

Prologue

Present 교재는 다음과 같은 책입니다.

1. 과학 “탐구” 과목의 출제 경향이 반영되었습니다.

최근 트렌드의 생명과학 시험에서 변별력을 가지는 문항은 순수 교과 지식만으로 해결하기 어렵습니다. 이는 교과 지식뿐만 아니라 **논리**를 바탕으로 한 **자료 해석**과 **수리 추론**을 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 유형의 발전 양상부터 출제된 배경지식과 실전 개념, 미출제 요소의 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 개념**도 실전 개념과 시너지를 이룰 수 있도록 모두 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 이해**나 **새로운 관점**, **Shortcut**에 도움이 된다고 판단되면 수록하였으며 교과 외 내용인 것을 인지할 수 있도록 교육과정 외 내용은 **Common Sense**로 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

- 문항 분류	008
- 수리 추론형 Bridge 1 정량값, 상댓값	012
Bridge 2 비율 자료	013
Bridge 3 조건부확률	014
Bridge 4 내분	017
- 수리 추론형 Mind 1 비율 우선	020
Mind 2 자연수의 활용	022
Mind 3 직접 vs 여사건	028
- 자료 해석형 Bridge 1 표	032
Bridge 2 그래프	034
- 자료 해석형 Mind 1 결정된 것(Fixed) 우선	037
Mind 2 실험군과 대조군의 비교-대조	039
Mind 3 직접 vs 여사건	041

Theme 4 생물의 진화와 다양성

- 출제 경향	044
---------	-----

Theme 4 ① 생명의 기원

- 원시 세포의 출현	046
- 원시 생명체의 탄생 가설	048
- 원시 생명체의 조건	055
- 유전 물질과 효소	055
- 생물의 출현	056
- 진화의 증거	066

Theme 4 ② 생물의 계통

- 분류의 정의	070
- 유연관계 추론	070
- 학명과 분류 단계 Schema 1 정방향 분석	074
Schema 2 역방향 분석	077

- 특징의 유무	Schema 1 개수	110
	Schema 2 배반사건	111
	Schema 3 포함관계	111
- 염기 서열	Schema 1 개수	134
	Schema 2 배반사건	135
	Schema 3 포함관계	135
- 형질의 차이		150

Theme 4 ③ 생물의 다양성

- 분류 체계	160
- 3역 6계 분류 체계	161
- 6계의 특징 요약	162
- 식물계의 분류	168
- 동물계의 분류	182

Theme 4 ④ 유전자풀의 변화 요인

- 유전자풀	206
- 유전자풀의 변화 요인	207

Theme 4 ⑤ 개체군의 유전

- 유전의 기본 원리	216
- 대립유전자 빈도	218
- 하디-바인베르크의 법칙	219
- 생식 세포의 전달	220
- 멘델 법칙	221
- 개체군의 유전	Schema 1 비례상수 할당 222
	Schema 2 유전자형 간 비율 225
	Schema 3 멘델 집단의 비율 관계 238
	Schema 4 열성 우선 243
	Schema 5 확률 계산 244
	Schema 6 변형된 집단 268
	Schema 7 그래프 해석 288
	Schema 8 성염색체 유전 300

Theme 4 ⑥ 종 분화

- 종 분화	316
- 고리종	322

Mini 모의고사

- 제6회	325
- 제7회	331
- 제8회	337
- 제9회	343
- 제10회	349



Mind setting

※ 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 4의 공부가 끝나신 후 돌아오시는 걸 권장합니다.

[수리 추론형]

Bridge 4 내분점(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 점은 $\frac{1}{2}$ 이다.

활용 1) 어떤 동물 종 P로 구성된 집단 I의 어떤 형질 ㉠에

대한 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{1}{2}$

집단 II의 ㉠에 대한 대립유전자 A*의 빈도는 $\frac{1}{5}$ 이다.

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

가중평균

각 항목의 비중을 고려하여
구한 평균값

대립유전자 빈도

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

동물 종 P

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

즉, A*의 빈도가 $\frac{1}{5}$ 이면

A의 빈도는 $1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$ 라는 것을 의미한다.

Mind setting

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

즉, $\frac{1}{2}$ 의 비중이 2, $\frac{4}{5}$ 의 비중이 1이다.

기준 수를 통일하면 (=통분하면) 각각 $\frac{5}{10}$ 와 $\frac{8}{10}$ 이므로

구하는 A의 빈도는 $\frac{5}{10}$ 와 $\frac{8}{10}$ 의 1:2 내분점(가중평균)인 $\frac{3}{5}$ 이다.

활용 2)

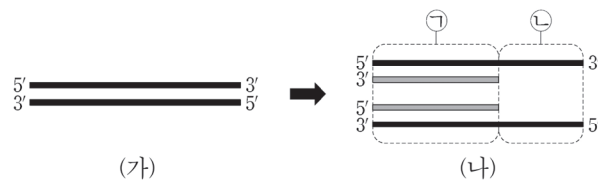


그림 (가)는 DNA X를, 그림 (나)는 DNA X의 ㉠ 복제된 부분과 ㉡ 복제되지 않은 부분을 나타낸 것이며 ㉠에서 새로 합성된 가닥의 G+C 함량은 40%, ㉡에서 A+T 함량은 40%이다. ㉡의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이다.

X의 $\frac{A+T}{G+C}$ 값은?

㉔의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이므로
X의 ㉓에 해당하는 부분의 염기 개수 : ㉔의 염기 개수 = 3 : 2 이다.

㉓과 ㉔의 G+C 함량은 각각 40%, 60%이고
㉓의 염기 비중이 3이면 ㉔의 염기 비중이 2이므로

X의 G+C 함량은 40%와 60%의 2:3 내분점인 48%이다.

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

[Bridge 활용]

활용 1 답) $\frac{3}{5}$

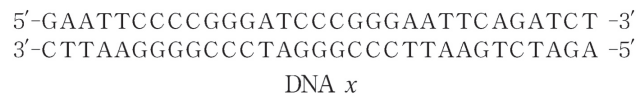
활용 2 답) $\frac{13}{12}$

Mind setting

[수리 추론형]

Mind 3 직접 $\{n(A)\}$ vs 여사건 $\{n(U) - n(A^c)\}$

어떤 값을 도출할 때 **직접** 구하는 게 유리할수도 **전체-여사건**으로 구하는 것이 유리할 때도 있다.



∴ 절단 위치

[구하는 것] 31개의 염기쌍으로 구성된 이중 가닥 DNA x 를 제한 효소 EcoR I가 절단할 때 생성되는 3조각의 염기 개수를 각각 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.



[조각 1]

[조각 2]

[조각 3]

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

5'-G -3' 5'-AATTCCCCGGGATCCCCGGG -3' 5'-AATTCAGATCT -3'
 3'-CTTAA -5' 3'- GGGGCCCTAGGGCCCTTAA -5' 3'- GTCTAGA -5'

[조각 1]

[조각 2]

[조각 3]

조각 1의 염기 개수는 6개임을 한 눈에 알 수 있다.

조각 3의 염기 개수를 세어보자.

5'-AATTCAGATCT -3'
 3'- GTCTAGA -5'

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.

5'-TTCAGATCT -3' 5'-AATTCAGATCT -3'
 3'-AAGTCTAGA -5' 3'- GTCTAGA -5'

인식 서열의 성질

5'-CTGCAG-3'
 3'-GACGTC-5'

점대칭(회문 구조)

따라서 눈으로 개수를 인식할 때 다음과 같이 인식할 수 있다.

5'-AATTCAGATCT -3'
 3'- GTCTAGA -5'

∴ 조각 3은 18개의 염기로 구성

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

5'-AATTCCCCGGGATCCCCGGG -3'
 3'- GGGGCCCTAGGGCCCTTAA -5'

∴ 조각 2는 38개의 염기로 구성

(∵ 직접)

조각 2의 염기 개수를 여사건의 관점으로 파악해보자.

앞서 이중 가닥 DNA x는 31개의 염기쌍으로 구성되어 있다고 제시되어 있다.

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

⇒ 31×2-(조각 1의 염기 개수)-(조각 3의 염기 개수)
 ⇒ 62-6-18(개)
 ⇒ 38(개)

(∵ 여사건)

Mind setting

결정된 정도

?나 원 문자 없이 얼마나 표가 완결되어 있는지의 정도

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

[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.

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]

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

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

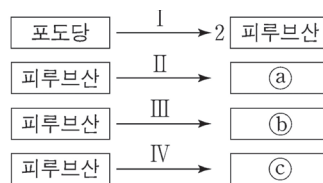
유전자 \ 제거된 부위	A	B	C	D
x	○	○	?	○
y	○	×	×	○
z	○	×	×	㉠

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

4×4 표 - 생성 여부가 모두 결정된 표

3×4 표 - 전사 여부가 일부만 결정된 표

[연역적 해석 예시]



과정 I 이 결정되어 있음

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

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

4×4 - 결정된 표

물질 ㉠은 주어진 물질 중 유일하게 과정 I ~IV 중 결정된 과정 I에서만 생성된다.

해당 조건에 부합하는 물질은 1가지 뿐이므로 ㉠이 결정된다.

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

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

과정 I 에서 2가지 물질이 생성되므로

결정되지 않은 물질 ㉡~㉣ 중 유일하게 생성된 ㉡이 결정된다.

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

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

결정된 물질 ㉡이 과정 II~IV 중 II에서만 생성된다

그에 따라 과정 II의 정체성이 결정된다.

이와 같은 방식으로 모든 과정의 정체성과 물질을 결정지을 수 있다.

[귀납적 해석 예시]

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, CO₂, NAD⁺, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.

포도당

→ I → 2

피루브산

피루브산

→ II →

㉠

피루브산

→ III →

㉡

피루브산

→ IV →

㉢

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

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

발문 순서대로 행과 열을 생각한다.

과정 \ 물질	ATP	CO ₂	NAD ⁺	NADH
포도당 → 2피루브산				
포도당 → 아세틸 CoA				
포도당 → 에탄올				
포도당 → 젖산				

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

암기하고 있는 생명과학2 교과 지식을 통해 주어진 표를 완성한다.

과정 \ 물질	ATP	CO ₂	NAD ⁺	NADH
포도당 → 2피루브산	○	×	×	○
포도당 → 아세틸 CoA	×	○	×	○
포도당 → 에탄올	×	○	○	×
포도당 → 젖산	×	×	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

표가 완성되었다면 원문자 ㉠~㉣나 ㉠~㉣를 대응하지 않고 선지로 가서 선지를 해결하는 데 필요한 원문자만 파악해도 무방하다.

포도당

→ I → 2

피루브산

피루브산

→ II →

㉠

피루브산

→ III →

㉡

피루브산

→ IV →

㉢

과정 \ 물질	ATP	CO ₂	NAD ⁺	NADH
포도당 → 2피루브산	○	×	×	○
포도당 → 아세틸 CoA	×	○	×	○
포도당 → 에탄올	×	○	○	×
포도당 → 젖산	×	×	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

자료 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]

Mind 2 실험군과 대조군의 비교-대조

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

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

20학년도 6평

변인 통제된 상황에서

“㉠ 유무”라는 조작 변인의 차이에 따라

“㉡ 합성”이라는 종속 변인에 차이가 생긴 것을 관찰할 수 있다.

Schema 3 선후 관계에 의해 ㉠이 ㉡의 선구 물질임을 파악할 수 있다.

∴ ㉠ → ㉡

- ㉠ x의 DNA 2중 가닥 중 전사 주형 가닥으로부터 합성된 X의 아미노산 서열은 다음과 같다. (가)와 (나)는 각각 세린과 아르지닌 중 하나이다.

메싸이오닌-발린-라이신-(가)-트레오닌-(나)-아이소류신-류신-글리신

- y는 x에서 1 개의 염기쌍이 결실되고, 다른 위치에 1 개의 염기쌍이 삽입된 것이다. Y의 아미노산 서열은 다음과 같다.

메싸이오닌-발린-세린-발린-히스티딘-글루타민-㉢ 타이로신-발린-글리신

20학년도 6평

고정된 아미노산 서열의 서열이 변하는 부분을 통해

결실 돌연변이와 삽입 돌연변이 후보군을 확정지을 수 있다.

Mind setting

- 표는 야생형 대장균과 I, II를 서로 다른 배지에서 각각 배양할 때의 자료이다. (가)와 (나)는 포도당은 없고 **젓당이 있는** 배지와 포도당과 **젓당이 없는** 배지를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 억제 단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합, 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	(가)			(나)		
	㉠	㉡	젓당 분해 효소 생성	㉠	㉡	젓당 분해 효소 생성
야생형	○	?	+	?	×	-
I	×	㉢	?	×	?	+
II	?	×	-	?	×	?

(○: 결합함, ×: 결합 못함, +: 생성됨, -: 생성 안 됨)

20학년도 6평

야생형(= 고정된 자료)의 배양 자료에서

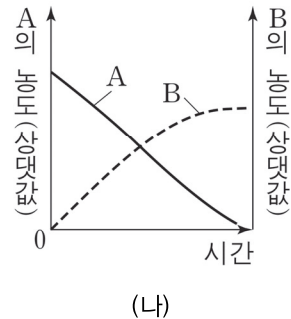
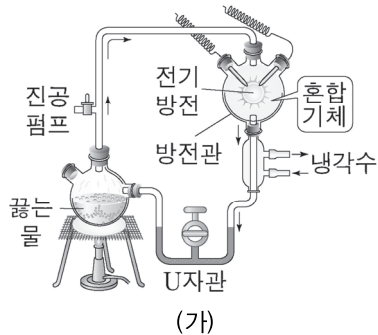
“**젓당 유무**”라는 조작 변인의 차이에 따라

“**젓당 분해 효소 합성**”이라는 종속 변인의 차이가 생긴 것을 관찰할 수 있다.

이를 통해 (나)가 젓당 있음(+), (가)가 젓당 없음(-)임을 파악할 수 있다.

[유제 1 - 기출 다지선다]

그림 (가)는 원시 지구에서 유기물의 합성 가능성을 본 밀러의 실험을, (나)는 (가)의 U자관 내 아미노산과 암모니아의 농도 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 아미노산과 암모니아 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. (가)의 혼합 기체에는 수소(H_2)가 포함된다.
- ㄴ. 실험 결과 U자관에서 아미노산이 검출된다.
- ㄷ. 전기 방전은 물질 합성에 필요한 에너지를 공급한다.
- ㄹ. (가)의 혼합 기체에는 메테인(CH_4)이 포함되어 있다.
- ㅁ. 실험 결과 U자관에서 코아세르베이트가 발견된다.
- ㅂ. B는 아미노산이다
- ㅅ. (가)의 혼합 기체에는 암모니아가 포함되어 있다.
- ㅇ. 실험 결과 U자관에서 핵산이 발견된다.
- ㅈ. 실험 결과 전체 암모니아 양이 증가한다.
- ㅊ. 이 실험에서 원시 지구에서의 단백질 합성이 증명되었다.

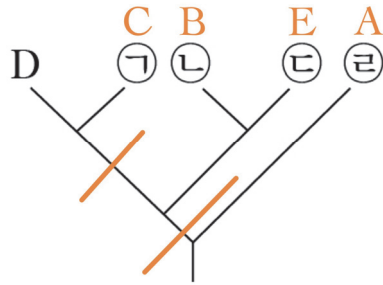
[유제 1 해설]

ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅂ, ㅅ

A는 암모니아, B는 아미노산이다.

- ㅁ. 코아세르베이트는 유기물 복합체이다.
- ㅇ. 핵산은 복잡한 유기물이다.
- ㅊ. 단백질은 복잡한 유기물이다.

[자료 해제]



[선지 해제]

〈 보 기 〉

ㄱ. ㉔은 A이다. (O)

자료 해제 결과 그렇다.

ㄴ. C와 D는 같은 과에 속한다. (X)

목 3에는 하나의 종만 존재하므로 1개의 과가 존재하고
목 2에서 B와 E는 같은 속에 속하므로 상위 분류 단계인 과도 동일하다.
A~E는 4개의 과로 분류되므로 C와 D는 다른 과에 속하는 것을 알 수 있다.

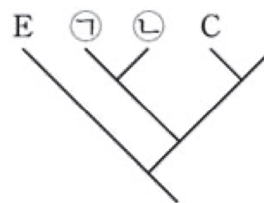
ㄷ. B와 C의 유연관계는 B와 E의 유연관계보다 가깝다. (X)

분기점 위치 상 B와 C의 유연관계는 B와 E의 유연관계보다 멀다.

[유제 32]

표는 6종의 동물 A~F의 학명과 분류 단계를, 그림은 A~F 중 5종의 유연관계를 계통수로 나타낸 것이다. A~F는 2개 목, 3개 과로 분류된다.

종	학명	목명	과명
A	<i>Equus caballus</i>	?	말과
B	<i>Bos taurus</i>	소목	?
C	<i>Rhinoceros unicornis</i>	?	코뿔소과
D	<i>Equus asinus</i>	말목	?
E	<i>Neotragus pygmaeus</i>	?	소과
F	<i>Diceros bicornis</i>	?	?



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

ㄱ. ㉔과 ㉕은 같은 속에 속한다.

ㄴ. F는 코뿔소과에 속한다.

ㄷ. C와 B의 유연관계는 C와 D의 유연관계보다 가깝다.

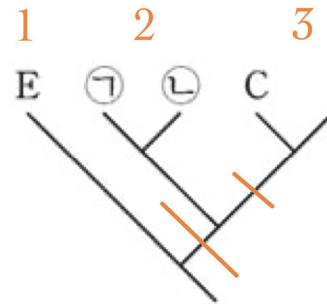
② 생물의 계통

[유제 32 해설] [답] ㄱ, ㄴ

1st 정방향 분석

A~F는 2개의 목, 3개의 과로 분류된다고 발문에 제시되어 있다.

따라서 제시된 계통수는 다음과 같이 나뉜다.

2st 역방향 분석

[속명 관찰]

종	학명	목명	과명
A	<i>Equus caballus</i>	?	말과
B	<i>Bos taurus</i>	소목	?
C	<i>Rhinoceros unicornis</i>	?	코뿔소과
D	<i>Equus asinus</i>	말목	?
E	<i>Neotragus pygmaeus</i>	?	소과
F	<i>Diceros bicornis</i>	?	?

A와 D의 속명이 동일하다. 따라서 더 넓은 분류 단계인 과명과 목명도 동일하다.

이때 영역 1은 소과의 영역이고, 영역 3은 코뿔소과의 영역이다.

따라서 A와 D는 영역 2에 속한다.

[과 & 목명 관찰]

종	학명	목명	과명
A	<i>Equus caballus</i>	?	말과
B	<i>Bos taurus</i>	소목	?
C	<i>Rhinoceros unicornis</i>	?	코뿔소과
D	<i>Equus asinus</i>	말목	?
E	<i>Neotragus pygmaeus</i>	?	소과
F	<i>Diceros bicornis</i>	?	?

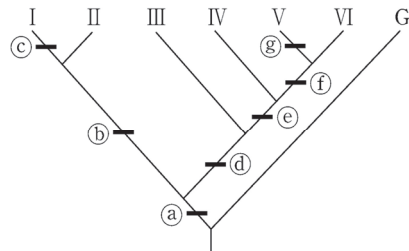
계통수 상 영역 2과 영역 3은 같은 목에 속한다.

따라서 코뿔소과는 말목에 속하고, B는 소목이므로 영역 3에 올 수 없다.

따라서 C와 같은 영역에 있는 종은 F이고, 영역 1은 소목이므로 B는 영역 1에 속한다.

[유제 39]

그림은 2개의 과와 3개의 속으로 분류되는 생물 종 I ~ VII의 계통수를, 표는 이 계통수의 분류 기준이 되는 특징 ㉠~㉡의 유무를 나타낸 것이다. ㉠~㉡는 ㉠~㉡을 순서 없이 나타낸 것이고, I ~ VII은 각각 A~F 중 하나이다. IV와 VII은 같은 속에 속한다.



특징 \ 종	I	II	III	IV	V	VI	VII
㉠	○	?	○	×	×	×	?
㉡	×	○	×	?	○	?	×
㉢	×	○	×	×	×	×	?
㉣	○	×	○	○	×	×	?
㉤	○	×	?	×	×	×	×
㉥	×	○	?	×	○	×	?
㉦	?	?	○	?	×	×	×

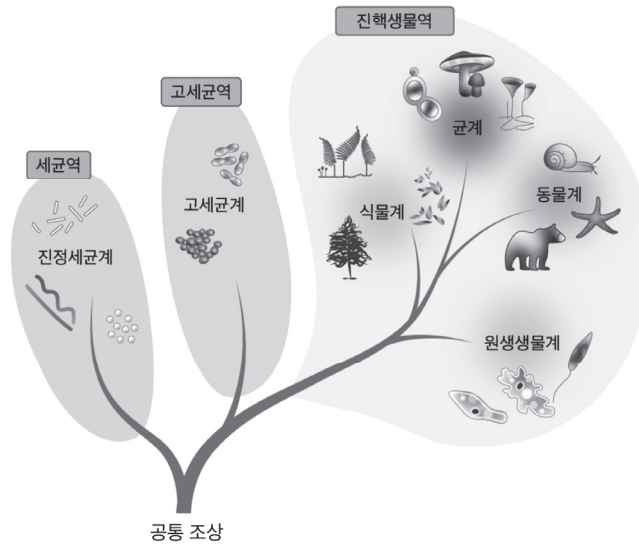
(○ : 있음, × : 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. C는 IV이다.
- ㄴ. ㉠은 ㉣이다.
- ㄷ. II와 VII은 같은 속에 속한다.

3역 6계 분류 체계에 따른 계통수

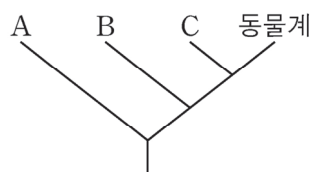


공통 조상으로부터 단세포 원핵생물인 세균역이 먼저 갈라지고, 다른 공통 조상의 가지에서 고세균역이 갈라져 나왔다. 진핵생물역에 해당하는 가지에서 원생생물계가 가장 먼저 갈라져 나오고, 그 이후 식물계, 그 이후 동물계와 균계가 나뉘어졌다.

⇒ 균계와 식물계의 유연관계보다 균계와 동물계의 유연관계가 더 가깝다.

[유제 49 - 21학년도 수능]

그림은 3역 6계 분류 체계에 따른 4개의 계(A~C, 동물계)의 계통수를, 표는 생물의 3가지 특징을 나타낸 것이다. A~C는 고세균계, 균계, 식물계를 순서 없이 나타낸 것이다.



특징

- 독립 영양 생물이다.
- 세포벽에 셀룰로스 성분이 있다.
- 핵막이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- B에는 표의 특징을 모두 갖는 생물이 있다.
- A와 B 모두에 세포벽을 갖는 생물이 있다.
- B와 C는 모두 진핵생물역에 속한다.

생물의 다양성 압기

처음 공부할 경우, 무턱대고 압기하기는 분량이 방대하니 유제에 적용해가며 압기하자.

단세포 원핵생물

리보솜과 세포막은 있지만 핵막과 막성 소기관이 없다.

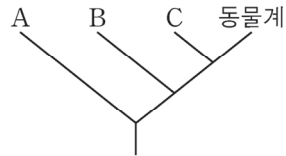
진핵생물 간 유연관계

균계와 식물계의 유연관계보다 균계와 동물계의 유연관계가 더 가깝다. 이는 균계의 rRNA 염기 서열이 식물계보다 동물계와 더 유사하여 더 최근의 공통조상을 공유한다는 것이 밝혀졌기 때문이다.

③ 생물의 다양성

[유제 49 해설] [답] ㄱ, ㄴ, ㄷ

[자료 해제]



특징

- 독립 영양 생물이다.
- 세포벽에 셀룰로스 성분이 있다.
- 핵막이 있다.

공동 조상으로부터 단세포 원핵생물인 세균역이 먼저 갈라지고, 다른 공동 조상의 가지에서 고세균역이 갈라져 나왔다. 진핵생물역에 해당하는 가지에서 원생생물계가 가장 먼저 갈라져 나오고, 그 이후 식물계, 그 이후 동물계와 균계가 나뉘어졌다.
따라서 A는 고세균계, B는 식물계, C는 균계이다.

[선지 해제]

〈 보 기 〉

ㄱ. B에는 표의 특징을 모두 갖는 생물이 있다. (O)

식물계(B)의 생물은 다세포 진핵생물로 광합성을 하는 독립 영양 생물이며 셀룰로스 세포벽을 가진다.

ㄴ. A와 B 모두에 세포벽을 갖는 생물이 있다. (O)

고세균계(A)에 속하는 생물 중 펩티도글리칸이 없는 세포벽을 갖는 생물이 있고, 식물계(B)의 생물은 셀룰로스가 있는 세포벽을 갖는다.

ㄷ. B와 C는 모두 진핵생물역에 속한다. (O)

B와 C는 모두 핵막을 가지는 진핵생물역에 속한다.

6계의 특징 요약

6계	특징	대표 생물
진정세균계	<ul style="list-style-type: none"> • 단세포 원핵생물 • 분열법으로 증식 • 세대가 짧음 • 접합이나 포자로도 증식 • 펩티도글리칸 세포벽 	종속 영양 : 대장균, 젖산균 독립 영양 : 남세균
고세균계	<ul style="list-style-type: none"> • 단세포 원핵생물 • 극한 환경에서 서식 • 세포벽에 펩티도글리칸 성분이 없음 	극호열균, 극호염균, 메테인 생성균
원생생물계	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 단세포 진핵생물 • 동물계, 식물계, 균계에 속하지 않는 진핵생물이 묶인 무리 	아메바, 짚신벌레, 클로렐라, 미역, 유글레나, 다시마, 김
식물계	<ul style="list-style-type: none"> • 독립 영양을 하는 다세포 진핵생물 • 셀룰로스 세포벽 • 엽록소 a와 b, 카로티노이드를 가짐 • 기공과 큐티클층을 가짐 	포자 번식 : 우산이끼, 뿔이끼, 고사리 종자 번식 : 소나무, 소철, 무궁화, 벼, 석송
균계	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 다세포 진핵생물 • 키틴 세포벽 • 균사로 구성 • 종속 영양 생물 • 포자로 번식 	단세포 생물 : 효모 다세포 생물 : 버섯, 푸른곰팡이
동물계	<ul style="list-style-type: none"> • 종속 영양을 하는 다세포 진핵생물 • 세포벽 없음 	해면, 말미잘, 산호, 디스토마, 우렁챙이, 거미, 지렁이

③ 생물의 다양성

[유제 77 - 21학년도 9월 평가원]

표 (가)는 3역 6계로 분류되는 3종류의 생물을, (나)는 생물의 3가지 특징을 나타낸 것이다.

특징
석송 산호 메테인 생성균

(가)

특징
• 핵막이 있다. • rRNA가 있다. • ㉠ 관다발이 있다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

- ㄱ. (가)에서 특징 ㉠을 갖는 생물은 2종류이다.
ㄴ. 메테인 생성균은 (나)의 특징 중 1가지만 갖는다.
ㄷ. 석송과 산호는 같은 역에 속한다.

[유제 78]

표 (가)는 생물 A~D에서 나타나는 특징을, (나)는 특징 ㉠~㉤을 순서 없이 나타낸 것이다. A~D는 소나무, 효모, 남세균, 석송을 순서 없이 나타낸 것이며, A는 포자로 번식한다.

특징 \ 생물	A	B	C	D
㉠	○	×	㉡	○
㉡	?	?	○	?
㉢	×	×	?	○
㉤	?	×	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠~㉤)
• 단세포 생물이다. • ㉡ 관다발을 갖는다. • 광합성을 한다. • 펩티도글리칸을 갖는다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

- ㄱ. B는 키틴을 가진다.
ㄴ. C의 ㉡에는 헛물관이 있다.
ㄷ. ㉡는 '○'이다.

[유제 79 - 21학년도 Present 모의고사]

표 (가)는 생물에서 나타나는 특징을, (나)는 (가) 중에서 생물 A~D가 가지는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~D는 오리, 해파리, 지네, 불가사리를 순서 없이 나타낸 것이며, B와 D 중 B만 후구동물이다.

특징
<ul style="list-style-type: none">• 3배엽성 동물이다.• 성장 시 탈피를 한다.• 원구가 항문이 된다.• 척추를 가진다.

(가)

생물	생물이 가지는 특징 개수
A	2
B	㉠
C	3
D	㉡

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

- ㄱ. ㉠+㉡=2이다.
ㄴ. D는 방사 대칭의 몸 구조를 갖는다.
ㄷ. C와 B의 유연관계가 C와 A의 유연관계보다 가깝다.

[유제 80 - 21학년도 수능]

표 (가)는 생물의 4가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 쇠뜨기와 생물 A~C가 가지는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 석송, 장미, 소나무를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징
<ul style="list-style-type: none">• 씨방이 있다.• 관다발이 있다.• 엽록소 a가 있다.• ㉠ 종자를 만들어 번식한다.

(가)

생물	생물이 가지는 특징 개수
쇠뜨기	㉠
A	2
B	3
C	4

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

- ㄱ. ㉠은 1이다.
ㄴ. A는 석송이다.
ㄷ. (나)의 생물 중 특징 ㉠을 갖는 것은 B와 C이다.

③ 생물의 다양성

[유제 77 해설] [답] ㄴ, ㄷ

[자료 해제]

특징
석송 산호 메테인 생성균

(가)

특징
• 핵막이 있다. • rRNA가 있다. • ㉠ 관다발이 있다.

(나)

석송은 비종자 관다발 식물, 산호는 자포동물, 메테인 생성균은 고세균이다.

[선지 해제]

〈 보 기 〉

ㄱ. (가)에서 특징 ㉠을 갖는 생물은 2종류이다. (X)

(가)에서 석송만 관다발을 갖는다.

ㄴ. 메테인 생성균은 (나)의 특징 중 1가지만 갖는다. (O)

메테인 생성균은 원핵생물역으로 핵막이 없고 리보솜이 있으므로 rRNA가 있으며 관다발이 없다.

ㄷ. 석송과 산호는 같은 역에 속한다. (O)

석송과 산호는 모두 진핵생물역에 속한다.

[유제 78 해설] [답] ㄱ, ㄴ, ㄷ

[자료 해제]

(나) 옆에 4×4 표를 작성하면 다음과 같다.

특징 \ 생물	A	B	C	D	특징(㉠~㉤)	소나무	효모	남세균	석송
㉠	○	×	㉡	○	• 단세포 생물이다.	×	○	○	×
㉡	?	?	○	?	• ㉡ 관다발을 갖는다.	○	×	×	○
㉢	×	×	?	○	• 광합성을 한다.	○	×	○	○
㉣	?	×	×	○	• 펩티도글리칸을 갖는다.	×	×	○	×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

4칸 중 3칸만 '○'인 곳에 주목하여 표를 관찰하면 다음과 같다. (∵ 특수)

특징 \ 생물	A	B	C	D	특징(㉠~㉤)	소나무	효모	남세균	석송
㉠	○	×	㉡	○	• 단세포 생물이다.	×	○	○	×
㉡	?	?	○	?	• ㉡ 관다발을 갖는다.	○	×	×	○
㉢	×	×	?	○	• 광합성을 한다.	○	×	○	○
㉣	?	×	×	○	• 펩티도글리칸을 갖는다.	×	×	○	×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

∴ ㉓는 ‘O’이다. D은 남세균, ㉔은 “광합성을 한다”, 남세균의 특징 ㉕은 ‘X’이다.

특징 \ 생물	A	B	C	D	특징(㉑~㉔)	소나무	효모	남세균	석송
㉑	O	X	㉓	O	• 단세포 생물이다.	X	O	O	X
㉕	?	?	O	?	• ㉒ 관다발을 갖는다.	O	X	X	O
㉔	X	X	?	O	• 광합성을 한다.	O	X	O	O
㉒	?	X	X	O	• 펩티도글리칸을 갖는다.	X	X	O	X

(O: 있음, X: 없음)
(가)

(나)

(나)에서 효모만 1개의 특징을 갖는다.

따라서 특징 ㉑, ㉔, ㉒이 없는 B가 효모이고, B는 ㉕을 갖는다.

(나)의 O 개수는 8개이고, (가)의 결정된 O 개수는 7개이므로

(가)의 남은 ? 중 하나만 ‘O’이다.

특징 \ 생물	A	B	C	D	특징(㉑~㉔)	소나무	효모	남세균	석송
㉑	O	X	㉓	O	• 단세포 생물이다.	X	O	O	X
㉕	?	?	O	?	• ㉒ 관다발을 갖는다.	O	X	X	O
㉔	X	X	?	O	• 광합성을 한다.	O	X	O	O
㉒	?	X	X	O	• 펩티도글리칸을 갖는다.	X	X	O	X

(O: 있음, X: 없음)
(가)

(나)

이때 A와 C는 같은 특징의 양상을 나타내므로 O의 위치가 결정되며

A는 포자로 번식하므로 A는 석송, 마지막 남은 C는 소나무이다.

[선지 해제]

〈 보 기 〉

ㄱ. B는 키틴을 가진다. (O)

균계는 키틴질의 세포벽을 갖는다.

ㄴ. C의 ㉒에는 헛물관이 있다. (O)

C는 소나무로 겉씨식물이다.
겉씨식물의 관다발에는 헛물관이 있다.

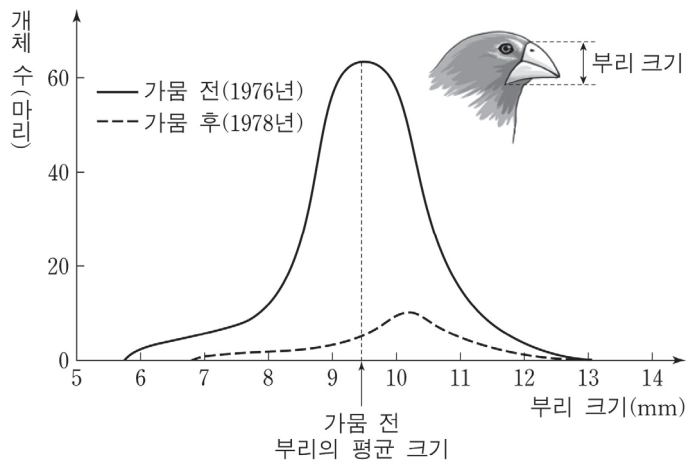
ㄷ. ㉓는 ‘O’이다. (O)

자료 해제 결과 그렇다.

[유제 82 - 14학년도 수능]

다음은 어떤 핀치새 집단의 부리 크기 변화에 대한 자료이다.

- 가뭄 전에는 핀치새가 먹기 좋은 작고 연한 씨앗이 풍부하였다.
- 가뭄 시에 씨앗의 총 수는 감소하였고, 작고 연한 씨앗보다 크고 딱딱한 씨앗이 많았다.
- 작은 부리를 가진 핀치새는 크고 딱딱한 씨앗을 먹지 못해 가뭄에서 살아남기 어려웠다.
- 그림은 가뭄 전과 가뭄 후 핀치새의 부리 크기에 따른 개체 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. 가뭄 전에 부리 크기의 변이가 있었다.
- ㄴ. 가뭄에 의해 자연선택이 일어났다.
- ㄷ. 가뭄 전보다 가뭄 후에 부리의 평균 크기가 커졌다.

[유제 83 - 기출 다지선다]

돌연변이와 자연선택에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. 돌연변이는 개체 간의 변이 원인 중 하나이다.
- ㄴ. 자연선택은 집단 내 유전자 빈도의 변화 요인이다.
- ㄷ. 자연선택은 환경 변화에 대한 개체의 적응 능력과 무관하게 일어난다.
- ㄹ. 돌연변이는 유전자풀에 새로운 대립 유전자를 제공한다.
- ㅁ. 자연선택은 개체 간의 변이 원인 중 하나이다.
- ㅂ. 돌연변이와 자연선택은 모두 유전자풀의 변화 요인이다.
- ㅅ. 돌연변이는 유전적 부동의 한 현상이다.

개체군의 유전
Schema 5

확률 계산

③ 임의의 우성 형질을 갖는 개체

(= 임의의 우성 대립유전자를 갖는 개체)

어떤 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 개체군에서 **우성 형질**의 개체가
열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 자손 세대에 전달할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2pq}{p^2 + 2pq} \times \frac{1}{2} = \frac{q}{p + 2q} = \frac{q}{1 + q}$$

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

[③ 예시]

[20 수능] (나)에서 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때, 이 자손이 흰색 꼬리털을 가질 확률은?

$p : q = 3 : 2$ 이고 갈색 꼬리털이 우성 형질, 흰색 꼬리털이 열성 형질이라면
임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 흰색 꼬리털 대립유전자를 가진 생식 세포를 자손에게 줄 확률은

$$\frac{2}{3 + 2 \times 2} \text{ 또는 } \frac{\frac{2}{5}}{1 + \frac{2}{5}} \text{ 이다.}$$

④ 임의의 열성 대립유전자를 갖는 개체

어떤 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 개체군에서 **열성 대립유전자를 갖는 개체들** 중
우성 대립유전자가 있는 생식 세포가 자손 세대에 전달될 확률은 다음과 같다.

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

우유

임의의 우성 대립유전자를 가진 개체가 자손 세대에 우성 대립유전자를 전달할 확률

$$1 - \frac{q}{1 + q} = \frac{1}{1 + q}$$

비율 vs 방정식

$$\left(\frac{q}{p + 2q} \text{ vs } \frac{q}{1 + q} \right)$$

분수 내에 있는 문자들의 차수가 모두 동일하면, 적절한 상수를 대입하여 비율로 해제할 수 있다.

예 $\left(\frac{q}{p + 2q} \right) = \frac{2}{5}$
q에 2 할당

그러나 분수 내에 있는 문자(숫자는 0차)들의 차수가 하나라도 다르면, 방정식으로 해제해야 한다.

예 $\frac{q}{1 + q} = \frac{2}{5}$
q에 4 할당 불가능

⑤ 개체군의 유전

조건 제한

단, 동물 중 P의 꼬리털 색은 상염색체에 있는 갈색 꼬리털 대립유전자와 회색 꼬리털 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.

개체군의 유전
Schema 5

확률 계산

[③ 논증]

어떤 멘델 집단의

임의의 개체를 선택했을 때 **우성 형질** 개체가 등장할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{p^2 + 2pq}{p^2 + 2pq + q^2} = p^2 + 2pq$$

이는 개체군 내 우성 형질의 개체의 빈도와 동일하다

우성 형질의 개체 중 열성 대립유전자를 가진 개체는 유전자형이 잡종이므로
우성 형질 개체 중 개체를 선택했을 때 유전자형이 잡종인 개체가 등장할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2pq}{p^2 + 2pq} = \frac{2q}{p + 2q}$$

이는 우성 형질의 개체군 내 유전자형이 잡종인 개체의 빈도와 동일하다.

유전자형이 AA*인 개체의 생식 세포에

열성 대립유전자가 있을 확률은 분리의 법칙에 의해 $\frac{1}{2}$ 이다.

따라서 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 임의의 우성 개체가
열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 자손 세대에 전달할 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2q}{p + 2q} \times \frac{1}{2} = \frac{q}{p + 2q} = \frac{q}{1 + q}$$

개체군의 유전
Schema 5

확률 계산

④ 임의의 열성 대립유전자를 갖는 개체

어떤 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 개체군에서 열성 대립유전자를 갖는 개체들 중 우성 대립유전자가 있는 생식 세포가 자손 세대에 전달될 확률은 다음과 같다.

$$\frac{2pq}{q^2 + 2pq} \times \frac{1}{2} = \frac{p}{q + 2p} = \frac{p}{1 + p}$$

$$\frac{p}{p + 2p} \text{ or } \frac{p}{1 + p}$$

[④ 예시]

[21 수능] I에서 $\frac{A^*$ 를 가진 개체들을 합쳐서 구한 A^* 의 빈도 $= \frac{5}{7}$ 이다.
A를 가진 개체들을 합쳐서 구한 A의 빈도

(단, A는 A^* 에 대해 우성이다.)

우성 대립유전자를 가진 개체들을 합쳐서 구한 우성 대립유전자의 빈도는 $\frac{1}{1+q}$ 이고

열성 대립유전자를 가진 개체들을 합쳐서 구한 열성 대립유전자의 빈도는 $\frac{1}{1+p}$ 이므로

$$\frac{\frac{1}{1+p}}{\frac{1}{1+q}} = \frac{1+q}{1+p} = \frac{5}{7} \text{ 이다.}$$

열열

임의의 열성 대립유전자를 가진 개체가 자손 세대에 열성 대립유전자를 전달할 확률

$$1 - \frac{p}{1+p} = \frac{1}{1+p}$$

⑤ 개체군의 유전

개체군의 유전
Schema 6

변형된 집단

[논증]

$$\therefore \text{변형된 집단에서 대립유전자 A의 빈도} = \frac{\frac{a}{a+b} \times k \times N + \frac{p}{p+q} \times l \times N}{(k+l) \times N}$$
$$= \frac{\frac{a}{a+b} \times k + \frac{p}{p+q} \times l}{k+l}$$

이 과정에서 $p+q$ 값과 $a+b$ 값을 통일하는 게 상황을 해제하는 데 더 유용하다.

즉, 비교에 있어 $\frac{1}{3}$ 과 $\frac{5}{6}$ 의 1:2 내분점을 직접 정량값 공식으로 계산하는 것보다 $\frac{2}{6}$ 와 $\frac{5}{6}$ 와 같이 비교의 기준을 통일시킨 후 분자만 2:1 내분점을 계산하는 게 낫다.

이는 선분 상에서 2와 5를 1:2로 내분하는 지점은 3임을 떠올리기가 더 직관적으로 용이하기 때문이다.

또한 $p+q$ 값과 $a+b$ 값을 통일하면
변형되기 전 집단에서 곱상수비가 개체수비가 되어
개체수비와 대립유전자 빈도를 도출해야 하는 상황에 대해 일관되게 해제할 수 있다.

곱상수비 vs 개체수비

곱상수는 유전자형 간 비율을 매개하고, 개체수비는 집단 간 개체수의 비율을 의미한다.

[예시 - 곱상수비 ≠ 개체수비 - 집단 II의 A*A*는 100마리]

	AA	AA*	A*A*	곱상수 ≠ 개체수비	A	A*
	우성 형질		열성 형질			
I	1	4	4	×32	1	2
II	1	10	25	×4	1	5
변형된 집단 (I + II)					1	1

[예시 - p+q 값과 a+b 값 통일 - 곱상수비 = 개체수비]

	AA	AA*	A*A*	곱상수비 = 개체수비	A	A*
	우성 형질		열성 형질			
I	4	16	16	×8	2	4
II	1	10	25	×4	1	5
변형된 집단 (I + II)					1	1

⑤ 개체군의 유전

퍼네트 사각형

생식 세포의 전달을 도식화한 사각형

개체군의 유전
Schema 8

성염색체 유전

③ 임의의 정상 암컷이 열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 전달

임의의 정상 암컷이 자손에게

열성 대립유전자가 있는 생식 세포를 전달할 확률은 성염색체 유전에서의 상황과 동일하다.

$$\text{즉, } \frac{2pq}{p^2 + 2pq} \times \frac{1}{2} = \frac{q}{p + 2q} = \frac{q}{1 + q} \text{ 이다.}$$

④ 임의의 정상 암컷 × 임의의 수컷 → 유전병 자손

자손이 유전병이라면 유전자형이 dd 또는 dY이어야 한다.

dd의 경우에 대립유전자 d 중 하나는 반드시 암컷에게서 전달되고

dY의 경우에도 대립유전자 d는 반드시 암컷으로부터 전달되므로

구하는 확률은

(임의의 정상 암컷이 열성 대립유전자를 줄 확률)

× (임의의 수컷이 열성 대립유전자를 줄 확률 + 임의의 수컷이 Y염색체를 줄 확률)이다.

$$\text{따라서 } \frac{q}{1 + q} \times \left(\frac{q}{2} + \frac{1}{2} \right) = \frac{q}{2} \text{ 이다.}$$

이를 퍼네트 사각형으로 나타내면 다음과 같다.

	$X^D \left(\frac{p}{2} \right)$	$X^d \left(\frac{q}{2} \right)$	$Y \left(\frac{1}{2} \right)$
$X^D \left(\frac{1}{1 + q} \right)$			
$X^d \left(\frac{q}{1 + q} \right)$		$\frac{q}{1 + q} \times \frac{q}{2}$	$\frac{q}{1 + q} \times \frac{1}{2}$

[유제 105]

다음은 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 어떤 동물 집단에 대한 자료이다.

- 암컷과 수컷의 비율은 동일하며, 암컷은 성염색체 XX를 수컷은 XY를 갖는다.
- 이 동물의 몸 색과 눈 색을 결정하는 대립 유전자는 각각 2가지이다.
- 몸 색을 결정하는 유전자는 상염색체에 존재하며, 회색 몸 대립 유전자는 검은색 몸 대립 유전자에 대해 우성이다.
- 눈 색을 결정하는 유전자는 X염색체에 존재하며, 붉은색 눈 대립 유전자는 흰색 눈 대립 유전자에 대해 우성이다.
- $\frac{\text{검은색 몸 개체의 빈도}}{\text{회색 몸 개체의 빈도}} = \frac{4}{21}$ 이다.
- 붉은색 눈 수컷이 임의의 붉은색 눈 암컷과 교배하여 자손(F_1)이 태어날 때, F_1 이 흰색 눈을 가질 확률은 $\frac{1}{12}$ 이다.

이 집단에서 검은색 몸, 흰색 눈 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F_1)이 태어날 때, 이 F_1 이 검은색 몸, 흰색 눈을 가질 확률은?

⑤ 개체군의 유전

[유제 105 해설] [답] $\frac{6}{25}$

[자료 해제]

$\frac{\text{검은색 몸 개체의 빈도}}{\text{회색 몸 개체의 빈도}} = \frac{4}{21}$ 이고, 열성 형질은 검은색 몸이므로

$$q^2 = \frac{4}{25} \text{ 이다.}$$

$$\therefore p : q = 3 : 2 \text{ (몸 색 대립유전자)}$$

붉은색 눈 수컷($X^D Y$) \times 임의의 붉은색 눈 암컷 = 흰색 눈 자식

우성 대립유전자를 D, 열성 대립유전자를 d로 설정하고

위 상황에서 생식 세포의 전달을 퍼네트 사각형으로 나타내면 다음과 같다.

	$X^D \left(\frac{1}{2} \right)$	$Y \left(\frac{1}{2} \right)$
$X^D \left(\frac{1}{1+q} \right)$		
$X^d \left(\frac{q}{1+q} \right)$		$\frac{q}{1+q} \times \frac{1}{2}$

$$\therefore \frac{q}{p+2q} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

$$\therefore p : q = 4 : 1 \text{ (눈 색 대립유전자)}$$

[구하는 것]

① 검은색 몸 암컷 \times 임의의 수컷 = 검은색 몸 자손

자손이 열성 형질일 확률은

검은색 몸 암컷은 반드시 열성 대립유전자를 가진 생식 세포를 전달하므로

임의의 수컷이 열성 대립유전자를 줄 확률과 동일하다.

$$\therefore \frac{2}{5}$$

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

전자는 $p : q$ 의 비율을 구하기 용이하고 후자는 q 값을 구하기 용이하다.

② 흰색 눈 암컷 × 임의의 수컷 = 흰색 눈 자손

자손이 열성 형질일 확률은

흰색 몸 암컷은 반드시 열성 대립유전자를 가진 생식 세포를 전달하므로

임의의 수컷이 생식 세포에 X염색체 위에 있는 열성 대립유전자 또는 Y염색체를 전달할 확률과 동일하다.

따라서 $\frac{q}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{6}{10}$ 이다.

∴ 구하는 확률은 $\frac{2}{5} \times \frac{3}{5} = \frac{6}{25}$ 이다.

[유제 106 - Hard]

다음은 어떤 동물로 구성된 집단 I~III에 대한 자료이다.

- I 과 II 중 하나만 ㉔ 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- ㉔의 개체수는 3000이고, 다른 집단의 개체수는 ㉔이다.
- 유전병 ㉕은 성염색체에 있는 유전병 대립유전자 A와 정상 대립유전자 A*에 의해 결정되며, A는 A*에 대해 완전 우성이다.
- 표는 I 과 II에서 $\frac{A^* \text{를 갖는 개체수}}{A \text{를 갖는 개체수}}$ 와 표현형이 (가)인 개체의 빈도를 나타낸 것이다. (가)는 정상과 유전병 ㉕ 중 하나이다.

구분	I	II
$\frac{A^* \text{를 갖는 개체수}}{A \text{를 갖는 개체수}}$	$\frac{2}{3}$?
표현형이 (가)인 개체의 빈도	0.75	0.28

- I 과 II에서 각각 A의 빈도는 ㉖와 ㉗이다. ㉖와 ㉗은 0.2와 0.6을 순서 없이 나타낸 것이다.
- ㉕에 대해 정상인 개체수의 비는 I : II = 25 : 54이다.
- I 과 II의 개체들을 모두 합쳐서 A의 빈도를 구하면 멘델 집단 III에서 A의 빈도와 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, I~III에서 각각 암컷과 수컷의 개체수는 같으며 암컷의 성염색체는 XX, 수컷의 성염색체는 XY이다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉔ < 3000이다.
- ㄴ. I 과 II에서 유전자형이 AA*인 개체수의 차이는 500보다 크다.
- ㄷ. III에서 임의의 유전병 ㉕을 가지는 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때, 이 F₁이 정상일 확률은 $\frac{2}{7}$ 이다.

⑤ 개체군의 유전

[유제 106 해설] [답] ㄴ, ㄷ

[자료 해제]

유전병 대립유전자 A를 갖는 개체와 정상 대립유전자 A*를 갖는 개체를 정리하면 다음과 같다.

구분	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*
A를 갖는 개체					
A*를 갖는 개체					

만약 (가)가 정상 형질(열성)이라면

표현형이 (가)인 개체의 빈도는 A*를 갖는 개체의 빈도와 동일하다.

$$\therefore \text{집단 I의 } \frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}} \text{의 값} = \frac{0.75+z}{x+y+z} = \frac{0.75+z}{1-(a+b)} = \frac{0.75+z}{0.25}$$

구분	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*
A를 갖는 개체	x		y	z	
A*를 갖는 개체				z	
정상인 개체		a			b

$$\therefore \text{집단 I의 } \frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}} \text{의 값} > 3 \text{ 으로 결정된 값 } \frac{2}{3} \text{ 에 모순이다.}$$

\therefore (가)는 유전병 ㉠

구분	I	II
$\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}}$	$\frac{2}{3}$?
표현형이 (가)인 개체의 빈도	0.75	0.28

I에서 표현형이 ㉠인 개체의 빈도는 A를 갖는 개체의 빈도와 동일하다.

\therefore A를 갖는 개체의 빈도=0.75

$$\frac{\text{A*를 갖는 개체수}}{\text{A를 갖는 개체수}} = \frac{2}{3} \text{ 이므로}$$

\therefore A*를 갖는 개체의 빈도=0.5

AA*의 빈도 = (A를 갖는 개체의 빈도 + A*를 갖는 개체의 빈도) - 1 이므로

\therefore AA*의 빈도(z)=0.25

이를 표로 나타내면 다음과 같다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
I				0.25		
II						

I 이 멘델 집단이라면, A의 빈도가 0.2이거나 0.6일 때 AA*의 빈도가 0.25일 수 없으므로 I은 비멘델 집단이다.

∴ II는 멘델 집단

II에서 유전병 ㉠을 갖는 개체의 비율이 0.28이므로 정상인 개체의 비율은 0.72이다.

$$\therefore \frac{q^2 + q}{2} = 0.72$$

$$\therefore p : q = 1 : 4 \text{ (집단 II)}$$

집단 II는 멘델 집단이므로 대립유전자의 빈도를 통해 모든 유전자형의 비율을 구할 수 있다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
I (비멘델)				0.25		
II (멘델)	0.1	0.4	0.02	0.16	0.32	

I 과 II에서 A의 빈도는 0.2와 0.6 중 하나므로 I에서 A의 빈도는 0.6이다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
I (비멘델)	a	b	c	0.25	d	
II (멘델)	0.1	0.4	0.02	0.16	0.32	

① A를 갖는 개체의 빈도 = 0.75

$$\Rightarrow a + c = 0.5$$

② A*를 갖는 개체의 빈도 = 0.5

$$\Rightarrow b + d = 0.25$$

③ A의 빈도 = 0.6

$$\Rightarrow \text{A의 빈도} : \text{A*의 빈도} = 3 : 2$$

$$\Rightarrow a + 2c + 0.25 : b + 2d + 0.25 = 3 : 2$$

$$\Rightarrow c + 0.75 : d + 0.5 = 3 : 2$$

$$\Rightarrow c : d = 3 : 2$$

(∴ 가비의 리)

④ 남성의 빈도 = 여성의 빈도 = 0.5

$$\Rightarrow a + b = 0.5$$

①~④의 방정식을 연립하면, $a=0.35$, $b=0.15$, $c=0.15$, $d=0.1$ 이다.

따라서 모든 유전자형 간 비율을 나타내면 다음과 같다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
I (비멘델)	0.35	0.15	0.15	0.25	0.1	
II (멘델)	0.1	0.4	0.02	0.16	0.32	

열성 형질 개체의 비율

여성 중 열성 형질을 갖는 개체의 비율은 q^2 이고 남성 중 열성 형질을 갖는 개체의 비율은 q 이다. 전체 개체 중 여성의 비율과 남성의 비율이 동일할 경우 전체 개체 중 열성 형질을 갖는 개체의 비율은 $\frac{1}{2} \times q^2 + \frac{1}{2} \times q = \frac{q^2 + q}{2}$ 이다.

⑤ 개체군의 유전

집단 간 개체수비 (정량 계산)

$$\frac{\text{I에서 정상인 개체의 빈도}}{\text{II에서 정상인 개체의 빈도}} = \frac{\text{I에서 정상인 개체수}}{\text{II에서 정상인 개체수}}$$

$$= \frac{\text{I에서 정상인 개체수}}{\text{I의 개체수}} \times \frac{\text{II의 개체수}}{\text{II에서 정상인 개체수}}$$

$$\therefore \frac{25}{54} \times \frac{\text{II의 개체수}}{\text{I의 개체수}} = \frac{25}{72}$$

$$\therefore \frac{\text{II의 개체수}}{\text{I의 개체수}} = \frac{3}{4}$$

개체수에 대한 표

설명의 편의 상 개체수비를 정수로 나타낸 표를 임의로 설정하였으나, 유전자형 간 빈도를 나타낸 표의 곱상수를 각각 $\times 400$ 과 $\times 300$ 으로 설정해도 무방하다.

[비율 계산]

$\frac{\text{I에서 정상인 개체의 빈도}}{\text{II에서 정상인 개체의 빈도}} = \frac{25}{72}$ 이고 $\frac{\text{I에서 정상인 개체수}}{\text{II에서 정상인 개체수}} = \frac{25}{54}$ 이므로
 $3000 : \textcircled{a} = 3 : 40$ 이다. 따라서 \textcircled{a} 는 4000이다.

이를 개체수에 대한 표로 나타내면 다음과 같다.

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
I (비멘델)	35	15	15	25	10	$\times 40$
II (멘델)	10	40	2	16	32	$\times 30$

유전자풀에서 A와 A*의 빈도비를 고려할 때는 X염색체 내 제한된 유전자풀 내에서 빈도를 구한다.

이는, Y염색체가 생식 세포에서 분리된 확률을 고려하지 않고 X염색체 위에 있는 대립 유전자 A와 A*만 고려하여 빈도를 구해도 무방하다는 뜻이다.

$$\therefore \text{III에서 A의 빈도} = 0.2 \times \frac{3}{7} + 0.6 \times \frac{4}{7} = 0.2 + 0.4 \times \frac{4}{7} = \frac{3}{7}$$

[별해]

구분(빈도)	AY	A*Y	AA	AA*	A*A*	곱상수
두 집단을 합한 집단	170	180	66	148	136	$\times 10$

실제로 두 집단을 합쳐서 구한 개체수(위 표)를 통해 대립유전자의 개수를 직접 계산해보면

$$\frac{450}{1050} = \frac{3}{7} \text{ 이 나온다.}$$

[선지 해제]

〈 보 기 〉

ㄱ. $\textcircled{a} < 3000$ 이다. (X)

$\textcircled{a}=4000$ 이다.

ㄴ. I 과 II에서 유전자형이 AA*인 개체수의 차이는 500보다 크다. (O)

I에서 AA* 개체수는 1000, II에서 AA* 개체수는 480이다.
 따라서 두 개체수의 차이는 520으로 500보다 크다.

ㄷ. III에서 임의의 유전병 ①을 가지는 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F_1)을 낳을 때, 이 F_1 이 정상일 확률은 $\frac{2}{7}$ 이다. (O)

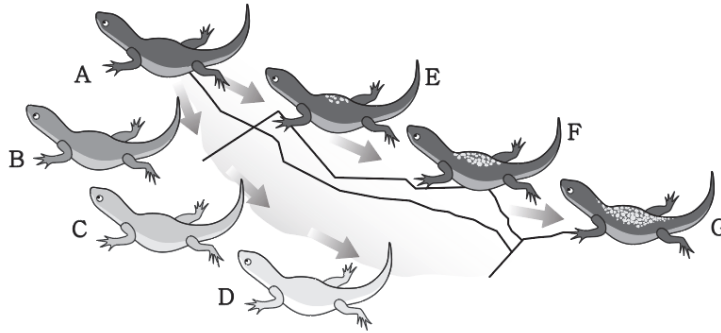
성염색체 유전에서 멘델 집단의 우성 형질 암컷이 임의의 수컷과 교배하여

열성 형질인 자손을 낳을 확률은 $\frac{q}{1+q} \times \frac{1+q}{2} = \frac{q}{2}$ 이다.

III은 멘델 집단이고, I 과 II의 개체를 합친 집단과 대립유전자 빈도가 같으므로 q 값은 $\frac{4}{7}$ 이다. 따라서 $\frac{2}{7}$ 이다.

[유제 112 - 21학년도 Present 모의고사]

그림은 도롱뇽 집단 A~G가 특정 지역의 가장자리를 따라 고리 형태로 분포한 모습을 나타낸 것이다. 집단 A~G는 고리종이며, D와 G는 교배가 일어나지 않지만 나머지 인접한 집단 사이에는 교배가 일어난다.



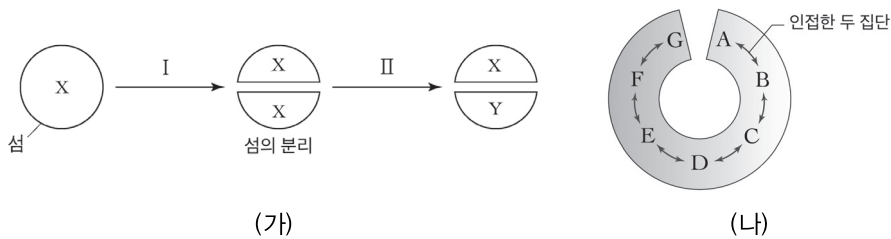
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. D와 G 사이에는 생식적 격리가 일어났다.
- ㄴ. E와 F 사이에는 교배를 통한 유전자 흐름이 일어난다.
- ㄷ. A~G의 유전자풀은 서로 다르다.

[유제 113 - 22학년도 수능특강 변형]

그림 (가)는 종 X가 종 Y로 분화되는 과정을, (나)는 고리종인 집단 A~G에 대한 자료이다. 과정 I과 II 중 한 과정에서 돌연변이가 일어났고, X와 Y는 서로 다른 생물학적 종이다. (나)의 인접한 두 집단 사이에서는 교배가 일어나지만, A와 G는 생식적으로 격리되어 교배가 일어나지 않는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.
(단, (가)에서 지리적 격리는 1회만 일어났고, 이입과 이출은 없다.)

< 보 기 >

- ㄱ. II에서 돌연변이가 일어났다.
- ㄴ. D에 속한 개체와 E에 속한 개체의 종소명은 같다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 모두 변이의 축적이 종분화가 일어나는 요인 중 하나임을 보여준다.

8회

Mini 모의고사

8-1

다음은 4가지 생물 ㉠~㉣에 대한 자료이다. ㉠~㉣은 불가사리, 촌충, 나비, 거머리를 순서 없이 나타낸 것이다.

- ㉠과 ㉡은 모두 체절을 가진다.
- ㉠과 ㉣은 촉수담륜동물이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

- ㄱ. ㉡은 나비이다.
- ㄴ. ㉣은 항문이 있다.
- ㄷ. ㉢은 수관계를 가진다.

8-2

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와 y 의 발현에 대한 자료이다.

- x 와 y 로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y가 합성되고, X, Y의 합성은 모두 개시 코돈에서 시작하여 종결 코돈에서 끝난다. 개시 코돈은 AUG이다.
- X는 서로 다른 6개의 아미노산으로 구성된다.
- y 는 x 의 전사 주형 가닥에 ㉠연속된 2개의 구아닌(G)이 1회 삽입된 돌연변이 유전자이다. Y는 서로 다른 8개의 아미노산으로 구성된다.
- y 는 DNA 2중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉡와 ㉢는 각각 3' 말단과 5' 말단 중 하나이다.

㉡-(가)-(나)-(다)-㉢

- 표 ㉣의 I~Ⅲ은 (가)~(다)의 염기 서열을 순서 없이 나타낸 것이며, 표 ㉣는 유전 부호를 나타낸 것이다.

구분	염기 서열
I	㉡- GTGGGGTGGC -㉢
II	㉡- TTGTCATTG -㉢
III	㉡- TCAGTTACGA -㉢

UUU 페닐알라닌	UCU 세린	UAU 타이로신	UGU 시스테인
UUC	UCC	UAC	UGC
UUA 류신	UCA	UAA 종결 코돈	UGA 종결 코돈
UUG	UCG	UAG 종결 코돈	UGG 트립토판
CUU 류신	CCU 프롤린	CAU 히스티딘	CGU 아르지닌
CUC	CCC	CAC	CGC
CUA	CCA	CAA 글루타민	CGA
CUG	CCG	CAG	CGG
AUU 아이소류신	ACU 트레오닌	AAU 아스파라진	AGU 세린
AUC	ACC	AAC	AGC
AUA	ACA	AAA 라이신	AGA 아르지닌
AUG 메싸이오닌	ACG	AAG	AGG
GUU 발린	GCU 알라닌	GAU 아스파르트산	GGU 글리신
GUC	GCC	GAC	GGC
GUA	GCA	GAA 글루탐산	GGA
GUG	GCG	GAG	GGG

㉣

㉣

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. ㉡는 5' 말단이다.
- ㄴ. ㉠ 중 하나는 Y의 프롤린을 암호화하는 부위에 포함된다.
- ㄷ. X와 Y가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

8-3

다음은 동물 P로 구성된 집단 I~V에 대한 자료이다.

- I~V 중 ㉔ 두 집단의 개체수는 1000이고, 나머지 세 집단의 개체수는 각각 2000, 3000, 5000이다.
- I~V 중 3개는 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- P의 몸 색은 상염색체에 있는 검은색 몸 대립유전자 D와 회색 몸 대립유전자 D*에 의해 결정되며, D와 D* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 다음은 각 집단 I~IV에서 유전자형 DD와 DD*의 빈도를 나타낸 것이다.

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

- IV에서 검은색 몸 개체수는 II에서 회색 몸 개체수의 6배이다.
- V에서 회색 몸 대립 유전자의 수는 회색 몸 개체수의 5배이다.
- (가)는 (나)와 (다)의 개체들을 모두 합쳐서 구성된 집단이다. (가)~(다)는 각각 I~V 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, I~V에서 각각 암컷과 수컷의 개체수는 같다.)

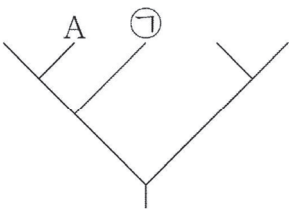
< 보 기 >

- ㄱ. (가)는 III이다.
- ㄴ. 유전자형이 D*D*인 개체수는 I과 II에서 같다.
- ㄷ. ㉔ 중 멘델 집단에서 검은색 몸 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때, 이 F₁이 검은색 몸일 확률은 $\frac{31}{35}$ 이다.

8-4

표는 식육목(Carnivora)에 속하는 5종의 동물 A~E의 학명과 과명을, 그림은 A~E의 유연관계를 계통수로 나타낸 것이다. A~E는 2개의 과로 분류된다.

종	학명	과명
A	<i>Prionailurus rubiginosus</i>	?
B	<i>Lynx lynx</i>	고양잇과
C	<i>Lutra lutra</i>	?
D	<i>Prionailurus bengalensis</i>	고양잇과
E	<i>Mustela sibirica</i>	?



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈 보 기 〉

- ㄱ. ㉠은 B이다.
- ㄴ. A와 E는 다른 강에 속한다.
- ㄷ. C와 E의 유연관계는 C와 D의 유연관계보다 가깝다.