

## 2. 지질 시대와 환경

### 01 지사학의 법칙

- **지사학** : 지층과 암석에 기록된 지구의 역사를 연구하는 학문

### 소단원 학습목표

1. 지층의 선후 관계 해석에 사용되는 다양한 법칙을 설명할 수 있다.
2. 지사학의 법칙을 이용하여 지구의 역사를 추론할 수 있다.

### 소스로 생각해 보기(P.59)

스테노는 알프스의 지층에 석이 발견되는 것을 의아하  
그러던 중 자신이 해부한 상  
헛바닥 돌이라고 불렀던 화석과 매우 닮은 것  
을 발견하였고, 헛바닥 돌이 바다에 살았던  
상어의 이빨 화석이라고 확신하였다.



### 소스로 생각해 보기(P.59)

? 바다에 사는 상어의 이빨이 어떻게  
높은 산맥에서 발견되었을까?

→산맥이 만들어지기 전 해양에서 퇴적된 이빨이  
대륙이 충돌하는 과정에서 산맥이 형성되면서  
용기하여 산에서 발견되었다.

## 지사학의 법칙

### ➤ 동일 과정의 원리 (지사학의 기본 원리)

현재 지각에서 발생하는 지질학적 사건들이  
과거에도 동일하게 일어났다고 가정

## 지사학의 법칙 (P.60)

### 수평 퇴적의 법칙

거의 모든 퇴적층에서  
퇴적물이 쌓일 때 수평으로  
퇴적된다.

## 지사학의 법칙 (P.60)

### 수평 퇴적의 법칙



- ✓ 현재 지층이 경사져 있더라도 과거 이 지층을 형성한 퇴적물은 수평으로 퇴적되었을 것  
→ 이 지역은 퇴적암 생성 후, 지각 변동으로 받아 경사진 것

## 지사학의 법칙 (P.60)

### 지층 누중의 법칙

지층의 역전이 일어나지 않았다면,  
먼저 쌓인 지층이 나중에 쌓인 지층보다 아래에 위치한다.  
이 법칙을 적용하기 위해서는 지층의 역전 여부를 먼저 판단해야 함

### 지사학의 법칙 (P.60)



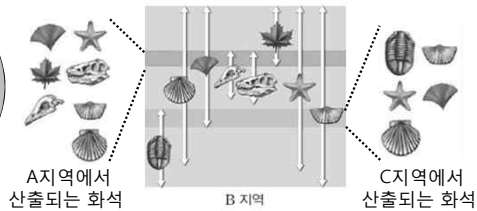
✓ 아래의 검은색 퇴적층이 먼저 퇴적된 것

### 지사학의 법칙 (P.60)



지층에서 발견되는 화석의 종류와 진화 정도에 따라 지층의 생성 순서를 밝힐 수 있다.

### 지사학의 법칙 (P.60)



✓ A지역의 지층은 B지역의 주황색 지층과 함께 퇴적  
C지역의 지층은 B지역의 파란색 지층과 함께 퇴적  
→ A지층보다 C지층이 더 과거에 퇴적된 것

### 지사학의 법칙 (P.60)



관입당한 암석은 관입암보다 먼저 생성되었다.

### 지사학의 법칙 (P.60)

#### 관입의 법칙



→ 층리가 발달한 지층이 먼저 생성된 후, 이 지층을 세로로 비스듬히 가로지르는 관입암이 생성된 것

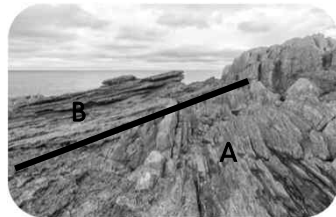
### 지사학의 법칙 (P.60)

#### 부정합의 법칙

부정합면을 기준으로 위아래 두 지층 사이에는 큰 시간 차이가 있다.

### 지사학의 법칙 (P.60)

#### 부정합의 법칙

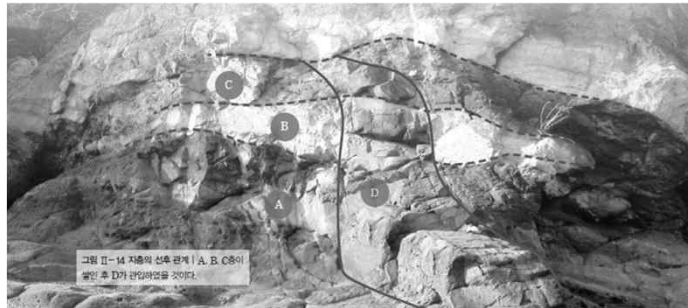


✓ A암석이 생성된 후, 지각 변동을 받음  
이후 이 변성암은 융기하여 침식되고, 다시 침강하여 그 위에 B암석이 퇴적됨  
→ A, B는 서로 인접하고 있지만 생성시기 사이에 긴 시간 간격이 있음

### 지층의 선후 관계 (P.59)



### 지층의 선후 관계 (P.59)



## 2. 지질 시대와 환경

### 02 암석과 지층의 나이

#### 소단원 학습목표

1. 지층의 상대 연령과 절대 연령의 의미를 구분하여 설명할 수 있다.
2. 절대 연령을 구하는 원리를 이해하고 자료를 이용하여 지층의 절대 연령을 구할 수 있다.

#### 스스로 생각해 보기 (P.62)



그림은 우리나라 대이작도에서 볼 수 있는 바위이다. 대이작도에는 우리나라에서 가장 오래된 암석이 분포하고 있으며, 이 바위도 그 중의 하나이다.

## 스스로 생각해 보기 (P.62)



대이작도에 있는 암석이 가장 오래되었다는 사실을 어떻게 알 수 있을까?

→ 암석을 이루는 광물에 포함된 방사성 원소의 모원소와 자원소의 비율을 통해 절대 연령을 구하면 암석의 생성 시기를 알 수 있다.

## 1. 상대연령과 지층의 대비

### 상대 연령

지사학의 법칙을 이용하여 지층이나 암석의 생성 시기와 지질학적 사건의 선후 관계를 나타낸 것

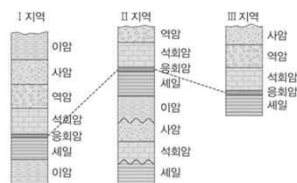
### 지층의 대비

암석층의 특징이나 화석을 이용하여 지층의 선후 관계를 결정하는 것

## 1. 상대연령과 지층의 대비

### I 암상에 의한 대비

지층을 구성하는 암석의 성분, 조직, 색, 퇴적 구조 등을 조사하여 여러 지역의 지층들이 동일한 시기에 퇴적된 것인지 판단하는 방법

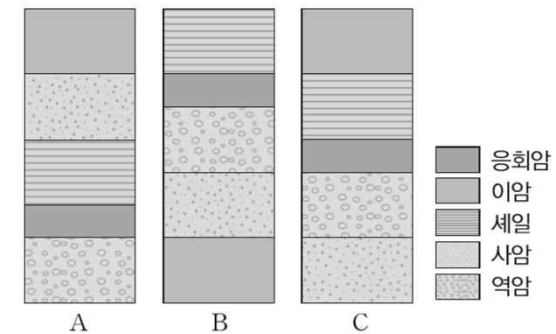


### 건층

넓은 지역에 분포하여 지층 대비의 기준이 되는 층  
→ 주로 응회암층, 석탄층

## 1. 상대연령과 지층의 대비

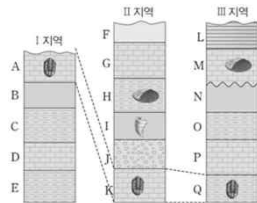
### I 암상에 의한 대비 p.76 6번



## 1. 상대연령과 지층의 대비

### I 화석에 의한 대비

화석을 이용하여 지층의 선후 관계를 파악하는 방법



멀리 떨어진 지층에서  
같은 종류의 화석이  
발견되면 같은 시기에  
생성된 것으로 판단할 수  
있다.

## 2. 절대연령

### 절대연령

지층이나 암석의 정확한 생성 시기

### 방사성 동위 원소

자연 상태에서 불안정하기 때문에 스스로  
붕괴하여 안정한 원소로 바뀌는 동위 원소

## 2. 절대연령

### 반감기

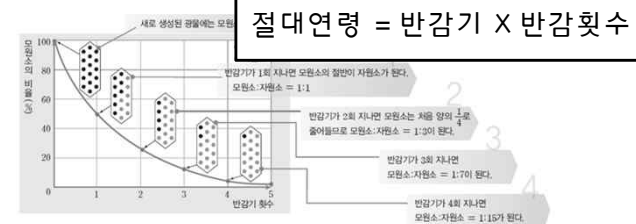
방사성 동위 원소(모원소)는 외부의 온도나 압력  
조건에 관계없이 항상 일정한 비율로 붕괴하여  
안정한 원소(자원소)로 변한다. 이때 방사성  
동위 원소가 붕괴하여 처음 양의 절반으로  
줄어드는 데 걸리는 시간을 반감기라고 한다.

## 2. 절대연령

반감기  
모원소-자원소의 비율

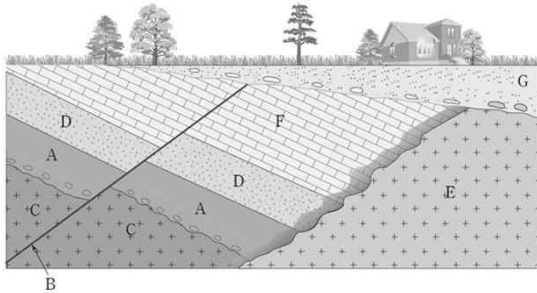
암석의 절대연령

### ➤ 절대연령의 계산



탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 1 지층의 퇴적 구조 살펴보기



탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 2 상대 연령 결정하기

① 화성암 C의 조각이 지층 A 속으로 들어가게 된 과정을 설명해 보자.

→ 화성암 C가 형성된 후 지표에 노출되었고 풍화, 침식을 받아 부서진 C의 조각이 이후 A의 퇴적 과정에서 바닥에 남아서 함께 쌓이게 되었다.

탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 2 상대 연령 결정하기

② 단층 B와 지층 G의 선후 관계를 확인할 수 있는 방법을 설명해 보자.

→ 단층 B가 지층 G의 하부 경계선에 의해 잘리므로 단층 B가 더 먼저 생성되었다.

탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 2 상대 연령 결정하기

③ 화성암 E와 지층 F의 선후 관계를 확인할 수 있는 방법을 설명해 보자.

→ 화성암 E에 의해 지층 F가 변성된 흔적을 확인할 수 있으므로 지층 F가 더 먼저 생성되었다.



탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 2 상대 연령 결정하기

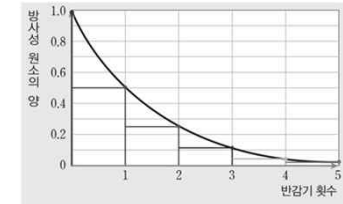
④ 이 지역 지층과 지질 구조의 형성 순서를 오래된 것부터 순서대로 나열해 보자.

→ 화성암 C - 부정합 - A, D, F 퇴적 - 단층 B  
형성과 화성암 E의 관입(이 둘의 순서는 모름)  
- 부정합 - G 퇴적

탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 3 방사성 동위원소와 화성암의 절대연령 결정

이 지역의 화성암 C, E에는 방사성 동위원소 X가 들어있다.  
방사성 동위원소 X의 반감기는 5000만 년이다.



탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 3 방사성 동위원소와 화성암의 절대연령 결정

① 화성암 E에서 모원소와 자원소의 비율은 1 : 3이다.  
다음과 같은 과정을 거쳐 화성암 E의 절대 연령을  
구해 보자.

- 반감기가 1회 지나면 모원소의 절반이 자원소로 바뀌므로 모원소 : 자원소 = 1:1 이 된다.
- 반감기가 한 번 더 지나면 남은 모원소의 절반이 다시 자원소로 바뀐다.

탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

Step 3 방사성 동위원소와 화성암의 절대연령 결정

- 이때 모원소의 양은 처음의 25 %가 되고 자원소는 75 %가 된다.
- 이때 모원소 : 자원소 = 1 : 3 이 된다.
- 현재 모원소 : 자원소 = 1 : 3 이므로 반감기가 2 번 지났다고 볼 수 있다.
- 따라서 화성암 E의 절대 연령은 1 억 년이다.

탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

**Step 3** 방사성 동위원소와 화성암의 절대연령 결정

② 화성암 C에서 모원소와 자원소의 비율은 1 : 7이다.  
이 화성암 C의 절대 연령은 얼마인지 계산해 보자.

→ 반감기가 3회 지나면 모원소 : 자원소 = 1 : 7이 된다. 따라서 화성암 C의 절대 연령은 1.5억 년이다.

탐구 지층의 상대 연령과 절대 연령 구하기

**Step 4** 퇴적암의 생성 시기 결정하기

· 퇴적암 A, D, F가 생성된 시기는 어느 범위에 있는지 추론해 보자.

→ 세 퇴적암 지층은 화성암 C보다는 이후에 퇴적되었고, 화성암 E보다는 먼저 퇴적되었으므로 1.5억 년에서 1억 년 사이에 퇴적되었다고 볼 수 있다.

## 2. 절대 연령

### 방사성 동위 원소를 이용한 암석의 연대 측정 유의점

방사성 동위 원소 자료를 이용해 구한 절대 연령은 모든 암석의 생성 시기를 나타내지는 않는다.

## 2. 절대 연령

→ 화성암에서 측정한 절대 연령:

마그마에서 광물이 생성된 시기를 나타낸다.

→ 퇴적암에서 측정한 절대 연령:

퇴적암의 퇴적 시기 상한선을 지시한다.

→ 변성암에서 측정한 절대 연령:

변성암의 생성 시기 혹은 방사성 동위 원소 광물이 변성 후 냉각된 시기를 나타낸다.

핵심

역량

기르기

새로운 화성암, 새로운 방사성 동위 원소 시계

마그마

마그마로부터 결정된 광물

반감기 1회 경과

화성암

● 모원소

● 자원소

(가) 마그마 상태

● 모원소

● 자원소

(나) 마그마가 식으며 광물 생성

● 모원소

● 자원소

(다) 시간이 지나 모원소 붕괴

핵심

역량

기르기

새로운 화성암, 새로운 방사성 동위 원소 시계

방사성 동위 원소를 이용하여 절대 연령을 구할 때, 지질학자들은 주로 U, Rb, K 등을 사용하고, 고고학자들은 주로 C를 이용한다. 그 까닭을 조사해보자.

→ 길지 않은 수 만 년 정도의 과거를 다루는 고고학에서는 방사성 탄소를 이용한 절대 연령 측정이 가능하다. 그러나 수 억 년의 시간을 다루는 경우에는 남아 있는 모원소의 양이 적어 사용이 불가능하다.

## 2. 지질 시대와 환경

### 03 지질 시대와 환경

#### 소단원 학습목표

1. 지질 시대를 기(紀) 수준에서 구분할 수 있다.
2. 화석 자료로 지질 시대의 생물과 기후 변화를 해석할 수 있다.

11

## 스스로 생각해 보기(P.67)

자연사 박물관을 찾았더니 그림과 같이 고생대의 바다를 재현하여 전시한 **복원도를 볼 수** 있었다. 지금의 바다에서는 **거의 찾아볼 수** 없는 독특한 모습의 생물들이 **가득했다**.



## 스스로 생각해 보기(P.67)

**?** 과학자들은 어떻게 과거 생물이 살았던 환경을 유추할 수 있었을까?

→ 퇴적암의 색, 퇴적물의 종류와 특징, 발견되는 퇴적 구조, 상하 퇴적층과의 관계, 산출되는 화석의 특징 등을 종합적으로 해석하여 생물이 살았던 환경을 유추하였다.

## 1. 표준 화석과 시상 화석

### 화석

- 지질 시대에 살았던 동식물의 유해나 생물이 활동한 흔적이 암석에 보존된 것
- 주로 퇴적암에서 발견된다.

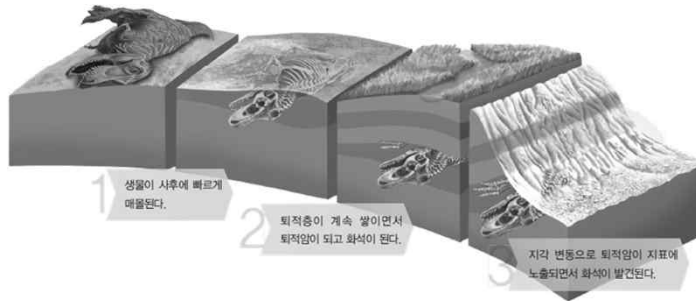
## 1. 표준 화석과 시상 화석

### 화석이 생성되는 조건

- 1) 생물체에 단단한 골격이 있으면 유리
- 2) 땅 속에 빨리 매몰될 것
- 3) 박테리아에 의한 분해를 겪지 않을 것
- 4) 퇴적암 생성 후, 심한 지각 변동이나 변성 작용을 받지 않을 것

## 1. 표준 화석과 시상 화석

### 화석이 발견되는 과정



## 1. 표준 화석과 시상 화석

구분	표준 화석
정의	지리적으로 넓게 분포하고 생존 시기가 짧았던 생물
이용	지층 대비, 지질 시대 결정
예	

## 1. 표준 화석과 시상 화석

구분	시상 화석
정의	특정 환경에서만 분포하고 지금까지도 생존하고 있는 생물
이용	퇴적 환경 추론
예	

## 2. 고(古)기후 연구 방법

- 산소 동위 원소비
- P.69 탐구활동

### 3. 지질 시대의 환경과 생물 변화

## 지질 시대의 구분

누 대	은생(隱生)누대						현생(顯生)누대																																									
	시생누대			원생누대			현생누대																																									
	초 시	고 시	중 시	신 시	고 원	중 원	신 원																																									
	생 대	생 대	생 대	생 대	생 대	생 대	생 대	고생대			중생대			신생대																																		
	선캄브리아 시대																																															
기							캄오실데석페 브르루본탄름 리도리기기기 아비아 기스기 기						트 라 이 아 스 기						쥐 라 기						백 악 기						팔 레 오 기						네 오 기						제 4 기					

