서문

별의 탄생과 진화

● 성환경(세종대학교)

별은 우주를 이해하는 바탕이 되는 천체로, 지금까지 많은 연구가 이루어졌기 때문에 매우 고루한 분야로 여겨지는 것도 사실이다. 20세기까지만 하더라도 한국 천문학계에는 별을 연구하는 천문학자가 많이 있었으나, 시대의 변화에 따라 항성천문학에서는 매우 제한된 분야만이 어느 정도의 국제 경쟁력을 유지하고 있는 실정이다. 이러한 국내 천문학계의 상황 변화와 관심의 저조로 "별과 별 탄생" 분야에 제출된 연구 제안서의 수는 극히 적었다. 이러한 현실적 어려움에도 불구하고 GMT 시대를 준비하는 입장에서, 또 GMT의 첫 세대 관측기기인 G-CLEF는 별과 외계행성의 연구에 획기적인 발전을 가져올 수 있는 장비이므로 이 분야의 연구를 준비하지 않을 수 없다. K-GMT 백서 편찬을 계기로 이 분야에 대한 관심이 높아지기를 기대하며, 이 분야에서 수행할 필요성이 있는 연구 주제들 일부를 나열해본다.

1. 행성 형성 과정의 연구

별과 행성의 탄생은 천문학에서 가장 중요한 연구 분야의 하나이다. 정밀시선 속도 측정과 행성의 별 가림, 미시중력렌즈 등을 이용하여 발견한 외계행성의 수가 이미 천 개를 넘었으며, 스피쳐 적외선 우주망원경 관측을 통해 행성 형성의 모체가 되는 원시 행성계 원반을 가진 원시별도 무수히 발견되었다. 외계행성의 물리적 특성의 연구와 생명체가 존재할 수 있는 조건을 갖춘 외계행성의 탐사는 천문학자뿐만 아니라 일반인에게도 매우 중요한 분야이다. 그러나 천문학적 입장에서는 원시 행성계 원반에서 어떤 물리적 과정을 거쳐 행성이 형성되는지를 이론과 관측을 통해 연구해야 할 시기라 생각이 된다. 이 분야의 연구를 위해서는 근적외선 고분산 분광기인 GMTNIRS와 앞으로 개발될 적응광학 기능을 장착한 영상/분광관측 장비가 매우 중요한 역할을 할 것이다.

2. 질량이 큰 별의 생성 과정과 진화

질량이 큰 별은 별 자체의 생성 과정과 진화에서도 매우 흥미로운 천체이지만, 성간물질과 은하의 화학적, 동역학적 진화에 이러한 별들이 미치는 영향이 지대하므로, 질량이 큰 별의 생성과 진화에 대한 이해는 매우 중요하다. 스피쳐 적외선 우주망원경이 발사되기 전까지만 하더라도 이 우주망원경 관측을 통해 별의 생성 과정에 대해 대부분 이해를 할 수 있을 것으로 기대를 하였다. 그러나 스피쳐 우주망원경의 본관측(cool mission)이 종료된 현시점에서 볼 때, 질량이 작은 원시별의 형성 과정에 대한 이해는 매우 향상이 되었지만 질량이 큰 별의 생성 과정에 대해서는 큰 진전이 없었다.

지금까지 질량이 큰 별의 생성 과정에 작동할 것으로 생각이 되는 이론은 3가지(질량이 큰 구름핵의 단조수축, 성단의 중심에서 경쟁적 질량 강착, 밀도가 높은 원시성단에서 충돌과 병합)가 있지만, 어떤 과정이 질량이 큰 별의 생성에 주된(또는 유일한) 과정인지를 판단할 수 있는 정보는 매우 미흡하다. 질량이 큰 별의 각운동량 조사(제안자: 성환경 등 1)는 질량이 큰 별의 생성 과정을 검토할 수 있는 연구 주제 중 하나이다.

질량이 큰 별은 진화 과정 동안 매우 많은 양의 물질을 우주 공간으로 방출한다. 이를 통해 성간물질의 화학조성을 변화시키며, 또 많은 양의 운동에너지를 공급한다. 질량손실이 큰 WR 또는 LBV와 같은 별이 어떤 대기구조를 갖고 있으며, 어떤 구체적인 과정을 통해 큰 질량손실을 일으키는지, 또 이렇게 방출된 물질들이 주변의 성간물질과 어떤 상호작용을 하는지도 중요한 연구 주제이다. 또 진화의 마지막 단계에서는 우주에서 가장 큰 폭발 현상의 하나인 초신성 또는 극초신성 폭발을 통해 주변의 성간물질뿐만 아니라 은하 및 은하 간 물질까지도 영향을 미친다. 이와 같은 폭발을 유발하는 구체적인 기작에 대한 연구(제안자: 윤성철 등)는 질량이 큰 별의 진화에서 폭발 과정에 관여하는 미시세계의 물리적 과정에 대한 정보도 줄 수 있을 것이다.

3. 별의 화학조성 연구

별의 화학조성은 그 별이 태어난 지역에서 있었던 별 생성의 역사를 간직하고 있는 화석이다. 지금까지 VLT 등 대형망원경에 장착된 고분산 분광기로 수행한 연구에 의하면 중원소함량이 낮은 별의 원소별 함량은 그 이전 세대에 태어났던 질량이 큰 별에 대한 정보를 제공해주며, 그 결과 이들 별의 화학조성은 질량이 매우 큰 별($M \gtrsim 100 M_{\odot}$)이 아니라 약간 질량이 큰 별($M \simeq 10\text{-}20 M_{\odot}$)의 핵 합성의 결과와 유사하다. 그러나 이들 결과는 비교적 태양에서 가까운 별들로부터 얻은 것이며, 그 지역에서의 별 탄생의 역사와 초기질량함수 등에 밀접하게 관련이 된다. GMT 시대에서는 훨씬 먼 천체를 동일한 분광분해능으로 관측할 수 있으므로, 우리은하 내 각 지역/은하 중심 거리에 따른 별 탄생의 역사와 과거에 태어나 중원소함량의 증가에 주로 기여한 별의 질량에 대한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

또 GMT 시대에는 대·소마젤란은하에 있는 별들을 현재 8m급 망원경으로 우리은하에 있는 별들의 연구와 유사한 수준의 분광분해능으로 연구를 수행할 수 있다. 대·소마젤란은하는 우리은하의 태양 인근보다 중원소함량이 1/2 또는 1/5 정도이므로, 대·소마젤란은하에 있는 다양한 별을 연구함으로써 화학조성의 차이가 별 생성 과정(제안자: 성환경 등 2), 진화 등에 미치는 효과를 연구할 수 있을 것이다.

4. 별의 초기질량함수 연구

별의 초기질량함수는 천문학에서 가장 기본적인 분포함수의 하나이다. 초기질량함수의 형태와 질량 한계, 별 탄생 환경에 따른 차이 등은 별의 탄생과 진화, 항성계의 형성과 진화, 은하 전체에 기여하는 별의 질량 추정, 먼 외부은하를 구성하고 있는 분해되지 않는 별의 총합적 특성, 또 은하의 진화 등을 이해하는 중요한 도구이다. 1955년 E. Salpeter가 초기질량함수라는 개념을 도입한 이래 지난 50년간 초기질량함수가 보편적인지, 아니면 다양한지 논란이 되어왔다. 최근 다양한 관측과 체계적인 연구로 태양 인근에 있는 별 탄생 영역의 초기질량함수에 대한 연구는 많이 수행되었지만, 대부분 질량이 작은 부분에 초점이 맞추어져 있다. 질량이 작은 별의 경우에는 통계적 오차 범위에서 비교적 초기질량함수의 유사성을 볼 수 있지만, 별의 수가 매우 적지만 은하의 진화에 막대한 영향을 미치는 질량이 큰 별의 초기질량함수는 여전히 불확실하다.

최근 체계적인 측광관측을 통해 일부 starburst형 젊은 산개성단의 초기질량함수가 비교적 완만한 경향을 보인다는 결과를 얻었다. 그러나 구성원의 완전도 문제와 측광연구에서는 얻을 수 없는 쌍성의 빈도, 질량비 분포 등을 고려할 수 없는 한계가 있으므로, 질량이 큰 별의 초기질량함수는 여전히 중요한 연구 주제가 될 것이다. 이를 위해서는 질량이 큰 별이 비교적 많은 젊은 산개성단과 starburst형 성단의 측광 및 분광학적 연구를 통해 규명할 수 있을 것이다.

위에서 언급한 연구 주제들 이외에도 GMT 시대에 도전할 수 있는 별에 대한 다양한 연구 주제들이 있을 것이다. 이러한 주제들은 K-GMT 백서 2판에 실릴 수 있도록 한국 천문학계에 있는 여러 연구자들이 관심을 가져주기를 기대한다.