

## Present 1 연쇄

전사 인자 추론 문항을 풀어가는데 있어  
주어진 유전자 중 다른 유전자의 전사에 관여하는 전사 인자를 암호화하는 것이 있는지  
점검하고 들어가는 게 좋다.

전사 인자 추론 유형의 기본은 논리적이고 유연한 추론을 위한 자료 정리이나  
연쇄성이 문제에 존재하는 경우, 해제의 핵심이 되며  
발견하지 못할 경우 난항에 빠질 수 있다.

유사 기출을 통해 연쇄성이 어떻게 작용하는지 확인해보자.

## Present 2 자료 정리

전사 인자 추론 유형의 조건에서는

- ① 단정적인 보조사
- ② 유전자 간 연쇄성
- ③ 억제 인자
- ④ 제한 조건 (모두 or 또는 or 하나)

등 원핵생물의 유전자 발현 조절(젓당 오페론) 부분에 비해 상대적으로  
문항을 복잡하게 만드는 구성 요소가 많다.

그에 따라 논리적으로 사고할 수 있을만한 적절한 자료 정리가 요구되며  
2권의 방식을 따라도 무방하고  
자신만의 전사 인자 추론 유형에서의 구성 요소 간 대응 방식을 확립해두는 게 좋다.

## Present 3 전체집합 그리고 여집합

자료를 정리하다 보면 제한된 전체집합 내에서 생각을 해야할때가 존재하며  
 $A^c$ 를 통해 A를 질문하는 경우가 전사 인자 추론의 논리 체계에서 많이 사용된다.

EX  $a \sim c$  중 (가)는 a와 c가 발현되고 = 제한된 전체집합(U)  
돌연변이에 의해 a가 억제된다 =  $A^c$

위와 같은 상황이 주어진다면  
(가)가 c가 발현되는 것을 기입해두고 해제하는 게 자연스럽다.

A가 주어지면  $A^c$ 를,  $A^c$ 가 주어지면 A를 기입해두는 게 본 유형의 해제에 있어서  
정확성과 속도에 도움을 줄 것이다.

(이러한 자료 정리를 추천하는 유형과 다르게 머리로 해제했을 때 더 좋은 부분도 분명  
히 존재한다. 이에 대해서는 필요한 유형에서 따로 언급하겠다.)

### Present 3 매개상수

필자가 자료 해제에 있어서 핵심적으로 사용하는 상수는 4가지가 있다.

#### ① 상수 (= 정량값)

일반적으로 문제 풀이 과정에서 등장하는 상수로, 변수와 달리 값이 고정되어 있다.

#### ② 비례상수 (= 상댓값)

“비례하는 상황”을 표현하는 상수로

1권부터 쪽 Present를 읽어왔다면 해당 비례상수는 **염기 조성 추론과 개체군의 유전** 문항을 Shortcut 하는 핵심으로 사용되어, 1~4권 Mind에 계속 수록하였으니 충분히 체화되었으리라 생각된다.

#### ③ 곱상수

이는 비례상수와 상수(정량값) 간의 관계를 매개하는 상수이다.

예를 들어 개체군의 유전에서 다음을 알고 있다고 하자.

| 유전자형     | AA | AA' | A'A' |
|----------|----|-----|------|
| 비율 (상댓값) | 4  | 5   | 2    |

- 유전자형이 A'A'인 개체수는 1000마리이다

위와 같은 경우, 개체수에 대한 표가 다음으로 재설정된다.

| 유전자형      | AA   | AA'  | A'A' |
|-----------|------|------|------|
| 비율 (상댓값)  | 4    | 5    | 2    |
| 정량값 (개체수) | 2000 | 2500 | 1000 |

그러나 모든 해석된 수치가 자료 해제에 쓰이는 게 아니기에

이렇게 정량값을 모두 기입하는 것은 비효율적이다.

다음과 같이 곱상수를 활용해보자.

| 유전자형     | AA | AA' | A'A' | 곱상수  |
|----------|----|-----|------|------|
| 비율 (상댓값) | 4  | 5   | 2    | ×500 |

“필요한 경우에 필요한 정량값만”

수리적 Mind에서 계속 재진술되는 내용이다.

#### ④ 매개상수

이는 ①~③과 성격이 다소 다르게

적절한 자료 해제를 위해 사용한다.

매개상수는 “주로 순서”에 따른 Matching의 역할을 담당한다.

이는 효모, 석송, 예쁜꼬마선충, 해파리 와 같이 “발문 내 순서”가 정해져 있으나 ①~④로 미지수처리된 분류 문항(표 해석 문항)이나 20 수능 코돈 문항과 같이 ④-(가)-(나)-(다)로 펩타이드(=구성 요소) 간 순서가 고정되어 있고, (가)~(다)가 ①~④로 미지수 처리된 문항에서 둘의 관계를 매개하는 상수로 사용된다.

자세한 실전 적용은 Present 교재와 뒤의 20 수능 문항 해제를 참고하자.

# 14

다음은 이중 가닥 DNA  $x$ 를 이용한 유전자 재조합 기술에 대한 자료이다.

Present 모의고사  
2회 17번

- $x$ 는 58개의 염기쌍으로 구성되고, 염기 서열은 다음과 같다.

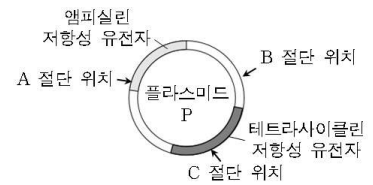
CGGATCCTGCAGATAGATCTGGACGTCCTAGGAGATCTCACTGCAGTTGGATCCTAGA  
GCCTAGGACGTCCTATCTAGACCTGCAGGATCCTCTAGAGTGACGTC AACCTAGGATCT

- 그림은 제한 효소 BamHI, BglII, Pst I의 인식 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



⋮ : 절단 위치

- 그림은 길이가 250 염기쌍인 플라스미드 P를 나타낸 것이다. A~C는 BamHI, BglII, Pst I을 순서 없이 나타낸 것이다.



- ㉠  $x$ 를 A로 절단하여 생성된 조각을 P에 삽입하여 재조합 플라스미드 P<sub>1</sub>을 만들고,  
 ㉡  $x$ 를 B로 절단하여 생성된 조각을 P에 삽입하여 재조합 플라스미드 P<sub>2</sub>를 만든다. ㉢  $x$ 를 B와 C로 절단하여 생성된 조각 중 한 종류를 P<sub>2</sub>에 삽입하여 재조합 플라스미드 P<sub>3</sub>을 만든다. ㉣을 P<sub>2</sub>에 삽입할 때 사용한 제한 효소는 A~C 중 하나이다.
- 표는 P<sub>1</sub>~P<sub>3</sub>의 염기쌍 수와 P<sub>1</sub>~P<sub>3</sub>을 각각 숙주 대장균에 도입하여 만든 대장균 I~III을 혼합하여 서로 다른 배지에서 배양했을 때 생존 여부를 나타낸 것이다.

| 대장균           | I              | II             | III            |
|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 플라스미드         | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> |
| 플라스미드의 염기쌍 수  | 284            | 297            | 328            |
| 테트라사이클린 첨가 배지 | ?              | ?              | 생존함            |
| 엠페실린 첨가 배지    | 생존 못함          | 생존함            | ㉠              |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않으며 그림에서 표시한 A~C 절단 위치 이외에 A~C 각각의 인식 서열은 없다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 DNA 연결 효소로 연결된다.
- ㄴ. ㉠은 '생존함'이다.
- ㄷ. P<sub>3</sub>에는 B의 인식 서열이 두 군데 있다.

## Present 1 특정 확률 구하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ 문제로 출제될 경우 ㄷ 선지로

①~⑤로 출제될 경우 단독적인 문제로 출제되는 Present이며

“생식 세포의 개념”

“임의의 유전자풀”

“우성 개체 중 열성 대립 유전자”

등에 대한 기본적인 이해를 바탕으로

특정 확률값을 구할 수 있는지를 질문한다

여기에서 주목할 점은 “분수”이다.

확률은 분자/분모 꼴의 분수 꼴로 나타나며

특정한 확률은 모두 조건부확률이다.

이를 다른 말로 하면

전체집합을 새로 설정할 수 있으며

그에 따라 분수값들의 수식이 아닌, 정수비에 대한 수식으로 나타낼 수 있다는 것이다.

EX A : a = 3 : 2 (상염색체)

(추가적으로 여러 조건 제한이 있어야겠지만... 위 정도만 서술하고 일단 넘어가겠다)

① 열성 대립 유전자를 줄 확률

$$\frac{2}{3+2}$$

(∵ 그냥 실전에서는 당연히  $\frac{2}{5}$ 으로 인지하고 넘어가면 그만이고, 위의 정수비에 대한 수식

을 설명하기 위해  $\frac{2}{3+2}$ 와 같이 서술하였다)

② 우성 개체가 열성 대립 유전자를 줄 확률

$$\frac{2}{3+4}$$

③ 유전자형이 Aa인 개체가 열성 대립 유전자를 줄 확률

$$\frac{1}{1+1}$$

이와 같이 분수의 분자와 분모에 분수를 넣는 번분수의 꼴을 보지 않고도 정수비의 형태로 빠르게 암산할 수 있다는 것이다.

번분수를 사용하지 않는 이유는 암산의 용이함이다.

아무래도 분수 내 분자나 분모에 분수가 있으면 정수비들에 비해 암산하기에 딜레이가 걸린다.

# 17-2

다음은 동물 종 P의 서로 다른 두 집단 (가)와 (나)에서 꼬리털 색 유전에 대한 자료이다.

[유사 기출]  
20학년도 수능

- P의 꼬리털 색은 상염색체에 있는 갈색 꼬리털 대립 유전자와 흰색 꼬리털 대립 유전자에 의해 결정되며, 대립 유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.
- (가)와 (나)는 각각 하디-바인베르크 평형을 이루는 집단이고, 개체수는 서로 다르다.
- (가)에서  $\frac{\text{갈색 꼬리털 대립 유전자 수}}{\text{갈색 꼬리털을 갖는 개체수}} = \frac{8}{7}$ 이다.
- (가)에서 흰색 꼬리털을 갖는 개체수는 (나)에서 갈색 꼬리털을 갖는 개체수의 3배이다.
- (가)와 (나)의 개체들을 모두 합쳐서 갈색 꼬리털을 갖는 개체의 비율을 구하면  $\frac{1}{2}$ 이다.

(나)에서 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 수컷과 교배하여 자손( $F_1$ )을 낳을 때, 이 자손이 흰색 꼬리털을 가질 확률은?  
(단, (가)와 (나)에서 각각 암컷과 수컷의 개체수는 같다.)

[자료 해제]

- P의 꼬리털 색은 상염색체에 있는 갈색 꼬리털 대립 유전자와 흰색 꼬리털 대립 유전자에 의해 결정되며, 대립 유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.
- (가)와 (나)는 각각 하디-바인베르크 평형을 이루는 집단이고, 개체수는 서로 다르다.  $2a+b$
- (가)에서  $\frac{\text{갈색 꼬리털 대립 유전자 수}}{\text{갈색 꼬리털을 갖는 개체수}} = \frac{8}{7}$  이다.
- (가)에서 흰색 꼬리털을 갖는 개체수는 (나)에서 갈색 꼬리털을 갖는 개체수의 3 배이다.  $\therefore 1:3$
- (가)와 (나)의 개체들을 모두 합쳐서 갈색 꼬리털을 갖는 개체의 비율을 구하면  $\frac{1}{2}$  이다.  $\frac{1169}{2238} = \frac{1}{2}$

(나)에서 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 수컷과 교배하여 자손(F<sub>1</sub>)을 낳을 때, 이 자손이 흰색 꼬리털을 가질 확률은? (단, (가)와 (나)에서 각각 암컷과 수컷의 개체수는 같다.) [3점]

- ①  $\frac{4}{25}$     ②  $\frac{1}{9}$     ③  $\frac{4}{49}$     ④  $\frac{1}{16}$     ⑤  $\frac{1}{25}$

갈색 꼬리털이 열성이라면

[조건 3]의 분수값은 2를 초과한다.

(∴ 열성 우선 Mind)

따라서 갈색 꼬리털은 D이고

AA와 Aa의 개체수에 해당하는 비례상수비를 이용해 분수에 대입하면

$a : b = 1 : 6$  임을 알 수 있다.

멘델 집단에서 순종과 잡종의 비율을 알면  $2 \times (\text{순종}) : (\text{잡종}) = \text{빈도비}$ 이므로  $p : q = 1 : 3$  이다.

(가)와 (나)에 매개상수 I과 II를 설정한 후 집단 간 관계를 관찰하면 자료 해제와 같다.

주어진 조건에 의해 II에서  $\frac{1}{1+3} = q^2$  이므로

대립 유전자 빈도비는 1 : 1 이며

구하는 게  $D_- \times D_- = RR$  이므로

$$\left(\frac{1}{1+2}\right)^2 = \frac{1}{9} \text{이다.}$$

2회 17번

- ①- CGGATCCTGCAGATAGATCTGGACGTCCTAGGAGATCTCACTGCAGTTGGATCCTAGA
- ②- GCCTAGGACGTCTATCTAGACCTGCAGGATCCTCTAGAGTGACGTCAACCTAGGATCT

①이 3' 말단이면, BamH I의 인식 서열이 한 군데이므로 플라스미드에 유전자를 삽입할 수 없다. ①이 5' 말단이면, BamH I, BglII, Pst I의 인식 서열이 각각 두 군데씩 있다. 따라서 ①은 5' 말단이고, 각 제한 효소의 인식 서열을 그림으로 나타내면 다음과 같다.



x에 BamH I을 처리하면 47개의 염기쌍을 가진 DNA 조각이, Pst I을 처리하면 34개의 염기쌍을 가진 DNA의 조각이, BglII를 처리하면 18개의 염기쌍을 가진 DNA 조각이 생성된다. P에서 P<sub>1</sub>을 만들 때 삽입된 DNA 조각의 염기쌍은 34개이므로 A는 Pst I이다.

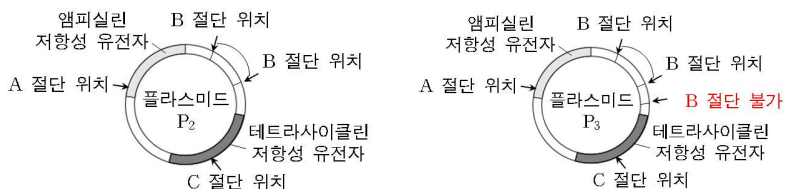
P에서 P<sub>2</sub>를 만들 때 삽입된 DNA 조각의 염기쌍은 47개이므로 B는 BamH I이고, C는 BglII이다. 이때 BamH I으로 절단한 조각과 BglII로 절단한 조각은 DNA 단일 가닥 말단(점착성 말단)의 염기 서열이 같으므로 서로 연결할 수 있지만, Pst I으로 절단한 DNA 조각은 앞의 두 조각과 점착성 말단의 염기 서열이 다르므로 서로 연결할 수 없다.

따라서 ①과 ②은 DNA 연결 효소로 연결할 수 없다. 대장균 III은 테트라사이클린 첨가 배지에서 성장하므로 P<sub>3</sub>을 만들 때 사용된 제한 효소는 C가 아니다. 이때 사용된 제한 효소가 A일 경우 DNA 연결 효소를 이용하여 점착성 말단을 연결할 수 없다. 따라서 P<sub>3</sub>을 만들 때 사용된 제한 효소는 B이고, III은 앰피실린 첨가 배지에서 성장할 수 있다. 따라서 ③은 '생존함'이다. P<sub>3</sub>에는 BamH I (B)의 인식 서열이 두 군데 있다.

[추가 해설(ㄷ. 선지)]

P<sub>3</sub>는 ④ x를 BamH I와 BglII로 절단하여 생성된 조각 중 한 종류를 P<sub>2</sub>에 삽입하여 만든 것이다. 이때 P<sub>2</sub>에는 BamH I(B)의 인식 서열이 두 군데 있다. ④의 한 쪽은 BamH I가 절단한 것이며, 다른 한 쪽은 BglII가 절단한 것이다.

양쪽의 점착성 말단의 염기 서열은 같지만, 점착성 말단 바로 옆 염기의 염기가 다르다. 따라서 P<sub>3</sub>에는 BamH I (B)의 인식 서열은 세 군데가 아닌, 두 군데이다.



플라스미드 P<sub>2</sub>

플라스미드 P<sub>3</sub> (예시)

이때 그림에서 B 절단 불가 위치는 5'- GGATCT-3' 등을 예시로 들 수 있다.

2회 17번 Comment

① 접대칭

Present 3권에서 서술한 내용이나 아직 출간되지 않아 미리 연결하면 제한 효소 인식 서열에는 대칭성이 존재한다.

제한 효소는 4~8쌍의 인식 서열을 가지나 생명2에서는 보통 6쌍의 인식 서열만 제시해 왔으므로 6쌍 기준으로 서술하면 단일 가닥 중 3개의 염기를 도약 전도 후 대칭성(접대칭)을 파악하면 좀 더 빠르게 인식 서열을 찾아낼 수 있다.

② 염기 Counting

전체 염기쌍 개수를 기준으로 절반 이하이면 직접 개수를 세는 게 유리하며 단위를 5개 단위로 끊어 세는 게 염기를 세는데 유리하다.

절반 이상이면 양 옆의 염기를 제하여 염기 개수를 구하는 게 빠르고 정확하며 해당 방법에 대해 Present 1권 생명 공학 부분에서 상술한 바 있다.

③ 인식 서열

인식하는 염기쌍 내 염기가 모두 일치해야 제한 효소가 절단할 수 있다.

이는 다른 제한 효소로 절단한 점착성 말단이 동일한 두 DNA가 재조합될 수는 있지만 다시 자르는 데 사용한 제한 효소를 통해 절단할 수는 없다는 것을 의미한다.

답 ⑤

해설 & 정답