伊豆半島奥山鉱山産テルル鉱物 ならびに近接鉱山産の鉱石の組織について

On some tellur minerals and their textures from Okuyama
and neighboring mines, Izu Peninsula

遠藤 正孝 (Masataka Endō)*

Abstract : Some tellur minerals (altaite, tetradymite, and hessite) in the epithermal copper-quartz veins of Okuyama Mine, Izu Peninsula, are determined microscopically and also the relation between the ore textures of some mines (Aono, Kawazu, and Suzaki) in this district and the geneses of these deposits are discussed.

1. 緒 言

南伊豆地方には、第三紀中新世湯ヶ島層群に胚胎する数多くの金属鉱床があつて、金、銀、テルル、ビスマスと比較的多量に伴なうことが知られている。当地域の金属鉱床の研究としては、賀茂郡下田町外浦にある須崎鉱山および同町連台寺河津鉱山(旧連台寺鉱山)が主なもので、これまで加藤武夫(1924, 1930, 1933)、渡辺万次郎(1933, 1934, 1935, 1939)、中本 明(1933)、片山信夫(1934)、渡辺武男(1935)、正田篤五郎(1938)、竹内常彦・南部松夫(1961)らが金属鉱物に関する研究をおこなつている。筆者も前記 2 鉱床とはほぼ同一成因で生成されたと推定される賀茂郡南伊豆町南上字青野にある奥山鉱山を調査研究し、主として鉱石鉱物について反射顕微鏡下で検討をおこなつた。河津、須崎両鉱山では Bi-Te-S 系鉱物が数多く記載されているが、本研究の結果奥山鉱山からテルル化銀鉱物を伴うアルタイ鉱(altaite)の産出を認めた。現在まで河津、須崎両鉱山で確かめられている金、銀、テルルおよびビスマスを含む鉱物と、当奥山鉱山の同種鉱物では 2, 3 の差異があるが、とくに当地域では珍しいアルタイ鉱と推定できる鉱物の存在は注目しに値しよう。アルタイ鉱に関しては渡辺(1934)、およど中野(1938)が兵庫県竹野鉱山で、竹内・島田・南部(1957)が茨城県諫訪鉱山で認めたほか 2, 3 の記載があるにすぎない。

また当地域の鉱石の組織に関しても先学による 2, 3 の研究があるが、今回、再検討をおこない、河津鉱山の鉱石に顕著に発達する準文象組織(sub-graphic texture)が奥山鉱山でも認められ、このことから、当地域に分布する金、銀、テルル、ビスマスを伴う鉱床がほぼ同時期に形成された熱水性鉱床であることが推定できた。この準文象組織は青森県上北鉱山(竹内・南部、鈴木・岡田, 1956)、福島県与内畑鉱山(荻木、鈴木, 1960)、栃木県木戸ヶ沢鉱山久富、南沢両鉱床(筆者 1963)などで認められており、筆

* 日本鉱業(株) 日立鉱業所(現 豊羽鉱業所) (昭和 38 年 12 月 27 日受理)

者はこの組織が溶融状態で生成された組織と推定し、2, 3 の角度から研究をおこなっているが、当地域の須崎鉾山は黄鉄鉾を主とし、金、銀、テルル、ビスマスを伴う鉾床であり、火山岩を交代した塊状鉾床である点から興味ある関係を示している。この詳細な考察は別の機会にのべる予定であるが、主として奥山鉾山について鉾石鉾物とその組織について記載し、またその他 2, 3 の鉾山の鉾石組織について概観する。

本稿を草するに当り、研究の機会をあたえられた日本鉾業(株)日立鉾業所益田功副所長(現鉛山鉾山・見立鉾山社長)、佐藤正信探査課長に衷心より感謝申し上げる。本研究に終始御教示御指導を下された東北大学竹内常彦教授南部松夫教授に衷心より感謝申し上げる。また調査に際し御協力、御便宜を下された磯部鉾業所奥山鉾山の各位、日本鉾業(株)河津鉾業所朝倉忠雄、村田一両氏、下田温泉(株)吉住広一社長に深謝申し上げる。

2. 奥山鉾山の地質・鉾床概況

南伊豆地方の主な金属鉾山の位置を第1図に示した。奥山鉾山附近の地質は角礫凝灰岩、暗灰色または淡緑色の安山岩および石英粗面岩よりなっている。以上の各岩類は湯ヶ島層群またはそれ以後の火成岩と推定され、石英粗面岩は $N60^{\circ}W \sim N30^{\circ}W$ 方向の岩脈状を示している。

鉾床は石英粗面岩中に、あるいは石英粗面岩と安山岩との接触部に胚胎した裂隙充填含金銅石英脈である。母岩は珪化および粘土化をうけ、とくに一部の観察では下盤側で粘土化が著るしい。鉾床は南北 1.5km、東西 3km の範囲に散在し、松坑、梅坑を中心として桜間歩、山下など 10 数条からなる。走向方向はいずれもほぼ $NW60^{\circ} \sim EW$ で傾

第1図 南伊豆地方の調査鉾山位置図

斜 N 落しであるが、当地域北方の 2, 3 の鍾は南に傾斜している。脈巾は最大 1.70~1.60m, 採掘をおこなった鍾では平均 70~80cm と推定される。

筆者が得た鉱石試料は 松坑および 梅坑のものであるが、黄銅鉱を主とし少量の黄鉄鉱が散点し、脈石は石英が主である。各々の鍾上部はかつて金品位高く金鉱石として稼行されたが、下部はむしろ銅鉱石として稼行されている。黄銅鉱を主とする鉱石の鍾の中央部には小さい晶洞があり、中心部を石英として外側に黄銅鉱、黄鉄鉱の順に配列する例もあるが、全体的には末期の晶出と考えられる石英の細脈が網状に発達している。このほかに閃亜鉛鉱が細脈状に(巾 5mm) 貫く例もしばしば認められる。

3. 鉱石鉱物とその組織

前述のように当鉱山の鉱石は黄銅鉱を主要鉱石鉱物とした黄銅鉱石英脈である。黄鉄鉱は必ずしも多くないが、しばしば黄銅鉱中に石英と共に長径 1~2cm 程度で輪状に配列している。

顕微鏡下で観察すると、黄鉄鉱は主に自形の六面体を示すことが多いが、滴状コロホーム黄鉄鉱も観察される。黄銅鉱中に少量の磁硫鉄鉱および輝銅鉱を伴ない、磁硫鉄鉱は

第2図 奥山、青野鉱山鉱床位置図

奥山鉱山 1 新興亜鍾, 2 興竜鍾, 3 山下第2上盤鍾, 4 松坑鍾, 5 山上下上盤鍾, 6 梅坑鍾, 7 新斜鍾, 8 新盛鍾, 9 テツトウ鍾, 10 興亜鍾, 11 桜間歩鍾
青野鉱山 12 第1工場鍾, 13 第2工場鍾

顕微鏡下で紐状または不規則小片として共生するが、主として梅坑の鉍石中にある。輝銅鉍は黄銅鉍を貫く閃亜鉛鉍の周辺に散在し、閃亜鉛鉍が晶出する末期に閃亜鉛鉍に伴なわれて晶出したと推定される。

当鉍山の鉍石鉍物として特徴的なことは、伊豆半島地域の金銀鉍床に伴なわれるテルルおよびビスマス鉍物が当鉍山にも伴なわれることである。現在まで認められた鉍物は、テトラディマイト (tetradymite, $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$)、アルタイ鉍 (altaite, PbTe) およびヘッス鉍 (hessite, Ag_2Te) である。

テトラディマイトは黄銅鉍を貫く末期の石英脈に伴なわれ、石英中または黄銅鉍中に散点している。同鉍物は滴状ないしやゝ針状で、10数 μ ～数10 μ 程度 (第3図 E) である。

アルタイ鉍は最大 0.5mm 程度、不規則で、黄銅鉍中に伴なわれることが多い。反射色は方鉛鉍に類似するが異方性を示し、兵庫県竹野鉍山で渡辺 (1934) が腐蝕試験をおこなったアルタイ鉍、および竹内・島田・南部 (1957) が茨城県諏訪鉍山から見出したアルタイ鉍と一致する (第3図 D)。

このアルタイ鉍中に10数 μ の滴状または不規則状のヘッス鉍が伴なわれている。これらの各テルルビスマス鉍物は、すでに河津鉍山で記載されている鉍物と、光学性および腐蝕試験の結果を比較して決定した。以上の顕微鏡下の性質を第1表に示す。

第1表 奥山鉍山産テルル鉍物の反射顕微鏡の性質

		アルタイ鉍	ヘッス鉍	テトラディマイト
光学的性質	反 射 色	方鉛鉍に類似	灰	クリーム白
	反射多色性	不明瞭	不明瞭	明 瞭
	異 方 性	弱異方性	明瞭	異方性あり
腐蝕試験	HNO_3	直ちに黒変発泡	直ちに黒変	徐々に褐変
	FeCl_3	直ちに褐変	褐変	直ちに褐変
	HCl	直ちに褐変・まもなく黒変	neg	しばらくして褐変

当奥山鉍山の鉍石組織については前述のごとく黄鉄鉍のコロホーム組織が認められる。この組織は必ずしも多くなく、部分的に滴状をなし末期の組織と推定される。この他黄銅鉍と細脈状閃亜鉛鉍との間で両者の準文象組織 (sub-graphic texture) が観察できる (第3図 G)。この組織も2, 3例認められるのみで顕著に発達しているかどうかは不明である。

4. 河津、須崎、青野各鉍山産鉍石鉍物とその組織

筆者は奥山鉍山産鉍石の研究と平行して、南伊豆地方の河津、須崎両鉍山および奥山鉍山に隣接する青野鉍山について、おもに鉍石の組織の検討をおこなった。いずれの鉍床も第三紀中新世湯ヶ島層群に胚胎する鉍床であつて、河津および須崎鉍山の現在までの研究では、金、銀、テルル、ビスマス鉍を伴う比較的低温の熱水性鉍床と推定されてい

第3図 反射顕微鏡写真

る。奥山鉾山においてもほぼ同様の鉾物組合せである点から、当地域の各鉾床がほぼ同時期の生成であることが推定でき、とくに鉾石の組織が鉾床生成時の鉾液の状態を推定するのに重要であると考え、組織に関する再検討をおこなってみた。須崎鉾山に関しては厚母(1937)が黄鉄鉾を主とする塊状鉾床である点に注目し、黒鉾式鉾床であることを指摘している。

4.1 河津鉾山：当鉾山地域は第三紀中新世湯ヶ島層群の安山岩質凝灰岩・角礫質凝灰岩・変朽安山岩および砂質凝灰岩などの互層であつて、これを貫いて石英粗面岩が鉾床近くに分布する。さらにこれを被う緑色凝灰岩が当地域南部檜沢鉾床附近から南に分布している。

鉾床は変朽安山岩・安山岩質凝灰岩・石英粗面岩などに胚胎する裂隙充填金銀銅鉛亜鉛マンガンの複雑硫化鉾床で、一部の鉾床にはテルル金銀鉾が賦存する。鉾床の走向はNW、傾斜は $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ でほぼ直立し、主な鉾床は猿喰・大方・藤ヶ坑・掛橋・檜沢・安城の各鉾体で、走向方向に300m以上、脈巾5~1.5mで、掛橋鍾においては最大10mであつたときく。閃亜鉛鉾および黄銅鉾はしばしば著しく濃集して富鉾部を構成する場合もあり、とくに大方・安代鍾ではその傾向が著しい。また鉾床盤ぎわでは通常多量の粘土を伴っている。鉾床の形態から通常熱水性裂隙充填鉾床といわれているが、鉾床の膨縮の激しい鉾床盤ぎわでは母岩をしばしば鉾染し、細脈が分岐し、また部分的に粘土化の著しい点からみて当鉾山の生成機構は複雑なようである。当鉾山で特殊な鉾床として檜沢鍾があげられ、当地域の南西に位置し走向 $N5^{\circ}W$ 、傾斜 $80^{\circ}W$ の主脈と走向 $N50^{\circ}E$ 、傾斜 $70^{\circ}N$ の分岐脈からなっている。脈巾は1m~数cmと伝えられるが、テルル・金および銀を主要鉾石鉾物としている。

河津鉾山で現在まで記載された主要鉾物は黄銅鉾・黄鉄鉾・閃亜鉛鉾・方鉛鉾・輝銅鉾・斑銅鉾・藍銅鉾・アイダ鉾・銅藍・四面銅鉾(第3図C)・自然テルル(第3図B)・酸化テルル鉾(第3図A)・パラテルライト・テトラディマイト(第3図A)・スピロファイト($2MnO\cdot 3TeO_3$)・エンブレサイト($AgTe$)(第3図B)・ヘッス鉾(Ag_2Te)(第3図B)・リッカーダイト(Cu_4Te_3)(第3図C)・自然金・自然銀・ペンウイス石・バラ輝石・氷長石・イネス石・菱マンガン鉾・二酸化マンガン鉾・方解石・石英などである。

本鉾山産鉾石の組織を顕微鏡下で観察すると次のものがある。採集したのは大方・猿喰・掛橋鍾産鉾石である。

写真説明

A. テトラディマイトと酸化テルル鉾(河津鉾山・檜沢鉾床産), B. 自然テルルに伴われるエンブレサイトとヘッス鉾(同上), C. 自然テルルと四面銅鉾の接触部にあるリッカーダイト(同上), D. 黄銅鉾中のアルタイ鉾, この中にヘッス鉾が含まれる例がある(奥山鉾山・松坑), E. 黄銅鉾中のテトラディマイト(同上), F. 黄銅鉾と閃亜鉛鉾の準文象組織(河津鉾山・掛橋鍾), G. 同上(奥山鉾山・松坑), H. 黄鉄鉾のコロホーム組織(須崎鉾山)

Td: テトラディマイト, Al: アルタイ鉾, Te: 自然テルル, Th: 四面銅鉾, Tr: 酸化テルル, Cp: 黄銅鉾, He: ヘッス鉾, Sp: 閃亜鉛鉾, Em: エンブレサイト, Py: 黄銅鉾, Ri: リッカーダイト

離溶組織

閃亜鉛鉱中の懸滴状黄銅鉱 (10 数 μ ~数 μ)

閃亜鉛鉱中の懸滴状輝銅鉱 (10 数 μ ~数 μ)

準文象組織

閃亜鉛鉱と黄銅鉱 (第3図 F)

閃亜鉛鉱と方鉛鉱

コロホーム組織

末期晶出の閃亜鉛鉱・黄鉄鉱滴状コロホーム組織

以上の組織のうち準文象組織は当鉱床に顕著に発達し、準文象組織は閃亜鉛鉱および黄銅鉱を伴う鉱石では普通に認められるものである。とくに大方樋の閃亜鉛鉱鉱石では大部分に認められる。

4.2 須崎鉱山：当地域の地質は明らかでないが、鉱床附近は淡緑色または褐色の安山岩質の岩石で、本岩中に鉱床が胚胎している。鉱床は本坑鉱体および新鉱体の2鉱体からなり、本坑鉱体は南北に40m、東西に35m程度、西北に75°で傾斜し、下部に150m以上開発したもようではほぼ円筒状の形態を有している。鉱床盤ぎわでは著しく珪化をこうむり多孔質となつてゐるが、その空隙をうずめて主に黄鉄鉱が交代し一部ではやや粘土化をうけている。厚母(1937)は本鉱床の研究から黒鉄式鉱床と判断しているが、筆者も同様黒鉄式熱水交代鉱床と推定した。

当鉱床の鉱石鉱物は大部分が輪状・滴状コロホーム黄鉄鉱の集合で硫化鉄鉱として採掘された。当鉱床にも河津鉱山同様、一部にTe-Au-Ag系鉱物を多産したもようであるが、現在まで記載された主な鉱物は黄鉄鉱・白鉄鉱・黄銅鉱・四面銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・テルル金・自然テルル・カラベライト・シルバナイト・ヘツス鉱・テトラディマイト・石英・重晶石である。

鉱石の組織については大部分の黄鉄鉱がコロホーム組織を示すのが特徴である(第3図H)。

4.3 青野鉱山：青野鉱山は前述の奥山鉱山に隣接し、同一方向性の鉱床を採掘している。

鉱床は第1工場樋および第2工場樋の2鉱床からなる。第1工場樋は1号から5号までの5条の鉱脈からなり、走向方向も奥山鉱山と同一でNW方向である。この第1工場樋の北方に第2工場樋が同一方向に走る。

鉱石は黄銅鉱を主とする黄銅鉱黄鉄鉱石英脈で奥山鉱山産鉱石と類似するが、テルル・ビスマス鉱および準文象組織、コロホーム組織は認められなかった。

5. 準文象組織の意義

準文象組織を示す鉱物は閃亜鉛鉱・黄銅鉱・方鉛鉱で、これら鉱物のうち2種の鉱物が組合つている。これらの鉱物間では晶出順序を多少ことにする場合があり、例えば閃亜鉛鉱の晶出後に黄銅鉱が、また黄銅鉱の晶出後に閃亜鉛鉱が脈状に貫き、その両鉱物間で準文象組織を作つている。

河津鉱山掛橋樋で認められた準文象組織を顕微鏡下で観察した結果を第4図に示す。すなわち閃亜鉛鉱中に数 μ 程度の離溶性黄銅鉱が規則的に配列しているが、他の部分で

第4図 準文象組織の発達状態

は次第に連絡し繊維状になり、これがさらに相互に連続し、肥大し紐状になって閃亜鉛鉍と準文象組織をつくる（第4図 A・B）。この現象は閃亜鉛鉍中に不規則に包含されている黄銅鉍でも同様で、各々の滴状離溶体はほぼ同一方向に毛状の分岐脈を出し次第に肥大して行く（第4図 C）。

以上の現象から推定できることは、同組織を作っている鉍物がこの組織を作る時期に流動性に富む状態にあり、各成分の移動が比較的自由で鉍液の状態の変化と共に各成分の濃集がおこなわれることを暗示している。このような鉍物の共生は、当然物理的条件すなわち温度と圧力で決定されると考える。どのような状態がこの種の鉍床の鉍石中でおこなわれたかは今後の研究に俟たなければならないが、筆者の他の研究結果から比較的低温条件下で熔融状態であつたと推定でき、熔融状態をもたらす原因として極めて高い圧力条件が必要であるがこの詳細については別に報告する。

6. ま と め

各鉍山産鉍石の組織を表示すると第2表の通りである。

第2表 各鉍山の鉍石組織

鉍 山		須 崎	河 津	奥 山	青 野
組 織	準文象組織		○	○	
	閃亜鉛鉍と黄銅鉍		○		
離溶組織	閃亜鉛鉍と方鉛鉍		○		
	閃亜鉛鉍中の黄銅鉍		○		
コロホーム組織	閃亜鉛鉍中の輝銅鉍		○		
	閃亜鉛鉍中の方鉛鉍		○		
コ ロ ホ ー ム 組 織		○	○	○	

○存在する

南伊豆地方の金属鉱床は古くから金銀を伴う鉱床として研究されてきたが、これらの中に須崎鉱山のごとく黒鉱式鉱床が存在し、当地方の金銀鉱床が須崎鉱山と比較的類似した機構で生成されたと解釈されるが、前項で記述した準文象組織が本邦の黒鉱式鉱床に随伴している点から、当南伊豆地方に分布する各鉱床の生成機構も比較的それに類似すると推定でき、準文象組織を河津、奥山両鉱山から確認した。また河津、須崎、奥山の各鉱山とも金、銀、テルル、ビスマスの鉱物を随伴し、以上の結果からいずれの鉱床も生成機構的には多少の差はあるとしても、ほぼ同時期の鉱化作用により鉱床が形成されたと推定される。

引 用 文 献

- 厚母庸二 (1937), 河津鉱山の現況, 日鉱誌, **57**, 305~310.
- 遠藤正孝 (1963), 栃木県鬼怒川流域の金属鉱床における鉱石の帯状分布について. 岩鉱, **50**, 51~65.
- 片山信夫 (1934), 別子及び須崎産黝銅鉱結晶, 地質, **41**, 42~43.
- Kato, T. (1924), The mineralization in the ore deposits of the Susaki mine in the Province of Idzu, Jap. Jour. Geogr., **3**, 59~69.
- Kato, T. (1924), Penwithite from the Kawazu mine in the Province of Idzu, Jour. Geol. Soc. Tokyo, **31**, 19~22.
- Kato, T. (1930), Inesite as a characteristic gangue mineral of the Tertiary gold silver veins found in the Province of Idzu, Jour. Geol. Soc. Tokyo, **37**, 35~38.
- 加藤武夫 (1933), 伊豆国蓮台寺鉱山産酸化テルル鉱(tellurite), 地質, **40**, 227~229.
- 加藤武夫 (1933), 須崎鉱山産黝銅鉱, 地質, **40**, 229.
- 加藤武夫・柴田秀賢・中本 明 (1933), 伊豆蓮台寺鉱山の含テルル金銀鉱脈特にその中に産する酸化テルル鉱について, 地質, **40**, 233~241.
- 中本 明 (1933), 伊豆河津鉱山檜沢産テルル鉱物について. 地質, **40**, 812~813.
- 中野長俊 (1938), 兵庫県竹野鉱山の地質鉱床・特にテルル含有鉱物の産状について, 岩鉱, **19**, 217~224.
- 正田篤五郎 (1938), 本邦産二三の藍銅鉱について. 岩鉱, **20**, 261~267.
- 荻木浅彦・鈴木喜義 (1960), 福島県与内畑鉱山の石膏鉱床について. 鉱山地質, **10**, 152~167.
- 竹内常彦・島田 衛・南部松夫 (1957), 茨城県諏訪鉱山産の数種の含テルル鉱物について, 東北大選研報, **13**, 63~69.
- 竹内常彦・南部松夫・鈴木 勝・岡田広吉 (1956), 上北鉱山の含ゲルマニウム鉱石について, 鉱山地質, **6**, 231~243.
- 竹内常彦・南部松夫 (1961), 本邦産アイダ鉱(Cu_5FeS_6)について, 岩鉱, **45**, 93~100.
- 渡辺万次郎 (1933), 須崎鉱山産テルル化金鉱及び天然テルル鉱について (1), (2) 岩鉱, **10**, 147~156, 255~269.
- Watanabe, M. (1933), Gold-telluride minerals from the Suzaki mine, Proc.

Imp. Acad., **9**, 621~623.

渡辺万次郎 (1934), 竹野鉍山産テルル含有鉍石について, 岩鉍, **12**, 132~138.

渡辺万次郎 (1934), 蓮台寺鉍山産紫赤色テルル銅鉍について, 岩鉍, **12**, 89~96.

渡辺万次郎 (1935), 静岡県須崎鉍山産テルル含有金銀鉍に関する研究(第二報) 岩鉍, **13**, 51~65.

渡辺万次郎 (1939), テルル金銀鉍の研究.

渡辺武男 (1935), 静岡県河津鉍山檜沢脈産自然テルルの結晶, 岩鉍, **13**, 171~175.

Watanabe, T. (1936), Crystals of native tellurium from Japan, Jour. Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. Ser. **4**, 101~111.