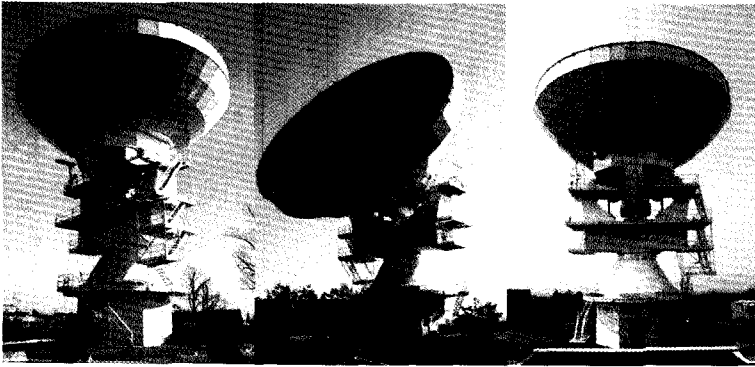


06 한국우주전파관측망

# 우주 초정밀 구조 연구의 세계 중심지로 나선다



**망**원경이 크면 클수록 우주의 구조를 더 자세히 볼 수 있다. 그래서 천문학자들은 끊임없이 큰 망원경을 만들었다. 그렇다고 무한히 큰 망원경을 만들 수는 없다. 기술적인 한계도 있고 돈도 엄청나게 많이 들기 때문이다. 그러던 와중에 등장한 것이 초장거리우주전파간섭계 기술이다. 용어가 너무 어려워 대중용으로는 이것을 '우주전파관측망'이라 부른다.



▶ 한국우주전파관측망의 전파망원경들. 왼쪽부터 연세, 울산, 탐라망원경.

### 초고해상도의 천체 영상 얻는다

우주전파관측망을 구축하려면 3대 이상의 전파망원경이 필요하다. 그리고 이 망원경들 간의 거리를 최대한 떨어뜨려 설치한다. 그러면 가장 멀리 떨어진 망원경 간의 거리에 해당하는 크기의 전파망원경 효과를 얻을 수 있다. 예컨대 한국 우주전파관측망은 서울의 연세대, 울산의 울산대, 그리고 제주의 탐라대에 각각 한 대의 전파망원경을 설치했는데, 연세대와 탐라대 간의 거리

가 480km이므로 480km 크기의 전파망원경 효과를 얻을 수 있다. 해상도가 그만큼 좋아진다는 것이다.

그러나 이 기술이 가능하려면 몇 가지 까다로운 조건을 극복해야 한다. 무엇보다 수백~수천 km 떨어진 망원경들을 향해 들어온 우주전파가 동시에 한 곳에서 합쳐져야 한다. 그래야만 초고해상도의 영상이 얻어진다. 그러나 현실적으로 그렇게 멀리 떨어진 전파망원경으로 들어온 우주전파를 동시에 한 곳으로 모아 합치기란 거의 불가능하다. 그래서 고안된 것이 그 전파 신호를 정확하게 하드디스크에 기록하고, 그 데이터를 한 곳에 모아 마치 방금 전파가 들어오는 것처럼 합성하는 방법이다.

그러려면 우주에서 오는 전파신호를 원래 상태로 복원할 수 있을 만큼 정확하고 촘촘하게 기록해야 한다. 그래서 한국우주전파관측망은 수신기 한 대당 4초에 1기가바이트의 데이터를 저장하고 있다. 그리고 원자시계를 이용해 전파가 들어온 시각도 정밀하게 기록한다. 한국우주전파관측망은 망원경 한 대당 4개의 수신기를 갖고 있으니 결국 망원경 한 대당 1초에 1기가바이트의 관측 자료가 얻어지고, 3대의 망원경 전체는 하루 동안 260테라바이트라는 방대한 관측 자료가 얻어진다.

이렇게 얻어진 관측 자료를 서로 합성하는 것도 골칫거리이다. 관측 자료가 워낙 많이 만들어 지니 기존의 슈퍼컴퓨터로도 처리가 곤란하다. 그래서 우주전파관측망의 관측 자료만 처리하는 '상관기'라는 엄청나게 자료 처리가 빠른 장비를 갖추어야 한다.

### 세계 최초 4 주파수 동시 관측 시스템 도입

우주전파관측망은 1960년대 미국에서 처음 시작되었다. 즉, 최근에 개발된 기술이 아니다. 게다가 한국우주전파관측망이 3대의 전파망원경을 이용해 480km 크기의 전파망원경 효과를 구현한다고 하니, 일본만 해도 4대의 전파망원경으로 2천200km의 전파망원경 효과를 얻어낼 수 있고, 미국은 10대의 전파망원경으로 무려 8천km 크기의 전파망원경 효과를 구현하고 있다.

그럼에도 한국우주전파관측망이 세계의 주목을 받는 이유는 4개의 주파수, 즉 22GHz, 43GHz, 86GHz, 그리고 129GHz의 우주전파를 동시에 관측할 수 있다는 장점 때문이다. 특히 86GHz와 129GHz의



글 **김봉규** 한국천문연구원 전파사업센터장  
 bgkim@kasi.re.kr  
 글쓴이는 경북대학교 물리학과 졸업 후 서울대학교 천문학과에서 석사학위를, 일본 나고야대학교 천체물리학과에서 박사학위를 받았으며, 한국천문연구원 천문정보연구그룹장, 대덕전파천문대 대장, 전파천문연구본부장 등을 지냈다.

상용 관측은 세계에서 처음으로 시도된다. 그동안 아무도 시도하지 않은 고주파수 우주전파관측망을 시도한다는 것이다.

고주파수 우주전파관측망이 아직 다른 나라에서 상용으로 시도되지 않은 이유는 우주전파가 지구대기를 통과할 때 나타나는 전파의 찌그러짐 효과, 즉 아지랑이 효과를 제거할 방법을 찾지 못했기 때문이다. 이 아지랑이 효과는 고주파수에서 특히 심하게 나타나고, 그래서 기존의 기술로 보정이 가능한 43GHz 이하의 전파에서만 관측이 시도되었다.

그러던 중 1990년대 들어 저주파수와 고주파수를 동시에 관측하여 전파의 아지랑이 효과를 제거하는 방법이 고안되었고, 이 기술을 우리가 세계 최초로 도입한 것이다. 기본 원리는 간단하다. 모든 전파는 지구대기를 통과할 때 지구대기의 변화에 의해 찌그러지는데, 저주파수의 경우 적게 찌그러지고, 고주파수는 심하게 찌그러진다. 그런데 저주파수건 고주파수건 찌그러지는 특징은 비슷하다. 따라서 저주파수에서 찌그러지는 특징을 파악하여 고주파수의 찌그러진 것을 펴는데 이용한다는 것이다. 몇 년에 걸쳐 실험한 결과 이 기술이 실제 구현이 가능하다는 것을 최근에 증명하였다.

이제 우리는 남들이 그동안 제대로 관측해보지 못한 주파수의 관측이 가능해졌다. 새로운 눈으로 우주를 새롭게 볼 수 있게 된 것이다. 올해 초에 4개의 주파수를 동시에 관측할 수 있는 수신기를 망원경에 설치해 오리온성운을 관측하는데 성공했다. 남들이 한번도 실천해 보지 않은 4주파수 동시관측이 가능해진 것이다. 이는 마치 다른 병원에서 X선 장비만 갖고 있는데 비해 우리는 MRI 장비도 갖고 있는 것과 마찬가지로이다. 우주의 구조를 더 정확히 파악할 수 있게 된 것이다.

### 동아시아우주관측망의 중심이 된다

이미 지적한 것처럼 한국우주전파관측망은 480km 크기의 전파망원경 효과를 얻을 수 있다. 그러나 그것은 미국의 우주전파관측망에 비하면 아주 작은 크기이고, 그만큼 해상도도 낮다. 이를 극복하기 위해 우리는 일본, 중국과 하나의 우주전파관측망을 구축하려 한다. 이를 동아시아우주전파관측망이라 부른다. 그러면 일본이 보유한 4대의 전파망원경과 중국이 보유한 4대의 전파망원경이 동원되고, 그래서 총 10대의 전파망원경으로 6천km 크기의 우주전파관측망을 확보할 수 있게 된다.

물론 그렇다 할지라도 세계 최대의 우주전파관측망인 미국보다 크기에서 약간 뒤진다. 그렇지만 미국의 경우 본토에 9대의 전파망원경이 있고 나머지 한 대가 하와이에 있어 8천km 크기 효과를 거두고 있다는데 문제가 있다. 무조건 망원경 간의 거리가 먼 것이 좋은 것이 아니라 거리가 가까운 것과 먼 것들이 골고루 있어 이상적인 초고해상도를 얻을 수 있기 때문이다. 동아시아우주전파관측망은 그런 면에서 가장 이상적인 우주전파관측망이라는 평을 받고 있다. 또 조만간 일본의 대학들이 보유한 망원경들도 합류할 예정이기 때문에 전체 망원경 수가 16대를 넘어 가장 많은 망원경을 보유한 우주전파관측망이 될 것이다.

무엇보다 중요한 것은 한국이 동아시아우주전파관측망의 중심적 역할을 할 수 있다는 점이다. 망원경이 많이 동원되면 될수록 우수한 우주전파관측망이 되겠지만, 그러려면 그 많은 전파망원경에서 얻은 방대한 관측자료를 처리해 우수한 초고해상도의 영상을 만들 수 있는 영상합성장치가 필요한데, 그것을 실천할 수 있는 유일한 장비가 우리나라에 구축되어 있기 때문이다. 한국우주전파관측망이 보유한 우주전파합성 장치는 세계에서 가장 빠른 자료처리 능력을 보유하고 있다.



▶▶ 세계 최고 성능의 우주전파 관측자료 처리 장치

### 별의 탄생과 죽음 규명

태어나는 별과 죽어가는 별은 모두 가스와 티끌로 된 물질로 둘러싸여 있다. 차이점이라면 태어나는 별의 주변은 별을 만들다 남은 물질들이고, 죽어가는 별 주변은 별에서 분출된 물질들이다. 흥미로운 점은 태어나는 별이든 죽어가는 별이든 별을 둘러싼 어딘가에서 강한 전파가 발생되고, 그 전파의 강도는 시시때때로 변한다는 점이다.

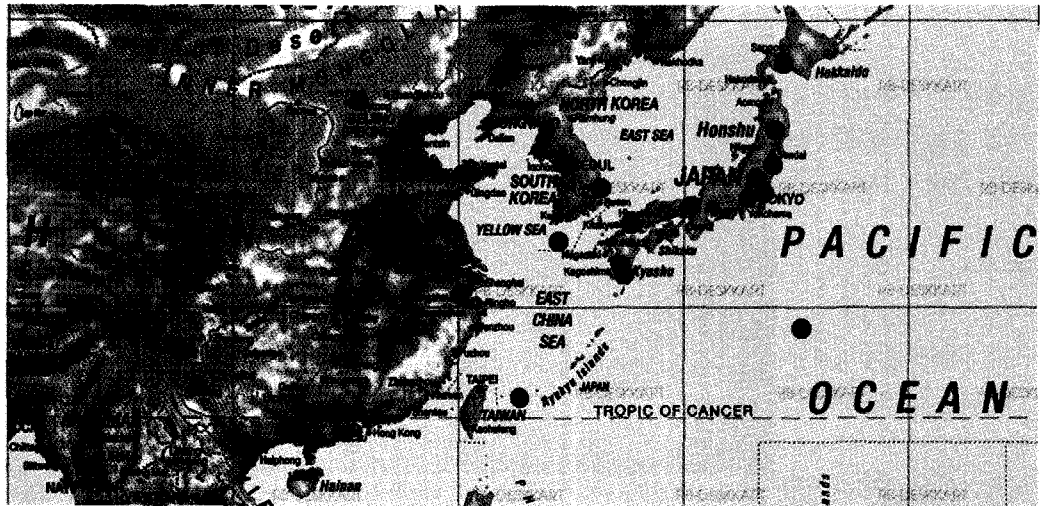
그 전파가 별과 관련이 있다는 것은 이미 잘 알려져 있다. 별의 밝기가 변하면 얼마 후 전파의 세기도 변하기 때문이다. 그러나 보다 구체적인 상태를 파악하려면 무엇보다 별 주변 어디서 전파가 만들어지는지, 그리고 그 위치가 고정된 것인지 아니면 변하는 것인지를 알 필요가 있다. 그러려면 별과 그 주변을 정확히 구분해 볼 수 있는 고해상도의 이미지가 필요하다. 한국우주전파관측망은 그 일을 해 낼 수 있다. 따라서 수많은 그런 별들을 오래 동안 관측해 별의 탄생과 죽음이 어떤 상황을 거치는지 알 수 있게 될 것이다.

### 우주의 3차원 지도를 만든다

천문학의 골칫거리 중 하나는 별까지의 거리를 어떻게 알 수 있느냐 하는 것이다. 현대 과학이 크게 발전했으니 그 정도는 쉽게 알 수 있을 거라 생각할지 모르나 현실은 그렇지 않다. 별이나 성운, 은하 등은 너무 멀리 있어 정확한 거리의 측정은 쉽지 않고, 묘수를 써서 결정된 거리도 대부분 부정확하기 짝이 없다.

연주시차는 그 중 가장 잘 알려진 거리 결정 방법으로 토지 측량에 이용되는 삼각측량법과 원리상으론 똑같다. 서로 다른 두 군데에서 목표 지점을 보면 거리를 결정할 수 있다는 것인데, 사람의 눈이 두 개인 것도 이 원리를 이용해 입체 효과, 즉 거리를 추정한다.

연주시차는 지구의 공전을 이용한다. 태양 주위를 도는 지구는 태양을 중심으로 여름과 겨울에 서로 반대되는 곳에 있다. 그래서 같은 별을 봐도 여름에 보이는 방향과 겨울에 보이는 방향이 조금 다르다. 그 방향 차이를 이용해 거리를 결정한다는 것인데, 문제는 아주 멀리 떨어진 별의 경우 그 차이가 극히 미약하다는 점이다. 그 미약한 차이를 구분하려면 당연히 해상도가 좋아야 한다. 여기서 초고해상도의 우주전파관측망이 결정적인 역할을 한다. 가장 큰 광학망원경보



▶ 동아시아우주전파관측망의 망원경들(지도에서 붉은 점으로 표시된 것)

다 우주전파관측망이 수십배 혹은 수백배 더 정밀한 해상도를 얻을 수 있고, 그 만큼 먼 거리에 있는 별까지의 거리도 구할 수 있다.

멀리 있는 별까지의 거리를 정밀하게 구할 수 있다면 21세기 가장 큰 숙제 중 하나인 암흑물질을 규명하는 데에도 결정적인 역할을 할 수 있다. 암흑물질이란 우주 모든 곳에 존재하지만 그 정체가 무엇인지, 얼마나 많이 있는지 아직 정확히 알려져 있지 않다. 그럼에도 있다고 믿는 이유는 알고 있는 물질 만으로는 별의 움직임을 설명할 수 없기 때문이다. 따라서 별의 움직임을 정확히 파악할 수 있다면 우리가 아는 물질이 미치는 영향과 알지 못하는 물질, 즉 암흑물질이 미치는 영향을 구분할 수 있고, 그래서 암흑물질이 얼마나 많은지도 짐작할 수 있다. 거리를 정확히 알아야 움직이는 속도도 정확히 알 수 있으니 한국우주전파관측망은 암흑물질의 성질을 아는 데에도 결정적인 역할을 할 수 있을 것이다.

### 활동성은하핵의 비밀 캔다

우리가 알고 있는 우주 안에는 대략 1천억 개의 은하들이 있고, 은하 하나에 평균 1천억 개의 별들이 있다. 은하는 그만큼 거대한 덩어리이다. 어떤 은하들은 중심의 극히 작은 영역에서 강한 전파나 엑스선 등 다양한 것들이 변화무쌍하게 방출된다. 이것을 우리는 활동성은하핵이라 부른다. 아마도 은하 중심에 초거대 블랙홀이 있어 그런 특이한 현상들이 일어날 것이라 짐작된다. 그러나 그런 현상의 구체적인 원인은 아직 잘 알려져 있지 않다. 현상이 일어나는 부분의 정밀한 영상을 얻을 수 없었기 때문이다. 한국우주전파관측망은 그 규명에 결정적인 역할을 할 수 있다. 특히 한국우주전파관측망은 세계 최초로 초고주파수의 영상을 얻을 수 있어 새로운 정보로 새로운 사실을 밝혀낼 것이다.

지난 2001년에 착수한 한국우주전파관측망의 구축은 내년에 완공될 예정이다. 물론 일부 장치는 이미 설치가 완료되어 벌써 관측에 활용되고 있다. 그러나 본격적인 관측은 2012년 말부터 수행될 것이다. 그리고 2013년부터는 동아시아 우주전파관측망도 본격적인 운영에 착수될 것이고, 한국이 그 중심적인 역할을 할 것이다. 따라서 이제부터 한국은 우주의 초정밀 구조 연구에 있어 세계의 중심 역할을 할 것으로 기대된다. ⑤