

最近開発された黒鉱鉱床の鉱石とエレクトラム  
— 松木鉱床\* —

佐藤 寿一\*\*

白幡 浩志\*\*\*

前田 寛之\*\*\*\*

長野 伸泰\*\*

摘要(略) 黒鉱鉱床の特徴と開発状況について述べる。

著者(略) 佐藤寿一(略)、白幡浩志(略)、前田寛之(略)、長野伸泰(略)

掲載(略) 北海道大農業地質学研究会(昭和50年9月30日受理)

**Ores and Electrum from Some Kuroko Deposits Developed Recently**

— The Matsuki Ore Deposits, Akita Prefecture, Japan —

by Juichi SATO, Hiroshi SHIRAHATA, Hiroyuki MAEDA  
and Nobuhiro NAGANO

The Matsuki ore deposits in the marginal area of the Hokuroku basin belong to the Kuroko type, and have been developed since 1973.

The characteristic features of the ores and electrum were obtained from results of field observations and laboratory studies of samples examined by ore microscope, electrical microscope photometer, microhardness tester, scanning electron microscope and electron probe microanalyzer.

The ores from the Matsuki ore deposits show much variation in modes of occurrence, textures, mineral and chemical compositions, and other properties, reflecting that they occurred in the marginal area of the basin away from the central area of acidic volcanic activity.

Electrum from the ore deposits crystallized at the late stage of the mineralization, and has many in common with mineralogical features of electrum from other strata-bound ore deposits.

It is suggested that these data provide clues for a solution of the problems in the genesis and in ore-dressing and refining of the ores.

### 1. 緒 言

黒鉱鉱床は、我国に特徴的に賦存する成因上論議のある鉱床であり、また、その大きな規模や鉱種の多様性などによって金属鉱物資源の供給源として極めて重要な鉱床である。そして、

\* 室蘭工業大学開発技術研究会・日本鉱業会北海道支部合同秋季大会(1975.8.29, 室蘭)において講演

\*\* 北海道大学工学部資源開発工学科

\*\*\* 室蘭工業大学開発工学科

\*\*\*\* 北見工業大学開発工学科

黒鉱鉱石は、その組成・組織・構成鉱物の共生関係・性質が複雑であり、これらの性状は産状と関連して鉱床成因考察上ならびに鉱石処理の問題解明上注目される。さらに、黒鉱鉱石に含まれる稀少貴金属、とくに金については、鉱石の生産額が大きいためにその生産量も極めて大きく、最近のように国際的な通貨不安や金属価格低迷下では、とくに黒鉱鉱床から産出する金の経済的重要性が高まっている。

秋田県北鹿地域を中心として、1950年頃から新しい黒鉱鉱床が次々と発見・開発され、ごく最近では、松木鉱床（1963年）、十和田銀山新鉱体（1968年）、そして深沢鉱床（1970年）が発見され、それぞれ開発が始まられているが、この報告では、鉱床の成因考察や鉱石処理上の基礎資料となることを目的として、最近開発された黒鉱鉱床の一つである松木鉱床の鉱石の産状ならびに性状の特徴を、さらに他の黒鉱鉱床との比較において、黒鉱鉱石の特性および鉱石中のエレクトラムの産状・共生関係・性質の通性を鉱床学的・鉱物学的に検討した結果をまとめている。

松木鉱山は、秋田県大館市松木に位置し、同じ黒鉱鉱山である花岡鉱山と糸廻内鉱山に隣接している（図1）。鉱床は高館鉱体、松木鉱体そしてそれらの衛星鉱体からなり、主要鉱体の高館、松木鉱体は、それぞれ1963年、1964年に発見された。その後、開発準備が進められて、1973年から出鉱が開始され、現在、金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄を稼行対象として、粗鉱で約10,000t/月を産し、三菱金属株式会社によって経営されている。

鉱床付近の地質は、東北日本内帯、いわゆるグリーン・タフ地域に属する新第三紀中新世の変質安山岩、礫岩、玄武岩、泥岩、流紋岩、緑色凝灰岩類、そして第四紀沖積世の砂礫などから構成されている。新第三系は門前階、西黒沢階、女川階にそれぞれ対比される大谷層、保滝沢層および大葛層、そして大滝層からなっている。これらは大館盆状構造の長軸方向とおおむね一致する南一北～北北西一南南東の走向を有し、東方へ緩い波状褶曲を呈しながら傾斜して、全体として単斜構造を示している。

鉱床は、北鹿地域の他の多くの黒鉱鉱床と同じく、大葛層上部の凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、砂質凝灰岩および泥岩中に胚胎している。高館鉱体と松木鉱体の胚胎層準はほぼ等しいが、地表からの深度は、それぞれ海拔-190m～-220m、-150m～-210mである。鉱床母岩は種々の変質を受けており、とくに、鉱床胚胎層準およびそれより下位では混合層鉱物、絹雲母、緑泥石によ

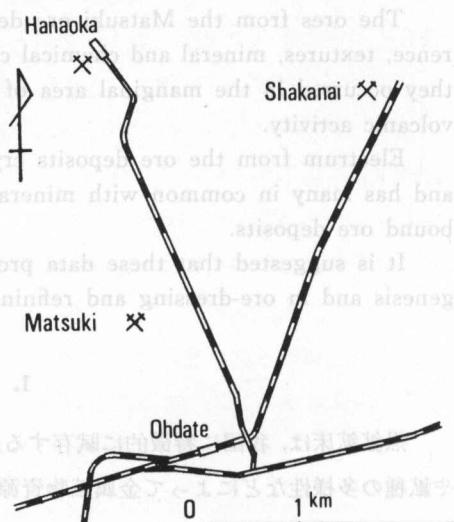


図1 松木鉱山位置図  
Fig. 1. Location map of the Matsuki mine, Ohdate city, Akita prefecture.

West

East

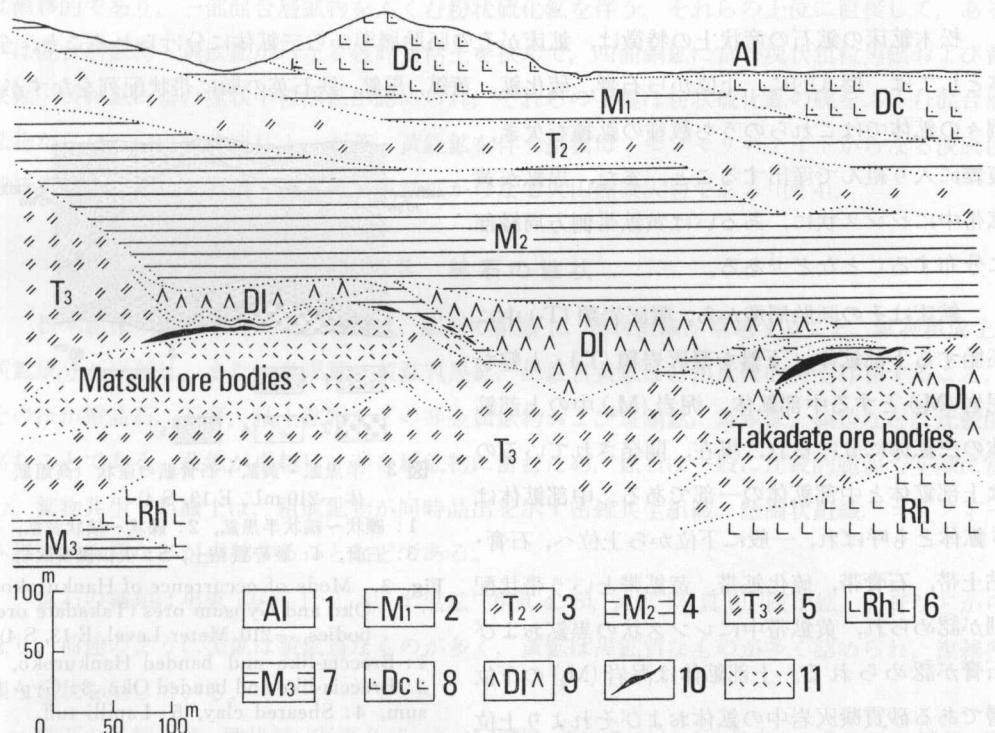


図 2 松木鉱床の地質断面図(松木鉱山原図)

1: 沖積層, 2: 泥岩, 3: 軽石質凝灰岩, 4: 泥岩, 5: 軽石質凝灰岩, 6: 流紋岩,  
7: 泥岩, 8: 石英安山岩, 9: 粗粒玄武岩, 10: 鉱床, 11: 石膏

Fig. 2. Cross section of the Matsuki ore deposits (After Matsuki mine, Mitsubishi Metal Corporation).

1: Alluvium, 2: Mudstone, 3: Pumiceous tuff, 4: Mudstone, 5: Pumiceous tuff,  
6: Rhyolite, 7: Mudstone, 8: Dacite, 9: Dolerite, 10: Ore deposits, 11: Gypsum.

って、そしてそれよりも上位はモンモリロナイト、沸石類によって特徴づけられ、他の層状黒鉱鉱床における変質の累帯配列とほぼ同様な特徴を有している。

松木鉱床の特徴の一つとして、鉱床が比較的小規模な多数の鉱体からなること、さらに鉱床の形態が全体として層状～波状を呈して母岩の構造と調和的であることが挙げられ、このことは鉱床胚胎の場を反映しているものと考えられる。すなわち、鉱床が北鹿ベーツン構造の西縁部に位置し、下盤の流紋岩体の中心部からやや離れた周辺部の凝灰岩類および泥岩中に存在することと関連あるものと考えられる。模式地質鉱床断面を図2に示す。

松木鉱床に関する文献としては、地質鉱床については SATO and KUSAKA (1974) および本多・ほか (1975), そして、鉱石については浦島・佐藤 (1974) による報告がわずかにあるのみである。

鉱石は、その組成・組織・構造の共生関係・性質が複雑であり、これらの性状は産状と密接して鉱床成因考察上ならびに鉱床の開発上に重要な指標となる。さらに、鉱石の性状に合

## 2. 鉱石の産状

松木鉱床の鉱石の産状上の特徴は、鉱床がその胚胎層準から三鉱体に分けられること、全体としては、模式的に、下位から石膏、硫化鉱、黄鉱、黒鉱、鉄石英の順に帶状配列をなすが、個々の鉱体ではこれらのうち数種の鉱種を欠き、複雑に入り組んで产出すること、また、黒鉱が黄鉱帶中にレンズ状に、あるいは黄鉱帶側方周縁部に分布することなどである。

鉱床はその胚胎層準から、凝灰岩類( $T_3$ )中に胚胎する下部鉱体、下盤を凝灰岩類( $T_3$ )・上盤を泥岩( $M_2$ )とする中部鉱体、泥岩( $M_2$ )中の上部鉱体の三鉱体に分けられ、現在、開発されているのは上部鉱体と中部鉱体の一部である。中部鉱体はB鉱体とも呼ばれ、一般に下位から上位へ、石膏・粘土帶、石膏帶、硫化鉱帶、黄鉱帶という帶状配列が認められ、黄鉱帶中にレンズ状の黒鉱および石膏が認められる。上部鉱体は泥岩( $M_2$ )の下位層である砂質凝灰岩中の鉱体およびそれより上位の泥岩( $M_2$ )中の鉱体からなり、それぞれAおよびA'鉱体と呼ばれ、いずれも黄鉱を主とする鉱体であるが、A鉱体は側方周縁部で黒鉱に移化し、A'鉱体は下位から上位へ黒鉱、半黒鉱、粗粒黄鉱、中粒黄鉱という普通と逆の配列も認められる。

次に鉱石の産状の例を示すと、高館鉱体のB鉱体上部では、黒鉱および硫化鉱を欠き、半黒鉱が黄鉱の下位に产出する。すなわち、下位から上位へ、雪花石膏、透明石膏を伴う粘土質礫状～縞状半黒鉱、晶洞質礫状～縞状中粒黄鉱、半黒鉱といふ鉱石の垂直的変化が認められ、これらの上盤は黄鉄鉱を伴う緑泥石・混合層鉱物からなる破碎質粘土および纖維石膏を伴う強粘土化火山礫凝灰岩である(図3)。

松木鉱体のB鉱体では、黒鉱・網状～鉱染状

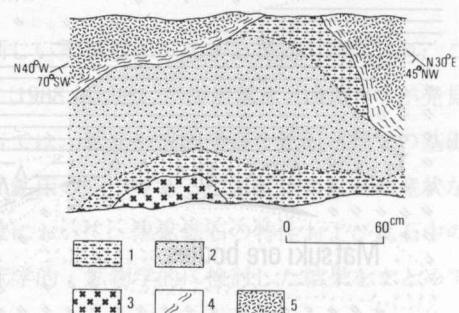


図3 半黒鉱・黄鉱・石膏鉱の産状 (高館鉱体 -210 mL, E 13, S 4)

1: 矶状～縞状半黒鉱, 2: 矶状～縞状黄鉱, 3: 石膏, 4: 破碎質粘土, 5: 火山礫凝灰岩

Fig. 3. Mode of occurrence of Hankuroko, Oko and Gypsum ores (Takadate ore bodies, -210 Meter Level, E 13, S 4).  
1: Breccia-like and banded Hankuroko,  
2: Breccia-like and banded Oko, 3: Gypsum,  
4: Sheared clay, 5: Lapilli tuff.

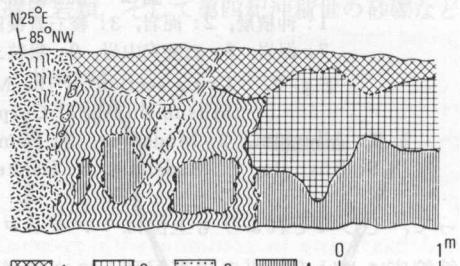


図4 黒鉱・黄鉱・硫化鉱の産状 (松木鉱体 -150 mL, W 14, N 1)

1: 黄鉄鉱・黄銅鉱に富む塊状中粒黒鉱, 2: 四面銅鉱に富む塊状粗粒黒鉱, 3: 粉状硫化鉱, 4: 網状黒鉱, 5: 網状黄鉱, 6: 破碎質粘土, 7: 火山礫凝灰岩

Fig. 4. Mode of occurrence of Kuroko, Oko and Ryukako (Matsuki ore bodies, -150 Meter Level, W 14, N 1).

1: Medium-grained massive Kuroko rich in pyrite and chalcopyrite, 2: Coarse-grained massive Kuroko rich in fahlore, 3: Powdery Ryukako, 4: Network Kuroko, 5: Network Oko, 6: Sheared clay, 7: Lapilli tuff.

鉱からなり、珪質網状～鉱染状鉱の組成は黒鉱質なものと黄鉱質なものがあり、それらの関係は漸移的であり、一部混合層鉱物をふくむ粉状硫化鉱を伴う。それらの上位に直接して、あるいは混合層鉱物・黄鉄鉱からなる破碎質粘土を挟んで、四面銅鉱に富む塊状粗粒黒鉱および黄鉄鉱・黄銅鉱に富む塊状中粒黒鉱が認められ、それらの下盤は粉状硫化鉱の礫をふくむ混合層鉱物からなる白色破碎質粘土、石英・黄鉄鉱を伴う絹雲母・モンモリロナイトからなる淡灰色破碎質粘土、そして石英・絹雲母・黄鉄鉱からなる火山礫凝灰岩である(図4)。

### 3. 鉱石の性状

松木鉱床の鉱石の性状上の特徴は、鉱石の組織上、礫状組織が卓越すること、鉱物組成上、黄鉱成分が卓越し、また、半黒鉱、黄鉱質黒鉱、黒鉱質黄鉱などが比較的多く存在すること、そのほか重晶石、石膏、粘土鉱物などの非金属鉱物および斑銅鉱、輝銅鉱、銅藍などに比較的富むことである。黄鉱が卓越し、非金属鉱物に富むため、鉱石は一般に比較的脆弱で空隙に富む。鉱物共生・組織上は、組成鉱物が同時晶出を示す密雑共生組織、懸滴状組織、コロフォーム累帯状組織などが卓越することなどである。

鉱石の種類は黒鉱(写真1, 2, 3)、半黒鉱(写真4, 5)、黄鉱(写真6)、硫化鉱、石膏などからなり、前述のように黒鉱は黄鉱質なものが多く、黄鉱は黒鉱質なものが多く認められ、複雑多様な産状を呈している。

鉱石の外観上は、礫状鉱(写真3, 5, 6)が卓越していることが注目され、そのほか塊状(写真1)、縞状(写真2, 4)、粉状、コロフォーム状(写真6)、網状～脈状、鉱染状などを呈している。黒鉱は塊状、縞状および礫状を呈するほか、コロフォーム状を呈することもある。半黒鉱は礫状を呈することが多く、そのほか縞状を呈することがある。黄鉱は礫状および塊状を呈するこ

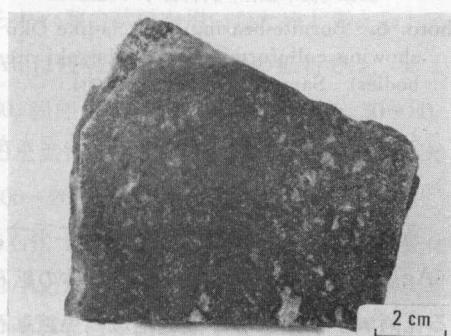


写真1 重晶石に富む含エレクトラム塊状細粒黒鉱(高館鉱体 -180 mL, E 16.5, S 4.5) 試料番号 74053113

**Photo. 1.** Electrum-bearing fine-grained massive Kuroko rich in medium-grained barite (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 16.5, S 4.5). Sample number 74053113.



写真2 含エレクトラム縞状細粒黒鉱(松木鉱体 -150 mL, W 15, S 2.5) 試料番号 74053108

**Photo. 2.** Electrum-bearing fine-grained banded Kuroko (Matsuki ore bodies, -150 Meter Level, W 15, S 2.5). Sample number 74053108.

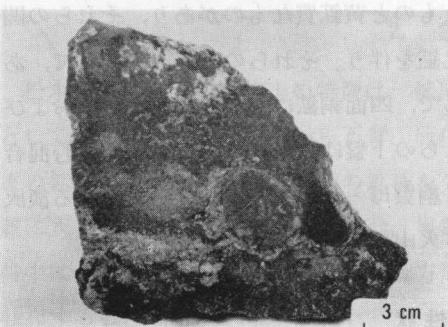


写真 3 含エレクトラム礫状細粒黒鉱（高館  
鉱体 -180 mL, E 17, S 4) 試料番  
号 74112012

**Photo. 3.** Electrum-bearing fine-grained breccia-like Kuroko (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 17, S 4). Sample number 74112012.

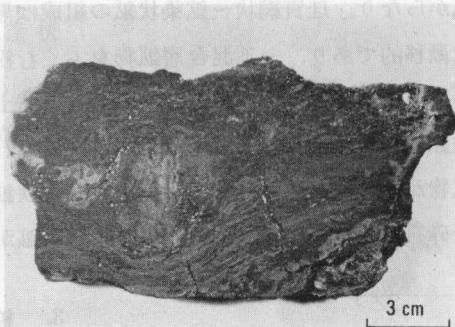


写真 4 縞状半黒鉱（高館鉱体 -180 mL, E 17,  
S 4) 試料番号 74112009

**Photo. 4.** Banded Hankuroko (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 17, S 4). Sample number 74112009.

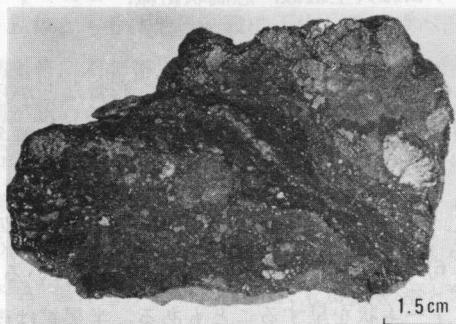


写真 5 矶状半黒鉱（高館鉱体 -210 mL, E 13,  
S 4) 試料番号 74111911

**Photo. 5.** Breccia-like Hankuroko (Takadate ore bodies, -210 Meter Level, E 13, S 4). Sample number 74111911.

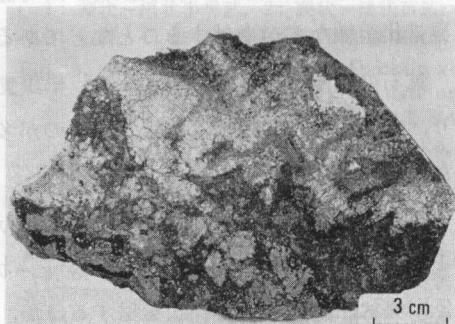


写真 6 コロフォーム組織を呈する含斑銅鉱礫状  
黄鉱（松木鉱体）試料番号 74112004

**Photo. 6.** Bornite-bearing breccia-like Oko showing colloform texture (Matsuki ore bodies). Sample number 74112004.

とが多く、そのほか縞状、粉状、コロフォーム状などを呈する。硫化鉱は粉状を呈することが多い。黒鉱質、半黒鉱質および黄鉱質の網状～脈状および鉱染状鉱が存在する。

鉱石の化学組成の一例として、松木鉱体の黒鉱、黄鉱、硫化鉱のそれぞれを表1に示す。また、これから計算した Cu-Pb-Zn 三成分比および Ag/Au を表2に、そして松木鉱体の鉱石の Cu-Pb-Zn 三成分比および堀越義一 (1952) による花岡・小坂鉱床など北鹿地域の黒鉱鉱石の平均三成分比を図5(図中、●印、○印および△印はそれぞれ松木鉱体の黒鉱、黄鉱および硫化鉱、そして、●印、◎印および×印はそれぞれ小坂・花岡・加納・鹿角・小割沢鉱床の黒鉱、小坂・花岡鉱床の黄鉱および小坂・花岡鉱床の珪鉱の平均値である)に示す。図5からは、松木鉱体の分析試料が顕微鏡下で比較的方鉛鉱に富むことおよび黄鉱がほとんど黄鉄鉱および黄銅鉱からなるという特徴を示しているが、しかし、他の層状黒鉱鉱床と異なっており、これは限

表 1 松木鉱床の鉱石の化学分析値

Table 1. Chemical analysis values of the ores from the Matsuki ore deposits.

Ore body	Matsuki -150 mL, W 15, S 2.5	Matsuki -150 mL, W 12, S 3	Matsuki -150 mL, W 2, O
Sample number	74053109	74053104	74053103
Kind of ore	Kuroko	Oko	Ryukako
Au (g/t)	3.1	1.2	0.2
Ag (g/t)	1060	71.7	4.9
Cu (wt. %)	0.71	9.22	0.15
Pb (wt. %)	23.59	0.33	0.08
Zn (wt. %)	27.56	0.14	0.012
Fe (wt. %)	1.13	39.70	34.04
S (wt. %)	18.17	44.71	39.11
SiO <sub>2</sub> (wt. %)	0.61	2.42	6.34

表 2 松木鉱床の鉱石の Cu-Pb-Zn 三成分比および Ag/Au

Table 2. Ratios of Cu, Pb, and Zn, and Ag/Au values in the ores from the Matsuki ore deposits.

Ore body	Matsuki -150 mL, W 15, S 2.5	Matsuki -150 mL, W 12, S 3	Matsuki -150 mL, W 2, O
Sample number	74053109	74053104	74053103
Kind of ore	Kuroko	Oko	Ryukako
Ratios of Cu (wt. %)	1.4	95.2	62.0
Cu, Pb and Pb (wt. %)	45.5	3.4	33.0
Zn values Zn (wt. %)	53.1	1.4	5.0
Ag/Au	341.9	59.8	24.5

られた数の試料を用いたためと考えられる。Ag/Auは浅熱水性金銀鉱脈の鉱石では、およそ1~30、浅熱水性銅・鉛・亜鉛鉱脈で、30~80、いわゆる黒鉱式鉱床で、80~100、層状黒鉱鉱床では、100~200という値を示すが(佐藤・前田, 1970; SATO, 1974; 浦島・佐藤, 1974)、松木鉱体の黒鉱のAg/Auも高い値を示して、他の層状黒鉱鉱床のそれと同じ値を示すものと考えられる。

鉱石の鉱物組成は、黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、四面銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、銅藍、エレクトラム、そして銀鉱物などの金属鉱物と重晶石、石膏、石英、粘土鉱物などの非金属鉱物であり、鉱石の顕微鏡組織としては、密雑共生(写真

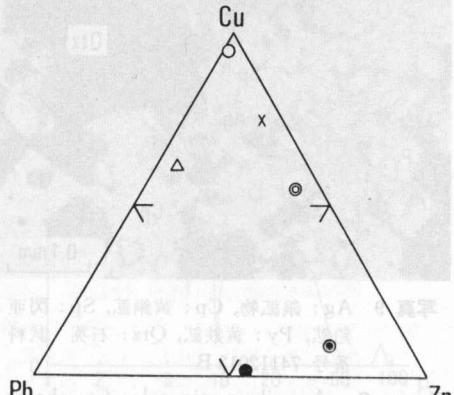


図 5 松木鉱床の鉱石の Cu-Pb-Zn 三成分比

Fig. 5. Triangular diagram showing the Cu-Pb-Zn ratios of the ores from the Matsuki ore deposits.

7, 8), 懸滴状, コロフォーム累帶状(写真8)などの同時晶出を示す組織, そのほか網状~細脈状, 周縁交代, 偽文象などの交代組織も認められる。黒鉱の組織は同時晶出を示す組織が卓越し, 半黒鉱のそれは密雑共生組織のほか, 碎屑状~破碎状組織が卓越し, そのほかコロフォーム累帶状組織なども認められる。黄鉱のそれは網状~細脈状組織(写真9)およびペレット状組織が卓越し, そのほか黄銅鉱を交代する斑銅鉱, 輝銅鉱, 銅藍などの網状~細脈状交代組織, 周縁交代組織(写真10), コロフォーム累帶様組織などが認められる。硫化鉱は主として碎屑状, 破碎状, そして交代組織が卓越している。網状~脈状, そして鉱染状鉱は主として交代組織を示す。

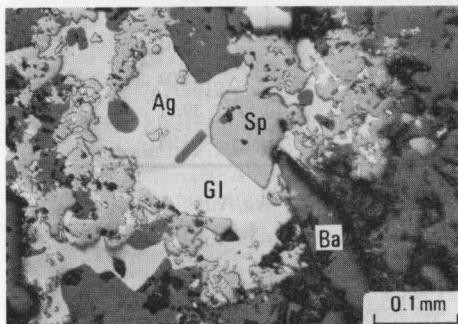


写真7 Ag: 銀鉱物, Gl: 方鉛鉱, Sp: 閃亜鉛鉱, Ba: 重晶石 試料番号 74053113 B

**Photo. 7.** Ag, silver minerals; Gl, galena; Sp, sphalerite; Ba, barite. Sample number 74053113 B.

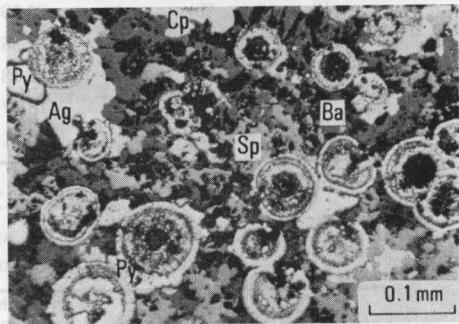


写真8 コロフォーム組織 Ag: 銀鉱物, Cp: 黄銅鉱, Sp: 閃亜鉛鉱, Py: 黄鉄鉱, Ba: 重晶石 試料番号 74112012 A

**Photo. 8.** Colloform texture. Ag, silver minerals; Cp, chalcopyrite; Sp, sphalerite; Py, pyrite; Ba, barite. Sample number 74112012 A.

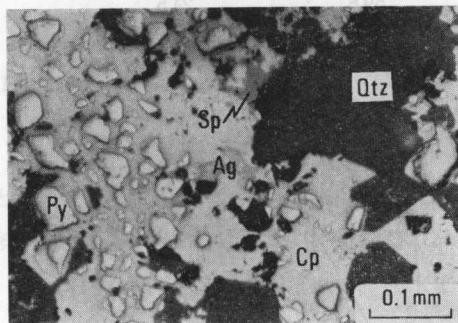


写真9 Ag: 銀鉱物, Cp: 黄銅鉱, Sp: 閃亜鉛鉱, Py: 黄鉄鉱, Qtz: 石英 試料番号 74112013 B

**Photo. 9.** Ag, silver minerals; Cp, chalcopyrite; Sp, sphalerite; Py, pyrite; Qtz, quartz. Sample number 74112013 B.

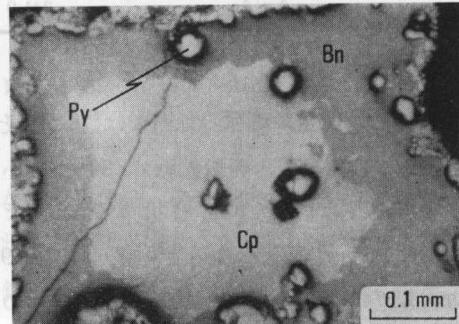


写真10 周縁交代組織 Bn: 斑銅鉱, Cp: 黄銅鉱, Py: 黄鉄鉱 試料番号 74112007

**Photo. 10.** Rim replacement texture. Bn, bornite; Cp, chalcopyrite; Py, pyrite. Sample number 74112007.

#### 4. エレクトラム

黒鉱鉱石中のエレクトラムの存在状態・性質を知ることは、他の微量鉱物とともに、複雑な黒鉱鉱床の成因究明上、極めて重要であり、また、高価値金属の有効的回収上も非常に重要である。しかし、黒鉱鉱石中のエレクトラムは、極めて微量かつ微粒であることもあって、現在までその存在状態や性質は必ずしも明らかにされていない。黒鉱鉱床のエレクトラムの産状および性質の特徴を把握するための資料として松木鉱床のエレクトラムについて述べる。

松木鉱床のエレクトラムの産状上の特徴は、単位鉱体最上部の黒鉱中に濃集していること、およびその鉱石組織・組成上の特徴は、一般に重晶石に富む塊状～縞状、細～中粒黒鉱であることである。そして、エレクトラムはその鉱石中の細粒硫化鉱物濃集部あるいは中粒重晶石と接する細～中粒硫化鉱物中に観察される。エレクトラムの粒径、共生関係および性質は、現在までに知られている他の層状黒鉱鉱床のものとほぼ同じ傾向を有する。

エレクトラムをふくむ鉱石の特徴は、高館鉱体では、重晶石に著しく富む塊状細～中粒黒鉱(写真1)および縞状細粒黒鉱(写真3)であり、松木鉱体では、緻密質縞状細粒黒鉱(写真2)および鉱体の中心部を貫く試錐No. 69孔岩芯の鉱体最上部の約5.5mの厚さの範囲内の鉱石で、粘土質縞状中～粗粒黒鉱、同質縞状細粒黒鉱、塊状中粒黒鉱、縞質塊状中～粗粒黒鉱で、いずれも重晶石に著しく富む鉱石である。すなわち、これらの鉱石の組織・組成上の特徴は、塊状、縞状および縞状を呈する細～中粒黒鉱で、重晶石に比較的富むことである。高館鉱体の

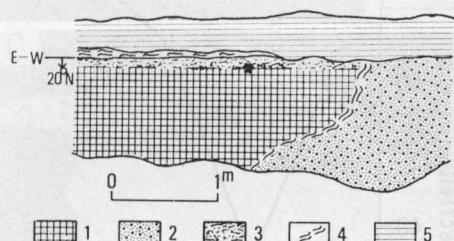


図 6 エレクトラムをふくむ塊状細粒黒鉱の産状(高館鉱体 -180 m, E 16.5, S 4.5)

1: 塊状細～中粒黒鉱, 2: 縞状黄鉱, 3: 重晶石, 4: 破碎質粘土, 5: 泥岩

\*: エレクトラムが顕微鏡下で認められた箇所

**Fig. 6.** Mode of occurrence of electrum-bearing fine-grained massive Kuroko (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 16.5, S 4.5).

1: Fine- and medium-grained massive Kuroko, 2: Breccia-like Oko, 3: Barite, 4: Sheared clay, 5: Mudstone.

\*: Location found electrum under the microscope.

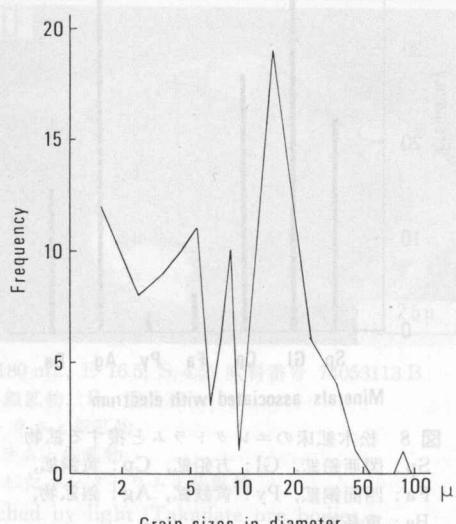


図 7 松木鉱床のエレクトラムの粒径

**Fig. 7.** Grain sizes of electrum from the Matsuki ore deposits.

エレクトラムをふくむ鉱石の産状の一例を示すと、礫状黄鉱から破碎質粘土を挟んで、塊状細～中粒黒鉱へ側方変化する箇所の黒鉱上盤際の非常に重晶石に富む部分にエレクトラムが認められる(図6)。

次に、エレクトラムの物理的・化学的性質について述べると、エレクトラムの反射顕微鏡下での色は、濃黄色～淡黄色を呈するものがあり、その形状は円粒状、橢円状、あるいは不規則形を示している。

エレクトラムの粒径(図7)は、粒度分布の頂点が $10\sim20\mu$ にあり、他の黒鉱鉱床のそれと比較すると、同じ傾向を有する。顕微鏡下で観察したエレクトラムの個数は101粒であり、それらの47個は高館鉱体、54個は松木鉱体から認められた。両鉱体を比較すると、高館鉱体のそれは $10\sim20\mu$ に集中し、松木鉱体のそれはほとんど $9\mu$ 以下の細粒金からなり、とくに、 $1\sim2\mu$ に集中している。

エレクトラムと接する鉱物は、方鉛鉱が最も多く、そのほか多い順に、銀鉱物、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、重晶石、四面銅鉱、黄鐵鉱などである(図8)。この傾向は他の黒鉱鉱床のそれと比較すると、とくに、銀鉱物と共生することが特徴的である。高館鉱体と松木鉱体のエレクトラム

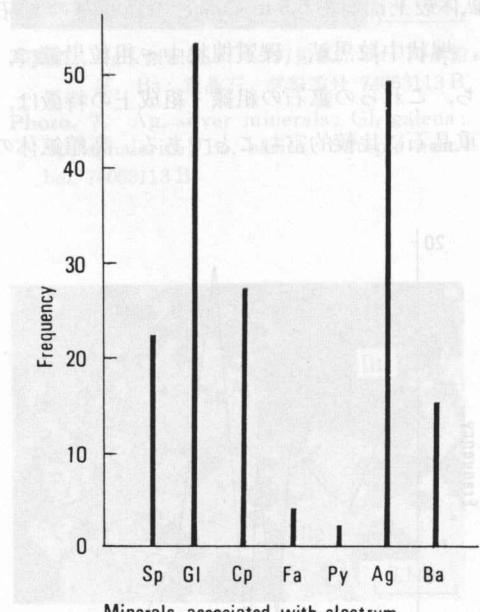


図8 松木鉱床のエレクトラムと接する鉱物  
Sp: 閃亜鉛鉱, Gl: 方鉛鉱, Cp: 黄銅鉱,  
Fa: 四面銅鉱, Py: 黄鐵鉱, Ag: 銀鉱物,  
Ba: 重晶石

Fig. 8. Minerals associated with electrum from the Matsuki ore deposits.  
Sp, sphalerite; Gl, galena; Cp, chalcopyrite; Fa, fahlore; Py, pyrite; Ag, silver minerals; Ba, barite.

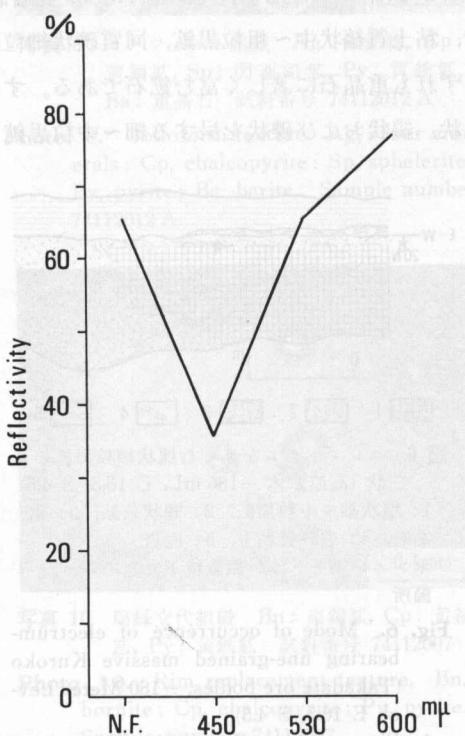


図9 松木鉱床のエレクトラムの反射能  
Fig. 9. Reflectivity of electrum from the Matsuki ore deposits.

μに接する鉱物を比較すると、高館鉱体のエレクトラムは銀鉱物、方鉛鉱、重晶石と密接に共生し、松木鉱体のそれは方鉛鉱、黄銅鉱、銀鉱物の包有物として認められる。高館鉱体と松木鉱体のエレクトラムの粒径およびエレクトラムと接する鉱物における差異は、両鉱体の生成上の差異を反映するものか、あるいは鉱体規模に較べて試料採取箇所が限られているための結果か、今後、さらに検討したい。

エレクトラムの反射能は Leitz 社製 MPE microscope photometer によって測定した。その結果、no filter (N. F.), 450 m $\mu$ , 530 m $\mu$ , 600 m $\mu$  のそれぞれで、62.5~70.0, 30.7~38.0, 54.0~75.2, 71.8~81.7% であった（それぞれの平均値を図 9 に示す）。これらの数値は釧路内鉱床のエレクトラムの反射能の測定値（浦島・佐藤、1968）の範囲内に入り、同様な傾向を有する。

エレクトラムのヴィッカース硬度は明石製作所（株）製 MVK 型微小硬度計によって測定した。その結果、60.0（荷重：直接荷重式 25 g, 荷重保持時間：30 秒）という値を得た。同条件

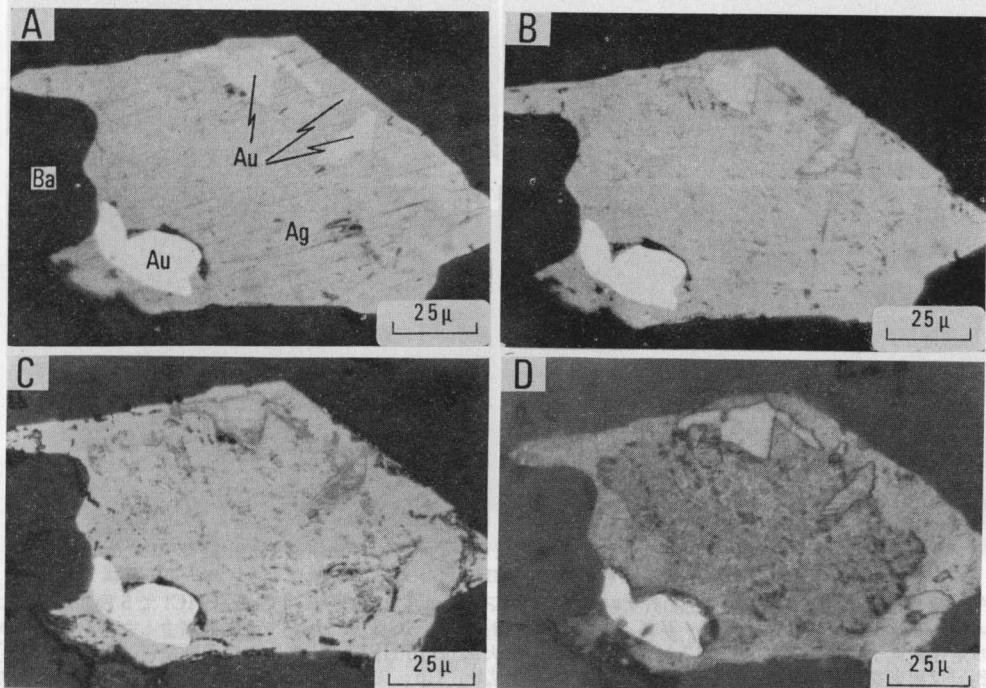


写真 11 エレクトラムの光腐食性（高館鉱体 -180 mL, E 16.5, S 4.5）試料番号 74053113 B

A: Au: エレクトラム, Ag: 銀鉱物, Ba: 重晶石

B: 15 秒間光腐食したエレクトラムと銀鉱物

C: 3 分間光腐食したエレクトラムと銀鉱物

D: CrO<sub>3</sub>+HCl で 3 秒間腐食したエレクトラムと銀鉱物

**Photo. 11.** Properties of electrum etched by light (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 16.7, S 4.5). Sample number 74053113 B.

A: Photomicrograph in plain reflected light. Au, electrum; Ag, silver minerals; Ba, barite.

B: Electrum and silver minerals etched by light for 15 seconds.

C: Electrum and silver minerals etched by light for 3 minutes.

D: Electrum and silver minerals etched by CrO<sub>3</sub>+HCl for 3 seconds.

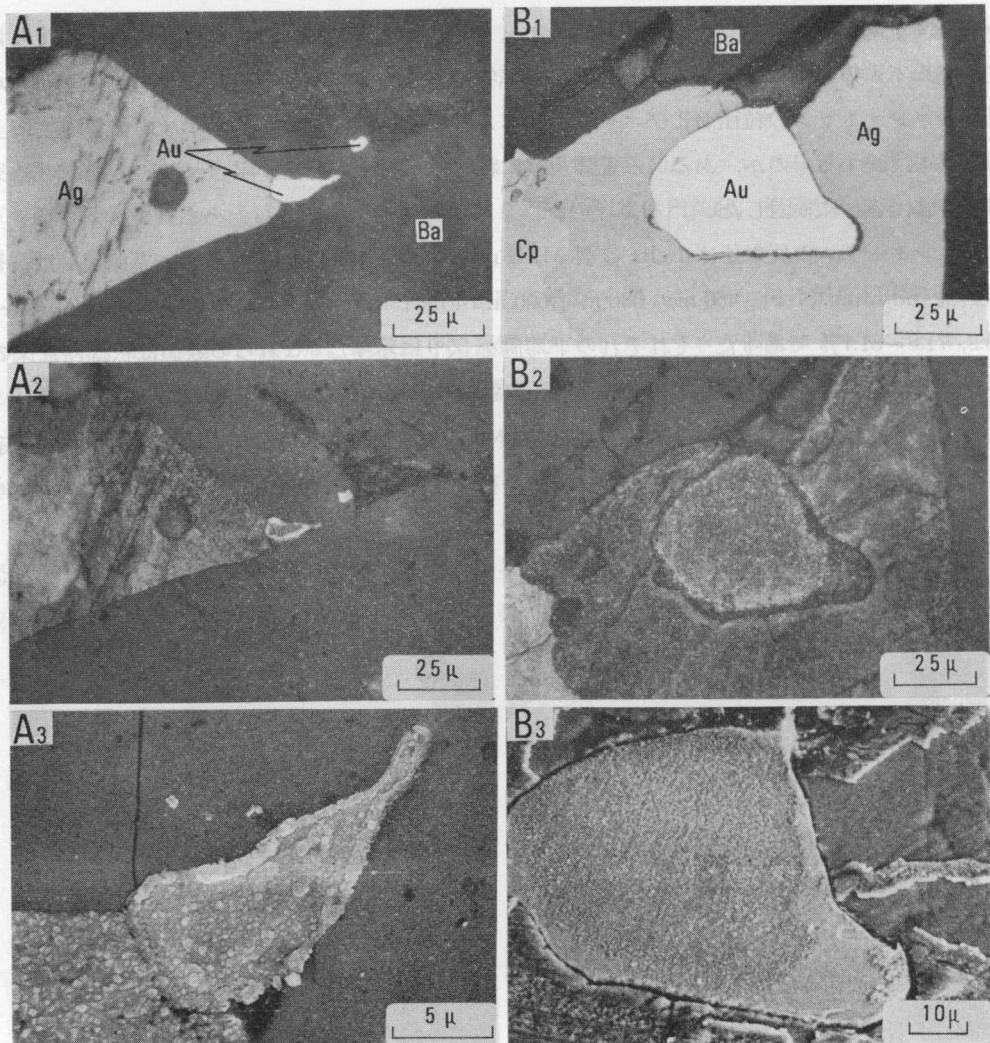


写真 12  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  で 5 秒間腐食したエレクトラムの微組織 (高館鉱体 -180 mL, E 16.5, S 4.5) 試料番号 74053113 I

A<sub>1</sub>: 反射顕微鏡写真 Au: エレクトラム, Ag: 銀鉱物, Ba: 重晶石, A<sub>2</sub>:  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  で 5 秒間腐食したエレクトラムの反射顕微鏡写真 A<sub>1</sub>と同じ箇所, A<sub>3</sub>:  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  で 5 秒間腐食したエレクトラムの走査型電子顕微鏡写真 A<sub>1</sub>と同じ箇所の拡大図 (日立 HSM-2B 形走査電子顕微鏡, 20 kV, 90  $\mu\text{A}$ ), B<sub>1</sub>: 反射顕微鏡写真 Au: エレクトラム, Ag: 銀鉱物, Cp: 黄銅鉱, Ba: 重晶石, B<sub>2</sub>:  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  で 5 秒間腐食したエレクトラムの反射顕微鏡写真 B<sub>1</sub>と同じ箇所, B<sub>3</sub>:  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  で 5 秒間腐食したエレクトラムの走査型電子顕微鏡写真 B<sub>1</sub>と同じ箇所の拡大図

**Photo. 12.** Microtexture of electrum etched by  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  for 5 seconds (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 16.5, S 4.5). Sample number 74053113 I.

A<sub>1</sub>: Photomicrograph in plain reflected light. Au, electrum; Ag, silver minerals; Ba, barite., A<sub>2</sub>: Photomicrograph in plain reflected light. Electrum etched by  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  for 5 seconds. The same spot with Photo. 12 A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>: Scanning electron photomicrograph of electrum etched by  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  for 5 seconds. Close-up view of the same spot with Photo. 12 A<sub>1</sub> (Hitachi HSM-2B scanning electron microscope, 20 kV, 90  $\mu\text{A}$ ), B<sub>1</sub>: Photomicrograph in plain reflected light. Au, electrum; Ag, silver minerals; Cp, chalcopyrite; Ba, barite, B<sub>2</sub>: Photomicrograph in plain reflected light. Electrum etched by  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  for 5 seconds. The same spot with Photo. 12 B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>: Scanning electron photomicrograph of electrum etched by  $\text{CrO}_3+\text{HCl}$  for 5 seconds. Close-up view of the same spot with Photo. 12 B<sub>1</sub>.

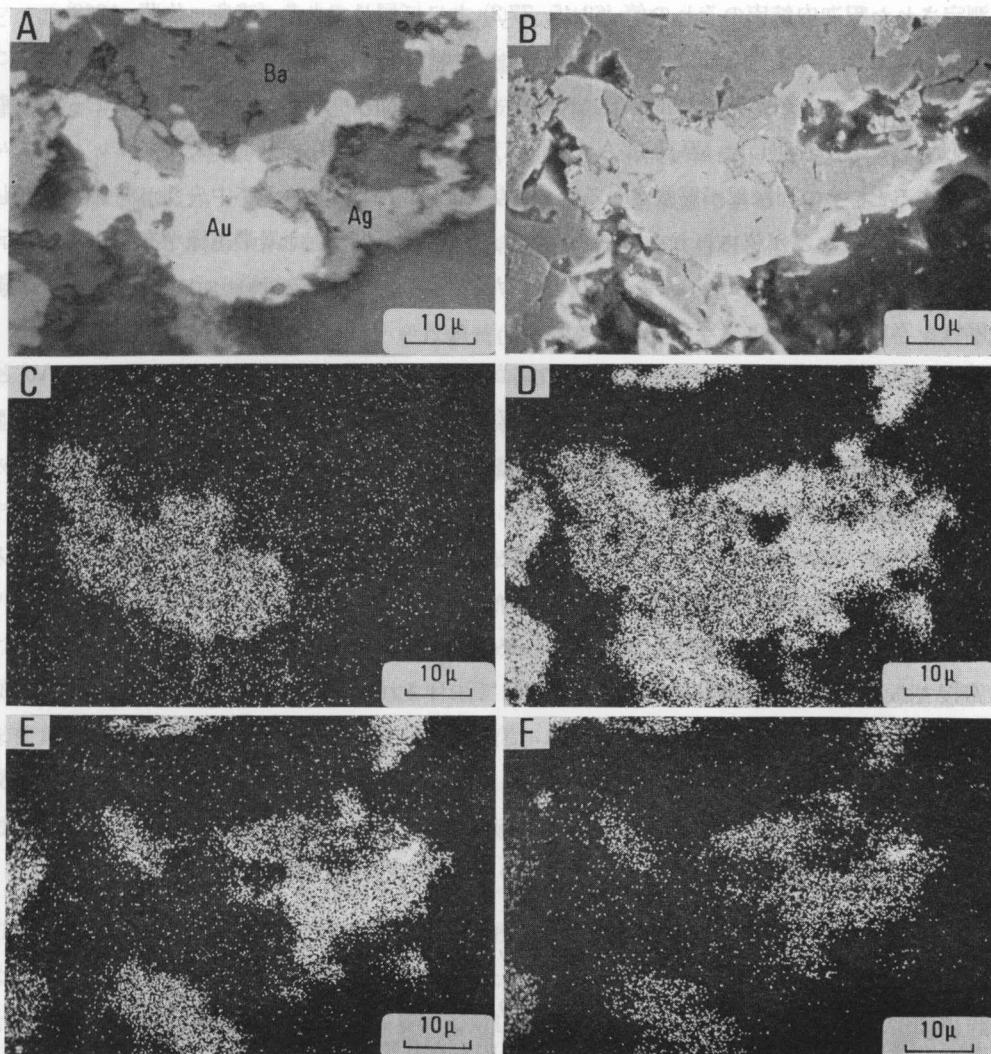


写真 13 エレクトラムのエレクトロンプローブマイクロアナライザーによる走査像

(高館鉱体 -180 mL, E 16.5, S 4.5) 試料番号 74053113 A

A: 反射顕微鏡写真 Au: エレクトラム, Ag: 銀鉱物, Ba: 重晶石, B: 二次電子線像,

C: Au L $\alpha$  特性 X 線像, D: Ag L $\alpha$  特性 X 線像, E: Sb L $\alpha$  特性 X 線像, F: Cu K $\alpha$

特性 X 線像(島津 ARL エレクトロンマイクロプローブ X 線アナライザー, 20 kV, 0.005–0.02  $\mu$ A)

**Photo. 13.** Scanned images of electrum obtained by electron probe microanalyzer (Takadate ore bodies, -180 Meter Level, E 16.5, S 4.5). Sample number 74053113 A.

A: Photomicrograph in plain reflected light. Au, electrum; Ag, silver minerals; Ba, barite, B: Secondary electron beam image, C: Au L $\alpha$  characteristic X-ray image, D: Ag L $\alpha$  characteristic X-ray image, E: Sb L $\alpha$  characteristic X-ray image, F: Cu K $\alpha$  characteristic X-ray image (Shimazu ARL electron micro-probe X-ray analyzer, 20 kV, 0.005–0.02  $\mu$ A).

で測定された釈迦内鉱床のそれの値 (62.45, 77.2) とほぼ同じである (浦島・佐藤, 1968)。

エレクトラムの光腐食性は反射顕微鏡下で強い照明によって観察した。その結果、非常に光腐食されやすいものから比較的されにくいものまで色々あり、このことは試薬による腐食性と対応することが判明した (写真 11 A, 11 B, 11 C, 11 D)。CrO<sub>3</sub>+HCl によってエレクトラムを腐食すると、その周縁部が腐食されるもの (写真 12 A<sub>2</sub>, 12 B<sub>2</sub>) および中央部が腐食されるもの (写真 12 A<sub>2</sub>) などが認められ、エレクトラムが不均質性あるいは累帯組織を有することを示している。なお、CrO<sub>3</sub>+HCl によって腐食したエレクトラムの微組織を示す走査型電子顕微鏡写真を写真 12 A<sub>3</sub> および写真 12 B<sub>3</sub> に示す。

エレクトラムの組成については、その腐食性から不均質であることがわかったが、Au と Ag の分布状態の EPMA による検討の結果 (写真 13 C および写真 13 D) からも、Au と Ag は明瞭な累帯組織を示さず、不均質であることが認められ、銀は約 40% 含有されていることがわかった (鹿児島大学浦島幸世氏分析)。

以上から、松木鉱床のエレクトラムは顕微鏡下での色が濃黄色～淡黄色であることおよび反射能値がある範囲を有することなどの物理的性質とその組成との相関が注目される。また、松木鉱体のエレクトラムの細粒な傾向、ならびに共生関係上は、とくに銀鉱物が方鉛鉱について密接であることが他の黒鉱鉱床との差異として注目される。また、エレクトラムの性質と銀以外の微量成分との関係については、現在、さらに検討中である。エレクトラムの産状および性質から、それが黒鉱鉱石生成の比較的晚期に晶出し、局所的な条件を反映して種々の不均質性を示すことなど、他の層状黒鉱鉱床とほぼ等しい傾向と、銀鉱物と比較的密接に共生することや比較的細粒なものが認められることなどの松木鉱床の特徴も明らかとなった。

## 5. 結 語

最近開発された黒鉱鉱床である松木鉱床の鉱石の産状、組織、化学組成および鉱物組成、鉱物の共生関係・性質、とくに、エレクトラムの存在状態および性質などについて検討した。

松木鉱床の鉱石の産状上の特徴は、鉱床がその胚胎層準から三鉱体に分けられ母岩と調和的であること、標式的に、下位から石膏、硫化鉱、黄鉱、黒鉱、鉄石英の順に帶状配列をなすことなどの他の層状黒鉱鉱床と同じ傾向を有するとともに、多くの場合は数種の鉱種を欠き、産状・鉱種・性状上、複雑多様性を示して多数の単位鉱体からなることなどの鉱床生成の場を反映していると考えられる特徴を有する。

鉱石の性状上の特徴として、外觀上、その組織は礫状を呈することが多いことおよびその組成は黄鉱が卓越し、そのほか半黒鉱、黄鉱質黒鉱、黒鉱質黄鉱などが比較的多いこと、そして脆弱なものが卓越し、物理性も複雑であることが挙げられる。

鉱石の組成上の特徴は、Cu-Pb-Zn 三成分比および Ag/Au は他の層状黒鉱鉱床と同じ傾向を有すること、そして鉱物組成上、主要金属鉱物のほか、重晶石、石膏、石英、粘土鉱物な

どの非金属鉱物および斑銅鉱、輝銅鉱、銅藍などに比較的富むことである。

鉱物共生および組織上の特徴は、鉱石構成鉱物のほとんどが共生し、それらの密雑共生、懸滴状、コロフォーム累帶状などの同時晶出を示す組織が卓越することである。

エレクトラムを濃集している鉱石の特徴は、産状上、単位鉱体最上部に認められること、および組織・組成上、一般に重晶石に富む塊状～縞状細～中粒黒鉱であることである。そして、エレクトラムはその鉱石中の細粒硫化鉱物濃集部あるいは中粒重晶石と接する細～中粒硫化鉱物部においてとくに認められる。

エレクトラムの性質については、色は濃黄色～淡黄色を示すこと、形状は円粒状、橢円状、あるいは不規則他形などを示すこと、粒径は $10\sim20\mu$ のものが多いこと、共生鉱物は方鉛鉱が最も密接であるが、とくに、銀鉱物と共生することが特徴的であること、反射能・ヴィッカース硬度は他の層状黒鉱鉱床のそれぞれと類似の傾向を有すること、光腐食性は非常に腐食されやすいものから比較的されにくいものまであること、 $\text{CrO}_3+\text{HCl}$ による腐食像は周縁部が腐食されるものおよび中央部が腐食されるものなどが認められること、EPMAによる組成像はエレクトラムが不均質であることを示すことなどの他の黒鉱鉱床のエレクトラムの性質との異同および高館鉱体と松木鉱体との差異を明らかにした。

全般として、松木鉱床の鉱石およびエレクトラムは、他の層状黒鉱鉱床とほぼ同様な特徴を有する。鉱石の産状の特徴は、多くの単位鉱体からなって、複雑で変化に富むなど、下盤流紋岩の隆起部から比較的離れた釧内鉱床とほぼ共通の特徴を有し、性状上は、近接する釧内鉱床第4・8鉱体と同様に黄鉱主体鉱体の特徴を有する。

本稿を草するにあたり、終始御教示を賜わった北見工業大学開発工学科志保井利夫教授・同笛木 敏教授、北海道大学工学部牛沢信人教授、鹿児島大学教養部浦島幸世教授に対して、ならびに調査中、種々の御便宜を計って下さった三菱金属株式会社松木鉱業所所長唐沢保雄氏、そして黒田英夫氏をはじめとする関係各位に対して、深甚なる謝意を表する。また、図面作製に御協力いただいた北海道大学大学院学生堀 俊和氏に厚くお礼申し上げる。

### 引用文献

- 堀越義一 (1952): 花岡鉱山を中心とする黒鉱鉱床の基礎的研究 (その3)。鉱山地質, 2, (3), 1-16.  
 本多朝郎・栗山 隆・黒田英夫 (1975): 松木鉱山高館鉱床の上部変質帯の試錐コアによる鉱物分布、とくに沸石の分布について。鉱山地質, 25, (129), 52.  
 佐藤寿一・前田寛之 (1970): 釧内鉱床の鉱物組成。鉱山地質学会北海道支部第7回講演会資料, 23-28.  
 SATO, J. (1974): Ores and Ore Minerals from the Shakanai Mine, Akita Prefecture, Japan. Mining Geol. Spec. Iss., (6), 323-335.  
 SATO, N. and KUSAKA, H. (1974): Geology of the Matsuki mine, Ohdate city, Akita Prefecture. Mining Geol. Spec. Iss., (6), 141-146.  
 浦島幸世・佐藤寿一 (1968): 釧内黒鉱鉱床の含金鉱石並びに自然金。鉱山地質, 18, (87), 11-24.  
 浦島幸世・佐藤寿一 (1974): 黒鉱鉱石の組成と金銀鉱物。昭和49年度合同秋季大会(大阪)分科研究会資料, I-4, 1-4.