

함수광물과 우리 건강

Hydrate Mineral and Our Health

글 | 秦秀雄

(Jin, Soo Ung)

지하자원개발기술사, (주)한자엔지니어링
기술사사무소 대표이사, 본회 홍보위원
E-mail: Hanjaco@Hanjaco.co.kr



Hydrate minerals are contain H₂O to offer a place for our health and life of living organism.

I wish to present a hypothesis to explain the mechanism on which every living organism survives, gets sick and recovers again.

Hydrate minerals are the very prerequisite for all animals and the welfare of mankind.

Hydrate minerals are used to the main medical stuffs, the materials for water purification and porous materials for bio-ceramic and bio-plastic industries.

1. 서언

자연계에서 물분자와 섞여 일정한 화학성분을 갖고 산출되는 광물을 편의상 함수광물(Hydrate mineral)이라 한다.

함수광물 중에서 우리에게 잘 알려진 피부미용 광물인 개흙(개펄진흙), 황토(점토의 일종), 고령토(한약재명: 赤石脂) 등과 한약재로 쓰이는 지오라이트(한약재명: 麥飯石), 활석(한약재명: 滑石), 운모(한약재명: 礫石), 녹니석(靑礫石), 명반석(한약재명: 白礬), 유조광(한약재명: 芒硝) 등은 우리 몸에 유익한 한약재로 알려져 있지만 아직까지 그 명확한 효능에 대하여 과학적으로 규명된 바 없다.

따라서 필자는 오래 전부터 함수광물 효능에 대하여 그 원인을 규명해 보았는데 그간 일부 밝혀진 사실을 개략적으로 정리해 보았다.

요즘음 개흙과 같은 점토광물은 피부병치료나

피부미용에 실제 쓰이고 황토나 고령토도 한의학에서 적석지(赤石脂)라 하여 정제해 불에 구어 결정수를 제거한 다음 곱게 갈아 소염제나 지사제로 쓴다.

또한 양어장에서는 황토를 물에 풀어 양어에 기생하는 세균이나 기생충을 흡착제거 해 내는가 하면 적조(赤潮) 억제제로 쓴다.

이러한 세균흡착현상은 함수광물만이 가지고 있는 천혜적인 미세공극에 의한 것이며 이로 인한 이온교환능력이 발생되어 생물세포활성화에 도움을 준다.

이와 같이 우리 주변에서 쉽게 얻을 수 있는 함수광물은 그 특성을 파악하여 이에 대한 적절한 용도를 개발해 내면 보다 쾌적하고 건강한 우리 생활환경을 만들 수 있고 신종질병퇴치에도 많은 역할을 기대할 수 있어 우리 건강과 연계해 기술하여 보았다.



2. 함수광물의 생성

화산이 폭발할 때 분출되는 용암(Lava)은 수증기상태의 많은 물과 각종 가스를 함유하였다가 대기 중에 대부분 발산한다.

그러나 지하에 있는 용암은 고온 고압상태의 수증기와 가스가 각종 성분과 함께 갇혀 있는데 이러한 땅 속 용암을 암장(岩漿 : Magma)이라 한다.

지하 약 15km 지점의 지압인 4,000 바아르를 기준할 때 화강암질암장의 수분함량은 9.5~10%나 된다. (1(bar) = 10⁵ N/m²)

고온 고압상태의 암장이 지각의 틈을 뚫고 상승하면서 서서히 식으면 용점이 서로 다른 성분들끼리 액상분리(液相分離 : Liquid immiscibility) 현상이 나타난다.

이때 고온 고압상태의 물(수증기), 즉 열수용액(熱水溶液 : Hydrothermal solution)은 각종 성분과 혼합된 상태에서 친화력이 강한 성분끼리 결합하여 결정하면서 여러 형태의 함수광물을 만든다.

이처럼 같은 암장에서 2종 이상의 다른 광물이 정출(晶出)되는 현상을 암장분화작용(岩漿分化作用 : Magmatic differentiation)이라 하는데 암장분화작용이 일어나기 전에 용점차에 의한 액상분리 현상이 먼저 나타나고 다음에 비중차에 의한 중력분화(Gravitative differentiation) 현상이 나타나게 된다.

이때 암장유동에 의한 대류(對流 : Convection current)에 의해 주변암석으로 암장의 관입(Intrusion)이 일어나 잔장(殘漿)은 따로 분리돼 각종 광상(鑛床)을 만든다.

이와 같이 암장분화작용에 의해 각종 광물이 정출될 때 물과 혼합되거나 화합되면 함수광물이 만

들어진다.

지구상 자연계는 광물, 식물, 동물 등 삼계(三界)로 나누며, 식물과 동물 등 생물을 제외한 모든 무생물을 광물(鑛物 : Mineral)로 보면 틀림없다.

따라서 함수광물도 다른 광물과 마찬가지로 일정한 화학성분과 물리적 성질을 갖고 있으며 균질상태로 자연에서 정출한다.

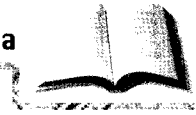
요즘은 인공적으로 합성하여 천연광물과 같거나 비슷한 인조광물(人造鑛物 : Artificial mineral)을 만들 수 있는데 이를 합성광물(合成鑛物 : Synthetic mineral)이라 하여 천연광물과 구별하고 있다.

이와 같이 자연상태에서 산출되는 광물 중 결정수(H₂O)를 함유하거나 수산기(水酸基 : OH)상태로 산출되는 광물은 모두 함수광물(含水鑛物 : Hydrate mineral)이라 할 수 있다.

함수광물의 특성은 물분자나 결정수를 갖고 있기 때문에 열에 약하고 산이나 알칼리와 쉽게 반응한다.

지구상에서 현재까지 발견된 100여종의 원소가 서로 화합하여 3,500여종의 각종 광물을 만들고 있으나 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 광물은 겨우 100여종이며 이중 함수광물은 약40종 정도다.

함수광물 중 유조광(硫曹鑛), 붕사(硼砂), 녹니석(綠泥石), 견운모(絹雲母), 질석(蛭石), 양기석(陽起石), 활석(滑石), 석고(石膏), 고령토(高嶺土), 명반석(明礬石), 단백석(蛋白石), 백운모(白雲母), 사문석(蛇紋石), 갈철석(褐鐵石), 담반(膽礬), 능아연석(菱亞鉛石), 연망강광(軟망강石) 등은 정제하여 구어 낸 다음 한약재로 쓰이고 기타 함수광물도 우리 생활에 필요한 각종 소재로 쓰이는 환경친화적 물질이다.



3. 함수광물의 종류

함수광물은 성분에 따라 산화, 탄산, 규산, 인산, 유산광물로 대별하며 이중 산화광물을 대표하는 것이 물이고 함수규산염광물을 대표하는 것이 고령토와 지오라이트이다.

이밖에 함수인산염광물을 대표하는 것이 붕사이고 함수유산염광물을 대표하는 것이 석고인데 특히 함수규산광물에 속하는 고령토를 위시한 점토광물은 우리 일상생활에 가장 밀접한 관계가 있는 주요 함수광물에 속한다.

함수광물을 광물별로 분류하여 요약하면 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 주요 함수광물 일람표

광물명	광물명	결정계	화합 성분	비중	경도	수분 함량(%)	비고	
산 화 광 물	수반토석 (Gibbsite)	단 사	Al(OH) ₃	2.3~2.4	2.5~3.5	34.6		
	붕 사 (Borax)	단 사	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	1.69	2~2.5	47.2	한약재명: 붕사(硼砂)	
	경망강광 (Psilomelane)	비정질	MnO ₂ ·nH ₂ O	3.7~4.7	5~6	1~6	한약재명: 무명이(無名異) 연망강광(Pyrolusite)	
	공작석 (Malachite)	단 사	CaCO ₃ ·Cu(OH) ₂	3.7~4.1	3.5~4	8.2		
	남동광 (Azulite)	단 사	2CaCO ₃ ·Cu(OH) ₂	3.7	3.5	5.2		
	케이루사이트 (Gaylussite)	단 사	NaCO ₃ ·CaCO ₃ ·5H ₂ O	1.95	2~3	30.4		
	코카이트 (Kochite)	등 축	2Al ₂ O ₃ ·3SiO ₂ ·5H ₂ O	3	6	30.0	호지석	
	규 산 광 물	지오라이트 (Zeolite)	비 정	Al, Ca, Na, K 등의 함수규산염, 이온교환 반응	2~5	6~6.5	+16.0	한약재명: 맥반석(麥飯石) Inesite Apophyllite Mordenite Heulandite Epistilbite Phillipsite Harmontone Stibite Laumontite Chabazite Gmelinite Analcime Natrolite Thomsonite
		담백석 (opal)	비정질	SiO ₂ +H ₂ O	1.9~2.3	5.5~6.5	3~23	한약재명: 마노(瑪瑙) Precious opal(귀담백석) Fire opal(불담백석) Common opal(보통담백석) Cacholong(비담백석) Opal-agate(담백마노) Menilite(규유석) Opal-jasper(담백벽옥) Wood-opal(나무담백석) Hyalite(옥적석) Siliceous sinter(규화) Patom earth(규조토)등이었다.
		다이아스포이 (Diaspore)	사방정계	Al ₂ O ₃ ·H ₂ O	3.3~5.5	6.5	15.0	
침철광 (Gothite)		사방정계	Fe ₂ O ₃ ·H ₂ O	4.28	5~5.5	10.1	한약재명: 우량석(烏糧石)	
수망강광 (Manganite)		사 방	Mn ₂ O ₃ ·H ₂ O	4.3	3.5~4	10.3	한약재명: 무명이(無名異)	
갈철광 (Limonite)		비정질	Fe ₂ O ₃ ·nH ₂ O	3.4~4	1~5.5	14.5	한약재명: 우량석(烏糧石) (신농본초경 神農本草經)	
보-사이트 (Bauxite)		비정질	Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O	2.55	1~3	26.1		
수철석 (Brucite)		육 방	MgO·H ₂ O	2.38~2.4	2.5	31.0		
운 모 (Mica)		육 방 사 방	H, Mg, Fe, Na, Li, F, Al +SiO ₂	2.8~3	2~3	4.5	한약재명: 금정석(金精石) Vermiculite Muscovite 한약재명: 몽석(礬石), 운모(雲母) Sericite Lepidolite Biotite Phlogopiet	
		단 사	H, Mg, Al, Si	2.7~0.8	2~2.5	13.0	Clinochlore, Pennine, Prochloride 한약재명: 청몽석(靑礬石)	
	단 사	H, Mg, Si, O ₂	2.5~2.8	2.5~4	12.9	Common serpentine Precious serpentine Chrystite Verd antique 한약재명: 화예석(花蕊石)		



광물명	광물명	결정계	화합물 성분	비중	경도	수분 함량(%)	비고
규산광물	활석 (Talc)	단사	$H_2Mg_3Si_4O_{10}$	2.6~2.8	1~2.5	4.8	
	해포석 (Serpentine)	단사	$H_2Mg_3Si_2O_8$	1~2	2~2.5	12.1	주로 담배 pipe, 조각용
	석경석 (Saponite)	비정	$Al_2O_3, MgO, SiO_2, H_2O$	2.3	1~2	20.0	
	고령토 (Kaolinite)	단사	$H_4Al_2Si_2O_7$	2.2~2.6	1~2	14~20	현약재명: 적석지(赤石脂)
	엽납석 Pyrophyllite	단사	$H_2Al_2(Si_2O_5)_4$	2.8~2.9	1~2	5.0	괴상인 경우 납석 (Agalmatolite)
	규공작석 Chrysocolla	육방 정방	$CuSiO_3 \cdot 2H_2O$	2~2.2	2~4	20.5	
인산광물	펜위타이트 (Penwithite)	비정	$MnSiO_3 \cdot nH_2O$	2.2	3.5	21.6	
	양기석 (Actinolite)	단사	$Ca(Mg \cdot Fe)_3(SiO_3)_4$	3	5~6	-5	현약재명: 양기석(陽起石)
	인회석 (Apatite)	육방 Ca	$F, Cl, OH, (PO_3)_3$	3.1	5	5.0	
	천남석 (Lazulite)	단사	$(Fe, Mg)Al_2(OH)_2PO_4$	3.0~3.1	5~6	5.8	
유산광물	터키석 (Turquoise)	삼사	$H_2(Al(OH)_2)_3Cu(OH)(PO_4)_3$	2.6~2.8	6	19.5	
	인회우란 (Autunite)	사방	$Ca(UO_2)_2PO_4 \cdot 8H_2O$	3	2~2.5	15.7	
유산광물	석고 (Gypsum)	단사	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2.2	2	21	현약재명: 석고(石膏), 한수석(寒水石) Selenite Satin spar Alabaster 현약재명: 현정석(玄精石) Rock gypsum Gypsite
	사리염 (Epsomite)	사방	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	1.7	2.5	51.2	
	녹반 (Melantherite)	단사	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	1.8	2	45.3	
	담반 (Chalcantite)	삼사	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	2.7	3~3.5	36	현약재명: 담반(膽礬)
	명반 (Alum)	등축	$MAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	3	3	+40	M=Na, Al, K, Fe, Mn 등
	명반석 (Alumite)	육방	$K_2(Al_2(OH)_4(SO_4)_2)$	2.6~2.8	3.5~4	13	현약재명: 백반(白礬)
유조광 (Mirabilite)	단사	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	1.48	1.5~2	55.9	현약재명: 망초(芒硝)	

4. 함수광물로서 점토광물의 위치

함수광물인 점토광물(Clay mineral)은 물과 함께 모든 생명체의 유전자인 리보핵산(RNA)을 만들어 낼 수 있는 유일한 광물로 오랜 세월동안 지구환경에 영향을 받으며 다양한 생명체를 만들어 내어 진화시켜 왔다.

점토광물의 주성분은 층상결정구조를 가진 함수규산염광물로 다음과 같은 특징이 있다.

- 다음 -

- (1) 일반적으로 미립이며 단위중량당 비표면적이 크고 흡습성이 강하며 물과 혼합되면 가소성을 갖는다.
- (2) 물리, 화학적으로 광물특유성질의 변동폭이 크다.
- (3) 층상규산염광물 층간에 혼합광물 층을 협재한다.
- (4) 물이 주성분의 일종으로 작용하여 수산기(OH) 또는 결정수(H₂O)를 갖는다.
- (5) 이온교환능력, 팽윤성, 혼합능력이 있다.

점토광물의 생성은 물에 의해 만들어지며 물은 점토광물에 빼놓을 수 없는 주성분의 하나가 되기 때문에 물을 다량 함유한 규산염형태의 화학조성을 띤다.

구성원자는 이온결합형태로 이루어지고 일부는 중성 분자간 공유하는 응집력인 반델바알스힘(Van der Waals force)을 갖는다.

점토광물 중 함유된 물은 산소(O₂) 이온과 결합하여 수산기(OH⁻) 또는 물분자(H₂O) 형태로 수소결합 한다.

Si⁴⁺는 4개의 O²⁻로 둘러싸여 SiO₂ 사(四)면체를 형성하고 이 'Si-O' 분자의 사면체가 여러 모양으로 연결되어 여러 형태의 점토광물을 만든다.

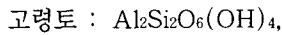


대부분의 점토광물은 사면체의 판유리를 겹쳐 놓듯이 평면적으로 연결된 층상규산염(Layer-silicates)으로 이루어져 있기 때문에 일명 엽상규산염(Phyllo-silicate)이라고도 한다.

이와 같이 물은 점토광물을 만드는 매체이자 주성분의 하나이며 층상규산염 중 'Si-O' 사면체의 2차원적 연결을 사면체 시-트(Tetrahedra sheet)라 하여 여기에 'Al-O' 사면체가 더하여지면 팔(8)면체 시-트가 된다.

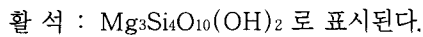
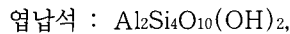
이상의 두 시-트가 결합돼 1 : 1 또는 2 : 1 층이라 부르는 3차원적 복합층 구조가 중첩 결합에 의해 만들어진다.

1 : 1형 점토광물로는 고령토와 사문석을 예로 들 수 있으며 화학식은



사문석 : $Mg_3Si_2O_6(OH)_4$ 로 표시되고 이때 고령토의 층상규산염층 사이 물분자가 끼어 들면 할로이사이트 ($Al_2Si_2O_6(OH) \cdot 2H_2O$)가 된다.

2 : 1형 점토광물을 대표할 수 있는 것은 엽납석과 활석이며



전기적으로 중성인 2 : 1층 간에는 저면산소면이 있으나 결합력이 약해 대체로 경도(Hardness)가 낮고 층간 인력도 적어 미끄러지기 쉬워 매끄러운 촉감을 띤다.

여기에 알칼리 이온이 침입하면 운모나 녹니석류로 변한다.

점토광물 층간 간격은 대체로 7~15Å 정도이고 대부분의 점토광물은 결정질이나 알로펜(Allophane), 이모고라이트(Imogolite) 같은 비정질인경우도 있으며 이들 모두가 수산기 형태의 물분자를 갖는 것이 특징이다.

모든 점토광물은 친수성이며 점토광물의 미세

한 판상입자 표면에 물분자 수화층이 형성되면 물분자 연결에 의한 가소성과 점성이 생긴다.

점토광물 표면은 (-)이온, 또는 (+)이온을 가지고 있으므로 이들 이온을 중화시키기 위해 반대 이온의 흡착현상이 일어난다.

이와 같이 흡착이온을 가진 점토광물이 다른 이온을 가진 용액과 접촉하면 순간 흡착이온과 액중 이온사이 이온교환 작용이 일어난다.

이때 발생하는 이온교환 양을 음(-), 양(+)에 따라 양이온 교환용량(Cation exchange capacity, CEC), 또는 음이온 교환용량(Anion exchange capacity, AEC)이라 하며, 용량의 표시는 단위질량(보통 100g)당 밀리그램 당량수(me)로 나타낸다.

일반적으로 점토광물 표면은 (-)이온이 우세하므로 대부분 양이온교환 현상이 일어난다.

〈표 2〉 각종 점토광물의 양이온 교환용량(CEC)

점토광물명	교환반응량 (me/100g)	비 고
카오리나이트	2~10	
할로이사이트	5~40	
견 운 모	10~15	pH = 7.0
녹 니 석	2~10	이온농도 0.1
버미규라이트	100~150	N.NH ₄ Cl
스 벡 타 이 트	20~30	
알 로 펜	30~135	

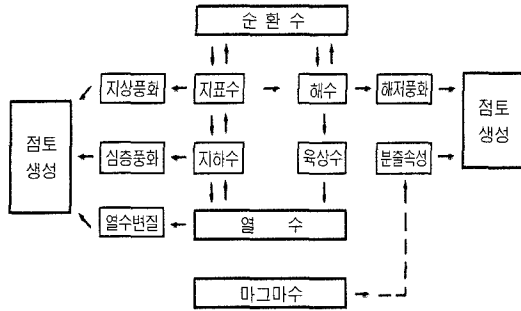
이밖에 점토광물은 물을 매개체로 하여 유기물이나 무기물의 복합체를 만들기도 하고 분산과 응집능력을 갖는다.

이와 같이 물은 점토광물을 만들어 내는가 하면 점토광물에 각종 기능을 부여하여 지구상 생명체를 탄생시키는 기본물질이 되었다.

다음 그림은 지구상에서 물이 점토를 만들어 내



는 과정을 도식화해 본 것이다.



〈그림 1〉 지구상 물의 형태와 점토화 작용

〈표 3〉 점토광물의 종류(대분류)

(국제점토연구위원회 CIPEA, 점토광물명명위원회 1965)

기형 (TYPE)	군별(GROUP) (x =layer charge)	류별(SUB-GROUP)	종별(SPECIES) (대표적인 것만 표시)
	pyrophyllite, talc $x=0$	pyrophyllites(엽납석류)	pyrophyllite
		talcs(활석류)	talc
2 : 1	montmorillonite -saponite(석검석) $x=0.5-1$	(montmorillonites)	montmorillonite, beidellite, nontronite
		saponites(석검석류)	saponite, hectorite, sauconite
	vermiculite(질석) $x=1-1.5$	dioctahedral vermiculite	dioctahedral vermiculite
		trioctahedral vermiculite	trioctahedral vermiculite
	mica(운모) $x=2$	dioctahedral micas	muscovite, paragonite
trioctahedral micas		biotite, phlogopite	
brittle mica(취약) $x=4$	dioctahedral brittle micas	margarite	
	trioctahedral brittle micas	seybertite, anthophyllite, brandisite	
2 : 1 : 1	chlorite(녹니석) $x=variable$	dioctahedral chlorites	pennine(고토녹니석), clinochlore(사녹니석), prochlorite(선석)
		trioctahedral chlorites	
1 : 1	kaolinite(고령토) -serpentine(사문석) $x=0$	kaolinites(고령토류)	kaolinite, halloysite
		serpentines(사문석류)	chrysotile(사문석편), lizardite, antigorite

5. 결론

합수광물은 이상과 같이 부지부식간 우리생활

에서 물과 함께 한시도 떼어놓을 수 없는 건강과 생활필수광물인 환경친화적 광물이 되었다.

이러한 합수광물의 특징은 거의 비슷하며 이를 요약해 보면 다음과 같이 결론지어진다.

(1) 합수광물은 열에 약하며 가열하면 수분이 증발 다공성 물질로 변하는 특성이 있다.

(2) 가열 처리된 합수광물은 다공성 물질특유의 투과(透過), 확산(擴散), 고상반응(固相反應), 중량변화(重量變化), 체적변화(體積變化), 강도변화(強度變化) 등의 특성을 가지고 있다.

(3) 합수광물의 특성을 이용하여 각종 다공소재 제조에 주원료로 쓰여 바이오 세라믹, 바이오 내화물, 바이오 플라스틱, 엔지니어링 플라스틱 등 제조에 쓰인다.

(4) 합수광물은 미세공극과 물분자 이동으로 인한 이온교환 능력이 있어 먹는 물의 정수촉매제로 쓸 수 있다.

(5) 대부분의 합수광물은 불에 구어내면 미세 다공성 물질로 변함으로 우리 몸에 유해한 세균을 흡착제거 하는데 쓰여 내복약이나 외상치료 등 약용으로 이용되고 있다.

(6) 이상과 같이 합수광물은 직간접적으로 우리 몸의 건강과 우리주변 생활환경 개선에 많은 도움을 주는 환경친화적인 건강광물이라 할 수 있다.

(원고 접수일 2000. 8. 29)