

환상의 '우주쇼' _____

'이집트 개기일식' 원정 르보

글 | 김연한 _ 한국천문연구원 태양우주환경연구그룹 선임연구원 yhkim@kasi.re.kr

기원전 585년 소아시아의 리디아 왕국은 5년 동안이나 이웃 나라 메디아와 싸우고 있었다. 6년째 되는 해 어느 날도 전쟁을 하고 있었는데 갑자기 일식이 시작되었고 전쟁터가 어두워지더니 곧 태양은 모습을 감추어 버렸다. 전쟁중이던 두 나라의 병사들은 공포에 떨면서 싸움도 내팽개치고 우왕좌왕했다. 그들은 자신들이 싸워서 그런 줄 알고 화해를 했고 언제까지나 사이좋게 지내기 위해 두 나라의 왕자와 공주를 혼인시켰다.

이 이야기에서처럼 고대에는 개기일식이 공포의 대상이자 경외의 대상이었음을 알 수 있다. 하지만 지금은 천체역학 계산에 의해 정확히 예측되는 일반적인 자연 현상으로서, 과학적인 측면과 현상의 아름다움 때문에 많은 사람들이 지대한 관심을 갖고 있다. 이처럼 최고의 천체 현상인 개기일식이 지난 3월 29일 브라질의 동부해안에서부터 대서양, 아프리카 북동부, 지중해, 중앙아시아까지 넓은 지역에 걸쳐 일어났다. 하지만 이쉽게도 우리 나라에서는 관측할 수 없었기 때문에 한국천문연구원에서는 개기일식을 관측할 수 있는 지역 중 한 곳인 이집트로 개기일식 원정관측팀을 파견하였다.

달과 해 겹보기 시직경 대략 0.5도로 비슷

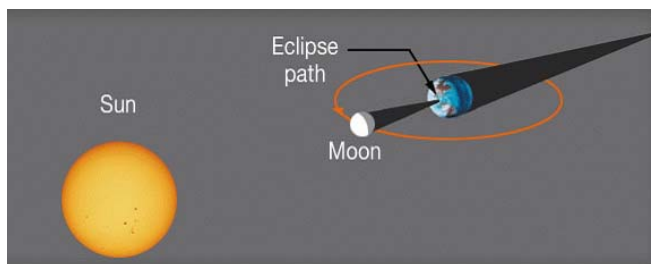
일식이란 달이 해를 가려 해의 일부 혹은 전부가 보이지 않는 현상이다. 이 중 해의 전부가 보이지 않는 현상을 개기일식이라 하고, 일부가 보이지 않는 현상을 부분일식이라 한다(그림 1 참조). 일식은 지구가 태양을 공전하고, 달이 지구를 공전하기 때문에 발생하는 현상으로, 지구-달-해가 일직선으로 놓일 때 발생한다. 태양의 지름은 달의 지름보다 약 400배 정도 크다. 그러나 태양은 달보다 약 400배 정도 지구로부터 멀리 떨어져 있으므로, 결과적으로 달과 해의 겹보기 시직경이 대략 0.5도로 같게 되어 이 같은 극적인 효과가 나타난다.

해를 가리는 달의 그림자는 지표면에 간신히 닿기 때문에 일식

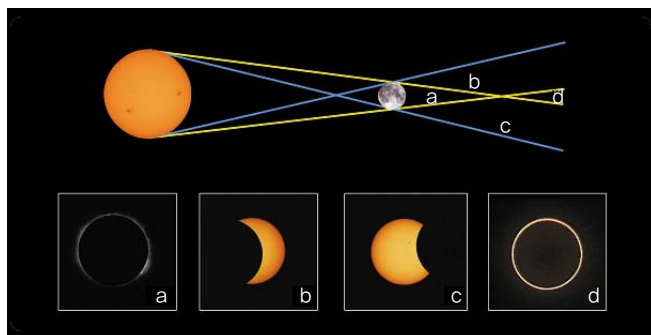
현상을 볼 수 있는 지역은 한정된다. 지역에 따라서, 해의 전부가 가려져 보이기도 하고, 해의 일부만 가려져 보이기도 한다. <그림 2>에서와 같이 태양이 전부 달에 가려지는 그림자 속에 관측자가 있으면 개기일식이, 일부만 가려지는 그림자 바깥쪽에 있으면 부분일식이 나타난다. 특히, 지구에 드리워지는 달의 그림자는 태양과 달과 지구의 시간에 따른 위치변화에 의해 변하게 된다.

개기일식은 '태양의 대기' 최상의 관측 기회

지난 3월 29일 일식의 경우, 브라질의 동부해안에 처음으로 달의 그림자가 드리워지기 시작하면서 대서양을 지나 아프리카의 가나



(그림 1) 일식의 원리



(그림 2) a지역에 관측자가 위치할 경우, 지구의 관측자는 달의 그림자 속으로 들어가기 때문에 개기일식을 관측할 수 있다. 그러나 b, c에 관측자가 위치할 경우, 달은 태양의 일부만을 가려 부분일식으로 나타난다. 또한 d의 지역에 관측자가 위치할 경우, 달의 겹보기 크기가 태양의 겹보기 크기보다 작아 태양을 완전히 가리지 못하여 금환일식이 일어난다.

Total Solar Eclipse 2006 El Sallum, EGYPT



Copyright © 2006 by Korea Astronomy and Space Science Institute.



<http://www.kasi.re.kr>

피라미드를 배경으로 한 멋진 개기일식 장면

에 그림자가 도착하게 된다. <그림 3>에서 가운데 검은 선은 달의 그림자에 의해서 개기일식이 보이는 지역을 나타내고, 녹색선으로 둘러싸인 지역은 부분일식을 볼 수 있는 지역을 나타낸다. 그림에서처럼 개기일식대는 나이지리아, 니제르, 리비아, 이집트를 통과하며 북동쪽으로 계속 진행이 되고, 지중해, 중앙아시아를 지나 북몽골에서 해질녘에 끝나게 된다.

개기일식은 자주 발생하지 않는 천문 현상일 뿐만 아니라 태양을 연구하는 천문학자들에게는 태양대기에 관한 많은 정보를 얻을 수 있는 기회이므로 세계 각국의 우수 천문대에서는 이 현상을 관측하기 위하여 노력을 아끼지 않는다. 특히 태양의 가장 바깥쪽 대기인 코로나는 그 활동 상태에 따라 지구 상층 대기에 영향을 주는 등 우리 생활과 직접적인 관련성을 가지므로 연구의 중요성이 깊이 인식되고 있다.

따라서 세계적인 태양천문대에서는 인공일식 장치인 코로나그래프를 이용하여 태양 코로나를 상시 관측하고 있으나 지구대기에 의해서 유발되는 태양원반의 산란광을 완전히 차단시키지 못하여 상당한 관측오차가 유발된다. 개기일식은 이러한 산란광 효과를 최소화하므로 태양의 대기를 가장 잘 관측할 수 있는 최상의 기회를 제공한다. 이것이 많은 천문학자들이 아무리 어려운 장소라도 개기일식을 찾아다니며 관측하는 이유다.

시상 좋은 고지대의 작은 마을이 관측 최적지

개기일식 원정관측에서 관측 장소의 결정은 관측의 성패를 가름하는 중요한 요소 중의 하나다. 그러므로 관측지의 기후와 연평균 강수량 및 개기일식이 발생하는 시기의 강수 확률 등 다양한 정보를 가지고 판단을 내려야 한다. 첫째, 개기일식의 관측 장소는 일반적인 천체 관측과 마찬가지로 기상 조건이 가장 중요한 결정 요인이다. 최적의 개기일식 장소 선택에서 고려되는 기상조건은 연중 기상조건보다는 개기일식이 발생하는 달의 청명일수, 식이 발생하는 날 그 지역의 운량 등과 같은 부분적인 기상 통계 자료이다.

둘째, 개기일식은 식이 진행되는 시간이 불과 3~4분으로 매우 짧을 뿐만 아니라 식이 발생하는 중심선에서 아주 약간만 벗어난 지역이라도 개기식 시간이 급격하게 줄어들어 지리적으로 40~50

km만 벗어나면 식이 발생하는 시간이 수초밖에 되지 않는다. 따라서 관측자들은 개기일식을 일초라도 더 관측할 수 있는 식 중심선에 가장 가까운 지역을 선택한다.

셋째, 전기가 공급되고 관측소 주변에서 숙박이 가능한 고지대일수록 좋다. 현지에서 연습 관측은 사람뿐만 아니라 기기의 적응을 위해서도 매우 중요하다. 특히 관측 지역이 매우 춥거나 습도가 높은 지역, 또는 바람이 심한 지역인 경우에는 현지에서 문제 해결을 해야 하므로 반드시 일주일이나 그 이상의 충분한 시간적 여유를 가지고 관측 준비를 해야 실패율이 낮다.

한편, 개기일식이 발생하면 갑자기 어두워지기 때문에 차량들이 라이트를 켜고 운행하며 사람들이 많이 모이게 되면 무의식 중에 휴대용 플래시를 켜거나 카메라 플래시를 작동시키는 경우도 발생하기 때문에 큰 도시는 가능하면 피하는 것이 좋다. 특히 인구가 밀집된 지역에서는 개기일식이 일어나면 사람들이 관측지 주변을 배회하거나 심지어 축제행사 등을 하면서 주위가 소란해지므로 관측자가 집중력을 잃기 쉽다. 종합적으로 말하자면 수년간의 기상통계에서 개기일식을 전후한 시간대에 맑은 날이 많고 시상이 좋은 고지대에 위치한 작고 조용한 마을이 최적의 장소라고 할 수 있다.

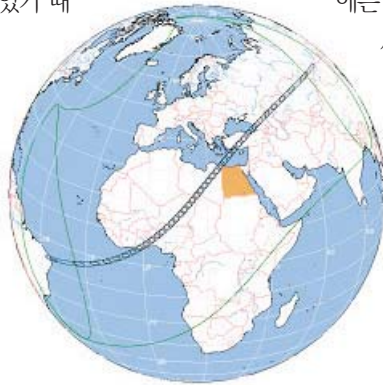
이집트 북쪽 해안의 '엘살룸' 마을 선정

한국천문연구원 원정관측팀은 약 1년 전인 2005년초부터 관측지 결정을 위한 자료 수집을 시작하였으며 개기일식의 지속시간이 4분 10초로 최대인 리비아, 개기일식 과학캠프 운영의 경험을 가지고 있는 터키, 그리고 IAU 심포지엄이 열릴 예정인 이집트 등 세 곳을 관측 후보 지역으로 고려하였다. 이번에는 특히 EBS 방송팀

과 동행하는 자리였으므로 후보지의 개기일식 관측가능성을 가장 중요하게 고려하였다. 터키와 같이 사회적인 인프라가 잘 구축된 경우에는 날씨가 좀 더 불안하였고 리비아와 같이 기상조건이 거의 100%의 청정가능성을 보이는 경우에는 관측지역은 사막 한가운데로 제반 시설이 매우 취약하였다. 결국 어느 정도 제반시설도 기대할 수 있고 기상조건도 양호하다고 판단되는 이집트의 엘살룸을 최종관측지로 결정하였다. 엘살룸은 북위 34도 34분, 동경 25도 9분으로 개기식 시작은 현지시각으로 12시 40분경(한국시각 19시 40분)이며 개기식의 지속시간은 리비아보다 약간 짧은 3분 55초였다. 엘살룸은 이집트의 북쪽 해안에 위치하며 지중해와 면해 있는 작은 마을이다. 또한 리비아와의 국경지역에 위치해 있기 때문에 출입시 이집트 정부의 허가를 받아야 했다.

5303 방출선 관측 위해 CCD 카메라 사용

이번 원정관측에서는 과거의 원정관측을 통해 확보한 관측적 노하우를 최대한 살리면서 또한 과거의 원정관측과는 차별되는 관측을 수행하고자 노력하였다. 결과적으로 백색광을 통한 개기일식의 관측, 코로나 미세구조 연구를 위한 5303 코로나 방출선 관측, 코로나 및 채층의 자기장 구조를 알아내기 위한 백색광 및



(그림 3) 2006년 3월 29일의 일식도
(출처 : <http://www.ngc7000/org/eclipse/eclipse.html>)

피라미드와 스피нк스를 배경으로 한 개기일식 장면

Total Solar Eclipse 2006

Ei Sallum, EGYPT



Ha 편광관측을 수행하기로 하였다. 특히 이번 관측의 경우에는 지금까지 한국천문연구원 이 과거의 원정관측에서 성공하지 못했던 5303 방출선을 통한 코로나 미세구조의 관측을 위해 일반 필름보다 빛에 더욱 민감한 CCD 카메라를 사용하였다. 5303 방출선은 태양 코로나의 고온이면서 희박한 대기밀도 상태하에서만 생성되는 독특한 방출선으로 태양 코로나의 미세구조를 관측할 수 있는 대표적인 관측수단으로 알려져 있다. 코로나의 자기장 분포 측정을 위한 편광관측을 위해 편광기를 회전시키는 장치를 직접 설계, 제작하여 망원경 경통의 뒷부분에 부착함으로써 편광 관측 정밀도를 향상시킬 수 있도록 하였다. 처음 시도하는 Ha 편광관측의 경우

에는 자체 제작한 헬리오스탯(Heliostat)을 활용함으로써 관측 장비가 고정된 채 안정적으로 관측이 진행될 수 있도록 하였고 CCD 카메라와 편광필터를 컴퓨터에서 동시에 제어함으로써 관측 도중에 관측자의 직접적인 개입 없이 효과적으로 관측이 수행되도록 준비하였다.

현지 기상 불안해 두 곳으로 관측장소 분산

한국천문연구원의 개기일식 원정관측팀(팀장 박영득 박사)은 3월 22일부터 4월 5일까지 2주간의 일정으로 개기일식 원정관측을 수행하였다. 원정관측 일정은 크게 두 부분으로 구분된다. 3월 22일에서 3월 29일까지는 이집트 엘살룸에서 개기일식 관측을 수행하고, 30일부터는 카이로로 돌아와 IAU에서 주최하는 심포지엄에 참석하였다. 현지적응과 충분한 연습관측을 위하여 상대적으로 일정을 길게 잡았던 것이다.

3월 22일 인천공항을 출발, 현지 시간으로 3월 23일 저녁 무렵에야 관측지에서 80km 떨어진 시디바라니에 도착하여 여장을 풀 수 있었다. 시디바라니의 탑오 일호텔은 관측기간 중 원정팀이 묵었던 숙소로 인근에서는 꽤 괜찮은 편에 속하는 작은 호텔이었다. 프랑스 등 외국에서 온 개기일식 관측자들도 같은 숙소에 묵

Total Solar Eclipse 2006

El Sallum, EGYPT



Copyright © 2006 by Korea Astronomy and Space Science Institute.

<http://www.kasi.re.kr>



고 있어 정보교류가 용이하였다. 24일부터 28일까지는 한편으로는 엘살룸 현지를 세 차례 방문하여 현지 준비 상황을 점검하였고, 다른 한편으로는 호텔의 마당에서 관측 장비 점검, 연습관측 등 현지 적응활동에 들어갔다.

현지의 기상조건은 기대와 달리 매우 불안정했다. 개기일식이 있었던 29일까지 우리가 머문 8일 동안 하늘이 맑은 날은 불과 이틀뿐이었다. 비가 온 날도 이틀이나 되었다. 그 외의 날들은 구름이 오락가락 하는 등 구름 한점 없는 맑은 하늘을 기대했던 원정팀은 매우 당황스러웠다.

세 차례의 엘살룸 방문을 통한 현지 준비상황과 기상조건 검토 결과 결국 관측팀을 분산하기로 결정하였다. 설치가 번거롭고 안정적인 전원공급이 필요한 장비들은 시



한국천문연구원 개기일식 원정관측 팀 6인이 피라미드를 배경으로 썼다.

디바라니에 남아서 관측을 수행하도록 하고 상대적으로 이동 및 설치가 간단하고 배터리만으로 작동이 가능한 장비들은 EBS 방송팀과 함께 엘살룸 현지로 가서 관측을 수행하도록 하였다.

현지 사정에 따라 또 다른 관측지로 결정된 시디바라니는 북위 35도 35분, 동경 25도 53분에 위치하며 개기일식대의 중심부에서 상대적으로 벗어나 있기 때문에 식의 지속시간이 2분 38초로 엘살룸에 비하여 약 1분 20초가 짧다. 애초에 그리 길지 않았던 개기일식 지속 시간에서 1분 20초의 손실은 관측적으로 많은 제약을 주었지만 관측팀의 분산은 기상조건의 급변에 따른 관측실패의 위험을 줄이기 위한 불가피한 선택이었다. 29일 개기일식 당일에는 다행스럽게도 시디바라니와 엘살룸 두 곳 모두 하늘은 구름 한점 없이 맑았다.

코로나 미세구조 · 백색광 편광 관측 성공

드디어 부분일식이 시작되자 파란 하늘의 노란 태양이 달에 조금씩 먹혀들어갔다. 다중노출 등 몇 가지 관측기기는 관측을 시작했으며, 관광객들은 웅성거리며 모두들 일식 현상을 구경하고 있었다. 하지만 그때까지는 여유로운 모습들이었다.

여러 장의 사진을 합성하여 얻은 태양 코로나의 모습

일식 시작 후 약 한 시간이 경과하자 급격히 주변이 어두워지기 시작했다. 순식간에 공기가 싸늘해져서 옷을 챙겨 입는 사람들도 있었다. 그리고는 순식간에 온 세상이 어두워졌다. 개기일식이 시작된 것이다. 드디어 태양이 달에 완전히 가려지고, 태양 주변의 대기인 코로나가 보이기 시작했다.

하늘과 태양이 살아 움직이는 듯했다. 일식 현상을 이해하지 못했던 고대 사람들이라면 분명히 이 현상을 보고 두려움이 생기도 하고 또한 경이롭기도 했을 것이다. 탄성을 지르는 사람들, 춤을 추는 사람들, 두 팔을 벌리고 서있는 사람들, 각기 자신이 표현할 수 있는 모든 감탄의 표현을 온 몸으로 표현하고 있었다. 약 4분이기는 하지만 정말로 순식간에 개기일식은 끝났다. 이렇게 약 2년 동안 기다려온 개기일식은 아쉽게 지나갔다.

이번 원정관측은 불안정했던 기상조건들과 순조롭지 못했던 현지 준비상황으로 많은 우려를 갖게 했었지만 다행히도 당일에는 하늘이 맑아서 성공적인 관측을 수행할 수 있었다. 특히 새로 시도한 5303 방출선을 통한 코로나 미세구조의 관측과 백색광 편광관측은 대성공이었으며, 앞으로 관측결과와 분석을 거쳐 논문으로 발표할 예정이다. **ST**



글쓴이는 경희대학교 우주과학과 졸업 후 동대학원에서 석사·박사 학위를 받았다.