혈관 확장, 혈관벽의 투과성, 백혈구와 혈장이 상처 부위로 이동한다는 내용과 모두 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
상처 부위가 부어오르고 붉어지는 증상이 나타나는 까닭을 히스타민, 모세 혈관 확장, 혈관벽의 투과성, 백혈구와 혈장이 상처 부위로 이동한다는 내용 중 일부만 연관 지어 옳게 서술한 경우	50 %

06 꼬꼬 문제 분석

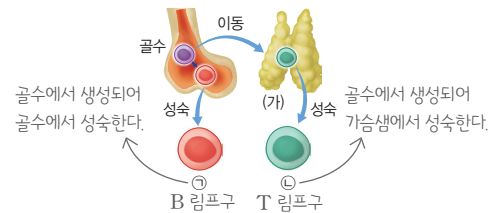


ㄱ. ㉠은 특정 항원이 결합하는 부위로, 항체의 종류에 따라 입체 구조가 다르다.

■ **바로알기** ㄴ. 항체는 Y자 모양의 γ -글로불린이라는 단백질로 이루어져 있다.

ㄷ. 항체는 종류에 따라 항원 결합 부위(㉠)가 다르기 때문에 항원의 결합 부위와 입체 구조가 맞는 특정 항원하고만 결합한다.

07 꼬꼬 문제 분석



골수에서 생성 및 성숙 과정을 거친 ㉠은 B 림프구, 골수에서 생성되고 가슴샘에서 성숙한 ㉡은 T 림프구이다.

① 골수에서 생성된 림프구 중 일부는 가슴샘으로 이동해 성숙하여 T 림프구가 되므로 (가)는 가슴샘이다.

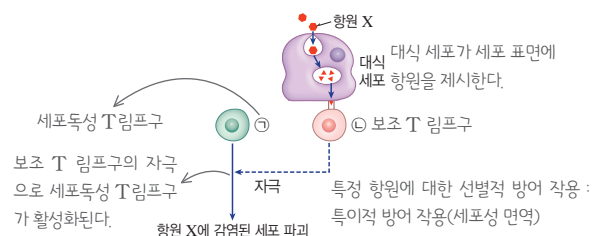
② ㉠(B 림프구)은 증식하여 항체를 생성하는 형질 세포로 분화하므로 체액성 면역에 관여한다.

③ 림프구는 백혈구의 일종으로 골수에서 만들어진다.

⑤ ㉠(B 림프구)과 ㉡(T 림프구)은 모두 항원의 종류를 인식하고 그 항원에만 특이적으로 반응한다.

■ **바로알기** ④ 항원을 인식하여 형질 세포로 분화하는 세포는 B 림프구(㉠)이다.

08 꼬꼬 문제 분석

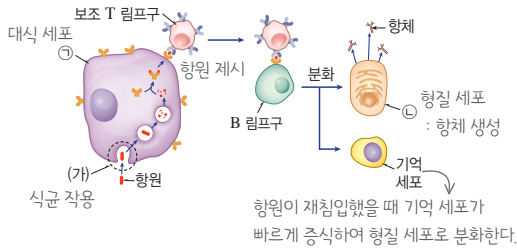


ㄱ. 대식 세포가 세포 표면에 제시한 항원 X를 인식하고 항원 X에 감염된 세포를 선별적으로 파괴하므로, 이 방어 작용은 특이적 방어 작용이다.

ㄴ. ㉠은 보조 T 림프구이다. T 림프구는 골수에서 만들어져 가슴샘에서 성숙한다.

▶ **바로알기** ▶ ㉡. ㉠은 보조 T 림프구(㉡)에 의해 활성화된 세포독성 T림프구로, 항원에 감염된 세포를 직접 공격하여 파괴한다. 이와 같은 방어 작용을 세포성 면역이라고 한다.

09 **꼭꼭** 문제 분석



② 대식 세포(㉠)는 세포 표면에 항원을 제시하고, 제시된 항원을 보조 T 림프구가 인식하여 특이적 방어 작용이 시작된다.

▶ **바로알기** ▶ ① 형질 세포(㉡)에서 생성·분비된 항체가 항원과 결합하여 병원체를 제거하므로, 이 방어 작용은 체액성 면역이다. 세포성 면역은 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 방어 작용이다.

③ (가)는 대식 세포(㉠)의 식균 작용으로, 병원체의 종류를 구분하지 않고 일어나는 비특이적 반응이다.

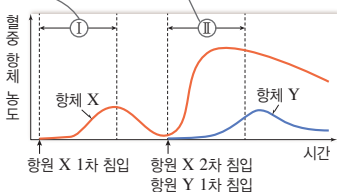
④ ㉠은 식균 작용으로 병원체를 세포 안으로 끌어들여 분해한 후 항원을 세포 표면에 제시하는 대식 세포이다. 비만 세포는 면역 반응을 촉진하는 화학 물질을 분비하는 세포이다.

⑤ ㉡은 B 림프구로부터 분화된 형질 세포로 항원이 제거되면 분해되어 체내에 남아 있지 않는다. 같은 항원이 재침입하면 기억 세포가 빠르게 증식하여 형질 세포로 분화하고, 형질 세포가 항체를 생성한다.

10 **꼭꼭** 문제 분석

항원 X에 대한 1차 면역 반응 : 항원을 인식하여 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화 → 항체가 생성되기까지 잠복기가 있다.

항원 X에 대한 2차 면역 반응 : 기억 세포가 증식 및 형질 세포로 분화 → 많은 수의 형질 세포에서 다량의 항체가 빠르게 생성된다.



② 특정 항원을 인식한 B 림프구의 분화로 형성된 형질 세포에서 만들어진 항체는 특정 항원하고만 결합한다. 따라서 서로 다른 항원 X, Y와 각각 항원 항체 반응을 하는 항체 X, Y는 서로 다른 형질 세포에서 생성된 것이다.

③ 항원 X가 2차 침입하였을 때 구간 II에서 2차 면역 반응이 일어난 것으로 보아 항원 X의 1차 침입 시 기억 세포가 형성되었음을 알 수 있다.

④ 항원 X가 1차 침입하였을 때 항체 X가 생성되는 과정이 1차 면역 반응이고, 항원 X가 2차 침입하였을 때 기억 세포의 빠른 증식과 분화로 많은 양의 항체 X가 생성되는 과정이 2차 면역 반응이다. 따라서 구간 I에서는 항원 X에 대한 1차 면역 반응이, 구간 II에서는 항원 X에 대한 2차 면역 반응이 일어난다.

⑤ 구간 I(1차 면역 반응)에서는 항체 X가 생성되기까지 잠복기가 있지만, 구간 II(2차 면역 반응)에서는 기억 세포의 작용으로 신속하게 다량의 항체가 생성된다. 따라서 구간 II에서는 구간 I에서보다 항체 X가 생성되는 데 걸리는 시간이 짧다.

▶ **바로알기** ▶ ① 항체 X는 항원 X에 대해 생성된 것이므로 항원 X와 항원 항체 반응을 한다. 항원 Y는 항체 Y와 항원 항체 반응을 한다.

11 ①, ③ 백신은 감염성 질병을 예방하기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질로, 병원성을 제거하거나 질병을 일으키지 않을 정도로 약화시킨 병원체, 병원체가 생산한 독소 등으로 만든다.

② 특정 병원체에 관한 백신을 접종받으면 1차 면역 반응이 일어나 형질 세포와 기억 세포가 생성된다.

④ 백신으로 예방한 병원체에 감염되면 체내에 해당 병원체에 대한 기억 세포가 존재하므로 2차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 빠르게 증식한 후 분화하여 형질 세포가 생성된다.

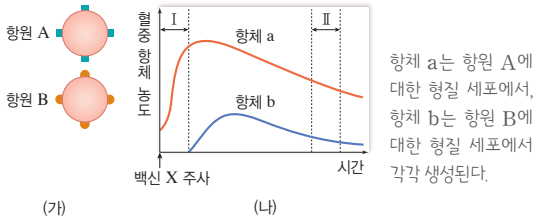
▶ **바로알기** ▶ ⑤ 백신을 접종하면 1차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 생성된다. 그 결과 병원체가 침입하였을 때 2차 면역 반응이 일어나 빠르게 병원체를 제거한다.

12 백신을 접종받으면 병원체가 침입하였을 때 2차 면역 반응이 일어나 많은 양의 항체를 신속하게 생성하여 병원체를 제거하도록 함으로써 질병을 예방한다. 홍역, 소아마비, 대상 포진, 디프테리아는 모두 병원체의 감염에 의한 질병으로, 백신으로 예방할 수 있다.

▶ **바로알기** ▶ ⑤ 알레르기는 특정 항원에 면역계가 과민하게 반응하는 현상으로, 동일한 항원이 재침입할 때마다 면역계가 과도하게 반응하여 두드러기, 가려움, 콧물, 재채기 등을 유발한다. 따라서 알레르기는 백신으로 예방하기 어렵다.

13 **꼼꼼** 문제 분석

- 항원 A에 대한 2차 면역 반응이 일어나 항체 a의 농도가 빠르게 증가한다. ➡ 항원 A에 대한 기억 세포가 존재한다.
- 항원 B에 대한 1차 면역 반응이 일어나 항원 B에 대한 보조 T 림프구 활성화, B 림프구의 증식·분화, 형질 세포와 기억 세포 생성이 진행된다.



ㄱ. 백신 X를 주사하였을 때 항체 a의 농도가 빠르게 증가한 것은 기억 세포에 의한 2차 면역 반응이 일어났기 때문이다. 이를 통해 이 사람은 백신 X를 주사받기 전에 항원 A가 침입하여 1차 면역 반응이 일어나 항원 A에 대한 기억 세포를 가지고 있었음을 알 수 있다.

ㄴ. 백신 X를 주사하였을 때 항체 b가 잠복기(구간 I)가 나타난 후 생성되었다. 이를 통해 구간 I에서는 백신 X의 주사로 항원 B에 대한 체액성 면역이 일어났음을 알 수 있다. 항원 B에 대한 1차 면역 반응에서는 항원 B를 인식한 보조 T 림프구가 활성화 되는 과정이 일어난다.

바로알기 ㄷ. 항원 A와 B가 백신 X에 함께 들어 있지만 각 항원에 대한 체액성 면역은 따로 일어난다. 즉, 항원 A를 인식하는 B 림프구가 분화하여 형성된 형질 세포에서 항체 a가 생성되고, 항원 B를 인식하는 B 림프구가 분화하여 형성된 형질 세포에서 항체 b가 생성된다.

14 ⑤ 아토피, 천식, 알레르기성 비염은 모두 알레르기 질환이다. 알레르기는 특정 물질에 대해 면역계가 과민하게 반응하여 나타나는 면역 질환이다.

바로알기 ①, ② 알레르기는 병원체 없이 발생하는 비감염성 질병으로 다른 사람에게 전염되지 않는다.

③ 면역 세포 이상으로 면역 기능이 크게 저하되는 것은 후천성 면역 결핍증(AIDS)과 같은 면역 결핍이다.

④ 면역계가 자기 조직을 항원으로 인식하여 공격하는 것은 류머티즘 관절염, 홍반성 루푸스 같은 자가 면역 질환이다.

15 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)는 인체에 침입해 보조 T 림프구를 파괴한다. 보조 T 림프구는 세포독성 T림프구와 B 림프구를 활성화시키는 역할을 하므로, 보조 T 림프구의 수가 줄어들면 면역계가 전반적으로 기능을 상실하여 병원체에 무방비 상태인 면역 결핍 상태가 된다.

모범답안 HIV가 보조 T 림프구에 침입하여 증식하면서 보조 T 림프구를 파괴하기 때문이다.

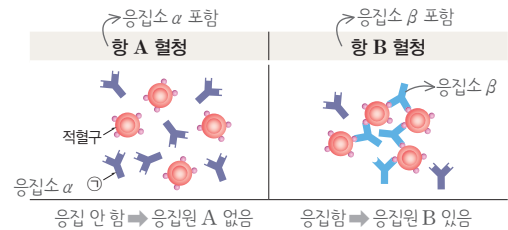
채점 기준	배점
HIV가 보조 T 림프구에 침입하여 증식하면서 보조 T 림프구를 파괴하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
보조 T 림프구를 파괴하기 때문이라고만 서술한 경우	70 %

16 ㄱ. 영우의 혈액에는 응집소 α는 있지만 응집소 β가 없으므로 영우는 B형이다. 따라서 영우는 응집원 B를 갖고 있다.

ㄴ. 빛나의 혈액에는 응집소 α와 β가 모두 있으므로 빛나는 O형이다. 수아의 혈액에는 응집소 β만 있으므로 수아는 A형이다. O형은 다른 ABO식 혈액형에게 소량 수혈해 줄 수 있으므로 빛나는 수아에게 소량 수혈해 줄 수 있다.

ㄷ. 영우의 혈장에는 응집소 α가 있고 수아의 적혈구 세포막에는 응집원 A가 있다. 따라서 영우의 혈장과 수아의 적혈구를 섞으면 응집 반응이 일어난다.

17 **꼼꼼** 문제 분석



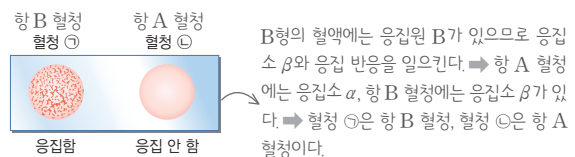
① 항 A 혈청(㉠)에는 응집소 α가 들어 있다.
② 이 사람은 항 A 혈청에서 응집 반응이 일어나지 않았지만, 항 B 혈청에서는 응집 반응이 일어났으므로, 이 사람의 ABO식 혈액형은 B형이다. 따라서 이 사람은 응집원 B를 갖고 있다.

④ 이 사람은 B형이므로, B형인 사람에게 수혈받을 수 있다.

⑤ 주는 사람의 응집원과 받는 사람의 응집소 사이에 응집 반응이 일어나지 않으면 소량 수혈이 가능하다. 이 사람의 혈액에는 응집원 B가 있지만 AB형인 사람의 혈액에는 응집소 β가 없다. 따라서 이 사람은 AB형인 사람에게 소량 수혈해 줄 수 있다.

바로알기 ③ 이 사람은 응집원 B와 응집소 α를 가지고 있으므로 B형이다.

18 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. ABO식 혈액형이 B형인 사람의 혈액에는 응집원 B가 있으며, 응집원 B가 응집소 β 와 만나면 응집 반응이 일어난다. 따라서 이 사람의 혈액형 판정 실험 결과에서 응집 반응이 일어난 혈청 ①은 응집소 β 가 들어 있는 항 B 혈청이다.

ㄴ. 이 사람의 ABO식 혈액형은 B형이므로 적혈구 세포막에는 응집원 B가, 혈장에는 응집소 α 가 있다.

■ **바로알기** ■ ㄷ. B형의 혈액을 떨어뜨렸을 때 응집이 안 된 것으로 보아 혈청 ①은 응집소 α 가 들어 있는 항 A 혈청이다. O형의 혈액에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 없으므로 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집 반응이 일어나지 않는다.

중단원 핵심 정리

166쪽

- ① 병원체 ② 세균 ③ 바이러스 ④ 라이소자임
⑤ 식균 작용 ⑥ 항원 항체 ⑦ 기억 ⑧ 응집원 ⑨ 응집소

중단원 마무리 문제

167쪽~169쪽

- 01 ① 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ④
06 ⑤ 07 ① 08 ④ 09 ④ 10 ③
11 해설 참조 12 해설 참조 13 해설 참조 14 해설 참조

01 ㄱ. (가)는 결핵의 병원체인 결핵균이다. 결핵균은 세균이므로 스스로 물질대사를 할 수 있다.

■ **바로알기** ■ ㄴ. (나)는 감기의 병원체인 아데노바이러스이며, 감기 환자의 기침, 재채기, 환자와의 접촉을 통해 전파된다.

ㄷ. 결핵의 병원체(가)인 세균은 핵막이 없는 세포 구조를 갖추고 있으며, 감기의 병원체(나)인 바이러스는 세포의 구조를 갖추고 있지 않으므로 핵막도 없다.

02 ① 말라리아는 모기를 통해 원생생물인 말라리아 원충에 감염되어 발생하는 질병이다.

② 콜레라는 오염된 음식을 통해 감염되는 수인성 질병이다.

④ 인플루엔자 바이러스는 독감 환자의 기침, 재채기, 환자와의 접촉을 통해 주로 감염된다. 따라서 환자가 다른 사람과 접촉하는 것을 막고, 기침이나 재채기를 할 때에는 입을 가리거나 마스크를 착용해야 한다.

⑤ 매개 동물의 개체 수를 줄이면 매개 동물에 의해 전파되는 병원체에 감염되는 것을 줄일 수 있다.

■ **바로알기** ■ ③ 광우병은 변형 프리온에 감염되어 발생하는 질병으로, 변형 프리온은 정상 프리온에 비해 매우 안정적이기 때문에 끓이는 것과 같은 일반적인 소독 방법으로는 파괴되지 않는다. 따라서 광우병은 변형 프리온에 감염된 육류를 섭취하지 않아야 예방할 수 있다.

03 ㄴ. (나)는 형질 세포에서 생성·분비된 항체에 의해 항원을 제거하는 체액성 면역이다. 체액성 면역 과정에서 항원이 처음 침입하면 활성화된 B 림프구로부터 형질 세포와 기억 세포가 분화되는 1차 면역 반응이 일어나고, 같은 항원이 재침입하면 기억 세포가 빠르게 증식하고 분화하여 다량의 항체가 생성되는 2차 면역 반응이 일어난다.

■ **바로알기** ■ ㄱ. (가)는 세포독성 T림프구가 특정 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하는 세포성 면역이다. 세포성 면역은 대식 세포가 제시한 항원에 대해 선별적으로 일어나므로 특이적 방어 작용이다.

ㄷ. (다)에서 라이소자임에 의한 병원체 제거는 병원체의 종류를 구분하지 않고 일어나는 비특이적 방어 작용이다.

04 ① (가)는 염증 반응의 일부를 나타낸 것으로, 확장된 모세 혈관벽을 빠져나간 백혈구는 병원체의 종류를 구분하지 않고 식균 작용으로 병원체를 제거한다. 따라서 백혈구의 식균 작용은 비특이적 방어 작용이다.

② (가)의 상처 부위에서는 비만 세포가 분비한 히스타민에 의해 모세 혈관이 확장되고 혈류량이 증가하며 모세 혈관벽의 투과성이 높아진다. 그 결과 상처 부위에서 발열, 부어오름, 붉어짐의 증상이 나타난다.

③ (나)에서는 형질 세포에서 분비된 항체가 항원과 결합하는 항원 항체 반응이 일어나 항원이 제거된다.

⑤ (나)에서 세균 X에 대한 기억 세포가 형성되기 때문에 세균 X에 다시 감염되면 기억 세포가 빠르게 증식하고 형질 세포로 분화하여 항체 X가 빨리 다량으로 생성된다.

■ **바로알기** ■ ④ 백신은 감염성 질병을 예방하기 위해 체내에 주입하는 물질로, 병원성을 제거하거나 약하게 한 병원체나 독소이다. 백신 접종으로 (나)와 같은 1차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 형성되어 질병이 예방되는 것이다.

05 ①, ② 항원 항체 반응은 특이적 방어 작용 중 체액성 면역 과정에서 일어난다.

③ 혈액의 응집 반응은 응집원과 응집소의 항원 항체 반응이다.

⑤ 항체는 종류에 따라 항원 결합 부위의 구조가 달라 입체 구조가 맞는 특정 항원하고만 결합할 수 있다.

■ **바로알기** ■ ④ 항체 한 분자에 2개의 항원 결합 부위가 있으므로 한 분자의 항체는 최대 두 분자의 항원과 결합할 수 있다.

㉔. 응집원은 항원, 응집소는 항체에 해당하므로 영희의 응집원과 ㉔ 사이에 일어나는 반응은 항원 항체 반응이다.

▮ **바로알기** ▮ ㉔. 영희의 ABO식 혈액형은 B형이므로 영희의 혈액에는 응집원 B와 응집소 α 가 있다. 그림에서 ㉔은 영희의 적혈구 세포막에 있는 응집원 B와 결합하고 있으므로, ㉔은 응집소 β 이다.

10 **꼼꼼** 문제 분석

ABO식 혈액형	소희의 혈액		인원(명)
	적혈구	혈장	
(가) B형	⊕	⊖	18
(나) A형	-	-	22
(다) AB형	-	⊕	14
(라) O형	⊕	-	6

(+: 응집함, -: 응집 안 함)

→ A형이므로 응집원 A와 응집소 β 가 있다.

응집소 α 가 있다.

응집원 B가 있다.

③ (나)의 혈액은 소희의 적혈구와 혈장 모두에 응집 반응이 일어나지 않았으므로 (나)는 A형이다. (라)의 혈액은 응집소 α 가 있지만 응집원 B가 없으므로 (라)는 O형이다. (나)의 적혈구 세포막에는 응집원 A가 있고 (라)의 혈장에는 응집소 α 가 있으므로, (나)의 적혈구와 (라)의 혈장을 섞으면 응집 반응이 일어난다.

▮ **바로알기** ▮ ① 응집소 α 가 있는 혈액형은 B형(가)과 O형(라)이므로 응집소 α 를 가진 학생 수는 24명(=18명+6명)이다.

② 응집원 A가 있는 혈액형은 A형(나)과 AB형(다)이므로 응집원 A를 가지고 있는 학생 수는 36명(=22명+14명)이다.

④ (다)는 AB형이므로 (다)의 혈액에는 응집원 A와 B가 있고, (가)는 B형이므로 (가)의 혈액에는 응집원 B와 응집소 α 가 있다. 따라서 혈액형이 (다)인 사람의 혈액을 혈액형이 (가)인 사람에게 수혈하면 응집원 A와 응집소 α 가 결합하여 응집 반응이 일어나므로, 혈액형이 (다)인 사람은 (가)인 사람에게 소량 수혈도 할 수 없다.

⑤ (라)는 O형이므로 혈액형이 (라)인 사람은 응집소 α 와 β 가 있다. 따라서 (가), (나), (다)의 혈액을 모두 수혈받을 수 없다.

11 세균과 바이러스는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있다. 세균은 세포 구조를 갖추고 있으며 스스로 물질대사를 할 수 있지만, 바이러스는 세포 구조를 갖추고 있지 않으며 숙주 세포 내에서만 물질대사와 증식을 할 수 있다.

모범답안 • 공통점 : 유전 물질(핵산)을 가지고 있다, 유전 현상을 나타낸다, 돌연변이가 일어난다, 병원체이다 등

• 차이점 : 세균은 세포 구조를 갖추고 있지만 바이러스는 세포 구조를 갖추고 있지 않다. 세균은 스스로 물질대사를 할 수 있지만 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못한다. 세균은 숙주 세포 밖에서 증식할 수 있지만 바이러스는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다 등

채점 기준	배점
공통점과 차이점을 각각 한 가지 이상 옳게 서술한 경우	100 %
공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

12 항원이 체내에 침입하면 대식 세포는 식균 작용으로 항원을 세포 안으로 잡아들여 분해한 후 항원 조각을 세포 표면에 제시한다.

모범답안 몸속에 침입한 항원을 식균 작용으로 분해하고 항원 조각을 세포 표면에 제시하여 보조 T 림프구가 항원의 종류를 인식하게 한다.

채점 기준	배점
식균 작용으로 항원을 분해하고 항원 조각을 세포 표면에 제시한다는 내용을 구체적으로 서술한 경우	100 %
항원 조각을 제시한다는 내용만 서술한 경우	70 %
보조 T 림프구가 항원의 종류를 인식하게 한다고만 서술한 경우	50 %

13 백신은 질병을 일으키는 병원체의 독성을 약화하거나 비활성 상태로 만든 것으로, 병원체의 독성은 약화되었지만 항원으로 작용한다. 따라서 백신은 체내에서 항체와 기억 세포의 생성을 유도한다.

모범답안 질병에 걸리기 전에 백신을 주사하면 1차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 생성된다. 이후에 실제로 병원체가 침입하면 2차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 빠르게 증식하고 형질 세포로 분화하여 다량의 항체를 생성하기 때문에 질병에 잘 걸리지 않게 된다.

채점 기준	배점
백신으로 질병을 예방할 수 있는 원리를 1차 면역 반응, 2차 면역 반응과 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
백신으로 질병을 예방할 수 있는 원리를 병원체 침입 시 많은 양의 항체가 만들어지기 때문 또는 2차 면역 반응이 일어나기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

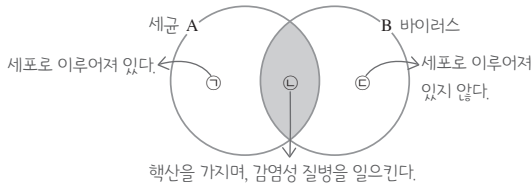
14 항 A 혈청에는 응집소 α 가, 항 B 혈청에는 응집소 β 가 있다. ABO식 혈액형 판정 실험 결과 항 B 혈청에서만 응집 반응이 일어났으므로 철수의 혈액형은 B형이다. B형의 적혈구 세포막에는 응집원 B가, 혈장에는 응집소 α 가 있다.

모범답안 O형, 철수는 항 B 혈청에서만 응집 반응이 일어났으므로 B형이며, B형은 응집원 B와 응집소 α 가 있다. 표에서 영희의 적혈구와 철수의 혈장을 혼합하였을 때 응집 반응이 일어나지 않으므로 영희는 응집원 A를 갖고 있지 않다. 또, 영희의 혈장과 응집원 B가 있는 철수의 적혈구를 혼합하면 응집 반응이 일어나므로 영희는 응집소 β 를 갖고 있다. 따라서 영희의 ABO식 혈액형은 O형이다.

채점 기준	배점
영희의 ABO식 혈액형을 옳게 쓰고, 그렇게 판단한 과정을 철수의 혈액형 판정 실험 결과 및 응집 반응과 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
영희의 ABO식 혈액형을 옳게 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명하였지만, 설명이 다소 부족한 경우	70 %
영희의 ABO식 혈액형만 옳게 쓴 경우	30 %

- 1 ⑤ 2 ③ 3 ③ 4 ⑤ 5 ④ 6 ② 7 ③
8 ⑤ 9 ② 10 ④ 11 ④

1 문제 분석



선택지 분석

- ✗. '해산을 가진다.'는 ㉠에 해당한다. ㉡
㉠. '감염성 질병을 일으킨다.'는 ㉡에 해당한다.
㉡. '세포로 이루어져 있지 않다.'는 ㉢에 해당한다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 결핵을 일으키는 병원체 A와 후천성 면역 결핍증(AIDS)을 일으키는 병원체 B가 각각 어떤 종류의 병원체인지 파악한다. 병원체 A는 세균이고, 병원체 B는 바이러스이다.

❷ 세균과 바이러스의 공통점과 차이점을 이해하여 ㉠~㉢에 해당하는 것의 옳고 그름을 판단한다.

ㄱ. 세균과 바이러스는 모두 유전 물질로 핵산을 가지고 있다. 따라서 '핵산을 가진다.'는 A와 B의 공통점인 ㉡에 해당한다.

ㄴ. 감염성 질병은 세균이나 바이러스 등의 병원체에 감염되어 발생하는 질병이므로 '감염성 질병을 일으킨다.'는 A와 B의 공통점인 ㉡에 해당한다.

ㄷ. 병원체 A는 세균이므로 세포로 이루어져 있고, 병원체 B는 바이러스이므로 세포로 이루어져 있지 않다. 따라서 '세포로 이루어져 있지 않다.'는 B만 가지고 있는 특징인 ㉢에 해당한다.

2 문제 분석

질병	특징
A 말라리아	• 병원체는 뚜렷한 핵을 가지고 있다. • 매개 동물에 의해 감염된다.
B 결핵	• 병원체는 스스로 물질대사를 할 수 있다. • 항생제를 사용하여 치료한다.
C 칸디다증	• 병원체는 몸이 균사로 이루어진 다세포 생물이다. • 항진균제를 사용하여 치료한다.

선택지 분석

- ㉠. A의 병원체는 말라리아 원충이다.
✗. B는 비감염성 질병이다. 감염성
㉡. C는 습한 환경에서 포자로 번식한다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 질병 A~C의 특징을 읽고 A~C가 각각 어떤 질병인지 파악한다.

A는 말라리아, B는 결핵, C는 칸디다증이다.

❷ 질병 A~C를 일으키는 병원체의 종류와 특징을 파악한다.

ㄱ. A(말라리아)의 병원체는 모기를 매개로 사람에게 감염되는 말라리아 원충이다.

ㄴ. B(결핵)는 세균에 감염되어 발생하므로 감염성 질병이다.

ㄷ. C(칸디다증)의 병원체는 칸디다이며, 칸디다는 곰팡이의 일종이므로 습한 환경에서 포자로 번식한다.

3 문제 분석

- ㉠ 비브리오콜레라균에 의해 발생한다. 세균
- 어떤 지역에서 오염된 강물을 식수로 이용하였을 때보다 정수된 강물을 식수로 이용하였을 때 콜레라로 인한 사망률이 낮았다.
- ㉡ 콜레라 백신이 개발되었고, 이 백신을 사용한 결과 콜레라로 인한 사망자 수가 크게 감소하였다.

선택지 분석

- ㉠. ㉠은 세포 구조를 갖추고 있다.
✗. ㉡은 콜레라의 치료에 사용된다. 예방
㉡. 콜레라는 주로 물을 통해 감염된다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 콜레라를 일으키는 병원체 ㉠의 종류를 파악한다.

ㄱ. ㉠ 비브리오콜레라균은 세균이며, 세균은 단세포 생물이다.

❷ 백신의 작용 원리를 알고 ㉡에 해당하는 것의 옳고 그름을 판단한다.

ㄴ. ㉡ 콜레라 백신은 콜레라에 감염된 적이 없는 사람에게 접종하여 1차 면역 반응을 일으켜 콜레라에 대한 기억 세포를 생성하게 함으로써 콜레라를 예방하기 위해 접종한다.

❸ 자료를 통해 콜레라의 감염 경로를 파악한다.

ㄷ. '오염된 강물을 식수로 이용하였을 때보다 정수된 강물을 식수로 이용하였을 때 콜레라로 인한 사망률이 낮았다.'는 것을 통해 콜레라는 주로 물을 통해 감염된다는 것을 알 수 있다.

4 문제 분석

- 땀, 침, 눈물 등에 들어 있다.
- 병원체 X의 세포벽을 분해하는 효소이다. 세균
- ㉠ 라이소자임은 병원체 X를 제거할 수 있다.
라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하여 세균의 감염을 막는다.

선택지 분석

- ㉠. X는 세균이다.
✗. ㉡은 특이적 방어 작용에 해당한다. 비특이적
㉡. 라이소자임을 구성하는 주된 물질의 단위체는 아미노산이다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 병원체 X를 파악하고, 라이소자임에 의한 병원체 X의 제거는 어떤 방어 작용인지 안다.

ㄱ. 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하는 효소이므로 병원체 X는 세균이다.

ㄴ. 라이소자임에 의한 병원체 제거는 특정 세균에 대해 선별적으로 일어나는 것이 아니므로 비특이적 방어 작용에 해당한다.

❷ 라이소자임을 구성하는 물질이 무엇인지를 파악한다.

ㄷ. 라이소자임은 효소이며, 효소의 주성분은 단백질이다. 단백질을 이루는 단위체는 아미노산이므로 라이소자임을 구성하는 주된 물질의 단위체는 아미노산이다.

5 **꼼꼼** 문제 분석

- (가) 손상된 부위의 비만 세포에서 ㉠ 화학 물질이 방출된다. 히스타민
(나) 백혈구의 ㉡ 식균 작용으로 병원체가 제거된다. 비특이적 방어 작용
(다) 모세 혈관이 확장되고, 모세 혈관벽의 투과성이 높아진다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 히스타민이다.
㉡ ㉡은 특이적 방어 작용에 해당한다. 비특이적
㉢ 염증 반응이 일어나는 과정은 (가) → (다) → (나)이다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 염증 반응이 일어나는 과정을 순서대로 파악한다.

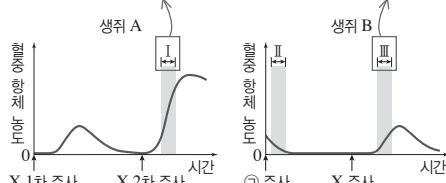
ㄱ, ㄷ. 염증 반응은 손상된 부위의 비만 세포에서 히스타민이 분비되면서 시작된다(가). 히스타민에 의해 모세 혈관이 확장되고 모세 혈관벽의 투과성이 높아지면(다) 백혈구가 모세 혈관을 빠져나와 손상된 부위로 모인다. 손상된 부위에 모인 백혈구는 식균 작용으로 병원체를 제거한다(나). 따라서 ㉠은 히스타민이고, 염증 반응이 일어나는 과정은 (가) → (다) → (나)이다.

❷ 백혈구의 식균 작용이 어떤 방어 작용에 해당하는지 파악한다.

ㄴ. 대식 세포 등의 백혈구는 병원체의 종류를 구분하지 않고 식균 작용으로 체내에 침입한 병원체를 제거한다. 이와 같이 병원체의 종류를 구분하지 않고 동일한 방식으로 일어나는 방어 작용을 비특이적 방어 작용이라고 한다.

6 **꼼꼼** 문제 분석

2차 면역 반응이 일어나며, X에 대한 기억 세포와 형질 세포가 모두 존재한다. 1차 면역 반응이 일어난다.



- ㉠을 주사하였을 때 항체 농도가 높았다 점점 낮아지므로
㉡은 X에 대한 항체가 포함된 A의 혈청이다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 기억 세포이다. 혈청
㉡ 구간 I과 II에서 모두 X에 대한 형질 세포에서 항체가 생성된다. 구간 I에서만
㉢ 구간 III에서는 X에 대한 1차 면역 반응이 일어난다.

❶ 전략적 풀이 ❶ (나)를 분석하여 ㉠이 혈청과 X에 대한 기억 세포 중 어느 것인지를 파악한다.

ㄱ. (나)에서 X를 2차 주사한 생쥐 A에서 추출한 ㉠을 생쥐 B에 주사하였을 때 X에 대한 혈중 항체 농도가 바로 0 이상이었던가 시간이 지날수록 점차 줄어든다. 이를 통해 ㉠은 X에 대한 항체가 들어 있는 혈청임을 알 수 있다. 만약 ㉠이 기억 세포라면 기억 세포가 증식하고 형질 세포로 분화하여 항체를 생성하므로 항체 농도가 0에서 시작하여 급격히 상승하였을 것이다.

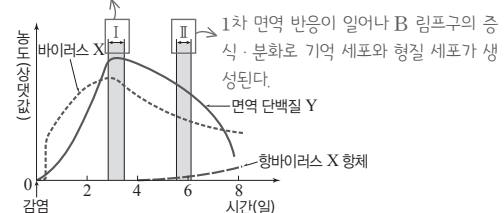
❷ 체액성 면역에서 1차 면역 반응과 2차 면역 반응을 이해하여 구간 I~III에서 일어나는 면역 반응을 파악한다.

ㄴ. 구간 I에서는 X의 2차 주사로 2차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 신속하게 증식하여 형질 세포로 분화해 다량의 항체가 생성된다. 구간 II에서는 형질 세포에서 항체가 생성되는 것이 아니라 ㉠(A의 혈청) 속에 들어 있던 항체가 시간이 지날수록 줄어든다.

ㄷ. (나)를 분석하면 생쥐 B의 체내에서는 ㉠(A의 혈청)에 포함되어 들어온 항체는 점점 없어지고 X에 대한 기억 세포가 존재하지 않는다. 따라서 생쥐 B에게 X를 주사하면 1차 면역 반응이 일어나 항체가 생성되므로 구간 III에서는 1차 면역 반응이 일어난다.

7 **꼼꼼** 문제 분석

X에 감염된 즉시 Y의 농도가 증가하고, Y의 농도가 증가하면 X의 농도가 감소하는 것으로 보아 Y는 비특이적 방어 작용에 관여한다.



선택지 분석

- ㉠ 구간 I에서는 Y에 의해 X의 수가 감소한다.
㉡ 구간 II에서는 X에 대한 기억 세포가 있다.
㉢ Y는 X에만 특이적으로 작용한다. 비특이적으로

■ 전략적 풀이 ■ ❶ 자료를 분석하여 바이러스 X에 대한 방어 작용에서 면역 단백질 Y의 역할을 파악한다.

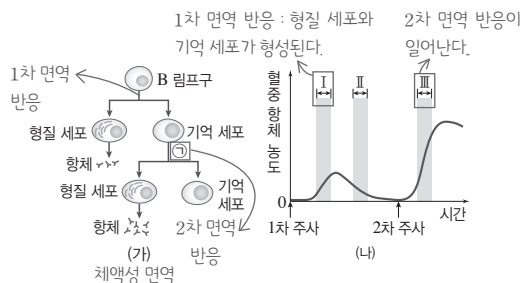
7. 구간 I에서 Y의 농도가 증가하자 X의 농도가 감소하므로 Y에 의해 X의 수가 감소함을 알 수 있다.

ㄷ. Y의 농도는 X에 감염된 직후 증가하였으므로 Y는 X에 대한 인식 단계 없이 비특이적으로 작용함을 알 수 있다.

② X에 감염된 생쥐의 체내에서 항체가 생성되기까지의 과정을 이해하여 구간 II에서 X에 대한 기억 세포의 존재 여부를 판단한다.

나. 구간 II에서는 바이러스 X에 대한 항바이러스 X 항체가 만들어지고 있다. 항바이러스 X 항체는 바이러스 X를 인식한 B 림프구의 증식·분화로 생성된 형질 세포에서 생성·분비되며, 형질 세포가 만들어질 때 기억 세포도 함께 만들어진다. 따라서 구간 II에서는 X에 대한 기억 세포가 있다.

8 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ 구간 I에서 X에 대한 체액성 면역이 일어난다.
㉡ 구간 II에서는 형질 세포와 기억 세포가 모두 존재한다.
㉢ 구간 III에서 ㉠ 과정이 일어난다.

■ **전략적 풀이** ■ ❶ (가)의 방어 작용이 무엇인지 이해하고, (나)의 구간 I과 구간 II에서 일어나는 면역 반응을 파악한다.

7. (가)는 항체가 항원을 제거하는 방어 작용이므로 체액성 면역이다. (나)의 구간 I에서 X에 대한 항체의 혈중 농도가 증가하는 것은 X를 인식한 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화하고, 형질 세포에서 X에 대한 항체를 생성하기 때문이다. 따라서 구간 I에서는 X에 대한 체액성 면역이 일어난다.

나. 구간 I에서 발생한 1차 면역 반응으로 인해 구간 II에서는 형질 세포와 기억 세포가 모두 존재한다.

② (나)의 구간 Π 에서 일어나는 면역 반응의 특징을 파악한다.

다. (나)의 구간 Ⅲ에서 X에 대한 항체의 혈중 농도가 급격히 증가한 것은 X에 대한 기억 세포가 빠르게 증식하고 형질 세포로 분화하여 항체를 생성·분비하기 때문이다. 이와 같은 기억 세포의 증식·분화 과정은 (가)의 ㉠ 과정(2차 면역 반응)에 해당한다. 따라서 구간 Ⅲ에서 ㉠ 과정이 일어난 것이다.

9 문제 분석

(가) A와 B 중 한 세균의 병원성을 약화시켜 백신 ㉠을 만든다.

(나) 유전적으로 동일하고 A와 B에 노출된 적이 없는 생쥐 I~V를 준비한다.

(다) 표와 같이 주사액을 I~III에게 주사하고 1일 후 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

생쥐	주사액의 조성	생존 여부
I	세균 A	죽는다.
II	세균 B	죽는다.
III	백신 ①	산다.

(라) 2주 후 (다)의 Ⅲ에서 혈청 ㉠를 얻는다.

→A 또는 B에 대한 항체가 들어 있을 것이다.

(마) 표와 같이 주사액을 Ⅳ와 Ⅴ에게 주사하고 1일 후 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

생쥐	주사액의 조성	생존 여부
Ⅳ	혈청 ④ + 세균 A	죽는다.
Ⅴ	혈청 ④ + 세균 B	산다.

혈청 ⑤에는 세균 B에 대한 항체가 들어 있어 V에서 B에 대한 항원 항체 반응이 일어났다.

선택지 분석

- ✕ ㉠에는 형질 세포가 들어 있다. B에 대한 항체
 ✕ (다)에서 ㉠을 주사한 Ⅲ에 2주 후 A를 주사하면 Ⅲ에서
 A에 대한 2차 면역 반응이 일어난다. 일어나지 않는다.
 ㉡ (마)의 V에서 B에 대한 항원 항체 반응이 일어났다.

■ **전략적 풀이** ■ ① 백신의 작용 원리를 이해하고, 실험 과정 및 결과를 분석하여 백신 ㉠이 어떤 세균의 병원성을 약화시킨 것인지를 파악한다.

(다)의 생쥐 III에서는 백신 ㉠에 들어 있는 세균에 대한 1차 면역 반응이 일어나 이 세균에 대한 형질 세포와 기억 세포가 형성되고 항체가 생성된다. (마)에서 IV는 죽었지만 V는 생존한 것을 통해 혈청 ㉡에는 B에 대한 항체가 들어 있음을 알 수 있다. 따라서 백신 ㉠은 B의 병원성을 약화시킨 것이다.

7. ㉠는 혈청이므로 세포는 들어 있지 않고, 세균 B에 대한 항체가 들어 있다.

나. (다)에서 ㉠을 주사한 생쥐 Ⅲ에서는 B에 대한 항체와 기억 세포는 만들어지지만, A에 대한 기억 세포는 만들어지지 않는다. 따라서 ㉠을 주사한 생쥐 Ⅲ에 2주 후 A를 주사하더라도 A에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않는다.

② (마)에서 IV는 죽고, V는 생존한 까닭을 체액성 면역과 연관 지어 파악한다.

다. IV가 죽은 것은 혈청 ㉠에 A에 대한 항체가 들어 있지 않기 때문이다. V가 생존한 것은 B에 대한 항체가 들어 있는 혈청 ㉠을 세균 B와 함께 주사받아 병원성인 세균 B를 제거하는 항원 항체 반응이 일어났기 때문이다.

10 **꼼꼼** 문제 분석

(나)와 (라)는 응집한 경우와 응집 안 한 경우가 모두 있으므로 A형 또는 B형이다.

구분	(가)	(나)	(다)	(라)
㉠	-	+	㉡	-
㉢	㉣	+	+	+
㉤	-	-	+	+

모두 응집 반응이 일어나지 않는
(가)는 O형이다.

모두 응집 반응이 일어나는
(다)는 AB형이다.

선택지 분석

- ✗ ㉣와 ㉡는 모두 '-'이다. ㉣는 '-', ㉡는 '+'
- 두 자녀는 (가)와 (다)이다.
- (나)의 적혈구와 (라)의 혈장을 섞으면 응집 반응이 일어난다.

▶ **전략적 풀이** ① 제시된 응집 반응 결과를 분석하여 이 가족 구성원 (가)~(라)의 ABO식 혈액형을 파악한다.

㉠. O형의 혈액은 응집원이 없으므로 혈장 ㉠~㉤과 섞었을 때 모두 응집 반응이 일어나지 않는다. AB형의 혈액은 응집원 A와 응집원 B가 모두 있으므로 혈장 ㉠~㉤과 섞었을 때 모두 응집 반응이 일어난다. 따라서 (가)의 혈액형이 O형, (다)의 혈액형은 AB형이고, ㉣는 '-', ㉡는 '+'이다.

② (가)~(라) 중 두 자녀가 누구인지 파악한다.

㉢. ㉠~㉤ 중 응집 반응이 일어나지 않는 경우가 없으므로 ㉠~㉤에는 모두 응집소가 있다. 따라서 부모는 AB형이 될 수 없으므로 부모의 ABO식 혈액형은 A형과 B형이고, 자녀는 AB형과 O형이어야 한다. 따라서 자녀는 (가)와 (다)이다.

㉤. (나)와 (라)의 혈액형 중 하나는 A형, 다른 하나는 B형이다. A형의 적혈구 세포막에는 응집원 A, B형의 적혈구 세포막에는 응집원 B가 있고, A형의 혈장에는 응집소 β, B형의 혈장에는 응집소 α가 있다. 따라서 (나)의 적혈구와 (라)의 혈장을 섞으면 응집 반응이 일어난다.

11 **꼼꼼** 문제 분석

구분	학생 수
응집원 B를 가진 학생 B형과 AB형	37
응집소 α를 가진 학생 B형과 O형	55
응집원 A와 응집소 β를 모두 가진 학생 A형	35
Rh 응집원을 가진 학생 Rh ⁺ 형	98

- ▶ A형이 35명이므로 AB형+B형+O형은 100명-35명=65명이다.
- ▶ B형+AB형=37명이므로 O형은 65명-37명=28명이다.
- ▶ B형+O형=55명이고, O형은 28명이므로 B형은 55명-28명=27명이다. 따라서 AB형은 10명이다.
- ▶ Rh⁺형은 98명, Rh⁻형은 2명이다.

선택지 분석

- ✗ A형과 O형인 학생 수의 합은 55명이다. 63명
- Rh⁺형인 학생들 중 B형인 학생 수는 26명이다.
- 항 A 혈청에 응집하는 혈액을 가진 학생 수가 항 B 혈청에 응집하지 않는 혈액을 가진 학생 수보다 적다.
- ✗ 가장 학생 수가 적은 혈액형의 혈액을 가장 학생 수가 많은 혈액형인 사람에게 소량 수혈할 수 있다. 없다.

▶ **전략적 풀이** ① 제시된 자료를 분석하여 A형, B형, AB형, O형인 학생 수를 파악한다.

㉠. 응집원 B가 있는 혈액형은 AB형, B형이므로 AB형과 B형을 합한 학생은 37명이고, 응집소 α가 있는 혈액형은 B형과 O형이므로 B형과 O형을 합한 학생은 55명이다. 응집원 A와 응집소 β를 모두 가진 혈액의 혈액형은 A형이므로 A형인 학생은 35명이다. 이 집단의 학생은 모두 100명이므로 100명 중 A형인 학생 35명을 제외하면 65명이 남는다. 남은 65명 중 AB형과 B형을 합한 학생은 37명이므로 O형인 학생은 28명이 된다. B형과 O형을 합한 학생은 55명이고, 이중 O형인 학생 28명을 제외하면 B형인 학생은 27명이다. 따라서 AB형인 학생은 10명이다. 그러므로 A형인 학생 35명과 O형인 학생 28명의 합은 63명이다.

㉢. Rh⁻형이면서 B형인 학생은 1명이다. 따라서 B형인 학생 27명 중 Rh⁻형이면서 B형인 학생 1명을 제외하면 Rh⁺형이면서 B형인 학생 수는 26명이다.

㉤. 항 A 혈청과 응집 반응이 일어나는 혈액형은 A형과 AB형이고, 항 B 혈청에 응집 반응이 일어나지 않는 혈액형은 A형과 O형이다. 따라서 항 A 혈청에 응집하는 혈액을 가진 학생은 45명(=35명+10명)이고, 항 B 혈청에 응집하지 않는 혈액을 가진 학생 수는 63명(=35명+28명)이다. 그러므로 항 A 혈청에 응집하는 혈액을 가진 학생이 항 B 혈청에 응집하지 않는 혈액을 가진 학생보다 적다.

② ABO식 혈액형, Rh식 혈액형의 응집 반응을 통해 학생들 간의 수혈 관계를 파악한다.

㉤. 가장 학생 수가 적은 혈액형은 Rh⁻형이면서 B형(1명) 또는 Rh⁻형이면서 AB형(1명)이다. 가장 학생 수가 많은 혈액형은 Rh⁺형이면서 A형(35명)이다. Rh⁻형이면서 B형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원은 없지만 응집원 B가 있고, Rh⁻형이면서 AB형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원은 없지만 응집원 A, B가 있다. Rh⁺형이면서 A형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원, 응집원 A와 응집소 β가 있다. Rh 응집원이 없는 Rh⁻형은 Rh⁺형에게 수혈을 할 수 있지만, B형과 AB형에 공통으로 있는 응집원 B와 A형에 있는 응집소 β가 만나면 응집 반응이 일어나므로 가장 학생 수가 적은 혈액형의 혈액을 가장 학생 수가 많은 혈액형의 혈액을 가진 사람에게 소량 수혈해 줄 수 없다.



IV. 유전

1

유전의 원리



01 염색체

개념 확인 문제

181쪽

- ① 유전자 ② 염색체 ③ 상동 ④ 염색 분체
⑤ 상동 염색체

1 A : DNA, B : 히스톤 단백질, C : 뉴클레오솜, D : 염색체, E : 동원체, F : 염색 분체 2 (1) ㄹ (2) ㄴ (3) ㄱ (4) ㄷ 3 (1) 〇 (2) 〇 (3) × 4 (1) 〇 (2) × (3) 〇 (4) 〇 5 (1) 〇 (2) × (3) 〇 6 (가) $n=4$ (나) $2n=4$

1 A는 유전 물질인 DNA이고, B는 DNA를 응축시키는 데 관여하는 히스톤 단백질이다. C는 DNA와 히스톤 단백질로 이루어진 뉴클레오솜이며, D는 DNA가 응축되어 나타난 막대 모양의 염색체이다. E는 방추사가 붙는 자리인 동원체이며, F는 DNA가 복제되어 형성된 염색 분체이다.

2 (1) DNA와 히스톤 단백질로 구성된 염색체는 세포 분열 시 응축되어 막대 모양으로 나타난다.
(2) 한 개체가 가지고 있는 모든 유전 정보를 유전체라고 한다.
(3) 생물의 형질을 결정하는 유전 정보의 단위를 유전자라고 한다. 유전자는 DNA의 특정 부위에 있다.
(4) DNA는 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 나선 모양으로 꼬인 이중 나선 구조이다.

3 (1) 여자의 체세포에는 22쌍의 상염색체와 X 염색체 2개가 있으므로 총 23쌍의 상동 염색체가 있다.
(2) 남자와 여자의 체세포는 상동 염색체가 쌍으로 있으므로 핵상은 $2n$ 이고, 염색체 수는 46개이다.
(3) 여자의 X 염색체 2개 중 하나는 어머니에게서, 다른 하나는 아버지에게서 물려받은 것이다.

4 (1) 동원체에서 붙어 있는 (가)와 (나)는 염색 분체로, DNA가 복제되어 만들어진 것이므로 유전자 구성이 같다.
(2) 대립유전자는 상동 염색체의 동일한 위치에 있다. (가)와 (나)는 염색 분체이므로 ①과 ②는 대립 관계가 아니다.

(3) A는 세포 분열 시 방추사가 붙는 자리인 동원체이다. 두 염색 분체는 동원체 부분에서 붙어 있다.

(4) 세포 분열 시 염색 분체는 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다.

5 (1) 대립유전자는 한 가지 형질에 대해 대립 형질이 나타나게 한다.

(2), (3) 대립유전자는 상동 염색체를 통해 부모에게서 하나씩 물려받은 것이므로 같을 수도 있고 다를 수도 있다.

6 (가)는 상동 염색체 중 하나씩만 있으므로 핵상은 n 이고, 염색체 수는 4개이다. 따라서 $n=4$ 이다.

(나)는 상동 염색체가 쌍으로 있으므로 핵상은 $2n$ 이고, 염색체 수는 4개이다. 따라서 $2n=4$ 이다.

대표 자료 분석

182쪽

자료 1 1 뉴클레오타이드 2 ㉠ DNA, ㉡ 히스톤 단백질, ㉢ 뉴클레오솜 3 (1) × (2) 〇 (3) 〇 (4) × (5) 〇 (6) × (7) ×

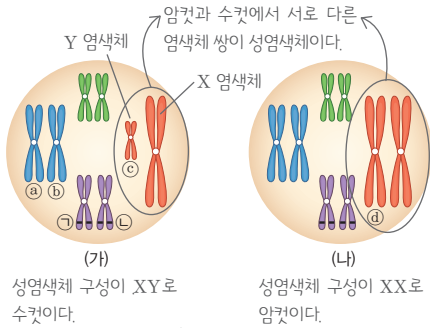
자료 2 1 (1) 8 (2) 6 (3) 2 2 (가) 3 (1) 〇 (2) × (3) 〇 (4) × (5) × (6) 〇 (7) ×

①-1 A는 DNA이며, DNA를 구성하는 단위체는 뉴클레오타이드이다.

①-2 B는 유전 물질인 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 뉴클레오솜이다.

①-3 (1) 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.
(2) DNA가 히스톤 단백질과 결합한 뉴클레오솜은 염색체가 핵 속에 풀어져 있을 때에도 존재한다.
(3) 핵 속에 풀어져 있던 염색체는 세포 분열 시 응축되어 C와 같은 형태로 나타난다.
(4) 한 개체의 유전 정보는 체세포에 들어 있는 모든 염색체에 나뉘어 저장되어 있다. 따라서 염색체 하나에는 한 개체의 유전 정보 중 일부만 들어 있다.
(5) D는 세포 분열 시 방추사가 붙는 동원체이다.
(6) E와 F는 염색 분체로, 세포가 분열하기 전에 DNA가 복제되어 형성된다.
(7) E와 F는 DNA가 복제되어 만들어진 염색 분체로, 동일한 위치에는 동일한 유전자가 있다.

2-1 **꼼꼼** 문제 분석



- (1) 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다.
 (2), (3) 체세포의 상염색체 수는 6개이고, 성염색체 수는 2개이다.

2-2 (가)와 (나)에서 공통적인 세 쌍은 상염색체이고, 나머지만 한 쌍의 염색체가 성염색체이다. (가)는 성염색체의 모양과 크기가 다르므로 XY이고, (나)는 모양과 크기가 같으므로 XX이다. 따라서 (가)가 수컷의 핵형이다.

- 2-3** (1) ③과 ④는 모양과 크기가 같은 상동 염색체이다.
 (2) ⑤는 Y 염색체, ⑥은 X 염색체로, 둘 다 성염색체이다.
 (3) 상동 염색체의 동일한 위치 ⑦과 ⑧에는 하나의 형질을 결정하는 대립유전자가 있다.
 (4) (가)의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다.
 (5) (나)의 염색체 구성은 $6+XX$ 이다.
 (6) 이 동물의 체세포에는 6개의 상염색체가 있으므로 생식세포에는 3개의 상염색체가 있다.
 (7) 같은 종에 속하는 암컷의 핵형은 모두 (나)와 같다.

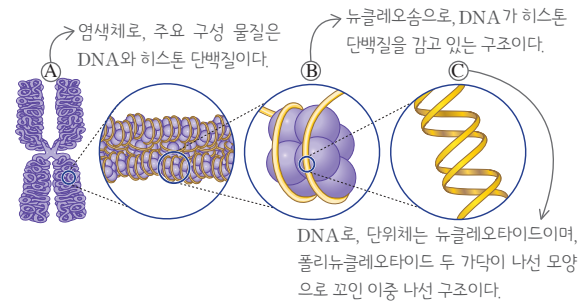
나선 만점 문제

183쪽~185쪽

01 ④	02 ②	03 해설 참조	04 ③	05 ④
06 ④	07 해설 참조	08 ②	09 ②	10 ③
11 ⑤	12 ④	13 ⑤		

- 01** ① DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 나선 모양으로 꼬여 있는 이중 나선 구조이다.
 ② 핵 속에 실처럼 풀어져 있던 염색체는 세포가 분열할 때 응축되어 막대 모양으로 나타난다.
 ③ 염색체를 구성하는 주요 물질은 DNA와 히스톤 단백질이다.
 ⑤ 유전체는 한 개체가 가지고 있는 모든 유전 정보를 의미한다.
▶바로알기 ④ 유전자는 DNA의 특정 부위에 있으며, DNA 하나에는 수많은 유전자가 있다.

02 **꼼꼼** 문제 분석



ㄷ. DNA(C)는 뉴클레오타이드가 반복적으로 결합하여 형성된 폴리뉴클레오타이드 두 가닥으로 이루어져 있다.

▶바로알기 ㄱ. 분열하지 않는 세포에서 염색체는 핵 속에 실처럼 풀어져 있으며, A와 같은 형태의 염색체는 세포가 분열할 때 핵막이 사라진 후 나타나므로 핵 속에 존재한다고 볼 수 없다.

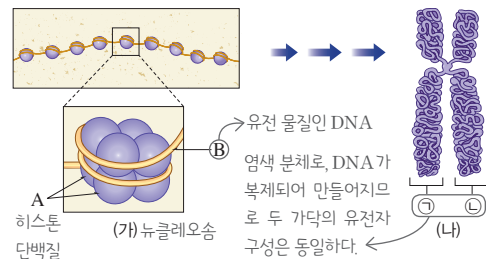
ㄴ. 뉴클레옴(B)은 DNA와 히스톤 단백질로 구성된다.

03 염색체가 응축되면 세포 분열이 일어나는 동안 DNA가 손상되거나 상실되어 유전 정보에 이상이 생기는 것을 막을 수 있고, 유전 물질이 정확하게 2개의 딸세포로 나뉘어 들어가는 데 도움이 된다.

▶모범답안 세포 분열이 일어나는 동안 유전 정보가 손상될 위험이 적다. 유전 물질이 정확하게 2개의 딸세포로 나뉘어 들어가는 데 도움이 된다.

채점 기준	배점
장점을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
장점을 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

04 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (가)는 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 뉴클레옴이다.

ㄴ. A는 히스톤 단백질이고, 단백질은 아미노산으로 구성된다.

▶바로알기 ㄷ. ①과 ②은 염색 분체로, 하나의 DNA를 구성하는 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 각각 응축되어 형성되는 것이 아니라, 세포 분열 전에 DNA가 복제된 후 각각의 DNA 이중나선이 히스톤 단백질과 결합하고 응축되어 형성된다.

- 05** ① 성염색체가 XY이므로 이 사람은 남자이다.
 ② 숫자가 쓰여 있는 것이 상염색체이며, 체세포에는 총 22쌍의 상염색체가 있다.
 ③ a와 b는 1번 염색체로, 모양과 크기가 같은 상동 염색체이다.
 ⑤ 이 사람의 몸을 구성하는 모든 체세포의 핵형은 동일하다.
- **바로알기** ■ ④ 피부 세포는 체세포이므로 상동 염색체가 쌍으로 있다. 따라서 피부 세포의 염색체 구성은 $44+XY$ 이다.

06 **꼼꼼** 문제 분석

3번 염색체 쌍으로, 상동 염색체이다. 상동 염색체는 부모에게서 각각 하나씩 물려받는다.

(가) 성염색체 구성이 XY이므로 남자이다($44+XY$).
 (나) 성염색체 구성이 XX이므로 여자이며, 21번 염색체가 3개이므로 염색체 구성은 상염색체가 정상보다 1개 더 많아 $45+XX$ 이다.

- ㄴ. (나)는 21번 염색체가 3개이므로 체세포의 염색체 수가 정상인보다 1개 더 많은 47개이다.
 ㄷ. ㉠과 ㉡은 상동 염색체이며, 상동 염색체는 부모에게서 각각 하나씩 물려받는다.
- **바로알기** ■ ㄱ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 이상으로 나타나는 유전병이므로 핵형 분석으로는 알 수 없다.

07 **모범답안** 태아의 체세포에는 상동 염색체가 23쌍 있으며, 염색체 수는 46개이다. 그중 상염색체는 22쌍(44개)이고, 성염색체는 1쌍(2개)이며, 성염색체 구성이 XX이므로 여자이다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 사용하여 염색체 구성을 옳게 서술하고, 성별을 옳게 판별한 경우	100 %
성별은 옳게 판별하였으나 제시된 용어 중 일부만 사용하여 염색체 구성을 서술한 경우	50 %
성별만 옳게 판별한 경우	20 %

08 **꼼꼼** 문제 분석

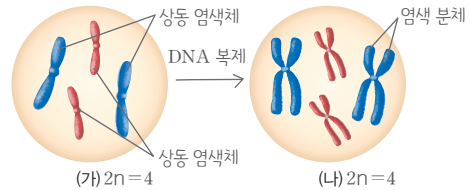
성염색체 구성이 XY이므로 수컷이다. 성염색체 구성이 XX이므로 암컷이다. Y 염색체

(가) $2n=8$ (나) $2n=8$ (다) $n=4$

염색체 수가 (가), (나)의 반이고 상동 염색체 중 하나씩만 있으므로 생식세포이며, 성염색체로 Y 염색체가 있으므로 수컷에서 만들어진 생식세포이다.

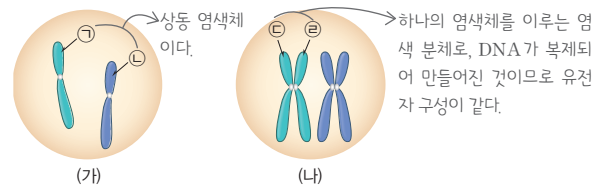
- ㄱ. A는 체세포의 염색체 구성이 (가)이므로 수컷이고, B는 체세포의 염색체 구성이 (나)로 암컷이다.
 ㄴ. (가)와 (나)에는 상동 염색체가 쌍으로 존재하므로 체세포이며, 핵상은 $2n$ 으로 같다.
- **바로알기** ■ ㄷ. (다)에는 Y 염색체가 있으므로, (다)는 수컷인 A의 생식세포이다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



- ㄴ. (나)는 각 염색체가 2개의 염색 분체로 구성되어 있으므로 DNA양이 (가)의 2배이다.
- **바로알기** ■ ㄱ. (가)의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 이다.
 ㄷ. (나)의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 로 (가)와 같다.

10 **꼼꼼** 문제 분석



- ㄱ. (가)와 (나)의 1번 염색체 수는 2개로 같다.
 ㄷ. ㉠과 ㉡은 DNA가 복제되어 만들어진 염색 분체이므로 유전자 구성이 같다.
 ㄹ. 염색 분체는 세포 분열이 진행됨에 따라 분리되어 각각 다른 딸세포로 들어간다.
- **바로알기** ■ ㄴ. ㉠과 ㉡은 상동 염색체이므로 부모에게서 1개씩 물려받은 것이다.

11 **꼼꼼** 문제 분석

(가) (나) (다)

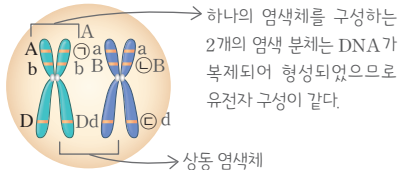
상동 염색체 중 하나씩만 있고 염색체 수는 6개이므로 $n=6$ 이다. 따라서 생식세포이다. 상동 염색체 중 하나씩만 있고 염색체 수는 6개이므로 $n=6$ 이다. 그런데 각 염색체가 2개의 염색 분체로 이루어져 있다. 상동 염색체가 쌍으로 있고 염색체 수는 12개이므로 $2n=12$ 이다.

ㄱ. A의 생식세포인 (가)의 핵상과 염색체 수가 $n=6$ 이므로 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=12$ 이다.

ㄴ. 이 생물의 성염색체 구성은 사람과 같다고 했으므로 체세포에는 성염색체가 2개 있다. (가)는 생식세포이므로, 상염색체 5개와 성염색체 1개가 있다.

ㄷ. (나)에는 (가)와 같이 상염색체가 5개 있는데, 각 염색체가 2개의 염색 분체로 구성되므로 상염색체의 염색 분체는 10개이다.

12 **꼼꼼** 문제 분석



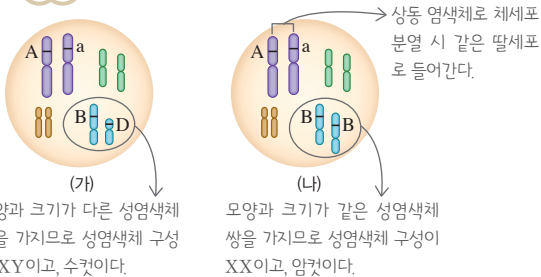
⇒ 유전자형이 AaBbDd이고, 대립유전자는 상동 염색체의 동일한 위치에 있다. 따라서 ㉠은 A, ㉡은 B, ㉢은 d이다.

ㄴ. b와 ㉡은 대립유전자로, 하나의 형질을 결정하는 데 관여한다.

ㄷ. 상동 염색체는 부모에게서 각각 1개씩 물려받은 것이다. 따라서 상동 염색체에 있는 대립유전자 D와 ㉢(d)도 부모에게서 각각 물려받은 것이다.

▶바로알기 ㄱ. ㉠은 왼쪽 염색 분체와 같은 A이고, ㉡은 b의 대립유전자이므로 B이다.

13 **꼼꼼** 문제 분석



- ① A는 암수 공통으로 있는 상염색체에 있는 유전자이다.
- ② B는 암수 공통으로 있는 성염색체인 X 염색체에 있는 유전자이다.
- ③ 수컷은 X 염색체를 1개만 가지므로 B에 대한 대립유전자가 없다. X 염색체에 있는 B와 Y 염색체에 있는 D는 각각 다른 형질을 결정하는 유전자이다.
- ④ D는 Y 염색체에 있으므로 수컷에게만 있는 유전자이다.

▶바로알기 ⑤ 체세포 분열이 일어날 때에는 DNA 복제로 형성된 염색 분체가 나뉘어 각기 다른 딸세포로 들어가므로 딸세포의 염색체 수와 유전자 구성은 모세포와 같다. 따라서 (나)가 체세포 분열을 하면 각각의 딸세포에 A와 a가 모두 있다.

2 생식세포의 형성과 유전적 다양성

개념 확인 문제

189쪽

- ① 간기 ② 같다 ③ 상동 염색체 ④ 염색 분체 ⑤ 반감 (1 → 0.5)

- 1 (1) ㉠ G₁기, ㉡ S기, ㉢ G₂기 (2) ㉡ (3) ㉠, ㉡, ㉢ (4) ㉡
2 (1) (가) → (다) → (나) → (라) → (마) (2) (나) 3 (1) × (2) ○
(3) ○ (4) × 4 ㉠ 2, ㉡ 2, ㉢ 4, ㉣ n, ㉤ 모세포의 반
5 (1) (나) (2) (다) 6 감수 1분열 중기 7 16가지

1 (1) M기 이후에 진행되는 ㉠은 세포의 생장이 활발한 G₁기이고, ㉡은 DNA가 복제되는 S기, ㉢은 세포 분열을 준비하는 G₂기이다.

(2) DNA 복제는 ㉡ S기에 일어난다.

(3) 핵은 간기인 ㉠, ㉡, ㉢ 시기에 관찰되며, 분열기(M기)에는 핵막이 사라져 핵을 볼 수 없다.

(4) 막대 모양의 염색체는 ㉢ 분열기(M기)에 관찰된다.

2 (1) (가)는 핵이 관찰되는 간기, (나)는 염색체가 세포 중앙에 배열된 중기, (다)는 핵막이 사라지고 응축된 염색체가 나타나는 전기, (라)는 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동하는 후기, (마)는 딸핵이 형성되는 말기이다. 따라서 세포 분열 과정은 간기(가) → 전기(다) → 중기(나) → 후기(라) → 말기(마)이다.

(2) 중기는 최대 응축된 염색체가 세포 중앙에 배열되어 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기이다.

3 (1) 생물의 성장과 조직 재생 과정에서는 체세포 분열이 일어난다. 생식세포 분열은 생식 기관에서 생식세포를 형성할 때 일어난다.

(2) 생식세포 분열에서는 연속된 2회의 분열이 일어나 모세포 1개로부터 4개의 딸세포가 형성된다.

(3) 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한다.

(4) 감수 1분열이 끝난 후 DNA 복제 없이 감수 2분열이 바로 진행된다.

4 체세포 분열에서는 1회의 분열로 2(㉡)개의 딸세포가 형성되며, 딸세포의 염색체 수와 DNA양은 모세포와 같다($2n \rightarrow 2n$). 생식세포 분열에서는 연속된 2(㉠)회의 분열로 4(㉢)개의 딸세포가 형성되며, 딸세포의 염색체 수와 DNA양은 모세포의 반이다. 따라서 딸세포의 핵상은 n (㉣)이 되고, DNA양은 모세포의 반(㉤)이다.

- 5** (가)는 간기, (나)는 감수 1분열, (다)는 감수 2분열이다.
 (1) 상동 염색체가 분리되는 시기는 감수 1분열(나)이다.
 (2) 염색체 수는 변하지 않고 DNA양만 반으로 줄어드는 시기는 염색 분체가 분리되는 감수 2분열(다)이다.

6 감수 1분열 중기에 상동 염색체가 어떻게 배열되느냐에 따라 상동 염색체의 분리가 달라져 생식세포의 유전적 다양성이 증가한다.

7 상동 염색체의 무작위 배열과 분리에 의해 다양한 염색체 조합이 형성되므로 생식세포의 염색체 조합은 이론적으로 2^n 가지이다. $2n=8$ 인 동물의 경우 $n=4$ 이므로 생식세포의 염색체 조합은 $2^4=16$ 가지이다.

**완자샘
비법 특강**

- Q1** • 체세포 분열 : $2 \xrightarrow{S기} 4 \xrightarrow{말기} 2$
 • 생식세포 분열 :
 $2 \xrightarrow{S기} 4 \xrightarrow{1분열} 2 \xrightarrow{말기} 2 \xrightarrow{2분열} 1 \xrightarrow{말기} 1$

190쪽

Q1 체세포 분열에서는 간기(S기)에 DNA가 복제된 후 말기에 반으로 감소하므로 딸세포의 DNA양은 모세포와 같다. 생식세포 분열에서는 간기(S기)에 DNA가 복제된 후 감수 1분열 말기에 반으로 감소하고, 감수 2분열 말기에 다시 반으로 감소하여 딸세포의 DNA양은 모세포의 반이다.

대표 자료 분석

191쪽

- 자료 1** 1 ㉠ 2 G₁기 : 1, ㉡ : 2 3 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ (7) ×
자료 2 1 (가) 감수 1분열 중기 (나) 감수 2분열 중기 2 (1) B (2) C 3 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ (7) ○

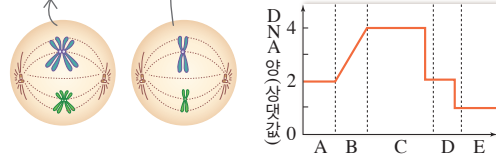
1-1 (가)의 ㉠은 S기, ㉡은 G₂기, ㉢은 M기이다. (나)는 염색 분체가 분리되어 이동하는 체세포 분열 후기의 세포이며, 이것은 ㉢ M기에 관찰된다.

1-2 (나)는 DNA 복제 후에 염색 분체가 분리되고 있는 상태이므로 (나)의 DNA 상대량은 DNA 복제 전인 G₁기의 2배이고, G₂기와 같다. 따라서 G₁기의 DNA 상대량은 1이고, ㉡ G₂기의 DNA 상대량은 2이다.

- 1-3** (1) 세포의 생장은 간기 전체에 걸쳐 일어난다. 즉, 세포는 G₁기에 가장 빠르게 성장하지만, S기, G₂기에도 성장한다.
 (2) ㉠ S기에 DNA 복제가 일어난다.
 (3) 체세포 분열에서는 핵상이 $2n$ 상태로 변하지 않고 유지되므로 G₁기 세포와 (나) 시기 세포의 핵상은 $2n$ 으로 같다.
 (4), (5) ㉡와 ㉢은 DNA가 복제되어 형성된 염색 분체이므로 유전자 구성이 같다.
 (6) (나)에서 세포 분열이 진행될수록 염색체가 방추사에 의해 중심체 쪽으로 이동하므로 중심체와 염색체 사이의 거리는 짧아진다.
 (7) 체세포 분열로 형성된 딸세포의 염색체 수와 DNA양은 모세포와 같다.

2-1 꼼꼼 문제 분석

2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기이다. 상동 염색체 중 1개씩만 있고, 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기이다.



(가) (나) (다)
 A는 간기의 G₁기, B는 간기의 S기, C는 간기의 G₂기와 감수 1분열, D는 감수 2분열, E는 감수 2분열이 완료된 상태이다.

(가)는 감수 1분열 중기, (나)는 감수 2분열 중기의 세포이다.

- 2-2** (1) DNA 복제는 간기의 S기(B 시기)에 일어난다.
 (2) 상동 염색체는 감수 1분열 전기에 접합하여 2가 염색체를 형성한다.

- 2-3** (1) (가)는 상동 염색체가 접합한 2가 염색체가 관찰되므로 핵상은 $2n$ 이다.
 (2) (가)의 DNA 상대량은 4이고, (나)의 DNA 상대량은 2이다.
 (3) (가)는 감수 1분열 중기 세포이므로 C 시기에 관찰된다.
 (4) (가)는 감수 1분열 중기 세포이므로 분열이 진행되면 상동 염색체가 분리되어 양극으로 이동한다.
 (5) (나)는 감수 2분열 중기의 세포이므로 분열이 진행되면 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동한다. 염색 분체는 유전자 구성이 같으므로 감수 2분열 과정에서 염색 분체가 분리되어 형성되는 딸세포 2개는 유전적으로 같다.
 (6) 이 동물의 체세포의 염색체 수는 $2n=4$ 이고, 생식세포의 염색체 수는 $n=2$ 이다.
 (7) 이 동물은 암컷이므로 난소에서 생식세포 분열이 일어난다.

01 ⑤	02 ④	03 해설 참조	04 ②	05 ③
06 해설 참조	07 ②	08 ⑤	09 ①	10 ①
11 ③	12 해설 참조	13 해설 참조	14 ②	15 ④
16 ④				

01 (가)는 G₁기, (나)는 S기, (다)는 G₂기이다.

⑤ M기에 응축된 염색체가 나타나며, 염색 분체가 방추사에 의해 분리되어 양극으로 이동한다.

▮ **바로알기** ① (가)는 G₁기로, 세포의 생장이 활발하게 일어난다.

② 체세포의 핵상은 2n으로, G₁기(가)뿐 아니라 모든 시기의 세포의 핵상은 2n이다.

③ (나)는 S기로, DNA가 복제된다. 세포의 생장은 간기 전체에 걸쳐 일어나므로 S기에도 세포의 생장이 일어난다.

④ 2가 염색체는 생식세포 분열에서 나타난다.

02 체세포 분열은 DNA 복제 후 일어나므로 G₁기의 DNA 상대량이 10이라면 중기의 DNA 상대량은 20이다.

03 (1) 수정란의 초기 분열은 DNA 복제 후 염색 분체가 분리되는 방식이므로 기본적으로 체세포 분열과 같다. 따라서 ㉠과 ㉡ 시점의 세포의 핵상은 2n으로 같다.

모범답안 (1) ㉠ 2n, ㉡ 2n

(2) 수정란이 초기 분열할 때에는 세포 주기가 짧아 세포 분열 속도가 빠르므로 세포 수가 빠르게 증가한다. 그런데 G₁기와 G₂기가 매우 짧아 세포의 생장이 충분히 일어나지 않은 상태에서 다시 분열하므로 분열이 거듭될수록 세포 하나의 크기는 작아진다.

채점 기준	배점
(1) ㉠, ㉡ 시점의 핵상을 모두 옳게 쓴 경우	40 %
㉠, ㉡ 시점의 핵상 중 하나만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 세포의 수가 빠르게 증가하고, 세포의 크기가 작아지는 까닭을 옳게 서술한 경우	60 %
세포의 수가 빠르게 증가하는 까닭이나, 세포의 크기가 작아지는 까닭 중 하나만 옳게 서술한 경우	30 %

04 (가)는 전기, (나)는 말기, (다)는 중기, (라)는 간기이다.

② 체세포 분열에서는 염색 분체가 분리되므로 딸핵의 염색체 수와 유전자 구성은 모세포의 핵과 같다. 따라서 (나) 말기의 딸핵에는 모세포의 핵과 마찬가지로 상동 염색체가 쌍으로 있다.

▮ **바로알기** ① 체세포 분열에서는 상동 염색체의 접합이 일어나지 않는다.

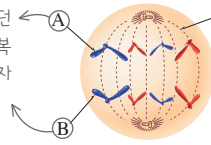
③ 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기는 (다) 중기이다.

④ 유전 물질의 양이 2배로 증가하는 시기는 (라) 간기이다.

⑤ 체세포 분열은 간기(라) → 전기(가) → 중기(다) → 후기 → 말기(나) 순으로 진행된다.

05 꼬꼬 문제 분석

하나의 염색체를 구성하던 염색 분체로, DNA가 복제되어 형성되므로 유전자 구성이 같다.



방추사로, 세포 분열이 진행될수록 길이가 짧아지면서 염색체가 양극으로 이동한다.

➡ 이 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는 2n=4이다.

ㄱ. A와 B는 DNA가 복제되어 형성된 염색 분체이므로 유전자 구성이 같다.

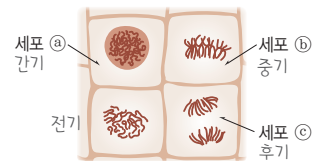
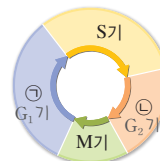
ㄴ. 분열이 진행될수록 방추사(C)의 길이가 짧아지면서 염색체가 양극으로 이동한다.

▮ **바로알기** ㄷ. 이 동물의 체세포의 염색체 수가 4개이므로 생식세포의 염색체 수는 체세포의 반인 2개이다.

06 모범답안 (가), 식물 세포는 동물 세포와 달리 세포막 바깥에 세포벽이 있어서 세포 중앙에 세포판이 형성된 후 바깥쪽으로 성장하면서 세포질이 나누어진다.

채점 기준	배점
(가)라고 쓰고, 근거를 옳게 서술한 경우	100 %
(가)라고 쓰고, 근거를 세포판 형성이라고만 서술한 경우	60 %
(가)라고만 쓴 경우	30 %

07 꼬꼬 문제 분석



(가) S기에 DNA가 복제되므로 G₂기의 DNA량은 G₁기의 2배이다.

(나) 염색체는 간기에 핵 속에 실처럼 풀어져 있다가 체세포 분열 전기에 응축되어 막대 모양으로 나타난다. 따라서 간기에는 막대 모양의 염색체를 볼 수 없다.

① ㉠ 시기는 간기 중 G₁기이므로 세포 ㉠처럼 핵이 관찰된다.

③ 체세포 분열 과정이므로 세포 ㉢(후기)에서는 염색 분체가 분리되고 있다.

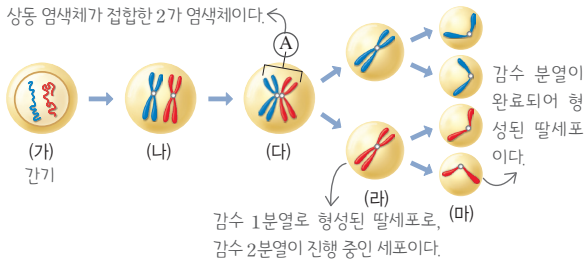
④ 세포 ㉡와 ㉢처럼 응축된 염색체가 관찰되는 시기는 M기(분열기)이다.

⑤ T와 t는 대립유전자이므로 상동 염색체의 같은 위치에 존재하며, DNA가 복제될 때 T와 t도 복제된다. 따라서 세포 1개당 T의 수는 ㉠ 시기(G₂기)에도 2개이고, 각 염색체가 2개의 염색 분체로 이루어져 있는 세포 ㉡에서도 2개이다.

▮ **바로알기** ② ㉡ 시기(G₂기)는 간기이므로 핵이 관찰되고 막대 모양의 염색체나 염색 분체는 관찰되지 않는다.

08 **꼼꼼** 문제 분석

상동 염색체가 접합한 2가 염색체이다.



구분	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
핵상	$2n$	$2n$	$2n$	n	n
DNA 상대량	2	4	4	2	1

① 2가 염색체(A)는 감수 1분열 전기에 형성되고, 중기에 세포 중앙에 배열된다.

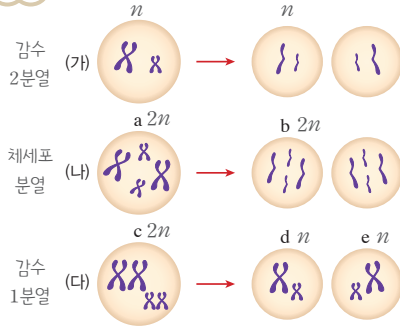
② (가) → (나) 과정에서 DNA 복제와 응축이 일어나서 2개의 염색 분체로 이루어진 염색체가 된다.

③ (나) → (다) 과정에서는 염색체 수와 염색 분체 수에 변화가 없으므로 세포의 DNA양도 변화가 없다.

④ (다) → (라) 과정에서 상동 염색체가 분리되므로 (라)의 염색체 수와 DNA양은 (다)의 반이다.

■ **바로알기** ⑤ (라) → (마) 과정에서 염색 분체가 분리되므로 (마)의 염색체 수는 (라)와 같고, DNA양은 (라)의 반이다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



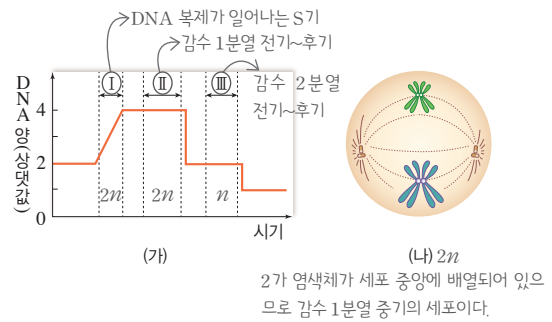
구분	분열 과정	염색체 분리	염색체 수 변화	DNA양 변화
(가)	감수 2분열	염색 분체 분리	$n \rightarrow n$	반감
(나)	체세포 분열	염색 분체 분리	$2n \rightarrow 2n$	반감
(다)	감수 1분열	상동 염색체 분리	$2n \rightarrow n$	반감

ㄴ. (나)의 a와 b, (다)의 c는 상동 염색체가 쌍으로 있으므로 핵상이 $2n$ 으로 같다.

■ **바로알기** ㄱ. (가)는 감수 2분열 과정이다.

ㄷ. 감수 1분열(다)에서는 상동 염색체가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다. 따라서 딸세포 d와 e의 유전자 구성은 다르다.

10 **꼼꼼** 문제 분석

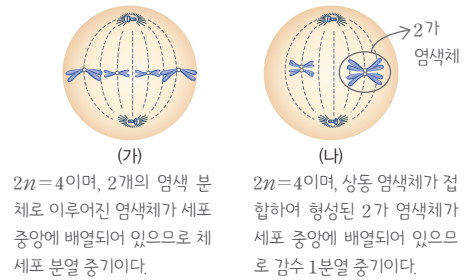


ㄴ. (나)는 감수 1분열 중기의 세포이므로 (가)의 구간 II에서 관찰된다.

■ **바로알기** ㄱ. 방추사는 세포 분열의 전기에 형성되므로 (나)의 방추사는 (가)의 구간 II에서 합성된 것이다.

ㄷ. (나)의 핵상은 $2n$ 이고, 감수 1분열이 끝난 후 감수 2분열이 진행되는 구간 III의 세포의 핵상은 n 이다.

11 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (가)와 (나) 모두 상동 염색체가 쌍으로 존재하므로 핵상은 $2n$ 으로 같다.

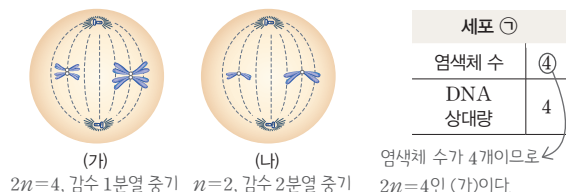
ㄴ. 상처 부위가 재생될 때에는 체세포 분열(가)이 활발하게 일어난다.

■ **바로알기** ㄷ. (나)는 2가 염색체가 관찰되므로 감수 1분열 중기의 모습이다.

12 **모범답안** 체세포 분열에서는 1회의 분열로 2개의 딸세포가 형성되며, 생식세포 분열에서는 2회의 연속적인 분열로 4개의 딸세포가 형성된다. 체세포 분열에서는 핵상의 변화가 없지만($2n \rightarrow 2n$), 생식세포 분열에서는 핵상의 변화가 있다($2n \rightarrow n$). 또한 체세포 분열에서는 딸세포의 DNA양이 모세포와 같지만, 생식세포 분열에서는 딸세포의 DNA양이 모세포의 반이다.

채점 기준	배점
제시된 요소 네 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 요소 중 세 가지를 옳게 서술한 경우	75 %
제시된 요소 중 두 가지를 옳게 서술한 경우	50 %
제시된 요소 중 한 가지를 옳게 서술한 경우	25 %

13 **꼼꼼** 문제 분석



(가)는 감수 1분열 중기이고, 후기에 상동 염색체가 분리되므로 딸세포 ④의 염색체 수는 2개가 되고, DNA양은 2로 반감된다. (나)는 감수 2분열 중기이고, 후기에 염색 분체가 분리되므로 딸세포 ⑥의 염색체 수는 2개로 유지되지만, DNA양은 1로 반감된다.

모범답안 (1) (가), 세포 ①은 염색체 수가 4개이므로, 핵상이 $2n$ 인 상태이다. (2) ④와 ⑥의 염색체 수는 2개로 같지만, DNA 상대량은 ④는 2이고 ⑥는 1이다.

채점 기준	배점
(1) (가)라고 쓰고, 근거를 옳게 서술한 경우	50 %
(가)라고만 쓴 경우	20 %
(2) 염색체 수와 DNA 상대량을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
염색체 수나 DNA 상대량 중 하나만 옳게 서술한 경우	20 %

14 ㄱ, ㄴ. 유성 생식을 하는 생물에서 자손의 유전적 다양성은 생식세포의 형성과 수정 과정에서 증가한다. 감수 1분열 과정에서 상동 염색체가 어떻게 배열되었다가 분리되느냐에 따라 유전자 구성이 다양한 생식세포가 형성되고, 암수 생식세포가 무작위로 수정함에 따라 유전적으로 다양한 자손이 만들어진다.

바로알기 ㄷ. 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리되는데, 염색 분체는 DNA가 복제되어 만들어진 것으로 유전자 구성이 같다. 따라서 염색 분체의 배열과 분리는 자손의 유전적 다양성 증가에 직접적인 영향을 주지 않는다.

15 생식세포 분열이 정상적으로 일어나면 상동 염색체가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어가므로 하나의 형질을 결정하는 대립유전자가 같은 생식세포로 들어가지 않는다. 따라서 유전자형이 AaBb인 개체에서 A와 B가 서로 다른 염색체에 존재할 때, 형성될 수 있는 생식세포의 유전자 구성은 AB, Ab, aB, ab이다.

16 생식세포를 형성할 때 상동 염색체의 무작위 배열과 분리에 의해 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다. 이론적으로 형성될 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^n 가지이다. 고양이 체세포의 염색체 수는 $2n=38$ 로, $n=19$ 이므로 생식세포의 염색체 조합은 2^{19} 가지이다.

중단원 핵심 정리

195쪽

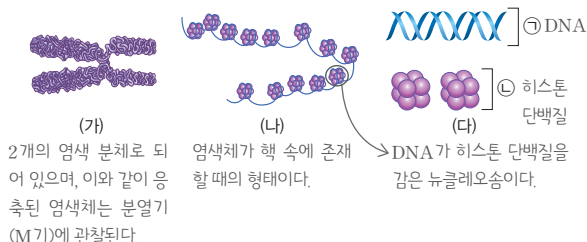
- ① 뉴클레오타이드 ② 유전체 ③ 상 ④ 성 ⑤ 동일하다 ⑥ 대립유전자 ⑦ S ⑧ 염색 분체 ⑨ 2가 염색체 ⑩ 상동 염색체 ⑪ 염색 분체 ⑫ 1 ⑬ 2 ⑭ 2 ⑮ 4 ⑯ 상동 염색체

중단원 마무리 문제

196쪽~199쪽

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

01 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (가)와 같이 최대의 응축된 형태의 염색체는 세포 주기의 M기에 관찰된다.

바로알기 ㄴ. 세포 주기의 S기에는 염색체가 풀어진 상태에서 DNA 복제가 일어난다. (나)가 (가)로 응축되는 시기는 M기의 전기이다.

ㄷ. (다)의 ㉠은 DNA이고, ㉡은 히스톤 단백질이다.

02 ⑤ 핵형은 생물종의 고유한 특징으로, 같은 생물종에 속하는 생물은 성별이 같으면 염색체 수, 모양, 크기가 같다.

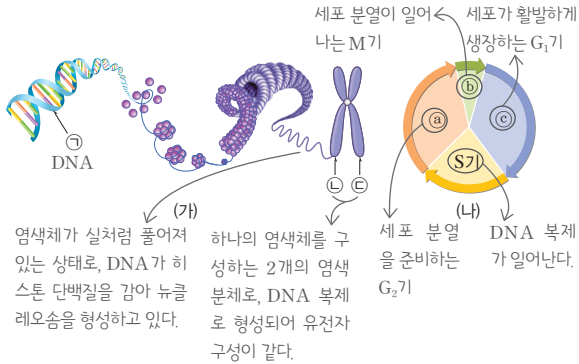
바로알기 ① 벼와 토마토는 체세포의 염색체 수가 같지만, 각 염색체의 크기와 모양이 다르므로 핵형이 다르다.

② 침팬지와 감자의 염색체 수가 같더라도 각 염색체의 DNA양은 다르므로 침팬지와 감자의 DNA양이 같다고 할 수 없다.

③ 동물인 초파리는 식물인 벼보다 염색체 수가 적으므로, 동물이 식물보다 염색체 수가 많은 것은 아니다.

④ 일반적으로 동물이 식물보다 몸 구조가 복잡하지만, 그렇다고 해서 염색체 수가 더 많은 것은 아니다.

03 **꼼꼼** 문제 분석



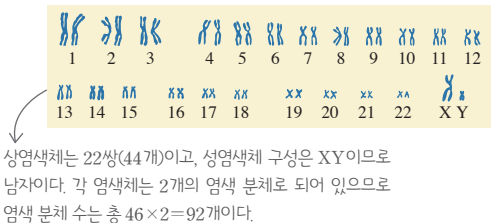
- ㄱ. ㉠(DNA)의 단위체는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합한 뉴클레오타이드이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 DNA가 복제되어 만들어진 염색 분체이며, M기(㉢)의 후기에 분리되어 양극으로 이동한다.
- ㄷ. DNA는 S기에 복제되므로 세포 1개당 DNA양은 G₂기(㉣) 세포가 G₁기(㉢) 세포의 2배이다.

04 **꼼꼼** 문제 분석

[과정]

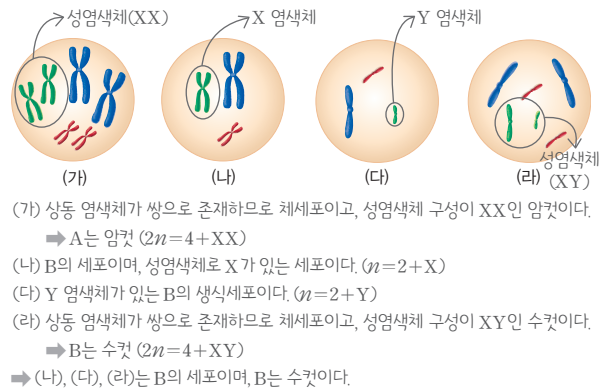
- (가) 혈액에서 특정 세포만을 분리하여 체세포 분열을 유도한다.
 ▶ 혈액의 특정 세포는 핵이 있는 백혈구이며, 적절한 화학 물질을 처리하여 백혈구가 체세포 분열을 하도록 유도한다.
- (나) 이 세포에 세포 분열을 중지시키는 물질을 처리한 후 염색한다.
 ▶ 방추사 형성을 억제하여 세포 분열이 중기에 멈추게 하여 염색체를 관찰하기 쉽게 한다.
- (다) ㉠염색된 세포를 이용하여 핵형을 분석한다.
 핵형은 염색체를 관찰하기 가장 좋은 중기의 세포를 이용하여 분석한다.

[결과]



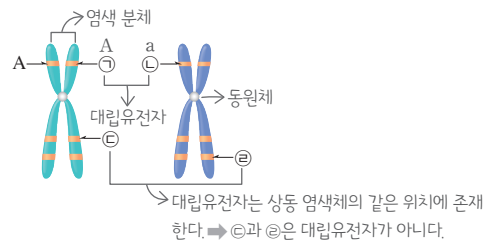
- ㄱ. 체세포 분열 중기에는 최대의 응축된 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있어 염색체를 관찰하기 가장 좋다. 따라서 핵형 분석은 중기의 세포를 이용한다.
- ㄴ. 이 사람은 상염색체 수는 44개이고, 성염색체 구성은 XY이므로 정상 남자와 염색체 수가 같다.
- ▶ **바로알기** ▶ ㄷ. 체세포에는 46개의 염색체가 있고, 체세포 분열 중기에 각 염색체는 2개의 염색 분체로 구성되어 있으므로 총 92개의 염색 분체가 관찰된다.

05 **꼼꼼** 문제 분석



- ① A는 암컷이고, B는 수컷이다.
- ② (가)에는 상염색체 4개와 X 염색체 2개가 있다.
- ④ (나)와 (다)의 핵상은 n 으로 같다.
- ⑤ (라)는 성염색체 구성이 XY이므로 수컷인 B의 체세포이다.
- ▶ **바로알기** ▶ ③ (나)는 수컷인 B의 세포이므로 정자 형성 과정에 있는 세포이다.

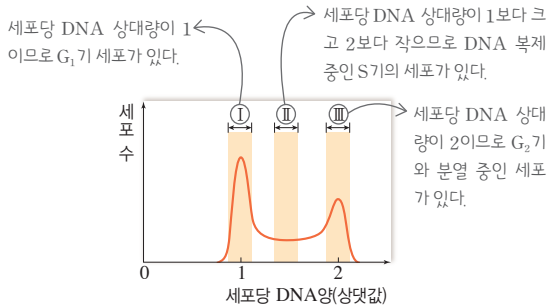
06 **꼼꼼** 문제 분석



- ㄱ. ㉠은 A의 대립유전자인 a이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 하나의 염색 분체에 함께 있으므로 부모 중 한 사람에게서 물려받은 것이다.
- ㄷ. ㉢과 ㉣은 상동 염색체의 서로 다른 위치에 존재하므로 대립유전자가 아니며, 서로 다른 형질을 결정한다.

- 07 ㄱ. (가)는 수정란이 초기 분열할 때의 세포 주기로, 간기의 G₁기와 G₂기가 매우 짧으므로 세포가 충분히 성장하지 않은 채 DNA 복제와 분열을 거듭한다. 따라서 세포 분열을 거듭할수록 세포 하나의 크기가 작아진다.
- ㄴ. (나)는 (다)보다 세포 주기가 짧으므로 같은 시간 동안 세포 분열이 더 많이 일어나 세포의 수가 증가하는 속도가 빠르다.
- ㄷ. (가)~(다)는 S기에 DNA 복제를 한 후 M기에 1회 분열하는 체세포 분열을 한다. 따라서 분열이 거듭되더라도 세포 1개의 DNA양이 일정하게 유지된다.

08 **꼼꼼** 문제 분석



ㄴ. 구간 II에는 DNA 복제 중인 S기의 세포가 있다. S기의 세포에서는 핵막으로 둘러싸인 핵이 관찰된다.

▣ **바로알기** ▮. 구간 I에는 DNA가 복제되기 전인 G₁기의 세포가 있으므로 염색 분체 2개로 된 염색체가 없다.

ㄷ. 체세포 분열 과정에서는 상동 염색체가 접합한 2가 염색체가 형성되지 않는다.

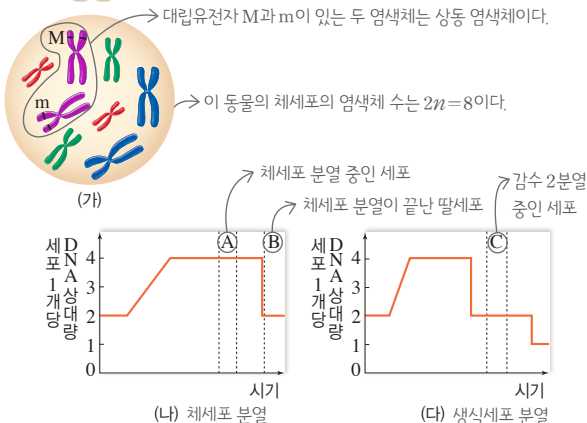
09 (가)는 후기, (나)는 간기, (다)는 전기, (라)는 중기의 세포이다.

ㄴ. 간기(나)에는 염색체가 핵 속에 실처럼 풀어져 있고, 중기(라)에는 염색체가 가장 많이 응축되어 있다.

▣ **바로알기** ▮. (가)는 체세포 분열 후기의 세포이며, 이때는 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동하므로 이동 중인 염색체는 각각 한 가닥의 염색체로 되어 있다.

ㄷ. (다)는 체세포 분열 전기의 세포로, 이 시기에는 세포의 생장이 멈추고 핵막이 사라지면서 염색체가 응축되어 나타난다. 세포가 성장하는 시기는 간기(나)이다.

10 **꼼꼼** 문제 분석

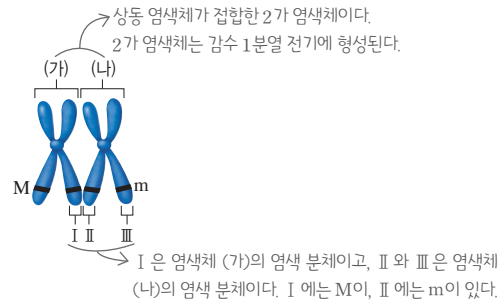


ㄱ. (가)의 염색체 수는 $2n=8$ 이고, 이 상태의 세포는 (나)의 A 시기에 관찰할 수 있다.

ㄴ. (가)는 DNA가 복제된 상태이며, (나)의 B 시기는 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동하여 딸세포가 형성된 상태이다. 따라서 B 시기 세포가 갖는 M의 DNA양은 (가)의 반이다.

▣ **바로알기** ▮. (다)의 C 시기는 감수 2분열이 진행되는 시기이다. 감수 1분열 과정에서 상동 염색체가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어가므로 C 시기 세포의 핵상은 n 이고, 세포에는 대립 유전자 M과 m 중 한 가지만 들어 있다.

11 **꼼꼼** 문제 분석



② (가)와 (나)는 상동 염색체이며, 감수 1분열에서 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다.

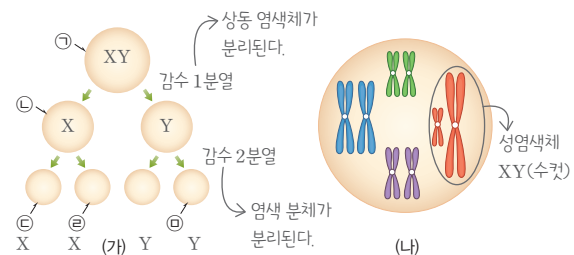
⑤ II와 III은 DNA가 복제되어 형성된 염색 분체로, 감수 2분열 후기에 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다.

▣ **바로알기** ① 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한다.

③ I에는 M이 있으며, m은 II에 있다.

④ I은 염색체 (가)의, II는 염색체 (나)의 염색 분체이므로 유전자 구성이 다르다.

12 **꼼꼼** 문제 분석



㉞에 X 염색체가 있으므로 ㉞에는 Y 염색체가 있다.

세포	㉞	㉞	㉞	㉞	㉞
염색체 수	$2n=8$	$n=4$	$n=4$	$n=4$	$n=4$
성염색체 구성	XY	X	X	X	Y
DNA 상대량	4	2	1	1	1

㉞에 X 염색체가 있다고 하였으므로 ㉞과 ㉞에도 X 염색체가 있다.

④ ㉔과 ㉕은 ㉔에서 염색 분체가 분리되어 형성된 2개의 딸세포이므로 유전자 구성이 동일하다.

⑤ ㉔의 염색체 수는 $n=4$ 이며, 그중 상염색체는 3개이고, 성염색체로 Y 염색체가 있다.

❗ **바로알기** ① 이 동물은 성염색체 구성이 XY이므로 수컷이다.

② 감수 1분열과 2분열에서 DNA 양이 반감하므로 DNA 양은 ㉔이 ㉔의 4배이다.

③ 염색체 수는 ㉔과 ㉕이 $n=4$ 로 같다.

13 상동 염색체가 두 쌍이므로 생식세포의 염색체 조합은 $2^2=4$ 가지이다. 제시된 세포에서 형성될 수 있는 생식세포의 유전자 구성은 ABD, Abd, aBD, abd이다. 따라서 A와 B가 함께 있는 생식세포가 형성될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

14 **모범답안** (1) A : 뉴클레오솜, B : DNA, C : 뉴클레오타이드
(2) ㉔과 ㉕은 DNA가 복제되어 만들어지므로 유전자 구성이 동일하다.

채점 기준	배점
(1) A, B, C의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	40 %
A, B, C의 이름 중 2개를 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 유전자 구성이 같다는 것을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	60 %
유전자 구성이 같다고만 서술한 경우	20 %

15 구간 I에서는 DNA 양이 증가하고 있는데, 이는 DNA 복제가 일어나기 때문이다. 구간 II에서는 DNA 양이 반감되는데, 이는 세포가 분열하였기 때문이다.

❗ **모범답안** 구간 I은 S기이며, 핵 속에서 DNA 복제가 일어난다. 구간 II는 M기이며, 세포가 분열하여 2개의 딸세포가 형성된다.

채점 기준	배점
구간 I 과 II의 시기를 쓰고, 주요 현상을 옳게 서술한 경우	100 %
구간 I 과 II 중 한 시기의 이름과 주요 현상을 옳게 서술한 경우	60 %
구간 I, II의 시기만 쓴 경우	20 %

16 (가)는 체세포 분열 중기의 세포이고, (나)는 2가 염색체를 형성하였으므로 감수 1분열 중기의 세포이다.

❗ **모범답안** (가)가 분열하여 형성되는 딸세포는 염색체 수와 DNA 양이 모세포와 같고, (나)가 분열하여 형성되는 딸세포는 염색체 수와 DNA 양이 모세포의 반이다.

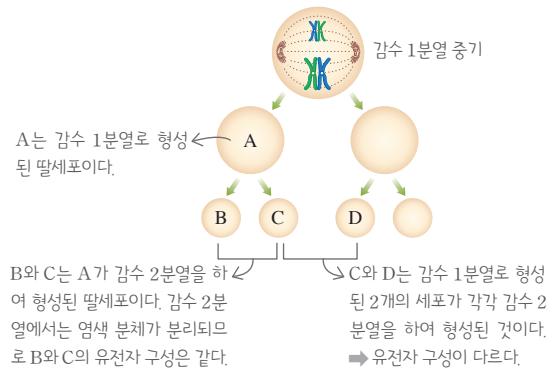
채점 기준	배점
(가)와 (나)의 분열 결과 형성된 딸세포의 염색체 수와 DNA 양을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나)의 분열 결과 형성된 딸세포의 염색체 수와 DNA 양 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

17 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한 후 중기에 세포 중앙에 배열된다. 감수 2분열 중기에는 2개의 염색 분체로 구성된 염색체가 세포 중앙에 배열된다.

❗ **모범답안** ㉔ 시기에는 각각 2개의 염색 분체로 이루어진 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성하고 있으며, ㉔ 시기에는 상동 염색체 중 1개만 있고, 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있다.

채점 기준	배점
㉔과 ㉕ 시기에서의 염색체의 특징을 제시된 용어를 모두 사용하여 옳게 서술한 경우	100 %
㉔과 ㉕ 시기에서의 염색체의 특징을 부분적으로 옳게 서술한 경우	50 %

18 **꼼꼼** 문제 분석



❗ **모범답안** (1) A와 B의 핵상은 n 으로 같지만, DNA 양은 A가 B의 2배이다.
(2) B와 C의 유전자 구성은 서로 같다. B와 C는 염색 분체가 분리되어 형성되었기 때문이다. C와 D의 유전자 구성은 서로 다르다. 감수 1분열 과정에서 상동 염색체가 분리되어 서로 다른 유전자 구성을 갖는 세포 2개가 형성되고, 이 세포들이 각각 감수 2분열을 하여 C와 D가 형성되었기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) A와 B의 핵상과 DNA 양을 모두 옳게 서술한 경우	40 %
A와 B의 핵상이나 DNA 양 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20 %
(2) B와 C, C와 D의 유전자 구성을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	60 %
B와 C, C와 D의 유전자 구성 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

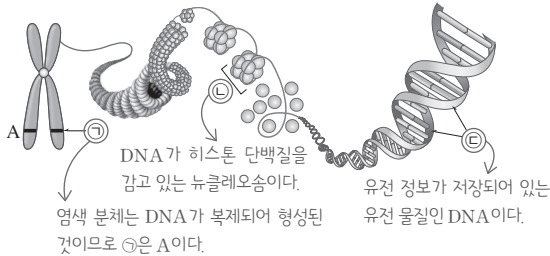
19 유성 생식을 하는 생물은 생식세포 분열을 통해 유전적으로 다양한 생식세포를 형성하고, 암수 생식세포의 무작위 수정으로 유전적 다양성이 증가한다.

❗ **모범답안** 생식세포 분열로 염색체 수와 DNA 양이 반감된 생식세포가 형성되므로 이들의 수정으로 생긴 자손은 염색체 수와 DNA 양이 부모와 같게 유지된다. 생식세포 분열 과정에서 상동 염색체의 무작위 배열과 분리에 의해 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다.

채점 기준	배점
생식세포 분열의 의미 두 가지를 옳게 서술한 경우	100 %
생식세포 분열의 의미 한 가지를 옳게 서술한 경우	50 %

- 1 ④ 2 ③ 3 ③ 4 ② 5 ② 6 ③ 7 ②
8 ⑤ 9 ④ 10 ④ 11 ④ 12 ⑤

1 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ☒ ㉠은 대립유전자 a이다. A
☒ ㉡은 뉴클레오솜이다.
☒ ㉢의 단위체는 뉴클레오타이드이다.

▶ 전략적 풀이 ▶ ① 상동 염색체와 염색 분체의 차이점을 생각해 본다.

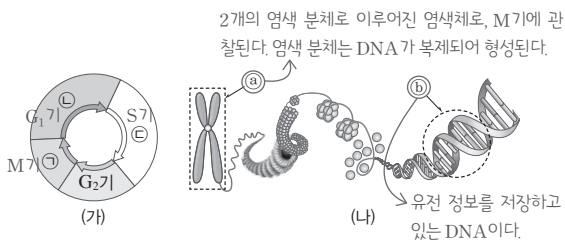
ㄱ. 염색 분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 ㉠은 A이다. 대립유전자는 상동 염색체의 동일한 위치에 있다.

② 염색체의 구조를 파악한다.

ㄴ. ㉡은 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 뉴클레오솜이다.

ㄷ. ㉢은 DNA이며, DNA의 단위체는 인산, 당, 염기로 구성된 뉴클레오타이드이다.

2 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ☒ ㉠ 시기에 ㉡가 관찰된다.
☒ ㉢ 시기에 핵 속에서 DNA 복제가 일어난다. ㉣
☒ ㉤ b는 인산, 당, 염기로 구성된다.

▶ 전략적 풀이 ▶ ① ㉠~㉤이 세포 주기 중 어떤 시기인지 파악하고, 각 시기의 중요한 특징이 무엇인지 생각해 본다.

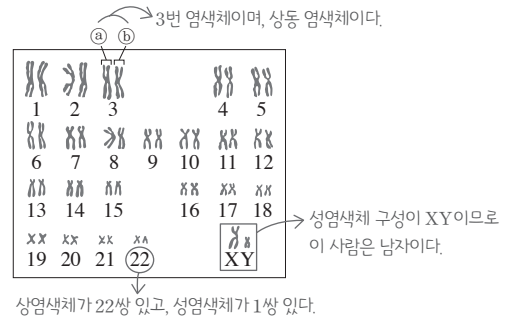
ㄱ. ㉠은 세포 분열이 진행되는 M기(분열기)이며, 이때 염색체가 응축되어 나타나므로 ㉡가 관찰된다.

ㄴ. ㉡은 G₁기, ㉢은 S기이다. DNA 복제는 S기에 일어난다.

② ㉢의 단위체와 성분을 파악한다.

ㄷ. ㉢은 DNA이며, DNA의 단위체는 뉴클레오타이드이다. 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합하고 있다.

3 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ☒ ㉡와 ㉢은 유전자 구성이 같다. 다르다
☒ 이 핵형 분석 결과에서 ABO식 혈액형을 알 수 있다. 없다
☒ 이 핵형 분석 결과에서 관찰되는 상염색체의 염색 분체 수는 88개이다.

▶ 전략적 풀이 ▶ ① ㉡와 ㉢의 관계를 파악한다.

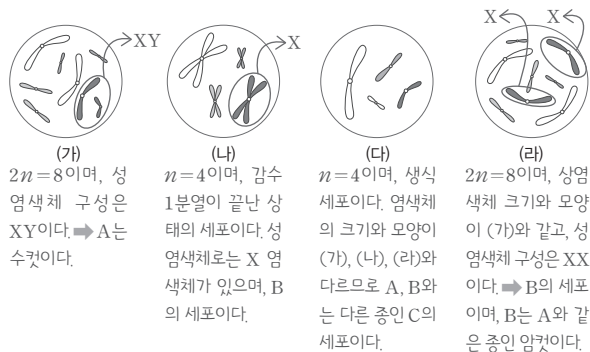
ㄱ. ㉡와 ㉢은 상동 염색체이다. 상동 염색체는 부모에게서 1개씩 물려받은 것이므로 유전자 구성이 다르다.

② 핵형 분석으로 알 수 있는 염색체의 특성은 무엇인지 생각해 본다.

ㄴ. 핵형 분석을 통해 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 외형적 특성은 알 수 있지만, ABO식 혈액형과 같은 유전자 수준의 정보는 알 수 없다.

ㄷ. 상염색체는 22쌍, 즉 44개가 있다. 각각의 상염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색 분체 수는 $44 \times 2 = 88$ 개이다.

4 **꼼꼼** 문제 분석



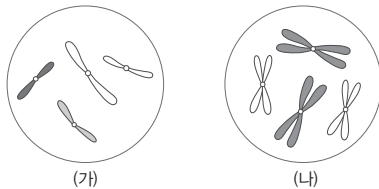
선택지 분석

- ☒ (가)와 (다)는 같은 종의 세포이다. **다른**
- ☒ (가)와 (라)는 같은 종의 세포이다.
- ☒ X 염색체의 수는 (나)와 (라)가 같다. (나)가 (라)의 $\frac{1}{2}$
- ☒ (다)에는 성염색체가 없다. **1개 있다.**
- ☒ B와 C의 핵형은 같다. **다르다**

전략적 풀이 ① (가)~(라)는 각각 A~C 중 어떤 개체의 세포인지 분석한다.

- ① (가)는 A, (다)는 C의 세포이며, A와 C는 핵형이 다르므로 서로 다른 종이다.
 - ② (가)는 A, (라)는 B의 세포이다. A는 수컷이고 B는 암컷이며, A와 B는 같은 종에 속한다.
 - ⑤ B와 C는 서로 다른 종이므로 핵형이 다르다.
- ② (가)~(라)의 염색체 구성을 생각해 본다.
- ③ (나)의 염색체 수는 $n=4$ 이며, X 염색체가 1개 있다. (라)의 염색체 수는 $2n=8$ 이며, X 염색체가 2개 있다.
 - ④ (다)의 염색체 수는 $n=4$ 이며, 상염색체가 3개이고 성염색체가 1개이다.

문제 분석



(가) $n=4$ 이다. $\Rightarrow$ 동물 B의 생식 세포이며, B의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다.

(나) $2n=4$ 이다. $\Rightarrow$ 동물 A의 세포이며, 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있다.

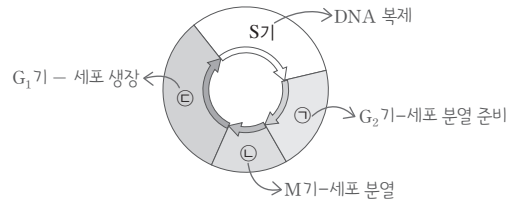
선택지 분석

- ☒ (가)는 A의 세포이다. **B**
- ☒ B의 체세포의 염색체 수는 **4개**이다. **8**
- ☒ B의 감수 1분열 중기의 세포 1개당 염색 분체 수는 **16**개이다.

전략적 풀이 ① (가)와 (나)의 핵상과 염색체 수를 파악한다.

- ㄱ, ㄴ. (가)는 상동 염색체 중 하나씩만 있고 염색체 수가 4개이므로 $n=4$ 이다. A의 체세포의 염색체 수는 $2n=4$ 라고 했으므로 (가)는 B의 세포이며, B의 체세포의 염색체 수는 $2n=8$ 이다.
- ② B의 생식세포 분열 과정에서 염색 분체 수를 생각해 본다.
- ㄷ. 감수 1분열 중기 세포의 핵상은 $2n$ 이고, 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있다. 따라서 B의 감수 1분열 중기의 세포 1개당 염색 분체의 수는 $8 \times 2 = 16$ 개이다.

문제 분석



$\Rightarrow$ S기에 DNA가 복제되므로 G_2 기 세포의 DNA양은 G_1 기 세포의 2배이다.

선택지 분석

- ☒ 핵 1개당 DNA양은 ㉠ 시기 세포가 ㉡ 시기 세포의 2배이다.
- ☒ ㉡ 시기에 방추사가 나타난다.
- ☒ S기에 염색 분체의 형성과 분리가 일어난다. **DNA 복제**

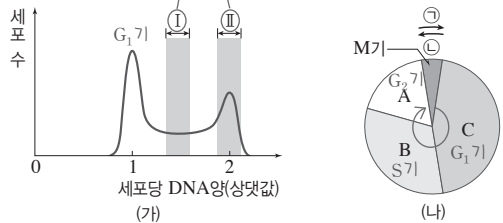
전략적 풀이 ① ㉠~㉡이 세포 주기 중 어떤 시기인지 생각해 본다.

- ㄴ. ㉠은 G_2 기로 세포 분열을 준비하는 시기이고, ㉡은 M기로 응축된 염색체와 방추사가 나타나며, 염색 분체가 분리되는 시기이다. ㉢은 G_1 기로 세포의 생장이 활발하게 일어나는 시기이다.
- ㄷ. S기는 DNA 복제가 일어나는 시기이다.
- ② 세포 주기를 거치면서 일어나는 변화를 생각해 본다.
- ㄱ. S기를 거치면 세포의 핵 1개당 DNA양은 2배가 된다. 따라서 핵 1개당 DNA양은 ㉠ 시기(G_2 기) 세포가 ㉡ 시기(G_1 기) 세포의 2배이다.

문제 분석

DNA 상대량이 1보다 크고 2보다 작으므로 DNA를 복제하는 중인 S기의 세포가 있다.

DNA 상대량이 2이므로 G_2 기와 분열기(M기)의 세포가 있다.



세포의 수는 세포당 DNA 상대량이 1인 세포가 2인 세포보다 많으므로 세포 주기는 G_1 기가 G_2 기보다 길다. 따라서 (나)의 C가 G_1 기, B가 S기, A가 G_2 기이며, 세포 주기는 ㉠ 방향으로 진행된다.

선택지 분석

- ☒ 구간 I에는 B 시기의 세포가 있다.
- ☒ 구간 II에는 염색 분체가 분리되는 세포가 있다.
- ☒ 세포 주기는 ㉡ 방향으로 진행된다. **㉠**

❶ 전략적 풀이 ❶ (가)에서 각 구간에는 세포 주기의 어떤 시기에 해당하는 세포들이 있는지 추론한다.

세포당 DNA 상대량이 1인 구간에는 G_1 기 세포들이 있고, 1보다 크고 2보다 작은 구간에는 DNA 복제 중인 S기 세포들이 있으며, 2인 구간에는 G_2 기 세포와 M기 세포들이 있다.

ㄴ. 구간 II에는 염색 분체의 분리가 일어나는 M기(후기)의 세포가 있다.

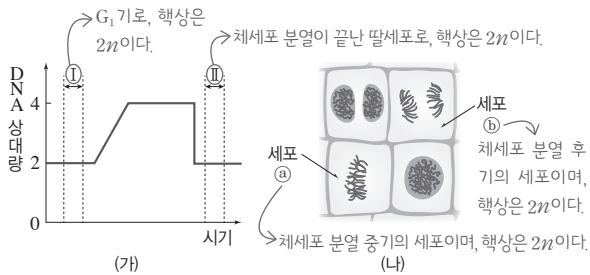
❷ (가)를 바탕으로 (나)의 A~C는 세포 주기 중 어떤 시기인지 파악한다.

ㄷ. (가)에서 세포의 수를 보면 세포당 DNA 상대량이 1인 세포가 2인 세포보다 많다. 이것은 세포 주기에서 G_1 기가 G_2 기보다 길다는 것을 의미하므로, C가 G_1 기, B가 S기, A가 G_2 기이다. 따라서 세포 주기는 ㉠ 방향으로 진행된다.

❸ (가)와 (나)를 종합하여 구간 I에 있는 세포의 특징을 분석한다.

ㄱ. 구간 I에는 B 시기(S기)의 세포가 있다.

8 품 품 문제 분석



선택지 분석

- ✗ ㉠에는 2가 염색체가 있다. 없다.
- ㉡ 세포 1개당 R의 수는 ㉢가 I 시기 세포의 2배이다.
- ㉢ II 시기에 핵상이 2n인 세포가 관찰된다.

❶ 전략적 풀이 ❶ (가)의 I 및 II 시기일 때 세포의 핵상을 파악한다.

ㄷ. 체세포 분열이 일어날 때 모세포와 딸세포의 핵상은 2n으로 같다. 따라서 DNA가 복제되기 전의 간기(G_1 기)인 I 시기와 체세포 분열이 완료된 II 시기에 세포의 핵상은 모두 2n이다.

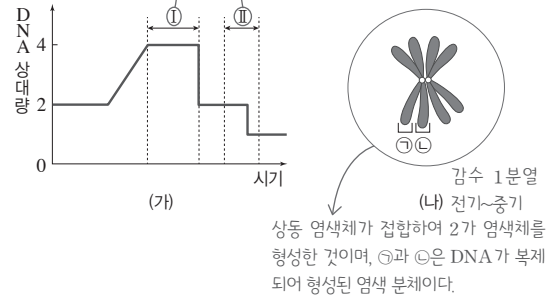
❷ 체세포 분열 과정에서 염색체의 행동과 유전자의 수를 추론한다.

ㄱ. 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성하는 것은 감수 1분열의 특징이며, 체세포 분열에서는 2가 염색체를 형성하지 않는다.

ㄴ. ㉢는 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동하는 체세포 분열 후기의 세포이다. 염색 분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 DNA 복제 전인 I 시기 세포에는 유전자 R가 1개 있지만, 세포 ㉢에는 분리되어 이동하는 염색 분체가 2개 있으므로 R가 2개 있다.

9 품 품 문제 분석

DNA 복제가 끝난 G_2 기와 감수 1분열 전기~후기, 감수 2분열이 일어나 염색 분체가 분리되는 시기이다.



선택지 분석

- ㉠ I 시기에는 핵상이 2n인 세포가 있다.
- ✗ ㉡는 II 시기에 관찰된다. I
- ㉢ ㉡와 ㉢은 II 시기에 분리된다.

❶ 전략적 풀이 ❶ I 시기와 II 시기에는 어떤 세포들이 있는지 파악한다.

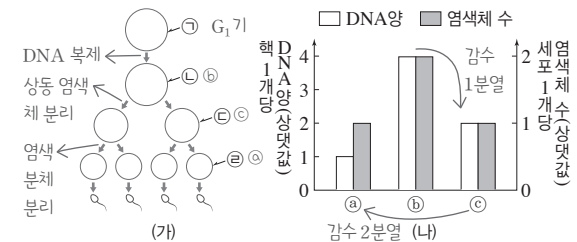
ㄱ. I 시기는 DNA가 복제된 후부터 감수 1분열이 일어나 2개의 딸핵이 형성되기 전까지의 시기이다. 따라서 I 시기의 세포는 핵상이 2n이다.

ㄴ. (나)는 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한 세포이다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에만 나타나므로 (나)는 I 시기에 관찰된다.

❷ 생식세포 분열에서 염색체의 행동을 생각해 본다.

ㄷ. 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되고, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다. ㉡와 ㉢은 하나의 염색체를 구성하는 염색 분체이므로 II 시기에 분리된다.

10 품 품 문제 분석



세포	㉠	㉡	㉢	㉣
핵상	2n	2n	n	n
DNA 상대량	2	4	2	1
(나)의 세포		㉢	㉣	㉤

선택지 분석

- ❌ ㉠의 염색체 수 상댓값은 4이다. 2
- ❌ ㉡에는 T와 t 중 1개가 있다. 모두
- ❌ 세포 1개에 있는 T의 수는 ㉠과 ㉢이 같다. 다르다.
- ⓪ ㉣ → ㉤ 과정에서 ㉢ → ㉤의 변화가 나타난다.
- ❌ ㉤이 ㉢로 되는 과정에서 상동 염색체가 분리된다.

염색 분체

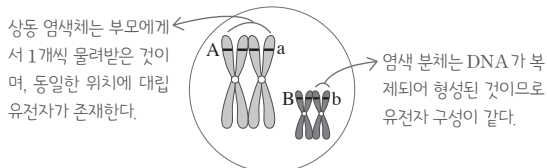
▶ 전략적 풀이 ① ㉠~㉤의 핵상과 DNA양 변화를 파악하여 ㉠~㉤가 어떤 세포에 해당하는지를 찾는다.

⑤ ㉣이 ㉤으로 되는 감수 1분열에는 상동 염색체가 분리되므로 염색체 수와 DNA양이 반으로 줄어들고, ㉤이 ㉢로 되는 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리되므로 염색체 수는 변하지 않고 DNA양이 반으로 줄어든다. 따라서 ㉣은 ㉢이고, ㉤은 ㉤이며, ㉢은 ㉢이다.

② (가)와 (나)의 자료를 종합하여 각 세포의 염색체 수와 DNA양을 분석한다.

- ① ㉠의 핵상은 $2n$ 으로, ㉣(㉢)과 같으므로 염색체 수 상댓값은 2이다.
- ② ㉣의 핵상은 $2n$ 으로 상동 염색체가 쌍으로 존재하므로 대립 유전자 T와 t가 모두 있다.
- ③ 세포 1개에 있는 T의 수는 G₁기의 세포인 ㉠은 1개이지만, 감수 1분열로 만들어진 딸세포 ㉢(㉤)에서는 2개이거나 0개이다. ㉢은 상동 염색체 중 하나씩만 있는데, 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있으므로 T가 있는 염색체가 들어간 세포는 T가 2개이고, t가 있는 염색체가 들어간 세포는 T가 없기 때문이다.
- ④ ㉣이 ㉤으로 되는 감수 1분열 과정에서는 염색체 수와 DNA양이 모두 반감되므로 ㉢가 ㉤로 되는 변화가 나타난다.

11 꼼꼼 문제 분석



→ 유전자 구성이 AaBb이므로 이로부터 형성될 수 있는 딸세포의 유전자 구성은 AB, Ab, aB, ab이다.

선택지 분석

- ❌ A와 B는 동일한 형질을 결정한다. 다른
- ⓪ B가 부계에게서 물려받은 것이라면 b는 모계에게서 물려받은 것이다.
- ⓪ A와 b가 같은 딸세포로 들어갈 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

▶ 전략적 풀이 ① 상동 염색체의 기원과 유전자 구성을 생각해 본다.

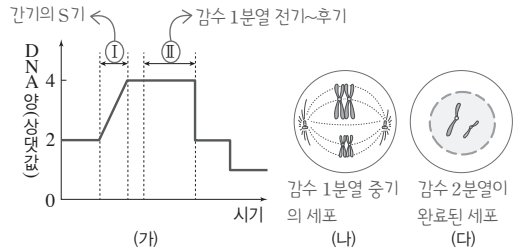
ㄱ. A와 B는 서로 다른 상동 염색체에 있는 유전자이므로, 서로 다른 형질을 결정한다.

ㄴ. 상동 염색체의 동일한 위치에 있는 B와 b는 하나의 형질을 결정하는 대립유전자이다. 상동 염색체는 부모에게서 하나씩 물려받으므로 대립유전자 B가 부계에게서 물려받은 것이라면 b는 모계에게서 물려받은 것이다.

② 생식세포 분열로 형성되는 생식세포의 유전자 구성을 추론해 본다.

ㄷ. 제시된 세포는 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성하고 있으므로 감수 1분열 과정에 있는 세포이다. 감수 1분열 후기에 각 상동 염색체는 독립적으로 분리되어 이동하므로 딸세포의 유전자 구성은 AB, Ab, aB, ab의 4가지가 가능하다. 따라서 A와 b가 같은 딸세포로 들어갈 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

12 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ⓪ (나)에서 각 염색체를 구성하는 염색 분체는 I 시기에 DNA가 복제되어 형성된 것이다.
- ⓪ II 시기에서의 염색체 배열과 이동에 의해 생식세포의 유전자 구성이 다양해진다.
- ⓪ (나)의 DNA양은 (다)의 4배이다.

▶ 전략적 풀이 ① 그림 (가)와 세포 (나), (다)의 DNA 상대량을 연계하여 분석한다.

ㄱ. (나)에서 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있는데, 염색 분체는 I 시기(S기)에 DNA가 복제된 후 히스톤 단백질과 결합하여 형성된 것이다.

ㄴ. 구간 II는 감수 1분열 전기~후기이다. 이때 2가 염색체가 형성되어 세포 중앙에 배열되었다가 상동 염색체가 분리되어 양극으로 이동한다. 이 과정에서 상동 염색체의 무작위 배열과 분리에 의해 생식세포의 유전자 구성이 다양해진다.

② (나)와 (다)의 DNA 상대량을 비교한다.

ㄷ. 그림 (가)를 보면 감수 1분열 중기인 (나)의 DNA 상대량은 4이고, 감수 2분열이 완료된 (다)의 DNA 상대량은 1이다. 따라서 (나)의 DNA양은 (다)의 4배이다.

2 사람의 유전

01 사람의 유전

개념 확인 문제

208쪽

- ① 가계도 ② 쌍둥이 ③ 염색체 ④ 대립유전자

- 1 ③ 2 가계도 조사 3 (1) $\neg$ (2) $\supset$ (3) $\perp$ 4 (1) $\bigcirc$
(2) $\bigcirc$ (3) $\bigcirc$ (4) $\times$ 5 (1) A, a (2) a (3) Aa : aa = 1 : 1

1 사람의 유전 연구가 어려운 까닭은 한 세대가 길고, 자손의 수가 적으며, 자유로운 교배 실험이 불가능하고, 형질이 복잡하기 때문이다.

2 가계 구성원의 특정 형질에 대한 발현 여부를 도표로 나타낸 것을 가계도라고 한다.

- 3 (1) 특정 형질의 발현에 유전자와 환경이 미치는 영향을 알아보기 위해서는 쌍둥이를 연구하는 것이 적합하다.
(2) 핵형 분석과 같은 염색체 연구를 통해 염색체의 구조나 수의 이상을 판별할 수 있다.
(3) 특정 집단의 유전자 빈도나 질병의 관련성 등을 알아내는 데에는 집단 조사가 유용하다.

- 4 (1) 분리형과 부착형은 컷불 모양이라는 형질의 대립 형질이다.
(2) 컷불 모양은 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되는 단일 인자 유전 형질이다.
(3) EE, Ee와 같이 유전자 구성을 기호로 나타낸 것은 유전자형이고, 겉으로 드러나는 형질(분리형, 부착형)은 표현형이다.
(4) 유전자형이 Ee일 때 컷불 모양이 분리형이 되므로, 분리형이 우성이고, 부착형이 열성이다.

5 (1) 아버지의 유전자형은 Aa이고, 생식세포를 형성할 때 대립유전자가 각기 다른 생식세포로 나뉘어 들어가므로 생식세포의 유전자 구성은 A와 a의 두 가지이다.

(2) 어머니의 유전자형은 aa이므로, 생식세포의 유전자 구성은 a의 한 가지이다.

(3) 아버지와 어머니 사이에서 태어날 수 있는 자손의 유전자형은 표와 같다.

아버지	A	a
어머니	Aa	aa

따라서 자손의 유전자형 분리비는 Aa : aa = 1 : 1이다.

개념 확인 문제

211쪽

- ① 상염색체 ② 한 ③ 우성 ④ 열성 ⑤ O형
⑥ $I^A I^B, I^B i$

- 1 (1) $\times$ (2) $\bigcirc$ (3) $\bigcirc$ 2 (1) 열성 (2) A : Tt, B : Tt 3 (1) $\bigcirc$
(2) $\bigcirc$ (3) $\times$ 4 (1) $\bigcirc$ (2) $\times$ (3) $\bigcirc$ 5 A형, B형, AB형, O형

1 (1) A를 나타내지 않는 부모에게서 A를 나타내는 자녀가 태어나므로 A는 열성 형질이다.

(2) A는 남녀에서 비슷한 비율로 나타나므로 A의 유전자는 상염색체에 있다.

(3) 부모가 열성 형질인 A를 나타내면 자녀는 모두 열성 형질인 A를 나타낸다.

2 (1) 정상인 부모에게서 유전병인 자녀가 태어났으므로 정상은 우성이고, 유전병이 열성이다.

(2) 정상 대립유전자는 T이고, 유전병 대립유전자는 t이다. A는 정상이지만 유전병인 아들이 태어난 것으로 보아 유전병 대립유전자가 있으며, B는 정상이지만 어머니에게서 물려받은 유전병 대립유전자가 있다. 따라서 A와 B의 유전자형은 모두 Tt이다.

3 (1) 철수 부모님은 혀 말기가 가능하지만 철수는 혀 말기가 불가능하므로 혀 말기 가능은 우성 형질이다.

(2) 혀 말기 가능 대립유전자를 R, 혀 말기 불가능 대립유전자를 r라고 할 때, 철수의 유전자형은 rr로 열성 동형 접합성이다. 따라서 철수 부모님의 유전자형은 Rr로 혀 말기 불가능 대립유전자를 가지고 있다.

(3) 혀 말기 유전자는 상염색체에 있으므로 형질의 발현 빈도는 남녀에 따라 차이가 없다.

4 (1) ABO식 혈액형의 대립유전자는 세 가지이지만 한 사람은 ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자를 한 쌍 가지므로 ABO식 혈액형은 단일 인자 유전 형질이다.

(2) ABO식 혈액형의 대립유전자는 I^A, I^B, i 의 세 가지이다.

(3) ABO식 혈액형의 표현형은 A형, B형, AB형, O형의 4가지이고, 유전자형은 $I^A I^A, I^A i, I^B I^B, I^B i, I^A I^B, ii$ 의 6가지이다.

5 (가)는 A형인데 B형인 아버지에게서 열성 대립유전자(i)를 물려받으므로 유전자형이 $I^A i$ 이다. (나)는 B형인데 O형인 어머니에게서 물려받은 열성 대립유전자(i)가 있어 유전자형이 $I^B i$ 이다. 따라서 (가)와 (나) 사이에서 나올 수 있는 자녀의 혈액형은 $I^A i \times I^B i \rightarrow I^A I^B$ (AB형), $I^A i$ (A형), $I^B i$ (B형), ii (O형)이다.

- ① 성염색체 ② X ③ 많이 ④ 아들 ⑤ 딸 ⑥ 한
⑦ 연속

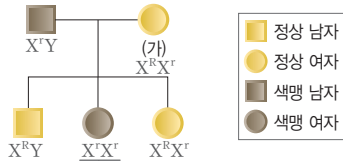
1 (가) 44+XX, 여자 (나) 44+XY, 남자 2 (1) ㉠ 열성, ㉡ 상염색체 (2) 반성유전 3 (1) $X^R X^r$ (2) 4명 4 (1) ㉠ × (3) × (4) ×

1 (가)는 X 염색체를 갖는 정자와 난자가 수정하므로 염색체 구성은 44+XX이고, 여자이다.

(나)는 Y 염색체를 갖는 정자와 X 염색체를 갖는 난자가 수정하므로 염색체 구성은 44+XY이고, 남자이다.

2 (1) 어머니가 A를 나타내면 아들이 반드시 A를 나타내므로 A는 성염색체인 X 염색체에 있는 유전자에 의해 형질이 결정되며, 열성으로 유전된다. 만일 A가 우성 형질이라면 어머니가 A를 나타내더라도 아들은 어머니에게서 열성인 정상 대립유전자를 물려받을 경우 A를 나타내지 않을 수 있기 때문이다.

3 문제 분석



→ 아버지와 어머니에게서 적록 색맹 대립유전자를 1개씩 물려받았다.
→ (가)는 적록 색맹 대립유전자를 가지고 있다.

(1) (가)는 정상이지만 딸이 적록 색맹이므로 적록 색맹 대립유전자가 있는 보인자이다.

(2) 가족 중 정상인 아들 한 명을 제외한 나머지 4명에게 적록 색맹 대립유전자가 있다.

4 (1) 다인자 유전의 경우 형질이 여러 쌍의 대립유전자에 의해 결정된다.

(2) 다인자 유전 형질은 표현형이 다양하게 나타나고, 중간값이 큰 정상 분포 곡선 형태의 연속적 변이를 나타내므로 우성과 열성이 쉽게 구분되지 않는다. 대립 형질이 뚜렷하며, 우성과 열성이 쉽게 구분되는 것은 단일 인자 유전의 특징이다.

(3) 다인자 유전 형질은 형질이 발현되는 과정에서 환경의 영향을 받는 경우가 많다.

(4) 키, 몸무게, 피부색 등은 다인자 유전 형질이고, 꽃불 모양, 보조개, ABO식 혈액형 등은 단일 인자 유전 형질이다.

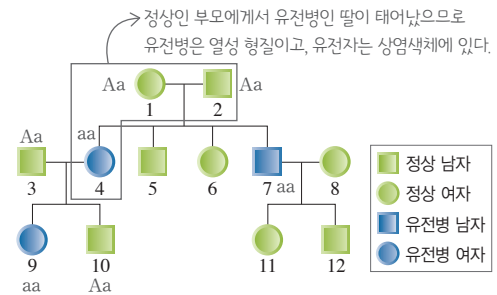
자료 1 1 ㉠ 열성, ㉡ 상염색체 2 1 : Aa, 2 : Aa
3 (1) ㉠ ㉡ (3) × (4) ㉠ ㉡ ×

자료 2 1 6 : Rr, I^Ai, 7 : Rr, I^Ai 2 $\frac{3}{32}$
3 (1) ㉠ ㉡ (3) × (4) × (5) ㉠

자료 3 1 1 → 5 → 11 2 (1) 7 : $X^R Y$, 8 : $X^R X^r$ (2) $\frac{1}{4}$
3 (1) × (2) ㉠ (3) × (4) × (5) ㉠ (6) ㉠

자료 4 1 ㉠ A, ㉡ A*, ㉢ 우성 2 성염색체
3 (1) × (2) ㉠ (3) × (4) × (5) ㉠

1-1 문제 분석



정상인 부모에게서 유전병인 딸(4)이 태어났으므로 유전병은 열성 형질이고, 유전자는 상염색체에 있다.

1-2 정상인 1과 2 사이에서 유전병인 4와 7이 태어났으므로 1과 2는 유전병 대립유전자 a를 가지고 있다. 따라서 1과 2의 유전자형은 Aa이다.

1-3 (1) 3과 4 사이에서 유전병인 9가 태어났으므로 3은 유전병 대립유전자를 가지고 있는 보인자이다.

(2) 만일 이 유전병이 반성유전 형질이라면 딸인 4가 열성 형질인 유전병일 때 아버지인 2는 반드시 유전병이어야 한다. 그런데 아버지인 2는 정상이므로 유전병 유전자는 상염색체에 있다는 것을 알 수 있다.

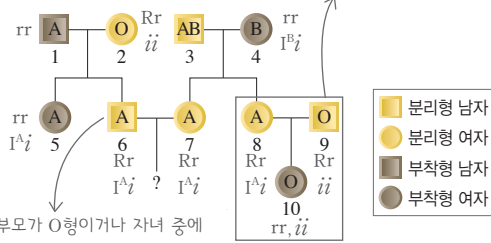
(3) 5와 8의 유전자형은 AA 또는 Aa로 유전자형이 명확하지 않다.

(4) 1과 2 사이에서 태어나는 자녀의 유전자형은 $Aa \times Aa \rightarrow AA, Aa, Aa, aa$ 이다. 따라서 정상인 딸 6의 유전자형이 동형 접합성(AA)일 확률은 $\frac{1}{3}$, 이형 접합성(Aa)일 확률은 $\frac{2}{3}$ 이다.

(5) 3과 4 사이에서 태어나는 자녀의 유전자형은 $Aa \times aa \rightarrow Aa, aa$ 로 10의 동생이 유전병일 확률은 $\frac{1}{2}$, 남자일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 유전병 남자일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

2-1 꼼꼼 문제 분석

분리형인 8과 9 사이에서 부작형 딸 10이 태어났으므로 분리형이 우성 형질이고, 부작형이 열성 형질이며, 낫볼 모양 유전자는 상염색체에 있다.



부모가 O형이거나 자녀 중에 O형이 있으면 열성 대립유전자 i 를 가지고 있다.

• 낫볼 모양 : 분리형인 8과 9 사이에서 부작형 딸 10이 태어났으므로 분리형이 우성 형질이고, 부작형이 열성 형질이며, 낫볼 모양 유전자는 상염색체에 있다. 1이 부작형(rr)이므로 6의 낫볼 모양 유전자형은 Rr 이고, 4가 부작형(rr)이므로 7의 낫볼 모양 유전자형은 Rr 이다.

• ABO식 혈액형 : 2가 O형(ii)이므로 6의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^A i$ 이고, 4가 B형이므로 7의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^A i$ 이다.

2-2 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때

• 낫볼 모양이 부작형일 확률 : $Rr \times Rr \rightarrow RR, Rr, Rr, rr$ 로 부작형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

• ABO식 혈액형이 A형일 확률 : $I^A i \times I^A i \rightarrow I^A I^A, I^A i, I^A i, ii$ 로 A형일 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다.

따라서 낫볼 모양이 부작형이면서 ABO식 혈액형이 A형인 딸이 태어날 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{32}$ 이다.

2-3 (1) 2에게서 부작형인 딸 5가 태어났으므로 2는 부작형 대립유전자를 가지고 있다.

(2) B형인 4에게서 A형인 딸 7과 8이 태어났으므로 4의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^B i$ 로 이형 접합성이다.

(3) 5의 낫볼 모양 유전자형은 rr 이므로 부작형 대립유전자를 1과 2에게서 1개씩 물려받았다.

(4) 8과 9에게서 부작형인 10이 태어났으므로 8과 9의 낫볼 모양 유전자형은 Rr 로 이형 접합성이다.

(5) 8과 9 사이에서 아이가 태어날 때

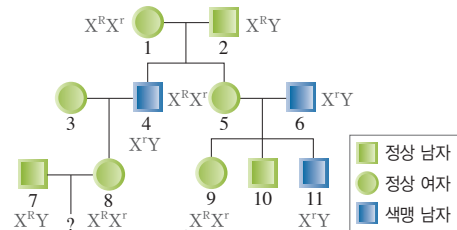
• 낫볼 모양이 부작형일 확률 : $Rr \times Rr \rightarrow RR, Rr, Rr, rr$ 로 부작형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

• ABO식 혈액형이 O형일 확률 : $I^A i \times ii \rightarrow I^A i, ii$ 로 O형일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

따라서 낫볼 모양이 부작형이면서 ABO식 혈액형이 O형일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

3-1 꼼꼼 문제 분석

아들의 X 염색체는 어머니에게서 물려받고, 딸의 X 염색체는 아버지와 어머니에게서 1개씩 물려받는다. → 아들의 적록 색맹 대립유전자는 어머니에게서 X 염색체와 함께 물려받은 것이다.



11은 적록 색맹 대립유전자를 X 염색체와 함께 어머니인 5에게서 물려받았고, 5는 1에게서 물려받았다.

3-2 (1) 7은 정상 남자이므로 유전자형은 $X^R Y$ 이다. 8은 아버지인 4에게서 적록 색맹 대립유전자를 물려받아 유전자형이 $X^R X^r$ 이다.

(2) 7과 8 사이에서 태어나는 아이의 적록 색맹 유전자형은 $X^R Y \times X^R X^r \rightarrow X^R X^R, X^R X^r, X^R Y, X^r Y$ 로, 적록 색맹인 아들이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

3-3 (1) 3의 유전자형은 $X^R X^R$ 또는 $X^R X^r$ 로 적록 색맹 보인자인지 확실히 알 수 없다.

(2) 4의 X 염색체는 어머니인 1에게서 물려받은 것이므로 적록 색맹 대립유전자도 1에게서 물려받았다.

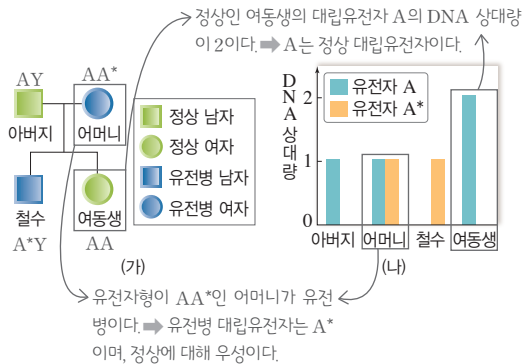
(3) 5에게서 적록 색맹인 아들 11이 태어났으므로 5의 적록 색맹 유전자형은 $X^R X^r$ 이다.

(4) 남자의 Y 염색체는 아버지에게서 물려받는다. 6은 11에게 Y 염색체를 물려주므로 6의 적록 색맹 대립유전자는 11에게 전달되지 않는다.

(5) 9는 6에게서 적록 색맹 대립유전자를 물려받아 유전자형이 $X^R X^r$ 로 이형 접합성이다.

(6) 5와 6 사이에서 태어나는 아이의 적록 색맹 유전자형은 $X^R X^r \times X^R Y \rightarrow X^R X^r, X^r X^r, X^R Y, X^r Y$ 로, 적록 색맹 아들이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

4-1 꼼꼼 문제 분석



여동생은 대립유전자 A의 DNA 상대량이 2인데 정상이다. 따라서 A는 정상 대립유전자이고, A*는 유전병 대립유전자이다. 또 어머니의 유전자형은 AA*인데 유전병이 나타났으므로 유전병이 우성이다. 따라서 A*가 A에 대해 우성이다.

4-2 남자인 아버지와 철수는 유전병 발현에 관여하는 대립유전자 DNA 상대량이 1이고, 여자인 어머니와 여동생은 대립유전자 DNA 상대량이 2이다. 이를 통해 유전병 유전자가 성염색체인 X 염색체에 있다는 것을 알 수 있다.

4-3 (1) 유전병이 우성 형질이므로 유전병인 여자의 유전자형은 우성 동형 접합성(A*A*)이거나 이형 접합성(AA*)이다. 따라서 어머니가 유전병이라 하더라도 정상 대립유전자를 가지고 있을 수 있으므로 아들이 반드시 유전병인 것은 아니다.

(2) 유전병이 우성 형질이고, 유전병 유전자가 X 염색체에 있으므로 아버지가 유전병이면 딸은 아버지의 유전병 대립유전자를 물려받으므로 반드시 유전병이다.

(3) 유전병이 우성 형질이므로 유전병인 사람의 유전자형은 A*A*, AA*, A*Y이다. 따라서 유전병을 나타내는 여자 중에는 유전자형이 AA*로 이형 접합성이 있다.

(4) 보인자란 형질이 겉으로 드러나지는 않지만, 형질을 나타내는 유전자를 가지고 있는 사람을 말한다. 유전병이 우성 형질이므로 정상 여자의 유전자형은 모두 열성 동형 접합성(AA)이다. 따라서 보인자가 없다.

(5) 아버지와 어머니 사이에서 태어나는 아이의 유전자형은 $AY \times AA^* \rightarrow AA, AA^*, AY, A^*Y$ 로, 유전병 남자일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

내신 만점 문제

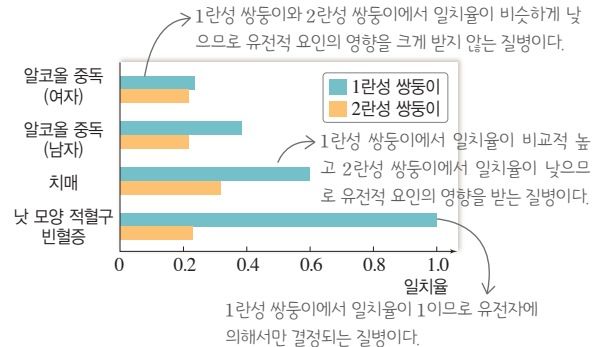
220쪽~223쪽

01 ⑤	02 ⑤	03 ③	04 해설 참조	05 ③
06 ④	07 ①	08 ④	09 ⑤	10 ④
11 ②	12 해설 참조	13 ⑤	14 ⑤	15 ④
16 ③				

01 가계도 조사를 하면 특정 형질의 우열 관계와 유전자가 위치하는 염색체를 파악할 수 있고, 장래 태어날 자손에서 특정 형질이 나타날 확률을 유추할 수 있다.

02 꼼꼼 문제 분석

- 1란성 쌍둥이는 1개의 수정란이 발생 초기에 둘로 나뉘어 각각 자라서 형성된 것으로, 유전자 구성이 같다. 따라서 이들 사이의 형질 차이는 환경의 영향에 의해 나타난 것이다.
- 2란성 쌍둥이는 2개의 난자가 각각 다른 정자와 수정하여 형성된 것으로, 유전자 구성이 다르다. 따라서 이들 사이의 형질 차이는 유전적 차이와 환경의 영향에 의해 나타난 것이다.



ㄱ. 치매는 2란성 쌍둥이에 비해 1란성 쌍둥이에서 일치율이 훨씬 높으므로 유전적 요인의 영향을 받는다고 볼 수 있다.

ㄴ. 제시된 질병 중 알코올 중독이 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 일치율 차이가 가장 작으므로 환경의 영향을 가장 많이 받는다고 볼 수 있다.

ㄷ. 낮 모양 적혈구 빈혈증은 1란성 쌍둥이에서 일치율이 1이므로 환경의 영향을 받지 않고 유전자에 의해서만 결정된다. 따라서 1란성 쌍둥이는 성장 환경이 달라도 낮 모양 적혈구 빈혈증의 표현형이 같다.

03 ㄱ. 부모는 모두 A를 나타내지 않는데, 자녀는 A를 나타낼 수 있으므로 A는 열성 형질이다.

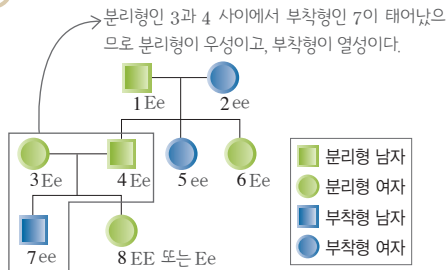
ㄴ. A를 나타내는 남녀의 비율이 비슷하므로 A를 결정하는 유전자는 상염색체에 있다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. A는 반성유전 형질이 아니다. 따라서 여자가 열성 형질인 A를 나타내더라도 A를 나타내지 않는 남자의 정상 대립유전자가 아들에게 전달되면 아들이 A를 나타내지 않을 수 있다.

04 **모범답안** 1 : Tt, 2 : Tt, 4 : tt, 5 : tt, 정상인 부모 1과 2 사이에서 미맹인 딸 5가 태어났으므로 미맹은 정상에 대해 열성 형질이고, 미맹 유전자는 상염색체에 있다. 따라서 정상 대립유전자는 T, 미맹 대립유전자는 t이다. 1과 2의 유전자형은 Tt이고, 미맹인 4와 5의 유전자형은 tt이지만, 3과 6의 유전자형은 TT 또는 Tt로 확실하지 않다.

채점 기준	배점
유전자형을 확실히 알 수 있는 사람의 번호와 유전자형을 쓰고, 판단 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
유전자형을 확실히 알 수 있는 사람의 번호와 유전자형은 옳게 썼으나, 판단 과정의 서술이 부족한 경우	70 %
유전자형을 확실히 알 수 있는 사람의 번호와 유전자형만 옳게 쓴 경우	30 %

05 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. 분리형이 우성 형질이고, 부작형이 열성 형질이다.
 ㄴ. 3과 4 사이에서 태어나는 아이의 유전자형은 $Ee \times Ee \rightarrow EE, Ee, Ee, ee$ 로, 꾀불 모양이 부작형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, 남자일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 8의 동생이 꾀불 모양이 부작형인 남자일 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

|| 바로알기 || ㄴ. 1에게서 부작형인 딸 5가 태어난 것으로 보아 1의 유전자형은 Ee이다. 따라서 1은 부작형 대립유전자를 가지고 있다.

06 ㄴ. 유전병인 부모에게서 정상인 딸이 태어났으므로 이 유전병은 우성 형질이고, 유전자는 상염색체에 있다.

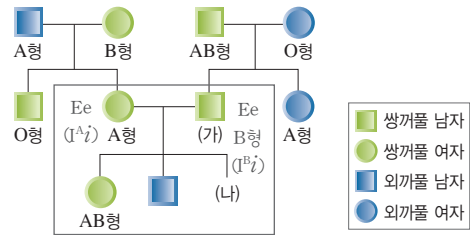
ㄴ. 2는 유전병을 나타내지만, 아버지에게서 정상 대립유전자를 물려받아 유전자형이 이형 접합성이다.

|| 바로알기 || ㄱ. 1은 열성 형질인 정상이므로 유전자형이 열성 동형 접합성이다.

07 영희 아버지가 A형인데, 영희의 오빠가 O형이고 영희가 B형이므로 영희 어머니의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^B i$ 이다. ABO식 혈액형은 단일 인자 유전 형질이고, 대립유전자 I^B 와 i 는 상동 염색체의 동일한 위치에 존재하므로 영희 어머니의 ABO식 혈액형 대립유전자 위치는 ①과 같다.

08 **꼼꼼** 문제 분석

(가)와 A형인 부인 사이에서 AB형인 딸이 태어났으므로 (가)의 ABO식 혈액형은 B형이나 AB형이다. 그런데 (가)의 어머니가 O형이므로 (가)는 B형이고, 유전자형은 $I^B i$ 이다. (가)의 부인은 A형인데 어머니가 B형이므로 유전자형이 $I^A i$ 이다.



쌍꺼풀인 부모에게서 외가풀인 자녀가 태어났으므로 쌍꺼풀이 우성이고, 외가풀이 열성이다. (가)와 (가)의 부인은 쌍꺼풀이지만 외가풀 아들이 있으므로 외가풀 대립유전자를 가지고 있다. 쌍꺼풀 대립유전자를 E, 외가풀 대립유전자를 e라고 할 때, (가)와 (가)의 부인의 눈꺼풀 유전자형은 Ee이다.

ㄱ. (가)는 ABO식 혈액형이 B형이므로 적혈구 막에 응집원 B가 있다.

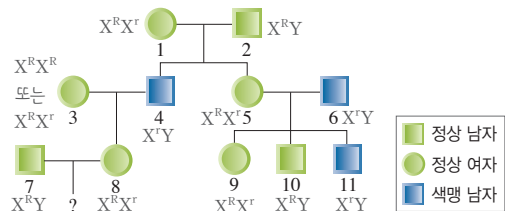
ㄴ. • (나)가 B형일 확률 : $I^A i \times I^B i \rightarrow I^A I^B, I^A i, I^B i, ii$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.

• (나)가 쌍꺼풀일 확률 : $Ee \times Ee \rightarrow EE, Ee, Ee, ee$ 로 $\frac{3}{4}$ 이다.

따라서 (나)가 B형이고 쌍꺼풀일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ 이다.

|| 바로알기 || ㄴ. (가)는 쌍꺼풀이지만, 외가풀인 아들이 있으므로 외가풀 대립유전자를 가지고 있다. 따라서 눈꺼풀 모양 유전자형은 이형 접합성(Ee)이다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



① 1과 5의 적록 색맹 유전자형은 $X^R X^r$ 로 같다.

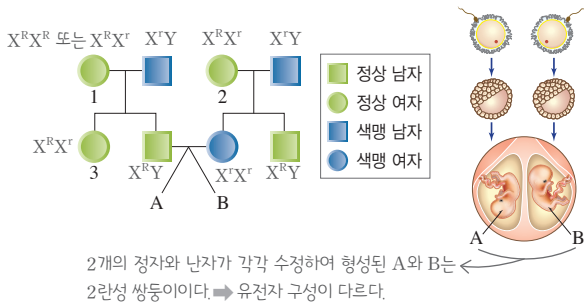
② 3의 적록 색맹 유전자형은 $X^R X^R$ 또는 $X^R X^r$ 로 확실하지 않다.

③ 7과 8 사이에서 적록 색맹인 아들이 태어날 확률은 $X^R Y \times X^R X^r \rightarrow X^R X^R, X^R X^r, X^R Y, X^r Y$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.

④ 9는 아버지(6)에게서 적록 색맹 대립유전자를 물려받았다.

|| 바로알기 || ⑤ 남자의 X 염색체는 어머니에게서 물려받는다. 따라서 11의 적록 색맹 대립유전자는 5에게서 받은 것이다.

10 꼼꼼히 문제 분석



ㄴ. 2는 정상이지만 적록 색맹인 딸이 태어난 것으로 보아 적록 색맹 보인자이다. 3은 정상이지만 아버지가 적록 색맹이므로 적록 색맹 보인자이다. 따라서 2와 3의 적록 색맹 유전자형은 $X^R X^r$ 로 같다.

ㄷ. A와 B는 2란성 쌍둥이이므로 A와 B가 모두 적록 색맹일 확률은 A와 B 각각이 적록 색맹일 확률을 곱하여 구한다. A가 적록 색맹일 확률은 $X^R Y \times X^R X^r \rightarrow X^R X^r, X^R X^r, X^r Y, X^r Y$ 로 $\frac{1}{2}$ 이며, B가 적록 색맹일 확률도 이와 같다. 따라서 A와 B가 모두 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

▶ **바로알기** ㄱ. 1과 적록 색맹인 남자 사이에서 태어난 아이들은 모두 정상이다. 따라서 1이 보인자임을 확신할 수 없다.

11 유전병 A가 나타나는 빈도가 성별에 따라 다르고, 아버지가 A를 나타내면 딸이 A를 나타내므로, A를 나타내게 하는 유전자는 X 염색체에 있고, 정상에 대해 우성이다.

ㄴ. 열성 형질인 정상 부모 사이에서 태어나는 아이는 모두 부모의 열성 형질을 물려받아 정상이다.

▶ **바로알기** ㄱ. A는 우성으로 유전되는 형질이다.

ㄷ. A는 우성으로 유전되므로 A를 나타내는 여자 중에는 정상 대립유전자를 가진 경우가 있다. 이 경우 정상인 남자와의 사이에서 정상인 아들이 태어날 수 있다.

12 (1) 적록 색맹은 유전자가 X 염색체에 있고, 정상에 대해 열성이다. 성별에 따라 X 염색체의 수가 달라서 적록 색맹 형질의 발현 빈도가 다르다.

(2) 아들은 어머니에게서 X 염색체를 물려받고, 아버지에게서 Y 염색체를 물려받는다. 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로, 아들의 적록 색맹 여부는 어머니에게서 물려받는 X 염색체에 의해 결정된다.

(3) 적록 색맹 남자의 유전자형은 $X^r Y$ 이고, 보인자인 여자의 유전자형은 $X^R X^r$ 이다.

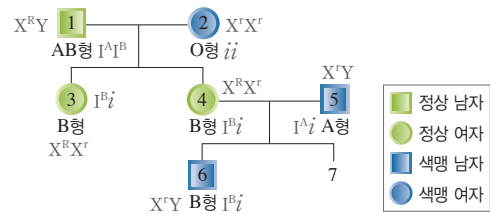
모범답안 (1) 성염색체 구성이 여자는 XX, 남자는 XY이다. 적록 색맹은 유전자가 X 염색체에 있으며, 정상에 대해 열성이다. 따라서 여자는 2개의 X 염색체에 모두 적록 색맹 대립유전자가 있어야 적록 색맹이 되지만, 남자는 1개의 X 염색체에 적록 색맹 대립유전자가 있으면 적록 색맹이 되므로 적록 색맹은 여자보다 남자에서 발현 빈도가 높다.

(2) 적록 색맹인 어머니는 2개의 X 염색체에 모두 적록 색맹 대립유전자가 있으므로 어머니에게서 X 염색체를 물려받는 아들은 적록 색맹이 된다.

(3) $X^r Y \times X^R X^r \rightarrow X^R X^r, X^r X^r, X^R Y, X^r Y$ 로 적록 색맹인 딸($X^r X^r$)이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

채점 기준	배점
(1) 적록 색맹이 여자보다 남자에서 많은 까닭을 옳게 서술한 경우	40 %
유전자가 X 염색체에 있기 때문이라고만 서술한 경우	20 %
(2) 아들이 적록 색맹이 되는 까닭을 옳게 서술한 경우	30 %
아들은 어머니에게서 X 염색체를 물려받기 때문이라고만 서술한 경우	20 %
(3) 부모의 유전자형을 써서 확률을 옳게 구한 경우	30 %
확률만 옳게 쓴 경우	10 %

13 꼼꼼히 문제 분석



- 3, 4의 ABO식 혈액형 유전자형 : O형인 어머니에게서 열성 대립유전자를 물려받으므로 유전자형은 $I^B i$ 이다.
- 3과 4의 적록 색맹 유전자형 : 어머니에게서 적록 색맹 대립유전자를 물려받아 보인자($X^R X^r$)이다.
- 5는 A형인데 아들 6은 B형이다. 따라서 5와 6은 열성 대립유전자를 가지고 있으며, ABO식 혈액형 유전자형은 5는 $I^A i$, 6은 $I^B i$ 이다.

① 3의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^B i$ 로 이형 접합성이다.

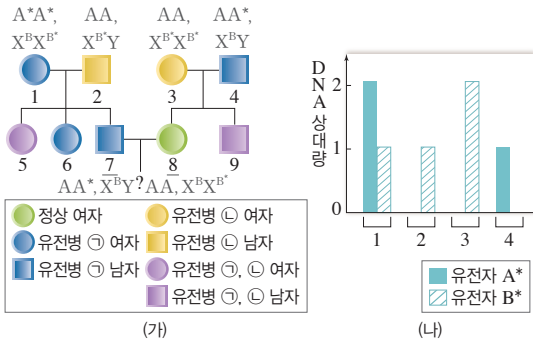
② 3과 4는 어머니인 2에게서 적록 색맹 대립유전자를 물려받으므로 보인자($X^R X^r$)이다.

③ 6은 A형인 아버지 5에게서 열성 대립유전자를 물려받으므로 ABO식 혈액형 유전자형이 $I^B i$ 로 4와 같다.

④ 남자인 6이 가진 적록 색맹 대립유전자는 어머니인 4에게서 물려받은 것이고, 4는 어머니인 2에게서 물려받은 것이다.

▶ **바로알기** ⑤ 4와 5 사이에서 태어나는 아이가 A형일 확률은 $I^B i \times I^A i \rightarrow I^A I^B, I^B i, I^A i, ii$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다. 또한 적록 색맹 여자일 확률은 $X^R X^r \times X^r Y \rightarrow X^R X^r, X^r X^r, X^R Y, X^r Y$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 4와 5 사이에서 태어나는 7이 A형이고 적록 색맹 여자일 확률은 $\frac{1}{16}$ 이다.

14 **꼼꼼** 문제 분석



- 1은 A*가 2개이며 유전병 ㉠을 나타낸다. $\Rightarrow$ A*는 유전병 ㉠이 나타나게 하는 대립 유전자이다.
- 4는 A*가 1개인데 유전병 ㉡이 표현되었으며, 3이 A*가 없는데도 아들인 9는 유전병 ㉡이다. $\Rightarrow$ A*는 A에 대해 우성이며, 아버지의 A*가 아들에게 전달되는 것으로 보아 ㉡의 유전자는 상염색체에 있다.
- B*가 1개 있을 때 여자인 1은 유전병 ㉢을 나타내지 않지만, 남자인 2는 유전병 ㉢을 나타낸다. $\Rightarrow$ B*는 유전병 ㉢이 나타나게 하는 대립유전자이며, X 염색체에 있고 정상 대립유전자 B에 대해 열성이다.

ㄱ. 남녀 모두 A*가 1개만 있어도 유전병 ㉠을 나타내므로 A*는 A에 대해 우성이다.

ㄴ. 유전병 ㉡이 나타나게 하는 대립유전자 B*는 X 염색체에 있으며, 정상 대립유전자 B에 대해 열성이다. 따라서 유전병 ㉡은 여자보다 남자에서 발현 빈도가 높다.

ㄷ. 7과 8 사이에서 남자 아이가 태어날 때, 유전병 ㉠과 ㉡이 모두 나타날 확률은 다음과 같다.

• 7과 8의 유전병 ㉠의 유전자형 : 7은 2에게서 정상 대립유전자 A를 물려받으므로 유전자형이 AA*이고, 8은 열성 형질인 정상이므로 AA이다.

• 7과 8 사이에서 태어난 남자 아이가 유전병 ㉠일 확률 : $AA^* \times AA \rightarrow AA, AA^*$ 이고, 유전자가 상염색체에 있으므로 유전병 ㉠이 나타날 확률은 남녀에서 차이가 없다. 따라서 아들이 유전병 ㉠일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

• 7과 8의 유전병 ㉡의 유전자형 : 7은 유전병 ㉡이 나타나지 않으므로 $X^B Y$ 이고, 8은 정상이지만 3에게서 X^{B^*} 를 물려받으므로 $X^B X^{B^*}$ 이다.

• 7과 8 사이에서 태어난 남자 아이가 유전병 ㉡일 확률 : $X^B Y \times X^B X^{B^*} \rightarrow X^B X^B, X^B X^{B^*}, X^B Y, X^{B^*} Y$ 로, 아들이 유전병 ㉡일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

따라서 아들이 ㉠과 ㉡을 모두 나타낼 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

15 ㄱ. 컷볼 모양은 대립 형질이 뚜렷하게 구분되는 단일 인자 유전 형질이다.

ㄷ. 키는 표현형이 다양하며 연속적 변이를 나타내므로 다인자 유전 형질이다. 다인자 유전 형질은 여러 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되므로, 한 쌍의 유전자에 의해 형질이 결정되는 컷볼 모양보다 형질을 결정하는 대립유전자의 수가 많다.

바로알기 ㄴ. 컷볼 모양은 표현형이 두 가지로 구분되어 불연속적 변이를 나타내므로 환경의 영향을 거의 받지 않는 형질이다.

16 **꼼꼼** 문제 분석

• 피부색은 서로 다른 상염색체에 존재하는 세 쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. $\Rightarrow$ 피부색은 다인자 유전 형질이다.

• 피부색은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정된다.

유전자형이 AaBbDd인 ㉠에서 만들어질 수 있는 생식세포의 종류는 ABD, ABd, AbD, Abd, aBD, aBd, abD, abd이다.

• 유전자형이 AaBbDd인 ㉠여자가 유전자형이 같은 남자와 결혼하여 ㉡자녀를 낳을 경우, 자녀에서 피부색의 표현형이 다양하게 나타날 수 있다. $\Rightarrow$ ㉡의 피부색이 부모와 같을 확률은 부모와 마찬가지로 대문자로 표시되는 대립유전자 3개를 가질 확률이다.

ㄱ. 피부색을 결정하는 대립유전자가 세 쌍이라고 하였으므로 피부색은 다인자 유전 형질이다.

ㄷ. ㉡의 피부색이 부모와 같을 확률은 부모와 마찬가지로 대문자로 표시되는 대립유전자 3개를 가질 확률이다.

(1) $Aa \times Aa \rightarrow AA, 2Aa, aa$ 이고, $Bb \times Bb, Dd \times Dd$ 에서도 같은 비율이다.

(2) 대문자로 표시되는 대립유전자가 3개인 경우는 다음과 같다.

대립유전자	A	B	D
(가)	2	1	0
(나)	2	0	1
(다)	1	2	0
(라)	1	1	1
(마)	1	0	2
(바)	0	2	1
(사)	0	1	2

• 2, 1, 0인 경우의 확률 : $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{32}$ 이고, (가), (나), (다), (마), (바), (사)의 6가지가 있으므로 $\frac{6}{32}$ 이다.

• 1, 1, 1인 경우의 확률 : (라)에서 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

따라서 ㉡의 피부색이 부모와 같을 확률은 $\frac{6}{32} + \frac{1}{8} = \frac{10}{32} = \frac{5}{16}$ 이다.

바로알기 ㄴ. 유전자형이 AaBbDd인 ㉠에서 만들어질 수 있는 생식세포의 종류는 ABD, ABd, AbD, Abd, aBD, aBd, abD, abd의 8가지이다.



유전병의 종류와 특징

개념 확인 문제

228쪽

- ① 비분리 ② 21 ③ 터너 ④ 결실 ⑤ 전좌
⑥ 염기 서열

- 1 (1) ○ (2) × (3) × 2 (1) 44+XXY, 클라인펠터 증후군
(2) 44+X, 터너 증후군 (3) 44+XX 또는 44+XY, 정상 여자
또는 정상 남자로 유전병이 나타나지 않는다. (4) 45+XX 또는
45+XY, 다운 증후군 3 (가) 중복 (나) 결실 (다) 역위 (라) 전좌
4 (1) ○ (2) ○ (3) × 5 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅂ

- 1 (1) 유전자나 염색체에 생긴 돌연변이는 유전병을 유발할 수 있다.
(2) 체세포에서 일어난 돌연변이는 자손에게 유전되지 않는다.
(3) 핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 특징으로, 유전자 이상에 의한 유전병은 핵형 분석으로 알아낼 수 없다.

- 2 (1) 정자 A의 염색체 구성은 22+XY이고, 정상 남자의 염색체 구성은 22+X이다. 따라서 A가 정상 남자와 수정하면 44+XXY로, 클라인펠터 증후군인 아이가 태어난다.
(2) 정자 B의 염색체 구성은 22, 정상 남자는 22+X이므로 이들이 수정하면 44+X로, 터너 증후군인 아이가 태어난다.
(3) 정자 C는 21번 염색체가 1개로 정상이므로 염색체 구성은 22+X 또는 22+Y이다. 따라서 C가 정상 남자와 수정하면 44+XX 또는 44+XY로, 정상 여자 또는 정상 남자가 태어난다.
(4) 정자 D는 21번 염색체가 2개이므로 염색체 구성은 23+X 또는 23+Y이다. 따라서 D가 정상 남자와 수정하면 45+XX 또는 45+XY로, 다운 증후군인 여자 또는 남자가 태어난다.

- 3 (가)는 de가 반복되므로 중복, (나)는 a가 없으므로 결실, (다)는 ef가 거꾸로 되었으므로 역위, (라)는 염색체 일부가 상동 염색체가 아닌 다른 염색체와 교환되었으므로 전좌이다.

- 4 (1) 방사선, 자외선, 화학 물질 등에 의해 유전자 돌연변이가 발생할 수 있다.
(3) 헌팅턴 무도병은 우성 형질이다.

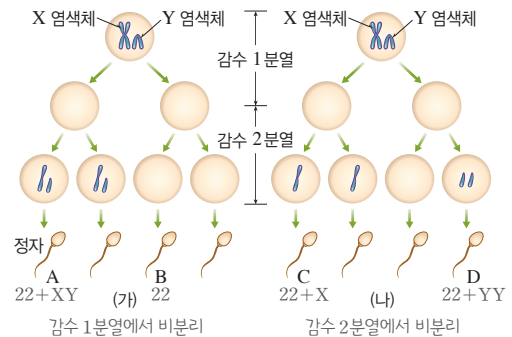
- 5 염색체 구조 이상에 의한 유전병인 고양이 울음 증후군, 유전자 이상에 의한 유전병인 알비노증, 페닐케톤뇨증, 낫 모양 적혈구 빈혈증은 체세포의 염색체 수가 46개로 정상인과 같다. 에드워드 증후군(18번 염색체 3개)과 클라인펠터 증후군(성염색체 XXY)은 체세포의 염색체 수가 47개이다.

대표 자료 분석

229쪽

- 자료 1 1 A : 22+XY, B : 22, C : 22+X, D : 22+YY
2 ㉠ 44+XXY, ㉡ 클라인펠터 증후군, ㉢ 44+X,
㉣ 터너 증후군 3 (1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ×
자료 2 1 ㉠ DNA, ㉡ 아미노산 2 ㄱ, ㄷ 3 (1) ×
(2) ○ (3) × (4) ×

1-1 꼼꼼히 문제 분석



A~D는 상염색체 수는 22개로 정상이지만, A는 성염색체로 XY를 가지고, B는 성염색체가 없으며, C는 X 염색체를 1개 가지고, D는 Y 염색체를 2개 가진다.

- 1-2 A의 염색체 구성은 22+XY이고, 정상 남자의 염색체 구성은 22+X이다. 따라서 이들이 수정하면 클라인펠터 증후군(44+XXY)인 아이가 태어난다. B의 염색체 구성은 22이고, 정상 남자의 염색체 구성은 22+X이다. 따라서 이들이 수정하면 터너 증후군(44+X)인 아이가 태어난다.

- 1-3 (1), (2) A와 B는 감수 1분열 시 상동 염색체가 비분리되어 형성된 것이다. X 염색체와 Y 염색체는 크기는 다르지만 감수 분열 과정에서 접합했다가 분리되므로 상동 염색체로 간주한다.
(3) C는 정상적인 정자이므로 염색체 수는 n 이다.
(4) C와 D는 상염색체 수는 같고, 성염색체 구성만 X 염색체 1개와 Y 염색체 2개로 다르다. 따라서 DNA양은 성염색체 구성만큼만 차이가 난다.
(5) (나)에서는 염색체 수가 정상인 생식세포가 2개 형성된다.

- 2-1 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열이 변하면 지정하는 아미노산이 달라져 단백질의 아미노산 서열이 달라지고, 그에 따라 단백질의 구조와 성질이 변하게 된다.

- 2-2 다운 증후군은 염색체 수 이상, 고양이 울음 증후군은 염색체 구조 이상에 의한 유전병이다.

- ②-3** (1) 낫 모양 적혈구 빈혈증은 정상에 대해 열성 형질이다.
 (2) 낫 모양 적혈구 빈혈증 환자의 핵형은 정상인과 같아서 핵형 분석만으로는 낫 모양 적혈구 빈혈증 여부를 판별할 수 없다.
 (3) 낫 모양 적혈구를 구성하는 비정상 헤모글로빈은 정상 헤모글로빈과 아미노산 1개만 다를 뿐 아미노산의 수는 정상 헤모글로빈과 같다.
 (4) 비정상 헤모글로빈은 서로 달라붙어 적혈구의 형태를 달라지게 만든다. 이처럼 세포에서 비정상 단백질이 합성되면 세포의 형태가 달라질 수 있다.

내신 만점 문제

230쪽~233쪽

- 01 ③ 02 ② 03 ② 04 ⑤ 05 ④ 06 ②
 07 ③ 08 해설 참조 09 ③ 10 (1) 전좌 (2) 만성 골수성 백혈병 11 해설 참조 12 ① 13 ④ 14 ④
 15 ② 16 ③

01 ①, ② 염색체나 유전자에 변화가 일어나 부모에게 없던 형질이 갑자기 나타나는 것을 돌연변이라고 한다.

④ 염색체 수 이상이나 구조 이상에 의한 유전병은 핵형 분석을 통해 진단할 수 있다.

▮ **바로알기** ③ 유전병은 유전자나 염색체의 이상으로 몸의 형태나 기능에 이상이 나타나는 병으로, 돌연변이는 유전병의 원인이 될 수 있으나 모든 돌연변이가 유전병의 원인이 되는 것은 아니다.

02 ㄴ. 염색체 수에 이상이 생기면 핵형 분석을 통해 정상과 염색체 수가 다른 것을 진단할 수 있다.

ㄹ. 윌리엄스 증후군은 7번 염색체의 특정 부위가 결실되어 나타나는 유전병이다.

▮ **바로알기** ㄱ. 유전자 이상에 의한 유전병은 생식세포를 통해 자손에게 유전될 수 있다.

ㄷ. 자손은 부모의 생식세포를 통해 유전자를 물려받으므로 체세포에 나타난 돌연변이는 자손에게 유전되지 않는다.

03 ㄴ. 상동 염색체가 분리되어 이동하고 있으므로 감수 1분열 과정에서 염색체 비분리가 일어났다. 이런 경우 딸세포의 염색체 수는 $n+1$ 과 $n-1$ 이 된다.

▮ **바로알기** ㄱ. 그림은 생식세포 분열 과정 중 감수 1분열 후기의 세포이다.

ㄷ. 고양이 울음 증후군은 5번 염색체 일부가 결실되어 나타나며, 염색체 비분리에 의해 나타나는 유전병이 아니다.

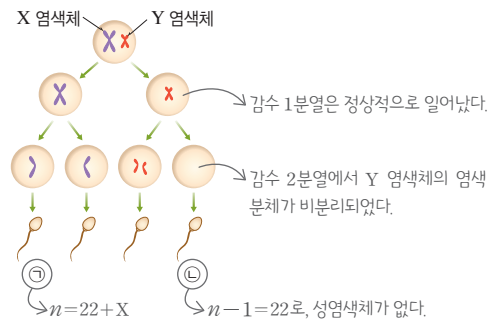
04 ①, ② 이 태아는 성염색체 구성이 XY이므로 남자이고, 21번 염색체가 3개이므로 다운 증후군이다.

③ 22쌍의 상염색체와 21번 염색체가 1개 더 있으므로 이 태아의 체세포의 상염색체 수는 45개이다.

④ 상염색체 수 이상에 의한 유전병은 남녀 모두에게 나타날 수 있다.

▮ **바로알기** ⑤ 이 태아에게서 나타나는 염색체 수 이상에 의한 유전병은 부모의 생식세포 형성 과정에서의 염색체 비분리가 원인이다.

05 꼼꼼 문제 분석

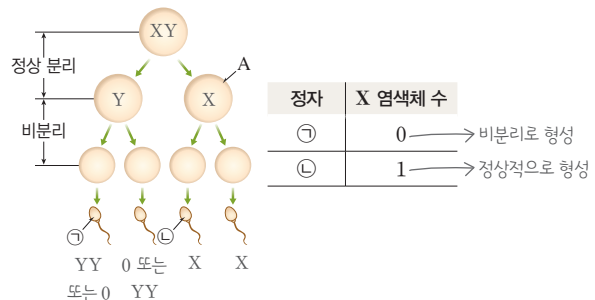


ㄴ. ㉠의 염색체 구성은 $22+X$ 로 정상이고, 정상 남자의 염색체 구성은 $22+X$ 이다. 따라서 ㉠과 정상 남자가 수정하면 염색체 구성이 $44+XX$ 로, 염색체 수가 정상인 여자가 태어난다.

ㄷ. ㉡의 염색체 구성은 22 이므로 ㉡이 정상 남자와 수정하여 태어나는 아이는 염색체 구성이 $44+X$ 이다. 따라서 터너 증후군을 나타낸다.

▮ **바로알기** ㄱ. 감수 2분열에 성염색체인 Y 염색체의 염색 분체가 비분리되었다.

06 꼼꼼 문제 분석



- 감수 1분열에서는 성염색체가 정상적으로 분리되었으므로 X 염색체와 Y 염색체가 서로 다른 세포로 들어갔다. ㉠에 X 염색체가 1개 있으므로 A에 X 염색체가 있다.
- 감수 2분열에서 성염색체의 염색 분체가 비분리되면 생식세포는 성염색체가 2개인 것과 성염색체가 없는 것이 만들어진다. 그런데 ㉠은 X 염색체를 1개 가지고 있으므로 비분리는 ㉡이 형성되는 과정에서 일어났다. ㉡은 Y 염색체를 2개 가지거나 성염색체가 없다.

■ **바로알기** ■ ㉔. ㉑의 염색체 구성은 22+YY 또는 22이므로 ㉑이 정상 남자와 수정하면 염색체 구성이 44+XXYY 또는 44+X가 된다. 따라서 태어난 아이가 클라인펠터 증후군(44+XXY)일 확률은 0이다.

딸세포의 염색체 수가 $n-1$, $n+1$, n 이므로 감수 2분열에서 성염색체가 비분리되었다. $\Rightarrow$ C는 상염색체 22개만 있고 성염색체가 없다.

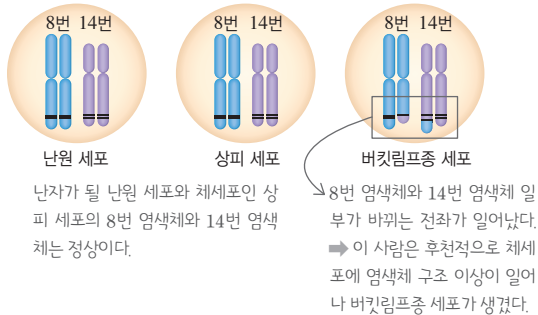
(2) 철수 아버지는 적록 색맹이 아니므로 클라인펠터 증후군인 철수가 아버지의 X 염색체를 물려받았다면 적록 색맹이 아닐 것이다. 따라서 철수의 X 염색체 2개는 모두 어머니에게서 물려받은 것이고, X 염색체에는 모두 적록 색맹 대립유전자가 있다. 따라서 어머니는 적록 색맹 보인자($X^R X^r$)이고, 감수 2분열 과정에서

11 (가)는 중복, (나)는 결실, (다)는 역위, (라)는 전좌이다. 염색체에는 수많은 유전자가 있어 일부 염색체 구조가 달라지면 유전자의 구성이나 배열도 달라진다. 특히 결실은 염색체의 일부가 없어지면서 그 속의 많은 유전자도 사라져 심각한 이상을 유발할 수 있다.

모범답안 (나), 염색체에는 수많은 유전자가 있어 염색체의 일부가 없어지면 그 속의 많은 유전자가 사라진다. 따라서 결실이 일어나면 다른 염색체 구조 이상보다 심각한 이상을 유발할 수 있다.

채점 기준	배점
(나)라고 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 유전자의 소실과 관련지어 옳게 서술한 경우	100 %
(나)라고 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 염색체의 소실만 서술한 경우	70 %
(나)라고만 쓴 경우	30 %

12 **꼼꼼** 문제 분석

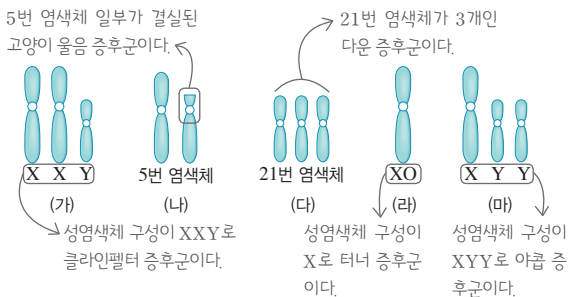


ㄱ. 생식세포가 될 난원 세포와 상피 세포에서는 염색체 구조 이상이 나타나지 않았으므로 버킷림프종 세포는 체세포 분열 과정에서 후천적으로 형성되었다.

바로알기 ㄴ. 유전병은 생식세포를 통해 자손에게 유전될 수 있는데, 생식세포가 될 난원 세포의 염색체 구성이 정상이므로 이 환자의 버킷림프종은 자손에게 유전되지 않는다.

ㄷ. 버킷림프종 세포에서는 8번 염색체와 14번 염색체 사이에 전좌가 일어났다.

13 **꼼꼼** 문제 분석



- (나)는 상염색체인 5번 염색체에서 결실이 일어났다.
- (다)는 상염색체인 21번 염색체의 비분리로 나타나므로 남자와 여자 모두에서 나타날 수 있다.
- 체세포의 염색체 수는 (가), (다), (마)는 47개, (나)는 46개, (라)는 45개이다.

⑤ 감수 2분열에 Y 염색체가 비분리되면 Y 염색체가 2개인 정자가 형성될 수 있고, 이것이 정상 난자와 수정하면 성염색체 구성이 XYY가 되어 (마)가 나타날 수 있다.

바로알기 ④ 체세포의 상염색체 수는 (다)는 45개이고, (라)는 44개이므로 (다)가 (라)보다 1개 많다.

14 ㄴ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 이상으로 나타나는 유전병이므로 환자의 체세포의 염색체 수는 정상인과 같은 $2n=46$ 이다.

ㄷ. 낫 모양 적혈구가 형성되었을 때 빈혈증이 나타난다는 것은 낫 모양 적혈구가 정상 적혈구에 비해 산소 운반 능력이 떨어진다는 것을 의미한다.

바로알기 ㄱ. 낫 모양 적혈구 빈혈증 환자는 핵형이 정상인과 같으므로 핵형 분석만으로는 병을 진단할 수 없다.

15 ② 헌팅턴 무도병, 낭성 섬유증, 페닐케톤뇨증은 모두 DNA의 염기 서열 이상으로 나타나는 유전자 이상에 의한 유전병이다.

바로알기 ① 낭성 섬유증과 페닐케톤뇨증은 열성으로 유전되지만, 헌팅턴 무도병은 우성으로 유전된다.

③ 헌팅턴 무도병, 낭성 섬유증, 페닐케톤뇨증은 남자와 여자에게서 모두 나타난다.

④ 몇 대에 걸쳐 유전병의 발병 여부를 조사하여 가계도를 분석하면 자손의 유전병 발병 여부나 유전병 유전자의 보유 여부를 예측할 수 있다.

⑤ 양수 검사와 융모막 용모 검사는 태아의 유전적 결함을 진단하는 것이며, 유전자 이상에 의한 유전병은 대부분 치료가 어렵다.

16 **꼼꼼** 문제 분석

유전병 환자	염색체 구성	특징
(가)	44+XX	알비노증 → 유전자 이상
(나)	44+XY	고양이 올음 증후군 → 염색체 구조 이상(결실)
(다)	45+XX	18번 염색체가 3개 → 염색체 비분리에 의한 염색체 수 이상
(라)	44+X	성염색체가 1개

ㄱ. (가)의 알비노증은 유전자 이상으로 멜라닌 합성에 관여하는 효소가 결핍되어 멜라닌 색소가 합성되지 않는 유전병이다. 열성으로 유전된다.

ㄷ. (다)는 에드워드 증후군이고, (라)는 터너 증후군이다. 이들은 염색체 수 이상에 의한 유전병으로, 부모의 생식세포 형성 시 염색체 비분리가 일어난 것이 원인이다.

바로알기 ㄴ. (나)의 고양이 올음 증후군은 5번 염색체에 결실이 일어난 염색체 구조 이상에 의한 유전병이다.

중단원 핵심 정리

234쪽~235쪽

- ① 환경 ② 가계도 ③ 쌍둥이 ④ 생식세포 ⑤ 없다
⑥ 열성 ⑦ 상 ⑧ 이형 ⑨ 복대립 ⑩ 정자
⑪ 상염색체 ⑫ 아들 ⑬ $\frac{1}{4}$ ⑭ 환경 요인 ⑮ 돌연
변이 ⑯ 비분리 ⑰ 다운 증후군 ⑱ 중복 ⑲ 전좌
⑳ 헤모글로빈

중단원 마무리 문제

236쪽~239쪽

- 01 ③ 02 ② 03 ① 04 ⑤ 05 ③ 06 ⑤
07 ③ 08 ③ 09 ⑤ 10 ③ 11 ④ 12 ②
13 ④ 14 해설 참조 15 해설 참조 16 해설 참조

01 ① 컷볼 모양은 남녀의 출현 빈도가 같으므로 유전자는 상염색체에 있다.

② 컷볼 모양이 분리형인 부모에게서 부착형인 자녀가 태어났으므로 컷볼 모양은 분리형이 우성 형질이다.

④ 키는 여러 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되는 다인자 유전 형질로, 단일 인자 유전 형질인 ABO식 혈액형보다 형질을 결정하는 유전자의 수가 많다.

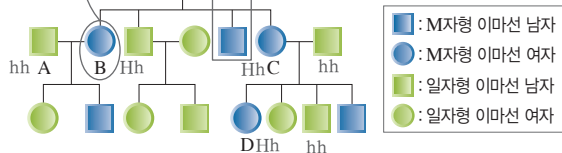
⑤ 적록 색맹은 유전자가 X 염색체에 있고 정상에 대해 열성 형질이다. 따라서 어머니가 적록 색맹이면 2개의 X 염색체에 모두 적록 색맹 대립유전자가 있으므로, 어머니의 X 염색체를 물려받은 아들은 반드시 적록 색맹이다.

바로알기 ③ ABO식 혈액형은 대립유전자는 세 종류이지만, 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되므로 단일 인자 유전 형질이다.

02 꼼꼼 문제 분석

B는 유전자형이 이형 접합성인데 M자형이므로 이마선 형질은 M자형이 우성이고, 일자형이 열성이다.

→ 이마선 유전자가 X 염색체에 있다면 어머니가 열성 형질(일자형)일 때 아들은 반드시 열성 형질(일자형)이어야 한다. 그런데 어머니는 일자형인데 아들이 M자형이므로 이마선 유전자는 상염색체에 있다.



② 이마선 유전자는 상염색체에 있고, M자형 대립유전자(H)가 일자형 대립유전자(h)에 대해 우성이다. C는 일자형인 자녀(hh)가 태어난 것으로 보아 일자형 대립유전자를 가지고 있으며(Hh), D는 아버지에게서 일자형 대립유전자를 물려받았다(Hh). 따라서 B, C, D의 이마선 유전자형은 이형 접합성(Hh)으로 모두 동일하다.

바로알기 ① 이마선 유전자는 상염색체에 있다.

③ 이마선은 대립 형질이 M자형과 일자형의 두 가지로 뚜렷하므로 환경의 영향을 받지 않는 단일 인자 유전 형질이다.

④ D는 이마선 유전자형이 이형 접합성(Hh)이다. 따라서 M자형 이마선 남자의 유전자형이 이형 접합성(Hh)이라면 D와의 사이에서 일자형 이마선 아이가 태어날 수 있다.

⑤ A와 B 사이에 셋째 아이가 태어날 때 이 아이가

• M자형 이마선일 확률 : $hh \times Hh \rightarrow \underline{Hh}$, hh로 $\frac{1}{2}$ 이다.

• 여자일 확률 : $\frac{1}{2}$

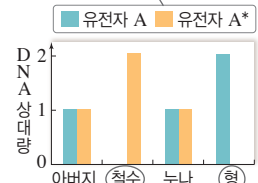
따라서 M자형 이마선인 여자일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ (=25%)이다.

03 꼼꼼 문제 분석

남녀 모두 한 쌍의 대립유전자를 가진다.

→ 유전병 (가)를 결정하는 유전자는 상염색체에 있다. ←

가족	유전병 (가)
아버지	없음 AA*
철수	있음 A*A*
누나	없음 AA*
형	없음 AA



유전자형이 AA, AA*이면 유전병 (가)를 나타내지 않고, 유전자형이 A*A*이면 유전병 (가)를 나타낸다.

→ A는 정상 대립유전자이고, A*는 유전병 (가) 대립유전자이며, A*는 A에 대해 열성이다.

철수는 대립유전자 A*를 아버지와 어머니에게서 하나씩 물려받았고, 형은 대립유전자 A를 아버지와 어머니에게서 하나씩 물려받았다.
→ 어머니의 유전자형은 AA*이다.

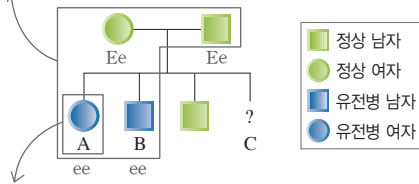
나. 남자와 여자 모두 대립유전자를 한 쌍으로 가지므로 유전병 (가) 유전자는 상염색체에 있다.

바로알기 ㄱ. 철수의 유전자형은 A*A*이므로 철수는 어머니에게서 대립유전자 A*를 물려받았다. 또 형의 유전자형은 AA이므로 형은 어머니에게서 대립유전자 A를 물려받았다. 따라서 어머니의 유전자형은 AA*이고, 유전병 (가)를 나타내지 않는다.

ㄴ. 누나의 유전자형은 AA*이고 유전병 (가)인 남자의 유전자형은 A*A*이다. 따라서 이들 사이에서 태어나는 자녀의 유전자형은 $AA^* \times A^*A^* \rightarrow AA^*$, A^*A^* 로, 자녀가 유전병 (가)일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

04 **꼼꼼** 문제 분석

부모는 모두 정상인데, A와 B는 유전병이다. → 정상이 우성, 유전병이 열성 형질이다.



아버지가 정상(우성)인데, 딸 A는 유전병(열성)이다.

→ 유전병 유전자는 상염색체에 있다.

ㄱ. 정상인 부모에게서 유전병인 자녀가 태어났으므로 유전병은 열성 형질이다. 만일 유전병 유전자가 X 염색체에 있다면 아버지가 정상(우성)일 경우 딸은 모두 정상이어야 한다. 그런데 A는 유전병을 나타냈으므로 이 유전병이 반성유전 형질이 아니라는 것을 알 수 있다. 유전병 유전자는 상염색체에 있다.

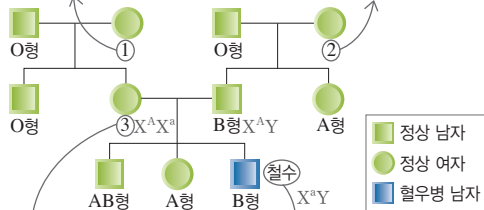
ㄴ. 유전병을 나타내는 A와 B의 유전자형은 열성 동형 접합성이다.

ㄷ. 정상 대립유전자를 E, 유전병 대립유전자를 e라고 할 때, 부모의 유전자형은 각각 Ee이다. 따라서 $Ee \times Ee \rightarrow EE, \underline{Ee}, \underline{Ee}, ee$ 로, C의 유전자형이 어머니와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

05 **꼼꼼** 문제 분석

1에게서 O형과 A형(3인) 자녀가 태어났으므로 1은 A형이고, 유전자형은 $I^A i$ 이다.

O형과 2 사이에서 A형과 B형인 자녀가 태어났으므로 2의 혈액형은 AB형이고, 유전자형은 $I^A I^B$ 이다.



3의 자녀 중 AB형과 A형이 있으므로 3의 혈액형은 A형이나 AB형이다. 그런데 3의 아버지가 O형이므로 3의 혈액형은 A형이고, 유전자형은 $I^A i$ 이다.

혈우병 유전자는 X 염색체에 있으므로 철수의 혈우병 대립유전자는 어머니인 3에게서 물려받은 것이고, 3은 1에게서 물려받은 것이다.

→ 1과 3은 혈우병 보인자이다.

ㄱ. ABO식 혈액형 유전자형은 1과 3은 $I^A i$ 이고, 2는 $I^A I^B$ 이므로 세 사람 모두 이형 접합성이다.

ㄴ. 철수가 혈우병이므로 철수의 어머니인 3은 혈우병 보인자($X^A X^a$)이다. 3의 혈우병 대립유전자는 1에게서 물려받은 것이므로 1도 혈우병 보인자($X^A X^a$)이다.

■ **바로알기** ㄷ. 철수의 동생이 태어날 때, 이 아이가 O형이고 혈우병인 남자일 확률은 다음과 같다.

• O형일 확률 : 철수의 누나가 A형이므로 철수 아버지의 혈액형 유전자형은 $I^B i$ 이다. 따라서 철수 부모님 사이에서 O형이 태어날 확률은 $I^A i \times I^B i \rightarrow I^A I^B, I^A i, I^B i, \underline{ii}$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.

• 혈우병 남자일 확률 : $X^A X^a \times X^A Y \rightarrow X^A X^A, X^A X^a, X^A Y, \underline{X^a Y}$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.

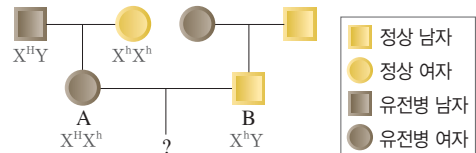
따라서 철수의 동생이 태어날 때, 이 아이가 O형이고 혈우병인 남자일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ (=6.25 %)이다.

06 ㄱ. B와 D는 정상이지만 적록 색맹인 아들이 있으므로 적록 색맹 보인자이다. 즉, B와 D는 적록 색맹 유전자형이 $X^R X^r$ 로 같다.

ㄴ. 철수의 적록 색맹 대립유전자는 어머니에게서 물려받은 것이고, 어머니는 외할아버지인 C에게서 물려받은 것이다.

ㄷ. 철수의 동생이 태어난다면, $X^r Y \times X^R X^r \rightarrow X^R X^r, \underline{X^r X^r}, X^R Y, X^r Y$ 로 적록 색맹 여자일 확률은 $\frac{1}{4}$ (=25 %)이다.

07 **꼼꼼** 문제 분석



• 아버지가 유전병 (가)를 나타내면 딸은 반드시 유전병 (가)를 나타낸다. → 유전자가 X 염색체에 있을 때, 아버지의 우성 형질은 딸에게 전달된다. 유전병 (가)는 정상에 대해 우성이다.

• 아들이 유전병 (가)를 나타내면 어머니는 반드시 유전병 (가)를 나타낸다. → 아들의 유전병 (가) 유전자는 X 염색체를 통해 어머니에게서 물려받는다.

유전병 (가) 대립유전자를 X^H , 정상 대립유전자를 X^h 라고 할 때, A의 유전자형은 $X^H X^h$ 이고, B의 유전자형은 $X^H Y$ 이다. 이들 사이에서 자녀가 태어난다면 $X^H X^h \times X^H Y \rightarrow X^H X^h, X^h X^h, X^H Y, X^h Y$ 로 유전병 (가)인 아들이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

08 **꼼꼼** 문제 분석

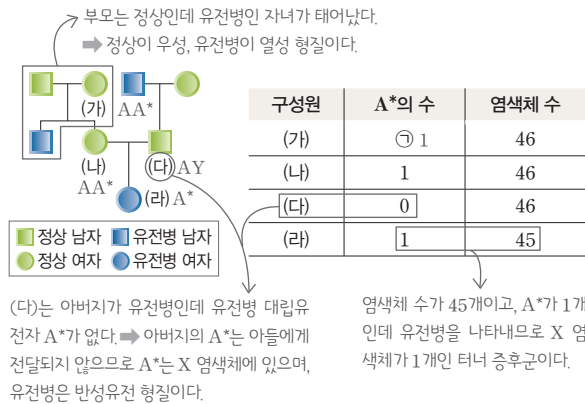
• ㉠의 어머니는 적록 색맹이고, ㉡는 적록 색맹이 아니다.

• ㉠의 체세포의 염색체 구성은 $2n = 44 + XXY$ 이며, 부모 중 한쪽의 생식세포 형성 과정에서 염색체 비분리가 1회 일어난 것이 원인이다.

→ ㉠은 성염색체 X와 Y를 정상인 아버지에게서 물려받았다.

어머니는 적록 색맹이지만 성염색체 구성이 XXY인 아들 ㉠이 적록 색맹이 아닌 까닭은 아버지가 적록 색맹이 아니고, 아버지에게서 정상 대립유전자가 있는 X 염색체와 Y 염색체를 함께 물려받았기 때문이다. X 염색체와 Y 염색체가 함께 있는 정자가 형성되려면 정자 형성 과정 중 감수 1분열(C)에서 성염색체가 비분리되어야 한다.

09 품 품 문제 분석



ㄱ. 유전병 유전자는 X 염색체에 있으므로 아들의 유전병 대립유전자는 어머니에게서 온 것이다. 따라서 (가)는 정상이지만 유전병 대립유전자 A*를 가지고 있는 보인자이므로 ㉠은 1이다.
 ㄴ. 남자는 X 염색체를 하나만 가지므로 X 염색체에 A*가 있으면 유전병이 나타난다. 따라서 이 가계도에서 A*를 가진 정상 남자는 없다.
 ㄷ. (라)는 염색체 수가 45개이고, A*는 1개인데 유전병을 나타내므로 X 염색체를 1개 가지는 터너 증후군이다. (다)는 정상이므로 (라)는 A*를 어머니 (나)에게서 물려받았으며, (다)에게서는 성염색체를 물려받지 않았다. 그러므로 (다)의 정자 형성 과정에서 성염색체가 비분리되어 형성된 성염색체가 없는 정자가 정상 난자와 수정하여 (라)가 태어난 것이다.

10 ㄱ. 알비노증 환자는 핵형이 정상인과 같으므로 알비노증은 유전자 이상에 의한 유전병이다.

ㄴ. 다운 증후군 환자는 상염색체인 21번 염색체가 3개이고, 클라인펠터 증후군 환자는 X 염색체가 1개 더 많은 남자(44+XXY)이다. 따라서 ㉠은 상염색체이고, ㉡은 성염색체이다.

|| 바로알기 || ㄷ. 고양이 울음 증후군은 5번 염색체의 결실로 나타나는 유전병이며, 결실은 염색체의 일부가 떨어져 없어진 경우이다. 따라서 고양이 울음 증후군 환자의 체세포의 염색체 수는 정상인과 같은 2n이다.

11 품 품 문제 분석

여자와 남자 모두 대립유전자 T와 T*의 수가 총 2개이므로 이 유전자는 상염색체에 있다.

구성원	DNA 상대량			
	P	P*	T	T*
아버지	㉠ 0	㉡ 1	㉢ 1	㉣ 1
어머니	2	0	0	2
누나	1	1	0	2
철수	1	0	1	1



여자인 어머니와 누나는 P와 P*의 수가 총 2개인 데 비해 남자인 철수는 1개이다.
 ⇒ P와 P*는 X 염색체에 있다. ⇒ P가 있는 (가)는 X 염색체이다.

ㄴ. P와 P*는 X 염색체에 있다. 어머니의 유전자형은 PP인데, 누나의 유전자형은 PP*이다. 따라서 누나의 P*는 아버지에게서 물려받은 것이므로 ㉠은 0이고, ㉡은 1이다. 또한 T와 T*는 상염색체에 있다. 어머니와 누나의 유전자형은 T*T*이고, 철수의 유전자형은 TT*이다. 따라서 아버지의 유전자형은 TT*이므로, ㉢과 ㉣은 각각 1이다.

ㄷ. 철수의 동생이

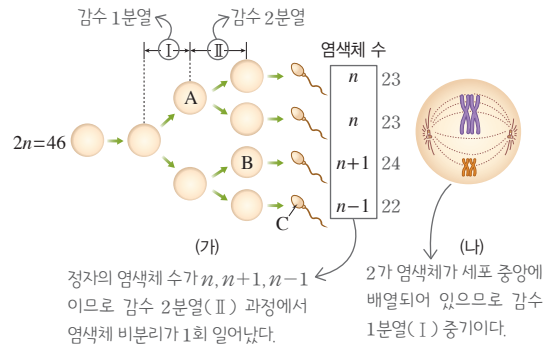
• P, P*를 가질 확률 : $P^*Y \times PP \rightarrow PP^*$, PY로 $\frac{1}{2}$

• T, T*를 가질 확률 : $TT^* \times T^*T^* \rightarrow TT^*$, T*T*로 $\frac{1}{2}$

따라서 P, P*, T, T*를 모두 가질 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

|| 바로알기 || ㄱ. 대립유전자 P가 있는 (가)는 X 염색체이다.

12 품 품 문제 분석

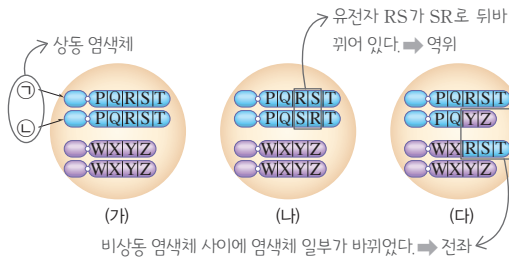


ㄴ. 성염색체가 비분리되었으므로 C는 22개의 상염색체만을 가지고 성염색체는 없다. 따라서 C가 정상 난자(22+X)와 수정하면 터너 증후군(44+X)인 아이가 태어난다.

|| 바로알기 || ㄱ. 세포의 염색체 수는 A는 n=23이고, B는 n+1=24이다.

ㄷ. (가)에서 염색체 비분리는 감수 2분열에 일어났고, (나)는 감수 1분열에 관찰된다.

13 꼼꼼 문제 분석



- ① ㉠과 ㉡은 같은 위치에 하나의 형질을 결정하는 대립유전자가 있는 상동 염색체이다.
- ② (나)와 (다)는 염색체 구조에 이상이 일어났지만, 핵산은 (가)와 같은 $2n$ 이다.
- ③ (나)에는 염색체 일부가 떨어진 후 거꾸로 붙는 역위가 일어난 염색체가 있다.
- ⑤ (가)는 정상이고, (나)와 (다)에서만 각각 다른 염색체 구조 이상이 일어났다. 이것은 (나)와 (다)의 염색체 구조 이상은 체세포 분열 과정에서 일어났다는 것을 의미한다.

■ **바로알기** ④ 전좌는 염색체 일부가 떨어진 후 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 연결되는 것이다.

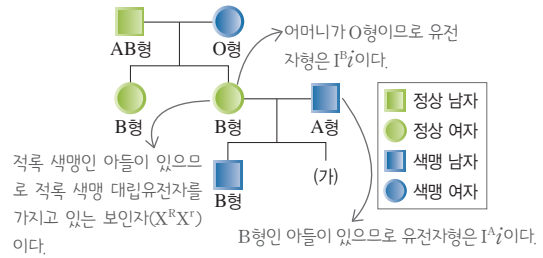
14 (1) 우성과 열성을 판단할 때에는 표현형이 같은 부모에게서 부모와는 다른 표현형을 나타내는 자손이 태어난 경우를 찾는다. 이때 부모의 형질이 우성이고, 자손의 형질이 열성이다. 또한 염색체상의 유전자 위치를 판별할 때에는 반성유전의 특징이 적용되는지를 본다. 반성유전 형질의 경우 어머니의 열성 형질은 반드시 아들에게 유전되고, 아버지의 우성 형질은 반드시 딸에게 유전된다. 만일 이러한 특징에서 어긋나면 유전자는 상염색체에 있는 것이다.

모범답안 (1) 우성, 유전병인 7과 8 사이에서 정상인 영희가 태어났으므로 유전병은 정상에 대해 우성 형질이다. 상염색체, 아버지 7이 우성 형질인 유전병이지만 영희는 열성 형질인 정상이므로 유전병 유전자는 상염색체에 있다. 만일 유전병 유전자가 X 염색체에 있다면 아버지가 우성 형질이면 딸은 반드시 우성 형질이어야 한다.

(2) 7과 8 사이에서 열성인 영희가 태어났으므로 7과 8의 유전자형은 이형 접합성이다. 따라서 자녀가 유전병일 확률은 $\frac{3}{4}$ 이고, 남자일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 동생이 유전병 남자일 확률은 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ 이다.

채점 기준	배점
우성과 상염색체라고 쓰고, 판단 근거를 옳게 서술한 경우	70 %
(1) 우성과 상염색체라고 쓰고, 판단 근거를 하나만 옳게 서술한 경우	40 %
우성과 상염색체라고만 쓴 경우	10 %
(2) 확률을 구하는 과정을 서술하여 옳게 구한 경우	30 %
확률만 옳게 쓴 경우	20 %

15 꼼꼼 문제 분석



모범답안 (가)의 ABO식 혈액형이 A형일 확률은 $I^B i \times I^A i \rightarrow I^A I^B, I^B I^A, I^A I^i, I^B I^i$ 로 $\frac{1}{4}$ 이고, (가)가 정상 여자일 확률은 $X^R X^r \times X^R Y \rightarrow X^R X^R, X^R X^r, X^R Y, X^r Y$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 (가)가 A형이며 정상 여자일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다.

채점 기준	배점
유전자형을 써서 확률을 옳게 구한 경우	100 %
혈액형과 적록 색맹 중 하나의 확률만 옳게 구한 경우	50 %

16 꼼꼼 문제 분석

구분	남자	여자
적록 색맹 여부	정상	적록 색맹
	A	B
생식세포		
	$n-1=22$	$n+1=22+X^R Y$
		$n=22+X^r$

정자의 염색체 수가 $n-1$ 과 $n+1$ 두 가지이고, X 염색체와 Y 염색체가 하나의 정자에 들어 있으므로 상동 염색체가 정상적으로 분리되지 않았다. ⇒ 감수 1분열에 성염색체가 비분리되었다.

모범답안 (1) X 염색체와 Y 염색체가 함께 들어 있는 정자가 형성된 것으로 보아 감수 1분열에 성염색체가 비분리되었다.

(2) ㉠ A($22+X^r$)와 C($22+X^r$)가 수정하여 태어난 아이는 염색체 구성이 $44+X^r$ 로 터너 증후군이고, X 염색체에 적록 색맹 대립유전자가 있어 적록 색맹이다. ㉡ B($22+X^R Y$)와 C($22+X^r$)가 수정하여 태어난 아이는 염색체 구성이 $44+X^R X^r Y$ 로 클라인펠터 증후군이고, 정상 대립유전자가 있는 X 염색체가 있어 적록 색맹이 아니다.

채점 기준	배점
(1) 염색체 비분리가 일어난 시기를 근거를 들어 옳게 서술한 경우	30 %
감수 1분열에 염색체 비분리가 일어났다고만 서술한 경우	10 %
(2) ㉠과 ㉡에서 염색체 이상 증후군과 적록 색맹 여부를 모두 옳게 서술한 경우	70 %
㉠과 ㉡ 중 하나만 염색체 이상 증후군과 적록 색맹 여부를 옳게 서술한 경우	30 %

- 1 ⑤ 2 ② 3 ⑤ 4 ① 5 ⑤ 6 ① 7 ⑤
8 ④ 9 ② 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ④

1 **꼼꼼** 문제 분석

부모는 축축한 귀지인데 마른 귀지인 자녀가 있으므로
축축한 귀지가 우성, 마른 귀지가 열성 형질이다.

구분	부모의 귀지 상태	가구 수	자녀의 귀지 상태	
			축축한 귀지	마른 귀지
A	축축한 귀지 × 축축한 귀지	10	32명	6명
B	축축한 귀지 × 마른 귀지	8	21명	9명
C	마른 귀지 × 마른 귀지	12	0명	42명

부모가 마른 귀지이면 자녀는 모두 마른 귀지이다.
→ 열성 형질의 부모에게는 열성 형질의 자녀만 태어난다.

선택지 분석

- ㉠ 축축한 귀지가 우성 형질이다.
- ㉡ B에서 축축한 귀지인 자녀는 모두 귀지 상태 유전자형이 이형 접합성이다.
- ㉢ C의 모든 가구에서 부모의 귀지 상태 유전자형은 동형 접합성이다.

전략적 풀이 ① 대립 형질의 우열을 판단한다.

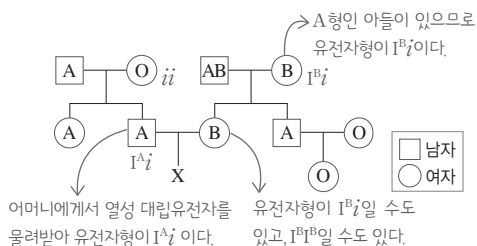
㉠. A에서 부모는 축축한 귀지인데 마른 귀지인 자녀가 있으므로 축축한 귀지가 우성 형질이고, 마른 귀지가 열성 형질이다.

② 부모와 자녀의 유전자형을 판단한다.

㉡. B에서 축축한 귀지와 마른 귀지인 부모 사이에서 태어난 축축한 귀지인 자녀는 마른 귀지 대립유전자를 물려받아 유전자형이 이형 접합성이다.

㉢. C에서 마른 귀지인 부모에게서 마른 귀지인 자녀만 태어나는 것은 마른 귀지인 사람의 유전자형이 열성 동형 접합성이기 때문이다.

2 **꼼꼼** 문제 분석



전략적 풀이 ① X 부모의 ABO식 혈액형 유전자형을 구한다.

X 아버지의 유전자형은 $I^A i$ 이고, 어머니의 유전자형은 $I^B i$ 일 확률이 $\frac{1}{2}$, $I^B I^B$ 일 확률이 $\frac{1}{2}$ 이다.

② X 어머니의 ABO식 혈액형 유전자형이 $I^B i$ 일 경우와 $I^B I^B$ 일 경우 X가 AB형일 확률을 각각 구하여 더한다.

• 어머니의 유전자형이 $I^B i$ 일 경우 : $I^A i \times I^B i \rightarrow I^A I^B, I^A i, I^B i,$

ii 이므로 AB형이 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, 어머니의 유전자형이

$I^B i$ 일 확률이 $\frac{1}{2}$ 이므로 X가 AB형일 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

• 어머니의 유전자형이 $I^B I^B$ 일 경우 : $I^A i \times I^B I^B \rightarrow I^A I^B, I^B i$ 이므로

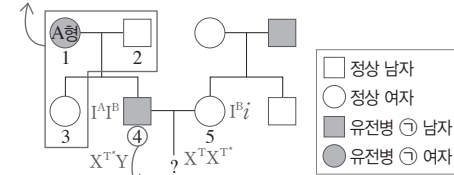
AB형이 나올 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, 어머니의 유전자형이 $I^B I^B$ 일

확률이 $\frac{1}{2}$ 이므로 X가 AB형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

따라서 X의 ABO식 혈액형이 AB형일 확률은 $\frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ 이다.

3 **꼼꼼** 문제 분석

1과 2는 각각 T와 T* 중 한 가지만 가지는데, 여자 3은
정상이므로 정상이 우성, 유전병 ㉠이 열성 형질이다.



2가 정상 대립유전자 T만을 가지는데 남자 4는 유전병 ㉠을 나타내므로 유전병 ㉠을 결정하는 유전자는 X 염색체에 있다. → 유전병 유전자형은 4는 $X^T Y$, 5는 아버지에게서 유전병 대립유전자를 물려받아 $X^T X^T$ 이다.

• 구성원 1, 2, 3, 4의 ABO식 혈액형은 각각 다르다. → 구성원 1, 2, 3, 4의 ABO식 혈액형은 각각 다르다. 1이 A형이므로 2는 B형이며, 1의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^A i$ 이고, 2의 유전자형은 $I^B i$ 이다.

• 구성원 2와 5의 ABO식 혈액형의 유전자형은 같다. → 5의 유전자형은 $I^B i$ 이다.

• 구성원 3의 ABO식 혈액형의 유전자형은 동형 접합성이다. → 구성원 3은 AB형 또는 O형인데, 유전자형이 동형 접합성이므로 O형이고, 구성원 4는 AB형이다.

선택지 분석

㉠. ㉠은 우성 형질이다. 열성

㉡. 3과 5는 모두 T*를 갖고 있다.

㉢. 4와 5 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이가 A형이며 유전병 ㉠일 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

전략적 풀이 ① 유전병의 우열 관계와 염색체상의 위치를 판단한다.

㉠. T와 T* 중 한 가지만 갖고 있는 부모 1과 2 사이에서 정상인 딸 3이 태어났으므로 정상이 우성, 유전병 ㉠이 열성 형질이다.

그런데 아들 4는 아버지 2의 정상 대립유전자를 물려받지 않고 유전병 ㉠을 나타내므로 유전병 유전자는 X 염색체에 있다.
 ㄴ. 3은 1에게서 X^{T*} 를 물려받고, 5는 아버지에게서 X^{T*} 를 물려받아 둘 다 유전자형이 $X^T X^{T*}$ 이다.

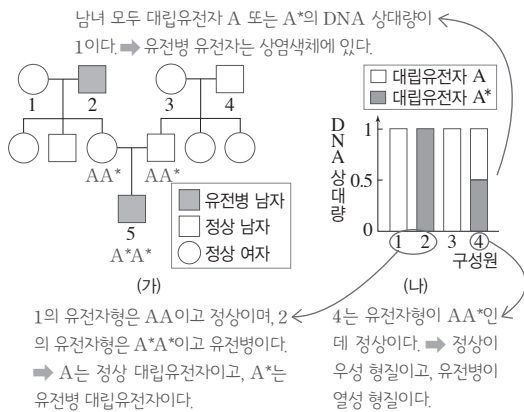
② 자손에서 형질이 나타날 확률을 계산한다.

ㄷ. 4와 5 사이에서 태어난 아이가

- A형일 확률 : $I^A I^B \times I^B i \rightarrow I^A I^B, I^A i, I^B I^B, I^B i$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.
- 유전병 ㉠일 확률 : $X^{T*} Y \times X^T X^{T*} \rightarrow X^T X^{T*}, X^{T*} X^{T*}, X^T Y, X^{T*} Y$ 로 $\frac{1}{2}$ 이다.

따라서 A형이며 유전병 ㉠일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

4 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ A는 A*에 대해 우성이다. 여자와 남자에서 발현 빈도가 같다.
~~X~~ 이 유전병은 여자보다 남자에서 발현 빈도가 높다.
~~X~~ 5의 동생이 태어날 때, 이 아이가 여자이면서 유전병을 나타낼 확률은 25%이다. 12.5%

▶ **전략적 풀이** ① 대립유전자의 우열 관계와 유전자의 염색체상의 위치를 파악한다.

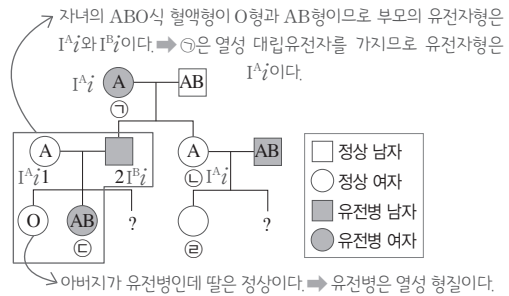
ㄱ. A는 정상 대립유전자이고, A*는 유전병 대립유전자이다. 유전자형이 AA*인 4는 정상이므로 A는 A*에 대해 우성이다.
 ㄴ. 남녀 모두 한 쌍의 대립유전자를 가지므로 이 유전병 유전자는 상염색체에 존재하여 남녀에서 유전병 발현 빈도가 같다.

② 자손에서 형질이 나타날 확률을 계산한다.

ㄷ. 5의 부모의 유전자형은 모두 AA*이다. 따라서 5의 동생이 유전병을 나타낼 확률은 $AA^* \times AA^* \rightarrow AA, AA^*, AA^*, A^*A^*$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.

따라서 여자이면서 유전병을 나타낼 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

5 **꼼꼼** 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ ㉠의 ABO식 혈액형 유전자형은 이형 접합성이다.
 ㉡ ㉡의 동생이 태어날 때, O형이고 정상일 확률은 12.5%이다.
 ㉢ ㉢의 동생이 태어날 때, ABO식 혈액형 및 유전병 유전자형이 ㉡과 모두 같을 확률은 6.25%이다.

▶ **전략적 풀이** ① ㉠과 ㉡의 ABO식 혈액형 유전자형을 파악한다.

ㄱ. 1과 2의 자녀가 O형과 AB형이므로 1의 유전자형은 $I^A i$, 2의 유전자형은 $I^B i$ 이며, 2의 열성 대립유전자는 ㉠에게서 물려받았다. 그러므로 ㉠의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^A i$ 로 이형 접합성이다. ㉡은 ㉠과 유전자형이 같으므로 $I^A i$ 이다.

② 유전병의 우열을 판단한다.

유전병은 반성유전하므로 유전자가 X 염색체에 있다. 그런데 아버지가 유전병인데 딸은 정상이므로 유전병은 열성 형질이다.

③ 자손에서 형질이 나타날 확률을 계산한다.

ㄴ. ㉡의 동생이 태어날 때 이 아이가

- O형일 확률 : $I^A i \times I^B i \rightarrow I^A I^B, I^A i, I^B i, ii$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.
- 정상일 확률 : ㉡이 유전병이므로 1은 보인자이다. 정상 대립유전자를 X^T , 유전병 대립유전자를 X^t 라고 할 때 $X^T X^t \times X^t Y \rightarrow X^T X^t, X^t X^t, X^T Y, X^t Y$ 로 정상인 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

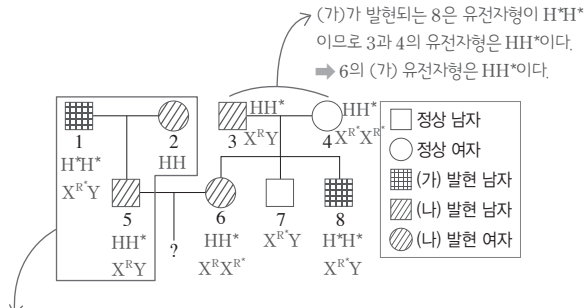
따라서 ㉡의 동생이 O형이고 정상일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

ㄷ. ㉡의 ABO식 혈액형 유전자형은 $I^A i$ 이고, 유전병 유전자형은 $X^T X^t$ 이다. ㉢의 동생이 태어날 때 이 아이가

- 혈액형 유전자형이 $I^A i$ 일 확률 : $I^A i \times I^A I^B \rightarrow I^A I^A, I^A I^B, I^A i, I^B i$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.
- 유전병 유전자형이 $X^T X^t$ 일 확률 : $X^T X^t \times X^t Y \rightarrow X^T X^t, X^t X^t, X^T Y, X^t Y$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.

따라서 ㉢의 동생이 ABO식 혈액형 및 유전병 유전자형이 ㉡과 모두 같을 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다.

6 **문제 분석**



- 구성원 1과 2는 각각 대립유전자 H 와 H^* 중 한 가지만 갖고 있으므로 5의 유전자형은 HH^* 인데 (가)가 발현되지 않으므로, 열성 대립유전자 H^* 가 (가) 대립유전자이다. → (가) 유전자형은 1은 H^*H^* , 2는 HH 이다.
- (가)가 발현되는 8은 유전자형이 H^*H^* 이므로 3과 4의 유전자형은 HH^* 이다.
- (나)를 결정하는 유전자는 X 염색체에 있어서 반성유전하는데, 아버지가 (나)가 발현되면 반드시 딸은 (나)가 발현된다. 따라서 우성 대립유전자 R 가 (나) 대립유전자이며, R^* 는 정상 대립유전자로 열성이다.

선택지 분석

- ① 3은 H^* 를 가진다.
- ✗ 4는 R^* 를 갖지 않는다. 맞는다.
- ✗ 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{16}$ 이다. $\frac{3}{16}$

전략적 풀이 ① 1~4의 (가) 유전자형을 결정한다.

ㄱ. 1과 2는 H 와 H^* 중 한 가지만 가지므로 5의 유전자형은 HH^* 이다. 5는 (가)가 발현되지 않으므로 H 는 정상 대립유전자, H^* 는 (가) 대립유전자이며 정상이 우성 형질이다. 따라서 1의 유전자형은 H^*H^* , 2의 유전자형은 HH 이다. 또한 정상인 3과 4 사이에서 (가) 발현 8(H^*H^*)이 태어난 것으로 보아 3과 4의 유전자형은 HH^* 이다.

② (나) 대립유전자의 우열 관계를 파악하고, 가계 구성원의 유전자형을 판단한다.

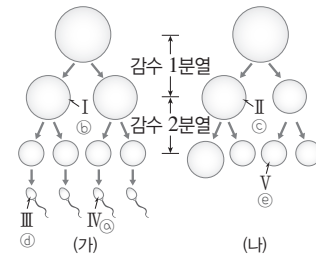
ㄴ. (나) 유전자는 X 염색체에 있고, 아버지가 (나)이면 딸은 반드시 (나)이므로 3의 (나) 발현이 우성 형질이고, 4의 정상이 열성 형질이다. 따라서 3의 (나) 유전자형은 $X^R Y$ 이고, 4의 (나) 유전자형은 $X^R X^R$ 이므로 4는 R^* 를 갖는다.

ㄷ. 5와 6 사이에서 태어난 아이에게서

- (가)가 발현될 확률 : 6의 (가) 유전자형은 4와 같다고 하였으므로 5와 6의 유전자형이 모두 HH^* 이다. 따라서 (가)가 발현될 확률은 $HH^* \times HH^* \rightarrow HH, HH^*, HH^*, H^*H^*$ 로 $\frac{1}{4}$ 이다.
- (나)가 발현될 확률 : 5의 유전자형은 $X^R Y$ 이고, 6은 4에게서 X^R 를 물려받아 $X^R X^R$ 이므로 $X^R Y \times X^R X^R \rightarrow X^R X^R, X^R X^R, X^R Y, X^R Y$ 로 $\frac{3}{4}$ 이다.

따라서 5와 6 사이에서 태어난 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ 이다.

7 **문제 분석**



세포	총 염색체 수	X 염색체 수
①	22	1
②	24	0
③	24	1
④	25	0
⑤	23	2

- X 염색체가 없으면서 총 염색체 수가 정상 생식세포의 23개보다 많은 ②와 ④는 정자 형성 과정에서 Y 염색체가 들어간 세포이다. → ②는 7번 염색체가 2개 들어간 I이고, ④는 7번 염색체와 Y 염색체가 2개씩 들어간 III이다.
- IV는 7번 염색체가 없어 총 염색체 수는 22개이고, X 염색체가 1개 있는 ③이다.
- ③은 총염색체 수가 24개이고, X 염색체가 1개 있으므로 21번 염색체가 2개 들어간 II이다.
- V는 21번 염색체가 없고, X 염색체가 비분리되어 2개이므로 총염색체 수는 23개이다.

선택지 분석

- ✗ ①은 25이다. 23
- ✗ 성염색체 수는 II가 I보다 많다. I과 II가 같다.
- ✗ III에는 성염색체가 없다. 있다.
- ✗ IV에는 7번 염색체가 있다. 없다
- ⑤ V에는 21번 염색체가 없다.

전략적 풀이 ① I ~ V와 ①~⑤를 짝 짓는다.

I은 ②, II는 ③, III은 ④, IV는 ①, V는 ⑤이다.

② 각 세포의 염색체 구성을 정리해 본다.

세포	염색체 구성	특징
I (②)	$23 + Y$	7번 염색체 2개
II (③)	$23 + X$	21번 염색체 2개
III (④)	$23 + YY$	7번 염색체 2개, Y 염색체 2개
IV (①)	$21 + X$	7번 염색체 0개
V (⑤)	$21 + XX$	21번 염색체 0개, X 염색체 2개

③ ①~⑤의 내용이 옳은지를 판단한다.

- ① ①은 23이다.
- ② I은 Y 염색체 1개, II는 X 염색체 1개로, I과 II에서 성염색체는 1개로 같다.
- ③ III에는 성염색체로 Y 염색체가 2개 있다.
- ④ IV에는 7번 염색체가 없다.
- ⑤ V에는 21번 염색체가 없고, X 염색체가 2개 있다.

8 품 문제 분석

- ㉠은 대립유전자 A와 a, ㉡은 대립유전자 B와 b, ㉢은 대립유전자 D와 d에 의해 결정되며, 각 대립유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.
- ㉠~㉢을 결정하는 유전자는 서로 다른 3개의 상염색체에 존재한다. ➡ 독립 유전

유전자형이 AaBbDd인 부모 사이에서 태어난 아이가 적어도 두 가지 형질에 대한 유전자형을 열성 동형 접합성으로 가지는 경우는 유전자형이 AAbbdd, Aabbdd, aaBBdd, aaBbdd, aabbDD, aabbDd, aabbdd인 경우이다.

전략적 풀이 ① 적어도 두 가지 형질에 대한 유전자형을 열성 동형 접합성으로 가질 확률의 의미를 확인한다.

유전자형이 AAbbdd, Aabbdd, aaBBdd, aaBbdd, aabbDD, aaBbdd, aabbdd가 되는 확률이다.

② 각 유전자형이 생길 수 있는 확률을 계산하여 더한다.

$Aa \times Aa \rightarrow AA, 2Aa, aa$ 이고, $Bb \times Bb, Dd \times Dd$ 에서도 같은 비율이다.

- 한 가지 형질은 우성 동형 접합성이고, 두 가지 형질은 열성 동형 접합성일 확률(AAbbdd, aaBBdd, aabbDD) :

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 3 = \frac{3}{64}$$

- 한 가지 형질은 이형 접합성이고, 두 가지 형질은 열성 동형 접합성일 확률(Aabbdd, aaBbdd, aabbDd) :

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 3 = \frac{3}{32}$$

- aabbdd일 확률 : $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$

따라서 ㉠~㉢ 중 적어도 두 가지 형질에 대한 유전자형을 열성 동형 접합성으로 가질 확률은 $\frac{3}{64} + \frac{3}{32} + \frac{1}{64} = \frac{10}{64} = \frac{5}{32}$ 이다.

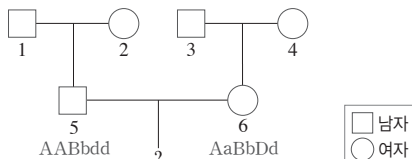
9 품 문제 분석

- (가)를 결정하는 데 관여하는 세 쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d는 서로 다른 염색체에 있다.

➡ 세 쌍의 대립유전자가 형질을 결정하므로 다인자 유전 형질이다.

- 구성원 1~6의 (가)의 표현형은 나타나지 않았으나 모두 같고, 5의 유전자형은 AABbdd, 6의 유전자형은 AaBbDd이다.

대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 각각 3개이다.



선택지 분석

- ㉠ (가)의 유전은 복대립 유전이다. **다인자**
- ㉡ 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이다.
- ㉢ 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{20}{64}$ 이다. $\frac{5}{8}$

전략적 풀이 ① (가)의 유전 방식을 파악한다.

㉠. (가)는 세 쌍의 대립유전자가 형질을 결정하므로 다인자 유전 형질이다.

㉡ 5와 6 사이에서 태어나는 아이의 (가)의 표현형은 최대 몇 가지인지 구한다.

㉢. AABbdd $\times$ AaBbDd에서 나올 수 있는 A의 수는 (1, 2) B의 수는 (0, 1, 2), D의 수는 (0, 1)이므로 이들의 조합으로 생길 수 있는 대문자 대립유전자의 개수는 1, 2, 3, 4, 5개이다. 따라서 (가)의 표현형은 최대 5가지이다.

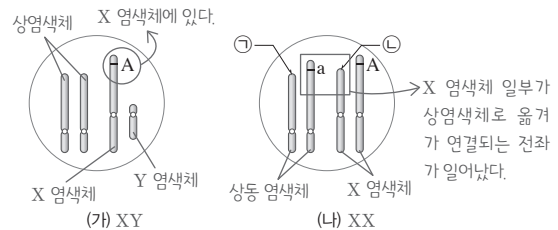
③ 자손에서 형질이 나타날 확률을 계산한다.

㉢. 5와 6은 대문자 대립유전자가 3개이다. 따라서 5와 6 사이에서 대문자 대립유전자가 3개인 아이가 태어날 확률을 계산한다.

$$AABbdd \times AaBbDd \rightarrow \left(\frac{1}{2}AA + \frac{1}{2}Aa\right)\left(\frac{1}{4}BB + \frac{1}{2}Bb + \frac{1}{4}bb\right)\left(\frac{1}{2}Dd + \frac{1}{2}dd\right)$$

따라서 대문자 대립유전자가 3개일 확률은 $\left(\frac{1}{2}AA \times \frac{1}{2}Bb \times \frac{1}{2}dd\right) + \left(\frac{1}{2}AA \times \frac{1}{4}bb \times \frac{1}{2}Dd\right) + \left(\frac{1}{2}Aa \times \frac{1}{4}BB \times \frac{1}{2}dd\right) + \left(\frac{1}{2}Aa \times \frac{1}{2}Bb \times \frac{1}{2}Dd\right) = \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{8} = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$ 이다.

10 품 문제 분석



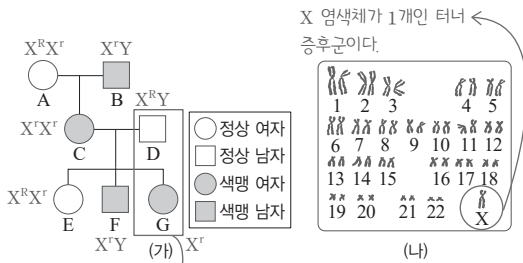
선택지 분석

- ㉠ ㉠과 ㉡은 상동 염색체이다. **상동 염색체가 아니다.**
- ㉡ 대립유전자 A는 X 염색체에 존재한다.
- ㉢ (나)에는 성염색체의 일부가 상염색체로 전좌된 염색체가 있다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 염색체의 상동 관계와 (가)와 (나)의 성별을 파악한다.
 ㄱ. (가)는 상염색체 한 쌍과 성염색체 XY가 있으므로 수컷의 세포이다. (나)는 상염색체 한 쌍과 성염색체 XX가 있으므로 암컷의 세포이다. ㉠은 상염색체이고, ㉡은 X 염색체이므로 ㉠과 ㉡은 상동 염색체가 아니다.

❷ (가)와 (나)에서 유전자의 위치와 염색체 구조의 이상을 분석한다.
 ㄴ. (가)와 (나)에서 대립유전자 A는 X 염색체에 존재한다.
 ㄷ. (나)에서 A의 대립유전자 a가 있는 부분이 상염색체로 옮겨가 있으므로 성염색체의 일부가 상염색체로 전좌되었다는 것을 알 수 있다.

11 문제 분석



D가 적록 색맹이 아니므로 정상적으로는 적록 색맹인 딸이 태어날 수 없다. 하지만 G가 적록 색맹이므로 G는 (나)처럼 X 염색체가 1개인 터너 증후군이다.

선택지 분석

- ✗ (나)는 E의 핵형 분석 결과이다. G
- ㉡ G는 터너 증후군을 나타낸다.
- ㉢ D의 정자 형성 과정에서 성염색체가 비분리되었다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 핵형 분석 결과에서 어떤 이상이 있는지를 파악한다.
 (나)는 X 염색체가 하나인 터너 증후군이다. 터너 증후군은 외관상 여자인가 불임이다.

❷ 가계도에서 정상적으로 나올 수 없는 형질을 가진 사람이 누구인지 분석한다.

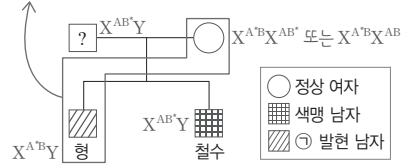
ㄱ, ㄴ. 부모와 자녀의 적록 색맹 유전 관계를 살펴보았을 때 D가 적록 색맹이 아니므로 딸은 모두 정상이어야 하는데, G가 적록 색맹이다. 따라서 G는 염색체 비분리에 의해 형성된 생식세포의 수정으로 태어났으며, (나)는 G의 핵형 분석 결과임을 알 수 있다.

❸ 터너 증후군이면서 적록 색맹인 아이가 나올 수 있는 생식세포 조합을 생각해 본다.

ㄷ. 터너 증후군인 G가 적록 색맹이 되려면 D의 정자 형성 과정에서 염색체 비분리에 의해 성염색체가 없는 정자가 형성되고, 이 정자와 C에서 형성된 적록 색맹 대립유전자를 가진 난자가 수정하여야 가능하다.

12 문제 분석

어머니가 정상인데 형은 ㉠이 발현되었다. ➡ 우성인 A는 정상 대립유전자이고, A*는 유전병 ㉠ 대립유전자이며, 어머니는 보인자이다.



- 철수네 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.
- 부모의 생식세포 형성 시 비분리가 일어난 정자 ㉠과 비분리가 일어난 난자 ㉡가 수정되어 남자인 철수가 태어났다. 이때 비분리는 각각 성염색체에서만 1회씩 일어났다.

➡ 남자인 철수의 핵형이 정상이므로 성염색체 구성이 XY이다. 따라서 정자 ㉠에는 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있고, 난자 ㉡에는 성염색체가 없다. ➡ 철수가 적록 색맹이므로 아버지에게서 물려받은 X 염색체에 적록 색맹 대립유전자가 있다. ➡ 아버지는 적록 색맹이다. 그러나 철수가 ㉠을 나타내지 않으므로 아버지도 ㉠을 나타내지 않는다.

선택지 분석

- ㉠ 아버지는 유전병 ㉠을 나타내지 않는다.
- ✗ 형은 어머니에게서 A*와 B*를 함께 물려받았다.
- ㉢ 감수 1분열에서 비분리가 일어나 정자 ㉠이 만들어졌다.
- ㉡ 정자 ㉠과 난자 ㉡는 상염색체 수가 같다.

❶ 전략적 풀이 ❶ 각각의 대립유전자가 어떤 형질을 결정하는지를 파악한다.

ㄴ. 유전병 ㉠을 결정하는 유전자는 성염색체인 X 염색체에 있으므로 형의 유전병 ㉠ 대립유전자는 어머니에게서 물려받은 것이다. 어머니는 정상이므로 정상 대립유전자 A가 우성이고, 유전병 ㉠ 대립유전자 A*가 열성이며, 어머니의 유전자형은 AA*이다. 또 어머니는 적록 색맹이 아니므로 대립유전자 B를 가진다. 형은 X 염색체를 어머니에게서 물려받는데, 형은 ㉠이 발현되고 적록 색맹이 아니므로 어머니에게서 유전자 A*와 B를 물려받았다.

❷ 정자 ㉠과 난자 ㉡의 성염색체 구성과 철수의 성염색체 구성 및 형질의 유전을 분석한다.

ㄷ. 철수의 핵형이 정상이므로 성염색체 구성이 XY이다. 성염색체 비분리로 만들어진 정자 ㉠과 난자 ㉡의 수정으로 철수가 태어났으므로 철수의 X 염색체와 Y 염색체는 모두 정자 ㉠에서 비롯된 것이다. X 염색체와 Y 염색체를 모두 가진 정자가 형성되려면 감수 1분열에서 성염색체가 비분리되어야 한다.

ㄹ. 정자 ㉠과 난자 ㉡의 상염색체 수는 22개로 같다.

ㄱ. 철수의 X 염색체는 아버지에게서 물려받은 것인데, 철수가 적록 색맹이므로 아버지도 적록 색맹이다. 그러나 철수가 유전병 ㉠을 나타내지 않으므로 아버지도 유전병 ㉠을 나타내지 않는다.



V. 생태계와 상호 작용

1

생태계의 구성과 기능



01 생태계와 개체군

개념 확인 문제

251쪽

① 개체군 ② 군집 ③ 소비자 ④ 비생물적

1 (1) ㄱ, ㉠ (2) ㄱ, ㄷ, ㄹ 2 (1) ㉠ (2) ㉠
(3) ㉠ 3 (1) $\times$ (2) ㉠ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$

1 생태계는 비생물적 요인과 생물적 요인으로 구성되어 있다. 비생물적 요인에는 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이 있으며, 생물적 요인에는 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하는 생산자와 다른 생물을 먹이로 하여 유기물을 섭취하는 소비자, 다른 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻는 분해자가 있다.

- (1) 벼(ㄱ), 소나무(ㅇ)는 광합성을 하여 양분을 스스로 합성하므로 생산자이다.
(2) 개구리(ㄱ)는 육식 동물, 메뚜기(ㄷ)는 초식 동물로 소비자이다.
(3) 버섯(ㄹ), 곰팡이(ㅂ)는 분해자이다.
(4) 빛(ㄴ), 토양(ㄷ), 공기(ㄹ)는 비생물적 요인이다.

2 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 ㉠은 작용이고, 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 ㉡은 반작용이며, 생물적 요인이 서로 영향을 주고받는 ㉢은 상호 작용이다.

- (1) 날씨가 추워지면 낙엽이 지는 것은 비생물적 요인인 온도가 생물인 낙엽수에 영향을 주는 것이므로 작용(㉠)에 해당한다.
(2) 낙엽이 분해되어 토양이 비옥해지는 것은 생물이 비생물적 요인인 토양에 영향을 주는 것이므로 반작용(㉡)에 해당한다.
(3) 사슴의 개체 수가 증가하면 풀의 개체 수가 감소하는 것은 소비자(사슴)가 생산자(풀)에 영향을 주는 것이므로 생물적 요인이 영향을 주고받는 상호 작용(㉢)에 해당한다.

3 (1) 일정한 지역에 같은 종의 개체가 모여 개체군을 형성하고, 여러 종류의 개체군이 모여 군집을 이룬다.
(2) 생산자는 빛을 흡수하여 무기물인 물, 이산화 탄소로부터 유기물인 포도당을 합성하는 광합성을 한다.

(3) 다른 생물을 먹이로 하여 유기물을 섭취하는 것은 소비자이다. 분해자는 다른 생물의 사체나 배설물 속의 유기물을 분해하여 에너지를 얻는다.

(4) 생산자, 소비자, 분해자의 생물적 요인은 다른 생물 및 비생물적 요인과 영향을 주고받으며 살아간다.

(5) 다른 생물의 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 비생물 환경으로 돌려보내는 것은 분해자이다.

252쪽~253쪽

완자샘 비법 특강

Q1 울타리 Q2 ㉠ 작고, ㉡ 크다
Q3 수분

Q1 강한 빛을 받는 잎은 울타리 조직이 발달하여 두껍고, 약한 빛을 받는 잎은 빛을 효율적으로 흡수하기 위해 넓고 얇다.

Q2 추운 지방에 사는 포유류는 몸의 말단부가 작고, 몸집이 크다. 몸의 말단부가 작고 몸집이 크면 몸의 부피에 대한 체표면적의 비가 작아져 열 방출량이 감소하므로 체온을 유지하는 데 유리하다.

Q3 곤충은 몸 표면이 키틴질로 되어 있으며, 사막의 파충류는 몸 표면이 비늘로 덮여 있고, 조류와 파충류의 알은 단단한 껍데기로 싸여 있다. 이는 모두 생물이 수분 증발을 막아 체내의 수분을 보존하기 위한 방법이다.

개념 확인 문제

258쪽

① 출생 ② 사망 ③ 생장 ④ 생존 ⑤ 계절 ⑥ 피식
⑦ 포식 ⑧ 텃새 ⑨ 경쟁

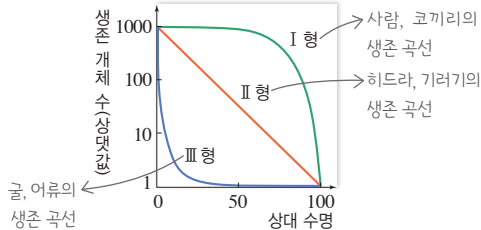
1 (1) $\times$ (2) ㉠ (3) $\times$ (4) ㉠ (5) $\times$ (6) $\times$ 2 (1) ㉡ (2) ㉡
(3) ㉠ 3 (가) 쇠퇴형 (나) 안정형 (다) 발전형 4 (1) ㄴ, e
(2) ㄷ, a (3) ㄹ, d (4) ㄹ, c (5) ㄱ, b

1 (1) 개체군의 밀도는 이입과 이출보다 출생과 사망의 영향을 더 많이 받는다.

(3) 환경 저항은 개체군의 생장을 억제하는 환경 요인이다. 개체군의 밀도가 높아지면 환경 저항이 증가하여 개체군의 생장이 둔화되며, 나중에는 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지된다. 이때가 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이고, 이를 환경 수용력이라고 한다.

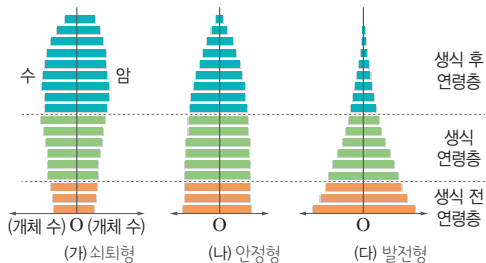
- (5) 연령 피라미드에서 개체군의 크기 변화는 생식 전 연령층의 비율을 통해 예측할 수 있다.
- (6) 눈신토끼와 스라소니 개체군의 크기는 피식과 포식의 관계에 의해 오랜 기간에 걸쳐 주기적으로 변동한다.

2 **꼼꼼** 문제 분석



- (1) I 형은 적은 수의 개체를 낳지만 초기 사망률이 낮고 수명이 길어 대부분 성체로 성장하는 생물의 생존 곡선이다. 사람, 돌산 양, 코끼리 등의 대형 포유류가 이에 해당한다. ➡ ㉠
- (2) II 형은 출생 이후 개체 수가 일정한 비율로 줄어드는 생물의 생존 곡선이다. 히드라, 기러기 등이 이에 해당한다. ➡ ㉡
- (3) III 형은 많은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 개체 수가 적은 생물의 생존 곡선이다. 굴, 어류 등의 어패류가 이에 해당한다. ➡ ㉢

3 **꼼꼼** 문제 분석



쇠퇴형은 생식 전 연령층의 개체 수가 적고, 발전형은 생식 전 연령층의 개체 수가 많다.

- 4** (1) 한 개체가 리더가 되어 개체군의 행동을 지휘하는 것은 리더제(L)이며, 기러기(e)가 이에 해당한다.
- (2) 개체들 사이에서 힘의 세기에 따라 먹이나 배우자를 차지하기 위한 서열을 정하는 것은 순위제(C)이며, 닭(a)이 이에 해당한다.
- (3) 개체들이 일을 분담하고 협력하여 개체군을 유지하는 것은 사회생활(M)이며, 꿀벌(d)이 이에 해당한다.
- (4) 혈연적으로 가까운 개체들이 모여 무리 지어 생활하는 것은 가족생활(F)이며, 사자(c)가 이에 해당한다.

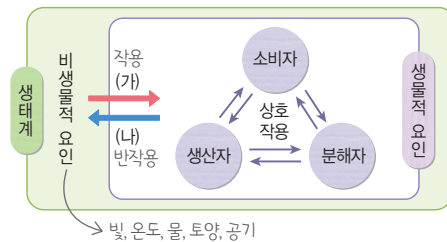
- (5) 일정한 서식 공간을 차지하고 다른 개체의 접근을 막는 것은 텃세(Γ)이며, 은어(b)가 이에 해당한다.

대표 자료 분석

259쪽

- 자료 1** 1 (가) 작용 (나) 반작용 2 (1) ㄴ (2) ㄴ, ㄷ (3) ㄹ (4) ㄱ, ㄷ 3 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ×
- 자료 2** 1 (1) (나) (2) 환경 수용력 2 ㄱ, ㄴ, ㄹ 3 (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

1-1 **꼼꼼** 문제 분석



(가)는 비생물적 요인인 환경이 생물에 영향을 주는 것이므로 작용이고, (나)는 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이므로 반작용이다.

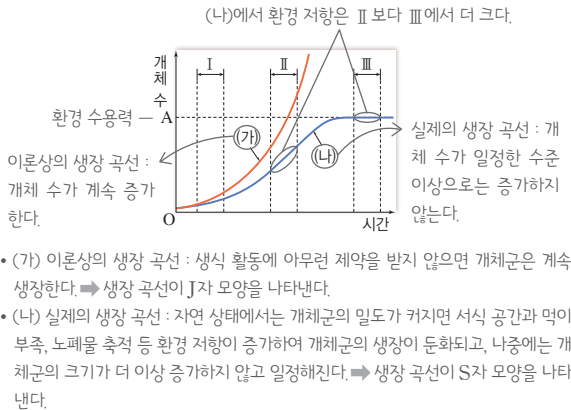
1-2 (1) 풀은 광합성을 하는 생물이므로 생산자이다.

- (2) 초식 동물은 생산자를 먹이로 섭취하므로 1차 소비자이고, 육식 동물은 초식 동물을 먹이로 섭취하므로 2차 소비자이다.
- (3) 곰팡이는 다른 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 분해자이다.
- (4) 물, 햇빛은 생물을 둘러싸고 있는 환경으로 비생물적 요인이다.

1-3 (1) 생산자는 빛에너지를 이용하여 무기물인 물과 이산화탄소로부터 유기물인 포도당을 합성하는 독립 영양 생물이다.

- (2) 분해자는 다른 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻고 비생물 환경으로 돌려보내는 생물이다.
- (3) 일조량이 벼의 광합성에 영향을 주는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 것이므로 작용(가)이다.
- (4) 울창한 숲속이 외부에 비해 온도가 낮고 습한 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 준 것이므로 반작용(나)이다.
- (5) 벼멸구의 개체 수가 증가하면 쌀의 수확량이 감소하는 것은 생산자(벼)와 소비자(벼멸구) 사이에서 일어나는 상호 작용이다.

2-1 **공공** 문제 분석



- (1) 이론상의 성장 곡선은 J자 모양을, 실제의 성장 곡선은 S자 모양을 나타낸다.
- (2) 환경 수용력은 주어진 환경 조건에서 증가할 수 있는 개체 수의 한계이므로 A가 환경 수용력이다.

2-2 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 환경 저항은 개체군의 성장을 억제하는 환경 요인으로, 먹이 부족, 질병 발생, 노폐물 증가, 서식 공간 부족, 개체 간의 경쟁 등이 이에 해당한다.

바로알기 ㄷ, ㄹ. 노폐물 감소나 출생률 증가는 개체 수를 증가시킬 수 있는 요인으로 환경 저항이 아니다.

- 2-3** (1) (가)는 이론상의 성장 곡선으로 환경 저항이 작용하지 않았을 때의 성장 곡선이다. 환경 저항이 작용하면 성장 곡선은 (나)와 같은 S자 모양을 나타낸다.
- (2) (나)에서 구간 Ⅲ의 개체 수가 구간 I보다 많으므로 개체군의 밀도는 구간 I보다 구간 Ⅲ에서 더 크다.
- (3) 개체군의 밀도가 커지면 환경 저항을 더 많이 받게 된다. 따라서 (나)에서 환경 저항은 구간 II보다 구간 Ⅲ에서 더 크다.
- (4) (나)의 구간 Ⅲ에서 개체 수가 일정하게 유지되는 것은 사망률과 출생률이 같기 때문이다. 사망률이 출생률보다 크면 개체 수는 감소할 것이다.

01 ㄷ. 생태계는 군집을 이루는 생물(개체군)이 다른 생물(개체군) 및 환경 요인과 영향을 주고받으며 살아가는 체계이다.

바로알기 ㄱ. 개체군은 일정한 지역에 같은 종의 개체가 무리를 이루어 생활하는 집단이다.

ㄴ. 군집은 일정한 지역에 여러 종류의 개체군이 모여 생활하는 집단이다.

02 ① 생태계는 무기 환경인 비생물적 요인과 생태계 내의 모든 생물을 포함하는 생물적 요인으로 구성된다.

② 생산자는 빛에너지를 이용하여 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성한다.

④ 분해자는 다른 생물의 배설물이나 사체 속의 유기물을 무기물로 분해하여 비생물 환경으로 되돌아가게 함으로써 생태계 내의 물질 순환에 중요한 역할을 한다.

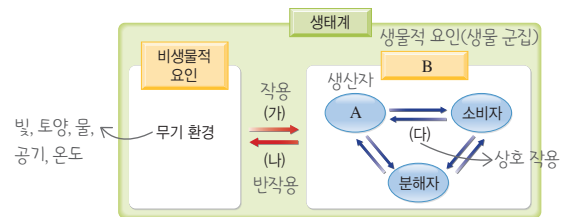
⑤ 소비자는 다른 생물을 먹이로 하여 유기물을 얻고, 분해자는 다른 생물의 사체나 배설물로부터 유기물을 얻어 이용하므로 소비자와 분해자는 모두 종속 영양 생물에 해당한다.

바로알기 ③ 소비자는 다른 생물을 먹이로 하여 유기물을 섭취하는 생물로, 생산자를 먹이로 하는 1차 소비자와 동물을 먹이로 하는 2차, 3차 소비자가 있다.

03 ㄱ. 빛, 물, 온도, 공기, 토양은 생물을 둘러싸고 있는 비생물 환경으로 비생물적 요인에 해당한다.

바로알기 ㄴ, ㄷ. 세균, 곰팡이는 생물적 요인의 분해자에 속하며, 분해자는 다른 생물의 배설물이나 사체에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻는다.

[04~05] **공공** 문제 분석



04 ㄱ. A는 생산자이다. 식물은 광합성을 하여 유기물을 스스로 합성하므로 생산자(A)에 해당한다.

ㄴ. B는 생산자, 소비자, 분해자로 구성된 생물적 요인이다. 생산자, 소비자, 분해자는 서로 다른 개체군이므로 생물적 요인은 생물 군집이다.

바로알기 ㄷ. A는 생산자이다. 생물적 요인에 속하는 생산자와 비생물적 요인의 무기 환경(빛, 물, 온도 등)은 서로 영향을 주고받는다.

나선 만점 문제

260쪽 ~ 263쪽

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

05 (가)는 빛, 온도, 물, 공기 등의 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용이고, (나)는 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용이며, (다)는 생물적 요인 간에 서로 영향을 주고받는 상호 작용이다.

ㄱ. 토끼는 소비자이고 풀은 생산자이며, 생산자와 소비자는 서로 영향을 주고받는다. ➡ (다) 상호 작용

ㄴ. 가을에 기온이 낮아져 은행나무 잎이 노랗게 변화하는 것은 비생물적 요인(온도)이 생물(은행나무)에게 영향을 준 것이다.

➡ (가) 작용

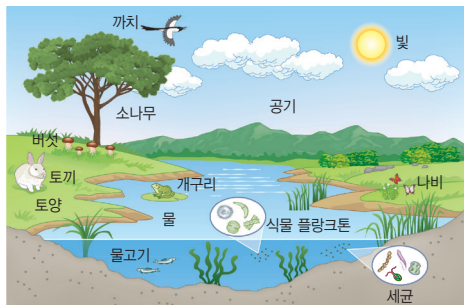
ㄷ. 지의류에 의해 바위의 토양화가 촉진되는 것은 생물(지의류)이 비생물 요인(바위)에 영향을 준 것이다. ➡ (나) 반작용

ㄹ. 지렁이가 토양 속에서 이동하여 토양의 통기성이 높아지는 것은 생물(지렁이)이 비생물적 요인(토양)에 영향을 준 것이다.

➡ (나) 반작용

ㅁ. 일조 시간이 식물의 꽃이 피는 시기에 영향을 주는 것은 비생물적 요인(일조 시간)이 생물(식물)에게 영향을 준 것이다. ➡ (가) 작용

06 **꼼꼼** 문제 분석



• 비생물적 요인 : 빛, 토양, 물, 공기

• 생물적 요인

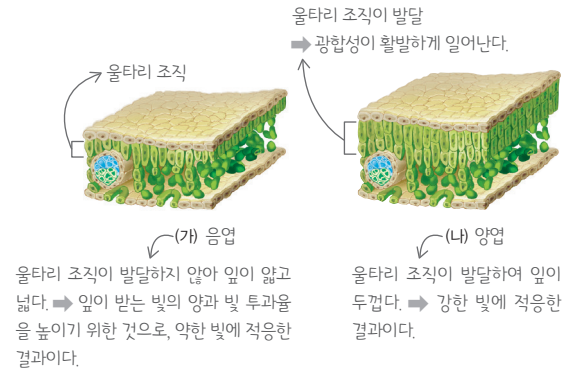
- 생산자 : 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물 **예** 식물 플랑크톤, 소나무
- 소비자 : 다른 생물을 먹이로 하여 유기물을 섭취하는 생물 **예** 토끼, 개구리, 물고기, 나비, 까치
- 분해자 : 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻는 생물 **예** 버섯, 세균

ㄴ. 식물 플랑크톤은 생산자이고, 물고기는 소비자이다. 생산자와 소비자는 상호 작용을 하며 살아간다.

■ **바로알기** ㄱ. 빛, 토양, 공기, 물은 비생물적 요인이고, 까치, 소나무, 버섯, 식물 플랑크톤 등은 생물적 요인이다. 이 생태계에는 비생물적 요인과 생물적 요인이 모두 있다.

ㄷ. 까치, 나비, 토끼, 개구리는 소비자로 다른 생물을 먹이로 하여 양분(유기물)을 섭취하는 생물이다. 스스로 양분을 합성하는 생물은 생산자이며, 이 생태계에서 생산자는 소나무와 식물 플랑크톤이다.

07 **꼼꼼** 문제 분석

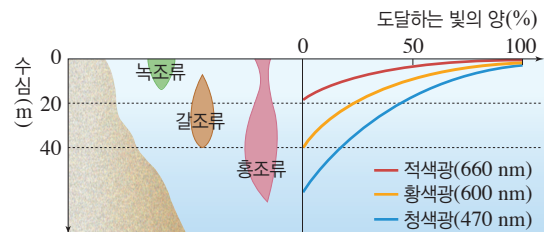


ㄴ. 음엽(가)은 약한 빛을 효율적으로 흡수할 수 있도록 잎이 얇고 넓게 발달되어 있어 잎이 받는 빛의 양과 빛 투과율을 높인다.

ㄷ. 양엽(나)은 울타리 조직이 발달하여 잎이 두껍고 광합성이 활발하게 일어난다.

■ **바로알기** ㄱ. 약한 빛에 적응한 잎은 음엽(가)이며, 강한 빛에 적응한 잎은 양엽(나)이다.

08 ④ 바다의 깊이에 따라 투과되는 빛의 파장과 양이 달라 주로 분포하는 해조류의 종류도 다르다. 바다의 얕은 곳에는 적색광을 주로 이용하는 녹조류가 많이 분포하고, 깊은 곳에는 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 많이 분포한다.



④ 빛의 파장과 해조류의 분포

09 **꼼꼼** 문제 분석

위도에 따라 여우의 몸의 말단부와 몸집의 크기가 다른 것은 온도에 따른 적응 결과이다.



(가) 북극여우

추운 지역에 사는 여우는 몸의 말단부가 작고 몸집이 크다. ➡ 몸의 부피에 대한 체표면적의 비율이 작아 열 손실을 줄인다.

(나) 온대여우

더운 지역에 사는 여우는 몸의 말단부가 크고 몸집이 작다. ➡ 몸의 부피에 대한 체표면적의 비율이 커 열을 잘 방출한다.

ㄴ. 사막여우(다)는 북극여우(가)보다 몸의 말단부가 크고 몸집이 작아서 외부로의 열 방출량이 많다. 이는 더운 지방에서 체온을 유지하는 데 유리하다.

ㄷ. 추운 지방에 사는 여우일수록 몸의 말단부가 작고 몸집이 큰 것은 열 방출량을 줄여 체온을 유지하기 위한 것이다. 따라서 세 여우의 몸의 말단부와 몸집의 크기가 다른 것은 생물이 온도에 적응한 결과이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 북극여우(가)는 몸의 말단부가 작고 몸집이 커서 열 방출량이 적다. 이는 추운 지방에서 체온을 유지하는 데 유리하다.

10 ② 뱀은 겨울이 되면 체온이 낮아져 대사 활동이 저하되므로 온도 변화가 적은 땅속에 들어가 겨울잠을 잔다. ➡ 온도에 대한 적응

③ 은행나무는 기온이 낮아지면 단풍이 들고, 잎을 떨어뜨린다.

➡ 온도에 대한 적응

④ 가을보리는 싹이 튼 후 겨울을 지내야 봄에 개화하고 결실을 맺을 수 있다(춘화 현상). ➡ 온도에 대한 적응

⑤ 기러기와 같은 철새는 계절에 따라 적합한 온도의 장소로 이동한다. ➡ 온도에 대한 적응

▮ **바로알기** ▮ ① 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 잎을 통한 수분 손실을 최소화하기 위한 것으로, 건조한 환경에 적응한 결과이다. ➡ 물에 대한 적응

11 ① 개체군 밀도는 일정 공간에 서식하는 개체군의 개체 수이며, 개체군의 크기는 개체군의 밀도를 이용하여 나타낸다.

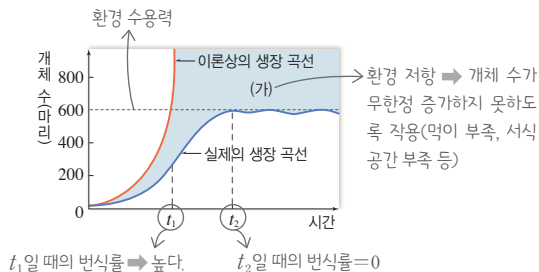
③ 개체군의 이론상 성장 곡선은 J자 모양이지만, 자연에서의 실제의 성장 곡선은 S자 모양으로 나타난다.

④ 개체군의 서식 공간이 커질수록 개체군의 성장을 억제하는 환경 저항은 감소한다.

⑤ 개체군의 밀도는 출생과 이입에 의해 증가하고, 사망과 이출에 의해 감소한다.

▮ **바로알기** ▮ ② 개체군 밀도가 높아질수록 먹이와 서식 공간이 부족해지고 노폐물이 증가하는 등 환경 저항이 증가한다.

[12~13] **문제 분석**



12 ① 환경 수용력은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이며, 실제의 성장 곡선에서 최대로 증가할 수 있는 개체 수를 의미한다. 따라서 이 개체군의 환경 수용력은 600마리이다.

② 이론상으로는 개체 수가 아무런 제약 없이 계속 증가하여 J자 모양의 성장 곡선을 나타내지만, 자연 상태에서는 먹이 부족, 서식 공간 부족, 노폐물 증가 등의 환경 저항을 받기 때문에 어느 시점에 이르면 개체 수가 더 이상 증가하지 않고 일정한 수를 유지하는 S자 모양의 성장 곡선을 나타낸다.

③ 한 시점에서의 번식률은 그래프의 기울기로 판단할 수 있다. 따라서 실제의 성장 곡선에서 t_1 일 때의 번식률은 높지만 t_2 일 때의 번식률은 거의 0에 가깝다는 것을 알 수 있다.

④ 실제의 성장 곡선에서 t_1 일 때보다 t_2 일 때 개체 수가 많으므로, t_1 일 때보다 t_2 일 때 개체 간의 경쟁이 더 심하다는 것을 알 수 있다.

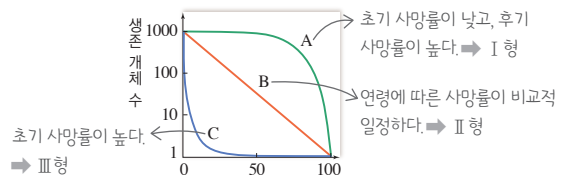
▮ **바로알기** ▮ ⑤ 실제의 성장 곡선에서 t_2 이상일 때 개체 수가 더 이상 증가하지 않고 일정 수준을 유지하는 것은 환경 저항이 크기 때문이다.

13 이론상의 성장 곡선(J자 모양)과 실제의 성장 곡선(S자 모양) 간에 차이가 나타나는 까닭인 (가)는 환경 저항이다. 환경 저항은 개체군의 성장을 억제하는 요인이다.

▮ **모범답안** ▮ 환경 저항, 환경 저항에는 먹이 부족, 서식 공간 부족 등이 있다.(노폐물 증가, 개체 간의 경쟁, 질병 등)

채점 기준	배점
환경 저항이라고 쓰고, 그 예를 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
환경 저항이라고 쓰고, 그 예를 한 가지만 옳게 서술한 경우	60 %
환경 저항이라고만 쓴 경우	30 %

14 **문제 분석**



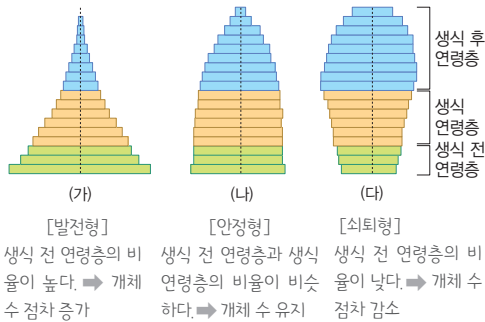
ㄱ. A가 C보다 어린 개체의 사망률이 낮은 것은 부모의 보호를 받기 때문이다.

ㄴ. 사람과 코끼리는 A와 같은 생존 곡선을 나타낸다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. B는 각 연령대에서 일정한 사망률을 보인다.

ㄷ. C는 A보다 많은 수의 자손을 낳지만 부모의 보호를 받지 못해 어린 개체의 사망률이 높다.

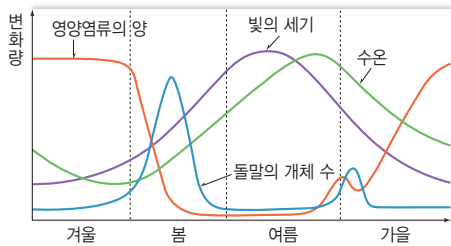
15 꼼꼼 문제 분석



ㄴ. (다)는 쇠퇴형으로, 생식 전 연령층의 개체 수가 적은 것으로 보아 개체군의 크기가 점점 작아질 것이다.

▶ **바로알기** ㄱ. (가)는 발전형, (나)는 안정형, (다)는 쇠퇴형이다.
ㄷ. 연령 피라미드의 생식 전 연령층의 비율을 통해 개체군의 크기 변화를 예측할 수 있다.

16 꼼꼼 문제 분석



- 이른 봄 : 빛의 세기가 강해지고 수온이 상승하여 돌말의 개체 수가 증가한다.
- 늦은 봄 : 빛의 세기와 수온은 좋은 조건이나 영양염류의 양이 부족하여 돌말의 개체 수가 감소한다.
- 가을 : 영양염류의 양이 약간 증가하고 빛의 세기와 수온 조건이 나쁘지 않아 돌말의 개체 수가 약간 증가하였다가 빛의 세기와 수온이 감소하면서 다시 감소한다.

① 이른 봄에 돌말의 개체 수가 급격히 증가하는 것은 영양염류의 양이 충분한 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아지기 때문이다.

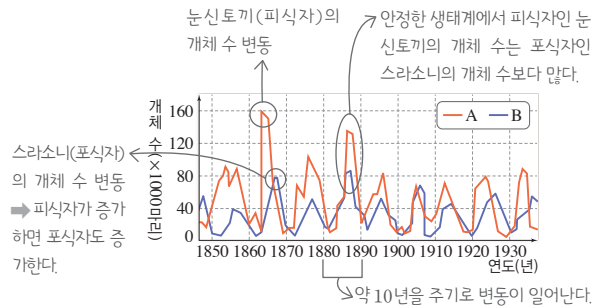
③ 여름에 돌말의 개체 수가 적은 것은 영양염류의 양이 부족하기 때문이다. 따라서 여름에 영양염류의 양이 증가하면 돌말의 개체 수가 급격히 증가하는데, 이러한 현상의 예가 적조 현상이다.

④ 초가을에 돌말의 개체 수가 약간 증가하는 것은 영양염류의 양이 다소 증가하였기 때문이다.

⑤ 겨울에 돌말의 개체 수가 적은 것은 영양염류의 양은 풍부하지만 빛의 세기가 약하고 수온이 낮기 때문이다. 따라서 겨울에 돌말의 개체 수는 빛의 세기와 수온에 의해 제한된다.

▶ **바로알기** ② 늦은 봄에 돌말의 개체 수가 급격히 감소하는 것은 영양염류의 양이 부족하기 때문이다.

17 꼼꼼 문제 분석



② 포식자인 눈신토끼의 개체 수 증감에 따라 포식자인 스라소니의 개체 수가 증감한다. 따라서 A는 눈신토끼의 개체 수 변동이고, B는 스라소니의 개체 수 변동이다.

③ 안정된 생태계에서 포식자의 개체 수는 포식자의 개체 수보다 많다. 따라서 포식자인 눈신토끼의 개체 수가 포식자인 스라소니의 개체 수보다 많다.

④, ⑤ 눈신토끼의 개체 수가 증가하면 스라소니의 개체 수가 증가하고, 스라소니의 개체 수가 증가하면 눈신토끼의 개체 수는 감소한다. 따라서 스라소니와 눈신토끼의 개체 수는 포식과 피식의 관계에 의해 약 10년을 주기로 변동된다는 것을 알 수 있다.

▶ **바로알기** ① 눈신토끼(초식 동물)와 스라소니(육식 동물)는 먹이와 천적의 관계로 눈신토끼는 포식자, 스라소니는 포식자이다.

18 ㄱ. 얼룩말이 일정한 서식 공간을 차지하고 다른 개체의 침입을 경계하는 것(가)은 개체군 내 상호 작용 중 텃세에 해당하며, 하천의 은어에서도 이와 같은 상호 작용을 볼 수 있다.

ㄷ. 암탉들 사이에서 모이를 먹는 순서가 정해지는 것(나)은 개체군 내 상호 작용 중 순위제에 해당한다. 텃세(가)와 순위제(나)는 모두 개체 간의 불필요한 경쟁을 피하기 위한 상호 작용이다.

▶ **바로알기** ㄴ. (나)는 개체군 내 모든 개체들의 서열이 정해져 있는 순위제에 해당하는 예이다. 리더제의 경우에는 리더를 제외한 나머지 개체들 간에는 서열이 없다.

19 ① 호랑이가 배설물로 자기 영역을 표시하는 것은 텃세이다.

▶ **바로알기** ② 양떼가 목초지를 이동할 때 리더인 한 개체가 전체를 이끄는 것은 리더제이다.

③ 개미 개체군에서 여왕개미, 병정개미, 일개미의 역할이 분담되고 이들의 협력으로 전체 개체군이 유지되는 것은 사회생활의 예이다.

④ 큰뿔양의 숫양이 뿔의 크기와 뿔 치기로 순위를 정하여 먹이나 배우자를 얻는 것은 순위제이다.

⑤ 사자가 혈연관계의 개체들과 무리 지어 생활하는 것은 가족생활이다.

개념 확인 문제

267쪽

- ① 먹이 그물 ② 생태적 지위 ③ 우점종 ④ 지표종
⑤ 초원 ⑥ 층상 ⑦ 생태 분포

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 (1) ⊖ (2) ⊕ (3) ⊖ (4) ⊕
3 (1) × (2) × (3) ○ (4) × 4 ③ 5 교목층

- 1 (1) 먹이 사슬은 생산자 → 1차 소비자 → 2차 소비자 → ... → 최종 소비자까지 먹고 먹히는 관계를 나타낸 것이고, 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 먹이 그물을 이룬다.
(2) 생태계에서 개체군이 담당하는 구조적·기능적 역할을 생태적 지위라고 하고, 생태적 지위에는 먹이 지위와 공간 지위가 있다.
(3) 삼림 군집의 층상 구조는 여러 식물들이 햇빛을 최대한 활용할 수 있는 구조로 발달되어 있으며, 아래로 내려갈수록 빛의 세기는 감소한다.
(4) 수평 분포는 위도에 따라 기온과 강수량의 차이로 다른 군집이 나타나는 것이고, 수직 분포는 특정 지역에서 고도에 따라 기온 차이에 의해 다른 군집이 나타나는 것이다.

- 2 (1) 우점종은 개체 수가 많거나 넓은 면적을 차지하는 종으로, 군집에서 가장 큰 비중을 차지하여 그 군집을 대표하는 종이다.
(2) 희소종은 군집에서 개체 수가 매우 적어 보호가 필요한 종이다.
(3) 지표종은 특정 지역이나 환경에만 출현하는 종으로, 그 군집을 다른 군집과 구별해 주는 지표가 되는 종이다.
(4) 핵심종은 우점종은 아니지만 그 군집의 구조에 결정적인 영향을 미치는 종이다.

- 3 (1) 방형구 안에 있는 각 식물 종의 개체 수를 이용하여 각 식물 종의 밀도를 구한다.
(2) 종이 출현한 방형구 수를 이용하여 빈도를 구하고, 피도는 각 종이 차지하고 있는 면적을 이용하여 구한다.
(3), (4) 중요치는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 합한 값으로, 중요치가 가장 높은 종이 그 군집의 우점종이다.

- 4 ③ 사막은 강수량이 매우 적거나 기온이 매우 낮아 식물이 서식하기 어려운 지역에 발달한다.

▶ **바로알기** ▶ ① 삼림은 강수량이 많고 식물이 자라기에 기온이 적당한 지역에 발달하는 군집으로, 많은 종류의 목본과 초본 개체군이 함께 자란다. 삼림에는 열대 우림, 상록 활엽수림, 낙엽 활엽수림 등이 있다.

- ② 초원은 삼림보다 강수량이 적은 지역에 형성되는 초본 식물 중심의 군집으로, 열대 초원, 온대 초원이 있다.
④ 담수 군집은 하천, 강, 호수에 형성되는 수생 군집이다.
⑤ 해수 군집은 바다에 형성되는 수생 군집이다.

- 5 교목층은 가장 강한 빛을 받아 광합성이 활발하게 일어난다.

개념 확인 문제

272쪽

- ① 천이 ② 1차 천이 ③ 2차 천이 ④ 경쟁 ⑤ 분서
⑥ 상리 ⑦ 편리 ⑧ 기생 ⑨ 포식과 피식

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) × 2 (1) 경쟁·배타 원리
(2) 숙주 (3) ⊕ 포식자, ⊖ 피식자 3 (1) ⊢ (2) ⊣ (3) ⊥ (4) ⊧
(5) ⊍ (6) ⊎ 4 ④

- 1 (1), (2) 건성 천이는 맨땅, 바위, 용암 대지와 같은 건조하고 척박한 땅에 개척자인 지의류가 들어오면서 시작되는 천이이고, 습성 천이는 빈영양호에 유기물 등의 퇴적물이 쌓여 형성된 습지에 개척자인 이끼류가 들어오면서 시작되는 천이이다.
(3) 극상은 천이의 마지막 단계로 가장 안정된 군집 상태이다. 천이를 시작하는 식물은 개척자라고 한다.
(4) 천이 과정에서 식물 군집은 강한 빛에서 잘 자라는 양수에 의해 먼저 양수림이 형성되고, 그 아래에 비교적 약한 빛에서도 잘 자라는 음수가 자라 혼합림을 거쳐 점차 음수림으로 바뀐다.
(5) 2차 천이는 버려진 경작지나 기존의 식물 군집이 산불이나 산사태 등으로 불모지가 된 곳에서 토양 내 살아남은 종자나 식물 뿌리 등에 의해 다시 시작되는 천이이다. 초원부터 시작되며, 1차 천이에 비해 천이의 진행 속도가 빠르다.

- 2 (1) 생태적 지위가 비슷한 두 개체군 사이에서 심한 경쟁이 일어나 경쟁에서 진 개체군이 도태되어 완전히 사라지는 것을 경쟁·배타 원리라고 한다.
(2) 기생 관계에서 해를 주는 생물은 기생 생물이고, 해를 입는 생물은 숙주이다.
(3) 서로 다른 개체군 사이에서 다른 생물을 잡아먹는 생물은 포식자이고, 먹이가 되는 생물은 피식자이다.

- 3 (1) 영양을 잡아먹는 사자는 포식자이고, 잡아먹히는 영양은 피식자이다. ▶ 포식과 피식(ㅂ)
(2) 따개비는 흑등고래의 몸에 붙어 이동을 쉽게 하므로 이익을 얻지만, 흑등고래는 이익도 손해도 없다. ▶ 편리공생(ㄷ)
(3) 피라미와 은어는 생태적 지위가 비슷하여 이들이 함께 서식하면

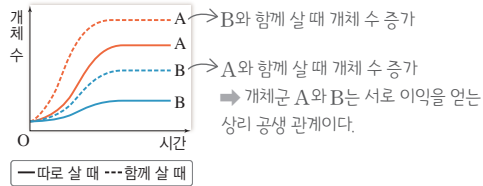
경쟁이 일어나므로 서식지와 먹이를 달리하여 경쟁을 피한다. ➡ 분서(ㄴ)

(4) 기생충은 동물의 몸속에 살면서 양분을 흡수하여 이익을 얻지만, 동물은 해를 입는다. ➡ 기생(ㄱ)

(5) 생태적 지위가 비슷한 두 종의 짝신벌레가 한 공간에서 경쟁한 결과 한 종만 살아남는 경쟁·배타가 일어난 것이다. ➡ 중간 경쟁(ㄹ)

(6) 말미잘은 흰동가리가 유인한 먹이를 먹고, 흰동가리는 말미잘의 보호를 받으므로 서로 이익을 얻는다. ➡ 상리 공생(ㄷ)

4. 문제 분석



④ 개체군 A와 B는 따로 살 때보다 함께 살 때 개체 수가 모두 증가하였다. 이를 통해 개체군 A와 B는 서로 이익을 얻는 상리 공생 관계임을 알 수 있다.

대표 자료 분석

273쪽

자료 1 1 (1) ㉠ 양수림, ㉡ 음수림 (2) 지의류 (3) B(음수림)

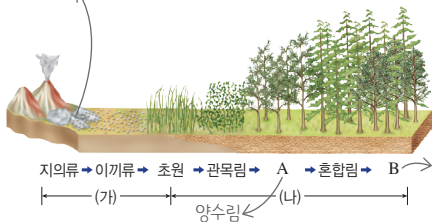
2 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ (7) ×

자료 2 1 ㉠ 종간 경쟁, ㉡ 상리 공생 2 (나) □ (다) ㄹ

3 (1) × (2) × (3) × (4) ○ (5) ×

1-1. 문제 분석

화산 활동으로 형성된 용암 대지, 바위, 모래 언덕 등과 같은 건조하고 척박한 땅에 개척자인 지의류가 들어오면서 천이이 시작된다. ➡ 건성 천이



- (가) : 지의류가 들어와 약간의 토양이 형성되고 토양에 수분 함량이 높아지면서 이끼류가 들어온다. 점차 토양층이 발달하면서 풀이 자라는 초원이 된다.
- (나) : 토양에 양분이 축적되면서 관목이 자란다. 숲 형성 초기에는 소나무와 같은 양수로 구성된 양수림이 형성되고, 그 아래에 약한 빛에서도 잘 자라는 음수가 자란다. 이후 혼합림을 거쳐 음수림으로 바뀌고 안정된 군집을 형성하여 극상을 이룬다.

(1) 천이 과정의 초기에는 지표면에 도달하는 빛의 세기가 강하므로 강한 빛에서 잘 자라는 양수가 들어와 양수림(A)을 이룬다. 이후 지표면에 도달하는 빛의 세기가 약해짐에 따라 양수림 아래에서 비교적 약한 빛에서도 잘 자라는 음수가 자라 혼합림이 되었다가 양수가 쇠퇴하고 음수림(B)을 이룬다.

(2) 개척자는 불모지에 가장 먼저 정착하는 생물이다. 1차 건성 천이 과정에서 개척자는 지의류이며, 지의류에 의해 토양층이 형성된다.

(3) 천이 과정에서 마지막 단계인 안정된 군집 상태를 극상이라고 하며, 음수림(B)이 이에 해당한다.

①-2 (1), (2) 이 천이는 화산에서 흘러나온 용암이 굳어 형성된 용암 대지에서 시작되므로 1차 천이이며, 건조한 환경에서 시작되므로 건성 천이이다.

(3) 건성 천이의 초기에는 불모지에 토양이 형성되고 수분량이 점차 증가함에 따라 지의류 → 이끼류(선태류) → 초본류의 순으로 천이가 진행된다. 따라서 천이의 초기 과정 (가)에서 천이에 가장 큰 영향을 미치는 비생물적 요인은 토양의 형성과 토양의 수분량이다.

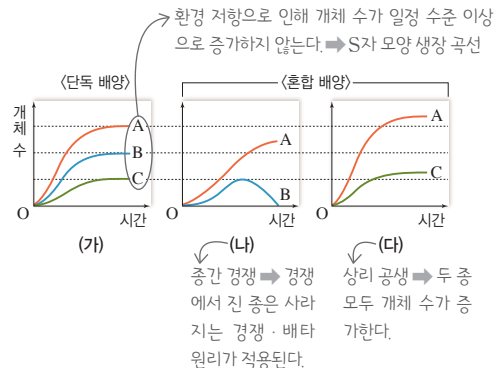
(4) (나)에서 천이가 진행될수록 숲이 무성해지므로 지표면에 도달하는 빛의 세기는 감소한다.

(5) 양수림(A)이 형성되면 빛이 가려져 숲의 하층으로 도달하는 빛이 크게 줄어 숲의 하층에는 비교적 약한 빛에서도 잘 자라는 음수 묘목이 늘어난다.

(6) 음수림(B) 상태에서 산불이 나면 생물은 거의 없어지지만 토양과 일부 생물의 종자 및 뿌리는 남아 있으므로 이후 초원부터 시작되는 2차 천이가 빠르게 진행된다.

(7) 천이가 진행되면 환경에 변화가 일어나 천이 과정에 영향을 준다. 천이가 진행될수록 식물의 종이 다양하게 변화하면서 식물에 의존하여 사는 동물의 종류와 수도 변화한다.

2-1. 문제 분석



• (나)에서 종 A와 종 B를 혼합 배양하였을 때에는 종 A만 살아 남고 종 B는 사라졌다. 이는 종 A와 종 B가 먹이와 서식지를 차지하기 위해 경쟁하였기 때문이므로 종 A와 종 B는 중간 경쟁 관계이다.

• (다)에서 종 A와 종 C를 혼합 배양하였을 때에는 종 A와 종 C를 단독 배양하였을 때보다 모두 개체 수가 증가하였다. 이는 종 A와 종 C가 서로 이익을 얻었기 때문이므로 종 A와 종 C는 상리 공생 관계이다.

②-2 **ㄴ.** 흰둥가리는 말미잘의 촉수로 인해 포식자로부터 보호받고, 말미잘은 촉수 사이의 찌꺼기와 병든 촉수를 제거하는 데 흰둥가리의 도움을 받으며 흰둥가리가 유인한 먹이를 함께 먹음으로써 서로 이익을 주므로 흰둥가리와 말미잘은 상리 공생 관계이다.

ㄹ. 같은 먹이를 먹는 애기झ신벌레 종과 झ신벌레 종은 먹이를 차지하기 위해 경쟁하는 중간 경쟁 관계이다.

▶바로알기▶ **ㄱ.** 피라미가 수서 곤충, 유기물, 식물 플랑크톤을 먹으며 사는 곳에 갈겨니가 이주해 오면 피라미는 수서 곤충을 적게 먹고 유기물과 식물 플랑크톤을 주로 먹어 갈겨니와의 경쟁을 피한다. 즉, 피라미와 갈겨니는 먹이를 분리하는 분서(생태적 지위 분화) 관계이다.

ㄴ. 빨판상어는 거북의 몸에 붙어살면서 쉽게 이동하고 먹이를 얻으며 보호받지만 거북은 이익도 손해도 없다. 따라서 빨판상어와 거북은 편리공생 관계이다.

ㄷ. 스라소니는 포식자, 눈신토끼는 피식자이므로 스라소니와 눈신토끼는 포식과 피식의 관계이다.

③-3 (1) 종 A와 종 B를 혼합 배양하였을 때 종 A만 살아남고 종 B는 사라졌으므로 종 A와 종 B는 중간 경쟁 관계이다. 만약 종 A와 종 B 사이에 먹이 사슬이 형성되어 종 A가 종 B의 포식자라면 종 B의 개체 수가 증가하고 감소함에 따라 종 A의 개체 수도 증가하고 감소해야 한다.

(2) 종 A와 종 C는 서로 이익을 얻는 상리 공생 관계로 생태적 지위가 다르다. 생태적 지위가 비슷하다면 종 A와 종 C를 혼합 배양하였을 때 경쟁이 일어날 것이다.

(3) 종 C의 주기적 증감에 따른 종 A의 주기적 증감이 나타나지 않으므로 종 A와 종 C는 포식자와 피식자의 관계로 볼 수 없다.

(4) (가)에서 종 A~C를 각각 단독 배양하였을 때 개체 수가 일정 수 이상으로 증가하지 않고 S자 모양의 성장 곡선을 나타내는 것은 환경 저항을 받았기 때문이다.

(5) 경쟁·배타 원리는 생태적 지위가 비슷한 두 개체군의 경쟁 결과 한쪽 개체군만 살아남고, 다른 개체군은 도태되어 서식지에서 사라지는 것이므로 (나)에서만 경쟁·배타 원리가 적용된다.

내신 만점 문제

274쪽~277쪽

- 01 ㉔ 02 ㉔ 03 ㉔ 3/m², ㉔ 0.5, ㉔ 0.12 04 ㉔
12.5, ㉔ 40, ㉔ 48, ㉔ 138 05 해설 참조 06 ㉔
07 ㉔ 08 ㉔ 09 ㉔ 10 ㉔ 11 ㉔ 12 해설
참조 13 ㉔ 14 ㉔ 15 ㉔ 16 ㉔ 17 ㉔
18 ㉔ 19 ㉔

01 **ㄱ.** 먹이 사슬의 각 단계를 이루는 생물종이 다양할수록 먹이 그물이 복잡해져 군집이 안정화된다.

ㄷ, ㄴ. 생태계에서 개체군이 담당하는 구조적·기능적 역할을 생태적 지위라고 하는데, 개체군이 먹이 사슬에서 차지하는 위치를 먹이 지위라 하고, 개체군이 차지하는 서식 공간을 공간 지위라고 한다. 군집은 군집 내 개체군이 자신의 생태적 지위를 지킴으로써 유지된다.

▶바로알기▶ **ㄴ.** 군집 내에서는 먹이 사슬 여러 개가 복잡하게 얽혀 마치 그물처럼 복잡하게 나타나는 먹이 그물을 형성한다. 먹이 사슬은 생산자에서 최종 소비자까지의 먹고 먹히는 관계를 사슬 모양으로 나타낸 것이다.

02 ㉔ 우점종은 군집에서 개체 수가 많거나 넓은 면적을 차지하여 그 군집을 대표할 수 있는 개체군을 말한다. 우점종은 그 군집의 구조나 환경에 큰 영향을 미친다.

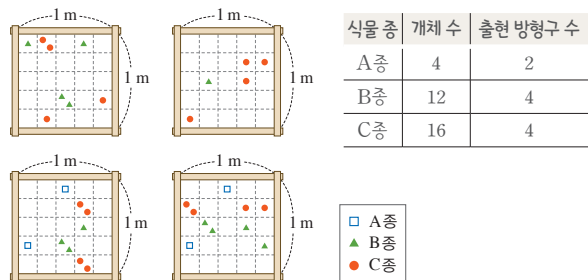
▶바로알기▶ ① 군집을 대표할 수 있는 개체군은 우점종이다.

② 군집에서 개체 수가 매우 적어 보호가 필요한 종을 희소종이라고 한다.

③ 지의류는 이산화 황의 오염 정도에 대한 지표종으로, 지표종은 특정 환경 조건을 충족하는 군집에서만 출현하여 그 군집의 특징을 나타내는 종이다.

⑤ 우점종은 아니지만 군집의 구조에 결정적인 영향을 미치는 개체군은 핵심종이다.

[03~05] 문제 분석



03 ㉠ 방형구 4개의 전체 면적은 $1\text{ m}^2 \times 4\text{개} = 4\text{ m}^2$ 이고, B종의 개체 수는 12이다. 밀도 = $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$ 이므로,

B종의 밀도는 $\frac{12}{4\text{ m}^2} = 3/\text{m}^2$ 이다.

㉡ 전체 방형구의 수는 4개이고, A종은 이 중 2개의 방형구에서만 나타났다. 빈도 = $\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}}$ 이므로, A종의

빈도는 $\frac{2}{4} = 0.5$ 이다.

㉢ 방형구가 25개의 칸으로 이루어져 있으므로 방형구 한 칸의 면적은 $\frac{1\text{ m}^2}{25} = 0.04\text{ m}^2$ 이며, C종은 전체 방형구에서 12개의 칸에 출현했으므로 C종이 차지하는 면적은 $0.04\text{ m}^2 \times 12$ 이다. 피도 = $\frac{\text{특정 종이 차지한 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$ 이므로, C종의 피도는 $\frac{0.04\text{ m}^2 \times 12}{4\text{ m}^2} = 0.12$ 이다.

식물 종	밀도	빈도	피도
A종	$\frac{4}{4\text{ m}^2} = 1/\text{m}^2$	$\frac{2}{4} = 0.5$	$\frac{0.04\text{ m}^2 \times 4}{4\text{ m}^2} = 0.04$
B종	$\frac{12}{4\text{ m}^2} = 3/\text{m}^2$	$\frac{4}{4} = 1$	$\frac{0.04\text{ m}^2 \times 9}{4\text{ m}^2} = 0.09$
C종	$\frac{16}{4\text{ m}^2} = 4/\text{m}^2$	$\frac{4}{4} = 1$	$\frac{0.04\text{ m}^2 \times 12}{4\text{ m}^2} = 0.12$
합계	8	2.5	0.25

04 중요치는 상대 밀도 + 상대 빈도 + 상대 피도이다.

• 상대 밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도 합}} \times 100$

• 상대 빈도(%) = $\frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도 합}} \times 100$

• 상대 피도(%) = $\frac{\text{특정 종의 피도}}{\text{조사한 모든 종의 피도 합}} \times 100$

식물 종	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)	상대 피도(%)	중요치
A종	$\frac{1}{8} \times 100 = 12.5$	$\frac{0.5}{2.5} \times 100 = 20$	$\frac{0.04}{0.25} \times 100 = 16$	$12.5 + 20 + 16 = 48.5$
B종	$\frac{3}{8} \times 100 = 37.5$	$\frac{1}{2.5} \times 100 = 40$	$\frac{0.09}{0.25} \times 100 = 36$	$37.5 + 40 + 36 = 113.5$
C종	$\frac{4}{8} \times 100 = 50$	$\frac{1}{2.5} \times 100 = 40$	$\frac{0.12}{0.25} \times 100 = 48$	$50 + 40 + 48 = 138$

05 **모범답안** C종, 중요치가 가장 높기 때문이다.

채점 기준	배점
우점종을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
우점종만 옳게 쓴 경우	30 %

06 • 학생 A, B : 방형구 안의 각 식물 종의 개체 수로 밀도를 구할 수 있고, 종이 출현한 방형구 수로 빈도를 구할 수 있다. 피도는 방형구에서 각 식물 종이 차지하고 있는 면적으로 구할 수 있다.

■ **바로알기** • 학생 C : 각 식물 종의 밀도, 빈도, 피도를 이용하여 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 구하고, 각 식물 종의 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도 값을 합하면 중요치를 알 수 있다.

07 ①, ② 군집은 생물의 서식 환경에 따라 육상 생활에 적응한 생물들이 군집을 이루는 육상 군집과 수중 생활에 적응한 생물들이 군집을 이루는 수생 군집으로 구분한다. 육상 군집은 기온과 강수량의 차이에 따라 삼림, 초원, 사막으로 나타나며, 수생 군집에는 담수 군집과 해수 군집이 있다.

③ 강수량이 가장 많은 지역에 형성되는 대표적인 육상 군집이 삼림이고, 삼림보다 강수량이 적은 지역에 형성되는 것이 초원이다. 강수량이 매우 적고 건조하여 식물이 자라기 어려운 지역에 형성되는 것이 사막이다. 따라서 강수량은 삼림 > 초원 > 사막 순으로 많다.

⑤ 삼림은 많은 종류의 목본과 초본 개체군을 포함하고 있으며 오랫동안 안정된 상태를 유지할 수 있다.

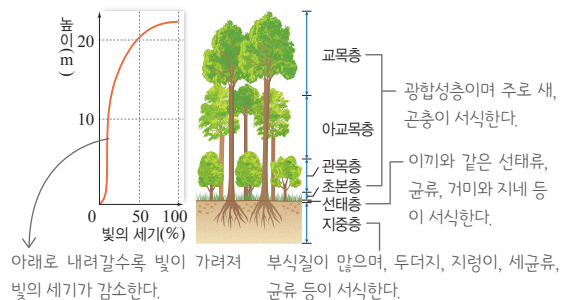
■ **바로알기** ④ 초원은 사바나와 같이 초본 개체군을 중심으로 형성된 군집이다. 많은 종류의 목본과 초본 개체군을 포함하고 있는 군집은 삼림으로, 식물이 자라기에 기온이 적당하고 강수량이 많은 지역에 형성된다.

08 ② 툰드라는 한대와 극지방 부근에 일시적으로 형성되는 한대 사막으로, 짧은 기간 동안 이끼류와 같은 일부 식물만 자란다.

■ **바로알기** ① 사바나는 열대 지방의 건조한 지역에 형성되는 열대 초원이다.

③, ④, ⑤ 침엽수림은 아한대 지방에 형성되는 삼림이고, 열대 우림은 열대 지방에 형성되는 삼림이며, 낙엽 활엽수림은 온대 지방에 형성되는 삼림이다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



① 식물 군집의 층상 구조에서 교목층은 높이가 가장 높아 빛을 직접 받으므로 다른 층에 비해 강한 빛을 받아 광합성이 가장 활발하게 일어난다.

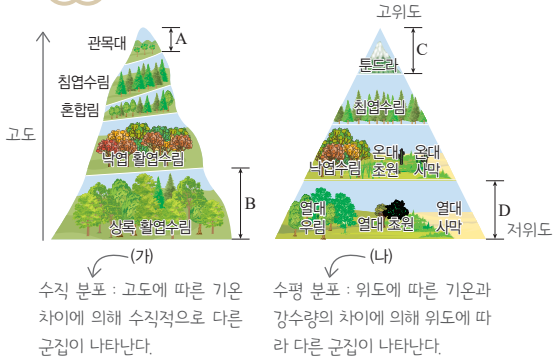
② 선태층은 낙엽이나 썩은 나무가 있는 층이다. 선태층에는 생산자인 이끼(선태류), 소비자인 거미와 지네, 분해자인 균류(곰팡이) 등이 서식한다. 따라서 선태층에는 생산자, 소비자, 분해자가 모두 서식한다.

③ 지중층은 낙엽이나 사체가 썩으면서 만들어지는 부식질이 많고, 지렁이, 두더지, 균류, 세균류 등이 주로 서식한다.

⑤ 삼림의 층상 구조는 빛의 세기와 양, 온도 등에 따라 수직적으로 몇 개의 층으로 구성된 것으로, 여러 식물들이 햇빛을 최대한 활용할 수 있도록 되어 있다.

▮ **바로알기** ▮ ④ 층상 구조에서 아래로 내려갈수록 나무들에 의해 빛이 가려져 빛의 세기는 감소하게 된다.

10 꼼꼼 문제 분석



- (가) : A 지역에서는 관목림이 존재하고, B 지역에서는 상록 활엽수림이 존재한다.
 ➔ A 지역의 고도가 B 지역보다 높으며, A 지역의 기온이 B 지역보다 낮다.
- (나) : C 지역에는 통나무, D 지역에는 열대 우림, 열대 초원, 열대 사막이 존재한다.
 ➔ C 지역이 D 지역보다 위도가 높으며, C 지역의 기온이 D 지역보다 낮다. 그리고 D 지역에서 열대 우림, 열대 초원, 열대 사막으로 갈수록 강수량이 적다.

⑤ (나)는 수평 분포로, 위도에 따른 기온과 강수량의 차이에 의해 위도에 따라 다른 군집이 나타난다.

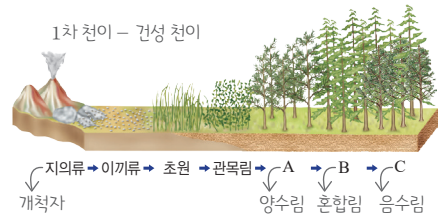
▮ **바로알기** ▮ ① (가)는 고도에 따른 기온 차이로 수직적으로 다른 생물 군집이 나타나는 수직 분포로, A 지역은 B 지역보다 고도가 높으므로 기온이 낮다.

② (나)는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이로 위도에 따라 다른 생물 군집이 나타나는 수평 분포로, C 지역은 극지방의 툰드라, D 지역은 적도 지방의 열대 우림, 열대 초원, 열대 사막이 해당된다. 따라서 C 지역이 D 지역보다 위도가 높다.

③ (가)는 고도에 따라 나타나는 수직 분포이고, (나)는 위도에 따라 나타나는 수평 분포이다.

④ 우리나라에서도 한라산과 같은 지역에서 고도에 따른 수직 분포가 나타난다.

11 꼼꼼 문제 분석



- 양수림 : 강한 빛에 적응한 식물 군집
 - 음수림 : 약한 빛에 적응한 식물 군집
- ➔ 지표면에 도달하는 빛의 세기가 감소하여 양수림에서 음수림으로 천이가 진행된다.

② 점토, 바위, 모래, 자갈 등과 같은 건조하고 척박한 땅에 개척자인 지의류가 들어오면 토양층이 형성되기 시작하고, 이끼류가 자란다.

③ B는 양수림과 음수림 사이의 중간 단계인 혼합림으로, 먼저 형성된 강한 빛에 적응한 양수림 아래에 비교적 약한 빛에서도 잘 자라는 음수가 함께 군집을 이룬다.

④ 극상은 천이 마지막의 안정된 군집 상태로, 음수림(C)에서 극상을 이룬다.

⑤ 천이 과정에서 식물 군집이 발달함에 따라 지표면에 도달하는 빛의 양이 감소하기 때문에 양수림(A)에서 음수림(C)으로 천이가 일어난다. 따라서 양수림(A) → 혼합림(B) → 음수림(C)으로 천이되는 과정에서 빛의 세기가 천이에 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용한다는 것을 알 수 있다.

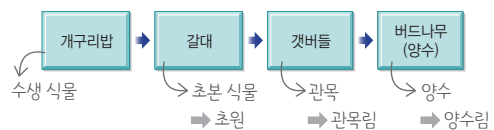
▮ **바로알기** ▮ ① 화산 활동으로 형성된 용암 대지와 같은 척박한 땅에 개척자인 지의류가 들어오면서 천이가 시작되는 1차 천이 과정이다.

12 산불 발생 후 다시 시작되는 천이는 2차 천이이다. 2차 천이는 초원부터 시작하며, 1차 천이에 비해 천이의 진행 속도가 빠르다.

▮ **모범답안** ▮ 초원, 산불로 불모지가 되었지만 유기물 등이 풍부한 토양이 있고 토양에 기존 식물의 종자나 식물 뿌리가 남아 있기 때문이다.

채점 기준	배점
초원이라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
초원이라고만 쓴 경우	30 %

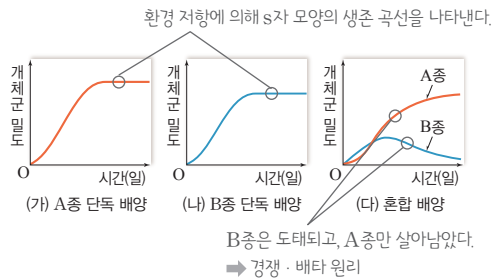
13 꼼꼼 문제 분석



ㄱ, ㄴ. 개구리밥은 수생 식물, 갈대는 습한 지역에 사는 초본 식물, 갯버들은 버드나무과에 속하는 관목, 버드나무는 양수이다. 따라서 이 천이 과정은 연못, 호수와 같이 수분이 많은 지역에서 일어나는 습성 천이다.

■ **바로알기** ■ ㄷ. 일반적으로 천이 과정에서 음수림에 도달하여야 극상을 이룬 것인데, 이 천이 과정에서는 양수인 버드나무가 군집을 이룬 상태까지 왔으므로 극상에 도달하였다고 보기 어렵다.

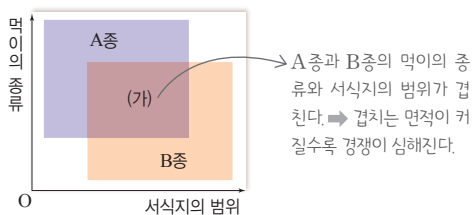
14 **꼼꼼** 문제 분석



ㄴ, ㄷ. (다)에서 A종과 B종을 혼합 배양하였을 때 B종은 개체수가 점점 감소하여 사라지고 A종만 살아남았다. 이는 A종과 B종이 생태적 지위가 비슷하여 먹이와 서식지를 차지하기 위해 서로 경쟁하였기 때문이며, 이때 경쟁·배타 원리가 적용된다.

■ **바로알기** ■ ㄱ. A종이 B종의 포식자라면 두 종을 혼합 배양하였을 때 포식자인 B종의 개체수가 감소하면 포식자인 A종의 개체수도 감소해야 한다.

15 **꼼꼼** 문제 분석



④ A종과 B종은 (가) 부분에서 먹이의 종류와 서식지의 범위가 같다. 따라서 (가) 부분에서 먹이와 서식지를 두고 A종과 B종 사이에 경쟁이 일어나 한 종은 사라지고 다른 종만 살아남는 경쟁·배타 원리가 적용될 수 있다.

■ **바로알기** ■ ① A종과 B종은 생태적 지위가 겹치므로 종간 경쟁 관계이다. 포식과 피식의 관계일 경우 두 생물종 중 하나가 먹이가 되므로 먹이의 종류가 겹치지 않는다.

② A종과 B종은 먹이의 종류와 서식지의 범위가 겹치므로 생태적 지위가 겹친다.

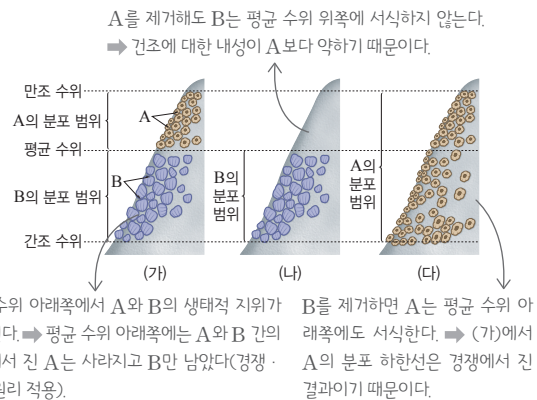
③ (가) 부분이 넓을수록 A종과 B종의 생태적 지위가 많이 겹치게 되므로 경쟁이 더 심해진다.

⑤ 치타는 포식자, 톱슨가젤은 피식자로, 치타와 톱슨가젤은 먹고 먹히는 포식과 피식의 관계이다.

16 ㄱ, ㄴ. 피라미와 은어는 먹이와 서식지가 비슷하다. 은어는 하천 가운데에서 주로 생활하고, 피라미는 하천 가장자리에서 주로 생활하는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 피라미와 은어는 같은 장소에서 생활할 때 발생하는 경쟁을 피하기 위해 서식지와 먹이를 달리하는데, 이를 생태적 지위 분화(분서)라고 한다.

ㄷ. 북아메리카의 솔새는 한 나무에서 여러 종이 위치를 달리하여 서식지를 분리한다.

17 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. (다)에서 A만 서식할 때에는 A는 평균 수위 아래쪽까지 서식하지만, (가)에서 A와 B가 함께 서식할 때에는 A는 평균 수위 위쪽에만 서식한다. 이는 평균 수위 아래쪽에서는 A와 B의 생태적 지위가 중복되어 경쟁이 일어나 A가 경쟁에서 졌기 때문이다.

ㄷ. (나)에서 B만 서식할 때에도 B는 (가)에서 A와 함께 서식할 때와 마찬가지로 평균 수위 위쪽에는 서식하지 않는다. B가 A에게는 경쟁에서 이기지만 평균 수위 위쪽에 서식하지 못하는 것은 건조에 약하기 때문이라고 볼 수 있다. 즉, (나)에서 B의 분포 상한선을 결정하는 요인은 건조에 대한 내성이다.

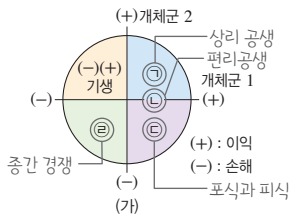
■ **바로알기** ■ ㄴ. (가)에서 A와 B가 서식지를 두고 경쟁한 결과 A가 경쟁에 져서 평균 수위 아래쪽에 분포하지 못하는 것이므로, A의 분포 하한선을 결정하는 군집 내 개체군 간의 상호 작용은 종간 경쟁이다.

18 ㄱ. ㉠은 종 A와 종 B가 모두 손해를 보므로 두 종은 중간 경쟁 관계이며, 경쟁·배타 원리가 적용된다.

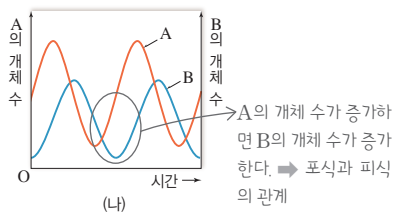
ㄴ. ㉡은 종 A와 종 B가 모두 이익을 얻으므로 두 종의 관계는 상리 공생이다. 뿌리혹박테리아는 콩과식물의 뿌리에 붙어살며 콩과식물이 질소를 이용할 수 있게 하고, 콩과식물은 뿌리혹박테리아에게 양분을 공급한다. 즉, 뿌리혹박테리아와 콩과식물은 서로 이익을 주는 상리 공생 관계이다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. ㉢에서 종 A는 이익을 얻지만 종 B는 손해를 본다. 따라서 두 종의 관계는 기생이며, 종 A는 기생 생물이고 종 B는 숙주이다.

19 **꼼꼼** 문제 분석



구분	개체군 1	개체군 2	상호 작용
㉠	이익	이익	상리 공생
㉡	이익	0	편리공생
㉢	이익	손해	포식과 피식
㉣	손해	손해	중간 경쟁



④ 따개비는 흑등고래에 붙어살면서 이동을 쉽게 하지만, 흑등고래는 이익도 손해도 없다. 즉, 흑등고래와 따개비는 편리공생 관계로 ㉡에 해당한다.

▮ **바로알기** ▮ ① A는 피식자, B는 포식자로, A와 B는 서로 먹고 먹히는 관계이다.

② 피식자인 A는 포식자인 B의 먹이가 되므로 서로 먹이로 경쟁하지 않는다.

③ A와 B는 포식과 피식의 관계로, (가)의 ㉢에 해당한다.

⑤ 겨우살이는 나무에 기생하며 나무의 수액을 빨아먹으므로 겨우살이는 이익을 얻고, 나무는 손해를 본다. 따라서 나무와 겨우살이의 상호 작용은 기생이다. ㉢은 개체군 1과 2가 모두 손해를 보는 관계이므로 중간 경쟁이며, 애기झ신벌레 종과 झ신벌레 종의 상호 작용이 이에 해당한다.

03 에너지 흐름과 물질 순환

개념 확인 문제

283쪽

- ① 빛 ② 열 ③ 피라미드 ④ 효율 ⑤ 호흡량
⑥ 생장량 ⑦ 이산화 탄소 ⑧ 질소 고정 ⑨ 분해자
⑩ 생태계 평형

- 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) × 2 12.5 % 3 (1) ㄴ (2) ㄷ
(3) ㄱ 4 (1) 광합성 (2) 호흡 (3) 연소 5 (1) (가), (다) (2)
(라) (3) (나) 6 (나) → (라) → (다) → (가)

1 (1) 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나가고, 물질은 생태계 내에서 생물과 비생물 환경 사이를 순환한다.

(2) 생태계의 에너지 근원은 태양의 빛에너지이다.

(3) 생태계에서 물질과 에너지는 먹이 사슬을 통해 생산자에서 소비자로 이동한다.

(4) 일반적으로 먹이 사슬의 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 이동할수록 개체 수, 생체량, 에너지량은 줄어든다.

2 에너지 효율은 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 이동한 에너지의 비율이다.

$$\text{에너지 효율}(\%) = \frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

생산자가 보유한 에너지가 280 kcal/m²·일이고 1차 소비자가 보유한 에너지가 35 kcal/m²·일이므로 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{35}{280} \times 100 = 12.5\%$ 이다.

3 (1) 식물체에 저장하는 유기물의 양은 총생산량에서 생산자의 호흡량을 제외한 양으로, 순생산량이다. ➡ ㄴ

(2) 식물체에 남아 있는 유기물의 양은 순생산량에서 피식량과 고사량, 낙엽량을 제외한 양으로, 생장량에 해당한다. ➡ ㄷ

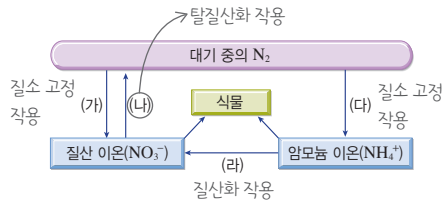
(3) 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량은 총생산량이다. ➡ ㄱ

4 (1) 대기 중의 이산화 탄소는 생산자인 식물의 광합성에 의해 포도당과 같은 유기물로 합성된다.

(2) 생산자와 소비자의 유기물에 포함된 탄소는 호흡에 의해 산화되어 이산화 탄소 형태로 대기 중으로 방출된다.

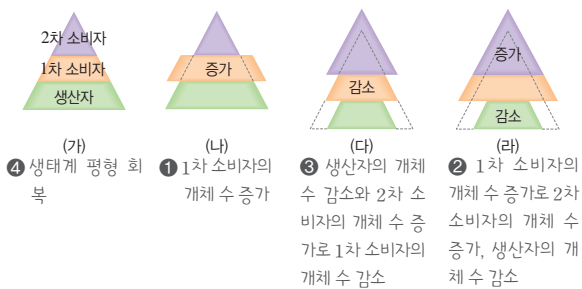
(3) 석유, 석탄 등의 화석 연료가 연소되는 과정에서 화석 연료의 탄소가 이산화 탄소의 형태로 대기 중으로 방출된다.

5 **공공** 문제 분석



- (1) 질소 고정 작용은 대기 중의 질소(N_2)를 식물이 이용할 수 있는 질소 화합물로 전환하는 과정이다. 대기 중의 질소는 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정되거나(다), 번개와 같은 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 고정된다(가).
- (2) 질산화 작용은 질산화 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 과정이다.
- (3) 탈질산화 작용은 탈질산화 세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)이 질소 기체(N_2)로 환원되는 과정이다.

6 **공공** 문제 분석



1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면(나) 생산자의 개체 수는 감소하고 2차 소비자의 개체 수는 증가한다(라). 이로 인해 1차 소비자의 개체 수가 감소(다)하면 2차 소비자의 개체 수는 감소하고 생산자의 개체 수는 증가(가)하면서 생태계 평형이 회복된다.

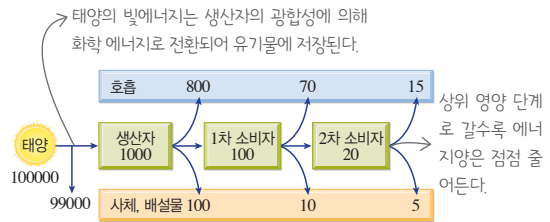
대표 자료 분석

284쪽

자료 1 1 (1) ㉠ 빛, ㉡ 화학, ㉢ 열 2 1차 소비자 : 10 %, 2차 소비자 : 20 % 3 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ×

자료 2 1 A : 생산자, B : 분해자, C : 생산자, D : 분해자 2 (가) 연소 (나) 광합성 (다) 호흡 3 ㉠ 질소 고정 작용, ㉡ 질산화 작용, ㉢ 탈질산화 작용 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) × (6) ○ (7) ×

1-1 **공공** 문제 분석



• 에너지 효율(%) = $\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$

생태계에서 생산자의 광합성에 의해 태양의 빛(㉠)에너지가 화학(㉡)에너지로 전환되어 유기물에 저장되며, 유기물이 먹이 사슬을 따라 이동하면서 생산자, 소비자, 분해자의 호흡을 통해 유기물의 화학 에너지는 열(㉢)에너지로 전환되어 생태계 밖으로 방출된다.

1-2 • 1차 소비자의 에너지 효율

$$= \frac{1\text{차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{생산자가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

$$= \frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$$

• 2차 소비자의 에너지 효율

$$= \frac{2\text{차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{1\text{차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

$$= \frac{20}{100} \times 100 = 20\%$$

1-3 (1), (2) 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 먹이 사슬을 따라 한쪽 방향으로만 흐르다가 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계가 유지되려면 외부에서 에너지가 끊임없이 유입되어야 한다. 생태계에 공급되는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.

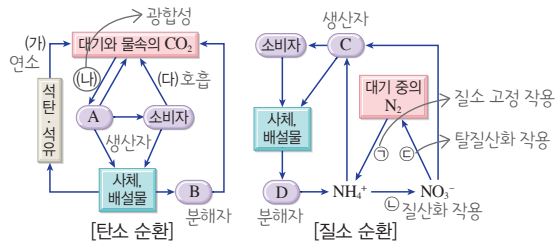
(3) 사체 및 배설물 속의 유기물은 분해자의 호흡에 의해 분해되며, 분해자는 이를 통해 에너지를 얻는다.

(4) 각 영양 단계에서 에너지는 생물이 살아가는 데 사용되거나 사체, 배설물의 형태로 방출되고 남은 것만 상위 영양 단계로 이동하므로, 영양 단계가 높아질수록 이동하는 에너지량은 감소한다.

(5) 사체 및 배설물 속의 유기물도 결국 분해자의 호흡에 의해 열에너지 형태로 전환되어 생태계 밖으로 빠져나가므로 생태계로 유입되는 에너지량(100,000)과 생태계 밖으로 방출되는 에너지량(99,000 + 800 + 70 + 15 + 100 + 10 + 5)이 같다.

(6) 유기물에 저장된 에너지는 각 영양 단계에서 호흡을 통해 생명 활동에 사용되고 열에너지 형태로 전환되어 방출된다.

2-1 **꼭꼭** 문제 분석



탄소와 질소는 생태계 내에서 생물과 비생물 환경 사이를 순환한다.

A와 C는 생산자로, 빛에너지와 이산화 탄소를 이용하여 유기물을 합성(광합성)한다. B와 D는 분해자로, 사체와 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해한다.

- 2-2 • (가) : 석유, 석탄 등의 화석 연료가 연소되는 과정이다.
 • (나) : 대기와 물속의 이산화 탄소와 생산자인 식물의 광합성에 의해 유기물로 합성되는 과정이다.
 • (다) : 초식 동물의 호흡에 의해 유기물이 분해되어 탄소가 이산화 탄소 형태로 대기와 물속으로 방출되는 과정이다.

- 2-3 • ㉠ : 대기 중의 질소가 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소 고정 작용이다.
 • ㉡ : 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산화 세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 질산화 작용이다.
 • ㉢ : 질산 이온(NO_3^-)이 탈질산화 세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되는 탈질산화 작용이다.

- 2-4 (1) 연소(가)가 지나치게 일어나면 대기 중 이산화 탄소 농도가 높아져 온실 효과로 인해 지구 온난화가 일어날 수 있다.
 (2) (나)는 광합성으로, 광합성은 식물이 빛에너지를 이용해 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 같은 유기물을 합성하는 반응이다. 따라서 광합성이 일어나려면 빛에너지가 필요하다.
 (3) (다)는 호흡으로, 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 과정이다. 탄소는 식물의 광합성(나)을 통해 유기물로 합성된다.
 (4) ㉠은 질소 고정 작용으로, 뿌리혹박테리아와 같은 질소 고정 세균에 의해 일어난다. 번개와 같은 공중 방전에 의해서는 공기 중의 질소(N_2)가 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
 (5) ㉡은 질산화 작용으로, 질산화 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
 (7) 식물은 대기 중의 탄소를 이산화 탄소 형태로 기공을 통해 직접 흡수하여 이용할 수 있다. 그러나 질소는 질소 고정 작용을 통해 이온 형태로 전환되어야 식물이 이용할 수 있다. 즉, 식물은 이온 형태로 된 질소를 뿌리를 통해 흡수하여 이용한다.

내신 만점 문제

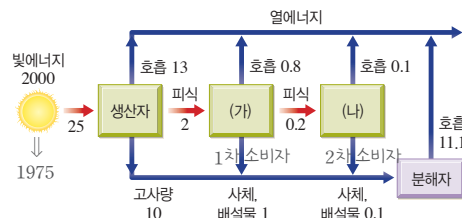
285쪽~287쪽

01 ③	02 ④	03 (가) 8 % (나) 10 %	04 해설 참조
05 ②	06 ①	07 ①	08 ③
09 ③	10 (가) ㄱ	11 ②	12 ㄱ
13 ①	14 해설 참조	15 ③	

01 ㄱ, ㄴ. 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계가 유지되면 끊임없이 외부에서 에너지가 공급되어야 하는데, 이 에너지는 태양으로부터 공급된다.

바로알기 ㄷ. 생태계에서 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성에 의해 유기물에 화학 에너지 형태로 저장된 후 먹이 사슬을 따라 이동하다가 열에너지 형태로 전환되어 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계에서 에너지는 빛에너지 → 화학 에너지 → 열에너지 순으로 전환된다.

[02~03] **꼭꼭** 문제 분석



각 영양 단계에서 유기물의 에너지는 호흡을 통해 생명 활동에 사용되거나 열에너지로 전환되어 방출된다. → 상위 영양 단계로 전달되는 에너지량은 점차 감소한다.

02 ㄱ. 각 영양 단계에서 에너지는 호흡을 통해 생명 활동에 사용되고 열에너지로 방출되거나 사체, 배설물의 형태로 방출되고 남은 에너지가 상위 영양 단계로 전달된다. 따라서 상위 영양 단계로 갈수록 이동하는 에너지량이 감소한다.

ㄴ. 낙엽이나 사체, 배설물 속의 화학 에너지는 분해자의 호흡에 의해 열에너지 형태로 전환되어 생태계 밖으로 빠져나간다.

바로알기 ㄷ. 1차 소비자(가)가 생산자로부터 전달받은 에너지량은 2, 2차 소비자(나)가(가)로부터 전달받은 에너지량은 0.2이므로, (가)와(나)가 전달받은 에너지의 총량은 2.2이다. 그리고 분해자가 이용할 수 있는 에너지의 총량은 생산자의 고사량(10), (가)의 사체와 배설물 속의 에너지량(1.0), (나)의 사체와 배설물 속의 에너지량(0.1)을 모두 더한 것이므로 11.1이다. 따라서 (가)와(나)가 전달받은 에너지의 총량은 분해자가 이용할 수 있는 에너지의 총량보다 적다.

03 에너지 효율(%) = $\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$

- (가)의 에너지 효율 = $\frac{2}{25} \times 100 = 8\%$
- (나)의 에너지 효율 = $\frac{0.2}{2} \times 100 = 10\%$

04 모범답안 각 영양 단계가 가진 에너지 중 생명 활동에 사용되거나 사체, 배설물의 형태로 방출되고 남은 에너지만 상위 영양 단계로 전달되기 때문이다.

채점 기준	배점
생명 활동에 사용되거나 사체, 배설물의 형태로 방출되고 남은 에너지만 상위 영양 단계로 전달되기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
현 영양 단계가 가진 에너지 중 일부만 다음 영양 단계로 전달되기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

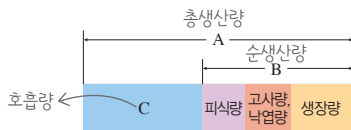
05 ㄴ. 삼림 생태계에서는 생산자가 가진 에너지 중 매우 적은 양이 1차 소비자로 이동하고, 대부분의 에너지는 생산자에 저장되어 있다.

바로알기 ㄱ. 1차 소비자의 에너지 효율(%)은 $\frac{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}{생산자가 보유한 에너지 총량} \times 100$ 이다.

각 생태계의 생산자가 지닌 에너지양이 같으므로 1차 소비자가 보유한 에너지양이 가장 적은 삼림 생태계가 1차 소비자의 에너지 효율이 가장 낮다.

ㄷ. 해양 생태계에서는 생산자의 에너지양이 1차 소비자의 에너지양보다 많으므로 1차 소비자가 이용할 수 있는 에너지양은 부족하지 않다. 해양 생태계에서 생산자의 생체량이 1차 소비자의 생체량보다 적지만 해양 생태계의 생산자인 식물 플랑크톤은 매우 빠르게 분열하여 증식하기 때문에 생산자의 생체량이 적더라도 1차 소비자에게 충분한 에너지를 공급할 수 있어 안정된 생태계를 유지할 수 있다.

06 **꼭꼭** 문제 분석



- 총생산량(A) = 호흡량(C) + 순생산량(B)
- 순생산량(B) = 총생산량(A) - 호흡량(C)
- 생장량 = 순생산량(B) - (피식량 + 고사량, 낙엽량)

① A는 총생산량으로, 식물의 광합성을 통해 생산된 유기물의 총량이다.

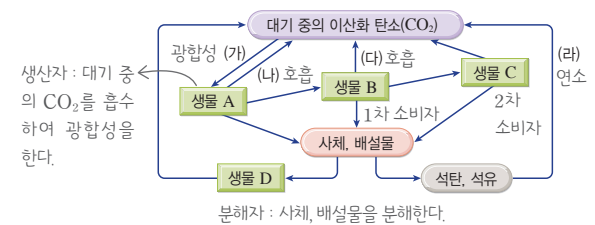
바로알기 ② B는 순생산량으로, 식물의 생장에 쓰이거나 저장되는 양이다. 이때 순생산량 중 일부는 잎, 줄기 등이 말라 죽어 소실되거나(고사량, 낙엽량) 소비자에게 먹히기도 한다(피식량).

③ C는 호흡량으로, 식물이 생명 활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 호흡의 재료로 소비하는 유기물의 양이다.

④ 천이 초기 단계에 있는 식물 군집의 경우 생체량(생물량)은 적지만 대부분 초본이고 빠르게 성장하기 때문에 순생산량(B)은 많지만 피식량과 고사량, 낙엽량은 적다.

⑤ 원시림과 같이 극상에 이른 군집은 생체량(생물량)은 많지만 생산량과 소비량이 균형을 이루기 때문에 순생산량(B)이 적다.

07 **꼭꼭** 문제 분석



② 생물 D는 다른 생물의 사체, 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하는 분해자이다. 분해자에는 세균과 곰팡이가 있다.

③ (가) 과정은 대기 중의 이산화 탄소(CO_2)에 포함된 탄소가 생물 A(생산자)로 유입되어 광합성에 의해 유기물로 합성되는 과정이다.

④ 생물 A(생산자)와 생물 B(1차 소비자)의 호흡 (나)와 (다)로 유기물이 분해되어 유기물 속의 탄소가 이산화 탄소 형태로 대기 중에 방출된다.

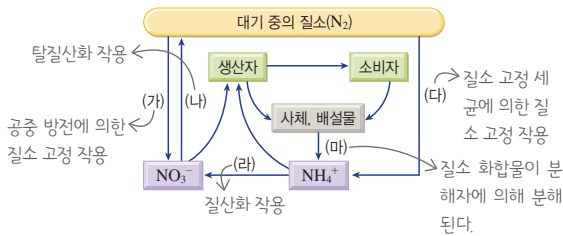
⑤ 유기물이 퇴적되어 만들어진 화석 연료(석탄과 석유)는 연소 과정(라)을 통해 이산화 탄소가 분해되어 대기 중으로 방출된다. 화석 연료의 과다 사용으로 대기 중에 이산화 탄소의 농도가 증가하면 온실 효과가 일어날 수 있다.

바로알기 ① 생물 A에 의해 대기 중의 탄소가 생물 내로 유입되므로 생물 A는 생산자이며, 생물 A → 생물 B → 생물 C로 탄소가 이동하므로 생물 B는 1차 소비자, 생물 C는 2차 소비자이다. 그리고 생물 D에 의해 사체, 배설물 속의 탄소가 대기 중으로 방출되므로 생물 D는 분해자이다.

08 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 대기 중의 탄소가 생물 내로 유입되는 과정은 광합성(A)이다. 그리고 유기물 속 탄소는 먹이 사슬을 통해 상위 영양 단계로 이동하므로 (다)는 생산자, (나)는 1차 소비자, (가)는 2차 소비자이다. 생산자, 소비자, 분해자의 호흡에 의해 탄소가 대기 중으로 이동하는 과정은 B이며, 2차 소비자(가)는 1차 소비자(나)를 먹이로 섭취하므로 (가)와 (나)는 포식과 피식의 관계이다.

바로알기 ㄴ. 탄소는 유기물의 형태로 생산자(다)에서 1차 소비자(나)로 이동한다.

09 **꼼꼼** 문제 분석



① 대기 중의 질소는 매우 안정한 물질이므로 식물이 직접 이용하지 못한다. 따라서 질소 고정 작용을 통해 이온 형태로 전환된 것을 뿌리로 흡수하여 이용한다.

② 대기 중의 질소는 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환되거나, 번개와 같은 공중 방전에 의해 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환된다. (가) 과정은 공중 방전에 의한 질소 고정 작용이고, (다) 과정은 질소 고정 세균에 의한 질소 고정 작용이다.

④ (마) 과정은 생물의 사체나 배설물 속의 질소 화합물이 분해자에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 분해되어 토양으로 돌아가는 과정이다. 분해자에는 세균, 곰팡이가 있다.

⑤ 식물은 토양에서 뿌리를 통해 암모늄 이온(NH₄⁺)이나 질산 이온(NO₃⁻)의 형태로 질소를 흡수해 단백질 합성에 이용한다.

■ **바로알기** ③ 뿌리혹박테리아는 질소 고정 세균으로, 대기 중의 질소를 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환하므로 (다) 과정에 관여한다.

10 (가)는 탈질산화 세균에 의해 토양 속 질산 이온(NO₃⁻)이 질소 기체(N₂)로 전환되는 탈질산화 작용이다. ➡ ㄱ

(나)는 번개와 같은 공중 방전에 의해 대기 중의 질소(N₂)가 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환되는 질소 고정 작용이다. ➡ ㄴ

(다)는 식물의 뿌리를 통해 암모늄 이온(NH₄⁺)이나 질산 이온(NO₃⁻)이 흡수되어 단백질, 핵산 등으로 합성되는 질소 동화 작용이다. ➡ ㄹ

(라)는 먹이 사슬을 통해 초식 동물로부터 육식 동물로 질소 화합물이 이동하는 과정이다. ➡ ㄷ

(마)는 대기 중의 질소(N₂)가 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환되는 질소 고정 작용이다. ➡ ㄴ

11 ㄴ. B는 아질산 이온(NO₂⁻)을 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환하는 질산균이고, C는 암모늄 이온(NH₄⁺)을 아질산 이온(NO₂⁻)으로 전환하는 아질산균이다. 질산균(B)과 아질산균(C)은 질산화 세균으로 질산화 작용을 한다.

ㄷ. 탈질산화 작용(가)이 활발해지면 토양 속의 질산 이온(NO₃⁻)의 양이 감소하므로, 식물이 이용할 수 있는 질소 화합물의 양이 감소하는 결과를 가져올 수 있다.

■ **바로알기** ㄱ. A는 탈질산화 작용을 하는 탈질산화 세균이고, D는 질소 고정 작용을 하는 질소 고정 세균이다.

ㄴ. (다)를 통해 흡수된 질산 이온(NO₃⁻), 암모늄 이온(NH₄⁺)은 식물체 내에서 단백질, 핵산 등의 합성에 이용된다. 광합성은 식물이 빛에너지를 흡수하여 대기 중의 이산화 탄소를 이용하여 포도당과 같은 유기물을 합성하는 과정으로, 광합성 결과 합성되는 포도당은 질소를 포함하지 않는 탄소 화합물이다.

12 ㄱ. 생태계에서 물질은 비생물 환경(대기, 물, 토양) → 생산자 → 1차 소비자 → 2차 소비자 → 분해자 → 비생물 환경 순으로 이동하면서 순환한다. 즉, 물질은 생물과 비생물 환경 사이를 순환한다.

■ **바로알기** ㄴ. 생산자가 가진 에너지의 대부분은 생산자 자신의 생명 활동에 사용되고, 일부가 먹이 사슬을 따라 1차 소비자로 이동한다.

ㄷ. 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르므로 외부(태양)로부터 지속적으로 공급되어야 하지만, 물질은 생태계 밖에서 들어오지 않으므로 순환이 원활하게 이루어져야 한다.

13 ② 안정된 상태를 유지하는 생태계는 어느 영양 단계에서 일시적으로 변화가 나타나더라도 시간이 지나면서 포식과 피식 관계에 의해 개체 수가 조절되어 다시 생태계 평형 상태를 회복할 수 있다.

③ 인간의 활동에 의한 환경 오염, 외래 생물의 도입, 가뭄과 홍수 같은 자연재해는 생태계 평형을 파괴할 수 있다.

④ 천이 초기의 군집은 이끼류나 초본류가 자라는 단계이므로 생물종 수가 적지만, 극상인 군집은 층상 구조가 발달하여 생물종 수가 많다. 생물종 수가 많으면 먹이 그물이 복잡하게 얽혀 있으므로 생태계 평형이 잘 유지된다. 따라서 천이 초기의 군집보다 극상인 군집에서 생태계 평형이 잘 유지된다.

⑤ 생태계 평형은 생태계에서 생물 군집의 구성이나 개체 수, 에너지 흐름 등이 안정된 상태를 의미한다. 생태계에서 에너지는 먹이 사슬을 따라 흐르기 때문에 평형이 유지된 생태계에서는 에너지 흐름이 원활하게 이루어진다.

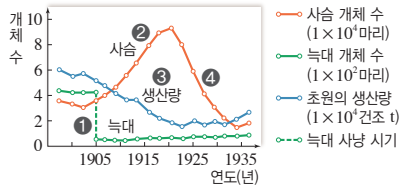
■ **바로알기** ① 생물종 수가 많아 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다.

14 안정된 생태계에서는 일시적으로 어느 한 영양 단계가 감소하거나 증가하더라도 포식과 피식에 의해 다른 영양 단계도 감소하거나 증가하여 평형을 회복한다.

■ **모범답안** 피식자인 생산자의 개체 수는 감소하고, 포식자인 2차 소비자의 개체 수는 증가한다.

채점 기준	배점
생산자와 2차 소비자에서 일어나는 개체 수 변화를 옳게 서술한 경우	100 %
생산자와 2차 소비자에서 일어나는 개체 수 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

15 **꼼꼼** 문제 분석



① 늑대 사냥으로 늑대의 개체 수가 급격히 감소 → ② 포식자의 감소로 사슴의 개체 수가 급격히 증가 → ③ 사슴의 증가로 초원의 생산량이 급격히 감소 → ④ 먹이 부족으로 사슴의 개체 수가 급격히 감소

ㄷ. 사슴의 개체 수가 증가하면 초원의 생산량이 감소하여 사슴의 먹이가 부족해지므로 사슴의 개체 수가 감소한다. 1920년경에 초원의 생산량은 매우 적고, 1920년 이후 사슴의 개체 수가 급격히 감소한 것은 먹이 부족 때문이라는 것을 알 수 있다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 사냥에 의해 사슴의 포식자인 늑대의 개체 수가 급격히 감소하면 1차 소비자인 사슴의 개체 수가 급격히 증가하여 초원의 생산량이 크게 감소하므로 생태계는 불안정해진다.

ㄴ. 늑대의 개체 수가 감소하면 포식자인 사슴의 개체 수가 증가한다. 사슴은 풀을 먹고 살기 때문에 사슴의 개체 수가 증가하면 초원의 생산량이 감소한다.

중단원 해시 정리

288쪽~289쪽

- | | | | | | |
|-------|------------|----------|--------|-------|------|
| ① 수 | ② J | ③ S | ④ 높다 | ⑤ 전 | ⑥ 덧세 |
| ⑦ 순위제 | ⑧ 생태적 | ⑨ 우점종 | ⑩ 희소종 | ⑪ 중요치 | |
| ⑫ 건성 | ⑬ 습성 | ⑭ 생태적 지위 | ⑮ 경쟁 | ⑯ 편리 | |
| ⑰ 상리 | ⑱ 감소 | ⑲ 순생산량 | ⑳ 광합성 | ㉑ 호흡 | |
| ㉒ 연소 | ㉓ 질소 고정 세균 | ㉔ 질산화 | ㉕ 탈질산화 | | |
| ㉖ 복잡 | | | | | |

중단원 마무리 문제

290쪽~294쪽

- | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|------|------|
| 01 ③ | 02 ③ | 03 ② | 04 ④ | 05 ① | 06 ③ |
| 07 ⑤ | 08 ③ | 09 ③ | 10 ③ | 11 ③ | 12 ① |
| 13 ② | 14 ① | 15 ① | 16 ② | 17 ④ | 18 ② |
| 19 ② | 20 해설 참조 | 21 해설 참조 | 22 해설 참조 | | |
| 23 해설 참조 | | | | | |

01 • 학생 A : 개체군은 일정한 지역에 서식하는 같은 종의 개체 무리이다.

• 학생 C : 분해자에는 세균, 곰팡이가 있으며, 소비자가 분해자를 먹이로 하는 경우도 있다.

▮ **바로알기** ▮ • 학생 B : 군집은 일정한 지역에 여러 종류의 개체군이 모여 사는 것으로, 생태계를 구성하는 생물적 요인을 모두 포함하여 생산자, 소비자, 분해자로 이루어져 있다.

02 생태계는 비생물적 요인과 생물적 요인으로 구성되며, 생물적 요인은 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다.

③ 공기(비생물적 요인), 곰팡이(분해자), 메뚜기(소비자), 벼(생산자)의 구성에는 생태계를 구성하는 비생물적 요인과 생물적 요인이 모두 포함되어 있다.

▮ **바로알기** ▮ ① 물(비생물적 요인), 곰팡이(분해자), 세균(분해자), 벼(생산자)의 구성에는 소비자가 없다.

② 빛(비생물적 요인), 토양(비생물적 요인), 이끼(생산자), 거미(소비자)의 구성에는 분해자가 없다.

④ 뱀(소비자), 개구리(소비자), 메뚜기(소비자), 세균(분해자)의 구성에는 비생물적 요인과 생산자가 없다.

⑤ 물(비생물적 요인), 식물 플랑크톤(생산자), 물벼룩(소비자), 붕어(소비자)의 구성에는 분해자가 없다.

03 지렁이가 흙 속을 파헤치며 이동하면 토양의 통기성이 높아지는데, 이는 생물(지렁이)이 비생물적 요인(토양)에 영향을 준 반작용의 예이다.

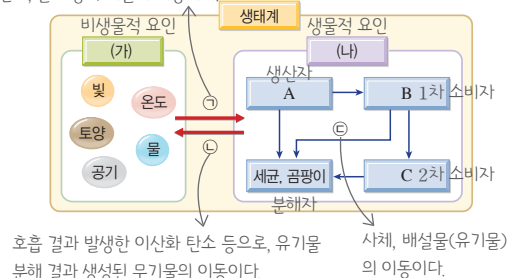
② 식물의 낙엽이 쌓이면 토양이 비옥해지는 것도 생물(식물)이 비생물적 요인(토양)에 영향을 준 경우이다. ➔ 반작용

▮ **바로알기** ▮ ①, ③, ④ 비옥한 토양에서 식물이 잘 자라는 것과 빛의 세기에 따라 식물 잎의 두께가 달라지는 것, 북극여우가 사막여우에 비해 몸집이 크고 귀가 작은 것은 모두 비생물적 요인이 생물에 영향을 준 경우이다. ➔ 작용

⑤ 토끼의 개체 수가 증가하면 토끼가 먹이로 하는 풀의 개체 수가 감소하는 것은 생물 간에 영향을 준 경우이다. ➔ 상호 작용

04 **꼼꼼** 문제 분석

이산화 탄소, 질소 등 무기물의 이동이다



호흡 결과 발생한 이산화 탄소 등으로, 유기물 분해 결과 생성된 무기물의 이동이다. 사체, 배설물(유기물)의 이동이다.

① (가)는 비생물적 요인으로 빛, 온도, 토양, 물, 공기로 구성된 무기 환경이고, (나)는 생물적 요인으로 생산자, 소비자, 분해자로 구성된 생물 군집이다.

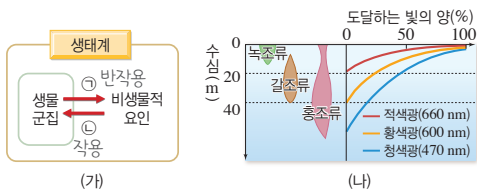
② A는 생산자이며, 생산자에는 식물과 조류가 속한다.

③ B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이며, 모두 생산자가 합성한 유기물을 먹이 사슬을 통해 받아서 이용한다.

⑤ 세균과 곰팡이는 분해자이다. 분해자는 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 비생물 환경으로 돌려보낸다.

▮ **바로알기** ▮ ④ 유기물의 이동 과정은 ㉔이며, ㉑과 ㉒은 무기물의 이동 과정이다.

05 꼭 꼭 문제 분석



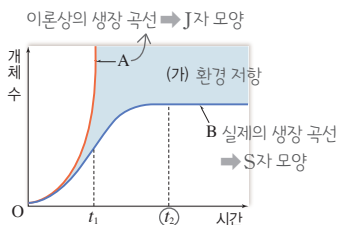
- (나) : 해조류는 바다의 깊이에 따라 서식하는 종류가 다르다. 바다의 깊이에 따라 투과되는 빛의 파장과 양이 다르기 때문이다.
- 파장이 긴 적색광은 바다 얇은 곳까지만 투과한다. ➡ 바다 얇은 곳에는 광합성에 적색광을 주로 이용하는 녹조류가 많이 분포한다.
- 파장이 짧은 청색광은 바다 깊은 곳까지 투과한다. ➡ 바다 깊은 곳에는 광합성에 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 많이 분포한다.

ㄱ. 해조류는 식물처럼 광합성을 통해 유기물을 생산하므로 생물 군집에서 생산자에 해당한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄴ. (가)에서 ㉑은 생물이 비생물적 요인에 영향을 미치는 반작용이고, ㉒은 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 작용이다. (나)는 빛의 파장에 따라 바닷속에 서식하는 해조류의 분포가 차이 나는 것으로, 비생물적 요인(빛의 파장)이 생물(해조류)에 영향을 미치는 작용(㉒)에 해당한다.

ㄷ. 수심이 가장 깊은 곳까지 도달하는 빛은 파장이 짧은 청색광이다. 따라서 바다 깊은 곳에는 광합성에 주로 청색광을 이용하는 홍조류가 많이 분포한다.

06 꼭 꼭 문제 분석



t_1 보다 개체 수가 많으므로 개체군의 밀도가 높다. ➡ 먹이와 서식 공간이 부족하여 개체 간 경쟁이 심하게 일어난다.

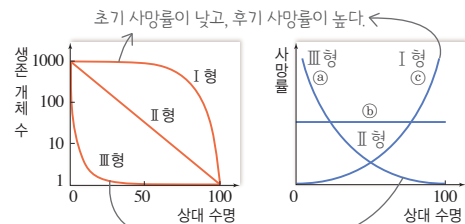
③ 개체군의 밀도는 일정한 공간에서 생활하는 개체군 내의 개체 수이다. B에서 개체 수는 t_1 일 때보다 t_2 일 때 많으므로, 개체군의 밀도는 t_1 일 때보다 t_2 일 때가 높다.

▮ **바로알기** ▮ ①, ② 실제의 성장 곡선(B)은 환경 저항에 의해 S자 모양을 나타낸다.

④ 개체군 내 개체 수가 증가할수록 먹이나 서식 공간이 부족해져 이를 차지하기 위한 경쟁이 심해진다. 이 때문에 개체 수가 어느 수준에 도달하면 더 이상 증가하지 못하고 일정하게 유지된다.

⑤ (가)는 환경 저항으로, 먹이 부족, 서식 공간 부족, 질병, 노폐물 증가 등이 이에 해당한다.

07 꼭 꼭 문제 분석

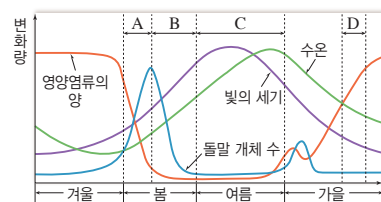


ㄱ. 생존 곡선이 I형인 생물은 초기 사망률이 낮고 대부분 생리적 수명을 다하고 죽는 동물(사람, 코끼리 등 대형 포유류)로, 사망률 곡선 ㉔에 해당한다.

ㄴ. 생존 곡선 II형은 각 연령대에서 사망률이 비교적 일정한 경우로, 다람쥐 등의 초식 동물류와 야생 조류가 해당한다.

ㄷ. 생존 곡선이 III형인 생물은 초기 사망률이 높고 일부만 생리적 수명을 다하고 죽는 동물(어류, 굴 등 어패류)로, 한 번에 출생하는 자손의 수가 II형인 생물보다 많다.

08 꼭 꼭 문제 분석



- A 시기 : 영양염류가 많고 수온이 높아지며 빛의 세기가 강해진다. ➡ 돌말의 개체 수가 급격히 증가한다.
- B 시기 : 수온이 높아지고 빛의 세기가 강해지지만, 영양염류의 양이 적다. ➡ 영양염류의 부족으로 돌말의 개체 수가 급격히 감소한다.
- C 시기 : 수온이 높고 빛의 세기가 강하지만, 영양염류의 양이 적다. ➡ 돌말의 개체 수가 매우 적은 상태를 유지한다. ➡ 돌말의 개체 수를 제한하는 환경 요인은 영양염류의 양이다.
- D 시기 : 영양염류의 양은 증가하지만, 수온이 낮아지고 빛의 세기가 약해진다. ➡ 돌말의 개체 수가 적은 상태를 유지한다.

① 돌말의 개체 수는 계절에 따른 영양염류의 양, 수온, 빛의 세기의 변화에 의해 주기적으로 변한다.

② A 시기에는 영양염류가 많고, 빛의 세기가 강해지며 수온이 높아져 돌말의 개체 수가 급격히 증가한다.

④ C 시기에는 빛의 세기가 강하고 수온이 높지만, 영양염류의 양이 적어 돌말의 개체 수가 적다. 따라서 이 구간에서 돌말의 개체 수를 제한하는 환경 요인은 영양염류의 양이다. 만약, 이 시기에 영양염류의 양이 증가하면 돌말의 개체 수는 급격히 증가할 것이다.

⑤ D 시기에는 영양염류의 양은 증가하지만, 빛의 세기가 약하고 수온이 낮기 때문에 돌말의 개체 수가 적은 상태를 유지한다.

▶ **바로알기** ③ B 시기에는 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아지지만, 영양염류의 양이 부족하여 돌말의 개체 수가 급격히 감소한다.

09 (가)는 개체군 내의 상호 작용이고, (나)는 군집 내 개체군의 상호 작용이다.

ㄱ. (가)의 텃새, 순위제, 리더제는 개체군 내에서 개체 간 불필요한 경쟁을 피하고 질서를 유지하기 위한 상호 작용이다.

ㄴ. (나)의 분서, 공생, 기생은 생물 군집 내에서 서로 다른 개체군 간에 일어나는 상호 작용이다.

▶ **바로알기** ㄷ. 흰둥가리와 말미잘의 관계는 서로 다른 종 사이에서 일어나는 상리 공생으로, 군집 내 개체군의 상호 작용인 (나)에 해당한다.

10 ㄱ. C의 상대 밀도는 $\frac{C의 밀도}{조사한 모든 종의 밀도 합} \times 100 = 10$ 이다.

A의 밀도를 X/m^2 라고 하면 C의 상대 밀도는 $\frac{1}{X+4+1} \times 100 = 10$ 이므로 X는 5이다. A의 밀도는 $\frac{A의 개체 수}{전체 방형구의 면적(m^2)}$

$= \frac{A의 개체 수}{10 m^2} = 5/m^2$ 이므로, A의 개체 수는 50이다.

ㄷ. 우점종이란 그 군집에서 중요치가 가장 높은 종으로 그 군집을 대표하는 종을 말하며, 중요치는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 모두 합한 값이다.

• 상대 밀도(%) = $\frac{특정 종의 밀도}{조사한 모든 종의 밀도 합} \times 100$

• 상대 빈도(%) = $\frac{특정 종의 빈도}{조사한 모든 종의 빈도 합} \times 100$

• 상대 피도(%) = $\frac{특정 종의 피도}{조사한 모든 종의 피도 합} \times 100$

A~C의 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도, 중요치를 구한 값은 표와 같다.

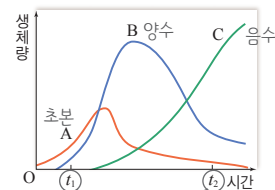
식물 종	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)	상대 피도(%)	중요치
A종	$\frac{5}{10} \times 100 = 50$	$\frac{0.8}{2} \times 100 = 40$	40	$50 + 40 + 40 = 130$
B종	$\frac{4}{10} \times 100 = 40$	$\frac{1}{2} \times 100 = 50$	48	$40 + 50 + 48 = 138$
C종	$\frac{1}{10} \times 100 = 10$	$\frac{0.2}{2} \times 100 = 10$	12	$10 + 10 + 12 = 32$

이 식물 군집에서 중요치가 가장 높은 종은 B이므로, 이 식물 군집의 우점종은 B이다.

▶ **바로알기** ㄴ. B의 빈도는 $\frac{B가 출현한 방형구 수}{전체 방형구의 수} = 1$ 이다. 전체 방형구 수가 10이므로, 설치한 방형구 중에서 B가 출현한 방형구의 수는 10이다.

11 **문제 분석**

강한 빛에 적응된 양수(B)의 잎은 음수(C)의 잎보다 울타리 조직이 발달하여 두껍다.



천이가 진행될수록 나무가 번성한 숲이 형성되므로 지표면에 도달하는 빛의 세기는 약해진다.

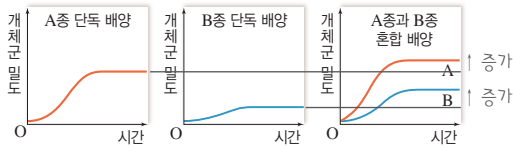
ㄱ. 산불이 난 후에는 식물 군집의 2차 천이가 진행되며, 우점종은 A(초본) → B(양수) → C(음수)의 순서로 변화된다.

ㄷ. 천이가 진행될수록 숲이 우거져 나무들에 의해 빛이 가려지므로 지표면에 도달하는 빛의 양이 줄어든다. 따라서 지표면에 도달하는 빛의 세기는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 강하다.

▶ **바로알기** ㄴ. 양수는 빛이 강한 곳에서 잘 자라는 나무이고, 음수는 비교적 약한 빛에서도 잘 자라는 나무이다. 양수(B)의 잎은 강한 빛에 적응하여 울타리 조직이 발달되어 있어 음수(C)의 잎보다 두껍다.

12 ① 육상 군집은 지역에 따라 기온과 강수량의 차이로 삼림, 초원, 사막으로 나타난다. 삼림은 기온이 적당하고 강수량이 많은 지역에 발달하여 목본과 초본이 함께 자라는 식물 군집이고, 초원은 삼림보다 강수량이 적은 지역에 발달하는 초본 중심의 식물 군집이다. 사막은 강수량이 매우 적거나 기온이 매우 낮은 지역에 발달하는 식물 군집이다.

13 **꼼꼼** 문제 분석



A종과 B종을 각각 단독 배양하였을 때보다 혼합 배양하였을 때 A종과 B종 모두 개체군의 밀도가 증가하였다. $\Rightarrow$ A종과 B종은 서로 이익을 얻는 상리 공생 관계이다.

② A종과 B종을 혼합 배양하였을 때 두 종의 개체 수가 모두 증가한 것은 서로 이익을 얻었기 때문이다. 따라서 A종과 B종은 서로 이익을 주고받는 상리 공생 관계임을 알 수 있다.

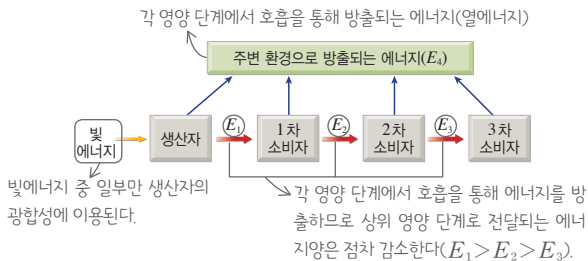
■ **바로알기** ① A종과 B종의 생태적 지위가 비슷하면 먹이의 종류와 서식지가 중복되어 경쟁을 하게 된다. 따라서 두 종을 혼합 배양하였을 때 한 종의 개체 수는 단독 배양하였을 때보다 감소하고, 다른 한 종은 사라질 수 있다. 그러나 주어진 자료에서는 A종과 B종을 혼합 배양하였을 때 두 종의 개체 수가 모두 증가하였다.

③ 경쟁·배타 원리란 생태적 지위가 비슷한 두 개체군의 경쟁 결과 한쪽 개체군만 살아남고, 다른 개체군은 사라지는 것을 말한다. 따라서 A종과 B종 사이에서는 경쟁·배타 원리가 적용되지 않는다.

④ A종과 B종을 단독 배양하였을 때 환경 저항을 받아 각각 개체 수가 어느 수준 이상으로 증가하지 않고 일정한 수를 유지하는 S자 모양의 생장 곡선을 나타낸다.

⑤ 애기짚신벌레 종과 짚신벌레 종은 생태적 지위가 비슷하여 먹이와 서식지를 차지하기 위해 경쟁하는 종간 경쟁 관계이다.

14 **꼼꼼** 문제 분석



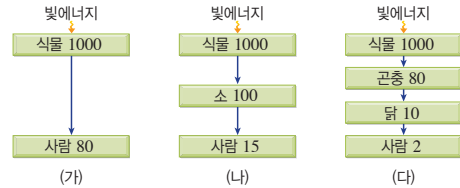
② 먹이 사슬을 따라 에너지가 전달되는 과정은 포식과 피식을 통해 이루어진다. 따라서 전달되는 에너지 E_1, E_2, E_3 는 유기물에 저장된 화학 에너지이다.

③ 사체, 배설물의 형태로 방출되는 에너지는 고려하지 않고 하였으므로 각 영양 단계에서 주변 환경으로 방출되는 에너지 E_4 는 열에너지이다. 각 영양 단계에서 유기물의 에너지는 호흡을 통해 생명 활동에 사용되고 열에너지로 방출된다.

④, ⑤ 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나가므로, 생태계가 유지되려면 태양으로부터 빛에너지가 지속적으로 공급되어야 한다.

■ **바로알기** ① 상위 영양 단계로 갈수록 먹이 사슬을 따라 전달되는 에너지량이 감소하므로 에너지량의 크기는 $E_1 > E_2 > E_3$ 이다.

15 **꼼꼼** 문제 분석



구분	(가)	(나)	(다)
사람의 에너지 효율	8 %	15 %	20 % $\Rightarrow$ (가) < (나) < (다)
사람의 에너지량	80	15	2 $\Rightarrow$ (가) > (나) > (다)

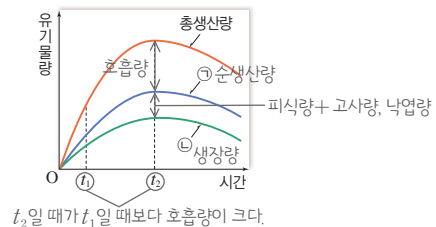
ㄱ. 사람의 에너지 효율은 (가)에서 $\frac{80}{1000} \times 100 = 8\%$, (나)에서 $\frac{15}{100} \times 100 = 15\%$, (다)에서 $\frac{2}{10} \times 100 = 20\%$ 이다.

따라서 사람의 에너지 효율은 (가)에서 가장 낮다.

■ **바로알기** ㄴ. 사람에게 제공되는 에너지량은 (가)에서 80, (나)에서 15, (다)에서 2이다. 따라서 사람에게 가장 많은 양의 에너지를 제공할 수 있는 먹이 사슬은 (가)이다.

ㄷ. 모든 생태계에서 생물이 가진 에너지의 일부는 호흡을 통해 생명 활동에 사용되고 열에너지로 방출된다. 따라서 (가), (나), (다)에서 모두 열에너지 형태로 방출되는 에너지가 있다.

16 **꼼꼼** 문제 분석



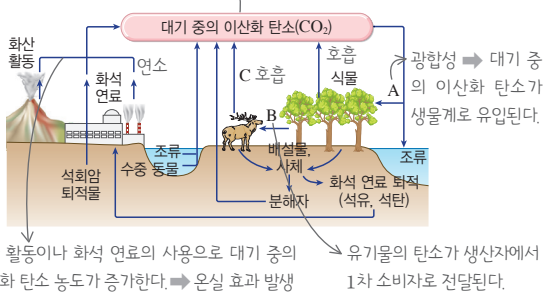
ㄴ. 호흡량 = 총생산량 - 순생산량(㉠)이므로, 생산자의 호흡량은 t_1 일 때보다 t_2 일 때가 크다.

■ **바로알기** ㄱ. 생장량 = 순생산량 - (피식량 + 고사량, 낙엽량)이므로, ㉠과 ㉡ 중 양이 많은 ㉠이 순생산량, 양이 적은 ㉡이 생장량이다.

ㄷ. 1차 소비자에 의한 피식량은 순생산량(㉠)에 포함된다.

17 **꼭꼭** 문제 분석

생물의 호흡, 화산 활동, 화석 연료의 연소에 의해 증가한다.



④ 화석 연료를 과도하게 사용하면 대기 중의 이산화 탄소 농도가 높아져 온실 효과가 나타나므로 지구의 평균 기온이 상승하게 된다.

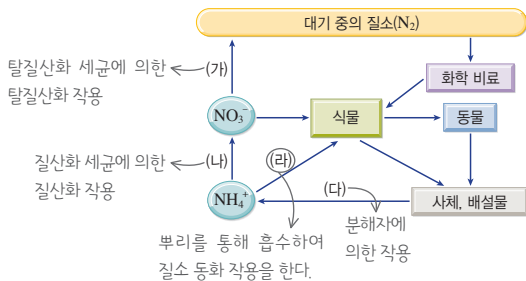
바로알기 ① A는 생산자인 식물에 의해 대기 중의 이산화 탄소가 흡수되어 광합성을 통해 식물체 내에서 유기물의 형태로 합성되는 과정이다.

② B는 먹이 사슬을 따라 유기물의 탄소가 생산자에서 1차 소비자로 전달되는 과정이다.

③ C는 먹이 사슬을 통해 이동한 유기물이 소비자(사슴)의 호흡에 의해 분해되어 유기물 속의 탄소가 이산화 탄소(무기물) 형태로 대기 중으로 방출되는 과정이다.

⑤ 숲을 도시로 개발하면 숲을 이루는 식물이 사라져 식물에 의한 광합성이 감소할 것이다. 식물의 광합성은 대기 중의 이산화 탄소를 감소시키는 역할을 한다. 따라서 숲을 도시로 개발하면 광합성이 줄어들어 대기 중의 이산화 탄소 농도가 낮아지지 않으므로 온실 효과가 완화될 수 없다.

18 **꼭꼭** 문제 분석



② (나) 과정은 암모늄 이온(NH₄⁺)이 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환되는 질산화 작용으로, 질산화 세균에 의해 일어난다.

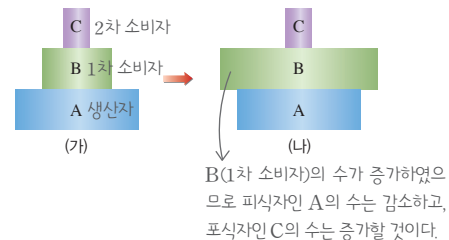
바로알기 ① (가) 과정은 탈질산화 작용으로, 탈질산화 세균에 의해 토양 속 질산 이온(NO₃⁻)의 일부가 질소 기체(N₂)로 환원되어 대기 중으로 돌아가는 과정이다.

③ (다) 과정은 사체, 배설물에 포함된 질소 화합물이 세균, 곰팡이와 같은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 분해되어 토양으로 돌아가는 과정이다. 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조박테리아 등)은 대기 중의 질소(N₂)를 식물이 이용할 수 있는 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환하는 질소 고정 작용에 관여한다.

④ 화학 비료는 대기 중의 질소와 물을 전기 분해해서 얻은 수소를 결합하여 암모니아를 합성하는 방법으로 생산하며, 식물은 비료 속의 암모니아를 흡수하여 이용한다. 식물은 N₂를 직접 흡수하여 사용할 수 없다.

⑤ 녹말은 탄소 화합물로, 질소가 포함되어 있지 않다.

19 **꼭꼭** 문제 분석



② (가)가 안정된 상태에 있는 것은 먹이 사슬에 의해 각 영양 단계의 개체 수가 일정하게 유지되기 때문이다.

바로알기 ① 개체 수 피라미드는 생물의 개체 수를 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 차례로 쌓아올린 것이므로, A가 생산자이면 B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다.

③ (나)에서 B(1차 소비자)의 개체 수가 증가하였으므로 이후에 피식자인 A의 개체 수는 감소하고, 포식자인 C의 개체 수는 증가할 것이다. 그리고 A의 개체 수 감소와 C의 개체 수 증가로 인해 B의 개체 수는 감소하고, 그 결과 피식자인 A의 개체 수가 증가하고, 포식자인 C의 개체 수는 감소하여 생태계 평형이 회복될 것이다.

④ 제초제를 과다 살포하면 생산자(A)의 개체 수가 크게 감소하므로 (나)와 같은 개체 수 변화는 나타나지 않는다.

⑤ 생물종이 다양해지면 생태계의 먹이 그물이 복잡해지므로 생태계 평형이 잘 유지된다.

20 어항 생태계에서 식물 플랑크톤은 생산자이고, 물벼룩과 금붕어는 소비자이며, 햇빛과 물은 비생물적 요인이다. 따라서 생물적 요인 중 분해자를 추가해 주어야 한다.

모범답안 분해자, 세균 또는 곰팡이가 있어야 한다.

채점 기준	배점
분해자라고 쓰고, 그 예를 옳게 서술한 경우	100 %
분해자와 그 예 중 하나만 옳게 쓴 경우	50 %

21 식물 군집의 건성 천이 과정에서 초기 과정인 지의류(개척자) → 이끼류 → 초원에서는 주로 토양의 형성 속도와 수분량에 의해 천이가 진행되고, 후기 과정인 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림에서는 주로 빛의 세기에 의해 천이가 진행된다.

모범답안 양수림이 형성되면 지표면에 도달하는 빛의 세기가 약해져 양수의 묘목에 비해 음수의 묘목이 생장에 유리하므로 양수림에서 음수림으로 천이가 일어난다.

채점 기준	배점
빛의 세기가 약해지고 양수보다 음수가 생장에 유리하여 천이가 일어난다고 서술한 경우	100 %
빛의 세기가 약해진 것만 언급하여 서술한 경우	50 %

22 (가)는 은어 개체군에서 개체 사이에 경쟁을 피하기 위해 일정한 영역을 세력권으로 확보하는 텃새이고, (나)는 3종의 아메리카솔새 개체군이 경쟁을 피하기 위해 가문비나무에서 서로 다른 위치를 서식 영역으로 확보하는 분서(생태적 지위 분화)이다.

모범답안 (1) (가) 텃새 (나) 분서(생태적 지위 분화)

(2) • 공통점 : 불필요한 경쟁을 피할 수 있다.

• 차이점 : (가)는 개체군 내 개체 간의 상호 작용이고, (나)는 군집 내 개체군(종) 간의 상호 작용이다.

채점 기준	배점
(1) (가)와 (나)의 상호 작용을 옳게 쓴 경우	50 %
(가)와 (나)의 상호 작용 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	25 %
(2) 공통점과 차이점을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %

23 생태계에서 에너지는 한쪽 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나가지만, 물질은 생물과 비생물 환경 사이를 순환한다.

모범답안 (가)는 에너지, (나)는 물질이다. 생태계에서 에너지는 순환하지 않고, 물질은 순환하기 때문이다.

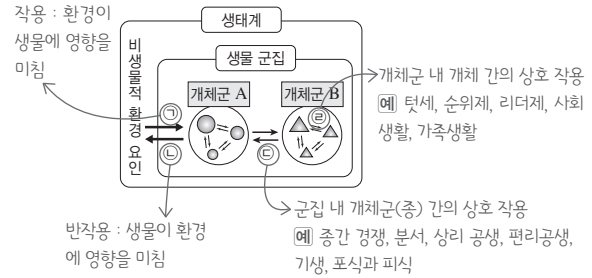
채점 기준	배점
(가), (나)를 각각 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(가), (나)만 옳게 쓰고, 그 까닭을 서술하지 못한 경우	50 %

수능 실전 문제

296쪽~299쪽

- 1 ④ 2 ② 3 ⑤ 4 ④ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑤
8 ④ 9 ① 10 ④ 11 ④ 12 ④ 13 ④ 14 ⑤
15 ④ 16 ⑤

1 **꼼꼼** 문제 분석



구분	상호 작용의 예
(가)	분서, 공생, 기생 ⇒ 두 개체군 사이의 상호 작용
(나)	텃새, 순위제 ⇒ 개체군 내 상호 작용

선택지 분석

㉠ 청색광이 주로 도달하는 깊은 바다에 홍조류가 많이 서식하는 것은 ㉠에 해당한다.

㉡ 세균과 버섯에 의해 토양 속 무기물이 증가하는 것은 ㉡에 해당한다.

✕ (가)는 ㉡, (나)는 ㉡에 해당한다. (가)는 ㉡, (나)는 ㉡

전략적 풀이 ① 생태계를 구성하는 비생물적 요인과 생물 군집 사이에서 일어나는 작용을 이해한다.

ㄱ. 바다의 수심에 따라 해조류의 분포가 달라지는 것은 도달하는 빛의 파장과 양 차이에 대한 적응 현상이므로, 비생물적 환경 요인이 생물에 영향을 미치는 작용(㉠)에 해당한다.

ㄴ. 생태계의 분해자인 세균과 버섯이 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하여 토양 속 무기물이 증가하는 것은 생물이 비생물적 요인인 무기 환경에 영향을 미치는 것이므로 반작용(㉡)에 해당한다.

② 생물 군집 내에서는 두 개체군 사이의 상호 작용인지, 개체군 내의 상호 작용인지를 파악한다.

ㄷ. ㉡은 개체군 A와 개체군 B 사이의 상호 작용이고, ㉡은 개체군 내 개체들 사이의 상호 작용이다. (가)의 분서, 공생, 기생은 두 개체군 사이의 상호 작용이므로 ㉡에, (나)의 텃새, 순위제는 개체군 내의 상호 작용이므로 ㉡에 해당한다.

2 **꼼꼼** 문제 분석

• 뿌리혹박테리아는 대기 중의 질소를 암모늄 이온으로 전환한다.

• 지렁이는 흙 속에 구멍을 뚫어 토양의 통기성을 높여 준다.

• 지의류에 의해 암석의 풍화가 촉진되어 토양이 형성된다.

⇒ 모두 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용의 예를 나타낸 것이다.

선택지 분석

- ✗ 호수에 남세균(남조류)이 과다 증식하면 종 다양성이 감소한다. 생물 사이의 상호 작용이다.
- ✗ 일조 시간이 짧은 가을에 코스모스 꽃이 피었다. 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 작용이다.
- 숲에 나무가 많아지자 하천의 수량 변화가 감소하였다.

▶ 전략적 풀이 ① 제시된 자료가 생태계 구성 요소 사이의 관계인 작용, 반작용, 상호 작용 중 어느 경우에 해당하는지를 파악한다.

뿌리혹박테리아가 질소 고정을 통해 토양의 질소 화합물을 증가시키는 것, 지렁이가 토양의 통기성을 높이는 것, 지의류가 암석의 풍화를 촉진하여 토양이 형성되는 것은 공통적으로 생물이 비생물적 요인에 영향을 미치는 반작용에 해당한다.

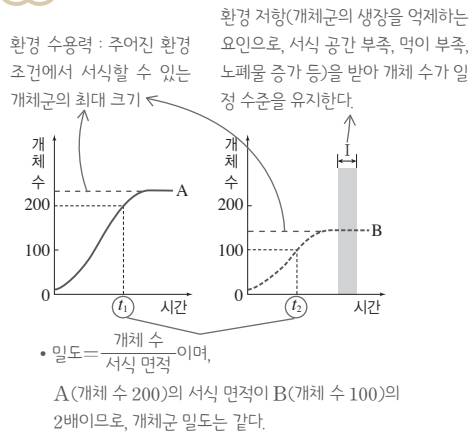
② [보기]의 사례가 작용, 반작용, 상호 작용 중 어느 경우에 해당하는지를 각각 파악하여 제시된 자료의 생태계 구성 요소 사이의 관계와 일치하는 경우를 찾는다.

ㄱ. 호수에 남세균(남조류)이 과다 증식하여 종 다양성이 감소하는 것은 남세균이 다른 생물종에 영향을 미치는 것이므로 생물 사이의 상호 작용에 해당한다.

ㄴ. 일조 시간이 짧은 가을에 코스모스가 꽃을 피우는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 작용에 해당한다.

ㄷ. 숲에 나무가 많아지자 하천의 수량 변화가 감소한 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 미치는 반작용에 해당한다.

3 문제 분석



선택지 분석

- ✗ 개체군의 환경 수용력은 A보다 B가 크다. B보다 A가 크다.
- 구간 I에서 B는 환경 저항을 받는다.
- t_1 에서 A의 개체군 밀도와 t_2 에서 B의 개체군 밀도는 같다.

▶ 전략적 풀이 ① 개체군의 실제 성장 곡선에서 환경 수용력과 환경 저항의 개념을 이해한다.

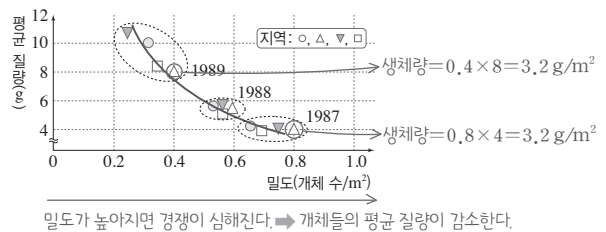
ㄱ. 개체군 A는 환경 수용력이 200개체보다 많지만, 개체군 B는 200개체보다 적으므로 환경 수용력은 B보다 A가 크다.

ㄴ. 개체군의 성장 곡선이 이론상으로 J자 모양이지만 실제로는 S자 모양인 것은 환경 저항 때문이다. 개체군의 크기가 더 이상 증가하지 않는 구간 I에서도 환경 저항을 받는다.

② 개체군의 밀도는 서식 공간에 대한 개체 수이므로, 두 개체군의 밀도를 비교할 때에는 동일 면적을 기준으로 개체 수를 따져야 한다.

ㄷ. B가 서식하는 지역 ㉠의 면적을 S라 할 때, A가 서식하는 지역 ㉡의 면적은 2배라 하였으므로 2S이다. t_1 에서 A의 개체군 밀도 = $\frac{200}{2S} = \frac{100}{S}$ 이고, t_2 에서 B의 개체군 밀도 = $\frac{100}{S}$ 이므로 서로 같다.

4 문제 분석



선택지 분석

- 경쟁은 1989년보다 1987년에 심하다.
- ✗ 개체군의 밀도가 감소하면 개체들의 평균 질량이 감소한다. 증가한다.
- △ 지역에서 1989년과 1987년에 갈색 송어 개체군의 생체량은 동일하다.

▶ 전략적 풀이 ① 그래프에서 개체군의 밀도 변화에 따라 개체군의 평균 질량이 어떻게 변화하는지 파악한다.

ㄴ. 개체군의 밀도가 감소하면 개체들의 평균 질량은 증가한다.

② 생체량은 개체군에 속한 모든 개체들의 질량의 합이라는 것을 알고, 이를 계산한다.

ㄷ. 생체량은 어떤 시점에서 일정 공간 내에 있는 생물체의 양으로, 개체군에 속한 모든 개체들의 질량을 합한 값이므로 개체군의 밀도 × 평균 질량으로 구한다. △ 지역에서 1989년 갈색 송어 개체군의 생체량은 $0.4 \times 8 = 3.2 \text{ g/m}^2$ 이고, 1987년 갈색 송어 개체군의 생체량은 $0.8 \times 4 = 3.2 \text{ g/m}^2$ 이다. 따라서 1989년과 1987년에 갈색 송어 개체군의 생체량은 동일하다.

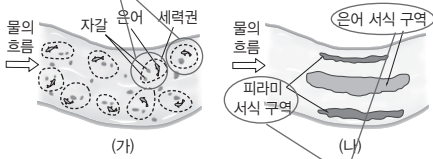
③ 개체군의 밀도는 일정한 면적에서 생활하는 개체군 내의 개체 수라는 것을 알고, 개체 수가 증가할수록 경쟁이 심하다는 것을 이해한다.

ㄱ. 1989년보다 1987년에 개체군의 밀도가 높아 개체들의 평균 질량이 작으므로 1989년보다 1987년에 경쟁이 심하다는 것을 알 수 있다.

5

문제 분석

개체군 내의 상호 작용 중 텃세에 해당한다. ➡ 은어는 각각 일정한 서식 공간을 차지하여 개체군의 밀도를 조절하고 과도한 경쟁을 방지한다.



군집 내 개체군의 상호 작용 중 분서에 해당한다. ➡ 은어와 피라미는 생태적 지위(먹이와 서식지)가 비슷해 경쟁을 하게 되므로 서식지를 분리함으로써 경쟁을 피한다.

선택지 분석

- ✗ (가)는 순위제, (나)는 분서에 해당한다. (가)는 텃세
- (가)와 (나)는 모두 경쟁을 피하기 위한 작용이다.
- 은어와 피라미는 생태적 지위가 비슷하다.

전략적 풀이 ① (가)와 (나)가 개체군 내의 상호 작용인지, 군집 내 개체군의 상호 작용인지를 구분한다.

ㄱ. (가)는 은어 개체군 내에서 각각의 은어가 일정한 공간을 차지하여 다른 은어의 침입을 막는 세력권을 형성하므로 개체군 내의 상호 작용인 텃세이다. 순위제는 힘의 서열에 따라 먹이나 배우자를 얻을 때 순위가 정해지는 개체군 내의 상호 작용이다. (나)는 은어 개체군과 피라미 개체군이 서식 공간을 달리하므로 군집 내 개체군의 상호 작용인 분서이다.

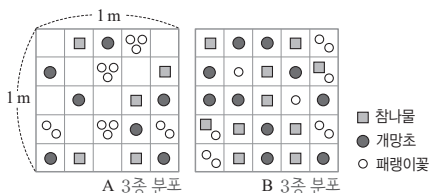
② 텃세와 분서에서 서식 공간을 다르게 확보하는 까닭을 생각해 본다.

ㄴ. 텃세(가)는 개체를 분산시켜 개체군의 밀도를 조절하고 먹이나 서식 공간 확보를 위한 불필요한 경쟁을 방지하기 위한 작용이며, 분서(나)는 서로 다른 종 사이에서 먹이나 서식 공간에 대한 경쟁을 피하기 위한 작용이다.

ㄷ. 생태적 지위는 한 개체군이 군집 내에서 차지하는 공간 지위와 먹이 사슬에서 차지하는 먹이 지위를 말한다. 하천의 중앙에 은어가, 가장자리에 피라미가 서식하는 것은 은어와 피라미의 생태적 지위가 비슷해 같은 공간에 서식할 경우 경쟁하기 때문이다.

6

문제 분석



$$\text{상대 밀도(\%)} = \frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도 합}}$$

선택지 분석

- 참나물의 개체군 밀도는 A보다 B에서 높다.
- B에서 참나물과 패랭이꽃의 상대 밀도는 같다.
- 식물의 종 수는 A와 B에서 같다.

전략적 풀이 ① 방형구 A, B에서 출현한 식물의 종 수를 알아본다.

ㄷ. 방형구 A, B에서 각 식물의 개체 수와 종 수는 표와 같다.

구분	참나물	개망초	패랭이꽃
방형구 A(3종)	5	7	13
방형구 B(3종)	10	10	10

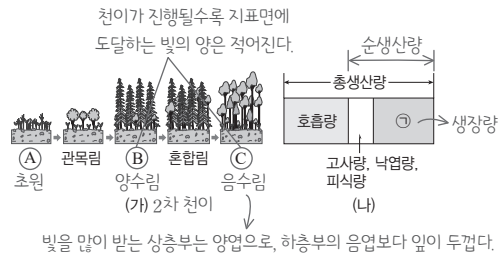
② 방형구 A, B에서 각 식물 개체군의 밀도와 상대 밀도를 구하여 비교한다.

ㄱ, ㄴ. 방형구 A와 B에서 각 식물 개체군의 밀도와 상대 밀도를 구한 결과는 표와 같다.

식물 종	방형구 A		방형구 B	
	밀도	상대 밀도(%)	밀도	상대 밀도(%)
참나물	5/m ²	20	10/m ²	33.33
개망초	7/m ²	28	10/m ²	33.33
패랭이꽃	13/m ²	52	10/m ²	33.33

7

문제 분석



선택지 분석

- (가)는 2차 천이를 나타낸 것이다.
- A는 초원이다.
- 지표면에 도달하는 빛의 양은 C보다 B에서 많다.
- C에서 우점종의 잎 평균 두께는 하층부보다 상층부에서 두껍다.
- ✗ ㉠은 순생산량이다. 생장량

전략적 풀이 ① 식물 군집의 천이 과정에서 각 단계의 특징을 이해한다.

① 산불로 인해 식물 군집이 파괴된 후 다시 시작되는 천이는 2차 천이이다.

② 2차 천이는 수분과 유기물이 충분한 토양에서 초원부터 시작하며, 1차 천이보다 빠르게 진행된다. 따라서 A는 초원이다.

③ B는 양수림, C는 음수림이다. 천이가 진행되어 숲이 무성해지면 지표면에 도달하는 빛의 양은 감소하므로, 지표면에 도달하는 빛의 양은 음수림(C)에서보다 양수림(B)에서 많다.

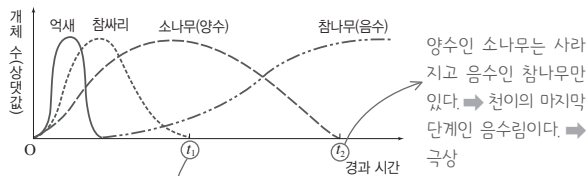
④ 나무에서 빛을 많이 받는 상층부의 양엽이 빛을 적게 받는 하층부의 음엽보다 울타리 조적이 발달하여 두껍다. 따라서 C에서 우점종인 음수의 잎 평균 두께는 하층부보다 상층부에서 두껍게 나타난다.

② 군집의 총생산량과 성장량의 관계를 파악한다.

⑤ 군집의 총생산량에서 호흡량을 뺀 값은 순생산량이다. ㉠은 순생산량에서 고사량, 낙엽량과 피식량을 뺀 성장량이다.

8 꼬꼬 문제 분석

천이 과정 : 역새(초원) → 참새리(관목림) → 소나무(양수림) → 참나무(음수림)
 ⇒ 초원부터 천이가 시작되므로 2차 천이이다.



소나무의 개체 수가 많아 지표면에 도달하는 빛의 세기가 약하다.
 ⇒ 강한 빛에 적응한 양수 묘목은 잘 자라지 못하고, 약한 빛에 적응한 음수 묘목은 비교적 잘 자란다. ⇒ 양수 묘목의 피도 < 음수 묘목의 피도

선택지 분석

- ✗ t_1 일 때 양수 묘목의 피도는 음수 묘목의 피도보다 크다.
 음수 묘목의 피도가 양수 묘목의 피도보다
- t_2 일 때 극상을 이루어 더 이상 천이가 진행되지 않는다.
- 이 지역의 천이 과정은 산불 이후에 일어나는 과정과 유사하다.

▶ 전략적 풀이 ① 피도는 식물이 지표면을 덮고 있는 정도이다. t_1 일 때에는 양수의 개체 수가 많다. 이때 지표면을 덮고 있는 식물 군집을 파악한다.

ㄱ. t_1 일 때 양수인 소나무가 지표면에 도달하는 빛을 가리기 때문에 지표면에는 강한 빛에 적응한 양수 묘목보다는 약한 빛에 적응한 음수 묘목이 더 잘 자란다. 따라서 t_1 일 때 음수 묘목의 피도가 양수 묘목의 피도보다 크다.

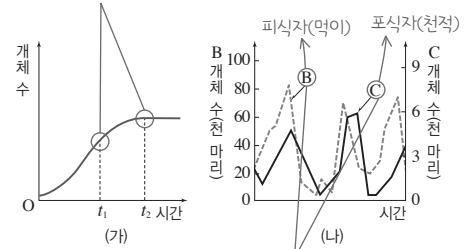
② 천이 과정을 알고, 그 특성을 파악한다.

ㄴ. 참나무는 음수이며, 음수림은 천이의 마지막 단계에 나타난다. t_2 일 때에는 음수인 참나무만 있고 양수인 소나무는 없는 상태이므로 음수림으로 극상을 이루어 천이가 더 이상 진행되지 않는다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 이 지역에서는 역새와 같은 초본류에서부터 천이가 시작되었으므로 2차 천이가 진행되고 있음을 알 수 있다. 산불 이후에 토양이 충분한 상태에서 진행되는 천이 과정은 2차 천이이다.

9 꼬꼬 문제 분석

개체 수가 증가할수록 서식 공간과 먹이의 부족, 노폐물의 증가로 환경 저항은 t_1 일 때보다 t_2 일 때 크다.



피식자 수가 포식자 수보다 많으며, 피식자 수의 변화에 따라 포식자 수가 변화한다.

선택지 분석

- A가 받는 환경 저항은 t_1 일 때보다 t_2 일 때가 크다.
- ✗ B는 C의 포식자이다. B는 피식자, C는 포식자
- ✗ 흰둥가리와 말미잘의 관계는 B와 C의 관계에 해당한다. 흰둥가리와 말미잘의 관계는 상리 공생이다.

▶ 전략적 풀이 ① 실제의 성장 곡선이 S자 모양으로 나타나는 원인이 환경 저항임을 파악한다.

ㄱ. 개체 수가 증가할수록 서식 공간과 먹이의 부족, 노폐물의 축적 등으로 환경 저항이 커진다. 따라서 환경 저항은 t_1 일 때보다 t_2 일 때가 크다.

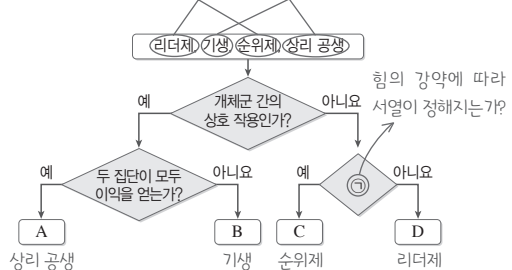
② (나)에서 종 B와 종 C의 개체 수를 비교하여 피식자와 포식자를 파악한다.

ㄴ. 일반적으로 피식자의 수가 포식자의 수보다 많으며, 피식자 수의 증감에 따라 포식자 수가 증감한다. 따라서 B는 피식자이고, C는 포식자이다.

ㄷ. 흰둥가리는 말미잘의 보호를 받으며 말미잘 촉수 사이의 찌꺼기와 병든 촉수를 제거해 주고 말미잘은 흰둥가리가 유인한 먹이를 먹으므로 두 종 사이의 상호 작용은 상리 공생에 해당한다. 포식과 피식은 스라소니와 눈신토끼, 치타와 톰슨가젤의 관계에 해당한다.

10 꼬꼬 문제 분석

개체군 내 개체 간의 상호 작용 군집 내 개체군 간의 상호 작용



선택지 분석

- ㉠ A는 상리 공생이다.
- ✕ 경쟁·배타 원리가 C에 적용된다. C는 순위제
- ㉡ '힘의 강약에 따라 서열이 정해지는가?'는 ㉠에 해당한다.

▶ 전략적 풀이 ① 제시된 생물 간의 상호 작용 4가지가 군집 내 개체군 간의 상호 작용인지, 개체군 내 개체 간의 상호 작용인지를 구분한다.

㉠. A는 개체군 간의 상호 작용 중 두 집단이 모두 이익을 얻는 경우이므로 상리 공생이다.

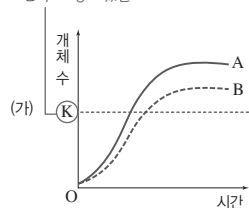
② 개체군 내 개체 간의 상호 작용을 구분하는 기준을 파악한다.

㉡. C와 D는 개체군 내 개체 간의 상호 작용이므로 하나는 리더제이고, 다른 하나는 순위제이다. 경쟁·배타 원리는 군집 내 개체군 간의 상호 작용 중 중간 경쟁에 적용되는 원리이므로 C와 D 모두에 적용되지 않는다.

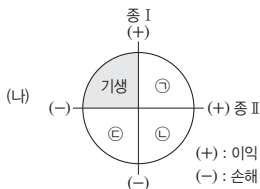
㉢. 순위제는 힘의 서열에 따라 먹이나 배우자를 얻을 때 순위가 정해지는 관계이고, 리더제는 한 개체가 리더가 되어 개체군의 행동을 지휘하는 경우로 리더를 제외한 나머지 개체들은 순위가 없다. 따라서 '힘의 강약에 따라 서열이 정해지는가?'는 ㉠에 적합한 분류 기준이며, 이 경우 C는 순위제, D는 리더제가 된다.

11 문제 분석

단독 배양하였을 때의 최대 개체 수



두 종 모두 단독 배양(K) 때보다 개체 수가 증가하였으므로 상리 공생 관계이다.



- ㉠ 종 I (+) 이익, 종 II (+) 이익
➡ 상리 공생
- ㉡ 종 I (-) 손해, 종 II (+) 이익
➡ 포식과 피식
- ㉢ 종 I (-) 손해, 종 II (-) 손해
➡ 중간 경쟁

선택지 분석

- ㉠ (가)에서 종 A와 B 사이의 상호 작용은 ㉠이다.
- ✕ 생태적 지위가 비슷한 두 종 사이에서 ㉡이 일어날 수 있다. 생태적 지위가 비슷하면 중간 경쟁(㉢)이 일어난다.
- ㉡ 경쟁·배타 원리가 적용되는 것은 ㉡이다.

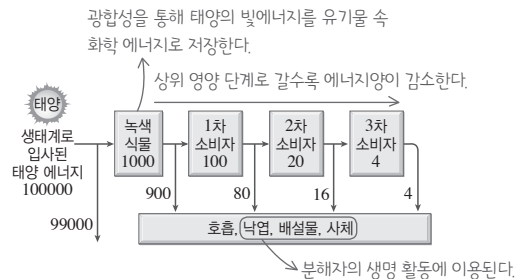
▶ 전략적 풀이 ① (가)에서 두 종을 단독 배양하였을 때를 기준으로 혼합 배양하였을 때 두 종의 개체 수가 어떻게 변화하는지를 파악하여 두 종 사이의 상호 작용을 알아낸다.

㉠. 종 A와 종 B는 각각 단독 배양하였을 때보다 혼합 배양하였을 때 모두 개체 수가 증가하였으므로, 두 종은 서로에게 이익이 되는 상리 공생 관계(㉠)이다.

② (나)에서 두 종 사이에 나타나는 이익과 손해 관계를 따져 개체군 간의 상호 작용의 종류를 파악한다.

㉡. 생태적 지위가 비슷한 두 종 사이에는 먹이나 서식 공간을 두고 서로 차지하기 위해 경쟁이 일어나며, 경쟁은 두 종 모두에게 손해이다. ㉢은 두 종 모두 손해를 보는 경우이므로 생태적 지위가 비슷한 두 종 간의 관계는 ㉢에 해당된다. 경쟁·배타 원리는 경쟁 결과 어느 한 종만 살아남고, 경쟁에서 진 다른 종은 사라지게 되는 것으로 중간 경쟁(㉢)에 적용된다. 또 어느 한 종은 이익을 얻고 다른 종은 손해를 보는 경우는 기생 관계이거나 포식과 피식 관계인데, 기생은 이미 제시되어 있으므로 ㉡은 포식과 피식에 해당된다.

12 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ 녹색 식물은 생산자이다.
- ✕ 녹색 식물은 생태계로 입사된 태양 에너지를 모두 이용한다. 일부만
- ㉡ 사람이 녹색 식물을 식량으로 이용하면 다른 영양 단계를 이용하는 것보다 더 많은 식량을 얻을 수 있다.

▶ 전략적 풀이 ① 생산자는 광합성을 하는 생물이라는 것을 안다.

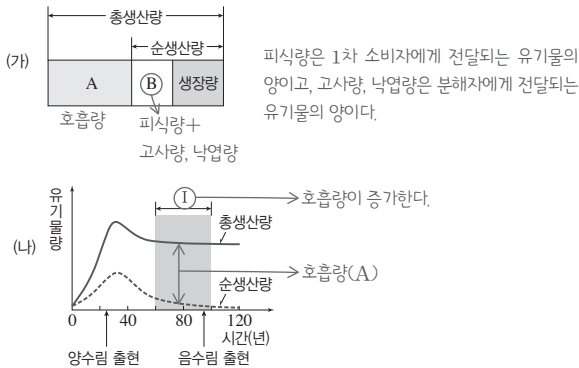
㉠. 녹색 식물은 광합성을 통해 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 역할을 하므로 생산자이다.

② 생태계에서 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 감소한다는 것을 파악한다.

㉡. 생태계로 입사된 태양 에너지 100,000 중 녹색 식물이 이용한 태양 에너지는 10,000이다. 따라서 녹색 식물은 생태계로 입사된 태양 에너지 중 일부만 이용한다는 것을 알 수 있다.

㉢. 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소하므로 녹색 식물이 가진 에너지량이 다른 영양 단계의 에너지량보다 많다. 따라서 사람이 녹색 식물을 식량으로 이용하면 다른 영양 단계를 이용하는 것보다 더 많은 에너지를 얻을 수 있다.

13 **문제 분석**



선택지 분석

- ✕ A는 분해자에게 전달되는 유기물량이다.
A는 생산자 자신의 호흡량이다.
- 초식 동물의 호흡량은 B에 포함된다.
- 천이가 진행됨에 따라 구간 I에서 $\frac{A}{\text{총생산량}}$ 는 증가한다.

▶ **전략적 풀이** ① (가)에서 총생산량과 순생산량 및 생장량의 관계를 이해한다.

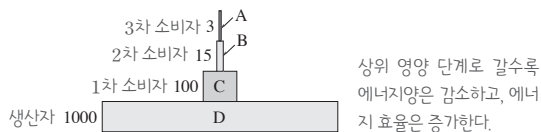
ㄱ. 식물 군집에서 '총생산량=호흡량+순생산량'이므로 A는 생산자의 호흡량에 해당한다. 분해자에게 전달되는 유기물량은 고사량, 낙엽량이다.

ㄴ. 순생산량=생장량+(피식량+고사량, 낙엽량)이므로, B는 '피식량+고사량, 낙엽량'이다. 피식량은 초식 동물이 생산자를 먹이로 하여 얻는 유기물량이다. 초식 동물은 피식량의 일부를 호흡에 이용하므로, 초식 동물의 호흡량은 B에 포함된다.

② (나)의 군집 천이 과정에서 총생산량과 순생산량의 변화 그래프를 통해 호흡량의 변화를 파악한다.

ㄷ. 천이가 진행됨에 따라 구간 I에서 총생산량이 감소한 것보다 순생산량이 더 많이 감소하였다. 그 결과 총생산량-순생산량=호흡량(A)이 구간 I에서 증가하였다. 따라서 천이가 진행됨에 따라 구간 I에서 $\frac{A(\text{호흡량})}{\text{총생산량}}$ 는 증가한다.

14 **문제 분석**



- 3차 소비자의 에너지 효율: $\frac{3}{15} \times 100 = 20\%$
- 2차 소비자의 에너지 효율: $\frac{15}{100} \times 100 = 15\%$
- 1차 소비자의 에너지 효율: $\frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$

선택지 분석

- B는 2차 소비자이다.
- 에너지 효율은 A가 C의 2배이다.
- 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율은 증가한다.

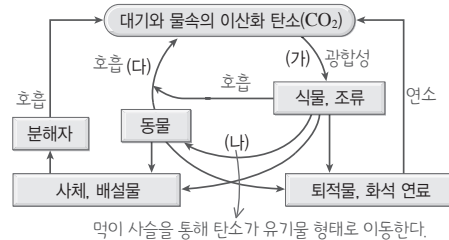
▶ **전략적 풀이** ① 생태계의 에너지 피라미드에서 각 영양 단계의 위치를 이해한다.

ㄱ. 이 생태 피라미드는 먹이 사슬에서 각 영양 단계에 속하는 생물의 에너지량을 낮은 영양 단계부터 쌓아올린 것이므로 밑에서부터 생산자(D), 1차 소비자(C), 2차 소비자(B), 3차 소비자(A)의 순서이다.

② 각 영양 단계의 에너지 효율을 구하고, 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량과 에너지 효율이 어떻게 변하는지를 파악한다.

ㄴ, ㄷ. 에너지 효율은 1차 소비자(C)가 10%, 2차 소비자(B)가 15%, 3차 소비자(A)가 20%이다. 따라서 에너지 효율은 3차 소비자(A)가 1차 소비자(C)의 2배이며, 상위 영양 단계로 갈수록 증가한다. 에너지는 각 영양 단계에서 생명 활동에 쓰이고 남은 것 중 일부만 다음 영양 단계로 전달되므로 상위 영양 단계로 갈수록 전달되는 에너지량이 감소한다.

15 **문제 분석**



선택지 분석

- (가)는 생산자에 의한 광합성 과정이다.
- ✕ (나)에서 탄소는 무기물의 형태로 이동한다.
유기물
- (다)는 호흡을 통해 일어나는 과정이다.

▶ **전략적 풀이** ① 탄소 순환 과정에서 (가), (나), (다)가 어떤 과정인지 파악한다.

ㄱ. (가)는 대기와 물속의 이산화 탄소(CO₂)가 식물이나 조류와 같은 생산자에 흡수되어 광합성을 통해 유기물로 합성되는 과정이다.

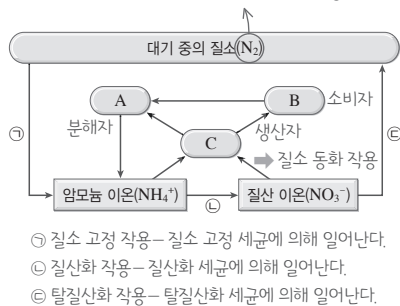
ㄷ. (다)는 생산자와 소비자의 호흡을 통해 유기물이 분해되어 유기물의 탄소가 이산화 탄소(CO₂) 형태로 대기 중으로 방출되는 과정이다.

② 먹이 사슬에서 탄소는 유기물의 형태로 먹고 먹히는 관계를 따라 이동함을 파악한다.

ㄴ. (나)는 생산자인 식물과 조류가 소비자인 동물에게 먹히는 과정이다. 이 과정에서 탄소는 먹이 사슬을 따라 유기물의 형태로 생산자에서 소비자로 이동하며, 이동한 유기물은 생물을 구성하거나 호흡에 사용된다.

16 **꼼꼼** 문제 분석

질소는 매우 안정된 물질로 식물은 기체 상태의 질소를 직접 이용하지 못한다. 대기 중의 질소는 질소 고정 작용을 통해 암모늄 이온이나 질산 이온으로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다.



선택지 분석

- ㄱ 세균과 곰팡이는 A에 속한다.
- ㄴ C에서 질소 동화 작용이 일어난다.
- ㄷ 과정 ①~③은 모두 세균에 의해 일어난다.

▶ **전략적 풀이** ① 생태계에서의 질소 순환 과정에서 생물 군집의 각 구성 요소를 파악한다.

ㄱ. 식물은 뿌리를 통해 암모늄 이온(NH_4^+)과 질산 이온(NO_3^-)을 흡수하여 질소 동화 작용을 하므로 C가 생산자이다. 그리고 질소의 이동 경로로 보아 A는 다른 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물을 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해하는 분해자, B는 소비자이다. 세균과 곰팡이는 분해자(A)에 속한다.

② 질소 순환 과정에서 각 단계에 일어나는 작용을 세균과 관련지어 이해한다.

ㄴ. 생산자(C)는 뿌리를 통해 흡수한 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 이용하여 단백질, 핵산 등을 합성하는 질소 동화 작용을 한다. 식물이 합성한 질소 화합물은 먹이 사슬을 따라 소비자로 이동된다.

ㄷ. ①은 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조토박터 등)에 의해 일어나는 질소 고정 작용이고, ②는 질산화 세균에 의해 일어나는 질산화 작용이며, ③은 탈질산화 세균에 의해 일어나는 탈질산화 작용이다. 따라서 ①~③은 모두 세균에 의해 일어나는 과정이다.

2 생물 다양성과 보전

01 생물 다양성

개념 확인 문제

304쪽

① 유전적 ② 종 ③ 생태계 ④ 생물 자원

- 1 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성 2 (1) × (2) ○
 (3) ○ (4) × (5) × 3 ㉠ 높으면, ㉡ 복잡, ㉢ 깨지지 않는다
 4 (1) ㄱ, ㄷ (2) ㄴ (3) ㄹ, ㅁ

1 생물 다양성은 일정한 지역에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미하는 것으로, 같은 생물종 내에서 각 개체들이 지닌 유전자 변이의 다양성(유전적 다양성), 군집을 구성하는 생물종의 다양성(종 다양성), 생물 서식지의 다양한 정도를 나타내는 생태계 다양성을 모두 포함한다.

- 2 (1) 유전적 다양성이 높은 생물종은 급격한 환경 변화가 발생하였을 때 살아남을 수 있는 가능성이 높아 멸종될 가능성이 낮다.
 (2) 종 다양성은 일정한 지역에 얼마나 많은 생물종이 얼마나 균등하게 분포하여 살고 있는가를 의미한다. 생물종의 수가 많고, 각 생물종의 분포 비율이 고르면 종 다양성이 높다.
 (3) 생태계의 종류에 따라 서식하는 생물종이 다르므로 생태계가 다양할수록 종 다양성이 높아진다.
 (4) 농경지는 특정 생물종만 재배하므로 종 다양성이 낮다. 열대 우림은 다양한 동식물이 서식하여 종 다양성이 높다.
 (5) 갯벌과 습지는 육상 생태계와 수생태계를 이어 주는 완충 지역이므로 각 생태계의 생물종과 육상 생태계와 수생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 공존하여 종 다양성이 높다.

3 생태계 내 생물종 수가 많으면 종 다양성이 높기 때문에 복잡한 먹이 그물이 형성된다. 따라서 어느 한 생물종이 사라져도 포식자는 다른 생물종을 먹이로 하여 살 수 있으므로 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.

- 4 (1) 쌀과 옥수수는 식량으로 이용된다.
 (2) 목화의 씨에 붙어 있는 솜털은 의복의 재료인 면섬유를 만드는 데 사용된다.
 (3) 푸른곰팡이에서 페니실린을 얻어 항생제를 만들고, 버드나무 껍데기에서 아스피린의 주성분을 얻는다.

자료 1 1 (가) 생태계 다양성 (나) 종 다양성 (다) 유전적 다양성
2 (가) L (나) C (다) T 3 (1) O (2) O (3) X (4) X
(5) O (6) O

자료 2 1 (나) 2 (1) O (2) X (3) O (4) X (5) O (6) O (7) X

1-1 꼼꼼히 문제 분석

생물 다양성은 일정한 지역에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미하며, 생물이 지닌 유전 형질의 다양성, 생물종의 다양성, 생물이 서식하는 생태계의 다양성을 모두 포함한다.



(가)는 어느 지역에서 생물의 서식지인 생태계의 다양성, (나)는 삼림 생태계의 종 다양성, (다)는 무당벌레 개체군의 유전적 다양성을 나타낸다.

1-2 T. 기린 개체들의 털 무늬가 다양하게 나타나는 것은 기린 개체군 내에서 유전자 변이로 다양한 형질이 나타났기 때문이므로 유전적 다양성(다)에 해당한다.

L. 열대 우림, 습지, 갯벌 등과 같이 생태계가 다양한 것은 생태계 다양성(가)에 해당한다.

C. 극지방과 적도 지방에서의 육상 식물의 종 수는 일정 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 나타내는 것으로 종 다양성(나)에 해당한다.

1-3 (1) 생태계에 따라 각 환경에 적응하여 살아가는 생물종이 다르다. 따라서 생태계 다양성이 높을수록 종 다양성도 높아진다.

(2) (나)는 달팽이, 개구리, 고슴도치, 무당벌레, 나무, 풀 등 한 생태계 내 군집을 구성하는 생물종의 다양한 정도를 의미하는 종 다양성을 나타낸 것이다.

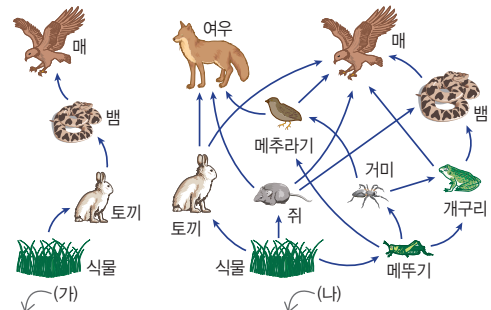
(3) 종 다양성이 높으면 먹이 그물이 복잡하여 어떤 한 생물종이 사라지더라도 다른 생물종이 대신할 수 있다. 따라서 종 다양성(나)이 높을수록 생태계 평형은 쉽게 깨지지 않는다.

(4) 습지는 2개의 생태계를 이어 주는 완충 지역으로 종 다양성이 높은 반면, 농경지는 특정 생물종만 재배하므로 종 다양성이 낮다. 따라서 습지를 메꾸어 옥수수밭으로 만들면 종 다양성(나)이 낮아진다.

(5) (다)에서 무당벌레의 등 무늬와 색이 개체마다 다르게 나타나는 것은 유전적 다양성으로, 같은 생물종 내 개체들 간의 유전자 변이는 개체마다 서로 다른 대립유전자를 가지기 때문에 나타난다.

(6) 유전적 다양성(다)이 높은 생물종일수록 급격한 환경 변화에도 살아남을 수 있는 개체가 포함될 확률이 높아 쉽게 멸종되지 않는다.

2-1 꼼꼼히 문제 분석



생물종이 적은 생태계
어떤 한 생물종이 사라지면 그 포식자는 먹이가 없어져 사라진다. ➡ 생태계 평형이 쉽게 깨진다.

생물종이 다양한 생태계
어떤 한 생물종이 사라져도 그 포식자는 다른 생물종을 먹이로 하여 살 수 있으므로 사라지지 않는다. ➡ 생태계 평형이 잘 깨지지 않는다.

먹이 사슬이 복잡할수록 환경 변화에도 생태계가 안정적이므로 (가)보다 (나)에서 생태계 평형이 잘 유지된다.

2-2 (1) (가)보다 (나)에 생물종 수가 많으므로 종 다양성은 (가)보다 (나)가 높다.

(2) (가)의 먹이 사슬은 생산자인 식물, 1차 소비자인 토끼, 2차 소비자인 뱀, 3차 소비자인 매로 구성된다.

(3) (가)에서 생산자인 식물의 생산량이 감소하면 1차 소비자인 토끼의 개체 수가 감소하고, 그 결과 토끼를 먹이로 하는 2차 소비자인 뱀의 개체 수도 감소할 것이다.

(4) 먹이 사슬이 단순한 (가)에서는 토끼가 사라지면 토끼를 먹고 살아가는 뱀도 사라지므로 매는 먹이가 없어 굶어 죽게 된다.

(5) 먹이 사슬이 복잡한 (나)에서는 토끼가 사라져도 토끼를 대신할 먹이인 메추라기, 쥐, 개구리, 뱀이 있어 매가 굶어 죽지 않는다.

(6) 생물종 수가 많아 먹이 사슬이 복잡할수록 안정된 생태계이므로 (가)보다 (나)가 안정된 생태계이다. 따라서 (가)보다 (나)에서 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.

(7) (나)에서 가장 긴 먹이 사슬은 생산자(식물) → 1차 소비자(메추라기) → 2차 소비자(거미) → 3차 소비자(개구리) → 4차 소비자(뱀) → 5차 소비자(매)로 연결되어, 5차 소비자가 최종 소비자이다.

01 ④ 02 ④ 03 ② 04 ④ 05 ①
06 ⑤ 07 해설 참조 08 ③ 09 ⑤

01 ① 같은 생물종 내 개체 간의 유전자 변이가 다양한 정도를 나타내는 유전적 다양성은 종 분화와 같은 진화의 원동력으로 작용하여 종 다양성 증가에 기여한다. 또한 생태계마다 생물과 환경의 상호 작용 결과 독특한 생물 군집이 나타나므로 생태계가 다양할수록 생물종이 다양해져 종 다양성이 높아진다. 따라서 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성은 서로 영향을 주고받는다.

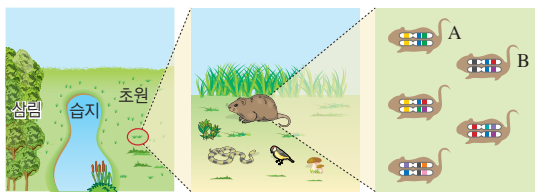
② 종 다양성이 높은 생태계는 먹이 그물이 복잡하게 형성되어 한 생물종이 사라져도 이를 먹이로 하는 포식자는 다른 생물종으로 먹이를 대체할 수 있다. 따라서 종 다양성이 높은 생태계는 안정적으로 유지되어 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.

③ 유전적 다양성이 높으면 생물종이 쉽게 멸종되지 않으므로 유전적 다양성은 종 다양성을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

⑤ 종 다양성은 한 생태계 내 군집을 구성하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다. 종 다양성은 생물종의 다양한 정도와 각 생물종의 분포 비율의 균등한 정도를 포함하므로 종 다양성이 높다는 것은 일정한 지역에 분포하는 생물종 수가 많고, 각 생물종의 분포 비율이 고르다는 의미이다.

▮ **바로알기** ▮ ④ 갯벌, 습지와 같이 서로 다른 두 생태계가 인접한 지역에서는 각 생태계의 생물종과 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 공존하므로 종 다양성이 높게 나타난다.

02 **공공** 문제 분석



↙(가) 일정한 지역에 다양한 생태계가 존재한다. ➡ 생태계 다양성
↘(나) 한 군집 내에 다양한 생물종이 존재한다. ➡ 종 다양성
↘(다) 한 개체군 내 개체마다 유전자 구성이 다르다. ➡ 유전적 다양성

④ (다)는 들쥐 개체군에서 각 개체를 구성하는 유전자의 구성이 다양한 것을 나타내므로 유전자 변이의 다양한 정도인 유전적 다양성에 해당한다. 각 개체는 하나의 형질에 대해 가지는 대립유전자가 다양하여 형질에 차이가 나타나므로 들쥐 A와 B의 유전자 구성은 다를 수 있다.

▮ **바로알기** ▮ ① (가)는 삼림, 습지, 초원의 여러 생태계가 존재하므로 생태계 다양성에 해당한다.

② (나)는 종 다양성을 나타낸 것으로, 종 다양성은 하나의 군집을 이루는 생물종의 다양한 정도를 의미한다.

③ 한 생태계를 이루는 생물종이 다양할수록 생태계에서 먹이 그물이 복잡하게 형성된다.

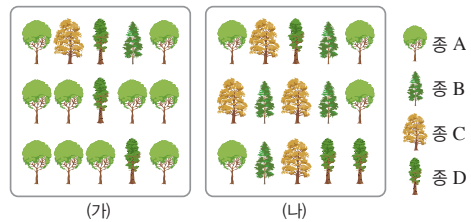
⑤ (다)에서 각 개체의 유전자 구성이 동일하면 유전적 다양성이 낮아 급격한 환경 변화에 살아남을 가능성이 낮다. 반면에 개체군의 유전적 다양성이 높으면 급격한 환경 변화가 발생하였을 때 적응하여 살아남을 가능성이 높다.

03 ㄴ. (가)는 같은 생물종이라도 개체마다 가진 대립유전자가 달라서 무늬, 색, 크기 등이 다르게 나타나는 유전적 다양성의 사례이다. 유전적 다양성은 한 생물종의 개체 사이에 유전자 변이가 다양한 정도로 하나의 형질을 결정하는 대립유전자의 종류가 다양할수록 생물종의 유전적 다양성이 높다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. (가)는 특정 생물종에 속한 개체들의 유전자 변이에 의한 형질 차이를 나타낸 것이므로 유전적 다양성의 사례이며, (나)는 갯벌이라는 하나의 생태계에 다양한 생물종이 서식한다는 것을 나타낸 것이므로 종 다양성의 사례이다.

ㄷ. 다양한 생물종이 서식하는 갯벌을 간척하여 산업 단지를 건설하면 갯벌에 서식하던 많은 생물종이 사라져 종 다양성이 낮아진다.

04 **공공** 문제 분석



구분	(가)	(나)
총 개체 수	15개체	15개체
생물종 수	4종	4종
종의 분포	• 종 A : 10개체 • 종 B : 1개체 • 종 C : 1개체 • 종 D : 3개체 ➡ 종 A가 높은 비율을 차지한다.	• 종 A : 4개체 • 종 B : 4개체 • 종 C : 4개체 • 종 D : 3개체 ➡ 4종의 분포 비율이 비슷하다.

ㄴ. 지역 (가)에서는 종 A가 다른 종에 비해 높은 비율로 분포하고, 지역 (나)에서는 종 A~D가 비슷한 비율로 분포한다. 따라서 지역 (가)보다 지역 (나)에서 각 식물 종이 더 고르게 분포한다.

ㄷ. 종 다양성은 생물종의 수와 생물종의 분포 비율을 모두 포함한다. 지역 (가)에서는 종 A의 분포 비율이 다른 식물 종에 비해 매우 높고, 지역 (나)에서는 4가지 식물 종이 고르게 분포한다.

따라서 지역 (가)보다 (나)에서 종 다양성이 더 높다.

❶ **바로알기** ㄱ. 지역 (가)와 (나)에 서식하는 식물 종 수는 모두 4종으로 같다.

05 **문제 분석**

생물종	봄	여름	가을
A	846	35	198
B	705	70	83
C	780	497	9
D	580	1105	245
E	235	348	95
F	253	5	0

6종, 각 생물종이 고르게 분포한다.

6종, 각 생물종의 분포가 봄에 비해 고르지 않다.

5종, 봄과 여름에 비해 생물 종의 수가 적고, 각 생물종의 분포도 고르지 않다.

ㄱ. 종 다양성은 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 고를수록 높다. 봄에는 6종의 생물이 서식하며, 여름과 가을에 비해 각 생물종이 고르게 분포한다. 여름에는 6종의 생물이 서식하지만, 특정 생물종의 개체 수가 상대적으로 많아 생물종의 분포 비율이 봄보다 고르지 않다. 가을에는 5종의 생물종이 서식하며, 생물종도 고르게 분포하지 않기 때문에 종 다양성이 낮다. 따라서 이 생태계의 종 다양성은 봄에 가장 높다.

❷ **바로알기** ㄴ. 봄에 서식하는 생물종 수는 6종이며, 가을에 서식하는 생물종 수는 5종이다.

ㄷ. 제시된 자료는 하나의 생태계 내에서 계절별로 생물종 수와 각 생물종의 분포 비율이 다른 것을 나타내므로 종 다양성에 해당한다. 생태계 다양성은 일정 지역에 생물의 서식지인 생태계가 다양한 정도를 의미한다.

06 열대 우림은 적도와 적도 부근에 발달한 생태계로, 연평균 강수량이 많고 기온이 높아 층상 구조가 잘 발달되어 있어 매우 다양한 종류의 생물들이 서식한다. 따라서 지구 상에서 종 다양성이 가장 높은 생태계는 열대 우림이다.

07 습지는 육상 생태계와 수생태계 사이에 위치한 생태계이므로 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 서식하여 종 다양성이 높다. 농경지는 인위적으로 특정 생물이 잘 자랄 수 있도록 경작된 곳이므로 다양한 생물종이 살지 못해 종 다양성이 낮다.

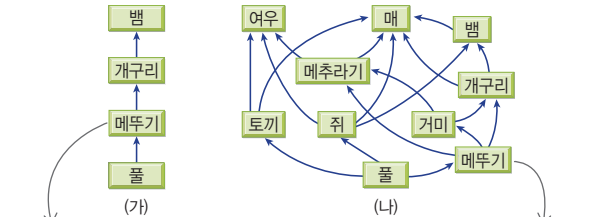
모범답안 (가), 습지는 육상 생태계와 수생태계를 이어 주는 완충 지역이므로 각 생태계에 서식하는 생물종과 더불어 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 서식하여 종 다양성이 높기 때문이다.

채점 기준	배점
기호를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 짧게 서술한 경우	100 %
기호만 짧게 쓴 경우	40 %

08 **문제 분석**

생물종 수가 적다.
→ 먹이 사슬이 단순하다.

생물종 수가 많다 → 먹이 사슬이 복잡하다.
→ 생태계가 안정적으로 유지된다.



메뚜기가 사라지면 이를 대체할 수 있는 생물종이 없으므로 개구리와 뱀도 사라진다.

메뚜기가 사라지면 메뚜기의 포식자인 거미가 사라져, 거미와 메뚜기의 포식자인 메추라기와 개구리도 사라진다. 하지만 여우, 매, 뱀은 메추라기, 개구리 대신 토끼나 쥐를 먹이로 하여 살 수 있다.

ㄱ. (나)는 (가)보다 생물종 수가 더 많아 복잡한 먹이 그물을 형성하므로 종 다양성이 높다.

ㄴ. (가)는 먹이 사슬이 단순하여 어떤 생물종이 사라지면 이를 대체할 수 있는 다른 생물종이 없기 때문에 생태계 평형이 쉽게 깨진다. 반면 (나)는 먹이 사슬이 복잡하게 연결되어 있어 어떤 한 생물종이 사라져도 이를 대체할 수 있는 다른 생물종이 있기 때문에 생태계 평형이 잘 깨지지 않는다. 따라서 환경이 급격하게 변화하면 (가)는 (나)보다 생태계 평형이 쉽게 깨질 수 있다.

❷ **바로알기** ㄷ. (가)에서 메뚜기가 사라질 경우 메뚜기를 먹이로 하는 개구리는 먹이가 없어 사라지고, 개구리를 먹이로 하는 뱀도 먹이가 없어 사라질 것이다. 반면 (나)에서 메뚜기가 사라질 경우 메뚜기를 먹이로 하는 거미가 사라져 거미와 메뚜기를 먹이로 하는 메추라기와 개구리도 사라진다. 하지만 뱀은 개구리 대신 쥐를 먹고 살 수 있으므로 사라지지 않는다.

09 ① 쌀, 밀, 보리 등은 식량으로 이용된다.

② 목화의 씨에 붙어 있는 솜털은 면섬유를 만드는 데 사용되고, 면섬유는 의복을 만드는 데 사용된다.

③ 버드나무 껍데기에서는 살리실산을 추출할 수 있다. 살리실산의 알코올기를 아세틸기로 변화시키면 아세틸살리실산이 되는데, 아세틸살리실산은 해열·진통제인 아스피린의 주성분이다. 따라서 버드나무 껍데기에서 추출한 물질은 아스피린을 만드는 원료로 사용된다.

④ 생물의 유전자도 생물 자원이 된다. 예를 들어 병충해에 저항성이 있는 생물의 유전자는 생명 공학 기술을 이용하여 새로운 농작물을 개발하는 데 활용된다.

❷ **바로알기** ⑤ 생물 자원은 인간에게 경제적 혜택을 주는 자원적 가치뿐만 아니라, 심미적 가치도 가진다. 숲은 호수, 강 등과 함께 아름다운 경관을 이루어 인간에게 휴식 공간과 문화 공간을 제공하는 장소로, 생물 자원에 포함된다.

개념 확인 문제

310쪽

- ① 감소 ② 단편화 ③ 남획 ④ 외래 생물(외래종)
⑤ 생물 농축

- 1 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × 2 A 3 나, 다, 모, 바
4 생태 통로 5 ②

- 1 (1) 서식지가 파괴되면 생물은 먹이를 구하고 생식을 할 수 있는 서식지를 잃게 되고, 서식지가 단편화되면 서식지 면적이 감소하고 생물이 고립되므로 생물 다양성이 크게 감소한다.
(2) 서식지가 단편화되면 가장자리의 면적은 증가하고 중앙의 면적은 감소한다.
(3) 지리산에 서식하던 반달가슴곰은 무분별한 밀렵으로 현재 멸종 위기에 처해 있어 국가 수준에서 보호하고 있다.
(4) 물, 먹이를 통해 생물의 체내로 유입된 유해한 화학 물질과 중금속은 분해되거나 배출되지 않고 생물 농축을 일으키므로 하위 영양 단계보다 상위 영양 단계의 생물에 더 심각한 피해를 준다.
(5) 외래 생물이 천적이 없는 새로운 환경으로 유입되면 대량으로 번식하여 고유종의 서식지를 침범하거나 먹이 사슬을 훼손하여 일부 생물의 멸종 원인이 되기도 한다.

- 2 서식지가 단편화되면 가장자리(B)의 면적은 넓어지고, 중앙(A)의 면적은 좁아지므로 서식지의 가장자리에 사는 생물종보다 중앙에 사는 생물종이 더 큰 영향을 받는다.

- 3 나, 다, 모, 바. 돼지풀, 뉴트리아, 큰입배스, 붉은귀거북은 외래 생물로, 우리나라에 유입된 후 천적이 없어 대량으로 번식하여 고유종의 생존을 위협하고 생태계 평형을 깨뜨리고 있다.

▶ **바로알기** ▶ 나, 다, 참봉어, 은행나무는 우리나라의 고유종이다.

- 4 산을 절개하여 도로를 건설할 때 야생 동물의 이동 통로인 생태 통로를 설치하면 서식지가 연결되어 야생 동물이 차에 치여 죽거나 서식지가 분리되어 생물이 고립되는 것을 막을 수 있다.

- 5 생물 다양성을 보전하는 방법에는 불법 포획과 남획 금지, 서식지 보호, 생태 통로 설치, 외래 생물의 도입 전 검증, 멸종 위기종의 보호·관리를 위한 천연기념물 지정 등이 있다.

▶ **바로알기** ▶ ② 서식지 단편화는 대규모의 서식지가 소규모로 분할되는 것으로, 서식지의 면적을 감소시키고 생물종의 이동을 제한하여 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다.

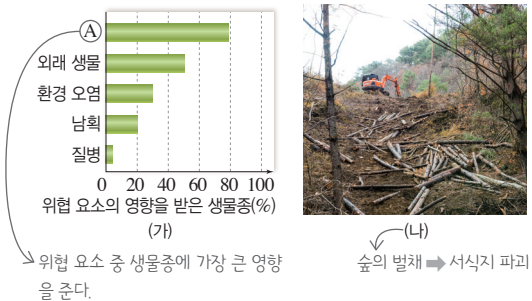
대표 자료 분석

311쪽

자료 1 1 나, 다, 모, 바 2 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ×

자료 2 1 서식지 단편화 2 ㉠ 넓어지고, ㉡ 좁아진다, ㉢ 중앙
중앙 3 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

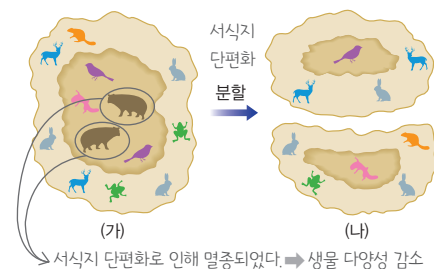
①-1 꼼꼼 문제 분석



▶ **바로알기** ▶ 나, 바. 개체군의 크기가 회복되지 못할 정도로 특정 생물종을 과도하게 많이 포획하는 남획을 금지하여 생물종을 보호하는 것과 특정 지역을 국립 공원으로 지정·관리하여 서식지를 보전하는 것은 생물 다양성을 보전하는 방법이다.

- ①-2 (1), (2) 숲의 벌채는 서식지 파괴에 해당한다. 생물 다양성을 감소시키는 가장 큰 원인은 인간의 활동에 의한 서식지 파괴와 단편화이다.
(3), (4) 숲의 벌채로 인해 서식지 면적이 감소하면 식물뿐만 아니라 동물도 서식지를 잃게 되므로 동물과 식물의 종 수가 모두 감소한다.
(5) 외래 생물을 도입하였을 때 천적이 없는 경우 대량으로 번식하여 고유종의 서식지를 차지하고 고유종이 멸종하는 원인이 된다. 그 결과 생물종 수가 감소하고 먹이 사슬을 변화시켜 생태계 평형이 깨지기도 한다.

②-1 꼼꼼 문제 분석



서식지가 단편화되면 서식지의 면적이 감소하고 생물종의 이동이 제한되기 때문에 생물 다양성이 감소한다.

②-1 대규모의 서식지가 소규모로 분할되는 것을 서식지 단편화라고 한다.

②-2 서식지가 단편화되면 가장자리의 면적은 넓어지고(㉠), 중앙의 면적은 좁아진다(㉡). 따라서 서식지의 가장자리에 사는 생물종보다 중앙(㉢)에 사는 생물종이 더 큰 영향을 받는다.

- ②-3 (1) 대규모의 서식지가 소규모로 분할되면 생물종의 이동이 제한되어 생물종을 고립시키게 된다.
 (2) 서식지 면적이 감소하면 생물종 수가 감소하므로 종 다양성이 감소한다.
 (3) 서식지가 소규모로 분할되면 단편화된 서식지 내에서만 생물종의 교배가 일어나므로 유전적 다양성이 감소한다.
 (4) 산을 절개하여 도로를 건설할 때 생태 통로를 만들면 서식지가 분리되는 것을 막을 수 있으므로 생물종 수가 감소하는 것을 방지할 수 있다.

내신 만점 문제

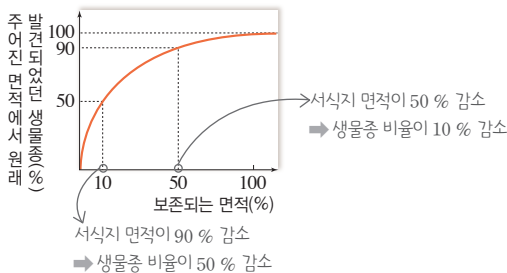
312쪽~313쪽

- 01 ④ 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ③ 06 ④
 07 ⑤ 08 해설 참조 09 ③

01 생물 다양성을 감소시키는 원인으로는 서식지 파괴와 단편화, 불법 포획과 남획, 외래 생물의 도입, 환경 오염 등이 있다.

▶ **바로알기** ④ 핵심종은 서식지마다 생태계를 유지하는 데 상대적으로 중요한 역할을 하는 종으로, 핵심종의 개체 수를 관리하면 생물 다양성을 보전하는 데 도움이 된다.

02 **꼼꼼** 문제 분석



ㄱ. 서식지의 면적이 감소할수록 주어진 면적에서 원래 발견되었던 생물종의 비율이 점차 줄어든다. 이를 통해 서식지 면적이 감소하면 그 지역의 생물 다양성이 감소한다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 보존되는 서식지의 면적이 50 %로 감소하면 주어진 면적에서 원래 발견되었던 생물종 수가 90 %로 감소하므로 그 지역에 살던 생물종 수가 10 % 감소한다는 것을 알 수 있다.

▶ **바로알기** ㄴ. 서식지의 면적이 감소하면 그 지역에 살던 개체군의 크기가 감소하며, 이러한 개체군의 크기 감소는 특정 생물종의 멸종으로 이어질 수 있다.

03 ① (나)는 (가)보다 생물종 수와 개체 수가 모두 감소하였으므로, 서식지 단편화로 인해 생물 다양성이 감소하였다.

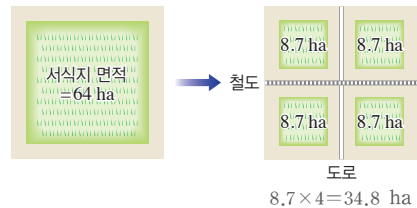
③ (나)와 같이 단편화된 두 서식지를 생태 통로로 연결시켜 주면 생물이 생존하는 데 필요한 자원을 얻기 쉬워지고, 서로 교배가 가능해지므로 유전적 다양성의 감소를 막을 수 있어 생물 다양성 보전에 도움이 된다.

④ 서식지가 단편화되면 생태계에 포함된 모든 생물에게 영향을 미친다.

⑤ 서식지가 단편화되면 서식지 가장자리의 면적은 증가하고, 서식지 중앙의 면적은 감소한다. 따라서 서식지 단편화는 서식지의 가장자리에 사는 생물보다 서식지의 중앙에 사는 생물에게 더 큰 영향을 미친다.

▶ **바로알기** ② 생태계 평형은 종 다양성이 높을 때 잘 유지된다. 따라서 (나)는 (가)보다 생태계 평형이 잘 유지되지 않는다.

04 **꼼꼼** 문제 분석

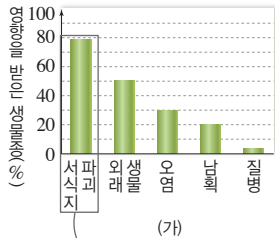


- 대규모의 서식지가 철도, 도로에 의해 4개의 서식지로 분할되었다. ▶ 서식지 단편화
- 서식지의 분할로 서식지의 면적은 절반 가까이 줄어들었다(64 ha → 34.8 ha).
- 서식지가 단편화되면 가장자리의 비율이 늘어나고 중앙의 서식지 면적이 줄어든다. ▶ 서식지가 줄어들어 생물의 개체 수가 감소한다.

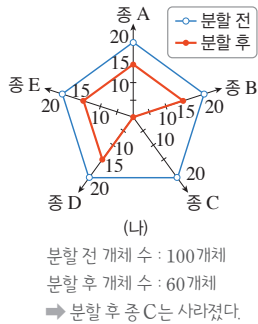
ㄴ. 철도나 도로에 의해 대규모의 서식지가 소규모로 분할되면 생물종의 이동이 제한되어 고립되므로 먹이 등의 자원을 얻는 데 제한을 받는다.

▶ **바로알기** ㄱ. 서식지가 소규모로 분할되면 가장자리(서식지 주변부)의 비율이 증가하여 서식지 면적은 철도와 도로의 면적보다 훨씬 더 많이 감소한다.

ㄴ. 서식지가 단편화되었을 때 실제 감소되는 면적이 적더라도 가장자리의 비율이 늘어나고 서식지의 중심부가 줄어들므로 서식지의 중심부에서 살아가는 생물의 개체 수가 감소한다.



(가) 생물 다양성 감소에 가장 큰 영향을 주었다.



(나) 분할 전 개체 수 : 100개체
분할 후 개체 수 : 60개체
→ 분할 후 종 C는 사라졌다.

ㄱ. (가)에서 생물 다양성의 감소 원인에 따라 영향을 받은 종의 비율이 가장 큰 것은 서식지 파괴이다. 따라서 생물 다양성 감소의 가장 큰 원인은 서식지 파괴이다.

ㄴ. 상대 밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도 합}} \times 100 =$

$\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{조사한 모든 종의 개체 수 합}} \times 100$ 이다. 종 A의 상대 밀도는

서식지 분할 전에는 $\frac{20}{100} \times 100 = 20\%$ 이고, 분할 후에는 $\frac{15}{60} \times 100 = 25\%$ 이다. 따라서 종 A의 상대 밀도는 서식지 분할 후가 분할 전보다 높다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. 서식지 분할 후 종 C가 사라졌으므로 분할 전 5종이었던 생물종 수는 분할 후 4종으로 감소하였다. 서식지 분할 전에 전체 개체 수는 100이었으나, 분할 후에는 전체 개체 수가 60으로 감소하였다. 따라서 서식지 분할 후 개체 수와 생물종 수는 모두 감소하였다.

06 ㄴ. (나)에서 큰입배스가 먹이 사슬의 최상위 영양 단계에 있다. 이를 통해 이 하천에는 큰입배스를 잡아먹는 포식자인 천적이 존재하지 않는다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 먹이 그물이 복잡한 경우 어느 한 생물종이 사라져도 대체할 생물종이 있어 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않지만, 먹이 그물이 단순한 경우 어느 한 생물종이 사라지면 대체할 생물종이 없으므로 생태계 평형이 쉽게 깨진다. 큰입배스가 도입된 후(나)의 먹이 그물이 도입되기 전(가)보다 더 단순하므로, (가)보다 (나)일 때 생태계 평형이 더 쉽게 깨질 수 있다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. 외래 생물인 큰입배스가 도입되기 전(가)보다 도입된 후(나) 생물종 수가 줄어들고 먹이 그물이 단순해졌다. 따라서 큰입배스가 도입된 후 종 다양성이 감소하였다.

07 ㄱ. ㄷ. 외래 생물이 천적이 없는 새로운 환경에 적응하면 과도하게 번식하여 고유종의 생존을 위협하고, 먹이 사슬에 변화를 일으켜 생태계를 교란시킬 수 있다.

ㄴ. 외래 생물은 원래 서식지에서 그들을 제한하였던 포식자, 기생 생물, 질병 등으로부터 자유로워져 새로운 지역에서 활발히 번식할 수 있고, 이미 서식하던 고유종과 경쟁하거나 고유종을 포식하여 고유종의 개체 수를 줄어든게 할 수 있다.

08 산을 절개하여 도로를 건설할 때 생태 통로를 설치하여 야생 동물의 서식지를 연결해 주면 야생 동물이 생태 통로를 통해 이동할 수 있으므로, 서식지가 분리되는 것을 막을 수 있다.

▮ **모범답안** ▮ 산을 절개하여 도로를 건설할 때 생태 통로를 설치하면 서식지를 연결해 줌으로써 서식지 단편화로 인한 생물 다양성 감소를 줄일 수 있다.

채점 기준	배점
서식지 단편화를 언급하고, 서식지를 연결하여 생물 다양성 감소를 방지한다는 의미를 함께 서술한 경우	100 %
서식지 단편화만 언급한 경우	50 %

09 ▮ **바로알기** ▮ ③ 희귀종의 서식지를 소규모로 분할하면 서식지의 면적이 줄어들다. 그 결과 희귀종의 개체 수가 감소하여 생물 다양성이 감소한다.

중단원 핵심 정리

314쪽

- ① 유전적
- ② 종
- ③ 생태계
- ④ 복잡
- ⑤ 단순
- ⑥ 식량
- ⑦ 의약품
- ⑧ 단편화
- ⑨ 외래 생물(외래종)
- ⑩ 생태 통로

중단원 마무리 문제

315쪽~317쪽

- 01 ②
- 02 ③
- 03 유전적 다양성
- 04 ④
- 05 ①
- 06 ④
- 07 ②
- 08 ①
- 09 ③
- 10 ②
- 11 ①
- 12 해설 참조
- 13 해설 참조

01 ㄷ. (다)는 생태계 다양성을 나타낸 것으로, 삼림, 습지, 초원 등 생물 서식지의 다양한 정도를 의미한다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ. (가)는 들쥐 개체군을 구성하는 각 개체 사이의 유전적 차이를 나타낸 것으로, 유전적 다양성을 의미한다.

ㄴ. (나)는 삼림 생태계를 구성하는 군집 내 모든 생물종의 다양한 정도를 나타내는 것으로, 종 다양성을 의미한다.

02 ① 생물 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하다. 따라서 어느 한 생물종이 사라져도 포식자는 다른 생물종을 먹이로 하여 살 수 있으므로 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않고 안정적으로 유지된다.

② 생태계의 종류에 따라 서식하는 생물종이 다르므로 생태계가 다양할수록 종 다양성이 높아지며, 다양한 환경에 적응하는 각 개체군의 유전적 다양성도 높아진다.

④ 한 생태계에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 종 다양성이라고 하고, 어떤 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 생태계 다양성이라고 한다.

⑤ 생태계를 구성하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 고를수록 종 다양성이 높아진다.

■ **바로알기** ③ 우수한 품종의 작물을 대규모로 재배하면 특정 형질로 단일화되므로 유전적 다양성이 낮아진다.

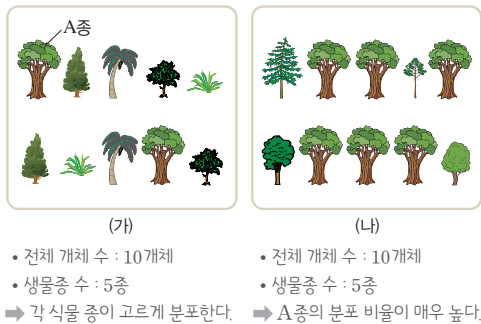
03 초파리 개체군에서 초파리 개체들의 날개 무늬와 형태가 각각 다른 것은 유전자와 환경의 영향에 따라 여러 가지 변이가 나타났기 때문이다. 개체 간의 이러한 유전적 차이를 유전적 다양성이라고 한다.

04 • 학생 A : 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하게 형성되므로 생태계가 안정적으로 유지된다.

• 학생 B : 생물종 수는 기온이 높고 강수량이 많은 적도 지방이 많고, 극지방으로 갈수록 감소하는 경향이 있다. 열대 우림은 적도 부근에 형성되어 식물 종이 많고 그 식물을 이용하는 동물이나 균류도 많아 지구 상에서 종 다양성이 가장 높은 생태계이다.

■ **바로알기** • 학생 C : 유전적 다양성이 높을수록 환경이 급변하거나 전염병이 발생하였을 때 살아남는 개체가 있을 확률이 높기 때문에 멸종될 확률이 낮아진다.

05 **문제 분석**

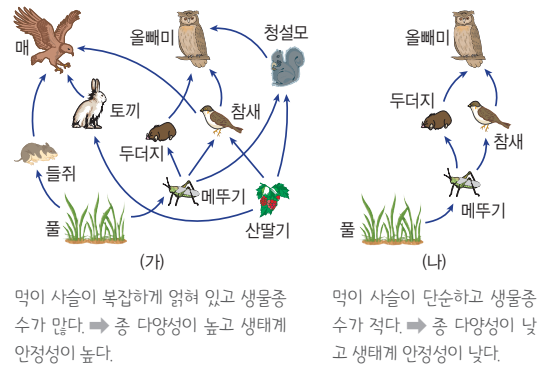


ㄱ. 한 생태계 내 군집에 서식하는 생물종 수가 많고, 각 생물종의 분포 비율이 고를수록 종 다양성이 높다. 지역 (가)와 (나)는 식물 종 수가 5종으로 같지만, 지역 (가)는 각 식물 종이 고르게 분포하고, 지역 (나)는 A종의 분포 비율이 매우 높다. 따라서 지역 (가)가 (나)보다 생물 다양성이 높다.

■ **바로알기** ㄴ. 지역 (가)와 (나)에 서식하는 생물종 수와 전체 개체 수는 모두 같다.

ㄷ. A종의 분포 비율은 지역 (가)에서 $\frac{2}{10} \times 100 = 20\%$ 이고, 지역 (나)에서 $\frac{6}{10} \times 100 = 60\%$ 이다. 따라서 지역 (가)보다 (나)에서 A종의 분포 비율이 높다.

06 **문제 분석**



ㄴ. (가)는 생물종 수가 많아 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 있지만 (나)는 생물종 수가 적어 먹이 사슬이 단순하다. 먹이 사슬이 단순하면 어느 한 생물종이 사라졌을 때 그것을 대체할 생물종이 없어 생태계의 안정성이 위협을 받게 된다. 그러나 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 있으면 어느 한 생물종이 사라져도 그것을 대체할 다른 생물종이 존재할 확률이 높아 생태계의 안정성에 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서 생태계의 안정성은 (나)보다 (가)가 높다.

ㄷ. (가)의 경우 메뚜기가 사라지면 두더지는 굶어 죽지만 참새와 청설모는 산딸기를 먹이로 하여 살 수 있다. (나)의 경우 메뚜기가 사라지면 두더지와 참새가 굶어 죽고, 두더지가 굶어 죽으면 올빼미도 굶어 죽게 된다. 따라서 메뚜기가 사라지면 (가)보다 (나)에서 참새의 개체 수가 더 빨리 줄어들 것이다.

■ **바로알기** ㄱ. (가)는 생물종 수가 10종이지만, (나)는 5종이다. 따라서 종 다양성은 (나)보다 (가)가 높다.

07 ■ **바로알기** ② 목화의 씨에 붙어 있는 솜털을 이용하여 면섬유를 만들고, 누에나방의 고치를 이용하여 비단을 만든다.

08 ② 상아를 얻기 위해 아프리카코끼리를 남획한 결과 아프리카코끼리의 개체 수가 크게 감소하여 멸종 위기에 처하였다.

③ 도로를 건설하기 위해 대규모의 초원을 소규모로 분할하면 서식지가 단편화된다. 서식지 단편화는 생물의 서식지 면적을 감소시켜 생물종을 감소시키고, 생물을 고립시켜 단편화된 서식지에 서만 교배가 일어나게 하므로 유전적 다양성을 감소시킨다.

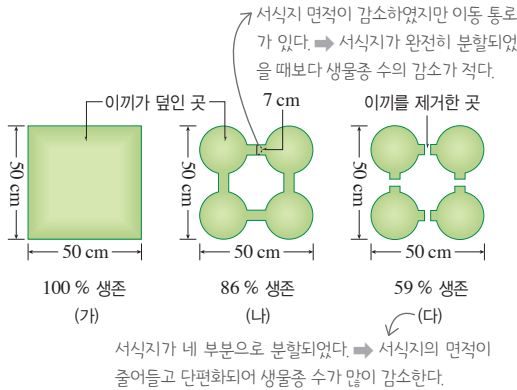
④ 외래 생물인 큰입배스는 우리나라 하천에 천적이 없어 개체 수가 크게 증가하였고, 고유종을 닳치는 대로 잡아먹어 생태계를 교란한다.

⑤ 목장과 농경지를 만들기 위해 열대 우림의 많은 나무를 벌채하면 서식지가 파괴된다. 서식지 파괴는 생물 다양성을 크게 감소시킨다.

▮ **바로알기** ▮ ① 반달곰을 인공적으로 번식시키고 적응 훈련을 거쳐 원래 살고 있던 자생지에 방사하는 것은 멸종 위기의 종을 보호하기 위한 것이다. 따라서 이것은 생물 다양성을 보전하기 위한 노력에 해당한다.

09

문제 분석



ㄱ. 소형 동물 종의 서식지인 이끼의 면적이 (가) → (나) → (다)로 갈수록 감소하였고, 이끼층이 단편화될수록 소형 동물 종의 이동이 제한되었다.

ㄴ. (가) → (나) → (다)로 갈수록 소형 동물의 생존율이 100 % → 86 % → 59 %로 감소하였다.

▮ **바로알기** ▮ ㄷ. 서식지가 분할되면 중앙의 면적이 줄어들어 중앙에 서식하는 생물종 수가 감소한다.

10 ㄴ. 뉴트리아, 큰입배스, 붉은귀거북은 모두 천적이 거의 없어 고유종의 생존을 위협하는 외래 생물이다. 뉴트리아는 강남 일대의 물가에 정착해 수생 식물을 광범위하게 뜯어먹고, 큰입배스는 토종 물고기를 닥치는 대로 잡아먹으며, 붉은귀거북은 고유종인 남생이의 서식지를 차지하고 토종 붕어도 잡아먹는다. 그 결과 이들은 우리나라 고유종의 개체 수를 감소시켜 생물 다양성을 감소시키고 있다.

▮ **바로알기** ▮ ㄱ, ㄷ. 뉴트리아와 붉은귀거북은 천적이 거의 없어 생태계를 교란하는 외래 생물이다.

11 ② 농경지는 일부 식물 종만 재배하므로 종 다양성이 매우 낮다. 습지는 육상 생태계와 수생태계가 인접하여 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종이 서식하므로 종 다양성이 높다. 따라서 농경지를 습지로 복원하면 생물 다양성이 증가한다.

③ 산을 절개하여 도로를 건설할 때 분리된 서식지를 연결하는 생태 통로를 만들면 야생 동물이 도로를 건너다가 차에 치어 죽는 로드킬을 예방할 수 있고, 서식지가 단절되지 않으므로 생물 다양성을 보전할 수 있다.

④ 화석 연료의 사용은 대기 오염을 증가시켜 산성비를 유발하고, 산성비는 하천, 호수, 토양 등을 산성화시켜 생태계 평형을 깨뜨릴 수 있다. 화석 연료의 사용을 줄이고, 친환경 에너지를 개발하여 사용하는 것은 생물 다양성 보전 대책에 해당한다.

⑤ 생물 다양성은 한 지역이나 국가만의 노력으로 보전될 수 있는 것이 아니므로, 국제 협약 체결을 통한 국가 간의 긴밀한 협력이 필요하다.

▮ **바로알기** ▮ ① 외래 생물의 도입으로 생태계의 생물종 수가 늘어나는 것에 비해 외래 생물이 고유종을 멸종시키고 생태계를 교란하는 피해가 더 크기 때문에 생물 다양성 보전을 위한 대책으로 외래 생물의 도입은 적절하지 않다.

12 옥수수밭과 같이 단일 품종을 재배하는 생태계는 유전적 다양성이 낮아 급격한 환경 변화에 의해 해충이 몰려오면 큰 피해를 입을 수 있다. 반면에 유전적 다양성이 높으면 해충에 대한 저항성을 지닌 유전자를 가져 환경 변화에 살아남는 개체가 있을 확률이 높다.

◀ **모범답안** ▶ 단일 품종은 유전적 다양성이 낮아 급격한 환경 변화에 적응하지 못하고 멸종될 가능성이 크기 때문이다.

채점 기준	배점
유전적 다양성이 낮아 멸종될 가능성이 크기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
유전적 다양성이 낮기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

13 ◀ **모범답안** ▶ 서식지 중앙, 서식지가 단편화되면 서식지 중앙의 면적은 감소하고 서식지 가장자리의 면적은 증가하기 때문에 서식지 가장자리보다 서식지 중앙의 생물 다양성이 더 급격하게 감소한다.

채점 기준	배점
생물 다양성이 더 급격하게 감소하는 곳을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
생물 다양성이 더 급격하게 감소하는 곳만 옳게 쓴 경우	40 %

수능 실전 문제

319쪽~320쪽

- 1 ④ 2 ③ 3 ⑤ 4 ③ 5 ② 6 ③ 7 ③
8 ④

1

문제 분석

한 개체군 내 개체 간에 유전자 변이가 다양한 정도 한 생태계 내 생물종의 다양한 정도 한 지역에 분포한 생태계(서식지)의 다양한 정도



(가) 유전적 다양성 (나) 종 다양성 (다) 생태계 다양성

선택지 분석

- ㉠ 사람마다 눈동자 색이 다른 것은 (가)에 해당한다.
- ㉡ (나)는 생물종의 수만으로 다양성을 파악할 수 있다.
생물종의 수와 각 생물종이 분포하는 비율로
- ㉢ (다)의 다양성이 높아지면 (나)의 다양성도 높아진다.

▶ 전략적 풀이 ① 그림 (가)~(다)가 생물 다양성의 세 가지 의미 중 무엇에 해당하는지 파악한다.

㉠. (가)는 들쥐 개체군에서 개체 간에 유전자 변이가 다양한 유전적 다양성을 나타낸 것이다. 사람마다 눈동자 색이 다른 것도 유전적 다양성에 해당한다.

② 종 다양성의 특징과 종 다양성과 생태계 다양성의 관계를 파악한다.
㉡. (나)는 종 다양성을 나타낸 것이다. 종 다양성은 한 생태계 내에 속하는 생물종의 수와 각 생물종의 분포 비율이 균등한 정도에 따라 결정된다.

㉢. (다)는 생태계 다양성을 나타낸 것이다. 생태계의 종류에 따라 각 환경에 적응하여 살아가는 생물종이 다르므로 생태계가 다양할수록 종 다양성도 높아진다.

2

문제 분석

구분	의미
생태계 다양성 A	초원, 삼림, 강, 습지 등의 다양한 정도
종 다양성 B	어떤 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도
유전적 다양성 C	같은 종에서 개체 간의 형질이 다르게 나타나는 것

야생종 바나나는 그림과 같이 씨가 있어 ㉠씨를 통해 번식한다. 현재 우리가 먹는 바나나는 야생종을 개량하여 씨가 없기 때문에 바나나의 ㉡줄기 일부를 잘라 옮겨 심어 번식시킨다.



㉠(유성 생식)이 ㉡(무성 생식)보다 자손의 유전적 다양성이 크다.

선택지 분석

- ㉠ A는 생물적 요인과 비생물적 요인을 포함한다.
- ㉡ B는 종 다양성이다.
- ㉢ ㉠보다 ㉡ 방법으로 번식시켜야 C가 높아진다.
㉡보다 ㉠ 방법으로

▶ 전략적 풀이 ① 생물 다양성의 세 가지 의미를 이해한다.

㉠. A는 초원, 삼림, 강, 습지 등 여러 생태계의 다양한 정도를 의미하는 생태계 다양성이다. 하나의 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성되어 있으므로, 생태계 다양성(A)은 생물적 요인과 비생물적 요인을 모두 포함한다.

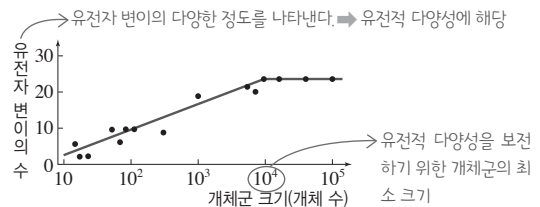
㉡. B는 어떤 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도를 의미하는 종 다양성이다.

② 유성 생식과 무성 생식 중 어느 쪽이 유전적으로 다양한 자손을 남기는지 생각해 본다.

㉢. C는 동일한 종에서 개체 간에 유전자 변이가 다양한 정도를 의미하는 유전적 다양성이다. 씨를 통해 번식하는 것(㉠)은 암수 생식세포의 수정을 통한 유성 생식이므로, 유전적으로 다양한 자손이 생긴다. 반면 줄기의 일부를 잘라 옮겨 심어 번식(㉡)하면 동일한 유전자를 가진 자손이 생기므로 유전적으로 다양성이 거의 없다. 따라서 ㉡보다 ㉠이 유전적 다양성(C)을 높인다.

3

문제 분석



▶ 개체군의 크기가 10⁵일 때가 10³일 때보다 유전적 다양성이 높으므로 10⁵일 때가 10³일 때보다 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

선택지 분석

- ㉠ 생물 다양성 중 생태계 다양성에 해당한다. 유전적 다양성
- ㉡ 이 생물종에서 유전적 다양성을 보전하기 위한 개체군의 최소 크기는 약 10⁴이다.
- ㉢ 개체군 크기가 10³일 때보다 10⁵일 때 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

▶ 전략적 풀이 ① 그림이 생물 다양성의 세 가지 의미 중 무엇에 해당하는지 파악한다.

㉠. 한 개체군 내 유전자 변이의 수가 많다는 것은 생물 다양성 중 유전적 다양성에 해당한다. 반면 생태계 다양성은 열대 우림, 갯벌, 습지, 사막, 호수, 강, 바다, 농경지 등 생태계의 다양한 정도를 의미한다.

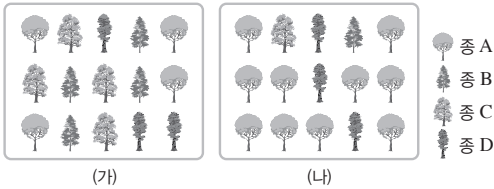
② 유전자 변이의 수와 유전적 다양성의 관계를 파악한다.

㉡. 유전적 다양성을 보전하기 위한 개체군의 최소 크기는 유전자 변이의 수가 최대가 되었을 때의 개체군 크기이다. 따라서

유전적 다양성을 보전하려면 유전자 변이의 수가 최대가 되는 때인 개체군 크기 10^4 수준까지는 개체군을 보호해야 한다.

ㄷ. 유전적 다양성이 높은 개체군일수록 환경 변화에 대한 적응력이 높다. 개체군 크기가 10^3 일 때보다 10^5 일 때 유전자 변이의 수가 많으므로 유전적 다양성이 높다. 따라서 개체군 크기가 10^3 일 때보다 10^5 일 때 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

4 **공공** 문제 분석



종	개체 수	
	(가)	(나)
종 A	4	10
종 B	4	1
종 C	4	1
종 D	3	3

지역 (가)와 (나)의 생물종 수는 같지만, 지역 (나)보다 (가)의 생물종 분포 비율이 고르다. → 지역 (나)보다 (가)의 종 다양성이 높다.

선택지 분석

- ㉠ 식물의 종 다양성은 지역 (나)보다 (가)에서 높다.
- ㉡ 종 D의 개체군 밀도는 지역 (가)와 (나)에서 같다.
- ㉢ 같은 종의 무당벌레에서 등의 무늬와 색이 다양하게 나타나는 것은 종 다양성에 해당한다. **유전적 다양성**

전략적 풀이 ① 종 다양성은 생물종의 수가 다양한 정도와 각 종이 균등하게 분포하는 정도에 따라 결정된다는 것을 파악한다.

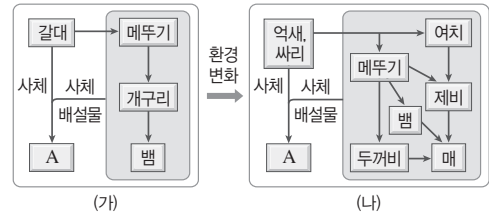
ㄱ. 지역 (가)에서 종 A, B, C는 4개체, 종 D는 3개체이며, (나)에서 종 A는 10개체, 종 B, C는 1개체, 종 D는 3개체이다. 지역 (가)와 (나)를 구성하는 식물 종의 수는 각각 4종으로 같지만, 각 식물종을 구성하는 개체 수가 지역 (나)보다 (가)에서 균등하므로 지역 (나)보다 (가)에서 종 다양성이 높다.

ㄴ. 면적이 같은 지역 (가)와 (나)에서 종 D의 개체 수가 각각 3개체로 같으므로, 종 D의 개체군 밀도는 지역 (가)와 (나)에서 같다.

② 종 다양성과 유전적 다양성의 의미를 구분한다.

ㄷ. 종 다양성은 하나의 생태계가 얼마나 다양한 생물종으로 구성되어 있는지를 의미하고, 유전적 다양성은 한 종을 구성하는 개체들 사이에 유전자 변이가 얼마나 다양한지를 의미한다. 같은 종의 무당벌레에서 등의 무늬와 색이 다양한 것은 개체들 간의 유전적인 차이이므로 유전적 다양성에 해당한다.

5 **공공** 문제 분석



- 먹이 사슬이 단순하다.
- 메뚜기가 사라지면 개구리와 뱀도 사라진다.
- 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 있다.
- 메뚜기가 사라지면 두꺼비와 뱀은 사라지지만 제비는 여치를 먹고 살 수 있다.

선택지 분석

- ㉠ 생태계의 구성 요소인 A는 생물 다양성에 영향을 주지 않는다. **영향을 준다.**
- ㉡ (가)보다 (나)일 때 생물종 수가 많다.
- ㉢ 환경 변화에 의해 생태계 다양성이 증가하였다. **종 다양성**

전략적 풀이 ① 다른 생물의 사체나 배설물을 이용하는 생태계의 구성 요소가 무엇인지를 파악한다.

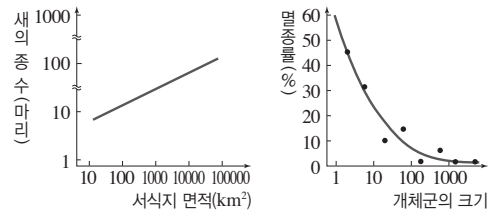
ㄱ. A는 생태계의 구성 요소 중 사체나 배설물을 분해하는 분해자로, 세균, 곰팡이 등이 있다. 분해자도 생물이므로 종 수가 많아지면 생물 다양성이 증가한다. 따라서 분해자인 A는 생물 다양성에 영향을 준다.

② 환경 변화에 따라 생태계 구성 요소에 어떤 변화가 일어났는지를 파악한다.

ㄴ. (가)에서 생물종은 갈대, 메뚜기, 개구리, 뱀, 분해자(A)로 5종이지만, (나)에서 생물종은 억새, 싸리, 여치, 제비, 매, 메뚜기, 뱀, 두꺼비, 분해자(A)로 9종이다. 따라서 (가)보다 (나)일 때 생물종 수가 많다.

ㄷ. 환경 변화에 의해 생태계 구성 요소가 (가)에서 (나)로 변하면서 생물종 수가 증가하였으므로 종 다양성이 증가하였다. 그러나 환경 변화로 여러 종류의 생태계가 형성된 것은 아니므로 생태계 다양성은 증가하지 않았다.

6 **공공** 문제 분석



(가)
서식지 면적이 클수록 새의 종 수가 증가한다.

(나)
개체군의 크기가 클수록 멸종률은 낮아진다.

선택지 분석

- ㉠ 서식지의 면적이 클수록 종 다양성이 증가한다.
 ✕ 개체군의 크기가 클수록 멸종될 확률이 높아진다.
 ㉡ 서식지 면적이 감소하여 개체군의 크기가 작아지면 멸종될 가능성이 높아진다.

▶ 전략적 풀이 ① (가)를 분석하여 서식지의 면적이 새의 종 수와 어떤 관계가 있는지 파악한다.

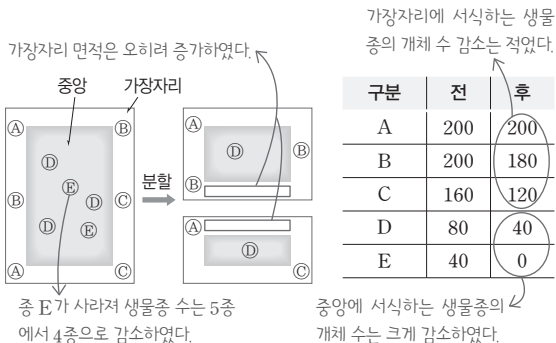
ㄱ. (가)에서 서식지의 면적이 클수록 새의 종 수가 증가하는 것으로 보아 서식지의 면적이 클수록 종 다양성이 증가한다는 것을 알 수 있다.

② (나)를 분석하여 새의 개체군 크기가 멸종률과 어떤 관계가 있는지 파악한다.

ㄴ. (나)에서 개체군의 크기가 클수록 새가 멸종될 확률은 감소한다.
 ㄷ. (가)에서 서식지의 면적이 작아지면 새의 종 수가 감소하고, (나)에서 개체군의 크기가 작아지면 새의 멸종률이 높아진다. 따라서 서식지의 면적이 감소하여 개체군의 크기가 작아지면 멸종될 가능성이 높아진다는 것을 알 수 있다.

7

문제 분석



선택지 분석

- ㉠ 생물종의 수가 감소하였다.
 ✕ 가장자리 면적 중양 면적의 값이 감소하였다. 증가하였다.
 ㉡ 가장자리보다 중양에 서식하는 개체 수가 더 많이 감소하였다.

▶ 전략적 풀이 ① 서식지를 분할하기 전과 후의 각 생물종의 개체 수를 비교한다.

ㄱ. 서식지 분할 후 종 E가 사라졌으므로 생물종의 수는 5종에서 4종으로 감소하였다. 또한 종 A의 개체 수만 변화하지 않았고, 나머지 생물종의 개체 수는 모두 감소하였다.

② 서식지가 단편화되었을 때 서식지 중양 면적과 가장자리 면적이 어떻게 변하는지를 파악한다.

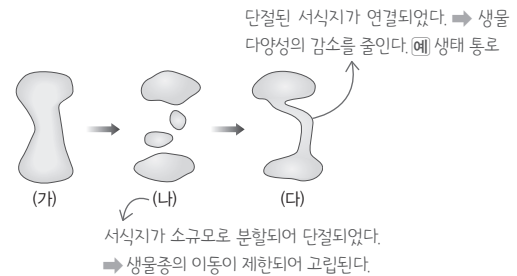
ㄴ. 서식지가 분할되면 서식지 중양의 면적은 크게 줄어들지만, 가장자리의 면적은 오히려 늘어난다. 즉, 서식지에서 가장자리가 차지하는 비율이 증가한다.

따라서 $\frac{\text{가장자리의 면적}}{\text{중양 면적}}$ 의 값은 증가한다.

ㄷ. 서식지 중양의 면적이 감소함에 따라 서식지의 가장자리에 서식하던 생물종의 개체 수보다 중양에 서식하던 생물종의 개체 수가 더 많이 감소하였다. 특히, 서식지가 분할된 후 서식지 중양에만 서식하던 종 E의 경우 서식지 분할 후 완전히 사라져 서식지 중양의 생물종 수가 감소하였다.

8

문제 분석



선택지 분석

- ✕ (가) → (나)로 서식지가 변화하면 생물종 수가 증가한다. 감소한다.
 ㉠ (다)는 (나)보다 생물 다양성을 유지하기에 유리하다.
 ㉡ 분할된 서식지에 생태 통로가 설치되면 (나) → (다)와 같은 변화가 일어난다.

▶ 전략적 풀이 ① 서식지 단편화가 생물의 종 다양성에 미치는 영향을 파악한다.

ㄱ. (가)에서 (나)로 서식지가 변화하면 대규모의 서식지가 소규모로 분할되어 생물종의 이동이 제한되어 고립되고, 서식지의 면적이 감소하여 생물종 수가 감소하므로 생물 다양성이 감소하게 된다.

② 단편화된 서식지 사이를 연결하는 생태 통로가 종 다양성에 미치는 영향을 유추한다.

ㄴ. (다)는 각 서식지가 연결되어 있어 생물종이 고립되지 않지만, (나)는 서식지가 단편화되어 있어 생물종의 이동이 제한을 받고 고립되기 때문에 생물 다양성이 더 많이 감소한다. 따라서 (다)는 (나)보다 생물 다양성을 유지하기에 유리하다.

ㄷ. 생태 통로를 설치하면 (나)와 같이 단편화된 서식지를 (다)와 같이 연결할 수 있다.

Memo



Memo



Memo

