

モンゴル・エルデネット鉱山を訪ねて

内藤 一樹¹⁾・須藤 定久¹⁾

1. はじめに

モンゴルは中国とロシアに挟まれた内陸国で、156.7万km²の限りなく広い草原の国土に236.3万人が住む、人口密度は実に2人/km²、限りなく人口希薄な国である(第1図)。

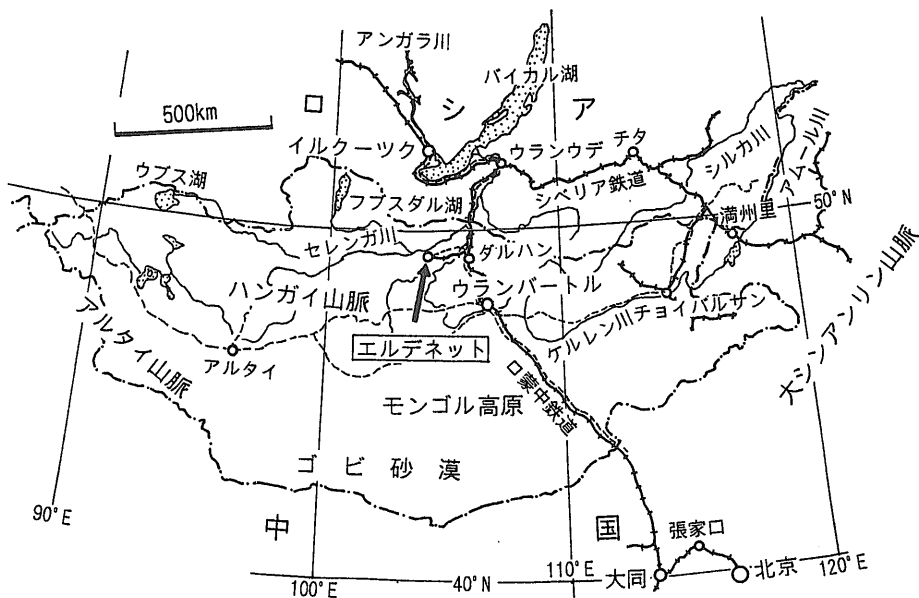
筆者らは日本とモンゴルの共同研究(地質調査所・モンゴル国地質調査所, 1998)やモンゴルに対する技術協力事業を通じて、モンゴル北部にある東アジア最大の規模を持つエルデネット鉱山を訪ねる機会を得、様々なものを見ることができた。この鉱山とその周辺の地質や鉱床、自然や人々の暮らし等を紹介してみよう。既に岸本(1979a,b, 1984)により鉱床の開発過程や概要が、佐藤(1991)により鉱山の概要が、栗本(1997)によりモンゴル人の

生活や地質の概要が紹介されているので、それらと重複することは省略する。また、エルデネット鉱床に関する研究の詳細についてはDejidmaa & Naito (1998)で紹介したので、ここでは概略のみ紹介する。

2. 東アジア最大の銅山・エルデネット

かつてのソ連は東シベリアからモンゴルまで広い範囲の鉱床探査を行った。エルデネット鉱床は、探し当てた銅鉱床中ではソ連領シベリアのどの鉱床よりも優良な鉱床と評価され、ソ連とモンゴルの合弁で開発が始められた。それは1987年のことであった。

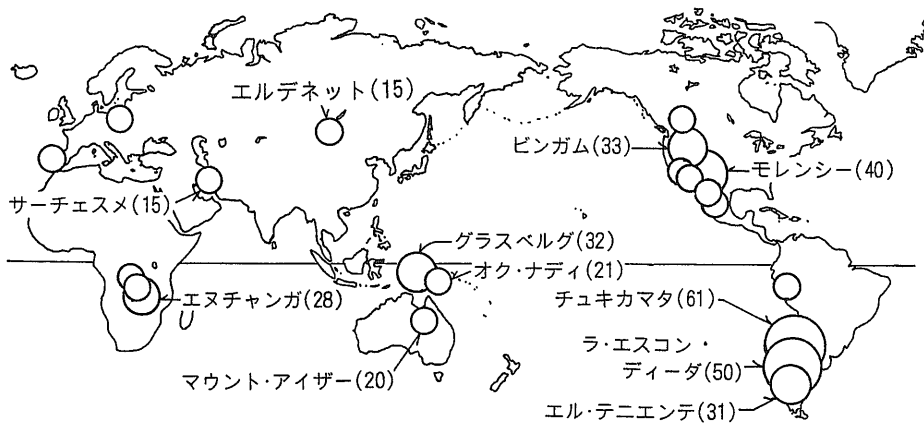
以来この鉱山は、大型の重機を使っての大規模



第1図 エルデネット鉱山の位置。

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部

キーワード：モンゴル, エルデネット, ポーフイリー・銅・カッパー・鉱床



第2図 世界の巨大銅鉱床。鉱業便覧(1997年版)のデータを図化。

な露天掘りにより、年間約15万t前後の銅を産出している。鉱石は、選鉱され精鉱として、シベリア鉄道を経由して、主に東欧諸国や中国へ輸出され、モンゴルの国家収入の40%を稼ぎ出していると言われる。

エルデネット鉱山の話に入る前に世界の銅鉱山について眺めておこう。世界の主な銅鉱山の分布を第2図に示した。世界最大の銅鉱山は南米チリのチュキカマタ鉱山で、年産61万tと言われている。これにラ・エスコンディーダ(チリ、年産50万t)、モレンシー(アメリカ、同じく40万t)と続いている。世界の巨大鉱床は、その殆どがポーフリー・銅(斑岩銅)型鉱床で、多くが南北アメリカに集中している。

ここで話するエルデネット鉱床は年産量から見ると世界の15~20位ということになる。アジアには巨大な鉱床は少なく、世界20傑にはいるのはイランのサーチェスマ鉱山(年産14.5万t)と今からお話するエルデネット鉱山である。

エルデネット鉱山は、世界最大クラスとは言えないが、巨大鉱床の1つであり、「東アジア最大の銅鉱山」ということは間違いない。

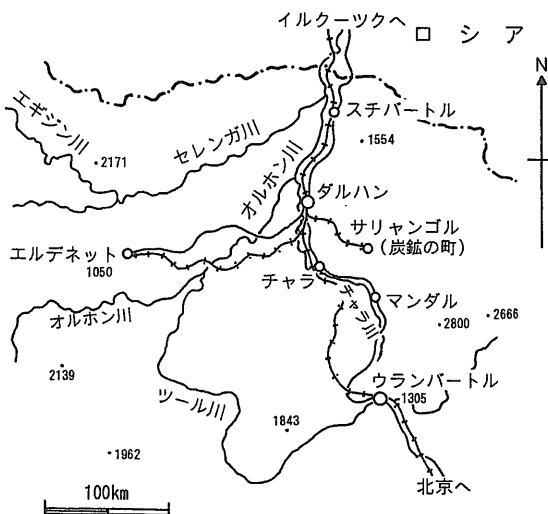
1鉱山で年産15万tというが、これは実にすごい量なのである。戦後の金属鉱業最盛期であった1970年頃の日本全体の産銅量が年間12万tほどであった。日本の3大銅鉱山、足尾・別子・日立の総産銅量はそれぞれ60~70万tである。日本の代表的鉱山の総産銅量を世界最大の鉱山ではおよそ1年で、エルデネット鉱山でも4~5年で採掘してしまうのである。

2. エルデネットへの旅

モンゴルの首都ウランバートルからエルデネットへは直線では約220km、道のりでは430kmほどだ(第3図)。

列車か車での旅となるが、どちらにしても丸一日を要する旅である。私達は車での旅となった。優雅な列車での旅(佐藤, 1991)に比べ、かなりハードな旅である。

朝、ウランバートルを出発したものの、街はずれでの給油に手間取り、昼近くの出発となった。草原の真っただなかを西へ、そして北へ、ただただ走る。往復2車線の舗装道路であるが、いたるところに穴があいており、なかなかスピードは上がらない(写真1)。



第3図 エルデネットへの道。



写真1 ウランバートルから北へ向かう国道の風景。一応舗装道路だが、あちこちに穴があいている。



写真2 草原の羊の群れ。白い点々が緑の絨毯の上をゆっくりと形を変えながら移動していく。

車窓から外を眺めると、緑の絨毯の上を無数の白い斑点がゆっくりと移動する。羊の群だ(写真2)。ある時は羊の群と、またある時は川の流れて、そしてある時は列車と並走しながら北へ、北部の中心都市ダルハン(写真3)へ到着したのは夜の8時過ぎだった。北国の夏は日が長いので、まだ夕方、暗い夜が来るのは午後10時すぎである。

ダルハンで1泊し、翌朝エルデネットへ向かう。草原をひたすら西へ進む。どこまでも続く1本道、

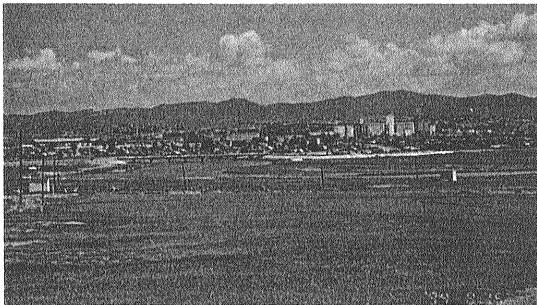


写真3 ダルハンの街。モンゴル北部の中心地であり交通の要衝でもある。

舗装工事が行われているものの途中できれ、砂利道になる。

やがて、バイカル湖へ注ぐ一大水系であるセレンゲ川の支流オルホン川を渡る(写真4)。バイカル湖はここから北西方へわずか200km足らずの位置になる。この付近は気候区分からいうと、針葉樹林帯(タイガ)で特徴づけられる亜寒帯気候に属している。川沿いの平地や山々の尾根筋には、森林が目につくようになる。

緑一色の世界に、まっすぐな一本の道がどこまでも続き、一本の送電線がそれと併走する。時に遊牧の羊が歩き、荷物を背負った駱駝もとおる(口絵参照)。こんな道を進むこと4時間ほどでようやくエルデネットの街に到着する。

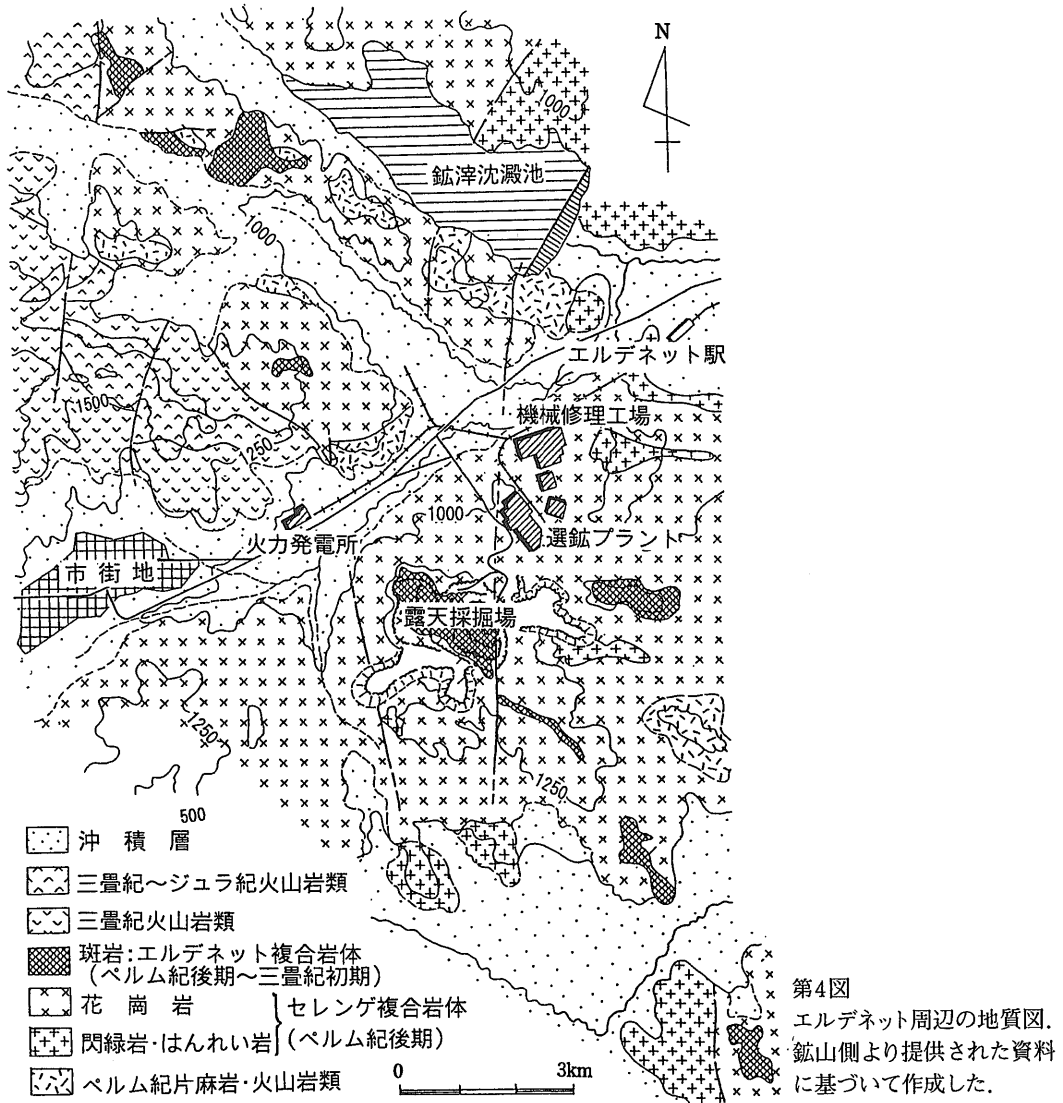


写真4 オルホン川をわたる。ダルハンからさきは殆ど未舗装、そして橋は木製である。

3. エルデネットの街

人工の街エルデネット:この街は、鉱山を開発するために、全くの草原の中につくられた街だ。街に入るとまず鉄道駅がある。その先のエルデネット鉱山の入口を過ぎると、道路の脇に石油コンビナートで見ると太いパイプが現れる。まもなく道路の右側に大きな煙突のある建物が現れパイプはここに引き込まれている。鉱山とは反対側の市街地の方向にもパイプが延びている。パイプに沿ってすすむと市街地に入る。

市街地の街路は広く、幾何学的に走り、計画都市であることを感じる。3~5階のアパート風の建物が林立し、中心部にはホテル、公会堂、ショッピングセンターが配置され、周辺部では10階程の高層アパートも建設中である(写真5B, C)。街のいたるところから鉱山の巨大なズリ山を眺めることができる



第4図
エルデネット周辺の地質図。
鉱山側より提供された資料
に基づいて作成した。

(写真5D)。

街路の先は草原：アパートの並ぶ街路を歩いていくと、アパートが終わる。すると道路も終わる。その先は一面の草原であり、ゆったりとうねる緑の丘がどこまでも続いている。日本の街はずれとは似ても似つかないこの風景は、日本人には何とも奇妙な風景である。

計画都市・街と鉱山の配置：鉱山側から提供された資料(第4図)で見ると鉱山の西側に市街地が配置され、東側の鉱山との中間位置に火力発電所が置かれている。

鉱山の北東側には、選鉱工場、機器の整備・修理工場、鉄道や各種工場が配置されている。東方

のダルハンからの鉄道は街の東端の駅が終点だが、発電所や鉱山、工場には、引き込み線が設けられている。ダルハンから発電所へ石炭が運ばれ、鉱山から精鉱が積み出されていくのである。

大きな煙突のある建物(写真6)は火力発電所で、この街と鉱山・工場の電気と熱水を一挙に供給するエネルギー・センターとなっているのだ。ダルハンからの道路と併走する送電線は、電力の不足分をロシアから買電するための設備だという。

高層アパートとゲルの街：鉱山の採掘場にのぼると、草原の中につくられた人工の街を一望の下に眺めることができる。鉱山前から火力発電所を経て街へ向かう道路がまっすぐと延び、そのむこうに、

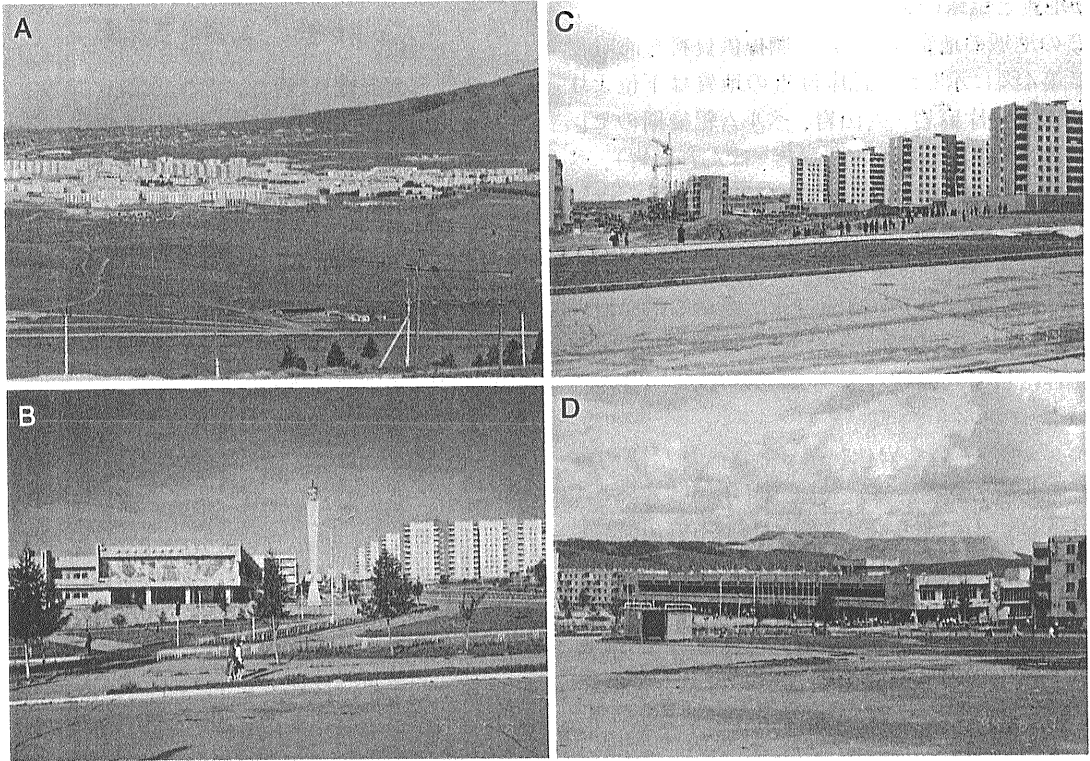


写真5 エルデネットの街。A：鉱山からみた街の遠景，B：市街の中心，ショッピングセンター前，C：街の西側に建設が進むアパート，D：街中からみた鉱山。どこからも巨大なズリ山が見える。

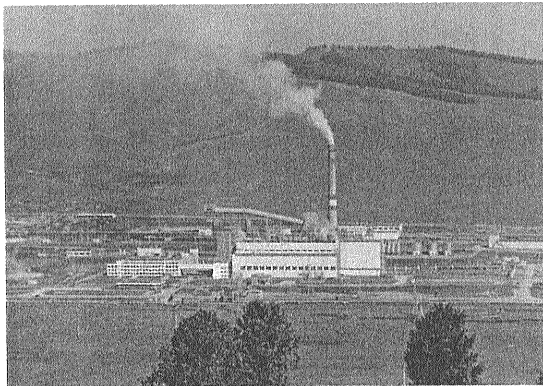


写真6 街と鉱山の間で置かれたエネルギープラント（電力と熱水の供給基地）。

どこまでも緑の草原の中に全く異質なコンクリートの塊が林立する街が見える(写真5A)。

コンクリートの塊の向こう側には、草原の中に無数の点が見える。目を凝らしてみるとゲルである。遊牧民も都市の生活の便利さにみせられ、アパートに入居を希望するものが多く、郊外にゲルが集まり、入居待ちをしているということだ。

4. エルデネットの丘

(1)トルコ石の丘

この付近はモンゴル高原北部の高原地帯で、ゆったりとした緑の起伏がどこまでも続いている。標高は谷底で800～1,000m、尾根筋で標高1,200～1,500m前後である。エルデネット鉱床は径3km、標高1,500m程の丘の頂上付近にある。

この丘は、昔から宝石(トルコ石)の産地として知られていた。真っ青で軟らかいトルコ石は銅を含む鉱物なので、地下に銅鉱床が存在することが多い。このように鉱床の存在を示す兆候を鉱徴というが、この丘のトルコ石はまさに大型銅鉱床の鉱徴だった。

銅鉱床を確認するために1964年から1972年にかけて多くのトレンチ(地表下の様子を観察するために掘られる溝)やボーリングが行われるなど、系統的探査が行われ、V.S.カーニンをリーダーとするソ連技術者の指導のもとに詳細な地質図、鉱床図がつけられた。

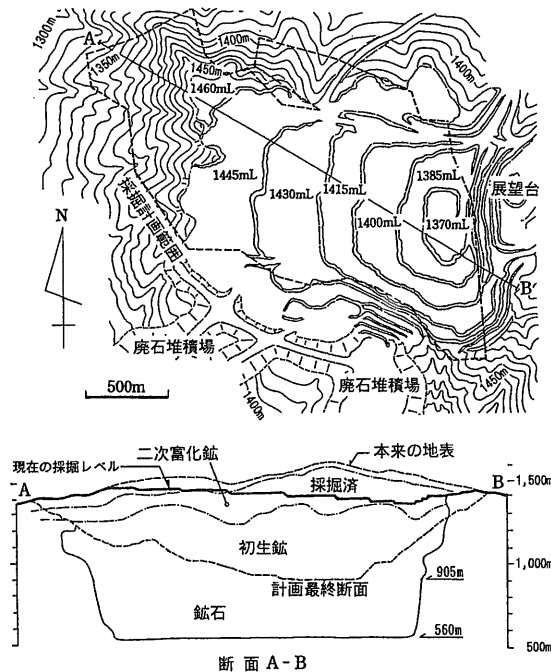
(2) 地質と鉱床の概要

この地域の地質図を、鉱山側提供資料を簡略化して第4図に示した。鉱床付近の地質は下位よりペルム紀の片麻岩・火山岩、ペルム紀後期のセレンゲ複合岩体(花崗岩・閃緑岩・はんれい岩)、ペルム紀後期～三畳紀初期のエルデネット複合岩体(斑岩類)、三畳紀火山岩類、三畳紀～ジュラ紀火山岩類、沖積層からなっている。

基本的にはセレンゲ複合岩体に属する花崗岩・閃緑岩・はんれい岩が広く分布しており、火山岩類がこれに貫かれたり、これを覆ったりして、山稜部をつくって分布している。

エルデネット複合岩体に属する斑岩類は南南東から北北西方向へ、径2km以下の小岩体をつくって分布しており、鉱床はこの斑岩類の小岩体ともなっていて形成されたと考えられている。

鉱床付近では数百本のボーリングが打たれ、詳しい品位分布図が作られ、それに基づいて、巨大な露天掘りによる開発計画が作られた。そして、1978年に開発が始まり、今20年目を迎えた。



第5図 エルデネット鉱山の地形。鉱山の3,000分の1地形図を簡略化・縮小し、切り羽の形態については調査時の状況により修正した。

5. エルデネット鉱山-巨大なる開発

大規模露天掘り: 現在、東西1.6km、南北1.2kmの大規模な露天掘りが展開されている。採掘場の東端の展望台から露天掘りの底までの標高差は130mしかない。露天掘り鉱山という深いすり鉢状の採掘場が連想されるが、この鉱山の採掘場はまだ掘り始めたばかりの若い鉱山なので、とても浅い大きなお皿のような地形である。でも、今後採掘が進むに従って深くなり、最終的には深さは600mにもなる予定だ(第5図)。

大規模な採掘: 鉱石の多量採掘・処理は、大規模・低品位のポーフィリー型鉱床の宿命でもある。鉱石の大量採掘・処理のために、超大型機材が投入されている。30m³のパワーショベル(写真7)、120t積みのダンプトラック、発破孔をあけるための大型ドリル(写真8)などである。

粗鉱採掘量は1995年で2,090万トン(品位はCu 0.73%, Mo 0.02%)で、粗鉱中の含有量では銅152,570t、モリブデン4,180tとなる。この多量の鉱



写真7 巨大なパワーショベル。

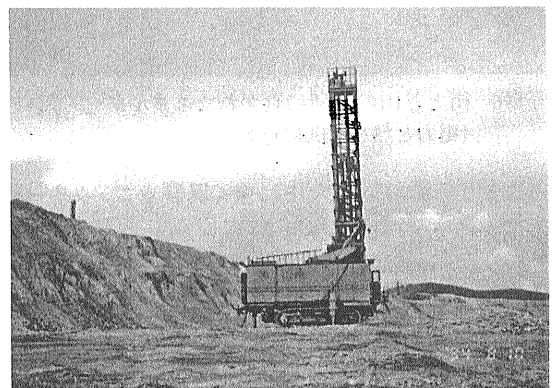


写真8 強力な鑿岩機。

石は隣接する選鉱所で細かい砂状に粉碎され、薬品を使って金属鉱物を選り分ける浮遊選鉱が行われ、品位の高い精鉱とされる。1995年の精鉱生産量は銅精鉱 346,300t (銅品位は40%前後)、モリブデン精鉱 3,900tである(写真9A~D)。ここには鉱石から金属を取り出す製錬所がないので、精鉱は貨車に積み込まれ、鉄道を経由して、主に東欧諸国や中国へ輸出されている。

一口に鉱石を年間2,090万t採掘するというが、これは途方もない量である。ちなみに日本で最大の採掘規模を有する鉱山は、石灰石で年間1,200万t、砕石で400万t、埋立用の土砂採取で1,400万tである。

年間2,090万tは日産では6万t、1日24時間操業で1時間当たり2,500tとなる。毎時2,500tの粗鉱を運搬するには120tの超大型ダンプトラックで延べ21台、3分に1台の割合でトラックから120tの粗鉱が破碎設備に放り込まれていることになる。これは鉱業というより、まさに巨大な土木工事である。

6. 鉱床と鉱石

(1) エルデネット鉱床の地質図

開発に先立って、徹底的な探査が、そして採取試料についての膨大な調査・分析がなされたことは既に述べたとおりである。これらの資料に基づき、多くの研究者がさまざまな研究を行い、この鉱床の産状・形成の環境やプロセスなどについてさまざまな説があることはDejidmaa & Naito (1998)でも紹介した。

鉱山の基本的な地質図は縮尺1:3,000でつくられており、その大きさは縦2m、横3mにも達する。その詳細な地質図を前に、エルデネットの地質と鉱床について探査部門の地質調査班長であるサンドイジャ氏が説明してくれた(写真10)が、もう一つすっきり理解できない。地質図の凡例に示された70種類もの岩石は研究室の戸棚にそのすべてが展示されていたが、似たような石ばかりでなかなか区別が難しい。この詳細な地質図を簡略化したもの

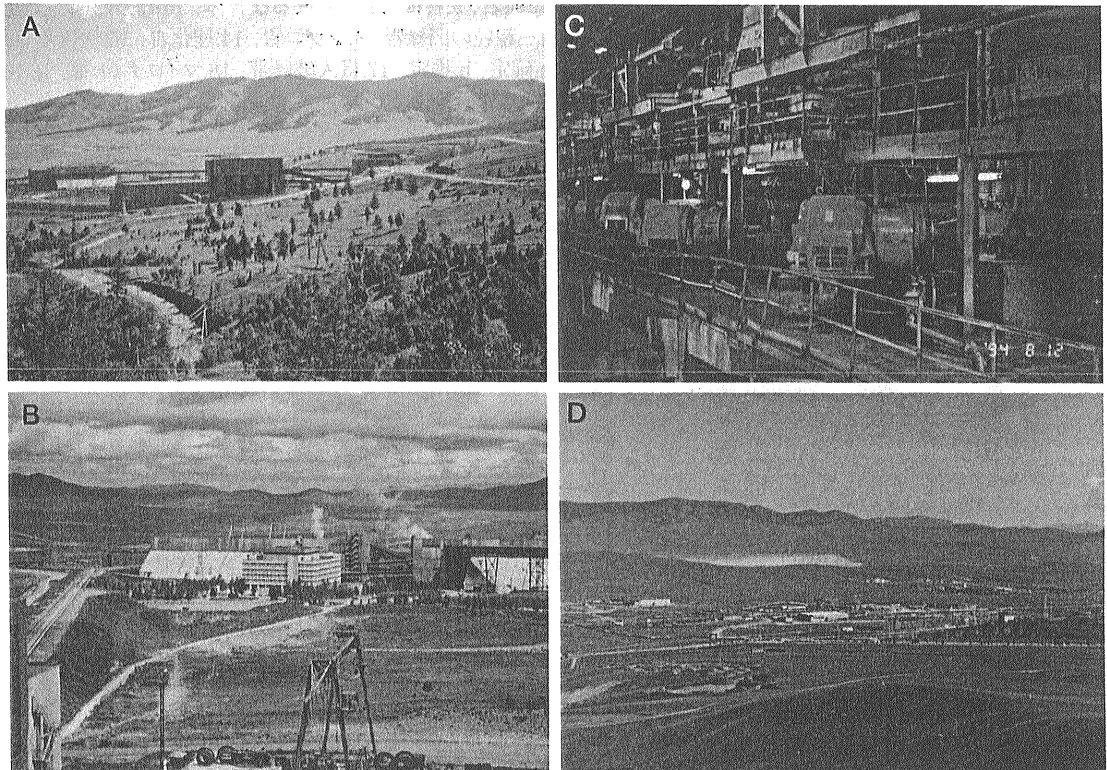
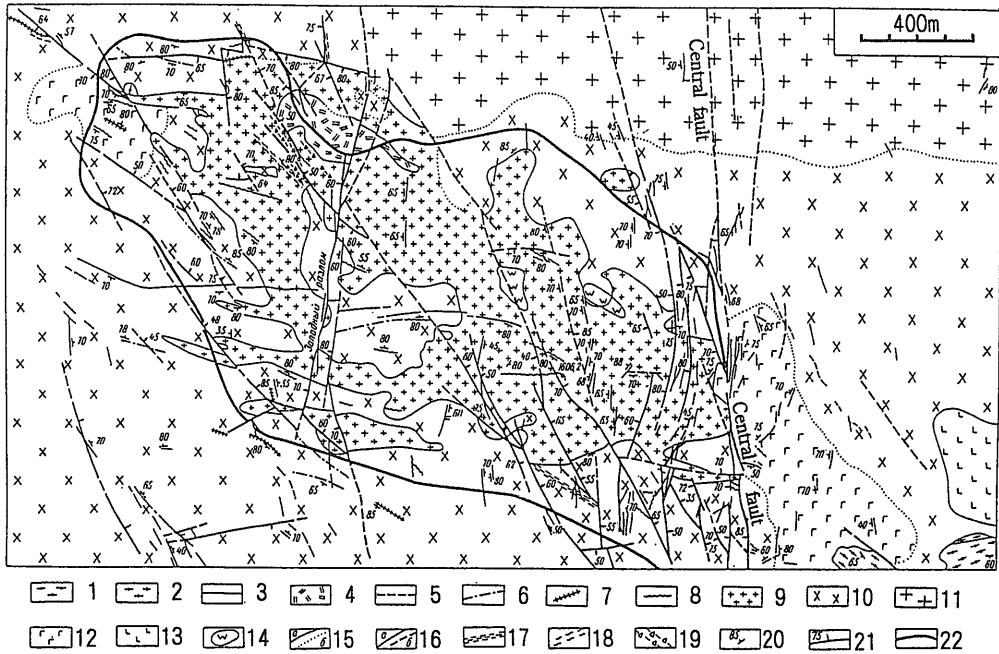


写真9 鉱山の付属設備。A：粗砕プラント、右側から投入された鉱石は粗砕され、中央のサイロにためられ、左奥の選鉱場へ送られる。B：鉱山事務所(中央手前)と選鉱場。C：選鉱場の内部、比重差を利用した選鉱機。D：尾鉱(金属分が回収された残りの不要な岩石)はパイプラインで4km離れたこの沈澱池に捨てられる。



第6図 エルデネット鉱山の地質図。1-2.カンブリア紀の片麻岩, 1.黒雲母片麻岩, 2.優白質黒雲母片麻岩, 3-4.三疊紀-ジュラ紀, 3.安山岩岩脈, 4.フェルサイトの小岩体, 5-13.ペルム紀の複合岩体, 5-9.第3期の貫入岩, 5.アプライト・ペグマタイト脈, 6.花崗斑岩, 7.フェルサイト, 8.デーサイト斑岩, 9.各種斑岩から成る複合体, 10-12.第2期, 10.花崗閃緑岩, 11.黒雲母花崗岩, 12.閃緑岩, 13.第1期, 中一粗粒の閃緑岩・モンゾニ岩, 14.珪化岩, 15.地質境界, a.活動年代による境界, b.岩相による境界, 16.断層, a.確定, b.推定, 17.貫入破碎帯, 18.マイロナイト帯, 19.角礫化帯, 20.岩層の走向・傾斜, 21.断層の走向・傾斜, 22.鉱床の範囲。

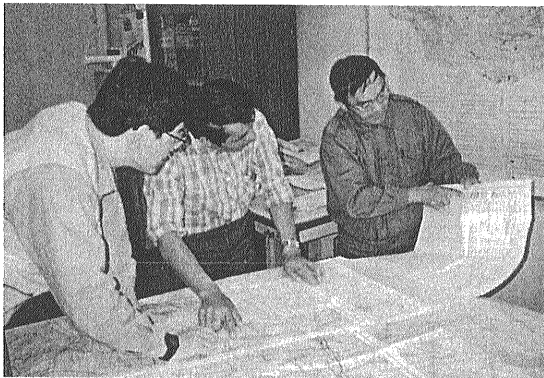


写真10 鉱山事務所の研究者と議論。

が公表されている(第6図)がなかなか難解である。

(2) 鉱床の形成史

鉱床の地質や形成史に関する代表的な説(Gavrilova et al., 1989)について紹介しておこう(第7図参照)。

鉱山付近にはセレンゲ複合岩体の花崗閃緑岩や

黒雲母花崗岩が広く分布しており、この複合岩体の中に各種斑岩から成るエルデネット複合体が貫入し、鉱床を形成した。

エルデネット複合体の形成は、5期に分けられそれぞれに特徴的な鉱化作用が伴われたという。各期の代表的貫入岩の種類とそれに伴われる鉱化作用は次のとおりである。

第1期 花崗閃緑岩の貫入後に熱水変質作用がおこり、変質帯の概略がつけられた。

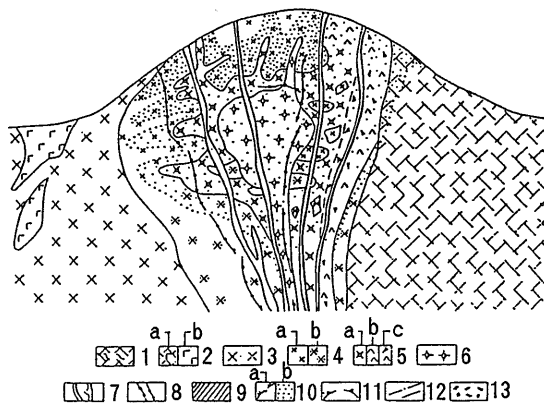
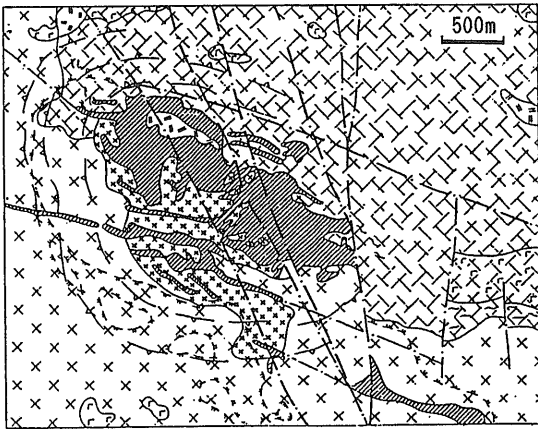
第2期 花崗斑岩の貫入後に変質作用とモリブデン鉱化作用がおこった。

第3期 花崗閃緑斑岩の貫入後に銅とモリブデンの鉱化作用がおこった。

第4期 斜長石斑岩の貫入後に黄鉄鉱・黄銅鉱の細脈が形成された。

第5期 斑岩の貫入後に黄鉄鉱・石英, 黄銅鉱・石英, 輝水鉛鉱・石英などの細脈が形成された。

変質作用についてはカリ長石化作用, 石英-セ



第7図 鉱床の模式断面図。上：模式平面図，下：模式断面図。1.ソギョティンブロックの貫入岩，同化されかけた頁岩のゼノリスを含む，2.ハンレイ岩 (a. アルカリハンレイ岩，b.ハンレイ岩～閃緑岩)，3-4. セレンゲ複合体，3.花崗閃緑岩，4a.細粒斑岩相，4b.中粒斑岩相，5-8.エルデネット斑岩複合体，5. 第1期の斑岩 (a.花崗閃緑斑岩，b.デーサイト，c. 自破碎デーサイト)，6.第2期の花崗閃緑斑岩，7. 第3期の斜長石斑岩，8.第4-5期の斑岩類，9.10. 石英-セリサイト変質帯，a.輪郭(平面図)，b.変質帯の拡がり，11.ドーム構造，12.断層，13.鉱化作用よりもあとの貫入岩類

リサイト化作用，石英-黄鉄鉱-モリブデン化作用など，さまざまな変質作用が認められるという。しかし，基本的には中心部から外側へ，石英-セリサイト，セリサイト-緑泥石，方解石-緑レン石-緑泥石という带状配列で，それにさまざまな作用がスポット状に重複している。

要するにどうということなのか，思い切って簡略化すれば次のようになるのだろう。

鉱山付近には花崗閃緑岩や黒雲母花崗岩が広

く分布しており，これらはセレンゲ複合体と呼ばれている。この複合体の中に各種斑岩から成るエルデネット複合体が貫入しているということだ(第8図A)。

鉱化作用の強さ，鉱石の品位分布を第8図Bに，示した。エルデネット複合体の分布域と，高品位鉱の分布域，強変質域がみごとに一致しており，両者が密接に関係していることは間違いないようだ。エルデネット鉱床は，エルデネット複合体の貫入・固結に伴って形成されたということは間違いないだろう。

(3) 私達の見たエルデネット鉱床

広大な採掘場を急ぎ足で1周した程度の調査の中で，我々自身が観察したことから，いくつかの事実や現象を紹介してみよう。

A. 変質と品位分布

鉱石は白色～淡灰色の細～中粒の花崗岩ないし

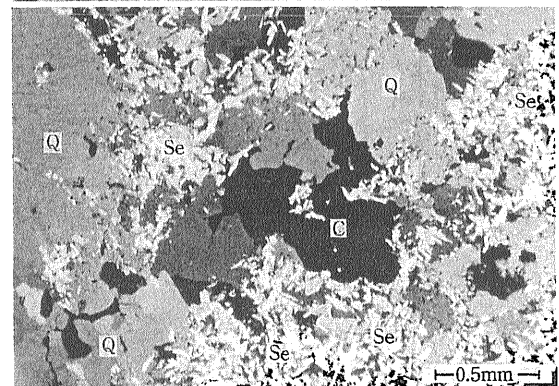
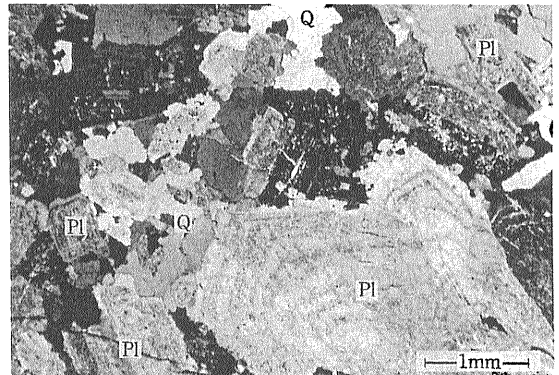
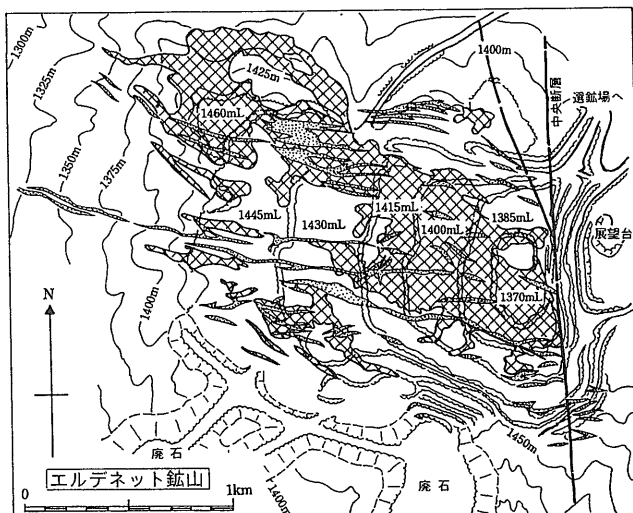





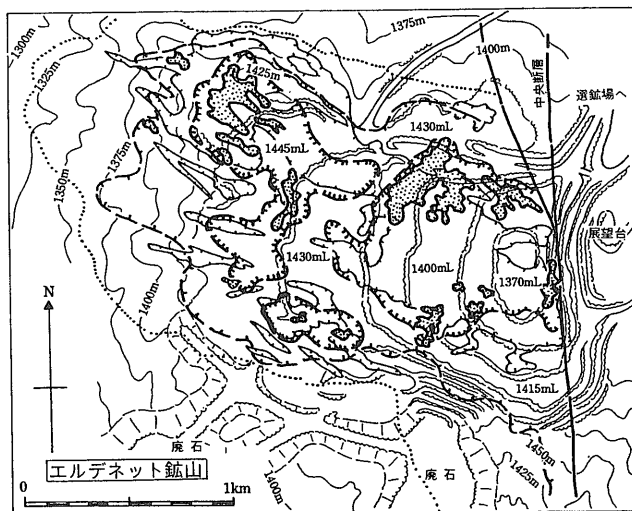
写真11 花崗岩類の変質(十字ニコル)，低品位部(上)では変質作用はごく弱い，高品位部(下)ではセリサイト化作用が強い。Pl.斜長石，Q.石英，Se.セリサイト，C.銅鉱物。



A. 地質図






エルデネット複合体を貫入岩と岩脈に分けて示した。周辺の無地の部分はほとんどセレンゲ複合体の花崗岩類からなる。

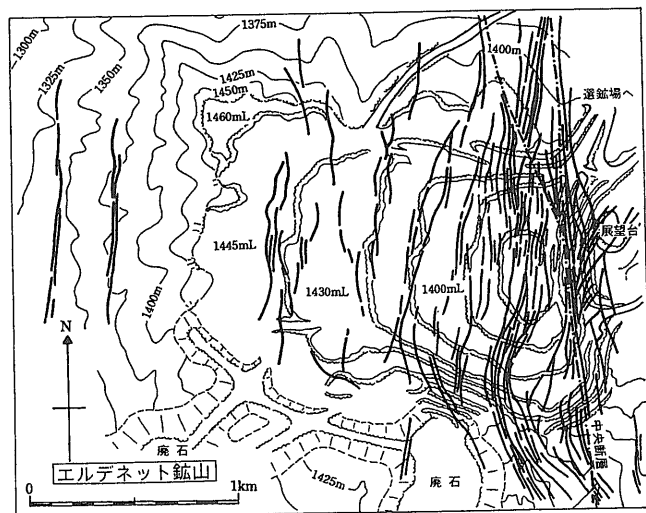
-  鉍化期の貫入岩
-  鉍化期の岩脈
-  中央断層



B. 鉍床図



エルデネット複合体と鉍化域とが良く一致している。グライゼンは強鉍化部の中心に位置している。

-  鉍化期の貫入岩
-  グライゼン帯
-  強鉍化部
-  中鉍化部
-  鉍床の輪郭



C. 新期の岩脈群

安山岩やデーサイトの岩脈が南北方向の平行岩脈群を形成している。

-  鉍化期より後の岩脈
-  中央断層

第8図 エルデネット鉱山の簡略化した地質・鉍床図。鉍山の3,000分の1地質図から要点を抜き出して作成した。

花崗斑岩中で、斑点状に黄鉄鉱・黄銅鉱が鉱染している。またいたるところに細かい割れ目が発達し、これに沿って黄鉄鉱・黄銅鉱・四面銅鉱・輝水銀鉱などの細脈がある。

細脈に沿って灰色に変色した部分が認められる。白色部と灰色部の鉱物組成をチェックしてみると、前者は石英・長石・セリサイトから、後者は石英・セリサイトからなっている。白色部の変質は、雲母鉱物や長石の一部がセリサイトになる弱いものであるのに対し、脈脈は長石がすっかりセリサイトに変っておりやや強い変質を受けているといえよう(写真11)。

鉱床の高品位部ほど鉱染も強く、細脈も多く、脈脈の変質部の幅も広いようである(口絵参照)。

B. 特徴的な鉱石

二次富鉱化帯と真青なトルコ石: 二次富鉱化帯には、鉱化作用の末期に熱水による金属の再配置がおこり、金属硫化物が濃集したものと、風化作用によって金属硫化物が酸化・移動して酸化銅が濃集したものがある。

前者はももとの高品位部と類似しており、野外で簡単に識別するのは難しい。一方後者は分かり易い。銅が酸化し、鉱石は緑色を呈するようになり、時に真っ青なトルコ石($\text{CuAl}_6(\text{OH})_8(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)が出現する(口絵参照)。宝石屋さんで見る

ような水色ではなく、まさに真っ青な色である。念のためにX線にかけてみると、まさに高純度のトルコ石である(第9図)。

指輪にはめ込まれた高価なトルコ石を連想されるでしょうが、残念なことに、この鉱石は全体に強く風化しており、大変もろい。机の上に置いておくだけでも、ぼろぼろと壊れてしまうほどである。宝石となるためには珪酸分とトルコ石とが適度に混じりあって、安定したものになることが重要なのだ。

岩脈群: 鉱床の中心部付近には、安山岩やデーサイト、玄武岩などの岩脈があちこちで観察される(写真12)。これらは、ほとんど変質作用を受けておらず、鉱床が形成された後に形成されたものである。広大な採掘場ではその全貌をなかなか実感することはできないのだが、地質図の上には、これらの岩脈が採掘場付近に大規模な平行岩脈群を形成してのものである(第8図C)ことが、明瞭に示されている。

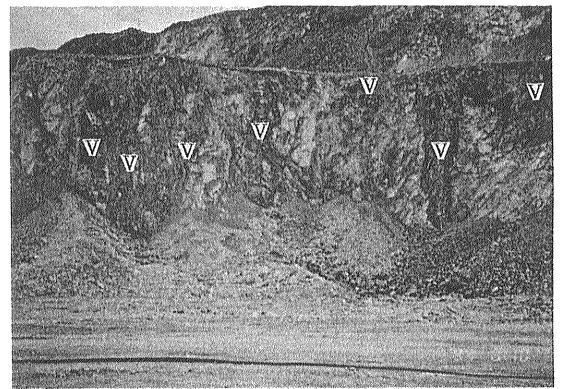
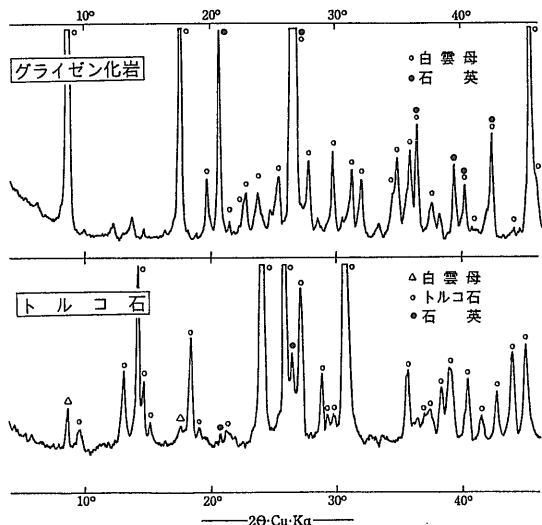


写真12 安山岩の岩脈群。この画面の中に7本以上の岩脈(V)が見られる。



第9図 グライゼンとトルコ石のX線回折パターン。電圧40kV, 電流120mA, スリット系 $1^\circ-1^\circ-0.3\text{mm}$, 回折速度 $16^\circ/\text{分}$, 時定数0.1秒, フルスケール3,000cps。

グライゼン: 地学事典をひくと、グライゼンとは「花崗岩が気成作用を受けて生じた、主として石英・白雲母またはリシア雲母・黄玉からなる変質花崗岩」とある。日本では、なじみのない岩石であるが、エルデネット鉱山ではかなり広く産出するようである。私達も採掘場の南西部でグライゼンを観察することができた。

サンプルの一つを切断してみた。割れ目に面した部分の2cmほどが、殆ど白雲母に変わっている。しかし中心部は花崗岩のまま残っている。高温のガスが割れ目に沿って進入してグライゼン化をもたらしたのであろう(口絵参照, 第9図, 写真13)。

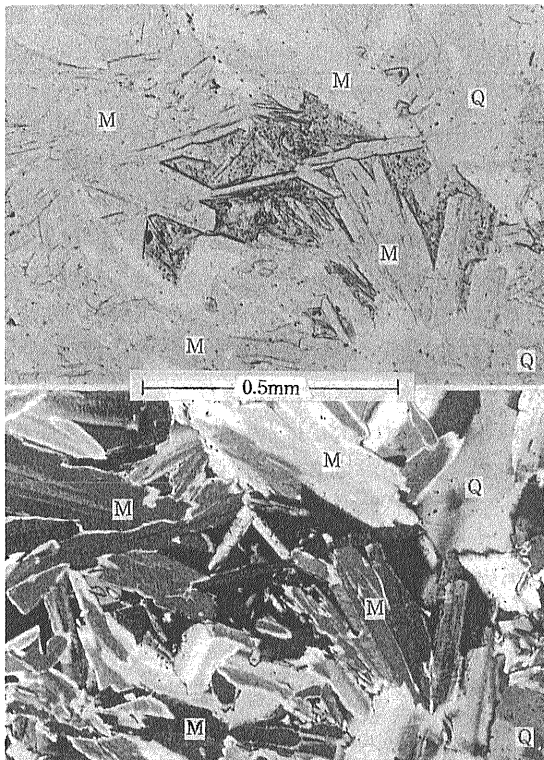


写真13 グライゼンの顕微鏡写真。上は単ニコル、下が十字ニコル。白雲母(M)と石英(Q)からなっている。

とすると、この下方に高温のガスを発生させた貫入岩体が潜んでおり、それこそが鉱化作用をもたらした真犯人なのではないかというような気がするのだが、どうだろう。エルデネット複合体は鉱床胚胎の場を提供したにすぎないのかもしれない。もちろん想定される岩体は全く別の花崗岩体ではなく、エルデネット複合体のマグマの最後に上昇してきた最も分化の進んだ部分であろう。

8. おわりに

東アジア最大の銅鉱山であるエルデネット鉱山について、あれこれと紹介した。鉱山には2度調査に行ったが、広い、とにかく広い。「広さに圧倒され、十分な観察には至らなかった」というのが本音かもしれない。不十分なデータによる不十分な紹介だった点はお詫びします。

本報で紹介したエルデネット鉱山への訪問は、工業技術院の国際研究協力事業(ITIT)で行われたものです。調査にご協力をいただいたエルデネット鉱山の関係者各位、当時ウランバートルでJICAプロジェクトの現地駐在員をしておられた坂巻幸雄・瓜本美穂の両氏には、さまざまご援助をいただいた。また、資源エネルギー地質部の中嶋輝允博士には、鉱山での調査の指導をいただいた。ここに記して謝意を表します。

文 献

- 地質調査所・モンゴル国地質調査所(1996): Reserch and Development of Mineral Resources in Mongolia, 139P.,ITIT Rep.91-1-3, 工業技術院 国際研究協力課。
- Dejidmaa G. and Naito K. (1998): Previous studies on the Erdenetin-Ovoo porphyry copper-molybdenum deposit, Mongolia. Bull.Geol. Surv. Japan,Vol.49 (6), p.299-308.
- Gavrilova,S.P.,Maximyk, I.E, and Orolmaa, D. (1989): The molybdenum-copper porphyritic deposit Erdenetion-Oroo. MPR, Moscow, 40p (ロシア語)。
- 岸本文男(1979a): モンゴルの斑岩銅鉱床の開発, 地質ニュース, no.299, 49-55.
- 岸本文男(1979b): 新鉱床の発見つづくモンゴル, 地質ニュース, no.299, 56-57.
- 岸本文男(1984): ゴビの大地で, 地質ニュース, no.357, 47-51.
- 栗本史雄(1997): モンゴル草原, バヤンホンゴルを訪ねて, 地質ニュース, no.509, 49-58.
- 佐藤壮郎(1991): モンゴルへの旅, 地質ニュース, no.438, 39-51.
- NARITO Kazuki and SUDO Sadahisa (1999): Geology and ore deposit of Erdenet mine, Mongolia.

<受付: 1998年12月1日>