

오로라

태양풍과 지구 대기가 만든

천사의 뒷모습

Aurora

■ 오로라의 명칭 유래

오로라에 대한 과학적 연구가 본격적으로 진행되면서 라틴어로 된 두가지 공식명칭을 가지게 됐다. 하나는 북반구에서 나타나는 '오로라 보레알리스'(Aurora borealis, 북극광)로 '여명을 달은 북녘의 빛'이라는 뜻을 지니고 있다. 로마신화에서 태양신 아폴로의 누이동생인 여명의 여신 '아우로라'(Aurora)에서 유래했다. 아우로라는 라틴어로 '여명'을 의미하며, 보레알리스(borealis)는 '북쪽'을 의미한다. 또 다른 하나는 북극광과 비교되는 남반구의 오로라로 '오로라 오스트랄리스'(Aurora australis, 남극광)라고 불린다. 여기서 오스트랄리스(australis)는 '남쪽'을 뜻한다.

글/최종남

미국 조지아대학 지리학과 박사과정

사진/GAMMA, 유로포토서비스

어느 날 밤 문득 무언가가 창문을 두드리는 소리에 커튼을 젖히고 창문을 열었다. 순간 북극여우의 아련한 울음소리 위로 하늘에는 오색찬란한 오로라가 수놓아져 있다. 창문을 두드리다 지쳐 하늘로 되돌아가는 천사의 뒷모습일까. 오로라가 발생하는 원리가 과학적으로 규명됐음에도 불구하고 오로라를 직접 대면하면 자신도 모르게 신비감에 빠져들고 만다.

특히 극지에 가까운 곳에서 목격하는 오로라는 사람들의 넋을 빼놓을 정도다. 눈 덮인 나무들로 둘러싸인 마을에 별들을 헤집고 녹색의 커튼이 내려앉아 있다. 하지만 이 풍경은 이쪽에서 보면 녹색, 저쪽에서 보면 붉은색이 은은히 섞여, 보는 방향에 따라 완전히 다른 모습을 연출한다. 또한 그 빛도 시시각각으로 달라진다. 그러니 오로라를 보면서 고요한 마을에 내려앉은 천사의 모습을 떠올리지 않을 수가 없다.

이글루 위의 오로라

알래스카 원주민과 얼음집 위로 오로라가 펼쳐져 환한 밤이 됐다. 하늘에서 별의 흔적을 잘 볼 수 있다.



마을을 휘감은 천사의 뒷모습

멀리 산맥 너머까지 펼쳐진 것으로 보아 상당히 높은 곳에서 만들어진 오로라임을 알 수 있다.



띠 모양의 오로라

대기상태가 균질한 구역을 따라 골과 마루가 형성돼 있다.

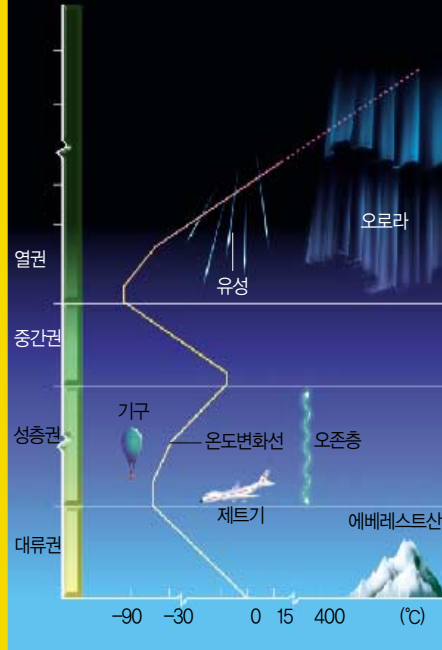
A U R O R A

오로라는 왜 생길까

1

1950년대 인공위성이 우주공간에서 활약하기 시작하면서 지구를 둘러싼 공간이 전자와 대전된 이온입자들로 채워져 있다는 것이 알려졌다. 태양은 계속해서 주로 양성자와 전자로 이루어진 입자들을 태양풍으로 쏟아내고 있다. 태양풍을 타고 지구까지 도달한 입자들의 일부는 하나의 거대한 자석인 지구의 자기권속으로 빨려 들어간다. 그리고 지구 자기장을 따라 이동하던 입자들은 주로 극지방에 위치한 남북 극광대로 모여든다. 이곳으로 모인 태양입자들이 지구 대기로 하강하는데, 이때 태양입자들은 대기권의 기체와 충돌하는 과정에서 에너지를 대기권의 기체입자에 전달하게 된다. 에너지를 받아 활성화된 기체입자는 그 종류에 따라 얻었던 에너지를 각기 다른 파장의 빛으로 다시 방출하게 된다. 이것이 곧 오로라이다. 한마디로 오로라는 대기중의 기체가 태양으로부터 온 하전입자에서 얻은 에너지를 다시 방출할 때 내는 빛인 것이다. 태양풍이 평온할 때, 오로라는 그 빛이 어스름푸레하며, 움직임이 작고, 주로 극지방에 가까운 극광대에서 발견된다. 그러나 이러한 평온한 상태는 '태양플레어'라고 하는 급격한 태양 폭발로 인해 더욱 현란하고 변화무쌍한 오로라가 극지방을 중심으로 넓게 펼쳐진다. 태양 표면에서 일어나는 폭발현상인 태양플레어는 엄청난 양의 태양입자를 초속 1천5백km로 우주로 뿜어낸다. 이때 방출된 에너지는 원자폭탄 수십억개가 한꺼번에 폭발될 때와 맞먹을 정도라고 하니, 그 힘의 크기가 얼마나 큰 것인지 충분히 짐작할 수 있다. 태양폭발이 지구에 도달하기까지 걸리는 시간은 2-3일 정도, 태양폭발의 여파는 지구 자기권을 격렬하게 요동시키며 며칠동안 지속되며 변화무쌍한 오로라를 만들어낸다.

(그림 1) 대기권의 구조



색깔은 왜 제각각일까

2

오로라의 황홀한 빛은 대부분 태양풍의 입자에 의해 활성화된 산소나 질소분자가 발산하는 빛깔들로 만들어진 것이다. 대전된 입자들이 대기권 상층부인 열권을 지나면서 생생한 빛을 발하는데, 산소분자는 초록색과 적색을, 질소분자는 주로 파란색과 적색 빛을 낸다. 이 가운데 가장 많이 관찰되는 오로라가 초록색과 적색이다. 오로라의 녹색 빛은 5백57nm(1nm=10⁻⁹ m) 정도, 붉은 빛은 6백30nm 정도의 파장이다. 물론 오로라가 보여주는 빛은 파장의 미묘한 차이에 따라 훨씬 더 다양하다. 오로라는 공기밀도가 희박한 대기권 상층부 80-1백60km 높이의 열권에서 주로 발생하지만, 때로는 이보다 훨씬 높은 1천km 이상에서 발견되기도 한다. 라디오 전파를 반사하는 전리층을 포함하고 있는 이 열권의 상층부는 자기권을 지나 성간공간으로 점차 이어진다. 대략 지구 상공 1백km에서 2백50km 사이에서 산소원자는 가장 일반적인 오로라의 색인 초록빛을 주로 분출하며, 대기밀도가 더욱 낮은 2백50km 이상의 고층에서는 주로 적색광을 분출한다. 적색 오로라는 초록색 오로라에 비해 보다 높은 곳에서 만들어지므로 상대적으로 멀리서 관찰되기도 한다.



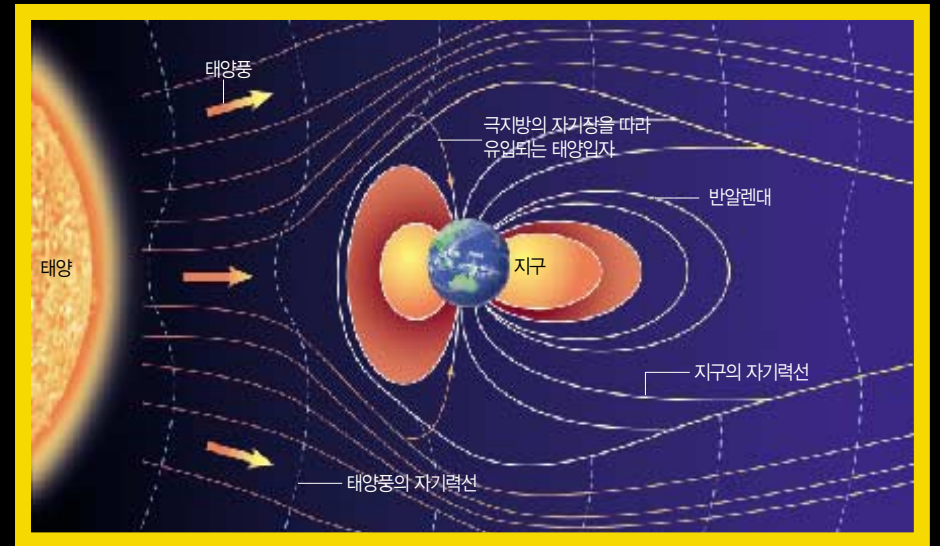
자색의 오로라

초록색과 적색의 오로라는 흔히 볼 수 있지만 자색의 오로라는 특별해서 신비감을 더한다.

A U R O R A



(그림 2) 태양풍과 지구 자기장
태양풍에 실려온 태양의 하전입자들이
지구 자기장에 부딪치면서 극지방의
자기장을 따라 유입된다.
하전입자의 에너지를 얻었던
대기분자는 이 에너지를
다시 방출하면서 오로라를 만든다.



3

위성통신 방해하는 알곶음도

오로라는 아름다운 천사의 얼굴만 가진 것이 아니다. 태양 플레어가 일어난 2~3일 후 오로라와 함께 지구자기권에 전달된 엄청난 에너지는 지상의 전기전자시스템을 마비시키곤 한다. 예를 들어 1989년 3월의 태양활동 극대기(솔라맥스(Solar max)라고 함) 때 발생한 태양 플레어는 아름다운 오로라를 선사했지만, 그 여파로 캐나다의 거의 모든 지역에 걸쳐 9시간 이상이나 정전사태를 유발했다. 이때 쓰인 보수비만 수백만 달러가 넘었다. 각종 통신 시스템은 태양폭풍으로 인해 전하를 띤 입자들에 특히 취약하다. 이들 입자들은 무선전송상의 단순한 고장을 유발하는 것에서 그치는 것이 아니라, 민감한 전자부품에 부딪쳐 이들 전자부품에 고장을 일으킴으로써 인공위성은 물론 심지어 텔레비전과 무선전화기와 같은 위성통신 서비스 전체를 무용지물로 만들어 버리곤 한다. 최근에는 지구자기권의 교란이 대기권 전체에 영향을 미쳐 기후패턴을 변화시킬 수도 있는 가능성까지도 제기되고 있다.

천사의 치맛폭

원뿔 모양으로 눈발을 연상하게 하는 오로라다.





D

U

R

O

R

D

4

왜 사진에 잘 찍히지 않을까?

눈으로 보기에는 더없이 아름다운 오로라이지만 사진작가들에게는 쉽게 잡히지 않는 어려운 대상이다. 특히 일반 카메라로 오로라를 찍고 나서 인화된 사진을 보면 생생하고 현란했던 모습은 거의 찾아볼 수 없다. 이유는 인간의 눈은 오로라의 녹색에 민감한 반면, 사진의 필름이 만들어내는 색은 그것을 살리지 못하기 때문이다. 따라서 어두운 밤에 오로라를 찍기 위해서는 최소한 몇 초간의 지연노출이 필요하다. 하지만 오로라의 빛과 모양이 매우 빠르게 변할 경우 선명한 사진을 기대할 수 없다. 우주왕복선에서 촬영한 사진에서도 이러한 현상이 나타난다. 한편 낮에는 주변이 밝아 오로라의 미묘한 빛을 보기 힘들지만, 자외선과 X선 필터를 사용하면 낮에도 오로라 관측이 가능하다. 이는 태양광을 차단하고 오로라의 빛만을 검출하기 때문이다. 자외선과 X선 필터를 장착한 극궤도 위성들은 지구의 밤낮을 가리지 않고 오로라의 아름다운 사진을 찍어 보내고 있다. 실제로 낮일 때의 오로라가 밤 오로라보다 더 밝게 나타난다.



태양 폭발이 일어난 2-3일 후 지구에서는 오로라의 장관이 연출된다.
특히 태양활동의 극대기에 접어든 올해는 오로라 관측의 가장 좋은 기회가 될 것이다.

남극 오로라

특징은 북극오로라와 같지만
남반구에서 생기므로
'오로라 오스트랄리스'로 불린다.

A U R O R A



우주에서 본 오로라

오로라는 우주비행사들이
가장 사진에 담고
싶어하는 대상이다.



언제 어디에서 봐야하나

5

과학자들에 따르면, 올해에는 오로라가 더욱더 장관이 되리라는 예측이다. 태양활동이 활발해지면서 오로라가 발생할 확률이 다른 어떤 다른 해보다 높아져 있기 때문이다. 오로라를 관측할 수 있는 가장 좋은 시기는 일반적으로 겨울로 알려져 있지만, 반드시 그런 것은 아니다. 단지 겨울에는 밤이 길고, 날씨가 맑은 날이 많기 때문에 오로라를 잘 관찰할 수 있는 기회가 늘어난다는 것뿐이다. 중요한 점은 관측을 하기 며칠 이전에 태양폭풍이 발생해야 멋진 오로라를 볼 수 있다는 점이다. 또한 오로라는 대개 위도 65도 이상의 남북 극지방에서 주로 발견된다. 이 지역은 지자기축을 중심으로 둥근 도넛 형태의 지역으로서 오로라의 생성 빈도가 높다. 그래서 극지방이 태양빛을 가장 적게 받는 지역임에도 불구하고, 오로라의 빛으로 인해 어슴푸레하게 밝은 밤을 맞이하는 일이 잦다. 북반구에서 오로라의 활동이 가장 많이 일어나는 곳은 스칸디나비아 북부로부터 그린란드 남부, 그리고 캐나다의 허드슨만을 거쳐 알래스카에 이르는 지역들이다. 이 지역들의 경우 맑은 날 밤 오로라를 쉽게 볼 수 있다. 또한 태양폭풍은 오로라를 극광대로부터 훨씬 적도 쪽으로까지 넓게 확산시키기도 한다. 1989년 3월에 발생했던 태양폭풍은 북반구에서부터 시작해 남쪽 멕시코만에서도 볼 수 있는 거대한 오로라를 만들어 내기도 했다. 보통 위도 30도 이내 저위도에서는 오로라를 관찰하기 힘들다. 그러나 역시 오로라는 지구를 벗어난 우주에서 바라볼 때 그 아름다움을 가장 잘 관찰할 수 있다. 실제로 오로라의 전체 모습을 볼 수 있는 유일한 방법은 우주에서 관측하는 것이다. 지상에서는 단지 그 일부만 보고 있는 셈이다. 때문에 오로라 전체의 모습이 담긴 멋진 광경들은 주로 우주에서 촬영한 것들이다. 오로라는 우주왕복선 우주비행사들이 가장 필름으로 남기고 싶어하는 대상이다.