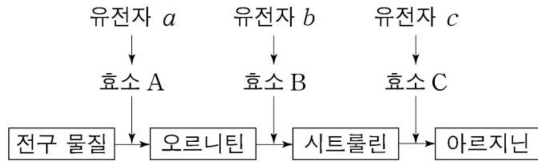


[문제 13 - 21학년도 9월 평가원]

다음은 붉은빵곰팡이의 유전자 발현에 대한 자료이다.

- 야생형에서 아르지닌이 합성되는 과정은 그림과 같다.



- 돌연변이주 I은 유전자 a ~ c 중 어느 하나에, II는 그 나머지 유전자 중 하나에만 돌연변이가 일어난 것이다.
- 야생형, I, II를 각각 최소 배지, 최소 배지에 물질 ㉠이 첨가된 배지, 최소 배지에 물질 ㉡이 첨가된 배지에서 배양하였을 때, 생장 여부와 물질 ㉡의 합성 여부는 표와 같다. ㉠~㉡은 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉡합성	생장	㉡합성	생장	㉡합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	(가)	+	○	-	○
II	-	×	+	×	-	×

(+ : 생장함 - : 생장 못함, ○ : 합성됨 × : 합성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 시트룰린이다.
- ㄴ. ㉡은 효소 B의 기질이다.
- ㄷ. I은 최소 배지에 ㉡을 첨가하여 배양하였을 때 생장한다.
- ㄹ. (가)는 '×'이다.

[문제 13] 정답. L

[해설]

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉢합성	생장	㉢합성	생장	㉢합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	(가)	+	○	-	○
II	-	×	+	×	-	×

(+ : 성장함 - : 성장 못함, ○ : 합성됨 × : 합성 안 됨)

㉡이 첨가되고 ㉢이 합성되었는데 성장하지 않으므로 ㉡이 아르지닌이다.

∴ I은 아르지닌이 합성되지 않으므로 c에 돌연변이가 일어났다.

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉢합성	생장	㉢합성	생장	㉢합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	(가)	+	○	-	○
II	-	×	+	×	-	×

(+ : 성장함 - : 성장 못함, ○ : 합성됨 × : 합성 안 됨)

아르지닌을 첨가한 배지의 물질 합성 여부는

최소 배지의 물질 합성 여부와 동일하므로 (가)는 '○'이다.

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉢합성	생장	㉢합성	생장	㉢합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	(가)	+	○	-	○
II	-	×	+	×	-	×

(+ : 성장함 - : 성장 못함, ○ : 합성됨 × : 합성 안 됨)

세 종류의 돌연변이주 중 한 돌연변이주만 성장한다.

∴ ㉡은 오르니틴이다. ⇒ ㉢은 시트룰린이다.

[선지 해제]

< 보 기 >

ㄱ. ㉠은 시트룰린이다. (X)

㉡은 아르지닌이다.

ㄴ. ㉡은 효소 B의 기질이다. (O)

효소 B의 기질은 오르니틴이므로 ㉡이다.

ㄷ. I은 최소 배지에 ㉢을 첨가하여 배양하였을 때 성장한다. (X)

I (c 돌연변이주)은 시트룰린을 첨가하여 배양하여도 성장하지 않는다.

ㄹ. (가)는 '×'이다. (X)

(가)는 '○'이다.

[Comment]

대조군과 실험군의 비교-대조, 전체(세 종류 돌연변이주), A와 A^c 파악

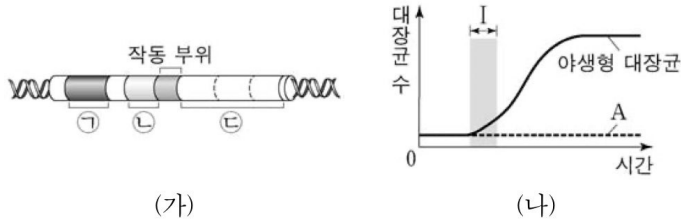
암기한 연역적 사실은 적극 활용 (

-	○
---	---

, 앞뒤물물)

[문제 43]

그림 (가)는 야생형 대장균의 젓당 오페론과 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를, (나)는 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 A를 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양한 결과를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 젓당 오페론의 구조 유전자, 젓당 오페론의 프로모터, 젓당 오페론의 조절 유전자를 순서 없이 나타낸 것이며, A는 ㉠과 ㉢ 중 하나가 결실된 돌연변이이다.



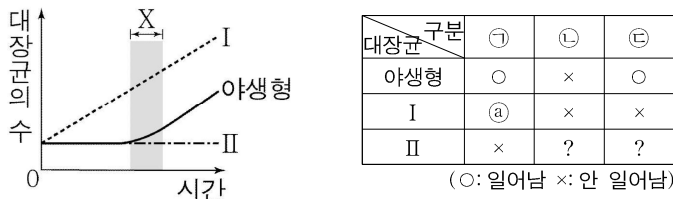
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.
(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, 야생형 대장균과 A의 배양 조건은 동일하다.)

< 보 기 >

- ㄱ. 젓당 분해 효소의 아미노산 서열은 ㉠에 암호화되어 있다.
- ㄴ. A는 ㉢이 결실된 돌연변이이다.
- ㄷ. 구간 I에서 야생형 대장균은 젓당 오페론을 조절하는 억제 단백질을 생성한다.

[문제 44]

그림은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 I, II를 각각 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 배양했을 때, 시간에 따른 대장균의 수를, 표는 구간 X에서 각 대장균의 ㉠~㉢ 여부를 나타낸 것이다. I과 II는 각각 젓당 오페론의 프로모터와 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자 중 하나가 결실되었다. ㉠~㉢은 억제 단백질과 작동 부위의 결합, 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합, 억제 단백질과 젓당 유도체의 결합을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.
< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 '×'이다
- ㄴ. ㉢은 '억제 단백질과 작동 부위의 결합'이다.
- ㄷ. X에서 I은 젓당 분해 효소를 생성한다.

[문제 43] 정답 나, 다

[해설]

그림 상 ㉠은 조절 유전자, ㉡은 프로모터, ㉢은 구조 유전자이다.
A는 /P이다.

[선지 해제]

< 보 기 >

- ㄱ. 젓당 분해 효소의 아미노산 서열은 ㉠에 암호화되어 있다. (X)
젓당 분해 효소의 아미노산 서열은 ㉡에 암호화되어 있다.
- ㄴ. A는 ㉢이 결실된 돌연변이이다. (O)
A는 /P이다
- ㄷ. 구간 I에서 야생형 대장균은 젓당 오페론을 조절하는 억제 단백질을 생성한다. (O)
/가 아니면 젓당 유무와 관계없이 억제 단백질을 생성한다.

[문제 44] 정답 다

[해설]

그림 상 I은 /I이고, II는 /P이다.

대장균 \ 구분	㉠	㉡	㉢
야생형	○	×	○
I	㉠	×	×
II	×	?	?

(○: 일어남 ×: 안 일어남)

/I은 젓당 배지에서 P-RP가 일어나므로 ㉠은 '○', ㉡은 P-RP이다.

대장균 \ 구분	㉠	㉡	㉢
야생형	○	×	○
I	㉠	×	×
II	×	?	?

(○: 일어남 ×: 안 일어남)

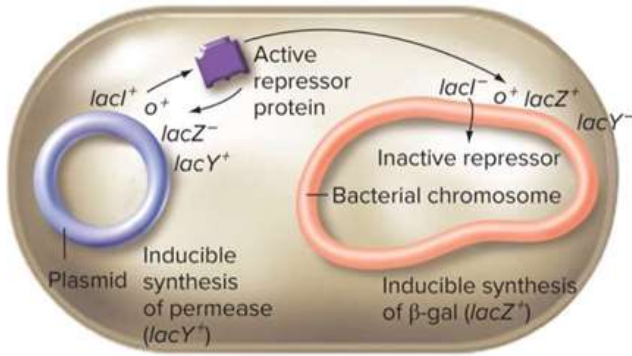
WT는 젓당 배지에서 R-O가 일어나지 않으므로 ㉢은 R-O이다.
 ∴ ㉢은 R-L이다.

[선지 해제]

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 '×'이다. (X)
㉠은 '○'이다.
- ㄴ. ㉢은 '억제 단백질과 작동 부위의 결합'이다. (X)
㉢은 R-L이다.
- ㄷ. X에서 I은 젓당 분해 효소를 생성한다. (O)
X에서 대장균 수가 증가하고 있으므로 젓당 분해 효소가 생성되고 있다.

[Common Sense - 부분 이배체 균주]



자코브와 모노는 *lac operon*의 구조와 기능을 규명하기 위해 부분 이배체 균주를 사용하였다. 두 세균의 접합이 일어날 때 작은 원형 DNA 조각(플라스미드)이 다른 세균으로 전달되어 플라스미드를 전달받은 수용체 세균은 *lac operon*의 복사본을 2개 갖게 되어 부분 이배체 균주가 된다.

이렇게 세균과 플라스미드의 DNA에 서로 다른 조합의 돌연변이가 존재하게 하는 방법을 이용하여 여러 가지 *lac operon*의 돌연변이를 규명하였다.

[문제 59 - 22학년도 EBS 변형]

다음은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균에 대한 자료이다.

- 대장균 I과 II는 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이와 젖당 오페론의 작동 부위가 결실된 돌연변이를 순서 없이 나타낸 것이다.
- 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자와 조절 유전자의 프로모터가 포함된 플라스미드 P를 I, II에 각각 도입한다.
- 야생형 대장균과 P의 도입 여부가 다른 I, II를 서로 다른 배지에서 배양하였을 때, 젖당 오페론 구조 유전자의 발현 여부는 다음과 같다. ㉠과 ㉡는 'P 있음'과 'P 없음'을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	포도당과 젖당이 없는 배지		포도당은 없고 젖당이 있는 배지	
	㉠	㉡	㉢	㉣
야생형	×	?	○	?
I	㉠	×	?	○
II	?	○	㉢	?

(○ : 발현됨 × : 발현 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 'P 없음'이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉢은 모두 '○'이다
- ㄷ. I은 젖당 오페론의 작동 부위가 결실된 돌연변이이다.
- ㄹ. 포도당은 없고 젖당이 있는 배지에서 P가 있는 I에서는 RNA 중합 효소가 젖당 오페론의 프로모터에 결합한다.

[문제 59] 정답 ㄱ, ㄴ, ㄷ

[해설]

구분	포도당과 젖당이 없는 배지		포도당은 없고 젖당이 있는 배지	
	㉠	㉡	㉢	㉣
야생형	×	?	○	?
I	㉠	×	?	○
II	?	○	㉣	?

(○ : 발현됨 × : 발현 안 됨)

ㄱ는 L의 유무와 관계없이 플라스미드가 없다면 Z가 항상 발현된다. 그러나 플라스미드 P가 있으면 젖당 오페론을 조절하는 I가 발현되어 R이 합성되므로 L- 배지에서는 Z가 발현되지 못하고, L+ 배지에서 Z가 발현된다.

ㄴ는 L의 유무와 관계없이 플라스미드가 없다면 Z가 항상 발현된다.

플라스미드 P에 의해 RP가 합성되더라도 O가 결실되었기 때문에 L- 배지와 L+ 배지 모두 Z가 발현된다.

따라서 '×'가 있는 대장균 I은 I-, ㉠는 '플라스미드 P 없음', ㉠은 '○'이다.

구분	포도당과 젖당이 없는 배지		포도당은 없고 젖당이 있는 배지	
	㉠	㉡	㉢	㉣
야생형	×	?	○	?
I	㉠	×	?	○
II	?	○	㉣	?

(○ : 발현됨 × : 발현 안 됨)

ㄴ는 플라스미드 P 유무와 L 유무에 관계없이 Z가 발현되므로 ㉣은 '○'이다.

[선지 해제]

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠는 'P 없음'이다. (○)
- ㄴ. ㉠과 ㉣은 모두 '○'이다. (○)
- ㄷ. I은 젖당 오페론의 작동 부위가 결실된 돌연변이이다. (X)

구분	포도당과 젖당이 없는 배지		포도당은 없고 젖당이 있는 배지	
	㉠	㉡	㉢	㉣
야생형	×	?	○	?
I	㉠	×	?	○
II	?	○	㉣	?

(○ : 발현됨 × : 발현 안 됨)

ㄷ. 포도당은 없고 젖당이 있는 배지에서 P가 있는 I에서는 RNA 중합 효소가 젖당 오페론의 프로모터에 결합한다. (○)

조절 유전자가 결실되었지만 플라스미드에서 조절 유전자가 발현된다. 따라서 젖당이 있는 배지에서 야생형 대장균에서의 상황과 동일하다. RNA 중합 효소가 젖당 오페론의 프로모터와 결합하여 구조 유전자가 발현된다.

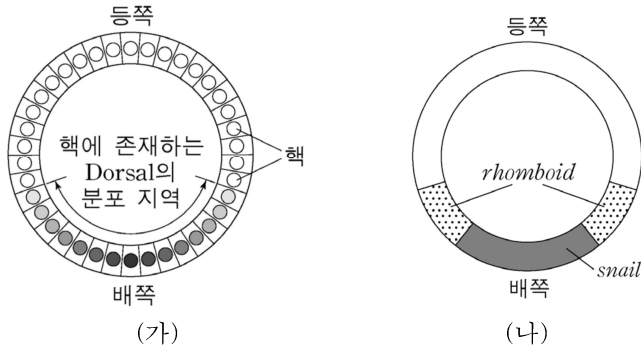
[Comment]

부분 이배체 균주의 이해

[문제 66 - 16학년도 MDEET & 22학년도 EBS 변형]

다음은 초파리의 형태 형성에 대한 자료이다.

- 그림 (가)는 초파리 배아에서 핵에 존재하는 Dorsal 단백질의 분포 양상을 (나)는 *Snail*과 *Rhomboid*의 mRNA 분포 양상을 나타낸 것이다. Dorsal 단백질은 *dorsal* 유전자에 의해 발현된다.



- 초파리의 발생 과정에서 등쪽과 배쪽의 구분은 Dorsal 단백질의 발현 유무에 의해 결정된다.
- Dorsal 단백질은 배쪽에 축적되며 등쪽으로 갈수록 농도가 점점 낮아지며, *Snail* 유전자와 *Rhomboid* 유전자의 조절 부위에 각각 결합하여 발현을 촉진한다.
- *Snail* 단백질은 *Rhomboid* 유전자의 발현을 억제한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, (나)의 발현 양상은 Dorsal 단백질과 *Snail* 단백질에 의해서만 결정된다.)

< 보 기 >

- ㄱ. *dorsal* 유전자가 결실되면, 정상 배아에서 배쪽이 될 부위가 등쪽이 된다.
- ㄴ. *Rhomboid* 유전자로부터 전사된 mRNA의 농도는 Dorsal 단백질이 발현되었을 때보다 Dorsal 단백질이 발현되지 않았을 때가 더 높다.
- ㄷ. Dorsal 단백질은 유전자와 유전자의 전사 인자로 작용한다.
- ㄹ. 초파리 배아에서 배쪽을 형성하는 부위에 Dorsal 단백질이 분포한다.

[문제 66] 정답 가, 나, 다, 르

[선지 해제]

< 보 기 >

ㄱ. *dorsal* 유전자가 결실되면, 정상 배아에서 배쪽이 될 부위가 등쪽이 된다. (0)

dorsal 유전자가 결실되면 Dorsal 단백질이 생성되지 못하고
Dorsal 단백질의 발현 유무에 의해 등쪽과 배쪽이 구분되므로
Dorsal 단백질이 발현되지 않으면 배쪽이 될 부위가 등쪽이 된다.

ㄴ. *Rhomboid* 유전자로부터 전사된 mRNA의 농도는 Dorsal 단백질이 발현되었을 때보다
Dorsal 단백질이 발현되지 않았을 때가 더 높다. (0)

(가)에서 *dorsal* 유전자가 발현되지 않으면 *Snail* 유전자가 발현을 촉진하지 못하고
Snail 단백질에 의한 *Rhomboid* 유전자 발현 억제가 일어나지 않아
Rhomboid 유전자로부터 전사된 mRNA의 농도는 증가하게 된다.

ㄷ. Dorsal 단백질은 유전자와 유전자의 전사 인자로 작용한다. (0)

Dorsal 단백질이 *Snail* 유전자와 *Rhomboid* 유전자의 조절 부위에 각각 결합하여 전사 인자로 작용한다.

ㄹ. 초파리 배아에서 배쪽을 형성하는 부위에 Dorsal 단백질이 분포한다. (0)

(가)를 통해 초파리 배아에서 배쪽을 형성하는 부위에 Dorsal 단백질이 분포하는 것을 알 수 있다.

[문제 86 - 21학년도 Present 모의고사]

다음은 유전자 x 와 y 의 전사 조절에 대한 자료이다.

- w, x, y, z 는 각각 단백질 W, X, Y, Z를 암호화한다. 그림은 유전자 (가)~(라)의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A~D를 나타낸 것이다.

A		C	D	프로모터	유전자 (가)
	B		D	프로모터	유전자 (나)
	B	C		프로모터	유전자 (다)
A	B		D	프로모터	유전자 (라)

- (가)~(라)는 w, x, y, z 를 순서 없이 나타낸 것이고, w, x, y, z 의 전사에 관여하는 전사 인자는 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣이다. ㉠은 A에만 결합하며, ㉡~㉣은 각각 B~D 중 서로 다른 하나에만 결합한다.
- w, x, y, z 의 전사는 전사 인자가 A~D 중 하나에만 결합해도 촉진된다.
- 표는 I~IV에서 발현되는 전사 인자와 유전자를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 각각 x, y, z 중 하나이다.

세포	I	II	III	IV
발현되는 전사 인자	㉠	㉡	㉢	㉠, ㉢
발현되는 유전자	x, y	$w, \textcircled{a}, \textcircled{b}$	w, y	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 예상 전사 인자 결합 부위의 제거 이외의 다른 요인은 전사 인자의 작용에 영향을 주지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉡은 B에 결합한다.
 ㄴ. 유전자 (라)는 w 이다.
 ㄷ. 세포 IV에서 ㉠과 ㉡가 모두 발현된다.

[문제 86 해설] 답. ㄱ, ㄷ

[해설]

조건을 독해해보자.

- (가)~(라)는 w, x, y, z를 순서 없이 나타낸 것이고, w, x, y, z의 전사에 관여하는 전사 인자는 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣이다. ㉠은 A에만 결합하며, ㉡~㉣은 각각 B~D 중 서로 다른 하나에만 결합한다.

[조건 2]에 의해 다음을 알 수 있다.

ㄱ

A		C	D	프로모터	유전자 (가)
	B		D	프로모터	유전자 (나)
	B	C		프로모터	유전자 (다)
A	B		D	프로모터	유전자 (라)

- w, x, y, z의 전사는 전사 인자가 A~D 중 하나에만 결합해도 촉진된다.

[조건 3]에 의해 다음을 알 수 있다.

ㄱ

1	A		C	D	프로모터	유전자 (가)
1		B		D	프로모터	유전자 (나)
1		B	C		프로모터	유전자 (다)
1	A	B		D	프로모터	유전자 (라)

세포	I	II	III	IV
발현되는 전사 인자	㉠	㉡	㉢	㉠, ㉣
발현되는 유전자	x, y	w, ㉢, ㉣	w, y	?

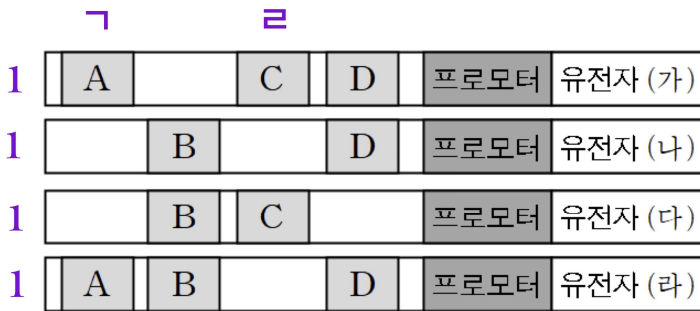
발현되는 유전자와 결합하는 전사 인자의 위치가 결정된 세포 I에서 (가)와 (라)는 각각 x와 y 중 하나인 것을 알 수 있다.

세포	I	II	III	IV
발현되는 전사 인자	㉠	㉡	㉢	㉠, ㉢
발현되는 유전자	x, y	w, ㉠, ㉡	w, y	?

세포 III은 발현되는 유전자와 발현되는 유전자의 숫자가 결정되어 있다.

표에서 2개의 유전자가 발현되게 할 수 있는 전사 인자는 ㉠과 ㉢이고
그림을 통해 ㉠과 ㉢이 결합할 수 있는 전사 인자 결합 부위는 A와 C임을 알 수 있다.

∴ ㉢은 C에 결합한다.

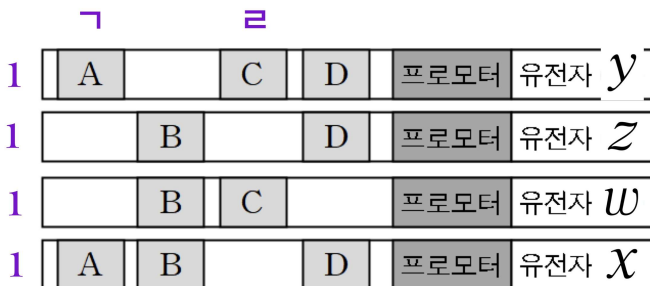


III에서 발현되는 유전자는 w와 y이므로 (가)와 (다)는 각각 w와 y 중 하나인 것을 알 수 있다.

세포	I	II	III	IV
발현되는 전사 인자	㉠	㉡	㉢	㉠, ㉢
발현되는 유전자	x, y	w, ㉠, ㉡	w, y	?

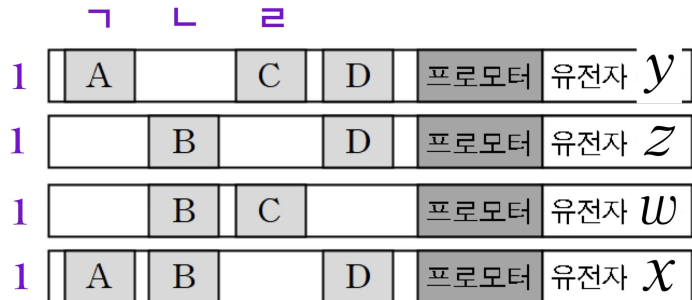
I 과 III에서 공통으로 발현되는 유전자는 y이므로
㉠과 ㉢의 전사 인자 결합 부위가 모두 있는 유전자 (가)가 y이다.

∴ (다)는 w, (라)는 x이다.
∴ 남은 (나)는 z이다.



세포	I	II	III	IV
발현되는 전사 인자	㉠	㉡	㉢	㉠, ㉢
발현되는 유전자	x, y	w, ㉣, ㉤	w, y	?

w가 발현될 때 ㉡이 관여하므로 ㉡은 B에 결합한다.



∴ 남은 ㉢은 D에 결합한다.

㉡에 의해 발현되는 유전자는 w, x, z이다
따라서 ㉣와 ㉤는 x와 z이다.

[선지 해제]

< 보 기 >

- ㉠. ㉡은 B에 결합한다. (O)
 ㉡. 유전자 (라)는 w이다. (X)
 ㉢. 세포 IV에서 ㉣와 ㉤가 모두 발현된다. (O)

그림을 통해 x, y, z가 발현되는 것을 알 수 있다.

[문제 87]

다음은 어떤 동물의 세포 I~V에서 유전자 w, x, y, z 의 전사 조절에 대한 자료이다.

- w, x, y, z 는 각각 전사 인자 W, 효소 X, 효소 Y, 효소 Z를 암호화한다. $w \sim z$ 가 전사되면 W~Z가 합성된다.
- 유전자 (가), (나), (다), (라)의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A, B, C, D는 그림과 같다.
- (가)~(라)는 $w \sim z$ 를 순서 없이 나타낸 것이고, $w \sim z$ 의 전사에 관여하는 전사 인자는 W, ㉠, ㉡, ㉢이다. ㉠은 A에만, ㉡은 B에만, ㉢은 C에만, W는 D에만 결합한다.

A	B		D	프로모터	유전자 (가)
	B	C	D	프로모터	유전자 (나)
A		C		프로모터	유전자 (다)
A			D	프로모터	유전자 (라)

- $w \sim z$ 의 전사는 전사 인자가 A~D 중 하나에만 결합해도 촉진된다.
- 표는 세포 I~V에서 $w \sim z$ 의 전사 여부를 나타낸 것이다. II~V는 I에 W, ㉠, ㉡, ㉢ 중 각각 서로 다른 1가지를 넣어준 세포이다.

세포 \ 유전자	I	II	III	IV	V
w	×	○	○	×	×
x	×	○	×	×	○
y	×	㉠	○	○	○
z	×	○	○	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

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

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 '×'이다.
- ㄴ. 유전자 (가)는 z 이다.
- ㄷ. V는 I에 W를 넣어준 세포이다.

[문제 87 해설] [답] L

[해설]

조건을 독해해보자.

- (가)~(라)는 $w \sim z$ 를 순서 없이 나타낸 것이고, $w \sim z$ 의 전사에 관여하는 전사 인자는 W, ㉠, ㉡, ㉢이다. ㉠은 A에만, ㉡은 B에만, ㉢은 C에만, W는 D에만 결합한다.

[조건 3]에 의해 유전자 w 에서 전사 인자 W가 발현되며, 전사 인자 W는 전사 인자 결합 부위인 D에 결합하는 연쇄성을 알 수 있다.

W					
A	B		D	프로모터	유전자 (가)
	B	C	D	프로모터	유전자 (나)
A		C		프로모터	유전자 (다)
A			D	프로모터	유전자 (라)

- (가)~(라)는 $w \sim z$ 를 순서 없이 나타낸 것이고, $w \sim z$ 의 전사에 관여하는 전사 인자는 W, ㉠, ㉡, ㉢이다. ㉠은 A에만, ㉡은 B에만, ㉢은 C에만, W는 D에만 결합한다.

[조건 4]에 의해 유전자의 발현에 관여하는 전사 인자의 개수를 알 수 있다

㉠ ㉡ ㉢ W						
1	A	B		D	프로모터	유전자 (가)
1		B	C	D	프로모터	유전자 (나)
1	A		C		프로모터	유전자 (다)
1	A			D	프로모터	유전자 (라)

[조건 5]

- 표는 세포 I~V에서 $w \sim z$ 의 전사 여부를 나타낸 것이다. II~V는 I에 W, ㉠, ㉡, ㉢ 중 각각 서로 다른 1가지를 넣어준 세포이다.

어떤 세포에 W를 넣어주면 3개의 유전자가 전사되므로
 어떤 세포에 w 가 발현되어 W가 발현되면 해당 세포에서는 적어도 3개의 유전자가 전사된다.

세포 \ 유전자	I	II	III	IV	V
w	×	○	○	×	×
x	×	○	×	×	○
y	×	㉠	○	○	○
z	×	○	○	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

IV와 V는 각각 두 개의 유전자만 발현되므로
 IV와 V는 W가 발현되거나 넣어주지 않은 세포이며, ㉠을 넣어준 세포가 아니다.

즉, IV와 V는 각각 ㉡과 ㉢ 중 하나를 넣어준 세포이다.
 그에 따라 IV와 V에서 공통으로 발현되지 않는 (라)가 w 인 것을 알 수 있다.

㉡ L C W

1	A	B		D	프로모터	유전자 (가)
1		B	C	D	프로모터	유전자 (나)
1	A		C		프로모터	유전자 (다)
1	A			D	프로모터	유전자 W

유전자 w 가 결정되었다.
 따라서 w 의 전사 인자 결합 부위에 결합하는 ㉡과 W에 대해 넘어가보자.

W를 넣어주면 연쇄성에 관계없이 (가), (나), w 가 발현된다.
 ㉡을 넣어주면 (가), (다), w 가 발현되고 w 가 발현됨에 따라 W가 합성되어 유전자 (나)까지 발현되는 것을 알 수 있다.

즉, ㉡을 넣어준 세포에서는 w, x, y, z 가 모두 발현된다.

세포 \ 유전자	I	II	III	IV	V
w	×	○	○	×	×
x	×	○	×	×	○
y	×	㉠	○	○	○
z	×	○	○	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

주어진 표의 요소 중 결정된 ○○○○ 열이 없으므로 ㉠은 '○'이다.
 ∴ II는 ㉡을 넣어준 세포, III은 W를 넣어준 세포로 결정된다.

세포 \ 유전자	I	II	III	IV	V
w	×	○	○	×	×
x	×	○	×	×	○
y	×	ⓐ	○	○	○
z	×	○	○	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

유전자 III에서 발현되지 않는 x는
W가 결합하는 전사 인자 결합 부위 D가 없는 유전자 (다)이다.

세포 \ 유전자	I	II	III	IV	V
w	×	○	○	×	×
x	×	○	×	×	○
y	×	ⓐ	○	○	○
z	×	○	○	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

IV와 V에서 공통으로 발현되는 y는
전사 인자 ⓐ과 ⓑ의 결합 부위가 모두 있는 유전자 (나)이다.

∴ 남은 유전자 z는 (가)이다.

[자료 해제]

ㄱ		ㄴ		ㄷ		W	
A	B		D	프로모터	유전자	z	
	B	C	D	프로모터	유전자	y	
A		C		프로모터	유전자	x	
A			D	프로모터	유전자	w	

세포 \ 유전자	I	II	III	IV	V
w	×	○	○	×	×
x	×	○	×	×	○
y	×	○	○	○	○
z	×	○	○	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

[선지 해제]

< 보 기 >

- ㄱ. ⓐ는 '×'이다. (X)
- ㄴ. 유전자 (가)는 z이다. (O)
- ㄷ. V는 I에 W를 넣어준 세포이다. (X)

V는 I에 ⓑ를 넣어준 세포이다.
I에 W를 넣어준 세포는 유전자 3개가 발현되는 III이다.

[Comment]

연쇄성의 산물, W가 3개의 유전자를 발현시키는 데 관여한다는 걸 캐치하고
결정된 표의 ○ 2개 열이 될 수 없다는 것을 Catch하는 게 관건.
특수하고 결정된 부분에 집중하는 게 중요

[문제 88 - 21학년도 수능]

다음은 어떤 동물의 세포 I에서 유전자 x, y, z 의 전사 조절에 대한 자료이다.

- x, y, z 는 각각 전사 인자 X, 전사 인자 Y, 효소 Z를 암호화하며, $x \sim z$ 가 전사되면 X~Z가 합성된다.
- 유전자 (가), (나), z 의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A, B, C, D는 그림과 같다.

A	B	C	프로모터	유전자 (가)
A		C	프로모터	유전자 (나)
	B	D	프로모터	유전자 z

- (가)와 (나)는 각각 x 와 y 중 하나이다. $x \sim z$ 의 전사에 관여하는 전사 인자는 X, Y, ㉠, ㉡이다. X는 B와 D 중 어느 하나에만 결합하고, Y는 그 나머지 하나에만 결합한다. ㉠은 A와 C 중 어느 하나에만 결합하고, ㉡은 그 나머지 하나에만 결합한다.
- (가)의 전사는 전사 인자가 A~C 중 적어도 두 부위에 결합해야 촉진되고, (나)와 z 의 전사는 전사 인자가 A~D 중 하나에만 결합해도 촉진된다.
- 세포 I에서는 X~Z가 모두 발현되고, ㉠과 ㉡ 중 ㉠만 발현된다.
- 세포 I에서 A~D의 제거 여부에 따른 $x \sim z$ 의 전사 결과는 표와 같다.

제거된 부위 유전자	A	B	C	D
X	○	○	?	○
y	○	×	×	○
z	○	×	×	㉢

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 전사 인자 결합 부위의 제거 이외의 다른 요인은 전사 인자의 작용에 영향을 주지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉢는 '○'이다.
- ㄴ. 유전자 (나)는 y이다.
- ㄷ. 전사 인자 Y는 B에 결합한다.

[문제 88 해설] [답] ㄱ, ㄷ

[해설]

조건을 독해해보자.

○ x, y, z 는 각각 전사 인자 X, 전사 인자 Y, 효소 Z를 암호화하며, $x \sim z$ 가 전사되면 X~Z가 합성된다.

[조건 1]에 의해 연쇄성이 존재할 수 있음을 알 수 있다.

○ (가)의 전사는 전사 인자가 A~C 중 적어도 두 부위에 결합해야 촉진되고, (나)와 z 의 전사는 전사 인자가 A~D 중 하나에만 결합해도 촉진된다.

[조건 4]에 의해 다음을 알 수 있다.

2	A	B	C		프로모터	유전자 (가)
1	A		C		프로모터	유전자 (나)
1		B		D	프로모터	유전자 z

○ 세포 I에서는 X~Z가 모두 발현되고, ㉠과 ㉡ 중 ㉠만 발현된다..

[조건 5]에 의해 전사 인자 구성이 X, Y, ㉡으로 제한된 것을 알 수 있다.

제거된 부위 \ 유전자	A	B	C	D
X	○	○	?	○
Y	○	×	×	○
Z	○	×	×	㉡

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

표에서 A가 제거된 부분은 x, y, z 가 모두 발현된다고 결정되어 있다.

세포 I에서 전사 인자 구성은 X, Y, ㉡이므로 A는 세포 I에 없는 ㉡이 결합하는 것을 알 수 있다.

∴ ㉡은 C에 결합한다.

		ㄴ		ㄱ		
2	A	B	C		프로모터	유전자 (가)
1	A		C		프로모터	유전자 (나)
1		B		D	프로모터	유전자 z

유전자 \ 제거된 부위	A	B	C	D
X	○	○	?	○
y	○	×	×	○
z	○	×	×	ⓐ

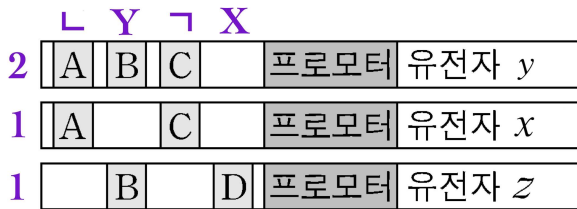
(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

유전자 (가)는 B가 결실되면 세포 1에서 발현될 수 없다.
따라서 B가 결실되었는데 발현된 x는 유전자 (나)이고, 남은 y는 유전자 (가)이다.



x가 발현되었으므로 전사 인자 X가 있고
y가 발현되지 않았으므로 전사 인자 Y는 없다.

X가 B에 결합하면 y가 발현되므로
X는 D에 결합하고, 남은 Y는 B에 결합한다.



유전자 \ 제거된 부위	A	B	C	D
X	○	○	?	○
y	○	×	×	○
z	○	×	×	ⓐ

(○: 전사됨, ×: 전사 안됨)

전사 인자 X와 Y가 모두 존재하므로 Y가 B에 결합하여 z가 전사된다.
따라서 ⓐ는 '○'이다.

[자료 해제]

	L	Y	¬	X		
2	A	B	C		프로모터	유전자 y
1	A		C		프로모터	유전자 x
1		B		D	프로모터	유전자 z

[선지 해제]

< 보 기 >

- ㄱ. @는 '○'이다. (O)
 ㄴ. 유전자 (나)는 y 이다. (X)
 ㄷ. 전사 인자 Y는 B에 결합한다. (O)

[Comment]

연쇄성을 잡아내고

A가 결실된 전사 결과 결정된 표의 ○ 3개 열이 대조군과 동일하므로

세포 1에 없는 전사 인자 L이 결합하는 부위가 A라는 Catch하는 게 관건.