



해설

la Vida 생명과학 I

기출 문제집 (삼)편

반승현

목차

IV 유전

1) 유전 정보와 염색체	10
2) 교배와 사람의 유전 (1)	84
3) 사람의 유전 (2)	203
4) 사람의 유전병	316

V 생태계와 상호 작용

1) 생태계의 구성과 기능	414
2) 에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성	446



유전 정보와 염색체

문항 해설

1. 자료 해석

(가)에는 B와 b가 모두 있으므로 핵상이 $2n$ 이고,
수컷의 세포인데 B/b에 대한 대립유전자가 이형 접합성이므로 B/b는 상염색체에 있는 유전자입니다.
(라)에도 B와 b가 모두 있으므로 핵상이 $2n$ 입니다.

(가)에는 d가 없는데 (라)에는 d가 있으므로 (가)와 (라)는 서로 다른 개체의 세포임을 알 수 있습니다.
따라서 (라)는 암컷의 세포입니다.

(나)에서 D/d의 DNA 상대량이 (0, 0)이므로 D/d는 성염색체에 있는 대립유전자입니다.
그런데 암컷인 (라)가 d를 갖고 있으므로 D/d는 X 염색체에 있는 대립유전자입니다.
(나)는 X 염색체가 없다는 뜻이므로 수컷의 세포입니다.

A, B, D는 각각 서로 다른 염색체에 존재하는데 B/b는 상염색체, D/d는 X 염색체에 있으므로 A/a는 Y 염색체에 있습니다.
(* $2n=4$ 이므로 상염색체는 1쌍밖에 없습니다. 따라서 B/b가 상염색체에 있을 때, A/a가 다른 상염색체에 있을 수는 없습니다.)
(* 이 조건이 없어도 A/a가 Y 염색체에 있음은 알 수 있습니다.)
(다)와 (마) 중 한 개체는 암컷인데, (라)에서 a의 DNA 상대량이 0이므로 둘 중 암컷인 개체에서도 a의 DNA 상대량은 0입니다. 그러면 암컷에게서 A/a의 DNA 상대량이 (0, 0)일 수밖에 없으므로 A/a는 Y 염색체에 있는 유전자입니다.)

A/a와 D/d는 성염색체에 있는 유전자이므로 (가)에서 A/a는 (1, 0), D/d도 (1, 0)입니다.
A/a는 Y 염색체에 있고, D/d는 X 염색체에 있으므로 수컷의 세포에서 핵상이 n 일 때 A와 D는 같이 있을 수 없고, 같이 없을 수도 없습니다.
그런데 세포 (다)에는 A와 D가 모두 없습니다. 이는 수컷의 세포에서는 불가능하므로 (다)는 암컷의 세포임을 알 수 있습니다.

따라서 (마)는 수컷의 세포가 되고, A가 없으므로 핵상이 n 이고, D는 있어야 합니다. 따라서 D/d는 (2, 0)입니다.

세포	DNA 상대량						수
	A	a	B	b	D	d	
2n	(가)	1	0	1	1	0	수
n	(나)	2	0	2	0	0	수
n	(다)	0	0	2	0	2	암
2n	(라)	0	1	1	1	1	암
n	(마)	0	2	0	2	0	수

선지 해설

ㄱ $①+②+③ = 1+2+1 = 4$ 입니다.

(* ②은 상염색체에 있는 유전자인데, (나)의 핵상이 n이고 b가 없으므로 B가 있어야 합니다.

그런데 A의 DNA 상대량이 2이므로 B의 DNA 상대량도 2입니다.

③은 X 염색체에 있는 유전자인데, (라)의 핵상이 2n이고 암컷의 세포이므로 D/d의 DNA 상대량 합이 2여야 합니다.

그런데 d의 DNA 상대량이 1이므로 D의 DNA 상대량은 1입니다.)

ㄴ

ㄷ (마)는 수컷의 세포인데, A가 없으므로 Y 염색체가 없는 세포입니다.

따라서 X 염색체가 있음을 알 수 있습니다.

$2n=4$ 이므로 핵상이 n인 (마)에는 상염색체 1개, X 염색체 1개가 있습니다.

따라서 $\frac{1}{1}=1$ 입니다.

comment


ㄷ 선지를 풀 때, 처음 공부하는 학생들이 가장 많이하는 실수가 '염색체 수'를 'DNA 상대량'이라 생각해, '상염색체에 있는 B의 DNA 상대량이 2니까 분모는 2고, X 염색체에 있는 D의 DNA 상대량이 2니까 분자는 2.

따라서 $\frac{2}{2}=1$ 이다.'라고 생각하며 풀니다.

이는 운 좋게 답만 맞은 케이스고, 풀이 과정이 완전히 잘못됐음을 아셔야 합니다.

염색체 수를 묻는 선지를 판단할 때는 말 그대로 염색체 수를 통해 판단해야 합니다.

만약 이 동물이 $2n=4$ 가 아니라 $2n=6$ 이었다면 n일 때 상염색체는 2개이고 X 염색체는 1개이므로 $\frac{1}{2}$ 이 답이 됩니다.



교배와 사람의 유전 (1)

PART 1

문항 해설

1. 자료 해석

㉠의 유전자형이 AABbDD일 수 있으므로 아래와 같이 나타낼 수 있습니다.

$$\begin{array}{c|c} A & A \\ \hline B & b \\ \hline D & D \end{array}$$

이후 풀이는 사전지식이 있는 경우와 없는 경우 풀이가 차이가 많이 납니다.

Sol 1) 사전 지식이 없는 경우

표현형이 서로 같다는 조건으로 분류할 경우 (* 제가 시험장에서 한 풀이입니다.)

1) 대문자 수가 3개로 같은 경우

$$\begin{array}{c} (2, 0) \\ (1, 0) \end{array} \times \begin{array}{c} (1, 1) \\ (1, 0) \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} (3, 1) \\ (2, 1, 0) \end{array} \quad \frac{1}{8}$$

대문자 수가 3개일 확률이 $\frac{1}{8}$ 이므로 모순됩니다.

(* 해설지에서 다인자 유전 심화 개념 설명 파트에서 다룬 것처럼, 다인자 유전에서 순서는 상관 없으므로 오른쪽 사람이 (1, 1) / (1, 0)인 경우와 (1, 0) / (1, 1)인 경우를 두 번 구할 필요 없습니다.)

2) 대문자 수가 4개로 같은 경우

$$\begin{pmatrix} 2, 1 \\ 1, 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1, 2 \\ 1, 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 4, 3, 2 \\ 2, 1, 0 \end{pmatrix} \quad \frac{1+4+1}{16} = \frac{3}{8}$$

$$\begin{pmatrix} 2, 0 \\ 1, 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1, 2 \\ 1, 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 4, 3, 2, 1 \\ 2, 1 \end{pmatrix} \quad \frac{1+1}{8} = \frac{1}{4}$$

(* 오른쪽 사람이 (1, 1) / (1, 1)이 될 경우 2쌍이 동형 접합성이므로 분모가 8일 수 없으므로 제외했습니다.)

(* 여기서 동형 접합성은 AaBb에서 상반 연관인 경우, 실제적 의미에서 동형 접합성은 아니지만

대문자는 (1, 1)로 같으므로 동형 접합성으로 간주한 표현입니다.)

이때, $\frac{3}{8}$ 을 만족하므로 다른 조건(표현형 가짓수, 유전자형 확률)도 확인해야 합니다.

표현형 가짓수는 6, 5, 4, 3, 2로 5가지를 만족하며, 유전자형은 대문자 수를 그대로 옮겨적으면

$$\begin{array}{c|c} A & A \\ B & b \end{array} \quad \begin{array}{c|c} A & A \\ b & B \end{array}$$

$$D|d \quad D|d$$

파란색처럼 할 경우 만족시킴을 알 수 있습니다.

따라서 이 경우가 답입니다.

* 대문자 수가 5개인 경우,

왼쪽은 (2,2) / (1,0) 또는 (2, 1) / (1, 1)이 되고,

오른쪽은 (1, 2) / (1, 1)이 되므로 어떤 경우든 총 동형 접합성이 2쌍이 생길 수밖에 없으므로

분모가 8일 수 없어 고려할 필요가 없습니다.

Sol 2) 사전 지식이 있는 경우 (* 이해가 안 될 경우 해설지 개념 설명 부분을 참고해주세요.)

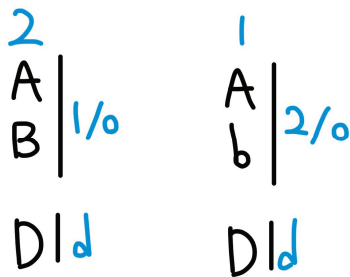
2연관 1독립에서 표현형이 5가지일 때, 나타날 수 있는 비율은 1:2:2:2:1 또는 1:4:6:4:1만 가능합니다.

따라서 $\frac{3}{8}$ 은 $\frac{6}{16}$ 임을 알 수 있습니다.

그런데 분모가 16이므로 염색체 4쌍 모두 동형 접합성이 있으면 안 됨을 알 수 있습니다.

(* 여기서 동형 접합성은 AaBb에서 상반 연관의 경우, 실제적 의미에서 동형 접합성은 아니지만 대문자는 (1, 1)로 같으므로 동형 접합성으로 간주한 표현입니다.)

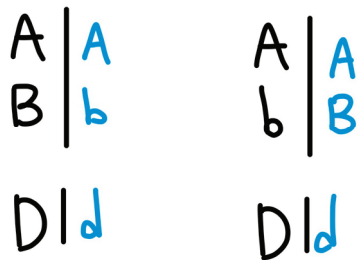
따라서 아래의 그림과 같이 나타낼 수 있습니다.



(* 비율이 1:4:6:4:1이라면, 4쌍의 염색체에서 대문자 수의 차이가 같아야 함을 알고 있으면 더 빠르게 풀 수 있습니다. 이 문제에서는 Dd에서 대문자 수가 (1, 0)으로 1 차이가 나므로 나머지도 1씩 차이가 나야 합니다.)

그런데 P와 Q의 표현형이 서로 같으므로 대문자 수가 같아야 합니다.

이는 4개로 갈라질 수밖에 없고, DD일 확률이 $\frac{1}{4}$ 이므로 AABb일 확률이 $\frac{1}{2}$ 임을 감안하면 아래와 같음을 알 수 있습니다.



확률 구하기

$$\begin{pmatrix} 2, 1 \\ 1, 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1, 2 \\ 1, 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 4, 3, 2 \\ 2, 1, 0 \end{pmatrix} \quad \frac{2+2}{16} = \frac{1}{4}$$

☒ comment

기출된 내용이므로 다음의 내용은 알고 있는 게 좋습니다.

(* 2연관 1독립 기준입니다.)

표현형 가짓수	비율	
1	1	
2	1:1	
3	1:2:1	
4	1:3:3:1	1:1:1:1
5	1:4:6:4:1	1:2:2:2:1
6	1:3:4:4:3:1	1:1:2:2:1:1
7	1:2:3:4:3:2:1	

(* 위의 표는 해설지 개념 설명 부분에서, 다인자 유전 심화 내용을 통해 스스로 증명할 수 있습니다.)



사람의 유전 [2]

문항 해설

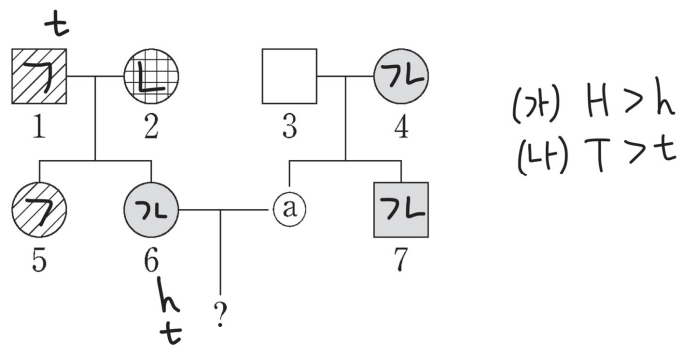
1. 가계도 해석

- 1) 부모와 다른 표현형인 자녀 → ×
- 2) 구성원 1와 6 → X 염색체에 있는 유전자라면 (나)는 병이 우성

2) 조건 해석

㉠+㉡의 DNA 상대량 합을 해석해야 합니다.

일단, 1, 3, 6 ㉠에서 확정 가능한 유전자를 나열하면 다음과 같음을 알 수 있습니다.



(* 구성원 1과 6의 (나)에 대한 표현형이 서로 다르므로 각각 t를 가짐을 알 수 있습니다.

구성원 2와 6의 (가)에 대한 표현형이 서로 다르므로 각각 h를 가짐을 알 수 있습니다.

구성원 3과 7은 아빠와 아들이므로 성염색체에 있는 유전자일 경우 열성 유전자를 갖지 않을 수 있으므로 제외했습니다.

48번 문제의 Comment를 참고해주세요.)

이때 6에서 ㉠+㉡이 3이므로 ㉠과 ㉡은 모두 우성 유전자일 수는 없습니다.

3은 ㉠+㉡이 0인데 3과 6의 표현형은 아예 다릅니다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 열성 유전자일 수 없습니다.

따라서 ㉠과 ㉡ 중 하나는 우성, 다른 하나는 열성 유전자임을 알 수 있습니다.

이때, 3은 (가)와 (나) 중 한 유전자에 대해 우성 유전자만 갖고 있는데 7은 (가)와 (나)가 모두 발현되었으므로 해당 유전자는 X 염색체에 있는 유전자입니다.

그런데, (나)는 X 염색체에 있는 유전자라면 병이 우성임을 알고 있으므로

3은 (가)에 대한 유전자를 우성 유전자만 갖고 있고, (가)는 X 염색체에 있는 유전자입니다.

또한 ㉠이 h, ㉡이 T이고, 3의 표현형을 통해 (가)는 정상이 우성, (나)는 병이 우성임을 알 수 있습니다.

이때, 22학년도 9월 모의고사 가계도 문제와 마찬가지로

(나)가 상염색체에 있는 유전자인지, 성염색체에 있는 유전자인지는 조건만으로는 확정할 수 없어 가정해야 합니다.

만약 (나)가 X 염색체에 있는 유전자라면,

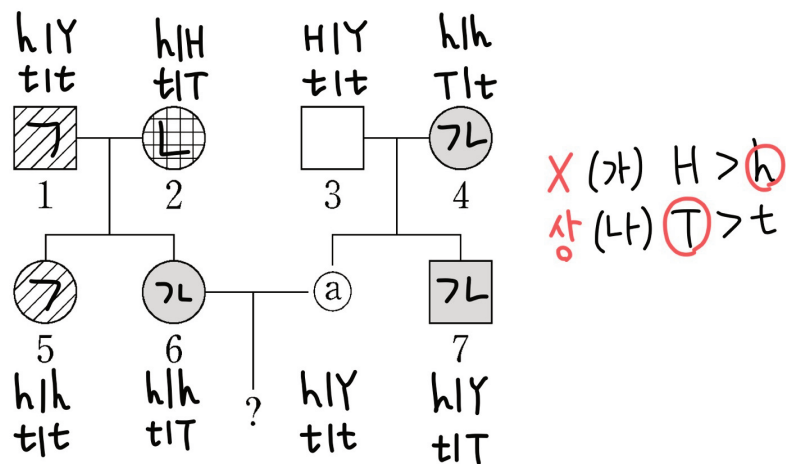
구성원 1의 유전자형은 ht / Y 이므로 5와 6은 1에게 ht 를 받게 됩니다.

5는 (가) 발현 / (나) 정상이므로 ht / ht 이고,

6은 (가) 발현 / (나) 발현이므로 ht / hT 입니다.

따라서 2는 $hhTt$ 가 되는데, 2는 (가)가 발현되지 않으므로 모순됩니다.

따라서 (나)는 상염색체에 있는 유전자입니다.



선지 해설

가 (나)

(가)가 발현될 확률 : 1, (나)가 발현될 확률 : $\frac{1}{2}$ 이므로 $1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ 입니다.

comment

검토진 : DNA 상대량 조건에서는 4와 0 등 특수한 값에 주목해서 보아야 하므로 구성원 3을 제일 먼저 중점적으로 살펴 보아야 합니다.

이 문제에서 파악해 볼 수 있는 조건들은

① 3에서 ⑦과 ④이 없는데 (가)와 (나) 두 형질 모두 정상이므로 ⑦과 ④은 병 유전자이다.

② 3이 정상 유전자만 가지고 있는데, 7에서 (가)와 (나)가 모두 발현되었으므로 상염색체에 있는 유전자일 경우 정상이 열성이다.

등이 있습니다.



사람의 유전병

문항 해설

1. 자료 해석

표에서 세포 V에는 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 있으므로 돌연변이가 없었다면 G_1 기 세포임을 알 수 있습니다.
그런데 Q의 유전자형은 AabbDd이므로 G_1 기 세포에서 DNA 상대량은 110211인데 이와 맞지 않으므로
V가 돌연변이가 일어난 세포임을 알 수 있습니다. 따라서 ㉢은 V입니다.

따라서 IV와 VI은 돌연변이가 일어나지 않은 세포인데,
VI에서 D/d의 DNA 상대량이 ㉡, ㉠이므로 ㉠과 ㉡ 중 하나는 0임을 알 수 있습니다.
따라서 ㉢은 0이 아닌데, IV에서 D/d의 DNA 상대량이 ㉢, ㉢이므로 IV의 핵상은 $2n$ 입니다.
그런데 b의 DNA 상대량이 2이므로 G_1 기 세포임을 알 수 있고, ㉢=1임을 알 수 있습니다.

또한, Q에서 b는 동형 접합성인데 VI에서 b의 DNA 상대량이 ㉠이므로 ㉠은 0일 수 없습니다.
따라서 ㉠=2이고, 남은 ㉡=0입니다.

이를 토대로 표를 완성하면 다음과 같음을 알 수 있습니다.

사람	세포	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
P	I	0	1	?	1	0	0
	II	2	0	2	?	2	?
	III	?	0	0	1	1	0
Q	IV	1	?	?	2	1	1
	V	0	1	0	2	1	?
	VI	2	?	?	2	0	2

이때 I에서 D/d의 DNA 상대량이 0, 0이므로 I에서 돌연변이가 일어난 세포임을 알 수 있습니다.
따라서 ㉢은 I이고, II, III은 돌연변이가 일어나지 않은 세포입니다.

P의 유전자형은 AaBbDd로 모두 이형 접합성이므로 연관인지 독립인지 판단하기가 쉽습니다.
따라서 P를 기준으로 생각할 때,
A/a와 B/b가 연관이라면, II에서 AB가 연관인데, III에선 Ab가 연관이므로 모순됩니다.
(* II와 III은 돌연변이가 일어나지 않은 세포이므로 III에서 A는 1입니다.)
B/b와 D/d가 연관이라면, II에서 BD가 연관인데, III에선 bD가 연관이므로 모순됩니다.
따라서 A/a와 D/d가 연관이고, II에서 P는 AD 연관임을 알 수 있습니다. VI에서 Q는 Ad 연관입니다.

이를 감안할 때, I에서 a가 있는데 d가 없으므로 염색체에서 d가 있는 부분이 결실되었음을 알 수 있습니다.
따라서 V는 비분리가 일어나 형성된 세포이고, b가 2개이므로 비분리가 일어나 b를 더 받은 세포입니다.

(* 감수 1분열 비분리인지, 감수 2분열 비분리인지는 알 수 없습니다.)

(* V만 봤을 때는, 비분리일 수도 있고, 결실일 수도 있습니다.

감수 2분열 중기에서 aD가 모두 결실되었을 수도 있으니까요.)

사람	세포	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
P	I n	0	1	0	1	0	0
	II n	2	0	2	0	2	0
	III n	1	0	0	1	1	0
Q	IV 2n	1	1	0	2	1	1
	V n+1	0	1	0	2	1	0
	VI n	2	0	0	2	0	2

선지 해설

㉠ ☒ ㉡ ☒

㉠에서 a의 DNA 상대량은 1이고, ㉡에서 d의 DNA 상대량은 0이므로 다릅니다.



에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성

문항 해설

1. 자료 해석

밀도의 정의는 $\frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$ 이고,

상대 밀도의 정의는

$$\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100 (\%)$$

입니다.

면적이 모두 동일하므로 상대 밀도를 구할 때 개체 수만 고려해도 됩니다.

I 과 II 각각에서 전체 개체 수의 합은 50입니다.

따라서 (나)에서 상대 밀도가 18%, 20%인 종이 있으려면 해당 종의 개체 수는 각각 9, 10이어야 합니다.

이는 I 에서 A와 B이므로 (나)는 I 의 지역에서 A와 B의 상대 밀도를 나타낸 것입니다. ㉠은 A이고 ㉡은 B입니다.

선지 해설

ㄱ

㉠ I 과 II 의 면적이 동일하므로 B의 개체 수만 고려하면 됩니다. B의 개체 수는 10으로 같으므로 B의 개체군 밀도도 같습니다.

ㄴ 종 다양성은 종의 수가 많을수록, 전체 개체 수에서 각 종이 차지하는 비율이 균등할수록 높아집니다.

I 이 II 에 비해 종의 수가 더 많고, 전체 개체 수에서 각 종이 차지하는 비율이 더 균등하므로 I 에서가 II 에서보다 종 다양성이 높습니다.

문항 해설

1. 자료 해석

A는 호흡량, B는 (고사/낙엽량+피식량)입니다.

선지 해설

ㄱ 1차 소비자의 생체량은 생산자의 피식량에 포함되므로 B에 포함됩니다.

ㄴ 에너지 효율은

$$\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 양}} \times 100 (\%)$$

입니다.

따라서 2차 소비자의 에너지 효율은

$$\frac{15}{100} \times 100 = 15\% \text{입니다.}$$

㉡

선지 해설

ㄱ

ㄴ I 일 때는 20도 근처이고, II 일 때는 30도 근처입니다. 따라서 I 일 때가 II 일 때보다 낮습니다.

㉡