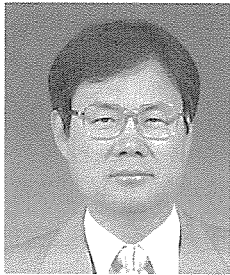


20세기 최대의 발견은 퀘이사와 중성자성

17세기에서 18세기에 이르는 동안 만유인력의 뉴턴, 천왕성을 발견한 윌리엄 허셀 등 많은 천문학자들이 등장하여 천문학의 새로운 지평을 열었다. 인류는 그 후 20세기 들어 전세계에 망원경을 설치하여 우주의 새로운 모습을 관측했고 2차대전 후엔 우주에서 오는 전파를 이용한 전파천문학의 새로운 경지를 개척했으며 퀘이사와 중성자성의 발견은 20세기 최대의 위업으로 꼽는다.



李 塔 馥
(서울교대 과학교육과 교수)

17세기 중엽이 될 때까지 모든 수리천문학은 시행착오로 얻은 경험식에 의존하고 있었다. 이러한 구태의 연한 접근방법에서 일대 혁신적인 방법을 제시한 것이 뉴턴(Isaac Newton, 1642~1727년)이었다.

영국 링컨셔 지방의 울스소프라는 동네에서 1642년 태어난 그는 케임브리지에서 르네상스 시기의 과학자들과 철학자들의 업적을 병행하여 공부하면서 수학을 완전히 터득했다. 1665년 그는 런던에 전염병이 돌아 자기의 고향인 울스소프로 돌아가 대학시절에 처음 착안했던 공간과 시간 그리고 운동에 관한 것을 깊이 생각했다. 1667년 그가 케임브리지로 되

돌아올 때는 이미 미분적분학, 백색광의 본성, 만유인력 등의 세가지 위대한 업적의 바탕을 이루었다.

뉴턴의 법칙과 헬리

1667년 케임브리지대학이 다시 문을 연 후에 그는 트리니티대학의 평의원으로 선출되었고, 그의 스승인 배로교수의 후임으로 교수직을 얻게 되었다. 그는 오랜 학문적인 적수였던 로버트 훅과의 '행성들의 운동은 거리의 제곱에 반비례한다'는 논쟁에 휘말리면서 그의 위대한 업적인 「원리들(Principia)」을 쓰게 되었는데, 이것이 책으로 출간된 데에는 헬리

(Edmond Halley, 1656~1742년)의 결정적 역할이 있었다.

헬리는 케임브리지에 교수로 있던 뉴턴을 찾아가 행성이 궤도를 따라 운동할 때 태양에 대하여 거리의 제곱에 반비례하는 힘이 작용하는지 물었다. 뉴턴은 그에게 명쾌한 대답을 주고, 또한 행성들의 궤도가 타원이라고 대답했다. 헬리는 1705년에 뉴턴의 역학적인 원리를 이용하여 역사상에 나타난 24개의 혜성 궤도를 목록화하여 출간했다. 특히 그는 1531, 1607, 그리고 1682년에 나타난 밝은 혜성의 궤도가 너무나 유사하다는 것을 알았다. 따라서 그는 이 혜성이 태양을 초점으로 하는 타원궤도를 가지고 76년의 주기로 태양을 돌아간다는 것을 예언하면서 1758년에 다시 나타날 것이라 예언했다. 그의 예측은 적중했다.

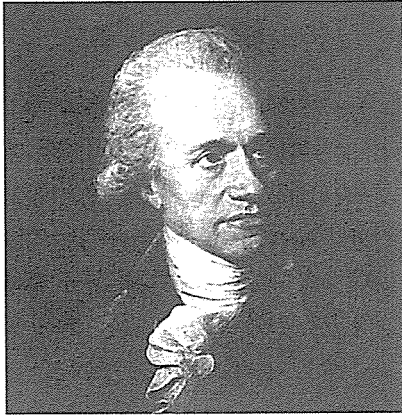
헬리는 뉴턴에게 그가 연구한 만유인력 뿐만 아니라 그의 운동 세법칙에 관한 책을 저술하는데 많은 용기를 주었다. 뉴턴은 18개월 만에 원고를 완성했고 헬리가 비용을 부담하여 1687년 「자연철학의 수학적 원리들」이라는 책으로 출간했다.

윌리엄 허셀과 그의 가족

윌리엄 허셀(William Herschel, 1738~1822년)은 독일의 하노버에서 자랐다. 그리고 7년전쟁이 일어난 직후 1757년에 영국으로 이주했다. 영국에서 오르간 연주자와 음악선생을 하면서 생활의 어려움을 겪다가 그는 케임브리지의 로버트 스미스(Robert Smith)가 저술한 「광학」이라는 책을 읽게 되면서 망원경과 현미경의 제작에 관심을 가지게 되었다.



<그림 1> 뉴턴



<그림 2> 윌리엄 허셀

1772년에는 자신의 고향인 하노버를 방문하여 그의 부모를 설득하여 재능있던 그의 여동생 카롤린(Caroline, 1750~1848년)을 영국으로 데리고 왔다. 카롤린 자신은 성악가가 되고 싶었지만, 허셀은 자신의 집안 일을 돌보는 여주인 역할과 그가 밤에 천체를 관측할 때 비서일 또는 관측 동반자로서의 역할을 하게 했다. 윌리엄 허셀이 성운을 발견하기 위해 전 하늘을 관측할 때면 으레히 그녀는 망원경 옆에 있는 책상에 앉아 윌리엄 허셀이 부르는 내용을 받아 썼다. 윌리엄이 남긴 천문 관측 업적에 기여한 공로를 인정받아 1787년에는 영국왕으로부터 연금을 받기도 했다. 그녀는 특히 혜성 발견의 전문가가 되었다.

윌리엄 허셀의 아들인 존 허셀(John Herschel, 1792~1871년)도 젊을 때부터 과학계에 두각을 나타냈다. 그는 그의 부친이 관측한 자료들을 재정리한 후에 남아프리카의 희망봉 근처의 천문대에서 1834~38년까지 남반구 하늘을 관측했다. 1864년에 자신이 관측한 5천개의 성운과 성단의 목록을 만들었다. 이것이 현재 천문학에서 중요하게 활용되고 있는

NGC 목록표의 원조가 되었다. 이렇게 현대 관측천문학 발전에 허셀가(家) 천문학자들은 대단한 기여를 했다.

윌리엄 허셀의 천왕성 발견

윌리엄 허셀은 오르간 연주자, 작곡가, 지휘자 및 음악선생 등으로서 바쁘게 지냈기 때문에 한정된 시간만을 천문학에 몰두할 수 있었다. 1779년에 그는 밝은 별을 관측하기 위해 스스로 직경 7피트의 반사망원경을 제작하여 잘 알려진 밝은 별들을 관측했다. 이 과정에서 그는 2백69개의 이중성 또는 쌍성을 발견했고 천문학에 새로운 방법론을 제시했다.

1781년은 그의 일생에 결정적인 전환점이 되었다. 그는 본격적으로 별을 관측하다가 1781년 3월13일 쌍둥이 별자리에 이제까지 알려지지 않은 별을 발견했다. 지속적인 관측으로 그 위치가 서서히 이동하고 있음을 파악하고 이 미지의 천체를 처음에 혜성으로 알았던 그는 곧 이 천체가 태양계 내에 있는 행성이라는 사실을 확인했다. 바로 이 행성이 역사상 처음으로 발견한 천왕성(Uranus)이다. 이 위대한 발견을 기회로 그의 친구들은 국왕을 설득하여 그가 종신 연금을 받을 수 있도록 주선하여 천문학에만 전념할 수 있도록 도와 주었다.

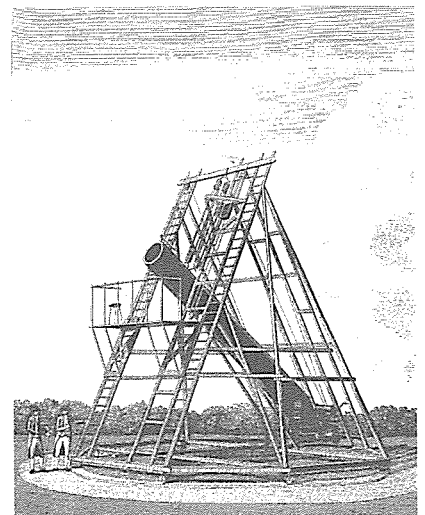
그는 천체를 관측함과 동시에 반사망원경을 만드는 전문가였다. 그는 1783년에 직경이 60cm가 되는 반사망원경을 완성했다(그림 3). 그는 이 망원경으로 거의 20년동안 전 하늘에 산재해 있는 성운을 관측했다. 그의 뒤를 이은 천문학자인 아들 존 허

셀은 더 추가하여 성운의 목록표를 만들었다. 또한 윌리엄 허셀은 은하수가 태양과 같은 수많은 별들의 집단이라고 믿었고, 은하수가 길게 늘어져 보이는 것은 별들이 층상으로 분포되어있기 때문이라고 설명했다.

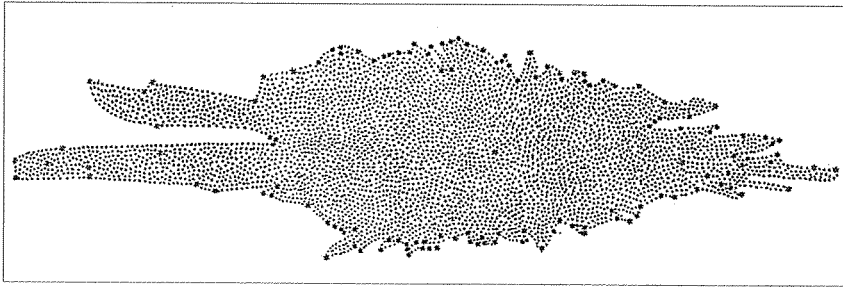
이와 같이 윌리엄 허셀은 관측기기를 자신이 직접 제작하고 설치했으며, 이를 이용하여 천체들을 직접 관측한 관측천문학자였고, 또한 자신이 관측한 자료들을 분석하여 새로운 우주 체계를 제시한 이론천문학자이기도 했다. 그는 태양계의 영역을 넘어 별들의 세계와 그 속에 존재하는 성운을 관측하고, 그 너머 은하계에 이르는 영역까지 천문학의 지평선을 한껏 넓혀 놓은 천문학자였다.

우주를 향한 인류의 도전

20세기 중반에 들어서 윌슨산에 100인치 망원경을 설치하고 곧이어 팔로마산에 200인치 망원경이 설치되면서 인류는 우주의 깊은 심연을 들여다볼 수 있게 되었다. 그 후 1973년에는 미국의 킷픽(Kitt



<그림 3> 윌리엄 허셀이 만든 직경 61cm의 반사망원경



〈그림 4〉 허셀이 별의 분포를 이용하여 제시한 은하계의 구조.

Peak)에 3.6미터 망원경이 설치되었고, 하와이의 마우나케아(Mauna Kea)와 북아프리카 서안의 카나리아 섬 등에는 여러 나라의 대형 망원경들이 설치되어 현재 사용 중이다. 더구나 홉킨스산의 휘플천문대는 반사거울을 6개 사용하여 한 곳에 초점을 모아서 관측할 수 있게 한 다면경(Multiple Mirror) 망원경도 설치하여 사용하고 있다.

1970년대 이전까지는 대형 망원경이 주로 북반구에만 설치되었다. 그러나 남반구의 하늘에는 은하계 중심 방향과 우리 은하계에서 가장 가까이 있는 외부 은하계인 마젤란 은하 등 연구가 되지 않은 미지의 흥미로운 천체들이 많다. 이러한 천체들을 관측하기 위해 1970년대 이후에는 남반구에 대형 망원경을 설치하기 시작했다. 예를 들어 1970년대 초에 호주의 사이딩스프링산에 3.9미터 망원경이 설치되고, 칠레의 세로톨로로(Cerro Tololo)에는 여러 나라가 공동으로 대형 망원경들을 설치했다. 지상에 있는 망원경은 지구의 대기, 일기 변화 및 주위 환경의 영향으로 천체를 관측하는데 많은 제한 조건이 따른다. 이를 극복하기 위해 새로운 우주

망원경인 허블망원경을 지난 1990년 4월에 지구 상공 600km에 띄워 놓고 우주의 새로운 모습을 관측하고 있다.

대형 망원경 설치와 동시에 중요한 것이 천체의 측광장치이다. 19세기에 시작된 사진관측과 분광관측은 위치관측 위주에 머물렀던 천문학을 천체의 물리적인 현상을 연구하는 방향으로 크게 바꾸어 놓았다. 사진관측은 어두운 천체일수록 장시간 노출하여 관측해야 하고 사진을 현상하는데 불편한 점이 있다. 그러나 1980년대부터 사용하고 있는 CCD 관측은 노출 시간도 짧게 주고, 즉석에서 관측한 상을 볼 수 있으며, 더구나 컴퓨터로 이를 분석할 수 있어 최근에는 다양한 천문학 분야에 이를 사용하고 있다.



〈그림 5〉 미국의 애리조나주에 있는 킷픽천문대

전파천문학의 본격 등장

우주에 있는 천체에서는 우리 인간이 감지할 수 있는 가시광선 영역 외에 자외선, 엑스선, 적외선, 그리고 전파 등의 다양한 복사선을 방출하고 있다. 처음으로 가시광선 영역 밖의 파장으로 관측하게 된 것이 전파 영역이었다. 1932년 벨연구소에서 근무하던 칼 잔스키(Karl G. Jansky)는 장거리 통신용 안테나를 실험하던 중에 미지의 곳에서 발생하는 전파신호를 잡았다. 그는 이 전파를 발생하는 곳이 하늘의 어느 고정된 점이라는 사실을 알아내고, 이 곳을 계속 추적한 결과 은하수의 중심부라는 사실을 밝혔다.

그 후 1937년 아마추어 천문가인 레버(Grote Reber)는 도금한 철과 나무를 이용하여 우주에서 오는 전파를 수신할 목적으로 안테나를 만들었다. 그는 이것을 이용하여 외계의 전파원을 찾기 위해 최초로 전 하늘을 샅샅이 뒤졌다. 당시의 천문학자들은 전파천문학의 거대한 잠재력을 인식하지 못했기 때문에 처음 10년동안은 혼자서 연구를 했다. 그 후 본격적인 전파천문학이 등장하면서 레버가 발견한 많은 천체들은 집중적인 연구의 대상이 되었다.

세계 제2차대전 후 전파망원경이 본격적으로 설치되면서 우주에서 오는 전파를 이용한 전파천문학의 새로운 세계가 열렸다. 이 전파 관측은 주로 성운과 은하에 있는 여러 종류의 분자구름 속에서 발생하기 때문에 육안 관측으

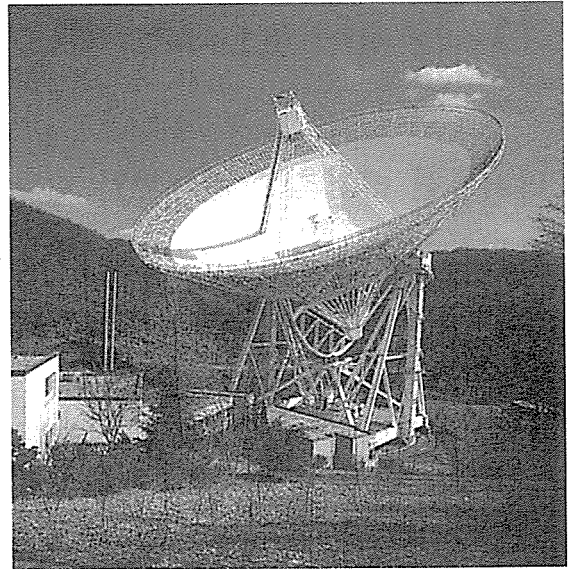
로는 알 수 없었던 별의 생성과 관련된 연구를 가능하게 했다. 특히 1945년에는 네덜란드의 천문학자인 반 드 허스트(van de Hurst)가 우리 은하계의 나선형 팔에 있는 중성수소에서 21cm 전파가 발생할 것이라는 예측을 했다. 결국 1951년 이를 직접 관측하는데 성공했는데, 21cm 전파 관측으로 우리 은하계 내의 중성수소의 분포와 나선 팔의 운동이 명확하게 밝혀졌다. 인류는 현재 대단히 많은 곳에 전파망원경을 설치하여 우주에서 오는 전파를 관측하고 있다.

퀘이사와 중성자의 발견

20세기 들어서 가장 큰 과학의 업적 중의 하나로서 아인슈타인의 상대론을 들 수 있다. 그의 일반 상대성이론에 의하면 중력이 대단히 크면 빛조차도 끌어당길 수가 있다. 질량이 큰 별이 진화하는 마지막 단계에서는 중력 수축에 의해 대단히 밀도가 높은 별이 된다. 1935년 인도의 천문학자인 찬드라세카(Chandrasekhar, 1910~1995년)는 별의 마지막 단계에서 태양 정도의 크기가 지구 정도의 작은 크기로 중력 수축이 일어나 엄청나게 밀도가 높은 백색왜성이 된다고 밝혔다. 그 직후 오펜하이머(J.R. Openheimer, 1904~1967년)와 스나이더(H. Snyder, 1913~1962년)는 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 마지막 단계에서는 중력 수축 정도가 엄청나게 높거나 또는 중력 붕괴 현상이 일어난다고 보았다. 이러한 천체를 중성자성(neutron star)과 블랙홀(black hole)이라 한다.

1960년대에 전파망원경을 이용한 관측으로 특이한 천체 두가지가 발견되었다. 이는 20세기 들어서 최대의 천문학적 발견이라고 할 수 있다. 1962년 영국의 라일(Ryle)이 우주에서 오는 전파원을 관측할 때, 달에 의해서 가려지는 현상이 일어났다. 이 때 전파원은 두개의 전파원이 쌍을 이루고 있는 이중 전파원을 발견했다. 이것은 13등급의 어두운 청색의 천체로 나타냈다. 즉시 네덜란드 태생의 미국 천문학자인 슈미트(Maarten Schmidt, 1929~)는 팔로마산의 200인치 망원경으로 그 별의 스펙트럼을 관측했다. 그 스펙트럼은 너무도 특이하게 강한 휘선이 나타나고 우리 은하계에서 대단히 빠른 속도로 멀어지고 있다는 적색이동이 관측되었다. 이후 퇴속도는 무려 광속의 0.9배 정도이고 우리 은하계에서 수십억광년 떨어진 천체임이 밝혀졌다. 이를 퀘이사(quasar)라 명명했다. 이 퀘이사는 은하 밝기의 수백만배이고 광도는 수 시간동안 2배 정도로 변한다.

두번째의 놀라운 발견은 퀘이사의 발견 후 4년에 이루어졌다. 케임브리지대학의 전파천문학자인 휴이쉬(Antony Hewish, 1924~)는 그의 학생인 조슬린 벨양과 기동과 전선으로 된 전파망원경을 설치하여 대단히 먼 거리에 있는 전파원이 행성간 플라즈마에 의해 받는 영향을 연구하고



<그림 6> 독일의 본 근처에 있는 100m 전파망원경

있었다. 조사를 하고 있는 과정에 미약한 전파원이 규칙적으로 맥박과 같은 펄스(pulse)가 1초 정도의 주기를 가지고 발생하고 있는 것을 발견했다. 처음에는 군사적인 목적으로 발생시키는 전파이거나, 또는 우주인이 보내는 신호로 알았다. 그러나 그 전파는 천구상의 고정된 점에서 방출하고 있으며 자연의 한 현상임을 알았다. 이 맥박이 뛰는 듯한 맥동전파성을 펄사(pulsar)라 명명했고, 이것은 이미 이론적으로 규명된 중성자성에서 발생하는 전파라는 사실이 밝혀졌다. 중성자성은 자전 주기가 1초 정도이며 별의 외부전파 발생방향이 지구를 향하여 주기적으로 향하기 때문에 전파가 맥동현상을 일으킨다. 최초의 펄사의 발견 이후 현재까지 1백개 이상을 발견했다. 이는 별이 마지막 초신성 폭발을 하고 난 뒤에 중심부의 핵이 중성자성이 되는 것이다. 이렇게 20세기의 최대의 발견은 퀘이사와 중성자성의 발견이며 이는 전파망원경의 역할이 결정적이었다. ④7