

[1~3] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

일반적으로 대기 중에서 만들어질 수 있는 물기둥의 최대 높이는 10 m 정도이다. 그런데 지구상의 나무 중에는 그 높이가 100 m를 넘는 것들도 있다. 어떻게 뿌리에서 흡수된 물이 높이 100 m의 나무 꼭대기에까지 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 작용을 ‘증산-장력-응집력’ 매커니즘이라 한다.

㉠ 이 매커니즘은 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, 1MPa = 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

1. 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 내부 물기둥이 끊어지지 않는다.

2. ㉠의 내용으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

- ㉠ 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 ㉡, ㉢, ㉣

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

