

05 태양관측용 망원경

태양의 구조적 변화를 3차원적으로 관찰한다

신태양망원경

태양은 하늘에서 가장 밝은 별로서 지구상 생명체의 에너지 원천이며, 수분~수 시간 정도의 짧은 시간 안에 홍염 분출, 플레어 폭발 등의 활동현상이 일어나는 역동적인 천체이다. 따라서 태양 관측에서는 어두운 밤하늘에 조그맣게 반짝이는 별, 은하, 성단 등의 관측과 달리, 태양 자체의 과도한 광량을 줄이면서 짧은 노출 시간으로 연속적인 관측을 수행하는 것이 중요하다. 태양은 지구에 매우 가까이 있어서 그 구조를 상세히 살펴볼 수 있는 유일한 별이기도 하다.

또한 태양의 대기가 높이에 따라 다른 온도를 가지고 있으므로 각기 다른 온도에서 나오는 다른 빛을 동시에 관측하면 태양 활동의 구조적 변화를 3차원적으로 살펴볼 수 있는 기회를 갖게 된다. 최근 태양관측용 망원경을 통한 태양관측은 태양의 물리적 현상을 탐구하는 것뿐만 아니라 우주산업과 기술의 발달에 따라 태양과 지구 사이의 우주공간, 그리고 지상에 미치는 태양활동의 영향을 규명하는 분야에 활용되고 있다.

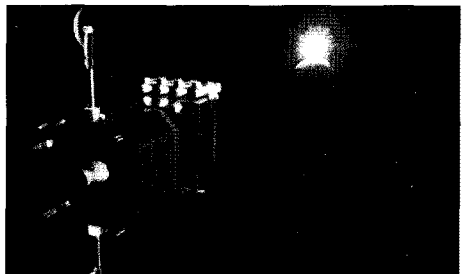
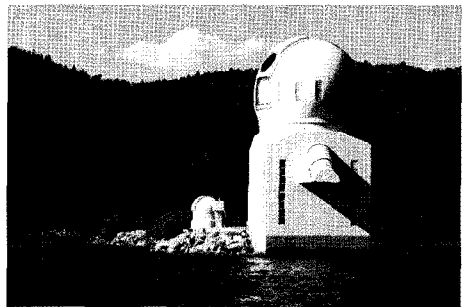
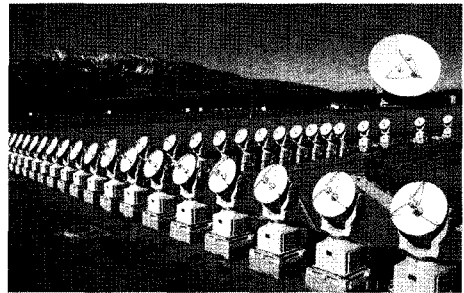
우주공간 · 지상에 미치는 태양활동 영향 규명

태양은 전파, 적외선, 가시광선,

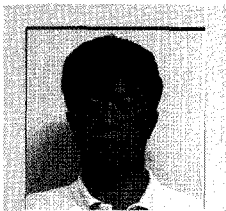
자외선, X-선, 감마선에 이르는 모든 파장의 빛을 내며, 태양 관측 망원경은 크게 전파망원경, 광학망원경, 우주망원경으로 나누어 설명할 수 있다. 태양 전파망원경은 주로 40MHz~40GHz에 이르는 파장대역을 관측하며, 하나의 전파안테나를 이용하여 태양이 방출하는 전파세기의 시간변화를 측정하거나 여러 전파안테나를 특수한 배열로 위치시켜서 전파 영상을 관측할 수도 있다.

태양 광학망원경은 가시광(3천~7천Å)을 포함한 그 주변 일부 파장의 빛을 관측하며, 광학관측에는 특정 파장의 빛만 투과시키는 협대역필터를 활용한 영상관측과 회절격자를 이용하여 분산시킨 빛을 관측하는 분광관측이 있다. 또한 분광관측 슬릿의 위치를 관측대상 영역에서 이동시키면서 연속 관측하여 영상과 분광정보를 동시에 얻을 수 있는 영상분광관측도 광학관측에 많이 활용되고 있다. 이러한 태양 광학관측의 경우 가열된 지표면에서 발생하는 대기 난류에 의한 시상효과를 줄이는 것이 좋은 분해능의 영상을 얻는데 필수적이기 때문에 높은 탑 구조물 위에 망원경을 설치하거나 물가나 호수 한가운데 망원경을 위치시키기도 한다.

우주망원경은 지상관측에서 가장 큰 제약이 되는 지구 대기층에 의한 시상의 영향을 전혀 받지 않으며, 망원경의 궤도에 따라 24시간 태양을 감시, 관측할 수도 있다. 또한 지상에서는 지구 대기층에 의해 흡수되어 관측할 수 없는 극자외선과 X-선의 영상 및 분광 관측이 가능하다. 우주망원경은 비용과 기술적인 문제로 인하여 영상의 분해능을 결정하는 망원경 크기를 늘리는 데에 제약이 따른다. 최근 발사되

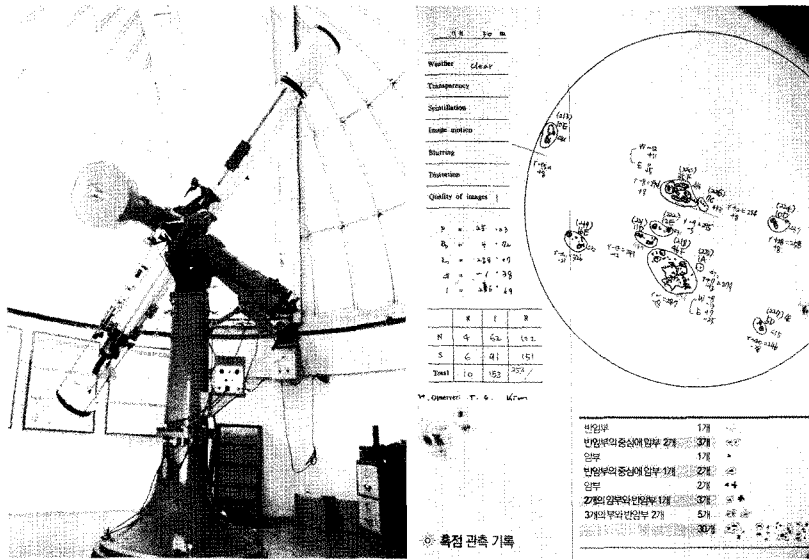


일본 노베야마 태양전파영상망원경(위), 빅베어 호수 가운데에 있는 미국 빅베어태양관측소(가운데), SDO 우주망원경(아래)



글 김연한 한국천문연구원 선임연구원 yhkim@kasi.re.kr

글쓴이는 경희대학교 우주과학과에서 박사학위를 받았다.



한국천문연구원의 흑점관측망원경(좌)과 흑점관측기록 예(우)

어 관측이 이루어지고 있는 대표적 태양 우주망원경으로는 태양역학관측선(SDO), 히노데, STEREO 등이 있으며, 이들은 X-선, 극자외선, 가시광에 걸친 파장 영역에서 이전에 없던 고분해능으로 자세하고 역동적인 태양의 모습을 관측하고 있다.

현재 한국천문연구원에서는 다양한 태양 광학망원경을 운영하고 있으며, 해외 태양망원경 프로젝트에 참여하여 고분해능 관측기를 운영하고 있다. 한국천문연구원이 직접 운영하고 있거나 개발에 참여하고 있는 태양관측망원경을 중심으로 알아보자.

태양흑점망원경

흑점은 대표적인 태양활동 지표로서 갈릴레오 갈릴레이의 관측 이래 지금까지 관측 기록이 이어져 오고 있다. 흑점 수의 변화에 따라 태양활동은 11년 주기로 극대기(흑점 수의 증가)와 극소기(흑점 수의 감소)를 갖게 된다. 또한 흑점에서는 대개 1천~5천 가우스의 강한 자기장이 측정되며 흑점 수가 많고 복잡한 형태를 보일수록 관련된 태양폭발의 세기와 발생 확률이 커지게 된다.

이러한 흑점의 관측에는 전통적으로 투영판을 활용해 왔다. 태양흑점의 투영판관측은 망원경을 통해 확대된 태양의 흑점 영상을 투영 판에 투영시켜서 모양을 그리고 그 크기와 수, 위치를 기록하는 방법이다. 한국천문연구원에서는 직경 20cm, 초점거리 3m의 굴절망원경을 이용하여 투영관측을 수행하고 있다.

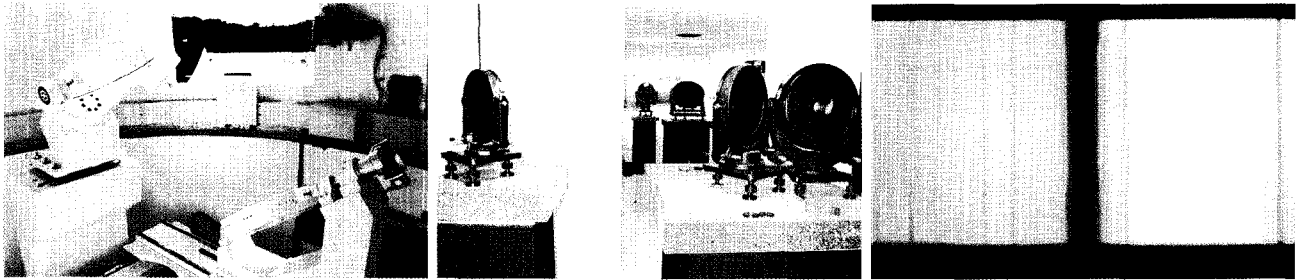
태양플레어망원경

태양플레어망원경은 한국천문연구원이 경북 영천의 보현산 정상에 설치하여 운영하고 있는 태양관측용 광학망원경으로서 태양의 폭발현상을 다각도로 관측하기 위한 6개의 관측 기기가 탑재돼 있다. 하나의 경통에 백색광 태양 전면영상과 극부영상 관측기, H α 전면영상과 극부영상 관측기, 극부 벡터 마그네토그래프, 코로나그래프가 장착되어 태양의 광구에서 채층까지 태양 전면영상과 활동영역을 동시에 감시, 관측할 수 있다.

H α (6563 Å)관측기는 협대역필터를 장착하여 태양의 채층에서 나타나는 홍염, 필라멘트 등을 관측할 수 있다. 벡터 마그네토그래프는 태양 활동영역의 자기장 정보를 제공하며 코로나그래프는 일종의 인공일식 장치로서 일식 때와 같이 태양 전면의 강한 빛을 인공 가리개로 차단하여 태양 가장자리에서 나타나는 채층의 역동적 활동을 관측할 수 있다.



한국천문연구원의 태양플레어망원경(좌)과 관측된 영상의 예(우)



실로스텝 (왼쪽 두개)과 관측된 H α 분광 흡수선 (오른쪽)

태양분광망원경

태양빛을 분산시켜 분광선을 관측하는 장비를 분광망원경이라고 한다. 한국천문연구원에서 보유하고 있는 태양분광망원경은 실로스텝, 망원경, 분광실의 세 부분으로 나누어 볼 수 있다. 실로스텝은 태양을 추적하여 고정된 망원경으로 일정하게 태양빛을 유도해주는 일종의 태양광 추적 시스템이다. 주경과 부경으로 이루어져 있으며, 주경은 태양의 일주운동을 추적하고, 부경은 주경으로부터 반사된 빛을 일정한 위치에서 망원경으로 보내준다. 망원경은 태양영상을 분광 관측을 위한 슬릿 위에 투영시키는 역할을 한다. 이렇게 투영된 영상 중 슬릿을 통과한 빛은 분광실에서 회절격자를 거쳐 분산되어 최종 검출기인 CCD 카메라에 기록된다. 이러한 분광관측의 결과로부터 관측대상지역의 밀도, 온도, 도플러 운동 등을 알아낼 수 있다.

신태양망원경(NST)

한국과 미국이 공동으로 개발하여 2009년 미국 캘리포니아의 빅베어태양관측소(BBSO)에 성공적으로 설치한 신태양망원경(NST)은 구경이 1.6m이며, 현존하는 태양 망원경으로는 세계 최대이다. 한국측에서는 한국천문연구원과 서울대학교가 공동으로 망원경 개발에 참여하였다. 이와 같은 대형 망원경을 통한 고분해능 관측에서는 아주 작은 난류에도 시상이 많은 영향을 받게 된다. 따라서 이 망원경에는 적응광학(AO) 기술을 적용하여 대기 시상의 효과를 최소화함으로써 분해능을 이론적 한계까지 높일 예정이다.

신태양망원경에는 한국천문연구원과 서울대학교가 공동으로 개발한 고속태양영상분광기(FISS)가 설치돼 있다. FISS에는 최신의 고속카메라를 활용하여 고분해능 영상과 스펙트럼을 동시에, 그리고 빠르게 얻을 수 있는 장치로서 적응광학 기술이 완벽하게 적용될 경우 0.06"의 세계 최고 분해능의 영상을 얻을 수 있다. 이는 서울에서 부산(직선거리 330km)에 있는 사람의 손에 있는 구슬이 몇 개인지를 셀 수 있는 정도의 성능이다. **ST**



신태양망원경으로 관측된 영상. H α 에서 관측된 태양 영상으로서 태양 원반의 가장 자리를 보여주고 있다. 바늘처럼 뾰족뾰족하게 보이는 것들이 태양 스피큘이다.