

トルコの銅鉛亜鉛鉱床

高島 清 (資料室)

トルコにおける銅鉛亜鉛鉱床に関しては 過去10年にもおよぶ わが国の地質調査所から派遣された 地質専門家グループの 調査研究報告ならびに 金属鉱業事業団と 国際協力事業団による トルコ M. T. A. 研究所に対する技術援助計画基礎調査によりほぼ その全容が把握されている。ここに これらの調査研究報告にもとづき また M. T. A. 研究所の出版物ならびに 我々の調査研究の結果などから その概要をのべ 今後の資料としたい。

トルコはグローバルな位置的關係からみれば、ヨーロッパとアジアの境界にあたり 歴史的には 東ローマ帝国崩壊後 オスマントルコにより 第一次世界大戦までバルカン イラン アラビア半島 さらにアフリカ北部地域にわたって その支配が行なわれ 第一次世界大戦後は アタチュルク (トルコの父) により建国された新生トルコ共和国が 現在までつづいている。

現在のトルコは 建国以来約53年 4年前 50年祭が行なわれたばかりである。オスマントルコ時代にさかのぼって鉱物資源を考えると 現在の石油資源地帯は ほぼ全域に含まれるし また バルカンの銅鉛亜鉛鉱床地帯も その大半が包含され その概略を記すだけでも大変である。現在のトルコ共和国は バルカン半島の一部と アナトリア半島よりなるほぼ東西1,600km 南北500km内外の地域を占める東西に長い帯状の範囲となっている。そして 西部は バルカン半島の南部 ギリシアとブルガリアに国境を接し 東部は ソ連邦 イラン イラク シリアと国境を接し 北部は黒海 南部は地中海に面し 1974年紛争を起こしたキプロス島は 地中海岸のメルシン沖約100kmの位置に浮んでいる。

地形的にみると トルコの中核であるアナトリア半島は 北側のポントス山系と南側のトロス山系をともなり 標高1,000~2,000mの台地状を示し またこの台地状半島は 東に移るに従って高度を増し ソ連邦 イラン国境地域では 標高3,000m以上を示し 新約聖書の“ノアの箱舟”で有名な アララット山近くの大アウル火山は 実に標高5,165mを示している。また イラン国境に近い バン湖は 湖面標高1,646mにも達し 湖の東岸バンと西岸のタトバンとの間約90kmはイランから

アナトリアを通過し イスタンプールに至る鉄道を結ぶための連絡船が就航している。このように トルコは歴史的以上に地理的にも ヨーロッパとアジアを結ぶ掛橋として重要な役割を果しているのである。

次に その地質構造上の特長から考察してみると トルコのアナトリア半島の構成は 非常に興味もたれている。アナトリア半島は ヨーロッパアルプスからバルカン半島を南下し 東方に転じて イランからインド北方のヒマラヤに連続する アルプス—ヒマラヤ構造帯の中間に位置すると共に ヨーロッパ・ロシア大陸プレートと アラビア アフリカプレートとの接線にもあたっており 地質構造上においても重要な位置を占めている。I. G. GASS (I. G. GASS (1968) In the Troodos Massif of Cyprus a fragment of Mesozoic ocean floor? Nature No. 220 p. 39—42) は トロス山系の南側 アマノス山脈から連続すると考えられている キプロス島の地質について研究を行ない トロードスマシフの中央部が塩基性~超塩基性岩からなり これは岩脈群に取囲まれ さらにその周辺に 枕状熔岩などを主とする塩基性火山類が分布していること さらに上部白亜系に覆われ 北側に上部白亜系から中新統に至る一連の地層が発達し これらが顕著な褶曲構造を示していることを発見し これらの地質的現象と共に 岩石化学的あるいは重力異常などを加味して この地域が 白亜紀に東方に開口していた 古テーチス海の存在を論じている。

E. MOORES (E. MOORES (1970): Ultramafics and Orogeny, with models of the US Cordillera and the Tethys. Nature No. 228 p. 837—842) は ヨーロッパ—ロシアプレートと アラビア—アフリカプレート の移動接近と衝突により トルコを含むアルプス—ヒマラヤ造山帯が形成されたとし 造山帯下のパリスカン変成岩の存在は認めたとし 更に 古テーチス海の中央における海底火山活動が発生しつつ 海域が縮小して行ったことを述べている。

KETIN (I. KETIN (1966) Tectonic Units of Anatolia M. T. A. Bull. No. 66 p. 23—34) は トルコの地質構造区分を行なうにあたって アナトリア地塊が 古生代から中

生代に至るまで 繰返し地殻変動を蒙ったところでありこれにともなう変成作用も著しく 常に大陸基盤をもっていたと考えており 前2者の考え方と対立しているが C. J. DIXON 等は プレートテクトニクスと鉍化作用についての考え方について 両論の中間的考え方にたち アナトリア地塊は ヨーロッパ-ロシアプレートと アラビア-アフリカプレートにより挟まれた 大陸地塊の残存帯であり この地塊の両側に著しい アルプスヒマラヤ期の造山運動として ポントスおよびトロス両褶曲構造地帯が形成されたと論じ この両褶曲構造期の火成活動にともなって トルコの主要硫化鉍物をともなう鉍化作用が行なわれたとしている。

このような事実にもとづき 地質構造区と鉍床区を望見すると 黒海沿岸のポントス区は わが国のグリンタフ地帯の如く 黒鉍型鉍化作用の発達が目著であり また トロス区におけるオフィオライト帯には キースラガー型の硫化鉍床の発達が特長的であり 地質構造と鉍化作用の関係について わが国におけるものと若干の類似性を示しており プレートの相対的關係 構造や鉍化作用の発展過程や 地質時代の相互的關係その他に相異なるもの トルコと日本における 地質構造や鉍化作用の発展過程の検討は 地質 鉍床学の発展に大きく寄与するものであると思われる。

本題から若干はずれたので 本論にもどし トルコの銅 鉛 亜鉛鉍床の分布とその性格について論及して行くこととする。

トルコの銅鉛亜鉛鉍床に関しては 元 M. T. A. 研究所鉍床部長 R. OVALIOGLU により “トルコの銅 鉛 亜

鉛の開発” という論題で 1970年 金属鉍物探鉍促進事業団資料センターにおいて出版されている 海外資料第15号に発表されている。これを参照すれば トルコ全体の銅鉛亜鉛鉍床の概要が うかがわれると思う。

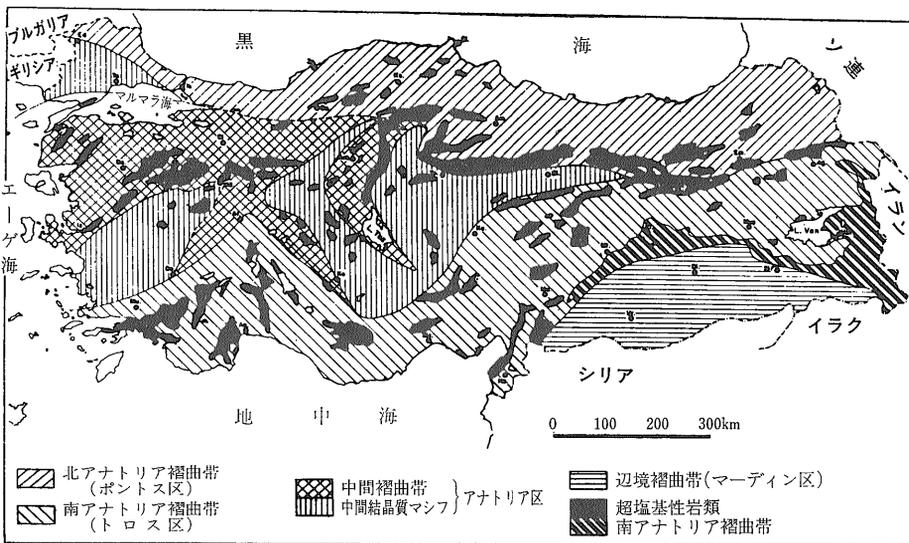
また 同事業団（現在は金属鉍業事業団と名称が変更されている）により3カ年にわたり実施されたトルコ国黒海沿岸地区基礎調査は 本年の初めに終了し さらに継続して行なわれている。わが国からの協力調査に参加した地質専門家の数も多くなり トルコに対する関心もたかまりつつあるのが現状である。

まずトルコにおける銅鉛亜鉛鉍床の分布についてみると これらの鉍床の分布濃度は東黒海沿岸地区 マルマラ海南部地区 トロス山脈地帯およびアナトリア区に大別され さらに その地質構造的要素をもって考察すると 北部ポントス区の東区 西区（マルマラ海南部地区を含む）アナトリア区 およびトロス区に大別できる。もっとも 各区の鉍床の成因的 生成時代的ならびに鉍床の性格などの要因からみると ポントス東部区 マルマラ海南部区 ならびに トロス東部区 に大別することが 適当かもしれない。

ここで これらの構造区における鉍床に論及するまえに 鉍化作用に関係ある火成活動について分類してみる。

トルコの火成活動は

- I) 古生代およびそれ以前に属する花崗岩類
- II) 中生代から第三紀初期にわたるオフィオライトに関係する火成活動
- III) 上部白亜紀から始新世にわたる海底火山活動を主とする火成活動
- IV) 第三紀後期から第四紀における火山活動



第1図
トルコの主要地質構造区 (N. PINAR E. ILHAN 原図)

問題は このような鉱床区の中にかつては トルコとして 重要な銅 鉛 亜鉛の鉱床の1つであった パルヤ (Balya) 鉱山が含まれていることである。

この鉱床は 第三紀の石英安山岩あるいは流紋岩などの貫入にとまなう 熱水性交代鉱床と考えられているもので 1880年から1935年まで フランス系の鉱山会社により操業され 約40万トンの鉛 3トンの金 1,000トンの銀を生産し このほか 年間約5,000トン(Zn 42%)の亜鉛精鉱が生産されていたと記録されている。そして鉱山は地表下250m~300mまで稼行されたが 湧水とランニングコストの上昇 金属市況の影響などにより 第2次世界大戦前に 休山に追いこまれたと云われる。

鉱床は石炭紀から三畳紀に至る間の石灰岩 珪岩 砂岩などの累層中に 構造断層あるいは裂かなどの弱線に沿って 貫入して来た第三紀の石英安山岩 流紋岩などの酸性火山岩体による熱水交代作用に起因し 鉱床を構成する組成鉱物は 閃亜鉛鉱 方鉛鉱 黄鉄鉱とこれに随伴する少量の黄銅鉱 四面銅鉱 車骨鉱 (PbCuSb₈) 毛鉱 ビスマス鉱 硫砒鉄鉱ならびにごく少量の天然テルルなどよりなる。

そして特長なことは 黄銅鉱 車骨鉱は鉱体下方方鉛鉱は硫化帯の上部 閃亜鉛鉱 黄鉄鉱などは硫化帯の下部において 優勢であることが知られている。

稼行当時の粗鉛ブリオンの分析結果は下記の通りであった。

Pb 97.76%	Sb 0.53%	Sn 0.11%	Bi 0.1%
Cu 0.54%	Fe 0.03%	Ni 0.004%	Cd 0.01%
As 0.25%	S 0.47%		

この鉱床はその鉱化作用の行なわれた位置および母岩の性質により KOVENKO (1940) などより下記のごとく

分類されている。

A) 酸性貫入岩体中の斑状鉱染鉱床

貫入岩体上部における鉱染鉱床で鉱石鉱物は主として 黒雲母 斜長石 一部石基質部を交代し 鉱化の中心部では螢石を伴うこと 鉱床母岩が 割目の少ない緻密質 変質酸性岩体より構成されることなど特長である。比較的方鉛鉱の含有率が高く 従来 Pb 7~9%以上の 鉱体が稼行されていたため Pb 3~4%内外の低品位部は 未稼行部として 残されている。

B) 鉱脈状鉱床 (貫入岩体と堆積岩との接触部)

一般に鉱床の上位に多く 貫入岩体が分布し 貫入岩体の下盤側に発達するものが 優勢である。しかし 鉱量的に大型を示すものは少ない。鉱床の落し方向に 200m にも連続するものもあるが その幅も 10~30m と狭く 鉱脈としては小型である。鉱脈中の脈石は 方解石 石英 螢石を主とするが少量の氷長石 角閃石 柘榴石などがともなわれる。

C) 石灰岩中の鉱床

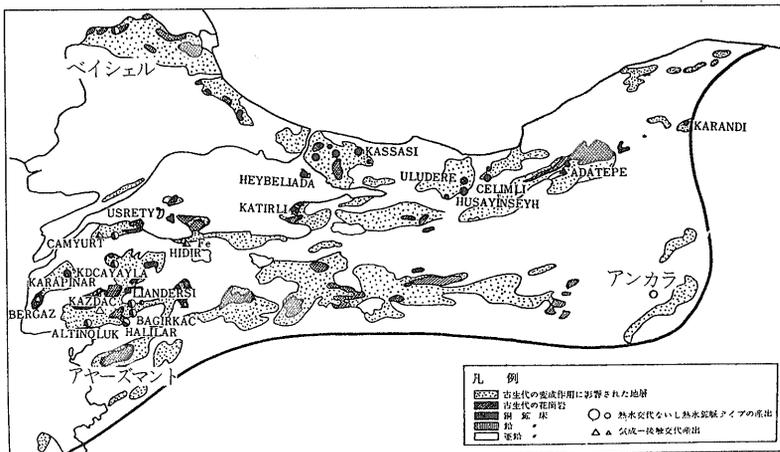
主として 不規則な形または脈状をなして 胚胎しているが大型のものは少ない。サルス アル (Sarisu Ari) 鉱床などが この例である。

D) 層状鉱床

石炭紀の低変成度の石灰岩 粘板岩層と珪岩ならびに三畳紀の粘板岩層との境界面に沿って胚胎する層状鉱床である。

一般に 初成の部分は低品位であり かつ マンガン鉱を主とする露頭部の発達が特長である。露頭部では酸化鉄および鉄分の多いガラミンなどによる酸化鉱が稼行されたが 露頭下部では硫酸鉛鉱 (PbSO₄) 白鉛鉱および方鉛鉱を主とする鉱石になる。

このような古生層中の鉱化作用は マルマラ海北東部地域においても多く分布しているが これらの地域が地



第3図
トルコの古生代の火成作用に関連する銅・鉛・亜鉛の鉱床 (OVALIOGLU 原図)

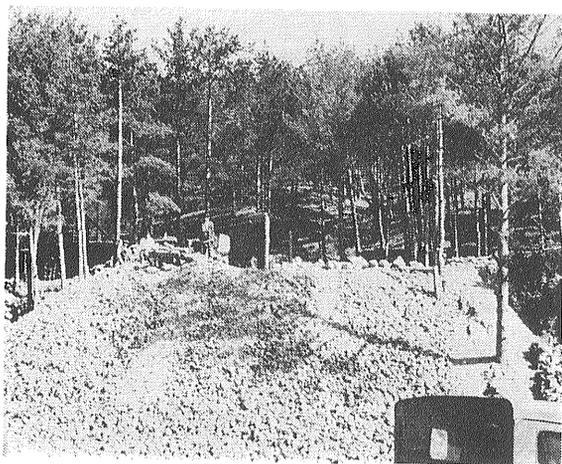
質構造的にも 古生代から第三紀 さらにこれ以降 現在に至るまで 構造運動のはげしい地域であるため 火成活動のみならず 鉱化作用の重複も著しく 小さな露頭が発見されても 探鉱開発のむずかしい地域でもあったように考えられる。

従来 古生代の鉱化作用と考えられているものは アナトリア区中部にも 散点的に分布し その代表的なものにはアンカラ周辺の デネッキ (DENEK) ケスキン (KESKIN) カイセリ周辺のアクダ (AKDAG) やバクルダ (BAKIRDAG) などの鉱床地帯があげられるが 大部分が古生代の貫入岩体にもなされる接触交代鉱床で デネッキ ケスキン付近の鉱床は大理石と緑色変成岩類中に貫入した花崗岩体の周辺部に またアクダの鉱床は 片麻岩と大理石を主とする岩石と花崗岩岩株との接触部に生成されたものである。バクルダ付近の鉱床は 石炭紀からペボン紀の結晶質石灰岩中に貫入する中生代花崗岩類に関係があるとされている。

このような貫入岩体の時期に 相異はあるにしても マルマラ海周辺地域を代表とする アナトリア区全域にわたって 数多くの鉱化作用が知られていることは わが国の東北地方外帯 中国地方などとよく似ている。

ここで一つ興味のあることは バクルダ カレキョイ付近に発見された 中部ペボン紀の黒色頁岩中に挟在する黒色含鉄質石灰岩層中の堆積型鉛亜鉛鉱床である。

この種の鉱床は この石灰岩層の層理面に整合的であり トルコや このような構造帯中に発見されることの少ない ミシシッピーバレー型鉱床の要素をもっており この周辺に分布する若い火成活動ともなう再生型鉱床とは別に成因的に また この経済的開発に対する検討が要望されている。



第4図 アクダ 鉱 山

II トロス 東 部 区

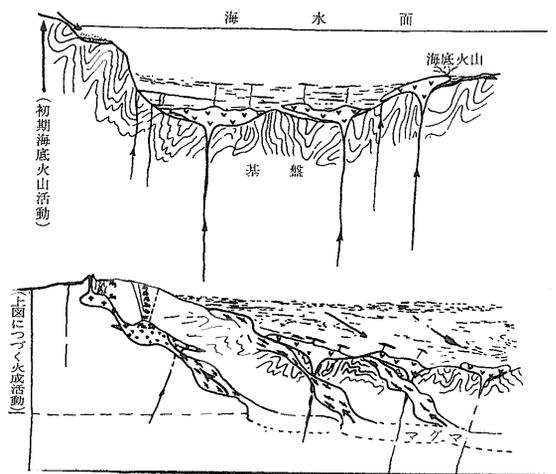
トロス東部区は主として オフィオライト帯にもなう銅硫化鉄鉱床として有名な エルガニ銅鉱山に代表される地区である。

エルガニ銅鉱山は歴史的に古く西暦前(西暦前2000年以上と云われている) アッシリア時代から採掘が行なわれたとも伝えられている。この鉱山地帯南方 約50 kmの玄武岩台地上に建設された ディヤルバクル市 (Diyar...地方 Bakir...銅) はその名の示すごとく古くから銅の産出する国として 繁栄をほこり 地元トルコ人によると この街にその名残りを留めている城壁は 中国の“万里の長城”に次ぐのもであると自慢している。また このような産出した銅を使用して 現在も民芸品として伝統を残している 彫金による銅製のかざり皿・壺などは有名である。

エルガニ銅鉱山は現在トルコ国営企業の一つである エティバンク社により操業されているが 近代的な企業形態をもったのは 1937年 エティバンク社が操業をはじめてからである。

エルガニ銅鉱山の鉱床は一般に キースラガー型と云われ その形態は層状 扁平状 レンズ状および不規則塊状を呈し 地質構造区分上はトロス区のオフィオライト帯中に胚胎する含銅硫化鉄鉱床である。オフィオライト帯は 白亜紀から始新世にわたる浅海性堆積層と塩基性火山活動を中心とする火成活動の繰返しが行なわれたところであり エルガニ地域だけにとってみると7回以上の繰返しがあったことが 堆積構造上明らかになっている。

これらの火山活動は 浅い海底あるいは海岸地域において行なわれたものの如く 特長的な スピライト 枕



第5図 海底火山活動と鉱化作用とを関係を示す説明図 (BORCHERT による)

状熔岩などが 石灰岩層や チャート 泥岩 凝灰岩などと互層をなして発達するもので これらの海底火山活動の特定の層準に 優勢な鉱化作用が行なわれているものと考えられる。これらの鉱化作用については 古くから 多くの有名な学者により研究が行なわれており J. ROMIEUX (1941) や P. WIJKERSLOOTH (1944) は エルガニ鉱山のアナヤタック鉱床は 中熱水銅緑泥石型鉱床であるとし M. A. SIREL (1949) は 鉱石の顕微鏡観察から鉱化作用は同時堆積性であることを論じ H. BORCHERT (1957) も アナヤタック鉱床が 噴気堆積性のものであることを主張している。しかし 一方 HELKE (1964) は エルガニ鉱山の鉱床は 一般的に上昇して来た熱水鉱液によるものとし 鉱化作用の末期に特に富鉱化作用が 促進されたことを論じ W. R. GRIFFITHS T. P. ALBERTS Ö. ÖNER 等は アナヤタック鉱床が 熱水交代作用によることを主張している。高島 稗ら 日本からの専門家はこのエルガニ鉱床を含むオフィライト帯中の銅硫化鉄鉱床について 広域的な調査を行なった結果 銅 硫化鉄鉱々床に関して 鉱化作用が 2回以上の鉱化期に区分されるほか 既述のアナヤタック鉱床にみられるように 鉱化作用は噴気堆積性によるものと 熱水交代性のもとの 2種類が存在することを指摘した。また 既に 開発されている大型の鉱床の主要部は 熱水交代的要因によるものが多いことから 同地域の鉱化作用は 同時堆積性あるいは海底堆積性の鉱床か 再度熱水性鉱液により 再生富鉱化されたものか あるいは 一連の鉱化作用の中で 熱水交代性鉱化期のものが 最も優勢であったことを強調し この方針に従って探鉱を行なった結果 現在 東部マデ

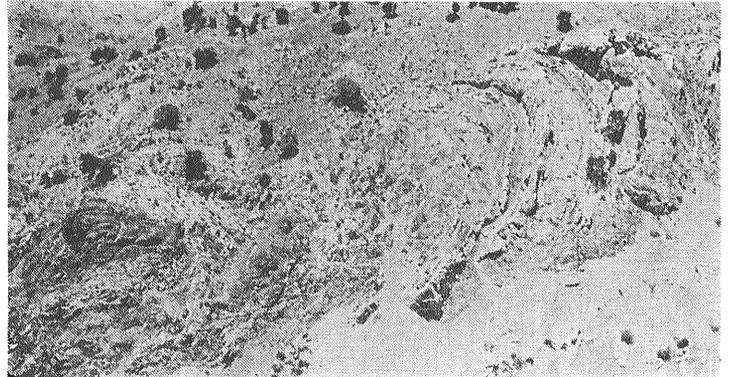
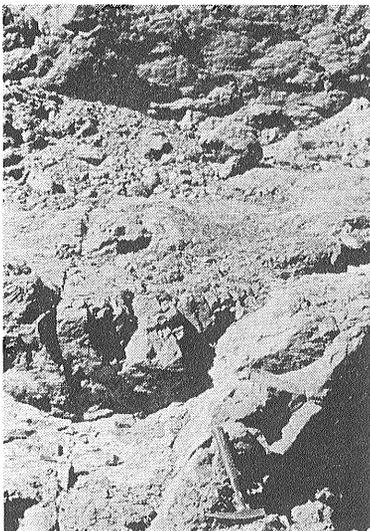
ンキョイ鉱床他 2 3の大型鉱床を発見し開発の緒を開いている。

ところで エルガニ鉱山の鉱床の全ぼうについて 鉱床は 蛇紋岩化された超塩基性岩体を基盤とし あるいは スピライト 枕状熔岩流 緑色変質凝灰岩層中の一定の層準に胚胎する アナヤタック ワイス ムズルテペ ハジヤン クサベキールなどの鉱体がみられる。

現在 主要鉱体として 探鉱 採掘が行なわれているのは 前2者で 特にアナヤタック鉱床は 北西～南東軸で 1,200m 最大幅450mの舟形状を示し 最も深い部分の鉱体の厚さは 170m 以上にも達している。現在は 露天掘にて 大半は採掘されているが 過去の記録と現在の鉱床の状況からみると 鉱体は 上部 下部に分帯され 上部鉱体は 黄銅鉱および若干の黄鉄鉱をとまう 塊状鉱体よりなり 銅品位は 10%以上にも達したと言われる。現在主として 採掘されているのは 黄銅鉱 黄鉄鉱および磁鉄鉱よりなる鉱染状鉱体で 銅品位は 1～2%内外である。

鉱石中には 上記の他に銅の酸化物 炭酸塩鉱物などと共に閃亜鉛鉱なども含有されているが ごく僅かで回収されていない。

ただ 磁硫鉄鉱 磁鉄鉱の含有率の高い下部鉱体の鉱石中には 0.1～0.3%内外 高い品位のところでは 0.5%以上のコバルトを含有する。しかし これらの回収は行なわれていない。金 銀はプリスター銅中に回収され 前者は 2.0 oz/t Au 10 oz/t Ag が含有されている。



第7図 エルガニ鉱山周辺のオフィオライト帯中にみられる褶曲構造

第6図

エルガニ鉱山東方 枕状熔岩中に胚胎する 含銅硫化鉄鉱体 規模は レンズ状鉱体の長さ20m内外 幅2m～3m 厚さ1m内外 硫化鉄々体は 細粒質で 磁硫鉄鉱 黄鉄鉱を主とし レンズ状鉱体の周辺部 すなわち皮の部分に斑銅鉱 黄銅鉱を主とする部分が認められている。

現在の このアナヤタック鉱床を主とする埋蔵鉱量は

上部塊状鉱体	448万トン (Cu 9.3%)
下部鉱染状鉱体	1,270万トン (Cu 1.6%)

となっている。

1971年から 老朽化した製錬所を新式の反射炉に改造し 之に加えて精鉱焙焼炉 硫酸工場などが建設され 平均 Cu 2%の日産 3,400トンの粗鉱を選鉱 製錬一貫工程により 年産 18,000トンのプリスターを生産することが計画されている。

(現在の生産規模は プリスター 約10,000トン/年)

オフィオライト帯中には エルガニ鉱山周辺にも その西方地域 シブリジエ鉱床 チャーミック鉱床 また 東方地域には 1975年 直下型構造性地震のため 人口 3,000人の都市が破壊され 多数の死傷者を出し わが国にもTVなどで放映された リジエ (この街には 私達が設営した M. T. A. キャンプ基地があった) があり この北方地域には 衝上断層沿いに 硫化鉄鉱を主とする鉱床帯ならびに 枕状熔岩中の含銅硫化鉄鉱床などが分布し M. T. A. の重要探鉱プロジェクトの一つとなっている。 さらに 東方バン湖南方シールト市の北側には われわれの指導により探鉱が行なわれた マデンキョイ鉱床などが分布している。 このようにこのトロス区南帯の オフィオライト中には 未開発の鉱床も多く ディヤルバクル (銅の国) に ふさわしい銅鉱床区の一つになっている。

オフィオライト帯にともなう鉱床の一つで もう一つ特別な形態のものが黒海沿岸に近い ポントス山系の西部に存在している。 これは ムルグル鉱山 エルガニ鉱山に次ぐ トルコ第三位の主要銅鉱山である。

このキウレ鉱山の開発の歴史も古く ギリシア ロー



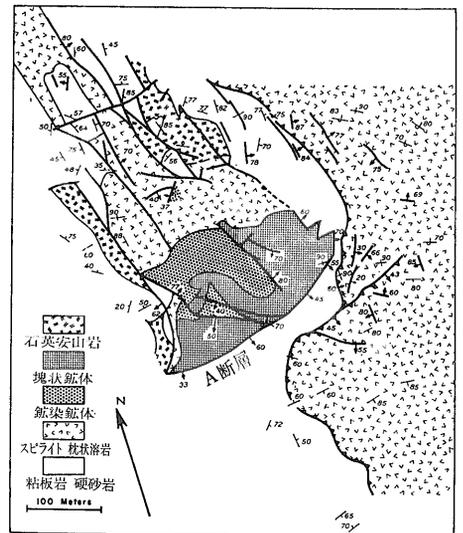
第8図 エルガニ鉱山の アナヤタック 鉱体の 露天掘

マ時代から 採掘されたとと思われることが KOVENKO (1944) の旧坑調査の際に発見された 坑道の形とか採掘方法ならびに 古い鉱滓により推定されている。 また このことを証明するように 周辺の遺跡から 当時の貨幣や発掘品が発見されている。 キウレ鉱山周辺には また ジェノバ人や オットマントルコ帝国時代の 鉱山師により 400~1000年前に稼行されたと 考えられる 証拠の古い研も発見されており この地方の 鉱山開発が 古くから行なわれたことを 物語っている。

しかし 近代的に開発が進められたのは ごく最近で 1939年 M. T. A. 研究所の KOVENKO による 地質鉱床調査にはじまるもので 1959年にこの 鉱区を エティバンク社が入手し 開発をはじめて以来 現在まで 約 200万トンの含銅硫化鉄鉱が出鉱されている。

現在 同社は この地区の 鉱床の一部を民間の傘下会社である K. B. I. (黒海銅工業社) に開発 採掘権を移譲し この両会社により 開発採掘が行なわれている。 エティバンク社は アシュキョイ鉱床を露天掘にて開発を行なっているが 黒海銅工業社は バキババ鉱床を坑内掘で採掘を行なっており 前者は 高品位塊鉱をはるばる エルガニ鉱山の製錬所までトラック輸送しているが 後者は 鉱石の大部分とアシュキョイ鉱床からの低品位鉱を選鉱し 黒海沿岸のイネボル港まで 索道にて送鉱し 黒海沿岸沿いにサムソン製錬所まで航送している。

キウレ鉱山付近の地質は 主として ジュラ紀の硬砂岩 泥質岩 礫岩および石灰岩などの堆積岩層 これらの中に 海底火山活動により噴出したと考えられる塩基



第9図 キウレ鉱山アシュキョイ鉱床の地質図 (CENTO 原図)



第10図 キウレ鉱山アシュキョイ露天掘全景（北部より南方を望む写真で第9図の地質図を参照されたい）

性火山岩類および枕状熔岩が 挟在すると共に また貫入岩体として 超塩基性岩体（一部は蛇紋岩に変っている） はんれい岩 閃緑岩などが分布している。

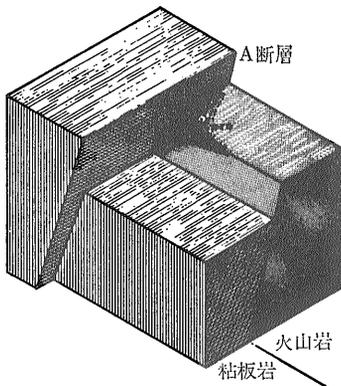
ここで 興味のあることは これらの火成活動の比較の後期に 不整合面あるいは断層帯などに沿って 一部は噴出形態を示す 石英安山岩の貫入が認められること

である。

アシュキョイ バキババなどの現在の主要鉱床の胚胎する地域は 地質構造運動もはげしく 堆積岩層の形成当時は ほぼEW系の地層も 中生代後半からはじまった アルプス構造運動の影響をうけ 著しく変動している。 地表調査で認められる断層も キウレ衝上断層のほか EW系 NS系のものが 明瞭に認められ これらの断層沿いに ゴッサン（鉱化帯露頭）も多く分布している。

このような事実ならびに鉱石組織や母岩の性質などから 鉱化作用は一連のジュラ紀のオフィオライト帯形成期における海底火山活動に関係し また一部はこれらにともなう熱水性鉱化作用に起因するとされている。

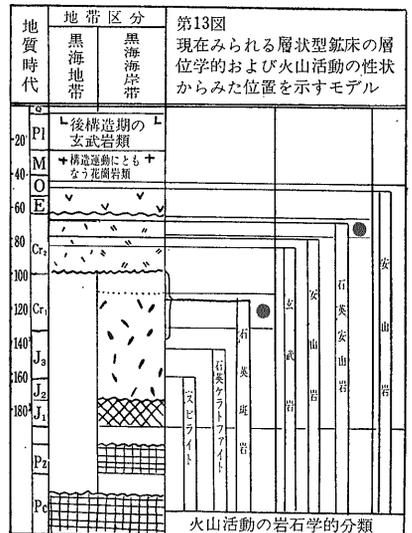
同じ オフィオライト帯中の鉱化作用ではあるが キウレ鉱床の場合は エルガニ鉱山の鉱床とは 時代的に異なるし また金属組成鉱物の中で エルガニ鉱山の場合と異なり 極端に磁鉄鉱 磁硫鉄鉱などが 少なく

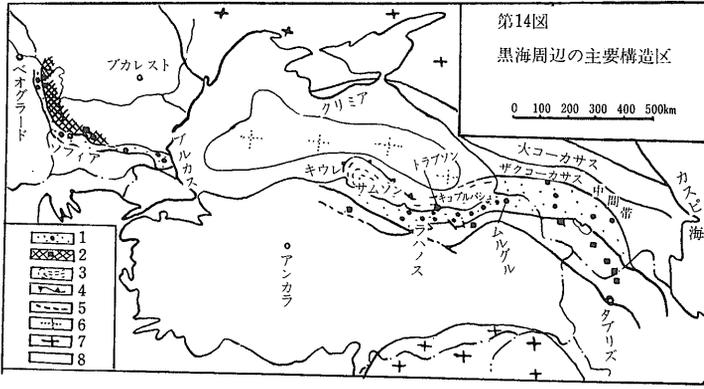


第12図
キウレ鉱山 アシュキョイ鉱床の鉱化作用の場のモデル (CENTO 原図)



第11図 キウレ鉱山 アシュキョイ露天掘北縁壁にみられる石英安山岩と泥質岩との接触部。この石英安山岩は硫化鉱物により変質されている。なおこの泥質岩の上位には枕状熔岩が整合的にのっている。 鉱化作用は 石英安山岩体の上縁部に沿って顕著に認められる。





第14図
黒海周辺の主要構造区

1. 層状型硫化鉄鉱床帯
2. ポーフイリ型 (Cu-Cu-Mo) 鉱床帯
3. 東ポントス帯の黒海底の広がり
4. 海域の構造限界線
5. 黒海域中の断り線
6. 黒海域の海洋地殻
7. 大陸地殻
8. 褶曲構造帯

また コロフォーム型黄鉄鉱の量が著しく多いなどの特長から 生成当時の環境 すなわち 鉱液の温度 圧力などがより低かったと推定されている。

このキウレ鉱床群は ポントス区 西部の重要な銅硫化鉄鉱の鉱床区であるが 一方 東部地区は わが国の黒鉄型鉱床区に比較し得るような トルコでの重要な鉱床区となっている。

数多くの 銅 鉛 亜鉛 硫化鉄 石膏などの鉱床が 西部サムソン周辺から 東部ソ連国境を越えて遠くコーカサス南部 イラン北方 カスピ海沿岸地域にまで連続している。

トルコ国内での代表的な鉱床はラハノス (Lahanos) キョブルバシュ (Köprübaşı) チャエリ (Çayeli) ムルグル (Murgul) などがあげられる。

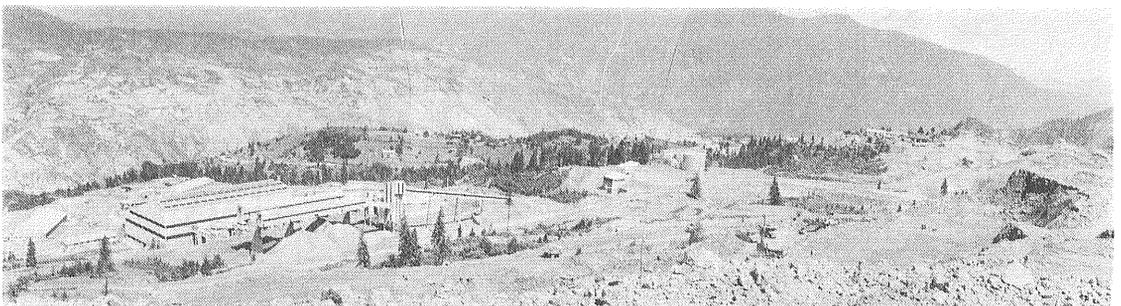
鉱床は形態的 成因的あるいは鉱石組成の上から種々様々であるが 一般的に 塊状 レンズ状 網状 脈状を示すものが多く 一部に 小規模ではあるが 層状形態をとるものもある。また 酸性貫入火成岩体ともなうスカルン型鉱床も分布している。沢村 沢等による地質構造的な研究および M. T. A. 地質学者の研究では 鉱床はポントス山系の背稜部から黒海沿岸に向かって 網状～脈状銅硫化鉄鉱床 塊状～レンズ状硫化鉄銅鉛亜鉛鉱床 さらにマンガン～赤鉄鉱床の順に帯状の配列を行っており また 脈状銅鉛亜鉛鉱床は ポント

ス東部区では 中央部から西部にわたって多く胚胎している。そして この鉱床帯は上述の脈状銅硫化鉄鉱床の鉱床帯より さらに南側に位置することが明らかになっている。スカルン型の鉱床は ポントス山系の中央背稜部に分布する新しい 多分 わが国の第三紀貫入花崗岩類に相当すると思われる花崗岩類ともなって生成されている。И. Г. Магакьян (1960) は このような鉱床帯を コーカサス鉱床帯中の ソムヒトーカラバフ帯の西部延長部に相当すると考えているが この地域では上述の鉱床帯にみられるようなキンメル期の硫化鉄鉱床の発達を認められていないとしている。

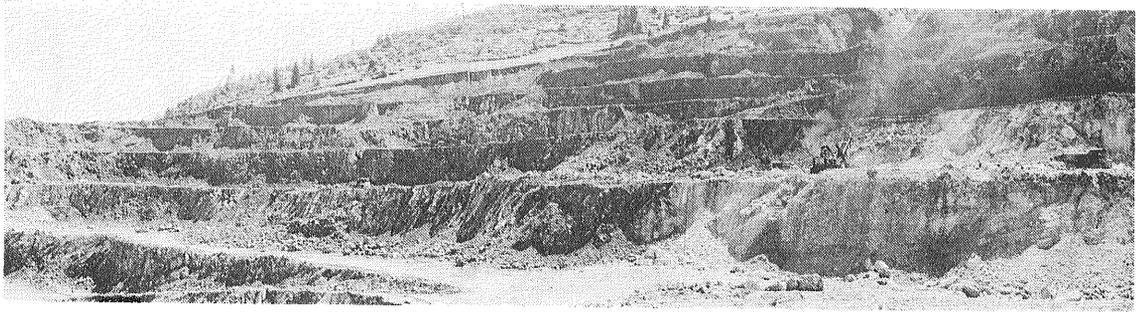
V. Vujanovic (1974) は東黒海沿岸地域の鉱床につき 鉱石組成の上から 3つの型態に分類している。

- a) 火山堆積性熱水鉱床……ムルグル チャエリ キョブルバシュ ジガナなど
- b) 熱水鉱床……スルメネ ギュムシヤーン地区 キラズレンなど
- c) スカルン熱水鉱床……アイマン エスキマデンなど

これらの 鉱石組成についての詳細は 項を改めることとし ここでは これらの鉱床群の中で代表的なムルグル鉱床群 チャエリ鉱床 ラハノス鉱床 キョブルバシュ鉱床 ならびに私の調査した 既述の脈状銅 鉛亜鉛鉱床の一つである コユルヒサル鉱床についてのベ



第15図 ムルグル 鉱山 (新設 フローテーションプラント)



第16図 ムルグル 鉱山 チャクマツカヤ 鉱床

ることとする。

(1) ムルグル 鉱床群

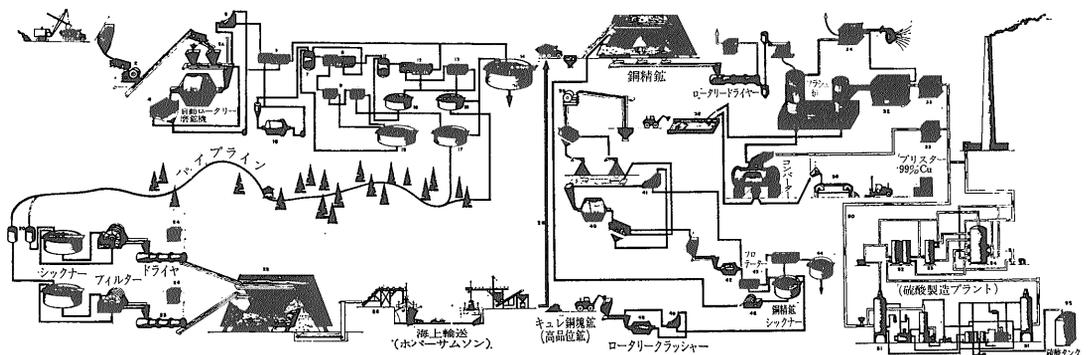
ムルグル 鉱山周辺の地質は上部白亜紀の塩基性～酸性の火山岩類が多く これらは 多分古生代の基盤と考えられている 変成岩類や古期花崗岩類の上に 不整合関係でのって来ている。 塩基性～酸性の火山岩類は 下部塩基性火山岩類 下部石英安山岩類 上部塩基性火山岩類 上部石英安山岩類と 一連の火山活動からもたらされた 厚い火山岩類の累層により構成されている。 上部層群と下部層群との境界は 不整合関係をもち とくに上部層群の上部石英安山岩類の発達する岩層の下位には 石灰岩 泥灰岩などの堆積岩層の累層が顕著で 海底火山活動の環境を示している。

ムルグル 鉱山周辺の鉱化作用は 上述の下部石英安山岩類中に認められているが 特に現在主として稼行されている鉱床は 同岩類中の軽石質凝灰岩 凝灰質砂岩 チャート 赤色～赤紫色石灰岩と凝灰岩との互層中に形成されている。 石英安山岩の熔岩は 主鉱体の上盤側に発達し 緑泥石化 曹長石化 珪化などの変質作用と岩体中に形成された割目や節理に認められる黄銅鉱 赤鉄鉱 石英 方解石細脈が一部に認められるだけであり ヨーロッパの地質学者は この石英安山岩質熔岩は 主

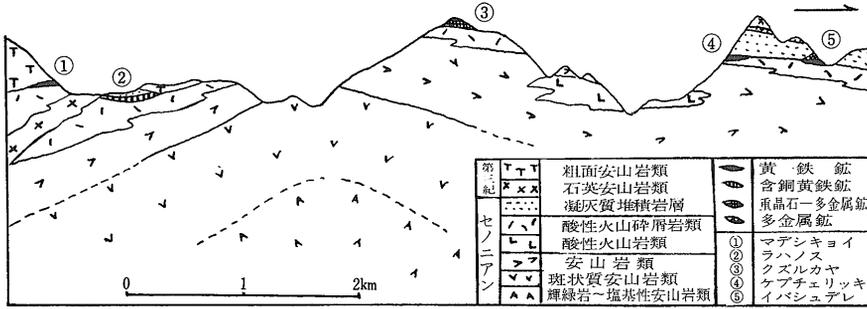
金属鉱化作用後のものであると 考えている。

間達 (1973) 等による調査では 主金属鉱化作用は下部石英安山岩類中に貫入して来た 閃緑岩類に起因することがのべられているが 要するに 鉱床形成の場となった構造は 沢村 沢等の調査研究により明らかにされているごとく ポントス東部区の基本構造である NE-SW方向の軸を中心とする 背斜 向斜構造の形成 この方向の構造の規制下に 2次的に行なわれた NW-S-E方向の長軸をもつ だ円状ドーム構造であることが明らかにされている。

金属鉱化作用は このような ドーム構造を中心として形成された 網状 格子状裂か系に集中しており この種の鉱床探査の方向に 重要な指針を与えている。 ムルグル 鉱床群は 多数の鉱脈の集合よりなる網状型銅 鉱床で 鉱石は黄銅鉱 黄鉄鉱を主とし 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 四面銅鉱 赤鉄鉱 硫黄などよりなり 上述の NE-SW方向の背斜構造北西縁に 幅 8 km 長さ 10 km 以上にも広がる鉱化帯と変質帯を形成している。 そして 鉱化帯は だ円状の数ケの網状鉱床として ドーム構造に規制されて分布し 金属鉱化帯の周辺部には 硬石膏 石膏などの鉱化帯が 存在することも 普通に知られている。 鉱化帯すなわち 1ケの網状鉱化帯 鉱床の規模は最大で 水平的にみて 1 km×0.5 km 内



第17図 サムソン銅製錬所のフローシート (右) とムルグル 鉱山からホバ港までのフローシート (左)



第18図
クズルカヤ-ラハノス銅床群

外である。

代表的な銅床は アナヤタック チャクマックカヤ ジャルクバシュ キョルバシュ アドウジャデレなどがあげられる。

現在主として稼行されているのは 前記2銅床で 銅床は 5cm~50cm内外の 網状銅脈群より構成されている。

上記のムルグル銅山は エティバンク社と黒海銅工業社により 稼行されているが 1973年 黒海銅工業社は 山元に新選鉱場を建設し 銅石の一部を処理し 黒海岸のホパ港まで銅精銅を スラリーパイプ流送し ここで乾燥処理の後 同社のサムソン製錬所に送銅される。

また 採掘銅石の一部は エティバンク社の山元選銅製錬所にも送られており 現在の出銅量(1973年)は 次のごとくとなっている。

(送銅先)	(アナヤタック銅床)	(チャクマックカヤ銅床)
エティバンク社(山元)	2,000t/日	9,000t/日
黒海銅工業社(山元)	1,700 "	4,000 "
計	3,700 "	13,000 "

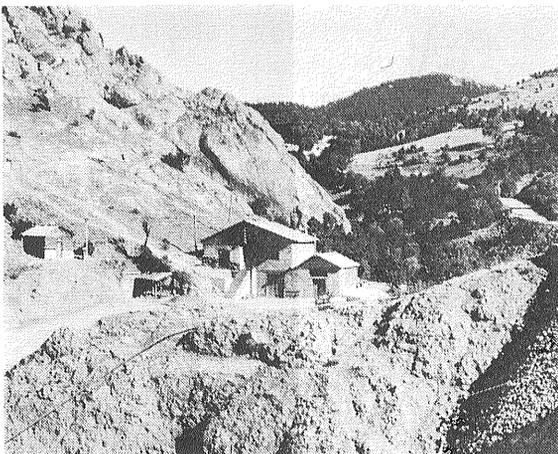
また 上記2銅床の1973年3月1日現在の埋蔵銅量は

次のようになっている。

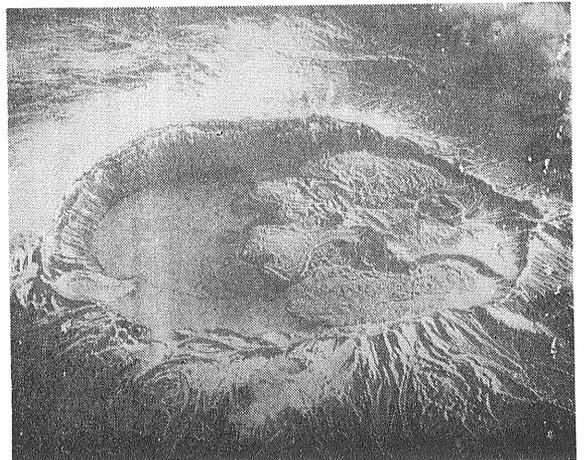
	(アナヤタック銅床)	(チャクマックカヤ銅床)
埋蔵銅量(トン)	17,469,506	21,356,920
平均品位(Cu%)	1.583	1.078
採掘予定研量(m ³)	5,361,081	24,354,488
廃石比	1:0.33	1:1.35

(II) チャエリ銅床

黒海沿岸沿いの有名な紅茶の産地 チャエリ部落南に分布する銅床群で わが国の黒鉱型銅床に非常によく似ている。 付近の地質は 上部白亜紀の下部石英安山岩類と上部塩基性岩類の発達著しい。 しかし ムルグル銅床群周辺より海成堆積層や凝灰質堆積層 枕状熔岩の発達が顕著である。 銅化作用は上部塩基性岩類中にまで及んでいるが 主要なものは 下部石英安山岩類の末期におけるものが最も優勢であり 母岩の層理面に沿って胚胎する塊状~レンズ状 層状の硫化銅々体よりなっている。 モデルとしてみると 上位の方鉛銅 閃亜鉛銅 四面銅鉄 黄銅銅 白鉄銅などよりなる硫化銅体とこれらの下位に発達する網状 銅染状の黄鉄銅 黄銅銅々体からなり 銅体の上盤は 赤鉄銅化していること



第19図 コユルヒサル銅山の全景



第20図 東部アナトリアにみられる火山の火口と火口湖(多分 アララト山と思われる)アナトリア中部にはこのような火口はその構造区に沿って東西に点在している。 この写真は ジェット機上(約9,000m)より撮ったものである。 標高5,000m内外の同火山であれば 約4,000m離れた位置からの写真である。

も多く また 下位や 周辺部には 石膏鉱体をともなうことも少なくない。上記硫化鉱々体中には 脈石として しばしば 多量の重晶石が含まれていることも特長的である。

M. T. A. 研究所の試錐調査では 河岸におけるもので約70m下部で 長径500m 傾斜方向250m以上 幅50~120mの鉱体が確認され 埋蔵鉱量2,000万トン以上(平均品位 Cu 2.2% Pb 0.5% Zn 4.3% S 34~35%)と報告されている。この鉱区は従来 Fenni ve Gama 社(個人企業)が所有していたが 政府機関による大型鉱床の発見 鉱床が深部に発達すること また周辺の茶畑などに対する鉱害対策 また 雑鉱処理などの技術的な問題が多いことから エティバンク社と共同で 新会社を設立開発に対する検討が行なわれている。

(III) ラハノス 鉱床

黒海沿岸のエスピー部落の東南部に位置する大型の噴気堆積性雑鉱型硫化鉱床で 下部石英安山岩類の上位に凝灰岩を含む堆積岩層に被覆されて ほぼ 地層に整合的に胚胎している。地層の一般的走向は N50°E を示し 主鉱体の規模は 長径700m 幅300m 厚さ10mにも達し 下部鉱体は 不規則な形態を示すところも多い。この鉱化作用をとまなう石英安山岩類は著しく 珪化粘土化および黄鉄鉱による鉱染などの変質作用をうけており 通称 "ORE DACITE" と言われている。とくに 顕著なことは 黄鉄鉱を主とする鉱体に 黄銅鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱などの鉱脈がほぼ走向 N60°W の方向に貫入しており このような鉱脈により切られている黄鉄鉱々体中の黄鉄鉱は 顕微鏡的にみると 黄銅鉱

閃亜鉛鉱 方鉛鉱などの鉱物により交代されていることも多い。このような事実と鉱床下部の網状鉱脈の濃集部などから推定するに 鉱化作用は 黄鉄鉱化に引続いて行なわれた 黄銅鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱などの鉱化作用は 割目などの形成が 容易に行なわれた 黄鉄鉱鉱体中の特定部に集中したものと考えられている。

同鉱山は黒海銅工業社により開発が進められているが 1955年からの M. T. A. 研究所による探査では 下記の如き埋蔵鉱量 ならびに鉱石の性質が知られている。

	埋蔵鉱量 (トン)	平均品位 (%)		
		(Cu)	(Zn)	(S)
第 1 鉱体	1,844,712	3.89	1.86	40.80
第 2 鉱体	467,468	2.42	4.48	34.14
合 計	2,312,180	3.59	2.39	39.46

鉱石は下部より 黄鉄鉱々染部 塊状黄鉄鉱 黄銅鉱と黄鉄鉱を主とする黄鉄 最上位部に閃亜鉛鉱 黄銅鉱 黄鉄鉱 重晶石 ときに方鉛鉱を伴う所謂黒鉱部となっている。とくに ラハノス鉱床近くのクズルカヤ鉱床は 黄鉄部の優勢な鉱床で 鉱体の位置が 地表近くでかつ 鉱量も 500万トン以上と 大型で 切羽品位で Cu0.3%以上におさえられることから 露天掘による開発が検討されている。

このような類似の鉱床は トラブゾン周辺にも キョブルバシュ鉱床など 数多く分布しているが 問題は 鉱石が雑鉱型のものであり これらの処理技術に関する技術的問題が鍵とされており わが国の黒鉄々床開発技術の指導に期待されるところが 非常に大きい。

(IV) コルヒサル 鉱床

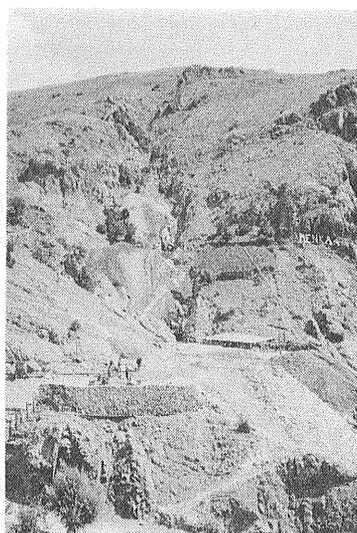
コルヒサル鉱床は アナトリア 中部 シバス市北方の東ポントス山脈 中央部に存在する銅鉛亜鉛脈型鉱床の一つである。

標高1,500~1,800mの山嶽地帯の中を南方に開かれたアクス川上流に位置している。付近の地質は主として白亜紀の火山活動による緩傾斜の熔岩流と火山砕屑岩類が発達し 一部にその外壁を残している内径数km~10kmにも及ぶカルデラ型の形態をたもっている。

このような カルデラ型火山は いくつもの火山活動により重複され そのような火山活動の中心が 南から北に 時代的に新しい火山活動として連



第21図 旧火口壁の名残りととどめる火山熔岩流および火山砕屑岩層



第22図 コルヒサル鉱山の鉱脈露頭

続して行なわれたことが 現在の地形から想像されている。

鉱脈群は このカルデラ内に形成された 走向WNW—E S E方向の平行脈として知られ これらの平行脈はカルデラ中央部に ほぼ NNE—S SW方向に流れるアクス川沿いの方向を軸として発達している。

また これらの鉱脈の並列する軸の中央部 南側には鉱化に関係すると思われる 石英閃緑岩あるいは閃緑斑岩 石英安山岩質岩栓 岩株が分布している。

鉱脈は 主として閃亜鉛鉱 方鉛鉱および少量の黄銅鉱よりなり 若干の黄鉄鉱 赤鉄鉱などを共存する縞状構造の鉱脈である。そして鉱脈により その鉱石組成に若干の変化が認められているが 概して組織は粗く処理は容易である。

この鉱床は 東ポントス区の中中にあり 地形的にも急峻であり 採掘鉱石の搬出など 積雪などのため困難なところから 年間4～5ヶ月の稼行が限度と言う。

我々の調査結果では 埋蔵鉱量約200万トン弱で 鉱床の規模としては 小型であるが トルコとして個人企業向きの 有望鉱山の一つにあげられることが判明している。このような 鉱脈型鉛亜鉛を主とする鉱床は 既述のごとく東ポントス山脈全域に分布しており 接触交代型鉛亜鉛鉱床と共にトルコにおける重要な 鉛亜鉛鉱の供給源となっている。

最後に このトルコにおいて ポーフイー型銅鉱床が どのような形態で どのような場所 あるいは 地質学的位置に分布するかは 非常に興味のある問題である。とくに トルコ国内領域には 未だ大型ポーフイー型銅鉱床は M. T. A. および国連の大型プロジェクトにより 数年間に亘る調査が行なわれたにも拘らず 東ポントス区南側 イスピール および サムソン南方チヨルム地区で 小規模のポーフイー型銅鉱床が 発見されたのみで ソ連邦アルメニア共和国において稼行されているような タスターケルト ガジャラーン アガラーク鉱床 あるいはイラン中南部 ルート山塊南側 ザグロス山系中に発見されている サアシェシュメ鉱床のような大型のものは 未だ発見されていない。

このような事実は 我国におけるポーフイー型銅鉱床の存在が 鉱床学会等で論議的となっている現状において 黒鉱型鉱床や 含銅硫化鉄鉱々床の存在と これらの地質学的位置から考察することと同様に 非常に興味ある問題と言えるのではないだろうか。

勿論 トルコの東部 ソ連国境地域は第三紀～第四紀の火山岩地帯で 新しい火山岩類などにより 鉱床が被覆されていることも考えられるし 今後の探査に期待さ

れるところも大きい。多分 大型鉱床はケバン鉱山の鉱床帯下部に 潜頭ポーフイー型銅鉱床の存在が報告されていることでもあり トルコにおけるこの種鉱床の探査の上で 大きな研究課題となるだろう。

参 考 文 献

- 1) ROMIEUX, J. (1941) : Raport d'ensemble geologique et miniersur les gisements d'Ergani Maden et des environs Manuskript
- 2) KOVENKO, V. (1944) : Gleman-Ergani madeni metallojenik Sahasi M. T. A. Mecmuasi
- 3) WIJKERSLOOTH, P. (1944) : Ergani madeni bakir Suhuratının Priner Mineralleri M. T. A. Mecmuasi
- 4) SIREL, M. A. (1949) : Die Kupfererzlagertstätte Ergani maden in der Turkei, N. Jb. Miner. Abh. 80
- 5) BOCHERT, H. (1957) : Der initiale Magmatismus und die zugehörigen Lagerstätten, N. Jb. Miner. Abh. 91
- 6) HELKE, A. (1964) : Die Kupfererzlagertstätte Ergani Maden in der Tcukei N. Jb. Miner. Abh. 101
- 7) BALLEY, H. E. el. (1966) : Geology and ore deposits of the Küre district, Kastamnu Prov. CENIO.
- 8) KEVIN (1966) : Tectonic units of Anatolia M. T. A. Bull.
- 9) GASS, I. G. (1968) : In the Troodos massif of Cyprus a fragment of Mesozoic Oceanfloor? Nature No. 220
- 10) MOORES, E. (1970) : Ultramafics and Orogeny with models of the U. S. Cordillera and the Tethys Nature No. 228
- 11) OVALIOGLU, R. (1970) : トルコの銅鉛亜鉛の開発 金属探鉱促進事業団海外資料 No. 15
- 12) GRIFLITTS, W. R., ALBERTS, J. P. ÖNER, Ö. (1970) : Massive sulphide copper deposits of the Ergani Maden area, southeast Turkey U. S. Dep. Inter Geol. Surn. Proj Rep. Tu. 29
- 13) SAWA, T., TESREKLI, M. (1971) : Murgul Madeni ve civarındaki bakir yatakları hakkında Rapor Etüd periodu M. T. A.
- 14) SAWAMURA, K. (1971) : Geology and Mineralization at the Sürmene District, Trabzon, Turkey M. T. A.
- 15) M. T. A. (1972) : Lead, Copper and Zinc Deposits of Turkey, No. 133
- 16) BAMB, T., TIN, A. (1972) : Copper deposits of the Ergani district Southeastern Turkey, M. T. A.
- 17) MADO, H. (1972) : "Çayeli" Type Copper-lead-zinc ore deposit, M. T. A.
- 18) TAKASHIMA, K., KAWADA, K., HAKARI, N. : Geology and Mineralization around the Menka mine area, Koyulhisar, Sivas, Northern part of Turkey, M. T. A.
- 19) TAKASHIMA, K. (1975) : Geology of the Cupriferous pyrite deposits in the ophiolite series between Ergani and Madenkoy (siirt), Southeastern Anatolia, M. T. A.