금성, 지구 환경의 반면교사이자, 외계생명체를 찾기 위한 제일 가까운 샘플

Exploration of Earth's twin, Venus

우리 태양계 안의 지구는 태양으로부터의 거리, 자전, 중력, 자기장, 오존층, 지각 내부 구조 등 매우 다양한 요소들이 적절한 조화를 이루어 지상에 풍부한 물과 대기를 유지합니다. 이러한 조화 덕분에 생명체가 발현하고 번창하여 복잡한 생태계와 82억 명에 이르는 인류가 살 수 있었죠.

'이 태양계 안 혹은 이 우주에 정말 지구만이 유일하게 생명체가 존재할 수 있는 환경일까?' 단순해 보이는 이 근원적인 질문은 많은 행성 과학자의 연구 욕구를 들끓게 하는 원동력입니다. 이 질문에 답하기 위해서는 생명체가 탄생하고 유지될 수 있는 적절한 환경이 만들어지는 **조건**을 알아내는 것이 중요합니다.

이번 우주과학탐사 인사이드에서는 지구와 가장 닮았지만, 전혀 다른 길을 걸어온 금성을 주제로 기초과학연구원(IBS) 이연주 단장님에게 그 이야기를 들어보았습니다.

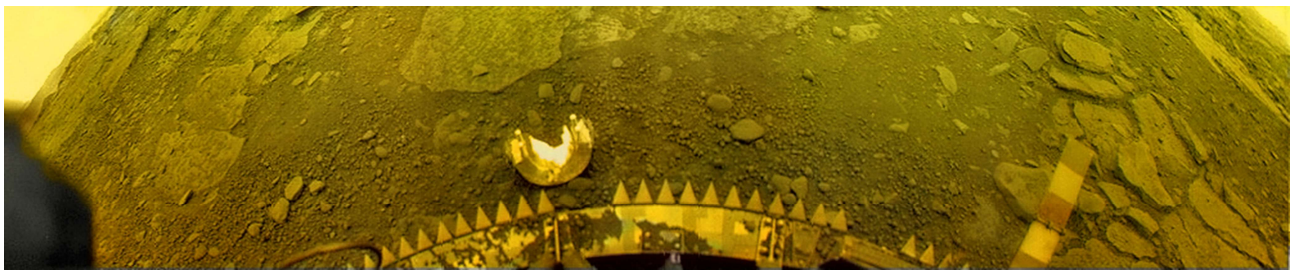


(그림 1. 왼편부터, 수성, 금성, 지구, 달, 화성, 세레스의 실제 사이즈로 비율이 조정된 비교 이미지)

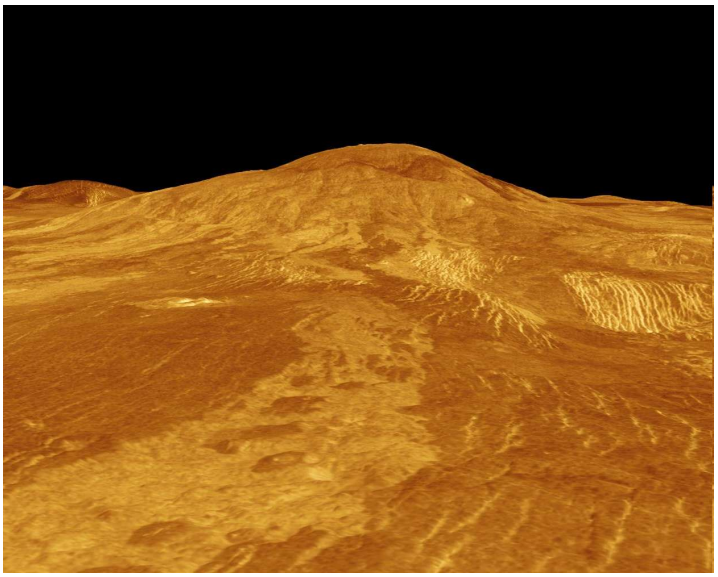
금성은 태양계에서 지구와 가장 비슷한 크기로 지구와 함께 탄생한 암석으로 이루어진 행성입니다(그림 1). 덕분에 지구의 쌍둥이 행성으로도 불립니다. 지구에서 보면 매우 밝게 빛나 맑은 낮에도 맨눈으로 볼 수 있는데, 이는 행성 전체를 덮고 있는 두꺼운 구름이 태양빛을 76%나 반사하기 때문입니다. 이 두꺼운 구름 때문에 우주 탐사가 이루어지기 전까지 금성 구름 아래는 미지의 세계였습니다. 우주 탐사 이전인 1950년대의 SF 소설 중에는 금성의 신비로운 구름 아래에 열대우림이 펼쳐져 있을 것이라고 묘사하는 등 갖가지 추측이 이어졌습니다. 이러한 상상의 세계를 확인하기 위해 1960년대부터 구소련과 미국의 탐사선들이 금성을 향했습니다.

1960년대부터 1980년대는 금성 탐사의 전성기였습니다. 구소련은 **베네라(Venera)** 시리즈를 통해 세계 최초로 금성 지표의 실측 자료를 얻었고, **베가(Vega)** 탐사선으로는 다른 행성의 구름 속을 떠다니는 에어로봇을 최초로 성공시켰습니다. 미국 또한 **마젤란(Magellan)** 탐사선으로 금성 지표 지도를 만들고, **파이오니어 비너스(Pioneer Venus)**로 금성 대기의 실측 및 원격 자료를 얻는 데 성공했습니다. 이러한 탐사 자료들은 SF 소설로 금성에 대한 꿈을 키웠던 이들에게 충격적인 소식을 전해주었습니다. 신비로운 구름 아래에는 열대우림이 없었고, 대신 약 460℃에 다다르는 뜨거운 지표 온도와 지구의 100배에 달하는 두꺼운 대기가 존재한다는 사실이 밝혀진 것입니다. 대기에는 수증기가 미량에 불과했고, 96.5%가 이산화탄소로 이루어져 있어 현재의 지구와는 매우 다른 환경임이 드러났습니다.

'대체 금성은 어떻게 이런 환경을 갖게 되었고, 현재 어떤 일을 겪고 있는 것일까?' 이 의문들은 금성에 대한 현대 연구의 방향을 이전과 다르게 바꾸었습니다.



(그림2. 금성의 지표 컬러이미지. 1982년 Venera13 (c) Russian Academy of Sciences / Ted Stryk)



(그림 3. 금성의 화산들 중 하나, Sif Mons의 3차원 모델 이미지. (c)NASA/JPL)

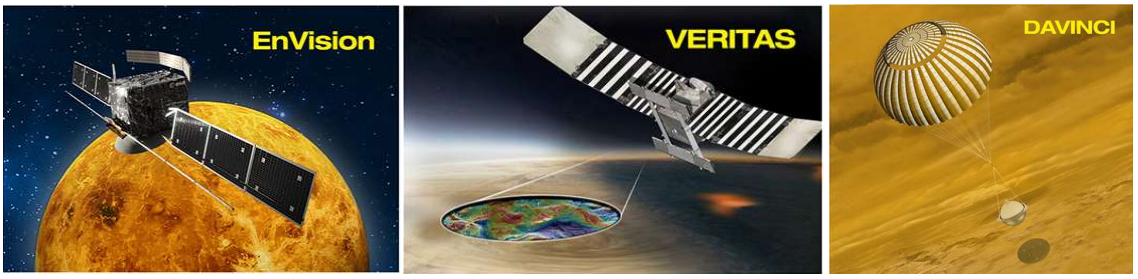
금성과 지구가 태양계 초기에 형성될 당시에는 비슷한 물의 양을 가졌을 것으로 추정됩니다. 그러나 탐사선들의 실측 자료들을 분석해보면, 금성 대기 진화에 대한 가장 유력한 가설은 '**런어웨이 온실효과(Runaway Greenhouse effect)**'로 모아집니다. 런어웨이 온실효과란, 온실효과가 과도하게 폭주하면서 대기 중의 물을 모두 우주로 잃게 되었다는 것으로, 현재 금성의 환경을 설명할 수 있습니다.

한편, 금성의 지표는 과학자들에게 놀라움을 안겨주었습니다. 다양한 화산 지형이 발견되었고(그림 3), 지표 대부분이 매우 젊은 편으로 밝혀졌습니다. 지구에는 존재하지 않는 독특한 지형학적 모습들이 발견되면서, 지구와는 다른 지질학적 메커니즘이 존재할 것으로 추정됩니다. 심지어 금성의 대기에는 100m/s에 달하는 초강력 바람인 **슈퍼로테이션(Super-rotation)**이 적도에서 고위도까지 사시사철 불고 있습니다.

이처럼 **'지구의 쌍둥이'**라 불리는 금성은 지표부터 대기까지, 지구의 환경과는 매우 다르지만, 오히려 이로 인하여 인류에게 아주 흥미로운 연구 대상이 되었습니다. 비슷한 환경에서 같은 시기에 태어났지만, 매우 다른 행성으로 변화한 분기점을 겪었을 것으로 추정되기 때문입니다. 만약 그 분기점을 파악할 수 있다면, 지구와 같은 생명체가 살기 좋은 환경이 어떻게 유지될 수 있는지를 알아낼 수 있습니다.

또한, 금성은 우리가 직접 방문할 수 있는 지구와 가장 비슷한 행성으로서, 먼 미래의 지구가 겪을 수 있는 태양의 진화나 기후변화의 극단적인 경우를 현실로 보여주는 귀중한 연구 자료입니다. 이러한 이유로 금성에 대한 연구는 새로운 방향으로 나아가고 있습니다.

이처럼 풀리지 않는 많은 질문으로 인해, 금성은 새로운 탐사선들의 목표로 주목받고 있습니다. 더불어 우주 탐사의 목표는 태양계 내의 금성과 지구를 비교하는 것을 넘어, 외계 행성을 이해하는 지표로서 큰 각광을 받고 있습니다. 우주 안에서 지구와 같은 환경이 어떻게 만들어지는지, 다양한 시나리오에 등장하는 참고 자료인 셈입니다. 이러한 관심 덕분에 2021년에는 미국과 유럽우주국에서 총 3대의 금성 탐사선인 **엔비전(EnVision), 베리타스(VERITAS), 다빈치(DAVINCI)**가 각각 경쟁 선발되었습니다. 이 탐사선들은 궤도선 혹은 실측 탐사선으로 구성되며, 지각 내부부터 대기까지를 측정할 수 있는 다양한 장비들을 탑재할 예정입니다. 이 세 탐사선은 현재 개발 중이며, 2030년대에 금성 방문을 목표로 진행 중입니다. 인도우주연구기구(ISRO) 또한 2028년 발사 목표의 금성 탐사선 계획을 발표했습니다.



(그림4. 2030년대에 활동할 금성 탐사선들, 왼쪽에서부터 엔비전, 베리타스, 다빈치)

또한 민간 기업도 금성 탐사에 참여하며 경쟁이 치열해지고 있습니다. 특히, 금성의 구름 속에 위치하고 있는 미확인 흡수체에 대해 최근 우주생물학자들의 **'유기물일 수 있다'**는 가설이 추가되면서, 구름 속 환경에 대한 관심이 증폭했습니다. **로켓랩(RocketLab)**이라는 기업은 2026년 발사를 목표로 구름 속 유기물 실측 기기를 보낸다는 계획을 발표했습니다.

이러한 탐사선들의 관측 자료를 활용하여 금성의 대기와 구름, 지표, 화산 활동, 내부 구조, 대기 탈출에 대한 이해가 비약적으로 성장할 것으로 기대하고 있습니다. 이를 통해 금성의 과거를 유추하고, 지구형 행성을 이해할 수 있는 기반이 마련될 것입니다. 여기서 더 나아가 지구형 외계 행성들 중, 지구형과 금성형을 구분해 낼 수 있다면 우리는 외계 생명체가 존재할 만한 후보지들을 더 정확하게 찾아낼 수 있을 것입니다.

작성: 이연주
(기초과학연구원IBS/기후 및 지구과학 연구단/행성대기그룹 CI단장)

우주 탐사선팀의 연구참여 이력:
유럽우주국/엔비전 금성탐사선/VenSpec-Suite 공동연구자
일본 우주항공연구개발기구/아카츠키 금성탐사선/UVI 공동연구자
미국우주항공국-유럽우주국/금성과학협력그룹
유럽우주국-일본 우주항공연구개발기구/벱피콜롬보 수성탐사선/객원연구원
한국우주항공청/우주과학탐사 전문가 자문위원

편집 : 이지형
우주항공청 우주과학탐사부문 주무관