

広島大学学術情報リポジトリ
Hiroshima University Institutional Repository

Title	山口県東部三郡変成帯中の鉍化作用の特性について
Author(s)	竹田, 英夫
Citation	広島大学地学研究报告, 14 : 369 - 384
Issue Date	1965-02-22
DOI	
Self DOI	10.15027/52871
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00052871
Right	
Relation	



山口県東部三郡変成帯中の鉱化作用の 特性について

竹 田 英 夫

(昭和39年9月30日受理)

On the Characteristics of Metallization in the Sangun Metamorphic Zone at the Eastern District of Yamaguchi Prefecture

By

Hideo TAKEDA

ABSTRACT: Geology of the district in question, situated at the eastern side of Yamaguchi Prefecture, is composed mainly of green schist and black schist of the Sangun metamorphic zone and sandstone and phyllite in the Paleozoic, associated with many intrusives of serpentinite, quartz-diorite, quartz-porphry and porphyrite of Mesozoic.

In the district there are some ore deposits, which are divided into two types; vein type and bedded lenticular type. The deposits of the former type, namely Shibutani and Kamagahara, occur in the steep faults, and the mineral paragenesis is as follows;

Shibutani: arsenopyrite-pyrrhotite-marcasite-pyrite-magnetite-cassiterite-sphalerite-chalcopyrite-stannite-cubanite-valleriite-galena-fluorite-sericite-chlorite-epidote-garnet-quartz-carbonate mineral.

Kamagahara: pyrrhotite-marcasite-ilmenite-chalcopyrite-cubanite-valleriite-sphalerite-bismuthinite-native bismuth-tetradymite-native gold-Ni-Fe-S mineral (undetermined)-tourmaline-spinel-chlorite-epidote-ilvaite-carbonate mineral.

Under the ore microscope, the high temperature texture, such as sphalerite star in chalcopyrite and emulsions of chalcopyrite and stannite in sphalerite are often observed in the ores.

On the contrary, the deposits of the latter type, namely Kodai and Nobugahara, lie subconcordantly with the structure of country rocks, and the ore and gangue minerals are as follows;

Kodai: pyrrhotite-marcasite-pyrite-magnetite-chalcopyrite-cubanite-sphalerite-wollastonite-chlorite-epidote-quartz-carbonate mineral.

Nobugahara: pyrrhotite-marcasite-pyrite-chalcopyrite-sphalerite-magnetite-hematite-sericite-quartz-tremolite-chlorite-carbonate mineral.

The high temperature texture is scarcely found in the ores in spite of presence of cubanite and skarn mineral, and "pressure shadow" of quartz around pyrite grain is observed in the disseminated ore from the eastern part of Kodai deposit.

The metallization of vein type deposits is characterized by the high temperature association of various kinds of metallic elements, and is appeared to be related with the igneous activity of granitic complex in the late Mesozoic. However, the bedded lenticular deposits preserve the different characteristics of metallization, and it seems that the metallogenetic epoch of bedded lenticular type is earlier than that of vein type on the field evidence, but the genesis of bedded lenticular type deposits is still obscure.

目 次

- I. 前 書 き
- II. 地 質 一 般
 - 1. 都 濃 層 群
 - 2. 太 田 層 群
 - 3. 変成帯 (都濃層群) と非変成帯 (太田層群) との関係
 - 4. 火 成 岩 類
 - 5. 熱 変 成 作 用
- III. 鉍 床
 - 1. 波 野 鉍 山
 - A. 渋 谷 鉍 床
 - B. 小 台 鉍 床
 - 2. 釜 ヶ 原 鉍 山
 - 3. 延 ヶ 原 鉍 山
- IV. 鉍化作用の特性
- 参 文 献 考

I. 前 書 き

山口県東部の三郡変成帯中には比較的多数の鉍床や露頭が知られているが、これらはいずれも小規模で従来詳細な調査が行なわれていない。

筆者は1954年から1957年にかけて、山口県玖珂郡本郷村付近の三郡変成帯中に胚胎する鉍床群について数回にわたり調査した結果、若干の興味ある事実を見出したので、遅ればせ乍らここに報告する。

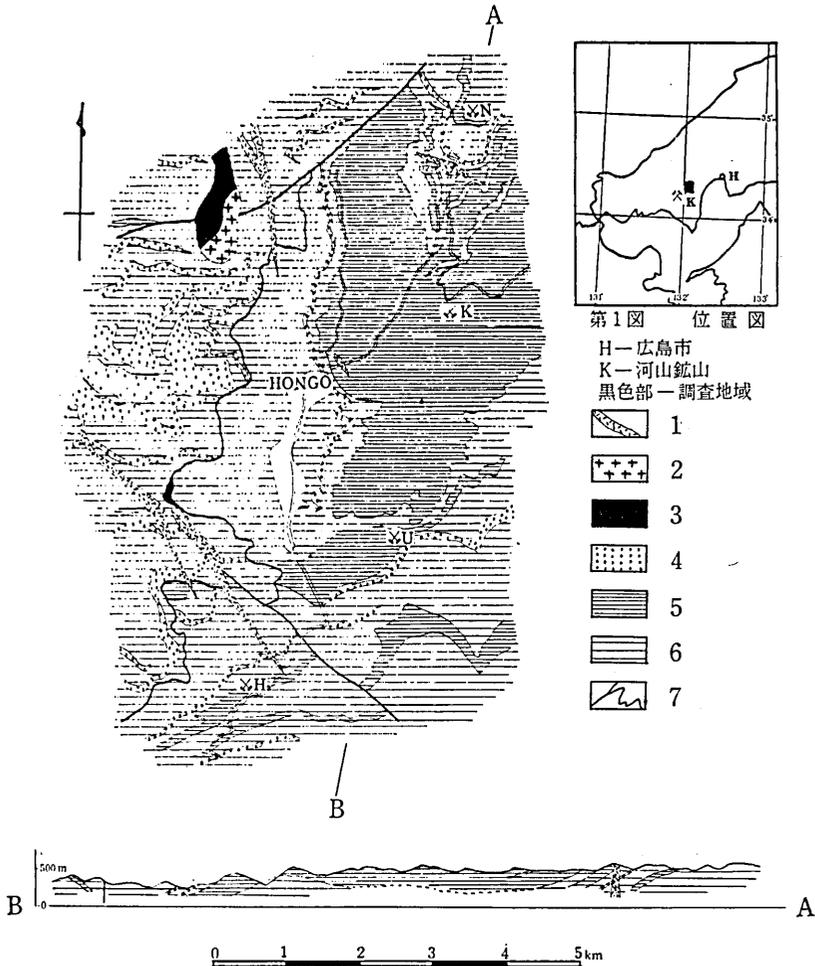
調査地域は河山鉍山の北東に位置し、山口県岩国市の北西直線にして約 25km の距離にある (第 1 図)。

本地域の鉍床群は明らかに形態および鉍化作用の内容を異にする裂隙充填鉍床と層状鉍床に大別され、前者には渋谷鉍床、釜ヶ原鉍床、後者には小台鉍床および延ヶ原鉍床が属する。両者の鉍化作用の異った特性としては、前者が硫砒鉄鉍、錫鉍物、砒鉛鉍物、螢石などを伴い、一部に電気石—銅鉍脈も存在するのに対して、後者ではこれらの As, Sn, Bi, F などの鉍石鉍物は認められず、磁硫鉄鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍、閃亜鉛鉍の比較的単純な共生関係を示し、前者の鉍石中にみられるような中～高温性の離溶組織もほとんど欠如していることなどがあげられる。

本研究に際し御指導いただいた広島大学木野崎吉郎元教授ならびに東京大学渡辺武男教授に深謝すると共に野外調査に御協力下さった日本鉍業 (株) 河山鉍業所の探査課の方々、吉岡鉍業 (株) 波野鉍業所の職員諸氏および中村鉍業 (株) の方々に厚く御礼を申上げる。また鉍石鉍物の鑑定に御協力いただいた科学博物館加藤昭博士および日本電子 (株) の第 5 研究室の方々に感謝する。

II. 地 質 一 般

調査地域一帯は都濃層群と呼ばれている三郡変成岩類が広く発達し、その北西部に太田層群に属する非変成古生層が分布する。



第2図 山口県波野鉍山付近の地質図および断面図*

1. 岩脈類 2. 閃緑玢岩 3. 超塩基性岩 4. 砂岩および片状砂岩 5. 緑色千枚岩および緑色片岩 6. 黒色千枚岩および黒色片岩 7. 断層および衝上断層

N-延ヶ原鉍山 K-釜ヶ原鉍山 U-雲照寺鉍山 H-波野鉍山

(*本図は森岡界の地質図に基き、一部筆者が訂正して編図したものである)

これらの基盤岩類を貫き、超塩基性岩、石英閃緑岩、花崗斑岩、石英斑岩および玢岩などの各種火成岩類が存在し、またいわゆる広島花崗岩は本地域の北東秋掛附近において、都濃層群に対して貫入接触の関係を示し、本地域の比較的広範囲にわたって熱変成作用を与えている(第2図)。

1. 都濃層群

都濃層群は低変成度の結晶片岩類から成り、黒色片岩および緑色片岩を主とし、黒色片岩中に砂岩片岩を伴っている。

黒色片岩は一般に灰黒色を呈し、微褶曲の著しい石英を主とする compositional banding を形成する。構成鉱物は石英、絹雲母、曹長石、緑泥石および炭質物を主とし、その他少量の陽起石、緑簾石などを伴っている。

砂岩片岩は緻密塊状で、暗灰色を呈する。構成鉱物は黒色片岩と大差はないが、石英、斜長石、カリ長石などの残存鉱物を含み、炭質物は少量で、一般に硬砂岩質である。

緑色片岩は淡緑色ないし濃緑色を呈し、岩体の周縁部は中心部に比べて剝理性に富む傾向が認められる。主要構成鉱物は陽起石、絹雲母、緑泥石、緑簾石、曹長石、石英、炭酸塩鉱物などで、一部に残斑状曹長石を有するものも認められる。

本地域の都濃層群は全般的に緩傾斜の半ドーム状構造を形成し、南部で向斜構造を示す部分も存在する。

これら結晶片岩類の層理面は片理面に一致し、その走向は北部の背斜軸の西翼でNW、東翼でNEを示し、南に5~30°の傾斜を示している。線構造は半ドーム状構造地区でSW方向に5~15°の落しを示すが、波野付近では東西方向のものが多い。

本地域の都濃層群の層厚は全体として約1,200m (+) に達する。

2. 太田層群

本地域の非変成古生層は大久保附近を中心として北西部に発達し、主に砂岩と粘板岩の互層から成り、岩相上太田層群に属するとされている。

砂岩の大部分は硬砂岩質であり、石英、斜長石、カリ長石を主要構成鉱物とし、少量の緑泥石、緑簾石を伴い、多少圧砕作用を受けた形跡が認められる。

一般に非変成古生層はゆるい向斜構造を呈し、全体の層厚は650m (+) である。

3. 変成帯（都濃層群）と非変成帯（太田層群）との関係

本地域の変成帯と非変成帯との関係は渋谷北方より宇塚を経て三杉に至る間、衝上断層により境される。この衝上断層は北西にゆるく傾斜し、一部に蛇紋岩を伴い、北山衝上断層の延長と考えられる。

一方大久保南部では見掛上上位の非変成岩類が下部に行くに従って准片岩からさらに結晶片岩に移過する如く観察される。

4. 火成岩類

本地域には蛇紋岩、石英閃緑岩、花崗斑岩、石英斑岩、玢岩などの火成岩類が岩株や岩脈を形成して多数分布する。

蛇紋岩は城君寺山附近に在り、板温石、滑石、透角閃石などから成る。一部にこれら構成鉱物がいちじるしく成長する部分がみられるが、これは恐らく熱変成作用によるものと思われる。

石英閃緑岩は蛇紋岩に接して貫入しており、主要構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、普通角閃石、黒雲母などで、緑泥石、炭酸塩鉱物を伴うことがある。

岩脈類は花崗斑岩および石英斑岩が多く、玢岩もときにみられる。これらの岩脈類は一般にNNW方向に分布する傾向が顕著であるが、この方向は変成岩中に発達する線構造の方位に対してほぼ直角に近く、tension crack の方向に一致する。

またこれらの岩脈の中、延ヶ原附近で熱変成作用を受けた石英斑岩も認められ、その一部には広島花崗岩の進入前に活動したものもある。

5. 熱変成作用

本地域は北東部の引地峠から延ヶ原にかけて比較的広範囲にわたり熱変成作用の形跡が認められるが、これは主に白亜紀後期に活動した広島花崗岩の影響と考えられる。

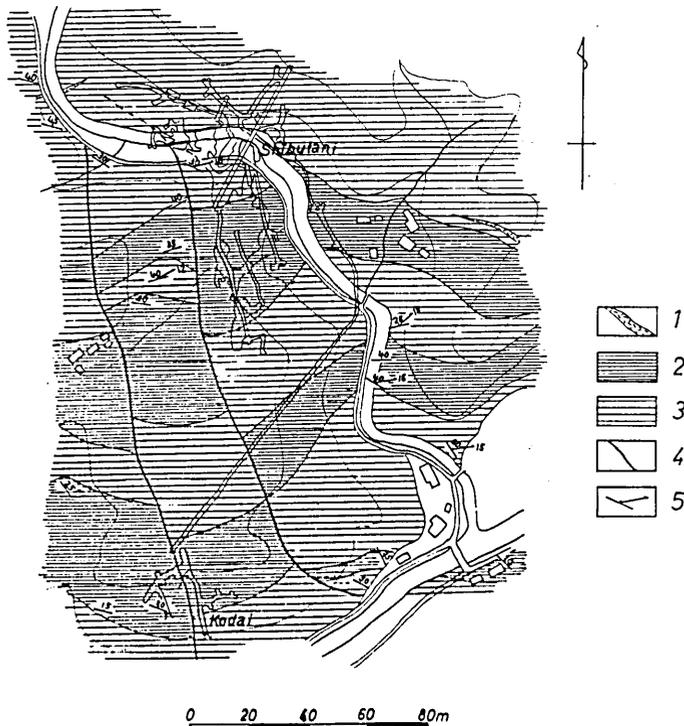
熱変成作用を受けた黒色片岩は黒雲母が多量に品出し、この黒雲母中に風信子鉍、褐簾石を伴うことがあり、また柘榴石、透輝石を生じている部分がみられる。

ホルンフェルス化した緑色片岩は暗緑色を呈していちじるしく塊状となり、片理面が消失することがある。一般に陽起石質角閃石が無方位に配列し、透輝石、普通角閃石を屢々伴い、ときには黒雲母、尖晶石が生じている。

砂岩片岩、硬砂岩、粘板岩もまた一部黒雲母ホルンフェルスとなっている。

一方花崗岩から離れた南部地区では一般に熱的影響がほとんど認められないが、この地域中に発達する断層破碎帯に沿って黒雲母の品出が屢々認められる。これは基盤岩類の下部に花崗岩類の潜在を暗示するものと考えられる。

III. 鉍 床



第3図 波野鉍山周辺の地質図

1. 石英斑岩 2. 緑色片岩 3. 黒色片岩 4. 断層 5. 走向・傾斜

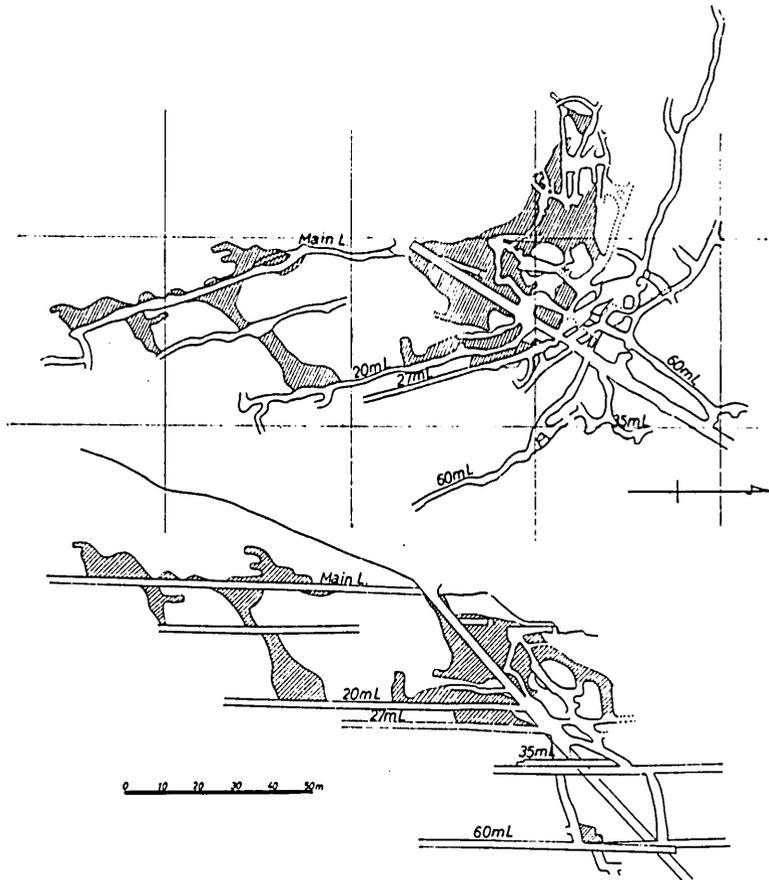
本地域には波野、釜ヶ原、延ヶ原、雲照寺などの鉱山が存在するが、現在はいずれも休山中である。

これら鉱山の鉱床群は形態上高角度の断層破碎帯中に胚胎する裂隙充填鉱床と、低角度の母岩の構造にほぼ調和的な層状鉱床とに大別される。また前者の裂隙充填鉱床では Fe, Cu, Zn, Pb の他 Sn, Bi, F の金属元素を伴い、一部には電気石—銅鉱脈も存在し、典型的な深～中熱水性鉱床を示すが、後者の層状鉱床は Fe, Cu, Zn を主とする硫化鉱物の比較的単純な共生関係を示し、Sn, Bi, F などの鉱石鉱物を欠如する一方、鉱体周辺部にスカルン鉱物を生じ、また一部には偏圧により生じたとみられる pressure shadow が黄鉄鉱粒の周囲に認められることがあり、鉱化作用の内容において両者は異った性格を示している。

1. 波野 鉱 山

波野鉱山周辺の地質は主として緑色片岩と黒色片岩の互層から成り、一部に砂岩片岩の薄層がみられ、この他石英斑岩、玢岩などの岩脈が坑内外に存在する。

本鉱山周辺は地質構造上向斜構造の南翼に位置し、片理面の走向は $N70\sim 80^{\circ}W$ で、傾斜



第4図 渋谷坑平面図および断面図

は20~40°Nであり、線構造はN70°E方向に10~15°の落しを示している。

またこの構造に斜交する走向N20°W、傾斜50~70°Eの断層が存在し、この一部に裂隙充填鉍床を伴っている。

波野鉍山には形態および鉍化作用の内容を異にする渋谷鉍床と小台鉍床が約150mの距離をへだてて存在する(第3図)。

A. 渋谷鉍床

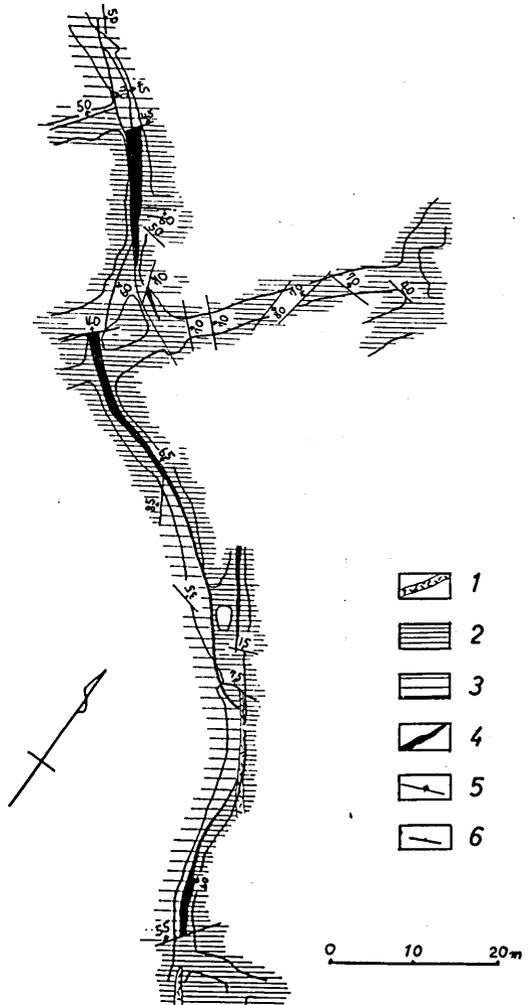
渋谷鉍床はN20°W方向の断層破碎帯中に胚胎された裂隙充填鉍床であり、開発された規模は走向延長約70m、傾斜延長約100mで、鍾巾は膨縮が著しく最大1.5mに達する。

鉍床の走向はN20°Wで、傾斜は50~60°Eを示すが、斜坑附近ではその走向はN60~70°Wに変わり、富鉍部はこの走向の転移する附近を中心に形成されている(第4図)。

渋谷鉍床では主に塊状鉍と角礫状鉍の2種類の鉍石がみられ、塊状鉍から成る富鉍体では中心部に黄銅鉍、その両側に硫砒鉄鉍を主とする鉍石が带状構造(zonal crustification)を示す傾向が存在する。角礫状鉍は断層破碎帯中の断層角礫を交代して生成したもので、角礫中緑色片岩と黒色片岩が混在するとき、黒色片岩が緑色片岩に比べて鉍化作用により交代され易い(Pl. XXXIV, Fig. 5)。

一方鉍化作用の消長を一般的に検討するとき、鉍化作用は断層破碎帯の上下盤の母岩の性質と密接な関係を示している。すなわち、破碎帯の上下盤のいずれか一方または両方に緑色片岩が存在するとき、鍾巾は広くなり鉍化作用が優勢となるが、上下盤が黒色片岩により構成されるときは微弱な磁硫鉄鉍の鉍染をみるに過ぎない。この現象は後で述べる釜ヶ原鉍床においても同様である(第5図)。

この事実は角礫状鉍において黒色片岩が鉍化作用に対して選択的に交代され易いことと一見矛盾しているように思われるが、これは全般的な鉍化作用が断層破碎帯の性格に主に支配されるためと考えられる。すなわち、断層の上下盤が黒色片岩のとき、断層破碎帯の巾はせまくなり、主断層から分岐した小断層が多く認



第5図 渋谷60mL坑内地質図

- 1. 石英斑岩 2. 緑色片岩 3. 黒色片岩
- 4. 鉍脈 5. 断層 6. 走向および傾斜

められるのに対して、断層の上下盤の一方または両方が緑色片岩で構成されるときは断層破碎帯の巾が広くなると共に、母岩と断層との境界も明瞭となってくる。

したがって、本鉱床の鉱化作用の消長は全体的には断層破碎帯の性格に支配され、選択的交代作用は従属的役割しか果たさなかったことを反映したものと推察される。

これらの鉱石中にみられる鉱石鉱物は硫砒鉄鉱、磁鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、白鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、キューバ鉱、ヴァレリー鉱、黄錫鉱、錫石、方鉛鉱、輝蒼鉛鉱などで、脈石中に石英、絹雲母、緑泥石、緑簾石、炭酸塩鉱物、柘榴石、螢石などが認められる。

以下鏡下で観察した鉱石鉱物の注目すべき共生関係について簡単に述べる。

硫砒鉄鉱は緻密な塊状鉱を形成し、黄銅鉱鉱石を中心として鉱体の外側の部分に帯状構造を示すことが多い。また肉眼的には銀白色を呈し、金ヶ峠鉱山産の含コバルト硫砒鉄鉱のような紅色を帯びるものは認められない。鏡下では半自形または他形を示し、結晶の周縁部は閃亜鉛鉱、黄銅鉱により融蝕されたり、これらの細脈により交代されている。一部の硫砒鉄鉱中には黄銅鉱、キューバ鉱を包有し、また屢々圧碎作用を受けた形跡が認められる (Pl. XXXIV, Fig. 1)。

黄銅鉱は星型閃亜鉛鉱を包有することが多く、また毛髪状磁硫鉄鉱が品出することも少なくない (Pl. XXXIV, Fig. 4)。

閃亜鉛鉱は鏡下で点滴状黄銅鉱を包有し、さらにこの点滴中ヴァレリー鉱、キューバ鉱の2段階離溶が観察される。しかし、後期に品出したとみられる方鉛鉛と共生するものには、このような離溶組織は認められない (Pl. XXXIV, Fig. 3)。

黄錫鉱は一般に微小なものが多く、硫砒鉄鉱に接した黄銅鉱および閃亜鉛鉱などの粒間に見出されるが、一部には錫石の周辺部の黄銅鉱中および閃亜鉛鉱内で点滴状に比較的少量に集中して品出することがある¹⁾ (Pl. XXXIV, Fig. 2)。

上記の鉱石および脈石鉱物の品出順序は早期から後期にかけてほぼ次のように分けられる。

早期：硫砒鉄鉱—黄鉄鉱—磁鉄鉱—錫石—(キューバ鉱)—(黄銅鉱)—絹雲母—石英—螢石—炭酸塩鉱物—(緑泥石)—(緑簾石)

中期：磁硫鉄鉱—黄銅鉱—閃亜鉛鉱—黄錫鉱—キューバ鉱—ヴァレリー鉱—輝蒼鉛鉱—緑泥石—緑簾石—石英—炭酸塩鉱物

後期：閃亜鉛鉱—方鉛鉱—白鉄鉱—石英—緑泥石—炭酸塩鉱物

これらの品出過程は引き続いた一連のものと推定され、鉱石鉱物の離溶組織とくに閃亜鉛鉱—黄銅鉱の点滴状組織から判断して、中期の主要鉱化期には少なくとも350°C以上に達したと推定される。したがって、渋谷鉱床は深〜中熱水性鉱床に属すると判断される。

本鉱床周囲の母岩は一部スカルン鉱物の形成と熱水変質作用により変質し、部分的には結晶片岩の変成組織が全く失われるが、これらの変質作用の範囲はせまく、鉱体周辺部に限られている。

母岩の緑色片岩の主要構成鉱物は陽起石、絹雲母、緑泥石、緑簾石、曹長石、石英などから成るが、一方鉱化作用による変質部は絹雲母化作用、珪化作用、緑泥石化作用、緑簾石化

1) 黄錫鉱はX線マイクロアナライザー (JXA-3A型日本電子製) により定性分析を行ない、Cu, Sn, S および微量の Zn を検出した。鏡下では淡緑色を帯びた比較的明るい灰色を示し、明白な異方性を示す。

作用が顕著で、自形または半自形を呈し長径1mmに達する緑簾石が屢々放射状集合体を形成し、また一部には累帯構造や圧砕構造を示すものもあり、結晶粒の周縁が緑泥石により交代されているものも認められる。緑泥石もまた径0.05~0.08mmの楕円状集合体を形成し、その内部に放射状配列がみられる。さらにこれらの変質部には螢石、柘榴石の晶出が認められることも少なくない(Pl. XXXIV, Fig. 6)。

次に未変質の黒色片岩は石英、絹雲母、曹長石、炭酸塩鉍物、緑泥石、炭質物から成るが、鉍化作用の影響により変質した部分は珪化作用と絹雲母化作用が著しい、珪化作用により生じた石英は長径2mmに達する結晶も認められ、波動消光を示すことが屢々ある。

この他、断層破砕帯に接する緑色片岩および黒色片岩の一部に黒雲母が晶出する部分が観察される。

渋谷坑内では石英斑岩および変質玢岩の小岩脈が存在するが、本坑上部で緩傾斜でもって岩床状に貫入した石英斑岩の下盤に富鉍部が形成され、この石英斑岩中にも黄銅鉍の鉍染が認められる。一方玢岩脈は不規則な形状を示し、少量の黄鉄鉍を伴うに過ぎない。

これまで述べた事実から渋谷鉍床の生成過程を考察するとき、次のような順序に大別される。

- (1) 鉍床を胚胎する断層破砕帯の形成および前期石英斑岩の貫入
- (2) 広島花崗岩の進入による断層破砕帯周辺部の熱変成作用
- (3) 鉍化作用
- (4) 変質玢岩および後期石英斑岩の貫入

これらの過程は恐らく広島花崗岩の進入を中心として生じたものと推察され、また断層運動は(1)から(4)まで数回にわたり活動した形跡が認められる。

B. 小台鉍床

小台鉍床は渋谷鉍床の南約150m附近に位置するが、その形態および鉍化作用の内容は渋谷鉍床と異っており、磁硫鉄鉍を主要鉍石鉍物とし、形態的に層状を呈する。

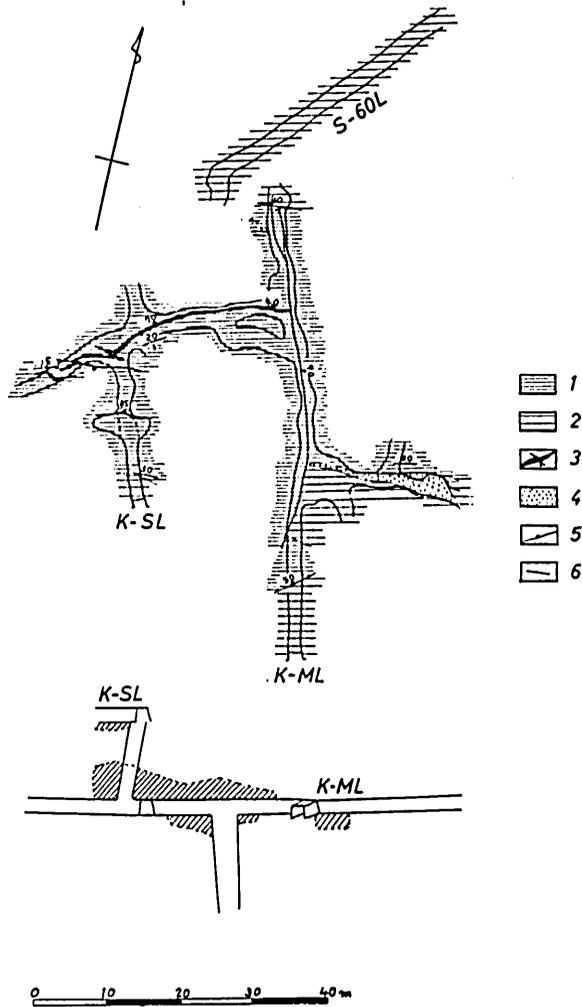
本鉍床の主要鉍体は緑色片岩中に胚胎し、その走向はN70°E~Eで母岩の片理面にほぼ平行であるが、傾斜は40~70°Nを示し、一部では母岩の構造に調和するが、全体としては鉍床と母岩の層理面は斜交し、下部錘先を試錐した資料では上部で鉍床の母岩が緑色片岩であるのに対して、下部では黒色片岩中に鉍体が胚胎することが判明しており、層理面との斜交性を喪失している。

また主要鉍体はほぼ層状であるが、これから派生した磁硫鉄鉍の細脈が母岩の割れ目に沿ってみられることも少なくない(第6図)。

これまで開発された鉍床の規模は走向延長約40m、傾斜延長は試錐により50mまで確認されており、平均錘巾は0.5m程度である。

主要鉍体は小台本坑立入坑道に沿う走向N20°W、傾斜70~80°Eの断層により東錘先が切られるが、その断層以東では見掛上主要鉍体より下盤側の黒色片岩と緑色片岩との境界に黄鉄鉍の鉍染した珪質鉍体が存在し、断層を境にして鉍石の性質が急変している。

主要鉍体は主に塊状の磁硫鉄鉍から成るが、鏡下では磁硫鉄鉍の他黄銅鉍、閃亜鉛鉍、白鉄鉍、黄鉄鉍および少量のキューバ鉍を伴い、鉍体周縁部に磁鉄鉍の晶出が認められる(Pl. XXXVI, Fig. 1)。



第6図 小台坑内地質図および断面図

1. 緑色片岩 2. 黒色片岩 3. 鉱脈 4. 鉱染状鉱 5. 断層 6. 走向および傾斜
 K-ML: 小台本坑 K-SL: 小台中段坑 S-60L: 渋谷60mL

これらの鉱石鉱物において、磁硫鉄鉱中に円味を帯びた黄銅鉱の小粒が散見される他、ときに閃亜鉛鉱中に不規則な点滴状黄銅鉱が認められることがある。一方キューバ鉱は主要鉱体から分岐した細脈中の黄銅鉱と共生する (Pl. XXXVI, Fig. 2)。

脈石鉱物は主に石英、緑泥石から成り、緑簾石、炭酸塩鉱物を伴っている。

断層以東の黄鉄鉱の鉱染状鉱石を鏡下で観察した結果、黄鉄鉱の他閃亜鉛鉱、黄銅鉱を伴うが、この黄鉄鉱の結晶粒の周囲に石英の pressure shadow の形成が認められ、いわゆる別子型鉱床のガリ鉱と類似した性質を示している (Pl. XXXVI, Fig. 3)。

母岩の緑色片岩は陽起石、絹雲母、緑泥石、緑簾石、曹長石、スティルブノメレン、柗

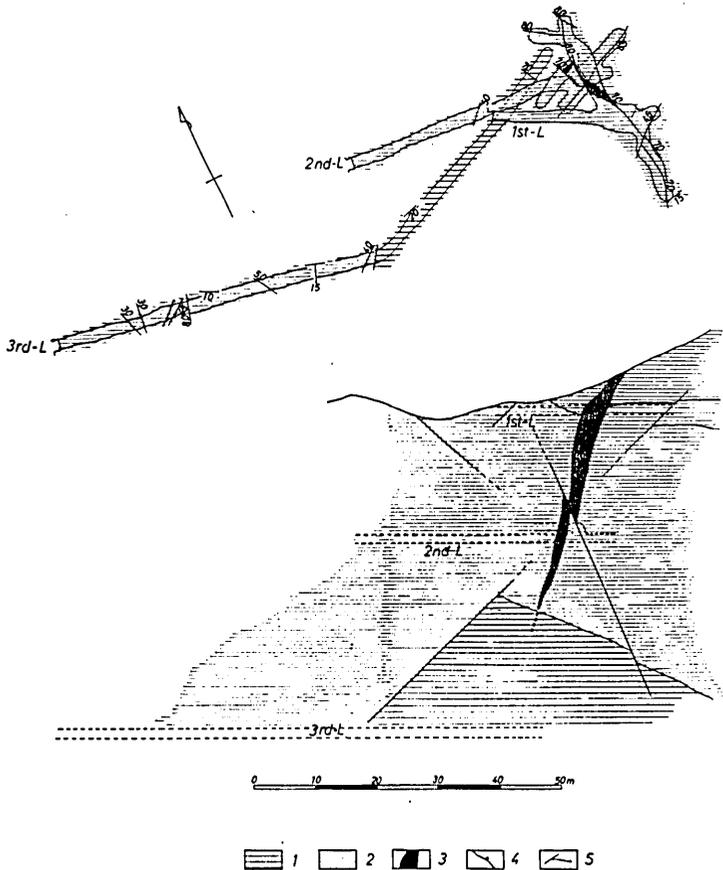
石、石英、炭酸塩鉍物から成り、一部に熱変成作用により生じたとみられる黒雲母の晶出が少量認められる。一方鉍体周辺では緑泥石、緑簾石の晶出が顕著であり、また一部に石榴石、珪灰石が認められ、スカルン化作用を受けた部分も存在する (Pl. XXXVI, Fig. 4)。

以上の事実から、小台鉍床の主要鉍体は渋谷鉍床に比べて鉍石鉍物の共生関係は比較的単純であり、またその生成温度を推定する証拠も少ないが、キューバ鉍の生成やスカルン鉍物の晶出などからみて比較的高温の中熱水性交代鉍床とも考えられるが、その一部には pressure shadow を伴う黄鉄鉍鉍染状鉍の存在することから、元鉍床がキースラーガーであった可能性も存在する。

先にも述べた如く、本鉍床は N20°W 方向の断層によって切られるが、この断層は渋谷鉍床を胚胎する断層破碎帯とほぼ平行であり、もしこれらの断層が同時期に形成されたものとするれば、小台鉍床の生成時期は渋谷鉍床より古いとする解釈が成立する。

2. 釜ヶ原鉍山

釜ヶ原鉍山は波野鉍山の北東約 6 Km の位置にあり、鉍床は電気石—銅鉍脈に属する特殊



第7図 釜ヶ原鉍山坑内地質図および地質断面図
 1. 黒色片岩 2. 緑色片岩 3. 鉍脈 4. 断層 5. 走向および傾斜

な鉱化作用を示している。

本鉱床附近一帯は緑色片岩が広く発達し、一部に黒色片岩を挟在しており、坑内で両岩層が断層関係で接する部分もみられる。これらの構成岩類は熱変成作用を受け、とくに断層周辺においてその影響が顕著である。

一般にこれらの岩層の片理面の走向はN80°Eで、10~15°北に傾斜し、線構造はS10°W方向に10°内外の落しを示している。

鉱床はほぼ南北方向の東に急傾斜した断層に沿って形成された電気石—銅鉱脈であり、富鉱部は緑色片岩中に直立に近い円筒状の形態を示すことが採掘跡から推定される。

これまで開発された鉱床の規模は径2~3mの円筒状鉱体が露頭から約40m下部まで連続する(第7図)。

鉱化作用はNS~N20°W系の断層と密接に関係するが、これを切るN60°EおよびN60°W方向の比較的緩傾斜の断層には鉱化作用はほとんど認められない。またNS系断層においても渋谷鉱床で述べた如く、鉱化作用と断層両盤の母岩の性質は密接な関係を示し、その両盤が黒色片岩のとき微弱な鉱染をみるに過ぎない。

本鉱床の鉱石は多量の電気石を伴うチタン鉄鉱、黄銅鉱の鉱染鉄鉱を主とし、鏡下で観察される鉱石鉱物は磁硫鉄鉱、白鉄鉱、チタン鉄鉱¹⁾、キューバ鉱、ヴァレリー鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、輝砒鉛鉱、硫テルル砒鉛鉱²⁾、自然砒鉛、自然金、ブラヴォアイト(?)³⁾などから成る。

チタン鉄鉱は粒状および不規則な柱状を呈し、黄銅鉱中および母岩に鉱染して品出する。また黄銅鉱は閃亜鉛鉱の星型骸品を包有するものが多いが、この星型閃亜鉛鉱の大きさは渋谷のものに比して著しく小さい(Pl. XXXV, Fig. 4)。キューバ鉱は黄銅鉱中に単体で品出するものおよび黄銅鉱と lamellar intergrowth を示すものがみられる(Pl. XXXV, Fig. 3)。砒鉛鉱物としては輝砒鉛鉱、自然砒鉛が黄銅鉱中に比較的少量に含まれる他、自然金と共に輝砒鉛鉱、硫テルル砒鉛鉱が母岩中に鉱染する部分も認められる(Pl. XXXV, Fig. 1, Fig. 2)。

この他3号坑道の断層に伴う石灰質の小脈中に灰重石と錫石が認められた。

脈石鉱物としては電気石、緑泥石、緑簾石、絹雲母、燐灰石、石英、炭酸塩鉱物、珪灰鉄鉱がみられる(Pl. XXXV, Fig. 5)。

母岩の緑色片岩は熱変成作用を受け、とくに鉱化作用を伴う断層周辺で黒雲母の品出が著しく、肉眼的に黒褐色を呈して緻密堅硬となり黒色片岩に類似している。主要構成鉱物は陽起石、緑泥石、緑簾石、絹雲母、曹長石、石英、炭酸塩鉱物、榭石、燐灰石の他、黒雲母、

- 1) チタン鉄鉱は鏡下で褐色を示し、明白な異方性を示す、X線マイクロアナライザー(JXA-3A型)によりTi, Feを検出してチタン鉄鉱であることを確認した。本鉱床のように多量にチタン鉄鉱を伴う例は比較的稀と考えられる。
- 2) 硫テルル砒鉛鉱(Tetradymite)は鏡下で明白色を呈し、微弱な異方性が認められる。同じくX線マイクロアナライザーにより定性分析を行いBi, Te, Sを検出した。
- 3) ブラヴォアイト(?)は黄銅鉱中に不規則な形状で産し、鏡下では褐紅色を呈し、異方性はない。しかし、研磨硬度は低く黄銅鉱より若干高い程度である。X線マイクロアナライザーによりFe, Ni, Sを検出し、FeとNiについて半定量を行った結果、Fe=30.54~32.04%, Ni=4.18~17.30%の値を得た。恐らくペントランド鉱から変化したブラヴォアイト系の一変種ではないかと考えられる。

透輝石、普通角閃石から成る。

鉍体に接した部分の母岩は鉍化作用により変質し、緑泥石化作用と電気石化作用が著しく黒雲母は消失する。鏡下の観察によれば、主に絹雲母、陽起石質角閃石、緑泥石、緑簾石、電気石、尖晶石（ヘルシナイト?）、斜長石、炭酸塩鉍物から成るが（Pl. XXXV, Fig. 6）、緑泥石は小粒状集合体を形成し、複屈折率が高く、一般の結晶片岩中の緑泥石と異った光学性を示している。

本鉍床は山口県薬王寺および金ヶ峠鉍床の性質と類似した電気石—銅鉍脈であるが、薬王寺および日光、咸安（朝鮮慶尙南道）などの鉍床が花崗岩類を母岩とし、また金ヶ峠鉍床が太田層群の硬砂岩中に胚胎するのに対して、本鉍床が熱変成作用を受けた綠色片岩中に生成しているおり、鉍石および脈石の性質が若干異っていることは興味がある。しかし、これまで他の鉍床で記載されている如く、本鉍床においても電気石の品出が緑泥石および硫化鉍物に比べて先行しており、電気石の一部はこれらにより交代されている。

本鉍床の鉍化作用は先に述べた渋谷鉍床に比して特異な性質を示し、その生成温度も渋谷より高温で深熱水鉍床と考えられるが、両鉍床の性質の差が同一の火成活動に起因し胚胎する場の地質条件の差異によるか、または異った火成活動に因するかは明らかでない。しかし乍ら山口および広島県下の鉍床の分布と鉍化作用の内容を概観し、また本鉍床の北方に花崗閃緑岩の小岩株の存在などからみて、両鉍床の性質の差は異った火成活動に起因する可能性がより大きいのではないかと考えられる。

3. 延ヶ原鉍山

延ヶ原鉍山は釜ヶ原の北北東約2.5kmに位置する。本鉍山周辺は黒色片岩と綠色片岩の互層から成り、砂岩片岩の薄層を伴ない、これらを貫く石英斑岩の小岩脈が分布する。この附近一帯は熱変成作用を著しく受け、石英斑岩の一部にも熱的影響の認められるものが存在する。

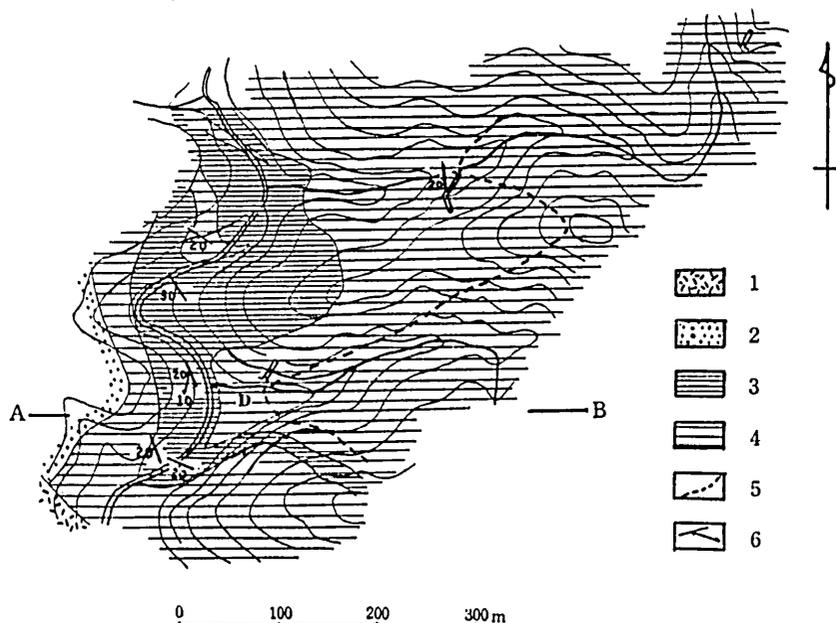
地質構造はNNE—SSW方向の背斜軸を中心とした非対称的なゆるい背斜構造を形成し、背斜軸の西側で片理面は走向N15°—20°Wで、傾斜は15°—20°Wを示し、東側では走向N60°Eで傾斜は20°S内外である。

本鉍山の鉍床は西に緩傾斜した衝上断層帯中に胚胎され、母岩は著しく圧砕された黒色片岩の黒雲母ホルンフェルスであるが、この衝上断層の形成は圧砕構造に沿い黒雲母の晶出することから熱変成作用以前と考えられる。

延ヶ原鉍山周辺ではこの衝上断層に沿い鉍徴が約10ヶ所に認められ、露頭探鉍を行った旧坑もいくつか存在するが、これらの位置を連ねると背斜軸と衝上断層の交叉線上にほぼ一致している（第8図）。

大露頭と呼ばれる附近の鉍化帯では、主に磁硫鉄鉍の鉍染により上下約15mにわたり数条の焼けが認められる。またこの鉍化帯には節理面に沿った0.2—2mの落差を示す小断層が発達して鉍化帯に転移を与えているが、この断層面に沿い黄銅鉍がフィルム状に鉍染する部分をも屢々観察される。

数ヶ所に散在する旧坑から採取した鉍石は磁硫鉄鉍を主とし少量の黄銅鉍および閃亜鉛鉍を伴う塊状鉍または縞状鉍が最も多く、この他黄銅鉍を主とし磁硫鉄鉍を伴う塊状鉍および



第8図 延ヶ原鉾山周辺の地質図および地質断面図

1. 石英斑岩 2. 片状砂岩 3. 緑色片岩 4. 黒色片岩 5. 衝上断層 6. 走向および傾斜
D—いわゆる大露頭

黄鉄鉱を主とする鉍染状鉍などがみられる。

これらの鉍石を鏡下で観察した結果、主要鉍石鉍物は磁硫鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍、白鉄鉍、赤鉄鉍および磁鉄鉍から成り(Pl. XXXVI, Fig. 5)、閃亜鉛鉍中稀に黄銅鉍が点滴状に包有され、また黄銅鉍中に小円状の磁硫鉄鉍がときに見出されるが、閃亜鉛鉍の星型假晶は1ヶ認められたに過ぎない(Pl. XXXVI, Fig. 6)。

一方脈石鉍物として絹雲母、透角閃石、石英、緑泥石が存在するが、他鉍床に比べて緑泥石の品出は著しく少ない。

母岩の黒色片岩は熱変成作用を著しく受け、白雲母、黒雲母、石英および少量の緑泥石から成るが、鉍体周辺部では黒雲母が消失し透角閃石が多く品出する。

本鉍床の鉍石中には高温組織がほとんど認められず、また鉍床自体も熱変成作用前に形成された衝上断層——恐らく北山衝上断層の形成とほぼ同時期ではないかと考えられる——中に胚胎されており、さらに鉍化帯を切る直立した小断層に沿って黄銅鉍の鉍染がみられるが、

形態および鉍石の特性はむしろ小台鉍床に共通した点が多い。

IV. 鉍化作用の特性

以上の事実から本地域に分布する鉍床群はそれらの形態と鉍石鉍物の組成からみて、裂罅充填鉍床と層状鉍床に2大別される。

すなわち、裂罅充填鉍床に属する鉍床群——渋谷鉍床、釜ヶ原鉍床——は高角度の断層に沿って胚胎され、鉍化作用の内容はFe-Cu-Zn-S系の硫化鉍物と共にAs, Bi, Sn, Fなどの鉍石鉍物を伴ない、比較的高温性の離溶組織が容易に見出される。しかし、さらに詳細に検討するとき、渋谷鉍床は鉍化作用の内容からみて広島花崗複合岩体と密接な関係を示す加計および可部鉍床群と同性質を示すのに対して、釜ヶ原鉍床は電気石——銅鉍脈に属し、むしろ太田鉍床区の栗王寺および金ヶ峠鉍床群に類似した鉍化作用を示している。両鉍床の異った鉍化作用の性格は本地域の占める位置と火成活動および鉍床区の関係を対照するとき、同一火成活動に起因し異った地質条件を反映して生じた差異——帯状分布——を考えるよりも、異った火成活動によって生じた可能性がより大きいように推察される。

一方層状鉍床に属する鉍床群——小台鉍床、延ヶ原鉍床——は低角度の母岩の構造にほぼ調和的な形態を示し、鉍化作用の内容もFe-Cu-Zn-S系の単純な鉍石鉍物の組合せから成り、As, Bi, Snを含む鉍石鉍物を伴わず、また高温性の離溶組織もほとんど認められない。またその一部には偏圧組織を示すpressure shadowが存在している。しかし、厳密に検討するとき、鉍体は母岩の構造に不調和で層理面と斜交しており、キューバ鉍の晶出やスカル

第1表 各鉍床の鉍石、脈石鉍物とその特徴

鉍床	鉍石鉍物	脈石鉍物	特 徴
渋谷	磁硫鉄鉍, 磁鉄鉄鉍, 黄鉄鉍, 白鉄鉍, 磁鉄鉍, 閃亜鉛鉍, 黄銅鉍, 方鉛鉍, キューバ鉍, ヴァレリー鉍, 錫石, 黄錫鉍, 輝蒼鉛鉍	石英, 絹雲母, 緑泥石, 緑簾石, 炭酸塩鉍物, 柘榴石, 螢石	裂罅充填鉍床 広島花崗複合岩体に伴う鉍化作用 Cu-Zn, Cu-Sn 系の離溶組織を認む
釜ヶ原	黄銅鉍, チタン鉄鉍, 磁硫鉄鉍, 閃亜鉛鉍, 白鉄鉍, 輝蒼鉛鉍, 自然蒼鉛, 硫テルル蒼鉛鉍, キューバ鉍, ヴァレリー鉍, 自然金, 錫石, 灰重石	電気石, 緑泥石, 緑簾石, 絹雲母, 燐灰石, 炭酸塩鉍物, 珪灰鉄鉍, 尖晶石	裂罅充填鉍床 電気石—銅鉍脈で Cu-Zn 系の離溶組織と錫石, 灰重石を伴う
小台	磁硫鉄鉍, 黄銅鉍, 閃亜鉛鉍, キューバ鉍, 黄鉄鉍, 白鉄鉍, 磁鉄鉍	石英, 珪灰石, 緑泥石, 緑簾石, 炭酸塩鉍物	層状鉍床, 顕著な離溶組織に乏しいがキューバ鉍およびスカルン鉍物も一部に伴ない pressure shadow が認められる
延ヶ原	磁硫鉄鉍, 黄銅鉍, 閃亜鉛鉍, 黄鉄鉍, 白鉄鉍, 赤鉄鉍, 磁鉄鉍	絹雲母, 透角閃石, 石英, 緑泥石	層状鉍床, 衝上断層中に胚胎され, 離溶組織に乏しい

ン鉱物の生成および鉱化作用の時期が熱変成作用以前と考えられる証拠の見出されないことなどからみて、いわゆる別子型鉱床と同一視することには多くの問題が残される。

最近中国地方の三郡変成帯中に分布するこの種の鉱床群について種々の記載や見解が述べられているが、単純なキースラーガーとも考えられず、また早期に生成した鉱床が白亜紀末期の火成活動により重複した鉱化作用を受けたとする解釈も裂隙充填鉱床に特徴的な As, Bi, Sn などの硫化鉱物が認められず、鉱石の組成および組織が異った性格を示すこと（第1表参照）から、この説も尙検討すべき余地が残されていると思われる。

またこれらの鉱床群がもともと三郡変成帯を構成した地向斜形成時の低温性キースラーガーであり、主に白亜紀の火成活動と地殻変動に伴って生じた一種の再生鉱床であるとする解釈もあるが、この説も未だ推測の域を出ない。この種の鉱床群が三郡変成帯に多数分布することは地質学的にも鉱床学的にも興味ある問題を提示しており、今後さらに詳細な研究が必要であると考えられる。

参 考 文 献

- 東元定雄 (1953) : 山口県玖珂郡波野鉱山附近の地質岩石鉱床, 広大理卒論手記.
 ——— (1963) : 重複鉱化鉱床について, 広大地研報, (12), 93~112.
 今井秀喜 (1942) : 慶尚南道日光鉱山の地質鉱床, 地質雑, 49, 267~278.
 KATŌ, T. (1912) : The tourmaline copper veins in the Yakuōji Mine, Nagato Province, *Japan. Jour. Geol. Soc. Japan*, 19, 69~88.
 ——— and OHARA, I. (1923) : The tourmaline copper veins of the Kan'an Mine, South Keishōdō, Korea. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 2, 85-93.
 小島丈兒, 佐々木伝一 (1950) : 山口県玖珂郡河山鉱山附近の地質, 地質雑, 56 (652), 1~5.
 光野千春 (1960) : 中国地方東部の三郡変成帯におけるキースラーガーの型式, 地質雑, 66, 212~228.
 森岡 昇 (1954) : 山口県玖珂郡本郷村附近の結晶片岩地域の地質および岩石, 広大教育卒論手記.
 笹倉正夫 (1963) : 山口県金ヶ峠鉱山の地質, 鉱山地質, 13, 213~223.
 ——— (1963) : 金ヶ峠鉱山の鉱床—とくに鉱床生成について, 鉱山地質, 13, 267~277.
 SCHNEIDERÖHN, H. (1952) : Genetische Lagerstätten-gliederung auf geotektonischer Grundlage. *Neu. Jahr. für. Mine, Monat.*
 添田 晶 (1963) : 中国地方中央地区における後期中生代の金属鉱化作用, 広大地研報, (12), 39~71.
 TAKENO, S. (1963) : On the ore minerals of the lower ore deposit of the Kawayama Mine, Yamaguchi Prefecture, *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, (12), 341~359.
 吉田博直 (1961) : 中国地方中部の後期中生代の火成活動, 広大地研報, (8), 1~39.

図 版 説 明

波野鉍山渋谷坑鉍石および母岩の顕微鏡写真

- FIG. 1. 硫砒鉄鉍—黄銅鉍 (反射顕微鏡)
asp : 硫砒鉄鉍 cp : 黄銅鉍 G : 脈石鉍物
- FIG. 2. 閃亜鉛鉍—黄錫鉍—黄銅鉍 (反射顕微鏡)
sl : 閃亜鉛鉍 sn : 黄錫鉍 cp : 黄銅鉍 G : 脈石鉍物
- FIG. 3. 閃亜鉛鉍中の黄銅鉍の点滴状組織 (反射顕微鏡)
sl : 閃亜鉛鉍 cp : 黄銅鉍 G : 脈石鉍物
- FIG. 4. 黄銅鉍中の星型閃亜鉛鉍 (反射顕微鏡)
cp : 黄銅鉍 sl : 閃亜鉛鉍 G : 脈石鉍物
- FIG. 5. 角礫状鉍石 (透過顕微鏡)
O : 鉍石鉍物 G : 脈石鉍物
- FIG. 6. 母岩の変質部 (透過顕微鏡)
cp : 綠簾石 chl : 綠泥石

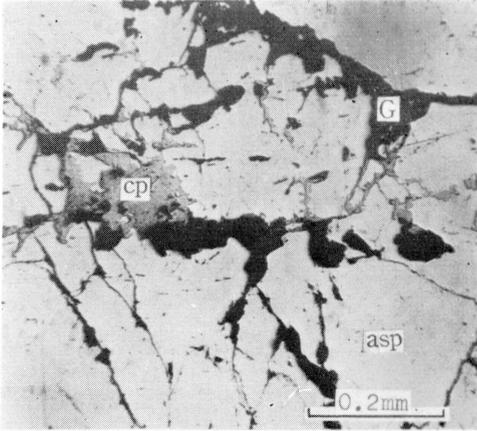


FIG. 1.

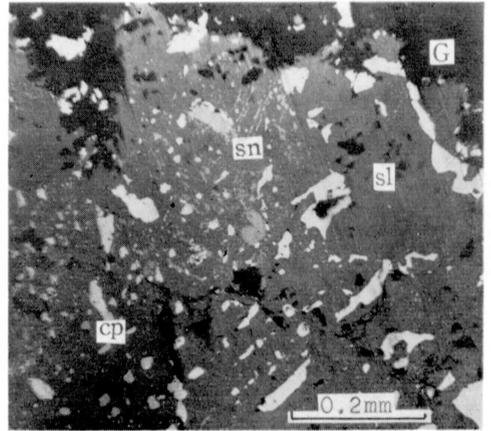


FIG. 2.

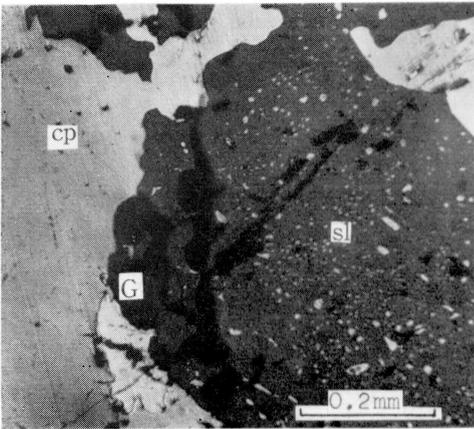


FIG. 3.

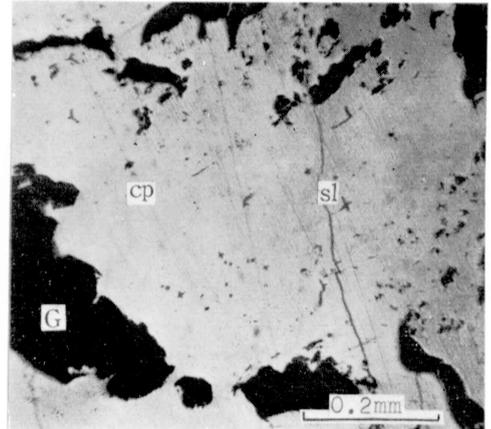


FIG. 4.

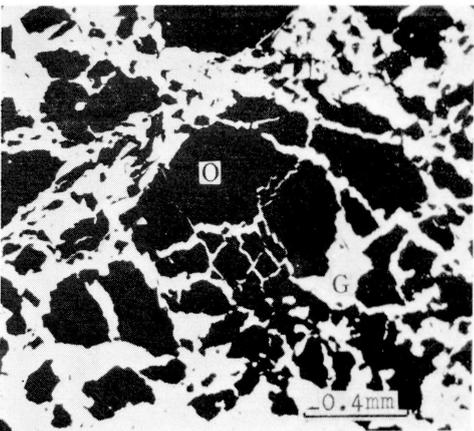


FIG. 5.

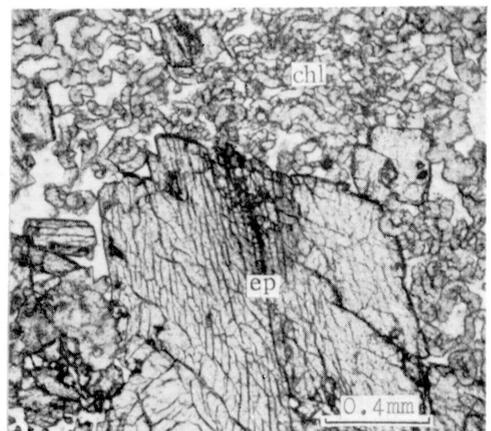


FIG. 6.

図 版 説 明

釜ヶ原鉱山鉱石および母岩の顕微鏡写真

- FIG. 1. 黄銅鉱—輝蒼鉛鉱 (反射顕微鏡)
cp: 黄銅鉱 bi: 輝蒼鉛鉱 il: チタン鉄鉱 G: 脈石鉱物
- FIG. 2. 自然金—輝蒼鉛鉱—硫テルル蒼鉛鉱 (反射顕微鏡)
au: 自然金 bi: 輝蒼鉛鉱 tm: 硫テルル蒼鉛鉱 G: 脈石鉱物
- FIG. 3. 黄銅鉱—キューバ鉱 (反射顕微鏡)
cp: 黄銅鉱 cb: キューバ鉱 il: チタン鉄鉱 G: 脈石鉱物
- FIG. 4. 黄銅鉱中の星形閃亜鉛鉱 (反射顕微鏡)
cp: 黄銅鉱 sl: 閃亜鉛鉱
- FIG. 5. 鉱石中の電気石 (透過顕微鏡)
tl: 電気石 O: 鉱石
- FIG. 6. 母岩中の尖晶石 (透過顕微鏡)
sp: 尖晶石

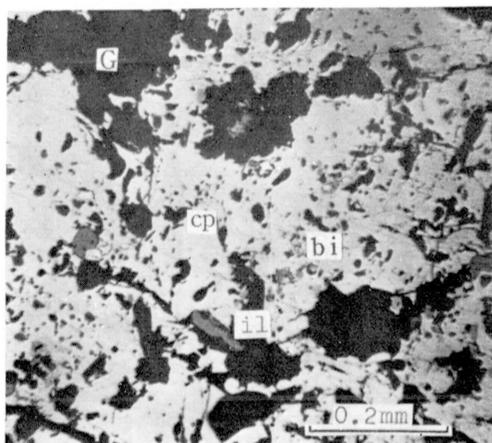


FIG. 1.

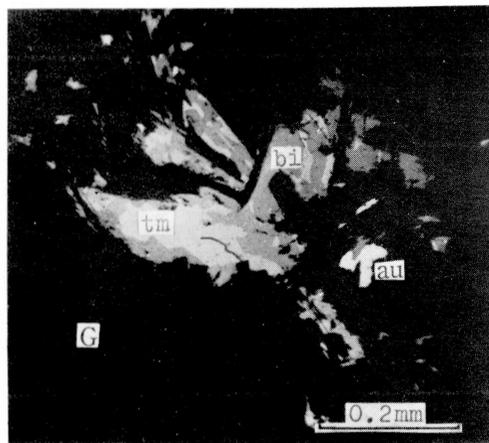


FIG. 2.

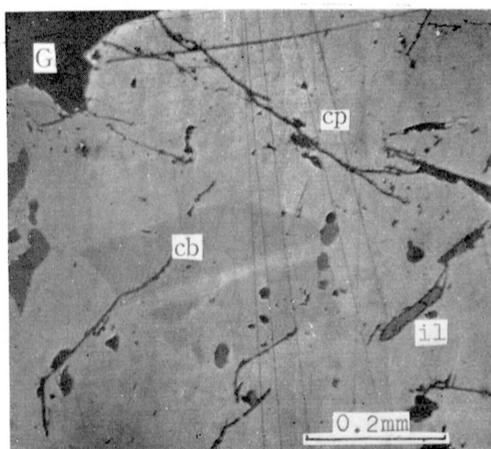


FIG. 3.

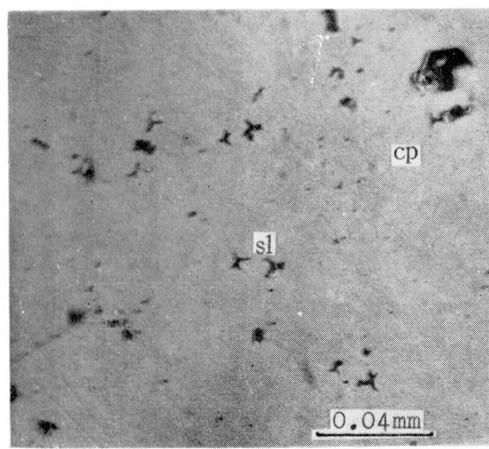


FIG. 4.

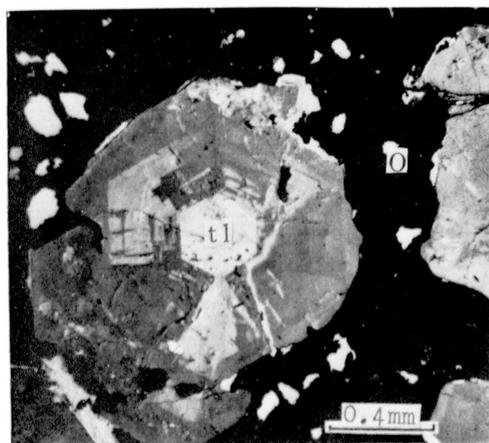


FIG. 5.

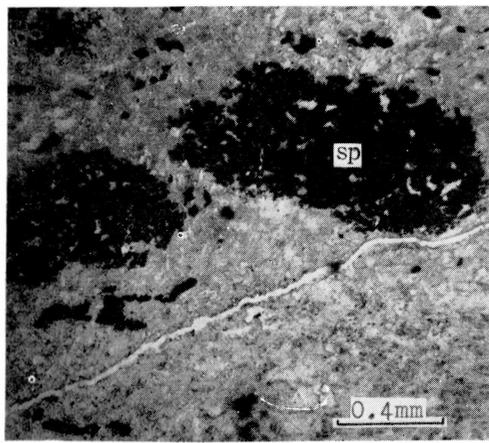


FIG. 6.

図 版 説 明

波野鉾山小台坑の鉾石および母岩の顕微鏡写真

- FIG. 1. 磁硫鉄鉾—黄銅鉾 (反射顕微鏡)
po : 磁硫鉄鉾 cp : 黄銅鉾 G : 脈石鉾物
- FIG. 2. 黄銅鉾—キューバ鉾 (反射顕微鏡)
cp : 黄銅鉾 cb : キューバ鉾 G : 脈石鉾物
- FIG. 3. 黄鉄鉾周辺の“pressure shadow” (透過顕微鏡)
py : 黄鉄鉾 q : 石英 十字ニコル
- FIG. 4. 母岩中の珪灰石 (透過顕微鏡)
wo : 珪灰石 O : 鉾石

延ヶ原鉾山の鉾石の顕微鏡写真

- FIG. 5. 磁硫鉄鉾—閃亜鉛鉾—黄銅鉾 (反射顕微鏡)
po : 磁硫鉄鉾 sl : 閃亜鉛鉾 cp : 黄銅鉾 G : 脈石鉾物
- FIG. 6. 黄銅鉾中の星形閃亜鉛鉾 (反射顕微鏡)
cp : 黄銅鉾 sl : 閃亜鉛鉾 G : 脈石鉾物

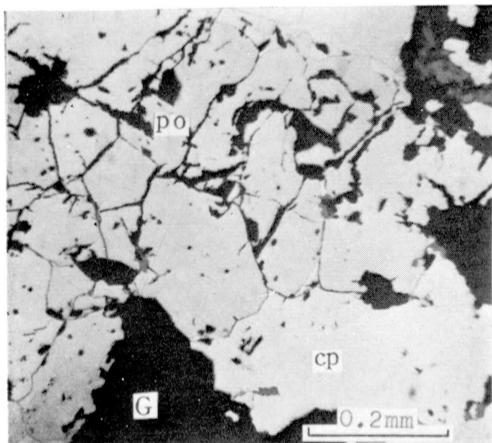


FIG. 1.

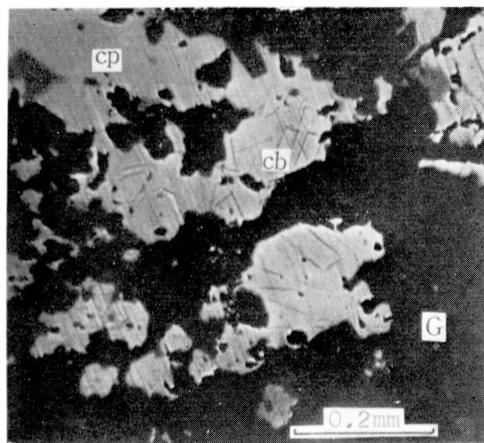


FIG. 2.

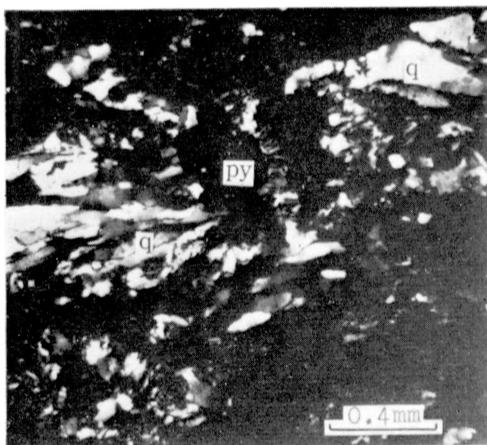


FIG. 3.

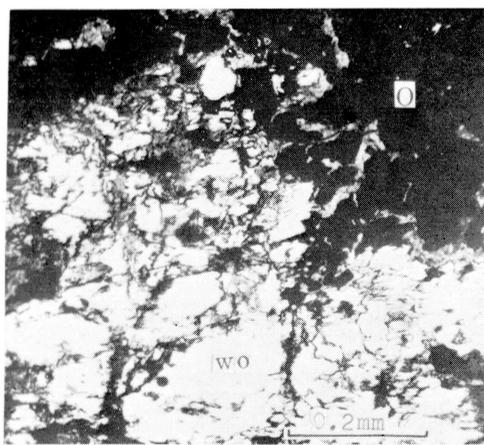


FIG. 4.

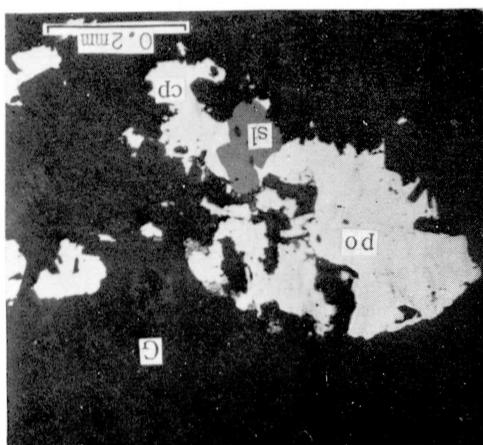


FIG. 5.

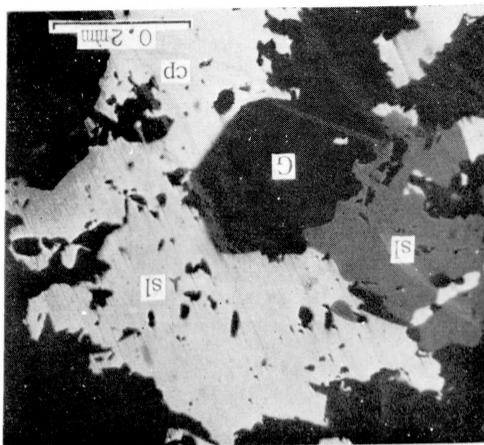


FIG. 6.