서문

은하 형성

● 이석영(연세대학교)

은하 형성은 천문학계에 남아 있는 최대의 난제이고, GMT를 비롯한 차세대 거대망원경(JWST, TMT, ELT, ALMA, SKA 등)을 통해 이해하고자 하는 최우선 과제이다. 전 세계적으로 많은 연구 인력이 은하 형성을 주요 연구 목표로 삼고 있고, 한국 천문학계도 예외가 아니다. 암흑물질의 중력적 성질에 관한 이해가 발전함에 따라 물리적으로 납득할 만한 우주론(조화모형)적 이해를 갖기 시작한 21세기의 시작과 함께 세계의 여러 선도 천체물리연구팀이 은하 형성을 특별한 가정 없이 기본 물리법칙으로부터 시작하는 ab initio 방법론을 기반으로 은하 형성을 연구하고 있다.

조화모형에 기반을 둔 은하 형성은 매우 비선형적이고 은하 간 병합과 충돌이 중요한 변수로 작용한다. 더욱이 어떤 은하가 언제 어떻게 생성되는가는 현재 주변 환경과 밀접한 관계를 가질 뿐 아니라 그 은하를 품고 있는 암흑 헤일로의 과거 발달 역사에도 큰 영향을 받는 듯하다. 가까운 과거인 20년 전과 비교만 해봐

도 비약적인 이론적 이해가 있음은 분명하지만, 아직 이해가 부족한 근본적인 이슈가 많이 남아 있다. 오늘날 은하 형성에 관한 중요한 질문들은 대략 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 은하는 언제부터 생기기 시작했나.
- 은하의 규모(질량, 크기)는 무엇이 결정하나.
- 은하의 형태와 성질은 무엇이 결정하나.
- 환경은 은하에 어떤 영향을 미치는가.
- 별 생성과 블랙홀은 은하의 발달에 어떤 영향을 미치는가.

이러한 질문들은 단순해 보이지만, 실제로는 재이온화, 암흑물질의 성질, 우주거대구조의 발달, 에너지 순환이나 별 생성 등을 아우르는 바리온 물리, 은하 충돌 등 어느 것 하나 자세히 이해되지 못하고 있는 복잡한 문제들을 내포하고 있어서 매우 복잡하다.

이러한 시대적 관심을 잘 반영하는 연구 제안서들이 은하 형성 분야에 제출되었다. 여기에 수록된 제안서들은 훗날 관측 제안서로 발전할 가치가 있는 '원시' 제안서의 일부로서 한국천문학회의 규모에 따라 적은 수지만, 비교적 다양한 관심을 표명한다. 모든 제안서가 GMACS를 활용하길 원하는 것은 예상한 바대로다.

병합우주패러다임에서 가장 복잡한 발달 과정이 예측되는 무거운 조기형 은하의 형성 과정(PI 고종완)은 빠질 수 없는 관심 대상이다. 또한 큰 은하들과 극명하게 여러 면에서 대비되는 왜소은하의 형성(PI 정애리)과 최초의 은하 형성과 밀접한 관계를 갖는 적외선/서브밀리 은하의 분광관측(PI 정웅섭)도 거대마젤란망원경으로 할 수 있는 좋은 연구의 예이다.

대망원경이 먼 은하 연구에만 가치를 발휘하는 것은 아니다. 가까운 은하에 대해 공간 분해된 분광관측을 수행하여 은하의 별 성질, 화학성분, 별 생성 역사 등을 연구하고자 하는 제안이 제시되었다(PI 김민진, 김지훈, 정현진).

은하단의 은하를 분광관측하고자 하는 제안이 많았다. 비교적 먼 은하군을 관측하자는 제안서도 있고(PI 손주비) 가깝고(PI 이준협) 먼(PI 이석영) 은하단의 은하를 분광관측하고자 하는 제안서도 있다. 은하단 관측은 시야각이 넓은 GMACS

를 효율적으로 활용하는 좋은 예이다.

이 외에도, 은하 형성과 관계가 있을 것으로 예상되는 중간질량 블랙홀에 관한 연구(PI 김민진) 등 다양한 연구가 가능하고, 아이디어가 곳곳에서 태동 중이다.

이번 백서 작성 과정에 모집된 관측 아이디어는 모두 흥미롭고 국제적인 수준의 연구 목적을 가지고 있다. 다만, 아직 두 가지 면에서 중요한 점검과 개발이 필요해 보인다. 먼저, 제안하는 연구가 현존하는 대형망원경으로 어떤 수준의 연구가 가능한지, 그리고 그런 관측 기술을 연구 제안자가 잘 습득 중인지 확인할 필요가 있다. 현대 관측천문학은 대부분 그 과제의 중요성을 모두가 공감하는 경우가 많으므로, 그 아이디어의 특이성보다는 그 아이디어를 수행할 만한 능력이 있는지가 중요하기 때문이다. 또 다른 고려할 점은 관측의 타당성 점검이다. 일부 제안된 관측은 GMACS의 넓은 시야각을 충분히 활용하지 못하거나, 각 시야각 내에서 관측되는 천체들이 직접적인 연구 대상이 아니라고 판명될 수도 있는 위험성을 내재한 경우가 있어서, 효과적이지 않아 보인다. 이 두 문제 다, 일반 관측 제안서라면, 치명적인 비판으로 작용할 수 있다. 우리가 가진 망원경 시설과 제원에 비해 이상적이지 않은 관측 계획이라면 자정 과정을 거쳐 발전 혹은 도태시키는 것이 바람직하다.

일부 과제는 비교적 큰 목표를 가지고 GMT 관련 기관 간의 공조를 통해 연구를 수행할 계획으로 준비하고 있다. GMT의 10%를 사용하게 될 한국천문 학계가 GMT 과학의 10% 이상에 참여할 뿐 아니라, 가장 핵심적인 10% 이상의 연구에 리더로서 자리매김하는 것이 바람직하다.