천혜의 조건을 갖춘 생명의

글 | 김경렬 서울대학교 지구환경과학부 교수 krkim@snu.ac.kr

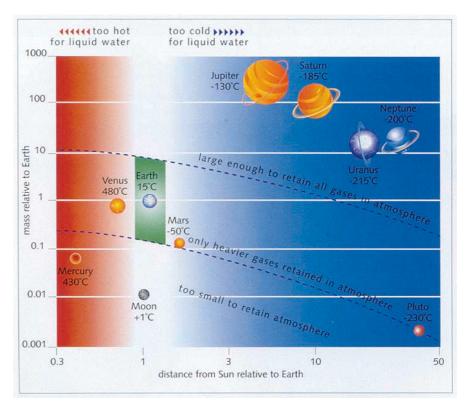
▲ 껴지는 것이 우리가 살아있다는 것의 소중함인 것 같다. 우리

○008년 무자년 새해가 밝았다. 신년을 맞이할 때면 더더욱 느 양을 하고 있는 화석을 보면 이들 세포가 오늘날 광합성을 하는 남 조류 시아노박테리아와 그 구조가 비슷해 보인다.

태양계내의 행성들은 약 46억 년 전 태 양과 함께 모두 같이 태어났다(물론 달 이 약간 예외인 것은 이미 앞에서 살펴 보았지만). 그러나 약 46억 년이 경과된 지금 우리 친척 행성들의 모습은 지구와 는 너무나 판이하게 다르다. 가장 중요 한 것은 현재 지구만이 계절에 따라 그 모습을 달리하는 풍성한 물의 행성이 되 었으며, 바로 그 기반 속에서 생명이 존 재하고 있는 것이다. 지금 과학자들이 하늘을 열심히 보면서 태양계와 유사하 게 행성을 가진 별을 찾으려는 많은 노 력을 기울이고 있지만 거대한 우주 속에 서 귀한 생명들이 살고 있는 곳은 적어 도 지금까지는 지구가 유일한 곳인 것 같다.

35억년 전 지구상에 생명 태동

지구 상에 생명이 존재하였다는 확실 한 증거가 발견되는 것은 약 35억 년 전 이다. 세포가 줄을 지어 긴 필라멘트 모



태양으로부터의 거리와 질량을 따라 도시한 태양계 행성(행성의 크기는 실제의 크기비례가 아님). 지구가 가진 특 유한 성질은 다른 행성과 달리 지구를 생명의 행성으로 진화시켰다 (From the Beginning, The Natural History Museum, London).

그렇지만 과학자들은 지구가 태어나고 약 5억여 년이 경과된 40억년 전 끊임없이 지구에 충돌하던 운석들의 숫자도 현저히 줄어들고 지표면이 생명이 살 수 있는 환경으로 서서히 자리를 잡기 시작한 것으로 믿고 있다. 실제로 38억5천만 년의 연대를 보이는 그린란드의 암석에서 생명체가 만든 것으로 믿어지는 탄소화합물이 발견된 것은 지구상에 생명체들이 살아갈 수 있는 환경이 마련되고 멀지 않아 생명활동이 시작된 것을 말해주고 있다.

'지구상에 어떻게 생명이 시작되었을까'에 대하여 물론 원시대기로 추정되는 환경에 전기를 방전시켜 아미노산 합성을 성공시킨유레이-밀러의 실험과 같이 과학적 담론이 있는 것이 사실이다. 그렇지만 이 문제는 종교의 차원으로 넘어갈 수 있는 질문이므로 이에 대해서는 나중에 다시 다루어 볼 예정이며, 이번 글에서는 '어떤 이유로 지구가 광활한 우주 내에서 유일하게 생명의 요람이라는 특권(?)을 누릴 수 있게 되었을까?'하는 문제를 살펴보기로 하자.

'적절한 크기'로 태양과 '적절한 거리'에 위치

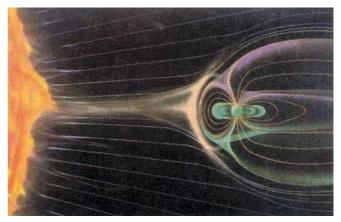
아마 지구가 첫 번째로 고마워해야 할 것은 우리 별 태양이 있다는 것이리라. 현재 우리 지구 생명계를 유지시키는 에너지원이 궁극적으로 태양에서 오며, 또한 바로 이 에너지원 덕분에 지구가 따뜻한 행성이 될 수 있었기 때문이다. 그렇지만 태양이 있다는 것은 우리 지구만이 가지는 특별한 혜택은 아니다. 태양은 태양계 내의모든 행성이 공유하는 별이기 때문이다.

과학자들은 지구가 향유하는 중요한 천혜의 축복으로 크게 두 가지를 꼽는다. 하나는 지구가 태양으로부터 '적절한 거리'에 떨어 져 있다는 것이고, 또 하나는 지구가 '적절한 크기'를 가지고 있다 는 것이다. 이 두 가지의 특징이 어떻게 지구를 생명의 행성으로 만 들 수 있었을까?

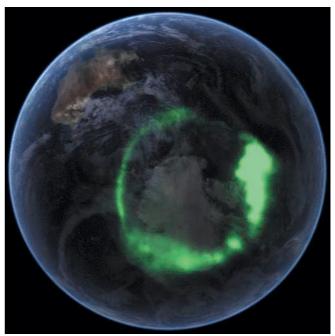
지구가 태양으로부터 너무 멀지도, 너무 가깝지도 않은 아주 '적절한' 거리에 위치한다는 것의 중요성을 가장 잘 보여주는 지표로 행성들의 표면온도를 들 수 있다. 태양에 가장 가까운 수성의 표면온도는 밤이면 최저 −180℃에 이르기도 하지만 낮이면 최고 온도가 425℃까지 오른다. 또한 금성의 표면온도는 물론 짙은 대기의 영향이 있기도 하지만 무려 465℃나 된다. 태양에 너무 가깝게 자리를 잡고 있는 것이다.

한편 거리상으로는 반대쪽의 바로 이웃 행성인 화성은 표면온도 가 -125℃~25℃로 벌써 태양으로부터 너무 멀리 떨어진 행성의 운명을 보이고 있다. 태양에서 멀어질수록 온도가 낮아지는 것을 분명히 볼 수 있으며 태양으로부터 적절한 거리라는 것이 얼마나 중요한지를 잘 보여준다. 바로 이런 금성과 화성 중간의 적절한 거리에 바로 지구가 자리를 잡으면서 적절한 기후조건을 만든 것이다. 그러나 태양으로부터의 거리가 지구와 동일하다고 말할 수 있는 달의 온도가 1℃ 정도밖에 되지 않는 것은 태양으로부터의 거리가 중요한 요소인 것은 확실하지만 유일한 것이 아님을 분명히 보여주고 있다.

생명의 행성이 되기 위한 또 하나의 중요한 조건은 바로 지구가 적절한 크기의 행성으로 태어났다는 것이다. 인공위성을 이용하여



지구장이 만들어내는 자기장을 보여주는 모식도



우주에서 바라본 극지방의 오로라 모습

행성을 탐사하는 연구가 시작될 때의 일이었다. 물론 짙은 구름으로 덮인 금성의 표면을 볼 수 없었기 때문이기도 했지만 과학자들은 지구와 질량이 거의 비슷한 금성을 실제로 생명이 있을 가능성이 가장 높은 행성으로 여겨졌었다. 물론 행성을 덮고 있는 짙은 구름이 만들어내는 '도를 넘은 온실효과'로 용광로가 되어있는 표면을 관측할 수 있게 되면서 이 꿈은 자연스럽게 화성으로 옮겨졌지만 과학자들이 행성의 크기를 중요시했던 것을 잘 보여준다. 왜 적절한 크기가 생명의 행성으로의 진화에 그렇게 중요한 것일까?

자기장이 만든 차폐막이 유해 우주선 차단

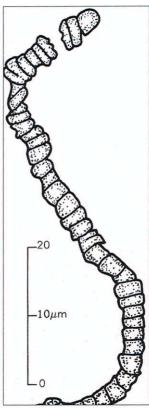
지구가 처음 만들어질 때부터 가지고 있던 에너지의 많은 부분은 지구역사의 초창기에 외부로 빠져나갔고, 현재의 지구는 우라늄 같은 방사성 물질들이 붕괴하면서 지속적으로 공급하는 에너지가 매우 중요한 비중을 차지하고 있다. 행성이 가진 우라늄의 양은 행성의 크기와 정의 상관관계를 가지고 있음은 당연하다. 바로 이러한 연유로 적절한 크기를 가지고 있는 지구는 지금도 충분한 에너지를 가진, 판구조론이 활발하게 진행되는 동적인 지구를 유지할수 있는 것이다.

이런 동적 지구에서는 지금까지 계속해서 융기, 풍화, 침식 및 퇴적작용을 통해 지구상의 물질들이 끊임없이 순환하고 있다. 러브록은 이런 물질순환을 통하여 스스로 적절한 자정 및 조절기능을 갖추고 있는 지구를 하나의 생명체로 보는 가이아이론을 발전시켰다. 또한 동적 지구가 만들어내는 또 하나의 중요한 사실은 지금도 내부에 용융상태의 철로 이루어진 핵이 있다는 것이다. 바로 이 용융상태의 핵이 회전하면서 지구는 하나의 거대한 자석이 되어 주위에 강력한 자장을 만들어내고 있는 것이다.

지구는 우주로부터 끊임없이 강력한 에너지의 양성자, 베타입자, 알파입자의 폭격을 받고 있다. 연속적인 흐름이 아니기 때문에 '우주선'이라는 표현이 정확한 것은 아니지만, 여기에는 우리의 별태양도 태양풍을 통하여 한몫을 하고 있음은 물론이다. 만약 누군가 이런 강력한 우주선으로부터 생명체들을 보호해주지 않는다면지구상의 생명체들은 그 생명을 유지하며 살아가기가 힘들다. 그런데 지구의 자장이 바로 차폐벽을 만들어 방패역할을 하면서 유해한우주선으로부터 우리를 보호해주고 있는 것이다. 이 차폐벽밖으로여행하는 우주인들에게 해주어야 하는 가장 중요한 것의 하나가이들을 우주선으로부터 보호해주는 차폐장치다.

강력한 차폐벽을 피해 극지방으로만 일부 유입되는 우주선이





오스트레일리아 북서부의 Apex Chert에서 발견된 35억 년 전의 생명체 화석, 전 자현미경사진 및 이를 재구성한 모식도

65~100km 고도에서 질소와 산소와 만나면서 이들 분자의 전자를 높은 에너지준위로 여기시키면서 만들어지는 것이 바로 극지방 대기 중의 오로라인 것이다.

그러나 뭐니 뭐니 해도 지구가 적절한 크기(질량)를 가짐으로써 나타나는 가장 중요한 결과는 지구가 '적절한 대기'를 가지고 있다 는 것이다. 이 대기 속에 살고 있는 우리는 그 속에서 우리에게 필 요한 산소를 들이마시며, 또한 이 대기는 지구를 담요처럼 덮여주 면서 온실효과를 만들어내어 지구를 따뜻한 물의 행성으로 만들고 있는 것이다. 다음 글에서는 이런 고마운 대기에 대하여 더 살펴보 기로 하자. ��D



글쓴이는 서울대학교 화학과 졸업 후 동대학원에서 석사학위를, 캘리 포니아대학 샌디에이고 캠퍼스에서 해양학으로 박사학위를 받았다. 현재 지구환경과학부 학부장 겸 BK21사업단장으로 있으며, 해양연구 소장을 겸임하고 있다.