

다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 유전자는 모두 같은 상염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다.
- P의 유전자형은 AaBBDd이고, Q의 유전자형은 aaBbDd이다.
- 표는 P와 Q의 세포 I~V에서 대립유전자 A, a, B, b, D, d 중 3개의 DNA 상대량을 더한 값을 나타낸 것이다. I~V 중 2개는 P의 세포이고, 나머지 3개는 Q의 세포이다.

세포	DNA 상대량을 더한 값		
	A+B+d	A+b+d	a+B+D
I	4	①	8
II	②	0	3
III	4	2	4
IV	3	2	③
V	0	2	4

①+②+③는? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

[해설]

주어진 값들 중 더했을 때 전체 합(A+a+B+b+D+d)이 만들어질 수 있는지 확인한다. 이때 (A+b+d)와 (a+B+D)를 더하면 전체 합이 만들어질 수 있는 것을 파악할 수 있다. 문제에 주어진 형질은 모두 상염색체에 있으므로, 각 시기별로 가능한 전체 합을 모두 정리해보면, A+a+B+b+D+d의 값은 2n/2 세포에서 6, 2n/4는 12, n/2는 6, n/1은 3이다.

세포 I에서 전체 합은 최소 8 이상이므로, I은 2n/4 세포이다. 이때 a+B+D의 값은 P의 2n/4 세포에서 8, Q의 2n/4 세포에서는 8이다. a+B+D의 값만으로는 구분이 어려우니, A+B+d의 값도 생각해본다. P의 2n/4 세포에서는 8이고, Q의 2n/4 세포에서는 4이다. 이에 따라 I은 Q의 세포이며, 전체 합은 12이므로, A+b+d의 값은 12 - 8 = 4이다.

나머지 세포를 매칭하기 위해서, P의 2n/2 세포와 2n/4 세포에서 표의 값이 얼마가 가능한지, Q의 2n/2 세포와 2n/4 세포에서 표의 값이 얼마가 가능한지 구해둔 후 매칭을 시도하는 것이 효율적이다. 각 세포들에서 표의 값을 구해두면 다음과 같다.

세포	DNA 상대량을 더한 값		
	A+B+d	A+b+d	a+B+D
P의 2n/2	4	2	4
P의 2n/4	8	4	8
Q의 2n/2	2	2	4
Q의 2n/4	4	4	8

위 세포들과 다른 값이 보이는 세포의 핵상은 모두 n임을 알 수 있다. 따라서 세포 II, IV, V은 각각 n/1, n/1, n/2 세포이다.

세포 II는 n/1 세포인데 a+B+D의 값이 3이므로, a, B, D의 DNA 상대량이 모두 1로 같다. 따라서 해당 세포에는 a, B, D가 연관된 염색체가 있다.

세포 IV는 n/1 세포인데 A+B+d의 값이 3이므로, A, B, d의 DNA 상대량이 모두 1로 같다. 따라서 해당 세포에는 A, B, d가 연관된 염색체가 있다. 이에 따라 IV는 P의 세포이며, P의 연관 형태는 ABd/aBD이다.

세포 V는 n/2 세포인데 A, B, d가 모두 없으므로, a, b, D의 DNA 상대량이 모두 2이다. 따라서 V에는 a, b, D가 연관된 염색체가 있으므로 P의 세포일 수 없고, Q의 세포이다. 이에 따라 Q의 연관 형태는 aBd/abD이다.

II와 IV가 P의 세포이고, I~V 중 3개는 Q의 세포라는 조건에 의해 I, III, V는 Q의 세포이다.

III은 Q의 세포인데, 2n/2나 2n/4의 세포와 표의 값이 다르므로 III은 n/2 세포이다.

III에서 A+B+d의 값은 4이고, A+b+d의 값은 2이므로, B의 DNA 상대량이 b의 DNA 상대량보다 2 큰 것을 알 수 있다. III은 n/2 세포이므로, III에서 B의 DNA 상대량은 2이다. 따라서 III은 Q의 연관 형태를 통해 a, B, d가 연관된 염색체가 있다는 것을 파악할 수 있다.

빈칸을 모두 구하면 다음과 같다.

세포	DNA 상대량을 더한 값		
	A+B+d	A+b+d	a+B+D
I, 2n/4, Q	4	4	8
II, n/1, P	1	0	3
III, n/2, Q	4	2	4
IV, n/1, P	3	2	1
V, n/2, Q	0	2	4

①은 4, ②는 1, ③은 1이므로 구하는 값은 6이다.