

<태양계 행성 탐색>

목성 위성 '유로파' 지구 북극바다와 같은 물 풍부

02

글 | 김용하 _ 충남대학교 천문우주과학과 교수 yhkim@cnu.ac.kr

천문학자들이 일반인에게서 받는 가장 흔한 질문 중의 하나는 '외계인이 있느냐'라는 것이다. 이를 보면, 외계인은 사람들의 호기심을 자극하는 개념임에 틀림없다. 간혹 흥미 위주의 3류 잡지에서 외계인 출현에 대해 과장스럽게 보도되기는 하지만, 과학계는 그 진위에 대해 매우 부정적인 입장이다. 이와는 달리 외계 생명체에 대해서는 과학계 여러 분야에서 뜨거운 관심과 활발한 연구가 진행되고 있다. 최근 들어 이런 연구를 본격적으로 수행하는 천체생물학이라는 학문 분야가 성립되고 있다.

실험적으로 외계 생명체를 확인하려는 노력은 태양계 천체들에서 생명체 찾기로 이미 시작되었다. 로켓기술이 개발되자마자 미국과 소련은 60년대부터 막대한 돈을 들여 행성에 탐사선을 보냈다. 미·소의 경쟁적 행성탐사는 과학기술 수준을 자랑하려는 냉전의 한 양상이기도 하였지만, 그 바탕에는 외계 생명체에 대한 인류의 오래된 호기심이 작용했다.

지난 40여 년의 행성 탐사 결과로, 태양계에서 생명체가 과거 또는 현재에 존재할 가능성이 높은 천체로서, 화성, 목성의 위성인 유로파, 토성의 위성인 타이탄이 지목되었다. 그 이유는 이 천체들이 모두 액체 상태의 물이나 유기 용매를 가지고 있다고 추정되기 때문이다. 다음에서 이들 천체들 각각을 자세히 살펴보자.

로웰은 이 수로에 매우 특별한 관심을 가졌다. 로웰은 보스턴의 부유한 집에서 태어나 19세기말 우리 나라도 방문할 정도로 여행과 전문이 높은 사업가였다. 그는 화성을 연구하기 위해 1894년에 자신의 돈으로 애리조나 사막에 당시로서는 최대형인 24인치 망원경을 설치하였다. 새로운 망원경으로 화성 표면을 관찰하면서 그는 수많은 직선 지형을 보았다고 주장했으며, 계절에 따라 화성 표면이 황적색으로 변하는 것을 알게 되었다.

그는 자신이 본 직선지형을 화성인이 얼음이 많은 극지역에서 물을 취하여 다른 지역으로 공급하는 인공 수로로 해석했다. 또한 이 수로를 이용하여 화성 평원에 대규모 농사를 지어 가을철에 곡식으로 화성 표면이 누렇게 변한다고 설명하였다. 그가 이런 해석과 설명을 수많은 대중강연과 책을 통하여 매우 효과적으로 전달하였기 때문에, 많은 사람들이 화성인이 존재한다고 굳게 믿게 되었다. 심지어 1930년에는 미국 뉴욕시의 한 라디오 방송이 제작한 화성인의 침공이라는 라디오 드라마를 실제 상황으로 착각하여 뉴욕시의 소방서, 경찰서에 화성인 출현체보로 하루 종일 업무가 마비될 정도였다.

그러나 천문학자들의 망원경 관측이 점점 정밀해져감에 따라,

화성

19C말 로웰 '화성 운하' 주장, 큰 반향 일으켜

화성에 화성인이 살고 있다는 생각은 19세기말 이탈리아 천문학자 스키타파렐리가 망원경으로 수로를 보았다고 주장한 후부터 사람들 사이에 퍼지기 시작했다. 그 중에서 미국의 부유한 사업가인



화성에서 온 운석 단면(NASA). 화성 미생물체 화석이라고 주장됨

화성인 존재의 근거인 화성 운하는 의심받기 시작했다. 특히 미국 윌슨산에 있는 천문대의 60인치 대형망원경이 화성 운하를 확인하지 못하자, 1930년대 경부터 천문학자들은 더 이상 로웰의 화성 운하를 믿지 않게 되었다.

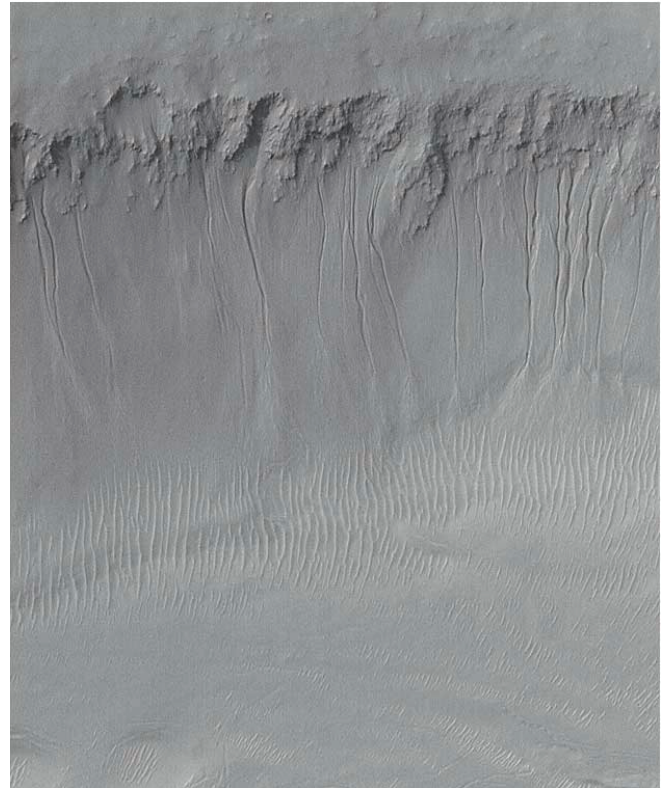
1971년 마리너 9호, 화성 적도에서 거대 계곡 발견

일반 대중의 화성인에 대한 확신은 그래도 계속되어서, 1960년대에 미국이 화성에 마리너 탐사선을 보내게 된 가장 큰 동기를 제공하였다. 그러나 실망스럽게도 마리너 탐사선이 보내온 화성 표면 사진은 단지 황량하고 충돌 구덩이가 많은 불모의 땅이었을 뿐이지, 어디에서도 운하나 농경지는 찾을 수 없었다. 소련은 1971년에 2개의 탐사선을 착륙시키는데 성공했지만, 이들은 유용한 자료를 전송하기 전에 통신이 두절되었다.

같은 해 미국의 마리너 9호 탐사선은 화성 주위를 궤도 운동하며 수개월 동안 표면 전체를 사진 촬영하여 지도를 만들었다. 그런데 이 사진 지도에서 놀랍게도 길이 5천km에 달하는 거대한 계곡을 화성의 적도 지역에서 발견하게 되었다. 로웰이 주장한 운하는 아니지만, 거대한 계곡이 있다는 사실은 과학자들로 하여금 화성에 다시 관심을 가지게 하였다. 이 계곡은 물에 의해 패인 것은 아니고, 화성의 지각 활동으로 인해 갈라진 것이기 때문에, 화성이 과거에 활발한 지질 활동을 했었음을 시사한다.

또한 이 마리너 사진들에서 실제로 물이 흐른 강의 흔적들과 유선형 섬들이 발견되었다. 그러자 화성인 같은 고등 생명체는 없지만 과거에 그 물에서 하등 생명체 정도는 태어났었을 수도 있다는 기대가 갑자기 높아지기 시작했다. 이는 많은 생물학자들이 액체 상태의 물이 생명 탄생의 전제 조건이라 믿기 때문이다. 화성 표면에 액체 상태 물이 존재했다면, 과거 화성 표면이 따뜻하고 충분히 두꺼운 대기로 뒤덮여 있었음에 틀림없다. 이는 바로 생명 탄생이 용이한 환경이다.

뒤이어 1976년에 미국의 바이킹 1호와 2호 우주선은 화성 북반구 평원에 착륙하여, 화성 토양에 미생물체의 존재 여부를 가리는 원격 실험을 실시하였다. 처음 전송된 실험 결과는 토양에 미생물체가 존재하여, 주위환경으로부터 영양을 섭취하고 대사작용을 일으키는 듯하여, 많은 과학자들을 흥분시켰다. 그러나 곧 지속된 실험 결과는 생명체에 의한 대사작용보다는 단순한 화합물들의 화학 반응으로 해석됨으로써, 화성 생명체에 대한 기대는 다시 수그러들기 시작하였다. 비록 화성 표면에 물이 흐른 흔적이 있으나, 그것은



미국 화성탐사선 Mars Global Surveyor가 촬영한 사진. 화성 절벽에 최근에 생긴 가느다란 도랑의 모습

이미 수 십억년 전이고 지금은 영하의 동토에 지구 대기의 약 1백분의 1도 안 되는 희박한 이산화탄소 대기를 가지고 있어, 생명에 매우 적대적인 환경임을 인정할 수밖에 없다. 이로써 화성 생명체에 대한 과학적 논의는 한동안 중단되었다.

2001년 MGS, 도랑 발견 .. 지하수 존재 가능성 시사

이 중단된 화성 생명체 논의는 1996년 일단의 과학자들이 지구의 남극에서 발견된 운석을 분석한 결과를 발표하면서 갑자기 다시 활성화되었다. 그전에 1980년대에 남극에서는 운석이 한꺼번에 대량으로 발견되었는데, 이 중에는 화성에서 온 것으로 추정되는 운석도 있었다. 남극 대륙은 눈과 얼음으로 뒤덮여 있어, 오랜 기간 떨어진 운석들이 빙하가 흐르면서 특정 계곡으로 몰리게 하는 특성이 있다. 이 과학자들은 화성 운석의 단면을 면밀히 조사해 본 결과, 지구상의 박테리아와 흡사한 미생물체의 화석과 유기물질이 발견되었다고 주장하였다.

그러나 현재 대다수의 과학자들은 이 주장에 동의하지 않는다.

발견된 미생물체 화석은 박테리아의 10분의 1 정도로 작았고, 그 내부 구조가 확인되지 않았기 때문에 미생물체의 화석보다는 단순한 광물 구조일 가능성이 더 높다고 반박한다. 또한 발견된 유기 물질도 단순한 화학 반응의 산물일 수 있으므로 미생물체의 정황 증거가 될 수 없음을 지적한다. 이 미생물체 화석 논쟁은 아직도 팽팽히 진행되고 있어, 좀 더 많은 연구가 필요한 상태다. 만약 이 주장이 사실로 증명된다면, 인류 역사상 최대의 과학적 발견이 될 것임이 틀림없다.

화성 생명체 논쟁은 2001년 미국의 MGS(Mars Global Surveyor) 탐사선이 화성 표면을 초정밀 사진 촬영함으로써 또 다른 방향으로 전개되기 시작했다. MGS 탐사선은 화성 충돌 구덩이에 있는 햇별이 잘 드는 절벽에서, 최근에 생겼을 것으로 여겨지는 가느다란 도랑들을 발견했다. 이는 현재 화성의 표면 아래 지하수가 존재하여 일시적으로 햇별에 온도가 상승한 절벽에서 밖으로 흘러 나왔음을 암시하기 때문에, 많은 관심을 불러일으키고 있다. 즉, 표면은 영하 수십도 이하로 얼어붙어 있지만, 지하에 영상의 온도 환경을 가지고 액체 물이 존재한다면 그 곳에 미생물체가 존재할 가능성이 있기 때문이다.

최근에 남극 대륙이나 시베리아 동토의 극한 환경에서 생물체들이 발견됨으로써, 화성 지하 생명체에 대한 기대감 또한 높아지고 있다. 그러나 이는 화성 표면 아래를 직접 파 보기 전에는 확인할 수 없다. 또한 지하수의 존재 여부는 화성에 인류가 정착하는데도 필수적인 요소이므로, 멀지 않은 장래에 화성 지하수 탐사선을 보내게 될 날이 올 것이다.

유로파

지표면 아래 물 풍부·생명체 존재 가능성 매우 커

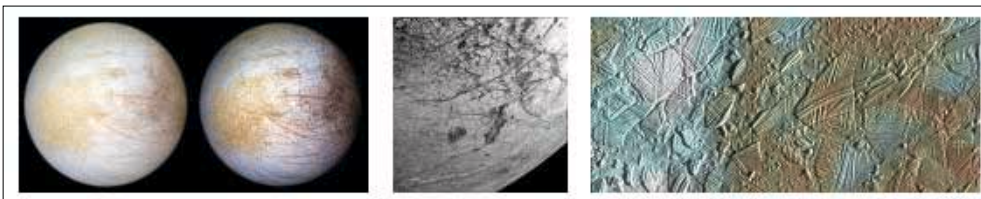
갈릴레오가 1600년대에 망원경으로 목성을 처음 보았을 때, 목성 주위에는 4개의 작은 점들이 돌고 있었다. 이 점들은 발견자를 기념하여 갈릴레오 위성이라 하게 되었으며, 그 중 목성에 두번째

로 가까운 위성이 유로파다. 이 갈릴레오 위성들은 지구의 달 크기에서 수성 크기 정도로 상당히 크긴 하지만, 현대의 대형망원경으로도 표면 지형을 식별하기는 어렵다.

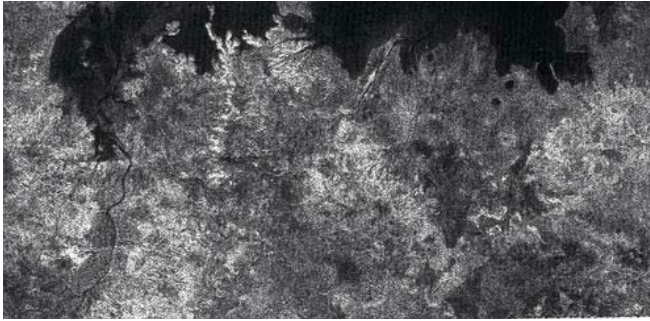
이 위성들의 표면 사진은 1970년대에 미국의 보이저 우주선이 목성 주위를 지나가며 얻어졌다. 그 중 가장 놀라운 사진은 목성에 제일 가까운 이오(Io)에서 화산이 분출하는 장면이었다. 실제로 이오의 표면은 황색, 적색, 고동색 등 화려한 색깔의 화산 분출물로 덮여 있었다. 과학자들은 이렇게 이오가 화산활동을 활발히 하는 이유는 질량이 매우 큰 목성의 조석력 때문이라고 설명하였다. 지구에서는 달의 조석력을 받는데, 이 힘이 바닷물을 출렁거리게 한다. 목성은 지구 질량의 318배에 달하는 태양계에서 가장 큰 행성이다. 이렇게 질량이 큰 행성 주위를 가깝게 돌고 있다 보니, 이오는 목성의 조석력을 심하게 받는다. 목성의 조석력은 지구의 바닷물을 출렁이게 하는 달의 조석력보다 약 5천배나 커 이오 내부를 주물럭거리며 가열한다. 이렇게 가열되어 녹은 용암이 화산활동으로 분출된다는 설명이다.

유로파는 이오보다 멀리 있어 목성의 조석력을 약 4분의 1 정도로 덜 받는다. 따라서 유로파에는 화산이 분출할 정도는 아니지만, 내부에 상당한 열이 있을 가능성이 있다. 보이저 우주선이 촬영한 유로파 표면 사진은 수많은 금이 간 얼음 표면을 보여준다. 이런 금들은 내부 열로 인해 얼음 표면이 때때로 깨졌음을 시사한다.

1995년에 미국의 갈릴레오 우주선은 목성 주위에 도착하여 궤도 운동을 하며, 위성들의 정밀 사진을 촬영하기 시작했다. 그 결과 유로파 얼음 표면을 더욱 자세히 보게 되었는데, 얼음 표면에 금이 나 있을 뿐만 아니라, 얼음 조각들이 퍼즐처럼 불규칙하게 배열되어 있음이 발견되었다. 이는 얼음 표면 바로 아래 액체 상태의 물이 존재하여, 깨진 얼음 조각들이 액체의 흐름에 따라 이동했음을 시사한다. 마치 지구에서 호수가 얼었다 녹으면서 금이 생기고, 얼음 조각이 흘러다니다가 다시 얼어붙은 형상과 같다. 또한 이 정밀 사진 중에는 얼음 표면의 금들 사이에서 새어나온 물이 고드름처럼 길게 얼어 있는 모습도 보인다. 이와 같이 유로파는 얼음 표면 아래 상당



유로파의 금이 많이 간 얼음표면(NASA, 갈릴레오 우주선 촬영사진)



카시니 우주선의 레이더로 촬영한 타이탄의 호수. 검은 부분이 메탄/에탄의 호수일 가능성이 높은 곳임.(<http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/images>, 2006. 10. 12 발표)

한 양의 액체 물, 즉 대양이 존재하고 있음을 강력히 시사하고 있다.

유로파 표면 아래의 상태는 갈릴레오 우주선의 자기장 측정에서도 유추할 수 있다. 즉 유로파 주위의 자기장은 매우 약하지만 지속적으로 그 세기와 방향이 변하고 있음이 측정되었는데, 이는 액체 물이 전기 전도체이기 때문에 목성의 자기장을 변화시키는 것으로 이해할 수 있다. 이는 자기장이 전기를 통하는 금속판 주위에서는 변형되는 원리와 같다. 만약 유로파 내부에 액체 물이 없이 얼음으로만 이루어졌다면, 유로파 주변의 자기장은 다른 공간의 자기장과 다르지 않았을 것이다. 이는 얼음은 전기를 전혀 통하지 않는 부도체이기 때문이다. 대략적인 이론적 계산에 따르면, 유로파 표면 아래에 염분이 있는 액체 물이 풍부하게 존재하고 있다고 한다. 마치 지구의 북극 바다와 같은 상황이다.

액체 물의 존재는 당연히 생명체 존재 가능성을 제기한다. 지구 북극 바다처럼 수많은 물고기들이 살고 있다고 상상하기는 무리겠지만, 에너지가 적게 필요한 미생물체 정도는 존재할 수 있다고 추측해 볼 수는 있다. 이를 확인하기 위해서는 물론 우주선이 유로파에 착륙하여 얼음 표면을 뚫어 보아야 한다. 미국 항공우주국의 행성 탐사 계획에서 유로파 착륙선 아이디어는 상당히 높은 우선순위로 고려되고 있다. 멀지않아 유로파의 지하 빙수에서 생명의 씨를 찾아낼지도 모른다.

타이탄

대기에 유기물질 풍부, 지구 초기 상태와 비슷

타이탄은 토성의 가장 큰 위성이며, 태양계에서 두번째로 큰 위성이다. 타이탄은 위성이지만 명왕성이나 수성보다 질량이 크고,

지구처럼 질소 대기를 약 1.5기압 가지고 있는 매우 특이한 천체다. 또한 타이탄의 대기 상부에는 두꺼운 탄화수소 연무층이 분포하고, 그 아래에는 메탄의 구름이 있어 표면을 전혀 볼 수 없다. 가장 흥미 있는 점은 타이탄의 대기에 있는 메탄 구름이 비로 내릴 수 있고, 표면 온도가 영하 180℃로 매우 낮아 메탄이나 에탄이 액체 상태로 존재할 수 있다는 것이다. 이는 마치 지구상에서 물이 구름, 비, 바다로 순환하는 것과 같다. 따라서 타이탄의 표면에 메탄/에탄의 액체가 존재한다면, 이 안에서 물에서처럼 복잡한 화학반응이 일어나 생명이 탄생할 수 있지 않을까 하는 기대가 있었다.

이런 기대를 가지고 2005년에 미국의 카시니 우주선에 실린 유럽우주국의 호이겐스 착륙선이 타이탄에 착륙하는데 성공했다. 이 착륙선이 하강하면서 최초로 타이탄의 표면 사진을 촬영하였는데, 강과 해안 같은 지형들이 나타나서 사람들을 놀라게 하였다. 그러나 추후의 자세한 분석에서 메탄/에탄의 바다 또는 강은 결국 확인되지 않았다. 착륙선은 혹독하게 추운 타이탄의 표면에서 약 2시간 반 동안 임무를 수행 후 동작을 멈췄다. 이후 현재까지 모선인 카시니 우주선은 토성 궤도를 돌면서, 타이탄에 근접할 때마다 레이더 장비로 두꺼운 구름층을 뚫고 표면을 촬영하여 표면 지형 지도를 작성중이다. 최근에 조그만 호수라 여겨지는 지형이 보이기는 하였지만, 큰 규모의 메탄/에탄의 바다는 아직 발견되지 않았다.

이렇게 메탄/에탄의 바다가 발견되지 않자, 타이탄에 생명 존재 가능성에 대한 회의적인 시각이 높아졌다. 게다가 타이탄의 낮은 온도는 화학반응을 너무 느리게 하여 생명이 태어나기 어려웠을 것이라는 논리가 설득력을 더한다. 그러나 타이탄의 유기 물질이 풍부한 대기는 지구 초기의 대기 상태와 비슷하다고 과학자들은 믿고 있다. 즉 생명이 태어나서 산소를 만들기 전의 지구 같은 상태가 타이탄의 낮은 온도로 인해 지금까지 보존되고 있다는 것이다. 생명의 기본 물질인 단백질은 아미노산으로 구성되어 있고, 이 아미노산을 만들 수 있는 필수 원소인 C, H, N 등이 타이탄의 대기에 골고루 분포돼 있음을 과학자들은 주목한다. 특히 아미노산으로 가는 중간 단계인 HCN이 타이탄의 대기에서 발견되었다. 따라서 먼 미래에 태양이 늙어 팽창하면 토성 주위의 온도가 높아지고, 이로 인해 타이탄의 대기에서 유기 물질들이 활발히 반응하여 뒤늦게 생명이 탄생할 수도 있다. ⑤D



글쓴이는 서울대학교 천문학과 졸업 후 동대학원에서 석사학위를, 뉴욕주립대학교에서 박사학위를 받았다. 현재 충남대학교 자연과학연구소장을 겸임하고 있다.