

ソ連のモリブデン 鉱床 ①

岸本文男(鉱床部)
Fumio KISHIMOTO

学兄。兄に「ソ連の大きなモリブデン鉱床にはどんなものがあるか」と聞かれてもう小1年になるのに今やっと返事できるようになったとはいささか遅すぎるか。私なりに資料を集めて調べてみたわけだがどうも満足できなくて今日まで延び延びになってしまった。それでも十分な答えになっていないがこれ以上返事をしぶるのもどうかと思ってペンをとった次第。

兄も承知のようにソ連はモリブデン鉱の生産量を公式に発表したことがない。でも米ソ協調の傾向が強まってきたこの頃ではアメリカでの推定値がしっかりしてきたように思う。そこでアメリカの鉱山局が推定した1968—1974年の各年推移をもとにしてさらに推定を加えればソ連のモリブデン鉱生産量は1978年に金属量にして10,200 t 1979年に10,550 t というところだろう。国別生産量ではソ連が今は第3位。もし今までの平均生産伸び率3.5%が維持されれば遅くとも1986年には13,000 t をこえカナダを抜いて世界第2位になるかも知れない。21世紀初頭には首位アメリカの座をゆるがすようになると思うけどどうだろう。それはもちろんアメリカのモリブデン鉱の生産が現在すでに頭うちになっているという見方と1987年頃から減産に移行するだろうという推定も加ってのことだが。

では本文に入るからじっくり読んで兄の研究の参考にしてもらえれば有難い。

ソ連のモリブデン 鉱床のタイプ

現在ソ連でモリブデン鉱の生産を支えている鉱床は次のようなタイプのものである(第1図)。

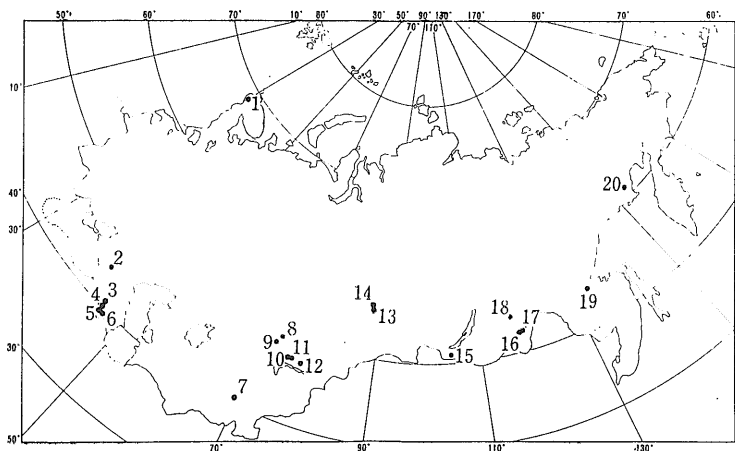
- I. スカルン 鉱床
 - 1) タングステン-モリブデン 鉱床
 - 2) 銅-モリブデン 鉱床
- II. グライゼン 鉱床
- III. 熱水 鉱床
 - 1) モリブデン 鉱床
 - 2) 銅-モリブデン 鉱床(主に斑岩銅 鉱床)
 - 3) ウラン-モリブデン 鉱床

しかしソ連には上記タイプのモリブデン 鉱床しかないということではない。

文献にみるかぎり以上のほかにも次のようなタイプのモリブデン 鉱床が存在していることは確かだ。

- IV. ペグマタイト 鉱床
- V. カーボナタイト 鉱床
- VI. スカルン 鉱床純モリブデン型
- VII. アルビタイト 鉱床
- VIII. グライゼン 鉱床 Mo・Bi 随伴タングステン・錫型
- IX. 硫化鉄 鉱床 鉱床

第1図
ソ連 産 行モリブデン 鉱床分布図



- 1—ヤンリー-イオクスキー Mo 熱水 鉱床
- 2—トイルヌイアウス W-Mo スカルン 鉱床
- 3—ダスタケルト斑岩銅 鉱床
- 4—アンカサル斑岩銅 鉱床
- 5—バラガチャイ斑岩銅 鉱床
- 6—カジャラン斑岩銅 鉱床
- 7—アルマルイク斑岩銅 鉱床
- 8—コクテンコリ W-Mo グライゼン 鉱床
- 9—シャルギヤ W-Mo グライゼン 鉱床
- 10—コウンラト斑岩銅 鉱床
- 11—東コウンラト W-Mo グライゼン 鉱床
- 12—サヤク Cu-Mo スカルン 鉱床
- 13—ソールスキー(またはソラ)斑岩銅 鉱床
- 14—キヤルイフ-ウーゼニ Cu-Mo スカルン 鉱床
- 15—ジダー W-Mo グライゼン 鉱床
- 16—ジレケン プグダヤ西 Mo 熱水 鉱床
- 17—シャフタマ Mo 熱水 鉱床
- 18—アマン-マキト Mo 熱水 鉱床
- 19—ウマリタ Mo 熱水 鉱床
- 20—ハカニダ Mo 熱水 鉱床

ところが 品位と鉱量 探査度とカテゴリー別鉱量比 地形と気候 運搬と輸送 選鉱性 資源保存 公害 労働力・投資額・ファンド 需給計画などのどれか あるいは幾つかに原因があって 現在は稼行されていないというわけだ。

次に 稼行されている鉱床タイプ別にソ連の代表的な稼行モリブデン鉱床について書こう。

スカルン 鉱床

1) タングステン-モリブデン 鉱床

トイルヌイ-アウス 鉱床

この鉱床はソ連のもっとも著名な鉱床の一つに入る(第3図)。この発見は1934年 B. オルロフという人による。この人は地質専門家でないらしく 論文が見当らない。しかし この鉱床は多くの地質専門家によって調査され 今までに発表された研究論文も多いし 現在も次々に発表されている。ここでは よくまとめである V. T. ポカロフの1974年の論文にもとづいて やや詳しく書いてみたい。

地 質:

この鉱床はグラブヌイ カフカス山脈の北斜面 NW-W-SEE 方向のいわゆるプシェキシュートイルヌイアウス構造帯中に 大きくはスキーフ卓状地縁部に位置する。

付近の地質はファメヌ統の石灰岩(大理石)とデボン紀後期-石炭紀前期と思われる礫岩・大理石薄層を挟在する砂岩・頁岩層を基盤とし その上に不整合でもって分布する石炭紀前期の凝灰岩と凝灰質砂岩(チャートと頁岩の薄層を随伴) 輝緑岩・スピライト・玢岩・石英斑岩の岩層 さらにその上位に分布する石炭紀中期の後期と石炭紀後期の前期の動物化石群を伴った砂岩・礫

岩・粘板岩で構成され とくに鉱床の南側にはファメヌ統の大理石を鮮明な不整合で蔽ったライアス統下部のムクラン累層礫岩・砂岩・粘板岩が広がっている(第4図)。

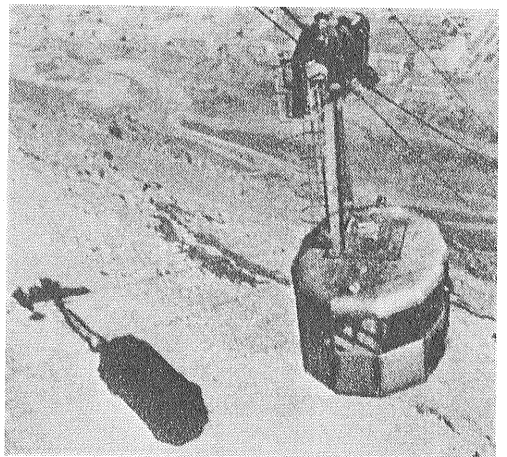
プシェキシュートイルヌイアウス構造帯は中生代-新生代の烈しい火成活動の場でもあった。もっとも早かったジュラ紀前期の超塩基性岩は 蛇紋岩化した輝岩とかんらん岩の岩脈を形作っている。そのあとのいわゆるエリジュルタ花崗岩(斑状黒雲母花崗岩)は 帯状にのびた大きなパソリス(伸び方向 NWW-SEE)を形成してライアス統下部層を切り かつそれに変成作用を与えている。このパソリス型花崗岩の鉱物組成は体積%でカリ長石が 34.5 斜長石が30 石英が 25.7 黒雲母が7.8で 副成鉱物としては磷灰石 ジルコン オーサイトが比較的多い。この花崗岩は大理石との接触部付近で変質し 組成が花崗閃緑岩 閃緑岩 曹灰長石アプライト プラジオクラサイトに相当する優白質の岩石に変っている。

この接触変成花崗岩に近い生成期の別の優白質花崗岩類が岩株および不規則な形態の岩体 とくに複雑な形の岩枝として分布しているが 鉱床区域に露出するこの種の2岩体のうち ウル-トイルヌイアウス山稜北斜面のものは「サマリオート(飛行機) 南斜面のものは「パウーク(蜘蛛)」と呼ばれている。形からの連想である。昨年 北部でさらに1岩体が発見されているが 現在どう呼ばれているか 残念ながらわからない。この種の優白質花崗岩類のうち 比較的大型の岩体は花崗斑岩 小型岩体(岩脈)は主としてアプライトで構成されている。

この優白質花崗岩類の岩体が石灰岩中に存在する場合



第2図 いざ調査へ 夏なお寒いか北の低稜(「Геология Нефти и Газа」誌から)



第3図 トイルヌイ-アウス鉱床の用人ケーブル。 エリブルース山(5,630m) 東方 海拔3,100m

には エリジュルタ花崗岩のときと同じように その接触部付近で組成がいちじるしく変化し 優白質閃緑岩およびプラジオクラサイト型の岩石に代表される 前よりは塩基度の高い岩石に変っている。

この優白質花崗岩類の貫入は一回ではない。それを証明しているのが鉍体との相互関係である。すなわちいわゆる「パウーク」岩体はざくろ石-輝石脈と輝水鉛鉍-石英脈を切っているのに対し「サマリオート」岩体は灰重石スカルンしか切っていない。さらに エリジュルタ花崗岩との接触部に生じているホルンフェルスが優白質花崗岩類に切られていることから L.バルダニヤツは優白質花崗岩類をエリジュルタ花崗岩より新しいものとしているが N. フルシチョフは試錐の岩芯で見つけた両者の接触関係から逆にエリジュルタ花崗岩の方が若いと主張している。一方 A. ベークは「エリジュルタ花崗岩の形成は長い過程を経たもの」と考え優白質花崗岩類もそれと同じマグマからの生成物でただ石灰岩との相互反応によって組成を変えたのが優白質花崗岩類だとしている。どこの国の地質専門家も一郭一城の主が多い。この論争の結着もまだまだ先のことだろう。

さて 次が鉍床付近に分布する石英粗面岩で これは化学組成も副成鉍物もエリジュルタ花崗岩に近い岩石で

ある。この石英粗面岩は比較的規模の大きい岩類と岩脈を形作り 上述のすべての火成岩として鉍体を切っている。

さらに もっとも後期のマグマ生成体として 玻璃斑岩と玄武岩の岩脈がある。この岩脈群は それまでの貫入岩とは逆に NWW-SEE でなく N-S方向に分布するのが特徴といえるだろう。

エリジュルタ花崗岩のいわゆる外接接触帯では 側岩が主に角閃岩相のホルンフェルスに変わり アルミナ珪酸塩岩の部分は広く紅柱石ホルンフェルスおよび紅柱石-堇青石ホルンフェルス化し そして このホルンフェルス化後のマグマ作用段階で さらに当該外接接触帯の岩石は強い黒雲母化作用を受けて黒雲母ホルンフェルスとなり(黒雲母含有率5-50%) アルカリ金属 Mg Fe Ti Al の添加を受け SiO₂ を溶脱されている。

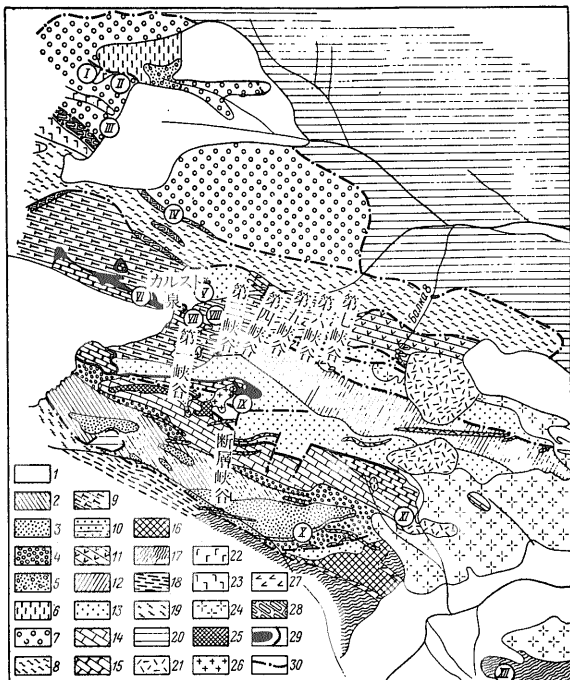
地質構造:

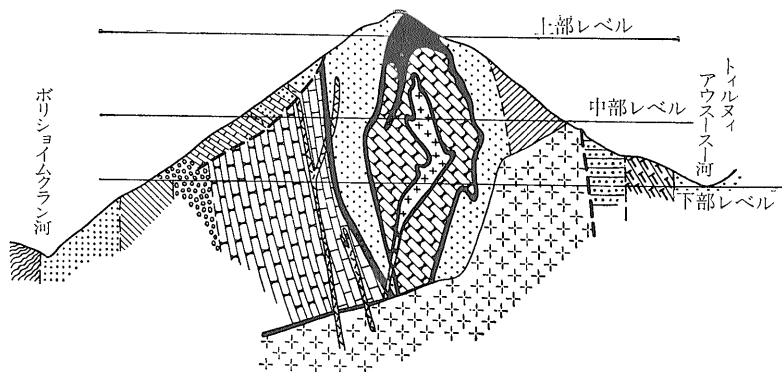
トイルヌイ-アウス鉍床付近の地域では上記の古生代堆積層が規模の大きいチャトバシュ向斜と呼ばれる向斜構造を形作り その南翼と底部は高次の褶曲で構成され NWW-SEE 方向の3本の主断層とN-S性の副断層によって 向斜構造体は多くの地塊に分けられている。

鉍床付近の主褶曲構造はチャトバシュ褶曲の一部を構成する扇形の背斜で その軸部にファメス統の石灰岩が

第4図
トイルヌイ-アウス鉍床付近の地質概図
(A. ベーク原図: 1962)

- | | | |
|--------------------------------|----------------------|--------------|
| 1-現世層 | 2-ムクラン累層黒色頁岩 | 3-ムクラン累層砂岩 |
| 4-ムクラン累層礫岩 | 5-赤色砂岩 | 6-暗灰色シルト岩・頁岩 |
| 7-礫岩・砂岩 | 8-千枚岩 | 9-火山源累層 |
| 10-緑色岩系暗灰色アルコース砂岩 | 11-緑色岩系輝緑岩・玢岩・石英曹長斑岩 | 12-石英斜長斑岩 |
| 13-黒雲母ホルンフェルス | 14-成層大理石 | 15-塊状大理石 |
| 16-エリジュルタ累層 | 17-ミグマタイト | 18-雲母片岩 |
| 19-花崗片麻岩 | 20-結晶片岩・片麻岩 | 21-石英粗面岩 |
| 22-輝石玢岩 | 23-石英クラトファイアー | 24-エリジュルタ花崗岩 |
| 25-花崗質アブライトに膠結された黒雲母ホルンフェルス角礫岩 | 26-優白質花崗岩類 | 27-超塩基性岩 |
| 28-石英-炭酸塩鉍物岩 | 29-スカルン | 30-構造断裂 |
-
- | | | | |
|----------------------|--------------|-----------------|------|
| I-ギチエ-トイルヌイアウス Sb 鉍床 | 第3鉍体 | II-同左 | 第2鉍体 |
| III-同左 | 第1鉍体 | IV-VI-地球物理探査異常地 | |
| VII-トイルヌイ-アウス硫化物鉍床 | VIII-金・硫砒鉄鉍脈 | | |
| IX-トイルヌイ-アウス鉍床 | X-ムクラン紅柱石鉍床 | | |
| XI-マールイ | ムクラン多金属鉍床 | XII-チュチュ鉍床 | |





第5図
トイルヌイ-アウス 鉱床 模式
断面図
(A ペーク原図：1962)
凡例は第4図と同じ

賦存している。この扇形背斜はヒンジが東に急斜 翼が北と南に急斜するもので 南翼は隣に向斜に漸移し その向斜の軸部はホルンフェルス化した砂岩 さらにその南翼はファメヌ統の炭酸塩岩からなっている (第5図)。

鉱床：

上記の扇形背斜の心核部に貫入した優白質花崗岩とファメヌ統石灰岩との接触部にはスカルンが薄く生じているだけだが 石灰岩とホルンフェルスとの接触部には大規模にスカルンが生成している。すなわち そこには扇形背斜構造にしたがった層状のスカルン体が拡がり軸部でもっとも厚い膨大部を形作っている。

本鉱床の中心部にタングステン-モリブデン鉱化作用のいちじるしい主鉱体群があって いずれもスカルン中に発達するが この鉱体群の近くの主に北側と南側にはタングステン鉱化作用の強くないモリブデン鉱床がホルンフェルスと優白質花崗岩中に存在し また北西側と南東側には Sn・Bi・Cu の各硫化物に富んだスカルンがあって それぞれマールイ ムクラン スカルンおよびセーベルヌイ スカルンと呼ばれている。さらに上記主鉱体群の北には 硫砒鉄鉱を伴った金-石英脈群とトイルヌイアウス-スー含金スカルンが分布している。

なお本鉱床区の北西部に当るギチュー-トイルヌイアウス山稜には鉛・アンチモン鉱体群 さらにその外側には辰砂鉱体がみられるが 両方ともまだ全然稼行されていないようだ。

タングステン-モリブデン スカルン 鉱体： この W・Mo スカルン鉱体群はグラブヌイ鉱体とそれにつながったセーベロー-ザーパド鉱体 ムクラン鉱体 ツェントラル鉱体 ユージュノ鉱体からなっている。

グラブヌイ鉱体は本鉱床のタングステン鉱量の大部分とモリブデン鉱量の多くを占め 上記扇形背斜の軸部で

もっとも厚く 翼に向って次第に薄くなった鞍状の大鉱体である。

セーベロー-ザーパド鉱体はグラブヌイ鉱体の北西延長部で 薄い層状の鉱体である。その一つの特徴はタングステンとモリブデンのほかに多量の銅が存在することであろう。

ツェントラル鉱体は石灰岩(大理石) の間に挟まれ層状を呈し 規模が小さい。これは石灰岩中の砂岩・頁岩の薄層がスカルン化作用と鉱化作用を受けたものとされている。なお トイルヌイ-アウス鉱床にはその下部レベルに幾つかの鉱体があって いずれも小規模で無名の鉱体だが その鉱体はこのツェントラル鉱体によく似たものと言われている。

ムクラン鉱体はグラブヌイ鉱体の続きで そのもっとも厚い部分は地表に露出していない。また この鉱体は断層にきられ その上盤側では破碎された薄い鉱体となって稼行価値がないが 下盤側の鉱体は石灰岩とホルンフェルスとの接触部に分布し 厚く かつ厚さの一定した層状を呈する。

ユージュノ鉱体は黒雲母ホルンフェルス中に挟在する石灰岩の間層がスカルン化され 鉱化されたもので 整然とした層状を呈する。

以上のタングステン-モリブデン鉱体群の主要鉱石鉱物は灰重石 輝水鉛鉱 モリブデン灰重石で WO_3 : Mo 比は 4 : 1—8 : 1 である。

グラブヌイ鉱体中では W と Mo が不均等に分布し 当該鞍状鉱体の翼 それとともに北翼が Mo に富み軸部の厚い鉱体部分は W に富んでいる。また 深くなるにしたがって W 品位が急激に高くなり 同時に Mo^{+4} の含有率が幾らか下り Mo^{+6} の含有率が上がるが Mo 全体の含有率は大体一定している。

モリブデン 鉱体： モリブデン主体の鉱体は主と

してホルンフェルス中に分布する。当該モリブデン鉱体はスカルン鉱体と違って地質上の境界がなくその可採鉱画は可採最小品位線で囲まれた範囲ということになっている。そのようにして定められた黒雲母ホルンフェルス中のモリブデン鉱体が前述のグラブヌイ鉱体の上盤側に分布しとくにグラブヌイ鉱体の北西翼と南西翼の上盤のものが規模・品位とも比較的すぐれている。

優白質花崗岩中にもモリブデン鉱体が幾つか胚胎されこれも可採最小品位線で鉱画がきまる性質の鉱体である。この種のモリブデン鉱体は黒雲母ホルンフェルス（稀には石灰岩）と接する優白質花崗岩類の内接触帯中に分布し形は不規則で $WO_3: Mo$ は 1 : 4—1 : 8 である。

スカルン： トイルヌイ—アウス鉱床のスカルンはその鉱物組成からホルンフェルス起源のものと石灰岩起源のものとははっきり分けることができる。

ホルンフェルス起源のスカルンは鉱化スカルン総量の 60—80% を占め輝石—斜長石スカルンと輝石—ざくろ石スカルンの 2 種がある。起源を識別する主な指標とされているのは当該スカルン中のホルンフェルスや黒雲母化岩のレリクトの存在である。

輝石—斜長石スカルンは Ab 45—80% の斜長石とヘデンベルグ輝石分子 60—70%・透輝石分子 30—40% の輝石が圧倒的に多いもので粒度を異にした鉱物集合に原因する縞状構造を備えている。もう一つの輝石—ざくろ石スカルンは輝石—斜長石スカルン中に幾つか帯状に分布するもので両スカルンの境ははっきりしているがシャープではない。当該ざくろ石はアンドラダイト—グロッシュラー組成で通常中粒質輝石集合帯によって輝石—斜長石スカルンと隔てられ斜長石を交代しあるいは輝石を包有している。ホルンフェルス起源のスカルンの一つの特徴は常にスフェーンを伴い TiO_2 含有率が石灰岩起源のスカルンの 0.1—0.2% よりも高い (0.8—1.2%) ことにある。

石灰岩起源のスカルンは石灰岩（大理石）との直接接触部に賦存する縞状の概して淡色の岩石である。このスカルン中には輝石—ざくろ石—ベスピアナイトが散在した白い珪灰石集合を背景にバラ色のざくろ石と黄緑色のベスピアナイトの不規則な脈状の縞がみられる。このざくろ石とベスピアナイトは輝石—珪灰石を多数包有しさらにベスピアナイトの方はかなり大粒でところどころ細脈を作ってざくろ石集合をきっている。なお石灰岩起源のスカルン中には白い大理石のレリクト

がいたる所に残っている。

スカルン本体からはみ出して石灰岩中に分布するスカルン脈の場合外側は主として珪灰石からなりその珪灰石帯には常に輝石が混在しその輝石含有率は内側の輝石帯に向けて高くなっている。当該輝石の粒度とざくろ石の含有率は中心部のざくろ石帯に向けて増大しざくろ石帯はグロッシュラー 63% アンドラダイト 30% アルマンディン 4% スペッサルタイト約 3% で構成されている。ときには外側の珪灰石帯を欠きざくろ石を主とするスカルン脈のこともある（この場合にはざくろ石の 94% がアンドラダイト）。

以上のようにざくろ石スカルン帯は輝石スカルン帯と珪灰石スカルン帯から発達しその過程の発展につれてざくろ石の Fe 含有率が高くなっていったとみてよいだろう。なおスカルンの縞状構造は一つには交代作用を受けた岩石が縞状構造をもっていたためもう一つには平行割れ目系に沿って鉱液が浸透して多くの交代作用帯が発達したために生じたものと説明されている。

モリブデンとタングステンの鉱化作用はスカルンに後から重なったものと解されておりその証拠としてスカルン中の鉱石鉱物の分布が不均等なことや後期の脈に鉱石鉱物が随伴されていることなどが挙げられている。

生成のパターン：

本鉱床での金属鉱物の沈殿はグラブヌイ鉱体下盤の角礫化部を膠結した磁鉄鉱から始まっている。それに次ぐのがスカルン中の灰重石で灰重石は主鉱化段階の金属鉱物としてはもっとも早期のものである。一方輝水鉛鉱の生成は多期にわたっている。まず輝水鉛鉱の早期のものは上記灰重石に少量伴われあるいは灰重石中に小さく包有されている。なお灰重石中に 6 価の Mo が異質同像混合物として含有されていることが多い。これらの輝水鉛鉱の生成に少し遅れて早期の石英脈に伴われた輝水鉛鉱がある（脈幅 1—10cm 輝水鉛鉱含有率は低い）。主な輝水鉛鉱沈殿段階はこの後にくる。すなわちグラブヌイ鉱体の北翼の輝水鉛鉱濃集体のものがその代表例でそこでは早期の輝水鉛鉱—灰重石鉱化体に大小の輝水鉛鉱—石英脈（脈幅 1—3cm のものから 20—70cm のものまで）の網状発達体が重なりスカルン中だけでなくさらにホルンフェルス中にも発達している。

この主沈殿段階の輝水鉛鉱の生成後に石英と少量の黄鉄鉱・磁硫鉄鉱を伴った螢石が沈殿しさらに黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱・黄銅鉱・白鉄鉱・四面銅鉱・砒四面銅鉱・黄錫鉱・輝安銅銀鉱・自然銀・自然金が沈殿して金属鉱物の鉱化作用を終了し（この段

階に石英・炭酸塩鉱物と Sn を 1%前後含んだ珪灰鉄鉱も沈殿） 鉱化作用全体はその後の蛋白石・玉髄細脈の形成で終わっている。

多くの研究者はトイルスイーアウス鉱床の生成をエリジュルタ花崗岩と優白質花崗岩類に結びつけている。その根拠は時間的にも空間的にも鉱体がこれら火成岩ともっとも密接に共存するという点にある。

火成活動と鉱床生成作用の時代は エリジュルタ花崗岩がライアス統下部層をきり 鉱化作用が同層に働いているので ジュラ紀前期後とされているが 同位体地質年代値はそれと喰い違ふ。 I. グルビッチによればエリジュルタ花崗岩が 600—1,200 万年 Z. ストゥデニコバによれば同花崗岩が 8,000—10,000 万年 優白質花崗岩が 9,700 万年 A. フツァイゼによればエリジュルタ花崗岩が 100—400 万年 最新の A. ボルスクラのデータ (1972) によれば「パウーク」優白質花崗岩が 2,000 万年 エリジュルタ花崗岩が 180—200 万年 と測定値そのものもひどく喰い違っている。 いずれが是か いずれが非か どう思う？ これでは トイルスイーアウス鉱床の生成はスキーフ卓状地南部の中生-新生代に生じた構造運動と火成活動のアクチビゼーション過程に関係があるとしか言いようがあるまい。

開山以来すでに40数年 ナチスドイツ撃退の戦力として大きく貢献してきたこの鉱床も ようやく盛りをこえ露天掘は坑道採掘に王座をゆずり 開発は深部へ 周辺へと広がっている。

2) 銅-モリブデン 鉱床

キャリフ-ウーゼニ 鉱床

この銅-モリブデン スカルン鉱床はクズネツキーアラタウ山脈の東稜にあって (第1図) アルタイ-サヤン カレドニア山地の褶曲系の一部を構成した いわゆるパテネスク-バルリク隆起部に位置している。

地 質:

鉱床区域にはリーフェイ系とカンブリア系下部・中部の炭酸塩岩系が分布し その上位に主として中性・塩基性火山源岩がのり 前者の炭酸塩岩系はパソリス型のカレドニア造山期深成岩類の貫入を受けている。 この貫入岩類には 次の3相のものがある。

- a) 閃緑岩と石英閃緑岩 (いわゆる内接触帯では はんれい閃緑岩 はんれい岩 閃長岩に変わる)
- b) 黒雲母花崗岩 黒雲母花崗閃緑岩 黒雲母-角閃石花崗岩 黒雲母-角閃石花崗閃緑岩 (炭酸塩岩との接触部に

向って花崗閃長岩 モンゾナイト アプライトに漸移する)

- c) 小型岩株と脈状体の優白質花崗岩 (前2者の外側部と断層帯に分布する)

鉱 床:

キャリフ-ウーゼニ 鉱床はウーゼニ-トイム プルトンと呼ばれる深成岩類の南東境界付近に賦存し その深成岩類に接して火山源岩の薄層を伴ったカンブリア紀前期の珪質岩-炭酸塩岩層が存在し 自分を切っている花崗閃緑岩中に楔状に入りこんだ形を呈している (第6図)。 この炭酸塩岩 (石灰岩) は接触變成作用を受けて大理石化し また火山源岩もホルンフェルス化作用 角閃石化作用 黒雲母化作用を受けている。

また 本鉱床の賦存位置は NW-SE 方向と NE-SW 方向の裂かの交差部に該当し その裂かのパターンはアプライト アプライト質ペグマタイト 花崗斑岩 ランプロファイアー 閃緑玢岩 輝緑玢岩の岩脈の配列によく現われていて 鉱床の西方では NW-SE 東方では NE-SW の方向を示している。

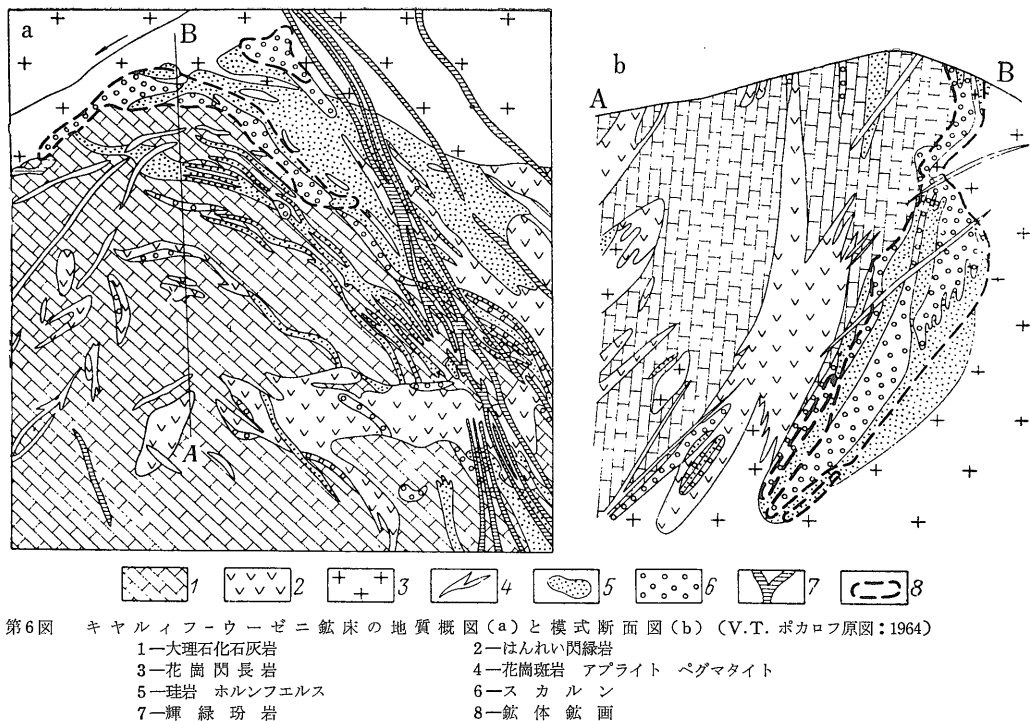
スカルンと 鉱体・ 鉱石 鉱物:

上記のアルミナ珪酸塩岩と炭酸塩岩との接触部に石灰質スカルンがあつて 貫入岩境界面の形に応じて北に膨れた弧状体を形作っている。 鉱体の主体はこのスカルン中にあるが 一部は側岩中にも入りこみ それを併せた鉱体全体は上記境界面の湾曲部で最大に厚くなり (75 m) スカルンの南西と南東に向って薄化・尖滅している。 この鉱体は深部でも貫入岩の境界面に平行して南に傾斜し 始めは急であるが すぐに少し緩斜化し 石灰岩の下限で終わっている。 この下部末端付近では 鉱体が狭長な舌状体に分れ 小レンズ状となって消滅するが 鉱床の上部や中部の場合よりもスカルンの外にはみ出す程度がいちじるしく スカルン中に鉱石の55% スカルン外に45%が存在している。

主な構成スカルン鉱物は何かということから 本鉱床のスカルンは

- a) アンドラダイト スカルン
- b) 透輝石-アンドラダイト スカルン
- c) 透輝石-アンドラダイト-磁鉄鉱スカルン

に大別されているが いずれの場合もある量の珪灰石 透角閃石 陽起石 緑簾石 緑泥石 石英 方解石とそれに鉱染・細脈・鉱のうの形で黄鉄鉱 黄銅鉱 輝水鉛鉱 磁硫鉄鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱 砒四面銅鉱 灰重石 自然金 (以上量的に多いものから少ないもの順) を含んでい



第6図 キヤリフ-ウーゼニ 鉱床の地質概図(a)と模式断面図(b) (V.T. ポカロフ原図:1964)

- | | |
|--------------|---------------------|
| 1-大理石化石灰岩 | 2-はんれい閃緑岩 |
| 3-花崗閃長岩 | 4-花崗斑岩 アプライト ペグマタイト |
| 5-珪岩 ホルンフェルス | 6-スカルン |
| 7-輝緑玢岩 | 8-鉱体 鉱画 |

る。

Cu は主としてスカルン中に集中し 深くなるにしたがって含有率は下がるが 水平方向にほぼ一定している。

Mo 含有率はスカルン中よりもホルンフェルス中と花崗閃長岩中の方が幾らか高く 鉱体の東翼はとくに Mo に富んでいる。

鉱物および鉱物共生の間にみられる相互関係としては次のような鉱物晶出順序を挙げることができるだろう。

すなわち もっとも早期に生じたのが珪灰石-透輝石-アンドラダイト共生で これは炭酸塩岩と貫入岩の両方に交代作用が働いてできたものと説明されている。

全体としてスカルン帯は 詳しい横断面でみると 非変質貫入岩から大理石化石灰岩に向かって まず角閃石花崗閃長岩が次第に透輝石化岩に 次いで透輝石質スカルンに変わり さらに透輝石スカルン中のアンドラダイトが漸増してアンドラダイト質スカルンとなり そして珪灰石の多いスカルンに変わっている。この中で透輝石と珪灰石のアンドラダイトによる交代現象がはっきり認められることから アンドラダイト スカルンは一つには透輝石帯 もう一つには珪灰石帯から発達したものと解されている。

時間的にその次に現われている現象はスカルン中での磁鉄鉱の沈殿である。この磁鉄鉱は緻密集合を作り 或は単体結晶として先に晶出したアンドラダイトと透輝

石の粒間を埋め 或は細脈としてアンドラダイト スカルンやアンドラダイト-透輝石スカルンを切っている。

これらの磁鉄鉱の沈殿は透角閃石 陽起石 緑簾石と同時だが ところによっては透輝石を交代している場合もみられるようである。また 磁鉄鉱の生成と同じ時期に スカルンとホルンフェルスおよび石灰岩が珪化作用を受けている。

この鉱床の主要鉱石鉱物はスカルンが強く破碎された後スカルンもその側岩も切った粗い割れ目網に沿って沈殿しているが Cu 鉱化作用の主な段階は少量の黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・輝水鉛鉱を伴った石英-黄銅鉱共生の生成段階である。この黄銅鉱の産状には 細脈群として磁鉄鉱・透輝石・アンドラダイトの鉱粒を切る場合とこの3鉱物の破碎集合を膠結する場合の2種がある。

さらに 幾らか間をおいて 割れ目が追加されてから主な Mo 鉱化作用が働き 輝水鉛鉱を伴う石英の細脈あるいはほとんど輝水鉛鉱だけの細脈(少量の黄銅鉱と黄鉄鉱を伴う)を形成している。前記の石英-黄銅鉱共生が主として鉄に富んだスカルン中に発達するのに対し この石英-輝水鉛鉱共生はもっと酸性の岩石 すなわち花崗閃長岩 閃緑岩 ホルンフェルス中に比較的集中している。

スカルンと鉱体は走向 NW-SE の輝緑玢岩岩脈にき

られ この岩脈との接触面に沿って角礫化されている場合が多く その角礫化帯中には熱水作用最終段階の炭酸塩鉱物 螢石 菱鉄鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱 硫砒鉄鉱が沈殿している。そして 側岩の熱水変質として 緑簾石化緑泥石化 絹雲母化の各現象が認められている。

以上のように キヤルフィー-ウーゼニ鉱床は石灰質スカルンに Cu-Mo 鉱化作用が重なったもので ソ連では一般にこの鉱床がそのようなタイプの典型例とされている。

さて この鉱床の沿革だが 確かなことはわからない。時間をかけて 果して知り得るかどうか これまたあやしい。

以上のソ連のスカルン型可採モリブデン鉱床にソ連では重要鉱床となっていない楊家杖子(中国)タイプのモリブデン スカルン鉱床を加えて通覧すると 次のようにいえるだろう。

ソ連のモリブデン型とタングステン-モリブデン型のスカルン鉱床は卓状地と褶曲完了区に加った構造運動-火成活動の結果で 前者ではその構造運動と火成活動が現在 モラッセ型の地層を堆積して分布する大規模な凹地とそして大規模な隆起体の成長から始まり 鉱体はその隆起部と凹地縁部に分布する黒雲母-角閃石花崗岩に伴われている。 後者は一般に優白質カリ花崗岩に伴われこの花崗岩に関係した構造運動は分化もコントラストも低くて 大規模な隆起体も凹地体ももたらしていない。

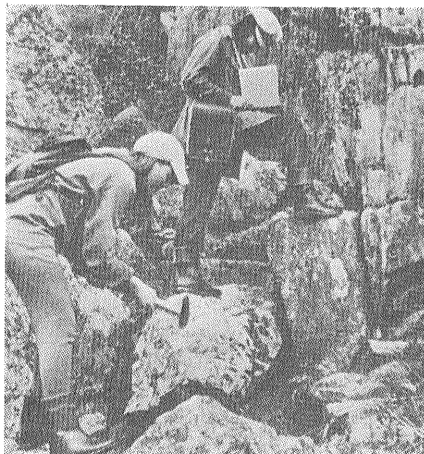
スカルンは複雑な形態の岩体 あるいは脈状 レンズ状 ポケット状 層状の岩体を作り 通常は炭酸塩岩とアルミナ珪酸塩岩(一般にホルンフェルスや花崗岩類)との接触部に ときには中性噴出岩中(南ヤングカン鉱床:第1図)に賦存する。スカルン化作用は炭酸塩岩にもアルミナ珪酸塩岩にも働いていて 両母岩の真の接触面が見えなくなる場合も少なくない。スカルンの生成に適した構造条件は 貫入岩の多少緩やかな接触面に それを切る構造断層が組み合さることにある と考えられる。

Mo および Mo 鉱物を含有したスカルンでは 次のような鉱物共生が普通のものである。

- a) ざくろ石+輝石
- b) ざくろ石+緑簾石+ペスピアナイト
- c) ざくろ石+輝石+斜長石

ときには 次のような場合もある。

- d) ざくろ石+輝石+珪灰石
- e) ざくろ石+輝石+斜長石+珪灰石



第7図 ソ連の若き婦人地質専門家たち
(『Геология Нефти и Газа』誌から)

ざくろ石はグロッシュラー-アンドラダイト系列 輝石はヘデンベルグ輝石-サーラ輝石-透輝石系列のものからなっている。上記の鉱物共生関係は V. ジャリコフの言っていることからすると 一般に生成温度相として輝石-ざくろ石-珪灰石相(500-800°C) 輝石-ざくろ石相(500-550°C) ざくろ石-緑簾石相(400-500°C) 輝石-緑簾石相(400-450°C)に分け得る石灰質スカルンの特徴をそのまま現わしていることになる。

鉱石鉱物の沈殿作用はスカルンおよびスカルンの側岩に働き 角閃石化作用と緑簾石化作用を随伴し 脈・細脈・鉱染体として段階的に行われている。 鉱石鉱物のうち もっとも多く分布するのが磁鉄鉱 輝水鉛鉱 黄鉄鉱であるが 鉱床によっては灰重石ないし黄銅鉱が多い。その量の多少から 鉱石の型の分類が行われるわけである。一般に少量存在しているのが閃亜鉛鉱 方鉛鉱 四面銅鉱と各種の硫塩鉱物であり 稀産するのが自然蒼鉛 自然銀 自然金などである。脈石鉱物は主として石英 白雲母 緑泥石 螢石 炭酸塩鉱物で 脈石鉱物の記載からスカルンが除外してある。

眠らなくてはならない時刻がきてしまった。 兄も知っての通り 私の身体は好きなアルコール分が全くのタブーとなっただけではない。 病理学のM先生をして 「君は何も喰べないで 十分睡眠をとるのが最良の薬」と言わしめたほどの情ない状態。 全然喰べないわけにはいかないから せめて眠ることには意欲的(?)でありたい。 続きはまたの日に。 おやすみなさい。

(つづく)