

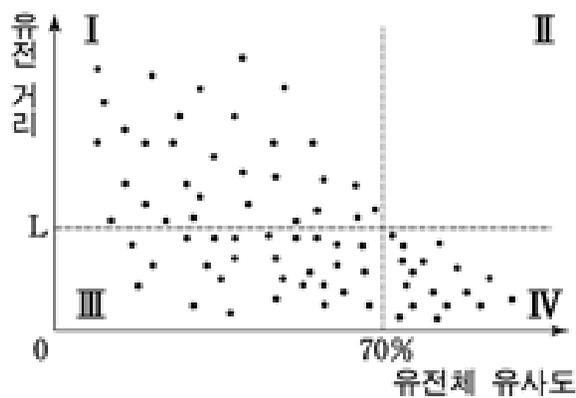
2010학년도 대학수학능력시험

[가] 일반적으로 동식물에서 종(種)이란 ‘같은 개체끼리 교배하여 자손을 남길 수 있는’ 또는 ‘외양으로 구분이 가능한’ 집단을 뜻한다. 그렇다면 세균처럼 한 개체가 둘로 분열하여 번식하며 외양의 특징도 많지 않은 미생물에서는 종을 어떤 기준으로 구분할까?

[나] 미생물의 종 구분에는 외양과 생리적 특성을 이용한 방법이 사용되기도 한다. 하지만 이러한 특성들은 미생물이 어떻게 배양되는지에 따라 변할 수 있으며, 모든 미생물에 적용될 만한 공통적 요소가 되기도 어렵다. 이런 문제를 극복하기 위해 오늘날 미생물종의 구분에는 주로 유전적 특성을 이용하고 있다. 미생물의 유전체는 DNA로 이루어진 많은 유전자로 구성되는데, 특정 유전자를 비교함으로써 미생물들 간의 유전적 관계를 알 수 있다. 종의 구분에는 서로 간의 차이를 잘 나타내 주는 유전자를 이용한다. 유전자 비교를 통해 미생물들이 유전적으로 얼마나 가깝고 먼지를 확인할 수 있는데, 이를 ‘유전 거리’라 한다. 유전 거리가 가까울수록 같은 종으로 묶일 가능성이 커진다.

[다] 하지만 유전자 비교로 확인한 유전 거리만으로는 두 미생물이 같은 종에 속하는지를 명확히 판별하기 어렵다. 특정 유전자가 해당 미생물의 전체적인 유전적 특성을 대변하지는 못하기 때문이다.

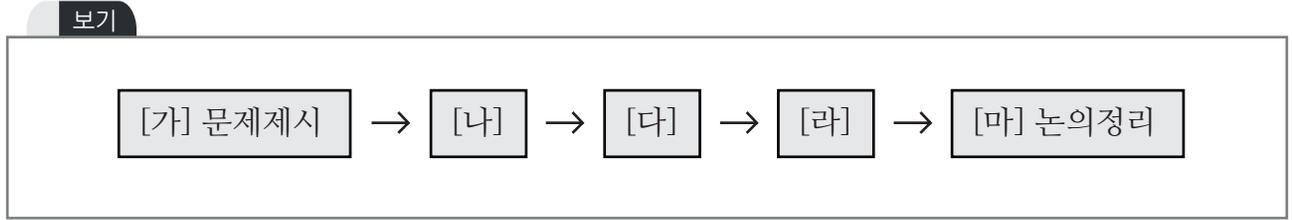
[라] 이러한 문제를 보완하기 위한 것이 미생물들 간의 유전체 유사도를 측정하는 방법이다. 유전체 유사도를 정확히 측정하기 위해서는 모든 유전자를 대상으로 유전적 관계를 살펴야 하지만, 수많은 유전자를 모두 비교하는 것은 현실적으로 어렵다. 따라서 유전체의 특성을 화학적으로 비교하는 방법이 주로 사용되고 있다. 이렇게 얻어진 유전체 유사도는 종의 경계를 확정하는데 유용한 기준을 제공한다.



그림에서 각 점은 두 미생물 사이의 유전 거리와 유전체 유사도 간의 관계를 나타낸다. 그림을 보면, 두 미생물의 유전 거리가 가깝다고 해서 유전체 유사도가 반드시 높은 것은 아님을 알 수 있다. 반면, 유전체 유사도가 70% 이상일 경우 유전 거리는 일정 수준(L) 미만인 것을 볼 수 있다. 이러한 관계로부터 ‘서로 유전 거리가 가까우며 70% 이상의 유전체 유사도를 보이는 미생물 집단’이라고 하는 미생물 종의 정의가 도출된다.

[마] 유전적 특성을 이용한 미생물의 종 구분은 학술적 연구 외에도 의학이나 미생물 산업 분야에서 중요하게 활용되고 있다. 향후 유전체 분석 기술이 더욱 발전하면 미생물의 종을 보다 정밀하게 구분할 수 있을 것이다.

Q01 <보기>는 위 글의 전개 과정을 정리한 것이다. [나]~[라]에 해당하는 것은?



- | | [나] | [다] | [라] |
|---|-------|-----------|--------|
| ① | 해결 방법 | 해결 방법의 한계 | 보완 방법 |
| ② | 주장 제시 | 예상 반론 제시 | 반론 비판 |
| ③ | 개념 설명 | 사례 제시 | 개념 재정립 |
| ④ | 가설 제시 | 가설 검증 | 이론 도출 |
| ⑤ | 관점 확인 | 근거 제시 | 사례 설명 |

Q02 위 글을 통해 알 수 있는 것은?

- ① 종 구분에 사용되는 유전자는 무작위로 선택한다.
- ② 미생물의 생리적 특성은 배양 환경에 영향을 받지 않는다.
- ③ 외양보다 유전적 특성이 미생물 종을 명확하게 구분해 준다.
- ④ 동식물은 서로 다른 종끼리 교배하여 자손을 이어갈 수 있다.
- ⑤ 미생물의 유전체는 DNA로 이루어진 하나의 유전자로 구성된다.

Q03 위 글의 '그림'에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

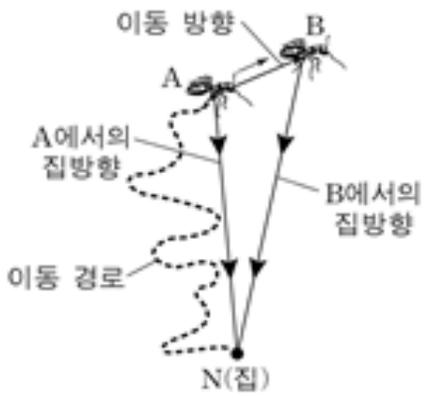
- ① I 영역은 두 미생물 간 유전 거리가 L 이상이고 유전체 유사도가 70% 미만이므로 같은 종이 아님을 나타낸다.
- ② II 영역에 점이 없는 것은 두 미생물 간 유전체 유사도가 70% 이상인 경우 L 미만의 유전 거리만을 보이기 때문이다.
- ③ III 영역은 두 미생물 간 유전 거리가 L 미만이라도 유전 거리만으로는 종의 경계 구분이 어려움을 나타낸다.
- ④ IV 영역은 두 미생물 간 유전체 유사도가 70% 이상인 경우 유전 거리도 L 미만이어서 같은 종으로 구분될 수 있음을 나타낸다.
- ⑤ I~IV 영역은 유전 거리를 알면 유전체 유사도를 정확하게 예측할 수 있음을 나타낸다.

2014학년도 9월 한국교육과정평가원 모의평가 A형

동물은 다양한 방식으로 중요한 장소의 위치를 기억하고 이를 활용하여 자신의 은신처까지 길을 찾아올 수 있다. 동물의 길찾기 방법에는 ‘장소기억’, ‘재정위’, ‘경로적분’ 등이 있다. ‘장소기억’은 장소의 몇몇 표지만을 영상 정보로 기억해 두었다가 그 영상과의 일치 여부를 확인하며 길을 찾는 방법이다. 기억된 영상은 어떤 각도에서 바라보는지에 따라 달라지기에, 이 방법을 활용하는 꿀벌은 특정 장소를 특정 각도에서 본 영상으로 기억해 두었다가 다시 그곳으로 갈 때는 자신이 보는 영상과 기억된 영상이 일치하도록 비행한다. 장소기억은 곤충과 포유류를 비롯한 많은 동물이 길찾기에 활용한다.

‘재정위’는 방향 기억이 헝클어진 상황에서도 장소의 기하학적 특징을 활용하여 방향을 다시 찾는 방법이다. 예를 들어, 직사각형 방에 갇힌 배고픈 흰쥐에게 특정 장소에만 먹이를 두고 찾게 하면, 긴 벽이 오른쪽에 있었는지와 같은 공간적 정보만을 활용하여 먹이를 찾는다. 이런 정보는 흰쥐의 방향 감각을 혼란시킨 상황에서도 보존되는데, 흰쥐는 재정위 과정에서 장소기억 관련 정보를 무시한다. 하지만 최근 연구에 따르면, 원숭이는 재정위 과정에서 벽 색깔과 같은 장소기억 정보도 함께 활용한다는 점이 밝혀졌다.

‘경로적분’은 곤충과 새의 가장 기본적인 길찾기 방법으로 이를 활용하는 능력은 타고나는 것으로 알려졌다. 예를 들어 먹이를 찾아 길을 나선 ㉠ 사하라 사막의 사막개미는 집 근처를 이리저리 탐색하다가 일단 먹이를 찾으면 집을 향해 거의 일직선으로 돌아온다. 사막개미는 장소기억 능력이 있지만 눈에 띄는 지형지물이 거의 없는 사막에서는 장소기억을 사용할 수 없기 때문에 경로적분을 활용한다. 사막개미의 이러한 놀라운 집찾기는 집을 출발하여 먹이를 찾아 이동하



면서 자신의 위치에서 집 방향을 계속하여 다시 계산함으로써 가능하다. 가령, 그림에서 이동 경로를 따라 A에 도달한 사막개미가 먹이를 찾았다면 그때 파악한 집 방향 \vec{AN} 으로 집을 향해 갈 것이다. 만약 A에서 먹이를 찾지 못해 B로 한걸음 이동했다고 가정하자. 이때 사막개미는 A에서 B로의 이동방향과 거리에 근거하여 새로운 집 방향 \vec{BN} 을 계산한다. 사막개미는 먹이를 찾을 때까지 이러한 과정을 반복하여 매 위치에서의 집 방향을 파악한다.

한편, 이동 경로상의 매 지점에서 사막개미가 방향을 결정하기 위해서는 기준이 있어야 한다. 이 기준을 정하기 위해 사막개미는 태양의 위치와 산란된 햇빛을 함께 이용한다. 태양의 위치는 태양이 높이 떠 있거나 구름에 가려 보이지 않을 때는 유용하지 않다. 이때 결정적 도움을 주는 것이 산란된 햇빛 정보이다. 사막개미는 마치 하늘을 망원경으로 관찰하는 천문학자처럼 하늘을 끊임없이 관찰하고 있는 셈이다.

Q01 윗글에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① 곤충은 길찾기 과정에서 경로적분을 사용하지 않는다.
- ② 새는 길찾기 과정에서 장소기억을 기본적으로 사용한다.
- ③ 흰쥐는 재정위 과정에서 산란된 햇빛 정보를 활용한다.
- ④ 원숭이는 재정위 과정에서 기하학적 정보도 활용한다.
- ⑤ 꿀벌은 특정 장소를 여러 각도에서 바라본 영상을 기억하여 길을 찾는다.

생각하며 글 읽기

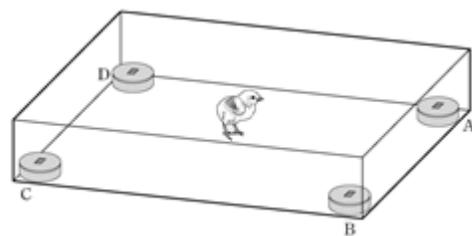
Q 02 윗글을 바탕으로 할 때, ㉠의 길찾기에 대한 추론으로 가장 적절한 것은?

- ① 사막개미는 암흑 속에서도 집 방향을 계산할 수 있겠군.
- ② 사막개미의 경로적분 능력은 학습을 통해 얻어진 것이겠군.
- ③ 지형지물이 많은 곳에서 사막개미는 장소기억을 활용하겠군.
- ④ 사막개미가 먹이를 찾은 후 집으로 되돌아갈 때는 왔던 경로를 따라 가겠군.
- ⑤ 사막개미는 한 걸음씩 이동하면서 그때마다 집까지의 직선 거리를 다시 계산하겠군.

Q 03 윗글을 바탕으로 할 때, <보기>의 상황에서 병아리가 보일 행동에 대한 추론으로 가장 적절한 것은?

보기

병아리가 재정위 과정에서 기하학적 특징만을 활용한다고 가정하자. 아래 그림의 직사각형 모양의 상자에서 먹이는 A에만 있다. 병아리가 A, B, C, D를 모두 탐색하여 먹이가 어디에 있는지 학습하게 한 후, 상자에서 꺼내 방향을 혼란시킨 다음 병아리를 상자 중앙에 놓고 먹이를 찾도록 한다. 이와 같은 실험을 여러 번 수행하여 병아리가 A, B, C, D를 탐색하는 빈도를 측정한다.



- ① A를 높은 빈도로 탐색하고 B, C, D를 비슷한 정도의 낮은 빈도로 탐색한다.
- ② A, B를 비슷한 정도의 높은 빈도로 탐색하고 C, D를 비슷한 정도의 낮은 빈도로 탐색한다.
- ③ A, C를 비슷한 정도의 높은 빈도로 탐색하고 B, D를 비슷한 정도의 낮은 빈도로 탐색한다.
- ④ A, D를 비슷한 정도의 높은 빈도로 탐색하고 B, C를 비슷한 정도의 낮은 빈도로 탐색한다.
- ⑤ A, B, C, D를 비슷한 정도의 빈도로 탐색한다.

2008학년도 대학수학능력시험

중세부터 르네상스 시대에 이르기까지 생리학 분야의 절대적 권위는 2세기 경 그리스 의학을 집대성한 갈레노스에게 있었다. 갈레노스에 따르면, 정맥피는 간에서 생성되어 정맥을 타고 온몸으로 영양분을 전달하면서 소모된다. 정맥피 중 일부는 심실 벽인 격막의 구멍을 통과하여 우심실에서 좌심실로 이동한 후, 거기에서 공기의 통로인 폐정맥을 통해 폐에서 유입된 공기와 만나 동맥피가 된다. 그 다음에 동맥피는 동맥을 타고 온몸으로 퍼져 생기를 전해 주면서 소모된다. 이 이론은 피의 전달 경로에 대한 근본적인 오류를 포함하고 있었으나, 갈레노스의 포괄적인 생리학 체계의 일부로서 권위 있게 받아들여졌다. 중세를 거치면서 인체 해부가 가능했지만, 그러한 오류들은 고대의 권위를 추종하는 학문 풍토 때문에 시정되지 않았다.

16세기에 이르러 베살리우스는 해부를 통해 격막에 구멍이 없으며, 폐정맥이 공기가 아닌 피의 통로라는 사실을 발견했다. 그 후 심장에서 나간 피가 폐를 통과한 후 다시 심장으로 돌아오는 폐순환이 발견되자 갈레노스의 피의 소모 이론은 도전에 직면했다. 그러나 당시의 의학자들은 갈레노스의 이론에 얽매어 있었으므로 격막 구멍이 없다는 사실로 인해 생긴 문제, 즉 우심실에서 좌심실로 피가 옮겨 갈 수 없는 문제를 폐순환으로 설명할 수 있다고 생각하였다.

이러한 판도를 바꾼 사람은 하비였다. 그는 생리학에 근대적인 정량적 방법을 도입했다. 그는 심장의 용적을 측정하여 심장이 밀어내는 피의 양을 추정했다. 그 결과, 심장에서 나가는 동맥피의 양은 섭취되는 음식물의 양보다 훨씬 많았다. 먹은 음식물보다 더 많은 양의 피가 만들어질 수 없으므로 하비는 피가 순환되어야 한다고 생각했다. 그는 이 가설을 검증하기 위해 실험을 했다. 하비는 끈으로 자신의 팔을 묶어 동맥과 정맥을 함께 압박하였다. 피의 흐름이 멈추자 피가 통하지 않는 손은 차가워졌다. 동맥을 차단했던 끈을 약간 늦추어 동맥피만 흐르게 해 주자 손은 이내 생기를 회복했고, 잠시 후 여전히 끈에 압박되어 있던 정맥의 말단 쪽 혈관이 부풀어 올랐다. 끈을 마저 풀어 주자 부풀어 올랐던 정맥은 이내 가라앉았다. 이로써 동맥으로 나갔던 피가 손을 돌아 정맥으로 돌아온다는 것이 확실해졌다.

이 실험을 근거로 하비는 1628년에 ‘좌심실→대동맥→각 기관→대정맥→우심방→우심실→폐동맥→폐→폐정맥→좌심방→좌심실’로 이어지는 피의 순환 경로를 제시했다. 반대자들은 해부를 통해 동맥과 정맥의 말단을 연결하는 통로를 찾을 수 없음을 지적하였다. 얼마 후, 말피기가 새로 발명된 현미경으로 모세혈관을 발견하면서 **피의 순환 이론**은 널리 받아들여졌다. 그리고 폐와 그 밖의 기관들을 피가 따로 순환해야 하는 이유를 포함하여 다양한 인체 기능을 설명하는 새로운 생리학의 구축이 시작되었다.

Q 01 위 글로 보아 ‘피의 순환 이론’의 성립이나 수용에 기여하지 않은 것은?

- ① 새로운 생리학의 구축
- ② 과학적 발견들과의 부합
- ③ 정량적 사고방식의 채택
- ④ 새로운 관찰 도구의 도입
- ⑤ 실험적 방법의 적극적 활용

Q 02 <보기>는 ‘하비’가 제시한 피의 순환 경로의 일부이다. ‘하비’가 끈 실험에서 차단했던 위치를 바르게 지적한 것은?



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

Q 03 <보기>의 관점에 따라 위 글의 사례를 해석한다고 할 때, 적절하지 않은 것은? [3점]

보기

성공적인 과학 이론은 ‘패러다임’이 되어 후속하는 과학 활동에 지대한 영향을 미친다. 과학자들은 패러다임에서 연구의 방법, 연구 주제 등을 발견한다. 이러한 ‘정상 과학’ 활동에서 때때로 기존의 패러다임과 조화를 이룰 수 없는 과학적 발견인 ‘변칙 사례’들이 나타나기도 한다. 이러한 변칙 사례들이 패러다임을 당장에 ‘무효화’하지는 않는다. 하지만 변칙 사례가 누적되면서 위기가 도래한다. 이때 새로운 과학 이론이 등장하여 기존의 패러다임과 경쟁을 벌인다. 그러다가 어떤 이유로 새로운 이론이 과학자들에게 받아들여지면서 새로운 패러다임이 되는데, 이것이 ‘과학 혁명’이다.

- ① 갈레노스의 이론은 오랫동안 널리 받아들여진 이론이므로 ‘패러다임’이었겠군.
- ② 갈레노스에 대한 강력한 추종이 있었던 중세의 생리학은 ‘정상 과학’이었겠군.
- ③ 폐정맥에서 피가 발견된 것은 갈레노스의 이론과 합치되지 않으므로 ‘변칙 사례’에 속하겠군.
- ④ 폐순환의 발견은 경험적으로 충분히 입증되지 못하였기 때문에 갈레노스의 이론을 ‘무효화’하지 못했겠군.
- ⑤ 하비의 순환 이론이 갈레노스의 이론을 대신하여 수용된 것이 ‘과학 혁명’이겠군.