

統營 金礦床의 鑛石과 流體包有物

朴 喜 寅*

Ore and Fluid Inclusions of the Tongyeong Gold-Silver Deposits.

Hee-In Park

Abstract: The Tongyeong gold-silver deposits is located in Chungmu City, the southern end of Korean peninsula. The ore deposits is epithermal gold-silver vein emplaced in late Cretaceous andesite, andesitic pyroclastics and quartz porphyry.

Ore is composed of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, electrum, argentian tetrahedrite, Cu-Ag-sulfides, quartz and rhodochrosite.

Filling temperature of fluid inclusions in quartz ranges from 134 to 223°C and salinity ranges from 1.2 to 3.8 weight % equivalent to NaCl.

序 言

統營 金礦床은 南韓에서는 그例外가 드문 淺熱水性 金
礦脈의 하나로 오래 前부터 알려져 온 鑛床이다. Kato
(1923)는 이 統營 金礦床이 白堊紀 末의 安山質岩에 胚
胎되어 있고 鑛化作用은 安山岩質岩을 後期에 貫入한
石英斑岩脈과 관계가 있어 보이는 것으로 보아 鑛床은
第三紀 初에 生成되었을 것이라고 하였다. 더우기 이
鑛床에서는 우리나라 中部地方에 賦存하는 金礦脈과는
달리 脈石礦物로서 菱錫鉛石이 產出되고 있어 日本의 第
三紀의 火成岩 分布地域에 胚胎된 淺熱水性 金礦脈과
類似하다고 報告하고 있다.

統營 金礦床에 對한 解放後의 研究는 아직 報告된 바
없다. 이 鑛山은 解放後에 主로 長子島 地區에서 採鑛된
바 있으나 現在는 休鑛中으로 坑內는 浸水되어 있다.

이 研究는 長子島 地區의 本坑 坑口附近에 散在하
는 鑛石에 對하여 鑛石礦物과 石英 中의 流體包有物을
檢討하여 結果를 考察한 것이다. 비록 短片의인 것인
기는 하나 이와같은 類型의 鑛床을 앞으로 調查研究하
는데 參考가 되었으면 한다.

이 研究를 함에 있어 室內實驗을 도와준 서울大學校
大學院의 文相鎬, 金惠來에 感謝하고 金銀礦物에 對한
EPMA을 使用하여 分析을 하여준 動力資源研究所 鑛
物研究室과 日本 早稻田大學의 今井研究室 여러분께
謝意를 表한다.

地 質

鎮山 附近의 地質은 安山岩, 安山岩質凝灰角礫岩,
凝灰質砂岩과, 세일, 砂岩 및 後에 이들을 貫入한 石英
斑岩과 輝綠岩脈으로 構成되어 있다. 忠武地質圖(張泰
兩外 1983)에서는 이를 火山岩類와 堆積岩類를 榆川層
群에 屬하는 것이라 表示되어 있고 이中 堆積岩이 優
勢한 層을 長坪里層이라고 命名하고 있다.

石英斑岩脈은 安山岩, 凝灰質岩과 堆積岩등을 貫入
하고 있다. 이 岩脈의 走向은 NW이고 幅은 수m이다.
이 石英斑岩은 鑛脈과의 接觸部에서 網雲母化作用과 硅
化作用을 받고 있다 한다. 輝綠岩脈은 上述한 모든 岩
石과 鑛脈을 貫入 切斷하고 있다. 岩脈의 走向은 NW
에 幅은 1m 未滿이라 한다.

鑛 床

鑛床은 安山岩, 安山岩質凝灰角礫岩과 石英斑岩脈內의
裂隙을 充填한 含金石英脈이다. 開發된 主要鑛脈은 하
나로서 北쪽의 南望山에서 長子島南端까지 約 800m 繼
續된다. (Fig.1) 이 鑛脈은 南脈은 南望山과 長子島사이
의 NE系斷層으로 斷層走向에 따라 約 800m 轉位되어
있다 한다. 解放後 主로 採鑛된 部位는 長子島地區로서
鑛脈露頭에서 約 200m 下部까지 坑道(12L)가 開發되
어 있다. 長子島地區에서의 鑛脈의 走向은 N50~60W
에 80SW로 傾斜한다. 脈幅은 0.5~7.0m로 膨縮하나
大體로 1.0~2.0m 사이의 幅을 갖는다. Kato(1923)에

* 서울大學校 自然科學大學 地質科學科

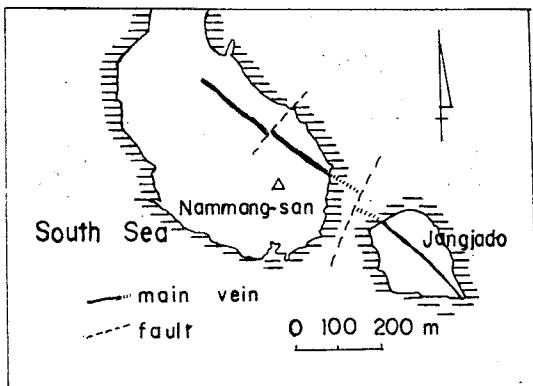


Fig. 1. Vein map of Tengyeong gold mine (after Kato 1923)

의 하면 海水面以上의 鑛石은 모두 酸化되어 二次的富化에 의한 高品位礦이 产出되었다 한다. 그러나 海水面下 20m 以下의 鑛石은 主로 初生礦物로 되어있다 한다. 1943~1945年 사이에 生産된 金, 銀의 Ag/Au 比는 11.1 이다. (金善億, 1982)

鑛 石

鑛石은 塊狀石英으로 된 부분도 있으나 累被構造와 cockade 構造가 發達하는 것도 있다. 脈石鑛物은 石英과 菱 망간石으로 되어있다. 累被構造를 갖는 鑛石은 1mm 未滿에서 1cm 以上的 幅을 갖는 石英과 菱 망간石이 交互로 rhythmic banding 을 하고 있다. 新鮮한 鑛石에서보다 地表에 放置된 鑛石에서는 菱 망간石이 酸化됨으로서 黑白의 繞狀構造가 더욱 뚜렷하여 진다 (fig. 2). 한편 繞狀構造를 갖는 鑛石이나 鑛石鑛物을 主로 하는 鑛石片, 또는 母岩의 角礫을 中心으로同心圓狀의 累被構造 (cockade 構造)가 보여지기도 한다. 이와 같은 構造를 갖는 鑛石은 다시 많은 石英細脈에 의하여 切斷되기도 한다. (fig. 3) 이와 같은 鑛石의 構造로 보아 鑛化作用期間中 鑛脈은 角礫化나 裂開와 充填이 反復된 하나의 複成鑛脈 (complex vein)인 것으로 생각된다. 그러나 몇 차례에 걸쳐 鑛化作用이 이루어졌는지는 坑內에서 鑛脈의 产出狀態에 대한 詳細한 觀察을 할 수 없어 不明하다.

鑛石鑛物은 黃鐵石, 閃亞鉛石, 黃銅石, 方鉛石, 에렉트럼 (electrum), 輝銀石, 四面銅石, Cu-Ag-S 系鑛物 등이다. 이번에 檢討된 試料에서의 이들 鑛石의 相對的인 量比를 模式的으로 表示하면 Table 1 과 같다. 顯微鏡下에서 보면 거의 모든 鑛石鑛物은 石英繩 (band) 内에 限하여 存在한다. 鑛石鑛物中 方鉛石, 四面銅石, 輝銀石은 石英繩 내에서도 菱 망간石繩의 境界部에서

Table 1. Relative abundance of ore minerals of Tongyeong gold deposits.

Mineral	Relative abundance
Pyrite	#
Sphalerite	#
Chalcopyrite	#
Argentian tetrahedrite	+
Galena	#
Argentite	#
Cu-Ag sulfides	+
Electrum	+

(# : abundant, # : less abundant, + : rare)

그 含量이 增加하는 傾向을 보인다. 특히 Cu-Ag-S 系鑛物은 石英繩와 菱 망간石繩의 境界에 沿하여서만 存在한다. 에렉트럼은 石英繩內에 存在하며 菱 망간石繩와의 境界部에서는 오히려 드물게 觀察된다.

黃鐵石은 微粒의 自形結晶集合體로 产出되며 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石과 密接히 共存한다. 菱 망간石繩境界部에서는 黃銅石內에 3~20μ 크기의 黃鐵石 粒子들이 散點狀으로 包含되어 있기도 한다.

閃亞鉛石은 黃鐵石, 黃銅石, 四面銅石, 方鉛石等과 共存하며 石英繩와 菱 망간石繩의 境界部에서는 四面銅石과 Cu-Ag-S 系鑛物과도 共存한다. 閃亞鉛石은 黃銅石의 dot 를 包含하기도 한다.

黃銅石은 이 鑛床에서 产出되는 모든 鑛石鑛物과 共存하며 石英繩와 菱 망간石繩의 境界部에서는 四面銅石과 Cu-Ag-S 系鑛物을 密接히 隨伴하며 이들 鑛物을 包圍하여 rim 을 이루기도 한다.

方鉛石은一般的으로 黃鐵石, 閃亞鉛石, 黃銅石, 四面銅石과 共存하나 (fig. 4) 特히 菱 망간石繩의 境界部에서는 銀鑛物을 隨伴한다 (fig. 5, 7).

四面銅石은 모든 경우 黃銅石과 密接히 共存하며, 菱 망간石繩의 境界部에서는 閃亞鉛石, Cu-Ag-S 系鑛物들과 함께 产出되기도 한다 (fig. 5, 8). 四面銅石中 石英繩內에서 产出되는 것과 菱 망간石繩의 境界部內에서 产出되는 것과의 사이에는 反射度, 研磨硬度에 差가 있어 보인다. 前者は 黃銅石과 비슷한 研磨硬度를 갖고 後者에 比하여 反射度가 낮으나, 後자의 研磨硬度는 方鉛石과 비슷하고 比較的 높은 反射度를 갖는다. 四面銅石에 對하여 EPMA로 定性分析하여본 結果 Cu, Ag, Fe, Zn, Sb, S 等이 檢出되며, Ag 含量이 極少量인 것과 相當히 包含하고 있는 것 (含銀四面銅石)이 있다. 이中 Ag 含量이 높은 含銀四面銅石은 菱 망간石繩의 境界部에 存在하는 것들이다. 이는 後述하는 銀鑛物의

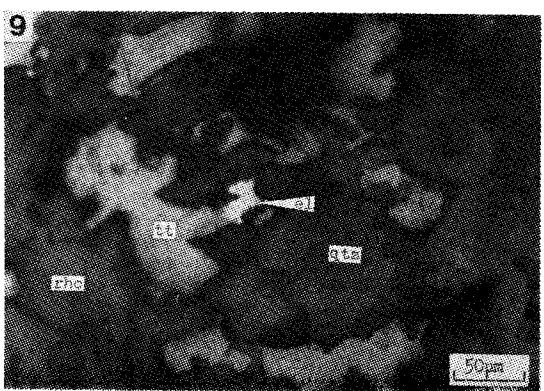
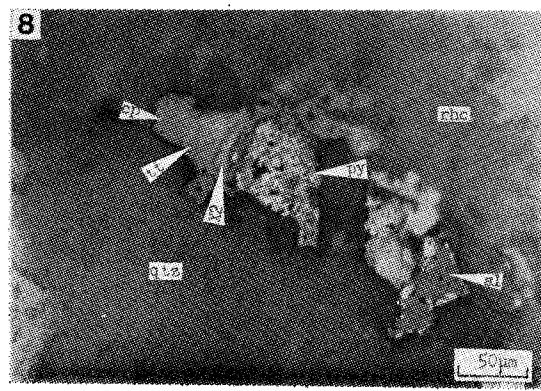
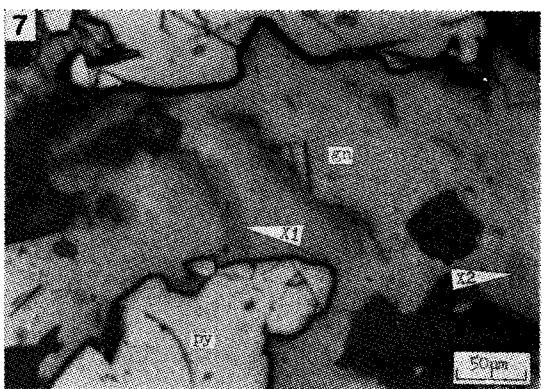
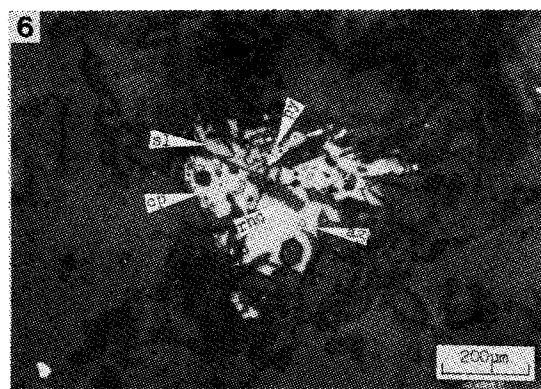
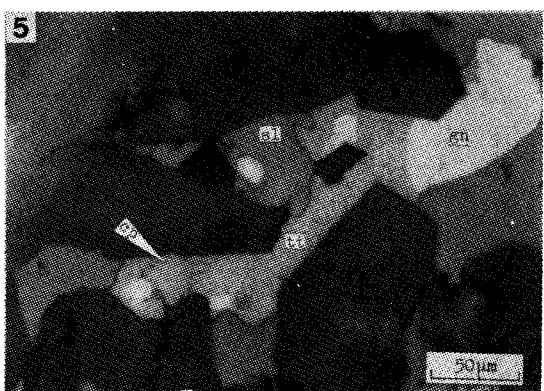
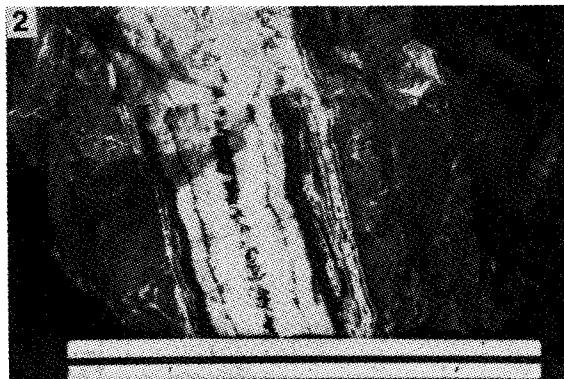


Fig. 2 Photograph showing symmetric bandings of quartz and rhodochrosite; rhodochrosite band shows black color by oxidation. (the total length of scale is 17 cm)

Fig. 4 Sphalerite coexisting with chalcopyrite, tetrahedrite, and galena within quartz band; it contains chalcopyrite dots. (see below for abbreviations)

Fig. 6 Argentite coexisting with chalcopyrite, sphalerite, and pyrite; they filled the interstices of rhodochrosite crystals, and also replaced them in part.

Fig. 8 Argentian tetrahedrite and Cu-Ag sulfide coexisting with chalcopyrite, sphalerite, and pyrite at the boundaries of quartz and rhodochrosite bands; at the left part of the photograph, argentian tetrahedrite and Cu-Ag sulfide are rimmed by chalcopyrite.

大部分이 菱鐵石縞의 境界部에 特히 濃集된다는 事實과 잘 調和된다. 이들 四面銅石의 크기는 50μ 以下의 것이 大部分이나 約 100μ 에 이르는 것도 있다.

輝銀石은 量的으로 보아 가장 重要한 銀礦物로서, 主로 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石과 共存하나 (fig. 6), 菱鐵石縞의 境界部에서는 單獨으로 微量 存在하기도 한다. EPMA로 定性分析한 結果 Ag와 S만이 檢出되였다. 이 輝銀石中에는 異方性을 보이는 것이 있으나 Uyttenbogaardt(1971)가 指摘한 바와같이 이것이 아칸다이트(acanthite)인지에 對하여는 確認되지 않았다.

Cu-Ag-S系礦物은 黃銅石, 方鉛石에 密接히 隨伴되며 (fig. 7, 8), 輝銀石과 共存하기도 한다. 이들 矿物의 크기는 50μ 以下이다. 顯微鏡下에서 淡灰色을 띠며, 異方性的 差에 따라 두 種類의 것으로 區分된다. 그中 하나는 연보라色에서 淡綠黃色으로 異方性이 顯著하나 (X_1), 다른 하나는 비교적 弱한 異方性을 나타낸다 (X_2), EPMA로의 定性分析 結果 Cu, Ag, S만이 檢出되고, X_2 가 X_1 보다는 Ag含量이 훨씬 높아 보였다. 이들 矿物에 對한 Short의 標準試藥으로의 腐蝕反應試驗 結果는 Table 2와 같다. 腐蝕反應試驗 結果는 田口 등(1974)이 報告한 佐渡礦山產 칼파이트(jalpaite)와 맥킨스트리아이트(mckinstrieite)와 類似하나, Skinner(1966)도 指摘하였듯이 Cu-Ag-S系礦物에 있어서는 腐蝕反應이 모두 서로 類似하여 이것으로 矿物名을 鑑定하기는 어렵다. 이들 矿物을 正確히 鑑定하기 위하여는 앞으로 EPMA에 의한 定量分析과 X線回折分析이 必要하다.

에렉트럼은 黃銅石, 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石等과一般的으로 共存하나, 特히 黃銅石, 閃亞鉛石에 密接

Fig. 3 Photograph showing earlier quartz and rhodochrosite bands cut obliquely by later quartz and rhodochrosite vein.

Fig. 5 Argentian tetrahedrite and galena coexisting with sphalerite and chalcopyrite; all of them filled the interstices of quartz crystals.

Fig. 7 Cu-Ag sulfides with intergrown galena which filled the interstices of pyrite grains.

Fig. 9 Electrum coexisting with argentian tetrahedrite at the boundaries of quartz and rhodochrosite bands.

py: pyrite, sl: sphalerite, cp: chalcopyrite, gn: galena, tt: tetrahedrite, ag: argentite, X1, X2: Cu-Ag sulfides, el: electrum, qtz: quartz, rhc: rhodochrosite

Table 2. Results of etching tests for Cu-Ag sulfides (X_1 , X_2).

Mineral Reagent	Cu-Ag sulfide 1 X_1	Cu-Ag sulfide 2 X_2
HNO ₃	negative	negative
HC1	negative	negative
KOH	negative	negative
KCN	turns to dark brown instantly and next blackens slowly(surface gets rough)	turns to dark brown slowly and next blackens (surface gets rough)
FeCl ₃	turns to iridescent within few seconds and next forms brown stains	turns to brown
HgCl ₂	turns to brown slowly	negative (slightly darkens?)

히 隨伴된다. 菱鐵石縞의 境界部에서는 含銀四面銅石과 共存하기도 한다 (fig. 9). 含銀四面銅石과 共存하는 에렉트럼에 對한 EPMA로 定量分析한 結果는 Ag; 43.8 wt. % Au; 56.2 wt. % 이다.

流體包有物

이 矿脈은 前述한 바와같이 矿化期間中 裂開와 充填이 反復되어 形成되었으므로 流體包有物의 研究는 各期別로 生成된 石英과 菱鐵石을 對象으로 檢討

되어야 한다. 그러나 菱方鐵石은 透明度가 낮아 流體包有物을 찾을 수 없고, 菱方鐵石과 累被構造를 이루는 石英織中一部에서만 實驗可能한 크기의 流體包有物이 觀察될 뿐이다. 이들 流體包有物은 石英과 菱方鐵石이 交互로 沈澱하였던 期間中에 包有된 것임이 分明하다. 이번에는 各 鎌化期를 代表하는 流體包有物에 對한 體系의 檢討는 不可能하였다. 流體包有物은 液相과 氣相으로 되어있고 液相의 充填度는 85~90 程度인 流體包有物들 뿐이다.

加熱實驗; 加熱實驗은 Leitz 會社製 SM Lux 型 加熱顯微鏡으로 實施하였다. 74個 包有物에 對한 加熱實驗結果 充填溫度는 134°~223°C 이고 134°~198°C範圍에 드는 것이 大部分이다. (fig. 10)

冷却實驗; 冷却實驗은 Nikon 會社製 NE-1 型 低溫顯微鏡을 使用하여 實施하였다. 冷却剤는 液體窒素이다. 冷却實驗을 한 流體包有物數는 18個이다. 流體包

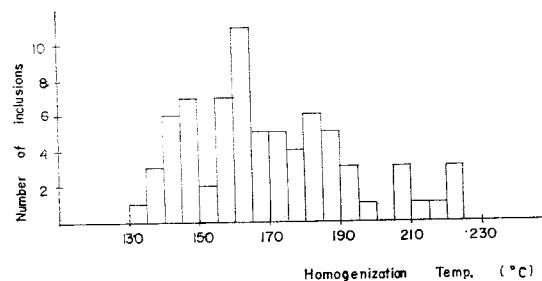


Fig. 10 Homogenization temperature of fluid inclusions in quartz.

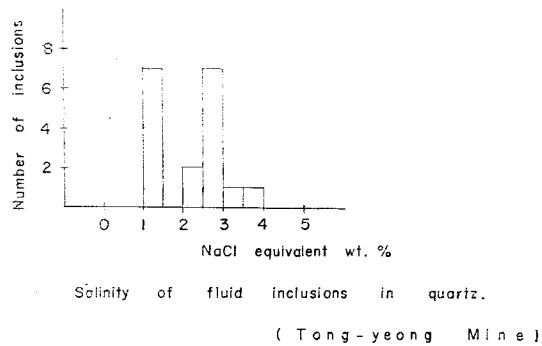


Fig. 11 Salinity of fluid inclusions in quartz.

有物의 NaCl 相當 鹽濃度는 1.2~3.8 wt. %이나 大部分은 1.2~2.9 wt. %範圍內에 든다 (fig. 11). 加熱實驗과 冷却實驗이 모두 行하여진 流體包有物에 對한 均一化溫度와 NaCl 相當 鹽濃度와의 關係를 表示하여 보면 fig. 12 와 같다. 이 그림에서 均一化溫度가 높은 것일

수록 鹽濃度가 높은 傾向을 엿볼 수 있다.

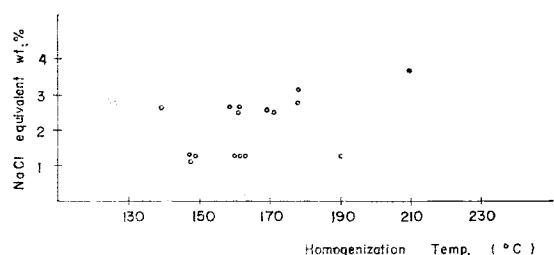


Fig. 12 Relationship between homogenization temperature and salinity of fluid inclusions in quartz.

考 察

統營 鎌床의 鎌石은 上述한 바와같이 石英과 菱方鐵石이 rhythmic banding하는 構造를 이루며 微粒의 重金屬硫化物과 함께 金銀礦物은 主로 石英 내에 產出된다.

鎌石에는 母岩의 岩片이나 鎌石片을 둘러싸고 crustification이 發達하기도 하며 鎌化期間中 角礫化나 裂開와 充填이 되풀이 되었음을 보여주고 있다.

鎌石礦物로는 黃鐵石, 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石과 함께 에렉트립, 輝銀石, 四面銅石, Cu-Ag-S系 鎌物 등이 產出된다. 脈石礦物로는 石英과 菱方鐵石이다.

Nishiwaki et al. (1971)은 日本의 新第三紀의 金銀鎌石을 金屬鎌物의 assemblage와 脈石鎌物의 assemblage, Au-Ag含有率, 金屬硫化鎌物과 硫鹽鎌物의 種類, 鎌床의 成因型等을 根據로하여 9個型으로 分類한다. 그의 分類에 依하면 日本의 新第三紀의 金銀鎌石은 第3型인 sl-gn-py-cp-ag-Au assemblage와 第5型인 sl-gn-py-cp-ag-Au-polybasite- (pearceite and/or stephanite)가 가장 代表的인 것이다. 第3型의 鎌石에는 脈石鎌物로 石英이 主이고 氷長石이 特徵의이며 絹雲母, 몬모릴보나이트나 其他 hydromica를 隨伴하고 方解石이나 其他 炭酸鹽鎌物이 包含된다고 한다. 第5型鎌石에는 上記 第3型의 脈石鎌物以外에 Mn鎌物을 包含하는 경우가 있다 한다. 이에 對하여 鎌石鎌物은 第3型의 것과 같으나 脈石鎌物로 Mn鎌物을 多量 갖는 型의 것을 第4型이라 한다. Mn鎌物로는 菱方鐵石을 主로 하고 간혹 紫輝石을 갖는다. 統營金銀床의 鎌石은 日本의 第4型 金銀鎌石과 類似한 點을 갖는다.

日本의 Au-Ag鎌石에서 銀含量이 높은 銀鎌物로는

$\text{Ag}_2\text{S}-(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_3$ 系列의 鑛物에서 輝銀石-pearceite 나 proustite 系와 載銀石-polybasite-stephanite 나 濃紅銀石-miargyrite 系가 代表의 이라한다.

統營鑛山의 鑛石에서는 載銀石를 主로하고 合銀四面銅石과 Cu-Ag-S 系 鑛物이 產出됨이 特徵이다.

日本에서 Cu-Ag-S 系의 여러 鑛物이 함께 產出되고 있는 鑛床中 金, 銀鑛床으로는 佐渡金山뿐이고 (田中等, 1974, 山岡等, 1974), 其他 黑鑛床인 小坂鑛山과 多金屬鑛床으로 多田鑛山 (Lee, 1978)이 報告되어 있다. Skinner (1966)의 Cu-Ag-S 系 相圖에 依하면 스트로메이어라이트 (stromeyerite), 맥킨스리아이트 (mckinstryite) 와 절페이트 (jalpaite)는 각각 93.3°C , 94.4°C 와 117°C 以下の 溫度에서 安定하다. 統營金鑛床에서 產出되는 Cu-Ag-S 系 鑛物은 正確한 化學組成을 決定되지 않은 있으나 위의 세 광물에 屬할 경우 生成溫度는 매우 낮을 것이豫想된다.

統營 金鑛床에서 產出되는 石英中の 流體包有物의 充填溫度는 $134^{\circ}\text{C} \sim 223^{\circ}\text{C}$ 이고 NaCl相當鹽濃度는 1.2~3.8wt%이고 그中 大部分이 1.2~2.9wt% 範圍內에 듦다.

浦島 (1974)에 의하면 萩木等 (1971)은 日本의 金銀鑛床中 閃亞鉛石—에렉트럼—輝銀石이 共存하는 鑛石에서 閃亞鉛石과 에렉트럼의 組成으로 鑛床의 生成溫度를 求하여 그中 4個 鑛床이 $145^{\circ}\sim 240^{\circ}\text{C}$ 이고 1개 鑛床이 $345^{\circ}\sim 360^{\circ}\text{C}$ 임을 報告한 바 있다.

円城寺等 (1976)은 日本의 新第三紀 金銀鑛床中 16개 鑛床의 流體包有物 研究資料를 總括하여 淺熱水性鑛床의 充填溫度는 大部分이 $180^{\circ}\sim 240^{\circ}\text{C}$ 範圍內에 듦고 NaCl相當鹽濃度는 4個 鑛床의 資料뿐이나 0~2.6wt%의 範圍內에 듦다고 報告한 바 있다. 이에 對하여 先第三紀의 2個 金銀鑛床의 流體包有物 充填溫度는 $151\sim 320^{\circ}\text{C}$ 이다.

武内 (1983)에 依하면 南九州의 溫泉型 金鑛床으로 생각되는 所謂 南薩型金鑛床에 對한 流體包有物 研究로서 이들 鑛床은 $120^{\circ}\sim 275^{\circ}\text{C}$ 에서 生成되었고 鑛化流體의 NaCl相當鹽濃度는 0~2.0 wt% 라 한다.

이와 같은 資料로 보면 統營金鑛床의 流體包有物 充填溫度와 鹽溫度는 日本의 新第三紀 淺熱水性 金銀鑛床의 資料와 大體로 一致함을 알수있다.

武内 (1981)은 日本의 新第三紀의 여러 淺熱水性 金銀鑛床과 펠리핀의 Antamok 金鑛床, 美國 Nevada 州의 Tenmile, Round mountain, Jafferson, Carlin 金鑛床, Colorado 州의 Eureka 金鑛床, 페루의 Finlandia 金鑛床의 流體包有物 研究 結果를 總括하여 生成溫度는 共通의으로 $200^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$, NaCl相當鹽濃度는 0~4.0

wt% 로서 共通의으로 天水起源의 鑛化流體가 鑛床 生成에 關與하였을 것이라고 推定하고 있다. 이들 鑛床의 溫度資料는 統營 金鑛床의 溫度보다 높으나 鹽濃度의 範圍는 類似하다.

統營金鑛床 가까이의 固城地域에 賦存하는 여러 銅鑛床들의 流體包有物 充填溫度는 $260^{\circ}\sim 360^{\circ}\text{C}$ 이고 NaCl相當鹽濃度는 6.2~13.6wt% NaCl 이다. (朴等 1983) 이들 銅鑛床의 鑛石은 共通의으로 銀含量이 높으나 流體包有物 充填溫度와 鹽濃度는 統營金鑛床의 그 것에 比하여 顯著하게 높다.

이번에 檢討된 統營金鑛床의 試料는 極히 限制된 것으로 流體包有物에서 鑛化流體의 沸騰을 나타내는 證據를 觀察할 수 없었다. 또 流體包有物의 充填溫度에 壓力補正할 資料도 얻지 못하였다.

鹿園 (1981)에 依하면 日本의 10個 淺熱水性 金銀鑛床에서 產出된 Au 와 Ag 量의 Ag/Au 比의 平均位는 18.2이고 淺熱水性 金銀鑛脈에서 產出되는 에렉트럼의 Ag atomic%는 5~60%이고 30~50%에 peak를 갖는다고 한다. 山岡等 (1974)은 日本의 淺熱水性 金銀鑛床의 Ag/Au 比는 1~100 인데 대하여 中~深熱水性의 北上式 金鑛脈에서는 1 이고 xenothermol型 鑛床에서는 100 以上인 것이 많다고 한다. White (1981)는 現在 地熱活動이 活潑한 地域에서의 金銀鑛床의 沈澱을 檢討하여 淺熱水性 金銀鑛床에서 溫度가 critical 한 factor가 될 경우 地表 가까이에서 生成된 Au가 優勢한 鑛床과 보다 深部에서 生成된 Ag가 優勢한 鑛床은 鑛石 中의 Ag/Au 比 5를 基準으로 할 때 大體로 잘 分할 수 있다고 한다. 統營金鑛床에서 1943~1945 사이에 產出된 鑛石中的 Ag/Au 比는 約 11 이고 이번에 檢討된 에렉트럼의 Ag含量은 58.8atomic%이다. 이는 日本의 淺熱水性 金銀鑛床의 값과 각각 같은 範圍內에 듦다. 그러나 이 鑛床에서 Ag/Au 比가 鑛床의 上下間에 또는 生成時期別로 어떤 差가 있는지는 알수 없다.

以上으로 統營 金鑛床은 鑛石의 構造, 流體包有物의 充填溫度와 鹽濃度, 鑛脈의 Ag/Au 比 等으로 보아 淺熱水性 金銀鑛床의 特徵을 갖고 있음을 알수있다. 그러나 이번 研究에서는 鑛床의 產出狀態를 直接 觀察할 수 없고 檢討된 試料가 限制되어 있어 1) 鑛化作用이 몇번 있었고 2) 그中 金銀鑛物의 主要 洗澱期와 回數, 3) 金, 銀鑛物의 正確한 化學組成 4) 鑛床上下間의 鑛物種類와 共生關係의 變化 等에 對하여 檢討되지 못하였다. 이는 Kato (1923)가 示唆한 鑛化作用이 第三紀初에 이루어 졌는지의 問題와 함께 앞으로 檢討되어야 할 問題이다.

結 言

1. 統營 金礦床은 白堊紀의 榆川層群에 屬하는 安山岩과 安山岩質凝灰岩과 이를 貫入한 石英斑岩脈內에 胚胎된 脈狀 鑛床이다.
2. 鑛石은 黃鐵石, 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石, 에렉트리움, 鐵銀石, 四面銅石, Cu-Ag-S系 鑛物과 石英, 菱鐵石으로 되어 있다. 鑛石에는 rhythmic banding

- 과 其他 累被構造가 顯著하다.
3. 鑛脈은 形成過程에서 角礫化, 裂開, 充填이 여러 차례 反復된 하나의 複成鑛脈이다.
 4. 石英 中의 流體包有物 充填溫度는 134~223°C이고 NaCl相當鹽濃度는 1.2~3.8wt%이다.
 5. 統營 金礦床은 鑛石의 構造, 流體包有物의 充填溫度와 鹽濃度등으로 보아 淺熱水性 金礦床이다.

參 考 文 獻

- 円城寺 守, 武内 壽久彌(1976) 鑛脈鑛床產流體包有物研究の現状と動向鑛山地質特別號 7, 本邦の 鑛脈鑛床, pp. 85~100, 日本鑛山地質學會.
- 張泰雨, 黃尙九, 李東雨, 吳仁燮, 金學天, 金義弘 (1983) 忠武地質圖 및 說明書, 韓國動力資源研究所.
- Kato, T.(1923) Geology and Ore deposits of the Toei Gold mine, South keishe-do, Korea. Japanese Jour. of Geol. and Geography. V. II No. 4 pp. 85~95.
- 金善億(1982) 統營金礦, 韓國의 地質과 鑛物資源 pp. 271~272.
- Lee, M. S.(1978)Studies on the Cu-Ag-S minerals from Tada mine, Japan, Jour. Geol. Soc. Korea. v. 14 pp. 5~16.
- Nishiwaki, C., Matsukuma, T. and Urashima, Y.(1971) Neogene Gold Silver Ores in Japan, Mining Geol. Spec. Issue 3, pp. 409~417. [Proc. IMA-IAGOD Meetings 70, IAGOD Vol.]
- 朴喜寅, 崔錫源, 張浩完, 李政成, (1983) 固城地域 銅
- 鑛床의 成因 鑛山地質 V. 16 pp.135~147
- 鹿園直建(1981) 黒鑛鑛床, エピサーマル金銀鑛床產 electrum의 化學組成, 日本鑛山地質特別號 No. 10. pp. 259~267.
- Short. M. N. (1968) Microscopic determination of the ore minerals U. S. G. S. Bull. 914.
- Skinner, B. J.(1966) The System of Cu-Ag-S, Econ. Geol. V. 61 pp. 1~26
- 武内壽久彌(1981) 第三紀 金礦床の流體包有物の 研究. 日本鑛山地質特別號 No.10, pp. 247~258.
- 武内壽久彌(1983) 南九州 南薩型 金礦床の 流體包有物 の 研究. 鑛山地質 V. 33. pp. 237~246.
- White, D. (1981) Active Geothermal System and hydrothermal Ore Deposits, Econ. Geol., 75th. Anniv. V., pp. 392~423.
- 山岡一雄, 根建心具(1974) 千才, 高玉兩淺熱水性礦床 產金銀礦物, 日本の 金銀鑛石 II pp. 75~100.

