

가장 어두운 아기별의 생성 현장 발견

글 : 이창원

지구로부터 약 600 광년 떨어진 성간 분자운 핵 L328에서 이제 막 생성과정에 있는 태양밝기의 5%에 지나지 않는 아주 어두운 아기별 (Very Low Luminosity Object: VeLLO)이 발견되어 그 연구 결과가 미국 천체물리학회지(Astrophysical Journal) 3월 호에 발표되었다. 이 아기별의 밝기는 지금까지 알려진 아기별 중 가장 어두운 것으로, 표준별 형성이론으로는 그 어두운 정도를 설명하기 어려울 천체여서 기존의 별형성 이론의 수정을 제시하는 중요한 관측 결과로 주목 받고 있다. 저자는 본 소식을 통해 연구 내용을 간략히 소개한다.

■ 아기별을 잉태하는 성간분자운핵 (Dense Molecular Core)

은하에서 별과 별사이의 공간에는 가스의 덩어리인 성간 분자운 핵이 있다. 이 천체의 전형적인 크기는 0.1~1 광년, 질량은 태양의 0.1~10 배, 내부의 온도는 약 10K 로 아주 차가운 천체이다. 주로 수소분자가스로 이루어져 있으나(평균밀도는 1cm^3 부피에 수소분자 $10^4 \sim 10^6$ 개 정도) 질량으로 따져 수소 분자의 약 1% 정도의 양에 불과한 먼지 입자의 존재로 인해 그 속을 직접 보기가 쉽지 않다. 일반적으로 우리의 눈으로는 이들 먼지에 의한 빛의 차단으로 인해 검게 보인다. 비록 속은 검지만 이 천체가 주목을 받는 것은 이곳에서 아기별이 만들어지기 때문이다.

■ L328

L328은 우주의 성간분자운을 모아 놓은 Lynds목록에서 328번째로 등재되어 있는 성간분자운의 핵이다. 가시영역과장으로 보면 남서쪽으로 어두운 꼬리를 갖고 있는 크기가 약 0.5 광년 정도 되는 한 개의 단순한 검은 가스덩어리로 보인다(그림1). 이러한 분자운에서의 아기별 생성 현상연구는 빛의 차단 효과가 비교적 적은 적외선이나 그 이상의 장파장 영역에서 효과적으로 이루어질 수 있다. 기존의 적외선 우주망원경 Infrared Astronomical Satellite (IRAS)나 Infrared Space Observatory (ISO) 등에 의해 별 형성 연구가 활발해진 이유가 여기에 있었다. 그러나 기존의 이러한 관측 연구에서는 검출기의 낮은 감도, 망원경의 낮은 분해능으로 인해 450광년 거리에 떨어진 황소자리에 위치한 분자운의 경우 태양의 10% 미만의 밝기를 갖는 천체의 존재는 파악하기조차 불가능했다. L328은 이러한 관측 한계의 이유로 아기별의 형성이 전혀 없는 천체로 알려져 왔다.

■ 스피처 우주망원경에서 드러난 L328의 새로운 모습

2003년 새로운 우주공간에 쏘아올린 스피처 우주망원경은 3.6~160 마이크

론 파장대에서 기존의 관측보다 수십 배 이상의 좋은 검출기를 (IRAC과 MIPS)의 감도와 개선된 망원경의 분해능으로 인해 L328에서의 극도로 어두운 아기별의 존재를 파악할 수 있었다.

스피처 우주망원경에서 드러난 L328 자체의 새로운 모습은 흥미롭다. 가시과장영역에서 한 덩어리의 성간 분자운 핵으로 보이던 분자운 핵은 실제로는 3개의 분자운 핵으로 이루어져 있음을 알았고, 이중 남쪽에 위치한 가장 작은 분자운 핵에서 적외선 천체가 최초로 발견되었다.

발견된 적외선원의 특성을 보다 자세히 연구하기 위하여 칠레의 Baade 6.5m 적외선 망원경, 미국 칼텍의 CSO 10.4m 서브밀리미터 망원경, IRAM 30m 전파망원경, 서울대의 SRAO 6m 전파망원경 등의 여러 지상망원경으로부터 얻은 여러 파장대의 관측 자료를 이용하였다. 이들 자료들로부터 이 천체는 그 주변의 온도가 약 40 K로 아주 차가우며, 가시과장 영역에서 에너지의 대부분을 내는 태양 같은 별과는 달리 적외선 및 서브 밀리미터 영역에서 에너지의 대부분에너지를 발산하고 가스분출의 징후들이 보이는 등의 여태껏 연구로 알려진 아기별의 전형적인 물리적 특징이 있음을 밝힐 수 있었다. 이번에 발견된 아기별은 L328-IRS로 명명하였다.

■ 아기별 L328-IRS의 밝기 추정

L328-IRS의 밝기(광도)는 얼마나 될까? 얼핏 이 천체의 광도는 관측된 모든 파장대역 2~1200 micron 범위에서 얻어진 에너지양으로부터 계산될 수 있으리라 생각되지만 불행히도 이것으로부터 계산된 밝기의 양은 아기별의 직접적인 밝기는 아니다. 왜냐하면 서브 밀리미터와 밀리미터 파장영역에서 나오는 에너지의 대부분은 실제로 별에서 나오는 것보다는 이 아기별을 감싸고 있는 먼지가스구름에서 나오기 때문이다. 그럼에도 불구하고 이러한 파장

별 관측 에너지는 아기별의 정확한 밝기의 추정에 중요한 정보를 제공해 준다는 의미에서 중요하다. 본 연구에서는 아기별과 가스원반 그리고 이를 관측된 크기의 성간 분자운이 에워싼 구조의 모형을 가정하고, 아기별로부터 나온 에너지가 성간 분자운으로부터 흡수 및 재방출 되는 과정을 자세히 계산하여 이를 관측된 에너지 분포와 비교함으로써 관측된 에너지 분포를 가장 잘 재현하는 아기별의 밝기를 추정할 수 있었다. 이렇게 추정된 아기별의 밝기는 놀랍게도 태양의 5%에 불과하여 L328-IRS가 지금까지 발견된 원시별 중 가장 어두운 천체임을 알게 되었다.

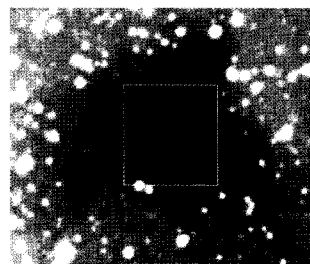
■ 천문학적인 의의

현재 알려져 있는 표준 별형성 이론은 아기별이 생성될 때 방출하는 에너지의 대부분이 주변 자유낙하물질의 물질 유입에 의해 얻어지는 운동에너지의 변환으로부터 나오는 것으로 설명한다. 이에 따르면 별이 되기에 최소의 질량(태양질량의 8% 정도)을 갖는, 태양반경의 3배 정도 되는 별이 전형적인 가스 유입률(매년 태양질량의 50만 분의 1 정도)에 의해 에너지를 낸다고 가정할 때에 이 아기별의 밝기는 적어도 태양정도로 밝아야 함이 계산된다. 그러나 이번에 발견된 L328-IRS 아기별의 밝기는 이러한 계산치에 비해 터무니없이 어두워서 기존의 별 생성 이론에서 무엇이 문제가 있는 것인지 생각하게 한다. 앞으로 이러한 천체의 자세한 연구는 보다 나은 아기별 생성의 표준이론 구축에 도움이 될 것으로 생각된다.

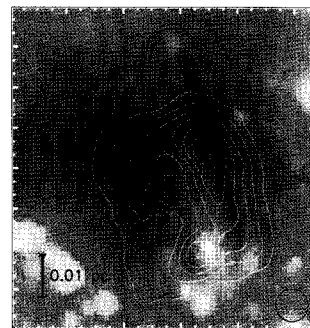
■ L328-IRS 아기별의 미래

이 아기별의 미래는 어떻게 될까? 일반적으로 아기별은 그 주위를 감싸고 분자운 핵에서 가스와 먼지 등을 흡수함으로써 성장하는 것으로 알려져 있다. 그런데 이번에 발견된 아기별의 경우는 이를 직접 감싸고 있는 분자운 핵의 질량은 고작 태양의 10분의 1정

도에 지나지 않는다. 적어도 태양과 같이 핵융합반응을 통해 에너지를 내는 천체가 되기 위해서는 이 분자운 핵의 전부가 아기별의 질량을 늘이는 데에 사용되어야 한다. 그러나 별생성이 극도로 왕성한 지역에서조차 아기별이 분자운핵 물질의 절반 이상을 흡수하는 경우는 극히 드문 점으로 볼 때 그럴 가능성은 적어 보인다. 따라서 L328-IRS 아기별은 이미 충분히 유입된 물질을 얻지 않았다면 앞으로 태양과 같은(내부에서 핵융합을 하는) 일반적인 별로 성장하기는 어려울 것이며, 아마도 난쟁이 별인 갈색왜성으로 그 생을 마감할 것으로 추정된다. 물론 주위의 분자운핵으로부터 물질의 추가적인 공급이 있다면 이 아기별의 운명은 달라질 수도 있다.



▶ 그림1. L328 성간 분자운 핵의 광학파장의 영상. 네모의 영역은 오른쪽의 스피처 우주망원경으로 관측된 영역이다.



▶ 그림2. L328의 스피처 우주망원경관측의 합성 영상. 5.8마이크론 영상은 청색, 8 마이크로 영상은 녹색, 24 마이크로는 적색으로 얻은 합성영상이다. 등고선으로 나타난 것은 서브밀리미터영역으로 본 성간 분자운 핵의 물질분포를 나타낸다(오른쪽 극의 원은 이 관측의 분해능을 의미한다). 중앙의 두 개의 어두운 분자운 핵과 아래의 작은 분자운 핵으로 나뉘어져 있고 아래의 작은 분자운 핵에 막 생성중인 아기별의 붉은 영상이 보인다.