

2018학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 세포 분획법

[정답맞히기] ㄴ. 리보솜은 핵이나 엽록체보다 작고 가볍다. 그러므로 리보솜은 핵보다 가벼운 성분이 포함된 ㉠과 엽록체보다 가벼운 성분이 포함된 ㉡에 모두 있다.

ㄷ. 3000g에서 10분 동안 원심 분리한 결과 엽록체가 침전되었고 핵은 엽록체보다 크고 무거운 성분이므로, ㉢을 3000g에서 10분 동안 원심 분리하면 그 결과 침전물에 핵과 엽록체가 있다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 원심 분리를 이용해서 세포 소기관을 분리하는 과정은 세포 분획법이다. 세포(조직) 배양법은 생물체로부터 분리된 세포 또는 조직을 무균 상태의 영양 배지에서 배양하는 것이다.

2. 동물 세포의 세포 소기관

[정답맞히기] ㄴ. rRNA는 핵 속의 인에서 합성되며, rRNA는 리보솜을 구성하는 주성분 중 하나이다. 따라서 핵과 리보솜에는 모두 rRNA가 있다.

ㄷ. 생체막은 인지질 2중층에 단백질이 끼어 있는 유동 모자이크 구조이다. 핵과 매끈면 소포체는 모두 인지질 2중층 구조가 있는 생체막을 가진다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 매끈면 소포체의 표면에는 리보솜이 붙어 있지 않고, 거친면 소포체의 표면에 리보솜이 붙어 있다.

3. 효소에 반응의 과정과 에너지 변화

[정답맞히기] ㄴ. A는 X의 활성 부위에 결합하므로 경쟁적 저해제이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. X는 2개의 기질을 1개의 생성물로 결합시키므로 이성질화 효소가 아니다. 이성질화 효소에 의한 반응에서는 기질과 생성물을 구성하는 원자의 종류와 수가 같다.

ㄷ. X에 의한 반응의 활성화 에너지는 기질의 에너지와 불안정한 중간 상태의 에너지의 차이이므로 ㉠이다.

4. 세포막을 통한 물질의 이동 방식

I~Ⅲ 중 막 단백질을 이용하는 것은 촉진 확산과 능동 수송이므로 2가지이고, 저농도에서 고농도로 물질이 이동하는 것은 능동 수송이므로 1가지이다. 따라서 ㉠이 '저농도에서 고농도로 물질이 이동한다.'이고, ㉢이 '막 단백질을 이용한다.'이다. I은 촉진 확산이고, II는 능동 수송이며, III은 단순 확산이다.

[정답맞히기] ㄱ. III은 '막단백질을 이용한다.'와 '저농도에서 고농도로 물질이 이동한

다.’의 특징이 모두 없는 단순 확산이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 I~III 중 능동 수송(II)에만 있는 특징인 ‘저농도에서 고농도로 물질이 이동한다.’이다.

ㄷ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통한 K^+ 의 이동 방식은 능동 수송이므로 II에 해당한다.

5. 알코올 발효와 젖산 발효

㉠은 해당 과정의 생성물인 피루브산이다. 젖산과 에탄올은 모두 1분자당 수소 수가 6이다. 그런데, 젖산의 1분자당 탄소 수는 3이고, 에탄올의 1분자당 탄소 수는 2이다. 따라서 ㉠은 에탄올이고, ㉡은 젖산이다.

[정답맞히기] ㄱ. I (해당 과정)에서 포도당 1분자당 2분자의 ATP가 ADP와 P_i 로 분해되고 4분자의 ATP가 ADP와 P_i 로부터 합성된다.

ㄷ. III은 피루브산(㉠)이 에탄올(㉡)로 전환되는 과정이다. 이 과정에서 CO_2 가 발생하는 탈탄산 반응과 NADH가 이용되는 환원 반응이 일어난다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. II는 피루브산(㉠)이 젖산(㉡)으로 전환되며, NADH가 이용되는 과정이므로, II에서는 피루브산(㉠)이 환원된다.

6. 식육목에 속하는 동물의 학명과 분류 계급

A는 E와 같은 *Panthera* 속이므로 A, E, F는 모두 고양이과에 속하고, B와 D는 같은 *Canis* 속이므로 모두 개과에 속한다. 따라서 C는 족제비과에 속한다.

[정답맞히기] ㄴ. 분류 계급은 종 < 속 < 과 < 목 < 강 < 문 < 계 < 역 순으로 상위 계급이며, 하위 계급이 같은 분류군에 속하는 종은 상위 계급도 같은 분류군에 속한다. A~F는 모두 식육목에 속하므로 같은 강(포유강)에 속한다.

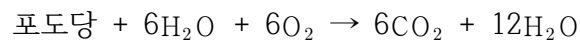
정답②

[오답피하기] ㄱ. A와 C는 서로 다른 과에 속하고, A와 F는 서로 같은 과에 속한다. 따라서 A와 C의 유연관계는 A와 F의 유연관계보다 멀다.

ㄷ. D의 학명에서 ‘*Canis*’는 속명이고, 종소명은 ‘*lupus*’이다.

7. TCA 회로와 산화적 인산화

세포 호흡의 화학 반응식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



포도당 1분자가 해당 과정을 통해 2분자의 피루브산으로 분해될 때 2분자의 NADH와 2분자의 ATP가 생성된다. 2분자의 NADH가 산화적 인산화에 이용되면 1분자의 O_2 가 소모되고 2분자의 H_2O 가 생성되며 4~6 ATP가 생성된다. 한편, 2분자의 피루브산이 TCA 회로와 산화적 인산화를 거쳐 분해될 때, TCA 회로에서 기질 수준 인산화를 통해 2ATP가 생성되고, 탈탄산 반응을 통해 6CO_2 가 생성되며, 탈수소 반응을 통해 8NADH와 2FADH₂가 생성된다. 산화적 인산화에서는 8NADH로부터 24ATP가 생성되고 2FADH₂로부터 4ATP가 생성된다. 따라서 ㉠은 6, ㉡은 5, ㉢은 10, ㉣은 30이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 5, ㉡은 10, ㉢은 30이므로 $\frac{㉢}{㉠+㉡}=2$ 이다.

ㄴ. 산화적 인산화는 미토콘드리아의 내막에 있는 ATP 합성 효소에 의해 일어난다. 따라서 (나)의 막은 미토콘드리아 내막이다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. (가)의 ㉢은 전자 전달계에서 생성되는 H_2O 이다. 전자 전달계에서 O_2 가 소비되며 H_2O 가 생성되는 것은 내막의 기질쪽(II)에서 일어난다. 미토콘드리아에서 I은 막사이 공간이고 II는 기질이다.

8. 진핵 세포의 유전자 발현 과정

[정답맞히기] ㄱ. 전사는 RNA 중합 효소가 전사 주형 가닥의 3' 말단쪽에 있는 프로모터에 결합하여 시작되며, 5' 말단쪽으로 이동하며 진행된다. 그러므로 전사 주형 가닥에서 전사가 시작되는 쪽인 ㉠은 3' 말단이다.

ㄴ. 과정 (가)는 mRNA의 유전 정보에 따라서 폴리펩타이드가 합성되는 번역 과정이다. 이 과정은 rRNA가 있는 리보솜에 의해 일어나며, tRNA는 이 과정에서 리보솜으로 아미노산을 운반하는 역할을 한다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. ㉡은 처음 만들어진 RNA의 일부이지만, RNA 가공 과정에서 제거되는 인트론 부위이다. 디옥시리보스는 DNA를 구성하는 디옥시리보뉴클레오타이드의 구성 성분이다. 따라서 RNA인 ㉡에는 디옥시리보스가 없다.

9. 세포내 공생설

㉠은 호기성 세균이고, ㉡은 광합성 세균이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 미토콘드리아의 기원이 되는 호기성 세균이므로 DNA를 유전 물질로 가진다.

ㄴ. ㉡은 엽록체의 기원이 되는 광합성 세균이므로, 스스로 무기물로부터 유기물을 합성할 수 있는 독립 영양 생물이다. **정답③**

[오답피하기]

ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 핵막이 없는 세균이다. 세균은 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 가지지 않는다.

10. 캘빈 회로와 광합성의 작용 스펙트럼

(가)에서 Y에 CO_2 가 결합하여 Z가 되므로, Y는 RuBP, Z는 3PG(PGA), X는 G3P이다.

[정답맞히기] ㄴ. 과정 ㉡에서 1분자의 포도당이 합성될 때 12분자의 NADPH와 12분자의 ATP가 사용된다. 그러므로 과정 ㉡에서 사용되는 $\frac{NADPH의 분자 수}{ATP의 분자 수}=1$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 1분자당 $\frac{인산기 수}{탄소 수}$ 는 $\frac{1}{3}$ 인 X(G3P)가 $\frac{2}{5}$ 인 Y(RuBP)보다 작다.

ㄴ. (가)에서 단위 시간당 합성되는 포도당의 양은 광합성 속도이다. (나)의 작용 스펙

트럼에서 광합성 속도는 파장이 550nm인 빛(녹색광)에서가 450nm인 빛(청색광)에서 보다 느리게 일어난다.

11. DNA의 반보존적 복제 과정과 염기 조성

60개의 염기로 구성된 ㉠에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{3}{2}$ 이므로 $A+T$ 는 $60 \times \frac{3}{5} = 36$ 이고, $G+C$ 는 $60-36=24$ 이다. ㉠에서 GC %는 40%이므로 ㉠에 형성된 염기 간 수소 결합의 총개수는 $(60 \times 2) + (60 \times 0.4) = 144$ 이다. ㉠과 ㉡ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수와 ㉠과 ㉢ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 각각 $30 \times 2.4 = 72$ 로 같다. 그러므로 ㉠과 ㉢에서 $G+C$ 는 각각 12이고, $A+T+U$ 는 각각 18이다. 그런데, ㉠에서 $A+T$ 가 $G+C$ 와 같으므로 U의 개수는 6이다. 따라서 ㉠에서 프라이머는 6개의 U로 구성된다. ㉠의 상보 가닥인 ㉡에서 A와 T의 개수는 같으므로 A와 T의 개수는 각각 18이고, $C+G$ 는 32, $\frac{C}{G} = \frac{7}{5}$ 이므로 C의 개수는 14, G의 개수는 10이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠에서 피리미딘 계열의 염기의 개수는 T가 18, C가 14이므로 ㉠에서 퓨린 계열의 염기의 개수는 A가 18, G가 14이다. 따라서 ㉠에서 퓨린 계열 염기의 개수는 $18+14=32$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠에서 $A+T+U=18$, U의 개수는 6이므로 아데닌(A) 개수 + 티민(T) 개수 = 12이다.

ㄷ. ㉠에서 프라이머의 염기 서열은 $5'-UUUUUU-3'$ 이다. 따라서 ㉡에서 $3'$ 말단 염기는 퓨린 계열인 아데닌(A)이다.

12. 광합성의 명반응과 엽록체의 구조

A는 광계 II이고 B는 광계 I이며, ㉠는 틸라코이드 내부이고 ㉡는 스트로마이다.

[정답맞히기] ㄱ. A(광계 II)의 반응 중심 색소는 P_{680} 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. $NADP^+$ 의 환원, 즉 NADPH의 생성은 미토콘드리아 기질(㉠)에서 일어난다.

ㄷ. X를 처리하면 전자 전달이 차단되므로, 틸라코이드 내부로 H^+ 이 능동 수송되는 것이 차단되고, 틸라코이드 내부(㉠)의 H^+ 농도가 낮아져서 pH가 높아진다. 따라서,

$\frac{\text{㉡에서의 pH}}{\text{㉠에서의 pH}}$ 는 X를 처리한 후가 처리하기 전보다 작다.

13. 유전자풀의 변화 요인

[정답맞히기] ㄷ. 유전자풀의 변화 요인에는 돌연 변이, 자연 선택, 유전자 흐름(이동), 유전적 부동이 있다. 유전자풀의 변화 요인 중 병목 효과와 창시자 효과는 모두 유전적 부동의 한 현상이다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. 집단 내에 존재하지 않던 새로운 대립 유전자를 제공하는 것은 돌연 변이이다.

ㄴ. 두 집단 사이의 유전자 흐름은 한 집단을 구성하던 개체들이 다른 집단으로 이동(이출)하거나, 한 집단에 다른 집단의 개체들이 이동(이입)함으로써 그 집단의 유전자 풀이 변화하는 것이다. 병목 효과와 창시자 효과는 모두 하나의 집단에서 출발하는데, 병목 효과는 갑자기 집단의 크기가 감소할 때, 창시자 효과는 집단의 구성원 일부가 떨어져 나와 새로운 집단을 형성할 때 나타난다.

14. 3역 6계 분류 체계

다시마는 갈조류이며 핵막을 가지는 독립 영양 생물이다. 대장균은 진정세균이며 단세포 생물이다. 쇠뜨기는 양치 식물이며 핵막과 관다발을 가지는 독립 영양 생물이다. 푸른곰팡이는 자낭균류이며 핵막을 가진다. 대장균은 ‘단세포 생물이다.’를 가지며, ‘단세포 생물이다.’는 대장균에만 있다. 따라서 대장균은 A이고 ‘단세포 생물이다.’는 ㉠이다. ‘관다발을 가진다.’는 양치 식물인 쇠뜨기만 가지며 쇠뜨기는 ‘핵막을 가진다.’, ‘관다발을 가진다.’, ‘독립 영양 생물이다.’를 가지므로 쇠뜨기는 D이고, ㉡은 ‘관다발을 가진다.’이다. 진핵 생물인 B~D가 모두 가지는 특징인 ㉢은 ‘핵막을 가진다.’이다. 푸른곰팡이는 ㉢만 가지는 C이다. 다시마는 B이고, ㉣은 ‘독립 영양 생물이다.’이다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 갈조류인 다시마이므로 갈조소를 가진다.

ㄷ. C(푸른곰팡이)는 자낭 포자와 분생 포자로 번식하며, D(쇠뜨기)는 포자체에서 생성되는 포자로 번식한다. 정답 ㉠

[오답피하기] ㄱ. A(대장균)는 독립 영양 생물이 아니므로 ㉣이 없고, D(쇠뜨기)는 핵막이 있는 진핵 생물이므로 ㉢이 있다. 따라서 ㉡는 ‘×’이고 ㉤는 ‘○’이다.

15. 중합 효소 연쇄 반응(PCR)

㉠는 5'-GCACTT-3'이고 ㉡는 5'-CTATGA-3'이며, ㉢는 5'-AGCTAT-3'이고, ㉣는 5'-AGTCTA-3'이다.

증폭된 DNA 조각의 길이가 I에서 26개의 염기쌍 길이이고 II에서 24염기쌍 길이이므로, 증폭되지 않은 영역의 총 길이는 x 에서 8염기쌍 길이이고 y 에서 10염기쌍 길이이다. x 에서 프라이머 ㉠에는 퓨린 계열 염기가 2개인데, x 의 위쪽 가닥은 5' 말단쪽부터 1~8번째에 시작되는 6염기는 이 조건을 만족하지 않고, 9번째에 시작되는 6염기인 5'-ACTATT-3'만 이 조건을 만족한다. 그런데, 이 경우는 아래쪽 가닥의 5' 말단쪽 첫 번째부터 시작하는 예상 ㉤ 염기 서열인 5'-ACTTAG-3'이 y 에서 찾아볼 수 없으므로 모순이다. x 의 아래쪽 가닥은 5' 말단쪽부터 4, 6, 7번째에 각각 시작되는 5'-TAGCAC-3', 5'-GCACTT-3', 5'-CACTTG-3'인데, 예상 ㉤ 염기 서열이 y 에 존재하는 경우는 x 의 아래쪽 가닥의 5' 말단쪽부터 6번째에 시작되는 5'-GCACTT-3'이 ㉠인 경우이고, ㉡는 x 의 위쪽 가닥의 5' 말단쪽부터 4번째에 시작되는 5'-CTATGA-3'이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉔의 염기 서열은 5'-AGCTAT-3'이므로 퓨린 계열 염기(아데닌(A)과 구아닌(G))의 개수와 피리미딘 계열 염기(티민(T)과 사이토신(C))의 개수는 각각 3개이다.

ㄷ. ㉕의 양 끝을 정하는 ㉔의 염기 서열은 5'-AGCTAT-3'이고, ㉕의 염기 서열은 5'-AGTCTA-3'이므로 ㉕은 다음과 같다.



㉕에는 27염기쌍에 GC 염기쌍이 10개 있으므로 염기 간 수소 결합의 총개수는 $(27 \times 2) + 10 = 64$ 개 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. ㉔의 염기 서열은 5'-GCACTT-3'이므로 3' 말단 염기는 티민(T)이다.

16. 에이버리의 형질 전환 실험

I은 S형균이고 II는 R형균이다. ㉔은 RNA 분해 효소이고, ㉕은 DNA 분해 효소이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉔에는 열처리로 죽은 S형균(I)의 DNA가 있다. 따라서 살아 있는 R형균(II)과 혼합하여 배양했을 때 R형균(II)의 일부에 죽은 S형균(I)의 DNA가 들어가 R형균(II)이 S형균(I)로 형질 전환되었다.

ㄷ. II는 R형균이다. 에이버리의 실험은 R형균이 S형균으로 형질 전환되는 실험이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. ㉔을 처리하면 DNA가 분해되어 형질 전환이 일어나지 않으므로 ㉔은 DNA 분해 효소이다. 따라서 ㉕의 기질은 DNA이다.

17. 유전 암호와 돌연 변이

제시된 DNA 가닥은 w의 주형 가닥이고, W를 암호화하는 개시 코돈은 제시된 가닥의 3' 말단에서 3번째부터 시작하는 서열에 상보적인 5'-ATG-3'이고, 종결 코돈은 5'-UGA-3'이며, W는 7개의 아미노산으로 구성된다. W를 암호화하는 mRNA의 개시 코돈부터 종결 코돈까지의 염기 서열과 W의 아미노산 서열은 다음과 같다.



메싸이오닌-타이로신-알라닌-세린-시스테인-글루탐산-아르지닌

X가 합성되는 돌연변이의 경우, W를 합성하는 mRNA에서 '구아닌(G)'이 결실되면 3번째 아미노산이 류신이 되며, 종결 코돈은 5'-UAA-3'가 된다. 따라서 전사 주형 가닥(㉔)에서 결실된 염기 ㉕은 사이토신(C)이다.

Y가 합성되는 돌연변이의 경우, W를 암호화하는 mRNA의 5번째 코돈(5'-UGC-3')이 5'-UAC-3'로 바뀌어 아미노산이 타이로신으로 바뀐다.

Z가 합성되는 돌연변이의 경우, W를 암호화하는 mRNA의 6번째 코돈(5'-GAG-3')이 5'-CAG-3'로 바뀌어 아미노산이 글루타민으로 바뀐다.

w의 제시된 가닥에서 개시 암호로 가능한 것은 5'-ATG-3'이고, 이때 종결 암호로

는 5'-TAG-3'이지만, W의 세 번째 아미노산을 암호화하는 부위에 1개의 염기가 결실되면 종결 코돈이 존재하지 않게 되어 모순이며, w의 제시된 가닥이 주형 가닥이라면 3'-TAC-5'가 3' 말단 쪽에서부터 3번째, 7번째부터 시작되는데, 7번째부터 시작되는 경우는 W의 세 번째 아미노산을 암호화하는 부위에 1개의 염기가 결실되면 종결 코돈이 존재하지 않게 되어 모순이다.

[정답맞히기] ㄴ. z는 W를 암호화하는 mRNA의 6번째 코돈(5'-GAG-3')이 5'-CAG-3'로 바뀐 것이므로 글루탐산이 글루타민으로 바뀐 것이다. 따라서 ⑤는 글루탐산이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 사이토신(C)이다.

ㄷ. y는 W를 암호화하는 mRNA의 5번째 코돈(5'-UGC-3')이 5'-UAC-3'로 바뀌는 것이므로 mRNA에서 구아닌(G)이 아데닌(A)으로 치환된 돌연변이이며, 전사 주형 가닥인 ㉡에서는 사이토신(C)이 티민(T)으로 치환된 돌연변이이다.

18. 동물의 계통수 작성

A는 선구 동물인 회충, B는 척삭을 형성하지 않는 극피동물인 불가사리, C는 척추를 가지지 않는 두삭동물인 창고기, D는 척추동물인 도마뱀이다.

[정답맞히기] ㄴ. 후구 동물인 B~D는 모두 진체강을 가진다.

ㄷ. C는 후구 동물이며 척삭을 형성하지만 척추는 가지지 않으므로 두삭동물(두삭류)에 속하는 창고기이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A는 선구 동물이며 선형 동물인 회충이다. 회충은 체절이 없다.

19. 젓당 오페론과 돌연 변이 대장균

㉠은 억제단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합, ㉡은 억제 단백질과 작동 부위의 결합, ㉢은 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이다. I은 젓당 오페론의 작동 부위가 결실된 돌연변이, II는 젓당 오페론의 조절 유전자가 결실된 돌연변이, III은 젓당 오페론의 프로모터가 결실된 돌연변이이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉠이 '○'일 때도 젓당 분해 효소가 생성되고, ㉡이 '×'일 때도 젓당 분해 효소가 생성되므로 ㉠은 '억제 단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합'이다. 억제 단백질이 작동 부위에 결합하는 경우와 프로모터에 RNA 중합 효소가 결합하지 못하는 경우는 젓당 분해 효소가 생성되지 않는다.

ㄷ. 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이인 II에서는 억제 단백질이 생성되지 않으므로 ㉡(억제 단백질과 작동 부위의 결합), ㉢은 '×'이다. 젓당 오페론의 프로모터가 결실된 돌연변이인 III에서는 ㉢(젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합), ㉣은 '×'이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실되면 억제 단백질이 생성되지 않으므로 ㉠(억제 단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합)과 ㉡(억제 단백질과 작동 부위의 결합)이 모두 '×'가 되어야 한다. 따라서 I은 젓당 오페론을 조절하는 조절 유

전자가 결실된 돌연변이가 아니고 젓당 오페론의 작동 부위가 결실된 돌연변이이다.

20. 하디-바인베르크 법칙

[정답맞히기] ① I 과 II 는 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이고 검은 색 몸 대립 유전자(A)는 회색 몸 대립 유전자(A*)에 대해 완전 우성이므로 I 과 II 에서 각 유전자형에 따른 개체수의 빈도는 표와 같이 나타낼 수 있다.

유전자형		AA	AA*	A*A*
표현형		검은색 몸	검은색 몸	회색 몸
빈도	I	p^2	$2pq$	q^2
	II	p'^2	$2p'q'$	q'^2

I 에서 $\frac{\text{유전자형이 AA*인 개체수}}{\text{검은색 몸 개체수}} = \frac{5}{7}$ 이므로 $7 \times 2pq = 5 \times (p^2 + 2pq)$ 이다. 이를 정리하

면 $14q = 5p + 10q$, $5p - 4q = 0$, $5(p+q) - 9q = 0$ 이다. $p+q$ 는 1이므로 $q = \frac{5}{9}$ 이고 $p = \frac{4}{9}$ 이다.

I 에서 회색 몸 개체의 비율 $= \frac{25}{72}$ 임을 참고할 때,

I 에서 회색 몸 개체의 비율은 q^2 이므로 $\frac{25}{81}$ 이다. II 에서 검은색 몸 개체의 비율은

$\frac{72}{81}$ 이므로 회색 몸 개체의 비율, q'^2 은 $\frac{9}{81}$ 이다. 따라서 $q' = \frac{3}{9}$ 이고, $p' = \frac{6}{9}$ 이다.

I 의 개체수를 N_I , II 의 개체수를 N_{II} 라고 할 때,

유전자형이 AA인 개체수는 I 에서 $p^2 \times N_I$ 이고, II 에서 $p'^2 \times N_{II}$ 이다.

따라서 $p^2 \times N_I - p'^2 \times N_{II} = 400$ 이고, $\frac{16}{81}N_I - \frac{36}{81}N_{II} = 400$ 이며, $4N_I - 9N_{II} = 8100$,

$N_{II} = \frac{4}{9}N_I - 900$ 이다.

I 과 II 를 합쳐서 A의 빈도를 구하면,

$$\frac{(2p^2 \times N_I) + (2pq \times N_I) + (2p'^2 \times N_{II}) + (2p'q' \times N_{II})}{(2N_I + 2N_{II})} = 0.5 \text{이다.}$$

p, q, p', q' 에 값을 대입하면,

$$\frac{32}{81}N_I + \frac{40}{81}N_I + \frac{72}{81}N_{II} + \frac{36}{81}N_{II} = N_I + N_{II} \text{이고, 이를 정리하면 } N_I = 3N_{II} \text{이다.}$$

$N_{II} = \frac{4}{9}N_I - 900$ 에 $N_I = 3N_{II}$ 을 대입하면,

$N_{II} = \frac{4}{9} \times 3N_{II} - 900$ 이므로 $N_{II} = 2700$ 이다. 따라서 N_I 은 N_{II} 보다 3배 큰 8100이고,

I 과 II 의 개체수 차는 5400이다.

정답①