

완 자 · 생 명 과 학

내신만점 · 실력UP 집중

III 생명의 연속성과 다양성
생물의 진화와 다양성

16

생물의 진화

내신만점 · 실력UP

16 생물의 진화



내신 만점 문제

A 생물 진화의 원리

01 변이와 자연선택에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 변이는 개체가 환경에 적응하는 능력에 영향을 미친다.
- ② 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택된다.
- ③ 자연선택된 형질은 자손에게 전달된다.
- ④ 환경 변화는 자연선택의 방향에 영향을 미치지 않는다.
- ⑤ 자연선택 과정이 오랫동안 반복되면 진화가 일어난다.

02 다음은 갈라파고스 제도의 땅거북에 대한 자료이다.

- 그림 (가)와 (나)는 갈라파고스 제도에 서식하는 두 종의 땅거북을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

- (가)는 등딱지가 둥글고 높아서 풀밭의 포식자로부터 몸을 보호하는 데 유리하며, (나)는 등딱지가 뒤쪽은 낮고 앞쪽은 높아서 목을 길게 늘이는 데 유리하다.
- 갈라파고스 제도의 섬 X는 습하고 키가 작은 풀이 많고, 섬 Y는 건조하고 키가 큰 선인장밖에 없다. (가)와 (나)는 각각 X와 Y 중 서로 다른 한 곳에 서식한다.

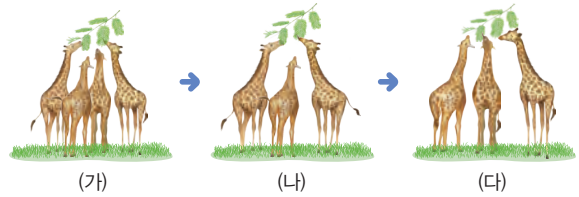
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)와 (나)의 생김새가 다른 것은 서식하는 섬의 환경과 관련이 있다.
- ㄴ. Y에서는 (가)가 (나)보다 생존에 유리하다.
- ㄷ. 갈라파고스 제도에 서로 다른 종의 땅거북이 서식하는 것은 자연선택이 일어난 결과이다.

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

중요 03 그림은 자연선택에 의한 기린의 진화 과정을 나타낸 것이다.



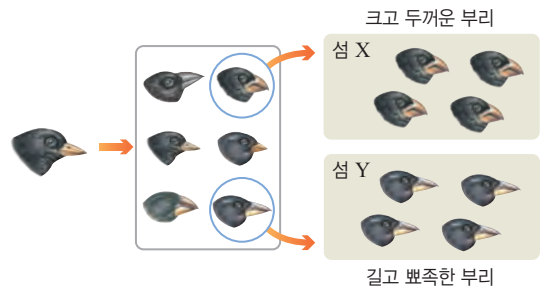
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 목 길이가 다양한 기린이 있었다.
- ㄴ. (나)에서 먹이에 대한 경쟁이 일어났다.
- ㄷ. (나) → (다)에서 목이 긴 형질을 나타내는 대립유전자 빈도가 증가하였다.

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

중요 04 그림은 갈라파고스 제도의 섬 X와 Y에서 일어난 핀치의 진화 과정을 나타낸 것이다. 섬 X와 Y 중 한 곳에는 선인장이 많고, 나머지 한 곳에는 크고 단단한 씨를 만드는 식물이 많다.



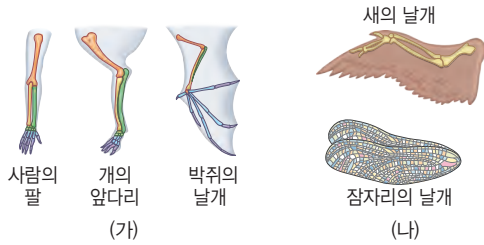
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. X에 많은 먹이는 크고 단단한 씨이다.
- ㄴ. 핀치 부리 모양의 변이는 각 섬의 환경에 적응하면서 나타났다.
- ㄷ. 주어진 환경에서 자주 사용하여 발달한 형질은 자손에게 유전된다.

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

05 그림 (가)는 사람의 팔, 개의 앞다리, 박쥐의 날개를, (나)는 새의 날개와 잠자리의 날개를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)를 통해 사람, 개, 박쥐는 공통조상으로부터 다양하게 진화하였음을 알 수 있다.
- ㄴ. (나)는 상동기관의 예이다.
- ㄷ. 새의 날개와 잠자리의 날개는 기능은 다르지만 기본 구조가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 여러 생물의 사이토크롬 c의 아미노산서열을 분석하여 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 뱀은 거북보다 닭과 유연관계가 더 가깝다.
- ㄴ. 사람은 위 생물 중 효모와 유연관계가 가장 멀다.
- ㄷ. 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산 수가 적을 수록 사람과 진화적으로 가까운 종이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 개체군 진화의 원리

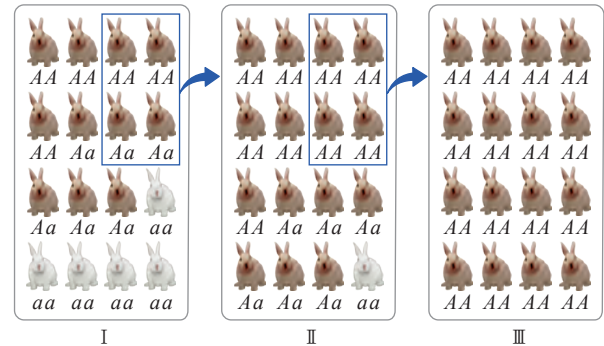
07 유전자풀과 개체군의 진화에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 같은 개체군에 속한 개체들은 유전자풀을 공유한다.
- ㄴ. 유전자풀은 한 개체군에 속한 모든 개체가 가지고 있는 대립유전자 전체이다.
- ㄷ. 개체군의 진화 과정에서는 개체군의 유전자풀을 구성하는 대립유전자의 빈도 변화가 일어난다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[08~09] 그림은 토끼 개체군 P에서 각 세대를 구성하는 토끼의 유전자형에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. I ~ Ⅲ은 각각 첫 번째 세대, 두 번째 세대, 세 번째 세대이다.



중요 08 표는 P에서 각 세대의 대립유전자빈도를 나타낸 것이다.

구분	I	II	III
대립유전자빈도	A	㉠	㉡
	a	㉢	㉣

㉠~㉣의 값을 구하시오.

서술형

09 P에서 진화가 일어났다고 할 수 있는지 판단하고, 그렇게 생각한 까닭을 서술하시오.

- 중요 10** 표는 동물 개체군 P에서 어떤 형질의 유전자형에 따른 개체 수를 나타낸 것이다.

유전자형	AA	Aa	aa
개체 수	490	420	90

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 대립유전자 A의 빈도는 0.7이다.
 ㄴ. 대립유전자 a의 개수는 180이다.
 ㄷ. 대립유전자 A의 빈도와 대립유전자 a의 빈도를 합한 값은 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 중요 11** 표는 각각 1000개체로 구성된 집단 (가)와 (나)에서 어떤 형질의 유전자형에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. (가)에서 대립유전자 A의 빈도는 0.6이다.

(가)	유전자형	AA	Aa	aa
	개체 수	③	④	160

(나)	유전자형	AA	Aa	aa
	개체 수	?	④	③

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.

보기

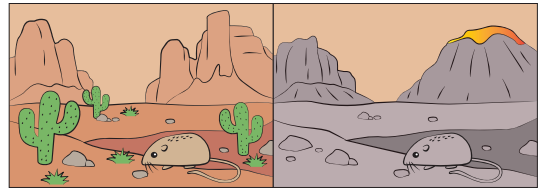
- ㄱ. ③은 360이다.
 ㄴ. (가)에서 대립유전자 a의 빈도는 (나)에서 대립유전자 A의 빈도보다 크다.
 ㄷ. (가)의 유전자풀은 (나)의 유전자풀과 같다.

C 유전자풀의 변화 요인

12 유전자풀이 변하는 경우가 아닌 것은?

- ① 어떤 형질이 자연선택되었다.
 ② 개체군 내에서 무작위적인 교배가 일어났다.
 ③ 어떤 유전자의 DNA에 돌연변이가 일어났다.
 ④ 홍수가 일어나 집단의 크기가 급격히 줄어들었다.
 ⑤ 기존 개체군에서 일부 개체가 떨어져 나와 새로운 개체군을 형성하였다.

13 다음은 바위주머니쥐에 대한 자료이다.



- 바위주머니쥐의 털색은 서식지에 따라 다르다. 모래와 바위 근처에 서식하는 개체의 털색은 밝고, 용암이 굳어 형성된 지역에 서식하는 개체의 털색은 어둡다.
- 용암이 굳어 형성된 지역에서 ㉠ 털색을 결정하는 DNA의 염기서열에 변화가 일어나 어두운 털색을 가진 개체가 나타났으며, ㉡ 이 지역의 색과 털색이 비슷한 개체는 그렇지 않은 개체보다 포식자에게 잡아먹힐 확률이 낮아 생존에 유리하여 더 많은 자손을 남겼다.

㉠과 ㉡ 각각에 작용한 유전자풀의 변화 요인은 무엇인지 쓰시오.

서술형

14 다음은 딱정벌레 개체군에서 일어난 변화이다.



어떤 딱정벌레 개체군에서는 원래 노란색 딱정벌레 개체 수와 갈색 딱정벌레 개체 수가 비슷하였는데, 딱정벌레를 잡아먹는 천적이 나타나 노란색 딱정벌레를 주로 잡아 먹었다. 이로 인해 ㉠ _____

- (1) ㉠에 들어갈 노란색 딱정벌레와 갈색 딱정벌레 개체 수 비율의 변화를 서술하시오.
- (2) 딱정벌레 개체군에 작용한 유전자풀의 변화 요인을 쓰고, 노란색과 갈색을 나타내는 대립유전자의 빈도 변화를 서술하시오.

15 그림은 어떤 지역에서 북방코끼리바다표범 개체군의 변화를 나타낸 것이다.



- ㉔ 기존 개체군에는 다양한 피부색의 개체가 있었다. ㉕ 인간의 남획으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었다. ㉖ 새로운 개체군에는 특정 피부색의 개체만 남았다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉕은 병목효과를 일으킨다.
 ㄴ. ㉔의 유전자풀은 ㉖의 유전자풀과 다르다.
 ㄷ. 피부색에 대한 변이는 ㉖에서가 ㉔에서보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17 표 (가)는 유전자풀의 변화 요인 A~C에서 특징 ㉑~㉓의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉑~㉓을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 돌연변이, 자연선택, 창시자효과를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징 요인	㉑	㉒	㉓
A	㉔	?	?
B	?	○	○
C	×	?	?

(○: 있음, ×: 없음)
(가)

특징(㉑~㉓)
• DNA에 변화가 생겨 나타난다.
• 일부 개체가 우연히 다른 지역으로 분리되어 나타난다.
• 기존에 없던 새로운 대립 유전자가 나타난다.

(나)

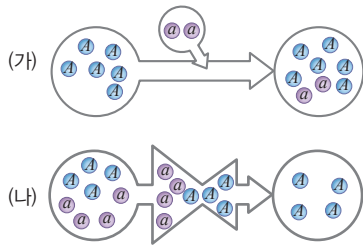
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 창시자효과이다.
 ㄴ. ㉔는 '○'이다.
 ㄷ. C는 환경 적응에 유리한 형질을 가진 개체가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남기는 것이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 **16** 그림 (가)와 (나)는 유전자풀이 변하는 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 유전자흐름과 유전적 부동을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 식물 개체군에서는 꽃가루가 이동하여 (가)가 일어난다고 한다.
 ㄴ. (나)는 유전적 부동에 해당한다.
 ㄷ. 달맞이꽃 개체군에서 기존에 없던 큰달맞이꽃이 출현한 현상은 (나)에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

18 그림은 산맥에 의해 분리된 사슴 개체군 A와 B 사이에서 일부 사슴 개체가 이동하는 모습을 나타낸 것이다. 이동 결과 B에서 대립유전자빈도가 변하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 유전적 부동의 한 현상이다.
 ㄴ. A와 B 사이의 유전적 차이가 줄어든다.
 ㄷ. 이러한 현상은 개체군 진화의 원인이 될 수 있다.

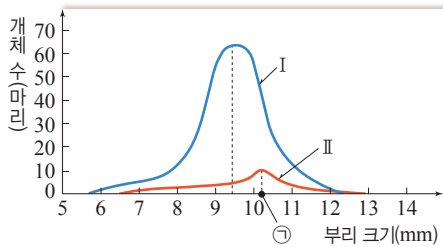
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



실력UP 문제

01 다음은 섬 A에 서식하는 핀치 개체군 P에 대한 자료이다.

- 가뭄 전에는 A에 작고 연한 씨앗이 풍부했지만, 가뭄이 심할 때 작고 연한 씨앗이 급격히 줄고, 크고 딱딱한 씨앗이 많아졌다. 부리가 큰 핀치가 부리가 작은 핀치보다 크고 딱딱한 씨앗을 먹기에 유리하다.
- 그림은 A에 가뭄이 일어나기 전과 일어난 후에 P의 부리 크기에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. I과 II는 가뭄 전과 후를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 가뭄이 일어난 후 개체군의 크기는 증가하였다.
- ㄴ. I과 II에서 P의 유전자풀은 서로 다르다.
- ㄷ. II일 때 부리가 큰 핀치가 자연선택되었다.
- ㄹ. 부리 크기가 ①인 개체 수는 II에서가 I에서보다 많다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

02 그림은 나비 개체군에서 각 세대를 구성하는 나비들의 날개 색과 유전자형에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. I ~ III은 각각 첫 번째 세대, 두 번째 세대, 세 번째 세대이다.

	검푸른 날개 (AA)	푸른 날개 (Aa)	흰 날개 (aa)
I	220마리	190마리	90마리
II	330마리	285마리	135마리
III	440마리	380마리	180마리

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이입과 이출은 없으며, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. I에서 대립유전자 A의 빈도는 0.63이다.
- ㄴ. 대립유전자 a의 빈도는 III에서가 II에서보다 높다.
- ㄷ. 나비 개체군은 세대를 거듭할수록 날개 색에 대한 유전적 특성이 변하는 진화가 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 표는 유전자풀의 변화 요인 (가)~(다)의 사례를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 돌연변이, 유전자흐름, 창시자효과를 순서 없이 나타낸 것이다.

요인	사례
(가)	흰 토끼 개체군에 같은 종의 검은 토끼 개체가 들어와 자손을 남겼다.
(나)	① 아메리카 인디언은 B형이나 AB형이 거의 없고, O형이 대부분이다. 이는 오래전 아시아에서 이주한 집단에 O형 대립유전자의 빈도가 높았기 때문이라고 추측된다.
(다)	헤모글로빈유전자에 이상이 생겨 심한 빈혈을 일으키는 낫모양적혈구가 만들어졌다. 낫모양적혈구에서는 말라리아를 일으키는 말라리아원충이 증식하기 어렵다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 창시자효과이다.
- ㄴ. ①은 O형을 나타내는 대립유전자가 자연선택된 결과이다.
- ㄷ. 말라리아가 자주 발생하는 지역에서는 낫모양적혈구를 만드는 대립유전자의 빈도가 다른 곳에서도 높게 나타날 것이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 및 해설

내신만점문제 · 실력UP문제
생물의 진화

내신 만점 문제

265쪽~268쪽

- 01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ① 06 ④ 07 ⑤
08 ㉠ 0.5, ㉡ 0.75, ㉢ 1, ㉣ 0.5, ㉤ 0.25 ㉥ 0 09 해설 참조
10 ③ 11 ㄱ 12 ② 13 ㉠ 돌연변이, ㉡ 자연선택
14 해설 참조 15 ③ 16 ③ 17 ⑤ 18 ④

01 **바로알기** ④ 어떤 환경에서는 생존에 유리한 형질이 다른 환경에서는 생존에 불리하게 작용하기도 하므로 환경 변화는 자연선택의 방향에 영향을 미칠 수 있다.

02 ㄱ. 환경에 적응한 생물이 그 섬에 서식하는 것이므로 (가)와 (나)의 생김새가 다른 것은 섬의 환경과 관련이 있다.
ㄷ. 두 종의 땅거북이 이와 같은 형태 차이를 보이는 것은 서식 환경의 차이에 따른 자연선택의 결과이다.

바로알기 ㄴ. Y에는 키가 큰 선인장밖에 없으므로 목을 길게 늘여 키가 큰 선인장을 먹을 수 있는 (나)가 (가)보다 생존에 유리하다.

03 (가) 과거에 살았던 개체들은 유전적인 차이에 의해 목 길이가 다양했다.

(나) 높은 곳에 있는 잎을 먹을 수 있는 목이 긴 기린이 생존경쟁에서 유리하여 더 많이 살아남아 자손을 남겼다.

(다) 목이 긴 형질이 자손에게 전달되는 자연선택이 오랫동안 일어난 결과 목이 긴 형질만 남게 되었다.

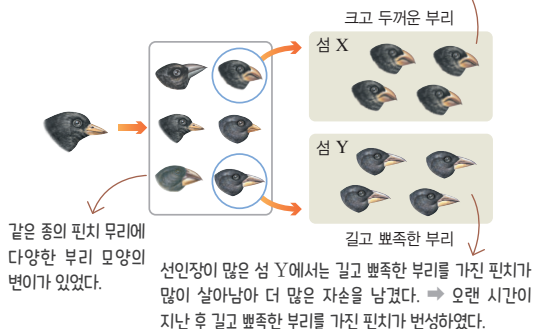
ㄱ. (가)에서 목 길이에 변이가 있는 기린이 있었다.

ㄴ. (나)에서 높은 곳의 잎을 먹기 위한 경쟁이 일어났다.

ㄷ. (다)에서 목이 긴 형질만 남게 되었으므로 (나) → (다)에서 목이 긴 형질을 나타내는 대립유전자의 빈도가 증가하였다.

04 품목 문제 분석

크고 단단한 씨를 만드는 식물이 많은 섬 X에서는 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼다. ⇒ 오랜 시간이 지난 후 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 번성하였다.

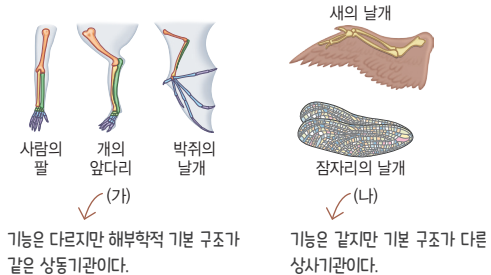


ㄱ. X에서 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼으므로, X에 많은 먹이는 크고 단단한 씨이다.

바로알기 ㄴ. 핀치 부리 모양의 변이는 각 섬으로 흩어지기 전부터 존재하였으며, 각 섬의 먹이 환경에 적응하기 유리한 부리 모양을 가진 핀치가 자연선택되었다.

ㄷ. 주어진 환경에서 자주 사용하여 발달한 형질은 후천적으로 획득한 형질이므로 자손에게 유전되지 않는다.

05 품목 문제 분석

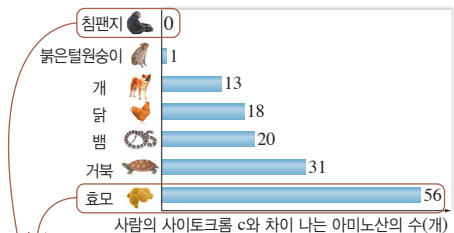


ㄱ. (가)에서 사람의 팔, 개의 앞다리, 박쥐의 날개는 상동기관으로, 기능은 다르지만 해부학적 기본 구조가 같다. 이는 이 생물들이 공통조상으로부터 다양하게 진화했다는 증거이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 상동기관의 예이고, (나)는 상사기관의 예이다.

ㄷ. 상사기관은 기능은 같지만 기본 구조가 다른 기관으로, 비슷한 환경에 적응하면서 비슷한 형질을 가지도록 진화했다는 증거이다.

06 품목 문제 분석



사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 적을수록 사람과 유연관계가 가까운 생물이다.

⇒ 7종의 생물 중 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 0개인 참편지가 사람과 유연관계가 가장 가깝고, 56개인 효모가 사람과 유연관계가 가장 멀다.

ㄴ. 효모는 7종의 생물 중 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 가장 많으므로 사람과 유연관계가 가장 멀다.

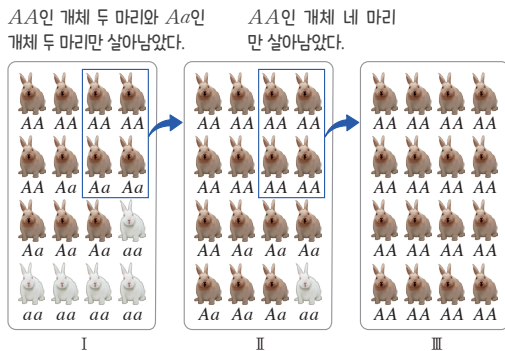
ㄷ. 사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수가 적을수록 사람과 유연관계가 가까운 생물이다.

바로알기 ㄱ. 위 자료를 통해 사람과의 유연관계가 가깝고 먼 정도는 알 수 있지만, 뱀을 기준으로 한 유연관계는 알 수 없다.

07 ㄱ. 같은 개체군에 속하는 개체들은 서로 잠재적인 교배 대상이므로 유전자풀을 공유한다.

- 나. 유전자풀은 한 개체군에 속한 모든 개체가 가지고 있는 대립 유전자 전체이며, 개체군의 유전적 특성을 결정한다.
- 다. 개체군의 진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화이다.

08~09 꼼꼼 문제 분석



① 토끼 개체군에서 대립유전자 수

구분	개체 수(마리)			대립유전자 수(개)		
	AA	Aa	aa	A	a	A+a
I	5	6	5	$16=(5 \times 2) + (6 \times 1)$	$16=(6 \times 1) + (5 \times 2)$	$32=16+16$
II	9	6	1	$24=(9 \times 2) + (6 \times 1)$	$8=(6 \times 1) + (1 \times 2)$	$32=24+8$
III	16	0	0	$32=16 \times 2$	0	$32=32+0$

② 토끼 개체군에서 대립유전자빈도

구분	A의 빈도	a의 빈도	A의 빈도+a의 빈도
I	$\frac{16}{32}=0.5$	$\frac{16}{32}=0.5$	$0.5+0.5=1$
II	$\frac{24}{32}=0.75$	$\frac{8}{32}=0.25$	$0.75+0.25=1$
III	$\frac{32}{32}=1$	$\frac{0}{32}=0$	$1+0=1$

08 대립유전자빈도는 어떤 형질에 대한 특정 대립유전자의 수를 전체 대립유전자의 수로 나누어 구한다. 따라서 ㉠ = $\frac{(5 \times 2) + 6}{32} = 0.5$, ㉡ = $\frac{(9 \times 2) + 6}{32} = 0.75$, ㉢ = 1, ㉣ = $\frac{6 + (5 \times 2)}{32} = 0.5$, ㉤ = $\frac{6 + (1 \times 2)}{32} = 0.25$, ㉥ = 0이다.

09 모범 답안 토끼 개체군 P에서 진화가 일어났다고 할 수 있다. 진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화, 즉 대립유전자빈도의 변화인데 세대를 거듭할수록 대립유전자 A의 빈도는 $0.5 \rightarrow 0.75 \rightarrow 1$ 로, 대립유전자 a의 빈도는 $0.5 \rightarrow 0.25 \rightarrow 0$ 으로 변했기 때문이다.

채점 기준	배점
토끼 개체군 P에서 진화가 일어났다고 쓰고, 대립유전자 A와 a의 빈도 변화를 들어 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
토끼 개체군 P에서 진화가 일어났다고만 쓴 경우	40 %

10 꼼꼼 문제 분석

유전자형	AA	Aa	aa
개체 수	490	420	90

• 동물 개체군 P에서 대립유전자 수와 대립유전자빈도

구분	대립유전자 A	대립유전자 a
수(개)	$1400=(490 \times 2)+420$	$600=420+(90 \times 2)$
빈도	$\frac{1400}{2000}=0.7$	$\frac{600}{2000}=0.3$

ㄱ. 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{(490 \times 2) + 420}{2000} = 0.7$ 이다.

ㄴ. 대립유전자 A의 빈도(0.7)+대립유전자 a의 빈도(0.3)=1이다. 어떤 형질에 대한 대립유전자빈도의 합은 1이다.

바로알기 ㄷ. 대립유전자 a의 수는 $420 + (90 \times 2) = 600$ 이다.

11 꼼꼼 문제 분석

(가)	유전자형	AA	Aa	aa
	개체 수	㉠ 360	㉡ 480	160

(나)	유전자형	AA	Aa	aa
	개체 수	? 160	㉢ 480	㉣ 360

① (가)에서 대립유전자 수와 대립유전자빈도

구분	대립유전자 A	대립유전자 a
수(개)	$(\text{㉠} \times 2) + \text{㉡}$	$\text{㉡} + (160 \times 2)$
빈도	$\frac{(\text{㉠} \times 2) + \text{㉡}}{2000} = 0.6$	$\frac{\text{㉡} + (160 \times 2)}{2000} = 0.4$

② ㉠과 ㉡ 구하기

• (가)는 1000개체로 구성된 집단이므로 $\text{㉠} + \text{㉡} + 160 = 1000$ 이다.

• (가)에서 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{(\text{㉠} \times 2) + \text{㉡}}{2000} = 0.6$ 이다.

⇒ ㉠은 360이고, ㉡는 480이다.

③ (나)에서 대립유전자 수와 대립유전자빈도

구분	대립유전자 A	대립유전자 a
수(개)	$800=(160 \times 2)+480$	$1200=480+(360 \times 2)$
빈도	$\frac{800}{2000}=0.4$	$\frac{1200}{2000}=0.6$

ㄱ. (가)는 1000개체로 구성된 집단이므로 $\textcircled{a} + \textcircled{b} + 160 = 1000$ 이고, (가)에서 대립유전자 A의 빈도 = $\frac{(\textcircled{a} \times 2) + \textcircled{b}}{2000} = 0.6$ 이므로 $\textcircled{a}$ 는 360이고, $\textcircled{b}$ 는 480이다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 대립유전자 a의 빈도는 0.4이고, (나)에서 대립유전자 A의 빈도는 0.4로, 서로 같다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 어떤 형질에 대한 대립유전자의 종류는 같지만 각각의 빈도는 다르므로, (가)의 유전자풀은 (나)의 유전자풀과 서로 다르다.

12 유전자풀이 변하는 요인에는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 등이 있다.

바로알기 ② 개체군 내에서 무작위적인 교배가 일어나는 것은 단일 개체군 내에서 일어나는 일로, 유전자풀이 변하지 않는다.

13 ㉠은 DNA의 염기서열에 변화가 일어나 새로운 대립유전자로 인해 새로운 형질이 나타나는 현상이므로 돌연변이이다. ㉡은 다양한 변이가 있는 개체군에서 환경에 적응하기에 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 생존율이 높아 더 많은 자손을 남기는 현상이므로 자연선택이다.

14 **모범 답안** (1) 노란색 딱정벌레 개체 수의 비율은 감소하고, 갈색 딱정벌레 개체 수의 비율은 증가했다.

(2) 자연선택, 갈색을 나타내는 대립유전자의 빈도는 높아지고, 노란색을 나타내는 대립유전자의 빈도는 낮아질 것이다.

채점 기준	배점
(1) 딱정벌레 개체 수의 비율 변화를 옳게 서술한 경우	40 %
(2) 자연선택이라고 쓰고, 대립유전자의 빈도 변화를 옳게 서술한 경우	60 %
자연선택이라고만 쓴 경우	20 %

15 ㄱ. 유전자풀의 변화 요인 중 유전적 부동의 한 현상인 병목효과는 가뭄, 홍수, 산불, 질병, 지진, 남획 등으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었을 때, 살아남은 개체군의 대립유전자빈도가 이전 개체군과 크게 달라지는 현상이다. ㉠처럼 남획으로 개체군의 크기가 급격히 줄어들었을 때 병목효과가 일어난다.

ㄴ. 남획으로 인해 개체군의 크기와 대립유전자빈도가 달라졌으므로 $\textcircled{a}$ 의 유전자풀은 $\textcircled{b}$ 의 유전자풀과 다르다.

바로알기 ㄷ. $\textcircled{a}$ (기존 개체군)에는 회색, 진한 회색, 갈색, 흰색 등 다양한 피부색을 가진 개체들이 있었으나, $\textcircled{b}$ (새로운 개체군)에는 그보다 적은 종류의 피부색을 가진 개체만 있으므로 피부색에 대한 변이는 $\textcircled{a}$ 에서가 $\textcircled{b}$ 에서보다 많다.

16 ㄱ. 동물 개체군에서는 특정 대립유전자를 가진 개체가 다른 개체군으로 직접 이주하여 유전자흐름(가)이 일어나기도 하고,

식물 개체군에서는 꽃가루가 이동하여 유전자흐름(가)이 일어나기도 한다.

ㄴ. (나)는 우연한 사건으로 개체군에서 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상인 유전적 부동이다.

바로알기 ㄷ. DNA의 염기서열에 변화가 생겨 개체군 내에 없던 새로운 대립유전자를 만들어 기존에 개체군에 없던 형질이 나타나게 하는 것은 돌연변이이다. 생식세포에 일어난 돌연변이는 자손에게 유전되어 개체군 유전자풀의 대립유전자 종류와 빈도에 변화를 일으킨다.

17 품목 문제 분석

돌연변이 ⇒ ○ 또는 ⊖			
요인 \ 특징	㉠	㉡	㉢
창시자효과 A	⊖○	?×	?×
돌연변이 B	?×	○	○
자연선택 C	×	?×	?×

(○: 있음, ×: 없음)

(가) 돌연변이 ⇒ ○ 또는 ⊖ (나) 창시자효과 ⇒ ⊖

두 가지 특징을 가진 B가 돌연변이이고, 돌연변이가 갖지 않은 나머지 특징 한 가지를 가진 A가 창시자효과이다.

ㄱ. A는 창시자효과, B는 돌연변이, C는 자연선택이다.

ㄴ. 창시자효과(A)는 돌연변이(B)에 없는 특징 한 가지를 가지므로 $\textcircled{a}$ 는 '○'이다.

ㄷ. 자연선택(C)은 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 많이 살아남아 더 많은 자손을 남기는 현상이다.

18 ㄴ. 산맥에 의해 분리되어 있다가 일부 사슴 개체가 이동하여 유전자흐름이 일어나면 사슴 개체군 A와 B 사이의 유전적 차이가 줄어든다.

ㄷ. 유전자흐름은 개체군의 유전자풀을 변하게 하여 개체군 진화의 원인이 된다.

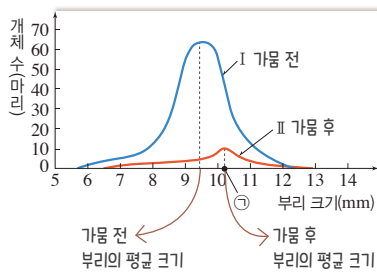
바로알기 ㄱ. 유전적 부동은 우연한 사건으로 개체군에서 특정 대립유전자의 빈도가 급격히 증가하거나 감소하는 현상으로, 병목효과와 창시자효과가 있다. 개체군 사이에 개체의 이주가 일어나 대립유전자빈도가 변하는 것은 유전자흐름이다.

실력 UP 문제

269쪽

01 ③ 02 ① 03 ②

01 품종 문제 분석



그래프의 면적이 개체군의 크기(개체 수)에 해당하므로 가뭄 후에 개체군의 크기는 줄어들었으며, 부리의 평균 크기는 커졌다.

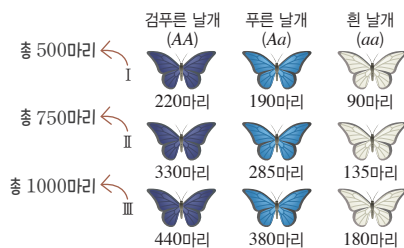
ㄴ. 핀치 개체군 P에서 I과 II일 때 부리 크기에 따른 개체 수가 다르므로 대립유전자빈도가 다르다. 따라서 I과 II에서 P의 유전자 풀은 서로 다르다.

ㄷ. 가뭄 전에는 작고 연한 씨앗이 많았으므로 이 먹이를 먹고 사는 부리가 작은 핀치가 많았지만, 가뭄 후에는 크고 딱딱한 씨앗이 많아졌으므로 이 먹이를 먹기에 유리한 부리가 큰 핀치가 더 많이 살아남았다. 부리의 평균 크기는 II에서가 I에서보다 크므로 I은 가뭄 전이고, II는 가뭄 후이며, 이는 가뭄 후(II) 부리가 큰 핀치가 자연선택된 결과이다.

ㄹ. 가뭄이 일어난 후에는 개체 수가 줄어들어 개체군의 크기가 감소하였다.

ㄷ. 부리 크기가 ①인 개체 수는 가뭄 전(I)에서가 가뭄 후(II)에서보다 많다.

02 품종 문제 분석



• 나비 개체군에서 대립유전자빈도

구분	A의 빈도	a의 빈도
I	$\frac{630}{1000} = 0.63$	$\frac{370}{1000} = 0.37$
II	$\frac{945}{1500} = 0.63$	$\frac{555}{1500} = 0.37$
III	$\frac{1260}{2000} = 0.63$	$\frac{740}{2000} = 0.37$

ㄱ. I에서 전체 대립유전자의 수는 1000이고, 대립유전자 A의

수는 $(220 \times 2) + 190 = 630$, 대립유전자 a의 수는 $190 + (90 \times 2) = 370$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{630}{1000} =$

0.63이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{370}{1000} = 0.37$ 이다.

ㄴ. II에서 전체 대립유전자의 수는 1500이고, 대립유전자 A의 수는 $(330 \times 2) + 285 = 945$, 대립유전자 a의 수는 $285 + (135 \times 2) = 555$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도는

$\frac{945}{1500} = 0.63$ 이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{555}{1500} = 0.37$ 이다.

III에서 전체 대립유전자의 수는 2000이고, 대립유전자 A의 수는 $(440 \times 2) + 380 = 1260$, 대립유전자 a의 수는 $380 + (180 \times 2) = 740$ 이다. 따라서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{1260}{2000} =$

0.63이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{740}{2000} = 0.37$ 이다.

대립유전자 a의 빈도는 I ~ III에서 모두 0.37로 같다.

ㄷ. I → II → III에서 대립유전자 A의 빈도는 0.63, 대립유전자 a의 빈도는 0.37로 일정하게 유지되므로 나비 개체군의 날개 색에 대한 유전적 특성은 변하지 않았다. 따라서 진화가 일어났다고 볼 수 없다.

03 품종 문제 분석

요인	사례
(가) 유전자흐름	흰 토끼 개체군에 같은 종의 검은 토끼 개체가 들어와 자손을 낳았다.
(나) 창시자효과	①아메리카 인디언은 B형이나 AB형이 거의 없고, O형이 대부분이다. 이는 오래전 아시아에서 이주한 집단에 O형 대립유전자의 빈도가 높았기 때문이라고 추측된다.
(다) 돌연변이	헤모글로빈유전자에 이상이 생겨 심한 빈혈을 일으키는 낫모양적혈구가 만들어졌다. 낫모양적혈구에서는 말라리아를 일으키는 말라리아원충이 증식하기 어렵다.

DNA의 염기서열에 변화가 일어나 낫모양적혈구를 만드는 새로운 대립유전자가 나타났다.

ㄷ. 낫모양적혈구는 심한 빈혈을 일으켜 일반적으로 생존에 불리하지만, 말라리아 저항성이 있어 말라리아가 많이 발생하는 지역에서는 낫모양적혈구를 나타내는 대립유전자의 빈도가 높게 나타난다. 이는 자연선택의 사례에 해당한다.

ㄴ. (가)는 개체군 사이에 개체의 이주가 일어날 때 대립유전자가 개체군 안으로 유입되거나 유출되는 현상인 유전자흐름이다.

ㄴ. (나)는 창시자효과로, ①은 O형을 나타내는 대립유전자가 생존에 유리하여 자연선택된 결과가 아니라 기존 개체군에서 일부 개체가 이주하여 새로운 개체군을 형성한 결과이다.