

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 2학년
- 단 원 지구의 역사와 지각변동
- 제 목 위대한 탐구자들
- 대표 저자 정공수(충남대학교)
- 공동 저자 김찬종(서울대학교)
 정기영(경기 성남서중학교)
 고선영(서울 서연중학교)
 신우진(충남대학교)

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

지구역사의 위대한 탐구자들



서울대학교
과학교육연구소

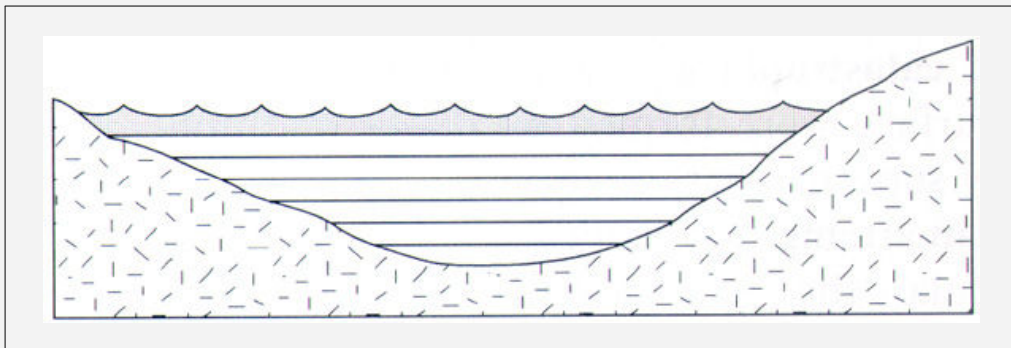
지질학은 행성 지구에 대해 연구하는 학문이다. 행성이 만들어진 물질, 이 물질에 작용하는 물리적이고 화학적인 작용 그리고 지구의 역사와 지구에 서식했던 생물에 대해 연구한다. 지질학은 크게 일반지질학(Physical geology)과 지사학(Historical geology)으로 구분된다. 일반지질학은 지구 구성물질의 기원, 분류, 성분 및 지표와 그 아래에서 일어나는 변화 과정에 대해 연구한다. 지사학은 과거에 일어난 물리적이고 생물학적인 사건의 선후 관계를 연구한다. 오늘날 우리가 지구 역사에 대해 이해할 수 있는 것은 위대한 탐구자들에 의해 끊임없이 연구되었기 때문이다. 이런 탐구자들과 그들이 발견한 내용에 대해 알아보자.

1. 스테노(Nicolaus Steno, 1638~1687)

덴마크의 지질학자인 스테노는 지질학 분야에서 큰 공헌을 하였다. 스테노는 지사학의 기본 원리로 받아들여지고 있는 지층 누층의 원리(principle of superposition), 수평성의 원리(principle of original horizontality)와 횡적연장성의 원리(principle of original lateral continuity)를 설명하였다. 지층누층의 원리는 구조적으로 교란되지 않은 지층에서 가장 오래된 지층이 가장 하부에 위치하게 되고 차례대로 젊은 지층들이 그 위에 쌓인다는 원리이다. 수평성의 원리는 대부분의 퇴적물입자는 중력의 영향으로 유체 내에서 가라앉게 되며 그들 퇴적물이 퇴적되는 표면에 평행하고 수평적으로 퇴적됨을 설명하는 원리이다. 수평성의 원리는 퇴적물이 퇴적될 때 퇴적층은 모든 방향으로 분포하면서 퇴적되게 되고 분지의 주변부에서 얇아지거나 이미 존재하는 분지의 경계와 갑자기 접하거나 다른 퇴적물과 점이적으로 만나게 된다고 제시하는 원리이다. 스테노의 원리들은 층서학의 기본으로 알려지고 있으며, 지구역사를 연구하는데 중요한 원리로 받아들여지고 있다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

지층 누층의 원리, 수평성의 원리, 횡적연장성의 원리를 보여주는 그림: 퇴적물이 기반암 위에 퇴적되고 각 층은 그 아래의 층보다 나중에 퇴적되었음을 알 수 있다. 퇴적물은 수평적으로 퇴적되고 퇴적층은 분지 가장자리까지 연속적으로 퇴적되었다.

2. 베르너(Abraham Gottlob Werner, 1749~1817)

독일의 광물학자이자 지질학자인 베르너는 지각을 구성하는 암석이 한때 지구 전체를 덮고 있었던 거대한 해양으로부터 침전되고 쌓여서 만들어 졌다고 한 수성론자였다. 이 원시 바다로부터 침전 결정되어 화강암, 편마암, 편암, 현무암과 같은 결정질 암석이 만들어 졌다고 하였다. 원시바다의 해저면이 침강하고 해수면이 내려감에 따라 바다가 오늘날 처럼 되고 셰일과 그레이와케가 형성되고, 어류 화석을 포함하였다고 하였다. 이들 위에 석회암, 사암, 백악과 같은 2차적인 암석과 층적기 지층의 사력층과 사암이 있었다. 마지막으로, 홍수가 완전하게 사라진 후에, 지역적인 화산 활동이 용암과 다른 퇴적물들을 만들었다.

그러나, 이러한 다섯 부분으로 된 구조는, 베르너가 살고 있던 작센 지방에서는 의심 없이 적용되었으나, 외부 지역에서는 적용하는데 상당한 어려움이 나타났다. 거기에는 베르너가 설명하지 못하는 많은 것들이 있었는데, 그러한 막대한 홍수가 어디로 사라졌고, 유럽의 화산이 없는 지역에서 발견된 넓은 현무암 대지와 같은 것들이었다. 수년동안 베르너의 이론은 용해된 물질로부터 화강암이 기원되었다는 것을 강조한 허튼의 화성론을 능가하였다.

3. 허튼(James Hutton, 1726~1797)

영국의 지질학자인 허튼은 오랜 야외관찰을 통하여 1795년 지구의 이론(Theory of the Earth, With Proofs and Illustration)이란 책을 저술하였으며, 이 책에서 그는 격변설에 대해 그의 대응 가설을 소개하였다. 허튼은 느리지만 꾸준히 일어나는 침식작용을 관찰하였다. 그는 유수에 의해 암석 입자가 운반되고 궁극적으로 바다에 쌓이는 퇴적작용을 관찰하였다. 허튼은 또한 산맥은 느리지만 확실히 침식당하며, 침식된 암편으로부터 새로운 암석이 형성되고 새로운 암석이 차례로 서서히 솟아올라 새로운 산맥이 될 것으로 추론하였다. 허튼의 생각은 동일과정의 원리(Principle of Uniformitarianism)로 발전하였다. 이 원리는 오늘날 우리가 인지한 동일한 내적 변화작용과 외적 변화작용이 지질 시대동안에도 작용하였다는 것을 설명하는 원리이다. 허튼은 스코트랜드의 시카 포인트(Siccar Point)에서 본 증거에 의해 크게 감명을 받고 그곳에서 그는 원래는 수평이었으나 지금은 수직으로 서 있는 오래된 사암층을 젊은 사암층이 덮고 있는 것을 볼 수 있었다. 허튼은 화성론을 주장함으로써 당시 유행하였던 베르너의 수성론에 오류가 있음을 지적하였다.

4. 스미스(William Smith, 1769~1839)

영국의 측량사이자 지질학자인 스미스는 측량과 암석층의 관찰을 통해, 매우 명확한 두 개의 기본적인 지질학 법칙을 공식화하고, 그로 인해 영국 지질학의 아버지로 알려지게 되



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

었다. 이전의 지질학자들은 지층을 구별하고 확인하기 위해 암석에 의존했었으며 몇몇의 경우에는 잘 적용되었지만, 일반적으로는 신뢰성이 높다고 할 수 없었다. 1791년에 그는 어떤 특정한 층이, 어느 곳에서 발견되든지 모두 똑같은 무척추동물의 화석을 포함한다는 것과 지층 속에 들어있는 화석의 차이에 의해 지층을 구분할 수 있다는 것에 주목하였다. 스미스가 발표한 이러한 내용은 지질 시대를 달리하는 지층마다 포함된 동·식물 화석의 내용이 달라진다는 동·식물군 천이의 원리(Principle of faunal and floral succession)로 알려져 있다.



서울대학교
과학교육연구소

5. 퀴비에(Baron Georges Leopold Chretien Frederic Dagobert Cuvier, 1769~1832)

프랑스의 해부학자이자 분류학자인 퀴비에에 린네의 분류법을 확장하여 강(綱) 위에 문(門, phylum)이라 분류명을 두었고, 해부학적 특성을 기초로 하여 동물계를 척추동물, 연체동물, 체절동물, 방사형동물의 4종류로 나누었다. 어류에 관한 그의 연구는 현대 어류학의 기초로 인식되고 있다. 퀴비에에 화석을 최초로 분류하였고, 익수룡을 명명하였다. 파리 부근의 제 3기층에 대한 연구 결과는 네 권의 책으로 출판되었다. 그는 이 저서에서 지각의 융기나 홍수와 같은 갑작스럽고 광범위한 변동으로 생물이 멸종하고, 다시 새로운 생물이 생겨났으며, 지질 시대는 이러한 격변으로 구분된다고 주장하였다. 이러한 퀴비에의 주장은 격변설로 알려져 있다.

6. 라이엘(Charles Lyell, 1797~1875)

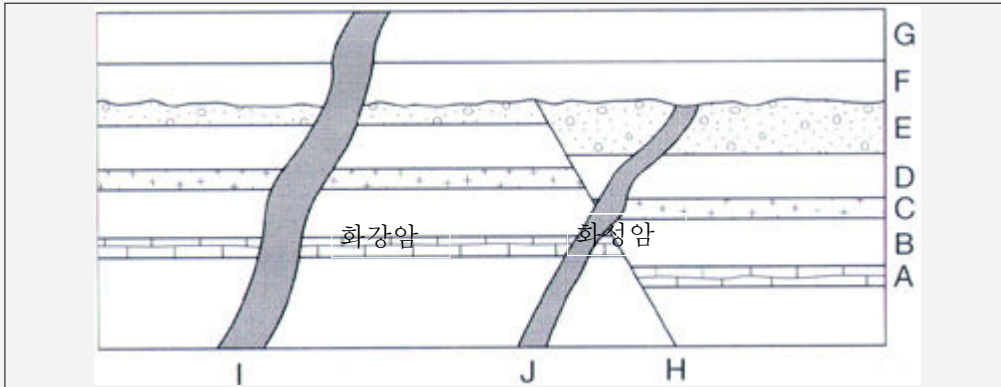
영국의 지질학자인 라이엘은 “지질학 원리(Principles of Geology)”를 출판하였는데, 이 책은 생애동안에 11권이 발행되었고, 라이엘이 지질학의 대가로 확고하게 자리 잡도록 하였다. “지질학 원리”에서 라이엘은 이미 허턴에 의해 언급된 동일과정설에 관한 학설을 확립하였다. 또한 절단관계의 원리(Principle of cross-cutting relationship)를 제안하였는데, 그에 의하면 어떤 지질학적 대상이 다른 암석체를 절단하거나 뚫고 들어가면 그 지질학적 대상은 절단을 당한 암석보다 젊다고 하였다. 이 절단관계의 원리는 관입의 원리(Principle of inclusions)와도 관계가 있다. 이 원리는 큰 암석체 내에 있는 암석의 파편은 그 파편을 둘러싸고 있는 암석체의 나이보다 오래되었다는 원리이다. 라이엘은 지질학에 대한 놀랄만한 지식과 분석들을 제공하였다. 1833년에 그는 제 3기의 구조를 소개하였는데, 그것은 백악기에서부터 인류의 출현에 이르고, 멸종한 종과 현생 종의 배율을 기초로 하여 이오세, 마이오세, 플라이오세, 플라이스토세로 세분되었다. 다윈은 그의 저서인 “종의 기원”에서 라이엘의 “지질학 원리”에 상당히 의존하였다. 라이엘은 처음에는 다윈의 견해에 동참하지 않았으나, “지질학 원리”의 10번째 판(1867~68)에서야 비로소 진화론에 대한 어떠한 지지를 표현하였다.



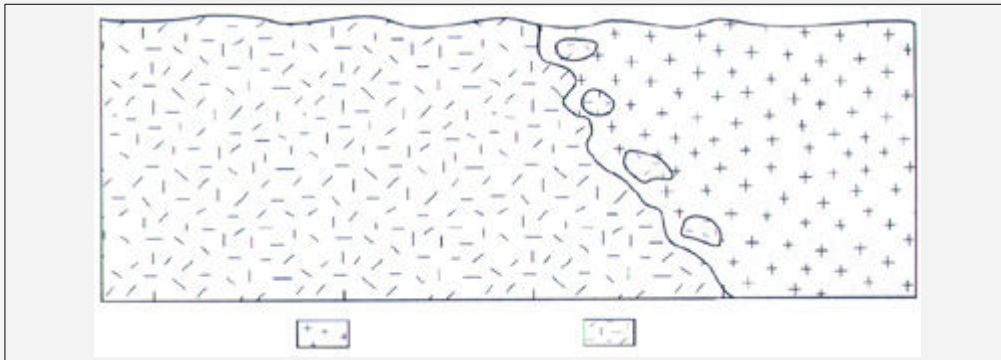
서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



절단의 관계의 원리를 보여주는 그림: 단층 H는 지층 A-E보다 젊고 지층 F보다 오래 되었다. 암맥 I는 지층 A-G보다 젊다. 암맥 J는 지층 A-E보다 젊고 단층 H보다 젊으며 지층 F보다 오래되었다.



관입의 법칙을 보여주는 그림: 오른쪽 화강암이 왼쪽 암석의 파편을 포함하고 있기 때문에 오른쪽 화강암이 왼쪽 화성암보다 나중에 형성되었다.

7. 다윈(Charles Robert Darwin, 1809~1882)

영국의 박물학자인 다윈은 영국 군함인 비글호에 승선하여 남아메리카와 해안과 태평양의 섬들을 조사하였다. 그는 지역의 이동에 따라 동물종이 점차 변하는 것을 관찰하면서, 생물의 발달에 대해 깊은 관심을 가지게 되었다. 그는 라이엘의 “지질학 원리”에서 점이설을 인식하였으며, 맬더스의 “인구론”에서 생존경쟁의 불가피성을 인식하였다. 자신이 남태평양 탐험에서 직접 참여하여 갈라파고스 섬의 특정한 지역에서 변성하는 14개의 다른 종을 기록하였다. 다윈은 각각의 종이 개별적으로 발생하였을 가능성이 낮고, 아마도 에콰도르 본토에서 하나의 조상 핀치 종에서 진화하였을 것이라고 생각하였다.

초기에 다윈은 동물 지리학, 비교해부학, 고생물학에서 제기된 많은 의문들이 그 당시에 널리 퍼져있던 종의 불변설을 버리고 한 종이 다른 종으로부터 진화한다는 것을 받아들인다면 설명될 수 있을 것이라고 생각하였다. 그 아이디어는 독창적인 것은 아니었지만, 다



윈의 논문은 진화가 일어날 수 있는 메커니즘을 제안하고, 주장을 명확하게 하는 풍부한 증거들을 제시하였다. 그는 환경적인 압력, 특히 먹이는 더 잘 적응한 개체들을 선택하는 작용을 한다고 하였다. 그에 의하면 살아남은 개체들은 자신들의 특성을 이어지는 세대에 전해지고, 자연적인 다양성을 통해 나타나는 중요한 특성들에 보존되고 살아남지 못한 생물들이 가진 가치는 자연스럽게 사라지게 된다. 그에 의하면 만약 환경 조건이 변화하면, 개체군들도 새로운 조건에 적응하면서 점차 변화하게 된다. 그리고 시간이 흐름에 따라 새로운 종이 형성된다고 하였다. 다윈은 자연선택에 의한 진화론에 관한 연구를 대중들에게 소개했을 때 생기는 피할 수 없는 소동에 대비하여 완충 역할을 할 수 있는 증거들을 모으는데 20년 이상을 보냈다. 1859년에 “종의 기원(On the Origin of Species)”이라는 책을 출판하였다. 다윈은 이 책에서 생물이 지질시대동안 진화되었다는 것과 진화를 일으키는 작용으로 자연 도태를 주장하였다.

