

완자 기출픽

생 명 과 학

소단원별 문제 · 정답과 해설

III. 유전과 진화

유전정보와 생식세포의 형성

19

생식세포의 형성과 유전적 다양성

생식세포의 형성과 유전적 다양성

A 생식세포분열(감수분열)

세포분열 결과 염색체 수와 유전물질의 양이 모세포의 절반으로 감소한 생식세포가 형성되어 감수분열이라고 한다.

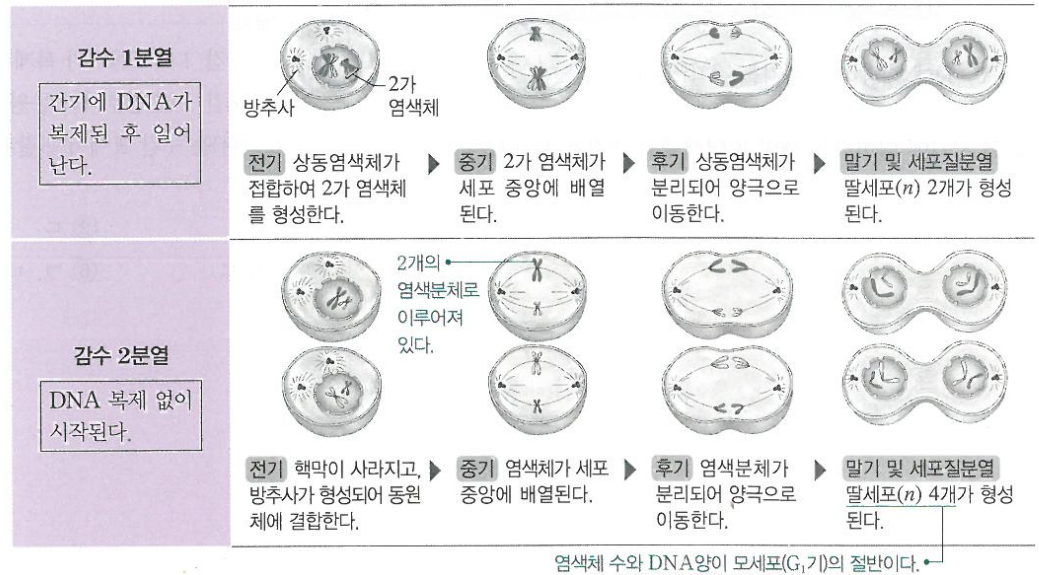
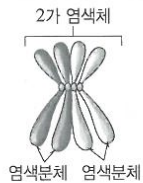
1 생식세포분열 유성생식을 하는 생물이 생식세포를 형성할 때 일어나는 세포분열

- ① 감수 1분열: ① 가 분리되어 각각 다른 딸세포로 나뉘어 들어간다. → 딸세포는 모세포의 상동염색체 중 하나씩만 갖게 되어 염색체 수가 반으로 감소한다($2n \rightarrow n$).
- ② 감수 2분열: ② 가 분리되어 각각 다른 딸세포로 나뉘어 들어간다. → 딸세포의 염색체 수는 변하지 않는다($n \rightarrow n$). → 감수 1분열에서 반으로 감소한 상태로 유지된다.

기출 PICK A-1

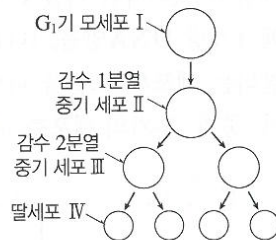
2가 염색체

생식세포분열 시 상동염색체끼리 접합한 것으로, 염색분체 4개로 이루어져 있어 4분 염색체라고도 한다.



생식세포 형성 과정에서 염색체 수, DNA양, 유전자 구성 변화

어떤 형질에 대한 유전자형이 Aa 인 사람의 생식세포 형성 과정에서의 변화



세포	핵상과 염색체 수	DNA 상대량	유전자 구성
I	$2n=46$	2	Aa
II	$2n=46$	③ 	$(Aa) \times 2 \rightarrow AAaa$
III	$n=23$	2	AA 또는 aa
IV	$n=23$	1	A 또는 a

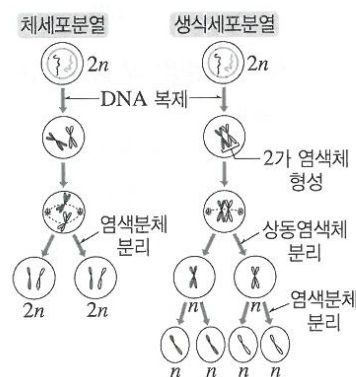
기출 PICK A-2

중기 세포 비교

- 체세포분열 중기: 핵상이 $2n$ 이며, 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다.
- 감수 1분열 중기: 핵상이 $2n$ 이며, 상동염색체가 접합한 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다.
- 감수 2분열 중기: 핵상이 n 이며, 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다.

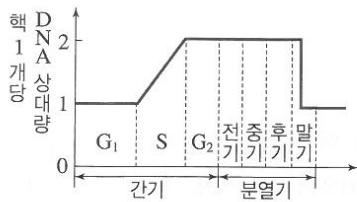


2 체세포분열과 생식세포분열 비교



구분	체세포분열	생식세포분열
DNA 복제	1회	1회
분열 횟수	1회	연속 2회
2가 염색체	형성하지 않음	감수 1분열 전기에 형성
딸세포 수	2개	4개
핵상 변화 (모세포 → 딸세포)	$2n \rightarrow$ ④ 	$2n \rightarrow$ ⑤ 

체세포분열과 생식세포분열에서의 DNA양 변화



체세포분열 딸세포의 염색체 수와 DNA 양이 모세포(G_1 기)와 같다.



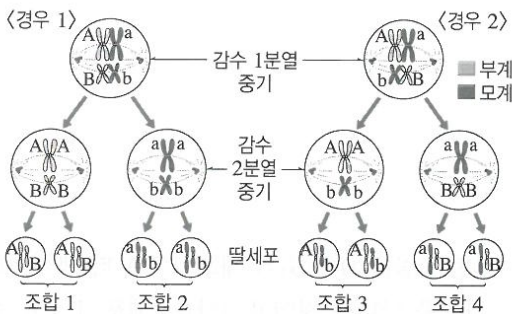
생식세포분열 딸세포의 염색체 수와 DNA 양이 모세포(G_1 기)의 $\frac{1}{2}$ 이다.

B 생식세포 형성과 유전적 다양성

1 생식세포 형성의 중요성

- ① 생명의 연속성 유지: 감수분열로 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포를 형성하고, 생식세포가 수정하여 자손이 만들어진다. $\rightarrow$ 세대가 거듭되어도 자손의 염색체 수와 유전물질의 양이 부모와 같게 유지된다. $\rightarrow$ 생식세포의 형성과 수정을 통해 부모의 유전자를 물려받고 자손에게 전달하면서 생명의 연속성을 유지한다.
- ② 유전적 다양성 증가: 감수 $\frac{1}{2}$ 분열에서 접합한 상동염색체(2가 염색체)가 세포 중앙에 무작위로 배열되고, 상동염색체의 분리는 각 쌍마다 독립적으로 일어난다. $\rightarrow$ 상동염색체의 배열에 따라 형성되는 생식세포의 염색체 조합이 달라진다. $\rightarrow$ 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다.

생식세포의 염색체 조합



- n 쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터 형성될 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^n 가지이다.
- 2쌍의 상동염색체를 가진 모세포($2n=4$)에서 $4(=2^2)$ 가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있다.
- 염색체 조합에 따라 대립유전자 조합이 달라질 수 있다. $\rightarrow$ 생식세포의 유전자형: AB, Ab, aB, ab

2 유전적 다양성 증가 요인 감수분열로 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 이렇게 형성된 암수 생식세포의 무작위 수정으로 자손의 유전적 다양성이 높아진다.

기출 PICK B-1

염색체 포함 개진수

사람은 23쌍의 상동염색체를 가지고 있으므로 한 사람에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^{23} 가지이고, 부모의 암수 생식세포의 수정으로 만들어질 수 있는 자손의 염색체 조합은 $2^{23} \times 2^{23}$ 가지이다.

기출 PICK B-2

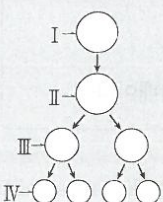
유전적 다양성의 중요성

어떤 생물집단의 유전적 다양성이 높으면 급격한 환경 변화가 일어나도 적응하여 살아남는 개체가 존재할 확률이 높다. 따라서 유전적 다양성은 개체군이 환경에 적응하여 종을 유지하고 진화하는 데 중요하다.

- ㉠ ① 상동염색체 ② 염색분체
③ 4 ④ $2n$ ⑤ n ⑥ 절반
⑦ 1 ⑧ 2^n

빈출 자료 보기

452 그림은 유전자형이 $AABbDd$ 인 어떤 사람의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)가 갖는 대립유전자 A, B, D 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 I ~ IV를 순서 없이 나타낸 것이다.



세포	DNA 상대량		
	A	B	D
(가)	1	0	⑦
(나)	2	1	⑧
(다)	⑨	0	2
(라)	⑩	2	2

이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, B, b, D, d 각각의 1개 당 DNA 상대량은 1이다. II와 III은 중기의 세포이다.)

- (1) (가)와 III의 핵상은 같다. ()
- (2) (나)는 I이다. ()
- (3) (다)에 2가 염색체가 있다. ()
- (4) (라)는 II이다. ()
- (5) ⑦=⑧이다. ()
- (6) ⑦+⑧+⑨=⑩이다. ()

A 생식세포분열(감수분열)

생식세포분열

453 하

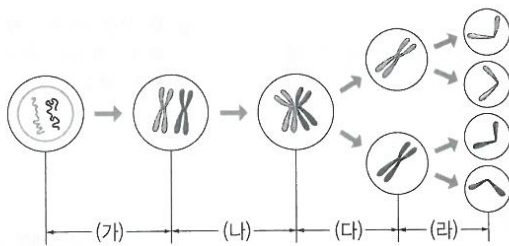
이 문제에서 볼 수 있는 보기는

생식세포분열에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?(2개)
(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ① DNA 복제는 감수 1분열 전기에 1회 일어난다.
- ② 감수 1분열 전기에 2가 염색체를 형성한다.
- ③ 감수 1분열에서 염색분체가 분리된다.
- ④ 감수 1분열 결과 핵상이 변하지 않는다.
- ⑤ 감수 2분열에서 상동염색체가 분리된다.
- ⑥ 감수 2분열 결과 핵상이 $2n \rightarrow n$ 으로 변한다.
- ⑦ 감수분열이 완료되면 염색체 수와 DNA양이 G_1 기 모세포의 절반인 딸세포 4개가 형성된다.

454 하

그림은 어떤 동물($2n$)의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 과정에서 염색체 한 쌍을 나타낸 것이다.



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

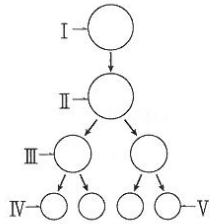
보기

- ㄱ. (가)에서 DNA가 복제된다.
- ㄴ. (나)에서 DNA양이 반으로 감소한다.
- ㄷ. (다)에서 염색체 수가 반으로 감소한다.
- ㄹ. (라)에서 일어나는 염색체의 배열과 분리에 의해 생식세포의 염색체 조합이 다양해진다.

- ① ㄱ, ㄴ
- ② ㄱ, ㄷ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ
- ⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

455 중

그림은 특정 형질에 대한 유전자형이 Aa 인 어떤 동물($2n$)의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을 나타낸 것이다. II와 III은 중기의 세포이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>

에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

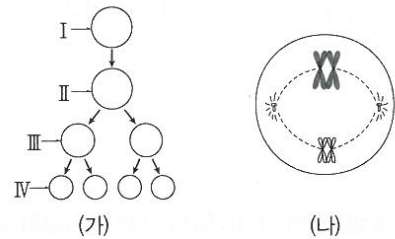
보기

- ㄱ. I에서 2가 염색체가 관찰된다.
- ㄴ. $\frac{\text{II의 염색체 수}}{\text{III의 염색체 수}} = 1$ 이다.
- ㄷ. IV와 V에는 모두 A 가 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 필수
456 중

그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을 나타낸 것이고, (나)는 세포 I~IV 중 하나의 세포에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. II와 III은 중기의 세포이다.



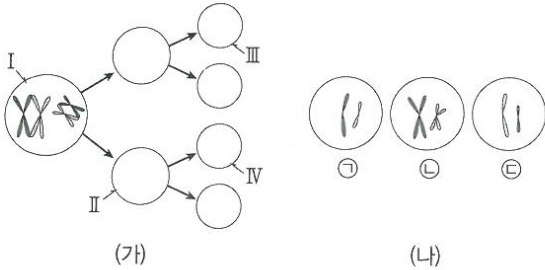
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. (나)는 II이다.
- ㄴ. III의 염색체 수는 2이다.
- ㄷ. 세포 1개당 DNA양은 I에서 IV에서의 4배이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

그림 (가)는 사람 P의 세포분열 과정 일부를, (나)는 세포 ㉠~㉣을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 Ⅱ~Ⅳ를 순서 없이 나타낸 것이고, 세포 I과 ㉠~㉣에는 상염색체 한 쌍과 성염색체만을 나타내었다.

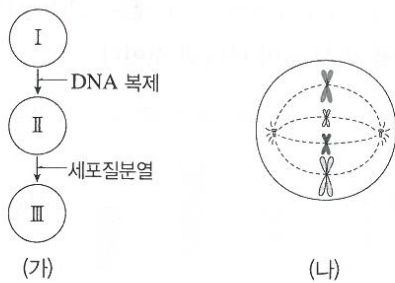


이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ① P는 여자이다.
- ② ㉠은 Ⅳ이다.
- ③ I의 염색체 수는 ㉡의 염색분체 수와 같다.
- ④ Ⅱ와 ㉣의 핵상은 다르다.
- ⑤ $\frac{\text{㉡의 DNA양}}{\text{Ⅲ의 DNA양}} = 2$ 이다.

458

그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 세포분열 과정 중 일부를, (나)는 세포 I~Ⅲ 중 하나에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)에서 DNA 복제와 세포질분열은 각각 1회 일어났다.



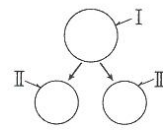
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, Ⅱ와 Ⅲ은 중기의 세포이다.)

- 보기
- ㄱ. (나)는 Ⅱ이다.
 - ㄴ. I과 Ⅱ의 핵상은 같다.
 - ㄷ. 이 동물의 체세포에는 4쌍의 상동염색체가 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

459

그림은 어떤 사람의 세포분열 과정 중 일부를, 표는 세포 (가)~(다)에서 핵상과 X염색체 수를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 I~Ⅲ을 순서 없이 나타낸 것이고, I~Ⅲ은 중기의 세포이다.



세포	핵상	X염색체 수
(가)	n	㉠
(나)	?	㉡
(다)	?	0

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

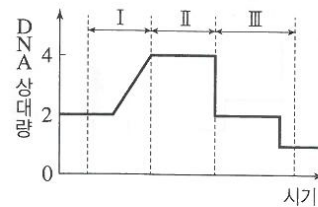
- 보기
- ㄱ. ㉠=㉡이다.
 - ㄴ. (나)는 I이다.
 - ㄷ. (다)의 성염색체의 염색분체 수는 2이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

생식세포분열 시 DNA양 변화

460

그림은 어떤 동물($2n$)의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 동안 핵 1개당 DNA양을 나타낸 것이다.

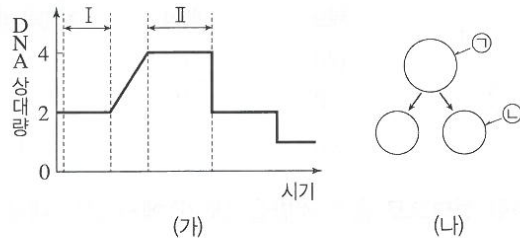


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. 구간 I에서 DNA가 복제되는 세포가 관찰된다.
 - ㄴ. 구간 II에서 2가 염색체가 관찰된다.
 - ㄷ. 구간 III에서 염색분체가 분리되는 세포가 관찰된다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

그림 (가)는 어떤 동물($2n=8$)의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 동안 핵 1개당 DNA양을, (나)는 이 세포분열 과정 중 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 중기의 세포이며, 핵상이 서로 다르다.



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

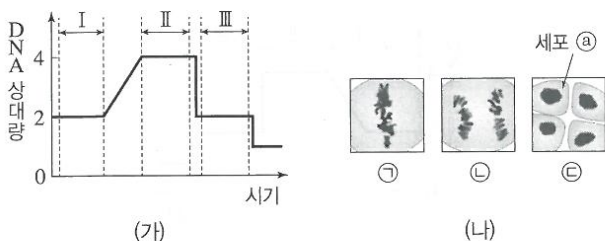
보기

- ㄱ. 구간 I 과 II 의 세포에는 모두 뉴클레오솜이 있다.
- ㄴ. 구간 II 에는 ㉠이 관찰되는 시기가 있다.
- ㄷ. ㉡의 염색분체 수는 4이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

462 출

그림 (가)는 식물 P($2n$)의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 동안 핵 1개당 DNA양을, (나)는 P의 생식세포분열 과정에 있는 세포를 같은 비율로 관찰하여 얻은 결과 ㉠~㉢을 나타낸 것이다.

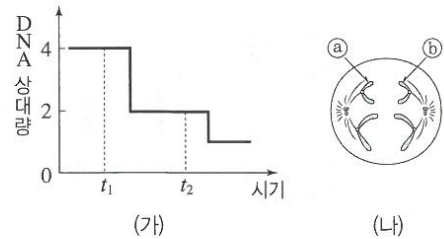


이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ① ㉠에서 2가 염색체가 관찰된다.
- ② ㉡에는 2개의 염색분체로 구성된 염색체가 있다.
- ③ ㉢은 구간 III에서 관찰된다.
- ④ 구간 II에는 핵상이 $2n$ 인 세포가 있다.
- ⑤ 구간 I에서 관찰되는 세포의 DNA양은 세포 ㉢의 DNA양의 2배이다.

463 출

그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 세포분열 과정 중 일부에서 핵 1개당 DNA양을, (나)는 t_1 과 t_2 중 한 시점에서 관찰되는 세포의 모든 염색체를 나타낸 것이다. t_1 과 t_2 는 후기에 속한다.



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

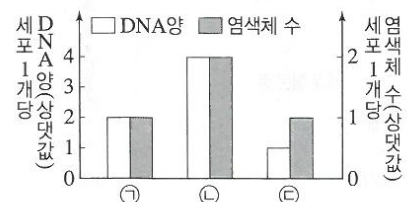
보기

- ㄱ. (나)는 t_1 에서 관찰된다.
- ㄴ. t_2 는 감수 2분열 후기이다.
- ㄷ. a와 b는 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 것이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

464 출

그림은 어떤 동물($2n$)의 생식세포분열 중 서로 다른 시기에 관찰되는 세포 ㉠~㉢의 DNA양과 염색체 수를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포, 생식세포를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

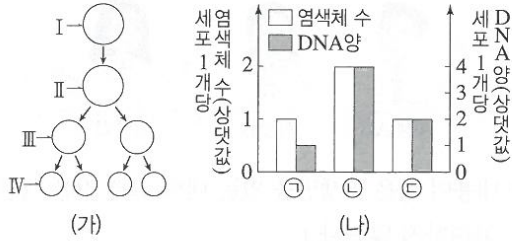
보기

- ㄱ. ㉡ → ㉠ → ㉢ 순으로 분열이 일어난다.
- ㄴ. ㉠ → ㉢ 과정에서 염색분체가 분리된다.
- ㄷ. 세포 1개당 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{염색분체 수}}$ 는 ㉡에서가 ㉠에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

465

그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, (나)는 세포 ㉠~㉣의 염색체 수와 DNA양을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 II~IV를 순서 없이 나타낸 것이며, II와 III은 중기의 세포이다.



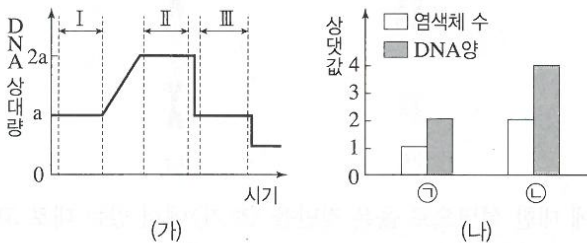
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. ㉠은 III이다.
 - ㄴ. I과 ㉠의 핵상은 같다.
 - ㄷ. $\frac{\text{DNA양}}{\text{염색체 수}}$ 은 II에서와 ㉢에서가 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

466

그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 세포분열 과정에서 핵 1개당 DNA양을, (나)는 세포 ㉠과 ㉡의 염색체 수와 DNA양을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 중기 세포로, 각각 구간 I~III 중 한 시기에 관찰된다.



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

- 보기
- ㄱ. 세포 1개당 염색체 수는 구간 II에서가 구간 I에서의 2배이다.
 - ㄴ. 구간 III에서 ㉠이 관찰된다.
 - ㄷ. ㉡에는 2가 염색체가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

467

표는 어떤 동물($2n$)의 세포 (가)~(마)에서 핵막 소실 여부, 핵상, DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(마)는 G_1 기 세포, G_2 기 세포, 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포, 생식세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	핵막 소실 여부	핵상	DNA 상대량
(가)	소실 안 됨	?	4
(나)	?	$2n$	㉠
(다)	소실됨	?	㉡
(라)	?	$2n$	4
(마)	?	?	1

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

- 보기
- ㄱ. ㉠+㉡=4이다.
 - ㄴ. (가)와 (나)는 모두 간기에 속하는 세포이다.
 - ㄷ. (다)의 핵상은 n 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 468

표는 어떤 동물($2n=8$)에서 생식세포가 형성되는 과정 중 관찰되는 세포 (가)~(다)의 DNA 상대량과 염색체 수를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 G_1 기 세포, 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	세포 1개당 DNA 상대량	세포 1개당 염색체 수
(가)	㉠	4
(나)	2	?
(다)	4	㉡

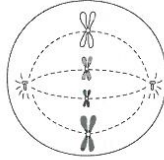
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. ㉠+㉡=10이다.
 - ㄴ. (가)와 (나)의 핵상은 같다.
 - ㄷ. (다)는 감수 1분열 중기 세포이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

표는 동물 P($2n$)에서 생식세포가 형성되는 과정 중 관찰되는 세포 (가)~(라)의 염색체 수와 DNA 상대량을, 그림은 (나)에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 G_1 기 세포, 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포, 생식세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	세포 1개당 염색체 수	세포 1개당 DNA 상대량
(가)	㉠	4
(나)	㉡	㉢
(다)	?	㉣
(라)	?	1



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

보기

- ㄱ. ㉠ < ㉡ + ㉢ + ㉣이다.
- ㄴ. (다)는 G_1 기 세포이다.
- ㄷ. P의 체세포분열 중기 세포 1개당 염색분체 수는 8이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

체세포분열과 생식세포분열 비교

체세포분열과 감수분열을 비교한 것으로 옳지 않은 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

	구분	체세포분열	감수분열
①	DNA 복제	1회	1회
②	분열 횟수	1회	연속 2회
③	2가 염색체	형성함	형성하지 않음
④	딸세포 수	2개	4개
⑤	딸세포 핵상	$2n$	n
⑥	분열 결과	성장, 재생	생식세포 형성

다음은 세포분열에 대한 학생 A~C의 대화 내용이다.

분열 전에 DNA 복제는 체세포분열에서 1회, 감수분열에서 2회 일어난다.

감수 1분열이 일어나면 DNA량은 반감되지만 염색체 수는 변하지 않아.

염색분체의 분리는 체세포분열과 감수분열에서 공통적으로 나타나.

학생 A

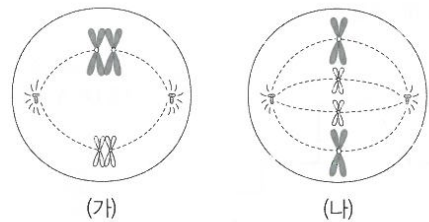
학생 B

학생 C

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ① B ② C ③ A, B
- ④ A, C ⑤ A, B, C

그림은 어떤 동물($2n$)에서 세포분열 과정 중 서로 다른 시기에 관찰되는 두 세포에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다.



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

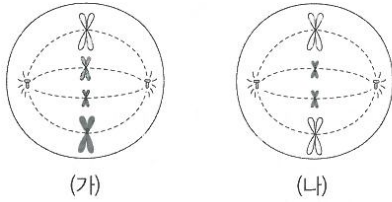
보기

- ㄱ. (가)는 감수 1분열 중기의 세포이다.
- ㄴ. 세포 1개당 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{염색분체 수}}$ 는 (가)에서와 (나)에서가 서로 같다.
- ㄷ. (가)의 분열 결과 형성된 딸세포와 (나)의 분열 결과 형성된 딸세포의 핵상은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

473

그림은 세포 (가)와 (나) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 서로 다른 종인 동물 A($2n=4$)와 B($2n=?$)에서 세포분열 과정 중 관찰되는 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.



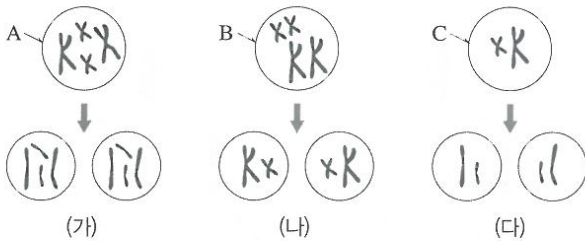
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. (나)는 A의 세포이다.
- ㄴ. (가)와 (나)의 핵상은 모두 n 이다.
- ㄷ. B의 감수 2분열 중기 세포에 있는 2가 염색체 수는 4이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[474~475] 그림 (가)~(다)는 어떤 동물($2n=4$)에서 일어나는 감수 1분열, 감수 2분열, 체세포분열 과정의 일부를 순서 없이 나타낸 것이다.



474

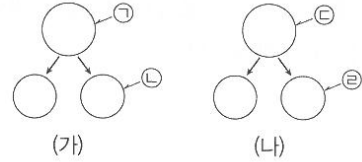
(가)~(다)에 해당하는 분열 과정을 각각 쓰시오.

475

| 서술형 |

(가)~(다)에서 A~C와 딸세포의 핵상과 염색체 수의 변화를 각각 서술하시오.

그림 (가)는 사람 P의 감수분열 과정의 일부를, (나)는 P의 체세포분열 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 중기의 세포이며, 핵상이 서로 다르다.



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

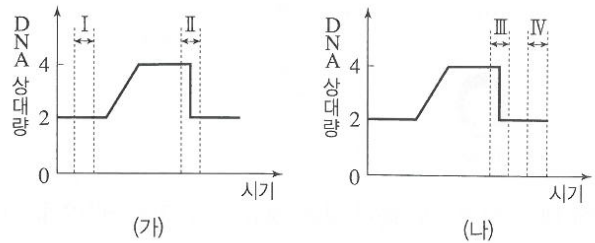
보기

- ㄱ. ㉠은 감수 1분열 중기의 세포이다.
- ㄴ. 세포 1개당 염색체 수는 ㉠과 ㉡에서 같다.
- ㄷ. 세포 1개당 DNA양은 ㉡에서가 ㉠에서의 4배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

477

그림 (가)는 식물 P($2n$)의 체세포분열 과정에서 핵 1개당 DNA양을, (나)는 P의 생식세포분열 과정 일부에서 핵 1개당 DNA양을 나타낸 것이다. 구간 IV에는 중기의 세포가 있다.



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

보기

- ㄱ. 구간 I의 세포와 구간 IV의 세포는 핵상이 같다.
- ㄴ. 구간 II와 III에서 모두 염색분체가 분리된다.
- ㄷ. 구간 IV의 세포에서 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

478 하

유성생식을 하는 생물의 생식세포 형성과 유전적 다양성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

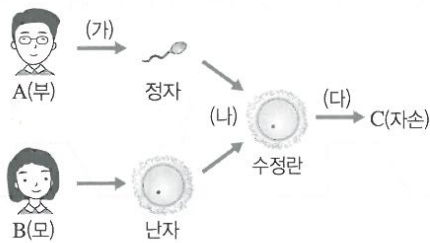
보기

- ㄱ. 암수 생식세포의 무작위 수정으로 자손의 유전적 다양성이 높아진다.
- ㄴ. 유전적 다양성이 높은 종은 급격한 환경 변화에도 잘 적응하므로 쉽게 멸종하지 않는다.
- ㄷ. 감수 2분열에서 접합한 상동염색체의 무작위 배열과 독립적 분리에 의해 염색체 조합이 다양해진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

479 중

그림은 사람인 부모 A와 B 사이에서 자손 C가 형성되는 과정을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 수정, 감수분열, 체세포 분열을 순서 없이 나타낸 것이다.



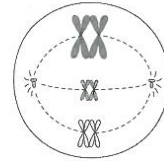
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?(2개) (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- ① (가) 과정을 통해 A에게서 만들어질 수 있는 정자의 염색체 조합은 46가지이다.
- ② (나) 과정은 무작위로 일어난다.
- ③ (다) 과정에서 일어나는 염색분체의 분리는 자손의 유전적 다양성을 증가시키는 요인이다.
- ④ 생물은 (가)와 (나) 과정을 통해 부모의 유전자를 물려받고 자손에게 전달하면서 생명의 연속성을 유지한다.
- ⑤ 체세포 1개당 염색체 수와 DNA량은 B에서와 C에서가 서로 같다.

480 중

| 서술형 |

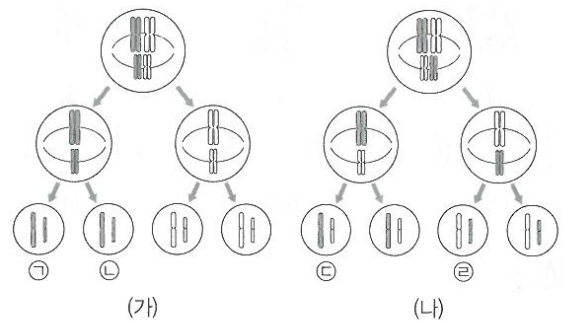
그림은 어떤 동물($2n$)에서 세포분열 과정 중 관찰되는 세포에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다.



이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 근거를 들어 서술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

★ **빈출**
481 중

그림은 유전자형이 $AaBb$ 인 동물 P($2n=4$)에서 생식세포가 형성되는 두 가지 경우를 나타낸 것이다. A와 a, B와 b는 각각 대립유전자이며, 두 쌍의 대립유전자는 서로 다른 염색체에 있다.



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

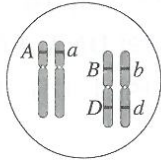
보기

- ㄱ. ㉠의 유전자형과 ㉡의 유전자형은 같다.
- ㄴ. ㉢의 유전자형이 Ab 이면 ㉣의 유전자형은 aB 이다.
- ㄷ. P에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 8가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

482 중

그림은 어떤 동물($2n=4$)의 체세포 1개에 들어 있는 모든 염색체와 일부 유전자를 나타낸 것이다.

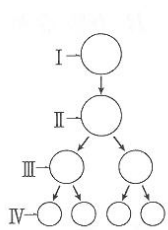


이 동물에서 A, B, D 가 모두 있는 생식세포가 형성될 확률을 구하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

생식세포분열을 다양한 자료로 파악하기

★ 483 상

그림은 유전자형이 $AABbDd$ 인 어떤 사람의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)가 갖는 대립유전자 A, B, D 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. B 와 b, D 와 d 는 각각 대립유전자이다. (가)~(라)는 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이며, $\textcircled{a} + \textcircled{b} + \textcircled{c} = 6$ 이다. II와 III은 중기의 세포이다.



세포	DNA 상대량		
	A	B	D
(가)	$\textcircled{a}$	$\textcircled{b}$	2
(나)	?	$\textcircled{c}$	2
(다)	?	0	?
(라)	2	1	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

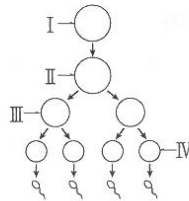
보기

- ㄱ. (가)는 III이다.
- ㄴ. $\textcircled{b} = \textcircled{c}$ 이다.
- ㄷ. (다)의 A 의 DNA 상대량 = 1이다.
- ㄹ. (라)의 D 의 DNA 상대량 = 1이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

484 상

사람의 유전형질 ㉑는 대립유전자 A 와 a 에 의해, ㉒는 대립유전자 B 와 b 에 의해 결정된다. ㉑의 유전자와 ㉒의 유전자는 서로 다른 염색체에 있다. 그림은 어떤 사람의 G_1 기 세포 I로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)에서 A, a, B, b 의 DNA 상대량을 더한 값($A+a+B+b$)을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이고, $\textcircled{a}$ 는 $\textcircled{b}$ 보다 작다. II와 III은 중기의 세포이다.



세포	$A+a+B+b$
(가)	4
(나)	$\textcircled{a}$
(다)	$\textcircled{b}$
(라)	6

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

보기

- ㄱ. $\textcircled{b}$ 는 3이다.
- ㄴ. (나)는 IV이다.
- ㄷ. (가)의 염색분체 수는 46이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

485 상

표는 유전자형이 $AaBb$ 인 어떤 사람에 있는 세포 ㉑~㉒의 핵상과 유전자 A, b 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. A 와 a, B 와 b 는 각각 대립유전자이고, ㉑과 ㉒은 중기의 세포이다.

세포	핵상	DNA 상대량	
		A	b
㉑	?	0	2
㉒	n	1	0
㉓	$2n$	1	1
㉔	?	2	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

보기

- ㄱ. ㉑과 ㉒의 핵상은 서로 다르다.
- ㄴ. ㉓에는 a 가 있다.
- ㄷ. ㉔에서 B 의 DNA 상대량은 2이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

486 상

사람의 유전형질 ㉔는 서로 다른 염색체에 있는 2쌍의 대립 유전자 A 와 a , B 와 b 에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 세포 (가)~(다)에서 대립유전자 ㉑~㉔의 유무를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 생식세포 형성 과정에서 나타나는 중기의 세포이고, (가)~(다) 중 2개는 G_1 기 세포 I로부터 형성되었으며, 나머지 1개는 G_1 기 세포 II로부터 형성되었다. ㉑~㉔은 A , a , B , b 를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	대립유전자			
	㉑	㉒	㉓	㉔
(가)	○	×	×	×
(나)	○	×	×	○
(다)	×	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

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

보기

- ㄱ. ㉓은 상염색체에 있다.
- ㄴ. (가)와 (나)의 핵상은 같다.
- ㄷ. II로부터 (다)가 형성되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

487 상

사람의 유전형질 ㉔는 대립유전자 A 와 a 에 의해, ㉕는 B 와 b 에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정에서 나타나는 세포 (가)~(라)의 핵상과 A , a , B , b 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(라) 중 2개는 중기의 세포이다.

세포	핵상	DNA 상대량			
		A	a	B	b
(가)	?	㉑	?	2	?
(나)	?	0	㉒	2	?
(다)	$2n$	?	1	?	0
(라)	?	1	0	0	㉓

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A , a , B , b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

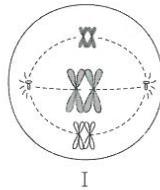
보기

- ㄱ. ㉑+㉒+㉓=4이다.
- ㄴ. (가)에 2가 염색체가 있다.
- ㄷ. ㉕의 유전자는 상염색체에 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

488 상

어떤 동물 종($2n$)의 유전형질 ㉔는 2쌍의 대립유전자 H 와 h , T 와 t 에 의해 결정된다. 그림은 이 동물 종의 개체 P의 세포 I에 들어 있는 모든 염색체를, 표는 P의 세포 (가)~(라)가 갖는 H , h , T , t 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. I은 (가)~(라) 중 하나이며, (가)~(라) 중 2개는 중기의 세포이다.



세포	DNA 상대량			
	H	h	T	t
(가)	?	㉑	?	2
(나)	1	1	㉒	?
(다)	1	0	1	㉓
(라)	?	2	0	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

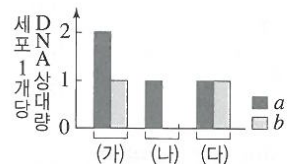
보기

- ㄱ. I은 (가)이다.
- ㄴ. ㉑>㉒>㉓이다.
- ㄷ. (나)와 (라)의 핵상은 같다.

★ 빈출 489 상

사람의 유전형질 ㉔는 2쌍의 대립유전자 A 와 a , B 와 b 에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 세포 (가)~(다)에서 대립유전자 ㉑~㉔의 유무를, 그림은 (가)~(다)가 갖는 a 와 b 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 A , B , b 를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	대립유전자		
	㉑	㉒	㉓
(가)	○	○	×
(나)	○	×	㉑
(다)	×	㉒	×



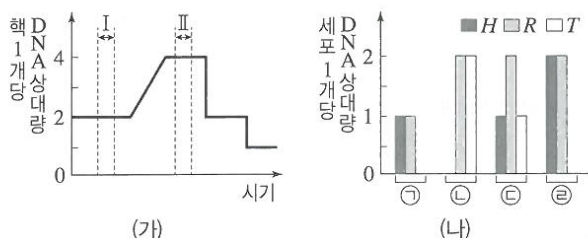
(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?(2개) (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A , a , B , b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- ① ㉑은 B 이다.
- ② ㉑은 '○'이다.
- ③ ㉒는 '×'이다.
- ④ ㉒은 ㉓과 대립유전자이다.
- ⑤ P의 ㉔의 유전자형은 $aaBb$ 이다.

490 상

사람의 유전형질 ㉔는 서로 다른 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 H 와 h , R 와 r , T 와 t 에 의해 결정된다. 그림 (가)는 사람 P의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 동안 핵 1개당 DNA양을, (나)는 P의 세포 ㉑~㉔이 갖는 H , R , T 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.



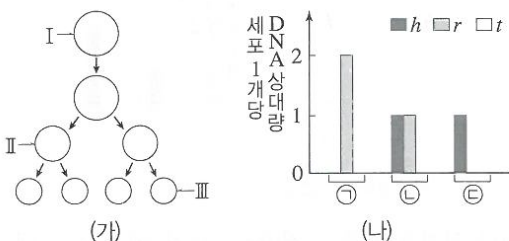
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , R , r , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- 보기
- ㄱ. ㉔은 구간 II에서 관찰된다.
 - ㄴ. ㉑과 ㉔의 핵상은 모두 n 이다.
 - ㄷ. 구간 I의 세포에는 H , R , T 가 모두 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

491 상

사람의 유전형질 ㉔는 서로 다른 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 H 와 h , R 와 r , T 와 t 에 의해 결정된다. 그림 (가)는 어떤 사람의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, (나)는 이 사람의 세포 ㉑~㉔이 갖는 h , r , t 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 I~III을 순서 없이 나타낸 것이고, II는 중기의 세포이다.

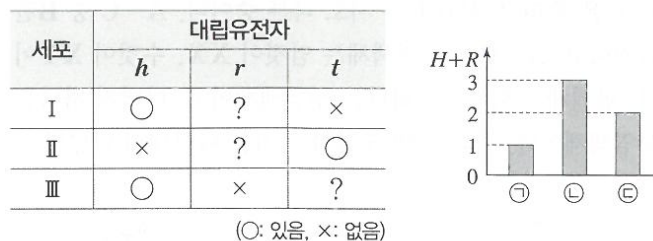


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , R , r , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- 보기
- ㄱ. ㉔은 III이다.
 - ㄴ. ㉑과 ㉔의 핵상은 같다.
 - ㄷ. T 의 DNA 상대량은 ㉑에서와 ㉔에서가 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

사람의 유전형질 ㉔는 서로 다른 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 H 와 h , R 와 r , T 와 t 에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 세포 I~III에서 h , r , t 의 유무를, 그림은 세포 ㉑~㉔의 세포 1개당 H 와 R 의 DNA 상대량을 더한 값 ($H+R$)을 각각 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 I~III을 순서 없이 나타낸 것이다.

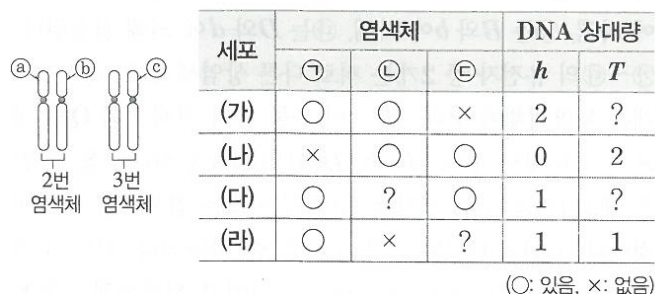


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , R , r , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- 보기
- ㄱ. ㉔은 II이다.
 - ㄴ. P에는 h , r , t 를 모두 갖는 세포가 있다.
 - ㄷ. III의 $\frac{H \text{의 DNA 상대량} + T \text{의 DNA 상대량}}{R \text{의 DNA 상대량}} = 1$ 이다.

493 상

어떤 동물 종($2n$)의 유전형질 ㉔는 2쌍의 대립유전자 H 와 h , T 와 t 에 의해 결정되며, ㉔의 유전자는 2번 염색체와 3번 염색체에 있다. 그림은 이 동물 종의 개체 P의 2번 염색체와 3번 염색체를, 표는 P의 세포 (가)~(라)에서 염색체 ㉑~㉔의 유무와 h 와 T 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 염색체 ㉑~㉔을 순서 없이 나타낸 것이다.

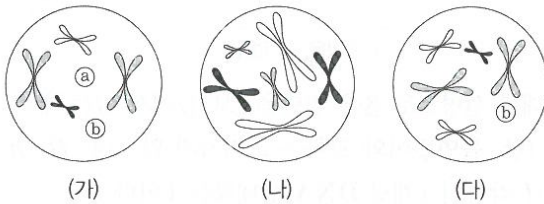


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- 보기
- ㄱ. ㉑은 3번 염색체이다.
 - ㄴ. P의 ㉔의 유전자형은 $HhTT$ 이다.
 - ㄷ. T 의 DNA 상대량은 (가)와 (다)에서 같다.

494

그림은 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 개체 A~C의 세포를 순서 없이 나타낸 것이고, A~C의 핵상은 모두 $2n$ 이다. A와 B는 서로 같은 종이고, B와 C는 서로 다른 종이다. A~C 중 B만 암컷이고, A~C의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다. 염색체 ①과 ② 중 하나는 성염색체이고, 나머지 하나는 상염색체이다. ①과 ②의 모양과 크기는 나타내지 않았다.



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

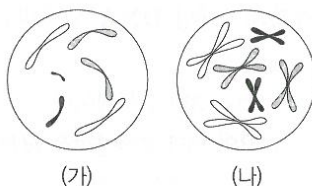
- 보기
- ㄱ. ①은 상염색체이다.
 - ㄴ. (가)를 갖는 개체와 (다)를 갖는 개체의 핵형은 같다.
 - ㄷ. C의 감수 2분열 후기 세포 1개당 염색분체 수는 6이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

495

어떤 동물 종($2n=6$)의 유전형질 ①은 대립유전자 A와 a에 의해, ②는 B와 b에 의해, ③은 D와 d에 의해 결정된다. ①~③의 유전자 중 2개는 서로 다른 상염색체에, 나머지 1개는 X염색체에 있다. 표는 이 동물 종의 개체 P와 Q의 세포 I~IV에서 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을, 그림은 세포 (가)와 (나) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 I~IV 중 하나이다. P는 수컷이고 성염색체는 XY이며, Q는 암컷이고 성염색체는 XX이다.

세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
I	0	2	?	1	2	0
II	1	0	①	1	?	1
III	0	0	1	?	1	②
IV	0	③	?	2	4	0



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

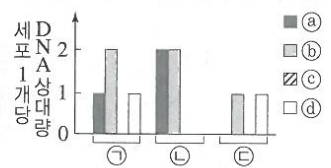
- 보기
- ㄱ. (가)는 I이다.
 - ㄴ. ①+②>③이다.
 - ㄷ. II와 IV의 핵상은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

496

사람의 유전형질 ①은 서로 다른 상염색체에 있는 2쌍의 대립유전자 H와 h, T와 t에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 세포 ㉠~㉣에서 h와 t의 유무를, 그림은 ㉠~㉣이 갖는 대립유전자 ①~④의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 H, h, T, t를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	대립유전자	
	h	t
㉠	?	○
㉡	×	×
㉢	×	?



(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H, h, T, t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- 보기
- ㄱ. ③은 T이다.
 - ㄴ. ②는 ①과 대립유전자이다.
 - ㄷ. P에게서 h와 t를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

497

사람의 유전형질 ⑦은 2쌍의 대립유전자 H 와 h , T 와 t 에 의해 결정된다. 그림은 사람 P의 G_1 기 세포 I로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)에서 대립유전자 ㉠~㉣의 유무와 H 와 t 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 h , T , t 를 순서 없이 나타낸 것이다. II와 III은 중기의 세포이다.

세포	대립유전자			DNA 상대량	
	㉠	㉡	㉢	H	t
(가)	○	?	○	?	2
(나)	×	×	○	2	?
(다)	○	?	?	?	1
(라)	?	?	×	1	1

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 t 이다.
 ㄴ. P의 ⑦의 유전자형은 $HHTt$ 이다.
 ㄷ. III에서 H 와 T 의 DNA 상대량을 더한 값은 2이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

498

사람의 유전형질 ⑦은 서로 다른 2개의 상염색체에 있는 2쌍의 대립유전자 H 와 h , T 와 t 에 의해 결정된다. 그림 (가)는 사람 P의, (나)는 사람 Q의 감수분열 과정의 일부를, 표는 P의 세포 I과 Q의 세포 III에서 대립유전자 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣ 중 2개의 DNA 상대량을 더한 값을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 H , h , T , t 를 순서 없이 나타낸 것이고, P의 ⑦의 유전자형은 $HHTt$ 이고, Q의 ⑦의 유전자형은 $hhTt$ 이다. I~III은 모두 중기의 세포이다.

세포	DNA 상대량을 더한 값			
	㉠+㉡	㉠+㉢	㉡+㉢	㉢+㉣
I	4	2	2	㉤
III	4	0	㉤	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H , h , T , t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

보기

- ㄱ. ㉤+㉥=4이다.
 ㄴ. II에는 T 가 있다.
 ㄷ. III의 $\frac{\text{염색분체 수}}{\text{성염색체 수}}=23$ 이다.

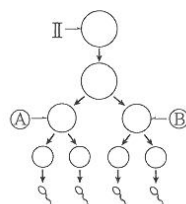
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

499

사람의 유전형질 ⑦은 서로 다른 3개의 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A 와 a , B 와 b , D 와 d 에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 세포 (가)~(라)에서 대립유전자 ㉠~㉣의 유무와 a , b , D 의 DNA 상대량을 더한 값($a+b+D$)을 나타낸 것이고, 그림은 정자가 형성되는 과정을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 생식세포 형성 과정에서 나타나는 세포이고, (가)~(라) 중 2개는 G_1 기 세포 I로부터 형성되었으며, 나머지 2개는 각각 G_1 기 세포 II와 III으로부터 형성되었다. ㉠~㉣은 A , a , b , d 를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉤와 ㉥은 II로부터 형성된 중기의 세포이며, ㉤는 (가)~(라) 중 하나이다.

세포	대립유전자				$a+b+D$
	㉠	㉡	㉢	㉣	
(가)	㉤	×	○	○	1
(나)	○	○	×	×	2
(다)	×	×	○	×	4
(라)	×	○	㉥	×	6

(○: 있음, ×: 없음)



이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?(2개) (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A , a , B , b , D , d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

- ① ㉥은 b 이다.
 ② ㉤와 ㉥은 모두 '○'이다.
 ③ ㉥에는 A 와 d 가 모두 있다.
 ④ (나)와 (다)의 핵상은 다르다.
 ⑤ I로부터 (가)와 (나)가 형성되었다.

정답과 해설

19 생식세포의 형성과 유전적 다양성

ㄷ. M기의 후기에 염색분체가 분리되므로, 구간 Ⅲ에서 염색분체가 분리된다.

바로알기 | ㄱ. 염색체는 M기의 전기에 응축된다.

ㄴ. 구간 Ⅱ에서 DNA 복제가 일어나 DNA양이 2배로 증가하지만, 염색체 수는 증가하지 않는다.

450 구간 Ⅰ에서 S기의 세포, 구간 Ⅱ에서 G₂기와 M기의 일부 세포, 구간 Ⅲ에서 딸핵이 형성된 이후의 세포가 관찰된다.

ㄱ. 구간 Ⅰ에 DNA가 복제되는 S기의 세포가 있다.

ㄴ. 방추사는 M기의 전기에 형성되어 동원체에 결합한다.

바로알기 | ㄷ. (나)는 M기의 중기 세포로 구간 Ⅱ에서 관찰된다.

451 구간 Ⅰ은 G₁기, 구간 Ⅱ는 딸핵이 형성된 이후에 해당한다. ㉠은 전기, ㉡은 간기, ㉢은 중기, ㉣은 후기의 세포이다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에 있는 G₁기 세포는 핵상이 $2n$ 이다.

바로알기 | ㄱ. 분열기의 중기(㉢)에 염색체가 가장 많이 응축되어 있어 염색체의 특징을 뚜렷하게 관찰할 수 있다. 따라서 핵형분석에는 분열기 중기(㉢)의 세포가 주로 이용된다.

ㄷ. ㉠은 분열기의 전기 세포이므로 구간 Ⅱ에서 관찰되지 않는다.

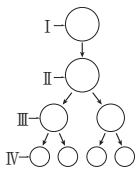
19 생식세포의 형성과 유전적 다양성

빈출 자료 보기

141쪽

452 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○ (6) ○

452



세포	DNA 상대량		
	A	B	D
n (가) IV	1	0	㉠ 1
$2n$ (나) I	2	1	㉡ 1
n (다) III	㉢ 2	0	2
$2n$ (라) II	㉣ 4	2	2

① I은 유전자 구성이 $AABbDd$ 이므로 (나)이다. $\Rightarrow$ ㉡은 1

② II는 유전자 구성이 $AAAABbBbDDdd$ 이므로 (라)이다. $\Rightarrow$ ㉣은 4

③ D의 DNA 상대량이 2인 (다)가 III이고, (가)는 IV이다. $\Rightarrow$ ㉠은 1, ㉢은 2이고, III의 유전자 구성은 $AAbbDD$, IV의 유전자 구성은 AbD 이다.

바로알기 | (3) (다)(III)의 핵상은 n 이므로 2가 염색체가 없으며, (라)(II)에 2가 염색체가 있다.

난이도별 필수 기출

142쪽~151쪽

453 ②, ⑦	454 ②	455 ②	456 ①	457 ④
458 ④	459 ⑤	460 ⑤	461 ③	462 ③
463 ②	464 ③	465 ④	466 ④	467 ⑤
468 ③	469 ②	470 ③	471 ②	472 ③
473 ①	474 (가) 체세포분열 (나) 감수 1분열 (다) 감수 2분열	475 해설 참조	476 ②	477 ②
478 ③	479 ①, ③	480 해설 참조	481 ④	482 $\frac{1}{4}$
483 ②	484 ⑤	485 ④	486 ③	487 ③
488 ㄱ, ㄴ	489 ①, ⑤	490 ④	491 ⑤	492 ㄷ
493 ㄴ, ㄷ				

453 **바로알기** | ① DNA 복제는 간기의 S기에 1회 일어난다.

③, ④ 감수 1분열에서는 상동염색체가 분리되어 각각 다른 딸세포로 나뉘어 들어가므로 핵상이 $2n \rightarrow n$ 으로 변한다.

⑤, ⑥ 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되어 각각 다른 딸세포로 나뉘어 들어가므로 핵상이 $n \rightarrow n$ 으로 유지된다.

454 ㄱ. (가)에서 DNA가 복제되어 DNA양이 2배로 증가한다.

ㄷ. (다)에서 감수 1분열이 일어나 상동염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 감소한다.

바로알기 | ㄴ. (나)에서는 염색체 수와 DNA양에 변화가 없다.

ㄹ. 감수 1분열에서 접합한 상동염색체의 무작위 배열과 독립적 분리에 의해 생식세포의 염색체 조합이 다양해진다. (라)에서는 감수 2분열이 일어난다.

455 ㄴ. 감수 1분열 중기 세포인 II의 핵상은 $2n$ 이고, 감수 2분열 중기 세포인 III의 핵상은 n 이며, II와 III에서 하나의 염색체는 염색분체 2개로 이루어져 있다.

바로알기 | ㄱ. 감수 1분열 전기와 중기에 2가 염색체가 관찰되므로 II에서 2가 염색체가 관찰된다.

ㄷ. IV에 A가 있으면 V에는 a가 있고, IV에 a가 있으면 V에는 A가 있다.

456 ㄱ. (나)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이다. II는 감수 1분열 중기, III은 감수 2분열 중기의 세포이므로 (나)는 II이다.

바로알기 | ㄴ. II에 해당하는 (나)의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 이다. 따라서 III의 핵상과 염색체 수는 $n=2$ 이고, 염색분체 수는 $2 \times 2=4$ 이다.

ㄷ. 세포 1개당 DNA양은 I에서 II가 될 때 2배로 증가하였다가 II에서 III이 될 때 반으로 감소하고, III에서 IV가 될 때 다시 반으로 감소하므로 I에서 IV에서의 2배이다.

457 ① I에서 두 쌍의 염색체의 모양과 크기가 같으므로 P는 성염색체로 XX를 갖는 여자이다.

② ㉠~㉣에서 염색체의 모양과 크기를 통해 ㉡으로부터 ㉠이 형성되었음을 알 수 있다. 따라서 II는 ㉡, IV는 ㉠이다.

③ I의 염색체 수는 46이고, ㉡(II)의 염색체 수는 23이다. ㉡(II)에서 염색체 하나는 염색분체 2개로 이루어져 있으므로 ㉡(II)의 염색분체 수는 46이다.

⑤ 세포 1개당 DNA양은 II(㉡)에서 III(㉢)에서의 2배이므로 $\frac{\text{II의 DNA양}}{\text{III의 DNA양}}=2$ 이다.

바로알기 | ④ II(㉡), III(㉢), IV(㉠)의 핵상은 모두 n 으로 같다.

458 ㄴ. I 과 II의 핵상은 모두 $2n$ 으로 같다.

ㄷ. (나)에서 핵상과 염색체 수가 $n=4$ 이므로, 이 동물 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다.

바로알기 | ㄱ. I은 DNA 복제 전이므로 간기의 G_1 기 세포이고, II는 세포질분열이 일어나기 전 중기 세포이므로 감수 1분열 중기 세포이다. (나)는 핵상이 n 이며 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기 세포이다. 따라서 (나)는 III이다.

459 ㄱ. (다)에서 X염색체 수가 0이므로 (다)는 II와 III 중 하나이고, Y염색체가 있다. 따라서 이 사람은 남성이고, (가)와 (나)에서 X염색체 수는 모두 1이다. 즉, ①=④=1이다.

ㄴ. X염색체가 1개씩 존재하는 (가)와 (나) 중 (가)는 핵상이 n 이므로 (나)는 핵상이 $2n$ 이다. 따라서 (나)는 I이다.

ㄷ. (다)는 핵상이 n 이며 감수 2분열 중기의 세포이므로 성염색체(Y염색체)가 1개 있고, 이 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있다.

460 ㄱ. 구간 I에 DNA양이 2배로 증가하는 시기가 있으므로 DNA가 복제되는 세포(S기)가 관찰된다.

ㄴ. 2가 염색체가 있는 감수 1분열 전기와 중기 세포는 DNA양이 2배로 증가한 구간 II에서 관찰할 수 있다.

ㄷ. 구간 III에서 염색분체가 분리되어 2개의 딸핵이 형성되면서 DNA양이 반감된다.

461 ①과 ④은 중기의 세포이므로 ①은 감수 1분열 중기 세포, ④은 감수 2분열 중기 세포이다.

ㄱ. G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 모든 시기에 뉴클레옴이 있다.

ㄴ. 감수 1분열 중기 세포(③)는 DNA양이 2배로 증가한 구간 II에서 관찰할 수 있다.

바로알기 | ㄷ. 이 동물의 감수 2분열 중기 세포(④)의 핵상과 염색체 수는 $n=4$ 이며, 중기 세포에서 염색체는 염색분체 2개로 이루어져 있으므로 ④의 염색분체 수는 $4 \times 2=8$ 이다.

462 ① 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 관찰되므로, 감수 1분열 중기 세포인 ①에서 2가 염색체가 관찰된다.

② ④은 감수 1분열 후기 세포이고, 감수 1분열 후기에 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있다.

④ 구간 II에는 G_2 기 세포와 감수 1분열 중인 세포가 있으므로 핵상이 $2n$ 인 세포가 있다.

⑤ 세포 ⑤는 감수분열로 형성된 4개의 딸세포 중 하나이므로 DNA양이 G_1 기(구간 I) 모세포의 절반이다.

바로알기 | ③ ④은 4개의 딸세포가 만들어진 상태이므로 III 시기 이후에 관찰된다.

463 ㄴ. t_1 은 감수 1분열 후기, t_2 는 감수 2분열 후기이다.

바로알기 | ㄱ. 상동염색체 중 하나씩만 있는 상태에서 염색분체가 분리되고 있는 (나)는 감수 2분열 후기의 세포이므로 t_2 에서 관찰된다.

ㄷ. ③와 ⑥은 DNA가 복제되어 형성된 염색분체이다. 상동염색체가 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 것이다.

464 ④은 감수 1분열 중기 세포, ④에서 염색체 수와 DNA양이 반감된 ①은 감수 2분열 중기 세포, ①에서 DNA양이 반감된 ⑤은 생식 세포이다.

ㄱ, ㄴ. 감수분열은 ④ $\rightarrow$ ① $\rightarrow$ ⑤ 순으로 일어나고, ④ $\rightarrow$ ① 과정에서 상동염색체가 분리되며, ① $\rightarrow$ ⑤ 과정에서 염색분체가 분리된다.

바로알기 | ㄷ. ①과 ④에서 모두 염색체가 염색분체 2개로 이루어져 있으므로, 세포 1개당 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{염색분체 수}}$ 는 ①과 ④에서 모두 $\frac{1}{2}$ 로 같다.

465 I은 G_1 기 세포, II는 감수 1분열 중기 세포, III은 감수 2분열 중기 세포, IV는 생식세포이다. ①은 IV, ④은 II, ⑤은 III이다.

ㄴ. I과 ④(II)의 핵상은 모두 $2n$ 으로 같다.

ㄷ. $\frac{\text{DNA양}}{\text{염색체 수}}$ 은 II(④)에서 $\frac{4}{2}$, ⑤(III)에서 $\frac{2}{1}$ 이므로 서로 같다.

바로알기 | ㄱ. ①은 IV이다.

466 ④은 ①에 비해 염색체 수와 DNA양이 모두 2배이다. 감수 1분열 결과 염색체 수와 DNA양이 모두 절반으로 감소하므로 ④은 감수 1분열 중기 세포이고, ①은 감수 2분열 중기 세포이다.

ㄴ. 감수 2분열 중기 세포인 ①은 DNA 상대량이 a 인 구간 III에서 관찰된다.

ㄷ. 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 관찰된다. 따라서 감수 1분열 중기 세포인 ④에는 2가 염색체가 있다.

바로알기 | ㄱ. DNA가 복제될 때 염색체 수는 변하지 않는다. 구간 I과 II의 세포는 모두 핵상이 $2n$ 이다.

467 표에서 세포 1개당 DNA 상대량이 1과 4가 있으므로 DNA 상대량이 1인 세포는 생식세포, 4인 세포는 G_2 기 또는 감수 1분열 중기 세포이다. 따라서 (마)는 생식세포이고, DNA 상대량이 4이면서 핵막이 소실되지 않은 (가)는 G_2 기 세포, (라)는 감수 1분열 중기 세포이다. 나머지 세포 중 G_1 기 세포는 핵막이 있으면서 핵상이 $2n$ 이고, 감수 2분열 중기 세포는 핵막이 소실되었고 핵상이 n 이다. 따라서 (나)는 G_1 기 세포이며 ①은 2이고, (다)는 감수 2분열 중기 세포이며 ④은 2이다.

ㄱ. ①+④=2+2=4이다.

ㄴ. (가)는 G_2 기 세포, (나)는 G_1 기 세포로 모두 간기에 속하는 세포이다.

ㄷ. 감수 2분열 중기 세포인 (다)의 핵상은 n 이다.

468 DNA 상대량은 감수 1분열 중기 세포가 G_1 기 세포의 2배이고, 감수 2분열 중기 세포는 G_1 기 세포와 같다. 핵상은 G_1 기 세포와 감수 1분열 중기 세포에서 $2n$, 감수 2분열 중기 세포에서 n 이다. 표에서 세포 1개당 DNA 상대량이 2와 4이므로 (다)는 감수 1분열 중기 세포이고, ④은 8이다. (가)는 염색체 수가 4이므로 핵상이 n 인 감수 2분열 중기 세포이고, ①은 2이다. (나)는 G_1 기 세포이다.

ㄱ. ①+④=2+8=10이다.

ㄷ. (다)는 감수 1분열 중기 세포이다.

바로알기 | ㄴ. (가)(감수 2분열 중기 세포)의 핵상은 n 이고, (나)(G_1 기 세포)의 핵상은 $2n$ 이다.

469 그림은 감수 2분열 중기 세포이고 핵상과 염색체 수는 $n=4$ 이다. 표에서 (가)와 (라)의 DNA 상대량이 각각 4와 1이므로 (가)는 감수 1분열 중기 세포이고, (라)는 생식세포이다. (나)는 감수 2분열 중기 세포, (다)는 G_1 기 세포이므로 ⑥과 ⑤은 모두 2이다. (가)는 핵상이 $2n$, (나)는 핵상이 n 이므로 ⑦은 8, ④은 4이다.

바로알기 | ㄱ. ①(8)=④(4)+⑤(2)+⑥(2)이다.

ㄷ. P의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이므로, P의 체세포분열 중기 세포 1개당 염색분체 수는 $8 \times 2=16$ 이다.

470 체세포분열에서 간기의 S기에 DNA 복제가 1회 일어나고, 분열이 1회 일어난다. 그 결과 형성된 2개의 딸세포의 핵상, 염색체 수, DNA양은 DNA 복제 전 모세포와 같다. 체세포 분열은 발생과 성장,

조직의 재생 과정에서 활발하게 일어난다. 생식세포분열(감수분열)은 간의 S기에 DNA 복제가 1회 일어나고, 분열은 연속으로 2회 일어난다. 감수 1분열 전기에 2가 염색체가 형성되며 감수분열 결과 형성된 4개의 딸세포의 핵상은 n 이고, 염색체 수와 DNA양은 G_1 기 모세포의 절반이다.

바로알기 | ③ 체세포분열에서는 2가 염색체를 형성하지 않고, 감수 1분열 전기에 2가 염색체를 형성한다.

471 C. 체세포분열과 감수 2분열에서 염색분체가 분리된다.

바로알기 | A. 분열 전에 DNA 복제는 체세포분열과 감수분열에서 모두 1회씩 일어난다.

B. 감수 1분열에서 상동염색체가 분리되므로 감수 1분열이 일어나면 염색체 수가 반감된다.

472 ㄱ. (가)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기 세포이고, (나)는 상동염색체가 쌍으로 있으면서 2가 염색체가 형성되지 않은 상태로 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 체세포분열 중기 세포이다.

ㄴ. 세포 1개당 염색체 수는 (가)에서와 (나)에서 모두 4로 같고, 염색분체 수도 (가)에서와 (나)에서 모두 8로 같다. 따라서 세포 1개당 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{염색분체 수}}$ 는 (가)에서와 (나)에서가 서로 같다.

바로알기 | ㄷ. (가)의 분열 결과 형성된 딸세포의 핵상은 n 이고, (나)의 분열 결과 형성된 딸세포의 핵상은 $2n$ 으로 핵상이 서로 다르다.

473 (가)는 핵상과 염색체 수가 $n=4$ 이고, (나)는 핵상과 염색체 수가 $2n=4$ 이다. 따라서 (가)는 $B(2n=8)$ 의 세포이고, (나)는 $A(2n=4)$ 의 세포이다.

ㄱ. (가)는 B의 세포이고, (나)는 A의 세포이다.

바로알기 | ㄴ. (가)의 핵상은 n 이고, (나)의 핵상은 $2n$ 이다.

ㄷ. B의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이므로 감수 1분열 중기 세포에서 2가 염색체 수가 4이다. 감수 2분열 중기 세포에는 2가 염색체가 없다.

474 모세포와 딸세포의 핵상이 $2n$ 으로 같은 (가)는 체세포분열이고, n 으로 같은 (나)는 감수 2분열이다. 분열 결과 핵상과 염색체 수가 반감되는 (나)는 감수 1분열이다.

475 **모범 답안** (가)에서 A와 딸세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 로 같다. (나)에서 B의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 이고, 딸세포의 핵상과 염색체 수는 $n=2$ 로 B의 절반으로 줄어든다. (다)에서 C와 딸세포의 핵상과 염색체 수는 $n=2$ 로 같다.

채점 기준	배점
(가)~(다)에서의 핵상과 염색체 수의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)~(다)에서의 핵상과 염색체 수의 변화 중 하나라도 틀리게 서술한 경우	0 %

476 ㉠과 핵상이 다른 ㉡의 핵상이 $2n$ 이므로, ㉠은 핵상이 n 인 감수 2분열 중기의 세포이고, ㉡은 체세포분열 중기의 세포이다.

ㄷ. ㉡은 핵상이 $2n$ 이며 염색체 1개당 염색분체 수는 2이고, ㉠은 핵상이 n 이며 염색분체가 분리된 상태이므로, 세포 1개당 DNA양은 ㉡에서가 ㉠에서의 4배이다.

바로알기 | ㄱ. ㉠은 감수 2분열 중기의 세포이다.

ㄴ. ㉠은 핵상이 n 이고 ㉡은 핵상이 $2n$ 이므로 세포 1개당 염색체 수는 ㉠에서가 23, ㉡에서가 46이다.

477 (가)는 체세포분열에서 염색분체가 분리되면서 DNA양이 반감되는 것이고, (나)는 감수 1분열에서 상동염색체가 분리되면서 DNA양이 반감되는 것이다.

ㄷ. 상동염색체가 분리되어 형성된 구간 IV의 세포에는 2개의 염색분체로 이루어진 염색체가 있다.

바로알기 | ㄱ. 구간 I의 세포는 핵상이 $2n$ 이고, 구간 IV의 세포는 핵상이 n 으로 핵상이 서로 다르다.

ㄴ. 감수 1분열에서 상동염색체가 분리된다.

478 ㄱ. 감수분열로 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 암수 생식세포의 무작위 수정으로 자손의 유전적 다양성이 높아진다.

ㄴ. 어떤 생물집단의 유전적 다양성이 높으면 급격한 환경 변화에 적응하여 살아남는 개체가 있을 가능성이 높다.

바로알기 | ㄷ. 감수 1분열에서 접합한 상동염색체의 무작위 배열과 독립적 분리에 의해 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성된다.

479 ⑤ A와 B에서 감수분열(가)로 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가 형성되므로 생식세포의 수정(나)으로 태어난 C는 체세포의 염색체 수와 DNA양이 A, B와 같게 유지된다.

바로알기 | ① 감수분열(가)을 통해 A에게서 만들어질 수 있는 정자의 염색체 조합은 2^{23} 가지이다.

③ 체세포분열(다)로 만들어지는 딸세포의 유전자 구성은 모세포와 같다.

480 **모범 답안** 이 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 으로 $n=3$ 이다. 감수분열을 통해 생식세포를 만들 때 감수 1분열에서 접합한 상동염색체가 무작위로 배열되었다가 각 쌍마다 독립적으로 분리되므로 이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^n 가지로, 최대 $2^3=8$ 가지이다.

채점 기준	배점
감수 1분열에서 접합한 상동염색체의 무작위 배열과 독립적 분리를 근거로 들어 생식세포의 염색체 조합을 옳게 서술한 경우	100 %
생식세포의 염색체 조합 가짓수만 옳게 쓴 경우	40 %

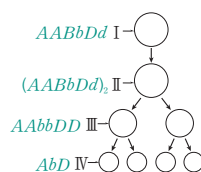
481 ㄱ. ㉠과 ㉡은 염색분체가 분리되어 형성된 것이므로 ㉠의 유전자형과 ㉡의 유전자형은 같다.

ㄴ. 유전자형이 $AaBb$ 일 때, ㉢과 ㉣은 상동염색체가 분리된 후 염색분체가 분리되어 형성되므로 ㉢의 유전자형이 Ab 라면 ㉣의 유전자형은 aB 이다.

바로알기 | ㄷ. P의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=4$ 로 $n=2$ 이므로 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 $2^2=4$ 가지이다.

482 생식세포에 A와 a 중 A가 있을 확률이 $\frac{1}{2}$ 이고, B와 D, b와 d 중 B와 D가 있을 확률이 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 생식세포에 A, B, D가 모두 있을 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

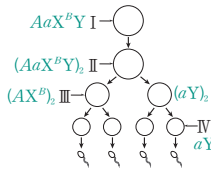
483



세포	DNA 상대량		
	A	B	D
II (가)	㉠ 4	㉡ 2	2
III (나)	? 2	㉢ 0	2
IV (다)	? 1	0	? 1
I (라)	2	1	? 1

- ① 유전자형이 $AABbDd$ 인 I은 (라)이다.
 ② (가)와 (나)는 D의 DNA 상대량이 2이므로 DNA가 복제되어 있는 II와 III 중 하나이고, (다)는 IV이다.
 ③ (다)에서 B의 DNA 상대량이 0이므로 (다)(IV)의 유전자 구성은 AbD 이고, III의 유전자 구성은 $AAbbDD$ 이다.
 ④ II의 유전자 구성은 $AAAABbBbDDdd$, III의 유전자 구성은 $AAbbDD$ 이므로, ②+③+④=6이 되려면 (가)가 II, (나)가 III이어야 한다. $\Rightarrow$ ②는 4, ③은 2, ④는 0이다.
 ㄷ. $\frac{\text{(다)의 A의 DNA 상대량}}{\text{(라)의 D의 DNA 상대량}} = \frac{1}{1} = 1$ 이다.
바로알기 | ㄱ. (가)는 II이다.
 ㄴ. ② > ③이다.

484



세포	$A+a+B+b$
III (가)	4
IV (나)	② 1
I (다)	③ 3
II (라)	6

▲ B와 b가 X염색체에 있고, 이 사람의 ②와 ④에 대한 유전자형이 AaX^BY 라고 가정한 경우

- ① (라)에서 $A+a+B+b=6$ 이므로, (라)는 핵상이 $2n$ 이고 DNA가 복제되어 있는 II이며, ②의 유전자(A와 a)와 ④의 유전자(B와 b) 중 하나는 상염색체에 있고, 다른 하나는 성염색체에 있다는 것을 알 수 있다.
 ② (가)에서 $A+a+B+b=4$ 이므로, (가)는 핵상이 n 이고 DNA가 복제되어 있는 III이다.
 ③ III이 아닌 다른 감수 2분열 중기 세포에서 $A+a+B+b=2$ 이므로, IV에서 $A+a+B+b=1$ 이다.
 ④ II에서 $A+a+B+b=6$ 이므로, DNA 복제 전인 I에서 $A+a+B+b=3$ 이다. ②가 ③보다 작다고 하였으므로 ②는 1, ③은 3이고, (나)는 IV, (다)는 I이다.
 ㄱ. ②는 1, ③은 3이다.
 ㄴ. (가)는 III, (나)는 IV, (다)는 I, (라)는 II이다.
 ㄷ. (가)(III)의 핵상과 염색체 수는 $n=23$ 이고, 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 (가)의 염색분체 수는 $23 \times 2 = 46$ 이다.

485

세포	핵상	DNA 상대량	
		A	b
㉠	? n	0 aa	2 bb
㉡	n	1 A	0 B
㉢	$2n$	1 Aa	1 Bb
㉣	? n	2 AA	0 BB

- ① ㉠과 ㉣은 중기의 세포인데 ㉠은 A가 없고, ㉣은 b가 없으므로 둘 다 핵상이 n 인 감수 2분열 중기 세포이다.
 ② ㉡은 핵상이 $2n$ 이고 A와 b의 DNA 상대량이 각각 1이므로 DNA가 복제되기 전인 G_1 기 세포이다.
 ③ ㉢은 핵상이 n 이고, A의 DNA 상대량이 1이므로 감수 2분열이 완료되어 형성되는 딸세포(생식세포)이다.
 ㄴ. 핵상이 $2n$ 인 ㉢에는 a가 있다.
 ㄷ. ㉣은 b가 없으므로 B가 있으며, 중기에 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있어 B의 DNA 상대량은 2이다.

바로알기 | ㄱ. 핵상은 ㉠과 ㉣이 모두 n 으로 같다.

486

- ① (가)~(다) 모두 일부 대립유전자가 없으므로 핵상이 n 이다.
 ② 핵상이 n 인 세포에 함께 있는 ㉠과 ㉡, ㉢과 ㉣은 대립유전자 관계가 아니다. 따라서 ㉠은 ㉢과, ㉡은 ㉣과 각각 대립유전자이다.
 ③ (가)에 ㉠과 ㉡이 모두 없고 P에 ㉠과 ㉡이 모두 있으므로, ㉠과 ㉡은 상염색체에 있고, ㉢과 ㉣은 성염색체에 있다.
 ㄱ. ㉠과 ㉡은 상염색체에 있고, ㉢과 ㉣은 성염색체에 있다.
 ㄴ. (가)~(다)의 핵상은 모두 n 으로 같다.

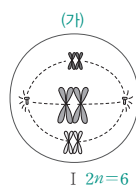
바로알기 | ㄷ. (가)~(다)는 모두 감수 2분열 중기 세포이다. 따라서 (가)~(다) 중 두 세포의 대립유전자를 합쳤을 때 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 있고, 두 세포가 각각 서로 다른 성염색체를 가지고 있어야 하나의 G_1 기 세포로부터 형성된 것이다. I로부터 (가)와 (다)가 형성되었고, II로부터 (나)가 형성되었다.

487

세포	핵상	DNA 상대량			
		A 상	a 상	B 상	b 상
(가)	? $2n$	② 2	? 2	2	? 0
(나)	? n	0	③ 2	2	? 0
(다)	$2n$	? 1	1	? 1	0
(라)	? n	1	0	0	④ 0

- ① (다)는 핵상이 $2n$ 인데 b의 DNA 상대량이 0이므로, P에는 대립유전자 b가 없다. (라)에서 B의 DNA 상대량도 0이므로 ④의 유전자(B와 b)는 성염색체에 있다. $\Rightarrow$ ③은 0
 ② (다)에서 a의 DNA 상대량이 1, (라)에서 A의 DNA 상대량이 1이므로, P에는 대립유전자 A와 a가 모두 있다. ②의 유전자(A와 a)는 상염색체에 있다.
 ③ (다)와 (라)에는 DNA 상대량이 1인 대립유전자가 있으므로 중기의 세포가 아니고, (가)와 (나)가 중기의 세포이다. 이때 (가)와 (나)가 모두 B의 DNA 상대량이 2이므로 하나는 핵상이 n 이고, 다른 하나는 핵상이 $2n$ 이다.
 ④ (나)에서 A의 DNA 상대량이 0이므로 (나)는 핵상이 n 이고 중기 세포이므로 DNA가 복제되어 있는 상태이다. $\Rightarrow$ ③은 2
 ⑤ (가)는 중기의 세포이며 핵상이 $2n$ 이므로 A와 a의 DNA 상대량이 각각 2이다. $\Rightarrow$ ②는 2
 ㄱ. ②+③+④=2+2+0=4이다.
 ㄴ. 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 관찰되며, (가)는 감수 1분열 중기 세포이므로 (가)에 2가 염색체가 있다.
바로알기 | ㄷ. ④의 유전자는 성염색체에 있다.

488



세포	DNA 상대량			
	H	h	T	t
$2n$ (가)	? 2	② 2	? 2	2 ($HhTt$)
$2n$ (나)	1	1	③ 1	1 ? $HhTt$
n (다)	1	0	1	0 ④ HT
n (라)	? 0	2	0	2 ? $hhtt$

- ① (가)~(라)에서 H, h, T, t가 모두 존재하므로 P의 ②의 유전자형은 $HhTt$ 이다.
 ② (나)에서 대립유전자인 H와 h가 모두 있으므로 (나)는 핵상이 $2n$ 이고 DNA가 복제되기 전 상태이다. $\Rightarrow$ ③은 1

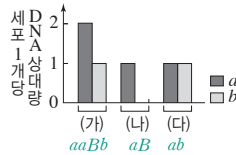
- ③ (다)는 h 가 없으므로 핵상이 n 이고 T 가 있으므로 t 가 없다. $\Rightarrow$ ㉔는 0
 ④ (라)는 T 가 없으므로 핵상이 n 이고 h 의 DNA 상대량이 2이므로 DNA가 복제된 상태이다. (라)에는 T 가 없으므로 t 가 있다.
 ⑤ (가)는 핵상이 $2n$ 이고 DNA가 복제된 상태인 감수 1분열 중기 세포 I이다. $\Rightarrow$ ㉔는 2
 ㄱ. 감수 1분열 중기 세포인 I은 (가)이다.
 ㄴ. ㉔는 2, ㉕는 1, ㉖는 0이므로 ㉔ > ㉕ > ㉖이다.
바로알기 | ㄷ. (나)의 핵상은 $2n$ 이고, (라)의 핵상은 n 이다.

489

세포	대립유전자		
	㉑ B	㉒ b	㉓ A

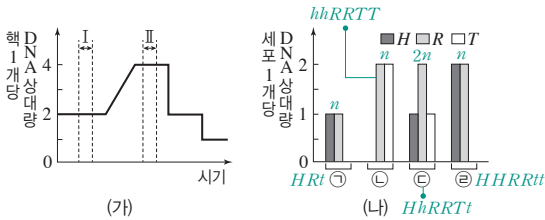
2n (가)	○	○	×
n (나)	○	×	㉔ ×
n (다)	×	㉕ ○	×

(○: 있음, ×: 없음)



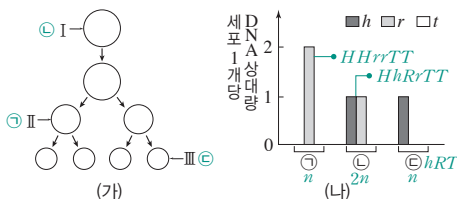
- ① (가)에서 a 의 DNA 상대량이 2, b 의 DNA 상대량이 1이므로, (가)는 핵상이 $2n$ 이며, 이 사람은 대립유전자 A 가 없다. $\Rightarrow$ P의 ㉑의 유전자형은 $aaBb$ 이고, ㉓은 A 이며, ㉔는 $\times$ 이다.
 ② (나)에는 ㉒이 없고, (다)에는 ㉑이 없으므로 (나)와 (다)의 핵상은 n 이며, (나)의 유전자 구성은 aB , (다)의 유전자 구성은 ab 이다.
 ③ 유전자 구성이 aB 인 (나)에 ㉒이 없으므로 ㉒이 b 이고, 나머지 ㉑은 B 이다.
 ④ ⑤ P의 ㉑의 유전자형은 $aaBb$ 이며, ㉑은 B , ㉒은 b , ㉓은 A 이다.
바로알기 | ②, ③ ㉔는 '×', ㉕는 '○'이다.
 ④ ㉒(b)은 ㉑(B)과 대립유전자이다.

490



- ① ㉔에서 R 의 DNA 상대량이 2, H 와 T 의 DNA 상대량이 각각 1이므로 ㉔는 핵상이 $2n$ 이며, P의 ㉑의 유전자형은 $HhRrTt$ 이다.
 ② ㉑, ㉒, ㉓은 모두 일부 대립유전자가 없으므로 핵상이 n 이다. ㉑의 유전자 구성은 Hrt , ㉒의 유전자 구성은 $hhRRTT$, ㉓의 유전자 구성은 $HHRRtt$ 이다.
 ㄴ. ㉑과 ㉒의 핵상은 모두 n 이다.
 ㄷ. 구간 I은 DNA가 복제되기 전 G_1 기로, 이 시기 세포의 핵상은 $2n$ 이므로 H , R , T 가 모두 있다.
바로알기 | ㄱ. ㉓은 핵상이 n 이므로 구간 II에서 관찰되지 않는다.

491



- ① I의 핵상은 $2n$ 이고, II와 III의 핵상은 모두 n 이며, II는 DNA가 복제된 상태이다.

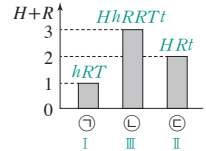
- ② ㉑과 ㉓은 일부 대립유전자가 없으므로 핵상이 모두 n 이다. 따라서 ㉒은 핵상이 $2n$ 인 I이고, ㉑은 DNA가 복제된 상태이므로 II이다.
 ③ I(㉒)의 유전자 구성은 $HhRrTt$, II(㉑)의 유전자 구성은 $HHrrTt$, III(㉓)의 유전자 구성은 hRT 이다.
 ㄱ. ㉑은 II, ㉒은 I, ㉓은 III이다.
 ㄴ. ㉑(II)과 ㉓(III)의 핵상은 n 으로 서로 같다.
 ㄷ. T 의 DNA 상대량은 ㉑(II)에서와 ㉒(I)에서 모두 2로 같다.

492

세포	대립유전자		
	h	r	t

n I	○	? ×	×
n II	×	? ×	○
2n III	○	×	? ○

(○: 있음, ×: 없음)



- ① I과 III에는 h 가 있고, II에는 h 가 없으므로 H 가 있다. 따라서 P에는 H 와 h 가 모두 있다. II에는 t 가 있고, I에는 t 가 없으므로 T 가 있다. 따라서 P에는 T 와 t 가 모두 있다.
 ② I에는 t 가 없고 II에는 h 가 없으므로, I과 II의 핵상은 모두 n 이다.
 ③ 핵상이 n 인 세포에서 H 와 R 가 모두 있다면 $(H+R)$ 는 2이고, 이 세포가 DNA가 복제된 상태라면 $(H+R)$ 는 4이다. 즉, 핵상이 n 인 세포에서 $(H+R)$ 는 3이 될 수 없다. 따라서 ㉒의 핵상은 $2n$ 이다.
 ④ ㉒은 III이며 핵상은 $2n$ 인데 r 가 없으므로 P에는 r 가 없다. $\Rightarrow$ P의 유전자형은 $HhRrTt$ 이다.
 ⑤ ㉓은 $(H+R)$ 가 2이므로 H 와 R 를 갖는 II이다. $\Rightarrow$ ㉓(II)의 유전자 구성은 HRT 이다.
 ⑥ ㉑은 $(H+R)$ 가 1이므로 h 와 R 를 갖는 I이다. $\Rightarrow$ ㉑(I)의 유전자 구성은 hRT 이다.

ㄷ. III(㉓)의 유전자 구성은 $HhRrTt$ 이므로 III의

$$\frac{H \text{의 DNA 상대량} + T \text{의 DNA 상대량}}{R \text{의 DNA 상대량}} = \frac{1+1}{2} = 1 \text{이다.}$$

바로알기 | ㄱ. ㉑은 I, ㉒은 III, ㉓은 II이다.

ㄴ. P의 ㉑의 유전자형은 $HhRrTt$ 이므로, P에는 h , r , t 를 모두 갖는 세포가 없다.

493

세포	염색체			DNA 상대량	
	㉑	㉒	㉓	h	T



n (가)	○	○	×	2	2 ? $hhTT$
n (나)	×	○	○	0	2 $HHTT$
2n (다)	○	? ○	○	1	2 ? $HhTT$
n (라)	○	×	? ×	1	1 hT

(○: 있음, ×: 없음)

- ① (가), (나), (라)에는 ㉑~㉓ 중 일부 염색체가 없으므로 핵상이 모두 n 이다.
 ② (가)는 핵상이 n 인데 ㉑과 ㉒이 함께 있으므로 ㉑과 ㉒은 상동염색체가 아니다. (나)는 핵상이 n 인데 ㉒과 ㉓이 함께 있으므로 ㉒과 ㉓은 상동염색체가 아니다. 따라서 ㉑과 ㉓이 상동염색체로 각각 2번 염색체인 ㉔와 ㉕ 중 하나이고, ㉒은 3번 염색체인 ㉔이다. (다)는 ㉑과 ㉓이 함께 있으므로 핵상이 $2n$ 이다.
 ③ (나)에는 h 가 없으므로 H 가 있고 (나)의 유전자 구성은 $HHTT$ 이다. (가)에는 h , (나)에는 H 가 있는데 ㉒에는 같은 유전자가 있으므로 ㉑에 h , ㉓에 H 가 있고, ㉒에는 T 가 있다.

- ④ (라)에서 ㉠이 없는데 T 의 DNA 상대량이 1이므로, ㉡(㉢)의 상동 염색체에도 T 가 있다.
- ㄴ. P의 ㉡의 유전자형은 $HhTT$ 이다.
- ㄷ. (가)의 유전자 구성은 $hhTT$ 이고, (다)의 유전자 구성은 $HhTT$ 이므로, (가)와 (다)에서 T 의 DNA 상대량은 2로 같다.

바로알기 | ㄱ. ㉠은 2번 염색체이다.

ㄷ. II와 IV의 핵상은 $2n$ 으로 서로 같다.

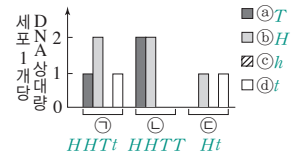
바로알기 | ㄱ. (가)는 II, (나)는 IV이다.

ㄴ. ㉠은 1, ㉡는 0, ㉢는 4이므로 ㉠+㉡<㉢이다.

496

세포	대립유전자	
	h	t
$2n$ ㉠	?×	○
n ㉡	×	×
n ㉢	×	?○

(○: 있음, ×: 없음)

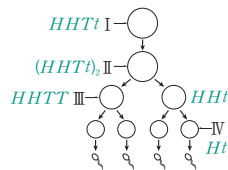


- ① ㉠에 t 가 있고, ㉡에 t 가 없으므로 T 가 있다. 따라서 P에는 T 와 t 가 모두 있다. ㉢과 ㉣에 h 가 없으므로 P에는 H 가 있다.
- ② 일부 대립유전자가 없는 ㉠과 ㉣은 핵상이 n 이고, H , h , T , t 중 3가지 유전자를 가지고 있는 ㉠은 핵상이 $2n$ 이다.
- ③ ㉢에 h 와 t 가 모두 없으므로 ㉠과 ㉡은 각각 H 와 T 중 하나이고, ㉣와 ㉤은 각각 h 와 t 중 하나이다. ㉣의 유전자 구성이 ㉢(㉤)인데 ㉣에 h 가 없으므로 ㉤가 t 이고, ㉣가 h 이다.
- ④ ㉠과 ㉤, ㉡과 ㉣가 각각 대립유전자이므로 ㉠은 T , ㉡는 H 이다.
- ㄱ. ㉠은 T , ㉡는 H , ㉢는 h , ㉣는 t 이다.

바로알기 | ㄴ. ㉠(T)과 ㉤(t), ㉡(H)와 ㉣(h)가 각각 대립유전자이다.

ㄷ. P의 ㉡의 유전자형은 $HHTT$ 이므로, P에게서 h 와 t 를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 없다.

497



세포	대립유전자			DNA 상대량	
	㉠ t	㉡ h	㉢ T	H	t
$2n$ (가) II	○	?×	○	?4	2
n (나) III	×	×	○	2	?0
$2n$ (다) I	○	?×	?○	?2	1
n (라) IV	?○	?×	×	1	1

(○: 있음, ×: 없음)

- ① (나)와 (라)는 일부 대립유전자가 없으므로 핵상이 모두 n 이다. 따라서 (나)와 (라)는 각각 III과 IV 중 하나이고, (가)와 (다)는 각각 I과 II 중 하나이며 핵상이 $2n$ 이다.
- ② (라)의 유전자 구성은 Ht 이고, (나)에서 H 의 DNA 상대량이 2이므로 (나)가 III, (라)가 IV이다.
- ③ (가)에서 t 의 DNA 상대량이 2, (다)에서 t 의 DNA 상대량이 1이므로, (가)는 DNA가 복제된 상태인 II이고, (다)는 DNA가 복제되기 전 상태인 I이다.
- ④ (나)(III)에 H 가 있으므로 h 는 없는데 ㉢이 있으므로 ㉢은 T 와 t 중 하나이고, (라)(IV)에 t 가 있는데 ㉢이 없으므로 ㉢은 T 이다.
- ⑤ III(나)에 H 가 있고, IV(라)에도 H 가 있으므로 P에는 H 만 있고, h 는 없다. h 는 (가)~(라)에 모두 없어야 하므로 ㉠이고, ㉠은 t 이다.
- ⑥ P에는 H 와 h (㉡) 중 H 만 있고, T (㉢)과 t (㉠)가 모두 있으므로 P의 ㉡의 유전자형은 $HHTT$ 이다. 따라서 I(다)의 유전자 구성은 $HHTt$, II(가)의 유전자 구성은 $HHHHTTtt$, III(나)의 유전자 구성은 $HHTT$, IV(라)의 유전자 구성은 Ht 이다.

ㄱ, ㄴ. P의 ㉡의 유전자형은 $HHTT$ 이며, ㉠은 t , ㉡는 h , ㉢은 T 이다.

바로알기 | ㄷ. III(나)의 유전자 구성은 $HHTT$ 이므로 III에서 H 와 T 의 DNA 상대량을 더한 값은 4이다.

최고 수준 도전 기출

152쪽~153쪽

494 ② 495 ② 496 ① 497 ③ 498 ③ 499 ③, ⑤

494 ① 염색체의 모양과 크기가 다른 (나)는 A, B와 다른 종인 C의 세포이고, C는 수컷이다.

② ㉠가 상염색체, ㉡가 성염색체라면, (가)와 (다)의 성이 서로 같게 된다. A~C 중 B만 암컷이라는 조건을 만족하려면 ㉠가 상염색체(Y염색체), ㉡가 상염색체가 되어야 한다. $\Rightarrow$ (가)는 수컷 A, (다)는 암컷 B이다.

ㄷ. (나)는 C의 세포이므로 C의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 이다. 감수 2분열 중기 세포의 핵상과 염색체 수는 $n=3$ 이며, 중기에 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 염색분체 수는 $3 \times 2=6$ 이다.

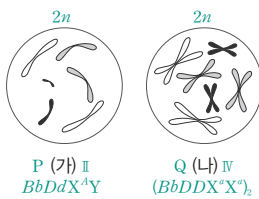
바로알기 | ㄱ. ㉠은 상염색체(Y염색체), ㉡는 상염색체이다.

ㄴ. (가)와 (다)에서 상염색체 구성이 다르므로, (가)를 갖는 개체와 (다)를 갖는 개체의 핵형은 서로 다르다.

495

세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
Q. $2n$ I	0	2	?1	1	2	0
P. $2n$ II	1	0	㉠1	1	?1	1
P. n III	0	0	1	?0	1	㉡0
Q. $2n$ IV	0	㉢2	?2	2	4	0

4



- ① III에서 A와 a가 모두 없으므로, ㉡의 유전자(A와 a)는 X염색체에 있다. III은 P의 세포이며, 핵상이 n 이다. $\Rightarrow$ ㉡는 0
- ② IV에서 D의 DNA 상대량이 4이므로, 이 개체에서 ㉢의 유전자형은 DD 이며, IV는 핵상이 $2n$ 이고, DNA가 복제된 상태이다.
- ③ (나)는 암컷이고 핵상이 $2n$ 이며 DNA가 복제된 상태이므로, $(A+a)$, $(B+b)$, $(D+d)$ 가 모두 4이다. I~IV 중 이를 만족하는 것은 IV이다. 따라서 IV는 (나)이며, Q의 세포이다. $\Rightarrow$ ㉢은 4
- ④ I에서 a의 DNA 상대량이 2이고 b의 DNA 상대량이 1이므로, I은 핵상이 $2n$ 이고 X염색체가 2개 있으므로 Q의 세포이다. Q의 유전자형은 $BbDDX^aX^a$ 이다.
- ⑤ II에서 A의 DNA 상대량이 1이므로, II는 P의 세포이다.
- ⑥ (가)는 핵상이 $2n$ 이며 성염색체가 XY이므로 P의 세포이다. I~IV 중 이를 만족하는 것은 II이다. 따라서 II는 (가)이고, P의 유전자형은 $BbDdX^AY$ 이다. $\Rightarrow$ ㉠은 1