

## 터키 지질 및 광물자원 현황

### Geology and Mineral Resources of Turkey

이 길 재(Gilljae Lee) · 고 상 모(Sang-Mo Koh)\*

한국지질자원연구원 광물자원연구본부

(Mineral Resources Research Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 305-350, Korea)

#### 서 언

터키는 다양한 광물 산업과 약 9,000년의 긴 금속광물 개발의 역사를 가지고 있고 많은 수의 광상이 있지만, 대부분 소규모로서 세계 광업사의 관심을 끌지 못하고 있다. 하지만 터키는 세계 수위의 붕소(B), 장석 및 흑요석 생산지이고, 중정석(BaSO<sub>4</sub>), 벤토나이트, 크롬철석(chromite), 고령토, 석회석, 마그네사이트, 대리암, 진주암(perlite)을 주로 생산하고 있다. 또한 광물가공 산업도 발달하여 시멘트, 요업, 크롬철(ferrochromium), 유리, 철의 중요한 공급원이다(USGS, 2011). 터키의 2009년 국내 총생산(GDP)은 6,176억 달러이고, 실제 국내 총생산은 2009년 629억 달러, 2008년에 799억 달러이다. 광업부분은 2009년과 2008년에 실제 국내 총생산의 0.8%를 차지한다(USGS, 2011).

터키는 매우 복잡한 지질을 가진다. 터키는 제3기에 여러 개의 테레인(terrane) 조각들이 모여 완성되었으며 오피올라이트와 부과췌기(accretionary prism)들이 전역에 발달한다. 터키 북부는 스트란야(Strandja), 이스탄불(Istanbul), 사카랴(Sakarya) 세계의 테레인(terrane)으로 구성되며, 묶어 폰타이즈(Pontides)로 불린다. 폰타이즈 테레인은 주로 로라시아판의 특성을 가지고 있으나 부분적으로 알파인 조산대(Alpine orogeny)의 영향을 받았다. 폰타이즈 테레인은 백악기 중기에 하나의 테레인으로 발달하였다. 폰타이즈 테레인 남부에는 아나톨라이드(Anatolide)-토라이드(Tauride) 테레인이 발달하며, 곤드와나(Gondwana)로부터 트라이아스기에 분리되었다. 아나톨라이드-토라이드 테레인은 강한 변형작용을 받았으며 알파인 조산작용때 부분적으로 변성작용을 받았다. 변성작용 유형 및 시기에 따라 아나톨라이드-토라이드 테레인은 몇 개로 구분되기도 한다. 중앙 아나톨라이드 복합체(Central Anatolian Crystalline Complex)는 키르세히르 육괴(Kirsehir massif)로 불리기도 하고, 후기 백악기 변성작용과 심성암들이 발달하는 넓은 지역이다. 터키의 남동부는 아라비아판의 북단에 존재하며 아나톨라이드-토라이드 테레인과 비슷한 쇄설성 탄산염암이 우세한 고생대와 탄산염암이 우세한 중생대의 층서를 갖는다.

다양한 지질과 지체구조는 터키의 다양한 광상의 부존을 가능케 한다. 그러나 광물자원 탐사와 개발에 대한 투자가 적어 터키의 광물자원의 잠재성이 다소 과소평가된 경향이 없지 않다. 주요자원인 금-동-몰리브덴 광상은 주로 후기 백악기에서 신생대의 화산호와 관련된 반암동과 천열수 광상이다. 동-연-아연 광상은 VMS (Volcanogenic Massive Sulfide) 중 쿠로코(Kuroko)와 사이프러스(Cyprus)형 광상과 MVT (Mississippi Valley Type) 광상에 속한다. 알려진 크롬광상의 대부분은 포디폼(Podiform)광상이며 알파인-오피올라이트 암석과 관련된다.

다양한 지질과 지체구조는 터키의 다양한 광상의 부존을 가능케 한다. 그러나 광물자원 탐사와 개발에 대한 투자가 적어 터키의 광물자원의 잠재성이 다소 과소평가된 경향이 없지 않다. 주요자원인 금-동-몰리브덴 광상은 주로 후기 백악기에서 신생대의 화산호와 관련된 반암동과 천열수 광상이다. 동-연-아연 광상은 VMS (Volcanogenic Massive Sulfide) 중 쿠로코(Kuroko)와 사이프러스(Cyprus)형 광상과 MVT (Mississippi Valley Type) 광상에 속한다. 알려진 크롬광상의 대부분은 포디폼(Podiform)광상이며 알파인-오피올라이트 암석과 관련된다.

\*교신저자: kohsm@kigam.re.kr

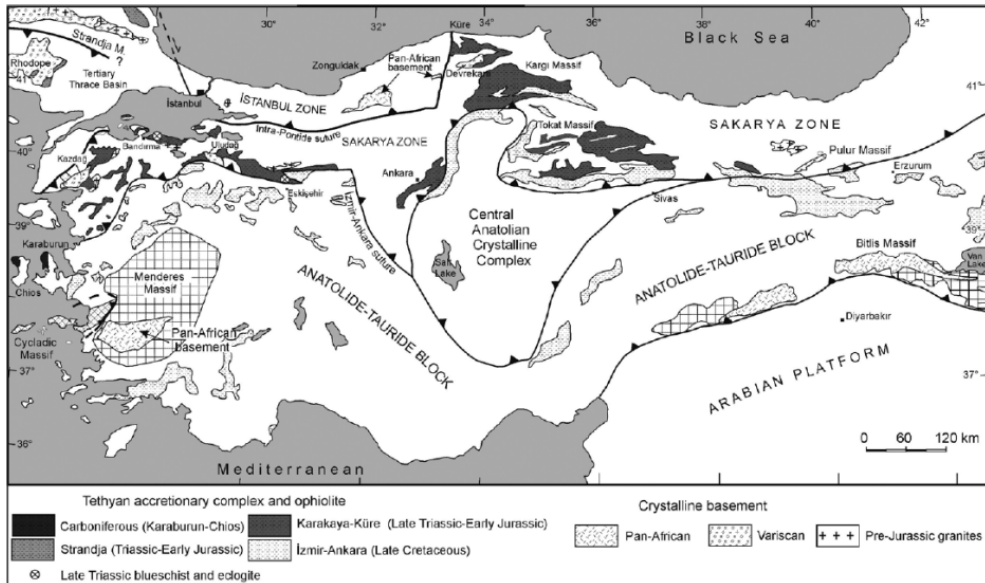


Fig. 1. Distribution of different basement types and tectonic map (Okay, 2008).

## 지 형

터키는 서남아시아의 아나톨리아(Anatolia)와 유럽 남동부 발칸반도의 동부 트라크야(Trakya)에 걸친 나라이다. 터키는 주변에 여덟 나라와 국경을 접하고 있는데 북서쪽으로는 불가리아, 서쪽으로는 그리스, 북동쪽으로는 조지아, 동쪽으로는 아르메니아, 아제르바이잔, 이란, 남쪽으로는 이라크와 시리아가 있다. 북쪽에는 흑해가 있고 아나톨리아와 동트라키아 사이로는 마르마라해와 다르다넬스 해협, 보스포루스 해협이 있는데, 보스포루스 해협은 유럽과 아시아의 경계로 인식되어 터키는 두 대륙에 걸친 나라이다.

터키 영토는 길이 1,600 km, 폭 800 km에 이르며, 대체로 직사각형 모양이다. 터키의 유럽 영토인 동부 트라크야는 그리스와 불가리아와 국경을 맞대고 있다. 아시아쪽 영토인 아나톨리아(소아시아)는 중앙에 고원 지대와 좁은 해안 평야로 이루어져 있으며, 그 사이로 북쪽에는 토티올루 산맥과 도우 산맥(폰토스 산맥)이, 남쪽에는 토로스 산맥(타우루스 산맥)이 뻗어 있다. 동부 터키는 산악 지형이 더욱 발달되어 있으며, 유프라테스 강, 티그리스 강, 아라스 강 등 여러 강의 수원지이고, 반 호와 터키 최고봉 아라라트 산(고도 5,165 m)이 있다.

터키는 7개의 인구 조사용 지역으로 나뉘는데,

마르마라 지역, 에게해 지역, 흑해 지역, 중부 아나톨리아 지역, 동부 아나톨리아 지역, 남동부 아나톨리아 지역, 지중해 지역이 바로 그것이다. 흑해 해안을 따라 길게 이어진 북부 아나톨리아의 울퉁불퉁한 지형은 길고 좁은 띠 모양이다. 이 지역은 터키 총 면적의 1/6을 이룬다. 일반적으로 아나톨리아 내륙 고원은 동쪽으로 갈수록 점점 지형이 험해진다.

터키의 다양한 경관은 복잡한 지각 운동의 산물로, 오랜 기간 동안 형성되었으며, 상당히 잦은 지진과 이따금 일어나는 화산 분출로 지금도 그 영향을 명백하게 보여준다. 보스포루스 해협과 다르다넬스 해협은 오늘날의 흑해를 형성한 터키의 단층선 때문에 생겨났다. 국토 북쪽에 서쪽에서 동쪽으로 이어진 지진 단층선 때문에 1999년에 대지진이 일어나기도 하였다(터키 관광청, 2005).

## 지질 및 지구조

터키는 매우 복잡한 지질이 특징이다. 터키는 제 3기에 여러 개의 테레인(terrane) 조각들이 모여 완성되었으며, 오피올라이트와 부과체기(accretionary prism)들이 전역에 발달한다. 터키 북부는 스트란야(Strandja), 이스탄불(istanbul), 사카랴(Sakarya) 세개의 테레인(terrane)으로 구성되며, 묶어 폰

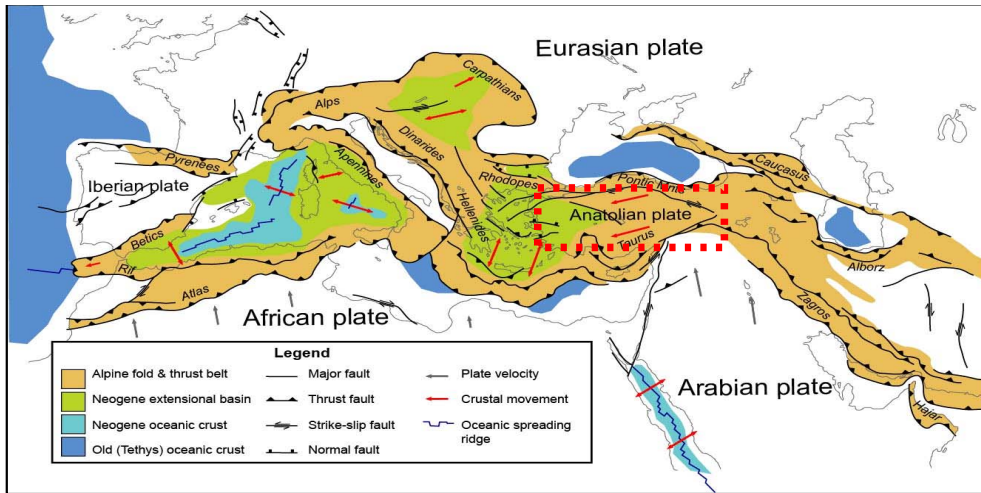


Fig. 2. Alpine orogenic belt.

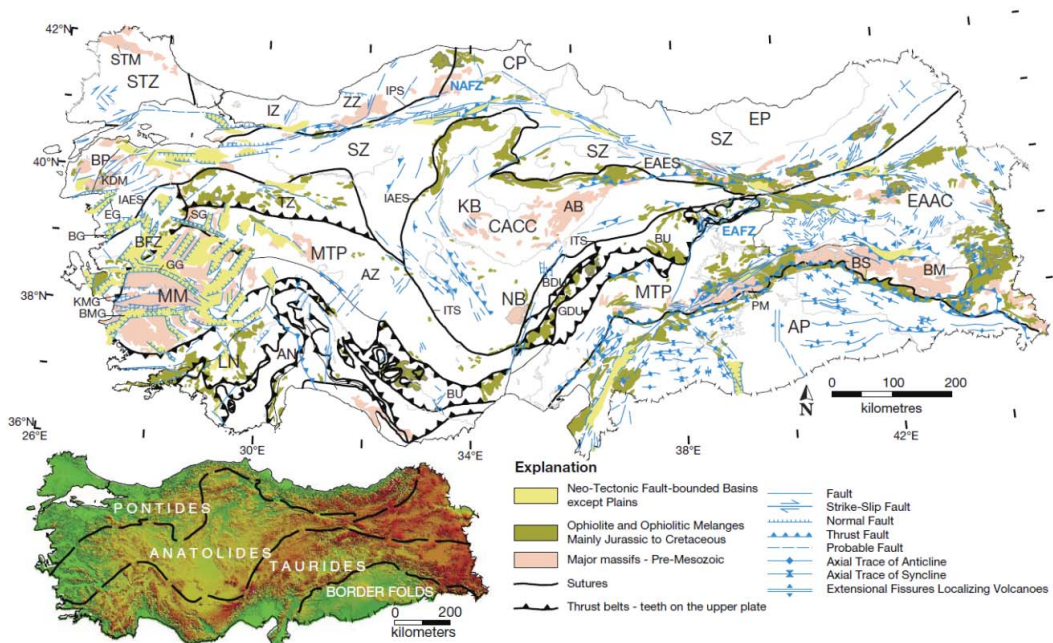
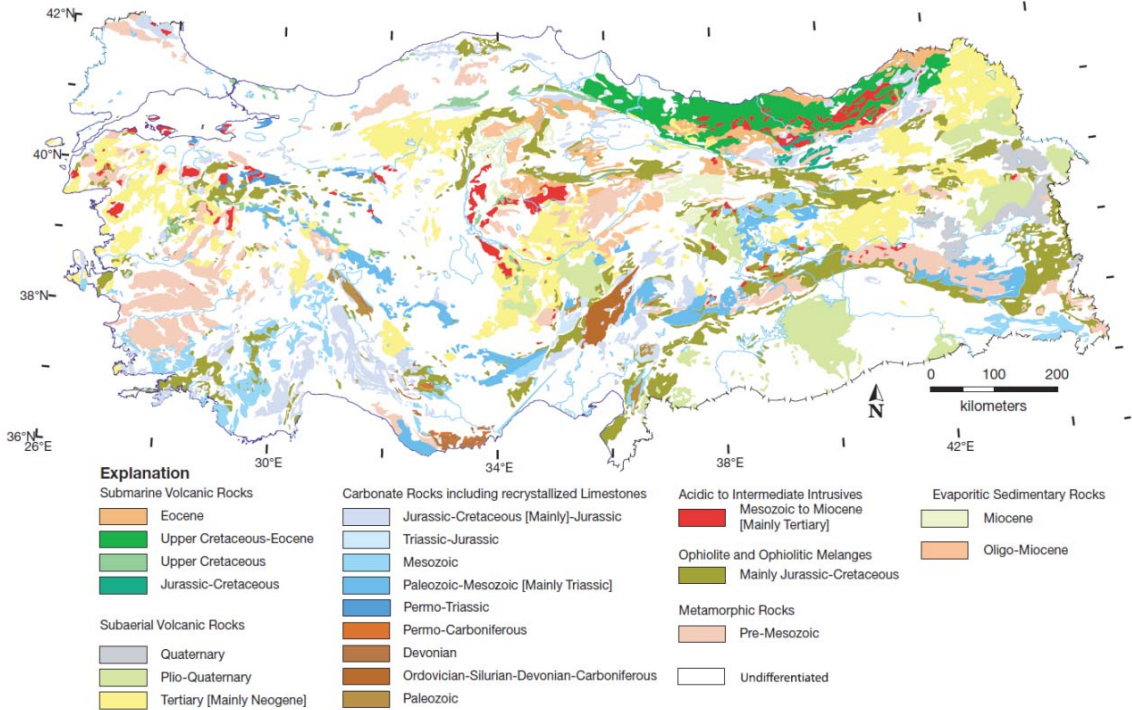


Fig. 3. Paleo- and Neotectonic units of Turkey with major massifs and ophiolitic rocks, inset shows major tectonic units on DEM (Yigit, 2009). AB = Akdag Block, AN = Antalya Nappes, AP = Arabian Platform, AZ = Afyon zone, BDG = Bolcardag Unit, BFZ = Bornova Flysch zone, BG = Bergama graben, BM = Bitlis Massif, BMG = Buyuk Menderes graben, BP = Biga Peninsula, BS = Bitlis Suture, CACC = Central Anatolian Crystalline Complex, CP = Central Pontides, EAFZ = East Anatolian Fault, EAAC = East Anatolian Accretionary Complex, EG = Edremit graben, EP = Eastern Pontides, GDU = Geyikdagi Unit, GG = Gediz graben, IAES = Izmir-Ankara-Erzincan Suture, IPS = Intra-Pontide Suture, IZ = Istanbul zone, KB = Kirsehir Block, KDM = Kazdag Massif, KM = Kirsehir Massif, KMG = Kucuk Menderes graben, LN = Lycian Nappes, MM = Menderes Massif, MTP = Menderes-Tauride Platform, NAFZ = North Anatolian fault zone, NB = Nigde Block, PM = Poturge Massif, SG = Simav graben, STM = Strandja Massif, STZ = Strandja zone, SZ = Sakarya zone, TZ = Tavsanli zone, ZZ = Zonguldak zone.



**Fig. 4.** Geology of Turkey with emphasis on the host-rock lithology of the known deposits and prospects (Yigit, 2009).

타이즈(Pontides)로 불리기도 한다. 폰타이즈 테레인은 주로 로라시아판의 특성을 가지고 있으나 부분적으로 알파인 조산대의 영향을 받았다. 폰타이즈 테레인은 백악기 중기에 하나의 테레인으로 발달하였다. 폰타이즈 테레인 남부에는 아나톨라이드(Anatolide)-토라이드(Tauride) 테레인이 발달하며, 곤드와나(Gondwana)로부터 트라이아스기에 분리되었다. 아나톨라이드-토라이드 테레인은 강한 변형작용을 받았으며 알파인 조산작용 때 부분적으로 변성작용을 받았다. 변성작용 유형 및 시기에 따라 아나톨라이드-토라이드 테레인은 몇 개로 구분되기도 한다. 중앙 아나톨라이드 복합체(Central Anatolian Crystalline Complex)는 키르세히르 육괴(Kirsehir massif)로 불리기도 하고, 후기 백악기 변성작용과 심성암들이 발달하는 넓은 지역이다. 터키의 남동부에는 아라비아판의 북단이 존재하며 아나톨라이드-토라이드 테레인과 비슷한 쇄설성 탄산염암이 우세한 고생대와 탄산염암이 우세한 중생대의 층서를 갖는다(그림 1).

터키는 알파인 조산대 내의 테티안 광상대(Tethyan belt)에 위치하고 있어 강한 변형작용을

겪었다. 섭입과, 충돌, 열개 운동으로 형성된 테티안 광상대는 터키전역에 걸쳐있으며, 후기 백악기에서 신생대의 화성암류와 오피올라이트(ophiolite)와 관련된다. 아프리카, 아라비아, 인도판의 수렴과 유라시아판과의 충돌과 관련하여(그림 2) 테티안 광상대를 형성하였다. 테티안 광상대는 서쪽으로 지중해-알프스-터키-남동 유럽 코카서스-이란-히말라야-중국까지 연장된다. 대부분의 광상들은 알파인 조산대와 관련되어 형성되었다.

터키 지표의 5.5%를 덮고 있는 변성지괴는 북동부의 스트란야(Strandja), 카작(Kazdag), 서부의 멘데레스(Menderes), 중부의 키르세히르(Kirsehir), 남동부의 비틀리스(Bitlis)와 포투르지(Poturje)에 분포한다(그림 3과 4). 비교적 연구가 많이 진행된 서부지역의 변성지괴 연구결과에 따르면 변성작용 연대는 선캠브리아기에서 올리고세이다. 변성상은 녹색편암상과 각섬암상에서 에클로자이트(eclogite)상과 백립암(granulite)상에 이른다(Yigit, 2009). 상기 여러 지괴는 여러 번에 걸쳐 변성작용을 겪었다. 서부의 멘데레스 지괴는 다섯 개의 변성상을 보여주고 있으며, 두 번째 변성작용까지는 알파인



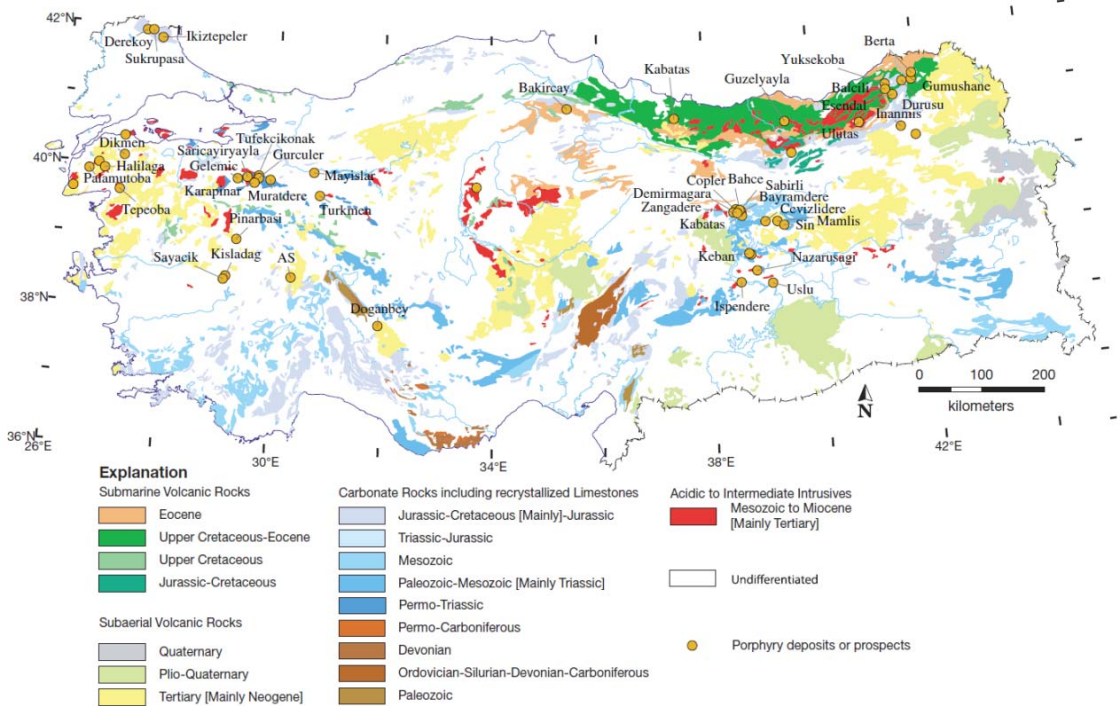


Fig. 5. Distribution of the porphyry deposits and prospects of Turkey with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).

조산운동 이전의 시기이다.

고생대의 암석은 변성 받지 않은 퇴적암으로 구성되며 북동부, 남동부와 남부에 주로 분포한다. 중생대 암석은 탄산암암, 화산암, 오피올라이트가 광범위하게 분포한다. 이 중 이스탄불대는 터키 최대의 무연탄(Hard coal)을 배태하고 있으며 대표적인 도시는 종굴닥(Zonguldak)이다. 중생대 트리아스기와 쥬라기의 암석은 북동부에 노출되어 있다. 중생대 암석은 석회암, 화산암, 플리쉬(flysch)와 오피올라이트로 구성된다. 후기 백악기 암석은 해저화산암과 오피올라이트로 구성된다. 오피올라이트는 주로 초기 백악기의 지층이 밀려 올라가 형성되었지만, 트리아스기에서 고생대의 암석도 포함된다. 신생대의 암석은 광범위하게 분포하며 육성 화산암과 천해퇴적암으로 구성되며 천해퇴적암에 봉산염 광상이 배태된다. 관입암류는 터키 북서부와 중부 및 북동부에 분포한다. 관입암류는 화강암질, 화강섬록암질, 회장암질, 오피올라이트 관련 반력암질암이다. 관입암류는 크게 쥬라기와 후기 백악기에서 마이오세의 두 연대를 갖는다.

터키는 이즈미르-앙카라-에르진칸(Izmir-Ankara-

Erzincan) 봉합대와 비틀리스 봉합대(Bitlis suture)가 분포한다. 이즈미르-앙카라-에르진칸 봉합대는 북부의 폰타이즈(Pondides) 탁상지를 아나톨라이드-토라이드(Anatolide-Tauride) 탁상지와 분리한다(그림 3). 비틀리스 봉합대는 터키 남동부의 아라비아 판경계부의 북쪽에 발달한다. 봉합대는 테티스해의 잔재이며, 고테티스해(Paleotethys)와 신테티스해(Neotethys)로 구분될 수 있다. 아나톨라이드-토라이드의 폰타이즈와의 이즈미르-앙카라-에르진칸 봉합대를 따른 충돌은 후기 팔레오세-전기 에오세에 신테티스해의 북쪽편이 닫혔다. 아라비아 판과 유라시아 판의 비틀리스-자그로스 봉합대를 따른 충돌은 압축(compression)의 양상을 만들었고 북-남 방향의 인장(extension)과 에게해(Aegean Sea) 지역에 활화산을 형성하였다. 아나톨리안(Anatolian) 변환 활성화 단층은 이러한 지구구조와 관련된다.

### 광물자원 현황

주요 수출광물은 크롬(Cr), 붕소(B), 장석(feldspar), 부석(pumice), 중정석(barite), 벤토나이트(bentonite),

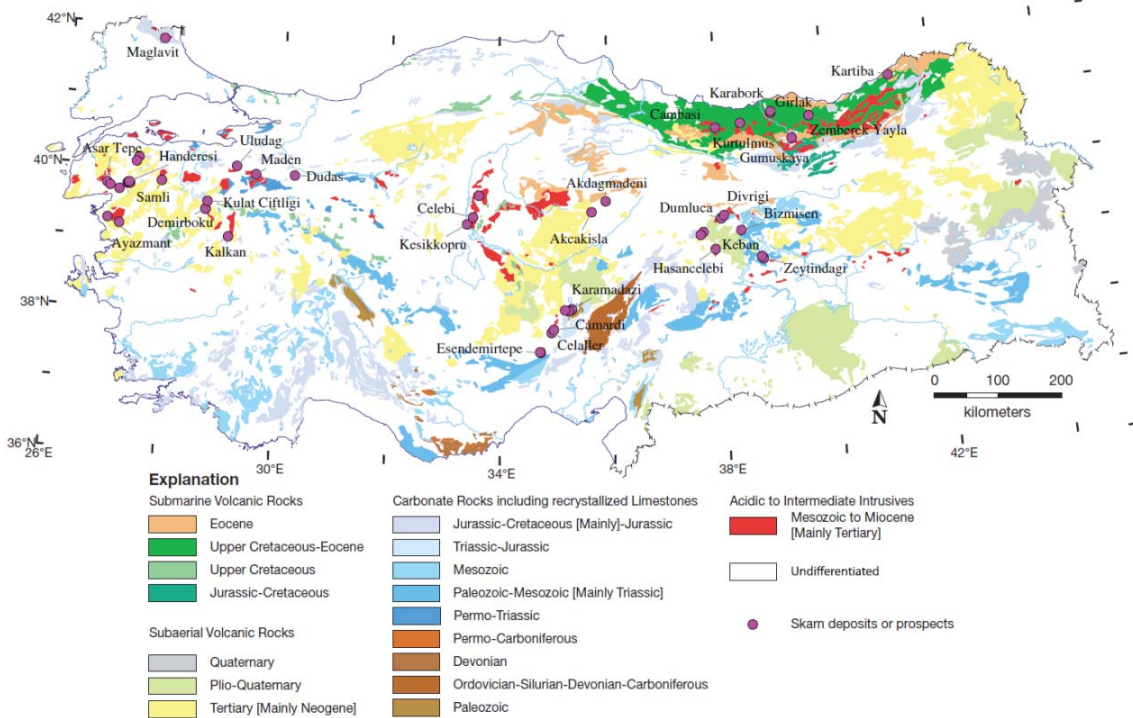


Fig. 6. Distribution of the skarn and potential IOCG deposits and prospects of Turkey with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).

고령토(kaolin), 석회석(limestone), 마그네사이트(magnesite), 대리석(marble), 진주암(perlite)이다. 이 중 붕소의 생산량은 세계 1위(34%), 중정석 세계 6위, 벤토나이트 세계 2위, 크롬은 세계 4위의 생산현황을 보이고 있다(USGS, 2011).

다양한 지질과 지체구조는 터키의 다양한 광상의 부존 가능성을 가능케 한다. 그러나 광물자원 탐사와 개발에 대한 투자가 적어 터키의 광물자원의 잠재성이 다소 과소평가된 경향이 없지 않다. 주요자원인 금-동-몰리브덴 광상은 주로 후기 백악기에서 신생대의 화산호와 관련된 반암동과 천열수 광상이다. 동-연-아연 광상은 VMS 중 쿠로코와 사이프러스형 광상과 MVT 광상에 속한다. 알려진 크롬광상의 대부분은 포디폴 광상이며 알파인-오피올라이트 암석과 관련된다.

### 반암형 광상

반암동 광상의 탐사는 1970년대 유엔 발전프로그램(UNDP; United Nations Development Pro-

gram)과 터키 광물조사탐사국(MTA; General Directorate of Mineral Research and Exploration)에 의해 처음 시작되었지만 7~8개의 유망 광상만 발견하였고 개발에 이르지 못하는 못하였다. 최근에 많은 수의 반암동 금-동 유망 광화대를 탐사하여 키스라다(Kisladag)와 코플러(Copler) 두 개의 경제성 있는 반암형 금광상을 찾았다. 반암동-금(몰리브덴)광상은 백악기 후기에서 마이오세의 화강암류와 관련된다.

터키의 반암형 광상은 크게 세 개의 광화대로 나뉘는데 대체적으로 동쪽의 방향성을 갖는다. 세 개의 광화대는 폰타이즈, 아나톨라이드, 경계 습곡대(Border Folds)로 나뉜다(Yigit, 2006). 반암형 광상은 이 광화대 내에 북동부, 중동부, 서부, 북서부 4개의 조각으로 나눌 수 있다(그림 5). 이 중 폰타이즈 광화대내에 주목할 만한 매장량을 갖는 반암동-몰리브덴-금 광상이 부존한다. 예를 들어 터키 북서부의 데레코이(Derekoy), 북동부의 구젤리야일라(Guzelyayla), 구무샤네(Gumushane), 바키르카이(Bakircay), 발킬리(Balcili), 울루타스(Ulutas)

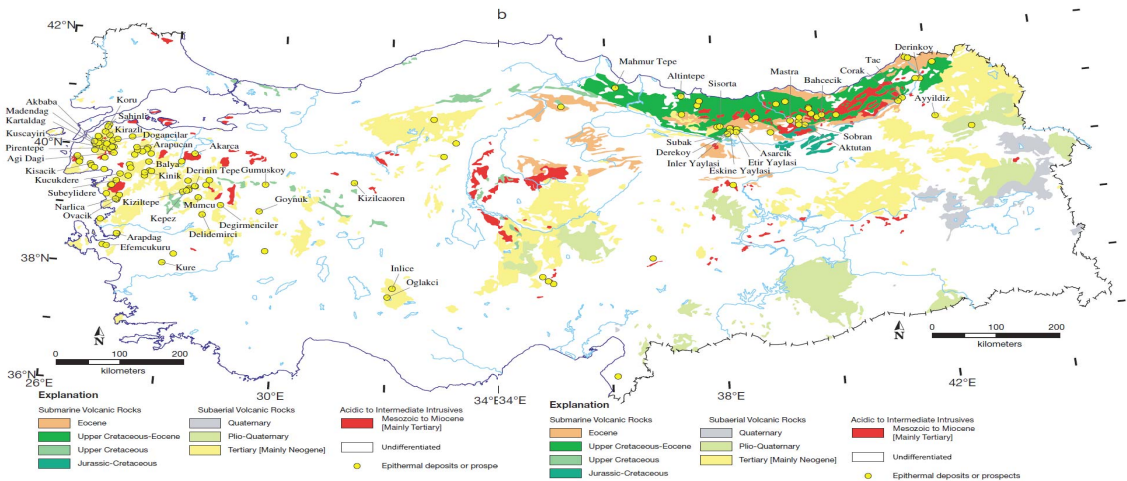


Fig. 7. Distribution of the epithermal deposits and prospects of western Turkey with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).

가 있다. 이 광상들은 반암동 광상의 특징인 저품위를 갖으며, 동 및 몰리브덴이 금품위보다 높다. 광화시기는 후기 백악기의 I형 화성암류와 관련되며(Ohta *et al.*, 1988),  $76.7 \pm 3.8 \sim 81.7 \pm 1.6$  Ma의 시기를 보인다(Moore *et al.*, 1980). 수크루파사(Sukrupasa)와 이키즈테펠러(Ikiztepelers) 유망광화대는 텅스텐 광화작용도 의심된다. 이 지역들은 현재 반암 동-몰리브덴-금 광화작용 뿐만 아니라 천연수 금 광상도 여러 탐사회사에 의해 평가 중이다.

터키 북동부의 반암형 유망광화대는 관입암을 따라 발달하며, 후기 백악기에서 에오세의 I형 칼크-알칼리 암석과 관련된다(Moore *et al.*, 1980). 쿠젤리아이라(Guzelyayla) 반암형 유망광상은 팔레오세 석영안산암, 화강섬록암질 반암과 연관되며 상당량의 동-몰리브덴 광화작용이 예상되고 있다.

### 스카른과 IOCG형 광상

반암형 광화대의 분포를 따라 많은 스카른 광상이 분포하지만 경제적으로 개발될 수 있는 자원량을 갖지는 못한다. 금 스카른은 많지 않으며, 철-동, 연-아연, 텅스텐이나 몰리브덴 스카른은 자원량이 많지는 않지만 최근의 연구에 의하면 다음의 지역에서 반암형 광상과 밀접히 관련하여 발달한다. 동중부의 코플러(Copler)와 케반(Keban) 지역, 서부의 부르사-쿠타하(Bursa-Kutahya) 지역, 북서부의 데레코이(Dereyok)가 있다. 몇몇 철-동 스카른 광화대들은 IOCG(Iron Oxide Copper Gold) 형

의 가능성을 갖는다. 이러한 지역으로는 중동부의 하산셀레비(Hasancelebi)와 디브리기(Divrigi), 서부의 아야즈만트(Ayazmant)와 삼리(Samli)가 있다(그림 6). 철 스카른은 북동부에 많이 부존하고 남중부의 연-아연 스카른 광상들은 탄산염암 교대광화작용과 관련된다.

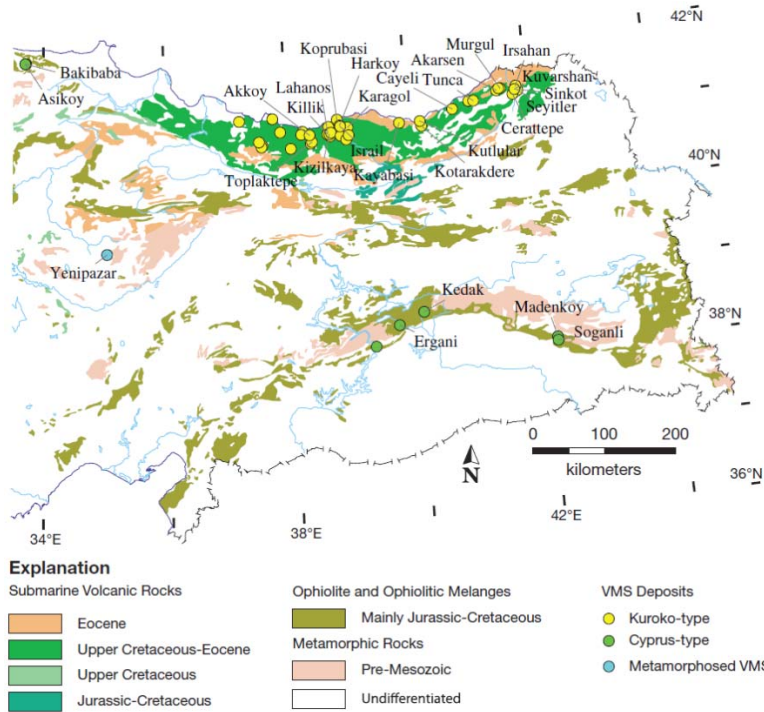
디브리기(Divrigi) 지역의 철광상은 알칼리 관입암에 의한 광범위한 열수 변질을 받은 오피올라이트 암석 내에 발달하며, 터키에서 가장 큰 철-동 광상(133.8백만톤, 철 56%와 동 0.5%)이고, 세계의 광체로 구성된다. 광화시기는  $73.75 \pm 0.62 \sim 74.34 \pm 0.83$  Ma으로 알려져 있다.

### 천연수 광상

천연수 금-은-(수은-안티모니) 유망광화대는 터키 북동부와 서부 두 개 지역으로 나뉜다. 북동부는 공간적으로 천해 내지 육성, 후기 백악기에서 에오세의 칼크-알칼리 화산암과 관련되지만 서부 지역은 대부분의 모양이 제3기 육성 화산암이다(그림 7). 최근 터키 중남부 콘야(Konya) 화산암 복합체에서 여러 개의 광상이 발견되어 새로운 유망광화대로 떠오르고 있다(그림 7). 서부의 여러 광상에서 대규모의 변질대가 발달해 점토광상이 개발되고 있다.

고유황형(High sulfidation)과 저유황형(Low sulfidation)의 천연수 광상이 모두 발달한다. 고유황형은 터키 북서부의 비가(Biga) 반도에 집중되어





**Fig. 8.** Distribution of the VMS deposits and prospects of Turkey with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).

있고 대표적인 광상은 아기 다기(Agi Dagi)와 키라즐리(Kirazli)이다. 저유황형은 서부의 오바츠크(Ovacik)과 비가 반도의 쿠쿠크에레(Kucukdere)지역이다. 에팜쿠쿠루(Efemcukuru)는 저유황형 광상 중 가장 많은 1.22 Moz의 매장량을 갖는 터키에서 가장 큰 광상이다. 에팜쿠쿠루 광상은 제3기 유문암과 후기 백악기에서 제3기의 플리슈(Flysch)가 모암이다.

### VMS 광상

터키의 다금속 VMS광상은 쿠로코형과 사이프러스형이 모두 존재한다. 쿠로코형의 VMS광상은 터키 북동쪽의 후기 백악기 쌍봉형(bimodal) 화산암 분포지에 한정되어 부존하고, 사이프러스형은 터키 북부 쿠레(Kure) 지역과 남동쪽 에르가니(Ergani) 지역의 오피올라이트 암체와 관련하여 발달한다(그림 8).

무르굴(Murgul) 광상은 터키에서 가장 큰 규모의 VMS광상으로 모암은 염기성 화산암류이다. 광체는 황철석-황동석 망상세맥상이나 산점상으로 발달된다. 황화물은 대부분 황철석과 황동석이며

미량의 방연석, 섬아연석, 사면동석(tetrahedrite)-비사면동석(tennantite)과 국부적으로 형석이 농집된다. 또한 후기 석영 시기(140~170°C)에 금이 형성되기도 한다. 갈매기 모양의 망상세맥 광화대는 북-북서쪽으로 발달하며 약 250 m 두께를 가지며 규화대, 견운모대와 고령토변질대가 발달한다.

### 탄산염암 모암의 연-아연

남부와 남동부 터키에는 중기 캄브리아기-쥬라기의 탄산염암 모암의 많은 연-아연 광상이 분포한다. 이 광화대는 토라이드(Tauride) 산맥을 따라 서에서 동으로 발달한다(그림 9). 토라이드 산맥은 연-아연의 자원량(Resources)이나 매장량(Reserves)이 많지는 않지만 황화물을 포함하지 않는 아연 산화물이 이 광상을 탐사 적지로 주목 받게 하고 있다. 주요 광석광물로는 스미소나이트(smithsonite), 수산화아연석(hydrozincite), 세루사이트(cerussite), 앵글사이트(anglesite)이다.



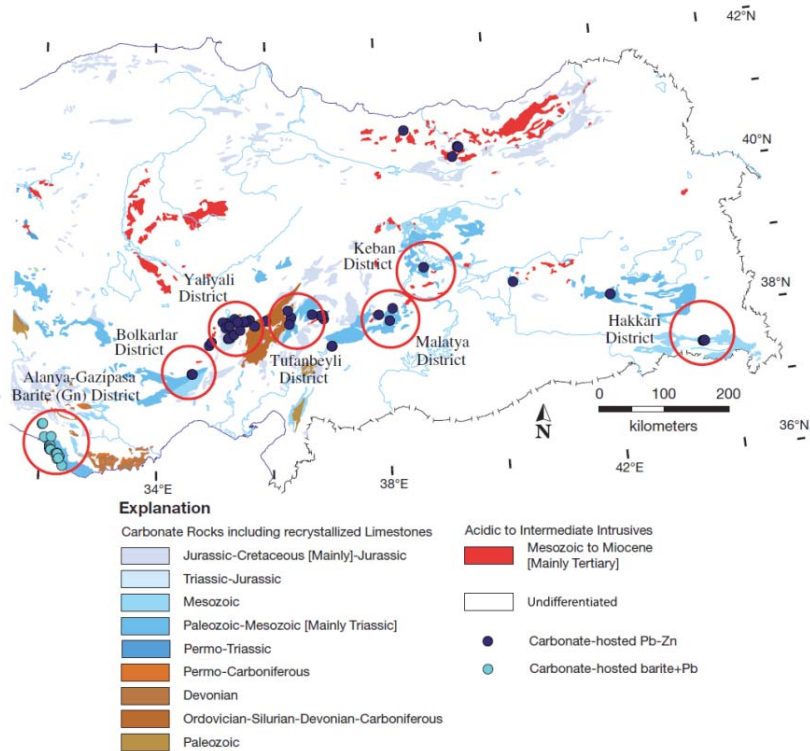


Fig. 9. Distribution of the carbonate-hosted Pb-Zn districts of Turkey with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).

포디폼 크롬철 광상

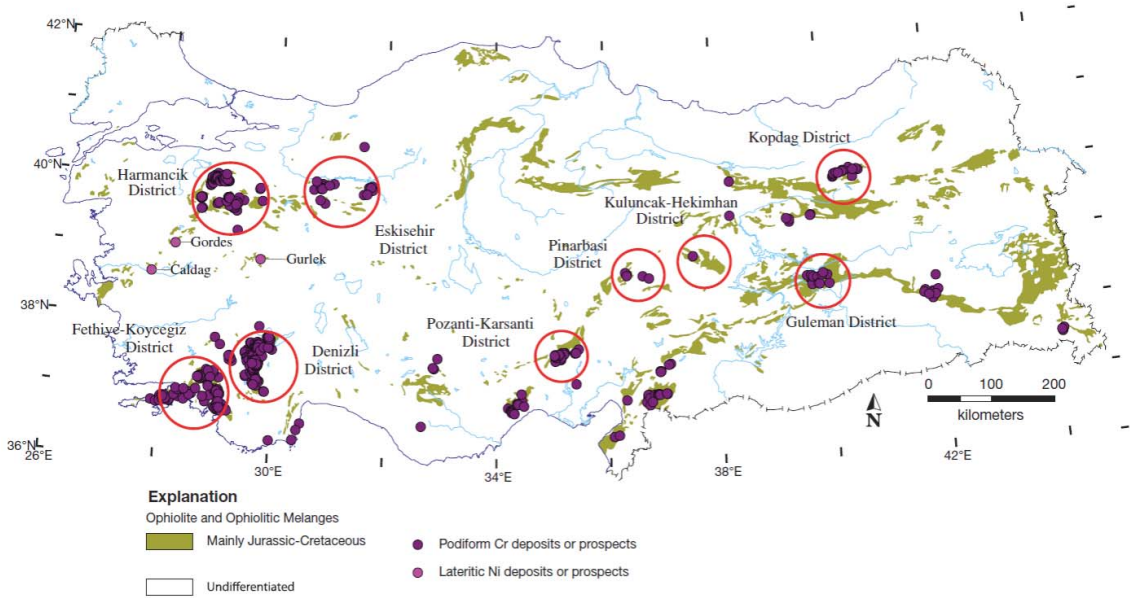
터키는 크롬철광석의 중요 생산지로 2005년 4위 (45백만톤)의 생산국이다. 최초 발견은 1848년 하르만칙-부르사(Harmancik-Bursa)지역에서 이루어졌다. 터키 크롬철 광상은 알파인형의 감람암(오피올라이트 복합체의 일부분)과 밀접히 관련된다. 오피올라이트 암체는 다른 비금속 광물(마그네사이트, 세피올라이트, 석면, 활석 등)을 배태한다.

크롬철 광상은 소규모이고, 구조의 규제를 받고 포디폼, 렌즈상, 불규칙, 괴상, 대상으로 부존한다. 많은 크롬철 광상이 보고되어 있지만 매장량과 자원량은 정확하지 않다. 최근 자료에 의하면 자원량은 31.1백만톤( $Cr_2O_3$  30~48%)이다(MTA, 1986). 터키에서 가장 큰 광산은 굴레만(Guleman)지역의 바티(Bati)와 케프(Kef) 광산으로 5.7백만톤( $Cr_2O_3$  33%)의 자원량을 갖는다. 대규모 고품위의 광체는 골라란(Golalan) 광산에 있으며 1.2백만톤( $Cr_2O_3$  51%)의 단일 광체 자원량을 갖기도 한다. 또 다른 백만톤 이상의 광산은 하르만칙(Harmancik)지역의

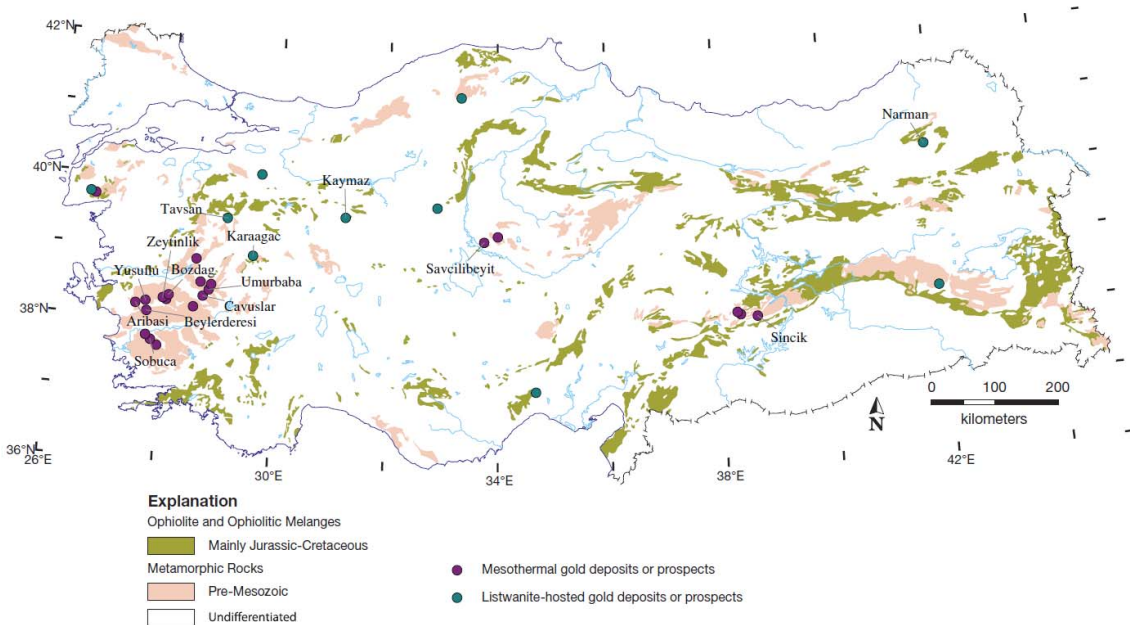
오르하넬리(Orhaneli) 광산(1백만톤,  $Cr_2O_3$  40~48%), 굴레만(Guleman) 지역의 소리 우준다마르 I(Sori Uzundamar I) 광산(1백만톤,  $Cr_2O_3$  42~48%), 코프닥(Kopdag)지역의 도구 예잔(Dogu Ezan)과 테르칸(Tercan) 광산(2.7백만톤,  $Cr_2O_3$  38~54%)이 있다(그림 10).

조산형 금 광상

터키의 조산형 금광상은 크게 중열수 금광상과 리스트와나이트(listwanite) 모암 금광상으로 나눌 수 있다(Yigit, 2006). 사문석화된 초염기성암이 탄산염화되어 독특한 변질대를 형성하게 되는데 이를 리스트와나이트라고 한다. 리스트와나이트는 석영-탄산염암 금광맥(lode gole) 광화대를 형성한다(Ash and Arkey, 1989). 유럽의 대부분의 조산형 금광상은 후기 고생대 헤르씨니안(Hercynian) 조산대와 관련되고, 몇몇은 올리고세에 생성되기도 한다. 터키의 중열수 금광상은 중생대의 지괴생성 이



**Fig. 10.** Distribution of the podiform chromite districts of Turkey including lateritic nickel with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).



**Fig. 11.** Distribution of the orogenic gold deposits and prospects of Turkey with emphasis on host-rock lithology (Yigit, 2009).

전에 형성된다. 이러한 지괴는 멘데레스(Menderes), 키르세히르(Kirsehir), 비틀리스(Bitlis)가 있다. 멘데레스지괴는 많은 잠재성이 있는 중열수 광상을

배태하지만 석영맥은 불연속적이고, 유비철석과 수반되고 비스무스(Bi)수치가 높은 금광물을 포함한다. 이러한 광상으로는 아리바시(Aribasi), 유수플

루(Yusuflu), 제이틴릭(Zeytinlik), 보즈닥(Bozdag), 우무르바바(Umurbaba), 카부슬라(Cavuslar), 베일레르데레시(Beylerderesi), 소부카(Sobuca)가 있다(그림 11). 멘데레스 지괴의 중열수 광상은 알파인 조산운동시기에 재이동이 일어나 성인을 밝히기 어렵고 몇몇 광상은 천열수의 특성을 보여주기도 한다.

리스트와나이트 모암 금광상은 오피올라이트관련 초염기성암이 역/정단층 및 전단대와 관련된 사문석화된 모암 내에 배태된다. 이러한 환경에서는 다량의 열수가 유입되어 규소-탄산염화 변질(listwanitization)을 초래한다. 금광화작용은 사문석화 이후에 이루어진다. 테티안 오피올라이트 멜란지에 카이마즈(Kaymaz; 218천 온스), 타브산(Tavsan), 카라각(Karaagac), 나르만(Narman)이 분포한다(그림 11). 몇몇 광산에서는 안티몬(Sb)과 금이 밀접한 상관성을 보여주고 있다. 예를 들면 다가르디(Dagardi)지역의 타브산(Tavsan)광상(2.5백만톤 Sb 5.75%)과 무라트다지(Muratdagi)지역의 카라각(Karaagac)광상이 있다.

## 요 약

터키는 알파인 조산대 내의 테티안 광상대(Tethyan belt)에 위치한다. 이 광상대는 섭입과, 충돌, 열계 운동으로 형성되었고 후기 백악기에서 신생대 화성암류와 오피올라이트(ophiolite)와 관련된다.

터키 지표의 5.5%를 덮고 있는 변성지괴는 북동부의 스트란야(Strandja), 카작(Kazdag), 서부의 멘데레스(Menderes), 중부의 키르세히르(Kirsehir), 남동부의 비틀리스(Bitlis)와 포투르지(Poturje)에 분포한다(그림 3과 4). 비교적 연구가 많이 진행된 서부지역의 변성지괴 연구결과에 따르면 변성작용 연대는 선캠브리아기에서 올리고세이다. 변성상은 녹색편암상과 각섬암상에서 에콜로자이트상과 백립암상에 이른다(Yigit, 2009). 상기 여러 지괴는 여러 번에 걸쳐 변성작용을 겪었다. 서부의 멘데레스 지괴는 다섯 개의 변성상을 보여주고 있으며, 두 번째 변성작용까지는 알파인 조산운동 이전의 시기이다.

다양한 지질과 지체구조는 터키의 다양한 광상의 부존 가능성을 가능케 한다. 주요자원인 금-동-몰리브덴 광상은 주로 후기 백악기에서 신생대의

화산호와 관련된 반암동과 천열수 광상이다. 동-연-아연 광상은 VMS 중 쿠로코와 사이프러스형 광상과 MVT 광상에 속한다. 알려진 크롬광상의 대부분은 포디폼광상이며 알파인-오피올라이트 암석과 관련된다.

## 사 사

이 연구는 한국지질자원연구원에서 수행중인 “해외 희유금속자원 탐사 및 부존 잠재성 평가(2012)” 과제의 지원으로 수행되었으며, 유익한 지적을 해주신 임명의 두 심사위원들에게 감사사를 드린다.

## 참고문헌

- 터키 관광청 (2005) Geography of Turkey (<http://www.turizm.net/turkey/info/geography.html>).
- Ash, C.H. and Arksey, R.L. (1989) The litwanite-Lode gold association in British Columbia. British Columbia Geological Survey Geological fieldwork 1989, Paper 1990-1, 359-364.
- Moore, W.J., McKee, E.H., and Akinci, O.T. (1980) Chemistry and chronology of plutonic rocks in the Pontid mountains, northern Turkey. In Jankovic, S. and Sillitoe, R.H. (eds), European Copper Deposits. Belgrade, UNESCO-IGCP, 209-216.
- MTA (1986) Mineral resources of Turkey and the role of MTA in mineral exploration. MTA publication. no.194, 46p.
- Ohta, E., Dogan, R., Batic, H., and Abe, M. (1988) Geology and mineralization of Derekoy porphyry copper deposit, northern Thrace, Turkey. Bulletin of the Geological Survey of Japan, 39, 115-134.
- Okay, A.I. (2008) Geology of Turkey: Asynopsis. *Anschnitt*, 21, 139-183.
- Yigit, O. (2009) Mineral Deposits of Turkey in Relation to Tethyan Metallogeny. Implications for future mineral exploration. *Econ. Geol.*, 104, 19-51.
- Yigit, O. (2006) Gold in Turkey-a missing link in Tethyan metallogeny. *Ore Geol. Rev.*, 28, 147-179.
- USGS (2011) 2009 Mineral yearbook. 56.1-56.16.

접수일(2012년 3월 6일), 수정일(1차 : 2012년 3월 24일), 게재확정일(2012년 3월 27일)