

## 인도네시아의 금속광상과 금광상 분포현황

김인준\* · 이재호 · 서정률 · 이사로 · 김유봉 · 이규호

한국지질자원연구원

## The Present of State of the Metal and Gold Deposits, Indonesia

In-Joon Kim\*, Jae-Ho Lee, Jeong-Ryul Seo, Sa-Ro Lee, Yoo-Bong Kim and Gyo Ho Lee

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

The Indonesian Archipelago is located in the southern tip of the Eurasian plate. The diverse subduction system of the Indonesia region records interactions between three megaplates (Eurasian, Indian-Australian, and Pacific plates) and many smaller plates. The geology of Indonesian Archipelago is characterized by many factors such as subduction zone complexes, magmatic arc rocks associated with plate tectonics, the arc granite and volcanic rocks, and the related metamorphic rocks. The base-metal deposits of Indonesia have a great effect on petrochemical character of parent rocks and geotectonic environments. The base-metal deposits can be classified into four types as hosted by felsic-intermediate intrusive rocks, hosted by ultramafic rocks, hosted by volcanic rocks, and hosted by sedimentary rocks. The gold deposits are divided into three types: epithermal gold deposits, porphyry copper associated gold deposits, and alluvial gold deposits. Especially, Indonesian island arc, with its numerous plates tectonic, has a high potential for epithermal gold deposits. Indonesia with many old and present subduction zones and sub-aerial calc-alkaline volcanic rocks is a very promising country for epithermal gold mineralization.

**Key words :** Indonesia, plate tectonic, metal deposits, gold deposits, epithermal

인도네시아 열도는 지구구조적으로 유라시아판의 남단부에 위치하며, 그 남부는 인도-호주판과, 그리고 동부와 북동부는 태평양판 및 필리핀판과 각각 경계를 이루고 있다. 인도네시아 지질은 섭입대와 관련된 복합체, 판구조에 수반되는 화강암 및 화산암, 그리고 이와 관련된 변성암들이 주로 분포되는 특징을 보인다. 인도네시아에 산출 발달되어 있는 금속광상은 주로 모암의 암석학적 특징과 지구구조적인 환경에 크게 영향을 받았으며, 산성 내지 중성 관입암과 관련된 광상, 초염기성암에 부존하는 광상, 화산암에 수반된 광상과 퇴적층에 부존된 광상으로 크게 4가지로 분류된다. 인도네시아의 금광상은 크게 천열수 금광상, 금이 수반되는 반암형 동광상 및 사광상으로 분류된다. 특히 천열수 금광상은 인도네시아의 지체구조와 관련이 크고, island arc는 천열수 금광상의 큰 가능성을 가지며, 또한 인도네시아의 고기 및 신기 섭입대와 지표상의 칼크알카린 화산암류들은 천열수 금 광화작용의 가망성이 높은 국가임을 지시하고 있다.

**주요어 :** 인도네시아, 판구조, 금속광상, 금광상, 천열수

### 1. 서론

인도네시아 열도는 지구구조적으로 유라시아판의 남단부에 위치하며, 그 남부는 인도-호주판과, 그리고 동부와 북서부는 태평양판 및 필리핀판과 각각 경계를 이루고 있다(Fig. 1). 따라서 인도네시아 지역은 상기한

세 개의 주요지판과 더불어 수 개의 소규모 지판들 간의 상호작용에 의해 다양한 섭입대의 특성을 보여준다. 판내부적으로 안정한 상태에 있는 유라시아판에 대하여 인도-호주판은 북쪽으로 이동하고 있는 반면에 태평양판은 대략 북쪽 내지 북서쪽으로 이동하고 있다. 인도-호주판은 유라시아판의 경계부인 수마트라섬과 자

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

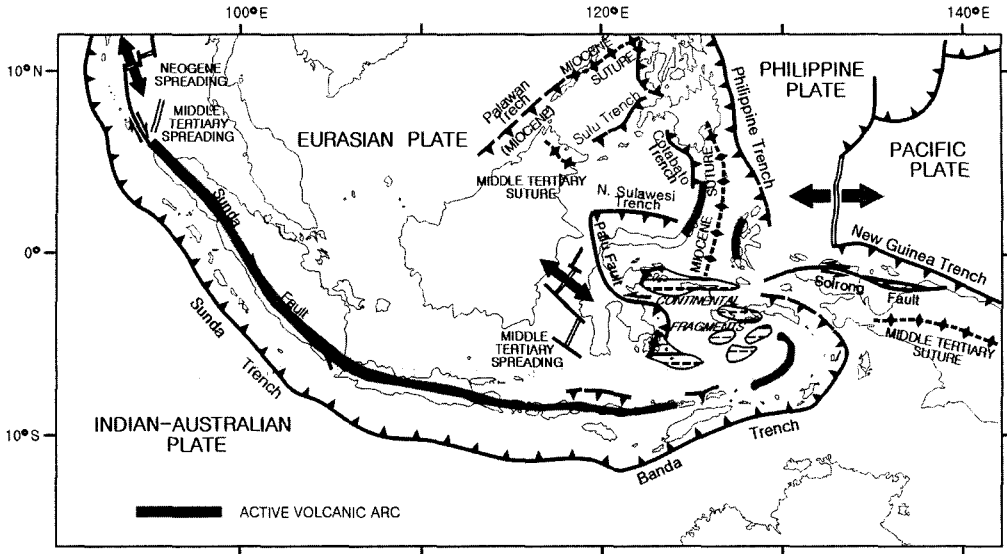


Fig. 1. Selected elements and boundaries of geologic terrains, mostly pre-Neogene of the Indonesian region (after Hamilton (1979)).

바섬의 아래로 약 7 cm/년 의 속도로 섭입하고 있다 (Hamilton, 1979). 이 지판은 수마트라섬의 아래에서 거의 직각을 이루고 있으며, 이 힘에 의해 수마트라섬을 동서로 양분하는 수마트라단층이 형성되어 있다. 이 지역의 유라시아판은 수 개의 소규모 지판으로 분리되어 주요 지판들 사이에서 내부적으로 보다 더 심한 강한 변형을 받았다. 인도대륙이 유라시아판과 충돌·만입되면서 동남아시아는 뿔갈만 부근에서 시계방향의 회전운동을 겪어왔으며 (Hamilton, 1979), 인도네시아 지역에서는 인도-호주판이 자바해구를 경계로 하여 열도의 아래로 섭입되면서 버마-아만다-순다-반다 섭입대로 이어지는 일련의 섭입계를 형성하고 있다. 이에 반하여, 태평양판 및 필리핀판과 만나는 열도의 동부 및 북동부 지역에는 북쪽의 필리핀으로 이어지거나 그 보다 동부 지역에 자리한 수 개의 섭입대가 발달하여 있다. 인도네시아의 북동부와 그 인근 지역 및 뉴기니아 지역에는 인도-호주판과 태평양판과의 상호작용으로 섭입대와 주향이동단층계가 복잡하게 발달하고 있다. 이 지역의 주요한 단층으로는 술라웨시의 팔루단층 (Palu Fault)과 이리안지아의 솔롱단층 (Solong Fault)이 있다. 인도네시아 지질은 섭입대와 관련된 복합체, 판구조에 수반되는 화강암 및 화산암, 그리고 이와 관련된 변성암들이 주로 분포되는 특징을 보인다 (Fig. 2). 퇴적암들의 퇴적환경 역시 육성에서 심해 기원까지 다양하다. 인도네시아 열도의 화산활동은 주로 지각의 지구조 진화에 수반되는 주 현상이다. 고생대부터 현생까지 많

은 조산대가 형성되었으며 이들의 대부분은 심성암과 화산암들을 수반한다. 과거 연구를 보면 이러한 다양한 화산암들을 대서양의 특성을 갖는 조산운동 이전의 화산암, 지향사적인 오피오라이트, 배시를 보이는 태평양 특성을 갖는 암석, 지중해 특성을 보이는 조산운동 말기의 암석, 그리고 조산운동 이후의 감람석 현무암 분출 등으로 구분하였다.

인도네시아 열도의 광상을 지질학적인 견지에서 해석해 보면 마그마 기원의 귀속광물이나 화산성 기원의 광상들은 마그마의 조성, 판구조에 따라 심하게 균열된 구조, 이들이 재퇴적될 당시의 지각의 상황에 의해 규제되었음을 알 수 있다. 기존 문헌에 의하면 인도네시아에서의 귀속 광화작용은 반암동, 마그마 기원의 연·아연, 층상형의 황화광물을 수반한 주석의 광화작용, 맥상, 접촉고대, 스키르형이 산출된다고 기록하고 있으며, 최근에 들어서는 금을 수반하는 천열수형의 광상이 있다.

## 2. 인도네시아 금속자원 분포현황

### 2.1. 금속광상 부존과 관련된 지질배경

인도네시아에 산출 발달되어 있는 금속광상은 주로 모암의 암석학적 특징과 지구조적인 환경에 크게 영향을 받은 것으로 알려져 있다. 광상을 이루는 모암은 중간 내지 산성 관입암, 초염기성암, 화산암, 석회암 등으로 이루어져 기 알려진 광상에서 나타난 광상과 모암과

# REGIONAL GEOLOGY OF INDONESIA

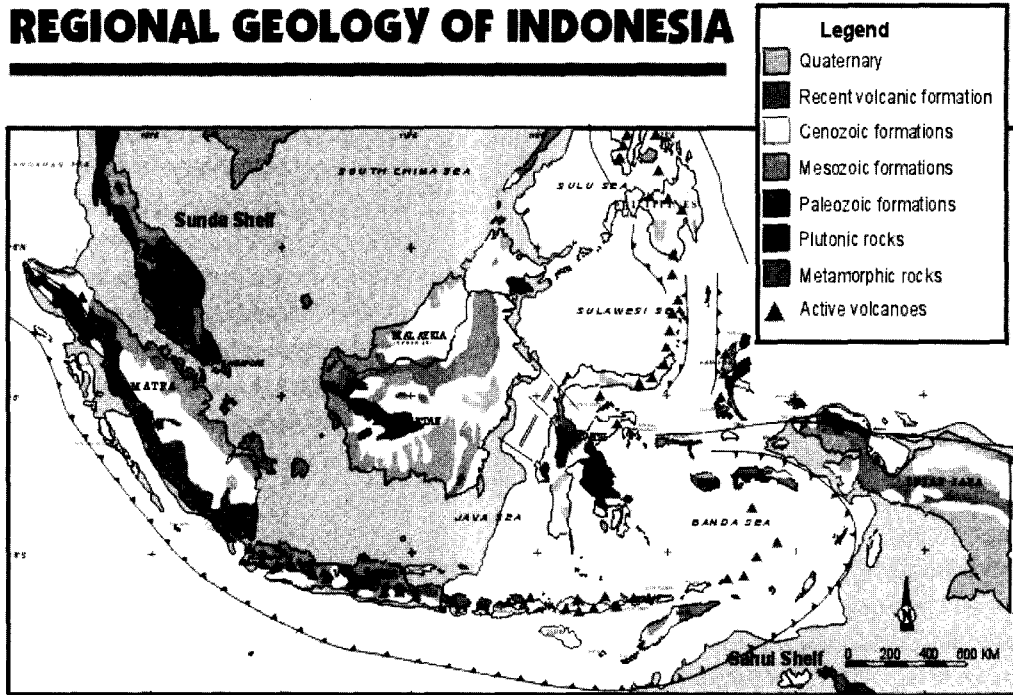


Fig. 2. General geological map of Indonesia (after Hamilton (1979)).

의 관계는 다음과 같다. 주석 열도(Bangka, Belitung, Singkep)는 동남아시아 주석 벨트에 놓인 지역으로 중생대 산성 관입암체(화강암)에 수반되어 발달되어 있으며 이들로부터 근원한 사광은 주요 자원을 이룬다. 라테라이트 니켈(슬라웨시 동측, Gag Waigeo, 북 Moluccas)은 초염기성암(dunite와 harzburgite)에 수반되며 열대 풍화작용에 의한 니켈-규산염과 산화물의 산출과 이동 농축에 의한 광상이 형성되었다. 수마트라, 자바, 북 슬라웨시의 초생 금광상은 제3기 화산암과 수반되며 이리안 자아의 금은 중간성 관입암과 관련되어 있다. 칼리만탄의 사금광상은 산성 관입암과 화산암으로부터 근원한 충적층에 발달되어 있다. 지구조 지질환경과 광상의 산상과는 다음의 예로 대표되고 있다. 산성 관입암을 모암으로하는 주석(또는 휘수연) 광화작용은 해양판과 대륙지각의 충돌되는 환경에서 이루어졌다. 니켈 광상은 오피오라이트에 수반되므로 해양지각이 육상으로 치켜 솟아 오른 지구조적 운동을 받아 형성되었다. 초생 금광상은 열도호 침몰대에 수반된 대륙의 가장자리에 주로 발달되며 중간성 관입암과 관계를 갖는다. 사금 광상은 산성암과 화산암으로부터 유래된 다양한 근원암으로부터 이동하여 이루어졌으며 대륙적 지질환경에서 형성되었다. 최근 일본 지질학자들의 영향을 받아 일

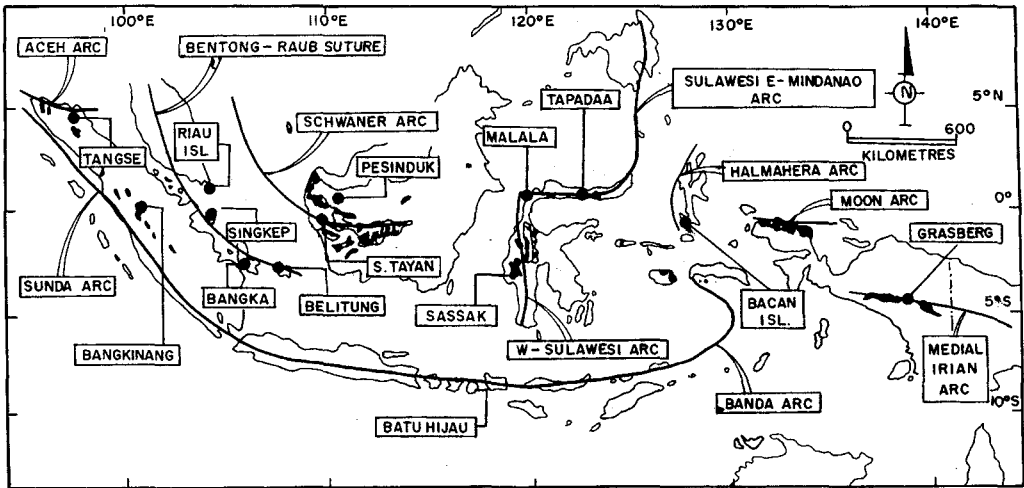
본 구로코형 연-아연-동 광상을 화산운동과 관련된 화산성퇴적층에서 기대하고 있다.

## 2.2. 금속광상 개요

인도네시아의 금속광상에 대하여서는 인도네시아와 세계 각국의 여러 학자에 의해 많이 분류되었으나, 그 중에서도 Sunarya (1989)는 인도네시아의 금속광상을 모암의 암석학적인 특징과 지구조 환경과 연관하여 다음과 같이 보고하고 있다.

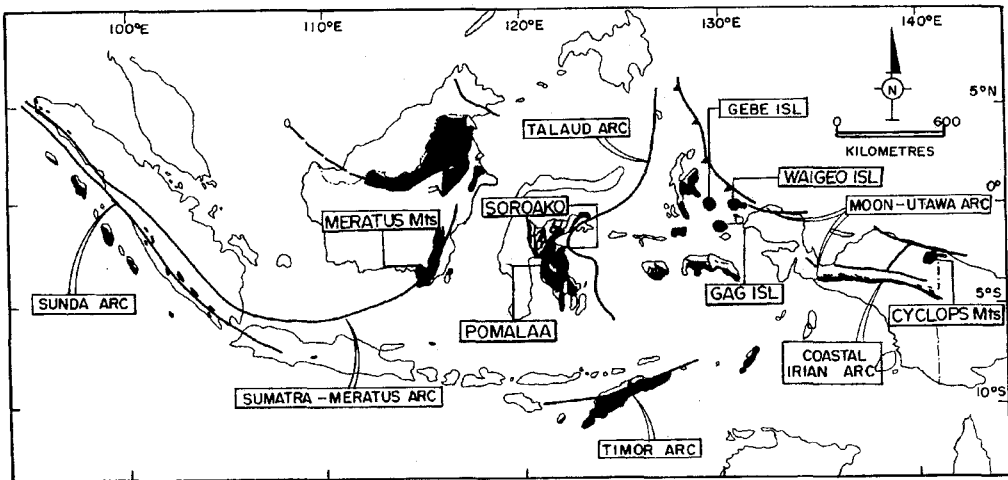
### 2.2.1. 산성 내지 중간 관입암과 관련된 광상

Fig. 3은 산성 내지 중간 관입암과 관련된 금속광상의 분포를 나타낸 그림이다. 중요한 광상으로 두 개의 부류가 구별된다. 서 인도네시아에 발달된 중생대 관입암과 관련한 석석, 보크사이트, 씨나바(진사) 광상과 주로 동 인도네시아에 산출되는 제3기 관입암과 관련된 반암형 광상으로 분류된다. 초생 주석 광상은 트리아스기-백악기 화강암(알칼린-칼크알칼린 S-형 화강암)과 관련된 대륙가장자리 부위 지역(주석열도: Riau, Singkep, Bangka, Belitung)에 발달한다. 이 지역의 한 곳인 벨리트(Belitung)의 켈라파 캄피트(Kelapa Kampit)에서는 1906년 이래 70년간 초생 주석광산을 개발해왔던 동일 지역에서 1974년 BHP는 Sn 품위 평균 1.5%로 350,000



BACAN : Cu 0.2 Mt, Au 1t	GRASBERG : Cu 24 Mt, Au 2560t	SINGKEP : Sn
BANGKA : Sn	MALALA : Mo 84,000t	S. TAYAN : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 300 Mt
BANGKINANG : Sn	PESINDUK : Hg 30t	TANGSE : Cu 0.2 Mt, Mo 6000t
BATU HIJAU : Cu 2.7 Mt, Au 235t	RIAU ISL : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 Mt	TAPADAA : Cu 0.23 Mt, Au 3.2t
BELITUNG : Sn	SASSAK : Cu	

Fig. 3. Metallic mineral deposits hosted by felsic-intermediate intrusive rocks, Indonesia (after Sunarya and Bache (1987)).



CYCLOPS Mts : Ni 0.7 Mt, Co 0.07 Mt	POMALAA : Ni 2.5 Mt, Co 0.04 Mt
GAG, GEBE, WAIGEO : Ni 6 Mt, Co 0.56 Mt	SOROAKO : Ni 3 Mt, Co 0.27 Mt
MERATUS Mts : Fe 5.2 Mt, Cr 0.01 Mt, Pt 800t	

Fig. 4. Metallic mineral deposits hosted by ultramafic rocks, Indonesia (after Sunarya and Bache (1987)).

톤에 달하는 신규광체 남살루(Nam Salu)광체를 발견한 바 있다. 그러나 경제성이 높은 주석광산은 사광상태의 광상이다. 보크사이트 광상은 비탄(Bitan)도와 서 칼리만탄에 흔히 발달되고 있듯이 화강암류의 열대 환경의 풍화작용에 의해 많은 곳에 발달되어 있다. 진사 광상은

화강섬록암의 균열대 또는 이에 수반된 층적층에서 산출되는 진사가 서 칼리만탄의 페신дук(Pesinduk)에서 소규모로 생산되고 있다. 반암형 동-몰리브덴 광상은 1988년에 발견된 이리안 자야의 그라스버그(Grasberg)동-금 반암 광상을 포함하여 대여섯개의 주요 광상이 동 인도

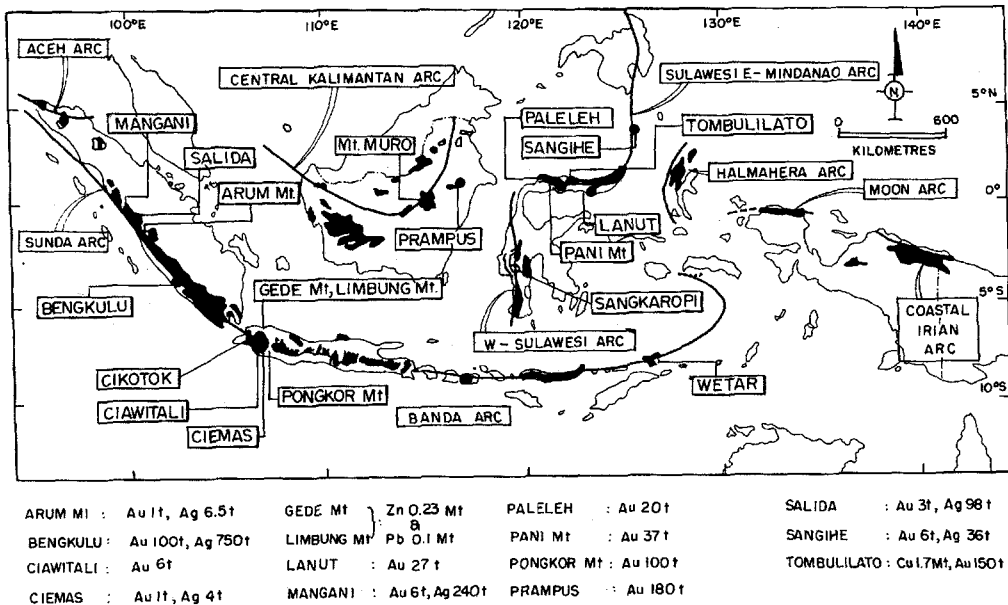


Fig. 5. Metallic mineral deposits hosted by volcanic rocks, Indonesia (after Sunarya and Bache (1987)).

네시아에 집약 분포하고 있다. 최근 바투 히(Batu Hij)에서도 새로운 광체가 발견되었다. 북 술라웨시, 바칸섬, 이리안 자야의 광상은 동-금이 추가 되고 열도호의 지질 환경인데 반해 마라라(Malala)의 물리 반암 광상은 대륙 충돌의 환경에서 이루어진 것으로 본다. 서 인도네시아의 경우는 예외적으로 큰 반암 동광상이 아체(Acheh) 호에 수반된 탕세(Tangse)에 부존된다.

2.2.2. 초염기성암에 부존하는 광상

세계적으로 그 분포가 잘 알려진 Ni-Co와 Cr 광상이 오피오라이트 복합체의 발달 연장상에서 발달하고 있다. 초생 광상은 규모가 지극히 적고 대부분 라테라이트 사광상이 개발되고 있다. 동부 인도네시아에 주로 국한 발달하고 있다. Fig. 4는 초염기성암과 관련된 니켈-크롬 광상의 분포를 나타낸 그림이다.

2.2.3. 화산암에 수반된 광상

화산성 호에 연하여 발달된 광상으로 주요 광상의 분포는 Fig. 5에 나타내 보이고 있다. 천연수 금광상이 대표적인 예로서 자바의 폰코르(Pongkor) 지역에서는 최근에 대규모의 금광상을 발견한 바 있다. 상카로피(Sangkaropi) 연-아연-동 광상은 구로코형 해저 퇴적광상이다. 레오키스(Lerokis) 금은 광상은 황화광물에 수반된 황산염 광물인 중정석이 산출된다.

2.2.4. 퇴적층에 부존된 광상

이 부류에 속하는 광상으로는 몰루카스(Moluccas)를 제외한 인도네시아 열도호 전반에 걸쳐 열수광화작

용에 의해 형성된 금은, 동-연-아연-망간 광상이 맥상 또는 스키르나상으로 산출되고 있다. 이들의 분포를 지도에 도시하면 Fig. 6과 같다. 이리안 자야 동-금 스키르나 광상은 구능 비치(Gunung Bijih, Esberg) 복합체에 부존하며 스키르나광체 규모는 평균 품위 Cu 2%, Au 0.7g/t으로 약 1억 7천만톤의 광체를 이루었다. 망간 광상은 서부 인도네시아에 해당하는 클리리판(Kliripan), 서 자바, 카랑농가이(Karangnunggai)에 발달되어 있다. 주로 잠팡(Jampang)층(구 안산암)과 상위 석회암사이에 산출한다. 즉 석회암이 기저가 되는 부정합면 위에 부존한다. 동 인도네시아에 유일하게 존재하는 도이(Doi) 망간광상은 서부 인도네시아 부존하는 망간광상보다 규모가 비교적 더 크다. 따라서 스키르나광체와 망간광상에 대한 탐사 전망은 동 인도네시아에서 더욱 밝다고 본다. 이상 언급된 유형의 광상은 아직도 접근하지 못한 지역이 많기 때문에 인도네시아에서 발견될 소지가 많다.

3. 인도네시아의 금광상 분포현황

3.1. 금 광상부존과 관련된 지질배경

인도네시아의 초기의 금광탐사는 1899년부터 시작되었다. 금 생산량의 대부분은 맥상의 천연수 금광상으로 모암은 화산암류들이다. 1899년부터 1989년까지 인도네시아는 이미 130톤의 금을 생산하였고, 현재에는

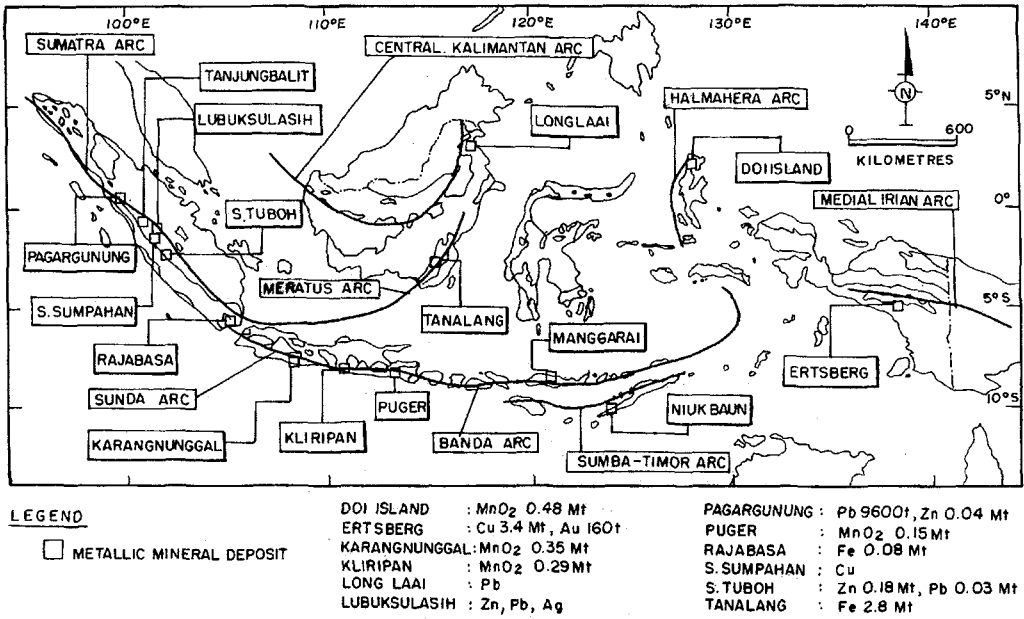


Fig. 6. Metallic mineral deposits hosted by sedimentary rocks, Indonesia (after Sunarya and Bache (1987)).

천열수 금광상을 대상으로 하는 전 세계 금 생산량의 0.2%를 점하고 있다. 전 세계적으로 관심을 보이고 있는 새로운 금 채광은 1975년부터 시작되었고 인도네시아는 세계 금광탐사 러시의 한 부분을 점하게 되었다. 인도네시아 island arc의 유용한 지질조건은 세 개의 암석판이 접하는 곳에 위치하고 제3기 화산암류들이 광범위하게 분포하고 있다. 이것은 천열수 금광상에 대한 매우 유용한 지역 중의 하나이다. 최근의 탐사결과를 기반으로 탐사의 대상이 되는 저품위 천열수 금광체들이 광범위하게 출현하고 있다는 긍정적인 평가를 보여주고 있다. 인도네시아의 지체구조는 유라시아, 인도-호주와 태평양판이 서로 교차하는데 기인되는 복잡한 양상을 보여준다. 판구조론은 광물탐사에 많이 응용되고 있으며, 역전된 판은 육지 경계부를 따라서 구분되고 island arc는 천열수 금광상의 잠재가치를 보여준다. 인도네시아의 고기 및 신기 섭입대와 지표 칼크 알카린 화산암류들은 천열수 금 광화작용의 가망성이 높은 국가임을 지시하고 있다.

### 3.2. 금광상 개요

금은 인도네시아 전역에 걸쳐 맥상 및 사광상 유형으로 광범위하게 산출된다. Sunarya와 Bache(1987)는 인도네시아의 금광상 및 금광 산출유형의 특징을 다음과 같이 보고하고 있다. 모암은 화산암류(안산암, 석영

안산암-유문암)가 우세하며, 그 외에 퇴적암류, 변성퇴적암류, 변성암류 및 초염기성암류(사문암)이다. 대부분 비철금속(Cu, Pb, Zn)과 함께 산출되며, 자연금 우세한 경우도 많으며 백금과 연관된 사광상으로 산출되기도 한다. 광상의 주된 유형은 천열수금광상, 반암형 광상과 사광상이다. 이들 대부분의 광상의 형성 시기는 Oligo-Miocene, Plio-Pleistocene이며, 때로는 백악기일 경우도 있다. 이들 광상의 산출유형에 따른 설명은 다음과 같다.

#### 3.2.1. 천열수 금광상

인도네시아의 천열수성 금광상은 주로 중부 및 하부 제3기 시대에 속하는 응회암질 퇴적암과 안산암질 화산쇄설성 암류들이 모암을 이루고 있다. 이 광상은 금을 주로 수반하고 소량의 황화광물, 황염광물, 그리고 telluride를 함유하는 천열수성 함금석영맥상 광상의 유형에 속한다. Electrum은 거의 모든 황화광물과 공생 수반관계를 갖고 산출된다. 이들 광산들은 서부 수마트라의 Mangani 광산과 Bengkulu의 Lebong Tandai 광산이다. Mangani광산의 천열수 금광은 석영-능망간-석-능망간-Au-Ag맥들로 구성되어 있으며 모암은 제3기 휘석안산암들의 화산암류와 석영 친매질 역암으로 구성되어 있다. 금의 품위는 6.62에서 7g/t이며 은의 품위는 279-285 g/t을 보여준다. Lebong Tandai광산은

월별 4,800톤의 광석에서 평균적으로 금 40 kg, 은 200 kg을 생산하고 있으며, 평균적으로 선광장에 선별된 최종 금의 품위는 10.5 g/t이다. 칼리만탄에서는 많은 조사자들이 제3기 화산암류를 모암으로 하는 천열수 금광상을 여러 곳에서 새로이 발견하였다. Kelian광상은 중부 칼리만탄에서부터 서부 칼리만탄까지 연장되는 북동방향으로 폭 30km, 연장 200 km 범주 내에 발달하고 있는 금광상으로 제3기 화산암류를 모암으로 한다. Kelian광상의 품위는 2-3.5 g/t이며 매장량은 30-40 Mt이다. 중부 칼리만탄의 Masuparia의 천열수 금광상의 광화작용은 역시 하부 제3기 화산암류와 준화산암류를 모암으로 망상 또는 석영맥상으로 산출되며 이들은 지표부근에서 금이 확인되고 있으며 심부에서는 비철금속이 확인되기도 한다. 남동부 칼리만탄의 Pontain 스키르광상은 Pelsart Resources NL에 의해 발견되었으며 금의 품위는 5 g/t이며 매장량은 200,000 톤이다. 저품위(1-5 ppm) 광염상 금광화작용은 북부 술라웨시의 화산암복합체에서 발견되었다. 금은 황철석을 수반하는 electrum(20% Ag)으로 산출되며 석영-아듈라리아(adularia)로 구성되는 맥내에 소량의 비철금속들인 유헤광물들이 정동 파편들과 각력대내에 선상으로 산출되고 있다. 은광화작용은 유문질석영안산암 돔 위에 놓여있는 규화된 쇄설성 암편내의 석영-적철광내에서 발견되고 있다. 금은 광화작용은 공간적으로 반정이 우세한 유문암 돔 화산활동과 성인적으로 밀접한 연관성을 보여준다. 이 광상은 제3기 화산암류를 모암으로 하는 망상 및 석영맥 형태로 전형적인 천열수 광화작용에 의해 생성되었으며 매장량은 약 5.5Mt이고 금의 평균품위는 2.8g/t이다.

### 3.2.2. 금과 연관된 반암형 돔

상부 제3기의 반암형 Cu-Au 광상이 Kaputusan 지구, Bacan 섬, 북부 Moluccas에서 발견되었으며 이들의 품위는 동 0.3%, 금 0.2 g/t으로 매장량은 동과 금을 합해서 약 7천만톤이다. 이 광화작용의 접촉부 부근은 화산암류들로 구성되어 있어 이는 천열수성 귀금속 산출을 지시한다고 볼 수 있다(Sunarya and Bache; 1987). 또한 북부 술라웨시의 Cabang Kiri Sungai Mak광산과 Kayubulan Ridge광산의 품위는 동 0.57%, 금 0.47 g/t으로 추정광량은 3억톤에 달한다. Irian Jaya의 Gunung Bijih(Ersberg)광상은 복합다중금속 광화작용을 보여주는 고대광체이다. 금은 부산물로 산출된다. 광체는 Pleistocene의 화강섬록암에 의해 관입당하고 있는 삼척기-쥬라기의 Kembelangan층의 석회암내에 형

성되어 있다. 연간 생산량은 금 2.5톤이다.

### 3.2.3. 사광상(Alluvial gold deposits)

인도네시아의 사광상으로는 수마트라의 Meulaboh, Logas 칼리만탄의 Chinese Gold District, Melawi, Kahayan, Mahakam, Banjarmasin 그리고 술라웨시의 Leboni 광상들이 있다. 잠재 매장량은 금 1톤에서부터 45톤이상의 변화를 보여준다. 이들 지역에 부존하는 광상들이 아직까지 경제적인 가치가 있기 때문에 인도네시아와 협정을 맺은 외국인 회사들에 의해 채탐사 및 채체광이 수행되고 있다. 이전에 알려진 이들 사광상들의 대부분은 일차금광상의 새로운 발견을 위한 유용하고도 중요한 지침 역할을 하고 있으며 북부 수마트라에서는 제3기 화산암류내에서 새로운 천열수 금광상들이 발견되었다. 이 외에 새로운 사광상들이 니아스(Nias)섬, 서부 수마트라 및 중부 칼리만탄에서도 발견되고 있다.

## 4. 결 론

인도네시아 지질은 섭입대와 관련된 복합체, 판구조에 수반되는 화강암 및 화산암, 그리고 이와 관련된 변성암들이 주로 분포되는 특징을 보인다. 인도네시아 열도는 지구조적으로 유라시아판의 남단부에 위치하며, 그 남부는 인도-호주판과, 그리고 동부와 북동부는 태평양판 및 필리핀판과 각각 경계를 이루고 있다. 인도네시아에 산출 발달되어 있는 금속광상은 주로 모암의 암석학적 특징과 지구조적인 환경에 크게 영향을 받았으며, 산성 내지 중성 관입암과 관련된 광상, 초열기성암에 부존하는 광상, 화산암에 수반된 광상과 퇴적층에 부존된 광상으로 크게 4가지로 분류된다. 인도네시아의 금광상은 크게 천열수 금광상, 금이 수반되는 반암형 동광상 및 사광상으로 분류된다. 특히, 인도네시아의 고기 및 신기 섭입대와 지표상의 칼크알카린 화산암류들은 천열수 금 광화작용의 가망성이 높은 국가임을 지시하고 있다.

## 사 사

이번 연구는 당 연구원이 인도네시아 반둥 남부지역에 대하여 2003년 산업자원부 출연 연구과제인 “인도네시아 반둥 남부지역의 지질조사” 사업의 지원을 받아 수행한 연구 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사를 드립니다.

**참고문헌**

- Hamilton, W. (1979) Tectonic of the Indonesian region. U.S. Geol. surv. Prof. Paper, v. 1078, 346p.
- Katili, J.A. (1974) Geological environment of the Indonesian mineral deposit. A plate tectonic approach, Publikasi Tekmik-seri Geologi Ekonomi no. 7, Geological Survey of Indonesia.
- Sunarya, Y. (1989) Overview of gold exploration and exploitation in Indonesia. Indonesian Association of Geology Journal, v. 12, p. 345-357.
- Sunarya, Y. and Bache, J. J. (1987) Epithermal Gold mineralization in Indonesia, A synthesis areas of potential for gold, Directorate of Mineral Resources.

---

2004년 2월 17일 원고접수, 2004년 5월 29일 게재승인.