



Are We Alone?

먼지원반과 또 다른 지구를 찾아서

인류의 영원한 숙원, 또 다른 지구를 찾아서

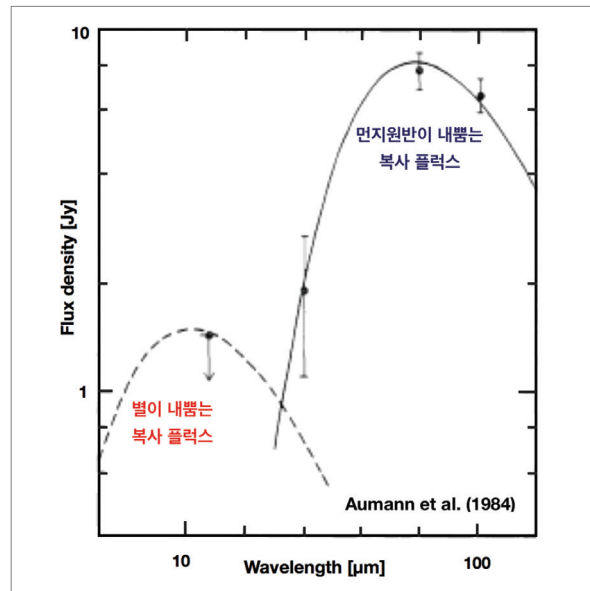
물리학의 궁극적인 목적 중 하나는 인류의 오랜 숙원인 '인간이 정착할 수 있는 또 다른 지구'를 찾는 것이다. 이를 위해 우리는 먼저 인간의 삶과 묘하게 닮은 별의 일생을 알아야 한다. 대부분의 인간이 청년기의 끊임 없는 도전과 실패를 거듭한 끝에 중·장년기에 이르러 가족을 이루며 안정감을 찾게 되듯이, 별 역시 초기의 폭발적인 진화를 거쳐 중·장년기에 들어서야 비로소 우리 태양 같이 안정된 행성계 시스템을 갖출 수 있다. 또한 어떠한 별이 안정적인 행성계 시스템을 갖추고 있다면 생명체가 살 수 있는 지구와 같은 행성이 존재할 가능성이 있음을 의미한다.

행성들은 스스로 빛을 낼 수 없기에 직접적인 관측이 매우 힘들지만, 우리는 초기 별로부터 많은 시간이 흘러 안정된 태양계를 둘러싸고 있는 '먼지원반(Debris Disks)'의 관측을 통해 행성의 존재를 유추할 수 있다. 지구에서 다른 태양계를 관측한다면 별과 가까운 부분은 밝게 빛나지만 별로부터 멀리 떨어진 부분은 빛보다 어둠에 훨씬 가깝다. 태양계에서 별과 조금 멀리 떨어져서 별을 크게 감싸고 있는 부분인 먼지 원반은 바로 이 어둠속에 있다. 물론 우리 태양계도 화성 궤도와 목성 궤도 사이의 소행성대(Asteroid Belts)와 해왕성 너머로 크게 자리잡고 있는 카이퍼대(Kuiper Belts)라는 두 개의 먼지원반을 갖고 있으며, 이렇게 먼지원반은 외계

행성과 생명체의 동시 증거가 될 수 있다는 점에서 그 존재 의의가 있다.

Vega 별 주위의 첫 먼지원반 발견과 그 의미

그리스 신화의 악사 오르페우스의 악기 리라(Lyra)는 하늘로 올라가서 거문고자리가 되었다. 이 별자리 중에서 가장 밝은 별의 이름은 '베가(Vega)'이다. 무척이나 밝아서 천문학자들에게도 상당히 고마운 별들 중 하나이기도 한 베가를 처음 관측한 위성은 IRAS 라는 적외



▲ <그림 1> Vega에서 발견된 적외선 과잉 현상



글_김민재 | 재독한국과학기술자협회 편집간사 mkim@astrophysik.uni-kiel.de

독일 하이델베르크 대학교(물리학, 천문학 전공) 졸업 후, 주립 천문대 코니히슈툴과 스페인 마드리드 콤플루텐세대학교에서 연구원으로 근무했다. 현재 독일 쾰른대학교에서 박사과정 재학 및 연구원으로 근무 중이다.

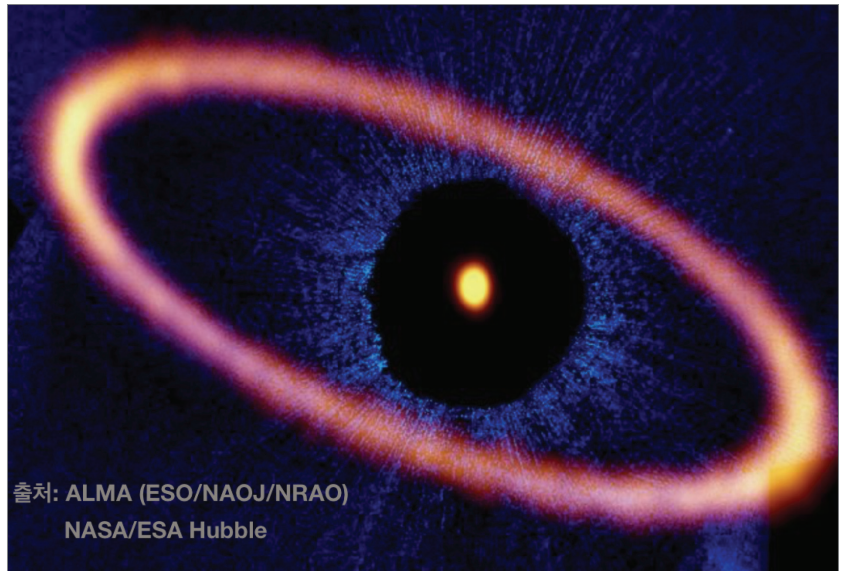
선 위성이었다. 베가는 당초 예상했던 것보다 훨씬 많은 적외선을 방출하고 있었으며, 이는 베가가 아닌 주위의 어떤 천체들이 베가가 방출하는 가시광선을 흡수 한 후 다시 적외선으로 방출하고 있음을 의미했다. 결국 IRAM 천문대의 관측을 통해 80au(1au=약 1억 5천만km) 정도의 거리에서 베가를 원반 형태로 둘러싸고 있는 천체의 적외선 방출이 있었음이 밝혀지면서, 새로운 천체, 즉 ‘먼지원반’의 존재가 드러나게 되었다. 또한 ISO, Spitzer 등 이후 여러 관측을 통하여 안정적인 주계열성 주위에만 먼지원반이 존재하고 있음이 밝혀졌다.

궁극적으로 먼지원반은 초기 별이 대략 10만년 정도의 시간이 흘렀을 때 태양계안의 가스가 없어짐과 동시에 미행성과 먼지들이 구성하고 있는 먼지원반으로 진화한다고 예측된다. 또한 작은 먼지들의 짧은 수명을 감안하면, 먼지원반에서는 행성/미행성/소행성들이 끊임없이 충돌하여 먼지를 생산하고 있음을 예측할 수 있다. 이는 먼지 존재 자체만으로도 행성의 존재를 암시하는 증거가 될 수 있음을 의미하기도 한다. 이와 함께 우리 태양계의 지구 근처 궤도에서도 볼 수 있듯이, 먼지원반 내부에 행성이 존재한다면 행성으로 인해서 먼지가 깨끗이 청소되는 현상들도 발견되었다.

먼지원반의 관측방법

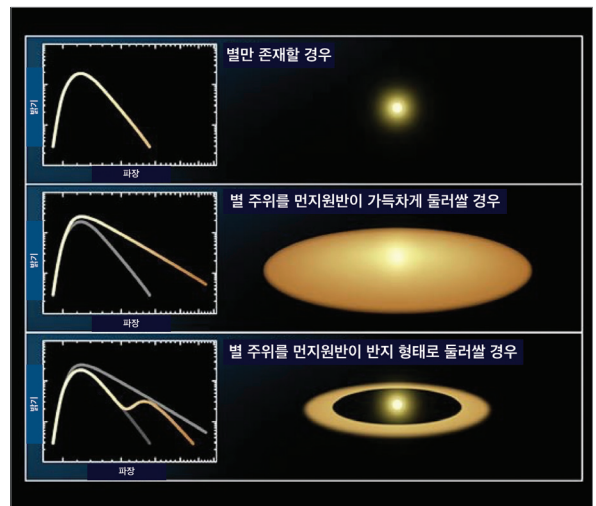
그렇다면 먼지나 미행성으로 둘러싸인 먼지원반을 어떻게 관측할 수 있을까?

첫째, 망원경이나 위성을 통해 직접 관측하는 방법이다. 먼지는 가시광선과 같은 짧은 파장의 빛을 흡수 한 후, 다시 이를 적외선과 같은 조금 더 긴 파장으로 내뿜기 때문에 적외선 망원경이 먼지원반 관측에 좋은 도구가 될 수 있다. 예를 들어, 태양의 강한 빛을 막아 먼지



▲ <그림 2> 남쪽물고기자리(Piscis Austrinus)의 가장 밝게 빛나는 별(Fomalhaut)을 둘러싼 먼지원반. Fomalhaut을 둘러싸고 있는 파란색 부분은 단파장 관측결과이며 빨간색 부분은 장파장으로 관측한 결과이다.

원반을 볼 수 있게 하는 코로나 그래피 기법을 바탕으로 단파장(가시광선과 근적외선)을 통해 먼지의 빛 산란을 관측할 수 있다. 또한 장파장(중적외선과 밀리미터 파장)으로 먼지의 열적 태양광 재방출을 관측할 수도 있다. 장파장 관측은 큰 먼지들을 관측할 수 있기에 큰 소행성이나 미행성들이 모여 있는 곳을 파악할 수 있으며, 이를 통해 먼지원반의 반지(Parent ring)라 불리는 큰 먼지나 미행성들이 주로 모여 있는 곳을 관측할 수 있다.



▲ <그림 3> 별과 먼지원반 위치에 따른 SED 상상도 (출처 : Spitzer)

둘째, 분광기(Spectroscopy)를 통해 별이나 천체가 내뿜는 복사플럭스의 세기를 파장 별로 나타낸 분광에너지 분포도(Spectral Energy Distribution; SED)를 얻을 수 있다. 먼지원반이 존재할 경우의 분광에너지 분포도는 태양계에 별만 존재할 경우나 먼지가 태양계를 완전히 덮고 있는 경우와 확연히 다르게 나타난다 (그림 3 참고).

셋째, 수치해석을 통한 관측이다. 모든 초기 조건을 컴퓨터에 입력하여 시뮬레이션을 실행한 후 관측할 때 실제 망원경으로 볼 수 있는 비슷한 이미지를 얻을 수 있다. 이는 모든 파장 별로 제한 없이 관측 할 수 있기에 시간과 환경의 제약을 받지 않는 장점이 있다. 또한, 가시성(Visibility)을 계산하게 되면 실제 관측 가능성도 알 수 있다.

먼지원반의 비밀을 풀어줄 차세대 우주망원경 JWST

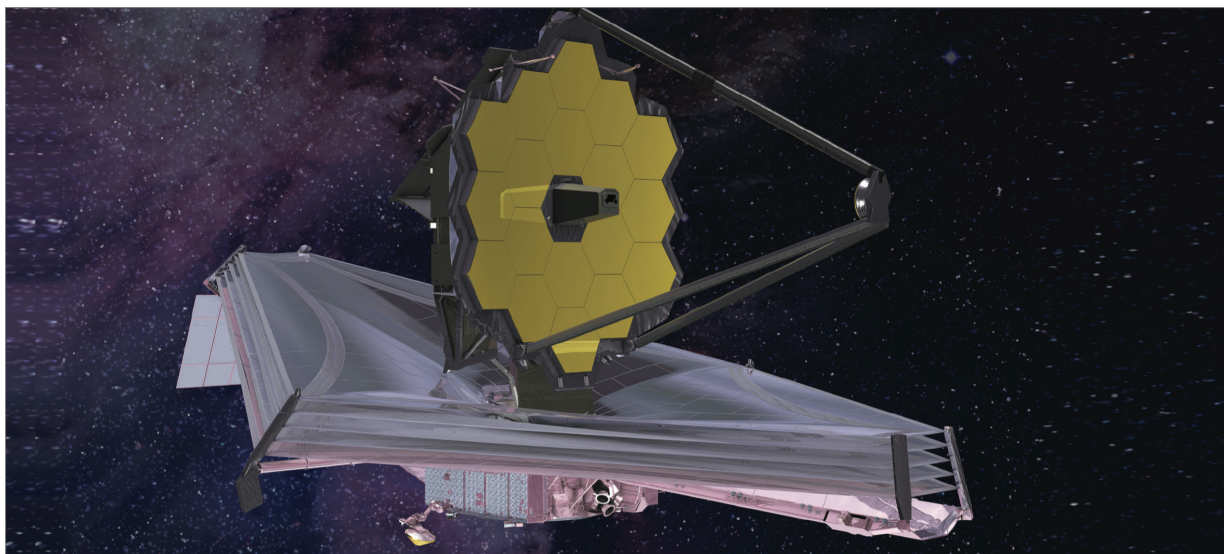
1990년 4월 25일 디스커버리 우주왕복선에 실려 대기권 밖 우주로 떠난 허블 우주 망원경(Hubble Space Telescope; Hst)은 인류가 우주 관측 활동을 시작한 이래 천문학 발전에 가장 많은 공헌을 하고 있는 망원경이다. 몇 년 전 관측 25주년을 맞이한 이 노후화 된 허블망원경을 대신하여, 제임스 웹 우주 망원경(James



▲ <그림 4> 먼지원반의 상상도 (출처 : NASA)

Webb Space Telescope: JWST)이 기아나 우주 센터에서 아리안 5호 로켓에 실려 발사될 계획이다. 이 망원경의 주목적은 허블망원경이 관측하지 못했던 우주의 천체들을 관측하는 것이며, 적외선 망원경인 만큼 더 많은 먼지 원반의 존재를 확인하거나 이를 세부적으로 관측하는 데에도 아주 유용하게 활용될 것이다.

과학 기술은 유례없이 빠른 속도로 발전하고 있으며, 이미 지구와 비슷한 여러 행성들이 학계에 보고된 사례도 적지 않다. 이미 과학자들은 지금까지 약 50개 넘는 생명체가 존재할 수 있는 외계 행성을 찾아냈다. 다양하고 정확한 더 많은 연구를 통해 이 행성들의 과학적 타당성이 증명된다면, 인류의 오랜 꿈인 외계행성, 또 다른 지구를 찾는 일은 시간문제일 것이다. 그 날이 오고 있다. **ST**



▲ <그림 5> James Webb Space Telescope (출처 : <https://jwst.nasa.gov>)