



Present [:선물]

---

**생명과학 II**



Present 교재는 다음과 같은 책임입니다.

### 1. 과학“탐구” 과목의 출제 경향이 반영되었습니다.

최근 트렌드의 생명과학 시험에서 변별력을 가지는 문항은 순수 교과 지식만으로 해결하기 어렵습니다. 이는 교과 지식뿐만 아니라 논리를 바탕으로 한 자료 해석과 수리 추론을 요구하기 때문입니다. 따라서 본 교재는 수능 과학탐구 영역의 추론형 문항을 체계적으로 정복할 수 있도록 도움을 주는 것을 목표로 집필되었습니다.

[Mind]와 [Bridge]는 각각 [수리 추론형]과 [자료 해석형] 문항의 사고체계와 해석 도구이고, [Schema]는 특정 유형의 발전 양상부터 지금까지 출제된 배경 지식과 실전 개념까지 모든 것을 정리한 집합입니다. 본 교재에서 제시하는 이러한 내용들을 충분히 반복, 체화하신다면 수능에서 훌륭한 결과를 거두실 수 있을 거라 자부합니다.

### 2. 기본 개념과 실전 개념을 모두 제시합니다.

본 교재는 PSAT의 자료 해석 영역의 IDEA를 기반으로 출제되는 문제를 쉽고 빠르게 해제하도록 돕습니다. 그러나 결국 추론과 해석은 교과 지식이 바탕이 되어야 합니다. 따라서 교과 개념도 실전 개념과 시너지를 이룰 수 있도록 충분히 수록하였습니다.

### 3. 필요하다면 충분히 Deep하게

교과서 상 할당된 분량이 적을지라도 이해에 도움이 된다고 판단된다면 충분히 자세히 서술하였습니다. 세포생물학, 유전학, 동물생리학, 분자생물학 등 전공 지식이 개념의 심층적 이해나 새로운 관점, Shortcut에 도움이 된다고 판단되면 수록하였으며 교과 외 내용인 것을 인지할 수 있도록 교육과정 외 내용은 Common Sense로 표시하였습니다.

### 4. 개념과 문항의 연결, 그리고 일관성

특정 개념과 문제 풀이 방법을 연결시킬 수 있도록 바로 뒤에 관련 문항을 수록했으며, 해설 또한 일관된 방식으로 서술하여 교재 내용의 체화를 도왔습니다.

다른 과학탐구 과목들도 쉽지 않지만,  
생명과학 2는 자료 해석을 극한으로 요구하는 문항들이 출제됩니다.

그럼에도 불구하고 생명과학 2와 본 교재를 선택한 여러분께  
선물과 같은 교재이길 기원합니다.

## Contents

### Theme 0 Mind setting

개념과 문항의 간극을 잇는 Bridge와 Mind 수록

- 문항 분류 008
- 수리 추론형 Bridge 1 정량값과 상대값 012  
Bridge 2 비율과 분할 013  
Bridge 3 변화율 018  
Bridge 4 조건부확률 019  
Bridge 5 내분 023
- 수리 추론형 Mind 1 비율 → 정량값 028  
Mind 2 자연수의 활용 030  
Mind 3 직접 vs 여사건 (U, A, A<sup>c</sup>) 032
- 자료 해석형 Bridge 1 표 036  
Bridge 2 그래프 038  
Bridge 3 약어 041
- 자료 해석형 Mind 1 결정된 것(Fixed) 우선 043  
Mind 2 실험군과 대조군의 비교-대조 046  
Mind 3 직접 vs 여사건 (U, A, A<sup>c</sup>) 050

### Theme 1 유전 물질

- 출제 경향 & 출제 유형 054

#### Theme 1

##### ① 유전 물질 실험

- 단원 목표 & 출제 유형 055
- 그리피스의 실험 056
- 에이버리의 실험 060
- 허시와 체이스의 실험 076
- DNA 추출 실험 084

## Theme 1

## ② 원핵세포와 진핵세포의 유전체

- 단원 목표 & 출제 유형 087
- 유전정보 088
- 유전체 088
- 유전자 비율 089
- 핵산의 특징 089
- DNA 구조 규명 091
- DNA 구조 092
- 단백질 구조 093
- 복제 중인 DNA에서 수소 결합의 해석 097
- 전사와 수소 결합 098

## Theme 1

## ③ DNA 복제

- 단원 목표 & 출제 유형 105
- DNA 복제 가설 106
- 메셀슨과 스탈의 실험 106
- 복제 실험 추론 105
- 복제 실험 추론 Schema 1 DNA 상대량 114
  - Schema 2 한 층 115
  - Schema 3 두 층 116
  - Schema 4 배양액 동일(중층 유지) 117
  - Schema 5 배양액 변화(중층 이동) 118
  - Schema 6 역추론 119
  - Schema 7 샤가프 법칙 122
  - Schema 8 자기 방사법 123
  - Schema 9 단일 가닥과 이중 가닥의 관계 124
  - Schema 요약 125
- DNA 복제 과정 142
- DNA 복제 세부 143

## Theme 1

## ④ 염기 조성 추론

- 단원 목표 & 출제 유형 149
- 유형 분류 150
- 거시적 관점
  - Schema 1 수소 결합 152
  - Schema 2 GC 우선 153
  - Schema 3  $\frac{A+T}{G+C} = k$  ( $k \neq 1$ ) 156
  - Schema 4 이중 가닥 우선 160
  - Schema 5 염기의 분류 기준 161
  - Schema 6 단일 가닥 염기 조성 165
  - Schema 7 정체성 파악 169
  - Schema 요약 170
- 비율 추론
  - Schema 1 GC 비율 우선 200
  - Schema 2 (이중 가닥) 아데닌(A) 절반 203
  - Schema 3 비율(상댓값) × 곱상수 = 개수(정량값) 214
  - Schema 4 번역 215
  - Schema 요약 219
- 미시적 관점
  - Schema 1 수소 결합 230
  - Schema 2 염기의 종류 231
  - Schema 3 프라이머 232
  - Schema 4 번역 234
  - Schema 요약 235
- 위치 추론
  - Schema 1 염기 수 Counting 254
  - Schema 2 특수한 서열 270
  - Schema 3 염기의 분류 기준 276
  - Schema 4 범위 압축 278
  - Schema 5 도약 읽기 279
  - Schema 요약 280

해당 Theme 0에는 교과 개념의 해제를 돕는 Mind와 Bridge가 수록되어 있습니다. 교과 개념이 잡혀있지 않다면 다소 어려울 수 있으니 교과 개념을 우선 공부하고 싶으신 분들은 Theme 1의 공부가 끝나신 후 돌아오시는 걸 권장합니다.

기본 문항은 어느 정도 공부를 한다면 빠르고 정확하게 풀어낼 수 있으나  
킬러 문항은 어느 정도 공부를 하더라도

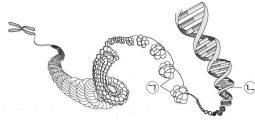
①충분한 시간, ②적절한 Schema, ③풀이 논리가 필요하다.

난이도를 기준으로 생명과학2 문항을 분류하면 다음과 같다.

문항 분류

기본 문항

19. 그림은 진핵세포에 있는 염색체의 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 DNA와 히스톤 단백질의 순서 없이 나타낸 것이다.



21 6평

5. 다음은 DNA 연구와 관련된 자료이다. (가)와 (나)는 각각 메셀슨과 스탈의 실험과 허시와 체이스의 실험 중 하나이다.

- (가) <sup>15</sup>N과 <sup>14</sup>N를 이용하여 배양한 세대별 대장균의 DNA 밀도를 비교하였다.
- (나) <sup>32</sup>P과 <sup>35</sup>S를 이용하여 파지(박테리오파지)의 단백질과 DNA 중 대장균 속으로 들어가 다음 세대 파지를 만드는 유전 정보를 가진 물질이 무엇인지 확인하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. (가)는 DNA의 반보존적 복제를 확인한 실험이다.
- ㄴ. (나)는 허시와 체이스의 실험이다.
- ㄷ. DNA의 구성 원소에 질소(N)와 인(P)이 모두 있다.

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

21 9평

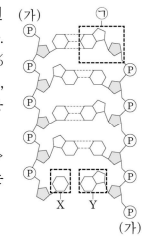
교과 개념을 숙지하면 해결할 수 있는 문항

어느 정도 공부를 한다면  
빠르고 정확하게 풀어낼 수 있다.

[예시]

- Theme 1 - ① 유전 물질 실험
- Theme 1- ② 원핵생물과 진핵생물의 유전체
- Theme 1- ③ DNA 복제

17. 그림은 5개의 염기쌍으로 이루어진 (가) 어떤 이중 가닥 DNA를 나타낸 것이다. 이 DNA에서 구아닌(G) 염기 함량은 30%이다. (가)는 5' 말단과 3' 말단 중 하나이고, 염기 X와 염기 Y 사이의 수소 결합은 표시하지 않았다.



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

<보기>

- ㄱ. (가)는 5' 말단이다.
- ㄴ. ㉠은 뉴클레오타이드이다.
- ㄷ. X는 사이토신(C)이다.

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

21 수능



준킬러 문항

16. 다음은 DNA X, DNA Y, mRNA Z에 대한 자료이다.

- 이중 가닥 DNA X는 서로 상보적인 단일 가닥 X<sub>1</sub>과 X<sub>2</sub>로, 이중 가닥 DNA Y는 서로 상보적인 단일 가닥 Y<sub>1</sub>과 Y<sub>2</sub>로 구성되어 있다. X와 Y의 염기 개수는 같다.
- X와 Y 중 하나로부터 Z가 전사되었고, 염기 개수는 X가 Z의 2배이다.
- X<sub>1</sub>에서 아데닌(A)의 개수는 210 개이다.
- X<sub>2</sub>에서  $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = \frac{2}{3}$  이고, 사이토신(C)의 개수는 150 개이다.
- Y<sub>1</sub>에서 구아닌(G)의 개수는 90 개이다.
- Y<sub>2</sub>에서  $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = \frac{9}{11}$  이고, 타이민(T)의 개수는 아데닌(A)의 개수의 2배이다.
- Z에서 유라실(U)의 개수는 120 개이고, 퓨린 계열 염기의 개수는 피리미딘 계열 염기의 개수보다 120 개 많다.

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

<보기>

- ㄱ. Y에서 사이토신(C)의 개수는 240 개이다.
- ㄴ. Z가 만들어질 때 주형으로 사용된 DNA 가닥은 X<sub>1</sub>이다.
- ㄷ. 염기 간 수소 결합의 총개수는 X에서가 Y에서보다 30 개 적다.

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

21 수능

16. 다음은 DNA 복제에 대한 실험이다.

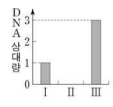
- ㉠과 ㉡은 <sup>14</sup>N가 들어 있는 배양액과 <sup>15</sup>N가 들어 있는 배양액을 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 과정]

- (가) 모든 DNA가 <sup>14</sup>N로 표지된 대장균 A(G<sub>0</sub>)와 모든 DNA가 <sup>15</sup>N로 표지된 대장균 B(G<sub>0</sub>)를 같은 수로 준비한다. A와 B의 DNA는 염기 서열이 동일하다.
- (나) A(G<sub>0</sub>)와 B(G<sub>0</sub>)를 각각 ㉠에서 배양하여 1세대 대장균(G<sub>1</sub>), 2세대 대장균(G<sub>2</sub>), 3세대 대장균(G<sub>3</sub>)을 얻는다.
- (다) B를 이용하여 얻은 G<sub>3</sub>을 ㉡으로 옮겨 배양하여 4세대 대장균(G<sub>4</sub>)과 5세대 대장균(G<sub>5</sub>)을 얻는다.
- (라) A를 이용하여 얻은 G<sub>3</sub>과 B를 이용하여 얻은 G<sub>4</sub>를 모두 섞은 후 DNA를 추출하고 원심 분리하여 상층(<sup>14</sup>N-<sup>14</sup>N), 중층(<sup>14</sup>N-<sup>15</sup>N), 하층(<sup>15</sup>N-<sup>15</sup>N)에 존재하는 이중 나선 DNA의 상대량을 확인한다.

[실험 결과]

- 그림은 (라) 과정을 통해 얻은 결과를 나타낸 것이다. I~III은 각각 상층, 중층, 하층 중 하나이다.



21 6평

킬러 문항에 비해 논리가 간명하며 Schema와 Mind를 이용해 빠르게 해결해낼 수 있는 문항.

Killer 유형을 해결하는 데 있어 문제 풀이 시간 확보에 핵심으로 작용하는 문항이다

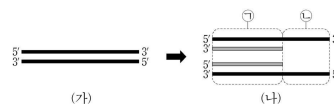
[예시]

Theme 1 - ㉢ DNA 복제

Theme 1 - ㉣ 염기 조성 추론

13. 다음은 어떤 세포에서 일어나는 DNA X의 복제에 대한 자료이다.

- 그림 (가)는 이중 가닥 DNA X를, (나)는 X가 복제되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.
- (나)는 ㉠ 복제된 부분과 ㉡ 복제되지 않은 부분을 나타낸 것이며, ㉢은 새로 합성된 가닥과 그에 대한 상보적인 주형 부분을 포함한다.
- ㉠에서 새로 합성된 가닥의 G+C 함량은 40%이다.
- ㉡의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이다.
- ㉢에서 A+T 함량은 60%이다.
- ㉣에서 구아닌(G)의 개수는 180 개이다.

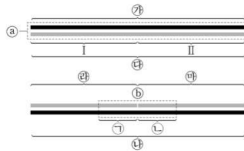


21 9평

킬러 문항

20. 다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- ㉔와 ㉓는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이며, ㉔, ㉔는 새로 합성된 가닥이다.
- ㉔와 ㉓는 각각 44개의 염기로 구성되고, I, II, ㉔, ㉓는 각각 22개의 염기로 구성된다.
- ㉕는 16개의 염기쌍으로 구성되고, ㉑와 ㉒는 각각 8개의 염기로 구성된다.
- 프라이머 X는 ㉔~㉔ 중 어느 하나에, 프라이머 Y는 나머지 두 가닥 중 하나에, 프라이머 Z는 그 나머지 하나에 존재한다.
- X~Z는 각각 2종류의 염기 6개로 구성되고, X와 Z에서 각각 퓨린 계열 염기의 개수 = 피리미딘 계열 염기의 개수 = 2이다. X와 Z의 염기 서열은 서로 다르며, X와 Y는 서로 상보적이다.
- II에서  $\frac{A+T}{G+C} = 1$ 이고, ㉔에서  $\frac{A+T}{G+C} = \frac{25}{18}$ 이며, ㉕에서  $\frac{A+T}{G+C} = \frac{4}{11}$ 이다.
- ㉔와 II 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 56개이다.
- ㉔에서  $\frac{G}{A} = \frac{3}{4}$ 이고, ㉔에서  $\frac{T}{A} = \frac{3}{8}$ ,  $\frac{C}{G} = \frac{7}{4}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. ㉔가 ㉔보다 먼저 합성되었다.
- ㄴ. Z와 주형 가닥 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 12개이다.
- ㄷ. ㉔에서  $\frac{A+G}{C+T} = 1$ 이다.

21 6평

18. 다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x와, x에서 돌연변이가 일어난 유전자 y, z의 발현에 대한 자료이다.

- x, y, z로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y, Z가 합성된다.
  - ㉔x의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥으로부터 합성된 X의 아미노산 서열은 다음과 같다.  
메싸이오닌-글루탐산-트레오닌-타이로신-아르저닌-일라닌-아미소류신-이스파르트산
  - y는 ㉔에서 ㉑ 퓨린 계열에 속하는 연속된 2개의 동일한 염기가 1회 결실되고, ㉒ 1개의 염기가 사이토신(C)으로 치환되며, ㉓ 1개의 염기가 구아닌(G)으로 치환된 것이다. ㉔에서 ㉑~㉓의 위치는 서로 다르다.
  - Y는 6개의 아미노산으로 구성되고, 1개의 트립토판, 1개의 프롤린, 2개의 트레오닌을 가진다. Y의 3번째 아미노산은 트레오닌이다.
  - z는 ㉔에서 퓨린 계열에 속하는 1개의 염기가 삽입된 것이다.
  - Z는 6종류의 아미노산으로 구성되고, 2개의 아스파르트산을 가진다.
- |     |       |     |     |        |     |       |
|-----|-------|-----|-----|--------|-----|-------|
| UUU | 페닐알라닌 | UCU | UAU | 티로신    | UGU | 시스테인  |
| UUC | 페닐알라닌 | UCC | UAU | 티로신    | UGC | 시스테인  |
| UUA | 류신    | UCA | UUA | 류신     | UGA | 종결 코돈 |
| UUG | 류신    | UCG | UAG | 종결 코돈  | UGG | 트립토판  |
| CUU | 글루탐산  | CAU | CAG | 히스티딘   | CGU | 아르기닌  |
| CUC | 글루탐산  | CAC | CAA | 히스티딘   | CGC | 아르기닌  |
| CUA | 글루탐산  | CCA | CAA | 히스티딘   | CGA | 아르기닌  |
| CUG | 글루탐산  | CCG | CAG | 히스티딘   | CGG | 아르기닌  |
| AUU | 아우린   | ACU | AUU | 아우린    | AGU | 세린    |
| AUA | 아우린   | ACA | AAA | 아우린    | AGC | 세린    |
| AUC | 아우린   | ACG | AAA | 아우린    | AGA | 아르기닌  |
| AUG | 메싸이오닌 | ACG | AAG | 아우린    | AGG | 아르기닌  |
| GUU | 발린    | GCU | GAU | 아스파르트산 | GGU | 글리신   |
| GUA | 발린    | GCC | GAC | 아스파르트산 | GGC | 글리신   |
| GUG | 발린    | GCA | GAA | 아스파르트산 | GGG | 글리신   |
|     |       | GCG | GAG | 아스파르트산 |     |       |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. ㉒은 구아닌(G)이다.
- ㄴ. Z의 4번째 아미노산은 류신이다.
- ㄷ. X의 아르저닌을 암호화하는 코돈의 3' 말단 염기는 유라실(U)이다.

21 수능

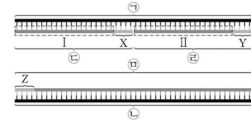
충분한 Schema와 논리 과정, 충분한 시간이 필요하며 상위권 학생을 변별하는 문항

[예시]

- Theme 1 - ㉔ 염기 조성 추론
- Theme 2 - ㉕ 유전자 돌연변이

11. 다음은 어떤 세포에서 복제 중인 2종 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- 2종 가닥 DNA (가)는 서로 상보적인 복제 주형 가닥 ㉑와 ㉒으로 구성되어 있으며, ㉓, ㉓, ㉓는 새로 합성된 가닥이다.
- ㉑, ㉒, ㉓는 각각 48개의 염기로 구성되고, ㉔와 ㉔는 각각 24개의 염기로 구성된다.
- 프라이머 X, Y, Z는 각각 4개의 염기로 구성된다. Z는 피리미딘 계열에 속하는 2종류의 염기로 구성되고, X와 Y 중 하나와 서로 상보적이다.
- ㉑와 ㉒ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 56개이다.
- I에서  $\frac{A+T}{G+C} = 3$ 이고, ㉔에서  $\frac{A+T}{G+C} = \frac{3}{2}$ 이다.
- (가)에서  $\frac{A+㉔}{G+㉔} = 2$ 이고, ㉒에서  $\frac{㉔}{A} = \frac{9}{7}$ ,  $\frac{㉔}{G} = \frac{3}{5}$ 이다. ㉔와 ㉔는 사이토신(C)과 티민(T)을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. X에 있는 유라실(U)의 개수는 1개이다.
- ㄴ. 염기 간 수소 결합의 총개수는 ㉑와 II 사이가 ㉑와 I 사이보다 많다.
- ㄷ. ㉔에서  $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = 2$ 이다.

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

20 수능

생명과학2의 고난도 문항 성격에 따라 유형을 분류하면 크게 수리 추론형과 자료 해석형으로 나뉜다.

교과 개념과 Schema를 공부하기 전

출제되는 문항과 개념의 간극을 이어주는 지식인 Bridge와 수리 추론형 문항과 자료 해석형 문항에 대한 생각 방식인 Mind에 대해 정리해보자.

[수리 추론형]

### Bridge 1 정량값과 상대값

자료 해석에서 어떤 값을 다룰 때, 수치 자료는 정량값과 상대값으로 나뉜다.

**정량값** : 수치 자체가 절대적인 양을 의미

⇒ 수치를 “직접” 이용하여 연산할 수 있다.

⇒ 모든 자료를 정량값으로 판단하면 계산량이 불필요하게 많아질 수 있다.

예시) 빈도, 개체수, 염기 개수

### 비율

100%나 1을 기준으로 차지하는 비중이나 변화율을 측정

예시) 어떤 형질에 대한 대립유전자 A와 a에 대해 A의

빈도가  $\frac{4}{5}$ 이면 a의 빈도는

$\frac{1}{5}$ 이다.

**상대값** : 어떤 기준에 대한 상대적 수치

⇒ 기준이 되는 숫자가 다르면 상대적으로 비교할 수 없으나, 기준이 되는 숫자를 통일하면 상대적으로 비교할 수 있다.

⇒ 문제에서 정확한 값은 구할 수 없으나  $\frac{A}{B}$ 의 “상대적 비율”만을 요구하기도 한다.

예시) 비율, 지수, A당 B

### 지수 (指數)

$$\frac{\text{비교하는 수치}}{\text{기준이 되는 수치}} \times 100$$

100%나 1이 아닌 다른 기준이 되는 숫자를 기준으로 차지하는 비중이나 변화율을 측정

예시) 코스피 지수

[수리 추론형]

Bridge 2 비율과 분할

비율은 대상 간 상대값이므로 기준이 되는 숫자를 설정하여 자료를 정리하고 해석할 수 있다. 비율 자체를 정량값으로 질문하기도 하며 상황별로 비율(정량값)과 비율(상대값)의 유불리가 다소 다르다.

분할되어 있는 자료를 통해 비율을 구해낼 수도 있어야 하고 제시된 비율을 분할하여 대상 간 상대값을 구할 수도 있어야 한다.

예를 들어보자.

개체수 간 비율

○ I에서  $\frac{\text{유전자형이 AA*인 개체수}}{\text{검은색 몸 개체수}} = \frac{5}{7}$ 이다.

(단, 유전자형이 AA인 개체와 AA\*인 개체가 검은색 몸을 나타낸다.)

개체수 간 비율이 직접적인 “값”으로 제시되어 있다.

이때 검은색 몸 개체수 = 유전자형이 AA인 개체수 + 유전자형이 AA\*인 개체수이므로

다음과 같이 개체 간 상대값을 알 수 있도록 분할할 수 있다.

$$\frac{\text{유전자형이 AA*인 개체수}}{\text{검은색 몸 개체수}} = \frac{5}{2+5}$$

이와 같이 분할하면 유전자형이 AA인 개체수 : 유전자형이 AA\*인 개체수 = 2 : 5 임을 한 눈에 알 수 있다.

다음과 같이 개체 간 개체수 또는 상대값이 제시되어 있다고 가정하자

개체수 간 비율

유전자형	AA	AA*	A*A*	개체수 합
	검은색 몸		회색 몸	
집단 I	160	400	250	810

유전자형	AA	AA*	A*A*	개체수 합 (상대값)
	검은색 몸		회색 몸	
집단 I	16	40	25	81

○  $\frac{\text{I에서 회색 몸 개체의 비율}}{\text{II에서 검은색 몸 개체의 비율}} = \frac{25}{72}$ 이다.

II에서  $\frac{\text{회색 몸 개체의 비율}}{\text{검은색 몸 개체의 비율}}$ 은?

(단, 제시된 동물 집단 I과 II는 같은 종으로 구성되며 몸 색의 대립 형질은 회색과 검은색이다.)

비율(정량값)과 비율(상대값)

$p$ 가  $\frac{2}{3}$ ,  $q$ 가  $\frac{1}{3}$ 일 때

빈도(정량값)과 빈도비(상대값)의 해제 차이는 다음과 같다.  
(단, 빈도의 합( $p+q$ )은 1이다.)

$$\frac{q}{1+q} \text{ vs } \frac{q}{p+2q}$$

$$\frac{\frac{1}{3}}{1+\frac{1}{3}} \text{ vs } \frac{1}{2+2}$$

전자가 유리한 경우도, 후자가 유리한 경우도 있다. 이러한 상황별 차이는 경험적 지식(Schema)를 통해 판단해야 하며 구하는 것 앞산에는 후자가 방향성 풀이에는 전자가 유리하다.

비율과 정량값

- I에서  $\frac{\text{유전자형이 AA*인 개체수}}{\text{검은색 몸 개체수}} = \frac{5}{7}$ 이다.
- $\frac{\text{I에서 회색 몸 개체의 비율}}{\text{II에서 검은색 몸 개체의 비율}} = \frac{25}{72}$ 이다.

개체수는 정량값

회색 몸 개체의 비율은 검은색 몸 개체와 회색 개체 몸 간의 상대적으로 차지하는 비율을 나타내는 정량값이다.

I에서 회색 몸 개체의 비율이  $\frac{25}{81}$ 로 주어진다면 회색 몸

개체의 비율 : 검은색 몸 개체의 비율 = 25 : 56 의 상대적 비율 정보를 알 수 있다.

개체수 간 관계에서 원하는 비율을 끌어낼 수 있어야 한다.

주어진 표를 이용하여 I에서 회색 몸 개체의 비율을 구하면  $\frac{250}{810} = \frac{25}{81}$ 이다.

따라서 II에서 검은색 몸 개체의 비율 =  $\frac{72}{25} \times$  (I에서 회색 몸 개체의 비율)

이므로 II에서 검은색 몸 개체의 비율은  $\frac{8}{9}$ 이다.

II에서 검은색 몸 개체의 비율은

$$\begin{aligned} \frac{\text{검은색 몸 개체수}}{\text{전체 몸 개체수}} &= \frac{\text{검은색 몸 개체수}}{\text{검은색 몸 개체수} + \text{회색 몸 개체수}} \\ &= \frac{\text{검은색 몸 개체의 비율}}{\text{검은색 몸 개체의 비율} + \text{회색 몸 개체의 비율}} \\ &= \frac{8}{8+1} \end{aligned}$$

이므로 구하는 값은  $\frac{\text{회색 몸 개체의 비율}}{\text{검은색 몸 개체의 비율}} = \frac{1}{8}$ 이다.

## [교과 개념]

1. DNA의 염기에는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이 있다.
2. 아데닌(A)과 구아닌(G)은 퓨린 계열 염기, 타이민(T)과 사이토신(C)은 피리미딘 계열 염기이다.
3. 이중 가닥 DNA에서 상보적인 두 단일 가닥은 염기 개수가 동일하다.
4. 이중 가닥 DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적으로 결합한다.  
예를 들어 DNA X가 염기 수가 동일한 단일 가닥  $X_1$ 과  $X_2$ 로 구성될 때  $X_1$ 의 아데닌(A) 비율과  $X_2$ 의 타이민(T) 비율이 동일하다.

## 상보적인 결합

아데닌(A)은 다른 단일 가닥의 타이민(T)과, 구아닌(G)은 다른 단일 가닥의 사이토신(C)과 상보적으로 결합한다

활용 1) DNA X는 서로 상보적인 단일 가닥  $X_1$ 과  $X_2$ 로 이루어져 있고, 400개의 염기로 구성된다.

X에서  $\frac{\text{아데닌(A) 개수} + \text{타이민(T) 개수}}{\text{구아닌(G) 개수} + \text{사이토신(C) 개수}} = \frac{3}{2}$ 이다.  $X_1$ 에서 구아닌(G)의 비율은

16%이고, 피리미딘 계열 염기의 비율은 52%이다.

$X_2$ 에서 타이민(T)의 개수는?

교과 개념을 활용하여

활용 1의 정답에 대해 충분히 생각해본 후 다음 페이지로 넘어가자.

## [활용 1 해제]

이중 가닥 DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적이다.

(∵ 교과 개념 3)

따라서  $X_1$ 과  $X_2$ 의 G+C 비율이 동일하다.

$X$ 에서  $\frac{\text{아데닌(A) 개수} + \text{타이민(T) 개수}}{\text{구아닌(G) 개수} + \text{사이토신(C) 개수}} = \frac{3}{2}$  이고, 모든 염기 비율의 총합은 100%이므로

$X_1$ 과  $X_2$ 의 G+C 비율은 모두 40%이다.

$X_1$ 에서 구아닌(G)의 비율은 16%이므로 다음과 같이 정리할 수 있다.

	A	T	G	C	비율 합
$X_1$			16	24	100%

피리미딘 계열 염기는 사이토신(C)과 타이민(T)이다.

$X_1$ 에서 피리미딘 계열 염기의 비율은 52%이므로 타이민(T)의 비율을 알 수 있다.

	A	T	G	C	비율 합
$X_1$	32	28	16	24	100%

이중 가닥 DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적이므로  $X_2$ 의 타이민(T) 개수는  $X_1$ 의 아데닌(A) 개수와 동일하다.

$X_2$ 는 200개의 염기로 구성되고

(∵  $X$ 는 400개의 염기,  $X_1$ 와  $X_2$ 의 염기 개수 동일)

비율의 총합은 100%이므로

$X_2$ 의 타이민(T) 개수는  $32 \times 2 = 64$ 개이다.

활용 2) DNA  $X$ 는 서로 상보적인 단일 가닥  $X_1$ 과  $X_2$ 로 이루어져 있다.

$X$ 에서 사이토신(C)의 개수는 240개이고,  $X_1$ 에서 구아닌(G)의 개수는 90개이다.

$X_2$ 에서  $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = \frac{9}{11}$  이고, 타이민(T)의 개수는 아데닌(A)의

개수의 2배이다.

$X_1$ 의 전체 염기 중 아데닌(A)의 비율은?

교과 개념과 활용 2의 정답에 대해 충분히 생각해본 후 다음 페이지로 넘어가자.



## [활용 2 해제]

이중 가닥 DNA에서 아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적이다.

(∵ 교과 개념 3)

따라서 X에서 사이토신(C) 개수와  $X_1$ 의 구아닌(G)+사이토신(C) 개수는 동일하다.

∴  $X_1$ 의 구아닌(G)+사이토신(C) 개수는 240개이다.

$X_1$ 의 구아닌(G) 개수는 90개라고 제시되어 있다.

따라서  $X_1$ 의 사이토신(C) 개수는 150개이다.

구아닌(G)과 사이토신(C)의 개수를 알고 있으므로 다음과 같이 정리할 수 있다.

	A	T	G	C	갯수 합
$X_1$			90	150	?

$$X_2 \text{에서 } \frac{\text{아데닌(A) 개수} + \text{구아닌(G) 개수}}{\text{타이민(T) 개수} + \text{사이토신(C) 개수}} = \frac{9}{11} \text{ 이므로}$$

$$X_1 \text{에서 } \frac{\text{타이민(T) 개수} + \text{사이토신(C) 개수}}{\text{아데닌(A) 개수} + \text{구아닌(G) 개수}} = \frac{9}{11} \text{ 이다.}$$

$X_2$ 에서 타이민(T)의 개수는 아데닌(A)의 개수의 2배이므로

$X_1$ 에서 아데닌(A)의 개수는 타이민(T)의 개수의 2배이다.

따라서  $X_1$ 에서 아데닌(A)의 개수를  $2x$ , 타이민(T)의 개수를  $x$ 라 설정하면 다음이 성립한다.

	A	T	G	C	갯수 합
$X_1$	$2x$	$x$	90	150	?

$$\frac{x + 150}{2x + 90} = \frac{9}{11}$$

$$\therefore x = 120$$

	A	T	G	C	갯수 합
$X_1$	240	120	90	150	600(개)

$X_1$ 의 전체 염기 중 아데닌(A)의 비율은  $\frac{240}{600}$ 이므로 40%이다.

## 번역

$X_2$ 의 정보를  $X_1$ 으로 번역하였다. Schema 4를 참고하자

[수리 추론형]

Bridge 3 변화율 (변화량 4)

어떤 시점에서 어느 정도로 변화했는지의 비율

변화율

개체군의 유전(수리 추론)과 그래프 추론(자료 해석)에서 활용된다.

- I 과 II 는 모두 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- I 과 II 에서 이 동물의 몸 색은 상염색체에 있는 검은색 몸 대립 유전자 A 와 회색 몸 대립 유전자 A\* 에 의해 결정되며, A 는 A\* 에 대해 완전 우성이다.
- I 에서  $\frac{\text{유전자형이 AA*인 개체수}}{\text{검은색 몸 개체수}} = \frac{5}{7}$  이다.
- $\frac{\text{I 에서 회색 몸 개체의 비율}}{\text{II 에서 검은색 몸 개체의 비율}} = \frac{25}{72}$  이다.
- 유전자형이 AA 인 개체수는 I 에서가 II 에서보다 400 많다.
- I 과 II 의 개체들을 모두 합쳐서 A 의 빈도를 구하면 0.5 이다.

멘델 집단의 비율 관계

	집단 내 유전자형 간 빈도		
	AA	AA*	A*A*
형질	우성 형질		열성 형질
멘델 집단 I	$p^2$	$2pq$	$q^2$

집단 내 대립유전자 빈도	
A	A*
우성 형질	열성 형질
$p$	$q$

위 문항에서 앞서 Bridge 2의 예시를 통해 도출한 지식을 활용하면

유전자형	AA	AA*	A*A*	개체수 합 (상댓값)
	검은색 몸	회색 몸		
멘델 집단 I	16	40	25	81
멘델 집단 II	8		1	9

이고 다음 사실을 알 수 있다.

(단, 대립유전자 빈도의 합( $p+q$ )은 1이다.)

유전자형	A의 빈도 (상댓값)	A*의 빈도 (상댓값)	빈도의 합 (상댓값)	유전자형	A의 빈도 (정량값)	A*의 빈도 (정량값)	빈도의 합 (정량값)
집단 I	4	5	9	집단 I	4/9	5/9	1
집단 II	6	3	9	집단 II	2/3	1/3	1

대립유전자 빈도

$$\frac{\text{특정 대립유전자의 수}}{\text{특정 형질의 대립유전자 총수}}$$

(∵ 집단 II에서 회색 몸 개체의 빈도가  $\frac{1}{9} \Rightarrow$  II에서 회색 몸 대립유전자 빈도  $\frac{1}{3}$ )

이때 집단 I 과 집단 II 를 합친 집단에서 A 의 빈도가 0.5 이므로 다음을 알 수 있다.

유전자형	A의 빈도 (상댓값)	A*의 빈도 (상댓값)	빈도의 합 (상댓값)
집단 I	4	5	9
집단 II	6	3	9
합친 집단	4.5	4.5	9

논리 생략

변화율을 배우는 Bridge 부분이므로 자세한 개체수비 논리는 교과 개념과 함께 수록된 Schema 부분에 제시하였다. Theme 4-⑤ 개체군의 유전을 참고하자.

빈도의 합을 통일하고 관찰했을 때, 합친 집단의 대립유전자 A 의 빈도는 집단 I 의 대립유전자 A 의 빈도에서 0.5만큼 변화했고 집단 II 의 대립유전자 A 의 빈도에서 1.5만큼 변화한 것을 알 수 있다.

가중치

Bridge 5 내분(가중평균)에서 다시 상술된다.

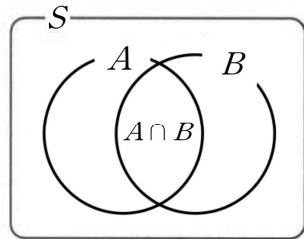
그에 따라 집단 I 과 집단 II 의 개체수비가 3 : 1임을 알 수 있다. (가까울수록 가중치가 높다.)

[수리 추론형]

Bridge 4 조건부확률

전체집합 S의 두 사건 A, B에 대해 A가 일어났을 때(전제), B가 일어날 확률  
 $\Rightarrow P(B | A)$

~일 때(전제), ~일 확률은?(구하는 것)의 구조로 출제됨.



다음 두 명제는 조건부확률을 활용하는 문항에서 모두 활용된다.

$$\textcircled{1} P(B | A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{\frac{n(A \cap B)}{n(S)}}{\frac{n(A)}{n(S)}} = \frac{n(A \cap B)}{n(A)}$$

$$\textcircled{2} P(B^c | A) = 1 - P(B | A)$$

**활용 1)** 어떤 동물 종 P로 이루어진 멘델 집단 I의 유전 형질  $\textcircled{1}$ 에 대한 대립유전자 A의 빈도가  $\frac{2}{5}$ 라고 하자. 유전 형질  $\textcircled{1}$ 은 상염색체에 있는 정상 대립유전자 A와 유전 형질  $\textcircled{1}$  대립유전자 A\*에 의해 결정되며 A는 A\*에 대해 완전 우성이다. I에서 정상인 개체 중 한 개체를 택했을 때 유전자형이 AA\*일 확률은?

[교과 개념]

1. 멘델 집단 I에서 대립유전자 빈도와 유전자형 간 빈도의 관계는 다음과 같다.

	집단 내 유전자형 간 빈도			집단 내 대립유전자 빈도	
	AA	AA*	A*A*	A	A*
형질	정상		$\textcircled{1}$	정상	$\textcircled{1}$
멘델 집단 I	$p^2$	$2pq$	$q^2$	$p$	$q$

교과 개념을 활용하여

활용 1의 정답에 대해 충분히 생각해본 후 다음 페이지로 넘어가자.

P(A)

사건 A가 일어날 확률

P(A ∩ B)

사건 A와 B가 동시에 일어날 확률

P(A<sup>c</sup>)

사건 A가 일어나지 않을 확률  
 = 1-(사건 A가 일어날 확률)

대립유전자 빈도

특정 대립유전자의 수  
 -----  
 특정 형질의 대립유전자 총수

우성과 열성

대립유전자가 AA\*와 같이 이형 접합일 때, 겉으로 표현되는 대립유전자는 우성, 표현되지 않는 대립유전자는 열성이라 한다.

예를 들어 형질  $\textcircled{1}$ 을 나타내는 대립유전자가 A일 때, AA\*가  $\textcircled{1}$ 을 나타내지 않으면  $\textcircled{1}$ 은 열성 형질이고 A는 열성 대립유전자이다.

동물 종 P

동물의 핵상은 2n이므로 어떤 형질을 결정하는 대립유전자는 2 종류이다.

즉, A의 빈도가  $\frac{3}{7}$ 이면 A\*의

빈도는  $1 - \frac{3}{7} = \frac{4}{7}$ 라는 것을 의미한다.

## [활용 1 해설]

대립유전자 빈도와 유전자형 간 빈도를 나타내면 아래와 같다.

	집단 내 유전자형 간 빈도			집단 내 대립유전자 빈도	
	AA	AA*	A*A*	A	A*
	정상		형질 ①		
멘델 집단 I	$\frac{4}{25}$	$\frac{12}{25}$	$\frac{9}{25}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$

정상인 개체 중 한 개체를 택했을 때, 유전자형이 AA\*일 확률은

$$\text{명제 ①에 의해 } \frac{\frac{12}{25}}{\frac{4}{25} + \frac{12}{25}} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} \text{이다.}$$

$$(\because P(B | A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{\frac{n(A \cap B)}{n(S)}}{\frac{n(A)}{n(S)}} = \frac{n(A \cap B)}{n(A)})$$

이는 다음과 같이 가공해서  $P(B | A) = \frac{n(A \cap B)}{n(A)}$ 으로 해석해도 무방하다는 것을 의미한다.

	집단 내 유전자형 간 비율 (상댓값)			집단 내 대립유전자 빈도 간 비율 (상댓값)	
	AA	AA*	A*A*	A	A*
	정상		형질 ①		
멘델 집단 I	4	12	9	2	3

$$\Rightarrow AA : AA^* = 4 : 12 = 1 : 3$$

$$\therefore \frac{3}{1+3} = \frac{3}{4}$$

활용 2) 어떤 동물 종 P로 이루어진 멘델 집단 I의 유전 형질 ①에 대한 대립유전자 A의 빈도가  $\frac{2}{3}$ 라고 하자. 유전 형질 ①은 상염색체에 있는 정상 대립유전자 A와 유전 형질 ① 대립유전자 A\*에 의해 결정되며 A는 A\*에 대해 완전 우성이다. I에서 유전자형이 AA\*인 암컷이, 임의의 정상 수컷과 교배하여 자손(F<sub>1</sub>)을 낳을 때, 이 F<sub>1</sub>이 정상일 확률은?

### [교과 개념]

1. 자손의 유전자형은 암컷의 생식 세포 내 대립유전자와 수컷의 생식 세포 내 대립유전자에 의해 결정된다.
2. 멘델 집단 I에서 대립유전자 빈도와 유전자형 별 빈도의 관계는 다음과 같다.

	집단 내 유전자형 간 빈도			집단 내 대립유전자 빈도	
	AA	AA*	A*A*	A	A*
형질	정상		①	정상	①
멘델 집단 I	$p^2$	$2pq$	$q^2$	$p$	$q$

3. 유전자형이 AA\*인 암컷의 생식 세포에 A가 있을 확률과 A\*가 있을 확률은  $\frac{1}{2}$ 로 동일하다.

### [Schema]

4. 임의의 정상 수컷으로 구성된 유전자풀에서 생식 세포에 A가 있을 확률은  $\frac{1}{1+q}$   
 임의의 정상 수컷으로 구성된 유전자풀에서 생식 세포에 A\*가 있을 확률은  $\frac{q}{1+q}$ 이다.

교과 개념을 활용하여

활용 2의 정답에 대해 충분히 생각해본 후 다음 페이지로 넘어가자.

[활용 2 해설]

F<sub>1</sub>이 정상일 확률은?

자손이 **우성 표현형(정상)**일 확률을 질문하고 있다.  
 자손이 우성 표현형일 확률은 여사건을 활용하지 않는다면  
 유전자형이 AA일 확률과 AA\*일 확률을 모두 구해야 한다.

	집단 내 유전자형 간 비율 (상댓값)			집단 내 대립유전자 빈도 간 비율 (상댓값)	
	AA	AA*	A*A*	A	A*
	우성		열성		
자손					

상대적으로 자손 세대의 열성 형질을 나타낼 확률이 구하기 쉬우므로  
**전제가 동일할 때**, 자손이 열성 표현형일 확률을 1로 빼주면 쉽게 원하는 값을 구할 수 있다.

	집단 내 유전자형 간 비율 (상댓값)		
	AA	AA*	A*A*
자손	구하는 확률 = $1 - P(B^C   A)$ = $P(B   A)$		$P(B^C   A)$

(∵  $P(B^C | A) = 1 - P(B | A)$ )

유전자형이 AA\*인 암컷과 임의의 정상 수컷에서 모두 열성 대립유전자가 전달될 확률을  
 퍼네트 사각형으로 도식화하면 다음과 같다.

(∵ 개체군의 유전 Schema 5)

암컷의 생식세포 수컷의 생식세포	A ( $\frac{1}{2}$ )	A* ( $\frac{1}{2}$ )
A ( $\frac{1}{1+q}$ )		
A* ( $\frac{q}{1+q}$ )		$\frac{q}{1+q} \times \frac{1}{2}$

$$\frac{q}{1+q} \text{ vs } \frac{q}{p+2q}$$

$$\frac{\frac{1}{3}}{1+\frac{1}{3}} \text{ vs } \frac{1}{2+2}$$

따라서 구하는 확률은  $1 - \frac{q}{1+q} \times \frac{1}{2} = 1 - \frac{1}{2+2} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{8}$ 이다.

(∵  $\frac{1}{2+2}$  근거 날개)

[Comment]

전자가 유리한 경우도, 후자가 유리한 경우도 있다. 구하는 것  
 암산에는 후자가 유리하다.

동시에 일어나면 곱사건(×)  
 자손이 우성 형질일 확률을 구할 때 여사건  
 자연수의 활용 (∵ Mind 2)

[수리 추론형]

Bridge 5 내분 (가중평균)



$A(x_1)$ ,  $B(x_2)$ 에 대해 선분 AB를  $m:n$ 으로 내분하는 점을  $P(x)$ 라고 하면

$$x - x_1 : x_2 - x = m : n \text{ 이므로 } x = \frac{mx_2 + nx_1}{m + n} \text{이다.}$$

예시)  $\frac{1}{5}$ 과  $\frac{7}{10}$ 을 3:2로 내분하는 지점은  $\frac{1}{2}$ 이다.

활용 1) 두 부위의 염기 개수, 두 부위의 GC 함량, 합친 부위의 GC 함량 중 두 가지의 비율을 알면 나머지 하나의 비율관계도 알 수 있다.

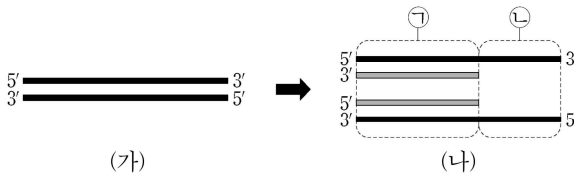


그림 (가)는 DNA X를, 그림 (나)는 DNA X의 ㉠ 복제된 부분과 ㉡ 복제되지 않은 부분을 나타낸 것이며 ㉠에서 새로 합성된 가닥의 G+C 함량은 40%, ㉡에서 A+T 함량은 40%이다. ㉠의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이다.

X의  $\frac{A+T}{G+C}$  값은?

**변형된 집단**

두 집단을 합친 집단  
한 집단의 우성 개체들과 다른  
집단의 열성 개체들을 합친 집단  
등 두 집단 내 개체들을  
바탕으로 변형된 집단

**대립유전자 빈도**

$$\frac{\text{특정 대립유전자의 수}}{\text{특정 형질의 대립유전자 총수}}$$

**동물 중 P**

동물의 핵상은  $2n$ 이므로 어떤  
형질을 결정하는 대립유전자는 2  
종류이다.

즉, A\*의 빈도가  $\frac{1}{3}$ 이면 A의

빈도는  $1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$ 라는 것을

의미한다

[활용 1 해제]

㉠의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이므로

X의 ㉠에 해당하는 부분의 염기 개수 : X의 ㉡에 해당하는 부분의 염기 개수 = 3 : 2 이다.

㉠과 ㉡의 G+C 함량은 각각 40%, 60%이고

㉠의 염기 개수 비중이 3에 해당한다면 ㉡의 염기 개수 비중이 2에 해당하므로

X의 G+C 함량은 40%와 60%를 2 : 3으로 내분하는 지점인 48%이다.

$$\therefore \frac{A+T}{G+C} = \frac{52\%}{48\%} = \frac{13}{12}$$

[논증]

G+C 함량은  $\frac{G+C \text{ 염기 수}}{\text{전체 염기 수}}$  이고

㉠의 주형 가닥 부분의 염기 개수를 150, ㉡의 염기 개수를 100으로 설정하면 X의 염기 개수는 250개이다.

X의 G+C 함량을 구하면

$$= \frac{\text{㉠의 주형 가닥 부분의 G+C 개수} + \text{㉡의 G+C 개수}}{\text{X의 염기 총개수}} = \frac{(0.4) \times 150 + (0.6) \times 100}{150 + 100}$$

이므로  $\frac{13}{12}$  이고, 이는  $x = \frac{mx_2 + nx_1}{m+n}$  (X의 G+C 함량은 40%와 60%를 2 : 3으로 내분하는

지점)와 동일한 형태이므로 내분을 활용하여 논리 과정을 간명하게 할 수 있다.

비례상수

두 대상 이상의 비례관계를 나타내기 위해 임의로 설정한 상수.

예시) 150, 100, 250

각각을 3, 2, 5와 같이 바꿔서 논증해보자. 같은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

동물 종 P



동물 1마리 당 특정 형질을 나타내는 대립유전자는 2개가 있다.

활용 2) 어떤 동물 종 P로 이루어진 집단 간 특정 대립유전자 개수, 개체수, 특정 대립유전자 빈도 중 두 가지의 비율을 알면 나머지 하나의 비율관계도 알 수 있다. 또한 두 집단의 대립유전자 빈도를 알고 있으면 변형된 집단의 대립유전자 빈도 또한 알 수 있다.

어떤 동물 종 P로 구성된 집단 I의 어떤 형질 ㉠에 대한 대립유전자 A의 빈도는  $\frac{4}{9}$

집단 II의 ㉠에 대한 대립유전자 A\*의 빈도는  $\frac{1}{3}$ 이다.

I과 II의 개체들을 모두 합쳐서 A의 빈도를 구하면  $\frac{1}{2}$ 일 때  $\frac{I \text{의 개체수}}{II \text{의 개체수}}$  값은?



## [활용 2 해제]

A의 빈도에서 분모의 기준 수를 통일하면 (=통분하면) 각각  $\frac{4}{9}$ 와  $\frac{6}{9}$ 이므로

합친 집단에서 A의 빈도인  $\frac{1}{2}$ 은  $\frac{4}{9}$ 와 II에서 A의 빈도  $\frac{2}{3}$ 의 1:3 내분점(가중평균)이다.

이는 대립유전자 A의 비중이 I에서 II보다 3배 크다는 것을 의미하고

$\frac{\text{I의 개체수}}{\text{II의 개체수}} = \frac{\text{I의 대립유전자 총개수}}{\text{II의 대립유전자 총개수}}$  이므로  $\frac{\text{I의 개체수}}{\text{II의 개체수}} = 3$  이다.

활용 3) 어떤 동물 종 P로 구성된 집단 I의 어떤 형질 ①에 대한 대립유전자 A의 빈도는  $\frac{1}{5}$

집단 II의 ①에 대한 대립유전자 A\*의 빈도는  $\frac{1}{2}$ 이다.

$\frac{\text{I의 개체수}}{\text{II의 개체수}} = 2$  일 때 I과 II의 개체들을 모두 합쳐서 A의 빈도를 구하면?

## [활용 3 해제]

$$\frac{\text{I의 개체수}}{\text{II의 개체수}} = 2 \text{ 이므로 } \frac{\text{I의 대립유전자 총개수}}{\text{II의 대립유전자 총개수}} = 2 \text{ 이다.}$$

## [Bridge 5 내분 - 활용 정답]

$$\text{활용 1 답) } \frac{13}{12}$$

$$\text{활용 2 답) } 3$$

$$\text{활용 3 답) } \frac{3}{10}$$

즉, 집단 I의 대립유전자 A의 빈도에 대한  $\frac{1}{5}$ 의 비중이 2에 해당한다면

집단 II의 대립유전자 A의 빈도에 대한  $\frac{1}{2}$ 의 비중이 1에 해당한다.

기준 수를 통일하면 (=통분하면) 각각  $\frac{2}{10}$ 와  $\frac{5}{10}$ 이므로

구하는 A의 빈도는  $\frac{2}{10}$ 와  $\frac{5}{10}$ 을 1:2로 내분하는 지점인  $\frac{3}{10}$ 이다.

## 비례상수

두 대상 이상의 비례관계를 나타내기 위해 임의로 설정한 상수.

예시) 10, 20, 30

각각을 1, 2, 3과 같이 바꿔서 논증해보자. 같은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

## [증명]

대립유전자 빈도는  $\frac{\text{특정 대립유전자의 수}}{\text{특정 형질의 대립유전자 총수}}$ 이고

I의 대립유전자 총개수를 10으로 설정하면 II의 대립유전자 총개수는 20이고, 두 집단을 합친 집단의 대립유전자 총개수는 30이다.

합친 집단의 A의 빈도를 구하면  $\frac{\text{집단 I의 A 개수} + \text{집단 II의 A 개수}}{\text{합친 집단의 대립유전자 총개수}} = \frac{(0.2) \times 10 + (0.5) \times 20}{10 + 20}$

이므로  $\frac{3}{10}$ 이고, 이는  $x = \frac{mx_2 + nx_1}{m+n}$  (A의 빈도는  $\frac{2}{10}$ 와  $\frac{5}{10}$ 을 1:2로 내분하는 지점)

와 동일한 형태이므로 내분을 활용하여 논리 과정을 간명하게 할 수 있다.



[수리 추론형]

Mind 1 비율 → 정량값

비율로 조건을 우선 해석하고 정량값은 필요할 때 활용

A → B

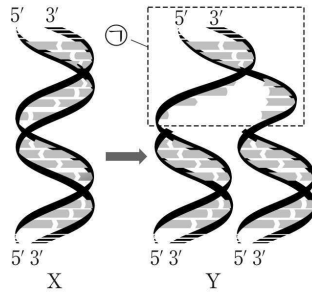
선후 관계

(선후 관계에서 사용할 것)

A ⇒ B

A이면 B이다.

(명제 관계에서 사용할 것)



○ Y를 구성하는 뉴클레오타이드는 모두 2400개이다.

○ Y에서 새로 합성된 DNA 가닥의 G+C 함량은 35%이고, Y에서 복제되지 않은 부분 ①의 G+C 함량은 45%이다.

15 수능

[교과 개념]

1. 뉴클레오타이드 개수 = 염기 개수
2. 염기에는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이 있다.
3. DNA X에는 유라실(U)이 없다.
4. DNA Y(복제가 일어나고 있는 DNA 가닥)에는 유라실(U)이 존재할 수 있다.  
(∵ 복제가 일어나고 있는 DNA 가닥에는 유라실(U)을 포함하는 RNA 프라이머가 존재할 수 있다.)
5. 복제되지 않은 부분 ①의 염기 조성은 기존 DNA와 동일하다.
6. 50% 복제가 일어난 DNA Y는 주형 DNA X보다 염기 개수가 50% 많다.
7. 새로 합성된 DNA 가닥 = 복제가 일어난 DNA 가닥

[평가원 선지]

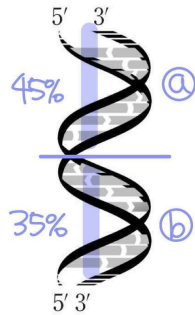
ㄷ. DNA X에서  $\frac{\text{아데닌(A) 개수} + \text{타이민(T) 개수}}{\text{구아닌(G) 개수} + \text{사이토신(C) 개수}} = \frac{3}{2}$ 이다.

(단, Y는 X가 50% 복제되었을 때 DNA이다.)

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여

선지의 정오에 대해 충분히 생각해본 후 넘어가자.

## [정석 해제]



## [정량값 활용]

구해야 하는 것이 DNA X이므로  
DNA X의 염기 조성을 파악해보자.

DNA Y의 염기 개수는 2400개이다  
DNA Y는 DNA X에 비해 염기 개수가 50% 많으므로  
DNA X의 염기 개수는 1600개이다.

## 염기 조성

염기량의 비율 또는 개수

따라서 ㉑ DNA X에서 복제가 일어나지 않은 부분의 염기 개수는 800개  
㉒ DNA X에서 복제가 일어난 부분의 염기 개수는 800개이므로

㉑의 G+C 염기 개수는  $800 \times 45\% = 360$ 개  
㉒의 G+C 염기 개수는  $800 \times 35\% = 280$ 개이다.

∴ DNA X의 G+C 염기 개수는 640개

DNA X는 A, T, G, C의 염기로 구성되고  
DNA X는 1600개의 염기로 구성된다.

∴ DNA X의 A+T 염기 개수는 960개

∴ DNA X에서  $\frac{A+T}{G+C} = \frac{960}{640} = \frac{3}{2}$

## [비율 → 값 활용]

본 교재를 공부하면서 논리를 내재화하여 다음과 같이 선지를 판단할 수 있으면 더 좋다.  
“X의 GC 함량은 35%와 45%의 1 : 1 내분점인 40%이고 GC 함량이 40%이므로 맞다”

(∴ U(염기 함량)=100%, A(GC 염기 함량)=40%, A<sup>C</sup>(AT 염기 함량)=60%)

## [Comment]

비율 해석 후 필요한 경우에만 정량값

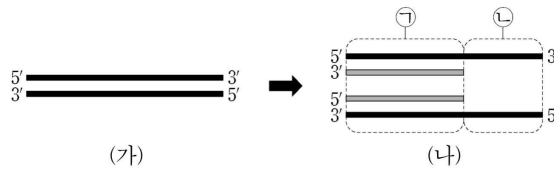
A와 B를 각각 구해야 하는지, A와 A<sup>C</sup>가 더 낮지 않을까 하는 내용들을 Schema 부분에서 공부하면서 경험적으로 얻어갈 것

## [수리 추론형]

## Mind 2 자연수의 활용

자연수를 적절히 활용하여 상황을 유리하게 해제할 수 있다.

- 그림 (가)는 이중 가닥 DNA X를, (나)는 X가 복제되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.
- (나)는 ㉠ 복제된 부분과 ㉡ 복제되지 않은 부분을 나타낸 것이며, ㉠은 새로 합성된 가닥과 그에 대한 상보적인 주형 부분을 포함한다.
- ㉠에서 새로 합성된 가닥의 G+C 함량은 40%이다.
- ㉡의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이다.
- ㉡에서 A+T 함량은 60%이다.
- ㉡에서 구아닌(G)의 개수는 180개이다.



21 9평

## [교과 개념]

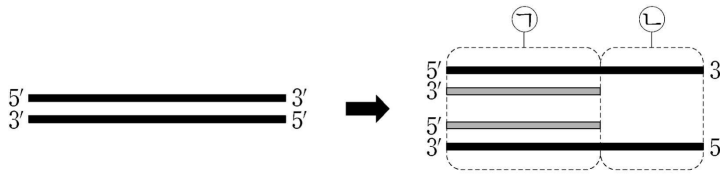
1. 염기에는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이 있다.
2. DNA X와 복제되지 않은 부분 ㉡에는 유라실(U)이 없다.
3. ㉠에는 유라실(U)이 존재할 수 있다.
4. ㉠은 복제가 일어나기 전 DNA 가닥에 비해 염기가 2배 많다.
5. ㉡의 염기 조성은 (가)에서의 동일한 부분과 동일하다.
6. ㉠과 ㉡에서 각각 아데닌(A) 개수 = 타이민(T) 개수, 구아닌(G) 개수 = 사이토신(C) 개수이다.
7. 새로 합성된 DNA 가닥 = 복제가 일어난 DNA 가닥이다.

## [평가원 선지]

- ㄱ. X에서 G+C 함량은 40%이다.
- ㄴ. ㉠의 염기 개수는 2700개이다.
- ㄷ. ㉡에서 사이토신(C) 개수+타이민(T) 개수 = 450개이다.

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여

선지의 정오에 대해 충분히 생각해본 후 넘어가자.



염기 조성 추론

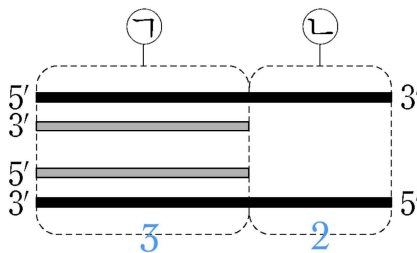
내용과 풀이는 Theme 1-④  
염기 조성 추론에서 상술된다.

복제가 일어난 ㉠과

복제가 일어나기 전의 G+C 비율은 정확하게 동일하다.

㉡의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이므로

한 가닥의 염기 개수비를 대응한 후 선지를 해제하자.



[선지 해제]

ㄱ. X에서 G+C 함량은 40%이다.

- ㉠의 한 가닥의 G+C 함량은 40%이고 ㉡의 한 가닥의 G+C 함량도 40%이므로 X의 G+C 함량도 40%이다.

ㄴ. ㉠의 염기 개수는 2700개이다.

- ㉡에서 G+C 함량은 40%이므로 G 함량은 20%이다.  
따라서 ㉡의 G+C 염기 개수는 900개임을 알 수 있다.

$$\therefore \text{㉠의 염기 개수} : \text{㉡의 염기 개수} = 3 \times 4 : 2 \times 2 = 3 : 1$$

$$\therefore \text{㉠의 염기 개수} = 2700\text{개}$$

ㄷ. ㉡에서 사이토신(C) 개수+타이민(T) 개수 = 450개이다.

- ㉡에서 아데닌(A) 개수 = 타이민(T) 개수, 구아닌(G) 개수 = 사이토신(C) 개수 이므로 아데닌(A) 개수 + 구아닌(G) 개수 = 타이민(T) 개수 + 사이토신(C) 개수이다.

$$\therefore \text{㉡에서 사이토신(C) 개수+타이민(T) 개수} = 900/2=450\text{개}$$

사카프 법칙

(이중 가닥)

$$A+G=C+T, A=T, G=C$$

Mind vs Schema

기본 생각 vs 활용 도구

[수리 추론형]

Mind 3 직접( $A$ ) vs 여사건( $A^c$ ) ( $U, A, A^c$  생각)

어떤 값을 도출할 때 직접 구할 수도, 전체-여사건으로 구하는 것이 유리할 때도 있다.

[예시 ㉑]

다음은 이중 가닥 DNA X와 X 위에 있는 유전자  $x$ 에 대한 자료이다.

- 가닥 ㉑과 ㉒으로 구성된 X의 염기 서열은 다음과 같다.

$$\begin{array}{l} 5'-\text{CGATCTGACCGATGACCGAACGGTATGGCCAT}-3' \cdots \text{㉑} \\ 3'-\text{GCTAGACTGGCTACTGGCTTGCCATACCGGTA}-5' \cdots \text{㉒} \end{array}$$

- $x$ 에 포함된 염기 중 A의 비율은 0.25이고,  $x$ 에서 염기 사이의 수소 결합 총개수는 60개이다.

[구하는 것]  $x$ 에서 ㉑ 기준 3' 말단으로부터 7번째 뉴클레오타이드의 염기는?

[교과 개념]

1. DNA의 염기에는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이 있다.
2. 뉴클레오타이드는 당, 인산, 염기로 구성된다.
3. 아데닌(A)은 타이민(T)과 2개의 수소 결합을, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 3개의 수소 결합을 한다.
4. 유전 정보를 암호화하는 DNA의 특정 염기 서열을 유전자라고 한다.

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여 각각의 조각의 염기 개수를 구해본 후 다음 페이지로 넘어가자.



[해제]

2중 가닥 DNA에서 A의 비율이 0.25이므로  
 모든 염기의 비율이 동일하다.

$$\therefore \text{AT 염기쌍 수} = \text{GC 염기쌍 수}$$

유전자  $x$  부분에서 염기 사이의 수소 결합 총개수는 60개이므로  
 $2 \times (\text{AT 염기쌍 수}) + 3 \times (\text{GC 염기쌍 수}) = 60$ 개 이다.

따라서  $x$  부분의 AT 염기쌍 수와 GC 염기쌍 수는 12쌍이다.

$$\therefore x \text{의 염기쌍 수} = 24 \text{쌍}$$

$x$ 의 좌위를 알아내기 위해 AT 염기 또는 GC 염기를 Counting해보자.

좌위

유전자가 위치하는 자리

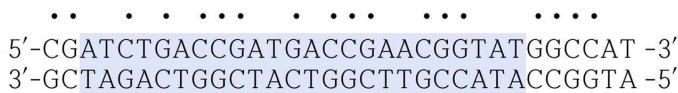


5쌍씩 끊어세면 DNA X의 총 염기쌍 개수는 32쌍이고  
 한 가닥의 G+C 염기 개수를 세면 18개인 것을 알 수 있다.

따라서 DNA X는 AT 염기쌍 14쌍, GC 염기쌍 18쌍으로 구성된다.

AT 염기쌍 12쌍, GC 염기쌍 12쌍인 부분이 등장하려면  
 양쪽 말단에서 AT 염기쌍 2쌍과 GC 염기쌍 6쌍이 빠져야 한다.

따라서 유전자  $x$ 의 좌위는 다음과 같다.



$\therefore x$ 에서 ① 기준 3' 말단으로부터 7번째 뉴클레오타이드의 염기는 아데닌(A)이다.

AT 염기쌍 12쌍, GC 염기쌍 12쌍을 직접 세는 것보다는  
 AT 염기쌍 2쌍, GC 염기쌍 6쌍을 파악하여 제외하는 게 더 유리함을 한 눈에 알 수 있다.

[예시 ㉔]

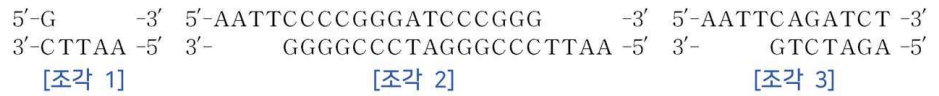


|: 절단 위치

31개의 염기쌍으로 구성된 이중 가닥 DNA  $x$ 를 제한 효소 EcoR I가 절단할 때 생기는 각 조각의 염기 개수를 구하시오.

[교과 개념]

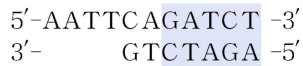
1. DNA의 염기에는 아데닌(A), 타이민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이 있다.
2. 제한 효소는 특정 염기 서열을 인식하여 DNA를 선택적으로 절단한다.
3. DNA  $x$ 는 제한 효소 EcoR I에 의해 다음과 같이 절단된다.



교과 개념과 주어진 자료를 활용하여 각 조각의 염기 개수를 구해본 후 다음 페이지로 넘어가자.



조각 1의 염기 개수는 6개임을 한 눈에 알 수 있다.  
 조각 3의 염기 개수를 세어보자.

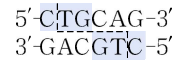


우선 이중 가닥인 부분부터 5개씩 끊어세면 염기가 10개 있는 것을 알 수 있다.  
 (:: 5개씩 카운팅)

아래 두 조각의 염기 개수는 제한 효소 인식 서열의 성질(점대칭)에 의해 정확하게 동일하다.



인식 서열의 성질



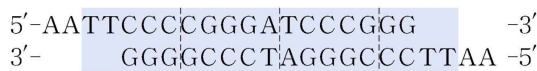
따라서 눈으로 개수를 인식할 때 다음과 같이 인식할 수 있다.



점대칭(회문 구조)

:: 조각 3은 18개의 염기로 구성

마지막 남은 조각 2의 개수를 직접 점대칭을 활용하여  
 5개씩 끊어 개수를 세면 아래와 같다.



:: 조각 2는 38개의 염기로 구성

(:: 직접)

조각 2의 염기 개수를 나머지의 관점으로 파악해보자.  
 앞서 이중 가닥 DNA x는 31개의 염기쌍으로 구성되어 있다고 제시되어 있다.

그에 따라 조각 2의 개수를 다음과 같이 Counting할 수 있다.

- ⇒ 62-(조각 1의 염기 개수)-(조각 3의 염기 개수)
- ⇒ 62-6-18(개)
- ⇒ 38(개)

[자료 해석형]

Bridge 1 표 (연역 vs 귀납)

연역적으로 특수한 부분부터 실마리를 잡을 수도, 귀납적으로 그린 후 대응할 수도 있다.  
 유불리는 결정된 정도와 상황에 따라 유연하게 판단해야 한다.

결정된 정도

?나 원 문자 없이 얼마나 표가  
 완결되어 있는지의 정도

연역과 귀납의 해석 순서에  
 대해 자료 해석형 Mind 1에서  
 추가로 설명된다.

표 : 자료를 정리하는데 일반적으로 이용되며, 표의 가로줄을 행, 세로줄을 열이라고 한다.

⇒ a개의 가로줄과 b개의 세로줄로 되어있는 표를 a×b 표라고 한다.

⇒ 대체로 결정된 행이나 열은 연역적으로, 결정되지 않은 행이나 열은 귀납적으로 해석하면  
 유리한 경우가 많다.

[21학년도 수능 예시]

	물질	㉠	㉡	㉢	㉣
과정					
I		○	×	×	○
II		○	○	×	×
III		×	×	○	×
IV		×	○	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

4×4 표 - 생성 여부가 모두 결정된 표

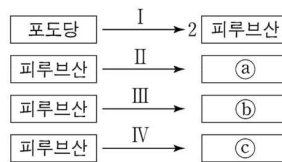
	제거된 부위	A	B	C	D
유전자					
x		○	○	?	○
y		○	×	×	○
z		○	×	×	㉠

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

3×4 표 - 전사 여부가 일부만 결정된 표

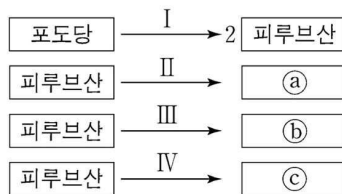
[연역적 해석 예시 ①]

10. 그림은 세포 호흡과 발효에서 일어나는 과정 I~IV를, 표는 I~IV에서 물질 ㉠~㉣의 생성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣는 각각 아세틸 CoA, 에탄올, 젖산 중 하나이고, ㉠~㉣은 ATP, CO<sub>2</sub>, NAD<sup>+</sup>, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.



	물질	㉠	㉡	㉢	㉣
과정					
I		○	×	×	○
II		○	○	×	×
III		×	×	○	×
IV		×	○	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)



과정 I이 결정되어 있음

	과정	물질	㉠	㉡	㉢	㉣
	I		○	×	×	○
	II		○	○	×	×
	III		×	×	○	×
	IV		×	○	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

4×4 - 결정된 표

물질 ㉔은 주어진 물질 중 유일하게 과정 I~IV 중 I에서만 생성된다.  
해당 조건에 부합하는 물질은 1가지 뿐이므로 ㉔이 결정된다.

과정 \ 물질	㉑	㉒	㉓	㉔
I	○	×	×	○
II	○	○	×	×
III	×	×	○	×
IV	×	○	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

과정 I에서 2가지 물질이 생성되므로  
결정되지 않은 물질 ㉑~㉓ 중 유일하게 생성된 ㉑이 결정된다.

과정 \ 물질	㉑	㉒	㉓	㉔
I	○	×	×	○
II	○	○	×	×
III	×	×	○	×
IV	×	○	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

결정된 물질 ㉑이 과정 II~IV 중 II에서만 생성된다  
그에 따라 과정 II의 정체성이 결정된다.  
이와 같은 방식으로 모든 과정의 정체성과 물질을 결정지을 수 있다.

[귀납적 해석 ① 예시]

발문 순서대로 행과 열을 생각한다.

과정 \ 물질	ATP	CO <sub>2</sub>	NAD <sup>+</sup>	NADH
포도당 → 2피루브산				
피루브산 → 아세틸 CoA				
피루브산 → 에탄올				
피루브산 → 젖산				

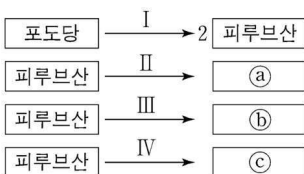
(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

암기하고 있는 생명과학2 교과 지식을 통해 주어진 표를 완성한다.

과정 \ 물질	ATP	CO <sub>2</sub>	NAD <sup>+</sup>	NADH
포도당 → 2피루브산	○	×	×	○
피루브산 → 아세틸 CoA	×	○	×	○
피루브산 → 에탄올	×	○	○	×
피루브산 → 젖산	×	×	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

표가 완성되었다면 원문자 ㉑~㉔나 ㉕~㉗를 대응하지 않고 선지로 가서  
선지를 해결하는 데 필요한 원문자만 파악해도 무방하다.



자료

과정 \ 물질	ATP	CO <sub>2</sub>	NAD <sup>+</sup>	NADH
포도당 → 2피루브산	○	×	×	○
피루브산 → 아세틸 CoA	×	○	×	○
피루브산 → 에탄올	×	○	○	×
피루브산 → 젖산	×	×	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

4×4 - 물질과 과정, 생성 여부가 모두 결정된 표

교재 서술 vs 실제 풀이

교재의 서술은 가독성을 위해 표의 물질 행과 과정 열에 정확한 물질과 과정을 기입했으나, 실제 시험 상황에서는 물질이 작성된 행과 과정이 작성된 열을 기입하지 않고 생성 여부만 판단해도 무방하다.

[예시]

○	×	×	○
×	○	×	○
×	○	○	×
×	×	○	×

[자료 해석형]

Bridge 2 그래프

초기 지점, 완결점, 특이점

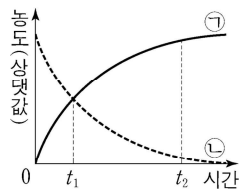
x축과 y축, 증감, 비례 관계, 순간변화율 등

그래프 : 자료의 변화를 한 눈에 알아볼 수 있도록 나타낸 선

⇒ x축과 y축에 따라 변화 양상이 다르다.

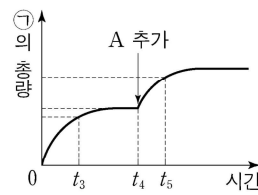
⇒ 기출 문항, 그리고 실전 문항들에서 제시되는 x축 변수가 가르키는 지점의 순간변화율, y 값, 근방의 증감 등이 의미하는 바를 이해한 후 암기해두자

[21학년도 수능 예시]

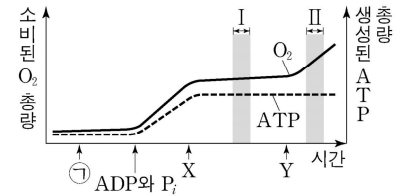


(가)

시간 - 농도 그래프, 시간 - 총량 그래프

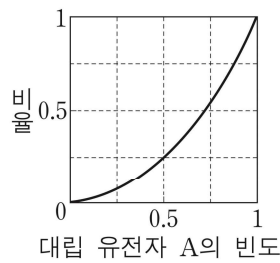


(나)

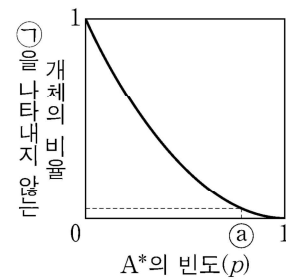


시간 - 소비된 O<sub>2</sub>, 시간 - 생성된 ATP 그래프

[그래프 해석 예시 ①]

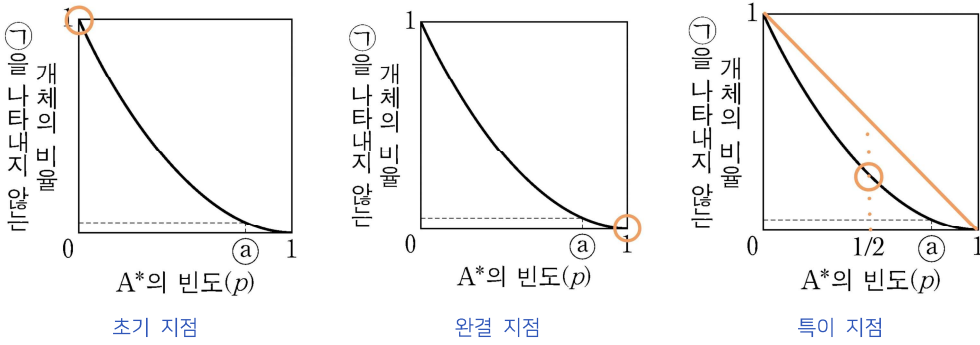


16학년도 수능



21학년도 9월

x축은 대립유전자의 빈도, y축은 특정 형질을 나타내는 개체의 비율을 가르키고 있다.



A\*의 빈도가 0일 때  
 ㉠을 나타내지 않는 개체의 비율이 1이므로 A\*는 ㉠을 나타내는 대립유전자이다.

A\*의 빈도가 1일 때 ㉠을 나타내지 않는 개체의 비율이 0 → 구할 수 있는 정보 초기 지점과 동일

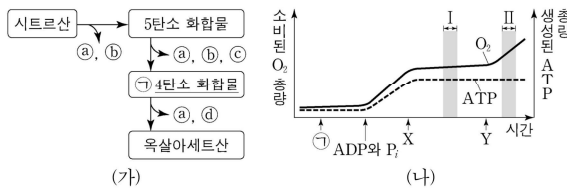
A\*의 빈도가 1/2일 때  
 A\*A\*의 빈도는 1/4이고, AA\*의 빈도는 1/2이다.

이때 ㉠을 나타내지 않는 개체의 비율이 1/2보다 작으므로 ㉠을 나타내는 개체의 비율은 1/2보다 크다. 따라서 A\*는 우성 대립유전자이다.

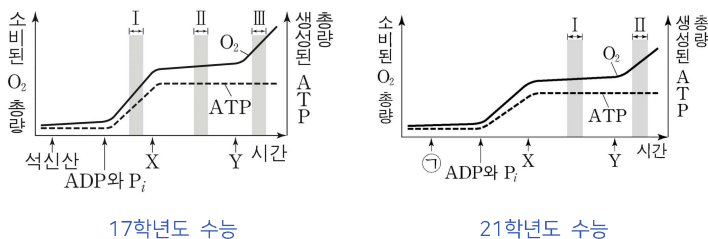
기출을 통해 해석(이해)한 후 경향성을 암기했다면 해제가 훨씬 수월했을 것이다.

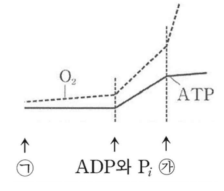
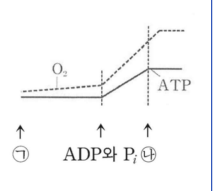
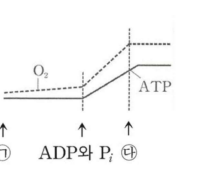
[그래프 해석 예시 ②]

12. 그림 (가)는 TCA 회로의 일부를, (나)는 미토콘드리아에 (가)의 ㉠, ADP와 P<sub>i</sub>, 물질 X, Y를 순차적으로 첨가하면서 소비된 O<sub>2</sub>의 총량과 생성된 ATP의 총량을 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠~㉣는 ATP, CO<sub>2</sub>, FADH<sub>2</sub>, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다. 물질 ㉡는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H<sup>+</sup>을 새어 나가게 하고, 물질 ㉣는 ATP 합성 효소를 통한 H<sup>+</sup>의 이동을 차단한다. X와 Y는 ㉡와 ㉣를 순서 없이 나타낸 것이다.



㉡와 ㉣는 세포 호흡 저해제이고, 각각의 작용이 다음과 같이 기출된 바 있다.



	저해제 처리 안함	㉔(H <sup>+</sup> 단순 확산 촉진)	㉕(ATP 합성 저해)	㉖(전자의 이동 차단) = 다른 기질 문항에 출제된 저해제
H <sup>+</sup> 수송	—	↑	↓	즉시 멈춤
소비되는 O <sub>2</sub>	—	↑	소비되다 멈춤	즉시 멈춤
생성되는 ATP	—	↓	즉시 멈춤	↓
스트로마와 틸라코이드 막 내부 pH 차이	—	감소	증가	감소
그래프 양상				

(↑:빨라짐, ↓:느려짐)

위 내용들을 기출을 통해 해석(이해)한 후 경향성을 암기했다면 해제가 훨씬 수월했을 것이다.



[자료 해석형]

## Bridge 3 약어

생각 이외에 불필요한 시간 단축, 정확성 향상

생명과학2의 변별력을 좌우하는 대단원 IV 유전자 발현과 조절에서  
해제되는 문항의 자료는 다음과 같다.

구분	억제 단백질과 젖당 유도체의 결합	억제 단백질과 작동 부위의 결합	프로모터와 RNA 중합 효소의 결합	젖당 분해 효소
야생형	○	×	○	+
작동 부위 결실 돌연변이	○	×	○	+
조절 유전자 결실 돌연변이	×	×	○	+
프로모터 결실 돌연변이	?	?	×	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

18 수능

구분	최소 배지		최소 배지, 오르니틴		최소 배지, 아르지닌	
	생장	시트룰린 합성	생장	시트룰린 합성	생장	시트룰린 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I(유전자 a 돌연변이주)	-	×	+	○	+	×
II(유전자 c 돌연변이주)	-	○	-	○	+	○

(+: 성장함, -: 성장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

17 수능

메싸이오닌-글루탐산-트레오닌-타이로신-아르지닌-알라닌-아이소류신-아스파르트산

21 수능

실전에서 활용할 수 있도록 간명하게 변환하면 다음과 같다.

구분	R-L	R-O	P-RP	Z
WT	○	×	○	+
/O	○	×	○	+
/I	×	×	○	+
/P	?	?	×	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

18 수능

(: 유전학 차용)

구분	최소 배지		최소 배지, O		최소 배지, R	
	생장	C 합성	생장	C 합성	생장	C 합성
WT	+	○	+	○	+	○
/a	-	×	+	○	+	×
/c	-	○	-	○	+	○

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

17 수능

(: 앞 글자 두음)

M-E-T-Y-R-A-I-D

21 수능

(: 생화학 - 아미노산 약어 차용)

자료 정리

각 단원의 Schema에서 자세하게 제시된다. 더 나은 방식이 있다고 생각한다면 그 방식으로 해제해도 무방하다.

단순히 기입하는 데 있어서의 시간 단축 뿐만 아니라  
생각과 생각 사이의 모멘텀을 줄여 해제의 정확성 또한 높여줄 것이다.

Memo

[자료 해석형]

Mind 1 Fixed(결정된 것) 우선

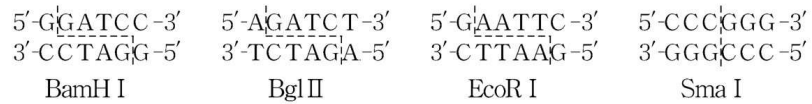
원 문자나 ?으로 감춰진 조건보다 결정된 조건을 우선으로 파악하자.

[예시]

- x는 31개의 염기쌍으로 구성되고, x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.  
㉠~㉡은 A, C, G, T를 순서 없이 나타낸 것이다.



- 그림은 제한 효소 BamHI, BglII, EcoRI, SmaI이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x가 들어 있는 시험관 I ~ V를 준비한다.
- (나) (가)의 I ~ V에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다. V에 첨가된 제한 효소는 BamHI, BglII, EcoRI, SmaI 중 2가지이다.
- (다) (나)의 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수를 확인한 결과는 표와 같다.

시험관	I	II	III	IV	V
첨가한 제한효소	BamHI	BglII	EcoRI	SmaI	?
생성된 DNA 조각 수	2	2	2	3	3
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	?	?	?	20, 20, 22	8, 24, 30

21 수능

㉠, ㉡, ㉢, ㉣을 각각 결정하십시오.

교과 개념

제한 효소는 DNA의 특정 염기 서열을 인식하여 DNA를 선택적으로 절단한다.

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여 선지의 정오에 대해 판단해본 후 다음 페이지로 넘어가자.

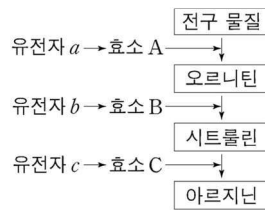


[자료 해석형]

Mind 2 실험군과 대조군의 비교-대조

변인 통제된 조건에서 차이에 집중하여 특정 정보를 추출할 수 있다.

19. 그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에 물질 ㉠ 또는 ㉡의 첨가에 따른 붉은빵곰팡이 야생형과 돌연변이주 I 과 II의 성장 여부와 물질 ㉢의 합성 여부를 나타낸 것이다. I은 유전자 a~c 중 어느 하나에 돌연변이가 일어나고, II는 그 나머지 유전자 중 하나에 돌연변이가 일어난 것이다. ㉠~㉢은 각각 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 하나이다.



구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	성장	㉢ 합성	성장	㉢ 합성	성장	㉢ 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	×	+	○	+	×
II	-	○	-	○	+	○

(+: 성장함, -: 성장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

17 수능

[평가원 선지]

- ㄱ. II는 b에 돌연변이가 일어난 것이다.
- ㄴ. ㉠을 합성하는 효소는 A이다.
- ㄷ. ㉢은 아르지닌이다.

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여

선지의 정오에 대해 충분히 생각해본 후 넘어가자.

[교과 개념]

1. 붉은빵곰팡이의 성장에는 아르지닌이 필수적이다.  
 성장한다 = 아르지닌이 첨가되거나 합성된다.  
 성장하지 않는다 = 아르지닌이 첨가되지 않았고 합성되지 않았다.
2. 최소 배지에는 야생형 붉은빵곰팡이의 성장에 필요한 전구 물질이 들어있다.
3. 야생형 붉은빵곰팡이에서는 전구 물질로부터 순서대로 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌이 합성된다.

되거나 vs 고

A이거나 B이다.  
= A or B

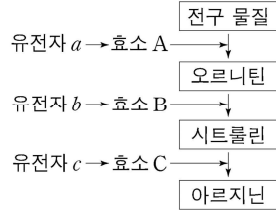
A이고 B이다.  
= A and B

4. 전구 물질로부터 어떤 물질이 합성될 때 특정 유전자가 관여한다.

예를 들어 전구 물질로부터 오르니틴이 합성될 때 유전자 a가 관여하고  
오르니틴으로부터 시트룰린을 합성될 때 유전자 b가 관여한다.

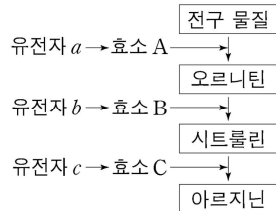
전구 물질

1. 초기 물질
2. 이전 물질



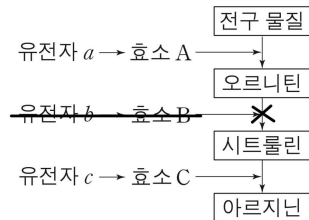
5. 조절 유전자로부터 합성된 효소에 의해 특정 물질의 합성이 일어난다.

예를 들어 유전자 a로부터 효소 A가 합성되고, 효소 A에 의해 전구 물질으로부터 오르니틴이 합성된다.



6. 특정 유전자가 결실된 돌연변이는 전구 물질로부터 어떤 물질을 합성하지 못한다.

예를 들어 유전자 b가 결실된 돌연변이는 오르니틴으로부터 시트룰린을 합성하지 못한다.



7. 특정 유전자가 결실된 돌연변이라도 어떤 물질을 첨가하면 다른 물질을 합성할 수도 있다.

예를 들어 유전자 b가 결실된 돌연변이는 최소 배지에서 오르니틴을 합성할 수 있고,  
최소 배지에 시트룰린이 첨가된다면 아르지닌을 합성하여 성장할 수 있다.

구분	최소 배지, 시트룰린	
	생장	아르지닌 합성
야생형	+	○
유전자 b 결실 돌연변이	+	○

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

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

돌연변이주 II에 ㉢을 첨가하고, ㉢이 합성되었지만 생장하지 않는다.  
즉, 아르지닌이 첨가되거나 합성되지 않았다.

∴ ㉢은 아르지닌이다.  
∴ II는 유전자 c에 돌연변이가 일어났다.

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

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

돌연변이주 I에서는 ㉠ 첨가 이외에 다른 변인은 모두 동일하다.  
즉, ㉠ 첨가가 ㉢ 합성에 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

따라서 ㉠이 ㉢의 전구 물질임을 알 수 있다

∴ ㉠(오르니틴) → ㉢(시트룰린) → ㉡(아르지닌)

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

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

돌연변이주 I에서는 ㉠(오르니틴) 첨가 이외에 다른 변인은 모두 동일하다.  
즉, ㉠(오르니틴) 첨가가 돌연변이주 I 생장에 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

따라서 I은 오르니틴으로부터 아르지닌이 합성되는 경로에 돌연변이가 일어나지 않았다.

∴ I은 유전자 a에 돌연변이가 일어났다.



구분	최소 배지		최소 배지, 오르니틴		최소 배지, 아르지닌	
	생장	시트룰린 합성	생장	시트룰린 합성	생장	시트룰린 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I(유전자 a 돌연변이주)	-	×	+	○	+	×
II(유전자 c 돌연변이주)	-	○	-	○	+	○

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

[평가원 선지]

- ㄱ. II는 b에 돌연변이가 일어난 것이다. (X)  
 ㄴ. ①을 합성하는 효소는 A이다. (O)  
 ㄷ. ②은 아르지닌이다. (X)

[자료 해석형]

Mind 3 직접(A) vs 여사건(A<sup>C</sup>) (U, A, A<sup>C</sup> 생각)

주어진 자료를 해석하는 데 있어 상황을 직접 관찰할 수도 있으나 나머지 부분을 통해 상황을 해석할 수 있다.

이때 여사건이라는 용어는 여사건(A<sup>C</sup>)으로 해석하기 전 전체 집합(U)의 파악이 중요하다는 걸 내포한다.

전체집합의 파악

그대로 주어질 수도 축소되어 주어질 수도 있다.

[예시 ①]

19. 그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에 물질 ㉠ 또는 ㉡의 첨가에 따른 붉은빵곰팡이 야생형과 돌연변이주 I과 II의 생장 여부와 물질 ㉢의 합성 여부를 나타낸 것이다. I은 유전자 a~c 중 어느 하나에 돌연변이가 일어나고, II는 그 나머지 유전자 중 하나에 돌연변이가 일어난 것이다. ㉠~㉢은 각각 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 하나이다.

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

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

17 수능

㉡을 첨가하고, ㉢이 합성되었지만 생장하지 않는다. 즉, 아르지닌이 첨가되거나 합성되지 않았다.

㉠~㉢은 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌을 순서 없이 나타낸 것이므로 ㉠과 ㉢이 아르지닌이 아니면 ㉡이 아르지닌이다.

[예시 ②]

- I ~ V는 모두 동물 중 Q로 이루어진 개체군이며, 이 중 3개는 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- 다음은 각 집단 I ~ IV에서 유전자형 DD와 DD\*의 빈도를 나타낸 것이다.

집단 \ 유전자형	I	II	III	IV
DD	0.32	0.49	0.22	?
DD*	0.5	?	0.36	0.32

21학년도 Present 모의고사 일부

멘델 집단에서는 다음과 같은 비율관계가 성립한다.

$$p : q \Leftrightarrow p^2 : 2pq : q^2$$

또한 집단 I 과 III 은 두 유전자형의 빈도가 결정되어 있다.

(∵ 자료 해석 - Mind 1 결정된 것 우선)

집단 유전자형	I	II	III	IV
DD	0.32	0.49	0.22	?
DD*	0.5	?	0.36	0.32

따라서 두 유전자형의 빈도를 이용해 I 과 III 이 멘델 집단이 아님을 알 수 있다.

(∵ 개체군의 유전 Schema 2)

이때 5개 집단(U) 중 3개 집단이 멘델 집단이고, I 과 III 이 멘델 집단이 아니므로 나머지 II, IV, V가 멘델 집단임을 알 수 있다.

[예시 ③]

○ 유전자  $a, b, c$ 는 각각 전사 인자 A, B, C를 암호화하며, A, B, C는  $w, y$ 의 전사 촉진에 관여한다.

○ 세포 (가)에서는  $y$ 의 전사가 일어나며, 세포 (나)에서는  $w$ 와  $y$ 의 전사가 모두 일어나고, 세포 (다)에서는  $w$ 의 전사는 일어나고  $y$ 의 전사는 일어나지 않는다.

○ (가)에서는  $a, c$ 만 발현되고, (나)에서는  $a, b, c$ 가 모두 발현되고, (다)에서는  $a, b$ 만 발현된다.

○ 표는 (가), (나), (다)에서  $a, b, c$ 의 발현을 인위적으로 억제할 때  $w, y$ 의 전사 여부를 나타낸 것이다.

세포	(가)	(나)			(다)	
억제된 유전자	$a$	$a$	$b$	$c$	$a$	$b$
$w$	×	×	×	○	⊖	×
$y$	×	○	○	×	×	⊖

(○ : 전사됨, × : 전사 안 됨)

18학년도 6월 평가원

세포	(가)
억제된 유전자	$a$
$w$	×
$y$	×

$w$ ,  $y$ 의 전사 발현을 조절하는 유전자를 알아내기 위해 표를 해석할 때  
(가)에서는 발현되는 유전자가  $a$ ,  $c$ 이고

(∴ 축소된 전체 집합)

억제된 유전자가  $a$ 이므로 인위적으로 억제된 상황에서 발현되는 유전자는  $c$ 임을 알 수 있다.  
∴  $a$ 의 발현이 인위적으로 억제된 (가)에는 전사 인자 C만 존재한다.

(∴ Mind 3 A vs A<sup>c</sup>)

세포	(가)	세포	(가)
억제된 유전자	없음	억제된 유전자	$a$
$w$	×	$w$	×
$y$	○	$y$	×

조작 변인  $a$ 의 억제 여부에 따라  
종속 변인  $y$ 의 발현 여부가 달라진다.

유전자  $a$ 의 산물인 전사 인자 A에 의해  $y$ 의 발현이 조절되는 것을 알 수 있다.

(∴ Mind 2 실험군과 대조군의 비교-대조)

세포	(가)	(다)	
억제된 유전자	$a$	$a$	$b$
$w$	×	⊖	×
$y$	×	×	⊖

$w$ ,  $y$ 의 발현 여부 일부가 결정되지 않은 세포 (다)보다는  
 $w$ ,  $y$ 의 발현 여부가 모두 결정된 세포 (가)를 먼저 파악하는 게 맞다.

(∴ Mind 1 결정된 것 우선)

∴ 결정된 부분, 비교-대조, 여사건에 주목하여 자료 해석 문항을 해제할 수 있다.