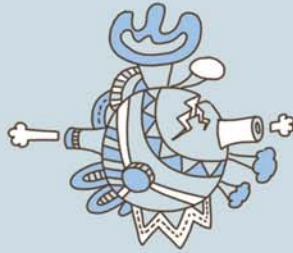


# II

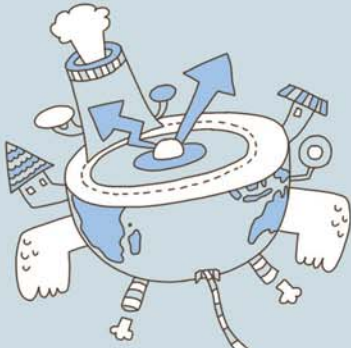
## 지구계와 지권의 변화

1. 지구계의 구성과 특징
2. 지권의 구성과 특징
3. 지권의 구조
4. 지권의 변화





우리 삶의 터전인 지구는 여러 가지 요소로 이루어져 있으며, 이들의 상호 작용으로 끊임없이 변하고 있다. 이 단원에서는 지구 환경을 구성하는 요소의 특징과 상호 작용에 대하여 알아보자. 그리고 지구의 표면을 이루고 있는 암석의 생성 과정과 지구 내부 운동으로 일어나는 자연 현상에 대하여 알아보자.





# 지구 속 여행

“지구 속 여행”은 프랑스의 소설가 쥘 베른이 1864년에 쓴 소설로, 광물학의 세계적인 권위자인 주인공이 조카와 함께 지구 중심으로 여행하는 흥미진진한 모험담을 그리고 있다. 이 소설을 원작으로 하여 “잃어버린 세계를 찾아서”라는 영화가 제작되기도 하였다. 다음은 “지구 속 여행”의 일부이다.

“아이슬란드처럼 위도가 높은 곳에서는 대부분의 화산이 얼음 층을 뚫고 분화하기 때문에, 이 섬의 화산에는 모두 요쿨이라는 이름이 붙게 된 것이란다.”

(중략)

“그래, 높이는 1,500 m나 되고, 이 섬에서 가장 높은 화산 가운데 하나지. 만약 그 산의 분화구가 지구의 중심과 이어져 있다면, 전 세계에서 가장 유명한 산이 될 거야.”

(중략)

“그러니까 네가 걱정하는 건 온도냐?”

“그렇죠. 40 km 깊이까지만 내려가도 지각의 한계에 도달합니다. 그 시점에서 온도는 이미 1,300 °C가 훨씬 넘을 테니까요.”

“그래서 녹아 버릴까봐 두려운 거냐?”

“그 대답은 삼촌한테 맡기겠습니다.”





아이슬란드에서 화산이 빙하를 뚫고 분출하고 있다.

- 1 사람이 지구 내부로 직접 들어갈 때에 어떤 어려움이 있을까?
- 2 지구 내부로 들어가는 탐사선을 만든다면 어떤 기능을 갖추어야 할지 생각해 보자.

# 1

## 지구계

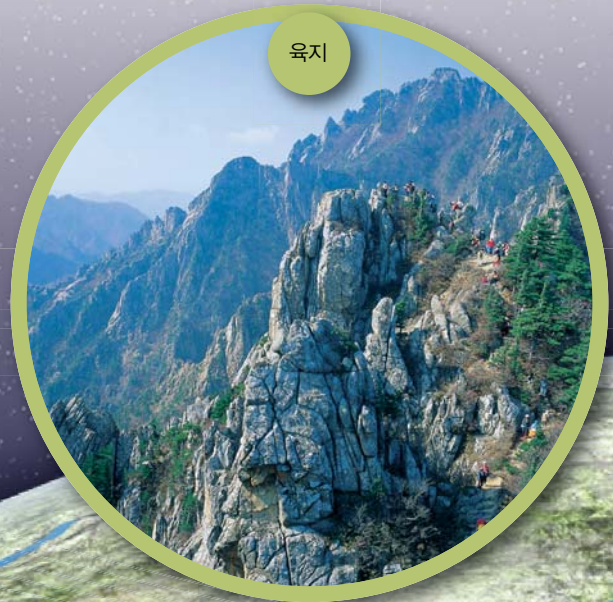
- 이 단원을 배우면
- 계를 설명할 수 있다.
  - 지구계를 설명할 수 있다.



지구가 다른 행성과 비교하여 특별한 까닭은 무엇일까?

우주에서 바라본 지구는 아름답고 평화로워 보인다. 지구를 가까이에서 살펴보면 푸르고 넓은 바다와 사막, 초원 등이 어우러져 있으며, 여기저기 구름이 떠 있다. 이러한 지구는 몇 개의 영역으로 구분할 수 있으며, 각 영역은 마치 살아 있는 생명체처럼 서로 다른 영역과 상호 작용하며 끊임없이 변화하고 있다. 이처럼 커다란 전체 안에서 서로 상호 작용하는 구성 요소들의 모임을 계라고 한다.

그림 2 지구계의 구성



우리 몸을 구성하는 여러 가지 기관은 계를 이루고 있다. 예를 들어 우리가 먹은 음식물은 식도, 위, 소장, 대장 등의 소화계를 지나면서 소화된다. 또 소화계를 통해 흡수된 영양소는 심장, 혈관 등의 순환계를 통해 온몸으로 공급된다. 우리 몸을 이루는 기관들은 서로 밀접하게 연관되어 있으며, 어느 한 기관이라도 손상되면 생명 활동을 제대로 유지하기 어렵다.

인간을 비롯한 생물과 그것을 둘러싼 햇빛, 공기, 물 등의 주변 환경은 밀접한 관계를 맺으며 계를 이루고 있는데, 이것을 생태계라고 한다.

우리의 몸이나 생태계와 마찬가지로 지구도 여러 영역이 서로 밀접하게 연결되어 있다. 지구는 대기, 육지, 바다, 그리고 다양한 종류의 생물이 각 영역을 이루고 있으면서 서로 영향을 주고받는데, 이를 지구계라고 한다.

지구계를 이루는 각 영역은 지구가 탄생한 이후 끊임없이 상호 작용하며 변화해 왔다. 지구계에서 일어나는 변화는 화산 활동이나 지진과 같이 매우 짧은 시간 동안에 일어나기도 하고, 풍화나 침식 작용과 같이 서서히 일어나기도 한다. 지구는 이러한 상호 작용의 결과 현재와 같은 모습을 이루게 되었다.

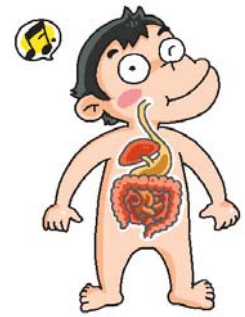


그림 1 소화계



스스로 확인하기

- ① 전체 안에서 서로 상호 작용하는 구성 요소들의 모임을 무엇이라고 하는가?
- ② 여러 영역이 상호 작용하고 있는 지구 환경을 무엇이라고 하는가?

# 2

## 지구계의 구성 요소

- 이 단원을 배우면
  - 지구계의 구성 요소를 말할 수 있다.
  - 지구계를 구성하는 각 권의 특징을 설명할 수 있다.



지구계의 구성 요소는 무엇일까?

지구계는 기권, 수권, 지권, 생물권 및 외권으로 이루어져 있다. 기권은 공기로 이루어져 있으며, 수권은 바다와 육지의 물로 이루어져 있다. 지권은 암석과 토양으로 이루어져 있으며, 생물권은 다양한 종류의 생물로 이루어져 있다. 그리고 지구를 둘러싸고 있는 외부 환경을 외권이라고 한다.

### 기권

우리가 숨을 쉴 수 있는 것은 공기가 있기 때문이다. 바람이 불거나 하늘이 파란 것도 공기가 있기 때문이다. 지구를 둘러싸고 있는 공기의 층을 **기권**이라고 한다. 기권은 지구의 크기에 비해 매우 얇지만, 생명체와 지표면에 많은 영향을 준다. 기권은 생물의 호흡과 광합성에 필요한 기체를 제공해 주며, 우주에서 오는 해로운 빛을 흡수하여 생명체를 보호하고, 지구에서 생명체가 살기에 적당한 온도를 유지해 준다. 또 날씨 변화를 일으키고 지표를 변화시키며, 지구 상의 열을 고르게 분배한다.

지구를 둘러싸고 있는 공기의 층을 기권이라고 해.



그림 3 기권

## 수권

지구는 물의 행성이라고 할 정도로 물이 풍부하다. 빙하를 포함하여 강물이나 바닷물 등 지구 상에서 물이 존재하는 영역을 **수권**이라고 한다. 물은 생물의 몸을 이루고 있을 뿐만 아니라, 생명체가 살아가는 데 없어서는 안 되는 중요한 요소이다. 또 물은 대기로 증발하였다가 비나 눈으로 내려 지권과 생물권에 공급된다. 지권에 내린 물은 풍화와 침식 작용을 일으켜 지표를 변화시키고 지권의 물질을 호수나 바다로 운반한다. 특히 수권의 대부분을 차지하는 바다는 수많은 생물의 서식처이며, 지구의 온도를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.

강물, 바닷물 등의 물로 이루어져 있는 게 수권이야.



그림 4 수권

## 지권

우리가 살고 있는 지표는 암석과 흙으로 이루어져 있다. 이러한 지구의 표면과 지구 내부를 **지권**이라고 한다. 지권은 지구계에서 기권이나 수권보다 큰 부피를 차지하고 있다. 지권은 생명체가 살아가는 데 필요한 공간과 여러 가지 물질을 제공해 준다. 화산 활동으로 지권에서 분출된 물질들은 기권과 수권의 성분을 변화시킨다.

지권은 단단한 암석과 흙으로 이루어져 있어.



그림 5 지권



## 생물권

지구는 태양계에서 유일하게 생명체가 살고 있는 행성이다. 지구 상에서 인간을 비롯한 생물이 살고 있는 영역을 **생물권**이라고 한다. 생물권은 지권의 표면은 물론 수권의 가장 깊은 곳에서부터 기권에 이르기까지 넓은 영역에 걸쳐 살고 있다. 생물은 광합성과 호흡을 통해 기권의 성분을 변화시키며, 토양 속의 미생물은 죽은 생물이나 배설물을 분해하여 토양의 성분을 변화시킨다.



◉그림 6 생물권

지구에서 생물이 살고 있는 영역을 생물권이라고 하는구나.



## 외권

지구 밖에는 태양과 달을 비롯하여 헤아릴 수 없이 많은 천체가 존재한다. 지구의 기권 바깥에 있는 우주 환경을 **외권**이라고 한다. 외권에서 오는 태양 에너지는 식물의 광합성에 이용되며, 수권의 물을 순환시키기도 한다. 또 외권에서 지구로 수많은 유성이 떨어지는데, 그중 대부분은 기권에서 타 버리지만, 때로는 지표에 떨어져 생물권과 지권에 영향을 주기도 한다.



◉그림 7 외권

지구의 기권 바깥에 있는 우주 환경이 외권이야.



### 스스로 확인하기

- 1 지구계를 구성하는 요소에는 어떤 것들이 있는가?
- 2 지구계의 구성 요소 중 우주에서 오는 해로운 빛이나 유성으로부터 생명체를 보호하는 것은 어느 것인가?



## 왜 지구에만 생명체가 살고 있을까?

지구는 태양계의 다른 천체와 달리 생명체가 살고 있는 특별한 행성이다. 행성에 생명체가 살기 위해서는 주변에 안정적으로 에너지를 공급해 주는 태양과 같은 별이 있어야 한다. 또 이 별에서 적당한 거리만큼 떨어져 있어 액체 상태의 물이 존재해야 한다. 별의 주위에서 액체 상태의 물이 존재할 수 있는 거리의 범위를 '생명체가 살 수 있는 영역'이라고 한다.

태양계에서 생명체가 살 수 있는 영역에 속해 있는 행성은 오직 지구뿐이다. 금성은 지구보다 태양에 가까워 표면 온도가 너무 높아 물이 모두 증발해 버리고, 화성은 태양에서 지구보다 멀리 떨어져 있어 표면 온도가 너무 낮아 물이 모두 얼어 버린다. 또 지구는 크기가 적당하여 생물이 살아가는 데 필요한 대기를 가진다. 달은 태양으로부터 지구와 비슷한 거리에 있지만 크기가 너무 작아 대기가 존재하지 않는다.

이와 같이 지구는 태양으로부터 적당한 거리에 있으며, 크기도 적당하여 수권과 기권이 형성되었다. 그리고 그 안에서 생명체가 출현하여 번성할 수 있었다.



### 창의적 사고

행성에 생명체가 살기 위해서는 물이 있어야 하는데, 그 까닭은 무엇인가?

그림 8 생명체가 살 수 있는 영역



# 3

## 지구계의 물질과 에너지 순환

- 이 단원을 배우면
  - 지구계에서 일어나는 물질과 에너지의 순환 과정을 설명할 수 있다.
  - 지구계를 구성하는 각 권의 상호 작용을 설명할 수 있다.



지구계의 구성 요소들은 서로 어떤 영향을 주고받을까?

### 물질과 에너지의 순환

지구계에서는 끊임없이 변화가 일어나는데, 이러한 변화가 일어나려면 에너지가 필요하다. 지구계에 가장 큰 영향을 주는 에너지는 태양 에너지이다. 태양 에너지는 대기와 물의 순환을 일으키고, 풍화와 침식 작용에 의해 지표를 변화시키며, 생물이 살아가는 데 필요한 에너지원으로 이용된다.

지구계에서 물은 고체, 액체, 기체로 변화하면서 지구계의 구성 요소 사이를 순환한다. 바닷물이 태양 에너지를 받아 증발하면 수증기가 되어 기권으로 이동한다. 기권의 수증기는 구름을 만들고 비나 눈이 되어 지표에 내린다. 지표에 내린 물은 풍화와 침식 작용을 통해 지권을 변화시키고, 지권의 물질을 수권으로 운반한다. 그리고 지표에 내린 물의 일부는 식물의 뿌리 등을 통해 생물권에 흡수되었다가 다시 기권으로 이동한다. 이와 같이 물은 지구계의 각 권을 순환하면서 에너지를 이동시킨다.

**그림 9 물의 순환** 지구계의 각 권에 존재하는 물의 양은 날씨 변화, 생물의 분포 등에 따라 변하지만 지구 전체로 볼 때 일정하게 유지된다.



생물의 몸을 이루는 탄소도 지구계의 구성 요소 사이를 순환하면서 에너지를 이동시킨다. 기권의 탄소는 광합성에 의해 태양 에너지와 함께 생물권으로 이동하고, 생물의 유해가 지권에 묻히면 화석 연료가 되거나 화산 활동에 의해 다시 기권으로 되돌아간다. 이 밖에도 지구계에서는 암석, 질소, 산소 등 다양한 물질이 순환한다.

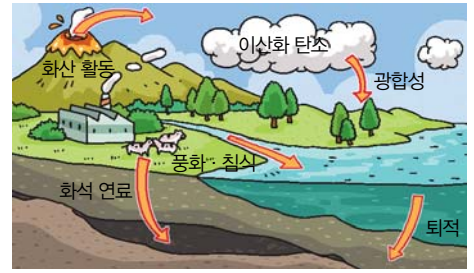


그림 10 탄소의 순환

### 지구계의 상호 작용

지구계에서 일어나는 모든 변화는 지구계의 구성 요소 사이에서 서로 영향을 주고받아 일어난다. 이것을 **지구계의 상호 작용**이라고 한다. 지구계의 구성 요소들은 서로 밀접한 관계를 맺고 있어 한 요소에서 일어난 변화는 다른 요소에 영향을 준다. 예를 들어 큰 화산이 폭발하면 하늘 높이 올라간 화산재가 햇빛을 가려 지구의 기온을 낮춘다.

최근에는 인간의 활동이 지구 환경에 미치는 영향이 커지고 있다. 인간이 지구 환경에 미친 영향은 지구계의 상호 작용에 의해 다시 인간에게 되돌아올 수 있다.



그림 11 지구계의 상호 작용

### 스스로 확인하기

- 1 물의 순환에 가장 큰 영향을 주는 에너지원은 무엇인가?
- 2 | 창의·인성 | 큰 화산이 폭발하면 지구의 기온이 내려가는 까닭은 무엇인가?



| 목표 |

지구계의 구성 요소 사이에서 일어나는 상호 작용의 예를 찾을 수 있다.

| 자료 |

① 다음은 지구계에서 상호 작용을 일으키는 여러 가지 현상을 나타낸 것이다.



(가) 화산 폭발에 의해 대기 중 방출된 화산재가 지구의 기온을 낮춘다.



(나) 강물이 흐르면서 풍화와 침식 작용을 통해 지표를 변화시킨다.



(다) 식물이 죽어 분해되면 토양의 성분이 변한다.



(라) 식물이 광합성을 하면서 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출한다.

② 다음은 생물의 대멸종에 관한 가설을 정리한 것이다.

한때 지구 상에서 가장 번성했던 공룡은 약 6,500만 년 전 갑자기 멸종했다. 이때 공룡뿐만 아니라 육상 생물과 바다 생물을 포함한 지구 전체 생물의 약 75 %가 멸종했다. 이 대멸종의 원인은 무엇일까? 여러 가지 가설이 제기되었지만, 현재 가장 유력한 가설은 소행성 충돌설이다.

이 가설에 따르면 약 6,500만 년 전 지름이 약 10 km에 달하는 소행성이 지구와 충돌하였고, 그 충격으로 대규모의 화재와 지진, 거대한 해일이 발생했다. 그리고 이 소행성이 충돌하면서 발생한 많은 양의 먼지가 대기 중으로 올라가 지구를 뒤덮어 햇빛을 차단하였다. 그 결과 지구의 기온이 내려갔으며, 햇빛을 받지 못한 식물은 광합성을 하지 못하게 되어 죽게 되고, 연쇄적으로 초식 동물과 육식 동물까지 영향을 받아 전체 생태계가 파괴되었다.



| 분석·정리 |

① 자료 ①에서 상호 작용하는 지구계의 구성 요소를 쓰고, 이러한 상호 작용의 예를 찾아보자.

현상	상호 작용하는 요소	상호 작용하는 예
(가)		
(나)		
(다)		
(라)		

② 자료 ②에서 생물의 대멸종 과정을 다음 그림과 같이 정리했을 때, 빈칸에 알맞은 요인을 모두 찾아 써 보자.



③ 위에서 정리한 각 과정은 지구계의 어느 구성 요소 사이의 상호 작용인지 설명해 보자.

-----

-----

-----

💡 창의·인성 활동

자연 현상이 나타나 있는 사진들을 인터넷에서 찾아보고, 각 현상은 지구계의 어느 구성 요소 사이에서 일어나는 상호 작용인지 설명해 보자.

# 1

## 광물

- 이 단원을 배우면**
- 암석은 광물로 이루어져 있음을 말할 수 있다.
  - 조암 광물의 종류를 말할 수 있다.



우리 주위에 있는 돌을 자세히 살펴보면 여러 가지 알갱이로 되어 있는 것을 볼 수 있다. 이 알갱이는 무엇일까?

### 광물과 암석

지구의 표면은 육지와 바다로 이루어져 있다. 육지는 대부분 흙이나 암석으로 덮여 있는데, 흙으로 덮여 있는 곳도 조금만 파고들어 가면 단단한 암석이 나온다. 바다 밑도 마찬가지로 암석으로 되어 있다. 이와 같이 지권은 대부분 암석으로 이루어져 있다.



#### 미니 탐구

#### 관찰

#### 암석을 이루는 알갱이 관찰하기

**준비물** 암석, 돋보기

- 1 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 암석을 준비하여 암석의 깨끗한 표면을 돋보기로 확대하여 관찰하자.
- 2 관찰한 암석의 표면 모습을 스케치해 보자.
  - ▶ 관찰한 암석을 이루는 알갱이는 몇 가지로 분류할 수 있는가?
  - ▶ 알갱이를 분류한 기준은 무엇인가?
  - ▶ 각 알갱이의 특징을 설명해 보자.



암석을 관찰해 보면 여러 종류의 알갱이로 이루어져 있다는 것을 알 수 있다. 암석을 이루는 이 작은 알갱이들을 **광물**이라고 한다.

지금까지 발견된 광물의 종류는 4,000여 종에 이르는데, 지각의 대부분은 장석, 석영, 휘석, 각섬석, 흑운모, 감람석 등 몇 가지 광물로 이루어져 있다. 이와 같이 암석을 이루는 주요 광물을 **조암 광물**이라고 한다.

조암 광물 중에서 가장 많은 양을 차지하는 것은 장석이고, 그 다음으로 많은 것은 석영이다. 여러 가지 조암 광물을 관찰해 보면 광물마다 색이 다른 것을 알 수 있다. 석영과 장석은 밝은색을 띠며, 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모는 어두운색을 띤다. 그러므로 암석의 색은 구성 광물의 종류와 광물의 비율에 따라 달라진다.

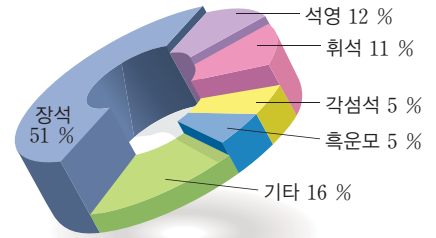
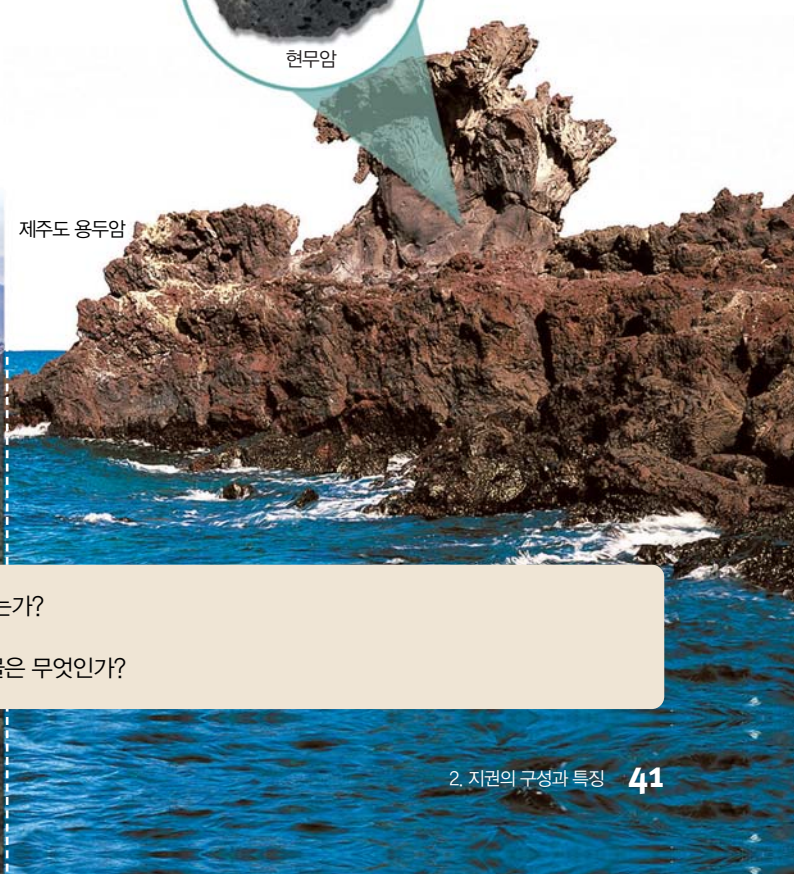
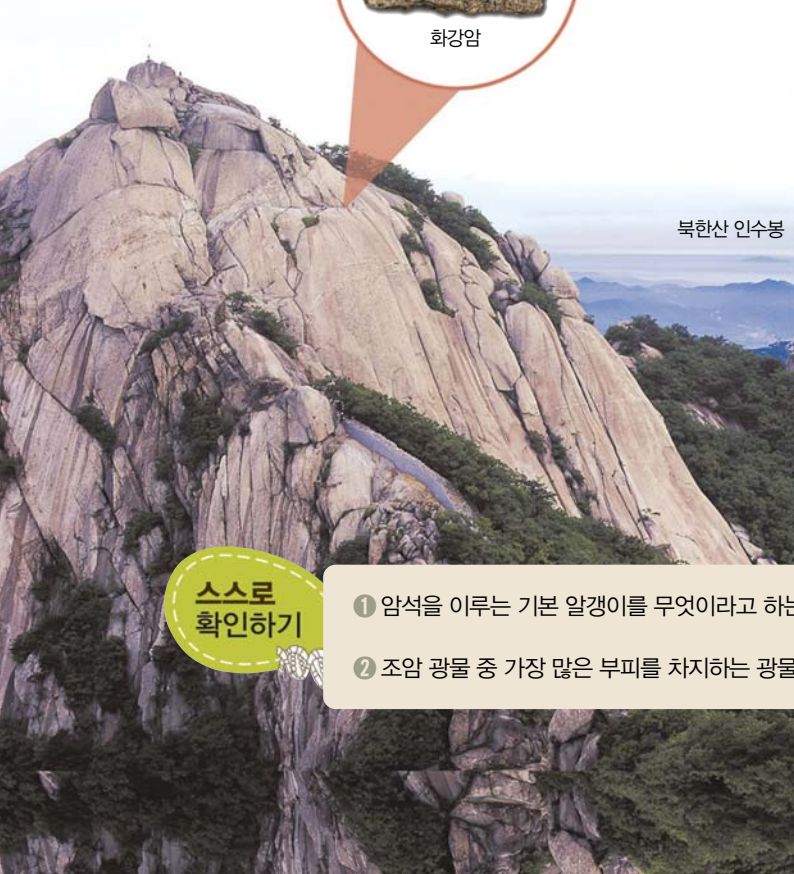


그림 12 조암 광물의 부피비

그림 13 조암 광물 암석을 이루는 주요 광물의 종류는 암석에 따라 다르다.



스스로  
확인하기

- 1 암석을 이루는 기본 알갱이를 무엇이라고 하는가?
- 2 조암 광물 중 가장 많은 부피를 차지하는 광물은 무엇인가?

# 2

## 광물의 성질

- 이 단원을 배우면
  - 광물의 여러 가지 성질을 설명할 수 있다.
  - 광물의 성질을 이용하여 여러 가지 광물을 구별할 수 있다.



외모가 비슷한 쌍둥이는 지문이나 목소리로 구별할 수 있다. 겉모양이 비슷한 광물은 어떻게 구별할 수 있을까?

### 조흔판

초별구이한 도자기판으로, 색이 희고 표면이 거칠기 때문에 광물을 대고 긁으면 광물 가루의 색이 나타난다.

광물은 각각 다른 광물과 구별되는 고유한 성질이 있다. 광물을 구별하는 데 많이 이용되는 성질에는 색, 조흔색, 결정형, 굳기, 쪼개짐, 깨짐, 자성, 염산 반응 등이 있다. 이런 성질을 이용하면 어떤 광물인지 구별할 수 있다.



### 색과 조흔색

금은 노란색, 자철석은 검은색 등 광물은 모두 각각의 독특한 색을 띤다. 그런데 광물 중에는 색이 비슷하여 겉보기 색깔만으로 구별하기 어려운 것도 있다. 이러한 경우에는 광물을 조흔판에 긁었을 때 생기는 광물 가루의 색으로 구별할 수 있다. 이와 같은 광물 가루의 색을 **조흔색**이라고 한다. 자철석과 적철석은 모두 검은색이지만 조흔판에 긁어 보면 각각 검은색과 적갈색을 나타내므로 서로 구별할 수 있다.

그림 14 조흔색

### 결정형

광물은 종류에 따라 여러 개의 평면으로 둘러싸인 독특한 겉모양을 가지는데, 이러한 광물의 규칙적인 겉모양을 **결정형**이라고 한다. 예를 들어 석영은 육각기둥 모양, 장석은 두꺼운 판 모양, 흑운모는 얇은 육각의 판 모양, 방해석은 마름모꼴이다.



석영

장석

흑운모

방해석

## 굳기

광물의 무르고 단단한 정도를 **굳기**라고 한다. 굳기가 서로 다른 광물을 맞대고 문지르면 무른 광물이 긁힌다. 방해석과 석영을 서로 문지르면 방해석이 긁혀서 가루가 생기는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 광물마다 굳기가 다르기 때문에 이를 이용하여 광물을 구별할 수 있다.

독일의 광물학자 모스는 10가지 광물의 굳기를 비교하여 상대적인 순서를 정하였는데, 이를 **모스 굳기계**라고 한다. 모스 굳기계에서 숫자가 작을수록 무른 광물이고, 숫자가 클수록 단단한 광물이다.

### 모스

(Mohs, F., 1773~1839)

독일의 광물학자로, 광물의 굳기 기준을 정하였다.



그림 16 모스 굳기계 숫자가 큰 광물일수록 단단하다.

## 쪼개짐과 깨짐

어떤 광물은 힘을 주면 일정한 방향을 따라 평탄한 면으로 쪼개지는 성질이 있는데, 이를 **쪼개짐**이라고 한다. 광물마다 쪼개지는 모양과 방향이 다양하며, 흑운모의 경우 얇은 판 모양으로 쪼개진다. 한편, 어떤 광물은 힘을 주었을 때 특별한 방향이 없이 불규칙하게 떨어져 나가는데, 이러한 성질을 **깨짐**이라고 한다. 석영이나 감람석은 조개껍데기 모양으로 깨지는 성질이 있다.



흑운모의 쪼개짐



석영의 깨짐

그림 17 쪼개짐과 깨짐

## 그 밖의 성질

자철석은 자석과 같이 쇠못이나 클립과 같은 작은 쇠붙이를 끌어당기는 성질이 있다. 광물의 이러한 성질을 **자성**이라고 한다. 그리고 방해석에 묶은 염산을 떨어뜨리면 흰색 거품을 내면서 녹는다. 이러한 성질을 이용하면 암석 속에 들어 있는 방해석을 쉽게 구별해 낼 수 있다.



◉ 그림 18 자철석의 자성



◉ 그림 19 방해석의 염산 반응

◉ 표 1 주요 조암 광물의 성질

성질	종류	어두운색 광물				밝은색 광물	
	감람석	휘석	각섬석	흑운모	장석	석영	
모양							
색	황록색	녹색, 검은색	녹색, 검은색	검은색, 갈색	흰색, 분홍색	무색, 흰색	
조흔색	흰색	흰색, 옅은 녹색	흰색, 옅은 녹색	흰색	흰색	흰색	
굳기	6.5~7	5~6.5	5~6	2.5~3	6~6.5	7	
쪼개짐 / 깨짐	깨짐	쪼개짐	쪼개짐	쪼개짐	쪼개짐	깨짐	
결정형	 짧은 기둥	 짧은 기둥	 긴 기둥	 육각의 판	 두꺼운 판	 육각기둥	

### 스스로 확인하기

- 1 광물을 구별하는 데 이용되는 성질에는 어떤 것이 있는가?
- 2 | **창의·인성** | 다이아몬드를 조흔판에 문지르면 가루가 생긴다. 이 가루는 무엇인가?



# “보석을 다루는 사람들”

광물 중에서 색이나 광채가 아름다운 것을 보석 광물이라고 한다. 보석은 옛날부터 왕관이나 반지, 목걸이 등을 장식하는 데 많이 이용되어 왔다. 보석과 관련된 직업에는 어떤 것이 있을까?

## 보석 디자이너

보석을 이용하여 예술 작품이나 장신구를 디자인하는 사람을 보석 디자이너라고 한다. 보석 디자이너가 되기 위해서는 각종 광물과 보석의 특징을 이해하고 있어야 한다. 또 장신구의 아름다움과 착용성, 상품성 등을 고려하여 디자인할 수 있는 미적 감각과 섬세한 손재주가 필요하다.



## 보석 세공사(보석 및 귀금속 세공사)

보석이나 귀금속을 깎고 다듬어 모양을 내거나 장신구를 만드는 사람을 보석 세공사라고 한다. 보석이나 귀금속으로 좋은 제품을 만들기 위해서는 예술적 감각과 정교한 손의 움직임이 필요하며, 인내력과 집중력을 갖추고 있어야 한다.



그림 20 다양한 종류의 보석

## 보석 감정사

보석이 천연 보석인지 인공적으로 만들어진 것인지, 무게는 어느 정도이며 연마는 얼마나 정교하게 되었는지, 색깔이 얼마나 아름다운지 등을 평가하는 직업을 보석 감정사라고 한다. 보석 감정사는 현미경으로 작은 보석의 특성과 차이를 관찰해야 하므로 꼼꼼하고 차분한 성격이 적합하다.



## 창의적 사고

광물이 보석으로 이용되려면 어떤 조건을 갖추어야 하는지 알아보자.



**준비물**

광물 표본(석영, 장석, 방해석, 흑운모, 황동석, 황철석, 자철석), 조흔판, 모스 굳기계, 망치, 클립, 묽은 염산, 스포이트, 페트리 접시, 보안경, 면장갑

**| 목표 |**

광물의 성질을 이용하여 여러 가지 광물을 구별할 수 있다.

**| 과정 |**

다음과 같이 여러 가지 방법을 이용하여 광물의 성질을 알아보자.



1 광물의 색을 관찰해 보자.



2 광물을 조흔판에 긁어 보고, 조흔색을 관찰해 보자.



3 모스 굳기계의 광물을 이용하여 각 광물의 굳기를 알아보자.



4 광물을 망치로 쳐서 쪼개짐과 깨짐을 알아보자.

**유의할 점**

- 광물을 망치로 칠 때에는 파편이 될 수 있으므로 보안경을 착용한다.
- 묽은 염산을 사용할 때에는 묽은 염산이 옷이나 피부에 닿지 않도록 주의한다.



5 각 광물에 클립을 가까이 하여 자성을 띠는 광물을 찾아보자.



6 각 광물에 묽은 염산을 한두 방울씩 떨어뜨려 반응을 관찰해 보자.

## | 결과 |

- 관찰한 결과를 표에 정리해 보자.

광물	색	조흔색	굳기	쪼개짐 / 깨짐	자성	염산 반응
석영		나타나지 않음	7			없음
장석				쪼개짐		
방해석	무색					
흑운모		흰색			없음	
황동석				깨짐		
황철석				깨짐		
자철석				깨짐		

### 유의할 점

굳기를 측정할 때 모스 굳기계의 두 광물 사이 값을 가진다면 소수점 아래의 값은 0.5로 나타낸다. 예를 들어 굳기가 방해석과 형석 사이라면 굳기는 3.5로 표시한다.

## | 정리 |

- 1 석영과 방해석을 구별할 수 있는 방법을 설명해 보자.

-----  
-----

- 2 황동석, 황철석은 색이 비슷하다. 이들 광물을 구별하는 방법에 대해 설명해 보자.

-----  
-----

### 창의·인성 활동

석영의 조흔색은 흰색이지만 조흔판에 긁어서 알아볼 수는 없다. 석영의 조흔색은 어떻게 알아낼 수 있을지 설명해 보자.

# 3

## 화성암

- 이 단원을 배우면
- 화성암의 생성 과정을 설명할 수 있다.
  - 화성암을 광물 결정의 크기와 색에 따라 구분할 수 있다.



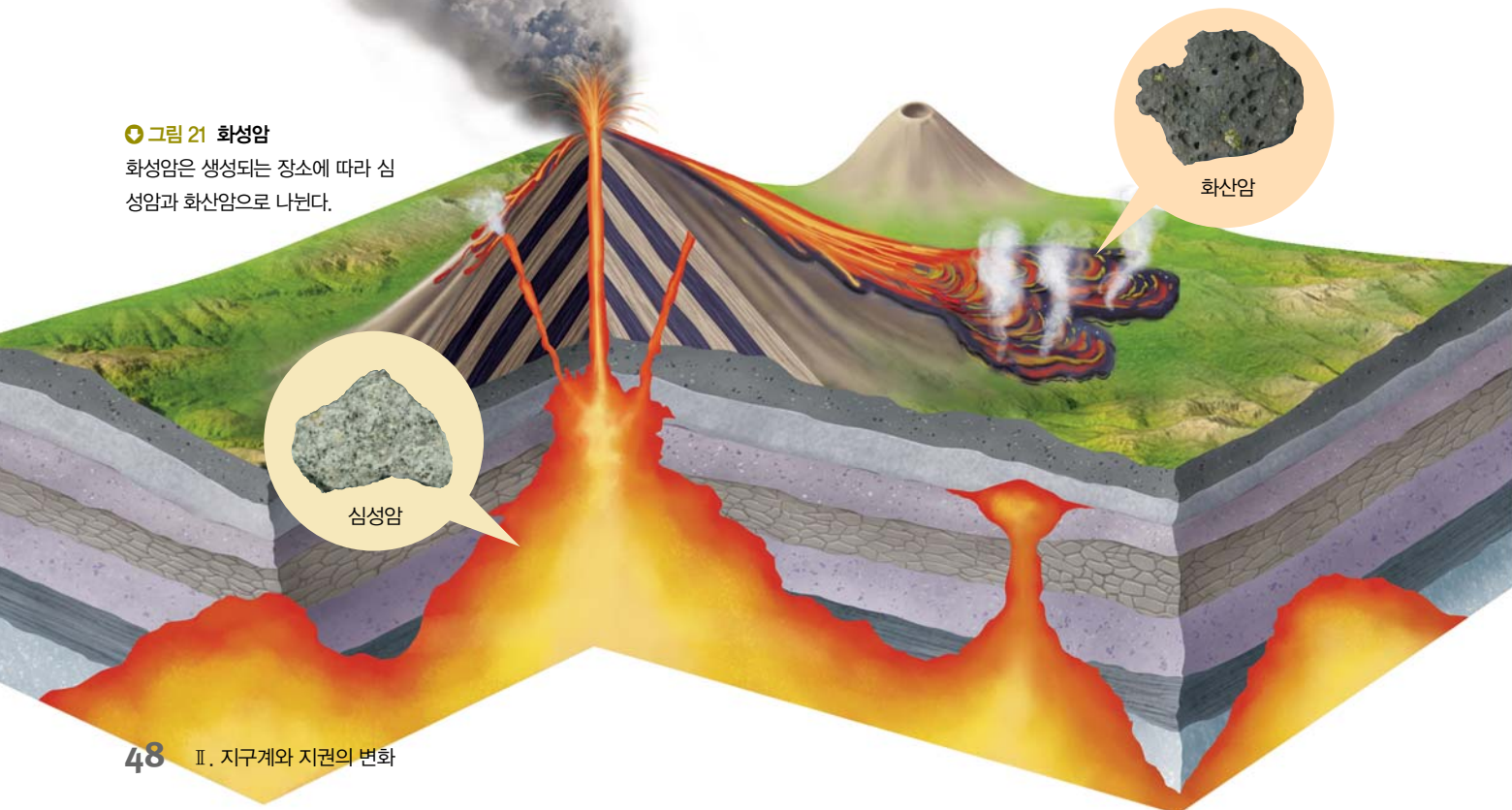
우리 주변에 있는 다양한 암석은 어떻게 만들어졌을까?

주변의 암석을 자세히 살펴보면 구성 광물의 크기나 모양, 종류 등이 매우 다양하다. 암석이 다양한 까닭은 생성 과정이 서로 다르기 때문이다. 지각에 분포하는 암석은 생성 원인에 따라 크게 화성암, 퇴적암, 변성암으로 구분된다.

지표 부근의 온도와 압력은 암석을 녹일 수 있을 정도로 높지 않다. 그러나 지하 깊은 곳에서는 온도와 압력이 매우 높기 때문에 암석의 일부가 녹아 액체 상태로 존재하기도 하는데, 이를 **마그마**라고 한다. 마그마가 굳어서 만들어진 암석을 **화성암**이라고 하며, 화성암은 생성된 장소에 따라 심성암과 화산암으로 나뉜다.

### 그림 21 화성암

화성암은 생성되는 장소에 따라 심성암과 화산암으로 나뉜다.



화성암을 이루는 광물 결정의 크기는 마그마의 냉각 속도에 따라 다르다. 지하 깊은 곳은 온도가 높기 때문에 마그마가 천천히 식어 결정이 성장할 시간이 충분하다. 이곳에서는 크기가 큰 광물 결정으로 이루어진 화성암이 만들어지는데, 이러한 화성암을 **심성암**이라고 한다. 심성암에는 반려암, 섬록암, 화강암 등이 있다.

한편, 마그마가 지표 부근으로 올라오거나 지표로 분출하여 빠르게 식으면 작은 광물 결정으로 이루어진 화성암이 만들어지는데, 이러한 화성암을 **화산암**이라고 한다. 화산암에는 현무암, 안산암, 유문암 등이 있다.

화성암은 색이 밝은 것과 어두운 것으로 분류할 수도 있다. 화성암의 색은 구성 광물의 종류와 비율에 따라 달라진다. 반려암과 현무암은 감람석, 휘석, 각섬석 등 어두운색 광물을 많이 포함하고 있으므로 어두운색을 띤다. 반면에 유문암과 화강암은 장석, 석영 등 밝은색 광물을 많이 포함하고 있기 때문에 밝은색을 띤다.



그림 22 화성암의 분류 화성암은 구성 광물의 결정 크기와 암석의 색을 기준으로 분류할 수 있다.

**스스로 확인하기**

- ① 암석은 생성 원인에 따라 크게 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ (으)로 구분한다.
- ② 화강암이 현무암보다 광물 결정이 큰 까닭은 무엇인가?

# 4

## 퇴적암과 변성암

- 이 단원을 배우면
  - 퇴적암과 변성암의 생성 과정과 종류를 설명할 수 있다.
  - 암석의 순환 과정을 설명할 수 있다.

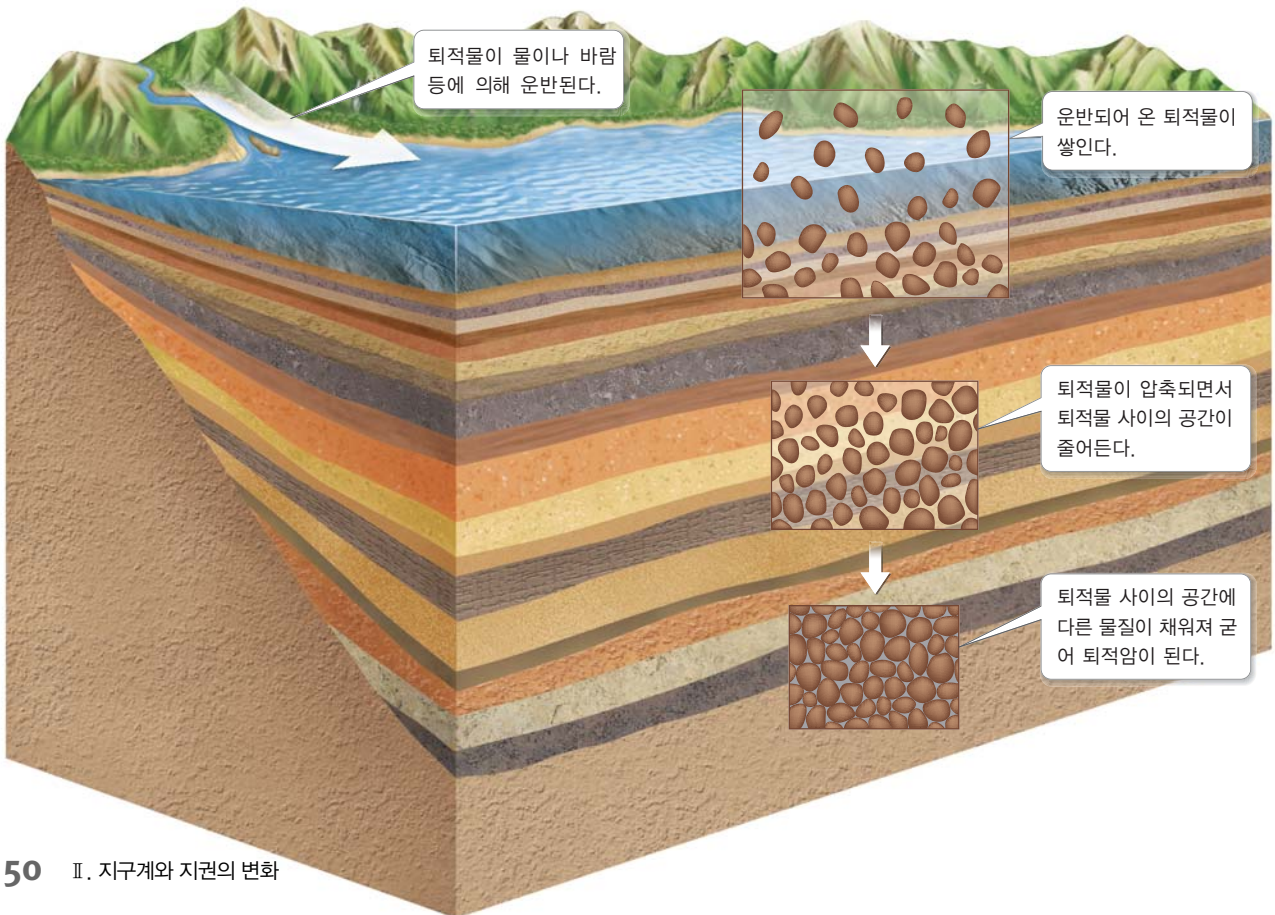


퇴적암과 변성암은 각각 어떻게 만들어질까?

### 퇴적암

암석이 오랫동안 지표에 드러나 있으면 비와 눈, 바람 등에 의해 자갈, 모래, 진흙 등의 작은 알갱이로 부스러진다. 이 알갱이들은 강물이나 바람 등에 의해 운반되어 호수나 바다 밑바닥에 쌓인다. 이렇게 쌓인 퇴적물이 다져지고 굳어져서 만들어진 암석을 **퇴적암**이라고 한다.

그림 23 퇴적암의 생성



퇴적암에는 크기와 종류가 다른 퇴적물이 여러 층 쌓여서 만들어진 평행한 줄무늬가 나타나기도 하는데, 이것을 **층리**라고 한다. 또 퇴적암에서는 생물의 유해나 흔적이 퇴적물과 함께 쌓여 만들어진 **화석**이 발견되기도 한다. 화석을 통해 과거에 생물이 어떻게 살았으며, 지구계가 어떻게 변해 왔는지 알 수 있다.

퇴적암은 주요 퇴적물의 종류와 크기에 따라 분류한다. 자갈과 모래, 진흙이 쌓여 만들어진 것을 역암, 모래와 진흙으로 만들어진 것을 사암, 진흙으로 만들어진 것을 이암과 셰일이라고 한다.

화산이 분출할 때 발생한 화산재가 쌓이면 응회암이 만들어지고, 바닷물이 증발하여 소금이 가라앉아 굳으면 암염이 만들어진다. 또 물속의 석회 성분이나 조개껍데기, 산호 등이 쌓이면 석회암이 만들어진다.



은행잎 화석

**그림 24** 층리와 화석

퇴적암에서는 평행한 줄무늬인 층리와 함께 여러 가지 화석이 발견되기도 한다.



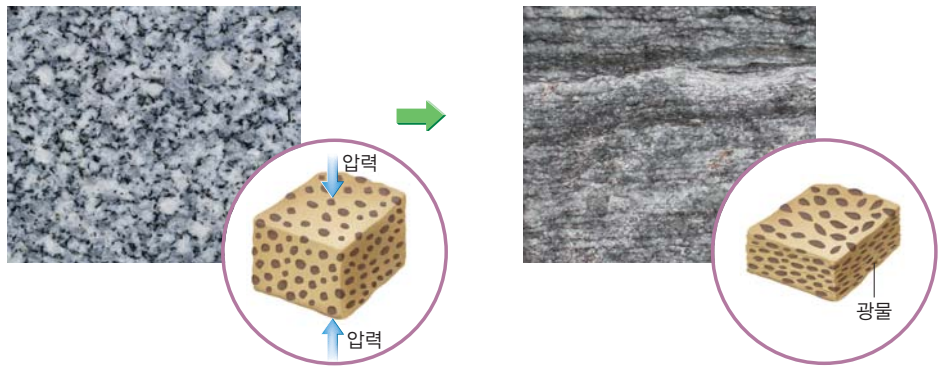
**그림 25** 퇴적암과 퇴적암을 만드는 환경 퇴적암은 그 암석을 이루고 있는 주요 퇴적물의 종류나 알갱이의 크기에 따라 분류한다.

## 변성암

마그마가 암석의 틈을 뚫고 지나가면 그 부근의 암석은 열을 받는다. 또 지표 부근의 암석이 지하 깊은 곳으로 들어가면 열과 압력을 받는다. 암석이 열과 압력을 받으면 원래의 암석과 성질이 다른 암석으로 변하는데, 이러한 과정을 **변성 작용**이라고 한다. 변성 작용을 받아 만들어진 암석을 **변성암**이라고 한다.

지하 깊은 곳에서 암석이 큰 압력을 받으면 광물이 압력의 수직 방향으로 배열되어 줄무늬가 생기는데, 이를 **엽리**라고 한다. 또 변성 작용이 진행되면서 광물 결정의 크기가 커지거나 새로운 광물이 만들어지기도 한다.

◆ **그림 26** 엽리가 만들어지는 과정  
암석이 압력을 받으면 압력의 직각 방향으로 광물이 배열되어 줄무늬를 이룬다.



변성암은 원래 암석의 종류와 변성 작용이 일어날 때 열이나 압력을 받은 정도에 따라 매우 다양하게 나타난다. 셰일은 변성 작용을 받으면 편암이나 편마암이 된다. 사암은 규암이 되며, 석회암은 대리암, 화강암은 편마암이 된다. 편암이나 편마암은 엽리가 잘 나타난다.

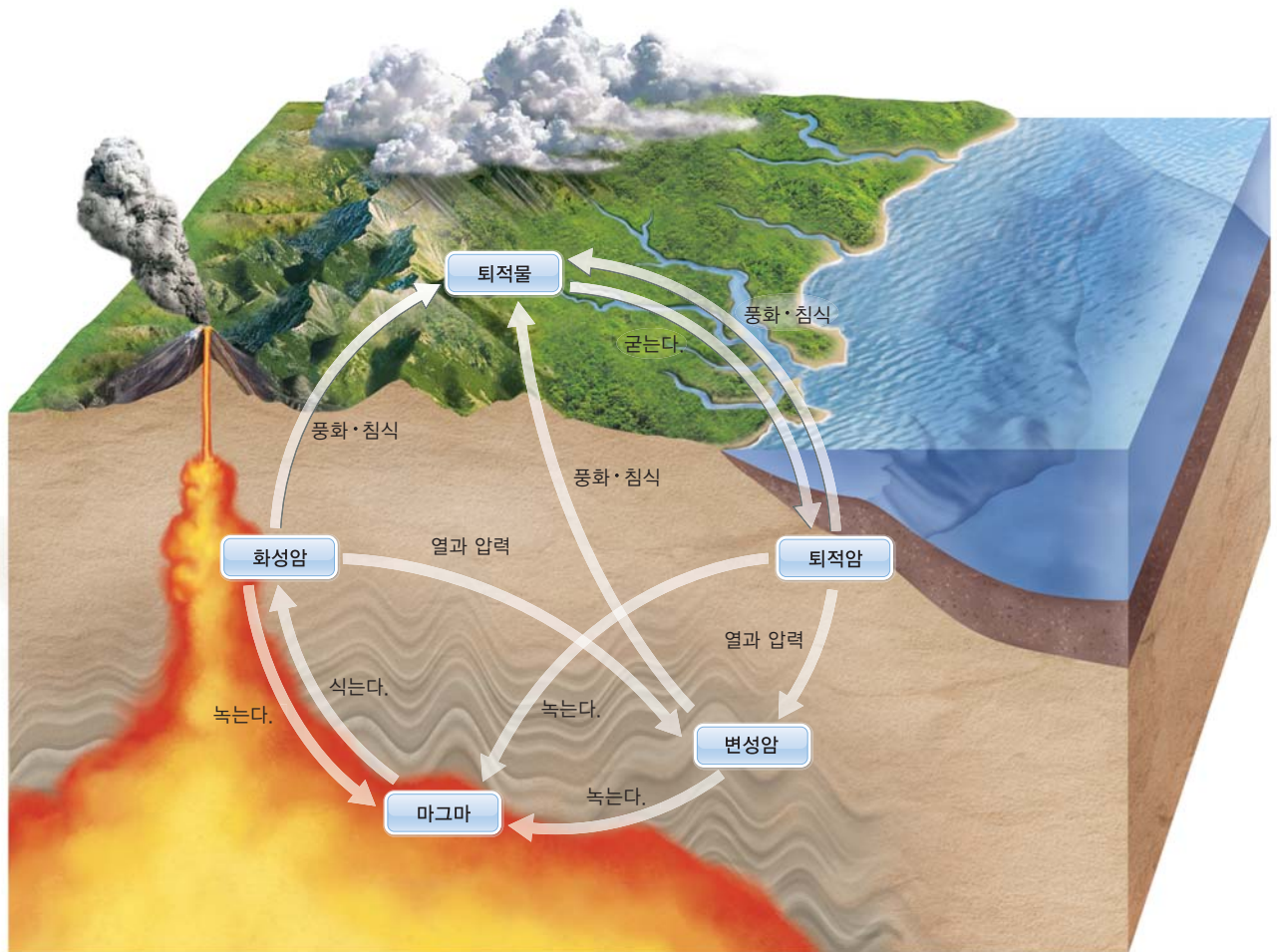


◆ **그림 27** 변성암의 종류  
변성암은 원래의 암석과 변성 정도에 따라 다양하게 나타난다.

## 암석의 순환

암석은 항상 변함없는 것처럼 보인다. 하지만 암석이 생성될 당시의 환경과 다른 환경에 놓이게 되면 새로운 환경에 적합한 상태로 변한다.

암석이 지하 깊은 곳에서 열과 압력을 받으면 녹아서 마그마가 되며, 이 마그마가 지표로 분출되거나 지하에서 식으면 화성암이 된다. 지표에 드러난 암석이 풍화와 침식 작용을 받아 퇴적물이 되고, 이 퇴적물이 다져지고 굳어지면 퇴적암이 된다. 또 퇴적암이 지하 깊은 곳으로 이동하여 열과 압력을 받으면 변성암이 되며, 더 높은 열과 압력을 받으면 녹아서 다시 마그마로 되돌아간다. 이러한 과정을 **암석의 순환**이라고 한다. 암석의 순환은 오랜 시간에 걸쳐 서서히 일어나며, 지각이 형성되면서부터 오늘날에 이르기까지 끊임없이 일어나고 있다.



❶ 그림 28 **암석의 순환** 암석은 주변 환경의 변화에 따라 새로운 환경에 적합한 상태로 끊임없이 변하면서 순환한다.

### 스스로 확인하기

- 1 변성암에 나타나는 줄무늬 모양의 구조를 무엇이라고 하는가?
- 2 | **창의·인성** | 화석은 셰일에서는 찾기 쉽지만 편마암에서는 찾기 어렵다. 그 까닭은 무엇인가?



준비물

돋보기, 스티커, 현무암, 화강암, 역암, 사암, 편마암

| 목표 |

여러 가지 암석을 관찰하여 생성 과정에 따라 분류할 수 있다.

| 과정 |

- 1 암석 표본에 (가)~(마)의 기호를 붙이자.
- 2 돋보기를 이용하여 암석 (가)~(마)를 관찰해 보자.

암석의 특징을 관찰한 예

- 촉감이 까칠까칠 하다.
- 색깔은 흰색이나 분홍색이다.
- 알갱이의 크기는 모래 알갱이 정도이다.
- 모서리가 둥근 알갱이로 이루어져 있다.
- 엽리(나란한 줄무늬)가 나타나지 않는다.



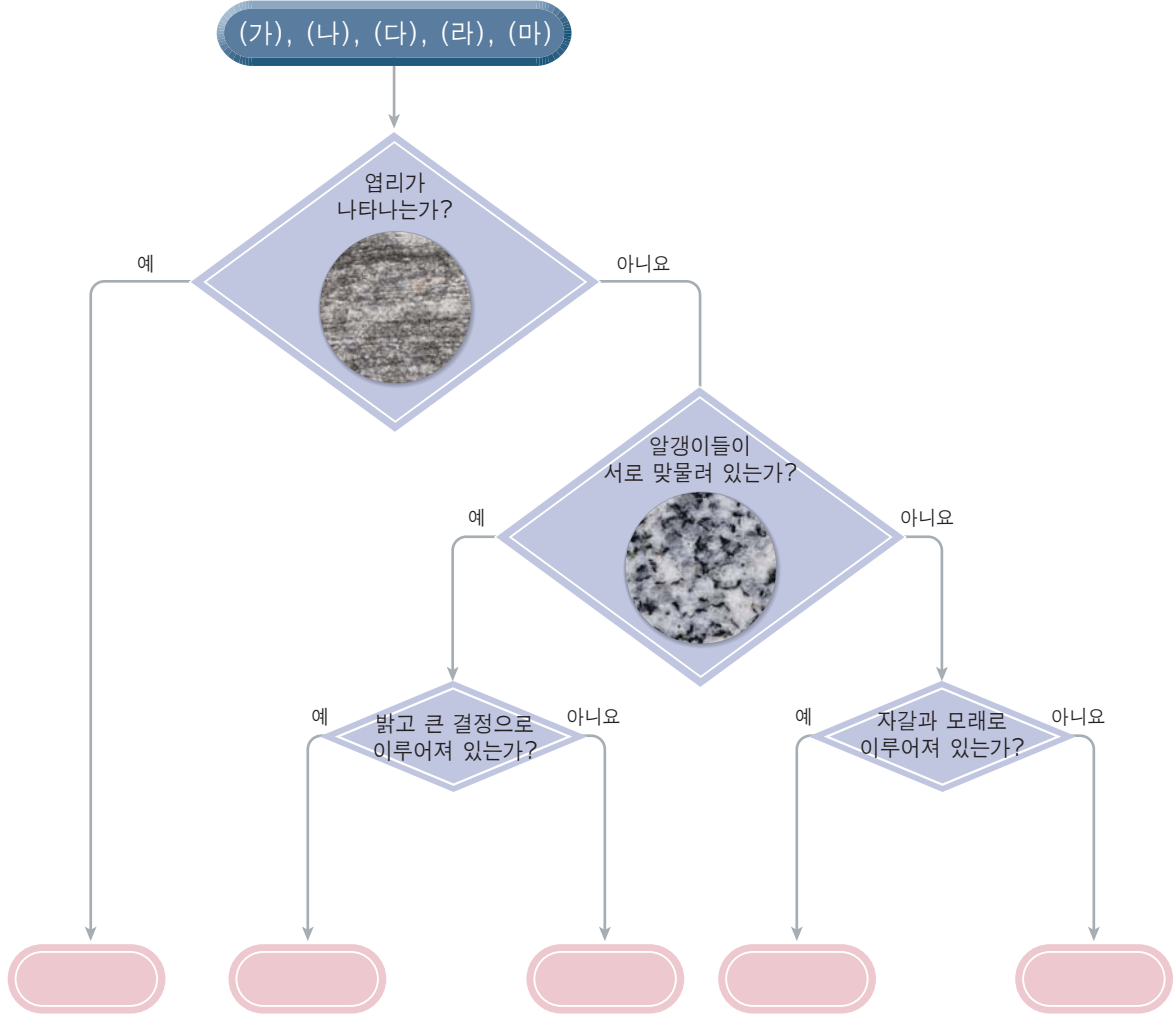
| 결과 |

- 각 암석의 특징을 써 보자.

암석	암석의 특징
(가)	
(나)	
(다)	
(라)	
(마)	

| 정리 |

1 관찰 결과를 이용하여 아래 흐름도의 빈칸에 암석 (가)~(마)의 기호를 써 보자.



2 암석 (가)~(마)를 생성 과정에 따라 분류하여 암석의 기호와 이름을 써 보자.

구분	암석의 기호	암석 이름
화성암		
퇴적암		
변성암		

# 5

## 광물과 암석의 이용

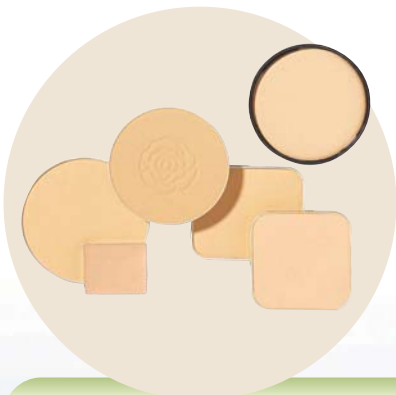
- 이 단원을 배우면
- 광물이 우리 생활에 이용되는 예를 말할 수 있다.
  - 우리 생활에 이용되는 암석의 특성을 설명할 수 있다.



인류는 광물과 암석을 어떻게 이용해 왔을까?

인류는 오래전부터 광물과 암석을 이용하여 생활에 필요한 도구를 만들어 사용했다. 옛날에는 암석과 광물을 자연 상태 그대로 이용하였으나, 과학과 기술이 발전하면서 여러 가지 가공을 거쳐 생활에 편리한 물건을 만들어 사용하였다. 오늘날 공장에서 생산되는 제품 중에는 광물과 암석을 이용한 것이 많다.

그림 29 광물이 이용되는 예



화장품(활석)



캔(알루미늄)



전선(구리)



건축 재료(철)

## 광물의 이용

광물은 우리 생활에 어떻게 이용되고 있을까? 자철석이나 적철석에서 뽑아낸 철은 기계나 건축 재료, 다양한 용기를 만드는 데 이용된다. 구리는 전기가 잘 통하는 성질이 있어 전선을 만드는 데 이용된다.

알루미늄은 가볍고 녹이 잘 슬지 않아 캔과 같은 용기를 만들 때 이용된다. 그리고 알루미늄을 다른 금속과 혼합해 만든 합금은 가볍고 단단하기 때문에 비행기나 자동차의 재료로 이용된다.

운모는 불에 강하고 전기가 통하지 않기 때문에 전기 절연물이나 난로의 창과 같은 내화재로 쓰인다. 장석이 풍화되어 만들어진 고령토는 가볍고, 불에 구우면 단단해지는 성질이 있어 도자기의 원료로 이용된다. 흑연은 연필심, 활석은 화장품이나 종이를 만드는 데 이용된다. 루비, 사파이어 등과 같이 값비싼 보석도 광물을 이용한 예이다.

첨단 산업에도 여러 가지 광물이 쓰인다. 석영은 휴대 전화나 컴퓨터의 부품, 인공위성의 태양 전지판을 만드는 데 이용된다. 또 휴대 전화에는 금, 은, 구리를 비롯한 많은 광물이 포함되어 있다.

## 과학과 예술

### 청금석

옛날에는 청금석을 곱게 갈아 기름과 섞어서 푸른색 안료를 만들어 사용하였다.



렘브르 형제의 "베리 공작의 귀중한 성무 일과"



다리미의 전기 절연물(운모)



도자기(장석)



휴대 전화(석영, 금)



인공위성의 태양 전지판(석영)

## 암석의 이용

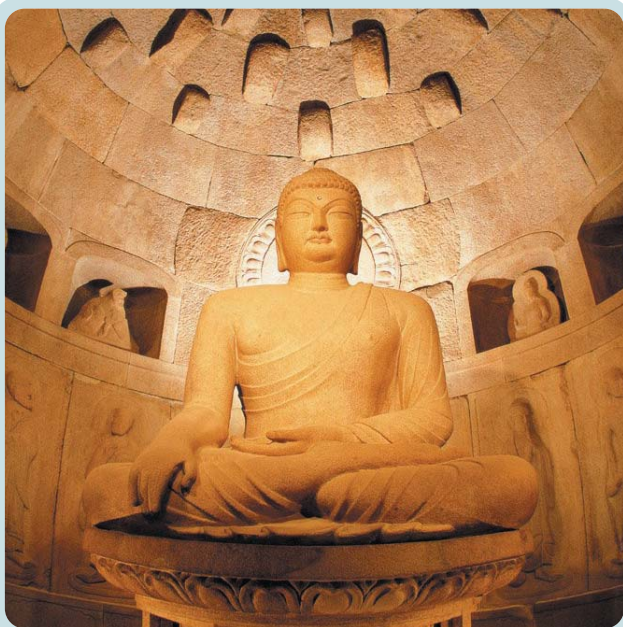
광물과 마찬가지로 암석도 특성에 따라 다양하게 이용된다. 화강암은 단단하고 연마했을 때 윤이 나며 무늬가 아름답기 때문에 건축 자재나 비석, 석탑 등의 재료로 많이 쓰인다. 석회암은 벽돌, 콘크리트와 같은 인조 석재를 만드는 시멘트의 원료나 건축용 석재로 쓰이며, 대리암은 비교적 무르고 색깔과 무늬가 아름다워 건축용 석재나 조각 작품의 재료로 많이 이용된다. 또 아름다운 줄무늬가 특징인 편마암은 정원석 등의 장식용으로 널리 쓰인다.

역사적으로 유명한 조각 작품이나 건축물에는 암석을 이용한 것이 많다. 우리나라의 석굴암이나 다보탑은 화강암으로 만들었으며, 제주도에 많은 현무암은 돌하르방이나 맷돌의 재료로 이용되었다. 또 서양의 여러 조각 작품은 주로 대리암으로 만들어졌다.

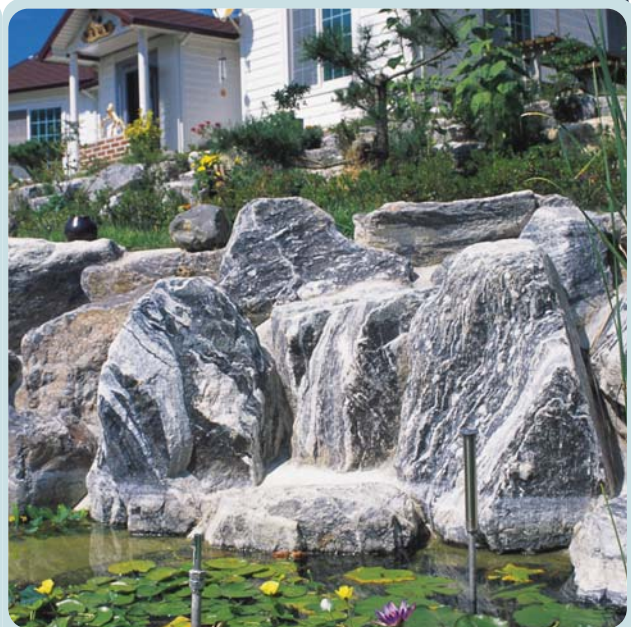


비너스  
(대리암)

돌하르방(현무암)



석굴암(화강암)



정원석(편마암)

그림 30 암석이 이용되는 예

### 스스로 확인하기

- ① 컴퓨터의 부품이나 태양 전지판을 만들 때 이용되는 광물은 무엇인가?
- ② 색깔과 무늬가 아름답고 굳기가 무르기 때문에 조각 작품의 재료로 많이 쓰이는 암석은 무엇인가?



# “더 강하게, 더 단단하게-파인 세라믹”



그림 31 세라믹 제품 -고려청자

세계적으로 널리 그 우수성을 인정받고 있는 고려청자는 고령토로 빚어서 고온으로 가열하여 만든 것이다. 고령토를 높은 온도에서 구우면 훨씬 가볍고 단단해진다. 이처럼 흙이나 모래와 같은 천연 원료에 열을 가하여 구워 낸 재료를 세라믹이라고 한다. 세라믹 제품에는 청자나 백자와 같은 도자기뿐만 아니라, 유리, 시멘트, 벽돌 등이 있다. 세라믹 제품은 금속과 달리 녹이 슬지 않고 플라스틱보다 높은 열에 잘 견디는 특성이 있다. 그러나 갑작스러운 온도 변화나 작은 충격에도 쉽게 깨지는 단점이 있다.

최근에는 이런 세라믹의 단점을 보완하여 매우 단단하면서 온도 변화에 잘 견디는 파인 세라믹이 개발되었다. 파인 세라믹은 알루미늄, 규소 등을 높은 온도에서 가공하여 만든다. 파인 세라믹은 생물이나 인체에 해를 입히지 않아 병원에서 사용하는 인공 뼈나 인공 치아 등을 만드는 데 이용된다. 또 우주 왕복선은 지구 대기를 통과할 때 발생하는 열에 견딜 수 있도록 파인 세라믹 타일로 덮여 있다. 이외에도 파인 세라믹은 자동차의 엔진이나 항공기의 유리, 광섬유 등 다양한 분야에 이용된다.

그림 32 파인 세라믹의 이용



인공 뼈



광섬유

우주 왕복선



### 창의적 사고

우리 주변에서 파인 세라믹을 이용한 제품에는 어떤 것이 있는지 알아보자.

# 1

## 지구 내부 조사

- 이 단원을 배우면
- 지구 내부의 구조를 조사하는 방법을 설명할 수 있다.
  - 지진파의 성질을 설명할 수 있다.



그림 33 뇌 단층 촬영

공항 검색대에서는 X선을 이용해 가방 안에 무엇이 들어 있는지 검사한다. 병원에서 뇌의 구조를 보기 위해 단층 촬영을 하고, 엄마 뱃속의 태아를 관찰하기 위해 초음파를 이용한다. 그러면 지구 내부의 모습은 어떻게 알 수 있을까?

지구 내부의 모습을 알아보는 가장 확실한 방법은 직접 지구 내부로 뚫고 들어가 보는 것이다. 그러나 지구 내부로 들어갈수록 온도와 압력이 높아지기 때문에 뚫고 들어가는 데 한계가 있다. 또 화산이 폭발할 때 나오는 화산 분출물을 조사하는 방법이 있으나, 이 방법도 수백 km 깊이 이내의 정보만 알 수 있다. 따라서 과학자들은 지진파 연구나 광물 합성 실험, 운석 연구와 같은 간접적인 방법을 이용한다. 특히 지진파 연구는 지구 내부를 연구하는 데 가장 효과적인 방법이다.



### 미니 탐구

#### 실험

### 지진의 발생

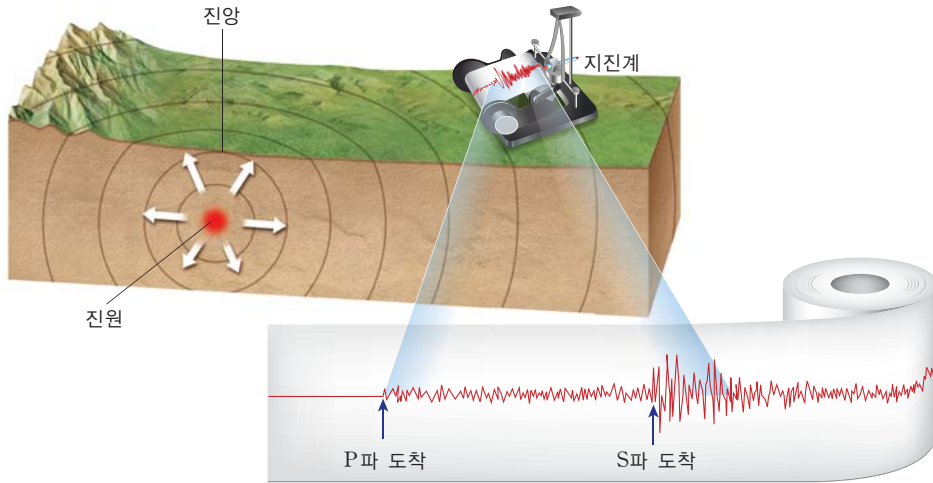
**준비물** 나무젓가락, 면장갑, 보안경

나무젓가락의 양쪽 끝을 손으로 잡고 서서히 구부려서 부러뜨려 보자.



- ▶ 나무젓가락이 부러질 때 손이 떨리는 까닭은 무엇인가?
- ▶ 지구 내부를 이루는 암석이 힘을 받아 끊어지면 어떤 일이 일어날지 토의해 보자.

나무젓가락을 양손으로 잡고 서서히 힘을 주어 구부리면 어느 순간 나무젓가락이 부러지면서 그 충격이 손으로 전달된다. 이와 마찬가지로 지구 내부에서도 지층이 힘을 받아 끊어지면 지진이 발생하며 그 충격이 지구 내부를 통과하여 모든 방향으로 전파되는데, 이것을 **지진파**라고 한다. 지구 내부로 전파되는 지진파에는 P파와 S파가 있다. 지진파는 지진계를 이용하여 기록한다.



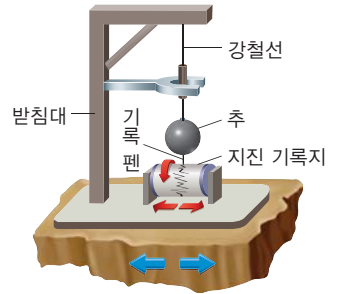
▶ **그림 34 지진파 관측** 지진이 발생한 지점을 진원, 진원 바로 위 지표 상의 지점을 진앙이라고 한다.

P파는 S파보다 전파 속력이 빠르기 때문에 관측소에 먼저 도달한다. 또 P파는 고체, 액체, 기체 상태의 물질을 모두 통과할 수 있지만, S파는 고체 상태의 물질만 통과할 수 있다.



▶ **그림 36 지진파가 통과하는 물질**

지진파는 지구 내부를 통과하는 동안 물질의 상태나 종류에 따라 속력이 변한다. 그러므로 지진파를 분석하면 지구 내부 물질의 상태와 구성 물질에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 이로부터 지구 내부의 구조를 알아낼 수 있다.



▶ **그림 35 지진계** 땅이 흔들려도 추가 흔들리지 않는 원리를 이용한 것이다.

**속력**

물체가 일정한 시간 동안 이동한 거리를 말한다. 지진파의 속력은 km/s로 나타낸다.

**스스로 확인하기**

- ① 지구 내부를 조사하는 데 가장 효과적인 방법은 무엇인가?
- ② 지진파 중에서 고체 상태의 물질만 통과하는 것은 무엇인가?

# 2

## 지구 내부의 구조

- 이 단원을 배우면
  - 지구 내부의 층상 구조를 설명할 수 있다.
  - 지구 내부를 이루는 각 층의 특징을 설명할 수 있다.



삶은 달걀을 반으로 잘라 보면 가운데에 노른자가 있고, 그 바깥에 흰자가 있으며, 겉은 단단한 껍데기로 둘러싸여 있다. 과학자들은 지구 내부에서 지진파가 전파해 가는 속력 분포를 분석하여 지구의 내부도 삶은 달걀과 같이 여러 층으로 되어 있다는 것을 알아냈다.

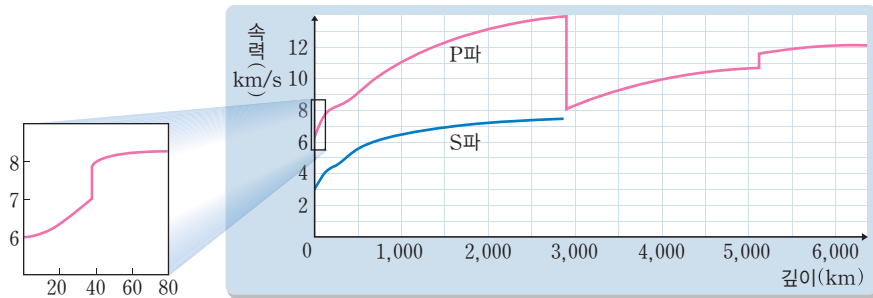


### 미니 탐구

### 자료 해석

### 지진파를 이용하여 지구 내부 구분하기

그림은 지구 내부에서 P파와 S파가 전파되는 속력 변화를 나타낸 것이다.



- ▶ P파와 S파의 속력이 갑자기 변하는 깊이는 어디인가?
- ▶ 지진파의 속력이 갑자기 변하는 곳을 경계로 지구 내부를 구분해 보자. 지구 내부는 몇 개의 층으로 나눌 수 있는가?

지구 내부에서 전파해 가는 지진파의 속력은 대략 세 군데에서 크게 달라진다. 지진파의 속력이 달라지는 까닭은 지진파가 전달되는 물질의 상태와 종류가 다르기 때문이다. 지구 내부는 지진파의 속력이 급격히 변하는 깊이를 경계로 지각, 맨틀, 외핵, 내핵으로 구분한다.

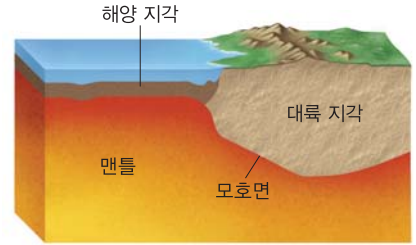
## 지각과 맨틀

과학자 모호로비치치는 지구 내부에서 전파해 가는 지진파의 속력이 지하 약 50 km에서 갑자기 빨라지는 것을 발견하였다. 지구 내부로 전파되던 지진파의 속력이 달라지는 경계면을 기준으로 위층을 **지각**, 아래층을 **맨틀**이라고 한다. 지각과 맨틀의 경계면은 **모호로비치치 불연속면** 또는 **모호면**이라고 한다.

지각은 **대륙 지각**과 **해양 지각**으로 구분한다. 세계 여러 곳에서 지각의 두께를 측정해 보면 대륙에서는 약 35 km이고, 해양에서는 약 5 km이다.

맨틀은 모호로비치치 불연속면에서부터 지진파의 속력이 급격하게 느려지는 약 2,900 km 깊이까지로, 지구 전체 부피의 약 80 %를 차지한다.

**모호로비치치(Mohorovičić, A., 1857~1936)**  
구 유고슬라비아의 지진학자로, 최초로 지진파를 이용하여 지각과 맨틀의 경계면을 발견하였다.

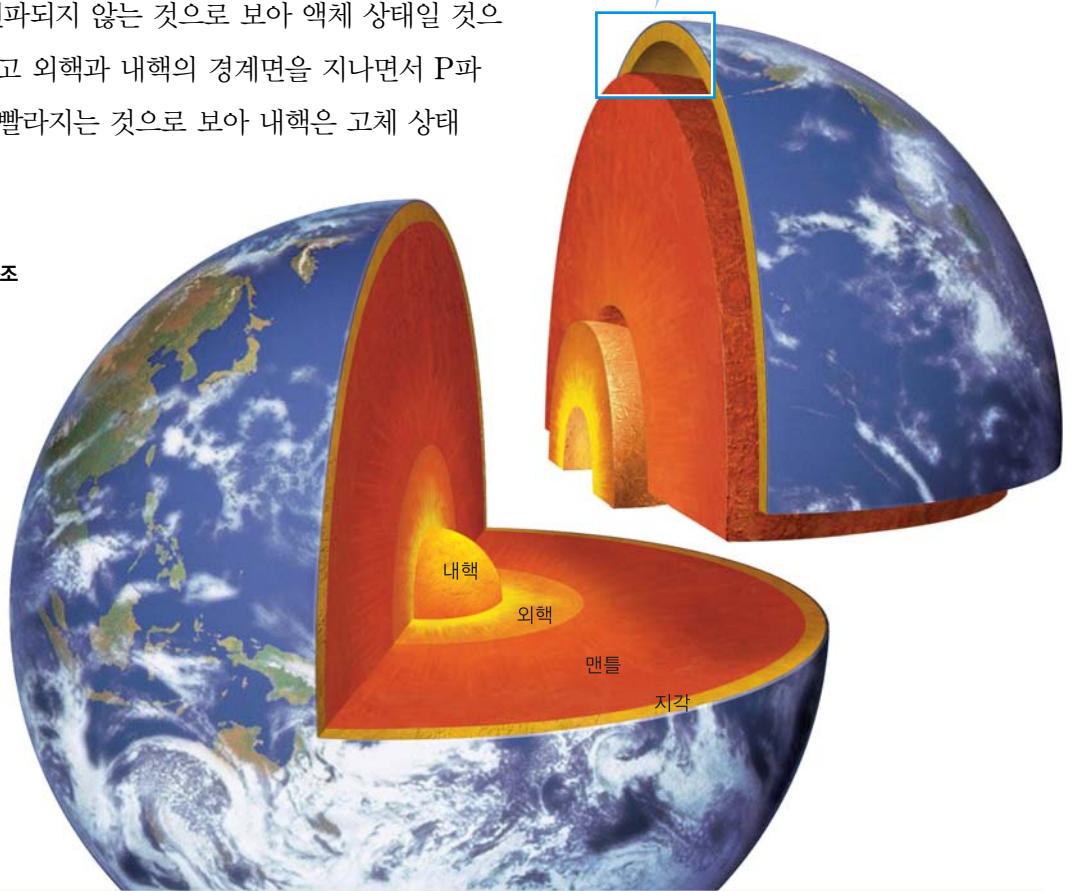


## 외핵과 내핵

맨틀 아래쪽으로 S파가 전파되지 못하는 부분을 **핵**이라고 한다. 핵은 P파의 속력이 갑자기 빨라지는 약 5,100 km를 경계로 **내핵**과 **외핵**으로 구분된다.

외핵은 S파가 전파되지 않는 것으로 보아 액체 상태일 것으로 추정된다. 그리고 외핵과 내핵의 경계면을 지나면서 P파의 속력이 갑자기 빨라지는 것으로 보아 내핵은 고체 상태로 추정된다.

▶그림 37 지구 내부의 구조



스스로  
확인하기

- ① 지각과 맨틀의 경계면을 무엇이라고 하는가?
- ② 외핵이 액체 상태로 추정되는 까닭은 무엇인가?



준비물

고무찰흙(3색), 비닐 랩, 굴림 막대, 자, 칼

| 목표 |

지구 내부의 구조를 탐사하는 방법을 조사하고, 지구 내부 구조의 모형을 만들 수 있다.

실험 1 지구 내부 구조 탐사 방법

| 자료 |

● 다음은 지구 내부 구조를 탐사하는 여러 가지 방법을 나타낸 것이다.



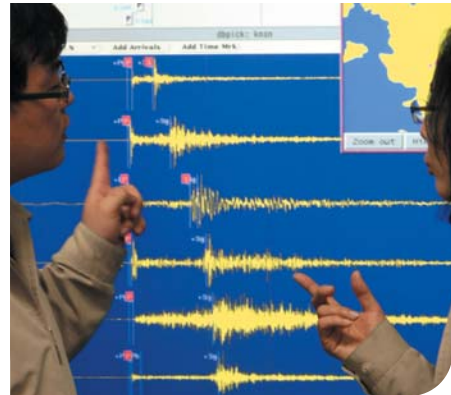
시추



화산 분출물 연구



운석 연구



지진파 연구

| 분석·정리 |

1 위의 탐사 방법을 직접적인 방법과 간접적인 방법으로 구분해 보고, 간접적인 방법을 사용하는 까닭을 설명해 보자.

-----  
-----

2 위의 탐사 방법 외에 지구 내부 구조를 탐사하는 방법에 대해 조사해 보자.

-----

-----

**실험 2** 지구 내부 구조 모형 만들기

| 과정 |

1 지구의 반지름은 약 6,400 km이다. 만들고자 하는 지구 모형의 반지름을 6.4 cm라고 할 때, 각 층의 모형 두께는 몇 cm인지 계산하여 표에 기록해 보자.

구분	내핵	외핵	맨틀	지각
실제 두께(km)	1,300	2,200	2,870	30
모형 두께(cm)				

**유의할 점**

- 중간에 빈 공간이 생기지 않도록 잘 다진다.
- 지구 모형을 자를 때에는 칼에 손을 베이지 않도록 주의한다.

- 2 적당한 색깔의 고무찰흙으로 과정 1에서 계산한 내핵 모형 두께를 반지름으로 하는 내핵을 만들자.
- 3 다른 색의 고무찰흙을 실험대 위에 올려놓고 굴림 막대로 밀어서 과정 1에서 계산한 외핵의 모형 두께로 찰흙 판을 만들어 적당한 크기로 자르자. 그 다음 찰흙 조각을 내핵 위에 붙여서 외핵을 만들자.
- 4 외핵을 만든 방법으로 다른 색의 고무찰흙을 이용하여 맨틀을 만든 후 비닐 랩으로 단단히 감싸자.
- 5 지구 모형이 완성되면 지구 내부의 단면이 잘 나타나도록 반으로 잘라 보자.



반으로 자른 지구 모형

| 결과·정리 |

1 완성된 지구 모형에서 비닐 랩은 지구 내부 구조 중 어디에 해당하는가?

-----

2 지구 내부 구조 중 가장 큰 부피를 차지하고 있는 층은 어느 부분인가?

-----



# 1

## 판 구조론의 성립

- 이 단원을 배우면
- 대륙 이동의 증거를 말할 수 있다.
  - 대륙 이동설에서 판 구조론까지의 발전 과정을 설명할 수 있다.



### 대륙 이동설

15~16세기 유럽의 탐험가들은 세계 각지를 탐험하면서 대륙의 분포와 해안선의 모양에 대한 새로운 정보를 얻었다. 이것을 바탕으로 비교적 정확한 지도가 만들어지면서 일부 과학자들은 과거에 대륙이 모여 있다가 갈라지면서 이동했다는 생각을 하게 되었다. 그들은 왜 이런 생각을 하게 되었을까?



### 미니 탐구

#### 관찰

### 대륙의 해안선 모양 맞추기

그림은 16세기 유럽에서 발간된 지도책에 나오는 세계 지도이다. 대서양을 중심으로 남아메리카 대륙과 아프리카 대륙의 해안선 모양을 잘 관찰해 보자.



- ▶ 남아메리카 대륙과 아프리카 대륙의 해안선 모양이 잘 들어맞는가?
- ▶ 두 대륙의 해안선 모양이 잘 들어맞는다면 그 까닭이 무엇인지 자신의 생각을 말해 보자.

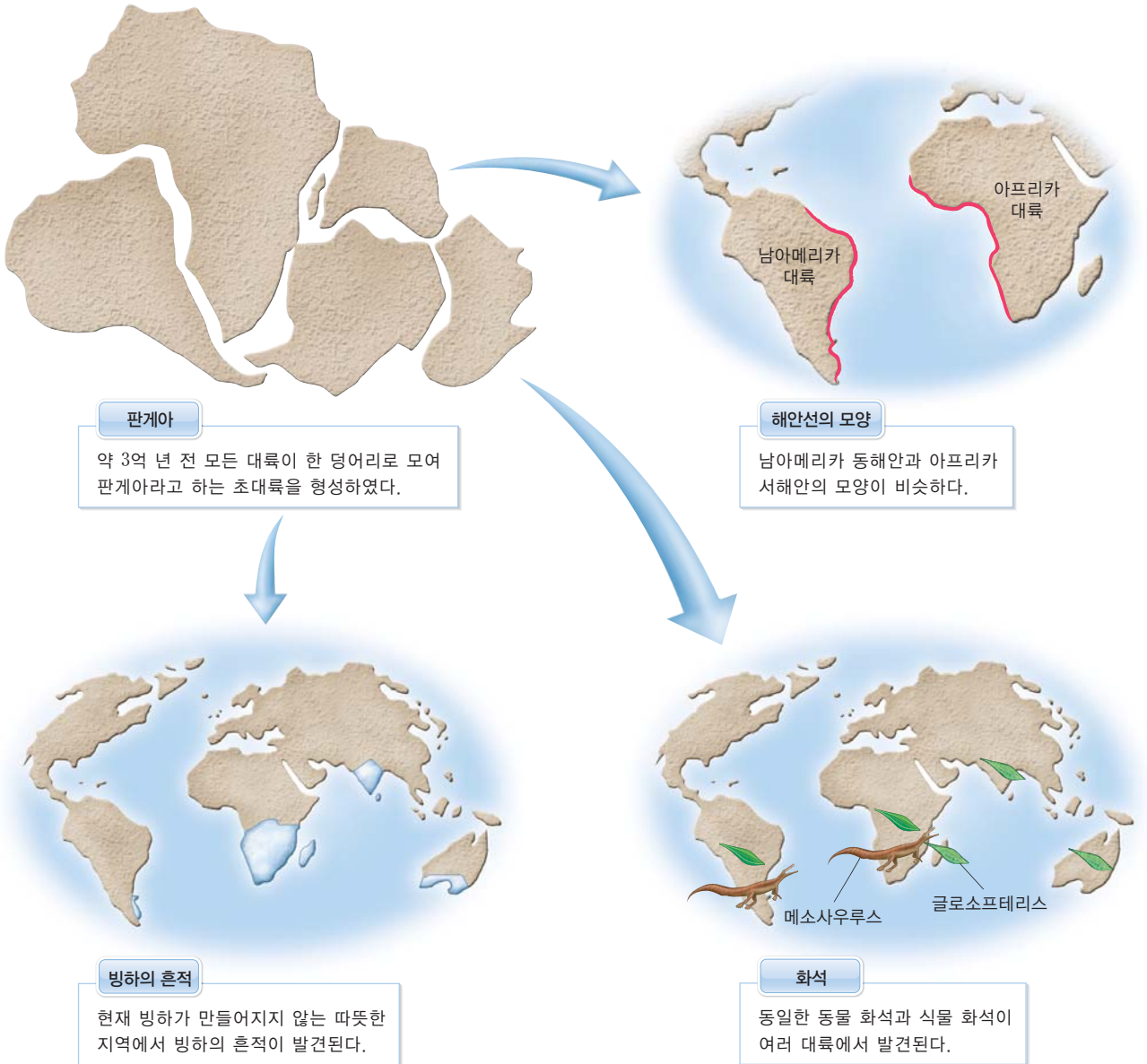
세계 지도를 보면 대서양을 사이에 두고 남아메리카 대륙의 동쪽 해안선과 아프리카 대륙의 서쪽 해안선 모양이 잘 들어맞는다는 사실을 알 수 있다. 독일의 과학자 베게너는 이러한 사실에 착안하여 과거에 하나로 모여 있던 대륙이 서로 다른 방향으로 이동하여 오늘날과 같은 대륙 분포를 이루게 되었다는 **대륙 이동설**을 주장하였다.

베게너는 대서양 양쪽의 남아메리카 대륙과 아프리카 대륙의 해안선 모양이 비슷하다는 것뿐만 아니라, 서로 멀리 떨어져 있는 대륙에서 비슷한 시기에 살았던 생물의 화석이 발견되는 것, 여러 대륙에 빙하의 흔적이 남아 있는 것 등을 대륙 이동의 증거로 제시하였다.



📌 그림 39 대륙 이동의 증거

📌 그림 38 대륙의 이동



## 판 구조론의 확립

베게너는 1912년에 여러 가지 증거를 들어 대륙 이동설을 주장했지만, 거대한 대륙을 움직이게 하는 힘이 무엇인지 합리적으로 설명하지 못하였다. 그 결과 대륙 이동설은 당시 과학자들의 지지를 받지 못하고 점점 잊혀져 갔다.

대륙 이동설은 널리 인정받지 못했지만 이를 지지하는 과학자들도 있었다. 영국의 지질학자 홈스는 1928년 맨틀 내에서 대류가 일어나면서 그 위에 떠 있는 대륙이 갈라지고 이동할 수 있다는 **맨틀 대류설**을 발표하였다. 즉, 맨틀의 아랫부분이 윗부분보다 뜨거워 대류가 일어나며, 맨틀 대류가 일어나는 방향으로 지각이 이동한다는 것이다. 그러나 홈스의 맨틀 대류설도 대륙 이동설과 마찬가지로 맨틀에 대한 이해가 부족했던 당시의 과학자들에게 받아들여지지 않았다.

1912년



독일의 기상학자 베게너(Wegener, A. L., 1880~1930)

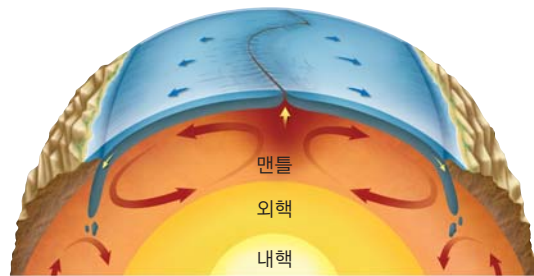


▶ 그림 40 판게아

1928년



영국의 지질학자 홈스(Holmes, A., 1890~1965)



▶ 그림 41 맨틀 대류설

그 후 해저 지형에 대한 연구 결과, 바다 밑에 해령이라는 거대한 해저 산맥과 해구라는 깊은 골짜기가 존재한다는 사실이 밝혀졌다. 1962년에 헤스는 해령의 아래쪽에서 뜨거운 맨틀 물질의 상승으로 새로운 해양 지각이 만들어져 양옆으로 이동하고, 해구에서 소멸한다는 **해저 확장설**을 발표하였다. 이후 해저 확장설을 지지하는 다양한 증거가 발견되면서 지권의 걸 부분은 끊임없이 움직이고 있다는 사실이 더욱 명확해졌다. 1960년대 말 해저 확장설은 대륙 이동설과 맨틀 대류설을 종합하는 **판 구조론**으로 발전하였다. 지구 상에서 일어나는 대부분의 화산 활동이나 지진은 판 구조론으로 설명된다.

**해령**  
깊은 바닷속에 해저 지각의 분열로 높이 솟아 있는 산맥이다.

**해구**  
대륙 주변의 바닷속에 나타나는 좁고 깊은 계곡이다.

**스스로 확인하기**

- 1 베게너가 제시한 대륙 이동의 증거에는 어떤 것들이 있는가?
- 2 홀스가 제시했던 대륙 이동의 원동력은 무엇인가?



미국의 지구 물리학자 헤스(Hess, H. H., 1906~1969)

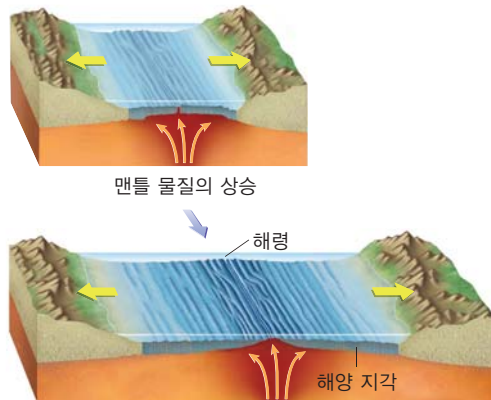


그림 42 해저 확장설



캐나다의 지질학자 윌슨(Wilson, J. T., 1908~1993)

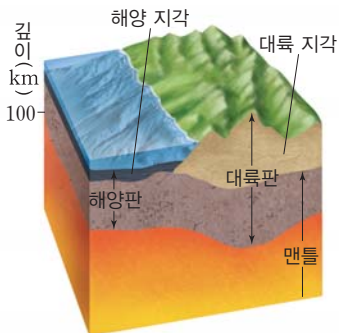


그림 43 판 구조론

# 2

## 판 구조론

- 이 단원을 배우면
- 판 구조론을 설명할 수 있다.
  - 판의 경계에서 나타나는 현상과 지형을 판의 운동으로 설명할 수 있다.



**그림 44 판의 구조** 판은 지각과 맨틀의 윗부분을 포함한 두께 약 100 km의 단단한 암석으로 된 부분이다.

### 판 구조론

지각과 맨틀의 윗부분을 포함하여 단단한 암석으로 된 지권의 겉 부분은 여러 개의 조각으로 나뉘어 있는데, 이것을 판이라고 한다. 판은 대륙 지각을 포함하는 대륙판과 해양 지각을 포함하는 해양판으로 구분한다.

판들은 맨틀 대류에 의해 서로 다른 방향으로 끊임없이 움직이면서 서로 충돌하거나 멀어지고 스쳐 지나가기도 한다. 이러한 판의 운동에 의해 판의 경계에서 화산 활동이나 지진 등이 일어난다는 이론을 판 구조론이라고 한다. 판의 경계는 서로 맞붙어 있는 두 판의 이동 방향에 따라 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계로 구분한다.

### 과학과 미술

#### 판의 운동 관측

판들의 실제 움직임은 지구 주위를 돌고 있는 지피에스(GPS) 위성을 통해 관측할 수 있다.

**그림 45 세계의 주요 판의 분포와 이동 방향** 지권의 표면은 10여 개의 크고 작은 판으로 이루어져 있으며, 각각의 판은 서로 다른 방향으로 매우 느리게 움직이고 있다.



## 판의 경계

발산형 경계는 맨틀 대류가 상승하는 곳으로, 두 판이 서로 멀어지는 경계이다. 이곳에서는 판이 갈라지는 틈 사이로 마그마가 솟아올라 새로운 지각이 만들어지고 지진이 자주 발생한다. 대서양과 태평양의 해저에 분포하는 해령은 대표적인 발산형 경계에 해당한다.

수렴형 경계는 맨틀 대류가 하강하는 곳으로, 두 판이 서로 가까워져 부딪치는 경계이다. 대륙판과 대륙판이 충돌하는 곳에서는 지층이 구부러지거나 끊어지면서 지진이 자주 발생하고 거대한 산맥이 만들어진다. 해양판과 대륙판이 만나는 곳에서는 해양판이 대륙판 아래로 들어가면서 화산 활동과 지진이 일어나며 해구가 형성된다. 경우에 따라 호상 열도나 거대한 산맥이 형성되기도 한다.

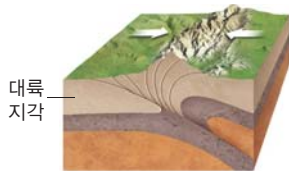
보존형 경계는 두 판이 서로 어긋나게 스쳐 지나가는 경계이다. 이곳에서는 판이 생성되거나 소멸되지 않고, 지진은 자주 발생하지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

### 호상 열도

해구와 나란하게 나열되어 있는 화산섬으로, 일본 열도가 그 예이다.

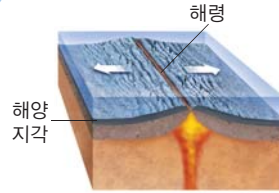
#### 수렴형 경계(충돌형)

두 대륙판이 서로 충돌하여 거대한 산맥을 만든다.



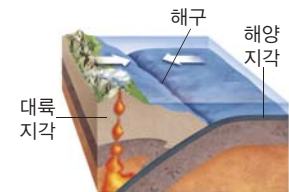
#### 발산형 경계

해령을 중심으로 해양판이 서로 멀어지면서 양옆으로 이동한다.



#### 수렴형 경계(섭입형)

대륙판과 해양판 또는 두 해양판이 만날 때 해양판이 다른 판 밑으로 비스듬히 들어간다.



#### 보존형 경계

두 판이 서로 어긋나면서 이동한다.

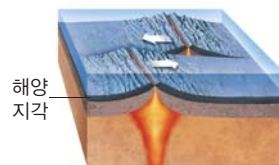


그림 46 판의 경계

### 스스로 확인하기

- 1 지각과 맨틀의 윗부분을 포함하여 단단한 암석으로 이루어진 지권의 겉 부분을 무엇이라고 하는가?
- 2 판의 경계를 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계로 나누는 기준은 무엇인가?

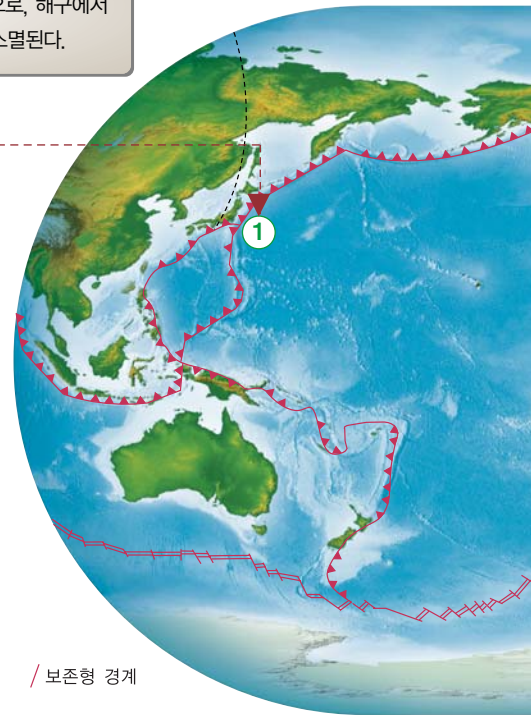
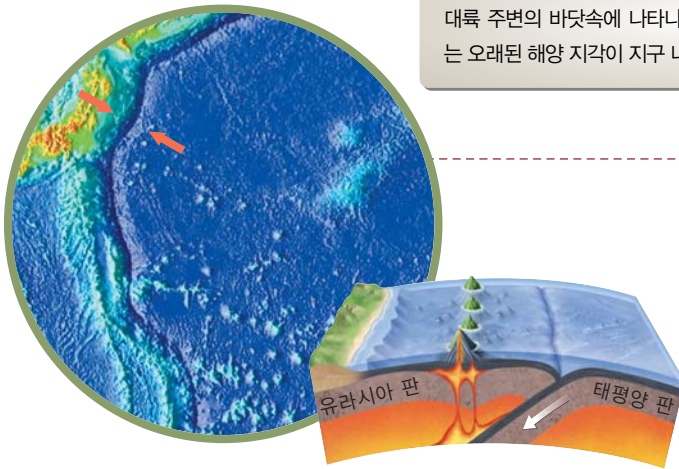


## 판의 경계에서 나타나는 지형

지구의 겉은 크고 작은 여러 개의 판으로 이루어져 있다. 이 판들은 서로 다른 방향으로 매우 느리게 이동하고 있으며, 각 판의 경계에서는 화산 활동이나 지진 등의 급격한 지각 변동이 일어난다. 또 오랜 세월 에 걸쳐 해령, 해구, 거대한 산맥 등의 지형이 만들어지기도 한다.

### ① 일본 해구

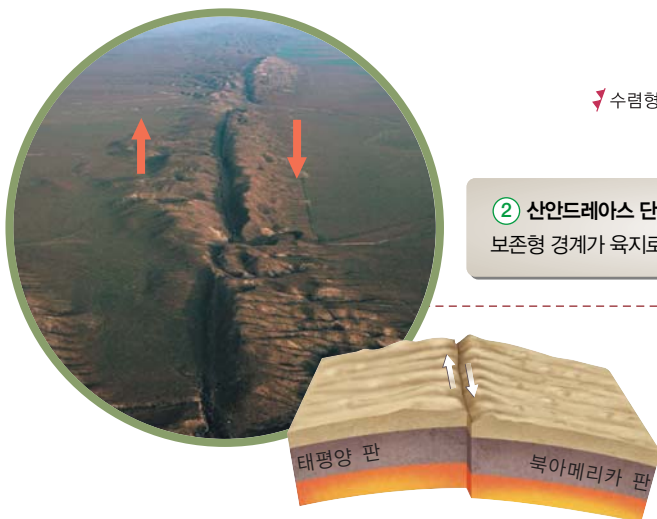
대륙 주변의 바닷속에 나타나는 가파른 계곡으로, 해구에서는 오래된 해양 지각이 지구 내부로 들어가서 소멸된다.



▽ 수렴형 경계   // 발산형 경계   / 보존형 경계

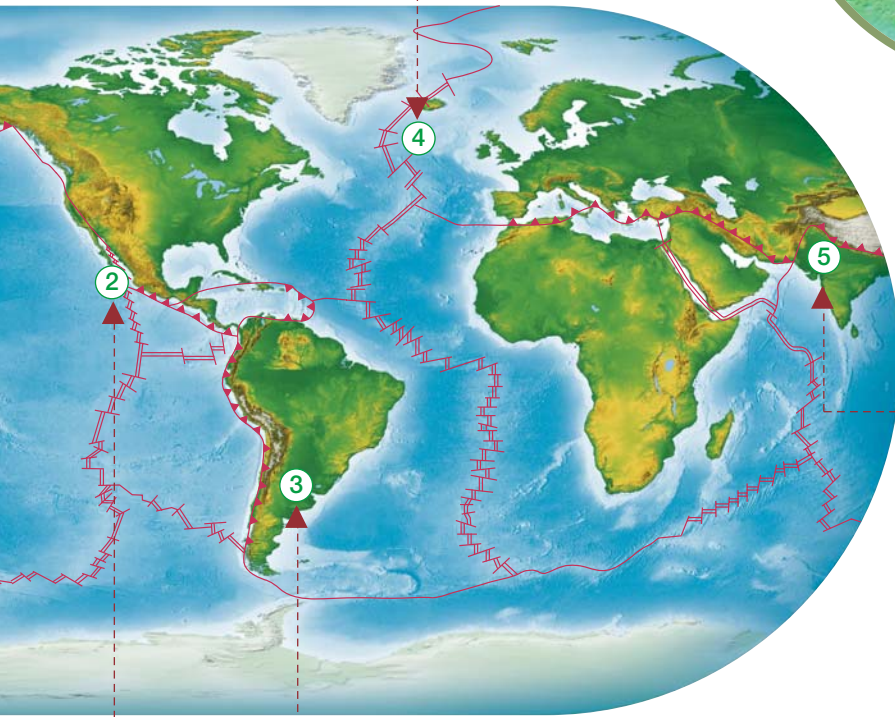
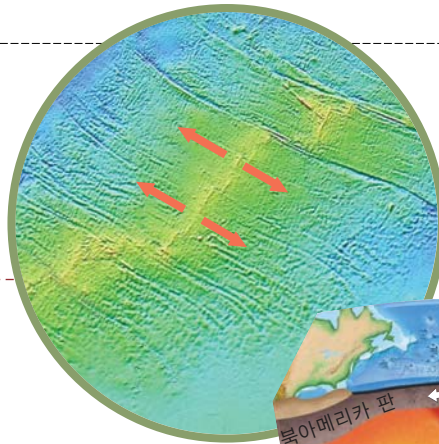
### ② 산안드레아스 단층

보존형 경계가 육지로 드러난 예이다.



④ 대서양 중앙 해령

깊은 바닷속에 높이 솟아 있는 해저 산맥으로, 해령에서는 화산 활동이 일어나서 해양 지각이 생성된다.



⑤ 히말라야 산맥

대륙판과 대륙판이 충돌하여 만들어진 거대한 산맥이다.



③ 안데스 산맥

해양판이 대륙판 밑으로 비스듬히 들어가면서 만들어진 거대한 산맥이다.

# 3

## 화산 활동과 지진

- 이 단원을 배우면
  - 화산대와 지진대를 판의 경계와 관련지어 설명할 수 있다.
  - 우리나라 부근의 화산 활동과 지진을 판의 운동과 관련지어 설명할 수 있다.



### 화산대와 지진대

갑작스럽게 일어나는 화산 활동이나 지진은 인류에게 매우 위협적인 자연 현상이다. 화산 활동은 대체로 지진과 함께 발생하며, 한번 발생했던 지역에서 다시 발생하기도 한다. 지구 상에서 화산 활동과 지진이 주로 일어나는 곳은 어디일까?

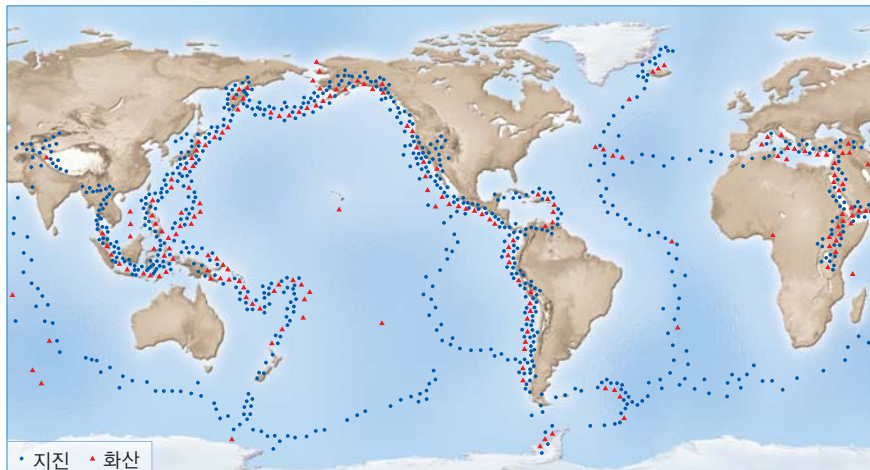


#### 미니 탐구

#### 자료 해석

#### 화산 활동과 지진이 자주 일어나는 지역

그림은 화산 활동이 활발한 지역과 지진이 자주 발생하는 지역을 세계 지도에 나타낸 것이다. 화산이 분포하는 지역을 빨간색, 지진이 분포하는 지역을 파란색 색연필로 연결하여 70쪽 판의 분포와 비교해 보자.



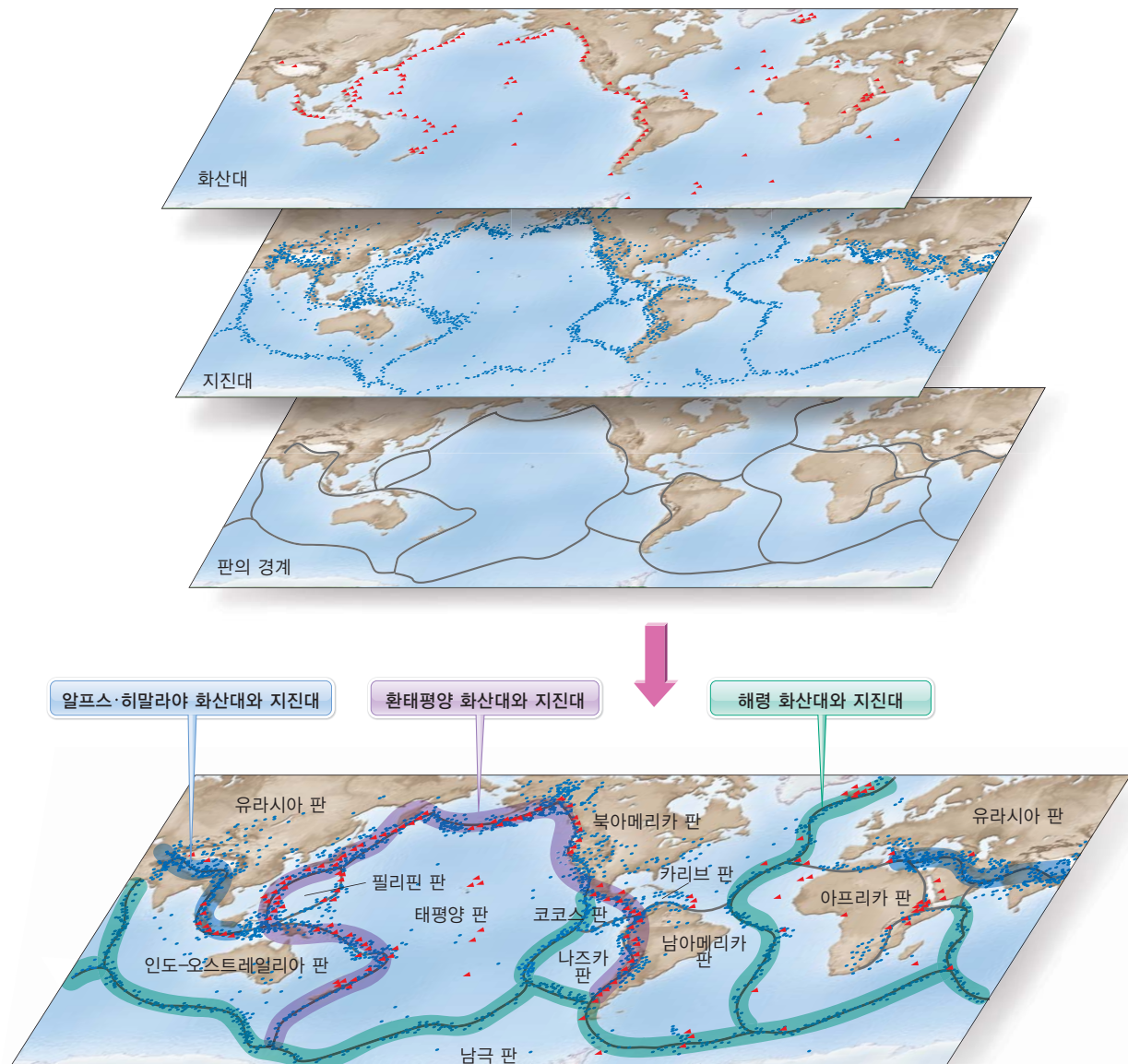
- ▶ 화산 활동은 주로 어느 곳에서 활발하게 일어나는가?
- ▶ 지진은 어느 곳에서 자주 발생하는가?
- ▶ 화산 활동과 지진이 자주 발생하는 곳은 판의 경계와 어떤 관계가 있는지 설명해 보자.

화산과 지진은 대부분 특정 지역에 긴 띠 모양으로 분포하는데, 화산이 많이 모여 있는 지역을 **화산대**, 지진이 자주 발생하는 지역을 **지진대**라고 한다. 화산대와 지진대를 세계 지도에 표시해 보면 그 위치가 거의 일치하거나 서로 나란하며, 판의 경계와 잘 일치한다는 것을 알 수 있다.

화산대와 지진대가 판의 경계와 잘 일치하는 것은 대부분의 화산 활동이나 지진이 판의 운동에 의해 일어나기 때문이다. 서로 다른 방향으로 이동하는 판이 멀어지거나 부딪치고 어긋나면서 판의 경계에서 마그마가 솟아올라와 화산 활동이 일어나거나 지층이 끊어지면서 지진이 발생한다.

전 세계에서 화산 활동과 지진이 가장 활발하게 일어나는 곳은 태평양 주변에 고리 모양으로 분포하는데, 이곳을 환태평양 화산대와 지진대라고 한다. 그 밖에 알프스·히말라야 화산대와 지진대, 해령 화산대와 지진대가 있다.

**그림 47 화산대와 지진대** 화산대와 지진대는 거의 일치하며 판의 경계를 따라 분포한다.



## 우리나라 부근의 화산 활동과 지진

우리나라와 달리 일본에서는 사람이 느낄 수 있는 지진이 매년 1,200회 이상 발생하고 있으며, 화산 폭발도 자주 일어난다. 일본에서 화산 활동과 지진이 자주 발생하는 까닭은 일본이 여러 개의 판이 만나는 판의 경계 부근에 있기 때문이다. 그림 48과 같이 일본 부근에서는 유라시아 판과 태평양 판을 비롯하여 여러 개의 판이 만나고 있으며, 각각의 판이 서로 이동하면서 부딪치거나 마찰이 생겨서 화산 활동과 지진이 활발하게 일어난다.

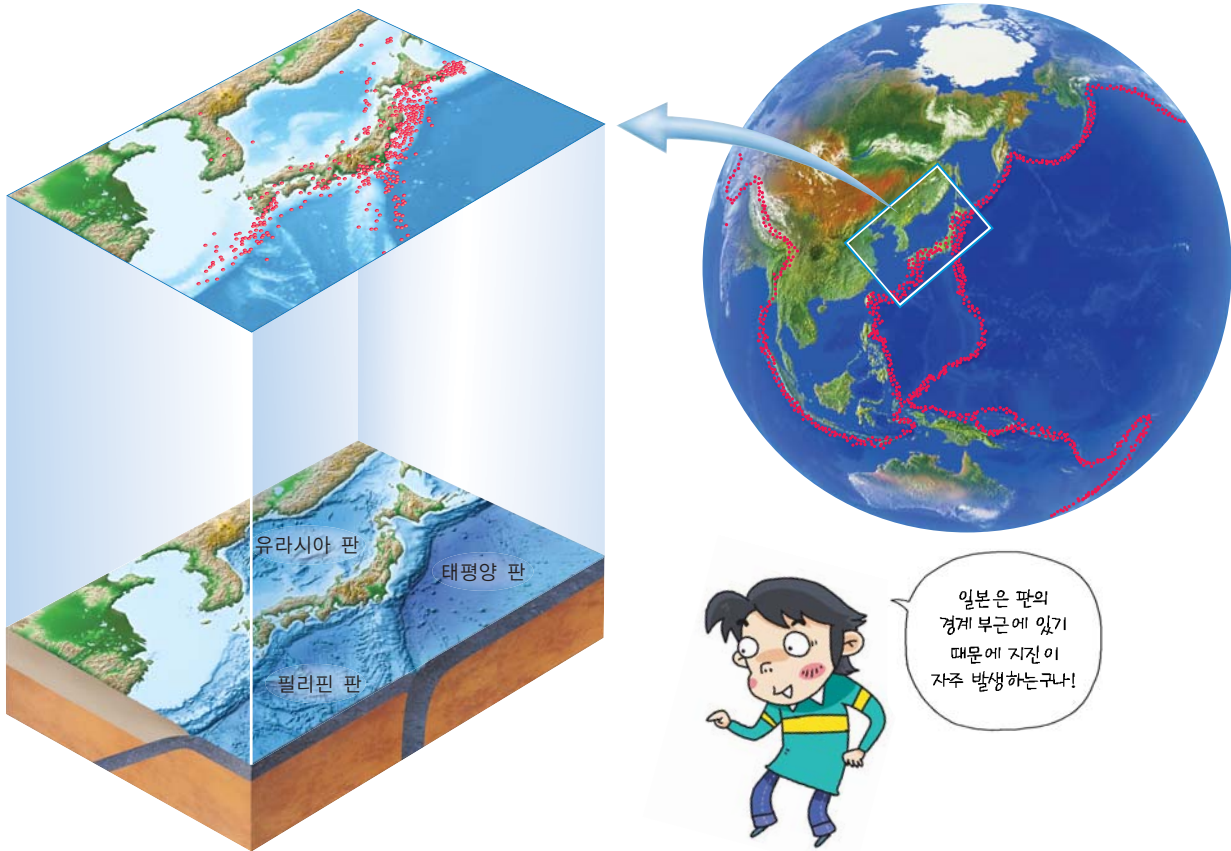
우리나라는 판의 경계에서 비교적 벗어나 있지만 매년 40회 이상의 지진이 발생하고 있으므로 지진에 안전한 것은 아니다. 최근에는 지진이 관측되는 횟수가 점점 많아지고 있으므로 이에 대한 철저한 대비가 필요하다.

### 지진

기상청

<http://www.kma.go.kr>

지진 센터에서 지진 발생 현황을  
알아보자.



◉ 그림 48 우리나라 부근의 지진 분포

### 스스로 확인하기

- 1 화산대와 지진대가 서로 비슷한 지역에 분포하는 까닭은 무엇인가?
- 2 일본에서 화산 활동과 지진이 자주 발생하는 까닭은 무엇인가?



# “화산 분출 시기의 예측”



전 세계적으로 매년 50~60개의 화산이 분출하여 사람의 생명과 재산에 막대한 피해를 주고, 생태계에 심각한 영향을 주고 있다. 화산의 피해를 줄이는 가장 좋은 방법은 화산이 분출할 시기를 미리 예측하여 대비하는 것이다. 화산 분출 시기는 어떻게 예측할 수 있을까?

일반적으로 화산 분출이 임박한 지역에서는 지하에서 마그마가 상승하면서 지진의 발생 횟수가 많아진다. 그리고 뜨거운 마그마에 의해 지표 부근 암석의 온도가 높아지며, 가열된 암석이 팽창하면서 지표면이 부풀어 오른다. 또 암석의 갈라진 틈으로 뿜어져 나오는 화산 가스의 양이나 성분이 변하게 된다.

과학자들은 화산 부근의 지진 활동이나 지표 부근 암석의 온도 변화, 지표면의 지형 변화, 화산 가스의 성분 변화 등을 종합적으로 분석하여 화산 분출 시기를 예측한다. 최근에는 인공위성을 비롯한 첨단 과학 장비를 이용하여 화산 부근에서 일어나는 변화를 관측하고 있으며, 화산의 분출 시기를 어느 정도 예측할 수 있게 되었다. 앞으로 과학과 기술이 더욱 발전한다면 화산 분출 시기를 더 정확히 예측하여 화산 활동의 피해를 줄일 수 있게 될 것이다.



### 창의적 사고

화산 분출이 임박한 지역에서 지진의 발생 횟수가 증가하는 까닭은 무엇인가?



### ○○ 화산 활동 연구



# 4

## 화산 활동과 지진의 영향

- 이 단원을 배우면
  - 화산 활동의 피해와 해택에 대해 설명할 수 있다.
  - 지진의 피해를 줄이기 위한 대처 방법을 설명할 수 있다.



### 화산 활동의 영향

화산이 폭발하면 뜨거운 용암이 흘러나오고 수증기를 주성분으로 하는 화산 가스나 화산재, 화산력 등의 화산 쇄설물이 분출된다. 이러한 화산 분출물은 짧은 시간 동안에 자연환경을 급격하게 변화시키며 수많은 인명과 재산 피해를 입힌다.

그림 49 화산 활동의 피해



용암이 흘러내려 도로를 덮친다.

화산 쇄설물은 건물이나 농경지를 파괴한다.

공기 중으로 올라간 화산재는 햇빛을 차단하여 지구의 기온을 떨어뜨린다.

분화구에서 흘러나온 용암은 주변의 숲과 농경지를 불태우고, 건물이나 교통 통신 시설을 파괴하기도 한다. 화산 가스는 여러 가지 해로운 성분을 포함하고 있어 사람과 동식물에 피해를 주거나 주변 환경을 오염시킨다. 특히 화산 쇄설물과 화산 가스가 섞여 산비탈을 따라 빠르게 흘러내리는 **화산 쇄설류**, 화산재가 물과 섞여 빠르게 흐르는 **화산 이류**는 주변 지역에 심각한 피해를 준다. 또 공기 중으로 높이 퍼져 올라간 화산재는 햇빛을 차단하여 지구의 기온을 낮추고 농작물에 큰 피해를 준다. 이와 같이 화산 활동은 화산 주변뿐만 아니라 지구 환경 전체에 큰 영향을 미친다.

화산 활동이 자연과 인간에게 피해만 주는 것은 아니다. 화산재를 비롯한 화산 쇄설물과 용암에는 식물의 생장에 필요한 여러 가지 성분이 포함되어 있어 오랜 시간이 지나 풍화를 받으면 식물이 자라기에 좋은 토양이 된다. 또 화산 활동으로 형성된 암석 속에는 금, 은, 구리 등 인류에게 유용한 지하자원이 포함되어 있다. 이 밖에 화산 지대에 형성된 독특한 지형과 온천은 관광 자원으로 이용되며, 지하의 뜨거운 열은 발전이나 난방에 이용된다.



◉ 그림 51 화산 쇄설류

과학과 예술

크라카타우 화산

1883년 인도네시아의 크라카타우 화산이 폭발할 때 분출된 화산재로 인해 아름다운 노을이 만들어졌으며, 이것은 많은 예술가에게 영감을 주었다.



윌리엄 애슈크로프트의 "강변 산책 3"

◉ 그림 50 화산 활동의 혜택



지하의 뜨거운 열은 발전이나 난방에 이용된다.



화산 지대에 형성된 독특한 지형은 관광 자원으로 이용된다.



화산 분출물이 쌓여 오랜 시간이 지나면 식물이 자라기에 좋은 토양이 된다.



## 지진 피해와 대처 방법

전 세계적으로 매년 크고 작은 지진이 발생한다. 큰 지진이 발생하면 땅의 진동으로 건물이나 도로가 무너지거나 땅이 갈라지는 직접적인 피해뿐만 아니라, 산사태나 화재와 같은 간접적인 피해도 발생한다. 바다 밑에서 지진이 발생하면 그 충격으로 높은 파도가 생겨 해안 지방을 덮치는 **지진 해일(쓰나미)**이 발생하기도 한다.

◉ **그림 52 지진 해일** 2011년 일본 북동쪽 해저에서 발생한 지진으로 지진 해일이 발생하여 해안 지역에 큰 피해가 발생했다.

이와 같이 인류에게 막대한 피해를 주는 지진은 미리 막을 수 없다. 그러나 지진이 언제 어디에서 발생할지 예측할 수 있다면 피해를 줄일 수 있을 것이다. 지진 관측 기술이 발달하지 않았던 과거에는 동물의 행동 변화를 이용하여 지진 발생을 예측했다. 오늘날 과학자들은 과거 지진 발생 기록을 해석하여 앞으로 일어날 지진을 예측하거나, 지구 내부에서 일어나는 여러 변화를 관측하여 지진의 징조를 알아내기 위해 노력하고 있다.

### 지진 대처 방법

서울 종합방재센터  
<http://119.seoul.go.kr>  
 지진이 발생했을 때의 행동 요령을 알아보자.

대부분의 지진은 갑자기 발생하여 1~2분 정도의 짧은 시간 동안 지속된다. 따라서 여러 가지 상황에 적절한 대처 방법을 미리 알아 두면 지진의 피해를 줄일 수 있다.

◉ **그림 53 지진 대처 방법**



#### 1. 집 안에 있을 때

책상이나 식탁 밑으로 들어가서 몸을 보호한다.



#### 2. 집 밖에 있을 때

건물, 가로등, 전선 등에서 멀리 피하고 낙하물에 주의한다.



#### 3. 승강기를 타고 있을 때

가장 가까운 층에 신속하게 내려 대피한다.

### 스스로 확인하기

- 1 화산 활동이 주는 혜택에는 어떤 것들이 있는가?
- 2 해저 지진에 의해 생긴 높은 파도가 해안 지방을 덮치는 현상을 무엇이라고 하는가?



# “지진에 안전한 건물”

지진이 발생하면 땅의 진동에 의해 건물이 무너지면서 많은 인명 피해가 발생한다. 따라서 지진에 대비하기 위해서는 건물을 지을 때 지진에 의해 파손되지 않고 잘 견딜 수 있도록 설계해야 하는데, 이를 내진 설계라고 한다.

내진 설계 방식은 크게 세 가지가 있다. 첫째, 건축물이 지진에 의한 진동을 이겨 내도록 아주 튼튼하게 설계한다. 즉, 건축물의 기둥이나 철근을 두껍게 만들어 지진으로 인한 강한 흔들림에도 건축물이 무너지지 않도록 한다. 둘째, 지반과 건축물 사이에 고무와 같은 특수한 재질의 물질이나 구슬 형태의 구조물을 설치하여 지진의 진동이 건축물에 전달되는 것을 완화시킨다. 셋째, 지진이 발생했을 때 지진에 의한 진동 방향과 반대 방향의 힘을 건축물에 가하여 건축물이 흔들리는 것을 감소시킨다.

우리나라에서는 2005년부터 3층 이상의 건물은 모두 내진 설계를 하도록 규정하고 있으며, 2008년에 지진 재해 대책법을 제정하여 이미 지어진 건물에도 지진에 대한 안전성을 보강하도록 하였다.



### 창의적 사고

지진이 발생했을 때 집 안에서 발생할 수 있는 피해를 줄이기 위한 방법을 써 보자.

▶ 그림 54 내진 설계 건물

#### 층간 충격 흡수 장치

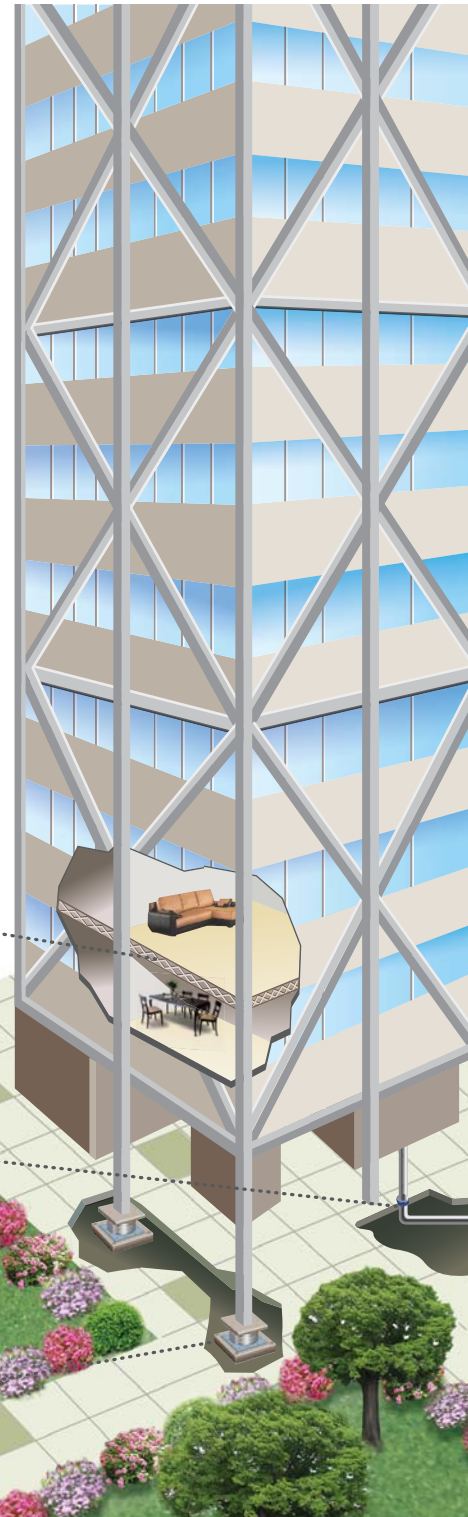
층과 층 사이에 강철로 된 X자 모양의 구조물을 설치하여 지진에 의한 충격을 흡수한다.

#### 휘어지는 파이프

가스 파이프를 휘어지게 만들어 지진파에 의한 손상을 줄인다.

#### 진동 완화 장치

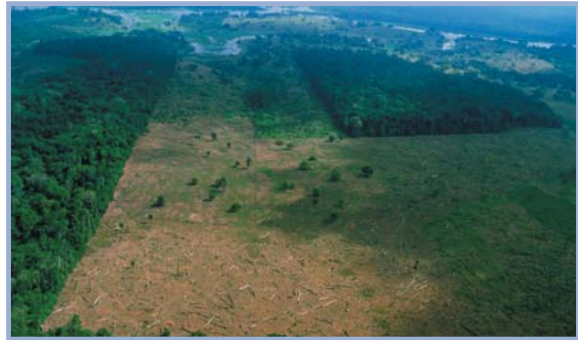
건물의 바닥에서 건물을 분리시켜 건물 안으로 지진 에너지가 들어가는 것을 막는다.



## ● 열대 우림 개발은 꼭 필요한가?

일 년 내내 따뜻하고 비가 많이 내리는 적도 부근의 열대 지방에 발달한 삼림을 열대 우림이라고 한다. 열대 우림에는 지구 상에 존재하는 동식물의 절반 이상이 살고 있다. 식물은 광합성을 하면서 이산화 탄소를 흡수하고 산소를 내보낸다. 특히 남아메리카 대륙에 있는 아마존 강 유역은 세계에서 가장 큰 열대 우림으로 지구에서 발생하는 산소의 20 % 이상을 만들어 내고 있다. 그래서 아마존 강 유역의 열대 우림을 ‘지구의 허파’ 라고도 한다.

최근 수십 년 동안 아마존의 열대 우림은 지나친 개발로 몸살을 앓고 있다. 1960년대 이후 브라질의 개발 정책으로 인해 아마존의 열대 우림이 계속 사라져 가고 있는 것이다. 열대 우림의 파괴는 생태계의 파괴뿐만 아니라 대기 중의 이산화 탄소를 증가시켜 지구의 기후에도 영향을 미치며, 이로 인해 전 지구적인 재앙이 발생할 수도 있다.



1. 윗글의 밑줄 친 부분은 지구계의 어느 구성 요소 사이의 상호 작용인지 설명해 보자.

---

2. 윗글을 읽고 지구계의 상호 작용 관점에서 열대 우림 개발에 대한 자신의 생각을 써 보자.

---



---



---



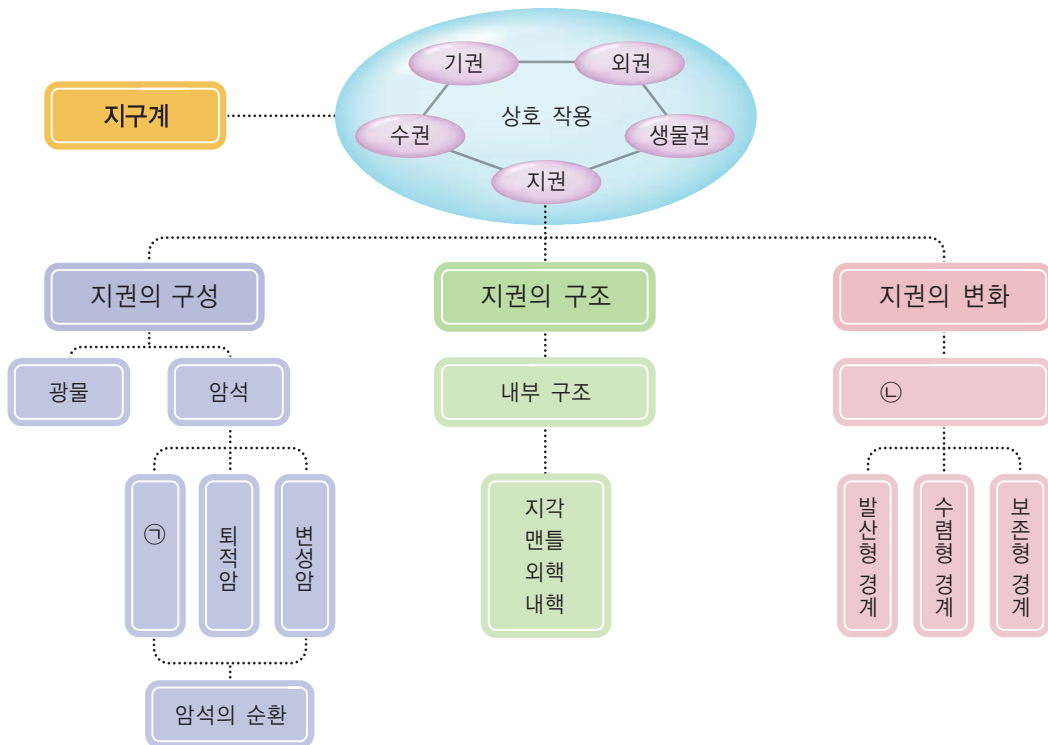
---



## 핵심 개념 확인하기

- 1 은/는 기권, 수권, 지권, 생물권, 외권으로 이루어져 있다.
- 2 지각은 암석으로 되어 있고, 암석은 여러 종류의  (으)로 이루어져 있다.
- 3 암석은 생성 과정에 따라 , 퇴적암, 변성암으로 구분된다.
- 4 암석이 주위 환경의 변화에 따라 끊임없이 다른 암석으로 변하는 것을   (이)라고 한다.
- 5 지구 내부는 지진파의 속력이 급격하게 변하는 깊이를 경계로 지각, , 외핵, 내핵으로 구분한다.
- 6 베게너는 과거에 하나로 모여 있던 대륙이 갈라지고 이동하여 현재의 모습이 되었다는   을/를 주장하였다.
- 7 지구의 표면은 여러 개의  (으)로 이루어져 있고, 이 들의 경계 부근에서 화산 활동이나 지진이 활발하게 일어난다.
- 8 판의 경계에는  경계,  경계,  경계가 있다.

## 한눈에 정리하기



이해하기

1. 다음과 같은 특징이 있는 지구계의 구성 요소는 무엇인가?

- 날씨 변화가 일어난다.
- 생물의 호흡과 광합성에 필요한 성분을 제공한다.
- 지구에서 생명체가 살기에 적당한 온도를 유지해 준다.

2. 주요 조암 광물을 다음과 같이 분류했을 때의 기준은 무엇인가?

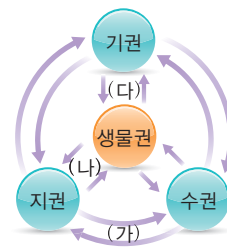


3. 그림은 전 세계에 분포하는 주요 판의 경계와 이동 방향을 나타낸 것이다. A~E를 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계로 구분해 보자.



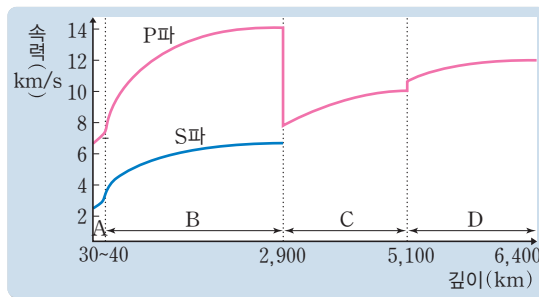
적용하기

4. 오른쪽 그림은 지구계 구성 요소 사이의 상호 작용을 나타낸 것이다. (가), (나), (다)에 해당하는 예를 찾아 기호로 써 보자.



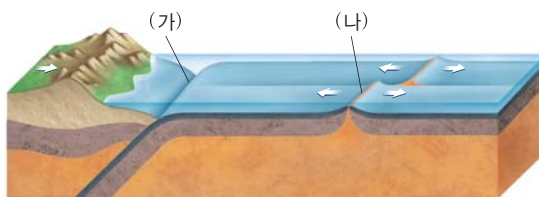
- ㄱ. 바닷가의 바위가 파도에 의해 깎인다.
- ㄴ. 식물의 씨앗이 바람에 날려 다른 곳으로 퍼져 나간다.
- ㄷ. 생물의 유해가 땅속에 묻혀 화석 연료가 생성된다.

5. 그림은 지구 내부로 전파되는 지진파의 속력 분포를 나타낸 것이다.



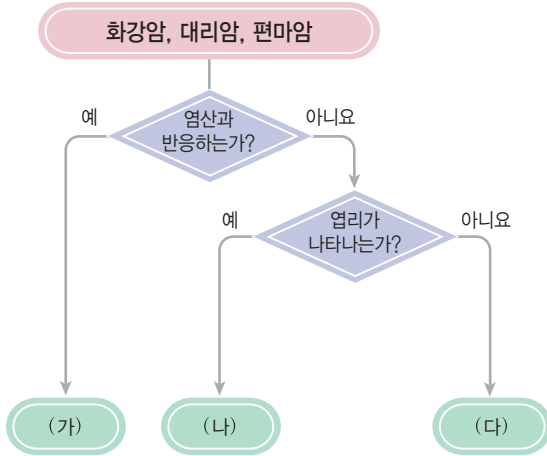
- (1) A~D 층의 이름을 써 보자.
- (2) 지하 2,900 km보다 깊은 곳에서 S파가 전파되지 않는 까닭은 무엇인가?

6. 그림은 판의 경계를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 나타나는 지형의 이름을 써 보자.



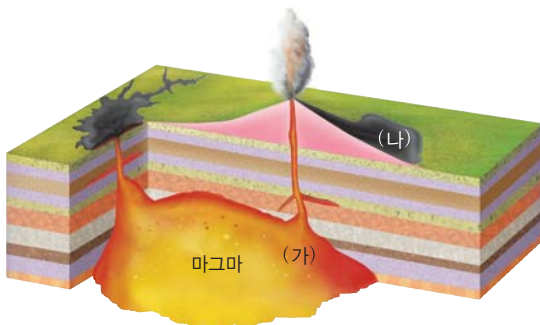
문제 해결하기

7. 그림은 화강암, 대리암, 편마암을 분류하는 과정을 나타낸 것이다. (가)~(다)에 알맞은 암석의 이름을 써 보자.



서술하기

8. 그림은 지하에서 생성된 마그마가 지표로 분출하는 모습을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 생성된 화성암의 광물 결정 크기는 어떻게 다른가? 또 그 까닭은 무엇인가?



9. 베게너의 대륙 이동설을 지지하는 증거에는 어떤 것들이 있는가? 또 베게너의 학설이 당시의 학자들에게 인정받지 못한 까닭은 무엇인가?

10. 석영과 방해석은 모두 투명하기 때문에 색으로 구별하기 어렵다. 다음에 제시된 광물의 특성 중 한 가지를 골라 석영과 방해석을 구별하는 방법을 써 보자.



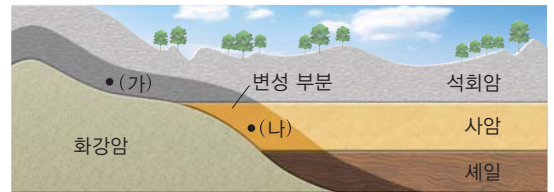
석영



방해석

결정형, 굳기, 조개짐과 깨짐, 염산 반응

11. 그림은 퇴적암으로 이루어진 지역에 마그마가 뚫고 들어가 화강암이 생성된 것을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 발견될 수 있는 암석의 이름을 각각 써 보자.



12. 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

동아프리카 열곡대는 홍해 남단에서 모잠비크까지 이어지는 길이가 무려 4,000 km에 달하는 골짜기이다. 이곳에서는 화산 활동과 지진이 활발하며 뜨거운 온천이 발달한다. 더 놀라운 사실은 이 골짜기가 점점 넓어지고 있다는 것이다. 과학자들의 연구에 따르면 이러한 현상은 판의 운동에 의한 것이라고 한다.



동아프리카 열곡대가 생성된 원인을 판의 운동과 관련지어 설명해 보자.