

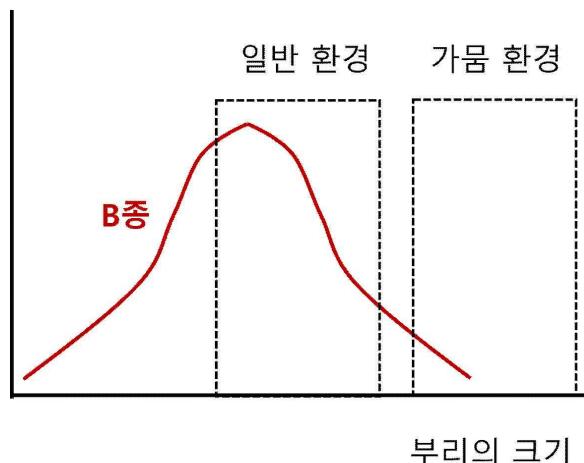
문제 1 해설

문항해설

[문제 1-1]

갈라파고스군도의 편치가 가뭄 후에 부리 크기가 큰 새들이 많이 살아남았다. 본 문제는 부리 크기 및 개체를 특정 환경에 풀어놓고, 생존한 결과를 이용해서 개체의 유전법칙을 찾아내는 문제로 유전법칙 이해를 기반으로 실제 실험과 비슷한 데이터를 해석하는 문제이다.

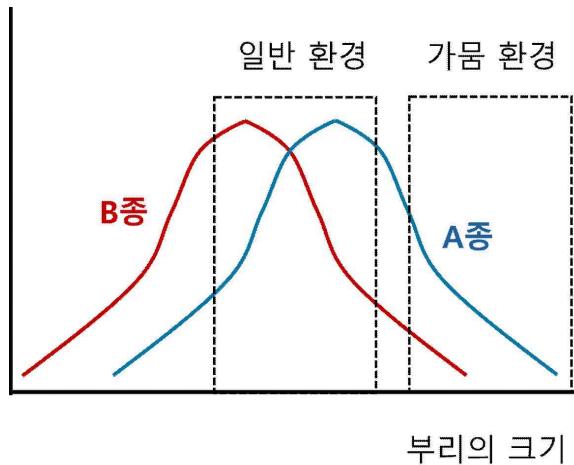
가뭄 환경에서는 큰 부리를 가진 새들의 생존이 유리하기 때문에 부리의 크기와 생존 그래프는 아래와 같은 모양을 가지게 된다.



표에 나온 데이터를 간단하게 하여 생존율을 구하면 $35/62$, $35/62$, $21/62$, $6/62$ 가 나오고, 분모는 62이다. 이때 부리가 가장 큰 새와 부리가 가장 작은 새 2마리를 제외했기 때문에 ⑦을 동형접합성으로 갖는 2개를 더하면 64가 나오게 되고, 분자는 35, 21, 6으로 이는 3쌍의 대립유전자에 의한 다인자 유전 결과들의 일부임을 알 수 있다. 왜냐하면 3쌍의 대립유전자에 의한 다인자 유전은 $1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1$ 의 비율을 가지며, $35/64$ 는 $15/64 + 20/64$ 의 합이고, $21/64$ 는 $15/64$ 와 $6/64$ 의 합임을 알 수 있어서 3쌍의 대립유전자가 관여하는 다인자 유전에 의한 비율임을 알 수 있다.

3쌍의 대립유전자에 의한 다인자 유전의 표현형은 크기순으로 $1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1$ 의 비율을 가지며, 부리의 크기를 크게 하는 유전자는 큰 순서로 6개, 5개, 4개, 3개, 2개, 1개, 0개 순으로 가진다.

가뭄 환경에서 살아남는 개체 수가 21과 6으로 차이가 나고, 일반 환경에서 동일한 수가 살아남기 때문에 이를 만족하는 그래프를 추론하면 아래와 같다.



살아남은 개체수의 값을 그래프에 맞추어서 넣게 되면 다음과 같이 계산될 수 있음을 알 수 있다.

A종의 가뭄 환경에서 살아남는 비율: $21/64 \rightarrow 15/64 + 6/64$

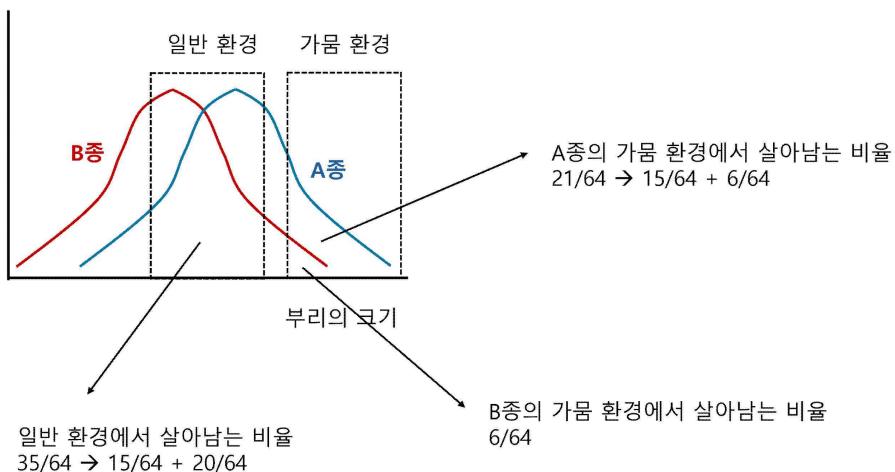
B종의 가뭄 환경에서 살아남는 비율: $6/64$

일반 환경에서 살아남는 비율: $35/64 \rightarrow 15/64 + 20/64$

[문제 1-2]

B 개체들이 살아남을 확률

가뭄 환경에서 살아남은 B개체는 부리의 크기를 크게 하는 대립유전자를 5개 가지고 있으며, 연구 환경에 풀어놓은 개체들 중 부리가 가장 작은 것은 부리의 크기를 크게 하는 대립유전자를 1개 가지고 있다. 따라서 이들 간의 교배에서 나온 개체들 중 부리의 크기를 크게 하는 대립유전자를 3개 혹은 4개 가지는 개체는 4개중 3개이므로 $3/4$ 이 살아남을 수 있음을 아래 표를 통해서 알 수 있다.



A 개체들이 살아남을 확률

A 개체들은 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 5개 가진 개체와 4개 가진 개체가 있다. 5개를 가진 개체는 21개체 중 6개로 B개체와 마찬가지로 $3/4$ 이 생존이 가능하다.

부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 4개 가지는 개체 수를 계산하면, 21개체 중 15개체이다. 이들에게서 생성되는 생식세포의 종류와 비율을 계산하면 다음과 같다.

- AABbdd와 같은 유전자형은 3가지 가능 (AABBdd, AA_bbDD, aaBBDD)
- AABbDd와 같은 유전자형은 12가지 가능 (AABbDd 4가지, AaBBDd 4가지, AaBbDD 4가지)

즉, 생식세포의 비율이 ●●●는 $1/5$ 이고, ●●○는 $3/5$ 이고, ●○○는 $1/5$ 이 나옴을 알 수 있다.

이를 이용해서 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 4개 가지는 개체와 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 1개 가지는 개체를 교배하면, A의 생존율은 40개체 중 32개체가 살아남아서 $4/5$ 이다.

따라서 A의 전체 생존율은 $(6/21 \times 3/4) + (15/21 \times 4/5) = 9/42 + 12/21 = 11/14$ 이다.

예시답안

[문제 1-1]

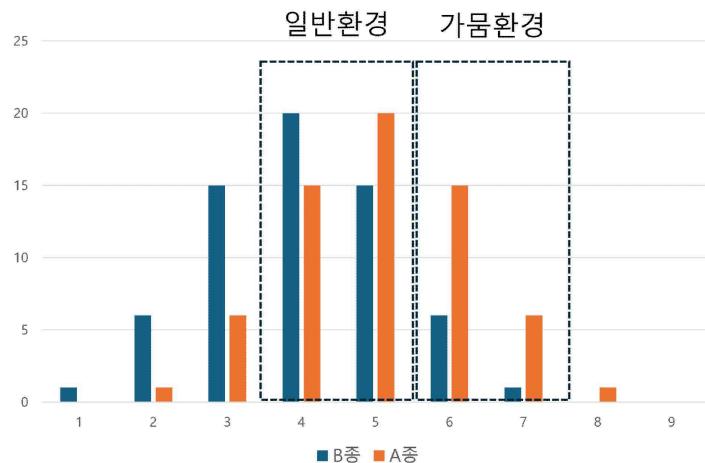
예시답안 1

표에 나온 개체 수는 대립유전자 3쌍에 의한 다인자 유전으로 아래 표처럼 4, 5번에 해당하는 것이 일반 환경에서 살아남은 개체들이이고, 6번과 7번이 가뭄 환경에서 살아남는 개체들이다.

부리 크기	<--작은 것							큰 것-->
번호	1	2	3	4	5	6	7	
B새 개체 수	1	6	15	20	15	6	1	
A새 개체 수		1	6	15	20	15	6	1

예시답안 2

표에 나온 개체 수는 대립유전자 3쌍에 의한 다인자 유전으로 아래 그림처럼 4, 5번에 해당하는 것이 일반 환경에서 살아남은 개체들이이고, 6번과 7번이 가뭄 환경에서 살아남는 개체들이다. (그래프는 곡선 가능).



[문제 1-2]

B 개체들이 살아남을 확률

가뭄 환경에서 살아남은 B 개체들은 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 5개 가지고 있으며, 연구 환경에 풀어놓은 개체들 중 부리가 가장 작은 것은 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 1개 가지고 있다. 따라서 이들 간의 교배에서 나오는 개체들 중 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 3개 혹은 4개 가지는 개체는 4개중 3개이므로 $3/4$ 이 살아남을 수 있다.

A 개체들이 살아남을 확률

A 개체들은 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 5개 가진 개체와 4개 가진 개체가 있다. 5개를 가진 개체는 21개체 중 6개로 B개체와 마찬가지로 $3/4$ 의 생존이 가능하다. 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 4개 가지는 개체 수를 계산하면, 21개체 중 15개체이다.

이를 이용해서 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 4개 가지는 개체와 부리 크기를 크게 하는 대립유전자를 1개 가지는 개체를 교배하면, A의 생존율은 $40\text{개체 } \times \frac{3}{4} + 12\text{개체 } \times \frac{4}{5} = 11/14$ 이다.

따라서 A의 전체 생존율은 $(6/21 \times 3/4) + (15/21 \times 4/5) = 9/42 + 12/21 = 11/14$ 이다.