

山口県岩国市 喜和田タングステン鉱山

長原正治¹⁾・島 敏史²⁾

1. 喜和田タングステン鉱山のはじまり

喜和田鉱山は、むかし、二鹿銅山といい、1669年(寛文9年)に発見、吉川侯によって銅と錫が採掘されていたが、1907年(明治42年)灰重石の含まれていることがわかり、タングステン鉱山としてスタートした。タングステン鉱山創始者、粟村敏頭翁の伝記には次のようなことが記されている。

明治42年、佐渡鉱山局の官吏だった粟村敏頭が九州へ出張西下の途次、たまたま山口県玖珂郡北河内村二鹿にある鉱山の話聞き、そこに立ち寄った。同鉱山に入山してすぐ眼に入ったのは、谷一杯に捨てられていた重い石であった。この石こそわが国には産出しないと考えられていた重石鉱だったのである。敏頭はこの重い石に価値ありと認め、数塊を携えて東上、東京帝国大学に渡辺渡博士を訪れ、鉱石の鑑定を依頼した。

博士はすぐこれが重石鉱であることを認めたが、山口県下で大量に産出するとの敏頭の言をなかなか信じなかった。やがて、熱心な説明で、事の真実を知り、且つは驚き且つは歓び、この鉱石が国防資源として貴重であるから、蔽秘するようにと指示された。当時重石鉱については精錬の方法も用途も殆ど不明の状態、欧米といえどもドイツ以外は余り注目していなかった。

敏頭は早速鉱山を買取ったが、この発見を聞いたドイツ人オットー・ライメル氏が来山、山元にあった2トン余りの重石鉱を引き取っていった。そして、しばらくたってから、「鉱山の権利を百万円で譲り受けたい。不可ならば、ドイツから所要の資金設備・技術等一切を送る。その代わり採掘した鉱石は全てドイツに売り渡すこと」と申し出てきた。当時の百万円は破天荒な金額であった。

敏頭は関係者と協議した結果、ドイツの申し出を断わり自ら経営に乗り出した。かくして喜和田タン

グステン鉱山がスタートした。

当時は、米国のクーリッジがタングステン線を作ることを見出し、これまで炭素線が用いられていた白熱電球のフィラメントに、このタングステン線が急速に使われだした、という時代であった。

以来、喜和田鉱山は順調に操業が続けたが、1921年(大正10年)第一次世界大戦後に一時休山した。1929年(昭和4年)に再開、第二次世界大戦終了まで操業して休山、1956年(昭和31年)再開、米国等の造船景気に支えられたが1962年(昭和37年)に再び休山した。その後、1968年(昭和43年)に再び操業を開始して今日に至っている。

2. タングステン市況の変遷

第二次世界大戦の中頃、ドイツが初めてタングステンを使った超硬合金の対戦車砲弾を作り、北アフリカ戦線で華々しい戦果を挙げた。この時からタングステンは戦争にはなくてはならないものとなり、各国が競ってタングステンの用途開発に努力するようになった。

一方、鉱石を産出する鉱山の方も戦時体制で増産に励んだ。ちょうどこの頃、喜和田鉱山では新しい鉱体が見つかり、生産量を増大し、国策に寄与したということで福岡鉱山監督局から表彰状を貰っている(写真1)。

大戦後も朝鮮戦争、ベトナム戦争、イラン・イラク戦争と争いがある毎に軍需が増加し、タングステン価格が高騰した。価格の上昇はその都度鉱山の開発を促し、中小鉱山の操業を活性化した。朝鮮戦争のときは27鉱山、ベトナム戦争のときは11鉱山、ソ連が大量に買い付けした1977年頃には7鉱山が稼働した。

戦時におけるタングステン価格の高騰は、砲弾がこの上ない大量消費であると同時に、取引の多くが

1) 株式会社喜和田鉱山：〒740-03 山口県岩国市二鹿

2) 山口大学 工学部

キーワード：喜和田鉱山，山口県，岩国市，タングステン，灰重石，世界市況

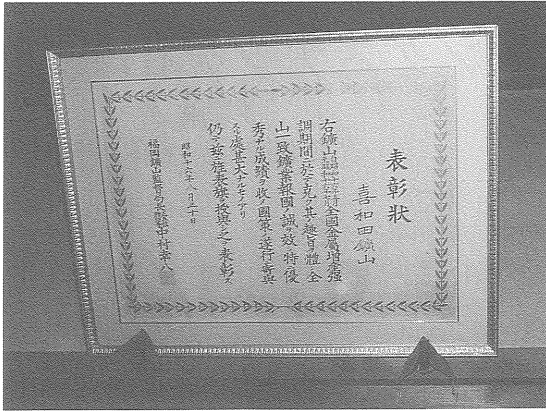


写真1 1941年、喜和田鉱山のタングステン増産に対して与えられた表彰状。

ディーラーの手にゆだねられていたため、専ら投機対象にされたからだという。タングステンは、同じ投機対象商品の銅や錫よりも動きが激しく、一般には扱い難い鉱物と敬遠され、“魔の商品”とか“鉱石の小豆”とか言われてきた(第1図参照)。

しかし、1980年頃から軍用タングステンの需要が急に減り始めた。フォークランド諸島の問題や、中近東に煙が上がってもタングステン価格への波及は殆どなく、1991年の湾岸戦争でも全く影響がなかった。

兵器の開発が進み、装甲板をより強力に打抜くため、最近では廃ウランの弾丸がタングステン・カーバイド系の弾丸に代ったといわれている。一方、戦車の方も軽量化と高速化が要求され、戦車素材とし

てのタングステン需要もまたなくなった。湾岸戦争がその事を実証したといえる。

今や、タングステンは戦争物資から平和産業商品に代り、結果的には投機の対象から逃れたが、今度は中国の過剰供給に悩まされるようになった。

世界の半分近くの埋蔵鉱量を持つ中国の動きに、世界のタングステン生産者が注目する。かつて中国産のタングステンは、カーテンの向うでソ連に送られていて詳しいことは分からなかったが、今ではかなり明るみになるようになった。それでもまだつかみ難いところがある。

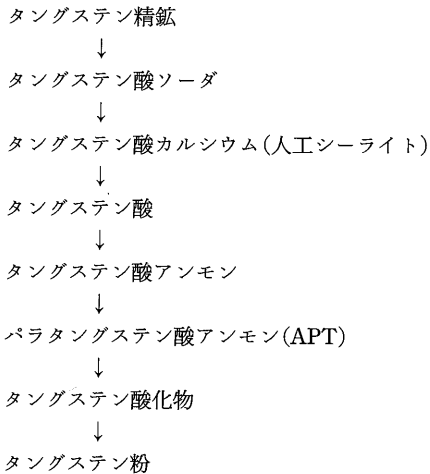
近年中国のタングステン輸出量は、精鉱量で世界貿易の35%を占めていると言われている。この多量の輸出量は、中国が生産する精鉱量の半分に相当するらしい。輸出の増加は、中国政府が世界市場でタングステンのバーター貿易を無制限に許したことにはじまる。そして今度は更に鉱石に付加価値をつけ、つまりタングステン精錬過程の中間製品パラタングステン酸アンモン(APT)を造って売り出してきた(第1表参照)。本来、中間製品は精鉱よりも高価である筈なのに、精錬業界によれば中間製品の方が精鉱よりも廉価に入手できるという。この異常ともいべき価格メカニズムと地方生産者の安いスポット売りの直接取引が、タングステン建値の長期低迷化の元凶だとして、世界各国から非難されてきた。

勿論、1975年発足のタングステン生産者協議会も手をこまねいていたわけではなく、何度もこの間



第1図 タングステン価格の変動とその背景。実線は鉄マンガン重石の価格。

第1表 タングステンの精錬工程



題をとりあげ建値の立て直しを図ったが、中国側の同意があったにもかかわらず、結果としては成功せず今日に至っている。中央政府の意向が地方までとどかないのだろうというのが、大方の見方のようにある。

価格低迷の理由はまだ他にもある。稼業の対象となる主な鉱石は灰重石と鉄マンガン重石であるが、灰重石の場合は良質であれば金属タングステン用には従来の高圧釜での抽出工程を省略し、直接酸分解工程にもっていくことができるため、製造コストが安くなる。また鉄鋼用でも直接投入で前処理コストが軽減できる。そこで1984年から灰重石は鉄マンガン重石よりも5~10\$/MTU(MTU:タングステン純分量10kg当りに相当)高く取り引きされてきた。しかし1992年4月からこの灰重石価格が廃止になり、安い鉄マンガン重石の建値に統一された。灰重石産出最後の大手鉱山、オーストラリアのキングアイランド・シライト鉱山が昨年休山し、世界的な灰重石の取引がなくなったことから、廃止になったものである。喜和田鉱山の場合、海外取引がないので、この廃止も甘受せざるを得ず、それだけ値下がりしたことになる。

以前先進国の採算マイニングコストがおおよそ120\$/MTUといわれていたが、事実価格がそれを下回り始めると世界の著名な鉱山が相次ぎ休閉山にはいり、6年間に60以上の鉱山が操業を停止したという。そして現在のように60\$/MTU以下では、中国以外の操業鉱山がなくなるのもやむを得ない事で

あろう。

タングステン価格はロンドンLMB建値で決る。Metal Bulletinの編集者がタングステンディーラーやユーザーの取引レポートとかヒヤリングを基礎にして、毎週火曜日と金曜日に発行される雑誌のタングステン鉱石欄に記載した数字が\$建てのLMB価格である。

わが国の取引ではLMBの建値を円に換算した価格、‘建値x円/\$’を基準にする。従って円高の進行はそのまま値下がりにはね返ってくる。例えば、為替が240円/\$だったのが120円/\$になると、これだけでもタングステン価格が半分になるということである。

国内鉱山は中国の安値攻勢と円高進行のはさみ打ちにあい、手のほどこしようもなく次々とタングステン鉱石の採掘を中止した。それは

1984年	鐘打鉱山、大谷鉱山
1985年	高取鉱山
1986年	新八基鉱山、藤ヶ谷鉱山
1987年	都茂鉱山

等である。今では、喜和田鉱山と、喜和田鉱山の産出する鉱石を受託選鉱している玖珂鉱山が操業しているにすぎない。しかしこれも近く操業を中止することになっている。

3. 最近の喜和田鉱山の操業状況

昭和初期には300人もの従業員が働いていたこともあったが、大戦後の操業は終始十数名程度で行ってきた。そのため探鉱量も少なく、戦後の30年間では延長5500m程度の坑道探鉱を行ったにすぎない。特にここ10年ぐらゐの間は価格低迷で、探鉱は低調だった。その結果、鉱区の西部と南部、既存鉱体の下部など広い範囲が未探鉱のまま残っている。

それでも今日までに小さいながらも、10ヶ以上の鉱体を発見し開発操業を続けてきた。主な鉱体の鉱量と品位を第2表に示す。

鉱体発見にはいろいろのエピソードがつきまとう。

戦後間もなく探鉱が暗中模索の頃、大切坑で石英脈の錘押をした。しかし成果がなく掘進を中止、次に別の錘押をしたところ鉱体(第1鉱体)に着鉱、

第2表 主要鉱体の鉱量と品位

名称	粗鉱量(t)	品位(%WO ₃)
第1 鉱体	410	4.2
第2 鉱体	690	3.7
第4 鉱体	350	8.2
第5 鉱体	1,050	8.0
第8 鉱体	830	4.4
第10 鉱体	18,660	2.8
第11 鉱体	68,250 以上	5.5

採掘はコンプレッサー100 HP 一台と50 HP 一台、運搬には2t 蓄電池式電気機関車とグランビー型鉱車を使用した。採掘法は中段坑道を7~10 m 間隔に切ってブロックに分け、上部のブロックから採掘した。発破は横向き穿孔でかけ、順次上方に進み、発破した鉱石はスクレーバで掻き出す。あとは空洞になる。

品位の調節が必要なので大発破はかけず、高品位部を選択的に採掘した。その結果、最も新しく開発した第11 鉱体の場合、採掘しなかった低品位残鉱は約6 万t、1.6%WO₃と見積もられる。

喜和田鉱山の採掘は今年3月に中止した。現在は貯蔵していた鉱石を選鉱中だが、これが終わればこのあと、先に述べたような市況では操業を続けることが困難なので、やむを得ず休山に入る。

しかし、第11 鉱体の340 mL 採掘切羽には発破した高品位の足場貯鉱がそのまま残っているので、今後研究あるいは研修に役立つことがあれば幸いだと思っている。

余談だが、今年の初め、“わが国最後のタングステン鉱山の閉山か？”と新聞社が取材に来山、灰重石が紫外線で青白く光る美しいカラー写真を撮り、新聞紙上を飾った(朝日新聞3月3日夕刊、中国新聞7月4日夕刊等)。またテレビでも4月にNHK 山口や広島のみ放等が放送した。8月に京都国際会議場で第29回万国地質学会が開催された。喜和田鉱山の最後を飾るべく、灰重石塊や良質の縞状灰重石鉱等をイベント会場に出品展示した(写真3)。

また10月には山口県岩国市中通り商店街が主催で模擬坑道を作り「喜和田鉱山展」を開き、多くの市民が見学に来ている(写真4)。このような催しはさきに広島市内でも行われたが、一般の人は模擬とはいえ坑内を体験し“光る石”にひどく感激したよ



写真2 喜和田鉱山長栄坑坑口付近の風景。

それならばと中止した錘押にもうひと発破かけたら、その一発で鉱体(第2 鉱体)に当たったという。

大切坑の直進坑道で何故か数メートルにわたって湾曲していた箇所があった。後日、この付近に磁力探鉱をしたところ、その湾曲部にアノマリーが出た。そこで、曲がりの内側に向かって発破をかけてみると、70 cm の壁をへだてた奥に鉱体が出た。坑道をまっすぐに掘削していたら始めから鉱体に当たっていたであろう。その後来山された方々に、壁になっていた70 cm の間の岩質が、鉱化作用のために他と異なった肉眼的変質が認められるかどうかお尋ねしたが、どなたも顕著ではないと言われ、坑道の曲がりによる鉱体の発見の遅れはやむを得なかったのかも知れないと思っている。

鉱体からほんの僅か離れているだけでも、そこにある鉱体を予知することは極めて難しい。そこでじゅうたんボーリングが必要になってくる。喜和田鉱山ではまず電探、次いでレールを取り外して磁探をかけ、必要なところはボーリングをした。

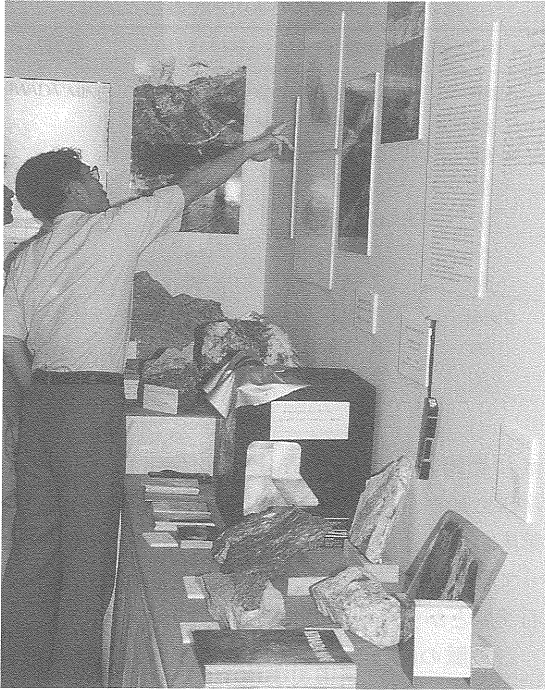


写真3 第29回 IGC での喜和田鉱山の展示
(京都国際会議場, 1992年8月)。

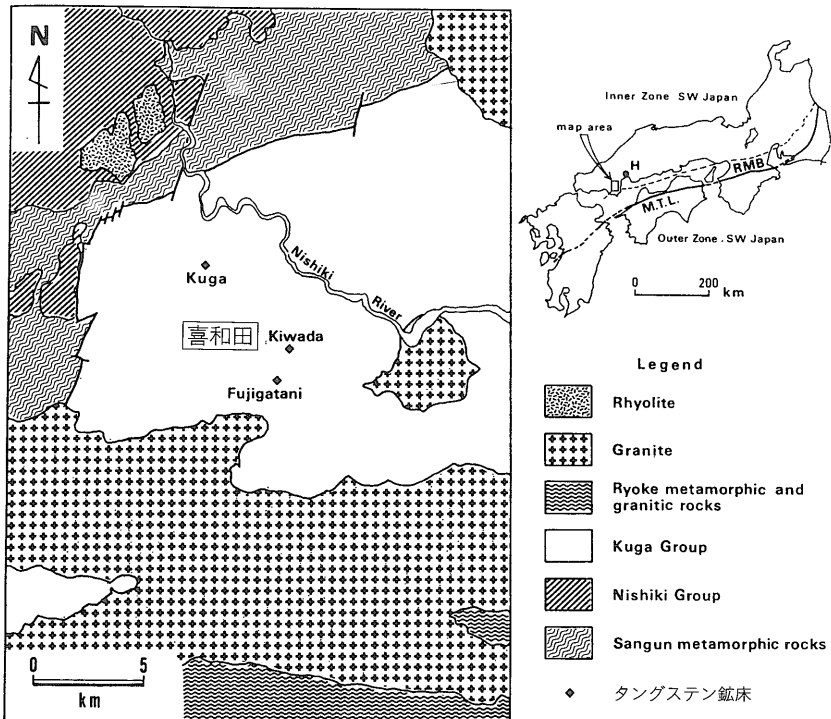


写真4 岩国市中通り商店街主催「喜和田鉱山展」の横断幕(1992年10月)。

うだ. そして“地中は青かった”とか“地中に天の川を見た”とか名言?を残してくれた。

4. 喜和田地域の地質および鉱床の概要

本地域の地質は玖珂層群と白亜紀末期花崗岩とか



第2図 喜和田鉱山付近の地質概略図. Sato (1980)より。

らなる。玖珂層群はスレート・砂岩・チャートで構成されている。いわゆるスレートは泥質岩と礫質泥岩とから成り、その中にレンズ状の石灰岩をはさむ。チャートには層状チャートと塊状チャートがあり、大部分は層状チャートで塊状チャートは部分的に介在するに過ぎない。石灰岩は大小様々の大きさでスレート中に点在する。化石の研究で、石灰岩からは二疊紀のフズリナ、チャートから三疊紀のコノドント、泥質岩からジュラ紀の放散虫が発見されている。異なった時代の岩石が混在する玖珂層群は、オリストロームとして形成されたものではないかと言われている。

玖珂層群中には喜和田鉱山のほかに藤ヶ谷鉱山と玖珂鉱山のタングステン鉱床がある(第2図参照)。

喜和田鉱山周辺の地質は、下部の層状チャート、上部の礫質泥岩からなる。層状チャートは全体として広く緩くうねって分布するが、鉱山付近では極端に褶曲している。花崗岩は喜和田鉱山の東方と南方数kmの処に露出し、重力探査の結果、北方では地下浅所に潜在すると考えられている。

鉱床は石灰岩を交代した塊状のスカルン型鉱床と石英脈とからなる。鉱体の数は多く、過去の露天掘跡や旧坑から推察すると、この地域に少なくとも30鉱体は見積もられる(第3図参照)。

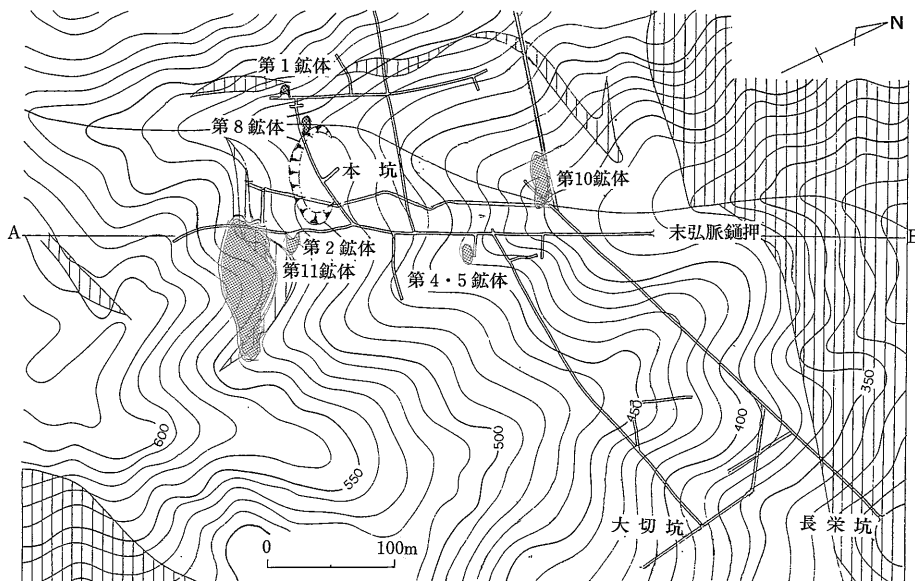
石英脈は鉱区の東部と中央部のそれぞれ幅約300

第3表 第11鉱体の年次別出鉱量と品位

年	粗鉱量(t)	品位(%)	備考
1983	4,372	2.40	
84	3,458	3.18	
85	5,068	3.91	
86	5,498	3.85	
87	6,159	5.07	
88	7,330	5.14	
89	7,621	6.30	
1990	7,102	5.57	
91	6,143	7.52	
92	3,724	8.36	1~6月

mの範囲に数多くあり、雁行状をなして北東から南西に延び、確認された総延長は2,600mに及ぶ。鉱床の多くはN70°W方向に軸を持つ褶曲構造に沿って配列するレンズ状石灰岩と上記のN30°E系の石英脈とが交差する部分に見られている。

石英脈の幅は数10cmのものが多いが、中には1m以上に達するものもある。石英脈の数と大きさは、タングステン富化に密接に関係しており、喜和田・藤ヶ谷・玖珂鉱山の中で、喜和田鉱山付近が最も数が多く規模も大きい。そのため喜和田鉱山の粗鉱品位は藤ヶ谷・玖珂鉱山の0.7~1.0%WO₃に比べて著しく高く、最近10年間に採掘した第11鉱体の平均粗鉱品位は5.53%WO₃であった(口絵参照)。参考のため第11鉱体の年次別の出鉱量と品位を第



第3図
喜和田鉱山の主要鉱体の分布と坑道。
コンターとハッチは、それぞれ地表の地形とチャートの分布を示す。

3表に示す。なお鉱山の開始以降採掘されたタングステン鉱石はWO₃量が約4500tと見積もられる。

5. 喜和田鉱山第11鉱体について

最後に、喜和田鉱山に於いてこれまで開発された鉱体の中で、最も規模が大きくかつ休山まで稼行された第11鉱体の概要について少し述べておきたい。

第11鉱体は、120m×50m×40mの規模の褶曲軸方向に延びる紡錘状石灰岩を交代した鉱床である。鉱床はこの石灰岩体の外側を交代した皮殻状スカルクンと、それを貫く石英脈及びその周辺部スカルクンから構成されている(第4, 5図参照)。

皮殻状スカルクンは、346mL坑内地質図に見られるように外側の礫質泥岩から内側の石灰岩へ向かって、おおむねヘデン輝石帯-ざくろ石・ヘデン輝石帯-ざくろ石帯-珪灰石帯と累帯配列をなしているが(第4図)、この累帯配列は部分的にはかなり不規則である。

この皮殻状スカルクンおよび石灰岩は、N30°E方向の数本の石英脈によって貫かれており、この石英脈周辺では熱水作用の結果生じたと考えられる緑泥石・黒雲母・緑簾石等の鉱物が認められ、前述の皮殻状スカルクンとは異なった鉱物共生が見られる。

皮殻状スカルクンにもタングステン鉱化作用は見られるが、一般に品位が低く0.3~0.7%WO₃程度で

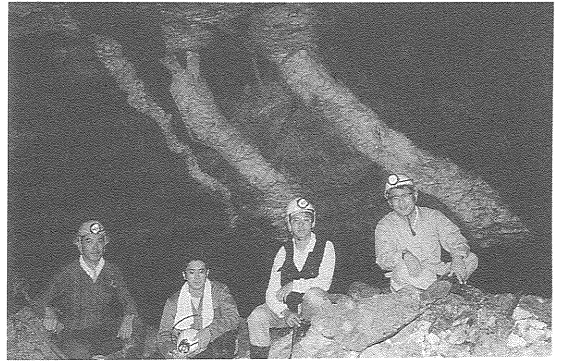
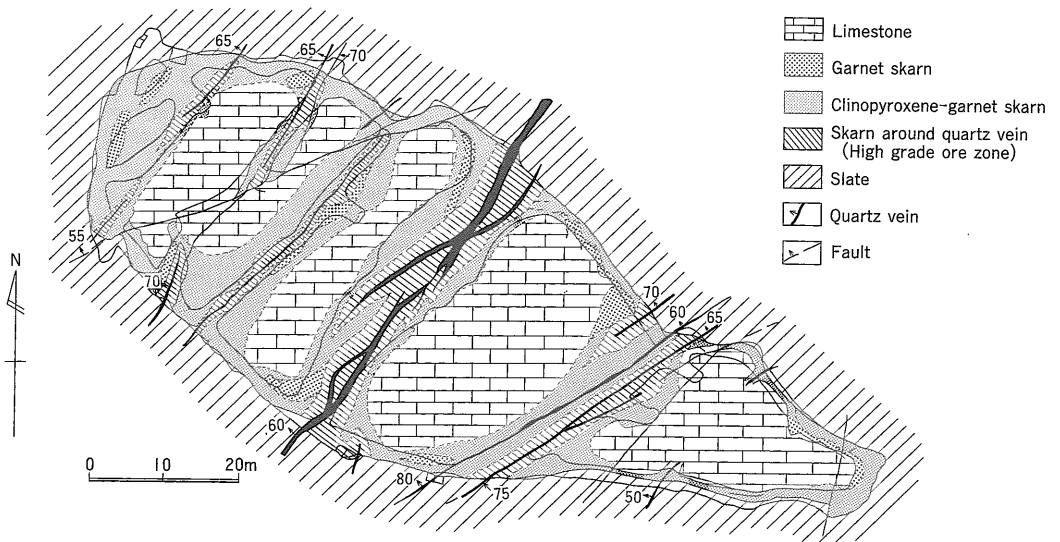


写真5 喜和田鉱山第11鉱体の石英脈。

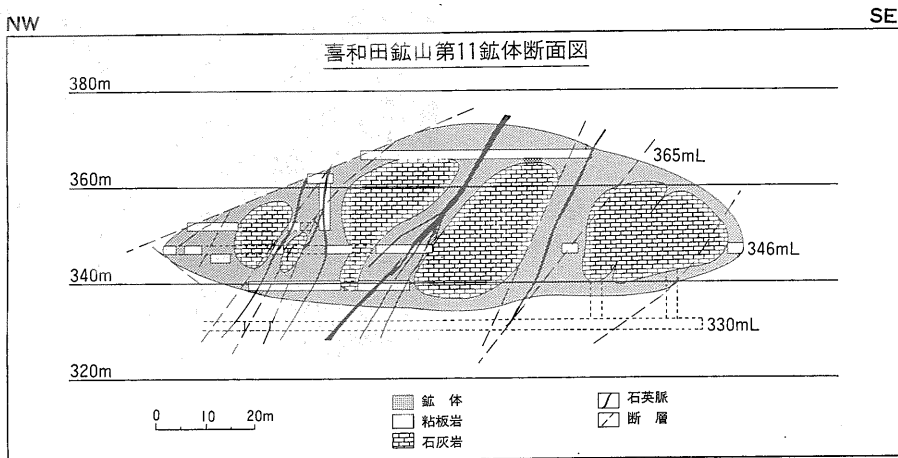
ある。一方石英脈およびその周辺では驚くほど品位が高く、普通WO₃含有量が10%を超えしばしば30%以上に達する(口絵参照)。

主要鉱石鉱物は勿論灰重石であるが、他に黄銅鉱・磁硫鉄鉱・硫砒鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱などの硫化鉱物を伴う。石英脈周辺では、石英脈をはさんで一般にWO₃20%以上の高品位縞状灰重石帯、ついで硫化鉱物帯という配列の見られることが多い。硫化鉱物帯も普通は2~10%の高品位なタングステン鉱石からなる。

スカルクン鉱物は、ざくろ石と単斜輝石を主体とする。ざくろ石は主として、灰ばんざくろ石(grossular)-鉄ばんざくろ石(almandine)-満ばんざくろ石(spessartine)系を主体とし、かなり多量のマンガ



第4図 喜和田鉱山第11鉱体346mL坑内地質図。矢印わきの数字は石英脈の傾斜を示す。



第5図 第11鉱体断面図(NW-SE).

ンを含有するのが特徴である。ほかに石灰岩に近い珪灰石帯には緑色のざくろ石が認められ、これは灰鉄ざくろ石 (andradite) 成分に富んでいる。単斜輝石はほとんどヘデン輝石が主体であるが、ざくろ石同様かなりのマンガンを含むものが見られる。鉱石鉱物である灰重石はほぼ純粋な $CaWO_4$ であるが、微量の鉄マンガン重石も発見されている。

以上のような産状から、喜和田鉱山のタングステン鉱床の形成を考えると以下の様にまとめることが出来る。

- ① まずレンズ状の石灰岩が外部から多量の Fe, Mn, Si および Al などが供給される交代作用を受け、皮殻状スカルンが形成された。このスカルン化作用は、同時に弱いタングステンおよび硫化鉱物をもたらす鉱化作用を伴ったと考えられる。
- ② スカルン化作用のあと、N30°E 方向の割れ目に沿って上昇した熱水溶液により多量のタングステンその他の金属が供給され、強い鉱化作用が生じ塊状灰重石帯および硫化鉱物帯の高品位部が形成された。
- ③ 最後に石英および灰重石、単斜輝石等が割れ目を充填し、大きな灰重石の自形結晶を伴う石英脈が形成された。

参考文献

東元定雄(1974)：山口県玖珂地区の地質とタングステン鉱床。地質ニュース, no. 243, 56-62.

金属鉱業事業団(1983)：昭和58年度希少金属鉱産物備蓄業務に関する調査報告書, 61-88

長原正治(1978a)：山口県喜和田鉱山の地質鉱床(1)。水曜会誌, 18, 637-641.

長原正治(1978b)：山口県喜和田鉱山の地質鉱床(2)。水曜会誌, 19, 49-54.

長原正治(1978)：山口県喜和田鉱山の地質鉱床と探鉱。鉱山地質, 28, 373-384.

中島信久(1986a)：国内主要鉱山紹介(6)玖珂鉱山藤ヶ谷鉱山・喜和田鉱山(I-V)。ぼなんざ, no. 124, 2-12; no. 125, 11-20; no. 126, 9-17; no. 127, 2-8.

大西恭秀(1991)：喜和田タングステン鉱山のスカルン及び鉱石の成因について。山口大学修士論文

佐藤興平(1977)：山口県喜和田・藤ヶ谷・玖珂鉱山の接触交代灰重石鉱床に含まれる鉄マンガン重石。鉱山地質, 27, 30-37.

Sato, K. (1980)：Tungsten skarn deposit of the Fujigatani mine, Southwest Japan. Econ. Geol. 75, 1066-1082.

Sato, K. (1982)：Characteristics of tungsten skarns in Japan, two contrasting types. Proc. Symp. Tungsten Geology, China, 1981, 203-209

Shima, H. and Nagahara, M. (1992)：Kiwada Mine, Iwakuni, Yamaguchi Prefecture. IGC exhibition pamphlet.

特殊金属備蓄協会(1984)：タングステンに関する報告書(Metal Bulletin 誌主催のセミナーより), 2-11.

NAGAHARA Masaharu and SHIMA Hiromi (1992)：Kiwada tungsten mine, Iwakuni City, Yamaguchi Prefecture.

〈受付：1992年11月2日〉