

◆ 04년 3월 고3 20~23번

[20~23] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

일본의 한 원구 회사가 개발한 ‘바우링걸’은 개 짖는 소리를 인간의 언어로 번역하는 기계이다. 이런 기계를 제작하려면 동물들이 어떻게 자신의 의사를 표현하는지를 알아야 하는데, 이에 관한 연구는 동물행동학에서 가장 중심이 되는 부분이다. 동물행동학 학자들은 동일한 상황에서 일관되게 반복되는 동물의 행동을 관찰한 경우, 일단 그것을 동물의 의사 표현으로 본다. 물론 그 구체적인 의미를 알아내는 것은 상황을 다양하게 변화시켜 가며 반복 관찰하고 그 결과를 분석한 후에야 가능하다. 이것이 가능하려면 먼저 동물들이 어떻게 의사를 표현하는지를 알아야 한다. 그렇다면 동물들은 어떤 방법으로 의사를 표현할까?

먼저 시각적인 방법부터 살펴보자. ㉠ 납미의 열대 정글에 서식하는 베짚이는 우리나라의 베짚이와는 달리 머리에 뿔도 나 있고 다리에 무척 날카롭고 큰 가시도 있다. 그리고 포식자가 가까이 가도 피하지 않는다. 오히려 가만히 서서 자신을 노리는 포식자에게 당당히 자기의 모습을 보여준다. 이 베짚이는 그런 모습을 취함으로써 자기를 건드리지 말라는 뜻을 전하는 것이다. 또 열대의 호수에 사는 민물고기 ㉡ 시칠리드는 정면에서 보면 마치 귀처럼 보이는 부분이 있는데, 기분 상태에 따라 이 곳에 접이 나타났다 사라졌다 하면서 색깔이 변한다. 이 부분에 접이 생기면 지금 기분이 안 좋다는 의사를 드러내는 것이다.

모습이나 색깔을 통해 의사를 표현하는 정적인 방법도 있지만 행동을 통해 자신의 의사를 표현하는 동적인 방법도 있다. 까치와 가까운 새인 ㉢ 유럽산 어치는 머리에 있는 깃털을 얼마나 세우느냐에 따라서 마음 상태가 다르다고 한다. 기분이 아주 좋지 않거나 공격을 하려고 할 때 머리털을 가장 높이 세운다고 한다.

소리를 이용하여 자신의 의사를 표현하는 동물들도 있다. 소리를 이용하는 대표적인 방법은 경보음을 이용하는 것이다. ㉔ 북미산 얼룩다람쥐 무리에는 보초를 서는 개체들이 따로 있다. 이들은 독수리 같은 맹금류를 발견하면 날카로운 소리로 경보음을 내어 동료들의 안전을 책임진다. 그리고 ㉕ 갈고리모양나방 애벌레는 다른 애벌레가 자신의 구역에 침입하면 처음에는 노처럼 생긴 뒷다리로 나뭇잎을 긁어 진동음으로 경고 메시지를 보낸다. 침입자가 더 가까이 접근하면 입으로 나뭇잎을 긁어 짧고 강한 소리를 계속 만들어낸다.

냄새를 통해 자신의 의사를 전달하는 방법도 있다. 어떤 동물은 먹이가 있는 장소를 알려거나 자신의 영역에 다른 무리가 들어오는 것을 막기 위한 수단으로 냄새를 이용하기도 한다. 둥근꼬리 여우원숭이는 다른 종이 자신의 영역에 들어오면 꼬리를 팔에 비빈 후 흔든다. 그러면 팔에 있는 기관에서 분비된 냄새를 풍기는 물질이 꼬리에 묻어 그 침입자에게 전달된다.

동물들은 색깔이나 소리, 냄새 등을 통해 자신의 의사를 표현한다. 그러나 동물들이 한 가지 방법만으로 자신의 의사를 표현하지는 않는다. 상황에 따라 우선적으로 선택하는 것도 있지만 대부분의 경우에는 이것들을 혼용한다. 현재까지 알려진 동물의 의사 표현 방법은 양적이나 질적인 면에서 인간의 언어와 비교할 수 없을 정도로 단순하고 초라하지만 동물행동학의 연구 성과가 폭넓게 쌓이면 현재 개발된 '바우링걸'보다 완벽한 번역기가 등장할 수도 있을 것이다.

20. 위 글에서 '동물의 의사 표현 방법'으로 언급되지 않은 것은? [1점]

- ① 행동을 이용하는 방법
- ② 냄새를 이용하는 방법
- ③ 소리를 이용하는 방법
- ④ 보호색을 이용하는 방법
- ⑤ 모습이나 색깔을 이용하는 방법

21. 위 글에 대한 독자의 반응으로 적절하지 않은 것은? [1점]

- ① 동물의 의사를 번역할 수 있는 기계를 언급하여 독자의 흥미를 유발하고 있다.
- ② 동물의 의사 표현을 어떻게 파악할 수 있는지에 대해서도 언급하여 도움이 되었다.
- ③ 동물들이 의사를 표현하는 방법에 대한 다양한 사례를 제시하여 이해하기가 쉽다.
- ④ 동물행동학에 대한 깊이 있는 연구가 축적되기를 기대하며 글을 마무리하고 있다.
- ⑤ 동물의 의사 표현 수단이 갖는 장단점을 대비하며 서술하여 차이점을 파악하기 쉽다.

22. <보기>의 질문에 대한 동물행동학 학자의 답변으로 가장 적절한 것은?

<보 기>

산길을 걷다가 특이하게 생긴 곤충을 보았습니다. 그런데 그것을 잡으려고 손을 뻗었더니 갑자기 날개를 활짝 펼쳤습니다. 행동으로 의사를 표현하는 동물들이 많다고 들었는데, 그 곤충의 행동도 의사 표현과 관계가 있는 건가요?

- ① 상대방에게 물러나라는 의사를 표현한 겁니다. 공격을 준비하고 있다는 신호인 셈이지요.

- ② 아직은 잘 모릅니다. 우선, 손을 뻗을 때마다 똑같은 행동을 되풀이하는지 확인해 보세요.
- ③ 의사 표현이 확실합니다. 하지만 그 행동이 무슨 뜻인지는 좀더 연구해 봐야 알 수 있을 겁니다.
- ④ 의사 표현은 아닐 겁니다. 확실한 건 그 곤충의 신체 구조를 분석해 본 후에야 알 수 있지 않아요.
- ⑤ 의사 표현일 리가 없습니다. 지금까지 알려진 곤충들 중에는 그런 방법으로 의사를 표현하는 것이 없거든요.

23. '의사 표현'과 '의미' 간의 대응이 적절하지 않은 것은?

	<의사 표현>	<의미>
①	㉑ 빨과 가시를 과시하며 가만히 있다.	너, 나 가만히 뒤.
②	㉒ 신체 일부에 점이 나타나 색깔이 변한다.	우울한 기분을 풀어 볼까?
③	㉓ 머리에 있는 깃털을 가장 높이 세운다.	너 까불면 가만 두지 않겠다.
④	㉔ 동료들에게 날카로운 소리를 낸다.	천적이 나타났으니 피해!
⑤	㉕ 나뭇잎을 긁어 짧고 강한 소리를 낸다.	내 영역에서 빨리 나가!

◆ 14년 3월 고3 B형 27~28번

[27~28] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

모든 동물들은 생리적 장치들이 제대로 작동하기 위해서 체액의 농도를 어느 정도 일정하게 유지해야 한다. 이를 위해 수분의 획득과 손실의 균형을 조절하는 작용을 삼투 조절이라 한다. 동물은 서식지와 체액의 농도, 특히 염도 차이가 있을 경우, 삼투 현상에 따라 체내 수분의 획득과 손실이 발생하기 때문에, 이러한 상황에서 체액의 농도를 일정하게 유지하는 것이 중요한 생존 과제이다.

삼투 현상이란 반(半)투과성 막을 사이에 두고 농도가 다른 양쪽의 용액 중, 농도가 낮은 쪽의 용매가 농도가 높은 쪽으로 옮겨 가는 현상이다. 소금물에서는 물에 녹아 있는 소금을 용질, 그 물을 용매라고 할 수 있는데, 반투과성 막의 양쪽에 농도가 다른 소금물이 있다면, 농도가 낮은 쪽의 물이 높은 쪽으로 이동하게 된다. 이때 양쪽의 농도가 같다면, 용매의 순이동은 없다고 한다.

동물들은 이러한 삼투 현상에 대응하여 수분 균형을 어떻게 유지하느냐에 따라 삼투 순응형과 삼투 조절형으로 분류된다. 먼저 삼투 순응형 동물은 모두 해수(海水) 동물로 체액과 해수의 염분 농도, 즉 염도가 같기 때문에 수분의 순이동은 없다. 게나 홍합, 갯지네 등이 여기에 해당한다. 이와 달리 삼투 조절형 동물은 체액의 염도와 서식지의 염도가 달라, 체액의 염도가 변하지 않도록 삼투 조절을 하며 살아간다.

삼투 조절형 동물 중 해수에 사는 대다수 어류의 체액은 해수에 비해 염도가 낮기 때문에 체액의 수분이 빠져나갈 수 있다. 그래서 표피는 비투과성이지만, 아가미의 상피세포를 통해 물을 쉽게 빼앗긴다. 이렇게 삼투 현상에 의해 빼앗긴 수분을 보충하기 위하여 이들은 계속 바닷물을 마시게 된다. 이로 인해 이들의 창자에서 바닷물의 70~80%가 혈관 속으로 흡수되는데, 이때 염분도 혈관 속으로 들어간다. 그러면 아가미의 상피세포에 있는 염분 분비 세포를 작동시켜 과도해진 염분을 밖으로 내보낸다.

담수에 사는 동물들이 직면한 삼투 조절의 문제는 해수 동물과 정반대이다. 담수 동물의 체액은 담수에 비해 염도가 높기 때문에 아가미를 통해 수분이 계속 유입될 수 있다. 그래서 담수 동물들은 물을 거의 마시지 않고 많은 양의 오줌을 배출하여 문제를 해결하고 있다. 이들의 비투과성 표피는 수분의 유입을 막기 위한 것이다.

한편 육상에 사는 동물들 또한 다양한 경로를 통해 수분이 밖으로 빠져나간다. 오줌, 대변, 피부, 가스교환 기관의 습한 표면 등을 통해 수분을 잃기 때문이다. 그래서 육상 동물들은 물을 마시거나 음식을 통해, 그리고 세포호흡으로 물을 생성하여 부족한 수분을 보충한다.

27. 밑글로부터 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 동물들은 체액의 농도가 크게 달라지면 생존하기 어렵다.
- ② 동물들이 삼투 현상에 대응하는 방법은 서로 다를 수 있다.
- ③ 동물의 체액과 서식지 물의 농도가 같으면 삼투 현상에 의한 수분의 순이동은 없다.
- ④ 담수 동물은 육상 동물과 마찬가지로 많은 양의 오줌을 배출하여 체내 수분을 일정하게 유지한다.
- ⑤ 육상 동물들은 세포호흡을 통해서도 수분을 보충할 수 있다.

28. 밑글을 바탕으로 <보기>를 이해할 때, 적절하지 않은 것은?

[3점]

< 보 기 >

넙치는 아가미와 창자를 지닌 어류이다. 아가미에는 상피세포가 있고, 상피세포에는 염분 분비 세포가 있다. 그리고 물에 비투과성인 표피를 지니고 있다.

- ① 넙치의 창자에서는 수분이 혈관으로 흡수되겠군.
- ② 넙치의 아가미에서는 삼투 현상이 일어나지 않겠군.
- ③ 넙치의 표피는 수분 손실을 막을 수 있도록 되어 있군.
- ④ 넙치는 염분 분비 세포를 통해 체내의 과도한 염분이 배출되겠군.
- ⑤ 넙치는 체액의 염도가 서식하고 있는 물의 염도보다 낮은 삼투 조절형 동물이겠군.

◆ 14년 4월 고3 A형 22~24번

[22 ~ 24] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

동물들은 체내 상태를 유지하기 위해 많은 전략들을 진화시켜 왔는데, 삼투조절은 그 중 하나이다. **삼투조절**이란 생물이 체액 농도를 유지하기 위해 다양한 방법을 사용하여 체내의 수분 양을 조절하는 것을 말한다.

육상동물과 달리 어류는 물이라는 외부 환경과 직접 접촉하게 되므로 물과 체내의 농도 차이에 의한 삼투현상을 겪는 경우가 많다. 이때 삼투현상이란 농도가 다른 두 용액 사이에 반투과성 막을 설치하면 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 용매*가 이동하는 현상을 말한다. 척추가 있는 대부분의 어류는 물속에서 삼투현상이 지속적으로 일어나면 자신의 체액 농도를 유지할 수 없어 생존하기 힘들다. 따라서 삼투조절을 통해 체내의 수분 양을 조절해야 한다.

담수어와 해수어는 외부 환경 조건이 서로 다르기 때문에 이들의 삼투조절 방식은 서로 반대이다. 담수어의 체액 농도는 담수보다 높고, 해수어의 체액 농도는 해수보다 낮다. 이들 어류의 표피 세포막이 반투과성 막의 역할을 하므로, 삼투조절을 하지 않으면 담수어의 체내에는 외부로부터 수분이 과도하게 유입된다. 반면, 해수어에는 과도한 탈수 현상이 발생한다. 따라서 이들은 끊임없이 삼투조절을 해야 한다.

해수어는 최대한 많은 양의 해수를 마신 후 장에서 물만 흡수하고 염류를 배출함으로써 체액 농도를 일정하게 유지한다. 체내에 수분을 최대한 많이 축적하기 위해 배출하는 오줌 양은 흡수한 수분의 약 10% 정도로 매우 적다. 오줌의 농도도 체액 농도보다 더 높을 정도로 매우 짙다. 해수어의 신장에서는 수분 배출을 최소화하기 위해 오줌 생성 과정에서 수분을 재흡수하는 작용이 활발히 일어나기 때문이다.

또한 물고기의 아가미에는 염류를 흡수하거나 배출하는 세포가 있다. 이러한 염류세포에 있는 작은 통로를 열어 체내에 유입된 염류를 활발히 배출함으로써 해수어는 체액 농도를 일정하게 유지한다. 삼투조절을 할 때는 에너지가 소모된다. 해수어는 삼투조절을 위해 휴식기 에너지 소모량의 5% 이상을 사용한다. 그런데 에너지 소모량은 체액 농도와 주위 환경과의 차이, 표피 세포막의 수분 투과 정도 등에 따라 달라질 수 있다.

강에서 태어난 연어는 바다로 내려가면 해수어와 같은 방법으로 삼투조절을 해서 수분을 최대한 체내에 저장하고 염류를 배출한다. 그러나 산란기에 다시 모천으로 회귀하게 되면 이와는 반대의 방법으로 삼투조절을 한다. 따라서 연어는 바다에서는 수분 손실로 인한 체형 수축이 일어나지 않으며, 강에서는 수분 유입으로 인해 풍선처럼 몸이 불어나는 일도 없다. 연어와 같이 물이라는 환경에 직접 노출되어 있는 대부분의 어류에게 있어서 삼투조절은 주위 환경 속에서 생존하기 위한 필수적인 작용이다.

* 용매: 용액을 구성하는 원래의 액체.

22. 밑글의 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 해수의 농도는 해수어의 체액 농도보다 높다.
- ② 대부분의 해수어에서 표피 세포막은 반투과성 막의 역할을 한다.
- ③ 삼투가 일어나면 용매는 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동한다.
- ④ 삼투조절은 체액의 농도를 주변 환경과 비슷하게 유지하는 현상이다.
- ⑤ 환경 변화에 따라 삼투조절에 소모되는 에너지의 양은 달라질 수 있다.

23. **삼투조절**에 해당하는 사례를 <보기>에서 고른 것은?

< 보기 >

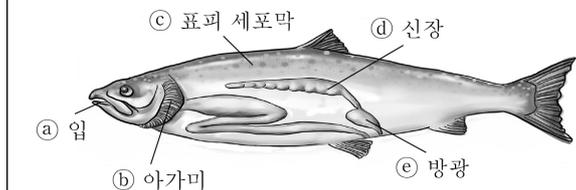
- ㄱ. 국이 싱거워서 소금으로 간을 맞춰 먹었다.
- ㄴ. 더운 여름날 차가운 물에 적신 수건으로 몸을 닦았다.
- ㄷ. 격렬한 운동으로 땀을 많이 흘린 운동선수가 물을 마셨다.
- ㄹ. 물을 많이 마시고 잤더니 다음날 아침 평소보다 오줌 양이 많았다.

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

24. 밑글을 바탕으로 <보기>의 ㉠ ~ ㉣에 대해 추론했을 때, 적절하지 않은 것은? [3점]

< 보기 >

[강으로 회귀한 연어]



- ① ㉠로 체액 농도를 유지하기 위해 물을 많이 들이마시려 하겠군.
- ② ㉡에서는 염류 이동 통로가 닫히면서 흡수된 염류의 누출을 최소화 하겠군.
- ③ ㉢를 통해 외부의 수분이 체내로 유입되는 현상이 일어나겠군.
- ④ ㉣에서는 수분을 재흡수하는 작용이 바다에서보다 활발하지 않겠군.
- ⑤ ㉣에서 배출되는 오줌의 양은 바다에서보다 더 많겠군.

◆ 15년 4월 고3 B형 24~26번

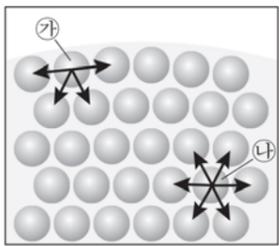
[24 ~ 26] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

일반적으로 바닷물은 영하의 온도에도 얼지 않는다. 또한 혹한 지역의 일부 생명체들은 추위 속에서도 생명을 유지하며 살아간다. 이는 모두 어는점 내림 현상과 관련이 있다.

어는점 내림 현상이란 무엇일까? 어는점은 액체가 얼기 시작할 때의 온도를 말하는데, 순수한 물의 어는점은 일반적으로 0°C이다. 이때 ‘물이 언다’라는 것은, 온도가 0°C 이하로 내려가면서 액체 상태에서 불규칙적으로 배열되어 있던 물 분자가 규칙적으로 정렬하여 고체인 얼음이 되는 것을 말한다. 이때 용매인 물에 다른 물질, 즉 용질이 녹아 있으면 용질의 분자들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 물만 있을 때보다 어는점이 내려가는데 이를 ‘어는점 내림 현상’이라 한다. 이때 용질의 종류나 특성이 아닌, 용질의 양에 의해서 어는점 내림과 같은 변화가 일어나는 성질을 ‘용액의 총괄성’이라 한다. 염분의 농도가 3.5%인 일반적인 바닷물의 경우, 많은 양의 소금이 나트륨 이온과 염소 이온으로 물에 녹아 그 이온들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 얼음이 쉽게 형성되지 못한다. 그러므로 바닷물은 총괄성에 의한 어는점 내림으로 0°C가 아닌 -1.9°C에서 얼게 되는 것이다.

그런데 남극 빙어의 경우 총괄성에 의한 어는점 내림만으로는 어떻게 생명을 유지하는지를 설명하기 어렵다. 일반적으로 물고기의 경우 물의 온도가 어는점 아래로 내려가면 눈에 보이지 않는 아주 작은 얼음 결정들이 혈액이나 체액 내에 생기기 시작한다. 이 조그마한 얼음 결정들이 방치되면 물 분자들이 얼음 결정과 결합하여 얼음 결정이 순식간에 커져 결국 물고기는 죽고 말 것이다. 그런데 남극 빙어의 혈액 속에는 결빙방지단백질이라는 물질이 있어서 얼음 결정이 커지는 것을 막는다. 그렇다면 어떤 원리에 의해 이러한 현상이 나타나는 것일까?

먼저 결빙방지단백질이 녹아 있는 물에 얼음 결정이 들어 있고 어는점 아래로 온도를 낮춘다고 가정해 보자. 얼음 결정의 표면에는 물 분자가 얇게 물 층을 이루고 있는데, ㉠ 그 얇은 물 층에 결빙방지단백질이 순식간에 결합한다. 결빙방지단백질이 결합된 부분에는 더 이상 물 분자가 결합하지 못한다. 따라서 얼음 결정의 물 층은 물 분자가 계속해서 결합하는 부분과 결합하지 못하는 부분으로 나뉘진다. 이렇게 되면 물 분자가 결합할 수 있는 부분은 결합이 계속 이루어져 ㉡ 불룩한 모양의 물 층이 형성된다. 그 결과 평평했던 얼음 결정의 물 층이 불룩하게 되어 표면적이 넓어지므로, 평평했을 때보다 물 층의 표면에 있는 물 분자의 수도 그만큼 늘어나게 된다. 이때 물 층 표면에 있는 물 분자들은 불안정한 상태이다.



<그림>

<그림>은 물 층에 존재하는 물 분자 간의 결합 상태를 나타낸 것으로 화살표는 물 분자 간의 인력을 의미한다. <그림>의 ㉠은 물 층 내부에 있는 물 분자로서 모든 방향으로 동일한 인력이 작용하므로 안정적인 상태이다. ㉡는 물 층 표면에 있는 물 분자로서 인력이 작용하는 방향이 한정적이므로

불안정한 상태이다. 따라서 ㉡는 ㉠에 비해 불안정한 상태이다. 일반적으로 불안정한 상태의 분자들은 다른 분자들과 결합하려는 힘이 더 큰데, 이는 에너지가 높은 상태라고 할 수 있다.

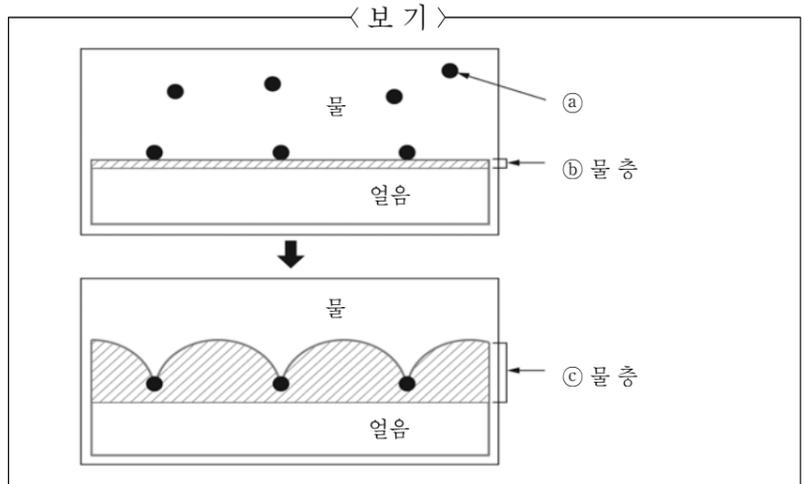
그런데 물 층이 불룩해지는 과정을 통해 평평한 상태일 때보다 물 층에 불안정한 상태의 물 분자들이 더 늘어났으므로, 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 더 높아진 상태라고 할 수 있다. 이 같은 과정을 통해 물의 에너지와 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 동일한 상태가 되는데, 이를 열적 평형이라고 한다. 열적 평형이 되면 물 분자가 얼음 결정에 더 이상 결합하지 않게

되어 얼음 결정이 커지지 않는다. 즉, 어는점이 내려가는 것이다. 이와 같은 현상은 결빙방지단백질이라는 특정한 물질, 즉 용질의 종류로 인해 발생한 어는점 내림이라고 할 수 있다.

24. 윗글의 중심 화제로 가장 적절한 것은?

- ① 결빙방지단백질의 종류
- ② 얼음 결정의 구조와 특성
- ③ 열적 평형 상태의 유형과 사례
- ④ 어는점 내림 현상이 일어나는 원리
- ⑤ 총괄성에 의한 어는점 내림의 과정

25. <보기>는 ㉠에서 ㉡으로의 변화를 나타낸 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① ㉠이 ㉡에 결합하면 ㉠이 결합한 지점에는 더 이상 물 분자가 결합할 수 없겠군.
- ② ㉠에 의해 ㉡의 형태로 변화된 후 어는점이 내려갈 수 있겠군.
- ③ ㉡가 ㉠의 형태가 되면 ㉡의 표면에 불안정한 상태의 물 분자들이 늘어나겠군.
- ④ ㉡ 표면의 에너지는 ㉠ 표면의 에너지보다 높아져 열적 평형 상태에 도달하기 쉽겠군.
- ⑤ ㉡ 내부에 있는 물 분자의 인력 방향은 ㉡ 표면에 있는 물 분자의 인력 방향보다 제한되겠군.

26. 윗글을 읽은 학생이 <보기>와 같이 반응했다고 할 때, A와 B에 들어갈 말을 바르게 짝지은 것은?

<보기>
“바닷물의 어는점 내림 현상은 바닷물 속의 염분이 (A)로 작용하여 (B)의 정렬을 어렵게 함으로써 발생하는 것이다.”

- | | | |
|---|----|--------|
| | A | B |
| ① | 용질 | 물 분자 |
| ② | 용매 | 물 분자 |
| ③ | 용질 | 염소 이온 |
| ④ | 용매 | 나트륨 이온 |
| ⑤ | 용질 | 나트륨 이온 |

[33~35] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

동물들은 홍채에 있는 근육의 수축과 이완을 통해 눈동자를 크게 혹은 작게 만들어 눈으로 들어오는 빛의 양을 조절하므로 눈동자 모양이 원형인 것이 가장 무난하다. 그런데 고양이와 늑대와 같은 육식동물은 세로로, 양이나 염소와 같은 초식동물은 가로로 눈동자 모양이 길쭉하다. 특별한 이유가 있는 것일까?

육상동물 중 모든 육식동물의 눈동자가 세로로 길쭉한 것은 아니다. 주로 매복형 육식동물의 눈동자가 세로로 길쭉하다. 이는 숨어서 기습을 하는 사냥 방식과 밀접한 관련이 있는데, 세로로 길쭉한 눈동자가 사냥감과의 거리를 정확히 파악하는 데 효과적이기 때문이다.

일반적으로 매복형 육식동물은 양쪽 눈으로 초점을 맞춰 대상을 보는 양안시로, 각 눈으로부터 얻는 영상의 차이인 양안시차를 하나의 입체 영상으로 재구성하면서 물체와의 거리를 파악한다. 그런데 이러한 양안시차뿐만 아니라 거리지각에 대한 정보를 주는 요소로 심도 역시 중요하다. 심도란 초점이 맞는 공간의 범위를 말하며, 심도는 눈동자의 크기에 따라 결정된다. 즉 눈동자의 크기가 커져 빛이 많이 들어오게 되면, 커지기 전보다 초점이 맞는 범위가 좁아진다. 이렇게 초점의 범위가 좁아진 경우를 심도가 '얕다'고 하며, 반대인 경우를 심도가 '깊다'고 한다.

이런 원리로 매복형 육식동물은 세로로는 커지고, 가로로는 작아진 눈동자를 통해 세로로는 심도가 얇고, 가로로는 심도가 깊은 영상을 보게 된다. 세로로 심도가 얕다는 것은 영상에서 초점이 맞는 범위를 벗어난, 아래와 위의 물체들 즉 실제 세계에서는 초점을 맞춘 대상의 앞과 뒤에 있는 물체들이 흐릿하게 보인다는 것이고, 가로로 심도가 깊다는 것은 초점을 맞춘 대상이 더욱 뚜렷하게 보인다는 것을 말한다. 세로로 길쭉한 눈동자를 통해 사냥감은 더욱 선명해지고, 사냥감을 제외한 다른 물체들이 흐릿해짐으로써 눈동자가 원형일 때보다 정확한 거리 정보를 파악하는 데 유리해진다.

한편, 대부분의 초식동물은 가로로 길쭉한 눈동자를 지니고 있으며 눈의 위치가 좌우로 많이 벌어져 있다. 이는 주변을 항상 경계하면서 포식자의 출현을 사전에 알아채야 하는 생존 방식과 관련이 있다. 초식동물은 가로로 길쭉한 눈동자를 통해 세로로는 심도가 깊고 가로로는 심도가 얇은 영상을 얻게 되는데, 이로 인해 초점이 맞는 범위의 모든 물체가 뚜렷하게 보여 거리감보다는 친적의 존재 자체를 확인하는 데 더욱 효과적이다. 게다가 눈동자가 가로로 길쭉하기 때문에 측면에서 들어오는 빛이 위아래에서 들어오는 빛보다 많아 영상을 밝게 볼 수 있다. 또한 양안시인 매복형 육식동물과 달리 초식동물은 한쪽 눈으로 초점을 맞추는 단안시여서 눈의 위치가 좌우로 많이 벌어질수록 유리하다. 두 시야가 겹쳐 입체 영상을 볼 수 있는 영역은 정면뿐이지만 바로 뒤를 빼고 거의 전 영역을 볼 수 있기 때문이다.

이렇게 동물의 눈동자 모양은 동물들의 생존과 밀접한 관련이 있다. 생태학적 측면에서 포식자가 될지, 피식자가 될지 그 위치에 따라 각각의 동물들은 생존을 위해 가장 최적화된 형태로 진화해 온 것이다.

33. 윗글의 표제와 부제로 가장 적절한 것은?

- ① 동물의 생태학적 위치
-포식자와 피식자의 관계를 중심으로
- ② 육상동물의 눈동자 모양
-원형인 눈동자의 장점을 중심으로
- ③ 눈동자 모양의 결정 요인
-눈동자의 색과 구조를 중심으로
- ④ 효과적인 심도 조절 방법
-양안시와 단안시의 차이점을 중심으로
- ⑤ 눈동자 모양과 생존 방식
-매복형 육식동물과 초식동물의 차이를 중심으로

34. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 동물들은 눈동자의 크기에 따라 초점이 맞는 범위가 달라진다.
- ② 매복형 육식동물은 양안시차를 통해 물체와의 거리를 파악한다.
- ③ 동물들은 홍채에 있는 근육의 수축과 이완을 통해 빛의 양을 조절한다.
- ④ 단안시인 초식동물은 눈의 위치가 좌우로 벌어질수록 시야가 넓어진다.
- ⑤ 매복형 육식동물은 초식동물과 달리 두 눈을 통해 입체 영상을 얻는다.

35. 윗글을 참고할 때, <보기>의 ㉠, ㉡에 대한 답으로 가장 적절한 것은? [3점]

<보 기>

늑대 바위 양 나무

양을 사냥하기 위해 매복하고 있는 늑대는 사냥감에 초점을 맞춘 후 거리를 파악하고 있다. 모든 물체들은 일직선상에 위치하고 있으며, 양과 늑대는 움직이지 않고 있다. 이때, ㉠ 양과 늑대가 얻는 영상의 심도는 어떻게 될까? 그리고 ㉡ 양과 늑대의 눈에는 다른 물체들이 어떻게 보일까?

		㉠	㉡
①	양	가로로 심도가 깊음. 세로로 심도가 얇음.	바위와 늑대보다 나무가 더 어두워 보임.
②	양	가로로 심도가 얇음. 세로로 심도가 깊음.	늑대와 나무, 바위가 모두 뚜렷해 보임.
③	늑대	가로로 심도가 깊음. 세로로 심도가 얇음.	나무와 양보다 바위가 더 뚜렷해 보임.
④	늑대	가로로 심도가 깊음. 세로로 심도가 얇음.	양보다 바위와 나무가 더 흐릿해 보임.
⑤	늑대	가로로 심도가 깊음. 세로로 심도가 깊음.	나무가 바위와 양보다 더 뚜렷해 보임.

[28~29] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

사람의 눈이 원래 하나였다면 세계를 입체적으로 지각할 수 있었을까? 입체 지각은 대상까지의 거리를 인식하여 세계를 3차원으로 파악하는 과정을 말한다. 입체 지각은 눈으로 들어 오는 시각 정보로부터 다양한 단서를 얻어 이루어지는데 이를 양안 단서와 단안 단서로 구분할 수 있다. 양안 단서는 양쪽 눈이 함께 작용하여 얻어지는 것으로, 양쪽 눈에서 보내오는, 시차(視差)*가 있는 유사한 상이 대표적이다. 단안 단서는 한쪽 눈으로 얻을 수 있는 것인데, 사람은 단안 단서만으로도 이전의 경험으로부터 추론에 의하여 세계를 3차원으로 인식할 수 있다. 망막에 맺히는 상은 2차원이지만 그 상들 사이의 깊이의 차이를 인식하게 해 주는 다양한 실마리들을 통해 입체 지각이 이루어진다.

동일한 물체가 크기가 다르게 시야에 들어오면 우리는 더 큰 시각(視角)*을 가진 쪽이 더 가까이 있다고 인식한다. 이렇게 물체의 상대적 크기는 대표적인 단안 단서이다. 또 다른 단안 단서로는 ‘직선 원근’이 있다. 우리는 앞으로 뻗은 길이나 레일이 만들어 내는 평행선의 폭이 좁은 쪽이 넓은 쪽보다 멀리 있다고 인식한다. 또 하나의 단안 단서인 ‘결 기울기’는 같은 대상이 집단적으로 어떤 면에 분포할 때, 시야에 동시에 나타나는 대상들의 연속적인 크기 변화로 얻어진다. 예를 들면 들판에 만발한 꽃을 보면 앞쪽은 꽃이 크고 뒤로 가면서 서서히 꽃이 작아지는 것으로 보이는데 이러한 시각적 단서가 쉽게 원근감을 일으킨다.

어떤 경우에는 운동으로부터 단안 단서를 얻을 수 있다. ‘운동 시차’는 관찰자가 운동할 때 정지한 물체들이 얼마나 빠르게 움직이는 것처럼 보이는지가 물체들까지의 상대적 거리에 대한 실마리를 제공하는 것이다. 예를 들어 기차를 타고 가다 창밖을 보면 가까이 있는 나무는 빨리 지나가고 멀리 있는 산은 거의 정지해 있는 것처럼 보인다.

동물들도 단안 단서를 활용하여 입체 지각을 할 수 있다. 특히 머리의 좌우 측면에 눈이 있는 동물들은 양쪽 눈의 시야가 겹치는 부분이 거의 없어 양안 단서를 활용하지 못한다. 이런 경우에 단안 단서는 입체 지각에서 결정적인 역할을 하게 된다. 가령 어떤 새들은 머리를 좌우로 움직였을 때 정지된 물체가 움직여 보이는 정도에 따라 물체까지의 거리를 파악한다.

* 시차: 하나의 물체를 서로 다른 두 지점에서 보았을 때 방향의 차이.
* 시각: 물체의 양쪽 끝으로부터 눈에 이르는 두 직선이 이루는 각.

28. 윗글로 미루어 알 수 있는 내용이 아닌 것은?

- ① 두 눈을 가진 동물 중에 단안 단서로만 입체 지각을 하는 동물이 있다.
- ② 사람이 원래 눈이 하나이더라도 경험을 통해 세계를 입체로 지각할 수 있다.
- ③ 사람의 경우에 양쪽 눈의 망막에 맺히는 상은 비슷해 보이지만 차이가 있다.
- ④ 직선 원근을 이용해 입체 지각을 하려면 두 눈에서 보내오는 상을 조합해야 한다.
- ⑤ 새가 단안 단서를 얻으려고 머리를 움직이는 것은 달리는 기차에서 창밖을 보는 것과 유사한 효과를 낸다.

29. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절한 것은? [3점]

—〈보 기〉—

(가) 다람쥐가 잠자는 여우를 발견하자 여우를 보면서 자신과 여우를 연결하는 선에 대하여 직각 방향으로 움직였다.
(나) 축구공이 빠르게 작아지는 동영상을 보여 줄 때는 가만히 있던 강아지가 축구공이 빠르게 커지는 동영상을 보여 주자 놀라서 도망갔다.

- ① (가)에서 다람쥐가 한 행동이 입체 지각을 얻기 위한 것이라면 다람쥐는 운동 시차를 이용한 것이라 할 수 있겠군.
- ② (가)에서 다람쥐가 머리의 좌우 측면에 눈이 있는 동물이라면 양안 단서를 얻기 위해 행동한 것이라고 볼 수 있겠군.
- ③ (가)에서 다람쥐로부터 여우가 멀리 있을수록 다람쥐에게는 여우가 빠르게 이동하는 것처럼 보이겠군.
- ④ (나)는 결 기울기가 강아지에게 입체 지각을 일으킬 수 있음을 보여 주는 사례이군.
- ⑤ (나)에서 강아지의 한쪽 눈을 가렸다면 강아지는 놀라는 행동을 보이지 않았겠군.

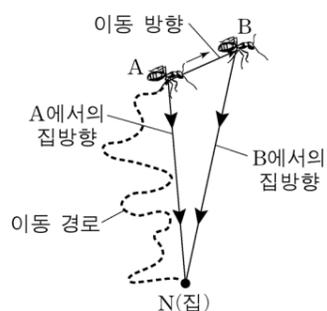
◆ 14-9평 A형 16~18번

[16~18] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

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 헛갈려진 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 이동하면서 자신의 위치에서 집 방향을 계속하여 다시 계산함으로써 가능하다. 가령,



그림에서 이동 경로를 따라 A에 도달한 사막개미가 먹이를 찾았다면 그때 파악한 집 방향 \overrightarrow{AN} 으로 집을 향해 갈 것이다. 만약 A에서 먹이를 찾지 못해 B로 한 걸음 이동했다고 가정하자. 이때 사막개미는 A에서 B로의 이동

방향과 거리에 근거하여 새로운 집 방향 \overrightarrow{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.

16. 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.

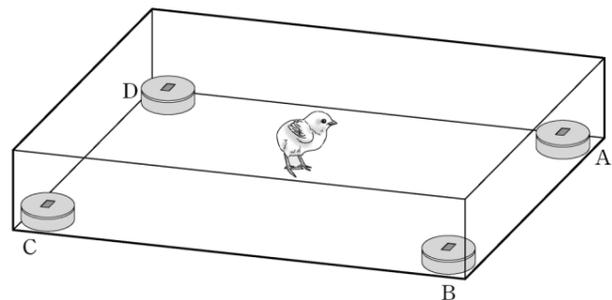
17. 윗글을 바탕으로 할 때, ㉠의 길찾기에 대한 추론으로 가장 적절한 것은?

- 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.

18. 윗글을 바탕으로 할 때, <보기>의 상황에서 병아리가 보일 행동에 대한 추론으로 가장 적절한 것은? [3점]

<보 기>

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.

◆ 11년 7월 고3 22~24번

[22~24] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

동물들은 번식과 생존을 위해 끊임없이 경쟁한다. 풀이나 나무라고 해서 동물과 다를 바가 없다. 식물들은 자신의 생존을 위해 뿌리나 잎, 줄기 등에서 특정한 화학 물질을 분비하여, 이웃하는 다른 식물의 발생이나 성장·번식을 억제하기도 한다. 이를 알레로파시(allelopathy), 또는 타감 작용(他感作用)이라 한다. 그리고 이들이 내놓는 화학 물질을 타감 물질이라고 한다.

구체적으로 알려진 몇 가지 알레로파시를 보자. 소나무 뿌리는 갈로탄닌이라는 타감 물질을 분비한다. 그리하여 그 거목 아래에는 다른 식물은 물론이고 제 새끼인 예술도 거의 살지 못한다. 미국 캘리포니아에 서식하는 관목의 일종인 살비아는 휘발성 터펜스를, 유칼립투스는 유칼립톨을 줄기나 낙엽, 뿌리에서 뿜어내어 다른 식물의 성장을 억제하는 것으로 알려져 있다. 잔디밭 한구석의 클로버가 잔디와 끈질기게 싸우면서 샤프터를 넓혀가는 것도 클로버가 분비한 타감 물질인 화약(火藥)의 역할 때문이다.

흔히 집에서 많이 키우는 허브나 제라늄 같은 식물은 그냥 가만히 두면 아무런 향기가 나지 않지만 쉰 바람이 불거나 슬쩍 건드리기만 해도 별안간 짙은 향기가 난다. 이는 재빠르게 침입자를 쫓는 그들의 방식이다. 사람들은 그 향기가 좋다고 하지만 실은 외부 세력으로부터 자신을 보호하려는 방어 기제이다. 감자 싹눈에 들어 있는 솔라닌의 독성이나 마늘의 매운 냄새 성분인 알리신 역시 모두 제 몸을 보호하는 타감 물질이다.

병원균에 대한 식물의 방어 과정도 알레로파시 현상의 하나이다. 병원균이 식물의 세포벽에 납작 달라붙어 해로운 물질을 끼워 넣으면, 빠른 속도로 체관을 통해 비상 신호 물질을 온 세포에 흘려보낸다. 상처 부위는 단백질 분해 효소 억제 물질을 이끌어 세포벽 단백질의 용해를 막으면서 세포벽에 딱딱한 리그닌 물질을 층층이 쌓게끔 하고, 파이토알렉신과 같은 항생 물질까지 생성해 낸다.

식물은 화학 물질로 말을 한다. 주지하다시피 송충이는 솔잎을, 배추벌레는 배춧잎을 갉아먹으며 산다. 그런데 송충이와 배추벌레가 달려들 때 솔잎과 배춧잎 역시 가만히 당하고만 있지 않는다. 그들은 서둘러 솔잎과 배춧잎의 상처 부위에서 테르펜이나 세키테르펜 같은 휘발성 화학 물질을 풍긴다. 그러면 말벌들이 그 냄새를 맡고 쏘살같이 달려온다. 이렇게 자기를 죽이려 드는 천적을 어서 잡아와 달라고 말벌에게 신호를 보내는 것들이 신기하지 않은가? 정말 만만찮은 창조물들이다.

22. 알레로파시에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① 다른 종의 힘을 이용해 자신을 보호하기도 한다.
- ② 같은 종이나 다른 종의 성장을 억제하기도 한다.
- ③ 기존 세력과의 경쟁에서 이기기 위한 역할을 하기도 한다.
- ④ 침입한 병원균에 대항하기 위해 항생 물질을 만들어내기도 한다.
- ⑤ 동식물 모두에게 나타나며 화학 물질을 활용해 자신을 지키 내기도 한다.

23. 위 글에 제시된 내용을 <보기>에서 골라 바르게 묶은 것은?

[1점]

_____ < 보 기 > _____

- ㄱ. 알레로파시의 실험 방법
- ㄴ. 알레로파시가 발생하는 과정
- ㄷ. 알레로파시가 일어나는 목적
- ㄹ. 알레로파시를 보이는 식물의 진화

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

24. 위 글과 <보기>를 함께 읽은 후의 반응으로 적절하지 않은 것은?

_____ < 보 기 > _____

본래 매운맛을 내는 고추의 캡사이신이나 후추의 피페린은 타감 물질이다. 그런데 사람들은 보통 음식을 만들 때 고추나 후춧가루를 사용하여 매운맛을 내기도 하고, 세균 증식을 억제시켜 음식의 부패를 막는 방부제로 쓰기도 한다. 특히, 북쪽 지방보다 남쪽 지방의 음식의 경우 캡사이신이 많이 함유된 방아풀의 잎이나 산초나무 열매가루를 김치나 겉절이 등에 더 많이 넣는다.

- ① 타감 물질은 인간의 삶과도 밀접한 관련이 있군.
- ② 산초나무 열매나 방아풀의 잎에 타감 물질이 들어있었군.
- ③ 타감 물질인 캡사이신이 세균 증식을 억제하는 방부제 역할을 했겠군.
- ④ 더운 지방의 식물일수록 알레로파시 현상이 강하게 나타나는 경향이 있군.
- ⑤ 고추나 후추가 지니고 있는 매운 성질은 자기를 지키려는 방어 기제라고 할 수도 있겠군.

◆ 14년 6월 고2 A형 28~30번

[28~30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

식물 호르몬의 하나인 에틸렌은 공기보다 가벼운 기체이며 쉽게 산화하는 성질이 있다. 에틸렌은 식물의 성장과 발달 과정에서 다양한 기능을 한다.

먼저 에틸렌은 사과, 배, 토마토 등 과일의 성숙을 유도한다. 과일의 성장이 일정한 단계에 이르면 에틸렌이 합성되어 과일을 성숙하게 하고, 성숙한 과일은 에틸렌을 더 많이 만들어 낸다. 이처럼 ㉠ 어떤 원인에 의해 나타난 결과가 다시 그 원인에 작용해 그 결과를 촉진하는 것을 '양성 되먹임'이라 한다. 에틸렌은 기체이므로 같은 공간에 있는 여러 과일에 전달되어 과일을 더 잘 익게 한다. 이와 달리 과일의 성숙을 지연시키기 위해서는 이산화탄소를 활용할 수 있다.

또한 에틸렌은 줄기가 물리적 자극에 반응하도록 유도한다. 어두운 곳에서 배양되어 싹이 튼 완두가 토양 속에서 위쪽으로 올라오다가 돌에 부딪치면, 줄기의 맨 위쪽 부위가 자극을 받는다. 이때 완두는 에틸렌을 합성하게 되는데, 이 에틸렌에 의해 '삼중반응'이 일어난다. 삼중반응은 줄기의 신장 속도 감소, 줄기를 굵게 하는 측면 비대 성장, 줄기를 옆으로 자라게 하는 휘어짐이 모두 일어나는 현상을 의미한다. 즉 식물의 줄기는 '물리적 자극 → 에틸렌 합성 → 삼중반응'의 과정을 거치는 것이다. 에틸렌은 식물 성장 과정에서 삼중반응을 일으켜 줄기가 장애물을 피해 가게 한다. 그러나 장애물이 사라지면 줄기의 에틸렌 합성은 감소하고, 줄기는 다시 위쪽을 향해 정상적으로 자란다. 이때 줄기에 삼중반응이 일어나게 하는 것은 물리적인 자극 자체가 아니라 에틸렌이다. 물리적 자극이 없는 상태에서 자라는 어린 식물에 에틸렌을 처리해도 삼중반응이 일어나기 때문이다.

생물학자들은 실험실에서 애기장대*를 관찰하다가 정상적인 애기장대뿐만 아니라 세 가지 유형의 돌연변이체도 같이 발견했다. 첫째 유형은 에틸렌에 반응하지 않는 돌연변이체이다. 이 돌연변이체는 에틸렌 수용체를 지니고 있지 않아 에틸렌을 처리해도 삼중반응이 일어나지 않는다. 둘째 유형은 물리적인 자극이 없는 공기 중에 노출되어 있을 때에도 삼중반응을 보이는 돌연변이체이다. 이들은 에틸렌 합성과 조절에 이상이 생겨 정상적인 경우보다 20배나 많은 에틸렌을 합성한다. 그런데 이 돌연변이체에 에틸렌 합성 억제제를 처리하면 정상적인 형태로 돌아간다. 셋째 유형은 항상 삼중반응을 보이는 돌연변이체이다. 이들은 에틸렌 합성 억제제에도 반응하지 않는다. 에틸렌 신호 전달 경로에 이상이 생겨 에틸렌이 없어도 신호가 전달되기 때문이다.

항상 삼중반응을 보이는 돌연변이체에 대한 연구를 토대로 생물학자들은 정상적인 유전자의 기능을 알게 되었으며, 식물 조직 내부의 효소와 에틸렌의 상호작용을 통해 신호 전달 경로를 추정해 나갔다.

* 애기장대: 십자화과에 속한 두해살이풀.

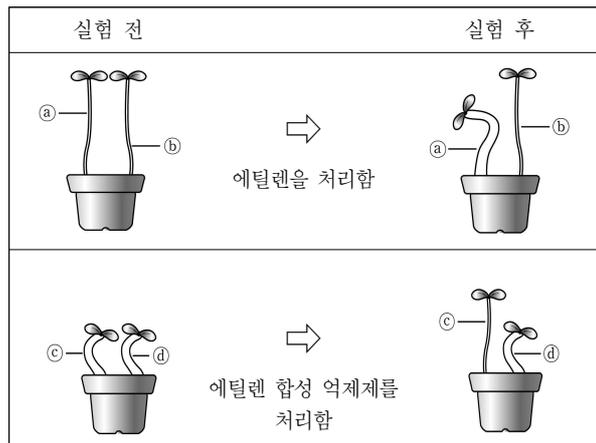
28. 밑글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 싹이 튼 완두가 장애물을 만나면 줄기의 신장 속도가 감소한다.
- ② 과일의 성숙 과정에서 에틸렌과 이산화탄소는 서로 다른 기능을 한다.
- ③ 삼중반응이 일어난 완두에 장애물을 제거하면 위쪽을 향해 정상적으로 자란다.
- ④ 덜 익은 과일만 있는 곳에 잘 익은 과일을 두면 덜 익은 과일이 더 늦게 익는다.
- ⑤ 생물학자들은 돌연변이체 연구를 바탕으로 정상적인 유전자의 기능을 알게 되었다.

29. ㉠이 적용된 사례로 가장 적절한 것은?

- ① 냉방기의 설정 온도보다 실내 온도가 더 높아지면 냉방기가 작동하여 실내 온도를 낮추게 된다.
- ② 정부가 청년 실업자에게 창업 자금을 지원하여 일자리를 창출하였더니 청년 실업률이 떨어졌다.
- ③ 한낮에 기온이 상승하면 수증기의 증발로 인해 구름의 양이 많아지고 이 때문에 대기는 차가워진다.
- ④ 마라톤 선수가 근력이 떨어져 체력 강화 훈련을 하였더니 근력이 다시 좋아져서 기록이 향상되었다.
- ⑤ 헌혈로 많은 사람들의 생명을 구했고, 헌혈 받은 사람들이 헌혈을 하여 더 많은 사람들의 생명을 구하게 되었다.

30. 다음은 [A]를 도식화한 것이다. 이에 대한 이해로 적절하지 않은 것은? [3점]

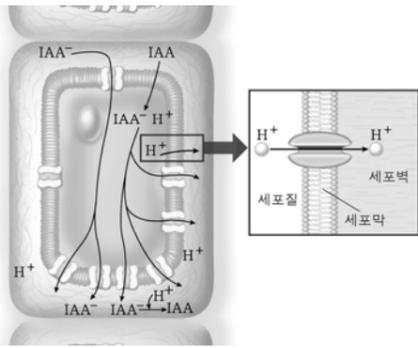


- ① ㉠은 에틸렌의 합성과 조절에 이상이 생긴 돌연변이체군.
- ② ㉠은 에틸렌 수용체를 지니고 있지 않은 돌연변이체군.
- ③ ㉠은 정상의 경우보다 20배나 많은 에틸렌을 합성한 유성이군.
- ④ ㉠은 에틸렌 신호 전달 경로에 문제가 생긴 유형이군.
- ⑤ ㉠과 ㉠은 물리적 자극이 없는 상태에서도 삼중반응이 일어나는 유형이군.

◆ 16년 3월 고2 27~30번

[27~30] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

찰스 다윈은 어린 식물이 빛의 방향으로 휘는 것을 보고 어린 식물의 일부 부위를 가리거나 절단한 후 햇빛에 노출시키는 실험을 진행하였다. 이 실험 이후에 보이센엔센은 식물이 특정 부분에서 빛을 인식하고, 그 부분에서 화학 물질이 줄기를 따라 뿌리 쪽으로 이동한다는 것을 실험으로 확인하였다. 벤투는 이 화학 물질을 '옥신'이라고 이름 지었다.



식물은 분열 조직이 있는 줄기의 맨 윗부분에서 옥신을 만들고, 이 옥신이 뿌리 쪽으로 이동한다. 옥신은 주로 식물 세포를 신장시키는 역할을 한다. 대표적인 옥신인 IAA는 이온화되지 않은 형태인 IAA와

이온화된 형태인 IAA⁻의 두 가지로 세포벽에 존재한다. 이온화되지 않은 옥신은 확산되어 세포질로 유입된 후 IAA⁻과 H⁺으로 이온화된다. 하지만 세포벽에 이온화된 형태로 존재하는 옥신은 확산으로 세포막을 통과할 수 없기 때문에 세포막에 있는 옥신 유입 수송체를 거쳐야만 세포질로 들어갈 수 있다.

세포질로 유입된 옥신은 세포막에 있는 H⁺ 펌프를 활성화한다. H⁺ 펌프가 활성화되면 세포질의 H⁺들은 H⁺ 펌프가 작용해 세포벽으로 수송된다. H⁺이 수송된 세포벽에서는 H⁺이 증가하여 pH가 감소하게 되는데, 이 영향으로 섬유소 분자 간의 결합을 끊어 주는 췌기 모양의 효소가 활성화된다. 이 췌기 모양의 효소가 세포벽에 있는 섬유소들의 연결을 느슨하게 하면 삼투 현상에 의해 세포질로 물이 유입된다. 물이 유입된 세포질은 압력이 높아지면서 팽창하기 때문에 식물 세포가 신장하게 된다.

세포질에 이온화된 형태로 있는 옥신이 뿌리 쪽으로 이동하기 위해서는 세포질 밖으로 옥신이 유출되어야 하는데, 이온화된 형태로는 세포막을 통과하지 못한다. 이때 세포막을 통과하는 통로로 PIN 단백질이 이용된다. PIN 단백질은 세포막 좌우나 아래쪽에 위치하여 옥신이 이동하는 방향을 결정한다. 식물이 빛을 향해 휘어지는 굴광성은 옥신이 세포막 좌우에 위치하고 있는 PIN 단백질을 거쳐 빛의 반대 방향으로 이동하기 때문에 일어나는 현상이다. 대체로 PIN 단백질은 세포막 아래쪽에 주로 ㉠ 퍼져 있는데, 이로 인해 옥신은 줄기에서 뿌리 쪽으로 이동하며 식물 세포의 신장을 촉진하게 된다.

27. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 옥신이 식물 세포에 작용하는 원리를 과정에 따라 설명하고 있다.
- ② 옥신의 구조가 빛의 영향으로 변화하는 과정을 순차적으로 설명하고 있다.
- ③ 형태가 다른 옥신이 생성되는 원리를 조건에 따라 구분하여 설명하고 있다.
- ④ 식물 세포의 종류에 따라 다른 형태의 옥신이 이동하는 원인을 설명하고 있다.
- ⑤ 식물의 분열 조직을 형성하는 데에 옥신이 미치는 영향을 단계적으로 설명하고 있다.

28. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 세포질의 옥신은 PIN 단백질을 통해 세포벽으로 유출된다.
- ② 세포질로 물이 유입되면 삼투 현상이 발생해 세포질의 압력이 높아진다.
- ③ 활성화된 췌기 모양의 효소는 세포벽에 있는 섬유소들의 연결을 느슨하게 한다.
- ④ H⁺ 펌프의 작용으로 세포질의 H⁺이 세포벽으로 이동해 세포벽의 pH가 감소된다.
- ⑤ 세포벽에 이온화된 형태로 있는 옥신은 옥신 유입 수송체를 통해 세포질로 유입된다.

29. <보기>는 다윈이 진행한 실험이다. 윗글을 고려하여 이해한 내용으로 알맞지 않은 것은? [3점]

< 보 기 >

다윈은 어린 식물의 끝부분을 자른 것(㉠), 빛이 통하지 않는 고깔을 씌운 것(㉡), 빛이 통하는 고깔을 씌운 것(㉢) 그리고 빛이 통하지 않는 가리개로 중간 부분을 가린 것(㉣)을 빛에 노출시키는 실험을 진행하여 그림과 같은 결과를 얻었다.

- ① ㉠의 절단면에서는 옥신이 만들어지지 못하겠군.
- ② ㉠과 ㉡은 빛의 방향이 바뀌어도 휘어지지 않겠군.
- ③ ㉡은 ㉢과 달리 고깔이 있는 위쪽으로 옥신이 이동하겠군.
- ④ ㉡은 고깔을 그대로 둔 채 ㉣의 가리개로 중간 부분을 씌워도 휘어지지 않겠군.
- ⑤ ㉢과 ㉣의 휘어진 부분에서는 빛의 반대 방향의 세포가 더 신장하겠군.

30. ㉠과 바꿔 쓸 수 있는 말로 가장 적절한 것은?

- ① 공포하는데
- ② 배포하는데
- ③ 분포하는데
- ④ 살포하는데
- ⑤ 유포하는데

◆ 13년 9월 고2 A·B형 공통 25~28번

[25~28] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우기가 있는 지역이나 폭포가 있는 계곡에 서식하는 옹화반 식물(학명: Splash-cup plant)은 지름 3~5mm의 원뿔형 꽃 속에 작고 가벼운 씨앗이 있다. 이 식물은 평균 높이가 10cm 정도로 작지만 놀랍게도 그 10배의 거리까지 씨앗을 퍼뜨린다.

이 식물이 씨앗을 퍼뜨리는 과정을 분석하기 위해 꽃의 모양과 유사한, 아래로 향하는 원뿔 모형으로 실험을 실시하였다. 씨앗을 원뿔의 꼭짓점에 놓고 빗방울과 크기 및 속도가 같은 지름 2mm 정도의 물방울을 떨어뜨려 비가 오는 상황을 연출하였다. 그 결과 다음과 같은 사실을 확인할 수 있었다.

우선 모형의 각도(θ)를 30°에서 65°로 5°씩 변화시키며 8개의 모형으로 실험한 결과, 각도가 40°일 때 씨앗이 가장 멀리 날아갔다. 이는 에너지의 역학적 관계 때문이다. 원뿔형 구조이기 때문에 물방울은 모형의 경사면에 각도를 가지며 떨어진다. 경사면에 물방울이 닿는 순간에 물방울은 내부의 표면에 퍼지면서 역학적 에너지의 전환이 일어나게 된다. 이때 물방울이 가지는 중력의 힘으로 방향이 전환되어 내부에서 미끄러진다. 원뿔의 구조에 의해 물방울은 중앙을 향해 미끄러지게 되는데, 그러면 중앙에 있던 [A] 작고 가벼운 씨앗이 물과 함께 모형 밖으로 이동하게 된다. 이때 각도가 40°일 경우, 운동에너지로 전환되며 손실되는 에너지의 양이 가장 적어서 미끄러지는 속도가 빨라지게 되는 것이다.

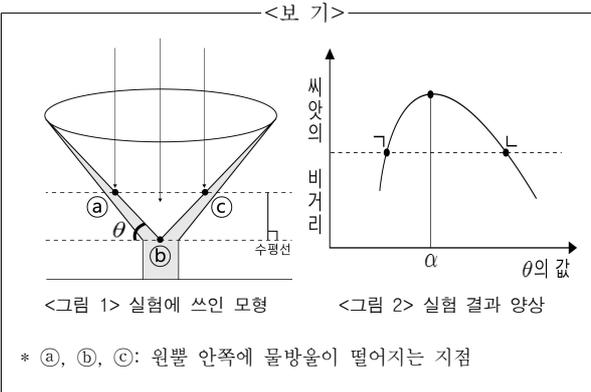
또한 물방울이 중앙에 떨어졌을 때보다 경사면에 떨어졌을 때 씨앗이 더 멀리 날아갔다. 물방울이 원뿔의 정중앙에 떨어졌을 때에는 에너지가 사방으로 거의 동일하게 분산되면서 원형이 되지만, 경사면에 떨어졌을 때에는 에너지가 한 곳으로 집중이 되어서 비대칭 타원이 되기 때문이다. 경사면의 물방울은 비대칭적으로 퍼지면서 떨어진 위치의 반대 방향으로 더욱 멀리 튀어 나간다.

옹화반 식물들의 꽃잎 경사면은 40°~60° 사이이다. 이는 빗방울이 떨어졌을 때 가장 빠르게 퍼져나갈 수 있는 경사면의 각도로서, 빗방울의 힘을 ①빌려 씨앗을 최대한 멀리 퍼뜨릴 수 있기 때문에 추측할 수 있다. 이것은 옹화반 식물이 서식 지역의 기후 특성에 적응하면서 번식에 유리한 최적의 형태로 진화한 결과라 할 수 있다. 이처럼 식물들은 각자의 환경에 맞게 씨앗을 퍼뜨리는 전략을 취함으로써 번식에 성공할 수 있었다. 이것이 지금까지 우리가 식물의 아름다움을 즐길 수 있는 이유이다.

25. 윗글의 집필 의도로 가장 적절한 것은?
- ① 상식에 근거하여 특정 현상을 설명하려고
 - ② 특정한 이론이 지닌 문제점을 지적하려고
 - ③ 특정 현상을 다른 학자의 이론으로 설명하려고
 - ④ 두 이론의 장점을 취하여 새로운 이론을 세우려고
 - ⑤ 구체적 현상에 나타난 원리를 체계적으로 설명하려고

26. 윗글을 읽고 난 후의 반응으로 적절하지 않은 것은?
- ① 특정한 지역의 기후와 그곳에 서식하는 식물의 구조가 어떤 연관성을 가지는지 연구하고자 했군.
 - ② 물방울이 씨앗이 날아가는 데 역학적 작용을 한다는 가설을 설정하였군.
 - ③ 실험을 위하여 다양한 옹화반 식물들을 조사해 가장 일반적인 구조로 모형을 만들어야 했군.
 - ④ 실험의 원리를 알기 위해 물방울이 떨어지는 각도와 위치라는 두 개의 변인을 사용하였군.
 - ⑤ 물방울이 떨어지는 위치에 따라 꽃의 내부에서 변화하는 물방울의 모양을 관찰하는 후속 연구가 필요하겠군.

27. [A]를 바탕으로 <보기>를 이해할 때 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① <그림 1>의 ②에 물방울이 떨어지면 ①과 ③에 작용하는 에너지는 같겠군.
- ② <그림 1>의 ①에 물방울이 닿는 순간 역학적 에너지의 방향이 바뀌겠군.
- ③ <그림 1>의 ①에 물방울이 떨어질 때와 ③에 떨어질 때 씨앗이 날아가는 방향은 반대이겠군.
- ④ <그림 2>의 α 는 씨앗의 비거리가 최대치인 지점이므로 40°에 해당하겠군.
- ⑤ <그림 1>의 ①에 물방울이 떨어졌을 때 측정값이 <그림 2>의 α 이라면 ③에 떨어졌을 때 측정값은 α 에 해당하겠군.

28. ①을 바꿔 쓸 수 있는 말로 적절한 것은?
- ① 이용(利用)하여
 - ② 응용(應用)하여
 - ③ 도용(盜用)하여
 - ④ 대용(代用)하여
 - ⑤ 남용(濫用)하여

◆ 13-6평 23~25번

[23~25] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

일반적으로 대기 중에서 만들어질 수 있는 물기둥의 최대 높이는 10m 정도이다. 그런데 지구상의 나무 중에는 그 높이가 110m를 넘는 것들도 있다. 어떻게 뿌리에서 흡수된 물이 높이 110m의 나무 꼭대기까지 전달될 수 있는 것일까?

대기 중의 수분 농도는 잎의 수분 농도보다 낮기 때문에 물이 잎의 표피에 있는 기공을 통하여 대기 중으로 확산되는데, 이를 증산 작용이라고 한다. 기공을 통해 물이 빠져나가면 물의 통로가 되는 조직인 물관부 내부에 물을 끌어올리는 장력이 생기며, 이에 따라 물관부의 물기둥이 위로 끌려 올라가게 된다. 이때 물기둥이 끊어지지 않고 끌려 올라갈 수 있는 것은 물의 강한 응집력 때문이다. 물의 응집력이 물관부에서 발생하는 장력보다 크기 때문에 물기둥이 뿌리에서부터 잎까지 끊어지지 않고 마치 끈처럼 연결되어 올라가는 것이다. 물관부에서 물 수송이 이루어지도록 하는 이러한 작용을 ‘증산—장력—응집력’ 메커니즘이라 한다.

㉠ 이 메커니즘은 수분 퍼텐셜로 설명할 수 있다. 수분 퍼텐셜은 토양이나 식물체가 포함하고 있는 물의 양을 에너지 개념으로 바꾼 것으로, 물이 이동할 수 있는 능력을 나타낸다. 단위로는 파스칼(Pa, 1 MPa=10⁶ Pa)을 사용한다. 물은 수분 퍼텐셜이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 별도의 에너지 소모 없이 이동한다. 순수한 물의 수분 퍼텐셜은 0 MPa인데, 압력이 낮아지거나 용질*이 첨가되어 이온 농도가 높아지면 수분 퍼텐셜이 낮아진다. 토양의 수분 퍼텐셜은 -0.01 ~ -3 MPa, 대기의 수분 퍼텐셜은 -95 MPa 정도이다. 일반적으로 토양에서 뿌리, 줄기, 잎으로 갈수록 수분 퍼텐셜이 낮아지고, 그에 따라 물은 뿌리에서 줄기를 거쳐 잎에 도달한 후 기공을 통해 대기 중으로 확산된다.

기공의 개폐는 잎 표면에 있는 한 쌍의 공변세포에 의해 이루어진다. 빛의 작용으로 공변세포 내부의 이온 농도가 높아지면 수분 퍼텐셜이 낮아지고, 그에 따라 물이 공변세포로 들어와 기공이 열린다. 그러면 식물은 대기 중의 이산화탄소를 흡수하여 광합성을 통해 포도당을 생산할 수 있다. 문제는 식물이 이산화탄소를 흡수하기 위해 기공을 열면 물이 손실되고, 반대로 물 손실을 막기 위해 기공을 닫으면 이산화탄소를 포기

해야 하는 데 있다. 물과 포도당이 모두 필요한 식물은, 이러한 딜레마를 해결하기 위해 광합성에 필요한 햇빛이 있는 낮에는 기공을 열고 그렇지 않은 밤에는 기공을 닫아서 이산화탄소의 흡수와 물의 배출을 조절하는 시스템을 만들어 냈다. 그 결과 기공의 개폐는 일정한 주기를 가지게 된다.

* 용질: 용액에 녹아 있는 물질.

23. 위 글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 기공의 개폐는 빛의 영향을 받는다.
- ② 광합성의 결과로 포도당이 만들어진다.
- ③ 기공이 열리면 식물 내부의 이산화탄소가 손실된다.
- ④ 증산 작용으로 물관부 내의 물기둥에 장력이 발생한다.
- ⑤ 물의 응집력으로 인해 물관부 내의 물기둥이 끊어지지 않는다.

24. ㉠의 내용으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㉠ 뿌리의 수분 퍼텐셜이 토양의 수분 퍼텐셜보다 낮아 물이 토양에서 뿌리로 이동한다.
 - ㉡ 줄기의 물이 잎으로 이동하면 줄기의 수분 퍼텐셜이 낮아져 뿌리의 물이 줄기로 이동한다.
 - ㉢ 증산 작용으로 잎의 수분이 공기 중으로 빠져나가면 잎의 수분 퍼텐셜이 낮아져 줄기의 물이 잎으로 이동한다.
 - ㉣ 광합성이 일어나는 동안에는 잎의 수분 퍼텐셜이 대기의 수분 퍼텐셜보다 낮아진다.

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

25. 일출부터 일몰까지의 ‘잎’의 수분 퍼텐셜을 나타낸 그래프로 위 글의 내용에 부합하는 것은?

