

은근히 재미있는 지구 이야기 광물 & 화석

교사 권홍진

(판곡고등학교)

I 광물을 들어가며

광물은 자연에서 **자연적**으로 산출되는 균질한 **고체**로서, 대부분 **무기과정**에 의해 생성되고 **일정한 화학조성**과 **결정구조**를 갖는 물질이다. 원소가 모여서 광물을 이루는데, 지각을 이루는 원소는 92종이고, 그중 중량비가 2% 이상인 원소는 8개이다.



() 광산의 () 결정

광물을 제대로 이해하여야 암석과 지질, 더 넓게는 지구라는 시스템을 이해할 수 있다. 지구는 암석권, 수권, 대기권, 생명권 등으로 구분할 수 있고, 이들은 상호 영향을 끼친다. 그리고 지구의 구성 물질인 광물은 보이는 실체

로서 아름다움과 신비로움을 가지고 있어 과학적 호기심을 유발 시킬 수 있는 매력적인 대상이다. 또한 색상과 투명함 그리고 기하학적인 외관은 건축이나 예술가들의 영감의 샘이 될 수 있다. 광물을 깊이 이해하면 광학, 재료, 생명, 의학 등 타 분야의 전문성을 기를 수 있게 된다.

광물의 생성은 **마그마**가 원천이다. 마그마는 지각의 섭입이 일어나는 곳과 맨틀 상부의 암석들의 용융체다. 암석의 용융물인 마그마가 온도가 내려갈 때 분화과정을 통해 여러 가지 광물이 정출된다. 또한 열수용액 즉 마그마의 잔류물이나 데워진 지하수가 여러 광물질을 용해시켜 새로운 광물이 태어난다. 지표수 즉 염호나 호수, 온천, 동굴 등 물속에 녹아 있던 광물질이 증발 과정을 통해 광물이 생성된다.

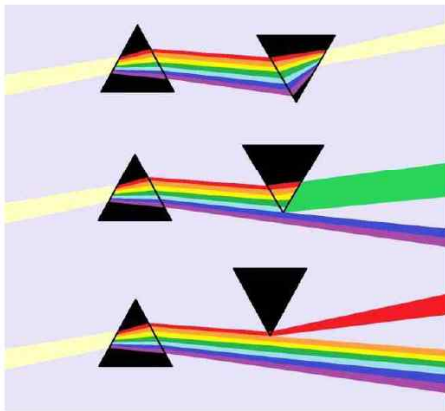
미래사회에 많은 수요가 필요한 것이 희토류원소 (rare earth elements, REE)이다. 희토류 원소는 현재 휴대전화, 퍼스널컴퓨터와 같은 IT 관련 제품, 세라믹 제품, 콘덴서, 필터, 센서, 희토류 영구자석, 수소흡장 합금전지, 자동차 배기가스 촉매, 유리 연마재, 자동차 유리 자외선 흡수제, 브라운관 유리 색재 등 첨단산업에 널리 이용되고 있는 광물자원이다. 향후 희토류는 전통적으로 쓰던 하이브리드 자동차, 컴퓨터, 전자, 휴대용 장비 등과 함께 자동차 촉매, 영구자석, 충전용 배터리 등에 수요 증가가 예상된다. 이러한 모든 원소는 광물에서 구할 수 있다.

1. 광물의 색

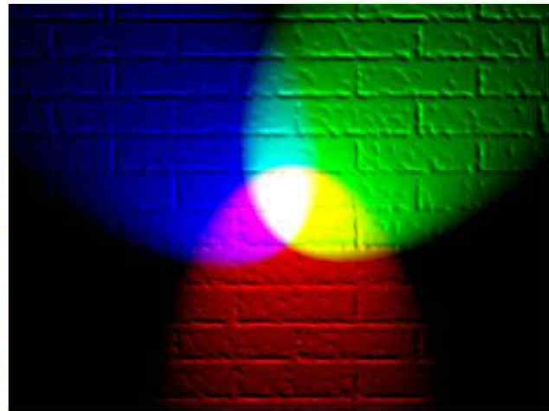
다양한 파장으로 이루어진 빛 덩어리가 물질을 통과할 때 전자가 특정 파장의 빛을 흡수하여 들뜬 후 다시 빛을 방출하는 과정에서 물질을 통과하는 빛의 양은 통과 전후 달라지는데, 물질을 통과한 모든 빛이 우리 눈에서 혼합되어 인식된 것이 바로 그 물체의 색이다.

2. 색과 보색

뉴턴은 1704년 출판한 「광학」에서 프리즘을 이용한 자신의 실험 결과에 기초하여 다음과 같이 주장하였다. 프리즘에 백색광을 통과시키면 빛이 분산되어 무지개 빛이 나타나는데 이 빛을 또 다른 프리즘을 이용하여 전부 모으면 백색광이 되고, 일부를 모으면 다른 색이 나타나며, 하나의 색만 모아 반사와 굴절을 거듭해도 똑같은 색이 나타난다는 것이다.
 현재 물리학자들은 빨간색(Red), 녹색(Green), 파란색(Blue)의 혼합으로 모든 색을 재현할 수 있으며, 가시광선은 380nm ~ 780nm라는 사실을 알아냈다.



뉴턴의 광학 실험



RGB의 혼합

[RGB의 혼합] 그림에서 빨간색(R)과 녹색(G)의 혼합색은 노란색이고, 빨간색(R)과 파란색(B)의 혼합색은 자주색이며, 녹색(G)과 파란색(B)의 혼합색은 하늘색이다. 그리고 빨간색(R), 녹색(G), 파란색(B)의 혼합색은 백색이다.

3. 각 색에 해당하는 파장과 보색

파장(nm)	색	보색
650-780	red	blue-green
595-650	orange	greenish blue
560-595	yellow-green	purple
500-560	green	red-purple
490-500	bluish green	red
480-490	greenish blue	orange
435-480	blue	yellow
380-435	violet	yellow-green

문제) 어떤 광물에서 전자가 빨간색(red)를 흡수한 경우 이 광물은 어떤 색으로 보일까?

4. 발색소

과학자들은 모든 광물에서 색이 나타나는 것이 아니라 어떤 특정 원소를 포함하는 광물에서만 색이 나타난다는 것을 알아냈다. 이 특정 원소는 대부분 티타늄(Ti), 바나듐(V), 크롬(Cr), 망가니즈(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu)이고, 이 원소들을 발색소라 부른다.

이 원소들의 공통점은 **주기율표에서 4주기이고, 전이금속원소에 속한다.**

원소	색	원소	색
Ti ³⁺	청색	Mn ⁴⁺	녹색
V ²⁺	보라색	Fe ²⁺	청색, 녹색
V ³⁺	청색, 녹색	Fe ³⁺	황갈색
V ⁴⁺ (VO ²⁺)	청색	Co ²⁺	분홍색, 청색
Cr ²⁺	청색	Ni ²⁺	녹색
Cr ³⁺	청색, 녹색	Cu ²⁺	청색, 녹색
Mn ²⁺	분홍색		

녹주석(베릴, Beryl)의 분자식은 $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 이고, 불순물 이온에 따라 색깔이 다른 변종이 나타난다.



┃ 고세나이트(Goshenite) ┃ 빅스바이트(Bixbite, Mn³⁺) ┃ 아쿠아마린(Aquamarine, Fe²⁺)



┃ 모가나이트(Morganite, Mn²⁺) ┃ 헬리오도르(Heliodor, Fe³⁺) ┃ 에메랄드(Emerald, Cr³⁺)

강옥(Al_2O_3)

루비 : Cr³⁺

사파이어 : Fe³⁺



화석~ 지구의 역사를 알려줘~

()학교 이름()



중생대 지층에서 가장 흔히 발견되는 암모나이트의 일종으로써 복잡한 봉합선의 구조를 보여주는 전형적인 암모나이트이다. 이 표본은 중앙부를 절개하여 격벽을 관찰하게 해주고 있으며 방은 노란색의 방해석으로 충전되어 있다.

상어이빨
(악상어)



스트로마톨라이트의 등장은 35억 년전의 원시바다로 거슬러 올라간다. 스트로마톨라이트는 시아노박테리아의 신진대사에 의해 만들어진 특별한 퇴적구조가 화석화된 것이다.

직각석
(노틸노이드)



고생대 실루리아기에 열대지방에서 살고 있던 생물의 이빨이다. 악상어 이빨은 예리한 삼각형 모양의 칼 형태로 이빨의 언저리는 줄칼모양으로, 안으로 굽어 있는 것이 특징이다.

규화목
(나무화석)



흔히 갑오징어 화석으로 호칭하기도 하지만 오늘날의 갑오징어와는 많은 차이점이 있다. 데본기에 번성한 패각을 가진 연체동물의 일종이며 격벽과 체관이 수직으로 배열되어 있다.

스트로마톨라이트
(시아노박테리아)



이 표본은 인도네시아의 자바섬에서 채집된 것으로써 전자현미경을 통해 관찰할 경우 남아있는 세포벽을 관찰할 수 있다. 규화목은 나무의 목질부가 땅속에 매몰된 후에 열수에 의해 만들어지며 열수에 있는 실리카의 침투에 의한 것이다.

암모나이트
(클리오니세라)



이들은 매우 잘 발달된 겹눈의 구조를 가지고 있으며 겹눈에 있는 각 렌즈들은 독립되어 있다. 데본기에 번성한 삼엽충의 대표적인 종으로써 완전한 몸감기와 동시에 넓은 미관이 특징이다.

삼엽충
(드로톱스)

화석

가. 화석 : 지질 시대 동안 생존했던 생물의 유해나 흔적이 지층 속에 보존된 것을 화석이라 한다.

나. 화석의 종류

·(시상화석) : 과거 생물이 살았던 당시의 자연 환경을 알려주는 화석을 시상화석이라 한다. 시상화석은 생존기간이 길고, 특정한 좁은 지역에서 산출된다. 산호는 따뜻하고 염분이 높은 얕은 바다에서 살고, 고사리는 온난 습윤한 지역에서 살기 때문에 이러한 화석이 발견되는 지층은 화석을 이용하여 당시의 환경을 추정할 수 있다.

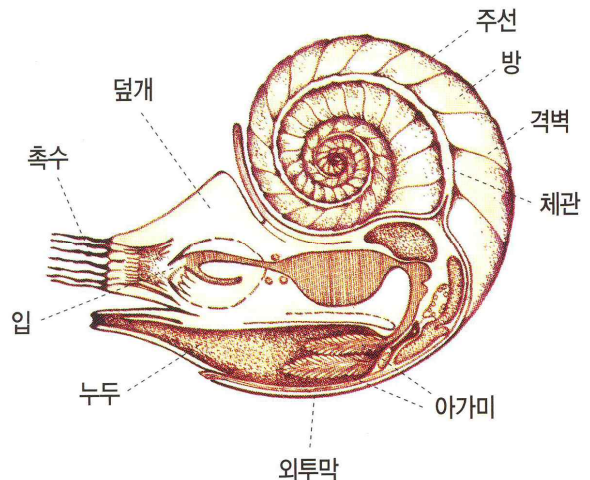
·(표준화석) : 화석 중에서 생존 기간이 짧고, 개체수가 많으며, 넓은 지역에 걸쳐 산출되면서 특정한 지질 시대를 지시해 주는 화석을 표준화석이라 한다. 이를 이용하여 지질 시대를 결정할 수 있고 멀리 떨어져 있는 지층을 대비할 수 있다. 예: 고생대(삼엽충, 필석류, 갑주어, 푸줄리나), 중생대(암모나이트, 공룡, 시조새), 신생대(화폐석, 매머드)

라. 대표적인 화석

1) 암모나이트

암모나이트는 중생대 표준화석으로서 고생대 말기에 출현하여 백악기 말에 완전히 멸종하였다. 암모나이트 어원은 이집트의 태양신 암몬(Ammon)에서 유래되었다고 한다. 현재 호주 북쪽의 해역에 암모나이트와 비슷한 두족류인 앵무조개가 서식하고 있다.

암모나이트는 중생대 육지를 지배한 공룡과 함께 중생대 바다를 지배한 동물이기 때문에 다양한 형태의 암모나이트는 표준화석이다. 가까운 일본의 북해도에는 보존상태가 양호하고 다양한 암모나이트 화석이 많이 산출되지만, 한반도에는 아쉽게도 암모나이트 화석은 산출되지 않는다. 왜냐하면, 중생대에 한반도는 육지환경이었기 때문이다.



2) 자신이 발굴한 암모나이트 화석 스케치하기

<스케치>	<특징>
	1. 2. 3. 4.

지질연대표 그리기

어떻게 할까?

1. 전지에 표 1을 참고하여, 지질 시대 기간을 구분하자.
2. 지질시대 길이를 각도로 환산한다.
3. 환산한 지질시대를 각도에 맞게 원 그래프로 그린다.
3. 각 지질 시대의 이름과 시대별 화석을 조사하여 적어보자.

표1. 지질연대표

이온 Eon	대 Era	기 Period	세 Epoch	시작연대 (만년 전)	환산 길이 %	각도
현생이온 Phanerozoic	신생대 Cenozoic	제4기 Quaternary	홀로세 Holocene	1.17	0.66 cm	1.43×3.6 =5.1°
			플라이스토세 Pliocene	258		
		신제3기 Neogene	플라이오세 Pliocene	533		
			마이오세 Miocene	2303		
		고제3기 Paleogene	올리고세 Oligocene	3390		
			에오세 Eocene	5600		
	중생대 Mesozoic	백악기 Cretaceous		1,4500	1.859 cm	
		쥐라기 Jurassic		2.0130		
		트라이아스기 Triassic		2.5190		
	고생대 Paleozoic	페름기 Permian		2,9890	2.891 cm	
		석탄기 Carboniferous		3,5890		
		데본기 Devonian		4,1920		
		실루리아기 Silurian		4,4380		
		오르도비스기 Ordovician		4,8540		
		캄브리아기 Cambrian		5,4100		
	선캄브리아 Proterozoic	원생이온 Proterozoic	신원생대 Neoproterozoic		10,0000	19.59 cm
			중원생대 Mesoproterozoic		16,0000	
			고원생대 Paleoproterozoic		25,0000	
시생이온 Archean		신시생대 Neoaarchean		28,0000	15 cm	
		중시생대 Mesoarchean		32,0000		
		고시생대 Paleoarchean		36,0000		
		시시생대 Eoarchean		40,0000		
암흑누대 Hadean		46,0000	6cm			
계					46cm	360°

지구의 역사

