

KR-93-(B)-2

지질표본의 수집·분류 및 전시내용 개발연구(I)

Collection and Classification of Geological Standard Samples, and
Development of Exhibition Items

연구기관

재단법인 한국자원연구소

과학기술처

제 출 문

과학기술처장관 귀하

본 보고서를 “지질표본의 수집, 분류 및 전시내용 개발연구(I)”의 최종보고서로 제출합니다.

1993년 12월 30일

주관연구기관명 : 한국자원연구소

총괄연구책임자 : 서 해 길

연구 원 : 신 홍 자

이 종 철

권 석 기

안 기 오

요 약 문

I. 제 목

지질표본의 수집, 분류 및 전시내용 개발연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

- 1) 지금까지의 지구과학분야의 연구결과와 자료를 체계적으로 전시하고, 아직까지 미확보된 국내외 표품을 수집, 분류하여 전시내용을 강화하
므로써 국내 유일의 지질표본관을 완성
- 2) 대전 Expo. 기간동안 지질표본관을 개방하여 국가적 행사에 기여
- 3) 국내외 자연사박물관의 건립과 운영을 위한 기초자료 제공

III. 연구내용 및 범위

- 1) 전시물의 설명체계 확립을 위하여 각 코너에 설명 판넬을 준비하고
관람객의 편의를 위한 자동녹음 설명장치 설치
- 2) 미확보된 표품의 수집 및 분류체계 확립
- 3) 주요 지구과학 비디오 테이프의 영상화
- 4) 대전 Expo. 행사를 위한 각종 설명문 및 안내 program 마련
- 5) 지질표본관 안내책자 및 우편엽서 발간

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

- 1) 수집, 분류된 지질표본의 자료목록화(사진촬영, 기재)를 통하여 전국
초·중·고등학교 지학교육 자료로서 사용될 수 있도록 한다.
- 2) 전국 지학교사의 연수교육과 연계하여 일정시간 본 지질표본관에서
현장교육을 실시하도록 한다.

- 3) 전국 초·중·고등학교에 설치된 광물·암석표본 전시물의 상태를 파악하여 올바른 전시 여부를 점검할 수 있는 사업과 연계되면 훌륭한 교육적 효과를 얻을 것임.

ABSTRACT

KIGAM opened a geological museum at the end of 1992 with lacks of necessary rock and mineral samples and explanation panels for permanent exhibition.

In this year the geological museum of KIGAM enforced its exhibition items and facilities replenishing with new samples, panels, and audio-visual systems.

For the mineralogy corner, totally 170 new geological samples of 52 species were collected as follows :

65 minerals of 23 species, 13 meteorites of 3 species, 16 gem materials of 5 species and 76 fossils of 23 species.

The panels in mineral and gemstone corners are definition and classification of minerals, common polymorphous minerals, mineral colors, classification of silicate minerals, 6 crystal system, meteorites and precious stones. In addition, brief explanations were made to the minerals in separate display boxes.

For the lithology corner, the definition of rocks, major geochemical cycle, classification of the igneous, sedimentary and metamorphic rocks, the scale of grain size for clastic sediments and metamorphic rock series, were paneled for explanation.

The schematic diagram showing the pollution process of underground water, environmental geology evaluation, oil traps, coal field map of Korea and so forth were illustrated.

In each corner tape-recorded auto-explanation systems were installed to provide exact understandings to visitors.

In audio-visual corner, four 15 minutes video tapes were prepared to play for the visitors on Earth Sciences.

여 백

Contents

Abstract	iii
I . Introduction	1
II . Systematic Presentation of Exhibition Materials	3
II -1. Minerals	3
II -1-1 Definition and Classification	3
II -1-2. Polymorphism	7
II -1-3. Colors	15
II -1-4. Minerals in Separate Boxes	25
II -2. Meteorites	28
II -3. Precious Stones	40
II -4. Rocks	48
II -4-1. Definition	48
II -4-2. Major Geochemical Cycle	51
II -4-3. Classification	53
II -4-4. Grain Size of the Clastic Sediments	58
II -4-5. Occurrence of Igneous Rocks	64
II -4-6. Metamorphic Rock Series	68
II -5. Environmental Geology and Others	71
II -5-1. Pollution Process of Underground Water	71
II -5-2. Environmental Geology Evaluation	74
II -5-3. Coal Field Map of Korea	75

II –5–4. Oil Traps	78
II –5–5. Fundamental Geology Research of Korea	86
II –5–6. Building Stones	88
II –5–7. Others	90
III. Video Programs	91
III –1. Drifting Continents	93
III –2. Origin of Oxygen	99
III –3. Formation of the Great Mountains	105
III –4. Earth : Planet of the Miracle	114
IV. Conclusion	122
Appendix : 1. Lists of Exhibited Minerals, Gems and Rocks	123
2. Lists of Geological Samples	135

목 차

I. 서 언	1
II. 전시자료 및 설명체계	3
II-1. 광 물	3
II-1-1. 광물의 정의와 분류	3
II-1-2. 구조형과 동질이상	7
II-1-3. 광물의 색	15
II-1-4. 독립장내의 광물설명	25
II-2. 운 석	28
II-3. 보 석	40
II-4. 암 석	48
II-4-1. 암석의 정의	48
II-4-2. 암석의 운회	51
II-4-3. 암석의 분류표	53
II-4-4. 쇄설성 퇴적물의 입도	58
II-4-5. 화성암의 일반적인 산출상태	64
II-4-6. 변성암의 계열도	68
II-5. 환경지질, 기타	71
II-5-1. 지하수의 유동과 오염경로	71
II-5-2. 환경지질 조사항목 중요도	74
II-5-3. 한국의 탄전분포	75
II-5-4. 석유 저류 트랩	78
II-5-5. 국토 기본 지질조사	86

II-5-6. 석재	88
II-5-7. 기타	90
III. 영상 비디오 체계	91
III-1. 갈라지는 대륙	93
III-2. 산소의 생성	99
III-3. 대산맥의 탄생	105
III-4. 기적의 행성 지구	114
IV. 결론	122
부록: 1. 전시 광물, 보석 및 암석 표본 목록	123
2. 전시 및 보관 표본 목록	135

I. 서 언

70여년의 역사를 가진 본 연구소에 그동안 소규모 지질표본 전시실이 설치되었다고는 폐쇄되기를 몇번인가 되풀이 하다가 1992년 11월 10일 한국자원연구소 창립1주년 기념일을 기하여 지질표본관을 정식으로 개관한 바 있다.

개관당시 광물, 암석, 화석, 지질 및 퇴적구조등 총 700여점의 지질표본을 분류하여 전시하였고 표본관 도입부에 지질시대의 변천상등 4개의 Wide Color Film을 제작설치하여 부족하나마 그런대로 지질표본관의 모습을 어느 정도 갖추어 개관하였다.

1993년도에는 전년도에 못다한 각종 지질설명 Panel을 다수제작 설치하였고 EXPO관련 관람객은 물론 학생들의 지학교육 목적으로 갈라지는 대륙, 산소의 생성, 대산맥의 탄생, 기적의 행성지구등 4편의 지구과학영상 Video Tape를 편집 제작하고 이의 관람을 위한 소규모 영상실을 설치하였다. 또한 표본관 도입부에 설치된 지질시대의 변천상등 Wide Color Film과 공룡족흔화석에 대한 각각의 자동녹음 설명시설을 갖추었다. 또한 광물표본의 라벨을 교체(광물의 화학기호 추가)하고 일부 광물과 지질 및 퇴적구조 라벨에는 간단한 설명을 추가하여 관람객으로 하여금 그 뜻을 이해할 수 있도록 하였다.

전시표본은 광물과 화석 및 운석등이 상당량 추가되었고 전시된 일부 화석을 지질시대별로 분류하여 체계있게 재 진열하였다. 이로서 전시된 광물, 암석, 화석, 지질 및 퇴적구조등 각종 지질표본과 더불어 영상실과 자동녹음설명 시설을 갖추므로써 지구과학에 대한 시청각 교육을 위한 터전을 어느정도 마련한 셈이다. 본 연구소는 지구과학에 관련된 국내 유일의 연구기관으로 지질, 지하자원 및 광물 소재 등에 대한 조사, 연구를 수행하므로써

국토이용 보존, 방재, 지하자원의 탐사, 개발 및 활용에 이르기까지 광범위한 분야에 걸쳐 연구를 수행하고 있으나 일반 국민들에게는 널리 알려지지 않은 실정이다.

우리 인류가 발붙여 살고있는 유일한 우리의 터전인 지구에 관하여 일반 국민들에게 기본적인 지식을 갖게하고 지구환경 보존을 위한 과학의 생활화가 무엇보다도 절실하게 요구되는 시점에 와 있다.

국내는 물론 세계 도처에서 수집된 진귀한 광물, 아름다운 보석과 그 원석, 수 천만년 혹은 수 억년전에 지상에 살고있던 각종 동물과 식물화석등을 체계적으로 전시하고 지구 과학에 관한 각종 설명판을 전시하므로써 일반 국민들에게 지구과학이란 우리의 일상생활과 밀접하게 관련된 내용이라는 것을 새롭게 인식시키며 기본적인 지구과학 지식을 보급하는 것이 지질표본관의 역할이라 할 수 있을 것이다. 그러나 전시된 표품중 광물표본은 국내산이 적고 대부분 외국산이며 화석표본 역시 보존이 양호하고 진귀한 국내산 표본이 빈약하다는 것을 느끼지 않을 수 없다. 이의 보완을 위해서는 앞으로 외국산 표본 보다는 국내산 표본의 수집이 절실하게 요망되는바 국내산 지질표본의 적극적 수집 방안을 모색해야 될 것이다.

1993년도 대전EXPO 기간중 당 지질표본관을 방문한 EXPO관련 관람객 수는 2,833명에 이르고 금년 1월이후 12월 말까지 관람한 총 인원은 5,274명에 달한다. 본 지질표본관을 관람하신 여러분들이 지구과학에 관한 새로운 지식을 얻고 우리 연구소 직무를 다소나마 이해할 수 있었다면 매우 다행한 일로 생각한다. 그러나 현재로서는 지질표본이 너무 협소한 관계로 하고자 하는바 시설을 충분히 갖추지 못하였다. 지질 표본관의 규모확장에 대비하여 지질표본의 적극적인 수집은 물론 동적인 전시 체계와 현대화된 전시시설을 위하여 끊임없는 새로운 아이디어 창출에 노력해야 될 것이다.

Ⅱ. 전시자료 및 설명체계

Ⅱ-Ⅰ. 광 물

지질표본관에 소장되어 있는 광물들을 각각 군(group)별로 정리하여 체계적 관람이 가능하도록 배열하였다. 결정형이 잘 발달되어 있거나 특이한 광물은 독립장에 따로 전시하고 간단한 설명을 해 놓아 관람자의 이해를 돕도록 하였다. 또한 광물의 정의, 분류, 결정구조 및 물리적 성질 등에 관한 판넬을 설치하였다. 운석은 따로 독립장에 진열해 놓고 간단한 설명판넬을 해 놓았으며 보석장에도 설명 및 사진 판넬을 부착해 놓아 관람객의 이해를 돕도록 하였다.

표본관에는 광물 113종 221점이 전시되어 있다. 전시판넬과 라벨을 위주로 하여 각 코너를 설명하고자 한다.

Ⅱ-1-1. 광물의 정의와 분류

광물의 정의

광물의 정의를 명확히 하기는 어렵지만 다음의 정의가 일반적으로 인정된다.

“광물은 명백한(그러나, 일반적으로 고정되어 있지는 않다) 화학조성과 매우 질서 있는 원자 배열을 갖고 있는 자연산의 균질한 고체로서 보통 무기적인 과정에서 형성된다.”

광물의 정의를 항목별로 좀더 자세히 검토해 보면 이에 대한 이해에 도

움이 될 것이다. 그림 1은 광물의 정의 및 분류 기준에 관한 판넬사진이다.

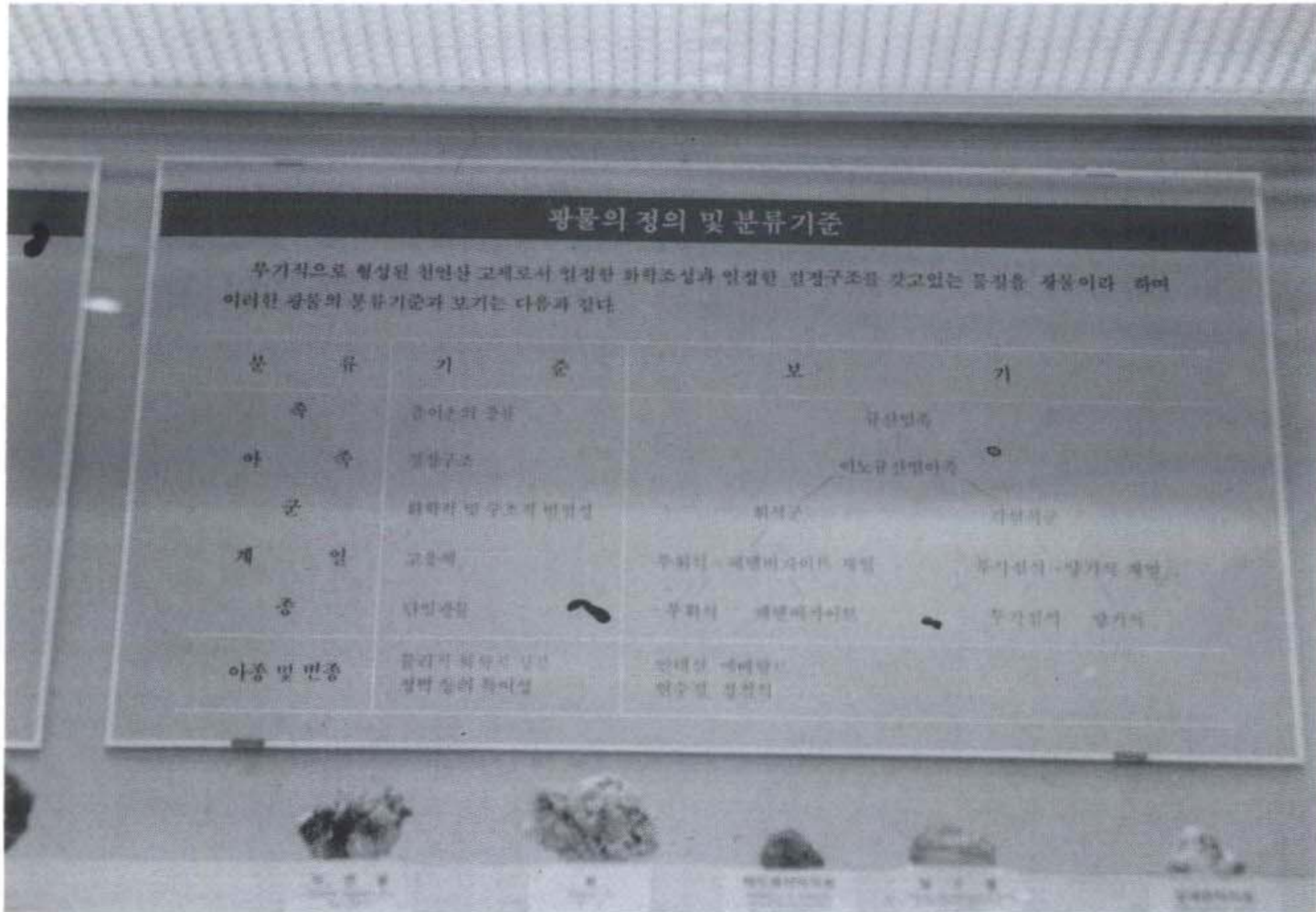


그림 1. 광물의 정의 및 분류기준

‘자연산’이라는 조건은 자연적 과정(natural process)에 의해 형성된 물질과 실험실에서 만든 물질을 구별시킨다. 염화나트륨(NaCl) 용액을 증발시키면 광물인 암염(halite)과 똑같은 결정이 생기나 인공적으로 만든 이 결정은 광물이 아니다. 에메랄드, 루비, 다이아몬드 등과 같은 귀중한 보석을 포함해서 자연 상태에서 산출되는 것과 동일한 물질들이 기업이나 연구실에서 일상적인 작업을 통해 합성된다. 20세기가 시작된 이후 광물학적 연구는 합성결과에 주로 의존해 왔으며 그 결과 생기는 것들은 그들의 자연산 이름을 그대로 따서 부른다. 이러한 관행은 자연산이라는 엄격한 해석과는 상치되지만 일반적으로 말을 붙여서 사용하는 것이 바람직할 것이다. 도시의 수도관에서 동심원상의 층으로 때때로 형성되어 나타나는 CaCO_3 (방해

석)는 인간이 만든 체계 안에서 자연적 과정에 의해 물로부터 침전된 것이다. 인간이 의도적으로 만든 것이 아닌 까닭에 대부분의 광물학자들은 이 물질을 광물로 인정하여 ‘방해석’이라 부른다.

광물은 균질한 고체로서 더 단순한 화학적 화합물로 나뉘지지 않는 단일한 고체를 말한다. 광물이 정의되는 범위에 관련되기 때문에 균질성의 한계를 결정하기는 어렵다. 맨눈에 균질하게 보이는 표본도 고배율의 현미경으로 보면 여러 물질로 구성되어 있는 불균질한 것일 수 있다. 고체라는 조건은 기체와 액체를 배제시킨다. 따라서 빙산에서 얼음의 상태로 있는 H_2O 는 광물이나, 물은 광물이 아니다. 마찬가지로 수은 광상에서 발견되는 액체 수은은 정의를 엄격히 적용한다면 광물에서 배제된다. 그러나, 균질한 고체는 아니지만 화학 조성이나 산출 상태에서 광물과 유사한 자연산 물질은 준광물로 분류되며 광물학의 영역에 속한다.

전통적 정의에 따르면 광물은 무기적 과정에 의해 형성된 것을 말한다. 그런데 이 정의에 ‘보통’이라는 말을 덧붙이는 경향이 있으며 광물의 모든 조건을 만족시키면서 유기적으로 형성된 화합물도 광물의 영역에 포함된다. 그 예 중의 하나는 탄산염 칼슘으로 구성되어 있는 연체동물의 껍질이다. 굴 또는 진주의 껍질은 대개 무기적으로 형성된 광물과 동일한 아라고나이트로 구성되어 있다. 여러 형태의 $CaCO_3$ (방해석, 아라고나이트, vaterite)와 단수화방해석(monohydrocalcite $CaCO_3 \cdot H_2O$)은 가장 흔한 생물 기원 광물이다. 단백석(SiO_2 의 비정질 형태), 자철석(Fe_3O_4), 형석(CaF_2), 인산염광물 중 일부, 황산염광물 중 일부, 망간산화물과 황 및 황철석(FeS_2) 등은 유기체에 의해 침전되어 형성될 수 있는 광물들이다. 인체에서도 광물이 만들어진다. 인회석[$Ca_5(PO_4)_3(OH)$]은 뼈와 치아의 기본 구성물이다. 흔히 화석(광물)연료라고 부르는 석유와 석탄은 제외된다. 비록 자연에서 형성된 것이지만 명백한 화학 조성도 없고 질서 있는 원자 배열도 없기 때문이다. 그러

나 어떤 장소에서는 탄층이 고온의 작용을 받아 휘발성 물질이 다 빠져나간 결정질 상태의 탄소가 되기도 한다. 이 잔류물은 흑연이라는 광물이다.

어떤 광물이 명백한 화학 조성을 가진다는 말은 어떤 고유의 화학식으로 표현될 수 있음을 의미한다. 예를 들어 석영의 화학 조성식은 SiO_2 로 표현된다. 석영은 실리콘과 석영 이외의 다른 화학원소가 없으므로 그 식은 명백하다. 따라서 석영은 종종 순수한 물질이라고 언급된다. 그러나 대부분의 광물은 그와 같이 잘 정의된 조성을 갖고 있지 않다. 돌로마이트 [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]가 항상 순수한 Ca-Mg-탄산염인 것은 아니다. Mg 대신에 상당량의 Fe와 Mn을 함유하기도 한다. 이 양이 변하기 때문에 돌로마이트의 조성은 어떤 한계 내의 범위를 가지며, 따라서 고정되어 있지 않다. 이러한 조성범위는 $\text{Ca} : \text{Mg} : \text{CO}_3 = 1 : 1 : 2$ 인 순수한 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 와 동일한 원자비(좀 더 이상적으로는 이온비)를 갖는 공식으로 표현된다. 즉, $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Mn})(\text{CO}_3)_2$ 와 같은 좀 더 일반적인 식으로 돌로마이트를 표현할 수 있다.

‘질서 있는 원자 배열’은 결정질 상태의 기준으로 광물이 결정질 고체임을 의미한다. 질서 있는 원자 배열은 외부 결정형으로 표현된다. 결정질 고체에서 질서 있는 원자 배열의 존재는 X-선이 결정의 규칙성을 입증해 주기 오래 전부터 추론되었었다. 물론 이 조건에 대한 예외는 있다. 어떤 광물은 메타믹트(metamict)하다; 그들이 형성되었을 때 질서 있는 원자 배열이 있었으나 그 후에 우라늄 또는 토륨에서 생긴 방사선에 의해 부분적으로 또는 완전히 파괴된 것이다. 단백석과 같은 몇몇 광물은 콜로이드질 겔의 고화작용에 의해 형성되며 최초에는 비정질이다; 이 중 많은 것들이 지질학적 시간 동안에 결정질이 된다.

광물의 분류

현재 알려져 있는 광물의 수는 약 3,000여개에 달하며 음이온 또는 음이

은단을 기준으로 분류하는 것이 일반적으로 이에 따른 분류판넬은 그림 2, 규산염광물의 분류는 그림 3, 6정계는 그림 4에 있다.

II -1- 2. 구조형과 동질이상

우라니나이트(UO_2)와 형석(CaF_2)은 공통점이 없는 것처럼 보이지만, X선 분말 패턴은 spacing과 강도는 다르나 유사한 모습을 보인다. 구조 분석을 해보면 우라니나이트 내의 U^{4+} 이온들은 산소와 4배위수를 이루고 있으며, 반면에 8개의 O^{2-} 은 각각의 우라늄 주변에 위치한다. 형석에서 4개의 Ca^{2+} 은 각각의 F^- 주위에 위치하고 8개의 F^- 이 각각의 칼슘 주위에 패킹된다. 우라니나이트와 형석은 cell dimension과 물성이 다르면서도 여러 면에서 유사한 구조를 갖고 있다. 이 둘의 공간군은 $\text{Fm}3\text{m}$ 으로 동일하다. 따라서 동구조형(isostructural) 또는 동형(isotypous)이라 불리며 같은 구조형에 속한다. 구성 원자들의 중심이 원자의 크기나 구조의 절대 dimension에 상관없이 기하학적으로 유사한 위치를 차지하고 있는 결정들을 같은 구조형에 속한다고 말한다. 예를 들어 6배위에 동일한 수의 양이온과 음이온을 갖고 있는 모든 결정들은 NaCl (암염) 구조형에 속한다. 이 구조형에 속하는 여러 조성의 광물들의 예를 들어보면 KCl (sylvite), MgO (periclase), NiO (bunsenite), PbS (방연석), MnS (alabandite), AgCl (chlorargyrite), TiN (osbornite) 등이다. 이들은 모두 암염과 같은 공간군인 $\text{Fm}3\text{m}(=\text{F}4/\text{m}32/\text{m})$ 에 속한다.

유사한 구조에 의해 서로 관계 있는 일단의 광물은 일반적으로 공통의 음이온과 흔히 광범위한 이온 치환을 보여준다. 많은 광물군이 동구조형으로서 황염광물인 중정석군과 탄산염광물인 방해석군 및 아라고나이트군이 가장 좋은 예이다. 아라고나이트군에 속하는 광물들 사이의 밀접한 관계는 다음의 표 1에 잘 나타나 있다.

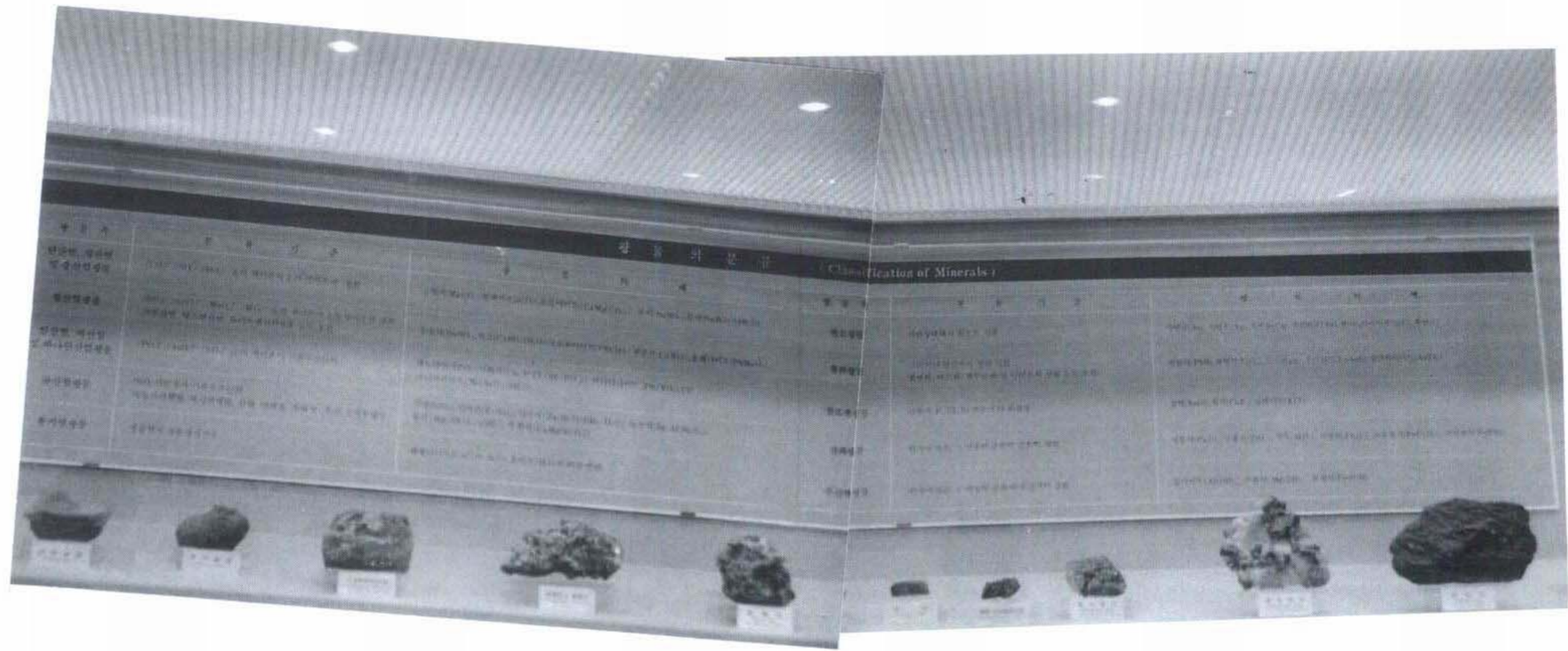


그림 2. 광물의 분류

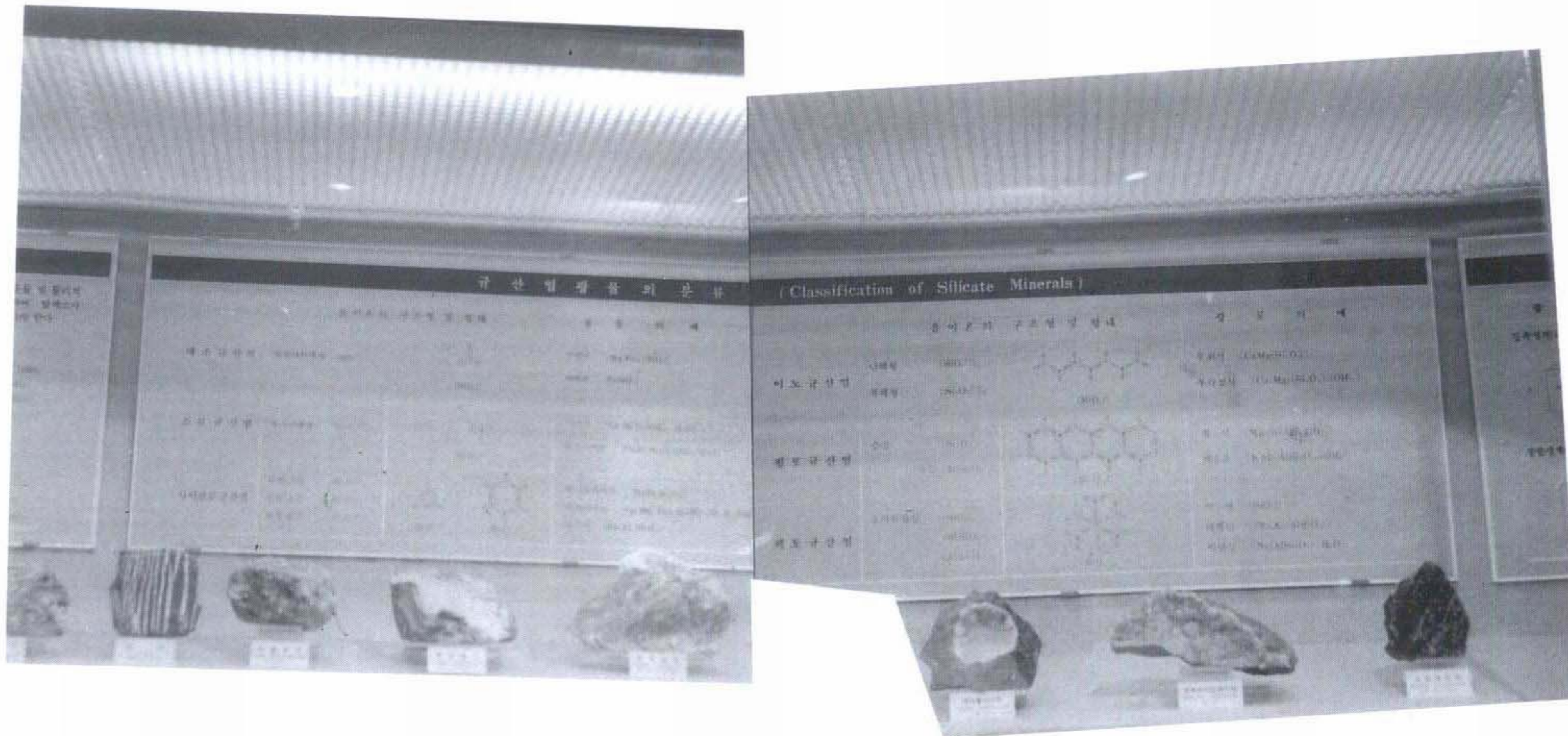


그림 3. 규산염광물의 분류

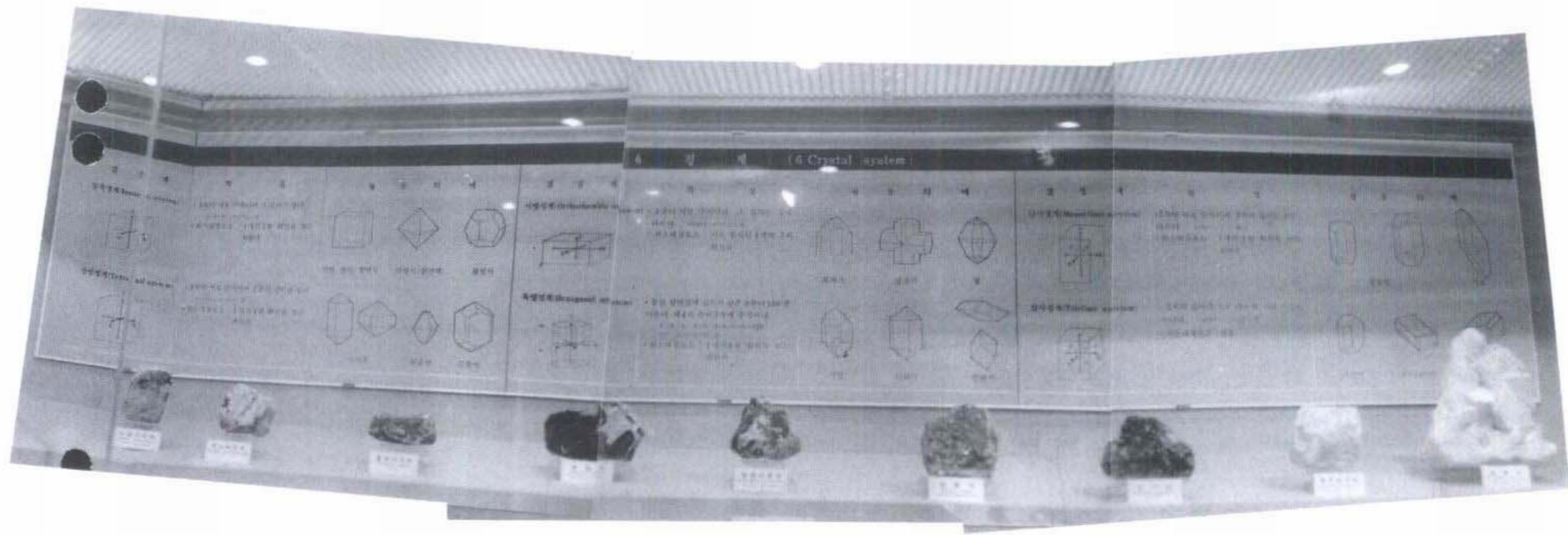


그림 4. 6 정 계

표 1. 아라고나이트군-사방정계 동구조형의 탄산염광물(공간군 $Pnam$)

광물	화학조성	양이온크기		단위포 \AA			$110 \wedge 1T0$
		(\AA)	(\AA)	a	b	c	
아라고나이트	CaCO_3	Ca^{2+}	0.99	5.72	7.94	4.94	$63^\circ 48'$
스트론티아나이트	SrCO_3	Sr^{2+}	1.12	6.08	8.40	5.12	$62^\circ 41'$
세루사이트	PbCO_3	Pb^{2+}	1.20	6.13	8.48	5.17	$62^\circ 46'$
위더라이트	BaCO_3	Ba^{2+}	1.37	6.39	8.83	5.28	$62^\circ 12'$

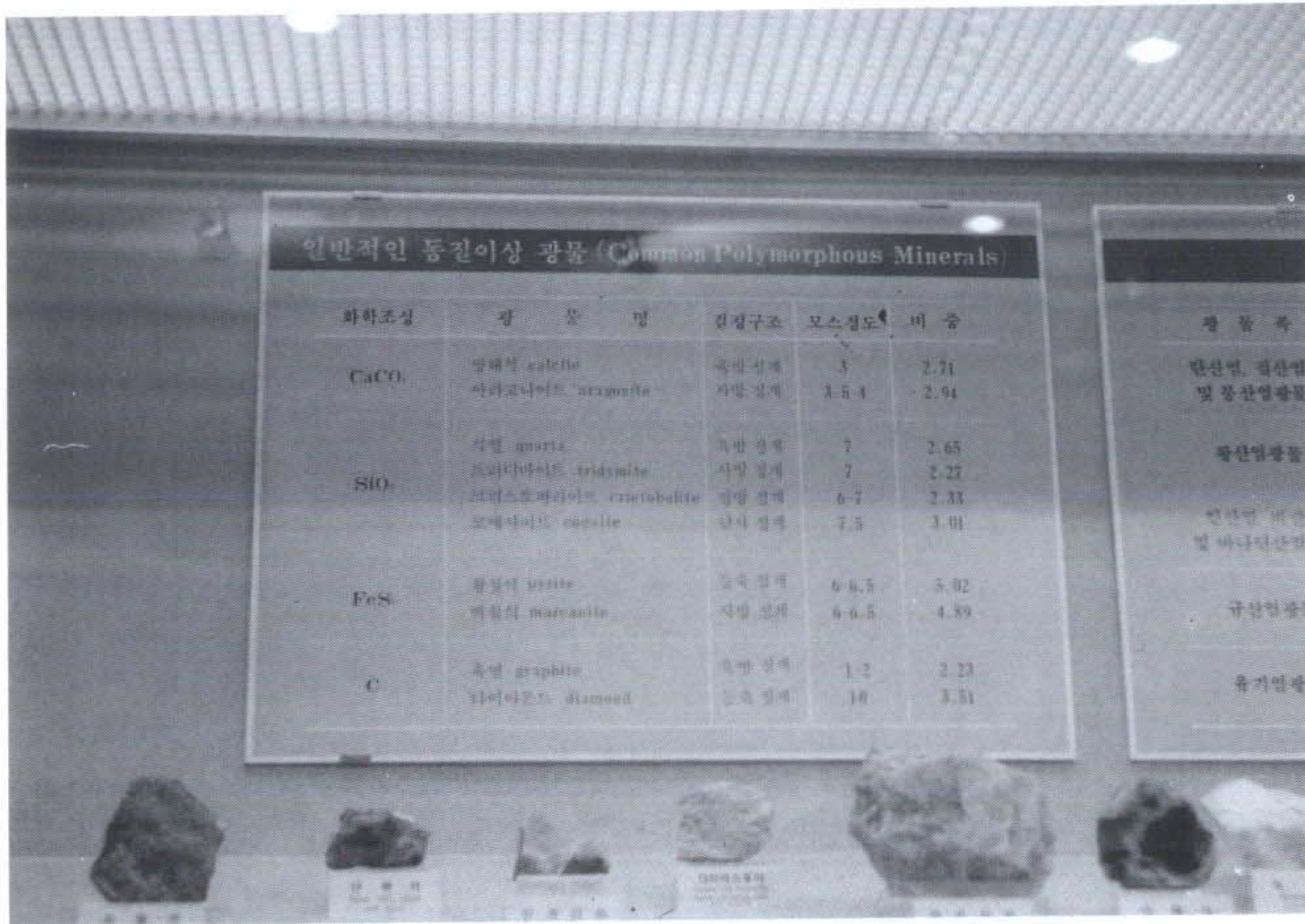


그림5. 일반적인 동질이상광물

동질이상현상(同質異像現狀 polymorphism)

어떤 화학 물질이 한가지 이상의 구조형으로 결정화하는 경향을 동질이

상현상이라 한다. 그러한 화학 원소 또는 화합물의 여러 구조는 동질이상 또는 다형이라 한다. 일반적인 동질이상 광물에 대한 판넬은 그림5에 있다. 몇 가지 동질이상 광물의 예는 표2에 있다. 3가지 주요한 유형의 메카니즘이 어떤 물질의 동질이상형 상호간의 변화에 중요한 것으로 알려져 있으며 이들은 변이형(變移型 displacive), 재결합형(再結合型 reconstructive) 및 질서-무질서(秩序-無秩序 order-disorder) 동질이상이다.

표 2. 동질이상 광물의 예

조	성	광	물	명	결정계 및 공간군	경	도	비	중
C		다이아몬드			등축정계 - $Fd3m$	10		3.52	
		흑연			육방정계 - $P6_3/mmc$	1		2.23	
FeS ₂		황철석			등축정계 - $Pa3$	6		4.99	
		백철석			사방정계 - $Pnmm$	6		4.85	
CaCO ₃		방해석			육방정계 - $R3c$	3		2.71	
		아라고나이트			사방정계 - $Pnam$	3 1/2		2.93	
SiO ₂		저온 석영			육방정계 - $P3_121$	7		2.65	
		고온 석영			육방정계 - $P6_222$			2.53	
		고온 트리디마이트			육방정계 - $P6_3/mmc$	7		2.20	
		고온 크리스토파라이트			등축정계 - $P2_13(?)$	6 1/2		2.20	
		코에사이트			단사정계 - $C2/c$	7 1/2		3.01	
		스티쇼바이트			정방정계 - $P4/mnm$			4.30	

변이형(displacive) 동질이상 작용에서는 한 형태에서 다른 형태로 되는 내부 조정(adjustment)에 에너지가 거의 필요하지 않다. 구조는 일반적으로 전혀 손상되지 않고(intact) 이온 사이의 결합이 끊어지지 않으며, 다만 원자들(또는 이온들)의 미세 이동과 이온들 사이의 결합각의 재조정(kinking)만이 필요할 뿐이다. 이러한 종류의 변형은 순간적으로 일어나며 가역적이다. 고온석영이 대기압하에서 537°C 이하로 냉각되면 변이형 변형(displacive transformation)이 일어나면서 그 구조가 저온석영의 구조로 재배열된다. 고온석영은 공간군이 $P6_222$ 이며 저온석영은 $P3_21$ 이다. 저온형의 구조배열은 고온형보다 약간 더 치밀하나 대칭도는 약간 떨어진다. 고온석영의 저온석영으로의 천이(transition)는 원래의 고온석영구조에서 원자 결합이 '재배열(kinking)'된 결과로 볼 수 있다. 고온석영이 저온석영보다 대칭도가 더 높기 때문에 고온형에서 저온형으로 천이할 때 쌍정(전이쌍정 transformation twin)이 그 결과 생길 수도 있다. Dauphinè 쌍정이라고 불리는 이러한 쌍정은 저온석영의 구조에서 관찰된다.

재결합형 동질이상작용에서 하나의 형태에서 다른 형태로 가는 내부적 재배열은 포괄적(extensive)이다. 여기에는 원자 결합의 파괴(breaking)와 다른 배열 상태로 있는 구조 단위의 재조합(re-assembly)이 포함된다. 이러한 종류의 전이는 막대한 양의 에너지가 필요하며 비가역적이고 완만(slugish)하다. 이러한 동질이상작용의 예중 하나는 트리디마이트(또는 크리스토팔라이트)의 저온석영으로의 변화이다. 크리스토팔라이트나 트리디마이트는 SiO_2 가 풍부한 용암류와 같은 고온 및 비교적 저압 하에서 형성된다. 저온석영의 구조로 배열되면서 크리스토팔라이트(또는 트리디마이트) SiO_2 망상 구조를 재구성하는데는 높은 활성화 에너지가 필요하다. 크리스토팔라이트와 트리디마이트는 대기조건에서는 준안정 광물이다. 그러나 이 두 광물은 달의 선캠브리아대 용암뿐 아니라, 매우 오래된 지구상의 火山流에 풍부

히 존재한다. 이러한 준안정 상태 광물의 존속(persistence)은 재결합형 동질이상 전이(reconstructive polymorphic transformation)를 활성화시키는데 높은 에너지가 필요하다는 사실을 입증하고 있는 것이다. C, FeS₂ 및 CaCO₃ 등의 동질이상 사이의 차이점은 하나의 구조에서 다른 구조로 전이하는데 주요 구조의 재편과 재배열이 필요하다는 점이다.

또 하나의 동질이상은 질서-무질서 전이라고 불린다. 이 현상은 흔히 합금에서 관찰되나 광물에서도 일어난다. 완전히 무질서한 상태에서 이온, 원자, 분자들은 임의 분포한다. 이것은 원자나 이온들이 선택적인 결정학적 위치나 화학적 분정작용이 없음을 의미한다. 그러나, 좀 더 질서 있는 상태에서는 원자의 분정작용이 일어나는 경향이 있다. 완전 질서와 무질서 사이에는 어떤 명백한 전이점(transition point)이 없다. 완전질서는 절대온도 0일 때만 가능하며, 온도가 증가함에 따라 무질서도는 점차 증가한다. 어떤 물질의 용융점에 가까운 고온에서 원자(또는 이온)들은 완전 무질서 상태로 되는 경향이 있으며 곧 구조에서 뛰쳐나갈 것같은 상태가 된다. 어떤 광물의 구조가 천천히 냉각되면(고온에서) 원래의 임의화된 이온들이 그 구조 내에서 고유의 위치를 차지하게 되어 좀 더 질서 있게 된다.

광물의 질서-무질서 동질이상의 예는 K-장석(KAlSi₃O₈)에서 보이는데, 이 구조에서 Al은 광물 내의 Si를 치환하면서 동일한 위치를 차지한다. 고온 광물인 새니딘은 공간군이 C2/m으로서 Al-Si 구조에서 Al의 무질서한 분포를 보여준다. 저온형 K-장석인 미사장석은 공간군 Ci에 속하나 Al-Si 구조에서 Al의 질서 있는 분포를 보여준다. 고온형인 새니딘과 저온형인 미사장석 사이에는 중간의 질서상태(중간의 무질서와 같음)가 존재한다.

II - 1 - 3. 광물의 색

어떤 광물은 색이 특징적인 것이므로 감정의 기준이 되기도 하나, 대부분의 광물에서 색은 변화무쌍하다(그림 6). 색을 내게 하는 거의 모든 메카니즘은 광파와 전자와의 상호작용의 결과 생긴다(그림 7). 즉 색은 물질의 미묘한 구조적 성질이 가시적으로 나타나는 것이다. 색의 발생과 관계 있는 주요한 요인은 다음과 같다.

- 1) 주구성원소(main elements)
- 2) 소량의 구조내 불순물(간극 고용체 내의 원소 등)
- 3) 결정구조 내의 결함구조
- 4) 미세 공간의 물리적 경계-용리박막 등
- 5) 미립으로 분산되어 있는 불순물



그림 6. 광물의 색

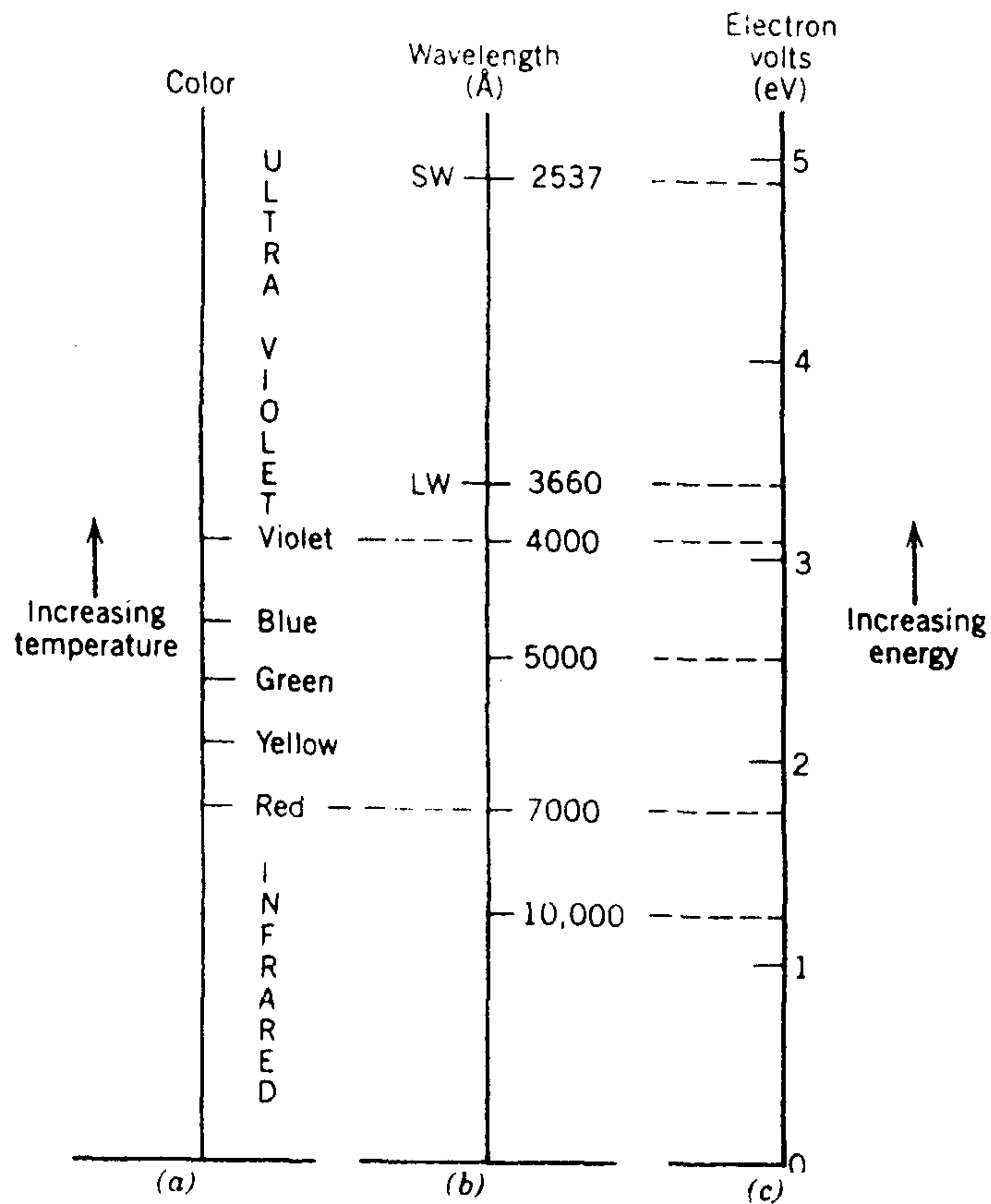


그림 7. 파장, 에너지, 색의 관계

색의 인지란 뇌가 어떤 우세한 파장(dominant wavelength)을 해석한 결과이다. 단일 파장(single wavelength)이 아닌 여러 파장이 섞인 경우에는 더 복잡하다. ‘눈’-‘뇌’에 의해 색을 감지할 때 파장이 다른 경우에도 색은 동일한 것으로 인지되기도 한다. 최동석과 에메랄드는 눈으로 보기에는 같은 색(진녹색, deep blue)으로 보이나 이 둘의 흡수 파장은 전혀 다르다.

백색광이 광물의 표면에 부딪치면 투과, 산란, 반사, 굴절, 흡수된다(그림 8). 빛의 산란 및 반사는 물질의 광택을 내게 하는 성질 중의 일부이다. 빛이 흡수되지 않으면 반사 및 투과과정에서 무색이다. 빛의 어떤 파장이 흡수되면 나머지 파장들이 결합되어 눈에 색으로 인지된다. 광물에 의해 흡수되는 파장은 분광계(spectrometer)에 의해 정량적 측정이 가능하다. 녹주석

의 흡수 스펙트럼은 그림 9에 있다. 피크 패턴은 고유 파장(specific wavelengths)의 흡수를 나타내며, 이 피크는 파장과 이온, 분자 및 구조 내의 결합 등과의 상호작용의 결과 생긴다. $0.4-0.7\mu\text{m}$ 사이의 흡수 피크는 Fe^{3+} 과 Cr^{3+} 과 같은 발색 천이 금속이온(chromorphic transition metal ions)에 의해 생긴다. $1-4.5\mu\text{m}$ 사이의 적외선 영역에서는 녹주석 구조 내의 육각 채널(hexagonal channel)에 간극 고용체로 존재하고 있는 H_2O 와 CO_2 와 같은 불순물 분자(impurity molecules)에 기인되는 흡수 피크가 존재한다. $4.5\mu\text{m}$ 이상은 소위 lattice modes라고 하는 결정 격자의 진동의 결과 생긴다.

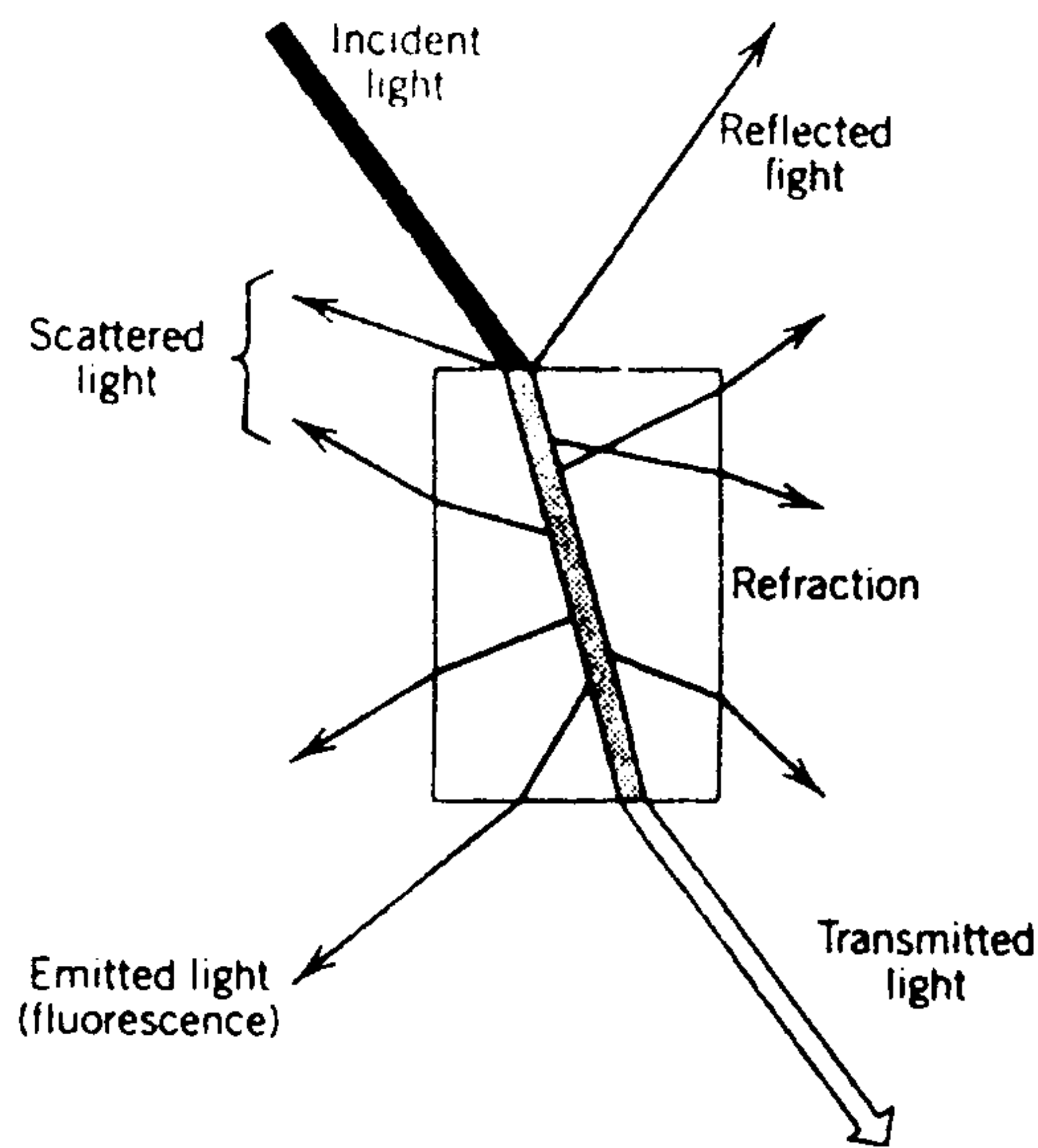


그림 8. 빛의 매질에 대한 성질

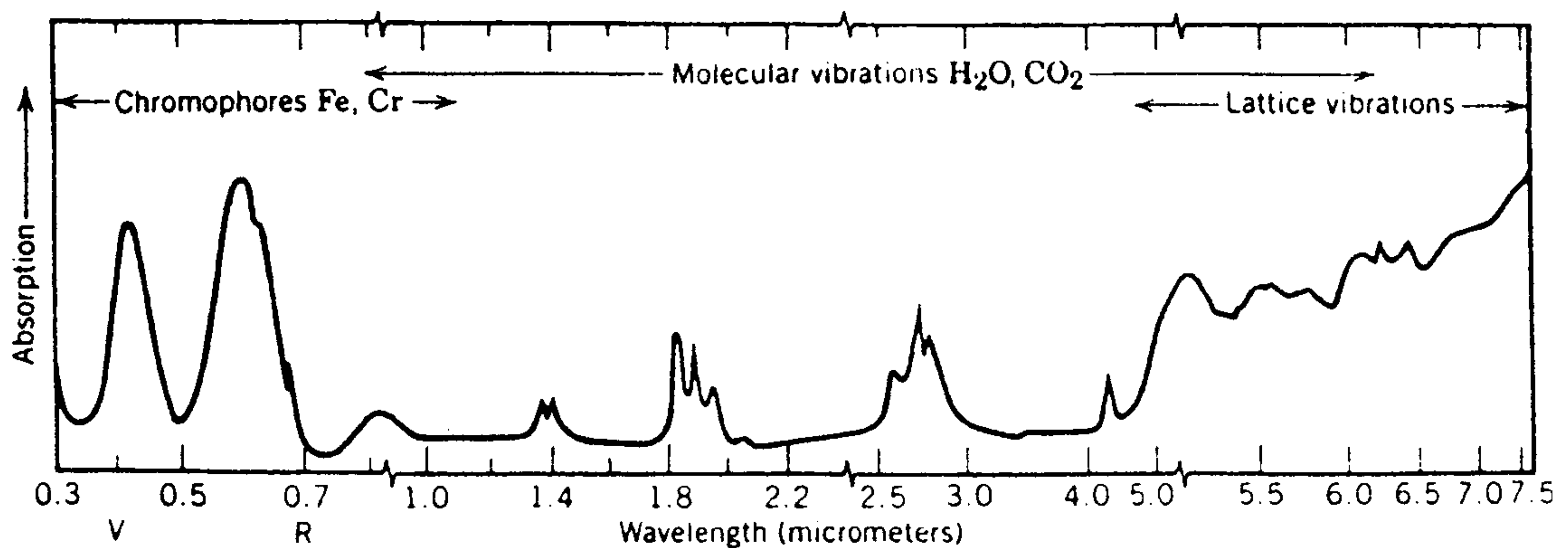


그림 9. 녹주석의 흡수 스펙트럼

백색광 형태의 방사 에너지가 여기 전자를 때릴 때 방사원과 energy gap의 에너지가 같으면 이 전자는 그 양의 에너지가 흡수되며 전자는 higher energy orbital에 있게 된다. 어떤 결정 구조에서는 이와 같이 여기된 전자들(독특한 유형의 원자나 이온에 속함)이 많을 수도 있으며, 그 결과 특정 파장이 강하게 흡수될 수도 있다. 입사 방사선의 에너지가 specific energy gap의 에너지보다 크거나 작으면 흡수되지 않고 그 구조를 통과한다.

결정 구조에 V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni과 같은 천이원소가 들어 있을 때 상기한 현상들이 잘 나타난다. 이들 중 Fe가 지각에서 가장 풍부하며 광물의 색에 많은 영향을 미친다. 전자 껍질이 불완전하게 채워져 있는 전자들은 가시 스펙트럼에서 여기될 수 있다. 이러한 전자의 여기상태가 발색(color production)의 기본이다.

찬란한 적색의 보석인 루비(강옥, Al_2O_3)와 심녹색의 보석인 에메랄드(녹주석, $Be_3Al_2Si_6O_{18}$)의 착색(coloring)을 고려해 본다. 순수한 강옥은 무색이나 루비는 소량의 Al^{3+} 가 Cr^{3+} 에 의해 치환되어 있다. Cr^{3+} 의 바깥 전자껍질의 전자는 $3d^3$ 이며 이 3개의 전자는 가시광과 반응하여 색의 흡수를 일으킨다. 루비와 에메랄드에서 Cr^{3+} 이 바닥상태로 존재하는 에너지 레벨은 그림 10에 있다. 원자에서 에너지 준위는 원자의 원자가 상태, 배위 다면체 및 결합력의 함수이다. 그림 10에서(광의 흡수에 기인하는) 여기상태의 결과 Cr^{3+} 이 바닥상태(A)에서 C와 D의 상태로 변화한다. 비 여기상태가 되려면 에너지를 열의 상태로 방출하면서 B상태를 통과해야 한다. B준위에서 바닥상태인 A로 되돌아 갈 때, 루비에서는 적색 형광이 생긴다.

그림 10a는 루비의 흡수 스펙트럼이 D와 C 준위 근처의 흡수대가 어떻게 자색광 범위와 녹색/황색광 범위에서 흡수현상을 일으키는지를 보여주고 있다. 잔광방출(remaining light emission)은 자청색(purplish-blue) 색조를 띠는 루비의 적색의 원인이다. 앞에서 언급했듯이 흡수된 에너지의 일부는

에너지 레벨 B에서 A로 갈 때 적색 형광으로 재방출된다. 이는 루비의 적색을 더 짙게 해준다. 에메랄드에서도 약간의 Cr^{3+} 이 Al^{3+} 을 치환하고 있다. 그러나 왜곡된 팔면체 Al-site와 Al-O 거리는 루비와 유사하나, 녹주석 구조에서는 주변 Be과 Si 이온들의 영향으로 루비보다 약간 더 공유결합적인 성격을 띠는 금속-산소 결합(metal-oxygen bonds)을 갖는다. 이 결과 Cr^{3+} 이온 주위에 약간 더 약한 전기장이 발생된다(그림 10b). 그 결과 D와 C 레벨은 루비보다 약간 더 낮은 에너지 상태로 존재하나 B 레벨의 위치는 본질적으로 불변이다. 이러한 변화의 영향으로 흡수대가 이동하여 루비에서의 녹색 및 황색이 황색 및 적색 스펙트럼으로 내려간다. 따라서 에메랄드는 대부분의 적색광을 흡수하고 청색과 녹색의 투과가 대단히 향상되어 그 결과 에메랄드의 특징적인 색이 나타나게 된다.

상기한 발색(coloration) 과정은 천이 금속원소가 주성분이거나 또는 소량의 불순물로 들어 있는 광물과 결합구조(defect structure, "color center")가 있는 광물 등의 설명에 적합하다. 특별한 발색원소가 주구성 성분인 광물을 자색(idiochromatic)광물, 불순물 상태로 들어 있는 것을 타색(allochromatic)광물이라 한다. 그 실례는 표 3에 있다.

발색은 구조결함에 의해서도 생긴다. 이러한 구조결함은 원자에 붙어 있지 않은 초과 전자에 의해 또는 결손이온이나 간극불순물과 같은 구조적 결함에서 포획되어 있는 초과 전자에 의해 생긴다. 전자가 빠져나간 상태인 "hole"도 같은 영향을 미친다. 이러한 것을 "color center" 또는 "F center"(F=Farbe=color)라 한다. 보라색 형석(CaF_2)은 Frenkel 결함에 기인하는 것으로 알려져 있다(그림 11a). 그림 12는 F^- 이온이 통상적인 구조 위치에서 빠져 있는 형석 구조의 한 실례이다. 이러한 결함 구조는 다음 중의 하나에 기인한다.

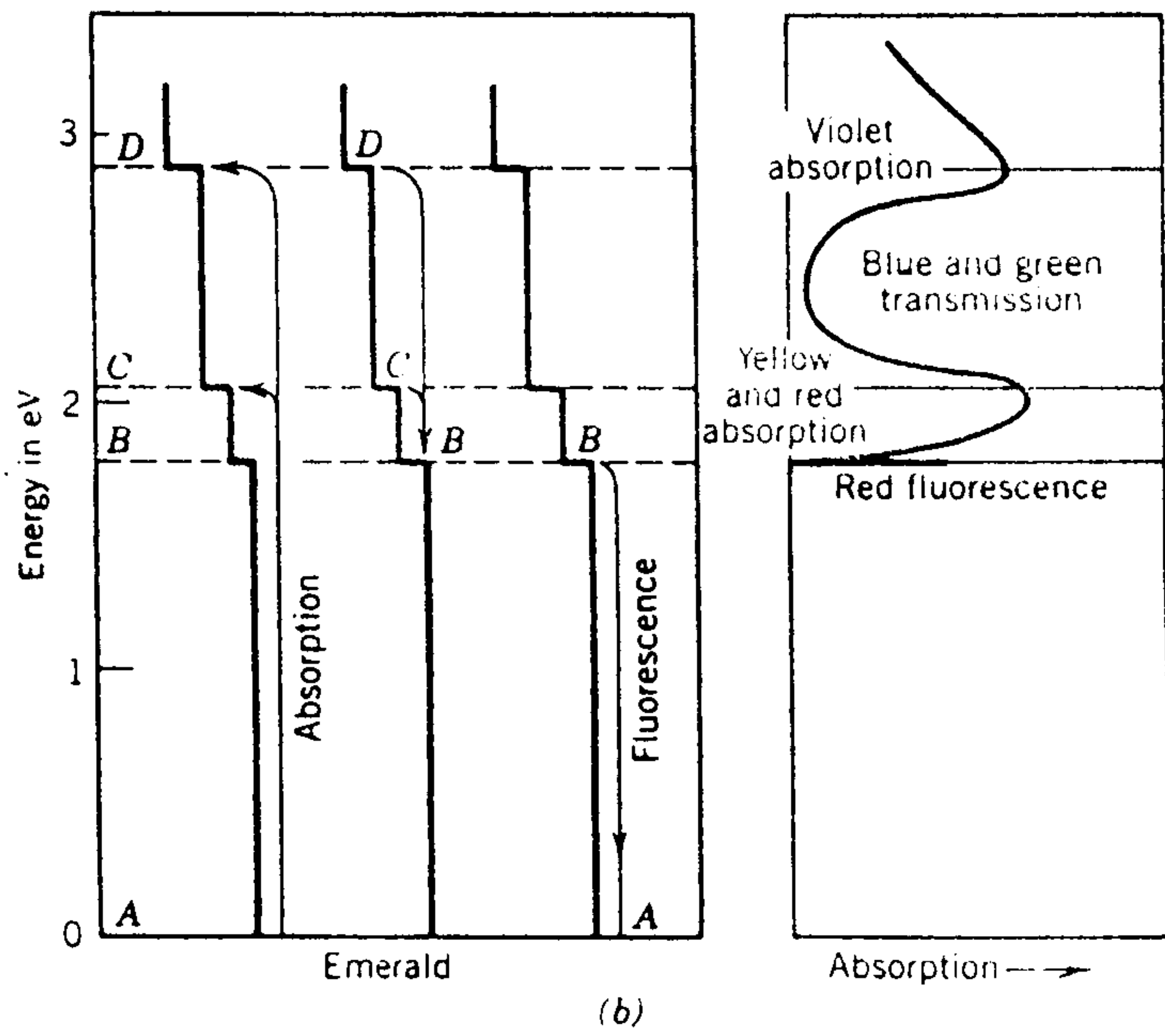
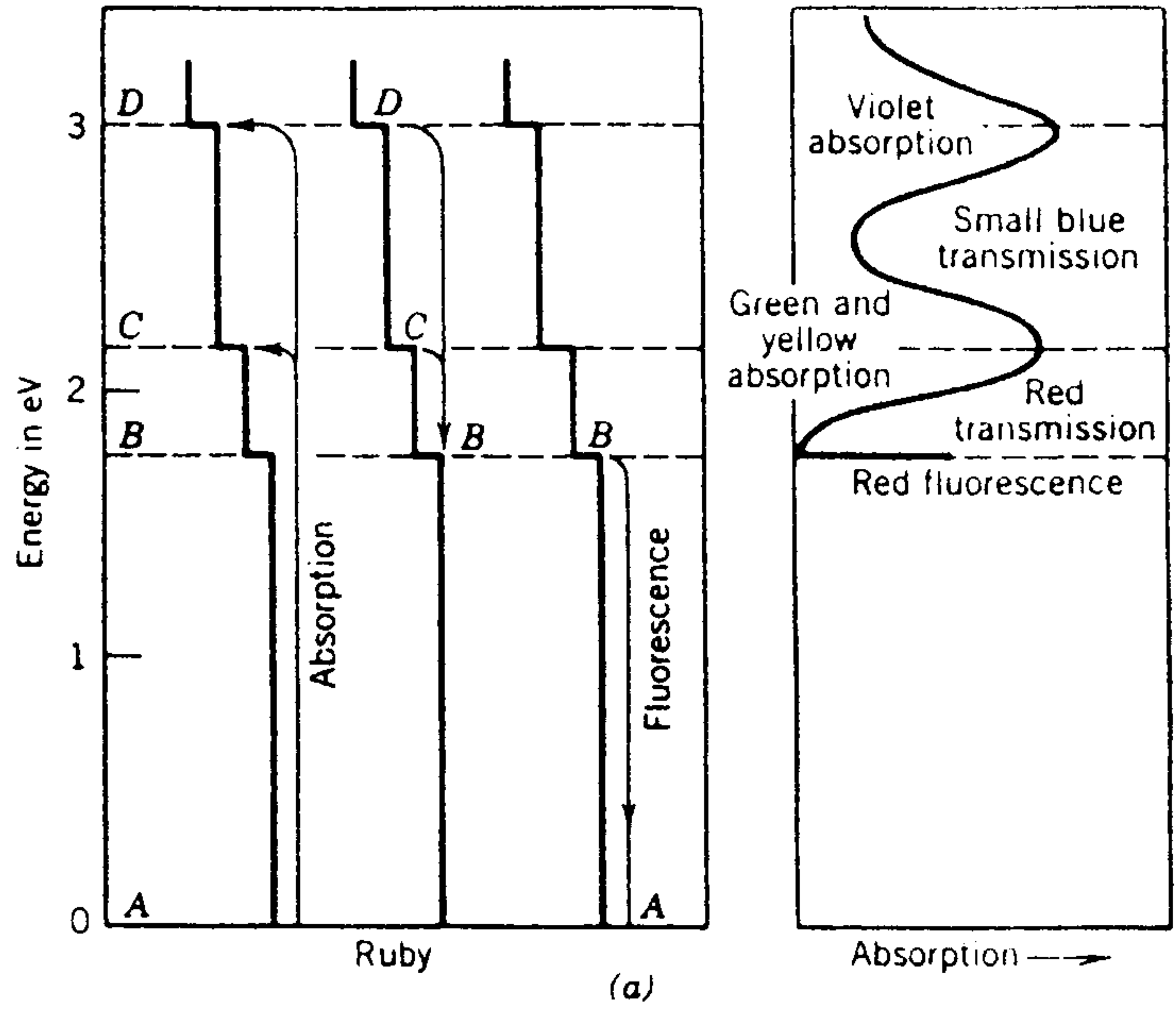
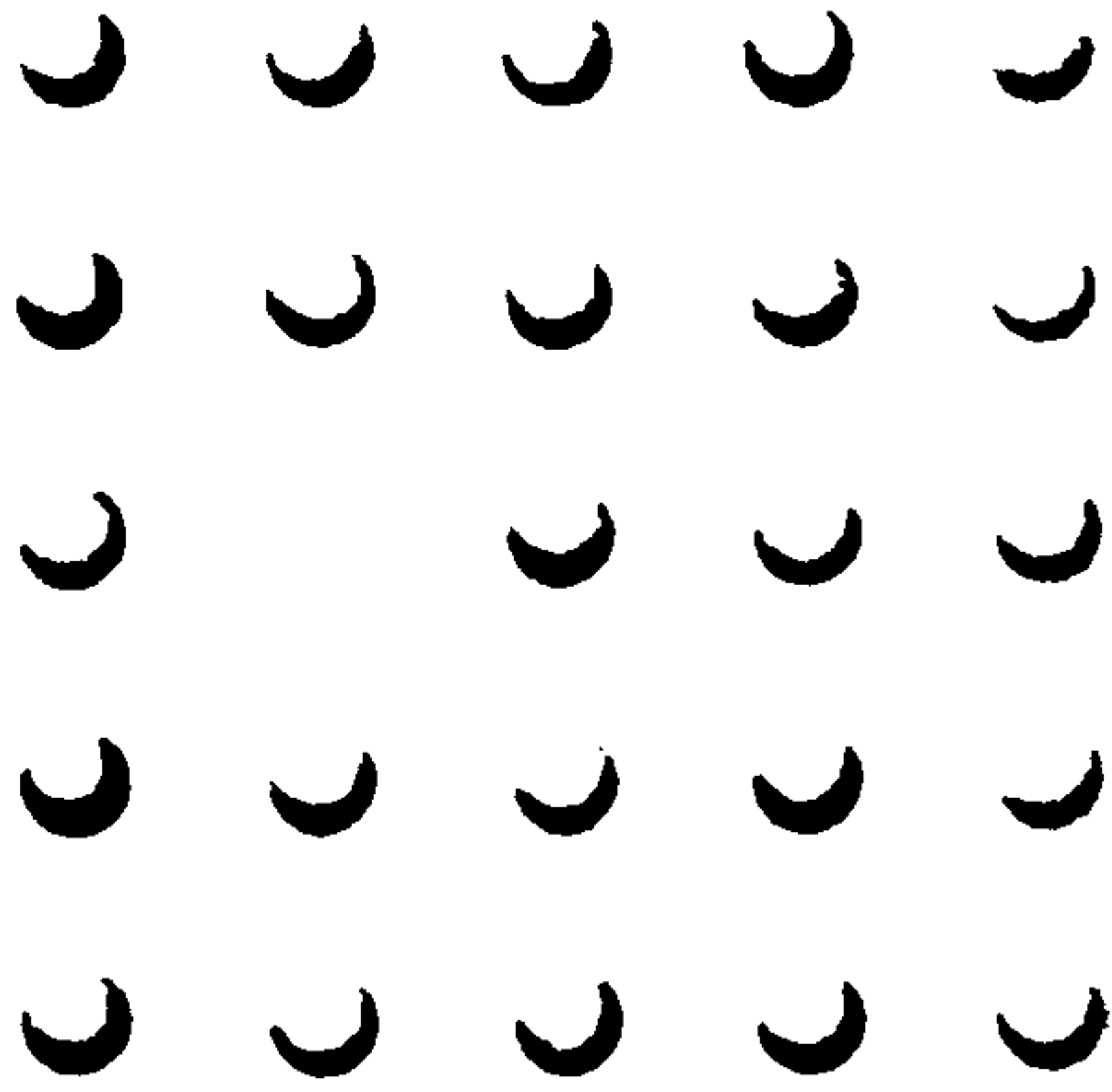


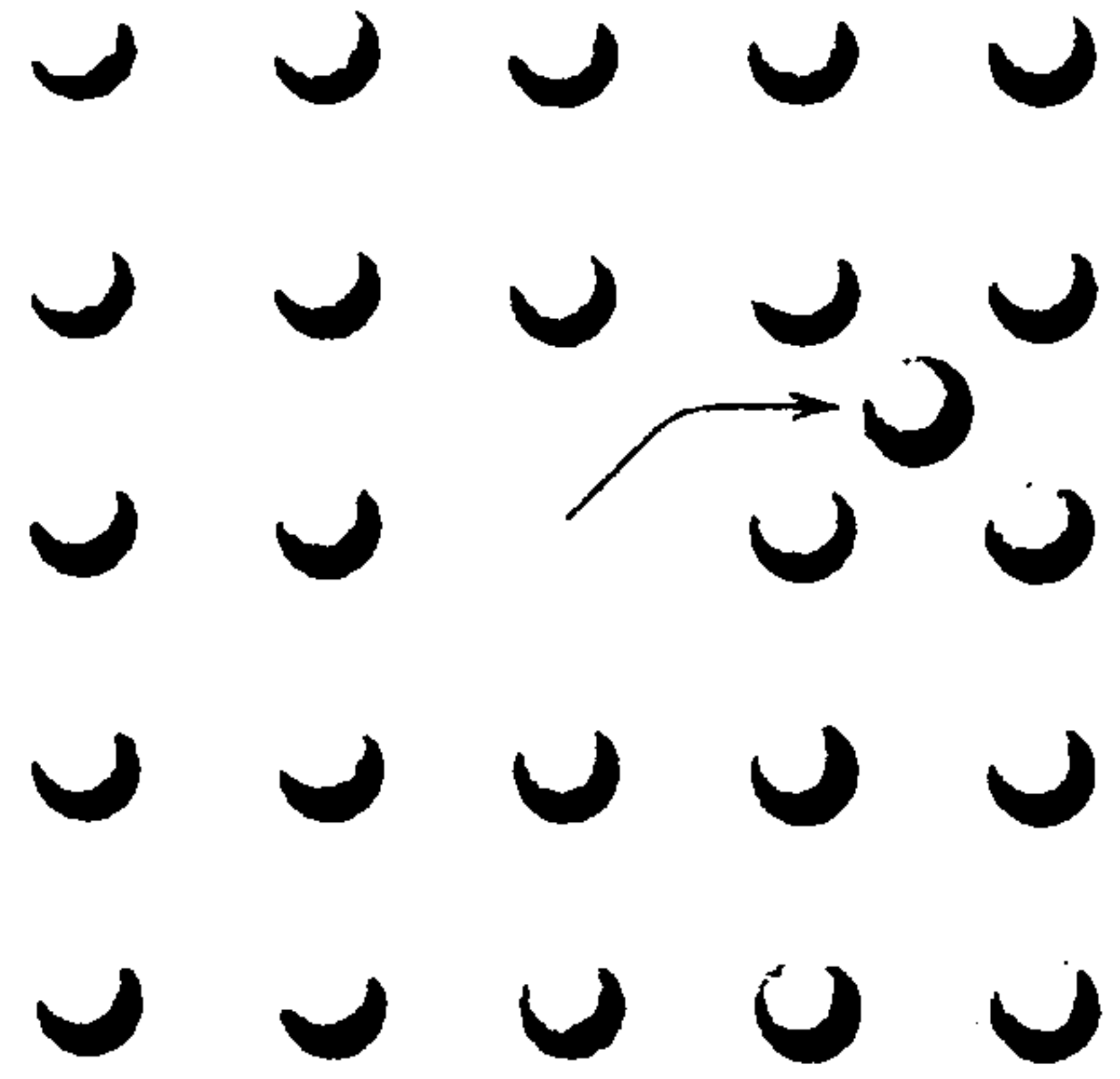
그림 10. 에너지 준위, 천이 및 색의 흡수
 (a) 루비 (b) 에메랄드

표 3. 발색원소 및 구조 결합에 의한 광물의 색

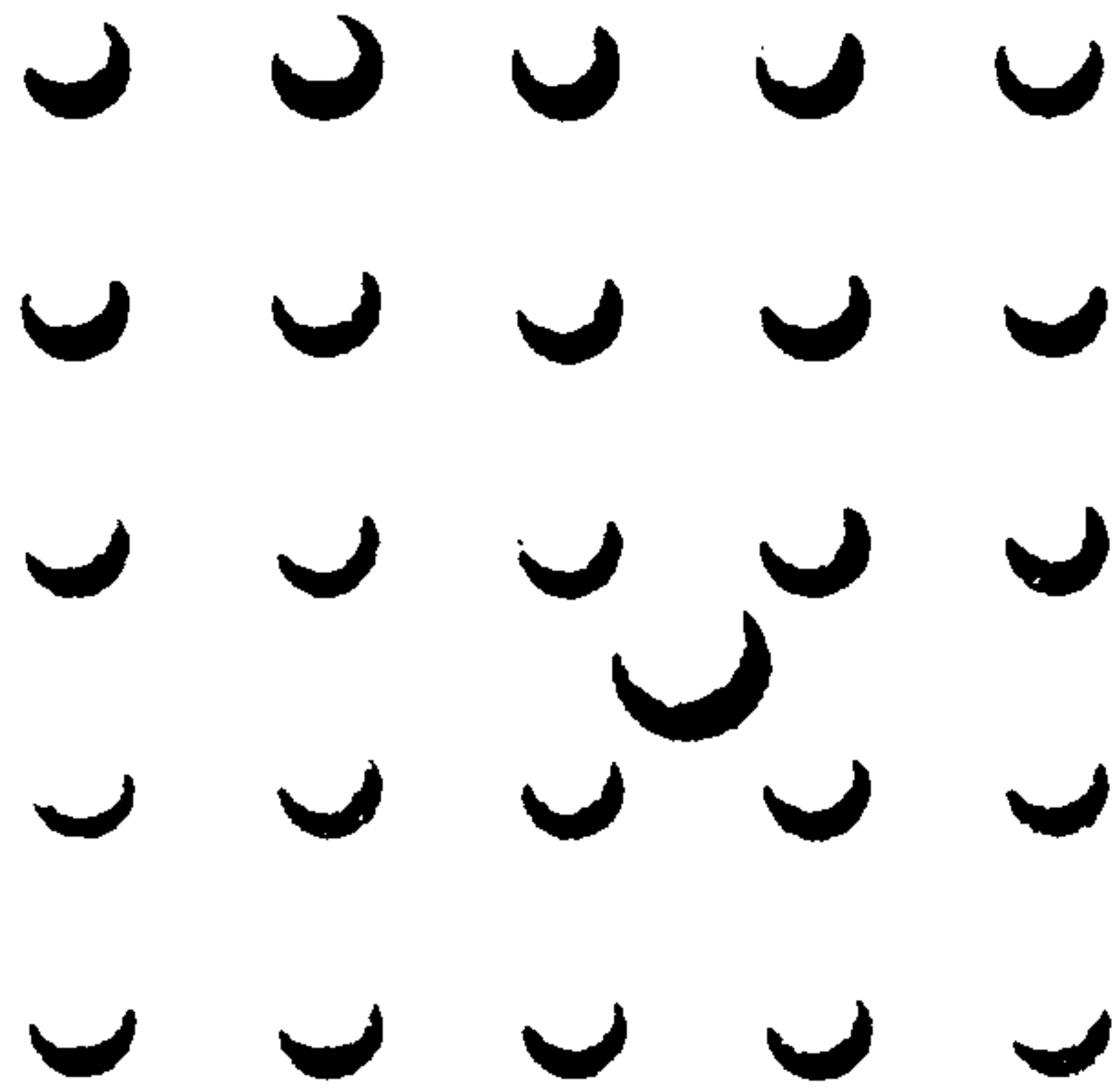
발색원소 기원	자색	Cr	녹색	우바로바니트(Uvarovite) $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$ ←Cr-석류석
		Cu	청색	남동석(Azurite) $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ 터키석(Turquoise) $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 크리소콜라(Chrysocolla) $(\text{Cu,Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
			녹색	공작석(Malachite) $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
			적색	적동석(Cuprite) Cu_2O
		Fe	청색	라줄라이트(Lazulite) $(\text{Na,Ca})_{7-8}(\text{Al,Si})_{12}(\text{O,S})_{24}\{(\text{SO})_4\text{Cl}_2(\text{OH})_2\}$
			녹색	감람석(Olivine) $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
			적색	알만딘(Almandine) $\text{Fe}^{+2}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ←석류석군
			황색	침철석(Goethite) $\alpha\text{-Fe}^{+3}\text{O}(\text{OH})$
		Mn	분홍	장미휘석(Rhodonite) $(\text{Mn}^{+2},\text{Fe}^{+3},\text{Mg,Ca})\text{SiO}_3$ 능망간석(Rhdochrosite) MnCO_3
			오렌지	스페사르틴(Spessartine) $\text{Mn}_3\text{A}_2(\text{SO}_4)_3$
	타색	Cr	녹색	에머랄드(Emerald) $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ Cr-경옥(Cr-Jadeite) $\text{Na}(\text{Al,Fe}^{+3})\text{Si}_2\text{O}_6$ Cr-전기석(Cr-Tourmaline)
			적색	루비(Rubi) Al_2O_3 스피넬(Spinel) MgAl_2O_4 토파즈(Topaz) $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F, OH})_2$
		Fe	녹색	아쿠아마린(Aquamarine) $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 전기석(Tourmaline)
			황색	황수정(Citrine) SiO_2 정장석(Orthoclase) KAlSi_3O_8
			녹-황-갈색	경옥(Jadeite) $\text{Na}(\text{Al,Fe}^{+3})\text{Si}_2\text{O}_6$
Mn		분홍	전기석(Tourmaline) $(\text{Na,Ca})(\text{Li,Mg,Al})(\text{Al,Fe,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$	
		녹색, 황색	홍주석(Andalusite) Al_2SiO_5	
구조결합 기원		보라색	자수정(Amethyst) SiO_2 형석(Fluorite) CaF_2	
	갈색~흑색	연수정(Smoky Quartz) SiO_2		
	녹, 황, 갈, 청, 분홍색	방사선처리 다이아몬드 C (Irradiated Diamond)		
	청색	자연산/방사선처리 토파즈 $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F, OH})_2$ (Some natural and irradiated Topaz)		
	청색 및 황색	암염(Halite) NaCl		



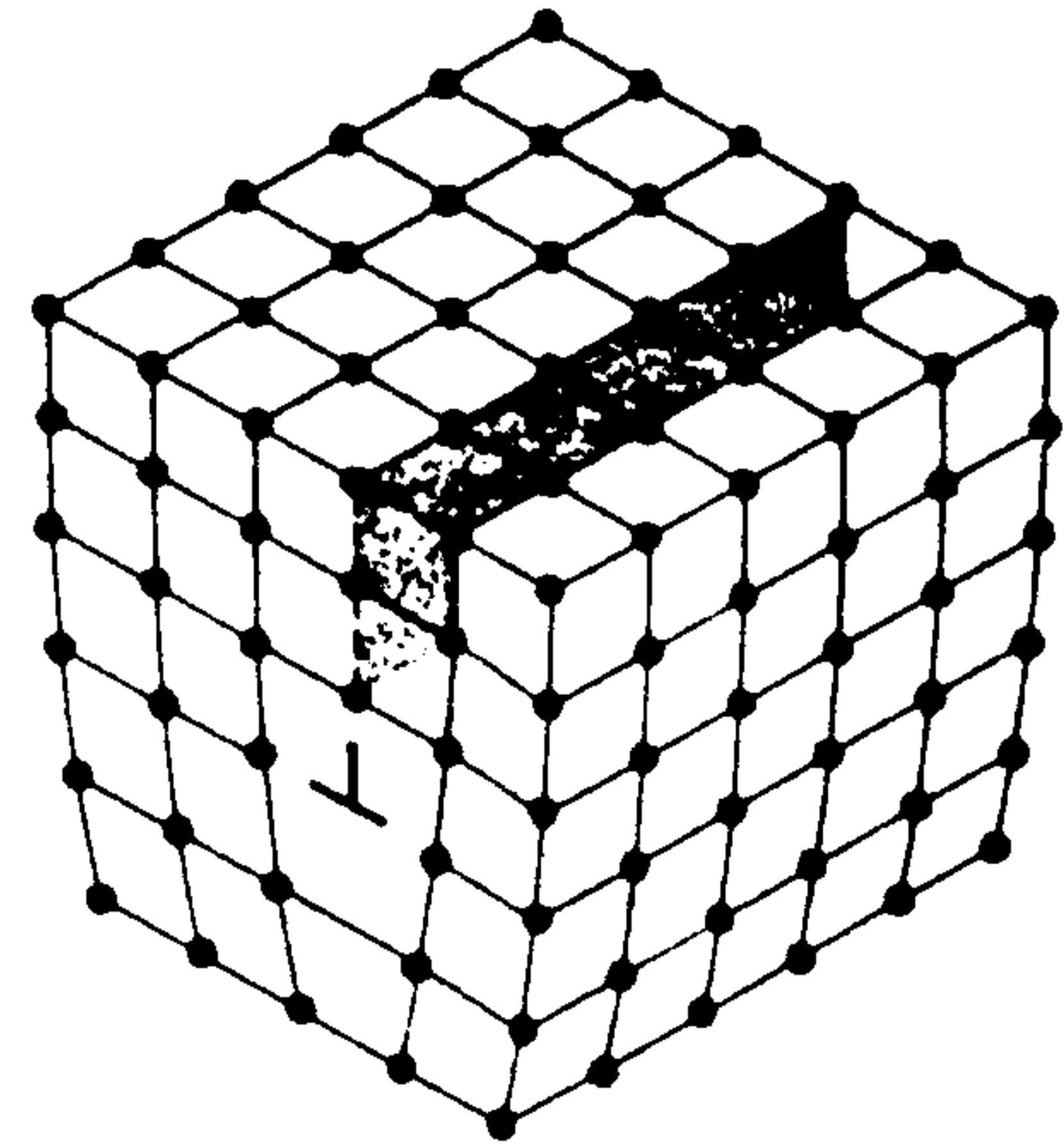
(a) Frenkel defect



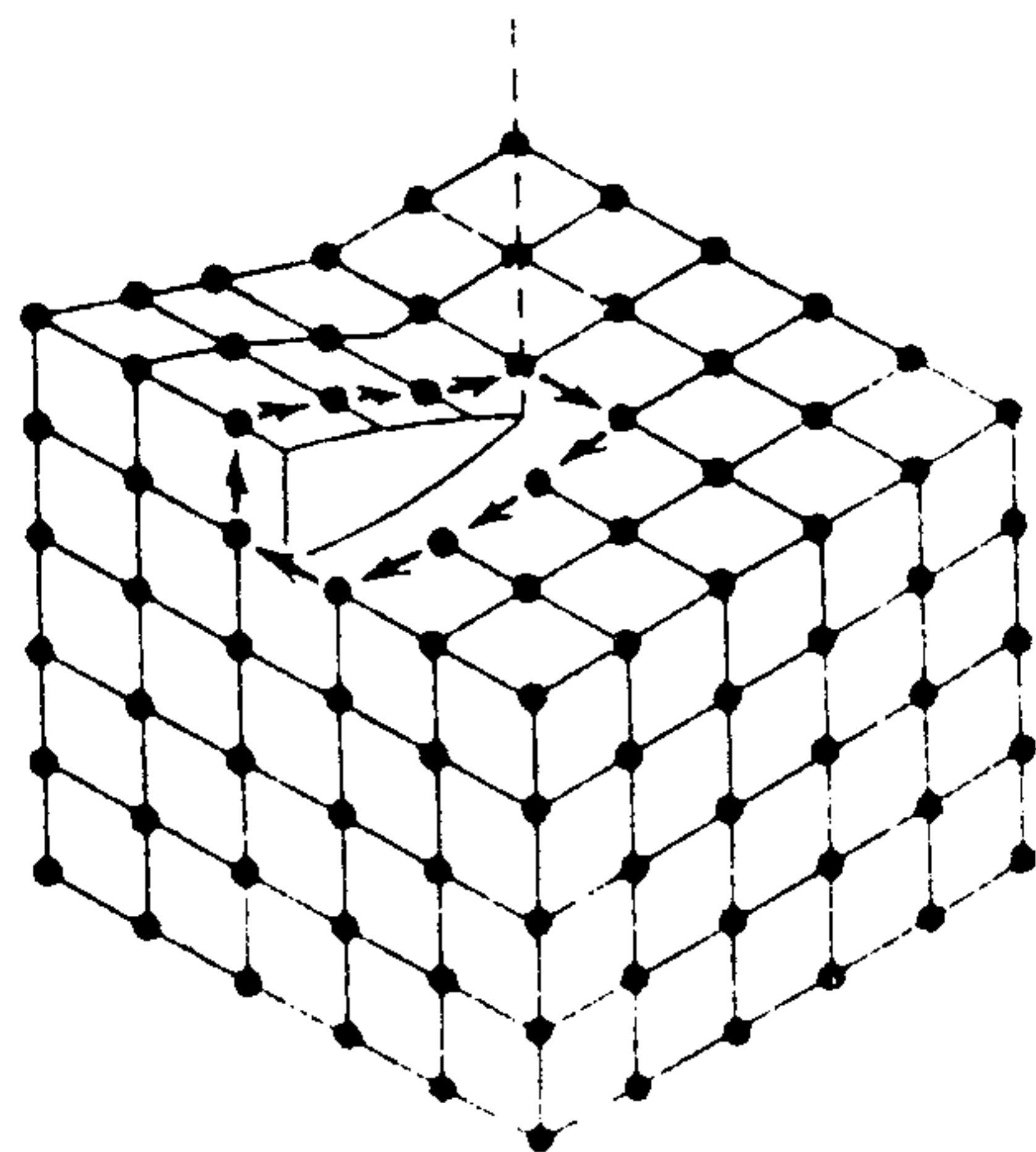
(b) Schottky defect



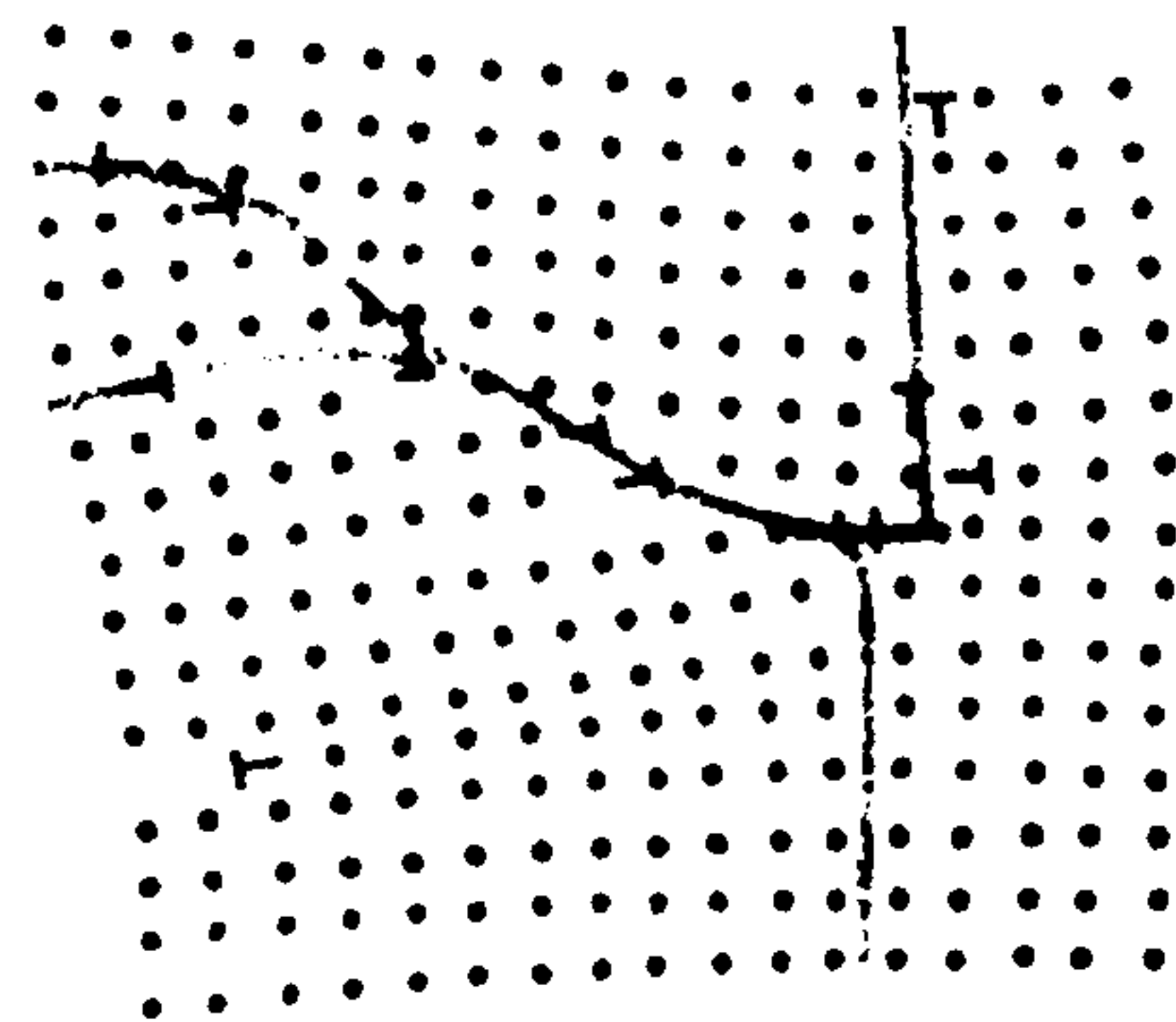
(c) Impurity defect (interstitial)



(d) Edge dislocation



(e) Screw dislocation



(f) Lineage structure

그림 11. 결정구조 결함의 도식적 설명

1) F^- 이온을 구조 내의 통상적인 위치에서 다른 위치로 이동시키게 하고 에너지 방사선(X선등)

2) Ca가 초과 상태인 화학적 환경에서 형석이 성장

3) F중 일부가 전기장에 의해 제거

전체의 구조가 중성이 되어야 하며 따라서 전자가 빈 site를 차지하여 “electron color center”를 만든다(그림 12). 원자핵보다는 주변 이온들의 전기장(electrical field ; “crystal field”)에 의해 이 이온들은 적당한 자리를 차지하게 된다. 이 장안에서는 하나의 기저상태와 위에서 기술된 천이원소와 유사한 다양한 여기상태를 가질 수 있다. 이러한 상태로 있는 전자들의 움직임에 의해 색과 형광이 생긴다. 형석을 가열하면 색이 없어지면서(결함구조가 없는) 형석 원래의 구조가 복원된다.

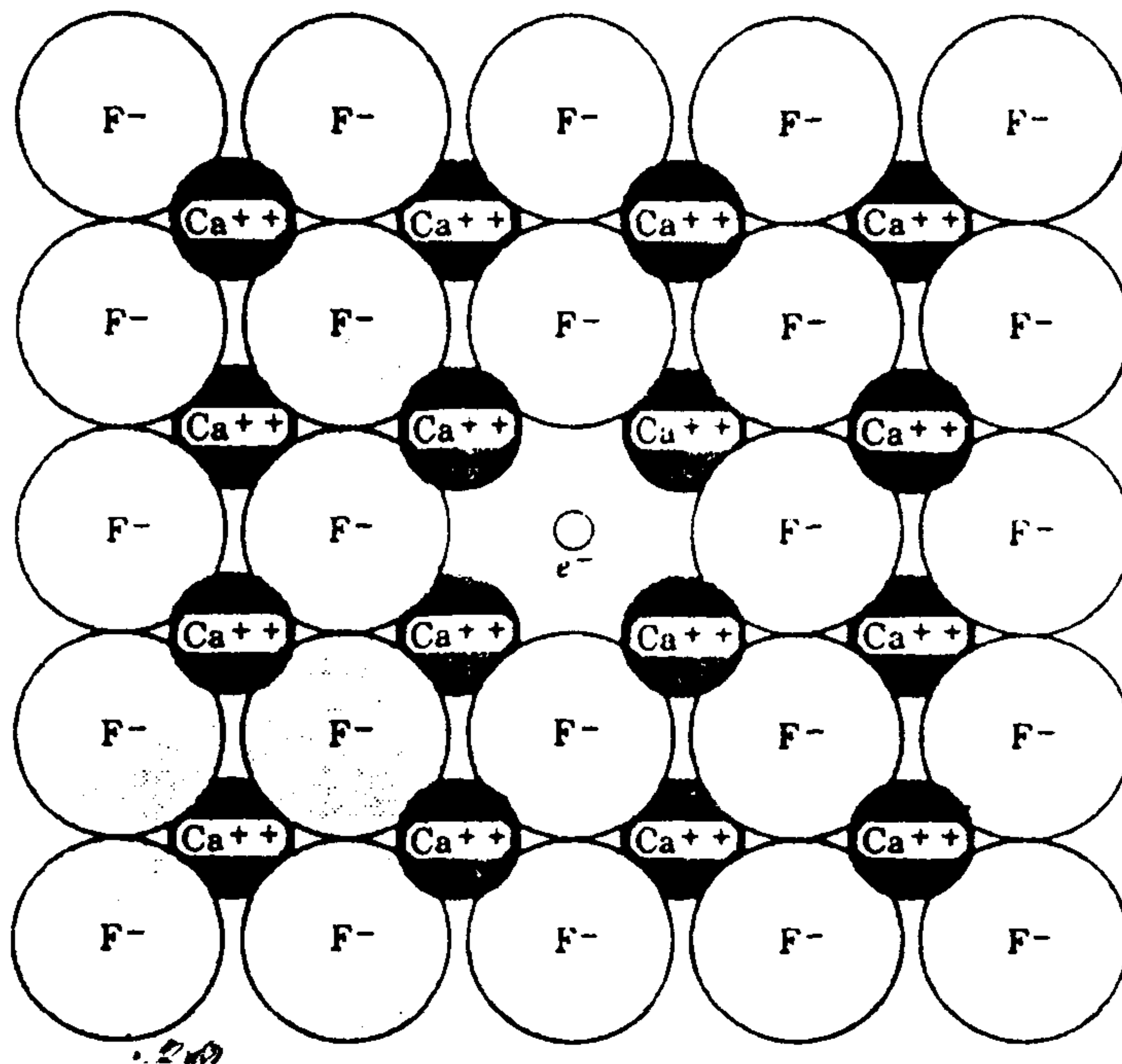


그림 12. 형석의 결정구조-F⁻ 자리를 전자가 채우고 있음

석영에서 연기색(smoky color)은 “hole color center”에 의해 생긴다. Si^{4+} 대신 Al^{3+} 이 치환되고 이때 Na^+ 이나 H^+ 이온이 간극에 채워지면서 이 석영의 전기적 중성은 유지된다. 4면체 위치에 Si 대신 Al이 치환되어 있는 이와 같은 석영에 강한 X선이나 γ 선을 몇 분간 조사하면 “hole color center”가 생긴다. 이 방사선은 Al^{3+} 이온에 인접한 산소 원자 내에 있는 한 쌍의 전자 중 하나를 축출하게 되어 그 결과 orbital에 짝을 이루고 있지 않은 전자가 하나 생긴다. 이는 그림 13에 도식적으로 설명되어 있다. 결손전자가 위치하던 자리를 “hole”이라 하며 짝을 이루지 않고 남아 있는 전자는 초과전자와 유사한 여기상태를 갖게 된다. 표 3에는 구조 결함에 의해 색이 나타나는 광물들을 예시해 놓았다.

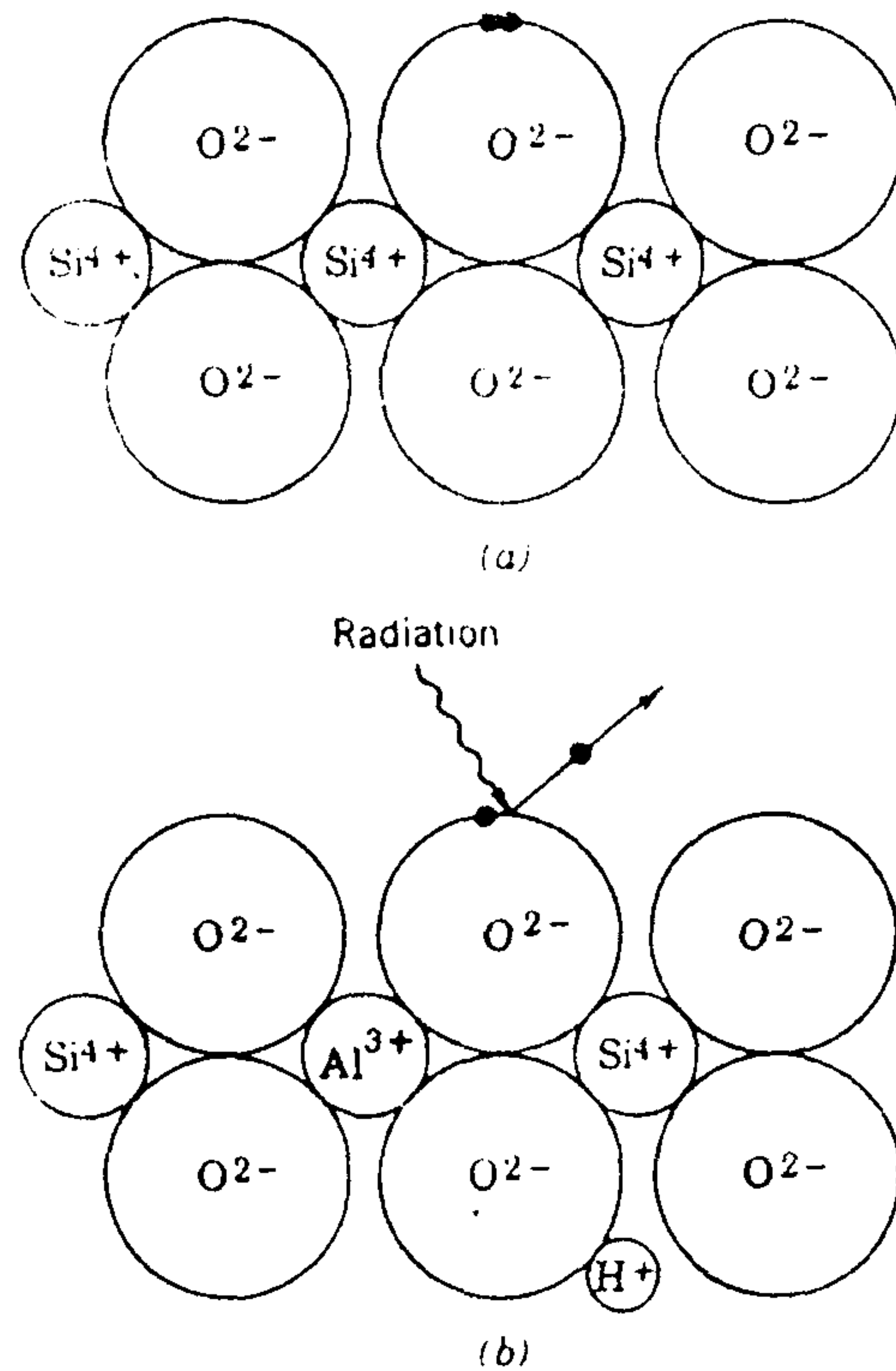


그림 13. 석영의 결정구조

(a) 석영의 정상구조 (b) Si^{4+} 를 Al^{3+} 이 치환

Nassau(1978, 1980a, b)는 금속-금속전이(metal-metal transfer)와 같은 전기적 메카니즘을 알아냈다. 이러한 천이(transfer)에서 입사광 에너지(incident light energy) 때문에 전자가 단순히 원자나 이온이 아니라 다중심궤도(multi-centered orbit)에 존재하는 것으로 생각해야 한다. 금속-금속 전이의 예는 강옥(Al_2O_3)의 변종인 청색 사파이어에서 알 수 있으며 고용체 상태로 소량의 Fe와 Ti를 함유하고 있다. 이 두 원소는 1) Fe^{2+} 과 Ti^{4+} 2) Fe^{3+} 과 Ti^{3+} 의 2가지 원자가 상태로 존재할 수 있다. 하나의 단독원자는 광 흡수에 의해 Fe에서 Ti로 또는 그 반대로 전이될 수 있다. 이 천이에 의해 생긴 황색에서 적색으로의 흡수때문에 진한 청색을 띠는 사파이어가 만들어진다. 자철석(Fe_3O_4)과 같은 광물에서 철은 Fe^{2+} 과 Fe^{3+} 으로 존재한다. 이러한 산화상태 사이에 있는 전하의 전이로 색이 진청색에서 흑색의 범위를 갖는다.

불순물의 혼입에 의해서도 투명한 광물이 다양한 색을 띠게 된다. 석영에 미세하게 분산되어 있는 녹니석이 존재하면 녹색, 방해석이 산화망간이나 탄소로 착색되면 흑색이 될 수도 있다. 혼한 불순물인 적철석은 장석, 방해석 또는 벽옥 등에서 적색을 띠게 한다.

II-1-4. 독립장 내의 광물설명

비교적 결정형이 잘 발달되어 있고 색, 광택, 크기 등이 뛰어나 전시적 가치가 크다고 판단된 광물들은 독립장에 개별적으로 전시해 놓았다. 또한 이 광물들은 관람자의 편의를 위해 라벨에 간단한 설명을 해 놓았다. 다음은 각 라벨에 기재되어 있는 설명 문구이다.

1) 황철석 pyrite FeS_2 , 페루

찬란한 금속광택을 보여주며 비교적 높은 경도와 비중을 갖고 있으나 쉽

계 분말상태로 깨진다. 황 또는 황산 제조 등에 쓰인다.

2) 계관석 realgar AsS 중국 후난

반투명 내지 투명한 수지광택을 보이는 적색의 황화광물로 경도가 낮고 쉽게 절개된다. 초석과 섞어 불꽃놀이 재료로 사용된다.

3) 석고 gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 사우디아라비아/김성원 기증

‘사막의 장미’라는 별칭이 있으며 비중과 경도가 낮다. 결정수가 모두 빠져나가면 경석고가 되며 건축용 및 비료 등으로 사용된다.

4) 아라고나이트 aragonite CaCO_3 충북 단양군 단양면

방해석과 화학조성이 같으나 비중이 더 높고 능면체 쪼개짐이 없다.

5) 방해석 calcite CaCO_3 브라질

석회암의 주성분이며, 묽은 염산을 가하면 거품을 내며 녹는다.

6) 망간방해석 manganoan calcite 페루

방해석의 변종으로 소량의 망간을 함유하여 분홍색을 띤다.

7) 공작석 malachite $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ 자이레

선녹색의 동광석, 장식용으로도 사용

8) 남동석과 공작석 azurite & malachite 모로코

* 남동석 azurite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ - 짙은 남청색의 동광석

9) 황동석과 방해석 chalcopyrite & calcite 멕시코

* 황동석 chalcopyrite CuFeS_2 녹황색, 중요한 동광석

10) 셀레스타이트 celestite SrSO_4 마다가스카르

취관분석을 하면 진홍색 불꽃을 낸다. 스트론튬(Sr)의 주원료

11) 휘수연석 molybdenite MoS_2 전북 장수군 계내면 장수광산

매우 무르며 조흔색은 암회색이다. 몰리브데늄(Mo)의 주광석

12) 황철석 pyrite FeS_2 충북 증원군 양성면 대화광산

겉모양이 금과 비슷하여 황동석 등과 함께 일명 ‘fool’s gold’라고 한다.

- 13) 오케나이트 okenite $\text{CaSi}_2\text{O}_4(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 인도, Poona
흔히 현무암 또는 분출암에서 행인상으로 산출된다.
- 14) 이극석 hemimorphite $\text{Zn}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 멕시코, Santa Eulalia
아연(Zn) 광석으로 강한 초전기성 및 압전기성을 갖고 있다.
- 15) 수정 rock crystal SiO_2 마다가스칼
무색의 투명한 석영으로 탁월한 결정형을 보임
- 16) 자수정 amethyst SiO_2 경남 울산군 언양광산
청자색 수정으로 보통 명료한 결정형을 보임
- 17) 석고 gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 칠레
물이 모두 빠져나가면 경석고가 되며 건축용 재료로 사용
- 18) 형석 fluorite CaF_2 경기도 가평군 하면 보정광산
형광성이 있으며 그 색이 다양함
- 19) 형석 fluorite CaF_2 강원도 춘성군 사북면 신포리
형광성이 있으며 그 색이 다양함
- 20) 전기석 tourmaline
 $(\text{Na}, \text{Ca}) (\text{Li}, \text{Mg}, \text{Al}) (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})_6 (\text{BO}_3)_3 (\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$ 미국
약한 초전기성 및 압전기성을 띠며, 투명하고 아름다운 것은 보석으로 쓰인다.

Ⅱ -2. 운 석(meteorite)

우주 공간에서 지구에 떨어지면서 원래의 특징들을 간직하고 있는 천연 산 고체인 운석은 희귀하며 그 조성이 지구상의 암석과 많이 다르다. 우리 표본관에서는 17점의 운석을 독립장에 전시하고 설명판넬을 붙여 놓았다 (그림 14).



그림 14. 운 석

우주 공간을 궤도를 따라 움직이다가 지구의 중력장에 들어오면 유성체(meteoroids)는 지구로 이끌린다. 지구로 오게 되는 궤도 위에서 움직이고 있는 이러한 물질들은 대기권 밖을 통과하여 밀도 높은 공기를 통과한다. 이렇게 유입되는 대부분의 물체는 비교적 작은 까닭에 대기권에서 다 타 버리나, 매우 큰 것들만 대기권을 통과하여 지구상에 떨어진다.

대부분의 운석은 石質로서 대기권을 통과하여 잔존할 수 있는 내구성(durability)이 결여되어 있다. 이 물체들은 보통 내부 균열이 있고 따라서 낙하시 이 균열을 따라 깨져 나간다. 대기권에 진입하고 나서는 삭마되어 지상에서 발견된 운석은 둥근 형태를 갖는다.

거대한 철운석에 대한 헬륨 분포 연구는 철운석이 낙하시 약 50%의 부피가 감소함을 보여주고 있다. 우주공간 충돌의 산물인 헬륨-3은 이 철운석의 내부로 감에 따라 점차 감소한다. 헬륨-3의 분포곡선을 작성해 보면 물체의 원래 표면의 위치를 추정할 수 있다.

운석은 지구의 암석에서 나타나는 것과 같은 원소를 함유하고 있으며, 이 원소들은 지구의 암석과 동일한 방식으로 조합되어 지구의 암석과 같은 광물을 이룬다. 그러나 운석의 광물들은 지구 암석 내의 광물과는 형성 환경이 다른 까닭에 약간 다른 특징을 가진다(표 4). 석질운석(stony meteorites)은 지구 암석의 복사판이라 할 수 있을 정도이나, 지구 암석에는 없는 Ni-Fe가 종종 들어 있다.

화학적으로 어떤 석질 운석은 Mg와 Ca가 풍부한 염기성 화성암과 유사하나 석영이 거의 함유되어 있지 않다. 철운석은 특징적으로 Ni를 함유하나 운석에 따라 그 함량은 다양하다. 갈륨과 게르마늄은 소량이나 모든 철운석에서 발견된다.

운석은 다음의 3 유형으로 구분된다 :

석질운석, 석철운석, 철운석

표 4. 운석에서 발견되는 광물

* 운석에서만 발견됨

Mineral	Formula or symbol
Native elements,metallic compounds *Awaruite Carbon Chaoite *Lonsdalite Copper Diamond Gold Sulfur *Kamacite *Taenite	 $Ni_{13}Fe$ C C C Cu C Au S $NiFe(\text{less than } 6\% \text{ Ni})$ $NiFe(\text{more than } 6\% \text{ Ni})$
Carbides,phosphides,nitrides,silicides Cohenite *Calsbergite *Haxonite Moissanite *Osbornite *Perryite *Rhabdite Schreibersite *Senoite	 $(Fe,Ni)_3C$ $CrNi$ $Fe_{23}C$ SiC TiN $(Ni,Fe)_5(Si,P)_2$ $(Ni,Fe)_3P$ $(Fe,Ni)_3P$ Si_2N_2O

Mineral	Formula or symbol
Sulfides	
Alabandite	(Mn,Fe)S
Bornite	Cu ₅ FeS ₄
Bravoite	(Fe,Ni)S ₂
*Brezinaite	Cr ₃ S ₄
Chalcopyrite	CuFeS
Chalcopyrrhotite	CuFe ₄ S ₅
Cubanite	CuFe ₂ S ₃
*Daubreelite	FeCr ₂ S ₄
Dierfisherite	K ₃ CuFe ₁₂ S ₁₄
*Gentnerite	Cu ₈ Fe ₃ Fe ₁₂ S ₁₄
Heazelwoodite	Ni ₃ S ₂
Mackenawite	FeS
*Ninningerite	(Mg,Fe)S
*Oldhamite	CaS
Pentlandite	(Fe,Ni) ₉ S ₈
Pyrrhotite	Fe _{1-x} S
Sphalerite	ZnS
Troilite	FeS
Vallerite	CuFeS ₂
Violarite	Ni ₂ FeS ₄
Chlorides	
Lawrencite	FeCl ₂

Mineral	Formula or symbol
Oxides	
Chromite	FeCr_2O_4
Christobalite	SiO_2
Hematite	Fe_2O_3
Ilmenite	FeTiO_3
Maghemite	Fe_2O_3
Perovskite	CaTiO_3
Quartz	SiO_2
Rutile	TiO_2
Spinel	MgAl_2O_4
Tridymite	SiO_2
Wustite	FeO
Carbonates, phosphates, sulfates	
Apatite	$\text{Ca}(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
Bloedite	$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Breunnerite	$(\text{Mg,Fe})\text{CO}_3$
*Brianite	$\text{Na}_2\text{MgCa}(\text{PO}_4)_2$
Calcite	CaCO_3
Cassidyite	$\text{Ca}_2(\text{Ni, Mg})(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Collinsite	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})(\text{PO}_4)_2$
Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Epsomite	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Farringtonite	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

Mineral	Formula or symbol
Graftonite	$(\text{Fe,Mn})_3(\text{PO}_4)_2$
Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Lipscomite	$\text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2$
Magnesite	MgCO_3
Merrillite	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$
*Panethite	$(\text{Ca,Na})_2(\text{Mg,Fe})_2(\text{PO}_4)_2$
Siderite	FeCO_3
*Stanfieldsite	$\text{Ca}_4(\text{Mg,Fe})_5(\text{PO}_4)_6$
Whitlockite	$\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$
Organic minerals, oxalates	
Whewellite	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Silicates	
Andradite	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
Augite	$\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})(\text{AlSi})_2\text{O}_6$
Clinopyroxene	$(\text{Ca,Mg,Fe})\text{SiO}_3$
Chlorite	$(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{AlSi}_4)\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Cordierite	$\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{15}$
Diopside	$(\text{Ca,Mg})(\text{SiO}_3)_2$
Enstatite	MgSiO_3
Gehlenite	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$
Grossularite	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
Hypersthene	$(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$
*Krinovite	$\text{NaMg}_2\text{CrSi}_3\text{O}_{10}$

Mineral	Formula or symbol
*Majorite	$Mg_3(Mg, Si)Si_3O_{12}$
Melilite	$Ca_2(Mg, Al)(Si, Al)_2O_7$
*Merrihueite	$(K, Na)_2(Fe, Mg)_5Si_{12}O_{30}$
Monticellite	$Ca(Mg, Fe)SiO_4$
Nepheline	$(K, Na)_3(AiSiO_4)_4$
Olivine	$(Mg, Fe)_2SiO_4$
Plagioclase	$(Ca, Na)(Al, Si)AlSi_2O_8$
Potash feldspar	$(K, Na)AlSi_3O_8$
Richterite	$Na_2CaMg_5Si_8O_{22}F$
Rhonite	$CaMg_2TiAl_2SiO_{10}$
*Roedderite	$(Na, K)_2(Mg, Fe)_5Si_{12}O_{30}$
*Ringwoodite	$(Mg, Fe)_2SiO_4$
Sodalite	$Na_8Al_6Si_6O_{24}Cl_2$
Wollastonite	$CaSiO_3$
*Ureyite	$NaCrSi_2O_6$
*Yagiite	$(K, Na)_2(Mg, Al)_5(Si, Al)_{12}O_{30}$
Hydrous oxides	
Akaganeite	$FeOOH$
Garnierite	$(Ni, Mg)_3Si_2O_5(OH)_4$
Goethite	$FeOOH$
Lepedrosite	$FeOOH$
Limonite	$FeOOH \cdot H_2O$
Opal	$SiO_2 \cdot H_2O$
Reevesite	$Ni_6Fe_2(OH)_{16}(CO_3)_4 \cdot H_2O$

I. 석질 운석(stony meteorites)

A. 콘드라이트(Chondrites)

가장 흔한 석질 운석으로서 콘드룰(chondrule)이라는 작은 구형의 규산염 입자가 특징적이다. 이 입자들은 이들이 형성된 장소에서 결정화작용을 피했으나 어떤 기계적 과정에 의해 운반되어 그 후 서로 결합되기 전에 모여 쌓인 것이다. 즉, 콘드라이트는 행성이 태양계의 성운에서 만들어지는 최초 과정(original process)의 산물일 것이며, 따라서 이 유형의 운석은 과학적으로 중요하다. 때때로 금속 포유물이 하나의 콘드룰 내에서 나타나기도 하나 보통은 콘드룰 주변에서 나타난다. 대부분의 콘드라이트는 휘석과 감람석 및 소량의 장석과 장석 조성의 간극 유리질 물질(interstitial glass)로 구성된다. 콘드룰 내의 조직은 다양하나 평형과 비평형의 콘드라이트가 있다. 평형 콘드룰이 가장 풍부하며, 콘드룰 내의 규산염과 간극 기질(interstitial matrix) 내의 규산염은 근본적으로 동일하다. 즉, 콘드룰은 보통 작으며 잘 결합되어 있기 때문에 윤곽이 잘 정의되지 않는다. 비평형군(unequilibrated group)은 주요 규산염이 다양한 조성을 가지며 무르기(friable) 때문에 부서지는 경향이 있다. 콘드룰은 잘 정의된 원형으로 나타나며 기질은 세립이다. 콘드라이트는 5가지 유형이 있다.

1. Enstatite chondrite

보통 거의 순수한 $MgSiO_3$ 로서 금속 포유물이 풍부하며 Ni의 함량이 대체로 낮다. 고 환원 상태이며 종종 실리콘을 포함한다.

2. Olivine-bronzite chondrite

enstatite chondrite보다 흔하며 감람석과 bronzite의 함량이 거의 비슷하다.

3. Olivine-hypersthene chondrite

가장 흔히 발견되는 콘드라이트질 운석으로 일반적으로 감람석이 휘석보다 더 많다. hypersthene은 12-20%의 Fe를 함유하며 따라서 bronzite-chondrite보다 더 진한 색을 띤다. 이들의 금속입자들은 보통 7-12%의 니켈을 함유한다.

4. Olivine-pigeonite chondrite

감람석이 주구성광물이며 hypersthene 대신 pigeonite가 존재한다는 점에서 olivine-hypersthene chondrite와 다르다. 금속은 니켈이 풍부하며 다른 유형의 콘드라이트에서 흔히 관찰되는 troilite(FeS)가 pentlandite[(Fe, Ni)₉S₈]로 치환되기도 한다.

5. Carbonaceous chondrite

탄소를 포함하고 있는 까닭에 어두운 색을 띤다. 다른 운석과는 달리 상당량의 물을 함유하고 있으며 탄소는 복합화합물(complex compounds)로 존재하며 3가지 유형이 있다.

1유형 : 강자성, 황염광물 함유, 탄소함량은 약 3.5%

2유형 : 약자성, 대부분의 황이 자유황, 탄소함량은 약 2.5%

3유형 : 물이 가장 적음, 밀도가 가장 높음, 흔히 pigeonite 함유

B. 아콘드라이트(Achondrite)

현무암이나 듀나이트 등과 같은 지구의 암석과 매우 유사한 조립결정질 운석으로서 콘드라이트보다 감람석이 보통 적게 함유되며 장석은 일반적으로 Ca의 함유 비율이 더 높다.

1. Calcium-poor achondrite

a. Aubrite : 거의 보통 순수한 MgSiO₂, 소량의 부수 광물

- b. Diogenite : hypersthene, Ni-Fe, 다른 부수광물
- c. Chassignite : 하나의 표품만 존재, 거의 전부 감람석
- d. Ureilite : 흑연과 때때로 다이아몬드를 함유, 금속은 니켈함량이 적다.

2. Calcium-rich achondrite

- a. Nakhilite : 투회석과 감람석 함유
- b. Eucrite : 장석과 pigeonites로 구성
- c. Howardite : hypersthene과 장석으로 구성
- d. Whitleynite : 하나의 표품만 존재, enstatite와 암색의 각질 콘드라이트질 포유물 함유

II. 석철운석(Stony & iron meteorite)

- A. 팔라사이트(Pallasite) : 석철운석 중 가장 풍부, 감람석과 Ni-Fe 기질로 구성
- B. 시더로파이어(Siderophyre) : bronzite와 tridymite, Ni-Fe 기질
- C. 로드라나이트(Lodranite) : bronzite와 감람석, Ni-Fe 기질
- D. 메조시더라이트(Mesosiderite) : 규산염과 Ni-Fe가 거의 비슷한 양으로 존재
- E. 소로타이트(Sorotite) : 팔라사이트와 유사하나 감람석 대신 troilite를 함유

Ⅲ. 철운석(iron meteorite)

A. 헥사헤드라이트(Hexahedrite)

카마사이트(α -철, 니켈-철 相)로 구성, 흔히 부수광물이 함유되어 있으며, 보통 뉴만선(Neumann line)이 나타난다. 니켈의 함량은 5-6.5%이다.

B. 옥타헤드라이트(Octahedrite)

니켈의 함량이 6.5-16%, 카마사이트의 박층의 두께에 따라 조립, 중립 및 세립의 옥타헤드라이트로 나눌 수 있다. 헥사헤드라이트, 옥타헤드라이트 및 다른 세가지 아군 사이에 명백한 구분은 없다. 옥타헤드라이트는 카마사이트와 타에나이트의 2가지 명백한 상으로 구분된다.

C. 아탁사이트(Ataxite)

다른 철운석과는 달리 보통 세립의 구조를 갖는다. 일부 아탁사이트는 헥사헤드라이트와 유사한 니켈 함량을 갖는다. 다른 것들은 옥타헤드라이트보다 니켈 함량이 더 높다. 니켈 함량이 높은 아탁사이트는 상당량의 schreibersite 포유물을 갖는다.

철운석의 구분에 사용되는 구조는 운석의 표면을 잘 연마하면 명백해진다. 연마면을 nital로 에칭하면 이 구조가 가장 잘 보인다. 발달하는 패턴은 존재하는 니켈의 양과 금속이 냉각되는 비율에 달려 있다. 니켈의 함량이 6%이하이면 카마사이트(α -철)가 우세한 니켈-철 상이다. 그러나 고니켈 상인 타에나이트(γ -철)가 카마사이트 입자의 모서리 부분에서 형성될 수도 있다. 니켈의 비율이 증가함에 따라 타에나이트의 양이 증가하며 카마사이트 박층의 넓이가 감소한다.

철운석은 부피가 큰 물체의 중심부 또는 부피가 큰 규산염체(silicate body)의 큰 금속 덩어리 형태로 형성되었다. 큰 물체의 온도 변화는 매우

느린 비율로 진행되나 모든 철운석의 냉각 속도는 동일하지 않았다.

감 정(Identification)

운석은 지구의 암석과 구분되는 특징이 있으나, 모든 유형의 운석을 감정할 수 있는 단순하면서도 결정적인 시험법은 없다. 운석으로 생각될 때 그것이 그 지역의 다른 암석과 다르다는 것을 확인해야 하며 다르다면 운석일 가능성이 있다.

석질운석은 일반 암석보다 비중이 더 크고 철운석은 거의 3배에 달하며, 금속적 성질로 인하여 알아내기 쉽다. 금속질 철(metallic iron)은 지구의 암석에는 거의 알려져 있지 않으나 구조한 금속 조각들은 널리 퍼져있다. 보통 제조된 금속은 형태로 알 수 있으며 연마표면 위의 구조로 쉽게 알 수 있다. 모든 운석의 철에는 니켈이 함유되어 있으며, 또한 구조철도 마찬가지이다.

지상에 막 떨어진 석질운석의 표면은 검은 색이나 몇 년이 지나면 풍화작용에 의해 색이 바래져서 갈색을 띠게 된다. 대개의 석질 운석은 작은 은회색의 금속 함유물을 갖고 있다. 이러한 함유물에 의해 비중이 증가하고 자석에 붙을 정도로 많은 철 함유물이 들어가기도 한다.

텍타이트(Tektite)

해양저 퇴적물과 육상에 널리 분포하고 있는 천연산 유리질 물질로서 그 기원에 대하여 많은 이견이 있다. 텍타이트는 오랜 기간 풍화작용의 영향을 받아 왔고 대부분 부서진 유리 파편 형태로 발견된다. 텍타이트는 오래 전에 우주에서 지구의 대기에 진입하여 소나기처럼 쏟아져 내려왔던 것으로 추정된다. 대부분의 텍타이트의 전체적 모습은 스프래쉬형(splash form : spheroid, elongate, dumbbell, teardrop, disk, irregular lump)을 닮았다. 모든 텍

타이트는 유리질로서 잘 깨지며 흔히 패각상 단구를 보인다. 육상의 텍타이트는 좁쌀 크기에서 사람 머리만한 것에 이르기까지 다양하다. 반사광에서는 어둡게 보이나 얇은 부분이나 모서리 부근은 빛을 투과시키면서 여러 가지 색을 띤다.

Ⅱ - 3. 보 석(Precious stones, Gemstones)

보석은 지난 7,000년 동안 인간의 호기심을 자극해 왔다. 처음 알려진 보석들은 자수정, 수정, 호박, 가넷, 옥, 벽옥, 산호, 라피스라줄리, 진주, 사문석, 에메랄드, 터키석 등이었다. 이들을 부와 지위의 상징으로 소유했었다. 보석에 관한 판넬은 그림 15에 있다. 오늘날에도 금이나 백금에 세팅해 놓은 보석은 부를 과시하기 위해 차고 다니는 경우도 있지만, 점차 그 아름다움을 감상하는데서 즐거움을 찾으려고 구입하는 경향이 많다. 때때로 미신이 보석을 구입하는 이유가 되기도 한다. 표본관에는 35종 91점의 보석 및 보석광물이 전시되어 있다.

예전에 인간이 과학적인 사고방식이 적었던 때에 보석은 거의 영적 신비의 상징이었다. 이것이 보석을 부적처럼 지니고 다닌 이유이다. 보석을 차고 다니면 유령이나 악귀와 같은 사악한 것으로부터 차고 다니는 사람을 보호해 준다고 믿었다. 악을 쫓고, 건강을 유지시키고 독약이나 질병을 막아 준다고 믿었다. 19세기 초엽까지만 해도 보석은 병에 대한 치료약으로 종종 사용되었다. 보석이 초자연적인 힘을 갖고 있다는 믿음의 결과 자연스럽게 점성술과 연결이 되어 보석에 12궁(sings of zodiac)이 할당되었고 이 결과 탄생석이 만들어졌다. 어떤 보석을 국가의 상징으로 하는 국가도 있다. 보석이 예전에 누렸던 상징성이나 미학적 관점 대신에 오늘날에는 단지

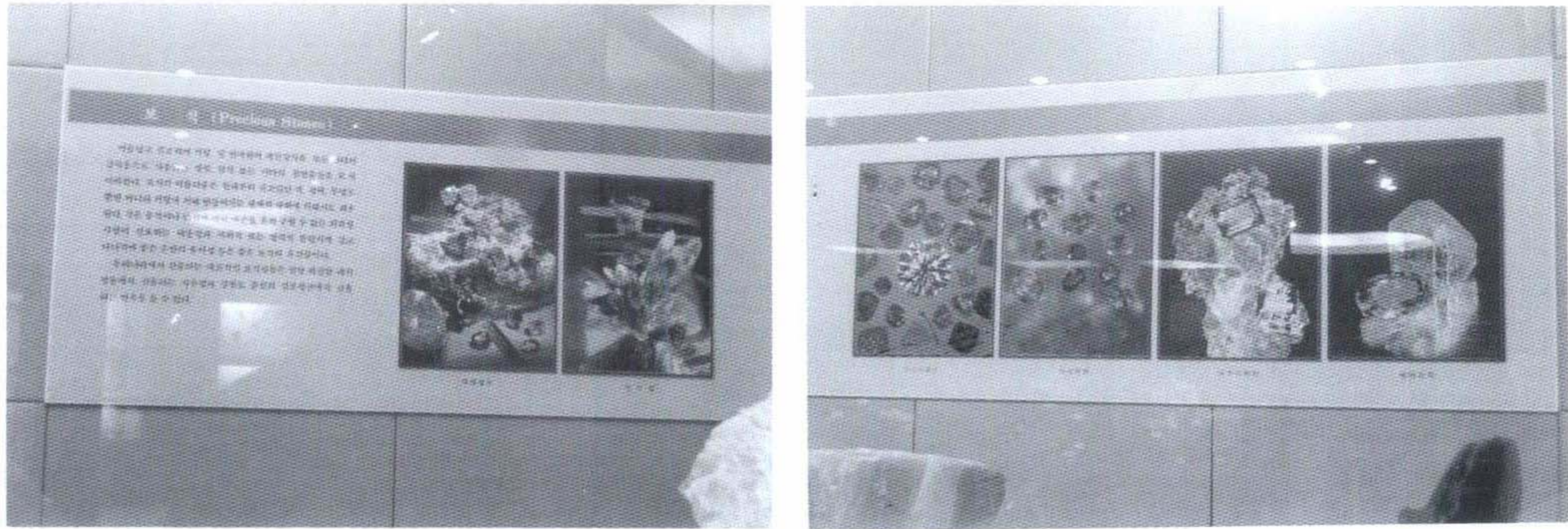


그림 15. 보석 전시장

투자의 대상으로 여기는 경향이 있다.

보석(gemstone)은 전통적으로 광물이며 따라서 보석의 역사는 광물과 떼어놓을 수 없을 정도로 밀접히 연관되어 있다. 석영을 깨뜨리면 도구나 무기로 사용할 수 있는 날카로운 끝부분을 가진다는 것을 고대인은 틀림없이 발견했을 것이다. 문명을 향한 고대인의 긴 여정의 시작은 바로 광물의 사용으로부터였다. 약 1백만년으로 추측되는 이러한 진보의 기간을 거치면서 원재료를 좀 더 세련된 기구로 만들어 사용하게 되었다. 도구를 만들던 사람들은 적절한 물질을 찾을 때 멋있게 생긴 여러 색의 조약돌이나 반짝이는 돌들을 산기슭 등에서 우연히 만나게 되었을 것이다. 활용가치는 없었을지 몰라도 이러한 보석은 아름다운 것으로 간직되었다.

초기의 보석

석기시대가 청동기시대로 바뀔 때 따라 금속을 뽑아낼 수 있는 광물들을 찾게 되었고 동시에 보석광물에 대한 흥미가 점차 증가했다. 고대 이집트에서 5,000년전에 세워진 어떤 무덤 속의 그림은 광물 예술(mineralogical arts)의 진보를 보여주고 있다. 이 그림에는 금속을 얻기 위해 광석을 제련하고 보석의 무게를 달고 라피스라주리나 공작석에서 보석의 모양을 만드는 기능공의 모습을 묘사하고 있다. 고고학적인 발견뿐만 아니라 고문서에서도 고대 그리스와 로마 시대에 많은 광물이 보석으로 사용되었으며 이 보석들을 조각하는 기술이 높은 숙련도에 이르렀음을 보여주고 있다. 보석은 초기에도 오늘날처럼 개인 장식용으로 많이 사용되었다. 그러나 이와 동등한 또는 더 중요하게 여겨졌던 것은 보석이 갖고 있다고 생각되었던 주술력이었다. 각각의 광물에는 어떤 효험이 있는 것으로 치부되어 보석을 부적처럼 지니고 다녔다. 그 내용은 사람을 죽지 않게 한다거나 잠이 오게 한다거나 지혜롭게 해주거나 술에 취하지 않게 한다는 등이었다. 이러한 미

신은 기독교 시대에도 계속 지속되었을 뿐만아니라 그 내용이 덧붙여지거나 세련되게 다듬어졌다. 이러한 믿음은 오늘날에도 남아 있어 행운의 돌, 탄생석 및 종교적 상징물에서 볼 수 있다.

보석이란?

보석(gemstone)이라는 용어는 연마, 커팅한 뒤 개인 장식품으로 사용할 수 있을 정도로 충분히 매력적인 물질에 사용한다. 'precious'와 'semiprecious'라는 수식어는 가치의 차이를 구별하기 위해 사용되기도 한다. 따라서 다이아몬드, 에메랄드, 루비, 사파이어 등은 'precious stone'으로 분류되었고 때때로 오팔, 진주, 알렉산드라이트 등도 그 부류에 속하는 것으로 여겨졌다. 그러나 가치의 경중을 나누는 엄격한 기준이 없으며 따라서 'semiprecious'라는 용어는 폐기해야 할 것이며 모든 보석은 'precious stone'이다.

보석의 커팅에는 여러 방식이 있으나, 기본적인 커팅은 카보숑컷(cabochon cut)과 패시트컷(faceted cut)의 두가지이다(그림 16). 패시트커팅된 보석은 패시트의 보석위 위치에 따라 여러 이름을 갖는 면을 갖는다. 패시트 커팅된 보석은 여러 형태를 가지나 'brilliant cut'이 다이아몬드에 가장 흔한 커팅이다. 윗면은 bezel, crown, top 등으로 불리고 아래는 pavilion, base, back 등으로 불린다. 최상부의 패시트는 table(T)이고, 이 table에 평행한 아래에 있는 패시트는 culet(C)이다. bezel과 pavilion 사이의 경계 부위를 girdle(G)이라 한다(그림 17).

알려져 있는 광물중 약 70여개가 보석의 범주에 속할 수 있으며 약 20여개가 흔히 보석으로 간주된다.

모든 보석에 공통적인 특성 중의 하나가 아름다움이다. 보석의 아름다움은 사람에 따라 천차만별이다. 어떤 사람은 그 보석의 색을 보고 아름답다고 할 수도 있고 다른 사람은 광택, 투명도, 또는 보석 세공인의 커팅으로

생기는 광채나 광휘를 보고 아름답다고 할 수도 있다. 보석의 아름다움은 대개 이러한 여러 요소가 둘 이상 합쳐져서 이루어지나, 터키석이나 공작석과 같은 불투명 광물에서는 색만이 아름다움의 원천이다. 이러한 요소를 모두 갖추고 있는 보석은 몇 개에 불과하다. 표 5에는 중요한 보석 가능 물질들의 경도, 비중 및 굴절율이 예시되어 있다.



그림 16. 카보송 컷

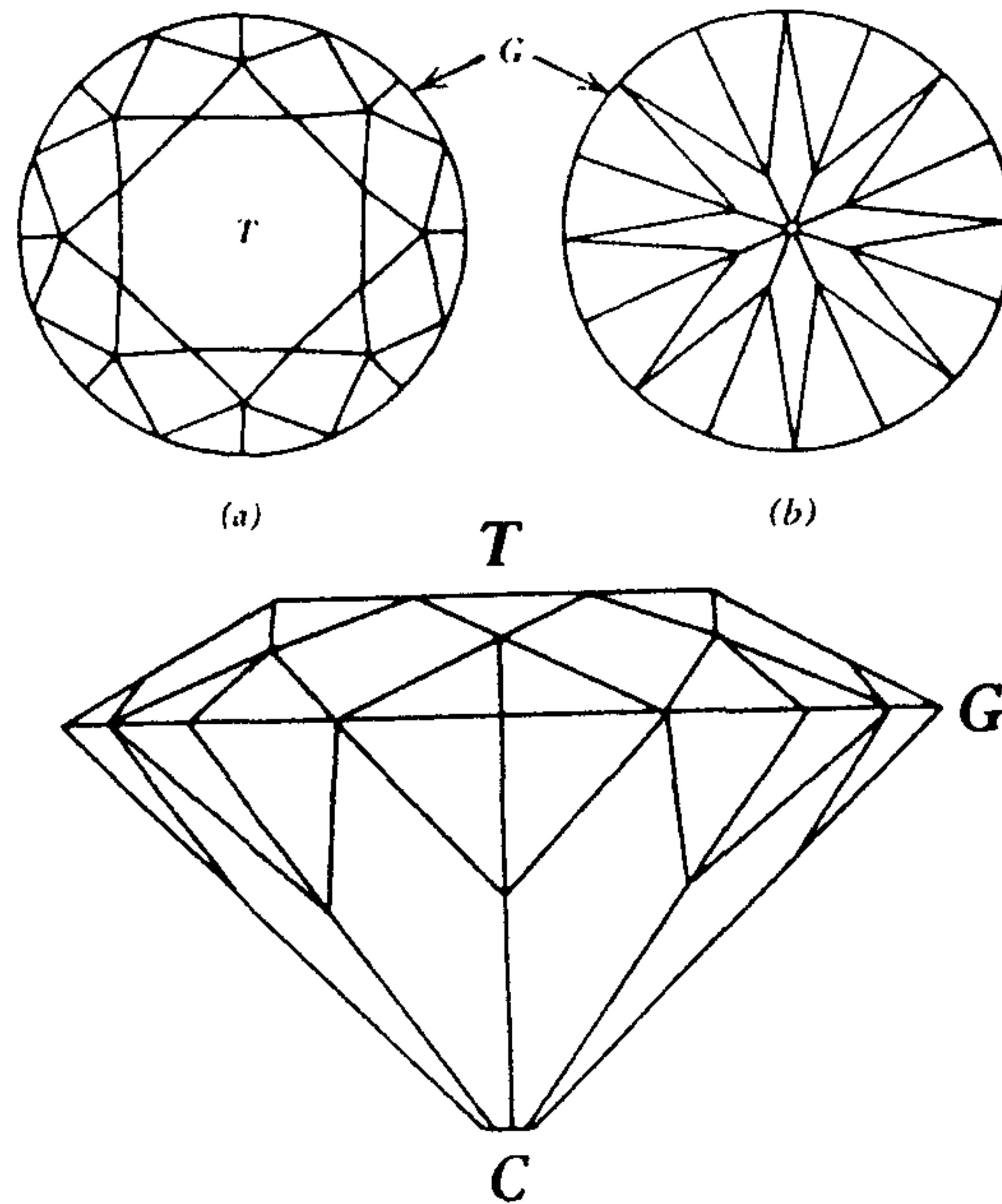


그림 17. 패시트 컷

(a) beael (b) pavilion (c) table(T), culet(C), girdle(G)

견고성은 보석광물의 2번째 필수 사항으로서 경도와 toughness라는 2개의 물리적 성질에 달려 있다. 광물의 굽힘이나 마모에 대한 저항도를 경도라 한다. 일반적으로 광물의 경도가 높을수록 보석으로서 더 바람직하다. 가장 경도가 높은 광물인 다이아몬드는 다이아몬드에 의해서만 굽힘이 생긴다.

가장 경도가 낮은 광물에 속하는 것이 활석으로서 잘 다듬으면 매력적인 돌이 될 수도 있으나 손톱으로도 긁힘이 생긴다. 다이아몬드, 루비, 사파이어, 에메랄드는 그 높은 경도만을 가지고도 가장 훌륭한 보석의 범주에 들게 한다. 경도가 높은 광물 중에는 잘 부셔지는 것도 있고 타격을 가하면 조각이 나거나 단구면을 따라 깨지는 것도 있다. 반면에 경도가 낮은 데도 tough하여 잘 깨지지 않는 성질을 가지고 있는 것도 있다. 이러한 경우가 연옥에 해당하며 다이아몬드를 산산조각 낼 정도의 강한 타격에도 아무런 영향을 입지 않을 수도 있다. 즉, 연옥의 견고성은 경도보다 toughness에 기인한다. 견고해야만 가치있는 보석은 아니다. 오팔은 비교적 무른 편이나 견고한 다른 보석 못지않게 높이 평가받는다.

지표면에 가장 풍부한 광물인 석영은 우리가 숨쉬는 공기 속에도 옷에 묻는 먼지 속에도 작은 입자 상태로 상존하고 있다. 따라서 이상적으로는 보석은 석영보다 경도가 높아야 하며 이에 부합하는 광물은 단지 10가지 또는 12가지 보석에 불과하다. 그렇다고 다른 보석들이 가치 없다는 뜻은 아니며 반지와 같은 형태로 세팅했을 때 특히 조심스럽게 다루어야 한다는 것을 의미한다.

아름다움과 견고성은 광물이 보석으로 사용될 때 중요한 2가지 고유의 성질이다. 이 둘에 비해 볼 때 다른 요소는 피상적이며 인간의 기호에 전적으로 의존하는 것들이다. 희귀한 것을 소유하고자 하는 것이 인간의 욕망이며 따라서 희귀성은 가치 있는 보석의 또 다른 기준이기도 하다. 시장에 제한된 양의 수요만 충족된다면 그 가격은 올라갈 것이다. 다른 공급원을 발견하여 그 공급이 증가하고 많은 사람이 그것을 소유하게 되면 아무리 아름답고 견고하다 해도 당연히 가격은 하락할 것이다. 수 백년전 자수정이 유럽에서만 공급되어 공급량이 적었을 때에는 매우 가치있는 보석이었으나 남미에서 고품질의 자수정이 대량으로 공급되었을 때 그 가격은 급락하여 예전의 지위를 다시는 회복하지 못했다.

표 5. 중요한 보석가능 물질들의 경도, 비중, 굴절율

보 석	경 도	비 중	굴 절 율
호박 Amber	2 ~2.5	1.05	1.54
녹주석 Beryl	7.5~8	2.67~2.85	1.57 ~1.58
크리소베릴 Chrysoberyl	8.5	3.73	1.766~1.755
강옥 Corundum	9	4.0	1.76 ~1.77
다이아몬드 Diamond	10	3.52	2.42
장석 Feldspar	6 ~6.5	2.55~2.75	1.5 ~1.57
장미회석 Rhodonite	7 ~7.5	3.84	1.76
알만딘 Almandine	7.5	4.05	1.79
파이로프 Pyrope	7 ~7.5	3.78	1.745
안드라다이트 Andradite	6.5~7	3.84	1.875
그로술라 Grossular	7	3.61	1.735
스페사르틴 Spessartine	7 ~7.5	4.15	1.80
적철석 Hematite	5.5~6.5	5.20	
경옥 Jadeite	6.5~7	3.34	1.66 ~1.68
연옥 Nephrite	6 ~6.5	2.95	1.61 ~1.63
라피스라주리 Lapis lazuli	5 ~6	2.4 ~3.05	1.50
공작석 Malachite	3.5~4	3.34~3.95	1.66 ~1.91
오팔 Opal	5 ~6.5	2.15	1.45
진주 Pearl	4	2.7	
감람석 Peridot	6.5~7	3.34	1.654~1.690
수정 Rock Crystal	7	2.65	1.54 ~1.55
옥수 Chalcedony	6.5~7	2.60	1.535~1.539
스피넬 Spinel	8	3.60	1.72
스포듀민 Spodumene	6 ~7	3.18	1.66 ~1.676
토파즈 Topaz	8	3.53	1.61 ~1.62
전기석 Tourmaline	7 ~7.5	3.06	1.624~1.644
터키석 Turquoise	5 ~6	2.76	1.61 ~1.65
청색·무색 저어콘 Blue and colorless Zircon	7.5	4.7	1.92 ~1.98
녹색 저어콘 Green Zircon	6	4.0	1.81

보석의 수요와 그에 따른 가치는 그 시대의 유행에 민감하다. 보헤미아에서 산출되던 암적색의 가넷은 19세기에는 매우 인기 있는 보석이었으며 그 당시의 많은 장신구에 사용되었다. 그러나 현재는 거의 사용되지 않는다. 그 반대의 경우가 터키석에 해당하는데 터키석이 세팅된 Navaho 인디안 장신구에 대한 인기가 급상승하여 그 결과 터키석의 가격이 엄청나게 상승하였다.

운반의 용이성은 보석의 바람직한 성질에 추가되는 요소이다. 특히 정치적으로 불안한 지역에 살고 있는 사람들에게 특히 중요한 특성이다.

합성 광물과 보석

보석의 비싼 가격으로 인하여 사람들은 오래 전부터 보석을 실험실에서 복제할 꿈을 꾸어 왔다. 합성하려는 수많은 시도들은 실패하거나 너무 작은 결정들만을 만들어 냈을 뿐이다. 그러다가 20세기 초에 패시트 커팅을 할 수 있을 정도의 크기의 강옥과 스피넬을 합성하는 법이 개발되었다. 기술이 더욱 진보됨에 따라 제2차 세계대전 이후에는 다른 보석광물들도 합성되었다.

이러한 인간이 만든 광물들은 자연산과 동일한 화학 조성과 물리적 성질을 갖고 있으며 따라서 위조품 또는 모조품이 결코 아니다. 합성보석인지 천연산 보석인지를 구분하기는 매우 어려운 일이다. 천연보석보다 수백배 더 비쌀 수 있는 까닭에 이것에 대한 감정은 매우 중요하다. 광물합성기술이 발달함에 따라 자연상으로 산출되지 않지만 보석으로서 가치가 있는 물질이 합성되기에 이르렀다.

Ⅱ -4. 암 석

Ⅱ -4-1. 암석의 정의

암석은 지각을 구성하는 기본물질로서 지구상에 존재했던 모든 지질작용(화산작용, 운반 및 퇴적작용, 단층작용, 습곡작용, 열변성작용 등)의 결과물이다. 따라서 이 암석의 정확한 분류는 이들 지질작용의 분류와 상통하게 되며 각 암석의 정의는 바로 이런 지질작용의 정의이기도 하기 때문에 “보편타당한” 암석의 정의를 내리기는 매우 어렵다고 할 수 있다.

특히 본 연구에서 인용할 암석의 정의는 지구과학분야의 전문가를 상대하기 보다는 비전문가인 일반 관람객을 상대로 암석에 대한 보편적이고 상식적인 개념을 알려주기 위한 것이기 때문에 지질학적으로도 잘못된 점이 없어야 할 뿐만 아니라 너무 전문적인 용어를 피해야 하는 어려움이 있다.

암석의 정의는 일반적으로 화성암은 스트렉카이젠의 IUGS 분류법과, 광물학적 분류, 화학적 분류, 지질학적 산출상태 및 조직과 구조에 의한 분류가 있다. 퇴적암은 쇄설성 퇴적암, 화학적 퇴적암, 유기적 퇴적암으로 분류되며, 변성암은 변성작용의 요인에 따라 접촉변성작용, 광역변성작용, 열수 변성작용 및 압쇄암화작용에 의한 분류법이 있기 때문에 이를 한가지 방법으로 정의한다는 것은 불가능하다.

본 연구에서는 각 분야의 전문가에게 “암석의 정의”를 내려줄 것을 의뢰하고 이를 종합하여 일반인에게 가장 쉽게 암석이 무엇인가 하는 개념을 심어줄 수 있는 문안을 작성하여 다음과 같이 판넬하였다.

1) 화 성 암

지구내부에 녹아 있는 암석 성분인 마그마가 지표면을 향해 주변 암석과의 밀도차이에 따라 상승하며 굳어진 암석이다.

화성암은 마그마의 종류와 고결된 당시의 깊이나 압력등 외부 환경의 영향을 받아 입도와 광물 성분에서 다양성을 나타내기 때문에 일반적으로 생성 당시의 깊이를 기준으로 크게 나누고 이들은 다시 구성하고 있는 조성 광물과 조직을 기준으로 분류된다.

분출암(화산암) : 마그마가 지구 표면에서 빨리 식어서 굳어진 암석으로 구성광물의 결정들은 크기가 작거나 비결정질이고 때로는 크고 작은 암석덩어리가 포함되어 있기도 하다.

관입암(반심성암) : 분출암보다 지하 더 깊은 곳에서 보다 속히 굳어진 암석으로 구성광물들의 결정들은 작거나 반정을 함유한다.

관입암(심성암) : 분출암보다 지하 더 깊은 곳에서 보다 천천히 식어서 굳어진 암석으로 구성광물들의 결정들은 비교적 크다.

암석 종류

화 산 암 : 유문암, 석영안산암, 조면암, 안산암, 현무암

반심성암 : 석영반암, 화강섬록반암, 섬장반암, 섬록반암, 반려반암

심 성 암 : 화강암, 화강섬록암, 섬장암, 섬록암, 반려암, 감람암

2) 퇴 적 암

화성암, 변성암은 끊임없이 풍화작용과 침식작용을 받아 잘게 부서지거나 녹아나오게 된다. 이것이 흐르는 물, 바람, 빙하등에 의해 운반되어 퇴적물로 쌓이고 굳어져서 이루어진 암석이다.

퇴적암은 지질시대를 통하여 지구의 표면에서 형성되었기 때문에 지표의 제 현상을 기록하고 생물계의 역사를 알게 해주는 화석을 함유하고 있다.

여러 종류의 입도를 가지는 쇄설물, 화학적 침전물, 생물의 유해에 따라 쇄설(clastic)기원, 화학(chemical)기원 및 유기(organic)기원 퇴적암으로 분류된다.

쇄설기원 퇴적암 : 역암, 각력암, 사암, 셰일, 이암, 응회암, 화산력 응회암,
각력 응회암, 화산 각력암, 집괴암

화학기원 퇴적암 : 암염, 경석고, 석고, 처어트, 수석, 철광층

유기기원 퇴적암 : 석회암, 백악, 규조토, 처어트, 석탄, 아스팔트

3) 변성암

기존의 화성암, 퇴적암 또는 변성암이 암석 형성 이후의 지각변동에 수반된 열과 압력 조건의 변화에 의해 처음의 암석과 다른 조직과 성분으로 변화한 암석이다.

변성암은 기존 암석에 작용한 변성요인에 따라 접촉변성암(주변에 화성암체의 관입), 광역변성암(지하 심부에 물힘), 동력변성암(단층과 같은 지각운동)으로 분류되며 또한 원암의 종류에 따라 분류되기도 한다.

변성조건에 따른 분류

접촉변성암 : 호른펠스

광역변성암 : 편마암, 편암, 천매암, 슬레이트

동력변성암 : 압쇄암, 슈도타킬라이트, 천매 압쇄암

원암에 따른 분류

규암, 사암, 대리암, 석회암, 무연탄과 토상 흑연, 편암(점토암),

각섬석암(현무암), 사문암(맨틀 혹은 백운암)

II - 4 - 2. 암석의 윤회

암석권-대기권 경계에서 화성암, 퇴적암 및 변성암의 풍화는 퇴적물을 생기게 한다. 이러한 것들은 지하 깊은 곳에서 물히고 다져져서 퇴적암을 만들어 낸다. 더욱이 온도와 압력이 상승하면 퇴적암은 재결정되어 변성암이 된다. 계속 온도가 상승하면 부분 용융 또는 완전한 용융이 암석을 용융시키고 냉각시켜 화성암이 형성된다. 이러한 암석들이 노출되면 풍화과정을 거쳐 새로운 암석이 형성되는 암석윤회현상이 일어난다(그림 18).

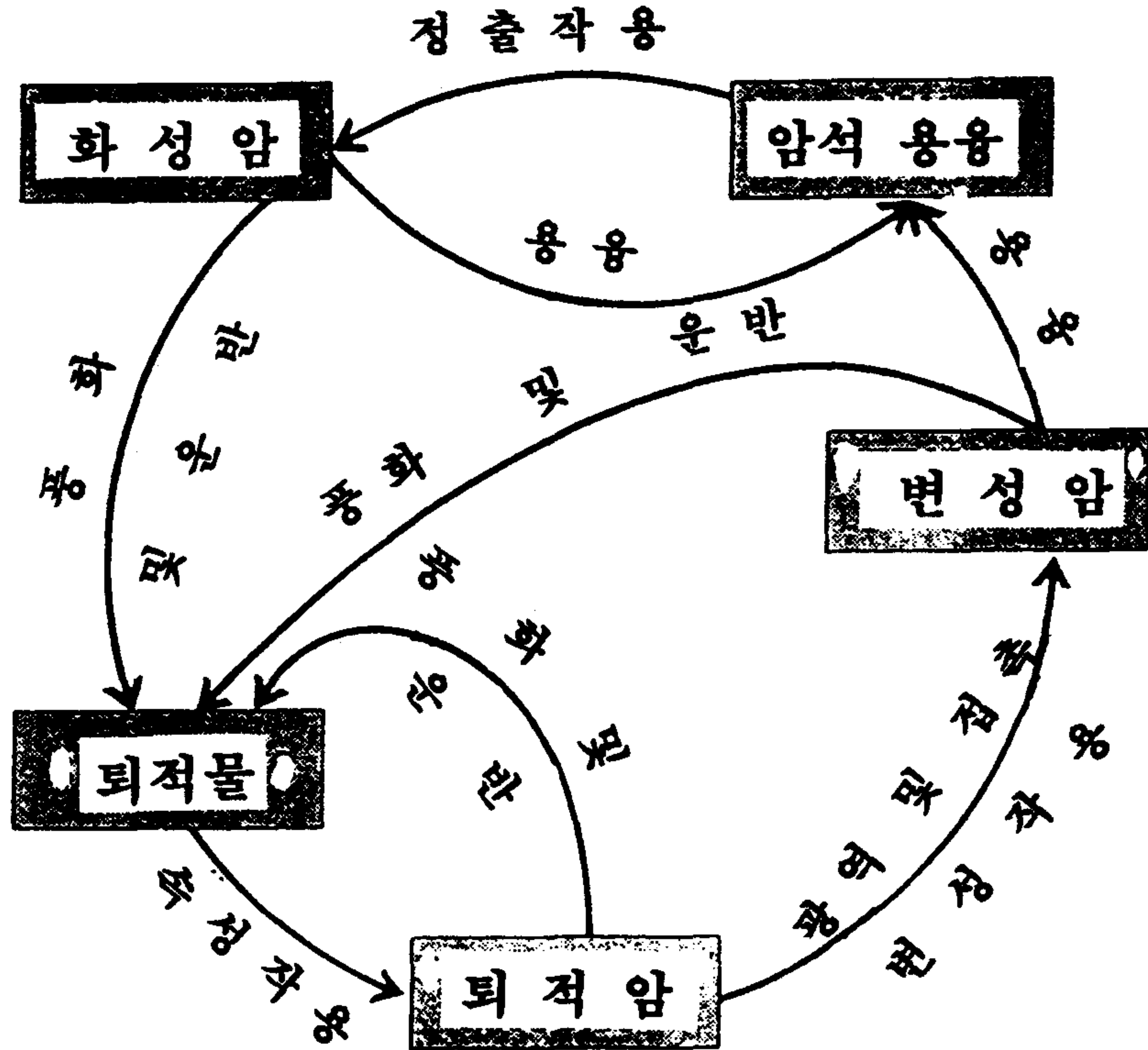


그림 18. 암석의 윤회

1) 풍화 작용

대기권과 암석류 사이에 화학적 불평형상태는 지화학적 중요한 요인이 된다.

풍화대에서의 빗물은 대기의 여러가지 성분을 녹여, 암석중의 광물과 작

용하여 가수분해, 용해, 산화, 수화, 탄산화, 이온 교환 및 킬레이션 반응을 일으켜 암석을 파괴해 버린다.

위와 같은 환경하에서 양이온(Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++})이 쉽게 제거되고, 잔류 광물들은 항상 원래 광물보다 적은 양의 양이온을 포함하거나 전혀 없는 hydrated aluminum silicate로 된다. 장석, 휘석 및 감람석은 조암 광물 중에 가장 쉽게 파괴된다. 예를 들어 장석의 풍화가 장시간에 걸쳐 진행되는 과정에서 칼리 또는 규산 등은 수분에 의해 삼투되어 제거된다. 염기성 화성암 또는 변성암 속에 다량으로 들어 있는 규산염의 유색광물인 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모 등은 Fe, Mg, Mn, Ca, Al 등을 포함하고 있다. 이들은 물과 산소 또는 탄산수의 작용으로 분해된다. 이외의 다른 금속 성분들도 화학적 풍화과정에서 분해되어 이온화되거나 수산화물로 되어 토양 중에 잔류된다.

2) 퇴적 작용

퇴적작용은 침식작용, 운반작용 및 퇴적분지에서의 침전에 이르는 전체의 작용을 의미한다.

물리적과 화학적 퇴적작용으로 구분되며 전자는 퇴적입자를 운반하는 유수 또는 해류의 속도가 감소됨으로써 운반되던 퇴적입자가 침전되는 과정을 말하며, 후자는 해수에 유입되는 막대한 양의 하천 풍화용해물질이 해수 자체의 성분평형 유지과정을 통하여 해수로부터 화학적으로 침전되는 과정을 의미한다.

퇴적작용으로 침전된 퇴적물은 물리·화학적 변화에 의해 고화되어 암석으로 되며 이때에 퇴적물의 성분과 조직에 변화가 오며, 이러한 변화를 속성작용이라 한다.

3) 변성작용

암석이 생성 당시와 다른 환경하에 놓이게 되면 다소간의 변화를 받게되며, 이러한 변화를 일으키는 작용이 변성작용이다.

변성작용에는 교대작용, 화강암화작용, 초변성작용이 있다.

4) 용융 및 정출작용

600°C보다 더 높은 온도에서 암석들의 용융이 시작된다. 암석 용융물의 조성은 모암의 조성, 잔류 고체의 부피에 대한 액체부피의 비율, 용융하는 동안의 온도와 압력, 액체相과 고체相 사이에서 얻어지는 평형정도에 달려 있다. 액체부분은 지각의 상부로 이동해 가서 용암이나 기타 화산생성물로서 지표를 뚫고 나오게 된다. 정출작용은 지각상부의 온도가 낮은 곳에서 이루어지며 생성되는 고체(암석)의 성질은 용융(액체)의 처음 조성과 또한 냉각하는 동안 우세하게 작용했던 조건들에 달려 있다. 실험실에서 관련 연구결과의 도움으로 고규질 화강암류(highly silicious granites)에서부터 중성의 반려암, 초염기성의 페리도타이트와 듀나이트에 이르기까지 많은 서로 다른 종류의 화성암류들의 상관관계가 만족하리만치 정립되었다. 물론 상부 지각의 규산질 암석의 대부분의 기원에 대한 중요한 의문들에 대한 해답은 아직까지 밝혀지지 않고 있다.

II-4-3. 각 암석의 분류표

1) 화성암의 분류표

화성암의 분류에서 가장 중요한 방법은 광물 조성에 의한 분류이다(그림 19).

화성암의 완벽한 분류는 어렵고 다만, IUGS 분류법은 1973년에 Streckeisen(1963)에 의하여 제안된 것을 보완하였고, Streckeisen은 1976년

암석 유형	광물 조성					세립질암	조립질암
염기성암	Ca 풍부	Mg 풍부				현무암	반려암
		감람석	Mg 풍부				
중성암		Fe 풍부	휘석	Mg 풍부		안산암	섬록암
				Fe 풍부			
		사장석		각섬석			
산성암				흑운모	석영	유문암	화강암
			Fe 풍부		카리장석		
		Na 풍부			백운모		

그림 19. 화성암의 분류표

에 다시 수정 보완하였다.

마그마가 냉각할 때 일정한 순서로 광물이 정출된다.

화성암의 색은 암석분류의 정성적 기준이 되기도 한다. 그림에서 보는 바와 같이 현정질의 화성암은 석영의 존재 유무, 장석의 종류와 그들 사이의 양적인 비 및 고철질 광물의 종류에 따라 기준을 정한다. 즉 석영의 함유량에 따라 산성암(SiO_2 66% 이상), 중성암(66-52%), 염기성암(52-45%) 및 초염기성암(45% 이하)으로 구분된다.

산성암에는 화강암, 유문암, 화강섬록암, 화강반암, 석영반암, 페그마타이트, 반화강암 및 유문암이 있다.

대표적인 산성암 중에 화강암은 장석류의 1/2 이상이 Na장석이고, 사장석은 1/3내외이다. 고철질 광물은 주로 운모류이다.

중성암에는 섬록암, 안산암, 섬장암, 몬조니암, 섬장반암, 섬록반암, 조면암 및 석영안산암이 있다.

섬록암은 장석류의 대부분이 사장석이며, 약간의 석영이 함유되면 석영섬록암이라 한다. 고철질 광물은 각섬석과 흑운모이다.

염기성암은 반려암, 현무암으로 주로 Ca장석으로 구성되며, 고철질 광물로서는 휘석이나 감람석이다.

2) 퇴적암의 분류표

퇴적암은 주로 경사암, 사암, 셰일 및 석회암이 풍부하며 주구성광물은 석영, 장석, 점토광물과 방해석이다(그림 20).

사암은 전 퇴적암의 약 25%를 차지하며 석기의 함량이 15% 이하인 정사암과 15% 이상인 이질사암으로 나뉜다.

미사암은 석영, 장석, 운모, 기타 광물의 작은 입자로 된 퇴적물이다.

셰일은 점토와 미사 크기의 입자로 구성된 암석이며, 주로 장석의 풍화

생성물이다.

이회암은 석회분을 많이 포함하는 이암을 말한다.

석회암은 화학적 침전 및 유기적으로 형성되며 생물의 생화학적 작용으로 만들어진 것이 많다.

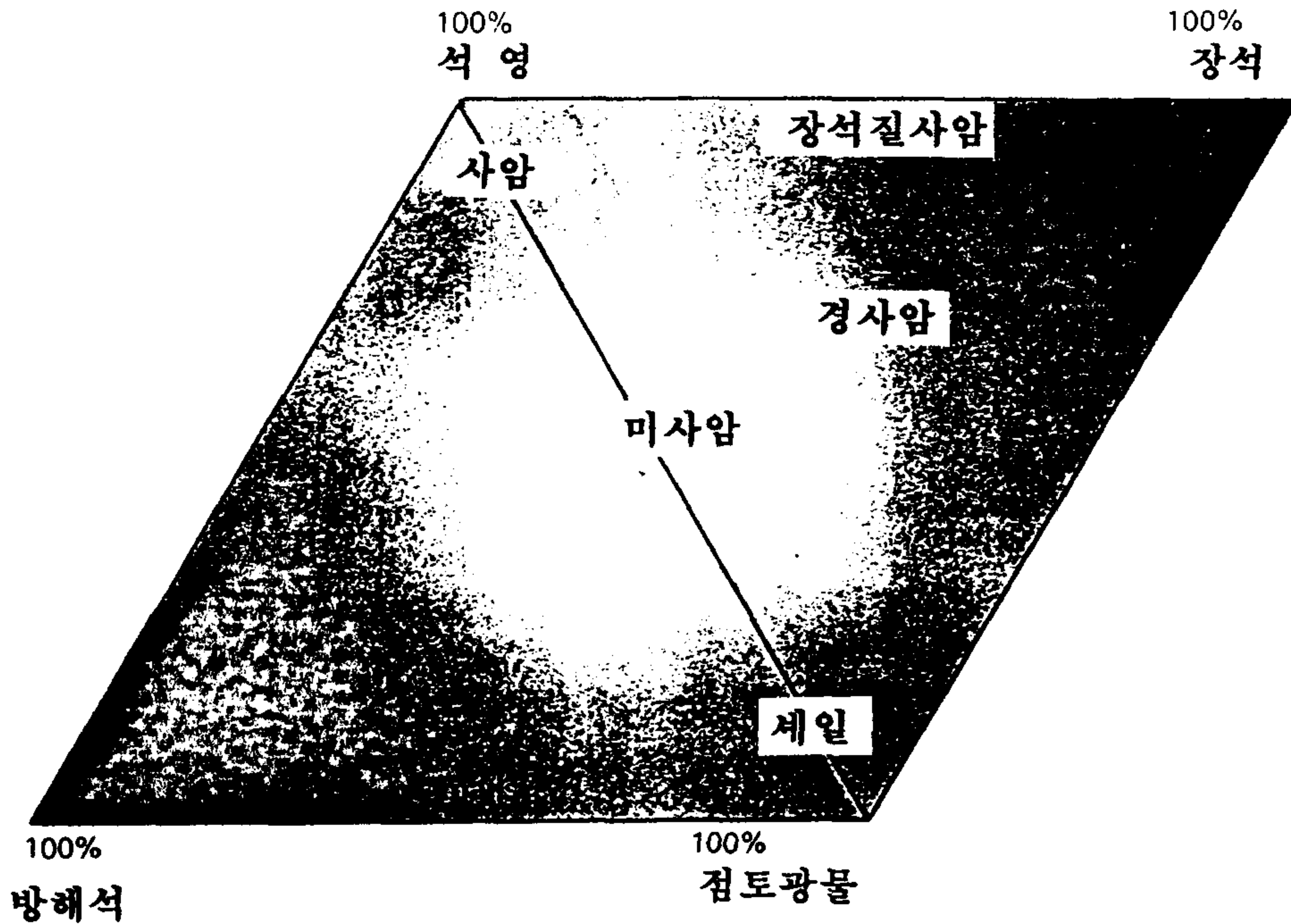


그림 20. 퇴적암의 분류표

3) 변성암의 분류표

암석이 변성작용을 받으면 압력의 방향과 관계가 있는 평행구조를 나타내며, 이런 구조를 엽리라 한다.

변성암은 아래와 같이(그림 21) 크게 엽리가 발달된 것과 발달되지 않은 것으로 나뉘며, 이는 다시 층리가 발달된 것과 층리가 보이지 않는 것으로 세분된다.

변성의 정도가 커짐에 따라 세일이 변하여 화학성분이 같은 슬레이트, 천매암 편암, 편마암이 생성된다.

혼펠스는 주로 세일로부터 변성된 접촉변성암으로서 치밀, 견고한 암석이

조 직		광 물 조 성			암석명	
엽 리	총 리 없 음	극세립	녹니석	운모	슬레이트	
		세립			천매암	
		조립			편암	
	총 리	조립	석영	장석 _r	각섬석	휘석
엽 리 없 음	총 리 없 음	세립		운모	호온펠스	
		세립에서 조립	규암			
	세립에서 조립	방해석	대리암			

그림 21. 변성암의 분류표

다. 세립질로 편리의 발달은 없거나 불량하고 주요 구성물은 석영, 운모, 장석이며 때로는 각섬석류나 휘석이 포함된다.

규암은 석영립을 주성분으로 하는 사암이 큰 압력을 받아 형성된 암석이다.

대리암은 석회암이나 고회암이 압력과 열의 작용으로 방해석 결정들이 변성되어 집합체인 결정질 석회암 즉 대리암이 생성된다.

II-4-4. 쇄설 퇴적물의 입도 분류표

퇴적암의 분류기준중에서 가장 기본이 되고 중요한 것이 퇴적암석의 구성입자를 분류하는 것이다. 따라서 퇴적암 코너에서는 일차적으로 암석표본과 함께 퇴적물의 입도분류표, 그리고 퇴적암의 노두사진, 현미경사진, 발광현미경사진, 전자현미경사진을 전시하였다(그림 22 및 표 6).



그림 22. 퇴적암 진열장내의 전시물

표 6. 쇄설퇴적물의 입도 분류표

퇴 적 물 명 (Name)		밀리미터 (mm)	마이크로미터 (μ m)	ϕ scale
자	거 력 (Boulder)	4,096		-12
	왕 자 갈 (Cobble)	256		- 8
	자갈, 중력 (Pebble)	64		- 6
갈	왕 모 래 (Granule)	4		- 2
	극 조 립 사 (Very coarse sand)	2		- 1
모	조 립 사 (Coarse sand)	1		0
	중 립 사 (Medium sand)	0.5	500	1
	세 립 사 (Fine sand)	0.25	250	2
래	극 세 립 사 (Very fine sand)	0.125	125	3
	조 립 실 트 (Coarse silt)	0.062	62	4
이	중 립 실 트 (Medium silt)	0.031	31	5
	세 립 실 트 (Fine silt)	0.016	16	6
	극세립실트 (Very fine silt)	0.008	8	7
	점 토 (Clay)	0.004	4	8

* (Udden-Wentworth 분류에 의함)

* $\phi = -\log_2(\text{mm})$

퇴적물의 입도 분류표에 대한 상세한 기재는 다음과 같다.

역암과 사암은 전 지구상의 지질층서의 20-25%를 이루고, 그들의 입자

는 조립질이기 때문에 광물학적으로 쉽게 감정을 할 수 있다. 또한 10배 돋보기로도 암석 조직이 확인이 될 정도로 조립질이다. 사암층은 특히 사층리, 연흔 또는 입도 점이 등의 내부 구조를 잘 보여줌으로서 침전될 당시의 환경을 알 수 있다. 더욱이 퇴적암류는 세계 석유 및 천연 가스 생산량의 절반을 공급하는 공급원이기도 한다. 그 결과 사암층은 수백년동안이나 집중적으로 연구되어 왔다.

쇄설 퇴적물은 야외에서 주로 암석의 조직, 색상, 공급지와의 거리, 구조, 광물 성분 등을 관찰한다.

그러나 여기에서는 암석의 조직에 대해서 고찰해 보자.

야외에서 사암의 노두로부터 조직이나 구조의 여러가지 변화를 관찰하고 기재할 수 있다. 아마 가장 기본이 되는 것은 쇄설성 퇴적물을 입자의 직경에 따라 구분한 입도분류이고(표 6) 암석을 구성하는 입자들의 평균입도와 입도산포정도(Range)등이다. 육안으로 관찰하는 즉시 0.5mm, 0.25mm, 0.125mm 등으로 정확하게 분류한다는 것은 불가능하다. 그래서 야외조사를 위해 간단히 입자의 크기를 비교할 수 있는 입도비교판을 만들어 사용하는 것이 매우 유용하다(그림 23).

입도의 산포정도는 보통 파이 단위의 범위(Range)로 나타나는데 이 범위 내에 구성입자의 2/3이상이 포함된다. 이 입도산포범위는 평균편차의 2배이다. 예를 들면 평균입도가 2.0 ϕ 이고 구성입자가 2/3이상이 1.5-2.5 ϕ 라면 표준편차는 0.5 ϕ 이다. 표준편차는 퇴적물의 분급을 나타내는 측정치(그림 24)로서 일반적으로 인정되는 값이며 분급도는 퇴적환경에 따라 달라지는 경향을 보인다.

평균입도와 입도산포정도를 측정하고 난 뒤 학자들간에 의사소통을 쉽게 하기 위하여 이 암석에는 이름을 붙여야 한다. 입도분류 scale이나 분급정도에 관해서는 일반적인 합의가 이루어져 있으나 여러 상이한 입자들이 혼

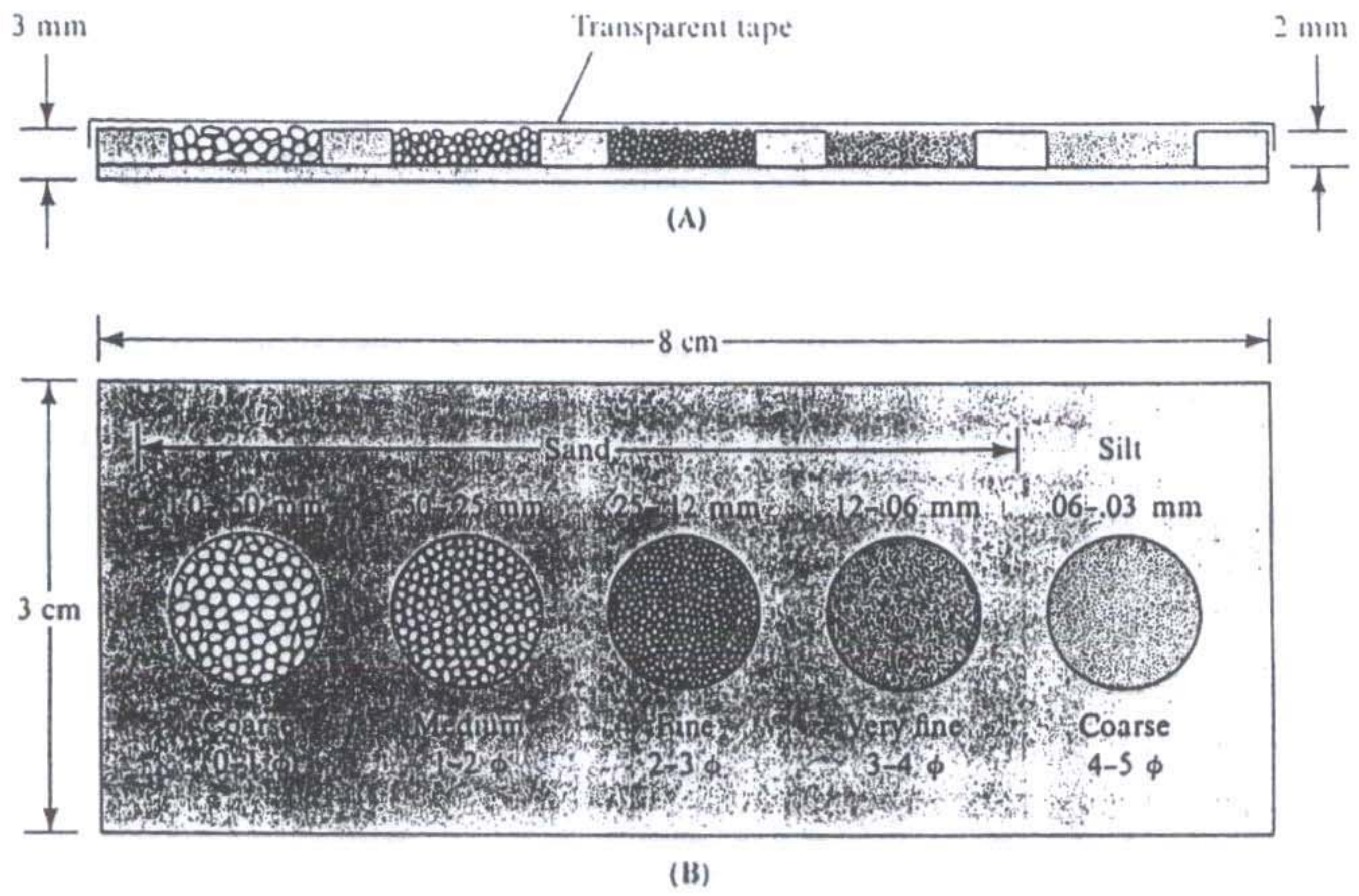


그림 23. 야외조사를 위한 입도 비교판
(A) side view (B) top view

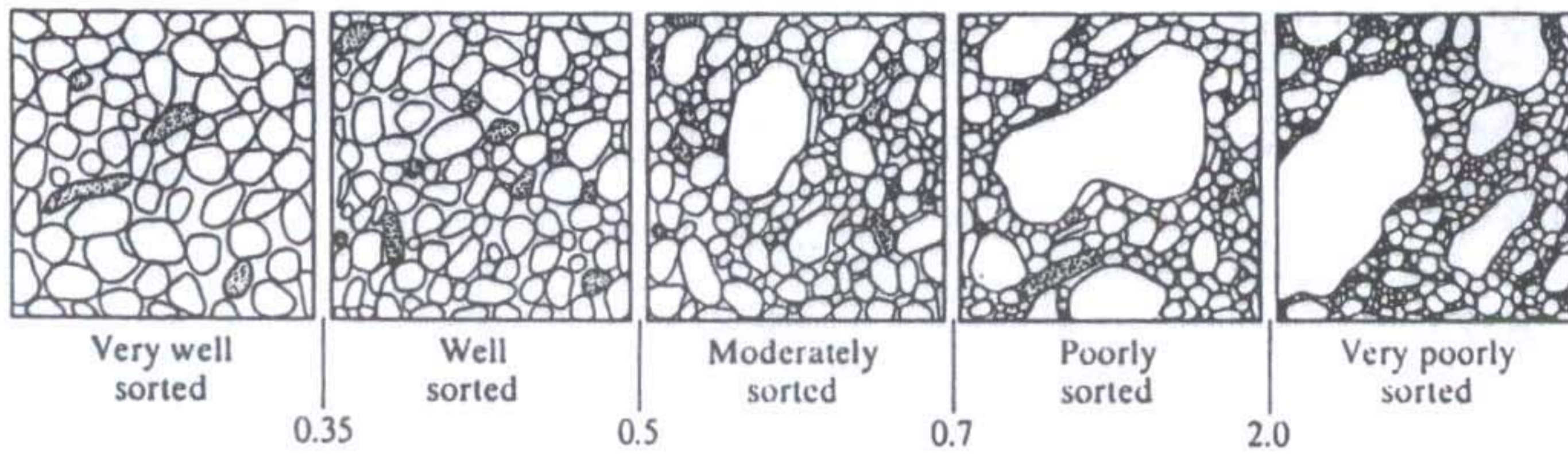


그림 24. 퇴적물의 분급을 나타내는 측정치

합된 암석에 대한 명명방법에는 학자들간에 의견의 일치를 보지 못하고 있다. 예를 들면 자갈이 암석의 50%미만을 차지해도 야외지질조사에서 지질학자들은 이를 역암이라고 부른다. 잔자갈이나 왕자갈이 10% 내지 20%만 함유되어도 노두관찰시에는 주 지배요인으로 인상을 주기 마련이다. 어떠한 동일한 명명체계를 사용함이 바람직하다는 것은 자명하다.

사암이나 역암에서 구성입자의 모양이 '구형'에서 '판상형' 또는 '막대기형'까지 매우 다양하다. 일반적으로 노두나 표품관찰에서 입자의 모양에는 두가지 관점이 있다. 즉, 圓形도와 圓磨度이다.

원형도는 하나의 입자를 지나가는 세개의 서로 직교하는 축의 상대적인 등거리 값으로 규정된다. 즉, 만약 세축이 거의 같다면 원형이라 부른다. 만약 두 축이 제3의 축보다 현저히 길면 "판상형" 또는 "평편형"이라 한다. 만약 두 축이 제3의 축보다 현저히 짧으면 막대기형 또는 elongate형이라 부른다. 석영과 같이 기계적으로 등방성물질로 이루어진 자갈은 막대기형(하상 환경) 또는 판상(해변환경)이 된다. 그렇지만 두 환경에서는 모양이 중복되는 경우가 허다하다. 비등방성 물질로 이루어진 자갈은 주로 원래 암석 구조에 의해서 원형도가 좌우된다. 예를 들어, 천매암 암석 파편은 그들의 엽리때문에 운반과정이나 퇴적환경에 상관없이 편평상이 될 것이다.

입자의 원형도는 입자의 크기, 경도, 운반 및 퇴적환경에 의해 결정된다(그림 25).

조립질 입자는 좀 더 원마도가 큰 경향이 있는데 그 이유는 퇴적 운반과정동안 다른 입자들과 더욱 부딪치거나 관성이 더 커서 강하게 부딪치기 때문이다. 만약 큰 입자 퇴적물이 하천이나 바다에서 운반될 때에 큰 입자의 퇴적물은 해저나 하상에서 굴러가는 동안 마모되기 위해서는 좀 더 많은 시간이 걸리는 반면 실트 크기의 입자들은 즉시 뜬짐으로 운반된다. 만약 퇴적물이 바람에 의해 운반된다면 큰 입자들은 바람에 의해 운반되어온

다른 입자들과의 충돌로 날카로운 모서리가 깎여질 것이다. 실트입자는 사막의 바람에 의해 계속 뜬짐상태로 운반되다가 사막지역을 떠나서 바람의 속도가 약해지는 초목이 자라는 지역으로 들어오면 퇴적되게 된다. 이러한 풍적층의 실트는 황토(loess)라고 불린다.

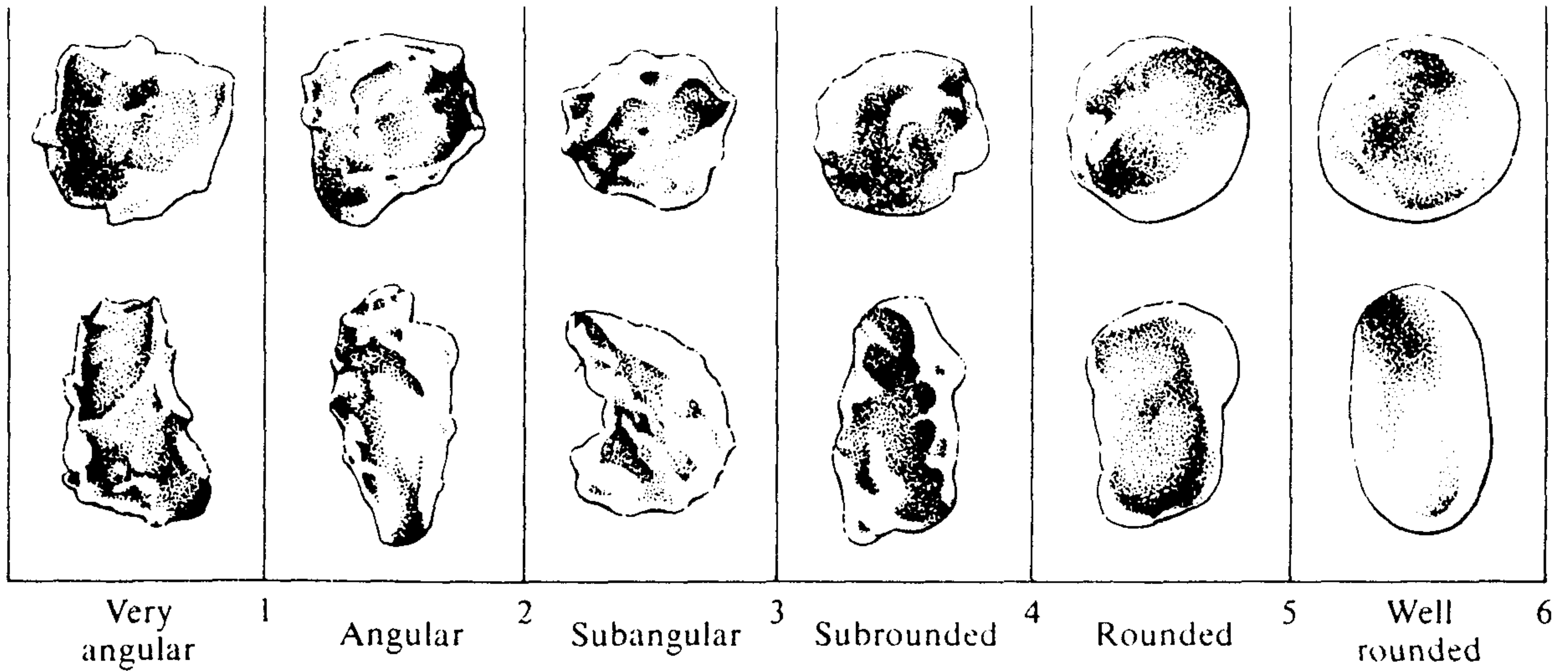


그림 25. 쇄설성입자의 원형도

왕자갈이나 자갈은 강의 상류지역, 고지대 하부 가까이의 저지대에서 braided stream 또는 해빈에서 거의 대부분 rolling, sliding으로 운반된다. 이런 이유로 자갈들은 거의 아주 높은 원마도를 보인다. 고기 암석내에서 각이 진 자갈을 발견하는 것은 아주 드물어서 각진 자갈을 많이 함유하는 암석을 특별히 각력암(Breccia)이라고 명명하였다. 각력암은 근원암의 하부에서 발견될 수 있고(Talus Breccia), 자갈이 얼음층내에서 얼어 마모되지 않고 운반되어질 수 있는 빙하퇴적층내, 또는 sinkhole이나 주요 구조교란(tectonic breccia, fault breccia)등과 같은 붕괴구조내에서 발견될 수 있다.

II-4-5. 화성암의 일반적인 산출상태

암석코너중에 화성암 코너에는 암석 표본과 함께 각 암석의 현미경사진 및 화성암의 일반적인 산출상태를 그림으로 모식화하여 판넬로 설명하였다 (그림 26 참조).

지구 내부의 특정한 장소에 집적된 높은 열과 압력은 지각 심부와 맨틀의 물질을 용융시켜 마그마를 생성한다. 이러한 마그마는 상당히 다양한 경로로 위로 이동하면서 마침내 열을 잃고 고결되어 화성암체를 형성한다. 화성암체의 크기와 모양은 다양하며, 이같은 양상을 산출상태(modes of occurrence)로 나타낸 것이 그림 27이며, 또한 산출상태와 화성암의 관계를 나타낸 것이 표 7이다.

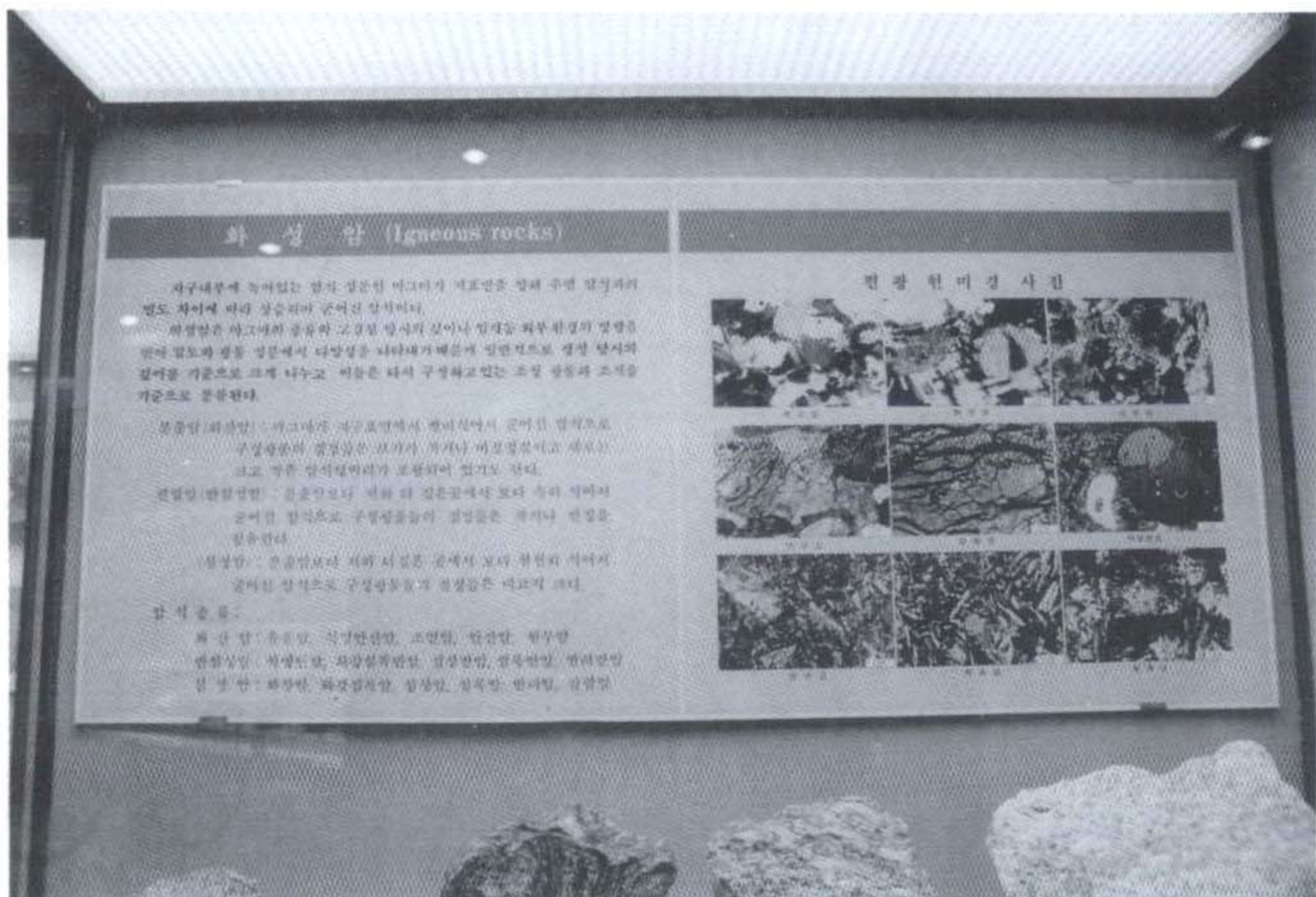


그림 26. 화성암 진열장내의 전시물

표 7. 화성암과 산출상태

암 석 유 형		산 출 상 태
e x t r u s i v e	pumice	lava flows, pyroclastics
	scoria	crusts on lava flows, pyroclastic
	obsidian	lava flows
	rhyolite andesite basalt	lava flows, shallow intrusives
i n t r u s i v e	rhyolite porphyry andesite porphyry basalt porphyry	dikes, sills, laccoliths, intruded at medium to shallow depths
	granite diorite gabbro peridotite	batholiths and stocks of deep- seated intrusive origin

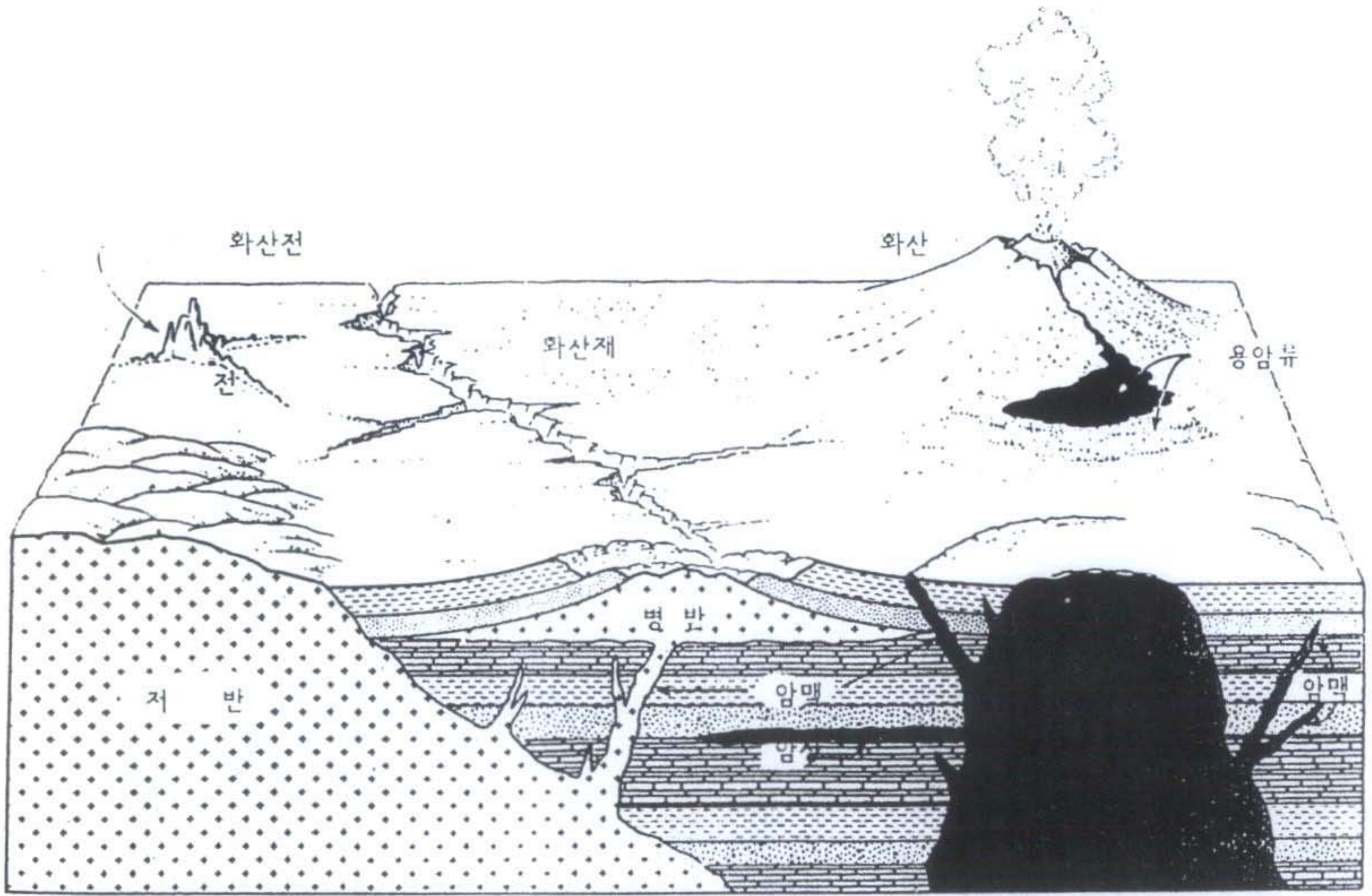
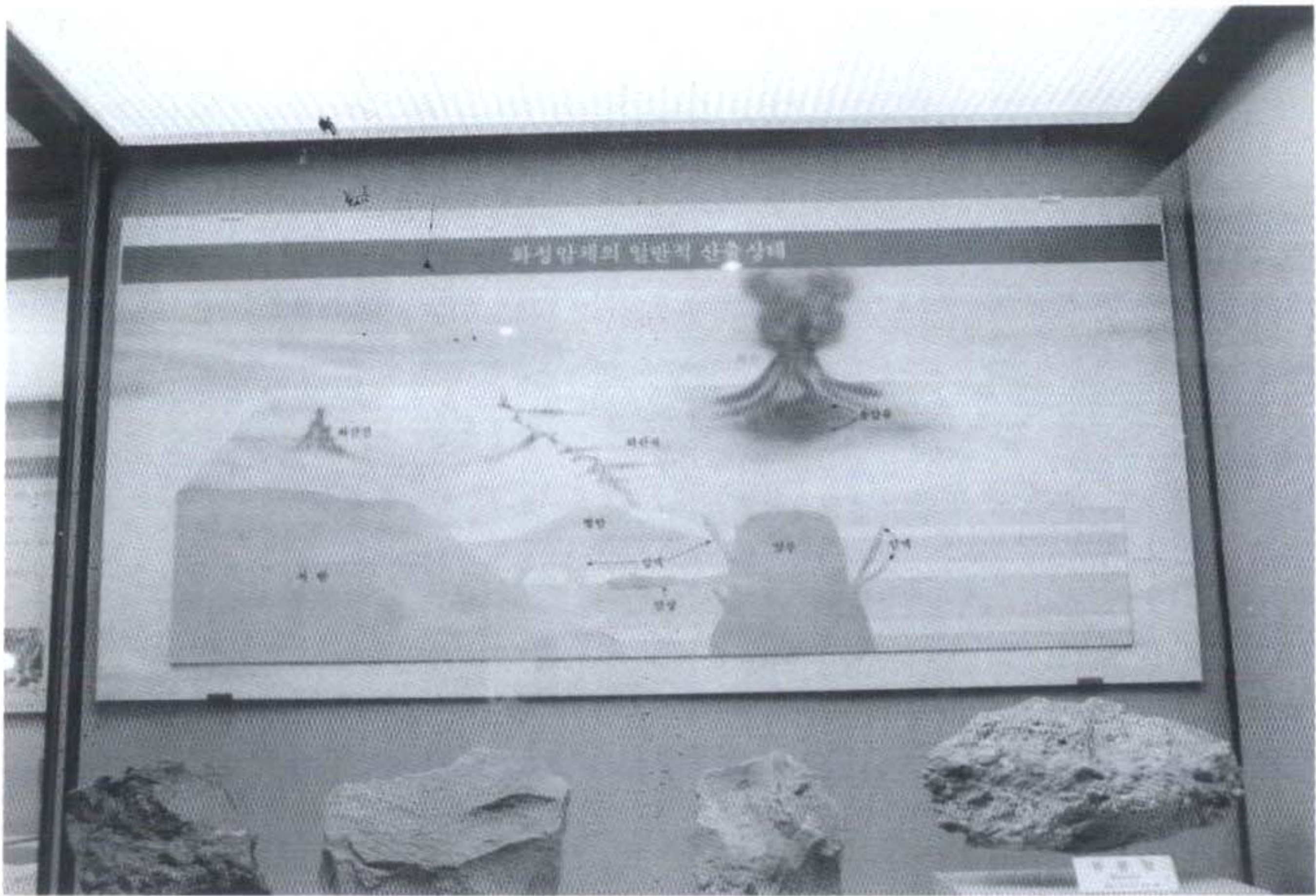


그림 27. 화성암의 일반적인 산출상태

각 화성암체의 산출상태를 살펴보면 다음과 같다.

1) 저 반(batholith)

지하에 들어 있는 가장 큰 심성화성암체로서 이 화성암체는 오래 전에 녹은 상태에 있으면서 상부로 암맥, 암상, 화산을 파생케 한 큰 마그마챔버가 고결된 것이다.

지표에 노출된 저반의 면적은 40제곱마일 이상으로 정한다.

저반은 현정질 조직과 화강암질 성분으로 구성된다.

2) 암 주(stock)

저반과 성분은 유사하나 지표에 나타난 면적은 40제곱마일 미만이다.

암주나 저반을 구성하는 암석은 일반적으로 화강암과 화강섬록암이며, 석영섬록암, 섬록암, 몬조나이트, 섬장암등이 그 주변부를 이룬다.

3) 암 맥(dike)

기존암의 층리나 엽리를 가로지른 판상의 화성암체를 말하며 주로 반심성암으로 되어 있고 다른 암석과의 두 접촉면은 거의 평행하다.

4) 암 상(sill)

퇴적암 층에만 국한되고, 퇴적암층의 성층면에 따라서 관입한 판상 모양의 반심성 화성암체이다.

5) 병 반(laccolith)

암상(sill)과 유사하나 일반적으로 암상보다 더 두꺼워져서 렌즈상 또는 만두모양으로 부풀어오른 것을 말한다.

병반은 주로 반심성암이나 간혹 심성암인 경우도 있다.

이러한 주요 화성암체들은 관입암체가 기존암과 구조적인 조화를 이루거나, 기존암의 층리나 엽리에 나란히 접촉된 암체를 조화적 화성암(concordant igneous rocks)이라 하며 암상과 병반이 이에 속한다. 반면에 기존암의 층상구조를 가로 지른 관입암체를 부조화적 화성암(discordant igneous rocks)이라 하며 저반, 암주 및 암맥이 이에 해당한다.

II-4-6. 변성암 계열도

암석 전시코너중에서 변성암 코너에는 각 암석표본, 암석의 정의, 현미경 사진 및 변성암 계열도를 판넬화, 많은 관람객에게 변성암이란 무엇이며, 어떻게 생성되었는지를 일목요연하게 볼 수 있도록 전시하였다(그림 28 및 표 8 참조).

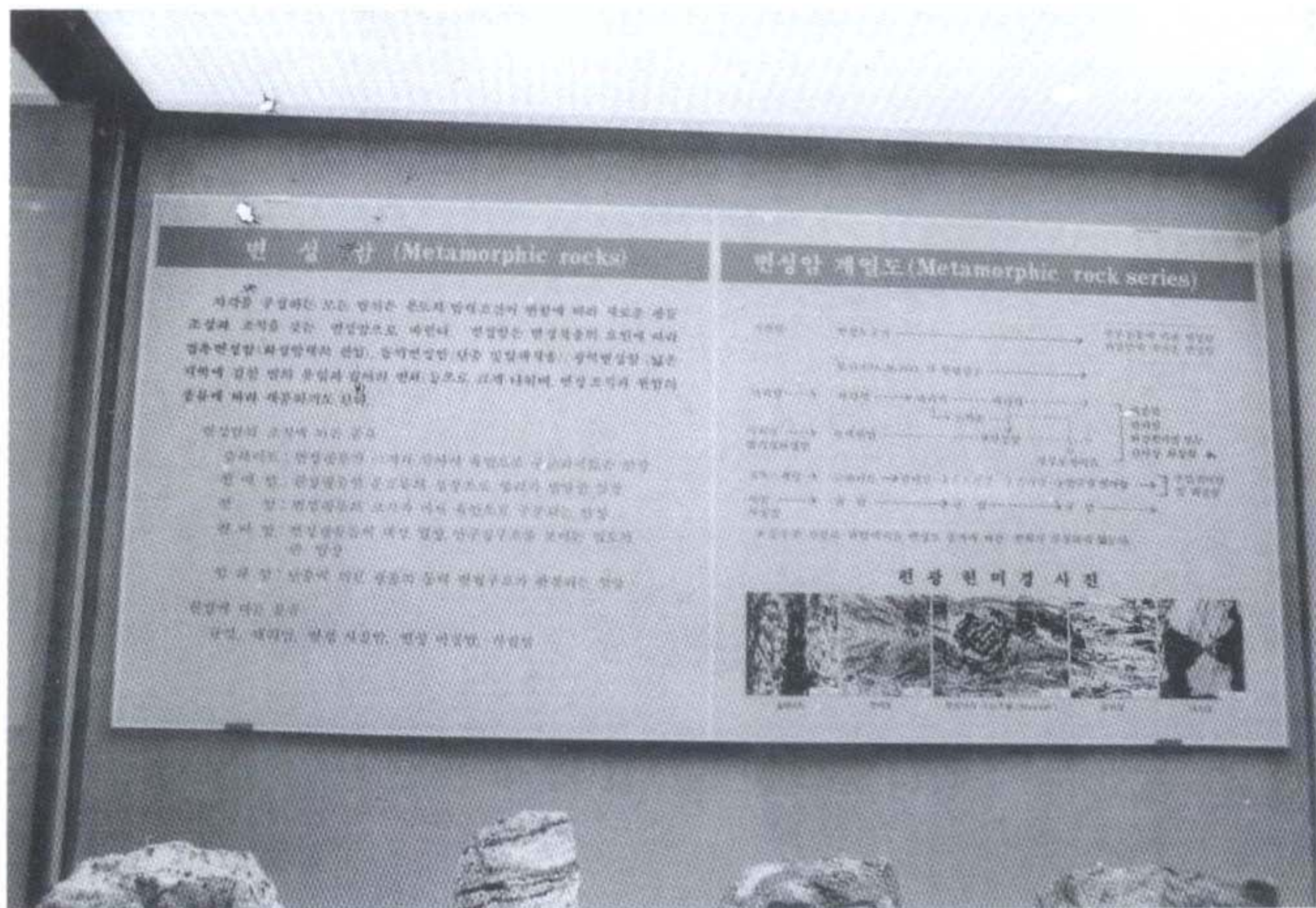


그림 28. 변성암 진열장내의 전시물

표 8. 변성암 계열도

기원암 (original rock)	<p>변성도 증가 (rocks of increasing metamorphic grade)</p> <p style="text-align: right;"> 부분용융에 의해 형성된 화성암에 가까운 변성암 </p>
	<p>H₂O, CO₂, S, SiO₂의 함량 감소 → (removal of H₂O, CO₂, S, SiO₂)</p>
석회암 → (limestone)	대리석 → 대리석 → 대리석 ... > (marble) (marble) (marble)
이회암 → (marl)	녹색편암 → 각섬암 → 에클로자이트 (greenschist) (amphibolite) (eclogite)
염기성 화성암 (basic igneous rocks)	
점토-셰일 → 점토암 (argillite)	점판암 → 천매암 → 운모편암 → 편마암 → 안구상편마암 (quartzite) (quartzite) (quartzite)
사암 → (sandstone)	규암 → 규암 → 규암 → 규암 → (quartzite) (quartzite) (quartzite)
사질암 (psammite)	
	회장석 (anorthosite) 및 반려암질 편마암 (gabbro gneiss)
	주입편마암 (injection gneiss) 및 화강암 (granite)

기원암이 순수한 석회암에는 흑색 내지 회색인 것이 많다. 이런 석회암이 고열을 받아 변성케 되면 엽리나 선구조가 거의 나타나지 않는 대리석이 형성된다. 거의 대부분이 방해석이나 석영으로 구성된 석회암에서 유래된 대리석은 엽리가 거의 없으며 유백색으로 변한다.

이회암 및 염기성 화성암은 변성작용이 높아지면 녹색 편암이 된다. 여기에는 판상 규산염광물인 녹니석, 알루미늄 규산염광물인 녹렴석과 각섬석류인 양기석등이 포함되고, 또한 Na 성분이 많은 사장석인 엘바이트도 나타난다. 녹색 편암보다 높은 변성도에서는 각섬암(amphibolite)이 형성되고 각섬석과 사장석이 녹니석과 녹렴석 대신 형성된다. 압력이 높고 온도가 낮은 변성대에서는 청색 각섬석인 그라우코패인을 포함하는 전형적인 청색 편암이 나타난다. 각섬암이 극히 높은 압력과 중간 내지 고온에서 변성되면 에클로자이트가 형성된다. 이 암석은 주로 휘석과 석류석으로 되어 있다.

점토-세일이 광역변성작용을 받아 점차 변성정도가 높아지면서 화학성분이 같은 슬레이트, 천매암, 운모 편암, 편마암, 안구상 편마암 순으로 이화되고, 동시에 나타나는 지시광물도 녹니석, 흑운모, 석류석, 십자석, 남정석, 규선석 순으로 나타난다.

사암은 주로 석영 입자로 구성되며 큰 압력을 받으면 석영입자들이 서로 엉겨 붙어 굳은 규암이 생성된다.

점차 변성도 증가와 수분, 탄산가스, 유황, 규산질의 함량 감소로 석회암 및 이회암이 회장석 및 반려암질 편마암으로 만들어지며, 점토-세일 및 사암은 주입 편마암 및 화강암으로 만들어진다. 이들 암석들은 부분용융에 의해 형성된 화성암에 가까운 변성암이다.

이와 같이 기반암의 변성도 증가에 따라 또는 변성작용의 어떤 요인이 작용하였는가에 따라 생기는 변성암의 종류를 알 수 있으며 변성암은 퇴적암과 화성암에서 만들어짐은 물론이고, 이미 만들어진 변성암에서도 다시 새로운 변성암이 생성됨을 알 수 있다.

Ⅱ-5. 환경지질 및 기타

Ⅱ-5-1. 지하수의 유동과 오염경로

지하수는 빗물이 지하로 스며들어가 지하에 저장된 물을 말한다. 우리 인류는 오래전부터 우물을 파서 음료수로 사용하여 왔고 이 근년에는 지하수를 양수하여 공업용수와 농업용수로 이용하고 있어 지하수의 이용량은 날로 증가하고 있다.

이와같이 우리 생활에 없어서는 안될 지하수에 대하여 우리는 얼마나 알고 있는가?

해변이나 모래층에서 비가 오면 그 빗물이 지하로 어떻게 침투되는가를 관찰할 수 있다.

모래는 모래입자 사이에 많은 공간을 갖고 있어 빗물이 쉽게 통과되나 진흙과 같은 토양에는 빗물이 스며들지 못할 만큼 입자 사이의 공간이 거의 없다. 그러므로 모래층이나 모래로 된 사암은 지하에서 지하수를 가지고 있을 가능성이 매우 크다. 지하수를 저장하고 있는 지층을 대수층(Aquifer)이라 하며 진흙과 같이 물을 통과시키지 않는 층을 불투수층이라 한다.

진흙층은 공극율은 크지만 구성입자의 크기가 매우 적어 투수율이 낮은 반면 모래층과 같이 구성 입자들의 직경이 크면 투수율이 높아 좋은 대수층이 된다.

같은 지역에 분포되는 우물의 수면을 연결해 보면 하나의 기준면을 설정할 수 있는데 이것을 지하수면(Ground Water Table)이라 한다. 지하수면은 대체로 지표의 구배와 비슷한 구배를 가지고 있다. 지하수면이 지표면과 접하면 그곳에서 지하수가 새어 나오는데 이러한 곳을 샘이라 한다.

지하수면은 계절적으로 약간씩 변하는 것이 일반적이다. 즉 강우량이 많을 때는 지하수면은 그에 비례해서 상승하고 적을 때는 상대적으로 내려간

다. 또한 사용량이 지하수의 집수량보다 많을 때는 지하수면은 내려간다.

대수층인 투수층이 상하에 있는 불투수층으로 제한을 받을 경우 지하수는 한정된 용량을 가지게 되며 이와 같은 대수층을 피압대수층이라 한다.

지하수의 충전지역이 지하수를 사용하는 우물보다 높게 위치하고 대수층이 경사를 이루면 그 우물은 분출형이 된다. 이와 같이 분출하는 우물을 찬정(鑿井, Artesian Well)이라고 한다.

지하수의 이동속도는 일반적으로 매우 느리다. 만일 지하수의 이동속도가 빠르면 몇일만 비가 오지 않아도 금방 우물이 쉽게 말라버릴 것이다. 지하수가 매우 느리게 이동하는 현상은 지하수를 이용하는 우리 인간생활에는 대단히 다행스러운 일이다.

지하수의 운동속도를 알기 위해서는 다아시의 법칙(Darcy's Law)을 이용하여 계산할 수 있다. 다아시의 법칙과 방사성 물질의 이용으로 밝혀진 지하수의 이동 속도는 곳에 따라 다르지만 깊은 지층에서는 보통 0.5cm/day 이하의 속도로 밝혀졌다. 대부분의 대수층에서의 지하수는 하루에 수cm의 이동거리를 나타내며 지표에 가까운 자갈층에서조차 15cm/day에 불과하다는 것이다. 하저의 사력층에서 지하수는 가장 빠른 속도로 흐르는데 이 흐름을 복류(Under Flow)라고 하며 그 이동속도는 최대 20m/day에 이르기 도 한다.

지하수는 투수층인 지층을 통과하며 광물질을 용해하는데 용해작용으로 만들어지는 물질은 Ca, Mg, Na, K, Fe의 수화물, 탄산염 및 중탄산염 등으로서 알카리성인 염류가 많으므로 약알카리성을 나타내는 경우가 많다.

순수한 석영 모래로 이루어진 육성 사암층에 흐르는 지하수는 빗물과 같은 순수한 지하수일 것이다. 이와는 달리 석회암이나 셰일층은 지하수의 맛과 정도에 영향을 주는 용존물질을 다량 함유하고 있다. 음료수로서 적합한 지하수는 용존 물질을 적게 함유하여야 한다.

산업의 발달로 곳곳에 대소 규모의 공장들이 늘어나고 이에 따라 늘어나는 산업폐기물과 도시의 쓰레기 폐기장 등에서 지하로 침투된 물은 유해한 화학물을 지하수에 첨가시킨다. 그외 농지에 살포한 농약, 하수, 재래식화장실, 대단위 축산농장등 지하수의 오염원은 해마다 늘어나고 있다. 특히 인가가 밀집된 도시주변과 공업단지 주변에서는 지하수의 오염이 심각하다. 더럽고 오염된 물이 토양속으로 스며들어 대수층에 도달하므로써 지하수를 오염시킨다. 대수층의 재충전 속도가 빠르면 빠를수록 오염원 때문에 지하수는 더욱 빠르게 오염된다. 그에 반해서 서서히 충전되는 대수층에서는 오염속도가 매우 느리지만 일단 오염이 되었을 때에는 빠른 시간 내의 복구가 불가능하므로 더욱 심각한 문제가 제기된다.

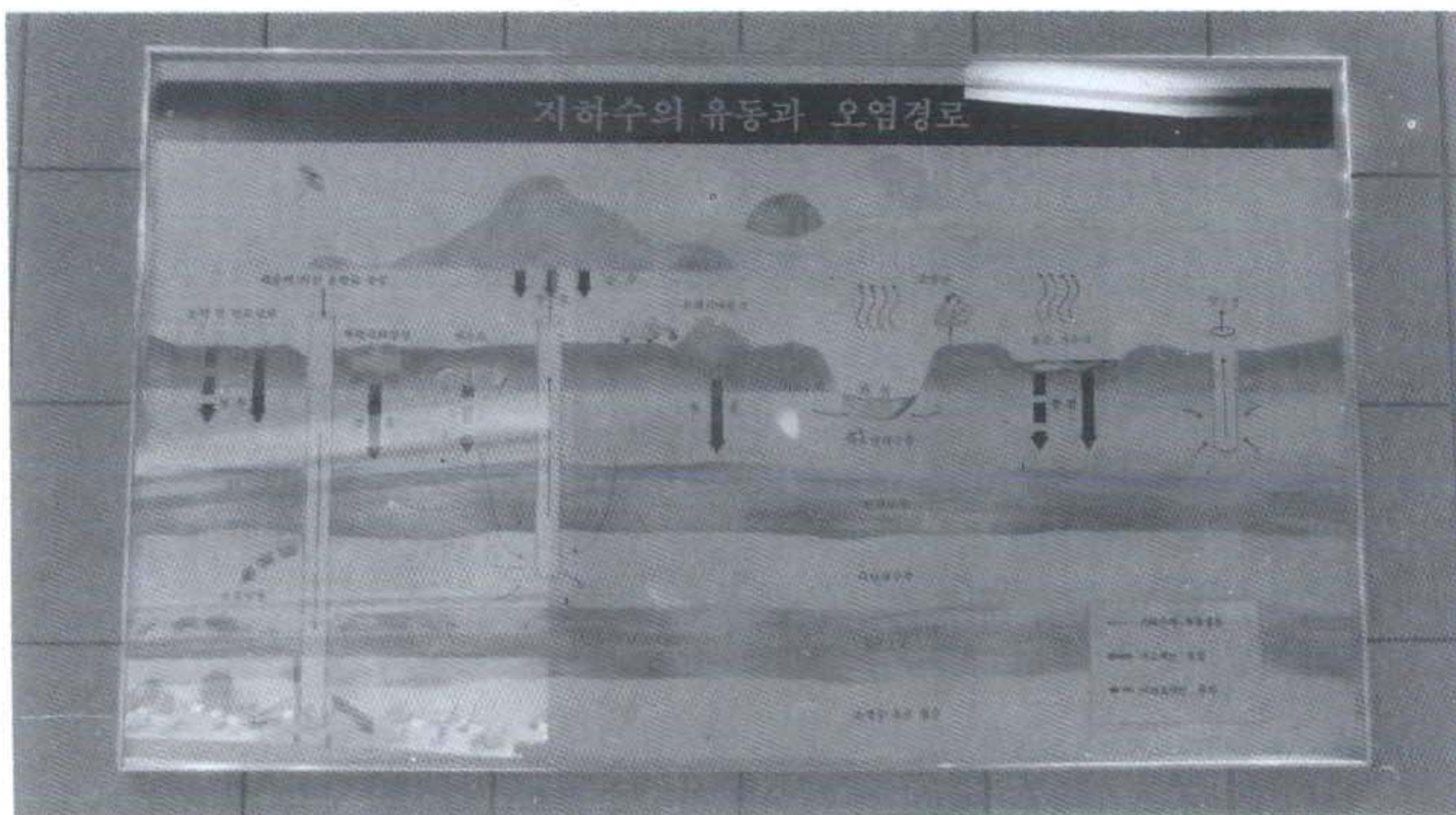


그림 29. 지하수의 유동과 오염경로

지하자원 탐사용 시추와 지하수 개발을 위한 시추가 많이 시행되는데 이와 같은 시추공(폐공)에 오염물을 유입시킬 때 반피암층이나 불투수층을 지나 피암대수층이 오염되는 심각한 문제점을 안고 있다.

우리 인류가 생존하는데 가장 중요한 것은 공기와 물임을 모르는 사람은

없으나 그의 중요성을 거의 잊고 사는 경우가 많다.

우리는 이 지구의 환경보존을 위하여 지구과학 지식의 바탕 위에서 부단한 노력을 경주해야 할 것이다.

II -5-2. 환경지질조사 항목 중요도

응용 및 환경지질조사는 모든 지각 구성물질의 물리 화학적 성질 및 역학적 성질을 정확하게 파악하고 환경과 관련된 지질현상을 공학분야에 이용하므로서 과학적이고 합리적으로 국토를 이용, 개발하는데 목적을 두고 있다.

따라서, 댐, 도로, 철도와 지하철, 터널, 항만, 운하, 지하수 및 온천 개발, 방재, 산업단지 조성등 국토의 효율적 개발과 자연재해 예방 및 환경보존에 필수적인 제반 지질학적 자료를 얻고 이를 활용하여 과학적이고 합리적으로 국토를 이용, 개발하는 것은 매우 중요하다. 따라서 환경지질 조사 항목과 대상 사업에 따른 중요도를 “매우 중요”, “중요”, “보통”으로 3구분하여 누구나 쉽게 알 수 있도록 표시하였다.

예를 들면 (1). 댐 및 하구언 공사에는 지질단면도, 단층구조, 절리구조, 사면의 안정성, 시추조사등이 매우 중요하고 적정 양수량이나 지하수계 변동 등은 중요도가 보통이다.

(2). 항만 건설공사에는 지질단면도, 사면의 안정성, 시추조사, 물리탐사등은 “매우 중요”하나 광역 및 정밀지질도, 단층구조, 지반의 안정성등은 “중요”이고 지하수 이용현황, 대수층분포, 지하수위 변동등은 중요도가 “보통”에 지나지 않는다.

(3). 온천개발에는 광역 및 정밀지질도, 지질단면도, 단층구조, 절리구조, 시추조사, 지하수위등고선도, 지하수 수질등이 “매우 중요”하나 지하수 오염 예측을 위한 야외 추적자 시험과 경험적방법 분석모델시험 등은 중요도

가 “보통”에 지나지 않는다.

이와같이 16개 대상 사업별로 26개의 환경지질 및 조사 항목으로 나누어 중요도를 도표화 하였다.

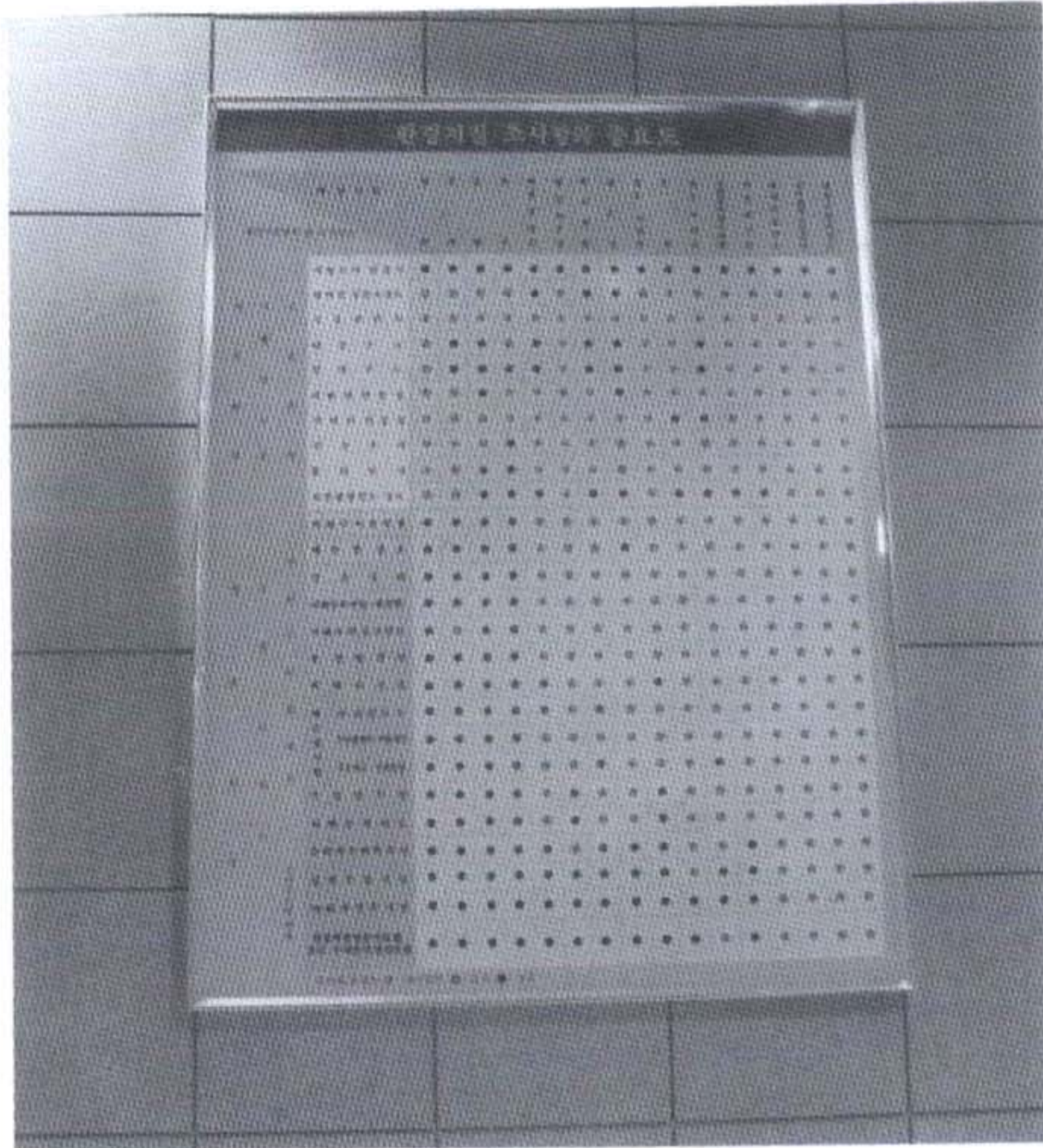


그림 30. 환경지질 조사항목 중요도

II-5-3. 한국의 탄전 분포

우리나라의 탄전 지질조사는 광복이전 지질조사소 개설 4년 뒤인 1922년에 처음으로 시행되었으며 주로 북한 지역에서 지질조사와 시추탐탄이 활발하게 수행되었다.

남한 지역에서는 삼척탄전과 화순탄전의 일부 지역에 탄전 지질조사가 실시되었고 그외 충남탄전과 보은탄전 지역에서 1:50,000 도폭 지질 조사가 이루어졌다.

광복이후에는 1961년도 후반에 태백산지구 지하자원 조사단이 설립되어 삼척, 강릉, 정선, 평창, 단양탄전에 대한 1:50,000축척 지질조사가 이루어져 해방이후 처음으로 탄전지역 지질도가 발간되었다. 이를 계기로 국내탄전에 대한 지질조사와 탐탄 사업이 활발하게 진행되었다.

1973년-1977년까지 주요 탄전에 대한 1:25,000 광역 탄전 지질조사가 수행되었고 1978년부터는 1:10,000 탄전별, 지역별 탄전 지질조사가 시행되었다.

우리나라의 탄전중 고생대의 평안층군과 중생대 대동층군은 거의 전반적으로 심한 지각변동을 받아 습곡과 단층등 지질구조가 매우 복잡하다. 탄층 발달은 지질구조에 의하여 크게 지배를 받기 때문에 함탄층의 분포는 물론 지질구조와 층서 규명을 위한 정밀조사가 요구되었다.

상기한 바와 같이 1961년 이후 계속적인 탄전지질조사와 시추등 활발한 탐탄사업으로 그 동안의 생산량을 제외하고도 석탄 매장량이 15억8천4백만톤(1988년)이었고 1987년도 무연탄 생산량은 년 2,427만톤에 달하였다(북한 지역 제외). 그러나 그후 석탄의 수요가 급속도로 저하되어 현재에는 생산량이 년 1,000만톤 내외에 불과하다.

우리나라 탄전은 지질시대에 따라 고생대 평안층군, 중생대 대동층군 그리고 신생대 제3기층으로 3대분 된다.

평안층군과 대동층군에 부존되는 석탄은 모두 무연탄(일부 흑연질 무연탄)이며 제3기층내에 부존되는 것은 갈탄(일부 아역척탄)이다. 그러나 함경북도 지역에서는 제3기층에 역청탄이 부존되어 있기도 한다.

우리나라 석탄매장량의 대부분을 차지하고 있는 고생대 석탄기~중생대 트라이아스기에 속하는 평안층군(평안계)은 처음 평양 탄전조사에서 홍점통, 사동통, 고방산통, 녹암통등 4통으로 구분하였고 남한에서도 그에 따라 지층을 구분해 왔다. 그러나 정창희(1973)에 의하여 홍점통을 만항층으로,

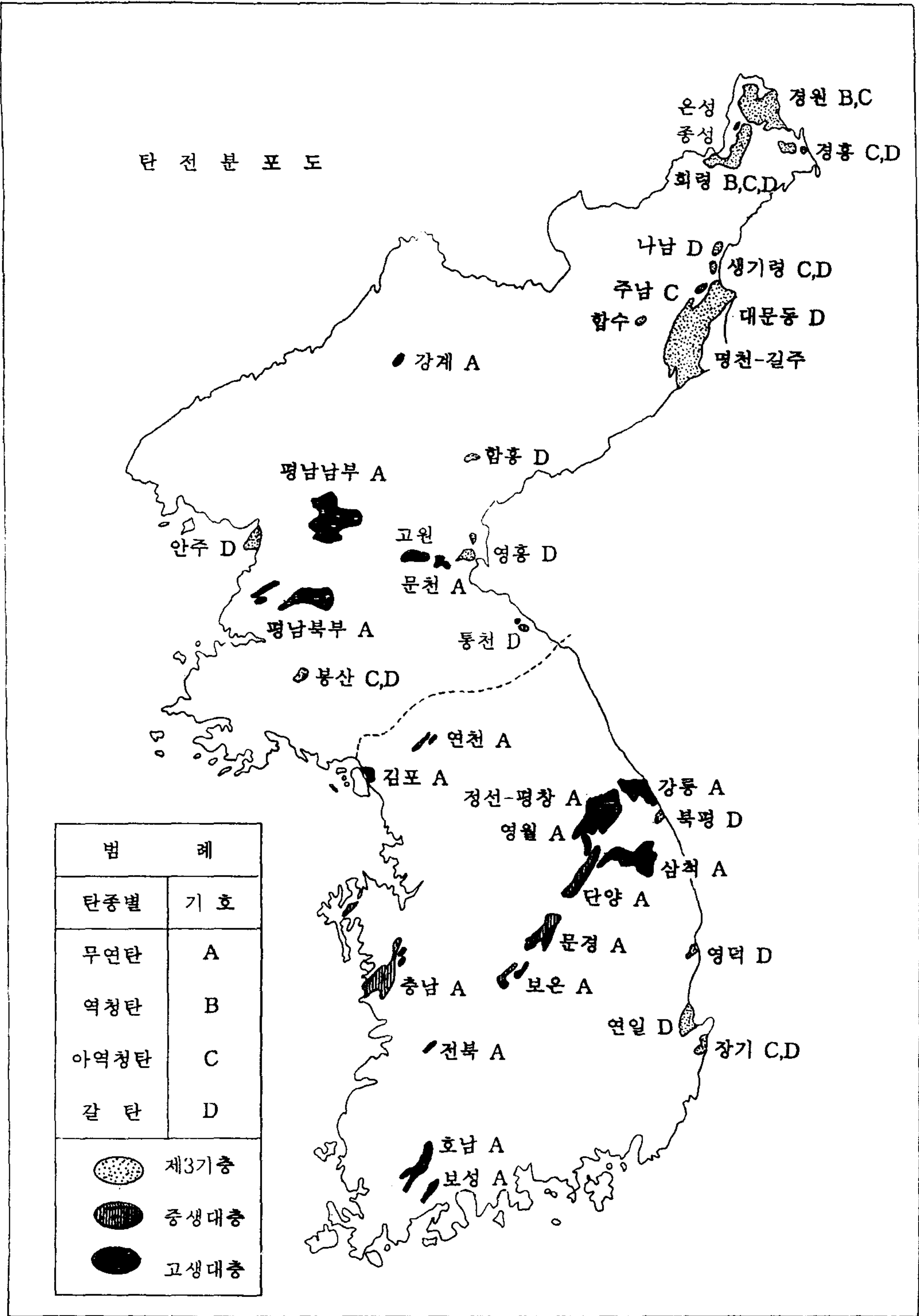


그림 31. 탄 전 분 포 도

합탄층인 사동통을 금천층, 밤치층, 장성층으로 세분하고 고방산통을 함백산층과 하부도사곡층으로 녹암통을 상부도사곡층, 고한층, 동고층등으로 세분하였다.

주요 합탄층인 장성층은 거의 전반적으로 암회색 내지 흑색 사암과 셰일로 구성되며 1매의 주탄층외에 3-4매의 탄층을 협재한다.

중생대 쥬라기에 속하는 대동층군은 충남탄전, 문경탄전등 수개 지역에 산재 분포되어 있으나 퇴적분지가 각기 다른 탓으로 암층서학적 층서 대비가 매우 곤란하여 탄전별로 지층 구분을 달리하고 있다.

충남탄전에서는 하부로부터 하조층, 아미산층, 조계리층, 백운사층, 성주리층으로 구분하며 가행 탄층은 성주리층 이외의 전 지층에 부존된다.

제3기층은 동해안 지역에 협소하게 산재 분포하며 장기통과 연일통(경주, 연일지역)으로 2대분 된다. 장기통안에 수 매의 갈탄층을 협재하나 남한지역에서는 탄층 발달이 빈약하여 거의 가행대상이 되지 않는다. 그러나 북한지역에서는 제3기층내에 갈탄층은 물론 역청탄의 발달이 양호하여 가행되는 것으로 알고 있다. 지질시대별, 부존탄종별 탄전분포도는 그림 31과 같다.

II -5-4. 석유 저류 트랩

석유가 경제성 있는 양으로 집적되어 석유광상이 형성되기 위해서는 다음과 같은 여섯가지 조건이 구비되어야 한다.

- i) 석유를 생성시키기 위해서는 근원암(Source rock)이 필요하다.
- ii) 석유를 저장하기 위한 저류암(Reservoir rock)이 있어야 한다. 저류암은 공극이 많은 암석이어야 하며 또한 투수성이 좋아 이들을 생산할 수 있어야 한다.

iii) 모암(Cap rock)이 존재해야 된다.

모암은 저류암으로부터 석유가 지표쪽으로 빠져나가지 못하도록 불투수성이어야 한다.

iv) 상기한 근원암, 저류암, 덮개암 혹은 모암이 기하학적인 형태를 갖추어 석유를 붙잡아 둘 수 있어야 한다(trap).

즉 근원암에서 형성된 석유는 주위가 밀폐된 저류암으로 이동해 그 곳에서 집적되어야 한다.

v) 근원암은 석유나 가스를 생성시킬 수 있는 온도 이상으로 충분히 열이 가해져야 하며 또한 생성된 석유가 저류암으로 이동해야 된다. 원유는 대체로 섭씨 60도 이상에서, 가스는 섭씨 150도 이상에서 생성된다.

vi) 저류트랩의 형성시기가 석유의 생성, 이동시기 보다 빨라야 한다.

원유나 가스가 경제성 있는 양으로 저장하기 위한 상술한 여섯가지 조건 중 하나로 석유저류 트랩(혹은 집유장 : trap)이 있다. 트랩의 원래 정의는 원유나 가스가 타소로 이동할 수 없도록 되어 있는 장소를 말한다. 저류트랩은 구조트랩, 층서트랩, 다이아피어트랩(diapirs trap), 동수트랩, 복합트랩 등으로 분류된다.

A) 구조트랩(Structural trap) 저류암 지층이 퇴적된 후 조구조 작용에 의하여 형성된 것으로 습곡이나 단층에 의해 형성된다.

1) 배사구조트랩

배사구조트랩은 두가지 종류로 나뉘는데 그 하나는 횡압력에 의한 것과 지각의 길이가 늘어남에 따라 형성된 다짐 작용에 의한 배사구조가 있다.

(1) 횡압력에 의한 배사구조

횡압력에 의해 형성되는 배사구조트랩은 섭입(Subdution)이 일어나는 곡분(谷盆 : trough)이나 그 근처에서 잘 나타난다. 따라서 이러한 구조를 갖

는 트랩은 산맥지역에서 잘 관찰된다.

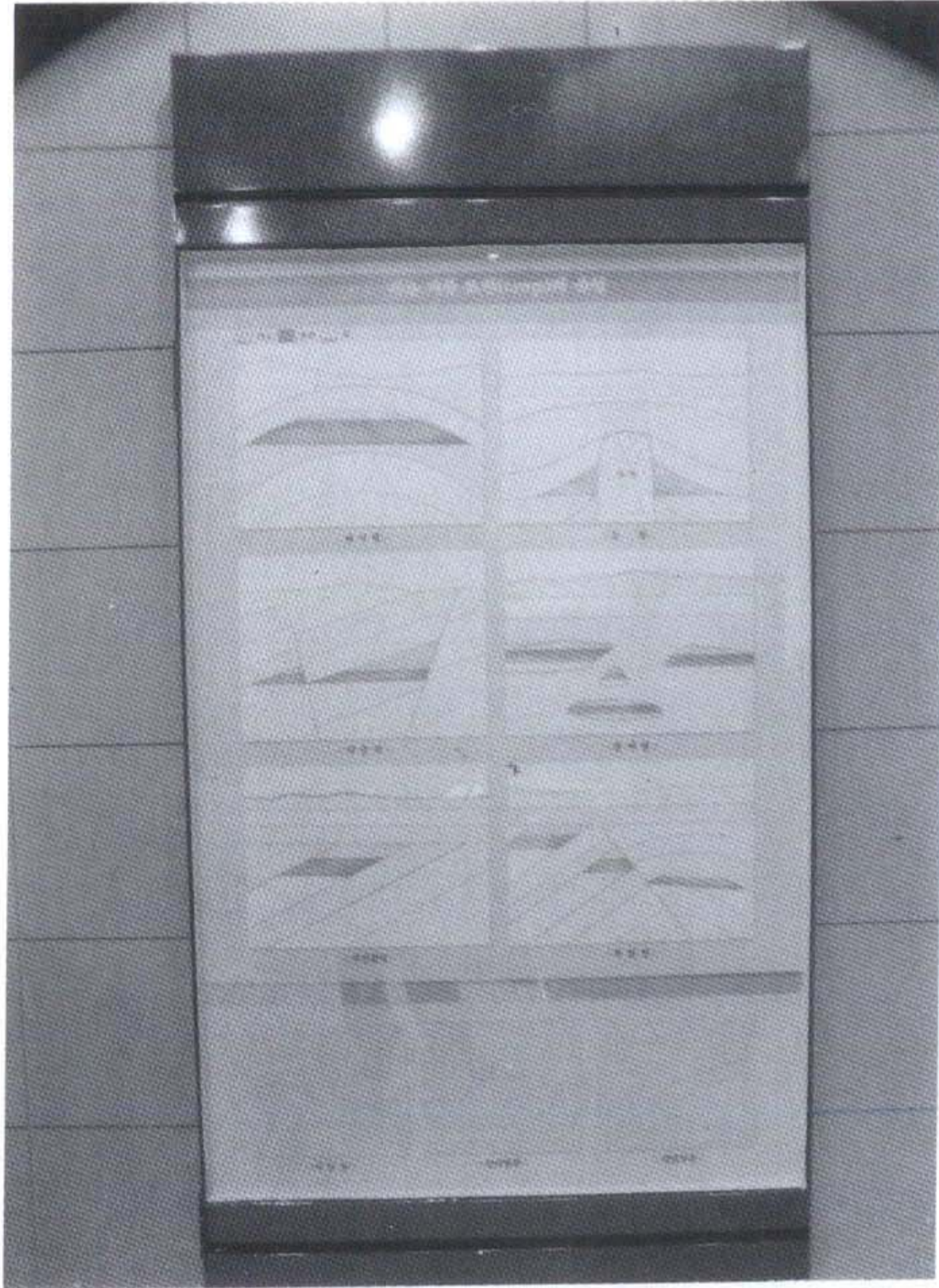


그림 32. 석유 저류 트랩의 유형

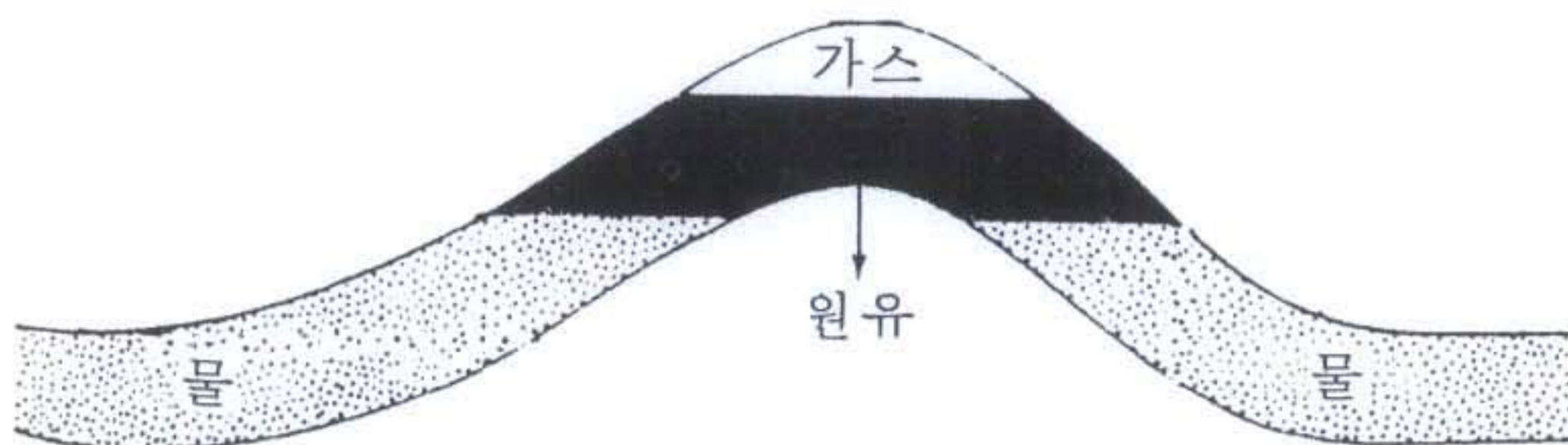


그림 33. 간단한 배사트랩의 단면도

(2) 다짐작용에 의한 배사구조

지각에 장력이 작용하여 퇴적분지가 형성될 경우에는 분지의 저변에 기반암들이 갈라져서 지구(地溝)와 지루(地壘) 모양이 형성된다. 퇴적 초기에는 이러한 불규칙한 지형위에 퇴적작용이 일어나 분지에 퇴적물이 채워지게 되는데 이때 불규칙하게凹凸을 갖는 저면의 형태와 유사하게 퇴적물이 쌓이게 된다. 그래서 지루위에 쌓였든 퇴적물들은 배사구조를 이루게 된다.

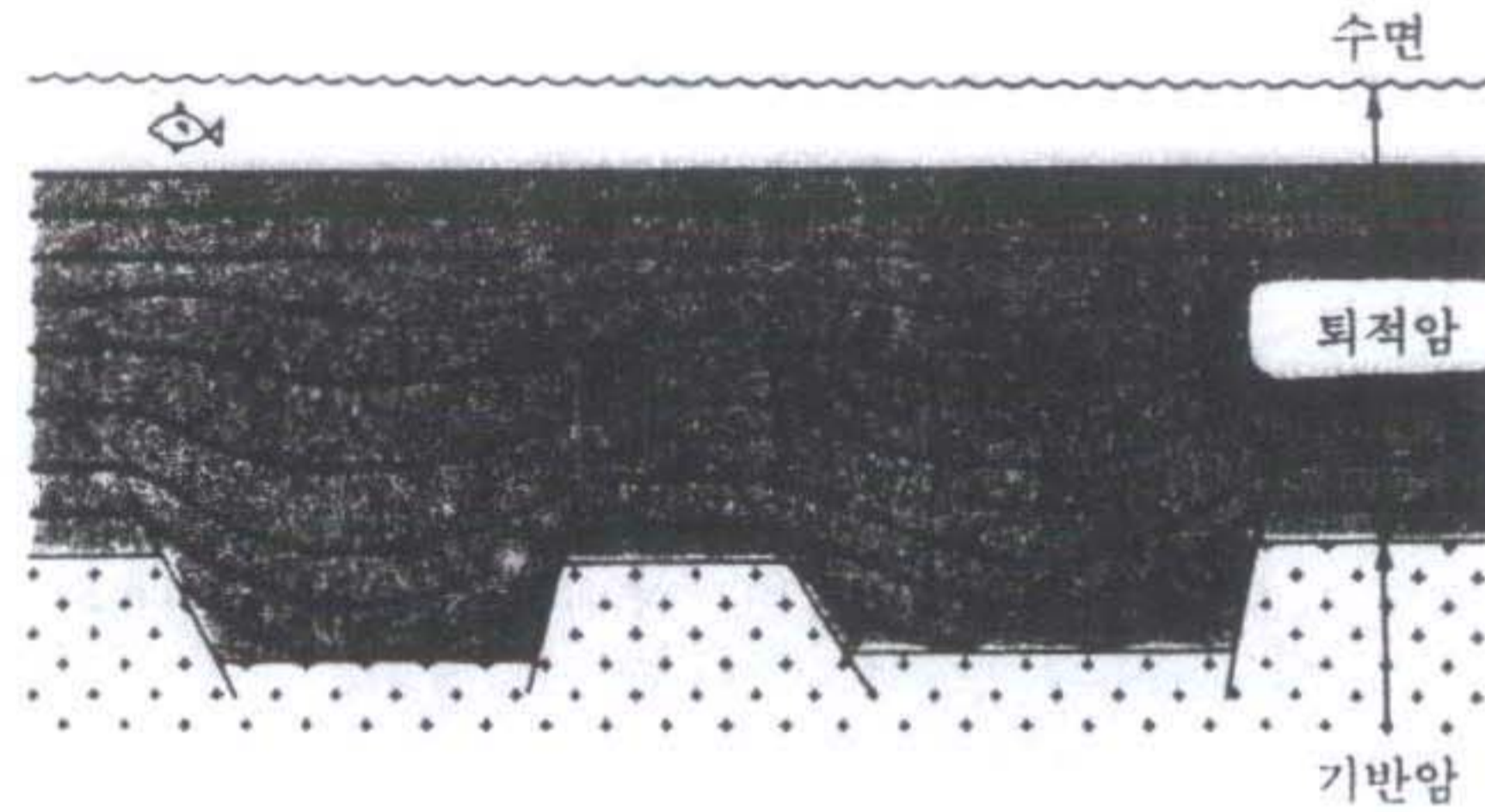


그림 34. 지루위에 쌓인 퇴적물에 형성된 배사구조

2) 단층에 의한 트랩

단층에 의한 트랩은 공극율과 투수성이 큰 저류암의 지층이 불투수성 지층과 단층에 의하여 접촉되는 경우에 생성된다. 트랩의 폐쇄구조는 저류암 지층의 경사방향 상부에 나타난다. 단층면은 시일(Seal)로서 작용하기도 하고 투수성이 좋은 석유의 통로로서 작용하기도 한다.

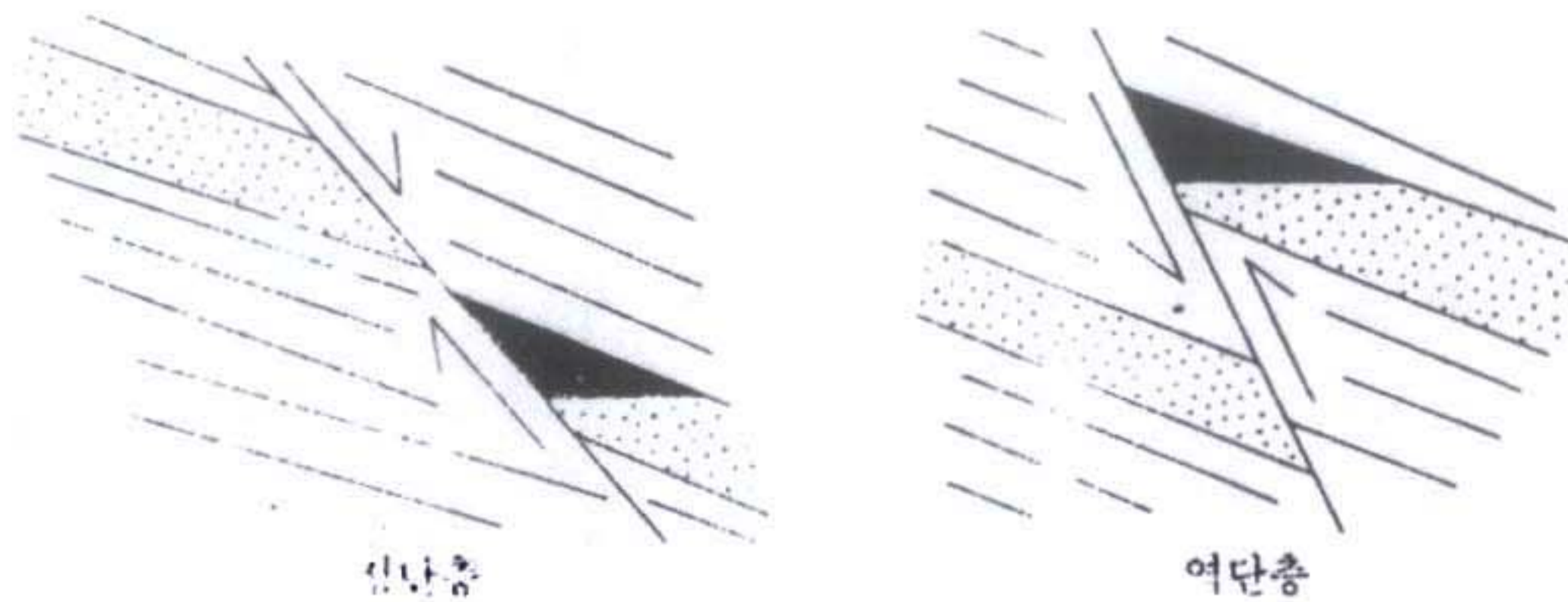


그림 35. 정단층과 역단층에 의한 트랩 모식도

B) 층서트랩(Stratigraphic trap)

층서트랩은 트랩을 이루는 가장 중요한 요소가 저류암의 층서적 변화나 암상의 변화이다. 이에는 원인에 관계없이 퇴적상의 변화, 속성작용에 의한 국부적인 공극율과 투수율의 변화, 혹은 저류암이 층서적으로 상부에 불연속면이 일어나는 경우등으로 정의된다. 층서트랩의 종류는 다음과 같다.

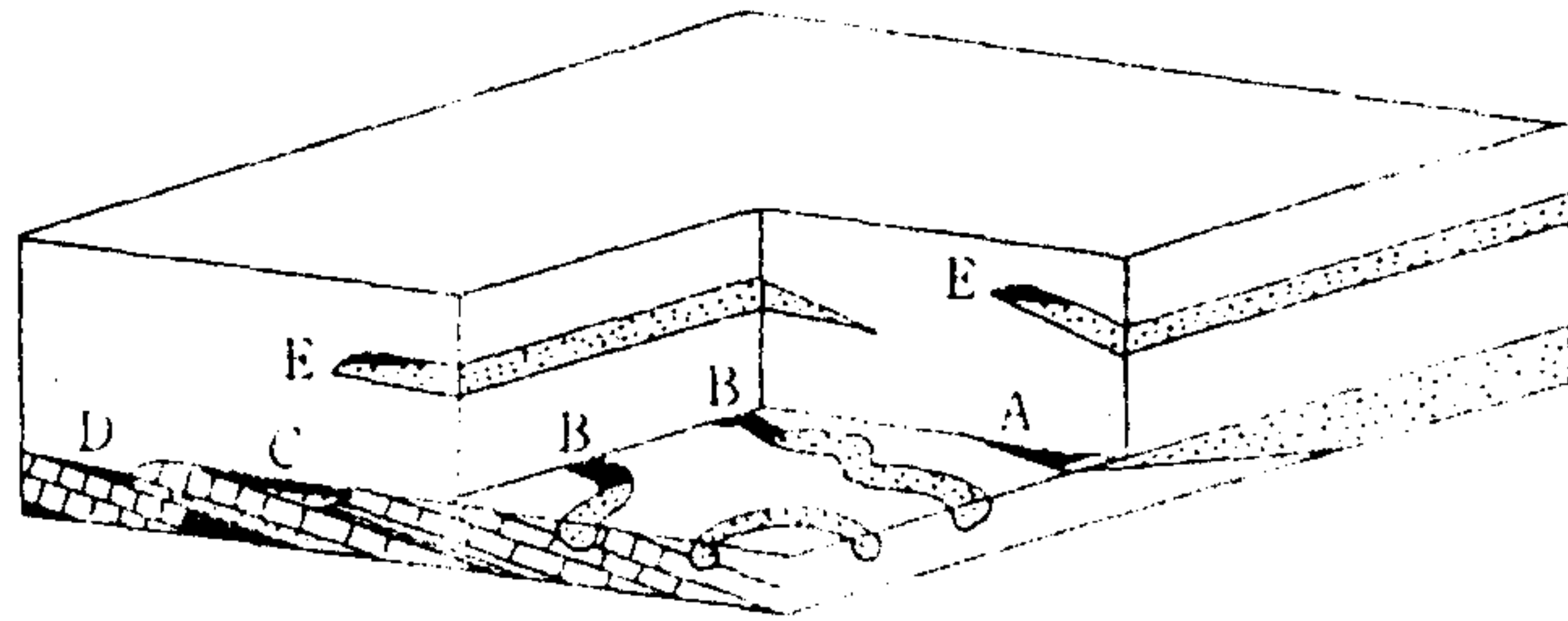
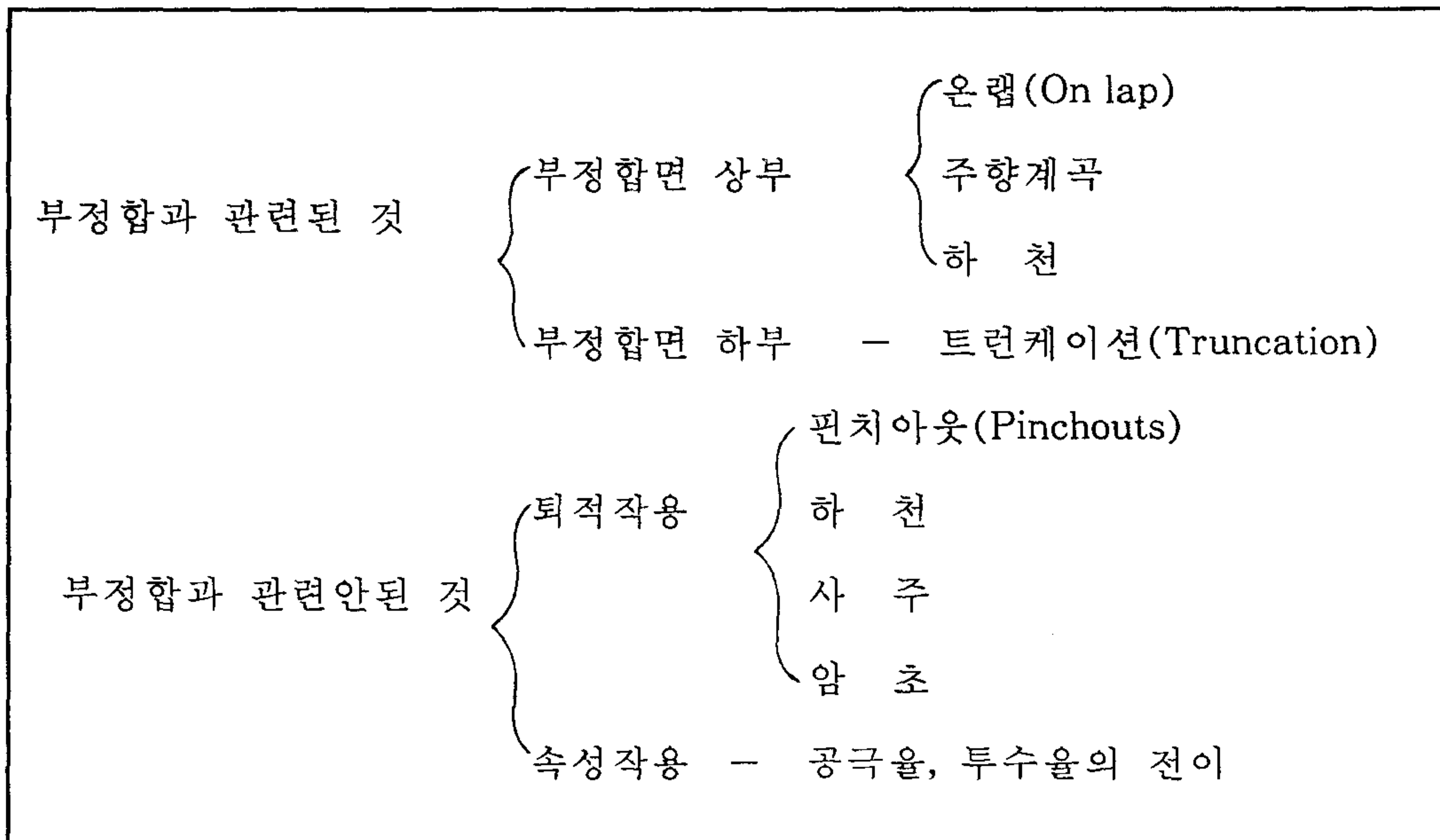


그림 36. 사암의 층서트랩. 부정합면의 상하에 여러 형태의 사암트랩이 존재한다. A-E까지의 트랩 형태는 표 9의 부정합과 관련된 트랩의 종류이다.

표 9. 층서트랩의 분류



1) 부정합과 관련된 트랩

층서트랩은 부정합면의 상부와 하부에 모두 나타나는데 어느 경우에도 해침에 의해 쌓인 세일로 덮여야 한다.

부정합면 상부에 놓인 트랩은 일반적으로 사암의 저류암으로 구성되어 있다. 이에는 사암체가 한쪽으로 얹어져 가며 나타나는 경우(Pinch Out)와 고기하천 그리고 계곡을 따라 발달된 사암으로 나뉜다. 이때 고기하천과 계곡에 나타난 사암은 일반적으로 고지형의 트랩이라고 한다. 부정합면 하부에 나타나는 트랩을 이루는 암상으로는 사암, 석회암, 그외 여러가지 기반암이 있다. 이 경우 트랩에는 열극작용과 용해에 의해 발달한 이차 공극이 저류암 발달에 주요 역할을 한다.

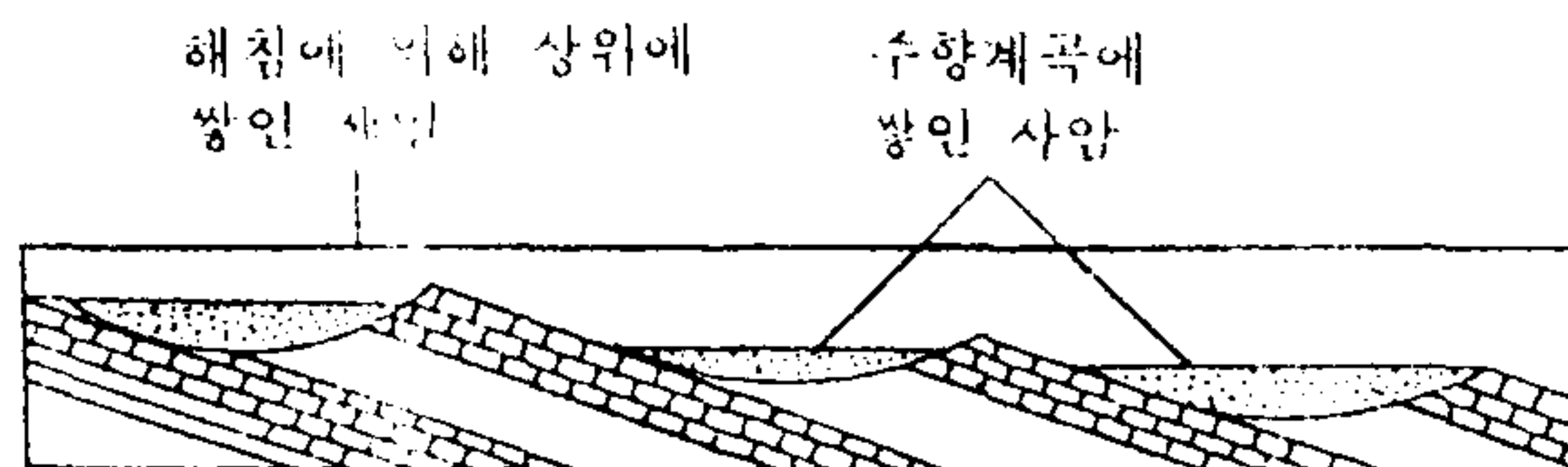


그림 37. 고기의 계곡에 형성된 트랩의 단면도

2) 부정합과 관련이 없는 트랩

부정합과 관련이 없는 층서트랩은 저류암이 사암인 경우와 탄산염암의 경우로 나누어 볼 수 있다.

(1) 사암의 층서트랩

사암의 층서트랩에는 크게 두가지가 있는데 이들은 하천의 사암체와 해양의 사주(Marine bar)가 있다. 하천의 사암체가 저류암이 된 예로는 미국 와이오밍주에 있는 백악기의 피들러크리크(Fiddler creek)와 클레어튼(Clareton) 유전이 있다. 해양사주의 트랩으로는 미국 와이오밍주의 백악기 벨 크리크(Bell creek) 유전으로서 그 규모가 매우 크다.

(2) 탄산염암의 층서트랩

탄산염암은 속성작용의 영향을 심하게 받기 때문에 이러한 탄산염암의 층서트랩은 사암의 층서트랩보다 찾아내기가 훨씬 어렵다. 원칙적으로 탄산염암의 층서트랩은 일차적으로 렌즈상의 형태를 갖는다. 이러한 기하학적인 형태의 탄산염 암체를 일반적으로 탄산염 빌드업이라고 하는데 이를 자세히 조사해 보면 순수한 암초로 밝혀지는 경우도 있다. 캐나다 알버티 주의 데본기 암초에 의한 유전지대가 이러한 층서트랩의 좋은 예이다.

C) 다이아피어 트랩(Diapiric trap)

다이아피어 트랩은 층서적으로 하부에 놓인 퇴적물이 상위에 놓인 퇴적물보다 밀도가 낮기 때문에 불안정하여 상부쪽으로 이동하므로써 형성된다. 이와같은 다이아피어 트랩은 주로 암염, 드물게는 과압력을 받은 점토가 상

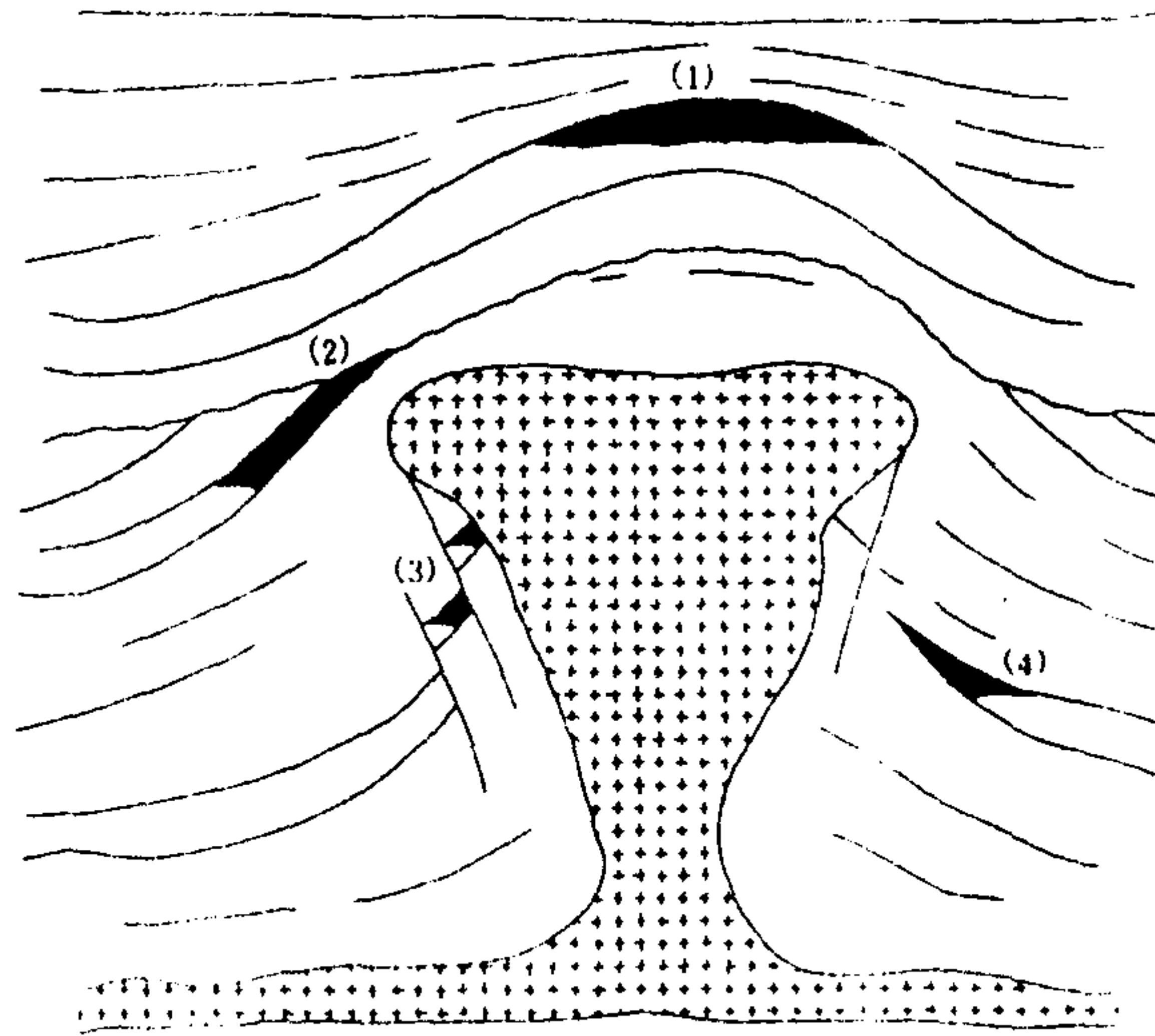


그림 38. 암염의 이동에 의해 형성되는 다양한 형태의 트랩

- (1) 돔의 정부
- (2) 돔의 상부 침식에 의한 트랩
- (3) 단층 트랩
- (4) 암염 주변에 불연속으로 경사져 나타나는 트랩

향 이동하여 생성된다. 암염구조에서 상위에 놓인 지층은 단순히 상부로 몸을 이루거나 또는 암염이 위로 상승하면서 상위 지층을 관입하기도 한다. 이란과 북해, 페르시아만등에서는 이러한 암염의 이동에 의한 트랩에 원유와 가스가 많이 집적되어 있다. 암염의 이동에 의해 원유와 가스는 다양한 형태로 집유하게 되는데 그중 가장 간단한 경우는 암염돔의 정부에 형성된 배사구조이다. 머드의 다이아피어도 암염과 같은 여러 가지 복잡한 구조를 띄는 트랩을 이룬다.

D) 동수트랩(Hydrodynamic trap)

동수트랩은 지층을 따라 흐르는 물에 의해 일어나는 것으로 미국의 텍사스 주에 있는 휘트(Wheat)유전에서 볼 수 있으나 순수한 동수트랩은 희귀한 트랩이다. 일반적으로 이 형태의 트랩은 여러가지 결합된 형태를 갖는 트랩의 한부분으로 나타나는데 투수성이 있는 지층에서 하부쪽으로 흐르는 물은 수직적인 폐쇄구조를 갖지 않는 굴곡진 곳에서 석유가 집유될 수 있게 한다.

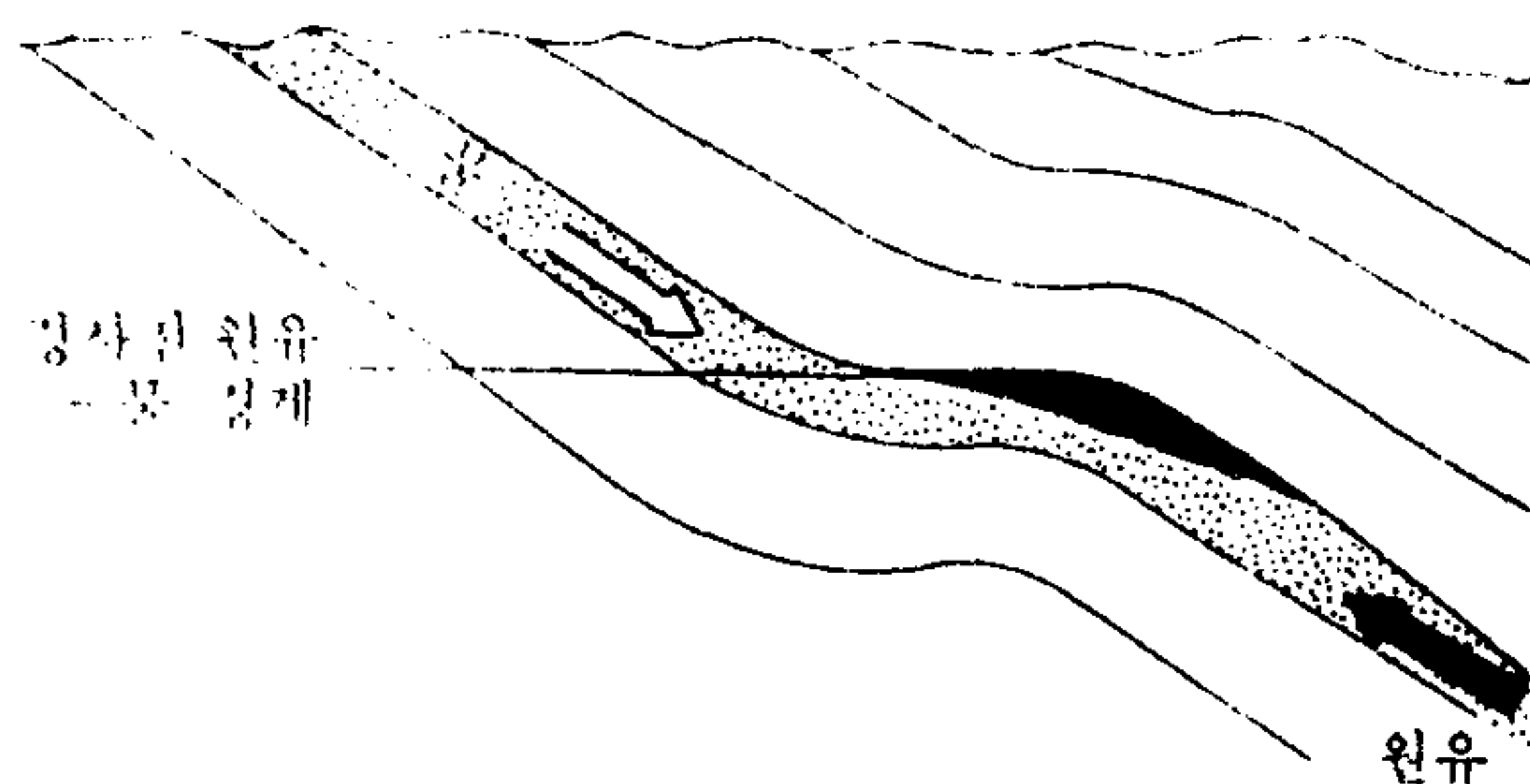


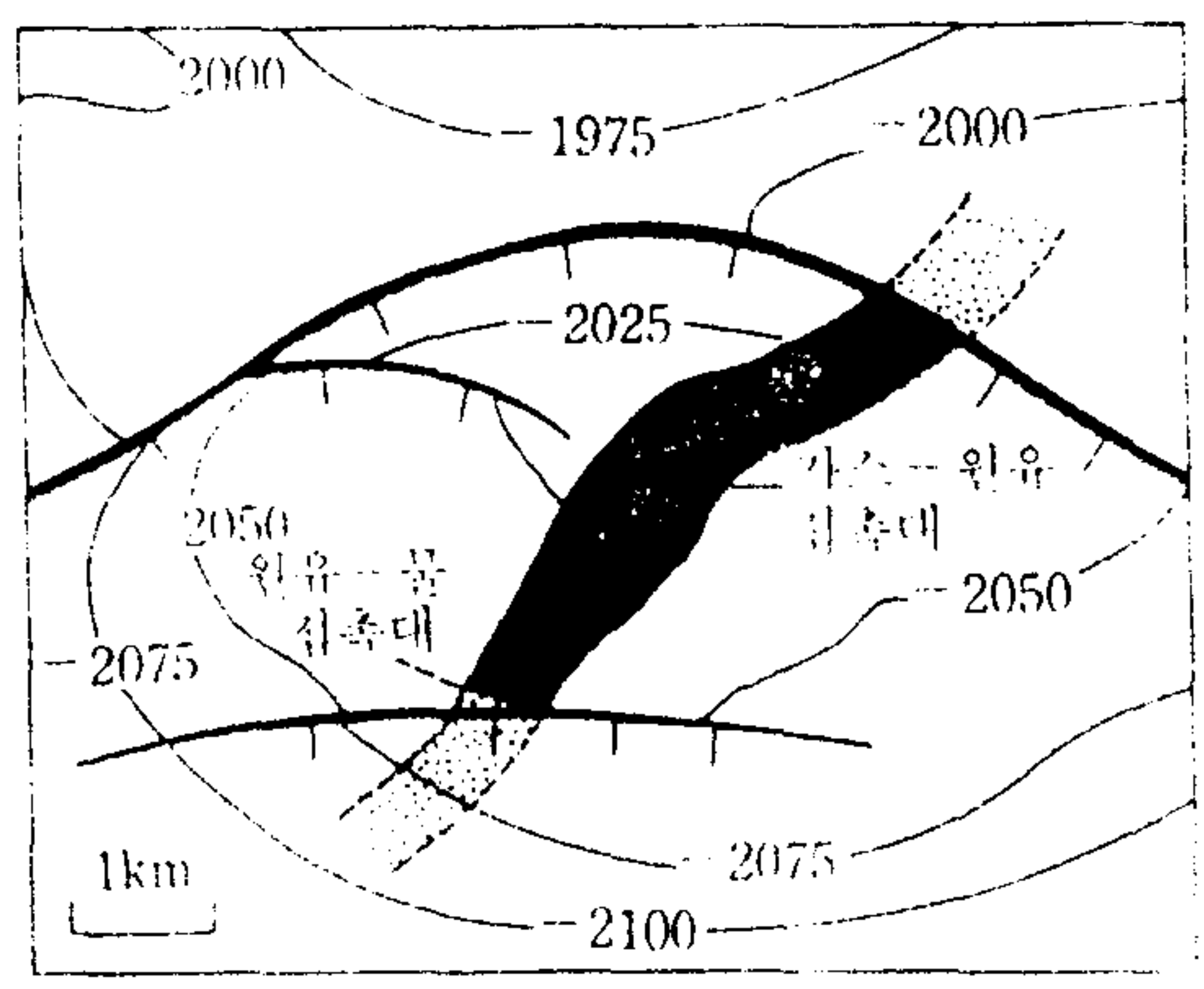
그림 39. 순수 동수트랩의 단면도

E) 복합트랩(Combination trap)

세계의 많은 원유트랩은 지질구조, 층서 혹은 물의 흐름 그 어느 하나에

만 관련되어 형성되었다기 보다는 이들중 둘 혹은 그 이상의 요인이 합해져서 형성되었다. 이와같이 여러가지 요인에 의하여 형성된 트랩을 복합트랩이라 한다. 대부분의 복합트랩은 구조작용과 층서적인 형태가 합해져서 형성된다. 복합트랩은 여러 변수에 의하여 형성되므로 너무도 다양하여 이들을 모두 구분하기란 불가능하다.

따라서 한두 가지만을 예를 들어 살펴보면 소규모이지만 배사구조를 가로 지르며 나타나는 구두끈 모양의 하천이나 사주의 사암에 원유가 집유되기도 한다. 또한 습곡작용이나 단층작용을 받은 지층이 부정합에 의하여 밀폐되어 트랩을 형성하기도 한다.



□ 가스 함유 하천 ■ 원유 함유 하천 ▨ 물 함유 하천

그림 40. 미국 루이지애나주 외해의 메인패스(Main Pass) 35블럭에 있는 하천과 롤오버 배사구조의 복합트랩(Hart Man, 1972)

II -5-5. 국토기본지질조사

어느 국가를 막론하고 전국토를 대상으로 국토기본지질조사(도폭지질조사)를 실시하고 있는데 이는 지하자원탐사 및 국토개발에 필요한 기본적인

자료를 제공함을 목적으로 하고 있다.

좀 더 상술하면 육지와 해역의 지하자원 탐사자료 제공, 광구의 출원등 광무행정의 기본 자료로 활용, 수자원의 분포와 발달 및 농림분야의 토질에 관한 기본 자료제공, 도로, 철도, 터널, 댐, 단지, 항만조성등 국토개발과 근년에는 원자력발전소 건설 및 핵폐기물 저장시설등에 기초자료로 활용된다. 그의 학술적으로는 퇴적분지내 동·식물 및 미화석 종합연구, 생층서에 의한 표준층서 정립, 지질계통 확립, 지체구조 규명과 지구과학 교육 및 연구에 필요한 자료제공등 그 활용처는 매우 광범위하다.

우리나라 기본 지질도는 현재 1/100만, 1/25만, 1/5만, 1/2.5만등으로 발간되어 있다. 현재 1/5만지질도는 약 83%가 완료되었고 1/2.5만 지질조사

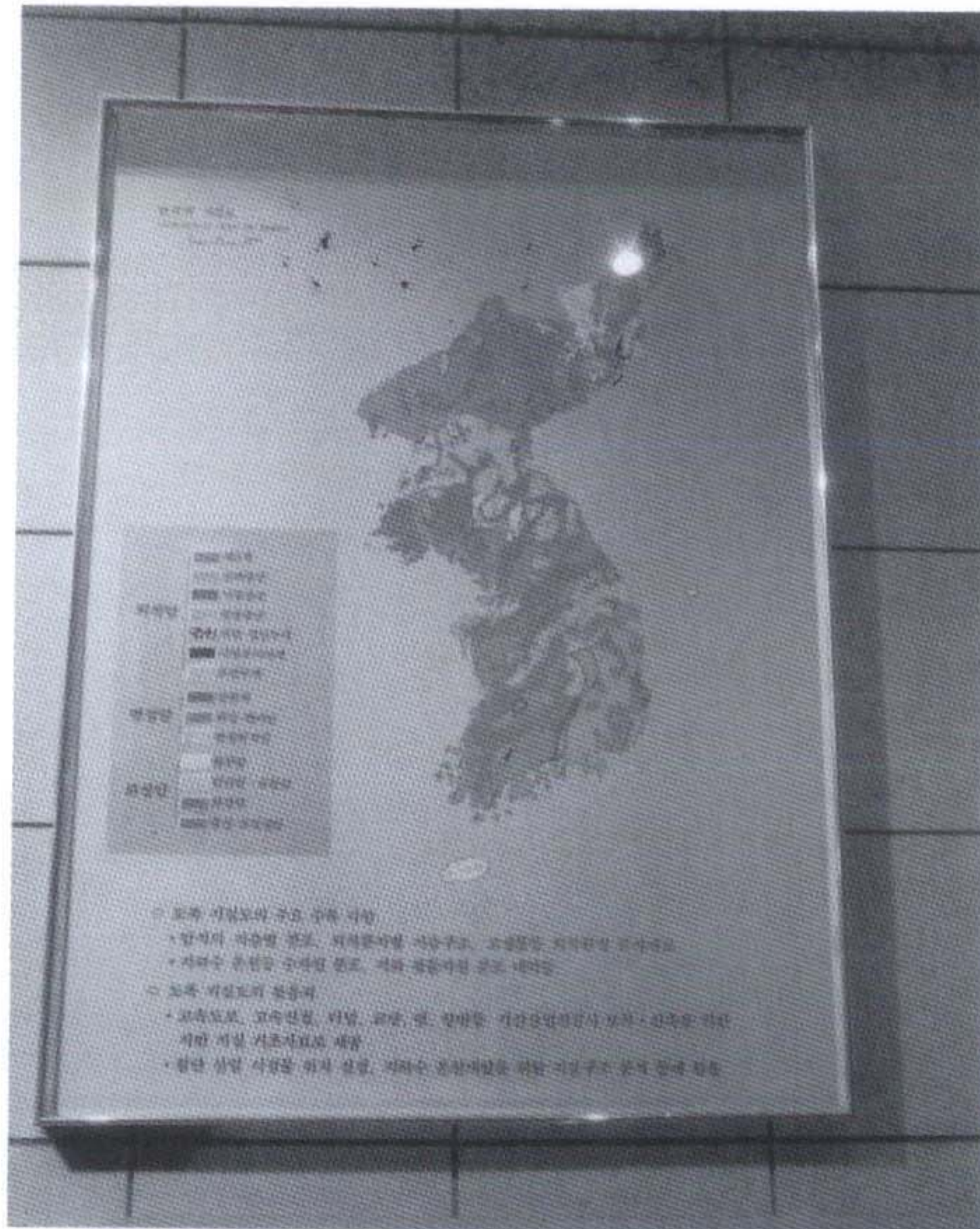


그림 41. 국토기본지질조사

는 시작한지 얼마 되지 않아 이제 초기단계에 지나지 않고 있다. 1/5만이나 1/2.5만 지질도와 보고서는 암석의 지층별 분포, 퇴적분지별 지층구조, 고생물등 퇴적환경 분석자료, 광상자료, 지사자료, 현미경감정, 화학분석, 암석연대 측정등 제반 지질자료가 수록되어 전술한 것 외에도 광범위한 분야에 널리 활용된다. 이와 같은 국토기본지질조사는 장기적인 과제로서 국가 기관만이 수행할 수 있는 분야이다.

국토개발과 탐사계획의 수립 및 시행에 기본자료로 활용된다는 점에서 도폭 지질조사는 가능한한 빠른 시일내에 완료되어야 한다. 그러나 이와 같은 국토기본지질조사(도폭지질조사)는 경험을 쌓은 지질학자가 장시간에 걸쳐 연구조사해야 되는 것으로 필요에 따라 일시에 완성될 수 없는 인적, 시간적 제약을 받기 때문에 국가 차원에서 지속적으로 수행되어야 한다.

II -5-6. 석 재(Building Stones)

건축, 토목, 조각 및 기타 석제품에 사용되는 암석을 석재라고 한다. 석재는 특히 고대 석재문화와 종교문화 발전에 크게 공헌한 건축재와 조각재로 널리 사용되어 왔다. 오늘날에 와서는 경제발전과 더불어 석재의 수요가 계속 증가하고 있으며 석재 가공기술의 발달로 많은 나라에서 미려한 석재를 다양하게 생산하고 있다. 우리나라 석재자원은 대부분 화강암으로서 총 석재자원중 약 85%를 차지하고 있다. 석재산업의 육성을 위해서는 첫째 석재 가공기술의 발전으로 석재상품의 고급화, 정밀화 및 다양화등이 무엇보다도 가장 중요하다. 국내 석재는 대체로 다음과 같이 세가지 분류 기준에 의하여 분류된다.

A) 암상별 분류

- 1) 화성암류 { 화강암류
섬록암류 - 반려암, 섬록암, 각섬암, 섬장암, 화강섬록암
현무암류 - 현무암, 안산암, 유문암
- 2) 퇴적암류 - 사암류
- 3) 변성암류 { 편마암류 - 편마암, 스테이트
대리암류

B) 입도, 조직별 분류

세립질, 중립질, 조립질, 반상, 비정질, 결정질(대리석에만 해당), 각력질

C) 색상별 분류

담홍색, 회백색, 회색, 암회색, 녹회색, 흑색, 기타

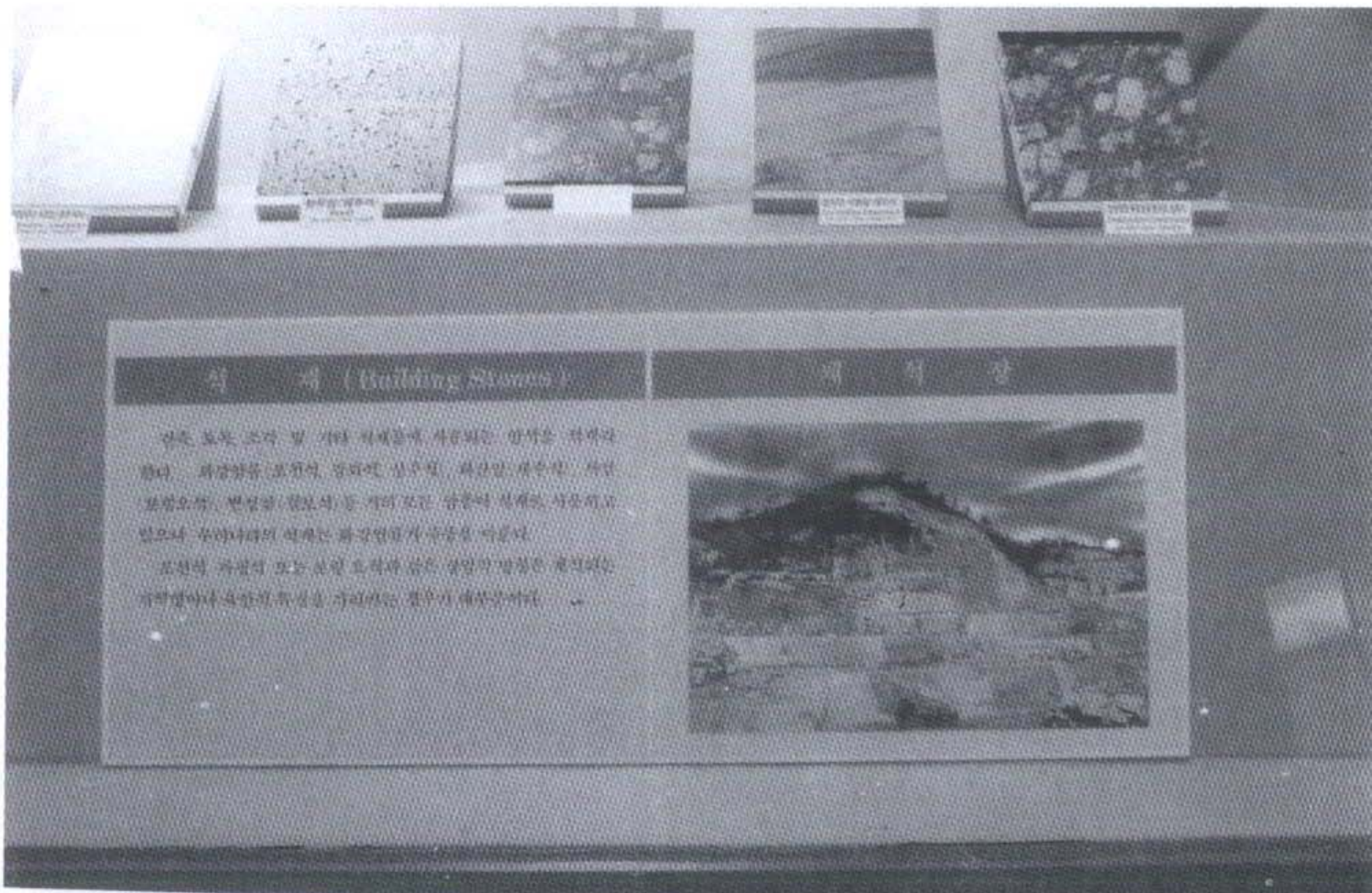


그림 42. 석재

석재는 상기 표에서 보는 것과 같이 여러가지 암종, 입도와 조직 및 색상별로 분류되나 흔히 상업적 명칭으로 포천석(화강암), 가평석(화강암), 보령 오석(보령지역 흑색사암), 제주석(제주도산 현무암) 등과 같이 채석되는 지명이나 육안적 특징을 가르키는 경우가 대부분이다.

II-5-7. 기 타

지질표본관 관람객들에게 연구소의 홍보 활동을 위하여 한국자원연구소 연혁 및 주요 실적과 한국자원연구소 주요 기능에 대한 전시판넬을 제작 전시하였다.

연혁 및 주요 실적은 1919년 지질조사소 설립 당시부터 1945년까지, 1946년부터 1976년 자원개발연구소 설립전까지 그리고 1976년 자원개발연구소 설립후부터 한국자원연구소 설립이후까지 시대별로 3대분 하여 주요 실적을 요약한 것이다. 또한 한국자원연구소 주요 기능은 국토이용연구, 자원탐사연구, 해저 및 석유자원연구, 자원개발연구, 자원활용연구등 5대 기능으로 분류하여 주요 세부내용을 요약한 것이다(그림 43 참조).

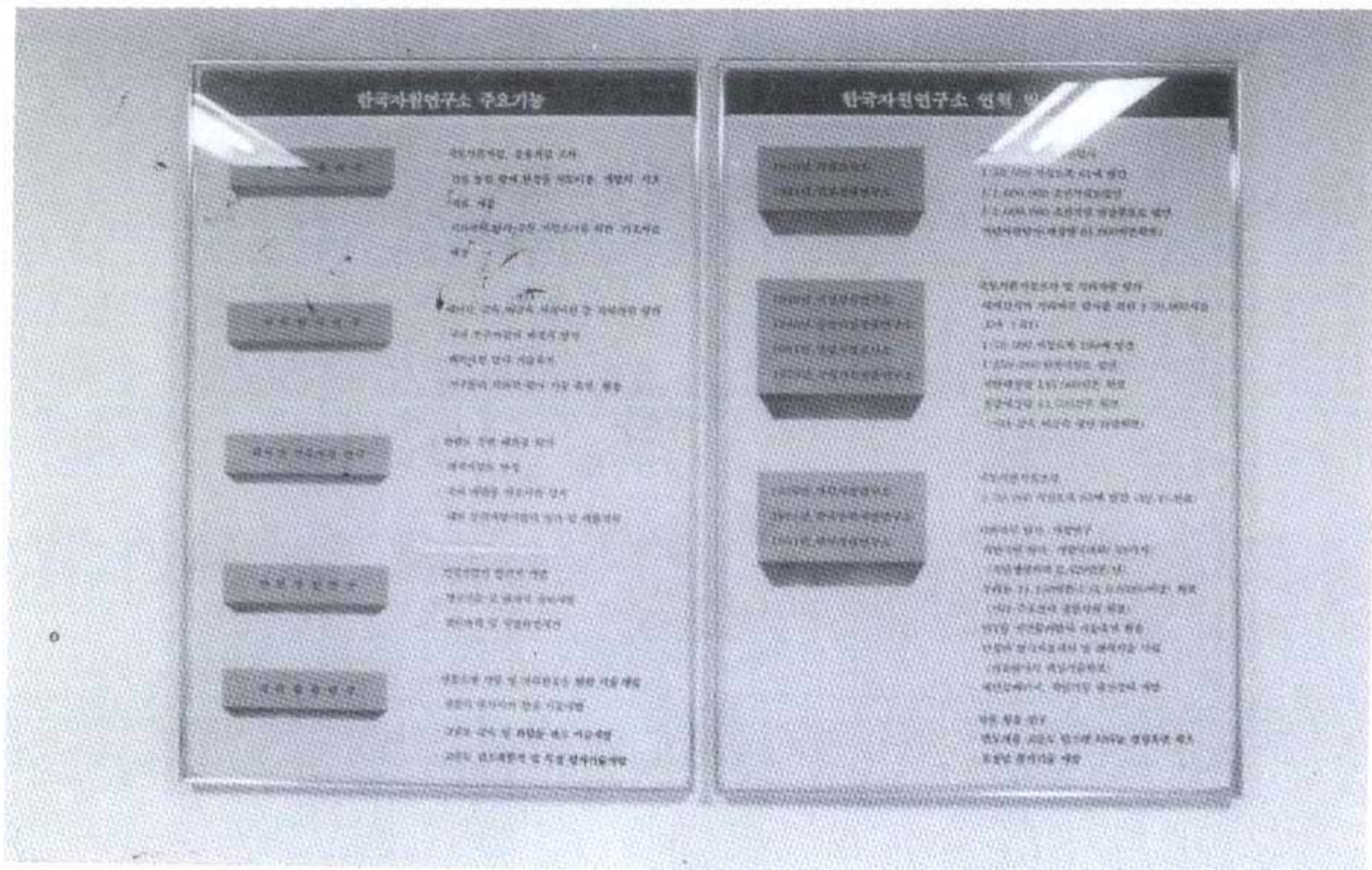


그림 43. 한국자원연구소 주요기능, 연혁 및 주요실적

Ⅲ. 영상 비디오 체계

1. 영상실의 설치

표본 중심의 전시에서는 일반 관람객들에게 지구 전체적인 지질작용에 대한 개념을 줄 수가 없다. 따라서 좀더 생동감이 있으며 거시적 지질작용에 대한 인식을 적극적으로 높여주는 시청각자료 교육장으로서 영상실을 설치하였다.

2. 영상 비디오 테이프의 제작 개요

- 1) 상영시간은 15분쯤으로 제작
- 2) 촬영 및 편집은 방송장비인 U-MATIC 편집기로 제작
- 3) 음악과 음향 효과를 화면과 조화를 이루어 지루하지 않고 경쾌하게 구성

3. 영상 비디오 내용

KBS방송 지구대기행 20편중에 제1편 기적의 행성 지구, 제2편 갈라지는 대륙, 제3편 산소의 생성 및 제4편 대산맥의 탄생을 상영 시간 15분으로 발췌하여 편집하였다.

기적의 행성 지구편은 지구는 어떻게 만들어졌고 어떻게 변화해 왔는지의 모습을 생생하게 기록하고, 갈라지는 대륙은 판구조론을 자세하게 설명한 것이며, 산소의 생성은 지구상에 원시대기의 형성과 최초로 생명체가 어떻게 생겨났는지를 보여주고 대산맥의 탄생은 산맥의 생성을 보여주는 비디오로서 상세한 내용은 아래와 같다.

4. 영상실의 활용 계획

영상실은 앞으로 지구과학에 관한 강연회, 소집회등을 위한 공간으로서 활용될 것이며 또한 소내에서의 전시활동을 보급할 기점으로 이용할 것이다.

Ⅲ-1. 갈라지는 대륙

지구가 생성되었을 당시 즉 지금으로부터 46억년 전에는 한마디로 이야기 해서 불덩어리였습니다.

과학자들은 그러한 지구가 오늘날 수 많은 생물이 살 수 있는 시원한 환경으로 변한 비밀이 무엇인가를 오늘도 연구하고 있습니다.

지구중심부의 온도는 일반적으로 4,000도에서 6,000도 정도로 추정됩니다. 비교적 시원하고 조용한 이 행성의 표면만 보고 그 내부에 그와같은 뜨거운 불덩이가 있으리라고 상상하기에는 매우 어려운 일입니다. 그러나 식어있는 지구표면의 두께는 50km에 불과하다는 것을 아셔야 합니다. 그 지하에는 그야말로 불덩이가 얹아 있는 것이죠.

북 대서양에 자리잡고 있는 아이슬랜드는 지구상에서 가장 큰 화산섬입니다. 섬의 중앙부위는 아직도 빙하로 덮여있으나 많은 여러번의 화산 폭발에 의해 분출된 용암이 이 섬을 형성한 것이죠.

지하에서 용트림 하고있는 에너지가 위로뚫고 나오려고 돌파구를 찾는 것은 오히려 당연한 일입니다.

1984년 9월 4일의 일이었습니다. 아이슬랜드 대학의 화산연구소팀은 이곳에서 화산분출을 처음부터 끝까지 완전히 기록할 수 있었습니다.

넓은 불기둥이 마치 장막처럼 솟구치며 Lava, 즉 용암이 어지럽게 솟아올랐습니다. 용암분출은 급격히 그 강도를 더하고 있었습니다. 이제 분출되

는 용암은 150M 높이에 이르렀고 그 영향이 반경 9km밖까지 미치고 있었
습니다.

일련의 활동이 계속되는 것을 보면서 아이슬랜드라는 이름이 암시하는
차가운 분위기를 잊고 말았습니다. 그 일련의 활동이란 몇가지 특징으로 구
분됩니다. 먼저 지각이 벌어지면서 갑자기 많은 양의 용암이 마치 장막을
만들듯 솟구칩니다. 다음에는 다소 기세가 누그러진 분출양상을 보이지요.
이것은 용암이 지하 깊은 곳으로부터 분출되기 때문입니다. 역설적 이겠지
만 우리가 보는것은 바로 지구가 식는 것을 보는 것입니다. 지구가 생성될
때 흡수했던 그 엄청난 열을 내뿜는 것이 바로 지구가 열을 식히는 방법이
란 것입니다.

이제까지 본 아이슬랜드 화산은 모두가 지각균열을 따라 용암이 분출한
것이지만, 화산활동과 무관한 지각균열도 많이 발견됩니다. 이것은 수 km에
달하는 길이에 깊이 20m가량의 균열 지역이지만 화산활동과는 무관합니다.

그럼 아이슬랜드의 지도를 펴놓고 화산의 위치를 점찍어 보겠습니다. 이
들은 주로 섬의 북동과 남서를 연결하는 연장선에 나타납니다. 이번에는 균
열지대입니다. 이들의 분포와 화산과의 관계가 나타납니다. 한가지 흥미로
운 사실은 양쪽 모두가 섬의 서남쪽 바다로 연결된다는 것입니다.

1963년에는 바다속에서 화산활동이 일어난 결과 스루찌라는 섬이 난데없
이 생겨났고 1973년에는 헤이머시섬과 아이슬랜드에서 강력한 화산폭발이
있었습니다.

같은해에 프랑스와 미국이 공동으로 대서양 해저에 대한 탐사를 시작했
습니다. 아이슬랜드에서 남쪽으로 3,000km 떨어진 해역이 그 대상이었죠.

탐사선 싸이나, 아르키메데스, 알빈등이 수심 3,000m정도에 이르자 30m앞이 겨우 보일정도로 희미해졌습니다. 이 둥근 바위는 용암이 분출되면서 바다속에서 급격히 식어서 응고되었기 때문에 생긴 것들입니다. 모양이 이렇게 둥근 벼개모양으로 생겼다해서 이들을 필로우 라바 라고 합니다. 수심 3,000m에서 이들이 발견된다는 것은 대서양 해저에서 화산활동이 분명히 있었다는 증거죠.

멕시코로부터 200km떨어진 동 태평양에서 탐사중인 알빈호가 보입니다. 이 해역을 바닥까지 조사하면서 탐사선은 예상롭지 않은 현상들과 마주치게 됩니다. 수심 2,600m에서 알빈호는 해저지층으로부터 굴뚝과 같이 솟아 있는 어떤 것들과 만났습니다. 그들은 검은 연기를 뿜는 것처럼 보였고 높이는 약 10m정도 되어 보였습니다. 탐사결과 검은연기로 보였던 것은 수온이 섭씨 350도에 이르는 물줄기 였습니다. 그리고 검게 보이는 것은 가는 금속입자였죠. 해수가 해저지층 내에있는 Magma에 의해 데워져서 위로 솟구칠때 금속성분이 그 속에 녹아 들어옵니다. 이것이 바로 굴뚝모양의 어떤 형태로 보여지는 심해대류 현상입니다. 이 현상은 수압때문에 생기는 현상입니다. 2,600m 깊이라면 수압은 260기압으로 환산되는데 그러한 수압이 없는 환경이라면 굉장한 폭발이 일어나겠지요.

심해 열수대류현상이 나타나는 곳을 지도상에 전부 표시해보면 이것은 특별한 현상이 아니라는 것을 확인할 수 있죠. 아프리카 대륙과 아라비아 반도 사이에 있는 홍해에서도, 옛 대서양이나 동태평양에서도 열수대류 현상은 본질적으로 같은 양상을 띄며 나타납니다. 요즈음 탐사에 열을 올리고 있는 곳은 동태평양 해역입니다. 대류현상이 나타나는 곳을 연결하여 보면 하나의 선이 그어지기 때문입니다. 그렇다면 그것은 무슨 이야기 일까요.

세계 도처에서 입수한 자료를 Computer에 입력 시켜서 해저지층의 모습

을 그려보고자 시도 했습니다.

해저 지층에서 골을 이루는 부분은 청색으로, 산을 이루는 부분은 흰색으로 나타 납니다. 캘리포니아로부터 멕시코까지는 하나의 산맥이 형성되어 있군요. 이 해저산맥의 범위와 열수대류 현상이 나타나는 위치들은 일치하게 됩니다. 탐사자료를 종합해보면 해저깊이에 있어서 알아내기 곤란한 해저산맥의 능선에서 보면 폭이 수km나 되는 계곡이 보입니다. 산의 사면이 계단모양인 것을 보면 산 정상이 반복적으로 무너져 내림으로서 생긴 것이란 예상이 가능합니다. 다시 말해서 이것은 지구의 내부 에너지에 기인한 균열이란 것이죠. 비교적 소규모의 균열들이 해저지층에 따라 보입니다. 이것은 앞서본 필로우 라바들이 많은 곳으로 굴뚝같은 모양의 열수대류 현상이 발견되는 곳입니다.

균열이 가면 Lava가 분출되는 과정을 거듭하면서 아이슬랜드의 형성과정과 똑같이 이 계곡도 형성된 것입니다. 그렇다면 지각을 갈라지게 하는 에너지는 도대체 어떤 종류의 것일까요. 그 비밀은 해저산맥 보다 더 깊은 곳에 감추어져 있습니다.

지구를 얇고 시원한 껍질속에 불덩이가 들어 있는 것으로 상상해 보십시오. 내부의 열은 줄기차게 외부로 발산하려고 합니다. 이 발산하려고 하는 힘이 해저지층을 들어 올리면서 약한 곳에 균열을 만들어 놓는 것입니다. 그 틈을 통로로 열이 발산되는 것이지요. 그러니까 이 해저산맥 이야말로 지구내부의 잔열을 식히는 대표적 장치라고 할 수가 있는 것입니다.

이번에는 Computer Simulation을 통해서 이들 해저산맥이 어떻게 분포되어 있나를 알아보겠습니다. 이들의 총연장이 74,000km에 달하니까 지구에서 가장 큰 화산지대는 바다속 깊은 곳에 있는 것이죠, 아이슬랜드의 위치가 해저산맥의 맨 끝이라는 사실을 주시할 필요가 있습니다. 춥고 어둠이

덮은 지역이지만 지구의 내열이 활발하게 발산되는 곳이기도 합니다.

지구에는 열을 발산할만한 특별한 장치가 있습니다. 해저선맥이 그것인데 지구가 아직도 뜨거운 별이라는 증거이기도 하지요. 사실 지각의 모양이 결정되고 계속해서 변해온 것은 바로 이 열 발산을 위한 조치였음이 틀림없습니다. 육지와 해저지형에 같이 적용되는 사실이지요. 이런 과정의 신비성을 알아 보려면 위성사진을 보는 것이 상책입니다. 홍해가 아라비아 반도와 아프리카 대륙을 갈라놓고 있습니다 만은 위성사진을 자세히 보면 양쪽의 해안선이 어쩐지 닮은 것 같습니다. 아라비아 반도를 우리 마음대로 움직일 수 있다고 가정하고 두 땅덩어리를 맞추어 보면 그림 끼워맞추기 게임처럼 꼭들어 맞는 것을 볼 수 있습니다. 사실 홍해는 두 땅덩어리가 분리된 다음 형성된 것입니다.

그러면 육지는 어떻게 갈라지는가 알아보기로 하죠. 대륙의 땅덩어리는 바다보다도 훨씬 많은 양의 열을 보존할 수 있습니다. 편의상 땅 덩어리를 담요라고 생각해 보기로 합니다. 열이 모이면 윗쪽으로 치미는게 당연 합니다. 그 결과 대륙이 융기하면서 갈라지게 되는 것이지요. 그러면 그 틈으로 바닷물이 들어와 새로운 바다를 형성하는 것입니다. 열을 식히기 위한 방법으로는 상당히 효율적인 것이지요. 이 과정이 계속되면서 육지의 모양도 바뀌게 됩니다. 예를 들면 대륙의 모양인데 오늘날의 대륙 모양이 과거의 모양과는 상당히 다르다는 것입니다. 2억 5천만년전 까지만 해도 지구에는 판제아 라고하는 하나의 대륙이 있었을 뿐입니다. 이 땅덩어리가 담요와 같은 역할을 해서 지열이 보존되고 있습니다. 시간이 흐름에 따라 이 열에너지는 그 땅덩어리를 갈라놓고야 말았읍니다. 옛날 대서양이 자리잡고 있었던 곳에서도 해저에서 화산대가 형성되어 지열을 내뿜듯 지열을 발산하기 위한

변화가 계속되어 대륙을 갈라 놓으므로서 오늘의 대서양을 형성하게 된 것입니다.

그레이트 리프트 계곡은 동아프리카 대부분의 지역을 북에서 남으로 관통하는 계곡입니다. 이 일대 역시 현재 갈라지고 있는 땅입니다. 판제아 대륙때와 마찬가지로 말입니다.

이디오피아에서 케냐까지는 대륙이 갈라지는 지형적 특성때문에 일련의 호수들이 형성되어 있습니다. 지하수가 모여서 된 것들이지요. 그중에 탄자니아의 나트론 호수같은 곳은 독특한 색으로 유명합니다. 주변 암석 성분중에는 소다성분이 많은데 Magma에 의해 더워진 물이 대류할때 이 성분이 물에 녹은 때문입니다. 이 소다성분은 붉은 색을 띠는 미생물 외에는 모두 죽이고 맙니다. 수면의 물이 아프리카의 뜨거운 햇빛과 반응을 해서 결정체들을 침전시키므로써 호수의 모습은 독특하기 이를데 없습니다.

그레이트 리프트 계곡의 용자를 보면 이 대륙에는 극적인 변화가 있을 것이라는 생각이 듭니다. 아프리카 대륙은 조금씩 갈라지고 있습니다. 느리지만 사실이지요. 매년 5mm정도씩 벌어지고 있습니다. 결국 더 많은 호수가 생길 것이고 바다물이 침투할 기회도 많아질 것입니다. 대륙의 모습이 달라지면서 앞으로 5천만년 후에는 아프리카 바다가 지도에 등장할지도 모르는 일입니다.

이러한 일련의 과정이 지구의 참모습이 아닌가 합니다. 땅덩어리가 갈라지면서 바다가 생겨나고 그래서 열이 발산되는 뜨거운 별이 지구라는 것이지요. 지구는 46억년전 생성된 이래 수많은 변화를 겪어왔습니다. 그 변화의 근간을 이루고 있는 것은 역시 이 열 발산의 과정이 아닌가 합니다. 아직도 계속되고 있는 이 과정을 통해서 지구는 살아있는 별로 남을 것입니다.

Ⅲ-2. 산소의 생성

태양계의 9개 행성 가운데 생명을 키울만큼 충분한 산소를 가진 대기는 지구밖에 없습니다. 아주 원시적인 박테리아로부터 사람에 이르기까지 지구상에 있는 어떠한 생명체도 산소없이 살 수 없습니다. 46억년전 같은 생성 과정을 겪고 태어난 행성들이지만 어떻게 지구에만 산소를 넉넉하게 가진 대기가 형성되었는지 궁금합니다.

태양주위를 맴돌고 있는 저 수많은 물체들이 소행성인데 대부분이 지름 10km 안팎의 물체들입니다. 이들은 서로 굉장한 속도로 부딪치면서 엄청난 열을 발산합니다. 이와 같은 충돌 현상의 결과 지구 표면의 온도는 섭씨 1,000도를 넘게 됩니다. 이들 소행성들은 충돌하면서 엄청난 기화열과 함께 소행성 내부에 갇혀 있던 기체를 발산하게 됩니다. 이 기체가 모여서 대기를 형성하기 시작합니다. 이때에 대기 중에 가장 많았던 것이 이산화탄소였으며 그밖에 질소와 수증기가 발견됩니다. 그렇다면 산소는 어디서 나타났다는 말입니까? 산소는 그 충돌의 와중에서 생겨난게 아니라 나중에 유기물체에 의해 생겨난 것이 요즈음의 생각입니다. 우리는 산소를 만든 생물이 도대체 어떤 것들이었나를 알아보기 위해 지구의 저편을 가보았습니다. 사막의 거인처럼 우뚝 솟은 이 지상 최대의 바위가 에이워바위입니다. 에이워바위는 지구상에서 가장 오래된 땅으로 알려진 오스트레일리아대륙의 중앙에 자리잡고 있습니다. 모암의 나이가 20억살이 넘으니까 이 일대는 그만큼의 세월동안 풍상을 겪었다는 것입니다. 사방으로 수백키로미터를 뻗어 있는 이 사막은 가히 상상을 초월하는 규모입니다. 맥도나산맥입니다. 처진 듯한 산세를 보니 하루이틀도 아니고 수백만년 동안이나 비를 맞았으면 산인들 성하겠냐는 생각이 듭니다. 이 오스트레일리아 대륙은 지구 역사에 관한한 그 나이값을 합니다. 짐작하시겠지만 이곳에서 산소 나이의 기원을 찾

아보고자 합니다. 여러차례 우기를 맞고 그때마다 세찬 홍수를 겪으면서 지형이 이상하고 복잡하게 바뀌고 말았습니다. 제멋대로 생겼다고 해서 지명이 병글병글인 이곳은 길이가 10km나 되는 천연의 미로입니다. 지상에서 가장 오래된 땅이 오스트레일리아의 황무지에서 우리는 대기중에 산소가 포함된 기원을 찾아냈습니다. 오스트레일리아의 가장 큰 도시인 퍼슬로부터 500km쯤 북쪽에 샤크만이 있습니다. 샤크만은 두개의 만으로 구성되어 있는데 북쪽에 자리잡은 것이 헤멀린푸울이라는 만으로 우리의 관심 지역입니다. 수심이 얇은 곳에서 쉽게 찾아볼 수 있는 바위들은 마치 만을 가로질러 가기 위해서 누군가가 일부러 징검다리를 놓은 것 같은 형상을 하고 있습니다. 바위들을 만져보면 부드러우면서 끈적끈적한 느낌이 있습니다. 실은 이 바위위에서 자라고 있는 해조류가 바위를 만들기 때문입니다. 이 바위는 스트로마토라이트라고 하는데 그리스말로 바위침대라는 뜻입니다. 스트로마토라이트는 대개 키작은 버섯모양을 하고 있습니다. 이 일대의 바닷물은 어떻게 맑은지 100미터 깊이까지 흰히 들여다 보입니다. 한가지 특이한 사실은 물고기나 해초를 전혀 찾아볼 수 없다는 것입니다. 이들 바위의 표면을 자세히 관찰해 보면 부드러운 해조류가 바위를 감싸고 있는 것을 알게 됩니다. 바위의 표면으로부터 기포가 솟아 오르는데 저것이 바로 우리가 찾으려던 산소입니다. 이 조류는 약 30억년전 지구의 대기속에 처음으로 산소를 제공한 최초의 유기물로부터 진화된 것으로 여겨지고 있습니다. 이 스트로마토라이트들 때문에 바다는 검게 보입니다. 헤멀린푸울 앞바다를 보고 있노라면 이 바다가 수억년전까지 최초로 산소를 만들어 내던 유기물들을 키운 태고의 바다가 아닌가 하는 생각이 듭니다. 이곳의 독특한 환경 덕분에 희귀한 이 옛날 조류가 아직까지 살 수 있는 것입니다. 중요한 것은 이 헤멀린푸울의 지형적 특징입니다. 지구 관측 위성 랜드 셋트가 찍어낸 사진을 자세히 관찰해 보면 그 특징이 잘 나타납니다. 청색을 띄우

는 부분이 수심 2, 3미터 정도의 얇은 바다입니다. 먼 바다로부터 헤멀린푸울로 진입하려는 바닷물은 바로 이 얇은 해역에서 번번히 막히고 맙니다. 그 결과 만 내부는 먼 바다에 비해 두배나 짙물이 됐고 그로 인해 스트로마토라이트가 키우는 조류 이외에는 살아남을만한 생물이 없는 것입니다. 이 바위들은 이렇게 평화스러운 바다에서 천적과 떨어져 살기 때문에 수십 억년전의 모습을 그대로 보존하는 오늘에 이른 것이죠. 이 바위들이야말로 산소의 기원을 밝히는데 있어 없어서는 안될 소중한 자료인 셈입니다. 이것은 살아있는 바위입니다. 바위위에 살고 있는 특수한 색의 청록색 조류가 모래입자를 포획하고 연결시키므로써 결국은 스트로마토라이트를 이룰 한 부분을 형성하고 있기 때문에 표면이 울룩불룩한 것입니다. 한편 이쪽에 있는 스트로마토라이트는 죽은 바위입니다. 표면에 있는 조류들이 모두 죽었다는 것이죠. 죽은지 아마 수백년은 됐으리라고 짐작이 됩니다. 이 조류를 현미경으로 관찰해 보기 위해 옮겨 왔습니다. 현미경에서 녹색으로 나타나는 부분이 이 조류가 갖고 있는 엽록소인 것입니다. 산소의 생성과정에 있어서 없어서는 안될 기관이죠. 현미경의 배율을 더 높혀보면 가느다란 세포들과 그 주위를 감싸고 있는 발모양의 형상이 보이게 됩니다. 이 부드러운 조류가 바위로 변하는 비밀은 바로 이러한 구조적 특징에 있습니다. 해조류는 주로 가까운 바다의 연안에 서식합니다. 해안으로 끊임없이 밀려드는 파도때문에 물속에는 항상 모래가 떠다니게 되는데 이 모래가 조류에 붙어 결국 스트로마토라이트라는 바위로 변하게 되는 것입니다. 한때는 잘 이해가 되지 않던 이야기였읍니다만 세심하게 관찰해 본 결과 각각의 모래의 입자들은 분명하게 단단한 바위로 변화하고 있다는 사실을 밝혀낸 것이죠. 헤멀린푸울의 아침은 대체로 맑고 밝습니다. 아침의 첫 햇살을 받으면서 이 청록색 조류는 광합성을 시작합니다. 그들은 광합성을 통해 자양분을 만듦과 동시에 과정의 산물인 산소를 배출하게 되는 것입니다. 파도가 모래와

진흙의 작은 입자들을 보유시키면 그 중 일부가 바위 표면에 내려 앉게 됩니다. 밤동안 조류가 내놓은 풀같은 물질때문에 내려앉아 있던 진흙과 모래의 입자들이 꼼짝없이 붙어 있게 됩니다. 다음날 아침에도 조류의 광합성작용은 계속됩니다. 크기도 조금씩 커집니다. 산소도 배출합니다. 이러한 현상이 수억년 동안이나 계속되어 온 것입니다. 그렇게 해서 이 둥근 바위들이 생겨난 거죠. 청록색 조류가 주야간 작업한 결과 늘 조금씩 진흙과 모래의 층이 붙어나게 된 것입니다. 스트로마톨라이트는 매년 0.5mm정도 자라는 것입니다. 기억하기가 어려운 먼 옛날부터 이 작은 생물은 꾸준히 바위를 만들었으며 또 산소도 만들어냈습니다. 이제부터는 그 옛날 산소를 만들어 냈던 생물들의 흔적을 찾아보는 여행길에 오르겠습니다. 우리는 노스포울에 와 있습니다. 북극이라는 곳은 실은 재미있는 지명이죠. 오스트레일리아에서 가장 더운 지역의 하나라 일부로 붙인 이름입니다. 재미있는 지명도 지명이지만 이곳은 세계에서 가장 오래된 화석들이 발견된 곳으로 유명합니다. 오스트레일리아와 미국의 학자들이 다투어 화석들을 수집합니다. 이러한 수집 열기는 다시 말해서 최초의 생명체 흔적을 찾고자 하는 열성을 대변하고 있는 것입니다.

1976년 발견된 세계에서 가장 오래된 화석은 이렇게 평범한 바위들 가운데 있었습니다. 이들은 과거를 주어담고 있습니다. 이들도 오래된 것은 35억년전 것도 있습니다. 오스트레일리아 광업진흥국 소속의 말콤 워터박사입니다. 지구상에 나타난 최초의 생물은 과연 어떤 모습을 하고 있었을까? 배율을 1,000배 정도 하니까 튜브같은 박테리아의 모습이 희미하게 보입니다. 다시 초점을 맞추고 자세히 보니까 얽혀있는 튜브모양의 세포들이 나타납니다. 35억년전의 원시 지구에 처음으로 나타난 생물들은 이런 모습을 하고 있었습니다. 이 시편에는 두개의 원형 세포가 보입니다. 이들이 세포 분열

을 막 끝낸 것인지 아니면 막 합쳐진 것인지 알 수 없습니다. 그렇지만 현미경으로 본 바에 의하면 이 세포들은 당시 분명히 살아서 정상적으로 활동하고 있었다는 인상을 줍니다. 이렇게 화석을 연구하고 있으면 물론 그 대상이 박테리아에 불과하지만 이들의 생명 활동이 간단한 것은 아니었으리라고 짐작됩니다. 복잡한 형태의 박테리아 또는 여러 종류의 박테리아를 만나기 때문이죠. 그래서 최초의 생명체는 35억년보다도 훨씬 전에 나타났을 것이라는 생각입니다. 35억년전의 생물이 이토록 복잡한 구조를 가졌다는 것은 놀라운 일입니다. 이것은 진화에 관한 최초의 힌트이기도 합니다. 일찍 시작한 것이니까 복잡한 형태로 되는 것도 빨랐다는 것이죠. 35억년전의 생명 흔적을 보는 것이지만 놀랍게도 빠른 진화의 과정을 겪고 있었던 것이 밝혀집니다. 그러면 다시 주제로 돌아와서 이들이 과연 산소를 생성할 수 있었는가를 알아봅니다. 만약 우리들이 헤멀린푸울에서 봤던 스트로마토라이트와 비슷한 것을 이곳 노스포울에서 발견할 수 있다면 우리의 과정 즉 35억년전이라는 시점에 이미 산소를 생성하는 생물이 살았었다는 것을 증명할 수 있는 것입니다. 이 바위들을 자세히 관찰해 보니 바로 스트로마토라이트입니다. 지층내에 자리잡고 있는 위치를 미루어 볼 때 35억년전 최초의 생물이 지구상에 나타났을때 그들은 이미 존재하고 있었다는 예상이 가능해 집니다. 스트로마토라이트의 赤層구조가 보이므로 이것은 분명 스트로마토라이트입니다. 오랜 풍화를 겪으면서 변형됐지만 여기서 우리는 예의 청록색 조류의 조상을 확실하게 찾아볼 수 있는 겁니다. 이 스트로마토라이트가 나타난다는 사실은 당시 이미 산소 생성 유기물이 존재했었다는 것을 입증한 것이죠.

지구상에 수많은 생명들이 존재할 수 있게 한 곡마차...

지상에 역사가 시작된 이래 모든 생명들은 공동의 고향인 지구에 축복하

기를 꺼리지 않았으며 지구 또한 그들을 거두어줌으로서 우리 모두의 고향
지구는 확실한 별로 발전해 온것입니다.

Ⅲ-3. 대산맥의 탄생

#1. (히말라야 산맥의 전경)

히말라야 산맥입니다. 고도 일만미터 상공의 비행기안에서 보는데 구름을 뚫고 솟아 오른 산봉우리들은 마냥 높게 보입니다. 이 히말라야 산맥은 동서로 3,400km나 뻗어 있으며 그 중심부이자 준봉들은 네팔 일대에 위치해 있습니다.

산맥의 크기를 비유하자면 한반도 정도야 덮고도 남음이 있고 현재의 독일과 비슷한 크기입니다.

#2. (지구본의 모습)

여기말고도 높은 산으로 구성되어 수천 km씩 뻗어 있는 산맥은 몇 개가 더 있습니다. 우선 남아메리카의 등줄기를 이루며 남북으로 뻗어 있는 안데스 산맥과 북아메리카의 록키 산맥을 들 수 있습니다.

#3. (인도판 이동 컴퓨터 그래픽)

그 가운데 8,000m 이상의 높이를 갖는 준봉들로 구성되어 있으며 세상의 한 쪽을 막으려는 듯한 웅장한 규모의 산맥은 히말라야 밖에 없습니다.

이렇게 높은 산들은 과연 어떻게 형성된 것일까요? 컴퓨터 그래픽으로 만든 히말라야의 등고선 지도를 보면서 수수께끼를 풀어 가도록 하겠습니

다. 이해를 돕기 위해 산의 높이를 강조해 아시아 대륙과의 사이에 놓인 문자 그대로 커다란 벽입니다.

벽뒤로는 평균 해발 고도가 5,000m나 되는 티베트 평원이 아시아 대륙의 중앙부까지 펼쳐져 있습니다. 이 고원 지대 역시 지표면의 조성에 관한 궁금증을 풀어줄 힌트 하나를 숨기고 있는 것입니다. 바다에서 아주 멀리 떨어져 있는 이 지역에서 오랜 옛날의 해양생물인 암모나이트의 화석이 발견되기 때문이죠. 이 화석과 대산맥의 탄생과는 어떤 관련이 있을 것입니다.

#4. (히말라야 탐사)

눈덮인 히말라야의 산속 깊은 곳에 바다에 살던 동물의 화석이 있다는 사실을 확인해 봅시다.

처음으로 발견한 해양생물의 화석은 강둑위 절벽에서 나타난 바이발브였습니다. 이들은 옛날의 따뜻한 바다 속에서 암모나이트와 같이 살던 생물입니다. 지층의 색이 갈색이라 회색의 초승달 모양의 화석을 찾기란 어렵지 않았습시다. 보시는 것은 화석이 된 바이발브의 단면입니다. 이들이 포함된 지층들은 쉽게 발견됩니다. 해발 고도 1,500m의 이 강을 따라서 해양생물의 화석이 발견된다는 것은 신비스럽기만 합니다. 벵갈만이 예기에서 가장 가까운 바다인데 1,000km는 족히 됩니다.

바이발브 화석은 차치하고도 다른 해양생물의 화석들을 찾을 수 있었습니다. 이 지층에서는 갯나리의 화석이 많이 나왔습니다. 극피동물중에 속하는 이 갯나리는 성게와 불가사리들과 같은 과를 이루는 동물입니다.

현미경으로 관찰해 봤더니 왼쪽에 있는 커다란 둥근 모양은 갯나리였고 오른쪽의 작은 형태는 산호였습니다. 층을 이루고 있는 마름모 꼴의 무늬는 달팽이였습니다. 보시는 것은 지름이 1mm 남짓한 유공층입니다. 이들은 한 때 열대의 바다에 살던 프랑크톤의 일종입니다.

이러한 증거로 미루어 볼 때 해발 2,000m의 이곳은 오랜 옛날 바다 속이 었다는 말이 됩니다.

(물결자국)

절벽의 겉을 상징하고 있는 줄무늬는 과거의 해저 지층이 화석으로 남아 있는 것입니다.

표층을 걷어내니까 파도가 모래 위에 새긴 무늬들이 확실하게 드러납니다. 지질학자들은 이러한 화석을 물결자국이라고 부릅니다. 파도에 의해 해저지층에 새겨진 수많은 무늬가 흠에 덮여 보존되어 온 것이 이 화석입니다.

파도가 만들어 낸 진동이 해저 지층에까지 영향을 주기 때문에 바다 밑 모래층에는 이와 같은 무늬가 생기기 마련입니다. 잠수부들의 말을 빌리면 이와같은 무늬가 발견되는 곳은 얕은 바다속으로 한정되어 있다고 합니다.

#5. (가까운 우주 공간에서 본 지구의 모습)

(computer graphic : 2억년전 지구의 모습)

가까운 우주 공간에서 지구를 보면 6개의 대륙과 푸른 바다가 나타난다

는 데에 별 의문을 가질 사람은 없습니다. 그러나 오늘날 우리가 살고 있는 지구 표면의 모습이 생성 초기의 그것과 전혀 다르다는 것을 아는 사람은 그리 많지 않을 것입니다. 그동안 수집한 자료를 기초로 하여 컴퓨터 그래픽을 통하여 재현해 본 2억년전의 지구표면의 모습입니다. 현재 북반구에 위치한 인도는 한 때 적도로부터 한참 남쪽에 떨어진 곳에 있었으며 아프리카와 남북아메리카 대륙은 모두 연결되어 있었고, 그렇게 되면 모든 대륙은 한 덩어리였다는 얘기가 됩니다. 이것을 판지아라고 부르는데 그리이스 말로 대륙전체라는 뜻입니다.

2억년전의 지구는 이렇게 보였을 것입니다. 거대한 대륙의 저편은 더 광대한 바다였다는 말입니다. 적도를 중심으로 대륙하고 있던 따뜻한 바다에서 수 많은 생명이 태어나고 진화하고 있었습니다. 그러나 거대한 땅덩어리 밑으로부터 일대 변화가 일기 시작했습니다. 지구 내부에 오래동안 갇혀 있었던 열이 화풍이를 할만한 출구를 찾기 시작한 것이었습니다. 지하 깊은 곳으로부터의 압력을 견디지 못한 지각에는 균열이 나타나기 시작했습니다. 이러한 열의 대류 현상에 의해 균열의 정도는 심해져서 매년 그 폭이 몇 cm씩 커지게 되었던 것입니다. 얼마되지 않아 바다물이 그 틈을 타고 들어와 바다를 형성하게 되었습니다.

(애니메이션 : 인도지판의 이동, 유라시라 지판과의 충돌)

애니메이션에서 보시는 오른쪽이 인도고 왼쪽이 아프리카 대륙입니다. 이 두 개의 땅덩어리는 땅덩어리를 받치고 있는 지판이 이동함으로써 서로 멀리 떨어지게 됩니다.

인도지판은 1억8천만년전부터 시작하여 북쪽으로 계속 움직였습니다. 인

도 지판이 적도를 넘어 유라시아 지괴에 접근하는 동안 장장 7,000km를 이동한 것이죠. 이 때 두 땅덩어리의 가운데에 있던 바다에는 많은 섬들이 생겨나기 시작했습니다. 이 섬들이 생겨난 이유는 무엇일까요?

애니메이션에서 보시는 왼쪽이 인도 지판이고 오른쪽이 유라시아 지판입니다. 두 지판 사이에 있던 두꺼운 바다속 해저 지층에는 해양생물의 잔재가 수북히 쌓여 있었습니다. 두 개의 땅덩어리 사이에서 압력을 받게 된 해저 지층은 위쪽으로 솟아오르기 시작했습니다. 이 때 지층들은 접히거나 구부러지거나 혹은 중첩되게 되었습니다. 꾸준히 위쪽으로 작용한 압력에 의해 해저지층의 봉우리들이 해수면에서 고개를 내밀게 된 것입니다. 이것이 섬들이었죠. 대략 4천5백만년전 이 인도 지판은 유라시아 지판과 충돌하면서 하나로 합쳐진 땅덩어리를 구성하고 말았습니다. 그러나 위에 있던 땅덩어리는 합쳐졌을지 몰라도 인도지판은 이동을 계속해서 점차 유라시아대륙의 밑바닥을 파고들기 시작했습니다.

#6. (두 지판의 단면)

애니메이션에서는 이해를 돕기 위해 두 지판의 단면을 그려보았습니다. 두 지판의 충돌로 인하여 일차적으로 섬을 형성했던 해저 지층은 인도 지판이 계속해서 유라시아 지괴 밑을 파고들기 때문에 용기를 계속하게 됩니다. 엄청난 힘이 작용함으로써 이 섬들은 해발 8,000m 이상의 높이에 이르도록 솟아오른 겁니다. 히말라야 산맥은 이렇게 형성되었습니다. 같은 시기에 뒤에 보이는 티베트 평원도 이뤄졌던 것이죠. 히말라야 산맥은 인도지판이 유라시아 지판과 부딪힘으로 인해 생겨난 것입니다. 다시 말해서 거대한 땅덩어리 판지아가 1억년에 걸쳐 지금같은 형상으로 갈라지는 과정에서 거

대한 산맥들이 형성된 것이며 이러한 움직임은 아직도 계속되고 있다는 것입니다.

#7. (다른 산맥의 형성)

이와같이 지구의 지각 변동은 다른 행성들에 비해 상당히 다양합니다. 대부분의 산맥들은 지판들의 이동으로 생겨난 것들이죠. 히말라야 산맥이나 남아메리카의 안데스산맥, 북아메리카의 록키산맥이 같은 조산과정을 겪었으며 유럽의 알프스산맥 역시 같은 과정으로 태어난 것입니다.

알프스산맥은 4,000m 이상의 준봉들을 38개나 거느린 대산맥입니다. 그 가운데 마테호른, 융프라우, 최고봉 몽블랑 등이 귀에 익은 것들이죠.

이 신비스런 산들이 어떻게 해서 생겨났는지는 오래토록 의문이었습니 다. 엄연한 존재인 이 산을 놓고 학자들은 분분한 이론을 앞세워 생성과정을 설명하고자 하였으나 히말라야와 마찬가지로 아프리카 지판이 유럽 지판과의 충돌이 알프스가 생긴 이유라는 이론이 정설로 된 것은 비교적 최근 즉 1960년대 초였습니다.

#8. (위성에서 잡은 알프스 산맥)

아프리카 지판과 유럽 지판이 충돌하여 알프스 산맥을 만든 시기는 지금 으로부터 8천만년 전인 신생대인 것으로 알려져 있습니다. 2억년전 아프리카 지판과 유럽 지판 사이에 놓여 있던 바다는 폭이 1,000km 이상이었을

것으로 추정됩니다. 알프스가 형성된 것은 이러한 해저 지층이 원래 폭의 10분의 1에 불과한 100km의 폭으로 줄어들었기 때문입니다.

두 지판의 충돌로 생긴 산맥은 알프스 뿐만이 아닙니다. 서쪽으로 피레네 산맥이 그렇고 동쪽으로는 그리이스, 터키, 이란 등지에 생긴 산맥이 이 때 생겨난 것입니다.

때를 같이하여 히말라야 산맥 역시 인도 지판이 유라시아 지판과 충돌하여 생겨난 것입니다.

#9. (에베레스트산)

이 산은 8,848m의 지상 최고봉 에베레스트입니다. 이 곳 에베레스트의 산기슭은 고도 6,000m로서 기압이 해수면에서의 절반이므로 숨을 쉬기가 거북합니다. 에베레스트 산기슭에 자리잡은 쿼르빙하는 산꼭대기로부터 흘러내린 눈이 만든 것입니다. 이 곳의 눈은 녹기는 커녕 굳은 얼음으로 변하기 일쑤입니다. 그 얼음이 산으로부터 흘러내려 이와같은 웅장한 규모의 얼음강을 만들고 있습니다. 어쨌든 강은 강이라 이 빙하로부터 시작한 물줄기가 히말라야를 가로질러 갠지스강으로 흘러들어 결국은 벵갈만에 이르게 됩니다.

얼음위를 수 많은 작은 바위들이 덮고 있습니다. 이 바위들은 산꼭대기에 있던 것들로 빙하가 몰고온 얼음입니다. 이 빙하 또한 산사태로 인해 흘러내려온 바위들과 한데 어우러져 얼음층을 이룬 것으로 신기한 것은 갠지스의 화석이 이러한 바위들 속에서도 발견되는 것이었습니다. 오늘날 히

말라야의 준봉들이 멋진 모습을 자랑하고 있는 것은 오랜 기간을 두고 빙하가 산을 다듬었기 때문입니다. 빙하가 휩쓸고 지나간 곳에는 깊은 골이 생기고 빙하가 가지 못하던 산봉우리들만 원래의 모습을 잃지 않고 있는 것입니다.

세계의 지붕이자 최고봉인 에베레스트 산기슭에서도 이 일대가 한때 바닷속이었다는 증거를 찾을 수 있었습니다. 줄무늬가 나 있는 이 노란색 지층은 흔히 황색띠라 불립니다. 이 역시 해저에서 생성된 석회암 층이죠. 산악인들이 채취해온 이 암석들을 지질학자들이 분석한 결과 그 속에서 갯나리의 화석들이 발견되었습니다. 이 화석들은 에베레스트산의 옆 봉우리들에서도 나타납니다. 이러한 황색띠는, 물론 바다 밑에서 이루어진 것으로 생성시기는 4억년전에서 5억년전으로 추정됩니다.

아직도 인도지판이 유라시아 대륙속을 파고들기 때문에 히말라야는 계속 높아질 것으로 믿는 학자들이 많이 있습니다.

#10. (Epilogue)

대륙들이 갈라지고 충돌하면서 바다가 생기고 산이 생긴 일대의 드라마는 과거 수억년에 걸쳐 이루어진 것이지만 아직도 계속되고 있습니다.

지구의 지질구조를 설명하기에는 낯설지만 획기적인 이론임에 틀림없는 판구조론을 통하여 학자들 대부분이 우리 지구 표면은 계속해서 움직이고 있다는 사실을 믿어 의심치 않고 있습니다. 대서양이 커지고 있습니다. 언젠가는 태평양보다 더 커질지 모를 일입니다.

앞으로 2-3억년 후면 현재 갈라져 있는 대륙들이 모여 또 다시 판지아를 형성할지도 모르는 일입니다.

그런 와중에 히말라야보다도 더 웅장한 규모의 산맥이 나타나지 말라는 법도 없습니다. 우리가 알고 있는 굳은 의지의 표상 즉 땅도 알고 보면 우리의 짧은 인생에서나 그렇게 보일 뿐입니다. 히말라야의 거대한 산채 속에 고요히 잠들어 있는 과거의 생물들이 혹시 이 크나 큰 바다와 육지의 비밀을 밝히기 위해 언젠가 입을 열지도 모르는 일입니다.

Ⅲ-4. 기적의 행성-지구

#1. (기적의 행성-지구)

#2. (외계에서 바라본 지구의 모습)

여러가지 과학적 증거를 종합해 보면 우주 전체에서 유독 지구에만 생명체가 존재한다는 결론에 도달하고자 합니다.

외계에서 지구를 본 사람의 표현을 빌자면 지구는 영락없이 사막의 오아시스입니다. 암흑의 바다에 떠있는 푸른빛 광채의 공과 같습니다. 푸른 바다와 녹색의 초원, 흰 구름이 있는 지구는 생명의 보고입니다.

그러면 이 지구는 어떻게 만들어졌고 어떻게 변화해 왔을까요.

#4. (달의 분화구의 모습)

이러한 의문에 대한 해결의 실마리는 갈릴레오 갈릴레이가 스스로 제작한 망원경으로 달을 발견한 1609년이라고 볼 수 있습니다. 이 발견에 이어 의심이 꼬리를 물었습니다. 어떻게 형성이 된 것이냐에 관하여 화산의 분화구다, 아니다, 운석이 만든 흠집이다, 아니다 등의 논란이 시작부터 분분했습니다.

그와같은 웅덩이가 다른 행성에도 존재한다는 것은 우주선으로 태양계 탐사를 시작하고자야 비로서 낼 수 있었던 결론입니다.

#5. (태양계의 위성)

#6.

토성에 있는 위성 중의 하나인 마이머스에 거대한 웅덩이가 있음을 보이저호가 밝혀낸 것을 그 예로 들 수 있습니다.

그것은 빙하가 덮인 위성 엔서레이즈에서도 발견됩니다. 결국 과학자들은 이들 웅덩이가 화산 활동에 의한 것이 아니라 운석이 떨어지면서 만들어진 것이라는 의견을 모았습니다.

이렇듯 별과 별이 부딪히는 일들은 희귀한 일이 아닐뿐더러 그로 인해들이 합쳐지는 일도 종종 일어나는 일들입니다.

그러니까 이들 웅덩이의 형성을 연구하면 어떻게 행성이 커지는지도 짐작할 수 있다는 것입니다.

우리는 달이나 수성의 표면이 늘 보아도 거의 변화가 없다는 사실을 알고 있습니다. 오늘날의 달을 보면 지구가 막 생성되었을 때의 형상이 어떠했을까를 짐작할 수 있듯이 말입니다.

이 생성의 드라마는 46억년전 쯤에 시작되었고 그 때의 우주나이는 100억살 이었습니다.

#7. (태양과 9개의 위성, 소행성의 탄생)

(초기 지구의 표면)

46억년전의 일을 정확히 안다는 것은 불가능한 일이나 근사치를 구하는 일은 가능한 일입니다.

우주에 널려 있는 먼지와 가스가 모여 고온의 가스 소용돌이를 만듭니다. 소용돌이의 중심에서 그 혼합체는 타기 시작합니다. 이러한 혼합체에서 태양이라는 별이 탄생하게 된 것입니다.

태양 주위에는 다른 고체 형태의 행성들이 형성됩니다. 그것이 지구와 다른 8개의 행성들이죠. 그런 다음 가스는 서서히 냉각되면서 수증기에서 물이 만들어지듯 농축되기 시작합니다. 그것이 소위 소행성입니다. 이들은 커다란 콩모양의 슛덩어리인 셈이죠. 직경이 평균해서 10km나 되는 콩 말이죠. 게다가 숫자는 엄청나게 많아서 100조를 넘는다는 추측도 있습니다. 그런데 그들은 서로 충돌을 거듭했던 것입니다.

이 소행성들은 물론 깨지는 것도 있었고 합쳐져서 더 큰 행성을 만드는 것도 있었습니다. 이 충돌 현상은 몇년 썩이나 계속됐습니다.

생성 초기의 지구의 표면에는 수많은 웅덩이들이 있었습니다. 이때의 지구의 모습을 머리에 그리려면 이러한 웅덩이들이 생성 초기와 비교해서 거의 달라진 바 없는 달의 표면을 보면 됩니다.

#8. (운석 충돌과 시뮬레이션)

막 생성된 지구는 계속 커지면서 웅덩이들도 무수히 생겨났습니다. 자꾸 커지던 지구는 더 큰 인력을 갖게 됨에 따라 더 많은 더 큰 운석들을 끌어들이게 됩니다. 충돌 사건은 더욱 빈번해졌습니다.

지표면은 변화하기 시작합니다. 이와같은 충돌을 여러번 겪으면서 지각이 용융되게 됐던 것입니다. 붉은 색의 뜨거운 마그마가 퍼져나가 지구 전체를 덮었습니다.

마그마의 용점은 섭씨 1,300도 입니다. 이 온도가 되면서 지표면도 용융되었던 것이죠. 이 높은 온도로부터 지각이 식기까지는 오랜 시간이 걸렸습니다.

차가운 냉혈의 행성으로 태어났던 지구는 불덩어리가 되었습니다. 수많은 운석이 떨어지면서 지구는 마그마의 바다가 되어 버렸죠. 이 마그마의 바다는 깊이가 1,500km였고 표면 온도는 섭씨 1,300도에 이르렀습니다. 이런 지구에 아직도 계속해서 소행성들이 충돌하고 있었습니다.

오늘날의 지구를 구성하고 있는 원소들은 이 때 유입된 것들입니다. 충돌당시 운석을 구성하고 있던 원소들이 바로 녹았습니다.

#9. (46억년이 지난 현재의 지구 : 바다의 형성)

그 때부터 46억년이 지난 오늘날의 지구는 얼마나 다르니까? 공기가 있

고 바다가 있는 온화한 분위기의 지구, 정말 독특한 행성이죠.

그러면 생성 초기의 불덩이 같던 지구에서 어떻게 이런 지구로 변화했을까요? 지구의 진화과정을 이해하려면 지구를 구성하고 있는 원소들을 연구해야 합니다. 운석을 연구해 볼 필요가 있습니다. 이들 가운데는 지구 생성 초기의 물질들을 함유하고 있는 것이 있습니다. 더구나 그들은 그 원형을 그대로 유지하고 있습니다.

운석들을 연구함으로써 바다의 형성에 관한 이해가 가능해졌습니다.

#10. (시카고의 필드박물관)

여기는 시카고의 필드박물관입니다.

운석을 소장하고 있는 곳이라 미국뿐 아니라 전세계적으로 유명한 곳입니다. 그 가운데에 1969년 오스트레일리아에 떨어졌던 머치슨 운석이 있습니다. 그 안에서 단백질이 검출되어 비상한 관심을 불러 일으켰었습니다. 게다가 많은 양의 수분도 검출되었으니 흥분할 수 밖에 없었습니다.

46억년전의 태양계에 물이 존재했었다고 하니 지구에 바다가 형성된 것은 바로 이 물로 인한 것이 아니냐는 겁니다. 어쨌든 운석이 함유하고 있는 물을 관찰함으로써 재미있는 사실이 발견된 것 같습니다.

그러면 어떻게 수분이 운석안에 들어가 있느냐 하는 겁니다. 과학자들의 결론은 태양계가 식을 때 고체 속에 수증기가 갇혔을 것이라는 거죠.

#12. (지구에 떨어지는 운석과 용융된 지구 표면)

수십억년전 수 많은 운석들이 커지고 있던 별 지구로 유인되어 거대한 마그마의 바다에 몸을 던졌습니다. 운석을 구성하고 있던 성분들은 분리되기 시작하면서 철분같은 무거운 성분은 가라앉고 가벼운 성분은 표면에 남아 있었을 것입니다. 이들 가운데는 물을 함유하고 있는 것도 많았으리라 예상됩니다.

지구의 중심부로 가라앉은 철성분과는 대조적으로 수증기는 위로 떠올랐을 겁니다. 수증기는 탄산가스 등의 다른 가스들과 함께 두꺼운 구름을 형성했겠죠. 중력으로 인해 이 기체가 외계로 달아날 수는 없었을 테니까요. 이때부터 지구의 대기권이 형성되기 시작합니다.

#13. (금성과 지구와의 비교)

이와같은 변화가 다른 행성들에게는 일어나지 말라는 법은 없을 겁니다. 특히 지구의 자매같은 금성같은데 말이죠. 그러나 지구에는 자랑스런 바다가 있지만 금성은 건조하기 짝이 없습니다. 왜 이렇게 큰 차이가 날까요. 이 두 개의 행성을 둘러싸고 있는 구름층은 태양으로부터 날라오는 강력한 방사선에 의해 파괴되고 있었습니다. 금성의 경우 이러한 파괴현상을 막을 수가 없었습니다. 따라서 수증기의 양이 자꾸 줄어 들어 오늘날의 금성과 같은 물없는 별이 되고 만 것입니다.

지구에도 같은 변화가 일고 있었습니다. 태양의 무자비한 방사선에 의해 구름층이 파괴되고 있었다는 얘기입니다. 이 때 만약 운이 닿지 않았더라면

지구 역시 무인행성이 될 뻔했습니다. 다행스럽게도 떨어지던 운석의 숫자가 줄기 시작하면서 마그마의 바다는 식기 시작했던 겁니다. 지구의 온도가 떨어지기 시작한 것이죠.

지표면이 식기 시작하면서 그 상공의 온도도 같이 내려갔습니다. 500km 상공에 있던 두꺼운 구름층이 하강을 시작했습니다. 운명이 바뀌는 결정적인 전기는 지표면 온도가 섭씨 300도를 가리킬 때였습니다.

이 현상은 유독 지구에만 있었습니다.

비가 옵니다. 구름으로 있기에 너무 무거워 비로 변한 수분은 아직도 더운 지표면을 식힙니다. 비로 인해 지표면의 온도는 더욱 내려갔고 이 결과 더욱 많은 비가 내렸습니다.

이 과정은 홍수가 날 때까지 계속 됩니다.

불현듯 지구에는 바다가 생긴 것입니다. 진화의 과정은 참으로 길고 긴 과정이지만 바다의 생성은 이렇듯 짧은 기간 동안에 이루어지고 말았습니다.

#14. (햇빛 비치는 지구)

결국 구름이 걷히고 지구를 덮고 있던 바다에 햇빛이 내려쬐게 되었습니다.

그 바다! 바다를 만들어 낸 그 흥미진진한 조화가 없었던들 지구의 운명도 금성의 그것과 다름이 없었을 것입니다.

15. (Epilogue)

우주는 아름답지만 본질적으로 무생물주의입니다. 유독 지구만 예외로 알려져 있습니다. 이 기적의 행성에도 생명이 발붙일 여유가 없었지만 바다가 만들어진 이래 수 많은 생명이 살아갈 수 있게 되었습니다. 말하자면 획기적인 전기였습니다.

오늘날의 지구는 무한한 생명들의 보금자리가 되었습니다.

46억년 전의 지구가 생성된 이래 기적은 언제나 일어나고 있는 것입니다.

IV. 결 론

1) 지구과학분야의 연구결과와 자료를 축적하여 전시하였으며, 미확보된 국내·외 표품의 수집, 분류 및 설명판넬의 설치로 전시 내용을 강화하였다.

2) 현재까지 국내·외에서 수집된 광물, 암석, 화석, 지질 및 퇴적구조 등의 모든 표품 및 금년도에 수집, 분류된 표품을 전시된 표품과 보관된 표품으로 선별, 종합하여 이를 전산화하였다.

3) 범국가적 행사인 과학박람회기간동안 국·내외 관람객수는 3,121명에 이르고, 지질표본관 개관후 초, 중, 고등학생 및 일반인 관람인원은 총 5,274명으로서 지구과학 교육의 산 교육장 역할을 하였다.

4) 지질 표품들, 지구개관에 대한 자동녹음설명장치 및 영상실을 설치하여 지구과학에 대한 시청각효과를 높여 모든 국민에 대한 봉사에 최선을 다하였다.

5) 지질표본관을 상설전시하여 대중 및 학교와 상호 유기적 연계속에서 지원을 효과적으로 수행하기 위해서 향후 전시 및 교육프로그램 개발사업이 필요 불가결하다.

부록1. 전시광물, 보석 및 암석 표본

광물명	Code	산지	기타
자연금 Native gold Au 등축	7A1102(D)	경북 봉화군 소천면 금정광산	
	7A1103(D)	충북 증원군 노은면 대창광산	
	7A1117(D)	충남 홍성군 홍북면갈산리	
	7A1118(D)	경북 봉화군 소천면 금정광산	이준복 기증
자연은 및 휘은석 Native silver & Argenite Ag & Ag ₂ S 등축	7A1202(D)	경기도 광명시 일직동 시흥광산	
자연동 Native copper Cu 등축	7A1301(D)	경북 영양군 영양면	에폭시수지, 장방형
	7A1303(D)	영국	
	7A1306(D)	경남 창원군	
	7A1307(D)	영국	
	7A1311(D)	강원도 수비면 세천동	원형 판상의 모임
비소 Arsenic As 육방	7A4101(D)	캐나다 브리티쉬 컬럼비아주	
알레몬타이트 Allemontite AsSb 육방	7A4102(D)	캐나다 브리티쉬 컬럼비아주	
흑연 Graphite C 육방	7A5102(D)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	
다이아몬드 Diamond in Kimberlite C 등축	7A5201(D)	남아프리카 공화국	
황 Native Sulfur S 사방	7A5301(D)	일본	
	7A5303(D)	이태리	
텔루륨 Tellurium with Emmonsite Te with Fe ₂ Te ₃ O ₉ ·2H ₂ O & FeS ₂ 육방	7A4501(D)	미국 뉴멕시코주	
헤드레이아이트 Hedleyite Bi ₇ Te ₃ & (Mn, Zn) ₇ (CO ₃) ₂ (OH) ₁₀ 육방	7A4502(D)	캐나다 브리티쉬 컬럼비아주	
황철석 Pyrite FeS ₂ 등축	7B1101(D)	충북 증원군 양성면 대화광산	방연석과 함께
	7B1103(D)	충북 증원군 양성면 대화광산	석영맥내에 충전
	7B1104(D)	자이레	
	7B1105(E)	충북 증원군 양성면 대화광산	
	7B1111(단)	페루	
	7B1112(D)	러시아	→ 및 연·아연광 Pb-Zn ore V.A. Anain 기증

광물명	Code	산지	기타
황동석 Chalcopyrite CuFeS ₂ 등축	7B1701(D)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	
	7B1704(D)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	
	7B1705(D)	자이레	
	7B1707(D)	경기도 시흥군 서면 시흥광산	
	7B1716(E)	멕시코	→ 및 방해석 Calcite
	7B1717(D)	일본	→ 및 자류철석 Pyrrhite (Fe _{1-x} S) 윤상규 기증
방연석 Galena PbS 등축	7B4103(D)	경남 함안군 여항면 여항광산	→ 및 황동석 Chalcopyrite (CuFeS ₂)
	7B4110(D)	경북 봉화군 석포면 연화광산	→ 및 섬아연석 Sphalerite (ZnS)
	7B4116(D)	미국 콜로라도주	
	7B4120(D)	경북 봉화군 석포면 연화광산	
섬아연석 Sphalerite ZnS 등축	7B4203(D)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	→ 및 황동석 Chalcopyrite (CuFeS ₂)
	7B4213(D)	미국	
	7B4214(D)	스페인	
	7B4216(D)	프랑스	
진사 Cinnabar HgS 육방	7B5103(D)	스페인	
	7B5104(D)	스페인	
메타시나바라이트 Metacinnabarite Hg _{1-x} S 등축	7B5201(D)	미국 워싱턴주	
취안석 Stibnite Sb ₂ S ₃ 사방	7B6701(D)	경북 봉화군 소천면 장군광산	
	7B6708(D)	태국	
	7B6710(D)	중국	→ 중국 지질박물관
취수연석 Molybdenite MoS ₂ 육방	7B7101(D)	충북 증원군 양성면 돈산광산	
	7B7102(E)	전북 장수군 계내면 장수광산	
	7B7104(D)	경기도 화성군 비봉면 남양중석광산	
	7B7107(D)	충북 증원군 양성면 돈산광산	
	7B7108(E)	전북 장수군 계내면 장수광산	
트로이라이트 Troilite FeS 육방	7B1001(D)	미국 캘리포니아주	

광물명	Code	산지	기타
니켈광 Nickel ore Ni 동축	7B2101(D)	전남 남원군 산내면 산내광산	
취코발트석 Cobaltite (Co, Fe)AsS 동축	7B3201(D)	자이레	
	7B3202(D)	캐나다 온타리오주	
계관석 Realgar AsS 단사	7B6101(D)	함북 부령군 관해면	
	7B6102(D)	일본	
	7B6103(D)	미국 네바다주	
	7B6104(단)	중국 후난	
농홍은석 Pyrargyrite Ag ₃ SbS ₂ 육방	7C1801(D)	멕시코	
	7C1803(D)	충북 음성군 금왕면 금왕광산	
베르제리아나이트 Berzelianite in Calcite Cu ₂ Se 동축	7C2201(D)	스웨덴	
니콜라이트 및 브레이트하우프타이트 Niccolite & Breithauptite NiAs & NiSb 육방	7C4301(D)	캐나다 온타리오주	
보울랑저라이트 Boulangerite Pt ₅ Sb ₄ Si ₁₁ 단사	7C1H01(D)	경북 봉화군 소천면 장군광산	
수정 Rock Crystal SiO ₂ 삼방	7D1121(G)	브라질	→ 석영 Quartz
	7D1123(G)	강원도 고성	→ 연수정 Smoky Quartz
	7D1124(G)	전북 장수군 계북면 대유광산	→ 장미석영 Rose Quartz
	7D1125(D)	경남 진양군 수곡면	→ 장미석영 Rose Quartz
	7D1139(D)	미국 네바다주	→ 석영 Quartz
	7D1143(G)	브라질	→ 황수정 Citrine
	7D1144(E)	마다가스칼	
	7D1148(D)	경남 울주군 언양광산	
	7D1150(D)	충북 증원군 양성면 대화광산	
	7D1156(G)	브라질	→ 연수정 Smoky Quartz
	7D1158(실)	브라질	(주) 대종체인 김지태
7D1159(D)	러시아 야쿠츠크	→ 연수정 Smoky Quartz V.A. Anain & 박노영	

광물명	Code	산지	기타
자수정 Amethyst SiO ₂ 삼방	7D1102(G)	경남 울산군 언양광산	
	7D1104(D)	경남 울산군 언양광산	
	7D1105(G)	경남 울산군 언양광산	
	7D1107(G)	경남 울산군 언양광산	
	7D1108(E)	경남 울산군 언양광산	
	7D1110(D)	경북 울진군 달우 자수정 광업소	
	7D1154(G)	브라질	김동섭 기증
	7D1155(G)	브라질	김동섭 기증
	7D1157(실)	브라질	(주) 대종체인 김지태
옥수 Chalcedony SiO ₂	7D1126(D)	.	
프랭크리나이트 및 홍아연석 Franklinite & Zincite ZnFe ₂ O ₄ & ZnO 등축, 육방	7D1301(D)	미국 뉴저지주 프랭크린	
아게이트 Agate SiO ₂	7D1401(D)	미국	
	7D1409(G)	러시아 바이칼호 남부	V. A. Anain 기증
	7D1410(G)	아르헨티나	김동섭 기증
벽옥 Jasper SiO ₂	7D1405(D)	미국	
	7D1406(D)	강원도 영월군	
단백석 Opal SiO ₂ ·nH ₂ O	7D1501(D)	경북 영일군 오천면	
	7D1502(D)	경북 영일군	
자철석 Magnetite Fe ₃ O ₄ 등축	7D1203(D)	경남 울주군 농소면 울산광산	
	7D1216(D)	충북 제천군 수산면 황강리	
적철석 Hematite Fe ₂ O ₃ 육방	7D3101(G)	함경남도	
	7D3103(D)	가봉	
	7D3104(D)	북한	
	7D3110(D)	캐나다	
경철석 Specularite Fe ₂ O ₃	7D3109(D)	자이레	
침철석 Goethite FeO·OH 사방	7DC201(D)	미국 워싱턴시	→ 갈철석(침철석) Limonite(Goethite)
	7DC205(D)	모로코	엄경용기증 93.10.29.
강옥 Corundum Al ₂ O ₃ 육방	7D3404(D)	미국 노스캐롤라이나주	
아룬덤 Alundum Al ₂ O ₃	7D3407(D)	미국 뉴욕주	
보우크사이트 Bauxite	7D3001(D)	인도네시아	상품명으로서 김사이 트, 보에마이트, 다이 아스포아 등의 집합체
망간광 Manganese ore Mn	7D4001(D)	경북 봉화군 소천면 장군광산	

광물명	Code	산지	기타
수활석 Brucite Mg(OH) ₂ 옥방	7DA101(D)	충북 단양군	
주석석 Cassiterite SnO ₂ 정방	7D5111(D)	미국	
	7D5115(D)	볼리비아	진명식 기준 93.8.
	7D5116(D)	볼리비아	진명식 기준 93.8.
적동석 및 크리소콜라 Cuprite & Chrysocolla Cu ₂ O(등축) & Cu ₄ H ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈ (단사)	7D6101(D)	미국 몬태나주	
우라늄광 Uranium ore U	7D7003(D)	.	
	7D7004(D)	.	
	7D7006(D)	.	
베델레이아이트 Baddeleyite ZrO ₂ 단사	7D7301(D)	브라질 게라이스광산	
다이아스포아 Diaspore with Pyrophyllite AlOOH(사방) with Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	7D8202(D)	미국 네바다주	
크립토멜레인 Cryptomalane KMn ₈ O ₁₆ 단사	7DK401(D)	경북 봉화군 소천면 장군광산	
방해석 Calcite CaCO ₃ 삼방	7H1301(F)	충북 단양군 단양읍	
	7H1302(F)	충북 단양군 단양읍	
	7H1304(F)	충북 단양군	
	7H1317(D)	멕시코	
	7H1320(E)	브라질	
	7H1323(F)	러시아 카자흐스탄	V. A. Anain & 박노영
	7H1324(E)	페루	→ 망간방해석 Mangano calcite
아라고나이트 Aragonite CaCO ₃ 사방	7H1320(E)	브라질	
	7H1401(F)	러시아 타이미르	
농철석 Siderite FeCO ₃ 삼방	7H1704(F)	경북 달성군 가창면 달성광산	
농망간석 Rhodochrosite MnCO ₃ 삼방	7H1801(F)	.	
	7H1802(F)	페루	
	7H1804(F)	경북 봉화군 장군광산	
공작석 Malachite Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂ 단사	7H8201(G)	자이레	→ 및 남동석 Azurite
	7H8202(E)	자이레	
	7H8203(F)	자이레	
	7H8204(F)	자이레	
	7H8205(F)	경남 함안군 여항면 함안광산	
	7H8206(F)	자이레	
	7H8211(E)	모로코	→ 남동석 및 공작석
	7H8212(G)	자이레	
	7H8214(F)	중국	

광물명	Code	산지	기타
남동석 Azurite $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ 단사	7H8304(F)	모로코	→ 공작석 및 남동석
	7H8305(F)	중국	
암염 Rock salt NaCl 등축	7F1101(F)	독일	
아타카마이트 Atacamite $Cu_2Cl(OH)_3$ 사방	7F3101(F)	칠레	
형석 Fluorite CaF_2 등축	7F5201(E)	경기도 가평군 하면 보정광산	
	7F5203(F)	충북 제천시 덕산면 남일광산	
	7F5204(F)	경북 구미광산	
	7F5207(F)	강원도 춘성군 사북면 신포리	
	7F5208(E)	강원도 춘성군 사북면 신포리	
경석고 Anhydrite $CaSO_4$ 사방	7I1301(F)	멕시코 나이카	
석고 Gypsum $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 단사	7I3309(F)	호주	이당훈 기증
	7I3310(단)	사우디아라비아	김성원 기증
	7I3311(F)	사우디아라비아	김성원 기증
	7I3313(E)	칠레	
	7I3314(F)	모로코 사하라사막	엄경용 기증 93.10.29
	7I3315(F)	사하라사막	엄경용 기증 93.10.29
중정석 Barite $BaSO_4$ 사방	7I1402(F)	폴란드	
	7I1407(F)	충북 증원군 주덕면	
셀레스타이트 Celestite $SrSO_4$ 사방	7I1502(E)	마다가스카르	
담반 Chalcantite $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 삼사	7I5101(F)	황해도 연정	
비비아나이트 Vivianite (Kerchenite) $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ 단사	7J3401(F)	러시아 흑해 크림	V.A.Anain & 박노영
인회석 Apatite $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$ 단사, 육방	7J5104(F)	평북 용천군	
코네타이트 Cornetite $Cu_3(PO_4)(OH)_3$ 사방	7J5201(F)	자이레	
터키석 Turquoise $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$ 삼사	7J7602(F)	세네갈	
카노타이트 Carnotite $K_2(UO_2)_2V_2O_8 \cdot 3H_2O$ 단사	7K9501(F)	미국	
철망간중석 Wolframite $(Fe, Mn)WO_4$ 단사	7L6312(F)	경북 달성군 가창면 달성광산	
	7L6313(F)	충북 증원군 양성면 대화광산	
	7L6314(F)	충북 증원군 양성면 대화광산	

광물명	Code	산지	기타
회중석 Scheelite CaWO ₄ 정방	7L6405(F)	충북 증원군 양성면 대화광산	
	7L6406(F)	충북 증원군 양성면 대화광산	
	7L6407(F)	충북 증원군 양성면 대화광산	
	7L6408(F)	강원도 영월군 상동읍 상동광산	→ 및 휘수연석 Molybdenite (MO ₃ S ₂)
울페나이트 Wulfenite PbMoO ₄ 정방	7L8202(F)	멕시코	
빙장석 Adularia KAlSi ₃ O ₈ 단사	7M1201(F)	강원도 준양군 내금강면	
	7M1202(F)	황해도 수안군 수구면	
정장석 Orthoclase KAlSi ₃ O ₈ 단사	7M1302(F)	경북 문경군 문경읍	→ 및 수정 Rock crystal
	7M1304(F)	강원도 고성군 설악산	
	7M1306(F)	강원도 고성군 설악산	
	7M1310(F)	경북 문경군 문경읍	→ 및 수정 Rock crystal
미사장석 Microcline KAlSi ₃ O ₈ 삼사	7M1401(F)	미국 버지니아주	
	7M1403(G)	브라질	→ 천하석 Amazonite
	7M1405(F)	강원도 고성군 외금강면	
앨바이트 및 미사장석 Albite & Microcline NaAlSi ₃ O ₈ (삼사) & KAlSi ₃ O ₈	7M2303(F)	강원도 고성군 외금강	
소달라이트 Sodalite Na ₈ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ Cl ₂ 등축	7M4401(F)	함북 길주군 장백면	
	7M4402(F)	함북 길주군 장백면	
라주라이트 Lazurite (Na, Ca) ₈ (Al, Si) ₁₂ (O, S) ₂₄ SO ₄ 등축	7M4701(G)	러시아 바이칼호 남부	박노영 기증
	7M4702(F)	러시아 바이칼	V. A. Anain & 박노영
보트라이오라이트 Botryolite CaB ₂ SiO ₄ (OH)	7M5002(F)	일본	
데이톨라이트 Datolite CaB ₂ SiO ₄ (OH)	7M5005(F)	일본	
	7M5006(F)	일본	
	7M5007(F)	일본	
	7M5012(F)	일본	
홀렌다이트 Heulandite CaAl ₂ Si ₇ O ₁₈ ·6H ₂ O	7M5009(F)	일본	
	7M5010(F)	일본	
오케나이트 Okenite CaSi ₂ O ₄ (OH) ₂ ·H ₂ O 삼사	7M5301(E)	인도 푸나	
휘석 Pyroxene 사방, 단사	7N0001(F)	강원도 고성군 죽왕면 오봉리	
경옥 Jadeite Na(Al, Fe)Si ₂ O ₆ 단사	7N4403(G)	러시아 바이칼호 남부	V. A. Anain & 박노영
	7N4404(G)	러시아 크라소나야스크	V. A. Anain & 박노영

광물명	Code	산지	기타
투휘석 Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ 단사	7N2102(F)	필리핀 사마르섬	조민조 기증
	7N2103(F)	브라질	
	7N2104(F)	러시아 바이칼 북부	→ 레브로바이트 Lavrovite V. A. Anain & 박노영
호안석 Tiger eye	7N7301(G)	남아프리카	
	7N7302(F)	러시아 카자흐스탄	V. A. Anain & 박노영
연옥 Nephrite 단사	7N8005(G)	강원도 춘성군 동면 월곡리	
	7N8007(G)	강원도 춘성군 동면 춘성연옥광산	
	7N8008(G)	러시아 바이칼호 남부	→ 7N808-1,2 외 3개 (더합 5개)의 준 가공품 포함
투각섬석 Tremolite $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ 단사	7N8207(F)	충북 충주시 동양활석광산	
	7N8209(F)	충북 단양군 단양읍	→ 산피 Mountain leather
	7N8212(F)	전북 완주군 비봉면 봉산리	
양기석 및 투각섬석 Actinolite & Tremolite $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ (단사) & $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	7N8301(F)	충남 홍성군 은하면 화봉리	
견운모 Sericite with Epidote $\text{KA}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH, F})_2$	7P1007(F)	경북 봉화군 석포면 대현광산	
리튬운모 Lepidolite $\text{K}(\text{Li, Al})_2\text{-}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{O, OH, F})_2$ 단사	7P1801(F)	미국 콜로라도주	
흑운모 Biotite $\text{K}(\text{Fe, Mg})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 단사	7P2101(F)	강원도 영월군	
금운모 Phlogopite $\text{KMg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 단사	7P2301(F)	함북 길주군 장백면 포수광산	
	7P2302(F)	북한	
석면 Asbestos 단사	7P3102(F)	캐나다	
	7P3103(F)	.	
	7P3104(F)	충북 제천군 수산면 구곡리	
	7P3105(F)	충남 홍성군 광천읍	
	7P3108(F)	태국	V. A. Anain 기증
가니어라이트 Garnierite $(\text{Ni, Mg})_3\text{SiO}_5(\text{OH})_4$	7P3403(F)	뉴칼레도니아	이당훈 기증
활석 Talc $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 단사	7P3602(F)	충북 충주시 동양활석광산	
	7P36105(F)	충북 충주시 동양활석광산	

광물명	Code	산지	기타
감람석 코마티아이트 Olivine Komatiite (Fe, Mg) ₂ SiO ₄ 사방	7Q1D01(F)	호주	문건주 기증
석류석군 Garnet group A ₃ B ₂ (SiO ₄) ₃ 등축	7Q4001(F)	경남 밀양군 단장면	
	7Q4004(F)	경북 봉화군 소천면 방연광산	→ 석류석 및 수정
	7Q4011(F)	호주	→ 알만딘 석류석 Almandine Garnet
	7Q4012(F)	히말라야 마카루봉	성익환 기증
	7Q4013(F)	미국 뉴욕주	→ 알만딘 Almandine Fe ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂
	7Q4601(F)	중국	→ 안드라다이트 Andradite Ca ₃ Fe ₂ Si ₃ O ₁₂
녹염석 및 수정 Epidote & Rock crystal Ca ₂ (Al, Fe)Al ₂ O(SiO ₄)(Si ₂ O ₃)(OH) (단사) & SiO ₂	7Q3001(F)	경남 밀양군 삼랑진읍	
홍주석 Andalusite Al ₂ SiO ₅ 사방	7Q5101(F)	충남 서산군 부석면	
남정석 Kyanite Al ₂ SiO ₅ 삼사	7Q5201(F)	충남 논산군	
크리소콜라 Chrysocolla Cu ₄ H ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈ 단사	7R2001(F)	미국 아리조나주 마이애미	
취동석 Dioptase CuSiO ₂ (OH) ₂ 삼방	7R2401(F)	남아프리카 나미비아	
	7R2402(F)	남아프리카 나미비아	
차로아이트 Charoite (K, Na) ₅ (Ca, Ba, Sr) ₈ (Si ₆ O ₁₅) ₂ Si ₄ O ₉ (OH, F)·11H ₂ O 단사	7R7001(G)	러시아 바이칼호 남부	V. A. Anain 기증
	7R7002(F)	러시아 바이칼	V. A. Anain & 박노영
이극석 Hemimorphite Zn ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ ·H ₂ O 사방	7R7401(E)	멕시코 Santa Eulalia	
	7R7402(F)	미국 아리조나주	
	7R7805(F)	미국	
윌레마이트 Willemite Zn ₂ SiO ₄ 삼방	7R7806(F)	미국 뉴저지주	→ 및 프랭크리나이트 Franklinite ZnFe ₂ O ₄ 박노영 기증
	녹주석 Beryl Be ₃ Al ₂ Si ₆ O ₁₈ 육방	7S7301(F)	충북 청원군 부용면 횡천광산
7S7302(F)		충북 청원군 부용면 횡천광산	
7S7304(F)		강원도 고성군 금강산	
7S7307(F)		캐나다 온타리오주	
7S7308(F)		콜롬비아	→ 에메랄드 Emerald
시토라이트 Cyrtolite & Calcite ZrSiO ₄ 정방	7T2602(F)	캐나다	
토파즈 Topaz Al ₂ SiO ₄ (F, OH) ₂ 사방	7V1B03(G)	러시아 바이칼호 남부	V. A. Anain 기증

광물명	Code	산지	기타
전기석 Tourmaline (Na, Ca)(Li, Mg, Al)(Al, Fe, Mn) ₆ (BO ₃) ₃ (Si ₆ O ₁₈)(OH) ₄ 삼방	7V4D01(F)	경남 밀양군	
	7V4D02(F)	전북 장수군 계북면 대유광산	
	7V4D04(F)	경남 밀양군	
	7V4D06(F)	미국 콜로라도주	
	7V4D08(E)	미국	
	7V4D09(G)	캐나다	
듀모티에라이트 Dumortierite Al ₇ O ₃ (BO ₃)(SiO ₄) ₃ 사방	7V4G01(F)	경남 양산군 철마면 임기리	
	7V4G02(F)	경남 양산군 철마면 임기리	
	7V4G03(F)	미국 네바다주	
역청탄 Bituminous coal C	7Z0006(F)	호주 뉴캐슬	
호박 Amber	7Z4002(F)	미국	
	7Z4004(G)	러시아	김동섭 기증
코파라이트 Copalite	7Z4003(F)	미국 콜로라도주	

[암석]

화성암

암 석 명		Code	산 지	기 타
화강암 Granite	구상화강암 Orbicular Granite	1AA02(H1)	경북 상주군	
	반상화강암 Porphyritic Granite	1AA04(H1)	충북 옥천군 청산면	
	화강암 Granite	1AA012(H1)	전북 익산군 황등면 황동리	
장석반암	Feldspar Porphyry	1ABG2(H1)	충북 괴산군 장연면 오왕리	
규장암	Felsite	1ABH2(H2)	전북 임실군 관촌면 관촌리	
거정질화강암	Pegmatite	1ACA2(H1)	전북 장수군 계북면	
섬록암	Diorite	1AD02(H1)	전남 고흥군 화도면 구암리	
각섬석암	Hornblendite	1ADC2(H1)	경북 문경군 가은면 상내리	
유문암	Rhyolite	1BAA9(H2)	경남 양산군 원동	
		1BAA10(H2)	경북 청송군 조도면	
석영안산암	Dacite	1BAC1(H2)	전북 완주군 임실면 관촌리	
안산암	Andesite	1BC01(H2)	경남 밀양군 삼랑진읍 용성리	
섬록반암	Diorite Porphyry	1BD01(H1)	경북 영덕군 남정면 장사동	
섬장암	Syenite	1CA01(H1)	충남 서산군 인지면 차리	
조면암	trachyte	1DA01(H2)	경북 경주군 양북면 송전리	
석영조면암	Quartz-Trachyte	1DAB1(H2)	경북 영일군 흥래읍 칠포동	
반려암	Gabbro	1EA01(H1)	경남 산청군	
현무암	Basalt	1EB01(H1)	충남 천원군 수산면 신흥리	
		1EC01(H2)	북제주군 조천면 북촌리	
		1EC02(H2)	경북 원성군 감포읍	
		1EC07(H2)	제주도	→ 현무암질 용암
사장암	Anorthite	1FEA1(H1)	경남 산청군 단성면 창촌리	
		1FEA3(Z)	경남 하동군 화계리	
진주암	Perlite	1IAC3(H2)	경북 영일군 지향면	
화산탄	Volcanic bomb	1JBG3(K)	제주도 북제주군 북은오름	
		1JBG4(K)	제주 한라산	
유문암질용회암	Rhyolitic Tuff	1JD09(H2)	경북 의성군 금성면 만천리	

변성암

암 석 명	Code	산 지	기 타
사문석 Serpentinite	(H4)	경기도 가평군 설악면 위곡리	92.10.16.
	(Z)	충남 홍성군 광천읍	
편암 Schist	21001(H4)	경기도 가평군 설악면 위곡리	
흑운모편암 Biotite Schist	21711(H4)	강원도 춘성군 사북면	
녹니석편암 Chlorite Schist	21901(H4)	충북 증원군 동양면 조동리	
안구상 편마암 Augen Gneiss	22001(H4)	강원도 춘성군 동산면 창원리	
흑운모 편마암 Biotite Gneiss	22701(H4)	경기도 남양주군 화도면 목현리	
반상변정 화강편마암 Porphyroblastic Granite-Gneiss	23001(H4)	전북 무주군 부남면 가당리	
압쇄암 Mylonite	28001(H4)	전북 무주군 안성면 진도리	
슬레이트 Slate	2H001(H4)	충북 보은군	
대리암 Marble	2R002(H4)	강원도 정선군 동면 화암리	
	2R003(Z)	전북 전주시	
	2R004(Z)	전북 전주시	

퇴적암

암 석 명	Code	산 지	기 타
역암 Conglomerate	37002(H3)	충북 연동군 용산면 울리	
	37008(Z)	경북 봉화군 재산면 묘골 (동화치층)	
	37009(Z)	충북 단양	
	370010(Z)	전북 완주군 운주면 대둔산 부근	→ 변성역암 (Meta-conglomerate)
각력암 Breccia	38002(H3)	경북 문경군 가은읍 전곡리	
사암 Sandstone	3D003(H3)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	
	3D004(H3)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	
장석사암 Feldspar Sandstone	3D901(H3)	전남 여수시 봉계리	
경사암 Greywacke	3DD03(H3)	충남 대천시 성주산	
자색 실트질암 Purple Siltstone	3L002(H3)	경북 의성군 봉양면 도리원	
셰일 Shale	3T002(H3)	경북 문경군 마성면 하내리	→ Black Shale
	3T004(H3)	경북 문경군 진남교	→ 평안계
석회암 Limestone	42002(H3)	충북 단양	
	42003(H3)	강원도 영월군	
돌로마이트 Dolomite	43103(H3)	강원도 영월군	
	43104(Z)	강원도 정선군	

전시 및 보관 표본 목록

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	황 (Native Sulfur)	일본	7A5301		D	A1003-102
	황 (Native Sulfur)	일본	7A5302			A1003-101
	황 (Native Sulfur)	이태리	7A5303		D	구입 (91.7.30.)
	황 (Native Sulfur)		7A5304			503
	황 (Native Sulfur)	볼리비아	7A5305			진명식 93.8.
	다이아몬드 (Diamond in kimberlite)	남아프리카공화국	7A5201		D	A1001-102
	"	"	7A5202			A1001-102
	"	"	7A5203			"
	자연금 (Native gold in quartz vein)	전남광양광산	7A1101			A1008-102
	자연금 (Native gold)	경북 봉화군 소천면 금정광산	7A1102		D	
	자연금 (Native gold)	충북 증원군 노은면 대창광산	7A1103		D	
	자연금 (Native gold)	Clear creek, Colorado	7A1104			1052
	자연금 (Native gold)	Michoacan, Mexico	7A1105			1051
	자연금 (Native gold)	Peterburg, Alaska	7A1106			1055
	자연금 (Native gold)	O, Brian cadillac Mine. Quebex. Canada	7A1107			1057
	자연금 (Native gold)	Teller county Colorado	7A1108			1056
	자연금 (Native gold)	Goldfield, Nevada	7A1109			1054
	자연금 (Native gold)		7A1110			539
	금·은광 (Au-Ag ore)	충남 공주	7A1111			A1008-103
	금·은·동광 (Au-Ag-Cu ore)	강원도 삼척	7A1112		Z	B2308-108
	금광 (Gold ore)	일본	7A1113			김문영 (92.6.)
	자연금 (Native gold)	충북 음성 무극광산	7A1114			
	자연금 (Native gold)		7A1115			
	금·은광 (Au-Ag ore)	홋카이도 광산 (Hishikari mine)	7A1116			윤상규 (92.8.6)
	사금 (Gold)	충남 홍성군 홍북면 갈산리 금마천 금풍광산	7A1117		D	
	자연금 (Native gold)	경북 봉화군 소천면 금정광산	7A1118		D	이준복(94.1.18)
	자연금 (Native gold)	경북 봉화군 소천면 금정광산	7A1119			이준복(94.1.18)
	자연은 (Native silver)	강원도 정선 동면 은치광산	7A1201			7A12-11
	자연은 및 휘은석 (Native silver & Argentite)	경기도 광명시 일직동 시흥광산	7A1202		D	최금성 (92.5.)

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	자연동 (Native copper)	영국	7A1303		D	661
	자연동 (Native copper)	경북 영양군 영양면	7A1301		D	7A13-32
	자연동 (Native copper)	미국 미시간주	7A1302			7A13-30
	자연동 (Native Copper)		7A1304			1206
	자연동 (Native copper)	Olympic mountains, Washington	7A1305			1030
	자연동 (Native copper)	경남 창원군	7A1306		D	7A13-87
	자연동 (Native Copper)	영국	7A1307		D	7A13-19
	동·연·아연광 (Cu-Pb-Zn ore)	경북 울진	7A1308			B2308-107
	동 (Copper in conglomerate)	미국 미시간	7A1309			7A13-52
	동·연·아연광 (Cu-Pb-Zn ore)	장흥 강력광상	7A1310			B2308-109
	자연동 (Native copper)	은치광산 (강원도 수비면 세천동 ??)	7A1311		D	
	반암동광 (Porphyry copper)	Bethlehem	7A1312			7A13-365
	반암동광 (Porphyry copper)	Valley	7A1313			7A13-368
	반암동광 (Porphyry copper)	Island	7A1314			7A13-364
	반암동광 (Porphyry copper)	Bethlehem	7A1315			7A13-366
	반암동광 (Porphyry copper)	Valley	7A1316			7A13-369
	반암동광 (Porphyry copper)	Bethlehem 10NA pit 1. Canada	7A1317			M-375
	반암동광 (Porphyry copper)	Ingerbells Nzane 1. Canada	7A1318			M-377
	반암동광 (Porphyry copper)	Canada	7A1719			B2308-106
	자연동 (Native Copper)	볼리비아	7A1320			진명식 93.8.
	흑연 (Graphite)	경북 문경읍 봉명광산	7A5102		D	7A51-285
	흑연 (Graphite in Marble)	Essex county. New york	7A5103			1010
	흑연 (Graphite & Feldspar)		7A5104			150
	흑연 (Graphite)	경기도 가평군 외서면 호명리	7A5105		Z	A1002-101
	흑연 (Graphite)		7A5106			
	텔루륨 (Tellurium with Emmonsite, pyrite)	Grant county New Mexico	7A4501		D	1305
	헤드레이아이트 (Hedleyite with Loseyite, Bi ₇ Te ₃)	Hedoe, British Columbia, Canada	7A4502		D	978
	비스무스 (Bismuth in quartz)	Monroe, connedicut	7A4301			975
	비스무스 (Bismuth)	독일	7A4302			7A43-26
	비스무스 (Bismuth)	경북 영일군 청하면 유계광산	7A4303			이동남 기증
	비소 (Arsenic)	Near Alberni, British columbia, Canada	7A4101		D	955
	알레몬타이트 (Allemontite)	Atlin, British columbia, Canada	7A4102		D	949

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	셀레늄 (Native selenium) 요세피나이트 (Josephinite, FeNi ₃)	Mt. wigen, New south wales Josephine County, Oregon	7A4401 7A3101			1172 1167

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	황동석 (Chalcopyrite)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	7B1701		D	B2308-104
	황동석 (Chalcopyrite)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	7B1702			B2308-104
	황동석 (Chalcopyrite)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	7B1703			B2308-103
	황동석 (Chalcopyrite)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	7B1704		D	B2308-105
	황동석 (Chalcopyrite)	자이레	7B1705		D	B2308-101
	황동석 (Chalcopyrite)	자이레	7B1706			B2308-101
	황동석 (Chalcopyrite)	경기 시흥군 서면 시흥광산	7B1707		D	B2308-102
	황동석 및 전기석 (Chalcopyrite & Tourmaline)	경기 시흥군 서면 시흥광산	7B1708			B2308-102
	황동석 (Chalcopyrite)	멕시코	7B1709			
	황동석 (Chalcopyrite sperrylite-bearing)	Ontario Canada	7B1710			1215
	황동석 (Chalcopyrite)	Rouyn District Quebec, Canada	7B1711			1060
	황동석 (Chalcopyrite)	Miami, Arizona	7B1712			1064
	황동석 (Chalcopyrite)	경남 창원군 구룡광산	7B1713			7B17-K673
	황동석 (Chalcopyrite with digenite, pyrite)	Butte, Montana	7B1714			1032
	황동석 (Chalcopyrite)	Prince William sound, Alaska	7B1715			1033
	황동석 및 방해석 (Chalcopyrite & Calcite)	Mexico	7B1716			구입 (91.7.30.)
	황동석 및 자류철석 (Chalcopyrite & Pyrrhotite)	일본 釜石광산 (Kamaishi mine)	7B1717		D	윤상규 (92.8.6)
	황동석 (Chalcopyrite)	경북 칠곡군 가산면 금화리	7B1718			S-22
	황동석 (Chalcopyrite)	경북 칠곡군 가산면 금화리	7B1719			S-22
	황동석 (Chalcopyrite)	경북 칠곡군 가산면 금화리	7B1720			S-46
	프랑카이트 (Franckeite) $Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$	볼리비아	7B4001			진명식 93.8.
	섬아연석 (Sphalerite)	경기 화성군 봉담면 삼보광산	7B4201			B2251-101
	섬아연석 (Sphalerite)	경기 포천	7B4202			7B42-40
	섬아연석 및 황동석 (Sphalerite & Chalco-)	충북 괴산군 연풍면 만장광산	7B4203		D	7B42-43
	섬아연석 (Sphalerite)	미국	7B4204			
	섬아연석 (Sphalerite)	에스파니아	7B4205			
	섬아연석 (Sphalerite with calcite)	Shullberg, Wisconsin	7B4206			1340
	섬아연석 (Sphalerite on dolomite)	Pemfield, New York	7B4207			1364
	섬아연석 (Sphalerite crystallized)	Trepca, Yugoslavia	7B4208			1338
	섬아연석 (Sphalerite)		7B4209			1250
	섬아연석 (Sphalerite)	Jefferson City Tennessee	7B4210			1347

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	섬아연석 (Sphalerite)	경북 울진군	7B4211			B2251-102
	섬아연석 (Sphalerite)	경북 영양군 일월면 일월광산	7B4212			7B42-136
	섬아연석 (Sphalerite)	미국	7B4213		D	구입 (91.7.30.)
	섬아연석 (Blende)	스페인	7B4214		D	구입 (91.7.30.)
	섬아연석 (Sphalerite)	Missouri 미국	7B4215			1050
	섬아연석 (Sphalerite)	프랑스	7B4216		D	7B4216
	취코발트석 (Cobaltite)	자이레	7B3201		D	B2407-101
	취코발트석 (Cobaltite)	Ontario Canada	7B3202		D	7B32-69
	코발트-니켈광 (Co-Ni ores with diabase)	Ontario Canada, Timiskaming Mine	7B3203			전효택(91.5.18)
	앤도라이트 (Andorite = Nakaseite)	볼리비아	7B6001			진명식 93.8.
	취안석 (Stibnite)	경북 봉화군 소천면 장군광산	7B6701		D	B1003-101
	취안석 (Stibnite)	경기도 장호원	7B6702			7B67-297
	취안석 (Stibnite)	경기도	7B6703			7B67-444
	취안석 (Stibnite)		7B6704			499
	취안석 (Stibnite)	Felsobanya, Roumania	7B6705			951
	취안석 (Stibnite)		7B6706			156
	취안석 (Stibnite)	충남 천원군 덕성광산	7B6707		Z	B1003-102
	취안석 (Stibnite)	태국	7B6708		D	7B-393
	취안석 (Stibnite)		7B6709			
	취안석 (Stibnite)	중국 지질박물관	7B6710			구입 '93.9.
	취안석 (Stibnite)	볼리비아	7B6711			진명식 93.8.
	방연석 (Galena)	연화광산	7B4101			247
	방연석 (Galena)	경북 봉화군 연화광산	7B4102			B2201-101
	방연석 및 황동석 (Galena & Chalcopyrite)	경남 함안군 여항면 여항광산	7B4103		D	7B41-47
	방연석 (Galena)	경기도	7B4104			7B41-299
	방연석 및 에나르자이트 (Galena & Enargite)	경북 영덕	7B4105			7B41-446
	방연석 (Galena, crystallized)	Black Hawk, Colorado	7B4106			1088
	방연석 (Galena)	Rossie, New York	7B4107			1090
	방연석 (Galena with dolomite)	near Dundas Ontario, Canada	7B4108			1089
	방연석 및 섬아연석 (Galena & Sphalerite)	Tsumeb, South West Africa	7B4109			1092
	방연석 및 섬아연석 (Galena & Sphalerite)	경북 봉화군 석포면 연화광산	7B4110		D	
	방연석 (Galena)	경북 연화광산	7B4111			1180

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	방연석 (Galena)	강원도 평창 옥령광산	7B4112			7B41-1180
	방연석 (Galena)		7B4113			7B41-K214
	방연석 (Galena)		7B4114			7B41-230
	방연석 (Galena)	경북 봉화	7B4115			B2201-102
	방연석 (Galena, Argenitiferous ore)	Colorado 미국	7B4116		D	1342
	방연석 (Galena)		7B4117			
	방연석 및 섬아연석 (Galena & Sphalerite)	경북 봉화군 소천면 서천리 장군광산	7B4118			S-1
	방연석 및 섬아연석 (Galena & Sphalerite)	경북 봉화군 소천면 서천리 장군광산	7B4119			S-1
	방연석 (Galena)	경북 봉화군 석포면 연화광산	7B4120		D	S-2
	방연석 (Galena)	경북 봉화군 석포면 연화광산	7B4121			S-2
	연-아연-동광 (Pb-Zn-Cu ore)	경북 봉화군 석포면 연화광산	7B4122		Z	
	연-아연-동광 (Pb-Zn-Cu ore)	경북 봉화군 석포면 연화광산	7B4123		Z	
	방연석 (Galena)	???	7B4124			
	방연석 (Galena)	볼리비아	7B4125			진명식 93.8.
	휘수연석 (Molybdenite)	충북 증원군 양성면 돈산광산(전북 장수광산?)	7B7101			B1012-103
	휘수연석 (Molybdenite)	충북 증원군 양성면 돈산광산	7B7102			B1012-104
	휘수연석 (Molybdenite)	충북 증원군 양성면 돈산광산	7B7103			B1012-104
	휘수연석 (Molybdenite)	경기 화성군 비봉면 남양 중석광산	7B7104			B1012-101
	휘수연석 (Molybdenite)	경기 화성군 비봉면 남양 중석광산	7B7105			B1012-101
	휘수연석 (Molybdenite)	충북 증원군 양성면 돈산광산	7B7106			B1012-102
	휘수연석 (Molybdenite)	충북 증원군 양성면 돈산광산	7B7107			B1012-102
	휘수연석 (Molybdenite)	충북 증원군 양성면 돈산광산	7B7108			B1012-102
	휘수연석 (Molybdenite)	전북 별교광산	7B7109			7B71-143
	휘수연석 (Molybdenite in quartz)	Climax, Colorado	7B7110			1157
	휘수연석 (Molybdenite)	Echo Township Ontario, Canada	7B7111			1156
	휘수연석 (Molybdenite)	Kingsgate New south wales	7B7112			1158
	휘수연석 (Molybdenite)	충남 논산광산	7B7113			M-305
	휘수연석 (Molybdenite)	전북 장수 장수광산	7B7114			7B71-K513
	휘수연석 (Molybdenite)		7B7115			7B71-231
	휘수연석, 황철석, 황동석 (Molybdenite, Pyrite, Chalcopyrite)	강원도 주량면	7B7116			
	휘수연석 (Molybdenite)	강원도 영월군 상동읍 상동광산	7B7117			S-5
	황철석 (Pyrite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7B1101		D	B2401-102

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	황철석 (Pyrite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7B1102			B2401-102
	황철석 (Pyrite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7B1103		D	B2401-102
	황철석 (Pyrite)	자이레	7B1104		D	B2401-101
	황철석 (Pyrite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7B1105			B2401-103
	황철석 (Pyrite)	페루	7B1106			
	황철석 (Pyrite)	경북 달성군 가창면 달성광산	7B1107			558
	황철석 (Pyrite)	Natural bridge, New York	7B1108			1249
	황철석 (Pyrite)	Rambler Mine, near Holmes, Wyoming	7B1109			1170
	층상황철석 (Bedded pyrite)	경북 대덕	7B1110			7B11-62
	황철석 (Pyrite)	Peru	7B1111			구입 (91. 7. 30.)
	황철석-연-아연광(Pyritic Pb-Zn ore)	OZYORNOE Mine 러시아 -1992. 11. 13	7B1112			V. A. ANANIN
	황철석 (Pyrite)	볼리비아	7B1113			진명식 93. 8.
	유비철석 (Arsenopyrite)	경북 영덕	7B6401			7B64-65
	유비철석 (Arsenopyrite)	Gold hill, Utah.	7B6402			959
	유비철석 (Arsenopyrite)	Deloro, Ontario, Canada	7B6403			958
	유비철석, 섬아연석, 방연석 (Arsenopyrite, Sphalerite & Galena)	경북 고령군 와동리	7B6404			M-64
	휘창연석 (Bismuthinite)	일본	7B6801			4P40-284
	휘창연석 (Bismuthinite)	호주	7B6802			4P40-287
	휘창연석 (Bismuthinite)	Arvada, Colorado	7B6803			976
	휘창연석 (Bismuthinite)	경북 달성군 달성광산	7B6804			이경한(92. 7. 28)
	휘창연석 (Bismuthinite)	볼리비아	7B6805			진명식 93. 8.
	세롬휘창연석 (Guanajuatite, Bi ₂ Se ₃)	Guanajuato, Mexico	7B6806			977
	계관석 (Realgar)	함북 부령군 관해면	7B6101		D	
	계관석 (Realgar)	Shimotsuke, Japan	7B6102		D	956
	계관석 (Realgar)	Manhattan, Nevada	7B6103		D	7B62-70
	계관석 (Realgar)	China, Hunan	7B6104			구입(7-91. 7. 30)
	계관석, 비소를 함유한 (Arsenic Realgar)	France	7B6105			이당훈
	페자이트 (Petzite)	Boulder County, Colorado	7B5501			1058
	휘은석 (Argentite)	Cobalt Ontario, Canada	7B5502			1222
	휘은석 (Argentite with stephanite)	Zacualpan, Mexico	7B5503			1330
	휘은석 (Argenite with stephanite)	Zacualpan, Mexico	7B5504			1330
	유캐드늄석 (Greenockite)	Hanover district, New Mexico	7B4401			992

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	코벨라이트 (Covellite with pyrite)	Bor Serbia	7B1501			1243
	스트로미에라이트 (Stromeyerite, CuAgS)	Gowganda, Ontario, Canada	7B5801			1289
	스탠나이트 (Stannite with pyrite)	Revelstoke, British Columbia	7B4601			1307
	프랭카이트 (Franckeite)	Poope Bolivia	7B4602			1277
	반동석 (Bornite)		7B1601			1262
	반동석 (Bornite)		7B1602			1242
	울만나이트 (Ullmannite)	Osla, Carinthia	7B3401			1163
	진사 (Cinnabar & Cerbantite)	Durango, Mexico	7B5101			1153
	진사 (Cinnabar)	Napa county, California	7B5102			1152
	진사 (Cinnabar)	스페인	7B5103		D	7B51-72
	진사 (Cinnabar)	스페인	7B5104		D	7B51-73
	유망간석 (Alabandite with sphalerite)	Harshaw, Arizona	7B7301			1128
	하우에라이트 (Hauerite)	Raddusa, Sicily	7B7302			1129
	자류철석 (Pyrrhotite, Auriferous)	Homestoke Mine, South Dakota	7B1301			1059
	자류철석 (Pyrrhotite, Nickeliferous)	Ontario, Canada	7B1302			1161
	자류철석 (Pyrrhotite)	Ontario, Canada	7B1303			1063
	백철석 (Marcasite, crystallized)	Ottawa, County, Oklahoma	7B1201			1067
	유비니쿨석 (Gersdorffite & Chalcopyrite)	Mitterberg, Salzburg	7B3301			1162
	유비니쿨석 (Gersdorffite & Chalcopyrite)	Mitterberg, Salzburg	7B3302			1162
	니켈광 (Nickel ore)	전남 남원군 산내면 산내광산	7B2101		D	7B35-68
	메타시나바라이트 (Metacinnabarite)	Washington	7B5201		D	1151
	트로이라이트 (Troilite)	Del Norte county, California	7B1001		D	1062
	진케나이트 (Zinkenite)	Poope, Bolivia	7B7001			1093
	코루사이트 (Colusite)	Butte, Montana	7B7002			1271

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	농홍은석 (Pyrargyrite)	Mexico	7C1801		D	1280
	농홍은석 (Pyrargyrite with galena)	Blaive county Idaho	7C1802			1299
	농홍은석 (Pyrargyrite)	충북 음성군 금왕면 금왕광산	7C1803		D	C1411-101
	테트라헤드라이트 (Tetrahedrite)	Granite dounty, Montana	7C1201			1245
	테트라헤드라이트 (Tetrahedrite)	near, Mayo, Yukon, Territory	7C1202			1312
	테트라헤드라이트 (Tetrahedrite)	Lards, British Columbia	7C1203			1034
	에나르자이트 (Enargite)	몬타나	7C1204			7C12-447
	에나르자이트 (Enargite-luzonite)	Cerro de pasco, Peru	7C1205			1036
	테트라헤드라이트 (Tertahedrkte)	Idaho	7C1206			1035
	실바나이트 (Sylvanite)	독 일	7C3A01			858
	실바나이트 (Sylvanite)	Boulder County, Colorado	7C3A02			1179
	폴리바사이트 (Polybasite with pyragyrite)	Columbia	7C1901			1254
	스테파나이트 (Stephanite & Pyragyrite)	Canada	7C1902			1232
	알타이트 (Altaite)	Dona Ana county, New Mexico	7C3401			1291
	사프로라이트 (Safflorite & Smaltite)	Richelsdaefer-Gebirge, Germany	7C4701			1025
	비코발트석 (Smaltite)	Near Merterhausen, Hesson	7C4702			1023
	비코발트석 (Smaltite, massive)	Cobalt, Ontario, Canada	7C4703			1024
	니콜라이트와 (Niccolite & Breithauptite)	Cobalt, Ontario, Canada	7C4301		D	1191
	보울란저라이트 (Boulangerite)		7C1H01			1244
	보울란저라이트 (Boulangerite)	경북 봉하군 소천면 장군광산	7C1H02		D	C1327-101
	베르제리아나이트(Berzelianite in calcite)	Skriuerum, Sweden	7C2201		D	1217
	베르제리아나이트 (Berzelianite)	Smaland, Sweden	7C2202			638
	스쿠티루라이트(Skutrudite, crystallized)	Bouazzer, Morocco	7C4801			1026
	카라버라이트 (Calaverite)	Cripple creek, Colorado	7C3901			1061
	파라라멜스버라이트 (Pararammelsbergite)	Cobalt, Ontario, Canada	7C4401			1164
	리빙스톤나이트 (Livingstonite)	Huitzuco, Mexico	7C1D01			1154
	코사라이트 (Cosalite with gold & quartz)	Caribou District, British Columbia	7C1K01			979
	브라이사우타이트 (Breithauptite)	Iglesias, Sardinia	7C5201			1160
	티에만나이트 (Tiemannite)	Marysvale, Utah	7C2701			1147
	알고도나이트 (Algodonite)	Michigan	7C4101			1031

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	농홍은석 (Pyrargyrite)	Mexico	7C1801		D	1280
	농홍은석 (Pyrargyrite with galena)	Blaive county Idaho	7C1802			1299
	농홍은석 (Pyrargyrite)	충북 음성군 금왕면 금왕광산	7C1803		D	C1411-101
	테트라헤드라이트 (Tetrahedrite)	Granite dounty, Montana	7C1201			1245
	테트라헤드라이트 (Tetrahedrite)	near, Mayo, Yukon, Territory	7C1202			1312
	테트라헤드라이트 (Tetrahedrite)	Lards, British Columbia	7C1203			1034
	에나르자이트 (Enargite)	몬타나	7C1204			7C12-447
	에나르자이트 (Enargite-luzonite)	Cerro de pasco, Peru	7C1205			1036
	테트라헤드라이트 (Tertahedrkte)	Idaho	7C1206			1035
	실바나이트 (Sylvanite)	독 일	7C3A01			858
	실바나이트 (Sylvanite)	Boulder County, Colorado	7C3A02			1179
	폴리바사이트 (Polybasite with pyragyrite)	Columbia	7C1901			1254
	스테파나이트 (Stephanite & Pyragyrite)	Canada	7C1902			1232
	알타이트 (Altaite)	Dona Ana county, New Mexico	7C3401			1291
	사프로라이트 (Safflorite & Smaltite)	Richelsdaefer-Gebirge, Germany	7C4701			1025
	비코발트석 (Smaltite)	Near Merterhausen, Hesson	7C4702			1023
	비코발트석 (Smaltite, massive)	Cobalt, Ontario, Canada	7C4703			1024
	니콜라이트와 (Niccolite & Breithauptite)	Cobalt, Ontario, Canada	7C4301		D	1191
	보울란저라이트 (Boulangerite)		7C1H01			1244
	보울란저라이트 (Boulangerite)	경북 봉하군 소천면 장군광산	7C1H02		D	C1327-101
	베르제리아나이트(Berzelianite in calcite)	Skriuerum, Sweden	7C2201		D	1217
	베르제리아나이트 (Berzelianite)	Smaland, Sweden	7C2202			638
	스쿠테루라이트(Skuttedrudite, crystallized)	Bouazzer, Morocco	7C4801			1026
	카라버라이트 (Calaverite)	Cripple creek, Colorado	7C3901			1061
	파라라멜스버라이트 (Pararammelsbergite)	Cobalt, Ontario, Canada	7C4401			1164
	리빙스톤나이트 (Livingstonite)	Huitzuc, Mexico	7C1D01			1154
	코사라이트 (Cosalite with gold & quartz)	Caribou District, British Columbia	7C1K01			979
	브라이사우타이트 (Breithauptite)	Iglesias, Sardinia	7C5201			1160
	티에만나이트 (Tiemannite)	Marysvale, Utah	7C2701			1147
	알고도나이트 (Algodonite)	Michigan	7C4101			1031

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	자수정 (Amethyst)	경남 울주군 언양광산	7D1101			E1102-102
	자수정 (Amethyst)	경남 울주군 언양광산	7D1102			E1102-102
	자수정 (Amethyst)	경남 울주군 언양광산	7D1103			E1102-102
	자수정 (Amethyst)	경남 울주군 언양광산	7D1104		D	E1102-102
	자수정 (Amethyst)	경남 울주군 언양광산	7D1105			E1102-103
	자수정 (Amethyst)	경북 울진군 서면 달우광업소	7D1106			
	자수정 (Amethyst)		7D1107			
	자수정 (Amethyst)		7D1108			
	자수정 (Amethyst)	경남 울주군 언양광산	7D1109			E1101-101
	자수정 (Amethyst)	경북 울진군 서면 소광2리 달우자수정	7D1110		D	
	자수정 (Amethyst)		7D1111			M-383
	자수정 (Amethyst)		7D1112			
	자수정 (Amethyst)		7D1113			
	자수정 (Amethyst)		7D1114			
	자수정 (Amethyst)		7D1115			
	자수정 (Amethyst)	뉴질랜드	7D1116			7D11-314
	자수정 (Amethyst)	경북 문경군 가은읍 완장리 산 63-1	7D1117			오기선 (92.5.)
	석영 (Quartz)		7D1118			E1101-102
	자수정 및 장석 (Amethyst & Feldspar)	강원도 고성군 금강산	7D1119			M-38
	석영 (Quartz)	경북 지례광산	7D1120			E1101-105
	석영 (Quartz)	경남 울주군 언양면 언양광산	7D1121			E1101-101
	석영 (Quartz)		7D1122			
	연수정 (Smoky Quartz)		7D1123			
	장미석영 (Rose quartz)	전북 장수군 계북면 임평리 대유광산	7D1124			김동학 (90.8.)
	장미석영 (Rose quartz)	경남 진양군 수곡면	7D1125		D	E1104-101
	옥수 (Quartz, Var Chalcedony)		7D1126		D	7D11-425
	녹옥수(Quartz, Var Chrysoprase)		7D1127			7D11-417
	석영맥 (Quartz vein)		7D1128			7D11-439
	석영 (Quartz)		7D1129			2900-442
	황수정 (Citrine)		7D1130			
	석영 (Quartz, var. Rose quartz)	Custer, South Dakota	7D1131			1181
	석영 (Quartz)	경북 영덕	7D1132			
	석영 (Vugs filling of quartz crystal)		7D1133			

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	석영 (Quartz)	Minas, Gerais, Brazil	7D1134			1219
	석영 (Quartz, var, glass sand)	Columbia County Pennsylvania	7D1135			1241
	석영 (Quartz)	강원도 고성군	7D1136			1238
	석영 (Milky quartz)	Woodbine, Maryland	7D1137			1207
	석영 (Smoky quartz)	Alexander County, North Carolina	7D1138			1173
	석영 (Quartz)	Las Vegas, Nevada	7D1139		D	1186
	석영 (Quartz)	Minas Gdrais, Brazil	7D1140			1209
	석영 (Quartz)	경기도 안양시	7D1141		Z	E1101-104
	연수정 (Smoky quartz)	경북 문경군 가은읍 완장리 원경석산	7D1142		Z	한금석 (92.5.)
	황수정 (Citrine)	Brazil	7D1143			구입 (90.11.)
	수정 (Rock crystal)	Madagascar	7D1144			구입 (91.7.30.)
	백수정 (Rock crystal)	Brazil	7D1145			구입 (소장실)
	자수정 (Amethyst)	Brazil	7D1146			구입 (소장실)
	석영 (Quartz)	India	7D1147			1260
	수정 (Rock crystal)	경남 울주군 언양광산	7D1148		D	
	규석 (Quartzite)	쌍천광산	7D1149			S-3
	수정 (Rock crystal)	충북 증원군 앙성면 대화광산	7D1150		D	
	수정 (Rock crystal-White)	South Baykal-1992.11.13	7D1151			V. A. ANAIN
	수정 (Rock crystal-Smoky)	South Baykal-1992.11.13	7D1152			V. A. ANAIN
	수정 (Rock crystal-Smoky)	South Baykal-1992.11.13	7D1153			V. A. ANAIN
	자수정 (Amethyst)	브라질	7D1154			김동섭
	자수정 (Amethyst)	브라질	7D1155			김동섭
	연수정 (Smoky quartz)	브라질	7D1156			
	자수정 (Amethyst)	브라질	7D1157			김지태
	수정 (Rock crystal)	브라질	7D1158			김지태
	연수정 (Smoky quartz) - growing band	러시아 Yakutzk	7D1159			Victor A. Anain & 박노영
	수정 (Rock crystal)	인도네시아 Sukabumi	7D1160			엄경용 93.10.29
	수정 및 형석 (Rock crystal & Fluorite)	모로코 Meknes	7D1161			엄경용 93.10.29
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1162			엄경용 93.10.29
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1163			엄경용 93.10.29
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1164			엄경용 93.10.29
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1165			엄경용 93.10.29

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1166			엄경용 93.10.29
	수정 및 방해석 (Rock crystal & Calcite)	모로코 Malacash	7D1167			엄경용 93.10.29
	자수정 (Amethyst)	브라질	7D1168			엄경용 93.10.29
	자수정 (Amethyst)	터키 Izmil	7D1169			엄경용 93.10.29
	자수정 (Amethyst)	모로코 Malacash	7D1170			엄경용 93.10.29
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1171			엄경용 93.10.29
	석영 (Quartz)	모로코 Fes	7D1172			엄경용 93.10.29
	수정 (Rock crystal)	모로코 Malacash	7D1173			엄경용 93.10.29
	석영 (Quartz)	인도네시아 Bogot	7D1174			엄경용 93.10.29
	석영 (Quartz)	모로코 Malacash	7D1175			엄경용 93.10.29
	석영 (Quartz)	모로코 Malacash	7D1176			엄경용 93.10.29
	석영 (Quartz)	인도네시아 Bogot	7D1177			엄경용 93.10.29
	석영 (Quartz)	충북 증원군 증평읍 올리	7D1178			엄경용 93.10.29
	적철석 (Hematite)	함경남도 (1945. 수집)	7D3101		G	E3132-101
	적철석 (Hematite)	함경남도 (1945. 수집)	7D3102			E3132-101
	적철석 (Hematite)	가봉	7D3103		D	E3132-103
	적철석 (Hematite)	북한	7D3104		D	M-75
	적철석 (Hematite)	Juilla, Spain	7D3105			1068
	가상브루카이트 (Pesudobrookite with hematite)	Suria, Spain	7D3106			1326
	적철석 (Hematite)	Ironton, Minnesoty	7D3107			1070
	적철석 (Hematite)	충북 제천군 수산면	7D3108			E3132-102
	경철석 (Specularite)	자이레	7D3109		D	.
	적철석 (Hematite)	캐나다	7D3110		D	7D31-304
	어란상적철석 (Oölitic hematite)	미국	7D3111			7D31-303
	적철석 (Hematite)		7D3114			1069
	적철석 (Hematite)	가봉공화국	7D3115			김종환
	마타이트 (Martite crystallized)	Durango, Maxico	7D3116			1182
	자철석 (Magnetite)	가봉공화국	7D1201			E3211-103
	자철석 (Magnetite)	가봉공화국	7D1202			E3211-103
	자철석 (Magnetite)	경남 울주군 농소면 울산광산	7D1203		D	E3211-102
	자철석 (Magnetite)	Essex County New York	7D1204			1301

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	자철석 (Magnetite)	Chester County pennsylvania	7D1205			1071
	자철석 (Magnetite)	Los Angeless County, California	7D1206			1075
	자철석 (Magnetite)	Arkansas	7D1207			1080
	자철석 (Magnetite)	Ishpeming, Michigan	7D1208			1073
	자철석 (Magnetite)	De Grasse, New York	7D1209			1072
	자철석 (Magnetite sand)	Los Angeles County, California	7D1210			1074
	자철석 (Magnetite)	경기도 시흥군 서면 시흥광산	7D1211		Z	E3211-108
	자철석 (Magnetite)	강원도 양양철광	7D1212			E3211-101
	자철석 (Magnetite)	강원도 양양철광	7D1213		Z	E3211-107
	자철석 (Magnetite)	강원도 홍천군 두촌면 홍천철산	7D1214		Z	E3211-105
	층상 자철광 (Banded Magnetite)	충북 증원군 이류면 충주철산	7D1215		Z	E3211-106
	층상 자철석 (Bedded magnetite)	충북 제천군 수산면 황강리	7D1216		D	7D12-85
	자철석 (Magnetite)	일본 釜石광산 (Kamaish mine)	7D1217			윤상규 (92.8.6)
	자철석 (Magnetite)	강원도 정선군 신동면 신예미광산	7D1218			S-7
	자철석 (Magnetite)	울산군 농소면 대한철광	7D1219			S-17
	자철석 (Magnetite)	강원도 홍천군 두촌면 홍천철산	7D1220		Z	E3212-104
	자철석 (Magnetite)	터키 Izmil	7D1221		D	엄경용 93.10.29
	티탄 스폰지 (Titan sponge?) -Ti 99%		7D5001			
	수활석 (Brucite)	충북 단양군 단양탄광	7DA101		D	E3311-101
	수활석 (Brucite)		7DA102			
	수활석 (Brucite)	미국 네바다	7DA103			7DA1-214
	수활석 (Brucite on serpentine)	Texas, Pennsylvania	7DA104			1117
	수활석 (Brucite)		7DA105			
	단백석 (Opal)	경북 영일군 오천면	7D1501		D	E1301-101
	단백석 (Opal)	경북 영일군	7D1502		D	7D15-431
	단백석 (Opal)	Australia	7D1503			1266
	단백석 (Opal)	Cooper Pedy, South Australia	7D1504			1246
	규조토 (Diatomite)	경북 영일	7D1505			E1301-102
	규조토 (Diatomite)		7D1506			492V-434
	규조토 (Diatomite)		7D1507			
	우라늄광 (Uranium ore)	충북 괴산군 청천면 덕평리	7D7001			
	우라늄광 (Uranium ore)	독일 (서독)	7D7002			
	우라늄광 (Uranium ore)		7D7003			

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	우라늄광 (Uranium ore)		7D7004		D	
	우라늄광 (Uranium ore)		7D7005			
	우라늄광 (Uranium ore)		7D7006		D	
	우라늄광 (Uranium ore)	강원도 철원 김화	7D7007			261
	주석석 (Cassiterite)	미국	7D5101			7D51-293
	주석석 (Cassiterite)	말레이시아	7D5102			
	주석석 (Cassiterite)	Spain	7D5103			1274
	주석석 (Cassiterite, var, stream tin)	Taylor creek, District, New Mexico	7D5104			1239
	주석석 (Cassiterite)	Guanahuato, Mexico	7D5105			1313
	주석석 (Cassiterite)	Santander Spain	7D5106			1315
	주석석 (Cassiterite with quartz)	Araca, Bolivia	7D5107			1315
	주석석 (Cassiterite with hematite)	Winston, New Mexico	7D5108			1276
	주석석 (Cassiterite in granite)	충북 증원군	7D5109			7D51-257
	주석석 (Cassiterite)	경북 울진	7D5110			7D51-139
	주석석 (Cassiterite, crystalline)	미국	7D5111		D	7D51-125
	주석석 (Cassiterite in Albite)		7D5112			7D51-438
	주석석 (Cassiterite)	말레이시아	7D5113			296, 엄상호(1971)
	주석석 및 백운모(Cassiterite & Muscovite)	강원도 영월군 상동읍 순경광산	7D5114			김종수 기증
	주석석 (Cassiterite)	볼리비아	7D5115			진명식 93.8.
	주석석 (Cassiterite)	볼리비아	7D5116			진명식 93.8.
	금홍석 (Rutile)	캐나다	7D5201			7E21-244
	금홍석 (Rutile)	미국	7D5202			7D52-252
	금홍석 (Rutile crystals in rock)	Graves Mountain Georgia	7D5203			1316
	금홍석 (Rutile)	Arkansas	7D5204			1292
	금홍석 (Rutile in feldspar)	Nelson County Virginia	7D5205			1282
	크롬철석 (Chromite)	적석광산	7DH101			
	크롬철석 (Chromite)		7DH102			1077
	크롬철석 (Chromite)	Turkey	7DH103			1019
	크롬철석 (Chromite)	Selukwe, southern Rodesia	7DH104			1020
	프랭크리나이트 (Franklinite with zincite)	Franklin New Jersey	7D1301		D	1362
	프랭크리나이트 (Franklinite in calcite)	New Jersey	7D1302			1076
	프랭크리나이트 (Franklinite-Willemite)	U. S. A.	7D1303			7R78-359
	진사이트 (zincite in calcite)	Franklin New Jersey	7D6801			1363

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	망가나이트 (Manganite)	Ironwood, Michigan	7DD101			1143
	망가나이트 (Manganite ore)		7DD102			
	가니트 및 섬아연석 (Gahnite & Sphalerite)	Bosost, Spain	7DG701			1353
	베델레이아이트 (Baddeleyite)	Minas Gerais, Brazil	7D7301		D	1356
	갈망간석 (Braunite)	Langban, Sweden	7D4501			1142
	강옥 (Corundum)		7D3401			31
	강옥 (Corundum)	Zoutpansberg, District, Transvaal	7D3402			913
	강옥 (Corundum)	Buck crddk, north carolina	7D3403			914
	강옥 (Curundum)	North Carolina	7D3404		D	912
	강옥 (Corundum)	New York주	7D3405			915
	강옥 (Corundum)	Island	7D3406			1226
	아룬돔 (Alundum)	New York	7D3407		D	916
	크리소베릴 (Chrysoberyl)	Brazil	7DJ101			966
	갈철석 (Limonite)		7DC001			1230
	갈철석 (Limonite with cerussite)	Milesburg, Pennsylvania	7DC002			1235
	갈철석 (Limonite)		7DC003			211
	오스티나이트 (Austinite with Limonite)	Gold Hill Utah	7DC004			1358
	갈철석 (or 침철석) (Limonite, Goethite)	강원도 정선군 남면 무릉리 동남광산	7DC005			
	갈철석 (or 침철석) (Limonite, Goethite)	황해도 재령군 재령읍 재령광산	7DC006		Z	E3132-104
	갈철석 (or 침철석) (Limonite, Goethite)	황해도 재령군 하성면 하성광산	7DC007		Z	E3132-105
	갈철석 (or 침철석) (Limonite, Goethite)	황해도 재령군 재령읍 재령광산	7DC008		Z	E3132-101
	연망간석 (Pyrolusite)		7D4202			1231
	연망간석 (Pyrolusite & Psilomelane)		7D4203			1229
	적동석과 크리 (Cuprite with chrysocolla)	Butte, Montana	7D6101		D	1038
	경망간석 (Psilomelane)	Ironwood Michigan	7DL101			1145
	경망간석 (Psilomelane)	Ironwood Michigan	7DL102			1145
	경망간석 (Psilomelane)	경남 고성	7DL103			E3321-101
	경망간석 (Psilomelane)	Montana	7DL104			1137
	망간광 (Manganese ore)	경북 봉화군 소천면 장군광산	7D4001		D	
	망간노즐 (Manganese nodule)	중태평양 해저	7D4002			E3253-101
	망간 (Manganese nodule)		7D4003			이치원
	망간 (Manganese nodule)		7D4004			이치원
	메시코트 (Massicot)	Sonata Mexico	7D6401			1095

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	메시코트 (Massicot)	Sonora, Mexico	7D6402			1095
	스피넬 (Spinel)	Coleraine township, Quebec Canada	7DH001			1115
	스피넬 (Spinel)	Coleraine Townshep, Quebec Canada	7DH002			1116
	메루마이트 (Merumite)	British Columbia	7DH003			1021
	연단 (鉛丹)(Minium)	Broken Hill, New South wales	7D6601			1096
	가락사이트 (Galaxite & Tephroite)	Bald knob, North Carolina	7DG801			1140
	하우스만나이트 (Hausmannite)	Langban, Sweden	7DK101			1141
	세르반타이트(Cervantite)	Sonora, Mexico	7D2501			954
	세나르몬타이트(Senarmontite)	Constantine, Algeria	7D2502			952
	다dias포아 (Diaspore clay)	Near Rosebud, Missouri	7DB201			918
	다dias포아 (Diaspore with pyrophyllite)	Hawthorne, Nevada	7DB202		D	917
	갈철석 (or 침철석) (Limonite , Goethite)	S. E. Washington D. C.	7DC201		D	1078
	침철석 (Goethite)	Ironwood, Michigan	7DC202			1150
	침철석 (Goethite)	Ironwood Michigan	7DC203			1250
	침철석 (Goethite)	모로코, Fes	7DC204			엄경용 93.10.29
	침철석 (Goethite)	모로코, Fes	7DC205		D	엄경용 93.10.29
	깁사이트 (Gibbsite on Limonite)	Richmond, Massachusetts	7DB301			919
	크립토말레인 (Criptomalane)	경북 봉화군 소천면 장군광산	7DK401		D	7DK4-92
	홀랜드아이트 (Hollandite)	볼리비아	7DK501			진명식 93.8.
	아게이트 (Agate)	미 국	7D1401		D	7D14-332
	프린트 (Flint)	영 국	7D1402			7D41-331
	벽옥 (Jasper)	미 국	7D1403			
	벽옥 (Jasper)	강원도 영월군	7D1404			조한익 (92.4.)
	벽옥 (Jasper, plate)	U. S. A.	7D1405		D	구입 (91.7.30.)
	벽옥 (Jasper)	강원도 영월	7D1406		D	E1112-101
	벽옥 (Jasper)		7D1407			
	안하이드로스 (Enhydros)		7D1408			843
	아게이트 (Agate-brown)	South Baykal-1992.11.13	7D1409			V. A. ANAIN
	아게이트 (Agate)	아르헨티나	7D1410			김동섭 기증
	벽옥 (Jasper)	인도네시아	7D1411			김동섭 기증
	벽옥 (Jasper)	콜롬비아 ?	7D1412			구입 93.6.17.
	크리소프레이스(Chrysoprase)		7D1413			구입 93.6.17.
	아게이트 (Agate)	브라질	7D1414			엄경용 93.10.29

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	모스아게이트 (Moss Agate) 우라니나이트 (Uraninite) 우라니나이트 (Uraninite) 보우크사이트 (Bauxite) 보오크사이트 (Bauxite) 홍 토 (Laterite) 수지라이트 (Sugilite) 수지라이트 (Sugilite) (Brookite)	터키 Ankara Canada 일본 東農광산 (Tono mine) 인도네시아 프랑스 인도네시아 미상 (C,Na)(Na,Fe. silicate) Africa Arkansas	7D1415 7D7101 7D7102 7D3001 7D3002 7D3003 7D8001 7D8002 7D5401		D	엄경용 93.10.29 7D71-248 윤상기 (92.8.6) 4KE0-202 E3307-101 4KF0-82 구덕회(우림통상 1334

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	유세나이트 (Euxenite)	아프리카	7E5201			7E52-251
	유세나이트 (Euxenite with magnetite)	Ontario Canada	7E5202			1309
	유세나이트 (Euxenite)	Bolivia	7E5203			1225
	사말스카이트 (Samaraskite)	전북 김제	7E4801			7E48-250
	암판가바이트 (Ampangabeite)	Tananarive Madagascar	7E4802			1322
	티탄 슬래그 (Titan slag)		7E1001			
	티탄철석 (Ilmenite)	Norway	7E1101			1343
	티탄철석 (Ilmenite sand)	Melbourne, Florida	7E1102			1272
	(Leucoxene with Ilmenite)	Tahawns, New York	7E1103			1273
	티탄자철석 (Titanomagnetite)	소련평도	7E1104			
	브라너라이트 (Brannerite with quartz, Pyrite)	Ontario Canada	7E1801			1331
	프리오라이트 (Priorite)	Arendal, Norway	7E2201			1288
	회티탄석 (Perovskite)	Arkansas	7E1401			1283
	철-희토류-Nb 혼합광물(140광종)	중국 내몽고자치구 중부 (1956년)	7E3001			정도형
	철-희토류-Nb 혼합광물(140광종)	중국 내몽고자치구 중부 (1956년)	7E3002			정도형
	컬럼바이트 (Columbite with albite)	Portland Connecticut	7E3101			1227
	컬럼바이트 (Columbite with feldspar)	Ontario Canada	7E3102			1029
	컬럼바이트 (Columbite)	마다가스카르	7E3103			7E31-240
	스티비오탄탈라이트 (Stibiotantalite & Tantalite)	Greenbushes, South Australia	7E3801			1335
	퍼거소나이트 (Fergusonite)	Western Australia	7E4501			1327
	엘스버사이트 (Ellsworthite in calcite with crytolite)	Hybla, Ontario Canada	7E4201			1295
	백티탄석 (Leucoxene with Ilmenite)	New York	7E7301			1273

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	형석 (Fluorite)	경기 가평군 하면 보정광산	7F5201			D1301-103
	형석 (Fluorite)	경기 가평군 하면 보정광산	7F5202			D1301-103
	형석 (Fluorite)	충북 제천군 덕산면 남일광산	7F5203		F	D1301-104
	형석 (Fluorite)	경북 구미광산	7F5204		F	D1301-104
	형석 (Fluorite)	강원도 춘성군 사북면 신포광산	7F5205			D1301-101
	형석 (Fluorite)	강원도 춘성군 사북면 신포광산	7F5206			D1301-101
	형석 (Fluorite)	강원도 춘성군 사북면 신포리	7F5207		F	D1301-106
	형석 (Fluorite)	강원도 춘성군 사북면 신포리	7F5208			D1301-102
	형석 (Fluorite)		7F5209			D1301-102
	형석 (Fluorite)		7F5210			D1301-102
	형석 (Fluorite)		7F5211			D1301-102
	형석 (Fluorite)		7F5212			D1301-102
	형석 (Fluorite)	태국	7F5213			
	형석 (Fluorite)	태국	7F5214			
	형석 (Fluorite)	태국	7F5215			
	형석 (Fluorite)	태국	7F5216			
	형석 (Fluorite)	태국	7F5217			
	형석 (Fluorite)		7F5218			
	형석 (Fluorite)		7F5219			253
	형석 (Fluorite)	Macomb, New York	7F5220			997
	형석 (Fluorite)	Ohio	7F5221			1048
	형석 (Fluorite)	Rosicare Illinois	7F5222			996
	형석 (Fluorite)	Weardale, Durham, England	7F5223			998
	형석 (Fluorite)		7F5224			222
	형석 (Fluorite)	강원도 춘성군 사북면 신포광산	7F5225		Z	D1301-101
	형석, 옥수및 아게이트 (Fluorite, Chalcedony Agate)	강원도 춘성군 사북면 신포광산	7F5226		Z	D1301-108
	형석 (Fluorite)	강원도 춘성군 사북면 신포리	7F5227		Z	D1301-106
	형석 (Fluorite)		7F5228			7F52-409
	형석 (Fluorite)		7F5229			7F52-258
	형석 (Fluorite)		7F5230			진명식 93.8
	형석 (Fluorite)	볼리비아	7F5231			진명식 93.8.
	형석 (Fluorite)	볼리비아	7F5232			진명식 93.8.

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	암염 (Rock salt)	독 일	7F1101		F	D1211-101
	암염 (Rock salt blue)	Saxony Germany	7F1102			768
	암염 (Rock salt)	Italy	7F1103			762
	암염 (Rock salt)	미 국	7F1104			7F11-140
	암염 (Halite in Limestone)	Detroit Michigan	7F1105			1255
	암염 (Rock salt)	Hannover Germany	7F1106			807
	세라지라이트 (Ceragyrite in malachite)	Bisbee Arizona	7F1301			1263
	세라지라이트 (Ceragyrite)	New south wales	7F1302			1248
	임보라이트 (Embolite)	Shatter, Texas	7F1303			991
	마트록카이트 (Matlockite)	Cronford England	7F1A01			1094
	아타카마이트 (Atacamite)	Chile	7F3101		F	구입 (91.7.30.)
	페어시라이트 (Percylite)		7F3102			1037
	파크노라이트 (Pachnolite)	Iviglut, Greenland	7F2501			1049
	테르링구아이트 (Terlinguaite, Hg ₂ ClO ₃)	Terlingua, Texas	7F3001			1155

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	농사 (Sal-Ammoniac)		7G0001			M-422
	방붕석 (Boracite crystal)	Braunschweig, Germany	7G6101			981
	비아케라이트 (Biakerite)	Daggett, California	7G6102			983
	회붕광 (Colemanite crystallized)	California	7G4301			984
	조회붕광 (Ulexite)	California	7G5101			990
	조회붕광 (Ulexite)	Chile	7G5102			989
	프리사이트 (Priceite)	California	7G4401			985
	메이어호페라이트 (Meyerhofferite)	California	7G4501			988
	나이트레타이트 (Nitratite(Soda Niter))	Tarapaca, Chile	7G1201			1199
	케어나이트 (Kernite with Tincalconite)	Korn county, California	7G4101			986

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	윌로가나이트 (Weloganite)	캐나다	7H0001			김동학
	공작석 (Malachite)	자이레	7H8201			F1201-101
	공작석 (Malachite)	자이레	7H8202			F1201-101
	공작석 (Malachite)	자이레	7H8203		F	F1201-102
	공작석 (Malachite)	자이레	7H8204		F	F1201-102
	공작석 (Malachite)	경남 함안군 여항면 함안광산	7H8205		F	F1201-103
	공작석 (Malachite)	자이레	7H8206		F	
	공작석 및 남동석 (Malachite & Azurite)	미국 워싱턴	7H8207			7H83-97
	공작석 (Malachite)		7H8208			
	공작석 (Malachite)		7H8209			552
	공작석 및 수담반 (Malachite & Broghantite)	Bisbee, Arizona	7H8210			1039
	공작석 및 남동석 (Malachite & Azurite)	Moroco	7H8211			구입 (91.7.30.)
	공작석 (Malachite)	자이레	7H8212			구입 (91.7.30.)
	공작석 (Malachite)	중국	7H8213			광산지질연구원
	공작석 (Malachite)	중국	7H8214		F	
	남동석 (Azurite)		7H8301			
	남동석 (Azurite)	South Wailse	7H8302			1040
	남동석 및 공작석 (Azurite & Malachite)		7H8303			
	공작석 및 남동석 (Malachite & Azurite)	Moroco	7H8304		F	구입 (91.7.30.)
	남동석 (Azurite)	중국	7H8305		F	광산지질연구원
	남동석 및 공작석 (Azurite & Malachite)	볼리비아	7H8306			진명식 93.8.
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 단양군 단양면	7H3201		F	F1102-101
	돌로마이트 (Dolomite)		7H3202			4H32-423
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 매포	7H3203			7H32-217
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 증원군 주덕면	7H3204			93.9. 채취
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 증원군 주덕면	7H3205			93.9. 채취
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 증원군 주덕면	7H3206			93.9. 채취
	방해석 (Calcite)	충북 단양군 단양면 (조선계 대석회암통)	7H1301		F	F1101-103
	방해석 (Calcite)	충북 단양군 단양면 (조선계 대석회암통)	7H1302		F	F1101-104
	방해석 (Calcite)	충북 단양 (조선계 대석회암통)	7H1303			F1101-101
	방해석 (Calcite)	충북 단양군	7H1304		F	
	아라고나이트 (Aragonite)	충북 단양군 단양면	7H1305		E	
	방해석 (Calcite)		7H1306			

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	방해석 (Calcite)	Bellmont, Spain	7H1307			999
	방해석 (Calcite)	Georgiana	7H1308			1001
	방해석 (Calcite var, Oölite)	Bedfore, Indiana	7H1309			1004
	방해석 (Calcite)		7H1310			142
	방해석 (Calcite)	Rutland, Vermont	7H1311			1000
	방해석 (Calcite)	Mumford, New York	7H1312			1006
	방해석 (Calcite)	Bavaria	7H1313			1003
	방해석 (Calcite)	Dover, England	7H1314			1002
	방해석 (Calcite, Manganiferous)		7H1315			1233
	방해석 (Calcite)	Tivoli, Near Rome, Italy	7H1316			1005
	방해석 및 황철석 (Calcite & Pyrite)	멕시코	7H1317		D	구입 (91. 7. 30.)
	방해석 (Calcite)	경북 문경군 가은읍	7H1319		Z	F1101-105
	방해석 (Calcite)	Brazil	7H1320		E	구입 (90. 11.)
	방해석 (Calcite)	경남 울산군 농소면 대한철광	7H1321			S-17
	방해석 (Calcite)	경남 울산군 농소면 대한철광	7H1322			S-17
	방해석 (Calcite twin) -yellowish	러시아 Kazakhstan	7H1323			Victor A. Anain & 박노영
	망간방해석 (Mangano calcite)	페루	7H1324		E	구입 (91. 7. 30.)
	방해석 (Calcite)	브라질	7H1325			김지태 93. 5. 1.
	방해석 (Calcite)	브라질	7H1326			김지태 93. 5. 1.
	방해석 (Calcite)	경남 울산군 농소면 대한철광	7H1327			S-44
	방해석 (Calcite)	경남 울산군 농소면 대한철광	7H1328			S-44
	방해석 (Calcite) - Qz 함유	모로코 Fes	7H1329			엄경용 93. 10. 29
	방해석 (Calcite) - Qz 함유	모로코 Fes	7H1330			엄경용 93. 10. 29
	방해석 (Calcite) - Qz 함유	모로코 Fes	7H1331			엄경용 93. 10. 29
	능철석 (Siderite)		7H1701			537
	능철석 (Siderite paint ore)	Bowmanstown, Pennsylvania	7H1702			1118
	능철석 (Siderite)	경북 달성	7H1703			7H11-63
	능철석 (Siderite)	경북 달성군 가창면 달성광산	7H1704		F	M-216
	능철석 (Siderite)		7H1705			7H17-233
	비독사석 및 능철석(Löllingite & Siderite)	Löelling, Carinthia	7H1706			957
	능아연석 (Smithsonite)	New South wales	7H2101			1346
	능아연석 (Smithsonite)	Tsumeb south west Africa	7H2102			1345

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	농아연석 (Smithsonite)	Muaimi Mexico	7H2103			1281
	농아연석 (Smithsonite cadmium-bearing)	Yellville, Arkansas	7H2104			993
	백연석 및 녹연석 (Cerussite & Pyromorphite)	Panimint mountains, California	7H2201			1098
	백연석 (Cerussite)	Coeur D' Akene, Idaho	7H2202			1097
	하이드로진사이트 (Hydrozincite)	Near Dragoon, Arizona	7H8501			1361
	포스지나이트 (Phosgenite)	Sardinia Italy	7HA101			881
	포스지나이트 (Phosgenite)	Monte poni, Sardinia	7HA102			1099
	게이-루사이트 (Gay-Lussite)	California	7H5201			1265
	중탄산조달석 (Trona)	Death walley, California	7H1401			1269
	아라고나이트 (Aragonite)	미국	7H1402			7H14-234
	아라고나이트 (Aragonite)	러시아 타이미르	7H1403		F	장영남 92.10.16
	아라고나이트 (Aragonite)	모로코	7H1404			엄경용 93.10.29
	스트론티아나이트 (Strontianite)	Hamm, Westphalia	7H2301			1267
	스트론티아나이트 (Strontianite)	Strontisn, Scotland	7H2302			1252
	녹아연광 (Aurichalcite with rosasite)	Mapimi Mexico	7H8401			1294
	녹아연광 (Aurichalcite & Smithsonite)	Pima County Arizona	7H8402			1284
	중토방해석 (Barytocalcite)	Alston Moor, Cumberland, England	7H3601			961
	바스트네사이트 (Bastnäs site)	San Bernardino Co, California	7HA201			1018 ((RF)CO ₃)
	마그네사이트 (Magnesite)	Turkey	7H1601			1119
	마그네사이트 (Magnesite)	함남 단천	7H1602			7H16-235
	위더라이트 (Witherite with barite)	England	7H2401			960
	위더라이트 (Witherite)	Rosiclare, Illinois	7H2402			7H24-219
	농망간석 (Rhodochrosite)		7H1801		F	7H18-450
	농망간석 (Rhodochrosite)	페루	7H1802		F	구입 (91.7.30.)
	농망간석 (Rhodochrosite)	경북 봉화군 장군광산	7H1803		Z	F1106-101
	농망간석 (Rhodochrosite)	경북 봉화군 장군광산	7H1804		F	F1106-101
	종유석 (Stalactite)	강원도 영월	7H5001			

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	명반석 (Alunite)	전남 해남군 황산면 옥매광산	718201		Z	N4201-101
	명반석 (Alunite)	전남 해남군 황산면 옥매광산	718202			7182-122
	명반석 (Alunite)	Yuma county, Arizona	718203			1176
	명반석 (Alunite)	Near Marysvale, Utah	718204			948
	명반석 (Alunite)	저남 해남군 황산면 우황리	718205			
	석고 (Gypsum)	충남 청양군 비봉면	713301			N3106-101
	석고 (Gypsum)	영국	713302			
	석고 (Gypsum)	North Holston Vir.	713303			7133-119
	석고 (Gypsum)	칠레	713304			
	석고 (Gypsum)		713305			
	석고 (Gypsum)		713306			
	석고 (Gypsum)	미국	713307			7133-120
	석고 (Gypsum)	경기도 상봉	713308			7133-116
	석고 (Gypsum)	호주	713309		F	이당훈 (86.12.)
	석고 (Gypsum)	사우디아라비아	713310			(92. 5)
	석고 (Gypsum)	사우디아라비아	713311		F	(92. 5)
	석고 (Gypsum)	사우디아라비아	713312			(92. 5)
	석고 (Gypsum)	Chile	713313		E	구입 (91. 7. 30)
	석고 (Gypsum)	아프리카 모로코 (사하라사막)	713314			엄경용 93.10.29
	석고 (Gypsum)	아프리카 사하라사막	713315			엄경용 93.10.29
	경석고 (Anhydrite)	Mexico, Naica	711301		F	구입 (91. 7. 30.)
	엡소마이트 (Epsomite)	Calatayud Spain	713601			668
	엡소마이트 (Epsomite)	Calatayud, Spain	713602			1127
	앵그레사이트 및 방연석(Anglesite & Galena)	Darwin, California	711601			1104
	앵그레사이트 (Anglesite)	Cividend, Utah	711602			1105
	폴리할라이트 (Polyhalite)	Carlsbad New Mexico	716201			1187
	망초석 (Thenardite)	Searies lake, California	711201			1218
	야로사이트 (Jarosite)	Majuba hill, Nevada	718401			1087
	엽록반 (Copiapite)	Emery county, Utah	71A201			1086
	모철광 (Fibroferrite)	Chuquicamata, Chile	71A202			1085
	석회망초 (Glauberite, Na ₂ SO ₄ CaSO ₄)	California	712201			1261
	중정석 (Barite)	Butte, Montana	711401			964
	중정석 (Barite, blue)	Porland	711402		F	구입 (91. 7. 30.)

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
표품에- 표기	중정석 (Barite)	경기도 삼봉	711403			7114-106
	중정석 (Barite, crystallized)	Teesdale, Durham England	711404			963
	중정석 (Barite)	충북 증원군 주덕면	711405		Z	7114-521
	중정석 (Barite)		711406			
	중정석 (Barite)	충북 증원군 주덕면	711407		F	7114-105
	중정석 (Barite)	모로코 Fes	711408			엄경용 93.10.29
	중정석 및 아라고나이트 (Barite & Aragonite)	모로코 Fes	711409			엄경용 93.10.29
	중정석 (Barite)- Qz & Calcite 함유	모로코 Fes	711410			엄경용 93.10.29
	중정석 (Barite)	경남 합천군 봉산면 강덕광산	711411			S-47
	중정석 (Barite)	경남 합천군 봉산면 강덕광산	711412			S-47
	담반 (Chalcanthite)	황해도 연정	715101		F	7151-71
	청연석 (Linarite)	Mexico	717101			-49
	천청석 (Celestite)	경남 창원	711501			7115-110, 감정요
	천청석 (Celestite geode)	Madagascar	711502			구입 (91.7.30.)
	천정석 (Celestite)	Norhamberland	711503			7115-121
	행사이트 (Hanksite)	California	717001			1196
	스팜고라이트 (Spangolite & Linarite)	New Mexico	714001			1046
	로동광 (Natrochalcite)	Chuquicanata, Chile	716301			1045
브로에다이트 (Bloedite)	Stassfurt, Prussia	716101			1192	

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	듀프레나이트 (Dufrenite)	Greenbelt, Maryland	7J2001			1082
	Kerchenite (Vivianite) -비비아나이트	러시아 흑해, Kryim 지역 - greenish black	7J3401			Victor A. Anain & 박노영 진명식 93.8.
	비비아나이트 (Vivianite)	볼리비아	7J3402			진명식 93.8.
	비비아나이트 (Vivianite)	볼리비아	7J3403			진명식 93.8.
	인회석 (Apatite)	경북 청도군 운문면 신원동	7J5101			J1301-101
	인회석 (Apatite)	Omtario, Canada	7J5102			1171
	인회석 (Apatite)	노르웨이	7J5103			7J51-134
	인회석 (Apatite)	평북 용천군	7J5104		F	7J51-126
	인회석 (Apatite)	Portland	7J5105			M-135
	윌케이트 (Wilkeite in calcite)		7J5106			1256
	다알라이트 (Dahlite)	near Shell, Wyoming	7J5107			1204
	인회석 (Apatite)	Canada, Idaho	7J5108			1212
	코네타이트 (Cornetite)	자이레	7J5201		F	
	제노타임 (Xenotime)	일본	7J1301			7J13-555
	(Libethuite)	Arizona	7J5301			1043
	녹연석 (Pyromorphite)	Idaho	7J5401			1100
	녹연석 (Pyromorphite)		7J5402			1101
	오우토나이트 (Autunite on Felspar)	Spuce Pine North Carolina	7J8701			1285
	인회우란광 (Autunite)	미 국	7J8702			J5203-101
	인회우란광 (Autunite)	프랑스	7J8703			J5203-102
	앰블리고나이트 (Amblygonite)	Sweden	7J6101			1113
	터키석 (Turquoise)	Arizona	7J7601			947
	터키석 (Turquoise)	Senegal	7J7602		F	구입 (91. 7. 30.)
	타부타이트 (Tarbuttite)	Rhodesia	7J5501			1396
	모나자이트 (Monazite)	Mexico	7J1401			7J14-117
	모나자이트 및 석류석 (Monazite & Garnet)	일본	7J1402			7J14-259
	리치오피라이트(Lithiophilite-triptyollite)	Custer, South Dacota	7J2301			1112
	트리필라이트 (Trphylite with pyrrotite)	New Hampshire	7J2302			1111
	볼보르사이트 (Volborthite)	Ferghana, Turkestan	7J4001			1278
	닝교이트 (Ningyoite)	일본 닝교광산	7J4002			
	닝교이트 (Ningyoite)	일본 닝교광산	7J4003			J5220-101
	닝교이트 (Ningyoite)	일본 닝교광산 (Ninkytoke mine)	7J4004			윤상규 (92. 8. 6)

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	헤르데라이트 (Herderite, $\text{CaBe}(\text{F}, \text{OH})\text{PO}_4$) 헤르데라이트 (Herderite)	Newry, Maine	7J9001 7J9002			974 -115

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	카노타이트 (Carnotite)	미국	7K9501		F	J5207-101
	디스크로이조트 (Descloizote)	Guchab, South West Africa	7K9201			1344
	아다마이트 (Adamite)	Mapimi Durango, Mexico	7K3401			1371
	코발트화 (Erythrite)	Ontario, Canada	7K1701			1028
	코발트화 (Erythrite with cobaltite)	Somora, Mexico	7K1702			1027
	앤나버자이트 (Annabergite)	Tarragina, Spain	7K1703			1169
	바나디나이트 (Vanadinite)	Arizona	7K9101			1108
	바나디나이트 (Vanadinite)	Taouz, Morocco	7K9102			1188
	바나디나이트 (Vanadinite)	Arizona	7K9103			1304
	독비철광 (Pharmacosiderite)	Cornwall, England	7K5101			1084
	스코로다이트 (Scorodite)	Gold hill, Utah	7K1901			1083
	사단석 (Clinoclasite)	Majuba hill, Nevada	7K3101			1044
	녹비동광 (Olivenite)	Cornwall, England	7K3301			1042
	베르젤리트 (Berzeliite with dolomite)	Langban, Sweden	7K1201			1139
	뉴우베르이트 (Newberyite)	Australia	7K1401			1136
	시타시나이트 (Psittacinite on cuprodese loizite)	South West Africa	7K7001			1325
	메타휴이타이트 (Metahewettite, CaO, 3V ₂ O ₅ , 9H ₂ O)	New Mexico	7K8101			1279

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	나도라이트 (Nadorite)	Djebel Nador, Algeria	7L2002			1103
	철망간중석 (Wolframite)		7L6301			395
	철망간중석 (Wolframite)		7L6302			
	철망간중석 (Wolframite)	Zinnwaod, Bohemia	7L6303			1341
	철망간중석 (Wolframite)		7L6304			
	철망간중석 (Wolframite in quartz)	England	7L6305			1298
	철망간중석 (Wolframite)		7L6306			7L63-1197
	철망간중석 (Wolframite)		7L6307			7L63-1413
	철망간중석 (Wolframite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7L6308		Z	D1103-102
	철망간중석 (Wolframite)	경북 달성 달성광산	7L6309			M-163
	철망간중석 (Wolframite)	영국	7L6310			7L63-154
	철망간중석 (Wolframite)	강원도 상동광산	7L6311			01103-103
	철망간중석 (Wolframite)	경북 달성군 가창면 달성광산	7L6312		F	01103-101
	철망간중석 (Wolframite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7L6313		F	01103-102
	철망간중석 (Wolframite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7L6314		F	01103-102
	흑중석 (Wolframite)	강원도 심봉	7L6315			7L63-298
	울페나이트 (Wulfenite)		7L8201			877
	울페나이트 (Wulfenite)	Chihuahua, Mexico	7L8202		F	1159
	울페나이트 (Wulfenite)	New Mexico	7L8203			1106
	울페나이트 (Wulfenite)	Mexico	7L8204			7L82-147
	홍연광 (Crocoite)	Tasmania	7L5201			1022
	에모사이트 (Emmonsite)	Goldfield, Nevada	7L4201			1318
	망간중석 (Huebnerite)	New South wales	7L6101			1311
	망간중석 (Huebnerite in quartz)	North Carolina	7L6102			1293
	회중석 (Scheelite)	Italy	7L6401			1303
	회중석 (Scheelite-powellite)	Beaver Utah	7L6402			1300
	회중석 (Scheelite)	충북 옥방광산	7L6403			383
	회중석 (Scheelite)		7L6404			7L64-1408
	회중석 (Scheelite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7L6405		F	01201-102
	회중석 (Scheelite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7L6406		F	01201-102
	회중석 (Scheelite)	충북 증원군 양성면 대화광산	7L6407		F	01201-103
	회중석 및 휘수연석(Scheelite&Molybdenite)	강원도 영월군 상동읍 상동광산	7L6408		F	01201-101
	회중석 (Scheelite)	충북 증원군 강성면 능암리 대화광산	7L6409			

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	회중석 (Scheelite)	충남 청양	7L6410			7L64-148
	회중석 (Scheelite with quartz, pyrite)	Salmo, British Columbia	7L6411			1336
	회중석 (Scheelite)	강원도 영월군 상동읍 상동광산	7L6412			S-6
	페리모리브다이트 (Ferrimolybdate)	Utah	7L9101			1166
	연중석(鉛重石) (Stolzite)	Broken hill New South wales	7L6501			1348 (PbWO ₄)
	레티나이트 (Retinite)	Okawama, Iwate, Japan	7L6502			1011
	파우엘라이트 (Powellite)	남 미	7L8101			7L81-160

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	소달라이트 (Sodalite)	함북 길주군 장백면	7M4401		F	G1311-101
	소달라이트 (Sodalite)	"	7M4402		F	
	소달라이트 (Sodalite)		7M4403			7M44-420
	소달라이트 (Sodalite)	미 국	7M4404			7M44-176
	정장석 (Orthoclase)	강원도 설악산	7M1301			G1111-101
	정장석 (Orthoclase)	강원도 설악산	7M1302		F	
	정장석 (Orthoclase)	강원도 설악산	7M1303			
	정장석 (Orthoclase)	강원도 설악산	7M1304		F	
	정장석 (Orthoclase)	강원도 설악산	7M1305			
	정장석 (Orthoclase)	강원도 설악산	7M1306		F	
	정장석 (Orthoclase)		7M1307			
	정장석 (Orthoclase)	Madagascar	7M1308			1220
	정장석 (Orthoclase)	British Columbia	7M1309			1175
	정장석 (Orthoclase)		7M1310		F	
	미사장석 (Microcline)	강원도 고성군 외금강면	7M1311		F	186
	정장석 (Orthoclase)	?? - 서울화강암	7M1312			이동남
	빙장석 (Adularia)	강원도 준양군 내금강면(1945 이전 수집)	7M1201		F	G1124-101
	"	황해도 수안군 수구면	7M1202		F	G1124- ?
	로우몬타이트 (Laumontite)	충북 충주 동양활석광산	7M9301			G2148-101
	불석 (Zeolite)	경북 영일	7M5001			G2100-101
	불석 (Zeolite, Botryolite)	일본	7M5002		F	
	불석 (Zeolite)	경북 영일	7M5003			
	불석 (Zeolite)	경북 영일	7M5004			G2100-102
	다톨라이트 (Datolite)	일본	7M5005		F	
	다톨라이트 (Datolite)	일본	7M5006		F	
	다톨라이트 (Datolite)	일본	7M5007		F	
	휘불석 (Heulandite)	일본	7M5008		F	
	휘불석 (Heulandite)	일본	7M5009		F	
	휘불석 (Heulandite)	일본	7M5010		F	
	다톨라이트 (Datolite)	일본	7M5011		F	
	다톨라이트 (Datolite)	일본	7M5012		F	
	불석 (Zeolite)	경주군 양북면 안동	7M5013			S-13
	캐버자이트 (Chabazite)	Scotia	7M8301			1268

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	라브라도라이트 (Labradorite)	미 국	7M2601			
	라브라도라이트 (Labradorite)	미 국	7M2602			구덕회
	백류석 (Leucite)		7M4101			7M41-415
	백류석 (Leucite)		7M4102			1F1B-441
	올리고클레이스 (Oligoclase)		7M2401			7M24-436
	올리고클레이스 (Oligoclase)	North Carolina	7M2402			1247
	장석 (Feldspar)		7M0001			
	장석 (Feldspar)		7M0002			1236
	장석 (Feldspar)		7M0003			540
	장석 (Feldspar)	강원도 고성군 설악산	7M0004			7M00-K208
	장석 (Feldspar)	경북 문경군 가은읍 완장리 원경석산	7M0005			오기선 (92. 6.)
	미사장석 (Microcline)	Virginia	7M1401		F	1214
	미사장석 (Microcline)	Colorado	7M1402			1184
	천하석 (Amazonite)	Brazil	7M1403			구입 (90. 11.)
	천하석 (Amazonite)		7M1404			
	애노르더클레이스 (Anorthoclase)	Island	7M1501			1259
	애노르더클레이스 (Anorthoclase)	Wisconsin	7M1502			1258
	애노르더클레이스 (Anorthoclase)	Norway	7M1503			920
	회장석 (Anorthite)	경남 산청	7M2801			7M15-185
	조장석 (Albite)	남 다코타	7M2301			7M23-181
	조장석 (Albite)	Canada	7M2302			7M23-189
	조장석 및 미사장석 (Albite & Microcline)	강원도 고성군 외금강 (1945. 이전수집)	7M2303		F	G1115-101
	라쥬라이트 (Lazurite-blue)	러시아 바이칼 남부-1992. 11. 13	7M4701			박노영
	라쥬라이트 (Lazurite) - deep blue	러시아 바이칼 지역	7M4702			Victor A. Anain & 박노영
	라쥬라이트 (Lazurite)	강원도 춘성	7M4703			M-355
	라쥬라이트 (Lazurite)	강원도 춘성	7M4704			M-356
	오케나이트 (Okenite)	Indo, Poona	7M5301			구입 (91. 7. 30)

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
*7N521 삭제	장미휘석 (Rhodonite)		7N5202			1221
	장미휘석 (Rhodonite)	New Jersey	7N5203			1130
	장미휘석 (Rhodonite)	New Jersey	7N5204			1138
	투휘석 (Diopside)	브라질	7N2101			
	투휘석 (Diopside)	필리핀 사마르섬	7N2102		F	조민조
	투휘석 (Diopside)	Brazil, Minas Gerais	7N2103		F	구입 (91.7.30.)
	Lavrovite (Cr 함유 Diopside - Apple green)	러시아 바이칼 북부	7N2104			Victor A. Anain & 박노영
	헤덴버자이트 (Hedenbergite)	경남 울산군 농소면 대한철광 울산작업소	7N2401			S-43
	휘석 (Pyroxene)	강원 고성	7N0101		F	G1215-101
	휘석 (Augite in alkali Basalt)	강원 고성군 적왕면 오봉리	7N0102			김윤규(92.9)
	투각섬석-양기석 (Tremolite-Actinolite)	강원도 춘성군 동면	7N8201			G1244-101
	투각섬석-양기석 (Tremolite-Actinolite)	강원도 춘성군 동면	7N8202			G1244-101
	투각섬석-양기석 (Tremolite-Actinolite)	강원도 춘성군 동면	7N8203			G1244-101
	투각섬석 (Tremolite)		7N8204			204
	투각섬석 (Tremolite)	동양활석광산	7N8205			508
	투각섬석 (Tremolite)	경기도 강화	7N8206			M-164
	투각섬석 (Tremolite)	충북 동양활석광산	7N8207		F	M-170
	평강석 (Heikolite)	강원 평강 (1945. 이전수집)	7N8208			G1249-101
	산피 (Mountain leather)	충북 단양군 단양면	7N8209		F	G1253-101
	산피 (Mountain leather)		7N8210			
	산피 (Mountain leather)		7N8211			
	투각섬석 (Tremolite)	전북 완주군 비봉면 봉산리	7N8212		F	
	양기석-투각섬석 (Actinolite-Tremolite)	충남 홍성군 은하면 화봉리	7N8301		F	
	연옥 (Nephrite)	강원도 춘성군 동면 신포광산	7N8001			7N80-1407
	연옥 (Nephrite)	강원 춘성	7N8002			7N80-338
	연옥 (Nephrite)	강원 춘성	7N8003			7N80-339
	연옥 (Nephrite)	강원 춘성군 동면 월곡리	7N8004			G1254-101
	연옥 (Nephrite)	강원 춘성군 동면 월곡리	7N8005			G1254-101
	연옥 (Nephrite)	강원 춘성군 동면 월곡리	7N8006			G1254-101
	연옥 (Nephrite)	강원도 춘성광산	7N8007			
	연옥 (Nephrite-green)	South Baykal-1992.11.13	7N8008			박노영
	규회석 (Wollastonite)		7N5101			7N51-259

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	규회석 (Wollastonite)	충북 단양	7N5102		Z	G1231-101
	규회석 (Wollastonite)	Riverside, California	7N5103			1007
	규회석 (Wollastonite)	New York	7N5104			1008
	규회석 (Wollastonite)		7N5105			M-128
	호안석 (Tiger eye)	Griqualand South Africa	7N7301		G	328
	호안석 (Tiger eye) - brown-yellow	Kazakhstan	7N7302			Victor A. Anain & 박노영
	경옥 (Jadeite)	Tibet	7N4401			739
	경옥 (Jadeite)	Japan	7N4402			1257
	경옥 (Jadeite-blue green)	South Baykal-1992.11.13	7N4403			V. A. ANAIN
	경옥 (Jadeite-dark green plate)	Krasnoyarsk 지역	7N4404			Victor A. ANAIN & 박노영
	경옥 (Jadeite)	미국	7N4405			구입 93.6.17.
	스포듀민 (Spodumene)	Madagascar	7N4701			1109
	스포듀민 (Spodumene)	North Carolina	7N4702			1185
	쿤자이트 (Kunzite)	California, U. S. A.	7N4703			701
	각섬석 (Amphibole)	Quebec, Canada	7N0201			1120
	각섬석 (Amphibole)	Wyoming	7N0202			1124
	각섬석 (Amphibole)	Montana	7N0203			1122
	각섬석 (Amphibole)	California	7N0204			1123
	앤티필라이트 (Anthophyllite)	North Carolina	7N6101			1121
	(Acmite in Nepheline syenite)		7N4201			7N42-410

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3601			G2311-101
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3602		F	G2311-101
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3603			G2311-101
	활석 (Talc)	전남 완도군 노화읍 신량리 (노화도광업소)	7P3604			
	활석 (Talc)	충북 충주 활석	7P3605			7P36-207
	활석 (Talc)		7P3606			
	활석 (Talc, gray)	Carolina	7P3607			1132
	활석 (Talc)	Georgia	7P3608			1131
	활석 (Talc)	Virginia	7P3609			1134
	활석 (Talc)	New York	7P3610			1133
	활석 (Talc)		7P3611			7P36-244
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3612		Z	G2311-102
	활석 (Talc)		7P3613			7P36-243
	활석 (Talc)		7P3614			7P36-455
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3615		F	M-210
	활석 (Talc)	경북 울진군 울진읍	7P3616		Z	
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3617			이인영 93.6.9.
	활석 (Talc)	중국	7P3618			93.9. 채취
	활석 (Talc)	충북 충주시 동양활석광산	7P3619			93.9. 채취
	석면 (Asbestos)	충남 광천	7P3101			G1252-101
	석면 (Asbestos, Amosite)	Canada	7P3102		F	M-161
	석면 (Asbestos)		7P3103		F	
	석면 (Asbestos)	충북 수산	7P3104		F	7N82-166
??	석면 (Asbestos)	경기도 가평군 설악면 가평 석면광산	7P3105		F	M-159
??	석면 (Asbestose)	충남 홍성	7P3106			M-174
	석면 (Asbestose)	전북 진안	7P3107			M-163
	석면 (Asbestose)	East Tiland-1992.11.13	7P3108			V. A. Anain
	석면 및 양기석 (Asbestose & Actinolite)	볼리비아 - 3조각으로 나뉨	7P3109			진명식 93.8.
??	리튬운모 (Lepidolite)	충북 제천	7P1801		F	G2203-101
??	리튬운모 (Lepidolite)	Ohio City Colorado	7P1802			1205
	리튬운모 (Lepidolite)	South Dakota	7P1803			1110
	리튬운모 (Lepidolite)	충북 단양	7P1804		Z	G2203-102
	리튬운모 (Lepidolite)	South West Africa	7P1805			7P18-262

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	흑운모 (Biotite)	강원도 영월군	7P2101		F	G2205-101
	흑운모 (Biotite)	충북 옥방광산	7P2102			G2205-102
	흑운모 (Biotite)		7P2103			
	흑운모 (Biotite)	캐나다	7P2104			7F21-157
	흑운모 (Biotite)	Ontario Canada	7P2105			1125
	질석 (Vermiculite)	충남 청양	7P2401			G2307-101
	질석 분말 (Vermiculite, powder)	충남 청양	7P2402			G2307-102
	질석 (Vermiculite)	충남 청양	7P2403			7P24-156
	질석 (Vermiculite)	Montana	7P2404			1126
	납석 (Pyrophyllite)	경남 김해군 녹산면	7P3701			G2417-101
	납석 (Pyrophyllite)	North Carolina	7P3702			944
	납석 (Pyrophyllite)	경북 청송군 부남면	7P3703			S-42
	사문석 (Serpentine)	충북 충주 동양활석광산	7P3001			G2301-101
	사문석 (Serpentine)	충북 충주 동양활석광산	7P3002			G2301-101
	사문석 (Serpentine)		7P3003			1FF0-430
	사문석 (Serpentine)		7P3004			1FF0-449
	사문석 (Serpentine)		7P3005			1FF0-407
	사문석 (Serpentine)	충남 광천	7P3006			G2301-103
	사문석 (Serpentine)	울산군 농소면 대한철광	7P3007			S-18
	사문석 (Serpentine)	울산군 농소면 대한철광	7P3008			S-18
	백운모 (Muscovite)		7P1001			389
	백운모 (Muscovite)	Quebec, Canada	7P1002			1253
	백운모 (Muscovite)	Brazil	7P1003			1211
	백운모 (Muscovite)		7P1004			1329
	견운모 (Sericite)	경남 방어진	7P1005			7P10-199
	견운모 (Sericite)	경남 울산 방어진	7P1006			199
	견운모 (Sericite with epidote)	경북 봉화군 석포면 석포리 대현광산	7P1007		F	S-4
	견운모 (Sericite)	경북 봉화군 석포면 석포리 대현광산	7P1008		Z	S-4
	딕카이트 (Dickite)	전남 해남군 황산면 부곡광산	7P7101			비금속실
	딕카이트 (Dickite)	전남 해남군 황산면 부곡광산	7P7102			비금속실
	고령토 (Kaolinite)		7P7301			7P73-196
	고령토 (Kaolinite)	경북 청송 도석	7P7302			7P73-194
	고령토 (Kaolinite)		7P7303			180

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	고령토 (Kaolinite)	Nevada	7P7304			1177
	표포토 (Fuller's Earth)	Attapulcus, Geogia	7P7305			946
	가니어라이트 (Garnierite)	New Caledonia	7P3401			1200
	가니어라이트 (Garnierite)	Oregon	7P3402			1165
	가니어라이트 (Garnierite)	New Caledonian, Noumea	7P3403		F	이당훈(86.12)
	새피얼라이트 (Sepiolite)	New Mexico	7P9801			1135
	금운모 (Phlogopite)	함북 길주군 장백면 포수광산 (1945. 이전에)	7P2301		F	G2206-101
	금운모 (Phlogopite)	북한 (1945. 이전수집)	7P2302		F	G2206-102
	어안석 (Apophyllite)	California, U.S.A.	7P3801			886

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	녹염석 및 수정 (Epidote & Rock crystal)	경남 밀양군 삼랑읍 송지리	7Q3001		F	G1392-101
	석류석 (Garnet)	경남 밀양군 단장면	7Q4001		F	G1331-102
	석류석 (Garnet)		7Q4002			
	석류석 (Garnet)		7Q4003			
	석류석 및 석영 (Garnet & Quartz)	경북 봉화군 소천면 방연광산	7Q4004		F	G1331-101
	석류석 (Garnet)		7Q4005			
	석류석 (Garnet)		7Q4006			
	석류석 (Garnet)	North Cafolina	7Q4007			922
	석류석 (Garnet)	Ontario	7Q4008			923
	석류석 (Garnet)		7Q4009			154
	석류석 (Garnet)		7Q4010			7Q40-264
	알만딘 석류석 (Almandine garnet)	Austria	7Q4011			구입 (91. 7. 30.)
	석류석 (Garnet)	히말라야 마카루봉	7Q4012		F	G1331-103성익환
	알만딘 (Almandine)	미국 뉴욕주 노스크리크 바튼광산	7Q4013		F	박노영(92. 9.)
	석류석 (Garnet-brown)	South Baykal-1992. 11. 13.	7Q4014			V. A. ANANIN
	석류석 (Garnet)	히말라야 마카루봉 93. 4. 13.	7Q4015			성익환
	석류석 (Garnet)	South Baykal-1992. 11. 13	7Q4016			성익환
	안드라다이트 (Garnet group → Andradite)	중국	7Q4601		F	'93. 9. 구입
??	남정석 (Kyanite)	충남 논산군(경남 산청군 산청면 산청광산?)	7Q5201		F	G1380-101
****?	남정석 (Kyanite)		7Q5202		F	
	남정석 (Kyanite)		7Q5203			7Q52-543
	남정석 (Kyanite)		7Q5204			
	남정석 (Kyanite)	Switzerland	7Q5205			929
	남정석 (Kyanite)	충남 논산	7Q5206			M-198
	남정석 (Kyanite)		7Q5207			236
	남정석 (Kyanite)		7Q5208			237
	남정석 (Kyanite)	충남 논산	7Q5209		Z	G1380-102
	남정석 (Kyanite)		7Q5210			우림통상 구덕회
	남정석 (Kyanite)		7Q5211			조한익(92. 4. 14)
	홍주석 (Andalusite)	충남 서산군 부석면 (강원도 고성 ?)	7Q5101		F	G1378-102
	홍주석 (Andalusite)	미국 캘리포니아주	7Q5102			7Q51-541
	홍주석 (Andalusite)	Spain	7Q5103			927
	홍주석 (Andalusite)		7Q5104			7Q51-236

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	홍주석 (Andalusite)		7Q5105			7Q51-487
	홍주석 (Andalusite)		7Q5106			7Q51-237
	홍주석 (Andalusite)	강원도 고성	7Q5107		Z	
	공정석 (Chiastolite)	강원도 명주군 구정면 고봉산층 석탄층	7Q5108			1405
	공정석 (Chiastolite)	경기도 연천군 중면 진곡리	7Q5109		Z	G1378-102
	감람석 코마타이트 (Olivine Komatite)	호주	7Q1D01		F	문건주
	규선석 (Sillimanite)	충북 증원	7Q5301			7Q53-192
	규선석 (Sillimanite)		7Q5302			921
	갈렘석 (Allanite)	캐나다 온타리오	7Q3501			7Q35-558
	홍석류석 (Pyrope)	Bohemia	7Q4301			580
	감람석 (Olivine)	New Mexico	7Q1001			577
	크리소리씨오나이트 (Chrysolithionite in Black chrysolite)		7Q1401			-351
	하디스토나이트 (Hardystonite with Franklinite, Garnet)	New Jersey	7Q3701			1370

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	취동석 (Diopase)	남아프리카 Tsumeb, Namibia	7R2401		F	
	취동석 (Diopase)	남아프리카 Tsumeb, Namibia	7R2402		F	
	튜그튜파이트 (Tugtupite)	Greenland Denmark	7R3001			M-353
	Charoite (Violet)	South Baykal-1992.11.13	7R7001			V. A. ANAIN
	Charoite (Violet-fibrous)	러시아 바이칼 지역	7R7002			Victor A. Anain & 박노영
	이극석 (Hemimorphite)	Santa eulalia Mexixo	7R7401			구입 (91. 7. 30.)
	이극석 (Hemimorphite)	Arizona	7R7402		F	1360
	이극석 (Hemimorphite)	Missouri	7R7403			1359
	애란디사이트 (Arandisite in quartz)	South Africa	7R7404			1287
	윌레마이트 (Willemite)	미국 뉴저지	7R7801			7R78-553
	윌레마이트 (Willemite)	미국	7R7802			7R78-324
	윌레마이트 (Willemite)	Rhodesia	7R7803			1350
	윌레마이트 (Willemite)	Rhodesia	7R7804			1351
	윌레마이트 (Willemite)	미국	7R7805		F	7R78-359
	윌레마이트 및 프랭크리나이트 (Willemite & Franklinite)	미국 뉴저지주 서섹스군 오그덴버그	7R7806		F	박노영 (92. 9)
	가도리나이트 (Gadolinite)	스웨덴	7R3901			7R39-557
	유디디마이트 (Eudidymite)	그린란드	7R3801			7R38-349
	크리소콜라 (Chrysocolla)	Miami, Arizona	7R2001		F	1041
	페나사이트 (Phenacite)	Brazil	7R3C01			973(Be ₂ SiO ₄)
	튜그튜파이트 (Tugtupite)	Greenland	7R3001			M-356
	샤튜카이트 (Shattuckite)	자이레	7R2101			443-101

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	녹주석 (Beryl)	충북 청원군 부용면 횡천광산	7S7301		F	G1261-102
	녹주석 (Beryl)	충북 청원군 부용면 횡천광산	7S7302		F	G1261-101
	녹주석 (Beryl)		7S7303			7S73-547
	녹주석 (Emerald)	강원도 고성군 금강산	7S7304		F	7S73-319
	녹주석 (Beryl)	Maine	7S7305			969
	녹주석 (Beryl)	Maine	7S7306			995
	녹주석 (Beryl)	Ontario Canada	7S7307		F	970
	에머랄드 (Emerald)	Columbia	7S7308			구입(90. 11.)
	녹주석 (Beryl-Aquamarine)	South Baykal-1992.11.13	7S7309			V. A. ANANIN
	녹주석 (Beryl-Aquamarine)	South Baykal-1992.11.13	7S7310			V. A. ANANIN
	십자석 (Staurolite)	호주	7SJ201			7SJ2-448
	이도크라스 (Idocrase)	미국 캘리포니아	7SL101			7SL1-550
	썬라이트 (Thorite)	노르웨이	7SP301			7SP3-561
	썬라이트 (Thorite)	노르웨이	7SP302			7SP3-562
	썬라이트 (Thorite)	Canada	7SP303			7SP3-246
	우라노페인 (Uranophane in Rhyolite)	Texas	7SQ901			1275
	우라노페인 (Uranophane)	일본 東農광산 (Tono mine)	7SQ902			윤상규 (92. 8. 6)
	몰라이트 (Mullite)		7S1201			1251
	피드타라이트 (Pdtalite)	Sweden	7S2401			1107
	토르트베이트 (Thortveitite)	노르웨이	7SN601			7SN6-551
	포루사이트 (Pollucite)	Karibib, South West Africa	7S6001			994
	세라이트 (Cerite)	Colorado	7SN201			7SN2-321

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	에스트로필라이트 (Astrophyllite)	Colorado	7T1201			1367
	티타나이트 (Spene sand)	California	7T1A01			1297
	저어콘 (Zircon)	France	7T2601			1354
	시토라이트 (Cyrtolite in calcite)	Canada	7T2602		F	1174
	시토라이트 (Cyrtolite)	Ontario, Canada	7T2603			1339
	저어콘 (Zircon in syenite)	Norway	7T2604			1349
	케일하우이트 (Keilhauite)	Norway	7T1801			1317
	와인센카이트 (Weinschenkite on Limestone)	Rockbridge	7T4001			1306

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	일바이트 (Ilvaite)	New Mexico	7U1601			1081

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	전기석 (Tourmaline)	경남 밀양군	7V4D01		F	G1441-101
	전기석 (Tourmaline)	경북 장수군 계북면 대유광산	7V4D02		F	조한익
	전기석 (Tourmaline)		7V4D03			
	전기석 (Tourmaline)	경남 양산군 일광면	7V4D04		F	
	전기석 (Tourmaline)		7V4D05			
	전기석 (Tourmaline in pegmatite)	Ohio, Colorado	7V4D06		F	1190
	전기석 (Tourmaline)	Brazil	7V4D07			1223
	전기석 (Tourmaline)	U. S. A.	7V4D08			구입 (90.11.)
	전기석 (Tourmaline in quartz)	Canada	7V4D09			구입 (90.11.)
	전기석 (Tourmaline)	New York	7V4D10			932
	전기석 (Tourmaline)		7V4D11			
	국화전기석 (Tourmaline)	경남 양산군 일광면 일광광산	7V4D12			S-15
	국화전기석 (Tourmaline)	경남 양산군 일광면 일광광산	7V4D13			S-15
	전기석 (Tourmaline-redish)	South Baykal-1992.11.13	7V4D14			V. A. ANAIN
	전기석-연수정(Tourmaline & Smoky quartz)	러시아 Chita 지역 - pegmatite	7V4D15			VictorA. ANAIN & 박노영 진명식 93.8.
	전기석 (Tourmaline)	볼리비아	7V4D16			
	듀모티에라이트 (Dumortierite)	경남 양산군 철마면 임기리	7V4G01		F	G1442-101
	듀모티에라이트 (Dumortierite)	경남 양산군 철마면 임기리	7V4G02		F	G1442-102
	듀모티에라이트 (Dumortierite)	미국 네바다주	7V4G03		F	7V4G-545
	유다이알리트 (Eudialyte syenite)	그린란드	7V2101			7V21-552
	유다이알리트 (Eudialyte in syenite)	Greenland	7V2102			1352
	황옥 (Topaz)	Brazil	7V1B01			1234
	황옥 (Topaz)	South Carolina	7V1B02			925
	황옥 (Topaz-pale yellow)	South Baykal-1992.11.13	7V1B03			V. A. ANANIN
	헬바이트 (Helvite)	New Mexico	7V8301			972
	(Howlite)	Lang, California	7V4701			549

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	앤쓰라소라이트 (Anthraxolite)	Ontario Canada	7Z2201			1017
	오조서라이트 (Ozocerite)	Utah	7Z1301			1013
	(Asphalt)		7Z1401			7Z14-424
	알버타이트 (Albertite)	New Brunswick	7Z2101			1015
	윈타히트 (Uintahite)	Utah	7Z3301			1016
	호박 (Amber)	미 국	7Z4001			
	호박 (Amber)	미 국	7Z4002		F	M-329
	코파라이트 (Copalite)	Colorado	7Z4003		F	M-320
	호박 (Amber)	구 소련	7Z4004			김동섭 기증
	고스라라이트 (Goslarite)	Germany	715301			1368
	무연탄 (Anthracite)	강원도 태백시 통동 한보탄광	7Z0001			석탄지질실(92. 4
	무연탄 (Anthracite)	강원도 정선 대성탄광	7Z0002			Q1225-101
	무연탄 (Anthracite)		7Z0003			7P70-427
	무연탄 (Anthracite)	미국 펜실바니아	7Z0004			4P70-281
	흑연질 석탄 (Graphite coal)	미국 펜실바니아	7Z0005			4P70-288
	역청탄 (Bituminous coal)	호주 뉴캐슬	7Z0006		F	
	역청탄 (Bituminous coal)	Australia	7Z0007			Q1226-101
	역청탄 (Bituminous coal)	Australia	7Z0008			Q1226-101
	역청탄 (Bituminous coal)		7Z0009			M-278
	타스마나이트 (Tasmanite)	Near Latrobe, Tasmania	7Z0010			1014
	이탄 (Peat)	미 국	7Z0011			5100-270
	갈탄 (Lignite)	Penzburg Bavaria	7Z0012			4P20-283
	축탄 (Cannel coal)		7Z0013			4PA0-412
	(Bithminous sand, fossiliferous)		7Z0014			433
	갈탄 (Lignite)	경북 경주시	7Z0015			
	역청탄 (Bituminous Coal)	일본 북해도 태평양탄광	7Z0016			
	역청탄 (Bituminous Coal)	러시아	7Z0017			
	흑연질 무연탄 (Graphitic Anthracite)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	7Z0018			

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	운석 (Meteorite)	Arizona	8AA01-3개		F	8AA0-361, 362, 363
	운석 (Meteorite)	태국	8AA02		F	이경한(92.7.28)
	운석 (Meteorite)	태국	8AA03		F	강필종(92.8.14)
	운석 (Meteorite)		8AA04			김동섭(93.7)
	운석 (Meteorite)		8AA05			김동섭(93.7)
	운석 (Meteorite)		8AA06			김동섭(93.7)

번호	광물명	산지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	텍타이트 (Tectite)	베트남 하노이	8B001		F	유일현
	텍타이트 (Tectite)	베트남 하노이	8B002		F	유일현
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B003			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B004			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B005			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B006			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B007			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B008			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite)	베트남	8B009			Tran Dy(93.7)
	텍타이트 (Tectite) - Greenish	베트남	8B0010			김동섭(93.7)

전시 및 보관암석

번호	암 석 명	산 지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	화강암 (Granite)	히말라야 마카루봉	1AA01			성익환
	구상 화강암 (Orbicular Granite)	경북 상주	1AA02		H1	RI19-02
	반상 화강암 (Porphyritic Granite)	충북 옥천군 청산면	1AA03			
	반상 화강암 (Porphyritic Granite)	충북 옥천군 청산면	1AA04		H1	
	반상 화강암 (Porphyritic Granite)	충북 옥천군 청산면 ?	1AA05			
	반상 화강암 (Porphyritic Granite)	강원도 홍천군 내촌면 화상대리	1AA06			
	화강암 (Granite)		1AA07			
	화강암 (Granite)	충북 음성	1AA08			
	화강암 (Granite)	전북 황등 ?	1AA09			
	화강암 (Granite) -건축용		1AA010			M-437
	화강암 (Cu-bearing Granite) -Cu 6-7%	고흥 동광산	1AA011			B2308-109
	화강암 (Granite)	전북 익산군 황등면 황등리	1AA012		H1	
	장석반암 (Feldspar Porphyry)		1ABG1			
	장석반암 (Feldspar Porphyry)	충북 괴산군 장연면 오왕리	1ABG2		H1	
	화강반암 (Granite Porphyry)	충북 증원군 살시면 향산리	1ABG3			
	규장암 (Felsite)	전북 임실군 관촌면 관촌리	1ABH1			
	규장암 (Felsite)	전북 임실군 관촌면 관촌리	1ABH2		H2	
	각섬석 반암 (Hornblende Porphyry)	충남 예산군 덕산면 광천리	1ABH3			
	규장암 (Felsite)	경북 경주시	1ABH4			G2401-101
	석영반암 (Quartz Porphyry)	충북 영동군 용산면 한석리	1ABI1			
	거정질 화강암 (Pegmatite Granite)	전북 장수군 계북면	1ACA1			
	거정질 화강암 (Pegmatite Granite)	전북 장수군 계북면	1ACA2		H1	
	거정질 화강암 (Pegmatite Granite)	충북 단양	1ACA3			M-177
	섬록암 (Diorite)	경북 연천군 화북면 죽전리	1AD01			
	섬록암 (Diorite)	전남 고흥군 화도면 구암리	1AD02		H1	
	섬록암 (Diorite)	충남 천원군 성남면 석곡리	1AD03			
	섬록암 (Diorite)	경기도 양평군 개조면 석장리	1AD04			
	각섬석암 (Hornblendite)		1ADC1			
	각섬석암 (Hornblendite)	경북 문경군 가은면 상내리	1ADC2		H1	
	유문암 (Rhyolite)	경남 양산군 원동면 용당리	1BAA1			

번호	암 석 명	산 지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	유문암 (Rhyolite)	경남 양산군 원동면 용당리	1BAA2			RI12-01
	구과상 유문암 (Rhyolite)	전북 부안군 산내면 대항리	1BAA3			
	유문암 (Rhyolite)	경북 영덕	1BAA4			
	유문암 (Rhyolite)		1BAA5			
	유문암 (Rhyolite)	경남 양산군 원동면 용당리	1BAA6			
	유문암 (Rhyolite)		1BAA7			
	부석질 유문암 (Pumiceous Rhyolite)	경북 금릉군 남면 부삼동	1BAA8			
	유문암 (Rhyolite)	경남 양산군 원동	1BAA9	H2		
	유문암 (Rhyolite) - 국화문	경북 청송군 조도면	1BAA10			
	유문암 (Rhyolite) - 국화문	경북 청송군 조도면	1BAA11			
	유문암 (Rhyolite) - 국화문	경북 청송군 조도면	1BAA12			
	유문암 (Rhyolite)	전북 고창군 아산면	1BAA13			
	석영 안산암 (Dacite)	전북 완주군 임실면 관촌리	1BAC1	H2		
	안산암 (Andesite)	경남 밀양군 삼랑진읍 용성리	1BC01	H2		
	섬록반암 (Diorite porphyry)	경북 영덕군 남정면 장사동	1BD01	H1		
	섬장암 (Syenite)	충남 서산군 인지면 차리	1CA01	H1		
	반화강암 (Aplite)	경기도 양평군 강상면 송학리	1CEC1			
	반화강암 (Aplite)	경기도 양평읍 태흥리	1CEC2			
	조면암 (Trachyte)	경북 경주군 양북면 송전리	1DA01	H2		
	장석반암 (Orthophyre)	경북 상주군 모서면 호읍리	1DAA1			
	석영 조면암 (Quartz-Trachyte)	경북 영일군 흥해읍 칠포동	1DAB1	H2		
	반려암 (Gabbro)	경남 산청군	1EA01	H1		
	휘록암 (Diabase)	충남 천원군 수산면 신흥리	1EB01	H1		
	현무암 (Basalt)	북제주군 조천면 북촌리	1EC01	H2		
	현무암 (Basalt)	경북 원성군 감포읍	1EC02	H2		
	현무암 (Basalt)	북제주군 조천면 북촌리	1EC03			
	현무암 (Basalt) -1990년산	하와이 빅아이랜드	1EC04			
	현무암 (Basalt) - "	"	1EC05			
*	현무암질 용암 (Basaltic lava)	제주도 제동목장 (표품에 재등록 요망)	1EC06 *	K		
*	현무암질 용암 (Basaltic lava)	제주도 (")	1EC07 *	H2		
	휘석 현무암 (Augite Basalt)	강원도 고성군 적왕면 오봉리	1ECD1			
	금강석 감람암 (Diamondiferous Peridotite)		1FA01			
	금강석 감람암 (Diamondiferous Peridotite)		1FA02			

번호	암 석 명	산 지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
*1JBG1 1JBG2 빠짐	사장암 (Anorthite)	경남 산청군 단성면 창촌리	1FEA1		H1	전시
	사장암 (Anorthite)	경남 산청군 생초면 어서리	1FEA2			보관
	사장암 (Anorthite)	경남 하동군 화계리	1FEA3		Z	정원
	진주암 (Perlite)	경북 영일군 지향면 방산리	1IAC1			보관
	진주암 (Perlite)		1IAC2			보관
	진주암 (Perlite)	경북 영일군 지향면	1IAC3		H2	전시
	흑요석 (obsidian)	파푸아뉴기니아 - 1993. 4. 1.	1IAC4			강필종
	흑요석 (obsidian)	브라질	1IAC5			김지태
	흑요석 (obsidian)	브라질	1IAC6			김지태
	화산탄 (Volcanic bomb)	제주도 북제주군 붉은오름	1JBG3		K	전시
	화산탄 (Volcanic bomb)	제주 한라산	1JBG4		K	RI81-01
	분석 (Cinder)	미국 뉴욕주 로체스터시	1JBG5			941
	응회암 (Tuff)	경북 영일 송라면 지경동	1JD01			보관
	응회암 (Tuff)	전남 나주군 완곡면 동수리	1JD02			보관
	응회암 (Tuff)	경북 영일 송라면 지경동	1JD03			보관
	응회암 (Tuff)	경북 월성군 양북면 장항리	1JD04			보관
	응회암 (Tuff)	경남 밀양군 삼량진읍 용성리	1JD05			보관
	응회암 (Tuff)		1JD06			보관
	용결응회암 (Welded Tuff)	경북 의성군 금성면 수정리	1JD07			보관
	응회암 (Tuff)	경북 의성군 금성면 만천리	1JD08			보관
	유문암질 응회암 (Rhyolitic Tuff)	경북 의성군 금성면 만천리	1JD09		H2	전시
	응회암 (Tuff) ???	백두산	1JD010			김종수
	부석 (Pumice)	필리핀 사마르섬 피나투보 화산	1JH01			조민조
	부석 (Pumice)	필리핀 사마르섬 피나투보 화산	1JH02			조민조
	부석 (Pumice)		1JH03			M-400
	부석 (Pumice)	백두산	1JH04			김종수
부석 (Pumice)	백두산	1JH05			김종수	
부석 (Pumice)	백두산 천지 천문봉 (2744m) - 90. 7. 6.	1JH06			문용덕	

번호	암 석 명	산 지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	사문석 (Serpentinite)	경기도 가평군 설악면 위곡리 ?	미분류 1		H4	92.10.16 전시
	사문석 (Serpentinite)	경기도 가평군 설악면 위곡리	미분류 2			" 보관
	사문석 (Serpentinite)	경기도 가평군 설악면 위곡리	미분류 3			" 보관
	사문석 (Serpentinite)	충남 홍성군 광천읍	미분류 4		Z	정원
	사문석 (Serpentinite)	경북 안동군 풍천면 가산리	미분류 5			S-40
	사문석 (Serpentinite)	경북 안동군 풍천면 가산리	미분류 6			S-40
	편암 (Schist)	경기도 가평군 설악면 위곡리	21001		H4	전시
	흑운모 편암 (Biotite Schist)	강원도 춘성군 사북면	21711		H4	전시
	녹니석 편암 (Chlorite Schist)	충북 증원군 동양면 조동리	21901		H4	전시
	견운모-녹니석 편암 (Sericite-Clorite Schist)	충북 증원	21902			보관
	견운모-녹니석 편암 (Sericite-Clorite Schist)	충북 증원군 동양면	21903		H4	전시
	운모편암 (Mica Schist) -Garnetiteous		21M01			M-404 보관
	안구상 편마암 (Augen Gneiss)	강원도 춘성군 동산면 창원리	22001		H4	전시
	안구상 편마암 (Augen Gneiss)	히말라야 ?	22002			보관
	호상 편마암 (Banded Gneiss)	전북 곡성군 오폭면 침곡리	22003			보관
	편마암 (Gneiss)	전북 남원군 산내면 내령리	22004			보관
	흑운모 편마암 (Biotite Gneiss)	경기도 남양주읍 화도면 득현리	22701		H4	전시
	흑운모 편마암 (Biotite Gneiss)		22702			보관
	흑운모 편마암 (Biotite Gneiss)	경기도 강화군 불은면 삼성리	22703			보관
	반상변정 화강편마암 (Porphyroblastic Granite-Gneiss)	전북 무주군 부남면 가당리	23001		H4	전시
	압쇄암 (Mylonite)	전북 무주군 안성면 진도리	28001		H4	전시
	슬레이트 (Slate)	충북 보은	2H001		H4	전시
	천매암 (Phyllite)	충북 청원군 문의면 덕유리	2I001			보관
	호른펠스 (Hornfels)	경주시 황룡동	2QNA1			보관
	대리암 (Marble)	강원도 정선군 동면 화암리	2R001			보관
	대리암 (Marble)	강원도 정선군 동면 화암리	2R002		H4	전시
	대리암 (Marble)	전북 전주시	2R003		Z	정원
	대리암 (Marble)	전북 전주시	2R004		Z	정원

번호	암 석 명	산 지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)
	역암 (Conglomerate)	충북 영동군 용산면 울리	37001			보관
	역암 (Conglomerate)	충북 영동군 용산면 울리	37002		H3	전시
	역암 (Conglomerate)	경북 대구시	37003			보관
	역암 (Conglomerate)	?	37004			보관
	역암 (Conglomerate)	충남 부여	37005			보관
	역암 (Conglomerate)	충북 영동군 용산면 울리	37006			보관
	역암 (Conglomerate)	경북 경산	37007			보관
	역암 (Conglomerate)	경북 봉화군 재산면 묘골 (동화치층)	37008		Z	정원
	역암 (Conglomerate)	충북 단양	37009		Z	정원
	변성역암 (Meta-Conglomerate)	전북 완주군 운주면 대둔산 부근	370010		Z	정원
	밀스톤 (Millstone)		37G01			M-432
	각력암 (Breccia)	경북 문경군 가은읍 천곡리	38001		H3	전시
	관입 각력암 (Intrusive Breccia)	경북 영천군 신령면 연정동	38002			보관
	사암 (Sandstone)	전남 화순	3D001			보관
	역질사암 (Conglomeratic Sandstone)	충북 군위군 소보면 도산동	3D002			보관
	사암 (Sandstone)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	3D003		H3	전시
	사암 (Sandstone)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	3D004		H3	전시
	박성 사암 (Flagstone)		3D005			M-426
	사암 (Sandstone) -벽돌용		3D006			M-429
	사암 (Sandstone)	경북 선산면 해평면 도보골	3D007			보관
	사암 (Sandstone)	경북 군위군 소보면 송원동	3D008			보관
	석영사암 (Quartzose Sandstone)	경북 문경군 가은읍 성저리	3D801			보관
	장석사암 (Feldspar Sandstone)	전남 여수시 봉계리	3D901		H3	전시
	아코즈 사암 (Arkosic Sandstone)	경북 봉화군 명호면 고개리	3DB01			보관
	경사암 (Greywacke)	충남 대천시 성주산	3DD01			보관
	경사암 (Greywacke)		3DD02			보관
	경사암 (Greywacke)	충남 대천시 성주산	3DD03		H3	전시
	녹회색 실트질암 (Greenish gray Siltstone)	경북 의성군 봉양면 도리원	3L001		H3	전시
	자색 실트질암 (Purple Siltstone)	경북 의성군 봉양면 도리원	3L002			보관
	규조니암 (Diatomaceous Mudstone)	경북 월성군 감포읍	3S001			한국규조토광산
	층상세일 (Banded Shale)	전남 해남	3T001			보관
	세일 (Black Shale)	경북 문경군 마성면 하내리	3T002		H3	전시

번호	암 석 명	산 지	Code No.	Source	보관상태	기타(구번호, 기증자 등)	
	셰일 (Shale)	전남 해남군 황산면 우항리	3T003		H3	RI89-01	보관
	셰일 (Shale)	경북 문경 진남교	3T004			평안계	전시
	셰일 (Shale)	경북 문경군 문경읍 봉명탄광	3T005				보관
	셰일 (Shale) -벽돌용		3T006			M-403	보관
	오일셰일 (Oil Shale)	미국 콜로라도주	3TS01			김종수	보관
	탄질 셰일 (Carbonaceous Shale)		3TT01			M-414	보관
	셉타리아단괴 (Septarian nodule)	인도네시아 Sukabumi	410G1			임경용	보관
	셉타리아단괴 (Septarian nodule)	인도네시아 Sukabumi	410G2			임경용	보관
	셉타리아단괴 (Septarian nodule)	인도네시아 Sukabumi	410G3			임경용	보관
	셉타리아단괴 (Septarian nodule)	인도네시아 Sukabumi	410G4			임경용	보관
	석회암 (Limestone)	충북 제천군 수산면	42001				보관
	석회암 (Limestone)	충북 단양	42002		H3	RS07-01	전시
	석회암 (Limestone)	강원도 영월군	42003		H3		전시
	석회암 (Limestone) -시멘트용		42004			M-396	보관
	석회암 (Limestone)		42005			M-440	보관
	석회암 (Limestone) -입상		42006			M-435	보관
	석회암 (Limestone)		42007			M-416	보관
	결정질 석회암 (Crystalline Limestone)	충북 영동군 용산면 금계리	42008				보관
	결정질 석회암 (Crystalline Limestone)	경북 청송군 파천면 성우실업 파천광산	42009			S-41	보관
	산호 석회암 (Coral Limestone)		42061			M-397	보관
	돌로마이트 석회암 (Dolomitic Limestone)		42G01			M-409	보관
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 증원군 살미면 향산리	43101				보관
	돌로마이트 (Dolomite)	충북 충주시 용탄동	43102				보관
	돌로마이트 (Dolomite)	강원도 영월군	43103		H3		전시
	돌로마이트 (Dolomite)	강원도 정선군	43104		Z	2R00	정원
	연마사 (49001			M-418	보관
	연마석 (Whetstone)		49601			M-411	보관