



박준후 경기 삼모루초 4
이선재 경기 정평중 3

26

달과 화성에 인공 도시를
만들 수 있을까요

A



석원경 교수가 답하다

우주 탐사 열기가 뜨겁습니다. 달이나 화성에 인간이 살 수 있는 인공 도시를 만드는 데 관심을 갖는 사람도 많아졌습니다. 영국의 물리학자 스티븐 호킹의 행성 이주설이 발단이었습니다. 인간이 화성에 정착하려면 가혹한 우주에서 안전하게 활동할 수 있는 새로운 환경을 만들어야 합니다. 식량, 물, 공기를 공급하는 것은 비교적 쉬운 일입니다. 지구처럼 사람이 살 수 있는 생물학적 환경을 만드는 작업은 훨씬 더 어렵습니다.

인공적으로 만든 생태환경

미국 애리조나주 오라클에 지구의 생태환경을 흉내 낸 ‘바이오스피어(biosphere)-2’라는 낯선 연구시설이 있습니다. 1만 3000m²의 부지에 1987년에 건설된 바이오스피어-2는 외부로부터 빗물은 물론이고 바람도 새어 들

어가지 못하도록 완전히 단절된 시설로서 세계에서 가장 큼니다. 러시아 시베리아 남부의 크라스노야르스크에도 1972년에 건설된 바이오스-3가 있습니다. 두 연구시설은 모두 지구에서 생물이 서식하는 영역처럼 인간이 살 수 있는 밀폐된 환경을 외계에 만들 수 있는지를 확인하기 위해서 건설됐습니다.

지구상의 수많은 생물은 공생하는 생물군계(biome)를 형성해야만 건강하게 생존할 수 있습니다. 영양을 공급해 주는 식량 역할을 해줄 농작물과 가축도 필요하고, 산소를 공급해줄 녹색식물도 있어야 합니다. 그뿐만이 아닙니다. 대장균을 비롯해 프로바이오틱스(probiotics)와 같은 박테리아도 있어야만 음식을 소화하는 장의 건강을 유지할 수 있습니다.

오라클의 바이오스피어-2에는 열대우림, 바다, 맹그로브 습지, 사바나 초원, 사막, 농경지, 그리고 사람이 생활하는 공간 등 다양한 생물군계가 갖춰져 있습니다. 태양광 에너지를 이용하는 독립적인 냉난방 시설도 마련돼 있습니다. 다만 시설을 가동하는 데 필요한 전기는 현지에 별도로 마련된 액화천연가스(LNG) 화력발전소에서 생산합니다.

1990년대 초반에 8명의 과학자 부부가 바이오스피어-2에서 생활하는 실험에 참여했습니다. 벼, 밀 등 150여 종의 농작물을 경작하고, 돼지, 닭 등 3000여 종을 키우면서 충분히 자급자족할 수 있을 것으로 기대했습니다. 사람과 동물의 배설물은 세균으로 정화했습니다.

그러나 바이오스피어-2에서의 생활은 쉽지 않았습니다. 햇볕이 충분히 들어오지 않은 탓에 녹색식물이 충분한 양의 산소를 생산하지 못했습니다. 옆친 데 덮쳐 토양 미생물이 왕성하게 번성하면서 실내의 산소는 줄어들었고, 오히려 이산화 탄소는 늘어났습니다. 콘크리트도 생각보다 훨씬 많은 산소를 흡수했습니다. 공기 중의 이산화 탄소가 늘어나면서 바닷



물이 산성화되고, 산호가 녹기 시작했습니다. 불가미는 새로운 환경에 적응했지만, 그렇지 못한 곤충도 많았습니다. 이로 인해 생태계의 균형이 깨지면서 식량 생산도 어려워졌습니다. 결국에는 거주자도 심리적으로 동요하기 시작해서 2년 만에 실험은 중단되고 말았습니다. 1994년에 시작된 2차 실험에서는 식량과 산소 부족의 문제는 해결했지만, 실험 도중 바이오스피어-2를 운영하던 기업이 재정적으로 파산해버렸습니다.

러시아의 바이오스-3는 규모가 훨씬 작은 시설입니다. 지하에 건설한 315m³ 부피의 철제 구조물에는 최대 3명의 거주자가 살 수 있도록 설계되었습니다. 수력발전소에서 공급해주는 전기를 이용하는 제논 아크램프로 밀과 채소를 재배할 수 있습니다. 다만 소비하는 산소의 75%는 외부에서 공급받아야 합니다. 1984년까지 10여 차례의 실험을 수행했고, 현재는 유럽우주국(ESA)과 공동으로 실험을 하고 있습니다.

독일에서도 유리와 강철로 만든 바이오스피어에서 광합성을 하는 원핵생물인 시아노박테리아를 활용하는 실험을 했습니다. 특히 이 생태환경에서의 시아노박테리아 중 하나인 아나베나(anabaena)가 아미노산을 만드는 것을 확인했습니다. 이외에도 화성의 대기에서 인간의 생존에 필요한 산소와 물, 영양성분을 만드는 생물학적 시스템을 구축하는 연구를 계속하고 있습니다.

거칠고 위험한 달과 화성

달과 화성의 자연환경은 상상을 넘어설 정도로 거칠고 위험합니다. 지구에서 가장 가까운 위성이지만, 대기가 전혀 없는 달에서는 소리도 전달되지 않고 산소와 이산화 탄소도 구할 길이 없습니다. 달은 지구처럼 자연

하지 않기 때문에 밤과 낮이 따로 없습니다. 태양이 비치는 곳은 130°C를 넘고, 태양이 지구에 가려진 곳의 온도는 영하 17°C로 매우 낮습니다. 또 달의 내부에는 철 성분이 없어 우주선에 속수무책으로 노출됩니다. 그런 곳에 인공 도시를 만들기는 쉽지 않습니다.

화성의 환경은 그나마 나은 편입니다. 화성은 24시간 37분마다 자전을 하고, 자전축도 25도 기울어져 있어서 지구처럼 계절의 변화가 있습니다. 화성에는 96%가 이산화 탄소로 이뤄진 대기가 있지만, 질량이 지구의 0.005% 수준에 불과합니다. 화성의 표면 온도는 최저 영하 140°C와 최고 20°C로 지구보다 훨씬 춥습니다. 더욱이 화성도 달처럼 자기장이 없어 우주에서 날아오는 우주선을 차단할 수 없습니다.

‘퍼시’(Percy)라고도 부르는 미국의 탐사선 퍼서비어런스(Perseverance) 2021년 2월 18일부터 본격적인 화성 탐사를 시작했습니다. 자동차 크기의 퍼시는 19대의 카메라와 7종의 실험 장비를 갖추고 있습니다. 화성에 미생물이 살았는지, 화성의 암석과 대기를 이용해서 산소를 생산할 수 있는지도 확인할 예정입니다. 인간이 정착할 수 있는지를 본격적으로 조사하기 시작했다는 뜻입니다.

화성까지 가는 길 역시 멀고도 험합니다. 화성이 지구에 가장 가까이 다가올 때를 이용하더라도 6개월이 넘게 걸립니다. 화성에 화려한 인공 도시를 건설하더라도 화성으로 이주하려면 그 머나먼 여행을 견뎌내야만 합니다. 아름다운 푸른 행성 지구를 떠나 행성으로 이주하는 일은 절대 만만치 않을 것이라는 뜻입니다.