개체군의 유전
Schema 5

확률 계산

③ 임의의 우성 형질을 갖는 개체 (= 임의의 우성 대립유전자를 갖는 개체)

어떤 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 개체군에서 우성 형질의 개체가 열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 자손 세대에 전달할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2pq}{p^2+2pq}\times\frac{1}{2}=\frac{q}{p+2q}=\frac{q}{1+q}$$

$$\frac{q}{p+2q} \text{ or } \frac{q}{1+q}$$

[③ 예시]

[20 수능] (나)에서 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 수컷과 교배하여 자손(F_1)을 낳을 때, 이 자손이 흰색 꼬리털을 가질 확률은?

$p:q=3:2$이고 갈색 꼬리털이 우성 형질, 흰색 꼬리털이 열성 형질이라면
임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 흰색 꼬리털 대립유전자를 가진 생식 세포를 자손에게 줄 확률은

$$\frac{2}{3+2\times2} \text{ 또는 } \frac{\frac{2}{5}}{1+\frac{2}{5}} \text{ 이다.}$$

④ 임의의 열성 대립유전자를 갖는 개체

어떤 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 개체군에서 열성 대립유전자를 갖는 개체들 중 우성 대립유전자가 있는 생식 세포가 자손 세대에 전달될 확률은 다음과 같다.

$$\frac{p}{q+2p} \text{ or } \frac{p}{1+p}$$

우우

임의의 우성 대립유전자를 가진 개체가 자손 세대에 우성 대립유전자를 전달할 확률

$$1-\frac{q}{1+q}=\frac{1}{1+q}$$

비율 vs 방정식

$$\left(\frac{q}{p+2q} \text{ vs } \frac{q}{1+q}\right)$$

분수 내에 있는 문자들의 차수가 모두 동일하면, 적절한 상수를 대입하여 비율로 해제할 수 있다.

예 $\left(\frac{q}{p+2q}\right)=\frac{2}{5}$
q에 2 할당

그러나 분수 내에 있는 문자(숫자는 0차)들의 차수가 하나라도 다르면, 방정식으로 해제해야 한다.

예 $\frac{q}{1+q}=\frac{2}{5}$
q에 4 할당 불가능

조건 제한

단, 동물 종 P의 꼬리털 색은 상염색체에 있는 갈색 꼬리털 대립유전자와 회색 꼬리털 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.

개체군의 유전
Schema 5

확률 계산

[③ 논증]

어떤 멘델 집단의
임의의 개체를 선택했을 때 우성 형질 개체가 등장할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{p^2+2pq}{p^2+2pq+q^2}=p^2+2pq$$

이는 개체군 내 우성 형질의 개체의 빈도와 동일하다

우성 형질의 개체 중 열성 대립유전자를 가진 개체는 유전자형이 잡종이므로
우성 형질 개체 중 개체를 선택했을 때 유전자형이 잡종인 개체가 등장할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2pq}{p^2+2pq}=\frac{2q}{p+2q}$$

이는 우성 형질의 개체군 내 유전자형이 잡종인 개체의 빈도와 동일하다.

유전자형이 AA*인 개체의 생식 세포에
열성 대립유전자가 있을 확률은 분리의 법칙에 의해 $\frac{1}{2}$이다.

따라서 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 임의의 우성 개체가
열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 자손 세대에 전달할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2q}{p+2q}\times\frac{1}{2}=\frac{q}{p+2q}=\frac{q}{1+q}$$

확률 계산

④ 임의의 열성 대립유전자를 갖는 개체

어떤 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 개체군에서 열성 대립유전자를 갖는 개체들 중 우성 대립유전자가 있는 생식 세포가 자손 세대에 전달될 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2pq}{q^2+2pq}\times\frac{1}{2}=\frac{p}{q+2p}=\frac{p}{1+p}$$

$$\frac{p}{p+2p} \text{ or } \frac{p}{1+p}$$

[④ 예시]

[21 수능] Ⅰ에서 $\frac{\text{A*를 가진 개체들을 합쳐서 구한 A*의 빈도}}{\text{A를 가진 개체들을 합쳐서 구한 A의 빈도}}=\frac{5}{7}$이다.

(단, A는 A*에 대해 우성이다.)

우성 대립유전자를 가진 개체들을 합쳐서 구한 우성 대립유전자의 빈도는 $\frac{1}{1+q}$이고

열성 대립유전자를 가진 개체들을 합쳐서 구한 열성 대립유전자의 빈도는 $\frac{1}{1+p}$이므로

$\dfrac{\frac{1}{1+p}}{\frac{1}{1+q}}=\frac{1+q}{1+p}=\frac{5}{7}$이다.

열열

임의의 열성 대립유전자를 가진 개체가 자손 세대에 열성 대립유전자를 전달할 확률

$1-\frac{p}{1+p}=\frac{1}{1+p}$

개체군의 유전
Schema 8

성염색체 유전

③ 임의의 정상 암컷이 열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 전달

임의의 정상 암컷이 자손에게
열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 전달할 확률은 성염색체 유전에서의 상황과 동일하다.

즉, $\frac{2pq}{p^2+2pq}\times\frac{1}{2}=\frac{q}{p+2q}=\frac{q}{1+q}$ 이다.

④ 임의의 정상 암컷 × 임의의 수컷 → 유전병 자손

자손이 유전병이려면 유전자형이 dd 또는 dY이어야 한다.

dd의 경우에 대립유전자 d 중 하나는 반드시 암컷에게서 전달되고
dY의 경우에도 대립유전자 d는 반드시 암컷으로부터 전달되므로

구하는 확률은
(임의의 정상 암컷이 열성 대립유전자를 줄 확률)
× (임의의 수컷이 열성 대립유전자를 줄 확률 + 임의의 수컷이 Y염색체를 줄 확률)이다.

따라서 $\frac{q}{1+q}\times\left(\frac{q}{2}+\frac{1}{2}\right)=\frac{q}{2}$ 이다.

이를 퍼네트 사각형으로 나타내면 다음과 같다.

	$X^D\left(\frac{p}{2}\right)$	$X^d\left(\frac{q}{2}\right)$	$Y\left(\frac{1}{2}\right)$
$X^D\left(\frac{1}{1+q}\right)$			
$X^d\left(\frac{q}{1+q}\right)$		$\frac{q}{1+q}\times\frac{q}{2}$	$\frac{q}{1+q}\times\frac{1}{2}$

퍼네트 사각형
생식 세포의 전달을 도식화한 사각형

[유제 105]

다음은 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 어떤 동물 집단에 대한 자료이다.

○ 암컷과 수컷의 비율은 동일하며, 암컷은 성염색체 XX를 수컷은 XY를 갖는다.
○ 이 동물의 몸 색과 눈 색을 결정하는 대립 유전자는 각각 2가지이다.
○ 몸 색을 결정하는 유전자는 상염색체에 존재하며, 회색 몸 대립 유전자는 검은색 몸 대립 유전자에 대해 우성이다.
○ 눈 색을 결정하는 유전자는 X염색체에 존재하며, 붉은색 눈 대립 유전자는 흰색 눈 대립 유전자에 대해 우성이다.
○ $\frac{\text{검은색 몸 개체의 빈도}}{\text{회색 몸 개체의 빈도}} = \frac{4}{21}$이다.
○ 붉은색 눈 수컷이 임의의 붉은색 눈 암컷과 교배하여 자손 (F_1)이 태어날 때, F_1이 흰색 눈을 가질 확률은 $\frac{1}{12}$이다.

이 집단에서 검은색 몸, 흰색 눈 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F_1)이 태어날 때, 이 F_1이 검은색 몸, 흰색 눈을 가질 확률은?

[유제 105 해설] **[답]** $\frac{6}{25}$

[자료 해제]

$\frac{\text{검은색 몸 개체의 빈도}}{\text{회색 몸 개체의 빈도}} = \frac{4}{21}$이고, 열성 형질은 검은색 몸이므로

$q^2 = \frac{4}{25}$ 이다.

$\therefore\ p : q = 3 : 2$ (몸 색 대립유전자)

붉은색 눈 수컷(X^DY) × 임의의 붉은색 눈 암컷 = 흰색 눈 자식

우성 대립유전자를 D, 열성 대립유전자를 d로 설정하고
위 상황에서 생식 세포의 전달을 퍼네트 사각형으로 나타내면 다음과 같다.

	$X^D\left(\frac{1}{2}\right)$	$Y\left(\frac{1}{2}\right)$
$X^D\left(\frac{1}{1+q}\right)$		
$X^d\left(\frac{q}{1+q}\right)$		$\frac{q}{1+q}\times\frac{1}{2}$

$\frac{q}{p+2q}$ VS $\frac{q}{1+q}$
전자는 p : q 의 비율을 구하기 용이하고 후자는 q 값을 구하기 용이하다.

$\therefore\ \frac{q}{p+2q}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{12}$
$\therefore\ p : q = 4 : 1$ (눈 색 대립유전자)

[구하는 것]
① 검은색 몸 암컷 × 임의의 수컷 = 검은색 몸 자손

자손이 열성 형질일 확률은
검은색 몸 암컷은 반드시 열성 대립유전자를 가진 생식 세포를 전달하므로
임의의 수컷이 열성 대립유전자를 줄 확률과 동일하다.

$\therefore\ \frac{2}{5}$

② 흰색 눈 암컷 × 임의의 수컷 = 흰색 눈 자손

자손이 열성 형질일 확률은
흰색 몸 암컷은 반드시 열성 대립유전자를 가진 생식 세포를 전달하므로
임의의 수컷이 생식 세포에 X염색체 위에 있는 열성 대립유전자 또는 Y염색체를 전달할 확률과 동일하다.

따라서 $\frac{q}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{6}{10}$ 이다.

∴ 구하는 확률은 $\frac{2}{5} \times \frac{3}{5} = \frac{6}{25}$ 이다.

[유제 106 - Hard]

다음은 어떤 동물로 구성된 집단 Ⅰ~Ⅲ에 대한 자료이다.

○ Ⅰ과 Ⅱ 중 하나만 ㉮ 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
○ ㉮의 개체수는 3000이고, 다른 집단의 개체수는 ⓐ이다.
○ 유전병 ㉠은 성염색체에 있는 유전병 대립유전자 A와 정상 대립유전자 A*에 의해 결정되며, A는 A*에 대해 완전 우성이다.
○ 표는 Ⅰ과 Ⅱ에서 $\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}$ 와 표현형이 (가)인 개체의 빈도를 나타낸 것이다. (가)는 정상과 유전병 ㉠ 중 하나이다.

구분	Ⅰ	Ⅱ
$\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}$	$\frac{2}{3}$	?
표현형이 (가)인 개체의 빈도	0.75	0.28

○ Ⅰ과 Ⅱ에서 각각 A의 빈도는 ⓧ와 ⓨ이다. ⓧ와 ⓨ는 0.2와 0.6을 순서 없이 나타낸 것이다.
○ ㉠에 대해 정상인 개체수의 비는 Ⅰ : Ⅱ = 25 : 54이다.
○ Ⅰ과 Ⅱ의 개체들을 모두 합쳐서 A의 빈도를 구하면 멘델 집단 Ⅲ에서 A의 빈도와 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.
(단, Ⅰ~Ⅲ에서 각각 암컷과 수컷의 개체수는 같으며 암컷의 성염색체는 XX, 수컷의 성염색체는 XY이다.)

〈 보 기 〉

ㄱ. ⓐ < 3000이다.
ㄴ. Ⅰ과 Ⅱ에서 유전자형이 AA*인 개체수의 차이는 500보다 크다.
ㄷ. Ⅲ에서 임의의 유전병 ㉠을 가지는 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F_1)을 낳을 때, 이 F_1이 정상일 확률은 $\frac{2}{7}$이다.

[유제 106 해설] **[답] ㄴ, ㄷ**

[자료 해제]

유전병 대립유전자 A를 갖는 개체와 정상 대립유전자 A*를 갖는 개체를 정리하면 다음과 같다.

구분	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*
A를 갖는 개체					
A*를 갖는 개체					

만약 (가)가 정상 형질(열성)이라면

표현형이 (가)인 개체의 빈도는 A*를 갖는 개체의 빈도와 동일하다.

∴ 집단 Ⅰ의 $\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}$의 값 $=\frac{0.75+z}{x+y+z}=\frac{0.75+z}{1-(a+b)}=\frac{0.75+z}{0.25}$

구분	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*
A를 갖는 개체	x		y	z	
A*를 갖는 개체				z	
정상인 개체		a			b

∴ 집단 Ⅰ의 $\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}$의 값〉3 으로 결정된 값 $\frac{2}{3}$에 모순이다.

∴ (가)는 유전병 ㉠

구분	Ⅰ	Ⅱ
$\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}$	$\frac{2}{3}$	?
표현형이 (가)인 개체의 빈도	0.75	0.28

Ⅰ에서 표현형이 ㉠인 개체의 빈도는 A를 갖는 개체의 빈도와 동일하다.

∴ A를 갖는 개체의 빈도=0.75

$\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}=\frac{2}{3}$이므로

∴ A*를 갖는 개체의 빈도=0.5

AA*의 빈도 = (A를 갖는 개체의 빈도 + A*를 갖는 개체의 빈도) − 1 이므로

∴ AA*의 빈도(z)=0.25

이를 표로 나타내면 다음과 같다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
Ⅰ				0.25		
Ⅱ						

Ⅰ이 멘델 집단이라면, A의 빈도가 0.2이거나 0.6일 때 AA*의 빈도가 0.25일 수 없으므로 Ⅰ은 비멘델 집단이다.

∴ Ⅱ는 멘델 집단

Ⅱ에서 유전병 ㉠을 갖는 개체의 비율이 0.28이므로 정상인 개체의 비율은 0.72이다.

$$\therefore \frac{q^2+q}{2}=0.72$$

$\therefore p:q=1:4$ (집단 Ⅱ)

집단 Ⅱ는 멘델 집단이므로 대립유전자의 빈도를 통해 모든 유전자형의 비율을 구할 수 있다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
Ⅰ (비멘델)				0.25		
Ⅱ (멘델)	0.1	0.4	0.02	0.16	0.32	

Ⅰ과 Ⅱ에서 A의 빈도는 0.2와 0.6 중 하나므로 Ⅰ에서 A의 빈도는 0.6이다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
Ⅰ (비멘델)	a	b	c	0.25	d	
Ⅱ (멘델)	0.1	0.4	0.02	0.16	0.32	

① A를 갖는 개체의 빈도 = 0.75
⇒ $a+c$ = 0.5

② A*를 갖는 개체의 빈도 = 0.5
⇒ $b+d$ = 0.25

③ A의 빈도 = 0.6
⇒ A의 빈도 : A*의 빈도 = 3 : 2
⇒ $a+2c+0.25:b+2d+0.25=3:2$
⇒ $c+0.75:d+0.5=3:2$
⇒ $c:d=3:2$

(∵ 가비의 리)

④ 남성의 빈도 = 여성의 빈도 = 0.5
⇒ $a+b$ = 0.5

①~④의 방정식을 연립하면, a=0.35, b = 0.15, c = 0.15, d = 0.1 이다.
따라서 모든 유전자형 간 비율을 나타내면 다음과 같다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
Ⅰ (비멘델)	0.35	0.15	0.15	0.25	0.1	
Ⅱ (멘델)	0.1	0.4	0.02	0.16	0.32	

열성 형질 개체의 비율

여성 중 열성 형질을 갖는 개체의 비율은 q^2이고 남성 중 열성 형질을 갖는 개체의 비율은 q이다. 전체 개체 중 여성의 비율과 남성의 비율이 동일할 경우 전체 개체 중 열성 형질을 갖는 개체의 비율은 $\frac{1}{2}\times q^2+\frac{1}{2}\times q=\frac{q^2+q}{2}$ 이다.

⑤ 개체군의 유전

집단 간 개체수비 (정량 계산)

$\dfrac{\text{Ⅰ에서 정상인 개체의 빈도}}{\text{Ⅱ에서 정상인 개체의 빈도}}$

$=\dfrac{\dfrac{\text{Ⅰ에서 정상인 개체수}}{\text{Ⅰ의 개체수}}}{\dfrac{\text{Ⅱ에서 정상인 개체수}}{\text{Ⅱ의 개체수}}}$

$=\dfrac{\text{Ⅰ에서 정상인 개체수}}{\text{Ⅱ에서 정상인 개체수}}$

$\times\dfrac{\text{Ⅱ의 개체수}}{\text{Ⅰ의 개체수}}=\dfrac{25}{72}$

$\therefore \dfrac{25}{54}\times\dfrac{\text{Ⅱ의 개체수}}{\text{Ⅰ의 개체수}}=\dfrac{25}{72}$

$\therefore \dfrac{\text{Ⅱ의 개체수}}{\text{Ⅰ의 개체수}}=\dfrac{3}{4}$

개체수에 대한 표

설명의 편의 상 개체수비를 정수로 나타낸 표를 임의로 설정하였으나, 유전자형 간 빈도를 나타낸 표의 곱상수를 각각 ×400과 ×300으로 설정해도 무방하다.

[비율 계산]

$\dfrac{\text{Ⅰ에서 정상인 개체의 빈도}}{\text{Ⅱ에서 정상인 개체의 빈도}}=\dfrac{25}{72}$이고 $\dfrac{\text{Ⅰ에서 정상인 개체수}}{\text{Ⅱ에서 정상인 개체수}}=\dfrac{25}{54}$이므로

3000 : ⓐ = 3 : 4이다. 따라서 ⓐ는 4000이다.

이를 개체수에 대한 표로 나타내면 다음과 같다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
Ⅰ (비멘델)	35	15	15	25	10	×40
Ⅱ (멘델)	10	40	2	16	32	×30

유전자풀에서 A와 A*의 빈도비를 고려할 때는 X염색체 내 제한된 유전자풀 내에서 빈도를 구한다.

이는, Y염색체가 생식 세포에서 분리된 확률을 고려하지 않고 X염색체 위에 있는 대립 유전자 A와 A*만 고려하여 빈도를 구해도 무방하다는 뜻이다.

∴ Ⅲ에서 A의 빈도 $= 0.2\times\dfrac{3}{7}+0.6\times\dfrac{4}{7}=0.2+0.4\times\dfrac{4}{7}=\dfrac{3}{7}$

[별해]

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
두 집단을 합한 집단	170	180	66	148	136	×10

실제로 두 집단을 합쳐서 구한 개체수(위 표)를 통해 대립유전자의 개수를 직접 계산해보면 $\dfrac{450}{1050}=\dfrac{3}{7}$ 이 나온다.

[선지 해제]

〈 보 기 〉

ㄱ. ⓐ < 3000이다. (X)

ⓐ=4000이다.

ㄴ. Ⅰ과 Ⅱ에서 유전자형이 AA*인 개체수의 차이는 500보다 크다. (O)

Ⅰ에서 AA* 개체수는 1000, Ⅱ에서 AA* 개체수는 480이다.
따라서 두 개체수의 차이는 520으로 500보다 크다.

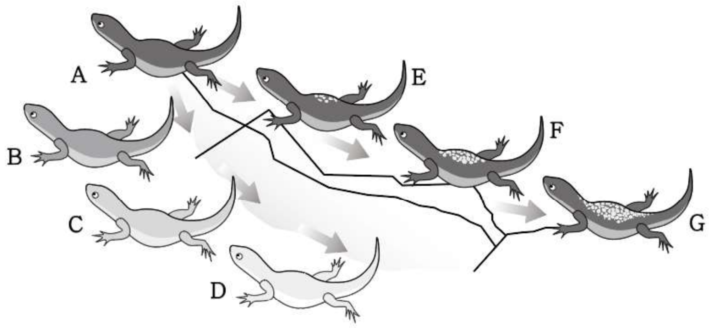
ㄷ. Ⅲ에서 임의의 유전병 ㉠을 가지는 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F_1)을 낳을 때, 이 F_1이 정상일 확률은 $\dfrac{2}{7}$이다. (O)

성염색체 유전에서 멘델 집단의 우성 형질 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 열성 형질인 자손을 낳을 확률은 $\dfrac{q}{1+q}\times\dfrac{1+q}{2}=\dfrac{q}{2}$이다.

Ⅲ은 멘델 집단이고, Ⅰ과 Ⅱ의 개체를 합친 집단과 대립유전자 빈도가 같으므로 q 값은 $\dfrac{4}{7}$이다. 따라서 $\dfrac{2}{7}$이다.

[유제 112 – 21학년도 Present 모의고사]

그림은 도롱뇽 집단 A~G가 특정 지역의 가장자리를 따라 고리 형태로 분포한 모습을 나타낸 것이다. 집단 A~G는 고리종이며, D와 G는 교배가 일어나지 않지만 나머지 인접한 집단 사이에는 교배가 일어난다.



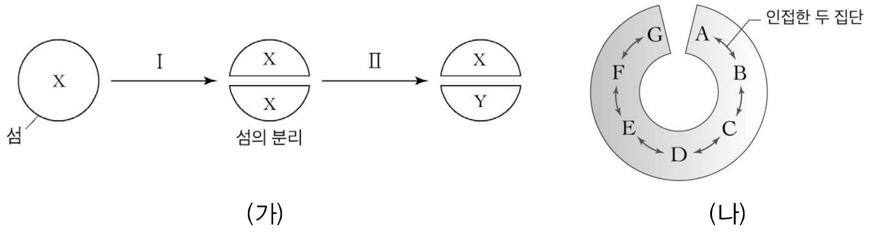
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

ㄱ. D와 G 사이에는 생식적 격리가 일어났다.
ㄴ. E와 F 사이에는 교배를 통한 유전자 흐름이 일어난다.
ㄷ. A~G의 유전자풀은 서로 다르다.

[유제 113 – 22학년도 수능특강 변형]

그림 (가)는 종 X가 종 Y로 분화되는 과정을, (나)는 고리종인 집단 A~G에 대한 자료이다. 과정 Ⅰ과 Ⅱ 중 한 과정에서 돌연변이가 일어났고, X와 Y는 서로 다른 생물학적 종이다. (나)의 인접한 두 집단 사이에서는 교배가 일어나지만, A와 G는 생식적으로 격리되어 교배가 일어나지 않는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.
(단, (가)에서 지리적 격리는 1회만 일어났고, 이입과 이출은 없다.)

〈 보 기 〉

ㄱ. Ⅱ에서 돌연변이가 일어났다.
ㄴ. D에 속한 개체와 E에 속한 개체의 종소명은 같다.
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 변이의 축적이 종분화가 일어나는 요인 중 하나임을 보여준다.

8회

Mini 모의고사

8-1

다음은 4가지 생물 ㉠~㉣에 대한 자료이다. ㉠~㉣은 불가사리, 촌충, 나비, 거머리를 순서 없이 나타낸 것이다.

○ ㉠과 ㉡은 모두 체절을 가진다.
○ ㉠과 ㉢은 촉수담륜동물이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

ㄱ. ㉡은 나비이다.
ㄴ. ㉢은 항문이 있다.
ㄷ. ㉣은 수관계를 가진다.

8-2

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x와 y의 발현에 대한 자료이다.

○ x와 y로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y가 합성되고, X, Y의 합성은 모두 개시 코돈에서 시작하여 종결 코돈에서 끝난다. 개시 코돈은 AUG이다.
○ X는 서로 다른 6개의 아미노산으로 구성된다.
○ y는 x의 전사 주형 가닥에 ㉠연속된 2개의 구아닌(G)이 1회 삽입된 돌연변이 유전자이다. Y는 서로 다른 8개의 아미노산으로 구성된다.
○ y는 DNA 2중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ⓐ와 ⓑ는 각각 3′ 말단과 5′ 말단 중 하나이다.

ⓐ−(가)−(나)−(다)−ⓑ

○ 표 ㉮의 Ⅰ~Ⅲ은 (가)~(다)의 염기 서열을 순서 없이 나타낸 것이며, 표 ㉯는 유전부호를 나타낸 것이다.

구분	염기 서열
Ⅰ	ⓐ− GTGGGGTGGC −ⓑ
Ⅱ	ⓐ− TTTGCATTTG −ⓑ
Ⅲ	ⓐ− TCAGTTACGA −ⓑ

㉮

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA		UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG	종결 코돈	UGG	트립토판
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG	메싸이오닌	ACG		AAG		AGG	
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

㉯

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

ㄱ. ⓐ는 5′ 말단이다.
ㄴ. ㉠ 중 하나는 Y의 프롤린을 암호화하는 부위에 포함된다.
ㄷ. X와 Y가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

8-3

다음은 동물 P로 구성된 집단 Ⅰ~Ⅴ에 대한 자료이다.

○ Ⅰ~Ⅴ 중 ⓧ두 집단의 개체수는 1000이고, 나머지 세 집단의 개체수는 각각 2000, 3000, 5000이다.
○ Ⅰ~Ⅴ 중 3개는 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
○ P의 몸 색은 상염색체에 있는 검은색 몸 대립유전자 D와 회색 몸 대립유전자 D*에 의해 결정되며, D와 D* 사이의 우열 관계는 분명하다.
○ 다음은 각 집단 Ⅰ~Ⅳ에서 유전자형 DD와 DD*의 빈도를 나타낸 것이다.

유전자형 \ 집단	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
DD	0.32	0.49	0.22	?
DD*	0.5	?	0.36	0.32

○ Ⅳ에서 검은색 몸 개체수는 Ⅱ에서 회색 몸 개체수의 6배이다.
○ Ⅴ에서 회색 몸 대립 유전자의 수는 회색 몸 개체수의 5배이다.
○ (가)는 (나)와 (다)의 개체들을 모두 합쳐서 구성된 집단이다. (가)~(다)는 각각 Ⅰ~Ⅴ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오. (단, Ⅰ~Ⅴ에서 각각 암컷과 수컷의 개체수는 같다.)

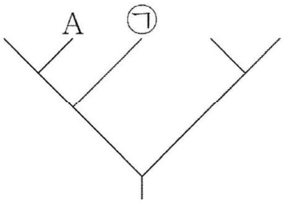
〈 보 기 〉

ㄱ. (가)는 Ⅲ이다.
ㄴ. 유전자형이 D*D*인 개체수는 Ⅰ과 Ⅱ에서 같다.
ㄷ. ⓧ 중 멘델 집단에서 검은색 몸 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F_1)을 낳을 때, 이 F_1이 검은색 몸일 확률은 $\frac{31}{35}$이다.

8-4

표는 식육목(Carnivora)에 속하는 5종의 동물 A~E의 학명과 과명을, 그림은 A~E의 유연관계를 계통수로 나타낸 것이다. A~E는 2개의 과로 분류된다.

종	학명	과명
A	*Prionailurus rubiginosus*	?
B	*Lynx lynx*	고양잇과
C	*Lutra lutra*	?
D	*Prionailurus bengalensis*	고양잇과
E	*Mustela sibirica*	?



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

ㄱ. ㉠은 B이다.
ㄴ. A와 E는 다른 강에 속한다.
ㄷ. C와 E의 유연관계는 C와 D의 유연관계보다 가깝다.