

천체 관측을 하려면 어떤 도구가 필요할까?

지구과학교육과 김희수 교수

◎ 학습목표

- 1) 천체관측 도구의 종류와 기능을 알 수 있다.
- 2) 천체관측 도구를 활용할 수 있다.

◎ 학습활동

1. 들어가기



선생님! 밤하늘의 여러 천체들을 자세히 보거나 사진으로 찍으려면 어떤 도구들이 필요한가요?



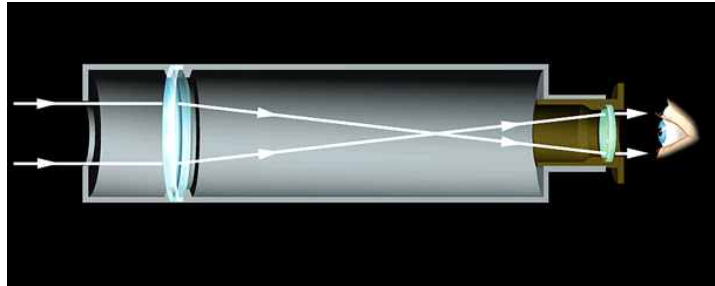
밤하늘에는 달이나 행성과 같이 밝은 천체도 있지만, 성운-성단-외부 은하와 같이 희미한 천체도 많답니다. 그런 천체들을 잘 관찰하거나 멋진 사진을 찍으려면 여러 도구들을 망원경과 함께 활용해야 합니다. 여기서는 천체관측에 필요한 여러 도구와 기능에 대하여 알아보시다.

2. 천체관측 도구와 그 기능

1) 굴절 망원경

굴절망원경은 볼록렌즈로 빛을 모아 접안렌즈로 확대하여 보는 망원경이다([그림 1]). 이 망원경은 상이 비교적 선명하기 때문에 육안관측이나 사진관측에 유리하다. 그런데 볼록렌즈는 색수차가 있다. 따라서 일반적으로 활용되는 굴절망원경은 이러한 색수차를 없앤 아크로마틱 렌즈(achromatic lens)를 활용한다. 아크로마틱 렌즈는 적색과 청색의 초점 거리를 같게 하여 색수차를 보정한 렌즈이다. 아크로마

틱 렌즈는 크라운유리로 만든 볼록렌즈와 프린트유리로 만든 오목렌즈를 결합해서 만든다.



[그림 1] 굴절망원경

한편 고급 굴절망원경에는 아포크로마틱 (apochromatic) 렌즈를 활용한다. 이 망원경은 적색, 황색, 청색의 세 가지 색의 초점 거리를 같게 하여 색수차를 보정한 렌즈이다. 보다 넓은 영역에서 색수차를 보정하기 때문에 아크로마틱 렌즈보다 색수차를 더 작다. 색수차를 보다 잘 보정하기 위해서는 네 가지 혹은 다섯 가지 파장의 빛에서 초점거리를 일치시킨 슈퍼 아포크로마틱 렌즈나 하이퍼크로마틱 렌즈를 만들 수도 있다. 렌즈는 색수차 이외에도 구면수차나 코마수차도 있기 때문에 종합적인 성능을 보고 렌즈의 성능을 판단해야 한다. [그림 2]는 아포크로마틱 렌즈로 만든 굴절망원경 모습이다.

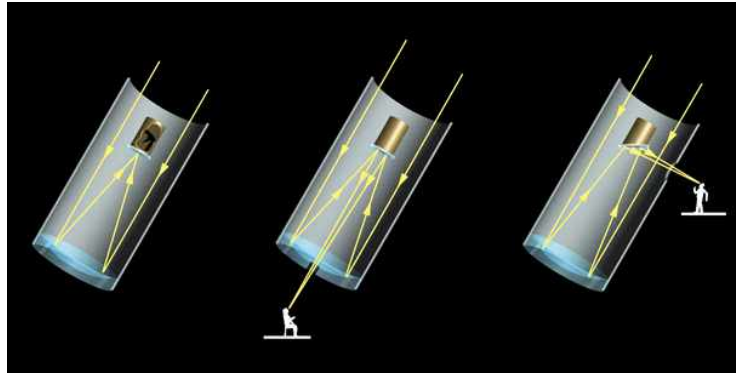


[그림 2] 아포크로마틱 렌즈로 만든 굴절망원경

2) 반사 망원경

반사망원경은 주거울(오목 거울)과 부거울(볼록거울 또는 평면거울)로 빛을 모아 접안렌즈로 상을 확대하여 보는 망원경이다. 이 망원경은 색수차가 없으며 비교적

구경이 크다. 그리고 굴절망원경에 비하여 가격이 저렴하다. 천체 관측 전문가들이 많이 활용하는 망원경이다. [그림 3]은 여러 종류의 반사망원경 모습이다.



[그림 3] 반사망원경의 여러 종류

그리고 기본적인 구조는 반사망원경의 형태를 갖추면서 구면수차를 제거하기 위한 보정렌즈를 활용한 반사굴절 망원경도 있다. 반사망원경은 경통 앞부분이 막혀있지 않기 때문에 먼지 등이 쉽게 들어갈 수 있으나 반사굴절망원경은 경통 앞부분이 보정판과 보정렌즈로 막혀있어서 관리가 보다 유리하다. [그림 4]는 슈미트카세그레인식 반사굴절망원경의 전형적인 예이다.



[그림 4] 반사굴절망원경

3) 가대(mount)

가대는 망원경 받침대를 말한다. 가대의 종류에는 적도의식 가대와 경위의식 가대가 있다. 적도의식 가대는 적도좌표계를 활용하는 방식으로써 적경과 적위를 이

용하여 관측하는 방식이다. 즉 이 가대의 극축(적경축)을 북극 방향으로 비스듬하게 향하게 한 다음, 관측하려는 천체의 적경과 적위를 망원경의 적경과 적위 눈금과 일치시켜 관측하는 방식이다. 적도의식 가대에 지구의 자전효과를 배제시킬 수 있는 추적 장치를 달면 관측 천체를 망원경 중앙에 고정시켜 두고 계속 볼 수 있다. [그림 5]는 전형적인 적도의식 모습이다.



[그림 5] 적도의식 가대

경위의식 가대는 지평좌표계를 활용하는 방식으로 가대축이 수직으로 세워져 있으며 천체의 위치를 방위각과 고도로 나타낸다. 경위의식 가대는 천체의 추적이 어렵기 때문에 이 방식은 별로 활용되지 않는다. 하지만 보현산 1.8m 망원경이나 대덕전파천문대의 전파망원경처럼 그 무게가 커서 적도의식 방식으로 망원경을 지탱하기 어려운 대형망원경의 경우에는 이 방식을 활용한다. [그림 6]은 경위의식 가대 위에 망원경이 올려져있는 모습이다.



[그림 6] 경위의식 가대

4) 파인더(finder)

파인더는 관측자가 하늘의 넓은 범위의 별자리 등을 확인하면서 관측하려는 목적 천체를 찾을 때 필요한 망원경으로 [그림 7]처럼 주망원경에 달아 활용하며 시야가 보통 $6^{\circ}\sim 7^{\circ}$ 정도로 넓다. 만약 M13이라는 구상성단을 찾으려면 먼저 헤라클레스 별자리를 찾은 다음, M13이 위치한 방향으로 망원경 파인더를 조금씩 움직여 망원경 중앙에 위치시킨다. 한마디로 관측자의 목적성을 보다 쉽게 찾아주는 망원경이라는 의미에서 탐색경 또는 파인더(finder)라는 이름을 붙인 것이다. 파인더는 구경이 클수록 시야는 넓을수록 좋다. 그리고 파인더 중앙에 십자선이 있어야 주 망원경의 중앙과 일치시기가 편하며 명시야조명장치가 달려있는 것도 있다. 파인더 바깥 부분에는 파인더의 방향을 바꾸어 조절할 수 있는 나사가 설치되어 있다.



[그림 7] 망원경 경통에 달려있는 파인더

5) 가이드 망원경

희미한 천체 사진을 촬영할 때 경통 뒤 접안부에 카메라를 장착하고 장시간 노출을 준다. 그런데 망원경의 극축과 균형을 잘 맞추고 추적 장치를 달아도 완벽하지 못하기 때문에 정확한 추적이 어렵다. 이런 경우 주망원경 경통에 초점길이가 긴 가이드 망원경을 연결하여 추적 상태를 확인하면서 움직임을 보정해 준다. 가이드 망원경은 초점거리가 길고 배율이 높은 망원경을 주망원경에 연결하여 활용한다. 일반적으로 가이드 망원경의 접안렌즈에는 명시야 조명장치와 십자선이 있어서 십자선 중앙에 가이드 별을 맞춘 후, 가이드 별이 십자선에서 어긋나지 않도록 보정해 주면서 추적을 실시한다. 최근에는 가이드 망원경에 STV와 같은 추적용 CCD 카메라를 연결하여 자동추적을 하기도 한다. [그림 8]은 주망원경에 피기백 방식으로 연결된 가이드 망원경의 모습이다.



[그림 8] 주망원경에 달려있는 가이드 망원경

6) 접안렌즈와 접안부 조절 아답타

접안렌즈는 망원경의 접안부에 형성된 물체의 상을 확대하여 보기 위한 도구이다. 초점거리 약 25mm 접안렌즈가 가장 많이 활용된다. 성운이나 은하처럼 그 밝기가 희미한 천체의 경우에는 초점거리가 보다 긴 것을 끼워 보면 더 선명하게 보이고, 태양이나 달처럼 밝은 천체의 경우 초점거리가 짧은 것을 끼워서 보면 보다 세부적인 구조를 확대하여 볼 수 있다. 접안렌즈를 끼우는 접안부의 크기는 크게 24.5mm와 31.7mm, 50.8mm 세 종류가 있다. 가장 많이 쓰이는 것은 31.7mm이다. 경우에 따라 망원경의 접안부와 접안렌즈의 크기가 맞지 않는 때도 있다. 그러한 경우에는 접안부 조절 아답타를 활용하여 접안렌즈를 연결한다. 접안부의 크기가 큰 것은 조절 아답타를 이용하여 줄일 수 있지만 작은 것은 늘릴 수 없다. 따라서 가급적이면 접안부의 크기가 큰 망원경을 선택하는 것이 유리하다. [그림 9]의 왼쪽 그림은 접안렌즈의 모습이며 우측은 접안부 조절 아답타의 모습이다.



[그림 9] 접안렌즈와 접안부 크기 조절 아답타

7) 대각선 프리즘

천정 부근의 천체를 망원경으로 보게 되는 경우, 접안부가 지면을 향하기 때문에 관측하기가 매우 불편하다. 이러한 경우 대각선 프리즘(천정 프리즘)은 경통에 들어온 빛을 수직으로 꺾어서 볼 때 활용되는 도구이다. 이러한 대각선 프리즘은 망원경의 접안부의 크기와 맞아야 한다. [그림 10]은 2인치 대각선 프리즘의 예이다.



[그림 10] 대각선프리즘

8) 바로우렌즈

바로우렌즈는 망원경의 배율을 높이기 위하여 접안부 앞쪽에 두는 오목렌즈를 말한다.



[그림 11] 바로우렌즈

이것을 먼저 망원경의 접안부에 삽입하고 나서 접안렌즈를 이 바로우렌즈 입구에 끼워 넣으면 배율을 올릴 수 있다. 간단하게 고배율이 얻어질 수 있기 때문에 목성

이나 토성 등 천체를 보다 크게 관측하고자 할 때나 성운, 성단 등의 사진 촬영을 할 때 가이드용으로 활용된다

9) 리듀서

리듀서는 바로우 렌즈와 반대되는 역할을 하는 도구이다. 리듀서는 볼록렌즈로 구성되어 망원경의 초점거리를 줄이는 역할을 하여(구경비를 줄여) 상을 더 밝게 한다. 따라서 성운, 성단, 은하 등과 같이 희미한 천체관측을 할 때 필요하다. [그림 12]는 0.75배 리듀서 모습이다.



[그림 12] 0.75배 리듀서

10) 필터

일반적으로 자주 활용되는 필터에는 감광필터와 색필터가 있다. 감광필터는 주로 태양을 직시법으로 육안 관측할 때 활용되는 필터이다. [그림 13]과 같은 태양필터는 망원경 경통 앞부분에 씌어서 고정된 다음 집안부에 눈을 직접 대고 태양을 관측할 때 활용된다. 색필터는 H α 필터처럼 태양의 붉은 홍염 등을 찍어 직접 활용하기도 하지만, 천체들을 [그림 13]의 우측과 같은 여러 색필터별로 찍어서 그 결과를 포토샵 등에서 합성하여 칼라 사진을 얻을 때도 활용된다.



[그림 13] 태양감광필터와 색필터

11) T링과 아답타

망원경에 카메라를 연결하여 사진관측을 할 때, 보통 두 가지 도구가 더 있어야 한다. 즉 카메라 T링과 망원경 사이를 연결해주는 아답타이다. T링은 카메라에 따라 다르므로 카메라에 맞는 것을 준비해야 하며, 아답타는 공통적으로 활용할 수 있다. 이와 같이 사진기를 망원경에 연결하는 아답타에는 접안렌즈를 끼우지 않은 직초점아답타와 접안렌즈를 끼워 활용하는 확대촬영아답타가 있다.

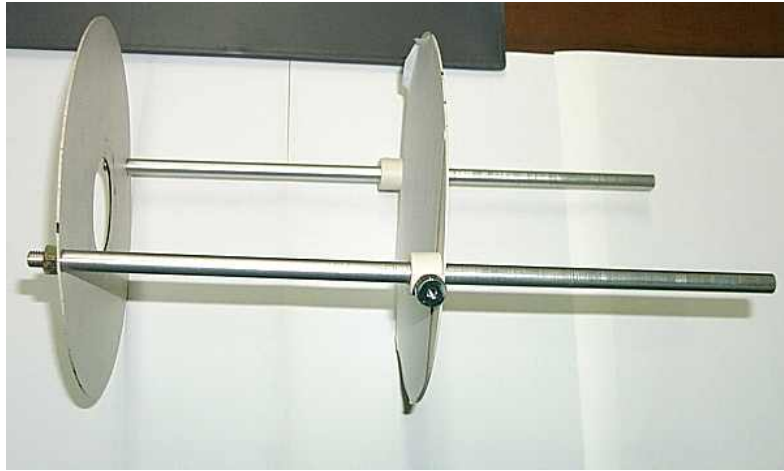


[그림 14] T링과 아답타(좌: T링, 중: 직초점아답타, 우: 확대촬영아답타)

일반적으로 사진관측은 ‘카메라-몸체-T링-아답타-망원경’ 순서로 연결한다. 만약 선반 작업이 가능하다면 아답타와 T링 부분을 하나로 깎아 만들 수도 있다.

12) 태양 투영판

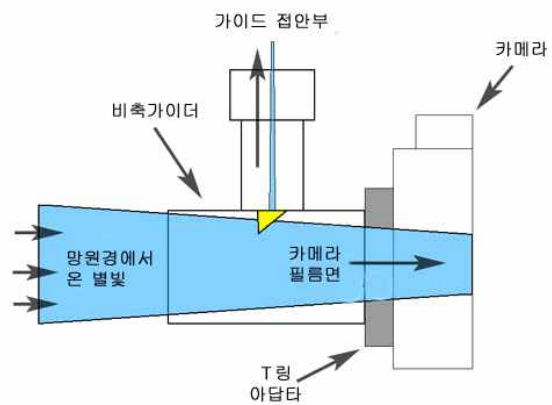
태양투영판은 여러 사람들이 함께 태양을 관측하면서 스케치할 때 필요한 도구이다. 태양 표면의 흑점이나 백반 등의 자세한 모습을 확인하려면 투영판에 매우 얇은 종이를 끼워 활용해야 한다. [그림 15]와 같이 투영판 가장자리에 달려있는 나사는 투영판을 앞뒤로 조정하면서 태양 투영상의 크기를 조절하기 위한 것이다.



[그림 15] 태양투영판

13) 비축가이더

비축가이더는 카메라를 망원경에 연결해두고 동시에 가이드를 할 수 있는 도구이다. 이 비축 가이드는 장시간동안 천체 사진관측을 할 때, 가이드 별을 정하여 높은 배율로 추적할 때 활용된다. 가이드 망원경을 주 망원경에 달기 어려운 경우 이 기구를 활용하면 정밀 추적이 가능하다. [그림 16]은 비축가이더와 망원경에 연결하는 방식을 보인 것이다.



[그림 16] 비축가이더(좌)의 연결 방식(우)

14) 추적 모터 드라이버

어떤 천체를 망원경 중앙에 위치시켜두고 계속 보려면 지구의 자전효과를 배제할 수 있는 모터가 필요하다. 이런 경우에 활용되는 도구가 추적 모터 드라이버이다. 이러한 도구를 추가하여 망원경에 장착하면 밝은 천체의 관측도 용이할 뿐만

아니라, 성운-성단-은하와 같이 장시간 노출이 필요한 사진관측도 용이하다. [그림 17]에 까맣게 보이는 적경 및 적위의 마이크로모터가 보인다.



[그림 17] 추적모터가 달려있는 적도의

15) 이슬방지 후드

천체 관측을 하다보면 하늘이 맑은데도 불구하고 갑자기 천체가 흐릿하게 보이는 경우가 있다. 그런 경우의 대부분은 망원경 대물렌즈에 이슬이 맺혀 있는 경우이다. 특히 일교차가 심한 가을에 심하다. 이와 같이 망원경 대물렌즈(또는 주거울)에 이슬이 맺히는 것을 방지하기 위해서는 망원경 경통의 앞부분에 [그림 18]과 같이 이슬방지 후드를 끼워 활용한다.



[그림 18] 이슬방지 후드

16) 삼각대

삼각대는 망원경의 경통과 가대를 받쳐주는 지지대 역할을 한다. 보통 삼각대는 나무나 알루미늄으로 제작한다. 삼각대가 튼튼해야 안정되게 망원경을 설치할 수 있다. [그림 19]는 삼각대 위에 간이행성관을 설치해둔 모습이다.



[그림 19] 삼각대

17) 쌍안경

쌍안경은 태양이나 달 등 밝은 천체 관측에 매우 효과적이다. 또 혜성처럼 하늘의 넓은 영역을 차지하는 천체의 관측과정에도 잘 활용할 수 있다. 쌍안경을 손으로 들고 천체를 보면 팔의 작은 움직임 때문에 천체들이 쌍안경 시야에 고정되지 않아 안정적으로 관측하기가 어렵다. 따라서 쌍안경을 안정되게 설치할 수 있는 가대가 있으면 보다 나은 관측을 수행할 수 있다. [그림 20]과 같은 대부분의 쌍안경은 좌-우 초점을 따로 맞출 수 있도록 구성되어있다.



[그림 20] 쌍안경

18) 명(암)시야 조명장치

명(암)시야 조명장치는 접안렌즈 내부에 빛이 들어오게 한 장치이다. 접안부 내부에 이중 십자선이나 스케일을 넣어 접안렌즈 바깥의 조명조절 나사로 내부의 밝기를 조절하면서 관측을 실시한다. 일반적으로 명시야 조명장치는 접안렌즈 내부 배경의 밝기를 조절할 수 있도록 설계되어 있으며, 암시야 조명장치는 접안렌즈 내부 십자선의 밝기를 조절할 수 있도록 설계되어 있다. 암시야 조명장치는 주로 어두운 별을 중앙에 위치시킬 때 활용되며, 명시야 조명장치는 주로 밝은 별을 중앙에 위치시킬 때 활용된다. 또 망원경의 배율을 높여 표류이탈법 등으로 극축을 정확히 맞출 때도 자주 활용된다. 명(암)시야 조명장치 내부에는 스케일이 들어가 있어서 망원경의 시야 등 확인할 수 있는 것도 있다. [그림 21]은 명시야 조명장치로서 아래로 향하고 있는 부분을 망원경 접안부에 끼우고 나서 왼쪽 부분에 접안렌즈를 삽입하여 관측한다. 그리고 오른쪽 부분은 조명의 밝기를 조정하는 조정자이다.



[그림 21] 명시야조명장치

19) CCD(Charge Coupled Device) 카메라

CCD 카메라는 디지털 카메라의 일종으로서 영상을 디지털 신호로 저장한다. CCD 카메라는 높은 양자 효율과 뛰어난 선형성 등의 유리한 점들 때문에 최근의 천체 관측의 주류를 이루고 있다. 이러한 CCD 카메라를 선택할 때는 CCD 칩의 크기, 화소수, 냉각 시스템 등을 잘 확인해야 한다. 또 CCD 카메라에 필터박스를 연결하여 관측하면 천체에 대한 보다 구체적이고 다양한 정보를 얻을 수 있다. [그림 22]는 필터박스가 연결된 CCD 카메라를 망원경 접안부에 연결하고 있는 모습이다.



[그림 22] CCD 카메라

이러한 CCD 카메라 외에 일반 디지털 카메라나 디지털 비디오 카메라를 망원경에 연결하여도 좋은 천체사진 영상을 얻을 수 있다.

20) 아날로그 카메라와 릴리즈

카메라는 천체 관측을 하기 위한 필수장비이다. 천체 사진용 카메라는 수동이어야 한다. 그 이유는 밤에 뜨는 대부분의 천체들이 밝지 않아 장시간동안 노출을 주어야 하기 때문이다. 카메라를 망원경에 연결할 때는 카메라의 몸체만을 연결한다. 이때 카메라 몸체에 중간 연결장치인 T링과 아답타를 이용하여 망원경에 연결한다.

카메라 셔터를 누를 때 흔들림을 방지할 수 있는 릴리즈는 셔터에 연결하여 활용하는 셔터 보조도구로서 장시간 노출을 줄 때도 편리하다. [그림 23]은 기계식 아날

로그 카메라 FM2와 릴리즈의 모습이다.



[그림 23] 아날로그 카메라와 릴리즈

21) DSLR(digital single-lens reflex) 디지털 카메라

DSLR 디지털 카메라는 최근의 디지털 기기의 발전과 함께 많이 보급되어있다. DSLR 디지털 카메라는 일반 수동식 카메라처럼 렌즈를 떼었다 붙였다 할 수 있다. 이 카메라를 망원경에 연결하여 활용할 때는 당연히 렌즈는 떼어두고 몸체만 연결한다. 이 카메라는 아마추어 천문가의 필수적인 도구일 것이다. [그림 24]는 니콘 D70s DSLR 디지털 카메라의 모습이다.



[그림 24] DSLR 디지털 카메라

22) 콜리메이터

콜리메이터는 망원경의 광축을 맞추는 데 활용되는 도구이다. 반사망원경은 굴절

망원경보다 광축을 맞추어야 하는 경우가 더 많다. 왜냐하면 반사망원경은 경통 앞이 막혀있지 않아서 먼지가 송홧가루 등이 쉽게 들어간다. 그래서 정기적으로 분해하여 세척을 한 다음 다시 조립해야 한다. 이와 같이 망원경을 조립할 때 기본적으로 수행해야 할 일이 광축맞추기이다. 광축맞추기는 망원경의 접안부에 눈을 적당히 갖다 대어 자신의 눈 모습이 접안부 중앙에 정상적으로 들어오는지 부경을 조정해가면서 맞추어 나간다. 그런데 보다 정확히 광축을 맞추고자 하는 경우 콜리메이터를 활용한다. 콜리메이터는 본체 옆 측에 광선을 확인할 수 있는 동심원이 그려진 창이 있다. 이를 통해 주경과 부경의 축이 일치되었는지 확인할 수 있다. 콜리메이터를 망원경 접안부에 연결할 때는 접안부 크기와 맞는 것을 선택하여 연결한다. [그림 25]는 2인치 및 1.25인치용 콜리메이터의 모습이다.



[그림 25] 콜리메이터

◎ 참고문헌 및 사이트

- 1) 천체관측, 2014, 시그마프레스
- 2) 관측천문학, 2014, 북스힐
- 3) 관측천문학 실습, 2014, 북스힐