



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水銀鑛石の組織に関する研究 : 鑛床の生因にも関連して
Author(s)	牛澤, 信人; Ushizawa, Nobuto
Citation	北海道大學工學部研究報告, 10, 97-115
Issue Date	1954-06-05
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/40535">https://hdl.handle.net/2115/40535</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	10_97-116.pdf



# 水銀鑛石の組織に関する研究

—鑛床の生因にも関連して—

牛澤 信人

(昭和29年2月28日受理)

## Resarches on the Texture of Mercury Ores

— Relating to the Genesis of the Ore Deposits —

Nobuto USHIZAWA

### Abstract

He studied the texture of ores of the principal mercury mines Itomuka, Oketo, Tokoro, Teshio etc in Hokkaido for the purpose of clarifying the genesis of the ore deposits and with the view of the treatment of the ores.

On the observation, it is specially profitable to study radiating the oblique light on the normal thin section which is sealed in Canada-balsam. On this way, we can discriminate some kinds of modifications of mercuric sulphides more clearly and relation between mercuric sulphide and other minerals and on this way, it is capable of studying native mercury which is sealed in the ordinary thin sections.

He clarified the paragenetic relations of each mineral in the mineralizing period and the process of mineralization.

He think it is significant that He described the occurrence of SCHWATZITE which was found in our country for the first time and paragenetic relation between cinnabar, stibnite, chalcopyrite, sphalerite and pyrrhotite etc. I advocated the significance of metasomatic action of cinnabar bearing solution and illustrated the genesis of the ore deposits in conclusion.

### は し が き

北海道内における代表的な水銀鑛山の鑛石組織について研究し、併せて鑛床の生因論的考察を試みた。福富、原田、石橋の各教授ならびに矢島博士等に種々御指導と御批判をいただいた事に深く感謝する。

### 含水銀鑛物の一般的性質

従来北海道においては辰砂・準辰砂・自然水銀等3種の含水銀鑛物が知られている。これ等の諸鑛物は北海道内に限らず一般に、水銀鑛床に普遍的に産し、しかもこれ等以外の含水銀

鑛物は一般に極めて稀なものとされている。

明らかに産出のみとめられる鑛物は以上の如くであるが矢島澄策<sup>7)</sup>は置戸鑛山の鑛石の分析値中に鹽素が含まれていることから、さらに鹽化水銀の存在を豫想している。筆者は最近天鹽鑛山の鑛石中に含水銀黝銅鑛 (Schwartzite) らしきものを見出したが、これについては後に觸れよう。

含水銀鑛物の中で最も主要にしてかつ殆んど獨占的な地位を占めている、所謂辰砂は母岩の裂罅、細隙、節理等に單獨又は脈石を伴つて脈状をなしたり、多孔質な母岩中に鑛染したり、或いは又母岩を交代して塊状を呈する。

この辰砂 (Mercuric Sulphide) はこれを肉眼又は鏡下の薄片で觀察した場合、その色は、いずれも赤色を基調とするが scarlet red, brick red, dark purplish grey 等々色調に多様性を有することが一般に知られている。辰砂と同質多像の關係にある準辰砂 (Meta-cinnabar) はその産出が極めて稀なものとされているが、從來暗色の硫化水銀に對しては我々は嚴密な檢討を加えずに準辰砂なる名稱を與えるのが半ばならわしであつたといえよう。

梅垣嘉治<sup>11)</sup>の詳細な研究によれば顯微鏡による觀察のみで對立的な同質二像關係にある硫化水銀を區別することは極めて困難なことであり、かつ辰砂の色調の多様性が何に由來するものか現在のところ不明であると説いている。

所謂辰砂の通常の厚さの薄片を透過光で觀察する場合一般に透明度は極く低いが鑛石により、又同一資料でもその部分によつて非常にその透明の度合を異にする。一般に裂隙や孔隙等の自由空間に晶出したものは、透明度が比較的大きく、母岩や辰砂前の脈石等と交代するものは透明度が比較的に小さい傾向がみとめられる。これは主として、結晶粒の大きさにも關連する。

このように一般に透明度が小さいために透過光による觀察は左程有効ではない。特に散點狀の小粒を觀察する場合においてその感を深くする。筆者は通常の薄片を觀察する裝置において單に下の反射鏡から上つて來る光を斷ち、薄片の上に斜めに光をあてて鏡筒をのぞくことにより、換言すれば斜反射光線を利用して通常の薄片を觀察することが硫化水銀の多様性を識別するのに非常に有効であることを見出した。

このことは又硫化水銀と他種の鑛物の間の相互の隨伴の状態を觀察したり、又從來顯微鏡觀察では、全く見おとされてきた薄片中に封じこめられた自然水銀を觀察することが可能である。例えばイトムカ・愛山溪・常呂等の諸鑛山の鑛石中に含まれる自然水銀の一部はこのようにして觀察しうるのである。次に反射光による通常の琢磨面の觀察について觸れよう。辰砂は比較的その明るさが小さいことから充分に明るい光源を使用しなければ、その異方性とそれに基づく組織を觀ることが困難である。辰砂の著しい特性である内部反射の現象は明るい光源と高倍率の對物鏡を使用する程著しい。

以上のように薄片の透過光ならびに斜反射光による観察，ならびに琢磨面の反射光線による観察等をもとにして筆者は硫化水銀にみられる modification 相互の関係を次のように推論したい。通常の薄片観察によつて，多様性を示す赤色調の硫化水銀もこれを琢磨面の反射光でみた場合は著しい相違を示さない。又薄片を透過光又は斜反射光で観察した場合，完全に不透明で暗黒色にみえる少くともある種の硫化水銀は通常の反射光下の琢磨面では，種々の點で非常に著しい相違を示すのであらう。明らかに準辰砂と決定しうるものは別として，前述のように種々な赤色調を示す各種の硫化水銀の modification 間の相互の関係を鑛床の生成条件と結びつけて傾向的な事を論ずるのは困難である。このように硫化水銀の modification 間の相互関係と鑛床の生因的考察を結びつけて論ずることが困難であることは，早期晶出の硫化水銀が生成後の環境的影響に對して從來いわれているように極めて不安定であつたためと思われる。

この點水銀鑛床に伴い同じく對立的同質多像関係にある黄鐵鑛——白鐵鑛が安定であるのとは著しい差であると考えられる。

鑛石を形成する硫化水銀は殆んど常に結晶質であり，晶洞晶出の比較的粗晶自形性のものを別とすれば，殆んど常に完全他形不等粒狀集合體をなし，個々の結晶粒子の大きさは平均 0.1~0.01 mm 程度のもが多い。硫化水銀自體が膠質構造を示すことは殆んどみられない。

### 隨 伴 鑛 物

水銀鑛床においてその鑛化期に，相互に密接に相伴つて産する鑛物は殆んど例外なく淺熱水性のものに限定される。

特に火成岩を母岩とする場合には一括して漂白作用 (bleaching action) とよばれる母岩の變質が著しい。綠泥石化作用・絹雲母化作用・珪化作用・炭酸鹽化作用等がその主なるものである。含水珪酸鹽期・無水珪酸期とも名づけらるべき段階である。このような母岩の變質は一般に鑛化作用に先驅けて行われる。珪酸鹽はその後の鑛液の上昇に伴う二次的作用により鹽基が溶脱し高陵土に變化することが多い。

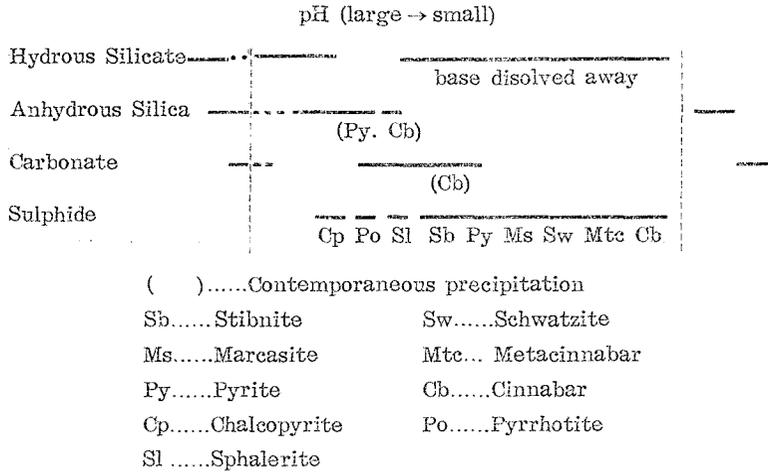
上述のような母岩の變質後の鑛化作用の初期においては母岩の裂隙等をみたとす，脈石としての無水珪酸が上昇沈澱する。無水珪酸は水銀鑛床に最も頻繁に隨伴する脈石であり，羽毛狀ないし微細粒狀の玉體質であることが一般である。通常の石英は少く，蛋白石はむしろ稀であるといえる。無水珪酸に後續するのが炭酸鹽である。炭酸鹽（一般に方解石）は粗晶なものから非晶質に近いものまであり，これが繰返し沈澱する場合には一般に早期のもの程粗晶である。時には稀に硫酸鹽を伴うことがある。（置戸鑛山の重晶石）

硫化水銀・硫化鐵鑛，その他の硫化物等の主なる生成期は鑛化作用の末期であることが多い。

この様に水銀鑛化作用の一般的傾向として早期から晩期にむかつて下圖のように含水珪酸

鹽期——無水珪酸期——碳酸鹽期——(硫酸鹽期)——硫化礦物期と圖式化することが可能であると考えられる。時には硫化礦物期以降に無水珪酸や方解石の生成をみることもあるが、これは諸條件からみて上述のような相互に密接な關係にある礦化作用とは別の周期に屬するものと考えられる。

Summarized Diagram of Sequence of Mineralization



第 1 圖 晶出順序に關する概念的圖表

水銀礦床に伴う硫化礦物として最も普遍的な硫化鐵礦は量の多少を別とすれば、如何なる礦床にも缺く事はない程廣く存在する。硫化鐵礦は時には殆んど黄鐵礦のみからなるが又時には大部分が白鐵礦によつてしめられていることがある。しかしながらほぼ同時期に比較的多量の黄鐵礦が極少量の白鐵礦の隨伴する場合も多い。

時には明らかに早期に黄鐵礦、晚期に白鐵礦の生成する例がみられる。硫化水銀・自然水銀等は硫化鐵礦におくれて生成するのが一般である。しかしながら硫化鐵礦に先立つことも稀ではない。時にはこの硫化礦物期に含水銀黝銅礦や黄銅礦・閃亜鉛礦・磁硫鐵礦・輝安礦等を伴うことがある。

上述の無水珪酸ならびに方解石の生成期にこれ等とともに辰砂や黄鐵礦等が同時沈澱を行っていることがある。同時沈澱構造はすでに R. M. Dreyer<sup>18)</sup> も記載し Krauskopf<sup>19)</sup> によつても説かれているが本邦の水銀礦床については未だ殆んど記載がない。しかし決して稀な構造ではなく筆者の觀察したものにも置戸・愛山溪・北鎮等の玉髓質石英の一部に、又常呂礦山の方解石の一部にその構造がみられるのである。特殊な構造としては常呂礦山の礦石の一部の斑點狀辰砂粒の周圍に玉髓質の“pressure shadow”の形成しているのがみられる。

Pressure shadow については極く最近においても牟田邦彦<sup>6)</sup> によつて磁鐵礦粒の周邊にみられる綠泥石の“pressure shadow” 立見辰男<sup>12)</sup> によつて千枚岩中の黄鐵礦の斑狀變晶の

周邊にみられる玉髓質の“pressure shadow”が記載されている。常呂鑛山における辰砂粒の周邊の玉髓質 pressure shadow の形成<sup>註)</sup>は辰砂と玉髓の沈澱生成期が極めて密接であり、兩者の生成時に何等かの環境的條件に應じて兩者の間に相對的な運動が行われたためであると考えられる。

しかしながら上述のような無水珪酸期における辰砂の生成は後期の硫化水銀の生成に比較して格段に劣勢であつて經濟的には無價値に近い。置戸鑛山の例では無水珪酸期に辰砂とともに褐鐵鑛その他の未詳鑛物が同時沈澱を行つている。

## 鑛石の組織

### イトムカ鑛山（北見國常呂郡留邊蘆町宇富士見）

粒狀安山岩を母岩としその壓碎帯に鑛床を胚胎する。母岩の變質は一様ではなく極めて錯雜し富鑛體の近傍においても變質からとりのこされて、殆んど新鮮な暗黝色の複輝石安山岩からなる部分もある。粒狀安山岩の地表に近い部分は露天化作用によつて脱色し高陵土に變つている。

風化作用の影響の全く及ばない深部の鑛化作用の中心に近い部分も二次的變質作用により著しく脱色して粘土化している。

例えば下5番坑道の3號鍾の近くでは一見して純白色に近い粘土質岩中に鮮紅色の辰砂が單獨で赤くそめたり、又は辰砂と伴う玉髓質珪酸脈により貫かれている。このような辰砂の鑛染部を鏡下で觀察すると、安山岩の石基構造が明らかに殘存し全體として綠泥石化・絹雲母化作用等をうけている。そしてこれは更に視野の3分の1程度が二次的に高陵土に變化し、これに白鐵鑛辰砂等が含まれてゐる。この高陵土化作用は鑛化期における幾分酸性と想像される上昇熱水液の影響をうけて鹽基が溶脱し二次的に變質したものであろう。

鑛化期においては玉髓質石英・方解石・白鐵鑛・辰砂ならびに自然水銀等がほぼこの順に極めて密接に相伴つて生成した。主に幾分堅目の母岩の割目をみたす從來牛肉コース狀の脈といわれるものがある。これは通常鍾巾が數cm程度の白色脈の兩盤際に薄く辰砂のすじのみえる構造である。白色脈の大部分は玉髓質の石英よりなり兩盤際に薄く方解石や板狀ないし錐狀の自形性白鐵鑛・辰砂ならびに自然水銀等が生成している。即ち新期の鑛物が玉髓質石英の生成後兩盤に沿つて生成した事實をしめす。(圖版Iの3)

玉髓質珪酸生成後の兩盤の微少間隙は含水膠狀珪酸が脱水して准膠體に變質した際の收縮間隙と考えられる。

このような晶出順序は、或る場合には方解石や辰砂の赤いすじが兩盤から玉髓脈中に入りこんだり、又玉髓脈の中央にも赤いすじが存在することにより肉眼的にも觀察されるのである。

註) 同様な例は大和水銀鑛山の鑛石に最も著しい。

かかる鑛脈には時に極めて多量の自然水銀を伴うことがある。自然水銀は鑛際に着したり、玉髓中の晶洞や或いは一見して全く孤立していると想像されるような空隙に滲透している。薄片による観察では 0.1 mm 程度の多数の水銀粒が辰砂に囲まれて生成している。時には粒のまわりの辰砂が黒ずんでいるが如何なる理由によるものであろうか。(圖版 I の 1)

一般に母岩の變質ならびにこれにつづく鑛化期の諸鑛物の生成は極めて密接であるが必ずしも常に後期のものが前期のものを追覆ないし交代して生成しているのではない。相互に著しい場所的なずれがみられるのである。倭坑水準においては夥しい量の點滴状の自然水銀が殆んど單獨で新鮮な安山岩の割目や節理又は時には柔軟な粒状安山岩中に鑛染している。又鑛床の末端では辰砂は白鐵鑛とともに肉眼的には全く新鮮で、鏡下でわずかに綠泥石化・方解石化作用をうけた複輝石安山岩中の微細な割目に沿つて注入し、全く新鮮な單斜輝石を圍んでいる場合もある。(圖版 I の 2)

往時倭坑水準の 1 號鍾においては一見殆んど純粹の辰砂のみよりなる鍾幅 1~2 尺を上下する不規則脈を稼行したことがあつた。残留ないし漂砂鑛として地表部に産した品位の高い辰砂礫もこの種のものであつた。かかる高品位塊状鑛は鏡下では少量の自形性白鐵鑛・多少の空隙・石部等を含んでいる。(圖版 I の 4) この石部は交代作用の殘物であり明らかに安山岩の石基構造をのこしている。即ちこのような交代鑛脈の形成は比較的單純な構造の裂罅を通じて鑛液が兩盤に滲透して生じたものではなく、この部分が特に複雑な複成的連鎖的な破碎帯をなしていたために、上昇鑛液の速度が遅滯するとともに相對的に壓力の上昇をもたらし交代作用が速進せしめられたものであろう。

鑛化作用は極めて微細な割目にまで及んでおり、鑛體中心部の近くにある“pebble dyke”を構成する硬い古期の頁岩圓磨礫の中にまで及んでいるのは興味深い。辰砂は、これに先立つ玉髓質石英の極めて微細な放射状ないし同心圓状の割目にも浸入している。(圖版 I の 5)

極めて微細な間隙にまで入りこむ鑛化作用は上昇熱水液の壓力とともに毛細管作用によつて速進されたものであろう。

5 號鍾付近の粒状安山岩がはげしく陶土化作用をうけた部分には石英-方解石-白鐵鑛-辰砂(晶出順に)等より成る鑛石がある<sup>註)</sup>。石英は早期に晶出し比較的粗粒(0.2 m 程度)にして壓碎作用をうけ後期の鑛物によつて膠結されている。白鐵鑛の表面は極めて薄く斑銅鑛成分の膜に蔽われているが、この斑銅鑛の生成は内部には及んでいない。

#### 置戸鑛山(北見國常呂郡置戸村)

粒状安山岩を母岩としその地表に近い破碎帯中に鑛石を胚胎する。鑛化作用の初期においては主として玉髓質の珪酸が極く少量の黃鐵鑛・辰砂等とともに沈澱し白鐵鑛と辰砂ならびに自然水銀がこれにつづいた。玉髓質の珪酸と同時に生成した硫化鐵鑛はすべて黃鐵鑛より成る

註) この試料は野村鑛業イトムカ鑛業所の水口文作氏によつて提供されたものである。

に反し珪酸沈澱期後の硫化鐵鑛は主として白鐵鑛のみよりなるのは興味深い。

玉髓質の脈は膨縮の甚しい不規則細脈で時には比較的廣範に粒狀安山岩質の母岩中に擴散している。主として透明な羽毛狀の玉髓よりなる。この中には黄鐵鑛や鮮紅色の辰砂が粘土質物・褐鐵鑛等が塵狀又は墨流し狀に含まれている。

玉髓中の黄鐵鑛は完全自形の 6 面體又は 5 角 12 面體で明かに流動した形跡をしめす散點狀か、又はそれらの凝集した塊狀をなす。黄鐵鑛の周邊には塵狀の辰砂がむらがつている。

かかる辰砂は肉眼には恰も血清中の血餅に近い感じをあたえる。(圖版 I の 6) (圖版 I の 7)

粘土質物・褐鐵鑛等も同様に玉髓質珪酸中にふくまれ、これと同時に沈澱するがこれらのものは膠狀珪酸の晶化の速進とともに羽毛狀玉髓の外かくにおしのけられたような感をいだかしめる。玉髓質珪酸の微晶洞内には時に蛋白石質の珪酸が辰砂を伴つて充填している。蛋白石は鏡下で表面が著しく粗で屈折率が低く十字ニコールでは殆んど暗黒に近いが、かすかに“black cross”がみとめられる。(圖版 II の 10) 從來蛋白石の記載は非常に多いが正確には筆者は比較的稀なものと考えている。

天龍鑛床の粒狀安山岩よりなる坑道の側壁に孤立した状態で存在した拳大の褐鐵鑛塊は、一見して辰砂の存在などは全く期待し得ないのであるが、鏡下では次のような共生關係がみられる。

即ち褐鐵鑛と包有物の多い羽毛狀の玉髓・未詳鑛物・辰砂等が同時に沈澱している。(圖版 II の 8) (圖版 II の 9) 樹枝狀の辰砂は褐鐵鑛内にも少量存在するが殆んど大部分のものが褐鐵鑛の周りを取りまく未詳鑛物中に散點し玉髓質石英中には存在しない。

未詳鑛物は鏡下に淡黄綠色で複屈折率高く十字ニコールでは暗黒に近い。

#### 愛別鑛山 (石狩國上川郡愛別村)

粒狀安山岩を母岩とする。粒狀安山岩は更に局部的に無水珪酸、綠泥石、絹雲母化作用等をうけている。

その後の鑛化期には上昇熱水液による高陵土化作用も行われた。元山地區では脈巾數 m を上下する不規則な珪石脈が粒狀安山岩をつらぬく。これは北米の太平洋岸地域の水銀鑛床地帯でいう“Quicksilver rock”に比すべきであろう。外觀白色陶器質で鏡下では玉髓質石英よりなる。一部には同時沈澱の状態で極めて微量ながら辰砂を含んでいる。硫化鐵鑛は極く少量隨伴するにすぎない。その大部分は白鐵鑛で黄鐵鑛も少量觀察される。辰砂は“Quicksilver rock”の盤際に沿つて上昇し割目に沿つてこの中に生成するか、直接母岩を鑛化している。愛別鑛山では比較的多量の漂砂鑛を産した。辰砂の漂砂鑛塊のあるものはイトムカ・置戸等の鑛山におけると同様鏡下では、安山岩の石基の構造をもつた殘物や曹長石化作用を蒙つた斜長石の自形斑晶が殆んど原形のまま辰砂による交代作用の殘物として含まれているのが觀察される。(圖版 II の 11)

愛山溪鑛山 (石狩國上川郡當別村宇安足間)

粒狀安山岩を母岩とする。

鑛床付近では母岩は著しく珪化作用を受けている。珪酸の中には極少量の辰砂が同時沈澱の状態で含まれる。

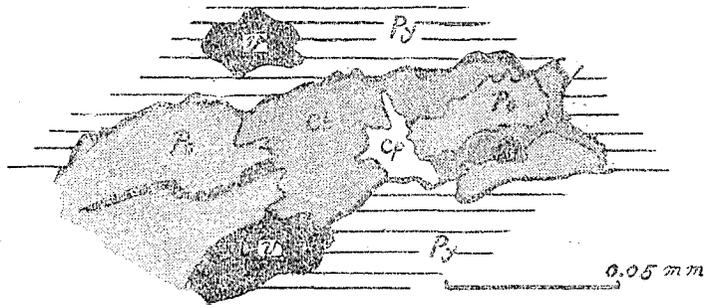
黄鐵鑛と少量の白鐵鑛を伴い両者はほぼ同時期のものとみられる。ついで辰砂と自然水銀が生成した。自然水銀の一部は通常の薄片によつて觀察が可能である。自然水銀は辰砂とともに一見全く無傾向に散點しているように見うけられる。

常呂鑛山 (北見國常呂郡ルベシベ町)

齋藤昌之<sup>3)</sup>によれば鑛床は白亞紀と先白亞紀との兩層を劃する衝上斷層に沿つて胚胎されたものとされている。鑛化作用の初期においては石英・微細粒狀玉髓質石英等が生成し、これらは著しく破碎粒狀化している。このいわば無水珪酸の生成期に一部の辰砂の沈澱も行われたらしいことは既に觸れたように、辰砂粒のまわりの玉髓質石英の“pressure shadow”の存在することによつて考えられる。(圖版 II の 14) 方解石は繰返し上昇した。その初期の比較的細粒方解石集合體中にはその單晶毎に微粒狀辰砂が 1~數個宛内包されているのがみられる (圖版 II の 12) これも一種の同時沈澱構造と考えられよう。ついで辰砂ならびに自然水銀とともにこれにわずかにおくれて極めて微量の黄銅鑛と磁硫鐵鑛が生成している。さらにこれ等は黄鐵鑛によつてつまれる。(圖版 II の 13)

黄銅鑛は極めて微量であり、高倍率油浸レンズで一點みとめ得たにすぎない。(第 2 圖)

磁硫鐵鑛? 鏡下で Bornite pink color を示し十字ニコルで著しい異方性を示す。油浸中で殆んど明るさを減ずることなく KCN に対しても殆んど反應を示さず KOH に対してはたちまち褐變する等のことから磁硫鐵鑛と推定される。



Cb ..... Cinnabar      Cp ..... Chalcopyrite  
 Po ..... Pyrrhotite    Py ..... Pyrite  
 v ..... Void

第 2 圖 辰砂・黄銅鑛・磁硫鐵鑛・黄鐵鑛の共生關係

自然水銀の産狀は薄片によつて明らかに觀察することが出来る。

斜反射光による薄片の観察では自然水銀粒の多くは辰砂とともに硫化鐵鑛中につつまれている。これは辰砂と自然水銀の生成期が極めて密接であつたことを示すものであろう。硫化鐵鑛は黃鐵鑛を主とし、稀に白鐵鑛を観ることが出来る。辰砂や方解石はその後もなおつづいて生成されたい。

常呂鑛山においても鑛化期間中の比較的末期に上昇熱水液による高陵土化作用が行われた形跡がみられる。常呂鑛山における辰砂と黃銅鑛ならびに磁硫鐵鑛の共生は極めて注目に値するものであろう。

#### 奥東鑛山 (北見國紋別郡緒骨村)

鑛床は日高系の黑色粘板岩中の破碎帯に胚胎される劣勢な細脈である。辰砂とともに石英・白鐵鑛・褐鐵鑛等と随伴する。

#### 北鑛鑛山 (北見國紋別郡緒骨村字中緒骨)

鑛山付近の地質は日高系の黑色頁岩・硬質砂岩等の古期層を基盤とし、その上に不整合にのる新第三紀の八十土層よりなる。鑛床は主として頁岩・砂岩・細粒礫岩等の互層よりなる八十土層中に胚胎されるが基盤岩層中にも胚胎するといわれている。初生鑛床は固結の不充分な砂岩・礫岩等に鑛染してレンズ状ないし鑛巢状をなす。

北鑛鑛床は比較的随伴鑛物に乏しい。初成の鑛石は比較的ルーズであるに拘らずかたい残留鑛ないし砂鑛を比較的に多産した。鏡下の観察ではこのような砂鑛は明らかに辰砂前の *epigenetic origin* の珪酸によつて硬化された形跡がある。鑛液が礫岩をおかす過程をみると辰砂を含む鑛液は最初に孔隙や微細な割目を通じて浸入し先ず空隙を充填する。

その後基質が交代される。この過程では礫岩を構成する礫<sup>註</sup>はその中に割目を有しない限り鑛化作用からまぬかれる。一層鑛化の進んだ段階では緻密な圓礫は放射状及び同心圓状の兩方向から内部に交代蠶食されてゆく。(圖版 II の 15)

即ち交代作用が推進されるための組織上の要求が極めて明らかに理解される。

かかる試料は琢磨面で観察すると鑛液の通路にあつたと想像される部分では、結晶は特に大きく成長しこれから遠ざかる結晶粒子が小さくなつてゆく。(圖版 III の 16) (圖版 III の 17) 既述のように鑛化作用が進んで礫岩中の礫が交代される場合、この礫の部分は極めて微少な辰砂の等粒集合體になつている。辰砂の結晶粒は擴散・交代によつて生長するものであることを示している。かかるものは不等粒構造の極端な例であるが、他の多くの鑛床においても類似の構造を観察することが出来る。

北鑛鑛床の一部には少量の自然水銀・黃鐵鑛等を産するが詳細については不明である。

鑛床付近の川流に沿う砂鑛中にかつて大きさ 5 cm 角程度の暗黝紫色辰砂よりなる扁平な亞角礫を見出した。鏡下では暗黝紫色の辰砂が羽毛状玉髓質珪酸と同時に沈澱してい

註) 基盤の古期層に由来したと思われる堅い頁岩質扁平小圓礫。

る。(圖版 III の 19) (圖版 III の 20)

辰砂は透過光による薄片の観察では極めて小部分的に鮮紅色透明であるが全體として不透明に近い。斜反射光の観察では赤色と暗黝紫色の部分が複雑に入りこんでいる。更に通常の琢磨面による観察では結晶 0.5 mm 程度の結晶から成り立っている。(圖版 III の 21)

砂鑛中には赤色の硫化水銀と透過光ないし斜反射光で全く暗黒色のそれとが同心圓狀の韻律的沈澱をなすものもある<sup>註 1)</sup>。(圖版 III の 18)

北鑛山の南西方直距離にしておよそ數 100 m の鑛区内に古期の黑色頁岩層を母岩として殆んど硫化鐵鑛のみよりなる不規則細脈がある。鑛石は鑛下で晶出順に石英——閃亜鉛鑛・黃銅鑛——黃鐵鑛——玉髓質珪酸等の組合せよりなる。閃亜鉛鑛中には離溶によつて生じたと考えられる微小な黃銅鑛の blebs or spots が多數生じている。この細脈は直接には水銀鑛床とかかわりが観られない。

#### 天鹽鑛山 (天鹽國中川郡美深町字温根内)

脊梁山脈系統の水銀鑛山の代表的なものであり、一時盛んに採行されたことがあつた。白亜紀の主として頁岩・砂岩等の互層よりなる地層を蛇紋岩が貫き兩岩の接觸部に近い蛇紋岩の周邊に沿つて鑛床を胚胎する。

蛇紋岩は鑛化作用の先驅をなす熱水液により著しく變質し Silica-Carbonate 岩に變つている。珪酸-炭酸鹽について硫化鑛物が生成した。先ず鑛下において含水銀黝銅鑛 (Mercurian Tetrahedrite—Schwartzite) と推定されるものが観察される。(圖版 III の 22)

これは母岩中であつて常に自形ないし半自形を呈し、その晶癖は明らかに Cubic System に屬するものと推定される。大きさは 0.01~0.05 mm 程度、散點粒狀を呈する。白色に近い淡灰色で油浸レンズではクリーム白色である。Photometer による反射率の測定では辰砂を標準にして In air red 30。十字ニッセルでは等方性で完全に暗黒である。鹽酸に反應せず、硝酸では瞬時にして曇り拭つてもおちない。

$\text{CrO}_5\text{-HCl}$  溶液では極く短時間に極めて明らかな累帶構造をあらわす<sup>註 2)</sup>。(圖版 III の 23)

即ち黝銅鑛群の鑛物と考えられるがその明るさや色等から含水銀黝銅鑛 (Mercurian Tetrahedrite—Schwartzite) と考えることが出來よう。

辰砂は含水銀黝銅鑛におくられて生成した。

辰砂は又極めて密接に輝安鑛<sup>註 2)</sup>を伴う。(圖版 IV の 24) (圖版 IV の 25) 兩者の關係は Crystallographic Intergrowth に類し輝安鑛は辰砂の内部又は周邊に沿つて生成し、辰砂から離れて存在する頻度はむしろ極めて小さい。硫化鐵鑛はこれらの硫化物におくれている。その量は少いが中でも黃鐵鑛が主で白鐵鑛は少い。晶洞をみたす比較的粗晶の辰砂や自然水銀はその後の最末期に沈澱したものであろう。

註 1) 試料の關係で琢磨面の観察は行っていない。

註 2) 顯微鏡的諸性質は既往の文献の記載に一致する。

以上の共生關係とは別に朝日鑛床においては閃亜鉛鑛が辰砂とが共生するのが觀られる。(圖版 IV の 26) (圖版 IV の 27) ここでは直接には含水銀黝銅鑛や輝安鑛は隨伴しない。この閃亜鉛鑛と推定されるものは反射鏡下で次のような性質をもっている。

その生成は辰砂に先立ち、むしろ辰砂から離れて存在する頻度の方が大きい。0.3 mm 程度の自形性集粒質斑點狀をなすか、又は 0.05 mm 前後の自形ないし半自形の粒狀集合體をなす。その晶癖から Cubic System に屬するものと推定される。色は辰砂よりもかなり暗い暗青灰色で Photometer による反射率の測定では辰砂を標準にして In air red 18.8, In Oil red 6.6。硬さは辰砂よりもやや軟かい程度。表面は特有の pitted surface を示す。高倍率油浸レンズの觀察では比較的明るい部分と暗い部分が複雑に構成されており、内部反射がかなり著しい。辰砂のそれが赤色なるに比して褐赤色である。(内部反射は高倍率油浸レンズによりはじめてみとめられる)

未だ知られなかつた含水銀黝銅鑛、辰砂と閃亜鉛鑛、辰砂と輝安鑛の極めて密接な隨伴關係等は鑛床學的・地球化學的に極めて暗示に富む資料であるといえよう。

天鹽鑛山付近の蛇紋岩體には隨所に古來、輝安鑛の存在が知られているが筆者が調査した常盤村止若の例では天鹽鑛山同様はげしく Silica-Carbonate 岩に變つた蛇紋岩中に晶出順に鶏冠石——輝安鑛——黃鐵鑛——雄黃の組合せからなる鑛石を賦存するがこれにば含水銀鑛物は見當らない。

Sequence of Crystallization of Hypogene Minerals

Itomuka Mine		Oketo Mine	
after propyritization		after propyritization	
Kaoline (2ry hypogene)	-----	Kaoline (2ry hypogene)	- ? -
Silica	-----	Silica	-----
Calcite	-----	Barite	--
Marcasite	-----	Pyrite	--
Cinnabar	-----	Marcasite	-----
Native Mercury	-----	Limonite	--
		Cinnabar	- -----
		Native Mercury	-
Aibetsu Mine		Tokoro Mine	
after propyritization		after propyritization	
Kaoline (2ry hypogene)	-----	Kaoline (2ry hypogene)	-----
Silica	-----	Sericite	-
Pynite	-	Silica	-----
Marcasite	-	Pyrite	-----
Cinnabar	- -----	Marcasite	--
		Cinnabar	-----
		Native Mercury	-
		Chalcopyrite	-
		Pyrrhotite	-

**Teshio Mine**  
after Silicification-Carbonitization

Schwartzite	—	
Sphalerite		2
Cinnabar	- - - - -	
Native Mercury		—
Stibnite	—	
Pyrite	—	
Marcasite		-

第 3 圖 礦物生成順序概念圖

### 鑛床の生因的考察

一般に水銀鑛床の富鑛體生成の条件には所謂 Cap rock や alta, gouge などの存在を必要とすることはしばしば説かれるところである。しかし乍ら堀純郎<sup>8)</sup>も指摘するように仲々理想的な構造は存在しがたい。筆者は鑛石組織の研究の結果からみて富鑛體の形成は Cap rock などの存在とともに交代作用によつて推進されるものであることを強調したい。従来のように Cap rock の存在を強調することと鑛化作用における交代的要素を比較的輕視することは或程度矛盾した考え方といわねばならない。地質的に同一名稱の岩石であつても岩質や構造上に著しい相違があれば、或る場合には上昇鑛化液に對して Cap rock と同様な効果を有すると考えてよかろう。交代作用を論ずる以上又鑛液の母岩に對する撰擇性についても言及せねばならない。しかし乍ら觀察の結果では、母岩の撰擇性はその組織的構造的條件をぬきにして母岩の化學組成のみに限定して考えた場合には、著しい傾向をあげることは困難であらう。

筆者は先に隨伴鑛物なる見出しの項において水銀鑛床の形成期にみられる諸鑛物の隨伴關係や晶出順序等について考察を加えそれを概念的に圖式化することを試みた。先ず主として母岩變質期に生成する綠泥石・絹雲母等の含水珪酸鹽が、その後の鑛化期における上昇熱水液によつて鹽基が溶脱し高陵土に變化することは、その環境條件に變化が生じたことを物語るものであらう。即ち鑛液は鑛化期間中に次第に酸性に傾いて行つたものと解される<sup>4, 10)</sup>。

無水珪酸については例えば Stringham<sup>17)</sup> は熱水變質鑛物の生成條件の領域について圖式化を行つているが珪酸の生成領域は極めて廣範なものであるとして除外し、ふれていない。梅垣嘉治<sup>11)</sup>は無水珪酸の生成を(絹雲母・綠泥石等と同様)何等アルカリ性ないし中性溶液によるものであることを限定する必要がないことを説きむしろ酸性溶液説を主張しているものようである。根本忠寛<sup>9)</sup>も又これと同様な推察を行つている。一方須藤俊男<sup>10)</sup>は珪酸のように常に陰イオンとして行動するものはその溶液が強アルカリ性でなければ岩石の基地の中を擴散移動することは少く(割目を移動する場合以外)珪酸は酸性条件下で殆んど移動しないと述べて

いる。Dreyer<sup>13)</sup> もまたアルカリ説をとつている<sup>註)</sup>。以上珪酸の問題については諸説相矛盾して殆んど歸一するところを求めがたい。水銀鑛床に一般に見られる傾向としては珪酸の母岩への滲透(珪化作用)は最も早期に行われ、裂隙を充填する珪酸の生成はこれについて鑛化期の初期に行われている。興味あることは珪酸の生成が水銀鑛床の形成末期、即ち主なる水銀鑛物の生成期である母岩中への擴散鑛染期まで延長されることは一般に見られない。次に硫化鑛物期における生成物であり、對立條件にある、辰砂-準辰砂、黃鐵鑛-白鐵鑛等二對の同質異像について觸れよう。このうち辰砂-準辰砂系においては別項においてすでにふれたように、その modification 相互の關係と鑛床生因とを結びつけて考えることは甚だ困難であるといわねばならない。

硫化鐵鑛については、黃鐵鑛は白鐵鑛と共存し比較的初期に黃鐵鑛を生じ、晩期に至るに従つて白鐵鑛の生じやすい傾向がみられる。白鐵鑛は比較的酸性低溫の生成物とされている<sup>3)</sup>。筆者は水銀鑛化作用の諸鑛物の隨伴關係にみられる諸傾向から、その溶液の組成は比較的鹽基性から次第に酸性に變化していつたものとする。そして水銀の主要鑛化期は溶液が比較的酸性に傾いた末期に行われたものであろう。

## 總 括

イトムカ・置戸・愛別・愛山溪・常呂・奥東・北鑛・天鹽等の北海道における主要水銀鑛山の鑛石について、鑛石の處理の問題に寄與し成因を解明して採鑛を有利ならしめようとする目的をもつて鑛石組織に関する基礎的研究を行つた。

觀察にあつては、通常のバルサムとガラスに封じた薄片に斜めの反射光線をあてて觀察する方法が極めて有効であることを強調した。即ちかくすることによつて硫化水銀の modification 相互の關係やこれと他の鑛物との隨伴關係を一層明らかに知るための手懸りをえられる。又從來完全に見おとされて來た通常の薄片中に封じこめられた自然水銀の觀察をはじめて可能ならしめた。

鑛石の組織を綿密に觀察することによつて鑛化期における諸鑛物の隨伴關係・鑛化作用の過程を明らかにした。中でも本邦において最初の發見である含水銀黝錳鑛 (Mercurian Tetrahedrite-Schwartzite) の記載や辰砂と黃銅鑛・磁硫鐵鑛・閃亜鉛鑛・輝安鑛等々の隨伴關係を明らかにしたことは鑛床學的意義も少くない。鑛床の形成にあつては交替的要素の極めて大きいことを強調し、最後に觀察事實を基礎にして生因論的考察を試みた。

註) Dreyer は水銀鑛物の生成は珪酸の生成と同時にわれれ炭酸鹽のそれとは異ると述べている。

## 圖版説明

## 圖版 I

1. イトムカ鑛山。通常の薄片に斜めの反射光線をあてて観察したもの。Ms.....白鐵鑛, Cal.....方解石, Cb.....辰砂, 矢印が自然水銀を示す。自然水銀粒のまわりの辰砂が黒ずんでいる。倍率 15
2. イトムカ鑛山。複輝石安山岩中の辰砂。複輝石安山岩はわずかに綠泥石化・方解石化作用を受く。aug.....新鮮な單斜輝石, Chl.....綠泥石, Cb.....辰砂, 倍率 15, one nicol.
3. イトムカ鑛山。Sic.....玉髓質石英, Cal.....方解石, Ms.....白鐵鑛, Cb.....辰砂, 倍率 8, one nicol.
4. イトムカ鑛山産。Cb.....辰砂, R.....交代殘物(粒狀安山岩), 倍率 40, Crossed nicol. polished section
5. イトムカ鑛山。q.....石英, Sic.....玉髓質石英, Cal.....方解石, Ms.....白鐵鑛, Cb.....辰砂, 倍率 15 one nicol.
6. 置戸鑛山。Sic.....玉髓質石英, Py.....黃鐵鑛, 倍率 15, one nicol.
7. 置戸鑛山。Sic.....玉髓質石英, Py.....黃鐵鑛, Cb.....辰砂, 倍率 15, one nicol.

## 圖版 II

- 8, 9. 置戸鑛山。Sic.....玉髓質石英, Lm.....褐鐵鑛, Cb.....辰砂, それぞれ one nicol. と Crossed nicol. で観察したもの。倍率 15
10. 置戸鑛山。Sic.....玉髓質石英, Op.....蛋白石, Cb.....辰砂, 倍率 15, one nicol.
11. 愛別鑛山。Pl.....曹長石, Cb.....辰砂, 倍率 15, one nicol.
12. 常呂鑛山。Cal.....方解石, 方解石中の明るい散點狀の鑛物は辰砂, 倍率 15, one nicol. polished section
13. 常呂鑛山。Py.....黃鐵鑛, Cb.....辰砂, Po.....磁硫鐵鑛, 倍率 50, one nicol. polished section
14. 常呂鑛山。Cb.....辰砂, 辰砂の粒の周圍に玉髓質石英の pressure shadow がみられる。倍率 15, crossed nicol.
15. 北鎮鑛山。礫岩中の礫を交代する辰砂 (Cb), 倍率 15, one nicol.

## 圖版 III

16. 北鎮鑛山。礫岩を交代する辰砂 (Cb), 倍率 40 crossed nicol. polished section
17. 北鎮鑛山。砂礫岩の空隙部に特に粗粒な辰砂の結晶が生じている様子をしめす。倍率 40, crossed nicol. polished section
18. 北鎮鑛山。辰砂 (Cb) と黑色硫化水銀 (Mtc) の韻律的沈澱を示す。倍率 15, one nicol.
- 19, 20, 21. 北鎮鑛山。Sic.....玉髓質石英, Cb.....辰砂, 倍率 19 は 8 (one nicol.), 20 は 15 (crossed section), 21 は 40 (crossed nicol. polished section)
22. 天鹽鑛山。Sw.....含水銀黝銅鑛, Cb.....辰砂, 倍率 40, one nicol. polished section
23. 天鹽鑛山。含水銀黝銅鑛 (Sw) の  $\text{CrO}_3\text{-HCl}$  溶液による腐蝕累帶構造, 腐蝕時間 1 分, 倍率 500, one nicol. polished section

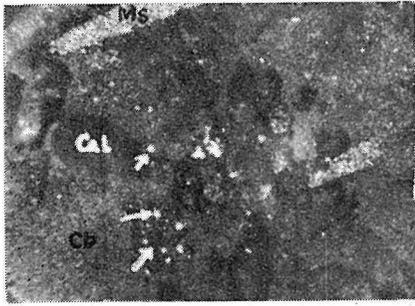
## 圖版 IV

- 24, 25. 天鹽鑛山。Cb.....辰砂, Sb.....輝安鑛, 倍率 500, one nicol. polished section
- 26, 27. 天鹽鑛山。Cb.....辰砂, Sl.....閃亜鉛鑛, 倍率 50, one nicol. polished section

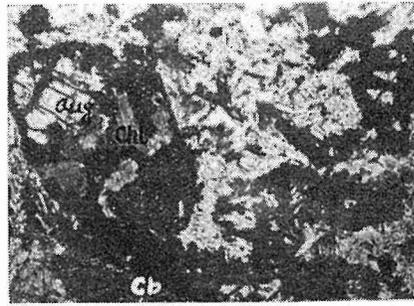
## 主要参考文献

- 1) 寺田林平：自然水銀を伴う水銀鑛石の選鑛學的研究，北海道鑛山學會誌，7卷1號
- 2) 高島・橋本：奈良縣大和水銀鑛山付近の地質鑛床，地質雜誌，昭和18年12月
- 3) 渡邊萬次郎：金屬鑛物とその産狀，岩波講座
- 4) 加藤武夫：新編鑛床地質學，昭和12年
- 5) 齋藤昌之：常呂鑛山及びその付近の水銀鑛床，北海道地下資源調査所資料，第10號，1953
- 6) 牟田邦彦：長崎縣蚊燒村に於ける磁鐵鑛化作用，岩鑛38の1
- 7) 矢島澄策：北海道の水銀鑛床，北海道地質要報，第17號
- 8) 堀純郎：本邦の水銀鑛床，地質調査所報告，第154號
- 9) 根本忠寛：SiO<sub>2</sub>についての二・三の問題，鑛床研究會會報，1953
- 10) 須藤俊夫：粘土鑛物，1953
- 11) Umegaki: Studies on quicksilver deposits with special reference to some consideration on their genesis in the south-western part of Japan. Jour. of Sc. of the Hiroshima Univ. Vol. 1, No. 2. 1953
- 12) T. Tatsumi: Geology and Genesis of the cupriferous Iron Sulphide deposits of the Makimine Mine. 東大教養學部紀要, Vol. 3, No. 1. 1953
- 13) Schneiderhöhn: Lehrbuch der Erzmikroskopie. 1931
- 14) Short: Microscopic determination of the ore minerals. 1940
- 15) Uytendogardt: Tables for microschpic identification of ore minerals. 1951.
- 16) Newhouse: Ore deposits as related to structural features. 1942.
- 17) Stringham: Fields of formation of some common hydrothermal-alteration. Econ. Geol. 1952, No. 6.
- 18) Dreyer: The geochemistry of quicksilver mineralization. Econ. Geol. Vol. 35, No. 10.
- 19) Krauskopf: Physical chemistry of quicksilver Transportation in vein fluids. Econ. Geol. 1951, No. 5.

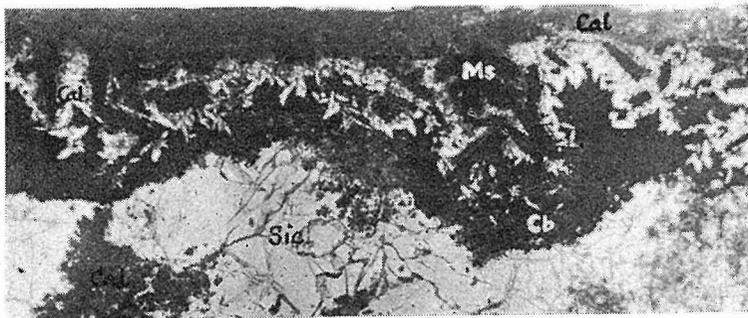
圖 版 I



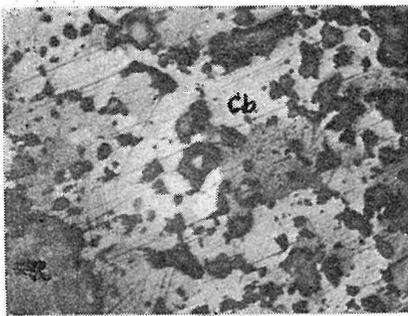
1



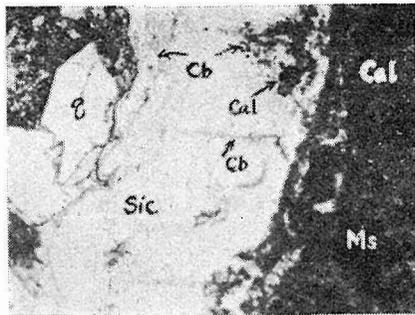
2



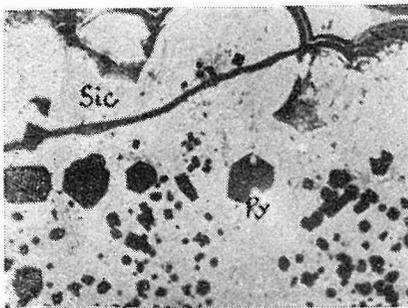
3



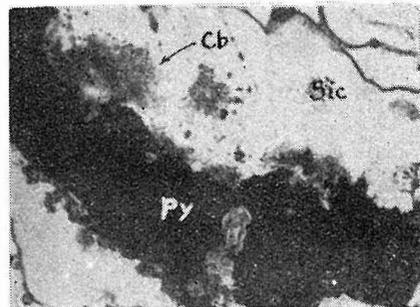
4



5

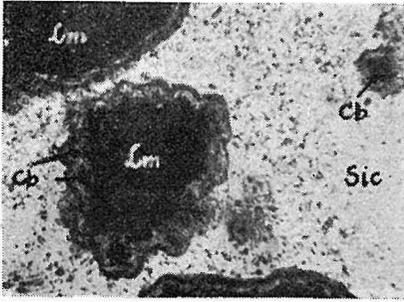


6

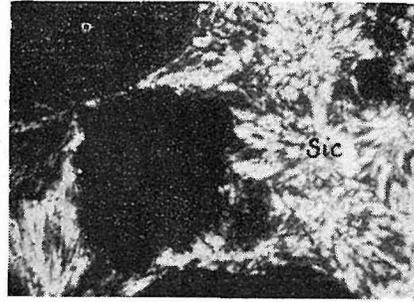


7

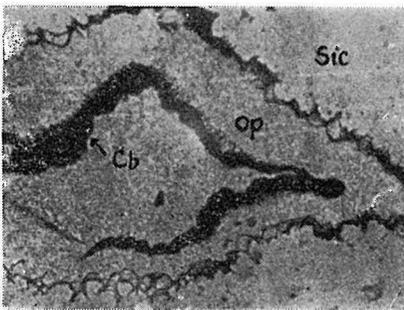
圖 版 II



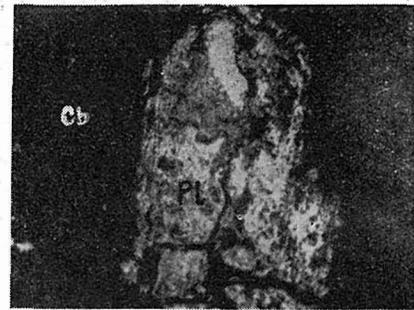
8



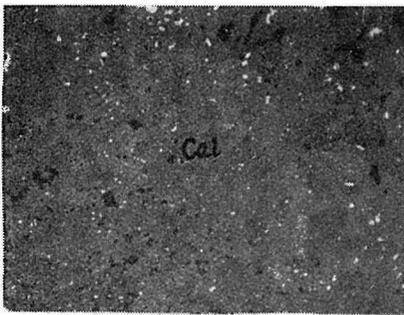
9



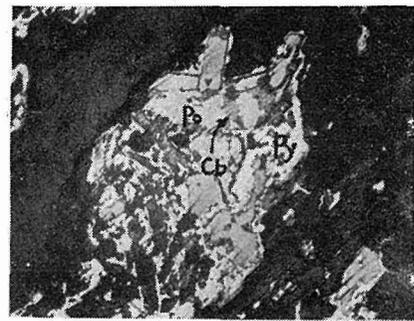
10



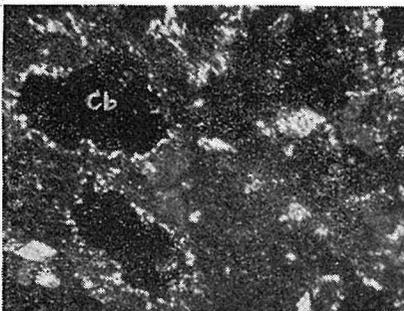
11



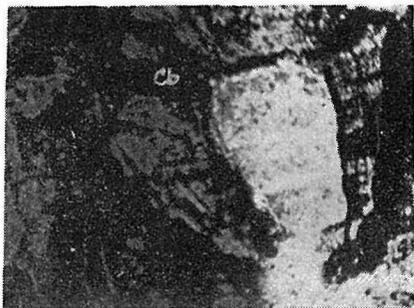
12



13

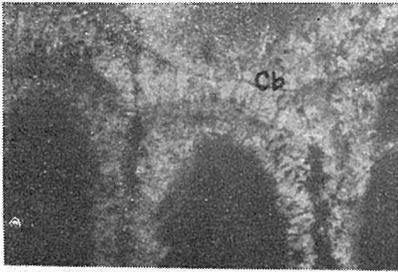


14

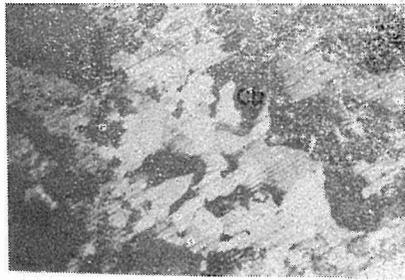


15

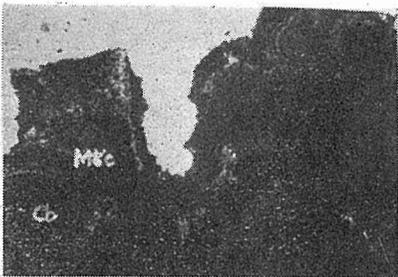
圖 版 III



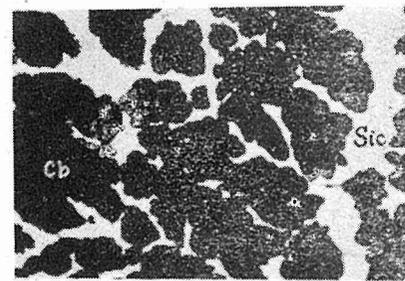
16



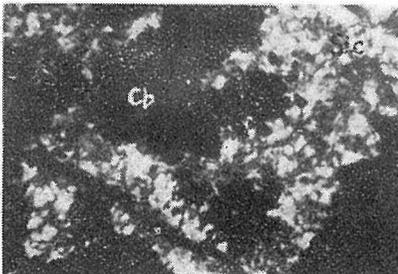
17



18



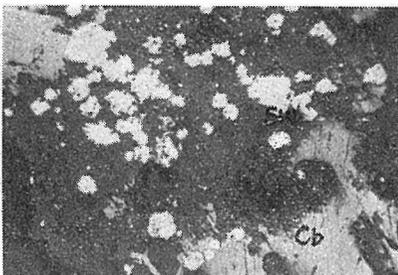
19



20



21

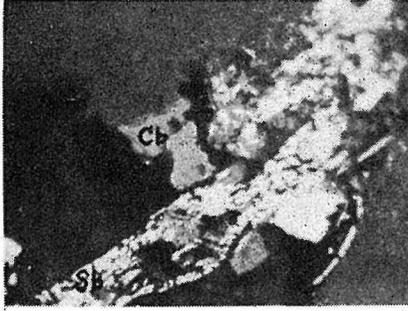


22

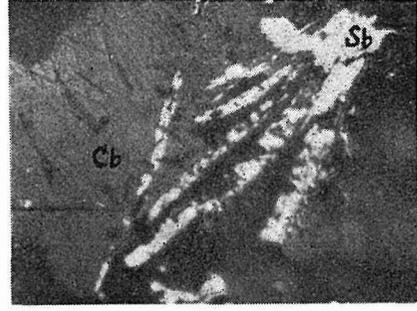


23

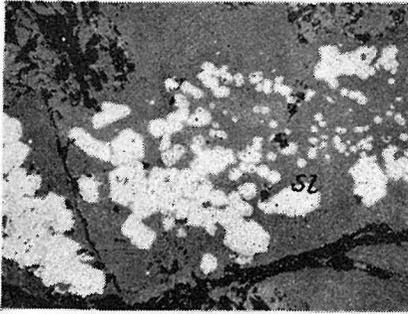
圖 版 IV



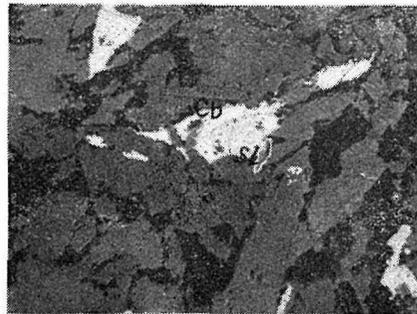
24



25



26



27