

메가스터디 N제 · 생명과학

개념 · 문제 · 해설

III 생명의 연속성과 다양성

생물의 진화와 다양성

12

생물 진화의 원리

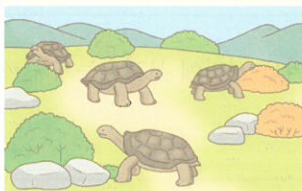
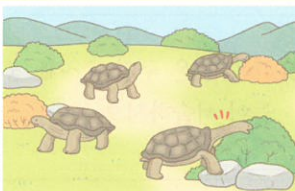
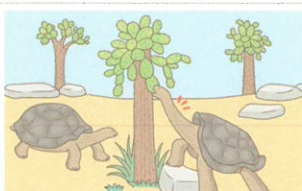
MEGASTUDY N

12 생물 진화의 원리

생물 진화의 원리

1 자연선택

- (1) **변이**: 같은 종 내 개체 사이에 나타나는 형태, 습성, 기능 면에서의 차이 — **대립유전자 조합이 달라 나타나는 변이는 자손에게 전달됨**
- (2) **자연선택**: 다양한 변이가 있는 개체군 내에서 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달하는 현상 → 오랜 시간에 걸쳐 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질이 자손에게 축적되면서 **진화의 원동력**이 됨
- ★(3) **다윈의 자연선택설**: 과잉 생산 → 변이 → 생존경쟁 → 자연선택에 의한 진화 예 갈라파고스군도 망거북의 진화 **자료 1**

	
살아남을 수 있는 것보다 더 많은 개체가 태어남	태어난 개체들은 목의 길이 등 다양한 특성(변이)을 가짐
과잉 생산	변이
	
키가 큰 선인장이 자라는 환경에서 목이 긴 거북이 생존에 유리	생존에 유리한 목이 긴 형질이 자손에게 전달되며, 세대를 거듭해 집단 전체가 진화
생존경쟁	자연선택에 의한 진화

(4) 진화의 연구 사례 **자료 2**

구분	연구	사례
화석	화석 기록 → 형태 변화 · 계통 추론	말의 진화 화석
생물지리학	지리적 분포 → 고립 · 이동에 따른 종 분화 추론	월리스선, 갈라파고스군도 핀치
비교해부학	상동 · 상사 · 흔적기관 비교 → 공통조상 및 진화 추론	사람 팔 · 고래 지느러미(상동), 곤충 날개 · 새 날개(상사)
발생학	배아 발생 비교 → 공통조상 추론	척추동물 배아의 아가미틈
분자생물학	DNA · 단백질 서열 비교 → 유연관계 추론	네안데르탈인 DNA와 현생 인류 DNA 비교
직접 관찰	자연 조건 · 실험실에서 진화 관찰	갈라파고스군도 핀치 부리, 렌스키 대장균 실험

2 개체군 진화의 원리

- (1) **개체군 진화**: 생물의 진화는 개체군 수준에서 파악할 수 있으므로, 개체군 내에서 특정 대립유전자가 차지하는 비율의 변화 여부와 그 양상을 관찰하여 생물 진화의 원리를 규명
- ★(2) **유전자풀과 대립유전자빈도**

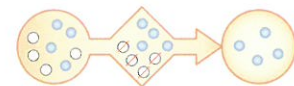


★(3) 유전자풀의 변화 요인 **자료 3**, **자료 4**

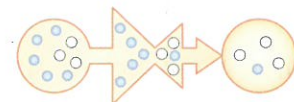
- ① **돌연변이**: DNA의 염기서열에 변화가 일어나 개체군 내에 없던 새로운 대립유전자가 나타나는 현상



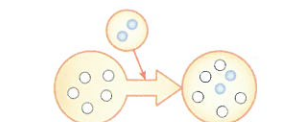
- ② **자연선택**: 환경에 더 유리한 형질을 가진 개체가 살아남아 자손을 남기면서, 그 형질을 가진 대립유전자의 빈도가 세대를 거듭하며 증가하는 현상



- ③ **유전적 부동**: 개체군의 크기가 작을 때 우연한 사건으로 발생
- **병목효과**: 가뭄, 홍수, 산불, 질병, 지진, 남획 등 우연한 사건으로 개체군의 크기가 급격히 감소하여 대립유전자빈도가 변하는 현상
 - **창시자효과**: 일부 개체가 우연히 새로운 지역으로 옮겨가 형성한 새 집단에서 대립유전자빈도가 원래 집단과 달라지는 현상



- ④ **유전자흐름**: 개체군 사이에서 개체의 이주를 통해 유전자가 섞이면서, 각 집단의 대립유전자 구성과 빈도가 기존과 달라지는 현상



다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 변이와 자연선택설

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 기린의 목 길이가 길어진 과정을 다윈의 자연선택설에 따라 나타낸 것이다. (가)~(다)는 생존경쟁, 자연선택과 진화, 과잉 생산과 변이를 순서 없이 나타낸 것이다.



과거에 살았던 개체들은 높은 곳의 잎을 먹을 수 있는 목이 긴 개체가 더 많이 살아남아 오랫동안 일어난 결과 목이 긴 형질만 남게 되었다.

(가)

(나)

(다)

450 ①은 변이다.

○/×

451 (나)에서 개체들은 한정된 자원을 두고 경쟁을 벌인다.

○/×

452 자연선택은 환경에 불리한 형질을 가진 개체들이 더 많이 살아남는 현상이다.

○/×

자료 2 진화의 연구 사례

미래엔, 비상, 천재

표는 진화를 연구한 사례를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 화석 연구, 발생학적 연구, 비교해부학적 연구, 생물지리학적 연구를 순서 없이 나타낸 것이다.

연구	사례
(가)	월리스선
(나)	말의 진화 화석
(다)	새의 날개와 잠자리의 날개
(라)	척추동물 배아의 아가미틈

453 (가)는 생물지리학적 연구에 해당한다.

○/×

454 (나)는 생물의 진화 과정을 직접 관찰한 사례에 해당한다.

○/×

455 (다)에서 새의 날개와 잠자리의 날개는 상사기관의 예이다.

○/×

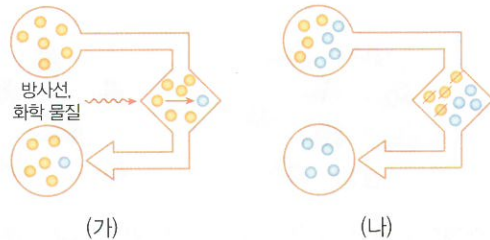
456 (라)는 비교해부학적 연구에 해당한다.

○/×

자료 3 돌연변이와 자연선택

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 유전자풀의 두 가지 변화 요인을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 돌연변이와 자연선택 중 하나이다.



(가)

(나)

457 (나)는 돌연변이이다.

○/×

458 DNA 염기서열의 변화로 새로운 대립유전자가 생기는 현상은 돌연변이이다.

○/×

459 모든 돌연변이는 생물의 생존에 불리하게 작용한다.

○/×

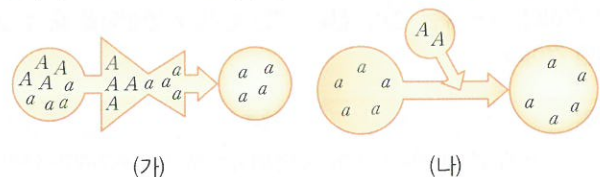
460 자연선택은 대립유전자빈도의 변화를 일으킨다.

○/×

자료 4 유전적 부동과 유전자흐름

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가)는 유전적 부동, (나)는 유전자흐름을 나타낸 것이다.



(가)

(나)

461 개체군이 급격히 감소할 때 발생하는 병목효과는 유전적 부동의 한 예이다.

○/×

462 유전적 부동은 개체군의 크기가 클수록 그 영향력이 커진다.

○/×

463 유전자흐름이 일어나려면 두 집단이 지리적으로 완벽하게 격리되어 있어야 한다.

○/×

464 홍수나 산불과 같은 우연한 사건으로 인해 대립유전자빈도가 변하는 현상은 유전적 부동이다.

○/×

465 유전자흐름은 집단 간의 유전적 차이를 감소시키는 경향이 있다.

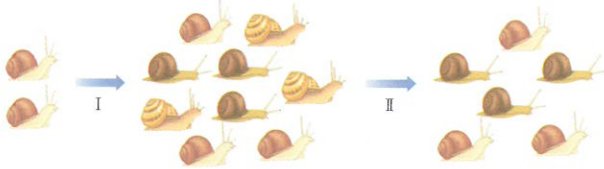
○/×

1 자연선택

학교빈출

466

그림은 변이와 자연선택에 의한 진화 과정을 나타낸 것이다. I 과 II 는 각각 자연선택, 과잉 생산과 변이 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. II는 자연선택이다.
 ㄴ. 모든 변이는 자손에게 전달되지 않는다.
 ㄷ. 다윈은 변이의 원인을 돌연변이로 설명한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

467

표는 다윈의 자연선택설에 의한 땅거북의 진화 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. I~IV는 변이, 진화, 과잉 생산, 자연선택을 순서 없이 나타낸 것이다.

과정	내용
I	키가 큰 선인장이 자라는 환경에서는 목이 긴 땅거북이 생존에 유리하였다.
II	갈라파고스군도에 서식하는 땅거북은 많은 자손을 낳았다.
III	땅거북은 목이 짧은 것과 목이 조금 더 긴 것도 있었다.
IV	오랜 세월 동안 반복되어 오늘날과 같이 목이 긴 종이 번성하게 되었다.

변이와 자연선택에 의한 진화 과정을 순서대로 나열한 것은?

- ① II → I → III → IV
 ② II → III → I → IV
 ③ II → III → IV → I
 ④ III → II → I → IV
 ⑤ III → II → IV → I

468

다음은 생물 진화의 연구 사례이다.

- (가) 척추동물의 발생 초기에는 아가미틈이 나타난다.
 (나) 공룡과 조류를 이어줄 수 있는 깃털 달린 육식 공룡 화석이 발견된다.
 (다) 갈라파고스군도에는 섬마다 부리 모양이 조금씩 다른 여러 종의 핀치가 살고 있다.

(가)~(다)에 해당하는 진화의 연구를 옳게 짝 지은 것은?

(가)

(나)

(다)

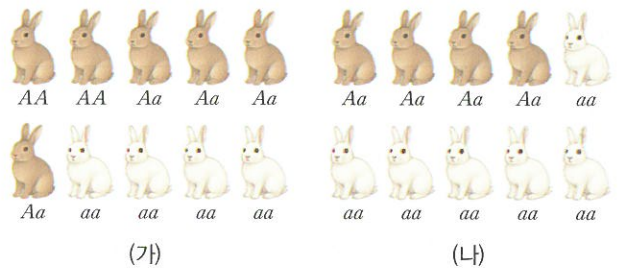
- | | | |
|-------------|---------|-----------|
| ① 발생학적 연구 | 화석 연구 | 생물지리학적 연구 |
| ② 발생학적 연구 | 화석 연구 | 분자생물학적 연구 |
| ③ 비교해부학적 연구 | 화석 연구 | 생물지리학적 연구 |
| ④ 비교해부학적 연구 | 발생학적 연구 | 분자생물학적 연구 |
| ⑤ 비교해부학적 연구 | 발생학적 연구 | 생물지리학적 연구 |

2 개체군 진화의 원리

학교빈출

469

그림은 특정 시기의 어떤 토끼 개체군에서 털색을 결정하는 대립유전자 A와 a에 대한 개체의 유전자형을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 1세대와 10세대이다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

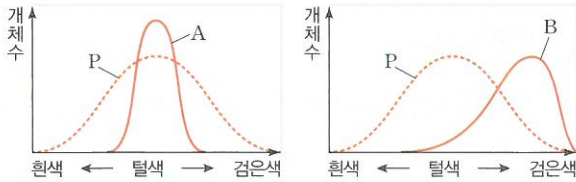
- ㄱ. 같은 개체군에 속하는 개체들은 서로 유전자풀을 공유한다.
 ㄴ. 대립유전자 A의 빈도는 (가)에서가 (나)에서보다 2배 높다.
 ㄷ. 부모 세대에서 자손 세대로 시간이 지나는 동안 돌연변이가 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

✓최다 오답

470

그림은 동물 집단 P가 서로 다른 환경에서 자연선택을 통해 집단 A와 B로 되었을 때 털색 표현형에 따른 개체수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

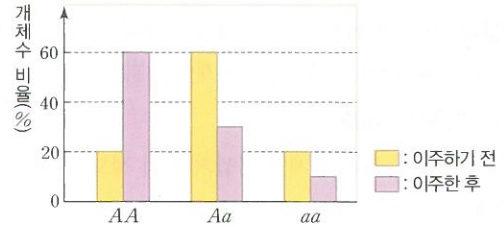
- ㄱ. 털색 표현형의 변이는 P에서 A에서보다 많다.
 ㄴ. B의 유전자풀은 P의 유전자풀과 동일하다.
 ㄷ. 자연선택은 개체 간의 변이 원인 중 하나이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

✓최다 오답

472

그림은 대륙 I에 서식하던 동물 중 일부가 동일 종의 동물들이 서식하는 섬 II로 이주한 전후 II 지역 개체군에서의 유전자형별 개체수 비율을 나타낸 것이다. 이주 전 I에서의 대립유전자 A의 빈도는 0.5이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 유전자풀의 변화 요인은 유전자흐름이다.
 ㄴ. 이주 후 I에서 대립유전자 A의 빈도는 증가한다.
 ㄷ. 이주 전 II에서 대립유전자 A의 빈도는 0.5이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

471 서술형

그림은 유전자풀의 변화 요인 중 하나인 유전적 부동의 두 원인 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



(1) (가), (나)에 해당하는 원인을 각각 쓰시오.

(2) 유전자풀의 변화 요인 중 자연선택과 유전적 부동의 차이점을 서술하시오.

473

표 (가)는 유전자풀의 변화 요인 I~III의 특징을, (나)는 I~III 중 한 요인에 의한 유전자풀의 변화 사례를 나타낸 것이다. I~III은 돌연변이, 유전자흐름, 자연선택을 순서 없이 나타낸 것이다.

요인	특징
I	DNA에 변이를 일으켜 개체군 내에 없던 새로운 대립유전자를 만든다.
(가) II	개체군 내에서 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자빈도가 증가한다.
III	㉠

(나) 말라리아가 빈번하게 발생하는 지역에서는 말라리아가 발생하지 않는 지역에 비해 낫모양적혈구빈혈증 유전자의 빈도가 높다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. I은 돌연변이이다.
 ㄴ. (나)는 II에 의한 유전자풀의 변화 사례이다.
 ㄷ. '원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성할 때 나타난다.'는 ㉠에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 및 해설

생물 진화의 원리



[2] 생물의 진화와 다양성

12 생물 진화의 원리

STEP 1

O/X 문제로 4종 교과서 핵심 자료 보기

093쪽

450 ○	451 ○	452 X	453 ○	454 X	455 ○
456 X	457 X	458 ○	459 X	460 ○	461 ○
462 X	463 X	464 ○	465 ○		

452 **오답내기** 자연선택은 다양한 변이가 있는 개체군 내에서 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달하는 것이다.

454 **오답내기** 화석 기록은 생물의 진화 과정을 추론한 것으로 직접 관찰한 사례에 해당하지 않는다.

456 **오답내기** (가)는 생물지리학적 연구, (나)는 화석 연구, (다)는 비교해부학적 연구, (라)는 발생학적 연구이다.

457 **오답내기** (가)는 돌연변이, (나)는 자연선택이다.

459 **오답내기** DNA의 염기서열에 변화가 일어나 개체군 내에 없던 새로운 대립유전자가 나타나는 현상인 돌연변이는 환경에 따라 생존에 유리할 수도 있고 불리할 수도 있다.

462 **오답내기** 유전적 부동은 개체군의 크기가 작을수록 그 영향력이 커진다.

463 **오답내기** 두 집단이 지리적으로 완벽하게 격리되어 있으면 유전자 흐름이 일어날 수 없다.

STEP 2

학교 기출 문제로 내신 대비하기

094~095쪽

466 ①	467 ②	468 ①	469 ④	470 ①
471 해설 참조	472 ④	473 ③		

466 변이와 자연선택

답 ①

알짜풀이

I 은 과잉 생산과 변이, II 는 자연선택이다.

ㄱ. 특정 자연 환경에서 특정 색의 달팽이가 더 잘 생존하고 번식하여, 그 형질에 해당하는 대립유전자빈도가 다음 세대에서 증가하는 과정을 나타낸 II 는 자연선택이다.

오답내기

ㄴ. 대립유전자 조합의 차이로 나타나는 변이는 자손에게 전달될 수 있다. 반면 체세포에서 일어난 변화와 환경에 의한 일시적 변화는 일반적으로 유전되지 않는다.

ㄷ. 다윈은 변이의 원인을 규정하지 않았으며, ‘돌연변이’라는 용어와 개념은 현대 종합설 이후 정립되었다.

467 변이와 자연선택에 의한 진화

답 ②

알짜풀이

I 은 자연선택, II 는 과잉 생산, III 는 변이, IV 는 진화이다.

변이와 자연선택에 의한 진화는 과잉 생산(II)으로 생존경쟁이 심해지고, 집단에 유전되는 변이(III)가 존재할 때 환경에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많이 생존(I)하여, 그 결과 대립유전자빈도가 바뀌면서 여러 세대에 걸쳐 진화(IV)가 일어난다.

468 진화의 연구 사례

답 ①

알짜풀이

(가) 발생 초기에 나타나는 아가미틈은 발생 과정의 유사성으로 보는 발생학적 연구이다.

(나) 깃털 달린 육식 공룡 화석은 계통 연결을 보여주는 화석 연구이다.

(다) 섬마다 부리 모양이 다른 갈라파고스 핀치는 지역에 따른 분포 차이인 생물지리학적 연구이다.

469 유전자풀과 대립유전자빈도

답 ④

알짜풀이

ㄱ. 같은 개체군에 속하는 개체들은 잠재적 교배 상대이므로 서로 유전자풀(한 집단의 모든 대립유전자)을 공유한다.

ㄴ. (가)와 (나) 모두 개체수가 10마리이므로 전체 대립유전자 수는 20이다.

(가)에서 A가 8개 → A의 빈도는 $\frac{8}{20} = 0.4$

(나)에서 A가 4개 → A의 빈도는 $\frac{4}{20} = 0.2$

따라서 A의 빈도는 (가)에서가 (나)에서보다 2배 높다.

오답내기

ㄷ. 세대가 지나며 대립유전자빈도만 변했을 뿐, 새로운 대립유전자 출현은 없으므로 돌연변이는 일어나지 않았다.

470 자연선택

답 ①

알짜풀이

ㄱ. 털색 표현형의 분포 폭이 넓을수록 다양한 털색 변이가 존재하므로 털색 표현형의 변이는 P에서가 A에서보다 많다.

오답내기

ㄴ. B에서 검은색 털색 쪽이 증가했으므로, 대립유전자빈도가 바뀌어 유전자풀이 달라진다.

ㄷ. 자연선택은 개체 간 변이가 존재할 때 작용하는 현상이다. 개체 간 변이는 돌연변이, 감수분열 과정에서의 무작위적 분리, 무작위 수정, 다양한 환경 차이 등에 의해 발생한다.

471 **서술형** 유전적 부동과 자연선택

(1) **답** (가) 창시자효과, (나) 병목효과

(2) **모범답안** 자연선택은 환경에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많이 생존·번식하여 세대를 거듭하면서 대립유전자빈도가 변화하는 현상으로, 집단의 크기와 직접적인 상관은 없다. 유전적 부동은 환경과 무관

하게 우연한 사건으로 대립유전자빈도가 무작위적으로 변하는 현상으로, 특히 집단의 크기가 작을수록 그 영향이 크게 나타난다.

재점 기준	배점
자연선택과 유전적 부동의 차이를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
자연선택과 유전적 부동 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

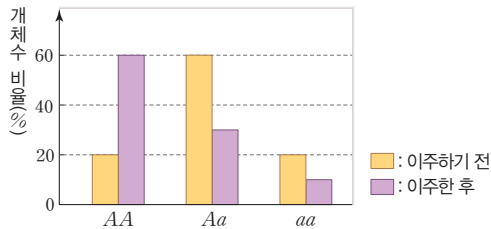
해설

자연선택은 집단 크기와 무관하게 작용하지만 유전적 부동은 집단 크기가 작을수록 큰 영향을 미친다는 차이점도 있지만, 자연선택과 유전적 부동 모두 변이를 만들어내는 원인이 아니며, 이미 존재하는 변이에 작용하여 개체군의 대립유전자빈도를 변화시킨다는 공통점이 있다.

472 유전자흐름

답 ④

자료 분석



• II로 이주하기 전 → A의 빈도: $\frac{0.2 \times 2 + 0.6}{2} = 0.5$

a의 빈도: $\frac{0.6 + 0.2 \times 2}{2} = 0.5$

• II로 이주한 후 → A의 빈도: $\frac{0.6 \times 2 + 0.3}{2} = 0.75$

a의 빈도: $\frac{0.3 + 0.1 \times 2}{2} = 0.25$

→ II로 이주한 후 A의 빈도는 증가하였고, a의 빈도는 감소하였다.

알짜풀이

ㄱ. 대륙 I에서 섬 II로 일부 개체가 이동해 II에서의 유전자형 비율이 바뀌었으므로, 유전자풀 변화를 일으킨 요인은 유전자흐름이다.

ㄴ. 이주하기 전 II에서의 유전자형별 개체수 비율은 AA 0.2, Aa 0.6, aa 0.2이므로, A의 빈도 = $\frac{2 \times 0.2 + 0.6}{2} = 0.5$ 이다.

오답نب기

ㄷ. II에서 A의 빈도는 이주하기 전 0.5이고, 이주한 후 0.75(= $\frac{0.6 \times 2 + 0.3}{2}$)로 증가하였다. 이를 통해 I에서 이주해 온 개체군에서 A의 비율이 a보다 높았음을 알 수 있다. 따라서 I의 전체 집단에서는 A의 빈도가 감소하거나, 만일 I이 매우 큰 집단이었다면 A의 빈도 변화는 거의 없었을 것이다.

473 유전자풀의 변화 요인

답 ③

알짜풀이

ㄱ. I은 돌연변이, II는 자연선택, III은 유전자흐름이다.

ㄴ. 말라리아가 있는 지역에서 낫모양적혈구빈혈증 유전자의 빈도가 높은 것은 말라리아 환경에서 낫모양적혈구 대립유전자가 선택되어 늘어난 것으로 자연선택(II)에 의한 유전자풀의 변화 사례이다.

오답نب기

ㄷ. '원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성할 때 나타난다.'는 유전적 부동의 창시자효과에 대한 특징이다. '개체군 사이에서 개체의 이주를 통해 유전자가 섞이면서, 각 집단의 대립유전자 구성과 빈도가 달라진다.'가 ㉠에 해당한다.

13 생물의 계통과 분류

STEP 1

○/× 문제로 4종 교과서 핵심 자료 보기

098쪽

474 X	475 ○	476 X	477 ○	478 X	479 X
480 ○	481 ○	482 ○	483 X	484 X	485 ○
486 X	487 X	488 X	489 ○	490 ○	491 X

474 오답نب기 계통수의 가지가 나뉘는 분기점에서 두 진화적 계통이 나누어지며, 최근의 공통조상을 공유할수록 생물종 간의 유연관계가 가깝다. 따라서 도마뱀은 개보다 까치와 유연관계가 더 가깝다.

476 오답نب기 계통수는 생물들 간의 유연관계와 진화적 계통을 나타내지 모양으로 나타낸 것으로 가로축은 상호 간의 유연관계를 나타내고 세로축은 진화적 계통을 나타낸다.

478 오답نب기 3역 6계 생물분류체계에서 '역'은 '계'보다 상위 분류 단계이다.

479 오답نب기 3역 6계 생물분류체계는 5계 생물분류체계의 원핵생물계를 세분화한 것이다.

483 오답نب기 '종자로 번식'은 소나무와 완두의 공통된 특징인 ㉠에 해당한다.

484 오답نب기 뿔이끼, 솔이끼, 우산이끼는 비관다발식물이다.

486 오답نب기 고사리는 포자로 번식하는 비종자 관다발식물이다.

487 오답نب기 '원구가 입이 된다.'는 ㉠에 해당한다.

488 오답نب기 '원구가 항문이 된다.'는 ㉠에 해당한다.

491 오답نب기 극피동물의 몸은 유생 시기에는 좌우 대칭이고, 성체가 되면 방사 대칭이다.

STEP 2

학교 기출 문제로 내신 대비하기

099~101쪽

492 ⑤	493 ⑤	494 ①	495 ①	496 ②
497 해설 참조	498 ⑤	499 ②	500 ④	501 ②
503 해설 참조				502 ③

492 종의 개념과 계통수

답 ⑤

알짜풀이

ㄴ. B는 ①의 특징을 가지며, C, E는 ②의 특징을 갖는다. 따라서 B와 C의 유연관계보다 C와 E의 유연관계가 가깝다.

ㄷ. D는 ②, ⑥, ⑦의 특징을 가지며, E는 ②, ⑥, ⑧의 특징을 가지므로, D와 E는 ②, ⑥의 특징을 모두 갖는다.