

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

8. 연관과 다인자 유전

앞서 살펴본 유형들은 17학년도까지의 경향이며
최근 Trend에서 다인자 유전은 연관 관계 추론과 함께 출제된다.

	출제 방식	Killing Point
15학년도 9월 평가원 15번	독립	없음
16학년도 6월 평가원 13번	독립	없음
17학년도 6월 평가원 18번	독립	완전 우성
17학년도 9월 평가원 17번	유전자와 염색체의 연관 관계 제시	구성원 간 유전자 분포
17학년도 수능 14번	유전자와 염색체의 연관 관계 제시	유전자 분포
18학년도 수능 15번	유전자와 염색체의 연관 관계 제시	구성원 간 유전자 분포
20학년도 6월 평가원 10번	유전자와 염색체의 연관 관계 추론	유전자-염색체 대응 관계
20학년도 9월 평가원 14번	유전자와 염색체의 연관 관계 추론	구성원 간 유전자 분포
20학년도 수능 19번	유전자와 염색체의 연관 관계 추론	유전자-염색체 대응 관계 연관 유전자-동일한 생식세포
21학년도 6월 평가원 14번	유전자와 염색체의 연관 관계 제시	표현형 가짓수
22학년도 6월 평가원 14번	유전자와 염색체의 연관 관계 제시	표현형 가짓수

개정 교육과정 학습 목표에 직접적인 연관의 언급은 없으나 이미 개정 교육과정 평가원 시험들에서 연관 추론에 대한 방향성이 충분히 제시되어 있고 출판된 8종 교과서 모두 연관을 의미하는 하나의 염색체에 여러 유전자가 있는 그림이 제시되어 있다.

또한 EBS 수능특강과 수능완성에서도 이러한 상황에 대해 문제로 충분히 제시하였기 때문에 유전자와 염색체의 관계에 대해 기출 문항과 EBS를 토대로 충분히 학습할 필요가 있다.

개정 전 이상을 벗어나는 추론의 영역으로는 출제되지 않을 것이며 출제되더라도 기출과 EBS에서 Signal을 남길 것이다.

공부할 때 폭넓게 공부하는 것은 좋으나

생명1은 부디 Mind와 Schema에 집중하여,
최소 공부 최대 효율을 반드시 새기고 잘 공부하도록 하자.

좀 더 폭넓은 생명 지식에 대해서는
국어, 수학 Maximum을 올려서 이과 계열 대학에서 공부해도 충분하다.

19. 다음은 어떤 가족의 유전 형질 ①에 대한 자료이다.

○ ①을 결정하는 데 관여하는 3개의 유전자는 모두 상염색체에 있으며, 3개의 유전자는 각각 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d를 갖는다.

○ ①의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립 유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.

○ 표 (가)는 이 가족 구성원의 ①에 대한 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수를, (나)는 아버지로부터 형성된 정자 I~III이 갖는 A, a, B, D의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. I~III 중 1개는 세로 P의 경우 1분일에서 염색체 비문다가 1회, 나머지 2개는 세로 Q의 경우 2분일에서 염색체 비문다가 1회 일어나 형성된 정자이다. P와 Q는 모두 G₁ 세포이다.

구성원	대문자로 표시되는 대립 유전자의 수	정자	DNA 상대량
아버지	3	I	A a B D
어머니	3	II	1 0 ? 1 0
자녀 1	8	III	1 1 1 1 1

(가) (나)

○ I~III 중 1개의 정자와 정상 난자가 수정되어 자녀 1이 태어났다. 자녀 1을 제외한 나머지 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

14. 다음은 사람의 유전 형질 ①과 ②에 대한 자료이다.

○ ①은 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.

○ ②을 결정하는 3개의 유전자는 각각 대립유전자 B와 b, D와 d, E와 e를 갖는다.

○ ②의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.

○ 그림 (가)는 남자 P의, (나)는 여자 Q의 체세포에 들어 있는 일부 염색체와 유전자를 나타낸 것이다.

(가) (나)

P와 Q 사이에서 이이 태어날 때, 이 이이에게서 나타날 수 있는 표현형의 최대 가짓수는? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

14. 다음은 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 서로 다른 2개의 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정되며, A, a, B, b는 7번 염색체에 있다.
- (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- (가)의 표현형이 서로 같은 P와 Q 사이에서 ②가 태어날 때, ②에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 5가지이고, ②의 표현형이 부모와 같은 확률은 $\frac{1}{8}$ 이며, ②의 유전자형이 AaBbDd인 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

②가 유전자형이 AaBbDd인 사람과 동일한 표현형을 가질 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

210119

210614

220614

본 교재는 Present[선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해드리겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계신" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[Signal 예시 - 22학년도 EBS 수능특강 변형]

다음은 어떤 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 상염색체에 존재하는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다.
- (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- 유전자형이 AaBbDd인 부모 사이에서 ㉠가 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 7가지이며, ㉠의 유전자형이 aabbDd일 확률은 $\frac{1}{32}$ 이다.

㉠에서 (가)의 표현형이 부모와 다를 확률은?

(단, 돌연변이는 일어나지 않는다.)

본 교재는 Present[: 선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해두겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계신" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[Signal 예시 해설] [답] $\frac{11}{16}$

유전자형이 AaBbDd인 부모 사이에서 @가 태어날 때, @에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 7가지라고 하였으므로 상염색체에 존재하는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d가 모두 서로 다른 염색체에 있거나, 부모 모두에서 2쌍의 대립유전자가 대문자는 대문자끼리, 소문자는 소문자끼리 같은 염색체에 있을 수 있다. @의 유전자형이 aabbDd일 확률은 $\frac{1}{32}$ 라고 하였는데, 2쌍의 대립유전자가 대문자는 대문자끼리(A와 B), 소문자는 소문자끼리(a와 b) 같은 염색체에 있는 경우 @의 유전자형이 aabbDd일 확률은 $\frac{1}{8}$ 이므로 조건에 부합하지 않는다.

기출 & EBS 분석이라는 건...

단순히 문항의 정오만 판별하고 넘어가는 게 아니라

22학년도 6평 14번을 보기 전

① 이 문제를 보며 결과는 3독립으로 귀결되지만 2연관 1독립인 경우도 어떻게 될지 분석했니?

	ABD	ABd	AbD	aBD	Abd	aBd	abD	abd
ABD	6	5	5	5	4	4	4	3
ABd	5	4	4	4	3	3	3	2
AbD	5	4	4	4	3	3	3	2
Abd	5	4	4	4	3	3	3	2
aBD	4	3	3	3	2	2	2	1
aBd	4	3	3	3	2	2	2	1
abD	4	3	3	3	2	2	2	1
abd	3	2	2	2	1	1	1	0

모두 독립

	ABD	ABd	abD	abd
ABD	6	5	4	3
ABd	5	4	3	2
abD	4	3	2	1
abd	3	2	1	0

세 염색체 중 두 염색체 상인 연관

② 표현형 7가지에 대한 정보를 자명하게 EBS 해설에서 제시했으니 그 아래(표현형 5가지)에 대한 결정된 정보들은 다 알고 있지?

그에 따라 (가)의 유전자는 모두 서로 다른 상염색체에 있음을 규명할 수 있다.

[해설 1]

이때 “@의 표현형이 부모와 다를 확률”은 “1-@의 표현형이 부모와 같을 확률”과 같고 이는 대문자로 표시되는 대립유전자 수가 부모(3)와 같은 확률과 동일하다.

③ 결정된 비율 관계의 활용을 EBS 문제 & 기출 연관 문항들을 통해 충분히 활용 & 연습했니?

	ABD	ABd	AbD	aBD	Abd	aBd	abD	abd
ABD	6	5	5	5	4	4	4	3
ABd	5	4	4	4	3	3	3	2
AbD	5	4	4	4	3	3	3	2
Abd	5	4	4	4	3	3	3	2
aBD	4	3	3	3	2	2	2	1
aBd	4	3	3	3	2	2	2	1
abD	4	3	3	3	2	2	2	1
abd	3	2	2	2	1	1	1	0

@의 표현형이 부모와 같을 확률이 $\frac{5}{16}$ 이므로 @의 표현형이 부모와 다를 확률은 $\frac{11}{16}$ 이다.

[해설 2]

유전자형이 AaBbDd인 사람들에게서 형성될 수 있는 생식세포에 관련된 이항 계수의 비율관계는 다음과 같이 알려져 있다.

대문자 개수	0	1	2	3	4	5	6
확률(상댓값)	1	6	15	20	15	6	1

@의 표현형이 부모와 같을 확률이 $\frac{20}{64} = \frac{5}{16}$ 이므로

@의 표현형이 부모와 다를 확률은 $1 - \frac{5}{16} = \frac{11}{16}$ 이다.

본 교재는 Present[선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해드리겠습니다! 발췌한 부분은 “생명과학1에 개념은 알고 계신” 분들을 위한 파일입니다.” (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[문제 0 - 22학년도 6월 평가원 14번]

다음은 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 서로 다른 2 개의 상염색체에 있는 3 쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정되며, A, a, B, b는 7 번 염색체에 있다.
- (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- (가)의 표현형이 서로 같은 P와 Q 사이에서 ㉠가 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 5 가지이고, ㉠의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이며, ㉠의 유전자형이 AABbDD일 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

㉠가 유전자형이 AaBbDd인 사람과 동일한 표현형을 가질 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

본 교재는 Present[: 선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해두겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계신" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

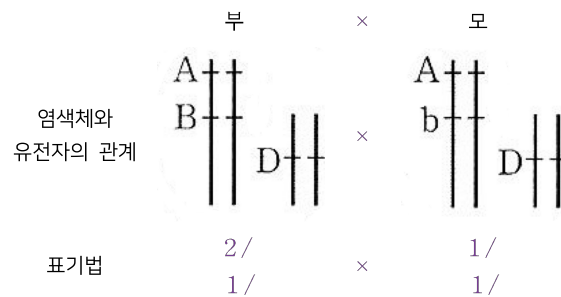
[문제 0 - 22학년도 6월 14번 해설] [답] $\frac{1}{4}$

가장 Issue가 될 법한 문항으로 판단된다. 교재 방식대로 양방향으로 풀어보자.

[정방향 추론 - 부모로부터]

(가)의 표현형이 서로 같은 P와 Q 사이에서 태어난 ⓐ의 유전자형으로 AABbDD가 가능하므로 P와 Q 중 한 명은 A와 B가 함께 있는 염색체와 D를 갖고, 나머지 한 명은 A와 b가 함께 있는 염색체와 D를 갖는다.

즉, 연관 상태는 다음과 같다.



염색체와 유전자의 관계를 보자.

부에 A, B, D가 있으므로 Min 3이고 모에 b에 있으므로 Max 5이다.

DD × DD이면 표현형이 5가지가 나올 수 없음이 확실하다.

DD × Dd이면서 표현형이 5가지가 나오려면 퍼네트 사각형은 다음과 같음이 그려진다.

	1	2
1		
2		
3		
4		

이 경우 자손의 표현형비는 1:2:2:2:1 로 불가하다.

따라서 Dd × Dd이다.

[Comment 1] 비를 끌어낼 필요도 없이... 2×4 구조에 따라 $\frac{3}{8}$ 이 될 수 없는 구조

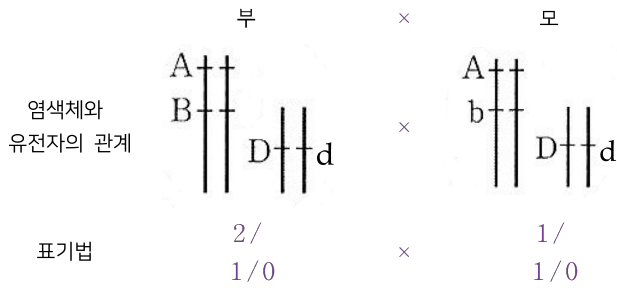
[Comment 2] 부-모와 P-Q는 대응해야 한다. 만약 부모로 출제되면 P, Q로 쓰고 대응하면 되고, P-Q로 출제되면 부모로 대응하면 된다.

본 교재는 Present[: 선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해드리겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계신" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[유-염 관계]



Dd × Dd이고, 표현형이 5가지이므로 사각형의 구조는 다음과 같다.

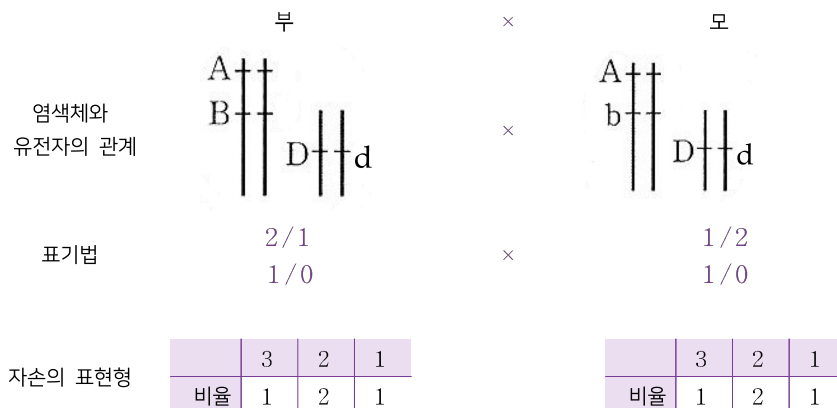
표현형 5가지를 만족시키기 위해 생식 세포는 각각 3종류여야 하고 (3 × 3) 3 × 3 표가 되기 위해서 생식 세포 간 간격은 동일해야 한다.

즉, 이와 같아야 한다는 것이다.

2	1
1	0

이때 자손의 유전자형이 AABb로 결정되어 있다.
특수한 정보, AA(동형 접합)이 있으므로 부 or 모에게 “모두” 대문자 A를 받아야 한다.

따라서 다음과 같이 표기법이 결정되며, 부모의 표현형은 4이다.



생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[총 경우의 수]

구분		P 또는 Q(AB/Ab.Dd)			
		ABD(3)	ABd(2)	AbD(2)	Abd(1)
Q 또는 P (Ab/AB,Dd)	AbD(2)	5	4	4	3
	Abd(1)	4	3	3	2
	ABD(3)	6	5	5	4
	ABd(2)	5	4	4	3

[비율 간 연결]

	6	5	4	3	2
자손의 표현형 비율	1	4	6	4	1

[계산]

따라서 $\frac{{}^4C_1}{2^4}$ 이다.

[Comment 3] $\frac{3}{8}$ 은 과조건이다. 물론 $\frac{3}{8}$ 이 있어야 부모의 정확한 유전자형을 도출할 수 있으나 물어본 게 자손의 표현형이니 속속 구하고 넘어가면 된다.

[Comment 4] $\frac{3}{8}$ 으로부터 문제를 출발해보자. 비율로부터 역방향 추론

본 교재는 Present[: 선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해두겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계산" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[역방향 추론 - 자손으로부터]

우리는 다음 결정된 비율관계들을 앞서 공부했다.

표현형 가짓수	비 ① + 생식 세포	비 ② + 생식 세포	비 ③ + 생식 세포
1	1	1	
2	1 : 1	1 : 1 (상인 × 상반)	
3	1 : 2 : 1 (2연관 인 × 인)	1 : 2 : 1 (2연관 1독립)	1 : 2 : 1 (3연관 2개 가능)
4	1 : 1 : 1 : 1 (3연관)	1 : 3 : 3 : 1	
5	1 : 4 : 6 : 4 : 1 (2독립) 3가지 × 3가지	1 : 4 : 6 : 4 : 1 (2연관 1독립) 3가지 × 3가지	1 : 2 : 2 : 2 : 1 (2연관 1독립, 인×반) 4가지 × 2가지
6			
7	1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1 (3독립) 4가지 × 4가지	1 : 2 : 3 : 4 : 3 : 2 : 1 (2연관 1독립, 인×인)	

또한 좌 정보를 알면, 우 정보를 알며 총 빈도의 합은 1을 넘을 수 없다.

그에 따라 $\frac{3}{8}$ 의 위치가 다음임을 알고 있다.

	?	?	?	?	?
자손의 표현형 비율					

따라서 은 6이고, 염색체 위 유전자의 관계가 2연관 1독립이므로 비율관계가 결정된다.

본 교재는 Present[선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해두겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계신" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)

생명과학1 22학년도 6월 평가원 14번에 대한 논의

[비율관계 결정]

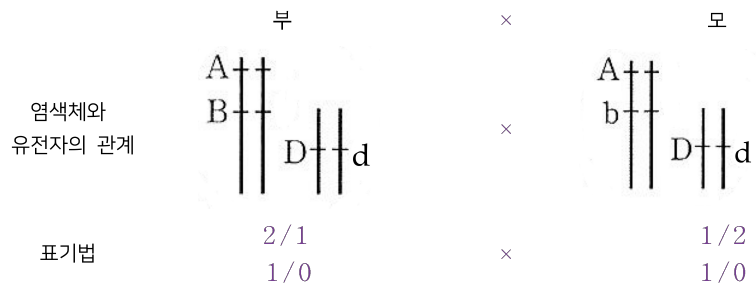
1 : 4 : 6 : 4 : 1
(2연관 1독립)

[사각형 결정]

3가지 × 3가지

3가지 × 3가지에 의해

생식 세포 간 간격이 결정되며 정방향 해석과 동일하게 다음을 알 수 있다.



[계산]

부모의 표현형이 4임을 알았다. 따라서 $\frac{6}{16}$ 의 옆에 있는 값인 표현형 3이 태어날 확률을 구하고 있으므로 6 옆에 있는 상수 4, 즉 $\frac{4}{16}$ 이다.

[Comment 5] 발문도 하나의 정보이다.

유전자형 AaBbDd (표현형 3) 정보를 통해 알아낼 수 있는 것이 있다.

[Comment 6] 정방향, 역방향 모두 공부하자.

둘 다 완벽히 해두면 실전에서 하나는 보이겠지

본 교재는 Present[: 선물] 생명과학1 원고의 일부입니다.

노베용은 제가 같은 링크에 추후에 다시 업로드해드리겠습니다! 발췌한 부분은 "생명과학1에 개념은 알고 계신" 분들을 위한 파일입니다." (제가 여기에 기본적인 개념까지 모두 서술하면 파일이 한도 끝도 없이 커집니다....!!)