

# ソ連の斑岩銅鉍床③

岸本文男（鉍床部）

## ナヒチェヴァン自治共和国の斑岩銅鉍床

前編・前々編で扱ったアルメニア共和国中南部の南西側に接する小さな国 ナヒチェヴァン自治共和国にはパラガチャイ ウルムイス シリン＝スー カプラン＝チャイ キズィル＝チャングルイ ゲグギュンドウル アルチャルイフ ファフリダラ カブドジフ ゲグゲリなどの斑岩銅鉍床がある（第1図）。

これら斑岩銅鉍床には鉍染を伴った脈状のものと細脈を伴った鉍染網状のもの2つのタイプがあり 上記鉍床のうち 前3者は脈状形態に属し 残りは網状形態に属する。本稿ではそれぞれの代表としてパラガチャイ斑岩銅鉍床とゲグゲル斑岩銅鉍床をとり上げてみたい。

## パラガチャイ（Парагачай）鉍床

本鉍床は1935年にS. A. モフセシャンとA. K. シレンコによって発見されたナヒチェヴァン自治共和国最大級の斑岩銅鉍床で パラガチャイ川の支流 前々編で紹介済みのカジャラン斑岩銅鉍床（アルメニア共和国）の西20kmにあり コングル＝アラングス プルトンの西部に位置する（第1図）。付近は標高2,000mに達する山岳部であるが 1952年から稼行され パラガチャイコンビナートを形作り 坑道採掘を行ない 鉍石は小規模な選鉍所で選鉍され 銅精鉍・モリブデン精鉍ともカジャラン製錬所に送られている。

鉍床の平面積は0.5km<sup>2</sup>を占めている（第2図）。

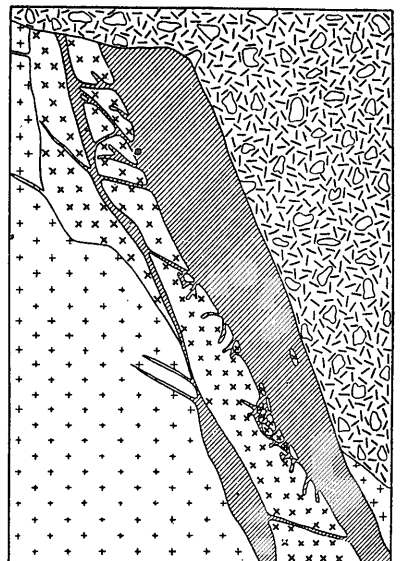
地質：この鉍床は オルドゥバート鉍床生成域に属する。同生成域にはコングル＝アラングス プルトンの北西縁に当たる貫入岩類とそれを被覆する火山源堆積

岩層が発達している。そのうち 火山源堆積岩層は始新統下部層と中部層に相当し 斜長石玢岩 角閃石玢岩 輝石玢岩からなる火山岩類とそれらに分布する凝灰岩・凝灰角礫岩・凝灰礫岩・層灰岩の各薄層で構成され 総層厚は1,300mに達している。

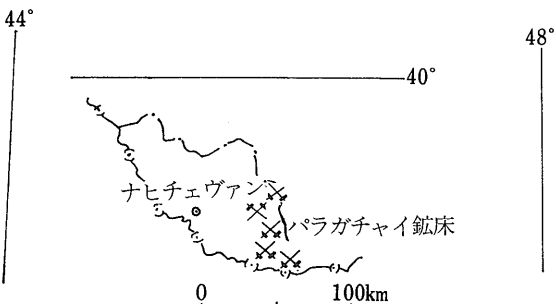
パラガチャイ鉍床付近は主として石英閃緑岩・閃緑岩・はんれい閃緑岩で構成され 当該貫入岩類の岩相は漸移する。これら貫入岩類と接する上記火山源堆積岩層の部分は強く変質して ホルンフェルスと二次珪岩になっている。

鉍床の母岩は岩株・岩脈状の閃緑岩・はんれい閃緑岩・ランプロファイアで 鉍床を伴う場合には鉍体付近で熱水変質（黄鉄鉱化 緑泥石化 絹雲母化 炭酸塩化 カオリン化）がいちじるしい。

先鉍化断層と後鉍化断層の存在は本鉍床の構造地質上の一つの特徴で 前者は転位量の小さい横ずれ断層であり 破碎帯であって それに沿って岩石の強い熱水変質現象が認められる。後者は剪断断層系と転位量の大きい（1—10m）横ずれ断層系からなり 当該横ずれ断層系の一部には鉍化期と同じ段階のものもあるとされている。



第2図  
パラガチャイ鉍床と母岩との関係（S. A. モフセシャンによる）  
1—閃緑岩  
2—脈状微閃緑岩  
3—鉍床  
4—沖積・洪積層



第1図 ナヒチェヴァン自治共和国の斑岩銅鉍床分布図

る。 鉱石はすべて破碎帯に関連して生じている。

**鉱体の形態：** 本鉱床には 40本前後の硫化物-石英脈とそれを中心とした鉱染部が分布する。 その中でもっとも規模が大きいのはグラブナヤ アポフィーザ ノーヴェヤ メドナヤの4鉱体であり 主に稼行されているのはグラブナヤとノーヴェヤの2鉱体（第2図）である。 一般にいずれの鉱体も走向・傾斜ともほぼ一定しているが 厚さはさまざまで 厚いものは鉱脈部分が0.65mに達する。 しかし多くの場合 鉱脈部分はいちじるしく薄い。 鉱体の延長は走向方向に100mないしそれ以上 傾斜方向に少なくとも350mとされている。 脈と脈の間は細脈と鉱染体でつながっている。

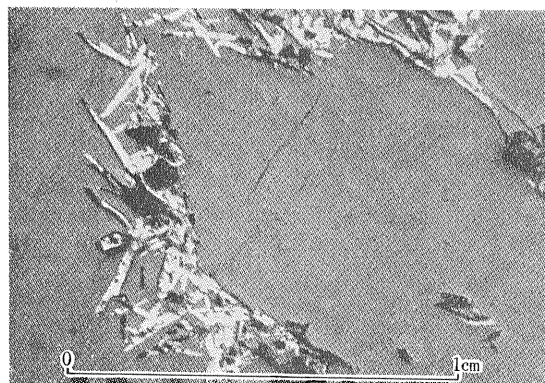
**鉱石の鉱物組成：** 本鉱床の鉱石はMoに富むものとCuに富むものの2種に分けられる。

モリブデン鉱石（第3図）は大粒乳白色石英-輝水鉛鉱細脈 黄鉄鉱鉱染体および少量の黄銅鉱鉱染体で構成され 縞状・細脈状・角礫状・鉱染状構造を示す。

銅鉱石は大粒の乳白色石英とその間を充填した黄鉄鉱・黄銅鉱と少量の微鱗片状輝水鉛鉱からなり ときには鉱脈部分の中心部に水晶晶洞が存在することもある。

本鉱床の主要鉱石構成鉱物は黄鉄鉱・黄銅鉱・輝水鉛鉱・石英・絹雲母・炭酸塩鉱物であり 副成鉱石構成鉱物は砒四面銅鉱・磁硫鉄鉱・磁鉄鉱・赤鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・金紅石・斑銅鉱・輝銅鉱・銅藍・赤銅鉱・針鉄鉱・孔雀石・藍銅鉱・パウエライト・鉄水鉛鉱・珪孔雀石・胆礬・緑礬・ジャロサイト・サイロメレーン鉱であり 稀産鉱石構成鉱物は硫砒鉄鉱・四面銅鉱・白鉄鉱・セレン銅銀鉱・テルル鉛鉱・テルル金銀鉱・閃蒼鉛銅鉱・エンプレクタイト・白鉛鉱・硫酸鉛鉱・菱亜鉛鉱である。

初成硫化物鉱石の鉱石構成鉱物の沈殿は次のような6鉱化段階を経ている。



第3図 晶簇状輝水鉛鉱晶出体（白色）が大粒脈石英中の割れ目と粒間に沿って交代・発達している。パラガチャイ鉱床。 研磨片。

- i) 黄鉄鉱を主とする段階
- ii) 石英を主とする段階
- iii) 輝水鉛鉱を主とする段階
- iv) 黄銅鉱を主とする段階
- v) 石英一方鉛鉱-閃亜鉛鉱段階
- vi) 炭酸塩鉱物を主とする段階

鉱石は一般に鉱染構造 斑状構造 細脈構造 縞状構造 晶洞構造 角礫構造を呈する。 酸化帯は深度10-20m（グラブナヤ鉱体とノーヴェヤ鉱体）の場合から100m に達する場合までさまざまである。 この酸化帯には二次鉱物に富んだ半酸化鉱石が発達し その二次鉱物としては輝銅鉱・銅藍・斑銅鉱・赤鉄鉱・カオリナイト・ジャロサイト・鉄水鉛鉱・パウエライト・ランパダイト・孔雀石・藍銅鉱・赤銅鉱・胆礬・緑礬・石膏・方解石・白鉛鉱・硫酸鉛鉱・針鉄鉱が分布するが そのうちでもっとも多いのは針鉄鉱と鉄水鉛鉱である。

**成因の問題：** パラガチャイ鉱床の成因は 前編と前々編で述べた斑岩銅鉱床と多くの点で似た特徴を備え ともにカジャラーン鉱床の Cu・Mo 品位が高い石英脈の場合に酷似している。

### ゲグゲリ (Гекгель) 鉱床

この鉱床はザンゲズール山脈の西斜面 サカルスー川の上流右岸 ゲグゲリ湖の東方1-3km 付近にあって 1939年にすでに知られていたが 1957-60年の調査で一般にソ連でいう細脈-鉱染型銅-モリブデン鉱床と結論づけられたものである。

**地質：** 鉱床付近の地質は Sh. A. アジズベコフのいうメグリ=オールドゥパート底全体のサテライトであるサカルスー貫入岩体の花崗岩類（漸新世中期）とこれに貫ぬかれた玢岩類（始新世中期） 逆に上記花崗岩類を貫ぬく花崗閃緑斑岩岩脈と閃緑玢岩岩脈 これらすべてを部分的に被覆する第四系で構成されている（第4図）。

**鉱床：** 鉱床はサカルスー貫入岩体の花崗岩類（花崗閃緑岩・花崗閃緑斑岩）を母岩とし 巨視的には NE-SW性のオールドゥパート断層に規制され 詳しくは同断層に原因した母岩中の羽状節理に規制されて分布する斑岩銅鉱床である。 鉱石は方向のさまざまな破碎割れ目を充填し あるいは付近に鉱染した鉱石鉱物からなり 主要鉱石鉱物となっているのは黄銅鉱 輝水鉛鉱 黄鉄鉱である。 鉱床の側岩は褐鉄鉱化・カオリナイト化・絹雲母化を主とする熱水変質作用を受けているがそれほど強くない。

富鉱部は母岩が強く破碎された部分に相当し NW - SE に長い帯状を呈する。 その幅は数10m規模であり NE に 70 - 80° 傾斜し 閃緑玢岩岩脈の上盤と下盤 とくに下盤側に発達する傾向が強い。 母岩全体の分布面積は 8 - 10km<sup>2</sup> で そのうちの鉱化面積は 3 km<sup>2</sup> 前後を占めている。

本鉱床の鉱石構成鉱物とその共生関係は東方のカジャラン斑岩銅鉱床に酷似し 母岩もまた同じ底盤のサテライトである。 ケリモフ親子によると この鉱床は中深度・中温の熱水成因のものとして解されている。

中央アジアの斑岩銅鉱床

中央アジア4国(トメクメン共和国 ウズベック共和国 タジック共和国 キルギス共和国)で斑岩銅鉱床の存在が知られているのは Y. D. カルポヴァが区分した クラミンスキー鉱床生成域(第5図)内だけである。 彼女の文献(1970)によると クラミンスキー鉱床生成域は広大なクラミンスキー=クィズィルクム鉱床帯の一部分で 同鉱床帯は西のアラル海から東のフェルガナ盆地まで 900km 以上も広がった北クィズィルク陸向斜の卓状被覆堆積層の下に NW - SE 方向に延びるクラミンスキー=クィズィルクム貫入岩-火山源岩帯分布範囲と一致している。 そして クラミンスキー鉱床生成域の地質発達史は4期に分けられている。

- 1) 地向斜期第1期(カンブリア-シルル紀)
- 2) 造山運動期第1期(シルル紀後期-デボン紀前期)

- 3) 地向斜期第2期(デボン紀中期-石炭紀前期)
- 4) 造山運動期第2期(石炭紀中期-三畳紀)

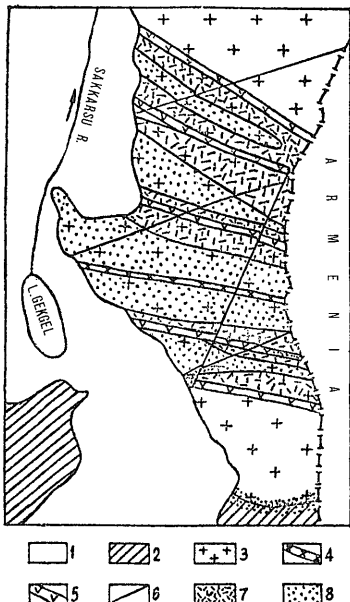
造山運動期第1期の貫入岩類としてはアダメライト アラスカイト質花崗岩 花崗閃緑斑岩 閃長斑岩 石英斑岩など正酸性岩と珪アルカリ岩がみられるが あまり発達していない。 それに反し 造山運動期第2期には貫入活動が強く行なわれ 当該貫入岩は次のような4種のコンプレックスに分けられるようである。 すなわち

- 1) 石炭紀中期のはんれい岩 はんれい閃緑岩 閃緑岩 花崗閃緑岩
- 2) 石炭紀後期の花崗閃緑岩 花崗岩 花崗閃緑斑岩 斜長花崗岩
- 3) 二疊紀前期の塩基性岩・中性岩・珪アルカリ岩の小貫入岩・岩株・岩脈
- 4) 三疊紀前期の各種組成の岩脈コンプレックス

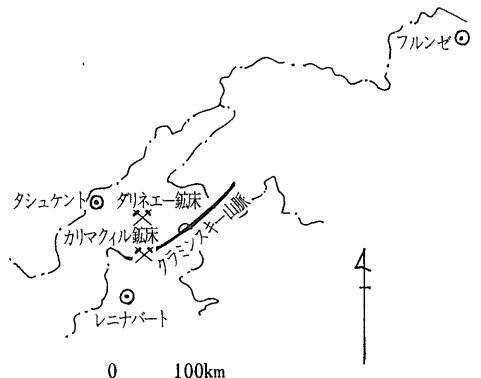
である。

このクラミンスキー鉱床生成域の中に斑岩銅鉱床が集中している地区があり アルマルィク鉱床田(Almal'yk ore deposits field)と呼ばれている。 ソ連以外の国でしばしばアルマルィク鉱山と呼ばれているが 大型の斑岩銅鉱床が2鉱床(カリマクィル鉱床とダリネエー鉱床) 中型のものが2鉱床(ヴァルィクトイ鉱床とカラブラク鉱床) 小型のものがサルイ=チェクー鉱床など少なくとも4鉱床賦存しているだけでなく Nakpai・Kurgashnikan などの鉛・亜鉛鉱床が4鉱床 Yangokly 銅鉄床 Akturpak 金鉱床も形成されているので注意を要する。 企業名としては アルマルィク銅モリブデン採鉱-冶金コンビナートと呼ばれている。

さて このアルマルィク鉱床田内の斑岩銅鉱床群は空間的にも共存関係から言っても二疊紀前期の小貫入岩コンプレックスである花崗閃緑斑岩 閃長斑岩 花崗斑岩



第4図  
ゲグダリ斑岩銅鉱床の地質概図  
(A. D. ケリモフ F. A. ケリモフによる)  
1—第四系  
2—始新世中期玢岩類  
3—漸新世中期サカルスー貫入花崗岩類  
4—花崗閃緑斑岩岩脈  
5—閃緑玢岩岩脈  
6—断層  
7—鉱化部  
8—弱鉱化部



第5図 中央アジアの斑岩銅鉱床

閃緑玢岩 ランプロフィアの岩株・岩脈と密接な関係を有し 富鉍体は上記小貫入岩体の頂部に胚胎され 当該岩体の外接触帯にも内接触帯にも発達している。

以下 大型斑岩銅鉍床である2つの鉍床について紹介する。

カリマクイル (Кальмакыр) 鉍床

本鉍床はクラミンスキー山脈の前山稜 ナクパイ川とアルマルイク川の分水嶺に位置している (第5・6図)。

この鉍床は古くから知られていて 9-11世紀の間に一部が採掘されていた。 さらに1925年から1926年にかけて採掘されたこともある。 しかし系統的に調査が始められたのは1931年のことで 以来最近まで調査は継続され 現在では露天掘でもって大規模に機械採掘され 後述のダリネエ鉍床産の鉍石などとともに現地で選鉱・製錬に供されている。

地質: 本鉍床の地質は主として 閃長花崗岩 閃長岩とそれを切って貫入したアルマルイク型斑岩と呼ばれる花崗閃緑斑岩で構成されている。 さらにもっとも古いマグマ岩として カレドニア後期構造運動期の石英斑岩があり それを海進被覆してデボン紀後期の炭酸塩岩が分布し その基底にはアルコース砂岩・基底礫岩層が賦存するが これら堆積層は発達していない。 炭酸塩岩は上記の閃長花崗岩と閃長岩の厚い貫入体に切れ

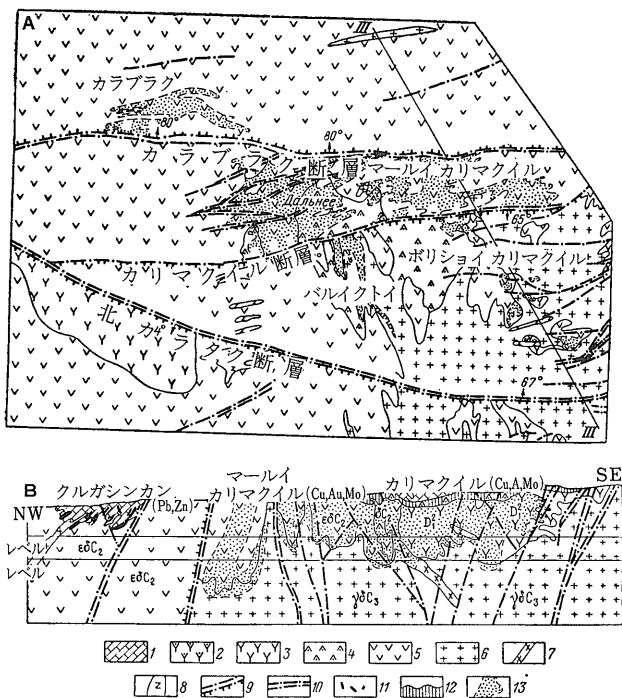
さらにその閃長花崗岩と閃長岩を切って花崗閃緑斑岩の岩株が形成されている。

鉍床はNEE-SWW 走向 S65-70°傾斜のカリマクイル断層に接した部分の閃長岩中に拡がっている (第6図)。 このカリマクイル断層沿いに強破碎・変質岩帯が分布し その幅は10-35mである。 この断層は本鉍床や西方のダリネエ鉍床 (後述) の深成鉍化作用や表成鉍化作用の進行・拡がりに都合のよい構造となったと解されている。

銅-モリブデン鉍化作用は花崗閃緑斑岩の岩株をとりまいて 主として閃長岩中に 一部は岩株の内接触帯中に環状に拡がる。 母岩の熱水変質は珪化 絹雲母化 微斜長石化 黒雲母化 緑泥石化 黄鉄鉍化 ときに炭酸塩化 緑簾石化とかなり多様であるが 一定の累帯配列を形作っている。 しかし 変質帯の大部分は不毛でただ絹雲母化帯の Mo-Cu 品位は高いとされている。

鉍体の形態: すでに触れたように 本鉍床の鉍体はほとんど不毛な花崗閃緑斑岩岩株をとりまくように拡がった環状の網状鉍床であるが 深部では鉍体が当該岩株から離れ 幾つかの舌状鉍体に分かれ 次第に尖滅している。 網状鉍床の水平断面は NW-SEに幾らか長く 外側境界は屈曲に富んでいる。 さらに網状鉍床の内部構造は同心帯状で モリブデン鉍化部はいちじるしく広い面積を占め 形態的には厚さ最大1mの脈 厚さ1cm 末満の細脈と閃長岩中の鉍染体からなっている。 当該細脈の分布状態はきわめて不規則である。 またモリブデン鉍化部は主として銅鉍化部外縁に拡がる傾向を有するが 細脈は必ずしもそうでなく 鉍床全域に及んでいる。

第6図  
アルマルイク鉍床田 "B" 層帯の地質平面図 (A) と地質断面図 (B) (A. T. ラフベンコフ 1972)  
1-デボン紀石灰岩 砂岩 礫岩 (D<sub>2g</sub>V<sub>2</sub>)  
2-デボン紀安山岩-石英安山岩質斑岩 (D<sub>1</sub>\*)  
3-デボン紀石英斑岩 (D<sub>1</sub>\*)  
4-石炭紀閃緑岩 (eC<sub>2</sub>)  
5-石炭紀閃長閃緑岩 (eδC<sub>2</sub>)  
6-石炭紀アルマルイク型花崗閃緑岩 (γδC<sub>3</sub>)  
7-酸性岩岩脈  
8-閃緑玢岩岩株・岩脈  
9-III オーダの断層  
10-V・VI オーダの断層  
11-硫化物-多金属鉍床  
12-酸化帯  
13-硫化物-銅鉍床



銅鉍化部は細脈-鉍染体を形作り S. T. バダロフによると 本鉍床の銅鉍化部は幅数mから数10mの平行した鉍化帯系で この鉍化帯群は主としてNE-SW性で70-85° 傾斜するとのことである。露天切羽の北西部には幅3-4mから8-10mの東西に近い平行銅鉍化帯が記録されており 各鉍化帯はそれぞれ石英・黄鉄鉍・黄銅鉍・輝水鉛鉍からなる多数の脈と細脈で構成され さらにその脈と脈との間に黄銅鉍・黄鉄鉍・輝水鉛鉍が鉍染している。鉍化帯と鉍化帯との間には銅鉍物がほとんど認められない。

**鉍石の組成と構造・組織：** 本鉍床のもっとも広く分布する鉍石構成鉍物は石英 黄鉄鉍 黄銅鉍 輝水鉛鉍 磁鉄鉍 硬石膏で ときには方鉛鉍 閃亜鉛鉍 赤鉄鉍 自然金 緑泥石 沸石 方解石が また微量ながら緑簾石 正長石 絹雲母 磁硫鉄鉍 硫砒鉄鉍 四面銅鉍 苦灰石 斑銅鉍 クレネライト ヘッサイト 螢石が生成していることもある。

鉍石組織は中粒および細粒組織であり 半自形メタ粒状 斑状 他形粒状 他形メタ粒状 板状 墨流し状の組織が認められる。

鉍石の標式的な構造は細脈構造と鉍染構造で 前者の場合が多く 全体の65-70%を占めている。その細脈構造は幅数 mm から3-4cm 稀にはそれ以上の細脈（主として石英・硬石膏 ときに方解石からなり 1種ないし数種の金属鉍物を伴う）で作られている。

鉍染構造は主として黄銅鉍 とくに黄鉄鉍の微細な交代沈殿物によって生じたものである。

以上の2種に次ぐ鉍石構造としては角礫構造と晶洞構

造がある。

鉍化段階は4段階あって 輝水鉛鉍段階→黄鉄鉍段階→黄銅鉍段階→閃亜鉛鉍・方鉛鉍段階に分けられている。鉍石には初成硫化物鉍 輝銅鉍質鉍 被酸化鉍の3種がある（第7図）。

**鉍床の成因：** アルマルイク鉍床田内の銅-モリブデン鉍床はどの鉍床も 二疊-三疊紀の花崗閃緑斑岩小貫入岩体と共存し 鉍床生成期は二疊紀後期から三疊紀前期の範囲にある。また 鉍床は主として花崗閃緑斑岩岩株の外接触帯に賦存し 内接触帯の部分では貧化し稼行品位に達しているのは一部にすぎない。

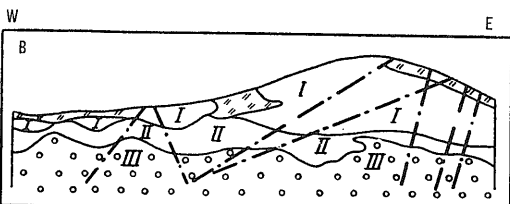
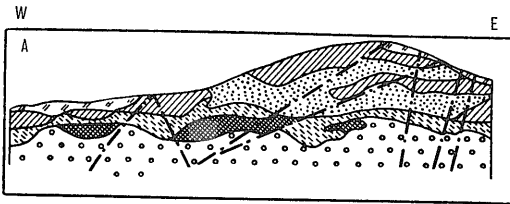
本鉍床と花崗閃緑斑岩貫入体との関係についてのソ連地質学者の見解は大きく2つに分かれている。1は両者の結びつきを否定し 両者が空間的に共存することは構造規制に原因するもので マグマと熱水溶液の移動が同じ構造帯に沿って行なわれたにすぎないとしている。もう1つは両者の間に直接成因的な結びつきがあるとする見解で どちらかといえば後者の方が多数意見となっている。

**ダリネエー (Дальнее) 鉍床**

この鉍床は第6図に示したように アルマルイク鉍床田内の北部に位置する。

**地質：** 本鉍床範囲は主として貫入岩（閃長閃緑岩 閃緑岩 アルマルイク型花崗閃緑斑岩）で構成され 小範囲に砂岩・炭酸塩岩層と噴出石英斑岩が賦存し また捕獲岩として後2者が前記貫入岩中にも認められる。試錐の結果によると スカルン化炭酸塩岩も賦存している。

閃長閃緑岩は分布がもっとも広く 鉍床範囲の中部から西部にかけて発達する。細粒質と中粒質の2種のものであり 前者の方が主体をなす。



第7図

カリマクィル鉍床の断面 (V. Yu. デドイ 1971)

- 1-黄土
- 2-可採酸化鉍
- 3-非可採酸化鉍
- 4-混合鉍
- 5-輝銅鉍質鉍
- 6-初成黄銅鉍質鉍
- 7-断層
- I-酸化帯
- II-二次硫化物富化帯
- III-初成硫化物帯

閃緑岩は中部から東部にかけて分布する。A. T. ラフベンコフによるとこの閃緑岩はルーフの炭酸塩岩が花崗岩質マグマによって同化されたものである。

アルマルイク型花崗閃緑斑岩は地表に出していない。この岩体は舌状体の形で閃長閃緑岩と閃緑岩を切り地表下90m以深に賦存するが地表下1,000m付近で合流し岩株の形にまとまっている。

もっとも若い貫入体としては閃緑斑岩の岩脈がある。本鉱床はカラブラク断層とカリマキル断層に境された構造ブロック中に位置し(第6図)多数の断層と小節理(N-E-SW走向)に切られている。

鉱床の形態と後マグマ作用との結びつき：鉱体はCu 0.1%を限界品位として書き出されている。その輪郭からするとこの網状鉱床は東西に長く面積は深くなるにしたがって広がっている。

本網状鉱床の内部構造の特徴といえるのは断層の発達と変化に富んだ硫化物石英脈 石英脈 小型造構節理 鉱石鉱物細脈の発達である。この断層・脈・節理は全体として大きく2タイプに分類できる。すなわち

- 1) 大型断層と大型脈(厚さ5cm以上)
- 2) 小型造構節理と細脈(厚さ0.1—5cm)

の2タイプである。鉱化作用の進行場所として重要な意味を備えているのは2)の小型造構節理で 鉱石鉱物細脈は主として4方向(N-W性 NE-SW性 N-S性 NW-SE性)の小型造構節理を充填しているがその中でも卓越しているのは東西性の場合である。

前出のラフベンコフによると本網状鉱床中の細脈—鉱染鉱化部の拡がりには1) 鉱画平面が花崗閃緑斑岩頂部の形態をそのまま反映し 2) 網状鉱床内の鉱化作用が4方向全部の造構節理に沿って拡がっているという主として2要素に規制されている。

本鉱床では閃長閃緑岩と花崗閃緑斑岩中の絹雲母珪岩で代表されるような岩石の交代変質作用が広く発達し母岩の場合には変質強度がさまざまに わずかに変質されているものから石英だけで構成された珪岩まで現れ方が多様である。そのうち弱いし中程度の変質帯すなわち絹雲母—緑泥石相と石英—絹雲母—緑泥石相の変質岩中には石英—絹雲母相と石英単鉱物相の強変質岩の場合の5—6倍も多く銅—モリブデン鉱石が分布する。おそらく 鉱石鉱物の沈殿段階で弱変質および中変質岩がいちじるしく小節理に富んできて 熱水溶液の浸透に適した透湿度を有するようになったことは間違いないだろう。

鉱石の鉱物組成と構造・組織： 鉱石と熱水変質母岩の構成鉱物として80種を超える深成鉱物と表成鉱物が報告されている。その分布程度はさまざまである。そのうち主要鉱石構成鉱物となっているのは黄鉄鉱 黄銅鉱 石英 針鉄鉱でありそれに次ぐのが磁鉄鉱 赤鉄鉱 輝水鉛鉱 硬石膏 方解石 沸石 孔雀石 輝銅鉱 マータイトであり 稀産するのが自然金 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 砒四面銅鉱 重晶石 銅藍 藍銅鉱 珪孔雀石などである。

鉱石細脈は主要構成鉱物から次の4タイプに分類できる。それを生成順序にしたがって著わすと

- 1) 磁鉄鉱—石英細脈(存在比30—40%)
- 2) 黄鉄鉱—石英細脈(同45—50%)
- 3) 輝水鉛鉱—石英細脈(同5—10%)
- 4) 黄銅鉱—石英細脈(同20—30%)

となる。

さらに深成鉱石構成鉱物の垂直累帯配列は下部から上部に 硬石膏 輝水鉛鉱 石英 黄銅鉱 磁鉄鉱 黄鉄鉱 炭酸塩鉱物(方解石・アンケライト・苦灰石) 四面銅鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 自然金 金・銀・鉛などのテルル化物 赤鉄鉱 沸石 重晶石という傾向を示している。

微量成分としては銅精鉱中に平均してAgが30.4g/t Seが78g/t Teが8.2g/t Reが1.0g/t Geが1.0g/t Cdが21g/t Niが59g/t Coが97g/t 黄鉄鉱精鉱中に同じくAgが20.5g/t Seが64g/t Teが90.0g/t Biが60.6g/t Reが1.1g/t Geが1.0g/t Gaが2.0g/t Cdが18g/t Niが219g/t Coが744g/t また輝水鉛鉱中に平均してReが710g/tそれぞれ含まれている。

鉱石の標的な構造は鉱染構造 細脈構造 斑状構造 多割れ目構造で 稀だが晶洞構造と角礫構造が発達している場合もある。

標的な鉱石組織は多いもの順に 粒状 メタ粒状 カタクラスチックの各組織と変晶組織である。これら鉱石の構造と組織は鉱石構成鉱物の沈殿段階で交代作用と空隙の充填が行なわれ また後鉱化段階で鉱物の破壊作用と再結晶作用が行なわれたことを示している。

本鉱床の鉱化過程は磁鉄鉱—石英段階 黄鉄鉱—石英段階 輝水鉛鉱—石英段階 自然金—黄銅鉱—石英段階 自然金—閃亜鉛鉱—方鉛鉱—石英段階の計5鉱化段階に区分されている。これらの鉱化段階での鉱物の沈殿は温度範囲420°—100°Cで行なわれているが 稼行対象となる鉱物群はその中間温度300°—200°Cで沈殿したようである。なお本鉱床産の鉱石は硫化物細脈—鉱染

鉍 酸化細脈 - 鉍染鉍と混合細脈 - 鉍染鉍の3種に分類できる。

成因：本鉍床は岩石の構造地塊中に分布し その部分は隣接する構造地塊と違って花崗閃緑斑岩が造構節理に富み 後で供給された熱水溶液にとって都合のよい透水性を備えていたことを物語っている。銅-金-モリブデン鉍床は 空間的に花崗閃緑斑岩 ( $\gamma\delta\pi C_3-P_1$ ) の小貫入岩と密接な関係を有し 鉍石鉍物の主体は閃長閃緑岩中に 輝水鉛鉍は主として閃緑岩中に沈殿している。

本鉍床は中温・後マグマ期に形成され 5鉍化段階をもって生成している。地質・鉍物共生・地球化学・構造地質の内容から考えると 本鉍床は 地表下1,000-1,500mで生じたものと思われる。また鉍床生成期についてはソ連の多くの研究者が検討している 銅-金-モリブデン網状鉍床という言い方をしながら その生成期上限を二疊紀後期から三疊紀前期の間と一致して推定している。

#### カザフ共和国の主な斑岩銅鉍床

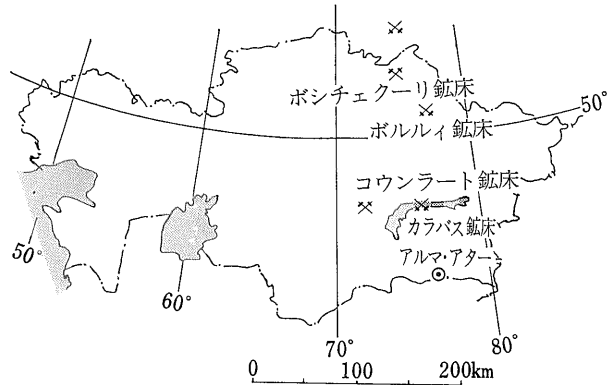
現在のところ カザフ共和国内に知られている斑岩銅鉍床は20ばかりで そのうち開発されているのはカウンラート鉍床だけである (第8図)。

その20ばかりの鉍床の多くは第8図に示したように中部カザフに分布し 北カザフがそれに次ぎ (ポシチュェーリ鉍床など) 南カザフのもの (コンサイ鉍床 ジャイサーン鉍床など) はあまり調査されていない。このカザフ共和国の斑岩銅鉍床には カレドニア鉍床生成期 (ポシチュェーリ鉍床など) とヘルシニア鉍床生成期 (カウンラート鉍床 ボルルイー鉍床 カスクィルカズガン鉍床など) の2期のものがある。I. G. パヴロヴァらはカザフの地質を広域にわたって調査しその古生代を

- 1) 地向斜トラフの形成に相当する前期地向斜期 (オールドビス-シルル紀)
- 2) デボン紀貫入岩-火山源岩を生じた前期造山期 ( $D_1-D_2$ )
- 3) 地向斜トラフと断層凹地を形成した後期地向斜期 (デボン紀<sub>2-3</sub>-石炭紀<sub>1</sub>)
- 4) 古生代後期プリバルハシュ-イリー貫入岩-火山源岩帯の形成に相当する後期造山期 (石炭紀<sub>2</sub>-二疊・三疊紀)

の計4期に区分した。

Ye. D. カルボヴァによると 中部カザフでは斑岩銅鉍床が上記プリバルハシュ-イリー貫入岩-火山源岩帯 (幅70-140km で1,000km以上も半円状に延長し バルハシュ湖の北で終る) 内に分布している (第8図)。この貫入岩-火山源岩帯の特徴は多数の環状火山構造・



第8図 カザフ共和国カウンラート鉍床など斑岩銅鉍床の位置

地質構造が存在することである。

火山源生成体は玄武岩-流紋岩系系の組成がきわめて多様な噴出岩-火砕岩類 (玄武岩 粗面玄武岩 凝灰岩 薄層を夾在する安山岩 凝灰角礫岩 流紋岩 酸性タフ・ラバー) で構成されている。この貫入岩-火山源岩帯内には 火山作用が広く発達するとともに 古生代後期に貫入マグマ作用が強く現われている。花崗岩類の形成は石炭紀前期から始まり 地表火山活動の時代と重なりながら 古生代後期の全期間 二疊紀後期まで 多分三疊紀まで続いたものと思われる。造山期における当該貫入マグマ活動の進化は 時間的にはアダメライトと斜長花崗岩 ( $C_1$ ) →花崗閃緑岩 ( $C_2$ ) →モンゾナイトと花崗閃長岩 ( $C_3$ ) という逐次的な変化ということに尽きる。なお石炭紀後期と二疊紀には 黒雲母花崗岩と優白質花崗岩 ( $C_3-P$ ) アラスカイト質花崗岩 ( $P$ ) のプルトンが生じている。さまざまな時代のマグマ活動が強く働いたということは多種にわたる金属鉍化作用が進行していることになる。その中でもとくに重要な鉍化現象として斑岩銅鉍床 (規模順に言えば コウンラート鉍床 ボルルイー鉍床 カラバス鉍床 カラテクス鉍床……) と稀少金属鉍床の形成が挙げられている。

斑岩銅鉍床はモンゾナイト斑岩 花崗閃緑斑岩 花崗閃長斑岩 閃長斑岩の各小貫入体縁部に分布するか 或は斑岩類の岩脈・脈状岩体の接触帯外側部に拡がっている。これらの斑岩銅鉍床は塊状ないし不規則な形の網状鉍床で 多数の斑岩類の岩株と岩脈は空間的には花崗岩類底盤の翼部に位置した放射状および環状の構造断層系に胚胎されている。そして 斑岩銅鉍床の分布は当該環状構造断層系にも規制されている。

多く認められる母岩の変質はカリ長石化 黒雲母化 プロピライト化 粘土化 珪化 絹雲母化で 鉍床付近では幅広い石英-絹雲母交代岩帯が追跡できる。富鉍体は二次珪岩の絹雲母相とプロピライト相の部分に胚胎

され ときには黒雲母化岩とカリ長石化岩の部分にも発達していることがある。

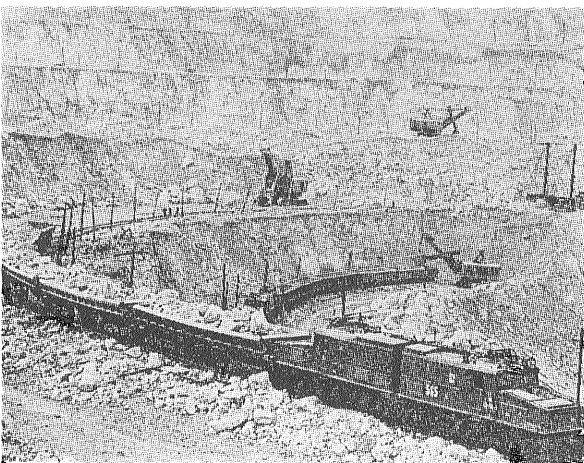
一般に主要鉱石構成鉱物は石英 絹雲母 黄鉄鉱 カオリナイト ディッカイト 黄銅鉱 輝水鉛鉱 次いで硫砒銅鉱であり 雲母-石英細脈中に鉄マンガン重石が産出することもあり 稀には重晶石 方鉛鉱 閃亜鉛鉱が発達していることもある。輝水鉛鉱の含有率は深部に向って高くなる傾向がみられる。網状鉱床部分は平面でみると 円形 帯状 レンズ状を呈するが 深部レベルでは網状鉱床が輝水鉛鉱に富んだ硫化物-石英脈に変る。鉱石の構造は細脈構造と鉱染構造が主である。

二次垂直累帯配列が顕著で 酸化帯は一般に垂直20-25m 溶脱帯は25-30m 二次硫化物富化帯は10mから最大270mに及んでいる。なお初成硫化物帯が垂直最大650mに達する鉱床もある。

以下 中部カザフと北カザフを代表する二つの斑岩銅鉱床について 簡単に紹介してみる。

### カウンラード (Коунрад) 鉱床

本鉱床は中部カザフのプリバルハシュ地方北西部 バルハシュ湖畔バルハシュ市北方17km 付近に位置する。本鉱床は1928年にM. P. ルサコフによって発見されたソ連最初の斑岩銅鉱床で 1929年から系統的な調査が開始され 現在までに上記ルサコフを初めとしてN. I. ナコヴニーク T. N. シャドルン F. V. チュフロフなど実に多くの第一線地質学者が調査に参加してきた。したがって 本鉱床に関する論文・モノグラフの類は非常に多く ソ連の各斑岩銅鉱床別の論文数をとってみると 他をぬきこんでいる。本鉱床は1938年から稼行に入り 現在ではカウンラート銅・モリブデン採鉱・冶金コンビナートとして発展している (第9図)。



第9図 コウンラート 鉱床 露天掘

地質・鉱床： 本鉱床付近の地質は デボン紀後期-石炭紀前期の火山源一堆积岩類と古生代後期の貫入岩-火山源岩類で構成されている。

最古期の 化石動物群に富んだ岩石がファメヌ階のポリミクト砂岩 (D<sub>3</sub>fm) で 鉱床地区の北と北西に分布する。この砂岩層は南北走向の小褶曲を繰り返す 多数の断層に切られ 不整合でもって流紋岩斑岩と酸性熔岩角礫岩で構成された石炭紀前期のトゥルネー階岩層に蔽われる。このトゥルネー階は走向NW-S Eの大きな向斜褶曲を形作り 石炭紀前期のバルハシュ貫入コンプレックスに属する花崗閃緑斑岩に切られている。当該花崗閃緑斑岩は規模2×3kmの岩株で 鉱床の中央 大型向斜の核部に位置し バルハシュ貫入コンプレックスの岩脈相であるはんれい輝緑岩岩脈と閃緑玢岩岩脈に切られている。

本鉱床の北東部には鉱床付近での最終マグマ活動生成体である東カウンラート山塊の二疊紀花崗岩が知られている。

前期花崗斑岩岩株は本鉱床の母岩で 向斜褶曲の核部の数断層の交差部に賦存し 地球物理探査の結果から潜頭大型花崗岩質底盤の頂部と推定されている。この岩株と側岩との境界は一般に急斜し 厚さや形のさまざまな多数の岩枝によって複雑になっている。

鉱床地区は主として走向NW-S Eの広域断層に切られ 局地小型断層は網状鉱床内での位置によって走向を異にするが 一般に鉱体と不毛部との境界に平行する傾向がある。その傾斜は急で 鉱床の中心部に向っていることが多い。この造構的節理系は鉱床の生成に重要な役割を果し 後マグマ性溶液が活発に循環する場となり その影響の下に二次珪岩と銅-モリブデン鉱床が生じたものと思われる。すなわち 当該造構的節理には 紅柱石に富む二次珪岩と輝水鉛鉱に比較的富んだ鉱石という高温共生生成物が生じている。

後鉱化段階の構造運動は既成構造断層に沿って15-20mを超えない小転位をもたらしているにすぎない。

鉱床付近の流紋岩斑岩と花崗閃緑斑岩は強い交代変質作用を受けているが それは成因的に花崗閃緑斑岩のマグマ溜りの後マグマ活動に関係した現象と解されている。

本鉱床の交代岩は二次珪岩 プロピライト化岩 粘土化岩に分けられている(第10図)。その分布は全体として花崗閃緑斑岩岩株の頂部の形と重なり そのうちで実用上もっとも重要なのは二次珪岩である。

流紋岩斑岩から生じた二次珪岩はその鉱物組成によって モノ珪岩 明礬石-石英岩 紅柱石-石英岩 絹雲



母-石英岩 葉鱗石-ダイアスポア岩に分類できる。  
この二次珪岩の総厚度は50mから400mである。

花崗閃緑斑岩起源の二次珪岩は本鉱床地区の中央部にあって 地形的には円状の比較的規模が小さい凹地を形成している。 その外縁に沿って流紋岩斑岩起源の二次珪岩が接し 深部では花崗閃緑斑岩起源の二次珪岩はプロピライト化岩と粘土化岩に移り変る。 鉱物組成によって花崗閃緑斑岩起源の二次珪岩は絹雲母-石英相の珪岩とカオリナイト-石英相の珪岩に分類できるが 前者の方が多い。 この二次珪岩の総厚度は600-650mに達している。

主鉱体は花崗閃緑斑岩起源の前記2相の二次珪岩中に胚胎され 硫化物-石英鉱染体と硫化物鉱染体および同細脈からなっている。

変質岩の空間的な分布には交代成累帯配列が認められることはすでに触れたが 当該変質岩の生成温度はその構成鉱物の均質化温度とデクレピテーション温度によると ほぼ500-300°C の範囲にある。

鉱体の形態と内部構造: コウンラート鉱床の鉱体は 二次珪岩 プロピライト化岩 粘土化岩に変わった花崗閃緑斑岩岩株の頂部に胚胎された複雑な形態の大規模な網状鉱床である。 この岩株を包む噴出岩類から生じた二次珪岩中では 鉱床が岩株との接触部から10m程度広がっているにすぎない。

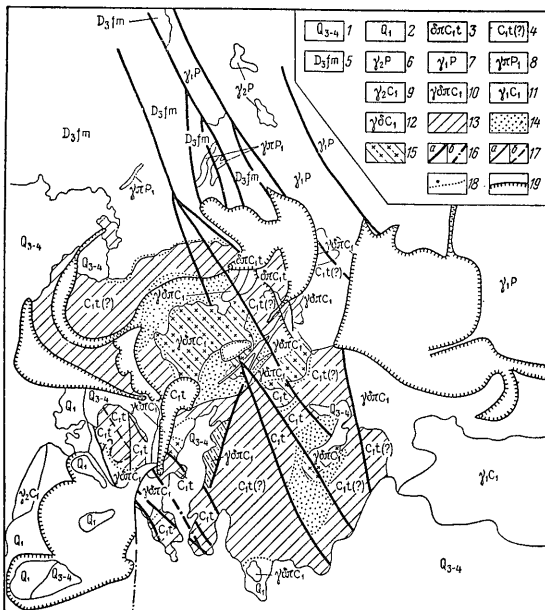
コウンラートの網状鉱床は連続する1つの鉱体であるが 鉱石成分の分布がきわめて不規則なことを特徴とす

る。 網状鉱床と母岩との境界 富鉱体と低品位鉱体との境界は分析値によってしか決め得ない。 深くなるにしたがって鉱化作用は弱くなっているが それは花崗閃緑斑岩の交代変質強度の低下と一致する。 主な稼行鉱石成分は Cu それに次ぐのが Mo である。

本鉱床の Cu 鉱化作用と Mo 鉱化作用は同一鉱体内に広がっているが 鉱体の形態は Cu からみると碗状に近く Mo からみると漏斗状に近い。 本鉱床の一つの特徴は鉱床中心核部に実際上不毛といえる部分が存在することである。 網状鉱床内の金属元素の分布には初成累帯配列が認められる。 すなわち モリブデン含有品位は鉱床縁部に向って上昇し 銅含有品位は鉱床中央部で最高になっているが 深くすると銅・モリブデンともその含有品位は低下する。 鉱石細脈と鉱染体は鉱物共生関係が類似し 鉱石の主体はほぼ同時に生成したものと解されている。

交代変質花崗閃緑斑岩はさまざまな方向の粗な小造構節理網に切られ その節理の大部分が硫化物と脈石鉱物に充填されているが その節理の数は深くなるにつれて減少し 細脈の幅は逆に大きくなり 上部では鉱石細脈の幅は数mm 下部では10-15cm となり 全体として平均1-3cm である。 また当該細脈の長さはせいぜい数mだが 稀には数10mに達することもある。 細脈と細脈との間隔は0.1m から40-60m 平均して5-10m である。 網状鉱床の北西翼と南東翼の輝水鉛鉱を伴った細脈は走向NE-SWでSEに急傾斜するが 黄銅鉱を主とする細脈はどこでも走向NW-SEでSWに60-80° 傾斜している。

鉱染体の大きさは0.0mm から0.00mm という微細なものから7-8mmのものまでで 平均すれば0.2-0.5



第10図  
コウンラート鉱床地質概図  
(V. N. プシエニチュニコフらの原図に S. N. ガヴリウエヴァが手を加えたもの)

- 1—第四紀中—後期堆積層: ローム
- 2—第四紀後期堆積層: 礫・砂
- 3—トウルネー階: 輝緑岩 輝緑斑岩
- 4—トウルネー階: 流紋岩 流紋岩斑岩 酸性熔岩角礫岩
- 5—ファメヌ階: 中粒質・細粒質ポリミクト砂岩
- 6—二疊紀貫入コンプレックス: 細粒花岗岩
- 7—二疊紀貫入コンプレックス: 粗粒黒雲母花岗岩
- 8—二疊紀後期小貫入岩・岩脈コンプレックス: 花岗岩 石英花岗岩
- 9—石炭紀後期貫入コンプレックス: 細粒花岗岩
- 10— " : 花崗閃緑斑岩 石英閃緑斑岩
- 11— " : 粗粒黒雲母花岗岩
- 12— " : 黒雲母一角閃石花崗閃緑岩
- 13—二次珪岩: 絹雲母質
- 14— " : 紅柱石質
- 15— " : カオリナイト—絹雲母質と絹雲母質
- 16—断層: (a)確定 (b)ルーズ堆積層下に延長確定
- 17—地質境界線: (a)確定 (b)推定
- 18—交代岩境界線
- 19—露天掘境界線

mm程度である。各鉱染鉱物間の間隔は0.1mmから1—2cmないしそれ以上であり、硫化物鉱染体が最大に濃集しているのは細脈の盤際と尖減部である。

網状鉱床の構造は二次累帯配列がはっきり現われていることを特徴とし、上位から下位に溶脱鉱帯、酸化鉱帯、混合鉱帯、二次硫化物富化帯、初成鉱帯の5帯が分布する。

興味深いのは厚い、明瞭な二次硫化物富化帯（輝銅鉱帯）の存在である。他の二次生成帯と違って、この二次硫化物富化帯ではCu品位が可採品位以下に下がることはない。形は平面で卵型を示し、垂直の厚さは15mから270m、平均して130—140mある。

この輝銅鉱質鉱石は深部に向かって初成鉱に移り変わるが、その変化は厚い中間組成帯を経てきわめて徐々に進んでいる。全体として初成鉱は地表下150—300mから始まり、1973年10月1日現在で650mまで確認済みである。現在稼行されているのは酸化鉱、半酸化鉱と硫化鉱である。

鉱石の組成と構造・組織：カウンラート鉱床の初成鉱の金属鉱物は主として黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱、硫砒銅鉱、砒四面銅鉱、次いで閃亜鉛鉱、斑銅鉱、方鉛鉱、磁鉄鉱、ごく少量および微量の輝銅鉱、硫砒鉄鉱、白鉄鉱、四面銅鉱、磁硫鉄鉱、アイダ鉱、自然金、自然銀、ルズナイト、ファマチナイト、レニエライト、テルル鉛鉱、バレリアイト、キューバ鉱、ステルンバージャイトからなっている。非金属鉱物としては石英、カオリナイト、ディッカイト、紅柱石、絹雲母、電気石、明礬石、葉蠟石、緑簾石、ダイアスポア、緑泥石、重晶石があり、多くの鉱石細脈の主要脈石鉱物となっているのは石英である。黄銅鉱は鉱染部に多く、輝水鉛鉱は硫砒銅鉱、砒四面銅鉱、閃亜鉛鉱とともに主として細脈に集中している。方鉛鉱、ファマチナイト、硫砒鉄鉱、白鉄鉱といった鉱物は細脈から産出するだけである。

鉱石中では6種の主要な鉱物共生関係が認められており、それを生成順序にいえば

- (i) 二次珪岩の鉱物共生（紅柱石—電気石—黄鉄鉱—石英—絹雲母—緑泥石—重晶石）
- (ii) 黄鉄鉱共生（石英—黄鉄鉱）
- (iii) 輝水鉛鉱共生（石英—黄鉄鉱—輝水鉛鉱）
- (iv) 黄銅鉱共生（石英—黄鉄鉱—黄銅鉱—砒四面銅鉱）
- (v) 硫砒銅鉱共生（石英—黄鉄鉱—硫砒銅鉱—砒四面銅鉱）
- (vi) 方鉛鉱—閃亜鉛鉱共生（石英—黄鉄鉱—砒四面銅鉱—閃亜鉛鉱—黄銅鉱—方鉛鉱）

となる。

二次鉱物のうち、酸化帯に認められるのは赤鉄鉱、針鉄鉱、水針鉄鉱、水赤鉄鉱、赤銅鉱、黒銅鉱、自然銅、ジャロサイト、孔雀石、藍銅鉱、プロシヤン銅鉱、青毛鉱、胆礬、緑塩銅鉱、珪孔雀石、銅—マンガン瀝青、カオリナイト、葉緑礬、含銅ハロイサイトである。

カウンラート鉱床の鉱石構造は鉱染構造、細脈—鉱染構造、融食構造を特徴とし、ときには角礫状構造や綿状構造を示すこともある。

鉱石の組織としてはメタ粒状組織を主とし、時には粒状、カタクラスチックの各組織と変晶組織、稀には固溶体溶離組織やメタコロイド組織も認められる。

K. S. ガジゾヴァはカウンラート鉱床の生成過程を後マグマ期と風化期の2鉱化期に分けている。後マグマ期の鉱化作用には4段階あって、第1鉱化段階は二次珪岩の生成、第2段階は細粒石英Iと黄鉄鉱Iの生成、第3段階は石英の大部分と黄鉄鉱IIの生成、第4段階は脈石英と黄鉄鉱IIIの生成に相当し、金属鉱物としては第2鉱化段階に主として黄鉄鉱Iと輝水鉛鉱が、第3鉱化段階に黄鉄鉱IIと硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱、硫砒鉛鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、砒四面銅鉱が、第4鉱化段階に閃亜鉛鉱、硫砒銅鉱、四面銅鉱族、重晶石がそれぞれ沈澱したとされている。

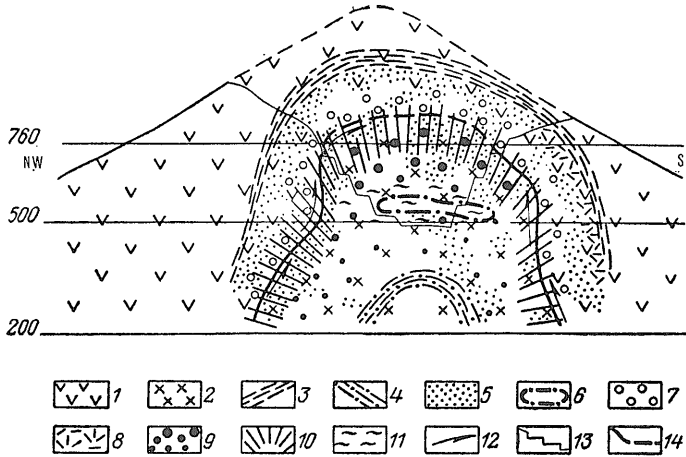
風化期には二次硫化物富化過程と酸化過程が大きく発達し、低品位初成硫化物の酸化・溶脱過程によって酸化・溶脱帯と厚い二次硫化物富化帯が生じ、この期にカオリナイト、孔雀石など広く分布する表成鉱物が沈澱した。

鉱床の成因：本鉱床の成因については多くの説が出されているが、つきつめればN. I. ナコヴニクの噴出説とK. S. ガジゾヴァの火山源説の2説に集約できる。

N. I. ナコヴニクは本鉱床の花崗閃緑斑岩岩株を火山性貫入岩、すなわち火道もしくは火道周縁相火山岩層中で固結した噴出岩と考え、流紋岩斑岩よりも前の生成体としている。そしてカウンラート鉱床の交代岩（二次珪岩）の累帯性と鉱化作用の分布状況から、本鉱床の生成を二次珪岩と同時にあり、同一成因によるものと解している。

K. S. ガジゾヴァは花崗閃緑斑岩が独立した岩株でなく、石英閃緑岩と花崗閃緑岩で構成された巨大なカウンラート＝ベクタウタ底盤の小さな末端部と考えている。流紋岩斑岩は花崗閃緑斑岩よりも遅れて生成し、その溢流時には花崗閃緑斑岩は完全に固結してただけでなく、侵蝕作用も受けていたようである。

円錐—環状節理系の形成は流紋岩斑岩の溢流前か溢流時の構造応力によるもので、鉱液の通路になったのがこの節理系だと言われている。さらに珪化作用と鉱化作



第11図

カウンラート鉱床模式断面図(縦長>横長)  
(I. M. ユージン 1969)

- 1—流紋岩斑岩
- 2—花崗閃緑斑岩
- 3—プロピライト プロピライト化岩
- 4—粘土化岩
- 5—珪化岩
- 6—カオリナイト—石英質岩
- 7—紅柱石—石英質岩
- 8—葉鱗石—ダイアスポア質岩
- 9—初成銅鉱化部
- 10—砒素—モリブデン鉱化部
- 11—閃亜鉛鉱—方鉛鉱鉱化部
- 12—熱水溶液の主な移動方向
- 13—現在の露天掘面
- 14—削剝前の花崗閃緑斑岩岩株の推定境界線

用をもたらした源は流紋岩斑岩の深部マグマ溜りとされ当該珪化作用と鉱化作用を与えた後マグマ成溶液は上記節理系の主として西部のものから上昇してきたと解されている。

I. M. ユージンの説にも触れておきたい。彼は花崗閃緑斑岩をデボン紀後期—石炭紀前期の火山源—堆積岩層を切るもっと若い貫入岩と理解しそれが固結する際に多数の小節理が形成され或は主として側岩との接触帯に大型の収縮節理が生じその節理系が鉱液の通路となり鉱液の源は花崗閃緑斑岩を生じた深部マグマ溜りであるとしている(第11図)。

#### ボシチェクーリ(Бошечуль) 鉱床

本鉱床は中部カザフの北東にあって(第8図)現在精密探査が進行されている有望鉱床の一つである。

地質: 本斑岩銅鉱床付近の地質はカンブリア紀前期・中期・前期の諸岩と閃緑玢岩 斜長花崗斑岩の貫入岩類で構成されている。

そのうちカンブリア紀前期の岩石は輝石玢岩 角閃石玢岩 斜長石玢岩 輝緑玢岩と凝灰岩からなり総層厚は1,500mを超える。これはボシチェクーリ累層と呼ばれ凝灰岩層はその下部層に相当する。

カンブリア紀中期の岩層(サシクソル累層)は鉱床付近の南東部を占めカンブリア紀前期の岩層と同岩層を切っている斜長花崗斑岩を蔽い凝灰岩間層を夾有する砂岩とシルト岩で構成されている。このサシクソル累層の基底には基底礫岩が賦存する。総層厚は1,000mを超える。

カンブリア紀後期—オールドビス紀前期の岩層は鉱床付近の南西部を占めカンブリア紀前期の岩層を海進被覆

し走向はE-WからNW-SEでSないしSWに30°前後傾斜している。本岩層は礫混り砂岩粗粒および中粒質砂岩シルト岩からなり石灰岩をレンズ状に夾有する。総層厚は900mである。

カンブリア紀前期の岩層類は岩脈状の閃緑玢岩と斜長花崗斑岩に切られこの両貫入岩と鉱床は直接結びついている。

閃緑玢岩は本鉱床の西部と南部にそれぞれ小さく露出し斜長花崗斑岩は西部で閃緑玢岩を切り複雑な形の脈状貫入体としてNE-SW方向に7kmばかり続いているがその東部ではカンブリア紀中期のサシクソル累層に海進被覆されている。

本鉱床の西部では斜長花崗斑岩が岩株を形作りそれから西方にも東方にも何本かの狭長な岩枝を出し当該岩枝は互いにほぼ平行し南に急斜している。本鉱床の中央部では別の斜長花崗斑岩が直径800mの岩株を形作り南に70-85°傾斜している。

本鉱床の南西部ではカンブリア紀後期の岩層中に厚さ200mの層状輝緑岩貫入体が認められる。

鉱床: 地質構造的には本鉱床はボシチェクーリ背斜の南翼に位置し背斜軸部に近いところに賦存する。鉱化作用はほとんど平行した2帯の構造破碎帯(2帯で間隔200-500m)に規制され当該構造破碎帯はNW-SEとNE-SWの2方向の多数の羽状節理を伴う。鉱床内で破碎作用を強く受けているのは西部と中央部でそこでの破碎帯は互いにもっとも接近しているだけでなく鉱化作用もいちじるしい。

鉱床は空間的には斜長花崗斑岩貫入体と密接に関係し鉱化作用を受けているのは接触境界周囲の閃緑玢岩斜長花崗斑岩とその側岩(カンブリア紀前期岩類)で

鉱石鉱物の鉱染体と細脈が生じている。

可採限界品位で画かれたこの斑岩銅鉱床の形態は層状に近く その厚さは西端と東端でもっとも薄く 西部と中央部でもっとも厚い。 初成鉱石の構造は細脈構造と鉱染構造を示し 側岩の熱水変質としては絹雲母化 曹長石化 珪化がいちじるしく 絹雲母-二次珪岩の生成をもたらしている。

本鉱床では二次垂直累帯構造がかなり明瞭で 上位から下位に酸化帯 溶脱帯 二次硫化物富化帯 初成硫化物帯が区分できる。

酸化帯は厚さが3-29mで 同帯中の母岩は溶脱帯の場合と同じように強くカオリン化され しばしば粘土塊になり ペイント状の孔雀石を伴っていることもある。 当該酸化帯の主要金属鉱物は緑塩銅鉱 孔雀石 藍銅鉱 水酸化鉄 水酸化マンガン 非金属鉱物はカオリナイト ハロイサイト 加水雲母 水緑泥石 石英である。

溶脱帯は鉱床西翼に発達し その最大厚度は35mに達する。 ときには酸化帯が溶脱帯の下位に ときには上位に賦存することがある。 この溶脱帯と酸化帯の決定的な相違点は前者が表成銅鉱物をほとんど完全に欠いていることにある。

二次硫化物富化帯はカンブリア紀中期と中生代の2期に分かれて生成したもので 前者のものはカンブリア紀後期の堆積物に被覆され 現在は南翼にレリクトとして残り 後者の場合よりもはるかに大量の斑銅鉱を有して Cu 品位がいちじるしく高いことを特徴とする。

初成硫化物帯は分布範囲がもっとも広く この種の鉱石が本鉱床の主体をなしている。 主要鉱石鉱物は黄鉄

鉱 黄銅鉱 輝水鉛鉱 磁鉄鉱で ときに白鉄鉱 斑銅鉱 磁硫鉄鉱 四面銅鉱 方鉛鉱が産出する。 二次硫化物富化帯との漸移帯では Cu と Mo のほか Ag・Co・Re・Pa などの品位が比較的高い。 なお 酸化帯と溶脱帯では  $Al_2O_3$  品位が高く その利用もテストされている。

### ハカス自治州の斑岩銅鉱床

標記州の斑岩銅鉱床にはソールスコエ鉱床 イプチュリ鉱床など(第12図)があり いずれも花崗岩類中の網状鉱床である。 当該鉱床地域では斑岩銅鉱床の生成に先行して 主な褶曲と組成のきわめて多様な岩石からなる底盤の貫入が行なわれ その底盤の内接触帯と外接触帯に生じた鉱床は当該底盤を切る小貫入岩コンプレックスと共存している。

この地域での花崗岩質斑状岩の分布と鉱床の分布の構造規制はN-S性 NW-SE性 NE-SW性 E-W性の断層によって行なわれ 鉱石鉱物の濃集にもっとも適していたのはその断層交叉部であると解されている。 鉱床を伴った小貫入岩の絶対年代は平均して480-500×10<sup>6</sup>年である。

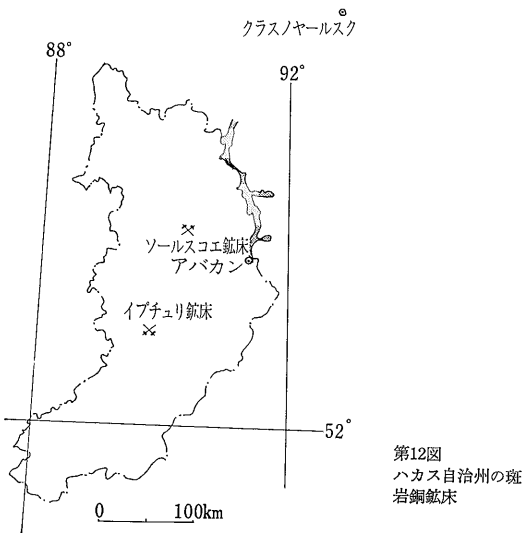
この地域の斑岩銅鉱床のうち ただ1つの稼行中の鉱床で 詳しい報告のあるソールスコエ鉱床について紹介したい。

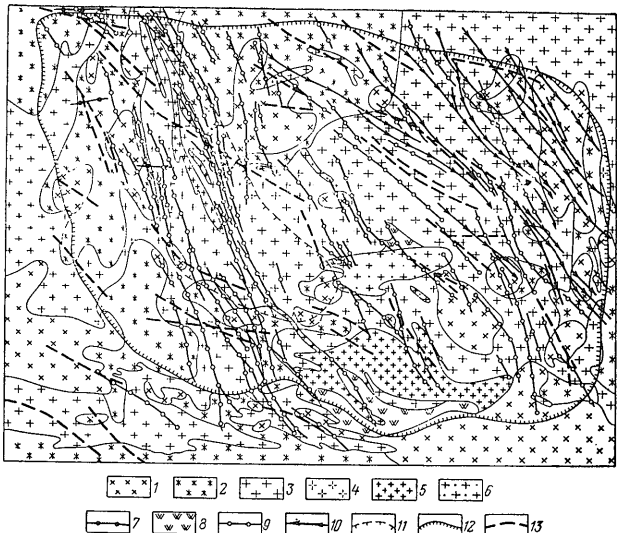
### ソールスコエ(Сорское) 鉱床

本鉱床はウスチ=アバカン区内 クズネツキー=アヲタウ山脈東稜中に位置する。 調査は1937年から始められ 1950年に開発・稼行に移った鉱床である。 発見は1936年と思われる。 1970年代に入ってから本鉱床についての研究報告が続いている。

地質・鉱床: 鉱床付近の地質は いちじるしく転位し変成した原生代後期とカンブリア紀前期の陸源岩-炭酸塩岩層と噴出岩層およびそれらを切るカレドニア期花崗岩質貫入岩で構成されている。

鉱床は酸性花崗岩類のウーレニ古生代マグマ岩コンプレックス弱酸性岩層との内接触帯に胚胎され 鉱床範囲の地質は鉱化作用に先立つ後マグマ段階で完全に或は部分的に熱水変質作用を受けたマグマ岩からなっている。 本鉱床範囲でもっとも古い貫入岩となっているのはウーレニ花崗岩類コンプレックス第1相の黒雲母-角閃石閃緑岩 角閃石閃緑岩 閃長閃緑岩 角閃石閃長岩 輝石-角閃石閃長岩 斜長閃長岩で 鉱床の西部と中央部に賦存している。 これより若い花崗岩類として黒雲母-斜長花崗岩 黒雲母-角閃石-斜長花崗岩 優白質花崗





第13図  
 ソールスコエ鉱床地質図  
 (S.A.モフセジャンら 1974)  
 1—黒雲母—角閃閃緑岩  
 2—角閃石閃長岩 閃長閃緑岩  
 3—優白質岩：花崗岩 花崗閃緑岩  
 4—完晶質花崗斑岩  
 5—珪長斑岩  
 6—ペグマタイト  
 7—スペッサルタイト  
 8—石英岩質岩株  
 9—輝緑玢岩  
 10—正長斑岩  
 11—角礫鉍鉱脈  
 12—露天探掘場範囲  
 13—推定断層

岩 アラスカイト質花崗岩があり 主として鉱床の北部と東部に分布し また鉱床中央部の前記古期貫入岩コンプレックスの下にも分布している。

貫入岩類は時代と組成のさまざまな岩脈を伴い その岩脈のうちでもっとも古いのがスペッサルタイトと微閃長岩であり その走向はE-Wに近く 主としてSに急斜する。これより若い先鉱化段階の岩脈としては含石英玢岩 珪長斑岩 完晶質斑岩がある。

後鉱化段階の岩脈としては輝緑玢岩 正長斑岩 曹長斑岩があり NW-SEに走り SWに急斜する。輝緑玢岩は鉱床の西部に 正長斑岩は東部に発達している。

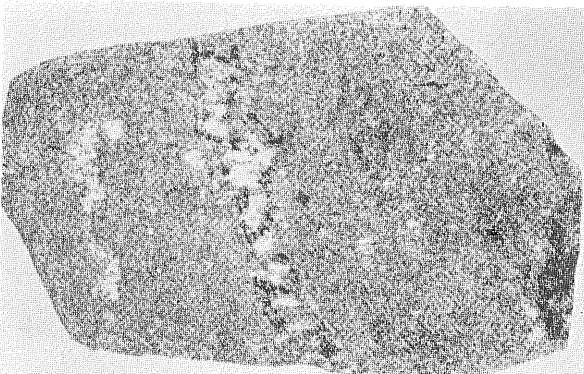
後マグマ生成体は鉱床の中央部と東部の花崗岩中に賦存する長石-石英質岩と石英質岩 さらに若い後マグマ生成体が輝水鉛鉱-石英網状鉱床と黄銅鉱-輝水鉛鉱-石英網状鉱床で 優白質花崗岩類中に主として発達している。母岩はいちじるしくカリ長石化 曹長石化 珪化 絹雲母化されている。

ソールスコエ鉱床の地質構造上の位置はE-W性とN-W-S-E性の2断層帯の交叉部に規制されている(第13図)。

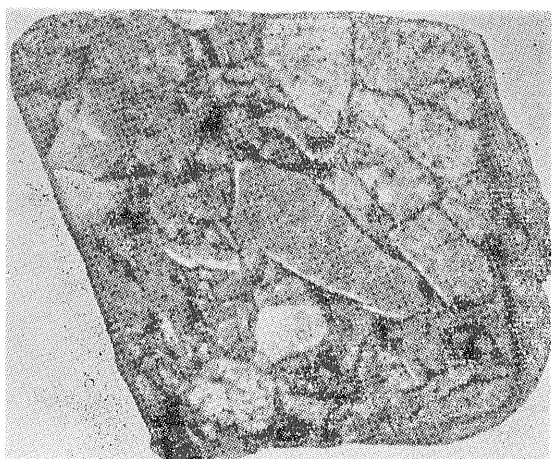
鉱体の形態： 鉱体は東西に長い 複雑な形の網状鉱床で 地表下ほぼ1,000mまで確認済みである。

Cu-Mo鉱化作用は不均等に拉がり 互いに近接した多節理帯に規制され 鉍石の大部分は花崗岩類中に胚胎されている。この網状鉍床の西部ではNNWに長い急斜角礫帯があり その部分とはとくに品位が高い。鉍石には 脈状鉍 細脈-鉍染鉍 角礫鉍の3種がある。

細脈-鉍染鉍は全鉍量の約80%を占め 母岩 多くは熱水変質岩中に多数の硫化物-石英細脈 硫化物細脈 鉍石鉍物鉍染体が発達することを特徴としている。硫



第14図 ソールスコエ鉱床 絹雲母化花崗岩中の石英細脈(白色) 盤際発達した鱗片状輝水鉛鉍(黒色) (V.N.ラヴィギナ)



第15図 ソールスコエ鉱床の角礫鉍 (V.N.ラヴィギナ)

化物-石英細脈は幅が数mmから20-25mmで一般にその細脈の盤際輝水鉛鉱が生成している(第14図)。鉛石鉱物だけで構成されているいわゆる硫化物細脈は幅が非常に狭く4-6mmに達するものも稀である。NW-S E走向細脈がもっとも多い。細脈のほかカリ長石化母岩中には輝水鉛鉱の鉱染がみられる。

本鉱床には幅数cmから40-50cmまれには1mもの輝水鉛鉱-石英脈が広範に分布しその多くは複成脈である。特徴としてはそれらがNW-S E走向で主としてNEに傾斜し傾斜角が平均して40-45°を示すことである。

角礫鉱は岩石の角礫を微細な輝水鉛鉱の鉱染した石英が膠結している鉱石である(第15図)。

本鉱床では地表下75-80mまで酸化帯が発達し酸化モリブデンの含有率が40-60%となり上部25-30mの部分に総酸化モリブデン量の80%以上が集中している。

**鉛石の物質組成:** V. N. ラヴィギナらはソールスコエ鉱床の生成鉱化期を2期に分けている。すなわち第1鉱化期には大粒の黄鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱ときには磁鉄鉱と赤鉄鉱稀には大型板状輝水鉛鉱(第16図)と方鉛鉱・四面銅鉛晶出体を鉱染した長石-石英ペグマタイト様鉱体と石英脈が形成された。

第2鉱化期である熱水期に可採鉱床が生成したのであるがこの鉱化期はさらに2段階の鉱化段階に区分できる。まずその第1鉱化段階には放射状輝水鉛鉱を伴った大晶石英の脈と細脈が生成した。輝水鉛鉱のほか鉛石鉱物として黄鉄鉱黄銅鉱斑銅鉱閃亜鉛鉱方鉛鉱が稀には金紅石が脈石鉱物として石英カリ長石螢石絹雲母が存在する。次の第2鉱化段階には



第16図 ソールスコエ鉱床 黄鉄鉱I(白色)中に発達した輝水鉛鉱I(淡灰色 帯状)の変晶

小型鱗片状および微細鱗片状の輝水鉛鉱が均一ないし縞状に分布する細粒石英が発達した。この細粒石英中には輝水鉛鉱のほか黄鉄鉱と黄銅鉱が稀には閃亜鉛鉱がまた非金属鉛物として螢石が生じている。この第2鉱化段階に生成した鉛物は一般に角礫鉱の膠結物となっている。しかし現在稼行対象となっているのは輝水鉛鉱と黄銅鉱である。

もっとも多い鉛石構造は細脈構造 鉱染構造 角礫構造 縞状構造 融食構造であり鉛石組織はメタ粒状組織と粒状組織を特徴とする。

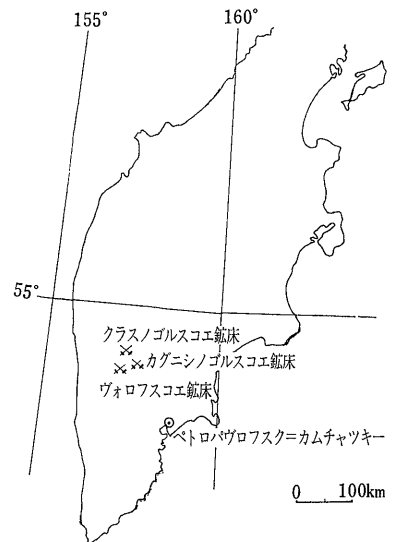
鉛石は比較的選鉱しやすい。すなわち輝水鉛鉱の場合の選鉱実収率は粗鉛 Mo品位0.07%でMo 88.6%銅鉛物の場合には粗鉛 Cu品位0.136%でCu 63.1%である。鉛石中の分散元素のうち Re Se Cdが回収されている。

カムチャツカ半島の斑岩銅鉛床

標記半島には斑岩銅鉛床が2鉱床知られているがまだ系統的な調査研究は行なわれていない。いずれもオホーツク海側の斜面ポリショイ=ヴォロフスカヤ川の上流にある(第17図)。そのうち比較的情報量の多いクラスノゴルスコエ鉱床について紹介してみたい。

クラスノゴルスコエ(Красногорское)鉛床

この斑岩銅鉛床は プラーヴァヤ=ヴォロフスカヤ川(ポリショイ=ヴォロフスカヤ川上流右側支流)の水源付近にあって1955年にZ. K. クズネツォヴァによって発見された。



第17図 カムチャツカ半島の斑岩銅鉛床

地質： 鉱床付近は先カンブリア紀(?)片麻岩類閃緑岩・花崗閃緑岩などの貫入体 第三紀砂岩・礫岩 第四紀ルーズ堆積層で構成されている。

片麻岩類は広く発達し 主として黒雲母片麻岩と珪線石-黒雲母片麻岩からなり 稀には黒雲母-角閃石片麻岩とざくろ石-角閃石片麻岩が ときには花崗片麻岩が認められ いずれも互いに漸移している。 鉱床周辺では強く熱水変質作用を受けて珪化 絹雲母化 緑泥石化し 黄鉄鉱に鉱染され ときには黄銅鉱・輝水鉛鉱・磁硫鉄鉱に鉱染されていることもある。

貫入岩類にはベルシナ山貫入岩とクラスナヤ山貫入岩の2種があり 前者は上記片麻岩類を切る主として花崗岩と花崗閃緑岩からなり 縁相としての石英閃緑岩に ところによっては閃緑岩に移り変っている。 貫入期は白亜紀後期と解されている。 後者は前者が約 400km<sup>2</sup>の面積を有する大きな底盤を形作っているのに対し 鉱床西部に偏在する半深成小貫入体で 岩体面積は 0.6-0.7km<sup>2</sup>を超えない。 岩石としては斑状黒雲母-角閃石閃緑岩と閃緑斑岩で構成され 全体としてキュボラ状を呈し 貫入期は第三紀と考えられている。 鉱床部分では強い絹雲母化作用と珪化作用を とくに斑状黒雲母-角閃石閃緑岩ではさらに緑泥石化作用を強く受けている。

岩脈系として 閃緑玢岩 アプライト 花崗玢岩 ランプロフィアが分布し E-WとNE-SWの2方向に配列するが この方向は鉱床の主な節理系の方向と一致している。

第三系(中新統)と第四系の分布範囲は小さい。

鉱床付近は背斜軸がN-Sの大規模な中央カムチャツカ背斜のドーム部に相当し N-SとE-Wの大型断層によって転位している。 造構的節理の発達もいちじるしい(NE-SW性 NW-SE性と急傾斜E-W性)。

鉱床： 鉱床はベルシナ山花崗岩類貫入岩と先カンブリア紀(?)片麻岩類との接触帯内に突き出たクラスナヤ山半深成斑状閃緑岩小貫入体に主として胚胎されている。

これらすべての岩体は多かれ少なかれ鉱石鉱物を伴っている。 主鉱体は約2,000m 続くE-W性破碎帯(S50-70° 傾斜)に規制され とくに半深成斑状閃緑岩小貫入体部分ではE-W性断層とそれに伴う小節理の多くが含鉱石英ないし硫化物に充填され 破碎された岩石中にも鉱石鉱物が鉱染している。

地表調査が比較的進んでいる鉱床西部では クラスナヤ山小貫入体の斑状閃緑岩中に黄鉄鉱・黄銅鉱・輝水鉛鉱・磁硫鉄鉱よりなる幅0.1mm から1-5mm ごく稀には1cmの細脈が交叉する多少密な網状体(1m当り10-30本)と当該細脈間の鉱染体が確認済みである。 さらにE-W方向に長さ数10m 幅20cm 前後の石英脈およびそれから分岐した多数の石英細脈があり 当該石英脈に伴われた鉱石鉱物はほとんど輝水鉛鉱だけである。 稀には石英脈中に黄鉄鉱と黄銅鉱の分散・鉱染が認められることもある。 その場合でも輝水鉛鉱の大部分は鍾肌に沿って幅1mm から1cmの不連続縞を構成している。

主要鉱石鉱物は輝水鉛鉱 黄銅鉱 黄鉄鉱で 少量の磁硫鉄鉱 白鉄鉱 硫砒鉄鉱 レーリンジャイト 毛鉱 四面銅鉱(銀黝銅鉱) 閃亜鉛鉱が随伴され 主要脈石鉱物は石英で 少量の炭酸塩鉱物も認められる。

母岩の熱水変質は主に絹雲母化 珪化 緑泥石化である。 鉱化作用は次の3段階に分かれて進行したとされている。

- (i) 石英・黄鉄鉱・黄銅鉱・磁硫鉄鉱・磁鉄鉱と少量の輝水鉛鉱・結晶白鉄鉱の沈殿段階
- (ii) 石英と大型鱗片状輝水鉛鉱 少量の黄鉄鉱・黄銅鉱の沈殿段階
- (iii) コロホーム状石英(と部分的に方解石) コロホーム状および微細鱗片状輝水鉛鉱 自形黄鉄鉱 微量の硫砒鉄鉱・レーリンジャイト・毛鉱・銀黝銅鉱・閃亜鉛鉱の沈殿段階

鉱床の形態はE-Wに長い帯状を呈し 地表部では累帯性が認められず 低品位(Cu0.1%前後 Mo0.01%前後)であるが これは溶脱帯に相当し 地下深部に二次硫化物富化帯があるものと推定されている。(おわり)

(社)日本写真測量学会ニュース

### 学 協会員へのおしらせとおねがい

#### 昭和53年にシンポジウム開催

1976年7月ヘルシンキで開催されました 第13回国際写真測量学会(ISP)におきまして 日本写真測量学会が 1980年までの4年間 第1技術部会(コミッションI データ収集)の担当代表に選ばれました。

担当代表国の団体は 技術部会で取り扱うテーマの研究活動の推進を行なうことは もとより 中間年である1978年(昭和

53年)には 担当の技術部会に関する国際シンポジウムを開催する義務を負っています。

日本写真測量学会では 国内に準備委員会を設けて 準備中ですが 貴学 協会員の皆様の大御協力と御指導をここに御願ひする次第であります

#### 準備委員会メンバー

- 委員長 中島 巖氏 (ISP コミッションIの President)
- 村井俊治氏 (ISP コミッションIの Secretary)
- 平井 雄氏 (ISP コミッションIの Reporter)
- 江森康文氏 (国内の第1部会長)