

42.

일반 유전 [H]

다음은 사람의 유전 형질 (가)~(라)에 대한 자료이다.

- (가)~(라)를 결정하는 유전자는 모두 상염색체에 있고, (가)~(다)의 유전자는 (라)의 유전자와 다른 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해, (라)는 대립유전자 E와 e에 의해 결정된다.
- (가)~(라) 중 ㉠가지 형질은 각 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자가 소문자로 표시되는 대립유전자에 대해 완전 우성이다. 나머지 ㉡가지 형질을 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계는 분명하지 않고, 3 가지 유전자형에 따른 표현형이 모두 다르다. ㉠과 ㉡은 1 과 3 을 순서 없이 나타낸 것이다.
- P의 유전자형은 AaBbDdEe이고, P와 Q는 (가)~(다)의 표현형은 서로 같으며, (라)의 표현형이 서로 다르다.
- P와 Q 사이에서 ㉢가 태어날 때, ㉢가 (가)~(라) 중 적어도 3 가지 형질의 유전자형을 이형 접합성으로 가질 확률은 $\frac{3}{8}$ 이고, ㉢의 (가)~(라)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이며, ㉢가 가질 수 있는 유전자형 중 AABBDDDEE가 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

<보기>

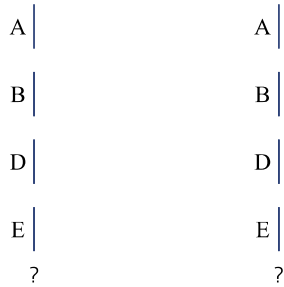
- ㄱ. ㉠은 3이다.
- ㄴ. Q에게서 a, b, d를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.
- ㄷ. ㉢에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 18가지 이다.

[Comment 1] 상염색체의 존재성 조건

‘(가)~(라)를 결정하는 유전자는 모두 상염색체에 있다.’라는 조건은 상염색체 중 ‘몇 개의 상염색체’에 있는지를 결정해야 하는 조건이다.

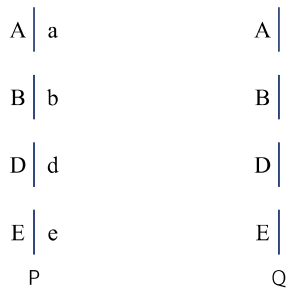
[Comment 2] 유전자형의 존재성 그리고 표현형 조건의 해석

㉔의 유전자형이 AABBDEE일 수 있으므로 P와 Q의 염색체 지도의 일부는 다음과 같다.

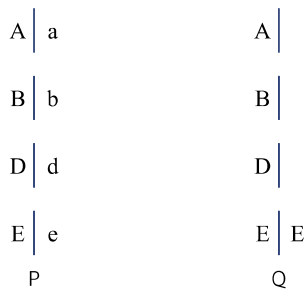


(∵ 연관 상태를 판단할 때는 세 독립인 상황으로부터 출발한다.)

이때 P의 유전자형은 AaBbDdEe이므로 이를 나타내면 다음과 같다.



(라)가 완전 우성 유전이라면 P와 Q의 (라)의 표현형이 다를 수 없다. 그에 따라 (라)는 중간 유전을 나타내고, Q의 (라)의 유전자형은 EE이다.



유전 현상

[Comment 3] 상댓값의 합 해석

All 독립인 상황일 때 P와 Q 사이에서 @가 태어날 때, @가 (가)~(라) 중 적어도 3가지 형질의 유전자형을 이형 접합성으로 가질 확률은 $\frac{5}{16}$ 이다.

이때 확률의 분모 (상댓값의 합) 가 8(2의 3승)이므로 (가)~(라)는 서로 다른 3개의 상염색체에 존재한다.

1		0	1		
1		0	1		
1		0	1		
E		e	E		E
P			Q		

(∵ 대문자로 표시되는 대립유전자는 1, 소문자로 표시되는 대립유전자는 0으로 나타내었다.)

[Comment 4] 단위 확률 분할

@의 (가)~(라)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이므로

단위 확률로 분할하면 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 이다.

			단위 확률	염색체 넘버링			
1		0	1			$\frac{1}{2}$	1번
1		0	1			$\frac{1}{2}$	2번
E		e	E		E	$\frac{1}{2}$	3번
P			Q				

단위 확률에 $\frac{3}{4}$ 과 1이 존재할 수 없으므로

2번 염색체 간 교배는 1/0과 1/0의 교배가 되어야 하며 2번 염색체 위 유전 형질은 중간 유전을 나타내야 한다.

∴ 중간 유전을 나타내는 형질은 (가)~(라) 중 3개이고, 완전 우성 유전을 나타내는 형질은 나머지 1개이다.

[Comment 5] 중간 유전의 특징

중간 유전을 나타내는 형질은 표현형이 같으면 유전자형이 동일해야 한다.
이를 염색체 지도에 나타내면 다음과 같다.

		단위 확률	염색체 넘버링
$1 \mid 0$	$1 \mid$	$\frac{1}{2}$	1번
$1 \mid 0$	$1 \mid 0$		
$1 \mid 0$	$1 \mid 0$	$\frac{1}{2}$	2번
$E \mid e$	$E \mid E$	$\frac{1}{2}$	3번
P	Q		

∴ 1번 염색체에 있는 어떤 대립유전자를 중간 유전으로 간주하더라도 일반성을 잃지 않는다.)

[Comment 6] 확률 연산

		단위 확률	염색체 넘버링
$1 \mid 0$	$1 \mid \textcircled{7}$	$\frac{1}{2}$	1번
$1 \mid 0$	$1 \mid 0$		
$1 \mid 0$	$1 \mid 0$	$\frac{1}{2}$	2번
$E \mid e$	$E \mid E$	$\frac{1}{2}$	3번
P	Q		

만약 ⑦가 10이라면 P와 Q 사이에서 ③가 태어날 때,
③가 (가)~(라) 중 적어도 3가지 형질의 유전자형을
이형 접합성으로 가질 확률은 $\frac{5}{16}$ 이어야 한다.

이는 모순이므로 ⑦는 0이어야 한다.

유전 현상

[Comment 7] 선지 판단

		단위 확률	염색체 넘버링
$1 \mid 0$	$1 \mid 0$	$\frac{1}{2}$	1번
$1 \mid 0$	$1 \mid 0$	$\frac{1}{2}$	2번
$E \mid e$	$E \mid E$	$\frac{1}{2}$	3번
P	Q		

- ㄱ. ㉠은 1이다. (×)
- ㄴ. Q에게서 a, b, d를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다. (○)
- ㄷ. ㉡에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 18가지이다. (○)

답은 ㄴ, ㄷ이다.

[Comment 8] 답은꼴 문항 (1)

답은꼴 문항과 함께 본 문항의 논리를 복습해보자.

[2024학년도 수능]

13. 다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 유전자는 서로 다른 3개의 상염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.
- (다)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 D, E, F가 있다. D는 E, F에 대해, E는 F에 대해 각각 완전 우성이다.
- P의 유전자형은 AaBbDF이고, P와 Q는 (나)의 표현형이 서로 다르다.
- P와 Q 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠이 P와 (가)~(다)의 표현형이 모두 같을 확률은 $\frac{3}{16}$ 이다.
- ㉡가 유전자형이 AAbbFF인 사람과 (가)~(다)의 표현형이 모두 같을 확률은 $\frac{3}{32}$ 이다.

㉠의 유전자형이 aabbDF일 확률은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{8}$ ③ $\frac{1}{16}$ ④ $\frac{1}{32}$ ⑤ $\frac{1}{64}$

답은 ④ $\frac{1}{32}$ 이다.

[Comment 9] **짧은풀 문항 (2)**

짧은풀 문항과 함께 본 문항의 논리를 복습해보자.

[2025학년도 수능 대비 주간 디올 5권]

다음은 사람의 유전 형질 ㉠~㉣에 대한 자료이다.

- ㉠~㉣를 결정하는 유전자는 모두 상염색체에 있다.
- ㉠은 대립유전자 A와 a에 의해, ㉡은 대립유전자 B와 b에 의해, ㉢은 대립유전자 D와 d에 의해, ㉣은 대립유전자 E와 e에 의해 결정된다.
- ㉠~㉣ 중 3가지 형질은 각 형질을 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계가 분명하다. ㉡ 나머지 한 형질을 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계는 분명하지 않고, 3가지 유전자형에 따른 표현형이 모두 다르다.
- 유전자형이 AaBbDdEe로 동일한 P와 Q 사이에서 자손 ㉠가 태어날 때, 이 자손이 ㉠~㉣ 중 적어도 3가지 형질에 대한 유전자형을 이형 집합성으로 가질 확률은 $\frac{5}{16}$ 이다.
- 유전자형이 AabbDdee인 R과 AabbddEe인 S 사이에서 ㉡가 태어날 때, ㉡에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 8가지이고, 유전자형이 aaBbddEe인 T와 AabbDDEe인 U 사이에서 ㉢가 태어날 때, ㉢에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 12가지이다.

P와 U 사이에서 자손이 태어날 때, 이 자손의 표현형이 P와 같을 확률은?

답은 $\frac{3}{16}$ 이다.