

안녕하세요. 생강입니다.

며칠 전에 시행된 2016학년도 10월 고3 전국연합학력평가를 풀어보던 중 꽤나 흥미로운 조건을 발견하였는데 홈페이지에 게시된 해설과 EBS에서 촬영하고 게시한 해설 강의가 다소 비약적이고 부적합하다는 생각에 해설을 작성합니다.

각 학교의 선생님들과 이투스, 메가스터디, 대성마이맥, 스카이에듀 4곳은 아직 해설 강의가 올라오지 않았기 때문에 다른 분들의 해설은 확인하지 못했습니다.

해설을 할 문항은 생명과학 I 의 9번 문항입니다.

문제된 부분은 성염색체와 상염색체에 존재하는 유전자를 결정하는 것과 마지막 조건의 활용입니다.

아래는 문제입니다.

9. 다음은 어떤 동물의 유전에 대한 자료이다.

- 이 동물의 몸 색에는 검은색과 회색이, 눈 색에는 붉은색과 흰색이, 날개 모양에는 작은 날개와 정상 날개가 있고, 각 대립 형질 사이의 우열 관계는 분명하다. 암컷은 성염색체를 XX를, 수컷은 XY를 가진다.
- ㉠회색 몸, 붉은색 눈, 정상 날개인 암컷과 회색 몸, 붉은색 눈, 정상 날개인 수컷을 교배하여 자손(F_1) 800개체를 얻었을 때, F_1 에서 ㉡검은색 몸, 흰색 눈, 작은 날개인 수컷이 나타났으며, 흰색 눈, 작은 날개인 암컷은 나타나지 않았다.
- ㉢을 ㉠과 유전자형이 같은 암컷과 교배하여 얻은 자손(F_2) 800개체 중에서 검은색 몸, 흰색 눈인 자손은 200개체이고, 붉은색 눈, 정상 날개인 자손은 400개체이다.

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

<보기>

- ㄱ. 3가지 형질을 결정하는 유전자는 모두 한 염색체에 존재한다.
- ㄴ. ㉠에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 최대 4가지이다.
- ㄷ. 회색 몸, 붉은색 눈, 정상 날개인 개체의 비율은 F_1 에서가 F_2 에서보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

조건을 위에서부터 차례대로 조건 1, 조건 2, 조건 3으로 명명하며 유전자는 몸 색 : $A>a$, 눈 색 : $B>b$, 날개 길이 : $D>d$ 로 두고 풀겠습니다.

조건 2

1. 회색 몸, 붉은색 눈, 정상 날개인 암수를 교배하여 검은색 몸, 흰색 눈, 작은 날개인 개체가 태어났습니다.

따라서 검은색 몸, 흰색 눈, 작은 날개가 열성형질이며 회색 몸, 붉은색 눈, 정상 날개인 암수의 유전자형은 모두 이형접합입니다. (수컷은 성염색체의 가능성이 남아 있으나 편의상 이형접합이라 서술하였습니다.)

이로부터 유전자형을 도출하면 F₁의 부모인 ㉠암컷 : AaBbDd이고 수컷 : A_B_D_입니다.
(수컷의 언더 바는 Y염색체가 들어갈 자리이며 확정되지 않았으므로 비워 두었다는 표현입니다.)

2. 부모의 유전자형이 이형접합인데 흰색 눈, 작은 날개인 암컷이 태어나지 않았으므로 눈 색과 날개 모양을 결정하는 유전자 중 '적어도 한 가지는 성염색체에 존재한다는 것을 알 수 있습니다.' (여기서 바로 두 가지 모두가 X염색체에 존재한다고 판단하는 것은 비약이 있습니다. 또한 그렇게 판단하게 되면 조건 3의 의미가 없어집니다.)

조건 3

1. ㉡은 검은색 몸, 흰색 눈, 작은 날개인 수컷으로 유전자형이 모두 열성 동형접합이라고 할 수 있습니다. (Y염색체는 절대열성이므로 열성 동형접합이라 서술하였습니다. 절대열성은 제가 개인적으로 쓰는 용어이며 Y염색체와 짝지어오는 X염색체의 유전자가 우성이든 열성이든 항상 그 유전자의 형질을 나타내므로 그렇게 사용합니다.)

따라서 ㉡과 다른 개체를 교배하게 되면 '검정교배'라고 할 수 있습니다.

2. ㉠과 유전자형이 같은 암컷은 유전자형이 AaBbDd입니다. 따라서 유전자형이 모두 이형접합인 개체를 검정교배 하는 것입니다.

3. 교배결과 검은색 몸, 흰색 눈(aabb)인 개체가 전체의 $\frac{1}{4}$ 만큼 태어났습니다.

이것은 몸 색과 눈 색이 독립적으로 유전됨을 의미합니다. (A, a와 B, b가 독립적으로 유전될 때 AaBb를 검정교배 하게 되면 자손에서 표현형의 비가 AB:Ab:aB:ab=1:1:1:1로 나타나기 때문입니다.)

4. 붉은색 눈, 정상 날개(B_D_)인 개체가 전체의 $\frac{1}{2}$ 만큼 태어났습니다.

이것은 눈 색과 날개 모양이 교배한 암컷에서 상인연관이 되어있음을 알 수 있습니다. (A, a와 B, b가 연관되어 있을 때, 상인연관 되어있는 AaBb를 검정교배 하게 되면 자손에서 표현형의 비가 AB:ab=1:1로 나타나기 때문입니다.)

따라서 이 동물에서는 눈 색과 날개 모양이 하나의 염색체에 존재하고 몸 색은 다른 염색체에 존재한다는 것을 알 수 있습니다.

다시 **조건 2**로 돌아가서

조건 2

1. 흰색 눈, 작은 날개(bbdd)인 암컷이 나타나지 않았는데 눈 색과 날개 모양이 연관되어 있으므로 두 형질 모두 X염색체에 존재한다는 것을 알 수 있습니다.

또한 흰색 눈, 작은 날개(bbdd)인 수컷이 태어났으므로 ㉠에는 눈 색과 날개 모양이 상인연관 되어 있음을 알 수 있습니다.

보기판단.

ㄱ(X). 몸 색은 상염색체에, 눈 색과 날개 모양은 성염색체에 존재합니다.

ㄴ(O). 몸 색에서 두 가지, 눈 색과 날개 모양에서 두 가지, 총 4가지입니다.

ㄷ(O). 회색 몸, 붉은색 눈, 정상 날개(A_B_D_)인 개체수는 F₁에서는 이형접합인 개체끼리의 교배이므로 확률이 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ 이고, F₂에서는 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 입니다. 따라서 비율은 F₁에서 더 높습니다.

여담.

조건 3에서 ㉠을 교배하였다면 바로 ㉠의 연관 상태가 파악되기 때문에 ㉠이 아닌 ㉠과 같은 유전자형을 가진 개체를 교배하였다고 생각됩니다.

㉠의 연관 상태는 **조건 2**에서 태어난 개체의 표현형을 보고 판단하게끔 한 것 같습니다.

11번과 관련해서도 꽤 많은 수험생들이 캐치하지 못하고 그냥 넘어간 부분이 있다고 예상되는데 이는 주말에 생강 직전 모의평가의 시행이 끝난 뒤 변형문제와 함께 게시하겠습니다.

감사합니다.