

탐구수업 지도자료

- 수정본 -

- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 지구는 어떻게 생겼을까?
- 소 단 원 4장 대기의 역할
- 제 목 도입
- 대표 저자 권병두(서울대학교)
- 공동 저자 김경진(서울대학교)
 이영균(서울대학교)
 류희영(서울대학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육 연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



제 4 장

대기의 역할



서울대학교
과학교육연구소

탐구 활동을 위한 안내

1. 탐구활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동 1	대기의 유무에 따른 표면온도의 변화	관찰/일반/컴퓨터실 또는 교실	확장 탐구
활동 2	대기압에 따른 하늘색의 변화	관찰/심화/교실	새 탐구
활동 3	지구에 대기가 없다면 어떤 일이 일어날까?	사고탐구/일반/교실	새 탐구
활동 4	과학자들은 대기를 어떻게 연구할까?	인터넷조사/일반/컴퓨터실	새 탐구

2. 선정 이유

- 활동 1.** 달과 각 행성의 표면온도는 대기의 유무에 따라서 큰 차이를 보인다. 지구, 달, 화성, 금성의 대기압과 표면온도 및 지표면의 사진자료를 바탕으로 대기의 존재를 추측해보고, 대기압과 표면온도와의 관련성을 말할 수 있다.
- 활동 2.** 태양광선이 대기를 통과하는 동안에는 산란이 일어난다. 달과 각 행성의 대기압 자료와 표면사진을 통해서 대기의 유무를 파악해보고, 이와 연관지어 하늘 색깔을 유추해본다. 이 실험을 통해서 학생들은 하늘의 색은 대기압에 따라서 다양하게 나타나는 사실을 알 수 있다.
- 활동 3.** 보통 학생들은 대기가 없다면 숨을 쉴 수 없을 거라는 기본적인 생각을 가장 먼저 떠올릴 수 있는데 그밖에도 대기는 우리가 살아가는데 많은 역할을 담당한다. 이 실험에서는 대기가 없다면 어떤 일이 일어날 지에 대하여 상상해봄으로써 대기의 역할을 알아보고 대기의 중요성에 대하여 깨닫도록 한다.
- 활동 4.** 학생들이 과학을 배울 때 궁금해하는 것 중 하나가 과학자들은 과연 어떠한 방법으로 자연을 관찰하고 연구를 하는가에 대한 것이다. 이 실험을 통해 학생들에게 과거에는 대기를 어떠한 방법으로 관측했는지, 그리고 현대의 과학자들은 실제로 어떠한 방법을 이용해 대기를 관측하는지에 대하여 알 수 있고, 궁극적으로 학생들이 이 실험을 통해 과학은 하루아침에 이루어진 것이 아니라 오랜 시간 차곡차곡 누적된 지식의 결과라는 것을 느끼게 한다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

배경 지식 넓히기

1. 대기의 중요성

우리의 대기는 파괴되기 쉬운 지구를 둘러싸고 있는 섬세한 생명유지의 공기담요이다. 대기는 우리가 보고 듣는 모든 것에 영향을 미치며 우리의 삶과 떨어질 수 없는 존재이다. 음식 없이 수 주일을 살 수 있고, 물 없이도 수 일을 견딜 수 있지만 공기 없이는 몇 분을 넘기지 못한다. 지구 상에 살고 있는 우리는 대기의 환경에 완전히 길들여져 있으면서도 이 대기가 얼마나 엄청난 일을 하고 있는지를 망각하기도 한다. 이 장에서 학생들은 지구 대기와 관련된 중요한 개념들과 대기의 중요성을 배우게 될 것이다.



우주에서 본 지구



(1) 대기란?

지구 대기(atmosphere)는 대부분 질소(N_2)와 산소(O_2), 그리고 소량의 수증기(H_2O)와 이산화탄소(CO_2) 등 기타 가스로 구성되어 있는 얇은 기체층이다. 지구 대기층의 두께는 수백 km에 달하지만 공기의 99%는 지상 30km 이내에 자리잡고 있다. 대기권의 상층부가 어느 지점까지인지 단정적인 한계선은 없다. 하지만 대기는 위로 올라갈 수록 얇어져 우주공간과 합쳐지게 된다.

(2) 대기의 조성(지표부근)

◎ 영구기체(시간, 장소에 관계없이 농도가 거의 일정한 기체)

기 체	기 호	비 율(%)
질 소	N_2	78.08
산 소	O_2	20.95
아 르 곤	Ar	0.93
네 온	Ne	0.0018
헬 른	He	0.0005
수 소	H_2	0.00006
크 세 논	Xe	0.000009



◎ 변량기체(시간, 장소에 따라 농도가 크게 차이나는 기체)

기 체	기호	비율(%)
수 증 기	H_2O	0~4
이산화탄소	CO_2	0.037
메 탄	CH_4	0.00017
산화질소	N_2O	0.00003
오 존	O_3	0.000004



서울대학교
과학교육연구소

2. 온실효과

(1) 지구대기의 태양 에너지 선택흡수

- 장파복사 ; 지구 표면의 평균온도는 약 288K 이므로 최대 에너지를 방출하는 파장은 플랑크 곡선과 빈의 변위 법칙에 따라 약 $10\mu m$ 이고 지구 복사는 대부분 $4\sim 120\mu m$ 의 파장 범위에 있다. 이와 같이 지구는 표면 온도가 낮기 때문에 파장이 긴 적외선을 주로 방출하므로 지구 복사를 장파 복사라고 한다. 반면에 표면온도가 높은 태양(6000K)은 파장 범위가 $0.2\sim 4\mu m$ 로서 지구복사에 비해 짧은 파장의 에너지를 복사하므로 단파복사라고 한다. 기체들은 종류에 따라 각기 특정 파장의 복사 에너지만을 흡수하는 성질을 가지고 있다. 산소(O_2)와 오존(O_3) 분자는 파장 $0.3\mu m$ 이하의 자외선은 거의 흡수하고 파장이 긴 가시광선 부분은 거의 모두 통과시킨다. 한편 이산화탄소(CO_2)와 수증기(H_2O)는 단파복사는 통과시키고 장파 복사만 흡수한다.
- 빈(Wien)의 법칙 : 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{max})은 그 흑체의 절대온도(T)에 반비례한다(일명 빈의 변위법칙). 그러므로 표면온도가 높은 태양(6000K)에서 최대 에너지를 방출하는 파장은 짧고, 표면온도가 낮은 지구(288K)에서는 최대 에너지를 방출하는 파장이 길다.

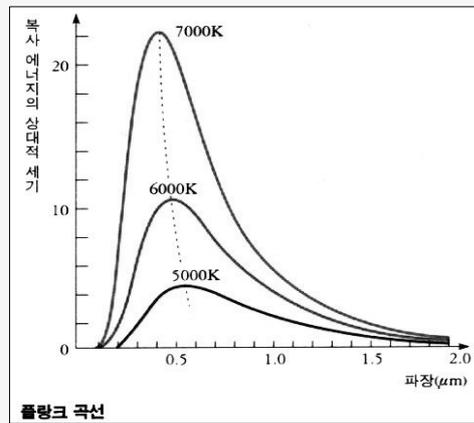


그림 1 플랑크 곡선



서울대학교
과학교육연구소

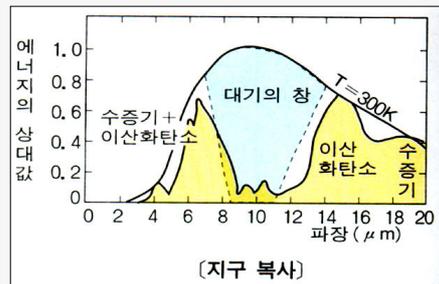


그림 2 선택흡수와 대기의 창

- 지구 복사와 대기의 창 : 지구 복사 에너지는 주로 이산화탄소(CO_2)와 수증기(H_2O) 등에 의해 흡수되는데 그중 $8\sim 13\mu m$ 사이의 파장은 대기에 거의 흡수되지 않고 우주 공간으로 빠져나가기 때문에 이 파장의 범위를 대기의 창이라고 한다.

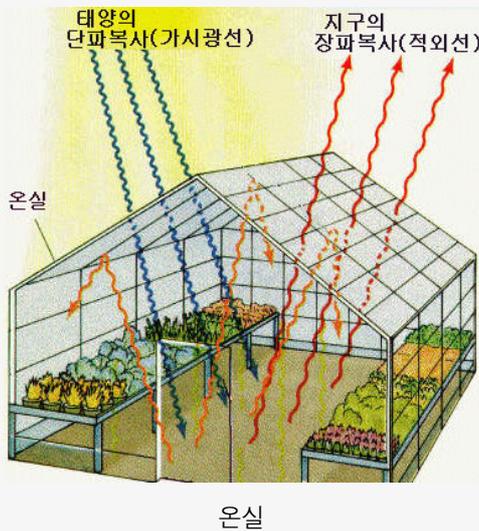


서울대학교
과학교육연구소

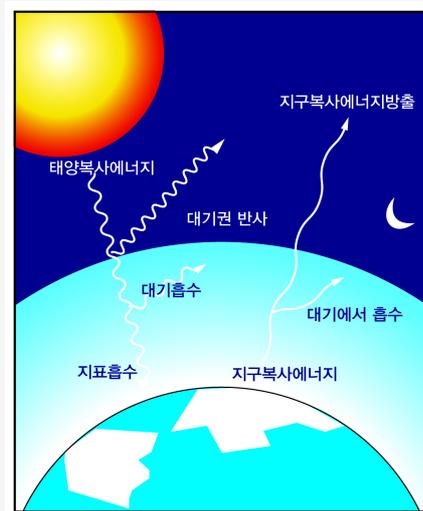
(2) 지구 대기의 온실효과

지표면 가까이까지 도달되는 태양 복사 에너지의 대부분은 가시광선과 적외선이다. 이 중에서 적외선의 대부분은 이산화탄소(CO₂)와 수증기(H₂O) 등 온실 효과를 일으키는 기체에 흡수되고 가시광선만이 지표면에 도달하게 된다. 가시광선을 흡수하여 데워진 지표면은 그만큼 더 많은 복사 에너지를 방출하게 되는데, 지표면은 온도가 낮아 적외선을 방출한다. 지표에서 방출되는 적외선도 온실 기체가 흡수하여 재방출하므로 복사 에너지가 대기층에 쌓여 온도가 높아지는 온실효과를 일으킨다.

만약 지구에 대기가 없다면 슈테판-볼츠만의 법칙($E=\sigma T^4$)에 따라 지구 표면온도는 달과 비슷한 -18℃가 될 것이다. 그런데 실제 지구의 평균 표면온도는 15℃로 지구의 대기에 의한 온실효과로 33℃정도 높아졌음을 알 수 있다.



출처 : 한국과학문화재단 사이언스올(www.scienceall.com)



지구

(3) 온실 효과를 일으키는 기체

수증기(H₂O), 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 오존(O₃), CFC등은 대기 중에 포함되어 있는 양은 아주 적지만 지구 복사에너지를 흡수하여 지표면의 온도를 상승시키는 온실효과를 일으킨다. 온실효과를 일으키는 기체 중 수증기(H₂O)는 공기 중에 포함되어 있는 양의 변화가 거의 없다. 그러나 이산화탄소(CO₂)는 다른 기체에 비해 그 양이 많아 온실효과에 대한 기여도가 높다. 수증기(H₂O)를 제외한 이들 기체들은 인간의 활동에 의해 그 양이 증가하고 있다는 문제점이 있다. 「특히 온실효과의 주범인 이산화탄소(CO₂)는 석탄, 석유, 천연 가스와 같은 화석연료의 사용이 폭발적으로 증가하면서 함께 증가하고 있다.」

온실 기체	현재의 농도(ppbv)	온실효과에 대한 기여도(%)
이산화탄소(CO ₂)	353,000	60
메탄(CH ₄)	1,720	15
프레온 가스(CFC)	CFC-11(0.28),CFC-12(0.48)	12
오존(O ₃)	20 ~ 40	8
일산화이질소(N ₂ O)	310	5
수증기(H ₂ O)	성층권에서 3,000 ~ 6,000	

(1ppbv = $\frac{1}{10^9}$)



3. 빛의 산란

(1) 빛의 산란의 개념

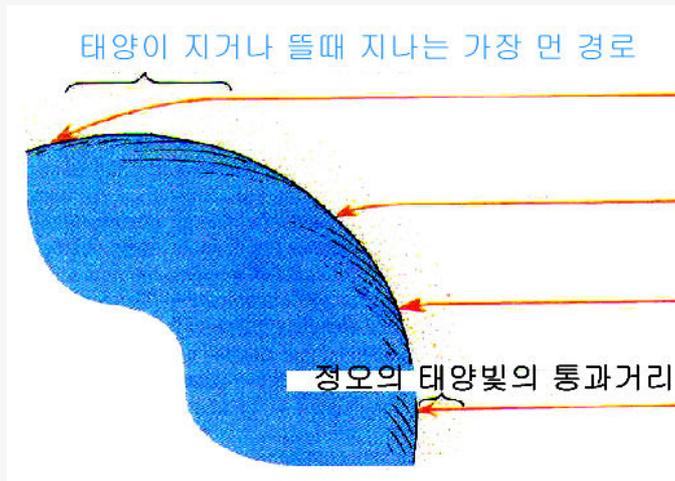
모든 파가 고유 진동수와 파장을 갖고 있듯이 전자기파인 빛 역시 진동수를 갖고 있다. 여기서 빛이라 함은 보통 인간이 볼 수 있는 즉 가시광선(visible light)영역의 전자기파를 뜻하는데, 그 파장 영역이 4,000~7,000 Å(10^{-10} m)이다. (참고로 원자의 크기는 수 또는 수십 Å 정도이다) 이러한 가시광선 영역에는 다양한 빛깔이 존재하고 있는데, 그것들은 보라(4,000-4,500 Å), 파랑(4,500-5,200 Å), 초록(5,200-5,600 Å), 노랑(5,600-6,000 Å), 빨강(6,250-7,000 Å)색 등이다. 여기서 파장이 길면 진동수는 짧아지고 에너지는 작아지는 관계에 있다. 이렇게 혼합된 색들은 프리즘을 통하여 보면 그 빛깔들이 분해되어 보인다. 빛의 산란(scattering)은 소리굽쇠 주위로 소리굽쇠가 갖고 있는 비슷한 음이 다가왔을 때 소리를 내는 현상과 흡사하다.

원자(Atom)는 가운데 핵(Nucleus)이 있고 그 주위를 전자(Electron)가 운동하는데 그러한 궤도운동을 하게 하는 힘, 즉 구심력은 전자기력이다. 다시 말해 핵의 양전하와 전자의 음전하 사이에 끌어당기는 힘이 존재하여 안정된 원자를 이루고 있는 것이다. 이러한 원자에 빛이 다다르면 빛이 갖고 있던 에너지가 전자에 전달되어 진동을 하게 되고 이러한 진동으로 말미암아 그 진동수에 해당되는 빛이 사방으로 내보내지게 된다. 이러한 현상을 빛의 산란이라 한다.

(2) 하늘이 푸르고 저녁노을이 붉은 이유

하늘이 푸른 이유는 빛의 산란으로 이해될 수 있다. 빛의 산란에서 설명했듯이 원자나 분자들의 구조는 마치 소리굽쇠처럼 생각할 수 있다. 즉 고유진동수를 갖고 전자들이 운동하는 것을 핵과 전자들 간에 용수철이 연결된 것처럼 생각하여 이해를 하면 쉽다는 것이다. 이러한 소리굽쇠의 고유 진동수에 해당하는 빛이 들어오면 전자들은 쉽게 진동운동하게 되고, 이러한 진동운동으로 인하여 다시 그 진동수에 해당하는 빛이 나오는데 입자의 크기가 작으면 작을수록 산란시키는 진동수가 높아진다. 태양빛이 지구에 도달하면 자외선은 오존층에서 대부분 흡수되고 나머지는 대기 중의 분자나 작은 먼지 입자들에 의해 산란된다. 가시광선 중에서는 보라색이 가장 많이 산란되고, 그 다음으로 파랑, 녹색, 노랑, 빨강 순으로 산란된다.





시간에 따른 태양광의 통과거리

따라서 보라색이 가장 많이 산란되어 하늘은 보라색을 띠는 것으로 생각되지만 우리 눈은 보라색에는 둔감한 편이다. 따라서 그 다음으로 많이 산란되는 파랑계통의 빛이 잘 보여 하늘은 파랗게 보이는 것이다. 이러한 사실로 공기가 맑고 건조하면 더 짙푸른 하늘이 나타날 것임을 알 수 있다. 서울이나 그 외 도시에는 오염된 먼지들이 많고 이러한 먼지들은 보통 공기 중의 산소나 질소 분자보다 커서 보다 낮은 진동수에 해당하는 빛들을 많이 산란시키게 되어 하늘이 뿌옇게 보이는 것이다.

공기 중의 산소와 질소 분자는 파랑계통의 빛을 많이 산란시킨다는 의미는 더 낮은 진동수를 갖는 노랑과 빨강 계통의 빛을 쉽게 통과시킨다는 것을 뜻한다. 저녁이 되어 서쪽으로 지는 태양을 바라볼 때 서쪽 하늘이 빨간 이유가 여기에 있다. 즉 그림에서 보이는 것처럼 저녁 시간에는 태양빛이 보다 많은 대기층을 통과해야 하는데 이때는 진동수가 낮은 계통의 빛, 즉 빨간색의 빛이 많이 통과되어 노을이 붉게 보이는 것이다. 이러한 아름다움도 대기 중의 입자가 커 버리면, 즉 오염된 곳에서는 나타나지 않는다.

4. 기상학의 어원

기상학은 대기와 대기 중에서 일어나는 현상을 연구하는 학문이다. 용어의 어원은 BC 약 340년경 「Meteorologica」란 제목의 자연철학서를 쓴 그리스 철학자 아리스토텔레스(Aristotle, BC 384~BC 322)로 거슬러 올라간다. 이 책은 당시의 기상, 기후에 관한 지식과 지리, 천문, 화학에 관한 자료를 요약한 것으로 구름, 비, 눈, 바람, 우박, 천둥, 태풍을 다룬 대목이 들어 있다. 그 당시에는 하늘에서 떨어지는 모든 것과 대기에서 보이는 모든 것을 메테오르(Meteor)라고 불렀다. 따라서 오늘날 우리가 기상학이라 하는 meteorology란 용어는 ‘공중놀이’란 뜻의 그리스어 (meteoros)에서 나온 것이다.



(1) 기상학의 역사

1441년	세종대왕, 장영실에게 강우량을 측정하기 위한 측우기 제작하게 함
1643년	갈릴레오(Galileo, 이탈리아 천문학자 겸 물리학자), 물온도계 발명
1644년	토리첼리(Torricelli, 갈릴레오의 제자), 기압을 재는 수은 기압계 발명
1647년	파스칼, 데카르트(Pascal, Descartes, 프랑스 수학자 겸 철학자), 기압계를 이용해 대기의 압력은 고도와 반비례하여 감소한다는 사실 입증
1667년	후크(R. Hook, 영국의 과학자), 풍속을 측정하는 풍속계 발명
1719년	파렌하이트(Fahrenheit, 독일의 물리학자) 물이 끓고 어는 과정을 연구하다가 온도 눈금을 개발 (화씨 온도계)
1735년	해들리(G. Hadley, 영국의 기상학자) 지구의 자전이 열대의 바람에 미치는 영향 설명
1742년	셀시우스(A. Celsius, 스웨덴의 천문학자) 섭씨 온도계 개발
1752년	프랭클린(B. Frankline, 미국의 과학자) 뇌우 속에서 연을 날리다 번개의 전기 특성 규명
1780년	소쉬르(Horace de Saussure, 스위스 지질학자 겸 기상학자) 습도를 재는 습도계 발명
1787년	샤를(Jacques Charles, 프랑스 화학자) 온도와 부피의 상관관계 발견
1821년	축적된 기상정보를 이용해 일기도 작성
1835년	코리올리(Gaspard Coriolis, 프랑스 물리학자) 지구의 자전이 대기운동에 미치는 효과를 수학적으로 입증
1840년	바람과 폭풍의 개념이 부분적으로 규명
1843년	전신 발명으로 기상학이 크게 도약함
1869년	일기도에 등압선 도입
1920년	기단, 기상, 전선 개념이 노르웨이에서 정립
1940년대	라디오존데 관측을 통해 대기의 3차원 관측이 가능해짐
	레이더기술의 발달 고공비행 군용기가 제트기류의 존재 발견
1950년대	고속컴퓨터의 등장으로 대기의 활동을 모의할 수 있는 수학 방정식을 풀 수 있게 됨 뉴먼, 차니(John von Neuman, Jule Charney, 프린스턴대학교 과학자) 수치 예보 방법 개발
1960년대	최초의 기상위성 Trios 1 발사



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

5. 기상 관측 방법

(1) 라디오존데

지표면 근처의 기상을 관측하는 것이 아니라 고층의 기상을 관측하는데 사용하는 도구로 약 35km 상공까지 기온, 기압, 습도의 연직분포를 측정할 수 있다. 라디오존데는 기상도구들



서울대학교
과학교육연구소

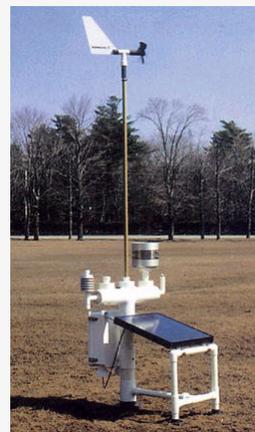
과 라디오 송신기가 들어있는 작고 가벼운 박스이다. 이것은 튼튼한 줄로 낙하산 및 기구와 연결돼 있다. 기구가 상승함에 따라 기구에 연결되어 있는 라디오존데는 박스 바로 밖에 부착되어 있는 작은 전기온도계로 기온을 측정한다. 이 기구는 탄소를 입힌 전기판에 전류를 흘려 습도를 측정하고 기압은 박스 안에 있는 작은 척도로 측정된다. 이렇게 수집된 정보는 지상으로 송신되어 컴퓨터에 저장된다. 관측이 끝나고 나면 기구는 터져 버리고 라디오존데는 다시 지구에 떨어지게 되는데 이때 낙하산을 이용해 하강속도를 느리게 한다. 대부분 관측소에서 하루에 두 번, 보통 그리니치 표준시로 정오와 자정에 라디오존데를 띄운다. 한번 띄웠던 장비는 대부분 회수되지 않기 때문에 라디오존데 작동 비용은 비싼편이다.



서울대학교
과학교육연구소

(2) AWS(Automatic Weather Station)

한 지점의 기상요소들을 자동으로 관측하고 기록하는 장비로 온도, 습도, 풍향, 풍속, 기압, 강수량 등을 관측한다. 각 센서에서 관측한 자료를 디지털 값으로 변환하여 자료를 전송하면 자동으로 자료를 수집, 처리하여 저장한다. 우리 나라는 1988년 처음 15기를 도입한 이후 1994년까지 19km 간격의 격자로 400기를 설치하였다.



라디오존데

AWS

(3) 기상위성

인류 최초의 기상위성은 1960년에 미국이 발사한 TIROS-1호 위성이다.

TIROS-1호 위성이 위성에 탑재된 TV 카메라를 이용하여 지구의 구름 분포와 해면 등의 촬영에 성공함으로써 우주로부터의 기상관측이 실현되었다. 그 이후 계속해서 기상을 관측하기 위한 위성이 쏘아 올려졌고 지금은 전세계에서 기상을 관측하는데 널리 이용되고 있다. 현재 우리가 일기예보에 활용하고 있는 기상위성은 정지궤도 GMS와 NOAA 위성이 있다.

GMS(Geostationary Meteorological Satellite)는 일본 정지기상위성으로 동경 140도 적도상공의 우주에서 지구를 바라보며 동남아시아, 호주, 서태평양 영역의 구름 분포와 대기 흐름 등의 기상을 관측하고 있다. 위성의 공전 주기가 지구의 자전 주기와 같기 때문에 위성이 항상 지구 상의 같은 장소를 관측할 수 있다. 지구를 관측하는 센서로서 가시적외복사계(VISSR : Visible and Infrared Spin Scan Radiometer)가 탑재되어 있다. 아래 왼쪽 그림은 GMS에서 관측한 지구의 모습으로서 정규관측은 1시간마다 행해진다.

NOAA 위성은 1978년까지 사용되어온 TIROS-M(ITOS/NOAA) 시리즈의 차세대 극궤도위성으로 개발된 대형 기상위성이다. 1960년에 발사된 최초의 기상위성 TIROS-I은 원통형이었으나 제2세대인 TIROS-M(ITOS)과 제3세대인 TIROS-N 시리즈는 3축 안정 방식으로 자세를 제어한다. 궤도주기는 101.6분으로 이 동안 지구는 25.5° 자전하기 때문에 적도에서의 궤도 간격은 약 2840km가 된다. 기상청에 NOAA 위성 수신장비가 설치되어 있고, 지상에서 위성을 올려보는 각도가 3°이상이면 수신이 가능하다. 위성의 궤도는 매일 약간씩 이동하며 하나의 위성에 대해 하루에 두 궤도의 관측으로 한정되는 경우가

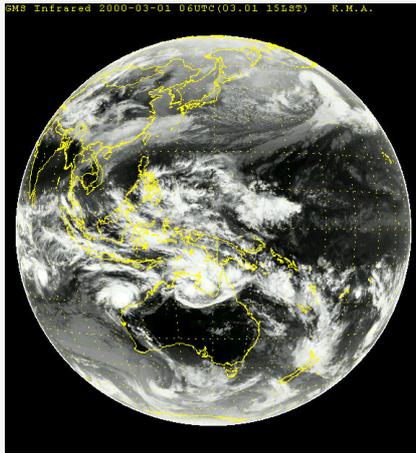


서울대학교
과학교육연구소

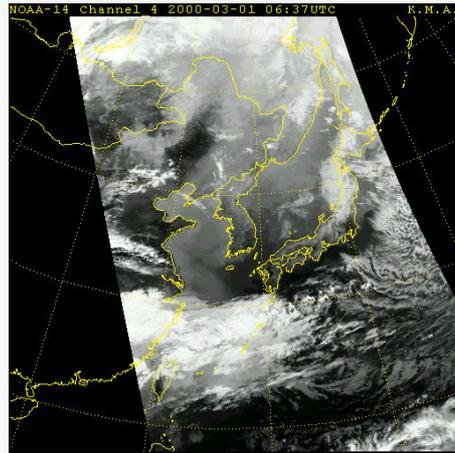


서울대학교
과학교육연구소

많다. NOAA 위성에서 관측한 자료는 그 일부를 위성에 장착되어 있는 테이프 레코더에 기록하여 미국의 위성수신센터 상공에서 재생한다. 테이프의 용량에 제한이 있기 때문에 모든 영상자료를 기록할 수는 없다. 또한 관측 데이터는 위성으로부터 직접 방송되고 있기 때문에, 각국에서 NOAA 위성 수신소를 중심으로 수천 km 범위의 구름분포 영상과 기온을 실시간으로 수신할 수 있다. 아래 오른쪽 그림은 NOAA-14호에서 촬영한 적외영상의 예이다.



GMS 영상



NOAA 영상



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

읽을 거리

영화 「딥임팩트」에서 우주인들은 지구를 향해 달려오는 혜성을 폭파시켜 지구를 구하기 위해 혜성에 핵폭탄을 장치하는 장면이 등장한다. 혜성의 표면은 태양이 없으면 영하의 기온을 유지하지만 햇빛이 닿으면 순식간에 수백도 까지 온도가 올라간다.(영화에서는 화씨 350도(섭씨 177도)라고 이야기한다.) 아래의 그림은 우주인들이 작업을 하다가 해가 뜨자 황급히 우주복의 얼굴 가리개를 내리고 있는 장면이다. 영화 속에서는 우주인 중의 한 명은 작업을 하다가 그만 가리개를 늦게 내려 눈과 얼굴에 화상을 입고 만다. 그럼 지구에 사는 우리는 어떤가? 1월 1일이 되면 우리는 새해에 떠오르는 첫 태양을 보기 위해 동해로 간다. 하지만, 이들 중에 아직까지 맨눈으로 태양을 봤다고 해서 눈에 상처를 입었다거나 얼굴에 화상을 입은 사람은 없다.

또 아폴로 13호의 우주인들이 우주로 향하기 전에 인터뷰하는 장면에서 한 우주인이 달 표면에서 햇빛이 비치는 곳과 그들의 온도 차이가 200도가 넘는다는 이야기를 한다. 두 영화의 내용에서도 알 수 있듯이 우주에서는 지구에서와 달리 온도 차이가 매우 심하다. 과연 그 이유는 무엇일까?



햇빛과 그들의 온도차가 2백도나 넘는 곳을 걷게 됐으니

- ☞ 대기는 태양으로부터 오는 자외선, 적외선, 방사능을 흡수해 사람에게 직접 도달하는 것을 막아주므로 사람의 눈이나 피부가 상하지 않도록 보호해준다. 또 태양 복사 에너지를 흡수하여 공기를 데웠다가 다시 재방출 해주므로 지구를 보온해주는 역할도 하고 온도가 급격히 상승하거나 하강하지 않도록 도와준다. 반면에 대기가 없는 우주공간에서 빛을 받는 우주복의 온도는 섭씨 120도, 반대편은 영하 90도 가량 된다. 한 몸의 앞 뒤에 엄청난 온도차가 나는 것이다.



읽을 거리

영화 「딥임팩트」에서는 지구를 향해 달려오는 혜성을 폭파시켜서 생긴 혜성 조각들이 타면서 지구로 떨어지기 때문에 마치 불꽃놀이를 하는 것처럼 보이는 장면이 있다. 왼쪽 그림은 우주에서 떠돌아다니던 물질이 지구로 떨어지면서 빛을 내고 있는 장면이다. 영화 「아폴로 13」에서는 아폴로 13호가 달에서 지구로 돌아오는 장면에서 무엇인가 우주선과 마찰을 일으켜 우주선이 달아오르고 있는 장면이 나온다. 영화에서는 우주선이 방열처리가 되어 있어 문제없다고 이야기를 한다. 가운데 그림은 우주선이 지구에 다시 돌아올 때 열이 발생하고 있는 모습으로 무엇인가 우주선을 높은 온도까지 달아오르게 하는 것이 존재한다는 것을 알 수 있다. 마지막으로 오른쪽은 우주인이 달표면 위를 걸을 때 생긴 발자국이다. 발자국을 자세히 보면 주변에 작은 구멍이 많이 나있다. 이러한 현상들은 왜 일어나는 것일까?



☞ 대기를 빠르게 움직이는 물체가 있다면 대기과 그 물체 사이에 마찰 때문에 마찰열이 발생하여 온도가 매우 높아지게 된다. 그래서 우주에 떠돌아다니는 운석, 우주 먼지 등이 지구로 진입할 때에는 대기에 의한 마찰열 때문에 다 타버려서 지표면까지 도달하지 못하게 된다. 매우 큰 운석의 경우 다 타지 못하고 남아서 지구표면까지 도달하는 경우도 있다. 운석이나 우주 먼지 뿐만 아니라 우주선 역시 지구에 돌아올 때 대기권에 진입하면 마찰에 의해 온도가 많이 상승하므로 반드시 방열장치를 해야만 무사히 돌아올 수 있다.

그러나 달에는 대기가 거의 없어서 마찰에 의해 운석이나 우주먼지가 타버리지 못하고 그대로 달 표면까지 도달하기 때문에 달표면에 운석 구덩이와 같은 구멍이 많아지게 된 것이다.



전쟁과 기상(적벽대전)

적벽대전은 삼국지에서 나오는 가장 유명한 전투 중 하나로 위나라 조조가 오나라의 손권, 촉나라의 유비 연합군과 치른 싸움이다.



원소를 무찌르고 화북을 평정한 조조는 중국을 통일하려고 80만 대군을 이끌고 남하, 적벽에서 오·촉 연합군과 대치하였다. 손권과 유비의 연합군은 조조와 정면승부를 벌이기에는 역부족이었다. 당시 위나라는 물에서 싸우는데 익숙하지 않았으므로 배들을 묶어 배 사이를 자유롭게 오갈 수 있도록 하였다. 조조는 적들이 불을 이용해 공격할 경우 배들을 묶어 놓는 것이 위험하다는 것을 알았으나 겨울에는 북서풍이 불기 때문에 바람이 자신의 진영 쪽으로 불지 않을 것이라 확신했다.

그러나 제갈 공명은 동짓달 스무날로부터 사흘 안에 남동풍이 불도록 하겠다고 단언했고 결국 이들은 화공계로 조조의 80만 대군을 궤멸시켰다.

공명에게 남동풍을 부르는 신통력이 있었을까. 사실 그는 바람을 일으키는 신통력을 가진 것이 아니라 날씨를 이용할 수 있는 지혜를 가졌던 것이다. 적벽대전이 일어났을 당시는 중국 대륙에 시베리아 고기압이 최고로 발달했을 때이며 북서풍이 매우 강하게 부는 계절이다. 그러나 양자강 유역에 형성된 이동성 고기압이 지나간 후 화남으로부터 전선을 동반한 기압골이 통과하고 다시 시베리아 고기압이 내려올 때에는 겨울철에는 보기 드문 기압배치 때문에 남동풍이 불기도 했던 것이다. 공명은 경험 많은 어부들을 통해 동지 전후 미꾸라지가 뱃가죽을 보일 즈음 남동풍이 분다는 사실을 알고 전술에 이용한 것이다.



가을 하늘이 왜 더 푸른가?

우리가 보는 햇빛은 여러 가지 색깔의 빛이 골고루 섞여 있어서 우리 눈은 백색으로 느끼게 된다. 그런데, 하늘을 바라보면 약간 푸르스름하게 보인다. 비가 온 후 맑게 갠 하늘이나 가을 하늘은 유난히 더 푸르게 느껴진다. 왜 그럴까?



태양으로부터 오는 백색광은 지구를 둘러싸고 있는 공기층에 닿아서 사방으로 되튐다. 이를 산란이라고 하는데, 더 정확히 말하자면, 공기를 이루는 산소, 질소, 수증기, 먼지 등과 같은 작은 알갱이들이 빛을 받아 사방팔방으로 되튐는 것이다. 그런데, 자외선 쪽 (즉, 파란 쪽)의 빛이 더 잘 산란되고 적외선 쪽 (즉, 붉은 쪽)의 빛은 잘 산란되지 않는 성질이 있다.

붉은 쪽의 빛이 잘 산란되지 않는다는 사실을 이용한 것이 바로 자동차의 뒷부분에 있는 브레이크등이다. 날씨가 좋지 않을 때에도 붉은 색 계통의 빛은 산란이 잘 안 되어 멀리까지 전달되므로, 뒤 따라 오는 자동차에게 앞차가 정지한다는 신호를 효과적으로 전달할 수 있는 것이다. (저녁놀이 붉게 보이는 이유도, 붉은 색의 빛이 잘 산란되지 않고 긴 공기층을 통과하여 우리 눈에 전달되기 때문이다.)

그렇다면 보라색이 더 자외선 쪽에 가까우므로 하늘이 보랏빛으로 보여야 하지 않을까? 그러나 우리 눈은 보라 빛보다는 파란빛에 훨씬 더 민감하므로 하늘은 푸르게 보이는 것이다. 이런 현상을 처음으로 설명한 사람이 레일리(Rayleigh)이므로, 위와 같은 현상을 레일리산란이라 부른다.

그런데, 가을이 되면 공기가 건조해져서 수증기나 작은 물방울들이 상대적으로 적어진다. 따라서 산소, 질소 분자와 같은 매우 작은 알갱이들만 이 빛을 산란하므로 자외선 쪽에 더 가까운 빛 (파장이 더 짧은 빛)이 더 잘 산란되는 것이다. 그래서 가을 하늘이 여름 하늘보다 더 푸르게 보이는 것이다. 이탈리아나 그리스처럼 대기가 건조한 지역은 하늘이 짙푸른 색이어서 예술가들에게 영감을 자극하기가 수월하여 그림이 발달했다는 설도 음미할 만하다.

요즘에는 대도시의 공기가 너무나 오염되어서 가을이 되어도 하늘은 희뿌옇기만 하다. 참으로 안타까운 일이다.

내용출처 : <http://home.ewha.ac.kr/~yang/>



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



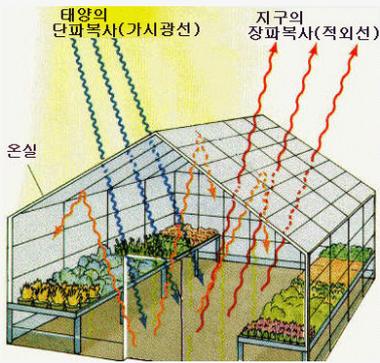
서울대학교
과학교육연구소

읽을 거리

우리는 거대한 이산화탄소로 된 비닐 하우스에 살고 있다.

최근에는 전국 어디에 가도 비닐 하우스 또는 하우스라고는 할 수 없지만, 고추나 야채 위에 비닐 막을 친 것을 볼 수 있다. 말할 것도 없이 보온 효과를 얻고자 한 것이다.

그러면 왜 비닐 하우스에는 보온 효과가 있는 것일까?



온실

출처 : 한국과학문화재단

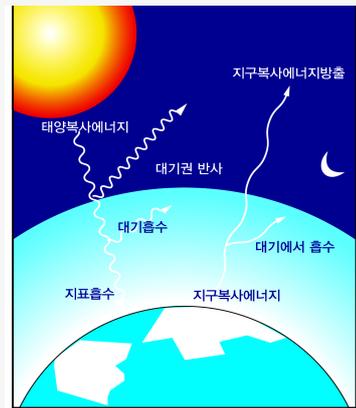
사이언스올(www.scienceall.com)

태양에서 쏘이는 빛(태양 복사 에너지)은 지표에 닿으면 지표를 따뜻하게 한다. 따뜻해진 지표는 그 열을 적외선으로 방출(지구 복사 에너지)하여 우주 공간으로 확산시킨다. 그런데, 만일 방출되어야 할 적외선을 차단하는 것이 있으면 반사되어 다시 지표로 돌아와 지표 부근을 따뜻하게 한다. 즉 태양 복사 에너지는 통과시키지만 지구 복사 에너지(적외선)는 통과시키지 않은 막이 있다면 그 속의 온도는 상승할 것이다. 이러한 현상을 온실효과(green house effect)라 한다. 또한 밀폐하면 바람에 의해 비닐 하우스 안의 따뜻한 공기가 새어나가는 일도 없다. 이것을 이용하여 겨울에도 비닐 하우스 안에서 멜론이나 토마토, 오이 등을 재배할 수 있게 된 것이다.

이와 비슷하게 이산화탄소와 수증기 분자는 지구의 비닐 막 역할을 한다. 태양열에 의해서 데워진 지표면이 지구 복사 에너지를 방출하게 되는데, 이산화탄소와 수증기는 태양열이 지구로 들어오는 것은 허용하지만, 지구 복사 에너지가 우주 공간으로 나가는 것을 방해한다. 그래서 지구 지표면의 온도가 크게 변화하지 않고 생명체가 살 수 있을 정도의 적당한 기온을 유지하게 되는 것이다.

그래서 대기 중에 이산화탄소가 증가하면 지구에서 방출하는 열이 그만큼 차단되어 지구 온도가 상승하게 될 것이다. 이와 같은 지구 온난화 문제와 관련하여 공장이나 자동차에서 이산화탄소를 계속 배출하면 얼마 안 가서는 남극이나 북극의 얼음이 녹아서 많은 해안 도시는 물에 잠기게 된다고 경고하는 과학자도 있다.

비닐하우스와 이산화탄소의 역할이 유사하므로 '온실효과(green house effect)'라 부르는 것이다.



지구



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소