

北海道光竜鉱山の金銀鉱床について

On the gold-silver deposits of the Koryu mine, Hokkaido, Japan

菅 木 浅 彦 (Asahiko Sugaki)*
北 風 嵐 (Arashi Kitakaze)*
磯 部 清 (Kiyoshi Isobe)**

Ore deposits of the Koryu mine, which is located near the Shikotsu Lake, Hokkaido, are gold and silver veins of epithermal type. They develop in black hard mudstone of the Miocene age and are composed of mainly quartz associated with some amounts of johannsenite, adularia, chlorite, vermiculite, manganoan calcite, pyrite, chalcopryrite, sphalerite, galena, hematite, electrum and silver minerals such as aguilarite, pearceite, polybasite, pyrargyrite, proustite, miargyrite, unknown Ag-Sb-As sulfosalt mineral and silver bearing tetrahedrite *etc.* The ore veins show crustified banding structure which consists of bands of quartz, johannsenite, adularia, chlorite, vermiculite, silver minerals and sulfide minerals. Many druses and vugs are found in the central portion of the quartz veins. Many kinds of small crystals of adularia, manganoan calcite, aguilarite, pearceite, pyrargyrite, miargyrite, unknown Ag-Sb-As sulfosalt mineral and tetrahedrite *etc.* besides quartz occur in the druse.

Electrum is found in intimate association with chalcopryrite, aguilarite, pearceite, sphalerite, galena and pyrite, and its composition is from 38.5 to 70.0 at. % Ag. While that of native silver is 99.9 at. % Ag. The composition of aguilarite has a range from 14 to 41 mole % Ag₂Se. According to Petruk *et al.* (1974), aguilarite having such compositions as above is not homogeneous and associates with acanthite. However, aguilarite as above from this mine is monophasic with monoclinic cell. Pearceite and polybasite series minerals appear as rim of aguilarite or in association with electrum, chalcopryrite and sphalerite. Compositions of pearceite series are from 0 to 100 at. % in Sb/(As+Sb) ratio showing completely continuous solid solution of the series. Also, those of pyrargyrite and proustite series minerals have a wide range from 0 to 98 at. % in Sb/(As+Sb) ratio. It indicates that pyrargyrite-proustite solid solution is stable at low temperatures, although Toulmin (1963) suggested that the solid solution becomes immiscible at temperatures below 300°C. Tetrahedrite assembled with chalcopryrite and pyrargyrite in the druse contains silver from 24.1 to 25.3 wt%.

The homogenization temperatures and salinities of fluid inclusions in quartz are from 240° to 270°C and from 0.0 to 1.4 wt% NaCl equivalent, respectively. Temperatures and sulfur fugacities of gold-silver mineralization in the Koryu mine are estimated as 175° to 240°C, and -15.5 to -11.5 in log f_{S_2} (atm), respectively, from the data of compositions of electrum with aguilarite and FeS contents of sphalerite with pyrite.

1. ま え が き

光竜鉱山は北海道西南部にみられる浅熱水性金銀鉱脈の千歳及び恵庭両鉱山と同一地域に属する同種の鉱床で、Fig. 1のように札幌市の南直距 24 km, 支笏湖に近く、その北方直距 5 km の恵庭市盤尻の国有林内

にある。鉱床は漁川及びラルマナイ川上流の富貴沢及び黄金沢（金山沢の支沢）にみられるが、現在稼行中の鉱脈は黄金沢上流のものである。札幌より石山を徑て支笏湖に至る自動車道路札幌・支笏湖線より西方へ約 700 m 黄金沢に鉱山事務所を有する。

当鉱山は明治 36 年以降豊国金鉱、横山氏、堤氏及び

* 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室

** 合同資源産業株式会社

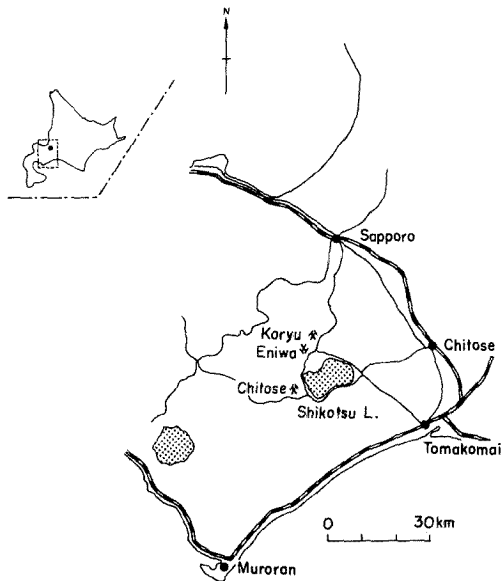


Fig. 1. Location of the Koryu mine.

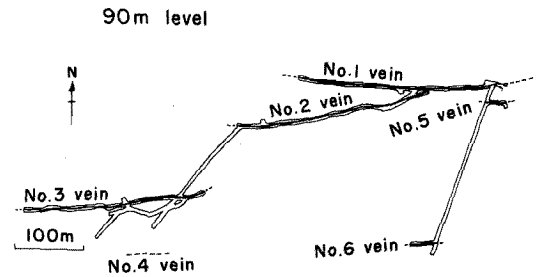


Fig. 2. Ore veins at 90 m level, Koryu mine.

藤田組などにより開発され、高品位の金銀鉱を産したが、昭和18年金山整備により休山した(札幌通産局, 1952)。戦後再開、油谷鉱業 K.K. により小規模に採鉱、採掘され、現在合同資源産業 K.K. により月 700 t (冬期 12 月～4 月休山) の鉱石 (Au15 g/t, Ag150 g/t) を珪酸鉱として宮古製錬所へ送っている。

当鉱山付近の地質及び鉱床に関してはすでに福富 (1950), 齊藤 (1950), 猪木・秦 (1954), 土居・小山内 (1956), 保科・河合 (1965), 秋葉ら (1966, 1970), 岡部ら (1971) 及び伊藤ら (1980) などによる記載がある。これらによれば、その地質は新第三紀中新世の地層及び第四紀洪積世の支笏火山噴出物よりなり、そのうち前者は下部より硬質泥岩層¹⁾、泥岩・砂岩・凝灰岩²⁾、及び凝灰質砂岩・凝灰岩・凝灰角礫岩層³⁾ などより構成され、富貴沢、金山沢及び黄金沢で上流に向かって整合的に順次上位の地層が露出する単斜構造を呈するが、硬質泥岩層にはドーム状の背斜構造がみられる。

第四紀層洪積層は支笏火山の噴出物である安山岩質熔結凝灰岩(下部)及び浮石質凝灰岩(上部)よりなり、鉱山付近及びその東方に広く分布している。

本鉱床は上記硬質泥岩層中の裂罅を充填した含金銀石英脈で、ドーム構造の北翼に位置する。

筆者らは本鉱床及びその鉱石について研究する機会があり、銀鉱物をはじめとする産出鉱物などについて新しい資料をえたので、これまでの研究結果をまとめて報告する。

2. 鉱 床

当鉱山の鉱床は上述したように新第三紀中新世の硬質泥岩層中に胚胎した浅熱水性含金銀石英脈である。硬質泥岩層は鉱山付近に広く分布し、主として黒色乃至暗灰色の硬質泥岩よりなるが、部分的には灰色乃至青灰色を呈する中粒砂岩の薄層を狭有、ときにこれと互層する。鉱床は Fig. 2 のように現在まで 1 号より 6 号鑛までの鉱脈が知られているが、そのうち主要なものは 1, 2 及び 3 号鑛で、採掘の対象にされている⁴⁾。

鉱脈はいずれも東西系で、その規模は Table 1 に示すようで、走向延長 350～400 m、上下深 50～100 m、脈幅普通 30～60 cm 最大 1.5 m 程度を有し、微細粒乳白色乃至やや粗粒半透明の石英を主体とし、これに緑泥石、パーミキュライト(vermiculite)、カオリン、氷長石、ヨハンセンナイト(johannsenite)及びマンガン方解石などの脈石鉱物を伴なう。鉱石鉱物として黄鉄

¹⁾ 本層は猪木・秦 (1954) の漁層下部硬質泥岩層、土居・小山内 (1956) の漁川層金山沢頁岩部層及び秋葉ら (1966, 1970) の漁川下部層に相当する。

²⁾ 本層は猪木・秦 (1954) の漁層上部凝灰質砂岩層、土居・小山内 (1956) の漁川層ラルマナイ川凝灰岩部層及び秋葉ら (1966, 1970) の漁川層上部に相当する。

³⁾ 本層は土居・小山内 (1956) の漁川層湯の沢凝灰岩部層及び秋葉ら (1966, 1970) の金山沢層に相当する。

⁴⁾ 下部より通洞坑 (0 m 地並)、45 m 地並、60 m 地並、1 号坑 (90 m 地並)、2 号坑及び新 2 号坑などの坑道によって開発が進められ、現在 1 号及び 3 号鑛について 45, 60 及び 90 m の各地並で採掘が行なわれている。主要坑道は 1 号坑である。

Table 1. Scale of the veins in the Koryu mine

Vein	Strike	Dip	Length (m)	Depth (m)	Width (m)
No. 1	N80°-90°W	65°-85°S	400	100+	0.3-1.5
No. 2	N75°-80°E	70°-80°N	350	60	0.1-0.4
No. 3	N80°-90°E	80°S-85°N	350	50+	0.1-1.5

鉱, 黄銅鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 赤鉄鉱, 磁鉄鉱のほか, エレクトラム (electrum), アグイラ鉱 (aguilarite), ピアス鉱 (pearceite), ポリバス鉱 (polybasite), 濃紅銀鉱 (pyrargyrite), 淡紅銀鉱 (proustite), 輝安銀鉱 (miargyrite), 未知 Ag-Sb-As 硫塩鉱物及び四面銅鉱 (tetrahedrite) などの金銀鉱物を産する。これらの鉱石鉱物は含金銀硫化物及び銀黒縞あるいは晶洞鉱物としてみられる。母岩の熱水変質は珪化及び粘土化とも著しくない。しかし鉱脈に接する両盤側の黒色硬質泥岩中にはしばしば細脈乃至網状石英脈の発達が見られる。

1号鍾 Fig. 2 及び Table 1 のように, 走向 N80°~90°W, 傾斜 65°~85°S で, 延長約 400 m, 上下深約 100 m, 脈幅 30~70 cm, 最大約 1.5 m の含金銀石英脈である。乳白色, 灰白色, 白色及び無色半透明の縞状石英を主とし, これに含金銀硫化物及び銀黒縞, 氷長石, 緑泥石及びパーミキュライトの粘土鉱物, ヨハンセナイト及びマンガン方解石などを伴い, Fig. 3. A 及び 4A にみられるような対称状累被縞状構造を呈し,

脈中央部にはしばしば晶洞を有する。普通は盤際より脈の中央部に向かいヨハンセナイト+石英, マンガン方解石+石英, 氷長石+石英, 緑泥石+パーミキュライト+石英, 含金銀硫化物及びいわゆる銀黒, 石英の順に縞状に配列し, 脈の中央部は大部分粗粒白色, 灰白色または無色半透明石英からなり, その中心部に晶洞が発達する。ヨハンセナイト, マンガン方解石, 氷長石, 緑泥石及びパーミキュライトの粘土鉱物, 含金銀硫化物及び銀黒縞は中央部より盤側に片寄って現出し, 氷長石と粘土鉱物を除いてはつねにみられるわけではない。そのうち緑泥石及びパーミキュライトの粘土鉱物はしばしば石英に伴って幅 1~5 mm の数条縞状として比較的盤際に近く現出する。この場合, 緑泥石質粘土には黄鉄鉱を伴う。この緑泥石・パーミキュライト粘土縞に接する内側の石英中に含金銀硫化物及び銀黒の縞が相伴って, 脈の両側に 2~3 条みられる。含金銀硫化物縞は暗灰乃至青色の幅 2~5 mm, ときに 8 mm 程度, 黄銅鉱及び黄鉄鉱に富み少量の緑泥石を伴う。一見銀黒縞に類似する。一方銀黒縞は暗黒色の幅 1~3 mm ときに 5 mm 程度で微粒の銀鉱物を含む。両者はともに鏡下で, エレクトラム, アグイラ鉱, ピアス鉱, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱及び黄鉄鉱などが認められ, 鉱物種は同じであるが, 一般に前者は粗粒で黄銅鉱, 黄鉄鉱, 閃亜鉛鉱に富み, 一方銀黒縞は細粒で銀鉱物に富むが, 黄銅鉱, 黄鉄鉱に乏しい。富鉱

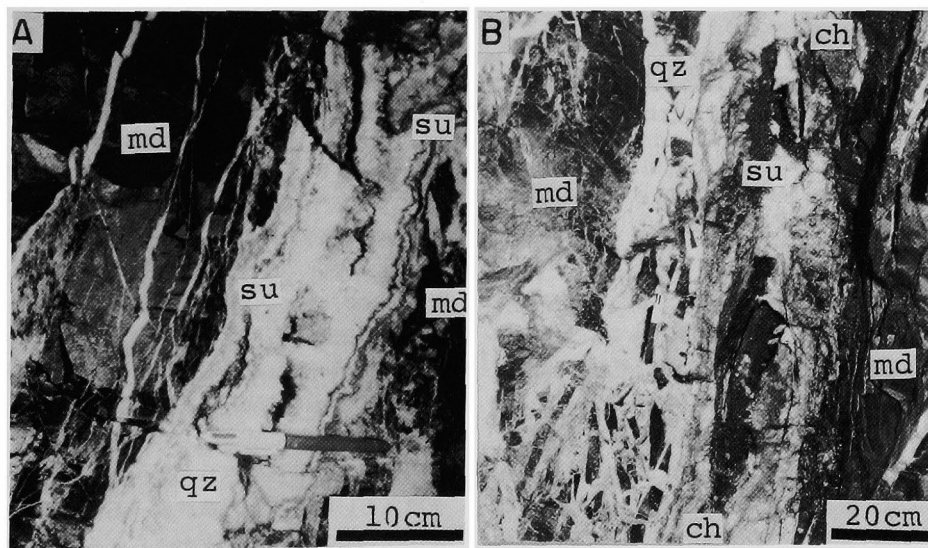


Fig. 3. Photographs of gold-silver bearing quartz veins in the Koryu mine. A: Crustified banding quartz (qz) vein including gold-silver bearing sulfide bands (su) in mudstone (md) (No. 1 vein, 60 m level); B: Quartz (qz) and chlorite (ch) vein with fragments of black mudstone (md) (No. 3 vein, 90 m level).

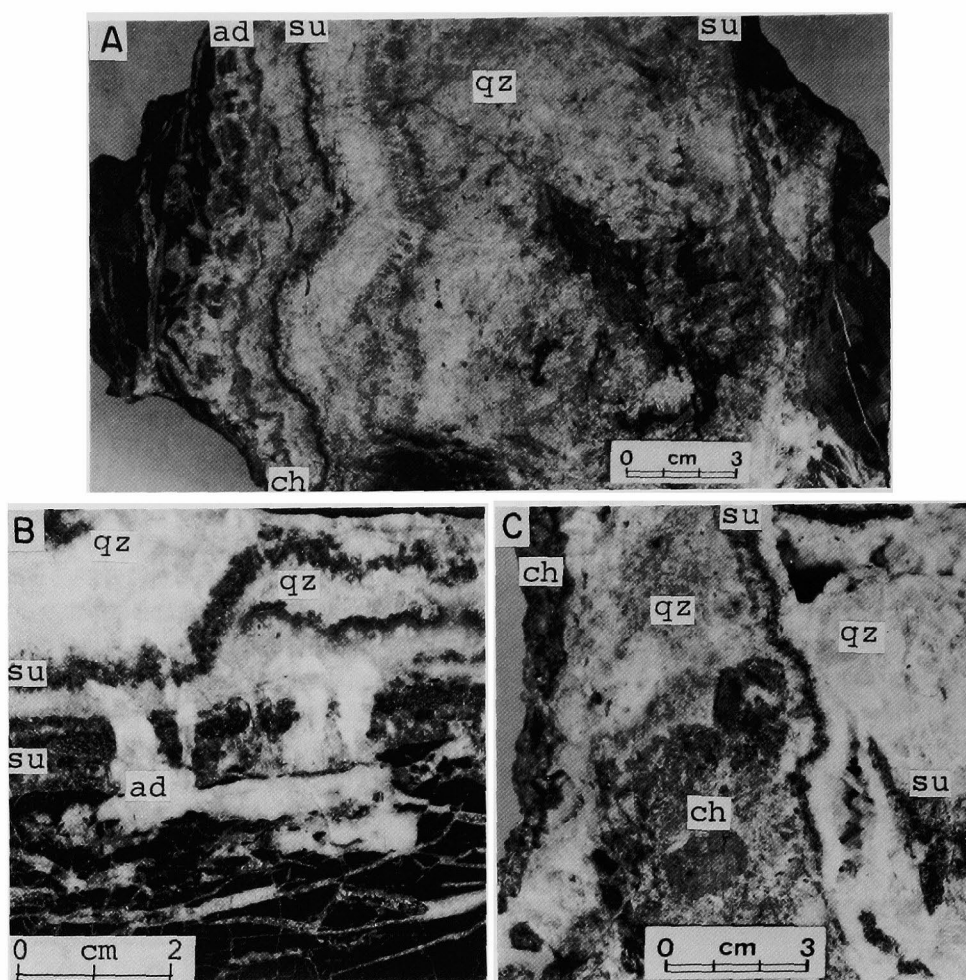


Fig. 4. Photographs of gold-silver ores from the Koryu mine. A: Crustified banding quartz (qz) with gold-silver bearing sulfide minerals (su), adularia (ad) and chlorite (ch) bands (No. 1 vein, 60 m level); B: Banded quartz (qz) with gold-silver bearing sulfide (su) and adularia (ad) bands (No. 1 uwaban vein, 45 m level); C: Banded quartz (qz), gold-silver bearing sulfide minerals (su) and chlorite (ch) (No. 3 vein, 90 m level).

部では、上記緑泥石、パーミキュライト粘土縞の幅が広く、その連続性もよく、これに伴われて含金銀硫化物及び銀黒縞も良く発達してくる。また鉱脈中には母岩である黒色硬質泥岩の中石及びその破碎された3~10 cm大、ときに20~30 cmの角礫による輪鉱構造がしばしばみられる。またまれに1~5 cm大の礫状石英あるいは珩化岩が銀黒及び石英に被覆される場合がある。一般に含金銀硫化物や銀黒縞中の金銀鉱物は細粒でその識別は困難であるが、まれに約2 mm程度の肉

眼的なエレクトラムや銀鉱物が認められる (Fig. 5 A)。脈中央部の石英晶洞中にはときにピアス鉱などの自形結晶がみられる (Fig. 5C)。脈中の石英縞中ときに氷長石または方解石が石英と共生する。とくに後者は脈中央の石英に多い。ときに盤際に沿って脈外側に破碎部があり、破碎された黒色硬質泥岩角礫¹⁾の間を充填あるいは被覆して黄鉄鉱、石英、ヨハンセンナイト及びマンガン方解石などがみられる。この黄鉄鉱質の部分にはまれにアグイラ鉱が認められる。

¹⁾ 角礫は硬質泥岩を主とするが、なかには珩化乃至石英質のものも認められる。

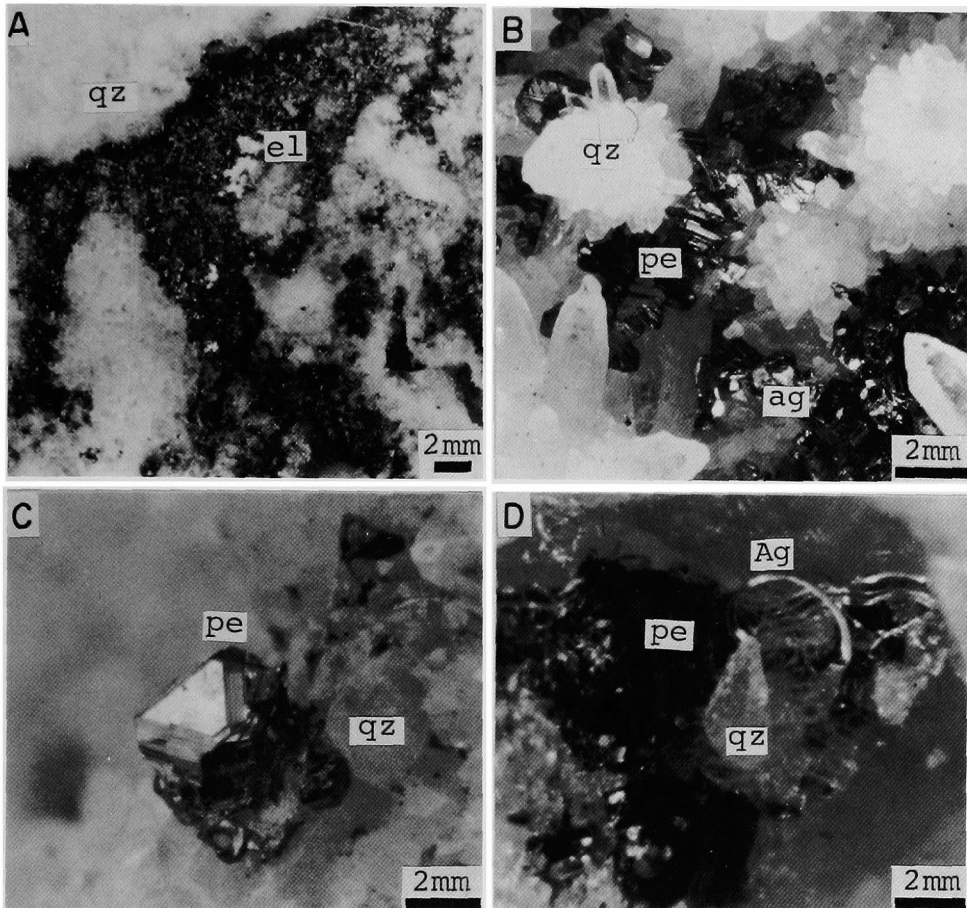


Fig. 5. Photographs on occurrence of silver minerals. A: Electrum (el) in gold-silver bearing sulfide band (dark gray) in quartz (qz) vein (No.1 vein, 60 m level); B: Agularite (ag), pearceite (pe) and quartz (qz) in druse (No.3 vein, 90 m level); C: Prismatic crystal of pearceite (pe) in druse of quartz (qz) (No.1 vein, 60 m level); D: Whisker of native silver (Ag) on pearceite (pe) crystal in quartz (qz) druse (No.3 vein, 90 m level).

45 m 地並西部で1号鍾の鉱況が劣化し細脈となる部分で、その上盤側に別の平行脈が現われている。これを1号上盤鍾と称し、採掘されている。走向 $N80^{\circ} \sim 90^{\circ} E$ 、傾斜 $65^{\circ} S$ 、延長約 220 m、脈幅 20~60 cm、1号鍾とよく似た鉱脈で、乳白色、灰白色及び無色半透明石英を主とし、これに氷長石、ヨハンセンナイト、緑泥石、パーミキュライト、含金銀硫化物及び銀黒などを伴い、累被縞状構造を呈する。一般的に脈の盤際近くに幅 1~5 cm のヨハンセンナイト、緑泥石・パーミキュライト、さらにその内側に幅 2~8 mm の含金銀硫化物及び銀黒の縞が 2~3 条みられ、それぞれ石英縞を挟んでいる。氷長石はヨハンセンナイト及びパーミキュライト縞を被覆する細粒石英中に、ときに脈中央部の

粗粒半透明石英中に散在する。含金銀硫化物及び銀黒の縞はときに屈曲して、やや複雑な構造を呈する (Fig. 4B)。これらの縞には細粒のエレクトラム、アグイラ鉱及びピアス鉱、比較的粗粒の黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱などがみられる。脈中央の石英晶洞中にはときにマンガン方解石の結晶が生じている。

1号鍾の脈品位は普通 Au: 20~30 g/t、Ag: 300~400 g/t であるが、90 m 地並で脈品位 Au: 460 g/t、Ag: 11, 200 g/t (脈幅 30 cm)、60 m 地並で Au: 608 g/t、Ag: 880 g/t (脈幅 60 cm) のような富鉱部がみられる。いま脈品位の Au 及び Ag 品位の関係を示せば Fig. 6 のようである。

2号鍾 1号鍾の西部で、これと緩やかに斜交するよ

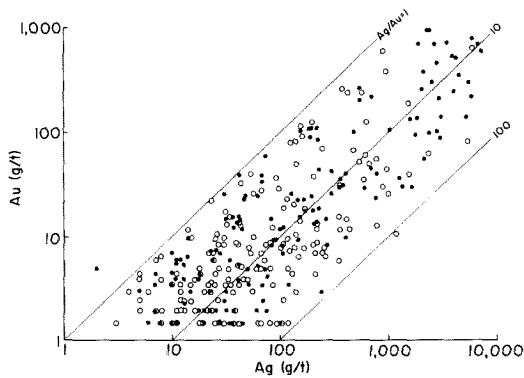


Fig. 6. Relationship between Au and Ag contents of Nos. 1 (open circle) and 3 (closed circle) ore veins.

うな関係で2号鍾が存在する (Fig. 2)。すでに殆んど採掘されているので、その詳細は明らかではないが、資料によれば、走向 $N75^{\circ}\sim 80^{\circ} E$ 、傾斜 $70^{\circ}\sim 80^{\circ} N$ 、走向延長約 350 m、上下深約 60 m、脈幅 10~40 cm の金銀石英脈で、普通 Au: 5~20 g/t, Ag: 200~300 g/t 程度の品位¹⁾を有する。鉱脈は乳白色及び半透明石英を主とし、少量の氷長石及び緑泥石を伴い、盤際に近く 2~3 条の幅 2~5 mm の銀黒縞がみられる。この銀黒縞は微細粒のエレクトラム、アグイラ鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱などより成る。脈中央の石英には晶洞が著しく発達し、その中に方解石及び氷長石がみられる。また脈中には黒色硬質泥岩の角礫があり、とくに盤際に多い。

3号鍾 Fig. 2 にみられるように 1, 2号鍾の西南部に 2号鍾とはほぼ平行して存在し、走向 $N80^{\circ}\sim 90^{\circ} E$ 、傾斜 $80^{\circ}\sim 85^{\circ} N$ 、走向延長約 350 m、これまで確認された上下深約 50 m の金銀石英脈で、Au: 10~20 g, Ag: 50~100 g/t 程度の品位を有する (Fig. 6)²⁾。脈幅は 0.1~1.5 m と膨縮するが、普通 30~60 cm で、白色、乳白色、無色半透明の縞状石英を主とし、盤際に氷長石、緑泥石、パーミキュライト及びカオリンの粘土鉱物を伴い、石英と縞状をなす。この粘土鉱物縞(幅 5~7 mm 程度)に近接して含金銀硫化物及び銀黒の縞(幅 5 mm 内外)がみられ、これらには黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、エレクトラム、アグイラ鉱及びピラス鉱などが含まれる (Fig. 4C)。これらの金属鉱物はまたしばしば上記の緑泥石及びパーミキュライト質粘土縞

中にも含有される。一方脈中央部はやや粗粒の無色半透明不毛石英より成り、ときに氷長石を伴い、晶洞を有する。この石英晶洞中には、ときにエレクトラム、ピラス鉱 (Fig. 5B)、アグイラ鉱、濃紅銀鉱、輝安銀鉱及び未知 Ag-Sb-As 硫塩鉱物などの微粒結晶、ごくまれに自然銀の毛状結晶 (Fig. 5D) がみられる。また晶洞が二次的針鉄鉱にて充填される場合もある。60 m 地並富鉱部でみられるように、銀黒などに伴われて縞状石英の割れ目に膜状乃至薄板状の淡紅銀鉱が生じている。1号鍾同様脈内に黒色硬質泥岩の中石や角礫を有し、2~15 cm 大の角礫の周囲が石英、緑泥石、銀黒縞または硫化鉱物などによって被覆される輪縞構造を呈する (Fig. 3B)。石英脈はしばしば上下盤母岩の被碎帯中に細脈として分岐しときに網状を呈する。3号鍾は上記1号鍾とはほぼ同様であるが1号鍾に比し緑泥石及びパーミキュライト質粘土鉱物の発達が良く、これに伴なわれる含金銀硫化物縞もやや著しいが、石英の縞状構造やいわゆる銀黒縞の発達は1号鍾の方が顕著である。一方脈中央にみられる石英晶洞中の銀鉱物は3号鍾の方が種類が多い。

3. 産出鉱物

本鉱山産鉱物はすでに述べたように大部分石英であるが、これにエレクトラム、自然銀、アグイラ鉱、ピラス鉱系鉱物、ポリバス鉱系鉱物、紅銀鉱系鉱物、輝安銀鉱、未知 Ag-Sb-As 硫塩鉱物及び含金四面銅鉱などの銀鉱物、これに黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、少量の赤鉄鉱及び磁鉄鉱、二次的軟マンガン鉱、針鉄鉱及び銅藍などの鉱石鉱物、氷長石、ヨハンセンナイト、緑泥石、パーミキュライト、カオリン及びマンガン方解石及び方解石などの脈石鉱物を随伴する。以下これらの鉱物の産状及び共生関係などについて記載する。

エレクトラム 白色乃至乳白色細粒石英中にみられる含金銀硫化物及び銀黒の縞中に 10~200 μm 大の不規則粒状及び紐状として普通玉髄質石英の粒間をうめて単独 (Fig. 7A) に、あるいは黄銅鉱中 (Fig. 7B) に包有される (Fig. 7B) が、ときに 1~2 mm 大の肉眼的なものもある (Fig. 5A)。

自然銀 きわめてまれに 3号鍾 90 m 地並で、石英、緑泥石質鉱脈の石英晶洞中にピラス鉱及びアグイラ鉱に伴って長さ 0.3~1.0 mm 大のひげ結晶として産する

¹⁾ 90 m 地並の富鉱部では Au: 630 g/t, Ag: 4600 g/t の品位を記録した (齊藤; 1952)。

²⁾ 60 m 地並の富鉱部では脈幅 30~80 cm で、その脈品位は Au: 500~950 g/t, Ag: 4,000~7,000 g/t である。

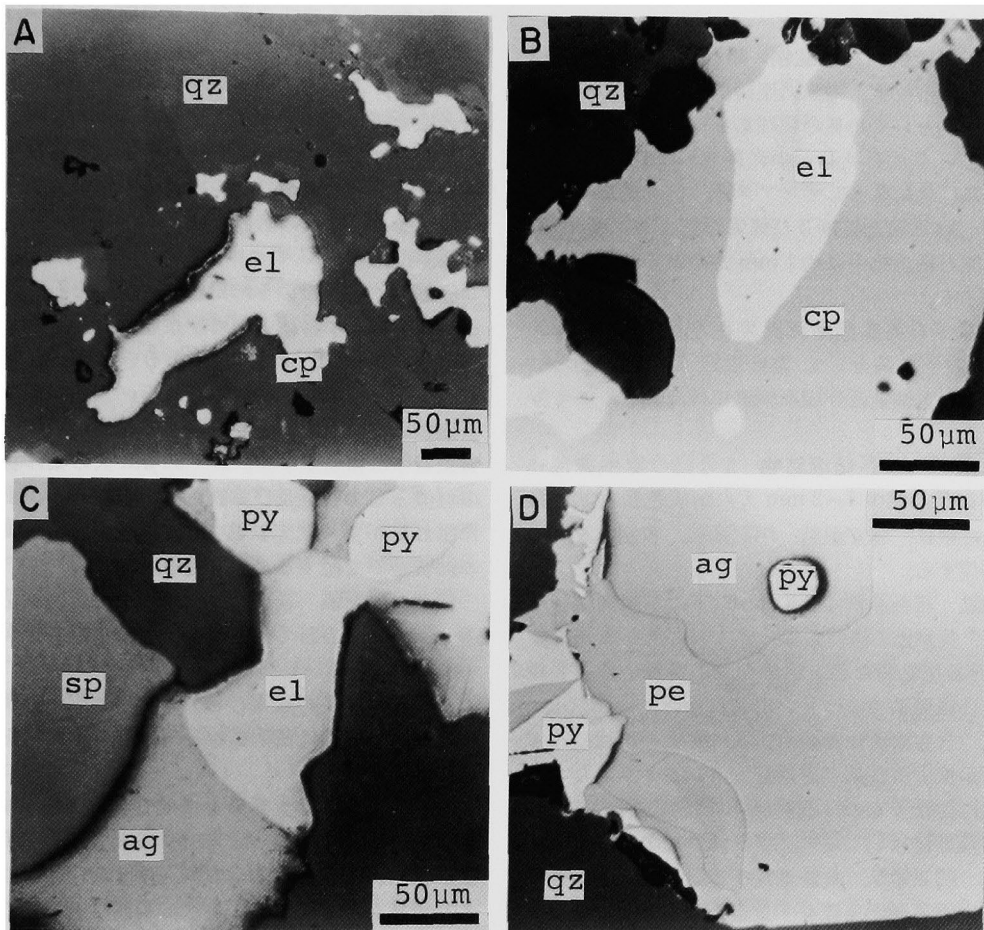


Fig. 7. Photomicrographs of some ore minerals from the Koryu mine. A: Electrum (el) and chalcocopyrite (cp) in quartz (qz) (No. 1 vein, 60 m level); B: Electrum (el) in chalcocopyrite (cp) (No. 1 vein, 45 m level); C: Electrum (el), aguilarite (ag), pyrite (py) and sphalerite (sp) in quartz (qz) (No. 3 vein, 60 m level); D: Aguilarite (ag) in pearceite (pe) associated with pyrite (py) (No. 3 vein, 90 m level).

(Fig. 5D)。

アグイラ鉱 白色乃至乳白色細粒石英に伴われる1~2 cm 幅の含金銀硫化物及び銀黒の縞中にみられる主要銀鉱物である。普通石英中0.1 mm 以下の微細な不規則粒状及びその集合体(約1 mm 大)としてみられ、エレクトラム、ピアス鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱などを伴なう(Fig. 7C)。ときに石英晶洞中0.3~1.0 mm 大の粒状結晶としてのピアス鉱、濃紅銀鉱及び黄銅鉱などと共生する。また緑泥石及びパーミキュライト質粘土縞中0.3~1.0 mm 大の粒状として単独あるいはピアス鉱と密接に組合って産する。ピアス鉱を伴う場合、普通アグイラ鉱はこの鉱物に

よって周囲より縁どられ、または包有される(Fig. 7D)。

ピアス鉱及びポリバス鉱系鉱物 含金銀硫化物及び銀黒の縞中に産し、普通石英と組合うアグイラ鉱と密接に伴ない、上記のようにアグイラ鉱の周辺部に幅5~20 μm の不規則リム状としてみられる。ときには20~30 μm 大、まれに0.5 mm 大の不規則粒状として石英中のエレクトラム、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱及び方鉛鉱と共生する。また緑泥石及びパーミキュライト質粘土縞中や石英晶洞中に0.5~1.5 mm 大の灰黒色六角板状乃至短柱状結晶(Fig. 5C, D)として普通単独に、まれに濃紅銀鉱と組合う。この結晶は内部にしばしば

アグイラ鉱を包有する。

濃紅銀鉱—淡紅銀鉱系鉱物 暗紅色を呈する2~3 mm 大の不規則粒状、箔状乃至薄板状及びその集合体(約1 cm 大)として石英の粒間あるいは割れ目にみられる一方、ときに石英晶洞中に径0.5 mm 長さ2 mm 程度の六角柱状結晶としてピアス鉱、アグイラ鉱、未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物及び輝安銀鉱と共に産する。まれに緑泥石粘土縞中に約1 mm 大の単独粒状結晶として点在する。

輝安銀鉱 石英晶洞中に灰黒色を呈する30~200 μm 大の短柱状結晶として、濃紅銀鉱、未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物、黄銅鉱及び四面銅鉱に伴われ、ごく少量みられる。

未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物 3号鍾の脈中央部にみられる石英晶洞中1~2 mm 大の暗灰色短柱状結晶として濃紅銀鉱、輝安銀鉱、四面銅鉱、黄銅鉱及び氷長石を随伴する。

四面銅鉱 石英晶洞中0.5 mm 以下の不規則粒状結晶として、黄銅鉱、濃紅銀鉱、ピアス鉱及び未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物などと相伴う。石英脈中の含金銀硫化物及び銀黒縞中には見出しされない。

黄銅鉱 含金銀硫化物縞中約5 mm 大の粒状結晶として閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、エレクトラム及びアグイラ鉱に伴うもの、石英脈中の銀黒縞中0.1~0.5 mm 大不規則粒状としてアグイラ鉱、ピアス鉱、エレクトラム、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱及び方鉛鉱などと組合うもの、黒色硬質泥岩角礫を多量含む黄鉄鉱及び石英質鉱石中にみられるもの及び石英晶洞中エレクトラム、アグイラ鉱、ピアス鉱、輝安銀鉱、未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物、四面銅鉱などの銀鉱物に微量伴うものなどがある。上記のうち銀黒や含金銀硫化物縞中にみられるものはしばしばエレクトラムを包有している。

閃亜鉛鉱 含金銀硫化物及び銀黒の縞中0.1~0.5 mm の粒状結晶として石英粒間にエレクトラム、アグイラ鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱及び方鉛鉱などと組合って産する。普通稜帯構造は明瞭でなく、まれに点滴状黄銅鉱を含有する。閃亜鉛鉱または石英脈中ヨハンセンイト縞中に約0.5~1.0 mm 大の粒状として点在し、多数の微細な懸滴状黄銅鉱を含む。前者の閃亜鉛鉱は0.4~1.3 mole% 程度の FeS を有する。

方鉛鉱 銀黒縞中約0.1~0.5 mm 大の不規則粒状として石英の粒間をみだし、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、エレクトラム、アグイラ鉱及びピアス鉱を伴う。また含金銀硫化物縞中に0.5~1.0 mm 大の粒状として黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱及びアグイラ鉱などに伴われる。

黄鉄鉱 含金銀硫化物及び銀黒縞、あるいは緑泥石及びパーミキュライト粘土中単独に、あるいは黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、エレクトラム、アグイラ鉱及びピアス鉱を随伴して産する。また石英脈の盤際で圧砕された黒色硬質泥岩角礫の間隙を石英とともに埋めて少量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、赤鉄鉱、磁鉄鉱及びマンガン方解石を伴う。この黄鉄鉱は1~2 mm 大の五角12面体結晶である。

赤鉄鉱 上記のように母岩角礫を含む石英及び黄鉄鉱中に微粒な集合体として少量産する。鏡下で10~50 μm 大の葉片状を呈し、単独あるいはその集合として石英中、一部黄鉄鉱中にみられる。

磁鉄鉱 黒色硬質泥岩角礫を多量含む石英・黄鉄鉱質鉱石中に僅量産する。10~50 μm 大の葉片状赤鉄鉱の仮像として石英及び黄鉄鉱中にみられる。またまれに磁鉄鉱が葉片状赤鉄鉱中に包有され、5~20 μm 大の粒状として産することもある。

軟マンガン鉱 石英脈の割れ目やその晶洞を充填する一方、細脈として少量産する。酸化帯の二次的鉱物である。

このほか二次的鉱物としては石英晶洞を充填する針鉄鉱や顕微鏡的に黄銅鉱粒を周囲より交代する銅藍などがある。

石英 鉱脈の大部分を構成している主要鉱物で、乳白色、灰白色、白色及び無色半透明、50~300 μm 大の細粒結晶よりなり、その色、粒度及び形状の違いにより縞状構造を呈する。縞状は累被構造である。盤際に近い脈の外側では細粒で乳白色、灰白色及び白色の石英よりなり、ヨハンセンイト、氷長石、緑泥石、パーミキュライト、含金銀硫化物及び銀黒との累被縞状構造がよく発達し、脈全体として対称縞状を呈する。これらの石英は鏡下で羽毛状あるいは揺焰状消光を呈する玉髓質石英である。含金銀硫化物及び銀黒縞中の石英はその粒間に上記したエレクトラム、アグイラ鉱及びピアス鉱などの銀鉱物や黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱及び方鉛鉱などの硫化物を有する。また緑泥石及びパーミキュライト縞中の石英はこれら両粘土鉱物と密接に組合い、ときにアグイラ鉱、ピアス鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱を伴う。

一方鉱脈の中央部にみられる石英は一般にやや粗粒(0.4~2.0 mm 大)の無色半透明石英で、不明瞭ながら縞状を呈し、しばしば晶洞を有する。少量の黄鉄鉱及び黄銅鉱が点在するが、銀鉱物は全く含まれない。晶洞中の石英は普通六角柱状を呈し、マンガン方解石、氷長石のほか、ピアス鉱、濃紅銀鉱、アグイラ鉱、輝安

銀鉱及び未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物などを伴う。

氷長石 普通幅 0.5~3 mm, まれに 1 cm 程度の白色縞として多くは鉱脈の盤際近くに, 石英, 含金銀硫化物, 銀黒, 緑泥石及びバーミキュライトの縞に伴って産する。この白色縞はほとんど 0.5~3 mm 大の (110) 及び ($\bar{1}01$) の発達した菱面体状の氷長石結晶集合よりなり, 少量の石英を伴う。ときに氷長石は縞状石英やヨハンセナイト縞中にも自形乃至半自形結晶としてみられ, また脈中央の石英晶洞中に 0.5~1 cm, とときに 2 cm に及ぶ菱面体状結晶としてアグイラ鉱, ピアス鉱, 未知 Ag-Sb-As 硫塩鉱物及び濃紅銀鉱とともに産する。

ヨハンセナイト 1号鍾及び1号上盤鍾で最も盤際に近く幅数 mm~1 cm の累被縞状として産する。新鮮なものは黄褐色乃至淡褐色を呈するが, 酸化すると暗褐色乃至灰黒色に変化する。ヨハンセナイトは 1 μ m 以下のきわめて微細な結晶の集合として, 累被縞状組織を呈するが, 一部石英及びマンガン方解石中に長さ数 μ m の針状乃至繊維状結晶の集合として産する。ヨハンセナイト縞中には上記の鉱物のほか, 氷長石, 黄鉄鉱及び少量の閃亜鉛鉱がみられる。粉末 X 線回折及び EPMA 分析の結果, 本鉱物がヨハンセナイトと同定された。

緑泥石 石英脈中その盤際近く, 帯灰緑色乃至淡緑色ときに灰白色を呈する幅普通 0.2~2.0 cm の数条の縞としてみられる。しかし粘土質脈では緑泥石の発達よく幅 10 cm 以上にも及び母岩の破片を多量含む。一般に含金銀硫化物及び銀黒縞の外側にみられ, 少量のピアス鉱及びアグイラ鉱などの銀鉱物や黄銅鉱, 黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱を随伴する。鏡下では淡緑色で, 緑泥石特有の弱い干渉色を呈する葉片状結晶の集合をなし, 石英及び少量のバーミキュライト及びカオリンを随伴する。粉末 X 線回折, エチレングリコール処理, DTA 及び EPMA 分析の結果, 本鉱物は鉄, マンガンを少量含む 28.5 Å 長周期緑泥石/サポナイト規則型混合層鉱物であることがわかった。

バーミキュライト 上記の緑泥石縞及び石英縞とともに, 暗緑色乃至帯緑灰黒色の幅 2~20 mm の縞として銀黒縞の外側に 2~3 条にみられる。鏡下で, 褐色乃至黄褐色のやや著しい多色性や, 鮮やかな干渉色を呈し, 長さ 0.1~0.3 mm 大の鱗片状乃至葉片状結晶で, しばしば放射状の集合をなす。つねに石英及び少量の緑泥石を随伴し, とときにピアス鉱, アグイラ鉱, 黄銅鉱, 黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱と組合う。粉末 X 線回折, エチレングリコール処理, 1N NH_4NO_3 処理, 加熱変化, DTA

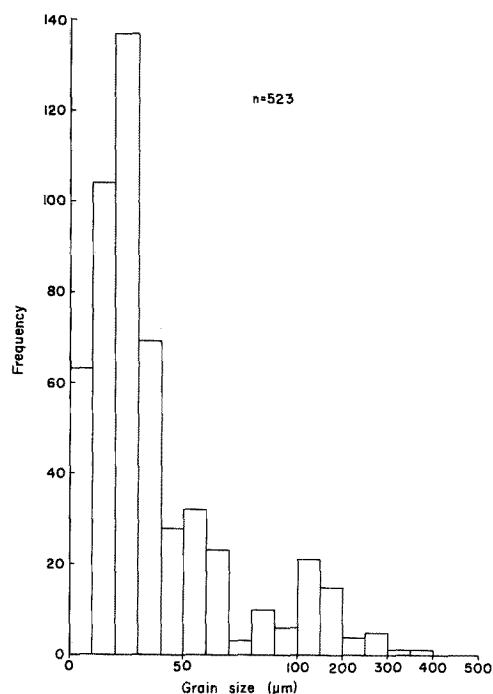


Fig. 8. Grain size of electrum from the Koryu mine.

及び EPMA 分析の結果, 鉄, マンガンを含む 29.5 Å 長周期のバーミキュライト/黒雲母混合層鉱物であることが明らかになった。

カオリン 上記の緑泥石縞に随伴し, 白色乃至灰白色の 5~10 mm 幅の縞として少量産する。鏡下で無色透明で, 弱い干渉色を呈し, 約 1 μ m 以下の微細結晶としてみられる。粉末 X 線回折, DTA 及び EPMA 分析の結果, 結晶度の悪いカオリンであることが判った。

マンガン方解石及び方解石 マンガン方解石は上記のヨハンセナイトに伴われるものと石英晶洞中にみられるものとがある。前者は普通 0.5 mm 以下の細粒としてヨハンセナイトの針状結晶やヨハンセナイト縞を累被する石英の粒間をうめて産する。一方石英晶洞中のものは帯黄淡褐色乃至灰白色を呈する 2~10 mm 大の菱面体乃至板状結晶の集合としてみられる。両者とも EPMA 分析の結果 CaO: 43.3~48.6, MgO: 0.5~2.4, FeO: 0.3~1.8, MnO: 1.9~6.5 wt% の化学組成を有するマンガン方解石であることが判った。

方解石は普通鉱脈中央部の無色半透明石英に少量伴われ, 石英粒間を埋める 0.1~0.2 mm 大の不定形粒としてみられる。このほかまれに石英晶洞中に 0.5~2.0 cm 大の菱面体あるいは板状結晶として産する。

4. 銀 鉱 物

光竜鉱山産銀鉱物の産状については上述した通りで、ここでは各銀鉱物の光学的性質、化学組成及び結晶学的資料について記述する。

エレクトラム 60 m 地並での 1 号鍾及び 3 号鍾産鉱石中にみられるエレクトラムの粒度分布は Fig. 8 のようである。両者ともほぼ同様で差異は認められない。EPMA で求めたこのエレクトラムの組成は Table 2 に示すようで、1 号鍾産のものは 31.1~39.2 wt% Ag (45.0~54.1 at% Ag)、2 号鍾のものは 32.7~35.5 wt% Ag (46.9~50.5 at% Ag) 及び 3 号鍾産のそれは 26.9~55.9 wt% Ag (40.0~70.0 at% Ag) の範囲にあり、ほぼ同じ組成を有する。また一部のものを除き同一粒内での組成変化は小さい。50.0 at% Ag 組成を有するエレクトラムの反射率¹⁾は Table 3 に示すようで、その微小硬度²⁾(VHN₂₅)は 58~60 である。

自然銀 3 号鍾 90 m 地並富鉱部の石英晶洞中に産したひげ状結晶の自然銀の EPMA 分析値が Table 2 に併記されている。これによれば含金量は 0.2 wt% 以下ではほぼ純粋な自然銀に相当する。また、この自然銀の反射率は Table 3 のようで、上記エレクトラムの反射率に比し、全波長領域で高いが、微小硬度は 57~61 で、エレクトラムのそれとほぼ等しい。

アグイラ鉱 鉱石顕微鏡下で淡緑灰色を呈し、反射多色性及び異方性とも弱い。その反射率は Table 3 のようで、共生するピラス鉱のそれに比し、若干高い。上記した各産状のアグイラ鉱について EPMA 分析を行った結果が Table 4 に示されている。これによれば本鉱山産アグイラ鉱の化学組成は Se/(S+Se) 原子比で 14~41 at%，大部分 14~28 at% の範囲にあり、ほぼ Ag₂S と Ag₄SeS との中間組成を有している。本鉱物は上述のように含金銀硫化物、銀黒、緑泥石及びパーミキュライトの縞中や石英晶洞中などに産するが、この産状の違いによる組成の差異は認められない。

Table 5 に石英晶洞産 Ag₂Se_{0.28}S_{0.72} 組成のアグイラ鉱についてガンドルフィーカメラによりえた粉末 X 線回折の資料が合成針銀鉱のそれとともに示されている。これより求められた格子定数は $a=4.238(2)$, $b=6.936(2)$, $c=7.943(3)$ Å 及び $\beta=99.78(3)^\circ$ である。

ピラス鉱及びポリバス鉱系鉱物 鏡下で淡青緑色を帯びた灰白色で、反射多色性は弱い、異方性は顕著で褐色乃至黄灰色の干渉色を呈する。この系の鉱物には安ピラス鉱-ピラス鉱系及びポリバス鉱-砒ポリバス鉱系の二種の固溶体があるが、両者とも光学的性質がよく類似しているため、顕微鏡下での識別は困難である。しかしいずれも光腐蝕が顕著で、この点他の銀鉱物との識別を容易にしている。ピラス鉱の反射率は Table 3 のようで、アグイラ鉱の反射率に比し、全波長

Table 2. Analytical data by EPMA for electrum and native silver from the Koryu mine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
wt % Au	60.8	64.1	69.2	69.1	66.8	63.5	67.6	57.2	59.2	65.3
wt % Ag	39.2	35.3	31.1	31.2	33.5	35.5	32.7	42.7	41.1	35.1
Total	100.0	99.4	100.3	100.3	100.3	99.0	100.3	99.9	100.3	100.4
at % Au	45.9	49.9	55.0	54.8	52.2	49.5	53.1	42.3	44.1	50.5
at % Ag	54.1	50.1	45.0	45.2	47.8	50.5	46.9	57.7	55.9	49.5
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
wt % Au	50.9	56.7	43.7	68.6	51.8	60.6	73.7	59.1	0.2	0.1
wt % Ag	49.7	43.0	55.9	31.8	48.4	39.8	26.9	41.5	99.5	99.7
Total	100.6	99.7	99.6	100.4	100.2	100.4	100.6	100.6	99.7	99.8
at % Au	35.9	41.9	30.0	54.2	36.9	45.5	60.0	43.8	0.1	0.1
at % Ag	64.1	58.1	70.0	45.8	63.1	54.5	40.0	56.2	99.9	99.9

1-2: No.1 vein, 45m level, 3-5: No.1 vein, 90m level, 6-7: No.2 vein, 90m level, 8-10: No.3 vein, 60m level, 11-14: No.3 vein, 90m level, 15-18: No.3 vein, 90m level(druse), 19-20: No.3 vein, 90m level(druse).

¹⁾ ライツ製 MPV-II 型顕微分光々度計で、標準試料として WTiC, SiC 及びガラスプリズムを用いて測定した。

²⁾ 明石製作所製 MVK-D 型を用い、荷重 25 g, 負荷時間 10 秒の条件で測定した。エレクトラム及び自然銀の測定は荷重 25 g とした。

Table 3. Reflectivities in air of electrum, native silver, aguilarite, pearceite, pyrargyrite, proustite and miargyrite from the Koryu mine

	Wave length					
	406nm	436nm	497nm	546nm	586nm	648nm
Electrum	54.6	59.2	79.0	82.6	85.9	88.2
Native silver	77.6	83.4	88.0	91.9	92.2	94.2
Aguilarite	32.5-33.4	33.8-34.4	34.2-35.0	33.2-34.1	31.6-32.4	30.3-31.9
Pearceite	30.0-32.2	32.0-33.1	30.0-32.4	28.5-31.9	28.6-32.3	29.0-31.9
Pyrargyrite	30.8-31.9	33.1-34.4	30.6-32.9	27.6-30.7	26.6-29.4	25.7-28.0
Proustite	30.4-31.7	32.7-33.5	30.3-32.6	27.7-30.2	26.4-28.2	24.3-25.7
Miargyrite	29.4-37.8	31.8-38.1	29.6-37.6	28.5-36.7	27.1	35.5 25.7-33.4

All minerals: No.3 vein, 90m level (druse).

Table 4. Chemical compositions of aguilarite from the Koryu mine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Wt %	Cu	0.6	0.8	0.8	1.3	1.6	0.8	0.0	0.4	0.3	0.2
	Ag	83.1	82.6	81.0	81.6	83.4	83.2	84.4	84.3	83.9	80.4
	S	9.1	9.4	9.9	10.6	10.4	10.3	10.2	9.8	9.9	7.0
	Se	6.7	6.9	7.5	6.1	5.1	4.2	5.8	5.2	5.2	12.2
	Total	99.5	99.7	99.2	99.6	100.5	98.5	100.4	99.7	99.3	99.8
At %	Cu	0.8	1.1	1.1	1.7	2.1	1.1	0.0	0.5	0.4	0.2
	Ag	67.1	66.0	64.3	63.8	65.1	66.6	66.6	67.4	67.2	66.5
	S	24.7	25.3	26.5	27.9	27.3	27.7	27.1	26.4	26.7	19.5
	Se	7.4	7.5	8.1	6.5	5.4	4.6	6.3	5.7	5.7	13.8
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Wt %	Cu	0.0	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ag	84.2	83.1	84.1	82.9	83.0	83.0	82.8	84.0	85.0	82.8
	S	10.4	10.6	10.8	9.1	9.2	9.3	9.5	9.1	10.3	8.8
	Se	4.6	5.1	5.8	7.7	8.5	8.4	7.6	7.0	5.5	8.7
	Total	99.2	99.3	100.9	99.9	100.7	100.7	99.9	100.1	100.8	100.3
At %	Cu	0.0	0.7	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ag	67.1	65.6	65.6	66.6	66.1	66.0	66.2	67.7	66.8	66.6
	S	27.9	28.2	27.6	24.6	24.7	24.8	25.5	24.6	27.3	23.9
	Se	5.0	5.5	6.2	8.5	9.3	9.1	8.3	7.7	5.9	9.5

1-4: No.1 vein, 90m level, 5-10: No.1 vein, 60m level, 11-13: No.3 vein, 60m level, 14-16: No.2 vein, 90m level, 17-20: No.3 vein, 90m level.

領域で若干低い。

Table 6 は鉱脈中にみられる各産状のピアス鉱及びポリバス鉱系鉱物の EPMA 分析値を示している。そのほとんどが少量、たとえば 1.8~6.1 wt% の Se を含有している。各分析値の Ag+Cu: Sb+As: S+Se の原子比は 15.73~16.30: 1.70~2.30: 10.50~11.21 とその理想式の比 16: 2: 11 にほぼ近い値を示している。今原子比 Cu/(Ag+Cu) と Sb/(As+Sb) との関係を図示すれば Fig. 9 のようで、大部分の分析値は安ピアス鉱-ピアス鉱系の領域 (Hall, 1967) に入るが、一部のはポリバス鉱-砒ポリバス鉱系に属する。ピアス鉱系鉱物の Sb/(As+Sb) の原子比は 1.5~98 at%, またポリバス鉱系鉱物のそれは 0~52 at% と組

成範囲は広い。分析に供した試料中にみられる顕著な組成変化は累帯組織によるものでなく、むしろその産状や結晶粒の違いによるものである。

ガンドルフィーカメラによる (Ag_{13.88} Cu_{1.99}) (Sb_{9.09} As_{9.98}) (S_{10.48} Se_{0.75}) 組成のピアス鉱 (3号鍾90m地並産) の粉末 X線回折結果が Table 7 に示されている。同表中には合成相 (Sugaki *et al.*, 1983) の資料が併記されている。これらの X線回折資料より求めたピアス鉱の格子定数は擬六方晶系として $a=7.417$, $c=11.958$ Å である。

濃紅銀鉱-淡紅銀鉱系鉱物 鉱石頭微鏡下で淡青灰色乃至青灰色に変化する弱い反射多色性を呈し、異方性顕著で灰白色乃至暗灰色の干渉色を示す。本系の鉱

Table 5. The data of X-ray powder diffraction for agularite, $\text{Ag}_2\text{Se}_{0.29}\text{S}_{0.72}$, in druse of No. 3 vein, Koryu mine

hkl	Aguilarite (Koryu)		Acanthite (Synthetic)	
	I	d(calc)	I	d(obs)
101	10	3.99	10	3.96
110	-	-	6	3.571
111	25	3.448	35	3.437
012	10	3.411	20	3.383
111	80	3.087	60	3.080
112	80	2.857	70	2.836
120	75	2.669	45	2.664
121	100	2.613	100	2.606
022	50	2.594	70	2.583
112	75	2.468	70	2.456
121	70	2.444	80	2.440
013	-	2.442	60	2.421
103	25	2.404	75	2.383
031	75	2.217	45	2.213
122	10	2.101	16	2.093
200	60	2.089	45	2.083
023	-	2.085	16	2.072
103	10	2.060	16	2.047
131	20	1.999	16	1.995
123	20	1.976	20	1.963
004	3	1.957	4	1.935
131	-	1.921	4	1.918
212	10	1.911	14	1.903
014	5	1.884	16	1.866
114	-	1.833	4	1.816
221	-	1.802	4	1.798
040	10	1.735	12	1.733
213	10	1.728	20	1.718

a=4.238(2) Å
b=6.936(2)
c=7.943(3)
β=99.78(3)°

a=4.229 Å
b=6.931
c=7.862
β=99.61°

Aguilarite: No. 3 vein, 90m level,
acanthite: JCPDS 14-72.

物には濃紅色乃至紅色の内部反射がみられる。濃紅銀鉱及び淡紅銀鉱の反射率を Table 3 に示しているが、両者はほぼ同じ様な反射率を有するが、長波長側で前者の方がわずかに高い。

石英中の薄板状結晶及び石英晶洞中の短柱状結晶を呈する紅銀鉱系鉱物の EPMA 分析値は Table 8 のようで、As, Sb, As 及び S の主要元素のほか、Cu 及び Se を微量含有する。(Ag+Cu):(Sb+As):(S+Se) の原子比は 2.89~3.03:1.01~1.19:2.91~3.00 で、ほぼその理想式の比 3:1:3 を満足する。またその Sb/(As+Sb) の原子比は 0~97 at% と非常に広い組成範囲を示し、紅銀鉱固溶体のほとんど全領域に亘る。そのうち石英中の薄板状のものはほぼ純粋な淡紅銀鉱 Ag_3AsS_3 であるが、石英晶洞中の結晶は Sb/(As+

Table 6. The chemical compositions of pearceite-antimonpearceite and arsenpolybasite-polybasite series minerals from the Koryu mine

	1	2	3	4	5	6*	7*	8*	9	10
wt %										
Cu	9.4	9.4	9.4	6.6	6.2	4.8	2.6	3.3	7.6	7.3
Ag	64.0	63.9	64.5	68.3	66.3	67.3	73.4	71.6	68.0	68.6
Sb	0.3	1.0	1.4	0.5	3.1	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
As	7.6	7.6	5.5	6.2	6.3	3.6	7.3	7.6	6.8	7.0
S	14.2	14.3	14.0	14.8	14.3	14.3	14.6	14.2	15.3	16.3
Se	4.3	4.3	5.4	2.5	2.5	2.5	1.9	3.0	1.8	0.0
Total	99.8	100.5	100.2	98.9	98.7	99.0	99.8	99.7	99.6	99.2
wt %										
Cu	11.0	11.0	11.1	7.9	7.5	5.9	3.2	4.0	9.0	8.5
Ag	44.2	43.9	44.8	48.1	47.3	48.8	52.4	51.2	47.0	47.0
Sb	0.2	0.6	0.9	0.3	2.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
As	7.6	7.5	5.5	6.3	6.5	3.8	7.5	7.8	6.8	6.9
S	33.0	33.0	32.7	35.0	34.3	34.9	35.1	34.1	35.5	37.6
Se	4.1	4.0	5.1	2.4	2.4	2.5	1.8	2.9	1.7	0.0
Total	100.1	99.6	99.5	99.4	99.2	99.5	99.4	99.8	100.0	99.4
wt %										
Cu	7.8	5.5	5.8	5.5	11.2	8.1	7.9	8.2	7.9	7.8
Ag	68.2	69.7	68.7	68.5	63.1	64.3	64.2	64.2	64.2	63.8
Sb	0.2	0.2	0.5	0.8	1.6	5.2	6.1	6.3	8.2	10.3
As	6.7	6.7	6.8	6.5	5.8	4.3	3.4	3.8	1.4	0.0
S	15.4	15.3	15.3	15.4	15.0	14.7	14.6	14.3	14.9	14.4
Se	1.8	2.2	2.4	2.7	2.6	2.9	3.2	3.0	3.4	3.1
Total	100.1	99.6	99.5	99.4	99.2	99.5	99.4	99.8	100.0	99.4
wt %										
Cu	9.1	6.5	6.9	6.5	12.9	9.7	9.5	9.9	9.5	9.5
Ag	46.9	48.6	47.9	47.8	43.3	45.2	45.4	45.4	45.3	45.9
Sb	0.1	0.1	0.3	0.5	1.0	3.2	3.8	4.0	5.1	6.6
As	6.6	6.8	6.8	6.5	5.7	4.3	3.5	3.9	1.4	0.0
S	35.6	35.9	35.9	36.1	34.6	34.8	34.7	34.0	35.4	34.9
Se	1.7	2.1	2.3	2.6	2.4	2.8	3.1	2.9	3.3	3.1

*Polybasite series mineral.

1-3: No.1 vein, 45m level, 4-6: No.1 vein, 90m level, 7-9: No.3 vein, 60m level, 10-11: No.3 vein, 90m level(druise), 12-20: No.3 vein, 90m level.

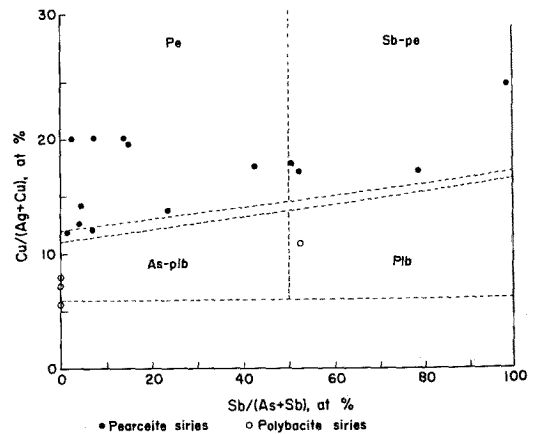


Fig. 9. Relation between $\text{Cu}/(\text{Ag}+\text{Cu})$ and $\text{Sb}/(\text{As}+\text{Sb})$ in chemical composition of minerals of pearceite (Pe)-antimonpearceite (Sb-pe) and arsenpolybasite (As-plb)-polybasite (Plb) series.

Table 7. X-ray powder diffraction data of pearceite from No.3 vein, 90 m level, Koryu mine

hkl	Pearceite (Koryu mine)			Pearceite (Synthetic)		
	I	d(obs)	d(calc)	I	d(obs)	d(calc)
001	30	11.9	12.0	5	11.9	11.8
100	5	6.37	6.43	10	6.435	6.434
002	5	6.03	5.98	20	5.913	5.911
101	-	-	-	11	5.653	5.652
102	-	-	-	4	4.354	4.353
003	-	-	-	2	3.942	3.941
110	5	3.69	3.71	7	3.717	3.715
111	-	-	-	35	3.545	3.544
103	-	-	-	12	3.362	3.361
200	-	-	-	4	3.217	3.217
112	-	-	-	8	3.146	3.145
201	20	3.10	3.10	65	3.105	3.104
004	50	2.99	2.99	85	2.956	2.956
202	100	2.83	2.83	100	2.826	2.826
113	2	2.72	2.72	4	2.704	2.703
104	-	-	-	12	2.686	2.686
203	30	2.495	2.501	55	2.4928	2.4922
211	20	2.380	2.379	50	2.3821	2.3821
114	30	2.327	2.327	40	2.3132	2.3130
212	-	-	-	2	2.2500	2.2491
105	5	2.243	2.241	10	2.2196	2.2195
204	10	2.191	2.188	40	2.1764	2.1766
300	5	2.141	2.141	25	2.1454	2.1448
301	5	2.108	2.108	25	2.1106	2.1104
213	5	2.071	2.073	25	2.0699	2.0696
302	-	-	-	25	2.0164	2.0164
115	20	2.010	2.010	40	1.9950	1.9948
006	-	-	-	3	1.9712	1.9705
205	5	1.918	1.918	20	1.9052	1.9053
106	-	-	-	20	1.8841	1.8841
214	5	1.884	1.885	11	1.8784	1.8780
220	10	1.855	1.854	50	1.8577	1.8575

Synthetic pearceite: (Ag_{0.755}Cu_{0.245})₁₆As₂S₁₁.

Sb)原子比で7~97 at% と広い範囲を有し、一般に結晶中央がAs分に、その外縁部がSb分に富む累帯変化を示している。

ギニエカメラでえた Ag_{2.94}Sb_{0.18}As_{0.93}S_{2.95} 組成の淡紅銀鉱のX線粉末回折結果より求めた格子定数は a=10.877(6), c=8.702(9) Å で、合成淡紅銀鉱の値 (Sugaki *et al.*, 1978) a=10.793(1), c=8.676(1) Å より若干大きい。

輝安銀鉱 鉱石顕微鏡下で灰白色乃至淡青白色に変化する明瞭な反射多色性を呈し、異方性も顕著で灰白色乃至褐色の鮮やかな干渉色を示す。未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物を被って共生するが、一般に両者の識別は容易でない。ときに濃紅色の内部反射がみとめられる。本鉱物の反射率を他の銀鉱物のそれと併記し Table 3

Table 8. Analytical data for ruby silver mineral from the Koryu mine

	1	2	3	4	5	6
Cu	0.0	0.3	0.2	0.0	0.3	0.0
Ag	59.9	61.5	61.2	61.7	61.5	63.3
Sb	22.2	15.0	12.9	12.3	12.1	10.2
At %						
As	0.5	4.3	6.0	6.1	6.9	8.1
S	17.9	18.2	17.9	18.5	18.4	18.9
Se	0.0	0.9	2.2	1.4	0.7	0.0
Total	100.5	100.2	100.4	100.0	99.9	100.5
Cu	0.0	0.3	0.2	0.0	0.3	0.0
Ag	42.6	42.7	42.3	42.4	42.3	42.9
Sb	14.0	9.2	7.9	7.5	7.4	6.1
At %						
As	0.5	4.3	6.0	6.0	6.8	7.9
S	42.9	42.5	41.6	42.8	42.5	43.1
Se	0.0	0.8	2.1	1.3	0.7	0.0
	7	8	9	10	11	12
Cu	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0
Ag	62.5	64.9	64.9	65.1	65.4	65.1
Sb	4.3	2.5	1.8	0.2	0.1	0.5
At %						
As	13.7	13.3	15.2	15.2	15.1	15.2
S	18.6	18.9	19.0	19.4	19.5	19.4
Se	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2
Total	99.1	99.8	100.9	100.4	100.3	100.4
Cu	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0
Ag	42.0	43.2	42.6	42.5	42.7	42.6
Sb	2.5	1.4	1.1	0.1	0.1	0.3
At %						
As	13.3	12.8	14.4	14.3	14.2	14.3
S	42.1	42.4	41.9	42.6	42.8	42.6
Se	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2

1-9: No.3 vein, 60m level(druse), 10-12: No.3 vein, 60m level.

Table 9. Chemical compositions of miargyrite from the Koryu mine

	1	2	3	4	5	6
Cu	0.5	0.4	0.0	0.4	0.0	0.5
Ag	36.2	35.3	36.4	36.4	35.6	36.6
Sb	41.6	42.2	41.1	41.1	42.0	40.1
At %						
As	0.0	0.1	0.2	0.2	0.7	1.0
S	22.1	22.2	21.8	22.1	22.1	22.2
Se	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
Total	100.4	100.2	99.5	100.5	100.4	100.4
Cu	0.5	0.6	0.0	0.5	0.0	0.6
Ag	24.5	23.8	24.9	24.5	23.9	24.5
Sb	24.9	25.2	24.9	24.5	25.1	23.9
At %						
As	0.0	0.1	0.2	0.2	0.7	1.0
S	50.1	50.3	50.1	50.1	50.3	50.0
Se	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0

1-6: No.3 vein, 60m level.

に掲げてある。その反射率は他の含銀硫塩鉱物に比し、全領域で若干高く、また方位による差異も大きい。また EPMA で求めた輝安銀鉱の組成は Table 9 のよう

Table 10. Analytical data of tetrahedrite from No. 3 vein, 60 m level, Koryu mine

	1	2	3	
wt %	Cu	21.4	22.0	20.9
	Ag	24.5	24.1	25.3
	Fe	5.8	5.8	5.9
	Zn	0.0	0.0	0.1
	Sb	21.5	21.6	21.0
	As	4.0	4.0	4.3
	S	23.3	23.3	23.3
	Se	0.0	0.1	0.1
	Total	100.4	100.9	100.8
	at %	Cu	20.7	21.2
Ag		14.0	13.7	14.4
Fe		6.4	6.4	6.5
Zn		0.0	0.0	0.1
Sb		10.9	10.9	10.6
As		3.3	3.3	3.5
S		44.7	44.5	44.7
Se		0.0	0.1	0.1

で、As量は0.2 at%以下で、Ag: (Sb+As): Sの原子比は0.98~1.00: 1.00: 2.00~2.01となり理想式の比によく一致する。

未知 Ag-Sb-As 硫塩鉱物¹⁾ 鏡下で黄色乃至淡褐色を帯びた灰白色の弱い反射多色性を示す。異方性きわめて著しい黄褐色乃至青灰色の鮮やかな干渉色を有する。普通双晶を呈し、完全な劈開がみられる。EPMA分析及びX線回折の結果、aramayoite²⁾ 類似の構造を有するAgSbS₂-AgAsS₂系の独立相であることがわかった(菅木ら1984)。この鉱物の詳細については別に報告する。

四面銅鉱 EPMA分析値はTable 10のようで、24.1~25.3 wt% Ag (13.7~14.4 at% Ag) 及び4.0~4.3 wt% Fe (6.4~6.5 at% Fe) を含むが、Znは0.1 wt%以下、Asは4.3 wt% (3.5 at%) 以下でともに少ない。(Cu+Ag): (Fe+Zn): (Sb+As): (S+Se)の原子比は10.04~10.12: 1.85~1.88: 4.09~4.10: 12.93~12.97とその理想式の原子比10: 2: 4: 13にはほぼ一致する。

5. 流体包有物

1号鍾45 m地並及び3号鍾60 m地並のエレクトラムや銀鉱物を含む含金銀硫化物縞に内接する石英及び3

号鍾90 m地並産の銀鉱物を有する晶洞石英中の流体包有物について、均質化温度及び塩濃度を測定した。測定はLinkam製TH600型加熱冷却ステージを用い、均質化温度は2°C/min、また氷点温度は0.2°C/minの昇温速度で測定した。

流体包有物は大部分気・液2相であるが、少量液相のみのものがみられた。測定した包有物は気・液2相の液体包有物で、その大きさは20~50 µm程度である。

均質化温度の測定結果をFig. 10A, B及びCに示している。測定結果は大部分220~300°Cの範囲にあるが、とくに含金銀硫化物縞に内接する石英中のものは240~270°Cに集中する。

均質化温度を測定したのと同じ流体包有物について、氷点測定より、そのNaCl相当濃度を求めた。この塩濃度と均質化温度との関係をFig. 11に示している。これによれば含金銀硫化物縞に内接する石英中の液体包有物の塩濃度は1号鍾、0.4~1.0 wt%、及び3号鍾、0.0~0.9 wt%でほぼ同じ程度の濃度を示し、それらの均質化温度もともに240~270°Cに集中する。一方3号鍾晶洞中のものは塩濃度0.0~1.4 wt%、大部分0.7~1.4 wt%で、かつ、その均質化温度は230~250°Cとなり、上記のものに比し、均質化温度はやや低く、塩濃度は若干高い。

6. 考察

上記のように光竜鉱山の鉱脈は細粒乳白色、灰白色及び無色半透明の縞状石英を主とし、これにヨハンゼナイト、水長石、緑泥石、パーミキュライト、含金銀硫化物及び銀黒などの累被縞を伴い、脈中央には晶洞を有する浅熱水性の含金銀石英脈である。含金銀物としては、エレクトラム、自然銀、アグイラ鉱、ピラス鉱、ポリバス鉱、濃紅銀鉱-淡紅銀鉱、輝安銀鉱、未知Ag-Sb-As系硫塩鉱物及び含銀四面銅鉱など多くのものが見い出されているが、未だ輝銀鉱(針銀鉱)は見つかっていない。これらの銀鉱物は主として含金銀硫化物、銀黒、パーミキュライト及び緑泥石の縞中に産し、黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱に伴われる一方、石英晶洞中にもみられ、概して高品位の金銀鉱を構成する。しかし、本鉱山に近い千歳(山岡・根建, 1978)、手稲(渡辺, 1936)及び小別沢(石橋, 1956)

¹⁾ 本鉱物はIMA新鉱物委員会へ新鉱物として申請中である。

²⁾ 従来Ag(Sb, Bi)S₂の組成とされているが、Mullen and Nowacki (1974)により、その理想式はAg₆Sb₅BiS₁₂とされている。

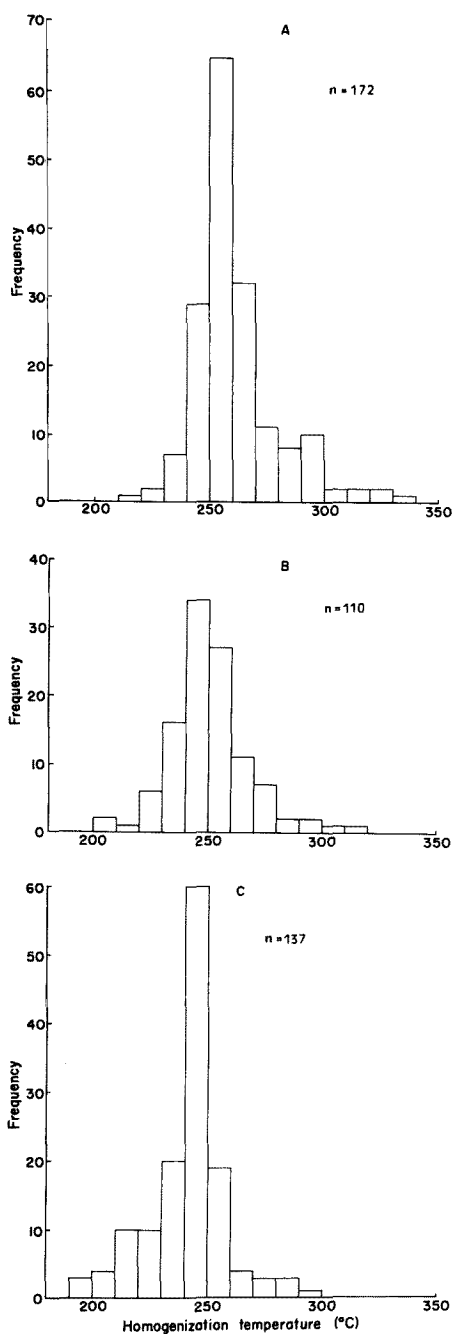


Fig. 10. Homogenization temperatures of fluid inclusions in quartz from the Koryu mine. A: No.1 vein, 45 m level (outside quartz adjacent to gold-silver bearing sulfide band); B: No.3 vein, 60 m level (quartz of outside adjacent to gold-silver bearing sulfide band); C: No.3 vein, 90 m level (drusy quartz).

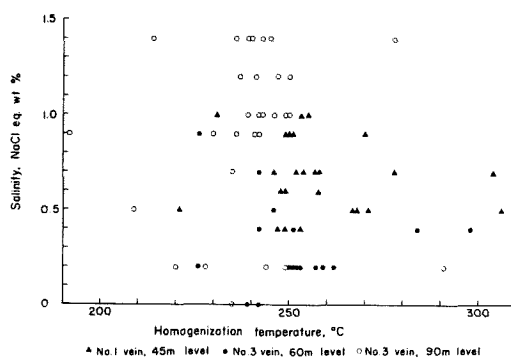


Fig. 11. Relation between homogenization temperatures and salinities (NaCl equivalent wt %) of fluid inclusions in the same specimens as shown in Fig. 10.

などの金銀鉱脈からはヘッス鉱、ベッツ鉱及びシルバニア鉱などの含テルル金銀鉱物の産出が知られているが、本鉱山ではまだ見い出されていない。

一方、特徴的な脈石鉱物としてヨハンセナイト、氷長石及び29.5 Åパーミキュライト/黒雲母混合層鉱物が産出するが、浅熱水性金銀石英脈に普通に産する絹雲母はいまのところみられない。この点、千歳鉱山にみられる鉱脈(舟橋, 1961; 藤本, 1961;)とやや趣を異にする。また、母岩の黒色硬質泥岩の珩化作用もさほど著しくない。

光竜鉱山周辺の豊羽(林ら, 1982)及び轟(原田, 1949)などの鉱山からは含マンガン珩酸塩鉱物としてテフロ石、パラ輝石、パイロックスマンガン石及びバスタム石などの報告があるが、本鉱山からは上記のようにヨハンセナイトのみで、これらの鉱物は見い出されていない。ヨハンセナイトが浅熱水性の金銀石英脈から産出することはまれで、これまで静岡県河津・湯ヶ島両鉱山(Geol. Surv. Japan, 1970)及び山形県八谷鉱山天狗鍾(谷口, 1969)からこの産出が報告されているが、光竜鉱山の鉱化作用を特徴づける鉱物と考えられる。

上述のように本鉱山からは緑泥石及びパーミキュライトの粘土鉱物を産する。前者は28.5 Å長周期の緑泥石/サボナイト混合層鉱物で、すでに布計(田口・渡辺, 1973), 串木野(武内・飯山, 1979; 長沢, 1981)及び轟(米田・渡辺, 1981)などの浅熱水金銀鉱脈から見い出されているものによく類似している。一方パーミキュライトは29.5 Åの長周期を示す混合層鉱物で、石英及び緑泥石を伴い累被縞を構成する。このような29.5 Å長周期のパーミキュライト/黒雲母混合層の産出はこれまで浅熱水性金銀鉱脈では知られていない。本

鉱床の特異性を示すものと考えられる。またこの 29.5 Å パーミキュライト/黒雲母混合層と 28.5 Å 緑泥石/サボナイト混合層の共存も興味ある現象である。

エレクトラムの組成は 27.9~55.9 wt% Ag (38.5~70.0 at% Ag) で、ナウマン鉱やアグイラ鉱と共生する珊瑚、旭日及び大身谷鉱山産のエレクトラムの組成、それぞれ 60.7~71.4 at% (菅木ら, 1982), 87~100 at% 及び 70~100 at% Ag (菅木ら, 1971) に比し、その含金量は高く、千歳鉱山のエレクトラムの 40.1~67.8 at% Ag (Sato *et al.*, 1981) に近い値になっている。

アグイラ鉱は本鉱山産銀鉱物中最も主要なもので、含金銀硫化物や銀黒の縞または石英晶洞中に産する。このアグイラ鉱の組成は $Ag_2Se_{0.14}S_{0.86} \sim Ag_2Se_{0.41}S_{0.59}$ の範囲にあり、その多くは Ag_2S と Ag_4SeS のほぼ中間組成を有している。これらの組成範囲は Petruk *et al.* (1974) が天然の試料から推定した相図にみられる Ag_2S - Ag_4SeS (針銀鉱-アグイラ鉱) 間の不混和 2 相領域に入る。また、10% KCN 溶液による 1 分間の腐蝕によっても、Petruk *et al.* (1974) の示したような離溶組織は現われない。この鉱物に対する X 線粉末回折結果も針銀鉱とアグイラ鉱の混合物ではなく、その格子定数は針銀鉱とアグイラ鉱の中間の値を示し、本鉱物が単斜晶系¹⁾の単一相であることがわかる。これらの結果は低温で Ag_2S - $AgSe_{0.7}S_{0.3}$ 間に単斜晶系の針銀鉱-アグイラ鉱系固溶体が存在するという菅木ら (未公表) の相平衡実験結果²⁾と一致する。

ピアス鉱-ピアス鉱系鉱物及びポリバス鉱-砒ポリバス鉱系鉱物が本鉱床から見いだされているが、その多くはピアス鉱系鉱物で、ポリバス鉱系鉱物は少ない。ピアス鉱系鉱物はほぼ 0~100 at% Sb/(As+Sb) の全固溶体領域の組成範囲を有する。このような広範囲の組成を有するピアス鉱が本鉱床から産することは珍しい。このような場合、普通結晶粒内に累帯構造がみられるが、本鉱物の場合累帯構造による組成変化はみられず、組成変化はむしろその産状や結晶粒の違いによるもので、石英晶洞中にみられるものは As 端成分に近いピアス鉱に当る。

本鉱山産濃紅銀鉱-淡紅銀鉱系鉱物にはほぼ純粋な Ag_3SbS_3 及び Ag_3AsS_3 組成のもののほか、それらの中間組成のものが見いだされた。一般に結晶粒の内部に累帯構造がみられる場合、結晶の外縁ほど Sb に富

む傾向がある。Toulmin (1963) は 300°C 以上で Ag_3SbS_3 - Ag_3AsS_3 系の相平衡実験を行い、300°C 以上で両鉱物間に連続固溶体が存在するが、天然では 17~96 mole% Ag_3SbS_3 組成を有するものが見いだされていないことから、300°C 以下で両鉱物間に不混和 2 相領域が存在するとした。しかしながら、光電鉱山産紅銀鉱は両者のほぼ中間組成、20~80 mole% Ag_3SbS_3 の広い組成範囲を有し、その X 線回折結果もその単一相であることが判った。このことから低温でも広範囲の固溶体が存在している可能性があり、Toulmin (1963) の考察は再検討を要する。

また輝安銀鉱及び未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物も濃紅銀鉱-淡紅銀鉱系鉱物と同様、結晶の中央部ほど As に富み、外縁部ほど Sb 成分を増加する累帯組成変化がみられ、ときには後者の Ag-Sb-As 系硫塩鉱物の結晶面を被うように輝安銀鉱が生じている。このことから最末期の銀鉱化作用は Sb に富む方向に移化してい

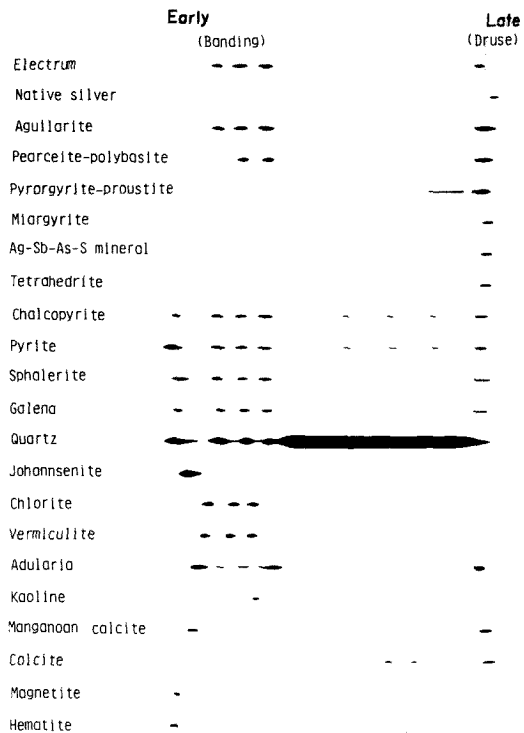


Fig. 12. Mineralization sequences of minerals in the Koryu mine.

¹⁾ Petruk *et al.* (1974) はアグイラ鉱を斜方晶系の対称をもつ鉱物と考えている。

²⁾ 菅木ら (1982) の論文に Ag_2S - Ag_2Se 系相平衡図が示されている。これによればアグイラ鉱は単斜晶系の鉱物とされている。

ると推察される。

四面銅鉱は 24.1~25.3 wt% Ag を含み、いわゆるフライベルグ鉱に相当するが、Zn をほとんど含まず、Fe に富む組成である。この傾向は珊瑚鉱山産四面銅鉱(芭木ら, 1982)にも認められ、黒鉱々床産四面銅鉱の Zn 固溶量が Fe に比し高いのと逆の関係になっている。

光電鉱山産鉱石鉱物及び脈石鉱物の晶出順序は大略的に Fig. 12 に示すようで、まず石英、黄鉄鉱及び少量の黄銅鉱の鉱化作用がはじまり、ややおくれでヨハンセンナイトが生じ、これに閃亜鉛鉱及びマンガン方解石を伴う。次いで主要な金銀鉱物及び硫化鉱物の鉱化作用があり、エレクトラム、アグイラ鉱、ピアス鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱などが晶出し、含金銀硫化物及び銀黒縞を形成している。これらと相前後して石英、水長石、緑泥石、パーミキュライト及びカオリンがそれぞれまた縞状として生じている。これらの鉱化作用は金銀鉱物及び硫化物をも含めて数回繰返され、各鉱物が反覆する縞状の配列を形成している。これに引続いて、主としてやや粗粒の不毛石英が多量晶出し、これに微量の黄鉄鉱、黄銅鉱や方解石を伴う。その末期に晶洞を形成、最後の鉱化作用の産物として、石英、水長石、マンガン方解石、エレクトラム、自然銀、アグイラ鉱、ピアス鉱、濃紅銀鉱、未知 Ag-Sb-As 系硫塩鉱物、輝安銀鉱及び四面銅鉱などが晶洞鉱物として生じている。

含金銀硫化物縞に内接する石英及び晶洞石英の流体包有物の均質化温度は 220℃~300℃、大部分 240℃~270℃、その塩濃度は 0.0~1.4wt% (NaCl 相当濃度) で、光電鉱山に近接する千歳鉱山及び豊羽鉱山の銀鉱脈(礼文鍾)産石英中の流体包有物の均質化温度及び塩濃度 230~270℃、0.0~2.7wt% (Yajima, 1979) 及び 200~240℃、0.4~1.8wt% (工藤ら, 1984) に近いが、豊羽鉱山の Pb-Zn 鉱脈にみられる流化包有物の塩濃度 0.2~4.2 wt% (Yajima, 1979)、0.5~4.8 wt% (工藤ら, 1984) に比し低い。

上述した金銀鉱化作用の条件について検討するため、エレクトラム及びアグイラ鉱と組合う閃亜鉛鉱の組成を EPMA で求めた。その分析結果を共存するエレクトラムの組成とともに Table 11 に示している。閃亜鉛鉱の FeS 含有量は 0.4~1.3 mole% FeS の範囲で、これと組合うエレクトラムの組成は $N_{Ag} = 0.45 \sim 0.59$ であるが、Table 2 に掲げたように鉱床全体としては $N_{Ag} = 0.39 \sim 0.70$ の範囲にある。Barton and Toul-

Table 11. Chemical compositions of sphalerite and electrum associated with each other

	1	2	3	4	5
Sphalerite					
Cu	0.0	0.0	0.7	0.2	0.0
Fe	0.3	0.8	0.5	0.6	0.5
Zn	67.2	66.7	65.9	69.5	66.3
Mn	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1
Cd	0.1	0.2	0.7	0.0	0.1
S	32.8	32.8	32.6	32.9	32.6
Total	100.5	100.7	100.4	99.7	99.6
Electrum					
Cu	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0
Fe	0.2	0.7	0.4	0.5	0.4
Zn	49.9	49.4	49.2	49.2	49.7
Mn	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1
Cd	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1
S	49.7	49.6	49.6	50.1	49.8
FeS Mole %	0.4	1.3	0.8	1.0	0.9
Electrum					
Ag	43.9	28.7	33.5	35.3	31.2
Au	56.4	71.2	65.7	64.1	69.1
Total	100.3	99.9	99.2	99.4	100.3
N_{Ag}	0.59	0.42	0.48	0.50	0.45

1-2: No.3 vein, 90m level, 3: No.3 vein vein, 60m level, 4: No.1 vein, 45m level, 5: No.1 vein, 90m level.

min (1964, 1966) による輝銀鉱と共生するエレクトラムの N_{Ag} -硫黄フュガンティー (fs_2) 及び閃亜鉛鉱の FeS 濃度-温度- fs_2 関係図に、光電鉱山産エレクトラムの組成 ($N_{Ag} = 0.39 \sim 0.70$) 及び閃亜鉛鉱の FeS 含有量 (0.4~1.3mole% FeS) の範囲を示せば Fig. 13 のようである。しかし、光電鉱山産エレクトラムは輝銀鉱でなく、アグイラ鉱と組合うので、輝銀鉱+エレクトラム共生の fs_2 値より若干低い値になると考えられる(芭木ら, 1982)。また鉱脈中上記エレクトラム、アグイラ鉱、閃亜鉛鉱に伴い、常に黄鉄鉱がみられることから、光電鉱山の主要な金銀鉱化作用の温度及び fs_2 値は 175~250℃ 及び $\log fs_2$ (atm) : -15.5~-11.5 と考えられる¹⁾。この温度範囲は石英中の流体包有物均質化温度の集中する 240℃~270℃ に比し若干低い。また上記の温度及び fs_2 値は千歳鉱山大黒 2 号鍾の 240~300℃、 $\log fs_2$ (atm) = -11~-9 (山岡・根建, 1978) に比し、温度及び fs_2 値とも若干低い。

謝辞 本研究に当り種々ご援助いただいた合同資源産業株式会社本社鉱山事業部及び光電鉱業所の方々にお礼申し上げます。また本稿を草するに当り、実験及び資料整理にご協力いただいた小島晶二博士に

¹⁾ まれに晶洞中に自然銀を産するが、この場合の fs_2 は Fig. 13 の Ag 領域に相当する。

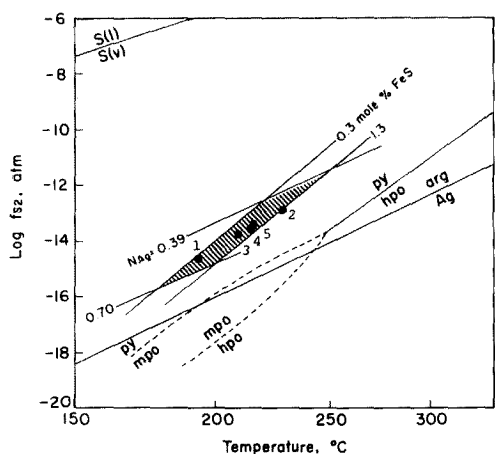


Fig. 13. Inferred range of temperatures and sulfur fugacities of gold-silver mineralization in the Koryu mine. arg: Argentite; hpo: Hexagonal pyrrhotite; mpo: Monoclinic pyrrhotite; py: Pyrite. N_{Ag} : Atomic fraction of silver in electrum; mole % FeS: Concentration of FeS in sphalerite. Nos. 1 to 5: Same specimen as in Table 11.

感謝する。

本研究に用いた費用の一部は文部省科学研究費補助金による。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 秋葉 力, 藤井 力, 松井 愈, 岡部賢二, 酒匂純俊, 魚住 悟(1966), 北海道西南部における火成活動と地質構造. 地研専報, No. 12, 16-24.
- 秋葉 力, 瀧本 決, 林 正彦, 金 忠, 許 成基, 西山 保, 高鳥薫明, 田中尚文, 和田 順, 渡辺 順 (1970), 千歳鉱山付近の地質と鉱床. 北鉱誌, 25, 38-44.
- Barton, P.B. and Toulmin, P. (1964), The electrometallurgical method for the determination of the fugacity of sulfur in laboratory sulfide systems. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 28, 619-640.
- Barton, P.B. and Toulmin, P. (1966), Phase relations involving sphalerite in the Fe-Zn-S system. *Econ. Geol.*, 61, 815-849.
- 土井繁雄, 小山内熙 (1956), 5万分の1地質図幅「石山」および同説明書. 北海道開発庁.
- 藤本明則(1961), 千歳鉱山の地質鉱床とくに福神沢鉱床について. 鉱山地質, 11, 47-53.
- 福富忠男(1950), 北海道の金鉱石, 北海道地下資源資料, 3号.
- 舟橋三男(1961), 千歳鉱山含金石英脈のゲフェューゲ解析. 鉱山地質, 11, 41-47.

Hall, H.T. (1967), The pearceite and polybasite series. *Amer. Mineral.*, 52, 1311-1321.

原田準平(1949), 北海道の満庵鉱床について. 北鉱誌, 5, 145-154.

Geological Survey of Japan (1970), Introduction of Japanese minerals. pp. 208, Geol. Surv. Japan.

林謙一郎, 工藤英雄, 菅木浅彦(1982), 豊羽鉱山礼文鑛及び第三筑後鑛産含マンガン硫酸塩鉱物について. 三鉱学会要旨, 47.

保科恒二, 河合正克(1965), 北海道千歳郡恵庭町, 千歳市, 恵庭鉱山, 光竜鉱山調査報告. (未公表)手記.

猪木延男, 秦 光男 (1954), 北海道恵庭・千歳両鉱山付近の地質調査報告, 地調月報, 5, 9-24.

石橋正夫(1956), 札幌市小別沢鉱山産の数種のテルル鉱物について. 鉱物誌, 2, 447-457.

伊藤俊彦, Domingo, E.G., 小野修司, 佐藤寿一(1980), 光竜鉱山の鉱石, 日本鉱業会北海道支部講演要旨, 30.

工藤英雄, 菅木浅彦, 林謙一郎(1984), 北海道豊羽鉱山北西部にみられる銀鉱化作用(要旨). 鉱山地質, 34, 67-68.

Mullen, D.J.E. and Nowacki, W. (1974), The crystal structure of aramayoite $Ag(Sb, Bi)_2S_2$. *Zeit. Krist.*, 139, 70-84.

長沢敬之助(1981), 金銀鉱床に関する粘土鉱物の特徴. 鉱山地質特別号, 10号, 227-233.

岡部賢二, 矢島淳吉, 村瀬 正(1971), 胆振国支笏地区の金・銀・重晶石鉱床. 北海道地下資源調査資料, 121号, 1-22.

Petruk, W., Owens, D.R., Stewart, J.M. and Murray, E.J. (1974), Observations on acanthite, aguilarite and naumannite. *Can. Mineral.*, 12, 365-369.

斎藤正雄(1950), 北海道千歳郡光竜鉱山金鉱床調査報告. 地調月報, 3, 190-195.

佐々木誠一, 林 健, 佐々木薫(1981), 含金銀粘土鉱の開発. 日鉱誌, 97, 349-353.

Sato, J., Enjoji, M., Okeya, M. and Ono, S. (1981), Black-colored ore of the Pifue-Honpi vein, the Chitose mine, Hokkaido, Japan. *Mining Geol., Special Issue.*, No. 10, 127-142.

札幌通産局(1952), 北海道の金属鉱業, p. 51-52, 北海道鉱業会.

菅木浅彦, 磯部 清, 北風 嵐(1982), 北海道瑠璃鉱山産銀鉱物. 岩鉱, 77, 65-77.

菅木浅彦, 北風 嵐, 磯部 清(1984), 北海道光竜鉱山産未知 $Ag-Sb-As-S$ 系鉱物について(要旨). 日本鉱物学会 1984 講演要旨, 62.

Sugaki, A., Kitakaze, A. and Yoshimoto, T. (1983), Synthesized minerals of polybasite and pearceite series. *Sci. Rept., Tohoku Univ.*, III, 15, 461-469.

Sugaki, A., Shima, H., and Kitakaze, A. (1978),

- Synthesized silver antimony and silver arsenic sulfosalt minerals. *Sci. Rept., Tohoku Univ.*, III, 15, 53~65.
- 菅木浅彦, 添田 晶, 北風 嵐(1971), 閃亜鉛鉱—磁硫鉄鉱または閃亜鉛鉱—エレクトラムよりみた鉱床生成の T.fs₂ 条件 (要旨). 岩鉱, 65, 204.
- 田口幸洋, 渡辺 隆(1973), 鹿児島県布計鉱山の金鉱石にともなう粘土鉱物, とくに緑泥石・サポナイト混合層鉱物について. 九大理研報, 地質学, 11, 243~250.
- 武内浩一, 飯山敏道(1979), 串木野鉱山荒川鉱床の粘土鉱物 (要旨). 鉱山地質, 29, 64.
- 谷口洋文(1969), 八谷鉱山の地質鉱床, とくに金鉱脈について. 鉱山地質, 19, 113-121.
- Toulmin, P. (1963), Proustite-pyrargyrite solid solutions. *Amer. Mineral.*, 48, 725-736.
- 渡辺武男(1936), 北海道手稻鉱山滝の沢鍾産テルル金銀鉱の反射顕微鏡的研究. 地質雑, 43, 789~799.
- Yajima, J. (1979), Neogene mineralization of the Teine-Chitose district, West Hokkaido, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 30, 645-674.
- 山岡一雄, 根建心具 (1978), 千歳・高玉両浅熱水性鉱床産金銀鉱物. 日本の金銀鉱石第 2 集, 75-100, 日本鉱業会.
- 米田 哲朗, 渡辺 隆(1981), 北海道轟鉱山忠越鍾の金銀鉱石とともなう混合層粘土鉱物. 鉱山地質特別号, 10 号, 143-149.