

報 文

553.43+.463 : 551.761 (521.85)

山 口 県 玖 珂 鉱 山 の 地 質 鉱 床

東 元 定 雄*

Geology and Ore Deposits of the Kuga Mine, Southwest Japan

Sadao HIGASHIMOTO

Abstract

The Kuga mine (lat. 34°03'27"N. and long. 131°59'52"E.) is one of the leading tungsten mines in Japan.

The mine area is underlain principally by the Triassic Kuga Group. This is composed mainly of slates, pebbly mudstones and cherts and some sandstones and limestones. In places narrow prophyrite dikes cut the group. The rocks of the Kuga Group are spotted biotite-muscovite-hornfels in the central part of the mine area, and biotite hornfels elsewhere. This suggests that a granitic cryptobatholith occurs under the metasedimentary rocks.

An anticlinorium extending east-westerly from Takiyama to Iwaya and beyond is the most prominent geologic feature of the area. It consists of parallel second order anticlines and synclines. Axes strike N70°W and plunge 30°W.

The ore deposits are tungsten-copper deposits of a contact-skarn type. In addition, many scheelite-bearing quartz veins are present adjacent to the skarn ore bodies. These veins are usually too small to be worked alone.

Most of the more than one hundred skarn ore bodies of various sizes are crowded in the axial part or crest of the anticlinorium. They are elongate parallel to the folding axes of the country rocks, but have no fixed position to individual second order folds.

The skarn ore bodies are massive skarns or contain a core of limestone. The massive skarn ore bodies and the ore bodies with remnant limestone core are spindle-or prolate-shaped as a whole.

In the central part of the mine area mineralization is most intense: limestone bodies are completely or nearly completely replaced by skarn. Less intensely mineralized areas are characterized by shell-shaped ore bodies with skarn shells and limestone cores.

The skarn ores are composed largely of scheelite, chalcopyrite, pyrrhotite, sphalerite, manganhedenbergite, mangangarnet, manganamphibole, quartz and fluorite. Wollastonite is scarce. Bustamite and pyroxmangite are rare. Scheelite and chalcopyrite are the main and sphalerite and cassiterite the minor economic minerals.

The skarn ores of the mine are generally rich in sulfides, quartz and hydrous silicates and therefore it is assumed that, overall, the hydrothermal stage was as important as the skarnization stage. The ore-forming fluid seems to have been derived from the hidden granite mass. The fluid presumably ascended along fractures which were developed most well in the axial part of the anticlinorium. The wide occurrence of manganese-rich calc-silicate minerals and the local occurrence of manganese minerals suggest that the ore-forming fluid was enriched in manganese. Manganese was perhaps supplied from the country rocks during ascent of the ore-fluid. In this respect the ore-fluid probably different from that responsible for the Fujigatani mine located near to granitic source rocks.

要 旨

玖珂鉱山はわが国の代表的タングステン鉱山の一つである。

* 中国出張所

鉱山付近の地質は三畳系玖珂層群とそれを貫ぬく玢岩岩脈とからなる。玖珂層群はスレート・チャート・礫質泥岩・砂岩・石灰岩などからなる地層である。玖珂層群の大部分はホルンフェルス化されているが、これは地下に潜在する花崗岩によるものと推定される。

鉦区中央部には、ほぼ東西に走る軸を持つ背斜がある。この背斜は、東部では単純な背斜であるが、中央部および西部では複背斜である。

鉦床は玖珂層群の石灰岩を交代して生成したスカルン型鉦床である。鉦体は100個以上確認されており、その大部分は複背斜の軸部に形成されている。複背斜の軸部でも、鉦区中央部の出合・鹿田・蟹間・大宝・梅ノ木の各鉦床付近(中心地区)ではとくに鉦化作用が優勢であり、そこでは塊状鉦体が大部分で、鉦石の WO_3 品位が高く、また、硫化鉦物も多い。これに対し、他地域(周辺地区)の鉦床では皮殻状鉦体が多く、鉦石の WO_3 品位が低く、無水スカルン鉦物が中心地区より多い。しかし、錫の含有量は中心地区に比べ周辺地区の方が多い。

主要鉦石鉦物は灰重石と黄銅鉦であるが、その他、閃亜鉛鉦と錫石も回収されている。スカルン鉦物は一般にマンガン含有量が多く、単斜輝石はマンガン灰鉄輝石、柘榴石はマンガン柘榴石である。また、パスタマイトおよびパイロキシマンジャイトなどを伴う鉦体も認められる。

鉦床生成には玖珂層群の特定の層準に賦存した石灰岩と鉦液の通路になった裂かたが重要であったと考えられる。鉦液の通路になったと考えられる裂かは現在石英脈に充填されているが、その大部分は母岩の褶曲軸にほぼ

垂直に生じた引張裂かである。石英脈は一般に複背斜の軸部が多いが、なかでも、その発達密度が高く、群をなす部分で、かつ、石英脈群と石灰岩層準とが交叉する個所に優勢な鉦床が生成している。

鉦石中には珪灰石がまれにしか見られず、無水スカルン鉦物が少なく、硫化鉦物・石英および含水珪酸塩鉦物が多いので、熱水期の鉦化作用がスカルン期よりも顕著であったと考えられる。また、スカルン鉦物のマンガン含有量が多いことは、鉦液中にマンガン分が多かったことを示すと考えられるが、そのマンガンは鉦液が上昇する過程で側岩から供給されたものである可能性が高い。

1. ま え が き

玖珂鉦山はわが国の代表的タングステン鉦山で、玖珂層群中に賦存するスカルン鉦床を開発して、現在、年間約160 t (WO_3 74%) の灰重石精鉦を生産している。

このスカルン鉦床は花崗岩から数100m離れた所に生成したもので endoskarn や花崗岩体近くに形成された exoskarn とは性状を異にする。また、現在までに100個以上の鉦体が発見されているが、それぞれの鉦体で交代様式・鉦物共生・賦存状態を異にしている。

筆者は1970—1971年に延べ58日間玖珂鉦山の野外調査を実施し、その後、採取試料について室内研究を続けて

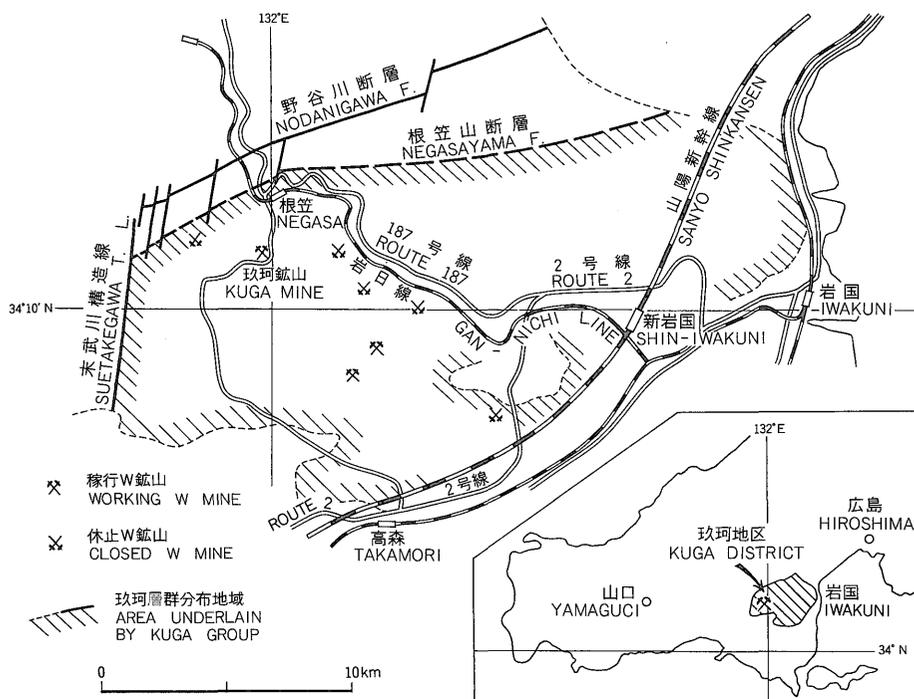


Fig. 1 Index map of the Kuga district.

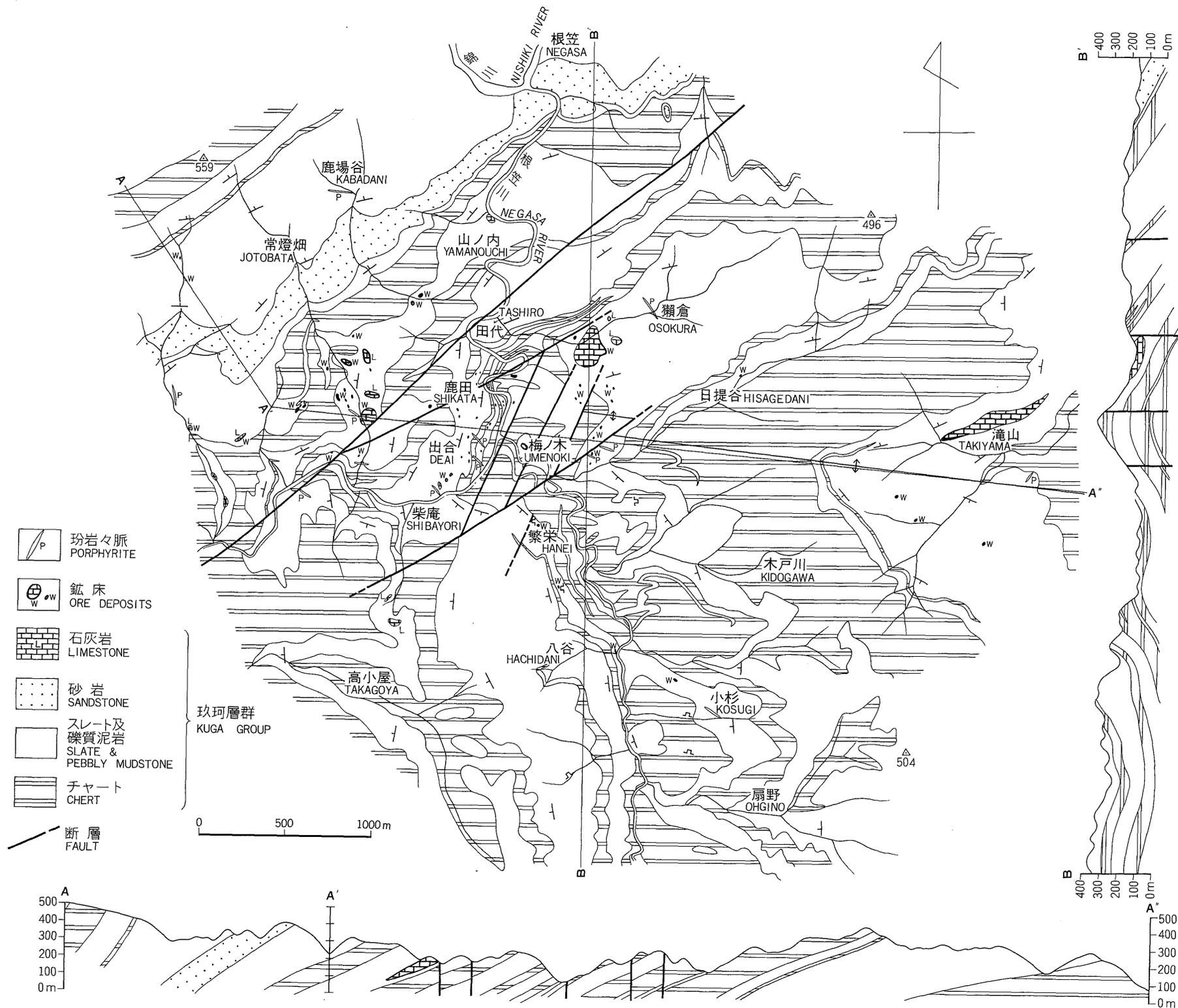


Fig. 2 Geologic map of the Kuga mine and its environs.

きた。ここにこれまでに得られた成果を報告する。

1.1 位置・交通

玖珂鉱山は山口県玖珂郡美川町根笠にある。岩国市の西方直距 22 km にあたり、岩日線根笠駅から南方 4 km バス15分で山元に達する。鉱山事務所は根笠川と藤ヶ谷川との合流点、北緯 34°03'27"、東経 131°59'52" に位置し、選鉱場・主要坑道坑口などはその付近に設備されている (第1図)。

1.2 沿革

本鉱床の発見は1580年頃といわれる。最初、銀鉱の採取が行われたが、1600年頃には錫鉱が採取され、錫鉱30 t を大阪へ出荷したといわれる。さらに、1850年頃からは銅鉱の採鉱と製錬が始まり、その後、断続的にはあるが1910年頃まで銅鉱の稼行が行われた。

1911年 (明治44年)、灰重石の発見によって、比重選鉱場が建設され、タングステン鉱 (灰重石精鉱) の生産が始まった。タングステン鉱の生産は1919年まで継続し、当時、他の鉱業権者によって稼行された周防鉱床および大宝鉱床からの生産を含めると、生産量は合計 928 t (WO_3 65%) に達した。1920年、第一次世界大戦後の需要減退による鉱産物価格下落のため休山した。

1953年 (昭和28年)、選鉱場 (80 t/日) を再建し、操業を再開した。最初は灰重石精鉱だけを採取していたが、その後、順次、回収設備を拡充し、1956年からは銅精鉱と硫化精鉱、1960年からは亜鉛精鉱と錫鉱の回収を始めた。1953年から1975年までの粗鉱生産量は合計 410,000 t で、それを処理して、灰重石精鉱 2,800 t (平均品位, WO_3 72%), 銅精鉱 14,000 t (Cu 19%, Au 1 g/t, Ag 358 g/t), 硫化精鉱 59,400 t (S 34%), 亜鉛精鉱 803 t (Zn 47%) および錫鉱 250 t (Sn 15.6%) を生産した。

最近 (1975—76年) の月当標準生産量は、粗鉱 2,000 t (平均品位, WO_3 0.8%, Cu 0.8%, Zn 0.9%, Sn 0.04%), 灰重石精鉱 15 t (WO_3 74%), 銅精鉱 80 t (Cu 20%), 亜鉛精鉱 4 t (Zn 45%) および錫鉱 2 t (Sn 16%) である。硫化精鉱の出荷は1975年3月末で中止した。

1976年4月現在の従業員数は坑内17名、坑外24名、職員18名、計59名である。

1.3 鉱区

現在の玖珂鉱山の鉱区は次のとおりで、これは以前の周防鉱山・大宝鉱山および日吉 (生高) 鉱山の鉱区を含めて、1970年に総合されたものである。

登録番号：山口県採掘権登録第1,262号

所在地：山口県玖珂郡美川町根笠

面積：119,056アール

鉱種名：金・銀・銅・すず・亜鉛・鉄・硫化鉄・マンガン・タングステン

鉱業権者：田中鉱業株式会社

同上所在地：東京都中央区日本橋兜町2丁目18番地

1.4 従来の研究報告

1939年、滝本は喜和田鉱山についての報告 (滝本, 1939) の中で玖珂鉱山についても簡単な記載を行った。

北と服部 (1950—53年) は、玖珂地区の銅・重石鉱床の精査を行い、喜和田鉱山を除く玖珂地区の銅・重石鉱床を記載した (服部, 1952; 北, 1953; 北・服部, 1955)。彼等の調査目的は再開のための基礎資料を得ることにあつたため、旧坑の精査に基づき、鉱床の詳細な記載と評価とがなされた。

1952年、柏木は主として坑外地質の調査を行い、鉱床が背斜の軸部に集中していることを明らかにした (柏木, 1953)。

今井と伊東は、再開後間もない1957年に坑内調査を行って、鉱体の位置・形態と母岩の褶曲構造との関係、およびスカルン鉱体と石英脈との関係について報告した (今井・伊東, 1959)。また、彼等は鉱石鉱物および脈石鉱物計15個の生成温度の測定を行った。

その他、Iro (1962) による観音鉱床の帯状スカルンの研究および武内・正路 (1969) による井手ノ奥鉱床のマレー石についての研究などがある。

1.5 謝辞

野外調査に際し、田中鉱業株式会社玖珂鉱業所池田雄二前所長、蔵並英夫所長、古田栄夫前鉱務課長、久保田義則前鉱務課長、山本彰氏、平田秀男氏ほか同鉱業所各位から、多大の御便宜と御援助を賜った。ここに深く感謝する。

2. 地形

鉱山付近の標高は海拔70—560mで、それ程高くない。しかし、付近の地質を構成する岩石にチャートが多いため、地形は急峻である。根笠川とその支流が本地域を開析するが、急崖が河岸までせまり、流域は平地に乏しい。

3. 地質

鉱山付近の地質はチャート・スレート・礫質泥岩・砂岩・石灰岩などからなる三疊系¹⁾ 玖珂層群とそれを貫く玢岩岩脈とから構成されている。玖珂層群中にはスカル

1) 玖珂層群の時代は従来上部古生代とされていた (小島・岡村, 1952) が、豊原 (1974, 1976) はコノドントの研究に基づいて上部三疊紀とした。

			層厚 (m) (in meters)	岩相 Lithology		鉱床層準 Horizon of Skarn-type Ore Deposits of
				主 Main	副 Assoc.	
玖 珂 群 層 K U G A 群	K-14		200 +	Ch	Sl	
	K-13		200 ~ 250	Sl	Ch SS Pm Ls	足谷 (Ashidani)
	K-12		100 ~ 150	SS	Sl Ch	
	K-11		100 ~ 120	Sl	Ch SS Ls	田中 (Tanaka) · 藤ノ巢 (Takanosu) 千人間歩 (Sennin-mabu)
	K-10		80 ~ 120	Ch	Sl	
	K-9		100 ~ 200	Sl	Ch SS Ls	井手ノ奥 (Ideno-oku) · 土丈敷 (Dojojiki) · 岩屋 (Iwaya) 観音 (Kan-non)
	K-8		80 ~ 100	Ch	Sl	
	K-7		150 ~ 200	Sl	SS Ch Pm Ls	鹿田尻 (Shikatajiri) · 出合 (Deai) · 中山 (Nakayama) · 鹿田 (Shikata) · 蟹間 (Kanima) · 繁茶 (Hanei) · 八谷 (Hachidani)
	K-6		150 ~ 200	Ch Sl	Ls	鹿田17号 (Shikata No 17)
	K-5		100 ~ 300	Sl	Ls SS	梅ノ木 (Umenoki) · 大宝 (Taiho) · 周防 (Suho)
	K-4		200 ~ 250	Ch	Sl Ls SS	金元 (Kinmoto)
	K-3		250 ~ 300	Pm Sl	Ch SS Ls	滝山 (Takiyama) 深山 (Miyama)
	K-2		200 ~ 300	Ch	Sl	
K-1		100 +	Pm Sl	SS Ch Ls		

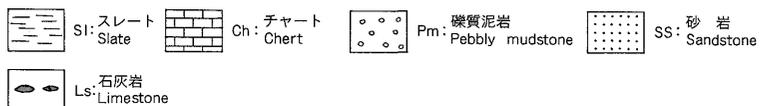


Fig. 3 Generalized columnar section of the Kuga Group.

ン型銅・タングステン鉱床が生成しており、また、周辺地域の玖珂層群の大部分がホルンフェルス化しているの、地下には花崗岩の *criptobatholith* が推定される。

3.1 玖珂層群の層序

岩国市田原付近から玖珂鉱山付近に至る地域の玖珂層群は、岩相から、K-1 から K-14 までの地層に区分される。その模式柱状図は第3図に示したが、それは玖珂層群²⁾の露出している部分のほとんど全層序をカバーしている。田原から滝山、岩屋をへて根笠山に至る断面での各層の厚さを積算すると合計2,200mとなる。

各層の主要構成岩類は、K-1 と K-3 とが礫質泥岩とスレート、K-5, K-7, K-9, K-11 および K-13 がスレート、K-2, K-4, K-6, K-8, K-10 および K-14 がチャート、K-12 が砂岩である。

礫質泥岩とスレートとを主とする地層は砂岩・チャートの薄層および石灰岩レンズをはさむ。

スレートを主とする地層はしばしば礫質泥岩をはさむ。かなりの数のレンズ状ないし紡錘状石灰岩をはさみ、砂岩・チャートの薄層をはさむこともある。

チャートを主とする地層はしばしばスレート層をはさむ。そのスレート層には砂岩の薄層およびレンズ状石灰岩がはさまれることがある。

砂岩を主とする地層はスレートおよびチャートの薄層をはさむ。また、黒色頁岩の角礫を含む偽礫岩や砂岩・チャート・石灰岩などの亜円-亜角礫を含む礫岩をはさむこともある。

玖珂鉱山鉱区内に分布する地層は K-4 以上の地層で、K-3 以下の地層は鉱区東方に分布する。しかし、K-3層の連続は鉱区内の地下に延びていると推定される。

玖珂層群の各層は、鉱区内では、膨縮はあるが、比較的連続性がよく、これは、鉱区南方でも同様である。しかし、鉱区北東方ではチャートを主とする地層はいずれも薄くなり、南桑東方では尖滅するものもある。

3.2 石灰岩層準と石灰岩の賦存状態

玖珂層群の石灰岩は、その大部分はスレートを主とする地層または礫質泥岩とスレートとを主とする地層中にあり、一部がチャートを主とする地層中のスレート層中にある。それらの地層中では石灰岩は特定の層準—石灰岩層準に賦存する。

石灰岩層準は第3図に示したとおりである。これらのうち優勢な石灰岩層準は K-3 上部、K-5 上部、K-7 下部、K-9 下部および K-11 下部である。これらの層準では賦存する石灰岩体の数が多く、規模も比較的大きい。

各石灰岩層準では、石灰岩は鉱区中央部をほぼ東西に

走る背斜軸部の幅700mの範囲にとくに密集しており、しかも規模の大きいものはだいたいその範囲内にある。

このような石灰岩層準において、石灰岩体はスレート層中または礫質泥岩とスレートからなる地層中に挟在し、個々の石灰岩体は側方への連続性に乏しい。しかし、一つの石灰岩体が尖滅しても、その層準を側方に追跡すると、また別の石灰岩体が出現する。大きい石灰岩体(走向延長20m以上または傾斜延長50m以上の岩体)は単独で賦存することもあるが、その近くに走向延長5m以下の小さい石灰岩体を衛星状に伴うこともある。走向延長5-20mの石灰岩体は単独のことが多いが、数個の岩体が20-30mの間隔において同一層準に配列することもある。

石灰岩は紡錘状またはレンズ状をなしており、一般に走向延長よりも傾斜延長が長く、その比は1:3-8である。

3.3 玖珂層群の岩石

スレート。褐色味をおびた黒色-暗灰色、細粒の岩石で、弱いスレート劈開を示す。層理面は一見しただけでは分らないことが多いが、注意深く観察すれば、劈開面・構成鉱物の量比のちがいによる縞・鉱物の平行配列などによって識別される。鉱区内のスレートのほとんどはホルンフェルス化しており、ホルンフェルス化の強いものには白雲母を主とする点紋が生じている。

鏡下では、ほとんど完全に再結晶しており、主として石英・黒雲母および白雲母からなり、少量の長石類・緑泥石・方解石・電気石・石墨・鉄鉱などを伴う。石英は再結晶し、モザイク状集合をなす。黒雲母は白雲母と密接に伴い、ランダムに配列する鱗片状結晶の集合体として岩石中に散点している。白雲母は細かい鱗片としてみられるものと比較的大きい結晶としてみられるものがある。細かい鱗片状結晶はホルンフェルス化の弱い岩石に多く含まれ、一般に層理面に平行に配列する。比較的大きい結晶としてみられる白雲母は一般にホルンフェルス化の強い岩石中に生成しており、ランダムに散点している場合と点紋を形成している場合とがある。長石類はほとんど変質してしまっているが、まれに斜長石が細粒基地中に点在する砂粒中に見られる。緑泥石は、ホルンフェルス化の弱い所では普遍的であるが、ホルンフェルス化の強い所ではまれである。方解石はまれに細脈状をなしてみられる。電気石は黒雲母と伴ってごく少量認められる。石墨は微細粒として散点している。

点紋はふつう長円形で、長さ1mm位のものから5mm位までのものがある。現在は大部分白雲母からなり、少量の黒雲母を伴う。しかし、まれにこの雲母中に

2) 豊原(1976)が再定義した玖珂層群。

堇青石が残存することがあるので、元来は堇青石点紋であった可能性が強い。

礫質泥岩. 泥質基地中に砂岩・チャートなどの礫を含む岩石である。ふつうスレート層中にはさまれており、スレートと漸移する。

礫質泥岩の基地の部分の色・組織・鉱物構成はスレートとほとんど変わらない。

礫は一般に基地よりも淡色で、黒色ないし暗灰色のものもあるが、ふつう灰白色ないし白色である。礫の形はふつうレンズ状・紡錘状で、一部が円礫状または角礫状である。レンズ状・紡錘状の礫は、層理面にほぼ調和的に挟在し、周囲の岩石の小褶曲軸と平行に伸びている。礫の大きさは、伸長方向に垂直な断面で径数 mm から数 10 cm、時に数 m であるが、大部分は径 5-6 cm 以下である。礫の伸長方向に平行に層理面に垂直に切った断面での礫の厚さと長さとの比は 1 : 1 から 1 : 10 までで、1 : 2-3 のものが多い。伸長方向に垂直な断面での厚さと長さとの比はふつう 1 : 1-3 である。礫種は砂岩・チャート・珪質泥岩などで、砂岩が最も多く、チャートがこれにつぐ。これらの礫は不規則に混じており、同種の礫が同一層準に規則的に配列するようなことはない。礫の数は一般に少なく、ふつう、こぶし大の試料には 5, 6 個含まれる程度である。

鏡下では、砂岩礫は主として石英と長石とからなり、少量の白雲母と黒雲母を伴う。チャート礫は主として細粒石英のモザイク状集合からなり、少量の白雲母、時にはごく少量の黒雲母を伴う。基地の部分はスレートとほぼ同じ組織と鉱物組成を持つ。ホルンフェルス化が強い所では基地中に径 0.2-0.5 cm の、主として白雲母からなる点紋がみられる。

チャート. 層状チャートと塊状チャートとがある。

層状チャートは厚さ 1-5 cm、ふつう 1.5-2.5 cm のチャート層と、厚さ 0.5 cm 以下、ふつう 0.1-0.3 cm の泥質岩層との規則的な互層からなり、一般に層内褶曲が著しい。チャート層は白色・クリーム色・赤褐色・灰色・暗灰色などを示し、細粒緻密であり、鏡下では、細粒石英のモザイク状集合からなり、少量の白雲母、時にごく少量の黒雲母を伴う。泥質岩層は褐色味をおびた暗灰色ないし黒色を呈し、鏡下では、主として石英・白雲母および黒雲母からなり、少量の石墨・緑泥石・鉄鉱などを伴う。ホルンフェルス化の強い所では、泥質部に白雲母と黒雲母とからなる点紋が見られ、チャート部の石英の粒度がやや大きくなっている。

塊状チャートは根笠マンガン鉱床・小杉マンガン鉱床などの層状マンガン鉱体の下盤側に見られる。鏡下で

は、主として細粒石英のモザイク状集合からなり、少量の白雲母を伴う。

砂岩. 褐色味をおびた灰色ないし暗灰色の中・細粒の岩石で、ふつう塊状で、はっきりした層理を示さない。鏡下では、石英および長石の砂粒と、それらの間をうめる細粒充填物とからなる。少量の黒色頁色・砂岩・石灰岩などの小岩片・黒雲母・ジルコンなども伴われる。一般にホルンフェルス化をうけており、石英および長石の砂粒は粗粒化し、細粒充填物は再結晶して石英・黒雲母・白雲母の集合体となっている。

石灰岩. 灰色・暗灰色または白色の糖晶質の岩石で、鏡下では主として等粒状集合の方解石からなり、ごく少量の炭質物を伴う。局部的に再結晶が弱い部分があり、紡錘虫の化石を含むことがある。また、局部的に不規則塊状または脈状のドロマイトを伴うこともある。

3.4 火成岩類

玖珂鉱山鉱区内には 10 数本の玢岩または閃緑玢岩の岩脈が見出されている。それらは、走向 NW, NE または E-W で、ほぼ垂直、脈幅 1-5 m である。玢岩と閃緑玢岩とは構成鉱物の粒度が異なるが、共に斑状をなし、鏡下では斜長石と角閃石の斑晶と、長柱状斜長石・細粒の角閃石・緑泥石・緑簾石・方解石・石英・鉄鉱などからなる石基とから構成されている。玢岩類は接触変成作用も鉱化作用もうけておらず、鉱体との関係が分る所では明瞭に鉱体を切っている。

花崗岩の存在は地表では確認されていないが、ホルンフェルスが広く分布し、スカルン鉱床が生成していることから、本鉱山付近にも藤ヶ谷鉱山付近に見られると同様な花崗岩³⁾の潜在が推定される。この潜在する花崗岩はホルンフェルスの分布が広いことから底盤状をなしているものと考えられる。また、花崗岩体の深度は、藤ヶ谷鉱山付近の試錐の資料から類推して、点紋ホルンフェルスが分布する出合付近・日提谷下流・藤ヶ谷川沿いの地域などでは 500-600 m、その他の地域では少し深いと考えられる。

4. 地質構造

鉱区中央部には WNW-ESE 方向の西に傾く軸を持つ背斜がある (第 2 図)。この背斜は岩国市田原から滝山をへて本地域に連なるもので、日提谷以東では比較的単純な背斜であるが、出合付近から西の地域では複背斜となっている。層序的には K-4 以下の地層は単純な背斜を示すが、それより上位の地層は複背斜を示す。岩屋以西の K-10 以上の地層ではだんだんと褶曲がひらいてき

3) 藤ヶ谷鉱山付近の花崗岩については東元ほか (1976) 参照。

て、小褶曲はゆるやかになる。日提谷付近での背斜軸は $N70^{\circ}W$, 落し $30^{\circ}W$ である。複背斜部の小褶曲軸の方向は $N65-75^{\circ}W$, 落し $27-35^{\circ}W$ である。

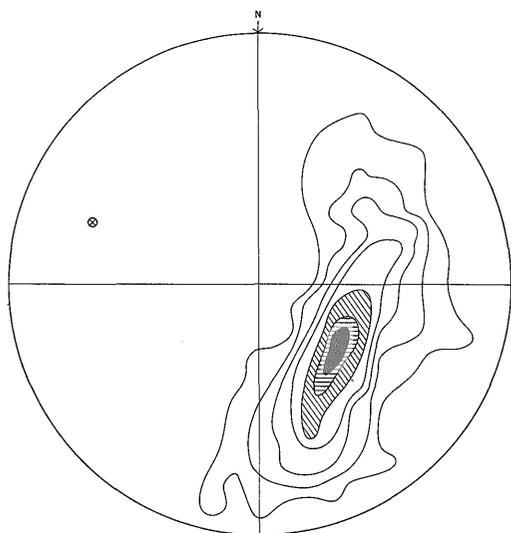
この背斜の北翼部は単斜構造を示し、瀬倉付近では走向ほぼ E-W, 傾斜 $40-60^{\circ}N$, 山ノ内付近では走向 NE, 傾斜 $30-50^{\circ}NW$ である。背斜の頂部に近い田代から柴庵北方に至る地域では小褶曲をくり返しているが、全体とし

て走向 N-S, 傾斜 $30^{\circ}W$ である。背斜南翼部の繁栄鉱床付近から八谷に至る地域では全体として走向 $N10^{\circ}W-N-S$, 傾斜 $30^{\circ}W$ であるが、繁栄鉱床付近では振幅 $110-200m$ の中規模のゆるやかな褶曲を示す。それらの褶曲軸の方向は複背斜軸部の小褶曲の軸とほぼ同じである。

層面片理面 S_1 の極ダイアグラムは第4図のようになる。これから推定される褶曲軸の方向は $N70^{\circ}W$, 落し $30^{\circ}W$ で、実際の褶曲軸の方向とほぼ同じである。

線構造はスレートや礫質泥岩の基地の部分に認められる。層理面と微褶曲軸面との交線であり、その極大の方向は $N70^{\circ}W$, 落し $27^{\circ}W$ である(第5図)。この方向は褶曲軸の方向とほぼ同じであり、スカルン鉱体の伸長方向とも一致する。

断層は鉱化作用前のものと鉱化作用後のものとがある。鉱化作用前のは走向 $N10-20^{\circ}E$ および $N60-80^{\circ}W$, 傾斜ほぼ垂直である。断層破砕帯に石英脈が入っていることが多い。鉱化作用後の断層は、走向 $N45-50^{\circ}E$, 傾斜 $50-90^{\circ}NW$ のものと走向 E-W-N $75^{\circ}E$, 傾斜 $60-90^{\circ}N$ のものがある。ほとんどの断層は変位量が小さく、水平ずれ・落差とも数m以下である。変位量が比較的大きいものは地質図(第2図)に示したが、それらは水平ずれ $10-50m$, 落差 $50m$ 以下である。一般に南東側の盤が相対的に北に動いており、変位量の小さい断層では北西側の盤が相対的に落ちていることが多い。変位量が比較的大きい断層は大部分北西側の盤が相対的に上昇している。



⊙ : Deduced folding axis ($N70^{\circ}W, 30^{\circ}W$)

Fig. 4 Pole diagram for bedding cleavages; 326 points; contours 13-11-9-7-5-3-1%.

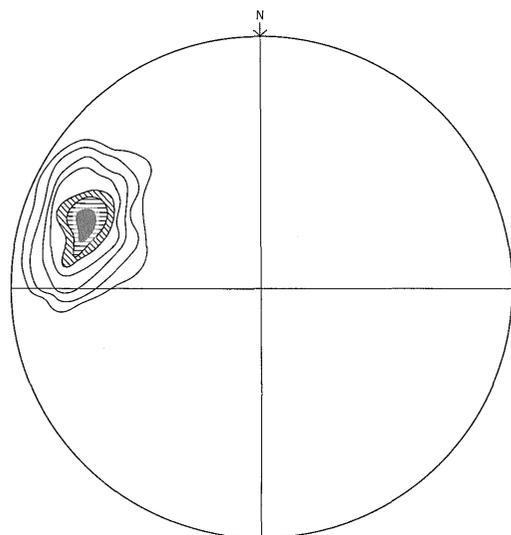


Fig. 5 Lineation diagram; 165 points; contours 21-18-15-12-9-6-3%.

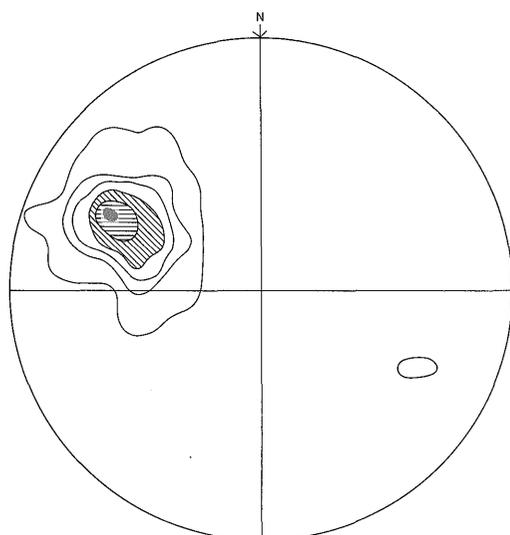


Fig. 6 Pole diagram for quartz veins; 272 points; contours 25-20-15-10-5%.

裂かは石英脈に充填されているものが顕著である。それらは上・下盤の間のずれがなく、破砕帯を伴わないので、引張裂かと判断される。大部分の裂かは走向 N 10-30°E、傾斜45-60°SE である。石英脈の極ダイアグラムは第6図のようになり、線構造ダイアグラムとほぼ同じ集中を示す。このことから石英脈が充填している裂かの大部分は線構造および褶曲軸にはほぼ垂直であるといえる。

5. 鉱床

玖珂鉱山の鉱床は玖珂層群の石灰岩を交代して生成した、スカルン型タングステン・銅鉱床である。個々の鉱体の規模はあまり大きくないが、鉱体の数は多く、現在までに100個以上確認されている。その他に含灰重石石英脈があり、かつて出合鉱床上部で稼行されたことがあるが、含灰重石石英脈の規模は一般に小さく、現在稼行されているものはない。

5.1 鉱床の分布

玖珂地区には2カ所にタングステン鉱床密集地域がある。1つは玖珂鉱山周辺地域であり、他の1つは藤ヶ谷・喜和田両鉱山周辺地域である。玖珂鉱山周辺の密集地域は、美川町滝山から同町押ヶ谷に至る延長6km、幅2kmの地域で、玖珂鉱山はその中央部に位置し、その西方には三根鉱山が、東方には滝山鉱山がある。

玖珂鉱山の鉱床は、金元、日吉、周防、大宝、梅ノ木、繁栄、八谷、蟹間、鹿田、出合、鹿田尻、井手ノ奥、岩屋、観音、土丈敷、寺山(桑形)、鷹ノ巣、千人間歩、田中および足谷の各鉱床に区分される(第7・8図)。これらの鉱床は、八谷鉱床と繁栄鉱床の一部を除けば、鉱区中央部をほぼ東西に走る背斜の軸部およびその近傍にある。背斜軸部には日吉、大宝、梅ノ木、蟹間、鹿田、出合、鹿田尻、岩屋、観音、土丈敷、寺山、千人間歩、田中の各鉱床がある。背斜北翼部では、背斜軸部のすぐ北側に金元、周防、井手ノ奥、足谷の各鉱床がある。金元鉱床と足谷鉱床とを結ぶ線以北では鉱床は見出されていない。背斜南翼部では、背斜軸部のすぐ南側に

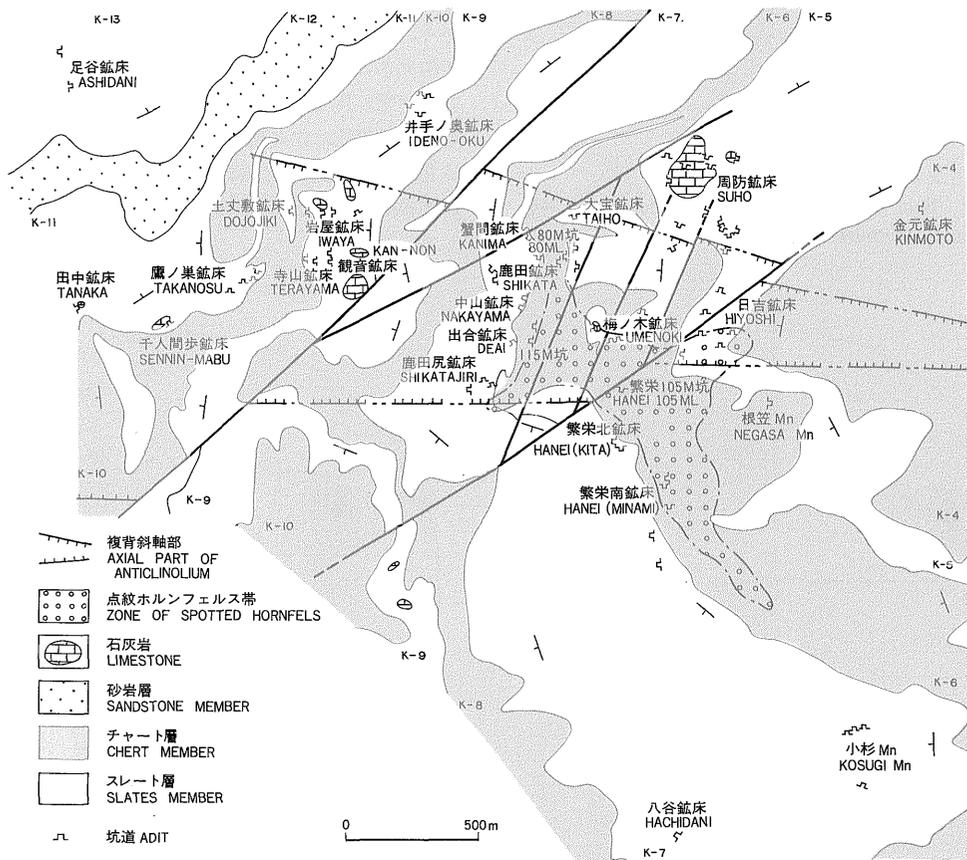


Fig. 7 Map showing the general geology and the distribution of ore deposits of the Kuga mine.

山口県玖珂鉱山の地質鉱床 (東元定雄)

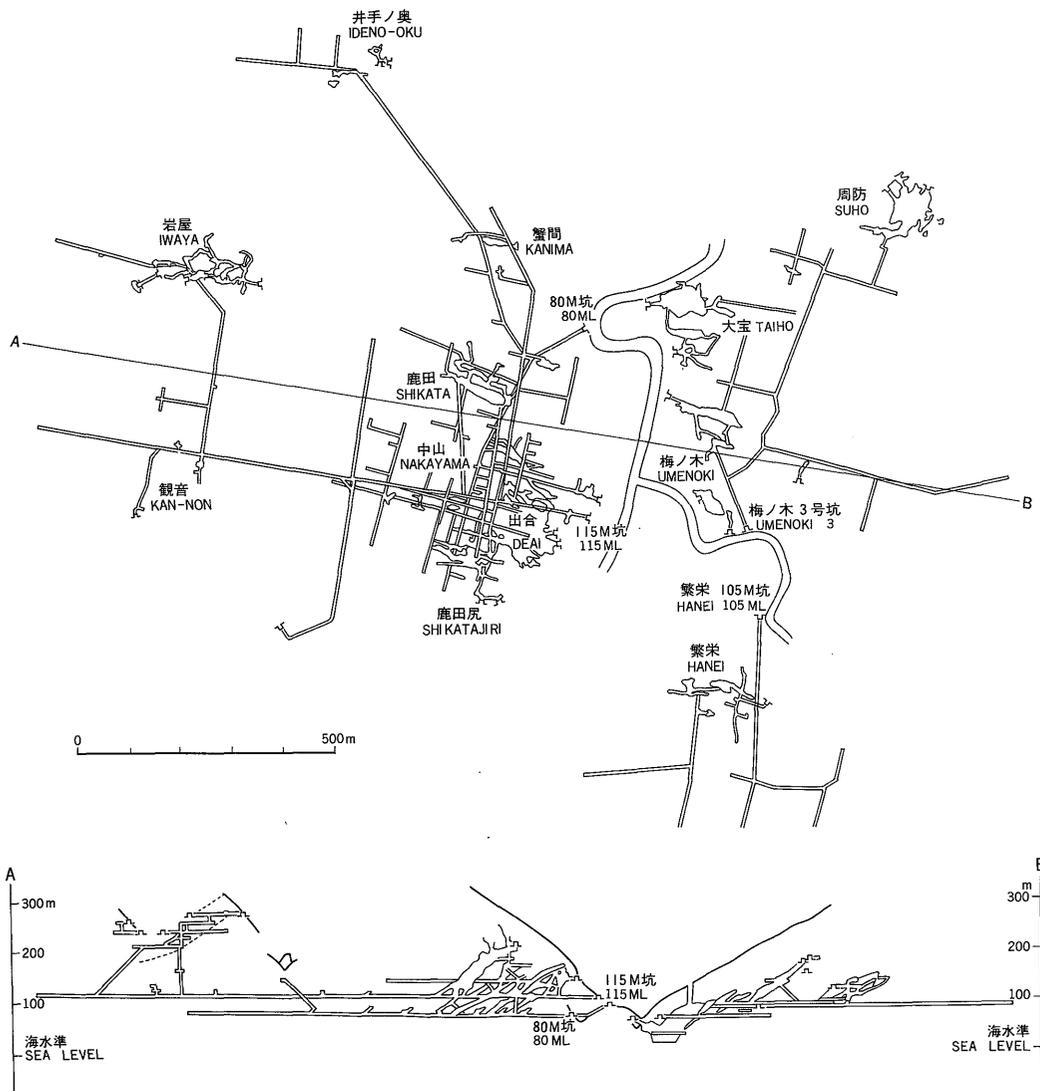


Fig. 8 Plan and vertical projection of workings of the Kuga mine.

繁栄北鉱床があり、さらにその南方に繁栄南鉱床と入谷鉱床とがある。柴庵付近および遠掛付近にも石灰岩はあるが、鉱化作用はうけていない。

5.2 鉱体の賦存状態

5.2.1 鉱体と小褶曲との関係

背斜の軸部および翼部には小褶曲がある。それらと鉱体との関係についてみると、鉱体が小褶曲の特定の位置を占めるという関係はない。すなわち、小褶曲の翼部にも頂部にも鉱体がある場合があるし、小褶曲の翼部のみまたは頂部のみにも鉱体がある場合もある。しかし、小褶曲の特定の位置に鉱体が賦存するという関係はないに

しても、鉱体の大部分が紡錘状石灰岩を交代したものであり、小褶曲の軸方向に伸長していること、所によっては紡錘状鉱体が20-30m間隔で平行に配列することがあるなどの事実から鉱体の形態および配列が褶曲によって生じた構造と深い関係があることは明白である。鉱化作用中または鉱化作用後に褶曲運動があったという証拠は見られないので、このような鉱体の構造規制は、石灰岩の褶曲による構造規制を示していると判断される。

5.2.2 鉱体と層序との関係

本鉱山では、K-4層上部のスレート層中に金元鉱床、K-5層中に周防、大宝、梅ノ木、日吉の各鉱床、

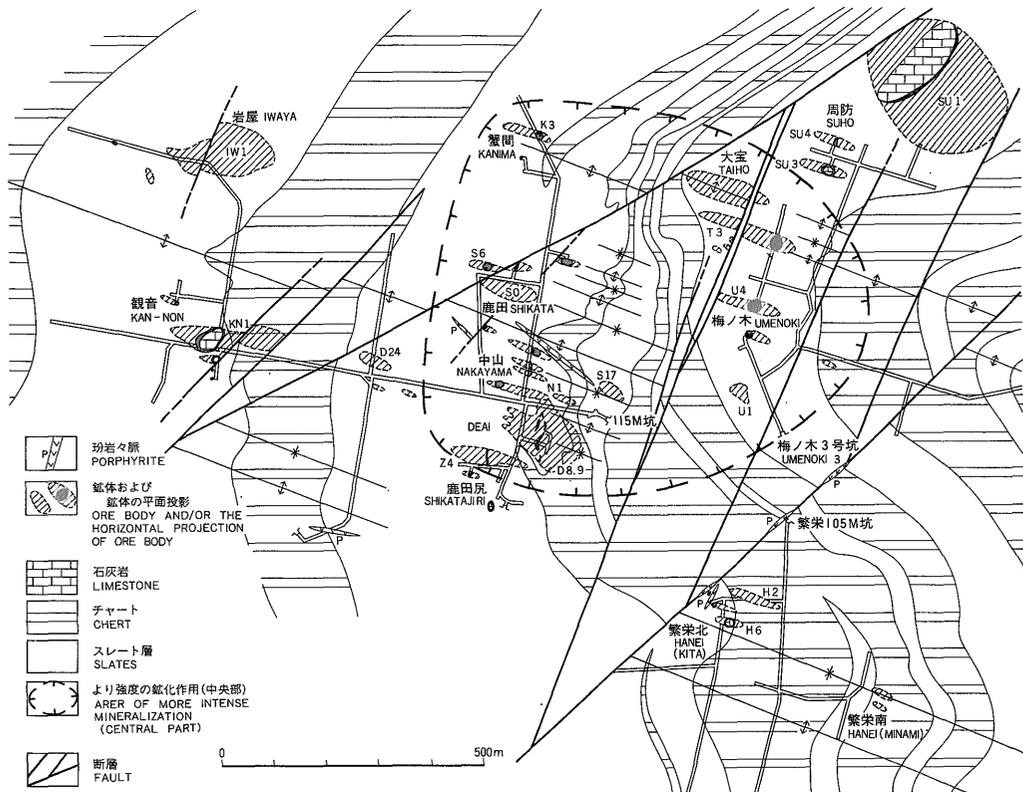


Fig. 9 Geologic plan of the 115M, Umenoki, 3 and Hanei 105M levels.

K-6 層中のスレート層中に鹿田17号鉱体と繁栄南鉱床、K-7 層中に蟹間、出合、鹿田尻、繁栄北、八谷の各鉱床と鹿田鉱床の大部分、K-9 層中に井手ノ奥、岩屋、土丈敷、寺山、観音の各鉱床、K-11 層中に鷹ノ巣、千人間歩、田中の各鉱床、K-13 層中に足谷鉱床がある。

鉱体はそれら鉱床胚胎層の石灰岩層準に賦存する。各層石灰岩層準の背斜軸部とその近傍に大部分の鉱体がある。鉱体の数が多いのはK-5、K-7 および K-9 の各層で、K-5 層上部と K-7 層下部とがとくに多い。

各鉱床胚胎層中における鉱体の現出状態は、石灰岩の現出状態と同じで、少数のレンズ状鉱体を除けば、個々の鉱体は側方への連続性に乏しい。ある鉱体の層準を追跡するとスレート層中に別の鉱体が現れる。大部分の鉱体は断面が長円形ないし円形を示すため鉱体の側面は地層の一般的走向方向に対し垂直である。レンズ状鉱体はもちろん地層に調和的に賦存する。

鉱体は単独で存在することもあるが、大きい鉱体の周辺に数個の小鉱体が衛星状に伴われたり、数個の小鉱体が近接して賦存することもある。数個の中規模の鉱体が20-30mの間隔をおいて同一層準に賦存することもある。

5.3 鉱体の形態

本鉱山の鉱体は塊状鉱体、皮殻状鉱体および脈状鉱体に大別される。

塊状鉱体は石灰岩の全部またはほとんど全部を交代して生成した鉱体で、鉱化作用が強い地域で見られる。鉱体の外形は交代した石灰岩の外形とほとんど同じで、紡錘状またはレンズ状をなしている。一般に母岩の褶曲軸方向に伸長しており、走向延長と長さとの比はふつう1:3-8である。紡錘状鉱体の伸長方向に垂直な断面はふつう長円形-円形、伸長方向での断面はレンズ状またはおたまじゃくし状である。レンズ状鉱体は伸長方向には直線的に伸びているが、それに垂直な方向では褶曲していることがある。

塊状鉱体中に小さい石灰岩が残存することがあるが、その場合の残存石灰岩は鉱体上部の中央部にあり、ラグビーボール状をなす。

皮殻状鉱体は石灰岩体の周囲を交代して生成した鉱体で、鉱化作用が強くないか、鉱化作用に比べて石灰岩体が大きすぎる場合に生じる。ふつう石灰岩体の周囲全部にまんじゅうの皮のように鉱体がある。その場合、石灰

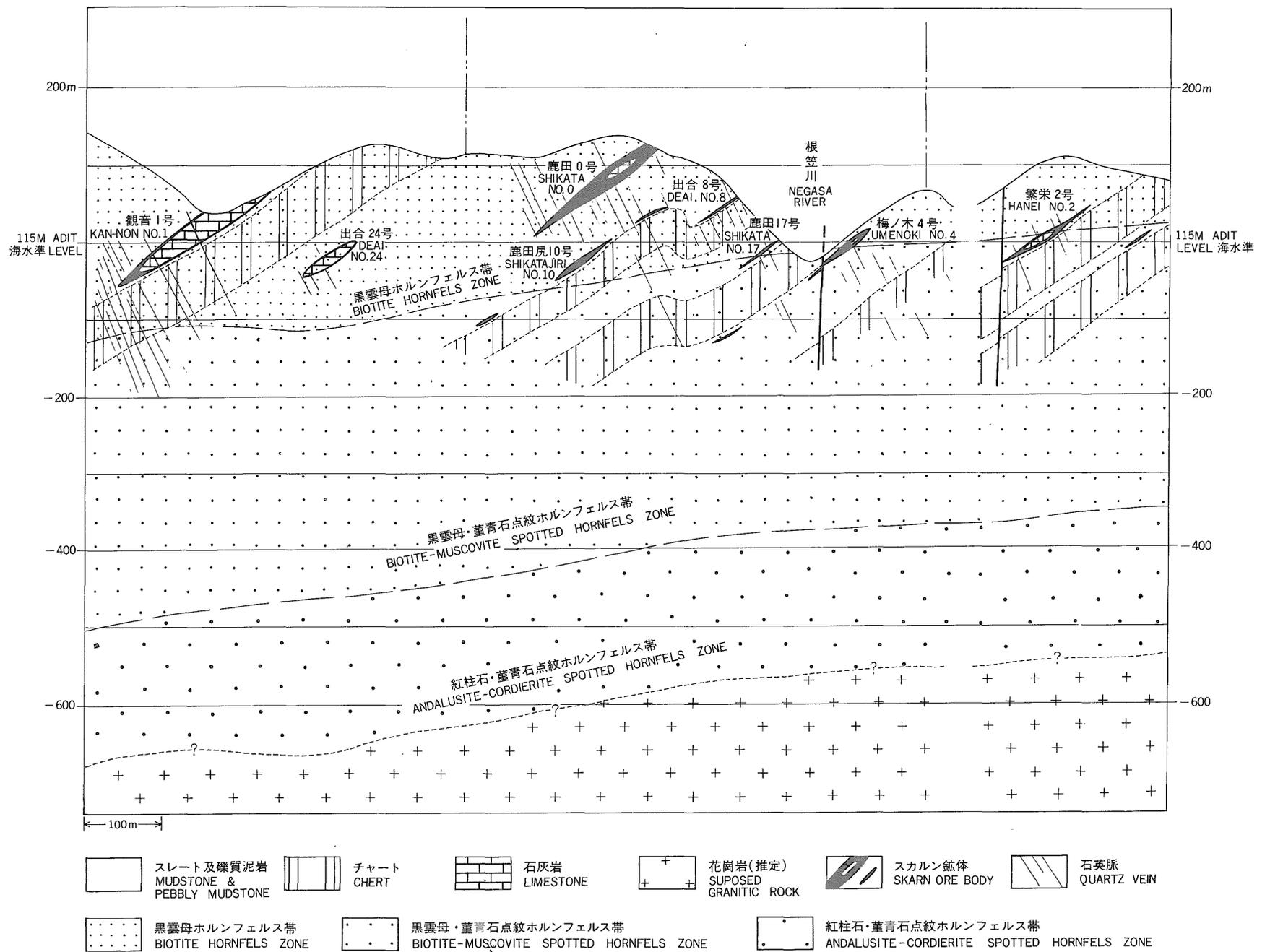


Fig. 10 Schematic WNW-ESE section showing the mode of occurrence of ore bodies.

岩体の下盤側——とくにその下部で鉱体が厚く、側部と上盤側で薄いことが多い。石灰岩体が大きい場合には石灰岩体の下盤側のみ、または下盤側と側部とだけに鉱体が生成していることもある。

石灰岩体の周囲全部を交代している鉱体の外形は交代した石灰岩の外形とほぼ同じであり、紡錘形をなしている。レンズ状石灰岩が交代される場合は全体が鉱化され易いためかレンズ状の皮殻状鉱体は見られない。大きい石灰岩体の下盤側のみにある鉱体はそれ自体はレンズ状をなす。紡錘状皮殻状鉱体の断面は伸長方向がレンズ状またはおたまじゃくし状、それに垂直な方向が長円-円形である。

脈状鉱体は石灰岩中の裂かに浸透した鉱液が裂かの両側の石灰岩を交代して生じたもので、皮殻状鉱体から分岐して皮殻状鉱体内部の石灰岩中に入りこんでいる。その走向・傾斜は付近の石英脈とほぼ同じである。脈の中心部に石英脈があることもある。

5.4 鉱体の規模

本鉱山では100個以上のスカルン鉱体が確認されているが、その規模はさまざま、鉱量1t位のものから180,000t位までのものがある。主な鉱体は第1表に示したとおりであるが、最大の鉱体は岩屋1号鉱体で、走向延長80m、傾斜延長220m、厚さ最大35mの石灰岩体の周辺部1-5mを交代して生成した皮殻状鉱体であり、鉱量約180,000tである。大宝1号、鹿田0号、出合8・9号の各鉱体がそれにつづき、鉱量50,000t以上である。大宝3号、梅ノ木1号、同4号、繁栄2号、出合19号、中山1号、鹿田7号、同17号の各鉱体も本鉱山としては規模が大きい方で、鉱量10,000-30,000tである。その他の鉱体はいずれも10,000t以下である⁴⁾。

5.5 石英脈

本鉱山には多数の石英脈がある。115M坑、80M坑、梅ノ木3号坑、繁栄105M坑など本鉱山の主要坑道に見られる石英脈を脈幅で区分しヒストグラムをつくると第11図のようになる。これからも分るように、本鉱山の石英脈は大部分脈幅7cm以下である。

石英脈の走向は、まれにE-W系やNW系のものがあるが、大部分はN10-30°Eである(第6図)。傾斜は大部分45-65°SEであるが、西傾斜のものや直立するものもある。

石英脈はスカルン鉱体と交叉する場合、スカルン鉱体中およびスカルン鉱体から5-10m以内では灰重石を多く含む。スカルン鉱体と交叉していない石英脈でもスカ

4) 各鉱体の品位は第1表に示した。同程度の規模の鉱体でも品位の高い鉱体は含有金属量が多い。

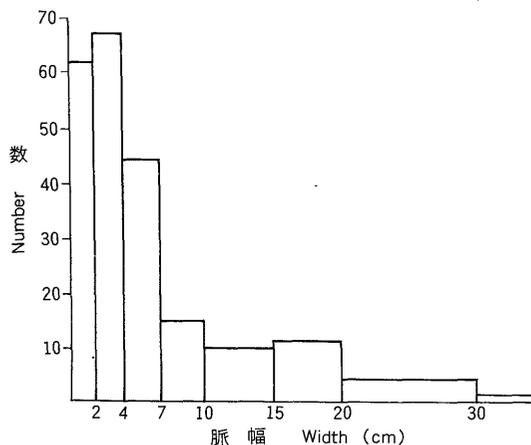


Fig. 11 Frequency diagram for quartz veins.

ルン鉱体の近くにある石英脈は灰重石を多く含むものもある。しかし、スカルン鉱体からはなれた所にある石英脈は全く灰重石を含まないか、含むとしてもごく少量である。

石英脈は、明瞭な境界をもってスレートと接しており、チャート中でも境界はふつう明瞭である。他方、スカルン鉱体中では明瞭な境界をもって貫ぬくこともあるが、スカルン鉱体を取りまくスレート中では明瞭であったものが、スカルン鉱体中に入るとだんだん境界が不明瞭となり、ついにはスカルン鉱体中で消失してしまうものもある。一旦スカルン鉱体中で消失したものでも鉱体の反対側では再び明瞭な石英脈となっていることが多い。

含灰重石石英脈のうち最も規模の大きいものは鹿田17号鉱体を貫ぬくものである。その厚さは30-40cmで、スカルン鉱体から5m位までは多量の灰重石を含むが、それ以上はなれると灰重石の量は急激に減少する。その他の石英脈は脈幅が大きいものは灰重石を少ししか含まない。反対に灰重石を多く含むものは脈幅が狭く、ふつう2-3cm、せいぜい7cmである。

6. 鉱石

6.1 構成鉱物

現在までに同定された構成鉱物は第2表に示した。現在、これらのうち灰重石と黄銅鉱とが主要な稼行対象である。錫石は比重選鉱によって灰重石とともに回収され、最終的には混合精鉱(Sn 16%, WO₃ 30%程度)として出荷されている。また、閃亜鉛鉱も回収されている。

スカルン鉱体の構成鉱物はふつう灰重石、磁硫鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、灰鉄輝石、柘榴石、石英、方解石、

第 1 表 玖 珂 鉱 山
Ore bodies of

鉱床名 (鉱体数)	位 置	鉱体名	母 岩		形態	伸 長 方 向
			走 向	傾 斜		
金 元 (1)	日提谷の E 100m	金 元	N65°W	60°N	M	NW75°, 30°
日 吉 (4)	出合橋の E 500m	2 号	N-S	30°W	M	
		上 坑			M	
		旧 坑			M	
		本 坑	N30°W	45°S	M	
周 防 (4)	出合橋の NE 500-700m 大宝の NE	S U 1	N40°W	40°N	S	NW45°, 20°
		S U 3	N20°E	30°W	S	NW75°, 30°
		S U 4	"	"	S	" "
大 宝 (4)	出合橋の N300-400m	T 1	N-S	30°W	S	NW74°, 30°
		T 2			M	
		T 3	N15°W	30°W	M	NW83°, 30°
		T 4	N-S	30°W	M	
梅ノ木 (6)	出合橋の NE 100-200m	U 1	N30°W	40°S	S	
		U 2	N40°W	50°S	M	
		U 3	N10°W	30°W	M	NW75°, 30°
		U 4	N-S	30°W	M	NW70°, 30°
		大 滝	N40°W	40°S	M	NW70°, 30°
		火薬庫	N-S	30°W	M	NW70°, 30°
繁 栄 (11)	出合橋の S S E 400-500m	H 1	N20°W	35°W	M	NW73°, 30°
		H 2	N20°W	35°W	S	NW73°, 30°
		H 3	N-S	30°W	M	NW73°, 30°
		H 4			M	
		H 5			M	
		H 6	N-S	33°W	S	NW73°, 30°
		南 坑	N15°W	35°W	M	NW80°, 30°
八 谷 (3)	出合橋の S S E 1-1.7 km	八谷北	N40°W	40°W	M	NW75°, 27°
		八谷東	N20°W	45°W	M	NW75°, 27°
		K 3	N25°E	35°N	M	NW76°, 30°
蟹 間 (4) 鹿 田 (20)	鹿田の N 蟹間と出合の間	S 0	N15°E	35°N	M	NW72°, 33°
		S 1	N-S	35°W	M	NW70°, 32°
		S 1 上	N-S	35°W	M	NW70°, 32°
		S 2	N10°E	35°W	M	NW66°, 30°
		S 3	N15°E	35°W	M	NW70°, 30°
		S 5	N15°E	35°W	M	NW80°, 30°
		S 6	N-S	50°W	M	NW65°, 45°
		S 7	N45°W	30°W	M	NW76°, 15°
		S 8	N20°E	50°W	M	NW70°, 50°
		S 17	N-S	33°W	M	NW73°, 30°
		出 合 (24)	鹿田の S 出合橋の W	D 3	N10°W	40°W
D 4	N10°W			40°W	M	NW60°, 30°
D8・9	N-S			35°W	L	NW65°, 30°
D17	N-S			35°W	M	NW63°, 30°
D24	N 5 ° W			35°W	S	NW70°, 30°

山口県玖珂鉱山の地質鉱床 (東元定雄)

鉱体一覽表
the Kuga mine.

走向延長 (m)	長さ (m)	石灰岩の厚さ (m)	鉱体の厚さ (m)	品位 (%)			構成鉱物
				WO ₃	Cu	Sn	
5	10		3				po, cp, sp, sch, qu, ga, hed.
5	12		2	0.46	0.61		po, cp, sp, sch, qu, ga, hed.
7			2	1.1	1.5	0.05	"
2	8		1				"
5	15		8	1.07	1.55		"
200	250	50	2				po, cp, sp, sch, qu, ga, hed.
20	40	15	2				"
20	40	10	2				"
50	150	30	18	0.36	0.77	0.05	po, cp, sp, sch, hed, ga, flu, qu.
10	30		2	0.5	1.0	0.06	"
20	90		5				"
10	45		2	0.8	0.8	0.03	"
30	60	15	3	1.7	1.8	0.08	po, cp, sp, sch, qu, hed, ga, flu.
5	10		2				"
16	50		4	0.58	1.47		"
25	160		15	1.61	1.36		"
8	16		4	0.62	1.41	0.04	"
5	8		5	0.78	2.80	0.05	"
15	40		2	2.95	1.19		po, cp, sp, sch, qu, ga, hed, flu.
15	110	10	3	0.9	1.0		"
10	10		1				"
10	10		3				"
5	10		1				"
15	40	10	3				"
7	20		2	0.32	1.21		"
5			1	0.30	0.9	0.12	po, cp, sp, sch, qu, ga, chl, flu.
3			1				"
15	90	3	3	0.8	0.7	0.01	po, cp, sch, sp, qu, ga, hed, flu.
25	170		20	1.2	0.9	0.02	po, cp, sch, sp, qu, ga, hed, flu, mu.
12	50		5	1.1	1.1		"
20	180		5				"
10	80		3				"
6	27		3				"
5	40		2				"
13	70		6				"
14	40		20				"
15	30		8				"
20	50		5				"
20	25		3	2.5	2.0	0.03	po, cp, sch, qu, ga, hed, mu, flu.
7	30		3				"
110	170		10				"
5	55		2				"
15	40	10	3				"

(第 1 表つづき)

鉱床名 (鉱床数)	位 置	鉱体名	母 岩		形態	伸 長 方 向
			走 向	傾 斜		
鹿田尻 (13)	出合の S	Z 1	N22°W	35°W	S	NW65°, 30°
		Z 2			S	
		Z 3			S	
		Z 4	N 7°W	30°W	L	NW78°, 30°
		Z 5	N10°E	35°W	M	NW67°, 30°
井手ノ奥 (5)	山ノ内の W300m	ID 1	N40°E	40°N	S	NW70°, 25°
		ID 2	"	40°N	M	" 25°
		ID 3	"	"	M	" 30°
		ID 4	"	"	M	" "
		ID 5	"	"	M	" "
岩 屋 (1)	出合橋の NW 1 km 観音の N100m	I W 1	N40°E	"	S	NW77°, 30°
		土丈敷 (1)	土丈敷	N-S	30°W	S
観 音 (2)	出合橋の W 1 km 岩屋の S	KN 1	N10°W	30°W	S	NW78°, 30°
		KN 2	N 5°W	30°W	S	NW80°, 30°
寺 山 (5)	観音の W100m	寺山上	N60°W	40°W	S	NW65°, 30°
		寺山中	N50°W	40°W	S	NW70°, 30°
		寺山下	N30°W	40°W	S	NW70°, 30°
		寺山北	N-S	40°W	S	
鷹ノ巣 (4)	観音の W400m	T S 1	N35°E	39°W	M	NW75°, 45°
		T S 2	N-S	37°W	M	NW70°, 40°
		T.S 3	N30°E	40°W	S	NW75°, 20°
		T S 4	"	"	M	" "
千人間歩 (1)	鷹ノ巣の S W350m		N40°E	45°N	S	
田 中 (1)	遠掛の N700m		N60°E	40°N	S	
足 谷 (2)	遠掛の N 2 km		N60°E	60°N	M	E-W, 10°W

鉱体数：主要鉱体の数、形態M：塊状、S：皮殻状、L：レンズ状、品位：玖珂鉱業所資料および北・服部 (1955) による。

構成鉱物 po：磁硫鉄鉱、cp：黄銅鉱、sp：閃亜鉛鉱、gal：方鉛鉱、sch：灰重石、qu：石英、ga：柘榴石、hed：灰鉄輝石、flu：螢石、chl：緑泥石、

螢石、緑泥石などである。

出合・中山・鹿田・蟹間・梅ノ木・大宝の各鉱床では塊状鉱床が多く鉱化作用が強かったと考えられるので、それらの鉱床が賦存する地域を中心地区と呼び、その周辺の地域を周辺地区と呼ぶことにすると、中心地区と周辺地区とは構成鉱物の種類にはほとんど差異はないが、その量比はかなり異なる。すなわち、灰重石は中心地区で多く、周辺地区で少ない。黄銅鉱は中心地区では一般に多く、周辺地区では多い所もあるが、一般に中心地区よりは少ない。閃亜鉛鉱は周辺地区で多い。錫石は周辺地区、とくに井手ノ奥鉱床で多い。灰鉄輝石は周辺地区で多く、とくに大宝 1 号、岩屋 1 号および観音 1 号

の各鉱体で多い。含水珪酸塩鉱物は周辺地区の鉱床にもかなりあるが、中心地区の方が多い。

個々の鉱体についてみると、鉱体に接した泥質岩は鉱体から 1-5 cm の部分が緑泥石化・緑廉石化および陽起石化をうけている。その変質岩は細粒であり、必ずスフェンのごく細い結晶を伴い、ふつう灰重石や硫化鉱物を伴わない。その内側の鉱体は変質岩に比べて粗粒であり、スフェンを伴わず、灰重石・硫化鉱物を含む。鉱体の周辺部にはふつう幅 10-20 cm の柘榴石を多く含む鉱石 (柘榴石帯) がある。さらにその内側には、鉱体の主体をなす、硫化鉱物・灰鉄輝石・石英・灰重石などからなる鉱石がある。鉱体の内部に石灰岩が残存する場合には

山口県玖珂鉱山の地質鉱床 (東元定雄)

走向 延長 (m)	長さ (m)	石灰岩 の厚さ (m)	鉱体 の厚さ (m)	品位 (%)			構成 鉱物
				WO ₃	Cu	Sn	
6	15	5	1	0.6	0.5	0.02	po, cp, sp, sch, qu, ga, hed.
7	11	5	1				"
3	21	3	0.5				"
50	100		1				"
5	50		2				"
9	17	5	2	0.1	0.6	0.8	po, cp, sp, qu, cass, ga, hed, flu.
12	15		5				"
5	7		2				"
12	25		5				"
4	6		2				"
80	220	35	1-5	0.3	1.3	0.4	po, cp, sp, sch, qu, hed, ga, flu.
25	35	10	3	0.1	1.8	0.28	po, cp, sp, qu, hed, ga, flu.
110	300	40	1-2	0.3	0.7	0.2	po, cp, sp, hed, qu, ga, flu, sch, woll.
70	200	35	1-2				"
35	7		1				po, cp, sp, hed, ga, qu, flu, sch.
20	5		1				"
25	5		1				"
33		10	1				"
5	25		4		1.66	0.25	po, cp, sp, qu, ga, hed, flu.
10	20		3				"
10	35	5	1-2				"
5	10		2				"
80		20	1				"
20		10	0.5				"
5			5		0.23	0.28	po, cp, sp, gal, qu, ga, hed, flu.

mu: 白雲母, cass: 錫石, woll: 珪灰石.

石灰岩との境界付近の鉱石は一般に硫化鉱物が少なく、スカルン鉱物が多い。観音1号鉱体では石灰岩際に厚さ1cm程度の珪灰石帯が見られる部分がある。鉱体と接する石灰岩は厚さ1-2cmの部分が粗粒、白色の方解石の集合体となっている。その内側の石灰岩は糖晶質とはなっているが鉱体と接しているものよりは細粒であり、色はふつう灰色ないし暗灰色である。

スカルン鉱物の化学組成についてみると、本鉱山のスカルン鉱物はマンガンの含有量が多い。すなわち、灰鉄輝石、柘榴石および陽起石はMnOを多く含むものであり、一部の鉱体ではパイロキシマンジャイトおよびバスタマイトを伴う。灰鉄輝石および柘榴石のMnO含有量

は、パイロキシマンジャイトおよびバスタマイトを伴う鉱体では一般に高く、灰鉄輝石は5-7%、柘榴石は10-13%であるが、一般の鉱体では中心地区のものも周辺地区のものもほとんど相違がなく、灰鉄輝石はふつう3-5%、ときに6-7%であり、柘榴石はふつう7-10%、ときに12-13%である。陽起石のMnO含有量は3-5%で、通常の陽起石よりは多い。

石英脈はスカルン鉱体から15m以上はなれた所ではほとんど石英のみからなるが、スカルン鉱体の近くでは灰重石・白雲母・磁硫鉄鉱・黄銅鉱・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱・柘榴石・灰鉄輝石・緑泥石・磷灰石・方解石などを伴う。ときに、輝水鉛鉱を伴うものもある。この

第2表 玖珂鉱山産鉱物リスト
List of minerals occurring in the Kuga mine.

			スカルン鉱体		石英脈	
			中心地区	周辺地区	含灰重石	不毛
灰	重	石	○	●	●	
鉄	重	石	+			
磁	硫	鉄	○	○	+	+
黄	銅	鉄	○	●	+	+
黄	鉄	鉄	●	●	+	+
閃	亜	鉛	+	●	+	+
方	鉛	鉄	+	+	+	+
黄	錫	鉄	+	+	+	+
硫	砒	鉄	+	+	+	+
輝	水	鉛	+	+	+	+
輝	蒼	鉛	+	+	+	+
自	然	蒼	+	+	+	+
錫		鉛	+	+	+	+
エ	レ	ク	+	+	+	+
珪	灰	石	○	○	+	+
柘	榴	石*	●	○	+	+
灰	鉄	輝	●	○	+	+
ベ	ス	ブ	+	+	+	+
緑	簾	石	+	●	+	+
緑	泥	石	+	●	+	+
陽	起	石*	●	●	+	+
長		石	+	+	+	+
白	雲	母	●	+	+	+
リ	シ	ア	+	+	+	+
石		雲	○	○	○	○
方	解	英	○	○	+	+
螢		石	○	○	+	+
燐	灰	石	+	+	+	+
パイ	ロ	キ	+	+	+	+
マ	レ	ー	+	+	+	+
バ	ス	マ	+	+	+	+
緑	柱	石**	+	+	+	+

○:非常に多い, ●:多い, +:所によって多い, ○:少ない.
*:マンガン柘榴石, マンガン灰鉄輝石, またはマンガン陽起石
**:今井・伊東 (1959) が報告.

他, 緑柱石・含リシウム雲母・曹長石および黒雲母が随伴するとの報告もある (今井・伊東, 1959).

6.2 鉱物の品位

鉱物の品位は, 鉱体の賦存状態・規模, 鉱物の構成鉱物などとあわせて, 第1表に示した. 日吉・梅ノ木・鹿田・出合・繁栄の各鉱床は WO₃ と Cu との品位が高い. その他の鉱床は一般に WO₃ の品位は低い. Cu の

品位は岩屋・土丈敷・鷹ノ巣の各鉱床では高く, 井手ノ奥・足谷・鹿田尻の各鉱床で低い. Sn は中心地区で少なく, 周辺地区で多い. 井手ノ奥鉱床はとくに Sn が多く, 品位の高い鉱石では 2-3% Sn, 鉱体全体の平均でも 0.6-0.8% Sn である.

粗鉱の平均品位は, WO₃ 0.8%, Cu 0.8%, Zn 0.9%, Sn 0.04% である.

7. 考察

7.1 鉱床と石英脈との関係

本鉱山では, 鉱床周辺に石英脈が多く見られ, 石英脈とスカルン鉱体との交叉部では石英脈中にもスカルン鉱体中にも灰重石が多く含まれる. スカルン鉱体を切る石英脈は, スカルン鉱体中でもその境界が明瞭なものが多いが, スカルン鉱体中に入るとだんだん境界ははっきりしなくなり, 消失してしまうものもある. また, スカルン鉱体中の石英脈は灰重石の他にスカルン鉱物を含むこともある. さらに, 石英脈と交叉するスカルン鉱体中では, 灰重石の量は石英脈の近くで多く, それから離れると少ない. これらの事実から, 石英脈はスカルン化作用から引づく一連の鉱化作用の末期に生成したものであり, 現在石英脈が充填している裂かは石英によって充填される以前は鉱液の通路であったと判断される.

石英脈の分布をみると, 石英脈は複背斜の軸部で多く, その他の所では一般に少ない. 複背斜の軸部でも, 石英脈の密度は一樣でなく, 石英脈が集合し群をなして密に分布する所と, まばらに分布する所とがある. 石英脈が群をなして密に分布する所は, 出合・中山・鹿田・蟹間・大宝・梅ノ木の各鉱床が分布する中心地区と岩屋・観音両鉱床の西方とである.

中心地区では, 東西550m, 南北600mの範囲に石英脈群がある. これを便宜上根笠川で分け, 東側を梅ノ木地区, 西側を出合・鹿田地区と呼ぶことにすると, 梅ノ木地区では梅ノ木3号坑々口付近から周防4号鉱体付近にかけての南北600m, 幅200mの範囲に石英脈群があり, 出合・鹿田地区では, 根笠川から115M坑第2立入付近までの幅350m, 鹿田尻2号鉱体付近から蟹間3号鉱体付近にかけての南北延長600mの範囲に石英脈群がある. これらの石英脈群が石灰岩層準と交叉する所に優勢な鉱床が見られる. 根笠川ぞいに走る断層 (走向 N18°E, ほぼ垂直) があり, その断層破砕帯中に石英脈が入っているので, その断層も鉱液の通路であったと考えられる. その他の石英脈は大部分走向 N10-30°E, 傾斜 45-65°SE である. 従って, 石英脈群全体としても東に傾斜していると考えられる.

岩屋・観音両鉱床の西方では、115M坑引立付近と115M坑岩屋下部立入とに幅200mの石英脈群が見られる。地表部では露出が十分でないので、石英脈群の分布範囲は明確でない。しかし、この115M坑で見られる石英脈群は上部では鷹ノ巣鉱床に延び、そこで優勢な銅鉱床をつくっている。115M坑準およびそれ以下では、探鉱が十分でないため詳細は分らないが、その石英脈群の下方延長が石灰岩層準と交差する部分にも優勢な鉱床が生成している可能性がある。

以上の他にも複背斜の軸部には石英脈群といえるほど密ではないが、多くの石英脈が見られる。それらが石灰岩と交差する部分にはスカルン鉱床が生じている。

以上のようなことから、複背斜の軸部では、粗密はあっても、全般に鉱液の通路があったと判断され、鉱液の通路が密な場合には鉱液の上昇量も多く、優勢な鉱床を生じたと考えられる。

複背斜の軸部以外では繁栄鉱床付近を除けば石英脈は少ない。すなわち、複背斜北翼には周防鉱床と井手ノ奥鉱床とがあるが、周防鉱床の南半部を除けば、石英脈の数は少なく、鉱化作用は弱い。井手ノ奥鉱床北東方600mの石灰石採石場では石英脈は全く認められず、スカルン鉱物も全く生成していない。

複背斜南翼では、繁栄鉱床から八谷鉱床にかけてほぼ南北に延びる鉱化帯がある。この鉱化帯のなかで、繁栄鉱床付近には数多くの石英脈が発達している。ここでは、中規模のゆるやかな背斜と向斜があり、それらの褶曲軸にほぼ垂直に石英脈が生じており、それが石灰岩層準と交差する部分に比較的優勢な鉱床を生じている。八谷鉱床付近にも石英脈がしばしば見られるが、繁栄鉱床付近よりは少ない。

繁栄鉱床や八谷鉱床の東方でもしばしば石英脈が見られ、小規模な焼けも見られるので、もし石灰岩があれば鉱床となったと考えられるが、現在までには大きな鉱体は発見されていない。一方、繁栄・八谷両鉱床の西方では石英脈はほとんど認められず、石灰岩があっても全く鉱化作用をうけていない。

石英脈は鉱化作用の後期に生成したもので、その生成期は主要鉱化期と異なる。従って、石英脈が充填している裂かのみが鉱液の通路であったと断定することはできない。しかし、石英脈が生成している所は鉱液の上昇があった所であることは確実なので、石英脈は鉱床探査の重要な手がかりとなる。

1.2 鉱床の帯状分布

石英脈が群をなして分布する所では優勢な鉱床が生成していることは上述のとおりであるが、なかでも、出合

・中山・鹿田・梅ノ木・大宝などの鉱床が分布する中心地区が鉱化作用が最も顕著である。ここでは石灰岩の全部またはほとんど全部を交代して生成した塊状鉱体が多く、鉱石の WO_3 品位が高く、硫化鉱物が多い。一方、周辺地区では、石灰岩体の周辺部を皮殻状に交代した鉱体が多く、鉱石の WO_3 品位が低く、錫が多い。錫の含有量は、周辺地区の鉱床のなかでも井手ノ奥鉱床が最も多く、岩屋鉱床がこれにつぐ。また、灰鉄輝石・緑簾石・閃亜鉛鉱および方鉛鉱は、中心地区よりも周辺地区の鉱床の方が多い。

このような中心地区と周辺地区との鉱床の相違は、主として供給された鉱液の量と温度に関係すると考えられる。鉱液の量は交代作用が顕著な中心地区で多く、周辺地区で一般に少なかったと考えられる。周辺地区でも、石英脈群が見られるような所では中心地区ほどではないにしても多量の鉱液が供給されたと考えられる。鉱液の温度は現在の鉱床を構成する鉱物から判断すれば、中心地区で低く、周辺地区で高かったと推定される。しかし、これは最終生成物についていえることであって、スカルン化作用からはじまり石英脈の生成で終る一連の鉱化作用全体についていえることではない。ホルンフェルス化の程度から推定される花崗岩の深度は、鉱床分布範囲全般についてみれば、著しい差異はないが、中心地区で浅く、周辺地区で深い。従って、スカルン化作用の時期には中心地区も高温の鉱液の浸透をうけた可能性が大きい。多分、その鉱液は周辺地区に浸透した鉱液よりも少し高温であったであろう。それによって中心地区の鉱床にも無水スカルン鉱物を生じたが、中心地区ではその後も鉱液の浸透が顕著であり、先に生じた無水スカルン鉱物の大部分が、硫化鉱物・石英・含水珪酸塩鉱物などによって交代されたと考えられる。すなわち、中心地区の鉱床の鉱物組合せは、スカルン期とともにそれにつづく熱水期の鉱化作用が顕著であったため生じたと考えられる。一方、周辺地区ではスカルン期にかなりの鉱液の浸透があり、それが石灰岩と反応して無水スカルン鉱物を多く生じたが、それにつづく熱水期の鉱化作用がそれほど強くなかったため、現在も多量の無水スカルン鉱物が見られるのであろう。周辺地区の鉱床でも、鉱化帯の一番外側にある足谷鉱床や周防鉱床1号鉱体では無水スカルン鉱物が少なく、硫化鉱物・石英などが多い。これはもともとスカルン化作用が弱かったためと考えられる。

中心地区と周辺地区とのSn含有量の相違については、鉱化作用の後期の熱水期には錫鉱物がほとんど生成しなかったため、熱水期の鉱化作用で生じた鉱物によってスカルン期の鉱物の大部分が交代されている中心地区

では周辺地区よりも Sn の含有量が少ないと説明できる。しかし、周辺地区における鉱床毎の Sn 含有量の差が生じた理由は分らない。

7.3 藤ヶ谷鉱床との比較

玖珂地区では、花崗岩体の近くに藤ヶ谷鉱床があり、花崗岩体からかなりはなれた所に玖珂鉱床がある。両者ともスカルン型のタングステン鉱床であるが、両者の間には次のような相違がある。

a) 玖珂鉱床ではごく一部でしか珪灰石が見られないが、藤ヶ谷鉱床ではスカルン鉱体と石灰岩との接触部にはほとんどの所に厚さ 1-2 cm の珪灰石帯がある。

b) 玖珂鉱床は、藤ヶ谷鉱床よりも無水スカルン鉱物が少なく、硫化鉱物(磁硫鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱など)・石英および含水珪酸塩鉱物が多い。

c) 玖珂鉱床のスカルン鉱物は MnO を多く含むが、藤ヶ谷鉱床のスカルン鉱物は MnO を少量 (3% 以下) しか含まない。

d) 玖珂鉱床では、同一鉱体内では極端なタングステン品位のばらつきはないが、藤ヶ谷鉱床では、石英脈の近くでは非常に高品位であっても、それからはなれると同一鉱体内でも品位が著しく低下することが多い。

e) 玖珂鉱床では、石英脈が広範囲に見られ、石英脈が群をなして分布する範囲が広い。一方、藤ヶ谷鉱床では、石英脈が広範囲に分布してはいるが、玖珂鉱床に比べて密度が低く、石英脈が群をなす所もあるが、石英脈群の分布範囲は狭い。しかし、藤ヶ谷鉱床では石英脈が群をなす場合には、個々の石英脈の規模が大きい。

このような両鉱床の相違は、両鉱床を生じた鉱液の温度、鉱液への側岩の影響、鉱化が行われた場の裂か系などの相違に起因すると考えられる。

玖珂鉱山よりも生成の場が深く、圧力が高かったと推定される藤ヶ谷鉱床に珪灰石が多いことは藤ヶ谷鉱床のスカルン化作用が玖珂鉱床よりもかなり高温で行われたことを示し、藤ヶ谷鉱床が無水スカルン鉱物を主体とするのに対し、玖珂鉱床では熱水期の鉱物が多いことも藤ヶ谷鉱床を生じた鉱化作用が玖珂鉱床よりも高温であったことを示している。

スカルン鉱物のマンガン含有量の相違は、鉱液のマンガン含有量の相違によるものと考えられ、花崗岩体からはなれている玖珂鉱床で、スカルン鉱物が MnO を多く含むのは、上昇する途中で側岩中の Mn を溶かしこんだ鉱液によって鉱化作用が行われたためと考えられる。

鉱体内の品位変化および石英脈の産状の相違は、藤ヶ

谷鉱床では鉱液の通路となった裂かが少数であったのに対し、玖珂鉱床では多数であったためと考えられる。藤ヶ谷鉱山では玖珂鉱床付近に見られるような著しい褶曲構造がないので元来引張裂かが少なかった可能性があるし、花崗岩による強いホルンフェルス化のため既存の裂かが閉されたとも考えられる。一方、玖珂鉱床では、褶曲運動に伴って生じた多数の裂かがホルンフェルス化後も閉されずに存在し、それを通して鉱液が供給されたと考えられる。玖珂鉱床では、裂かが多かったため鉱液が分散して浸透したので、タングステンの品位変化の少ない鉱体を生じ、藤ヶ谷鉱床では、鉱液が少数の裂かを通して浸透したため、その裂かの近くでは高品位の鉱石を生じたが、それからはなれた所では同一鉱体内であっても低品位の鉱石となったのであろう。

参考文献

- 服部富雄 (1952) 山口県玖珂地方銅・重石鉱床調査報告. 地質調月, vol. 3, p. 431-437.
- 東元定雄・大森えい・後藤隼次 (1976) 山口県玖珂地区の堆積岩および花崗岩の化学成分. 地質調月, vol. 27, p. 471-481.
- 今井秀喜・伊東敬祐 (1959) 山口県玖珂鉱山の地質およびその鉱化作用について. 鉱山地質, vol. 9, p. 95-100.
- Ito, K. (1962) Zoned skarn of the Fujigatani mine, Yamaguchi Prefecture. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 33, p. 169-190.
- 柏木日出治 (1953) 山口県玖珂郡桑根村付近の地質および灰重石鉱床. 広島大地研報, no. 3, p. 15-23.
- 北 卓治 (1952) 玖珂鉱山付近地質鉱床調査報告概要. 山口県地下資源調査レポート, no. II, p. 21-22.
- (1953) 玖珂鉱山・藤ヶ谷鉱山調査報告. 山口県地下資源調査レポート, no. III, p. 15-34.
- ・服部富雄 (1955) 山口県玖珂地方銅・重石鉱床の地質鉱床調査報告. 地質調月, vol. 6, p. 395-416.
- 小島丈兒・岡村義彦 (1952) 柳井地方. 18 p., 地質巡検案内書, 九州大学地質学教室.
- SHIBATA, K. and ISHIIHARA, S. (1974) K-Ar age of the major tungsten and molybdenum deposits in Japan. *Econ. Geol.*, vol. 69, p. 1207-1214.

山口県玖珂鉾山の地質鉾床 (東元定雄)

武内寿久禰・正路徹也 (1969) 西南日本の高熱交代鉾床における malayaite の産状. 鉾山地質, vol. 19, p. 243-251.

滝本 清 (1939) 山口県喜和田鉾山付近の地質鉾床. 地質雑, vol. 46, p. 47-57.

豊原富士夫 (1974) 山口県東部・玖珂層群および

領家変成岩類の時代について. 地質雑, vol. 80, p. 51-53.

—— (1976) 山口県東部の三郡-山口帯-“領家帯”の地質構造. 地質雑, vol. 82, p. 99-111.

(受付: 1976年10月8日; 受理: 1977年3月18日)