

스 포 일 러

유형 3, 다인자 유전입니다.

앞으로 적어야 할 게 산더미인데 이제야 다인자라니 한숨부터 나오는군요. 어서 끝내고 싶습니다.

사실 이거 적으면서 비분리는 어떻게 설명해야 하는지 고민하고 있습니다. 고통스럽네요.

이 유형은 여욱시 수학입니다. 아-니 선생님 왜 생명과학에서 수학이 나오나요.

서울대에는 생명과학을 위한 수학이라는 수업이 있습니다. 필요한가 봅니다.

생1에서 다인자는 여러분도 접하셨겠지만 대문자의 개수로 형질이 결정됩니다.

연관이 없는 다인자 기준으로, 푸는 방법은 심플합니다.

1. 조건을 통해 연관인지 체크하고, 다인자 유전과 단일 인자 유전을 구분해 낸다.
2. 독립일 시, 바로 보기로 넘어간다.

억ㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋ 이게 풀이나 ㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋㅋ

네.

18. 다음은 어떤 동물의 유전 형질 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠은 3쌍의 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다.
- ㉠의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립 유전자의 수가 다르면 ㉠의 표현형이 다르다.
- ㉡은 대립 유전자 E와 e에 의해 결정되며, E는 e에 대해 완전 우성이다.
- A, B, D, E 유전자는 각각 서로 다른 상염색체에 있다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

— <보기> —

- ㄱ. 유전자형이 AaBbDdEe 인 개체에서 형성될 수 있는 생식 세포의 유전자형은 최대 14가지이다.
- ㄴ. 유전자형이 AaBbDdEe 인 개체와 aabbddeee 인 개체 사이에서 자손(F₁)이 태어날 때, 이 자손에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 8가지이다.
- ㄷ. 유전자형이 AaBbDdEe 인 암수를 교배하여 자손(F₁)이 태어날 때, 이 자손의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{5}{32}$ 이다.

17년 6평입니다. 다인자는 딱 보면 싫습니다. 보기만 봐도 대문자 파티네요. 하지만 수능 수학을 공부한 우리는 확률과 통계를 알고 있습니다. 그 원리를 이용하면 잘 풀 수 있습니다. 역시 쉽습니다.

조건 체크 : ㉠은 A,B,D로 결정, 표현형은 다인자로 결정. ㉡는 단일 인자 유전, E와 e로 결정, 모두 독립. 보기를 봅니다. 보자마자 여러분의 눈에서 AaBbDd / Ee로 나뉘어 보였으면 좋겠군요.

보기 ㄱ. 생식세포의 유전자형을 물어봤군요. 다인자 파트는 A/a, B/b, D/d가 가능하겠군요. $2^3=8$. 단일인자 파트는 2가지네요. $2 \times 8=16$. 답은 16가지입니다. 틀립니다. 만일 표현형을 물어봤다면 14가지 맞습니다. 항상 문제를 제대로 읽으세요.

보기 ㄴ. AaBbDdEe와 aabbddeee 사이에서 태어난 자손의 표현형.

뒤쪽 친구의 유전자가 모두 열성입니다. 이 친구는 생식세포에서 무조건 a,b,d,e를 줍니다. 당연히 F₁도 a,b,d,e를 최소 하나는 가지고 있겠지요.

_a_b_d / _e입니다. 다인자 파트는 앞 개체에서 대문자를 최소 0개~ 최대 3개까지 받을 수 있습니다. 총 4개의 표현형입니다.

단일 인자는 앞 개체에서 E나 e를 받을 수 있으므로 표현형은 2가지입니다. $4 \times 2=8$ 이네요. 맞습니다.

ㄷ. 개꿀 보기입니다. 표현형이 부모와 같을 확률을 묻습니다.

두 다인자 사이에서 태어난 자손의 표현형이 ~일 확률은 이 공식으로 바로 풀립니다.

$$\frac{\text{내가 원하는 경우의 수}}{\text{전체 일어날 수 있는 경우의 수}} = \frac{\text{내가 원하는 경우의 수}}{2^{\text{빈칸()의 개수}}}$$

공식만 보면 정말 당연한 소리 같은데, 이 공식 이해하는게 매우 중요합니다. 따라서 지루하겠지만 설명충이 되어
서 길게 설명하겠습니다. 제가 잘 설명을 못하므로 여러가지 예로 설명드리겠습니다.

간단한 식부터 시작하겠습니다. AaBb x AaBb에서 AaBb가 나올 확률은 몇일까요?

전체 일어날 수 있는 경우의 수는 독립일 경우에 $2^{\text{빈칸()의 개수}}$ 입니다. 이유는 수학적으로 계산하다 보면 이해
가 갑니다.

빈칸의 개수가 뭐냐고요? 교배된 유전자형을 보통 A_B_ 이런 식으로 적지 않나요? 여기서의 _를 빈칸이라고 칭
했습니다.

저 식의 경우 빈칸에 어떤 유전자가 들어갈 것인지 아무 것도 정해지지 않기 때문에 _ _ _ _라고 볼 수 있습니다.
빈칸이 4개이므로 전체 일어날 수 있는 경우의 수는 16가지입니다.

따라서 분모는 16입니다. 분자를 구해 보겠습니다.

내가 원하는 경우는 AaBb가 나오는 경우입니다.

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Aa와 Aa를 교배하면 Aa가 나오는 경우는 2가지네요. B 또한 마찬가지입니다.

제가 원하는 경우의 수는 Aa가 나오는 경우 2가지 x Bb가 나오는 경우의 수 2가지 = 4입니다.

공식에 따라, 구하는 확률은 $\frac{4}{16} = \frac{1}{4}$ 입니다.

분자를 빠르게 구하는 건 많은 경험과 직관이 필요합니다.

조금 더 갖고 놀아 봅시다.

AaBb x AaBb에서 Aabb가 나올 확률은 무엇일까요?

전체 경우는 역시 16가지입니다.

Aabb가 나오려면 Aa가 나오는 경우 2가지 x bb가 나오는 경우의 수 1가지 = 2겠네요.

$$\text{답은 } \frac{2}{16} = \frac{1}{8} \text{ 입니다.}$$

그럼 같은 놈들이 교배한 게 아니라면?

AaBb x aabb입니다. Aabb가 나올 확률은?

여기서 전체 경우가 약간 달라집니다. 왜why? 뒤 개체는 무조건 a와 b를 주기 때문입니다. 이런 경우 빈칸에 어떤 유전자가 들어갈 것인지 일부분이 정해지는 것입니다.

따라서 F_1 의 유전자형을 써보면 _a_b입니다. 전체 경우는 저 2^{빈칸()의 개수}라는 공식에 따라 4입니다.

분자는 앞 개체가 A와 b를 줄 경우군요. 딱 1가지입니다. 답은 1/4입니다.

과연 3성 잡종에서도 적용될까요? 해봅시다.

AaBbDd x AaBbDd에서 AaBbDd가 나올 확률은 몇일까요?

결정된 것은 아무것도 없습니다. _ _ _ _ _입니다. 2^{빈칸()의 개수}이므로 전체 경우의 수는 64입니다.

원하는 경우는 Aa, Bb, Dd가 나오는 경우입니다. 각각 2가지, 2가지, 2가지로 8입니다.

$$\text{답은 } \frac{8}{64} = \frac{1}{8} \text{ 입니다.}$$

4성 잡종도 해보겠습니다.

AaBbDdEe x AabbDDEe에서 aaBbDdEe가 나올 확률은요?

조금 더 복잡해보이지만 주의깊게 보면 보입니다.

일단 뒤 개체는 b와 D를 무조건 줍니다. F_1 을 써보면 다음과 같습니다.

_ _ / _ b/D_ / _ _

_ _의 개수는 6개입니다. 전체 경우의 수는 64군요.

우리가 원하는 것은 aa, B, d, Ee를 받는 것입니다. 각각 1 x 1 x 1 x 2 네요. 구하는 확률은 $\frac{1}{32}$ 입니다.

그렇다면 ~~~에서 대문자가 x개 나올 확률은 어떻게 구할까요?
이건 조금 더 수학적입니다. 근데 훨씬 더 쉽고 깔끔합니다.

공식을 말씀드리겠습니다.

$$\frac{\text{빈칸개수} C_{\text{대문자개수}}}{2^{\text{빈칸개수}}}$$

공식에 따라 몇 가지 예를 풀어 보겠습니다.

AaBb x AaBb에서 대문자가 3개 나올 확률은요?

역시 결정된 것은 아무것도 없습니다. . . .입니다.

전체 경우는 16이네요. 이제 분모는 알겠죠? 분자로 갑시다.

빈칸은 4개입니다. 대문자가 3개 나오길 원합니다. $4C3=4$ 입니다.

$$\text{답은 } \frac{4}{16} = \frac{1}{4} \text{입니다.}$$

AaBB x aaBb에서 대문자가 2개 나올 확률은요?

AaBB에서 반드시 B를 한 개 이상 받고, aaBb에서 반드시 a를 한 개 이상 받습니다.

두 개가 정해졌군요. . a/ B .입니다.

전체 경우는 4입니다. 분자는요? 빈칸 2개입니다. 대문자가 1개만 나오면 총 2개입니다. $2C1=2$ 입니다.

$$\text{답은 } \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{입니다.}$$

다시 c 보기로 돌아가겠습니다.

부모의 유전자형은 AaBbDdEe군요. 잊으면 안됩니다. Ee는 단일 인자 유전입니다.

이렇게 단일 인자 유전과 다인자 유전이 같이 있는 경우엔 단일 인자부터 먼저 계산합니다.

Ee x Ee에서 E가 발현될 확률은 3/4입니다. 그냥 당연한 거니까 바로 나와야 합니다.

그 다음. AaBbDd x AaBbDd에서 대문자 3개가 나올 확률. 위 공식에 따라 풀니다.

----- 빈칸 6개입니다.

$$\text{분모는 } 64, \text{ 분자는 } 6C3 = 20 \text{입니다. 답은 } \frac{3}{4} \times \frac{20}{64} = \frac{15}{64} \text{군요.}$$

이 대문자 개수 확률 풀이법은 상당히 유용합니다.

하지만 단점이 있는데, 연관이 들어가는 순간 나가리입니다.

무슨 뜻이냐고요? 다음 설명은 다인자 연관입니다.