

와자

정답친해



생명과학

생명 시스템의 구성

1 생명과학의 이해

01 / 생물의 특성

개념 확인 문제

13쪽

① 세포 ② 물질대사 ③ 항상성 ④ 발생 ⑤ 성장 ⑥ 유전
⑦ 진화

1 ㄱ, ㄴ, ㄷ 2 세포분열 3 (1) 차 (2) 공 (3) 차 (4) 공 4 (1) ㄱ
(2) ㄴ (3) ㄷ (4) ㄴ (5) ㄹ 5 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○

1 ㄱ. 물질대사 과정에는 효소가 관여한다. 효소는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나도록 촉진한다.
ㄴ. 물질대사가 일어날 때에는 반드시 에너지 출입이 일어나므로 물질대사를 에너지대사라고도 한다.

ㄷ. 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하는 광합성은 동화작용의 예에, 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포호흡은 이화작용의 예에 해당한다.

2 발생은 다세포생물에서 하나의 수정란이 세포분열을 하여 세포 수를 늘리고 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 완성된 몸의 구조를 이루는 하나의 개체가 되는 과정이다. 또한 성장은 다세포생물에서 어린 개체가 세포분열을 하여 세포 수를 늘려 가면서 몸집이 커지고 무게가 증가하여 성체로 자라는 과정이다. 발생과 성장은 공통적으로 세포분열이 수반되어 나타나는 생물의 특성이다.

3 사람과 휴머니이드는 모두 특정 자극에 대해 반응하고 에너지를 사용해 움직인다는 공통점을 가진다. 그러나 사람은 세포로 이루어져 있고 생식을 통해 자신과 닮은 자손을 만드는 생물이지만, 휴머니이드는 세포로 이루어져 있지 않은 비생물이다.

4 (1) 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절하는 것은 생물이 환경 변화에도 체내 상태를 일정하게 유지하려고 하는 항상성에 해당한다.
(2) 손이 찢리는 자극에 대해 순간적으로 손을 떼는 반응을 하는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.
(3) 개구리의 수정란이 올챙이를 거쳐 개구리가 되는 것은 하나의 수정란이 세포분열을 하여 하나의 개체가 되는 발생과 어린 개체가 세포분열을 하여 성체가 되는 성장에 해당한다.

(4) 적록색맹인 어머니로부터 적록색맹인 아들이 태어나는 것은 아버지의 형질이 자손에게 전해지는 생식과 유전에 해당한다.

(5) 선인장의 잎이 가시로 변해 물을 손실을 최소화한 것은 건조한 환경에 적합하도록 몸의 형태를 적응하고 변화한 결과이므로 적응과 진화에 해당한다.

5 (1) 바이러스는 크기가 10 nm~100 nm 정도로 세균보다 훨씬 작다.

(2) 바이러스는 단백질 껍질 속에 유전물질인 핵산(DNA 또는 RNA)이 들어 있는 구조이다.

(3) 바이러스는 라이보솜과 같은 세포소기관이 없으며 세포막으로 싸여 있지 않는 등 세포의 구조를 갖추고 있지 않다.

(4) 바이러스는 숙주세포 밖에서 단백질 입자로 존재하며 스스로 물질대사를 할 수 없다.

(5) 바이러스는 숙주세포 안에서 유전물질을 복제해 증식하며, 이 과정에서 유전 현상이 나타난다.

대표 자료 분석 1

14쪽

1 ㉠ 생식과 유전, ㉡ 물질대사, ㉢ 적응과 진화 2 ㉢ 3 (1) ㉠
(2) ㉡ (3) ㉠ (4) ㉡ (5) ㉢ (6) ㉡ 4 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○

1 • ㉠ 생물이 생식을 통해 유전물질을 전달하여 자신과 닮은 개체를 만드는 과정은 생식과 유전에 해당한다.

• ㉡ 장거리 비행에 필요한 에너지를 얻는 것은 세포호흡을 통해 에너지를 얻는 과정이므로 물질대사에 해당한다.

• ㉢ 깃털에서 먹이를 잡기에 적합한 손가락 모양의 부리를 갖는 것은 생물이 서식 환경에 적응하여 진화한 결과이므로 적응과 진화에 해당한다.

2 생물의 특성 중 ①은 세포로 구성, ②는 물질대사, ③은 생식과 유전, ④는 적응, ⑤는 발생과 성장에 대한 설명이다.

3 (1) 식물이 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성하는 광합성은 물질대사의 예에 해당한다.

(2) 모든 생물은 세포로 구성되어 있으며, 세포의 수에 따라 단세포생물과 다세포생물로 구분한다. 다세포생물인 다람쥐는 기능과 모양이 다양한 여러 개의 세포로 이루어져 있다.

- (3) 수정란이 올챙이를 거쳐 어린 개구리가 되는 과정은 하나의 수정란이 하나의 개체가 되는 발생의 예에, 어린 개구리가 성체 개구리가 되는 과정은 성장의 예에 해당한다.
- (4) 히드라가 출아법으로 자신과 닮은 자손을 만드는 현상은 생식을 통해 유전물질을 자손에게 전달하여 유전적 형질을 물려주는 생식과 유전의 예에 해당한다.
- (5) 피그마해마가 주변 산호와 유사한 모습으로 위장하는 것은 환경에 적응하여 진화한 결과이므로 적응과 진화의 예에 해당한다.
- (6) 육상 선수는 출발 신호의 자극에 맞춰 달리기 시작하는 반응을 하므로, 이는 자극에 대한 반응의 예이다.

- 4** (1) ㉠ 과정에서 부모의 유전물질이 자손에게 전달되어 자손이 부모의 형질을 물려받는다.
- (2) 모든 물질대사 과정에는 효소가 관여한다.
- (3) ㉡ 과정에서는 복잡한 물질을 간단한 물질로 분해하여 에너지가 방출되는 이화작용이 일어난다.
- (4) '사람이 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절한다.'는 항상성의 예에 해당한다.
- (5) 생식과 유전 및 적응과 진화는 생물종을 보존하여 생명의 연속성을 유지하는 종족 유지 현상에 해당한다. 하나의 생물이 살아 있는 상태를 유지하는 개체 유지에 해당하는 현상에는 세포로 구성, 물질대사, 자극에 대한 반응, 항상성, 발생과 성장이 있다.

대표 자료 분석 2 15쪽

1 (가) 다세포생물, (다) 단세포생물 **2** (1) ㉡ (2) ㉢ (3) ㉣ (4) ㉤ (5) ㉦ **3** ㄱ, ㄴ, ㄷ **4** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) ×

1 세포의 수에 따라 단세포생물과 다세포생물로 구분할 때, 소나무(가)는 기능과 모양이 다양한 세포로 이루어진 다세포생물이고, 대장균(다)은 하나의 세포로 이루어진 단세포생물이다.

- 2** (1) 박테리오파지(나)는 세포의 구조를 갖추고 있지 않지만, 소나무(가)와 대장균(다)은 세포로 이루어져 있다. 따라서 '세포로 되어 있다.'는 (가)와 (다)의 공통점인 ㉡에 해당한다.
- (2) 소나무(가), 박테리오파지(나), 대장균(다)은 모두 유전물질인 DNA를 가지고 있다. 따라서 '유전물질을 가지고 있다.'는 (가)~(다)의 공통점인 ㉢에 해당한다.
- (3) 소나무(가)와 대장균(다)에는 몸을 구성하고 효소의 주성분인 단백질이 있으며, 박테리오파지(나)는 DNA를 단백질 껍질이 감싸고 있는 구조로 단백질이 있다. 따라서 '구성 성분 중 단백질이 있다.'는 (가)~(다)의 공통점인 ㉣에 해당한다.

- (4) 박테리오파지(나)는 스스로 물질대사를 할 수 없지만, 소나무(가)와 대장균(다)은 스스로 물질대사를 할 수 있다. 따라서 '스스로 물질대사를 할 수 있다.'는 (가)와 (다)의 공통점인 ㉡에 해당한다.
- (5) 소나무(가)는 세포 내 엽록체에서 광합성을 하여 포도당을 합성한다. 반면 박테리오파지(나)와 대장균(다)은 광합성을 하지 못한다. 따라서 '광합성을 통해 포도당을 합성한다.'는 소나무(가)만 가지고 있는 특징인 ㉠에 해당한다.

3 대장균(다)과 아메바는 단세포생물로, 생식과 유전, 자극에 대한 반응, 적응과 진화과 같은 생물의 특성을 모두 나타낸다.

- 4** (1) 소나무(가), 박테리오파지(나), 대장균(다)은 모두 증식 과정에서 돌연변이가 일어날 수 있으며, 그로 인해 나타난 새로운 형질이 환경에 적응하면 진화로 이어질 수 있다.
- (2) 소나무(가)는 핵, 엽록체, 미토콘드리아와 같이 막으로 둘러싸인 세포소기관을 가지고 있다.
- (3) 박테리오파지(나)는 대장균(다)을 숙주로 하는 바이러스이므로, 박테리오파지(나)는 대장균(다)보다 크기가 작다.
- (4) 박테리오파지(나)는 숙주세포 밖에서는 단백질 껍질에 유전물질이 들어 있는 입자 상태로 존재한다.
- (5) 대장균(다)은 생물의 특성을 나타내는 생물이다. 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 나타내는 것은 박테리오파지(나)이다.
- (6) 세포-조직-기관-개체에 이르는 복잡하고 정교한 체계를 갖추는 것은 다세포생물인 소나무(가)이다. 대장균(다)은 하나의 세포 수준의 단계이다.

나신 만점문제 16쪽-18쪽

01 ⑤ **02** ④ **03** ② **04** ④ **05** 항상성 **06** ②
07 해설 참조 **08** ① **09** ④ **10** ③ **11** ③
12 ① **13** ③ **14** 해설 참조

- 01** ㄱ. 물을 많이 마시면 오줌의 양이 늘어나는 것은 체내 수분량을 일정하게 유지하기 위한 항상성의 예에 해당한다.
- ㄴ. 적록색맹인 어머니로부터 적록색맹인 아들이 태어나는 것은 생식과 유전의 예에 해당한다. 생식 과정에서 부모의 유전물질이 자손에게 전달되어 자손은 부모의 형질을 물려받게 된다.
- ㄷ. 부레옥잠의 통기조직은 수생 환경에 적응한 구조로, 환경에 가장 적합한 형질을 가진 개체가 살아남아 그 형질을 여러 세대에 걸쳐 전달해 온 결과이므로 적응과 진화의 예에 해당한다.

02 ㄱ. 달걀이 세포분열을 하여 세포 수를 늘리고 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 닭이 된다. 이 과정에 있는 병아리(㉠)도 생물이므로 세포로 구성되어 있다.

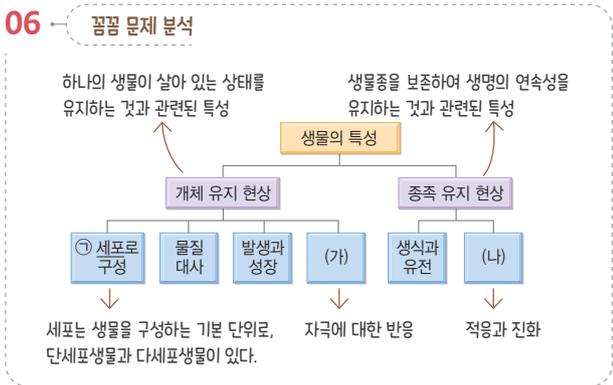
ㄷ. 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 것은 물질대사 중 이화작용의 예인 세포호흡에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 닭은 천적의 울음소리라는 자극에 대해 안전한 곳으로 피하는 반응을 하므로, (나)는 생물의 특성 중 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.

03 (가)에서 난초사마귀가 난초 꽃의 형태·색과 비슷한 것은 서식 환경에 적응하여 진화한 결과이다. (나)에서 난초사마귀가 먹이를 섭취하여 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는 과정에서 이화작용이 일어나며, 이는 물질대사의 예에 해당한다.

04 먹이 종류에 따라 새의 부리 모양이 다른 것은 생물의 특성 중 적응과 진화의 예에 해당한다. ①은 생식과 유전, ②는 물질대사, ③은 항상성, ④는 적응과 진화, ⑤는 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.

05 (가)에서 염분이 높은 외부 환경에서 과잉의 염분을 배출하는 것은 체내 삼투압을 일정하게 유지하기 위한 것이고, (나)에서 혈당량이 높은 내부 환경에서 포도당을 세포로 흡수하거나 간에 저장하는 것은 체내 혈당량을 일정하게 유지하기 위한 것이다. 따라서 (가)와 (나)에서 공통적으로 나타난 생물의 특성은 항상성이다.



ㄴ. 플라나리아가 빛 자극에 대해 어두운 곳으로 이동하는 것은 자극에 대한 반응인 (가)의 예에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 모든 생물은 세포로 구성되어 있으며, 세포 수에 따라 몸이 하나의 세포로 이루어진 단세포생물과 많은 수의 세포로 이루어진 다세포생물로 구분한다. 따라서 모든 생물이 많은 수의 세포(㉠)로 이루어져 있는 것은 아니다.

ㄷ. 사람이 추울 때 몸 떨림과 같은 근육 운동으로 열을 발생시키는 것은 체온을 유지하기 위한 것으로 항상성의 예에 해당한다.

07 휴머니드는 전지에서 얻은 에너지를 사용하지만 이 과정에서 물질대사가 일어나지 않는다. 또한 자극을 감지하여 반응하지만 세포로 구성되어 있지 않으며, 항상성, 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화와 같은 생물의 특성이 나타나지 않는다.

모범 답안 휴머니드는 세포가 아닌 여러 부품으로 구성되어 있고, 물질대사가 아닌 전지에서 에너지를 얻으며, 항상성, 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화와 같은 생물의 특성을 나타내지 않으므로 생물이 아니다.

채점 기준	배점
세포로 구성, 물질대사, 항상성, 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화를 모두 언급하여 옳게 서술한 경우	100 %
생물의 특성이 나타나지 않는다고만 서술한 경우	50 %

08 ㄴ. 죽순(나)은 세포호흡, 단백질합성과 같은 물질대사를 하며, 이 과정에서 구성 물질을 스스로 합성한다.

바로알기 ㄱ. 고드름(가)은 외부의 물이 얼어 붙으면서 크기가 커지지만, 이는 세포분열에 의해 몸이 자라는 생물의 발생과 성장에 해당하지 않는다.

ㄷ. 자유롭게 움직일 수 있는지의 여부는 생물의 특성에 해당하지 않으므로 생물을 판단하는 기준이 되지 않는다.

09 **포뮬러 문제 분석**

[실험 (가)]

빛을 비추고 $^{14}\text{CO}_2$ 를 공급하는 것은 행성 토양에 동화작용(광합성)을 하는 생물이 있는지 확인하기 위한 것이다.

⇒ 광합성을 하는 생물이 있다면 ^{14}C 를 포함한 유기물이 검출될 것이다. 이를 확인하기 위해 공급한 $^{14}\text{CO}_2$ 를 모두 제거한 후 토양을 가열하여 방출되는 기체에서 방사능을 측정한다.

[실험 (나)]

^{14}C 가 포함된 영양소를 공급하는 것은 행성 토양에 이화작용(세포호흡)로 영양소를 분해하는 생물이 있는지 확인하기 위한 것이다.

⇒ 세포호흡을 하는 생물이 있다면 $^{14}\text{CO}_2$ 가 방출되어 방사능이 검출될 것이다.

ㄱ. (가)와 (나)는 생물이 물질대사를 통해 물질을 합성하거나 분해한다는 특성을 전제로 한 실험이다.

ㄷ. (나)는 ^{14}C 가 포함된 영양소를 공급하고 방사능 계측기로 $^{14}\text{CO}_2$ 가 발생하는지를 알아보고 하는 것이므로, 행성 토양에 세포호흡을 하는 생물의 존재 여부를 확인하는 실험이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 ^{14}C 가 포함된 이산화 탄소를 공급하고 빛을 비추고 있으므로 행성 토양에 광합성을 하는 생물의 존재 여부를 확인하는 실험이다. 광합성은 물질대사 중 동화작용에 해당한다.

10 ㄱ. 바이러스는 유전물질(DNA 또는 RNA)을 가지고 있어 증식 과정에서 돌연변이가 일어날 수 있다.

ㄴ. 기존 항바이러스제로 치료할 수 없는 변종 바이러스가 나타난 것(㉠)은 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 새로운 형질이 생기고 환경에 적응하여 진화한 결과이다. 따라서 이는 생물의 특성 중 적응과 진화의 예에 해당한다.

바로알기 ㄷ. 바이러스는 감염된 숙주세포 안에서만 숙주의 효소를 이용해 증식할 수 있다. 따라서 '스스로 증식할 수 있다.'는 ㉡에 해당하지 않는다.

11 ㄱ. 바이러스(가)는 단백질 껍질 속에 RNA가 들어 있는 구조이므로 핵산을 가지고 있다.

ㄴ. 식물 세포(나)는 생물의 특성을 나타내므로 스스로 물질대사를 할 수 있다.

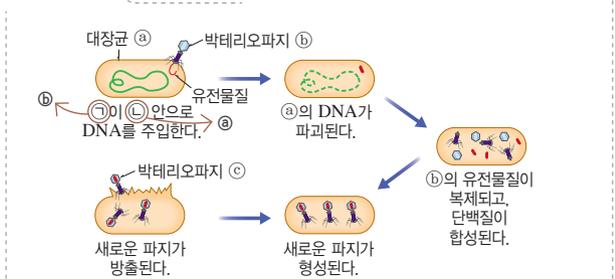
바로알기 ㄷ. 바이러스(가)는 세포의 구조를 갖추고 있지 않으며, 세포막으로 싸여 있지 않다. 반면 식물 세포(나)는 세포막을 가지고 있다.

12 ㄱ. 독감바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없지만, 아메바는 스스로 물질대사를 할 수 있다. 따라서 '스스로 단백질을 합성하지 못한다.'는 독감바이러스만의 특징인 ㉠에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 아메바는 하나의 세포로 이루어진 단세포생물이며, '세포분열로 증식한다.'는 아메바만의 특징인 ㉡에 해당한다.

ㄷ. '모양과 기능이 다양한 여러 개의 세포로 이루어져 있다.'는 다세포생물의 특징이다. '하나의 세포로 이루어져 있다.'가 ㉢에 해당한다.

13~14 **꼼꼼 문제 분석**



박테리오파지(㉢)가 대장균(㉡)의 표면에 부착하여 자신의 유전물질(DNA)을 대장균(㉡) 안으로 주입한다. → 대장균(㉡)의 효소를 이용해 유전물질을 복제하고 새로운 단백질 껍질을 합성하여 증식한다. → 증식한 박테리오파지(㉢)는 세균을 손상시키거나 파괴하고 밖으로 나온다. → 이 과정을 통해 박테리오파지(㉢)와 유전정보가 동일한 새로운 박테리오파지(㉢)가 만들어진다.

13 ㄱ. 자신의 유전물질을 숙주에 주입하는 ㉠은 박테리오파지 ㉢이고, 숙주인 ㉡는 대장균 ㉡이다.

ㄴ. 새로 만들어진 박테리오파지 ㉢은 박테리오파지 ㉢이 자신의 유전물질을 복제하여 만든 것이다. 따라서 박테리오파지 ㉢과 ㉢의 유전정보는 같다.

바로알기 ㄷ. 박테리오파지 ㉢을 구성하는 단백질은 대장균 ㉡의 효소를 이용해 박테리오파지 ㉢의 유전정보에 따라 합성된 것이다.

14 **모범 답안** 박테리오파지는 유전물질을 가지고 있지만 효소가 없으므로 물질대사를 하지 못하므로 스스로 증식할 수 없다. 따라서 자신의 유전물질을 복제하고 단백질을 합성하여 증식하기 위해서는 숙주인 대장균과 같은 살아 있는 세포가 필요하다.

채점 기준	배점
유전물질을 복제하고 단백질을 합성해 증식하기 위해서는 살아 있는 숙주세포가 필요하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
스스로 물질대사를 할 수 없기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

실력 UP 문제 19쪽

01 ㄱ. 생물이 체액 농도를 일정하게 유지하기 위해 체내 수분량을 조절하는 것은 생물의 특성 중 항상성에 해당한다.

ㄷ. 강에 서식하는 어류(A)와 바다에 서식하는 어류(B)에서 체내 수분량을 조절하는 방식이 다른 것은 생물이 서식 환경에 적응하여 진화한 결과이므로 적응과 진화의 예에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 체액 농도가 주변보다 높은 A는 강에 서식하는 어류이고, 주변보다 낮은 B는 바다에 서식하는 어류이다.

02 **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
다람쥐 (다세포생물)	○	○	㉡○	• 단백질이 있다. 다람쥐 → ㉡ • 조직과 기관을 가진다. → ㉢ • 스스로 물질대사를 하여 에너지를 얻는다.
짚신벌레 (단세포생물)	○	○	×	
박테리오파지 (바이러스)	○	×	×	

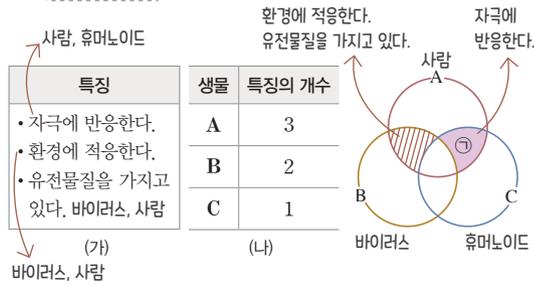
(○: 있음, ×: 없음)
 다람쥐, 짚신벌레 → ㉡
 박테리오파지(가) 다람쥐, 짚신벌레 → ㉢(나)

ㄱ. A는 다세포생물인 다람쥐, B는 단세포생물인 짚신벌레, C는 바이러스인 박테리오파지이다.

ㄴ. 다람쥐(A)는 조직과 기관을 가지고, 짚신벌레(B)는 스스로 물질대사를 하여 에너지를 얻으며, 박테리오파지(C)는 단백질이 있으므로 ㉡~㉢은 모두 '○'이다.

ㄷ. ㉠은 '단백질이 있다.', ㉡은 '스스로 물질대사를 하여 에너지를 얻는다.', ㉢은 '조직과 기관을 가진다.'이다.

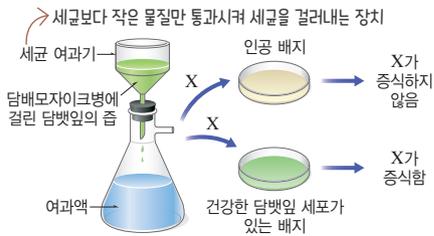
03 / 품목 문제 분석



나. 사람(A)은 자극에 적절히 반응하여 생명을 유지하며, 휴머니드(C)는 다양한 센서를 통해 주변 환경을 감지하고 이를 기반으로 움직임을 결정한다. 따라서 '자극에 반응한다.'는 사람(A)과 휴머니드(C)의 공통 특징인 ㉠에 해당한다.

- 바로알기** 가. A는 생물인 사람, B는 생물과 비생물의 특징을 모두 갖는 바이러스, C는 비생물인 휴머니드이다.
 다. 휴머니드(C)는 물질대사를 통해 에너지를 얻는 것이 아니라 전지에서 얻은 에너지를 사용해 움직인다.

04 / 품목 문제 분석



- (가): 담배모자이크병에 걸린 담뱃잎의 여과액을 건강한 담뱃잎에 바르자 병이 나타났다. → 담배모자이크병을 일으키는 X는 세균보다 크기가 작다.
- (나): 여과액에서 핵산과 단백질로 된 X의 결정을 얻었다. → X는 핵산과 단백질로 구성되며, 숙주세포 밖에서는 활성이 없는 입자로 존재한다.
- (다): X는 인공 배지에서는 증식하지 않았지만, 건강한 담뱃잎 세포가 있는 배지에서는 증식하였다. → X는 살아 있는 담뱃잎 세포(숙주세포) 안에서만 유전물질을 복제해 증식할 수 있다.

[결론] X는 바이러스이다.

- 가. X는 유전물질인 핵산을 가진다.
 나. X는 세균 여과기를 통과할 수 있으므로 세균보다 크기가 작다.

바로알기 다. X는 세포의 구조를 갖추고 있지 않으므로 세포분열을 할 수 없다. X는 자신의 유전물질을 살아 있는 담뱃잎 세포 안에 주입한 뒤 담뱃잎 세포의 효소를 이용해 자신의 유전물질을 복제하고 단백질을 합성하여 증식한다.

02 / 생명과학의 특성과 생명 시스템의 구성 단계

개념 확인문제

21쪽

- ① 생명과학 ② 생명 시스템

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ 2 ㉠ 세포, ㉡ 개체, ㉢ 개체군, ㉣ 생태계

1 (2) 생명과학은 생물을 구성하는 물질부터 생태계에 이르기까지 모든 단계의 생명 현상을 연구 대상으로 한다.
 (4) 생명과학의 성과는 여러 학문 분야의 성과와 결합되어 나타나며, 여러 분야와 통합적으로 연계되어 발달하고 있다.

2 ㉠ 세포는 생물을 구성하는 구조적·기능적 기본 단위이다. 세포는 세포막으로 둘러싸여 있으며, 그 속에 핵, 미토콘드리아, 라이보솜, 소포체, 엽록체 등 구조와 기능이 다양한 세포소기관이 있다. 이들 세포소기관은 유기적으로 상호작용하여 생명활동을 한다.

㉡ 개체는 여러 기관이 모여 독립된 구조와 기능을 가지고 생명활동을 하는 생명체로, 물질대사, 항상성, 자극에 대한 반응과 같은 생물의 특성을 나타낸다.

㉢ 개체군은 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리로, 개체군을 구성하는 개체들은 다양한 방식으로 상호작용한다.

㉣ 생태계는 군집 내 생물이 다른 생물 또는 환경과 영향을 주고받으며 살아가는 체계이다. 생태계에서 물질과 에너지는 먹이사슬을 따라 이동하고, 생물은 이를 이용하여 생명활동을 수행한다.

대표 자료 분석

22쪽

- 1 A: 조직, B: 기관, C: 개체군, D: 군집 2 세포, 조직(A), 기관(B), 개체, 개체군(C), 군집(D), 생태계 3 ㉠ 기관계, ㉡ 조직계
 4 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ (6) × (7) × (8) ○ (9) × (10) ×

1 A는 모양과 기능이 비슷한 세포의 모임인 조직이고, B는 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 기관이다. C는 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리인 개체군이고, D는 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리인 군집이다.

2 생명 시스템의 각 구성 단계는 구조적 체계를 이루고 하나의 시스템으로 기능한다. 따라서 각 구성 단계는 모두 하나의 생명 시스템에 해당한다.

3 동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계(㉠) → 개체이고, 식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직계(㉡) → 기관 → 개체이다.

4 (3) 개체는 독립적으로 생명활동을 하는 개별적인 하나의 생명체이다.

(4) 생명 시스템을 구성하는 구조적 단위이며 생명활동이 일어나는 기능적 단위는 세포이다.

(5) 생명체인 개체는 물질대사, 자극에 대한 반응, 항상성, 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화와 같은 생물의 특성을 나타낸다.

(6) 여러 기관이 모여 독립적으로 생명활동을 하는 생명체는 개체이다.

(7) 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리는 개체군(C)이다. 군집(D)은 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리이다.

(8) 군집(D)을 구성하는 각 개체군(C)은 중간경쟁, 공생, 기생 등 다양한 방식으로 상호작용한다.

(9) 생태계에는 생물과 영향을 주고받는 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등의 주변 환경이 포함된다.

(10) 다세포생물은 많은 세포가 서로 유기적으로 조직되어 정교한 체계를 이루지만, 단세포생물은 하나의 세포로 되어 있다.

나신 만점문제

23쪽~24쪽

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

01 나. 생명과학은 연구 성과를 질병 치료, 환경 문제 해결, 생물 자원 개발 등 인류의 생존과 복지에 응용한다.

바로알기 가. 생명과학은 생물의 특성과 생명 현상을 연구하여 생명의 본질을 밝히고, 그 성과를 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.

다. 생명과학은 생물을 구성하는 물질부터 세포, 조직, 기관, 개체, 개체군, 군집, 생태계에 이르기까지 모든 단계의 생명 현상을 연구 대상으로 한다.

02 **바로알기** ④ 생태학은 생물 사이의 관계 및 생물을 둘러싸고 있는 환경과 생물의 상호작용을 연구한다.

03 가. 소화효소의 성분 분석을 통해 인공적으로 소화효소를 생산하여 소화제를 개발하는 것은 생명과학과 화학, 약학과의 연계 사례이다.

나. 사건 현장에 떨어진 혈액이나 머리카락에서 유전자를 채취한 후 유전정보를 분석해 범인을 밝혀내는 것은 생명과학과 법학, 의학과의 연계 사례이다.

다. 미생물 발효 원리를 이용한 미생물 발효 공정의 효율화를 통해 김치, 요구르트와 같은 발효 식품을 생산하는 것은 생명과학과 화학공학과의 연계 사례이다. 화학공학은 화학공업의 여러 공정을 효율적으로 진행하기 위해 화학 장치의 구조와 기능, 장치 내에서 일어나는 화학 반응 등을 연구하는 학문이다.

04 생명과학은 화학, 물리학, 지구과학 등 다른 과학 분야뿐만 아니라 법학, 경제학, 지리학 등 다양한 학문 분야와 영향을 주고받으며 발달한다. 오늘날 전 세계 다양한 분야의 전문가들은 인류의 생존과 복지를 위해 학문 간의 경계를 뛰어넘어 협력하여 연구하고 있다. 따라서 생명과학의 성과는 여러 학문 분야의 성과와 결합되어 나타난다.

05 가. A는 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리인 개체군이다.

바로알기 나, 다. B는 여러 개체군의 무리인 군집으로, 여러 종의 생물로 이루어진다. 따라서 생물인 식물은 군집(B)에 포함되지 않, 빛은 비생물요소로 군집(B)에 포함되지 않는다.

06 가. 소화계(㉠)에 속하는 기관에는 입, 위, 작은창자, 큰창자, 간, 이자 등이 있다.

다. 기관(C)은 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 것이다.

바로알기 나. A는 기관계, B는 조직계, C는 기관이다.

07 가. (가)는 생명 시스템을 구성하는 기본 단위인 세포이다. 동물과 식물을 구성하는 세포에는 핵, 미토콘드리아, 라이보솜, 소포체 등 구조와 기능이 다양한 세포소기관이 있다.

다. 생태계(다)에는 무리를 이루어 살아가는 생물과 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등의 주변 환경이 모두 포함된다.

바로알기 나. 생물 개체(나)는 자신의 효소를 이용해 스스로 물질 대사를 한다.

08 세포는 여러 세포소기관이 상호작용하여 생명 현상을 나타내며, 세포막을 통해 외부 환경요인과 끊임없이 상호작용한다. 따라서 세포도 생명활동을 독립적으로 수행하는 생명 시스템이다.

모범 답안 세포는 생명 시스템이다. 핵, 미토콘드리아, 라이보솜 등 다양한 세포소기관으로 이루어진 구조적 체계를 갖추고 있으며, 이들 세포소기관이 서로 상호작용하여 생명활동을 수행하기 때문이다.

채점 기준	배점
생명 시스템이라고 쓰고, 여러 세포소기관이 상호작용하여 생명활동을 수행하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
생명 시스템이라고 쓴 경우	30 %

실력UP문제 24쪽

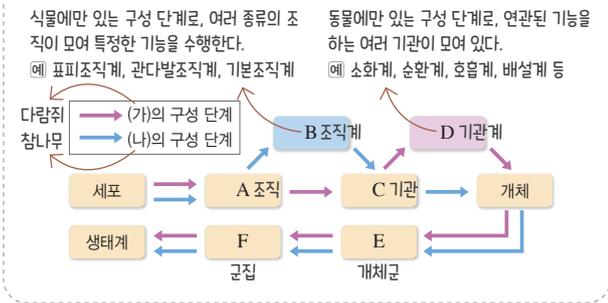
01 ㄱ, ㄴ 02 ㄷ

01 ㄱ. 생명과학은 세포를 구성하는 단백질, 핵산과 같은 분자를 포함하여 생물을 구성하는 물질부터 생태계에 이르기까지 모든 단계의 생명 현상을 연구 대상으로 한다.

ㄴ. 원심분리기와 자동 세포배양 시스템 등은 공학 기술이 적용된 장치로 세포소기관 연구에 활용되었으므로, ㉠은 생명과학과 공학이 연계된 사례이다.

바로알기 ㄷ. 생명과학의 성과가 다른 학문 분야의 발달에 영향을 미치기도 하고, 다른 학문 분야의 성과가 생명과학의 발달에 영향을 미치기도 한다.

02 품목 문제 분석



ㄷ. 세포, 조직(A), 조직계(B), 기관(C), 기관계(D), 개체, 개체군(E), 군집(F), 생태계는 각각 구조적 체계를 이루며 구성 요소들이 상호작용하는 하나의 생명 시스템이다.

바로알기 ㄱ. 다람쥐(가)와 참나무(나)는 서로 다른 종이므로 같은 개체군(E)에 속하지 않는다.

ㄴ. 조직계(B)는 식물에만 존재하며, 다람쥐와 같은 동물에는 없다. 다람쥐에서는 여러 조직이 모여 기관(C)을 이룬다.

중단원 핵심 정리 25쪽

- ① 물질대사
- ② 항상성
- ③ 생식
- ④ 진화
- ⑤ 돌연변이
- ⑥ 조직
- ⑦ 개체
- ⑧ 생태계

중단원 마무리 문제 26쪽~28쪽

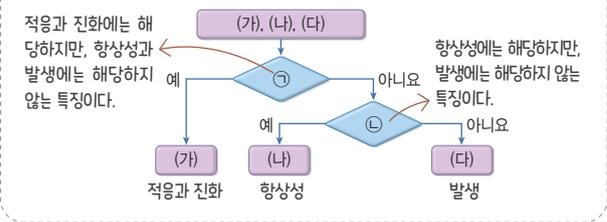
- 01 ③
- 02 ⑤
- 03 ③
- 04 ①
- 05 ⑤
- 06 ①
- 07 ④
- 08 ④
- 09 ②
- 10 ④
- 11 해설 참조
- 12 해설 참조

01 (가)에서 미모사의 잎을 건드리는 자극에 대해 잎이 접히고 잎자루가 처지는 반응이 일어났으므로 (가)는 자극에 대한 반응의 예에 해당한다. (나)에서 저장된 녹말로부터 발아에 필요한 에너지를 얻는 것은 생물이 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는 예에 해당한다. (다)에서 초식동물이 육식동물에 비해 길진 식물을 씹을 수 있는 넓적한 모양의 어금니가 발달한 것은 생물이 서식 환경에 적응하여 진화한 결과이므로 적응과 진화의 예에 해당한다.

02 ㄱ. 오리 개체는 여러 요소가 상호작용하여 생명활동을 수행하는 하나의 생명 시스템이다.
 ㄴ. ㉠ 과정에서 지방이 간단한 물질로 분해되는 이화작용이 일어났으며, 이 과정에서 에너지가 방출되었다.
 ㄷ. 발가락 사이에 물갈퀴가 있어 헤엄치고 먹이를 잡는 데 유리한 것(㉡)은 생물이 서식 환경에 적응하여 진화한 결과이므로 적응과 진화의 예에 해당한다.

03 ㄱ. A와 B는 모두 생물의 구조적·기능적 단위인 세포로 구성되어 있다.
 ㄴ. A가 식물의 잎을 섭취하여 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는 것은 물질대사의 예에 해당한다.
바로알기 ㄷ. '나비의 알은 애벌레, 번데기 시기를 거쳐 성체가 된다.'는 발생과 성장의 예에 해당하지만, B가 A의 알처럼 보이는 분비샘을 만들어 다른 곤충의 산란을 막는 것은 환경에 적응한 결과로 적응과 진화의 예에 해당한다.

04 품목 문제 분석



ㄱ. 항생제를 자주 사용하는 환경에서 항생제 저항성 세균 집단이 출현한 것은 적응과 진화(가)의 예에 해당한다. 바이러스는 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 환경에 적응하고 진화한다. 분류 기준 ㉠은 적응과 진화에만 해당하는 특징이므로, '바이러스에서 나타나는가?'는 이에 해당한다.

바로알기 나. 이자(㉔)는 생명 시스템의 구성 단계 중 기관에 해당한다. 기관계는 연관된 기능을 수행하는 여러 기관이 모인 것으로, 동물에만 있다.

다. '더운 여름에 체온 유지를 위해 땀을 흘린다.'는 체내 상태를 일정하게 유지하는 항상성(나)의 예에 해당한다.

05 나. 박테리오파지는 숙주인 세균의 효소를 이용해 물질대사를 하며, 숙주세포 밖에서는 자체 효소가 없어 물질대사를 하지 못한다.

다. 박테리오파지는 살아 있는 숙주세포 안에서만 자신의 유전물질인 DNA를 복제하고 단백질을 합성하여 증식한다.

바로알기 가. 박테리오파지는 살아 있는 숙주세포 안에서만 물질대사를 하고 증식할 수 있으므로 지구에 나타난 최초의 생명체로 볼 수 없다. 바이러스는 숙주세포 출현 이후 지구상에 출현했을 것이다.

06 **꼼꼼 문제 분석**

유전물질이 있다.	세포분열을 통해 증식한다. 또는 조직과 기관을 가진다.	조직과 기관을 가진다. 또는 세포분열을 통해 증식한다.	
구분	㉑	㉒	㉓
바이러스 A	○	×	×
B	○	○	×
C	㉔ ○	㉕ ×	㉖ ○
세균 또는 메뚜기	(가)		메뚜기 세균, 메뚜기, 바이러스 (나)

특징(㉑~㉖)
 • 유전물질이 있다.
 • 조직과 기관을 가진다.
 • 세포분열을 통해 증식한다. 세균

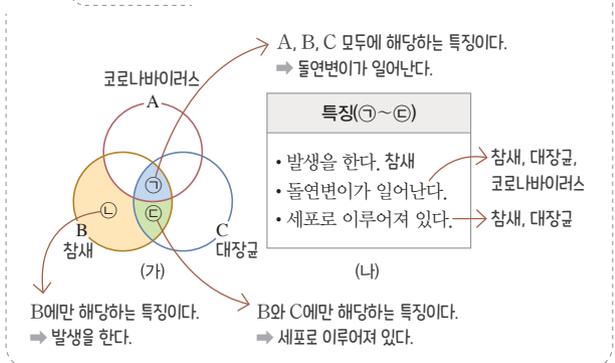
(○: 있음, ×: 없음)

가. 특징 ㉑만 갖는 A는 바이러스이고, B와 C는 각각 세균과 메뚜기 중 하나이다.

바로알기 나. B와 C는 각각 특징 ㉒과 ㉓ 중 하나씩을 가지므로, ㉔는 ○, ㉕는 ×, ㉖는 ○이다.

다. C가 세균이라면 B는 메뚜기이다. 이 경우 ㉑~㉓ 중 메뚜기가 갖지 않는 특징인 ㉓은 '세포분열을 통해 증식한다.'이고, 세균이 갖지 않는 특징인 ㉒은 '조직과 기관을 가진다.'이다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



나. ㉑은 A, B, C가 모두 갖는 특징이므로 '돌연변이가 일어난다.'이다.

다. 대장균(C)은 자신의 효소를 이용해 스스로 물질대사를 할 수 있다.

바로알기 가. A는 특징 ㉑~㉓ 중 ㉑만 갖는 코로나바이러스이다.

08 학생 A: 생명과학은 생물의 특성과 생명 현상을 연구하여 생명의 본질을 밝히고, 그 성과를 질병 치료, 환경 문제 해결, 생물자원 개발 등 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.

학생 C: 생명과학은 화학, 물리학, 지구과학, 의학, 공학, 정보학, 통계학 등 다른 학문 분야와 서로 영향을 주고받으며 발달하고 있다.

바로알기 학생 B: 생명과학은 생물을 구성하는 물질부터 생태계에 이르기까지 모든 단계의 생명 현상을 연구 대상으로 한다.

09 다. 사람의 구성 단계를 작은 것부터 차례대로 나열하면 세포(A) → 조직(C) → 기관(B) → 기관계(D) → 개체(E)이다.

바로알기 가. B는 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 기관이다. 모양과 기능이 비슷한 세포의 모임은 조직(C)이다.

나. 조직(C)은 식물의 구성 단계와 동물의 구성 단계에 모두 있다. 식물의 구성 단계에는 없고 동물의 구성 단계에만 있는 구성 단계는 기관계(D)이다.

10 생명 시스템의 구성 단계는 세포-조직-기관-개체-개체군-군집-생태계 순으로, A는 근육세포, B는 근육조직, C는 물관세포, D는 물관조직, E는 개체군, F는 군집이다. 물을 수송하는 물관조직과 양분을 수송하는 체관조직은 식물체 전체에 걸쳐 연결되어 관다발조직계를 이룬다.

가. 근육세포(A)와 물관세포(C)는 생명 시스템을 구성하는 기본단위인 세포의 예에 해당한다.

다. 생태계(X)를 구성하는 생물은 다른 생물 및 주변 환경과 영향을 주고받으며 살아간다.

바로알기 나. 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리는 개체군(E)이다. 군집(F)은 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리이며, 군집 내 개체군 사이에서는 다양한 상호작용이 일어난다.

11 장구벌레, 모기, 올챙이, 잠자리, 사람 등 일정한 지역에 사는 여러 개체군의 무리(㉔)를 군집이라고 하며, 모기들과 같이 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리(㉕)를 개체군이라고 한다. ㉑은 발생과 성장, ㉒은 물질대사, ㉓은 적응과 진화의 예에 해당한다.

모범 답안 (1) ㉔ 균집, ㉕ 개체군

- (2) 발생과 성장, 달걀은 병아리를 거쳐 닭이 된다. 개구리의 수정란은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다. 등
- (3) 물질대사, 벼는 광합성을 하여 포도당을 합성한다. 소화 과정을 통해 녹말을 포도당으로 분해한다. 등
- (4) 적응과 진화, 사막에 사는 선인장은 잎이 가시로 변했다. 갈라파고스 제도에 사는 핀치의 부리 모양은 섬마다 조금씩 다르다. 등

채점 기준	배점
(1) ㉔와 ㉕를 모두 옳게 쓴 경우	10 %
(2) 발생과 성장이라고 쓰고, 그 예를 옳게 서술한 경우	30 %
발생과 성장이라고만 쓴 경우	10 %
(3) 물질대사라고 쓰고, 그 예를 옳게 서술한 경우	30 %
물질대사라고만 쓴 경우	10 %
(4) 적응과 진화라고 쓰고, 그 예를 옳게 서술한 경우	30 %
적응과 진화라고만 쓴 경우	10 %

12 X는 동물 세포 밖과 안에서 모두 개체 수가 증가하므로 스스로 물질대사를 할 수 있는 세균이다. 반면 Y는 동물 세포 밖에서는 개체 수 변화가 없지만 안에서는 개체 수가 증가하므로, 살아 있는 숙주세포 안에서만 물질대사가 가능하며 증식할 수 있는 바이러스이다.

모범 답안 (1) X: 세균, Y: 바이러스

- (2) 유전물질(핵산)을 가지고 있다. 단백질을 가지고 있다. 등

채점 기준	배점
(1) X와 Y를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 세균과 바이러스의 공통점 한 가지를 옳게 서술한 경우	60 %

중단원 고난도 문제

29쪽

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ⑤

01 품oom 문제 분석

- 거미 A의 유충은 ㉑ 발생과 성장 과정을 거쳐 성체가 되며, 성체는 복부 세포 ㉔에서 합성한 단백질로 거미줄을 만든다. 먹이가 거미줄에 걸리면 진동이 발생하고, ㉒ A는 이 진동을 감지해 먹이 쪽으로 다가간다. → 자극에 대한 반응
- 식물 B의 잎세포 ㉕에서는 빛에너지를 흡수해 포도당을 합성한다. ㉓ B는 잎의 일부가 먹힌 것처럼 보여 초식동물에게 덜 먹음직스럽게 보인다. → 적응과 진화

선택지 분석

- ㉑ ㉑ 과정에서 세포분열이 일어난다.
- ㉒ ㉔와 ㉕에서 모두 물질대사가 일어난다.
- ㉓ ㉒과 ㉓은 모두 자극에 대한 반응의 예에 해당한다. 적응과 진화

전략적 풀이 ① 발생과 성장의 과정을 생각해 본다.

㉑. 발생은 다세포생물에서 하나의 수정란이 세포분열을 하여 세포 수를 늘리고 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 하나의 개체가 되는 과정이며, 성장은 어린 개체가 세포분열을 하여 세포 수를 늘려 가면서 몸집이 커지고 무게가 증가하여 성체로 자라는 과정이다. 즉, 발생과 성장(㉑)은 세포분열이 수반되어 나타나는 생명 현상이다.

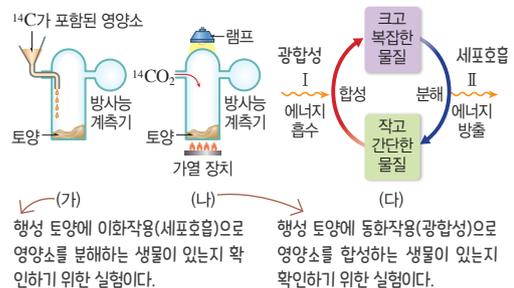
② 물질대사 과정을 파악한다.

㉒. 거미의 복부 세포(㉔)에서 단백질을 합성하고 식물의 잎세포(㉕)에서 광합성으로 포도당을 합성하므로, ㉔와 ㉕에서 모두 물질대사가 일어난다.

③ 제시된 예가 생물의 특성 중 어떤 것에 해당하는지 판단한다.

㉓. ㉒에서 A가 진동이라는 자극에 대해 먹이 쪽으로 다가가는 반응을 하므로 ㉒은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다. ㉓에서 B의 잎 일부가 먹힌 것처럼 보여 초식동물에게 덜 먹음직스럽게 보이는 것은 생물이 서식 환경에 적응하여 진화한 결과이므로 ㉓은 적응과 진화의 예에 해당한다.

02 품oom 문제 분석



선택지 분석

- ㉑ (가)와 (나)에서 기본 전제로 하는 생물의 특성은 적응과 진화이다. 물질대사
- ㉒ (나)는 (다)의 I을 하는 생물이 존재하는지 확인하기 위한 실험이다.
- ㉓ I과 II에 모두 효소가 이용된다.

전략적 풀이 ① 행성 토양에 생물이 존재하는지 확인하기 위한 실험의 기본 전제를 파악한다.

ㄱ. (가)는 행성 토양에 세포호흡을 하는 생물이 있는지 확인하기 위한 실험이고 (나)는 행성 토양에 광합성을 하는 생물이 있는지 확인하기 위한 실험이므로, (가)와 (나)에서 기본 전제로 하는 생물의 특성은 물질대사이다.

② 물질대사 중 광합성과 세포호흡의 특성을 파악한다.

ㄴ. (다)에서 I은 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하며 에너지를 흡수하므로 광합성이다. II는 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하며 에너지를 방출하므로 세포호흡이다. 따라서 (나)는 (다)의 광합성(I)을 하는 생물이 존재하는지 확인하기 위한 실험이다.

③ 물질대사의 특징을 이해한다.

ㄷ. 모든 물질대사 과정에는 화학 반응이 빠르게 일어나도록 촉진하는 효소가 관여하므로, 광합성(I)과 세포호흡(II)에도 효소가 이용된다.

03 — 품평 문제 분석

화학자 사가프는 DNA 염기 조성을 분석해 아데닌(A)과 타이민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)의 비율이 일정하다는 법칙을 발견했으며, 이는 DNA 구조를 이해하는 데 중요한 단서를 제공했다. → 생명과학의 성과가 화학의 성과와 결합되어 나타났다.

생물학자 왓슨은 유전정보의 저장과 전달 과정을 연구했고, 물리학자 크릭은 X선 회절 사진을 분석해 DNA가 이중나선구조임을 밝혀냈다. → 생명과학의 성과가 물리학의 성과와 결합되어 나타났다.

이러한 발견은 유전형질 발현 과정의 이해를 넓혔을 뿐만 아니라, ㉠ 유전 질환의 진단과 유전자 치료 등 다양한 발전으로 이어졌다. → 생명과학과 의학이 연계된 사례이다.

선택지 분석

- 생물을 구성하는 단백질이나 핵산과 같은 분자는 생명과학의 연구 대상에 해당하지 않는다. **해당한다.**
- 생명과학의 성과는 다른 과학 분야의 성과와 결합되어 나타나기도 한다.
- ㉠은 생명과학과 의학이 연계된 사례에 해당한다.

전략적 풀이 ① 생명과학의 연구 대상을 파악한다.

ㄱ. 생명과학은 생물을 구성하는 원자 및 단백질이나 핵산과 같은 분자를 포함하여 생태계에 이르기까지 모든 단계의 생명 현상을 연구 대상으로 한다.

② 생명과학과 다른 학문 분야와의 연계를 생각해 본다.

ㄴ. 생명과학에서 DNA 이중나선구조의 발견은 화학자인 사가프, 물리학자인 크릭 등 다른 과학 분야 연구자의 연구 성과가 결합한 결과이다.

ㄷ. DNA 구조를 규명한 것은 생명과학의 성과이고, 이를 유전 질환의 진단과 유전자 치료에 활용한 것은 생명과학과 의학의 연계 사례이다.

04 — 품평 문제 분석

세포는 세포막으로 둘러싸여 있으며, 내부에 핵, 미토콘드리아, 엽록체 등 다양한 세포소기관이 있어 생명활동을 수행한다. → 세포는 하나의 생명 시스템으로 기능한다.

다세포생물에서는 비슷한 세포가 모여 조직을, 조직이 모여 ㉠ 기관을, 여러 기관이 모여 독립적으로 생명활동을 하는 개체를 이룬다. → 개체는 하나의 생명 시스템으로 기능한다.

한 종류의 개체는 무리를 이루어 살아가며, ㉡ 다양한 무리의 생물과 환경이 서로 영향을 주고받으며 살아가는 체계를 생태계라고 한다. → 생태계는 하나의 생명 시스템으로 기능한다.

선택지 분석

- ㉠은 한 종류의 세포로 구성된다. **여러**
- ㉡ 사이에는 다양한 방식의 상호작용이 일어난다.
- 세포, 개체, 생태계는 각각 하나의 생명 시스템으로서 기능한다.

전략적 풀이 ① 생명 시스템의 구성 단계 중 기관에 대해 파악한다.

ㄱ. 기관은 기능이 각기 다른 여러 종류의 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 것이고, 조직은 모양과 기능이 비슷한 세포의 모임이다. 따라서 기관(㉠)은 여러 종류의 조직과 많은 종류의 세포로 구성된다.

② 생명 시스템의 구성 단계 중 개체군과 군집에 대해 파악한다.

ㄴ. 개체군은 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리이고, 군집은 여러 개체군의 무리이다. 개체군을 구성하는 개체 사이에서, 군집을 구성하는 개체군 사이에서는 다양한 방식으로 상호작용이 일어난다.

③ 생명 시스템에 대해 파악한다.

ㄷ. 세포, 개체, 생태계는 각각 고유한 구조적 체계를 이루고 있으며, 구성 요소들이 유기적으로 상호작용하여 하나의 생명 시스템으로 기능한다. 이러한 상호작용을 통해 전체 수준에서만 나타나는 새로운 특성이 발현되며, 이는 개별 요소만으로는 나타나지 않는 생명 시스템의 중요한 특징이다.



2 생명활동과 에너지

01 / 물질대사와 에너지

개념 확인문제

34쪽

- 1 물질대사 2 동화 3 이화 4 흡수 5 방출 6 세포호흡
7 ATP 8 화학

- 1 (1) ○ (2) × (3) × 2 (1) (가) (2) (나) (3) (나) (4) (가) 3 (1) 이산화 탄소 (2) 미토콘드리아 4 (1) (가) ATP (나) ADP (2) ㉠ 5 (1) ○ (2) × (3) ○

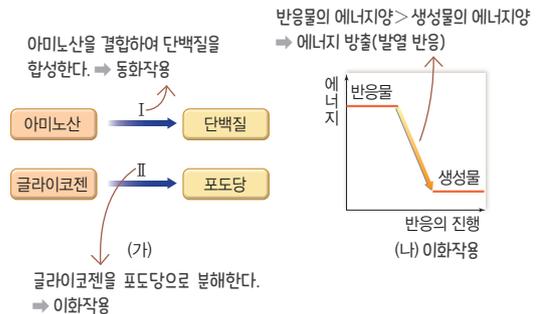
- 1 (1) 생명체에서 일어나는 화학 반응에는 효소가 관여한다.
(2) 물질대사는 반응이 단계적으로 일어난다.
(3) 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응이다.
- 2 (1) (가)는 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화작용이다.
(2) (나)는 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 이화작용이고, 이화작용에서는 에너지가 방출된다.
(3) 동화작용(가)은 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 적고, 이화작용(나)은 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 많다.
(4) 동화작용(가)의 예에는 광합성, 단백질합성, 핵산 합성 등이 있다.
- 3 (1) 세포호흡 과정에서 포도당은 이산화 탄소(㉠)와 물로 분해된다.
(2) 세포호흡은 주로 미토콘드리아에서 일어난다.
- 4 (1) (가)는 아데노신(아데닌+라이보스)에 3개의 인산이 결합되어 있는 ATP이다. (나)는 아데노신에 2개의 인산이 결합되어 있는 ADP이다.
(2) ㉠은 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해되면서 에너지가 방출되는 과정이고, ㉡은 ADP와 무기인산이 에너지를 흡수하여 ATP로 합성되는 과정이다.
- 5 ㉠에서 세포호흡이 일어나고, ㉡에서 ATP가 분해된다.
(1), (2) 포도당의 화학 에너지 중 일부는 세포호흡(㉠) 과정에서 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.
(3) ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지는 다양한 형태로 전환되어 생명활동에 이용된다.

대표 자료 분석 1

35쪽

- 1 I: 동화작용, II: 이화작용 2 II 3 (1) 흡수 (2) 크고 복잡한 (3) 분해 (4) 많다 (5) 많다 4 ㄱ, ㄹ 5 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○

꼼꼼 문제 분석



- 1 I은 아미노산을 결합하여 단백질을 합성하는 동화작용이고, II는 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 이화작용이다.
- 2 (나)에서 반응물이 생성물보다 에너지양이 많으므로 반응이 진행되면서 에너지가 방출된다. 따라서 (나)는 이화작용(II)이 일어날 때의 에너지 변화이다.
- 3 (1) I은 아미노산을 결합하여 단백질을 합성하는 반응으로, I에서는 에너지가 흡수된다.
(2) 단백질은 여러 종류의 아미노산이 결합한 물질로, 아미노산보다 크고 복잡한 물질이다.
(3), (4) II는 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 반응으로, 글라이코젠의 한 분자당 에너지양이 포도당의 한 분자당 에너지양보다 많으므로 II에서는 에너지가 방출된다.
(5) (나)는 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 많으므로 반응이 일어날 때 에너지가 방출된다.
- 4 ㄱ과 ㄹ은 이화작용으로, 반응이 일어나면서 에너지가 방출되는 (나)와 같은 에너지 변화를 나타낸다. ㄴ과 ㄷ은 동화작용으로, 반응이 일어나면서 에너지가 흡수된다.
- 5 (1) 생명체에서는 끊임없이 물질대사가 일어나 몸을 구성하는 물질을 합성하고 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.
(2) I은 아미노산을 단백질로 합성하는 동화작용으로, 흡열 반응이다. II는 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 이화작용으로, 발열 반응이다.

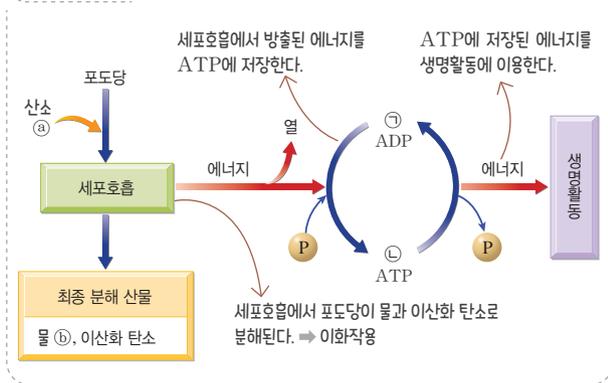
- (3) 간에서는 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 반응이 일어나므로 II 과정에 관여하는 효소가 있다.
- (4) 세포호흡은 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 이화작용으로, 세포호흡 과정에서는 (나)와 같이 에너지가 방출된다.

대표 자료 분석 2

36쪽

- 1 ㉔ 산소, ㉕ 물 2 ㉑ ADP, ㉒ ATP 3 (1) 이화작용
 (2) 방출된다 (3) 동화작용 (4) 끊어진다 4 (1) ○ (2) × (3) ○
 (4) ○ (5) ○ (6) ○

꼼꼼 문제 분석



- 1 세포호흡 과정에서 포도당은 산소(㉔)와 반응하여 이산화 탄소와 물(㉕)로 분해된다.
- 2 ADP(㉑)와 무기인산이 에너지를 흡수하여 ATP(㉒)로 합성된다.
- 3 (1) 포도당이 세포호흡을 통해 분해되는 반응은 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 이화작용에 해당한다.
 (2) 세포호흡 과정에서 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 많으므로 에너지가 방출된다.
 (3) ADP(㉑)와 무기인산이 ATP(㉒)로 합성되는 과정은 동화작용에 해당한다.
 (4) ATP(㉒)가 ADP(㉑)와 무기인산으로 분해되는 과정에서 인산 결합이 끊어지고 에너지가 방출된다.
- 4 (1) 세포호흡은 주로 미토콘드리아에서 일어나며 일부 과정은 세포질에서 진행된다.
 (2) 세포호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP(㉒)에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

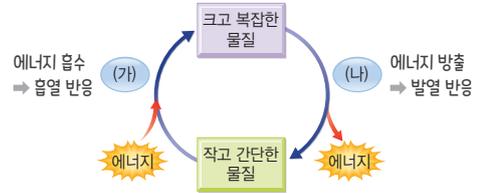
- (3) 세포호흡을 통해 포도당의 화학 에너지는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장된다.
- (4) 생명체는 ATP(㉒)에 저장된 화학 에너지를 다양한 생명활동에 이용한다.
- (5) 세포호흡에서 방출된 에너지의 일부는 열로 방출되어 체온 유지에 이용된다.
- (6) 근육 운동을 할 때 ATP(㉒)를 ADP(㉑)와 무기인산으로 분해하며 방출된 에너지를 이용한다.

나신 만점문제

37쪽~39쪽

- 01 ㉕ 02 ㉓ 03 해설 참조 04 ㉑ 05 ㉔
 06 ㉔ 07 ㉓ 08 ㉕ 09 ㉒

01 꼼꼼 문제 분석



- (가): 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화작용이다.
- (나): 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 이화작용이다.

- 나. 세포호흡은 이화작용(나)에 해당한다.
- ㄷ. 동화작용(가)은 에너지를 흡수하는 흡열 반응에 해당하고, 이화작용(나)은 에너지를 방출하는 발열 반응에 해당한다.
- [바로알기]** 가. (가)는 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화작용이다.

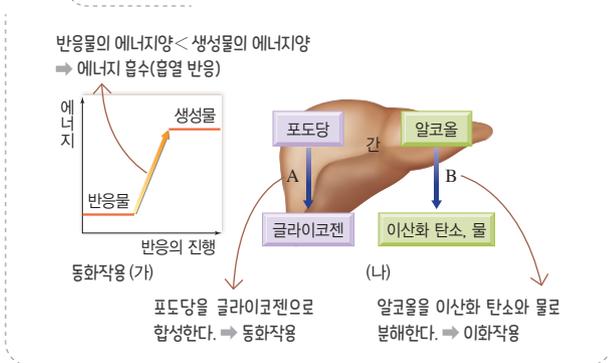
- 02 가, 나. 포도당이 세포호흡으로 이산화 탄소와 물로 분해되는 반응에는 효소가 관여하며, 반응이 단계적으로 일어나 에너지가 소량씩 방출된다.
- [바로알기]** ㄷ. 생명체 밖에서 일어나는 포도당의 연소는 400℃의 높은 온도에서 일어난다. 반면 세포호흡을 통해 포도당이 분해되는 반응은 효소가 관여하므로 체온 정도의 온도에서 일어난다.

- 03 (가)는 뉴클레오타이드를 결합하여 핵산을 합성하는 동화작용이고, (나)는 단백질을 아미노산으로 분해하는 이화작용이다. 동화작용과 이화작용에 모두 효소가 관여하며, 물질대사가 일어날 때에는 에너지 출입이 일어난다. 즉, 동화작용이 일어날 때에는 에너지가 흡수되고, 이화작용이 일어날 때에는 에너지가 방출된다.

모범 답안 (1) 효소가 관여한다. 에너지 출입이 일어난다. 등
 (2) (가)에서는 에너지가 흡수되고, (나)에서는 에너지가 방출된다.

채점 기준	배점
(1) (가)와 (나)의 공통점을 옳게 서술한 경우	40 %
(가)와 (나)의 차이점을 에너지 출입과 관련지어 옳게 서술한 경우	60 %
(2) (가)와 (나)에서의 에너지 출입 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

04 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. (가)는 동화작용이 일어날 때의 에너지 변화를 나타낸 것이다. A는 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정으로, 동화작용에 해당한다. 따라서 A에서는 (가)와 같이 에너지가 흡수되는 에너지 변화가 나타난다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 생성물의 에너지량이 반응물의 에너지양보다 많으므로 반응이 일어날 때 에너지가 흡수된다.

ㄷ. B는 알코올이 이산화 탄소와 물로 분해되는 과정으로, 이화작용에 해당한다. 반응물인 알코올의 에너지량은 생성물인 이산화 탄소와 물의 에너지양을 합한 값보다 많다.

05 ㄱ. (가)는 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하는 광합성이고, (나)는 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포 호흡이다.

ㄷ. (가)와 (나)에는 모두 효소가 관여한다.

바로알기 ㄴ. 빛에너지가 포도당의 화학 에너지로 전환되는 과정은 광합성(가)이다. 세포 호흡(나)에서는 포도당의 화학 에너지가 ATP에 화학 에너지 형태로 저장된다.

06 ㄱ. 세포 호흡(가)이 주로 일어나는 세포소기관은 미토콘드리아(X)이다.

ㄴ. 세포 호흡 과정에서 포도당은 산소(㉓)와 반응하여 물과 이산화 탄소(㉖)로 분해된다.

ㄷ. ㉑은 아데노신(아데닌+라이보스)에 3개의 인산기가 결합한 구조인 ATP이고, ㉒은 2개의 인산기가 결합한 ADP이다. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ADP(㉒)와 무기인산이 ATP(㉑)로 합성되는 과정에 사용되므로, 세포 호흡 과정에서는 II가 일어난다.

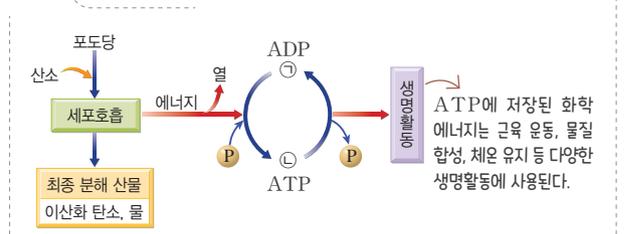
바로알기 ㄷ. ATP(㉑)가 ADP(㉒)와 무기인산으로 분해되는 과정(I)에서 인산기 사이의 결합이 끊어진다.

07 ㄱ. 세포 호흡이 일어날 때 에너지가 방출된다.

ㄴ. 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지 중 일부는 ATP(㉑)에 저장되고 ATP(㉑)가 ADP(㉒)와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지는 체온 유지, 근육 운동 등 여러 생명활동에 이용된다.

바로알기 ㄷ. ADP(㉒)는 아데닌, 라이보스, 인산기 2개가 결합한 구조이다. 아데닌, 라이보스, 인산기 3개가 결합한 구조는 ATP(㉑)이다.

08 **꼼꼼 문제 분석**



세포 호흡을 통해 포도당은 이산화 탄소와 물로 분해된다. 포도당의 화학 에너지 중 일부는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

ㄴ. ATP(㉑)는 고에너지 인산 결합의 수가 2이고, ADP는 고에너지 인산 결합의 수가 1이므로 한 분자당 에너지량은 ATP(㉑)가 ADP(㉒)보다 많다.

ㄷ. 근육 운동을 할 때 ATP(㉑)에 저장된 에너지가 사용된다.

바로알기 ㄱ. 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지 중 일부는 ATP(㉑)에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

09 ㄴ. ㉑은 산소가 없을 때 효모가 생명활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 일어나는 과정이며, ㉒이 활발하게 일어날수록 이산화 탄소의 발생량이 많다. B와 C 중 이산화 탄소의 발생량은 B에서 더 많으므로 ㉑은 C에서보다 B에서 더 활발하게 일어났다고 추론할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 실험 결과 A에서는 이산화 탄소의 발생량이 없으므로 A에서 ㉑은 일어나지 않았다.

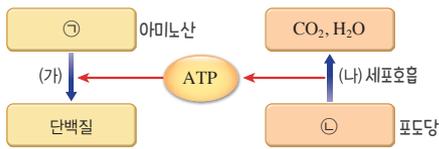
ㄷ. C에서 발생한 이산화 탄소는 포도당이 에탄올과 이산화 탄소로 분해되는 이화작용 결과 생성된 것이다.

실력 UP 문제

39쪽

01 ㉓ **02** ㉓

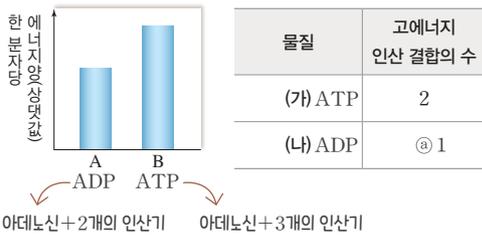
01 / 꼼꼼 문제 분석



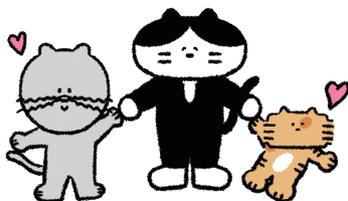
- (가)는 아미노산을 단백질로 합성하는 반응이다.
- (나)는 포도당이 CO₂와 H₂O로 분해되는 세포호흡이다.
- (나)에서 생성된 ATP는 (가)에 이용된다.

- ㄱ. (가)에서는 동화작용이 일어나며, (나)에서 생성된 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지를 흡수한다.
- ㄴ. (가)에서 반응물인 아미노산(㉠)의 에너지양보다 생성물인 단백질의 에너지양이 많으므로 $\frac{\text{생성물의 에너지양}}{\text{반응물의 에너지양}}$ 은 1보다 크다.
- ㄷ. 간세포에서는 생명활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 세포호흡(나)이 일어난다.

02 / 꼼꼼 문제 분석



- ㄱ. ATP는 고에너지 인산 결합의 수가 2이고, ADP는 고에너지 인산 결합의 수가 1이다. 따라서 (가)는 ATP, (나)는 ADP이고, ㉠은 1이다.
- ㄴ. 에너지양이 많은 B는 ATP(가)이고, 적은 A는 ADP(나)이다.
- ㄷ. 세포호흡 과정에서는 포도당이 분해되면서 방출된 에너지를 이용하여 ADP(나)가 ATP(가)로 전환된다.



02 / 기관계의 통합적 작용

개념 확인문제

44쪽

- ① 영양소 ② 이산화 탄소 ③ 소화계 ④ 호흡계 ⑤ 허파파리
⑥ 순환계 ⑦ 배설계 ⑧ 순환계

- 1 (1) ㉠ 포도당, ㉡ 아미노산 (2) (가) 암죽관 (나) 모세혈관
2 ㉠ 산소, ㉡ 이산화 탄소, ㉢ 확산 3 (1) ○ (2) × (3) ○

- 1 (1) ㉠은 녹말의 최종 소화 산물인 포도당이고, ㉡은 단백질의 최종 소화 산물인 아미노산이다.
(2) (가)는 지방의 소화 산물인 지방산과 모노글리세리드가 흡수되는 용털의 암죽관이고, (나)는 포도당과 아미노산이 흡수되는 용털의 모세혈관이다.
- 2 폐에서는 분압 차에 의해 허파파리의 산소는 허파파리 주변의 모세혈관으로 확산하고, 모세혈관에 흐르는 혈액의 이산화 탄소는 허파파리로 확산한다.
- 3 (2) 지방의 구성원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이므로 지방이 최종 분해되면 이산화 탄소와 물은 생성되지만 암모니아와 같은 질소 노폐물은 생성되지 않는다. 암모니아는 세포호흡으로 단백질이 최종 분해될 때 생성된다.

완자쌤 비법특강

45쪽

- Q1 ㉠ 허파파리, ㉡ 모세혈관 Q2 콩팥동맥

Q1 허파파리에서의 가스교환은 분압 차에 의한 확산으로 일어나므로 허파파리의 산소가 모세혈관으로 이동한다.

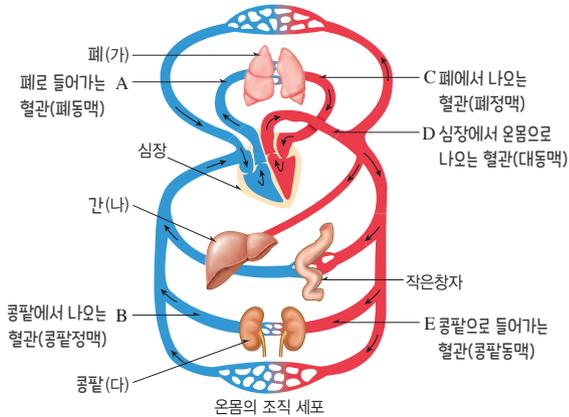
Q2 콩팥에서 혈액 속의 요소를 걸러 오줌으로 배출하므로 혈액의 단위 부피당 요소의 양은 콩팥으로 들어가는 콩팥동맥에서와 콩팥에서 나오는 콩팥정맥에서보다 많다.

대표자료분석 1

46쪽

- 1 (가) 폐, 호흡계 (나) 간, 소화계 (다) 콩팥, 배설계 **2 C**
 3 (1) 허파파리 → 모세혈관 (2) ㉠ 산소, ㉡ 이산화 탄소 (3) 암모니아
 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ×

꼼꼼 문제 분석



1 폐(가)는 호흡계에 속하고, 간(나)은 소화계에 속하며, 콩팥(다)은 배설계에 속한다.

2 폐로 들어가는 혈관(A)에는 온몸의 조직 세포를 거쳐 산소가 적고 이산화 탄소가 많은 혈액이 흐르며, 폐에서 나오는 혈관(C)에는 폐에서 가스교환을 하여 산소가 많고 이산화 탄소가 적은 혈액이 흐른다.

3 (1) 폐(가)에서 산소는 허파파리에서 모세혈관으로, 이산화 탄소는 모세혈관에서 허파파리로 이동한다.

(2) D를 통해 심장에서 나온 혈액은 온몸을 순환하면서 조직 세포에 산소를 공급하고 이산화 탄소를 받아 다시 심장으로 돌아온다.

(3) 세포호흡 결과 생성된 암모니아는 간(나)에서 독성이 약한 요소로 전환되고, 요소는 혈액의 흐름을 따라 콩팥(다)으로 이동하여 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

4 (1) 호흡운동으로 외부의 공기가 폐로 들어오면, 폐(가)의 허파파리와 주변의 모세혈관 사이에서 가스교환이 일어난다.

(2) 작은창자에서 흡수된 수용성영양소와 지용성영양소는 모두 심장으로 이동한 뒤 순환계를 통해 온몸의 조직 세포로 운반된다.

(3) 혈액의 단위 부피당 산소의 양은 심장에서 온몸으로 나오는 혈관(D)에서가 폐로 들어가는 혈관(A)에서보다 많고, 이산화 탄소의 양은 심장에서 온몸으로 나오는 혈관(D)에서가 폐로

들어가는 혈관(A)에서보다 적다. 따라서 혈액의 단위 부피당 산소의 양 이산화 탄소의 양은 D에서가 A에서보다 크다.

(4) 혈액의 단위 부피당 산소의 양은 폐에서 나오는 혈관(C)에서가 콩팥에서 나오는 혈관(B)에서보다 많다.

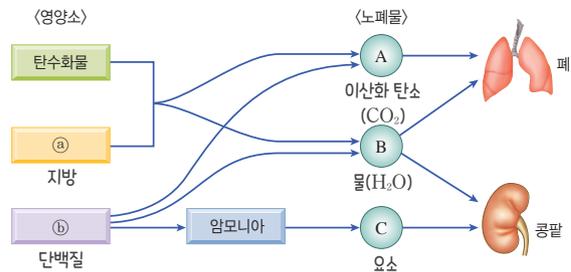
(5) 콩팥에서는 혈액 속 요소를 걸러 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보낸다. 따라서 혈액의 단위 부피당 요소의 양은 콩팥에서 나오는 혈관(B)에서가 콩팥으로 들어가는 혈관(E)에서보다 적다.

대표자료분석 2

47쪽

- 1 ㉠ 지방, ㉡ 단백질 **2 A: 이산화 탄소, B: 물, C: 요소**
 3 (1) 탄소 (2) ㉠ 기체, ㉡ 액체 (3) 간 **4 ㉠ 질소, ㉡ 암모니아**
 5 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○

꼼꼼 문제 분석



• 지방의 구성 원소: 탄소(C), 수소(H), 산소(O) → 지방이 최종 분해되면 이산화 탄소(CO₂)와 물(H₂O)이 생성된다.

• 단백질의 구성 원소: 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N) → 단백질이 최종 분해되면 이산화 탄소(CO₂), 물(H₂O), 암모니아(NH₃)가 생성된다.

1 지방(㉠)은 최종 분해되면 이산화 탄소와 물이 생성되고, 단백질(㉡)이 최종 분해되면 이산화 탄소와 물 외에도 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

2 A는 폐를 통해서 배출되는 이산화 탄소이고, B는 폐와 콩팥을 통해 배출되는 물이다. C는 단백질의 분해에서 생성되는 질소 노폐물인 암모니아가 전환된 요소이다.

3 (1) 탄수화물, 지방(㉠), 단백질(㉡)을 구성하는 공통 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다.

(2) 물(B)은 폐에서 기체 상태인 수증기로 날숨에 섞여 몸 밖으로 나가고, 콩팥에서 액체 상태인 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

(3) 암모니아는 간에서 요소(C)로 전환된다.

4 단백질(㉡)을 구성하는 원소에는 질소(N)가 있어서 단백질이 최종 분해되면 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

- 5 (1) 이산화 탄소(A)는 순환계를 통해 폐로 이동한 후 몸 밖으로 배출된다.
 (2) 세포호흡 결과 생성된 물(B)의 일부는 생명활동에 다시 이용되고, 나머지는 호흡계를 통해 수증기로 나가거나 배설계를 통해 오줌으로 나간다.
 (3) 세포호흡으로 지방이 최종 분해되면 이산화 탄소(A)와 물(B)이 생성된다. 지방을 구성하는 원소에는 질소(N)가 없으므로 요소(C)와 같은 질소 노폐물은 생성되지 않는다.
 (4) 암모니아와 요소(C)는 모두 구성 원소로 질소(N)를 포함하는 질소 노폐물이다.
 (5) 암모니아는 요소(C)보다 독성이 강해 간에서 독성이 약한 요소(C)로 전환된다.

대표자료분석 3

48쪽

- 1 (가) 소화계 (나) 호흡계 (다) 배설계 2 (1) ㉠ 폐, ㉡ 콩팥, ㉢ 간 (2) ㉠ (나), ㉡ (다), ㉢ (가) 3 (1) 영양소 (2) 되지 않는다 (3) 된다 (4) 되지 않는다 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ○

1 (나)는 가스교환이 일어나는 호흡계이고, (다)는 오줌을 생성하여 배출하는 배설계이므로, (가)는 영양소를 소화하여 흡수하는 소화계이다.

2 (1) ㉠은 폐이고, ㉡은 콩팥이며, ㉢은 간이다.
 (2) 폐(㉠)는 호흡계(나)에, 콩팥(㉡)은 배설계(다)에, 간(㉢)은 소화계(가)에 속하는 기관이다.

3 (1) 음식물 속의 영양소는 소화계(가)로 들어가는 A에 해당한다.
 (2) 소화계(가)에서 나오는 B는 소화계에서 소화·흡수되지 않고 몸 밖으로 배출되는 찌꺼기이다.
 (3) ㉠은 순환계에서 조직 세포로의 물질 이동이므로 ㉠에는 영양소와 산소의 이동이 포함된다.
 (4) ㉠에는 포도당과 같이 분자의 크기가 작아 세포막을 통과할 수 있는 물질의 이동은 포함되지만, 녹말과 같이 분자의 크기가 커서 세포막을 통과할 수 없는 물질의 이동은 포함되지 않는다.

4 (1) 소화계(가)에서 일어나는 영양소의 소화는 이화작용의 대표적인 예이다.
 (2) 소화계(가)에서 소화·흡수되지 못한 음식물 찌꺼기(B)는 대변의 형태로 항문을 통해 몸 밖으로 나간다. 반면에 배설은 물질 대사 결과 생성된 노폐물이 호흡계(나)나 배설계(다)를 통해 몸 밖으로 나가는 것이다.

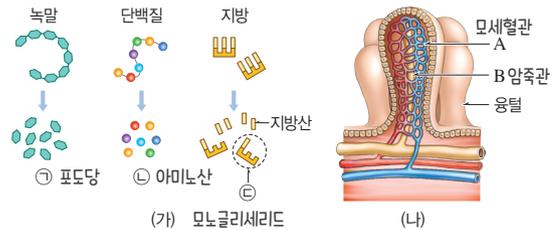
- (3) 암모니아를 요소로 전환하는 기관은 간이고, 간은 소화계(가)에 속한다.
 (4) ㉠에는 영양소와 산소의 이동이 포함된다.
 (5) 콩팥에서 혈액을 걸러 만든 오줌에는 요소가 포함되어 있다.

내신만점문제

49쪽~52쪽

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

01 품꾼 문제 분석



- 수용성영양소의 흡수: 포도당(㉠)과 아미노산(㉡)은 용털의 모세혈관(A)으로 흡수된다.
- 지용성영양소의 흡수: 지방산과 모노글리세리드(㉢)은 용털의 암주관(B)으로 흡수된다.

㉠. ㉠은 녹말의 분해 산물인 포도당이다.
 ㉡. 단백질의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)이다.

바로알기 ㉢. ㉢은 글리세롤에 지방산 한 분자가 결합되어 있는 모노글리세리드이다. 모노글리세리드(㉢)은 암주관(B)으로 흡수된다.

- 02 A는 간, B는 위, C는 작은창자이다.
 ② 간(A)에서는 암모니아를 요소로 전환한다.
 ④ 작은창자(C)에서 흡수된 포도당을 비롯한 영양소는 심장을 거쳐 온몸의 조직 세포로 운반된다.
바로알기 ① 간(A)은 음식물이 직접 지나가는 통로는 아니지만 쓸개즙을 생성하여 지방의 소화를 돕는다.
 ③ 영양소의 흡수는 작은창자(C)에서 일어난다.
 ⑤ A, B, C는 모두 소화계에 속하는 기관이다.

03 녹말이 있으면 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 넣었을 때 청람색으로 변하고, 녹말이 분해되면 청람색이 없어진다.

모범 답안 시험관 B에서 청람색이 사라진 것은 녹말분해효소에 의해 녹말이 분해되었기 때문이다. 시험관 C에서도 시험관 B와 동일한 색깔 변화가 나타났으므로, X에는 녹말분해효소가 들어 있다.

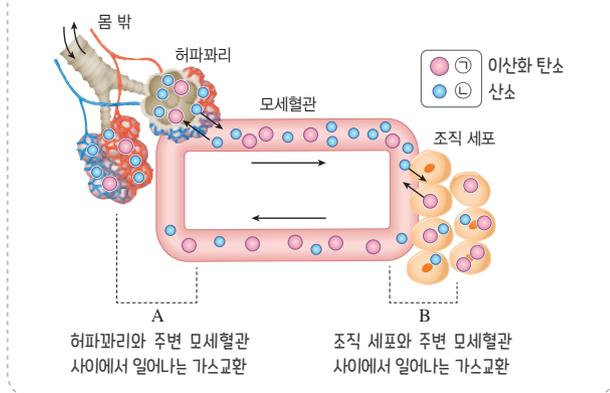
채점 기준	배점
색깔 변화를 근거로 X에 녹말분해효소가 들어 있다는 것을 옳게 서술한 경우	100 %
X에 녹말분해효소가 들어 있다고만 서술한 경우	50 %

04 ㄱ. (가)의 A와 B의 용액이 보라색을 띤 것은 알부민 용액 속 단백질이 뷰렛 용액과 반응했기 때문이다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 증류수를 넣은 A에서는 단백질이 분해되지 않으므로 일정 시간이 지나도 여전히 보라색이 관찰된다. 반면 단백질분해효소 용액을 넣은 B에서는 단백질이 분해되므로 옅은 보라색이 관찰된다.

ㄷ. (나)의 결과 A에서는 단백질이 분해되지 않았으므로 아미노산이 검출되지 않는다. 반면 B에서는 단백질이 분해되어 단백질 분해 산물인 아미노산이 검출된다.

05~06 **꼼꼼 문제 분석**



05 **모범 답안** ㉠은 이산화 탄소, ㉡은 산소이다. 폐로 들어온 공기 중의 산소는 허파파리에서 모세혈관으로 확산하고, 혈액 속의 이산화 탄소는 모세혈관에서 허파파리로 확산하기 때문이다.

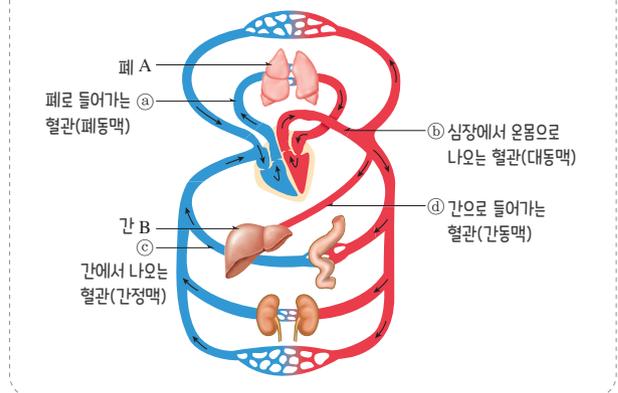
채점 기준	배점
㉠과 ㉡을 쓰고, 그 까닭을 폐에서의 가스교환과 관련하여 옳게 서술한 경우	100 %
㉠과 ㉡만 옳게 쓴 경우	30 %

06 ㄷ. 이산화 탄소(㉠)는 적혈구와 혈장에 의해 운반되고, 산소(㉡)는 주로 적혈구에 의해 운반된다.

바로알기 ㄱ. 가스교환은 기체의 확산으로 일어나며, A에서 기체가 이동할 때 ATP의 에너지를 사용하지 않는다.

ㄴ. 이산화 탄소(㉠)의 분압은 조직 세포에서 모세혈관에서보다 높아 조직 세포에서 모세혈관으로 이산화 탄소가 이동한다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 몸을 구성하는 기관이 정상적으로 기능을 하기 위해서는 기관을 구성하는 세포에서 물질대사가 일어나야 한다. 따라서 폐(A)와 간(B)에서는 물질대사가 일어난다.

ㄴ. 심장에서 온몸으로 나오는 혈관(㉤)에는 폐에서 가스교환을 하고 심장으로 이동한 혈액이 흐르므로, 혈액의 단위 부피당 산소(O₂)의 양은 심장에서 온몸으로 나오는 혈관(㉤)에서가 폐로 들어가는 혈관(㉢)에서보다 많다.

바로알기 ㄷ. 간(B)에서는 암모니아가 요소로 전환된다. 따라서 혈액의 단위 부피당 요소의 양은 간에서 나오는 혈관(㉣)에서가 간으로 들어가는 혈관(㉤)에서보다 많다.

08 폐가 속하는 (가)는 호흡계이고, 큰창자가 속하는 (나)는 소화계이므로, (다)는 순환계이다.

ㄴ. 소화계(나)에 속하는 기관에서는 단백질을 비롯하여 탄수화물과 지방의 분해가 일어난다.

ㄷ. 순환계(다)에는 심장, 혈관 등이 속한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 가스교환으로 산소를 얻고 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내는 호흡계이다.

09 ㄱ. 단백질이 분해되면 이산화 탄소, 물, 암모니아가 생성되고, 지방이 분해되면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 따라서 (가)와 (나)의 분해 결과 공통적으로 생성된 ㉠은 물이고, (나)에서만 생성된 ㉡은 암모니아이며, (가)는 지방이고, (나)는 단백질이다.

ㄷ. 단백질의 최종 분해 결과 생성된 암모니아(㉢)는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 후 배설계에 속하는 기관인 콩팥에서 오줌으로 배설된다.

바로알기 ㄴ. 물(㉠)을 구성하는 원소는 수소(H)와 산소(O)이며, 질소(N)는 포함되어 있지 않다.

10 (1) (가)는 소화계에 속하는 간이고, (나)는 배설계에 속하는 콩팥이다.

(2) 간에서는 암모니아가 요소로 전환되는 반응이 일어난다.

(3) 콩팥에서는 혈액을 걸러 오줌을 만든다. 요소와 여분의 물은 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

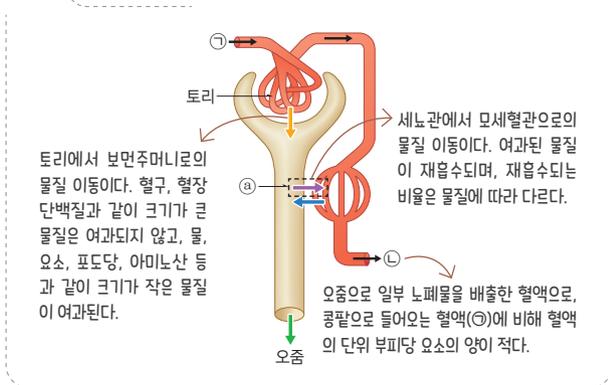
모범 답안 (1) (가) 간, 소화계 (나) 콩팥, 배설계

(2) B, 간(가)에서는 암모니아가 요소로 전환되므로 혈액의 단위 부피당 암모니아의 양은 간으로 들어가는 B에서가 간에서 나오는 A에서보다 많다.

(3) C, 콩팥(나)은 혈액을 걸러 요소와 같은 질소 노폐물을 몸 밖으로 내보내므로, 혈액의 단위 부피당 요소의 양은 콩팥으로 들어가는 C에서가 콩팥에서 나오는 D에서보다 많다.

채점 기준	배점
(1) (가)와 (나)의 이름과 속하는 기관계를 모두 옳게 쓴 경우	20 %
(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	10 %
(2) 단위 부피당 암모니아의 양이 많은 혈액을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	40 %
단위 부피당 암모니아의 양이 많은 혈액만 옳게 쓴 경우	10 %
(3) 단위 부피당 요소의 양이 많은 혈액을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	40 %
단위 부피당 요소의 양이 많은 혈액만 옳게 쓴 경우	10 %

11 ← **꼼꼼 문제 분석**



나. ㉠은 여과액의 성분이 모세혈관으로 재흡수되는 것으로, 포도당, 물, 아미노산 등이 재흡수된다.

다. ㉡은 콩팥으로 들어가는 혈액이고, ㉢은 콩팥에서 나오는 혈액이다. 콩팥에서는 혈액을 걸러 요소를 오줌의 형태로 내보내므로, 혈액의 단위 부피당 요소의 양은 ㉢에서가 ㉡에서보다 적다.

바로알기 ㉠. 토리에서 보편주머니 방향으로 여과가 일어난다. 이때 혈구나 단백질과 같이 분자의 크기가 큰 물질은 여과되지 않는다.

12 ㉠. 호흡운동으로 공기가 폐로 들어오면, 산소는 허파파리에서 모세혈관으로 확산한다. 확산한 산소의 일부는 순환계를 통해 배설계를 비롯한 다양한 기관계로 운반된 후 각 기관을 구성하는 세포의 생명활동에 이용된다.

바로알기 나. 이산화 탄소의 분압은 모세혈관에서가 허파파리에서보다 높기 때문에 이산화 탄소는 모세혈관에서 허파파리로 확산된다.

다. 동맥피는 비교적 산소가 많은 혈액이고, 정맥피는 비교적 산소가 적은 혈액이다. 조직 세포에서 폐로 운반된 정맥피(A)는 폐에서 가스교환을 하여 산소가 많아지면 동맥피(B)가 된다. 동맥피(B)는 폐에서 나가 조직 세포로 운반되어, 조직 세포에 산소를 공급한다.

13 A는 배설계, B는 호흡계, C는 소화계이다.

나. 호흡계(B)를 통해 산소가 몸 안으로 들어오고 이산화 탄소가 몸 밖으로 나간다.

다. 소화계(C)는 영양소를 소화하고 흡수하는 기관들의 모임으로, 포도당을 흡수하는 기관인 작은창자가 속한다.

바로알기 ㉠. 물을 구성하는 원소는 수소(H)와 산소(O)이며, 질소(N)를 포함하지 않으므로 질소 노폐물에 해당하지 않는다.

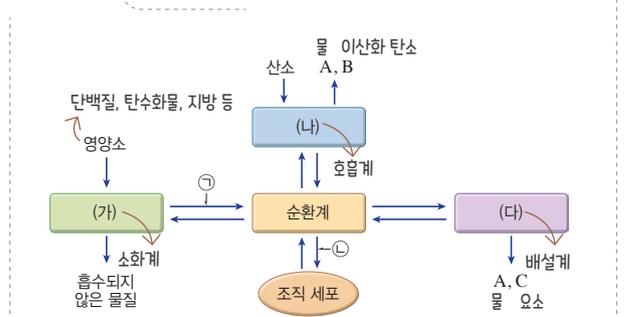
14 ㉠. A는 순환계, B는 소화계, C는 호흡계, D는 배설계이다.

나. 세포호흡에 필요한 영양소는 소화계(B)를 통해 흡수되고, 산소는 호흡계(C)를 통해 흡수된다.

㉠. 순환계(A), 소화계(B), 호흡계(C), 배설계(D)에서 모두 물질대사가 일어난다.

바로알기 ㉠. 세포호흡으로 생성된 이산화 탄소와 물의 일부는 호흡계(C)를 통해 몸 밖으로 내보내고, 암모니아와 여분의 물은 배설계(D)를 통해 오줌으로 내보낸다.

15-16 ← **꼼꼼 문제 분석**



- 이산화 탄소(B)의 이동: 조직 세포에서 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소(B)는 순환계를 통해 호흡계(나)로 이동하여 몸 밖으로 나간다.
- 요소(C)의 이동: (가)의 간에서 암모니아로부터 전환된 요소(C)는 순환계를 통해 배설계(다)로 이동하여 몸 밖으로 나간다.

15 ㄱ. 소화계(가)에서 흡수한 영양소는 운모(나)로 운반되어 호흡계(나), 배설계(다), 순환계 등을 이루는 세포에서 사용된다.

ㄷ. (가)의 간에서 암모니아가 요소(C)로 전환된 후 요소(C)는 순환계를 통해 배설계(다)로 이동하므로 소화계(가)에서 순환계로의 물질 이동(㉠)에는 요소가 포함된다.

바로알기 ㄴ. 콩팥은 배설계(다)에 속한다.

16 ㄱ, ㄴ. 순환계에서 조직 세포로의 물질 이동(㉡)에는 조직 세포의 세포호흡에 필요한 영양소와 산소의 이동이 포함된다.

바로알기 ㄷ, ㄹ. 지방이나 단백질과 같이 분자의 크기가 큰 영양소는 세포막을 통과하지 못한다.

17 **모범 답안** 축구를 하면 평상시보다 ATP 소모량이 많아져 조직 세포의 세포호흡이 증가한다. 따라서 세포호흡에 필요한 영양소와 산소를 조직 세포에 빨리 공급하고, 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소 등의 노폐물을 빨리 제거하기 위해 심장박동과 호흡운동이 빨라진다.

채점 기준	배점
네 가지 요소를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
세 가지 요소만 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
두 가지 요소만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

실력UP문제

53쪽

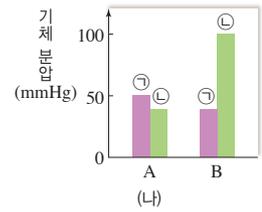
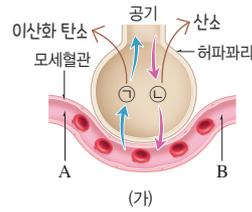
01 ⑤ 02 ③ 03 ④

01 ㄱ. (가)에서 녹말 용액에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 떨어뜨리면 아이오딘·녹말 반응이 일어나 용액이 청람색을 띤다.

ㄴ. 실험 결과 A와 B에서 용액의 색깔이 황적색으로 변화한 까닭은 녹말이 분해되었기 때문이다. 따라서 침과 소화제 용액에는 녹말분해효소가 들어 있다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. B의 ㉢이 황적색을 띠는 까닭은 녹말 분해 산물인 엷당이 셀로판 튜브의 막을 통과해 밖으로 빠져나가 베네딕트 용액과 반응했기 때문이다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



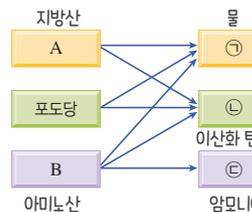
- ㉠은 모세혈관에서 허파파리로 확산하는 이산화 탄소이고, ㉡은 허파파리에서 모세혈관으로 확산하는 산소이다.
- A는 이산화 탄소(㉠)의 분압이 높고 산소(㉡)의 분압이 낮으므로 폐로 들어가는 혈관과 연결되고, B는 이산화 탄소(㉠)의 분압이 낮고 산소(㉡)의 분압이 높으므로 폐에서 나오는 혈관과 연결된다.
- 혈액은 A에서 B 쪽으로 이동한다.

ㄷ. 혈액이 모세혈관을 통해 허파파리를 통과하는 동안 혈액의 산소(㉡) 분압은 높아지고 이산화 탄소(㉠) 분압은 낮아진다. 따라서 (가)에서 혈액은 A → B 방향으로 흐른다.

바로알기 ㄱ. ㉠은 이산화 탄소, ㉡은 산소이다.

ㄴ. 허파파리와 모세혈관 사이의 가스교환은 확산에 의해 이루어지므로 ㉠과 ㉡의 교환에는 ATP가 소모되지 않는다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



구분	질소(N) 수소(H) 산소(O)		
	㉠	㉡	㉢
㉠	×	○	○
㉡	×	?×	(나)○
㉢	(가)○	○	?×

(○: 있음, ×: 없음)

- 포도당, 지방산, 아미노산의 분해 결과 공통적으로 생성되는 ㉠과 ㉡은 각각 이산화 탄소(CO₂) 또는 물(H₂O)이고, ㉢은 암모니아(NH₃)이다. ㉠과 ㉢에 공통으로 있는 원소 ㉠은 수소이므로, ㉠은 물, ㉡은 이산화 탄소이다. 따라서 ㉢은 산소이고, ㉠은 질소이다.
- (가)와 (나)는 모두 '○'이다.

A는 지방산, B는 아미노산이다. ㉠은 물(H₂O), ㉡은 이산화 탄소(CO₂), ㉢은 암모니아(NH₃)이며, ㉠은 질소(N), ㉡은 수소(H), ㉢은 산소(O)이다.

ㄱ. 아미노산(B)과 같은 수용성영양소는 작은창자에 있는 용털의 모세혈관으로 흡수된다.

ㄷ. 질소(㉠)는 암모니아(㉢)에만 있는 원소이므로 (가)는 '○'이다. 산소(㉢)는 암모니아(㉢)에만 없고 물(㉠)과 이산화 탄소(㉡) 모두에 있는 원소이므로 (나)는 '○'이다.

바로알기 ㄴ. ㉡은 수소(H)이다.

03 / 물질대사와 건강

개념 확인 문제

55쪽

① 대사성 ② 섭취량

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 다, 르

- (1) 대사성 질환은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환이다.
(2) 대사성 질환은 뇌혈관 질환, 심혈관계 질환, 콩팥 질환 등 여러 가지 합병증을 일으킬 수 있다.
(3) 고혈압은 혈압이 정상 범위보다 높은 만성 질환이며, 혈당량이 정상 범위보다 높은 상태가 지속되는 질환은 당뇨병이다.

2 열량이 높은 음식의 섭취를 줄이고 편식·과식하지 않으며, 규칙적으로 운동하고 일상생활에서 활동량을 늘리는 등 올바른 생활 습관을 유지하면 대사성 질환을 예방할 수 있다.

대표 자료 분석

56쪽

1 ㉠ 당뇨병, ㉡ 고지혈증, ㉢ 고혈압 2 ㉣, 콜레스테롤 3 ㉠

4 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) × (7) ○ (8) × (9) ○

- ㉠은 혈당량이 정상 범위보다 높은 상태가 지속되는 당뇨병이고, ㉢은 혈압이 정상 범위보다 높은 고혈압이다. 따라서 ㉡은 고지혈증이다.
- (가)에서 관찰된 변화는 혈액에 콜레스테롤(B)이나 중성 지방이 많은 고지혈증(㉣)에 의한 것이며, 동맥 안쪽 벽에 쌓여 동맥경화를 유발하는 X는 콜레스테롤이다.
- 오줌을 자주 누고 피로감을 느끼며 체중이 감소하는 것은 당뇨병(㉠) 환자에서 나타나는 증상이다.
- (1) 당뇨병 환자의 오줌에서는 포도당(A)이 검출된다.
(2) 당뇨병(㉠), 고지혈증(㉣), 고혈압(㉢)은 모두 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 대사성 질환에 해당한다.

- 당뇨병(㉠)은 인슐린의 분비량이 부족하거나 인슐린이 제 기능을 하지 못하는 경우 발생한다.
- 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으면 비만으로 이어지며, 이는 고지혈증(㉣)과 같은 대사성 질환의 발생 확률을 높인다.
- 고혈압(㉢)은 유전적 요인과 스트레스, 흡연, 음주 등의 환경 요인의 상호작용으로 발생한다.
- 대사성 질환은 치료하는 데 많은 시간과 노력이 필요하다.
- (7), (8) (가)는 콜레스테롤(X) 등이 혈관의 안쪽 벽에 쌓여 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어지는 동맥경화가 나타났다.
- (9) (가)와 같은 상태가 지속되어 혈액의 흐름이 원활하지 않으면 심장이나 뇌에 영양소와 산소가 제대로 공급되지 않아 심장마비나 뇌졸중이 발생할 수 있다.

내신 만점 문제

57쪽-58쪽

01 ③ 02 ② 03 ⑤ 04 ④ 05 ③ 06 ⑤
07 해설 참조

- 학생 A: 대사성 질환은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환이다.
학생 B: 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형을 유지하는 것이 대사성 질환을 예방하는 데 중요하다.
바로알기 학생 C: 대사성 질환은 유전적 요인이나 운동 부족, 흡연, 음주 등과 같은 환경요인에 의해 발생하며, 두 가지 요인이 함께 작용하여 발생하기도 한다.
- 혈당량이 정상 범위보다 높아 오줌에 포도당(㉠)이 섞여 나오는 질환을 당뇨병(㉣)이라고 한다. 당뇨병은 인슐린의 분비가 부족(㉢)하거나 작용을 하지 못할 때 발생한다.
- ㄱ, ㄴ. (가)의 혈관은 정상이고, (나)의 혈관은 안쪽 벽에 콜레스테롤(㉠) 등이 쌓여 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어지는 동맥경화가 일어났다.
ㄷ. 혈액의 이동 속도는 (가)의 혈관에서가 혈관 지름이 좁아진 (나)의 혈관에서보다 빠르다.
- ㄱ. (가)는 간에 지방이 많이 축적된 지방간이며, (나)는 혈압이 정상 범위보다 높은 고혈압이다. 지방간(가)과 고혈압(나)은 모두 대사성 질환에 속한다.

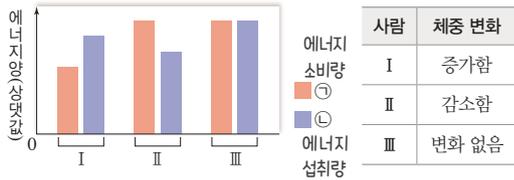
ㄷ. 고혈압(나)은 뇌졸중과 같은 뇌혈관 질환이나 심혈관계 질환 등의 합병증을 유발할 수 있다.

바로알기 ㄴ. 지방간(가)은 유전적 요인과 음주, 비만 등의 환경요인에 의해 발생한다. 혈액 내 요산의 농도가 과도하게 높아져 관절에 요산이 축적되면 통풍이 발생할 수 있다.

05 ㄱ, ㄴ. 대사성 질환을 예방하려면 일상생활에서 활동량을 늘리고, 편식·과식하지 않고 다양한 영양소를 골고루 섭취해야 한다.

바로알기 ㄷ. 대사성 질환을 예방하려면 열량이 높은 음식이나 음료의 섭취를 줄이고, 식사를 규칙적으로 하며 과식하지 않아야 한다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



I은 ㉠ < ㉡인데 체중이 증가하였고, II는 ㉠ > ㉡인데 체중이 감소하였다. → ㉠은 에너지 소비량, ㉡은 에너지 섭취량이다.

ㄱ. ㉠은 에너지 소비량이고, ㉡은 에너지 섭취량이다.

ㄴ. I의 상태가 지속되면 비만이 될 수 있어 대사성 질환이 발생할 확률이 높다.

ㄷ. III은 에너지 소비량(㉠)과 에너지 섭취량(㉡)이 균형을 이루어 체중 변화가 없으므로 고혈압이나 당뇨병과 같은 대사성 질환이 나타날 확률이 낮다.

07 **모범 답안** 식사를 규칙적으로 한다. 과식하지 않는다. 운동을 규칙적으로 한다. 등

채점 기준	배점
세 가지를 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지를 옳게 서술한 경우	70 %
한 가지를 옳게 서술한 경우	30 %

실력 UP 문제

58쪽

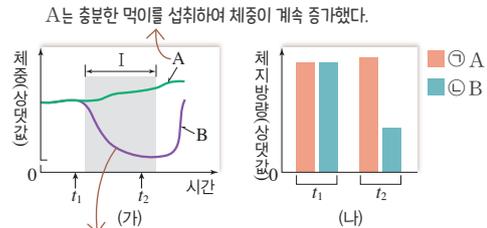
01 ㄴ, ㄷ **02** ㄷ

01 ㄴ. 고지혈증을 나타내는 사람의 비율이 비만인 사람 중에서는 50 %를 초과하며, 이는 정상 체중인 사람 중에서는 25 % 정도인 것에 비해서 높다.

ㄷ. 고지혈증은 혈액에 콜레스테롤이나 중성 지방이 정상보다 많이 존재하는 질환으로, 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 대사성 질환에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 체질량 지수가 19.0인 사람은 정상 체중으로 분류된다. 정상 체중 그룹은 고지혈증을 나타내는 사람의 비율이 25 % 정도이므로 고지혈증이 발생할 위험이 없다고 할 수 없다.

02 **꼼꼼 문제 분석**



B는 구간 I에서 적은 양의 먹이를 섭취하여 체중이 감소했다.

- A: 체중이 t_1 일 때보다 t_2 일 때 증가했으므로, 체지방량도 t_1 일 때보다 t_2 일 때가 많은 ㉠이다.
- B: 체중이 t_1 일 때보다 t_2 일 때 감소했으므로, 체지방량도 t_1 일 때보다 t_2 일 때가 적은 ㉡이다.

ㄷ. 구간 I에서 ㉠(A)은 체중이 증가하였으므로 에너지 섭취량 에너지 소비량이 1보다 크고, ㉡(B)은 체중이 감소하였으므로 에너지 섭취량 에너지 소비량이 1보다 작다.

바로알기 ㄱ. ㉠은 A이고, ㉡은 B이다.

ㄴ. (나)에서 B의 체지방량은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 적다.



중단원 핵심정리

59쪽~60쪽

- ① 에너지 ② 효소 ③ 동화작용 ④ 이화작용 ⑤ 에너지
 ⑥ 미토콘드리아 ⑦ ATP ⑧ ATP ⑨ 아미노산
 ⑩ 용털 ⑪ 가스교환 ⑫ 이산화 탄소 ⑬ 암모니아 ⑭ 물
 ⑮ 간 ⑯ 순환계 ⑰ 물질대사 ⑱ 고지혈증

중단원 마무리 문제

61쪽~64쪽

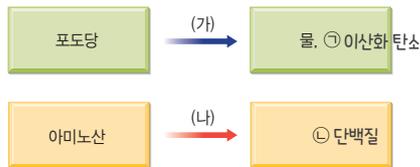
- 01 ③ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ① 05 ② 06 ⑤
 07 ③ 08 ② 09 ① 10 ② 11 ⑤ 12 ③
 13 ⑤ 14 ② 15 해설 참조 16 해설 참조

01 ㄱ. 작고 간단한 분자인 아미노산이 크고 복잡한 분자인 단백질로 합성되는 과정에서 동화작용이 일어난다.

ㄴ. 암모니아가 요소로 전환되는 과정을 포함한 모든 물질대사 과정에는 효소가 이용된다.

바로알기 ㄷ. 생명체 내에서 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해될 때는 단계적으로 반응이 일어나며 소량씩 에너지가 방출된다.

02 — 품평 문제 분석



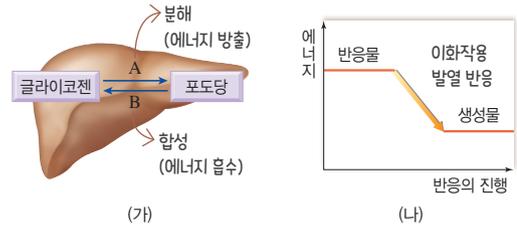
- (가): 포도당을 이산화 탄소(㉠)와 물로 분해한다. → 이화작용이 일어나며, 에너지가 방출된다.
- (나): 아미노산을 결합하여 단백질로 합성한다. → 동화작용이 일어나며, 에너지가 흡수된다.

ㄱ. 이산화 탄소(㉠)는 폐를 통해 몸 밖으로 나간다.

ㄴ. 단백질(㉡)을 구성하는 원소에는 질소(N)가 있어, 세포호흡으로 단백질이 분해되면 질소 노폐물인 암모니아(NH₃)가 생성된다.

ㄷ. 이화작용(가)은 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 많아 반응이 진행되면서 에너지가 방출된다. 동화작용(나)은 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 적어 반응이 진행되면서 에너지가 흡수된다.

03 — 품평 문제 분석



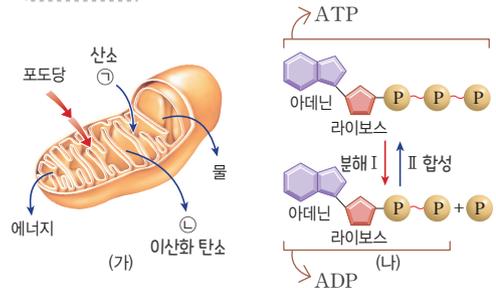
- (가): A에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 이화작용이 일어났고, B에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 동화작용이 일어났다.
- (나): 반응물이 생성물보다 에너지양이 많아 반응이 진행되면서 에너지가 방출된다. → 이화작용(A)에서의 에너지 변화

ㄱ. A와 B는 효소가 관여하는 물질대사 과정이다.

ㄴ. 글라이코젠 합성(B)과 같은 생명활동이 일어날 때 필요한 에너지는 ATP로부터 공급된다.

ㄷ. (나)는 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 많아 반응이 진행되면서 에너지가 방출되는 이화작용이며, 이는 (가)의 A에서의 에너지 변화이다. A에서의 반응물은 글라이코젠이고, 생성물은 포도당이다.

04 — 품평 문제 분석



- I: ATP가 ADP와 무기인산으로 분해되는 과정이다. → 에너지가 방출된다.
- II: ADP와 무기인산이 결합하여 ATP가 되는 과정이다. → 에너지가 흡수된다.

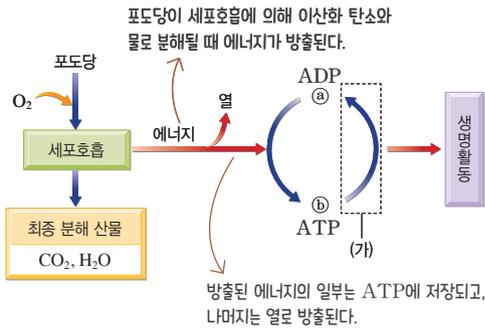
ㄱ. 동물 세포와 식물 세포에서 모두 ATP의 에너지를 생명활동에 이용하므로 ATP 분해(I) 반응이 일어난다.

ㄷ. 세포호흡(가) 과정에서 포도당이 분해되면서 ATP가 합성(II)된다.

바로알기 ㄴ. ATP 합성(II) 과정에서 에너지가 흡수되므로 II는 흡열 반응이다.

ㄹ. 이산화 탄소(㉠)가 조직 세포에서 모세혈관으로 이동할 때에는 분압 차에 의한 확산으로 이동하므로 ATP에 저장된 에너지가 이용되지 않는다.

05 **꼼꼼 문제 분석**



ㄷ. ATP(㉑)의 끝에 있는 2개의 인산기 사이의 결합이 끊어지면서 ADP(㉐)와 무기인산으로 분해되므로 (가)에서 인산 결합이 끊어진다.

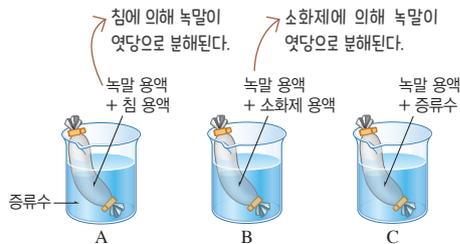
바로알기 ㄱ. 세포호흡 과정에서 포도당의 에너지 중 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되고 나머지는 열로 방출된다.

ㄴ. 한 분자당 인산 결합의 수는 ADP(㉐)가 1, ATP(㉑)가 2이므로, ADP(㉐)가 ATP(㉑)보다 적다.

06 ㄱ, ㄴ. A는 오줌을 통해 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 특징이 없으므로 소화계이고, B는 오줌을 통해 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 배설계이다. 음식을 분해하여 영양소를 흡수하는 특징은 소화계(A)에 있고, 배설계(B)에 없으므로, ㉑은 '○'이고, ㉒은 '×'이다.

ㄷ. ㉓는 소화계(A)와 배설계(B)가 공통적으로 갖는 특징이므로, '순환계와 상호작용하여 물질 이동에 관여한다.'는 ㉓에 해당한다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



- 녹말은 분자의 크기가 커 셀로판 튜브의 막을 통과할 수 없다.
- 녹말의 분해 산물인 엷당은 분자의 크기가 작아 셀로판 튜브의 막을 통과할 수 있다. → 비커 A와 B의 용액에서 베네딕트 반응이 일어난다.

ㄱ. A와 B에서 침 용액과 소화제 용액에 의해 셀로판 튜브 속 녹말이 분해되고, 녹말의 분해 산물인 엷당이 셀로판 튜브의 막을 통과하여 비커의 용액으로 빠져나온다. 따라서 (다)의 A와 B의 용액에서는 베네딕트 반응이 일어나 용액의 색깔이 황적색으로 변한다.

ㄴ. 녹말은 분자의 크기가 커 셀로판 튜브의 막을 통과할 수 없다. 따라서 일정 시간이 지난 후에도 C에 넣어 둔 셀로판 튜브 속 용액에는 녹말이 존재하므로, 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 떨어뜨리면 용액의 색깔이 청람색으로 변한다.

바로알기 ㄷ. A에서 침 속 녹말분해효소에 의해 분해된 산물인 엷당은 비커로 빠져나왔고, 이를 베네딕트 반응으로 확인할 수 있다.

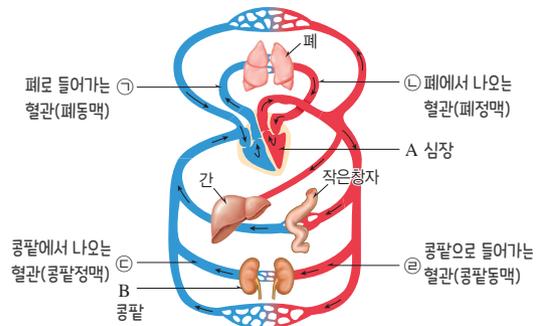
08 A는 방광이고, B는 폐이다.

ㄷ. 세포호흡 등으로 생성된 물의 일부는 수증기 상태로 날숨에 섞여 폐(B)를 통해 몸 밖으로 나간다.

바로알기 ㄱ. 암모니아는 간에서 요소로 전환된다. 방광(A)은 오줌이 몸 밖으로 나가기 전 오줌을 모아 두는 기관이다.

ㄴ. 큰창자는 소화계에 속하는 기관이다. 배설계(가)에 속하는 기관에는 콩팥, 오줌관, 방광(A), 요도 등이 있다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 심장(A)은 순환계에 속한다.

바로알기 ㄴ. 폐에서 가스교환이 일어나 혈액 속 이산화 탄소가 허파파리로 확산하므로, 혈액의 단위 부피당 이산화 탄소의 양은 폐로 들어가는 혈관(㉑)에서가 폐에서 나오는 혈관(㉒)에서보다 많다.

ㄷ. 콩팥(B)에서 혈액을 걸러 요소를 몸 밖으로 내보내므로, 혈액의 단위 부피당 요소의 양은 콩팥에서 나오는 혈관(㉓)에서가 콩팥으로 들어가는 혈관(㉔)에서보다 적다.

10 — **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
이산화 탄소 A	×	○	×	• 날숨으로 나간다. ㉡ • 오줌으로 나간다. ㉢ • 질소(N)를 포함한다. ㉠
물 B	×	㉠○	○	
요소 C	?○	×	㉢○	

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

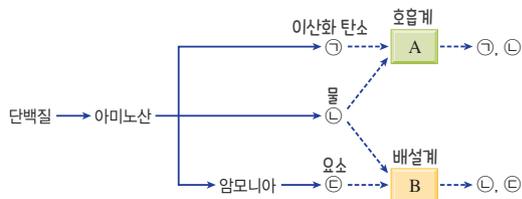
- 날숨으로 나간다. → 물, 이산화 탄소
- 오줌으로 나간다. → 물, 요소
- 질소(N)를 포함한다. → 요소
- A는 ㉠~㉢ 중 ㉡만 가지므로 이산화 탄소이고, ㉡은 '날숨으로 나간다.'이다.
- C는 날숨으로 나가지 않으므로 요소이며, B는 물이다.
- ㉠은 요소(C)만이 갖는 특징이므로 '질소(N)를 포함한다.'이고, ㉢은 물(B)과 요소(C)가 공통적으로 갖는 특징이므로 '오줌으로 나간다.'이다.

나. 물(B)은 날숨으로 나가므로 ㉠은 '○'이고, 요소(C)는 오줌으로 나가므로 ㉢은 '○'이다.

바로알기 가. A는 이산화 탄소이다.

다. 포도당의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이므로, 포도당이 세포호흡을 통해 최종 분해되면 이산화 탄소(A)와 물(B)이 생성된다.

11 — **꼼꼼 문제 분석**



간에서 암모니아가 전환되어 형성되는 ㉣은 요소이고, 요소를 몸 밖으로 내보내는 B는 배설계이다. 또한 배설계(B)를 통해 함께 나가는 ㉡은 물이다. 따라서 ㉠은 이산화 탄소, ㉡은 물, ㉢은 요소, A는 호흡계, B는 배설계이다.

- 가. ㉠은 호흡계를 통해 몸 밖으로 나가는 이산화 탄소이다.
- 나. A는 이산화 탄소(㉠)와 물(㉡)을 몸 밖으로 내보내는 호흡계이고, B는 요소(㉢)를 몸 밖으로 내보내는 배설계이다.
- 다. 배설계(B)에 속하는 콩팥에서 오줌이 만들어질 때 물은 여과되었다가 대부분 세뇨관에서 모세혈관으로 재흡수된다.

12 (가)는 숨관가지가 포함된 호흡계, (다)는 콩팥이 포함된 배설계이므로 (나)는 소화계이다.
가. 간은 소화계(나)에 속하는 기관이다.

다. 배설계(다)에 속하는 기관인 콩팥에서는 혈액을 여과하여 재흡수를 거친 후 오줌을 생성한다.

바로알기 나. (가)는 호흡계이고, (나)는 소화계이다.

13 A는 당뇨병, B는 고지혈증, C는 고혈압이다.

가. 당뇨병(A)은 인슐린(㉠)의 분비 부족이나 작용 이상으로 나타난다.

나. 당뇨병(A), 고지혈증(B), 고혈압(C)은 모두 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 대사성 질환이다.

다. 고지혈증(B)으로 동맥경화가 일어나면 혈액의 흐름이 원활하지 않아 심장이나 뇌에 산소와 영양소가 원활하게 공급되지 못한 결과 심장마비나 뇌졸중이 나타날 수 있다.

14 다. 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관(㉢)에는 규칙적인 식사, 고열량 음식 섭취 줄이기, 적절한 운동, 일상 생활에서 활동량 늘리기 등이 있다.

바로알기 가. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태(㉠)가 지속되면 체중이 증가하고 비만이 될 수 있다.

나. 당뇨병(㉡)은 혈당량이 높은 상태가 지속되어 오줌으로 포도당이 배출되는 질환이다.

15 단백질은 아미노산(㉠)으로 분해(㉡)되어 체내로 흡수되고, 아미노산이 분해되는 과정에서 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다. 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소(㉢)로 전환된 후 콩팥에서 걸러져 오줌으로 배설된다.

모범 답안 (1) ㉠ 아미노산, ㉡ 요소

(2) ㉡는 크고 복잡한 단백질을 작고 간단한 아미노산으로 분해하는 이화작용이다. 이 과정에서는 에너지가 방출된다.

(3) 요소(㉢)는 콩팥에서 걸러져 오줌으로 배설되므로 혈액의 단위 부피당 요소(㉢)의 양은 콩팥으로 들어가는 혈액(A)에서보다 콩팥에서 나오는 혈액(B)에서가 적다.

채점 기준	배점
(1) ㉠과 ㉡을 모두 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 물질대사의 종류와 에너지 변화를 모두 옳게 서술한 경우	40 %
	물질대사의 종류와 에너지 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우
(3) A와 B에서의 요소의 양을 콩팥에서 요소가 배설된다는 것을 언급하며 옳게 서술한 경우	40 %
	A와 B에서의 요소의 양만 옳게 비교한 경우

16 소화계, 호흡계, 배설계는 순환계를 중심으로 기능적으로 연결되어 조직 세포의 세포호흡에 필요한 물질을 공급하고 세포호흡으로 생성된 노폐물을 몸 밖으로 내보낸다.

모범 답안 (1) 세포호흡에 필요한 영양소는 소화계를 통해 소화·흡수된 후 순환계를 통해 조직 세포로 운반되고, 세포호흡에 필요한 산소는 호흡계를 통해 흡수되어 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.

(2) 포도당이 세포호흡으로 분해되면 이산화 탄소와 물이 생성되고, 이산화 탄소는 순환계를 통해 호흡계로 운반되어 날숨으로 나가며, 과잉의 물은 순환계를 통해 호흡계와 배설계로 운반되어 각각 날숨과 오줌으로 나간다.

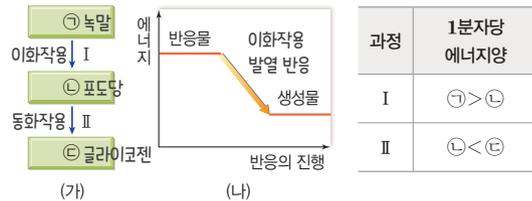
채점 기준	배점
(1) 영양소와 산소의 획득과 운반에 관련된 기관계를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %
영양소와 산소의 획득과 운반에 관련된 기관계의 일부만 포함하여 서술한 경우	25 %
(2) 노폐물의 종류와 배설에 관련된 기관계를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %
노폐물의 종류와 배설에 관련된 기관계의 일부만 포함하여 서술한 경우	25 %

중단원 고난도 문제

65쪽

01 ② 02 ③ 03 ④ 04 ⑤

01 - 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠은 녹말이다. 포도당
- ㉡ I에서 이화작용이 일어난다.
- (나)는 II에서의 에너지 변화를 나타낸 것이다. I

전략적 풀이 ① 1분자당 에너지양을 비교하여 ㉠~㉢이 무엇인지를 파악한다.

ㄱ. ㉠과 ㉢은 ㉡보다 1분자당 에너지양이 많으므로, ㉠과 ㉢은 녹말이나 글라이코젠이고 ㉡은 포도당이다. 사람의 세포에서는 포도당을 글라이코젠으로 전환하여 저장하는 반응은 일어나지만 녹말로 전환하지는 않는다. 따라서 ㉢은 글라이코젠이고, ㉠은 음식물로 섭취한 녹말이다.

② I과 II가 동화작용과 이화작용 중 어떤 것인지를 파악한다.

ㄴ. I에서는 녹말이 포도당으로 분해되는 이화작용이 일어나고, II에서는 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 동화작용이 일어난다.

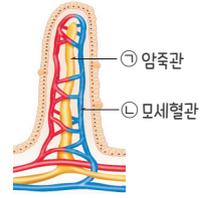
③ 물질대사가 일어날 때의 에너지 변화를 그래프와 관련지어 파악한다.

ㄷ. (나)는 반응물이 생성물보다 에너지양이 많아 반응이 진행되면서 에너지가 방출되므로, I에서의 에너지 변화를 나타낸 것이다.

동화작용이 일어나는 II에서는 반응물이 생성물보다 에너지양이 적어 반응이 진행되면서 에너지가 흡수된다.

02 - 꼼꼼 문제 분석

- 지방산, 모노글리세리드와 같은 지용성 영양소는 암죽관(㉠)으로 흡수된다.
- 포도당, 아미노산과 같은 수용성영양소는 모세혈관(㉡)으로 흡수된다.
- 흡수된 영양소는 심장을 거쳐 온몸으로 이동한다.



선택지 분석

- 포도당은 ㉠으로 흡수된다. ㉡
- ㉡으로 흡수된 영양소는 심장을 거치지 않고 온몸의 조직 세포로 운반된다. 거쳐
- 작은창자에 있는 융털은 표면적이 넓어 영양소의 흡수가 효율적으로 일어난다.

전략적 풀이 ① ㉠과 ㉡이 무엇인지 알고, ㉠과 ㉡으로 흡수되는 영양소를 파악한다.

ㄱ. ㉠은 융털의 암죽관이고, ㉡은 융털의 모세혈관이다. 포도당과 같은 수용성영양소는 모세혈관(㉡)으로 흡수되고, 지방산과 모노글리세리드와 같은 지용성영양소는 암죽관(㉠)으로 흡수된다.

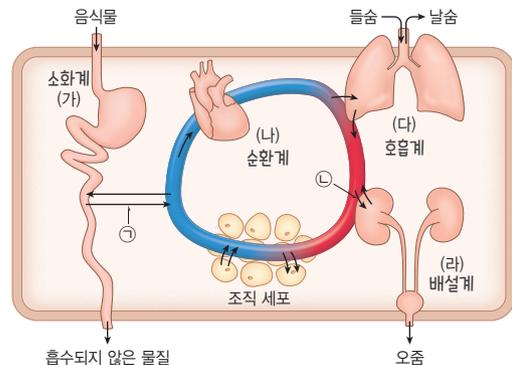
② 흡수된 영양소는 어떤 경로를 거쳐 온몸의 조직 세포로 운반되는지 파악한다.

ㄴ. 모세혈관(㉡)으로 흡수된 영양소는 심장을 거쳐 온몸의 조직 세포로 운반된다.

③ 영양소의 흡수가 효율적으로 일어나기 위한 작은창자의 구조적 특징을 이해한다.

ㄷ. 작은창자의 내벽에는 많은 주름과 융털이 있어 표면적이 넓어 영양소를 효율적으로 흡수한다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- ㉠ ㉠과 ㉡에는 모두 요소의 이동이 포함된다.
- ✕ (가)에서 흡수되지 않은 물질은 (라)를 통해 몸 밖으로 나간다.
- ㉢ 산소는 (다)에서 흡수되어 (나)를 통해 조직 세포로 운반된다.

전략적 풀이 ① (가)~(라)가 어떤 기관계인지를 알고, 순환계와 다른 기관계 사이의 물질 이동을 파악한다.

ㄱ. 소화계(가)의 간에서 생성된 요소는 순환계를 통해 배설계(라)로 이동한 후, 콩팥에서 걸러져 오줌으로 배설된다. 따라서 소화계에서 순환계로 이동하는 물질(㉠)과 순환계에서 배설계로 이동하는 물질(㉡)에는 모두 요소가 포함되어 있다.

② (가), (다), (라)에서 인체 안팎으로의 물질 출입과 이동을 파악한다.

ㄴ. 소화계(가)에서 흡수되지 않은 물질은 소화계(가)의 항문을 통해 대변의 형태로 몸 밖으로 나간다.

ㄷ. 호흡계(다)에서 흡수한 산소는 순환계(나)를 거쳐 온몸의 조직 세포로 운반된다.

04 **꼼꼼 문제 분석**

질환	콜레스테롤	특징
고지혈증(가)	혈액에 X나 중성 지방이 정상보다 많이 존재하는 상태이다.	
고혈압(나)	혈압이 정상 범위보다 높은 상태이다.	

선택지 분석

- ㉠ X는 콜레스테롤이다.
- ㉡ (가)가 계속 진행되면 동맥경화가 나타날 수 있다.
- ㉢ (가)와 (나)는 모두 심혈관계 질환 같은 합병증을 유발할 수 있다.

전략적 풀이 ① 특징을 통해 (가)와 (나)에 해당하는 질환을 파악하고 원인을 생각해 본다.

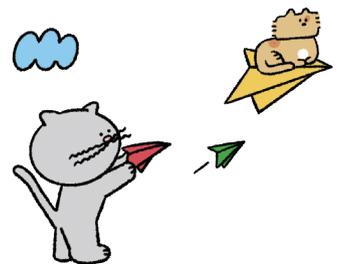
혈압이 정상보다 높은 질환은 고혈압, 혈액에 콜레스테롤이나 중성 지방이 정상보다 많은 질환은 고지혈증이다.

ㄱ. 고지혈증은 물질대사가 정상적으로 일어나지 않아서 혈중 콜레스테롤(X)이나 중성 지방이 많은 질환이다. 포도당과 관련된 대사성 질환으로는 당뇨병이 있으며, 당뇨병은 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되어 오줌에 포도당이 섞여 나오는 질환이다.

ㄴ. 고지혈증(가)이 진행되면 동맥의 안쪽 벽에 콜레스테롤 등이 쌓여 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어지는 동맥경화가 나타날 수 있다.

② 대사성 질환의 합병증을 생각해 본다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 대사성 질환이며, 대사성 질환은 심혈관계 질환이나 뇌혈관계 질환과 같은 합병증을 유발할 수 있다. 특히 고지혈증(가)이 진행되어 동맥경화가 나타나면, 혈액의 흐름이 원활하지 않아 심장이나 뇌에 영양소와 산소가 제대로 공급되지 않아 심장마비나 뇌졸중이 발생할 수 있다.



3 생태계와 상호작용

01 / 생태계의 구조와 기능

개념 확인문제

69쪽

- 1 개체군 2 군집 3 생산자 4 비생물요소

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

- 1 (2) 식물과 조류는 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하는 생산자에 해당한다.
 (3) 소비자는 양분을 합성하지 못해 다른 생물을 먹어서 유기물을 얻는 생물이다.
 (4) 분해자는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻고, 분해한 무기물을 비생물환경으로 돌려보내는 역할을 한다.
 (5), (7) 생물요소는 다른 생물요소 및 비생물요소와 상호작용하며, 이를 통해 생태계가 잘 유지될 수 있다.
 (6) 빛, 공기, 물, 온도, 토양, 무기염류 등은 생물을 둘러싸고 있는 비생물요소이다.

- 2 ⊖은 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 것이고, ⊕은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이며, ⊕⊖은 생물요소가 서로 영향을 주고받는 것이다.
 (1) 고라니(소비자)가 풀(생산자)을 먹고 살아가는 것은 생물요소가 서로 영향을 주고받는 것이므로 ⊕⊖의 예에 해당한다.
 (2) 느티나무가 햇빛을 받아 광합성을 하는 것은 비생물요소인 빛이 생물요소인 느티나무에 영향을 주는 것이므로 ⊖의 예에 해당한다.
 (3) 지렁이에 의해 토양의 통기성이 높아지는 것은 생물요소인 지렁이가 비생물요소인 토양에 영향을 주는 것이므로 ⊕의 예에 해당한다.
 (4) 식물의 낙엽이 썩어 분해되면 토양이 비옥해지는 것은 생물요소인 식물이 비생물요소인 토양에 영향을 주는 것이므로 ⊕의 예에 해당한다.
 (5) 늑대의 개체 수가 증가하면 사슴의 개체 수가 감소하는 것은 생물요소인 늑대가 생물요소인 사슴에 영향을 주는 것이므로 ⊕⊖의 예에 해당한다.
 (6) 한 식물에서 강한 빛을 받는 잎이 약한 빛을 받는 잎보다 두꺼운 것은 비생물요소인 빛의 세기가 생물요소인 식물에 영향을 주는 것이므로 ⊖의 예에 해당한다.

완자샘 비법특강

70쪽

Q1 ⊖ 비생물요소, ⊕ 생물요소

Q2 ⊖ 생물요소, ⊕ 비생물요소

Q1 비생물요소인 온도가 생물요소인 나뭇잎의 색 변화에 영향을 주는 것이므로, 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 예에 해당한다.

Q2 생물요소 중 생산자인 나무가 비생물요소인 공기 중의 산소 농도에 영향을 주는 것이므로, 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 예에 해당한다.

개념 확인문제

76쪽

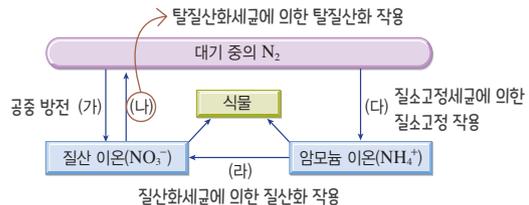
- 1 순환 2 이산화 탄소 3 먹이사슬 4 분해자 5 열에너지
 6 태양 7 에너지효율 8 생태피라미드 9 생태계평형

1 A: 에너지, B: 물질 2 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 3 (1) (라) (2) (가) (3) (나) (4) (다) 4 15 %

1 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르다가 열에너지 형태로 전환되어 생태계 밖으로 빠져나가며, 물질은 생물요소와 비생물환경 사이를 순환한다. 따라서 A는 에너지, B는 물질이다.

- 2 (1) 탄소는 주로 대기 중에 이산화 탄소(CO₂) 형태로 존재하며, 물에서는 탄산수소 이온(HCO₃⁻) 형태로 녹아 있다.
 (2) 이산화 탄소는 식물과 같은 생산자에 흡수된 후 광합성에 이용되어 다양한 형태의 유기물로 전환된다.
 (3) 유기물 중 일부는 생물의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기 또는 물속으로 돌아간다.
 (4) 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물은 분해자의 호흡을 통해 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기 또는 물속으로 돌아간다.

3 — 품평 문제 분석



(1) 질산화세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)이 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환되는 질산화 작용은 (라)이다.

(2) 대기 중 질소(N₂)의 일부가 번개에 의한 공중 방전에 의해 고온에서 산소와 결합하여 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환되는 과정은 (가)이다.

(3) 탈질산화세균에 의해 질산 이온(NO₃⁻)이 질소 기체(N₂)로 전환되는 탈질산화 작용은 (나)이다.

(4) 뿌리혹세균, 남세균, 아조토박터 등 질소고정세균에 의해 대기 중의 질소(N₂)가 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환되는 질소고정 작용은 (다)이다.

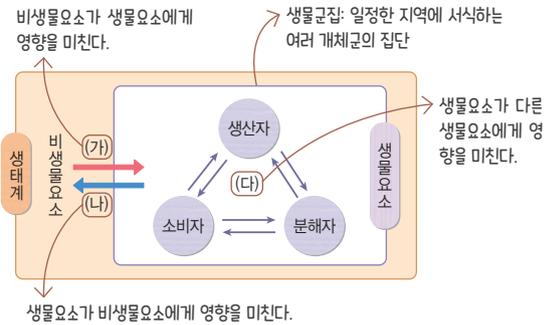
4 에너지효율(%)은 $\frac{\text{현 영양단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$ 이다. 1차 소비자가 보유한 에너지량은 100이고, 2차 소비자가 보유한 에너지량은 15이므로 2차 소비자의 에너지효율은 $\frac{15}{100} \times 100 = 15\%$ 이다.

대표 자료 분석 1

77쪽

1 빛, 공기, 물, 온도, 토양 등 **2** (1) 생산자, ㄱ, ㄷ, ㄹ (2) 분해자, ㄴ, ㅁ, ㅂ (3) 소비자, ㄴ, ㅅ **3** (1) (다) (2) (가) (3) (나) **4** (1) 〇 (2) × (3) × (4) 〇 (5) 〇 (6) 〇 (7) 〇

품평 문제 분석



1 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성되며, 비생물요소는 생물을 둘러싸고 있는 모든 비생물환경으로 빛, 공기, 물, 온도, 토양 등이 있다.

2 (1) 빛에너지를 이용하여 광합성을 통해 유기물을 합성하는 생물은 생산자이며, 식물과 조류(미역, 김, 다시마 등)가 있다. (2) 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하며 살아가는 생물은 분해자이며, 유기물을 무기물로 분해하여 비생물환경으로 돌려보낸다. 버섯, 세균, 곰팡이는 분해자에 해당한다.

(3) 스스로 양분을 합성하지 못해 다른 생물을 먹어서 유기물을 얻는 생물은 소비자이며, 먹이사슬에서 차지하는 위치에 따라 1차, 2차, 3차 소비자 등으로 구분된다.

3 (1) 초식동물이 풀을 먹고 사는 것은 생물요소인 초식동물이 생물요소인 풀에 영향을 주는 것이므로 (다)의 예에 해당한다.

(2) 공기 중의 산소가 달팽이의 호흡에 이용되는 것은 비생물요소인 공기가 생물요소인 달팽이에게 영향을 주는 것이므로 (가)의 예에 해당한다.

(3) 분해자인 세균과 버섯에 의해 토양 속 무기물의 양이 증가하는 것은 생물요소인 세균과 버섯이 비생물요소인 토양에 영향을 주는 것이므로 (나)의 예에 해당한다.

4 (1) 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성되며, 생물요소와 비생물요소는 상호작용한다.

(2) 군집은 일정한 지역에 서식하는 개체군의 집단으로, 군집에는 생물요소만 포함되고 비생물요소는 포함되지 않는다.

(3) 생산자는 광합성을 통해 스스로 유기물을 합성하므로 영양 과정이 독립되어 있는 독립영양생물이다. 종속영양생물은 영양 과정이 다른 생물에게 종속되어 있는 생물로, 소비자와 분해자에게 해당한다.

(4) 분해자는 생산자와 소비자의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하므로, 생산자와 소비자에서 분해자로 유기물이 이동한다.

(5) 강한 빛을 받는 잎은 울타리조식이 발달하여 약한 빛을 받는 잎보다 두껍다. 이는 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 (가)에 해당한다.

(6) 질소고정세균은 대기 중의 질소(N₂)를 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환하여 토양의 암모늄 이온의 양이 증가하게 한다. 이는 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 (나)에 해당한다.

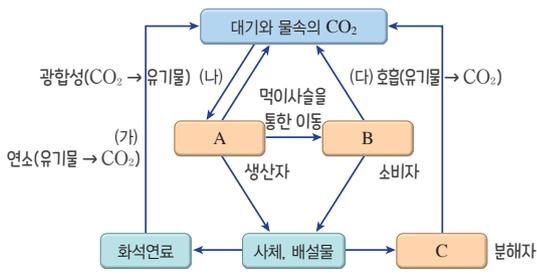
(7) 사슴의 개체 수가 증가하여 사슴의 먹이가 되는 풀이 감소한다. 이는 생물요소가 생물요소에 영향을 주는 (다)에 해당한다.

대표 자료 분석 2

78쪽

1 A: 생산자, B: 소비자, C: 분해자 **2** (가) 연소 (나) 광합성 (다) 호흡 **3** (1) 포도당 (2) 호흡 (3) 분해자 (4) 먹이사슬 **4** (1) × (2) 〇 (3) 〇 (4) 〇 (5) × (6) ×

꼼꼼 문제 분석



1 • A: 대기와 물속의 이산화 탄소를 이용하여 광합성을 하는 생산자이다.
 • B: 다른 생물을 먹어서 유기물을 얻는 소비자이다.
 • C: 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하며 살아가는 분해자이다.

2 • (가): 생물의 사체 일부가 퇴적되어 만들어진 화석연료가 연소되어 이산화 탄소 형태로 대기 중으로 방출되므로 연소 과정에 해당한다.
 • (나): 대기 중의 이산화 탄소가 식물과 같은 생산자의 광합성을 통해 유기물로 전환되므로 광합성에 해당한다.
 • (다): 유기물이 소비자의 호흡에 이용되어 이산화 탄소 형태로 방출되므로 호흡에 해당한다.

3 (1) 대기 중의 이산화 탄소는 생산자에 흡수된 후 광합성을 통해 포도당으로 합성되고, 이후 녹말, 단백질, 핵산 등 다양한 형태의 유기물로 전환된다.
 (2) 생산자에서 소비자로 이동한 유기물은 소비자의 체내에 저장되거나 호흡에 이용되어 에너지를 생산한다.
 (3) 생물의 사체, 배설물, 낙엽에 포함된 유기물은 분해자의 호흡 과정을 통해 이산화 탄소가 되어 대기 또는 물속으로 방출된다.
 (4) 생물을 구성하는 탄소는 생태계 밖에서 새로 유입되지 않으며, 생물과 비생물환경 사이를 순환한다. 탄소는 비생물환경에서 생물로 유입된 후 먹이사슬을 따라 이동하다가 최종적으로 분해자의 호흡 과정에서 이산화 탄소가 되어 다시 비생물환경으로 돌아가며, 이후 다시 생물에 이용된다.

4 (1) 탄소는 연소(가) 과정에서 이산화 탄소 형태로 대기로 방출된다. 먹이사슬을 따라 이동할 때는 유기물 형태로 전달된다.
 (2) 화석연료의 연소(가)가 과도하게 일어나면 대기 중 이산화 탄소가 농도가 증가하고, 이로 인해 온실효과가 유발되어 지구 온난화가 심해진다.
 (3) 이산화 탄소는 생산자에 흡수된 후 광합성(나)에 이용되어 포도당과 같은 유기물로 전환된다.

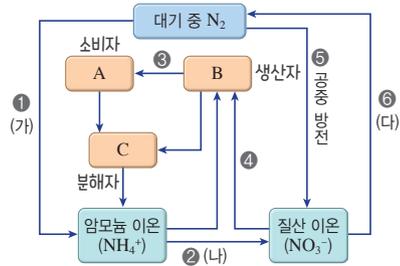
(4) 광합성(나)에는 태양의 빛에너지가 이용된다.
 (5) 생물의 호흡(다) 과정에서 유기물이 분해되어 무기물로 전환된다.
 (6) 모든 생물은 유기물을 분해하여 에너지를 얻으므로 호흡(다)은 생산자, 소비자, 분해자에서 모두 일어난다.

대표 자료 분석 3

79쪽

1 A: 소비자, B: 생산자, C: 분해자 **2** (가) 질소고정 작용 (나) 질산화 작용 (다) 탈질산화 작용 **3** (1) 질소고정세균 (2) 공중 방전 (3) 먹이사슬 (4) 질산화세균 **4** (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○

꼼꼼 문제 분석



① 질소고정 작용(질소고정세균): N₂ → NH₄⁺
② 질산화 작용(질산화세균): NH₄⁺ → NO₃⁻
③ 먹이사슬: 유기물 형태로 질소 이동
④ 질소동화 작용: NH₄⁺, NO₃⁻ → 식물에서 질소 화합물 합성
⑤ 공중 방전: N₂ → NO₃⁻
⑥ 탈질산화 작용(탈질산화세균): NO₃⁻ → N₂

1 B는 암모늄 이온(NH₄⁺)이나 질산 이온(NO₃⁻)을 흡수하여 단백질, 핵산과 같은 질소 화합물을 합성하는 생산자이다. B가 생성한 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 A로 이동하므로 A는 소비자이고, A와 B의 유기물이 C로 이동하므로 C는 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물을 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 분해하여 토양으로 돌려보내는 분해자이다.

2 • (가): 대기 중의 질소(N₂)가 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환되는 과정으로 질소고정 작용이다.
 • (나): 암모늄 이온(NH₄⁺)이 질산화세균에 의해 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환되는 과정으로 질산화 작용이다.
 • (다): 토양 속 질산 이온(NO₃⁻)이 탈질산화세균에 의해 질소(N₂)로 전환되어 대기 중으로 돌아가는 과정이므로 탈질산화 작용이다.

- 3** (1) 대기 중의 질소(N₂)는 질소고정세균에 의해 식물이 이용할 수 있는 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환된다.
 (2) 대기 중 질소(N₂)의 일부는 번개에 의한 공중 방전으로 고온에서 산소와 결합하여 질산 이온(NO₃⁻)이 된다.
 (3) 식물체에 포함된 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달되며, 소비자는 이를 이용해 질소 화합물을 합성한다.
 (4) 암모늄 이온(NH₄⁺)은 질산화세균의 질산화 작용에 의해 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환된다.

- 4** (1) 질소 기체(N₂)는 대기에 풍부하지만 매우 안정하여 식물이 직접 이용하지 못한다.
 (2) 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균은 질소고정세균으로, 질소 고정 작용(가)에 관여한다.
 (4) 분해자(C)에 의해 생물의 사체나 배설물 속 질소 화합물은 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 분해된다.
 (5) 토양 속 암모늄 이온(NH₄⁺)이나 질산 이온(NO₃⁻)은 식물의 뿌리를 통해 흡수되어 식물을 구성하는 단백질이나 핵산과 같은 질소 화합물의 합성에 쓰인다.

- (2) 각 영양단계마다 에너지의 일부는 호흡을 통해 생물의 생명 활동에 이용되거나 열에너지로 전환되어 방출된다.
 (3) 물질은 생물과 비생물환경 사이를 순환하지만, 에너지는 순환하지 않는다.

2 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계가 받은 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 이동하기 때문에 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지량은 점점 줄어든다.

- 3** • 1차 소비자의 에너지효율=

$$\frac{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{생산자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{200}{2000} \times 100 = 10\%$$

 • 2차 소비자의 에너지효율

$$= \frac{\text{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{30}{200} \times 100 = 15\%$$

 • 3차 소비자의 에너지효율

$$= \frac{\text{3차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{6}{30} \times 100 = 20\%$$

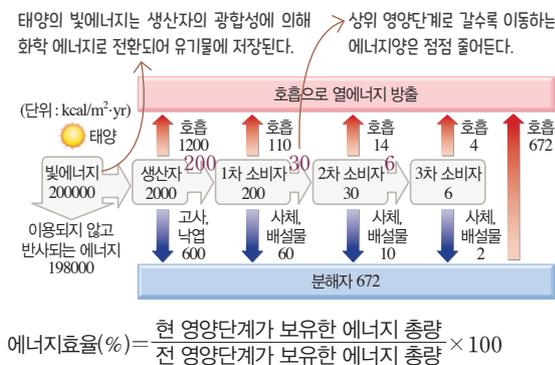
- 4** (1), (2) 생태계에서 에너지는 한 방향으로만 흐르다가 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계가 유지되려면 태양 에너지가 계속 공급되어야 한다.
 (3) 생산자는 태양의 빛에너지를 이용하여 광합성을 하며 그 결과 유기물이 생성되므로, 생산자는 태양의 빛에너지를 유기물의 화학 에너지로 전환한다.
 (4) 생산자가 생산한 유기물 중 일부가 소비자로 이동하고, 분해자는 생산자와 소비자의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해한다. 따라서 생산자가 합성한 유기물이 소비자를 거쳐 다시 생산자에게 전달되지 않는다.
 (5) 생태계로 유입되는 에너지량은 생산자의 에너지양인 2000이고, 생태계 밖으로 방출되는 에너지량은 호흡으로 방출된 열에너지의 합인 1200+110+14+4+672=2000이다.
 (6) 각 영양단계가 가진 에너지량은 생산자(2000)>1차 소비자(200)>2차 소비자(30)>3차 소비자(6) 순이다.
 (7) 생산자에서 1차 소비자로 이동한 에너지량은 200이고, 2차 소비자에서 3차 소비자로 이동한 에너지량은 6이다.

대표자료분석 4

80쪽

- 1** (1) ㉠ 빛, ㉡ 화학 (2) 호흡 (3) 순환하지 않고 **2** 줄어든다.
3 1차 소비자: 10%, 2차 소비자: 15%, 3차 소비자: 20%
4 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ (7) ×

꼼꼼 문제 분석



- 1** (1) 생태계에 공급되는 에너지는 태양의 빛에너지이며, 생산자의 광합성을 통해 유기물 속 화학 에너지에 전환된 후 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한다.

나신 만점문제

81쪽-84쪽

- 01** ④ **02** ⑤ **03** (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤
04 ② **05** ⑤ **06** ③ **07** ⑤ **08** ② **09** ②
10 해설 참조 **11** ⑤ **12** ① **13** ④ **14** ③
15 해설 참조 **16** ③ **17** ① **18** ④ **19** ①

01 ① 군집은 일정한 지역에 여러 종류의 개체군이 모여 살아가는 집단이다.

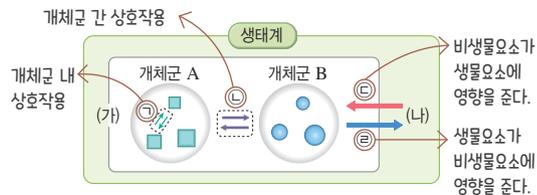
② 생태계를 구성하는 생물요소와 비생물요소는 영향을 주고받으며 상호작용한다.

③ 생산자는 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 독립영양생물이다.

⑤ 분해자는 생물의 사체나 배설물 속 유기물을 무기물로 분해하여 비생물환경으로 돌려보낸다.

바로알기 ④ 소비자는 스스로 양분을 합성하지 못해 다른 생물을 먹어서 유기물을 얻는 종속영양생물이다.

02~03 **품감 문제 분석**



- (가): 일정한 지역에서 서식하는 여러 종류의 개체군 집단으로, 생물군집이다. 생물군집은 생태계구성요소 중 생물요소에 해당한다.
- (나): 생태계에서 생물군집과 영향을 주고받는 비생물요소로, 생물을 둘러싸고 있는 모든 비생물환경이다.

02 ㄱ. 뿌리혹세균은 질소고정에 관여하는 질소고정세균으로, 생물요소(가)에 해당한다.

ㄴ. 개체군은 일정한 지역에 살아가는 같은 종의 개체 무리이다. 즉, 개체군 A를 구성하는 생물은 모두 같은 종이며, 개체군 B를 구성하는 생물도 모두 같은 종이다.

ㄷ. (나)는 생물요소와 상호작용하는 비생물요소이며, 빛, 공기, 물, 온도, 토양, 무기염류 등 생물을 둘러싸고 있는 모든 비생물환경이다.

03 (1) 같은 종의 개미가 일을 분담하여 협력하는 것은 개체군 내 상호작용인 ㉠의 예에 해당한다.

(2) 기온 변화가 생물에 영향을 미친 사례이므로, 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 ㉡의 예에 해당한다.

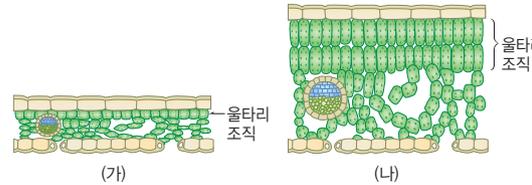
(3) 지의류의 활동이 토양의 암석에 영향을 미친 사례이므로, 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 ㉢의 예에 해당한다.

(4) 포식자의 개체 수 변화가 피식자의 개체 수 변화에 영향을 미친 사례이므로, 군집 내 개체군 간 상호작용인 ㉣의 예에 해당한다.

(5) 공기의 밀도가 사람의 혈액 속 적혈구의 수에 영향을 미친 사례이므로, 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 ㉡의 예에 해당한다.

04 **품감 문제 분석**

올타리조직은 식물 잎의 위쪽 표피 아래에 길게 배열된 세포 모임이다. → 세포 안에 엽록체가 풍부하여 광합성이 활발하게 일어난다.



- 음엽(가): 올타리조직이 발달하지 않아 잎이 얇고 넓다. → 빛을 받는 양과 빛 투과율을 높이기 위한 것으로, 약한 빛에 적응한 결과이다.
- 양엽(나): 올타리조직이 발달하여 잎이 두껍다. → 강한 빛에 적응한 결과이다.

ㄴ. 음엽(가)는 약한 빛을 효율적으로 흡수하기 위해 적응한 결과 올타리조직이 발달하지 않아 잎이 얇고 넓다.

바로알기 ㄱ. 강한 빛에 적응한 잎은 양엽(나)이다.

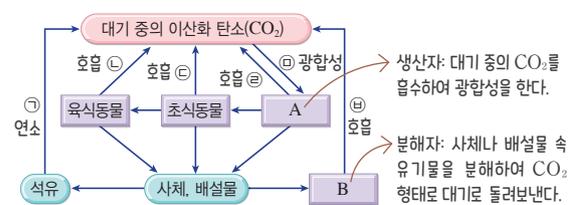
ㄷ. 양엽(나)는 강한 빛을 효율적으로 활용하기 위해 적응한 결과 올타리조직이 발달하여 잎이 두껍고 광합성이 활발하게 일어난다.

05 ㄱ. (가)는 한 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나가는 에너지이다. 에너지는 순환하지 않으므로 생태계가 유지되기 위해서는 태양으로부터 빛에너지가 계속 유입되어야 한다.

ㄴ. (나)는 생태계에서 생물요소와 비생물환경 사이를 순환하는 물질이다.

ㄷ. 먹이사슬을 따라 생산자에서 1차 소비자로 유기물의 화학 에너지가 이동한다. 즉, ㉠ 과정에서 유기물 형태로 에너지가 전달된다.

06 **품감 문제 분석**



① A는 이산화 탄소를 이용하여 광합성(㉡)을 하며, A가 생성한 유기물 속 탄소는 초식동물에게 전달되므로 생산자이다.

② B는 생물의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 이산화 탄소 형태로 대기로 돌려보내는 분해자이다.

④ ㉠, ㉡, ㉢, ㉣은 각각 육식동물, 초식동물, 생산자(A), 분해자(B)에 저장된 유기물이 분해되어 이산화 탄소 형태로 대기로 방출되는 호흡이다.

⑤ 광합성(㉡) 과정에는 태양의 빛에너지가 이용된다.

바로알기 ③ ㉠은 화석연료인 석탄과 석유가 연소되어 이산화 탄소 형태로 대기로 방출되는 과정이다. 연소(㉠) 과정이 과도하게 일어나면 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하고, 이로 인해 온실효과가 유발되어 지구 온난화가 심해진다.

07 학생 A: 대기 중 이산화 탄소는 생산자에 흡수된 후 광합성을 통해 포도당과 같은 유기물로 전환된다.

학생 B: 광합성을 통해 생성된 유기물은 먹이사슬을 따라 이동하면서 생물의 체내에 저장되거나 호흡에 이용된다.

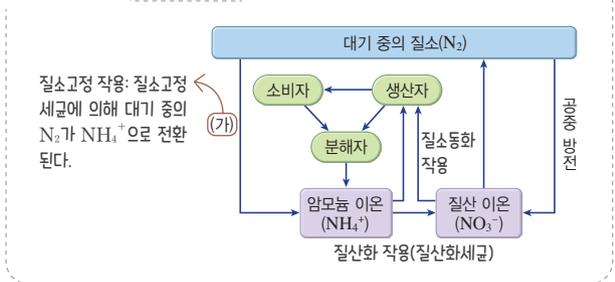
학생 C: 일부 유기물은 생산자와 소비자의 호흡 과정에서 분해되고, 사체와 배설물에 포함된 유기물은 분해자의 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소 형태로 전환된다.

08 ㄴ. II는 암모늄 이온(NH_4^+)이 단백질과 같은 질소 화합물로 합성되는 과정이므로, II에서 동화작용이 일어난다.

바로알기 ㄱ. I은 질소고정세균에 의해 대기 중의 질소(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소고정 작용이다.

ㄷ. III은 탈질산화세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)이 질소(N_2)로 전환되는 탈질산화 작용이다.

09~10 **꼼꼼 문제 분석**



09 ㄴ. 식물은 뿌리를 통해 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 흡수하여 식물을 구성하는 단백질, 핵산과 같은 질소 화합물을 합성한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 질소고정 작용으로, 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균 등과 같은 질소고정세균에 의해 일어난다.

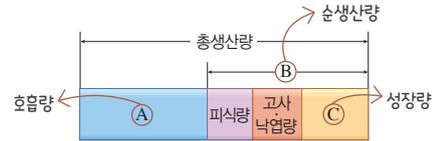
ㄷ. 사체나 배설물 속 질소 화합물은 소비자가 아닌 분해자에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해된 후 식물이 이용하거나, 질산화세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되어 식물이 이용한다.

10 질소 기체(N_2)는 매우 안정하여 대부분의 생물이 직접 이용할 수 없으며, 질소고정세균에 의해 물에 녹을 수 있는 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다.

모범 답안 질소 기체(N_2)는 대부분의 생물이 직접 이용하지 못하므로 질소고정 작용을 통해 이온 형태로 전환되어야 식물이 이용할 수 있다.

채점 기준	배점
질소는 이온 형태로 전환되어야만 식물이 이용할 수 있다고 옳게 서술한 경우	100 %
질소는 매우 안정하기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

11 **꼼꼼 문제 분석**

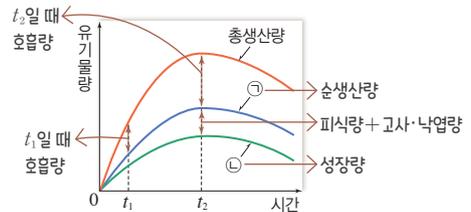


- 총생산량 = 호흡량(A) + 순생산량(B)
- 순생산량(B) = 총생산량 - 호흡량(A)
- 성장량(C) = 순생산량(B) - (피식량 + 고사·낙엽량)

ㄱ. 총생산량은 호흡량과 순생산량의 합이며, 순생산량에는 피식량, 고사·낙엽량, 성장량이 포함된다. 따라서 A는 호흡량이며, 생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양이다.

ㄴ, ㄷ. 순생산량(B)은 초식동물에게 먹히는 피식량, 말라 죽는 고사량, 낙엽으로 떨어지는 낙엽량, 식물의 성장에 사용되거나 식물체에 저장되는 성장량(C)의 합이며, 총생산량 중 생산자의 호흡량을 뺀 나머지 유기물의 양이다.

12 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 순생산량에 성장량이 포함되므로 순생산량이 성장량보다 많다. 따라서 ㉠은 순생산량이고, ㉡은 성장량이다.

바로알기 ㄴ. 호흡량은 총생산량에서 순생산량을 뺀 값이므로 A의 호흡량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 적다.

ㄷ. 초식동물에게 먹히는 유기물의 양인 피식량은 순생산량(㉠)에 포함된다.

13 ① 생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양으로부터 오는 빛에너지이다.

② 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물 속 화학에너지로 전환된다.

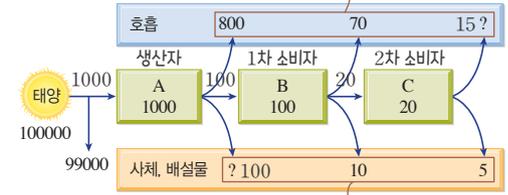
③ 1차 소비자의 유기물에 저장된 에너지는 먹이사슬을 따라 2차 소비자로 이동한다.

⑤ 각 영양단계마다 에너지의 일부는 호흡을 통해 생물의 생명 활동에 이용되거나 열에너지로 전환되고, 나머지만 다음 영양단계로 전달된다.

바로알기 ④ 생태계로 유입된 에너지는 순환하지 않고 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다.

14-15 **꼼꼼 문제 분석**

생태계로 유입되는 에너지양(1000)과 생태계 밖으로 방출되는 에너지양(1000)은 같다.
열에너지 형태로 생태계를 빠져나간 에너지는 생물이 이용할 수 없다.



에너지 전환: 빛에너지 → 화학에너지 → 열에너지
분해자의 호흡을 통해 열에너지로 전환되는 에너지양과 같다.

14 가. 생태계로 유입되는 에너지양은 1000, 생태계 밖으로 방출되는 에너지양은 $800 + 70 + 15 + 100 + 10 + 5 = 1000$ 이다.
 다. 1차 소비자(B)에서 방출되는 열에너지양은 70이고 2차 소비자(C)에서 방출되는 열에너지양은 15이므로, 총합은 85이다.

바로알기 나. 1차 소비자의 에너지효율은

$$\frac{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{생산자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$$

이고, 2차 소비자의 에너지효율은

$$\frac{\text{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{20}{100} \times 100 = 20\%$$

이다.

15 각 영양단계마다 에너지의 일부는 이용되거나 열에너지로 방출되고, 남은 에너지만 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한다.

모범 답안 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계가 받은 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 이동하기 때문이다.

채점 기준	배점
각 영양단계에서 받은 에너지 중 일부만 전달되기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
각 영양단계에서 에너지를 사용하기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

16 가. A가 1차 소비자, B가 2차 소비자라고 하면 1차 소비자의 에너지효율은 $\frac{15}{1000} \times 100 = 1.5\%$ 이고 3차 소비자의 에너지효율은 $\frac{3}{a} \times 100(\%)$ 인데, 3차 소비자의 에너지효율은 1차

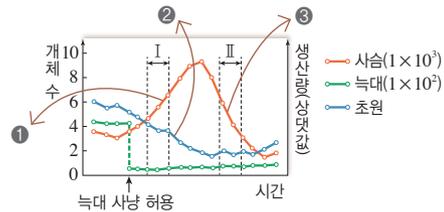
소비자의 2배이므로 a는 100이다. 그러나 이 경우 생산자부터 3차 소비자까지의 에너지양은 $1000 \rightarrow 15 \rightarrow 100 \rightarrow 3$ 이 되어 상위 영양단계로 갈수록 에너지양이 줄어든다는 원리에 위배된다. 따라서 B가 1차 소비자, A가 2차 소비자이다. 이때 1차 소비자의 에너지효율은 $\frac{a}{1000} \times 100(\%)$, 3차 소비자의 에너지효율은

$$\frac{3}{15} \times 100 = 20\% \text{이므로, } a \text{는 } 100 \text{이다.}$$

나. 2차 소비자(A)의 에너지효율은 $\frac{15}{100} \times 100 = 15\%$ 이다.

바로알기 다. B는 1차 소비자이다.

17 **꼼꼼 문제 분석**



- 먹이사슬: 풀(생산자) → 사슴(1차 소비자) → 늑대(2차 소비자)
- ① 늑대 사냥이 허용된 직후 늑대의 개체 수 감소로 인해 사슴의 개체 수 급격히 증가 → ② 사슴의 개체 수가 증가하여 초원의 생산량 감소 → ③ 초원의 생산량이 감소한 결과 먹이가 부족해진 사슴의 개체 수 급격히 감소
- 사람의 간섭으로 인해 생태계평형이 파괴될 수 있다.

가. 사슴은 1차 소비자이고, 늑대는 2차 소비자이다.

바로알기 나. 구간 I에서 사슴의 개체 수가 증가한 것은 늑대 사냥으로 늑대의 개체 수가 감소했기 때문이며, 사슴의 개체 수가 증가한 결과 초원의 생산량이 감소했다.

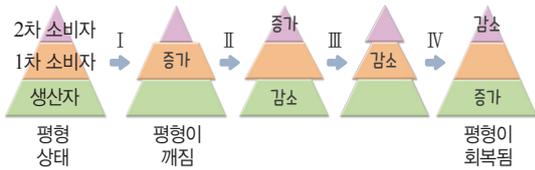
다. 구간 II에서 사슴의 개체 수가 감소한 것은 초원의 생산량 감소로 먹이가 부족해졌기 때문이다.

18 나. 안정된 생태계에서는 먹이 관계에 따라 한 영양단계의 개체 수가 감소하거나 증가하면 다른 영양단계도 이에 따라 변하므로 시간이 지나면 평형을 회복할 수 있다.

다. 사람의 활동으로 인한 외래생물의 유입, 생물의 서식지 파괴, 환경오염, 기후 변화 등은 생태계평형을 파괴하는 요인으로 작용한다. 사람이 간섭하여 인위적으로 생태계가 파괴된 경우에는 자연재해에 의한 파괴보다 피해가 심각하여 생태계평형을 회복하는 데 오랜 시간이 걸리거나 회복하지 못할 수도 있다.

바로알기 가. 생물종이 다양하고 복잡한 먹이그물을 형성할수록 생태계평형이 잘 유지된다.

19 — 품목 문제 분석



- II: 1차 소비자 증가로 먹이인 생산자 감소, 천적인 2차 소비자 증가 → B
- III: 먹이 감소와 천적 증가로 1차 소비자 감소 → C
- IV: 1차 소비자 감소로 생산자 증가, 2차 소비자 감소 → A

ㄱ. II (B)에서 1차 소비자의 개체 수 증가로 생산자의 개체 수는 감소하고 2차 소비자의 개체 수는 증가하므로, ㉠은 증가이다.

바로알기 ㄴ. 먹이 감소와 천적(포식자) 증가로 1차 소비자의 개체 수가 다시 감소(III, C)하면, 생산자의 개체 수는 증가하고 2차 소비자의 개체 수는 감소(IV, A)하여 생태계는 평형을 다시 회복한다.

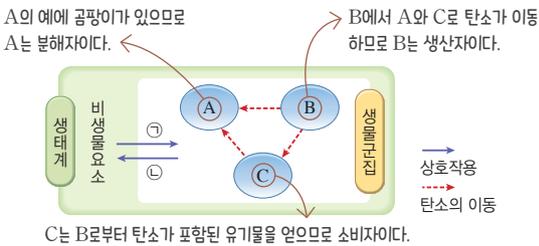
ㄷ. 일반적으로 새로운 서식지에 외래생물이 유입되면 천적이나 경쟁 상대가 없어 외래생물의 개체 수가 급격히 증가한다. 따라서 외래생물의 유입은 기존 생태계에 서식하던 1차 소비자의 개체 수가 증가할 때의 개체 수 변화(I ~ IV)를 나타내지 않는다.

실력 UP 문제

85쪽

- 01 ② 02 ⑤ 03 ① 04 ⑤

01 — 품목 문제 분석

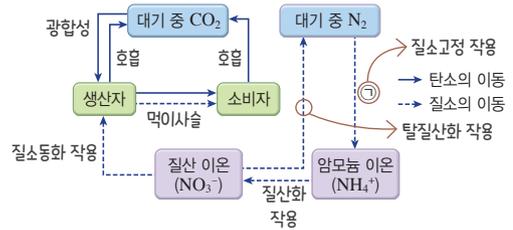


ㄴ. 생산자(B)에 저장된 유기물 속 탄소는 먹이사슬을 따라 소비자(C)로 이동한다.

바로알기 ㄱ. A는 유기물을 무기물로 분해하는 분해자이다. 스스로 유기물을 합성하는 생물은 생산자(B)이다.

ㄷ. 거북이의 성별이 발생 시기 알의 주변 온도에 의해 결정되는 것은 비생물요소가 생물요소에게 영향을 준 사례이므로 ㉠의 예에 해당한다.

02 — 품목 문제 분석



ㄱ. 질소고정세균인 뿌리혹세균은 질소고정 작용(㉠)에 관여한다.
 ㄴ. 생산자와 소비자의 체내에 저장된 유기물의 일부는 호흡 과정에서 분해되어 이산화 탄소로 방출된다.

ㄷ. 식물은 토양 속 질산 이온(NO₃⁻)이나 암모늄 이온(NH₄⁺)을 이용하여 단백질, 핵산과 같은 질소 화합물을 합성한다.

03 — 품목 문제 분석

구분	에너지양(상댓값)	에너지효율(%)
3차(C) I	3	20
1차(A) II	? 100	10
2차(B) III	㉠ 15	15
생산자	1000	?

- II의 생체량이 가장 많으므로 II는 1차 소비자이다.
- 1차 소비자(II, A)의 에너지효율

$$= \frac{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}{생산자가 보유한 에너지 총량} \times 100 = \frac{?}{1000} \times 100 = 10\%$$
 이므로, 1차 소비자의 에너지양은 100이다.
- I이 2차 소비자라면, I의 에너지효율은

$$\frac{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}{1차 소비자가 보유한 에너지 총량} \times 100 = \frac{3}{100} \times 100 = 3\%$$
 되므로 I은 2차 소비자가 아니다.

ㄱ. I은 3차 소비자(C)이다.

바로알기 ㄴ. III (B, 2차 소비자)의 에너지효율은 $\frac{㉠}{100} \times 100 = 15\%$ 이므로, ㉠은 15이다.

ㄷ. 에너지효율은 B(III, 2차 소비자)가 15%, A(II, 1차 소비자)가 10%이므로 B는 A의 2배가 아니다.

04 ㄴ. 지구 온난화로 인한 기후 변화는 생물을 멸종하게 하거나 생물의 서식지를 파괴하는 등 생태계평형을 파괴하는 요인이다.

ㄷ. 해조류가 사라지면 해조류에 의지하여 살아가던 해양동물(㉠)도 멸종하거나 개체 수가 줄어들 것이다.

바로알기 ㄱ. 해조류는 광합성을 하는 생물로, 생물요소 중 생산자에 해당한다.

02 / 개체군

개념 확인문제

89쪽

- ① 출생 ② 사망 ③ J자형 ④ S자형 ⑤ 생존 ⑥ 계절
 ⑦ 포식과 피식 ⑧ 텃세 ⑨ 경쟁

1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × 2 A: J자형 성장곡선, B: S자형 성장곡선 3 (1) II형 (2) I형 (3) III형 4 (1) □ (2) ㄹ (3) ㄱ (4) ㄴ (5) ㄷ

- 1 (1) 개체군밀도를 증가시키는 요인에는 출생과 이입이 있고, 감소시키는 요인에는 사망과 이출이 있다. 일반적으로 출생과 사망은 이입과 이출보다 개체군밀도에 더 큰 영향을 준다.
 (2) 환경저항은 개체군성장을 억제하는 환경요인으로, 먹이 부족, 서식 공간 부족, 노폐물 축적, 환경오염 등이 있다.
 (3) 환경수용력은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기로, 자연 상태에서 개체군을 구성하는 개체 수는 환경수용력보다 커지지 않는다.
 (4) 사람, 코끼리, 사자, 돌산양 등의 대형 포유류는 적은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 낮고 수명이 길어 대부분의 개체가 생리적 수명을 다한 뒤 죽는다.
 (5) 눈신토끼와 스라소니 개체군은 포식과 피식의 관계에 의해 개체군의 크기가 오랜 기간에 걸쳐 주기적으로 변동한다.

2 A는 J자형 성장곡선으로, 생식 활동에 제약을 받지 않을 때 나타난다. B는 S자형 성장곡선으로, 실제 자연 상태에서 개체군 밀도가 높아질수록 환경저항이 커져 나타난다.

- 3 (1) 출생 이후 개체 수가 일정한 비율로 줄어들어 연령별 사망률이 일정한 경우는 II형에 해당한다. II형을 나타내는 생물에는 다람쥐와 같은 설치류, 기러기와 같은 조류, 히드라가 있다.
 (2) 적은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 낮아 대부분 성체로 성장하는 경우는 I형에 해당한다. I형을 나타내는 생물에는 사람, 코끼리, 돌산양 등의 대형 포유류가 있다.
 (3) 많은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 개체 수가 적은 경우는 III형에 해당한다. III형을 나타내는 생물에는 대부분의 어류와 굴과 같은 해양 무척추동물이 있다.

4 (1) 혈연관계에 있는 개체들이 모여 생활하는 것을 가족생활이라고 한다. 가족생활을 하는 개체군은 새끼가 성장하여 독립할 때까지 무리 지어 생활하며, 새끼를 함께 돌보거나 보호하고 먹이를 함께 사냥한다.

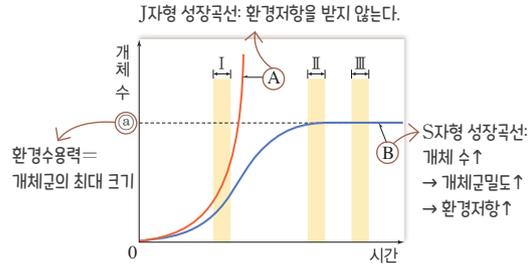
- (2) 역할에 따라 계급과 업무를 분담하여 생활하는 것을 사회생활이라고 한다. 사회생활을 하는 개체군은 조직적이고 협력적인 분업화된 사회를 형성한다.
 (3) 먹이, 서식 공간, 배우자를 독점하기 위해 각 개체가 일정한 영역을 차지하여 세력권을 확보하고 다른 개체의 침입을 막는 것을 텃세라고 한다. 텃세를 통해 개체를 분산하여 개체군밀도를 조절하고 지나친 경쟁을 줄일 수 있다.
 (4) 개체군 내 한 개체가 리더가 되어 무리 전체를 통솔하는 것을 리더제라고 한다. 개체군 내 다른 개체들은 리더의 명령을 따르고 맡은 일을 수행하여 개체군의 질서와 안정을 도모한다.
 (5) 힘의 세기에 따라 순위를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 것을 순위제라고 한다. 순위제는 먹이를 먹거나 배우자를 고르는 과정이 서열에 따라 결정되기 때문에 지나친 경쟁을 피하게 한다.

대표 자료 분석 1

90쪽

- 1 (1) ㉠ J자형, ㉡ S자형 (2) ㉠ A, ㉡ B (3) 환경수용력
 2 ㄱ, ㄷ, ㄹ, ㅁ 3 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ×

뎀뎀 문제 분석



- A: 생식 활동에 제약을 받지 않으면 개체군은 계속 성장한다. → 성장곡선이 J자 모양을 나타낸다(이론상의 성장곡선).
- B: 실제 자연 상태에서는 개체군밀도가 높아질수록 먹이와 서식 공간 부족, 노폐물 축적, 환경오염, 경쟁 심화 등 환경저항이 커져 개체군의 성장이 점차 둔화되고, 나중에는 개체군의 크기가 더 이상 증가하지 않고 일정해진다. → 성장곡선이 S자 모양을 나타낸다(실제의 성장곡선).

- 1 (1), (2) 생식 활동에 제약을 받지 않으면 개체 수가 급격히 늘어나 J자 모양을 나타내지만, 실제 자연 상태에서는 개체군밀도가 높아질수록 환경저항이 커져 개체 수가 일정 크기 이상으로 증가하지 않아 S자 모양을 나타낸다.
 (3) 환경수용력은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이며, 자연 상태에서 개체군의 크기는 환경수용력보다 커지지 않는다.

2 환경저항은 개체 수 증가를 억제하는 환경요인이며, 개체 수가 많아질수록 심해진다. 환경저항의 예로는 먹이 부족, 서식 공간 부족, 노폐물 축적, 환경오염, 개체 간의 경쟁 심화, 질병의 확산 등이 있다. 개체 수가 증가할수록 개체 간의 경쟁이 심해지고 먹이는 감소하며, 이는 환경저항으로 작용한다.

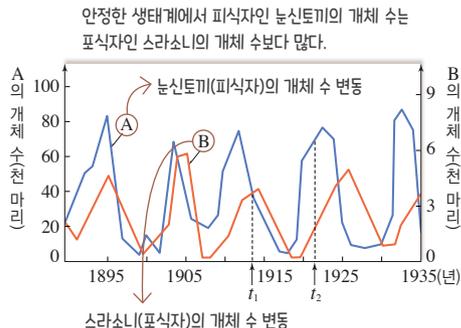
- 3 (1) A는 이론상의 성장곡선이고, B는 실제 성장곡선이다.
 (2) A는 환경저항을 받지 않을 때 나타나는 J자형 성장곡선으로, 구간 I 을 포함한 전 구간에서 환경저항이 작용하지 않는다.
 (3) 단위 시간당 개체 수 증가 속도는 그래프의 기울기에 비례하므로, 구간 I 에서 단위 시간당 개체 수 증가 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다.
 (4) 개체군밀도가 높아질수록 환경저항이 커지므로, B에서 환경저항은 구간 II에서가 구간 I에서보다 크다.
 (5) 개체군밀도는 일정 공간에 서식하는 개체 수이며, 서식 공간의 면적이 일정하므로 개체군밀도는 개체 수에 비례한다. B에서 개체 수는 구간 III에서가 구간 I에서보다 많으므로, 개체군밀도도 구간 III에서가 구간 I에서보다 크다.
 (6) B의 구간 III에서의 개체 수는 주어진 환경에서 서식할 수 있는 최대 개체 수를 나타낸다. 즉, 개체 수 증가로 인한 먹이와 서식 공간 부족, 노폐물 축적, 개체 간의 경쟁 심화 등의 환경저항으로 개체 수가 더 이상 증가하지 않는 상태이다. 따라서 B의 구간 III에서는 개체 사이의 경쟁이 일어나고 있다.

대표 자료 분석 2

91쪽

- 1 해설 참조 2 A: 눈신토끼, B: 스라소니 3 (1) 늘어난다 (2) 줄어든다 (3) 줄어든다 (4) 늘어난다 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) ○

품평 문제 분석



눈신토끼의 개체 수 증가 → 스라소니의 개체 수 증가 → 눈신토끼의 개체 수 감소 → 스라소니의 개체 수 감소 → 약 10년을 주기로 반복

1 개체수피라미드에서 상위 영양단계로 갈수록 개체 수가 줄어들기 때문에 개체 수가 더 적은 B가 포식자임을 알 수 있다. 또한 피식자의 개체 수가 증가하면 먹이가 풍부해져 포식자의 개체 수도 증가하는데, 그림에서 A의 개체 수가 증가한 뒤 B의 개체 수가 증가하는 주기적 양상이 나타나므로 A는 피식자이고 B는 포식자임을 알 수 있다.

모범 답안 A, A의 개체 수가 B의 개체 수보다 많고, A의 개체 수 변화에 따라 B의 개체 수도 변하기 때문이다.

채점 기준	배점
A라고 쓰고, A의 개체 수가 더 많고 A의 개체 수 변화에 따라 B의 개체 수도 변하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
A라고만 쓴 경우	30 %

2 눈신토끼와 스라소니는 포식과 피식 관계이며, 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹는다. 따라서 피식자인 A는 눈신토끼이고, 포식자인 B는 스라소니이다.

- 3 (1) 눈신토끼(A)의 개체 수가 늘어나면 먹이가 풍부해진 스라소니(B)의 개체 수도 늘어난다.
 (2) 눈신토끼(A)의 개체 수가 줄어들면 먹이가 부족해진 스라소니(B)의 개체 수도 줄어든다.
 (3) 스라소니(B)의 개체 수가 늘어나면 스라소니(B)에게 잡아먹히는 눈신토끼(A)의 수가 많아져 눈신토끼(A)의 개체 수는 줄어든다.
 (4) 스라소니(B)의 개체 수가 줄어들면 포식자가 줄어들어 눈신토끼(A)의 개체 수는 다시 늘어난다.

4 (1) 개체군은 일정한 지역에 같은 종의 개체가 무리를 이루어 생활하는 집단이다. A와 B는 서로 다른 종이므로 한 개체군을 이루지 않는다.

(2) 스라소니(B)는 눈신토끼(A)를 잡아먹는 천적이다.
 (3) 눈신토끼(A)와 스라소니(B)는 포식과 피식 관계로 서로 영향을 주고받기 때문에 t_1 을 포함한 모든 시점에서 눈신토끼(A)는 환경저항을 받고 있다.

(4) 개체군밀도는 서식 공간의 면적이 일정할 때 각 개체군의 개체 수에 비례한다. t_1 일 때 눈신토끼(A)의 개체 수는 t_2 일 때 스라소니(B)의 개체 수보다 많으므로, t_1 일 때 눈신토끼(A)의 개체군밀도도 t_2 일 때 스라소니(B)의 개체군밀도보다 크다.

(5) 피식자인 눈신토끼(A)가 사라지면 먹이가 없어진 스라소니(B)도 사라질 것이다. 하지만 실제 생태계에서는 먹이그물을 형성하여 스라소니(B)의 먹이는 눈신토끼(A) 외에도 있으므로, 눈신토끼(A)가 사라지더라도 스라소니(B)는 멸종하지 않을 것이다.

(6) 포식과 피식의 관계에 따른 개체군 크기의 변동은 장기적인 변동으로, 그림에서 대략적인 주기는 10년이다.

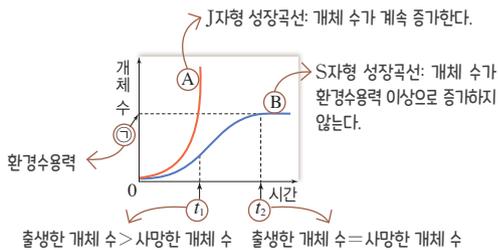
- 01 ③ 02 ⑤ 03 해설 참조 04 ① 05 ③ 06 ④
07 ④ 08 해설 참조 09 ⑤ 10 ② 11 ① 12 ⑤

01 ㄱ. 개체군밀도는 일정 공간에 서식하는 개체 수로, 개체군의 크기는 개체군밀도로 나타낸다.

ㄴ. 개체군밀도는 일반적으로 이입과 이출보다 출생과 사망의 영향을 더 크게 받는다.

바로알기 ㄷ. 빛, 온도, 서식 공간, 먹이의 양 등의 비생물환경과 질병, 포식과 피식, 다른 생물의 기생 등도 개체군밀도에 영향을 준다.

02~03 **꼼꼼 문제 분석**



02 ㄴ. ㉠은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기인 환경수용력이다.

ㄷ. S자형 성장곡선(B)에서 t1일 때는 개체 수가 빠르게 증가하는 시점으로, 출생한 개체 수가 사망한 개체 수보다 많아 출생한 개체 수 / 사망한 개체 수가 1보다 크다. 반면 t2일 때는 개체 수가 더 이상 증가하지 않는 시점으로, 출생한 개체 수와 사망한 개체 수가 같아 출생한 개체 수 / 사망한 개체 수가 1이다.

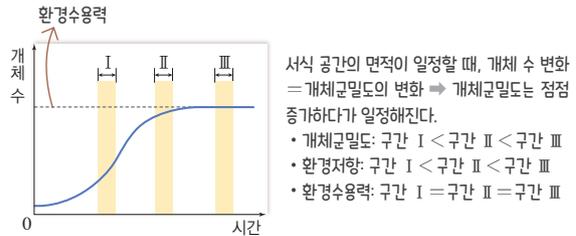
바로알기 ㄱ. J자형 성장곡선(A)에서는 단위 시간당 개체 수 증가 속도가 계속해서 빨라진다. 단위 시간당 개체 수 증가 속도가 점차 느려지다가 일정해지는 것은 S자형 성장곡선(B)이다.

03 먹이와 서식 공간이 충분하여 생식 활동에 제약을 받지 않으면 개체 수가 기하급수적으로 증가하여 J자형 성장곡선을 나타낸다. 하지만 실제 자연 상태에서는 개체 수가 늘어날수록 먹이와 서식 공간이 부족해지고 경쟁 심화, 질병 등으로 인해 개체 수가 무한정 증가하지 않는다. 이에 따라 실제 개체군의 성장은 둔화되어 나중에는 개체군의 크기가 일정하게 유지되는 S자형 성장곡선을 나타낸다.

모범 답안 B. 자연 상태에서는 개체군밀도가 높아질수록 환경저항이 커져 개체군의 크기가 계속 증가하지 않고 일정하게 유지되어 S자형 성장곡선을 나타낸다.

채점 기준	배점
B라고 쓰고, 환경저항으로 개체군의 크기가 일정해져 S자형 성장곡선을 나타낸다고 옳게 서술한 경우	100 %
B라고 쓰고, 환경저항의 증가 또는 개체군의 크기가 일정해지기 때문이라고 서술한 경우	50 %
B라고만 쓴 경우	30 %

04 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 구간 I에서의 개체 수가 구간 II에서보다 적으므로 개체군 밀도도 구간 I에서가 구간 II에서보다 작다.

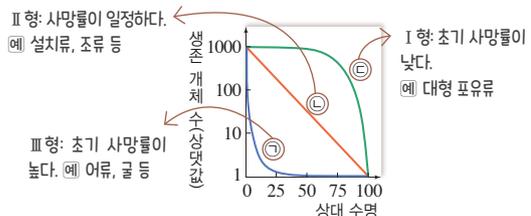
바로알기 ㄴ. 개체군밀도가 높아질수록 환경저항은 커지며, 환경저항을 크게 받을수록 단위 시간당 개체 수 증가 속도가 느려진다. 따라서 환경저항은 구간 III에서가 구간 I에서보다 크다. ㄷ. 환경수용력은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이므로, I ~ III에서 모두 동일하다.

05 ㄱ. (가)에서 ㉠의 개체 수는 구간 I에서는 증가하였지만 구간 II에서는 더 이상 증가하지 않고 일정한 값을 나타낸다. 따라서 증가한 ㉠의 개체 수는 구간 I에서가 구간 II에서보다 많다.

ㄷ. 환경수용력은 (가)에서 140, (나)에서 70이므로 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 서식 공간의 면적을 2X, (나)에서 서식 공간 면적을 X라고 하면, 구간 II에서의 개체군밀도는 (가)에서 $\frac{140}{2X}$, (나)에서 $\frac{70}{X}$ 이므로 개체군밀도는 (가)와 (나)에서 같다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 한 부모에서 한 번에 태어나는 자손의 수는 Ⅲ형(㉓)의 생존 곡선에서가 Ⅰ형(㉑)의 생존곡선에서보다 많다.

ㄷ. 적은 수의 자손을 낳지만 새끼 때 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮고 수명이 길어 대부분의 개체가 성체로 성장하는 생물 개체군은 Ⅰ형(㉑)의 생존곡선을 나타낸다.

바로알기 ㄴ. Ⅱ형(㉒)의 생존곡선은 출생 이후 개체 수가 일정한 비율로 줄어들어 연령별 사망률이 일정한 다람쥐, 기러기, 히드라 등에서 나타난다.

07 ① 계절에 따라 환경요인이 주기적으로 변하므로 돌말 개체군의 크기도 계절에 따라 주기적으로 변한다.

② 겨울 동안 영양염류가 점점 쌓이다가, 초봄이 되면 영양염류가 충분한 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아지면서 돌말의 개체 수가 크게 늘어난다.

③ 늦봄에는 초봄에 급증한 돌말이 영양염류를 소비하면서 영양염류의 양이 줄고, 그에 따라 돌말의 개체 수도 크게 줄어든다.

⑤ 여름에는 돌말의 개체 수가 적어 영양염류의 소비가 줄고, 그 결과 영양염류가 축적되어 늦여름에 돌말의 개체 수가 약간 늘어난다.

바로알기 ④ 빛의 세기가 강하고 수온이 높은 환경은 돌말의 증식을 촉진한다. 그러나 여름에는 이러한 조건이 갖추어져 있어도 영양염류가 거의 없어 돌말의 개체 수가 적다.

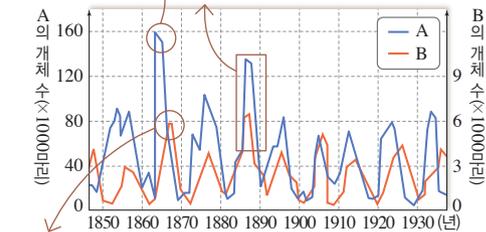
08 돌말의 개체 수가 늘어나려면 생물의 성장에 필요한 무기염류인 영양염류가 풍부하고, 빛의 세기가 강하며 생물이 살기 적당한 수온이 유지되어야 한다. 하지만 겨울에는 영양염류가 많더라도 빛의 세기가 약하고 수온이 낮아 돌말의 개체 수가 적다.

모범 답안 빛의 세기가 약하고 수온이 낮기 때문이다.

채점 기준	배점
빛의 세기와 수온을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
빛의 세기와 수온 중 한 가지만 포함하여 서술한 경우	70 %

09 **품절 문제 분석**

눈신토끼(피식자)의 개체 수 변동
안정된 생태계에서 피식자인 눈신토끼의 개체 수는 포식자인 스라소니의 개체 수보다 많다.



스라소니(포식자)의 개체 수 변동
→ 피식자가 증가하면 포식자도 증가한다. → 약 10년을 주기로 반복한다.

ㄴ. 눈신토끼(A)의 개체 수가 증가하면 먹이가 풍부해진 스라소니(B)의 개체 수도 증가한다.

ㄷ. 눈신토끼(A)와 스라소니(B) 개체군의 크기는 포식과 피식의 관계에 의해 약 10년을 주기로 변동한다.

바로알기 ㄱ. 포식자인 스라소니(B)가 피식자인 눈신토끼(A)를 잡아먹는다.

10 (가) 개체군 내 한 개체가 리더가 되어 무리 전체를 통솔하는 리더제에 대한 설명이다.

(나) 먹이, 서식 공간, 배우자를 독점하기 위해 세력권을 확보하고 다른 개체의 침입을 막는 텃세에 대한 설명이다.

(다) 각 개체가 역할에 따라 계급과 업무를 분담하여 생활하는 사회생활에 대한 설명이다.

11 ㄱ. (가)는 힘의 세기에 따라 순위를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 순위제이며, 순위제에서는 개체군 내 모든 개체의 순위가 정해진다. 하지만 리더제에서는 리더를 제외한 나머지 개체 사이에 순위가 없다.

바로알기 ㄴ. (나)는 혈연관계에 있는 개체들이 모여 생활하는 가족생활이다. 개체군 내 각 개체가 역할에 따라 계급과 업무를 분담하여 생활하는 것은 사회생활이다.

ㄷ. ‘얼룩말은 일정한 서식 공간을 차지하고 다른 개체가 침입하는 것을 경계한다.’는 텃세의 예에 해당한다. 리더제의 예로는 ‘기러기는 함께 이동할 때 한 마리의 리더가 전체 무리를 이끌며 이동한다.’, ‘우두머리 늑대가 무리의 사냥 시기와 사냥감을 정한다.’가 있다.

12 은어는 텃세를 하는 생물로, 개체마다 세력권을 정하여 개체를 분산함으로써 개체군밀도를 조절하고 지나친 경쟁을 줄인다.

⑤ 수컷 물개가 짝짓기를 위해 바닷가에 일정한 공간을 차지하고 다른 수컷의 침입을 경계하는 것은 텃세의 예이다.

바로알기 ① 암탉이 싸움을 통해 모이를 먹는 순위를 정하는 것은 순위제의 예이다.

② 점박이하이에나가 혈연관계의 개체들과 모여 생활하는 것은 가족생활의 예이다.

③ 우두머리 늑대가 무리의 사냥 시기와 사냥감을 정하는 것은 리더제의 예이다.

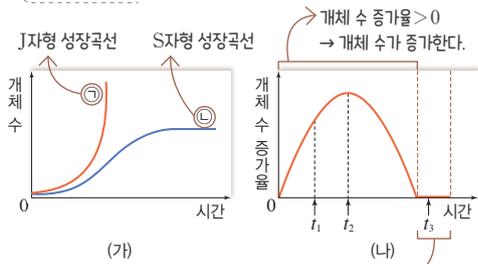
④ 앞꾼개미에서 일개미, 여왕개미, 병정개미 등으로 구성원의 역할이 분담되어 있는 것은 사회생활의 예이다.

실력 UP 문제

94쪽

01 ③ 02 ②

01 품공 문제 분석



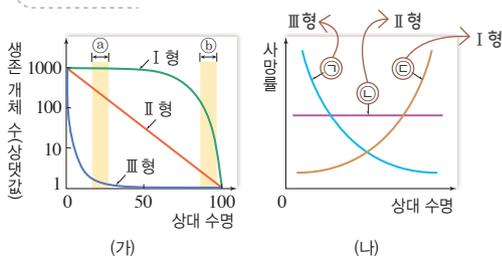
- (가)의 S자형 성장곡선(㉔): 단위 시간당 개체 수 증가 속도(=그래프의 기울기)가 급해지다가 점차 완만해져 일정해진다.
- (나): 개체 수 증가율이 커지다가 점차 작아져 0이 된다.

ㄱ. Y는 개체 수 증가율이 커지다가 다시 작아져 0이 되므로, 단위 시간당 개체 수가 증가하다가 일정하게 유지되는 ㉔과 같은 S자 모양의 성장곡선을 나타낸다.

ㄴ. 서식 공간의 면적이 일정하므로 개체군밀도는 개체 수에 비례한다. $t_1 \sim t_2$ 구간에서 개체 수 증가율이 0보다 크므로 개체 수는 계속 증가하며, t_2 일 때의 개체 수는 t_1 일 때보다 많다. 따라서 개체군밀도도 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

바로알기 ㄷ. t_3 일 때가 t_2 일 때보다 개체 수가 더 많다. 환경저항은 개체 수가 많을수록 크므로 t_3 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

02 품공 문제 분석



- ㉑: 초기 사망률 > 후기 사망률 → III형의 사망률곡선
- ㉒: 모든 연령의 사망률 일정 → II형의 사망률곡선
- ㉓: 초기 사망률 < 후기 사망률 → I형의 사망률곡선

ㄴ. II형의 생존곡선을 나타내는 개체군은 개체 수가 일정한 비율로 줄어든다. 그러나 전체 개체 수는 ㉑시기에서가 ㉒시기에서보다 많으므로 ㉑시기 동안 사망한 개체 수도 ㉒시기 동안 사망한 개체 수보다 많다.

바로알기 ㄱ. ㉑은 많은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 개체 수가 적은 생물의 생존곡선인 III형의 사망률곡선을 나타낸 것이다.

ㄷ. 조류는 출생 이후 개체 수가 일정한 비율로 줄어든다. 따라서 기러기 개체군의 사망률곡선은 사망률이 일정한 ㉒에 해당한다.

03 / 군집

개념 확인문제

99쪽

- ① 수생군집 ② 생태분포 ③ 수평분포 ④ 층상 ⑤ 우점종
- ⑥ 1차 천이 ⑦ 2차 천이

- 1 ㄱ, ㄴ 2 기온 3 (1) ㄹ (2) ㄴ (3) ㄷ (4) ㄱ 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 5 ㉑ 밀도, ㉒ 빈도, ㉓ 피도, ㉔ 중요치

1 ㄱ. 군집은 기온이나 강수량 등 환경요인의 차이로 위도와 고도에 따라 다른 군집이 나타나는 생태분포를 형성한다.

ㄴ. 먹이사슬의 각 영양단계를 이루는 개체군이 다양할수록 복잡한 먹이그물이 형성되어 군집이 안정적으로 유지된다.

ㄷ. 삼림과 같이 많은 개체군으로 구성된 군집은 빛의 세기와 양 등에 따라 층상구조를 이룬다. 이때 식물이 햇빛을 최대한 활용할 수 있는 구조로 되어 있으며, 아래로 내려갈수록 빛이 가려져 빛의 세기가 약해진다.

2 한 지역 내에서 고도에 따른 기온의 차이로 수직적으로 다른 군집이 나타나 수직분포를 형성한다. 한라산에서는 고도가 높아질수록 기온이 낮아져 활엽수림 → 침엽수림 → 관목 순으로 나타난다.

3 (1) 군집을 구성하는 개체군 중 개체 수가 가장 적어 특정 지역이나 생태계에서 희귀하게 발견되는 개체군은 희소종이다.

(2) 특정 환경 조건을 충족하는 군집에서만 발견되어 군집의 특성을 나타내는 개체군은 지표종이다.

(3) 대부분 상위 포식자이며, 군집의 구조를 유지하는 데 큰 영향을 미치는 개체군은 핵심종이다.

(4) 개체 수가 가장 많거나 가장 넓은 면적을 차지하여 군집을 대표할 수 있는 개체군은 우점종이다.

4 (1) 건성천이는 화산 활동으로 형성된 화산섬이나 용암 대지, 바위, 모래 언덕과 같은 건조한 곳에서 시작되는 천이이다.

(2) 습성천이는 호수나 연못과 같이 물이 많은 곳에서 시작되는 천이로, 빈영양호 → 부영양호 → 이끼류, 습원 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림을 형성한다.

(3) 1차 천이의 개척자는 척박한 환경에서도 수분만 있으면 살 수 있는 지의류이다. 반면 2차 천이는 토양이 남아 있는 곳에서 시작하므로, 주로 초본이 개척자로 들어와 초원부터 형성한다.

(4) 관목림이 형성된 이후 양수림 → 혼합림 → 음수림 순으로 다양한 식물군집이 나타나며, 천이의 마지막 단계에서는 식물군집이 안정적으로 유지되는 극상을 이룬다.

5 방향구법을 이용하여 식물군집을 조사할 때에는 특정 개체군의 밀도, 빈도, 피도를 구하고, 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 계산하여 우점종을 결정한다. 우점종은 중요치가 가장 높은 종으로, 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도의 합이다.

개념 확인문제

103쪽

- 1 중간경쟁 2 분서 3 공생 4 상리공생 5 편리공생
6 기생 7 포식과 피식

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

3 분서(나누어살기, 생태 지위 분화) 4 경쟁배타원리

1 (1) 생태적 지위가 비슷한 두 종 이상의 개체군이 같은 장소에 함께 살면 한정된 자원이나 서식 공간을 차지하기 위한 중간경쟁이 일어난다. 이때 생태적 지위가 비슷할수록 먹이나 서식지에 대한 요구 조건이 비슷하여 중간경쟁이 심해진다.

(2) 편리공생은 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻지만 다른 쪽은 이익도 손해도 없는 경우이며, 두 개체군이 상호작용을 통해 모두 이익을 얻는 경우는 상리공생이다.

(3) 기생 관계에서 이익을 얻는 생물을 기생 생물(기생자), 손해를 입는 생물을 숙주라고 한다.

2 (1) 치타와 톡슨가젤 사이의 관계는 포식과 피식이다. 이때 다른 생물을 잡아먹는 치타는 포식자이고, 먹이가 되는 톡슨가젤은 피식자이다.

(2) 회충과 사람 사이의 상호작용은 기생이다. 이때 이익을 얻는 회충은 기생 생물(기생자)이고, 손해를 입는 사람은 숙주이다.

(3) 동백꽃과 동박새 사이의 상호작용은 상리공생이며, 동백꽃과 동박새는 상호작용을 통해 모두 이익을 얻는다.

(4) 빨판상어와 거북 사이의 상호작용은 편리공생이다. 이때 빨판상어는 이익을 얻지만 거북은 이익도 손해도 없다.

(5) 먹이가 같은 짙신벌레 두 종 사이의 상호작용은 중간경쟁이다.

(6) 피라미가 서식 공간과 먹이를 분리하여 경쟁을 피하는 현상은 분서이다.

3 한 나무에 서식하는 솔새가 공간 지위와 먹이 지위를 달리하여 경쟁을 피하는 현상은 분서(나누어살기, 생태 지위 분화)이다.

4 생태적 지위가 비슷한 두 개체군 사이에서 심한 경쟁이 발생하여 경쟁에서 이긴 개체군은 살아남아 번성하지만 경쟁에서 진 개체군은 도태되어 사라지는 원리를 경쟁배타원리라고 한다.

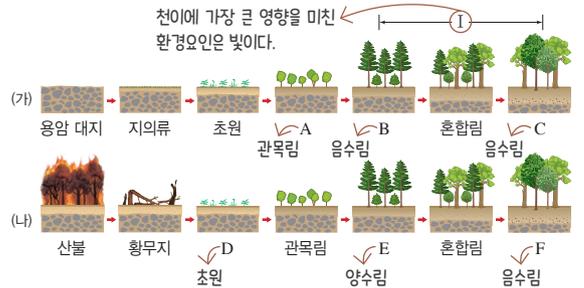
대표 자료 분석 1

104쪽

1 A: 관목림, B: 양수림, C: 음수림, D: 초원, E: 양수림, F: 음수림

2 (1) ㉠ 지의류, ㉡ 초본 (2) 음수림 (3) 빠르다 3 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ×

꼼꼼 문제 분석



- (가): 1차 천이(건성천이) - 처음부터 생물이 없었던 용암 대지에서 천이가 시작되므로 1차 천이이며, 건조한 곳에서 시작되므로 건성 천이에 해당한다.
- (나): 2차 천이 - 기존 군집이 산불로 파괴되어 대부분 사라진 후 토양이 남아 있는 곳에서 천이가 다시 시작되므로 2차 천이이다.

1 • (가)에서는 지의류가 개척자가 들어온 후 약간의 토양이 형성되고 점차 토양층이 발달하면서 풀이 자라 초원을 형성한다. 이후 환경 조건이 점차 변하면서 관목림(A), 양수림(B), 혼합림, 음수림(C)의 순으로 다양한 식물군집이 나타난다.

• (나)에서는 기존의 군집이 산불로 대부분 사라졌지만 토양이 남아 있는 곳에서 기존 식물의 종자나 뿌리 등에 의해 초원(D)부터 시작된다. 이후 (가)에서와 마찬가지로 관목림, 양수림(E), 혼합림, 음수림(F)의 순으로 다양한 식물군집을 형성하며 극상을 이룬다.

2 (1) 1차 천이(가)에서의 개척자는 지의류이며, 2차 천이(나)에서는 주로 초본이 개척자로 들어와 초원부터 형성한다.

(2) 천이 과정에서 마지막 단계인 안정된 군집 상태를 극상이라고 하며, 음수림(C, F)이 이에 해당한다.

(3) 1차 천이(가)에서는 용암 대지와 같이 처음부터 생물이 없었던 곳에서 시작하므로 천이가 느리게 진행되며, 2차 천이(나)에서는 토양이 남아 있는 곳에서 시작하므로 천이가 빠르게 진행된다.

3 (2) (가)에서는 용암 대지에서 시작되는 건성천이가 일어났다. 습성천이는 호수나 연못과 같이 습한 곳에서 시작되는 천이이다.

(3) 숲이 우거져 지표면에 도달하는 빛의 양이 줄어들면 양수 묘목은 잘 자라지 못하지만 음수 묘목은 번성한다. 따라서 양수림(B)에서 혼합림을 거쳐 음수림(C)으로 넘어가는 과정에서 천이에 가장 큰 영향을 미친 환경요인은 빛이다.

(4) 양수는 강한 빛에 적응하여 잎의 율타리조직이 발달한다. 따라서 양수림(B)의 우점종인 양수가 음수림(C)의 우점종인 음수보다 잎의 평균 두께가 두껍다.

(5) 천이가 진행될수록 숲이 우거져 숲의 상층에서 많은 양의 빛이 흡수되므로 하층에 도달하는 빛의 양은 크게 감소한다.

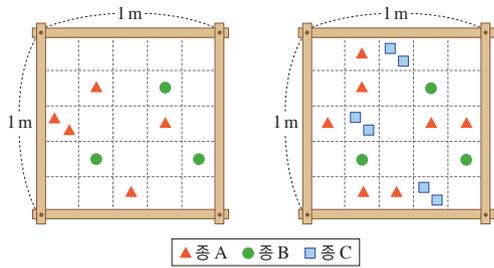
(6) 양수는 음수보다 빛 요구량이 많아 음지에서 잘 자라지 못한다. 따라서 숲의 하층에 도달하는 빛의 양이 줄어든 혼합림에서 양수림(E)의 우점종인 양수의 묘목은 음수림(F)의 우점종인 음수의 묘목보다 잘 자라지 못한다.

대표 자료 분석 2

105쪽

1 (1) 빈도 (2) 면적 (3) 상대밀도 (4) 우점종 2 (1) ㉠ 1, ㉡ 0.22, ㉢ 3, ㉣ 0.12, ㉤ 3, ㉥ 0.5 (2) ㉦ 40, ㉧ 55, ㉨ 25, ㉩ 40, ㉪ 95, ㉫ 25, ㉬ 15 (3) A

꼼꼼 문제 분석



식물 종	개체 수	출현한 방형구 수	점유 면적(m ²)
A	12	2	0.04 × 11 = 0.44
B	6	2	0.04 × 6 = 0.24
C	6	1	0.04 × 3 = 0.12

1 방형구법으로 식물군집을 조사할 때에는 방형구 안 식물의 밀도, 빈도, 피도를 구한다. 밀도는 단위 면적당 특정 종의 개체 수이고, 빈도는 조사한 전체 방형구 중에서 특정 종이 출현하는 비율이며, 피도는 단위 면적당 특정 종이 차지하는 면적이다. 각 종의 밀도, 빈도, 피도를 이용하여 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 계산한 뒤, 이를 모두 합하여 중요치를 구한다. 중요치가 가장 큰 종이 그 군집의 우점종이다.

2 (1) 조사에 사용된 방형구 1개의 면적은 1m²이며 방형구 1개는 25 칸으로 이루어져 있으므로, 방형구 한 칸의 면적은 $\frac{1}{25} = 0.04 \text{ m}^2$ 이다. 따라서 특정 종의 점유 면적은 $0.04 \text{ m}^2 \times$ (2개의 방형구에서 특정 종이 출현한 총 칸의 개수)이다.

종	밀도	빈도	피도
A	$\frac{12}{2 \text{ m}^2} = 6/\text{m}^2$	$\frac{2}{2} = 1$	$\frac{0.04 \text{ m}^2 \times 11}{2 \text{ m}^2} = 0.22$
B	$\frac{6}{2 \text{ m}^2} = 3/\text{m}^2$	$\frac{2}{2} = 1$	$\frac{0.04 \text{ m}^2 \times 6}{2 \text{ m}^2} = 0.12$
C	$\frac{6}{2 \text{ m}^2} = 3/\text{m}^2$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{0.04 \text{ m}^2 \times 3}{2 \text{ m}^2} = 0.06$
총합	12/m ²	2.5	0.4

(2) 상대밀도, 상대빈도, 상대피도는 각각 총합이 100%이다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
A	$\frac{6}{12} \times 100 = 50$	$\frac{1}{2.5} \times 100 = 40$	$\frac{0.22}{0.4} \times 100 = 55$	50 + 40 + 55 = 145
B	$\frac{3}{12} \times 100 = 25$	$\frac{1}{2.5} \times 100 = 40$	$\frac{0.12}{0.4} \times 100 = 30$	25 + 40 + 30 = 95
C	$\frac{3}{12} \times 100 = 25$	$\frac{0.5}{2.5} \times 100 = 20$	$\frac{0.06}{0.4} \times 100 = 15$	25 + 20 + 15 = 60

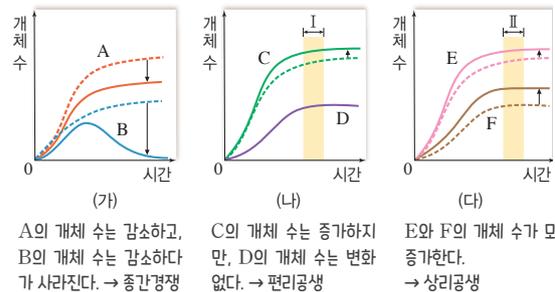
(3) A~C 중 중요치가 145로 가장 큰 A가 이 식물군집의 우점종이다.

대표 자료 분석 3

106쪽

1 ㉠ 중간경쟁, ㉡ 편리공생, ㉢ 상리공생 2 (1) (나) (2) (다) (3) (다) (4) (가) 3 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ (6) ×

꼼꼼 문제 분석



1 •(가)에서 B는 개체 수가 점차 감소하다가 사라지고 A만 살아남았으므로 A와 B 사이에서 일어난 상호작용은 중간경쟁이다.
•(나)에서 C의 개체 수는 증가하지만 D의 개체 수는 변화 없으므로, C와 D 사이에서 일어난 상호작용은 편리공생이다.
•(다)에서 E와 F의 개체 수는 모두 증가하므로 E와 F 사이에서 일어난 상호작용은 상리공생이다.

- 2** (1) 까치는 이익을 얻지만 나무는 이익도 손해도 없으므로, 까치와 나무 사이에서 일어난 상호작용은 편리공생(나)이다.
 (2) 지의류를 구성하는 균류와 조류는 상호작용을 통해 모두 이익을 얻으므로, 이들 사이에서 일어난 상호작용은 상리공생(다)이다.
 (3) 흰동가리와 말미잘은 상호작용을 통해 모두 이익을 얻으므로, 이들 사이에서 일어난 상호작용은 상리공생(다)이다.
 (4) 같은 먹이를 먹는 애기짚신벌레 종과 짚신벌레 종을 한 곳에서 함께 배양하면 경쟁에서 진 짚신벌레 종은 도태되어 사라지고, 애기짚신벌레 종만 남는다. 따라서 짚신벌레 두 종 사이에서 일어난 상호작용은 중간경쟁(가)이다.

- 3** (1) (가)에서 A와 B는 서로 다른 종이므로 함께 서식한다고 해도 한 개체군을 이루지 않는다.
 (2) 중간경쟁은 생태적 지위가 비슷한 두 종 이상의 개체군이 함께 살 때 일어나는 현상이므로, (가)의 A와 B는 생태적 지위가 비슷하다고 할 수 있다.
 (3) (나)의 C와 D 사이의 상호작용은 편리공생이므로, 둘 사이에 경쟁배타원리가 적용되지 않는다.
 (4) (다)에서 E와 F의 개체 수는 모두 일정 값 이상으로 증가하지 않으므로, 구간 II에서 E와 F 모두에게 환경저항이 작용한다.
 (5) 빨판상어는 거북의 몸에 붙어 쉽게 이동하고 먹이를 얻으며 보호받지만, 거북은 이익도 손해도 없다. 따라서 이들 사이의 상호작용은 편리공생(나)에 해당한다.
 (6) 눈신토끼와 스라소니의 상호작용은 서로 먹고 먹히는 포식과 피식이다.

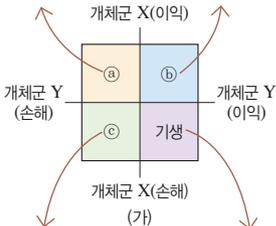
대표 자료 분석 4

107쪽

- 1** ㉠ 포식과 피식, ㉡ 상리공생, ㉢ 중간경쟁 **2** (1) ㉠ 포식자, ㉡ 피식자 (2) ㉢ (3) 기생 (4) 경쟁배타 **3** (1) ㉠ (2) × (3) ㉠ (4) × (5) ㉠ (6) ×

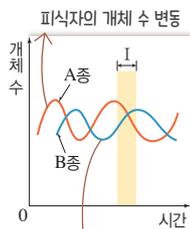
품목 문제 분석

X: 포식자(이익), Y: 피식자(손해) → 포식과 피식
 X와 Y 모두 이익 → 상리공생



X와 Y 모두 손해 → 중간경쟁 X: 숙주(손해), Y: 기생 생물(이익) → 기생

두 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다. → 포식과 피식 관계



포식자의 개체 수 변동

- 1** ㉠은 한쪽이 이익을 얻고 다른 쪽이 손해를 입는 관계이므로 포식과 피식이다. ㉡는 두 개체군이 상호작용을 통해 모두 이익을 얻으므로 상리공생이다. ㉢는 두 개체군이 모두 손해를 입는 관계이므로 중간경쟁이다.

- 2** (1) 포식과 피식(㉠) 관계에서 포식자는 이익을 얻고, 피식자는 손해를 입으므로 X가 포식자, Y가 피식자이다.
 (2) 동백꽃은 동박새에게 꿀을 제공하고 동박새는 동백꽃의 수분을 도우므로, 동백꽃과 동박새의 관계는 상리공생(㉡)에 해당한다.
 (3) 촌충은 숙주의 몸속에 살며 숙주에게 피해를 주므로 촌충과 숙주의 상호작용은 기생이다.
 (4) 생태적 지위가 비슷한 개체군은 중간경쟁을 하며, 그 결과 두 개체군 모두 손해를 입는다. 이때 경쟁에서 이긴 개체군은 살아 남고 경쟁에서 진 개체군은 사라지기도 하는데, 이를 경쟁배타원리라고 한다.

- 3** (1) 기생 관계에서 손해를 입는 생물(X)은 숙주이고, 이익을 얻는 생물(Y)은 기생 생물(기생자)이다.
 (2) ㉠일 때 X와 Y는 모두 이익을 얻는 상리공생 관계이지만, 개체 간의 경쟁이나 먹이 부족, 노폐물 축적 등과 같은 환경저항은 여전히 존재한다.
 (3), (4) A의 개체 수가 B의 개체 수보다 많으며, A의 개체 수가 증가하면 B의 개체 수도 증가하고 A의 개체 수가 감소하면 B의 개체 수도 감소하므로, A와 B는 포식과 피식의 관계이다. 따라서 A와 B 사이에서 일어난 상호작용은 ㉠에 해당한다.
 (5) A와 B는 일정한 지역에서 포식과 피식의 관계를 맺고 생활하므로 한 군집을 이룬다.
 (6) 구간 I에서 A의 개체 수는 감소하고 B의 개체 수는 증가하므로 $\frac{A의 개체 수}{B의 개체 수}$ 는 감소한다.

내신 만점문제

108쪽~112쪽

- 01** ㉠ **02** ㉢ **03** ㉠ **04** ㉡ **05** ㉡ **06** ㉣
07 ㉣ **08** 해설 참조 **09** ㉡ **10** ㉣ **11** ㉡ **12** ㉠
 4, ㉡ 0.5, ㉢ 0.09 **13** ㉠ 40, ㉡ 48, ㉢ 12.5, ㉣ 48.5, ㉤ 37.5
14 해설 참조 **15** ㉠ **16** ㉣ **17** ㉤ **18** ㉤ **19** ㉠
20 해설 참조 **21** ㉢ **22** ㉠ **23** ㉤

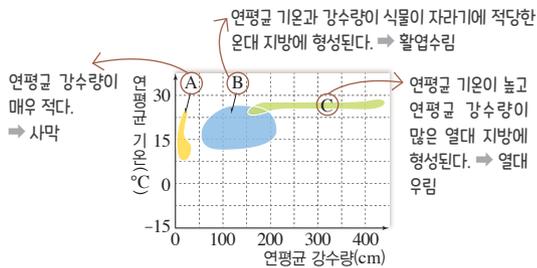
01 ㉡. 식물의 광합성에 영향을 미치는 비생물요소가 지역마다 다르므로 지역에 따라 다양한 군집이 형성된다. 따라서 광합성을 하는 식물은 군집의 특성을 결정하는 중요한 생물요소이다.

ㄷ. 군집은 생물의 서식 환경에 따라 크게 육상군집과 수생군집으로 구분되며, 육상군집은 삼림, 초원, 사막 등 다양한 형태로 나타나며 수생군집에는 담수군집과 해수군집이 있다.

ㄹ. 생태적 지위는 개체군이 먹이사슬에서 차지하고 있는 위치와 개체군이 차지하는 서식 공간을 종합한 개념이다. 군집을 이루는 각 개체군이 자신의 생태적 지위를 유지함으로써 전체 군집이 안정적으로 유지된다.

[바로알기] ㄱ. 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체 무리는 개체군이며, 군집은 일정한 지역에 여러 개체군이 모여 생활하는 집단이다.

02 품목 문제 분석



ㄱ. A는 강수량이 매우 적고 건조한 지역에 형성되는 사막이다.
ㄴ. 활엽수림(B)과 열대우림(C)은 모두 육상군집 중 삼림에 해당하다.

[바로알기] ㄷ. 열대우림(C)은 강수량이 많고 기온이 높은 지역인 열대 지방에 형성된다.

03 ㄴ. (나)는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이로 위도마다 다른 군집이 나타나는 수평분포이다.

[바로알기] ㄱ. 침엽수림대(A)는 바늘 모양의 잎을 가진 침엽수로 구성되고, 상록활엽수림대(B)는 1년 내내 넓고 푸른 잎을 가진 상록활엽수로 구성된다. 따라서 수직분포인 (가)에서 A 지역은 B 지역보다 서식하는 식물잎의 평균 넓이가 좁다.

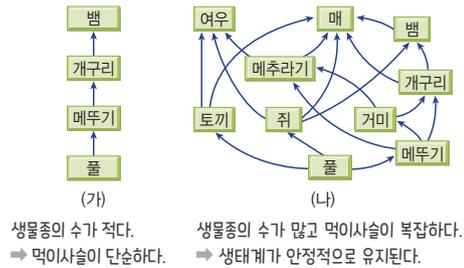
ㄷ. (나)에서 저위도에서 고위도로 갈수록 기온이 낮아지므로 C 지역은 D 지역보다 기온이 낮다.

04 ㄴ. (나)는 특정 환경 조건을 충족하는 군집에서만 발견되어 그 군집의 특성을 나타내는 개체군인 지표종이다.

[바로알기] ㄱ. (가)는 개체 수가 가장 많거나 가장 넓은 면적을 차지하여 군집을 대표할 수 있는 개체군인 우점종이다.

ㄷ. 수달은 우점종은 아니지만 습지 생태계에서 개체군의 밀도를 조절하며 다른 동물에게 서식지를 제공하여 군집의 구조를 유지하는 데 큰 영향을 미치는 핵심종이다. 희소종은 군집을 구성하는 개체군 중 개체 수가 가장 적어 보호가 필요한 개체군이다.

05 품목 문제 분석

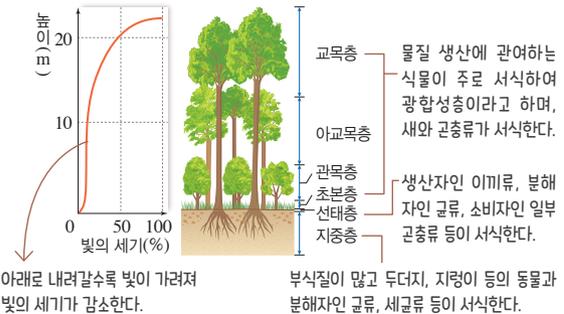


ㄴ. 여우와 뱀은 최종 소비자이며 토끼, 쥐, 메추라기를 잡아먹는다. 즉, 먹이사슬에서 차지하는 위치 및 먹이의 종류가 일부 겹치므로 생태적 지위의 일부가 겹친다.

[바로알기] ㄱ. (나)는 (가)보다 생물종의 수가 많아 복잡한 먹이그물을 형성하므로, 생태계의 안정성은 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

ㄷ. (가)에서는 메뚜기가 사라지면 먹이가 없어진 개구리와 뱀도 연쇄적으로 사라진다. (나)에서는 메뚜기가 사라지면 메뚜기를 먹이로 하는 거미가 사라지고 거미와 메뚜기를 먹이로 하는 메추라기와 개구리도 사라진다. 그러나 뱀은 개구리 대신 쥐를 먹고 살 수 있으므로 사라지지 않는다.

06 품목 문제 분석



① 교목층~초본층 중 교목층은 빛의 세기가 강하여 광합성이 활발하게 일어난다.

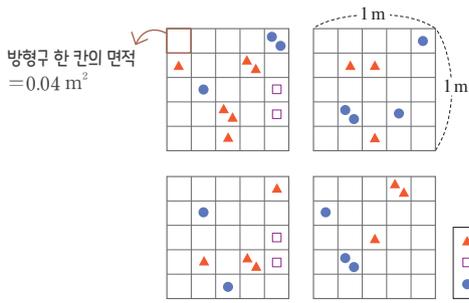
② 선대층에는 낙엽이나 썩은 나무가 존재하며, 생산자인 이끼류, 소비자인 곤충류, 분해자인 곰팡이와 버섯 등이 서식한다.

③ 지중층에는 부식질이 많고, 곰팡이, 버섯, 세균, 두더지, 지렁이 등이 산다.

④ 삼림의 층상구조는 빛의 세기와 양에 따라 수직적인 몇 개의 층으로 구성되며, 식물이 햇빛을 최대한 활용할 수 있는 구조로 되어 있다.

[바로알기] ④ 층상 구조에서 아래로 내려갈수록 나무들에 의해 빛이 가려져 빛의 세기가 감소하므로, 각 층에 도달하는 빛의 세기는 아교목층에서가 초본층에서보다 강하다.

12~14 **꼼꼼 문제 분석**



종	개체 수	출현한 방형구 수	점유 면적
A	16	4	0.04 m ² × 12
B	4	2	0.04 m ² × 4
C	12	4	0.04 m ² × 9

- 12 ㉠ 방형구 4개의 전체 면적은 4 m²이므로,
 A의 밀도 = $\frac{A \text{의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적}(m^2)} = \frac{16}{4 m^2} = 4/m^2$ 이다.
 ㉡ 전체 방형구의 수는 4개이므로,
 B의 빈도 = $\frac{B \text{가 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}} = \frac{2}{4} = 0.5$ 이다.
 ㉢ C의 피도 = $\frac{C \text{가 차지한 면적}(m^2)}{\text{전체 방형구의 면적}(m^2)} = \frac{0.36 m^2}{4 m^2} = 0.09$ 이다.

종	밀도	빈도	피도
A	$\frac{16}{4 m^2} = 4/m^2$	$\frac{4}{4} = 1$	$\frac{0.04 m^2 \times 12}{4 m^2} = 0.12$
B	$\frac{4}{4 m^2} = 1/m^2$	$\frac{2}{4} = 0.5$	$\frac{0.04 m^2 \times 4}{4 m^2} = 0.04$
C	$\frac{12}{4 m^2} = 3/m^2$	$\frac{4}{4} = 1$	$\frac{0.04 m^2 \times 9}{4 m^2} = 0.09$
총합	8/m ²	2.5	0.25

13 중요치는 상대밀도+상대빈도+상대피도이다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
A	$\frac{4}{8} \times 100 = 50$	$\frac{1}{2.5} \times 100 = 40$ (㉠)	$\frac{0.12}{0.25} \times 100 = 48$ (㉡)	50 + 40 + 48 = 138
B	$\frac{1}{8} \times 100 = 12.5$ (㉢)	$\frac{0.5}{2.5} \times 100 = 20$	$\frac{0.04}{0.25} \times 100 = 16$	12.5 + 20 + 16 = 48.5(㉣)
C	$\frac{3}{8} \times 100 = 37.5$ (㉤)	$\frac{1}{2.5} \times 100 = 40$	$\frac{0.09}{0.25} \times 100 = 36$	37.5 + 40 + 36 = 113.5
총합	100	100	100	300

14 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 모두 합한 중요치가 가장 큰 종이 그 군집의 우점종이다.

모범 답안 A, A~C 중 중요치가 가장 크기 때문이다.

채점 기준	배점
A라고 쓰고, 중요치가 가장 크기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
A만 쓴 경우	30 %

15 **꼼꼼 문제 분석**

종	개체 수	빈도	상대피도(%)
A	198	0.30	㉠
B	81	0.15	32
C	171	0.30	45

A~C의 상대피도의 합은 100(%)이므로, ㉠은 100 - 32 - 45 = 23이다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	중요치
A	$\frac{198}{198+81+171} \times 100 = 44$	$\frac{0.30}{0.30+0.15+0.30} = 40$	44 + 40 + 23 = 107
B	$\frac{81}{198+81+171} \times 100 = 18$	$\frac{0.15}{0.30+0.15+0.30} = 20$	18 + 20 + 32 = 70
C	$\frac{171}{198+81+171} \times 100 = 38$	$\frac{0.30}{0.30+0.15+0.30} = 40$	38 + 40 + 45 = 123

ㄱ. A~C의 상대피도를 합한 값은 100이므로 ㉠은 23이다.

㉡(바로알기) 나. 상대밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도 합}} \times 100$
 = $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{모든 종의 개체 수 합}} \times 100$ 이므로, A의 상대밀도는
 $\frac{198}{198+81+171} \times 100 = 44$ %이다.

ㄴ. 이 식물군집의 우점종은 중요치가 가장 큰 C이다.

16 **꼼꼼 문제 분석**

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
A	30	㉠ 20	20	70
B	5	24	26	55
C	25	25	㉡ 10	60
D	㉢ 10	26	24	60
E	30	5	20	55
총합	100	100	100	300

㉠ ㉢(10) + ㉠(20) + ㉡(10) = 40이다.

② A의 중요치가 70으로 가장 크므로, 이 지역의 우점종은 A이다.
 ③ 지표를 덮고 있는 면적을 나타내는 값은 피도이며, 상대피도는 특정 종의 피도를 조사한 모든 종의 피도의 합으로 나눈 값이다. 따라서 지표를 덮고 있는 면적이 가장 큰 종은 상대피도가 가장 큰 B이다.

⑤ 전체 방형구 수 중 특정 종이 출현한 방형구 수의 비율이 빈도이다. C의 상대빈도(25%)가 E의 상대빈도(5%)보다 높으므로, 출현한 방형구의 수도 C가 E보다 많다.

바로알기 ④ C의 중요치는 $25 + 25 + 10 = 60$ 이고, D의 중요치는 $10 + 26 + 24 = 60$ 이므로 C와 D의 중요치는 같다.

17 ㄱ. (가)는 서로 다른 종 사이의 먹고 먹히는 관계인 포식과 피식이다.

ㄴ. (나)는 한쪽 생물이 다른 생물에 붙어살며 피해를 주는 기생이다. ㉠은 기생 관계에서 이익을 얻는 생물인 기생 생물(기생자)이고, ㉡은 기생 관계에서 손해를 입는 숙주이다.

ㄷ. (다)는 한정된 자원이나 서식지를 차지하기 위한 중간경쟁이다. ㉢과 ㉣ 사이에서 먹이를 두고 중간경쟁이 일어나므로 두 종 모두 개체 수가 줄어들어 손해를 입는다.

18 ㉠은 기생이고, ㉡은 중간경쟁이다.

ㄱ. (가)에서 A와 B의 개체 수 변화는 환경저항에 의해 개체 수가 증가하다가 일정해지는 S자형 성장곡선을 나타낸다.

ㄴ, ㄷ. 생태적 지위가 비슷한 A와 B가 중간경쟁을 하여 경쟁에서 진 B는 사라졌으므로 경쟁배타원리가 적용되었다. 또한 두 종 사이의 상호작용은 모두 손해를 입는 중간경쟁(㉢)에 해당한다.

19 ㄱ. 편리공생은 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻지만 다른 쪽은 이익도 손해도 없는 경우이고, 상리공생은 두 개체군이 상호작용을 통해 모두 이익을 얻는 경우이다. 따라서 ㉤는 '이익도 손해도 없음'이며, ㉠은 편리공생, ㉡은 상리공생이다.

바로알기 ㄴ. (나)의 구간 I에서 A와 B는 모두 환경저항을 받는다.

ㄷ. (가)에 비해 (나)에서 A와 B의 개체 수가 모두 증가했으므로 A와 B 사이의 상호작용은 상리공생(㉡)에 해당한다.

20 생태적 지위가 비슷한 개체군들이 같은 장소에 살면 한정된 자원이나 서식지를 차지하기 위해 중간경쟁을 하게 된다. A~D 중 서로 생태적 지위가 겹치는 종은 C와 D이다.

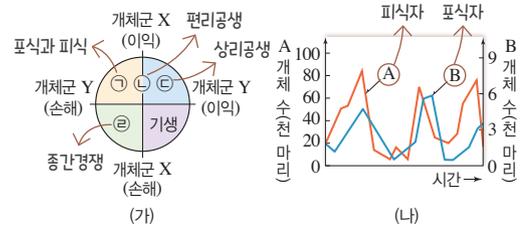
모범 답안 C와 D, C와 D는 서식지 범위와 먹이 형태 모두에서 많이 겹치기 때문이다.

채점 기준	배점
C와 D를 쓰고, 서식지 범위와 먹이 형태가 겹치기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
C와 D만 쓴 경우	30 %

21 ㄱ, ㄴ. 은어와 피라미는 생태적 지위가 겹치므로 경쟁을 피하기 위해 서식 공간과 먹이의 종류를 분리하였다. 이러한 개체군 사이의 상호작용을 분서라고 한다.

바로알기 ㄷ. 동백꽃이 동박새에게 꿀을 제공하고, 동박새가 동백꽃의 수분을 돕는 것은 상리공생의 예에 해당한다.

22 — **꼼꼼 문제 분석**

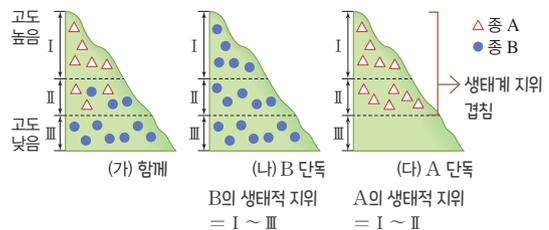


- (가): ㉠ 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻지만 다른 쪽은 손해를 입는다. → 포식과 피식
 ㉡ 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻지만 다른 쪽은 이익도 손해도 없다. → 편리공생
 ㉢ 두 개체군 모두 이익을 얻는다. → 상리공생
 ㉣ 두 개체군 모두 손해를 입는다. → 중간경쟁
- (나): A의 개체 수가 B의 개체 수보다 많고, A의 개체수 변화에 따라 B의 개체 수도 변한다. → A는 피식자이고, B는 포식자이다.

ㄴ. (나)에서 A의 개체 수가 증가하면 B의 개체 수도 증가하고 A의 개체 수가 감소하면 B의 개체 수도 감소하므로 A와 B의 상호작용은 포식과 피식(㉠)이다.

바로알기 ㄱ. 겨우살이와 숙주 식물 사이의 상호작용은 기생이다. ㄷ. 피식자(A)의 개체 수가 증가하면 포식자의 먹이가 풍부해져 일시적으로 포식자(B)의 개체 수도 증가한다.

23 — **꼼꼼 문제 분석**



- I과 II에서 A와 B의 생태적 지위가 겹친다. → I에서는 경쟁배타원리에 의해 B가 사라졌다.
- III에서 A와 B의 생태적 지위는 겹치지 않는다. → 경쟁 없음

ㄱ. (가)의 I에서 A와 B의 생태적 지위는 중복되므로 먹이와 서식지 등을 두고 중간경쟁을 한다.

ㄴ. (가)의 II에서 A와 B는 함께 생활하므로, A와 B는 한 군집을 이룬다.

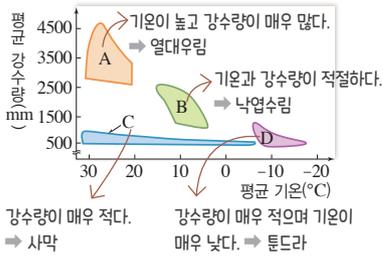
ㄷ. (다)의 Ⅲ에서 A는 B가 없어도 서식하지 않으므로 Ⅲ은 A가 서식하기에 적합하지 않다는 것을 알 수 있다. 즉, (가)의 Ⅲ에서 A와 B의 생태적 지위는 겹치지 않아 경쟁이 일어나지 않는다.

실력 UP 문제

113쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ①

01 **품목 문제 분석**



- 열대우림(A): 기온이 높고 강수량이 많은 열대 지방에서 형성된다.
- 낙엽수림(B): 기온과 강수량이 식물이 자라기에 적당한 온대 지방에서 형성된다.
- 사막(C): 강수량이 매우 적고 건조한 곳에서 형성된다.
- 툰드라(D): 강수량이 매우 적고 기온이 아주 낮은 한대 지방과 극지방에서 형성된다.

ㄴ. 위도가 높아질수록 기온이 낮아지므로 균질이 분포하는 위도는 낙엽수림(B)이 열대우림(A)보다 높다.

ㄷ. 사막(C)과 툰드라(D)는 모두 평균 강수량이 매우 적은 건조한 지역에서 형성되며, 이 중 툰드라(D)는 한대 지방과 극지방 부근과 같이 기온이 매우 낮은 곳에서 형성된다. 따라서 사막(C)과 툰드라(D)를 구분하는 주된 환경요인은 온도이다.

바로알기 ㄱ. A는 평균 기온이 높고 강수량이 많으므로 열대 지방에 형성되는 열대우림이다.

02 **품목 문제 분석**

- 상대빈도(%) = $\frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도 합}} \times 100$
- 상대밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도 합}} \times 100$
- 중요치 = 상대밀도 + 상대빈도 + 상대피도

종	개체 수	빈도	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)
A	200	0.32	40	? 40	? } 합은 45
B	60	① 0.28	12	35	? } 합은 45
C	240	0.20	48	? 25	55
총합	500	0.8	100	100	100

ㄱ. B의 상대빈도는 35 %이므로,

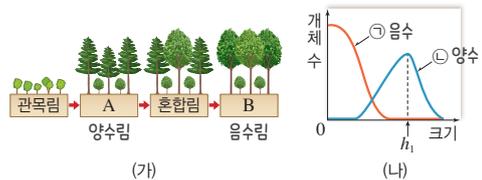
$\frac{\text{B의 빈도}}{\text{A, B, C의 빈도 합}} \times 100 = \frac{\text{①}}{0.32 + \text{①} + 0.20} \times 100 = 35 \%$
 이다. 따라서 ①은 0.28이다.

ㄴ. 상대밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도 합}} \times 100$ 이므로 어떤 지역에서 조사한 모든 종의 개체 수 합에 대한 특정 종의 개체 수를 백분율로 나타낸 것이다. 즉, A~C의 밀도를 각각 구하지 않아도 $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{모든 종의 개체 수 합}} \times 100$ 으로 상대밀도를 구할 수 있다.

따라서 A의 상대밀도는 $\frac{200}{200 + 60 + 240} \times 100 = 40 \%$, B의 상대밀도는 $\frac{60}{200 + 60 + 240} \times 100 = 12 \%$, C의 상대밀도는 $\frac{240}{200 + 60 + 240} \times 100 = 48 \%$ 이다.

바로알기 ㄷ. A의 중요치는 (40 + 40 + ?)이고, C의 중요치는 48 + 25 + 55 = 128이다. 또한 A~C의 상대피도의 합은 100 %이므로 A와 B의 상대피도의 합은 45 %이다. 따라서 A의 상대피도는 45 이하이므로 A의 중요치는 125 이하이며, 이는 C의 중요치보다 낮다.

03 **품목 문제 분석**



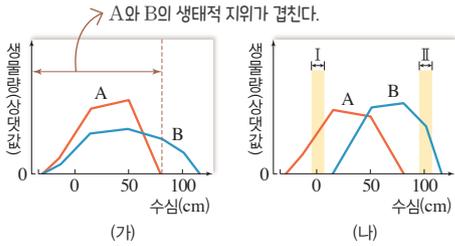
- ㉠: 양수림(A)의 h_1 이하의 높이에서 크기가 작을수록 ㉠의 개체 수가 많아지므로, ㉠은 양수림의 하층부에서 자라고 있는 음수의 목목이다.
- ㉡: 양수림(A)에서 음수의 목목(㉠)보다 크기가 큰 h_1 인 개체 수가 많으므로, ㉡은 양수림의 우점종인 양수이다.

ㄴ. ㉠은 양수림(A)의 하층부에서 자라고 있는 키가 작은 나무이므로 음수이다.

바로알기 ㄱ. 양수림의 우점종은 햇빛을 직접 받아야 잘 자라고 번식하는 소나무와 같은 양수이고, 음수림의 우점종은 그늘에서 잘 자라고 번식하는 신갈나무와 같은 음수이다. 따라서 음지에서는 음수림(B)의 우점종이 양수림(A)의 우점종보다 잘 자란다.

ㄷ. 음수림(B)에서는 지표면에 도달하는 빛의 양이 크게 줄어 양수와 초본은 쇠퇴하고, 숲의 대부분은 음수로 구성된다. 따라서 음수림(B)에서는 높이 h_1 이상에서 양수(㉡)를 찾아보기 어렵다.

04 — 꼼꼼 문제 분석



- (나)의 구간 I: A와 B 사이에서 서식지에 대한 경쟁이 일어난다.
 → 경쟁에서 진 B가 완전히 사라졌다.
- (나)의 구간 II: A는 서식하지 않는 범위이므로 B만 서식한다.

ㄱ. (가)에서 A는 수심이 50 cm~100 cm의 중간에 해당하는 범위까지 서식하고 B는 수심이 100 cm가 넘는 범위까지 서식하므로, 식물이 서식하는 수심의 범위는 A가 B보다 좁다.

바로알기 ㄴ. 구간 I에서 A만 서식하게 되었지만, 개체 간의 경쟁, 먹이 부족과 같은 환경저항은 여전히 존재한다.

ㄷ. I은 A와 B의 생태적 지위가 겹쳐 경쟁배타원리가 적용된 구간으로, 종간경쟁으로 B가 완전히 사라졌다. 반면 II는 A가 원래 서식하지 않는 범위이므로 경쟁 없이 B만 서식하고 있다.

중단원 핵심정리

114쪽~115쪽

- 광합성
- 호흡
- 연소
- 질소고정세균
- 질산화세균
- 탈질산화세균
- 빛에너지
- 생태계평형
- 환경저항
- S자형
- 낮다
- 포식과 피식
- 덧세
- 리더제
- 삼림
- 복잡
- 건성천이
- 초본
- 중요치
- 종간경쟁
- 편리공생
- 상리공생

중단원 마무리 문제

116쪽~119쪽

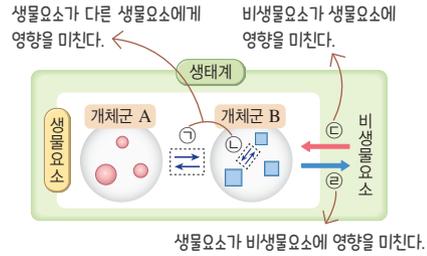
- | | | | | | |
|------|---------|----------|----------|------|------|
| 01 ③ | 02 ⑤ | 03 ① | 04 ⑤ | 05 ④ | 06 ⑤ |
| 07 ③ | 08 ④ | 09 ② | 10 ② | 11 ① | 12 ② |
| 13 ③ | 14 해설참조 | 15 해설 참조 | 16 해설 참조 | | |

01 ㄱ. '독립영양생물이다.'는 잣나무의 특징이고, '구성요소 중 생물요소에 해당한다.'는 잣나무와 표고버섯의 특징이다. 따라서 A는 표고버섯, B는 잣나무, C는 토양이고, ㉠은 '구성요소 중 생물요소에 해당한다.', ㉡은 '독립영양생물이다.'이다.

ㄴ. 표고버섯(A)은 특징 ㉠이 있으므로 ㉡은 '㉡'이다.

바로알기 ㄷ. 유기물을 무기물로 분해하여 비생물환경으로 돌려보내는 생물은 분해자인 표고버섯(A)이다. 토양(C)은 생물을 둘러싸고 있는 비생물환경인 비생물요소에 속한다.

02 — 꼼꼼 문제 분석



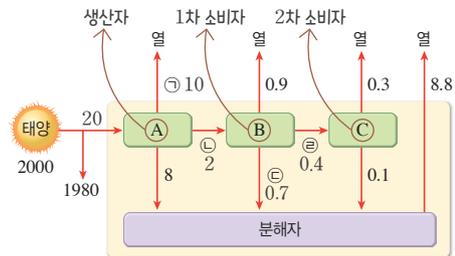
- ㉠: 군집 내 개체군 사이에서 일어나는 상호작용 ㉡ 예) 종간경쟁, 분서, 공생, 기생, 포식과 피식
- ㉡: 개체군 내 개체 사이에서 일어나는 상호작용 ㉢ 예) 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활

ㄴ. 빛의 파장에 따라 해조류의 분포가 달라지는 것은 비생물요소(빛의 파장)가 생물요소(해조류)에 영향을 주는 것이므로 ㉡의 예에 해당한다.

ㄷ. 뿌리혹세균에 의해 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이 증가하는 것은 생물요소(뿌리혹세균)가 비생물요소(토양 속 암모늄 이온)에 영향을 주는 것이므로 ㉢의 예에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 같은 종의 기러기가 무리를 지어 이동할 때 리더를 따라 이동하는 것은 리더제이며, 이는 개체군 내 상호작용인 ㉡의 예에 해당한다. ㉠은 군집 내 개체군 사이에서 일어나는 상호작용에 해당한다.

03 — 꼼꼼 문제 분석



- ㉡ = 1차 소비자(B)에서 2차 소비자(C)로 이동하는 에너지양 = $0.3 + 0.1 = 0.4$
- ㉢ = 생산자(A)에서 1차 소비자(B)로 이동하는 에너지양 = $㉠(0.4) \times 5 = 2$
- ㉣ = 1차 소비자(B)에서 사체나 배설물을 통해 분해자로 이동하는 에너지양 = $㉢(2) - (0.9 + ㉡(0.4)) = 0.7$
- ㉤ = 생산자(A)에서 세포호흡을 통해 열로 방출되는 에너지양 = 태양으로부터 받은 에너지양(2000) - $(㉢(2) + 8) = 1990$

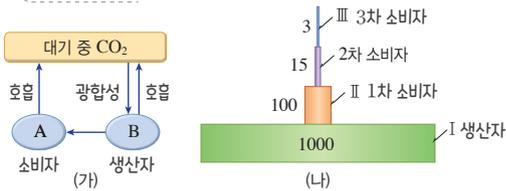
② ㉢(2)은 ㉣(0.7)과 ㉡(0.4)의 합보다 크다.

③ A는 태양의 빛에너지를 이용하여 광합성을 하는 생산자로, 빛에너지를 유기물의 화학 에너지로 전환한다.

④, ⑤ 생산자(A)가 생산한 유기물은 먹이사슬을 따라 이동하며, 각 영양단계마다 에너지의 일부가 호흡을 통해 생물이 살아가는 데 사용되거나 열에너지 형태로 방출되고 일부 에너지만 다음 영양단계로 전달된다. 따라서 생산자(A) → 1차 소비자(B) → 2차 소비자(C)로 갈수록 생물이 사용할 수 있는 에너지량은 감소한다.

바로알기 ① 태양의 빛에너지 중 생산자(A)에서 유기물로 저장된 에너지양(20) = ㉠ + 8 + ㉡(2)이므로 ㉠은 10이다.

04 품공 문제 분석



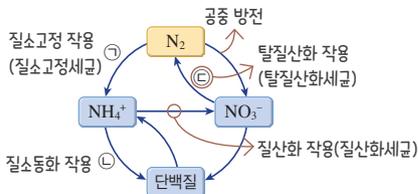
- 1차 소비자의 에너지효율(%) = $\frac{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{생산자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$
- 3차 소비자의 에너지효율(%) = $\frac{\text{3차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{3}{15} \times 100 = 20\%$

ㄴ. B는 대기 중의 이산화 탄소를 이용하므로 생산자이다. 대기 중의 이산화 탄소(CO₂)는 생산자의 광합성을 통해 포도당으로 합성된 후 다양한 형태의 유기물로 전환된다.

ㄷ. (나)에서 3차 소비자의 에너지효율은 20%이므로 1차 소비자의 에너지효율인 10%의 2배이다.

바로알기 ㄱ. 생산자(B)에 저장된 유기물은 먹이사슬을 따라 이동하므로 A는 소비자이고, I은 생산자, II는 1차 소비자, III은 3차 소비자이다. A는 생산자를 잡아먹는 1차 소비자인 II에 해당한다.

05 품공 문제 분석



- ㉠ 질소고정 작용: 대기 중 질소(N₂) → 암모늄 이온(NH₄⁺)
- ㉡ 질소동화 작용: 암모늄 이온(NH₄⁺), 질산 이온(NO₃⁻) → 식물에 흡수되어 질소 화합물의 합성에 쓰인다.
- ㉢ 탈질산화 작용: 질산 이온(NO₃⁻) → 대기 중 질소(N₂)

ㄱ. ㉠ 과정은 대기 중의 질소(N₂)가 뿌리혹세균, 아조토박터, 남세균과 같은 질소고정세균에 의해 식물이 흡수할 수 있는 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환되는 질소고정 작용이다. 따라서 뿌리혹세균은 ㉠ 과정에 관여한다.

ㄷ. ㉡ 과정은 토양 속 질산 이온(NO₃⁻)의 일부가 탈질산화세균에 의해 질소(N₂)로 전환되어 대기로 돌아가는 탈질산화 작용이다.

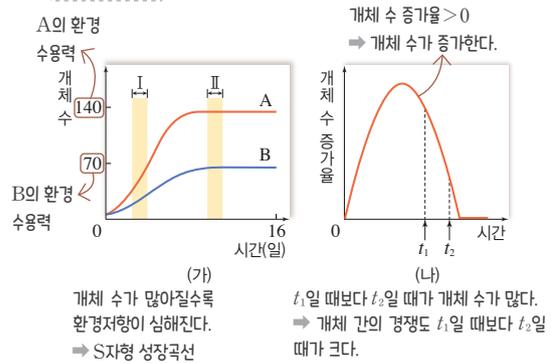
바로알기 ㄴ. ㉢ 과정은 토양 속 암모늄 이온(NH₄⁺)이나 질산 이온(NO₃⁻)이 식물의 뿌리를 통해 흡수되어 식물을 구성하는 단백질이나 핵산과 같은 질소 화합물을 합성하는 질소동화 작용이다.

06 ㄱ. 생산자의 총생산량은 호흡량과 순생산량을 더한 값으로, ㉠은 호흡량이다.

ㄴ. 순생산량은 총생산량 중 호흡량을 제외한 유기물의 양으로, 성장량, 피식량, 고사·낙엽량을 합한 값이다. 따라서 생산자의 총생산량 중 순생산량이 차지하는 비율은 30 + 15 + 15 = 60%이다.

ㄷ. 피식량은 상위 영양단계에게 먹히는 유기물의 양이다. 따라서 생산자의 총생산량 중 15%가 1차 소비자에게 전달되고, 1차 소비자의 섭식량 중 20%가 2차 소비자에게 전달된다. 따라서 생산자의 총생산량 중 $\frac{15}{100} \times \frac{20}{100} \times 100 = 3\%$ 가 2차 소비자로 전달된다.

07 품공 문제 분석



ㄱ. 환경수용력은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기로, A일 때가 B일 때보다 크다.

ㄴ. A와 B일 때 모두 개체 수가 많아질수록 환경저항이 커져 성장곡선이 S자 모양을 나타낸다. 따라서 A의 구간 I과 B의 구간 II에서 모두 ㉠에게 환경저항이 작용한다.

바로알기 ㄷ. 개체군 내 개체 수가 증가할수록 먹이나 서식 공간이 부족해져 이를 차지하기 위한 경쟁이 심해진다. t₁~t₂ 구간에서 개체 수 증가율이 0보다 크므로 개체 수는 t₁일 때보다 t₂일 때가 많고, 개체 간의 경쟁도 t₁일 때보다 t₂일 때가 크다.

08 ㄱ. 참새와 같은 조류는 출생 이후 개체 수가 일정한 비율로 줄어드는 II형의 개체군생존곡선을 나타낸다.

ㄷ. II형의 생존곡선을 나타내는 종은 연령별 사망률이 일정하다. 그러나 개체군을 구성하는 전체 개체 수는 A 시기에서가 B 시기에서보다 많으므로 A 시기 동안 사망한 개체 수도 B 시기 동안 사망한 개체 수보다 많다.

바로알기 ㄴ. 초기 사망률은 새끼 때 부모의 보호를 많이 받아 대부분의 개체가 생리적 수명을 다하는 I형(㉔)에서가 많은 수의 자손을 낳지만 성체로 성장하는 개체 수가 적은 III형(㉓)에서보다 낮다.

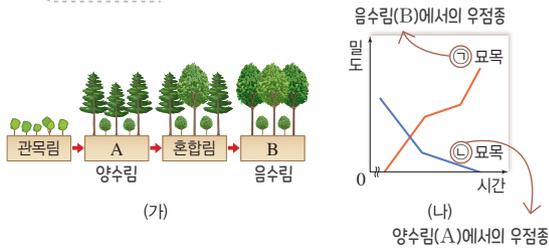
09 1년 중 여름에 강해지는 ㉔은 빛의 세기이며, ㉓이 풍부한 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아지는 초봄에 돌말의 개체 수가 증가하므로 ㉓은 영양염류의 양이다.

ㄷ. 초가을에 돌말의 개체 수가 감소하는 것은 빛의 세기(㉔)가 약해지고 수온이 낮아지기 때문이다.

바로알기 ㄱ. 겨울에 돌말의 개체 수가 적은 것은 영양염류(㉓)가 풍부하지만 빛의 세기(㉔)가 약하고 수온이 낮기 때문이다.

ㄴ. 여름에 돌말의 개체 수가 적은 것은 빛의 세기(㉔)가 강하고 수온이 높지만 영양염류의 양(㉓)이 적기 때문이다. 따라서 여름에 돌말의 개체 수를 제한하는 가장 큰 환경요인은 영양염류이다.

10 **꼼꼼 문제 분석**



- ㉓ 목: 천이가 진행되는 과정에서 밀도가 높아진다(=개체 수가 많아진다). → 음수림(B)에서의 우점종 목
- ㉔ 목: 천이가 진행되는 과정에서 밀도가 낮아진다(=개체 수가 적어진다). → 양수림(A)에서의 우점종 목
- 숲이 우거지면서 숲의 하층에 도달하는 빛의 양이 줄어들면 하층에 분포한 양수 목은 잘 자라지 못하지만 음수 목은 번성하며, 이후 음수가 성장하면서 양수와 음수의 혼합림이 형성된다.

ㄷ. 잎의 평균 두께는 잎이 받는 빛의 세기에 따라 달라진다. 즉, 강한 빛을 받는 잎은 울타리조직이 발달하여 두껍고, 약한 빛을 받는 잎은 빛을 효율적으로 흡수하기 위해 넓고 얇다. ㉓은 빛이 약한 그늘에서 잘 자라는 음수림(B)에서의 우점종이고, ㉔은 빛이 강한 곳에서 잘 자라는 양수림(A)에서의 우점종이므로, 잎의 평균 두께는 ㉔에서가 ㉓에서보다 두껍다.

바로알기 ㄱ. 천이가 진행되는 과정에서 밀도가 높아지는 ㉓은 음수림(B)에서의 우점종이다.

ㄴ. 이 식물군집은 환경 조건이 점차 변하면서 관목림 → 양수림(A) → 혼합림 → 음수림(B)으로 천이가 진행되며, 천이의 마지막 단계인 음수림(B)에서 극상을 이룬다.

11 A~C의 개체 수, 출현한 방형구 수, 점유한 면적을 통해 밀도, 빈도, 피도를 구할 수 있다.

종	밀도	빈도	피도
A	$\frac{10}{10\text{m}^2} = 1/\text{m}^2$	$\frac{5}{10} = 0.5$	$\frac{1.0\text{m}^2}{10\text{m}^2} = 0.10$
B	$\frac{20}{10\text{m}^2} = 2/\text{m}^2$	$\frac{6}{10} = 0.6$	$\frac{1.5\text{m}^2}{10\text{m}^2} = 0.15$
C	$\frac{30}{10\text{m}^2} = 3/\text{m}^2$	$\frac{5}{10} = 0.5$	$\frac{0.5\text{m}^2}{10\text{m}^2} = 0.05$
D	$\frac{40}{10\text{m}^2} = 4/\text{m}^2$	$\frac{4}{10} = 0.4$	$\frac{2.0\text{m}^2}{10\text{m}^2} = 0.20$
총합	$10/\text{m}^2$	2	0.5

이를 바탕으로 계산한 상대밀도, 상대빈도, 상대피도는 표와 같다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
A	$\frac{1}{10} \times 100 = 10$	$\frac{0.5}{2} \times 100 = 25$	$\frac{0.10}{0.5} \times 100 = 20$	$10 + 25 + 20 = 55$
B	$\frac{2}{10} \times 100 = 20$	$\frac{0.6}{2} \times 100 = 30$ (㉓)	$\frac{0.15}{0.5} \times 100 = 30$	$20 + 30 + 30 = 80$
C	$\frac{3}{10} \times 100 = 30$	$\frac{0.5}{2} \times 100 = 25$	$\frac{0.05}{0.5} \times 100 = 10$	$30 + 25 + 10 = 65$
D	$\frac{4}{10} \times 100 = 40$	$\frac{0.4}{2} \times 100 = 20$	$\frac{0.20}{0.5} \times 100 = 40$	$40 + 20 + 40 = 100$

ㄱ. B의 상대빈도(%) (㉓)는 $\frac{0.6}{2} \times 100 = 30$ 이다.

ㄷ. 지표를 덮고 있는 면적이 가장 작은 종은 상대피도가 가장 작은 C이다.

바로알기 ㄴ. A의 상대밀도(10%)는 D의 상대빈도(20%)의 절반이다.

ㄹ. 우점종은 A~D 중 중요치가 가장 큰 D이다.

12 ㄴ. 상리공생 관계의 두 개체군은 모두 이익을 얻으며, 포식과 피식 관계에서 포식자는 이익을 얻고 피식자는 손해를 입는다. 또한 중간경쟁 관계의 두 개체군은 모두 손해를 입는다. 따라서 '이익을 보는 종이 있는가?'는 B에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 순위제는 개체군 내에서 일어나는 상호작용이고, 상리공생, 포식과 피식, 중간경쟁은 군집 내 개체군 사이에서 일어나는 상호작용이다. 따라서 A가 '개체군 내에서 일어나는 상호작용인가?'라면 '아니요'에 상리공생, 포식과 피식, 중간경쟁이 분류되어야 한다.

ㄷ. '우두머리 늑대가 무리의 사냥 시기와 사냥감을 정한다.'는 리더제의 예에 해당한다.

13 품목 문제 분석

상호작용	종 1	종 2	예
(가) 기생	손해	㉠ 이익	㉠ 벼룩은 ㉡ 개의 몸 표면에 붙어 살면서 양분을 빼앗는다.
(나) 상리공생	이익	이익	㉢ 흰둥가리와 말미잘, 동백꽃과 등박새, 지의류의 균류와 조류, 청소놀래기와 도미
(다) 중간경쟁	㉣ 손해	손해	㉣ 캥거루쥐와 ㉤ 주머니쥐는 같은 종류의 먹이를 두고 서로 다툰다.
(라) 포식과 피식	이익	㉦ 손해	사자는 얼룩말을 잡아먹는다. ↙ 포식자 ↘ 피식자

③ '꽃은 벌새에게 꿀을 제공하고, 벌새는 꽃의 수분을 돕는다.'는 상리공생(나)의 예(㉢)에 해당한다.

바로알기 ① ㉠은 이익이지만, ㉣와 ㉦은 손해이다.

② 벼룩(㉠)은 기생 생물(기생자)이고, 개(㉡)는 숙주이다.

④ 캥거루쥐(㉣)와 주머니쥐(㉤) 사이의 중간경쟁은 군집 내 개체군 사이에서 일어나는 상호작용으로, 종이 다른 ㉣과 ㉤은 서로 다른 개체군을 이룬다.

⑤ (라)는 서로 다른 종 사이의 먹고 먹히는 관계인 포식과 피식이다.

14 생태계에서 에너지는 태양으로부터 시작해 생물요소를 거친 뒤 열에너지로 전환되어 외부로 방출되고, 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다.

모범 답안 (가)는 에너지, (나)는 물질이다. 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 이동하며, 물질은 생물과 비생물환경 사이를 순환하기 때문이다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)를 각각 옳게 쓰고, 에너지는 순환하지 않지만 물질은 순환하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나)만 옳게 쓴 경우	30 %

15 개체군밀도가 증가하면 먹이, 서식 공간, 배우자 등을 차지하기 위한 종내경쟁이 일어나므로, 과도한 경쟁을 피하고 질서를 유지하기 위해 다양한 상호작용을 한다.

모범 답안 개체군 내에서 먹이, 서식 공간, 배우자 등을 차지하기 위한 과도한 경쟁을 피하고 질서를 유지하기 위해서이다.

채점 기준	배점
과도한 경쟁을 피하고 질서를 유지하기 위해서라고 옳게 서술한 경우	100 %
개체군을 잘 유지하기 위해서라고 서술한 경우	50 %

16 양수림(A)에서 숲이 우거져 숲의 하층에 도달하는 빛의 양이 줄어들면 양수 묘목은 잘 자라지 못하지만 음수 묘목은 번성하여 혼합림이 형성된다. 이후 빛의 양이 크게 줄어 양수와 초본이 사라지며 음수림(B)을 형성하고 극상을 이룬다.

모범 답안 (1) A: 양수림, B: 음수림, C: 초원

(2) 숲이 우거지면 하층에 도달하는 빛의 양이 줄어들고, 이로 인해 양수 묘목은 잘 자라지 못하지만 음수 묘목은 번성하여 점차 양수를 대체하기 때문에 음수림으로 천이가 진행된다.

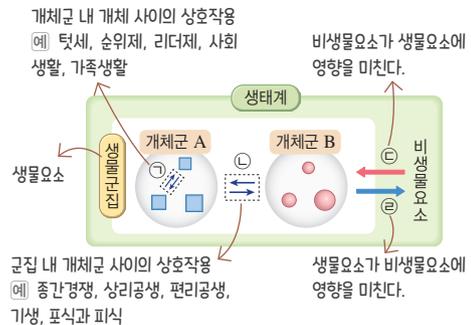
채점 기준	배점
A~C를 모두 옳게 쓴 경우	30 %
(1) A~C 중 두 가지만 옳게 쓴 경우	20 %
A~C 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	10 %
(2) 빛의 양이 줄어들고 양수보다 음수가 성장에 유리하여 천이가 진행된다고 서술한 경우	70 %
빛의 양이 줄어든다는 것만 언급하여 서술한 경우	30 %

중단원 고난도 문제

120쪽~121쪽

01 ㄱ, ㄴ 02 ㄱ, ㄴ, ㄷ 03 ㉡ 04 ㉤ 05 ㉣
06 ㉠ 07 ㉢ 08 ㉤

01 품목 문제 분석



- (가) 갈색벌새는 꿀을 확보하기 위해 다른 갈색벌새가 서식 공간에 접근하는 것을 막는다. 텃새
 (나) 큰빨양미의 숫양은 빨의 크기로 서열을 정하며, 빨의 크기가 비슷하면 빨 치기로 서열을 정한다. 순위제

선택지 분석

- ㉠ (가)의 상호작용은 ㉠에 해당한다.
- ㉡ (나)에서는 개체군 내 모든 숫양의 순위가 정해진다.
- ㉢ 저위도에서 고위도로 갈수록 열대우림, 낙엽수림, 침엽수림, 툰드라 순으로 나타나는 것은 ㉡에 해당한다. ㉢

전략적 풀이 ① 제시된 상호작용의 사례가 개체군 내 상호작용과 군집 내 개체군 간 상호작용 중 어느 쪽에 해당하는지를 파악한다.

㉠. (가)는 각각의 갈색벌새가 일정한 영역을 차지하여 세력권을 확보하고 다른 개체의 침입을 막는 텃세의 예이고, (나)는 힘의 세기에 따라 순위를 정하여 먹이와 배우자를 차지하는 순위제의 예이다. 텃세와 순위제는 모두 개체군 내 개체 사이에서 일어나는 상호작용이므로 ㉠에 해당한다.

② 개체군 내 상호작용 중 순위제의 특징을 이해한다.

㉡. 순위제에서는 개체군 내 모든 개체의 순위가 정해지므로, (나)에서는 개체군 내 모든 숫양의 순위가 정해진다. 반면 리더제에서는 리더를 제외한 나머지 개체 사이에 순위가 없다.

③ 생물군집과 비생물요소 사이에서 일어나는 상호작용을 이해한다.

㉢. 저위도에서 고위도로 갈수록 기온과 강수량의 차이로 열대우림, 낙엽수림, 침엽수림, 툰드라 순으로 나타나는 것은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 ㉡에 해당한다.

02 — **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉠	㉡	㉢
질소고정 작용 A	○	×	㉠○
질산화 작용 B	○	○	×
탈질산화 작용 C	㉡○	×	×

(○: 있음, ×: 없음)

특징(㉠~㉢)
• 세균이 관여한다. 질산화 작용, 질소고정 작용, 탈질산화 작용 → ㉢
• 대기 중의 질소 기체를 고정한다. 질소고정 작용 → ㉠
• 토양 속 암모늄 이온(NH ₄ ⁺)이 질산 이온(NO ₃ ⁻)으로 전환된다. 질산화 작용 → ㉡

A에 관여하는 아조토박터는 질소고정 작용에 관여하는 질소 고정세균이므로, A는 대기 중의 질소 기체를 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환하는 질소고정 작용이다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠과 ㉡는 모두 '○'이다.
- ㉡ ㉢은 '대기 중의 질소 기체를 고정한다.'이다.
- ㉢ 질산화세균은 B에 관여한다.

전략적 풀이 ① 질소순환 과정에서 일어나는 다양한 화학 반응의 특징을 통해 A~C 및 ㉠~㉢을 파악한다.

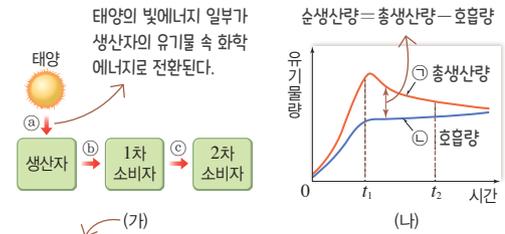
㉠. 질소고정 작용(A)은 대기 중의 질소 기체를 고정하므로 ㉠은 '○'이고, 탈질산화 작용(C)은 세균인 탈질산화세균이 관여하므로 ㉡도 '○'이다.

㉡. 질소고정 작용(A)만 갖는 특징인 ㉢은 '대기 중의 질소 기체를 고정한다.'이다.

② 질소순환 과정에 관여하는 다양한 세균에 대해 생각해 본다.

㉢. 질산화세균은 질산화 작용(B)에 관여하는 세균이다.

03 — **꼼꼼 문제 분석**



각 영양단계의 에너지 중 일부는 해당 단계에서 사용되고, 나머지만 다음 영양단계로 전달된다. → 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지량이 감소한다.

선택지 분석

- ㉠ ㉡는 ㉠보다 많다. 적다
- ㉡ 1차 소비자의 생체량은 ㉡에 포함된다. 포함되지 않는다
- ㉢ K에서 $\frac{\text{호흡량}}{\text{순생산량}}$ 은 t₂일 때가 t₁일 때보다 크다.

전략적 풀이 ① 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계별 에너지량을 파악한다.

㉠. 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한 에너지의 일부는 호흡을 통해 생물의 생명활동에 이용되거나 열에너지로 전환되어 외부로 방출되므로, 상위 영양단계로 갈수록 각 영양단계의 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 점점 줄어든다. 따라서 생산자에서 1차 소비자로 전달되는 에너지량(㉡)은 생산자의 광합성으로 전환된 에너지량(㉠)보다 적다.

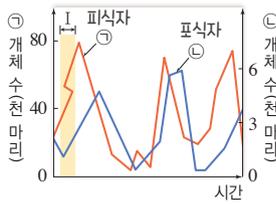
② 식물군집에서 호흡량의 의미를 이해한다.

㉡. 호흡량(㉡)은 생산자가 자신의 호흡으로 소비한 유기물의 양이고, 1차 소비자의 생체량은 1차 소비자가 생산자를 먹고 자신의 몸에 축적한 유기물의 양이다. 따라서 1차 소비자의 생체량은 생산자의 호흡량(㉡)에 포함되지 않는다.

③ 물질의 총생산량, 호흡량, 순생산량 사이의 관계를 파악한다.

㉢. 호흡량(㉡)은 t₂일 때가 t₁일 때보다 많고, 순생산량(㉠-㉡)은 t₁일 때가 t₂일 때보다 많다. 따라서 K에서 $\frac{\text{호흡량(㉡)}}{\text{순생산량(㉠-㉡)}}$ 은 t₂일 때가 t₁일 때보다 크다.

04 품공 문제 분석



영양단계	에너지양(상댓값)
I 3차 소비자	10
① II 1차 소비자	③ 150
② III 2차 소비자	⑥ 30
생산자	1000

선택지 분석

- A. ①은 ②의 포식자이다. 피식자
- B. I은 3차 소비자이다.
- C. ③+⑥=180이다.

전략적 풀이 ① ①과 ②의 개체 수 변화를 통해 포식자와 피식자를 파악한다.

ㄱ. 대체로 ①의 개체 수가 ②의 개체 수보다 많으며, ①의 개체 수 변화에 따라 ②의 개체 수도 변하므로, ①은 피식자이고, ②은 포식자이다.

② 제시된 에너지효율 값을 이용하여 영양단계별 에너지양을 구하고, 피식자와 포식자가 먹이사슬에서 차지하고 있는 위치를 통해 각각의 영양단계를 파악한다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지효율=

$$\frac{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{생산자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{x}{1000} \times 100 = 15\%$$

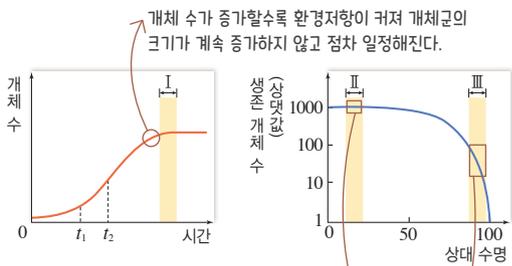
이므로 1차 소비자의 에너지양(x)은 150이고, 2차 소비자의 에너지효율=

$$\frac{\text{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100 = \frac{y}{150}$$

$\times 100 = 20\%$ 이므로 2차 소비자의 에너지양(y)은 30이다. 따라서 II와 III이 각각 1차 소비자와 2차 소비자 중 하나이고, I은 3차 소비자이다. 이때 피식자인 ①은 II에, 포식자인 ②은 III에 속하므로, II는 1차 소비자, III은 2차 소비자이다.

ㄷ. ③+⑥=150+30=180이다.

05 품공 문제 분석



(가) 서식지의 면적이 일정하므로 → 개체군 밀도는 개체 수에 비례한다.

(나) 초기 사망률이 낮고 후기 사망률이 높다. → 개체군생존곡선 I형을 나타낸다.

선택지 분석

- A. 구간 I에서 A에게 환경저항이 작용한다.
- B. A의 개체군밀도는 t1일 때가 t2일 때보다 크다. **작다**
- C. A의 사망률은 구간 II에서가 구간 III에서보다 낮다.

전략적 풀이 ① 환경저항이 개체군 성장에 미치는 영향을 이해한다.

ㄱ. 개체군 성장을 억제하는 환경요인인 환경저항은 개체 수가 증가할수록 커지므로, 환경수용력에 도달한 구간 I에서는 매우 큰 환경저항이 작용한다.

② 서식지의 면적과 개체 수를 고려하여 두 시점에서의 개체군 밀도를 비교한다.

ㄴ. 서식지의 면적이 일정할 때 개체군 밀도는 개체 수에 비례하므로 A의 개체군 밀도는 t1일 때가 t2일 때보다 작다.

③ 개체군생존곡선에서 두 구간의 생존 개체 수 변화를 통해 각 구간에서의 사망률을 비교한다.

ㄷ. 구간 II에서는 대부분의 개체가 생존하였으므로 사망률이 낮지만, 구간 III에서는 생존 개체 수가 급격하게 감소하였으므로 사망률이 높다. 즉, A의 사망률은 구간 II에서가 구간 III에서보다 낮으며, A는 대부분의 개체가 성체로 성장하며 생리적 수명을 다한 뒤 죽는 개체군생존곡선 I형을 나타낸다.

06 품공 문제 분석

A~D의 상대밀도와 상대빈도의 총합은 각각 100%이며, A~D의 상대피도는 각각 25%이다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	중요치
A	57	54	57+54+25=136 → 우점종
(가) B	? 16	12	16+12+25=53
C	20	? 24	20+24+25=69
D	7	10	7+10+25=42

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	중요치
A	? 24	26	24+26+25=75
(나) B	29	? 30	29+30+25=84 → 우점종
C	24	25	24+25+25=74
D	23	19	23+19+25=67

선택지 분석

- A. (가)에서 C의 중요치 값은 D의 중요치 값보다 크다.
- B. (가)에서의 우점종과 (나)에서의 우점종은 모두 A이다.
- C. (나)는 음수림이다. **혼합림**

전략적 풀이 ① 각 종의 중요치를 계산하여 우점종을 파악한다.

ㄱ. 자료에서 A~D의 상대피도가 모두 같다고 했으므로 A~D의 상대피도는 각각 25%이다. 상대밀도+상대빈도+상대피도를 더한 값으로 중요치를 계산하면 (가)에서 C의 중요치 값은 $20+24+25=69$ 이고, D의 중요치 값은 $7+10+25=42$ 이므로, C의 중요치 값은 D의 중요치 값보다 크다.

ㄴ. (가)에서는 A~D 중 중요치가 가장 큰 A가 우점종이고, (나)에서는 A~D 중 중요치가 가장 큰 B가 우점종이다.

② 천이의 진행 과정에서 음수림과 혼합림의 차이를 이해한다.

ㄷ. A는 음수에 속하고 B는 양수에 속하므로 (가)는 음수인 A가 우점종인 음수림이다. 반면 (나)는 양수인 B가 우점종이지만 양수와 음수의 중요치가 비슷한 혼합림이다.

07 — **꼼꼼 문제 분석**

종	상대밀도(%)		상대빈도(%)		상대피도(%)		중요치	
	순위	값	순위	값	순위	값	순위	값
A	1	37	3	25	2	?	?	?
B	3	31	2	36	3	26	?	94
C	2	32	1	38	1	?	?	?
총합	-	100	-	100	-	100	-	300

조사한 모든 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 각각 더하면 100이다.

선택지 분석

- A의 상대빈도는 25%이다.
- 지표면을 덮고 있는 면적이 가장 큰 종은 B이다. C
- 우점종은 C이다.

전략적 풀이 ① 조사한 모든 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 각각 더한 값이 100이라는 것을 이용하여 각 식물 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 구한다.

B의 상대밀도 값은 $100 - (37 + 32)$ 이며 순위는 3이므로, 이는 32보다 작고 37은 36보다 크다. 또한 B의 상대빈도는 36이며 순위는 2이므로, 36은 38보다 작다. 따라서 36은 36보다 크고 38보다 작은 37이다.

ㄱ. (A의 상대빈도) + $37(37) + 38 = 100$ 이므로 A의 상대빈도는 25%이다.

② A~C의 상대피도를 비교하여 지표면을 덮고 있는 면적이 가장 큰 종을 파악한다.

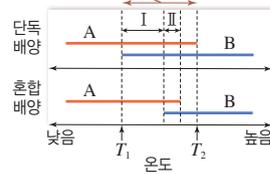
ㄴ. 지표면을 덮고 있는 면적은 상대피도에 비례하므로 C가 가장 크다.

③ 각 종의 중요치를 계산하여 우점종을 파악한다.

ㄷ. A의 중요치는 $(37 + 25 + A\text{의 상대피도}) = (62 + A\text{의 상대피도})$, B의 중요치는 $31 + 37 + 26 = 94$, C의 중요치는 $(32 + 38 + C\text{의 상대피도}) = (70 + C\text{의 상대피도})$ 이다. 또한 A~C의 상대피도의 순위가 C-A-B 순이므로, C의 상대피도는 A의 상대피도보다 크다. 따라서 이 군집의 우점종은 A~C 중 중요치가 가장 큰 C이다.

08 — **꼼꼼 문제 분석**

$T_1 \sim T_2$ 구간에서 A와 B의 생태적 지위가 겹친다.
 → A와 B 사이에 중간경쟁이 일어난다.



혼합 배양 시

- 구간 I에서 A는 살아남았고 B는 사라졌다. → 경쟁배타원리가 적용되었다.
- 구간 II에서 A와 B가 모두 살아남았다.

선택지 분석

- 서식하는 온도의 범위가 $T_1 \sim T_2$ 인 구간에서 A와 B의 생태적 지위가 겹친다.
- 혼합 배양했을 때, 구간 I에서 경쟁배타원리가 적용되었다.
- 혼합 배양했을 때, 구간 II에서 A는 B와 군집을 이룬다.

전략적 풀이 ① 생태적 지위의 의미를 생각해 본다.

ㄱ. 생태적 지위는 개체군이 먹이사슬에서 차지하고 있는 위치와 개체군이 차지하는 서식 공간을 종합한 개념이다. A와 B를 각각 단독 배양했을 때, 온도의 범위가 $T_1 \sim T_2$ 인 구간에서 A와 B가 모두 서식하므로 해당 구간에서 A와 B의 생태적 지위는 겹친다. A와 B를 혼합 배양했을 때 생태적 지위가 겹치는 범위에서는 먹이 또는 서식 공간을 차지하기 위한 중간경쟁이 일어난다.

② 중간경쟁에서 종 사이에 일어나는 상호작용을 이해한다.

ㄴ. 혼합 배양했을 때 A와 B가 서식하는 온도 범위 일부가 겹치므로 서식 공간을 차지하기 위한 중간경쟁이 일어나며, 일부 범위에서 A와 B가 각각 사라지며 두 종의 서식 범위가 좁아졌다. 즉, 혼합 배양했을 때 구간 I에서 경쟁에서 이긴 A는 살아남았고 경쟁에서 진 B는 도태되어 사라졌다. 따라서 혼합 배양했을 때 구간 I에서 경쟁배타원리가 적용되었다.

ㄷ. 혼합 배양했을 때 구간 II에서는 A와 B가 모두 서식하므로 A는 B와 군집을 이룬다.

항상성과 몸의 조절

1 자극에 대한 반응과 항상성

01 / 신경자극전도와 시냅스전달

개념 확인문제

125쪽

- 1 가지들기 2 축삭돌기 3 구심성뉴런

1 (1) A, 신경세포체 (2) C, 축삭돌기 (3) B, 가지돌기 2 (1) ×
(2) × (3) ○

- 1 (1) 뉴런에서 핵과 여러 세포소기관이 있는 부위는 신경세포체(A)이다.
(2) 뉴런에서 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달하는 부위는 축삭돌기(C)이다.
(3) 뉴런에서 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들이는 부위는 가지돌기(B)이다.

- 2 (1) 중추신경계에서 나온 신호를 반응기관으로 전달하는 뉴런은 반응기관에 연결된 원심성뉴런(C)이다.
(2) 뇌와 척수 같은 중추신경계를 구성하는 뉴런은 연합뉴런(B)이다.
(3) 감각기관에서 생성된 신호는 구심성뉴런을 통해 연합뉴런으로 전달되며, 연합뉴런은 구심성뉴런에서 온 정보를 통합하여 원심성뉴런으로 반응 명령을 내린다. 따라서 신호는 구심성뉴런(A) → 연합뉴런(B) → 원심성뉴런(C)으로 전달된다.

개념 확인문제

131쪽

- 1 신경자극 2 분극 3 탈분극 4 재분극 5 활동전위
6 도약전도 7 신경전달물질

1 (1) ㉠ Na⁺, ㉡ K⁺ (2) ㉠ 높고, ㉡ 높다 (3) 분극 2 (1) ○ (2) ×
(3) × 3 ㉠ B, ㉡ A, ㉢ C 4 (1) 시냅스소포 (2) ㉠ A, ㉡ B

- 1 (1) 휴지 상태일 때의 뉴런에서는 Na⁺-K⁺펌프가 ATP를 소모하여 Na⁺을 세포 밖으로, K⁺을 세포 안으로 이동시킨다.
(2) Na⁺의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높고, K⁺의 농도는 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높다.

(3) 휴지 상태일 때 세포막 안팎의 불균등한 이온 분포와 이온에 대한 투과도 차이 때문에 상대적으로 세포막 안쪽은 음(-)전하를, 바깥쪽은 양(+전하)를 띠며, 이 상태를 분극이라고 한다.

2 (1) 활동전위는 휴지 상태의 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 세포막에 있는 이온 통로를 통해 이온이 확산하는 정도가 달라지면서 나타나는 급격한 막전위 변화이다.

(2) 활동전위 발생 과정에서의 탈분극은 Na⁺통로가 열려 Na⁺이 세포 밖에서 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 것이다.

(3) 재분극은 Na⁺통로가 닫혀 Na⁺이 세포 안으로 들어오지 못하고, 대부분의 K⁺통로가 열리면서 K⁺이 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 것이다.

3 활동전위는 막전위가 급격히 상승했다가 하강하여 휴지전위로 돌아가는 막전위의 변화이며, 축삭돌기를 따라 활동전위가 연속적으로 발생하여 신경자극전도가 일어난다. A 지점에 역치 이상의 자극을 주었으므로 A, B, C 순으로 활동전위가 시간 차를 두고 발생한다. (나)에서 활동전위가 발생한 순서는 ㉡, ㉠, ㉢이다. 따라서 ㉠은 B에서 측정된 막전위 변화, ㉡은 A에서 측정된 막전위 변화, ㉢은 C에서 측정된 막전위 변화이다.

4 (1) 시냅스전뉴런(A)의 축삭돌기 말단 부위에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 있다.

(2) 신경자극이 시냅스전뉴런(A)의 축삭돌기 말단에 도달하면 시냅스소포에서 신경전달물질이 시냅스틈으로 방출되며, 방출된 신경전달물질이 시냅스후뉴런(B)의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 이온 통로가 열려 시냅스후뉴런(B)이 탈분극되면서 신호가 전달된다. 따라서 시냅스전달은 시냅스전뉴런(A)에서 시냅스후뉴런(B)으로 일어난다.

완자쌤 비법특강

132쪽

Q1 ㉠ 탈분극, ㉡ 재분극

Q2 탈분극: Na⁺통로, 재분극: K⁺통로

Q1 휴지 상태의 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 분극 → 탈분극 → 재분극 → 분극이 순차적으로 나타난다.

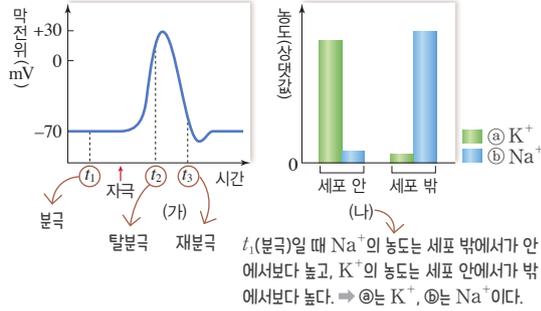
Q2 탈분극은 Na⁺통로가 열려 Na⁺이 세포 밖에서 안으로 확산되어 들어와 막전위가 상승하는 것이고, 재분극은 대부분의 K⁺통로가 열려 K⁺이 세포 안에서 밖으로 확산되어 나가면서 막전위가 하강하는 것이다.

대표자료분석 1

133쪽

- 1 ㉠ K⁺, ㉡ Na⁺ 2 t₁: 분극, t₂: 탈분극, t₃: 재분극 3 (1) -70 (2) ㉡ (3) 높다 (4) ㉠ Na⁺, ㉡ K⁺ 4 (1) t₃ (2) t₂ (3) t₁
5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×

꼼꼼 문제 분석



- t₁일 때 Na⁺과 K⁺의 불균등 분포에는 Na⁺-K⁺펌프가 관여하며, Na⁺-K⁺펌프를 통해 Na⁺이 세포 안에서 밖으로 이동하고, K⁺이 세포 밖에서 안으로 이동한다. 그 결과 K⁺의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높고, Na⁺의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다. 따라서 ㉠은 K⁺, ㉡은 Na⁺이다.
- t₁일 때는 자극을 받기 전이므로 분극 상태이고, t₂일 때는 막전위가 상승하고 있는 시점이므로 탈분극 상태이며, t₃일 때는 막전위가 하강하고 있는 시점이므로 재분극 상태이다.
- (1) 휴지전위는 자극을 받기 전 분극 상태일 때의 막전위이므로 -70 mV이다.
(2) t₁일 때 Na⁺-K⁺펌프를 통해 Na⁺(㉡)이 세포 안에서 밖으로, K⁺(㉠)이 세포 밖에서 안으로 이동한다.
(3) Na⁺(㉡)의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높다.
(4) t₃일 때 Na⁺통로는 닫혀 있고 K⁺통로가 열려 있어 K⁺이 세포 안에서 밖으로 이동한다.
- (1) 대부분의 K⁺통로가 열려 있어 K⁺이 세포 안에서 밖으로 확산하는 시점은 t₃일 때이다.
(2) t₂일 때 Na⁺이 세포 안으로 들어와 상대적으로 세포막 안쪽은 양(+)전하를, 세포막 바깥쪽은 음(-)전하를 띤다.
(3) Na⁺-K⁺펌프에 의해 세포막을 경계로 K⁺(㉠)과 Na⁺(㉡)이 불균등하게 분포하여 분극 상태인 시점은 t₁일 때이다.
- (1) t₁일 때는 분극 상태이며, 분극 상태일 때는 Na⁺-K⁺펌프에 의해 세포막을 통한 이온의 이동이 일어난다.

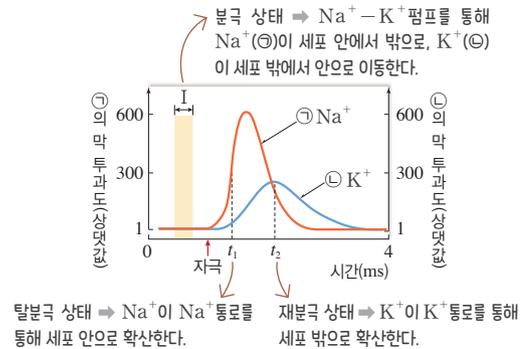
- t₂일 때는 열려 있는 Na⁺통로를 통해 Na⁺(㉡)이 세포 밖에서 안으로 이동하는 탈분극 상태이다.
- t₃일 때 열려 있는 K⁺통로를 통해 K⁺(㉠)이 세포 안에서 밖으로 이동한다.
- Na⁺통로와 K⁺통로를 통해서는 에너지의 사용 없이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이온이 이동하며, Na⁺-K⁺펌프를 통해서는 ATP를 소모하며 이온이 이동한다.

대표자료분석 2

134쪽

- 1 ㉠ Na⁺, ㉡ K⁺ 2 (1) t₁ (2) t₂ (3) t₁ 3 (1) 높다 (2) 작다 (3) 발생하지 않는다 (4) 사용되지 않는다 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

꼼꼼 문제 분석



- 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 Na⁺의 막 투과도가 증가하면서 탈분극이, K⁺의 막 투과도가 증가하면서 재분극이 일어난다. 따라서 ㉠은 Na⁺, ㉡은 K⁺이다.
- (1) 탈분극은 Na⁺(㉠)의 막 투과도가 높아지는 시점에서 일어나므로, P에서 탈분극이 일어나고 있는 시점은 t₁일 때이다.
(2) K⁺(㉡)의 막 투과도가 높은 시점(t₂)에서 대부분의 K⁺통로가 열려 있어 K⁺이 세포 안에서 밖으로 확산한다.
(3) Na⁺(㉠)의 막 투과도가 높은 시점(t₁)에서 Na⁺이 Na⁺통로를 통해 세포 밖에서 안으로 확산한다.
- (1) ㉠이 Na⁺이므로, Na⁺의 막 투과도는 t₁일 때가 t₂일 때보다 높다.
(2) Na⁺(㉠)의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높다. 따라서 t₁일 때 Na⁺(㉠)의 $\frac{\text{세포 안의 농도}}{\text{세포 밖의 농도}}$ 는 1보다 작다.

(3) Na⁺통로를 통한 Na⁺(㉠)의 이동을 차단하면 역시 이상의 자극을 주었을 때 Na⁺(㉠)의 막 투과도가 증가하지 않아 활동전위가 발생하지 않는다.

(4) 이온 통로를 통한 K⁺(㉡)의 이동은 확산에 의한 것이며, 확산에는 ATP가 소모되지 않는다.

4 (1) t₁일 때는 Na⁺(㉠)의 막 투과도가 높아지고 있는 상태로 탈분극이 일어나고 있다.

(2) K⁺(㉡)의 농도는 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높다.

(3) 구간 I은 분극 상태이며, Na⁺-K⁺펌프를 통해 Na⁺(㉠)이 세포 안에서 밖으로, K⁺(㉡)이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

(4) K⁺(㉡)의 막 투과도는 t₁일 때가 t₂일 때보다 작고 Na⁺(㉠)의 막 투과도는 t₁일 때가 t₂일 때보다 크다. 따라서

$\frac{K^+(㉡)의 막 투과도}{Na^+(㉠)의 막 투과도}$ 는 t₁일 때가 t₂일 때보다 작다.

대표 자료 분석 3

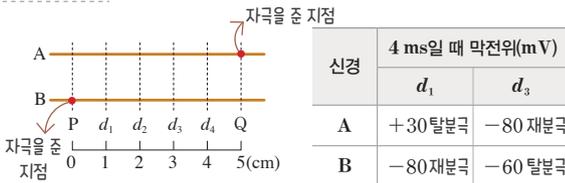
135쪽

1 ㉠ 3 ms, ㉡ 1 ms, ㉢ 2 ms, ㉣ 1 ms, ㉤ 1 ms, ㉥ 3 ms

2 A: Q, B: P 3 A: 2 cm/ms, B: 1 cm/ms 4 (1) 탈분극

(2) 재분극 (3) Na⁺통로 (4) Na⁺ 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ×

꼼꼼 문제 분석



A: • d₁의 막전위가 +30 mV이고 d₃의 막전위가 -80 mV로 d₃의 막전위 변화가 더 진행되었으므로 d₃과 가까운 Q가 자극을 준 지점이다.

• d₃에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이므로 Q에서 d₃까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1(=4-3) ms이다.

• A에서 신경자극전도 속도는

$$\frac{Q에서 d_3까지의 거리}{신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간} = \frac{2 \text{ cm}}{1 \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$$

이다.

B: • A에서 자극을 준 지점이 Q이므로 B에서 자극을 준 지점은 P이다.

• d₁에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이므로 P에서 d₁까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1(=4-3) ms이다.

• B에서 신경자극전도 속도는

$$\frac{P에서 d_1까지의 거리}{신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간} = \frac{1 \text{ cm}}{1 \text{ ms}} = 1 \text{ cm/ms}$$

이다.

1 A의 한 지점에 역시 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때, d₁에서 막전위가 +30 mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms이고 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms(㉢)이며, d₃에서 막전위가 -80 mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms(㉣)이고 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms(㉤)이다. B의 한 지점에 역시 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때, d₁에서 막전위가 -80 mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이고 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms(㉥)이며, d₃에서 막전위가 -60 mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 1 ms(㉦)이고 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 3 ms(㉧)이다.

2 활동전위 발생 시 막전위 변화는 탈분극 → 재분극 → 과분극 순으로 일어난다. A의 한 지점에 역시 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때, d₃에서 막전위가 -80 mV(과분극)이고, d₁에서 막전위가 +30 mV(탈분극)이므로 A에 자극을 준 지점은 Q이다. B의 한 지점에 역시 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때, d₁에서 막전위가 -80 mV(과분극)이고, d₃에서 막전위가 -60 mV(탈분극)이므로 B에 자극을 준 지점은 P이다.

3 각 지점으로 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 전체 경과된 시간 4 ms에서 막전위 변화가 진행된 시간을 뺀 시간이다. A의 d₃에서 막전위가 -80 mV가 되는 데 걸린 시간은 3 ms이므로 Q에서 d₃까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1(=4-3) ms이다. 따라서 A에서 신경자극전도 속도는

$$\frac{Q에서 d_3까지의 거리}{신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간} = \frac{2 \text{ cm}}{1 \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$$

이다.

B의 P에서 d₁까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간이 1 ms이므로, B에서 신경자극전도 속도는

$$\frac{P에서 d_1까지의 거리}{신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간} = \frac{1 \text{ cm}}{1 \text{ ms}} = 1 \text{ cm/ms}$$

이다.

4 (1) ㉠가 4 ms일 때 A의 d₁에서 막전위가 +30 mV이므로 탈분극이 일어나고 있다.

(2) ㉠가 4 ms일 때 A의 d₃에서 막전위는 -80 mV이므로 재분극이 일어나고 있다.

(3) ㉠가 4 ms일 때 B의 d₁에서 막전위는 -80 mV이므로 재분극이 일어나고 있으며 Na⁺통로는 닫혀 있다.

(4) B에서 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이므로 ㉠가 4 ms일 때 B의 d₃에서 막전위 변화가 진행된 시간은 1(=4-3) ms이고, d₃에서 막전위가 -60 mV이다. 따라서 B의 d₃에서 Na⁺이 세포 밖에서 안으로 들어와 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.

- 5 (1) A의 Q에서 d_2 까지의 거리는 3 cm이므로, ㉠가 4 ms일 때 A의 Q에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1.5 ms이고, d_2 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 $2.5(=4-1.5)$ ms이다. 따라서 ㉠가 4 ms일 때 A의 d_2 에서는 재분극이 일어나고 있으며, 재분극이 일어날 때 Na^+ 통로는 닫혀 있다.
- (2) ㉠가 3 ms일 때 A의 Q에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 0.5 ms이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 $2.5(=3-0.5)$ ms이다. 따라서 A의 d_4 에서의 막전위는 0 mV로 재분극이 일어나고 있어 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동한다.
- (3) A의 Q에서 d_3 까지의 거리는 2 cm이므로, ㉠가 3 ms일 때 A의 Q에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms이고, d_3 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 $2(=3-1)$ ms이다. 따라서 A의 d_3 에서의 막전위는 +30 mV이다.
- B의 P에서 d_1 까지의 거리는 1 cm이므로, ㉠가 3 ms일 때 B의 P에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms이고, d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 $2(=3-1)$ ms이다. 따라서 B의 d_1 에서의 막전위도 +30 mV이다.
- (4) ㉠가 5 ms일 때 A의 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 $3(=5-2)$ ms이므로 d_1 에서 막전위는 -80 mV이다. 따라서 A의 d_1 에서 재분극이 일어나고 있다.
- (5) ㉠가 5 ms일 때 B의 P에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 4 ms이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 $1(=5-4)$ ms이다. 따라서 B의 d_4 에서의 막전위는 -60 mV이다.

대표 자료 분석 4

136쪽

- 1 C, D 2 ㉠ 시냅스소포, ㉡ 신경전달물질 3 (1) ㉠ 말이집신경, ㉡ 민말이집신경 (2) B → D (3) ㉡ → ㉠ (4) 시냅스후뉴런
4 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ (7) × (8) ×

- 1 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런 방향으로만 일어난다. 따라서 B에서 A로 신경자극이 전달되지 않으며, B에서 각각 C와 D로 신경자극이 전달된다.
- 2 ㉠는 축삭돌기 말단에 있는 시냅스소포이고, ㉡는 시냅스소포에서 방출된 신경전달물질이다.
- 3 (1) (가)에서 A는 말이집이 있으므로 말이집신경, B는 말이집이 없으므로 민말이집신경이다.
(2) 시냅스전뉴런(B)의 축삭돌기 말단에서 방출된 신경전달물질에 의해 시냅스후뉴런(D)이 탈분극된다. 따라서 신호 전달 방향은 B → D이다.

- (3) (나)에서 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단(㉢)에 있는 시냅스소포에서 신경전달물질(㉣)이 시냅스틈으로 방출된다. 시냅스틈으로 방출된 신경전달물질(㉣)은 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 수용체와 결합하여 이온 통로를 열리게 한다. 그 결과 Na^+ 이 시냅스후뉴런의 세포막 안으로 들어와 시냅스후뉴런이 탈분극된다. 따라서 (나)에서 시냅스전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단(㉢)에서 시냅스후뉴런의 가지돌기(㉤) 방향으로 일어난다.
(4) 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기에 있다.

- 4 (1) A는 말이집신경으로, 말이집이 없는 랭비에결절이 있다. 도약전도는 랭비에결절이 있는 말이집신경(A)에서 일어난다.
(2) 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 뉴런의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 뉴런의 신경세포체나 가지돌기에 있어 시냅스전달은 시냅스전뉴런(A)에서 시냅스후뉴런(B) 방향으로만 일어나며, 반대 방향으로는 일어나지 않는다.
(3) ㉠은 시냅스후뉴런의 가지돌기이므로 신경전달물질이 결합하는 수용체가 있다.
(4) 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단(㉢)에 시냅스소포(㉣)가 있으므로, ㉢은 B의 축삭돌기 말단이다.
(5) ㉣는 시냅스소포이며, 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단(㉢)의 세포막과 융합하여 신경전달물질을 방출한다.
(6) 신경전달물질(㉣)은 시냅스후뉴런의 가지돌기(㉤)의 세포막에 있는 수용체와 결합하여 이온 통로가 열리게 한다. 그 결과 Na^+ 이 시냅스후뉴런의 세포막 안으로 들어와 시냅스후뉴런이 탈분극된다.
(7) 각성제는 시냅스전달을 강화하여 각성을 일으킨다.
(8) ㉣는 신경전달물질이며, 시냅스후뉴런의 가지돌기(㉤)의 세포막에 있는 수용체와 결합하면 이온 통로가 열려 시냅스후뉴런이 탈분극된다. 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질은 시냅스전뉴런으로 재흡수되거나, 신경전달물질 분해효소에 의해 분해된다.

내신 만점문제

137쪽~140쪽

- 01 ④ 02 ⑤ 03 A: 구심성뉴런, B: 연합뉴런, C: 원심성뉴런
04 ① 05 해설 참조 06 ⑤ 07 ② 08 ① 09 ④
10 해설 참조 11 ④ 12 ③ 13 ④ 14 ㄷ 15 ④
16 ③

01 ①, ⑤ A는 가지돌기, B는 신경세포체, C는 축삭돌기, D는 랑비에결절, E는 말이집이다.

② 신경세포체(B)에는 핵을 비롯한 세포소기관이 있으며, 뉴런의 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 생성한다.

③ 축삭돌기(C)에 말이집이 있으므로, 축삭돌기(C)에서는 도약전도가 일어난다.

바로알기 ④ 신경자극이 이동할 때 절연체 역할을 하는 부위는 말이집(E)이며, 랑비에결절(D)에서는 활동전위가 발생한다.

02 ㉠은 가지돌기, ㉡은 신경세포체, ㉢은 말이집이다.

ㄱ. 가지돌기(㉠)는 다른 뉴런에서 오는 신호를 받아들인다.

ㄴ. 신경세포체(㉡)에는 미토콘드리아가 있어 물질대사가 일어나 생명활동에 필요한 에너지를 생산한다.

ㄷ. 말이집(㉢)으로 싸여 있는 뉴런에서는 활동전위가 랑비에결절에서 다음 랑비에결절로 건너뛰어 발생하는 도약전도가 일어난다. 따라서 축삭돌기의 길이와 지름이 같은 경우 말이집(㉢)으로 싸여 있는 뉴런은 말이집(㉢)으로 싸여 있지 않은 뉴런보다 신경자극전도 속도가 빠르다.

03 A는 감각기관(피부)에서 받아들인 자극을 중추신경계에 전달하는 구심성뉴런, B는 중추신경계를 구성하는 연합뉴런, C는 중추신경계의 반응 명령을 반응기관(근육)으로 전달하는 원심성뉴런이다.

04 ㄱ. ㉠은 다른 뉴런에 신호를 전달하는 부위이므로, 축삭돌기 말단이다.

바로알기 ㄴ. 감각뉴런은 구심성뉴런(A)에 해당한다.

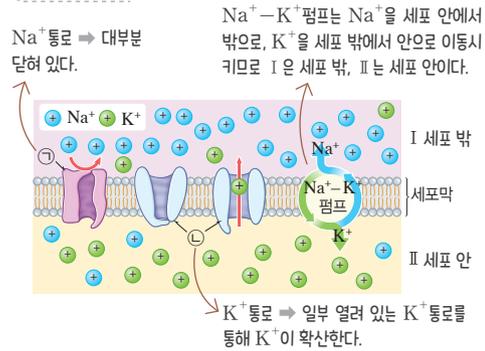
ㄷ. 신호는 구심성뉴런(A) → 연합뉴런(B) → 원심성뉴런(C)으로 전달된다.

05 막전위가 휴지전위일 때는 분극 상태이며, 세포막에 있는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로 내보내고 K^+ 을 세포 안으로 이동시킨다. 그 결과 K^+ 의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높고, Na^+ 의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다. 따라서 ㉠은 K^+ , ㉡은 Na^+ 이다. 이처럼 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 세포막을 경계로 한 이온의 불균등한 분포에 관여한다.

모범 답안 ㉠은 K^+ , ㉡은 Na^+ 이다. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 Na^+ 을 세포 밖으로 내보내고, K^+ 을 세포 안으로 이동시키기 때문이다.

채점 기준	배점
㉠과 ㉡을 옳게 쓰고, 그 까닭을 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프와 관련지어 옳게 서술한 경우	100 %
㉠과 ㉡만 옳게 쓴 경우	40 %

06 **꼼꼼 문제 분석**



① I은 세포 밖, II는 세포 안이다.

② ㉠은 Na^+ 통로, ㉡은 K^+ 통로이다.

③ 휴지전위는 분극 상태일 때의 막전위이다.

④ 휴지 상태일 때 일부 열려 있는 K^+ 통로(㉡)를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 확산한다.

바로알기 ⑤ 휴지 상태일 때 상대적으로 세포 안(II)은 음(-)전하를 띠고, 세포 밖(I)은 양(+전하)을 띤다.

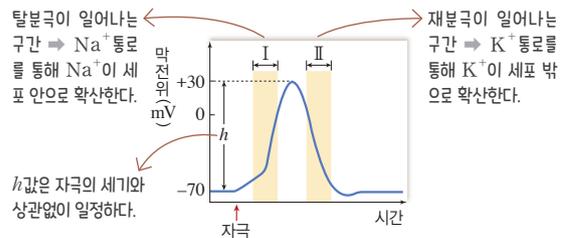
07 ① 구간 I은 분극 상태이며, $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포 안에서 밖으로, K^+ 은 세포 밖에서 안으로 이동한다.

③ t_1 일 때는 막전위가 상승하고 있는 시점이므로 탈분극이 일어나고 있다.

④, ⑤ t_2 일 때 막전위가 하강하는 재분극이 일어나고 있으며, 재분극 시 이온 통로를 통한 K^+ 의 확산이 일어난다. Na^+ 은 이온 통로를 통해 세포 안으로 확산하고, K^+ 은 이온 통로를 통해 세포 밖으로 확산한다. 따라서 ㉠은 K^+ 이며, t_2 일 때 (나)와 같은 이온의 이동이 일어난다.

바로알기 ② 막전위 변화와 상관없이 Na^+ 의 농도는 항상 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높다.

08 **꼼꼼 문제 분석**



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

바로알기 ㄱ. 구간 I에서는 열려 있는 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 확산하여 탈분극이 일어나고 있다.

ㄷ. 활동전위의 크기인 h 값은 자극의 세기와 상관없이 일정하다. 따라서 S보다 세기가 큰 자극을 주어도 h 값은 일정하다.

09 ㄱ. ㉠의 막 투과도가 높아지면 막전위가 하강하는 재분극이 일어나므로 ㉠은 K^+ 이다.

ㄷ. 뉴런에서 Na^+ 의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높고, K^+ 의 농도는 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높다. 따라서 $\frac{K^+ \text{의 농도}}{Na^+ \text{의 농도}}$ 는 세포 안에서가 밖에서보다 크다.

바로알기 ㄴ. t_1 일 때 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나는 것은 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 안으로 확산하기 때문이다.

10 탈분극일 때는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 들어오고, 재분극일 때는 Na^+ 통로가 닫혀 Na^+ 이 세포 안으로 들어오지 못하고, 대부분의 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 나간다. 분극 상태일 때는 활동전위 발생에 관여하는 Na^+ 통로와 K^+ 통로가 모두 닫혀 있다.

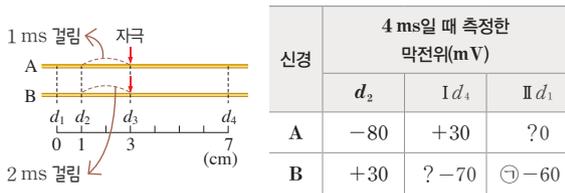
모범 답안 (1) I: 분극, II: 탈분극, III: 재분극
(2) III, 활동전위 발생 과정은 탈분극 → 재분극 순으로 일어나며, 분극 상태인 I은 신경자극이 전도되기 전이기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) I ~ III의 상태를 모두 옳게 쓴 경우	30 %
(2) III이라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	70 %
III이라고만 쓴 경우	30 %

11 ㄱ. X는 말이집이 없는 민말이집신경이다.
ㄷ. ㉠에서는 (나)와 같이 열린 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산하므로, 막전위가 상승하고 있다.

바로알기 ㄴ. 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산하므로, I은 세포 밖, II는 세포 안이다.

12 **꼼꼼 문제 분석**



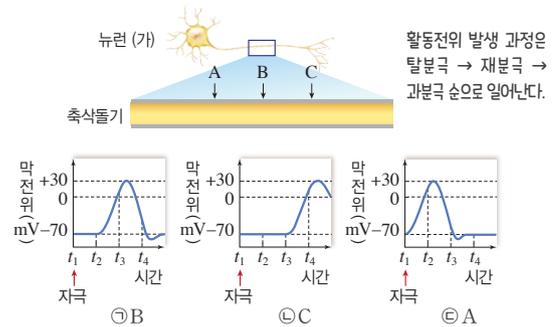
신경자극전도 속도는 $\frac{d_3 \text{에서 } d_2 \text{까지의 거리}}{d_3 \text{에서 } d_2 \text{까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간}}$ 로 구할 수 있다.
A의 신경자극전도 속도는 $\frac{2 \text{ cm}}{(4-3) \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$ 이고,
B의 신경자극전도 속도는 $\frac{2 \text{ cm}}{(4-2) \text{ ms}} = 1 \text{ cm/ms}$ 이다.

각 지점으로 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 자극을 준 후 경과된 시간 4 ms에서 막전위 변화가 진행된 시간을 뺀 시간이다. ㉠이 4 ms일 때 A의 d_2 에서 막전위가 -80 mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms로, d_3 에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1(=4-3) ms이다. 따라서 A의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다. A의 d_3 에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1.5 ms이므로, A의 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2.5(=4-1.5) ms이다. 따라서 A의 d_1 에서 막전위는 0 mV이다. A의 d_3 에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2 ms이므로, A의 d_4 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2(=4-2) ms이다. 따라서 A의 d_4 에서 막전위는 +30 mV이다. I은 d_4 , II는 d_1 이다.

ㄱ, ㄷ. B의 d_2 에서 막전위가 +30 mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms로, d_3 에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2(=4-2) ms이다. 따라서 B의 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이다. B의 d_3 에서 d_1 (II)까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 3 ms이므로, B의 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 1(=4-3) ms이다. 따라서 B의 d_1 (II)에서 막전위는 -60(㉡) mV이다.

바로알기 ㄴ. ㉠이 4 ms일 때 A의 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2.5(=4-1.5) ms이므로 막전위는 0 mV이며, 막전위가 하강하는 시점이므로 재분극이 일어나고 있다.

13 **꼼꼼 문제 분석**



막전위가 +30 mV가 되는 시점은 ㉠에서 t_3 과 t_4 사이, ㉡에서 t_4 이후, ㉢에서 t_2 와 t_3 사이이다. → ㉠은 B에서 측정된 막전위 변화, ㉡은 C에서 측정된 막전위 변화, ㉢은 A에서의 측정된 막전위 변화이다.

ㄱ. A에서의 막전위 변화는 ㉢이며, t_2 일 때는 막전위가 상승하는 시점이므로 탈분극이 일어나고 있다.

ㄷ. B에서의 막전위 변화는 ㉠이며, t_4 일 때 막전위가 하강하는 재분극이 일어나고 있다. 재분극 시 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 확산이 일어난다.

바로알기 ㄴ. ㉠은 B에서 측정된 막전위 변화, ㉡은 C에서 측정된 막전위 변화, ㉢은 A에서 측정된 막전위 변화이다.

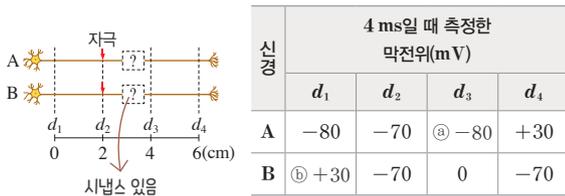
14 ㉠과 B는 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단, ㉡과 A는 시냅스후뉴런의 가지돌기이며, ㉢는 신경전달물질이다.

ㄷ. 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단(㉠, B)에서 신경전달물질(㉢)이 방출되고, 시냅스후뉴런의 가지돌기(㉡, A)에 신경전달물질(㉢)의 수용체가 있다. 따라서 시냅스전달은 B → A로 일어난다.

바로알기 ㄱ. 시냅스틈으로 방출된 신경전달물질(㉢)은 시냅스후뉴런의 가지돌기(㉡, A)의 세포막에 있는 수용체와 결합하여 이온 통로가 열리도록 한다. 그 결과 Na^+ 의 막 투과도를 증가시켜 시냅스후뉴런을 탈분극시킨다.

ㄴ. 시냅스후뉴런의 가지돌기(㉡, A)의 세포막에 신경전달물질(㉢)의 수용체가 있다.

15 **꼼꼼 문제 분석**



- B의 d_2 와 d_3 사이에 시냅스가 없다면 d_3 에서의 막전위는 +30 mV이어야 한다. → B의 d_2 와 d_3 사이에 시냅스가 있다.
- A의 d_2 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms이므로 d_3 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이다. → d_3 에서 막전위는 -80 mV이다.
- B의 d_2 에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms이므로 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms이다. → d_1 에서 막전위는 +30 mV이다.

① B의 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이므로 B에 시냅스가 없다면 B의 d_2 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms이다. ㉠이 4 ms일 때 d_3 에서의 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms이므로 막전위는 +30 mV이어야 한다. 그러나 d_3 에서의 막전위는 0 mV로 막전위 변화가 진행된 시간이 2 ms보다 짧다. 따라서 B에 시냅스가 있다.

② A의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이므로 d_2 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms이다. 따라서 ㉠이 4 ms일 때 A의 d_3 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이므로, d_3 에서의 막전위는 -80(㉢) mV이다. B의 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이므로 d_2 에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms이다. 따라서 ㉠이 4 ms일 때 B의 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms이므로, d_1 에서의 막전위는 +30(㉢) mV이다.

③ A의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이므로 d_2 에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms이다. 따라서 ㉠이

3 ms일 때 A의 d_4 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 1 ms이므로, A의 d_4 에서 막전위는 -50 mV이다.

⑤ B의 d_2 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되고 시냅스전달되는 데 걸리는 시간은 2.5 ms이다. 따라서 ㉠이 5 ms일 때 B의 d_3 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2.5 ms이므로, B의 d_3 에서 막전위는 0 mV로 재분극이 일어나고 있다.

바로알기 ④ ㉠이 4 ms일 때 B의 d_3 에서의 막전위는 0 mV로, 이는 막전위 변화가 진행된 시간이 1.5 ms일 때 또는 2.5 ms일 때이다. B의 신경자극속도가 2 cm/ms이고 시냅스전달은 신경자극전도보다 속도가 느리므로, 막전위 변화가 진행된 시간은 더 짧은 1.5 ms이며, d_3 에서는 탈분극이 일어나고 있다.

16 시냅스전달에 영향을 미치는 약물은 각성제, 환각제, 진정제로 구분한다.

ㄱ. 각성제는 시냅스전달을 강화하여 각성을 일으킨다.

ㄴ. 진정제는 시냅스전달을 억제하여 진정 효과를 나타낸다.

바로알기 ㄷ. 카페인은 각성제의 한 종류이다.

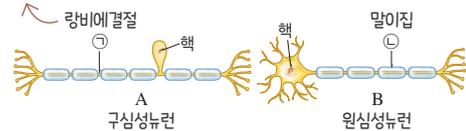
실력 UP 문제

141쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ④

01 **꼼꼼 문제 분석**

Na^+ 통로와 K^+ 통로가 밀집되어 있는 랭비에결절에서만 활동전위가 발생한다.



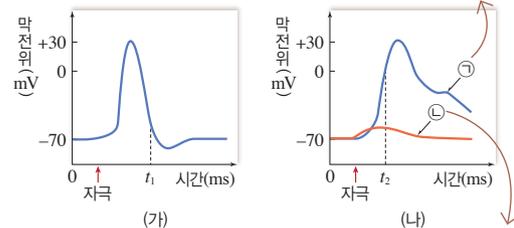
ㄷ. 단위 면적당 Na^+ 통로의 수는 랭비에결절(㉠)에서가 말아집(㉡)에서보다 많다.

바로알기 ㄱ. A는 신경세포체가 축삭돌기 한쪽 옆에 있는 구심성 뉴런이고, B가 원심성 뉴런이다.

ㄴ. 뇌와 척수 같은 중추신경계를 구성하는 것은 연합뉴런이다.

02 **꼼꼼 문제 분석**

Y(이온 통로를 통한 K^+ 의 이동 억제)를 처리한 것



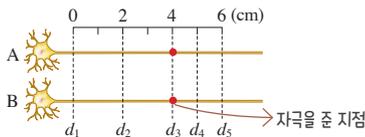
X(이온 통로를 통한 Na^+ 의 이동 억제)를 처리한 것

ㄱ. K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동을 억제하는 물질(Y)을 처리하고 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 탈분극과 활동전위는 정상적으로 발생되지만, K^+ 의 이동에 의해 막전위가 하강하는 재분극이 일어나는 데 시간이 오래 걸린다. 따라서 ㉠은 Y를 처리한 것이다. Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동을 억제하는 물질(X)을 처리하고 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 활동전위가 발생하지 않는다. 따라서 ㉡은 X를 처리한 것이다.

ㄷ. (나)에서 Na^+ 의 이동을 억제한 물질을 처리한 것은 ㉢이므로, t_2 일 때 Na^+ 의 막 투과도는 ㉠에서가 ㉢에서보다 크다.

바로알기 ㄴ. 막전위 변화와 상관없이 K^+ 의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높다. 따라서 K^+ 의 $\frac{\text{세포 안의 농도}}{\text{세포 밖의 농도}}$ 는 1보다 크다.

03 품공 문제 분석



신경	4 ms일 때 측정된 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
A	-70	+30	-70	-80	?+30
B	㉢+30	?-80	?-70	?	-80

- 막전위가 -70 mV 인 d_1 과 d_3 중 하나가 자극을 준 지점인데, d_1 이 자극을 준 지점일 경우 d_4 의 막전위가 -70 mV 이어야 하는데, -80 mV 이다. \Rightarrow 자극을 준 지점은 d_3 이다.
- B의 d_3 에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms 이므로 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms 이다. $\Rightarrow d_1$ 에서 막전위는 $+30\text{ mV}$ 이다.

ㄴ. B의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms 이므로 B의 d_3 에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms 이다. 따라서 ㉠이 4 ms 일 때 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms 이므로 d_1 에서의 막전위는 $+30$ (㉢) mV이다.

ㄷ. A의 d_3 에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1 ms 이므로 ㉠이 3 ms 일 때 d_4 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2 ms 이다. 따라서 A의 d_4 에서 막전위는 $+30\text{ mV}$ 이다. B의 d_3 에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 0.5 ms 이므로 ㉠이 3 ms 일 때 d_4 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 2.5 ms 이다. 따라서 B의 d_4 에서 막전위는 0 mV 이다.

바로알기 ㄱ. ㉠이 4 ms 일 때 d_1 과 d_3 에서 A의 막전위가 -70 mV 이므로 자극을 준 지점은 d_1 과 d_3 중 하나이다. d_1 이 자극을 준 지점이라면 막전위는 d_2 에서 $+30\text{ mV}$, $d_3\sim d_5$ 에서 -70 mV 이므로 조건에 맞지 않다. 따라서 자극을 준 지점은 d_3 이다.

02 / 신경계의 구조와 기능

개념 확인문제

145쪽

- ① 중추신경계 ② 말초신경계 ③ 사이뇌 ④ 중간뇌 ⑤ 숨골
⑥ 척수

- 1 A: 대뇌, B: 중간뇌, C: 사이뇌, D: 소뇌, E: 다리뇌, F: 숨골
2 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) × (7) ○ 3 ㉠ 회색질, ㉡ 백색질, ㉢ 결질 4 (1) A, 결질 (2) B, 속질 (3) D, 전근 (4) C, 후근
5 척수

1 A는 대뇌, B는 중간뇌, C는 사이뇌, D는 소뇌, E는 다리뇌, F는 숨골이다.

2 (3) 뇌줄기에는 중간뇌(B), 다리뇌(E), 숨골(F)이 포함된다. (5) 자율신경과 내분비계의 조절 중추로, 체온, 삼투압 등의 항상성 유지에 관여하는 것은 사이뇌(C)이다. 소뇌(D)는 대뇌와 함께 수의운동을 조절한다.

(6) 심장박동, 호흡운동, 소화운동을 조절하는 중추는 숨골(F)이다. 다리뇌(E)는 대뇌와 소뇌 사이에서 정보를 전달한다.

3 대뇌에서 바깥쪽의 결질은 회색질이고, 안쪽의 속질은 백색질이며, 대뇌의 정신 활동은 대부분 결질에서 일어난다.

4 (1), (2) A는 결질로 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 흰색으로 보이는 백색질이고, B는 속질로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색으로 보이는 회색질이다.

(3), (4) C는 척수의 등 쪽에 배열된 감각신경 다발인 후근이고, D는 척수의 배 쪽에 배열된 운동신경 다발인 전근이다.

5 회피반사는 날카로운 것에 찔리거나 뜨거운 것에 닿는 것과 같이 강한 피부 자극을 받았을 때 무의식적으로 팔다리를 움직이는 현상이며, 회피반사의 중추는 척수이다.

개념 확인문제

148쪽

- ① 중추신경계 ② 대뇌 ③ 자율 ④ 짧 ⑤ 길 ⑥ 길항작용
⑦ 노르에피네프린 ⑧ 아세틸콜린

- 1 ㄱ, ㄷ 2 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 3 아세틸콜린 4 (1) A: 숨골, C: 척수 (2) ㉠ 아세틸콜린, ㉡ 억제, ㉢ 노르에피네프린, ㉣ 촉진 5 ㉠ 확장, ㉡ 억제, ㉢ 수축, ㉣ 촉진

1 나. 말초신경계는 뇌신경 12쌍과 척수신경 31쌍으로 이루어진다.

다. 자율신경계가 교감신경과 부교감신경으로 구성되며, 체성신경계의 운동신경은 골격근의 반응을 조절한다.

2 (2) 체성신경계의 운동신경은 중추에서 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결된다. 중추에서 나와 반응기관에 이르기까지 2개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 형성하는 것은 자율신경계이다.

(3) 체성신경계의 운동신경과 자율신경계는 모두 원심성신경에 속한다.

3 체성신경계의 운동신경 말단에서 분비되는 신경전달물질은 아세틸콜린이며, 이 물질이 골격근을 이루는 세포에 전달되어 근 육수축이 일어난다.

4 A와 B는 부교감신경을 구성하는 뉴런이고, C와 D는 교감신경을 구성하는 뉴런이다.

(1) 심장에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런(A)의 신경세포체는 숨골에 있고, 심장에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런(C)의 신경세포체는 척수에 있다.

(2) 심장에 연결된 부교감신경의 신경절이후 뉴런(B)의 말단에서 아세틸콜린이 분비되면 심장박동은 억제되고, 교감신경의 신경절이후 뉴런(D)의 말단에서 노르에피네프린이 분비되면 심장박동은 촉진된다.

5 교감신경이 흥분하면 숨관가지가 확장되고 소화관운동이 억제되며, 부교감신경이 흥분하면 숨관가지가 수축되고 소화관운동이 촉진된다.

대표자료분석 1

149쪽

- 1 A: 대뇌, B: 사이뇌, C: 소뇌, D: 중간뇌, E: 다리뇌, F: 숨골
 2 D, E, F 3 C 4 B 5 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ (6) × (7) × (8) × (9) ○

1 A는 뇌 질량의 약 80%를 차지하는 대뇌, B는 대뇌와 중간뇌 사이에 있는 사이뇌, C는 대뇌의 뒤쪽 아래에 있는 소뇌, D는 사이뇌 아래에 있는 중간뇌, E는 중간뇌와 숨골 사이에 있는 다리뇌, F는 다리뇌와 척수 사이에 있는 숨골이다.

2 뇌줄기에 해당하는 부위는 중간뇌(D), 다리뇌(E), 숨골(F)이다.

3 평형기관에서 받아들인 정보에 따라 몸의 평형을 유지하는데 관여하는 부위는 소뇌(C)이다.

4 자율신경과 내분비계의 조절 중추로 항상성 유지에 관여하는 부위는 사이뇌(B)의 시상하부이다.

5 (1) 대뇌(A)의 겉질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 있어 회색으로 보이는 회색질이고, 속질은 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 있어 흰색으로 보이는 백색질이다.

(2) 책을 읽고 그 내용을 필기하는 것은 정신 활동을 담당하고 수의운동을 조절하는 대뇌(A)의 조절을 받는 행동이다.

(3) 대뇌와 함께 수의운동을 조절하는 것은 소뇌(C)이다.

(6) 정신 활동은 대부분 대뇌(A)의 겉질에서 일어난다.

(7) 회피반사의 중추는 척수이다.

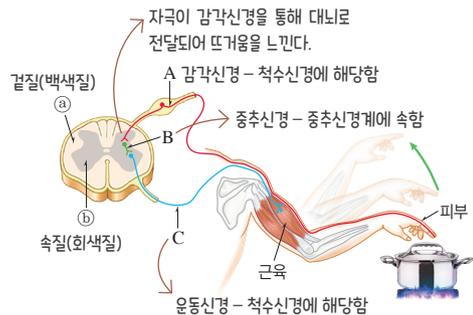
(8) 대뇌와 척수를 연결하는 신경의 대부분이 좌우 교차하는 곳은 숨골(F)이다.

대표자료분석 2

150쪽

- 1 척수 2 ㉞ 3 (1) ㉠ 감각신경, ㉡ 운동신경 (2) 속질
 (3) ㉠ ㉡, ㉢ ㉞ 4 ㉠ A, ㉢ B, ㉤ C 5 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) × (7) × (8) ○

꼭꼭 문제 분석



1 뜨거운 냄비에 손이 닿았을 때 손을 무의식적으로 떼는 반응은 회피반사이며, 회피반사의 중추는 척수이다.

2 감각신경(A)과 중추신경(B) 사이에, 중추신경(B)과 운동신경(C) 사이에 시냅스를 이루어 시냅스전달이 일어나는 곳은 척수의 속질(㉞)이다.

3 (1), (2) 감각기관에서 받아들인 정보를 전달하는 A는 감각 신경이고, 반응기관으로 정보를 전달하는 C는 운동신경이다. 감각신경(A)과 운동신경(C)을 연결하는 중추신경(B)은 척수의 속질에 있다.

(3) 곁질(㉓)은 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 있는 백색질이고, 속질(㉔)은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 있는 회색질이다.

4 뜨거운 냄비에 손이 닿았을 때 손을 무의식적으로 떼는 반응이 일어나기까지의 경로는 자극 → 감각기관(피부) → 감각신경(A) → 척수의 중추신경(B) → 운동신경(C) → 반응기관(근육) → 반응이다.

5 (1) 척수에서 뻗어 나온 말초신경인 감각신경(A)은 척수신경이다.

(4) B는 척수를 구성하는 중추신경계에 속하는 중추신경이며, 감각신경은 말초신경계에 속한다.

(5) C는 운동신경으로, C의 신경세포체는 척수의 속질에 있다.

(6) 이 반응의 중추는 척수이므로, 뇌줄기를 구성하지 않는다.

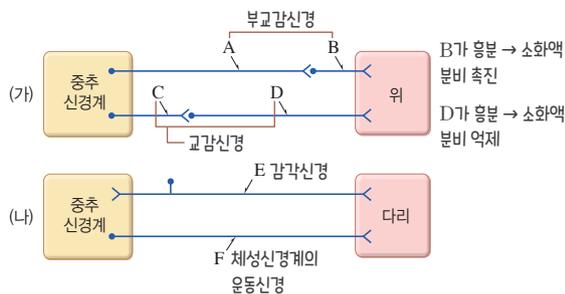
(7) 뜨거운 냄비에 의한 자극은 대뇌로도 전달되어 회피반사가 일어난 후 뜨거움을 느끼게 된다.

대표 자료 분석 3

151쪽

1 F 2 E 3 C, D 4 A: 아세틸콜린, B: 아세틸콜린, C: 아세틸콜린, D: 노르에피네프린 5 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × (6) × (7) × (8) ○ (9) ○

품평 문제 분석



1 A와 B는 위에 연결된 부교감신경, C와 D는 위에 연결된 교감신경, E는 다리에 연결된 감각신경, F는 다리에 연결된 체성신경계의 운동신경이다.

2 감각신경(E)이 구심성신경에 속한다.

3 자율신경계 중 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧고, 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길다. 따라서 교감신경을 구성하는 뉴런은 C와 D이다.

4 교감신경과 부교감신경의 신경절이전 뉴런(A, C)의 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비되며, 부교감신경의 신경절이후 뉴런(B)의 말단에서는 아세틸콜린이, 교감신경의 신경절이후 뉴런(D)의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

5 (2) A~D는 자율신경계에 속하지만, E는 감각신경, F는 체성신경계의 운동신경이다.

(4) 위에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런(C)의 신경세포체는 척수의 속질에 있다.

(5) C와 D는 교감신경을 이루는 뉴런이며, 길항작용은 교감신경과 부교감신경에서 나타난다.

(6) 교감신경의 신경절이후 뉴런(D)의 말단에서는 노르에피네프린이, 체성신경계의 운동신경(F)의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

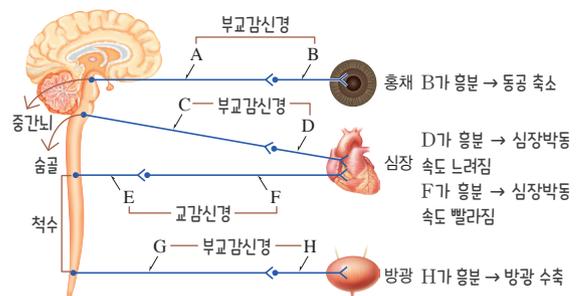
(7) E는 감각신경이며, 척수에서 감각신경 다발은 후근을 이룬다.

대표 자료 분석 4

152쪽

1 F 2 A: 중간뇌, C: 숨골 3 원심성뉴런 4 (1) 척수 (2) 부교감신경 (3) 수축 **5** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○ (6) ○ (7) ×

품평 문제 분석



1 A와 B는 홍채에 연결된 부교감신경, C와 D는 심장에 연결된 부교감신경, E와 F는 심장에 연결된 교감신경, G와 H는 방광에 연결된 부교감신경이다. 노르에피네프린은 교감신경의 신경절이후 뉴런(F)의 말단에서 분비된다.

2 흥체에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런(A)의 신경세포체는 중간뇌에 있고, 심장에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런(C)의 신경세포체는 숨골에 있다.

3 A~H는 모두 자율신경을 구성하는 뉴런이므로 원심성뉴런에 해당한다.

4 (1) 흥체에 연결된 부교감신경의 신경절이후 뉴런(B)이 흥분하면 동공이 축소된다.

(2) 심장에 연결된 신경절이전 뉴런(C)이 신경절이후 뉴런(D)보다 길므로, C와 D는 부교감신경을 구성하는 뉴런이다.

(3) 방광에 연결된 부교감신경의 신경절이후 뉴런(H)이 흥분하면 방광은 수축한다.

5 (3) 부교감신경은 심장박동을 억제하므로, 심장에 연결된 부교감신경의 신경절이후 뉴런(D)이 흥분하면 심장박동 속도가 느려진다.

(4) 심장에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런(E)의 신경세포체는 척수의 회색질에 있다.

(7) 교감신경과 방광에 연결된 부교감신경은 척수의 전근을 이룬다. G와 H는 방광에 연결된 부교감신경이므로 척수의 전근을 이룬다.

내신 만점문제 153쪽~156쪽

01 ㉓ 02 ㉑ 03 해설 참조 04 ㉒ 05 ㉕ 06 ㉔
 07 ㉕ 08 ㉑ 09 ㉓ 10 해설 참조 11 ㉓ 12 ㉕
 13 ㉓ 14 해설 참조 15 ㉔ 16 해설 참조 17 ㉑ 아세틸콜린, ㉒ 노르에피네프린 18 ㉓ 19 ㉔

01 ㉑. 사람의 신경계는 뇌와 척수로 구성된 중추신경계와 온몸에 퍼져 있는 말초신경계로 구분된다. 따라서 A는 중추신경계, B는 말초신경계이다.

㉒. 말초신경계(B)는 감각기관에서 받아들인 자극을 중추신경계에 전달하고, 중추신경계의 반응 명령을 근육, 분비샘 등의 반응 기관에 전달한다.

바로알기 ㉒. 뇌에 연결된 12쌍의 뇌신경과 척수에 연결된 31쌍의 척수신경으로 이루어진 것은 말초신경계(B)이다.

02 A는 대뇌, B는 중간뇌, C는 소뇌이다.

㉑. 대뇌(A)의 겉질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 있어 회색을 띠는 회색질이다.

바로알기 ㉒. B는 중간뇌이며, 시상하부는 사이뇌에 존재한다.

㉒. 언어, 기억, 상상, 판단, 감정, 학습 등의 고등 정신 활동은 대뇌(A)가 담당한다.

03 (가)는 중간뇌이다. 중간뇌는 안구운동과 흥체운동을 조절하며, 동공반사의 중추이다.

모범 답안 중간뇌, 중간뇌(가)는 흥체운동을 조절하며 동공반사의 중추이다. 따라서 중간뇌(가)가 손상되면 눈에 빛을 비추어도 흥체운동이 일어나지 않아 동공의 크기가 변하지 않는다.

채점 기준	배점
중간뇌를 쓰고, (가)의 손상으로 ㉑과 같은 증상이 나타나는 까닭을 중간뇌의 기능과 관련지어 옮겨 서술한 경우	100 %
중간뇌를 썼지만, (가)의 손상으로 ㉑과 같은 증상이 나타나는 까닭을 틀리게 서술한 경우	40 %

04 ㉒. 대뇌와 함께 수의운동을 조절하는 A는 소뇌이고, 항상성 유지에 관여하는 B는 사이뇌이며, C는 다리뇌이다.

바로알기 ㉑. A는 소뇌이며, 호흡운동을 조절하는 중추는 숨골이다.

㉒. C는 대뇌와 소뇌 사이에서 정보를 전달하는 다리뇌이며, 재채기 반사의 중추는 숨골이다.

05 품평 문제 분석

구조	특징	㉑-다리뇌, 숨골의 특징			특징(㉑~㉒)
		㉑	㉒	㉓	
대뇌 A		?○	×	×	• 뇌졸기에 속한다. • 중추신경계에 속한다. • 대뇌와 척수를 연결하는 신경의 대부분이 교차한다.
숨골 B		○	?○	?○	
다리뇌 C		?○	×	○	

(○: 있음, ×: 없음) ㉑-숨골의 특징 (나)

A는 대뇌, B는 숨골, C는 다리뇌이다.

㉑. 대뇌(A)의 표면은 주름이 많아 표면적이 넓다.

㉒. ㉑은 '중추신경계에 속한다.', ㉒은 '대뇌와 척수를 연결하는 신경의 대부분이 교차한다.', ㉓은 '뇌졸기에 속한다.'이다.

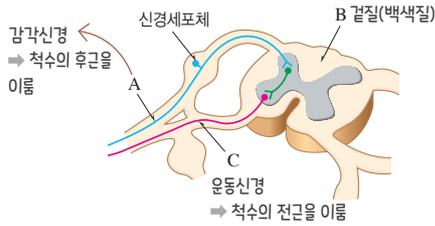
㉒. 숨골(B)은 심장박동을 조절하는 중추이다.

06 ㉒. (가)에서 단어를 듣거나 볼 때, 말하거나 생각할 때 대뇌겉질이 활성화되는 부위가 각기 다른 것을 알 수 있다. 이를 통해 대뇌겉질은 위치별로 기능이 분업화되어 있음을 알 수 있다

바로알기 ㉑. 대뇌겉질은 시냅스가 모여 있어 몸의 각 부위에서 들어온 자극을 통합하며, 정신 활동을 담당하는 부위이다.

㉒. (가)에서 소리를 들을 때 활성화된 부위가 관자엽이므로 청각을 감지하는 감각영은 관자엽에 있음을 알 수 있다.

07 — **꼼꼼 문제 분석**

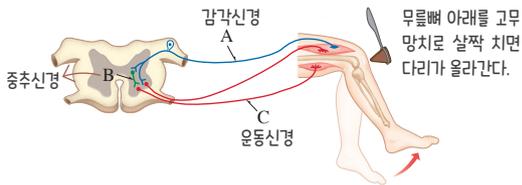


- ㄱ. A는 감각신경으로 후근을 이룬다.
- ㄴ. B는 척수의 결질로 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 흰색을 띠는 백색질이다.
- ㄷ. C는 운동신경으로 전근을 이룬다.

- 08** ② A는 감각신경, B는 중추신경, C는 운동신경이다.
- ③ 뜨거운 냄비에 손이 닿는 것과 같이 몸을 손상하는 자극을 받았을 때 몸을 보호하기 위해 빠르게 피하는 무조건반사는 회피반사이다.
- ④ 회피반사의 반응 경로는 감각기관(피부) → 감각신경(A) → 척수의 중추신경(B) → 운동신경(C) → 반응기관(근육)이다. 따라서 이 반사 과정에서 척수의 중추신경(B)에서 운동신경(C)으로 정보의 전달이 일어난다.
- ⑤ 척수에 도달한 정보는 동시에 대뇌로도 전달되어 뜨거움을 느낄 수 있다. 즉, 피부에서 받아들인 정보는 감각신경을 통해 대뇌로 전달된다.

바로알기 ① ㉠은 척수의 속질로, 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색을 띠는 회색질이다.

09 — **꼼꼼 문제 분석**



무릎반사의 반응 경로: 감각신경(A) → 척수의 중추신경(B) → 운동신경(C)

- ㄱ. A는 감각기관에서 받아들인 자극을 중추신경계로 전달하는 감각신경이고, B는 감각신경에서 온 정보를 통합하여 적절한 반응 명령을 내리는 중추신경이며, C는 중추신경계의 반응 명령을 반응기관으로 전달하는 운동신경이다.
 - ㄷ. 무릎반사가 일어날 때 '감각신경(A) → 척수의 중추신경(B) → 운동신경(C)'의 경로로 정보가 전달된다.
- 바로알기** ㄴ. B는 척수의 중추신경이므로 중추신경계에 속한다.

10 의식적 반응(A)은 대뇌의 판단과 명령에 의해 일어나고, 척수반사(B)는 척수의 명령에 의해 무의식적으로 일어난다. 척수반사는 의식적 반응보다 신호 전달 경로가 짧다. 따라서 척수반사는 의식적 반응보다 빠르게 반응할 수 있어 갑작스러운 위험 상황에서 몸을 보호하는 데 도움이 된다.

- 모범 답안** (1) A: 대뇌, B: 척수
 (2) B, 척수반사(B)는 자극이 대뇌로 전달되기 전에 척수가 중추가 되어 일어나는 반응으로, 의식적 반응(A)보다 신호 전달 경로가 짧아 빠르게 반응할 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) A와 B의 중추를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(2) B라고 쓰고, 그 까닭을 A와 B의 신호 전달 경로를 비교하여 옳게 서술한 경우	60 %
B라고만 쓴 경우	20 %

- 11** ㄱ. 말초신경계는 기능에 따라 구심성신경과 원심성신경으로 구분된다. 감각기관에서 받아들인 자극을 중추신경계로 전달하는 것은 구심성신경이며, 구심성신경에 속하는 A는 감각신경이다.
- ㄴ. 중추신경계에서 내린 반응 명령을 반응기관(골격근)으로 전달하는 운동신경은 체성신경계에 속한다. 따라서 B는 체성신경계이다.
- 바로알기** ㄷ. 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 구성되므로, C는 교감신경이다. 교감신경은 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않는다.

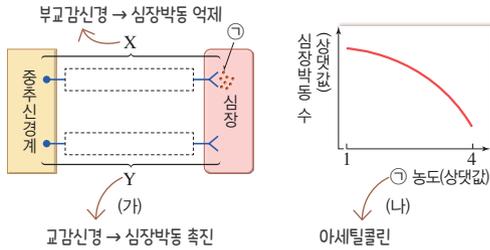
12 ㉠은 다리에서 받은 자극을 중추신경계로 전달하는 감각신경, ㉡은 다리의 골격근에 연결된 체성신경계의 운동신경, ㉢은 심장에 연결된 교감신경이다.

- ㄱ. 감각신경(㉠)은 구심성신경에 해당한다.
- ㄴ. 체성신경계의 운동신경(㉡)은 중추신경계로부터 받은 명령을 다리의 골격근으로 전달하는 역할을 한다.
- ㄷ. 2개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 이루며, 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧은 교감신경(㉢)은 자율신경계에 속한다.

- 13** ① 자율신경계는 중추신경계에서 내린 반응 명령을 전달하는 역할을 하므로 원심성신경에 속한다.
- ② 자율신경계는 중추에서 나와 반응기관에 이르기까지 2개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 이루므로 신경절을 가지고 있다.
- ④ 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 구성된다.
- ⑤ 자율신경계는 내장기관, 혈관, 내분비샘에 분포하여 소화, 순환, 호흡, 항상성 등 생명을 유지하는 데 필수적인 기능을 조절한다.

바로알기 ③ 골격근의 반응은 체성신경계의 운동신경에 의해 조절된다.

14 **꼼꼼 문제 분석**



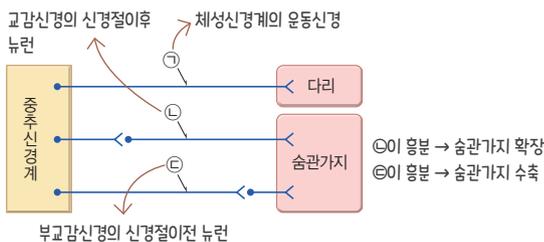
(나)에서 ㉠의 농도가 증가하면 심장박동 수가 감소하는 것을 통해 ㉠은 부교감신경의 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 아세틸콜린이라는 것을 알 수 있다. 따라서 X는 부교감신경, Y는 교감신경이다.

모범 답안 (1) 아세틸콜린

(2) X(부교감신경)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길며, Y(교감신경)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다.

채점 기준	배점
(1) ㉠을 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 부교감신경과 교감신경을 구성하는 뉴런 2개의 길이 차이를 옳게 서술한 경우	60 %
부교감신경과 교감신경을 구성하는 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런의 길이가 다르더라도 서술한 경우	30 %

15 **꼼꼼 문제 분석**



- ① 골격근에 연결된 체성신경계의 운동신경(㉠)은 척수의 전근을 이룬다.
- ② 체성신경계의 운동신경(㉠)과 수관가지에 연결된 교감신경의 신경절이후 뉴런(㉡)은 모두 척수의 배 쪽에서 뻗어 나온 전근을 이루므로, 척수신경에 속한다.
- ③ 교감신경의 신경절이후 뉴런(㉡)이 흥분하면 수관가지가 확장되어 가스교환이 빨라진다.
- ⑤ 수관가지에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런(㉢)의 신경세포체는 숨골에 있다.

바로알기 ④ 체성신경계의 운동신경(㉠)의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, 교감신경의 신경절이후 뉴런(㉡)의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

16 ㉠은 부교감신경의 신경절이전 뉴런이고, ㉡은 교감신경의 신경절이후 뉴런이므로, ㉠과 ㉡에 신경절이 있다.

모범 답안 심장박동 억제는 부교감신경의 흥분에 의한 것이고, 방광 확장은 교감신경의 흥분에 의한 것이다. 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길고, 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다. 따라서 ㉠과 ㉡에 신경절이 있다.

채점 기준	배점
신경절이 있는 곳의 기호를 옳게 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 자율신경을 구성하는 뉴런 2개의 길이 차이와 관련지어 옳게 서술한 경우	100 %
신경절이 있는 곳의 기호만 옳게 쓴 경우	50 %

17 심장에 연결된 부교감신경이 흥분하면 신경절이후 뉴런에서 아세틸콜린이 분비되어 심장박동이 느려진다. 방광에 연결된 교감신경이 흥분하면 신경절이후 뉴런에서 노르에피네프린이 분비되어 방광이 확장된다. 따라서 ㉠은 부교감신경의 신경절이전 뉴런이고, ㉡은 교감신경의 신경절이후 뉴런이며, ㉠의 말단에서는 아세틸콜린이, ㉡의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

18 (가)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길고, (나)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다. 따라서 (가)는 부교감신경, (나)는 교감신경이다.

③ 교감신경(나)이 흥분하면 위의 소화액 분비가 억제된다.

바로알기 ① (가)는 부교감신경, (나)는 교감신경이다.

② 위에 연결된 교감신경(나)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다.

④ A는 부교감신경(가)의 신경절이전 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질이므로 아세틸콜린이다.

⑤ B는 교감신경(나)의 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질이므로 노르에피네프린이다.

19 ㉠은 부교감신경의 신경절이후 뉴런이고, ㉡은 교감신경의 신경절이후 뉴런이다. 흉체에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 중간뇌에 있고, 흉체에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다. 따라서 (가)는 중간뇌, (나)는 척수이다.

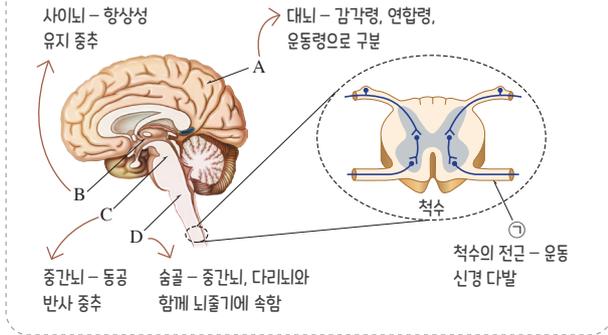
나. 부교감신경의 신경절이후 뉴런(㉠)의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

바로알기 가. 뇌줄기에는 중간뇌, 다리뇌, 숨골이 포함된다. 따라서 중간뇌(가)와 척수(나) 중 (가)가 뇌줄기에 속한다.

다. 흉체에 연결된 교감신경의 신경절이후 뉴런(㉡)이 흥분하면 노르에피네프린이 분비되어 동공이 확대된다.

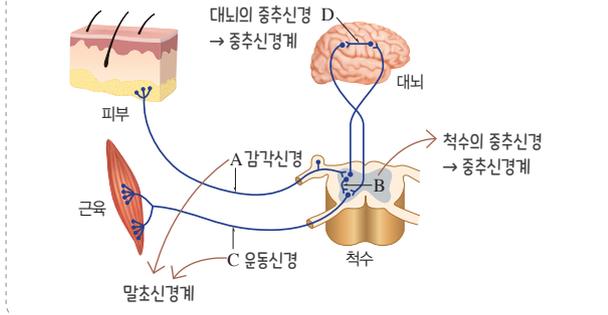
01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ③

01 - 꼼꼼 문제 분석



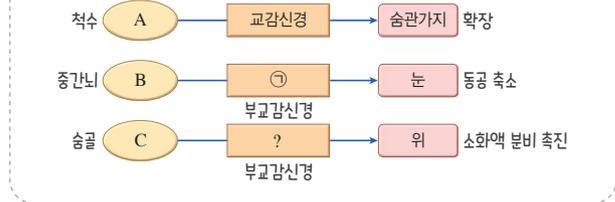
- ① 대뇌(A)의 겉질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다.
- ② 사이뇌(B)를 구성하는 시상하부는 자율신경과 내분비계의 조절 중추로 항상성 유지에 관여한다.
- ④ 소뇌(D)은 중간뇌(C), 다리뇌와 함께 뇌줄기에 속한다.
- ⑤ 척수의 속질에 있는 중추신경의 축삭돌기 말단과 ㉠을 이루는 신경의 신경세포체가 시냅스를 형성한다. 따라서 ㉠을 이루는 신경은 운동신경이므로, ㉠은 전근이다.
- [바로알기]** ③ 중간뇌(C)는 안구운동과 홍채운동을 조절한다. 대뇌와 함께 수의운동을 조절하는 것은 소뇌이다.

02 - 꼼꼼 문제 분석



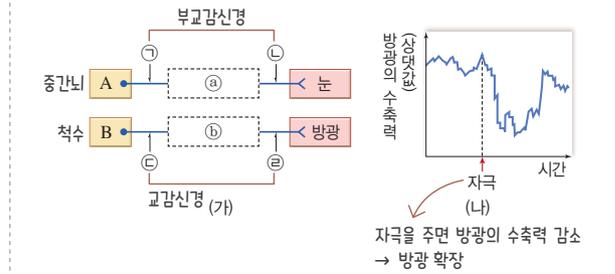
- ㉡. 뾰족한 압정에 발이 찔렸을 때 발을 무의식적으로 떼는 반응의 경로는 감각신경(A) → 척수의 중추신경(B) → 운동신경(C)이다.
- [바로알기]** ㉠. D는 대뇌의 중추신경이다. 뇌신경은 대뇌에서 뻗어 나온 신경으로, 말초신경계를 구성한다.
- ㉡. 감각신경(A)과 운동신경(C)은 말초신경계에 속하고, 척수의 중추신경(B)은 중추신경계에 속한다.

03 - 꼼꼼 문제 분석



- 승관가지에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있으므로, A는 척수이다. 눈에 연결된 자율신경은 중간뇌와 척수에서 뻗어 나오는데 A가 척수이므로, B는 중간뇌이다. 따라서 C는 소뇌이다. 중간뇌(B)에서 뻗어 나와 눈에 연결된 자율신경은 부교감신경이며, 소뇌(C)에서 뻗어 나와 위에 연결된 자율신경 또한 부교감신경이다.
- ㉠. 척수(A)는 백색질인 겉질과 회색질인 속질로 이루어져 있다.
- ㉡. 소뇌(C)은 심장박동의 조절 중추이다.
- [바로알기]** ㉢. 눈에 연결된 자율신경 중 중간뇌(B)에서 뻗어 나오는 ㉠은 부교감신경이다. 부교감신경(㉠)의 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질은 아세틸콜린이다.

04 - 꼼꼼 문제 분석



- (나)에서 ㉡에 자극을 준 후 방광의 수축력이 감소하면 방광이 확장된다. 척수에서 뻗어 나와 방광에 연결된 교감신경의 흥분으로 방광이 확장된다. 따라서 B는 척수이고, ㉠과 ㉡은 교감신경을 이루는 뉴런이다. A는 중간뇌이고, 중간뇌(A)에서 뻗어 나와 눈에 연결된 ㉠과 ㉡은 부교감신경을 이루는 뉴런이다.
- ㉠. A는 동공반사의 중추인 중간뇌, B는 척수이다.
- ㉡. (가)에서 방광에 연결된 자율신경은 교감신경이며, 교감신경은 신경절이전 뉴런(㉠)의 길이가 신경절이후 뉴런(㉡)의 길이보다 짧다.
- [바로알기]** ㉢. 중간뇌(A)에서 홍체에 연결된 자율신경은 부교감신경으로, 부교감신경의 신경절이전 뉴런(㉠)이 흥분하면 동공은 축소된다.

03 / 항상성 유지

개념 확인문제

159쪽

1 항상성 2 내분비샘 3 전엽 4 후엽 5 이자 6 넓다

1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 ㉠ 빠르, ㉡ 느리

- 1 (1) 호르몬은 내분비샘에서 생성되어 혈관으로 분비되며, 혈액을 따라 이동한다.
 (2) 표적세포에는 특정 호르몬에 대한 수용체가 있어 호르몬의 종류에 따라 표적세포가 다를 수 있다.

- 2 신경계에서는 뉴런을 통해 축삭돌기가 뻗어 있는 특정 세포에 신호가 전달되므로 신호 전달 속도가 빠르다. 반면, 내분비계에서는 호르몬이 혈액을 통해 표적세포로 운반되기까지 시간이 걸려 신경계보다 신호 전달 속도가 느리다.

개념 확인문제

162쪽

1 음성피드백 2 시상하부 3 타이록신 4 타이록신 5 시상하부 6 증가 7 감소 8 증가

1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ 2 (1) 시상하부 (2) ㉠ 확장, ㉡ 축진 (3) ㉠ 감소, ㉡ 증가 3 (1) 교감 (2) ㉠ 증가, ㉡ 감소

- 1 (1) 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 타이록신이 시상하부와 뇌하수체의 활동을 억제하는 음성피드백이 일어나 타이록신의 분비가 억제된다.
 (2) 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 시상하부에서 분비되며, 갑상샘자극호르몬(TSH)은 뇌하수체전엽에서 분비된다.
 (3) 뇌하수체전엽에서 분비된 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진한다.
 (4) 혈액 속 타이록신의 농도가 낮아지면 시상하부에서 분비된 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)이 뇌하수체전엽을 자극하여 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다.
 (5) 혈액 속 타이록신의 농도가 높아지면 음성피드백으로 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비와 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 모두 억제된다.
 (6) 뇌하수체전엽과 갑상샘은 모두 호르몬을 합성하여 분비하므로 내분비샘의 한 종류이다.

- 2 (1) 체온이 정상 범위보다 낮아지면 시상하부가 저온을 감지하여 골격근 떨림이 활발해져 열 생산량이 증가한다.

(2) 체온이 정상 범위보다 높아지면 피부 근처 혈관이 확장하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가하고, 땀 분비가 촉진되어 열 방출량이 증가한다.

(3) 체온이 정상 범위보다 낮아지면 교감신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하여 몸 표면을 통한 열 방출량이 감소하고, 몸 떨림과 같은 근육 운동이 활발해져 열 생산량이 증가한다.

- 3 (1) 체온 조절 과정에서 피부 근처 혈관의 수축과 확장에 관여하는 자율신경은 교감신경이다. 따라서 A는 교감이다.
 (2) (가)에서 시상하부가 고온을 감지하면 교감신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 확장하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가한다. 반면, (나)에서 시상하부가 저온을 감지하면 교감신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소한다.

개념 확인문제

166쪽

1 β 2 인슐린 3 α 4 글루카곤 5 증가 6 증가 7 감소 8 감소

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 A: 인슐린, B: 글루카곤 3 당뇨병 4 (1) 뇌하수체후엽 (2) 항이노호르몬(ADH) 5 (1) ㉠ 증가, ㉡ 증가, ㉢ 감소 (2) ㉠ 감소, ㉡ 감소, ㉢ 증가

- 1 (1) 인슐린과 글루카곤이 혈당량을 서로 반대로 변화시키는 길항작용을 통해 혈당량을 조절한다.
 (2) 인슐린은 혈당량을 낮추는 작용을 하므로, 음식을 먹어 혈당량이 높아지면 이자의 β세포에서 인슐린의 분비량이 증가한다.
 (3) 운동을 하여 혈당량이 낮아지면 이자의 α세포에서 글루카곤의 분비량이 증가하며, 글루카곤은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하여 혈액으로 방출하는 과정을 촉진하여 혈당량을 높인다.
 (4) 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 낮추는 작용은 인슐린에 의해 일어난다.

- 2 건강한 사람이 식사를 하면 혈당량이 증가하므로, 혈액 속 인슐린의 농도는 증가하고, 혈액 속 글루카곤의 농도는 감소한다. 따라서 A는 인슐린, B는 글루카곤이다.

- 3 인슐린 분비가 부족하거나, 인슐린이 정상적으로 분비되지만 세포가 인슐린에 반응하지 못할 때 발생하는 질병은 혈당량이 정상 수준보다 높게 유지되어 오줌으로 포도당이 배출되는 당뇨병이다.

4 혈장 삼투압 조절에 관여하는 항이노호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽에서 분비되어 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 따라서 (가)는 뇌하수체후엽, X는 항이노호르몬(ADH)이다.

5 (1) 땀을 많이 흘려 혈장 삼투압이 정상 범위보다 높아지면 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 증가한다. 그 결과 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 늘어나 혈장 삼투압이 감소하여 정상 수준이 된다.

(2) 물을 많이 마셔 혈장 삼투압이 정상 범위보다 낮아지면 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 감소한다. 그 결과 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 줄어들어 혈장 삼투압이 증가하여 정상 수준이 된다.

대표 자료 분석 1

167쪽

1 ㉔ 뇌하수체전엽, ㉕ 갑상샘, ㉖ 타이록신, ㉗ 갑상샘자극호르몬(TSH) 2 음성피드백 3 (1) ㉖ 시상하부, ㉘ 뇌하수체전엽 (2) ㉖ 갑상샘, ㉘ 촉진 (3) ㉖ 억제, ㉘ 억제 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○ (6) ×

1 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 표적기관(㉔)은 뇌하수체전엽이고, 갑상샘자극호르몬(TSH)의 표적기관(㉕)은 갑상샘이다. 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 음성피드백에 의해 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비량이 감소한다. (나)에서 ㉖의 농도가 증가할 때 ㉘의 농도가 감소하는 것을 통해 ㉖은 타이록신, ㉘은 갑상샘자극호르몬(TSH)임을 알 수 있다.

2 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비량 증가(원인)로 혈액 속 타이록신의 분비량이 증가(결과)하고, 타이록신의 분비량 증가가 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비량을 각각 억제함으로써 혈액 속 타이록신의 농도가 일정하게 유지된다. 이와 같이 어떤 원인으로 나타난 결과가 원인을 다시 억제하는 조절 원리는 음성피드백이다.

3 (1) 시상하부에서 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)이 분비되고, 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH)이 분비된다. (2) 뇌하수체전엽에서 분비된 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진하고, 그 결과 혈액 속 타이록신의 농도가 증가한다. (3) 혈액 속 타이록신의 농도가 정상 범위 이상으로 증가하면 음성피드백에 의해 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비와

갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 각각 억제되어 타이록신의 분비가 억제된다. 그 결과 혈액 속 타이록신의 농도가 낮아져 적정 수준으로 회복된다.

4 (1) 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉗)은 갑상샘(㉕)을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진하므로 갑상샘(㉕)에 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉗)의 표적세포가 있다.

(2) 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 촉진되면 타이록신의 분비량이 증가하며, 타이록신의 농도가 정상보다 높아지면 음성피드백으로 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비와 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 각각 억제된다.

(3) 갑상샘에서 분비되는 타이록신의 분비량은 음성피드백으로 조절되어 혈액 속 타이록신의 농도가 일정하게 유지된다.

(4) 타이록신(㉖)은 세포의 물질대사를 촉진한다.

(5) 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비가 촉진되면 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 촉진되며, 그 결과 타이록신의 농도가 높아진다.

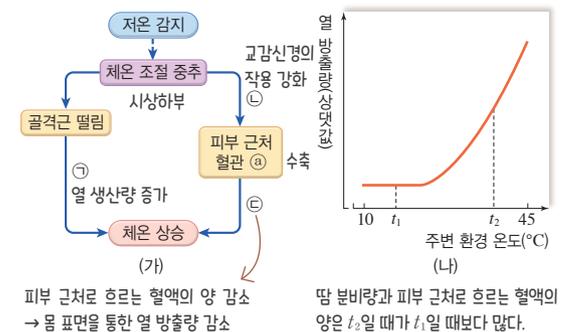
(6) 혈액 속 타이록신의 농도가 낮아지면 시상하부에서 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비와 뇌하수체전엽(㉔)에서 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 촉진된다.

대표 자료 분석 2

168쪽

1 시상하부 2 수축 3 (1) 증가 (2) 교감신경 (3) 감소 (4) 적다 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ○

꼼꼼 문제 분석



1 체온 변화 감지와 체온 조절의 중추는 시상하부이다.
2 체온 조절 중추인 시상하부가 저온을 감지하면 교감신경의 작용이 강화되어 피부 근처 혈관이 수축한다. 따라서 ㉔은 수축이다.

- 3** (1) 골격근이 수축하여 몸 떨림과 같은 근육 운동이 활발해지면 과정 ㉠에서 열 생산량이 증가한다.
 (2), (3) 과정 ㉡에서 교감신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하면 과정 ㉢에서 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 줄어들어 몸 표면을 통한 열 방출량이 감소한다.
 (4) (나)에서 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 몸 표면을 통한 열 방출량이 적은 것을 통해 단위 시간당 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 적다는 것을 알 수 있다.

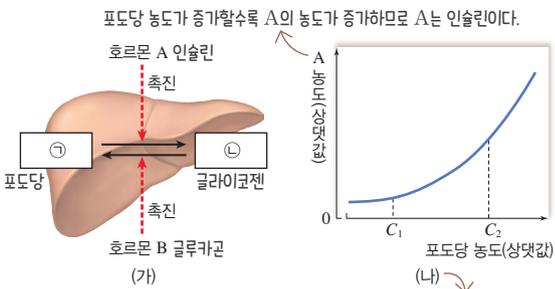
- 4** (1) 더위로 체온이 상승하여 시상하부가 고온을 감지하면 피부 근처 혈관이 확장해 열 방출량이 증가한다.
 (2) 추위로 체온이 하강하여 시상하부가 저온을 감지하면 골격근의 떨림이 활발해져 열 생산량이 증가한다.
 (3) 과정 ㉡에서 교감신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하며, 그 결과 과정 ㉢에서 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소하여 몸 표면을 통한 열 방출량이 감소한다.
 (4) 땀 분비량이 증가하면 몸 표면을 통한 열 방출량이 증가한다. 따라서 땀 분비량은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.
 (5) 주변 환경 온도가 높은 t_2 일 때가 주변 환경 온도가 낮은 t_1 일 때보다 열 방출량은 많고 열 생산량은 적다. 따라서 열 방출량은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

대표자료 분석 3

169쪽

- 1** A: 인슐린, B: 글루카곤, ㉠ 포도당, ㉡ 글라이코젠 **2** A: β 세포, B: α 세포 **3** (1) ㉠ β , ㉡ 증가 (2) ㉠ 글루카곤, ㉡ 촉진 **4** (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) × (7) × (8) ○

꼼꼼 문제 분석



1 (나)에서 혈액 속 포도당 농도가 높을수록 A의 농도가 높아지므로 A는 인슐린이며, 나머지 B는 글루카곤이다. 인슐린(A)은 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 글루카곤(B)은 간에 저장된 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다. 따라서 ㉠은 포도당, ㉡은 글라이코젠이다.

2 인슐린(A)은 이자의 β 세포에서, 글루카곤(B)은 이자의 α 세포에서 분비된다.

- 3** (1) 혈당량이 높아지면 이자의 β 세포에서 인슐린의 분비량이 증가한다.
 (2) 혈당량이 낮아지면 이자의 α 세포에서 글루카곤의 분비량이 증가하며, 글루카곤은 간에 작용하여 글라이코젠을 포도당으로 분해하여 혈액으로 방출하는 과정을 촉진하여 혈당량을 높인다.

- 4** (1) 인슐린(A)과 글루카곤(B)의 길항작용을 통해 혈당량을 조절한다.
 (2) 건강한 사람에서 식사 후 혈당량이 높아지면 인슐린(A)의 분비량이 증가하여 혈당량을 낮춘다.
 (3) 인슐린(A)이 생성되지 못하면 혈당량이 정상 수준보다 높게 유지되는 당뇨병이 나타날 수 있다.
 (4) 글루카곤은 글라이코젠(㉡)을 포도당(㉠)으로 분해하는 과정을 촉진한다.
 (5) 혈당량이 높아지면 이자의 α 세포에서 글루카곤(B)의 분비량이 감소한다.
 (6) 혈액에서 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하는 호르몬은 인슐린(A)이다.
 (7), (8) 인슐린(A)은 간세포에 작용하여 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 체세포로의 포도당 흡수를 촉진한다. 혈액 속 인슐린(A)의 농도는 C_2 일 때가 C_1 일 때보다 높으므로, 간에서 단위 시간당 합성되는 글라이코젠의 양과 혈액에서 체세포로의 포도당 유입량은 C_2 일 때가 C_1 일 때보다 많다.

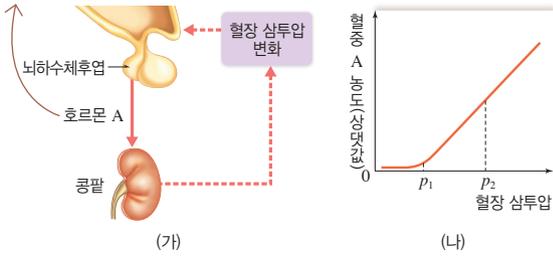
대표자료 분석 4

170쪽

- 1** 항이노호르몬(ADH) **2** 시상하부 **3** (1) ㉠ 뇌하수체후엽, ㉡ 증가 (2) ㉠ 콩팥, ㉡ 감소 (3) 많다 **4** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) × (7) ○

꼼꼼 문제 분석

콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 항이뇨호르몬(ADH)



(가) 항이뇨호르몬(ADH) 분비 증가 → 단위 시간당 오줌 생성량 감소, 오줌 삼투압 증가

(나) 단위 시간당 오줌 생성량은 p_1 일 때가 p_2 일 때보다 많다. 오줌 삼투압은 p_1 일 때가 p_2 일 때보다 낮다.

- 1 뇌하수체후엽에서 분비되며 혈장 삼투압 조절에 관여하는 호르몬 A는 항이뇨호르몬(ADH)이다.
- 2 시상하부는 혈장 삼투압의 변화를 감지하여 혈장 삼투압의 변화에 따라 항이뇨호르몬(ADH)의 분비를 조절한다. 따라서 혈장 삼투압의 조절 중추는 시상하부이다.
- 3 (1) 땀을 많이 흘리면 혈장 삼투압이 높아지므로 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 증가한다.
 (2) 물을 많이 마시면 혈장 삼투압이 낮아지므로 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 감소하여 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소한다.
 (3) 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 증가하면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다. p_1 일 때가 p_2 일 때보다 혈액 속 항이뇨호르몬(A)의 농도가 낮으므로, 단위 시간당 오줌 생성량은 p_1 일 때가 p_2 일 때보다 많다.
- 4 (1) 항이뇨호르몬(ADH)(A)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.
 (2) 혈장 삼투압이 정상 범위보다 낮아지면 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량은 감소한다.
 (3) 물을 많이 마셔 혈장 삼투압이 정상 범위보다 낮아지면 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량은 감소하여 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 줄어들고, 이에 따라 단위 시간당 오줌 생성량이 증가하고 오줌 삼투압이 감소한다.
 (4) 짠 음식을 많이 섭취하여 혈장 삼투압이 정상 범위보다 높아지면 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 증가하여 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 늘어나 혈장 삼투압이 낮아진다.
 (5) 항이뇨호르몬(A)의 분비량이 증가하면 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 많아지므로, 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다.
 (6) p_1 일 때가 p_2 일 때보다 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 낮으므로 단위 시간당 오줌 생성량은 많고 오줌 삼투압은 낮다.
 (7) p_2 일 때가 p_1 일 때보다 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 높으므로 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 많다.

내신 만점문제

171쪽~174쪽

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

- 01 ㄱ. 호르몬은 혈관으로 분비되어 혈액을 따라 온몸으로 이동한다.
 ㄴ. 표적세포는 매우 적은 양의 호르몬에도 반응을 나타내므로, 호르몬은 적은 양으로 특정 조직이나 기관의 생리작용을 조절한다.
 [바로알기] ㄷ. 호르몬은 내분비샘에서 생성되며, 별도의 분비관 없이 혈관으로 분비된다.

- 02 A는 시상하부, B는 뇌하수체전엽, C는 갑상샘, D는 부신속질, E는 이자이다.
 ③ C는 타이록신을 생성, 분비하는 내분비샘인 갑상샘이다.
 ④ 부신속질(D)에서 혈당량 증가에 관여하는 호르몬인 에피네프린이 분비된다.
 ⑤ 이자(E)의 β 세포에서 인슐린이 분비된다.
 [바로알기] ① 사람성장호르몬은 뇌하수체전엽(B)에서 분비된다.
 ② 항이뇨호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽에서 분비된다.

- 03 ㉠은 에피네프린, ㉡은 옥시토신, ㉢은 항이뇨호르몬(ADH)이다.
 ㄱ. 에피네프린(㉠)은 부신속질에서 분비된다.
 ㄴ. 자궁수축을 촉진하는 호르몬 ㉡은 옥시토신이다.
 ㄷ. 항이뇨호르몬(ADH)(㉢)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로 표적기관은 콩팥이다.

04 꼼꼼 문제 분석



(가) 신경계의 신호 전달 과정: 전기적 신호가 뉴런을 통해 빠르게 이동하고, 시냅스에서 화학적 신호로 변환되는 과정이기 때문에 속도가 빠르다.

(나) 내분비계의 신호 전달 과정: 호르몬이 혈관을 통해 표적세포에 도달하는 과정을 거치기 때문에 속도가 느리다.

→ 신호 전달 속도는 (가)가 (나)보다 더 빠르다.

- ㄱ, ㄴ. (가)는 신경계의 신호 전달 과정, (나)는 내분비계의 신호 전달 과정이다. (나)는 내분비세포에서 분비된 호르몬이 혈액을

통해 표적세포로 운반되기까지 시간이 걸려 (가)보다 신호 전달 속도는 느리지만, 작용 범위는 넓다.

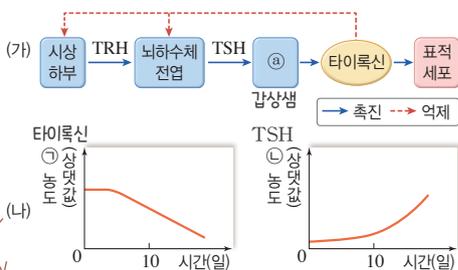
바로알기 **ㄷ.** (가)에서 뉴런의 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경 전달물질은 뉴런이 연결된 특정 부위에 매우 짧은 시간 동안만 영향을 미칠 수 있다. 반면 (나)에서는 호르몬이 혈액에 남아 있는 동안 그 영향이 지속해서 작용한다. 따라서 신호 전달 효과는 (나)가 (가)보다 더 오래 지속된다.

05 **ㄷ.** 수축관에서 온도 조절기는 물의 온도가 설정 온도보다 낮아지면 가열기를 작동하고, 물의 온도가 설정 온도보다 높아지면 가열기 작동을 멈추어 물의 온도가 일정 범위 내에서 유지되게 한다. 따라서 물의 온도(㉠)는 음성피드백으로 조절되며, 갑상샘에서 분비되는 타이록신의 분비량도 음성피드백으로 조절되어 혈액 속 타이록신의 농도가 일정하게 유지된다.

바로알기 **ㄱ.** 우리 몸에서 수축관의 온도 조절기(㉠)와 같은 역할을 하는 것은 시상하부이다.

ㄴ. 수축관 물의 온도(㉠)는 어떤 일이 원인으로 작용하여 나타난 결과가 그 원인을 억제하는 음성피드백으로 조절된다.

06 **품목 문제 분석**



혈액 속 타이록신의 농도가 감소하면 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비량이 증가한다. → ㉠은 타이록신, ㉡은 TSH이다.

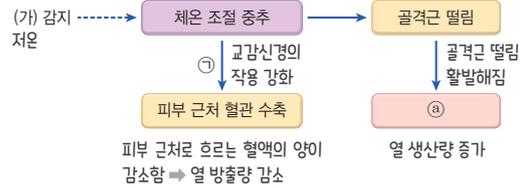
ㄱ. ㉠은 타이록신을 분비하는 내분비샘이므로, 갑상샘이다.
ㄴ. 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)이 분비된다.
ㄷ. 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 뇌하수체전엽을 자극하여 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)의 분비를 촉진하며, 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)은 갑상샘을 자극하여 타이록신(㉠)의 분비를 촉진한 결과 혈액 속 타이록신(㉠)의 농도가 증가한다.

07 **ㄱ.** 체온 조절 중추(㉢)는 사이뇌의 시상하부이다.

바로알기 **ㄴ.** 체온 조절 중추가 고온을 감지하면 교감신경의 작용이 완화되어 피부 근처 혈관이 확장하며, 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가하여 몸 표면을 통한 열 방출량이 증가한다. 따라서 피부 근처 혈관(㉠)의 상태는 A이다.

ㄷ. 피부 근처 혈관이 확장하면 과정 I에서 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가하여 몸 표면을 통한 열 방출량이 증가한다.

08 **품목 문제 분석**



ㄴ. 과정 ㉠에서 교감신경의 작용 강화가 일어난다.

ㄷ. 골격근이 수축하여 몸 떨림과 같은 근육 운동이 활발해져 열 생산량이 증가한다.

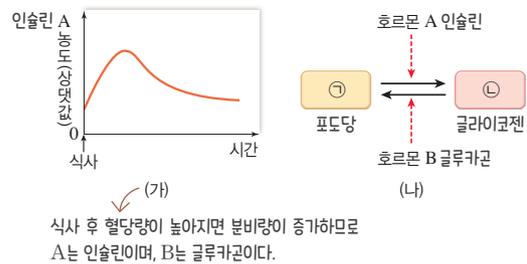
바로알기 **ㄱ.** 열 방출량 감소와 열 생산량 증가는 체온 조절 중추인 시상하부가 저온을 감지했을 때 체온을 높이기 위해 일어나는 현상이다. 따라서 (가)는 저온이다.

09 **ㄱ.** 체온 조절 중추(시상하부)의 온도가 높아지면 고온이 감지된 것이므로 골격근 떨림에 의한 열 생산량은 감소한다. 따라서 ㉠은 '골격근 떨림에 의한 열 생산량'이다.

ㄷ. T_1 일 때는 시상하부가 저온을 감지했을 때이고, T_2 일 때는 시상하부가 고온을 감지했을 때이므로 T_2 일 때가 T_1 일 때보다 열 생산량은 적고, 열 방출량은 많다. 따라서 열 생산량/열 방출량은 T_2 일 때가 T_1 일 때보다 작다.

바로알기 **ㄴ.** 시상하부가 저온(T_1)을 감지하면 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소하고, 시상하부가 고온(T_2)을 감지하면 피부 근처 혈관이 확장하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가한다. 따라서 단위 시간당 피부 근처로 흐르는 혈액의 양은 T_1 일 때가 T_2 일 때보다 적다.

10 **품목 문제 분석**



식사 후 혈당량이 높아지면 분비량이 증가하므로 A는 인슐린이며, B는 글루카곤이다.

ㄴ. 인슐린(A)은 이자의 β 세포에서 분비된다.

바로알기 **ㄱ.** 인슐린(A)은 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을, 글루카곤(B)은 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다. 따라서 ㉠은 포도당, ㉡은 글라이코젠이다.

ㄷ. 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시키는 호르몬은 인슐린(A)이다.

11 식사 후 혈중 포도당 농도가 높아지면 혈중 인슐린 농도는 높아지고, 혈중 글루카곤 농도는 낮아진다. 따라서 ㉠은 글루카곤이며, ㉡은 인슐린이다.

ㄱ. 글루카곤(㉠)은 이자의 α 세포에서, 인슐린(㉡)은 이자의 β 세포에서 분비된다. 따라서 X는 α 세포, Y는 β 세포이다.

ㄴ. 글루카곤(㉠)과 인슐린(㉡)의 길항작용을 통해 혈당량이 조절된다.

ㄷ. 혈중 포도당 농도가 증가하면 혈당량을 감소시키는 인슐린(㉡)의 분비량이 증가한다.

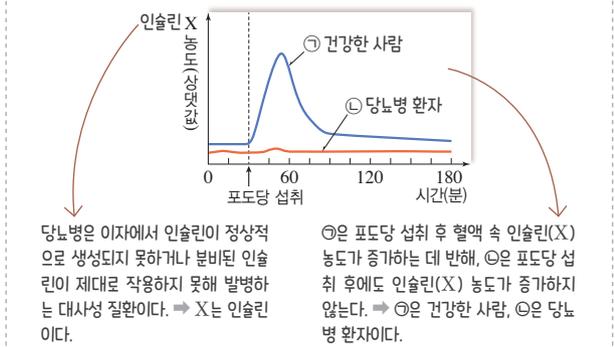
12 운동을 하는 동안 포도당이 에너지원으로 사용되므로 혈당량이 정상 수준보다 낮아진다. 혈당량이 낮아지면 글루카곤의 분비량은 증가하고 인슐린의 분비량은 감소한다. 따라서 A는 인슐린, B는 글루카곤이다.

모범 답안 (1) A: 인슐린, B: 글루카곤

(2) 운동을 하면 포도당이 에너지원으로 사용되므로 혈당량이 감소한다. 혈당량을 증가시키기 위해 글루카곤(B)의 분비량이 증가하며, 글루카곤(B)은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하여 혈액으로 방출하는 과정을 촉진하여 혈당량을 높인다.

채점 기준	배점
(1) A와 B를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 운동을 하는 동안 글루카곤(B)의 농도가 증가한 까닭을 글루카곤(B)의 역할과 관련지어 옳게 서술한 경우	60 %
운동을 하는 동안 글루카곤(B)의 농도가 증가한 까닭을 포도당이 에너지원으로 사용되기 때문이라고만 서술한 경우	30 %

13 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. 당뇨병 환자(㉡)는 인슐린을 정상적으로 생성하지 못하므로 이자의 β 세포에 이상이 있다고 할 수 있다.

ㄴ. 인슐린(X)은 간세포에 작용하여 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진한다.

바로알기 ㄷ. 건강한 사람(㉠)은 포도당 섭취 후 혈액 속 인슐린(X)의 농도가 증가하여 혈당량이 낮아지지만, 당뇨병 환자(㉡)는 포도당 섭취 후 혈액 속 인슐린(X)의 농도가 증가하지 않아 고혈당

상태가 지속된다. 따라서 60분일 때 혈당량은 당뇨병 환자(㉡)에서 건강한 사람(㉠)에서보다 높다.

14 ① (가)에서 항이노호르몬(ADH)(X)은 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진하므로, 콩팥은 항이노호르몬(ADH)(X)의 표적기관이다.

② (가)에서 혈장 삼투압 조절에 관여하며, 뇌하수체후엽에서 분비되어 콩팥에 작용하는 호르몬 X는 항이노호르몬(ADH)이다.

③ 혈액 속 항이노호르몬(ADH)(X)의 농도가 높아지면 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 늘어나 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고, 오줌 삼투압은 높아진다. 따라서 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.

④ 혈장 삼투압이 높아지면 시상하부의 자극으로 뇌하수체후엽에서 항이노호르몬(ADH)(X)의 분비량이 증가한다.

바로알기 ⑤ 항이노호르몬(ADH)(X)은 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진하므로 혈액 속 항이노호르몬(ADH)(X)의 농도가 높을수록 콩팥에서 물의 재흡수량이 많다. 따라서 콩팥에서의 단위 시간당 물의 재흡수량은 혈액 속 항이노호르몬(ADH)(X)의 농도가 높은 C_2 일 때가 낮은 C_1 일 때보다 많다.

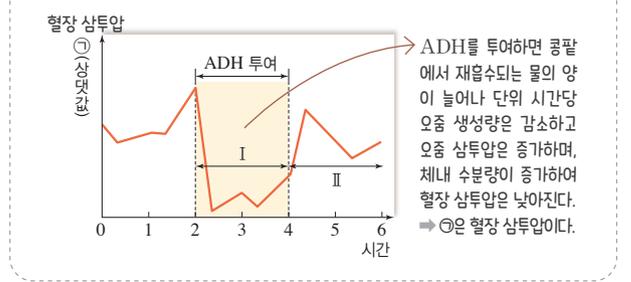
15 뇌하수체후엽에서 분비되며 혈장 삼투압을 조절하는 호르몬 A는 항이노호르몬(ADH)이다.

모범 답안 (1) 항이노호르몬(ADH), 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

(2) 땀을 많이 흘리면 혈장 삼투압이 정상 범위보다 높아지게 되어 시상하부의 자극으로 뇌하수체후엽에서 항이노호르몬(ADH)(A)의 분비량이 증가한다. 이에 따라 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 늘어나 혈장 삼투압이 낮아져 정상 범위로 회복된다.

채점 기준	배점
(1) A를 옳게 쓰고, 그 작용을 옳게 서술한 경우	40 %
A만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) A의 분비량 변화를 옳게 쓰고, 이에 따른 혈장 삼투압 변화를 옳게 서술한 경우	60 %
A의 분비량 변화만 옳게 쓴 경우	30 %

16 **꼼꼼 문제 분석**



나. 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진한다. 따라서 물의 재흡수량은 항이노호르몬(ADH)을 투여한 구간 I에서 구간 II에서보다 많다.

바로알기 ㄱ. 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높을수록 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고 오줌 삼투압은 증가한다. 그 결과 체내 수분량이 증가하여 혈장 삼투압은 낮아진다. 항이노호르몬(ADH)을 투여한 구간 I에서 ㉠의 값이 낮아졌으므로, ㉠은 혈장 삼투압이다.

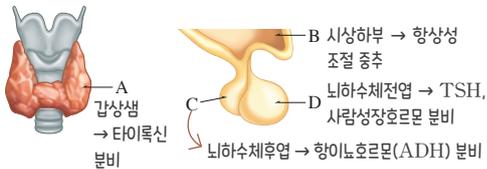
ㄷ. 혈장 삼투압(㉠)이 구간 I에서 구간 II에서보다 낮아진 것은 항이노호르몬(ADH)의 투여로 단위 시간당 오줌 생성량이 감소하여 체내 수분량이 증가했기 때문이다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은 구간 I에서 구간 II에서보다 적다.

실력UP문제

175쪽

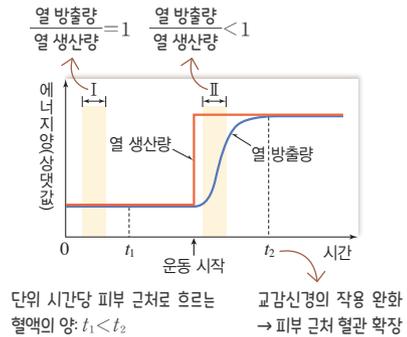
- 01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ②

01 - 꼼꼼 문제 분석



- ① 갑상샘(A)에서 타이록신이 분비된다.
 - ② 시상하부(B)는 체온 변화를 감지하고 조절하는 중추이다.
 - ④ 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 뇌하수체전엽을 자극하여 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비를 촉진하므로, 뇌하수체전엽(D)은 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 표적기관이다.
 - ⑤ 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 음성피드백에 의해 뇌하수체전엽(D)에서 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제된다.
- 바로알기** ③ 사람성장호르몬은 뇌하수체전엽(D)에서 분비된다.

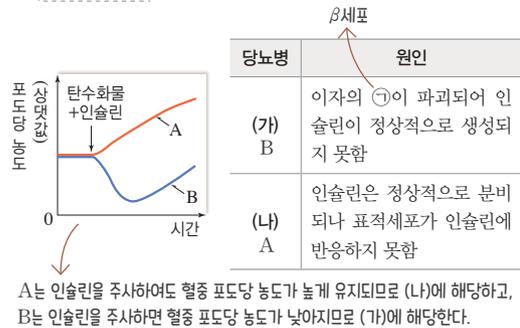
02 - 꼼꼼 문제 분석



ㄷ. 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 늘어나면 몸 표면을 통한 열 방출량이 증가한다. t_2 일 때가 t_1 일 때보다 열 방출량이 많으므로, 단위 시간당 피부 근처로 흐르는 혈액의 양은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.

바로알기 ㄱ. 열 방출량은 열 생산량이 열 방출량보다 많은 구간 II에서 열 생산량과 열 방출량이 비슷한 구간 I에서보다 작다.
나. 피부 근처 혈관에 연결된 교감신경의 작용이 강화하면 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 줄어들어 몸 표면을 통한 열 방출량이 감소한다. t_2 일 때 운동 시작 전보다 열 방출량이 많은 것을 통해 교감신경의 작용이 완화하여 피부 근처 혈관이 확장된 상태를 알 수 있다.

03 - 꼼꼼 문제 분석

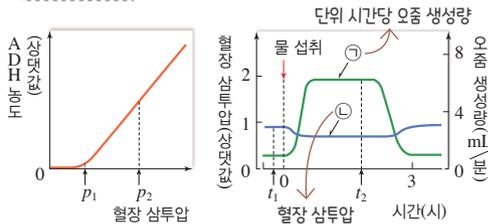


나. A는 인슐린을 주사하여도 혈중 포도당 농도가 낮아지지 않는다. 따라서 A는 인슐린은 정상적으로 분비되지만, 표적세포인 체세포나 간세포가 인슐린에 반응하지 못하는 것이므로 (나)에 해당한다.

ㄷ. 인슐린은 표적세포에 작용하여 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시킨다.

바로알기 ㄱ. 인슐린은 이자의 β 세포에서 분비되므로, ㉠은 β 세포이다.

04 — **꼼꼼 문제 분석**



- ADH 농도: $p_1 < p_2$
- 콩팥에서 물의 재흡수량: $p_1 < p_2$
- 단위 시간당 오줌 생성량: $p_1 > p_2$
- 오줌 삼투압: $p_1 < p_2$
- ADH 농도: $t_1 > t_2$
- 콩팥에서 물의 재흡수량: $t_1 > t_2$
- 단위 시간당 오줌 생성량: $t_1 < t_2$
- 오줌 삼투압: $t_1 > t_2$

나. 물을 많이 섭취하면 혈장 삼투압이 정상 범위보다 낮아지므로 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 감소하며, 이에 따라 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하여 단위 시간당 오줌 생성량이 많아진다. 따라서 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량, ㉡은 혈장 삼투압이다.

[바로알기] 가. 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높아지면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가한다. 따라서 단위 시간당 물의 재흡수량은 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 낮은 p_1 일 때가 농도가 높은 p_2 일 때보다 적다.

다. 단위 시간당 오줌 생성량(㉠)이 많아지면 오줌 삼투압은 낮아진다. 물 섭취 이후인 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 단위 시간당 오줌 생성량(㉠)이 많으므로, 오줌 삼투압은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 낮다.

중단원 마무리 문제

179쪽~183쪽

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

01 ① (가)는 신경세포체가 축삭돌기의 한쪽에 붙어 있으므로 구심성뉴런이며, 구심성뉴런은 자극을 감각기관에서 중추신경계로 전달하는 역할을 한다.

② (나)는 구심성뉴런(가)과 원심성뉴런(다)을 연결하는 연합뉴런이며, 연합뉴런은 뇌와 척수 같은 중추신경계를 이룬다. 따라서 척수에는 연합뉴런(나)이 존재한다.

④ (다)는 축삭돌기가 길게 발달되어 있으므로 원심성뉴런이다.

⑤ ㉠ 지점은 말미집이 있는 곳이며, 말미집은 신경자극이 이동할 때 절연체 역할을 한다. 따라서 ㉠ 지점에 역치 이상의 자극을 주어도 활동전위가 발생하지 않으므로, ㉡에서도 활동전위가 발생하지 않는다.

[바로알기] ③ (나)는 말미집이 없으므로 민말미집신경에 해당한다. 도약전도는 말미집이 있는 말미집신경에서 일어난다.

02 나. t_1 일 때 A와 E의 막전위는 모두 -70 mV로 휴지전위이므로, 분극 상태이다.

[바로알기] 가. 신경자극의 발생은 탈분극($+30$ mV) → 재분극(-80 mV) 순이다. t_1 일 때 B 지점은 탈분극, D 지점은 재분극이 일어나고 있으므로, 자극을 준 지점은 ㉡이다.

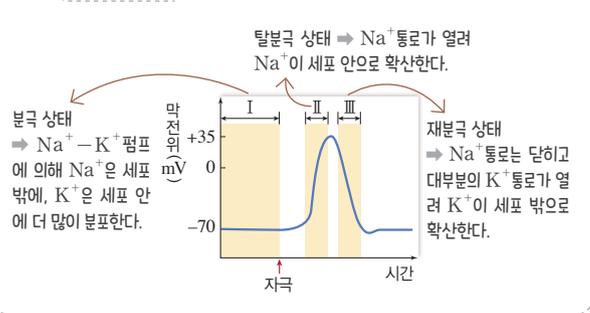
다. (나)는 탈분극이 일어날 때의 이온 이동을 나타낸 것이며, t_1 일 때 D는 재분극 상태로 Na^+ 통로가 닫혀 있다.

중단원 핵심 정리

176쪽~178쪽

- | | | | | |
|----------|------------|----------|----------------|----------|
| 1 가지 | 2 축삭 | 3 원심성 | 4 분극 | 5 탈분극 |
| 6 재분극 | 7 도약전도 | 8 축삭돌기 | 9 신경전달물질 | |
| 10 시냅스소포 | 11 중추신경계 | 12 말초신경계 | 13 후근 | |
| 14 전근 | 15 척수 | 16 자율신경계 | 17 억제 | 18 촉진 |
| 19 아세틸콜린 | 20 노르에피네프린 | 21 시상하부 | 22 항이노호르몬(ADH) | 23 감삼샘 |
| 24 이자 | 25 좁 | 26 넓 | 27 음성피드백 | 28 열 방출량 |
| 29 열 방출량 | 30 열 생산량 | | | |
| 31 인슐린 | 32 글루카곤 | 33 감소 | 34 증가 | |

03 — **꼼꼼 문제 분석**

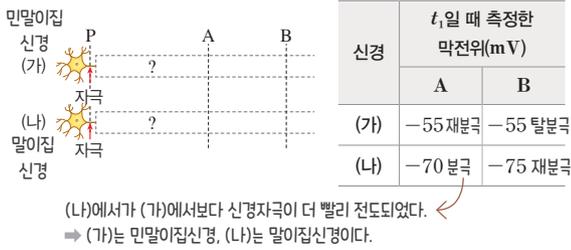


나. 구간 II에서 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 밖에서 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

다. 구간 III에서 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

[바로알기] 가. 구간 I은 분극 상태로, 세포막에 있는 $Na^+ - K^+$ 펌프를 통해 이온의 이동이 일어난다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. A가 B보다 자극을 준 지점에 가까우므로 t₁일 때 (가)의 A에서가 B에서보다 막전위 변화가 더 많이 진행된다. 따라서 A에서는 재분극, B에서는 탈분극이 일어나고 있다.
- ㄴ. 말이집신경에서는 도약전도가 일어나는 반면, 민말이집신경에서는 축삭돌기의 모든 부위에서 순차적으로 활동전위가 발생하므로 신경자극전도 속도는 말이집신경에서가 민말이집신경에서보다 빠르다. t₁일 때 B 지점에서의 막전위는 (나)에서 -75 mV(재분극), (가)에서 -55 mV(탈분극)이다. 이를 통해 (나)에서가 (가)에서보다 신경자극이 더 빨리 전도되었음을 알 수 있다. 따라서 (가)는 민말이집신경, (나)는 말이집신경이다. 말이집신경(나)에서 신경자극전도는 도약전도를 통해 일어난다.
- ㄷ. t₁일 때 (나)의 B 지점에서의 막전위는 휴지전위(-70 mV)보다 낮은 -75 mV이므로 재분극이 일어나고 있다. 재분극 시 K⁺통로를 통해 K⁺이 세포 밖으로 확산한다.

- 05 ㄱ. (가)의 A에는 말이집이 있으며, 말이집은 슈반세포의 세포막이 축삭돌기를 여러 겹 싸고 있는 구조이다. 따라서 (가)의 A에는 슈반세포가 존재한다.
- ㄴ. 시냅스소포는 축삭돌기 말단에 존재하므로 (나)에서 ㉠은 B(시냅스전뉴런)의 축삭돌기, ㉡은 A(시냅스후뉴런)의 가지돌기이다.
- ㄷ. (나)에서 ㉠의 시냅스소포에 들어 있는 신경전달물질(㉢)이 시냅스틈으로 방출되어 ㉡의 수용체에 결합하면 ㉡의 세포막에 있는 Na⁺통로가 열리게 된다. 그 결과 ㉡에서 Na⁺의 막 투과도가 증가한다.

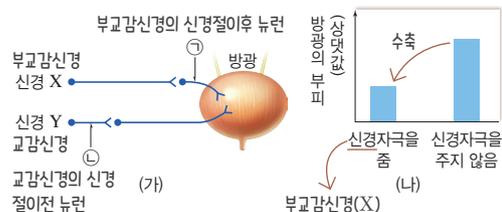
- 06 ㉠은 사이뇌, ㉡은 중간뇌, ㉢은 숨골, ㉣은 대뇌이다.
- ① 사이뇌(㉠)는 시상과 시상하부 등으로 이루어져 있다.
- ② 중간뇌(㉡)는 동공반사의 중추이다.
- ③ 뇌줄기는 중간뇌, 다리뇌, 숨골을 포함하므로, 중간뇌(㉡)와 숨골(㉢)은 모두 뇌줄기에 속한다.
- ④ 숨골(㉢)은 호흡운동 조절의 중추이다.
- 바로알기** ⑤ 대뇌(㉣)의 겉질은 회색질, 속질은 백색질이다.

- 07 ㉠은 감각기관에서 받아들인 자극을 중추신경계로 전달하는 감각신경이고, ㉡은 중추신경계의 반응 명령을 반응기관으로 전달하는 운동신경이다. 무릎반사의 중추는 척수이므로 (가)는 척수이다.
- ㄱ. 감각신경(㉠)이 모여 척수(가)의 후근을 이룬다.
- ㄴ. ㉢은 골격근에 연결된 운동신경이므로 체성신경계에 속한다.
- 바로알기** ㄷ. 운동신경(㉢)의 신경세포체는 척수(가)의 속질(회색질)에 있다.

- 08 ㄱ. ㉠은 감각기관(A)에서 받은 정보를 중추신경계(대뇌)로 전달하는 역할을 하며, 감각신경으로 구심성신경에 해당한다.
- ㄴ. 날아오는 공을 보고 발로 차는 반응은 대뇌가 관여하는 의식적 반응이다. 따라서 날아오는 공을 보고 발로 차는 경로는 감각기관(A) → 감각신경(㉠) → 대뇌 → 척수 → 운동신경 → 반응기관(나)이다.
- 바로알기** ㄷ. 날카로운 것을 발로 밟았을 때 무의식적으로 발을 들어 올리는 반응은 척수가 중추인 회피반사이다. 따라서 날카로운 것을 발로 밟았을 때 무의식적으로 발을 들어 올리는 경로는 감각기관(B) → 감각신경 → 척수 → 운동신경 → 반응기관(다)이다.

- 09 A는 부교감신경의 신경절이전 뉴런, B는 교감신경의 신경절이후 뉴런, C는 체성신경계의 운동신경이다.
- ㄱ. 심장에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런(A)의 신경세포체는 숨골에 있다.
- ㄴ. 부교감신경의 신경절이전 뉴런(A)과 교감신경의 신경절이후 뉴런(B)은 모두 자율신경계에 속하고, 체성신경계의 운동신경(C)은 체성신경계에 속한다. 따라서 '자율신경계에 속한다.'는 A와 B의 공통점(㉠)에 해당한다.
- 바로알기** ㄷ. 부교감신경의 신경절이전 뉴런(A)의 말단과 체성신경계의 운동신경(C)의 말단에서는 아세틸콜린이, 교감신경의 신경절이후 뉴런(B)의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다. 따라서 '축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.'는 A, B, C의 공통점(㉡)에 해당하지 않는다.

10 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. X는 부교감신경이므로, ㉠은 부교감신경의 신경절이후 뉴런이다. Y는 교감신경이므로, ㉡은 교감신경의 신경절이전 뉴런이다. ㉠과 ㉡의 축삭돌기 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.

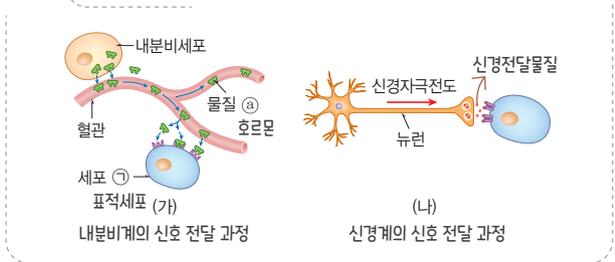
ㄴ. 방광에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런(㉡)의 신경세포체는 척수에 있다.

ㄷ. (나)에서 신경자극을 주었을 때 방광의 부피가 감소한 것은 방광이 수축되었기 때문이다. 방광의 수축은 방광에 연결된 부교감신경에 의해 일어난다. 따라서 (나)에서 신경자극을 준 것은 부교감신경(X)이다.

- 11** ㉠은 뇌하수체전엽, ㉡은 이자이므로, ㉢은 부신속질이다.
 ① 갑상샘자극호르몬(TSH)이 분비되는 ㉠은 뇌하수체전엽이다.
 ② 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진하므로, 갑상샘자극호르몬(TSH)의 표적기관은 갑상샘이다.
 ③ ㉢은 부신속질이며, 에피네프린은 부신속질에서 분비된다. 따라서 에피네프린은 ㉢에 해당한다.
 ⑤ 갑상샘자극호르몬(TSH)과 인슐린은 각각 내분비샘에서 생성되어 별도의 분비관 없이 혈관으로 분비된다.

바로알기 ④ 인슐린은 이자(㉡)의 β 세포에서 분비된다.

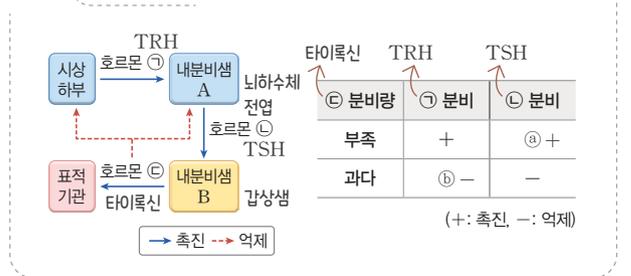
12 품고 문제 분석



- ① 내분비샘을 이루는 내분비세포에서 분비되어 혈액을 통해 이동하는 ㉠은 호르몬이다.
 ② ㉠에는 호르몬(㉠)의 수용체가 있으므로, ㉠은 호르몬(㉠)의 표적세포이다.
 ④ 신경계의 신호 전달 과정에서는 뉴런을 통해 신호가 전달되므로, (나)는 신경계의 신호 전달 과정이다.
 ⑤ 내분비계의 신호 전달 과정(가)의 경우 내분비세포에서 분비된 호르몬이 혈액을 통해 표적세포로 운반되기까지 시간이 걸려 신경계의 신호 전달 과정(나)보다 신호 전달 속도는 느리지만, 작용 범위가 넓고 호르몬이 혈액에 남아 있어 그 영향은 더 오래 지속된다. 따라서 내분비계의 신호 전달 과정(가)에서가 신경계의 신호 전달 과정(나)에서보다 효과가 오래 지속된다.

바로알기 ③ 내분비계의 신호 전달 과정(가)에서 분비되는 호르몬과 신경계의 신호 전달 과정(나)에서 분비되는 신경전달물질은 모두 화학 물질이다. 따라서 내분비계의 신호 전달 과정(가)과 신경계의 신호 전달 과정(나)에서 모두 화학 물질이 관여한다.

13 품고 문제 분석



② 타이록신의 분비량이 부족하면 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)(㉠)과 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)의 분비가 촉진되며, 타이록신의 분비량이 과다하면 음성피드백으로 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)(㉠)과 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)의 분비가 억제된다. 따라서 ㉠은 '+', ㉡은 '-'이다.

바로알기 ① 시상하부에서 분비되어 뇌하수체전엽(A)을 자극하는 ㉠은 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)이다.

③ A는 뇌하수체전엽이다.

④ 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)은 갑상샘을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진하므로 갑상샘자극호르몬(TSH)(㉡)의 표적기관은 갑상샘(B)이다.

⑤ 혈액 속 타이록신(㉢)의 농도는 음성피드백으로 조절된다.

14 ㄴ. 시상하부 온도가 T_2 에서 T_1 로 변하면 저온이 감지되는 것이므로 교감신경의 작용이 강화되어 피부 근처 혈관이 수축한다.

바로알기 ㄱ. 시상하부 온도가 낮아지면 저온이 감지된 것이므로 몸 표면을 통한 열 방출량은 감소하고 골격근 떨림에 의한 열 생산량은 증가한다. 따라서 ㉠은 '골격근 떨림에 의한 열 생산량', ㉡은 '몸 표면을 통한 열 방출량'이다.

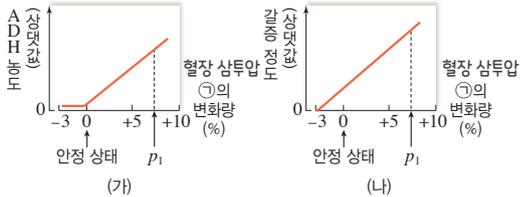
ㄷ. 시상하부 온도가 높아지면 몸 표면을 통한 열 방출량이 증가하므로 단위 시간당 피부 근처로 흐르는 혈액의 양은 T_2 일 때가 T_1 일 때보다 많다.

15 ㄱ. 구간 I에서 혈액 속 포도당 농도가 증가하면 인슐린의 분비량이 증가하며, 인슐린은 간세포에 작용하여 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진한다.

바로알기 ㄴ. 구간 I에서 혈액 속 글루카곤의 분비량은 감소한다. 따라서 간세포에서 혈액으로의 포도당 방출은 촉진되지 않는다.

ㄷ. 혈액 속 포도당 농도가 증가하면 이자의 β 세포에서 인슐린의 분비량은 증가하지만, 이자의 α 세포에서 글루카곤의 분비량은 증가하지 않는다.

16 품목 문제 분석



혈장 삼투압이 증가할 때, 항이노호르몬(ADH)의 분비와 갈증을 느끼는 정도가 증가하고, 전체 혈액량이 증가할 때 항이노호르몬(ADH)의 분비와 갈증을 느끼는 정도가 감소한다. → ㉠은 혈장 삼투압이다.

- ① 혈장 삼투압이 증가할 때, 항이노호르몬(ADH)의 분비와 갈증을 느끼는 정도가 증가하므로, ㉠은 혈장 삼투압이다.
- ② 항이노호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽에서 분비되며, 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.
- ④ 갈증을 느끼는 정도는 혈장 삼투압이 증가할수록 높아지므로, 안정 상태일 때가 t_1 일 때보다 작다.
- ⑤ 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하며, 안정 상태일 때가 t_1 일 때보다 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 낮다. 따라서 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량은 안정 상태일 때가 t_1 일 때보다 적다.

바로알기 ③ 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높을수록 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고 오줌 삼투압은 증가한다. 따라서 오줌 삼투압은 t_1 일 때가 안정 상태일 때보다 높다.

17 (1) d_2 에서의 신경자극의 발생은 탈분극(-60 mV → +30 mV), 재분극(-80 mV) 순이다. 따라서 I 은 4 ms, II 는 3 ms, III 은 5 ms이다.

(2) 4 ms(I)일 때 A의 d_2 에서 +30 mV가 되는 데 걸리는 시간은 2 ms이므로 신경자극이 d_1 에서 d_2 로 전도되는 데 걸리는 시간은 2(=4-2) ms이다. 따라서 A의 신경자극전도 속도는

$$\frac{2 \text{ cm}}{2 \text{ ms}} = 1 \text{ cm/ms} \text{이고, B의 신경자극전도 속도는 } 2 \text{ cm/ms} \text{이다.}$$

모범 답안 (1) I : 4 ms, II : 3 ms, III : 5 ms

(2) A: 1 cm/ms, B: 2 cm/ms

(3) ㉠이 5 ms일 때 신경자극이 A의 d_1 에서 d_3 으로 전도되는 데 걸리는 시간은 4 ms이므로, A의 d_3 에서의 막전위는 -60 mV로 탈분극이 일어

나고 있다. 따라서 ㉠이 5 ms일 때 A의 d_3 에서는 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.

채점 기준	배점
(1) I ~ III을 모두 옳게 쓴 경우	20 %
(2) A와 B의 신경자극전도 속도를 모두 옳게 쓴 경우	20 %
㉠이 5 ms일 때 A의 d_3 에서의 막전위 변화를 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동과 관련지어 옳게 서술한 경우	60 %
㉠이 5 ms일 때 A의 d_3 에서의 막전위 변화만 옳게 서술한 경우	30 %

18 교감신경과 부교감신경 중 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질이 다른 것은 교감신경이다. 따라서 A는 교감신경이다. 교감신경의 신경절이전 뉴런 말단에서는 아세틸콜린이, 신경절이후 뉴런 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다. 따라서 ㉠은 아세틸콜린, ㉡은 노르에피네프린이다. 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧으므로, 신경절은 ㉡에 있다.

모범 답안 ㉡, 신경절이전 뉴런의 말단과 신경절이후 뉴런의 말단에서 각각 다른 신경전달물질이 분비되므로 A는 교감신경이다. 교감신경(A)의 신경절이전 뉴런은 신경절이후 뉴런보다 짧으므로 신경절은 ㉡에 있다.

채점 기준	배점
㉡를 쓰고, 이와 같이 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
㉡를 썼지만, 그 까닭을 틀리게 설명한 경우	40 %

19 물을 투여하면 체내 수분량이 많아져 혈장 삼투압이 낮아지며, 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 감소하고, 그 결과 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 줄어들어 단위 시간당 오줌 생성량이 증가한다. 소금물을 투여하면 혈장 삼투압이 높아져 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 증가하고, 그 결과 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 늘어나 단위 시간당 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 ㉠은 물, ㉡은 소금물이다.

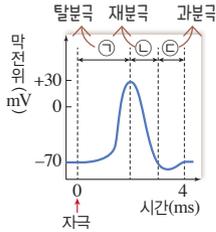
모범 답안 (1) t_2 , 물(㉠)을 투여하면 체내 수분량이 많아져 혈장 삼투압이 낮아지며, 혈장 삼투압이 낮아지면 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 감소하기 때문이다.

(2) t_3, t_3 일 때가 t_2 일 때보다 혈장 삼투압이 높으므로 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 더 많다. 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 많아지면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다.

채점 기준	배점
(1) t_2 라고 쓰고, 이와 같이 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
t_2 라고만 쓴 경우	20 %
(2) t_3 이라고 쓰고, 이와 같이 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
t_3 이라고만 쓴 경우	20 %

- 01 ④ 02 ㄱ 03 ㄴ, ㄷ 04 ② 05 ⑤ 06 ㄷ
07 ㄴ

01 — 꼼꼼 문제 분석



신경	㉠일 때 막전위가 속하는 구간		
	I d ₁	II d ₂	III d ₃
A	㉡	㉢	㉡
B	? ㉠	㉠	? ㉠
C	㉡	? ㉢	㉢

선택지 분석

- ㉠일 때 B의 d₂에서 재분극이 일어나고 있다. 탈분극
- ㉡일 때 C의 II에서의 막전위는 ㉢에 속한다.
- 신경자극전도 속도는 C > A > B 순이다.

전략적 풀이 ① 막전위 변화 그래프와 ㉠일 때 A~C에서 각 지점의 막전위가 속하는 구간을 분석하여 I~III이 각각 어떤 지점에 속하는지 파악한다.

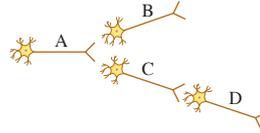
ㄴ. 활동전위의 발생 과정은 ㉠(탈분극) → ㉡(재분극) → ㉢(과분극) 순이다. A에서 I~III 중 막전위가 ㉢(과분극)에 속하는 II가 막전위 변화가 가장 많이 진행되었으므로, 자극을 준 지점 d₁과 가장 가까운 지점임을 알 수 있다. 따라서 II는 d₂이다. C에서 I과 III 중 막전위 변화가 더 많이 진행된 지점은 막전위가 ㉢(과분극)에 속하는 III이다. 따라서 III은 d₃, I은 d₁이다. ㉠일 때 B의 d₂(II)에서 막전위가 속하는 구간은 ㉠으로 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.

ㄷ. ㉠일 때 C의 d₃(III)에서의 막전위가 ㉢(과분극)에 속하고, C의 II(d₂)는 d₃보다 자극을 준 지점 d₁에 더 가깝게 위치하므로, C의 d₃(III)보다 막전위 변화가 더 많이 진행된다. 따라서 ㉠일 때 C의 d₂(II)에서의 막전위는 ㉠과 ㉡에 속할 수 없다. 자료에서 ㉠일 때 각 지점에서의 막전위는 구간 ㉠~㉢ 중 하나에 속한다고 하였으므로, ㉠일 때 C의 d₂(II)에서의 막전위는 ㉢에 속한다.

② ㉠일 때 A~C에서 각 지점의 막전위가 속하는 구간을 분석하여 A~C의 신경자극전도 속도를 파악한다.

ㄱ. ㉠일 때 d₃(III)에서 A는 ㉡(재분극)에 속하고, C는 ㉢(과분극)에 속하므로 신경자극전도 속도는 C가 A보다 빠르다. ㉠일 때 d₂(II)에서 A는 ㉢(과분극)에 속하고, B는 탈분극(㉠)에 속하므로 신경자극전도 속도는 A가 B보다 빠르다. 따라서 신경자극전도 속도는 C > A > B 순이다.

02 — 꼼꼼 문제 분석



자극을 준 뉴런	활동전위가 발생한 뉴런의 수
B 또는 D ㉠	1
A ㉡	④ 4
C ㉢	2
D 또는 B ㉣	? 1

선택지 분석

- ㉠ ㉡는 4이다.
- ㉢은 C이다. ㉣
- ㉣에 역치 이상의 자극을 주었을 때 A에서 신경전달물질이 분비된다. 분비되지 않는다.

전략적 풀이 ① 활동전위가 발생한 뉴런의 수를 통해 ㉠~㉣이 어느 것인지 파악한 후 ㉣을 구한다.

ㄴ. 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 뉴런의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 뉴런의 신경세포체나 가지돌기에 있어 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런 쪽의 한 방향으로만 일어나며, 반대 방향으로는 일어나지 않는다. 역치 이상의 자극을 A에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 4(A, B, C, D), B에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 1(B), C에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 2(C, D), D에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 1(D)이다. 따라서 ㉠은 B 또는 D, ㉡은 A, ㉢은 C, ㉣은 D 또는 B이다.

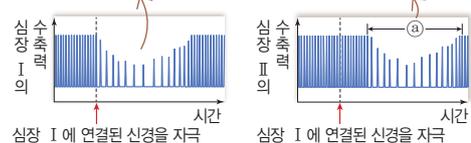
ㄱ. A(㉡)에 역치 이상의 자극을 주면 A, B, C, D에서 활동전위가 발생하므로 ㉡는 4이다.

② ㉣에 역치 이상의 자극을 주었을 때 활동전위가 발생하는 뉴런을 파악한 후 A에서 신경전달물질이 분비되는지 유추한다.

ㄷ. ㉣은 C이고, C에 역치 이상의 자극을 주었을 때 C와 D에서만 활동전위가 발생한다. 따라서 C에서 A로 시냅스전달이 일어나지 않으므로 A에서 신경전달물질이 분비되지 않는다.

03 — 꼼꼼 문제 분석

- 심장 I의 수축력이 감소하였다.
- 심장 I의 수축력이 발생하는 빈도가 감소하였다. → 심장박동 수가 줄어들었으므로 심장박동이 느려졌다.
- 심장 II의 수축력이 감소하였다.
- 심장 II의 수축력이 발생하는 빈도가 감소하였다. → 심장박동 수가 줄어들었으므로 심장박동이 느려졌다.



뉴런 A에서 방출된 화학 물질에 의해 심장의 수축력이 감소하고 심장박동이 느려졌다. → 뉴런 A는 부교감신경이며, 부교감신경의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되었다.

선택지 분석

- A의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다. **숨골**
- 구간 ㉓에서 ㉔에는 아세틸콜린이 존재한다.
- (나)의 ㉔에 노르에피네프린을 처리하면 II의 세포에서 활동전위 발생 빈도가 증가한다.

전략적 풀이 ① 실험 결과에서 심장의 수축력 변화를 분석하여 자율신경 A가 교감신경과 부교감신경 중 어느 것에 해당하는지 파악한다.

ㄴ. 심장 I에 연결된 자율신경 A를 자극했을 때 심장 I의 수축력은 감소하고 심장박동이 느려졌다. 이를 통해 A는 부교감신경이라는 것을 알 수 있다. 부교감신경(A)의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 분비된 아세틸콜린은 ㉑에서 ㉔으로 이동하여 심장 II의 수축력과 심장박동 수를 변화시켰다. 따라서 구간 ㉓에서 ㉔에는 아세틸콜린이 존재한다.

ㄱ. 심장에 연결된 부교감신경(A)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 숨골에 있다.

② 노르에피네프린이 심장 세포의 활동전위 발생 빈도에 어떤 변화를 일으키는지 생각한다.

ㄷ. 노르에피네프린은 교감신경의 신경절이후 뉴런 말단에서 분비되는 신경전달물질로, 심장박동을 촉진한다. 따라서 (나)의 ㉔에 노르에피네프린을 처리하면 심장 II 세포에서의 활동전위 발생 빈도가 증가한다.

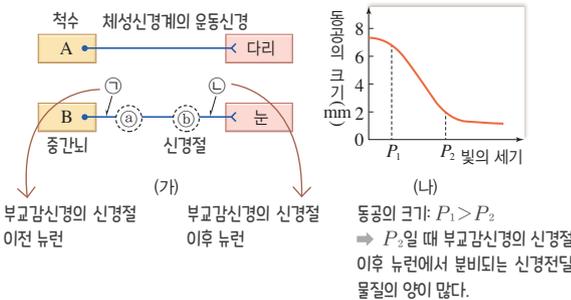
ㄱ. 다리 골격근에 연결된 체성신경계의 운동신경의 신경세포체는 척수에 있으므로, 눈에 연결된 자율신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 중간뇌에 있다. 뇌줄기는 숨골, 중간뇌, 다리뇌를 포함하며, 척수(A)는 뇌줄기에 속하지 않는다.

ㄴ. 눈에 연결된 자율신경 중 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 중간뇌에 있는 것은 부교감신경이므로, ㉑은 부교감신경의 신경절이전 뉴런, ㉔은 부교감신경의 신경절이후 뉴런이다. 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길다. 따라서 신경절은 ㉑에 있다.

② 자율신경이 동공의 크기를 어떻게 조절하는지 이해하고, P₁과 P₂일 때의 동공의 크기를 비교하여 ㉔의 말단에서 분비되는 신경전달물질의 양을 비교한다.

ㄷ. 눈에 연결된 부교감신경이 흥분하면 동공의 크기가 감소한다. (나)에서 동공의 크기는 P₁일 때가 P₂일 때보다 크므로 부교감신경의 신경절이후 뉴런(㉔)의 말단에서 분비되는 신경전달물질인 아세틸콜린의 양은 P₂일 때가 P₁일 때보다 많다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



선택지 분석

- A는 뇌줄기에 속한다. **B**
- ㉓에 신경절이 있다. **㉑**
- ㉔의 말단에서 분비되는 신경전달물질의 양은 P₂일 때가 P₁일 때보다 많다.

전략적 풀이 ① (가)에서 다리 골격근과 눈에 연결된 말초신경의 종류를 파악하여 A와 B가 무엇인지, 그리고 신경절이 어느 곳에 있는지 알아낸다.

05 **꼼꼼 문제 분석**

구분	㉑	㉔	㉕	특징(㉑~㉕)
글루카곤 A	×	×	○	• 뇌하수체에서 분비된다. ㉕ • 혈액을 통해 표적세포로 운반된다. ㉕ • 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. ㉑
ADH B	?○	㉓○	?○	
TSH C	×	○	㉑○	

(○: 있음, ×: 없음)
(가) (나)

선택지 분석

- ㉓, ㉔와 ㉕는 모두 '○'이다.
- ㉔은 '콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.'이다.
- C의 표적기관은 갑상샘이다.

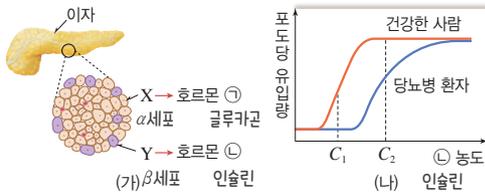
전략적 풀이 ① 갑상샘자극호르몬(TSH), 글루카곤, 항이노호르몬(ADH)의 특징을 이해하고, 호르몬 A~C와 특징 ㉑~㉕에 해당하는 것이 무엇인지 알아낸다.

ㄱ, ㄴ. 모든 호르몬은 혈액을 통해 표적세포로 운반되며, 갑상샘자극호르몬(TSH)과 항이노호르몬(ADH)은 뇌하수체에서 분비된다. 그리고 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 글루카곤은 특징 1개만 가지므로 A는 글루카곤이며, ㉕은 '혈액을 통해 표적세포로 운반된다.'이다. 항이노호르몬(ADH)은 특징 3개를 모두 가지므로 B는 항이노호르몬(ADH)이고, C는 갑상샘자극호르몬(TSH)이다. ㉑은 갑상샘자극호르몬(TSH)(C)에는 없고 항이노호르몬(ADH)(B)에는 있는 특징이므로 '콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.'이며, ㉔은 '뇌하수체에서 분비된다.'이다. 따라서 ㉓와 ㉕는 모두 '○'이다.

② 갑상샘자극호르몬(TSH)의 표적기관을 생각한다.

ㄷ. 갑상샘자극호르몬(TSH)(C)의 표적기관은 갑상샘이다.

06 — 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

- X는 β세포이다. α세포
- 이 환자에게 ㉡을 투여하면 간에서 포도당이 글라이코젠으로 전환되는 과정이 촉진된다. ㉠
- 건강한 사람의 혈당량은 C₂일 때가 C₁일 때보다 빠르게 감소한다.

전략적 풀이 ① (나)에서 건강한 사람에서 혈액 속 ㉡의 농도에 따른 혈액에서 체세포로의 포도당 유입량을 분석하여 ㉡이 어떤 호르몬인지 파악한다.

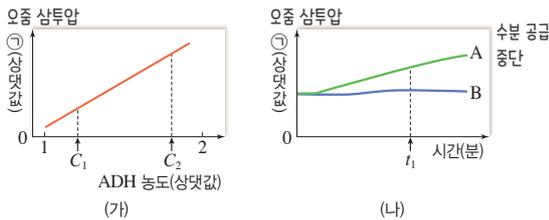
ㄱ. 건강한 사람에서 혈액 속 ㉡의 농도가 높아지면 체세포로의 포도당 유입량이 증가하는 것을 통해 ㉡은 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하는 인슐린이라는 것을 알 수 있다. 따라서 X는 글루카곤(㉠)을 분비하는 α세포, Y는 인슐린(㉡)을 분비하는 β세포이다.

ㄷ. 인슐린은 간세포에 작용하여 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하고, 체세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시킨다. 따라서 건강한 사람의 혈당량은 인슐린의 농도가 높은 C₂일 때가 인슐린의 농도가 낮은 C₁일 때보다 빠르게 감소한다.

② 글루카곤(㉠)과 인슐린(㉡)의 기능을 이해한다.

ㄴ. 글루카곤(㉠)은 간에 작용하여 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진하며, 인슐린(㉡)은 간에 작용하여 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진한다.

07 — 꼼꼼 문제 분석



혈액 속 ADH 농도가 높아질수록 오줌 삼투압은 높아지고 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다. ⇒ ㉠은 오줌 삼투압이다.

선택지 분석

- X. 혈장 삼투압이 낮아지면 ㉠은 증가한다. 감소한다
- ㉡ 단위 시간당 오줌 생성량은 C₁일 때가 C₂일 때보다 많다.
- X. t₁일 때 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도는 B에서 A에서보다 높다. 낮다

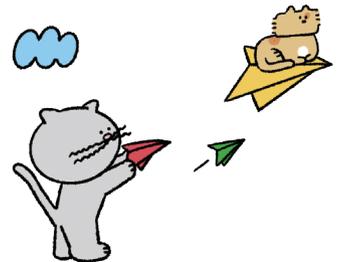
전략적 풀이 ① 혈액 속 항이노호르몬(ADH) 농도에 따른 오줌 삼투압과 단위 시간당 오줌 생성량의 변화를 이해하고, ㉠이 무엇인지 파악한다.

ㄱ. 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 증가하면 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 늘어나 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고, 오줌 삼투압은 높아진다. 따라서 ㉠은 오줌 삼투압이다. 혈장 삼투압이 낮아지면 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 감소하므로 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 줄어들어 단위 시간당 오줌 생성량은 증가하고 오줌 삼투압(㉠)은 감소한다.

ㄴ. 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로, 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높아지면 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 낮은 C₁일 때가 높은 C₂일 때보다 많다.

② (나)에서 시간에 따른 오줌 삼투압 변화를 분석하여 A와 B 중 수분 공급을 중단한 사람이 누구인지 파악한 다음, t₁일 때 A와 B에서의 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도를 비교한다.

ㄷ. 수분 공급을 중단하면 혈장 삼투압이 높아져 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 증가하며, 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 증가하면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고 오줌 삼투압은 높아진다. A와 B 중 시간에 따른 오줌 삼투압(㉠)이 높아지는 사람은 A이므로, A에게만 수분 공급을 중단하였다. t₁일 때 A에서 B에서보다 오줌 삼투압(㉠)이 높으므로, 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도는 A에서 B에서보다 높다.



2 우리 몸의 방어작용

01 / 병원체와 방어작용

개념 확인문제

190쪽

- 1 비감염성 2 감염성 3 분열법 4 항생제 5 바이러스
6 원생생물 7 매개 생물 8 균사

- 1 (1) 감 (2) 비 (3) 감 (4) 감 (5) 감 (6) 비 2 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢
(4) ㉣ (5) ㉤ (6) ㉥ 3 (1) 크다 (2) ㉦ 세균, ㉧ 바이러스 (3) 없고
4 (1) × (2) × (3) ○ 5 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

1 당뇨병과 고혈압은 병원체 없이 발생하는 비감염성질환이다. 결핵은 세균에, 말라리아는 원생생물에, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)는 바이러스에, 칸디다증은 곰팡이에 감염되어 발생하는 감염성질환이다.

3 (1) 세균은 단세포 원핵생물로, 대부분 바이러스에 비해 크기가 크다.
(2) 세균은 세포의 구조를 갖추고 있지만, 바이러스는 세포의 구조를 갖추지 않고 핵산이 단백질 껍질에 싸여 있는 형태로 존재한다.
(3) 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못하여, 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.

4 (1) 세균에 의한 질병은 항생제를, 바이러스에 의한 질병은 항바이러스제를 사용하여 치료할 수 있다.
(2) 말라리아는 원생생물에 의한 감염성질환이다. 원생생물에 의한 감염성질환은 질병에 따라 다양한 치료제를 사용하여 치료한다.

5 (1) 콜레라는 오염된 음식물이나 물을 통해 감염되는 질병이므로, 음식을 가열하여 섭취하면 콜레라를 예방할 수 있다.
(2) 감기는 기침이나 재채기를 할 때 발생하는 비말을 통해 감염될 수 있다. 따라서 마스크를 착용하거나 기침이나 재채기를 할 때 입을 가리면 감기를 예방할 수 있다.
(3) 무좀은 곰팡이에 의한 감염성질환으로, 감염된 사람과의 접촉이나 사물을 매개로 감염된다. 따라서 감염된 사람과 접촉하는 것을 피하거나, 비누를 사용해 손을 자주 씻으면 무좀을 예방할 수 있다. 수면병이나 말라리아와 같이 매개 생물에 의해 감염되는 질병은 매개 생물을 퇴치하고, 매개 생물이 번식하지 않도록 관리하여 예방할 수 있다.

개념 확인문제

193쪽

- 1 선천성 2 후천성 3 세포독성 T 4 형질세포

- 1 (1) × (2) ○ (3) × 2 ㄱ, ㄷ, ㄹ 3 ㉠ 골수, ㉡ B림프구, ㉢ T림프구 4 (1) 큰포식세포 (2) 보조 T림프구 (3) B림프구

1 (1) 방어작용은 선천성면역과 후천성면역으로 구분할 수 있다. 선천성면역은 태어나면서부터 가지고 있는 방어작용이고, 후천성면역은 태어난 후 병원체에 노출되면서 발달한다.
(2), (3) 선천성면역은 병원체에 감염된 즉시 신속하고 광범위하게 일어난다. 반면, 후천성면역은 우리 몸에 침입한 병원체를 인식하고 그에 맞는 림프구가 작용하기까지 시간이 걸린다.

2 선천성면역은 태어나면서부터 가지고 있으며 병원체의 종류를 구분하지 않는 방어작용으로, 피부, 점막, 식세포작용, 염증반응이 해당한다. 세포성면역과 체액성면역은 후천성면역에 해당한다.

3 후천성면역은 항원의 종류를 인식하고 이에 대해 특이적으로 반응하는 림프구에 의해 이루어진다. 림프구는 백혈구의 일종으로, 골수에서 생성된 후 골수에서 성숙하는 B림프구와 골수에서 생성된 후 가슴샘으로 이동하여 성숙하는 T림프구가 있다.

4 (1) 후천성면역은 림프구가 항원의 종류를 인식하는 것에서부터 시작한다. 우리 몸에 병원체가 침입하면 백혈구의 일종인 큰포식세포와 같은 항원제시세포가 병원체를 세포 안으로 끌어들인 뒤 분해하고, 항원 조각을 세포 표면에 제시한다.
(2) 보조 T림프구는 항원제시세포가 제시한 항원 조각을 인식하여 활성화된다. 활성화된 보조 T림프구의 도움으로 B림프구가 활성화된다.
(3) 활성화된 B림프구는 증식하여 형질세포와 기억세포로 분화한다.

대표 자료 분석 1

194쪽

- 1 ㉠ ○, ㉡ ○ 2 A: 말라리아, B: 독감, C: 무좀, D: 결핵
3 (1) 원생생물 (2) 바이러스 (3) 곰팡이 (4) 세균 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × (6) ×

꼼꼼 문제 분석

질병	병원체의 특징			
	㉠	㉡	㉢	㉣
A 말라리아-원생생물	○	○	○	×
B 독감-바이러스	×	×	?○	×
C 무좀-곰팡이	?○	○	㉠○	?○
D 결핵-세균	○	×	○	×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠~㉣)
• 균류에 속한다. 곰팡이 ⇒ ㉠
• 핵막이 관찰된다. 원생생물, 곰팡이 ⇒ ㉡
• 단백질을 갖는다. 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 ⇒ ㉢
• 독립적으로 물질대사를 한다. 세균, 원생생물, 곰팡이 ⇒ ㉣

(나)

1 '독립적으로 물질대사를 한다.'는 3개의 병원체가 갖고 있는 특징이므로 ㉠이고, ㉠은 '○'이다. '단백질을 갖는다.'는 모든 병원체가 갖고 있는 특징이므로 ㉢이고, ㉢은 '○'이다.

2 독감의 병원체인 바이러스는 ㉢만 있으므로 B는 독감이다. 무좀의 병원체인 곰팡이는 ㉠~㉣이 모두 있으므로 C는 무좀이다. ㉡은 독감(B)에는 없고 무좀(C)에는 있는 특징이므로 '핵막이 관찰된다.'이다. A는 ㉡이 있으므로 말라리아이고, D는 ㉡이 없으므로 결핵이다.

- 3 (1) 말라리아(A)의 병원체는 원생생물이다.
 (2) 독감(B)의 병원체는 바이러스이다.
 (3) 무좀(C)의 병원체는 곰팡이이다.
 (4) 결핵(D)의 병원체는 세균이다.

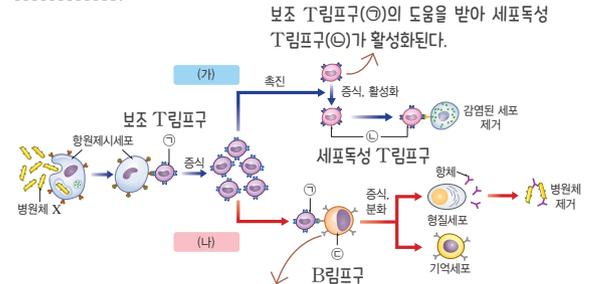
- 4 (1) 말라리아(A)는 원생생물인 말라리아원충이 모기를 매개로 감염되는 질병이다.
 (2) 비감염성질환은 병원체 없이 발생하며, 타인에게 전염되지 않는다. 독감(B)은 바이러스에 감염되어 일어나는 감염성질환이다.
 (3) 독감(B)의 병원체인 바이러스는 세포의 구조를 갖추고 있지 않으므로, 세포분열을 할 수 없다.
 (4) 무좀(C)의 병원체인 곰팡이는 진핵생물로, 핵막이 있다.
 (5) 무좀(C)과 같이 곰팡이에 의한 감염성질환의 치료에는 항진균제를 사용한다. 항생제는 결핵(D)과 같이 세균에 의한 질병을 치료할 때 사용한다.
 (6) 결핵(D)의 병원체인 세균은 핵막이 없는 원핵생물에 해당한다.

대표자료분석 2

195쪽

1 (가) 세포성면역, (나) 체액성면역 2 ㉠ 보조 T림프구, ㉡ 세포독성 T림프구, ㉢ B림프구 3 (1) 선천성면역 (2) 특이적 방어 작용 (3) 체액성면역 4 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○

꼼꼼 문제 분석



보조 T림프구(㉠)의 도움을 받아 B림프구(㉢)가 활성화되고, 증식하여 형질세포와 기억세포로 분화한다.

- 세포성면역(가): 세포독성 T림프구(㉡)가 X에 감염된 세포를 직접 제거한다.
- 체액성면역(나): 형질세포가 항체를 분비하여 X를 제거하고, 기억 세포는 항원의 정보를 기억한다.

1 (가)는 세포성면역이고, (나)는 체액성면역이다.

2 보조 T림프구(㉠)는 항원제시세포가 제시한 항원 조각을 인식하여 활성화된다. 세포성면역(가)에서 세포독성 T림프구(㉡)는 X에 감염된 세포를 직접 파괴하고, 체액성면역(나)에서 B림프구(㉢)는 형질세포와 기억세포로 분화한다.

3 (1) 식세포작용은 백혈구가 병원체를 세포 안으로 끌어들여 분해하는 작용으로, 병원체의 종류를 구별하지 않고 일어나는 선천성면역이다.

(2) 후천성면역은 특정한 병원체에 노출된 뒤 병원체의 종류에 따라 선택적으로 일어나므로 특이적 방어작용이라고도 한다. 특정 항원을 인식한 세포독성 T림프구(㉡)가 동일한 항원에 감염된 세포를 직접 제거하는 세포성면역은 특이적 방어작용에 해당한다.

(3) 체액성면역은 형질세포가 항체를 생성하여 항원을 제거하는 방어작용이다.

4 (1) 항원제시세포가 식세포작용으로 병원체를 분해하여 항원 조각을 자신의 표면에 제시하면, 보조 T림프구가 제시된 항원을 인식하여 활성화된다.

(2) 보조 T림프구(㉠)를 비롯한 T림프구는 골수에서 생성된 후 가슴샘으로 이동하여 가슴샘에서 성숙한다.

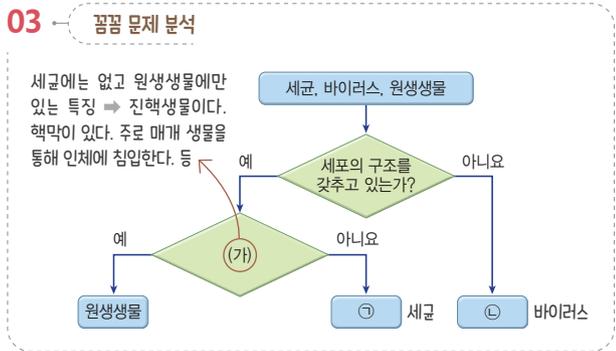
(3) 후천성면역은 감염된 병원체를 인식하여 특이적으로 일어나는 과정으로, 세포성면역(가)과 체액성면역(나)이 있다.
 (4), (5) B림프구(㉔)는 보조 T림프구(㉓)의 도움으로 활성화된 후 형질세포와 기억세포로 분화된다. 이후 형질세포에서 항체가 생성되어 항원을 제거하는 체액성면역이 일어난다.

내신 만점 문제 196쪽~198쪽

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

01 나. 후천성면역결핍증(AIDS)은 바이러스에 의해 감염되는 감염성질환으로, 타인에게 전염될 수 있다.
 다. 고혈압은 병원체 없이 유전적 요인, 환경요인, 생활 방식 등이 복합적으로 작용하여 발생하는 비감염성질환이다.
바로알기 가. 당뇨병은 병원체의 감염과 관계없이 발생하는 비감염성질환이다.

02 ① I의 병원체인 곰팡이는 핵막이 있는 진핵생물에 해당한다.
 ⑤ III의 병원체인 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못해 살아 있는 숙주세포 내에서만 증식할 수 있다.
바로알기 ② 무좀(㉑)은 감염된 사람과의 접촉으로 감염된다. 모기를 매개로 감염되는 질병에는 말라리아가 있다.
 ③ II의 병원체는 세균이다.
 ④ 감기(㉒)의 병원체는 바이러스이다. 항생제는 세균에 의한 질병을 치료할 때 사용한다.



가. 세포의 구조를 갖추고 있지 않은 병원체는 바이러스이므로 ㉒은 세균이고, ㉓은 바이러스이다. 세균(㉑)은 원핵생물이고, 원생생물은 진핵생물이므로 '진핵생물인가?'는 (가)에 해당한다.
 나. 세균(㉑)은 분열법으로 증식한다.
바로알기 다. 파상풍은 세균(㉑)에 의한 질병이다.

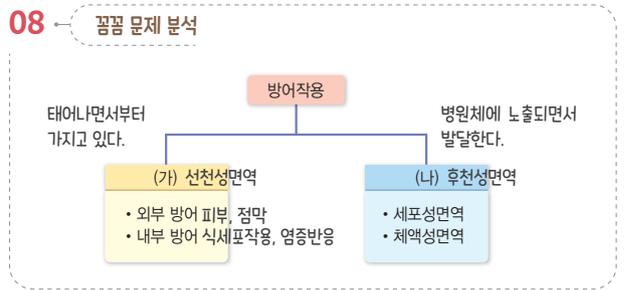
04 가, 다. (가)는 결핵을 일으키는 병원체인 세균이고, (나)는 독감을 일으키는 병원체인 바이러스이다. 세균과 바이러스는 모두 단백질을 가진다.
바로알기 나. 바이러스(나)는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 숙주세포 내에서만 증식할 수 있다.

05 가. (나)는 매개 생물에 의해 감염되는 경로이므로, 매개 생물을 퇴치하고 매개 생물이 번식하지 않도록 관리하여 (나)에 의한 질병을 예방할 수 있다.
 나, 다. 병원체에 감염되는 경로를 차단하면 감염성질환을 예방할 수 있다.

06 (가) 신체 접촉을 통해 감염되는 질병에는 무좀이 있다. (나) 모기나 파리 등 매개 생물을 통해 감염되는 질병에는 말라리아와 수면병이 있다. (다) 병원체에 오염된 물이나 음식을 통해 감염되는 질병에는 세균성 식중독, 콜레라, 장티푸스가 있다. (라) 병원체가 호흡기관을 통해 체내에 침입하여 감염되는 질병에는 결핵, COVID-19, 독감, 폐렴, 감기가 있다.

07 감염성질환의 예방에는 감염 경로를 차단하는 것이 중요하지만, 우리 몸의 방어 능력을 높이는 것도 중요하다.
모범 답안 규칙적으로 운동한다. 균형 잡힌 식사를 한다. 충분한 휴식을 취한다. 적절하게 스트레스를 해소한다. 예방접종으로 인체의 방어 능력을 향상시킨다. 등

채점 기준	배점
우리 몸의 방어 능력을 향상시키는 방법을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
우리 몸의 방어 능력을 향상시키는 방법을 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %



병원체에 대하여 우리 몸을 보호하는 방어작용은 선천성면역과 후천성면역으로 구분할 수 있다.
 가. 피부, 점막과 같은 외부 방어와 식세포작용, 염증반응과 같은 내부 방어는 선천성면역(가)에 해당한다.
 다. 후천성면역(나)은 특정 병원체에 대해서만 선택적으로 작용하며, 병원체의 종류를 인식하고 반응하는 데 시간이 걸린다.

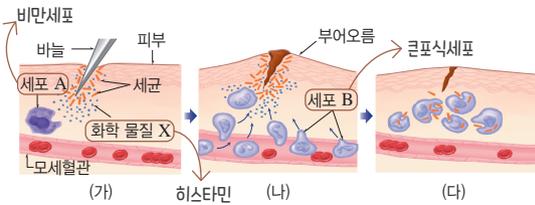
바로알기 나. 후천성면역(나)은 태어난 후 병원체에 노출되면서 발달한다.

09 가. 숨관가지 내벽(가)은 각질층이 없어 점막으로 덮여 있고, 점액을 분비하여 병원체의 침입을 막는다.

나. 피부(나)에서 분비되는 땀에 포함된 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하여 병원체를 제거한다.

다. 숨관가지의 내벽(가)의 점막과 피부(나)는 선천성면역에 해당하며, 병원체가 몸속으로 들어오는 것을 막는 물리적 장벽 역할을 한다.

10~11 ← **꼼꼼 문제 분석**



- (가): 병원체가 상처 부위로 들어오면, 손상된 부위의 비만세포(A)에서 히스타민(X)을 분비한다.
- (나): 히스타민(X)의 작용으로 주변 모세혈관이 확장되어 혈류량이 증가하고 혈관의 투과성이 증가하여 큰포식세포(B)와 혈장이 상처 부위로 이동한다.
- (다): 상처 부위에 모인 큰포식세포(B)가 식세포작용으로 세균을 제거한다.

10 피부나 점막이 손상되어 병원체가 체내에 침입하면 손상된 부위의 비만세포(A)에서 히스타민(X)을 분비하여 주변 모세혈관이 확장되면서 혈류량이 증가하고 혈관의 투과성이 커져 큰포식세포(B)와 혈장이 상처 부위로 이동한다.

모범 답안 히스타민, 모세혈관이 확장되어 혈류량이 증가하고 혈관의 투과성이 커진다.

채점 기준	배점
X의 이름을 쓰고, X의 작용으로 나타나는 모세혈관의 변화를 옳게 서술한 경우	100 %
X의 작용으로 나타나는 모세혈관의 변화만 옳게 서술한 경우	60 %
X의 이름만 옳게 쓴 경우	40 %

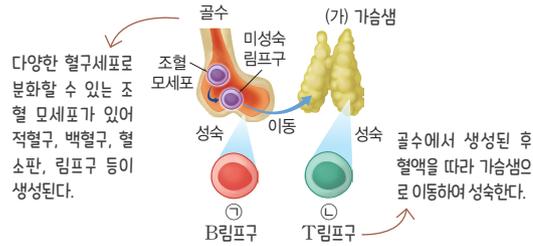
11 가. A는 비만세포, B는 큰포식세포이다.

다. 큰포식세포(B)는 병원체를 감싸서 세포 내부로 끌어들이 뒤 효소를 이용하여 분해하는 식세포작용으로 세균을 제거한다.

바로알기 나. 히스타민(X)은 손상된 부위의 비만세포(A)에서 분비된다.

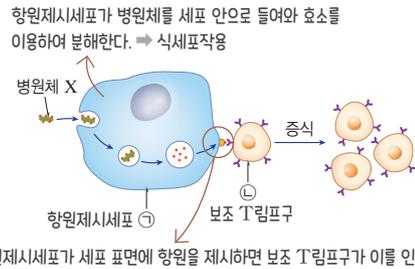
르. 염증반응은 병원체의 종류를 구별하지 않고 일어나는 선천성면역에 해당한다.

12 ← **꼼꼼 문제 분석**



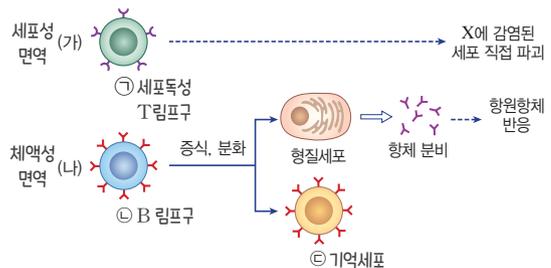
- ① (가)는 미성숙 림프구가 T림프구로 성숙되는 가슴샘이다.
 - ② 활성화된 B림프구(㉠)는 형질세포와 기억세포로 분화한다.
 - ④, ⑤ 림프구는 백혈구의 일종으로 항원의 종류를 인식하고 이에 대해 특이적으로 반응하며, 후천성면역에서 중요한 역할을 한다.
- 바로알기** ③ T림프구(㉡) 중 보조 T림프구는 B림프구의 활성화를 도와 체액성면역에 관여한다.

13 ← **꼼꼼 문제 분석**



- 가. 항원제시세포(㉠)가 X를 세포 안으로 들여와 분해하는 식세포작용은 선천성면역에 해당한다.
 - 나. 항원제시세포(㉠)가 표면에 제시한 X의 항원 조각을 보조 T림프구(㉡)가 인식한다.
- 바로알기** 다. 보조 T림프구(㉡)의 도움으로 활성화된 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 직접 제거한다. 따라서 X에 감염된 세포를 직접 제거하는 것은 보조 T림프구(㉡)가 아니다.

14 ← **꼼꼼 문제 분석**



02 / 항원항체반응과 백신

개념 확인문제

202쪽

① 특이성 ② A형 ③ B형 ④ Rh⁺형 ⑤ Rh⁻형

1 항원항체반응의 특이성 2 ㉠ 항A 혈청, ㉡ 항B 혈청 3 (1) ○
(2) ○ (3) × (4) ×

1 항체는 항원 결합 부위와 맞는 특정 항원과만 결합하는데, 이를 항원항체반응의 특이성이라고 한다.

2 항A 혈청과 항B 혈청을 떨어뜨렸을 때 일어나는 응집반응으로 ABO식 혈액형을 판정할 수 있다. 즉, 항A 혈청과 응집반응이 일어나면 응집원 A가 있는 것이고, 항B 혈청과 응집반응이 일어나면 응집원 B가 있는 것이다. 따라서 AB형과 A형에서 응집반응이 일어난 ㉠은 항A 혈청이고, AB형과 B형에서 응집반응이 일어난 ㉡은 항B 혈청이다.

3 (1) AB형은 응집소가 없어 다른 ABO식 혈액형의 응집원과 응집반응이 일어나지 않으므로, A형, B형, O형인 사람으로부터 소량의 혈액을 수혈받을 수 있다.

(2) Rh식 혈액형은 Rh 응집원의 유무에 따라 Rh⁺형과 Rh⁻형으로 구분한다. Rh⁺형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원은 있지만 Rh 응집소는 없다.

(3) 항Rh 혈청을 떨어뜨렸을 때 일어나는 응집반응으로 Rh식 혈액형을 판정할 수 있다. Rh⁻형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원이 없으므로 항Rh 혈청과 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다. 항Rh 혈청과 섞었을 때 응집반응이 일어나는 혈액형은 Rh⁺형이다.

(4) 혈액을 제공하는 사람의 응집원과 혈액을 제공받는 사람의 응집소 사이에 응집반응이 일어나지 않으면 다른 혈액형 사이에서도 소량 수혈이 가능하다.

개념 확인문제

205쪽

① 1차 ② 2차 ③ 기억세포 ④ 1차

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 ㉠ 1차 면역반응, ㉡ 2차 면역반응
3 ㄱ, ㄴ 4 집단 면역

1 (1) 1차 면역반응에서는 B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포에서 항체가 생성된다.

(2) 동일한 항원이 재침입하면 1차 면역반응에서 생성된 기억세포가 형질세포로 빠르게 분화하고, 다량의 항체를 신속하게 생성하며 2차 면역반응이 일어난다.

(3) 2차 면역반응에서는 기억세포가 분화된 형질세포가 항체를 생성하여 1차 면역반응보다 빠르게 다량의 항체를 생성할 수 있다.

2 백신을 접종하면 1차 면역반응이 일어나 특정 항원에 대한 기억세포가 생성된다. 이후 같은 항원을 가진 병원체에 감염되면 1차 면역반응에서 생성된 기억세포가 빠르게 형질세포로 분화하고 다량의 항체를 빠르게 생성하여 2차 면역반응이 일어난다.

3 백신은 인위적으로 1차 면역반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 물질로, 백신의 종류에 따라 제조 방법, 보관 방법, 효과가 다르다.

ㄱ. 생백신은 병원성을 약화시킨 병원체로 만든 백신이다. 생백신을 체내에 주입하면 병원체가 몸속에서 증식하여 면역반응을 일으키기 때문에 면역력이 약한 사람의 경우 질병을 앓을 수도 있다.

ㄴ. 사백신은 열이나 화학 약품을 처리하여 비활성 상태로 바꾼 병원체로 만든 백신이다. 병원체가 몸속에서 증식할 수 없어 면역력이 약한 사람에게도 안전하지만, 백신의 효과가 약해 여러 번 접종해야 한다.

ㄷ. 핵산 백신은 병원체의 유전정보가 담긴 핵산으로 만든 백신이다. 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원이나 항원결정부위를 사용하여 만든 백신은 재조합 백신이다.

4 집단 내의 많은 사람들이 백신을 접종받았거나, 병원체에 감염된 적이 있으면 집단 면역이 생긴다. 집단 내에 면역력을 가진 사람이 많아지면 질병의 확산이 느려지거나 억제된다.

완자샘 비법특강

206쪽

Q1 해설 참조

Q1 **모범 답안** 항원이 1차 침입하면 1차 면역반응이 일어나, B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화한다. 이후 동일한 항원이 2차 침입하면 2차 면역반응이 일어나, 1차 면역반응에서 생성된 기억세포가 빠르게 형질세포로 분화하고 다량의 항체를 빠르게 생성하기 때문이다.

채점 기준	배점
1차 면역반응과 2차 면역반응이 일어나는 과정과 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
기억세포가 분화하였기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

대표 자료 분석 1

207쪽

- 1 (1) B형 (2) β (3) -, + 2 (다), (라) 3 (가), (라) 4 (1) ×
 (2) ○ (3) × (4) × (5) ○

꼼꼼 문제 분석

적혈구	혈장	B형(α)	O형(α, β)	A형(β)	AB형 (응집소 없음)
		(가)	(나)	(다)	(라)
(가) B형(B)		-	+	+	-
(나) O형 (응집원 없음) ㉠		-	-	-	-
(다) A형(A)		+	+	-	-
(라) AB형 (A, B)		+	㉡+	+	-

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

- 1 (1) (가)의 혈액에는 응집원 B가 있으므로 (가)의 혈액형은 B형 또는 AB형이다. (가)의 혈액형이 B형이라면 (가)의 적혈구는 O형과 A형의 혈장과 응집하고 (가)의 혈액형이 AB형이라면 (가)의 적혈구는 O형, A형, B형의 혈장과 응집한다. (가)의 적혈구는 두 명의 혈장과 응집하였으므로 (가)의 혈액형은 B형이다.
 (2) (가)의 적혈구와 응집한 혈장인 (나)와 (다)에는 응집소 β 가 있으므로 (나)와 (다)의 혈액형은 각각 O형과 A형 중 하나이다. (가)~(라)의 ABO식의 혈액형이 각각 서로 다르므로, (라)의 혈액형은 AB형이다. O형의 적혈구에는 응집원이 없어 A형과 B형의 혈장과 응집하지 않는다. 따라서 (나)의 혈액형은 O형이고, (다)의 혈액형은 A형이다. A형인 (다)의 혈장에는 응집소 β 가 있다.
 (3) O형인 (나)의 적혈구는 다른 혈액형의 혈장과 응집하지 않으므로, ㉠은 '-'이다. AB형인 (라)의 적혈구는 다른 혈액형의 혈장과 모두 응집하므로 ㉡은 '+'이다.

2 응집원 A가 있는 사람은 A형인 (다)와 AB형인 (라)이다.

3 응집원 B가 있는 사람은 B형인 (가)와 AB형인 (라)이다.

- 4 (1) B형인 (가)의 혈장에 있는 응집소는 α 이고 A형인 (다)의 혈장에 있는 응집소는 β 이다. 따라서 (가)와 (다)의 혈장에는 동일한 종류의 응집소가 없다.
 (2) O형인 (나)의 혈액에는 응집소 α 와 응집소 β 가 모두 존재한다.
 (3) A형인 (다)의 혈액에는 응집원 A와 응집소 β 가 있고, AB형인 (라)의 혈장에는 응집소가 없다. 따라서 (다)의 혈액과 (라)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.
 (4) 혈액을 제공하는 사람의 응집원과 혈액을 제공받는 사람의 응집소가 응집반응을 일으키지 않으면 다른 혈액형 사이에서도

소량 수혈이 가능하다. (라)가 (가)에게 수혈할 경우 (라)의 응집원 A가 (가)의 응집소 α 와 응집반응을 일으키기 때문에 (라)는 (가)에게 소량 수혈할 수 없다.

(5) O형인 (나)에는 응집원이 없으므로 (나)는 A형인 (다)에게 소량 수혈할 수 있다.

대표 자료 분석 2

208쪽

- 1 ㉠ 보조 T림프구, ㉡ 형질세포, ㉢ 기억세포 2 II 3 (1) 골수, 가슴샘 (2) 체액성면역 (3) 형질세포 (4) 느리다 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○

1 보조 T림프구(㉠)의 도움으로 B림프구가 활성화되며, 활성화된 B림프구는 형질세포(㉡)와 기억세포(㉢)로 분화된다. X가 2차 침입하면 기억세포(㉢)가 형질세포로 빠르게 분화하여 X에 대한 항체를 분비한다.

2 X가 2차 침입하였을 때, 1차 면역반응에서 생성된 기억세포가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 다량의 항체를 생성하는 면역반응을 2차 면역반응이라고 한다. 따라서 2차 면역반응이 일어나는 구간은 항체 농도가 빠르게 높아지는 구간 II이다.

- 3 (1) 보조 T림프구(㉠)는 골수에서 생성된 후 혈액을 따라 가슴샘으로 이동하여 가슴샘에서 성숙한다.
 (2) 형질세포(㉡)에서 분비된 항체에 의한 방어작용은 체액성면역에 해당한다. 세포성면역은 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴하는 방어작용이다.
 (3) 1차 면역반응이 일어나는 구간 I에서는 B림프구에서 분화된 형질세포에서 항체가 생성된다.
 (4) 항체 생성 속도는 2차 면역반응이 일어나는 구간 II에서가 1차 면역반응이 일어나는 구간 I에서보다 빠르다.

- 4 (1) 보조 T림프구(㉠)의 도움으로 활성화된 B림프구는 형질세포(㉡)와 기억세포(㉢)로 분화한다.
 (2) 기억세포(㉢)가 형질세포로 분화된 뒤 형질세포에서 항체를 생성하여 항원항체반응으로 항원을 제거한다.
 (3) ㉢는 항원에 대한 정보를 기억하고 있는 기억세포(㉢)가 형질세포로 분화하는 과정이므로 2차 면역반응이 일어나는 구간 II에서 일어난다.
 (4) 구간 I에서는 형질세포에서 생성된 항체가 항원과 결합하여 병원체를 제거하는 체액성면역이 일어난다.
 (5) 구간 II에는 1차 면역반응에서 생성된 기억세포와 2차 면역반응에서 생성된 기억세포가 존재한다.

내신 만점문제

209쪽~212쪽

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

01 ①, ② 항원이 체내에 침입하면 면역반응이 일어나 항원에 대항하는 항체가 생성된다.

③ 항체는 항원을 제거하기 위해 체내에서 만들어진 단백질로, 항원과 결합하는 항원 결합 부위가 2개 있다.

⑤ 항체가 항원과 연쇄적으로 결합하면 항원의 이동을 방해하여 백혈구의 식세포작용이 쉽게 일어나게 한다.

바로알기 ④ 항체의 종류에 따라 항원 결합 부위의 구조가 다르며, 항체는 항원 결합 부위와 입체 구조가 맞는 특정 항원과만 결합할 수 있다.

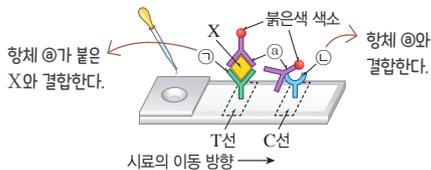
02 ㄱ. ㉠은 항원이 결합하는 항원 결합 부위이며, 항체의 종류에 따라 항원 결합 부위(㉡)의 구조가 다르다.

ㄴ. 항체 (가)의 주성분은 단백질이다.

ㄷ. 항체 (가)는 형질세포에서 생성되어 혈액과 림프액과 같은 체액으로 분비된다.

바로알기 ㄷ. 항체 (가)는 항원 결합 부위와 입체 구조가 맞는 한 종류의 항원만 인식하여 결합한다.

03-04 **꼼꼼 문제 분석**



- X에 감염되었을 때: X와 ①가 결합한다. T선에 부착되어 있는 ①에 ②와 결합한 X가 결합하여 붉은색 선이 나타나며, C선에 부착되어 있는 ②에 ①가 결합하여 붉은색 선이 나타난다.
- X에 감염되지 않았을 때: C선에 부착되어 있는 ②에 ①가 결합하여 붉은색 선이 나타난다.

03 ㄴ. X에 감염되면 T선과 C선 모두에서 붉은색 선이 나타나고, X에 감염되지 않으면 C선에서만 붉은색 선이 나타난다. A의 검사 결과, T선과 C선 모두에서 붉은색 선이 나타났으므로 A는 X에 감염된 사람이다. A와 B 중 한 사람만 X에 감염되었으므로, B는 감염되지 않은 사람이다.

바로알기 ㄱ. ㉠은 X와 결합하므로 ㉠은 X에 대한 항체이고, ㉡은 ②와 결합하므로 ②에 대한 항체이다.

ㄷ. B는 X에 감염되지 않았으므로 검사 결과 진단 키트에서 C선에만 붉은색 선이 나타난다.

04 항체는 항원 결합 부위와 입체 구조가 맞는 특정 항원과만 결합한다.

모범 답안 X에 감염된 A의 시료에는 X가 있으며 X는 ②와 결합한 후 T선에 있는 X에 대한 항체(㉡)와도 결합한다. 이때 ②에 있는 붉은색 색소 때문에 T선에 붉은색 선이 나타난다.

채점 기준	배점
X와 결합하는 항체를 명확히 제시하여 옳게 서술한 경우	100 %
일반적인 항원항체반응에 대해 서술한 경우	30 %

05 **꼼꼼 문제 분석**

구분	응집원 A	응집원 B	응집소 α	응집소 β
(가) AB형	○	○	×	×
(나) A형	○	×	?	○
(다) B형	?	○	○	?
(라) O형	×	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

- (가): 응집소 α와 β 모두 없다. → AB형, 응집원 A와 B 모두 있다.
- (라): 응집원 A와 B 모두 없다. → O형, 응집소 α와 β 모두 있다.
- (나): 응집원 A만 있다. → A형, 응집소 β만 있다.
- (다) → B형, 응집원 B와 응집소 α만 있다.

① AB형인 (가)의 적혈구에는 응집원 A와 B가 모두 있다.

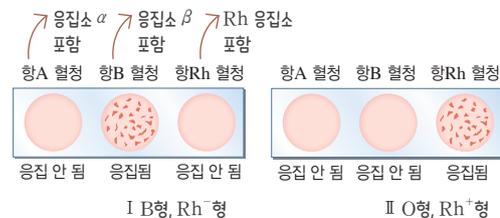
③ (다)는 응집원 B와 응집소 α가 있는 B형이다.

④ A형인 (나)의 혈구에는 응집원 A가 있고, B형인 (다)의 혈장에는 응집소 α가 있다. 따라서 (나)의 혈구와 (다)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어난다.

⑤ 혈장에 응집소 α가 있는 사람은 B형인 (다)와 O형인 (라)이다.

바로알기 ② A형인 (나)의 혈액에는 응집소 α는 없고 응집소 β는 있다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



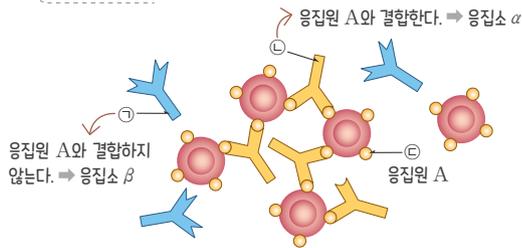
- I의 혈액형: 항B 혈청과만 응집반응이 일어나므로 응집원 A와 Rh가 없고, 응집원 B만 있다. → B형, Rh⁻형
- II의 혈액형: 항Rh 혈청과만 응집반응이 일어났으므로 응집원 A와 B가 없고, 응집원 Rh만 있다. → O형, Rh⁺형

ㄱ. 항A 혈청에는 응집소 α 가 있어, 응집원 A를 갖는 혈액과 섞으면 응집반응이 일어난다.

ㄴ. 항Rh 혈청에는 응집소 Rh가 있어, 응집원 Rh를 갖는 혈액과 섞으면 응집반응이 일어난다. II의 혈액은 항Rh 혈청과 응집반응이 일어났으므로, II의 적혈구에는 Rh 응집원이 있다.

바로알기 ㄴ. 혈액을 제공하는 사람의 응집원과 혈액을 제공받는 사람의 응집소가 응집반응을 일으키지 않는 경우 소량 수혈이 가능하다. I의 응집원 B와 II의 응집소 β 가 응집반응을 일으키므로 I의 혈액을 II에게 소량 수혈할 수 없다.

07 품목 문제 분석



A형인 I의 적혈구에는 응집원 A가 있고, O형인 II의 혈장에는 응집소 α 와 β 가 있다.

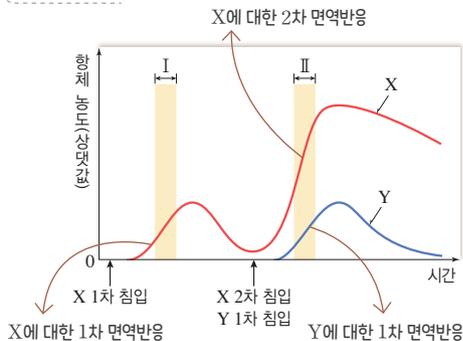
ㄱ. ㉠은 적혈구의 응집원 A와 결합하지 않으므로 응집소 β 이다.

바로알기 ㄴ. A형인 I의 혈장에는 응집소 β (㉡)이 있다.

ㄴ. B형과 AB형의 혈액에는 모두 응집원 B가 있다.

08 응집원 ㉠을 응집원 A라고 하면, 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 모두 있는 사람이 있으므로 응집소 ㉡은 응집소 β 이다. 응집원 A(㉢)가 있는 사람인 A형과 AB형은 79명이다. 응집소 β (㉣)가 있는 사람인 A형과 O형은 111명이다. 응집원 A(㉠)와 응집소 β (㉣)가 모두 있는 사람인 A형은 57명이다. 따라서 AB형은 22명(=79명-57명), O형은 54명(=111명-57명), B형은 67명(=200명-57명-22명-54명)이다. 응집원 A와 B를 모두 갖는 사람은 AB형이므로 22명이다. 응집원 ㉠을 응집원 B라고 할 때도 AB형의 수는 22명이다.

09 품목 문제 분석



X가 1차 침입하였을 때는 1차 면역반응이 일어나 X에 대한 혈중 항체 농도가 서서히 증가하였다. X가 2차 침입하였을 때는 2차 면역반응이 일어나 X에 대한 혈중 항체 농도가 급격하게 증가하였다.

ㄴ. 구간 II에서는 X에 대한 항체가 생성되었으므로, X에 대한 특이적 방어작용인 체액성면역이 일어났다.

바로알기 ㄱ. 구간 I에서 X에 대한 혈중 항체 농도가 증가한 것은 X에 대한 B림프구가 형질세포로 분화하고, B림프구가 분화한 형질세포에서 항체가 생성되었기 때문이다. X에 대한 형질세포는 기억세포로 분화하지 않는다.

ㄴ. Y에 처음 노출되어, Y에 대한 항체의 생성 속도가 느리고 생성되는 항체의 양이 적으므로, 구간 II에서는 Y에 대한 1차 면역반응이 일어났다.

10 ①, ③ 백신은 감염성질환을 예방하기 위해 체내에 주입하는 물질로, 인위적으로 1차 면역반응을 일으켜 기억세포를 생성하게 한다.

② 병원성을 약화시킨 병원체나 화학 약품을 처리하여 불활성 상태로 만든 병원체 등을 이용하여 백신을 만든다.

⑤ 감기와 같이 병원체의 유전정보가 계속 바뀌는 질병은 병원체의 바뀐 유전정보에 따라 새로운 백신을 계속 개발해야 하는 어려움이 있다.

바로알기 ④ 백신은 감염성질환을 예방하고 집단 면역을 형성하며 질병의 확산을 억제한다.

11 **모범 답안** 백신을 접종하면 1차 면역반응이 일어나 특정 항원에 대한 기억세포가 생성된다. 이후 같은 병원체가 침입하면 2차 면역반응이 일어나 다량의 항체가 빠르게 생성되어 병원체를 효과적으로 제거하여 질병을 예방할 수 있다.

채점 기준	배점
1차 면역반응과 2차 면역반응과 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
병원체 침입 시 다량의 항체가 만들어지기 때문 또는 2차 면역반응이 일어나기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

12 품목 문제 분석

생쥐	주사액	생존 여부
II	X	죽는다.
III	X+㉡	산다.
IV	X+㉢	산다.

X에 대한 기억세포(㉢)가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 체액성면역이 일어났다.

병원체 X와 X에 대한 항체(㉡) 사이에서 항원항체반응이 일어났다.

01 ① 02 ⑤ 03 ④ 04 ④

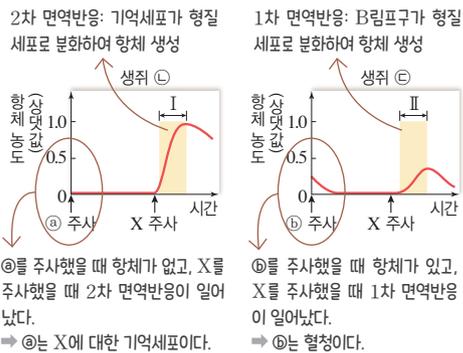
ㄱ. (가)의 I에서는 ㉠에 의해 X에 대한 1차 면역반응이 일어나고, 그 결과 X에 대한 기억세포와 항체가 생성된다.

ㄴ. (나)의 II에서는 X에 대한 기억세포(㉡)가 형질세포로 분화되어 다량의 항체를 생성한 결과 X에 대한 항원항체반응이 일어나 생쥐가 살았다.

바로알기 ㄷ. (나)의 IV는 X에 처음 노출되었으므로 IV에서는 X에 대한 1차 면역반응이 일어나고, ㉢에는 X에 대한 항체가 있어 항원항체반응이 신속하게 일어나서 생쥐가 살았다.

13 백신은 종류에 따라 제조 방법, 보관 방법과 효과가 다르다. 항원의 유전정보가 담긴 핵산으로 만든 백신을 핵산 백신이라고 한다.

14 — **꼼꼼 문제 분석**

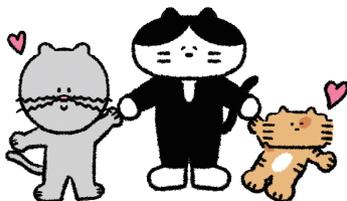


ㄴ. 구간 I에서는 2차 면역반응이 일어났으므로 X에 대한 기억세포가 형질세포로 분화한다.

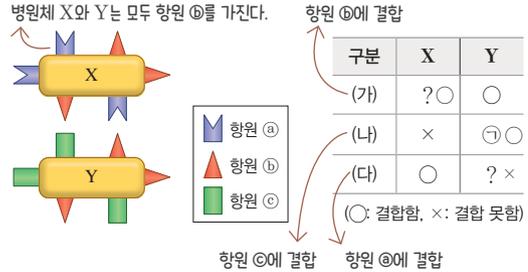
ㄷ. 구간 II에서는 1차 면역반응이 일어났으므로 X에 대한 B림프구가 형질세포로 분화하고, B림프구가 분화한 형질세포에서 항체가 생성된다.

ㄹ. 구간 I과 II에서 모두 X에 대한 항체가 생성되었으므로 체액성면역이 일어났다.

바로알기 ㄱ. ㉡에게 ㉠을 주사한 후 X를 주사하면 항체가 급격히 생성되는 것으로 보아 2차 면역반응이 일어났음을 알 수 있다. 따라서 ㉠은 X에 대한 기억세포이다. 혈청은 혈액에서 혈구와 응고 성분을 제거한 액체 성분으로, 세포는 없지만 항체는 존재한다.



01 — **꼼꼼 문제 분석**



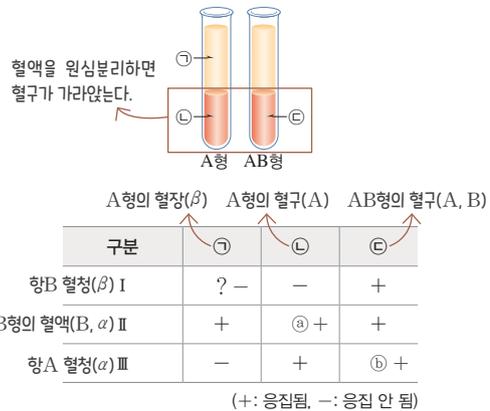
항원 ㉠에 대한 항체는 X에만 결합하고, 항원 ㉠에 대한 항체는 X와 Y 모두에 결합하며, 항원 ㉢에 대한 항체는 Y에만 결합한다.

ㄱ. (나)는 X에는 결합하지 않으므로 Y에만 결합하는 항체이다. 따라서 (나)는 항원 ㉢에 대한 항체이고, ㉠은 '○'이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 Y에 결합하므로 항원 ㉡에 대한 항체이고, ㉡를 가진 X에도 결합한다. 따라서 (다)는 항원 ㉢에 대한 항체이며, X에만 결합한다.

ㄷ. (가)~(다)는 서로 다른 항원에 대한 항체이므로 각기 다른 형질세포에서 생성된다.

02 — **꼼꼼 문제 분석**

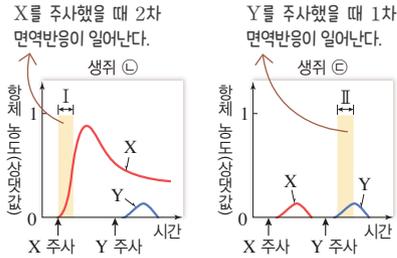


ㄱ. 혈액을 원심분리하면 혈구가 가라앉았으므로 A형의 혈장(㉠)에는 응집원 A는 없고 응집소 β가 있다.

ㄴ. A형의 혈장(㉠)과 반응하는 II는 응집원 B를 가진 B형의 혈액이다. B형의 혈액(II)에는 응집소 α가 있으므로 A형의 혈구(㉡)와 반응한다. III은 A형의 혈구(㉡)와 반응하므로 항A 혈청이다. AB형의 혈구(㉢)에는 응집원 A와 B가 있으므로 항A 혈청(III)과 반응한다. 따라서 ㉠과 ㉡는 모두 '+'이다.

ㄷ. I 은 A형의 혈구(㉠)와 반응하지 않고, AB형의 혈구(㉡)와 반응하므로 응집소 β가 있는 항B 혈청이다.

03 품평 문제 분석



ㄴ. 구간 I에서는 (다)에서 주사한 기억세포로부터 분화된 형질 세포에서 X에 대한 항체를 빠르게 생성하여 2차 면역반응이 일어났다.

ㄷ. 구간 II에서 Y에 대한 항체에 의해 체액성면역이 일어났다. **바로알기** ㄱ. ㉠에서 X에 대한 2차 면역반응이 일어났으므로 (다)에서 ㉠에게 주사한 기억세포는 X에 대한 기억세포이다. 따라서 (나)에서 ㉠에게 주사한 항원은 X이다.

04 품평 문제 분석

생쥐	주사액의 조성	생존 여부
I	㉠	산다.
II	㉡	산다.
III	㉢	산다.
IV	A	죽는다.

→ ㉡과 ㉢은 병원성이 없는 물질이다.
→ A는 병원성이 있다.

생쥐	생존 여부
㉠ 주사 I	죽는다. → ㉠은 A에 의한 질병을 예방하는 효과가 없다.
㉡ 주사 II	산다. → ㉡은 A에 의한 질병을 예방하는 효과가 있다.
혈청 ㉢ 주사 V	산다.

ㄱ. (마)에서 ㉠을 주사한 I은 죽었지만 ㉡을 주사한 II와 혈청 ㉢(㉡을 주사한 III에서 분리)을 주사한 V는 살았으므로, ㉡은 A에 의한 질병을 예방할 수 있다. 따라서 A에 대한 백신으로 ㉠보다 ㉡이 적합하다.

ㄴ. (다)에서 ㉡을 주사한 II가 생존하였으므로 II에서 ㉡에 대한 방어작용이 일어났다. II는 ㉡에 노출된 적이 없으므로 ㉡에 대한 1차 면역반응이 일어났다.

ㄷ. (마)에서 V에게 A를 주사하면 ㉡과 A가 반응하여 항원항체 반응이 일어나 살았다.

바로알기 ㄷ. ㉡는 혈청으로, 혈구가 제거된 상태이므로 세포를

포함하지 않는다. (마)에서 ㉡를 주사한 V가 생존했으므로 ㉡에는 A에 대한 항체가 있다.

중단원 핵심 정리

214쪽~215쪽

- ① 비감염성
- ② 감염성
- ③ 세균
- ④ 바이러스
- ⑤ 라이소자임
- ⑥ 히스타민
- ⑦ 기생생
- ⑧ 보조 T림프구
- ⑨ B림프구
- ⑩ 2
- ⑪ 응집원
- ⑫ 응집소
- ⑬ 항A
- ⑭ 항B
- ⑮ 기억세포
- ⑯ 기억세포

중단원 마무리 문제

216쪽~219쪽

- 01 A: 낮모양적혈구빈혈증, B: 결핵, C: 후천성면역결핍증(AIDS)
- 02 ① 03 ④ 04 ② 05 ⑤ 06 ④ 07 ③
- 08 ⑤ 09 ② 10 ㄱ, ㄷ 11 ㄱ, ㄴ 12 ③ 13 ③
- 14 해설 참조 15 해설 참조 16 해설 참조

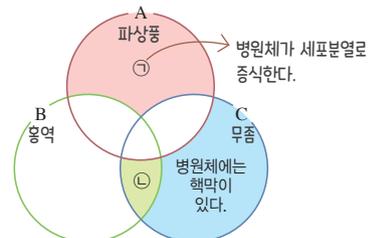
01 품평 문제 분석

질병	특징
낮모양적혈구빈혈증 A	타인에게 전염되지 않는다.
결핵 B	병원체가 세포의 구조를 갖추고 있다.
AIDS C	병원체가 스스로 물질대사를 하지 못한다.

- 낮모양적혈구빈혈증은 비감염성질환이다.
- 결핵은 세균, 후천성면역결핍증(AIDS)은 바이러스에 의한 감염성 질환이다.

낮모양적혈구빈혈증은 유전자의 돌연변이로 인해 발생하는 질병으로 비감염성질환이며, 병원체가 없다. 따라서 A는 낮모양적혈구빈혈증이다. 결핵의 병원체인 세균은 세포의 구조를 갖추고 있으므로 B는 결핵이다. AIDS의 병원체인 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못하므로 C는 AIDS이다.

02 품평 문제 분석



파상풍의 병원체는 세균, 무좀의 병원체는 곰팡이, 홍역의 병원체는 바이러스이다.

나. '병원체가 세포분열로 증식한다.'는 파상풍에만 해당하는 특징이므로 ㉠이다.

바로알기 ㉡. A는 파상풍, B는 홍역, C는 무좀이다.

㉢. '병원체는 핵산을 가지고 있다.'는 무좀, 홍역, 파상풍 모두에 해당하는 특징이므로 ㉣에 해당하지 않는다.

03 ① (가)~(라)는 모두 피부와 점막에 의한 방어작용으로 선천성면역에 해당한다.

② 위벽에서 분비하는 위액에는 강한 산성을 띠는 위산(㉠)이 포함되어 있어 병원체를 제거한다.

③ 콧속은 각질층(㉡)이 없는 대신 점막으로 덮여 있으며, 점막에서는 라이소자임이 들어 있는 점액을 분비하여 병원체의 이동과 침입을 막는다.

⑤ 숨관가지(㉢)의 내벽은 섬모와 점액으로 덮여 있다.

바로알기 ④. 땀이나 침에 들어 있는 라이소자임(㉣)은 세균의 세포벽을 분해하는 효소로, 세균의 종류를 구분하지 않고 작용한다.

04 나. 병원체가 상처 부위를 통해 몸속으로 침입하면 비만세포가 히스타민(㉠)을 분비한다.

㉡. 백혈구(㉢)는 식세포작용으로 병원체인 X를 감싸 내부로 끌어들이고 효소를 이용하여 분해한다.

바로알기 ㉢. 염증반응은 병원체의 종류를 구별하지 않고 일어나는 비특이적 방어작용에 해당한다.

㉣. 히스타민(㉠)이 모세혈관을 확장시켜 모세혈관의 투과성이 커진다. 이로 인해 백혈구(㉢)가 상처 부위로 모일 수 있게 된다.

05 **꼼꼼 문제 분석**

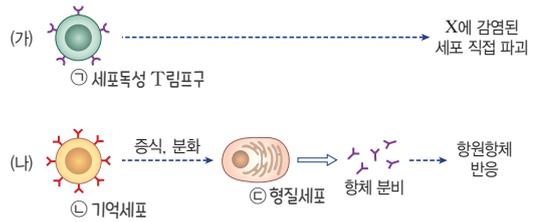
세포	특징
큰포식세포 I	X를 세포 안으로 끌어들여 분해한다. → 식세포작용
보조 T림프구 II	항원을 인식하여 B림프구의 활성화를 돕는다.
형질세포 III	㉠ X에 대한 항체를 분비한다.

㉠. 큰포식세포(I)는 식세포작용을 통해 병원체를 제거한다.

나. 보조 T림프구(II)를 비롯한 T림프구는 골수에서 생성된 후, 혈액을 따라 가슴샘으로 이동하여 가슴샘에서 성숙된다.

㉢. 체액성면역은 항체를 생성하여 항원을 제거하는 면역반응이다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



• (가)는 세포독성 T림프구(㉠)가 직접 X에 감염된 세포를 파괴하는 세포성면역이다.

• (나)는 형질세포(㉢)가 항체를 생성하여 항원항체반응으로 항원을 제거하는 체액성면역이다.

㉠. ㉠은 X에 감염된 세포를 직접 제거하는 세포독성 T림프구이다.

㉢. (나)에서 기억세포(㉡)로부터 분화된 형질세포(㉢)가 항체를 생성하여 항원항체반응이 일어나므로, (나)는 체액성면역이자, 2차 면역반응에 해당한다.

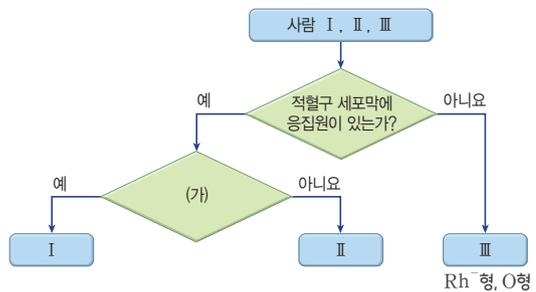
바로알기 나. 세포성면역(가)과 체액성면역(나)은 모두 항원을 인식하여 특정 항원에 대해서만 선별적으로 일어나므로 (가)와 (나)는 모두 X에 대한 특이적 방어작용에 해당한다.

07 ㉠과 ㉡은 항원과 결합하는 항원 결합 부위이며 ㉠과 ㉡의 입체 구조는 서로 같다.

나. A에 대한 체액성면역이 일어날 때 항체가 항원과 결합하는 항원항체반응인 (나)가 일어난다.

바로알기 ㉢. 항체는 항원 결합 부위와 입체 구조가 맞는 특정 항원과만 결합하므로, B는 A에만 결합한다.

08 **꼼꼼 문제 분석**



I 과 II의 Rh식 혈액형은 모두 Rh⁺형이고, ABO식 혈액형은 각각 A형과 AB형 중 하나이다. 따라서 (가)는 A형과 AB형을 구분하는 기준이다.

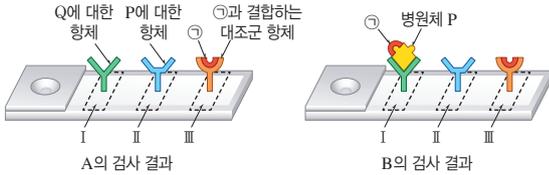
㉠. 적혈구 세포막에 응집원이 없는 혈액형은 Rh⁻형, O형이므로 III은 Rh⁻, O형이다.

나. I과 II는 각각 Rh⁺형, A형과 Rh⁺형, AB형 중 하나이다.

A형의 혈액과 AB형의 혈액을 섞으면 A형의 응집소 β 와 AB형의 응집원 B 사이에서 항원항체반응이 일어난다.

ㄷ. I과 II는 각각 Rh^+ , A형과 Rh^+ , AB형 중 하나이므로, (가)는 A형과 AB형을 구분하는 기준이다. A형의 혈액에는 응집소가 있고, AB형의 혈액에는 응집소가 없으므로 '혈장에 응집소가 있는가?'는 (가)에 해당한다.

09 - 꼼꼼 문제 분석



- A와 B의 검사 결과 모두에서 붉은색 선이 나타났다. \Rightarrow III은 대조선이다.
- A: I과 II에서 모두 붉은색 선이 나타나지 않았다. \Rightarrow P와 Q 모두에 감염되지 않았다.
- B: I에서는 붉은색 선이 나타나고, II에서는 붉은색 선이 나타나지 않았다. \Rightarrow Q에만 감염되었고, I은 Q의 검사선이다.

ㄷ. A와 B의 검사 결과 모두 III에서 붉은색 선이 나타나므로 III은 대조선이며, III에는 '㉠과 결합하는 대조선 항체'가 부착되어 있다. 대조선에서의 붉은색 선 유무는 검사가 정상적으로 진행되었는지를 확인하는 기준이다. 따라서 P와 Q의 감염 여부에 상관없이 시료가 이동 방향을 따라 III까지 이동하면, ㉠이 III에 있는 항체와 결합하여 III에서 붉은색 선이 나타난다.

바로알기 ㄱ. I에는 'Q에 대한 항체'가 부착되어 있고, II에는 'P에 대한 항체'가 부착되어 있다.

ㄴ. B의 결과에서만 I에서 붉은색 선이 나타났으므로, Q에 감염된 사람은 B이다.

10 - 꼼꼼 문제 분석

구분	II의 혈장 (응집소 없음)	I의 혈장 (α)	III의 혈장 (β)
B형(B, α) I의 혈액	-	-	㉠+
AB형(A, B) II의 혈액	-	+	+
A형(A, β) III의 혈액	? -	+	-

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

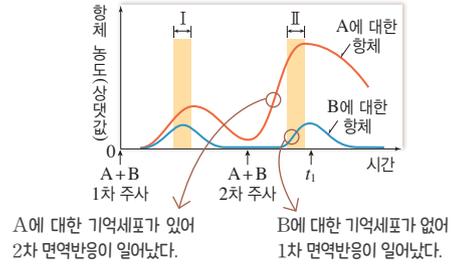
I의 혈액에는 응집원 B가 있고 III의 혈액에는 응집소 β 가 있으므로, I의 혈액과 III의 혈장을 섞으면 응집한다. \Rightarrow ㉠은 III의 혈장이고, ㉠은 '+'이다.

ㄱ. II의 혈액은 ㉠과 응집하므로 ㉠은 II가 아닌 I의 혈장이고, ㉠이 II의 혈장이다.

ㄷ. I의 혈액에는 응집원 B가 있으므로 I은 B형 또는 AB형이다. II의 혈액에는 응집소 β 가 없으므로 II는 B형 또는 AB형이다. AB형의 혈장에는 응집소가 없으므로 다른 ABO식 혈액형의 혈액과 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않는다. 따라서 I ~ III의 혈액과 응집반응이 일어나지 않는 ㉠이 AB형인 사람의 혈장이며, ㉠은 B형인 사람의 혈장이다. II의 혈액은 응집소 α 가 있는 ㉠과 반응하므로, II는 AB형이고 I은 B형이다. I의 혈장에는 응집소 α 가 있으므로 응집원 A와 B가 있는 II의 혈액과 응집반응이 일어난다.

바로알기 ㄴ. I의 혈액과 III의 혈장(㉠)을 섞으면 응집반응이 일어나므로 ㉠은 '+'이다.

11 - 꼼꼼 문제 분석



A에 대한 기억세포가 있어 2차 면역반응이 일어났다. B에 대한 기억세포가 없어 1차 면역반응이 일어났다.

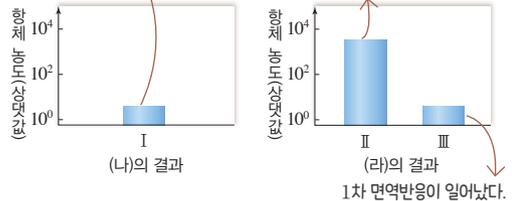
ㄱ. 구간 I에서 A와 B에 대한 항체가 모두 만들어졌으므로 특이적 방어작용인 체액성면역이 일어났다.

ㄴ. 구간 I에서 B에 대한 기억세포가 생성되지 않아 구간 II에서 B에 대한 1차 면역반응이 일어났다.

바로알기 ㄷ. 형질세포는 특정 항원에 결합하는 한 종류의 항체만 생성한다. 따라서 A와 B에 대한 항체는 각각 A에 대한 형질세포와 B에 대한 형질세포에서 생성된다.

12 - 꼼꼼 문제 분석

X에 대한 1차 면역반응이 일어나 X에 대한 항체가 생성되었다. X에 대한 항체가 많이 생성되었다. \Rightarrow X에 대한 기억세포가 주입되어 2차 면역반응이 일어났기 때문이다.



ㄱ. (나)의 I에서 X에 대한 항체가 생성되었으므로 체액성면역이 일어났다.

나. (라)의 Ⅱ에서는 X에 대한 기억세포(㉠)로부터 분화된 형질 세포가 X에 대한 항체를 빠르게 생성하여 2차 면역반응이 일어났다.

바로알기 다. ㉠에는 X에 대한 항체가 포함되어 있고, (라)의 Ⅲ에서 X에 대한 항체 농도는 (나)의 Ⅰ에게 X를 주사했을 때 나타난 항체 농도와 같다. 따라서 (라)의 Ⅲ에서는 X에 대한 1차 면역반응이 일어났다.

13 학생 A, B: 백신은 인위적으로 1차 면역반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 물질로, 병원성을 제거하거나 약하게 한 병원체나 병원체가 생산한 독소 등으로 만든다. 백신을 접종하면 1차 면역반응이 일어나 특정 항원에 대한 기억세포가 생성된다. 이후 특정 항원이 체내에 재침입하면 2차 면역반응이 일어나 많은 양의 항체가 빠르게 만들어져 질병에 잘 걸리지 않게 된다.

바로알기 학생 C: 생백신은 병원성을 약화시킨 병원체로 만든 백신으로, 병원체가 몸속에서 증식하면서 면역반응을 일으키기 때문에 면역력이 약한 사람은 질병을 앓을 수도 있다.

14 (가)는 결핵을 유발하는 병원체인 세균이고, (나)는 독감을 유발하는 병원체인 바이러스이다.

모범 답안 • 공통점: 핵산을 가지고 있다. 단백질질을 가지고 있다. 유전 현상을 나타낸다. 돌연변이가 일어난다. 등
• 차이점: (가)는 세포의 구조를 갖추고 있지만, (나)는 세포의 구조를 갖추고 있지 않다. (가)는 스스로 물질대사를 할 수 있지만, (나)는 스스로 물질대사를 할 수 없다. 등

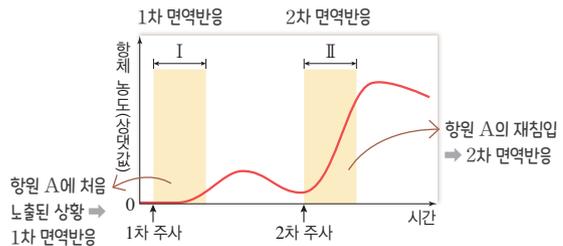
채점 기준	배점
공통점과 차이점을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

15 ABO식 혈액형 판별 실험 결과 항B 혈청에서만 응집반응이 일어났으므로 철수의 혈액형은 B형이다. B형의 적혈구 세포막에는 응집원 B가, 혈장에는 응집소 α 가 있다.

모범 답안 O형, 철수는 항B 혈청에서만 응집반응이 일어났으므로 B형이며, 철수의 혈액에는 응집원 B와 응집소 α 가 있다. 표에서 영희의 적혈구와 철수의 혈장을 혼합하였을 때 응집반응이 일어나지 않았으므로 영희의 적혈구에는 응집원 A가 없다. 영희의 혈장과 철수의 적혈구를 혼합하였을 때 응집반응이 일어났으므로 영희의 혈장에는 응집소 β 가 있다. 따라서 영희의 ABO식 혈액형은 O형이다.

채점 기준	배점
영희의 ABO식 혈액형을 옳게 쓰고, 그렇게 판단한 과정을 철수의 혈액형 판별 실험 결과 및 응집반응과 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
영희의 ABO식 혈액형만 옳게 쓴 경우	30 %

16 — **꼼꼼 문제 분석**



- 구간 I : 활성화된 B림프구가 증식하고 형질세포와 기억세포로 분화한다.
- 구간 II : 몸속에 남아 있던 기억세포가 빠르게 증식하고 형질세포와 기억세포로 분화하여 항체를 다량으로 생성한다.

모범 답안 구간 II에서는 항원에 대한 정보를 가진 기억세포가 바로 형질 세포로 분화하여 다량의 항체를 빠르게 만들 수 있지만, 구간 I에서는 항원에 대한 정보가 없으므로 항원의 정보를 인식한 후 그에 맞는 B림프구가 형질세포로 분화하여 항체를 만드는 데 시간이 걸리기 때문이다.

채점 기준	배점
구간 I에서 일어나는 반응과 구간 II에서 일어나는 반응의 특징을 비교하며 옳게 서술한 경우	100 %
구간 II에서 일어나는 반응에 대해서만 옳게 서술한 경우	50 %

중단원 고난도 문제

220쪽~221쪽

- 01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ③ 05 ④ 06 ①
07 ③

01 — **꼼꼼 문제 분석**

결핵, 칸디다증, COVID-19의 병원체

특징	질병	병원체가 갖는 특징의 개수
<ul style="list-style-type: none"> • 핵막이 있다. 칸디다증의 병원체 • 단백질을 갖는다. • 스스로 물질대사를 한다. 결핵, 칸디다증의 병원체 	A 칸디다증	3
	B COVID-19 ?	1
	C 결핵	2

(가)

(나)

선택지 분석

- ㉠ A는 칸디다증이다.
- ㉡ B의 병원체는 세포분열로 증식한다.
- ㉢ C는 항생제를 사용하여 치료한다.

전략적 풀이 ① 결핵, 칸디다증, COVID-19의 병원체가 갖는 특징의 개수를 파악하여, A~C가 어떤 질병인지를 알아낸다.

ㄱ. 결핵의 병원체인 세균은 단백질을 가지고 독립적으로 물질대사를 할 수 있다(특징의 개수는 2). COVID-19의 병원체인 바이러스는 단백질을 가진다(특징의 개수는 1). 칸디다증의 병원체인 곰팡이는 핵막이 있고, 단백질을 가지고, 독립적으로 물질대사를 할 수 있다(특징의 개수는 3). 따라서 A는 칸디다증, B는 COVID-19, C는 결핵이다.

㉔ B의 병원체와 C의 병원체가 갖는 특징이 무엇인지 생각해 본다.

ㄴ. COVID-19(B)의 병원체인 바이러스는 세포의 구조를 갖추고 있지 않으므로 세포분열로 증식하지 않는다. 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없으므로 살아 있는 숙주세포 내에서 증식한다. 결핵(C)의 병원체인 세균은 단세포 원핵생물로, 분열법으로 증식할 수 있다.

ㄷ. 결핵(C)과 같이 세균에 의한 질병은 항생제를 사용하여 치료한다.

02 품목 문제 분석

질병 \ 특징	㉑	㉒	㉓
보조 T림프구 I	○	×	×
큰포식세포 II	×	○ ?	×
세포독성 T림프구 III	○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉑~㉓)	
• 선천성면역에 관여한다. 큰포식세포 → ㉒	보조 T림프구, 세포독성 T림프구
• 골수에서 생성된 후 가슴샘에서 성숙한다. → ㉑	
• 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하여 세포성면역에 관여한다.	

세포독성 T림프구 → ㉓ (나)

선택지 분석

- I은 세포독성 T림프구이다. 보조 T림프구
- II는 림프구가 특정 항원을 인식하는 데 관여한다.
- ㉓은 '선천성면역에 관여한다.'이다. ㉒

전략적 풀이 ① 큰포식세포, 보조 T림프구, 세포독성 T림프구가 특징 ㉑~㉓ 중 어떤 것을 갖는지 생각해 보며, 세포 I~III의 명칭을 유추한다.

ㄱ. 큰포식세포는 식세포작용으로 병원체를 분해한다. 이는 병원체의 종류를 가리지 않고 동일한 방식으로 일어나므로 선천성면역에 해당한다. 림프구는 백혈구의 일종으로 골수에서 생성된 후 일부는 가슴샘으로 이동하여 성숙 과정을 거쳐 T림프구로 분화한다. 세포독성 T림프구는 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하여 세포성면역에 관여한다. 보조 T림프구는 특징 ㉑~㉓ 중 1개의 특징을 가지므로 I은 보조 T림프구이다. 보조 T림프구(I)가

갖는 특징인 ㉑은 '골수에서 생성된 후 가슴샘에서 성숙한다.'이다. 따라서 같은 특징 ㉑을 갖는 III은 세포독성 T림프구이고, II는 큰포식세포이다.

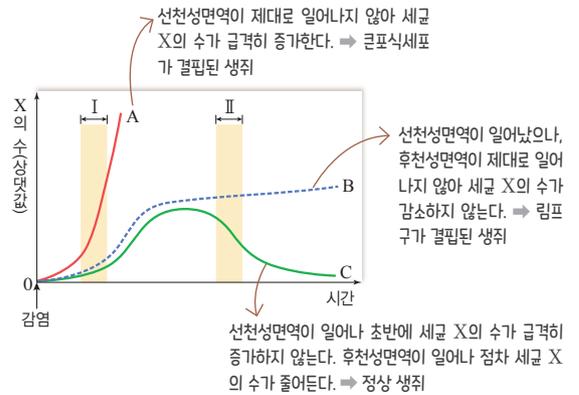
㉔ 큰포식세포의 기능에 대해 생각해 본다.

ㄴ. 큰포식세포(II)는 몸에 침입한 병원체를 식세포작용으로 분해하고 항원 조각을 세포 표면에 제시하여 제시된 항원에 반응하는 보조 T림프구를 활성화시켜 후천성면역에도 관여한다. 따라서 큰포식세포(II)는 림프구가 특정 항원을 인식하는 데 관여한다.

㉔ 특징 ㉑~㉓이 각각 무엇인지 생각해 본다.

ㄷ. ㉓은 세포독성 T림프구는 갖지만 보조 T림프구는 갖지 않는 특징이므로, '병원체에서 감염된 세포를 직접 제거하여 세포성면역에 관여한다.'이다. 따라서 ㉓은 '선천성면역에 관여한다.'이다.

03 품목 문제 분석



선택지 분석

- A는 림프구가 결핍된 생쥐이다. 큰포식세포
- I 구간에서 X에 대한 식세포작용은 B와 C에서 모두 일어났다.
- II 구간에서 X에 대한 항체 농도는 B에서가 C에서보다 낮다.

전략적 풀이 ① 그래프의 곡선을 통해 각 생쥐가 어떤 면역 기능을 결핍했는지 추론한 뒤, A~C의 정체를 파악한다.

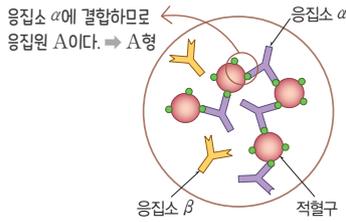
ㄱ. A는 초기부터 X의 수가 급격히 증가하므로, 선천성면역이 정상적으로 작동하지 않는 생쥐이며 이는 큰포식세포가 결핍된 생쥐이다. B는 초기에는 X의 수가 폭발적으로 증가하는 것이 억제되지만 이후 X의 수가 줄어들지 않으므로, 선천성면역은 작동하지만 후천성면역이 정상적으로 작동하지 않는 상태이다. 따라서 B는 림프구가 결핍된 생쥐이다. C는 감염 후 X의 수가 증가하다가 감소하여 제거되므로 정상 생쥐이다.

㉔ 생쥐 B와 C에서 어떤 방어작용이 일어났는지 생각해 본다.

나. 식세포작용은 큰포식세포에 의해 이루어진다. 따라서 B와 C는 모두 큰포식세포를 가지고 있으므로 구간 I에서 X에 대한 식세포작용이 일어났다.

ㄷ. 항체 생성에는 보조 T림프구와 B 림프구가 필요하다. B는 림프구가 결합된 상태이므로 항체 생성이 정상적으로 이루어지지 않는다. 반면 C는 후천성면역이 제대로 작동하여 항체가 생성되어 X의 수가 감소한다. 따라서 구간 II에서 X에 대한 항체 농도는 B에서가 C에서보다 낮다.

04 **꼼꼼 문제 분석**



(가)의 적혈구에는 응집소 α와 결합하는 응집원 A만 있으므로 (가)는 A형이다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 A형이다.
- ㉡ (나)의 혈장과 (라)의 적혈구를 섞으면 응집반응이 일어난다.
- ㉢ (라)의 혈액을 (다)에게 소량 수혈할 수 있다. 없다.

전략적 풀이 ① 적혈구와 혈장을 섞었을 때의 응집반응 결과를 통해 (가)~(라)의 혈액형을 유추해 본다.

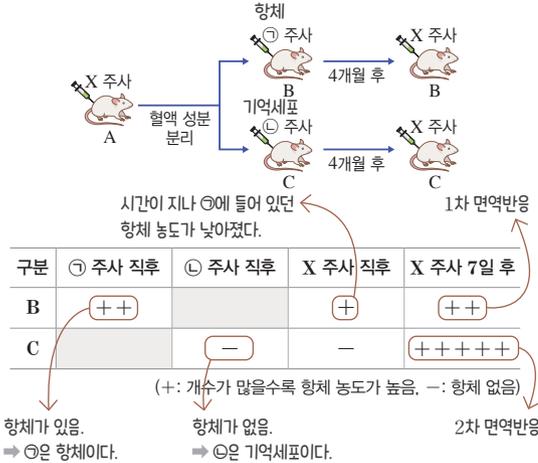
㉠. (가)의 혈액과 (나)의 혈장을 섞은 결과 (가)의 적혈구와 응집소 α가 응집하였으므로, (가)의 적혈구 막에는 응집원 A가 있다. 또한 (가)의 적혈구는 응집소 β와는 응집하지 않으므로 적혈구 세포막에 응집원 B는 없다. 따라서 (가)는 A형이다. 또한 혈장의 응집소 α는 (가)의 것이 아니므로 (나)의 것이다. (나)는 응집소 α만 가지거나 응집소 α와 β를 모두 가질 수 있으므로 O형 또는 B형이다. (나)의 적혈구와 (다)의 혈장을 섞었을 때 응집반응이 일어나므로, (나)의 적혈구에는 응집원이 있어야 한다. 따라서 (나)는 B형이다.

㉡. (가)의 적혈구에는 응집원 A가 있으며, (가)의 적혈구와 (라)의 혈장을 섞었을 때 응집하지 않았으므로 (라)의 혈장에는 응집소 α가 없다. 따라서 (라)는 AB형 또는 A형이다. (가)~(라)는 혈액형이 모두 다르므로 (라)는 AB형이다. 따라서 남은 (다)는 O형이다. (나)의 혈장과 (라)의 적혈구를 섞으면 (나)의 응집소 α와 (라)의 응집원 A 사이에서 응집반응이 일어난다.

② ABO식 혈액형이 다른 상황에서 소량 수혈이 가능한 경우를 생각해 본다.

ㄷ. 원칙적으로 같은 혈액형끼리 수혈하는 것이 가장 안전하지만, 혈액을 제공하는 사람의 응집원과 혈액을 제공받는 사람의 응집소가 응집반응을 일으키지 않으면 다른 혈액형 사이에서도 소량 수혈이 가능하다. AB형인 (라)의 응집원은 A와 B이고, O형인 (다)의 응집소는 α와 β이다. (라)의 응집원과 (다)의 응집소를 섞으면 응집반응을 일으키므로 (라)는 (다)에게 소량 수혈할 수 없다.

05 **꼼꼼 문제 분석**



선택지 분석

- ㉢. ㉠을 주사한 직후 B에서 X에 대한 체액성면역이 일어난다. 일어나지 않는다.
- ㉣. X를 주사한 B에서 1차 면역반응이 일어났다.
- ㉤. X를 주사한 후 C에서 X에 대한 기억세포가 형질세포로 분화되었다.

전략적 풀이 ① ㉠과 ㉡ 주사 직후의 항체 생성량을 통해 ㉠과 ㉡는 각각 기억세포와 항체 중 무엇인지 유추해 본다.

나. ㉠을 주사한 직후 B에는 항체가 있고 ㉡을 주사한 직후 C에는 항체가 없으므로, ㉠은 항체, ㉡은 기억세포이다. X를 주사한 7일 후 B에서 생성된 항체의 농도보다 C에서 생성된 항체 농도가 훨씬 높다. 따라서 B에서는 1차 면역반응이, C에서는 2차 면역반응이 일어났음을 알 수 있다.

② 체액성면역 과정에 대해 생각해 본다.

㉠. 체액성면역은 항체가 항원항체반응으로 병원체를 제거하는 방어작용이다. ㉠을 주사한 직후 B에 X에 대한 항체는 있지만, 항원이 없으므로 체액성면역이 일어나지 않았다.

③ 2차 면역반응 과정에 대해 생각해 본다.

ㄷ. C에 X를 주사하면 기억세포가 빠르게 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포가 다량의 항체를 생성하여 2차 면역반응이 일어났다.

06 품공 문제 분석

	응집소 α	응집원 B	응집원 A	응집소 β
구분	㉠	㉡	㉢	㉣
A형(A, β)(가)	+	+	-	-
AB형(A, B)(나)	+	-	-	+

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

- (가)는 응집원 A를 갖는다. → (가)는 A형 또는 AB형이다.
- (가)의 혈장과 (다)의 혈구를 섞으면 응집반응이 일어난다. → (가)의 혈장에 응집소가 있어야 하므로 (가)는 A형이다.

선택지 분석

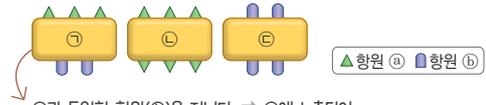
- (가)의 혈액과 (나)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어난다. 일어나지 않는다.
- (다)의 혈장에는 ㉠이 있다.
- ㉠과 ㉣을 섞으면 응집반응이 일어난다. 일어난다.

전략적 풀이 ① 제시된 자료를 분석하여 (가)와 (나)의 ABO식 혈액형을 파악한다.

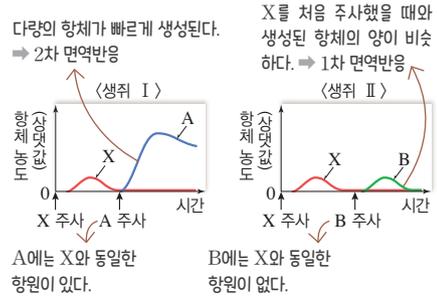
ㄱ. (가)의 혈액에는 응집원 A가 있으므로 (가)의 혈액형은 A형 또는 AB형이다. (가)의 혈장과 (다)의 혈구를 섞었을 때 응집반응이 일어나므로, (가)의 혈장에는 응집소가 있어야 한다. 따라서 (가)의 혈액형은 A형이다. (다)의 혈구는 (가)(A형)의 혈장(β)과 섞으면 응집반응이 일어나므로 (다)의 혈액형은 B형 또는 AB형이다. (다)의 혈구와 (나)의 혈장을 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않으므로, (다)의 혈액형이 AB형이라면 (나)의 혈액형도 AB형이 되어 (가)~(다)는 ABO식 혈액형이 모두 다르다는 조건에 맞지 않는다. 따라서 (다)는 B형이고, (나)는 AB형이다. (가)(A형)의 혈액과 (나)(AB형)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.

② ABO식 혈액형의 응집반응을 통해 ㉠~㉣이 무엇인지 파악한다.
 ㄴ. (가)(A형)의 혈액에는 응집원 A와 응집소 β가 있으므로, 응집원 B와 응집소 α와 섞었을 때 응집반응이 일어난다. (나)(AB형)의 혈액에는 응집원 A와 B가 있으므로, 응집소 α와 β와 섞었을 때 응집반응이 일어난다. 따라서 (가)와 (나)에 공통으로 응집반응이 일어난 ㉠은 응집소 α이다. (다)(B형)의 혈장에는 응집소 α(㉠)가 있다.
 ㄷ. ㉡은 (가)(A형)에만 응집반응이 일어나므로 응집원 B이고, ㉣은 (나)(AB형)에만 응집반응이 일어나므로 응집소 β이다. 응집원 B(㉡)와 응집소 β(㉣)를 섞으면 응집반응이 일어난다.

07 품공 문제 분석



㉠과 동일한 항원(㉡)을 지닌다. → ㉢에 노출되어 생성된 항체가 ㉠에도 결합할 수 있다.



선택지 분석

- A는 ㉠이다.
- X는 ㉡에 의한 질병을 예방할 수 있다. ㉢
- II에서 B를 주사한 후 특이적 방어작용이 일어났다.

전략적 풀이 ① ㉢의 병원성을 약화시켜 만든 백신 X를 주사했을 때 생쥐의 몸에서 일어나는 면역반응과 A와 B를 주사했을 때 일어나는 면역반응에 대해 생각해 본다.

㉠에는 항원 ㉡과 ㉢, ㉡에는 항원 ㉡, ㉢에는 항원 ㉢이 있으므로 ㉢의 병원성을 약화시켜 만든 백신 X에는 항원 ㉢은 포함되고 ㉡는 포함되지 않는다. 따라서 백신 X를 주사한 후 ㉠을 주사하면 ㉢에 대한 2차 면역반응이 나타나지만, ㉡를 주사하면 ㉡에 대한 기억세포가 없어 1차 면역반응이 일어난다.

ㄱ. 생쥐 I에 A를 주사했을 때 I에서 A에 대한 항체의 생성량이 급격히 증가하므로 2차 면역반응이 일어났음을 알 수 있다. 따라서 A에 ㉢과 동일한 항원이 존재하므로 A는 ㉠이다.

ㄴ. X를 주사하면 ㉢에 대한 기억세포가 생기므로, X는 ㉠에 의한 질병은 예방할 수 있지만 ㉡에 대한 질병은 예방할 수 없다.

② 체액성면역의 과정에 대해 생각해 본다.

ㄷ. 특정 항원에 대한 항체가 생성되어 항원항체반응이 일어나는 체액성면역은 항원의 종류에 따라 선별적으로 일어나는 특이적 방어작용에 해당한다. 따라서 II에서 B를 주사한 후 B에 대한 항체가 생성되었으므로, 특이적 방어작용이 일어났다.

생명의 연속성과 다양성

1 유전정보와 생식세포의 형성

01 / 염색체와 유전자

개념 확인 문제 227쪽

- ① 염색체 ② DNA ③ 유전자 ④ 핵형 ⑤ 상동
 ⑥ 상동염색체 ⑦ 염색분체
- 1** (1) □ (2) ◡ (3) ≙ (4) ∩ (5) □ **2** ㉠ 23, ㉡ 22, ㉢ 1, ㉣ 어머니, ㉤ 아버지 **3** (1) (가) $n=4$, (나) $2n=4$ (2) (가) B, (나) A (3) $2n=8$ **4** ㉠ A, ㉡ a, ㉢ a, ㉣ b, ㉤ B, ㉥ D

- 1** (1) DNA는 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 나선 모양으로 꼬인 이중나선구조이다.
 (2) 생물의 형질을 결정하는 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부위를 유전자라고 한다.
 (3) 유전체는 한 생물이 저장하고 있는 모든 유전정보이다.
 (4) 동원체는 세포가 분열할 때 염색체에서 방추사가 부착하는 부위이다.
 (5) DNA가 8개의 히스톤 단백질을 감고 있는 구조를 뉴클레오솜이라고 한다.

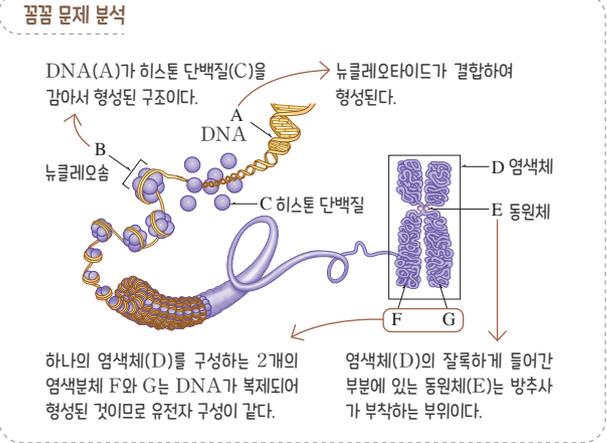
2 사람의 체세포에는 상동염색체가 23쌍 있으며, 그 중 상염색체는 22쌍이고 성염색체는 1쌍이다. 남자의 경우 X염색체는 어머니에게서, Y염색체는 아버지에게서 물려받는다.

3 (1) (가)는 상동염색체 중 하나씩만 있으므로 핵상이 n 이고 염색체 수는 4이다. (나)는 상동염색체가 쌍으로 있으므로 핵상이 $2n$ 이고 염색체 수는 4이다.
 (2) (가)는 $n=4$ 이고 (나)는 $2n=4$ 이므로 (가)는 B의 세포, (나)는 A의 세포이다.
 (3) B의 세포 (가)는 $n=4$ 이므로 B의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다.

4 상동염색체의 같은 위치에는 대립유전자가 있으며, 하나의 염색체를 이루고 있는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되었으므로 유전자 구성이 같다. 따라서 염색분체의 유전자 ㉠은 A, ㉡은 b이고, 상동염색체의 ㉢은 a, ㉣은 B이다. 이 세포의 유전자형은 $AaBbDD$ 이므로 ㉤에는 D가 있다.

대표 자료 분석 1 228쪽

- 1** 뉴클레오타이드 **2** 뉴클레오솜, DNA와 히스톤 단백질
3 동원체, 세포분열을 할 때 방추사가 결합하는 곳이다.
4 (1) 디옥시라이보스 (2) 아미노산 (3) 분열할 때 (4) 있다 (5) 같다
5 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ×



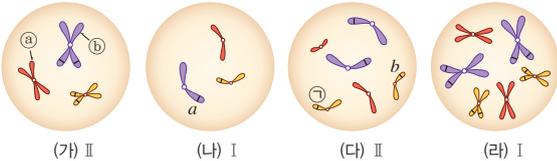
- 1** DNA(A)는 수많은 뉴클레오타이드가 결합하여 형성된다.
- 2** DNA(A)가 히스톤 단백질(C)을 감아 뉴클레오솜(B)을 형성한다.
- 3** 동원체(E)는 세포가 분열할 때 방추사가 붙는 자리이다.
- 4** (1) DNA(A)에는 당으로 디옥시라이보스가 있다.
 (2) 히스톤 단백질(C)을 구성하는 단위체는 아미노산이다.
 (3) 응축된 염색체(D)는 분열 중인 세포에서 관찰된다.
 (4) 염색체(D)에는 뉴클레오솜(B)이 있다.
 (5) 염색분체 F와 G는 세포분열 전 DNA가 복제되어 형성된 것이므로 유전자 구성이 같다.
- 5** (1) 하나의 DNA(A)에는 수많은 유전자가 있다.
 (2) 분열하지 않는 세포에서 염색체가 핵 속에 실처럼 풀어져 있을 때도 뉴클레오솜(B)은 항상 존재한다.
 (3) 염색체(D) 하나에는 한 개체가 가진 유전정보 중 일부가 저장되어 있다.
 (4), (5) 염색분체 F와 G는 DNA가 복제되어 만들어진 것이므로 F와 G의 같은 위치에는 같은 유전자가 있다.

대표 자료 분석 2

229쪽

- 1 (가) $n=3$, (나) $n=3$, (다) $2n=6$, (라) $2n=6$ 2 (나), (라)
 3 (1) 6 (2) 1 (3) 1 (4) 8 4 (1) \times (2) \times (3) \circ (4) \circ (5) \circ (6) \times
 (7) \circ

꼼꼼 문제 분석



- 1 (나)는 상동염색체 중 하나씩만 있으므로 핵상은 n 이며, 대립유전자 a 가 있으므로 I의 세포이다.
 2 (다)는 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상은 $2n$ 이며, 대립유전자 b 가 있으므로 II의 세포이다. 또한 모양과 크기가 다른 성염색체 쌍이 있으므로 성염색체 구성이 XY이다. \rightarrow II는 수컷이다.
 3 (라)는 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상은 $2n$ 이고, 모양과 크기가 같은 성염색체 쌍이 있으므로 성염색체 구성이 XX이다. \rightarrow (라)는 암컷이며, I의 세포이다.
 4 (가)는 II의 세포이며, ③은 성염색체이고 ⑥은 상염색체이다.

1 상동염색체가 쌍으로 있으면 핵상이 $2n$ 이고, 상동염색체 중 하나씩만 있으면 핵상이 n 이다.

2 대립유전자 a 가 있는 (나)는 I의 세포이다. 대립유전자 b 가 있는 (다)는 II의 세포이며, 성염색체 구성이 XY이므로 II는 수컷이다. (라)는 성염색체 구성이 XX이므로 I의 세포이며, I은 암컷이다.

3 (1) (가)에는 2개의 염색분체로 이루어진 3개의 염색체가 있으므로 염색분체 수는 6이다.
 (2) (나)의 핵상은 n 이므로 성염색체 수는 1이다.
 (3) (다)의 성염색체 구성은 XY이므로 X염색체 수는 1이다.
 (4) (라)의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 이므로 상염색체 수는 4이다. 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 (라)의 상염색체의 염색분체 수는 8이다.

4 (1) I의 성염색체 구성은 XX이므로 암컷이고, II의 성염색체 구성은 XY이므로 수컷이다.
 (2) (가)의 핵상은 n 이고, (다)의 핵상은 $2n$ 이다.
 (3) ③은 성염색체인 X염색체이고, ⑥은 상염색체이다.
 (4) (가)는 II의 세포이고, II의 유전자형은 $AABb$ 이므로 ⑥에는 대립유전자 A 가 있다.

- (5) (다)는 II의 세포이고, II의 유전자형은 $AABb$ 이다. 상동염색체 중 하나에 대립유전자 b 가 있으므로 ①은 B 이다.
 (6) I의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 이고, 상염색체는 4개이다. 체세포분열 중기 세포의 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 $4 \times 2=8$ 이다.
 (7) (다)의 상염색체 수는 4이고, (라)의 X염색체 수는 2이다.

내신만점문제

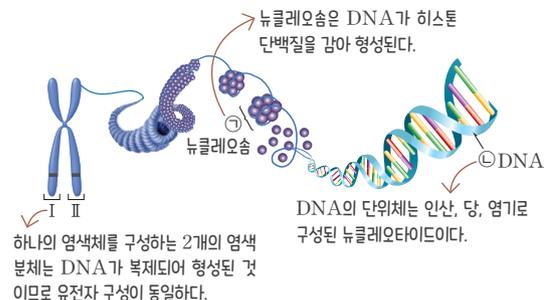
230쪽~232쪽

- 01 ⑤ 02 A: 뉴클레오솜, B: DNA 03 ④ 04 해설 참조
 05 ① 06 ③ 07 해설 참조 08 ③ 09 ⑤ 10 ②
 11 ③ 12 ③ 13 ② 14 ④

- 01 ① 염색체는 유전물질인 DNA와 단백질로 이루어져 있다.
 ② DNA는 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하며, 염색체 하나에는 수많은 뉴클레오솜이 있다.
 ③ 염색체는 세포가 분열할 때 응축되어 막대 모양의 구조물로 나타난다.
 ④ DNA의 특정 부위에 유전정보가 저장된 유전자가 있고, 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.
 [바로알기] ⑤ 유전자는 생물의 형질을 결정하는 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부위이다.

02 A는 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 뉴클레오솜이고, B는 유전물질인 DNA이다.

03 — 꼼꼼 문제 분석



- 나. 뉴클레오솜(㉠)은 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된다.
 다. DNA(㉡)의 단위체는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이다.
 [바로알기] ㉠. 염색분체 I과 II는 세포분열 전 DNA가 복제되어 형성된 것이다.

04 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있다. DNA는 유전 물질로, 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하여 차곡차곡 쌓여 있고, 염색체는 세포분열 시 더욱 응축하여 막대 모양으로 나타난다.

모범 답안 (1) 히스톤 단백질, DNA가 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하여 차곡차곡 쌓여 있기 때문에 길이가 긴 DNA가 작은 핵 속에 존재할 수 있다.

(2) DNA를 구성하는 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당(디옥시리보스), 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이다.

(3) 하나의 염색체를 이루는 ㉠과 ㉡은 염색분체로, 세포분열 전 DNA가 복제되어 형성된 것이므로 유전자 구성이 같다.

채점 기준	배점
(1) A의 이름을 옳게 쓰고, 역할을 옳게 서술한 경우	30 %
A의 이름만 옳게 쓴 경우	10 %
(2) 단위체를 물질과 구성 비율을 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %
단위체를 물질만 포함하여 서술한 경우	20 %
(3) 유전자 구성이 같음을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	40 %
유전자 구성이 같다고만 쓴 경우	10 %

05 ㄱ. 세포가 분열할 때 막대 모양으로 응축되는 염색체(㉠)에는 뉴클레오솜이 있다.

바로알기 ㄴ. ㉠이 염색체이므로 ㉡은 유전자이다. ㉢는 히스톤 단백질이고, 히스톤 단백질을 감고 있는 ㉣는 DNA이다. 유전자(㉡)는 DNA(㉣)에 있다.

ㄷ. DNA(㉣)를 구성하는 뉴클레오타이드에는 당으로 디옥시리보스가 있다.

06 ① 핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 외형적인 특징이다.

② 생물종에 따라 핵형이 다르므로, 핵형은 생물종의 고유한 특징이 된다.

④ 성별이 다르면 성염색체 구성이 다르므로 핵형이 다르다.

⑤ 일반적으로 체세포분열 중기에 염색체가 가장 응축되어 있으므로 이 시기의 염색체를 이용하여 핵형을 분석한다.

바로알기 ③ 염색체 수가 같더라도 염색체의 모양과 크기가 다르면 핵형이 다르다.

07 핵형을 분석할 때는 모양과 크기가 같은 상동염색체를 찾은 후, 길이가 긴 것부터 짧은 것 순으로 배열한다. 1번~22번 염색체는 남녀 공통으로 있는 상염색체이다. 가장 끝에는 성염색체 쌍을 배열하는데, 이를 통해 성별을 판별할 수 있다.

모범 답안 (1) 상동염색체, ㉡와 ㉣는 부모에게서 한 개씩 물려받은 것이므로 각 형질의 대립유전자는 같을 수도 있고, 다를 수도 있다.

(2) ㉢는 X염색체이고, ㉣는 Y염색체이다.

채점 기준	배점
(1) 상동염색체라고 쓰고, ㉡와 ㉣의 대립유전자 구성을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	60 %
상동염색체라고만 쓴 경우	20 %
(2) 두 염색체를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
하나라도 틀리게 쓴 경우	0 %

08 핵형분석으로 성별, 염색체 수가 많거나 적은 염색체 수 이상 등은 알 수 있지만, 혈액형, 적록색맹 등과 같이 특정 염색체에 있는 대립유전자에 의해 결정되는 형질은 알 수 없다.

09 ① 이 사람의 성염색체 구성은 XX로 성별은 여자이다.

② ㉠은 상동염색체가 쌍을 이루고 있으므로 핵상이 2n인 세포이다.

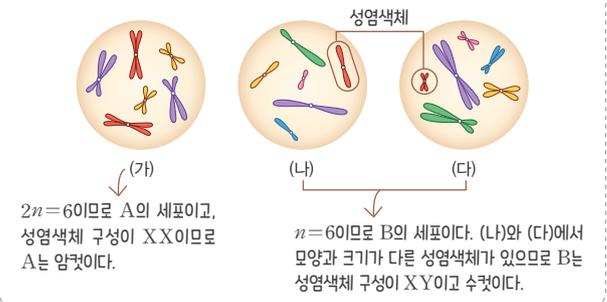
③ 상염색체 22쌍과 성염색체 1쌍(XX)으로, 총 23쌍의 상동염색체가 있다.

④ 1번~22번 염색체는 남녀 공통으로 있는 상염색체이다.

바로알기 ⑤ 상염색체는 22쌍(44개)이고, 각 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 88이다. 성염색체는 X염색체가 2개 있다. 따라서 $\frac{\text{상염색체의 염색분체 수}}{\text{성염색체 수}}$

$$= \frac{88}{2} = 44 \text{이다.}$$

10 — **꼼꼼 문제 분석**

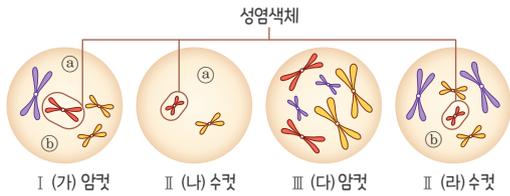


ㄷ. B의 세포 (나)와 (다)는 핵상과 염색체 수가 n=6이므로 체세포의 염색체 수는 2n=12이고, 체세포분열 중기에는 각 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 세포 1개당 염색분체 수는 12×2=24이다.

바로알기 ㄱ. A는 암컷이다.

ㄴ. (나)와 (다)는 B의 세포이고, (나)와 (다)에서 모양과 크기가 다른 염색체는 성염색체이다. 하나는 X염색체, 다른 하나는 Y염색체로 B는 성염색체 구성이 XY인 수컷이고, (나)와 (다) 중 하나에만 X염색체가 있다.

11 ← 품종 문제 분석



- (다)의 염색체 모양이 다른 세포와 다르므로 (다)는 I, II와 다른 종인 III의 세포이다. 모양과 크기가 같은 성염색체 쌍(XX)이 있으므로 III은 암컷이다.
- (가), (나), (라)에서 모양이 다른 염색체가 성염색체이고, X염색체가 Y염색체보다 크므로 (가)에는 X염색체가, (나)와 (라)에는 Y염색체가 있다. 따라서 (가)는 암컷인 I의 세포, (나)와 (라)는 수컷인 II의 세포이다.
- (나)는 핵상이 n 인데 성염색체가 있으므로 ⓐ는 상염색체이고, ⓑ는 성염색체이다. ⓒ는 암컷의 세포 (가)와 수컷의 세포 (라)에 공통적으로 있으므로 X염색체이다.

③ (가)는 암컷 I의 세포이며, 핵상이 $2n$ 이므로 X염색체 수는 2이다. (라)는 수컷 II의 세포이며, 핵상이 $2n$ 이므로 X염색체 수는 1이다. 따라서 $\frac{\text{(가)의 X염색체 수}}{\text{(라)의 X염색체 수}} = 2$ 이다.

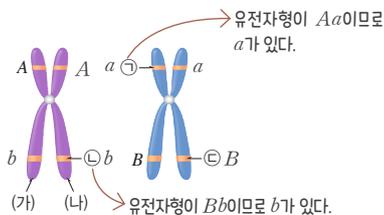
바로알기 ① ⓐ는 상염색체이다.

② (나)는 수컷 II의 세포이며, Y염색체가 있다.

④ II는 수컷이므로 이로부터 형성되는 생식세포 중 절반은 X염색체가 있지만 나머지 절반은 Y염색체가 있다.

⑤ (가)를 갖는 개체 I과 (다)를 갖는 개체 III은 서로 다른 종이므로 핵형이 다르다.

12 ← 품종 문제 분석



- (가)와 (나)는 염색분체로 유전자 구성이 같다.
- 상동염색체의 같은 위치에는 특정 형질에 대한 대립유전자가 있다.
- ⓐ는 a , ⓒ은 b , ⓓ는 B 이다.

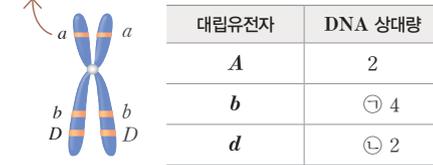
ㄱ. 상동염색체의 같은 위치에는 특정 형질에 대한 대립유전자가 있으므로 ⓐ에는 a 가 있다.

ㄴ. 유전자 구성이 동일한 염색분체가 분리되어 형성된 딸세포 2개의 유전자 구성은 서로 같다.

바로알기 ㄴ. ⓒ에는 b 가 있고, ⓓ에는 B 가 있다.

13 ← 품종 문제 분석

(가)에 염색분체 2개로 이루어진 염색체가 있으므로 (가)는 DNA가 복제된 상태이다.



- 대립유전자 A의 DNA 상대량이 2이고 제시된 염색체에 a 가 있으므로 유전자형은 Aa 이다.
- 한 형질에 대한 대립유전자가 함께 있으므로 이 세포의 핵상은 $2n$ 이고, DNA가 복제된 상태이므로 대립유전자 쌍의 DNA 상대량의 합은 4이어야 한다.
- 제시된 염색체에 b 가 있으므로 대립유전자 b 의 DNA 상대량 ⓐ은 2 또는 4이다.
- 제시된 염색체에 D 가 있으므로 대립유전자 d 의 DNA 상대량 ⓒ은 0 또는 2이다.
- ⓐ과 ⓒ은 0이 아닌 서로 다른 값이므로 ⓒ은 2이고, ⓐ은 4이다.

b 의 DNA 상대량이 4이므로 유전자형은 bb 이고, d 의 DNA 상대량이 2이므로 유전자형은 Dd 이다. 따라서 P의 유전자형은 $AabbDd$ 이다.

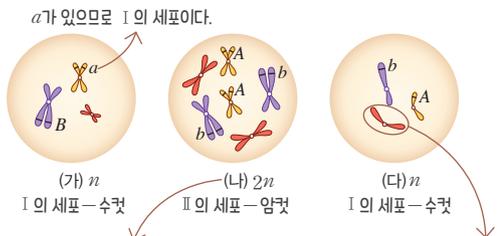
ㄱ. (가)에 A와 a 가 모두 있으므로 (가)는 핵상이 $2n$ 이다.

ㄴ. 상동염색체 중 하나에는 abD 가 있고, 다른 하나에는 Abd 가 있다. 유전자는 염색체와 함께 이동하므로 세포분열 시 abD , Abd 가 각각 함께 이동한다.

바로알기 ㄴ. ⓐ는 4이다.

ㄷ. P의 유전자형은 $AabbDd$ 이다.

14 ← 품종 문제 분석



유전자형이 $AAbb$ 이므로 II의 세포이다. 모양과 크기가 같은 성염색체 쌍이 있으므로 II는 암컷이다. → (가)와 (나)에 있는 성염색체가 다르므로 (가)에는 Y염색체가 있다.

X염색체를 가진다. (나)와 (다)는 서로 다른 개체의 세포이므로 (다)는 I의 세포이다.

ㄴ. (가)와 (다)는 모두 핵상이 n 이고 I의 세포이지만 모양과 크기가 다른 성염색체를 하나씩 가지므로 I은 수컷이다.

ㄷ. (나)는 유전자형이 $AAbb$ 이므로 II의 세포이다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (다)의 핵상은 n 으로 같다.

01 ① 02 ④ 03 ②

01 — 품고 문제 분석

핵상이 2n이므로 염색체 수는 짝수인데, 총 5개의 염색체가 있으므로 (가)에는 X 염색체가 1개 있다. → 성염색체 구성이 XY인 수컷의 세포이다. (다)는 (가)와 모양이 같은 염색체로 구성되어 있으므로 (가)와 (다)는 A의 세포이며, n=3이므로 (다)에는 X 염색체가 1개 있다.



(가) 2n=6 A의 세포-수컷 (나) n=4 B의 세포-암컷 (다) n=3 A의 세포-수컷

B는 A와 성이 다르므로 암컷이다. 핵상이 n인 암컷의 세포에는 X염색체가 1개 있으므로 n=4이다.

ㄱ. (가)와 (다)는 A의 세포이고, 성염색체 구성이 XY로 수컷이다. (나)는 B의 세포이고, B는 A와 성이 다르므로 암컷으로 성염색체 구성이 XX이다.

바로알기 ㄴ. (나)는 B(2n=8)의 세포이고 핵상이 n이므로 염색체 수는 4이다. (다)는 A(2n=6)의 세포이고 핵상이 n이므로 염색체 수는 3이다.

ㄷ. B의 체세포의 염색체 구성은 2n=6+XX이다. 체세포분열 중기의 세포 1개당 상염색체 수는 6이고, 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 6×2=12이다.

02 — 품고 문제 분석



(가) n=4 B의 세포-암컷 (나) 2n=6 C의 세포-암컷 (다) n=4 A의 세포-수컷

- (가)와 (다)는 상염색체의 모양이 같고 (나)는 (가), (다)와 염색체 모양이 다르므로 (나)는 종이 다른 C의 세포이다.
- (가)와 (다)는 핵상이 n이고, 같은 종의 세포인데, 나타나 있는 염색체 수가 다르다. (가)에는 ①이 있고, (다)에는 ①이 없는 것으로 (가)와 (다)의 염색체 수는 4이다. 따라서 A와 B의 체세포 염색체 수는 2n=8이다.
- ①이 Y염색체라면 상동염색체가 모두 쌍으로 있는 (나)에는 X염색체 2개가 나타나 있지 않은 것이므로 (나)의 염색체 수는 2n=8이 되는데, B와 C의 염색체 수가 다르다고 하였으므로 모순이다. 따라서 ①은 X염색체이고, (나)의 염색체 수는 2n=6이다.

ㄴ. (가)와 (다)는 같은 종(A, B)의 세포이지만 (가)는 X염색체가 있어서 염색체가 4개로 표현되어 있고 (다)는 Y염색체가 나타나 있지 않아 염색체가 3개만 표현되어 있다. B는 암컷이라고 하였으므로 (가)는 B의 세포이다. (나)는 종이 다른 C의 세포이고, C는 성염색체가 XX인 암컷이다.

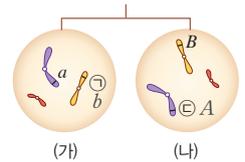
ㄷ. A와 B는 같은 종이므로 체세포의 상염색체 수는 6으로 같지만 X염색체 수는 수컷 A는 1이고, 암컷 B는 2이다. 따라서 체세포분열 중기의 세포 1개당 상염색체 수 / X염색체 수는 A에서 6이고, B에서 3이다.

바로알기 ㄱ. ①은 X염색체이다.

03 — 품고 문제 분석

세포	DNA 상대량			
	㉠b	㉡a	㉢A	㉣B
(가), P I n	0	0	?1	1
(나), Q II n	1	?1	0	0
P III 2n	0	0	4	2
Q IV 2n	?2	1	1	0

㉠과 ㉡은 서로 대립유전자가 아니다.



- III에서 ㉢의 DNA 상대량이 4이므로 III의 핵상은 2n이고, DNA 상대량이 4인 ㉢은 상염색체에, 2인 ㉣은 성염색체에 있는 대립유전자이다.
- III은 성염색체에 있는 대립유전자의 DNA 상대량의 합이 2이므로 성염색체 구성이 XY이다. → III은 수컷인 P의 세포이며, ㉠과 ㉡은 서로 대립유전자가 아니다.
- P에서 형성되는 핵상이 n인 세포는 항상 ㉢을 가지고, ㉠과 ㉡은 가지지 않는다. → II와 IV는 ㉠ 또는 ㉡을 가지므로 암컷 Q의 세포이다.
- II는 IV에 있는 ㉢이 없으므로 핵상이 n이고, IV는 대립유전자 ㉠과 ㉢이 함께 있으므로 핵상이 2n이다. → (가)는 핵상이 n이며 ㉠이 있으므로 II이고, ㉡은 a이다.
- (나)는 핵상이 n이고 ㉢이 있으므로 I이고, ㉣은 B이다. → ㉢은 a의 대립유전자인 A이고 ㉠은 b이다.
- 핵상이 2n인 Q의 세포 IV에는 X염색체가 2개 있으므로 b(㉠)의 DNA 상대량이 2이다.

I과 III은 수컷 P의 세포이고, II와 IV는 암컷 Q의 세포이다. ㉠은 b, ㉡은 a, ㉢은 A, ㉣은 B이고, A와 a는 상염색체에, B와 b는 X염색체에 있다. ㉢에 대한 유전자형은 P는 AAX^bY이고, Q는 AaX^bX^b이다.

ㄷ. ㉢은 A이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 II이고, Q의 세포이다.

ㄴ. III과 IV의 핵상은 2n으로 같다.

ㄷ. Q의 ㉢에 대한 유전자형은 AaX^bX^b이다.

02 / 생식세포의 형성과 유전적 다양성

개념 확인문제

237쪽

- 1 간기 2 S기 3 같은 4 2 5 염색분체 6 절반
7 4 8 상동염색체 9 염색분체

- 1 (1) ㉠ G₁기, ㉡ S기, ㉢ G₂기 (2) ㉡ (3) ㉢ 2 (1) 체, 생, (2) 생 (3) 체, 생 (4) 생 (5) 생 (6) 체 3 (1) (나) (2) (다) (3) (나) 4 16가지

1 (1) M기의 다음 시기인 ㉠은 G₁기이고, ㉡은 S기, ㉢은 G₂기이다.

(2) DNA 복제는 S기(㉡)에 일어난다.

(3) 응축된 막대 모양의 염색체는 M기(㉢)에 관찰된다.

2 (1), (3) 체세포분열과 감수분열에서는 간기에 DNA 복제가 1회 일어나며, 체세포분열과 감수 2분열이 일어날 때 염색분체가 분리된다.

(2), (4), (5) 체세포분열과 달리 감수분열에서는 감수 1분열에 상동염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한 후 세포 중앙에 무작위로 배열되고 상동염색체가 각 쌍마다 독립적으로 분리되어 유전자 구성이 다양한 딸세포가 형성된다.

(6) 체세포분열에서는 간기에 DNA가 복제되어 형성된 염색분체가 분리되므로 딸세포의 염색체 수와 유전자 구성이 G₁기 모세포와 같다.

3 (1) 감수 1분열(나)이 일어날 때 상동염색체가 분리되므로 염색체 수와 DNA 양이 반감된다.

(2) 감수 2분열(다)이 일어날 때 염색분체가 분리되므로 염색체 수는 변하지 않고 DNA양만 반감된다.

(3) 감수 1분열(나)이 일어날 때 접합한 상동염색체의 무작위 배열과 각 상동염색체 쌍의 독립적 분리에 의해 생식세포의 유전적 다양성이 증가한다.

4 n 쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터 만들어지는 생식세포의 염색체 조합은 2^n 가지이므로 $2n=8$ 인 동물에서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 $2^4=16$ 가지이다.

완자샘 비법특강

238쪽

Q1 ㉠ 46, ㉡ 23, ㉢ 23, ㉣ 1, ㉤ 1, ㉥ 0.5

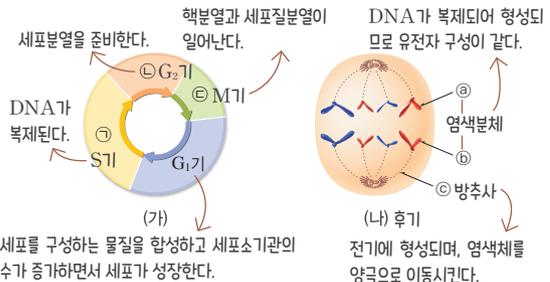
Q1 딸세포의 염색체 수는 체세포분열 결과 46(㉠)개로 변함 없고, 감수 1분열에서는 23(㉡)개로 감소하며, 감수 2분열에서는 23(㉢)개로 유지된다. 핵 1개당 DNA 상대량은 체세포분열에서는 간기에 2배로 복제된 후 분열하므로 1 → 2 → 1(㉣)이 되고, 간기에 DNA가 복제된 후 일어나는 감수 1분열에서는 1 → 2 → 1(㉤), DNA의 복제 없이 일어나는 감수 2분열에서는 1 → 0.5(㉥)가 된다.

대표자료 분석 1

239쪽

- 1 ㉠ S기, ㉡ G₂기, ㉢ M기(분열기) 2 ㉢ 3 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) 풀어진 (4) ㉢ (5) 짧아진다 4 G₁기: 2, ㉡ 4 5 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) × (7) ○

꼼꼼 문제 분석



1 ㉠은 G₁기 이후의 S기, ㉡은 G₂기, ㉢은 M기(분열기)이다.

2 (나)는 염색분체가 분리되어 양극으로 이동하는 후기의 세포로, M기(분열기, ㉣)에 관찰된다.

3 (1) DNA 복제는 S기(㉡)에 일어난다.

(2) 핵막의 소실과 형성은 분열기(㉣)에 일어난다.

(3) G₂기(㉢)는 간기이다. 간기에는 염색체가 풀어진 상태이고, 분열기(㉣)에 응축된 염색체가 관찰된다.

(4) 분열기(㉣)의 전기에 방추사(㉤)가 형성되고, 염색체의 동원체에 부착된다.

(5) (나)에서 세포분열이 진행될수록 방추사(㉤)의 길이가 짧아져 염색분체가 양극으로 이동한다.

4 (나)(분열기)에서는 DNA가 복제된 상태이므로 DNA 복제 전인 G₁기 세포의 DNA 상대량은 2이고, 복제 이후인 G₂기(㉢) 세포의 DNA 상대량은 4이다.

- 5 (1) G_1 기에 세포 구성 물질을 합성하며 세포가 성장하고, S기와 G_2 기에도 세포가 계속 성장한다.
 (2) G_1 기 세포와 G_2 기(㉠) 세포는 핵상이 $2n$ 으로 같다.
 (3) 이 동물의 체세포의 염색체 수는 $2n=4$ 이다.
 (4) 핵막의 소실은 분열기(㉡)의 전기에 일어나므로 G_1 기, S기(㉢), G_2 기(㉣)에 모두 핵막이 관찰된다.
 (5) (가)는 체세포의 세포주기이므로 ㉣ 시기에 염색분체의 분리가 일어난다. 상동염색체가 분리되는 시기는 생식세포분열에서 감수 1분열 시기이다.
 (6) 부모에게서 하나씩 물려받은 것은 상동염색체이다.
 (7) ㉠과 ㉡는 DNA가 복제되어 형성된 염색분체로, 유전자 구성이 같다.

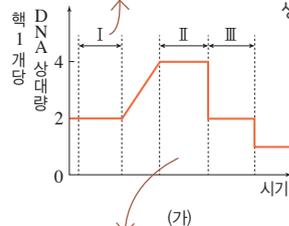
대표 자료 분석 2

240쪽

- 1 ㉠ II, ㉡ III 2 ㉠ $2n$, ㉡ n 3 (1) 있다 (2) 8 (3) 8 (4) a (5) 2 (6) 8 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) × (7) ×

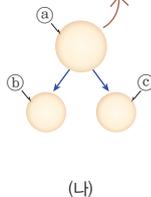
꼼꼼 문제 분석

G_1 기 시기에 해당하고, 이때 세포의 핵상은 $2n$ 이다.



II 시기에 핵상이 $2n$ 인 세포 ㉠을 볼 수 있고, III 시기에 핵상이 n 인 세포 ㉡와 ㉢을 볼 수 있다.

㉠~㉢는 중기의 세포이고, 핵상이 다르다. \Rightarrow ㉠는 핵상이 $2n$ 인 감수 1분열 중기 세포이고, ㉡와 ㉢는 핵상이 n 인 감수 2분열 중기 세포이다.



- 1 중기 세포이면서 핵상이 $2n$ 인 ㉠는 감수 1분열이 진행되는 II 시기에, 핵상이 n 인 ㉡는 감수 2분열이 진행되는 III 시기에 관찰된다.
 2 ㉠의 핵상은 $2n$ 이고, ㉡의 핵상은 n 이다.
 3 (1) 구간 I에는 G_1 기 세포가 있고, G_1 기 세포의 핵상은 $2n$ 이므로 대립유전자 A와 a가 모두 있다.
 (2) 구간 I의 세포의 핵상은 $2n$ 이므로 염색체 수는 8이다.
 (3) ㉠의 핵상은 $2n$ 이므로 염색체 수는 8이다.

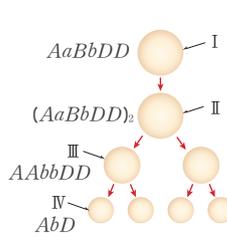
- (4) ㉠과 ㉡는 각각 상동염색체 중 하나씩 갖고 있으므로 대립유전자 쌍 중 하나씩 갖고 있다. 따라서 ㉠에 대립유전자 A가 있다면 ㉡에는 대립유전자 a가 있다.
 (5) ㉢는 감수 2분열 중기 세포이므로 구간 III에 있고, 핵 1개당 DNA 상대량은 2이다.
 (6) ㉢의 핵상과 염색체 수는 $n=4$ 이고, 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 염색분체 수는 8이다.
 4 (1) 구간 I은 간기의 G_1 기이고, 간기의 세포에는 핵막이 있다.
 (2) 풀어진 염색체와 응축된 염색체 모두 뉴클레오솜으로 이루어져 있으므로 모든 구간의 세포에는 뉴클레오솜이 있다.
 (3) 상동염색체가 접합한 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 관찰되므로 구간 II에서 관찰된다.
 (4) ㉠의 핵상은 $2n$ 이므로 대립유전자 A와 a가 모두 있다.
 (5) ㉠과 ㉡의 핵상이 다르므로 ㉠과 ㉡로 분열되는 과정에서 상동염색체의 분리가 일어난다.
 (6) ㉠의 염색체 수와 DNA 양은 각각 ㉡의 2배이다.
 (7) ㉢는 구간 III에서 관찰되며, 핵 1개당 DNA 상대량은 2이다.

대표 자료 분석 3

241쪽

- 1 (가) II, (나) III, (다) I, (라) IV 2 (1) 4 (2) n (3) 있다 3 ㉠ $AaBbDD$, ㉡ AbD 4 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○

꼼꼼 문제 분석



세포	DNA 상대량		
	A	B	D
(가) II	2	㉠ 2	? 4
(나) III	2	㉡ 0	㉢ 2
(다) I	? 1	1	2
(라) IV	? 1	0	? 1

- 1 I의 유전자형은 $AaBbDD$ 이므로 A : B : D의 DNA 상대량이 1 : 1 : 2이다. \Rightarrow I은 (다)
 2 II는 I에서 DNA가 복제되어 A : B : D의 DNA 상대량이 2 : 2 : 4이므로 (가)와 (나) 중 하나인데 ㉠+㉡+㉢=4이므로 (나)는 될 수 없다. \Rightarrow II는 (가), ㉠는 2
 3 (나)는 A의 DNA 상대량이 2이므로 III이다. III은 D의 DNA 상대량이 2이므로 B의 DNA 상대량은 0이다. \Rightarrow ㉡는 0, ㉢는 2
 4 IV는 (라)이고 A : B : D의 DNA 상대량이 1 : 0 : 1이다.

1 I은 유전자형이 $AaBbDD$ 로 DNA 상대량이 A는 1, B는 1, D는 2이므로 (다)이다. II는 유전자 구성이 $AAaaBBbbDDDD$ 인데, $\textcircled{a} + \textcircled{b} + \textcircled{c} = 4$ 이므로 (가)이다. III은 A의 DNA 상대량이 2인 (나)이고, IV는 (라)이다.

2 (1) (가)는 II이고 유전자 구성은 $AAaaBBbbDDDD$ 로 B의 DNA 상대량 \textcircled{b} 는 2이고, D의 DNA 상대량은 4이다.

(2) (나)는 III이며, 핵상은 n 이다.

(3) (다)는 I이며 핵상이 $2n$ 인 세포로 유전자형이 $AaBbDD$ 이므로 대립유전자 a 가 있다.

3 (다)(I)의 유전자형은 $AaBbDD$ 이다. III(나)의 D의 DNA 상대량은 $2(\textcircled{c})$ 이므로 $\textcircled{a} + \textcircled{b} + \textcircled{c} = 2 + \textcircled{b} + 2 = 4$, \textcircled{b} 는 0이다. 따라서 III의 유전자 구성은 $AAbbDD$ 이고, 이로부터 형성된 IV(라)의 유전자형은 AbD 이다.

4 (1), (2) \textcircled{a} 는 2, \textcircled{b} 는 0, \textcircled{c} 는 2이다.

(3) (다)(I)의 핵상은 $2n$ 이고, (라)(IV)의 핵상은 n 이다.

(4) 세포 1개당 a 의 DNA 상대량은 (다)(I)는 1이고, (라)(IV)는 0이다.

(5) I의 유전자형이 $AaBbDD$ 이고, 이로부터 형성된 생식세포 IV의 유전자형이 AbD 이므로 또 다른 생식세포의 유전자형은 aBD 이다.

(6) (가)(II)의 b 의 DNA 상대량은 2이고, D의 DNA 상대량은 4이다. 따라서 $\frac{\text{(가)의 } b \text{의 DNA 상대량}}{\text{(가)의 } D \text{의 DNA 상대량}} = \frac{1}{2}$ 이다.

내신 만점문제

242쪽~245쪽

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

01 ㉠은 M기(분열기), ㉡은 G₁기, ㉢은 S기이다.

㉣. S기(㉢)는 DNA가 복제되는 시기이다. G₁기(㉡), S기(㉢), G₂기는 모두 간기에 속한다.

바로알기 ㉣. M기(㉠)일 때 핵막이 소실되고 염색분체의 분리가 일어나지만 체세포분열 과정에서는 상동염색체의 접합이 일어나지 않는다.

㉣. G₁기(㉡)는 세포 구성 물질을 합성하며 세포가 성장하는 시기이다. 방추사는 M기(㉠)의 전기에 형성된다.

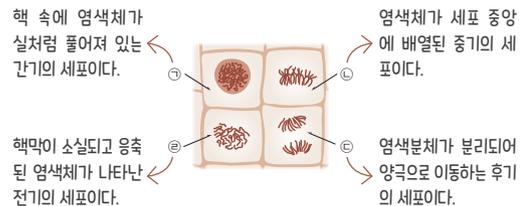
02 뉴클레오솜은 G₁기, M기, S기에 모두 있다. DNA 복제가 일어나는 시기는 S기이고, 핵막의 소실은 M기에 일어난다. 따라서 ㉠은 G₁기, ㉡은 S기, ㉢ M기이다.

㉣. DNA는 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하며 염색체에는 세포주기의 시기에 관계 없이 뉴클레오솜이 있다. 따라서 ㉠은 '○'이다. S기(㉢)에 핵에서 DNA 복제가 일어나므로 ㉡는 '○'이다.

㉣. G₁기(㉡)는 세포를 구성하는 물질을 합성하고 세포소기관의 수를 늘리면서 세포가 성장하는 시기이다.

바로알기 ㉣. S기(㉢)에는 염색체가 핵 속에 실처럼 풀어져 있다. M기(㉠)에 응축된 염색체가 막대 모양으로 나타나며, 염색분체의 분리가 일어난다.

03 꼼꼼 문제 분석



㉣. ㉠은 간기에 해당하며, 핵상은 $2n$ 이다.

㉣. DNA가 복제된 후 전기~후기까지 체세포분열이 진행되고 있는 상태에서 세포 1개당 DNA양이 변하지 않으므로 ㉡, ㉣, ㉣에서 세포 1개당 DNA양이 모두 같다.

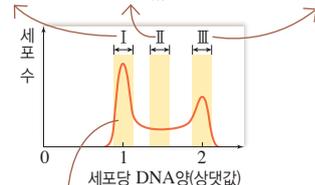
바로알기 ㉣. ㉡은 체세포분열 중기에 해당하며, 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다. 체세포분열에서는 2가 염색체가 형성되지 않는다. 감수 1분열 중기에 2가 염색체가 세포 중앙에 배열된다.

04 꼼꼼 문제 분석

DNA가 복제되기 전인 G₁기 세포가 있다.

DNA가 복제되고 있는 S기 세포가 있다.

DNA가 복제된 G₂기 세포와 M기 세포가 있다.



G₂기 세포와 M기 세포의 수를 합한 것보다 G₁기 세포의 수가 더 많다.

ㄱ. 구간 I에는 G₁기의 세포가 있고, 구간 II에는 S기의 세포가 있다. 따라서 구간 I과 II에 간기의 세포가 있다.

ㄴ. 구간 I에는 G₁기의 세포가 있고, 구간 III에는 G₂기와 M기의 세포가 있다. 세포주기의 각 시기에 해당하는 세포의 수는 각 시기에 걸리는 시간에 비례하므로 (가)의 세포주기에서 G₁기가 G₂기보다 길다.

ㄷ. 체세포분열 전기에 방추사가 형성되어 동원체에 결합한다. 구간 III에는 M기의 세포가 있으므로 염색체의 동원체에 방추사가 결합한 세포가 있다.

05 ② 전기일 때 각 염색체는 DNA가 복제되어 형성된 2개의 염색분체로 이루어져 있다.

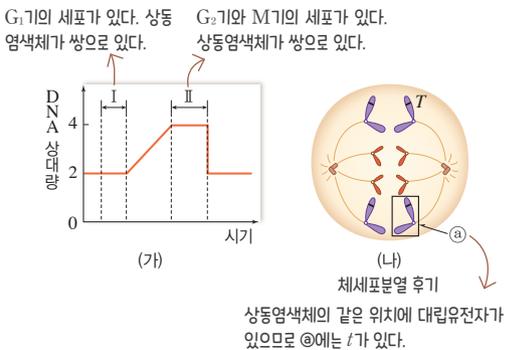
③ 중기일 때 염색체는 세포 중앙에 배열되어 있으며 방추사가 동원체에 부착되어 있다.

④ 체세포분열에서는 후기에 염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다.

⑤ 말기에는 염색체가 풀어지고 다시 핵막이 나타나 딸핵이 2개 만들어진다.

바로알기 ① 간기의 S기에 DNA가 복제되어 DNA양은 2배가 되지만 DNA 복제 전후에 핵상은 계속 2n으로 염색체 수는 그대로 유지된다.

06 **꼼꼼 문제 분석**

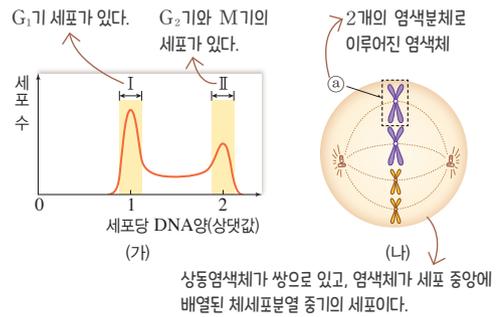


ㄱ. 구간 I과 II의 세포에는 상동염색체가 쌍으로 있으므로 대립유전자 쌍인 T와 t가 모두 있다.

ㄴ. 구간 II는 G₂기와 M기(분열기)에 해당하며, (나)는 체세포분열 후기의 세포이다. 따라서 구간 II에는 (나)가 관찰되는 시기가 있다.

바로알기 ㄷ. 체세포분열에서는 각 염색체가 세포 중앙에 배열되었다가 염색분체가 분리된다. T가 있는 염색체와 상동 관계인 염색체 ③에는 T의 대립유전자 t가 있다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



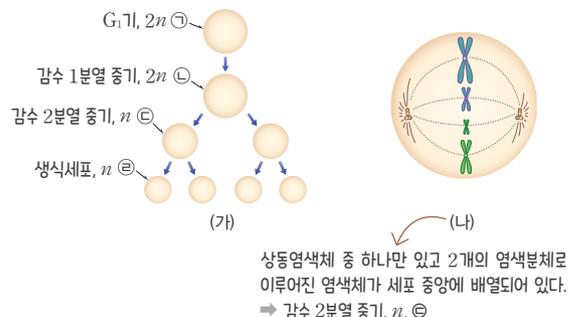
ㄱ. 염색체(㉑)는 DNA가 히스톤 단백질을 감아서 형성된 뉴클레오솜으로 이루어져 있다. 뉴클레오솜은 세포주기에 관계없이 항상 존재한다.

바로알기 ㄴ. (나)는 체세포분열 중기의 세포이므로 ㉑은 분열기이다. 분열기의 세포는 세포당 DNA양이 2이므로 구간 II에 ㉑ 시기의 세포가 있다.

ㄷ. G₁기에서 S기로의 진행을 억제하는 물질을 처리하면 DNA가 복제되는 과정이 억제되어 G₁기의 세포는 많아지고 G₂기와 M기의 세포는 적어지므로 $\frac{\text{구간 II의 세포 수}}{\text{구간 I의 세포 수}}$ 는 물질을 처리하지 않을 때보다 작아진다.

08 체세포분열과 감수분열에서 DNA 복제 횟수는 1회로 같다. 체세포분열에서는 분열이 1회 일어나 2개의 딸세포를 형성하고, 생식세포분열(감수분열)에서는 분열이 연속 2회 일어나 4개의 딸세포를 형성한다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. (나)는 감수 2분열 중기 세포이므로 ㉓이다.
 ㄴ. 핵 1개당 DNA 상대량을 G₁기 세포 ㉑을 2라고 하면 ㉒은 4, ㉓은 2, ㉔은 1이다. 따라서 핵 1개당 DNA 상대량은 ㉑이 ㉒의 2배이다.

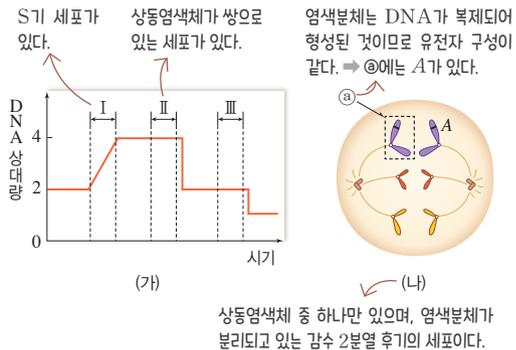
ㄷ. ㉠은 핵상이 $2n$ 이고, 염색체 1개당 염색분체 2개로 이루어져 있으므로 ㉠의 염색분체 수는 16이다. ㉡은 핵상이 n 이므로 염색체 수는 4이다. 따라서 $\frac{\text{㉠의 염색분체 수}}{\text{㉡의 염색체 수}} = \frac{16}{4} = 4$ 이다.

10 체세포분열에서는 염색체 수와 DNA양이 G_1 기 모세포와 동일한 딸세포 2개가 형성되고, 생식세포분열에서는 염색체 수와 DNA양이 G_1 기 모세포의 절반인 딸세포 4개가 형성된다.

모범 답안 체세포분열에서는 모세포와 딸세포의 핵상이 모두 $2n$ 으로 염색체 수가 변하지 않는다. 생식세포분열에서는 모세포의 핵상은 $2n$, 딸세포의 핵상은 n 으로 딸세포의 염색체 수는 모세포의 절반이다.

채점 기준	배점
두 가지 분열에서 모세포와 딸세포의 핵상과 염색체 수의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
한 가지 분열에서 모세포와 딸세포의 핵상과 염색체 수의 변화를 옳게 서술한 경우	50 %

11 품종 문제 분석



ㄱ. (나)는 염색분체가 분리되고 있으므로 감수 2분열 후기의 세포이며, 하나의 염색체를 이루고 있던 두 염색분체는 유전자 구성이 같으므로 ㉠에는 A가 있다.

바로알기 ㄴ. 구간 I은 간의 S기로 DNA가 복제되는 시기이다. 2가 염색체의 형성은 감수 1분열 전기에 일어난다.

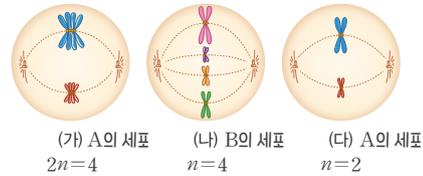
ㄷ. (나)는 구간 III에서 관찰된다.

ㄹ. 구간 III은 감수 2분열이 일어나고 있는 시기이고, 감수 2분열이 일어나면 염색체 수는 변하지 않지만 DNA양은 절반으로 줄어든다.

12 **모범 답안** (가)는 모세포와 딸세포의 핵상과 염색체 수가 $n=2$ 로 같으므로 상동염색체 중 하나만 있는 상태에서 염색분체가 분리되는 감수 2분열이다. (나)는 모세포와 딸세포의 핵상과 염색체 수가 $2n=4$ 로 같으므로 상동염색체가 쌍으로 있는 상태에서 염색분체가 분리되는 체세포분열이다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)가 어떤 분열 과정인지 근거를 들어 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나) 중 한 가지가 어떤 분열 과정인지 근거를 들어 옳게 서술한 경우	50 %
(가)와 (나)의 분열 과정만 옳게 쓴 경우	30 %

13 품종 문제 분석



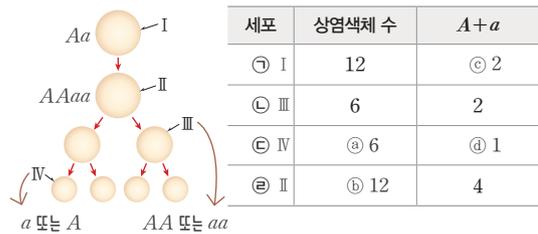
- (가)와 (다)는 $2n=4$ 인 A의 세포이다.
- (나)는 B의 세포이고, B의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다.

ㄱ. (가)의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 이고, (다)의 핵상과 염색체 수는 $n=2$ 이므로 (가)와 (다)는 모두 A의 세포이다.

ㄴ. A의 체세포분열 중기 세포의 염색체 수는 4이고, 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 염색분체 수는 $4 \times 2 = 8$ 이다. (나)는 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 4개이므로 염색분체 수는 8이다.

ㄷ. B의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 로 상동염색체가 4쌍이다.

14 품종 문제 분석



- 1 상염색체 수가 6과 12이므로 6인 것은 핵상이 n 이고, 12인 것은 핵상이 $2n$ 이다.
- 2 ㉢은 핵상이 n 이고, A와 a 의 DNA 상대량을 더한 값이 2이므로 III이다.
- 3 ㉤은 A와 a 의 DNA 상대량을 더한 값이 4이므로 II이다. II의 핵상은 $2n$ 이므로 ㉤은 12이다.
- 4 ㉠은 핵상이 $2n$ 이므로 I이고, ㉡은 2이다.
- 5 ㉢은 IV이고 핵상이 n 이므로 ㉠은 6이고, ㉢은 1이다.

③ ㉠은 6, ㉡은 12, ㉢은 2, ㉣은 1이다. 따라서 ㉠+㉡+㉢+㉣=21이다.

바로알기 ① ㉠은 I이다.

② 감수 1분열에서 상동염색체가 분리되면 III(㉡)과 IV(㉢)는 서로 다른 대립유전자를 가지므로 한 세포가 A를 가지면 나머지 한 세포는 a를 가진다.

④ II는 감수 1분열 중기 세포이므로 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다. 핵상이 $2n$ 일 때 상염색체 수가 12이고, X염색체가 2개이므로 II의 염색체 수는 $2n = 12 + XX = 14$ 이다.

⑤ ㉢(II)에는 X염색체가 2개 있으며 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있다. 따라서 ㉢의 X염색체의 염색분체 수는 4이다.

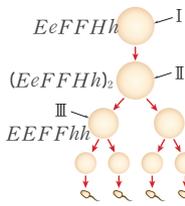
15 (가)의 핵상과 염색체 수는 $n=4$ 이고, 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기의 세포이다.

모범 답안 (1) (가)는 상동염색체 중 하나씩만 있으므로 핵상이 n 이고, 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기의 세포이다.

(2) (가)의 핵상과 염색체 수는 $n=4$ 이므로 이 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다. 감수분열을 통해 생식세포를 만들 때 감수 1분열에 접합한 상동염색체가 무작위로 배열되었다가 각 쌍마다 독립적으로 분리되므로 이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^n 가지로, $2^4=16$ 가지이다.

채점 기준	배점
(1) 어느 시기의 세포인지 근거를 들어 옳게 서술한 경우	50 %
어느 시기의 세포인지만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 생식세포의 염색체 조합의 수를 근거를 들어 옳게 서술한 경우	50 %
생식세포의 염색체 조합의 수만 옳게 쓴 경우	20 %

16 **꼼꼼 문제 분석**



세포	DNA 상대량		
	E	F	H
㉠ IV	㉡ 0	1	1
㉢ I	1	2	㉣ 1
㉤ II	? 2	㉥ 4	2
㉦ III	2	㉧ 2	0

- I은 유전자 구성이 $EeFFHh$ 이므로 ㉢이다. \Rightarrow ㉥는 1
- II는 유전자 구성이 $EEeFFHh$ 이므로 ㉤이다. \Rightarrow ㉣는 4
- III는 대립유전자의 DNA 상대량이 2의 배수이므로 ㉦이다. \Rightarrow ㉡는 2
- IV는 ㉠이며, III(㉦)에 E가 있으므로 IV(㉠)에는 E가 없고 e가 있다. \Rightarrow ㉡는 0

나. ㉡ 0, ㉢ 1, ㉣ 4, ㉤ 2이므로 ㉡+㉢+㉣+㉤=7이다.

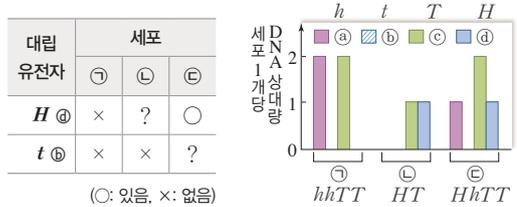
다. IV의 유전자형은 eFH 이므로 세포 1개당 $\frac{F \text{의 DNA 상대량}}{e \text{의 DNA 상대량} + h \text{의 DNA 상대량}} = 1$ 이다.

바로알기 ㉠. ㉢은 II이다.

17 ㉠. 유성생식을 하는 생물은 감수분열에 의해 염색체 수가 절반으로 줄어든 생식세포를 형성하기 때문에 암수 생식세포의 수정으로 자손이 만들어지더라도 자손의 염색체 수가 부모와 같게 유지된다.

나, 다. 감수 1분열에서 각 상동염색체 쌍의 무작위 배열과 독립적 분리, 암수 생식세포의 무작위 수정은 자손의 유전적 다양성을 높이는 요인이다.

18 **꼼꼼 문제 분석**



- ㉠은 H와 t가 모두 없고 ㉡와 ㉢만 있다. \Rightarrow H와 t는 각각 ㉡와 ㉢ 중 하나이고, ㉡와 ㉢는 각각 h와 T 중 하나이다.
- ㉤에 ㉡가 있는데 ㉠에는 ㉡가 없으므로 ㉠의 핵상은 n 이며, 각 대립유전자의 DNA 상대량이 2이므로 DNA가 복제된 상태이다. \Rightarrow ㉠ $hhTT$
- ㉢에는 t가 없으므로 ㉡는 H이고, ㉢는 t이다.
- ㉤에 ㉡가 있는데 ㉢에는 ㉡가 없으므로 ㉢의 핵상은 n 이며, 각 대립유전자의 DNA 상대량이 1이므로 염색분체가 분리된 상태이다.
- ㉤은 ㉡나 ㉢와 대립유전자 관계가 아니므로 ㉡와 ㉢, ㉡와 ㉣가 각각 대립유전자 관계이다. \Rightarrow ㉡는 h이고, ㉢는 T이다.
- ㉤은 대립유전자 관계인 ㉡와 ㉢가 함께 있으므로 핵상이 $2n$ 이다. \Rightarrow 이 사람의 (가)에 대한 유전자형은 $HhTT$ 이다.

㉠. ㉡는 h, ㉢는 t, ㉣는 T, ㉤는 H이다. 따라서 ㉡와 ㉢, ㉡와 ㉣는 각각 대립유전자이다.

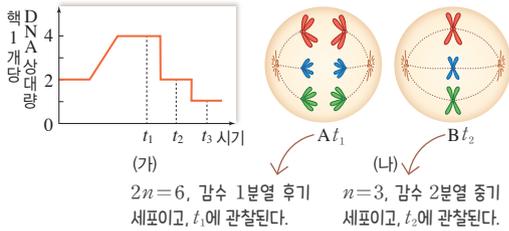
㉠. 이 사람의 (가)에 대한 유전자형은 $HhTT$ 로 감수분열 결과 h와 T를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

바로알기 나. ㉠은 핵상이 n 이고, 각 대립유전자의 DNA 상대량이 2이므로 감수 2분열 중인 세포이다. 따라서 ㉠에서는 2가 염색체가 관찰되지 않는다.

다. ㉤에는 대립유전자인 ㉡(h)와 ㉢(H)가 함께 있고, ㉣(T)의 DNA 상대량이 2이다. 따라서 ㉤은 핵상이 $2n$ 인 세포이며, 유전자형은 $HhTT$ 이다.

01 ② 02 ④ 03 ⑤

01 품공 문제 분석



ㄱ. B는 핵상이 n 이고 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 세포 중앙에 배열되었으므로 감수 2분열 중기의 세포이고, (가)의 t_2 시점에 관찰된다.

ㄴ. A의 염색체 수는 6이고, B의 염색분체 수는 $3 \times 2 = 6$ 이다. 따라서 $\frac{A \text{의 염색체 수}}{B \text{의 염색분체 수}}$ 는 1이다.

바로알기 ㄷ. 생식세포분열(감수분열)이 완료된 생식세포는 다시 세포분열을 하지 않는다.

02 품공 문제 분석

대립 유전자	I의 세포		II의 세포	
	(가)	(나)	(다)	(라)
㉠ X	n	$2n$	n	n
㉡ 상	\times	\times	\times	\circ
㉢ X	\circ	\circ	\times	\circ
㉣ 상	\circ	\circ	\circ	\times

(○: 있음, ×: 없음)

- B는 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상이 $2n$ 이고, 성염색체 구성이 XX이므로 암컷의 세포이다.
- A는 상동염색체 중 하나씩만 있으므로 핵상이 n 이고, B에는 없는 Y염색체가 있으므로 수컷의 세포이다.
- (가)는 ㉠이 없으므로 핵상이 n 이다. \rightarrow ㉢과 ㉣은 대립유전자 관계가 아니다.
- II의 (다)에는 ㉢만 있고, (라)에는 ㉠과 ㉢만 있으므로 (다)와 (라)는 모두 핵상이 n 이다. \rightarrow ㉠과 ㉢은 대립유전자 관계가 아니므로 ㉠은 ㉢과, ㉣은 ㉢과 대립유전자 관계이다.
- (다)에는 ㉢만 있으므로 ㉠과 ㉢은 X염색체에 있고, (다)에는 X염색체가 없다(Y염색체 있음). \rightarrow II는 수컷이고, ㉠과 ㉢은 상염색체에 있다.

ㄱ. ㉠과 ㉢은 대립유전자이고 상염색체에 있다. ㉠과 ㉣은 대립유전자이고 X염색체에 있다.

ㄴ. B는 핵상이 $2n$ 이고 크기가 같은 성염색체가 쌍으로 있으므로 암컷의 세포이다. A는 핵상이 n 이고, B에는 없는 크기가 작은 Y염색체가 있으므로 수컷인 II의 세포이다. (나)에는 X염색체에 존재하는 ㉠과 ㉢이 모두 있으므로 I은 성염색체 구성이 XX인 암컷이고, B는 I의 세포이다.

ㄷ. (가)는 암컷 I의 세포이므로 X염색체가 있다. (라)는 수컷 II의 세포이며, X염색체에 있는 대립유전자 ㉢이 있으므로 X염색체가 있다.

바로알기 ㄹ. 대립유전자 쌍이 함께 있는 (나)의 핵상은 $2n$ 이고, 일부 대립유전자가 없는 (다)의 핵상은 n 이다.

03 품공 문제 분석

세포	염색체			DNA 상대량	
	㉠ 7번	㉡ 7번	㉢ 8번	E	f
$2n$ I $EEff$	\circ	\circ	? \circ	? 2	1
n II Ef	? \times	\circ	\times	1	1
n III $EEff$	\circ	\times	\circ	2	0
n IV $EEff$	\times	\circ	\circ	2	2

(○: 있음, ×: 없음)

- III은 ㉢이 없으므로 핵상이 n 이고, E의 DNA 상대량이 2이며, f는 없다. \rightarrow F와 f 중 하나는 있어야 하므로 F가 있으며, DNA가 복제된 상태로 유전자 구성은 $EEff$ 이다. ㉠과 ㉢은 각각 7번 염색체와 8번 염색체 중 하나이고, ㉣은 7번 염색체이다.
- IV는 ㉠이 없으므로 핵상이 n 이고, E와 f의 DNA 상대량이 각각 2이다. \rightarrow ㉠과 ㉢이 함께 있으므로 ㉡이 8번 염색체이고, ㉠이 7번 염색체이다. IV는 DNA가 복제된 상태로 유전자 구성은 $EEff$ 이다.
- III에는 F, IV에는 f가 있는데 III과 IV에 공통으로 있는 ㉢에는 같은 유전자가 있으므로 7번 염색체인 ㉠에 F, ㉣에 f가 있고, ㉢에 E가 있다. II에 ㉢이 없는데 E의 DNA 상대량이 1이므로 ㉢이 아닌 다른 8번 염색체에도 E가 있다. 따라서 이 사람의 ㉡에 대한 유전자형은 $EEff$ 이다.
- I은 상동염색체(㉠과 ㉢)가 쌍으로 있으므로 핵상이 $2n$ 이고, ㉢은 \circ 이며, E의 DNA 상대량은 2이다.

ㄴ. 이 사람의 ㉡에 대한 유전자형은 $EEff$ 이다.

ㄷ. I의 핵상은 $2n$ 이고 E의 DNA 상대량은 2이며, III의 핵상은 n 이고 F의 DNA 상대량은 2이다. 따라서

$\frac{I \text{에서 E의 DNA 상대량}}{III \text{에서 F의 DNA 상대량}}$ 은 1이다.

바로알기 ㄱ. ㉠과 ㉣은 7번 염색체이고, ㉢은 8번 염색체이다.

중단원 핵심정리

247쪽

- ① DNA ② 뉴클레오타이드 ③ 뉴클레오솜 ④ 같다
- ⑤ 상동 ⑥ 상 ⑦ 대립유전자 ⑧ 같다 ⑨ S ⑩ 염색
- 분체 ⑪ 상동염색체 ⑫ 염색분체 ⑬ 상동염색체

중단원 마무리 문제

248쪽~251쪽

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

01 (가)는 2개의 염색분체로 이루어진 염색체이다. 염색체는 유전물질인 DNA(㉠)와 단백질로 구성되어 있다.

ㄷ. DNA(㉠)에는 유전정보가 저장된 특정 부위인 유전자가 있다.

바로알기 ㄱ. 하나의 염색체를 구성하는 2개의 염색분체는 유전자 구성이 같다. 따라서 ㉠은 T이다.

ㄴ. 말기에는 염색분체가 분리된 상태이므로 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 관찰되지 않는다.

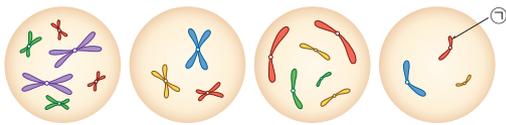
02 ㉠은 S기, ㉡은 M기(분열기), ㉢은 G₁기이다.

ㄱ. S기(㉠)에 DNA 복제가 일어난다.

바로알기 ㄴ. 핵형분석은 체세포분열 중기의 세포를 이용한다. 따라서 M기(㉡)에 (나)의 염색체가 관찰된다.

ㄷ. (나)에서 성염색체 구성은 XY로 P는 남자이다. 체세포분열 중기 세포에서 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X염색체의 염색분체 수}} = \frac{44}{2} = 22$ 이다.

03 품고 문제 분석



- ① (가)~(라) 중 2개가 A의 세포이므로 모양과 크기가 같은 염색체가 있는 세포 (나)와 (라)는 A의 세포이다.
- ② (나)와 (라)를 비교하면 A에서 2쌍의 상동염색체는 모양과 크기가 같고, 1쌍의 상동염색체는 모양과 크기가 다르므로 A는 성염색체로 XY를 갖는 수컷이다.
- ③ (다)는 성염색체 구성이 XY이므로 수컷의 세포이다.
- ④ A와 B는 성이 서로 다르므로 (가)는 B의 세포이고, (다)는 C의 세포이다.

③ A와 C는 수컷으로 성이 같고, B는 A와 성이 다르므로 암컷이다.

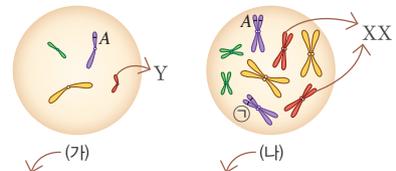
④ (라)의 성염색체는 (나)에는 없는 작은 노란색 염색체이고, ㉠은 상염색체이다.

바로알기 ① (나)는 핵상이 n이고, (다)는 핵상이 2n이다.

② (다)는 C의 세포이다.

⑤ 핵상이 2n인 (다)의 성염색체 수는 2이고, (가)는 6개의 염색체가 모두 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 염색분체 수는 12이다. 따라서 $\frac{\text{(다)의 성염색체 수}}{\text{(가)의 염색분체 수}} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$ 이다.

04 품고 문제 분석



(가)에는 (나)에 없는 염색체가 있는데, 이것은 Y염색체이다. 따라서 I은 수컷이다.
(나)는 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상이 2n이고 모양과 크기가 같은 성염색체를 쌍으로 가지므로 성염색체 구성이 XX이다. 따라서 II는 암컷이다.

ㄱ. II의 유전자형은 Aa이고, 상동염색체의 같은 위치에는 대립유전자가 있으므로 ㉠은 a이다.

ㄴ. I의 체세포의 염색체 수는 2n=8이고, 상염색체 수는 6이다. 감수 1분열 중기에는 각 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 12이다.

ㄷ. II에서 형성된 생식세포가 대립유전자 A를 가질 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, X염색체를 가질 확률은 1이다. 따라서 II에서 형성된 생식세포가 대립유전자 A와 X염색체를 모두 가질 확률은 $\frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{2}$ 이다.

05 핵막이 소실된 (나)가 M기(분열기)의 중기 세포이고, DNA가 복제되기 전의 (가)가 G₁기 세포, DNA가 복제된 후인 (다)가 G₂기 세포이다.

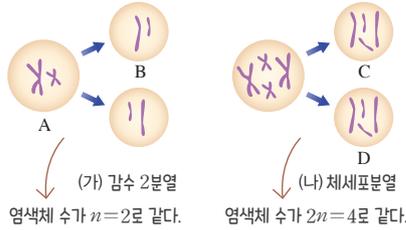
③ 세포주기의 시기와 관계없이 동물 세포에는 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 뉴클레오솜이 있다.

바로알기 ① 간기에는 핵막이 소실되지 않으므로 ㉠은 '소실 안 됨'이다.

② S기에 DNA가 복제된 후 세포분열이 완료되지 않은 상태인 M기(분열기)의 중기 세포의 DNA 상대량은 G₁기 세포의 2배이므로 ㉡은 2이다.

- ④ (나)는 M기(분열기)의 세포이다.
 ⑤ 방추사는 M기(분열기)의 전기에 동원체에 부착된다.

06 — **꼼꼼 문제 분석**



- ㄱ. (가)의 결과 DNA양이 반감되므로 A와 B의 핵상은 n 으로 같지만, 핵 1개당 DNA양은 A가 B의 2배이다.
 ㄷ. (나) 과정에서 염색분체가 분리되어 딸세포 C와 D가 만들어진다. 따라서 C와 D의 유전자 구성은 같다.

바로알기 ㄴ. C의 핵상은 $2n$ 이다.

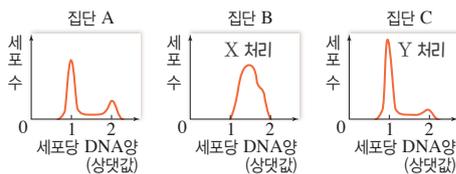
07 (가)는 염색분체가 양극으로 이동하므로 후기, (나)는 염색체가 응축되어 나타났으므로 전기, (다)는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 중기의 세포이다.

ㄱ. 후기(가)일 때 염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다.

바로알기 ㄴ. 전기(나)일 때 핵막이 소실되고 염색체가 응축되어 막대 모양으로 나타난다.

ㄷ. 체세포분열에서는 2가 염색체가 형성되지 않는다.

08 — **꼼꼼 문제 분석**



- X를 처리한 집단 B에서는 대부분의 세포가 DNA 상대량 1~2 사이에 있다. \Rightarrow X는 S기에서 G_2 기로의 전환을 억제한다.
- Y를 처리한 집단 C에서는 DNA 상대량이 1인 세포의 비율이 높다. \Rightarrow Y는 G_1 기에서 S기로의 전환을 억제한다.

ㄴ. DNA 상대량이 1~2인 세포(S기)는 B에서 A에서보다 많다.

ㄷ. DNA 상대량이 2인 세포(G_1 기, M기)의 수는 A에서 C에서보다 많고, DNA 상대량이 1인 세포(G_1 기)의 수는 A에서 C에서보다 적다. 따라서 $\frac{G_2 \text{기 세포 수}}{G_1 \text{기 세포 수}}$ 는 A에서 C에서보다 크다.

바로알기 ㄱ. X는 S기에서 G_2 기로의 전환을 억제하는 물질이다.

09 (가)는 체세포분열이고, (나)는 DNA가 복제된 후 1회 분열하였으므로 감수 1분열이다.

ㄱ. I 시기는 DNA양이 2배로 증가하므로 DNA 복제가 일어나는 S기이다. S기는 간기에 속하므로 I 시기의 세포에는 핵막이 있다.

바로알기 ㄴ. II 시기는 체세포분열이 완료된 상태로, 딸세포의 핵상은 $2n$ 이다. III 시기는 상동염색체가 분리되는 감수 1분열이 완료된 상태로, III 시기 세포의 핵상은 n 이다.

ㄷ. III 시기의 세포는 상동염색체 중 하나만 가지므로 세포 중 절반에는 T 가 있고, 나머지 절반에는 t 가 있다.

10 — **꼼꼼 문제 분석**

세포	염색체 수	t 의 DNA 상대량
I 감수 2분열 중기	? 23	$2tt$
II 생식세포	23	$1t$
III 감수 1분열 중기	46	$2TTtt$

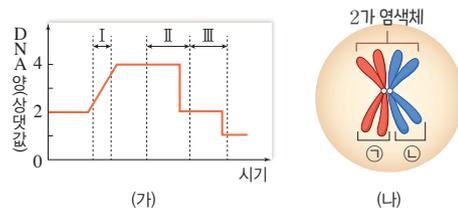
- III은 염색체 수가 $2n=46$ 이므로 감수 1분열 중기의 세포이다.
- I은 감수 2분열 중기의 세포이므로 $n=23$ 이며, 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있고 t 가 있는 염색체가 포함되어 있다.
- II은 $n=23$ 이며, t 의 DNA 상대량이 1이므로 생식세포이다.

ㄱ. I의 핵상은 n 이므로 염색체 수는 23이다.

ㄴ. III의 핵상은 $2n$ 이므로 III에는 대립유전자 T 와 t 가 모두 있고, 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 각 대립유전자의 DNA 상대량은 2이다. 따라서 III에서 T 의 DNA 상대량은 2이다.

바로알기 ㄷ. 세포 1개당 DNA양은 I이 II의 2배, III은 II의 4배이다.

11 — **꼼꼼 문제 분석**



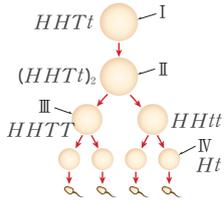
- I 시기는 DNA가 복제되는 S기이다.
- II 시기에는 감수 1분열이 일어나 상동염색체가 분리된다. \Rightarrow 염색체 수와 DNA양이 모두 절반으로 줄어든다.
- III 시기에는 감수 2분열이 일어나 염색분체가 분리된다. \Rightarrow 염색체 수는 변하지 않고 DNA양은 절반으로 줄어든다.

나. (나)는 2가 염색체가 있으므로 감수 1분열이 진행되는 II 시기에 관찰된다.

바로알기 가. I 시기(S기)에는 DNA 복제가 일어난다. 방추사는 분열기의 전기에 형성되어 염색체의 동원체에 부착한다.

다. 상동염색체 ㉠과 ㉡은 감수 1분열 과정(II)에서 분리되어 양극으로 이동한다.

12 품종 문제 분석



세포	DNA 상대량	
	H	t
㉠ III	2	0
㉡ I	2	1
㉢ II	㉢ 4	㉢ 2
㉣ IV	1	1

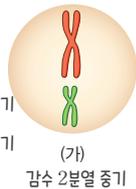
- I은 G₁기 세포이므로 핵상이 2n이고, DNA를 복제하기 전이다. ㉡은 H의 DNA 상대량이 2이고, t의 DNA 상대량이 1이므로 I이고, 이 동물의 유전자형은 HHTt이다.
- II는 유전자 구성이 HHHHTTtt이므로 ㉢이고, ㉢은 4, ㉢은 2이다.
- III은 H의 DNA 상대량이 2인 ㉠이고 유전자 구성은 HHTT이며, IV는 ㉣이고 유전자형은 Ht이다.

가. I은 ㉡, II는 ㉢, III은 ㉠, IV는 ㉣이다.
 다. I의 유전자형이 HHTt이므로 유전자형이 HT, Ht인 정자가 만들어질 수 있다.

바로알기 나. 핵상이 2n이고 DNA가 복제된 상태인 감수 1분열 중기 세포 II(㉢)의 유전자 구성은 HHHHTTtt로 ㉢은 4이고, ㉢은 2이다. 따라서 ㉢+㉢=6이다.

13 품종 문제 분석

시기	염색체 수	DNA 상대량
A	2 ㉢	1 생식세포
B	4	4 감수 1분열 중기
C	2	2 감수 2분열 중기



- B와 C는 중기인데 B 시기 세포의 염색체 수가 4(2n)이고, C 시기 세포의 염색체 수가 2(n)이므로 B는 감수 1분열 중기이고, C는 감수 2분열 중기이다.
- A 시기 세포는 DNA 상대량이 1이므로 감수분열로 형성된 생식 세포이고, 핵상이 n이므로 ㉢은 2이다.
- (가)는 염색체 수가 2이고, 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기(C)의 세포이다.

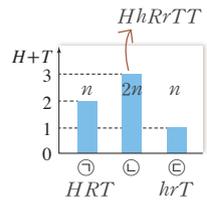
가. (가)는 감수 2분열 중기 세포이므로 C 시기에 관찰되는 세포이다.

다. 세포 1개당 $\frac{\text{염색분체 수}}{\text{염색체 수}} = 2$ 이고, C 시기의 세포에서 $\frac{4}{2} = 2$ 이다.

바로알기 나. A 시기의 세포는 생식세포이므로 핵상이 n이다. 따라서 염색체 수는 2(㉢)이다.

14 품종 문제 분석

세포	대립유전자		
	h	R	t
I ㉡	? 〇	〇	×
II ㉢	〇	×	? ×
III ㉣	×	〇	? ×



(〇: 있음, ×: 없음)

- II는 R이 없고 III은 h가 없으므로 둘 다 핵상이 n이고, ㉡은 H+T의 값이 3이므로 핵상이 2n이다. \Rightarrow I은 ㉡이며, t가 없으므로 TT를 가지고, H는 한 개 있어 유전자형이 HhTT이다.
- I은 R을 가지지만 II는 R이 없다(r이 있음). \Rightarrow 사람 (가)의 유전자형은 HhRrTT이다.
- II의 유전자 구성은 hrT로 ㉢이고, III의 유전자 구성은 HRT로 ㉣이다.

나. I은 ㉡, II는 ㉢, III은 ㉠이다.
바로알기 가. (가)의 ㉢에 대한 유전자형은 HhRrTT이므로 (가)에는 h, r, t를 모두 갖는 세포가 없다.
 다. I의 핵상은 2n이고, III의 핵상은 n이다.

15 ㉠은 M기(분열기), ㉡은 G₂기, ㉢은 S기이다. G₁기, S기, G₂기는 모두 간기에 속하며 핵막이 있다. ㉢은 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 뉴클레오솜이고, 세포분열이 일어날 때 ㉢으로 응축되어 나타난다.

- 모범 답안** (1) 뉴클레오솜, DNA와 히스톤 단백질
 (2) ㉠ 핵막이 소실된다. 염색분체가 분리된다. 등
 ㉡ 세포분열을 준비한다. 방추사를 구성하는 단백질을 합성한다. 등
 ㉢ DNA 복제가 일어난다. 등

채점 기준	배점
(1) ㉢의 이름과 구성 물질 두 가지를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(1) 구성 물질 두 가지를 옳게 쓴 경우	20 %
㉢의 이름을 옳게 쓴 경우	10 %
㉠~㉢의 주요 특징을 모두 옳게 서술한 경우	60 %
(2) ㉠~㉢ 중 두 가지의 주요 특징을 옳게 서술한 경우	40 %
㉠~㉢ 중 한 가지의 주요 특징을 옳게 서술한 경우	20 %

16 구간 I에서는 감수 1분열이 일어나 상동염색체가 분리되어 염색체 수와 DNA양이 모두 반감된다. 구간 II에서는 감수 2분열이 일어나 염색분체가 분리되어 염색체 수는 변하지 않지만 DNA양이 반감된다. 유전자는 염색체와 함께 이동하므로 상동염색체의 대립유전자는 감수 1분열 과정에서 서로 다른 세포로 들어가며, 그 결과 유전자 구성이 다양한 생식세포가 형성된다. 유전자형이 $AaBbDd$ 인 P로부터 A, B, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

모범 답안 (1) 구간 I, 감수 1분열이 일어나는 구간 I에서 상동염색체가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다. 유전자는 염색체와 함께 이동하므로 상동염색체의 같은 자리에 있는 A와 a는 구간 I에서 서로 다른 딸세포로 들어간다.

(2) 이 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 으로 n 은 3이므로, 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 $2^3=8$ 가지이다.

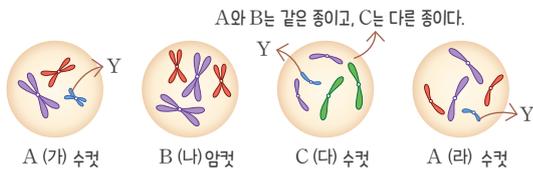
(3) $\frac{1}{8}$

채점 기준	배점
(1) 분리 시기와 판단 근거를 모두 옳게 서술한 경우	40 %
분리 시기만 옳게 쓴 경우	10 %
(2) 염색체 조합의 수와 식을 모두 옳게 쓴 경우	30 %
염색체 조합의 수만 옳게 쓴 경우	20 %
(3) $\frac{1}{8}$ 이라고 옳게 쓴 경우	30 %

중단원 고난도 문제 252쪽~253쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ① 05 ② 06 ③

01 품목 문제 분석



선택지 분석

- ㄱ. (라)는 A의 세포이다.
- ㄴ. (가)와 (다)에는 모두 ㉠이 1개씩 있다.
- ㄷ. (나)의 $\frac{X\text{염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 $\frac{1}{2}$ 이다.

전략적 풀이 ① 핵형과 성별을 통해 A의 세포 2개와 B와 C의 세포를 구분한다.

ㄱ. 염색체의 모양이 다른 (다)는 나머지와 종이 다른 동물의 세포이다. (가)와 (라)에는 (나)에는 없는 염색체가 한 개씩 있다. 이 염색체는 ㉠이며, 만일 ㉠이 X염색체라면 암수 공통으로 있으므로 (나)에도 표시되어 있어야 하는데 그렇지 않으므로 ㉠은 수컷에만 있는 Y염색체이다. (가)와 (라)는 한 개체의 세포이므로, A의 세포이고, A는 수컷이다. (나)에는 Y염색체가 없으므로 (나)는 암컷으로 B의 세포이고, (다)가 A와 성이 같은 C의 세포이다. A와 B는 같은 종이고, C는 다른 종이다.

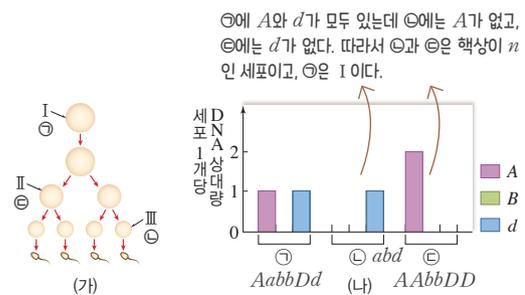
② A~C의 성별을 이용하여 세포 (가)~(라)에 들어 있는 ㉠의 수를 파악한다.

ㄴ. (다)와 (라)의 핵상이 $2n$ 인데 염색체 수가 5이므로 두 종류의 동물에서 핵상과 염색체 수는 모두 $2n=6$ 이고, ㉠은 Y염색체이며 X염색체는 그림에 나타나 있지 않다. (가)의 핵상은 n 이고 염색체 수가 3이므로 ㉠이 있다. 따라서 (가)와 (다)에는 모두 Y염색체(㉠)가 1개씩 있다.

③ (나)에 표현된 상염색체 수와 표현되어 있지 않은 성염색체 수를 파악한다.

ㄷ. (나)는 암컷인 B의 세포이며, 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상이 $2n$ 이다. 따라서 (나)는 상염색체 4개와 그림에 나타나 있지 않은 X염색체 2개가 있으므로 $\frac{X\text{염색체 수}}{\text{상염색체 수}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이다.

02 품목 문제 분석



선택지 분석

- ✗ P의 체세포에는 a, B, d가 모두 있다. b
- ㉠ b의 DNA 상대량은 I 과 II에서 같다.
- ㉡ III에는 a가 있다.

전략적 풀이 ① ㉠~㉢의 대립유전자의 DNA 상대량을 이용하여 ㉠~㉢이 I~III 중 각각 어떤 것에 해당하는지 파악하고, P의 ㉠에 대한 유전자형을 알아낸다.

ㄱ. II는 감수 2분열 중기의 세포이므로 핵상은 n 이지만 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있어서 각 대립유전자의 DNA 상대량이 2의 배수이다. 따라서 ㉔이 II이고 유전자 구성은 $AAbbDD$ 이다. A가 있는 ㉕이 I이고, I의 핵상은 $2n$ 이므로 P의 ㉔에 대한 유전자형은 $AabbDd$ 이다. 따라서 P의 체세포에는 B가 없다. ㉔은 III이고 유전자 구성은 abd 이다.

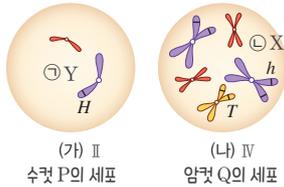
㉔ II와 III의 유전자 구성을 알아내어 각 세포에서 대립유전자의 유무와 DNA 상대량을 파악한다.

ㄴ. I(㉕)의 유전자 구성은 $AabbDd$ 이고, II(㉔)의 유전자 구성은 $AAbbDD$ 이다. 따라서 b 의 DNA 상대량은 I과 II에서 2로 같다.

ㄷ. 유전자 구성이 abd 인 III(㉔)에는 a 가 있다.

03 — 꼼꼼 문제 분석

세포	$H+t$	$h+t$
n I $hhX^T X^T$	0	2
n II (가), HY	? 1	0
$2n$ III HHX^Y	3	1
$2n$ IV	4	? 4



(나), $(HhX^T X^T)_2$

선택지 분석

✗ (나)는 P의 세포이다. Q

㉔ III과 IV의 핵상은 같다.

㉔ I에서 T의 DNA 상대량 / IV에서 T의 DNA 상대량 = 1이다.

전략적 풀이 ① 세포 I ~ IV의 대립유전자의 DNA 상대량을 이용하여 (가)와 (나)가 각각 어떤 개체의 세포이며, ㉕과 ㉔은 어떤 염색체인지 파악한다.

그림의 세포에서 대립유전자의 위치를 보면 H와 h는 상염색체에 있고, T와 t는 성염색체에 있다. (가)는 핵상이 n 이고 H를 가지므로 $(H+t)$ 는 1 또는 2가 될 수 있다. 따라서 (가)는 II이며, $(h+t)$ 가 0이므로 (가)에는 t 가 없다.

(나)는 h 의 DNA 상대량이 최소 2이고, 핵상이 $2n$ 이므로 $(H+h)$ 가 4가 되어야 한다. 따라서 (나)는 IV이다. (나)에는 h 와 T가 있으므로 IV의 $(H+t)$ 는 H의 DNA 상대량이 2이고, t 의 DNA 상대량이 2이다. 따라서 ㉔은 대립유전자 t 가 있는 X염색체이고 IV(나)는 암컷 Q의 세포이다. 암컷 Q의 ㉔에 대한 유전자형은 $HhX^T X^T$ 이다.

ㄱ. ㉔은 X염색체이고, (나)IV는 암컷 Q의 세포이다.

㉔ 세포 I ~ IV가 각각 어떤 개체의 세포인지 구분하고, 각 세포의 핵상을 파악한다.

III은 $(H+t)$ 가 3이고 $(h+t)$ 는 1이므로 H의 DNA 상대량이 2이고, t 의 DNA 상대량이 1이다. 만일 핵상이 n 이고 복제된 염색분체가 있는 상태라면 t 의 DNA 상대량도 2가 되어야 하는데 1이므로 III은 핵상이 $2n$ 이고 유전자 구성이 Hh 인 Q의 세포가 아니다. 따라서 III은 수컷 P의 세포이고, P의 ㉔에 대한 유전자형은 HHX^Y 이다.

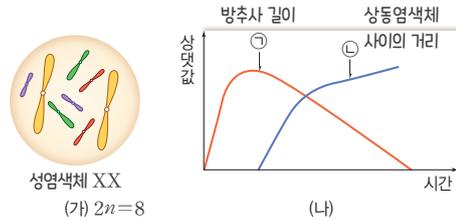
ㄴ. III과 IV의 핵상은 $2n$ 으로 같다.

㉔ I과 IV에서 T의 DNA 상대량을 비교한다.

ㄷ. I은 $(H+t)$ 가 0이고 $(h+t)$ 가 2이므로 h 의 DNA 상대량이 2이다. P(수컷)의 세포에는 반드시 H가 있으므로 I은 Q(암컷)의 세포이다. 따라서 I은 핵상이 n 이고 각 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있는 상태이며 X염색체에는 T가 있다. 즉, I의 유전자 구성은 $hhX^T X^T$ 이다. I에서 T의 DNA 상대량은 2이고, IV(나)에서 T의 DNA 상대량도 2이므로

$$\frac{\text{I에서 T의 DNA 상대량}}{\text{IV에서 T의 DNA 상대량}} = 1 \text{이다.}$$

04 — 꼼꼼 문제 분석



선택지 분석

㉔ A에서 형성되는 생식세포의 염색체 조합은 최대 16가지이다.

✗ ㉔은 분열하여 정자를 형성한다. 남자

✗ ㉔은 방추사 길이이다. ㉔

전략적 풀이 ① (가)에서 상동염색체가 몇 쌍인지를 파악한다.

ㄱ. A의 체세포 (가)의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다. 따라서 A에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 $2^n=2^4=16$ 가지이다.

㉔ (가)의 핵형을 분석하여 A의 성별을 파악한다.

ㄴ. (가)에서 모양과 크기가 같은 성염색체가 쌍을 이루고 있으므로 A는 성염색체 구성이 XX인 암컷이다. 따라서 ㉔은 감수분열을 하여 난자를 형성한다.

㉔ (나)에서 염색체가 양극으로 이동하면서 길이 커지는 것과 작아지는 것은 각각 무엇인지 생각한다.

ㄷ. 감수 1분열 후기에 상동염색체가 양극으로 이동하면서 방추사 길이(㉔)는 감소하고 상동염색체 사이의 거리(㉔)는 증가한다.

05 품뽁 문제 분석

세포	대립유전자			
	⊖ H/h	⊖ t	⊖ R	⊖ h/H
n I X	○	○	×	×
n II X	×	○	?	○
2n III XY	○	?	×	○
n IV Y	×	×	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

선택지 분석

- ✗ ⊖은 t이다. R
- Ⓛ III과 IV에는 모두 Y염색체가 있다.
- ✗ P에서 h, r, t를 모두 갖는 생식세포가 형성될 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다. $\frac{1}{4}$

전략적 풀이 ① ⊖~⊖에 제시된 대립유전자 중 H와 h가 있다는 것을 이용하여 I~IV의 핵상을 구하고 ⊖~⊖이 어떤 대립유전자인지 파악한다.

ㄱ. 핵상이 2n인 세포에는 남자 P의 세포에 있는 대립유전자가 모두 있어야 한다. I은 ⊖이 없으므로 핵상이 n이고, II와 IV는 ⊖이 없으므로 핵상이 n이다. P의 유전자형이 HH나 hh라면 I~IV에 공통으로 존재하는 대립유전자가 있어야 하는데 없으므로 P의 유전자형은 Hh이다. 핵상이 n인 세포에는 H와 h 중 하나가 있으므로 ⊖과 ⊖이 각각 H와 h 중 하나이며, III은 ⊖과 ⊖이 모두 있으므로 핵상이 2n이다.

만약 ⊖이 R이라면 H/h와 7번 염색체에 함께 있어 같이 이동한다. I에서 ⊖과 ⊖이, II에서 ⊖과 ⊖이 함께 있으므로 유전자형이 RR이어야 하는데, IV에 ⊖이 없으므로 ⊖은 R이 아니다. 즉, ⊖은 X염색체에 있는 t이고, ⊖은 7번 염색체에 있는 R이다.

② I~IV에 있는 성염색체를 파악한다.

ㄴ. I과 II는 핵상이 n인데 X염색체에 있는 유전자 t(Ⓛ)가 있으므로 X염색체가 있다. III은 핵상이 2n이므로 성염색체 구성이 XY이다. IV는 핵상이 n인데 t(Ⓛ)가 없으므로 X염색체가 없고 Y염색체가 있다. 따라서 III과 IV에 Y염색체가 있다.

③ 7번 염색체에 유전자가 어떻게 존재하는지를 파악하여 생식세포에서 특정 유전자 조합을 가질 확률을 계산한다.

ㄷ. 핵상이 2n인 세포 III에 대립유전자 R(⊖)이 없으므로 P의 ⊖의 유전자형은 Hhrr이다. H와 r, h와 r은 7번 염색체에 있어 함께 이동하므로 생식세포가 h와 r을 가질 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. ④의 유전자는 X염색체에 있으므로 t를 가질 확률은 생식세포가 X염색체를 가질 확률과 같다. 따라서 생식세포가 h, r, t를 모두

가질 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

06 품뽁 문제 분석

세포	대립유전자				a+B+D
	⊖ b	Ⓛ A	⊖ a	⊖ D	
n, abd (가)	○	×	?○	×	1
n, ABD (나)	×	○	×	○	2
n, aBD (다)	×	×	?○	○	3
n, aaBBdd (라)	×	×	○	×	4

(○: 있음, ×: 없음)

선택지 분석

- Ⓛ ⊖과 ⊖은 서로 대립유전자이다.
- Ⓛ I로부터 (나)가 형성되었다.
- ✗ ⊖에는 D가 없다. 있다

전략적 풀이 ① ⊖~⊖에 제시된 대립유전자 중 A와 a가 있다는 것을 이용하여 I~IV의 핵상을 구하고 ⊖~⊖이 각각 어떤 대립유전자인지 파악한다.

ㄱ. 2n인 세포에는 사람 P의 세포에 있는 모든 대립유전자가 있어야 한다. 그런데 (가)~(라) 모두 다른 세포에 있는 대립유전자 중 없는 것이 있으므로 핵상이 n이다. 핵상이 n인 세포에는 A와 a, B와 b, D와 d 중 하나씩만 있고, 두 개가 함께 있을 수 없다. (라)에는 ⊖만 있으므로 ⊖은 A 또는 a이며, b와 D는 없다. 그런데 a+B+D는 4이므로 a+B가 4이고, ⊖은 a이다.

(나)에서 ⊖이 없고 ⊖과 ⊖이 있으므로 ⊖과 ⊖ 중 하나는 A인데, (가)에는 ⊖과 ⊖이 모두 없으므로 ⊖(a)이 있다. (가)는 a+B+D가 1이므로 B와 D가 모두 없다. 따라서 ⊖이 b이다. (다)는 a+B+D가 3인데, b(Ⓛ)가 없으므로 B가 있다. ⊖이 A라면 a와 D가 모두 없으므로 a+B+D가 3이 될 수 없다. 따라서 ⊖은 D이고, ⊖은 A이며, (다)에 a(⊖)가 있다.

즉, ⊖은 b, ⊖은 A, ⊖은 a, ⊖은 D이고, ⊖과 ⊖이 대립유전자이다.

② 세포 I~III으로부터 형성된 세포가 무엇인지 파악한다.

ㄴ. 세포의 유전자 구성은 (가)는 abd, (나)는 ABD, (다)는 aBD, (라)는 (aBd)₂이다. DNA가 복제된 상태인 (라)는 감수 2분열 중기 세포인 ⊖이고, II로부터 형성되었다. P의 ⊖의 유전자형은 AaBbDd이므로 (가)와 (나)는 I로부터 형성되었고, (다)는 III으로부터 형성되었다.

③ ⊖의 유전자 구성을 파악한다.

ㄷ. ⊖의 유전자 구성이 (aBd)₂이므로 ⊖의 유전자 구성은 (AbD)₂이다.

2 생물의 진화와 다양성

01 생물의 진화

개념 확인문제

258쪽

1 변이 2 변이 3 생존경쟁 4 자연선택 5 진화

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 ㉠ 변이, ㉡ 자연선택 3 (라) → (다) → (나) → (가) 4 ㉠ 긴, ㉡ 긴, ㉢ 짧은, ㉣ 긴 5 침팬지, 호모

1 (1) 변이는 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질(형태, 습성, 기능 등)의 차이이다.

(2) 유전자의 차이로 나타나는 변이는 자손에게 전달될 수 있다.

(3) 개체가 가진 변이에 따라 환경에 적응하는 능력에 차이가 생겨 개체의 생존율이 달라질 수 있다.

2 변이가 있는 집단에서 생존에 유리한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 더 잘 살아남아 자손을 남길 확률이 높다. 즉, 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되어 생존에 유리한 형질을 자손에게 전달하며, 이러한 과정이 반복되어 진화가 일어난다.

3 자연선택에 의한 진화 과정은 '과잉 생산과 변이(라) → 생존 경쟁(다) → 자연선택(나) → 진화(가)'이다.

4 갈라파고스 제도에서 서식하는 땅거북은 목 길이에 변이가 있었으며, 각 섬의 환경에서 생존하기 유리한 형질이 자연선택되고, 이 과정이 반복되어 진화하였다.

5 사람과 유연관계가 가까울수록 사람의 사이토크롬 c와 차이는 아미노산의 수가 적고, 사람과 유연관계가 멀수록 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 많다.

개념 확인문제

262쪽

1 유전자풀 2 대립유전자빈도 3 돌연변이 4 병목 5 창시자 6 유전자흐름

1 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ 2 대립유전자 A의 빈도: 0.8, 대립유전자 a의 빈도: 0.2 3 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 4 자연선택

1 (1), (3) 생물의 진화는 개체군 수준에서 파악할 수 있다. 진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화, 즉 대립유전자빈도의 변화를 뜻한다.

(2) 같은 개체군에 속한 개체들은 서로 잠재적인 교배 상대이므로 유전자풀을 공유한다.

(4) 한 개체군에 속하는 모든 개체들이 가지고 있는 대립유전자 전체를 유전자풀이라고 하며, 개체군의 유전적 특성은 유전자풀에 의해 결정된다.

2 전체 개체 수가 150이므로 전체 대립유전자의 수는 $150 \times 2 = 300$ 이다. 이 중 대립유전자 A의 수는 $(96 \times 2) + 48 = 240$ 이고, 대립유전자 a의 수는 $48 + (6 \times 2) = 60$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{240}{300} = 0.8$ 이고, 대립유전자 a의 빈도 =

$\frac{60}{300} = 0.2$ 이다.

3 (1) 생식세포에서 일어난 돌연변이는 자손에게 유전되어 개체군의 유전자풀을 변하게 하지만, 체세포에서 일어난 돌연변이는 자손에게 유전되지 않고 사라진다.

(2) 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많이 살아남아 이 형질을 나타내는 대립유전자를 자손에게 더 많이 전달하므로 세대를 거듭할수록 생존에 유리한 형질을 나타내는 대립유전자의 빈도가 증가한다.

(3) 유전적 부동은 우연한 사건으로 개체군에서 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상으로, 개체군의 크기가 작을수록 같은 사건이 일어났을 때 원래 개체군의 유전자풀과 달라질 확률이 높아 유전적 부동의 효과가 크다.

(4) 대립유전자가 개체군 안으로 유입되거나 밖으로 유출되는 유전자흐름이 일어나면 개체군 사이의 유전적 차이가 줄어든다.

4 유전자풀의 변화 요인 중 생존율이나 번식율을 높이는 데 유리한 형질을 나타내는 대립유전자를 가진 개체가 살아남아 더 많은 자손을 남겨 그 대립유전자의 빈도가 높아지는 것은 자연선택이다.

대표 자료 분석 1

263쪽

1 대립유전자 A의 빈도: 0.6, 대립유전자 a의 빈도: 0.4 2 대립유전자 A의 빈도: 0.7, 대립유전자 a의 빈도: 0.3 3 해설 참조

4 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ×

1 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{(360 \times 2) + 480}{2000} = 0.6$ 이고, 대립

유전자 a의 빈도는 $\frac{480 + (160 \times 2)}{2000} = 0.4$ 이다.

2 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{(245 \times 2) + 210}{1000} = 0.7$ 이고, 대립

유전자 a의 빈도는 $\frac{210 + (45 \times 2)}{1000} = 0.3$ 이다.

3 **모범 답안** 대립유전자 A의 빈도는 Q가 나타나기 전 0.6이었으나 Q가 나타난 후 0.7로 증가하였고, 대립유전자 a의 빈도는 Q가 나타나기 전 0.4였으나 Q가 나타난 후 0.3으로 감소하였다. P의 개체군에서 대립유전자 빈도가 변화하였으므로 진화가 일어났다고 할 수 있다.

채점 기준	배점
대립유전자빈도의 변화를 근거로 진화 여부를 옳게 서술한 경우	100 %
진화가 일어났다고만 쓴 경우	40 %

4 (1) (가)에서 몸 색은 회색과 흰색 두 가지이므로 몸 색에 변이가 있었다.

(2) Q가 나타난 것은 P의 개체군에 존재하는 대립유전자의 빈도를 변하게 하는 요인으로 작용하였지만, Q로 인해 새로운 대립유전자가 만들어지지는 않았다.

(3) 유전자형이 Aa인 개체의 비율은 (가)에서 $\frac{480}{1000}$ 이고, (나)에서 $\frac{210}{500}$ 이므로 (가)에서가 (나)에서보다 높다.

(4) 몸 색이 흰색인 개체(aa)의 비율은 (가)에서 $\frac{160}{1000}$ 이고, (나)에서 $\frac{45}{500}$ 이므로 (가)에서가 (나)에서보다 높다.

(5) (가)에서 (나)로 될 때, 대립유전자 A의 빈도는 증가하고, 대립유전자 a의 빈도는 감소하였으므로 유전자풀이 변했다. 즉, P의 유전자풀은 (가)에서와 (나)에서가 같지 않다.

(6) 포식자가 흰색 개체보다 회색 개체를 더 선호할 경우, 회색을 나타내는 대립유전자 A를 가진 개체가 점점 줄어들 것이다. 따라서 개체군 내 대립유전자 A의 빈도는 감소할 것이다.

대표 자료 분석 2

264쪽

1 (가) ㉔, (나) ㉑, (다) ㉔, (라) ㉒ 2 (1) ㉑ (2) × (3) × (4) × (5) ㉑ (6) ㉑

꼼꼼 문제 분석

① 생존에 유리한 형질 나타냄
부모 세대 → 자손 세대
생존에 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 생존율이 높아 더 많은 자손을 남기는 현상이다. ⇒ 자연선택

㉒ 우연한 사건
기존 개체군 → 새로운 개체군
우연한 사건으로 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상이다. ⇒ 유전적 부동(병목효과)

㉓ 대립유전자 이동
부모 세대 → 자손 세대
개체군 사이에 개체의 이주가 일어날 때 대립유전자가 개체군 안으로 유입되거나 밖으로 유출되는 현상이다. ⇒ 유전자흐름

㉔ 돌연변이 유발 요인
부모 세대 → 자손 세대
DNA의 염기서열에 변화가 생겨 개체군에 새로운 대립유전자가 나타나는 현상이다. ⇒ 돌연변이

1 (가) DNA의 염기서열에 변화가 생겨 새로운 대립유전자가 나타나는 현상인 돌연변이(㉔)이다.

(나) 다양한 변이가 있는 개체군에서 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 많이 살아남아 더 많은 자손을 남기는 현상인 자연선택(㉑)이다.

(다) 생태통로를 통해 개체군 사이에 개체의 이주가 일어날 때 대립유전자가 개체군 안으로 유입되었으므로 유전자흐름(㉓)이다.

(라) 우연한 사건으로 개체군에서 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상인 유전적 부동(㉒)이다. 유전적 부동 중 자연재해나 인위적 요인으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들 때 나타나는 것은 병목효과이다.

2 (1) ㉑~㉔은 모두 유전자풀의 변화 요인이며, 진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화이다.

(2) 자연선택(㉑)은 환경에 적응하기에 유리한 형질을 가진 개체가 생존율이 높아 더 많은 자손을 남기는 것으로 개체의 적응 능력과 관련이 있다.

(3) 유전적 부동(㉒)은 환경 적응 능력과 관계없이 무작위로 일어나므로 자손의 대립유전자빈도의 변화 방향을 예측할 수 없다.

(4) 유전적 부동(㉒)은 개체군의 크기가 작을수록 같은 사건이 일어났을 때 원래 개체군의 유전자풀과 달라질 확률이 높아 효과가 크게 나타난다.

(5) 지리적 장벽이 있거나 단편화된 서식지가 연결되어 유전자흐름(㉓)이 일어나면 두 개체군의 유전적 차이가 줄어든다.

(6) 돌연변이(㉔)은 개체군에 새로운 대립유전자가 나타나게 하므로 돌연변이로 인해 변이가 증가할 수 있다.

내신 만점문제

265쪽~268쪽

- 01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ① 06 ④ 07 ⑤
 08 ㉠ 0.5, ㉡ 0.75, ㉢ 1, ㉣ 0.5, ㉤ 0.25 ㉥ 0 09 해설 참조
 10 ③ 11 ㄱ 12 ② 13 ㉠ 돌연변이, ㉡ 자연선택
 14 해설 참조 15 ③ 16 ③ 17 ⑤ 18 ④

01 **바로알기** ④ 어떤 환경에서는 생존에 유리한 형질이 다른 환경에서는 생존에 불리하게 작용하기도 하므로 환경 변화는 자연선택의 방향에 영향을 미칠 수 있다.

02 ㄱ. 환경에 적응한 생물이 그 섬에 서식하는 것이므로 (가)와 (나)의 생김새가 다른 것은 섬의 환경과 관련이 있다.

ㄷ. 두 종의 땅거북이 이와 같은 형태 차이를 보이는 것은 서식 환경의 차이에 따른 자연선택의 결과이다.

바로알기 ㄴ. Y에는 키가 큰 선인장밖에 없으므로 목을 길게 늘여 키가 큰 선인장을 먹을 수 있는 (나)가 (가)보다 생존에 유리하다.

03 (가) 과거에 살았던 개체들은 유전적인 차이에 의해 목 길이가 다양했다.

(나) 높은 곳에 있는 잎을 먹을 수 있는 목이 긴 기린이 생존경쟁에서 유리하여 더 많이 살아남아 자손을 남겼다.

(다) 목이 긴 형질이 자손에게 전달되는 자연선택이 오랫동안 일어난 결과 목이 긴 형질만 남게 되었다.

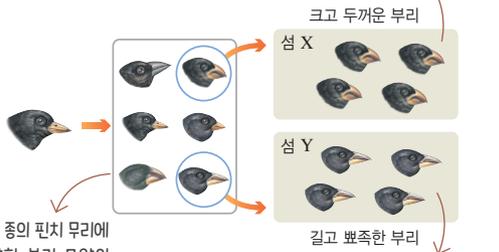
ㄱ. (가)에서 목 길이에 변이가 있는 기린이 있었다.

ㄴ. (나)에서 높은 곳의 잎을 먹기 위한 경쟁이 일어났다.

ㄷ. (다)에서 목이 긴 형질만 남게 되었으므로 (나) → (다)에서 목이 긴 형질을 나타내는 대립유전자의 빈도가 증가하였다.

04 **꼼꼼 문제 분석**

크고 단단한 씨를 만드는 식물이 많은 섬 X에서는 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼다. ⇒ 오랜 시간이 지난 후 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 번성하였다.



같은 종의 핀치 무리에 다양한 부리 모양의 변이가 있었다.

선인장이 많은 섬 Y에서는 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼다. ⇒ 오랜 시간이 지난 후 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 번성하였다.

ㄱ. X에서 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼으므로, X에 많은 먹이는 크고 단단한 씨이다.

바로알기 ㄴ. 핀치 부리 모양의 변이는 각 섬으로 흩어지기 전부터 존재하였으며, 각 섬의 먹이 환경에 적응하기 유리한 부리 모양을 가진 핀치가 자연선택되었다.

ㄷ. 주어진 환경에서 자주 사용하여 발달한 형질은 후천적으로 획득한 형질이므로 자손에게 유전되지 않는다.

05 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. (가)에서 사람의 팔, 개의 앞다리, 박쥐의 날개는 상동기관으로, 기능은 다르지만 해부학적 기본 구조가 같다. 이는 이 생물들이 공통조상으로부터 다양하게 진화했다는 증거이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 상동기관의 예이고, (나)는 상사기관의 예이다.

ㄷ. 상사기관은 기능은 같지만 기본 구조가 다른 기관으로, 비슷한 환경에 적응하면서 비슷한 형질을 가지도록 진화했다는 증거이다.

06 **꼼꼼 문제 분석**



사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 적을수록 사람과 유연관계가 가까운 생물이다.

⇒ 7종의 생물 중 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 0개인 침팬지가 사람과 유연관계가 가장 가깝고, 56개인 효모가 사람과 유연관계가 가장 멀다.

ㄴ. 효모는 7종의 생물 중 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 가장 많으므로 사람과 유연관계가 가장 멀다.

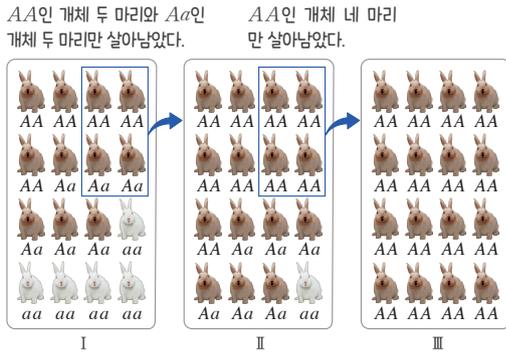
ㄷ. 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 적을수록 사람과 유연관계가 가까운 생물이다.

바로알기 ㄱ. 위 자료를 통해 사람과의 유연관계가 가깝고 먼 정도는 알 수 있지만, 뱀을 기준으로 한 유연관계는 알 수 없다.

07 ㄱ. 같은 개체군에 속하는 개체들은 서로 잠재적인 교배 대상이므로 유전자풀을 공유한다.

- ㄴ. 유전자풀은 한 개체군에 속한 모든 개체가 가지고 있는 대립 유전자 전체이며, 개체군의 유전적 특성을 결정한다.
- ㄷ. 개체군의 진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화이다.

08~09 품공 문제 분석



① 토끼 개체군에서 대립유전자 수

구분	개체 수(마리)			대립유전자 수(개)		
	AA	Aa	aa	A	a	A+a
I	5	6	5	16=(5×2) +(6×1)	16=(6×1) +(5×2)	32= 16+16
II	9	6	1	24=(9×2) +(6×1)	8=(6×1) +(1×2)	32= 24+8
III	16	0	0	32=16×2	0	32=32+0

② 토끼 개체군에서 대립유전자빈도

구분	A의 빈도	a의 빈도	A의 빈도+a의 빈도
I	$\frac{16}{32}=0.5$	$\frac{16}{32}=0.5$	0.5+0.5=1
II	$\frac{24}{32}=0.75$	$\frac{8}{32}=0.25$	0.75+0.25=1
III	$\frac{32}{32}=1$	$\frac{0}{32}=0$	1+0=1

08 대립유전자빈도는 어떤 형질에 대한 특정 대립유전자의 수를 전체 대립유전자의 수로 나누어 구한다. 따라서 ㉠ = $\frac{(5 \times 2) + 6}{32} = 0.5$, ㉡ = $\frac{(9 \times 2) + 6}{32} = 0.75$, ㉢ = 1, ㉣ = $\frac{6 + (5 \times 2)}{32} = 0.5$, ㉤ = $\frac{6 + (1 \times 2)}{32} = 0.25$, ㉥ = 0이다.

09 **모범 답안** 토끼 개체군 P에서 진화가 일어났다고 할 수 있다. 진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화, 즉 대립유전자빈도의 변화인데 세대를 거듭할수록 대립유전자 A의 빈도는 0.5 → 0.75 → 1로, 대립유전자 a의 빈도는 0.5 → 0.25 → 0으로 변했기 때문이다.

채점 기준	배점
토끼 개체군 P에서 진화가 일어났다고 쓰고, 대립유전자 A와 a의 빈도 변화를 들어 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
토끼 개체군 P에서 진화가 일어났다고만 쓴 경우	40 %

10 품공 문제 분석

유전자형	AA	Aa	aa
개체 수	490	420	90

• 동물 개체군 P에서 대립유전자 수와 대립유전자빈도

구분	대립유전자 A	대립유전자 a
수(개)	1400=(490×2)+420	600=420+(90×2)
빈도	$\frac{1400}{2000}=0.7$	$\frac{600}{2000}=0.3$

ㄱ. 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{(490 \times 2) + 420}{2000} = 0.7$ 이다.

ㄷ. 대립유전자 A의 빈도(0.7)+대립유전자 a의 빈도(0.3)=1이다. 어떤 형질에 대한 대립유전자빈도의 합은 1이다.

바로알기 ㄴ. 대립유전자 a의 수는 420+(90×2)=600이다.

11 품공 문제 분석

(가)	유전자형	AA	Aa	aa
	개체 수	㉠ 360	㉡ 480	160

(나)	유전자형	AA	Aa	aa
	개체 수	? 160	㉢ 480	㉣ 360

① (가)에서 대립유전자 수와 대립유전자빈도

구분	대립유전자 A	대립유전자 a
수(개)	(㉠×2)+㉡	㉡+(160×2)
빈도	$\frac{(㉠ \times 2) + ㉡}{2000} = 0.6$	$\frac{㉡ + (160 \times 2)}{2000} = 0.4$

② ㉠과 ㉡ 구하기

• (가)는 1000개체로 구성된 집단이므로 ㉠+㉡+160=1000이다.

• (가)에서 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{(㉠ \times 2) + ㉡}{2000} = 0.6$ 이다.

⇒ ㉠은 360이고, ㉡는 480이다.

③ (나)에서 대립유전자 수와 대립유전자빈도

구분	대립유전자 A	대립유전자 a
수(개)	800=(160×2)+480	1200=480+(360×2)
빈도	$\frac{800}{2000}=0.4$	$\frac{1200}{2000}=0.6$

ㄱ. (가)는 1000개체로 구성된 집단이므로 $a + b + 160 = 1000$ 이고, (가)에서 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{(a \times 2) + b}{2000} = 0.6$

이므로 a는 360이고, b는 480이다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 대립유전자 a의 빈도는 0.4이고, (나)에서 대립유전자 A의 빈도는 0.4로, 서로 같다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 어떤 형질에 대한 대립유전자의 종류는 같지만 각각의 빈도는 다르므로, (가)의 유전자풀은 (나)의 유전자풀과 서로 다르다.

12 유전자풀이 변하는 요인에는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 등이 있다.

바로알기 ② 개체군 내에서 무작위적인 교배가 일어나는 것은 단일 개체군 내에서 일어나는 일로, 유전자풀이 변하지 않는다.

13 ㉠은 DNA의 염기서열에 변화가 일어나 새로운 대립유전자로 인해 새로운 형질이 나타나는 현상이므로 돌연변이이다. ㉡은 다양한 변이가 있는 개체군에서 환경에 적응하기에 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 생존율이 높아 더 많은 자손을 남기는 현상이므로 자연선택이다.

14 **모범 답안** (1) 노란색 딱정벌레 개체 수의 비율은 감소하고, 갈색 딱정벌레 개체 수의 비율은 증가했다.

(2) 자연선택, 갈색을 나타내는 대립유전자의 빈도는 높아지고, 노란색을 나타내는 대립유전자의 빈도는 낮아질 것이다.

채점 기준	배점
(1) 딱정벌레 개체 수의 비율 변화를 옳게 서술한 경우	40 %
(2) 자연선택이라고 쓰고, 대립유전자의 빈도 변화를 옳게 서술한 경우	60 %
자연선택이라고만 쓴 경우	20 %

15 ㄱ. 유전자풀의 변화 요인 중 유전적 부동의 한 현상인 병목효과는 가뭄, 홍수, 산불, 질병, 지진, 남획 등으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었을 때, 살아남은 개체군의 대립유전자빈도가 이전 개체군과 크게 달라지는 현상이다. ㉠처럼 남획으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었을 때 병목효과가 일어난다.

ㄴ. 남획으로 인해 개체군의 크기와 대립유전자빈도가 달라졌으므로 a의 유전자풀은 b의 유전자풀과 다르다.

바로알기 ㄷ. a(기존 개체군)에는 회색, 진한 회색, 갈색, 흰색 등 다양한 피부색을 가진 개체들이 있었으나, b(새로운 개체군)에는 그보다 적은 종류의 피부색을 가진 개체만 있으므로 피부색에 대한 변이는 a에서가 b에서보다 많다.

16 ㄱ. 동물 개체군에서는 특정 대립유전자를 가진 개체가 다른 개체군으로 직접 이주하여 유전자흐름(가)이 일어나기도 하고,

식물 개체군에서는 꽃가루가 이동하여 유전자흐름(가)이 일어나기도 한다.

ㄴ. (나)는 우연한 사건으로 개체군에서 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상인 유전적 부동이다.

바로알기 ㄷ. DNA의 염기서열에 변화가 생겨 개체군 내에 없던 새로운 대립유전자를 만들어 기존에 개체군에 없던 형질이 나타나게 하는 것은 돌연변이이다. 생식세포에 일어난 돌연변이는 자손에게 유전되어 개체군 유전자풀의 대립유전자 종류와 빈도에 변화를 일으킨다.

17 **포맷 문제 분석**

요인 \ 특징	특징			특징(㉠~㉢)
	㉠	㉡	㉢	
창시자효과 A	a○	?×	?×	<ul style="list-style-type: none"> DNA에 변화가 생겨 나타난다. 일부 개체가 우연히 다른 지역으로 분리되어 나타난다. 기존에 없던 새로운 대립유전자가 나타난다.
돌연변이 B	?×	○	○	
자연선택 C	×	?×	?×	

(○: 있음, ×: 없음)
 (가) 돌연변이 → ○ 또는 ㉠ (나) 창시자효과 → ㉠

두 가지 특징을 가진 B가 돌연변이이고, 돌연변이가 갖지 않은 나머지 특징 한 가지를 가진 A가 창시자효과이다.

ㄱ. A는 창시자효과, B는 돌연변이, C는 자연선택이다.

ㄴ. 창시자효과(A)는 돌연변이(B)에 없는 특징 한 가지를 가지므로 a는 '○'이다.

ㄷ. 자연선택(C)은 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남기는 현상이다.

18 ㄴ. 산맥에 의해 분리되어 있다가 일부 시슴 개체가 이동하여 유전자흐름이 일어나면 시슴 개체군 A와 B 사이의 유전적 차이가 줄어든다.

ㄷ. 유전자흐름은 개체군의 유전자풀을 변하게 하여 개체군 진화의 원인이 된다.

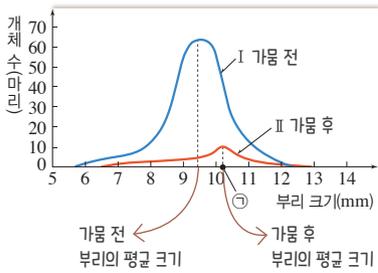
바로알기 ㄱ. 유전적 부동은 우연한 사건으로 개체군에서 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상으로, 병목효과와 창시자효과가 있다. 개체군 사이에 개체의 이주가 일어나 대립유전자빈도가 변하는 것은 유전자흐름이다.

실력 UP 문제

269쪽

01 ③ 02 ① 03 ②

01 품종 문제 분석



그래프의 면적이 개체군의 크기(개체 수)에 해당하므로 가뭄 후에 개체군의 크기는 줄어들었으며, 부리의 평균 크기는 커졌다.

나. 핀치 개체군 P에서 I 과 II 일 때 부리 크기에 따른 개체 수가 다르므로 대립유전자빈도가 다르다. 따라서 I 과 II 에서 P의 유전자 풀은 서로 다르다.

다. 가뭄 전에는 작고 연한 씨앗이 많았으므로 이 먹이를 먹고 사는 부리가 작은 핀치가 많았지만, 가뭄 후에는 크고 딱딱한 씨앗이 많아졌으므로 이 먹이를 먹기에 유리한 부리가 큰 핀치가 더 많이 살아남았다. 부리의 평균 크기는 II 에서가 I 에서보다 크므로 I 은 가뭄 전이고, II 는 가뭄 후이며, 이는 가뭄 후(II) 부리가 큰 핀치가 자연선택된 결과이다.

바로알기 ㄱ. 가뭄이 일어난 후에는 개체 수가 줄어들어 개체군의 크기가 감소하였다.

ㄴ. 부리 크기가 ①인 개체 수는 가뭄 전(I)에서가 가뭄 후(II)에서보다 많다.

02 품종 문제 분석

	검푸른 날개 (AA)	푸른 날개 (Aa)	흰 날개 (aa)
총 500마리 ← I	220마리	190마리	90마리
총 750마리 ← II	330마리	285마리	135마리
총 1000마리 ← III	440마리	380마리	180마리

• 나비 개체군에서 대립유전자빈도

구분	A의 빈도	a의 빈도
I	$\frac{630}{1000} = 0.63$	$\frac{370}{1000} = 0.37$
II	$\frac{945}{1500} = 0.63$	$\frac{555}{1500} = 0.37$
III	$\frac{1260}{2000} = 0.63$	$\frac{740}{2000} = 0.37$

ㄱ. I 에서 전체 대립유전자의 수는 1000이고, 대립유전자 A의

수는 $(220 \times 2) + 190 = 630$, 대립유전자 a의 수는 $190 + (90 \times 2) = 370$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{630}{1000} =$

0.63이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{370}{1000} = 0.37$ 이다.

바로알기 ㄴ. II 에서 전체 대립유전자의 수는 1500이고, 대립유전자 A의 수는 $(330 \times 2) + 285 = 945$, 대립유전자 a의 수는 $285 + (135 \times 2) = 555$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{945}{1500} = 0.63$ 이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{555}{1500} = 0.37$ 이다.

III 에서 전체 대립유전자의 수는 2000이고, 대립유전자 A의 수는 $(440 \times 2) + 380 = 1260$, 대립유전자 a의 수는 $380 + (180 \times 2) = 740$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{1260}{2000} =$

0.63이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{740}{2000} = 0.37$ 이다.

대립유전자 a의 빈도는 I ~ III 에서 모두 0.37로 같다.

ㄷ. I → II → III 에서 대립유전자 A의 빈도는 0.63, 대립유전자 a의 빈도는 0.37로 일정하게 유지되므로 나비 개체군의 날개 색에 대한 유전적 특성은 변하지 않았다. 따라서 진화가 일어났다고 볼 수 없다.

03 품종 문제 분석

요인	사례
(가) 유전자흐름	개체의 이주로 인해 개체군 내에 대립유전자가 유입되었다. 흰 토끼 개체군에 같은 종의 검은 토끼 개체가 들어와 자손을 낳았다.
(나) 창시자효과	①아메리카 인디언은 B형이나 AB형이 거의 없고, O형이 대부분이다. 이는 오래전 아시아에서 이주한 집단에 O형 대립유전자의 빈도가 높았기 때문이라고 추측된다.
(다) 돌연변이	헤모글로빈유전자에 이상이 생겨 심한 빈혈을 일으키는 낫모양적혈구가 만들어졌다. 낫모양적혈구에서는 말라리아를 일으키는 말라리아원충이 증식하기 어렵다. DNA의 염기서열에 변화가 일어나 낫모양적혈구를 만드는 새로운 대립유전자가 나타났다.

ㄷ. 낫모양적혈구는 심한 빈혈을 일으켜 일반적으로 생존에 불리하지만, 말라리아 저항성이 있어 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 낫모양적혈구를 나타내는 대립유전자의 빈도가 높게 나타난다. 이는 자연선택의 사례에 해당한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 개체군 사이에 개체의 이주가 일어날 때 대립유전자가 개체군 안으로 유입되거나 유출되는 현상인 유전자흐름이다.

ㄴ. (나)는 창시자효과로, ①은 O형을 나타내는 대립유전자가 생존에 유리하여 자연선택된 결과가 아니라 기존 개체군에서 일부 개체가 이주하여 새로운 개체군을 형성한 결과이다.

02 / 생물의 분류체계

개념 확인문제

271쪽

1 종 2 유연관계 3 이명법 4 계통수

1 (1) 역 (2) 문 (3) 같은 2 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역
3 속명, 종소명, 명명자 4 (1) ○ (2) ○ (3) ×

- 1** (1) 분류계급에서 종이 가장 하위 단계이고, 역이 가장 상위 단계이다.
 (2) 여러 목이 모여 하나의 강을 이루고, 여러 강이 모여 하나의 문을 이룬다.
 (3) 속이 과보다 하위 단계이므로, 같은 속에 속한 두 생물은 같은 과에 속한다.
- 2** 가장 하위 단계는 종이며, 비슷한 특징이 많은 종을 모아 하나의 속으로 묶고, 비슷한 특징이 많은 속을 모아 하나의 과로 묶으며, 비슷한 특징이 많은 과를 모아 하나의 목으로 묶는다. 이와 같은 과정을 거쳐 강, 문, 계, 역으로 묶는다.
- 3** 학명은 국제적으로 통용되는 생물의 이름으로, 이명법에 기초하고 있다. 이명법은 속명, 종소명, 명명자 순서로 표기한다. 속명과 종소명은 라틴어나 라틴어화된 단어를 사용하며 이탤릭체로 표기한다. 속명의 첫 글자는 대문자, 종소명은 소문자로 표기한다.
- 4** (1) 계통수의 각 가지 끝에는 하나의 종 또는 분류군이 위치한다.
 (2) 계통수의 각 분기점에는 해당 분기점에서 갈라진 모든 종의 공통조상이 위치한다.
 (3) 계통수에서 최근 공통조상을 공유할수록 두 종 간의 유연관계가 가깝다.

개념 확인문제

274쪽

1 3역 6계 2 세균 3 고균 4 진핵생물 5 원핵생물계
6 없음 7 없음

1 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 2 (1) A: 원핵생물계, B: 진정세균계, C: 고균계, D: 식물계, E: 세균역, F: 진핵생물역 (2) B (3) F 3 (1) ⊕ (2) ⊕ (3) ⊖ (4) ⊖ (5) ⊕ (6) ⊖ 4 (1) 원핵 (2) 가진다 (3) ⊖ 독립, ⊖ 종속 (4) ⊖ 진핵, ⊖ 포자 (5) 셀룰로스

- 1** (1) 2계 생물분류체계는 린네가 제안하였으며, 생물을 식물계와 동물계로 분류하였다.
 (2) 3계 생물분류체계에서는 생물을 원생생물계, 식물계, 동물계로 분류하였다.
 (3) 5계 생물분류체계에서는 생물을 원핵생물계, 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계로 분류하였다.
 (4) 고균의 라이보솜 RNA 염기서열, 세포벽 성분, DNA 복제와 단백질합성 과정 등이 진핵생물과 더 유사하다는 사실이 밝혀지면서 3역 6계 생물분류체계에서 원핵생물을 세균역 진정세균계과 고균역 고균계로 분류하였다.
- 2** (1) 5계 생물분류체계에서는 생물을 원핵생물계, 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계로 분류하였고, 3역 6계 생물분류체계에서는 세균역 진정세균계, 고균역 고균계, 진핵생물역 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계로 분류하였다. 따라서 A는 원핵생물계, B는 진정세균계, C는 고균계, D는 식물계, E는 세균역, F는 진핵생물역이다.
 (2) 진정세균계(B)의 생물은 펩티도글리칸 성분의 세포벽이 있고, 고균계(C)의 생물은 펩티도글리칸이 없는 세포벽이 있다. 식물계(D)에 속하는 생물의 세포벽은 셀룰로스로 이루어져 있다.
 (3) 고균은 라이보솜 RNA 염기서열, 세포벽 성분, DNA 복제와 단백질합성 과정 등이 진핵생물과 더 유사하므로 오늘날에는 고균역을 세균역(E)보다 진핵생물역(F)과 유연관계가 더 가깝다고 보고 있다.
- 3** (1) 진정세균계에 속하는 생물의 예로 대장균, 포도상구균 등이 있다.
 (2) 고균계에 속하는 생물의 예로 극호열균, 메테인생성균 등이 있다.
 (3) 원생생물계에 속하는 생물의 예로 아메바, 미역 등이 있다.
 (4) 식물계에 속하는 생물의 예로 고사리, 은행나무 등이 있다.
 (5) 균계에 속하는 생물의 예로 푸른곰팡이, 송이버섯 등이 있다.
 (6) 동물계에 속하는 생물의 예로 달팽이, 침팬지 등이 있다.
- 4** (1) 진정세균계와 고균계는 모두 단세포 원핵생물로, 원형 DNA를 가지며, 막성 세포소기관이 없다.
 (2) 원생생물계는 대부분 단세포 진핵생물로, 선형의 히스톤과 결합한 DNA와 막성 세포소기관을 가진다.
 (3) 식물계는 광합성을 하는 독립영양생물이며, 균계와 동물계는 모두 종속영양생물이다.
 (4) 균계는 대부분 다세포 진핵생물로, 선형의 히스톤과 결합한 DNA와 막성 세포소기관을 가진다. 균계에 속하는 곰팡이나 버섯은 몸이 균사로 이루어져 있고, 포자로 번식한다.
 (5) 식물계는 셀룰로스로 이루어진 세포벽을 가진다.

- Q1 (라)
- Q2 A, B
- Q3 A, C
- Q4 ㉔ (라), ㉕ (나), ㉖ (다)

Q1 최근 공통조상을 공유할수록, 즉 최근의 분기점에서 갈라진 두 가지에 위치할수록 두 종 간의 유연관계가 가깝다. (마)와 (라)가 (마)와 (나)보다 더 최근의 분기점에서 갈라졌다.

Q2 (가)와 (나)가 갈라지는 분기점에 최근의 공통조상이 있으며, 이 공통조상은 최초의 공통조상으로부터 이어진 경로에 위치한 모든 특징을 가지므로 특징 A와 B를 가진다.

Q3 (마)와 (다), (라)가 갈라지는 분기점에 최근의 공통조상이 있으며, 이 공통조상은 최초의 공통조상으로부터 이어진 경로에 위치한 모든 특징을 가지므로 특징 A와 C를 가진다.

Q4 (가)와 (라)가 같은 속이고, (나)와 (마)가 같은 속이다. 따라서 ㉔는 (라)이고, ㉕는 (나)이다. ㉖는 속명이 같은 종이 없는 (다)이다.

대표자료분석 1

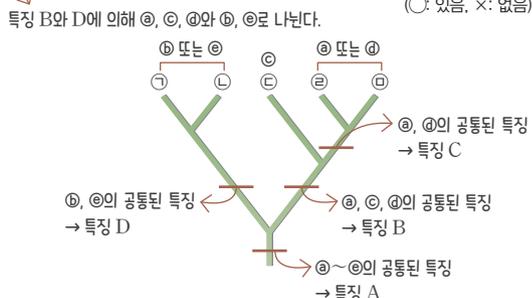
- 1 ㉔ 2 ㉖ 3 ㉕ 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ (6) ○ (7) ×

꼼꼼 문제 분석

특징 A는 ㉔~㉖의 공통된 특징이다.

특징	종	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘
A		○	○	○	○	○
B		○	×	○	○	×
C		○	×	×	○	×
D		×	○	×	×	○

(○: 있음, ×: 없음)



1 공통조상으로부터 ㉔과 가장 최근에 갈라진 종이 ㉔과 유연관계가 가장 가깝다. 따라서 ㉗~㉘ 중 ㉔과 유연관계가 가장 가까운 종은 ㉔이다.

2 특징 A는 ㉔~㉖의 공통된 특징이고 특징 B와 D에 의해 ㉔, ㉕, ㉖와 ㉗, ㉘로 나뉜다. 특징 B를 갖는 ㉔, ㉕, ㉖는 다시 특징 C를 갖는 ㉔, ㉖와 특징 C를 갖지 않는 ㉕로 나뉜다. 따라서 특징 C를 갖는 ㉔와 ㉖는 각각 ㉔과 ㉖ 중 하나이고, 특징 C를 갖지 않는 ㉕는 ㉕이다. 그리고 특징 D를 갖는 ㉔와 ㉕는 각각 ㉔과 ㉕ 중 하나이다.

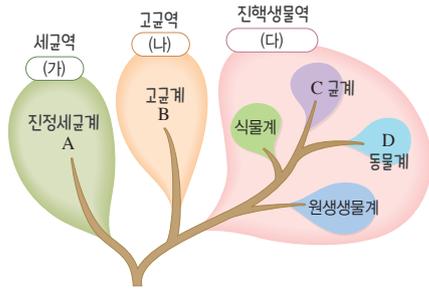
3 (가)와 (라)는 속명이 같으므로 같은 과에 속한다. 따라서 (가), (나), (라)는 모두 고양이과이다. ㉗~㉘는 2개의 과로 이루어지므로 나머지 (다)와 (마)는 고양이과가 아닌 다른 과이다. 계통수를 참고하면, ㉗, ㉘는 같은 과, ㉕, ㉖, ㉔는 같은 과이므로 (가), (나), (라)는 각각 ㉕, ㉖, ㉔ 중 하나이며, 속명이 같은 (가)와 (라)의 유연관계가 가장 가까우므로 (나)는 ㉕이다.

- 4 (1) ㉔은 특징 A, B, C를 모두 가진다.
- (2) 특징 A는 ㉗~㉘가 모두 가지고 있는 특징이다.
- (3) ㉕과 ㉖는 같은 과에 속하고, ㉔과 ㉗은 서로 다른 과에 속하므로 ㉕은 ㉗보다 ㉔과 유연관계가 더 가깝다.
- (4), (5) 특징 A를 갖는 ㉗~㉘의 공통조상에서 특징 D를 갖는 ㉗, ㉘과 특징 B를 갖는 ㉕, ㉖, ㉔으로 분화된 후, ㉕, ㉖, ㉔은 다시 특징 C를 갖는 ㉕, ㉔과 특징 C를 갖지 않는 ㉖으로 분화되었다. 따라서 특징 B는 C보다 먼저 나타났고, ㉔과 ㉕의 분화는 ㉖과 ㉗의 분화보다 먼저 이루어졌다.
- (6) 학명은 속명과 종소명으로 이루어진다. (가)와 (나)의 학명에서 속명이 다르므로 (가)와 (나)는 서로 다른 속에 속한다. (가)는 (라)와 같은 속에 속한다.
- (7) ㉗~㉘는 2개의 과로 이루어지므로 (가), (나), (라)가 같은 과이고, (다)와 (마)가 같은 과이다.

대표자료분석 2

- 1 (가) 세균역, (나) 고균역, (다) 진핵생물역 2 A: 진정세균계, B: 고균계, C: 균계, D: 동물계 3 원핵생물계를 세균역 진정세균계와 고균역 고균계로 나누었다. 4 ㉗ 없음, ㉘ 없음, ㉕ 있음, ㉖ 있음, ㉔ 없음, ㉓ 없음, ㉒ 없음, ㉑ 있음 5 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) × (6) ○ (7) ○

꼼꼼 문제 분석



- 고균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다. → (가)는 세균역, (나)는 고균역, (다)는 진핵생물역이다.
- 진핵생물역에는 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계가 있고, 동물계에 속하는 생물은 세포벽이 없다. → C는 균계, D는 동물계이다.

- 3역 6계 생물분류체계에서 3역은 세균역, 고균역, 진핵생물역이다.
- 균계의 생물은 키틴질로 이루어진 세포벽을 가지며, 동물계의 생물은 세포벽이 없다.
- 라이보솜 RNA 염기서열 정보 등을 근거로 5계 생물분류체계의 원핵생물계가 진정세균계와 고균계로 분리되었고, 계의 상위 단계를 역으로 분류하여 3역 6계 생물분류체계로 변화하였다.
- 고균역은 세균역과 달리 펩티도글리칸을 포함한 세포벽이 없으며, 히스톤과 결합한 DNA를 일부 가지는 등 진핵생물역에서만 나타나는 특징을 공통적으로 가지고 있다. 이를 근거로 오늘날에는 고균역이 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가까운 것으로 보고 있다.
- (1) 라이보솜 RNA 염기서열 정보에 근거하여 5계 생물분류체계에서 3역 6계 생물분류체계로 변화하였다.
 (2) 고균역(나)은 세균역(가)보다 진핵생물역(다)과 유연관계가 더 가깝다.
 (3) 균계(C)는 식물계보다 동물계(D)와 유연관계가 더 가깝다.
 (4) 세균역(가)과 고균역(나)에 속하는 생물은 모두 핵막이 없는 단세포 원핵생물이다.
 (5) 진핵생물역(다) 중 원생생물계에 속하는 생물은 대부분 단세포생물이다.
 (6) 식물계에 속하는 생물은 셀룰로스로 이루어진 세포벽이 있고, 균계(C)에 속하는 생물은 키틴질로 이루어진 세포벽이 있다.
 (7) 균계(C)와 동물계(D)에 속하는 생물은 다른 생물로부터 유기물을 얻는 종속영양생물이다.

내신 만점문제

278쪽~280쪽

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

- 01** ①, ③ 종은 생물분류의 기본 단위이며, 일반적으로 말하는 종은 '생물학적 종'을 의미한다.
 ② 분류계급은 종을 가장 하위 단계로 하여 유연관계에 따라 상위 단계의 생물을 그룹으로 묶어서 나타낸 것으로, 종<속<과<목<강<문<계<역의 순이다.
 ④ 같은 종에 속하는 생물은 자연 상태에서 서로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있다.
바로알기 ⑤ 생물학적 종이란 자연 상태에서 서로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 개체들의 무리를 말한다.

- 02** ㄱ. ㉠과 ㉡ 사이에서 생식 능력이 있는 ㉢이 태어났으므로, ㉠과 ㉡은 같은 종이며 학명은 같다.
 ㄷ. 사자와 호랑이는 속명(*Panthera*)이 같으므로 같은 속에 속한다. 같은 속에 속하는 생물은 같은 과, 목, 강, 문, 계, 역에 속한다.
바로알기 ㄴ. ㉣과 ㉤ 사이에서 태어난 타이곤은 생식 능력이 없으므로, ㉣과 ㉤은 서로 다른 종이다.

- 03** 학명은 속명+종소명(+명명자) 순으로 표기한다. A와 B는 *Equus*라는 같은 속에 속하지만, 종소명이 각각 *caballus*와 *asinus*로 다르므로 같은 종이 아니다. 서로 다른 종인 A와 B 사이에서는 생식 능력이 있는 자손이 태어날 수 없다.

모범 답안 A와 B는 학명이 다르므로 서로 다른 종이다. 따라서 A와 B 사이에서는 생식 능력이 있는 자손이 태어날 수 없다.

채점 기준	배점
생식 능력이 있는 자손이 태어나지 않는다고 쓰고, 그 근거를 두 동물의 학명이 달라 종이 다르기 때문이라고 서술한 경우	100 %
생식 능력이 있는 자손이 태어나지 않는다고만 쓴 경우	30 %

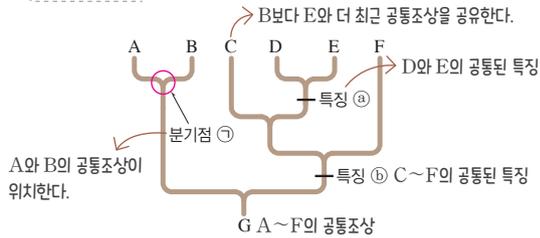
- 04** ㄱ. A~D의 학명은 모두 속명과 종소명으로 표기된 것으로 이명법을 사용하였다.
 ㄴ. A~D는 모두 목련과에 속한다. 분류계급에서 목이 과보다 상위 단계이므로 B와 D는 같은 목에 속한다. 같은 과에 속하는 생물은 같은 목, 강, 문, 계, 역에 속한다.
 ㄷ. 속명(*Magnolia*)이 같은 A와 C는 같은 속에 속하며, 속명이 다른 A와 D는 각각 다른 속에 속하므로 A는 D보다 C와 유연관계가 더 가깝다.

05 ㄱ. B는 흰나비과이고, B와 D는 같은 속이다. 따라서 B와 D는 흰나비과이다. E와 F는 호랑나비과이고, A와 E는 같은 속이며 A와 F는 다른 속이다. 따라서 A, E, F는 모두 호랑나비과이다. A~F는 3개의 과로 분류되므로 나머지 C는 A, B, D, E, F와는 다른 과에 속한다. 종합하면, A~F는 (A, E), (B, D), (C), (F)의 4개의 속으로 분류된다.

ㄷ. A~F는 모두 나비목에 속한다. 강은 목보다 상위 단계이므로 B와 E는 같은 강에 속한다.

바로알기 ㄴ. A와 C는 서로 다른 과에 속하고, A와 F는 같은 과에 속한다. 따라서 A와 C의 유연관계는 A와 F의 유연관계보다 멀다.

06 **꼼꼼 문제 분석**

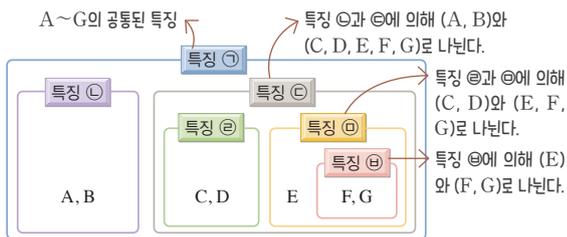


①, ③ G는 A~F의 공통조상이며, 분기점 ㉠에 A와 B의 최근 공통조상이 위치한다.

④, ⑤ ㉡는 D와 E의 공통된 특징이며, A~F는 ㉢를 가지는 C~F와 ㉢를 가지지 않는 A, B로 나눌 수 있으므로 특징 ㉢를 이용하여 A와 F를 구분할 수 있다.

바로알기 ② C와 B가 공통조상으로부터 갈라진 시기가 C와 E가 공통조상으로부터 갈라진 시기보다 더 오래되었으므로 C는 B보다 E와 유연관계가 더 가깝다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. E와 F는 ㉠, ㉡, ㉢을 공통으로 가지며, ㉤에 의해 나뉜다.

바로알기 ㄱ. A~G는 2개의 과로 분류되므로 ㉠을 갖는 무리와 ㉡을 갖는 무리는 서로 다른 과에 속하고, B와 D는 서로 다른 과에 속한다. 분류계급에서 속은 과보다 하위 단계이므로 B와 D는 서로 다른 속에 속한다.

ㄷ. C와 A는 ㉠을 공통으로 갖고, C와 G는 ㉠과 ㉡을 공통으로 갖는다. 이로부터 ㉠을 갖는 A, C, G의 공통조상에서 ㉡을 갖는 C, G와 ㉡을 갖지 않는(㉢을 갖는) A로 분화되었음을 알 수 있다. 따라서 C와 A의 유연관계는 C와 G의 유연관계보다 멀다.

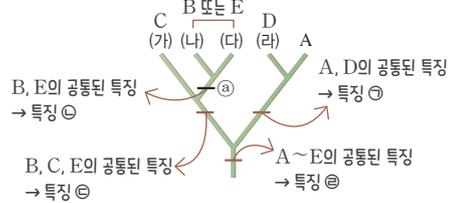
08 **꼼꼼 문제 분석**

특징 ㉠과 ㉡에 의해 (A, D)와 (B, C, E)로 나뉜다.

특징	종	A	B	C	D	E
㉠		○	×	×	○	×
㉡		×	○	×	×	○
㉢		×	○	○	×	○
㉣		○	○	○	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

특징 ㉣은 A~E의 공통된 특징이다.



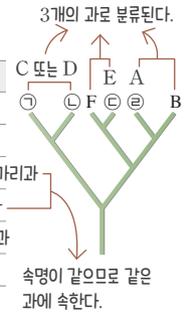
ㄴ. ㉣은 B, C, E의 공통된 특징이고, ㉡은 A~E의 공통된 특징이므로, (가)(C)는 ㉢과 ㉣을 모두 가진다.

ㄷ. B와 C(가)가 공통조상으로부터 갈라진 시기가 B와 D(라)가 공통조상으로부터 갈라진 시기보다 더 최근이므로 B와 C의 유연관계는 B와 D의 유연관계보다 가깝다.

바로알기 ㄱ. ㉡는 B와 E의 공통된 특징인 ㉡이다.

09 **꼼꼼 문제 분석**

종	학명	과명
A	<i>Syringa dilatata</i>	목서과
B	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	목서과
C	<i>Metaplexis japonica</i>	?박주가리과
D	<i>Metaplexis morisonii</i>	박주가리과
E	<i>Swertia pseudochinensis</i>	?용담과
F	<i>Gentiana scabra</i>	용담과



ㄱ. ㉠과 ㉡은 각각 C 또는 D이고, ㉢은 E이며, ㉣은 A이다.

바로알기 ㄴ. ㉠과 ㉡은 박주가리과, F와 ㉢(E)은 용담과, ㉣(A)과 B는 목서과에 속한다.

ㄷ. A~F는 모두 용담목에 속하므로 B와 F는 같은 강에 속한다.

10 ㄱ. (가)는 세포의 형태, 생물의 생활 양식과 영양 방식 등을 근거로 생물을 원핵생물계, 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계로 나누는 5계 생물분류체계이고, (나)는 라이보솜 RNA 염기서열 정보에 근거하여 생물을 세균역, 고균역, 진핵생물역으로 나누는 3역 6계 생물분류체계이다.

ㄴ. 3역 6계 생물분류체계에서는 5계 생물분류체계의 원핵생물계를 세균역 진정세균계와 고균역 고균계로 분류하였다.

바로알기 ㄷ. 5계 생물분류체계에서는 계, 3역 6계 생물분류체계에서는 역이 분류의 가장 상위 단계이다.

11 품목 문제 분석



ㄴ. 진정세균계(A)와 원핵생물계(C)에 속하는 생물은 모두 원핵생물이다.

ㄷ. 원생생물계(B)는 균계, 식물계, 동물계에 속하지 않는 진핵생물을 모아놓은 무리이다.

바로알기 ㄱ. 진정세균계(A)에는 남세균처럼 광합성을 하는 생물도 있다.

12 **모범 답안** 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다. 고균역은 라이보솜 RNA 염기서열, 세포벽 성분, DNA 복제와 단백질합성 과정 등이 세균역보다 진핵생물역과 더 유사하기 때문이다.

채점 기준	배점
진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다고 쓰고, 고균역과 진핵생물역의 유사성을 근거로 들어 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다고만 쓴 경우	40 %

13 품목 문제 분석

특성 \ 역	A 고균역	B 진핵생물역	C 세균역
핵막	? 없음	있음	? 없음
펩티도글리칸 세포벽	없음	? 없음	? 있음
(가)	없음	있음	없음

- 진핵생물역만 핵막이 있고, 세균역만 펩티도글리칸 성분의 세포벽이 있다. → A는 고균역, B는 진핵생물역, C는 세균역이다.
- (가)는 진핵생물역(B)만 갖는 특징이다. → 막성 세포소기관, 선형 DNA 등

ㄱ. 진핵생물역(B)에 속한 생물들은 히스톤과 결합한 선형의 DNA를 가진다.

ㄷ. '선형 DNA'는 진핵생물역(B)만 갖는 특징이므로 (가)에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 메테인생성균은 고균역(A)에 속한다.

14 A는 진정세균계, B는 원생생물계, C는 동물계, D는 고균계, E는 균계, F는 식물계이다.

① 진정세균계(A)와 고균계(D)의 생물은 모두 세포에 핵막이 없어 DNA가 세포질에 분포하는 단세포 원핵생물이다.

② 원생생물계(B)에 속하는 생물은 막성 세포소기관을 가진다.

③ 동물계(C)에 속하는 생물은 다른 생물을 먹이로 하여 에너지를 얻는 종속영양생물이다.

⑤ 식물계(F)에 속하는 생물은 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하여 스스로 에너지를 얻는 독립영양생물이다.

바로알기 ④ 균계(E)에 속하는 생물은 키틴질로 이루어진 세포벽이 있다.

15 품목 문제 분석

특징	분류군	특징의 개수
<ul style="list-style-type: none"> • 진핵생물이다. 균계, 동물계, 식물계 • 독립영양생물이다. 식물계 • 세포벽이 있다. 균계, 식물계, 고균계 • 고사리가 속한다. 식물계 	A 동물계	1
	B 균계	2
	C 식물계	4
	D 고균계	① 1
	(가)	(나)

- 특징을 2개 갖는 B는 균계이고, 특징을 4개 갖는 C는 식물계이며, 특징을 1개 갖는 A와 D는 각각 동물계 또는 고균계 중 하나이다.
- A에 속하는 생물은 히스톤과 결합한 선형 DNA를 가진다. → A는 동물계, D는 고균계이다.

ㄴ. 동물계(A)와 균계(B)에 속하는 생물은 종속영양생물이다. 동물계(A)의 생물은 다른 생물을 먹어 유기물을 얻고, 균계(B)의 생물은 토양이나 사체의 유기물을 분해하거나 다른 생명체에 기생 또는 공생한다.

ㄷ. 식물계(C)에 속하는 생물은 셀룰로스로 이루어진 세포벽이 있으며, 광합성을 한다.

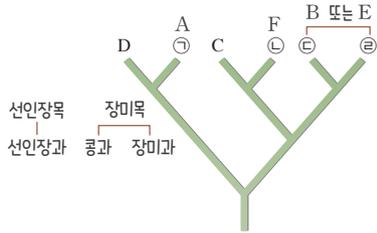
바로알기 ㄱ. ①은 1이다.

실력 UP 문제 281쪽

01 ⑤ 02 ① 03 ①

01 품종 문제 분석

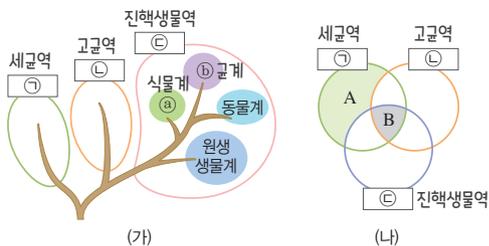
종	학명	목명	과명
A	<i>Epiphyllum truncatum</i>	? 선인장목	선인장과
B	<i>Prunus yedoensis</i>	장미목	? 장미과
C	<i>Mimosa pudica</i>	ⓐ 장미목	콩과
D	<i>Cereus flagelliformis</i>	선인장목	? 선인장과
E	<i>Prunus ansu</i>	? 장미목	장미과
F	<i>Phaseolus vulgaris</i>	ⓑ 장미목	? 콩과



- A ~ F는 2개의 목, 3개의 과로 분류된다.
 - (D, ㉠), (C, ㉢, ㉡, ㉢)은 각각 다른 목이다.
 - (D, ㉠), (C, ㉢), (㉡, ㉢)은 각각 다른 과이다.
- B와 E는 학명의 속명이 같으므로 같은 속에 속한다. 같은 속에 속하면 같은 과와 목에 속한다.
 - B와 E는 장미목, 장미과에 속하며, 각각 ㉡과 ㉢ 중 하나이다.
- C와 ㉢은 장미목, 콩과에 속하고, D와 ㉠은 선인장목, 선인장과에 속한다. → A는 ㉠이고, F는 ㉢이다.

- 나. C와 F는 모두 장미목에 속하므로 ㉡와 ㉢는 같다.
 - 다. ㉡과 ㉢은 각각 B와 E 중 하나이다. B와 E는 학명을 통해 *Prunus*라는 같은 속에 속한다는 것을 알 수 있다.
 - 라. C와 E(㉡ 또는 ㉢)가 공통조상으로부터 갈라진 시기가 C와 A(㉠)가 공통조상으로부터 갈라진 시기보다 더 최근이므로 C와 E의 유연관계는 C와 A의 유연관계보다 가깝다.
- [바로알기]** 가. ㉠은 A이다.

02 품종 문제 분석



A는 세균역에만 있는 특징이고, B는 세균역, 고균역, 진핵생물역의 공통 특징이다.

- ㉡ 균계(㉡)의 생물은 몸이 균사로 이루어져 있고, 포자로 번식한다.
 - ㉢ 세균역(㉢)의 생물은 펩티도글리칸 성분의 세포벽을 가지고, 고균역(㉣)의 생물은 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽을 가진다. 진핵생물역(㉤) 식물계(㉤)의 생물은 셀룰로스 성분의 세포벽을, 균계(㉡)의 생물은 키틴질 성분의 세포벽을 가진다.
 - ㉣ 세균역(㉢)과 고균역(㉣)의 생물은 단세포 원핵생물이고, 진핵생물역(㉤)에도 단세포생물이 있다.
 - ㉤ 진핵생물역(㉤)에는 생산자 역할을 하는 식물계(㉤), 분해자 역할을 하는 균계(㉡), 소비자 역할을 하는 동물계가 모두 있다.
- [바로알기]** ① 식물계(㉤)에 속하는 생물은 광합성을 하고, 균계(㉡)에 속하는 생물은 광합성을 하지 않는다.

03 품종 문제 분석

㉠이 계이고, ㉡이 역일 경우, A와 C는 서로 다른 역에 속하고 A와 F는 서로 같은 계에 속하므로 C와 F는 서로 같은 과에 속할 수 없다. → ㉡이 역이고, ㉡이 계이다.

- A ~ H는 2개의 역으로 분류된다.
- A와 B는 서로 다른 ㉠에 속하고, A와 C는 서로 다른 ㉢에 속한다.
- A와 F는 서로 같은 ㉠에 속하고, B와 E는 서로 같은 ㉠에 속한다.
- A와 D는 서로 같은 ㉢에 속하고, F와 G는 서로 같은 ㉢에 속한다.
- C와 F는 서로 같은 과에 속하고, G와 H는 서로 같은 과에 속한다.

- A ~ H는 2개의 역, 3개의 계로 분류된다.
 - (B, E), (A, C, D, F, G, H)는 각각 다른 역이다.
 - (B, E), (A, D), (C, F, G, H)는 각각 다른 계이다.
- (A, C, D, F, G, H)는 1개의 역에 2개 이상의 계가 있으므로 진핵생물역이다.
- (B, E)는 1개의 역에 1개의 계가 속하는 세균역 또는 고균역 중 하나이다.

가. ㉠은 역, ㉢은 계이다.

- [바로알기]** 나. A와 B는 서로 다른 역에 속하고, A와 F, B와 E는 각각 서로 같은 역에 속하므로 (A, F)와 (B, E)는 각각 다른 역이다. C와 F, G와 H는 서로 같은 과에 속하므로 같은 계에 속한다. A와 C는 서로 다른 계에 속하고, A와 D, F와 G는 각각 서로 같은 계에 속하므로 (A, D), (F, G)는 각각 다른 계이다. 종합하면 (A, D), (C, F, G, H)는 각각 다른 계이다. 따라서 A ~ H는 (B, E), (A, D), (C, F, G, H)의 3개의 계로 분류된다.
- 다. B와 E는 세균역 또는 고균역에 속하는 생물이므로 단세포 원핵생물이다.

03 / 식물과 동물의 분류

개념 확인문제

284쪽

- 1 독립 2 셀룰로스 3 관다발 4 포자 5 햇물관
6 포자 7 종자 8 씨방

- 1 (1) × (2) ○ (3) × (4) × (5) ○ 2 (1) A, B, C (2) 씨방 있음
3 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) ○

- 1 (1) 식물은 3역 6계 생물분류체계에서 진핵생물역 식물계에 속하는 다세포생물이다.
(2) 식물은 엽록소 a, 엽록소 b, 카로티노이드 등의 광합성색소를 가진다.
(3) 식물은 세포막 바깥에 셀룰로스로 이루어진 세포벽이 있다.
(4) 식물은 광합성을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하여 스스로 에너지를 얻는 독립영양생물이다.
(5) 식물은 건조한 육상 생활에 적응하는 과정에서 뿌리, 줄기, 잎 등의 기관이 분화하였다.
- 2 (1) 비관다발식물인 A, B, C(각태류식물문, 선태식물문, 태류식물문)는 관다발이 없다, D(양치식물문)와 E(겉씨식물문)는 관다발이 있다.
(2) 관다발과 종자가 있는 종자식물 중 씨방이 있는 것을 속씨식물문, 씨방이 없는 것을 겉씨식물문으로 분류한다.
- 3 (1) 선태식물(각태류식물문, 선태식물문, 태류식물문)에는 뿌리, 줄기 등이 있다.
(2) 양치식물에는 고사리, 쇠뜨기 등이 있다.
(3) 겉씨식물에는 은행나무, 소나무 등이 있다.
(4) 속씨식물에는 옥수수, 콩 등이 있다.
- 4 (1) 비관다발식물은 잎이나 뿌리와 같은 기관이 발달하지 않았지만, 비종자 관다발식물은 기관이 분화되어 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별된다.
(2) 양치식물과 겉씨식물은 모두 관다발이 있으며, 관다발은 체관과 햇물관으로 이루어져 있다.
(3) 양치식물은 포자로 번식하고, 겉씨식물은 종자로 번식한다.
(4) 속씨식물은 떡잎의 수에 따라 떡잎이 1장인 외떡잎식물과 떡잎이 2장인 쌍떡잎식물로 구분한다.
(5) 겉씨식물은 꽃잎과 꽃받침이 발달하지 않지만, 속씨식물은 꽃잎이나 꽃받침이 잘 발달한 꽃이 핀다.
(6) 속씨식물은 식물 중 가장 번성한 무리로, 육상식물 중 가장 많은 종을 차지한다.

개념 확인문제

288쪽

- 1 종속 2 좌우 대칭 3 배엽 4 3배엽성 5 원구 6 선구
7 탈피동물

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × 2 (1) C, D, E (2) ㉠ 3 (1)
㉡ (2) ㉢ (3) ㉣ (4) ㉤ (5) ㉥ (6) ㉦ (7) ㉧ 4 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ×

- 1 (1) 동물은 3역 6계 생물분류체계에서 진핵생물역 동물계에 속하는 다세포생물이다.
(2) 식물에는 엽록체와 세포벽이 있지만, 동물에는 엽록체와 세포벽이 없다.
(3) 동물은 다른 생물로부터 살아가는 데 필요한 양분을 얻는 종속영양생물이다.
(4) 동물은 대부분 조직과 기관이 잘 발달해 있고, 다양한 운동기관으로 장소를 이동할 수 있다.
(5) 동물은 대부분 암수 생식세포가 결합하여 새로운 개체를 만드는 유성생식을 한다.
- 2 (1) 3배엽성동물은 외배엽과 내배엽 사이에 중배엽을 형성한다. 따라서 3배엽성동물에 속하는 편형동물, C(연체동물), 환형동물, 선형동물, D(절지동물), 극피동물, E(척삭동물)는 중배엽을 형성한다.
(2) ㉠(촉수담류동물)에 속하는 편형동물, C(연체동물), 환형동물은 촉수관을 가지거나 발생 과정에서 담류자 유생 시기를 거친다. ㉡(탈피동물)에 속하는 선형동물, D(절지동물)는 몸의 성장을 위해 탈피한다.
- 3 (1) 편형동물에는 플라나리아, 촌충 등이 있다.
(2) 연체동물에는 달팽이, 오징어 등이 있다.
(3) 환형동물에는 지렁이, 거머리 등이 있다.
(4) 선형동물에는 예쁜꼬마선충, 회충 등이 있다.
(5) 절지동물에는 나비, 거미 등이 있다.
(6) 극피동물에는 불가사리, 성게 등이 있다.
(7) 척삭동물에는 우렁쟁이, 개구리 등이 있다.
- 4 (1) 해면동물은 배엽을 형성하지 않는 무배엽성동물이지만, 자포동물은 외배엽과 내배엽을 형성하는 2배엽성동물이다.
(2) 연체동물은 개방혈관계를 갖는다.
(3) 환형동물은 몸에 고리 모양의 체절이 있으며, 몸이 원통형이고 폐쇄혈관계를 갖는다.
(4) 탈피동물은 성장하기 위해 탈피를 하며, 선형동물과 절지동물이 이에 속한다.

(5) 척삭동물은 발생 과정의 한 시기 또는 일생 동안 척삭이 나타나며, 극피동물은 척삭이 나타나지 않는다.

대표자료분석 1

289쪽

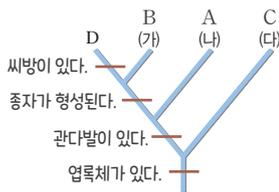
1 A: 고사리, B: 소나무, C: 우산이끼, D: 장미 2 ㉠ ○, ㉢ ×, ㉣ ○, ㉤ × 3 (1) 헛물관 (2) 포자 (3) 발달하지 않았다 4 ㉠ 세 포벽이 있다. ㉡ 주로 습한 곳에 서식한다. 5 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ×

꼼꼼 문제 분석

특징	식물	고사리 (양치식물)	소나무 (겉씨식물)	우산이끼 (선태식물)	장미 (속씨식물)
		A	B	C	D
관다발이 있다.		㉠ ○	○	×	○
씨방이 있다.		×	㉢ ×	×	○
엽록체가 있다.		○	○	○	㉣ ○
종자가 형성된다.		㉤ ×	○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

- 식물은 모두 엽록체가 있다. → ㉣은 '○'이다.
- D는 관다발, 씨방, 엽록체, 종자가 모두 있다. → D는 속씨식물인 장미이다.
- 식물 중 장미(D)만 씨방이 있다. → ㉢은 '×'이다.
- B는 관다발, 엽록체, 종자가 있지만 씨방이 없다. → B는 겉씨식물인 소나무이다.
- C는 관다발이 없으므로 선태식물인 우산이끼이다.
- A는 고사리이며, 고사리(A)는 관다발이 있으므로 ㉠은 '○'이고, 종자가 형성되지 않으므로 ㉤은 '×'이다.



1 A는 고사리(나), B는 소나무(가), C는 우산이끼(다), D는 장미이다.

2 A(고사리)는 관다발이 있고 종자가 형성되지 않는다. B(소나무)는 씨방이 없고, D(장미)는 엽록체가 있다.

3 (1) (가)(B, 소나무)는 겉씨식물로, 관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있다.

(2) (나)(A, 고사리)와 (다)(C, 우산이끼)는 모두 포자로 번식한다.

(3) (다)(C, 우산이끼)는 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷이 구별되지 않는다.

4 A(고사리), B(소나무), C(우산이끼), D(장미)는 모두 세포벽이 있으므로 ㉠은 '세포벽이 있다.'이다. A(고사리)는 비종자 관다발식물, C(우산이끼)는 비관다발식물로, 두 식물 모두 포자로 번식하고, 습한 곳에 서식한다.

5 (1) A(고사리)는 양치식물에 속한다.

(2) 공통조상에서 B와 C가 먼저 분화되고, 이후에 B와 A가 분화되었으므로 B(소나무)와 A(고사리)의 유연관계는 B(소나무)와 C(우산이끼)의 유연관계보다 가깝다.

(3) 백합은 외떡잎식물, D(장미)는 쌍떡잎식물이고, 백합과 D(장미)는 모두 속씨식물에 속한다.

(4) C(우산이끼)는 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되지 않는다.

(5) D(장미)와 (가)(소나무)는 모두 밑씨를 가지므로, '밑씨가 있다.'는 D와 (가)를 구분하는 기준이 될 수 없다.

대표자료분석 2

290쪽

1 A: 창고기, B: 거미, C: 오징어, D: 말미잘 2 ㉠ 4, ㉢ 3, ㉣ 2

3 ㉠ 척삭을 갖는다. 원구가 항문이 된다. 중 한 가지 ㉡ 좌우 대칭 동물이다. 4 (1) × (2) ○ (3) × (4) × (5) ○ (6) × (7) ×

꼼꼼 문제 분석

특징	거미, 말미잘, 오징어, 창고기	
	생물	생물이 갖는 특징의 개수
• 절지동물이다. 거미	A 창고기	㉠ 4
• 척삭을 갖는다. 창고기	B 거미	㉢ 3
• 배엽을 형성한다.	C 오징어	㉣ 2
• 원구가 항문이 된다. 창고기	D 말미잘	1
• 좌우 대칭 동물이다.		

(가) 거미, 오징어, 창고기 (나)

말미잘은 1개, 오징어는 2개, 거미는 3개, 창고기는 4개의 특징을 가진다. → ㉠은 4, ㉢은 3, ㉣은 2이며, A는 창고기, B는 거미, C는 오징어, D는 말미잘이다.

1 A는 창고기, B는 거미, C는 오징어, D는 말미잘이다.

2 A(창고기)는 4개(㉠), B(거미)는 3개(㉢), C(오징어)는 2개(㉣)의 특징을 갖는다.

3 A, B, C는 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물이고, D는 방사 대칭 동물, 2배엽성동물이다. A는 원구가 항문에 되며 척삭을 형성하지만, B와 C는 원구가 입이 되며 척삭을 형성하지 않는다.

- 4 (1) A(참고기)는 척삭동물에 속하며, 일생 동안 척삭이 나타나지만 척추로 대체되지 않는다.
 (2) B(거미)는 절지동물에 속하며, 절지동물은 키틴이 포함된 외골격으로 싸여 있고, 몸에는 체절이 있다.
 (3) 선구동물은 척수동물과 탈피동물로 분류한다. B(거미)는 절지동물로 탈피동물에 속하고, C(오징어)는 연체동물로 척수동물동물에 속한다.
 (4) D(말미잘)는 자포동물에 속한다.
 (5) 공통조상에서 C와 D가 먼저 분화되고, 이후에 C와 A가 분화되었으므로 C(오징어)와 A(참고기)의 유연관계는 C(오징어)와 D(말미잘)의 유연관계보다 가깝다.
 (6) A~D 중 불가사리(극피동물)와 유연관계가 가장 가까운 동물은 후구동물에 속하는 A(참고기)이다.
 (7) D(말미잘)는 2배엽성동물로 외배엽과 내배엽만을 형성한다.

나신 만점 문제

291쪽~294쪽

- 01 ④ 02 ② 03 해설 참조 04 ② 05 ③ 06 ③
 07 ③ 08 A: 은행나무, B: 고사리, C: 우산이끼, D: 보리
 09 ① 10 ④ 11 ⑤ 12 ① 13 해설 참조 14 ③
 15 ③ 16 ④ 17 ④ 18 해설 참조 19 ③ 20 ①

- 01 ①, ② 식물은 진핵생물영역의 식물계에 속하는 다세포 진핵생물이다.
 ③ 식물은 엽록체가 있어 광합성을 하여 스스로 유기물을 합성하는 독립영양생물이다.
 ⑤ 식물은 엽록소 a, 엽록소 b, 카로티노이드 등의 광합성색소를 가지고 있다.
 (바로알기) ④ 식물은 세포막 바깥에 셀룰로스로 이루어진 세포벽이 있다.

02 — 꼼꼼 문제 분석

	속씨식물 A	겉씨식물 B	양치식물 C	선태식물 D
관다발 ㉠	있음	있음	없음	없음
씨방 ㉡	있음	없음	없음	없음
종자 ㉢	있음	없음	없음	없음

- 선태식물은 관다발, 종자, 씨방이 모두 없다. → D
- 양치식물은 관다발은 있지만 종자와 씨방이 없다. → C
- 겉씨식물은 관다발과 종자는 있지만 씨방이 없다. → B
- 속씨식물은 관다발, 종자, 씨방이 모두 있다. → A

- ㉠. ㉠은 관다발, ㉡은 씨방, ㉢은 종자이다.
 ㉡. C(양치식물)는 비종자 관다발식물에 해당한다.
 (바로알기) ㉢. 밀과 옥수수는 모두 밀씨가 씨방에 싸여 있는 A(속씨식물)에 속한다.
 ㉣. A(속씨식물)는 종자가 없는 C(양치식물)보다 종자가 있는 B(겉씨식물)와 유연관계가 더 가깝다.

03 **모범 답안** B(겉씨식물)는 종자로 번식하고, C(양치식물)는 포자로 번식한다.

채점 기준	배점
B와 C의 번식 방법을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
B와 C 중 하나만 번식 방법을 옳게 서술한 경우	50 %

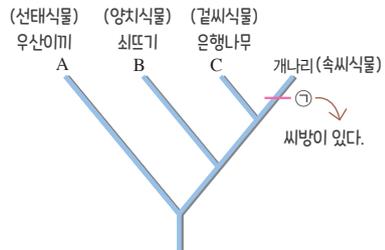
04 — 꼼꼼 문제 분석



- (가) 고사리
 - 비종자 관다발식물(양치식물)이다.
 - 관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있다.
- (나) 솔이끼
 - 비관다발식물(선태식물)로, 관다발이 없다.
 - 잎이나 뿌리와 같은 기관이 발달하지 않았다.

- ㉢. (나)(솔이끼)는 비관다발식물로, 잎이나 뿌리와 같은 기관이 발달하지 않았다.
 (바로알기) ㉣. (가)(고사리)는 비종자 관다발식물이고, (나)(솔이끼)는 비관다발식물이다.
 ㉤. (가)(고사리)는 체관이 있지만, (나)(솔이끼)는 비관다발식물이므로 체관이 없다.

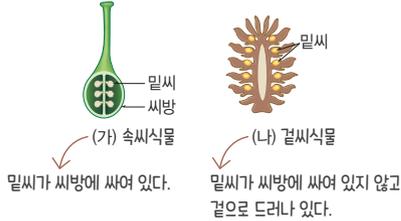
05 — 꼼꼼 문제 분석



- ㉣. A는 우산이끼, B는 쇠뜨기, C는 은행나무이다.
 ㉤. B(쇠뜨기)는 비종자 관다발식물이며, C(은행나무)는 종자식물로 모두 관다발이 있다.

바로알기 ㄷ. C(은행나무)와 개나리는 모두 종자로 번식하므로 '종자로 번식한다.'는 ㉠에 해당하지 않는다. '씨방이 있다.'는 ㉡에 해당한다.

06 **꼼꼼 문제 분석**

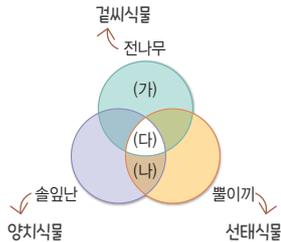


ㄱ. (가)는 속씨식물로, 생식기관인 꽃과 열매가 발달해 있으며, 꽃잎이나 꽃받침이 잘 발달한 꽃이 핀다.

ㄴ. (나)는 겉씨식물로, 관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있다.

바로알기 ㄷ. (가)와 (나)는 모두 종자식물이며, 씨방의 유무에 따라 속씨식물과 겉씨식물로 나뉜다. 떡잎 수에 따라 외떡잎식물과 쌍떡잎식물로 구분하는 것은 속씨식물(가)이다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



- (가) 전나무(겉씨식물)만 갖는 특징: 종자로 번식한다. 밀씨가 씨방에 싸여 있지 않고 노출되어 있다. 등
- (나) 솔잎난(양치식물)과 뿔이끼(선태식물)가 공통으로 갖는 특징: 포자로 번식한다. 등
- (다) 전나무(겉씨식물), 솔잎난(양치식물), 뿔이끼(선태식물)가 공통으로 갖는 특징: 엽록체가 있다. 세포벽이 있다. 광합성을 한다. 독립영양생물이다. 등

ㄷ. 전나무, 솔잎난, 뿔이끼는 모두 엽록체가 있어 광합성을 한다. 따라서 '광합성을 한다.'는 (다)에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 전나무는 겉씨식물이며, 밀씨가 씨방에 싸여 있는 것은 속씨식물이다. 솔잎난과 뿔이끼는 모두 포자로 번식한다. '종자로 번식한다.' 등이 (가)에 해당한다.

ㄴ. 솔잎난은 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있지만, 뿔이끼는 관다발이 없으므로 '체관이 있다.'는 (나)에 해당하지 않는다.

08 **꼼꼼 문제 분석**

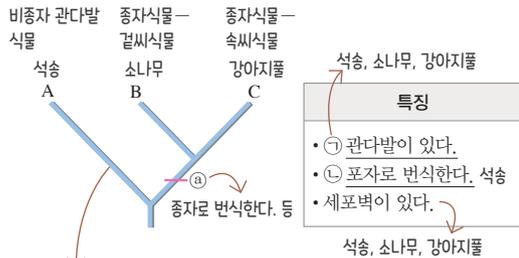
특징	식물			
	은행나무 A	고사리 B	우산이끼 C	보리 D
관다발이 있다.	○	○	×	○
씨방이 있다.	×	×	×	○
종자가 있다.	○	×	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

- 우산이끼(선태식물)는 관다발과 종자, 씨방이 없다. → C는 우산이끼이다.
- 고사리(양치식물)는 관다발이 있고, 종자와 씨방이 없다. → B는 고사리이다.
- 은행나무(겉씨식물)는 관다발과 종자가 있고, 씨방이 없다. → A는 은행나무이다.
- 보리(속씨식물)는 관다발과 종자, 씨방이 모두 있다. → D는 보리이다.

관다발과 종자가 있는 A는 은행나무, 관다발이 있는 B는 고사리, 관다발, 종자, 씨방이 모두 없는 C는 우산이끼, 관다발, 종자, 씨방이 모두 있는 D는 보리이다.

09 **꼼꼼 문제 분석**



공동조상에서 비종자 관다발식물이 분화된 이후 종자식물이 겉씨식물과 속씨식물로 나뉜다. → 강아지풀(C)과 소나무(B)의 유연관계는 강아지풀(C)과 석송(A)의 유연관계보다 가깝다.

- 석송(A)은 관다발이 있고, 포자로 번식하며, 종자가 없다.
- 소나무(B)는 관다발이 있고, 종자로 번식하며, 밀씨가 노출되어 있다.
- 강아지풀(C)은 관다발이 있고, 종자로 번식하며, 밀씨가 씨방에 싸여 있다.

ㄱ. C는 씨방이 있으므로 강아지풀이고, A는 석송, B는 소나무이다.

바로알기 ㄴ. 포자로 번식하는 식물은 석송(A)뿐이다.

ㄷ. 강아지풀은 관다발과 세포벽이 있으므로 표의 특징 중 2가지를 가진다.

ㄹ. 석송(A), 소나무(B), 강아지풀(C)은 모두 관다발을 가지므로 ㉠은 A와 (B, C)를 구분하는 형질 ㉡에 해당하지 않는다.

10 품목 문제 분석

관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있다. ← 독립영양생물이다. 쇠뜨기, 민들레, 소철

식물	특징	㉠	㉡
쇠뜨기		?○	?○
A 민들레		×	㉢○
B 소철		㉣○	○

(○: 있음, ×: 없음)

특징(㉠, ㉡)
 • 독립영양생물이다.
 • 관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있다.

쇠뜨기, 민들레, 소철
 (가) (나)

- 쇠뜨기(양치식물), 소철(겉씨식물), 민들레(속씨식물)는 모두 독립영양생물이다. → ㉡은 '독립영양생물이다.'이고, ㉢는 '○'이다.
- 쇠뜨기(양치식물)와 소철(겉씨식물)의 관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있고, 민들레(속씨식물)의 관다발은 체관과 물관으로 이루어져 있다. → A는 민들레이고, ㉣는 '○'이다.

ㄱ. ㉠와 ㉡는 '○'이다.

ㄷ. 솔이끼(선태식물)는 관다발이 없으므로 ㉠을 갖지 않는다.

바로알기 ㄴ. A(민들레)는 속씨식물로 종자식물이다.

11 ①, ③ 동물은 진핵생물역의 동물계에 속하는 다세포생물로, 엽록체와 세포벽이 없다.

② 동물은 대부분 유성생식을 한다.

④ 동물은 대부분 조직과 기관이 잘 발달해 있고, 다양한 운동기관을 이용하여 장소를 이동한다.

바로알기 ⑤ 동물은 다른 생물로부터 살아가는 데 필요한 양분을 얻는 종속영양생물이다.

12 품목 문제 분석

후구동물, 선구동물, 탈피동물, 선구동물, 척수동물

구분	척삭동물	절지동물	연체동물	자포동물
몸의 대칭성	㉠ 좌우 대칭	좌우 대칭	㉡ 좌우 대칭	방사 대칭
원구의 발생	항문이 됨	㉢ 입이 됨	? 입이 됨	-
배엽의 수	3배엽	3배엽	? 3배엽	㉣ 2배엽

ㄱ. 척삭동물과 연체동물은 좌우 대칭 동물이므로 ㉠와 ㉡는 모두 '좌우 대칭'이다.

바로알기 ㄴ. ㉢는 '입이 됨'이다.

ㄷ. ㉣는 '2배엽'이다.

13 (가)에서 산호, 말미잘, 해파리, 히드라는 모두 자포동물이고, (나)에서 나비는 절지동물, 붕어는 척삭동물, 촌충은 편형동물, 해삼은 극피동물, 달팽이는 연체동물이다.

모범 답안 (1) 배엽을 형성한다.

(2) (가)는 방사 대칭 동물이고, (나)는 좌우 대칭 동물이다. (가)는 외배엽과 내배엽을 갖는 2배엽성동물이고, (나)는 외배엽, 내배엽, 중배엽을 갖는 3배엽성동물이다.

채점 기준	배점
(1) (가)와 (나)의 공통 특징을 옳게 서술한 경우	40 %
(2) (가)와 (나)로 나눌 수 있는 특징 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	60 %
특징을 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %

14 품목 문제 분석

특징	동물	말미잘 A	코끼리 B	플라나리아 C	거미 D
자세포가 있다.		○	? ×	? ×	×
발생 초기에 척삭이 나타난다.		? ×	○	×	×
척수동물군에 속한다.		×	? ×	㉢○	×

(○: 있음, ×: 없음)

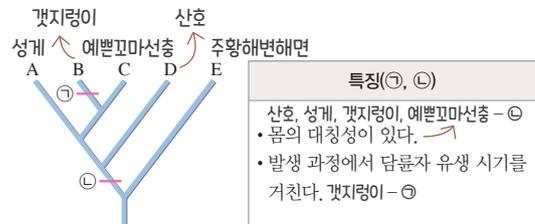
- 말미잘(자포동물)은 자세포가 있는 척수를 이용하여 먹이를 잡아먹거나 몸을 보호한다. → A는 말미잘이다.
- 코끼리(척삭동물)는 발생 초기에 척삭이 나타나지만 성장하면서 척추로 대체된다. → B는 코끼리이다.
- 거미(절지동물)는 탈피동물, 플라나리아(편형동물)는 척수동물군에 속한다. → D는 거미, C는 플라나리아이며, ㉢는 '○'이다.

ㄱ. A는 말미잘, B는 코끼리, C는 플라나리아, D는 거미이다.

ㄴ. C(플라나리아)는 척수동물군에 속하므로 ㉢는 '○'이다.

바로알기 ㄷ. A(말미잘)는 2배엽성동물이므로 외배엽과 내배엽만을 형성한다.

15 품목 문제 분석



- 주황해변해면(해면동물)은 무대칭 동물이다. → E는 주황해변해면이고, ㉡은 '몸의 대칭성이 있다.'이다.
- A~D 중 산호(자포동물)만 방사 대칭 동물, 2배엽성동물이고, 성게(극피동물)는 후구동물, 갯지렁이(환형동물)와 예쁜꼬마선충(선형동물)은 선구동물이다. → A는 성게이고, D는 산호이다.
- B와 C 중 갯지렁이(환형동물)는 척수동물이고, 예쁜꼬마선충(선형동물)은 탈피동물이다. → B는 갯지렁이이고, ㉠은 '발생 과정에서 담류자 유생 시기를 거친다.'이다.

ㄱ. 몸의 대칭성이 없는 것은 주황해변해면(해면동물)만 해당하므로 ㉠은 '몸의 대칭성이 있다.'이고, ㉡은 '발생 과정에서 담류자 유생 시기를 거친다.'이다.

ㄷ. B(갯지렁이-환형동물)는 체절이 있고, C(예쁜꼬마선충-선형동물)는 체절이 없으므로 체절의 유무로 B와 C를 구분할 수 있다.

바로알기 ㄴ. A(성게)는 후구동물로, 원구가 항문이 되는 동물이고, B(갯지렁이)와 C(예쁜꼬마선충)는 선구동물로, 원구가 입이 되는 동물이다.

16 가재(절지동물)는 체절이 있고, 탈피동물에 속한다. 선충(선형동물)은 체절이 없고, 탈피동물에 속한다. 거머리(환형동물)는 체절이 있고, 촉수담류동물에 속한다. 따라서 A는 거머리, B는 가재, C는 선충이다.

ㄴ. B(가재)는 절지동물에 속한다.

ㄷ. C(선충)는 원구가 입이 되는 선구동물이다.

바로알기 ㄱ. A(거머리)는 환형동물로, 적혈구와 혈장의 대부분이 항상 혈관계 내를 순환하는 폐쇄혈관계를 가진다.

17 창고기(척삭동물)는 척삭을 형성하며, 원구가 항문이 되는 후구동물이다. 보라해면(해면동물)은 척삭을 형성하지 않으며, 무배엽성동물이다. 불가사리(극피동물)는 척삭을 형성하지 않으며, 원구가 항문이 되는 후구동물이다. 따라서 A는 창고기, B는 보라해면, C는 불가사리이다.

ㄴ. C(불가사리)는 수관계를 가지며, 수관계의 끝에 있는 관쪽으로 이동하고 먹이를 섭취한다.

ㄷ. B(보라해면)는 무대칭 동물이며 무배엽성동물이므로 '배엽을 형성하지 않는다.'는 ㉠에 해당한다. A(창고기)와 C(불가사리)는 모두 3배엽성동물이다.

바로알기 ㄱ. A는 창고기이다.

18 사람(척추동물), 상어(척추동물), 참새(척추동물), 창고기(두상동물), 우렁쟁이(미상동물)는 모두 척삭동물이다. 척삭동물은 발생 과정의 한 시기 또는 일생 동안 척삭이 나타나며, 배 발생 초기에 등 쪽의 속이 빈 신경 다발, 항문 뒤의 근육성 꼬리 등이 나타나는 특징이 있다.

모범 답안 원구가 항문이 되는 후구동물이다. 발생 과정의 한 시기 또는 일생 동안 척삭이 나타난다. 배 발생 초기에 등 쪽의 속이 빈 신경 다발이 나타난다. 배 발생 초기에 항문 뒤의 근육성 꼬리가 나타난다. 등

채점 기준	배점
척삭동물의 발생 과정에서 나타나는 공통점을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
공통점을 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

19 품공 문제 분석

- A, B는 체외수정을 하고, C, D, E는 체내수정을 한다.
- A, B, D는 변온동물이고, C, E는 정온동물이다.
- A, B, C, D는 알을 낳고, E는 새끼를 낳는다.
- B, D는 몸의 표면이 비늘로 덮여 있다.

- 어류, 양서류는 체외수정을 하고, 파충류, 조류, 포유류는 체내수정을 한다. 또 어류, 양서류, 파충류는 변온동물이고, 조류, 포유류는 정온동물이다. → D는 파충류인 뱀이다.
- 포유류만 새끼를 낳는다. → E는 포유류인 호랑이이고, 나머지 정온동물 C는 조류인 박새이다.
- 어류와 파충류는 몸의 표면이 비늘로 덮여 있다. → B는 어류인 고등어이고, 나머지 체외수정을 하는 A는 양서류인 개구리이다.

A는 양서류인 개구리, B는 어류인 고등어, C는 조류인 박새, D는 파충류인 뱀, E는 포유류인 호랑이이다.

ㄱ. C(박새)는 조류로, 몸의 표면이 깃털로 덮여 있다.

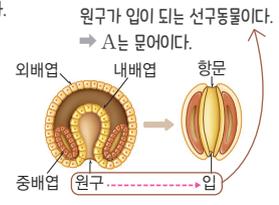
ㄷ. A~E는 모두 척추동물로 척삭동물에 속한다. 척삭동물은 좌우 대칭 동물이다.

바로알기 ㄴ. D는 체내수정을 하고, 변온동물이며, 알을 낳고, 몸의 표면이 비늘로 덮여 있는 뱀이다.

20 품공 문제 분석

㉠은 A와 B가 모두 갖지 않는 특징이므로 ㉡이 '중배엽을 형성한다.'이다. → 중배엽을 형성하는 후구동물인 해삼이 C이고, B는 히드라이다.

동물	특징	㉠	㉡
A 문어		×	○
B 히드라		×	㉡ ×
C 해삼		○	○



(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

- 문어(연체동물)는 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물, 선구동물이다.
- 해삼(극피동물)은 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물, 후구동물이다.
- 히드라(자포동물)는 방사 대칭 동물, 2배엽성동물이다.

ㄱ. 문어는 선구동물, 해삼은 후구동물, 히드라는 2배엽성동물이다. (나)는 A의 초기 발생 과정인데, 선구동물의 발생 과정이므로 A는 문어이다.

바로알기 ㄴ. B(히드라)는 2배엽성동물로, 외배엽과 내배엽만을 형성한다. 따라서 ㉡는 '×'이다.

ㄷ. 동물은 다른 생물로부터 양분을 얻는 종속영양생물이다. ㉠은 C만 갖는 특징이므로 '독립영양생물이다.'는 ㉠에 해당하지 않으며, '후구동물이다.', '수관계를 가진다.' 등이 ㉠에 해당한다.

01 ④ 02 ㄱ, ㄴ 03 ⑤ 04 ④

01 — 꼼꼼 문제 분석

특징	생물	특징의 개수
석송, 소철, 장미, 무궁화 • 종자가 있다. 소철, 장미, 무궁화 • 관다발이 있다. • 밑씨가 씨방 안에 들어 있다. • 꽃잎이나 꽃받침이 잘 발달한 꽃이 핀다. 장미, 무궁화 장미, 무궁화	A 솔이끼	㉠ 0
	B 석송	1
	C 소철	2
	D 장미	㉡ 4
	무궁화	㉢ 4

(가)

(나)

- 솔이끼는 4가지 특징을 모두 갖지 않는다. → A는 솔이끼이고, ㉠은 0이다.
- 장미와 무궁화는 4가지 특징을 모두 갖는다. → D는 장미이고, ㉡는 4이다.

ㄱ. ㉠(0) + ㉡(4) = 4이다.

ㄷ. D(장미)는 속씨식물로, 체관과 물관으로 이루어진 관다발을 가진다.

바로알기 ㄴ. B(석송)는 비종자 관다발식물로 형성층이 없어 줄기의 부피 성장이 일어나지 않는다.

02 — 꼼꼼 문제 분석

식물	특징	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
콩 또는 소나무	A 뿌이끼	×	○	○	콩, 소나무, 쇠뜨기-㉠ • 체관이 있다. • 포자로 번식한다. • <input type="text"/> ㉢ ? 뿌이끼, 쇠뜨기-㉢
	B	㉠○	○	×	
	C 쇠뜨기	○	○	○	
	D	㉡○	○	×	

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

- 특징 ㉢은 A와 C만 가지므로 '포자로 번식한다.'이다.
- 특징 ㉡은 A~D 모두 가지므로 '체관이 있다.'가 아니다. → ㉠이 '체관이 있다.'이고, ㉠과 ㉡은 모두 '○'이다.
- 특징 ㉠과 ㉢을 갖는(체관이 있고 포자로 번식하는) C는 쇠뜨기이고, 특징 ㉠은 가지지 않고 ㉢은 갖는(체관이 없고 포자로 번식하는) A는 뿌이끼이다.
- 나머지 B와 D는 각각 콩과 소나무 중 하나이다.

ㄱ. 콩과 소나무는 모두 체관이 있으므로 ㉠과 ㉡은 모두 '○'이다.

ㄴ. '세포벽을 가진다.'는 식물의 공통 특징이므로 A~D가 모두 갖는 특징 ㉡에 해당한다.

바로알기 ㄷ. ㉠(체관이 있다.)을 갖는 식물은 콩, 소나무, 쇠뜨기이며, 이 중 콩은 씨방이 있다.

03 — 꼼꼼 문제 분석

동물	특징	특징(㉠~㉢)	
A 요충	㉡	벌, 요충, 지네, 홍합, 지렁이-㉢ • 몸의 중심을 지나는 대칭면이 하나이다. • 몸에 체절이 나타난다. • 담륜자(트로코포라) 유생 시기를 거친다. 홍합, 지렁이-㉢	
B 홍합	㉠, ㉡		
벌 또는 지네	C		㉡, ㉢
	D		㉡, ㉢
E 지렁이	㉠, ㉡, ㉢		

(가)

(나)

벌, 지네, 지렁이-㉢

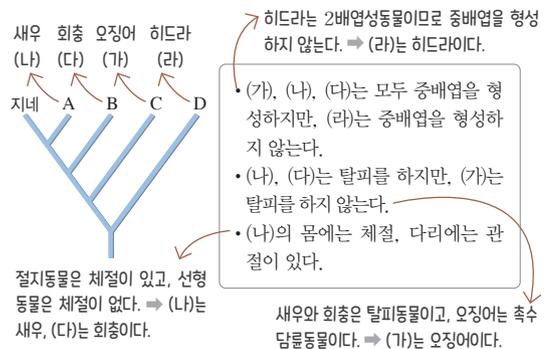
- A~E가 모두 갖는 특징 ㉡은 '몸의 중심을 지나는 대칭면이 하나이다.'이고, ㉡만 갖는 A는 요충, ㉠~㉢을 모두 갖는 E는 지렁이이다.
- C와 D는 같은 특징을 가지므로 각각 벌과 지네 중 하나이며, ㉢은 '몸에 체절이 나타난다.'이다.
- ㉠은 '담륜자(트로코포라) 유생 시기를 거친다.'이고, B는 홍합이다.

ㄱ. ㉠은 '담륜자(트로코포라) 유생 시기를 거친다.'이고, ㉡은 '몸의 중심을 지나는 대칭면이 하나이다.'이며, ㉢은 '몸에 체절이 나타난다.'이다.

ㄴ. A(요충)는 선형동물, B(홍합)는 연체동물, C와 D(벌과 지네)는 절지동물, E(지렁이)는 환형동물로 모두 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이다.

ㄷ. E(지렁이)는 환형동물에 속하며, 환형동물은 폐쇄혈관계를 가진다.

04 — 꼼꼼 문제 분석



ㄱ. (가)(오징어)는 촉수동물에 속한다.

ㄷ. (다)(회충)는 B이다.

바로알기 ㄴ. (나)(새우)는 좌우 대칭 동물이며, (라)(히드라)는 방사 대칭 동물이다.

중단원 핵심 정리

296쪽~297쪽

- ① 변이 ② 자연선택 ③ 자연선택 ④ 유전자풀 ⑤ 대립 유전자빈도
- ⑥ 병목효과 ⑦ 창시자효과 ⑧ 종 ⑨ 과
- ⑩ 역 ⑪ 계통수 ⑫ 없음 ⑬ 없음 ⑭ 없음 ⑮ 선형
- ⑯ 원생생물계 ⑰ 균계 ⑱ 종자 ⑲ 포자 ⑳ 관다발
- ㉑ 씨방 ㉒ 개방 ㉓ 폐쇄 ㉔ 외골격 ㉕ 척삭

중단원 마무리 문제

298쪽~301쪽

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

01 ㄱ. 변이는 같은 종의 개체 사이에서 나타나는 형질의 차이이다.

- ㄴ. 유전자의 차이로 나타나는 변이는 자손에게 전달된다.
- ㄷ. 변이는 개체가 환경에 적응하는 능력에 영향을 미쳐 개체의 생존율이 달라지게 할 수 있다.

02 ㄱ. (가)에서 땅거북의 목 길이에 변이가 있었기 때문에 생존경쟁 과정에서 자연선택이 일어났다.

- ㄷ. 생존경쟁에서 살아남은 개체가 자손을 더 많이 남기고, 생존에 유리한 형질을 자손에게 전달한다.
- ▶ **바로알기** ㄴ. 목을 계속 사용하여 길어진 것이 아니라, 목이 긴 변이를 지닌 개체들이 생존에 유리하여 더 많이 살아남은 것이다.

03 ㄴ. 자연선택(㉠)이 일어나 대립유전자 *a*의 빈도는 높아지고, 대립유전자 *A*의 빈도는 낮아졌다.

- ㄷ. 개체군의 크기가 작을수록 유전적 부동(㉡)이 일어났을 때 원래 개체군의 유전자풀과 달라질 확률이 높아 유전적 부동(㉡)의 효과가 크게 나타난다.

▶ **바로알기** ㄱ. ㉠은 돌연변이, ㉠은 자연선택, ㉡은 유전적 부동이다.

04 ㄱ. 유전적 부동 중 병목효과는 가뭄, 홍수, 산불, 남획 등으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었을 때, 살아남은 개체군의 대립유전자빈도가 이전 개체군과 크게 달라지는 현상이다.

▶ **바로알기** ㄴ. 대립유전자 *R*의 빈도는 t_1 일 때가 $\frac{(4 \times 2) + 3}{24} = \frac{11}{24}$ 이고, t_2 일 때가 $\frac{(3 \times 2)}{8} = \frac{3}{4}$ 이다. 따라서 대립유전자 *R*의 빈도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다.

ㄷ. t_1 일 때 대립유전자 *R*는 11개, *r*는 13개이고, t_3 일 때 대립유전자 *R*는 18개, *r*는 6개이다. 따라서 P의 유전자풀은 t_1 일 때와 t_3 일 때가 다르다.

05 ㄱ. 초원귀뚜라미의 이동 방향에 따라 대립유전자의 종류는 호주에서 8종류(㉠)에서 7종류, ㉡에서 8종류, 피지에서 5종류, 하와이에서 2종류, 마르키즈 제도에서 1종류로 감소하므로, 대립유전자의 종류는 호주에서가 피지에서보다 많다.

▶ **바로알기** ㄴ. 대립유전자 ㉠의 빈도는 하와이에서 약 0.4이고, 마르키즈 제도에서 1이므로, 대립유전자 ㉠의 빈도는 하와이에서가 마르키즈 제도에서보다 낮다.

ㄷ. 초원귀뚜라미의 이동 방향에 따른 대립유전자의 종류 및 빈도 변화와 가장 관련이 깊은 유전자풀의 변화 요인은 개체군에서 일부 개체가 우연히 새로운 지역으로 떨어져 나와 정착하면서 나타나는 현상인 유전적 부동(창시자효과)이다.

06 ㄱ. 과는 목보다 작은 분류 단계이므로, 같은 과(㉢)에 속하는 종 A~C는 모두 같은 목에 속한다.

ㄴ. B와 C는 같은 속(㉠)에 속하고 B와 A는 서로 다른 속(㉠)에 속하므로, B와 C의 유연관계는 B와 A의 유연관계보다 가깝다.

▶ **바로알기** ㄷ. 일반적으로 종은 생물학적 종을 의미하며, 생물학적 종은 자연 상태에서 서로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 무리를 말한다. A와 C는 서로 다른 속(㉠)에 속하는 다른 종이므로 A와 C 사이에서 생식 능력을 가진 자손이 태어날 수 없다.

07 A와 E가 같은 속(*Canis*)이고, B와 D가 같은 속(*Spilogale*)이므로 A는 E와, B는 D와 유연관계가 가장 가깝다. C는 A, E와 속은 다르지만 같은 개과에 속하므로 B, D보다는 A, E와 유연관계가 더 가깝다.

08 품목 문제 분석

종	㉠ 목	㉡ 과
(가)	II	C
(나)	? II	A
(다)	? II	?
(라)	II	B
(마)	I	?

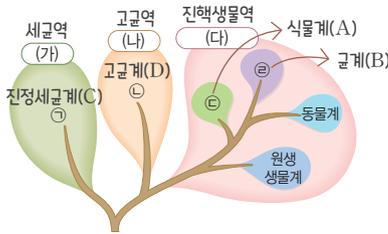
㉠가 과이고 ㉡가 목일 경우, (가)와 (라)에서 과가 같다면, 목은 과보다 큰 분류 단계이므로 (가)와 (라)는 서로 같은 목에 속한다. 그러나 (가)의 목은 C이고, (라)의 목은 B이므로 서로 다른 목에 속하여 모순이다. → ㉠가 목, ㉡가 과이다.

ㄱ. ㉠은 목이고, ㉡는 과이다.

ㄴ. (나)와 (가)가 공통조상으로부터 갈라진 시기가 (나)와 (라)가 공통조상으로부터 갈라진 시기보다 더 최근이므로 (나)와 (가)의 유연관계는 (나)와 (라)의 유연관계보다 가깝다.

바로알기 ㄴ. ㉠은 (나) 또는 (다)이다. (나)는 A라는 과에 속하고, (가)는 C라는 과에 속하며, (다)와 (나)의 유연관계가 (다)와 (가)의 유연관계보다 가까우므로 (다)는 C라는 과에 속하지 않는다. 따라서 (가)와 ㉠은 서로 다른 과에 속하므로 서로 다른 속에 속한다.

09 — **꼼꼼 문제 분석**



- 식물계(㉡)에 속하는 생물은 셀룰로스로 이루어진 세포벽을 가진다. → A는 식물계(㉡)에 속하는 생물이다.
- 균계(㉢)에 속하는 생물은 키틴질로 이루어진 세포벽을 가진다. → B는 균계(㉢)에 속하는 생물이다.
- 진정세균계(㉠)에 속하는 생물은 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽을 가진다. → C는 진정세균계(㉠)에 속하는 생물이고, 나머지 D는 고균계(㉣)에 속하는 생물이다.

ㄱ. A는 식물계(㉡)에 속하는 생물이다.

ㄴ. 세균역(가)과 고균역(나)의 생물은 모두 단세포 원핵생물이므로 핵막과 막성 세포소기관이 없다.

바로알기 ㄴ. 고균역(나)은 세균역(가)보다 진핵생물역(다)과 유연관계가 더 가깝다.

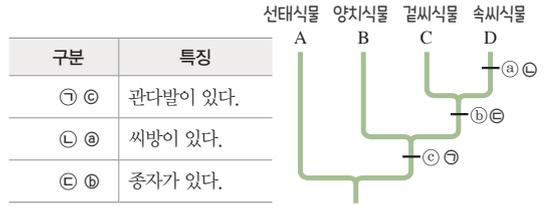
10 몸이 균사로 이루어진 B는 송이버섯이고, 핵막이 있는 D는 다시마이다. A, C, E는 각각 남세균, 극호열균, 포도상구균 중 하나인데, 진정세균계에 속한 생물들 사이의 유연관계가 더 가까우므로 A와 C는 각각 남세균 또는 포도상구균 중 하나이고, E는 극호열균이다.

ㄴ. 고균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다. E(극호열균)는 고균역에 속하고, B(송이버섯)는 진핵생물역 균계에 속하며, A(남세균 또는 포도상구균)는 세균역에 속한다. 따라서 E(극호열균)와 B(송이버섯)의 유연관계는 E(극호열균)와 A(남세균 또는 포도상구균)의 유연관계보다 가깝다.

바로알기 ㄱ. C는 남세균 또는 포도상구균이다.

ㄴ. D(다시마)는 원생생물계에 속한다.

11 — **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 비관다발식물인 선태식물(A)은 잎이나 뿌리와 같은 기관이 발달하지 않았으며, 헛뿌리를 가진다.

ㄴ. 양치식물(B)과 겉씨식물(C)은 관다발이 체관과 헛물관으로 이루어져 있고, 속씨식물(D)은 관다발이 체관과 물관을 이루어져 있으므로, B, C, D는 모두 체관을 가진다.

바로알기 ㄱ. ㉠은 ㉢, ㉡는 ㉤, ㉢은 ㉠이다.

12 — **꼼꼼 문제 분석**

특징	특징을 가지는 생물
물관이 있다. 속씨식물	C 민들레
관다발이 있다. 양치식물, 속씨식물	㉡ C 쇠뜨기
포자로 번식한다. 선태식물, 양치식물	㉠ B 솔이끼
㉠	A, B, C 독립영양생물이다. 세포벽을 가진다. 다세포생물이다. 진핵생물이다. 등

ㄴ. 선태식물은 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되지 않지만, 양치식물, 겉씨식물, 속씨식물은 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별된다. 따라서 쇠뜨기(B)와 민들레(C)는 모두 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷하다.

ㄴ. 식물계에 속하는 민들레, 솔이끼, 쇠뜨기는 모두 광합성을 하는 독립영양생물이다.

바로알기 ㄱ. 양치식물에 속하는 것은 쇠뜨기(B)이다.

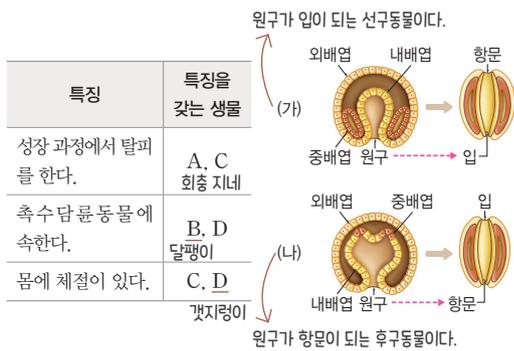
13 촌충(편형동물)은 외배엽을 형성하고, 좌우 대칭 동물이며, 선구동물에 속한다. 해삼(극피동물)은 외배엽을 형성하고, 좌우 대칭 동물이며, 후구동물에 속한다. 해파리(자포동물)는 외배엽을 형성하고, 방사 대칭 동물이다. 따라서 A는 해파리, B는 해삼, C는 촌충이고, ㉠은 '후구동물에 속한다.', ㉡은 '외배엽을 형성한다.', ㉢은 '좌우 대칭 동물이다.'이다.

ㄴ. 촌충(C)은 편형동물에 속한다.

바로알기 ㄱ. ㉢이 '좌우 대칭 동물이다.'이다.

ㄴ. 해파리(A)는 2배엽성동물로, 외배엽과 내배엽만을 가지며 중배엽을 형성하지 않는다.

14 **꼼꼼 문제 분석**



ㄴ. 달팽이(B)가 속한 연체동물과 지네(C)가 속한 절지동물은 모두 개방혈관계를 가진다.

ㄷ. 회충(A), 달팽이(B), 지네(C), 갯지렁이(D)는 모두 선구동물이므로 (가)의 발생 과정을 거치고, 척삭동물에 속하는 개구리는 후구동물이므로 (나)의 발생 과정을 거친다.

바로알기 ㄱ. A는 선형동물에 속하는 회충으로, 몸이 큐티클층으로 싸여 있다.

15 **모범 답안** 말라리아가 거의 발병하지 않는 지역에서는 생존에 유리한 정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^A)가 자연선택되어 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)의 빈도가 낮다. 반면 말라리아가 많이 발병하는 지역에서는 낫모양적혈구를 일부 가진 사람이 정상 적혈구만 가진 사람보다 생존에 유리하므로 헤모글로빈 대립유전자가 이형접합성($Hb^A Hb^S$)인 사람이 자연선택되어 유전자가 자손에게 전달되므로 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)의 빈도가 높다.

채점 기준	배점
말라리아 발병 지역에 따라 생존에 유리한 헤모글로빈 대립유전자가 다름을 자연선택 과정을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
말라리아가 많이 발병하는 지역에서는 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)가 생존에 유리하다고만 서술한 경우	50 %

16 **모범 답안** (1) 5계의 원핵생물계를 3역 6계에서는 세균역 진정세균계와 고균역 고균계로 나누었다.

(2) 세균역에 속하는 생물은 펩티도글리칸 성분의 세포벽이 있지만, 고균역에 속하는 생물은 펩티도글리칸 성분의 세포벽이 없다. 세균역에 속하는 생물은 히스톤과 결합한 DNA가 없지만, 고균역에 속하는 생물은 히스톤과 결합한 DNA가 일부 있다.

채점 기준	배점
(1) 5계의 원핵생물계가 3역 6계의 세균역과 고균역으로 분리되었다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %
(2) 두 가지 요소를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
한 가지 요소만 포함하여 서술한 경우	30 %

중단원 **고난도 문제**

302쪽~303쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ①
07 ①

01 **꼼꼼 문제 분석**

개체군 내에 없던 형질이 우연히 나타나는 것이므로 ㉠은 돌연변이이다.

- 기생파리는 초원귀뚜라미의 몸 안에 알을 낳고, 알에서 부화한 기생파리 애벌레는 초원귀뚜라미를 먹으며 자라 결국 초원귀뚜라미를 죽인다. 이 기생파리는 호주에서는 살지 않고 하와이에서 살며, 수컷 초원귀뚜라미의 울음소리를 잘 인식한다.
- 초원귀뚜라미 개체군에서 ㉠으로 인해 날개의 구조가 평평하게 바뀌어 울음소리를 더 이상 내지 않는 수컷 개체가 우연히 나타났다. ㉠은 돌연변이와 자연선택 중 하나이다.

호주 ㉠에 서식하는 암컷 초원귀뚜라미는 울음소리를 잘 내는 수컷을 선호하지만 ㉡에 서식하는 암컷 초원귀뚜라미는 울음소리를 잘 내는 수컷을 선호하지 않는다. ㉠과 ㉡는 하와이와 호주를 순서 없이 나타낸 것이다.

기생파리가 서식하지 않는 호주(㉠)에서 암컷 초원귀뚜라미는 울음소리를 잘 내는 수컷을 선호한다.

기생파리가 서식하는 하와이(㉡)에서 암컷 초원귀뚜라미는 울음소리를 내지 않는 수컷 초원귀뚜라미의 울음소리를 인식하고 찾아오기 때문이다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 돌연변이이다.
- ✗ ㉡는 하와이이다. 호주
- ✗ 울음소리를 내지 않는 수컷의 비율은 ㉠에서가 ㉡에서보다 높다.
- ㉠ 위 자료를 통해 같은 변이라도 환경이 다르면 자연선택의 결과가 다를 수 있음을 알 수 있다.

전략적 풀이 ① 돌연변이와 자연선택의 의미를 생각해 본다.

돌연변이는 DNA 염기서열에 변화가 일어나 새로운 대립유전자가 나타나는 현상이며, 자연선택은 환경에 적응하기에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많은 자손을 남기는 현상이다.

ㄱ. 새로운 형질이 나타난 원인인 ㉠은 돌연변이이다.

㉡ 주어진 환경에 따른 자연선택 과정을 파악한다.

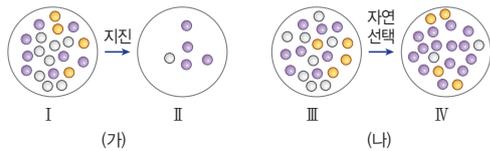
기생파리가 서식하지 않는 환경에서는 울음소리를 잘 내는 수컷이 암컷에게 더 많이 선택된다. 이는 수컷의 울음소리를 이용하여 암컷이 수컷을 찾을 수 있기 때문이다. 기생파리가 서식하는 환경에서는 울음소리를 내지 않는 수컷이 암컷에게 선택되는 비율이 높다. 이는 울음소리 때문에 기생파리에 노출될 확률이 높기 때문이다.

ㄴ. ㉠은 호주, ㉡는 하와이이다.

ㄷ, ㄹ. 암컷 초원귀뚜라미는 호주(㉓)에서는 울음소리를 잘 내는 수컷을 선호하지만, 하와이(㉔)에서는 울음소리를 내지 않는 수컷을 선호한다. 따라서 울음소리를 내지 않는 수컷의 비율은 하와이(㉔)에서가 호주(㉓)에서보다 높다. 이를 통해 같은 변이라도 환경에 따라 자연선택의 결과가 다를 수 있음을 알 수 있다.

02 품목 문제 분석

●: 유전자형이 AA인 개체 ○: 유전자형이 Aa인 개체 ○: 유전자형이 aa인 개체



구분	I	II	III	IV
A 빈도	$\frac{(8 \times 2) + 4}{40} = 0.5$	$\frac{4 \times 2}{10} = 0.8$	$\frac{(8 \times 2) + 4}{40} = 0.5$	$\frac{(14 \times 2) + 4}{40} = 0.8$
a 빈도	$\frac{4 + (8 \times 2)}{40} = 0.5$	$\frac{1 \times 2}{10} = 0.2$	$\frac{4 + (8 \times 2)}{40} = 0.5$	$\frac{4 + (2 \times 2)}{40} = 0.2$

선택지 분석

- ✗ (가)에서 유전자형이 AA인 개체는 환경 변화에 잘 적응한 개체이다.
- ㉔ (나)는 생존경쟁이 일어난 결과이다.
- ㉓ A의 대립유전자빈도는 II와 IV에서 같다.

전략적 풀이 1 유전자풀의 변화 요인 중 병목효과와 자연선택의 의미를 이해한다.

병목효과는 가뭄, 홍수, 산불, 지진 등으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었을 때, 살아남은 개체군의 대립유전자빈도가 이전 개체군과 크게 달라지는 현상이며, 자연선택은 변이가 있는 개체군에서 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 생존율이 높아 더 많은 자손을 남기는 현상이다.

ㄱ. (가)와 같이 지진 등의 자연재해로 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 변하는 것은 환경 변화에 대한 개체의 적응 능력과 무관하게 일어나며, 대립유전자는 자손에게 무작위로 전달된다. 반면 (나)와 같이 자연선택이 일어날 때는 환경 변화에 잘 적응한 개체가 살아남는다.

ㄴ. 변이가 있는 생물집단에서 생존경쟁이 일어나 생존에 유리한 형질이 자연선택되는 것이므로 (나)에서 유전자형이 AA인 개체의 비율이 높아진 것은 생존경쟁의 결과 대립유전자 A가 자연선택된 것이다.

㉓ 개체군에서 대립유전자빈도를 계산한다.

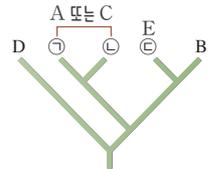
ㄷ, II에서 AA의 개체 수는 4, aa의 개체 수는 1이므로 대립유전자 A의 수는 $(4 \times 2) = 8$, a의 수는 $(1 \times 2) = 2$ 이다. 따라서 II에서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{(4 \times 2)}{10} = 0.8$ 이고, a의 빈도는 $\frac{(1 \times 2)}{10} = 0.2$ 이다.

IV에서 AA의 개체 수는 14, Aa의 개체 수는 4, aa의 개체 수는 2이므로 대립유전자 A의 수는 $(14 \times 2) + 4 = 32$, a의 수는 $4 + (2 \times 2) = 8$ 이다. 따라서 IV에서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{(14 \times 2) + 4}{40} = 0.8$ 이고, a의 빈도는 $\frac{4 + (2 \times 2)}{40} = 0.2$ 이다. 종합하면, A의 대립유전자빈도는 II와 IV에서 모두 0.8로 같다.

03 품목 문제 분석

종	학명	목명	과명
A	?	벌목	말벌과
B	<i>Colletes collaris</i>	? 벌목	꿀벌과
C	<i>Vespa mandarinia</i>	? 벌목	말벌과
D	?	파리목	꽃등애과
E	<i>Lasioglossum mutillum</i>	? 벌목	? 꿀벌과

- A~E는 2개의 목, 3개의 과로 분류된다. → 2개의 목은 [D], [㉑, ㉒, ㉓, B]이고, 3개의 과는 [D], [㉑, ㉒, ㉓, B]이다.
- A와 C는 말벌과로 같은 과이므로, A와 C는 각각 ㉑ 또는 ㉒ 중 하나이며, 모두 벌목에 속한다. → [D]는 파리목, [㉑, ㉒, ㉓, B]는 벌목에 속한다.
- 나머지 E는 ㉓이며, B와 E는 학명을 통해 다른 속에 속함을 알 수 있다. → A~E는 4개의 속으로 분류되므로 A는 C와 같은 속에 속한다.



선택지 분석

- ㉑ ㉒은 E이다.
- ㉓ A의 속명은 C의 속명과 같다.
- ㉔ C와 A의 유연관계는 C와 E의 유연관계보다 가깝다.

전략적 풀이 1 학명과 분류계급, 계통수를 통해 유연관계를 분석한다. A~E는 [D], [㉑, ㉒, ㉓, B]로 2개의 목, [D], [㉑, ㉒, ㉓, B]로 3개의 과로 분류된다. A와 C는 같은 과이므로 각각 ㉑ 또는 ㉒ 중 하나이며, 모두 벌목에 속한다. 따라서 [D]는 파리목, [㉑, ㉒, ㉓, B]는 벌목이다. E는 ㉓이며, ㉓과 B는 모두 벌목, 꿀벌과에 속한다.

ㄱ. ㉑과 ㉒은 각각 A 또는 C 중 하나이며, ㉓은 E이다.

② 학명(이명법)의 속명을 이용한다.

E(㉔)와 B는 모두 벌목, 꿀벌과에 속하지만, 학명을 통해 E(㉔)는 *Lasioglossum*속, B는 *Colletes*속에 속한다는 것을 알 수 있다. A~E는 4개의 속으로 분류되는데, D는 다른 목에 속하므로, A와 C는 같은 속에 속한다.

ㄴ. A와 C는 같은 속, 같은 과, 같은 목에 속한다. 즉, A와 C의 속명은 *Vespa*로 같다.

③ 계통수를 통해 동물종 사이의 유연관계를 파악한다.

C는 A와 같은 속, 같은 과, 같은 목에 속하며, C와 E(㉔)는 서로 다른 속, 다른 과, 같은 목에 속한다.

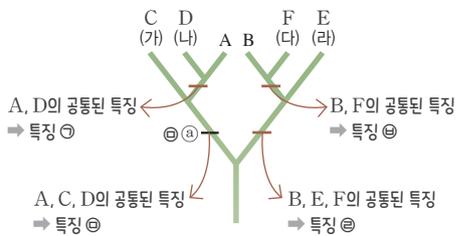
ㄷ. C와 A가 공통조상으로부터 갈라진 시기가 C와 E가 공통조상으로부터 갈라진 시기보다 더 최근이므로 C와 A의 유연관계는 C와 E의 유연관계보다 가깝다.

04 품목 문제 분석

- ① ㉔은 A~F의 공통된 특징이다.
- ② ㉒과 ㉓에 의해 B, E, F와 A, C, D로 나뉜다.
- ③ ㉑에 의해 A, D와 C로 나뉘며, ㉑에 의해 A와 D로 나뉜다.
- ④ ㉓에 의해 B, F와 E로 나뉜다.

구분	A	B	C	D	E	F
㉑	○	×	×	○	×	×
㉒	○	×	×	×	×	×
㉓	○	○	○	○	○	○
㉔	×	○	×	×	○	○
㉕	○	×	○	○	×	×
㉖	×	○	×	×	×	○

(○: 있음, ×: 없음)



선택지 분석

- ㉓. ㉓은 ㉔이다. ㉔
- ㉒. (라)는 E이다.
- ㉕. D와 C의 유연관계는 D와 F의 유연관계보다 가깝다.

전략적 풀이 ① 분류 특징과 계통수를 통해 유연관계를 분석한다.

㉔은 A~F의 공통된 특징이다. ㉒과 ㉓에 의해 [B, E, F]와 [A, C, D]로 나뉜다. A, C, D는 ㉑에 의해 [A, D]와 [C]로 나뉘며, A, D는 ㉒에 의해 [A]와 [D]로 나뉜다. B, E, F는 ㉓에 의해 [B, F]와 [E]로 나뉜다.

계통수에서 A, C, D 중 A와 D가 가장 최근에 분기되었으므로 (나)는 D이며, 그 전에 [A, D]와 [C]가 분기되었으므로 (가)는 C

이다. B, E, F 중 [B, F]와 [E]로 갈라졌으므로 (다)는 F, (라)는 E이다.

ㄱ. ㉓은 A, C(가), D(나)의 공통된 특징이므로 ㉔이다.

ㄴ. (라)는 E이다.

② 계통수를 통해 종 사이의 유연관계를 파악한다.

ㄷ. D(나)와 C(가)가 공통조상으로부터 분기된 시기가 D(나)와 F(다)가 공통조상으로부터 분기된 시기보다 더 최근이므로 D와 C의 유연관계는 D와 F의 유연관계보다 가깝다.

05 품목 문제 분석

생물	특징	㉑	㉒	㉓
대장균 A		?×	?×	㉔○
메테인 생성균 B		?×	㉕×	×
짚신벌레 C		○	?×	?×
푸른곰팡이 D		○	○	?×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉑~㉓)
짚신벌레, 푸른곰팡이 • 핵막이 있다. ↗
• 다세포생물이다. 푸른곰팡이
• 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽이 있다. ↘ 대장균

(나)

선택지 분석

- ㉑. ㉑과 ㉒은 모두 '○'이다.
- ㉒. D는 포자로 번식한다.
- ㉓. 5계 생물분류체계에서 A와 B는 같은 계에 속한다.

전략적 풀이 ① 3역 6계 생물분류체계에서 주어진 생물의 특징을 파악한다.

대장균은 세균역 진정세균계에 속하며, 단세포 원핵생물로 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽이 있다. 짚신벌레는 진핵생물역 원생생물계에 속하며, 단세포생물이다. 메테인생성균은 고균역 고균계에 속하며, 단세포 원핵생물로 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다. 푸른곰팡이는 진핵생물역 균계에 속하며, 다세포생물로 키틴질로 이루어진 세포벽이 있다.

핵막이 있는 생물은 짚신벌레, 푸른곰팡이이고, 다세포생물은 푸른곰팡이이며, 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽이 있는 생물은 대장균이다. 따라서 '○'가 2개 있는 ㉑은 '핵막이 있다.'이고, ㉑과 ㉒에서 모두 '○'인 D는 푸른곰팡이이며, ㉒은 '다세포생물이다.'이고, ㉓은 '펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽이 있다.'이다.

ㄱ. A와 B는 각각 대장균과 메테인생성균 중 하나인데 대장균은 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽이 있으므로 A는 대장균이고, ㉓은 '○'이다. 메테인생성균(B)은 단세포생물이므로 ㉒은 '×'이다.

② 균계의 특징을 파악한다.

나. 푸른곰팡이(D)는 균계에 속하는 생물로 몸이 균사로 이루어져 있고, 균사 끝에 생성되는 포자로 번식한다.

㉓ 생물분류체계가 변화할 때 차이점을 구분한다.

ㄷ. 3역 6계 생물분류체계에서 대장균(A)은 세균역 진정세균계에, 메테인생성균(B)은 고균역 고균계에 속한 생물이며, 모두 원핵생물이다. 5계 생물분류체계에서 3역 6계 생물분류체계로 변화할 때, 원핵생물계는 세균역 진정세균계와 고균역 고균계로 분리되었으므로 대장균(A)과 메테인생성균(B)은 모두 5계의 원핵생물계에 속한다.

06 꼬집 문제 분석

식물	특징	㉑	㉒	㉓
A	백합 또는 해바라기	㉑○	?○	?○
B	쇠뜨기	×	×	㉓○
C		?○	㉒○	?○
D	소나무	×	?○	?○

(○: 있음, ×: 없음)

선택지 분석

㉑ ㉒~㉓는 모두 '○'이다.

✗ D는 꽃잎이나 꽃받침이 잘 발달한 꽃이 핀다.

✗ '물관이 있다.'는 (라)에 해당한다.

전략적 풀이 ㉑ 3역 6계 생물분류체계에서 진핵생물역 식물계에 속한 생물의 특징을 파악한다.

양치식물에 속하는 쇠뜨기는 관다발이 있고, 포자로 번식하며, 씨방이 없다. 겉씨식물에 속하는 소나무는 관다발이 있고, 종자로 번식하며, 씨방이 없다. 속씨식물에 속하는 백합과 해바라기는 관다발이 있고, 종자로 번식하며, 씨방이 있다. 따라서 A~D를 모두 포함하는 (가)는 '관다발이 있다.'이고, 3종류의 식물을 포함하는 (나)는 '종자로 번식한다.'이다. 2종류의 식물을 포함하는 (다)는 '씨방이 있다.'이다.

ㄱ. A~D 중 관다발이 있는 식물은 백합, 소나무, 쇠뜨기, 해바라기이고, 종자로 번식하는 식물은 백합, 소나무, 해바라기이며, 씨방이 있는 식물은 백합, 해바라기이다. ㉑에 '×'가 2개이므로, 나머지는 모두 '○'이며 ㉑은 '씨방이 있다.'이다. ㉒에 '×'가 1개 있으므로, 나머지는 모두 '○'이며 ㉒은 '종자로 번식한다.'이다. 나머지 ㉓은 '관다발이 있다.'이고, 모두 '○'이다. 따라서 ㉑~㉓는 모두 '○'이다. B는 ㉓만 가지므로 쇠뜨기이고, D는 ㉒과 ㉓만 가지므로 소나무이다. ㉑~㉓을 모두 갖는 A와 C는 각각

백합 또는 해바라기 중 하나이다.

나. 소나무(D)는 겉씨식물에 속하므로 꽃잎과 꽃받침이 발달하지 않고, 암수 생식기관이 따로 형성된다.

㉒ 속씨식물 중 외떡잎식물과 쌍떡잎식물의 특징을 파악한다.

ㄷ. (라)는 백합 또는 해바라기 중 하나에만 해당하는 특징인데, '물관이 있다.'는 속씨식물의 특징으로 백합과 해바라기에 모두 해당되므로 (라)에 해당하지 않는다. 백합은 외떡잎식물이고, 해바라기는 쌍떡잎식물이므로 '떡잎의 수는 2장이다.' 등이 (라)에 해당한다.

07 꼬집 문제 분석

특징	동물	특징의 개수
새우, 선충, 소라, 지렁이 외배엽이 있다.	A 선충	1
• 몸에 체절이 있다. 새우, 지렁이	B	2
• 촉수담륜동물이다.	C 지렁이	3
소라, 지렁이	D	㉑ 2

(가) (나)

선택지 분석

✗ ㉑는 4이다. 2

㉒ A와 C는 모두 중배엽이 있다.

✗ B와 D는 모두 성장을 위해 탈피를 한다.

전략적 풀이 ㉑ 3역 6계 생물분류체계에서 진핵생물역 동물계에 속한 생물의 특징을 파악한다.

새우(절지동물)는 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물, 선구동물, 탈피동물에 속하며, 몸에 체절이 있다. 선충(선형동물)은 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물, 선구동물, 탈피동물에 속하며, 몸에 체절이 없다. 소라(연체동물)는 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물, 선구동물, 촉수담륜동물에 속하며, 몸에 체절이 없다. 지렁이(환형동물)는 좌우 대칭 동물, 3배엽성동물, 선구동물, 촉수담륜동물에 속하며, 몸에 체절이 있다.

ㄱ. 지렁이는 특징의 개수가 3개인 C이고, 새우와 소라는 모두 특징의 개수가 2개이므로 각각 B와 D 중 하나이며, ㉑는 2이다. 선충은 특징의 개수가 1개인 A이다.

㉒ 3배엽성동물과 탈피동물을 구분한다.

나. 새우, 선충, 소라, 지렁이는 모두 3배엽성동물로 내배엽, 중배엽, 외배엽이 있다. 따라서 A(선충)와 C(지렁이)는 모두 중배엽이 있다.

ㄷ. B와 D는 각각 새우 또는 소라 중 하나이다. 새우는 성장을 위해 탈피를 하는 탈피동물에 속하지만, 소라는 탈피를 하지 않으며 촉수담륜동물에 속한다.



Memo

A series of horizontal dashed lines for writing, arranged in a large white rounded rectangle on a light green background.