2024학년도 연세대학교 미래캠퍼스 논술시험 문제
[창의인재/의예과 생명과학]

==========

【문제 1】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(20점)

(가) 사람의 유전 법칙을 이해하기 위해서 초파리같이 작고 간단한 생명체를 모델로 이용하기도 한다. 사람의 키와 몸무게의 관계를 연구하기 위한 가상 생명체는 원형의 단면과 긴 몸길이를 가지고 있는데, 이 생명체의 크기와 무게는 환경의 영향을 받지 않고 유전자만으로 조절된다고 가정하자. 이 생명체를 연구하는 한 과학자가 순종으로 가장 무거운 개체와 가장 가벼운 개체를 교배하여 자손(F1)을 얻었고, 이들(F1)끼리 교배시켜 자손들(F2)을 얻어서 비슷한 무게별로 구분하였다. 무게가 무거운 순서로 a, b, c, d, e 로 구분되었고 무게별 개체수는 아래 표와 같았다.

개체(F2)의 무게 (무거운 순)	a	b	c	d	e
개체수 (F2)	171	342	228	114	57

(나) 또 다른 과학자가 이 생명체를 연구하였는데, 생명체의 길이는 대립유전자 H와 h에 의해서 조절되고, 단면의 넓이는 대립유전자 T와 t에 의해서 조절됨을 확인하였다. 그리고 이 두 유전자는 모두 상염색체에 위치하고 서로 독립적으로 유전됨을 확인하였다. 이 생명체의 개체 중 길이가 제일 길고 단면의 넓이가 가장 좁은 개체들의 유전형은 모두 동형접합이었다.

[문제 1-1] 제시문 **(가)**의 결과가 유전 법칙으로 잘 설명될 수 있도록, 제시문 **(나)**의 대립유전자 H와 h, 대립유전자 T와 t를 이용해 크기와 무게 관계를 고려하여 설명하시오. (10점)

[문제 1-2] 제시문 **(가)**에 나온 자손(F1)과 두 번째로 가벼운 개체(무게 d)를 교배시킬 때 얻을 수 있는 자손들의 무게 표현형을 a~e 를 이용하여 구분하고 비율을 추론하시오. (10점)

[출제의도]

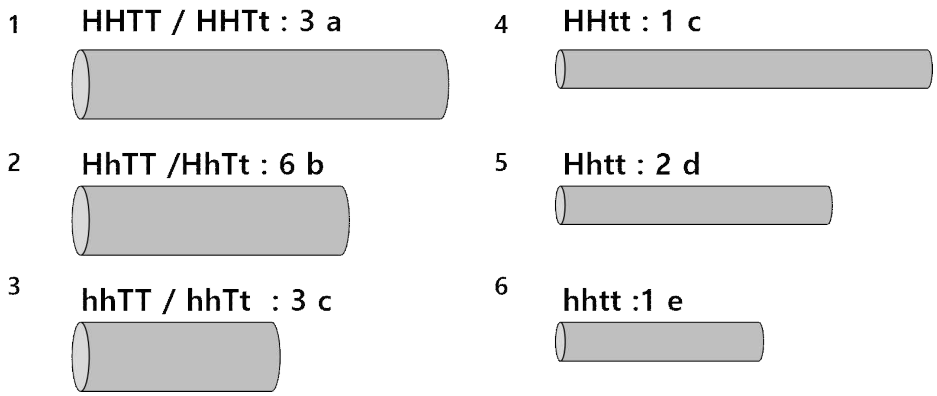
1) 유전의 법칙을 이해하는지 평가하려고함
2) 유전의 법칙에 나오는 용어들을 이해하고 응용할 수 있는지 평가하고자 함

[문항해설]

[문제 1-1]

사람의 몸무게가 다인자에 의해서 조절되는 것을 설명하기 위해서, 원통형으로 생긴 간단한 가상의 생명체를 이용하여 길이 유전자, 단면 유전자를 유전인자로 이용하여, 유전법칙으로 몸무게를 설명하려는 문제이다.

제시문 가의 표를 간단한 비율로 바꾸면 3:6:4:2:1이다.
유전자 2개로 5개의 표현형을 표현하기 위해서는 유전자 1개는 우열의 관계가 불분명하고 나머지 1개는 우열의 법칙을 따라야 한다. 길이를 조절하는 대립 유전자 H와 h가 우열의 관계가 불분명하고 단면의 넓이를 조절하는 대립 유전자 T와 t가 우열의 관계라고 하면 아래와 같은 6개의 표현형이 나오고 비율도 그림과 같다.
이때, 무게 표현형이 5개이고, 표에 나와있는 비율과 맞추기 위해서는 3번 개체와 4번 개체의 무게가 같다는 것을 알 수 있다.



반대로 길이를 조절하는 대립유전자 H와 h가 우열의 관계이고 단면의 넓이를 조절하는 T와 t가 우열의 관계가 불분명하면, 가장 길고 단면의 넓이가 좁은 개체의 유전형이 HHtt 혹은 Hhtt가 될 수 있어서 이들이 모두 동형접합이라는 단서 조항에 어긋난다.

[문제 1-2]

○ 문제해설

순종으로 가장 무거운 개체의 유전형을 HHTT라고 하면 가장 가벼운 개체는 hhtt로 F1은 HhTt이다. 무게 d를 가지는 개체는 유전형이 Hhtt이기 때문에 교배시 유전형은 다음과 같으며, 무게 표현형은 제시문 가)의 표를 참조시 옆에 값과 같다.

	HT	Ht	hT	ht
Ht	HHTt, a	HHtt, c	HtTt, b	Hhtt, d
ht	HhTt, b	Hhtt, d	hhTt, c	hhtt, e

[예시답안]

[1-1]

○ 예시답안 1

길이를 조절하는 대립 유전자 H와 h는 우열의 관계가 불분명하고, 단면의 넓이를 조절하는 대립 유전자

T는 t에 대해서 우성이고, 길이가 짧고 단면의 넓이가 넓은 개체(유전형 hhTT, hhTt)는 길이가 길고 단면의 넓이가 좁은 개체(HHtt)와 표현형(무게)이 같다.

○ 예시답안 2

표현형 (무게)	a	b	c	d	e
유전자형	HHTT, HHTt	HhTT, HhTt	hhTT, hhTt, HHtt	Hhtt	hhtt

(H와 h는 우열의 관계가 불분명하므로 H대신에 h가 들어가고 h대신에 H가 들어가게 답을 써도 정답 인정됨)

[1-2]

○ 예시답안 1

a, b, c, d, e에 해당하는 유전자형은 (1) 혹은 (2) 중 하나이다.

표현형 (무게)	a	b	c	d	e
(1) 유전자형	HHTT, HHTt	HhTT, HhTt	hhTT, hhTt, HHtt	Hhtt	hhtt
(2) 유전자형	hhTT, hhTt	HhTT, HhTt	HHTT, HHTt, hhtt	Hhtt	HHtt

이를 근거로 무게에 따른 비율은 a : b : c : d : e = 1 : 2 : 2 : 2: 1 이다

○ 예시답안 2

a, b, c, d, e에 해당하는 유전자형은 (1) 혹은 (2) 중 하나이다.

표현형 (무게)	a	b	c	d	e
(1) 유전자형	HHTT, HHTt	HhTT, HhTt	hhTT, hhTt, HHtt	Hhtt	hhtt
(2) 유전자형	hhTT, hhTt	HhTT, HhTt	HHTT, HHTt, hhtt	Hhtt	HHtt

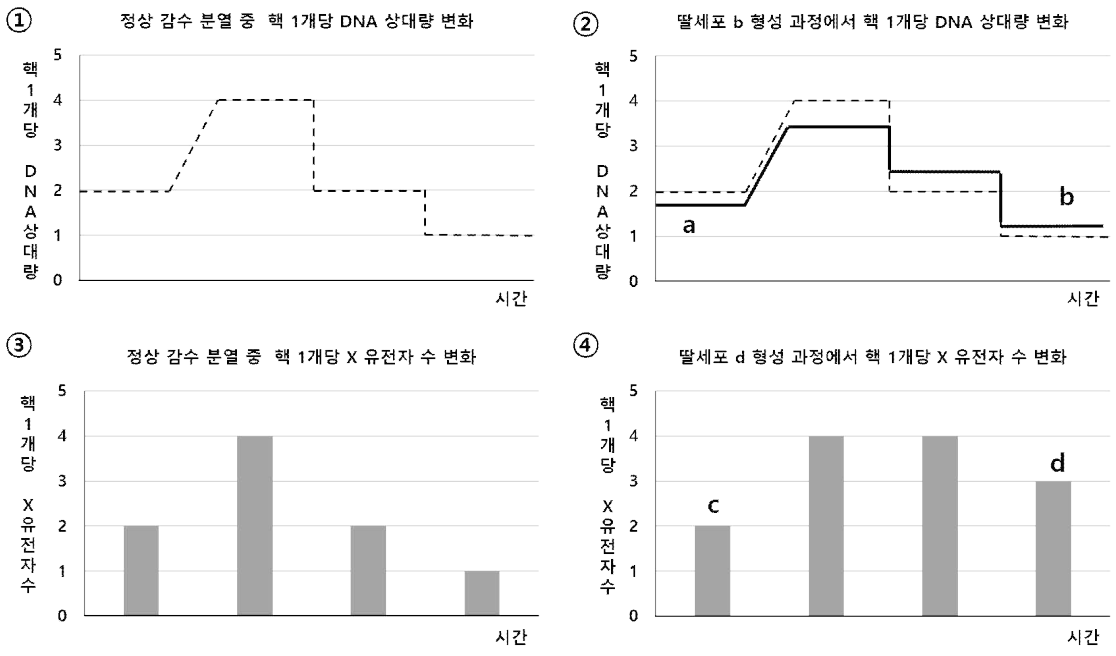
이를 근거로 무게에 따른 비율은 아래와 같다.

$a = \frac{1}{8}$, $b = \frac{1}{4}$, $c = \frac{1}{4}$, $d = \frac{1}{4}$, $e = \frac{1}{8}$

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(20점)

(가) 세포 분열에는 체세포 분열과 생식세포 분열이 있다. 체세포 분열은 모세포와 유전적으로 동일한 딸세포를 만드는 과정으로 생장과 조직의 재생에 관여한다. 생식세포의 감수 분열은 수정 후에 부모와 같은 수의 염색체를 갖는 자손을 만들기 위해 2회 연속해서 일어나 분열 후에 염색체 수가 모세포의 절반으로 줄어든 4개의 딸세포가 형성된다.

(나) 생식세포 분열 과정에서 핵 1개당 DNA상대량과 염색체상의 유전자 X의 개수를 측정하였다. 정상 세포의 생식세포 분열 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량과 상염색체에 위치하는 유전자 X의 개수를 그래프로 나타내었더니 그림 ①, ③과 같았다. 세포 a와 c는 서로 다른 세포로, 정상세포에서 유래하였지만 생식세포 분열 시작 전에 각 세포마다 돌연변이가 한 번씩 일어났던 세포이다. 세포 a에서 시작하여 생식세포 분열이 일어나서 딸세포 b가 만들어졌고, 세포 c에서 시작하여 딸세포 d가 만들어졌다. 딸세포 b와 d는 생식세포 분열에 따라 만들어지는 4개의 딸세포 중 한 세포이다. 딸세포 b와 d가 만들어지는 생식세포 분열 과정에서 DNA상대량과 유전자 X의 개수를 측정하여 아래와 같이 ②와 ④에 그래프로 표시하였다. (단, 염색체는 성염색체 없이 상염색체 2쌍만 있다고 가정하고, 생식세포 분열에 사용된 정상세포, a세포, c세포의 염색체 개수는 모두 같았다. 그리고 세포 a와 c의 생식세포 분열 과정 중에 돌연변이는 한 번만 일어났고, 개별 염색체의 크기와 염기서열은 변하지 않았다.)



[문제 2-1] 그래프 ②와 같이 생식세포 분열 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량이 변하는 경우를 추론하시오. (10점)

[문제 2-2] 그래프 ④와 같이 생식세포 분열 과정에서 핵 1개당 유전자 X의 개수가 변하는 경우를 추론하시오. (10점)

[출제의도]

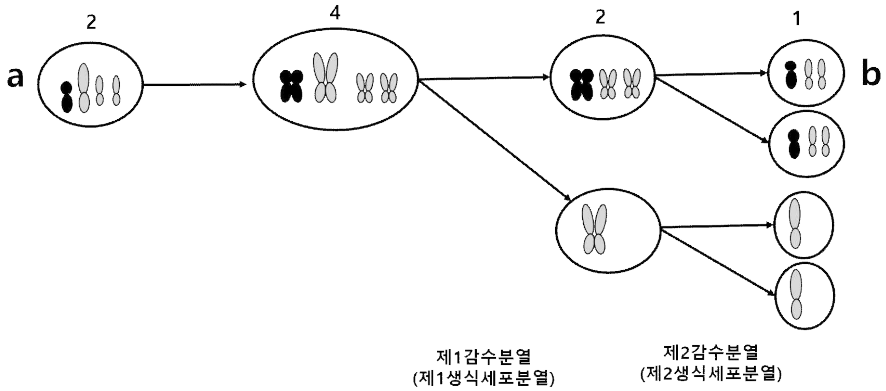
1) 생식세포분열과정에서 DNA양의 변화, 유전자 수의 변화를 이해하고 있는지 평가하고자 함.
2) 생식세포분열과정에서 염색체 비분비를 이해하고 있는지 평가하고자 함.
3) 염색체의 구조이상을 이해하고 있는 지 평가하고자 함

[문항해설]

[2-1]

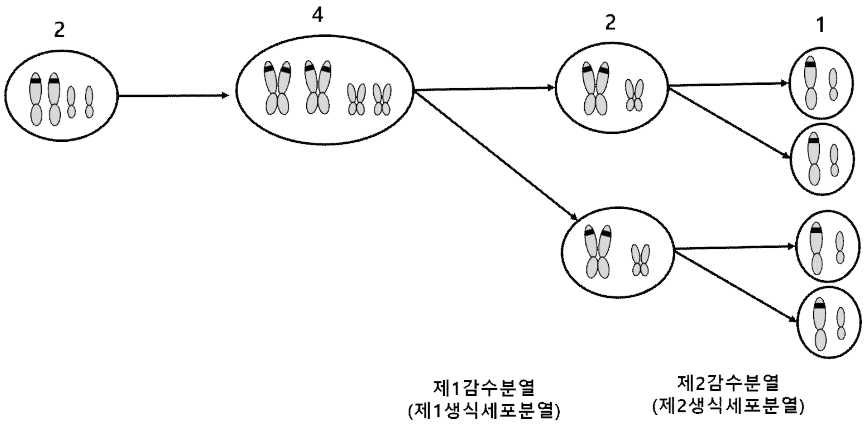
정상 감수분열에 비해서 핵 1개당 DNA 상대량이 적기 때문에 이 세포에는 유전자 결실이 있다는 것을 알 수 있다.

그리고 나중에 세포 1개당 DNA 상대량이 증가하기 때문에 염색체 비분리로 염색체가 한쪽으로 몰렸고, 시기를 비교해보면 제1 생식세포분열(감수분열)중에 b세포쪽으로 염색체 비분리가 일어났다

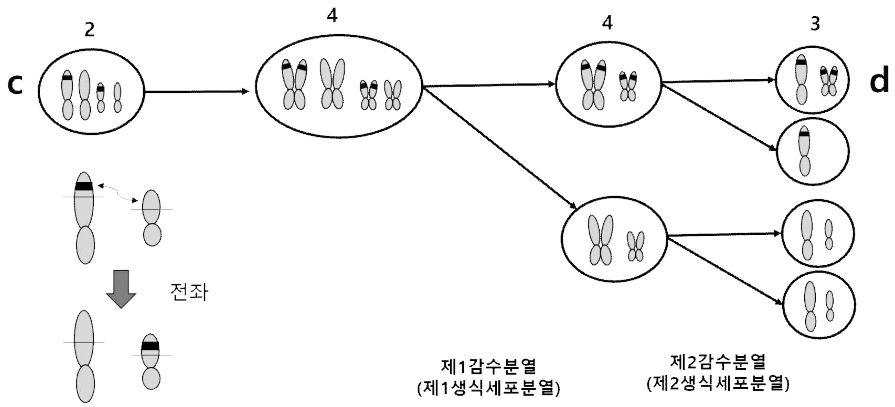


[문제 2-2]

생식세포분열과정의 상염색체상의 유전자는 아래와 같이 변화한다



그래프와 유사하게 값이 변화하기 위해서는 세포c에 전좌가 일어나야 함을 알 수 있다. 그리고 감수2분열, 제2생식세포 분열중에 딸세포 d로 비분리가 일어나서 n+1이 되었다.



[예시답안]

[문제 2-1]

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	1. 세포 a는 염색체 결실을 가지고 있다.	+3
	(1번이 맞아야 2번 점수 가능) 2. 생식세포분열(감수분열시기)에 염색체 비분리로 n+1 이 되었다 (염색체가 b세포쪽으로 비분리 되었다, 혹은 그림으로 시기에 맞추어서 정확히 그렸다.).	+3
	(1, 2번이 맞아야 3번 점수 가능) 3. 제1생식세포분열 / 감수1분열 등으로 “1” 이 표시되어 있다	+4

[2-1 예시답안]

a세포는 염색체 결실을 가지고 있는 세포이고 감수1분열(제1생식세포분열)시기에 염색체 비분리로 n+1이 된 세포이다.

[문제 2-2]

하위 문항	채점 기준	배점
2-2	1. 세포 c는 염색체 전좌로 유전자 X가 다른 염색체로 옮겨갔다.	+3
	(1번이 맞아야 2번 점수 가능) 2. 생식세포분열(감수분열시기)에 염색체 비분리로 n+1 이 되었다 (염색체가 d세포쪽으로 비분리 되었다, 혹은 그림으로 시기에 맞추어서 정확히 그렸다.).	+3
	(1, 2번이 맞아야 3번 점수 가능) 3. 제2생식세포분열 / 감수2분열 등으로 “2” 가 표시되어 있다	+4

[2-2 예시답안]

유전자 X는 원래 있던 염색체에서 다른 염색체로 전좌가 있어나서 옮겨졌다.

그리고 감수2분열(제2생식세포분열)에서 염색체 비분리에 의해서 한쪽으로 염색체가 옮겨가서 n+1이 되었다.