

탐구수업 지도자료

- 수정본 -

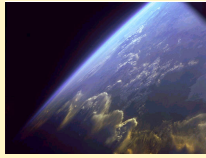
- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 지구는 어떻게 생겼을까?
- 제 목 발견의 역사
- 대표 저자 권병두(서울대학교)
- 공동 저자 김경진(서울대학교)
 이영균(서울대학교)
 류희영(서울대학교)

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 8 장

지구구조 발견의 역사



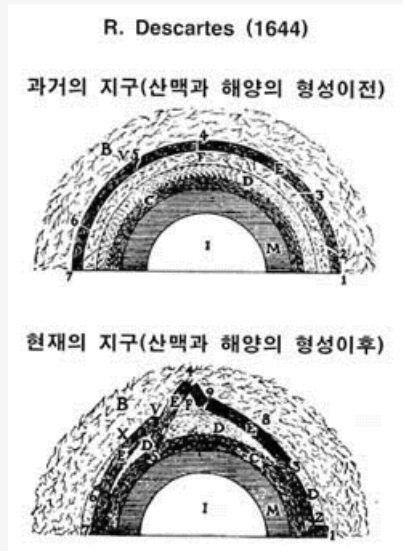
서울대학교
과학교육연구소

과거 사람들이 생각한 지구의 구조

오랫동안 사람들은 지구의 내부에 관하여 궁금해하였다. 단테(1265~1321)는 지구를 층상구조로 표시하고 각각의 층상구조에 따라 이름을 부여한 최초의 인물이다. 그의 저서 「신곡」 ‘지옥편’에서 단테는 가벼운 죄를 지은 사람은 지구 표면에 가까운 곳에, 중죄를 지은 사람일수록 지구 내부 깊은 곳에 혹독한 형벌을 받고 있으며, 사탄은 가장 깊은 곳인 지구의 중심에 있다고 기술하였고 지옥은 모두 아홉 개의 층으로, 연옥은 일곱 개의 층으로 천국까지 이르는 하늘은 모두 열 개의 층으로 묘사하였다.

지구의 구조를 현재 알려진 것과 가장 비슷하게 묘사한 사람은 데카르트(1596 ~ 1650)이다. 그는 「철학의 원리」(1644)에서 지구의 역사와 지금 현재의 지구모습에 대해서 자신의 의견을 피력하였다. 그에 따르면, 원래 지구는 태양과 같이 회전하는 별이었고 따라서 뜨거운 물체였다. 그러나 지구가 태양에 접근하여 흡수되면서 지구를 구성하는 물질들은 여러 개의 층으로 나뉘게 되었다. 이 때의 지구는 과거의 지구로 완벽한 층상구조를 가지는 구형체였다(오른쪽 그림 참조).

가장 바깥층(B)은 공기로 이루어지며 그 아래의 겉껍질층(E)은 흙과 암석으로 이루어진다. 그 아래쪽에는 또 다른 공기층(F)과 물층(D)이 있으며 그 아래에는 속껍질층(C)으로 주로 금속물질로 이루어졌지만 그 보다 깊은 곳(M과 I)은 알 수 없다고 하였다. 이처럼 완벽한 층상구조인 과거의 지구에서 지표면의 높낮이가 다른 현재의 지구(그림 2b)로 바뀐 것은 지구 겉껍질층(E)이 붕괴하면서 높고 낮은 부분이 만들어지고 이 때 내부에 있던 물이 방출되어 바다를 형성하였다고 설명하고 있다.



서울대학교
과학교육연구소

지구 내부구조 발견의 역사

현대에 와서 인간에게 큰 피해를 입히는 자연현상 중의 하나인 지진을 자세히 기록하게 되면서 지진을 이용한 지구 내부 연구가 이루어지게 되었다. 지진의 발생 깊이를 측정한



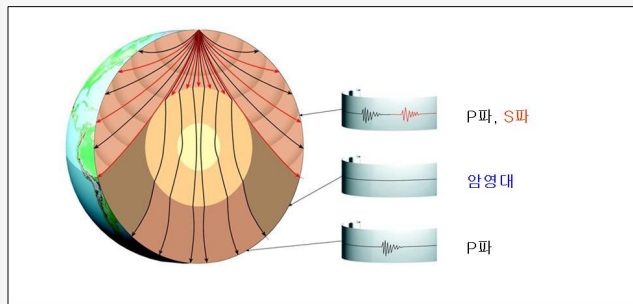
서울대학교
과학교육연구소

사람은 1850년대 영국의 엔지니어인 로버트 맬렛(Robert Mallet)이다. 그는 화약 폭발을 사용해 지구 내부의 지진파 속도를 측정하였다. 그의 생각은 다양한 지질의 특성이 지진 속도를 변화시킨다는 것을 관찰하는 것이었다. 또한 이 당시 이탈리아에서는 루이지 파미에르(Luigi Palmieri)가 전자기 지진계를 발명하여 베스비우스 산(Mount Vesuvius) 근처와 나폴리대(University of Naples)에 설치하였다. 이들 지진계는 인간이 감지할 수 없는 지진을 정기적으로 감지할 수 있는 첫 지진계였다. 이로써 지진을 과학적으로 연구할 수 있는 토대가 마련되었다.



서울대학교
과학교육연구소

1909년 모호로비치치는 유고슬라비아에서 발생한 근접지진의 주시곡선을 분석하여 지구 내부 약 54km 깊이에 속도 불연속면이 존재함을 밝혔다. 그 후 여러 지역에서 지진과 폭발물 등의 폭발에 의한 지진파의 분석결과 이러한 불연속면은 그 평균깊이가 54km보다 훨씬 적지만 보편적으로 존재한다는 사실을 밝혀냈다. 이 불연속면을 모호불연속면 또는 모호면이라고 한다. 이 모호면을 지각과 맨틀을 구분하게 된다. 1914년 독일의 지구 물리학자 구텐베르크(Bena Gutenberg : 1889~1960)는 지진파의 속도 곡선에서 보는 바와 같이 지하 2,900km 깊이에서 P파의 속도는 급격히 감소하고, S파는 더 이상 전파되지 못하는 사실을 알았다. 또, 다른 학자들의 연구에 의하면, 아래 그림에서 보는 바와 같이 진앙으로부터 지심각 $103^{\circ} \sim 142^{\circ}$ 사이의 지역에는 진원으로부터 직접 전파해 온 지진파는 거의 도달하지 않는다. 또한, 142° 이상의 지역에서는 P파만 도달한다. 이 때 $103^{\circ} \sim 142^{\circ}$ 사이 지역을 P파 암영대(shadow zone)라고 한다. 암영대가 생긴다는 사실은 지구 내부에 지진파가 굴절되는 불연속면이 있다고 생각하면 잘 설명된다. 이 불연속면은 맨틀과 핵의 경계면으로 구텐베르크 면이라고 부른다.



[암영대가 생기는 이유]



서울대학교
과학교육연구소

지구 내부의 지진파 속도 곡선을 보면 약 5,100km 깊이에서 P파의 속도가 다시 증가함을 알 수 있다. 또한, 지진 관측 자료를 세밀히 분석한 결과 진앙으로부터 지심각이 110° 되는 부근에 약한 P파가 도착한다는 사실을 알게 되었다. 1936년 여자 지진학자 레만(Inge Lehmann)에 의하여 깊이 약 5,100km에 불연속면이 있음이 밝혀졌으므로, 외핵과 내핵의 경계면을 레만 면이라고도 한다. 레만 면은 구텐베르크 면만큼 뚜렷하지 못하다.

중세시대의 물리학자중의 한사람인 이븐 알 하이삼(Ibn al-Haitham, 965?-1039년)은 대기를 통과하는 빛의 굴절각도를 이용하여 대기의 두께를 44km로 계산하였다.

지구 대기층 발견의 역사

중세시대의 물리학자중의 한사람인 이븐 알 하이삼(Ibn al-Haitham, 965?-1039년)은 대기를 통과하는 빛의 굴절각도를 이용하여 대기의 두께를 44km로 계산하였다.



서울대학교
과학교육연구소

성층권의 발견

성층권을 처음으로 발견한 사람은 프랑스의 L.P.테스랑 드 보르이다. 그는 1902년 실시한 많은 기구관측(氣球觀測)에 의하여 대기 중의 기온의 수직분포를 조사한 결과 고도 약 11km 이상에서는 기온이 거의 일정하여 기온감률이 0으로 되므로 그 아래의 대류권과는 성질이 뚜렷하게 다르다는 사실을 발표하였다. 같은 해에 독일의 기상학자 R.아스만도 밤에 실시한 기구관측 결과에 의하여 테스랑 드 보르의 관측결과를 증명하였다.



서울대학교
과학교육연구소

오존층의 발견

오존층의 발견은 성층권의 발견과 함께 했다. 성층권의 발견은 19세기 후반에 들어서 열기구를 이용한 대기중의 태양 광 분석실험이 실시되기 시작하면서부터였다. 자외선은 파장이 150nm~400nm인 빛을 하는데 성층권 밖에서는 파장이 150nm~320nm인 자외선을 관측할 수 있지만 지표에서는 거의 관측이 되지 않았다. 이로서 과학자들은 대기 중에 파장이 150nm~320nm인 자외선을 흡수하는 것이 있다는 것을 추론할 수 있었다. 그후 여러 과학자들에 의해 오존의 생성과 파괴시 150nm~320nm의 자외선을 흡수한다는 것이 밝혀졌고 이 결과는 성층권에서 자외선을 흡수하는 미지의 물질이 있다는 것과 맞물려 성층권에 오존이 다량 존재하는 오존층이 있다는 것이 밝혀지게 되었다. 이후 인공 위성 등에 의해 실제적으로 오존의 농도를 측정할 수 있었다.

전리층의 발견

전리층이라고도 불리는 이온층이 처음으로 생각된 것은 오래 전 일로서, 1878년에 스코틀랜드 과학자 벌포어 스튜어트(Balfour Stewart)가 그 유명한 브리태니커 백과사전(Encyclopaedia Britannica) 9번째 책에서 지구 자기의 일변화를 설명하기 위해서 전리층에 해당하는 것을 가정하였다. 그러나 전리층의 존재가 확실하게 된 것은 20세기에 들어서 와서 1901년 12월 1일 마르코니(Marconi)가 전파가 대서양을 넘어 전해진다는 사실을 실험으로 입증한 후 부터이다. 1902년 케넬리(Kenelly)와 헤비사이드(Heaviside)가 각각 독립적으로 스튜어트가 생각했던 것처럼 대기권위에 이온층이 있어서 이에 의하여 전파가 반사되어 전해진다고 생각하면 설명할 수 있음을 제시하였다. 그래서 초기에는 이온층을 케넬리-헤비사이드층이라 불렀다. 전리층을 직접 실험적으로 확인한 것은 1925년 영국의 애플턴(Appleton)과 미국의 바넬(Barnell)의 선구자적인 실험에 의해서 였다. 그들은 전파를 발사하여 이온층에 의해 반사되어 돌아오는 전파를 파장별 경로차이에 의한 간섭현상을 이용한 것이다. 같은 해 브라이트(Breit)와 튜브(Tuve)는 연직선 상방으로 임펄스파(극히 짧은 시간의 순간적인 파)를 발사하여 그 반사파를 직접 관측하는 데 성공하였다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소