

물은 생명의 근원이다

글_ 이덕환 서강대 화학과 교수 duckhwan@sogang.ac.kr

화성 탐사선 스피릿과 오퍼튜니티가 화성 표면에서 물의 흔적을 찾아냈다고 해서 화제가 되었다. 화성 표면에 남아있는 흔적으로 보아서 땅 속에 소량의 물이 있었던 것이 아니라 출렁거릴 정도로 많은 물이 있었던 것으로 보인다는 것이다. 만약 그것이 사실이라면 화성에도 언젠가는 지구에서 번성하고 있는 것과 같은 생물이 존재했다는 가능성이 한층 높아지는 셈이다. 특히 최근에는 유럽의 탐사선 마스 익스프레스와 하와이 천문대에 설치된 적외선 망원경을 이용한 관측에서 화성 표면에 메탄(CH₄)이 존재하는 것으로 확인되었다고 해서 생물의 존재 가능성은 전혀 터무니없는 주장이 아닐 수도 있는 모양이다.

모든 생물은 물에서 탄생

지구상에 살고 있는 생물은 모두 물 속에서 처음 출현했던 박테리아에서 비롯되었던 것으로 추정된다. 스스로 만물의 영장(靈長)이라고 자랑하는 우리 인간도 예외는 아니다. 우리 몸

을 구성하는 세포 속에서 에너지를 공급하는 역할을 담당하는 미토콘드리아가 바로 그 증거다. 우리의 개성을 결정하는 세포 핵에 들어있는 DNA와는 전혀 다른 모양의 독립적인 DNA를 가지고 있는 미토콘드리아는 먼 옛날에 살던 단세포의 박테리아가 자신의 독립적인 존재를 포기하고 우리 몸 속에 들어와 살고 있는 것이기 때문이다. 오늘날 지구상에 살고 있는 다양한 종류의 생물들은 각자 자신에게 주어진 환경에 적응하기 위해서 서로 다른 방향으로 진화했을 뿐이다.

그래서 지구상에 살고 있는 생물은 모두 똑같은 특성을 공유하고 있다. 지질(lipid)로 만들어진 세포막으로 이루어진 몸체를 가지고 있고, 외부에서 여러 가지 물질을 흡수해서 복잡한

화학 반응에 활용하면서 생명 유지에 필요한 에너지

와 화학 물질을 만들어내고 남은 물질을

배출하는 대사(代謝)를 하며, 자신과

다른 후손을 만들어내는 번식을

한다는 것이 바로 그런 특성이

다. 그런 생물은 먼 옛날 펄

펄 끓어오르던 바다 속에서

처음 등장했던 것으로 짐작

되고, 지금도 물이 없으면 잠

시도 생명을 유지하지 못한다.

그래서 물은 모든 생명의 근원이

라고 한다.

물론 물이 있다고 해서 반드시 생명이

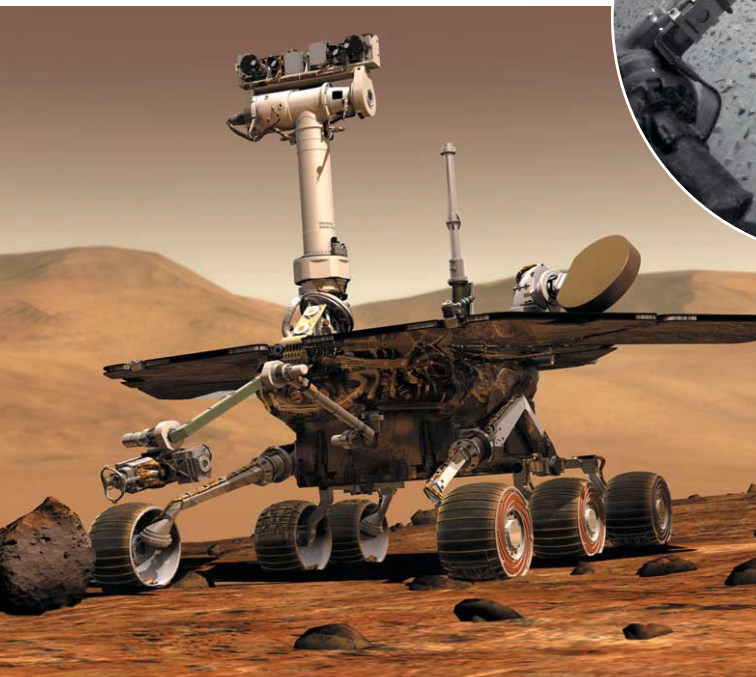
존재하는 것은 아니다. 생명이 존재하기 위해서는

물 이외에도 여러 가지 복잡한 조건이 만족되어야만 하기 때문

이다. 그래서 생명의 신비는 놀라운 과학적 성과를 이룩한 오

늘날까지도 이해하기 어려운 가장 어려운 과제로 남아있는 것

이다.



단순하면서도 신비스러운 물

물(H₂O)은 하나의 산소와 두 개의 수소가 구부러진 모양으로 결합된 정말 단순한 분자다. 그러나 물 분자의 구부러진 모양과 산소와 수소 원자의 화학적 특성 때문에 물은 정말 신비로운 특성을 갖게 되었다. 산소와 수소가 가지고 있는 10개의 전자들이 산소쪽으로 치우쳐서 분포하게 되고, 그래서 물 분자는 상당히 큰 극성(極性)을 갖게 되어 서로 잡아당기는 특성을 나타낸다. 특히, 그런 물 분자들이 액체나 고체로 존재하게 되면 분자들 사이의 거리가 아주 가까워져서 서로 잡아당기는 힘이 더욱 커진다. 그런 힘은 충분히 커서 화학에서는 '수소 결합(hydrogen bond)'이라고 부른다. 수소 결합으로 연결된 액체의 물은 신비로운 특성을 나타낸다.

우선 강한 인력을 나타내는 물은 녹는 점(섭씨 0℃)과 끓는 점(섭씨 100℃)이 매우 높아서 상온에서는 액체로 존재한다. 밀도, 열용량, 점성도가 유별나게 큰 것도 똑같은 이유 때문이다. 극성이 큰 분자로 구성된 액체의 물은 다른 극성 분자들이나 전하를 가진 이온들을 녹이는 특이한 성질을 가지고 있기도 하다. 그러나 가장 독특한 특성은 물 분자의 위치가 고정되는 얼음이 되면 물 분자들 사이에 빈틈이 생겨 밀도가 10% 가까이 줄어드는 것이다. 추운 날에 강물이 얼어서 만들어지는 얼음이 밑으로 가라앉지 않고 물 위로 떠오르는 것도 그런 이유 때문이다. 물이 가지고 있는 독특한 특성은 무려 41가지나 된다.

생명의 원동력은 전자 전달 반응

생물이 살아 움직이려면 상당한 양의 에너지가 필요하다. 사람의 경우에는 하루에 2천칼로리의 에너지가 있어야만 한다. 물론 그런 에너지는 화학적인 방법으로 공급된다. 포도당과 같은 영양분이 호흡으로 흡수한 산소와 결합하여 연소되는 산화(酸化) 반응이 이용된다. 가스 레인지에서 연료가 타는 것과 똑같은 반응이다. 물론 우리 몸 속에 그런 연소 장치를 가지고 있을 수는 없다. 휴대전화의 전지(電池)에서 일어나는 것처럼 분자들 사이에 전자가 옮겨다니는 전자 전달 반응(electron transfer reaction)이 바로 그 대안이다. 우리 세포의 미토콘드리아가 바로 그런 반응에 의해서 생명 에너지 공급원인 ATP를 만들어내는 곳이다.



일반적으로 그런 반응에는 극성이 강한 물질들이 필요하고, 여러 종류의 전하를 가진 이온들이 만들어지게 된다. 그런 반응을 정교하게 조절하는 단백질들도 모두 극성을 가진 물질이다. 그러므로 생명을 이어가려면 각종 이온과 극성 물질들이 모두 녹아 들어가면서도 정교한 전자 전달 반응을 방해하지 않는 특별한 화학적 환경이 필요하다. 그런 환경을 제공해주는 것이 바로 액체의 물이다. 휴대전화의 전지에도 물이 들어있는 것도 그런 이유 때문이다. 그러나 물 속에 녹아있는 소량의 수소 이온(H⁺)의 양은 몸에서 일어나는 복잡한 화학 반응의 진행 정도와 반응 속도에도 심각한 영향을 미친다. 그래서 생물의 몸 속에서는 체액에 녹아있는 수소 이온의 농도를 일정하게 유지하는 완충 장치가 마련되어 있다.

그러나 물의 역할은 그런 화학적인 것으로 끝나지 않는다. 밀도와 열용량이 큰 물은 세포의 모양을 일정하게 유지하고, 외부의 환경 변화에 적응할 수 있도록 해주는 물리적 환경을 제공해주기도 한다. 모든 화학 반응이 그렇듯이 몸 속에서 일어나는 화학 반응도 온도에 따라 민감하게 달라진다. 그래서 체온을 일정하게 유지하는 것은 생명 유지에 필수적이다. 우리의 체온이 몇 도만 바뀌더라도 심한 고통을 느끼게 되고, 자칫하면 생명을 잃어버리기도 하는 것은 바로 그런 이유 때문이다. 따라서 열용량이 큰 물은 생물의 몸 속에서 일어나는 화학 반응에 필요한 항온 장치를 만들어주는 셈이다. ㉑