Chapter 3 실전 개념

[실전 개념]

Theme 3 세포 대응 추론형 (2)

- 세포 대응 추론 (직접)
- 세포 대응 추론 (간접)
- DNA 상대량 유형 분류
- Algo - 방향의 선택 : 연역 vs 귀납

[DNA 상대량]

Schema 11 개체 간 구분
Schema 12 수정 과정
Schema 13 가족 구성원
Schema 14 연관 추론
Schema 15 미매칭 대립유전자
Schema 16 DNA 상대량의 합
Schema 17 미매칭 대립유전자의 합
Schema 18 분열 과정의 일부
Schema 19 미매칭 DNA 상대량
Schema 20 유전 현상

Chapter 4 기본 유제

Chapter 5 실전 유제

Chapter 1

Letter

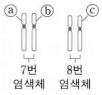
[: #3 세포의 특성, DNA 상대량 추론 (2)]

Letter #3

이번 책에서 공부할 '세포 분열 - DNA 상대량 심화'과
'생물의 특성' 단원에서는 적어도 2문항, 많으면 3문항까지 출제될 수 있는 단원이야

최근 경향에서 유전 문항 중 3문항이 변별력을 좌우하는 문항(가계도, 유전 현상, 돌연변이)로 출제되는 경향이 있는데 DNA 상대량은 그 3문항의 근간이 될 뿐만 아니라 단독적으로도 출제되어서 반드시 풀어내야 하기에 지난 시간, 이번 시간에 걸쳐 같이 공부하고 있다고 생각하면 되어!

7. 사람의 유전 형질 (가)는 2쌍의 대립유전자 H와 h, R와 r에 의해 결정되며, (가)의 유전자는 7번 염색체와 8번 염색체에 있다. 그림은 어떤 사람의 7번 염색체와 8번 염색체를, 표는 이 사람의 세포 Ⅰ~Ⅳ에서 염색체 ㉠~㉢의 유무와 H와 r의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 염색체 ⓐ~ⓒ를 순서 없이 나타낸 것이다.



세포	염색체			DNA 상대량	
	㉠	㉡	㉢	H	r
Ⅰ	×	○	?	1	1
Ⅱ	?	○	○	?	1
Ⅲ	○	×	○	2	0
Ⅳ	○	○	×	?	2

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H, h, R, r 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ의 핵상은 같다.
ㄴ. ㉡과 ㉢은 모두 7번 염색체이다.
ㄷ. 이 사람의 유전자형은 HhRr이다.

22학년도 수능 - 단독 출제 (세포 대응)

17. 다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 유전자는 서로 다른 2개의 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 AabbDd이며, P와 Q의 핵형은 모두 정상이다.
- 표는 P의 세포 Ⅰ~Ⅲ과 Q의 세포 Ⅳ~Ⅵ 각각에 들어 있는 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.

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

- 세포 ⓐ와 ⓑ 중 하나는 염색체의 일부가 결실된 세포이고, 나머지 하나는 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 염색체 수가 비정상적인 세포이다. ⓐ는 Ⅰ~Ⅲ 중 하나이고, ⓑ는 Ⅳ~Ⅵ 중 하나이다.
- Ⅰ~Ⅵ 중 ⓐ와 ⓑ를 제외한 나머지 세포는 모두 정상 세포이다.

22학년도 수능 - 간접 출제 (돌연변이)

이번 Letter #3에서는 유형에 대한 고찰뿐만 아니라 핵심 문항을 풀어내는 관점에 대해 이야기 해보고자 해. 적어도 나는 생명과학1 과목에 있어서는 항상 두 가지 루트로 학습하고 선택하는 게 중요하다고 생각해.

시험장에서 연역적으로 시작점, 특이점들이 연쇄적으로 보여서 풀려나가는 게 이상적이고 그렇게 훈련시킬 것이지만 실제로 시험장에 들어가면 17~18문항은 연역적으로, 2~3문항은 우당탕탕 이리저리 풀고 오는 학생들이 많거든...! 여기에서 중요한 Point는 우당탕탕이 아니라 "풀어내고 오는 것"이야 수능 시험은 결과를 시험지에 도출해주지 문제를 풀어내는 과정까지 평가해주지는 못하거든

그에 따라 우리는 시험이 끝난 후, "올바른" 풀이라고 여겨지는 연역적 풀이도 연습할 필요가 있지만 우당탕탕이라 표현을 했지만, "귀류" "케이스 나열 후 소거" 등의 풀이 또한 연습해보고 사용의 기준을 확립해둘 필요가 있어

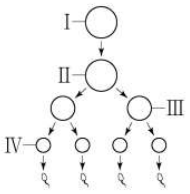
지금 이런 이야기를 하는 데에는 "본격적으로 양방향 풀이"를 추구하는 단원으로 들어왔기 때문이야!! 다시 말하면 "염색체 그림 추론"이 들어 있던 0권 네비의 #1, "DNA 상대량 추론 (1)"이 들어있던 주간 디올 1권 에서는 어렵게 여겨지는 문항이 있으면 안된다는 얘기로도 돌려말할 수 있어...^^;;

이러한 내용을 DNA 상대량 문항으로 다시 가져오면

연역적으로 특이점을 잡아갈 수도 있어야 하나
귀납적으로 전수 표를 그린 후, 매칭할 수도 있어야 해

지난 시간 주간 디올 1권 : 마지막 문항이었던 "23학년도 수능 - 세포 대응" 문항을 보자.

7. 사람의 유전 형질 ㉮는 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정된다. 그림은 사람 P의 G_1기 세포 Ⅰ로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)에서 대립유전자 ㉠~㉢의 유무와 a와 B의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 Ⅰ~Ⅳ를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉢은 A, a, b를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

(○: 있음, ×: 없음)

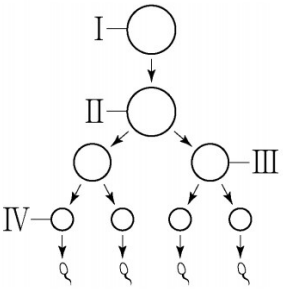
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. Ⅱ와 Ⅲ은 중기의 세포이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. Ⅳ에 ㉠이 있다.
ㄴ. (나)의 핵상은 $2n$이다.
ㄷ. P의 유전자형은 AaBb이다.

지난 시간 마지막 부분에 연역적 풀이는 첨부했기 때문에 다른 풀이를 적어볼게
연역적으로 잘 보이지 않는다면 이렇게 전수를 깔아둔 후, 상대량을 대응하는 풀이도 괜찮아

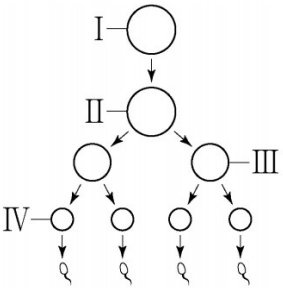
[연역적 풀이 - 정체성을 파악해가며 좌우 대응]



세포	정체성	유전자 유무			DNA 상대량	
		㉠	㉡	㉢	a	B
(가)	n, 2	×	×	○	?	2
(나)	2n, 4	○	?	○	2	?
(다)	n, 1	?	?	×	1	1
(라)	2n, 2	○	?	?	1	?

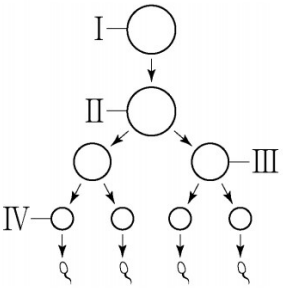
유전자형이 BB이므로 유전자 유무를 통해 ㉠이 a, ㉡이 b임을 알 수 있다.
따라서 ㉢은 A이고 오른쪽 세포에는 A가 있다.
∴ P의 ㉮에 대한 유전자형은 AaBB이다.

[귀납적 풀이 - 표를 깔아놓고 세포를 대응]



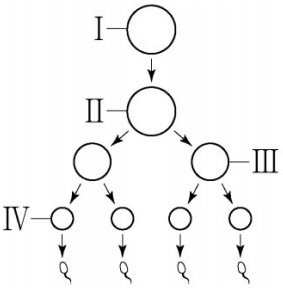
세포	대응	DNA 상대량			
		A	a	B	b
2n, 2					
2n, 4					
n, 2					
n, 1					

세포 (다)는 일부 유전자가 없으므로 핵상이 n이고 DNA 상대량으로 1을 가지므로 n, 1이다. 그에 맞게 DNA 상대량을 대응하면 다음과 같다.



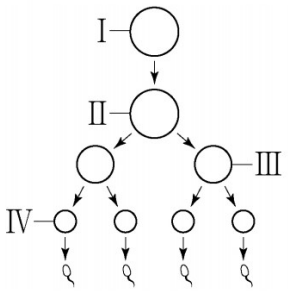
세포	대응	DNA 상대량			
		A	a	B	b
2n, 2					
2n, 4					
n, 2					
n, 1	(다)		1	1	

세포 (가)는 일부 유전자가 없으므로 핵상이 n이고 DNA 상대량으로 1을 가지므로 n, 2이다. 그에 맞게 DNA 상대량을 대응하면 다음과 같다.



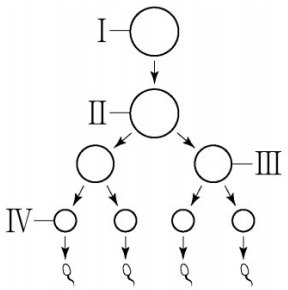
세포	대응	DNA 상대량			
		A	a	B	b
2n, 2					
2n, 4					
n, 2	(가)		?	2	
n, 1	(다)		1	1	

이때 (가)와 (다)의 DNA 상대량이 일렬로 있는 것을 알 수 있다.
서로 다른 영역에 있는 (가)와 (다)가 B를 가지므로 동형 접합 BB를 갖는다.



세포	대응	DNA 상대량			
		A	a	B	b
2n, 2				2	0
2n, 4					
n, 2	(가)		?	2	
n, 1	(다)		1	1	

(나)와 (라)는 저절로 핵상이 2n이고 (라)는 1을 가지므로 2n, 2이고
(나)는 나머지 2n, 4이다. 따라서 DNA 상대량을 채우면 다음과 같다.



세포	대응	DNA 상대량			
		A	a	B	b
2n, 2	(라)		1	2	0
2n, 4	(나)		2		
n, 2	(가)		?	2	
n, 1	(다)		1	1	

상염색체 유전이므로 2n, 2에서 A+a=2 이어야 한다.
따라서 이 사람의 유전자형은 AaBB이다.

주간 디올 1권에서처럼 연역적으로 풀어가도 좋고
주간 디올 2권에서처럼 귀납적으로 표를 깔고 대응해도 좋아

중요한 건 공부 과정에서는 두 방식 모두 이해하고
수능장에서 적어도 하나로는 풀어오는 거야!

세포 분열 단원의 문항은 두 가지 모두 이해할 만 할 것이고
실제로 함께 공부한다면 수능장에서 어려움을 겪는 단원은 아닐 거야

우리는 가계도와 같이 고난도 유형으로 여겨지는 유형도 이와 같이 연역적으로 해석하는 법과 표를 까는 법 모두 공부할 것이고 결국 수능장에서 풀어올 것이라 믿어 의심치 않아!

그럼 오늘도 열렬히 응원해 파이팅이야 :)

[출제 경향]

'세포 분열' 단원의 출제 경향에 대해서는 주간 디올 1권에서 알아봤으니
이번 교재에서는 그 중 "세포 대응 추론"의 출제 경향만 분석해보도록 합시다.

세포 대응 추론

7. 사람의 유전 형질 (가)는 2쌍의 대립유전자 H와 h, R와 r에 의해 결정되며, (가)의 유전자는 7번 염색체와 8번 염색체에 있다. 그림은 어떤 사람의 7번 염색체와 8번 염색체를, 표는 이 사람의 세포 Ⅰ~Ⅳ에서 염색체 ㉠~㉢의 유무와 H와 r의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 염색체 ⓐ~ⓒ를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	염색체			DNA 상대량	
	㉠	㉡	㉢	H	r
Ⅰ	×	○	?	1	1
Ⅱ	?	○	○	?	1
Ⅲ	○	×	○	2	0
Ⅳ	○	○	×	?	2

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H, h, R, r 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) [3점]

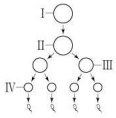
<보 기>

ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ의 핵상은 같다.
ㄴ. ㉡과 ㉢은 모두 7번 염색체이다.
ㄷ. 이 사람의 유전자형은 HhRr이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

22학년도 수능 - DNA 상대량 + 염색체 유무

7. 사람의 유전 형질 ㉮는 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정된다. 그림은 사람 P의 G_1기 세포 Ⅰ로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)에서 대립유전자 ㉠~㉢의 유무와 a와 B의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 Ⅰ~Ⅳ를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉢은 A, a, b를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

(○: 있음, ×: 없음)

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. Ⅱ와 Ⅲ은 중기의 세포이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. Ⅳ에 ㉠이 있다.
ㄴ. (나)의 핵상은 $2n$이다.
ㄷ. P의 유전자형은 AaBb이다.

23학년도 수능 - DNA 상대량 + 유전자 유무

개정 교육과정 들어 세포 대응 추론 문항은 단독적으로 하나의 요소만 질문하는 게 아니라 다채롭게 여러 요소를 섞어 질문하고 있다.

21학년도 수능에서는 유전자 유무와 DNA 상대량 합을
22학년도 수능에서는 염색체 그림과 염색체 유무, DNA 상대량을
23학년도 수능에서는 감수 분열 과정 그림과 유전자 유무, DNA 상대량을 제시하였고

공통적으로 DNA 상대량이 들어가 DNA 상대량의 해석 자체가 매우 중요하게 여겨진다.

이러한 출제 경향을 바탕으로 했을 때
24학년도 수능을 대비하기 위해 여러 가지 요소를 모두 공부하고
여러 가지 요소가 종합된 문항들로 학습하는 게 좋아보인다.

주간 디올 2권에는 이 모든 것을 대비할 수 있는 출제될 수 있는 요소, 미출제 요소등을 눌러담아 Schema 11~20을 구성하였으니 부단히 공부하셔서 24학년도 수능 세포 대응 추론 문항을 쉽게 해결하고 오시길 바랍니다.

Chapter 2
기본 개념

[기본 개념]
Theme 3 생물의 특성

11. 생물의 특성 다지선다.

다음 중 올바른 것을 대응하시오.

㉠ 물질대사 ㉡ 자극에 대한 반응 ㉢ 발생과 생장 ㉣ 생식과 유전 ㉤ 적응과 진화 ㉥ 항상성

	내용	대응
예시	크고 긴 뿔을 가질수록 포식자의 공격을 잘 방어할 수 있어 포식자가 많은 이 지역에서 살기에 적합하다.	㉤
1	물에 불린 콩을 삶은 후 미생물 X를 넣어 발효시키면 독특한 향이 나고 실 형태의 끈적한 물질이 생긴다.	
2	장구벌레는 변태 과정을 거쳐 모기가 된다.	
3	거미는 진동을 감지하여 먹이에게 다가간다.	
4	적록 색맹인 어머니로부터 적록 색맹인 아들이 태어난다.	
5	수생 식물의 잎에서 광합성이 일어나면 공기 방울이 맺힌다.	
6	크고 단단한 종자를 먹는 핀치새는 턱 근육이 발달되어 있다.	
7	빅토리아 여왕의 딸들이 유럽의 다른 왕족과 결혼하여 태어난 아들들에게서 혈우병이 나타났다.	
8	식물은 광합성을 통해 양분을 합성한다.	
9	개구리 알은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다.	
10	엄마가 적록 색맹이면 아들도 적록 색맹이다.	
11	지렁이에 빛을 비추면 어두운 곳으로 이동한다.	
12	선인장에는 잎이 변한 가시가 있어 물의 손실이 최소화된다.	
13	뜨거운 물체에 손이 닿으면 반사적으로 손을 뗀다.	
14	선인장은 잎이 변한 가시를 가진다.	
15	장구벌레는 번데기를 거쳐 모기가 된다.	
16	살충제를 살포한 후 살충제에 저항성을 갖는 모기가 증가하였다.	
17	개구리의 수정란은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다.	
18	플라나리아는 빛을 받으면 어두운 곳으로 이동한다.	
19	도마뱀은 나뭇잎과 비슷한 외형을 갖고 있어 포식자에게 발견되기 어려우므로 나무가 많은 환경에 살기 적합하다.	
20	짚신벌레는 분열법으로 번식한다.	
21	소나무는 빛을 흡수하여 포도당을 합성한다.	
22	핀치새는 먹이의 종류에 따라 부리 모양이 다르다.	
23	항생제 과다 사용으로 항생제 내성 세균의 비율이 증가한다.	
24	항생제 내성 세균은 항생제를 분해하는 단백질을 합성한다.	
25	미모사의 잎을 만지면 잎이 접힌다.	
26	식물 종자가 발아하여 뿌리, 줄기, 잎으로 분화한다.	
27	효모를 이용하여 막걸리를 만들 때 CO_2가 발생한다.	
28	사람의 체온이 낮아지면 근육이 떨리면서 열이 발생한다.	
29	초식동물의 소화관 길이는 비슷한 몸집을 가진 육식동물의 소화관 길이보다 길다.	
30	근육 세포는 반복적인 근육 운동에 필요한 ATP를 얻기 위해 포도당을 세포 호흡에 이용한다.	
31	달리기를 하는 중에도 혈당량은 정상 범위 내에서 유지된다.	
32	식물은 빛에너지를 흡수하여 양분을 합성한다.	
33	식충 식물인 파리지옥의 잎에 파리가 앉으면 잎이 접힌다.	
34	ABO식 혈액형이 A형인 부모 사이에서 O형인 자녀가 태어났다.	
35	살충제를 사용한 후 살충제 저항성이 있는 바퀴벌레가 나타났다.	
36	효모는 출아법으로 번식한다.	
37	효모는 포도당을 분해하여 에너지를 얻는다.	
38	수정란이 세포 분열을 거쳐 완전한 개체가 된다.	
39	식사 후 혈당량이 증가하면 인슐린 분비가 촉진된다.	
40	뿌리혹박테리아는 질소 고정 효소를 이용하여 공기 중의 질소 (N_2)를 질소 화합물로 합성한다.	

Chapter 3

실전 개념

: 세포 대응 추론형 (DNA 상대량 (2))

ⓑ 고난도 문항

Schema 11에서 20까지는 Schema 1~10에 비해 상대적으로 고난도 문항에 대해 다뤄지고 있으며 이러한 경우 다음을 활용하도록 하자.

1st 연역적 풀이

우선 DNA 상대량 자체로 알아낼 수 있는 정보를 해석하도록 하자.

[중기 세포] 중기 세포에는 DNA 상대량 1이 올 수 없다.
[생식 세포] 생식 세포에는 DNA 상대량 2가 올 수 없다.
[G_1기 세포] 돌연변이가 일어나지 않았다면, G_1기 세포에만 DNA 상대량 2, 1이 공존할 수 있다.
[대립유전자 합] DNA 상대량 합이 2와 1이 공존하면 적은 쪽이 성염색체, 남성의 세포이다.

등 여러 가지 Scehma에 대해 1권에서 다룬 바 있다.

2nd 귀납적 풀이

연역적으로 주어진 표나 그림이 해석되지 않는 Point에 다달했을 때 표를 깔고 정보를 찬찬히 관찰해보자.

문제에 주어진 표나 그림에서 숨겨둔 정보가
표에서는 가시적으로 나타날 수 있다.

이때 개체가 2명이면 2개의 표가, 수정 과정이면 ㉮ 정자, 난자, 수정란이 나타난 경우 ㉮에 대한 표를 추가로 그리는 등 각 Schema 별로 유용한 표의 양상이 다소 다르니 각각의 상황에 맞게 적절히 그려 판단하도록 하자.

[개체 간 구분]

주어진 개체 수에 맞게 표를 그린다. P와 Q라면 2개의 표를 그리면 된다.
이때 세포 분열 그림이나 추가 정보가 주어지지 않는다면 다음 페이지의 표를 기본으로 깔도록 하자.

“세포 분열 과정”의 각 세포를 구분하는 게 본 단원의 목표이기에
2n, 2 / 2n, 4 / n, 2 / n, 1을 골고루 배치할 가능성이 높으며
실제로 22학년도 수능과 23학년도 수능에서 각각 1개씩 제시하였다.

(만약 n, 1가 하나 더 주어진다면 추가로 그려주면 그만!)

(실제로 표의 껍데기를 모두 그릴 필요는 없고 자신이 인지할 수 있을 정도면 충분하다.)

1권에서 배운 Schema, 그리고 2권에서 배울 Schema를 정리하면 다음과 같다.

Schema 1 핵상 판단
Schema 2 중기 세포
Schema 3 양극단 세포
Schema 4 단독 해석
Schema 5 정체성 부여
Schema 6 비교 해석
Schema 7 성염색체
Schema 8 포함 관계
Schema 9 배반 관계
Schema 10 좌우 대응
Schema 11 개체 간 구분
Schema 12 수정 과정
Schema 13 가족 구성원
Schema 14 연관 추론
Schema 15 미매칭 대립유전자
Schema 16 DNA 상대량의 합
Schema 17 미매칭 대립유전자의 합
Schema 18 분열 과정의 일부
Schema 19 미매칭 DNA 상대량
Schema 20 유전 현상

DNA 상대량 추론

Schema 11

개체 간 구분

[중요도 ★★★]

1) 서로 다른 두 개체를 구분할 때, AA는 A^*을 갖지 않는다는 논리로 구분시키는 자료가 자주 출제된다. 이때 단독 해석과 비교 해석, 성상 판단 등에 여러 Schema가 종합적으로 사용된다.

   즉, G_1기 세포(2n)와 특정 DNA 상대량이 0인 세포 간 비교가 주로 활용된다..

2) 성염색체 조합이 다름이 규명되면 서로 다른 개체이다.

3) 귀납적으로 표를 그려가며 풀 때는 개체 수만큼의 표를 그려 풀어야 한다.

[예시 - 개체 간 구분]

세포	DNA 상대량	
	T	t
Ⅰ	2	?
Ⅱ	0	1
Ⅲ(2n)	0	1
Ⅳ(2n)	2	0

핵상이 2n인 세포 Ⅳ는 개체 내 t를 갖지 않는다
이때 Ⅱ와 Ⅲ은 t를 가지므로 Ⅱ, Ⅲ은 Ⅳ와 다른 개체이다.

개체 간 구분하는 문항일 때
비교 해석을 통한 핵상 판단은 한 개체의 세포임이 규명된 세포들끼리 할 수 있다.

세포	DNA 상대량	
	T	t
Ⅰ	2	?
Ⅱ	0	1
Ⅲ(2n)	0	1
Ⅳ(2n)	2	0

Ⅲ과 Ⅳ가 서로 같은 개체의 세포인지 다른 개체의 세포인지 모르는 상황에서
Ⅳ에 T가 있는데 Ⅲ에 T가 없다고 핵상이 n이라 판단할 수 없다

개체 구분이 필요한 문항은 개체 구분이 완료된 후
"같은 개체의 세포들끼리" 비교 해석을 통한 핵상 판단을 행하도록 하자.

2.
어떤 동물 종(2n)의 유전 형질 (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다. 표는 이 동물 종의 개체 ㉠과 ㉡의 세포 Ⅰ~Ⅳ 각각에 들어 있는 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅳ 중 2개는 ㉠의 세포이고, 나머지 2개는 ㉡의 세포이다. ㉠은 암컷이고 성염색체가 XX이며, ㉡은 수컷이고 성염색체가 XY이다.

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

㉠의 (나)와 (다)에 대한 유전자형은?

DNA 상대량 추론
Schema 11
개체 간 구분

[해설]

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

세포 Ⅰ은 DNA 상대량으로 4를 가지므로
Ⅰ을 갖는 개체의 (다)에 대한 유전자형은 DD 동형 접합이며 Ⅰ은 M_1기이다.

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

세포 Ⅲ은 DNA 상대량으로 2와 1을 동시에 가지므로 G_1기이고
유전자 조성이 유전자형과 일치한다.

∴ (다)에 대한 유전자형은 DD 동형 접합이다.

이때 Ⅱ는 d를 가지므로 Ⅰ과 Ⅱ는 같은 개체의 세포가 아니고 Ⅲ과 Ⅱ도 같은 개체의 세포가 아니다. 따라서 Ⅰ과 Ⅲ가 같은 개체의 세포이다.

DNA 상대량 추론
Schema 11
개체 간 구분

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

Ⅱ와 Ⅳ는 같은 개체의 세포이다. 이때 Ⅱ는 Ⅳ가 갖는 B를 갖지 않고
Ⅳ는 Ⅱ가 갖는 a를 갖지 않으므로 두 세포 모두 핵상은 n이다.

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

같은 개체의 M_1기에서 A의 DNA 상대량이 0이므로
G_1기에서 A의 DNA 상대량 또한 0이다.

이때 A와 a의 DNA 상대량 합이 1이고, B와 b의 DNA 상대량 합은 2이므로
A와 a는 성염색체 위에 있고, B와 b 그리고 D와 d는 상염색체 위에 있다.

∴ Ⅰ과 Ⅲ은 수컷 ㉡의 세포, Ⅱ와 Ⅳ은 암컷 ㉠의 세포

∴ ㉠의 (나)와 (다)에 대한 유전자형은 BbDd이다.

DNA 상대량 추론
Schema 11
개체 간 구분

해당 문항은 23학년도 6월 평가원 문항으로 DNA 상대량이 단독적으로 제시된 문항이나 사람에 따라 23학년도 수능 문항보다 난이도가 높다고 여기는 사람도 있었다.

이는 23학년도 수능 문항은 여러 가지 요소가 섞이긴 했지만 각각의 해석은 쉬웠고 23학년도 수능은 개체를 구분한 후 개체의 세포끼리 비교 해석해야 하는 과정이 다소 난해하게 여기는 사람들도 있었기 때문이다.

이를 귀납적으로 풀어보자

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

세포 Ⅰ은 (4, 0)이 존재하므로 2n, 4이고 D를 동형 접합으로 가지며 d를 갖지 않으며 D와 d는 상염색체 위에 있다. 이를 나타내면 다음과 같고 $2n$ 칸이 동형 접합으로 채워졌으므로 위 아래를 모두 채울 수 있다.

[표 1]

세포	대응	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
						1	
2n, 2						2	0
2n, 4	Ⅰ					4	0
n, 2						2	0
n, 1						1	0

세포 Ⅲ에는 DNA 상대량 2와 1이 공존하므로 2n, 2이고 위 표에 (D, d)=(2, 0)이 있으므로 위 표에 들어갈 수도 있고 다른 표에 들어갈 수도 있다. (∵ 개체가 두 마리이므로 표도 두 개 그려져야 한다.)

이때 세포 Ⅲ은 핵상이 2n인 세포이므로 d가 없는데 Ⅱ에는 d가 있다.
따라서 세포 Ⅲ은 [표 1]에 들어가야 하고, 나머지 두 세포는 [표 2]에 들어가야 한다.

DNA 상대량 추론
Schema 11
개체 간 구분

[표 1]

세포	대응	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
						1	
2n, 2	Ⅲ	0	1	1	1	2	0
2n, 4	Ⅰ	0	2	2	2	4	0
n, 2						2	0
n, 1						1	0

이때 DNA 상대량의 합 A+a=1이 나타났으므로 [표 1]은 ㉡의 세포이고 ㉡은 수컷이다. 또한 A+a=1, B+b=2이므로 A와 a는 성염색체 위에 있고, B와 b는 상염색체 위에 있다. 따라서 [표 2]는 ㉠의 세포이고 ㉠은 암컷이다.

[표 2]

세포	대응	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
		성염색체		2		1	
2n, 2							
2n, 4							
n, 2							
n, 1							

Ⅱ에는 Ⅳ에 있는 B가 없고 Ⅳ에는 Ⅱ에 있는 a가 없다.
따라서 두 세포는 모두 핵상이 n이고 DNA 상대량이 2가 있는 세포는 n, 2
DNA 상대량이 1이 있는 세포는 n, 1이다.

이를 적절히 [표 2]에 대응해주면 다음과 같다.

[표 2]

세포	대응	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
		성염색체		2		1	
2n, 2							
2n, 4							
n, 2	Ⅱ	0	2	0	2	?	2
n, 1	Ⅳ	?	0	1	?	1	0

DNA 상대량 추론
Schema 11
개체 간 구분

[표 2]

세포	대응	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
		성염색체		2		1	
2n, 2							
2n, 4							
n, 2	Ⅱ	0	2	0	2	?	2
n, 1	Ⅳ	?	0	1	?	1	0

암컷 ㉠에도 있는 대립유전자이므로 성염색체는 X 염색체이다.

[표 2]

세포	대응	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
		성염색체		2		1	
2n, 2							
2n, 4							
n, 2	Ⅱ	0	2	0	2	?	2
n, 1	Ⅳ	?	0	1	?	1	0

서로 크로스되어 나타나는 것을 통해 하나는 좌, 다른 하나는 우에 있는 것을 알 수 있다.
따라서 한 쪽의 유전자형은 BD, 다른 한 쪽의 유전자형은 bd이며 둘을 합쳐 2n, 2의 유전자형을 구하면 BbDd이다.

이와 같이 DNA 상대량 표가 단독적으로 주어지면
표 자체를 해석하는 연역적 해석도 가능하지만
필요에 따라 새로운 표 자체를 개체 수 만큼 그리는 귀납적 해석 또한 가능하다.

DNA 상대량 추론
Schema 12
수정 과정

[중요도 ★★]

1) 두 사람의 세포가 등장했을 때 비교 해석을 통한 핵상 판단이 불가했던 것처럼 정자, 난자, 수정란의 세 사람 이상의 세포가 등장하므로 함부로 핵상을 판단할 수 없다.

2) 정자의 유전자 구성과 난자의 유전자 구성이 합쳐져 수정란의 유전자형이 되는 유전의 원리를 적절히 활용하여 주어진 조건을 해석하도록 하자. 구성원 중 자식은 아버지의 유전자와 어머니의 유전자를 각각 절반씩 받아 태어난다.

3) 정자, 난자, 수정란 중 2개의 정보를 알면 나머지 하나의 정보를 알 수 있다. 이때 연역적으로 풀어가든 귀납적으로 풀어가든, 정자 난자 수정란에 대한 표를 새로 그리면 유용한 경우가 많다.

4) “발문”에 정자라는 표현이 사용되면 모세포와 그 세포는 아버지의 세포, 난자라는 표현이 사용되면 모세포와 그 세포는 어머니의 세포이다.

5) 4개의 줄 중 3개의 줄에 DNA 상대량 1이 나타나면 감수 분열 과정에서 양극단 세포와 수정란의 세포이고, 나머지 하나가 감수 분열 과정에서 나타나는 중기 세포로 결정되는 논리가 사용되곤 한다.

DNA 상대량 추론
Schema 12
수정 과정

6) 염색체 그림 추론과 연관되는 경우에는 좌하단에 정체성, 우하단에 성염색체 조합을 기입한 후 DNA 상대량 표와 그림을 비교 해석하도록 하자.

이때 복제된 세포 그림(중기 세포)에는 1이 올 수 없고
복제되지 않은 세포 그림(양극단 세포)에만 1이 올 수 있다.

7) ㉮ 수정란에 없는 대립유전자는 생식 세포(난자 또는 정자)에도 없고,
생식 세포의 상위 세포에도 ㉮가 없다.

8) 유전자형이 결정되어 있는 문항의 경우 유전자형으로부터
쭉 상대량을 예측한 후 표와 비교하는 게 더 빠를 수도 있다

9) 2n, 2 세포가 2n, 4 세포로 갈 때 유전적 구성은 변하지 않고, DNA 상대량만 2배가 되며
n, 2 세포가 n, 1 세포로 갈 때 유전적 구성은 변하지 않고, DNA 상대량만 반감된다.

즉, 생식 세포 형성 과정에서 쭉 분열되는 과정이라면
(예 - (가)에서 (나)가 형성되고, (나)에서 (다)가 형성되고, (다)에서 (라)가 형성되는)

n, 2와 n, 1의 DNA 상대량이 일렬로 나타나므로 2n이 n이 되는 감수 1분열 과정에서 경우의 수만 판단해주면 된다.

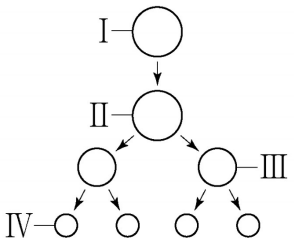
쭉 분열되는 과정과 난자(정자) 형성 과정이라고 주어지는 경우를 구분해서 해제하도록 하자.

10) 특정 태어난 개체의 체세포는 수정란 취급해서 풀어주면 된다.

DNA 상대량 추론

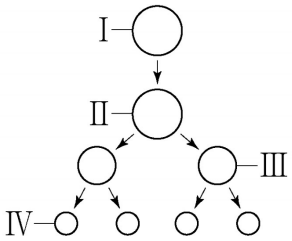
Schema 20

유전 현상



세포	DNA 상대량			
	H	r	E	G
㉠	?	?	2	?
㉡	2	0	2	?
㉢	1	?	0	?
㉣	?	1	?	1

㉢과 ㉣은 DNA 상대량 1을 가지므로 양극단 세포이다.
따라서 ㉠과 ㉡은 중기의 세포이다.



세포	DNA 상대량			
	H	r	E	G
㉠	?	?	2	?
㉡	2	0	2	?
㉢	1	?	0	?
㉣	?	1	?	1

㉡과 ㉢의 핵상은 n인 것을 알 수 있다.
따라서 ㉠과 ㉣의 핵상은 2n이다.

∴ ㉣은 Ⅰ, ㉠은 Ⅱ, ㉡은 Ⅲ, ㉢은 Ⅳ이다.

난자 형성 과정이기 때문에 상염색체에 있는지 성염색체에 있는지 구분할 수 없고
유전자형은 HhttEG임을 알 수 있다.

Schema 1 핵상 판단

1) 어떤 대립유전자에 대해 DNA 상대량 0과 0이 아닌 DNA 상대량이 동시에 나타난다면 DNA 상대량이 0인 세포는 핵상이 n이다.
2) '대립유전자 한 쌍을 모두 갖고 있는 세포의 핵상은 $2n$이다.

[핵상이 n인 세포]

특징 / 세포	핵상	핵 1개당 DNA 상대량	유전자형	DNA 상대량		
				A	a	b
㉠ : G_1기	2n	2	Aa	1	1	2
㉡ : M_1 중기	2n	4	Aa (×2)	2	2	4
㉢ : M_2 중기	n	2	AA 또는 aa	0	2	2
㉣ : 생식 세포	n	1	A 또는 a	0	1	1

[핵상이 $2n$인 세포]

특징 / 세포	핵상	핵 1개당 DNA 상대량	유전자형	DNA 상대량		
				A	a	b
㉠ : G_1기	2n	2	Aa	1	1	2
㉡ : M_1 중기	2n	4	Aa (×2)	2	2	4
㉢ : M_2 중기	n	2	AA 또는 aa	0	2	2
㉣ : 생식 세포	n	1	A 또는 a	0	1	1

Schema 2 중기 세포

1) 중기 세포 내 DNA 상대량은 모두 짝수이다.
2) '홀수'는 중기 세포에 올 수 없다라는 역명제가 많이 활용된다.
3) 각각의 DNA 상대량이 짝수이므로 DNA 상대량의 합도 반드시 짝수이다.

[중기 세포]

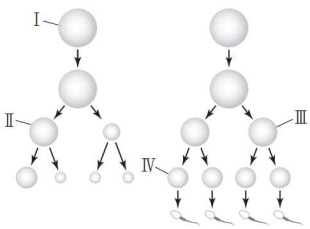
특징 / 세포	핵상	핵 1개당 DNA 상대량	유전자형	DNA 상대량		
				A	a	b
㉠ : G_1기	2n	2	Aa	1	1	2
㉡ : M_1 중기	2n	4	Aa (×2)	2	2	4
㉢ : M_2 중기	n	2	AA 또는 aa	0	2	2
㉣ : 생식 세포	n	1	A 또는 a	0	1	1

Chapter 4
기본 유형
: 생물의 특성

Chapter 5
실전 유제
: 세포 대응 추론 (2)

32.

사람의 유전 형질 ㉮는 서로 다른 3개의 염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. 그림은 여자 ㉠과 남자 ㉡의 생식세포 형성 과정을, 표는 세포 (가)~(라)에서 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. Ⅰ은 G_1기, Ⅱ와 Ⅲ은 중기의 세포이고, (가)~(라)는 Ⅰ~Ⅳ를 순서 없이 나타낸 것이다.



세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
㉠	ⓐ	?	?	ⓑ	1	?
㉡	2	?	ⓑ	ⓒ	ⓑ	?
㉢	?	ⓑ	?	?	?	2
㉣	?	ⓐ	ⓐ	ⓒ	ⓒ	ⓒ

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.)

〈보 기〉

ㄱ. (나)는 Ⅲ이다.
ㄴ. Ⅰ에서 b는 X 염색체에 있다.
ㄷ. ㉡의 ㉮의 유전자형은 $AaBbX^DY$이다.