

[Comment 1] 단일 인자 유전(단대립 유전 + 복대립 유전)

22학년도 수능 문항처럼 복대립 유전과 중간 유전, 완전 우성 유전을 엮은 유형이 평가원에 등장할 수 있다.

[대표 기출 - 22학년도 수능]

16. 다음은 사람의 유전 형질 ㉠~㉢에 대한 자료이다.

○ ㉠은 대립유전자 A와 a에 의해, ㉡은 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다.

○ 표 (가)와 (나)는 ㉠과 ㉡에서 유전자형이 서로 다를 때 표현형의 일치 여부를 각각 나타낸 것이다.

㉠의 유전자형			표현형
사람1	사람2	일치 여부	
AA	Aa	?	
AA	aa	×	
Aa	aa	×	

(○: 일치함, ×: 일치하지 않음) (가)

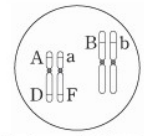
㉡의 유전자형			표현형
사람1	사람2	일치 여부	
BB	Bb	?	
BB	bb	×	
Bb	bb	×	

(○: 일치함, ×: 일치하지 않음) (나)

○ ㉢은 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 D, E, F가 있다.

○ ㉢의 표현형은 4가지이며, ㉢의 유전자형이 DE인 사람과 EE인 사람의 표현형은 같고, 유전자형이 DF인 사람과 FF인 사람의 표현형은 같다.

○ 여자 P는 남자 Q와 ㉠~㉢의 표현형이 모두 같고, P의 체세포에 들어 있는 일부 상염색체와 유전자는 그림과 같다.



○ P와 Q 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠의 ㉠~㉢의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. ㉡의 표현형은 BB인 사람과 Bb인 사람이 서로 다르다.
 ㄴ. Q에서 A, B, D를 모두 갖는 정자가 형성될 수 있다.
 ㄷ. ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 12가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

정답 ⑤

[Comment 2] 퍼넷의 활용

단일 인자 유전에서는 퍼넷을 적절히 활용할 수 있다.

P의 생식 세포	좌	우
Q의 생식 세포		
좌	좌좌	좌우
우	우좌	우우

[Comment 3] 조건 해석

22학년도 수능 문항과 같이 마지막 조건을 통해 많은 정보를 추출해낼 수 있다.

- 1) P와 Q는 ㉠~㉣의 표현형이 각각 서로 다르다.
- 2) ㉡의 유전자형이 AaBb일 경우는 4가지 중 1가지만 가능해야 한다.
- 3) ㉢의 유전자형이 EG일 경우는 4가지 중 1가지만 가능해야 한다.
- 4) ㉠과 ㉣의 표현형이 모두 P와 같은 자녀 ㉤가 태어날 경우의 수는 4가지 중 1가지만 가능해야 한다.
- 5) ㉣의 표현형이 모두 P와 같은 자녀 ㉤가 태어날 경우의 수는 4가지 중 1가지만 가능해야 한다.

위 5가지 조건을 모두 만족해야 한다.

[Comment 4] 퍼넷 작성

㉡의 유전자형이 AaBb인 경우가 가능하므로 퍼넷은 다음과 같이 채울 수 있다.

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	AB	㉠㉢
ab	AaBb	좌우
⊗	우좌	우우

이때 P와 Q는 ㉠의 표현형이 서로 다르므로 ⊗는 a를 가져야 하고
 ㉡의 유전자형이 AaBb일 경우는 4칸 중 1칸만 채워져야 하므로
 ⊗는 aB이다.

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	AB	㉠㉢
ab	AaBb	좌우
aB	AaBB	우우

Q의 유전자형은 aaBb이고 P는 Q의 표현형인 [Bb]와 다른 표현형을 가져야하므로
 P의 표현형은 [B]이고 ㉢는 B이다.

이때 ㉡의 유전자형이 AaBb일 경우는 4칸 중 1칸만 채워져야 하므로
 ㉠는 a이다.

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	AB	aB
ab	AaBb	aaBb
aB	AaBB	aaBB

따라서 P의 유전자형은 AaBB이다.

[Comment 5] 퍼넷 작성 (2)

㉔의 유전자형이 EG인 경우가 가능하므로 퍼넷은 다음과 같이 채울 수 있다.

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	㉕	F
㉚	EG	좌우
㉗	우좌	우우

이때 ㉕가 E이면 표현형이 [E]에 해당하는 칸이 퍼넷 사각형 중 2칸을 차지하게 되어 ㉔의 표현형이 모두 P와 같은 자녀 ㉚가 태어날 경우의 수는 4가지 중 1가지만 가능해야 한다는 조건에 모순이다.

따라서 ㉕는 G이고, ㉚는 E이다.

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	G	F
E	EG	좌우
㉗	우좌	우우

㉔의 표현형이 {F}인 자녀 ㉚가 태어날 경우의 수는 4가지 중 1가지만 가능해야 하므로 이를 만족시키려면 “우우”에 해당하는 칸만 [F]이어야 한다.

따라서 ㉗는 G이다.

[퍼넷 완성]

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	AB	aB
ab	AaBb	aaBb
aB	AaBB	aaBB

P의 생식 세포 Q의 생식 세포	G	F
E	EG	EF
G	GG	FG

[Comment 6] 선지 판단

- ㄱ. ㉔의 표현형은 BB인 사람과 Bb인 사람이 서로 다르다. (○)
- ㄴ. Q에서 a, B, G를 모두 갖는 남자가 형성될 수 있다. (○)
- ㄷ. P과 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (다)의 유전자형이 FF일 확률은 0이다. (×)

답은 ㄱ, ㄴ이다.

[Comment 7] 단위 확률의 활용

비슷하지만 다소 다른 메커니즘의 22학년도 수능 문항을 해제해보자.

16. 다음은 사람의 유전 형질 ㉠~㉣에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립유전자 A와 a에 의해, ㉡은 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다.
- 표 (가)와 (나)는 ㉠과 ㉡에서 유전자형이 서로 다를 때 표현형의 일치 여부를 각각 나타낸 것이다.

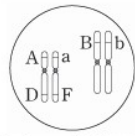
사람1	사람2	표현형 일치 여부
AA	Aa	?
AA	aa	×
Aa	aa	×

(가) (○: 일치함, ×: 일치하지 않음)

사람1	사람2	표현형 일치 여부
BB	Bb	?
BB	bb	×
Bb	bb	×

(나) (○: 일치함, ×: 일치하지 않음)

- ㉢은 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 D, E, F가 있다.
- ㉢의 표현형은 4가지이며, ㉢의 유전자형이 DE인 사람과 EE인 사람의 표현형은 같고, 유전자형이 DF인 사람과 FF인 사람의 표현형은 같다.
- 여자 P는 남자 Q와 ㉠~㉢의 표현형이 모두 같고, P의 체세포에 들어 있는 일부 상염색체와 유전자는 그림과 같다.
- P와 Q 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠의 ㉠~㉢의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

<보 기>

- ㉠. ㉡의 표현형은 BB인 사람과 Bb인 사람이 서로 다르다.
- ㉡. Q에서 A, B, D를 모두 갖는 정자가 형성될 수 있다.
- ㉢. ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 12가지이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢ ④ ㉠, ㉡ ⑤ ㉠, ㉢

P와 Q의 표현형이 동일하므로 Q의 유전자형은 A_B_F임을 알 수 있다.

이때 ㉠~㉢의 유전자형 중 하나라도 동형 접합성이라면

“한 가지” 표현형이 부모와 같게 되고, 나머지 두 가지의 표현형이 부모와 모두 달라야 한다.

이는 부모와 표현형이 다를 단위 확률에 $\frac{3}{4}$ 가 있어야 한다는 말과 같고

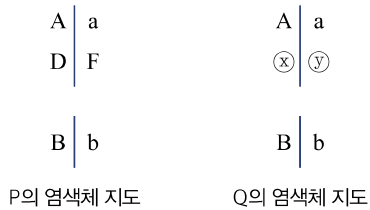
이는 부모와 표현형이 같을 단위 확률에 $\frac{1}{4}$ 가 있어야 한다는 말과 같으므로 모순이

다. 따라서 Q의 유전자형은 AaBbFD임을 알 수 있다.

[Comment 8] 비중 표의 활용

Q의 연관 상태가 AD/aF인지 AF/aD인지 알 수 없으므로
연관 상태 추론을 도와주는 도구인 매개 문자를 활용하자.

Q의 염색체 지도를 다음이라 하자.



이들 비중 표에 옮겨 교배 양상을 나타내면 다음과 같다.

	비중	1	2	1
비중	\textcircled{D} 의 유전자형 $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$ 의 유전자형	BB	Bb	bb
1	AAD \textcircled{x} (좌좌)			
1	AaD \textcircled{y} (좌우)			
1	AaF \textcircled{x} (우좌)			
1	aaF \textcircled{y} (우우)			

$\textcircled{2}$ 의 표현형이 P와 1가지만 같을 비중이 총 비중 16 중 6만큼을 만족시켜야 한다.
이때 유전자형이 이형 접합인 경우 P와 유전자형이 동일하므로 표현형은 반드시 동일하다.
즉, 유전자형이 Aa이거나 Bb이면 표현형이 동일하다.

또한 F를 가지면 P와 표현형이 동일하므로 표현형이 P와 2가지 이상 같은 칸을 지우면
다음과 같다.

	비중	1	2	1
비중	\textcircled{D} 의 유전자형 $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$ 의 유전자형	BB	Bb	bb
1	AAD \textcircled{x} (좌좌)			
1	AaD \textcircled{y} (좌우)			
1	AaF \textcircled{x} (우좌)			
1	aaF \textcircled{y} (우우)			

비중 6만큼을 차지해야 하므로 색칠한 칸 중 2칸은 반드시 확보되어야 한다.
따라서 B와 b는 중간 유전이고, 나머지(여사간) 칸들이 표현형 조건을 만족하려면
매개 문자 \textcircled{x} 는 F, \textcircled{y} 는 D여야 하는 것을 알 수 있다.
표현형 조건을 마저 만족시키려면 A와 a도 중간 유전이어야 한다.