

완 자 · 생 명 과 학

내신만점 · 실력UP 집중

III 생명의 연속성과 다양성
유전정보와 생식세포의 형성

14

염색체와 유전자

내신만점 · 실력UP

14 염색체와 유전자



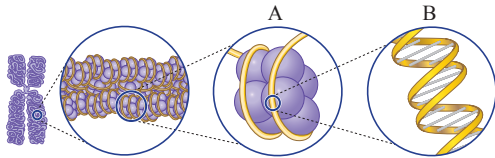
내신 만점 문제

A 염색체의 구조

중요 01 염색체, DNA, 유전자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

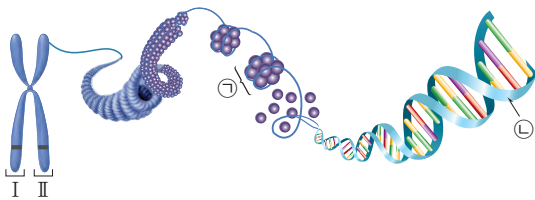
- ① 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있다.
- ② 염색체 하나에는 수많은 뉴클레오퓌이 있다.
- ③ 세포가 분열할 때 응축된 염색체가 나타난다.
- ④ 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.
- ⑤ 유전자는 한 생물이 가지고 있는 DNA 전체이다.

02 그림은 염색체의 구조를 나타낸 것이다. B의 특정 부위에 유전자가 있다.



A와 B의 이름을 각각 쓰시오.

중요 03 그림은 어떤 사람의 체세포에 있는 염색체의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

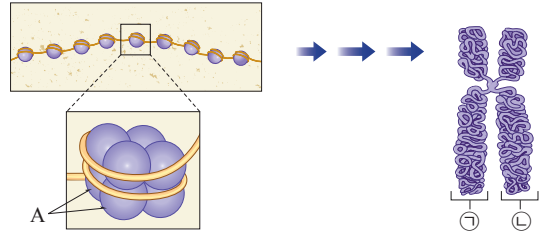
[보기]

- ㄱ. I 과 II 는 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 것이다.
- ㄴ. ㉠에 단백질이 있다.
- ㄷ. ㉡의 단위체는 뉴클레오타이드이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

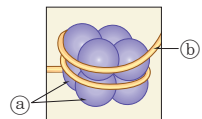
04 그림은 DNA가 응축된 염색체로 형성되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.



- (1) A의 이름을 쓰고, 세포의 작은 핵 속에 길이가 긴 DNA가 존재할 수 있는 원리를 A와 관련지어 서술하시오.
- (2) DNA를 구성하는 단위체가 어떤 물질들로 이루어져 있는지 단위체의 이름과 구성 비율을 포함하여 서술하시오.
- (3) ㉠과 ㉡의 유전자 구성은 어떠한지 근거를 들어 서술하시오.

05 표는 유전자와 염색체의 특징을 순서 없이 나타낸 것이고, 그림은 염색체 중 일부 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 각각 DNA와 히스톤 단백질 중 하나이다.

구분	특징
㉠	세포가 분열할 때 막대 모양으로 응축된다.
㉡	?



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. ㉠에 뉴클레오퓌이 있다.
- ㄴ. ㉡은 ㉠에 있다.
- ㄷ. ㉠에 라이보스가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

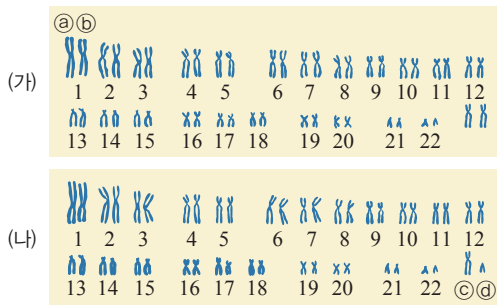
B 염색체와 핵형

06 핵형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 염색체의 외형적인 특징이다.
- ② 생물종에 따라 핵형이 다르다.
- ③ 염색체 수가 같으면 핵형이 같다.
- ④ 같은 종의 생물에서 성별이 다르면 핵형이 다르다.
- ⑤ 체세포분열 중기의 세포를 이용하여 핵형을 분석한다.

서술형

07 그림은 사람 (가)와 (나)의 핵형분석 결과를 나타낸 것이다.



(1) 쌍을 이루고 있는 염색체 ㉠과 ㉡를 무엇이라고 하는지 쓰고, ㉠과 ㉡에서 각 형질의 대립유전자 구성은 어떠한지 근거를 들어 서술하시오.

(2) ㉢와 ㉣는 각각 어떤 염색체인지 쓰시오.

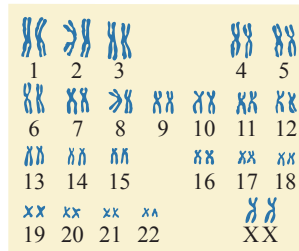
08 사람의 핵형분석으로 알 수 있는 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 성별
- ㄴ. 21번 염색체 수가 정상보다 한 개 많은 유전병
- ㄷ. ABO식 혈액형

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

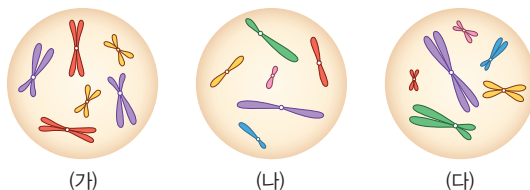
09 그림은 핵형이 정상인 어떤 사람의 세포 ㉠의 핵형분석 결과를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 이 사람은 여자이다.
- ② ㉠의 핵상은 $2n$ 이다.
- ③ ㉠에는 23쌍의 상동염색체가 있다.
- ④ 1번~22번 염색체는 남녀에서 공통으로 나타난다.
- ⑤ ㉠에서 $\frac{\text{상염색체의 염색분체 수}}{\text{성염색체 수}} = 22$ 이다.

10 그림은 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 서로 다른 종인 동물 A($2n=6$)와 B($2n=?$)의 세포 중 하나이다. A와 B의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



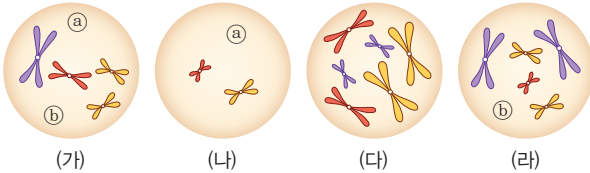
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. A는 수컷이다.
- ㄴ. (나)와 (다)에 모두 X염색체가 있다.
- ㄷ. B의 체세포분열 중기의 세포 1개당 염색분체 수는 24이다.

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

중요 11 그림은 핵상이 $2n$ 인 개체 I ~ III의 세포 (가)~(라) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. I 과 II는 같은 종이고, I 과 III은 성은 같지만 서로 다른 종이다. (가)~(라) 중 2개는 암컷의 세포이고, 나머지 2개는 수컷의 세포이다. I ~ III의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다. ㉠과 ㉡는 상염색체와 성염색체를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡의 모양과 크기는 나타내지 않았다.



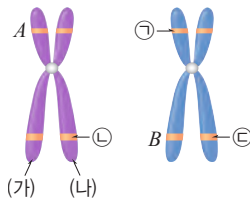
이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, I ~ III에서 X염색체는 Y염색체보다 크다.)

- ① ㉠은 성염색체이다.
- ② (나)는 암컷의 세포이다.
- ③ $\frac{\text{(가)의 X염색체 수}}{\text{(라)의 X염색체 수}} = 2$ 이다.
- ④ II에서 형성되는 생식세포에는 모두 X염색체가 있다.
- ⑤ (가)를 갖는 개체와 (다)를 갖는 개체의 핵형은 같다.

C 상동염색체와 염색분체

중요 12 그림은 유전자형이 $AaBb$ 인 어떤 사람의 상동염색체 한 쌍을 나타낸 것이다. A 와 a , B 와 b 는 각각 대립유전자이다.

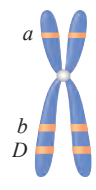
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)



- 보기**
- ㄱ. ㉠에는 대립유전자 a 가 있다.
 - ㄴ. ㉠과 ㉡에는 같은 대립유전자가 있다.
 - ㄷ. (가)와 (나)가 분리되어 형성된 딸세포 2개의 유전자 구성은 서로 같다.

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

13 그림은 어떤 사람 P의 세포 (가)에 있는 상염색체 중 하나를, 표는 (가)에 들어 있는 유전자 A, b, d 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. A 와 a , B 와 b , D 와 d 는 각각 대립유전자이며, ㉠과 ㉡은 0이 아닌 서로 다른 값이다.



대립유전자	DNA 상대량
A	2
b	㉠
d	㉡

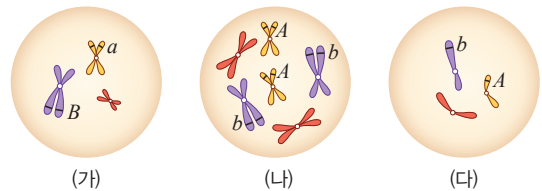
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이고, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. (가)의 핵상은 $2n$ 이다.
- ㄴ. ㉠은 2이다.
- ㄷ. P의 유전자형은 $AaBbDd$ 이다.
- ㄹ. 세포분열 시 대립유전자 A, b, d 는 함께 이동한다.

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

14 그림은 같은 종인 동물($2n=?$) I 과 II의 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. I의 유전자형은 $AaBb$ 이고, II의 유전자형은 $AAbb$ 이며, A 와 a , B 와 b 는 각각 대립유전자이다. (나)와 (다)는 서로 다른 개체의 세포이다. 이 동물의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



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

보기

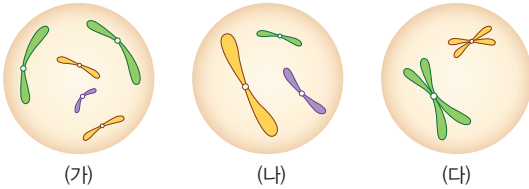
- ㄱ. (가)와 (다)의 핵상은 다르다.
- ㄴ. I은 수컷이다.
- ㄷ. (나)는 II의 세포이다.

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



실력UP 문제

01 그림은 서로 다른 종인 동물 A($2n=?$)와 B($2n=?$)의 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 염색체 중 X염색체를 제외한 나머지 염색체를 모두 나타낸 것이다. (가)~(다) 중 2개는 A의 세포이고, 나머지 1개는 B의 세포이다. A와 B는 성이 다르고, A와 B의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



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

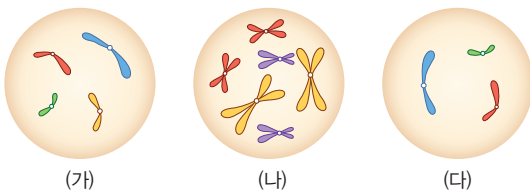
보기

- ㄱ. A는 수컷이다.
- ㄴ. (나)와 (다)의 염색체 수는 같다.
- ㄷ. B의 체세포분열 중기 세포 1개당 상염색체의 염색 분체 수는 8이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 다음은 핵상이 $2n$ 인 동물 A~C의 세포 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- A와 B는 같은 종이고, B와 C는 서로 다른 종이며, B와 C의 체세포 1개당 염색체 수는 서로 다르다.
- B는 암컷이고, A~C의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.
- 그림은 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 모든 상염색체와 ㉠을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 서로 다른 개체의 세포이고, ㉠은 X염색체와 Y염색체 중 하나이다.



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

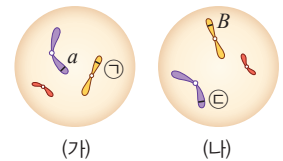
보기

- ㄱ. ㉠은 Y염색체이다.
- ㄴ. (가)와 (나)는 모두 암컷의 세포이다.
- ㄷ. 체세포분열 중기의 세포 1개당 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X염색체 수}}$ 는 A가 B의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 어떤 동물 종($2n=6$)의 유전형질 ㉠은 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정된다. 표는 이 동물 종의 개체 P와 Q의 세포 I~IV에서 대립유전자 ㉠~㉡의 DNA 상대량을, 그림은 세포 (가)와 (나) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 I~IV 중 하나이고, ㉠~㉡은 A, a, B, b를 순서 없이 나타낸 것이다. P는 수컷이고 성염색체가 XY이며, Q는 암컷이고 성염색체가 XX이다.

세포	DNA 상대량			
	㉠	㉡	㉢	㉣
I	0	0	?	1
II	1	?	0	0
III	0	0	4	2
IV	?	1	1	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. (가)는 P의 세포이다.
- ㄴ. III과 IV의 핵상은 다르다.
- ㄷ. ㉢은 A이다.
- ㄹ. Q의 ㉣에 대한 유전자형은 AAX^BX^b 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄷ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 및 해설

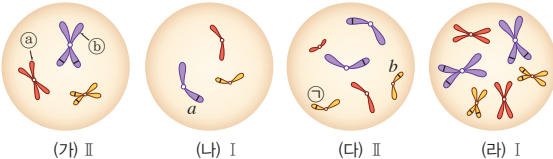
내신만점문제 · 실력UP문제
염색체와 유전자

대표자료분석 2

229쪽

- 1 (가) $n=3$, (나) $n=3$, (다) $2n=6$, (라) $2n=6$ 2 (나), (라)
 3 (1) 6 (2) 1 (3) 1 (4) 8 4 (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\bigcirc$ (4) $\bigcirc$ (5) $\bigcirc$ (6) $\times$
 (7) $\bigcirc$

꼼꼼 문제 분석



- ① (나)는 상동염색체 중 하나씩만 있으므로 핵상은 n 이며, 대립유전자 a 가 있으므로 I의 세포이다.
 ② (다)는 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상은 $2n$ 이며, 대립유전자 b 가 있으므로 II의 세포이다. 또한 모양과 크기가 다른 성염색체 쌍이 있으므로 성염색체 구성이 XY이다. $\Rightarrow$ II는 수컷이다.
 ③ (라)는 상동염색체 쌍이 있으므로 핵상은 $2n$ 이고, 모양과 크기가 같은 성염색체 쌍이 있으므로 성염색체 구성이 XX이다. $\Rightarrow$ (라)는 암컷이며, I의 세포이다.
 ④ (가)는 II의 세포이며, ⑤는 성염색체이고 ⑥는 상염색체이다.

1 상동염색체가 쌍으로 있으면 핵상이 $2n$ 이고, 상동염색체 중 하나씩만 있으면 핵상이 n 이다.

2 대립유전자 a 가 있는 (나)는 I의 세포이다. 대립유전자 b 가 있는 (다)는 II의 세포이며, 성염색체 구성이 XY이므로 II는 수컷이다. (라)는 성염색체 구성이 XX이므로 I의 세포이며, I은 암컷이다.

3 (1) (가)에는 2개의 염색분체로 이루어진 3개의 염색체가 있으므로 염색분체 수는 6이다.
 (2) (나)의 핵상은 n 이므로 성염색체 수는 1이다.
 (3) (다)의 성염색체 구성은 XY이므로 X염색체 수는 1이다.
 (4) (라)의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 이므로 상염색체 수는 4이다. 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 (라)의 상염색체의 염색분체 수는 8이다.

4 (1) I의 성염색체 구성은 XX이므로 암컷이고, II의 성염색체 구성은 XY이므로 수컷이다.
 (2) (가)의 핵상은 n 이고, (다)의 핵상은 $2n$ 이다.
 (3) ⑤는 성염색체인 X염색체이고, ⑥는 상염색체이다.
 (4) (가)는 II의 세포이고, II의 유전자형은 $AABb$ 이므로 ⑥에는 대립유전자 A 가 있다.

- (5) (다)는 II의 세포이고, II의 유전자형은 $AABb$ 이다. 상동염색체 중 하나에 대립유전자 b 가 있으므로 ⑦은 B 이다.
 (6) I의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 이고, 상염색체는 4개이다. 체세포분열 중기 세포의 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 $4 \times 2 = 8$ 이다.
 (7) (다)의 상염색체 수는 4이고, (라)의 X염색체 수는 2이다.

내신만점문제

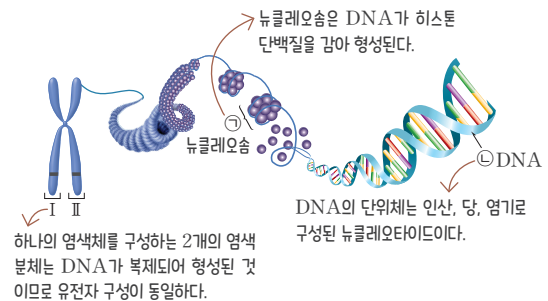
230쪽~232쪽

- 01 ⑤ 02 A: 뉴클레오솜, B: DNA 03 ④ 04 해설 참조
 05 ① 06 ③ 07 해설 참조 08 ③ 09 ⑤ 10 ②
 11 ③ 12 ③ 13 ② 14 ④

- 01 ① 염색체는 유전물질인 DNA와 단백질로 이루어져 있다.
 ② DNA는 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하며, 염색체 하나에는 수많은 뉴클레오솜이 있다.
 ③ 염색체는 세포가 분열할 때 응축되어 막대 모양의 구조물로 나타난다.
 ④ DNA의 특정 부위에 유전정보가 저장된 유전자가 있고, 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.
 [바로알기] ⑤ 유전자는 생물의 형질을 결정하는 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부위이다.

02 A는 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 뉴클레오솜이고, B는 유전물질인 DNA이다.

03 꼼꼼 문제 분석



- 나. 뉴클레오솜(㉠)은 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된다.
 다. DNA(㉡)의 단위체는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이다.
 [바로알기] ㉢. 염색분체 I과 II는 세포분열 전 DNA가 복제되어 형성된 것이다.

04 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있다. DNA는 유전 물질로, 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하여 차곡차곡 쌓여 있고, 염색체는 세포분열 시 더욱 응축하여 막대 모양으로 나타난다.

모범 답안 (1) 히스톤 단백질, DNA가 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하여 차곡차곡 쌓여 있기 때문에 길이가 긴 DNA가 작은 핵 속에 존재할 수 있다.

(2) DNA를 구성하는 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당(디옥시리보스), 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 구조이다.

(3) 하나의 염색체를 이루는 ㉠과 ㉡은 염색분체로, 세포분열 전 DNA가 복제되어 형성된 것이므로 유전자 구성이 같다.

채점 기준	배점
(1) A의 이름을 옳게 쓰고, 역할을 옳게 서술한 경우	30 %
A의 이름만 옳게 쓴 경우	10 %
(2) 단위체를 물질과 구성 비율을 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %
단위체를 물질만 포함하여 서술한 경우	20 %
(3) 유전자 구성이 같음을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	40 %
유전자 구성이 같다고만 쓴 경우	10 %

05 ㄱ. 세포가 분열할 때 막대 모양으로 응축되는 염색체(㉠)에는 뉴클레오솜이 있다.

바로알기 ㄴ. ㉠이 염색체이므로 ㉡은 유전자이다. ㉢는 히스톤 단백질이고, 히스톤 단백질을 감고 있는 ㉣는 DNA이다. 유전자(㉢)는 DNA(㉣)에 있다.

ㄷ. DNA(㉣)를 구성하는 뉴클레오타이드에는 당으로 디옥시리보스가 있다.

06 ① 핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 외형적인 특징이다.

② 생물종에 따라 핵형이 다르므로, 핵형은 생물종의 고유한 특징이 된다.

④ 성별이 다르면 성염색체 구성이 다르므로 핵형이 다르다.

⑤ 일반적으로 체세포분열 중기에 염색체가 가장 응축되어 있으므로 이 시기의 염색체를 이용하여 핵형을 분석한다.

바로알기 ③ 염색체 수가 같더라도 염색체의 모양과 크기가 다르면 핵형이 다르다.

07 핵형을 분석할 때는 모양과 크기가 같은 상동염색체를 찾은 후, 길이가 긴 것부터 짧은 것 순으로 배열한다. 1번~22번 염색체는 남녀 공통으로 있는 상염색체이다. 가장 끝에는 성염색체 쌍을 배열하는데, 이를 통해 성별을 판별할 수 있다.

모범 답안 (1) 상동염색체, ㉢와 ㉣는 부모에게서 한 개씩 물려받은 것이므로 각 형질의 대립유전자는 같을 수도 있고, 다를 수도 있다.

(2) ㉢는 X염색체이고, ㉣는 Y염색체이다.

채점 기준	배점
(1) 상동염색체라고 쓰고, ㉢와 ㉣의 대립유전자 구성을 근거를 들어 옳게 서술한 경우	60 %
상동염색체라고만 쓴 경우	20 %
(2) 두 염색체를 모두 옳게 쓴 경우	40 %
하나라도 틀리게 쓴 경우	0 %

08 핵형분석으로 성별, 염색체 수가 많거나 적은 염색체 수 이상 등은 알 수 있지만, 혈액형, 적록색맹 등과 같이 특정 염색체에 있는 대립유전자에 의해 결정되는 형질은 알 수 없다.

09 ① 이 사람의 성염색체 구성은 XX로 성별은 여자이다.

② ㉠은 상동염색체가 쌍을 이루고 있으므로 핵상이 $2n$ 인 세포이다.

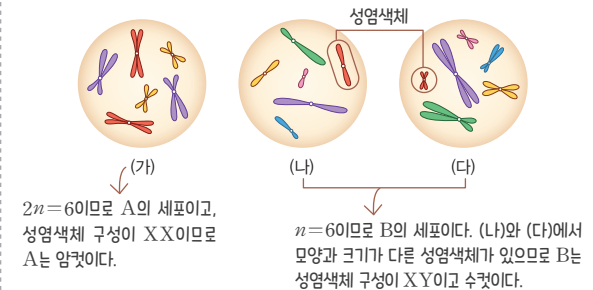
③ 상염색체 22쌍과 성염색체 1쌍(XX)으로, 총 23쌍의 상동염색체가 있다.

④ 1번~22번 염색체는 남녀 공통으로 있는 상염색체이다.

바로알기 ⑤ 상염색체는 22쌍(44개)이고, 각 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 88이다. 성염색체는 X염색체가 2개 있다. 따라서 $\frac{\text{상염색체의 염색분체 수}}{\text{성염색체 수}}$

$$= \frac{88}{2} = 44 \text{이다.}$$

10 — 품평 문제 분석

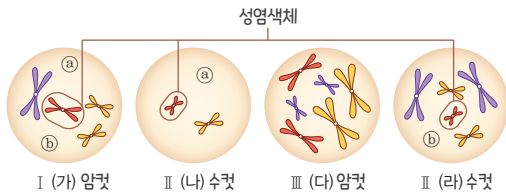


ㄷ. B의 세포 (나)와 (다)는 핵상과 염색체 수가 $n=6$ 이므로 체세포의 염색체 수는 $2n=12$ 이고, 체세포분열 중기에는 각 염색체가 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 세포 1개당 염색분체 수는 $12 \times 2 = 24$ 이다.

바로알기 ㄱ. A는 암컷이다.

ㄴ. (나)와 (다)는 B의 세포이고, (나)와 (다)에서 모양과 크기가 다른 염색체는 성염색체이다. 하나는 X염색체, 다른 하나는 Y염색체로 B는 성염색체 구성이 XY인 수컷이고, (나)와 (다) 중 하나에만 X염색체가 있다.

11 품종 문제 분석



- (가)의 염색체 모양이 다른 세포와 다르므로 (가)는 I, II와 다른 종인 III의 세포이다. 모양과 크기가 같은 성염색체 쌍(XX)이 있으므로 III는 암컷이다.
- (가), (나), (라)에서 모양이 다른 염색체가 성염색체이고, X염색체가 Y염색체보다 크므로 (가)에는 X염색체가, (나)와 (라)에는 Y염색체가 있다. 따라서 (가)는 암컷인 I의 세포, (나)와 (라)는 수컷인 II의 세포이다.
- (나)는 핵상이 n 인데 성염색체가 있으므로 ③은 상염색체이고, ⑥은 성염색체이다. ⑥은 암컷의 세포 (가)와 수컷의 세포 (라)에 공통적으로 있으므로 X염색체이다.

③ (가)는 암컷 I의 세포이며, 핵상이 $2n$ 이므로 X염색체 수는 2이다. (라)는 수컷 II의 세포이며, 핵상이 $2n$ 이므로 X염색체 수는 1이다. 따라서 $\frac{\text{(가)의 X염색체 수}}{\text{(라)의 X염색체 수}} = 2$ 이다.

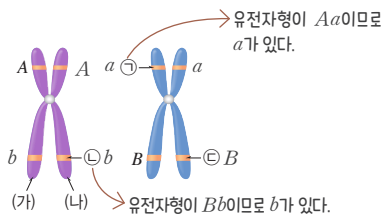
바로알기 ① ③은 상염색체이다.

② (나)는 수컷 II의 세포이며, Y염색체가 있다.

④ II는 수컷이므로 이로부터 형성되는 생식세포 중 절반은 X염색체가 있지만 나머지 절반은 Y염색체가 있다.

⑤ (가)를 갖는 개체 I과 (다)를 갖는 개체 III는 서로 다른 종이므로 핵형이 다르다.

12 품종 문제 분석



- (가)와 (나)는 염색분체로 유전자 구성이 같다.
- 상동염색체의 같은 위치에는 특정 형질에 대한 대립유전자가 있다.
- ①은 a , ②은 b , ③은 B 이다.

ㄱ. 상동염색체의 같은 위치에는 특정 형질에 대한 대립유전자가 있으므로 ①에는 a 가 있다.

ㄴ. 유전자 구성이 동일한 염색분체가 분리되어 형성된 딸세포 2개의 유전자 구성은 서로 같다.

바로알기 ㄴ. ②에는 b 가 있고, ③에는 B 가 있다.

13 품종 문제 분석

(가)에 염색분체 2개로 이루어진 염색체가 있으므로 (가)는 DNA가 복제된 상태이다.

대립유전자	DNA 상대량
A	2
b	① 4
d	② 2

- 대립유전자 A 의 DNA 상대량이 2이고 제시된 염색체에 a 가 있으므로 유전자형은 Aa 이다.
- 한 형질에 대한 대립유전자가 함께 있으므로 이 세포의 핵상은 $2n$ 이고, DNA가 복제된 상태이므로 대립유전자 쌍의 DNA 상대량의 합은 4이어야 한다.
- 제시된 염색체에 b 가 있으므로 대립유전자 b 의 DNA 상대량 ①은 2 또는 4이다.
- 제시된 염색체에 D 가 있으므로 대립유전자 d 의 DNA 상대량 ②은 0 또는 2이다.
- ①과 ②은 0이 아닌 서로 다른 값이므로 ②은 2이고, ①은 4이다.

b 의 DNA 상대량이 4이므로 유전자형은 bb 이고, d 의 DNA 상대량이 2이므로 유전자형은 Dd 이다. 따라서 P의 유전자형은 $AabbDd$ 이다.

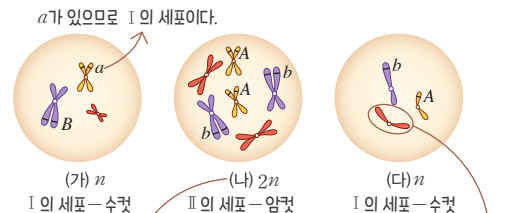
ㄱ. (가)에 A 와 a 가 모두 있으므로 (가)는 핵상이 $2n$ 이다.

ㄴ. 상동염색체 중 하나에는 abD 가 있고, 다른 하나에는 Abd 가 있다. 유전자는 염색체와 함께 이동하므로 세포분열 시 abD , Abd 가 각각 함께 이동한다.

바로알기 ㄴ. ①은 4이다.

ㄷ. P의 유전자형은 $AabbDd$ 이다.

14 품종 문제 분석



유전자형이 $AAbb$ 이므로 II의 세포이다. 모양과 크기가 같은 성염색체 쌍이 있으므로 II는 암컷이다. $\Rightarrow$ (가)와 (나)에 있는 성염색체가 다르므로 (가)에는 Y염색체가 있다.

X염색체를 가진다. (나)와 (다)는 서로 다른 개체의 세포이므로 (다)는 I의 세포이다.

ㄴ. (가)와 (다)는 모두 핵상이 n 이고 I의 세포이지만 모양과 크기가 다른 성염색체를 하나씩 가지므로 I은 수컷이다.

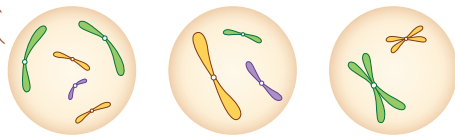
ㄷ. (나)는 유전자형이 $AAbb$ 이므로 II의 세포이다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (다)의 핵상은 n 으로 같다.

01 ① 02 ④ 03 ②

01 품목 문제 분석

핵상이 2*n*이므로 염색체 수는 짝수인데, 총 5개의 염색체가 있으므로 (가)에는 X염색체가 1개 있다. ⇒ 성염색체 구성이 XY인 수컷의 세포이다.



(가) 2*n*=6 A의 세포-수컷
(나) *n*=4 B의 세포-암컷
(다) *n*=3 A의 세포-수컷

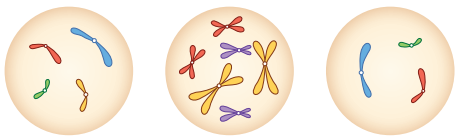
B는 A와 성이 다르므로 암컷이다. 핵상이 *n*인 암컷의 세포에는 X염색체가 1개 있으므로 *n*=4이다.

ㄱ. (가)와 (다)는 A의 세포이고, 성염색체 구성이 XY로 수컷이다. (나)는 B의 세포이고, B는 A와 성이 다르므로 암컷으로 성염색체 구성이 XX이다.

ㄴ. (나)는 B(2*n*=8)의 세포이고 핵상이 *n*이므로 염색체 수는 4이다. (다)는 A(2*n*=6)의 세포이고 핵상이 *n*이므로 염색체 수는 3이다.

ㄷ. B의 체세포의 염색체 구성은 2*n*=6+XX이다. 체세포분열 중기의 세포 1개당 상염색체 수는 6이고, 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 상염색체의 염색분체 수는 6×2=12이다.

02 품목 문제 분석



(가) *n*=4 B의 세포-암컷
(나) 2*n*=6 C의 세포-암컷
(다) *n*=4 A의 세포-수컷

- (가)와 (다)는 상염색체의 모양이 같고 (나)는 (가), (다)와 염색체 모양이 다르므로 (나)는 종이 다른 C의 세포이다.
- (가)와 (다)는 핵상이 *n*이고, 같은 종의 세포인데, 나타나 있는 염색체 수가 다르다. (가)에는 ①이 있고, (다)에는 ①이 없는 것으로 (가)와 (다)의 염색체 수는 4이다. 따라서 A와 B의 체세포 염색체 수는 2*n*=8이다.
- ①이 Y염색체라면 상동염색체가 모두 쌍으로 있는 (나)에는 X염색체 2개가 나타나 있지 않은 것이므로 (나)의 염색체 수는 2*n*=8이 되는데, B와 C의 염색체 수가 다르다고 하였으므로 모순이다. 따라서 ①은 X염색체이고, (나)의 염색체 수는 2*n*=6이다.

ㄴ. (가)와 (다)는 같은 종(A, B)의 세포이지만 (가)는 X염색체가 있어서 염색체가 4개로 표현되어 있고 (다)는 Y염색체가 나타나 있지 않아 염색체가 3개만 표현되어 있다. B는 암컷이라고 하였으므로 (가)는 B의 세포이다. (나)는 종이 다른 C의 세포이고, C는 성염색체가 XX인 암컷이다.

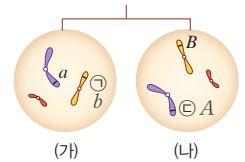
ㄷ. A와 B는 같은 종이므로 체세포의 상염색체 수는 6으로 같지만 X염색체 수는 수컷 A는 1이고, 암컷 B는 2이다. 따라서 체세포분열 중기의 세포 1개당 상염색체 수 / X염색체 수는 A에서 6이고, B에서 3이다.

바로알기 ㄱ. ①은 X염색체이다.

03 품목 문제 분석

세포	DNA 상대량			
	① <i>b</i>	② <i>a</i>	③ <i>A</i>	④ <i>B</i>
(가), P I <i>n</i>	0	0	?1	1
(나), Q II <i>n</i>	1	?1	0	0
P III 2 <i>n</i>	0	0	4	2
Q IV 2 <i>n</i>	?2	1	1	0

③과 ④은 서로 대립유전자가 아니다.



- III에서 ③의 DNA 상대량이 4이므로 III의 핵상은 2*n*이고, DNA 상대량이 4인 ③은 상염색체에, 2인 ④은 성염색체에 있는 대립유전자이다.
- III은 성염색체에 있는 대립유전자의 DNA 상대량의 합이 2이므로 성염색체 구성이 XY이다. ⇒ III은 수컷인 P의 세포이며, ③과 ④은 서로 대립유전자가 아니다.
- P에서 형성되는 핵상이 *n*인 세포는 항상 ③을 가지고, ①과 ②은 가지지 않는다. ⇒ II와 IV는 ① 또는 ②을 가지므로 암컷 Q의 세포이다.
- II는 IV에 있는 ③이 없으므로 핵상이 *n*이고, IV는 대립유전자 ③과 ④이 함께 있으므로 핵상이 2*n*이다. ⇒ (가)는 핵상이 *n*이며 ①이 있으므로 II이고, ②은 *a*이다.
- (나)는 핵상이 *n*이고 ③이 있으므로 I이고, ④은 B이다. ⇒ ③은 *a*의 대립유전자인 A이고 ①은 *b*이다.
- 핵상이 2*n*인 Q의 세포 IV에는 X염색체가 2개 있으므로 *b*(③)의 DNA 상대량이 2이다.

I과 III은 수컷 P의 세포이고, II와 IV는 암컷 Q의 세포이다. ①은 *b*, ②은 *a*, ③은 A, ④은 B이고, A와 *a*는 상염색체에, B와 *b*는 X염색체에 있다. ③에 대한 유전자형은 P는 AAX^BY이고, Q는 AaX^bX^b이다.

ㄷ. ③은 A이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 II이고, Q의 세포이다.

ㄴ. III과 IV의 핵상은 2*n*으로 같다.

ㄷ. Q의 ③에 대한 유전자형은 AaX^bX^b이다.