

## 캄보디아의 금속광물자원

김인준 · 이재호\*

한국지질자원연구원 지질기반정보연구부

## Metallic Mineral Resources in Cambodia

In-Joon Kim and Jae-Ho Lee\*

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon, 305-350, Korea

### 1. 서 언

캄보디아는 동남아시아에 위치하며 면적은 181,035 km<sup>2</sup>로 서측은 태국, 북측은 태국과 라오스, 동측은 베트남과 국경을 접하고 있다. 지형은 남부 해안 지역을 제외하고는 정글이다. 기후는 몬순기후로 건기가 11월-4월, 우기가 5월-10월이다. 인구는 7,238,000명으로 크메르, 자바, 타이, 베트남, 중국인으로 이루어지며, 언어는 크메르어이고, 문맹률은 52%이다. 종교는 불교, 힌두교, 이슬람이고, 화폐단위는 리알(1\$=4,000 리알)이다. 도로현황은 일부 고속도로를 제외하면 대부분 비포장도로이고, 철도현황은 총 연장 645 km의 단선이다.

광물자원 현황은 금속광산이 약 70개, 비금속광산이 약 60개, 보석광산이 약 20개, 석탄광산이 약 10개, 석골재광산이 약 40개 등이 있다. 이들 광물자원 중 이번에는 금속광물자원을 소개하기로 한다.

### 2. 안티모니

캄보디아에서 안티모니 산지는 유일하게 한 지역이 알려져 있다. 그 지역의 위치는 동경 103° 15', 북위 12° 2'에 해당하며 Pursat 주의 크롬산지인 Sre Peang 으로부터 그다지 멀지 않은 Sre Peang 마을 서서북 3 km 지점에 위치하고 있다. 스티브나이트는 석영맥 내에 드문드문 큰 덩어리 상태로 배태되어 있다. 이 석영맥들은 각섬석-흑운모 화강암내에 발달되어 있으나 아직 조사다운 조사가 이루어지지 않고 있다.

### 3. 동-연-아연

본 광종에 대해서는 가행할만한 광상은 아직 발견되지 않고 있으나 다음의 여러 지역에서 본 광종의 광상이 보고된 바 있다.

(1) Ratanakiri 주 Ban Chai 지방(위치: 동경 107° 15', 북위 14° 09')

본 지역에는 함동 석영맥상 광체가 분포한다. 함동 석영맥은 라타나키리 주, Tonle Sap 계곡, 반차이 지역에 분포된 고생대 화강암의 남쪽 경계부위에 산출되고 있다.

(2) Kompong Speu 주 Sam Rong(위치: 동경 103° 55', 북위 11° 50')

본 지역의 연-아연 맥상광체는 삼릉 근처에서 산출되고 있다. 광상은 Kompong Speu 주 서부지역에 분포하며 프놈펜으로부터 서북서쪽으로 110Km에 위치하는 Choam 읍에서 15km되는 지점에 위치한다. 프랑스 탐사팀은 본 광상에 대하여 조사를 실시하여 부정적인 결론을 내렸다.

(3) Mondolkiri 주 O Chhung-Richomme Trail(위치: 동경 106° 36', 북위 13° 24')

몬도끼리 주 서부의 지질은 트라이아스기 석회암과 사암층을 관입하고 있는 화강섬록암과 섬록암으로 구성된다. 본 지역의 방연석과 황철석은 주로 스키카르형 광상과 호온펠스화한 광화대에서 산출되고 있다.

(4) Preah Vihear 주, Phung Pring 지역(위치: 동경 105° 04', 북위 13° 24')

광상은 프레비히어주 펄프링 마을의 동측으로 로빙

\*Corresponding author: jhlee@kigam.re.kr

**Table 1.** Chemical data on bauxite ores from the Battambang region (ESCAP, 1993).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	63	48	47	45	39	44	62	59	60	54	60
SiO <sub>2</sub> (%)	6	25	11	17	14	13	7	3	7	13	7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	14	7	26	21	20	23	15	23	15	17	17
Ig loss(%)	14	15	12	13	17	14	14	12	14	14	13

읍 서북서 약 7 km 지점에 위치한다. 황철석, 방연석, 섬아연석은 Phnom Deck 화강암내에 잔존하는 사암이 호른펠스화한 곳에서 산출되나 거의 기대하기 어려운 광상이다.

(5) Kompong Speu 주, Knong Ay 지방(위치: 동경 104° 02', 북위 11° 30')

이 지방의 동광화작용은 캄보디아 중부와 서부에 걸쳐 분포된 쥬라기-백악기 화강암류와 근접한 두 지역에서 보고된 바 있다. 동은 Daun Penh에서 황동석이 방연석등을 수반하여 맥상으로 산출한다. 황동석은 Kdam Ngoeut의 서측에서 섬록암상 암맥에 산포된 상태로 산출되고 있다.

(6) Ratanakiri 주, Lomphat 지역(위치: 동경 106° 58', 북위 13° 34')

황동석과 공작석을 함유한 동 광화대는 쥬라기 하위 층인 석회질 사암을 관입한 반려암 주변 접촉 변질대에서 관찰되나 개발할 만한 규모는 아니다.

(7) Kraithe 주, Kroch Chhma(위치: 동경 105° 46', 북위 12° 31')

광상은 Kraithe로 부터 서측으로 28 km 떨어진 곳에 위치한다. 동 광화작용은 흑운모 화강암 암주와 섬록암 관입체의 인접부에 접하고 있는 트라이아스기 변성암에서 관찰된다. 황동석은 변성암체와 관입암체 모두에서 관찰된다.

(8) Preah Vihear 주, Phnom Pel(위치: 동경 104° 42', 북위 13° 26')

본 지역의 경우 공작석과 남동석(azurite)이 이 지역에 분포한 페름기 안산암체의 남측 가장자리에 노출되어 있는 백악기로 간주되는 유문암 각력대에서 산출되고 있다.

(9) Phnom Sekahom, Phnom Ke, Chamkar Keu (위치: 동경 105° 22', 북위 13° 44'), Preah Vihear 주, Rovieng-Chhep 지방(동경 105° 10', 북위 13° 20'), Preah Vihear 주, Rovieng-Chhep 지방(동경 105° 49', 북위 13° 32'), Stung Treng 주, Stung Treng 근처

공작석은 화강암 관입부 주변과 그 내부에서 관찰되는 스키르나 접촉변질대(녹염석 호른펠스)에서 산출된

다. 모암은 석회암을 협재하는 트라이아스기 변질 편암-사암이다.

#### 4. 보크사이트

캄보디아 내 보크사이트광상으로는 아래 두 광상이 알려져 있다.

##### (1) Battambang 광상

사실 보크사이트의 박층은 비탐방-시소폰 지역에 분포된 페름기 석회암내에 협재되어 산출한다. 광상조사는 비탐방 읍 서측 20 km 지점에 위치하는 Phnom Sampeou와 Phnom Thmei로 알려진 구능에서 집중적으로 수행되었다. 북서 캄보디아의 넓은 지역은 Tonle Sap 분지의 충적층에 의해 덮여있다. 충적층의 두께는 곳에 따라 아주 박층을 이루어 기반암을 노출시키기도 한다. 이 지역에는 페름기의 석회암군이 가장 많아 곳곳에서 평원에 우뚝 솟은 동떨어진 낮은 산을 이룬다. 보크사이트층은 석회암층 사이사이에 협재하고 있는 바 마치 적색 점토와 같이 보이는 특징을 보인다. 분석된 화학성분 자료로 보아 우량 품질의 알루미늄광이 되지는 못한 것 같다. 대표 시료의 분석 결과는 Table 1과 같다. 우량 보크사이트 광으로 평가를 받기 위해서는 실리카 함량이 7% 이하가 되어야 한다. 이 곳에서 산출되는 보크사이트에 대한 광물학적 연구 결과가 일부 발표되어 있는 바 주요 구성광물과 각 광물의 함량비는 다음과 같다. Boehmite, 44% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O; Hematite, 24% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Kaolinite, 22% Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub> · (OH)<sub>4</sub>; Gibbsite, 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 3H<sub>2</sub>O; Anatase, 2% TiO<sub>2</sub>; Diaspore, 2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O. 1965 이후 시추 탐사에 의해 확인된 이 지역에서 보크사이트 광량은 약 3백만톤으로 추정된다. 프랑스의 BRGM 조사팀에 의한 조사 결과 품질과 채광 조건 불량으로 개발 가치가 없는 곳으로 평가된 바 있다.

##### (2) Haut Chhlong Plateau 광상

본 광상은 몬돌끼리주 동측에 위치한다. 보크사이트는 고원지대의 라테라이트화한 알루미늄 토양내에서 산출된다고만 알려졌을 뿐 상세한 분석 자료가 결핍되어 좀더 구체적이고 체계적인 탐사가 요망되는 곳이다.

### 5. 크 록

캄보디아 내 크롭산지로는 Pursat 성, Sre Peang (위치: 동경 103° 14', 북위 12° 22') 마을 남남서 2 km 떨어진 지점에 위치한다. 본 마을은 Pursat의 서남서 75 km, Peam Prous 합몰대에 있는 Phum Peam Prous 읍으로부터 동방 13 km 지점에 위치한다. 이 지역에서 크로마이트는 대략 10 평방킬로미터 되는 지역에 걸쳐 관찰된다. 크로마이트는 풍화산물로, 그 근원암은 이 지방 강바닥의 넓은 계곡 바닥을 이루고 있는 대본기와 하부 석탄기 사암과 편암을 관입한 염기성 관입암체인 쥘라기 후기 반려암으로 추정된다. 간단히 소개된 크로마이트 근원암에 대한 기술이 반려암만 언급되었지만 반려암과 초염기성암으로 구성된 오포오라이트 복합체의 풍화로 이루어진 라테라이트의 이동 산물 집적지로 간주된다.

### 6. 금

금의 생산이 많은 곳으로 알려진 바에 비하면 금의 산상은 상대적으로 흔하지 않다. 통계수치로는 1963년에 금의 총 생산량이 208 kg 이었다는 보고가 있을 뿐이며, 추정된 자료에 의하면 1964년 185 kg, 1965년 140 kg, 1966년 125 kg 생산된 것으로 기록되어 있다.

(1) Oddar Mean Chey 주, Bo Sup Trup 광상(위치: 동경 103° 02', 북위 14° 02')

보셉트럽 광상은 오다르 민체이 주 북서 Banteay Chhmar 근처에 위치하는 바 Thmar Puok에서 북동쪽으로 약 15km, Samrong에서 남서쪽으로 약 33 km 떨어져 있다. 이 광산은 캄보디아에서 가장 오래되고 가장 큰 금 가행 광산으로 1877년 개광 이래 지표에서만 금을 채취하던 것을 1905년에서 1911년까지 지하 채굴을 단행하였다. 1929년 추산한 광량은 톤당 평균 15 g 함유하는 금광 440,000톤, 즉 금 금속만으로 한다면 6.6톤에 해당하는 매장량을 확보한 광산으로 평가되었다. 1986년 베트남 조사팀이 보고한 바에 의하면 톤당 1.5 g의 금을 함유하는 광량 240,000톤으로 추산하였다. 이 광산은 석영맥상 금광으로 30cm~4m 폭의 맥이 대본기와 페름기 세일과 석회암에 관입된 미세화강암류 암맥과 함께 망상 분포하고 있다. 금과 함께 수반되는 광물은 황철석, 섬아연석, 방연석, 황동석, 공작석 등과 함께 은을 들 수 있다. 광화작용은 보셉트럽의 단관을 지나고 있는 단층을 따라 일어났다. 1961년-1965년에 시행한 시추 탐사가 BRGM 조사팀에 의해

이루어졌는바 1,000여m 코어를 분석한 결과 금과 은의 함량이 톤당 4.14 g과 3.74 g 밖에 되지 않아 경제성이 없는 것으로 판정하였다. 물론 이보다 높은 함량으로 금 94.42 g과 은 11.08 g인 석영맥도 탐지되었지만 그 연속성이 확실하지 못한 것으로 파악되었다. 이 금광 주변의 층적층에서 조사된 바에 의하면 약 20 km<sup>2</sup> 지역에서 1 m<sup>2</sup>당 금이 평균 0.5 g 함유되어 있어 채취방법을 연구할 경우(예를 들면 인공 호수 등을 만들어 대량 처리 시설을 갖추어 금을 회수하는 방법을 강구할 경우) 금의 개발은 가능할 것이라고 평가되고 있다.

(2) Siem Reap(Oddar Meanchey) 주, Phnom Kambor(위치: 동경 103° 45', 북위 14° 04')

광상은 오다르멘체이 주 삼롱 동남 28 km 지점으로 시엠립 읍에서 북북서 방향으로 약 80 km 떨어진 곳에 위치한다. 금은 석영맥내에서 산출되며 페름기 석회암내에서 부광대를 이룬다. 페름기 석회암은 배사구조를 갖는 대본-석탄기 편암과 철석 위에 놓인다. 금의 산출은 이지역 어디에서나 관찰되는 트리아스기 화강암과 밀접한 관계가 있다. 함금 라테라이트부터 유래한 사금광은 이 지역 주변에서 지역민에 의해 개발되고 있다.

(3) Preah Vihear 주, Phnom Lung(위치: 동경 104° 57', 북위 13° 22')

광상은 Phnom Lung으로 알려진 산의 동측 기슭에 위치하여 프놈텍 마을로부터 약 14 km 떨어진 거리에 위치한다. 금은 aplite와 화강암속에서 망상의 석영과 함께 산출된다. 금을 함유한 석영맥은 자류철석, 황동석, 방연석, 섬아연석, covellite, chalcocite, mispickel, tellurobismuthinite, 자연 비스무스를 미량 함유한다. 모암은 트리아스-쥘라기에 변성된 호온펠스와 스킨상으로 된 marl과 석회질 세일로 구성되어 있다. Phnom Lung 산 자체는 몬조나이트, 화강섬록암, 섬록암 등으로 이루어졌고 쥘라기와 백악기의 Phnom Deck 화강암류가 일부를 이룬다. 이 광산은 1950년대로부터 60년대와 70년대에 걸쳐 간헐적인 개발 생산이 금 세공업자들에 의해 지속되어 왔다. 프놈텍과 프놈령으로부터 생산된 금은 1962년 한해에 약 150 kg이었다. 1962-1964년에 실시된 BRGM의 정밀조사에 의하면 착정과 굴할지로부터 생산된 광석 96.7톤에서 금은 약 3,000 g이 회수되었다. 이 당시 이 광산에서의 금의 가행 최저 품위는 톤당 31 g이었다. 광산 주변의 사광은 평균 금이 톤당 20 g, 은이 톤당 1.5 g으로 한때 개발이 확실히 진행되어 이 지역은 활기를 되찾았다. 프놈

령은 1986년 당시 이 나라에서 유일하게 개발되고 있는 금 광산이었다.

(4) Preah Vihear 주, Rom Dey 맥상 광상(위치: 동경 104°59', 북위 13°21')

광상은 Phnom Deck 마을로 부터 서북서 방향으로 8 km 떨어진 Rovieng 지방에 위치한다. 이 지역에는 화강암과 화강섬록암이 트라이아스기 퇴적암을 관입하여 주변에 호온펠스화 작용을 보일 만큼 변성작용을 일으켜 많은 석영맥이 발달하고 있으며 이들내에는 금 광이 오래 전부터 개발되어 왔다. 함유 석영맥은 3-90cm 폭으로 금 이외에 황철석, 황동석, 유비철석을 주로 함유한다. 이 광상에 대한 시추 탐사가 보습처럼 광상처럼 1961-1965 기간에 실시되었던 바 그 결과는 다음과 같다. 추정매장량: 금 90 kg(품위 : 7.16 g/t), 금 258 kg(품위 : 20.4 g/t). 시추 물량이 한정되어 위치자료의 신뢰도가 낮아 개발이 추진되지 못한 곳인 만큼 좀더 상세한 탐사 시추 평가가 요망되는 광상이다.

(5) Preah Vihear 주, Phnom Deck 사광상(위치: 동경 105°01', 북위 13°19')

이 사광상은 1956년 이후 1960년대에 까지 금이 생산되던 곳이다. 사광은 로빙 지방의 프놈텍 마을 가까이 위치한 라테라이트로부터 유래되었다. 프랑스 BRGM팀에 의하면 금을 공급한 근원은 프놈텍 화강암류에 발달된 석영맥이었을 것으로 추정된다. 이 광장에서 산출되는 금의 입자는 비교적 조립이어서 0.1-3.5 mm의 큰 입자를 이루고 어떤 금립은 무게가 150 g에 달한 것도 있었다 한다. 1972년 조사된 자료에 의하면 총적층의 금은 거의 회수된 것으로 결론지었다.

(6) Rattanakiri 주, 금 산지(위치: 동경 107°21', 북위 13°51' (보캄), 동경 106°45', 북위 14°05'(보은 사이))

1894년 이래 탐사와 사금 채취는 Tonle Sap 계곡에서 성행하였다. 특히 보캄(Bo Kham)에서는 섬록암과 관련된 것으로 보이는 석영맥이 많이 발달되어 있는 바, 주변의 자갈에 함유된 금과 사금이 채취되어 왔다. Voeun Sai 북서 약 20 km되는 동북부 지방에는 각섬석-화강암과 황철석을 많이 함유한 석영-섬록암으로부터 유래한 것으로 보이는 사금광이 보고된 바 있으나 그 규모는 아주 소규모인 것으로 알려져 있다.

(7) Battambang 주, Phnom Thmar Meas(위치: 동경 102°21', 북위 13°18')

광상은 바뎀방에서 서북서쪽으로 약 90 km되는 캄보디아 서쪽 끝 태국과의 경계부위에 위치한다. 광상은 아주 외진 곳에 위치하여 Pailin으로부터는 숲이 없

는 소로를 이용해 가거나 아니면 인접 태국으로부터 국경을 넘어와야 한다. 단층이 많이 발달하고 변형된 페름기의 석회암중에 발달된 석영맥이 광상을 이룬다. 석회암의 구조적 변형이 일어나 파쇄대와 단층 등이 많이 발달한 부위에 다만 맥상의 석영이나 망상의 석영맥, 유분암과 현미화강암의 소형 관입이 발달되어 있는 곳으로 소개되어 있다. 스카른이 이같은 환경에서 형성되지 않았다는 점이 의아스럽다. 석영맥중에는 금을 함유한 것과 함유하지 않은 것이 있으며 금은 주로 황철석과 함께 수반되고 있다. 1933년 이래 조사와 평가가 이루어지긴 하였지만 아직껏 호평을 받지 못하고 있다.

(8) 바뎀방 주, Pailin Distrit

본 사금 광상은 바뎀방주 서쪽 지역에 위치한다.

(9) Krmpong Thom 주, Phnom Chi - Sud 광상(위치: 동경 105°39', 북위 12°45')

본 광상은 Kratie 주의 경계 근처 Kompong Thom 주의 동측인 남 프놈치에 위치한다. 함유 석영맥들은 압쇄대가 발달한 트라이아스기 호온펠스 모암중의 쪼개어진 틈을 충진 하고 있다. 이는 마치 몬조나이트와 섬록암 같은 화강암류가 관입한 것과 관련되며 금은 맥중에 약하게 산포되어 있다. 1970년 프랑스 BRGM 팀이 가치 없는 광상으로 평가된 광상이다.

(10) Mondolkiri 주, Memung 광산(위치: 동경 106°22', 북위 : 12°35')

이 광상은 1995년 당 연구소 조사팀이 직접 조사한 곳으로 미몽이라 불리며 커세이마 근처에 위치한다. 금을 수반하는 광물은 유비철석, 황철석, 황동석, 방연석 등으로 약 0.6 m 폭의 함유 석영맥에서 산출된다. 석영맥이 발달된 모암은 트라이아스기의 사질 세일층이다. 현미경 관찰에 의해 관찰된 금 입자의 크기는 0.05 mm에서 5 mm이며 주로 유비철석에 수반된다. 1991년 지질광상성에서 조사한 바 있고 현재 소규모로 마을 사람들에 의해 가행되고 있다.

(11) Kompong Cham 주, Romchek 광산(위치: 동경 106°11', 북위 11°54')

이 지역은 촘타마오에 있는 미못(Memot) 마을에서 북쪽으로 8 km되는 곳에 위치한다. 라테라이트형 사광이라고 기술되고 있는 이 광상은 3-4 m되는 두께의 표토층을 이룬 자갈, 모래, 흙속에 금이 함유되어 있다. 함유 품위는 톤당 11 g까지 함유된 부위도 있으나 평균 품위는 톤당 2.72 g인 것으로 평가된 바 있다. 인접 사광에서 산출되는 금은 톤당 7 g이며 근원 광체는 발견하지 못하고 있다. 금 입자는 비교적 조립으로 0.1-

3 mm의 크기로 산출된다. 1992년 캄보디아 정부가 조사 평가한 광상으로 알려져 있다. 이 광상은 당 연구소 팀이 썸 무역의 요청에 의해 용역사업으로 조사를 수행한 광상이기도 하다.

(12) Kampot 주, Pnom Lok(위치: 동경 104° 25', 북위 10° 27')

광상은 남부 캄팟 주의 Kompong Trach 남-남서 13 km 지점의 프놈록에 위치한다. 광화대는 제4기층에 의해 둘러싸인 고립된 산에서 발견되었다. 데본-석탄기라고 여겨지는 사암에 발달된 구조선을 충진한 3조의 석영맥이 광체를 이룬다. 이들 석영맥의 주향은 40도, 90도, 160도이고 경사는 50도에서 60도의 각을 보인다. 금은 황동석, 황철석과 휘수연석을 수반하여 산출되는 것이 특징적이다. 금광의 품위에 대한 정보는 전혀 없다.

## 7. 망 간

망간은 흔히 타 광종의 부존을 예시하기도 하기 때문에 캄보디아 내 경제성 있는 자원으로는 큰 의미가 없지만 소개하기로 한다.

(1) Preah Vihear 주, Chhep 1 읍(위치: 동경 105° 21', 북위 13° 46')

광상은 Phum Troun 마을 서남쪽 Chhep 읍으로부터 6 km 떨어진 곳에 위치한다. 광체는 망간을 함유하는 라테라이트층으로 보통 1 m 이내의 층후를 갖는 psilomelane와 pyrolusite로 된 하나의 층이 라테라이트층에 포함되어 있는데 곳에 따라서는 철 광물이 뒤섞여 1.8 m 정도까지 팽대하기도 한다. 망간 품위는 국부적으로는 40% 되는 곳도 있으나 평균 11~26%로 광량은 약 60,000톤으로 추산된다. 라테라이트층은 유문암의 풍화산물로 보이는 바 풍화 이전의 망간광물이 모암에 존재하였을 것으로 본다. 이 유문암은 트리아스기로 보이는 사암층내의 협층과 그 상위층으로 나타나 있다.

(2) Preah Vihear 주, Chhep 2 읍(위치: 동경 105° 28', 북위 13° 47')

광상은 Chhep에서 Phum to Chang Ha에 이르는 도로상에서 Chhep 동북동 7 km되는 지점에 위치한다. 광체의 산상 및 규모는 모두가 위에 기술한 Chhep 1의 것과 거의 동일하다.

(3) Preah Vihear 주, Chhep 3 읍

광상은 Chhep 서쪽 9 km되는 지점에 산출되는 것으로 앞서 기술된 것과 유사하다는 것 이외에는 상세한 기술은 보고되어 있지 않다.

## 8. 몰리브덴

휘수연석의 산출은 대체로 소규모이어서 캄보디아 내 빈약한 부존자원으로 알려져 있다. 현재 관찰되고 있는 휘수연석의 산상은 화산암체 인근이나 그 내부에 발달된 석영맥내에 부존한다.

(1) Kandal 주, Phnom Basset(위치: 동경 104° 45', 북위 11° 41')

광상은 수도 프놈펜으로부터 서북쪽으로 약 20 km되는 지점에 위치한다. 휘수연석은 평야 중앙부에 노출되어 있는 쥬라기 초기의 몬조나이트류 화강암내에 발달하는 석영맥내와 석영맥과 근접한 화강암류 자체에서도 산출된다. 열극을 충진하고 있는 석영맥은 휘수연석 이외에 황철석, 황동석, 형석 등을 수반한다. 이들 석영맥의 주향은 N 80° E이고, 경사는 80° SW, 맥폭은 2-10 cm이며 이 같은 석영맥이 1 m 간격으로 곳에 따라서는 미터당 5-8 조의 맥을 이루어 약 80 m 구간의 한 광화대 폭을 이룬다. 이들의 연장은 불연속적이긴 하지만 주 열극의 방향인 동서 방향으로 약 800 m 연장을 이룬다. 휘수연석은 흔히 석영맥 가장자리에 배태하는 특징을 보이며 1975년에 중국팀이 조사한 석영맥의 품위는 0.14% Mo이고 이에 근접한 화강암 자체의 몰리브덴 함량은 0.01%인 것으로 보고되어 있다. 최근 프놈펜 기술연구소에서 재조사한 결과에 따르면 광상의 형태는 몬조나이트가 관입하여 도움형을 이루어 휘수연 광화작용에 적절한 지질학적 환경을 제공하였을 것으로 보고 지표로부터 약 50 m까지 광화되었다고 가정하여 추정광량을 계산해 보았다. 추정된 광량은 몰리브덴 품위 0.036%로 보고 가채광량을 1-2천만 톤으로 보았으나, 몰리브덴 값의 변동폭이 크기 때문에 적절한 예상 경제성 평가가 어려워 실질적인 개발을 시도한 회사가 나타나지 않고 있다.

(2) Takeo 주, Phnom Den(위치: 동경 104° 53', 북위 10° 36')

Takeo 읍 남방 45 km되는 베트남 접경 지역인 프놈덴에는 조립질 흑운모 화강암으로 이루어진 산봉우리가 발달하고 있는 바, 이들 중 가장 동쪽에 위치한 산에 휘수연석을 배태한 석영맥이 부존하고 있다. 층적층 위에 작은 부위만이 노출된 화강암은 백악기 후기(79.4 Ma)의 것으로 인접한 베트남의 Tri Ton 화강암과 동일한 시대의 것으로 간주되고 있다. 휘수연석의 산상은 타 지역과 유사하며 석영맥의 산상이 망상을 이루어 길고 짧은 연장을 보이며 타 지역의 경우보다 황동석과 황철석의 수반이 미미함을 보인다. 상세한 기

술 보고서를 찾아 볼 수 없으나 산상과 그 생성연대로 보아 우리나라 및 중국과 동일한 시기의 광화작용의 산물로 추정되어 관심을 갖게 하는 광상이다. 20-30km 떨어진 베트남의 Tri Ton 화강암 지역에서 산출되는 휘수연석 정광이 수 10톤에 달하였었다는 과거 실적 통계자료는 우리의 관심을 더욱 끌게 한다,

(3) Preah Vihear 주, Phnom Thong(위치: 동경 105°00', 북위 13°20')

광상은 Theng Meanchey 읍 남방 35 km 지점에 위치한다. Rovieng 읍으로부터 서남서쪽으로 약 12 km 떨어진 프놈텍 지방에 분포하는 하부 주라기층인 사암의 각력대를 뚫고 올라온 주라기-백악기 몬조나이트상 화강암내에 발달된 석영맥이 망상 분포를 보이면서 휘수연석을 함유하고 있다. 1960년에서 1962년까지 중국 조사팀에 의해 본 광상은 조사된 적이 있지만 조사 내용에 대한 기록은 찾아 볼 수 없다.

9. 은

은을 재료로 한 공예품이 많이 생산되고 있는 나라임에도 불구하고 은 자원은 빈약한 것으로 알려져 있다. 가장 많은 양의 은은 프놈 캄보르의 보셉트럽 금

광산에서 부산물로 산출되는 것으로 알려져 있으며, Kompong Speu 주 삼룡의 황화광물군 중에서 그리고 Phnom Thmar Prak에서 유비철석과 방연석이 은을 수반하기도 한다. 캄보디아 자체 지질광산국의 조사에 의해(1991) 서부 Kompong Chhnang 주 Khchol massif 와 Odder Meanchey 주 Siem Reap 인근 지역에서 은 광물의 산출이 발견된 바 있다.

10. 주석

(1) Kompong Speu 주, Knong Ay 광상(위치: 동경 104°07', 북위 11°33')

주석광상의 조사는 1964년 서남 캄보디아에 위치한 Cardamom 산 동측 사면에 놓인 한 지역에서 석석이 처음 발견되면서 2년 동안에 걸친 프랑스의 BRGM팀에 의한 정밀 탐사가 수행된 바 있다. 그러나 주석의 함량은 모암이나 충적층 내에서 모두 개발할 만큼 충분히 함유되지 못한 것으로 보고되었다.

주석 광화대는 프놈펜에서 서쪽으로 90 km되는 지점에 위치한 지역에 발달하고 있으며 광상은 열수광화 작용에 의해 생성되었다. 마이크로화강암과 아플라이트 맥암중에 그라이센과 석영맥등이 망상을 이루어 광화

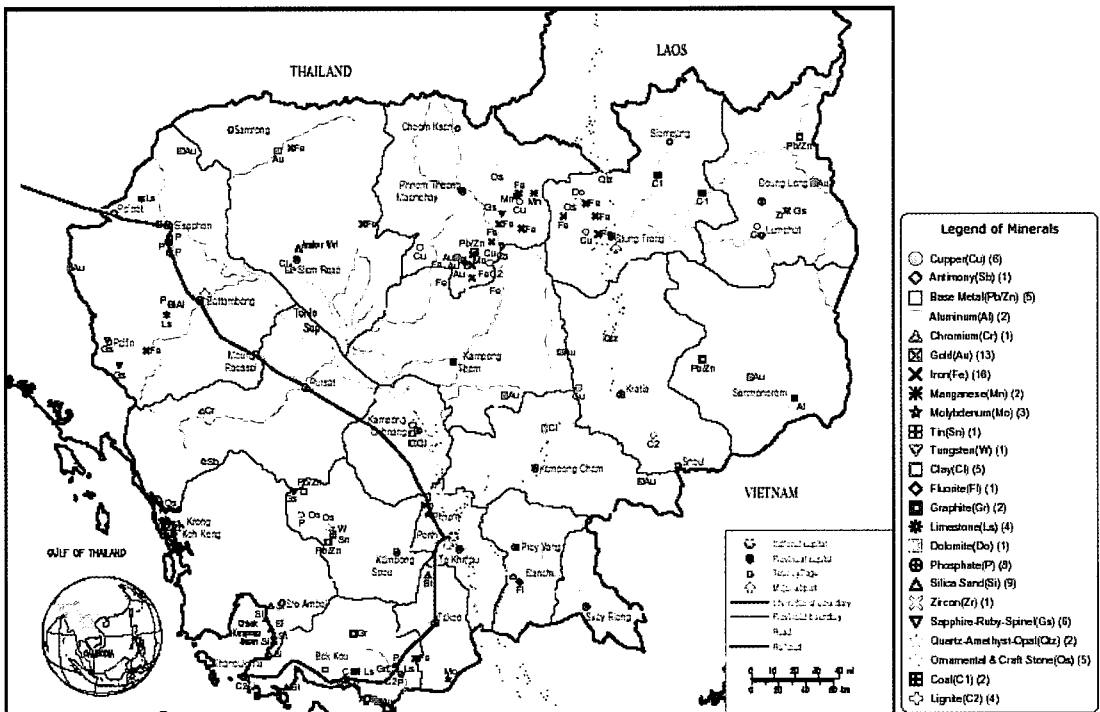


Fig. 1. Mineral resources map of Cambodia (Map from MMAJ report, 2005).

대를 이룬다. 이들은 Knong Ay 화강암체의 가장자리를 자르고 지나거나 보다 큰 Kchol의 몬조나이트상 화강암의 남쪽 연장부위 내에 주로 발달하고 있다. 일부 암맥과 석영맥은 둘러싸고 있는 트라이아스기와 데본-석탄기의 퇴적암을 자르고 지나기도 하여 국부적으로 접촉변성작용을 받아 변질대를 이루기도 한다. 관입과 광화 시기는 후기 트라이아스기와 초기 쥐라기로 추정하는데 측정된 연령은 188Ma로 보고되어 있다.

석석은 아플라이트 맥이나 그라이센중에 0.12에서 0.5 mm 크기의 작은 입자로 산포되어 있다. 어떤 석영맥은 적은 양의 방연석, 섬아연석, 황동석, 중정석, 형석 등을 배태하고 또 어떤 석영맥에서는 석석과 수반하여 회중석과 흑중석이 산출하기도 한다. 그라이센은 평균 0.02%의 Sn 함량을 보인다. 사면 하위부에 발달된 석석 시광에서 회수되는 석석의 입자는 매우 미세한 편이어서 회수되는 석석의 95%가 직경 0.5 mm 이하의 것이고 62%가 0.12 mm 이하의 직경을 갖는다. 그러나 광상은 원암석으로부터 이동되어 온 층적층내에 발달하여 전부를 개발하기는 어려운 것으로 평가되고 있다.

비록 개발하기는 어려운 광상이지만 캄보디아에서 주석을 함유하는 화강암이 존재한다는 것을 발견한 사실은 획기적인 것이어서 프랑스의 BRGM팀은 아주 관심 있는 탐사지역으로 선정한 바 있다.

### 11. 중 석

캄보디아에서 중석의 광화작용은 흔적을 거의 찾아보기 어렵다. 앞에서 언급된 주석광상에서 흑중석이 약

간씩 수반될 뿐이어서 캄보디아에서는 실질적으로 중석을 생산하는 광산은 전혀 없는 것으로 알려져 있다.

## 결 론

캄보디아의 광물자원 중 금속광물자원에 대하여 알아 본 결과 금, 동-연·아연, 보크사이트와 크롬이 유망한 것으로 나타났다. 이 나라의 지질 및 광상의 규모 면에서 광물산업의 잠재력은 현재까지도 완전히 알려지지 않고 있으며, 특히 광물자원의 탐사는 아직까지도 미비하여 정밀한 탐사를 수행할 경우 금속자원을 발견할 소지가 많은 나라이다. 따라서 캄보디아의 금속광물자원에 대하여 알아 두면 우리나라 기업이 진출해서 광물자원탐사와 금속자원의 안정적인 공급원을 확보하는데 크게 도움이 될 것이다.

## 사 사

본 연구는 한국지질자원연구원 기본 과제인 “국내 전략광물자원 재평가와 광상탐사 요소기술개발” 사업의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

ESCAP (1993) Atlas of mineral resources of the ESCAP region. v. 10, UN, p. 87.  
 JOGMEC (2005) Research of environment for developing resources-Kingdom of Cambodia, p. 20.

2007년 5월 4일 원고접수, 2007년 6월 19일 게재승인.