

ソ連の斑岩銅鉛床 ①

岸本文男 (鉱床部)

はじめに

ソ連では斑岩銅鉛床に相当する“медно-порфировые месторождения”という用語はほとんど使われず もっぱら“медно-молибденовые месторождения”(銅—モリブデン鉛床)ないし“штокверковые медно-молибденовые месторождения”(網状銅—モリブデン鉛床)“прожилко-вкрапленные медно-молибденовые месторождения”(細脈—鉛染銅—モリブデン鉛床)と称されている。

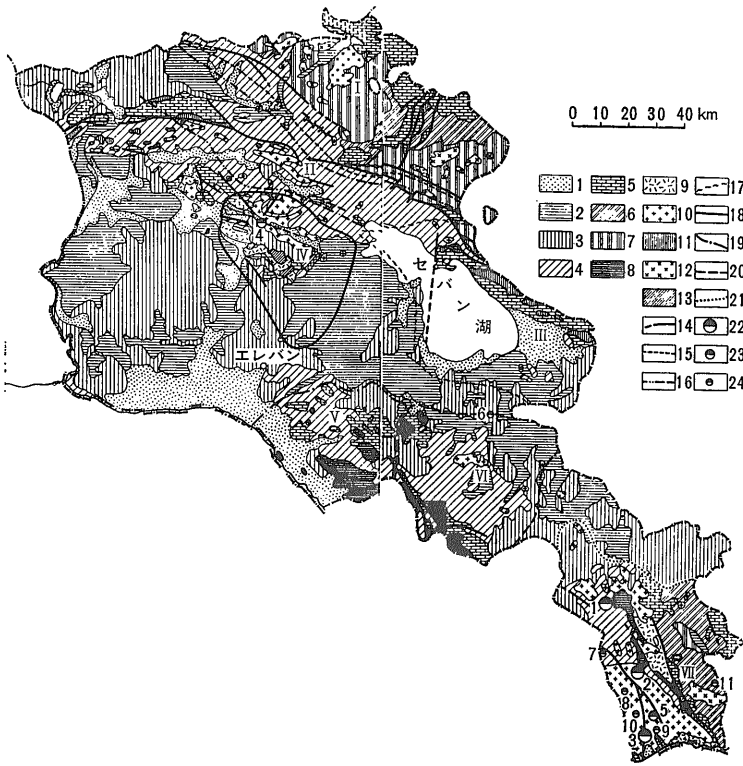
ソ連で斑岩銅鉛床が最初に発見されたのは1928年のことで 発見者は M. П. Русаков ところはカザフ共和国バルハシュ湖北方(バルハシュ市の北 17km) 鉛床は現在のクワンラト鉛山北クワンラト鉛床である。それが50年ばかり経た現在 アルメニア共和国を最大密集地域としてすでに 100 鉛床を越えている。

しかし そのうちで開発されているのは6 鉛床にすぎない。可採鉛床数に対し稼行鉛床数が10%に満たない理由を理解するには ソ連の自然と人口分布 経済体制と鉱業政策から国防・外交にいたるもろもろのソ連国家の内容についての知識が必要といっても言い過ぎではない。要するに 現在の日本の資本主義的競争の視点を基礎にして認識しようとしても無理なのである。通常は「計画経済」の一言で片づけられてしまうのであるが。

さて 以下にソ連で重視されている主な斑岩銅鉛床についてまとめてみる(第1図)。

カジャラーン(Каджаран)鉛床

アルメニア共和国とナヒチェヴァン自治共和国の小カフカス山脈地方には 85もの斑岩銅鉛床が知られているが とくに重視されているのはそのうちの13鉛床で 現



第1図
アルメニア共和国地質・鉛床生成域図
(S. A. MOVSSEYAN 編:1970)

岩石

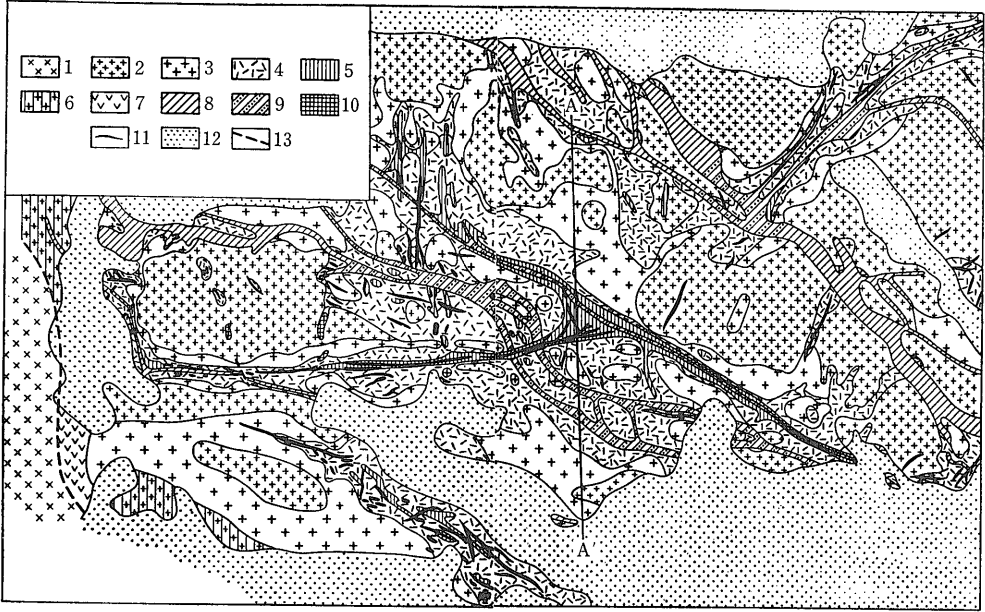
- 1—現世沖積—斜積層
- 2—第四紀熔岩・凝灰岩
- 3—新第三紀熔岩・凝灰岩・凝灰角礫岩・含石膏層
- 4—古第三紀火山岩・火山源堆積岩・堆積岩
- 5—白亜紀炭酸塩岩・陸源岩・火山源砕屑岩
- 6—ジュラ紀後期火山源堆積岩
- 7—ジュラ紀前期石英斑岩・珩岩・陸伴火山源堆積岩
- 8—三疊紀・二疊紀・石炭紀前期・デボン紀石灰岩・砂岩・珩岩・頁岩
- 9—古生代前期—先カンブリア紀大理石・石灰岩・苦灰岩夾在結晶片岩類
- 10—第三紀花崗岩・花崗閃緑岩・モンゾナイト・アルカリ閃緑岩・霞石閃緑岩
- 11—白亜紀後期—始新世塩基性・超塩基性貫入岩
- 12—中生代(?)花崗岩・斜長花崗岩・石英閃緑岩・はんれい閃緑岩・曹長斑岩・斜長珩岩
- 13—古生代(?)優白質花崗岩・ミグマタイト
- 14—確定断層・推定断層

鉛床生成域

- 15—アラヴァエルジニペールト(I)
- 16—ステパノヴァンニキロヴァカンニジリジャン(II)
- 17—セバンニアマサイ(III)
- 18—ラズダン(IV)
- 19—ホスロフスタ(V)
- 20—アイオドゾール(VI)
- 21—ザンゲズールスキー(VII)

斑岩銅鉛床

- 22—稼動 (1—ダスタケールト 2—カジャラーン 3—アガラーク)
- 23—可採 (4—アンカヴァーン 5—リーチュク)
- 24—有望 (6—ヴァルデニス 7—カザンリチュ 8—アルヴァペールト 9—アイゲドゾール 10—リチュグヴァース 11—シカーホフ)



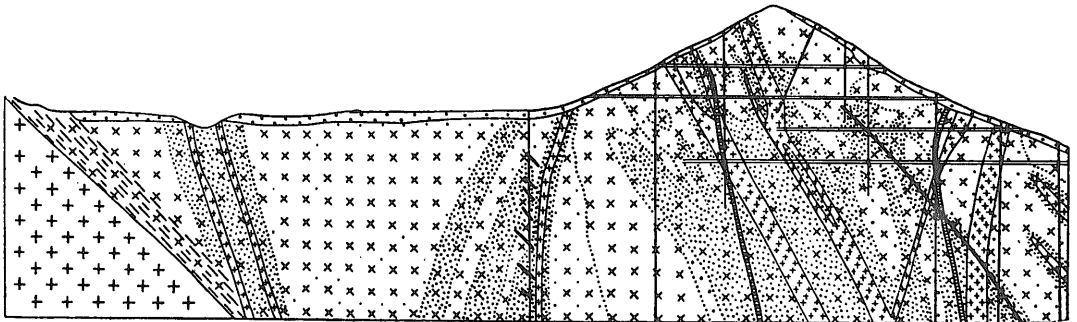
第2図 カジャラーン 鉱床地質構造図 (S. A. MOVSESYAN 編: 1974)

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| 1—斑状花崗岩・斑状花崗閃緑岩 | 2—モンゾナイト (閃長閃緑岩・閃緑岩・閃長岩) |
| 3—弱熱水変質モンゾナイト | 4—強熱水変質含鉱モンゾナイト |
| 5—二次珪岩 | 6—断層帯の変質モンゾナイト |
| 7—断層帯の変質玢岩 | 8—花崗閃緑斑岩・花崗斑岩・閃長斑岩・曹長斑岩などの岩脈 |
| 9—熱水変質岩脈 | 10—アプライト・花崗岩アプライト |
| 11—含鉱石英脈 | 12—沖積—斜積層 |
| 13—断層 | |

在稼行されている鉱床はダスタケルト アガラークとそしてこのカジャラーンの3鉱床だけである(第2図)。また その中でも規模が大きいのがこの鉱床で アルメニア共和国のモリブデンと銅の可採鉱量のかなりの部分

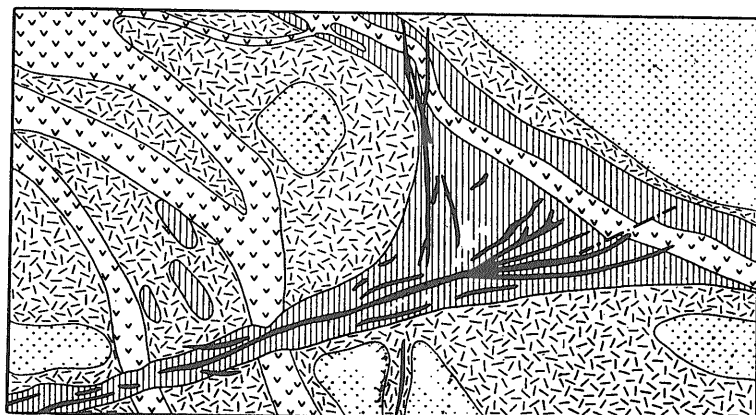
がここに集中し 銀やレニウムなどの総鉱量も比較的高い割合を占めている。

鉱床は1940年に発見され 現在では本鉱床を基礎にアルメニア最大の採鉱・冶金コンビナートが稼動している。



第3図 カジャラーン 斑岩銅 鉱床の地質断面 (K. A. KARAMYAN: 1972)

- | | |
|---------------|---------------|
| 1—第四系 | 2—非変質モンゾナイト |
| 2—弱熱水変質モンゾナイト | 4—強熱水変質モンゾナイト |
| 5—第1期花崗閃緑斑岩岩脈 | 6—第2期花崗閃緑斑岩岩脈 |
| 7—ランプロファイア岩脈 | 8—斑状花崗閃緑岩 |
| 9—含鉱石英脈 | 10—鉱体周辺熱水変質岩 |
| 11—デバクリ断層破砕帯 | |



1 2 3 4 5

第4図
カジャラーン斑岩銅鉱床の鉱体と岩脈の関係
1—弱熱水変質モンズナイト
2—強熱水変質モンズナイト
3—二次珪岩
4—熱水変質斑岩岩脈
5—硫化物—石英脈

その位置はアルメニア共和国の南部 ザングズールスキー山脈東斜面のヴォフチ川上流に当る。

地質 本鉱床と付近の多数の小型可採性斑岩銅鉱床を併せて カジャラーン鉱床田と称されている(第3図)。この鉱床田の地質は始新世前期の火山源生成体とそれを切る貫入岩類で構成され 当該貫入岩類はコングル=アラングス プルトンに属する2相のマグマ岩(モンズナイト質花崗岩相と斑状花崗岩・花崗閃緑岩相)からなっている。そして モンズナイト質山塊は早期の貫入体で 鉱床田の広域を占め さらに東方と南方に伸び 斑状花崗岩と花崗閃緑岩は鉱床田西部を構成し 南北に延びた大型山塊を形作り NEE に傾斜している。当該モンズナイトと斑状花崗岩との境界は断層で 走向NW—SE の大きなデバクリ断層がそれに相当する(第3・4図)。

珪岩とその凝灰岩・凝灰角礫岩・層灰岩からなる火山源岩類は鉱床田の北部に認められ 貫入岩山塊との接触部では変質してホルンフェルス 珪岩 スカルン様岩その他の接触変成岩に転移している。内成接触変成過程は比較的弱く 貫入岩の角閃石化と緑簾石化の両現象がみられる程度である。

モンズナイト質山塊はその岩石構成が一様でなく 主としてモンズナイトからなるが 石英モンズナイト 閃長閃緑岩 閃長岩 石英閃緑岩 閃緑岩 はんれい閃緑岩 はんれい岩を伴い 互いに漸移する。

これらの岩石は大粒質で 一般に暗灰色を呈し その主要造岩鉱物は肉眼でははっきり識別できる(石英・アノークレース・斜長石・角閃石・普通輝石・黒雲母など)。

このコングル=アラングス プルトンの上記2相の山

塊の境界を通る断層に沿ってモンズナイトは強く破碎された狭長な破碎帯を作り 同破碎帯には断層粘土を伴った滑り面系が認められる。破碎されたモンズナイトは諸所でカオリン化・炭酸塩化・珪化されている。しかし 断層帯の強熱水変質モンズナイト中には金属鉱化作用が強く発達してはいない。

鉱床田内の斑状花崗岩類山塊を構成する岩石は主として大粒質花崗岩からなり 隣接地区で花崗閃緑岩 アダメライト 閃長岩に漸移する(斑状花崗岩類を3亜相に分け それをマグマメルトの逐次・繰返し貫入とする少数意見もある)。

このカジャラーン鉱床田の地質構成で大きな比重を占めているのは花崗閃緑斑岩 閃長斑岩 閃緑玢岩 曹長斑岩などを主とする岩脈である(第3図 第4図)。ランプロファイアとアプライトが数世代にわたって貫入しているが その分布は多くない。これらの岩脈はすべて先鉱化段階のもので いずれの岩種もどこかで熱水変質作用を受け 或は銅—モリブデン細脈に切られている。

カジャラーン鉱床の範囲では 岩脈は主として花崗閃緑斑岩とそれに類似する岩種のものである。

鉱床田内では 岩脈は主に E—W 性と NW—SE の走向を示し NE—SW 走向の場合も少なくない。その傾斜は一般に急だが 走向・傾斜ともに変化に富む。厚さは0.5—1.0mから20—22m ときにはそれを越えていることもある。この岩脈が主としてモンズナイト中に発達し 火山源岩層 とくに斑状花崗閃緑岩中にはほとんど形成されていないことは大きな特徴といえる。

鉱床田内の断層・割れ目系としては 第1にデバクリ広域断層があり 第2に2次系列割れ目系がある。

デバクリ断層は断続的ながら総延長 40km に達し N—S 方向に走り イランとの国境まで延び 傾斜は 45—60°NEE を示し カジャラーン鉱床だけでなくリーチュク アガラークなどの斑岩銅鉱床の賦存位置を規制し 当該賦存部はその断層の湾曲域に相当している。

斑岩類と厚い鉱脈に充填され 主断層からいえば羽状割れ目に相当する比較的大型の 2 次系列の割れ目は N—S—NW—SE 走向 NE 傾斜と NE—SW—E—W 走向 NW 傾斜の 2 系からなっている。

以上のほか 多数の小型割れ目が形成されていて 一応 8 割れ目系にまとめられるようである。

また 鉱床田内の多くの地区 とくに中央部ではモンズナイトが強く熱水変質作用を受け その変質は斑岩岩脈と大型鉱脈に沿って行なわれ モンズナイトの強破砕帯部にも発達している。変質の程度はさまざまに 強絹雲母化・強珪化から有色鉱物の緑泥石化と長石の絹雲母化および斜長石の曹長石化によるモンズナイトの褪色まで認められる。岩脈も熱水変質作用を受け 珪化・黒雲母化・炭酸塩化している。モンズナイトの場合は断層や鉱化作用規制岩脈から離れるに従って変質が弱くなり 岩脈の場合は盤肌から中心部に向かって弱くなっている。

鉱体の形態と生成作用中での玢岩岩脈の役割 カジャラーン鉱床の鉱体は鉱石鉱物の主として粗な細脈・鉱染体網で 熱水変質モンズナイト中に発達し 細長い網状鉱体を形作っている。

カジャラーン鉱床の鉱体の重要な特徴は鉱石の細脈が浅部では緩斜節理面に 深部では急斜節理面に胚胎されていることである。この現象はモンズナイト山塊があまり削剝されてなく 鉱化帯の上部が山塊頂部に集中しているためと解されている。したがって 初成鉱体のほとんど全部が保存されたと考えられている。

鉱脈も少なくないが 鉱量全体の中で占める割合は網状鉱体の場合より少ない。それでも 大きな輝水鉛鉱・黄銅鉱・石英脈は延長 400—500m 幅 2—3m にも達し 斑岩岩脈に伴われるか独立賦存している。この種の鉱脈は岩脈の場合と同じように NW—SE 系と NE—SW 系の 2 系の断層に胚胎され NE—SW 系の鉱脈の方が多い。

細脈・鉱染体は斑岩岩脈 鉱脈に充填された比較的大きな断層 モンズナイトの強破砕帯に規制され その規制構造を中心とした鉱染鉱化帯の幅は狭くて 1—2m 広くて 20—25m を有し 熱水変質の強さと鉱化作用の強さは当該規制構造から遠ざかるに従って次第に弱まり 褪色モンズナイト中には一般に鉱化作用が及んでいない。

主断層と強破砕母岩に直接胚胎されている中央鉱区の鉱体では モンズナイトの鉱化と熱水変質がいちじるしく 緻密な鉱石に富み とくに Mo と Cu の含有率が高い部分は先鉱化断層の交差部に位置している。

上記斑岩岩脈は熱水変質作用を受けているのに ほとんど鉱化されていない。しかし 本鉱床田内に少数ながら生じているアプライト岩脈は珪化され 比較的強く鉱化され 母岩であるモンズナイトよりもその鉱化濃度はいちじるしく高い。この事実は当該アプライトの鉱化作用に対する物理化学的性質がすぐれていたこと および 割れ目生成能力が大きいためと解されている。

鉱石の鉱物組成 カジャラーン鉱床産の鉱石中には 70 種以上の鉱物が賦存し そのうちの初成鉱物は 40 種ばかりである。

深成鉱物のうちで主なものは黄銅鉱 輝水鉛鉱 黄鉄鉱 磁鉄鉱 鏡鉄鉱 赤鉄鉱であり 少量の閃亜鉛鉱 方鉛鉱 斑銅鉱 硫砒銅鉱 ルズナイト 輝蒼鉛鉱 エンプレクタイト 砒四面銅鉱 閃蒼鉛銅鉱 四面銅鉱 金紅石 チタン石 磁硫鉄鉱 さらにきわめて稀ではあるが テルル鉛鉱 ヘッサイト アイキナイト テルル金銀鉱 テルロビスマタイト テトラディマイト ガレノビスマタイト チタン鉄鉱 自然金 自然蒼鉛 輝銀鉱 車骨鉱 灰重石 キューバ鉱 自然銀 自然テルルも産出する。

表成鉱物のうちでもっとも多く生成しているのは針鉄鉱 孔雀石 ランパダイト 藍銅鉱 銅藍 赤銅鉱 パウエライトである。そして少量のジャロサイト 珪孔雀石 プロシャン銅鉱 黒銅鉱 鉄水鉛鉱 輝銅鉱 ごく稀にハロイサイト 菱亜鉛鉱 白鉛鉱 異極鉱 胆礬 毛鉄鉱 エオサイト 自然銅も随伴されている。

また 脈石鉱物と変質母岩構成鉱物は多いものから少ない順に石英 蛋白石 玉髓 炭酸塩鉱物 カリ長石 絹雲母 白雲母 カオリナイト 石膏 陽起石 緑泥石 曹長石 黒雲母 普通角閃石 緑簾石 電気石 燐灰石で構成されている。

以下 代表的な鉱石鉱物と重要造鉱元素の産状について概述する。

黄銅鉱：これはカジャラーン鉱床でもっとも広く分布する鉱石鉱物で 重要な稼行鉱物の一つである。熱水変質モンズナイトおよび硫化物・石英脈中の鉱染体と細脈を形作り 多くは石英 輝水鉛鉱 黄鉄鉱などとともに産出し 磁鉄鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱など初成鉱物とも共存する。分光分析結果によると 黄銅鉱中には Co Ni Bi Au Ag Pb Zn As が賦存しているが

これは硫砒鉄鉱の機械的な夾雑によるものと推論されている。

輝水鉛鉱：これが黄銅鉱に次ぐ稼行鉱物である。その大部分は強変質珪化岩に胚胎され、硫化物—石英細脈および単鉱物細脈の形で賦存し（第5図）一部分は鉱染体を形成している。硫化物—石英脈および同細脈中では輝水鉛鉱が鱗状ないし薄板状の大粒・中粒質集合を形作っていることが多く、また複錐晶相の単結晶として産出することもある。

黄鉄鉱と磁鉄鉱：これら両鉱物は鉱体のいたる所で認められる。

閃亜鉛鉱と方鉛鉱：両者いずれも少量しか分布せず、カジャラーン鉱床そのものでは稼行対象となっていない。

有用成分：モリブデンと銅がカジャラーン鉱床の主要な稼行成分であるが、銅精鉱から銅と銀、銅・モリブデン精鉱から銅とモリブデンのほかにレニウム、セレン、テルル、ビスマス、ゲルマニウム、銀などが副産する。

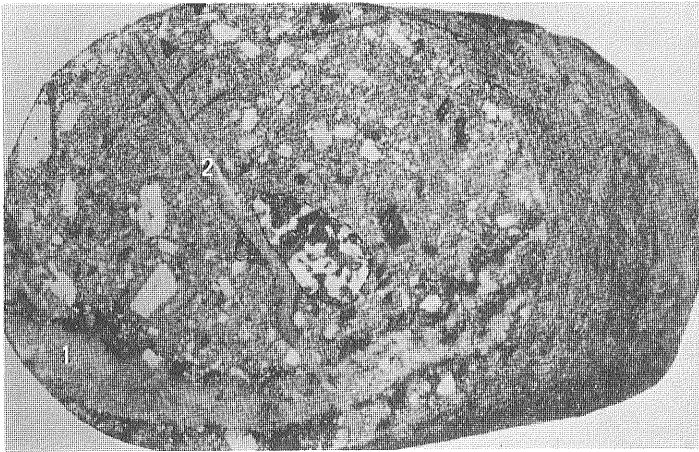
鉱石の品位は銅が痕跡から2.0—3.0%、モリブデンが

痕跡から1%ないしそれ以上であるが、西から東にすなわちデバクリ断層から遠去かるにしたがってモリブデン品位は漸減し、銅品位は漸増する。また深くなるにつれて、鉱石中の銅品位は急減し、モリブデン品位はわずかに減少する。鉱床の中央鉱区では、硫化物鉱体上に厚さ40—60mのルーフの形で酸化鉱が分布し、さらに厚い斑岩脈に沿って酸化帯が地表下200—250mに達している。酸化帯中のモリブデン品位は初成鉱石の場合よりも明らかに低い。なお、酸化帯の酸化モリブデン鉱物の割合は含有モリブデン鉱物量の33%、酸化銅鉱物の場合は約50%を占めている。

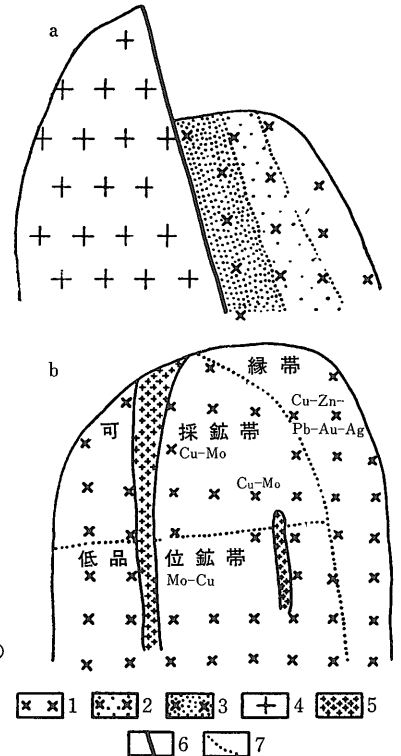
金と銀は、カジャラーン鉱床の鉱石中では硫化物（黄銅鉱、黄鉄鉱、輝水鉛鉱）中の主として微量成分として賦存する。一部はテルル化物や輝銀鉱の構成成分となり、稀には自然金も認められる。

レニウムは輝水鉛鉱中の微量成分として広く分布し、輝水鉛鉱の大型結晶集合や大型鱗状集合中での濃度が最大である。このレニウムの大部分は石英—輝水鉛鉱—黄銅鉱鉱化段階に生じている。

セレンとテルルはカジャラーン鉱床産鉱石中には比較的広く分布する元素で、主に黄銅鉱・黄鉄鉱と一部は輝水鉛鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱と関係があり、両元素とも



第5図 カジャラーン鉱床の方解石細脈(1)と玉髓—苦灰石細脈(2)およびモンゾナイト捕獲岩を伴う閃緑岩(実物大)



第6図 カジャラーン鉱床の無水変質岩と鉱化体の異常配列 (YE P. ZIL'MAN ほか)
 a—熱水変質帯の分布状況(模式図) b—鉱化作用の異常配列状況(模式図)
 1—非変質モンゾナイト 2—弱熱水変質モンゾナイト
 3—強熱水変質モンゾナイト 4—斑状花崗岩・花崗閃緑岩
 5—花崗閃緑斑岩などの岩脈コンプレックス
 6—デバクリ断層帯
 7—鉱石タイプ漸移境界

類質同像混合物として存在し、テルルの一部は独立鉱物の構成元素ともなっていると解されている。Te/Se比は鉱石全体および銅精鉱で10に近い。

ゲルマニウムも鉱石中に一定して混在する。

ビスマスは常に輝水鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱および方鉛鉱中にほぼ一定した量の微量成分として存在し、詳しくは微細な輝着鉛鉱・銅ビスマス鉱物包有物の形で賦存することが多い。

さて鉱石の構造であるが、空隙充填構造が広く発達し、鉱染構造、細脈構造（第7図）、帯状構造（第8図）、交差構造、角礫構造、晶洞構造を呈し、さらに交代構造として鉱染構造、細脈状構造、帯状構造、レリクト構造、文象構造も発達している。

また、特有の初成鉱石組織として粒状組織（自形粒状、他形粒状、半自形粒状、櫛形、潜晶質、文象、融蝕、レリクトの各組織）がそれに交代作用によって生じた組織（自形粒状、他形粒状、半自形粒状、潜晶質の各組織）が認められ、ときにはコロホーム組織が、そしてごく稀には固溶体解離組織（エマルジョン組織、格子状組織など）が認められることもある。一方、鉱石中には変晶組織とカタクラスチック組織が広く発達している。

鉱床の鉱物共生と成因 カジャラーン鉱床の生成条件の解明にとってもっとも重要なことは、鉱物共生関係の区分と鉱化段階の区分である。目下のところ、当該区分は次のように10区分されている。

1) 石英・磁鉄鉱共生—この種の鉱物共生は、鉱床田範囲に広く広がってはいない。基本鉱物構成は石英、磁鉄鉱、赤鉄鉱である。

2) 石英・長石共生—この共生はそれほど広く分布してはいないが、かなり産出濃度は高く、細脈や厚い（0.5—1.0m）長石質脈を形成している。基本鉱物構成はカリ長石、石英、黒雲母、磁鉄鉱、輝水鉛鉱、黄銅鉱である。

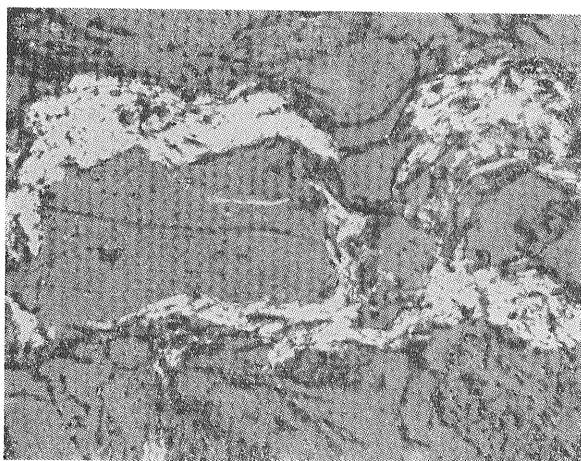
3) 石英・輝水鉛鉱共生—この共生は分布が広く、稼行上重要な共生関係である。この鉱物共生はいろいろな厚さの細脈や厚さ2—3m前後の石英脈となって現われている。基本鉱物構成は単純で、石英と輝水鉛鉱からなっている。

4) 石英・輝水鉛鉱・黄銅鉱共生—これも稼行上重要な共生関係であるが、分布は比較的狭い。細脈と小鉱脈を形作り、主要な鉱物は石英、輝水鉛鉱、黄銅鉱で、ごく少量の黄鉄鉱を伴い、稀には輝水鉛鉱と硫砒銅鉱が認められることもある。

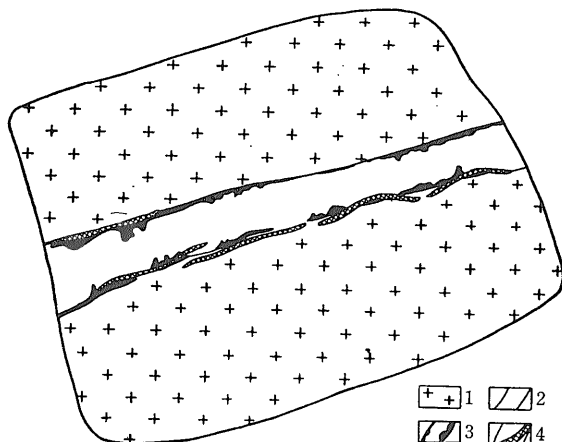
5) 石英・黄銅鉱共生—これも重要な稼行鉱物共生関係の一つで、大型石英・黄銅鉱脈と同細脈、塊状交代岩体中の強鉱染体を作っている。この鉱物共生を構成する鉱物には石英、燐灰石、絹雲母、金紅石、黄鉄鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、硫砒銅鉱、輝着鉛鉱、エンプレクタイト、閃着鉛銅鉱その他の稀産鉱物がある。

6) 石英・黄鉄鉱共生—この種の鉱物共生は、広域にわたって分布するが、稼行価値は限られている。この共生は石英・黄鉄鉱脈と同細脈、鉱染体、不規則塊状鉱体を形作り、構成鉱物としては石英、黄鉄鉱、輝水鉛鉱、黄銅鉱、絹雲母、閃亜鉛鉱、硫砒銅鉱、砒四面銅鉱、方鉛鉱が発達している。

7) 石英・閃亜鉛鉱・方鉛鉱共生—これは中央鉱区に小規模に分布し、北東鉱区やアトキス鉱区ではそれよりもやや広く分布する。そしてこの鉱物共生は細脈を、稀には鉱染体を形成し、鉱物構成はかなり多様で、多いものから少ないもの順に石英、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、四面銅鉱、重晶石、テルル鉛鉱、自然テルル、ヘッサイト、テトラディマイト、ガレノビスマタイト、自然金、テルロビスマタイト、クレネライトからなる。



第7図 カジャラーン鉱床モンゾナイト（割れ目に富んだ黒灰色部分）中の輝水鉛鉱（白色部）の変晶と集合体（×40）



第8図 カジャラーン鉱床輝水鉛鉱・石英細脈の帯状構造
1—モンゾナイト 2—白色破砕石英
3—大型鱗状輝水鉛鉱 4—不毛方解石細脈

- 8) 石英・炭酸塩鉱物共生—この共生は炭酸塩質脈と同細脈を形作り 基本鉱物構成は苦灰石 アンケライト 方解石そして石英である。
- 9) 玉髓共生—この種の共生は広く分布せず 単鉱物性玉髓細脈を形作る。
- 10) 石膏・硬石膏共生—この共生は分布が狭く 硬石膏・重晶石・石英の細脈を形成しているものである。

以上の10鉱物共生区分はそれぞれ独立した鉱化段階に相当している。なお 7段階説をとる少数意見もある。いずれにしても注目すべき事実は高温鉱化段階の生成物がデバクリ断層に接して分布し それから遠ざかるにつれて低温鉱化段階の鉱物共生関係の鉱物が発達していることであり その現象が水平方向にも垂直方向にも認められることである。鉱床田内の断層・割れ目系のパターンと貫入岩群の分布パターンを鉱体の分布パターン・鉱物共生別分布と比較・対象してみると 次のような推論が成り立つようである。

すなわち カジャラーン銅—モリブデン鉱床生成作用の重要な要素となっているのは 深部マグマ溜（金属元素で飽和された熱水溶液の来源）を伴った花崗岩類の貫入 デバクリ広域断層とそれに随伴した羽状割れ目の生成およびモンズナイト質岩体中の破砕帯生成 母岩の不

均等性を強め かつ破砕されやすくした斑岩岩脈の貫入である。

デバクリ断層はマグマメルトの浸透 それに続く上部への熱水の浸透の通路となり マグマメルトの貫入路や岩脈の生成場所ともなることがある大型羽状割れ目は主ないわゆる鉱石供給路と鉱石分配路となった と解される。そして鉱液はモンズナイトの破砕帯に浸透し 破砕岩小塊と接触しながら 温度と圧力の急激な低下条件につき当り そのことが鉱液内の平衡を破り 鉱石鉱物の沈殿を生じたものと思われる。

さらに鉱液の性質についてはモリブデンが気相で存在し 一部磷酸化合物で運搬され 銅の全部とモリブデンの一部は複アルカリ硫化物の形で存在するものと推論されている。

アガラーク (Агарак) 鉱床

この鉱床は規模がアルメニア共和国でカジャラーン鉱床に次ぐ大鉱床で アルメニア南部のザングズールスキー鉱床生成域に位置している(第1図)。そして現在本鉱床を基礎にアガラーク銅・モリブデン コンビナートが操業中である。

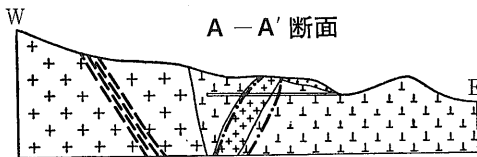
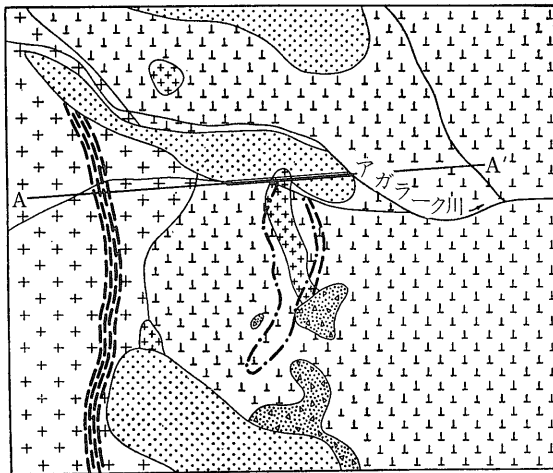
地質 本鉱床の地質は主としてコングル=アラングス プルトン生成体の2相の貫入岩(モンズナイト類とそれより新期の花崗閃緑岩類)からなっている。

この両貫入岩の接触線(走向N—S 傾斜60—70°E)から東の幅最大2,000mの接触近辺帯ではモンズナイト質貫入岩類の岩石は閃長花崗岩からなり さらにその東側は石英モンズナイトに漸移し そしてカジャラーン鉱床田のモンズナイト質貫入岩類を代表する岩種に移り変わる。ただし 上記閃長花崗岩を独立貫入相とする少数意見もある。この閃長花崗斑岩は花崗斑岩 花崗閃緑斑岩 閃緑斑岩の岩脈・岩脈状体・レンズ状体に切られ これら岩脈類は南北方向と東西方向に配列する。そのうち最大の南北走向の岩株状花崗閃緑斑岩岩体は延長約700m 幅200m(第9図)を有する。

アガラーク鉱床の岩脈類はカジャラーン鉱床の岩脈類の場合と違って その多くは花崗閃緑岩貫入体の岩枝である。

鉱床付近には第四系陸生層として赤色角礫層が広く分布し 斜積—沖積層も散在する。赤色角礫層は下盤の貫入岩類 主として閃長花崗岩の鋭角礫と弱円琢角礫からなり 含鉄粘土膠結物に膠結されている。この角礫層中には鉱石鉱物を伴った碎屑も賦存している。

鉱床範囲 とくに中央部では貫入岩類が大型断層・強破砕帯中で熱水変質作用を受けて珪化・絹雲母化し 弱



第9図 アガラーク斑岩銅鉄床地質図(N. A. FOKIN, et al.)

- 1—現世生成体
- 2—赤色角礫岩
- 3—花崗閃緑斑岩
- 4—斑状花崗閃緑岩
- 5—閃長花崗岩・石英モンズナイト
- 6—可採鉱脈

い曹長石化・緑泥石化・黒雲母化現象も認められる。

鉱床付近の地質構造の特徴は断層が広く現われていることである。まず西部には南北性 東 $60-70^\circ$ 傾斜幅最大 100m の断層帯があって アガラーク構造断層帯と呼ばれ 断続しながら北西方のカジャラン鉱床に達し 南側延長が前述のデバクリ断層そのものとなっている。また東側に平行して重要な断層帯があるが これは西側のものと逆の傾斜で スペトルイ断層となる。そして東西両断層帯の間には主として NW—SE NE—SW E—W の多数の断層がみられ その多くは岩脈と石英脈に充填されている。

鉱体の形態と産状 本鉱床はアガラーク断層とスペトルイ断層に境され 幅平均 200—250m (北部は 300—325m 南部は 50—100m) で南北に伸びた鉱体からなり その傾斜は西に最大 70° と目されている。

銅—モリブデン鉱体はカジャラン鉱床の場合と違って 熱水変質した花崗閃緑斑岩とそれを包有する閃長花崗岩に胚胎され 母岩の熱水変質は主として珪化 絹雲母 黒雲母化 黄鉄鉱化である (第10図)。

富鉱鉱体は花崗閃緑斑岩の岩株と閃長花崗岩の東側接触部に沿って帯状に伸び 両方の岩石中に発達しているが その中でも花崗閃緑斑岩中とその側岩との接触部の鉱化度およびスペトルイ断層上盤に直接した部分の鉱化度が高い。

鉱体は主として鉱染鉱からなり 一部に脈状鉱が発達している。鉱石鉱物は特定割れ目系に胚胎された微細な硫化物—石英細脈を構成し 銅鉱物—黄鉄鉱は主として鉱染体を形作り モリブデン鉱化作用と銅—モリブデン鉱化作用は細脈を形作っている。

酸化帯の厚さは所によってさまざまで 50m から さ

らに 80m に達することもある。強く水蝕された急斜面では硫化物が地表に直接露出し 酸化鉱物と一諸に産出し 深さ 20—40m のところには 2 次硫化物鉱染体である硫化物富化帯がかなり明瞭に認められる。

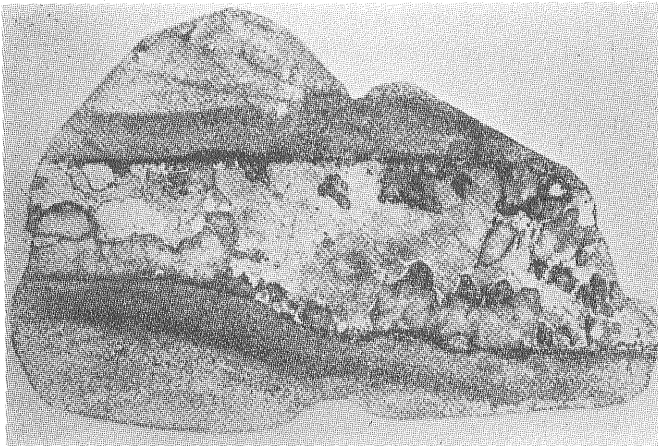
鉱石の鉱物組成 鉱物組成からすると アガラーク鉱床はカジャラン鉱床その他のアルメニア共和国の銅—モリブデン鉱床とほとんど差がない。初成鉱物の中で主なものは黄銅鉱と輝水鉛鉱で 黄鉄鉱もきわめて広く分布し 磁鉄鉱と赤鉄鉱もかなり産出するが 斑銅鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱 四面銅鉱 硫砒銅鉱 ルズナイト 硫砒鉄鉱 磁硫鉄鉱 輝蒼鉛鉱 自然蒼鉛 自然金 自然銀 閃蒼鉛銅鉱 エンプレクタイトは稀にしか産出しない。脈石鉱物としては 石英 絹雲母 緑泥石 カオリナイト カリ長石 炭酸塩鉱物 黒雲母などがある。

酸化帯には 針鉄鉱 水針鉄鉱 孔雀石 珪孔雀石 ジャロサイト 胆礬が発達し 次いで赤銅鉱 藍銅鉱 ハロイサイト 鉄水鉛鉱 自然銅などが賦存する。2 次硫化物富化帯には 輝銅鉱 斑銅鉱 銅藍が発達している。

アガラーク鉱床の鉱石には空隙充填構造 (鉱染構造 細脈構造 晶洞構造 帯状構造 角礫構造など) と交代構造 (鉱染構造 細脈状構造 文象構造 レリクト構造 縁どり構造) が卓越している。

初成鉱石組織の中でもっとも多いのは粒状組織と変粒状組織であり 2 次組織の中ではカタクラスティック組織と変晶組織が発達している。

黄銅鉱と黄鉄鉱は微細な鉱染粒 それも大部分が単体で鉱染し 一部が互いに連晶し 或は他の鉱石鉱物と連晶を形作っている。



第10図

アガラーク斑岩銅鉱床の閃長花崗岩中の黄銅鉱—石英細脈 (実物大)。

輝水鉛鉱の大部分は微細な石英脈を構成し、単鉱物細脈や割れ目フィルム状充填体を形成し、稀には熱水変質岩中に鉱染していることもある。

鉱石の銅品位は痕跡から2.5—3.0%で、平均して可採品位に達し、モリブデン品位は痕跡から0.06—0.08%のところによっては0.15—0.20%に達している。いずれの場合も品位は鉱床規制断層に近づくに従い、また強破碎・角礫化帯中で高くなっている。

一般に銅品位が高いのは鉱床南部の花崗閃緑斑岩岩株の部分であり、モリブデン品位が高いのは花崗閃緑斑岩と閃長花崗岩の接触部近辺である。垂直方向には深くなるにつれて銅品位が低下し、モリブデン品位が上昇する。

鉱石中には黄鉄鉱・黄銅鉱・輝水鉛鉱と結びついたセレンとテルル、輝水鉛鉱と結びついたレニウムが含有され、そのほかにもAg、Co、Ni、As、V、Mnなどが存在している。

鉱床の成因。 本鉱床は6鉱化段階を経て生成されたものとする説が通用している。すなわち

- 1) 石英段階
- 2) 石英—輝水鉛鉱段階
- 3) 石英—黄銅鉱段階
- 4) 石英—黄鉄鉱段階
- 5) 石英—閃亜鉛鉱—方鉛鉱段階
- 6) 炭酸塩鉱物段階

の6段階である。

第2と第3の鉱化段階がほとんどのCuとMoをもたらす。もっとも高温期の石英—磁鉄鉱共生は磁鉄鉱と赤鉄鉱を含んだ細脈を形成し、粗に黄銅鉱・斑銅鉱・黄鉄鉱を随伴している。黄鉄鉱・黄銅鉱・斑銅鉱の生成に必要な鉄はその大部分が造岩有色鉱物と磁鉄鉱・チタン磁鉄鉱から溶脱されたもので、チタンは金紅石と白チタン石の形で再沈殿している。

生成温度・鉱物共生・熱水作用などアガラーク鉱床の生成条件全般はカジャラーン鉱床とよく似ており、典型的なマグマ溜りと成因的な関係をもった中温熱水鉱床である。主な鉱石供給路となったのはアガラーク断層で、スペトルイ断層帯と強破碎帯部は鉱体規制の役割を果たしたものと解されている。そして含鉄熱水溶液は当該地殻上部へ断層帯に沿って浸透し、花崗斑岩とその側岩の閃長花崗岩とくにその強破碎部で鉱化作用に適した条件を得たものといえる。

アガラーク鉱床とカジャラーン鉱床の違いはアガラーク鉱床の斑岩と構造および形態をいちじるしく異にし

たカジャラーン鉱床の緻密質花崗閃緑斑岩岩脈の場合、鉱体を規制しながらもそれ自体が実際に鉱化されていないこと、そしてアガラーク鉱床では逆に花崗閃緑斑岩（岩株状体と岩脈状体を形成する大粒質・強破碎岩）が鉱体をなすことにある。スペトルイ断層帯に硫化鉄鉱のうが存在すること、および断層帯上盤の岩石が強く鉱化されていることは断層帯が鉱床の形成に重要な役割を果たしたことを示している。

リーチュク (Личук) 鉱床

本鉱床はザンゲズールスキー鉱床生成域の南部、コングル＝アラングス、プルトンを切る大型断層帯に賦存し、カジャラーン鉱床とアガラーク鉱床の間に位置する（第1図）。

地質 本鉱床の地質はカジャラーン鉱床とアガラーク鉱床の場合と同じように、もっとも大きな意味をもっているのが2相の貫入岩で、モンズナイトとそれを切る斑状花崗岩・花崗閃緑岩である（第11図）。

鉱床の範囲では上記2相の岩石の接触部が凹凸に富み、モンズナイト山塊中に斑状花崗閃緑岩が多数の岩枝を形成し、同時に斑状花崗岩および斑状花崗閃緑岩の貫入とおそらく成因的に関係した花崗斑岩—花崗閃緑斑岩組成の岩株も認められている。

そして本鉱床範囲の主要構造要素となっているのがNW—SE走向のデバクリ断層とNE—SW走向のリーチュク断層の2断層系である。前者は本鉱床付近では鉱床を南西側と北東側から境する2本の平行性破碎帯で構成され、西側の破碎帯はNEEに50—60°、東側の破碎帯はSWWに65—80°傾斜している。リーチュク断層は本鉱床の北西部を走り、SEに60—70°傾斜し、500m前後追跡できる。

鉱体の形態と産状 鉱体は細脈・鉱染鉱体として上述の花崗斑岩・花崗閃緑斑岩岩株に胚胎され、全体として網状鉱床を形作っている。母岩の熱水変質はいちじるしい。鉱体中の有用成分の分布には次のような規則性が認められる。すなわち、鉱床の西翼部には銅鉱化作用が発達してモリブデン鉱物はほとんど認められず、中央部では銅鉱物が漸減してモリブデン鉱物が認められるようになり、さらに東部では銅品位が下がると同時にモリブデン品位が上がっている。そしてデバクリ断層東側分岐断層に直接沿った部分には可採モリブデン鉱体が形成されている。

全可採鉱画内の平均Cu品位は1.5%前後であるが、弱鉱化部分が幾つか繰り返して賦存している。その部分の

Cu 品位は0.3—0.5%を有するにすぎない。

当該可採鉱画は全体として 第11図に示したように北西側はリーチュク断層に 南西側と北東側はデバクリ断層の西分岐断層と東分岐断層にそれぞれ境されている。とくに初成鉱染銅鉱体は熱水変質作用を受けた花崗閃緑斑岩岩株の頂部に位置しているが これはデバグリ断層帯の構造運動の若返りによって母岩が強く破碎され その結果 細脈—鉱染鉱化作用が促進されたものと解されている。 その際 熱水溶液の循環に対して主な通路となったのはデバクリ断層の東分岐断層であり その他の断層は大きな役割を負わなかったと説明されている。

試錐探査の結果によると 鉱床はSEEに25—45°(西部)および50—70°(東部)傾斜した深い椀状を呈し 平断面最大480×600mを有する。

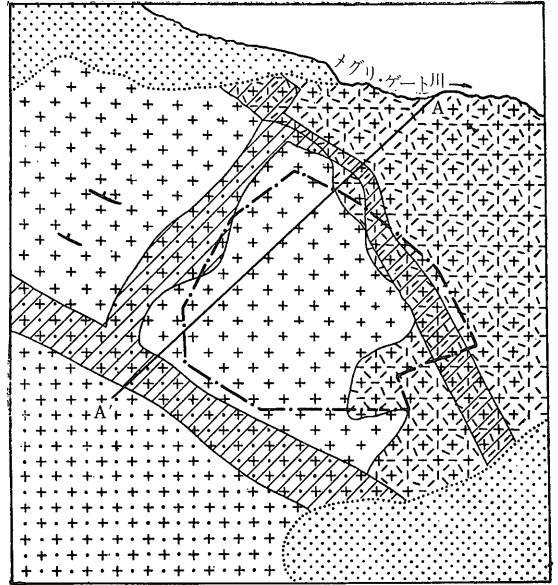
鉱石の鉱物組成 鉱物組成によると リーチク鉱床の鉱石は前記アガラーク・カジャラン両鉱床の鉱石に酷似する。 すなわち 鉱石鉱物は中深度・中温性の銅・モリブデン鉱床に特有の共生関係を示し 初成鉱石鉱物としては黄銅鉱 黄鉄鉱 輝水鉛鉱がもともと広く分布し 次いで赤鉄鉱と磁鉄鉱 斑銅鉱がかなり産出し 少量の方鉛鉱 閃亜鉛鉱 砒四面銅鉱 自然蒼鉛 閃蒼鉛銅鉱 エンプレタイト クラプロサイト 輝蒼鉛鉱も賦存している。 二次硫化物富化帯では斑銅鉱 銅藍 輝銅鉱が多い。 脈石鉱物は主として石英 絹雲母 炭酸塩鉱物 カオリナイトからなっている。

酸化帯には針鉄鉱 水針鉄鉱 孔雀石 藍銅鉱などが発達しているが どちらかといえば酸化帯の発達程度は弱く 断層帯が一般に二次酸化鉱物に富んでいる。 もちろんそれは かなりの深部まで地表水が浸透しやすかったためであろう。 この酸化帯と前記二次硫化物富化帯とは漸移関係にある。

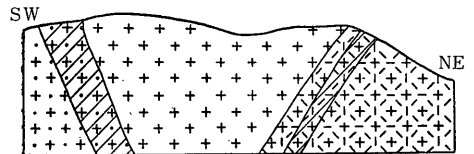
鉱床構造としては細脈構造 鉱染構造 帯状構造 角礫構造 晶洞構造があげられる。

鉱床構成鉱物は6段階の鉱化段階を経て沈殿・生成したものである。 すなわち 第1鉱化段階では磁鉄鉱・赤鉄鉱・黄鉄鉱をわずかに鉱染した石英細脈が 第2鉱化段階では中—細鱗片状輝水鉛鉱の鉱染体と輝水鉛鉱—石英細脈が 第3鉱化段階では粗に斑銅鉱・砒四面銅鉱・閃蒼鉛銅鉱・エンプレタイトを伴った石英—黄銅鉱の細脈と鉱染体が 第4鉱化段階では方鉛鉱・閃亜鉛鉱・石英・方解石からなる稀産細脈が 第5鉱化段階では炭酸塩鉱物の細脈が 第6鉱化段階では硬石膏を伴った石膏の細脈がそれぞれ生じている。

鉱床の成因 リーチク鉱床の成因はアルメニア



A—A' 断面



1 2 3 4 5 6

第11図 リーチク斑岩銅鉱床付近の地質平面および同断面図
A. Ye. ISAKHANYAN ほか
1—現生成体 2—花崗閃緑斑岩
2—斑状花崗閃緑岩 4—モンジナイト・閃長花崗岩
5—断層帯 6—可採鉱画

共和国の他の熱水銅—モリブデン鉱床 とくにアガラーク斑岩銅鉱床と多くの類似性を備えている。 まず 初成鉱体は熱水変質花崗閃緑斑岩中に黄銅鉱・黄鉄鉱・斑銅鉱・輝水鉛鉱その他の鉱石鉱物の密な石英細脈網と鉱染体からなる網状鉱体の形で発達しているが それは全鉱化過程でデバクリ断層帯内に構造運動が復活し その結果 母岩が破碎されて後期鉱化段階をもたらし 網状鉱体の形成を完結させたというわけである。

アイゲドゾール (Айгедзор) 鉱床

この斑岩銅鉱床はザングズールスキー鉱床生成域の南部 アガラーク斑岩銅鉱床の北東に位置し(第1図参照) ツェントラリヌイ鉱区とマラル＝ザミ鉱区の2鉱床に分れている。 1970年に発見され まだ詳しい調査結果は公表されていない。 現状では有望鉱床とされているだけである。 なお 北西方に近接するリジュグヴァース (Личквас) 斑岩銅鉱床と合せてアイゲドゾール＝リジ

ユグヴァース鉱床田と称され 調査も両者平行して行なわれている。

地質 当該鉱床田付近はコングル＝アランゲースプルトンの貫入岩であるモンゾナイト 石英モンゾナイト 閃緑岩 はんれい閃緑岩で構成され 当該岩石はそれぞれ漸移関係にあつて 単一のモンゾナイト相に属する。そしてこれらの岩石はアプライト アプライト質ベグマタイト 閃緑玢岩 輝緑玢岩 ランプロフィアに相当した先鉱化段階の岩脈に切られている。しかし鉱床田付近の最古の岩石は溢流玢岩で 北東部と南部に分布し 上記貫入岩との接触部ではホルンフェルス化されている。

アイゲドゾール＝リジュグヴァース鉱床田の地質構造上の位置の特徴は NNW—SSE 走向 NEE 60—70° 傾斜のデバクリ広域断層とそれに伴われたテイスキー マラル＝ザミ両先鉱化断層との間に拡がっていることである。後2者はいずれも NE—SW 走向で テイスキー断層は NW に60—70° マラル＝ザミ断層は SE に75—80° 傾斜している。このテイスキー断層とマラル＝ザミ断層に沿って走向移動断層形成現象をもたらしかつマグマ溜からの熱水溶液の分離と同時性の構造運動の結果として 鉱化作用を受けた NE—SW 系割れ目系が生じたものと解されている。

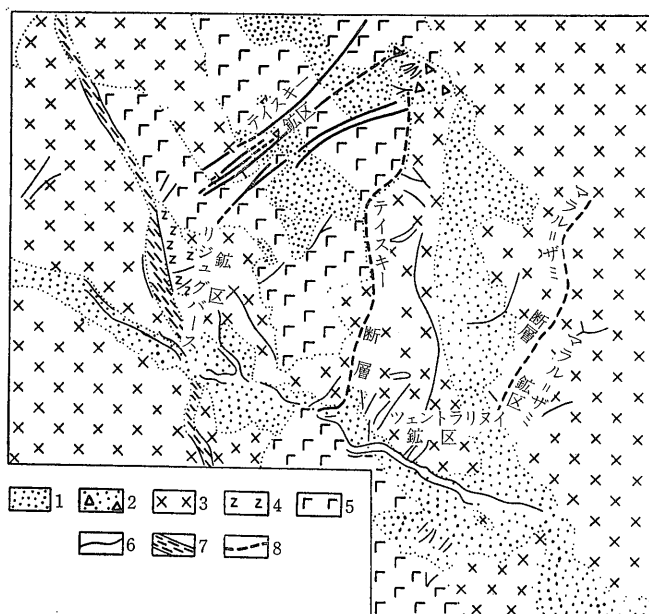
鉱床田内には主として銅鉱体（リジュグヴァース鉱床 テイスキー鉱区全鉱体と リジュグヴァース鉱区の鉱体の一部）および 銅—モリブデン—レニウム鉱体（上記

リジュグヴァース鉱区鉱体の大部分と アイゲドゾール鉱床ツェントラリヌィ・マラル＝ザミ両鉱区全鉱体）の2種のものが認められる（第12図）。

ツェントラリヌィ鉱区はメグリ＝ゲート河の右岸 プガール川の合流点付近に拡がり 鉱床の母岩はモンゾナイトおよびそれと類似組成の岩石で 鉱体はテイスキー断層とマラル＝ザミ断層による構造規制を受けながら両断層に対して斜行している。すなわち 母岩のモンゾナイト類が NE—SW NW—SE E—W 方向の先鉱化断層割れ目系に切られているが そのうちでも重要な役割を果たしたのは NE—SW 方向の断層割れ目系で 岩脈と鉱体はこの系の割れ目に胚胎されている。

この鉱区内には16体のほぼ平行する硫化物—石英脈が認められ 互いに10—15m間隔で配列し 多くは走向が50—60° 傾斜が60—85°で マラル＝ザミ断層に近いものは SE に テイスキー断層に近いものは NW にそれぞれ傾斜している。各硫化物—石英脈は走向延長が75—380m 傾斜延長が105—270mで Cu 品位は 0.1—0.55% Mo 品位は 0.23—1.0% を示す。しかし もっとも注目されていることは Re 品位が高い点である。これら硫化物—石英脈間には鉱染体が発達し 脈も鉱染体も初成鉱石鉱物は主として輝水鉛鉱と黄銅鉱からなり少量の閃亜鉛鉱 方鉛鉱 赤鉄鉱 輝蒼鉛鉱などを伴っている。

現在 アガラーク銅・モリブデン コンビナートに加えられる大きな理由の一つは 深部探査と鉱体翼部の



第12図
アイゲドゾール＝リジュグヴァース鉱床田地質図
1—現代堆積層
2—湖成・陸成層
3—花崗閃緑岩・石英閃緑岩・閃緑岩
4—はんれい岩・はんれい閃緑岩・モンゾナイト
5—斑岩・ホルンフェルス化玢岩
6—輝水鉛鉱—石英脈 黄銅鉱—石英脈
7—デバクリ断層破砕帯
8—確定・推定断層

総合調査結果が出ていない点にある。

マラル＝ザミ鉱区はツェントラリヌィ鉱区の反対側 メグリ＝ゲート河左岸にある。地質は花崗閃緑岩からなり 当該岩体はマラル＝ザミ断層に沿って延びた幅 350—400m の岩帯をなし カオリン化 絹雲母化がいちじろしく ところによっては強い珪化作用を受けている。この強熱水変質岩帯内に鉱化帯があって 主に NE—SW 系の黄銅鉱—輝水鉛鉱—石英細脈網が発達し 同鉱化帯

の延長方向は N20—25°E で 75—80°SE に傾斜している。その走向延長は 700m 厚さは100—130m 傾斜延長は試錐によって地表下 180m まで確認済みだが 全体としては Cu・Mo とも含有品位が高くなく やっと可採品位に達する程度と発表されている。

しかし、鉱化帯内には厚さ 6—15m の富鉱体があって 黄銅鉱と輝水鉛鉱の微脈と鉱染体が密に集り 現在ではその水平・垂直延長部分の探査が急がれている。

(つづく)

[33頁よりつづく]

以上のように 1階が一般見学者のための展示場であり 2階および 3階が研究者のための展示場になっているので 2階および 3階の展示は一般の人々にとっては理解しにくく またその展示形式は旧式で 標本や図面をただ並べただけなので素通りになり易く そのため人影はまばらである。従来の展示形式が“静”とすれば The Story of the Earth のそれは“動”ということができる。

地学関係の博物館には たいてい人目を驚かすような爬虫類や鯨類の巨大な骨格標本 生物の進化についての系統的な展示物 龍大な数の岩石・鉱物標本などが陳列してあるが この博物館には見当らない。その理由は南隣の自然史博物館に古生物学部や岩石・鉱物学部があるためであろう。地質博物館はもともと Museum of Practical Geology (応用地質博物館) という名称であったし 地質調査所と同じ建物内にあったため 応用地質や地域地質などに重点を置いてきたためであろうと思われる。

また世界の近代的博物館には オートマチックガイドイヤホーンの装置をしてある所が多く このイヤホーンをつけてある展示の前に立つとそこの説明が聞えてきて 次の展示に移るとまたそこの説明が聞えてくるようになっている。しかしこの The Story of the Earth のコーナーにはこの装置はまだ施されていない。

なお将来の計画として 1階の北側全部を取払い The Story of the Earth と同じ形式で “Britain before Man” (人類発生以前の英国) というコーナーを設ける予定で目下準備中である。また中 2階に “British Fossils” (英国の化石) というコーナーを設けることも計画されているが いずれも経済的の事情で実現が遅れている。

8 付 属 施 設

この博物館の付属施設として図書館・写真部・図書販売部などがある。

9 お わ り に

ロンドンの地質博物館の The Story of the Earth のコーナーは内容や展示形式が最も近代的であり 今後の博物館のあり方として教えられる所が多く この地を訪れる人には一見に値すると思われる。

なお本文で用いた写真のうち 第 5・9・10・16図は英国地質科学研究所年報 (1972) から転載した。また第 11—15 および 17—20 図は本所寺岡易司技官撮影によるものである。

文 献

砂川一郎 (1959) : イギリスの地質調査所 地質ニュース no. 59 p. 18—23.
 井上英二 (1971) : 英仏両国における海洋地質調査研究活動の現状 地質ニュース no. 202 p. 1—19.
 Geological Museum (1972) : The Story of the Earth p. 1—36.

人 事 異 動

・地質調査所では次のとおり人事異動が行なわれました。

| (氏名) | (新) | (旧) |
|-------|-----------|----------|
| 東野 徳夫 | 技術部化学課長 | 技術部化学課主研 |
| 関根 節郎 | 辞職 | 技術部化学課長 |
| | 昭和51年4月1日 | 工業技術院 |

| (氏名) | (新) | (旧) |
|--------|-----------|--------|
| 沢村 孝之助 | 北海道支所長 | 地質部主研 |
| 上島 宏 | 辞職 | 北海道支所長 |
| | 昭和51年5月1日 | 工業技術院 |