

中央カムチャツカ山脈中のクラスノゴルスコエ銅-モリブデン鉱床と  
今後の稀少金属鉱床探査の展望\*

M. A. SUKHAREV

岸本文男\*\*訳

この短報は、著者が指導した地質調査班によって、1956年に発見されたクラスノゴルスコエ銅-モリブデン鉱床の地質に関する情報を紹介するものである。

クラスノゴルスコエ鉱床はプラーバヤボロフスカヤ川の水源部分にあり、中央カムチャツカ山脈の主稜の近く、クラスナヤ山北側の急傾斜(30—50°)斜面の海拔1,200~1,700mの地点に賦存する。

中央カムチャツカ山脈中にモリブデン鉱化作用の徴候があることを最初に述べたのは、V. A. YARMO-LYUKである。1954年にB. V. STYRIKOVICHはクラスナヤ山山麓で含鉱石英礫を発見した。1955年にZ. A. KUZNETSOVAはこのデータを根拠にして同地域で地質調査を行ない、クラスナヤ山の銅-モリブデン鉱露頭が確認された。

本鉱床を構成する地質は、先カンブリア紀(?)片麻岩類、閃緑岩・花崗閃緑岩組成の貫入岩類、第三紀砂岩・礫岩、第四紀のルーズな堆積物である。

片麻岩類はいちじるしく発達している。この片麻岩類は、灰色ないし暗灰色、細粒質および中粒質である。岩石学的組成によると、この片麻岩類は相互に漸移する黒雲母片麻岩と珪線石-黒雲母片麻岩に分けられる。ごくまれには、黒雲母-角閃石片麻岩とざくろ石-角閃石片麻岩も認められる。片麻岩類の岩石学的特徴となるのは、その中に、フィールドで輝水鉛鉱と見間違い易い、肉眼では同定し難い微小板状の黒鉛が少量賦存することである。黒鉛を随伴した片麻岩は、主として鉱床地区南東部に認められる。これら諸片麻岩はほとんどの所で石英-長石物質の注入を受け、ところどころでミグマタイトの岩相を呈する。片麻岩系を構成するものとして花崗片麻岩もあり、それはクラスナヤ山の東斜面に賦存している。この花崗片麻岩は、通常、片麻岩に漸移し、ある程度片麻岩の花崗岩化過程があったことを示している。クラスノゴルスコエ鉱床の区域では片麻岩類と花崗片麻岩が黄鉄鉱に鉱染され、鉱体群範囲では黄銅鉱、輝水鉛鉱、磁硫鉄鉱に鉱染されている。

鉱体群の範囲およびその近くでは、片麻岩類は強い熱水変質作用を受け、不規則な珪化作用、絹雲母化作用、緑泥石化作用にそれが現われている。

熱水変質片麻岩類は一般に淡色を呈し、塊状構造を示す。強く珪化・絹雲母化されたものの中に、鉱物組成を異にした暗色を示す非変質片麻岩のレリクトが存在することもまれではない。熱水変質片麻岩の組織は不均一で、部分によっては残存グラノレピドプラスチック組織もしくはグラノプラスチック組織、部分によってはプラストマイロニチック組織、プラスト膠結組織を有する。岩石を構成するのは、石英、斜長石、絹雲母、黒雲母、珪線石などである。上に述べたように、鉱床区域各部の片麻岩中の珪化作用と絹雲母化作用は不均一に働いている。ある所では絹雲母化作用がきわめて強く珪化作用が弱く、その中の絹雲母量は70~80%に達している。またある場合には、反対に、片麻岩中の熱水変質が主に珪化作用で、ごくわずかに絹雲母化作用と緑泥石化作用が働いているにすぎない。そのような岩石の石英含有量は70%にもなり、珪岩の岩相を呈する。

貫入岩類は、主として、鉱床田の範囲とその隣接地区に分布する。そしてこの貫入岩類は花崗閃緑岩・石英閃緑岩・閃緑岩からなり、生成期・走向傾斜・規模を異にした2種の貫入岩に分けられる。

ベルシナ山貫入岩 この貫入岩はボロフスカヤ川とユルチナ川の流域に広い面積(約400 km<sup>2</sup>)を占め、大きな底盤を形作っている。その大部分は花崗岩と花崗閃緑岩からなり、その縁相部分では次第に

\* M. A. Сухарев (1961): «Красногорское медно-молибденовое месторождение в Среднем Камчатском хребте и перспективы дальнейших поисков руд редких металлов»: в кн. «Сырьевые ресурсы Камчатской области», ソ連科学アカデミー出版所, стр. 52—58

\*\* 鉱床部

石英閃緑岩に、ところによっては閃緑岩に移り変わっている。鉾床の区域にこの貫入体南縁部が入りこみ、その部分には斑状構造を呈する黒雲母-角閃石-石英閃緑岩が発達し、深部に向って均質花崗閃緑岩貫入体に漸移する。このベルシナ山貫入岩は先カンブリア紀(?)片麻岩類を切り、その接触境界は明瞭で、凹凸し、湾曲している。その全体的な走向は東西に近い。接触面は一般に南に50~70°傾斜している。また貫入岩の接触部近くには片麻岩の捕獲岩がみられ、その捕獲岩は暗色鉾物に富んでいることが多い。貫入岩中の変成岩の重要な変質といえる現象は認められない。ただところどころ、片麻岩が貫入岩の注入物質の滲透によって石英と長石に幾らか富んでいることがある。外接触帯には、薄い黒雲母変質緑が生じていることもまれでない。そのほか、接触帯中には硫化物(黄鉄鉾、黄銅鉾、まれに磁硫鉄鉾)の疎分散鉾染現象が認められることがかなり多い。

鉾物群の区域の東部には優白質斑状花崗閃緑岩が賦存するが、これはベルシナ山貫入岩に組成がよく似たほかの岩石と全く異なったもので、片麻岩中の長さ450m、幅最大200mの舌状体を形成し、クラスナヤ山の北麓ではそれが洪積層におおわれている。

優白質花崗閃緑岩は淡色、細粒質で、角閃石よりもはるかに黒雲母が多く(全体としてこれらの暗色鉾物は少ない)、石英が多くてカリ長石もかなり含まれている。ところによって、この岩石は組成からいえば花崗閃緑斑岩もしくは花崗斑岩に近いものもある。優白質斑状花崗閃緑岩と片麻岩との接触部は数mの間で互いに漸移する形である。この優白質花崗閃緑岩は鉾床の貫入岩の中で幾らか特殊な位置を占め、これとベルシナ山貫入岩本来の石英閃緑岩および花崗閃緑岩との相互関係は詳らかでない。鉾物組成が似ていることおよびその分布位置を考へて、筆者はこれら両岩石をベルシナ山貫入岩にまとめた。しかし、鉾床区域に独立した花崗閃緑岩と花崗閃緑斑岩の貫入体が存在する可能性は全くもない。ベルシナ山貫入岩の貫入時期は条件つきで上部白亜紀と考えられる。

クラスナヤ山貫入岩は鉾床区域の西部に分布し、半深成小貫入体型のものである。現世の削剝断面でみると、この貫入岩はきわめて不規則な形を示し、主岩体の分岐体である貫入岩部分の点在露頭によってその縁部をどうにか把握できる場合が少なくない。全体として、この貫入岩は東西に近い方向に幾らか長く伸びている。それが占めている面積は0.6~0.7km<sup>2</sup>を越えない。クラスナヤ山貫入岩は斑状黒雲母-角閃石閃緑岩と閃緑斑岩からなる。その南側接触面はSSWに急傾斜(40~50°)する。また、北側縁部(クラスナヤ山北斜面)には貫入岩体の頂部を構成する閃緑岩の小露頭が存在し、その部分はきわめて不規則な輪郭を示すが、これは一つには削剝断面の性質に、また一つには貫入岩の表面の形に原因するものである。2, 3の地点では、この貫入岩の表面の形はキュボラ状を呈し、変成岩下に急傾斜で没入している。片麻岩との接触部では、斑状閃緑岩がもっと色の黒い閃緑玢岩に変わり、片麻岩が角閃石質岩に変わっているが、その接触帯の幅は1.5~2.0mを越えない。

北西末端部では、閃緑岩の半深成小貫入岩がベルシナ山貫入岩と盛んに接触している。その接触面はほぼ垂直で、東西性の方向を示す。このベルシナ山底盤の岩石中の接触部には、石英の破碎、斜長石・黒雲母・角閃石各結晶の屈曲にみられる圧碎現象が認められる。そのほか、接触部に平行な割れ目の生成と貫入した岩石の構成鉾物によるその割れ目の充填現象も認められる。クラスナヤ山貫入岩の内接触帯中では同貫入岩は接触面に平行な明瞭な流理の跡をとどめた玢岩で構成され、東側接触部は片麻岩と優白質花崗閃緑岩中に貫入した舌状体および岩脈の形で同貫入岩が追跡できる部分もある。クラスナヤ山貫入岩の貫入時期は、おそらく、第三紀である。鉾床区域では、この貫入岩も、その側岩である片麻岩と同様に熱水変質作用を受けている。優白質斑状花崗閃緑岩中には絹雲母化作用と珪化作用がもっとも強く現われ、クラスナヤ山の斑状閃緑岩中には上記変質作用とともに強い緑泥石化作用が認められる。

貫入コンプレックスは、閃緑玢岩、アプライト、花崗玢岩、ランプロファイアからなる脈状岩系を伴っている。これらの岩脈は小規模で、鉾床の主な割れ目構造のオリエンテーションと一致する東西方向と北東方向に主として配列している。

砂岩と礫岩はクラスナヤ山北斜面の小範囲に残っている。これは鉾床区域でもっとも新期の先第四紀岩層で、カムチャツカ半島の他の地域の動物化石に富んだ地層との類似性からすれば、その生成時代を

中新世とすることができよう。この堆積層は変成岩と貫入岩の水蝕面上に不整合に分布し、ある場合には礫岩が不整合に乗り、さらに砂岩が上位に分布し、またときには直接に砂岩だけが分布する。

礫岩は下盤岩石(閃緑岩、片麻岩、玢岩、石英)の礫を含む。また、その中に鉱石の礫(黄銅鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱を伴う礫)があることは大きな特徴である。含鉱石英脈は礫岩と砂岩を切っていない。これらの事実は、銅-モリブデン鉱床生成期が中新世の範囲にないとし得るものである。

砂岩はいろいろな粒度のものがあ、板状節理が発達し、組成にもとづいてポリミクト砂岩、アルコース砂岩、石英砂岩に分けられる。ルーズな第四紀層は、この鉱床区域では、洪積成砕層堆積物および水河成生成体で構成されている。

地質構造の点でいえば、鉱床区域は褶曲要素がほとんど南北にオリエンテーションされる大規模な中央カムチャッカ背斜のドーム部に相当する。この構造は南北方向と東西方向の大型断層で複雑になっている。そして、鉱床区域には割れ目構造がいちじるしく発達する。

北西走向および北東走向の割れ目と急傾斜の東西性断層割れ目とははっきりと区別できる。前者の割れ目はパラクレス(paraclyse)に、後者は輝緑岩に関係がある。

鉱床区域における鉱化体はベルシナ山花崗岩類貫入岩と先カンブリア紀(?)片麻岩との接触帯に関係が深く、その上空間的には、この接触帯の範囲に突き出ているクラスナヤ山半深成斑状閃緑岩小貫入体に胚胎されている。これらすべての岩石は多かれ少なかれ鉱石鉱物を伴っている。鉱化体は、約2 kmにわたって追跡できる東西方向の破碎帯に規制されている。この破碎帯の内部構造は、主として、東西およびそれに近い走向の構造断層の存在に左右され、それは同方向の多数の小割れ目によって複雑なものとなっている。

明瞭に現われている北東性と北西性の割れ目は破碎帯の構成にあまり大きな役割を果たしていない。圧倒的の大部分の割れ目は南に50~70°傾斜するが、このことから、破碎帯が全体として南に急傾斜していると結論することができる。破碎作用が及んだ区域、さらに主として半深成閃緑岩小貫入体の近くでは、断層およびそれに伴ったごく小さな割れ目が含鉱石英ないし硫化物に充填されていることが少なくない。それと並んで、破碎された岩石も鉱石鉱物に不規則に鉱染されている。

鉱床の西部、すなわち地表調査が比較的進んでいる部分では、クラスナヤ山小貫入体の斑状閃緑岩中の鉱化作用が硫化物(黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱、磁硫鉄鉱)の幅0.1 mmから1~5 mm、きわめてまれには最大1 cmの交叉細脈の多少密な網状体(1 m当り10~30本)、そして各細脈の間の上記硫化物の鉱染体を形作っている。また、上記閃緑岩を胚胎している熱水変質変成岩中の鉱化作用もほぼ同じような性質を備えているが、硫化物の鉱染は暗色鉱物の部分に関係深く、主として片麻岩の片理に沿って分布すると言える。

鉱石の配列に大きな意味をもっているのは、東西方向に数10 m連続する比較的薄い(20 cm前後)石英脈である。大部分の石英脈の傾斜は南および南東に50~85°である。そのほか、オリエンテーションずみの石英脈とつながる多数の微細な分岐細脈があり、その結果、多くの鉱床部分に濃密な鉱石石英網状体が生じている。石英脈中の鉱化作用の性質はこれらの石英脈を胚胎している貫入岩・変成岩中の鉱化作用の場合と幾らか異なる。すなわち、その石英脈中にはほとんど1種類の鉱石鉱物、輝水鉛鉱が含まれているだけである。輝水鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱を随伴した石英脈が賦存することはまれで、その場合でも、通常、輝水鉛鉱の方がはるかに多い。石英脈・石英微脈中に認められる鉱石鉱物は無秩序に分布している。黄鉄鉱と黄銅鉱は分散鉱染し、輝水鉛鉱は径1~5 mmの単鱗片として、鱗片集合として、またごくまれには細かな分散鉱染体として賦存する。輝水鉛鉱の大部分は石英脈・石英微脈の鍾肌に沿った幅1 mmから1 cmの不連続縁(discontinuous margin)を構成する。

鉱床の中心部、すなわち優白質斑状花崗閃緑岩中には、薄い石英脈・微脈系とともに、割ってみて初めてわかるような岩石中の微細な割れ目に鉱化作用が及んでいる。この微細な割れ目には輝水鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱の微小鉱染体が認められ、幾つかの割れ目には黄鉄鉱と黄銅鉱だけがそれを充填し、輝水鉛鉱は肉眼的には認められないのである。鍾肌部分に輝水鉛鉱が集っている一本の石英脈の盤際近くでは、淡色の花崗閃緑岩がこの輝水鉛鉱の微細な鉱染のために暗灰色もしくは黒青色化している。

以上のように、鉱床の各部分で鉱化作用はかなり一定した性質を備えている。観察するために行くことさえ難しい鉱床東部では、片麻岩と石英脈が黄鉄鉱に多量に鉱染されている状態が認められる。

鉱床の主要鉱石鉱物は、輝水鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱である。混在物として鉱石中に賦存する副次的鉱物は、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）、閃亜鉛鉱である。鉱石中の脈石鉱物は石英を主とし、少量の炭酸塩鉱物を伴う。硫化物に鉱化された岩石の非金属体中には、磁鉄鉱、黒雲母、角閃石、絹雲母、緑簾石、緑泥石、カオリナイトが多く、少量の珪線石と石墨も認められる。鉱床部分の鉱化作用は、おそらく、温度の次第に降下する条件下で長い期間を要したものであろう。

各種鉱物組成の鉱脈脈脈と石英脈脈との相互関係の研究結果、鉱石鉱物そのものとその分布の性質との間の相関関係の研究結果にもとづいて、鉱床を作った鉱化作用は3期に分けることができる。

1. 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。
2. 石英、大型鱗片状輝水鉛鉱、少量の黄鉄鉱と黄銅鉱の沈殿。
3. 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、ごく微量の硫砒鉄鉱・レーリンジャイト・毛鉱・銀黝銅鉱・閃亜鉛鉱の沈殿。

第1鉱化期に、おそらく、岩石の破砕作用が行われたに違いない。それは、主として東西走向の微細な多くの割れ目の生成に現われている。この割れ目に、また割れ目と割れ目の間に鉱液から磁鉄鉱が沈殿し、ついで硫黄の添加によって黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱とごく少量の輝水鉛鉱が沈殿している。鉱石の沈殿作用は部分的に岩石の絹雲母化作用と珪化作用を伴っている。

第2鉱化期には、閃緑岩、花崗閃緑岩、片麻岩は強く繰返す破砕作用を受け、その結果として開口割れ目（東西性）、部分的には剪断割れ目（北東性）が生じた。そして、割れ目に沿って循環した溶液が少量の黄鉄鉱と黄銅鉱を含有するモリブデン-石英脈・微脈網状体を形成した。

この世代(generation)の輝水鉛鉱は大型および中型鱗状のもので、脈中に部分的に、主として鍾乳に沿って晶出している。黄鉄鉱と黄銅鉱はこの輝水鉛鉱生成後に生成し、輝水鉛鉱の鱗状集合体を切っている。側岩の変質は絹雲母化、珪化、緑泥石化である。この第2鉱化期の鉱石は単純な組成で、中温成のものに相当する。

第3期にも、明らかに、割れ目の開口作用が続き、ところによっては早期に生成した石英脈の強い破砕作用が行われ、モリブデンに富んだ鉱液が循環した。この期の鉱石コンプレックスは比較的高品位である。このタイプの鉱石の特徴といえるのは、そのコロホーム状構造と角礫状構造である。鉱石中の黄鉄鉱は自形の結晶として成長し、孔隙を充填している。高品位モリブデン鉱石縞の厚さは大きくない。

表成鉱化体の部分では、初成鉱石鉱物の変質作用が進み、2次成の新生鉱物が生成している。そのような新生鉱物に属するものとして、褐鉄鉱、孔雀石、鉄水鉛鉱がある。はっきりした鉱床酸化帯は認められず、地表部分には、2次成鉱物とともに広く初成硫化物が分布している。

本鉱床の鉱石分布範囲は、いちじるしく長い延長を有する。その範囲には、形態・鉱物・組成・鉱化程度を異にした独立鉱体は認められない。このことは鉱石分布範囲の西部で鉱石を野外化学分析することによって確認され、その分析結果は主要鉱石成分——モリブデンと銅——の分布が比較的均一で、硫化物鉱化作用の累帯配列が全然現われていないことを示している。上記地表試料中のモリブデンと銅の品位は、0.001%から0.1%の範囲にある。

以上のように、クラスノゴルスコエ鉱床は銅とモリブデンの鉱染鉱化作用を伴った微脈・鉱染型（網状型）に属する。その鉱石中に広く分布する黄鉄鉱中には、微量の金が認められる。鉱石網状体は深さ約150mに達する剝削作用によって地表に露出している。鉱化作用がおそらくかなり深處まで及んだものと思われる破砕帯に規制されているので、この鉱石網状体が深部に続いていることは疑いないだろう。

鉱床の成因 モリブデン鉱床の基本的な成因の分類によると、クラスノゴルスコエ鉱床は稼行上もつとも有望なモリブデン-黄鉄鉱フォーメーションに属する。生成温度からいえば、この鉱床は中温型に入る。それは、次のような事実が証明している。

- (a) 長石の珪化作用と絹雲母化作用, 角閃石と黒雲母の緑泥石化作用で代表される側岩の変質.
- (b) 鉱液の, 主として開口割れ目中への滲透.
- (c) 多くの場合の鉱石の中温成鉱物組合せ (黄鉄鉱, 輝水鉛鉱, 黄銅鉱, 次いで磁硫鉄鉱, 磁鉄鉱, 少量の硫砒鉄鉱, レーリンジャイト, 毛鉱など).

すでに述べたように, クラスノゴルスコエ鉱床の地表部分の鉱石はモリブデンと銅の品位が低いことを特徴とする. しかし, 鉱石網状体の規模はきわめて大きく, そのためモリブデンの鉱量は莫大である. それに加えて, 周知のように, 地表帯では部分的褪色現象とモリブデンの溶脱現象によって鉱石の低品位化が認められるので, 深部での金属含有品位の上昇が期待できる. これに好適な採鉱開発条件 (鉱床は露天掘が可能) が加わり, それに地表帯の鉱石の酸化程度が鉱石原料の処理技術を複雑にするほどいちじるしくなれば, クラスノゴルスコエ鉱床は今後さらに研究する価値をもっている. その第一段階として, 深部におけるモリブデンの品位などを明らかにするために2ないし3本の探鉱坑道を掘進するよう勧告することがもっとも時宜に適しているだろう.

クラスノゴルスコエ鉱床から南および南東の地域全域が, 筆者らの見解によると, 有望な銅-モリブデン鉱体の賦存を期待できる地域である.

1. クラスノゴルスコエ鉱床の南東4 kmにある類似地質環境中のカグニシン山の銅-モリブデン鉱体, その点試料のモリブデン品位は0.003~0.014%の範囲を示す. したがって, カグニシン山に剝削作用によって露出し始めたばかりの銅-モリブデン鉱床が存在する可能性はある.
2. レーブイ ルントス川とその支流の椀かけ精鉱中の輝水鉛鉱の存在 (カグニシン山南南東9 km)
3. ガナリスキエ ポストリャキ山脈中の銅鉱化作用の鉱徴
4. 中央カムチャツカ山脈南部のモリブデン鉱体化のある数地点についてのV. A. YARMOLYUKの指摘

以上のことは, 銅-モリブデン鉱徴がかなり広範に分布すること, すなわち中央カムチャツカ山脈の南部に鉱床分布域があることを示している. この鉱床分布域内には, クラスノゴルスコエ鉱床とソ連各地の可採鉱床とを比較した結果が同鉱床の有望性を示唆しているように, 大きな可採モリブデン鉱床が賦存する可能性がないわけではない.