

형질 교배 복합형
Schema 3
단일 인자 간 연관 (추론)

[중요도 ★★★]

- 단일 인자 간 연관 상태를 추론하는 문항이 출제되곤 한다.
이때 독립되어 있는 상황이 모순임을 밝혀 연관 여부를 추론할 수 있다.
- 중간 유전이 포함되면 표현형 종류가 증가할 수 있고
연관이 포함되면 표현형 종류가 감소할 수 있다.

독립인 것처럼 간주하고 연관 vs 독립 여부를 추론하도록 하자.

[근거]

∇ : 모두 독립 (A)
 $_3C_1$: 적어도 하나의 연관 (A^C)

- 연관 추론의 과정에서 연역적으로 모순이 결정될 수도 있지만
귀납적으로 결정될 수도 있다.

예 서로 다른 2개의 상염색체, 3쌍의 대립유전자 ⇒ 총 경우의 수 $_3C_2$
 $_3C_2$ 관점으로 연역적 색출 vs 2개 기각, 여사건 귀납적 귀결
 두 관점의 유불 리가 다르니 양방향 해석에 있어 자유로워야 한다.

- 적절히 단위 표현형 가지수 또는 확률을 활용하여 단위 분해하여 해석할 수 있다.
이때 소인수와 합성수 개념을 적절히 활용할 수 있다.

17. 다음은 어떤 식물의 유전 형질 ①~④에 대한 자료이다.

○ ①은 대립 유전자 A와 a에 의해, ②은 대립 유전자 B와 b에 의해, ③은 대립 유전자 D와 d에 의해, ④은 대립 유전자 E와 e에 의해 결정된다.

○ ①~④ 중 3가지 형질은 각 형질을 결정하는 대립 유전자 사이의 우열 관계가 분명하다. ④ 나머지 한 형질을 결정하는 대립 유전자 사이의 우열 관계는 분명하지 않고, 3가지 유전자형에 따른 표현형이 모두 다르다.

○ ① 유전자형이 AaBbDdEe인 개체를 자가 교배하여 자손(F₁)을 얻을 때, 이 자손이 ①~④ 중 적어도 3가지 형질에 대한 유전자형을 이형 집합으로 가질 확률은 $\frac{5}{16}$ 이다.

○ 유전자형이 AabbDdee인 개체와 AabbddEe인 개체를 교배하여 얻은 자손(F₁) 1600 개체의 표현형은 8가지이고, 유전자형이 aaBbddEe인 개체와 ④ AabbDDEe인 개체를 교배하여 얻은 자손(F₁) 1600 개체의 표현형은 12가지이다.

19학년도 9명

13. 다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

○ (가)~(다)의 유전자는 서로 다른 2개의 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.

○ (가)와 (나)의 유전자형이 AaBb인 남자 P와 AaBB인 여자 Q 사이에서 ④가 태어날 때, ④에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 3가지이고, ④가 가질 수 있는 (가)~(다)의 유전자형 중 AABBFF가 있다.

○ ④의 (가)~(다)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

④의 (가)~(다)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

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

24학년도 9명

형질 교배 복합형

Schema 3

단일 인자 간 연관 (추론)

예

다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 유전자는 서로 다른 2개의 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 있고, D는 E, F에 대해, E는 F에 대해 각각 완전 우성이다
- (가)와 (나)의 유전자형이 AaBb인 남자 P와 AaBB인 여자 Q 사이에서 ①가 태어날 때, ①에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 3가지이고, ①가 가질 수 있는 (가)~(다)의 유전자형 중 AABBFF가 있다.
- ①의 (가)~(다)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

①의 (가)~(다)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은?

형질 교배 복합형

Schema 3

단일 인자 간 연관 (추론)

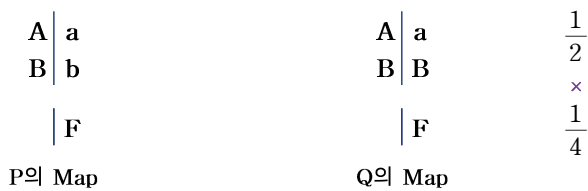
[해설]

(가)와 (나)가 독립이라고 생각하면 AaBb인 P와 AaBB인 Q 사이에서 표현형이 최대 3가지 나오는 것을 설명할 수 없다. 독립일 때에 비해 표현형 종류가 감소해야 하므로 (가)와 (나)는 연관되어 있어야 한다.

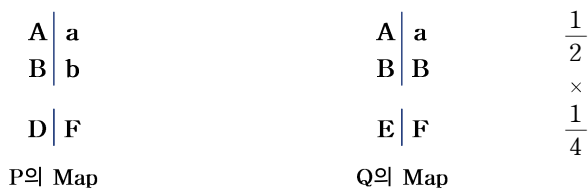


(by ㉓의 유전자형 조건)

단위 분해하면 다음과 같다.



주어진 조건을 만족하려면 13 × 23의 교배여야 하고 Q의 유전자형이 23이어야 한다.



(가)~(다)의 유전자형이 AaBbDF인 P와 AaBBEF인 Q 사이에서 ㉓가 태어날 때

(가)~(다)의 표현형이 모두 P(A_BbD_)와 같을 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

형질 교배 복합형

Schema 3

단일 인자 간 연관 (추론)

예

다음은 사람의 유전 형질 (가)~(라)에 대한 자료이다.

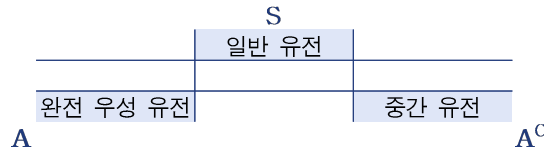
- (가)~(라)의 유전자는 서로 다른 2개의 상염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 완전 우성이다.
- (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.
- (라)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 E, F, G가 있다. E는 F, G에 대해, F는 G에 대해 각각 완전 우성이다.
- (가)~(다)의 유전자형이 AaBbDd인 남자 P와 AaBbDD인 여자 Q 사이에서 ㉠가 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 3가지이고, ㉠가 가질 수 있는 (가)~(라)의 유전자형 중 AABBDDGG가 있다.
- ㉠의 (가)~(라)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

㉠의 (가)~(다)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은?

형질 교배 복합형
Schema 7
일반-다인자 연관

[중요도 ★★]

- 일반 유전으로 분류되는 완전 우성 유전, 중간 유전 중 어떤 유전 현상인지 감춘 후 연관 상태를 제시하는 문항이 출제될 수 있다.



- 일반 유전이 연관된 형질 교배 복합형 문항은 단일 인자 유전 형질을 기준으로 Case 분류, Table을 머리 속으로 or 필요한 것 위주로 기입해가며 해석할 수 있다.

	비중				
비중	복합 교배				
	순수 교배				

완전 우성 Table

	비중				
비중	복합 교배				
	순수 교배				

중간 유전 Table

- 일반 인자 유전이 연관된 염색체를 복합 염색체(㉠), 다인자 유전에 관여하는 유전자만 있는 염색체를 순수 염색체(㉡)라고 정의하자.

이때 P와 Q의 ㉠의 교배 양상 (복합 교배)을 가로축에,
㉡의 교배 양상 (순수 교배)을 세로축에 고정하고 관찰하도록 하자.

- 일반 유전을 기준으로 한 형질에 대응되는 두 가지 이상의 유전자형은 연관된 다인자 유전에 관여하는 유전자에 따라 표현형 중복이 발생할 수 있다.
이때 순수 다인자에서 공부한 Δ 관련 수식을 활용하면 유연하게 상황을 해석할 수 있다.

- 자손의 표현형 가짓수를 통해 ㉡의 표현형 가짓수, ㉠의 상인-상반 여부를 적절히 추적해나갈 수 있다.

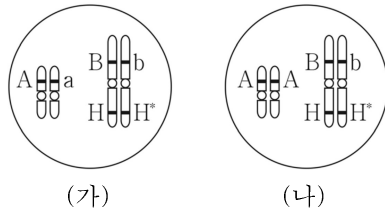
이때 완전 우성 vs 중간 유전 판단 요소가 늘어남에 따라 추론의 영역이 크고
그럴수록 더욱더 상수 조건 (예 순수 간 교배, 오른쪽 극단 영역) 에 주목하여
추론 요소가 어떻게 여사건 논리로 귀결되는지에 주목해서 색출해내도록 하자.

형질 교배 복합형
 Schema 7
 일반-다인자 연관

예

다음은 사람의 유전 형질 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠을 결정하는 2개의 유전자는 각각 대립유전자 A와 a, B와 b를 가진다. ㉠의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- ㉡은 대립유전자 H와 H*에 의해 결정된다
- 그림 (가)는 남자 P의, (나)는 여자 Q의 체세포에 들어 있는 일부 염색체와 유전자를 나타낸 것이다



- P와 Q 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 6가지이다.

㉠에서 ㉠과 ㉡의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은?

(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

형질 교배 복합형
Schema 7
일반-다인자 연관

[해설]

완전 우성 vs 중간 유전 여부와 무관하게

- ① 순수 염색체 간 교배
- ② 이형 접합성 유전자형, [1] 교배 양상
- ③ 오른쪽 극단 영역

은 상수 조건임을 알 수 있고 완전 우성 연관 Table 에서 우성:열성 = 3:1 이므로 6가지는 일반 유전 표현형을 기준으로 4+2로 분할되어야 한다.

	확률의 비중	1	2	1
확률의 비중	Ⓐ의 표현형		HH* [1]	
	Ⓑ의 표현형			
1	[2]			
1	[1]			

이때 완전 우성 Table 에서는 다인자 유전에 의해 왼쪽 영역의 4칸이 모두 다른 표현형일 수 없다. ∴ 중간 유전 Table 이어야 한다.

(+ 중간 유전 Table 이어야함을 줄글로 상술했으나, 위 Table 을 작성해가며 or 4칸 다인자 불능임을 머리로 처리해서 중간 유전 Table 임이 자명하구나 알 수 있을 정도에 도달하면 더 바람직하다.)

	확률의 비중	1	2	1
확률의 비중	Ⓐ의 표현형	HH [2]	HH* [1]	H*H* [0]
	Ⓑ의 표현형			
1	[2]			
1	[1]			

Ⓐ에서 Ⓐ와 Ⓑ의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 1행 2열의 비중과 같으므로

$$\frac{2}{8} = \frac{1}{4} \text{이다.}$$