

## 과테말라의 지질과 광물자원

김 수 영

한국지질자원연구원

한국지질자원연구원은 한국국제협력단의 개발 조사사업의 일환으로 1994년에서 1998년까지 3년간 “과테말라 모타구아 분지의 화산암 및 변성암 지역의 지화학 광물탐사사업”을 수행하였다. 탐사사업을 수행하는 과정에서 얻어진 지질학적 정보 중에서 지질, 지질구조 및 광물자원의 개요에 대하여 소개하고자 한다.

과테말라의 지질학적 연구는 돌파스와 몬세라(Dollfus와 Montserrat)가 1868년 최초로 지질조사를 실시하였고, 그 후 독일의 칼 사퍼(Karl Sapper, 1899)가 중미 전 지역에 대한 일련의 야외조사를 통하여 과테말라 지질 및 층서 정립을 하였다. 미국 빈슨(Vinson, 1962)은 과테말라 백악기 상부 및 제 3기 층서를 연구한 바 있다. 과테말라 광업성은 상기 제 자료를 종합 정리하여 과테말라 지질을 체계화하기 시작하였다.

현재까지 1:50,000 축척의 지질도 발간은 과테말라 국토의 15% 정도만 수행되었으며, 1:250,000 축척의 지질도는 전역이 제작되어 있다. 광업이 국가경제에 차지하는 비중은 0.5% 정도이지만 최근 광업법의 개정으로 인해 선진 제국의 광업투자의 관심이 증가되고 있다.

### 일반 지질

과테말라의 지구조대는 남부에서 북부로 향하여 태평양 연안평원(Pacific Coastal plain)과 화산암 분포지(Volcanic Province), 중부 고원지대(Central Cordillera), 그리고 패튼 저지대(Peten Lowland)로 구분된다(그림 1). 제3기 퇴적층으로는 중부고원지대와 패튼저지대 북쪽 전단부에만 한정되어 나타나는 것이 특징이며 동서로 발달된 중부 고원지대의 북부에 위치한 패튼 저지대는 백악기 내지 제 3기의 탄산염암과 퇴적암들이 분포한다.

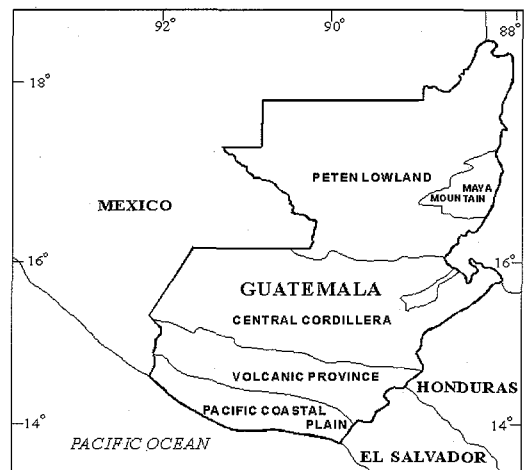


그림 1. 과테말라의 지질구.

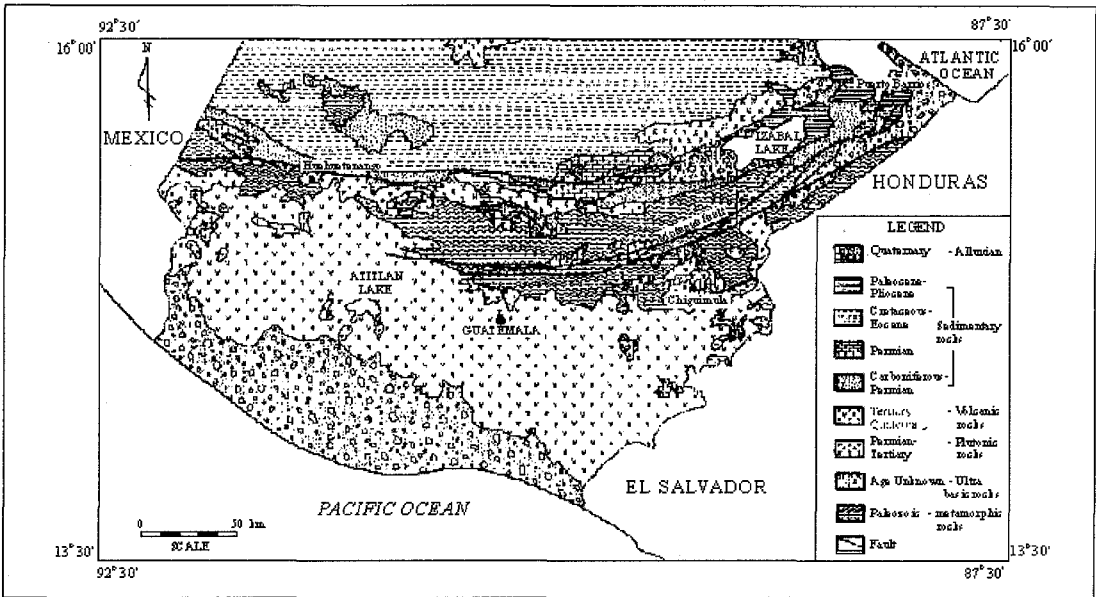


그림 2. 과테말라의 광역지질도.

### 태평양 연안평원

태평양 연안평원은 화산지대로부터 운반되어 온 암층으로 구성된 충적층으로서 안산암질 내지 현무암질 각력암과 역암으로 구성 된다(그림 2). 본 지구는 태평양판이 중미판으로 섭입하는 전호( fore-arc) 분지에 해당한다.

### 화산암 시대

화산작용은 코코스판, 캐리브판, 북미판 등의 섭입, 지각 평형과 기인하거나 마그마활동과 관계한다(그림 3). 화산활동 및 심성암 작용 역시 북쪽에서 남쪽으로 이동 분포하며 그 증거로서 제 4기의 현생 화산대가 제 3기의 화산암 보다 남쪽에서 확인되고 있다. 이와 같은 현상은 섭입대가 남쪽으로 이동하고 있거나 또는 섭입대의 각도가 커지기 때문으로 생각된다. 제 4기 화산들 중에는 해발 고도가 4,200m나 되는 화

산도 있고, 이들 중 활화산은 7개나 되며 아티트란(Atitlan) 호와 같이 칼데라 호가 발달된 화산도 수 개소 존재한다(그림 2). 화산암의 구성 성분은 이그님브라이트(ignimbrite), 유문암 등 산성 화산암이 우세하며 분지나 지구(graben)를 채우는 강력한 화산작용이 아티트란 호나 아야르자(Ayarza) 호에서 확인되기도 한다.

### 중부 고원지대

중부 고원지대는 과테말라에서 최고기 층으로서 변성암류, 페그마타이트, 사문암, 고생대의 퇴적암류 및 백악기 석회암류 등으로 구성된다(그림 2). 이 지역은 카이만(Cayman) 해구의 연장선으로 인정되는 모타구아(Motagua) 단층대에 의해 절단된다. 이 해구는 자메이카에서 중미까지 발달되는 고생대 지향사에서 형성된 연약대를 나타낸다.

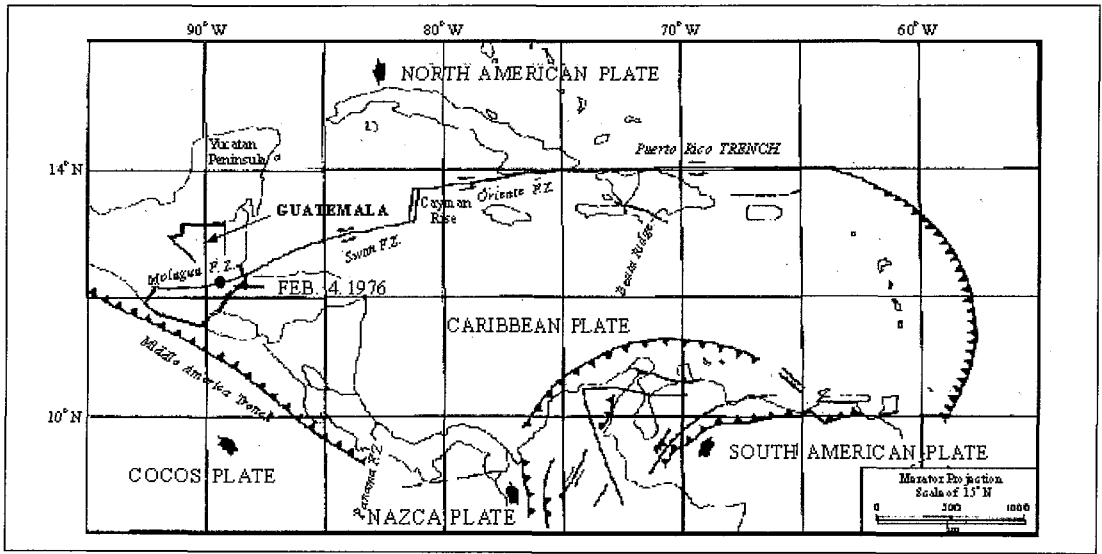


그림 3. 과테말라 판구조 위치 (Modified after Espinosa, ed., 1976).

### 패튼 저지대

고생대 및 중생대 조산운동이 일어난 전지 (foreland)로서, 상부 백악기에서 현생에 속하는 석회암, 증발암, 쇄설암 및 충적층 등으로 구성된다. 북부로 가면서 점차 년대가 젊어지고 변형이 적다.

### 과테말라의 지질구조

중미지역의 단층구조에 대한 현재의 정보는 향후 대규모 지질조사, 항공사진 및 위성사진 연구 등으로 계속 바뀔 것으로 예상되며 중미 북부지역에서 확인되는 단층 중 일차구조는 다음과 같다.

첫째, 태평양판의 가장자리와 평행하게 단층선이 발달되고 화산대 및 천부지진 진앙지가 연결되는 단층, 둘째, 환태평양 조산대를 끊거나 코코스판의 경계에 평행하게 발달하는 북북동에서

북동방향의 횡(transverse) 단층, 셋째, 과테말라 시티, 산살바도르 및 이팔라 등에서 확인되는 남북방향의 단층 및 지구(地溝, graben)구조, 넷째, 온두라스 북부와 과테말라 중부지역의 대규모 단층들, 이들은 모타구아 단층계로 묶여지며 현재 이들은 북미판과 코코스판 사이의 경계 지역으로 추정되고 있다(그림 3).

과테말라에서 태평양연안의 단층대는 화산퇴적물에 의해서 잘 나타나지는 않으나 선상 화산대 및 고지대에서 태평양 연안까지 4,000m의 낙차가 있는 점 등이 대규모 단층대가 존재하는 좋은 증거이다. 이런 단층에 직교하는 남북방향의 단층 및 지구(地溝)가 화산 분출 중심을 나타내며 그 예가 아티틀란-톨리만(Atitlan-Tolimán) 호수 및 후에고-아카테낭고(Fuego-Acatenango) 화산과 1976년의 지진으로 확인된 과테말라시 지구(地溝)이다. 과테말라 동부에 이팔라 지대(Ipala graben) 역시 남북방향으로 발달하며 수많은 평행한 단층 군과 화산대를 수반하며 이들은 판들의 수평이동에 기인한다.

과테말라 중부와 인접한 온두라스에서 확인되는 단층구조는 중미의 다른 지역에서 나타나는 단층들과 달라서 북쪽으로 열린 활모양을 하고 있으며 이들은 지형도나 위성사진 등에서 확인되고 있다. 모타구아 단층은 서쪽에서는 제 3기, 제 4기 화산암에 의해 피복되어 있으며 동쪽 끝 부분에서는 모타구아 강에서 운반된 층적층에 덮여 확인되지 않는다. 변성암지역의 모타구아 단층 북쪽에서 확인되는 광범위한 초압쇄암(ultra-mylonite)내지 변정압쇄암은 단층을 따라서 발생한 압쇄변성작용에 의해 고생대에 생성되었다. 제 4기 초에 모타구아 단층을 따라서 일어난 수평운동에 의한 지형적 특성인 능선의 단절, 수계 방향 및 하안 단구 등의 방향 등이 변화된 것이 확인된다. 모타구아 단층 등은 사문암체를 수반하거나 평행하게 수반하는 등 지하 심부까지 미치는 파쇄대인 것으로 확인된다.

## 과테말라의 광물자원

### 광업의 현황

15세기 무렵 스페인 정복자들이 마야왕국을 점령하기 이전부터 마야사람들은 여러 가지 용도로 철, 금, 옥, 백운모 등과 같은 광물자원을 개발하였던 것으로 알려져 있으며 그 시대에 개발되었던 광산들 중 일부는 아직도 그 흔적이 남아 있다. 예를 들어 노천 채굴된 흑요석 채굴장이 남아 있으며 이는 마야인 들이 아즈텍인들에게 수출하였던 것이다.

오늘날 과테말라의 광산은 원시적인 상태로 가행되고 있으며 광산물의 90% 이상이 영세 채굴장에서 생산되고 있다. 또한 어떤 광산은 100년 전의 방식과 같이 오늘날에도 개발하고 있다. 체계적인 탐사기술의 부족과 정치적 불안정, 대규모 광화작용의 미확인, 광범위한 지역

을 덮고 있는 화산 쇄설물들 때문이다. 그렇지만 대리석, 안티몬, 구리, 니켈 광산 등은 현대적인 기술을 사용하여 채광하고 있다. 과테말라에서는 약 2000년 전부터 광산물을 개발하였지만 실질적으로 멕시코나 페루 등의 나라와 같이 광산을 운영할 만한 숙련된 기술자도 없으며 인프라 시설도 미비하다. 과테말라 중앙은행에 의하면 광업활동은 전체 국가 경제에서 0.5% 이하이며 5,000명 이내의 근로자들이 광업에 종사한다.

1993년 12월 개정된 광업법 'Decreto Ley 41-93'의 몇몇 조항에 인하여 광업 분야의 투자는 위축될 수밖에 없었다. 즉, 탐사나 개발을 하려는 지역의 토지 소유주들에게 토지 사용 허가 문서를 받아오라는 조항은 목축과 농사를 주생업으로 하는 현지인에게는 대단히 민감한 문제로서 사실상 불가능한 일이었다. 또한 광업법에 의거하여 부과되는 세금도 6%(인접국가는 2~3%, 아르헨티나는 0%)나 되어 외국의 투자기업으로부터 외면당하였다. 광업을 활성화시키려는 여러 분야에서의 노력으로 광업법은 1997년도에 재개정되어 점차 광업 활동환경이 개선되어 가고 있는 추세이다.

### 자원탐사 활동

1960년대 이후 과테말라 정부는 유엔, 독일, 일본, 대만 등의 여러 나라의 도움으로 지질도 작성, 광상평가, 시추, 실내실험 지원을 포함한 탐사 프로젝트들을 수행하였다(표 1). 1985년 이후 대만의 'ITRI'는 과테말라에 여러 프로젝트를 수행하였으며, 치키몰라(Chiquimula)를 중심으로 하여 우라늄 프로젝트가 수행되었고 1990년 이후에는 과테말라 전 지역에 대한 비금속 광상의 평가 프로젝트를 수행하였다. 최근에는 대만의 전문가가 광물탐사에 있어서의 위성사진 해석에 대한 프로젝트를 진행하였다. 일

본국제협력단(JAICA)은 치키물라의 엘파토-엘 폭스테(EI Pato-EI Poxte) 지역, 로스 쿠추마테스(Los Cuchumates), 마타퀘스퀀테라(Mataquescuintla), 야노 델 코요테(Llano del Coyote) 등 4개 지역에 대해 3개 프로젝트를 1976년에서 1992년 까지 수행한 바 있다. 가나안-마나구아(Canaan-Managua), 퀘브라다스(Quebradas), 에스키뿌라스(Esquipulas), 마타퀘스퀀테라(Mataquescuintla), 코모탄(Comotan), 라 유니온(La Union) 등의 지역에 대해서도 일본, 대만, 유엔 그리고 과테말라 광물에너지성에 의해서 개략 조사가 실시한 바 있다. 1994년 말 한국과 과테말라는 모타구아 분지를 중심으로 한 지역의 지화학도 제작을 위한 프로젝트를 3개년 계획으로 실시하여 1998년에 완결하였으며 산아구스틴(San Agustin) 지역의 에스텐샤 델라 비르겐(Estancia de la

Virgen)에서 고품위 금 광화대를 발견하였고 과테말라 정부는 이를 국제 경매를 추진 한 바 있다.

### 금속광물 자원

과테말라는 판구조적으로 캐리브판, 코코스판, 북미판 등 세계의 판이 만나는 삼중점(triple junction)에 위치한다. 이들에 의해 형성된 모타구아 단층은 모타구아 분지를 동서로 횡단하며 구조적으로 광상이 형성될 수 있는 여건을 조성하였다.

과테말라 동부 및 동부 중앙부에 소재한 광상들은 다음과 같이 세 가지로 구분된다. 첫째, 금-은 및 연-아연 광상은 맥상 광상으로서 모타구아 단층 남부에 분포하는 화산암 및 관입암내에 주로 배태된다. 둘째, 니켈-크롬 광상은 중부

표 1. 과테말라의 국제공동 광물자원 탐사 사업.

사업주관국가	수행년도	위 치	광상
일 본	1985~1987	EI Pato-EI Poxte(Chiquimula)	Au-Ag
	1976~1978	Los Cuchumatanes	Pb, Zn, Cu
	1980~1982	Chiquimula	Au-Ag, bentonite
		Mataquescuintla	-
유 엔 (United Nation)	1966~1971	Chiquimula	Cu, Pb, Zn, Mo
		north west area of Guatemala City	Cu, Pb, Zn
	1988~1989	EI Pato-EI Poxte	Au-Ag
		Managua	-
대 만	1985~1995	Quebradas	Au
		Llano de Coyte	radioactive(U)
		Esquipulas	radioactive(U)
과테말라	1970	Guatemala	non-metallic mineral
		Sierra de Las Minas	Cu, Zn, Pb
	1972	Sierra de Cuacus	-
	1986~1987	Polo chic	-
한 국	1981~1984	Canaan-Managua	Cu, Zn
		1994~1998	모타구아 basin

지방의 초염기성의 페리도타이트와 그 변질산물인 사문암에 수반된다. 셋째, 안티몬과 다중 금속광상들은 제 3기 중기의 화산암과 수반된다(그림 4). 대부분 이들은 화산 지대의 절개된 균열을 따라 포드(pod)나 맥을 형성하며 수반된다. 특히, 고생대부터 제 4기에 걸쳐 계속된 마그마 분화활동 및 지구조 운동에 기인하여 광상의 산출이 다양화되었다.

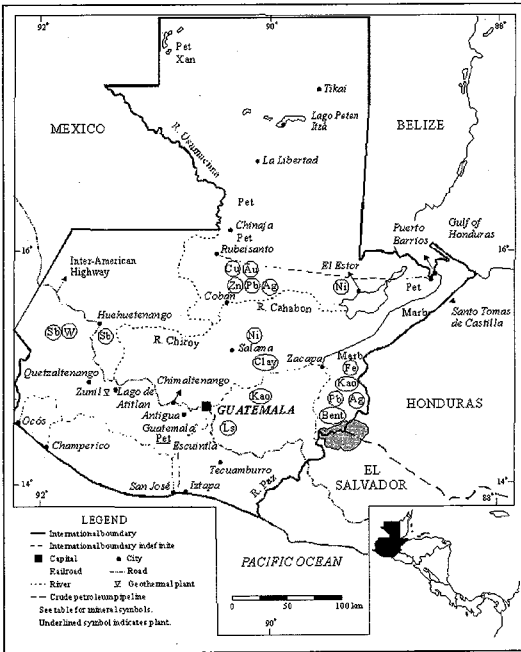


그림 4. 과테말라 광상분포도(KaO : 고령토 광상; Bent : 벤토나이트 광상; Clay : 점토광상; Ls : 석회석 광상).

과테말라 내 광상의 산출은 지역적 분포에 의해서 변성암 지역 및 화산암 지역으로 크게 이분된다. 그리고 나머지 지역에서는 중요한 광상들이 현재까지 발견되지 않고 있다.

변성암 지역은 변성암 뿐 아니라 그에 수반된 화성암, 다양한 시기의 탄산염암들이 태본기 이후 여러 차례의 변형을 받아 다양한 유용광물이 산출되는 원인이 되었다. 금을 함유하는 석영 맥

은 거의 연구된 적이 없으며 금을 함유하는 층적 층들이 여러 강의 하상 층에서 하루 최고 2000g 까지 채굴된 적이 있다. 석탄기의 안티몬과 티탄 철석, 고생대 석회암에 배태된 아연, 연 등이 개발되고 있다. 호코탄(Jocotan) 단층을 따라 분포한 철광은 엘살바도르의 시멘트 공장에 수출되고 있다. 세계적인 규모로 알려진 니켈광산은 15년 전 개발되었으나 현재는 개발 중지되었으며 아마 가까운 장래에 다시 개발될 것이다.

화산암지역에서 화강암과 응회암의 세맥에서 금은광상이 기대된다. 과테말라 시티에서 동쪽으로 50Km 떨어진 곳에는 동-은 광산이 1964년 이래 개발 채굴되었으며 엘살바도르 국경 근처의 아연-동-은 광산도 일시 폐쇄되었다.

**안티몬광상** : 과테말라는 중남미지역에서 볼리비아와 멕시코에 이어서 세번째로 안티몬을 많이 생산하는 국가이다. 안티몬을 생산하는 광산은 과테말라 서부 국경 가까이에 위치한 아나벨라(Anabella)와 로스 리오고스(Los Liogos) 광산이며 삼산화 안티몬(trioxide antimony) 공장은 후에후에테낭고(Huehuetenango)에 위치한다. 현재 가행중인 광산은 라스타브라스(Las Tablas), 엘카리잘(El Carrizal), 엘호르노(El Horno) 광산이나 소규모이다. 화강섬록암내에 맥상으로 배태된 광산인 호르노 광산을 제외하고는 이들 광산은 대부분이 화산암 중에 배태된 맥상 및 광염상이다.

**크롬광상** : 크롬광상은 멕시코 접경지대에서 푸에르토 바리오(Puerto Barrios)까지 단속적으로 연장되는 두개의 대상 사문암 및 페리도타이트의 관입체와 수반되어 산출된다. 페름기 말에 관입한 것으로 생각되는 사문암 및 페리도타이트는 고생대 및 고생대 이전의 퇴적암 및 변성암류를 관입하고 있다. 신선한 페리도타이트는 흑녹색 내지 흑색을 띠며 변질을 받은 사문

암은 연노랑 내지 황녹색을 띤다. 변형에 의해 대부분의 사문암은 균열이 나타나며 이러한 사문암에는 현무암, 안산암, 섬록암의 암맥이 관입하여 있다.

크롬광체는 사문암내에 불규칙한 괴상, 렌즈상, 또는 산포상의 노듈(nodule) 형태 등으로 산출되며 괴상광체는 전단대들로 둘러싸여 있거나 크롬 및 규산염 광물이 섞여 있는 중간 산물로부터 크롬이 간혹 확인되는 모양으로 전이된다.

과테말라의 대표적인 크롬광상은 네 지역으로 잘라파(Jalapa), 카바나스(Cabanas), 파사사구아스(Pasasaguas)와 엘레티로(El Retiro) 지역 등이 있으나 현재로서는 경제성이 없는 관계로 휴광 중에 있다. 할라파 지역은 라 그링가(La Gringa), 코로나(Corona), 라파즈(La Paz)의 세 광산이 있으며(표 2), 모암이 사문암인 광체는 소규모의 렌즈상이다. 품위는 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 52~57%이다. 카바나스 지역은 라호야(La Joya), 코로나, 브에노스 아이레스(Buenos Aires)의 세 광산이 소재하며(표 2) 역시 모암은 사문암이다. 라호야 광산에서는 렌즈상으로 광체가 산출되며, 코로나 광산에서는 역암형태로, 부에노스아이레스에서는 각력으로 산출되며

세 광산 모두 품위는 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 51~53%이다. 파사사구아스 지역에서는 모라잔(Morazan) 근처의 모타구아강 언덕에 크로마이트 광상이 노출되어 있다. 이 광상은 처음 호주의 광산회사에 의해 개발된 적이 있으며 광체의 대부분은 저품위이다. 엘레티로 지역은 살라마(Salama)에서 북쪽으로 10 마일 떨어진 살라마-코반(Salama-Coban) 고속도로의 서쪽 능선에 위치한다. 이 광상은 사문암 지역의 중간 부분에 위치하며 광체의 폭은 약 12 마일이다. 품위는 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 48~51%이다.

**동광상** : 대표적인 동광화대는 산마테오(San Mateo), 로스 산다야레스(Los Sandillales), 주호이(Zuhoi), 세로비보(Cero Vivo) 등의 지역으로서 고생대 변성암이나 제 3기 화산암내에 맥상, 렌즈상, 또는 광염상으로 배태되어 있다. 과테말라 남부의 광상들은 규화된 유문암질 응회암에 발달되며 광맥의 폭은 약 1~2m이다. 세로비보 지역의 주호이 광상은 단층대와 열극에 충전되어 있다. 동 광물은 황동석이나 연-아연이 수반된 구리의 산화광물로서 맥폭은 1~2m 정도로 소규모이다.

표 2. 과테말라의 대표적인 크로마이트 광산.

[잘라파 지역]

광산	모 암	광 체	광석광물	품위 (%)
La Gringa	Serpentinite	Lens (20m× 2m)	Chromite	52~57 (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
Corona	Serpentinite	Small lens	Chromite	52~56 (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
La Paz	Serpentinite	Small lens	Chromite	58(Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )

[카바나스 지역]

광산	모 암	광 체	광석광물	품위 (%)
La Joya	Serpentinite	Lens, Diss.	Chromite	51% (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
La Corona	Serpentinite	Boulder	Chromite	-
Buenos Aires	Sheared Serpentinite	Fragments	Chromite	53% (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )

**연-아연 및 망간 광상** : 주요 연-아연 광상으로는 치안트라-산세바스찬(Chiantra-San Sebastian), 산뮈겔(San Migue)과 코반지역 등으로 화강암류와 관련된 접촉광상이거나 약선대를 따라 광화된 맥상 광상이다. 광석광물은 황철석, 섬아연석, 방연석 및 황동석이다. 망간 광상은 치키몰라와 자카파 지역에 석회암 및 천매암과의 접촉광상으로 나타나거나 석영맥과 수반되어 나타나기도 한다. 광체의 규모는 50 피트정도이며 니켈이나 코발트를 약간 포함하기도 한다.

**비금속 광상**

과테말라에서 생산되는 비금속 광물 중에서 부석, 석고, 대리석 및 중정석등은 매장량이 다소 많고 품질도 좋은 편이어서 전망이 있는 편이나 규조토, 장석, 고령토, 규석, 벤토나이트 등은 매장량은 풍부하나 개발조건이 좋지 않은 편이다. 특히, 석고, 장석 및 중정석등은 매장량은 많으나 저품질이기 때문에 육상으로 인접국가로만 수출되고 있으며 대리석 및 부석 등은 고가로서 널리 수출되고 있다.

1991년도에 많이 수출된 비금속 광물로는 건축용 대리석, 석고, 석회암, 장석 및 부석 등이 있고, 수입된 비금속으로는 고령토, 벤토나이트, 황, 규사, 활석, 암염 및 탄산마그네슘등이다. 과테말라에서 생산이 많이 되는 광물 중에 석고, 부석, 고령토, 벤토나이트, 장석, 백운모, 황화바륨, 탄산바륨, 석영, 석면 및 활석등은 많은 양이 가공품으로서 고가로 재수입되는데 이는 이 나라가 광산물 등에 대한 가공 능력이 없기 때문이다.

**고령토 광상** : 고령토 광상은 주로 화산암 지대에 분포되며 제 3기, 제 4기의 응회암, 안산암,

현무암 및 산성화산암이 단층대 등의 약대를 따라서 상승한 열수용액에 의해 생성되었다. 광체의 형태는 불규칙하며 규모 역시 적다. 구성광물은 카오리나이트이며 라크라이트(nacrite)가 나타나기도 하며 화학성분상 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 13~37% 이내이다.

**규조토 광상** : 이 광상은 제 3기의 화산암지대에 많이 분포한다(그림 5). 규조의 모양은 원통형이나 긴 튜브상으로서 주로 민물에 서식하는 종류이다. 불순광물로서 벤토나이트, 운모 및 장석류를 포함한다(그림 7-E 및 7-F).



그림 5. 이파라(Ipala) 지역의 제3기층에 발달하는 규조토(diatomite) 광상.

**석고 광상** : 석고는 백악기에 속하는 코반층과 제3기 팔레오세의 수비날(Subinal) 층에 부존하며 코반층의 석고광상은 석회암이 열수변질되어 생성된 것이다. 매장량은 많고 품질이 좋은 편이다.

**장석 광상** : 이 광상은 과테말라 남동부의 변성암지대에 렌즈상이나 페그마타이트상으로 부존된다. 이 지역의 구성암석은 녹색편암, 사문암, 흑색편암등으로 구성된다. 주로 소다장석류가 우세하다.



**벤토나이트 광상** : 대부분은 과테말라 남동부에 위치한 치키몰라 주에 분포한다(그림 6). 산성응회암이 변질된 칼슘계의 벤토나이트로서 팽윤도는 낮은 편이며 불순광물로서 석영, 장석류를 포함한다. 자카파(Zacapa)지역은 제 3기 말에 퇴적된 유문암질 응회암이 변질되어 생성된 담회색 내지 담녹회색 벤토나이트로서 인력으로 노천채굴되고 있다. X-선 회절분석 및 주사전자현미경 관찰에 의하면 광물조성은 몬모릴로나이트외에 석영과 장석류를 포함한다(그림 7-A, 7-B, 7-C, 그리고 7-D). 팽윤도, pH 및 몬모릴로나이트 함량등으로 추정하면 B급 정도의 품질에 속하는 Ca계 벤토나이트이다.



그림 6. 치키몰라 지역의 제 3기 응회암에 발달하는 벤토나이트 노천 채굴 현장.

**중정석 광상** : 주로 고생대층에 배태되며 두가지 타입이 있다. 후에후에테낭고 지역에서는 열극충진형 광상이며 바자 벨라파즈 지방에서는 석회암을 치환한 광상형태로 산출된다. 후자가 규모는 더 크나 품질은 열극충진형이 더 우수하다.

**활석 광상** : 엘프로그레스 지방 남쪽 중앙부 고생대의 흑색편암이 부분적으로 활석화 되었으며 광체는 렌즈상이거나 맥상이다. 품질이 다소 낮아서 농업용으로 이용되고 있다.

**사문암 광상** : 바자벨라파즈 지방의 과란과 그라나도스 마을 근처의 고생대층에서 산출되며 모암은 갈색 내지 흑색편암이다.

**규석 광상** : 규석의 산출은 변성암 지역과 화강암 지역으로 구분된다. 변성암지역에서는 규암, 석영맥 및 석영괴등으로 산출된다. 이중 모타구아 단층 근처에서 산출되는 석영괴는 투명도 등 품질이 좋아서 광학용 등에 사용이 기대되고, 그 밖에는 유리산업에 이용되고 있다. 변성암지역에서의 산출지는 엘 프로그레스 및 자카파 등이고 풍화화강암에서 산출되는 규석광상은 포츠타 지역이다.

## 결 언

과테말라는 지리적으로 남에서 북으로 가면서 제 4기 퇴적층으로 된 태평양연안평원, 제 3기 내지 제 4기 화산들로 구성된 화산암 분포지, 기반암인 변성암에서 제 3, 4기 퇴적층까지 나타나는 중부 고원지대, 백악기의 탄산염암 및 증발암으로 구성된 패튼 저지대로 구성된다.

판구조론적인 관점에서 과테말라는 캐리브판 서쪽 연변부에 해당하며 북미판, 남미판, 코코스판, 캐리브판과 같은 여러 개의 판들이 과테말라에 집중되어 있으며 판의 삼중점이 과테말라에 위치한다. 모타구아 단층은 북미판과 캐리브판의 경계가 육지로 연장된 연장부이며 역시 동서 방향의 폴로칙 단층과 호코탄 단층은 모타구아 단층대와 평행하다.

모타구아 분지의 구조 패턴은 북서와 북동방향으로 분지를 가로질러 발달하며 이들이 광상의 형성에 영향을 주었다. 과테말라의 동쪽과 동쪽 중앙의 광상은 3가지 형태로 나눌 수 있다. 첫째, 맥상형의 금은 및 연-이연광상으로 이들은 모타구아 단층대 남쪽의 화산암과 화강암

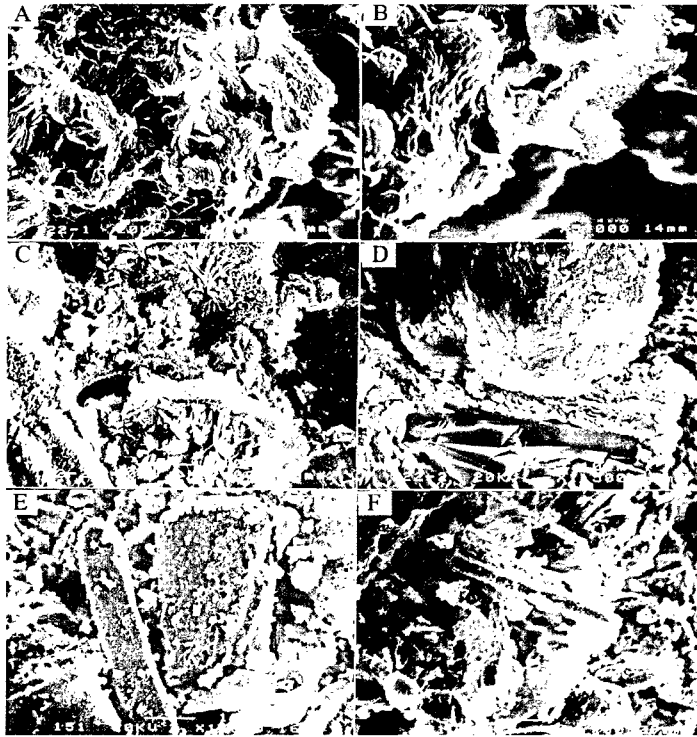


그림 7. 벤토나이트와 다이아토마이트의 전자현미경 사진(A 및 B: 굴곡 및 파상 엽리를 보이는 스멕타이트(smectite), C: 벌집구조를 보이는 스멕타이트와 성장초기의 스멕타이트, D: 사방형의 스멕타이트, E 및 F: 원통형의 다이아토마이트, 운모, 스멕타이트로 구성된다.

지역과 중부고원지대의 변성암과 퇴적암 지역에 분리 분포한다. 둘째, 초염기성의 페리도타이트 및 사문암에 수반된 니켈-크롬 광상으로 과테말라 중부에 분포한다. 셋째, 제 3기 암석과 관련된 안티몬과 다금속광상으로 제 3기의 화산활동이 있었던 지역에 배태된다. 대부분 이들은 포드(pod)나 좁은 맥상 형태이며 갈라진 화산대지를 따라 산점상으로 나타난다.

과테말라에서 생산되는 비금속 광물은 부석, 대리석, 석고, 중정석, 규조토, 장석, 고령토, 벤토나이트, 규석 등이 있으며 이들 중 부석, 대리석, 석고, 중정석등의 매장량이 많으며 품질이 좋다.

## 참고 문헌

- Koch, A.J., McLean, H. (1975) Pleistocene tephra and ash-flow deposits in the volcanic highlands of Guatemala. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86, 529~541.
- Roberts, R.J., Irving, E.M., Simons, F.S. (1957) Mineral deposits of Central America. *Geol. Survey Bull.* 1034. 202 p.
- Vinson, G.L., 1962, Upper Cretaceous and Tertiary stratigraphy of Guatemala. *AAPG. Bull.* 46, 425~456.
- Walper, J.L., 1960, Geology of Coban-Purulha area, Alta Verapaz, Guatemala. *AAPG. Bull.* 44, 1273~1315.