

2026학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
과학탐구영역 생명과학 I 정답 및 해설

최근 수정일 : 2025. 9. 08.(월)

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

### 1. 생물의 특성

[정답맞히기] ㄱ. 다세포 생물인 곤충(㉠)은 세포로 구성되어 있다.

ㄴ. 천갑산 A가 땅속 구멍에 사는 먹이를 잡기에 적합한 구조의 허를 갖는 것은 생존과 번식에 유리한 특징이므로 (나)는 적응과 진화의 예에 해당한다.

ㄷ. (다)는 생물적 요인인 천갑산 A가 비생물적 요인인 토양의 통기성에 영향을 미치는 예에 해당한다. 정답 ⑤

### 2. 에너지 대사

B의 체중이 증가하였으므로 ㉠은 1일 에너지 섭취량, ㉡은 1일 에너지 소비량이고, ㉢는 '증가'이다. 따라서 ㉣는 '감소'이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉣는 '감소', ㉢는 '증가'이다.

ㄴ. 1일 에너지 소비량(㉡)에는 기초 대사량, 활동 대사량 등이 포함된다. 정답 ③

[오답피하기] ㄷ. 이 기간 동안  $\frac{\text{에너지 소비량(㉡)}}{\text{에너지 섭취량(㉠)}}$ 은 A에서는 1보다 크고, B에서는 1보다 작다.

### 3. 물질대사

글루카곤은 글리코젠이 포도당으로 분해(㉠)되는 반응을 촉진하여 혈당량을 증가시키고, 인슐린은 포도당이 글리코젠으로 합성되는 반응을 촉진하여 혈당량을 감소시킨다. 포도당이 세포 호흡을 통해 분해(㉡)되는 과정은 이화 작용에 해당하므로 에너지가 방출된다.

[정답맞히기] ㄴ. 글루카곤의 표적 기관인 간에서 (가)가 일어난다.

ㄷ. 포도당이 세포 호흡을 통해 분해되는 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP 합성, 체온 유지 등에 사용된다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. ㉢는 '분해'이다.

### 4. 자율 신경계

자율 신경에서 신경절 이전 뉴런에 비해 ㉠의 길이가 짧으므로 ㉠은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다. ㉡이 ㉢보다 길이가 짧으므로 ㉡은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, ㉣는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.

[정답맞히기] ㄱ. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단(㉠)과 교감 신경의 신경절

이전 뉴런의 말단(㉠)에서는 각각 아세틸콜린이 분비되고, 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단(㉡)에서는 노르에피네프린이 분비된다. **정답 ①**

**[오답피하기]** ㄴ. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 중간뇌에 있고, 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체(㉢)는 척수에 있다.

ㄷ. 빛의 세기가 약해지면 교감 신경이 작용하여 동공이 커지고, 빛의 세기가 강해지면 부교감 신경이 작용하여 동공이 작아진다. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단(㉣)에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 P<sub>2</sub>일 때가 P<sub>1</sub>일 때보다 적다.

## 5. 연역적 탐구 방법

**[정답맞히기]** ㄱ. 인식된 문제에 대한 잠정적인 답인 ㉠은 가설에 해당한다.

ㄴ. (나)의 실험 결과를 바탕으로 X에 돌연변이가 일어나면 초파리의 수면 시간이 감소한다는 결론을 내렸으므로 돌연변이 X를 가진 초파리 집단(㉡)은 평균 수면 시간이 짧은 I이고, 정상 X를 가진 초파리 집단(㉢)은 평균 수면 시간이 긴 II이다. **정답 ④**

**[오답피하기]** ㄷ. 조작 변인은 유전자 X의 돌연변이 여부이고, 종속변인은 초파리의 수면 시간이다.

## 6. 식물 군집의 천이

A는 양수림, B는 음수림이다.

**[정답맞히기]** ㄱ. 용암 대지에서 시작하는 천이는 1차 천이이다.

ㄴ. 1차 천이의 개척자는 지의류이다.

ㄷ. 지표면에 도달하는 빛의 세기의 변화로 양수림(A) → 혼합림 → 음수림(B)으로 천이가 일어난다. 따라서 B는 음수림이다. **정답⑤**

## 7. 삼투압 조절

정상인에서 혈중 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도는 혈장 삼투압이 정상 범위보다 높을수록 높다.

**[정답맞히기]** ㄱ. 콩팥은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 ADH의 표적 기관이다.

ㄴ. ㉠은 ㉡보다 크므로 I은 '혈장 삼투압이 정상 범위보다 높은 상태', II는 '혈장 삼투압이 정상 범위인 상태'이다.

ㄷ. 오줌의 삼투압은 혈중 ADH의 농도가 높을수록 높다. 따라서 P에서 생성되는 오줌의 삼투압은 I일 때가 II일 때보다 높다. **정답⑤**

## 8. 티록신의 분비 이상

정상인에서 혈중 티록신의 분비가 증가하면 시상 하부에서 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)의 분비가 감소하고, 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비가 감소한다.

**[정답맞히기]** ㄱ. 갑상샘에 이상이 생겨 티록신의 분비량이 정상보다 많은 A에서는

TRH와 TSH의 분비가 모두 감소하고, 뇌하수체 전엽에 이상이 생겨 티록신의 분비량이 정상보다 적은 B에서는 TSH의 분비가 적고, TRH의 분비량이 증가한다. 따라서 ㉠은 A, ㉡은 B이고, ㉢는 '-'이며, I은 TSH, II는 TRH이다.

㉣. TRH(II)는 시상 하부에서 분비되어 뇌하수체 전엽에 작용한다.

㉤. 뇌하수체 전엽에 이상이 있는 B(㉡)에게 TSH를 투여하면 투여 전보다 티록신의 분비가 촉진된다. **정답⑤**

## 9. 병원체

라이소자임은 세균의 성장을 억제하는 항균 물질이다.

[정답맞히기] ㉣. 라이소자임은 결핵의 병원체(㉠)를 비롯하여 여러 세균의 성장을 억제하는 항균 물질로 비특이적 방어 작용에 관여한다. **정답②**

[오답피하기] ㉣. 결핵의 병원체(㉠)는 세균이다. 세균은 핵막이 없는 세포 구조의 생물로 스스로 물질대사를 할 수 있다.

㉤.  $\frac{(\text{라})\text{에서 } ㉠\text{의 수}}{(\text{나})\text{에서 } ㉠\text{의 수}}$ 는 라이소자임을 처리한 후 살아남은 결핵의 병원체(㉠)의 수를

초기 결핵의 병원체(㉠)의 수로 나눈 값이므로 항균 효과가 큰 III에서가 항균 효과가 작은 I에서보다 작다.

## 10. 세포 주기

세포 주기에서 차지하는 시간이 가장 짧은 ㉡은 M기(분열기)이고, ㉠은  $G_2$ 기, ㉢은  $G_1$ 기이다. 핵막이 소실된 III은 M기(㉡) 시기의 세포이다. S기에 DNA의 복제가 일어나므로 DNA 상대량이 I보다 큰 II는  $G_2$ 기(㉠) 시기의 세포이며, 나머지 I은  $G_1$ 기(㉢) 시기의 세포이다.

[정답맞히기] ㉣.  $G_1$ 기 시기의 세포인 I에서는 핵막이 관찰되므로 ㉠은 '소실 안 됨'이다.

㉤. 핵막이 있고, DNA 상대량이 I보다 큰 II는  $G_2$ 기(㉠) 시기의 세포이다. **정답③**

[오답피하기] ㉤. 체세포의 세포 주기에서 M기(㉡) 시기에는 상동 염색체가 접합된 2가 염색체가 없다.

## 11. 핵상과 핵형

염색체 수가 46인 (가)는 핵상이  $2n$ , 염색체 수가 23인 (다)는 핵상이  $n$ 인 세포이다. 남자 P와 여자 Q의 체세포( $2n$ )에는 6번 염색체, X 염색체가 모두 있으므로 (가)에 없는 ㉢은 Y 염색체이고, (가)는 Q의 세포이다. Y 염색체(㉢)가 있는 (나)와 (다)는 P의 세포이고, 핵상이  $n$ 인 (다)에는 Y 염색체가 있으므로 X 염색체는 없다. 따라서 ㉠은 X 염색체, ㉡은 6번 염색체이다.

[정답맞히기] ㉣. (가)와 (라)는 Q의 세포이고, (나)와 (다)는 P의 세포이다.

㉤. Q의 세포인 (가)와 (라)는 서로 핵상이 다르므로 (라)의 핵상은  $n$ 이다. 따라서

(다)와 (라)의 핵상은 각각  $n$ 으로 서로 같다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. ②는 X 염색체이다.

## 12. 종 사이의 상호 작용

군집 내 서로 다른 종 사이에서 나타나는 상호 작용에는 종간경쟁, 분서, 포식과 피식, 공생, 기생 등이 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 먹이를 먹는 시기를 달리하여 경쟁을 피하는 A와 B 사이의 상호 작용은 분서에 해당한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 환경 저항은 항상 작용하므로 구간 II에서 B에 환경 저항이 작용한다.

ㄷ. 개체군 밀도는 단위 면적당 개체 수이므로 개체 수가 많을수록 밀도가 높다. A의 개체 수는 구간 I에서가 구간 II에서보다 많으므로 A의 개체군 밀도는 구간 I에서가 구간 II에서보다 높다.

## 13. 방어 작용

Ⅲ에는 X에 대한 B 림프구가 분화한 기억 세포를, IV에는 Y에 대한 B 림프구가 분화한 기억 세포를 주사하였으므로 Y를 Ⅲ과 IV에 각각 주사하였을 때 Y에 대한 혈중 항체 농도는 IV에서가 Ⅲ에서보다 높게 나타난다.

[정답맞히기] ㄴ. 구간 ㉔에서 빠른 속도로 Y에 대한 혈중 항체 농도가 증가하므로 기억 세포로부터 형질 세포로의 분화가 일어났다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. Y에 대한 혈중 항체 농도는 ㉔에서가 ㉓에서보다 높으므로 ㉔은 IV, ㉓은 Ⅲ이다.

ㄷ. 구간 ㉔에서 Y에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.

## 14. 골격근의 수축

$\frac{㉔}{㉓}$ 의 값은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작으므로 근육 원섬유 마디의 길이는  $t_1$ 일 때가

$t_2$ 일 때보다 길다.  $t_2$ 일 때  $\frac{㉔}{㉓}$ 의 값은  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{㉔}{㉓}$ 의 값은 1이므로  $t_2$ 일 때  $\frac{㉓}{㉔}$ 의 값

은  $\frac{2}{3}$ 이다. ㉓와 ㉔는 ㉔과 ㉓을 순서 없이 나타낸 것이므로  $t_1$ 과  $t_2$ 일 때 길이 변화

량을  $d \mu\text{m}$ ,  $x$ 를 비례 상수라고 하고,  $t_1$ 과  $t_2$ 일 때 ㉔~㉓의 길이는 아래와 같이 2가지 경우가 가능하다.

구분	㉠(㉡)	㉢	㉣(㉤)	구분	㉠(㉤)	㉢	㉣(㉡)
$t_1$	$2x + d$	$3x - d$	$3x + 2d$	$t_1$	$3x + d$	$3x - d$	$2x + 2d$
$t_2$	$2x$	$3x$	$3x$	$t_2$	$3x$	$3x$	$2x$

(단위:  $\mu\text{m}$ )

(단위:  $\mu\text{m}$ )

【경우 1】

【경우 2】

$\frac{t_2\text{일 때 } \textcircled{1}\text{의 길이}}{t_1\text{일 때 } \textcircled{4}\text{의 길이}} = \frac{3}{5}$ ,  $t_1\text{일 때 } \frac{\textcircled{3}\text{의 길이}}{\textcircled{5}\text{의 길이}} = \frac{1}{3}$ 을 이용하여  $x$ 와  $d$ 의 관계를 정

리하면 아래와 같다.

【경우 1】  $\frac{2x}{3x + 2d} = \frac{3}{5}$ 을 정리하면  $x = 6d$ ,  $\frac{3x - d}{3x + 2d} = \frac{1}{3}$ 을 정리하면  $6x = 4d$ 이다. 이

를 만족하는  $d$ 와  $x$ 는 0이므로 모순이다.

【경우 2】  $\frac{3x}{2x + 2d} = \frac{3}{5}$ 을 정리하면  $3x = 2d$ ,  $\frac{3x - d}{3x + d} = \frac{1}{3}$ 을 정리하면  $3x = 2d$ 이다.

A대의 길이가  $1.6\mu\text{m}$ 이므로  $2\textcircled{3} + \textcircled{4} = 8x = 1.6\mu\text{m}$ 이며,  $x$ 는  $0.2\mu\text{m}$ ,  $d$ 는  $0.3\mu\text{m}$ 이다.

이를 바탕으로  $t_1$ 과  $t_2$ 일 때  $\textcircled{1} \sim \textcircled{5}$ 의 길이, X의 길이를 나타내면 표와 같다.

구분	㉠(㉤)	㉢	㉣(㉡)	X
$t_1$	0.9	0.3	1.0	3.4
$t_2$	0.6	0.6	0.4	2.8

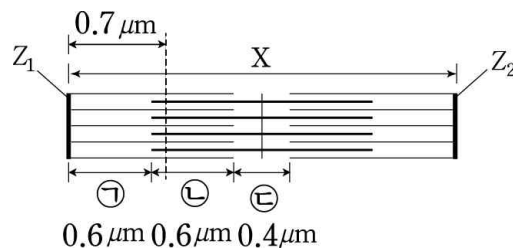
(단위:  $\mu\text{m}$ )

[정답맞히기] ㄱ. H대의 길이( $\textcircled{4}$ )는  $t_1$ 일 때가  $1.0\mu\text{m}$ ,  $t_2$ 일 때가  $0.4\mu\text{m}$ 이므로  $t_1$ 일 때  
가  $t_2$ 일 때보다  $0.6\mu\text{m}$  길다.

정답①

[오답피하기] ㄴ.  $t_1$ 일 때  $\textcircled{1}(\textcircled{5})$ 의 길이( $0.9\mu\text{m}$ )는  $t_2$ 일 때  $\textcircled{3}$ 의 길이( $0.6\mu\text{m}$ )보다  $0.3\mu\text{m}$  길다.

ㄷ.  $t_2$ 일 때  $\textcircled{1}(\textcircled{5})$ 의 길이는  $0.6\mu\text{m}$ 이므로  $Z_1$ 로부터  $Z_2$  방향으로 거리가  $0.7\mu\text{m}$ 인 지점은 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹친 부분인  $\textcircled{4}$ 에 해당한다.



【  $t_2$ 일 때 X 】

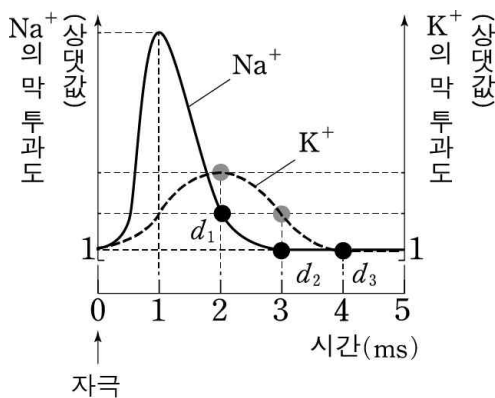
## 15. 흥분의 전도와 전달

$d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_4$  중 하나가 자극 지점인 P라면, P에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간

이 4 ms일 때  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도가 서로 같은 지점( $\text{Na}^+$ 의 막 투과도 상댓값이 1인 지점)이 다음과 같으므로 표의 조건을 만족하는 자극을 준 지점 P는  $d_3$ 이다.

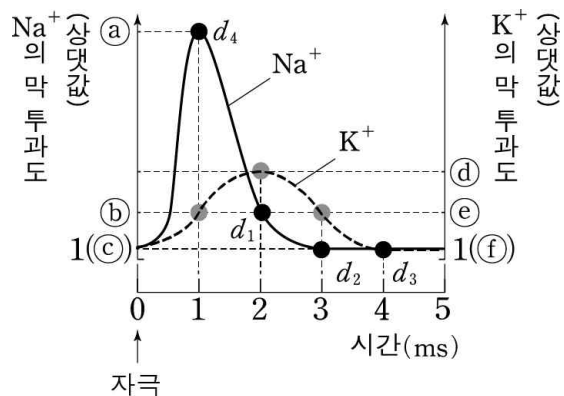
- ①  $d_1$ 이 P인 경우:  $d_1, d_2, d_4$ 에서의  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도(상댓값)는 1이다.
- ②  $d_2$ 가 P인 경우:  $d_1, d_2, d_3$ 에서의  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도(상댓값)는 1이다.
- ③  $d_4$ 가 P인 경우:  $d_4$ 에서 발생한 흥분이  $d_1 \sim d_3$ 에는 전달되지 않으므로  $d_1, d_2, d_3, d_4$ 에서의  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도(상댓값)는 1이다.

$d_3$ 에서  $d_2, d_3$ 에서  $d_1$ 까지 흥분이 전도되는 데 각각 1 ms와 2 ms가 소요되고,  $d_3$ 에서  $d_4$ 까지 흥분이 이동하는 데 2 ms를 초과한 시간이 소요된다.  $d_1 \sim d_3$ 에서의  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도에 해당하는 지점을 그래프에 나타내면 아래와 같다.



표에서  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도는 II와 IV에서 ㉔로 같으므로 II와 IV는 각각  $d_2$ 와  $d_3$  중 하나이고, 나머지 I과 III은 각각  $d_1$ 과  $d_4$  중 하나이다.  $d_1$ 에서의  $\text{K}^+$ 의 막 투과도가 가장 높으므로  $\text{K}^+$ 의 막 투과도가 ㉔인 I은  $d_1$ 이고, III은  $d_4$ 이다. III( $d_4$ )에서  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는 IV에서와 같은 ㉔이므로  $d_3$ 에서  $d_4$ 까지 흥분이 이동하는 데 3 ms가 소요되었고, IV는  $d_2$ , II는  $d_3$ 이다.

이를 바탕으로 막 투과도 그래프에  $d_1 \sim d_4$ 에 해당하는 값을 갖는 지점을 정리하면 오른쪽 그림과 같다.



[정답맞히기] ㄴ.  $d_4$ 에서  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는 P에 역치 이상의 자극을 주고 4ms가 경과되었을 때 ㉔였으므로 ㉔이 5 ms일 때는 ㉔이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. I은  $d_1$ 이다.

ㄷ. ㉔이 6 ms일 때,  $d_1$ 에서 세포막을 통한  $\text{Na}^+$ 의 이동은  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프 등에 의해 항상 일어난다.

## 16. 생식세포 분열

㉔은 ㉔과 대립유전자이므로, ㉔은 ㉔과 대립유전자이다. (나)에서 ㉔+㉔이 ㉔인데 (나)에는 A와 B가 있으므로 ㉔+㉔이 A+a(또는 a+A)이든, B+b(또는 b+B)이든 ㉔는 0이 될

수 없다. 또한 (나)는 감수 1분열 중기 세포가 아니므로 ㉠+㉡이 4가 될 수 없다. 따라서 ㉢는 4가 아니다. 따라서 ㉢는 2이다. (나)에서 대립유전자의 합인 ㉠+㉡이 2(㉢)이므로 (나)는 생식세포인 Ⅲ이 아니며, (나)에서 ㉢+㉢이 1이므로 (나)는 감수 2분열 중기 세포인 Ⅱ가 아니다. 따라서 (나)는  $G_1$ 기 세포인 Ⅰ이다. (나)에서 ㉠+㉣과 ㉠+㉡이 모두 2(㉢)이므로 (나)에는 ㉠, ㉣, ㉡이 하나씩 있고, ㉢+㉢이 1이므로 (나)에는 ㉢이 없다. 따라서 (나)에서 ㉠과 ㉡은 상염색체에 있고, ㉣은 X 염색체에 있음을 알 수 있다. (가)에서 ㉢+㉢이 2(㉢)인데, ㉢이 없으므로 ㉣이 2개 있다. (가)에서 ㉠+㉣이 ㉢인데 ㉣이 2개 있으므로 ㉠는 0이 될 수 없다. 따라서 ㉠는 4이고, ㉡는 0이다. 그러므로 (가)에는 ㉠이 2개, ㉣이 2개 있고, ㉢과 ㉡는 없으므로 (가)는 감수 2분열 중기 세포인 Ⅱ이다. (다)는 생식세포인 Ⅲ이며 1개의 ㉢과 Y 염색체가 있다. Ⅲ인 (다)에 A가 있으므로 ㉢은 A이고, ㉠은 a이다. Ⅱ인 (가)에 B가 있으므로 ㉣은 B이고, ㉡은 b이다.

[정답맞히기] ㄷ. Ⅲ에는 1개의 A(㉢)와 Y 염색체가 있다.

정답 ③

[오답피하기] ㄱ. ㉠는 4, ㉢는 2, ㉡는 0이므로 ㉠+㉢=4+2=6이다.

ㄴ. ㉠은 a, ㉣은 B, ㉡은 b, ㉢은 A이다.

## 17. 돌연변이

여자인 ㉠과 ㉡은 각각 어머니와 딸 중 하나이며, 돌연변이인 자녀 3이 클라인펠터 증후군 염색체 이상을 보이므로 ㉠과 ㉡은 모두 정상이다. 만약 ㉠이 어머니, ㉡이 딸이라면 ㉢의 개수가 아버지는 0개, 어머니는 1개, 딸은 2개인 것은 모순이므로 ㉠은 딸, ㉡은 어머니이다. 만약 ㉢가 R라면 아버지는 R가 0개, 딸(㉠)은 R가 1개라서 아버지와 딸(㉠)의 (나)의 표현형이 달라야 하므로 모순이다. 만약 ㉢가 h라면 아버지는 h가 0개, 어머니(㉡)는 h가 2개라서 아버지와 어머니(㉡)의 (가)의 표현형이 달라야 하므로 모순이다. 따라서 ㉢는 t이며, t(㉢)를 2개 갖는 어머니에게서 (다)가 발현되었으므로 (다)는 열성 형질이다. 만약 ㉣가 R라면 딸(㉠)과 어머니(㉡)가 모두 R를 1개 갖는데 (나)의 표현형이 서로 다르므로 모순이다. 따라서 ㉣는 h이고, ㉡는 R이다. R(㉡)를 1개 갖는 딸(㉠)에게서 (나)가 발현되었고, R(㉡)가 0개인 어머니(㉡)에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 (나)는 우성 형질이다. 여자인 딸(㉠)과 어머니(㉡)는 h(㉣)가 1개이면 H도 1개 가져야 하므로 (가)의 유전자형이 이형 접합성인데 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 열성 형질이다. 아들인 ㉣과 ㉡은 t(㉢)의 개수가 1개로 같은데 (다)의 표현형이 다르므로 (다)의 유전자가 X 염색체에 있으며, ㉣에서 열성 형질인 (다)가 발현되지 않은 것을 통해 ㉣이 클라인펠터 증후군 염색체 이상을 나타내는 자녀 3이며 성염색체로  $X^T X^T Y$ 를 갖는 것을 알 수 있다. 따라서 (가)와 (나)의 유전자가 7번 염색체에 있다.

표는 가족 구성원의 (가)~(다)의 유전자형을 나타낸 것이다.

아버지		어머니(㉠)	
$X^TY$ $H \uparrow \uparrow h$ $r \uparrow \uparrow R$		$X^tX^t$ $H \uparrow \uparrow h$ $r \uparrow \uparrow r$	
딸(㉡)	클라인펠터 증후군 아들(㉢)	정상 아들(㉣)	
$X^TX^t$ $h \uparrow \uparrow H$ $R \uparrow \uparrow r$	$X^TX^tY$ $H \uparrow \uparrow H$ $r \uparrow \uparrow r$	$X^tY$ $h \uparrow \uparrow h$ $R \uparrow \uparrow r$	

[정답맞히기] ㄴ. G는 아버지의 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나  $X^TY$ 를 갖는 정자이다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. ㉡은 딸, ㉢은 어머니이다.

ㄷ. H와 r, h와 R가 각각 같은 염색체에 함께 있으므로 아버지에게서 h와 r를 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다.

### 18. 다인자 유전과 복대립 유전

(가)의 유전은 다인자 유전이며, 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 0~4로 5가지이다. (나)의 유전은 복대립 유전이고, (나)의 대립유전자 사이의 우열 관계를 간단히 나타내면  $E=F>G$ 이며, (나)의 표현형을 유전자형에 따라 구분하면 [EF], [EE, EG], [FF, FG], [GG]의 4가지이다. P와 Q 사이에서 태어난 ㉠가 가질 수 있는 상동 염색체의 조합에서 유전자형을 나타낸 것은 [표1]과 같으며, 이에 따라 ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형(유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수)과 (나)의 유전자형은 [표2]와 같다.

AA	aA	Aa	aa
㉡F	㉢F	㉣㉣	㉤㉤
BB	Bb	bb	

[표1]

4	3	2	3	2	1	3	2	1	2	1	0
㉡F			㉢F			㉣㉣			㉤㉤		

[표2]

㉡과 ㉢이 E, F, G 중 무엇인지에 따른 ㉠의 (가)와 (나)의 표현형의 최대 가짓수는 아래의 표와 같이 정리할 수 있으며, ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 최대 10가지인 경우는 ㉡이 E, ㉢이 G일 때이다.



㉠	㉡	㉢의 (가)와 (나)의 표현형											최대 가짓수	
E	F	4	3	2	1	0	3	2	1	3	2	1	11가지	
		EF					FF			EE				
E	G	4	3	2	3	2	1	3	2	1	0	10가지		
		EF			FG			EE, EG						
F	E	4	3	2	1	3	2	1	0	8가지				
		FF					EF							
F	G	4	3	2	1	0	5가지							
		FF, FG												
G	E	4	3	2	3	2	1	3	2	1	2	1	0	12가지
		FG			EF			GG			EG			
G	F	4	3	2	1	0	3	2	1	8가지				
		FG, FF						GG						

㉢가 유전자형이 AAbbFF인 사람과 (가)와 (나)의 표현형이 모두 같은 경우는 ㉢의 유전자형이 AaBbFG일 때이다.

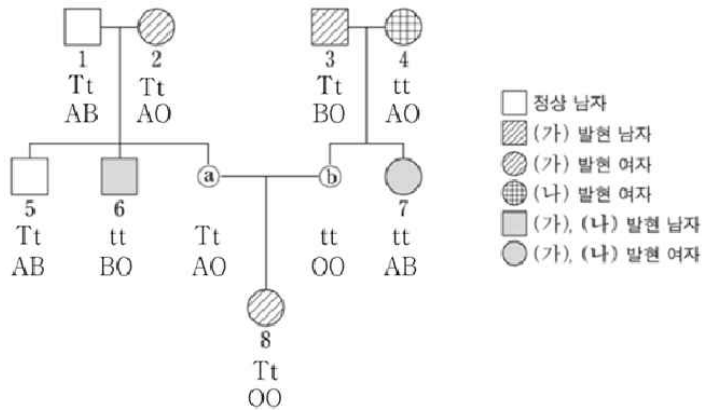
[정답맞히기] ② ㉢의 유전자형이 AaBbFG일 확률은  $\frac{1}{8}(=\frac{1}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.

## 19. 가계도

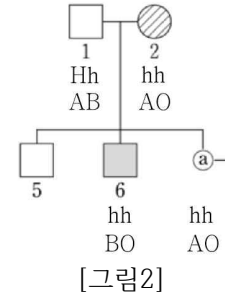
가계도에서 (나)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (나)가 발현된 6이 태어났으므로 (나)는 열성 형질이다. (나)가 발현된 여자 7의 아버지 3에서 (나)가 발현되지 않았으므로 (나)는 X 염색체 열성 형질이 아니다. 따라서 (나)는 상염색체 열성 형질이다. 만약 ㉠에게서 (나)가 발현되고 ㉡에게서 (나)가 발현되지 않으면 5, 6, ㉢ 각각의 체세포 1개당 t의 DNA 상대량을 더한 값은 4 또는 5이고, 7, ㉣ 각각의 체세포 1개당 t의 DNA 상대량을 더한 값은 3이므로 모순이다. 따라서 (나)는 ㉠과 ㉡ 중 ㉡에게서만 발현되어야 하고, (가)는 ㉠과 ㉡ 중 ㉠에게서만 발현되어야 한다.

표에서 ㉠~㉣의 ABO식 혈액형의 표현형이 각각 서로 다르고, ㉡만 동형 접합성이므로 ㉡은 O형이다. 따라서 가계도 구성원 중 8과 ㉣는 O형이다. ㉠의 혈액이 항 A 혈청(응집소 α)에 응집 반응을 나타내므로 ㉠의 혈액에는 응집원 A가 있다. ㉠이 AB 형이면 딸인 8이 O형이 될 수 없으므로 모순이다. 따라서 ㉠은 A형이다. 3, 4, 7, ㉣의 혈액형이 모두 다르고, ㉣가 O형이므로 7은 AB형이고, 4는 ㉠과 혈액형이 같으므로 A형이며, 3은 B형이다. 따라서 ABO식 혈액형의 유전자형인 ㉠은 BO, ㉡은 AO, ㉢은 AB, ㉣은 OO이다. ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는 A, B, O로 나타냈으며, A와 B는 각각 O에 대해 완전 우성이다.

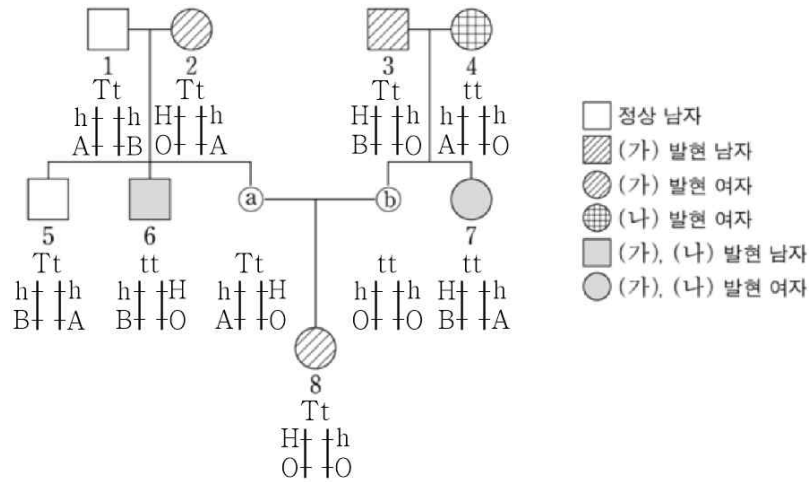
가계도에 (나)와 ABO식 혈액형의 유전자형을 나타낸 것은 [그림1]과 같다. 만약 (나)의 유전자와 ABO식 혈액형 유전자가 같은 염색체에 있다면 3과 4 사이에서 ABO식 혈액형이 서로 다르고, (나)가 발현된 ㉣와 7이 태어날 수 없으므로 (나)의 유전자와 ABO식 혈액형 유전자는 서로 다른 상염색체에 있다. 따라서 (가)와 ABO식 혈액형 유전자가 같은 염색체에 있다. 만약 (가)가 상염색체 열성 형질이라면 가계도의 일부인 [그림2]와 같이 1, 2, 6, ㉠의 관계에서 ABO식 혈액형의 유전자형이 BO인 6과 AO인 ㉠가 태어날 수 없으므로 모순이다. 따라서 (가)는 상염색체 우성 형질이다.



[그림1]



가계도에 (가), (나), ABO식 혈액형의 유전자형을 나타낸 것은 [그림3]과 같다.



[그림3]

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 상염색체 우성 형질, (나)는 상염색체 열성 형질이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 이 가계도의 구성원은 모두 t를 가지며, H를 갖는 구성원은 2, 3, 6, 7, 8, ㉔이므로 6명이다.

ㄷ. ㉔의 표현형은 (가) 발현, (나) 미발현, A형이다. ㉔와 ㉕ 사이에서 태어난 아이가 A형일 경우 (가)가 발현되지 않으므로 이 아이의 ABO식 혈액형과 (가)와 (나)의 표현형이 모두 ㉔와 같을 확률은 0이다.

## 20. 식물 군집 조사

방형구법을 이용한 식물 군집 조사에서 각 식물 종의 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도 및 중요치를 계산하는 방법은 다음과 같다.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 밀도 = <math>\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}</math></li> <li>• 빈도 = <math>\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}}</math></li> <li>• 피도 = <math>\frac{\text{특정 종의 점유 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상대 밀도(%) = <math>\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100</math></li> <li>• 상대 빈도(%) = <math>\frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}} \times 100</math></li> <li>• 상대 피도(%) = <math>\frac{\text{특정 종의 피도}}{\text{조사한 모든 종의 피도의 합}} \times 100</math></li> <li>• 중요치 = 상대 밀도 + 상대 빈도 + 상대 피도</li> </ul>
--	--

지역 I 과 II 각각에서 A~D의 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도 및 중요치를 구한 것은 표와 같다.

지역	종	개체 수	상대 밀도	출현한 방형구 수	상대 빈도	피도	상대 피도	중요치
I	A	8	$\frac{8}{50} \times 100 = 16\%$	6	$\frac{6}{20} \times 100 = 30\%$	0.1	$\frac{0.1}{0.5} \times 100 = 20\%$	66
	B	38	$\frac{38}{50} \times 100 = 76\%$	10	$\frac{10}{20} \times 100 = 50\%$	0.3	$\frac{0.3}{0.5} \times 100 = 60\%$	186
	C	4	$\frac{4}{50} \times 100 = 8\%$	4	$\frac{4}{20} \times 100 = 20\%$	0.1	$\frac{0.1}{0.5} \times 100 = 20\%$	48
	D	0	0	0	0	0	0	0
II	A	13	$\frac{13}{50} \times 100 = 26\%$	6	$\frac{6}{20} \times 100 = 30\%$	0.1	$\frac{0.1}{1.0} \times 100 = 10\%$	66
	B	14	$\frac{14}{50} \times 100 = 28\%$	5	$\frac{5}{20} \times 100 = 25\%$	0.2	$\frac{0.2}{1.0} \times 100 = 20\%$	73
	C	12	$\frac{12}{50} \times 100 = 24\%$	4	$\frac{4}{20} \times 100 = 20\%$	0.3	$\frac{0.3}{1.0} \times 100 = 30\%$	74
	D	11	$\frac{11}{50} \times 100 = 22\%$	5	$\frac{5}{20} \times 100 = 25\%$	0.4	$\frac{0.4}{1.0} \times 100 = 40\%$	87

[정답맞히기] ㄱ. 군집을 구성하는 종의 수가 많고, 각 종의 개체 수가 균일할수록 종 다양성이 높다. 따라서 종 다양성은 I 에서가 II 에서보다 낮다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. A의 상대 피도는 I 에서 20%, II 에서 10%이다.

ㄷ. I 에서 중요치가 가장 큰 종은 B이고, II 에서 중요치가 가장 큰 종은 D이다.