

無極鑛山の 探查와 開發現況

申 陽 雨* · 徐 圭 植*

Exploration and Development of the Muguk Au Mine

Yang-Woo Shin and Kyu-Sik Suh

Abstract: Muguk gold deposits are composed of quartz veins emplaced along faults in Mesozoic granodiorite. General strikes and dips of the veins are N15~20°W and 70~80°NE. Associated ore minerals are pyrite, arsenopyrite, sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrrhotite, native silver, argentite, tetrahedrite and electrum. Vein mineral paragenesis is complicated by repeated fracturing, but five distinct depositional stages can be recognized. Electrum grains are associated mainly with sulfide bands formed along both margins of pale pink quartz of stage 3, and with patches of pyrite aggregate of stage 4.

Before the close down in 1972, Muguk gold mine yielded more than 8 tons of gold of which major portion was produced from the No. 2 vein. No. 2 vein, extending about 1,500m laterally, was exploited to a depth of about 750m.

In 1984, Young-poong mining company acquired the mining property and began geologic mapping, geochemical and geophysical exploration, diamond drilling and exploration tunnelling around the mine area to seek for other rich gold-bearing quartz veins. As the Samhyungje vein was disclosed to be the most rich vein, exploration works were focussed on the Samhyungje vein. As of August 1987, 22,338m of diamond drilling and 9,652m of exploration tunnelling have been undertaken.

Owing to the successful result of exploration, the Muguk mine commenced normal operation on January 1987, treating 5,500 tons of ore per month.

序 言

無極鑛山은 花崗閃綠岩中에 胚胎된 含金石英脈을 對象으로 1913년부터 日本人에 의해 開發되어 解放前에도 상당한 產金實績을 올린 바 있으며, 1943년 產金整備令에 의해 休鑛되었다가 1953년부터 18년 동안 大明鑛業(株)에 의해 稼行되어 약 6,000kg의 金이 生産되었으나 1972년에 다시 休鑛되었다.

永豐鑛業(株)에서는 無極鑛山이 過去產金實績이 良好할 뿐 아니라 대규모로 開發된 脈은 2號脈 1個條에 불과하여 아직 未開發狀態인 含金石英脈들을 對象으로 體系의 探查하면 再開發의 餘地가 있다고 판단하여 1984년 6월에 鑛業權을 引受하고 地表地質精査, 地化學探查, 物理探查 및 試錐探鑛을 거쳐 1號脈, 7號脈,

8號脈 및 三兄弟脈에 대한 坑道探鑛을 실시하였다. 당초 露頭發達狀態가 良好하여 主探鑛對象이 되었던 8號脈은 坑道探鑛결과 鑛況이 기대에 미치지 못하였으며, 過去 主稼行對象이었던 2號脈과는 약 250m 거리를 두고 平行으로 發達하는 三兄弟脈은 試錐 및 坑道探鑛결과 鑛況이 良好할 뿐 아니라 鑛體의 規模, ore shoot의 plunge, 그밖의 鑛床學의 諸特徵이 2號脈과 類似함이 밝혀지고 있다. 현재 坑道探鑛 및 探鑛作業은 주로 三兄弟脈에 집중하여 이루어지고 있으며, 1987년 1월부터는 選鑛場이 正常稼動되어 月 5,500톤의 鑛石을 處理하고 있다.

이 報文에서는 三兄弟脈에 대한 探查經緯 및 成果, 그동안 밝혀진 三兄弟脈의 鑛床特性和 向後 探查方針을 소개하고자 하며, 앞으로 鑛山開發이 진행됨에 따라 많은 研究論文이 발표될 것을 기대한다.

無極鑛山の 探查·開發에 있어서 鑛業振興公社의 積

* 永豐鑛業株式會社

極的인 支援에 깊은 感謝를 드리며, 이 報文의 作成 및 發表를 허락하시고 격려해 주신 永豐鑛業(株) 張炳希 會長, 張哲鎭 社長과 無極鑛業所의 張來哲 所長께 도 感謝드린다. 現場調査에 같이 參與한 李相煥 課長, 張楠植 課長, 張俊榮, 千東守, 曹址鎭, 그밖의 調査室 여러분의 勞苦에 謝意를 表한다.

鑛山概要

位置 및 交通

無極鑛山은 行政區域上으로는 忠北 陰城郡 金旺邑 龍溪里에 속하며, 金旺邑에서 南西쪽으로 鎭川方向 國道를 따라 약 2km 지점에 위치한다(Fig. 1).

交通便은 서울 東馬장에서 버스를 이용하여 2시간 30분 정도 소요되며, 앞으로 中部高速道路가 完工되면 더욱 交通이 편리해질 전망이다.

沿革

- 1913. 5. 日本人 末永一三에 의해 小規模 開發.
- 1936. 朝鮮製鍊(株)에서 買受.
- 1943. 產金整備令으로 休鑛.
- 1953. 7. 商工部로부터 鄭明善이 貸貸契約 締結, 引受하여 復舊作業 着手.
- 1954. 大明鑛業(株) 名義로 開發 着手. (代表 鄭明善)
- 1972. 4. 休鑛
- 1984. 6. 永豐鑛業(株)에서 鑛業權引受.
- 1984. 7. 永豐鑛業(株) 無極鑛業所 發足.
- 1984. 9. 探鑛試錐作業 着手.
- 1984. 11. 本堅坑 復舊作業 着手.
- 1985. 4. 第2堅坑 復舊作業 着手.
- 1985. 8. 本堅坑 3番坑(8號脈) 探鑛掘進 着手.
- 1985. 9. 第2堅坑 3番坑(三兄弟脈) 探鑛掘進 着手.
- 1986. 6. 選鑛場 新築工事 着手.
- 1986. 11. 選鑛場 竣工(月 5,000톤 處理規模)
- 1987. 1. 月 5,500톤 處理 正常操業開始.

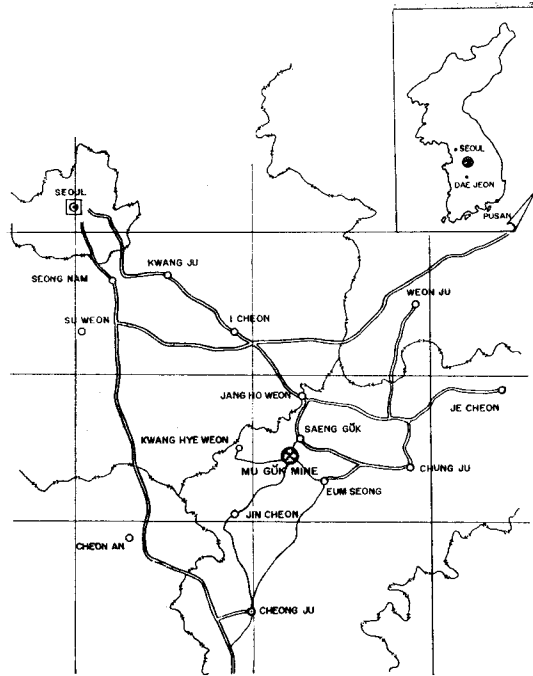


Fig. 1 Location map of the Muguk gold mine.

過去 稼行實績

大明鑛業(株)에 의해 주로 稼行되었던 脈은 2號脈이며, 그외에도 8號脈, 7號脈 등이 小規模로 稼行되었다.

2號脈은 延長 1.8~2km에 걸쳐 開發되었으며, 深部로는 基準 Level(해발 130m)로부터 755m 下部인 20番坑까지 開發되었다. 平均脈幅은 0.6m이며, 金의 品位는 7~50g/t이었다.

2號脈을 開發하기 위해 本堅坑, 第2堅坑과 第1,2盲堅坑이 開設되었으며, 水平坑은 平均 35m 간격으로 20番坑까지 開設되었다(Fig. 2). 그밖에 8號脈을 開發하기 위해서 第3堅坑이 地表에서 -126m level까지 開設되었으며, 7號脈을 對象으로 오룡堅坑이 開設되었다.

大明鑛業(株) 稼行 當時의 鑛石處理量은 月 3,000~

Table 1 Production of Muguk gold mine before 1972.

Year	Gold production (kg)	Treated ore (metric tons)	Ore grade (g/t Au)	Mill recovery (%)	Exploiter
1934~1936	171.931	No record	No record	No record	Choseon Refining Co.
1938~1942	1,589.636	No record	No record	No record	Choseon Refining Co.
1954~1968	5,265.672	521,587	11.1	90	Daemyeong Mining Co.
1969~1972	1,128.803	No record	No record	No record	Daemyeong Mining Co.
Total	8,156.042				

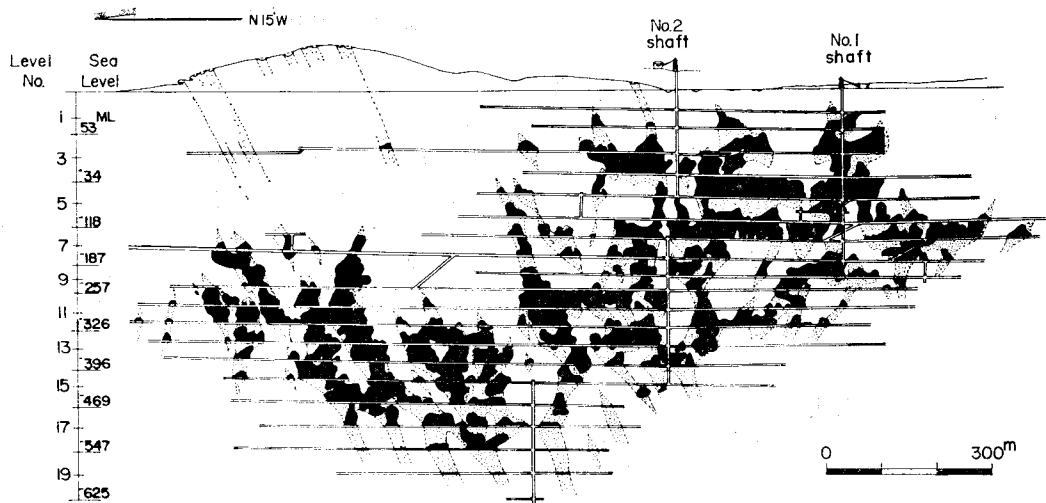


Fig. 2 Longitudinal section of No.2 vein of the Muguk gold mine showing shafts, levels and mined stopes. (Daemyeong Mining Co., 1972)

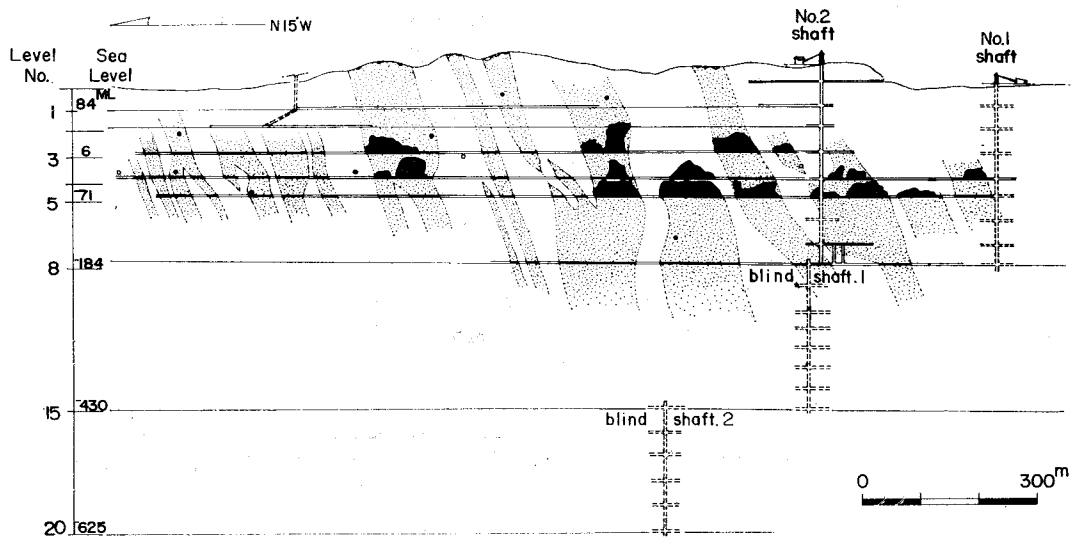


Fig. 3 Longitudinal section of the Samhyungje vein of the Muguk gold mine.

3,500t이었으며, 이 중 90%가 2號脈에서 生産되었다. 無極鑛山の 過去生産實績을 要約하면 Table 1과 같다.

現況

1972년부터 약 12년 동안 休鑛中이던 無極鑛山을 1984년 6월 永豐鑛業(株)가 引受하여 같은 해 7월부터 本格的인 再開發에 着手하였다. 地上에서의 地質 및 鑛床調査를 실시하는 한편, 坑內探鑛을 위해 本堅坑과 第2堅坑의 排水作業 및 復舊作業을 實施하였고, 이에 따라 隣近 住民들에 대한 上水道 및 農業用水 供給施設을 完了하였다. 1987년 10월 말 현재 本堅坑은 地表에서 316m 下部인 8番坑까지, 第2堅坑은 229m 下部

인 5番坑까지 復舊作業이 完了되었다. 현재 坑道探鑛 및 探鑛作業은 그간의 探査를 통해 鑛況이 가장 良好한 것으로 밝혀진 三兄弟脈에 대해 重點的으로 實施되고 있으며 (Fig. 3), 그밖에 朴山脈, 金龍脈, 1, 7, 8, 9, 10, 11號脈에 대해서도 부분적인 坑道探鑛 혹은 試錐探鑛이 進行되고 있다.

1986년 11월에 選鑛場이 竣工되어 試驗稼動을 거쳐 1987년 1월부터는 月 5,500t의 鑛石處理規模로 正常操業이 進行되고 있다. 1987년 1월부터 8월까지의 生産實績은 Table 2와 같다.

現人員은 職員 50名, 從業員 250名 정도이다. 附帶

Table 2 Production of Muguk gold mine from January to August, 1987.

Treated ore	Ore grade	Mill recovery
48,384t	7~10g/t Au	95.7%

施設로는 80명을收容하는 合宿施設과 客室이 있으며, 1988년에는 從業員 社宅用 아파트를 新築할 예정이다.

地質概要

鑛山一帶의 地質은 白堊紀 堆積岩인 白也里層과 花崗閃綠岩으로 주로 構成되며, 그밖에 小規模의 石英斑岩脈 및 鹽基性岩脈이 分布한다. 花崗閃綠岩과 白也里層과는 斷層으로 接하며(Fig. 4) 두 岩石間의 先後關係는 아직 明確히 밝혀져 있지 않다. 花崗閃綠岩은 鑛山一帶에 廣範하게 分布되어 있으며, 風化에 약하여 丘陵 및 低地帶를 이루고 있다(Fig. 5-B). 白也里層은 鑛山 東南側에 分布하며 비교적 높은 地形을 이룬다. 白也里層은 礫岩, 礫質砂岩, 砂岩, 셰일 등으로 構成되며, 層理의 走向은 N25°W, 傾斜 35°NE 內外이다.

白也里層과 花崗閃綠岩의 境界를 이루는 斷層의 走向은 N30°E 및 N10°W이며, 傾斜는 밝혀지지 않았다.

鑛床概要

無極金鑛床은 花崗閃綠岩中의 裂罅를 充填한 수십개條의 石英脈으로 구성되며, 이 가운데 稼行對象이 된 脈은 10餘條에 達한다. 일부 石英脈은 石英斑岩脈의

上盤, 下盤 혹은 岩脈 內에 胚胎되는 경우도 있다. Fig. 4에 圖示된 바와 같이 含金石英脈은 花崗閃綠岩과 白也里層의 境界를 이루는 N30°E 走向의 斷層 北側 緣邊部를 따라 密集하여 分布되어 있다. 특히 露頭發達狀態가 가장 良好한 8號脈을 中心으로 하여 東側 600m 以內의 區間에는 三兄弟脈, 2號, 5號 및 7號脈이, 西側 600m 以內 區間에는 9號, 10號, 11號脈 등 主要脈이 거의 對稱적으로 分布하는 점이 특이하다. 鑛脈 胚胎의 規則性을 밝히기 위해서는 地質構造에 대한 深度있는 연구가 이루어져야 하리라 생각된다.

主要脈들의 規模, 走向 및 傾斜는 Table 3과 같다. 主要脈들의 走向은 대체로 N15~20°W, 傾斜는 70~80°NE이며, 脈幅은 膨縮이 심하나 대체로 0.6m 內外이다.

含金石英脈에 隨伴되는 鑛石鑛物로는 黃鐵石을 주로 하여 硫砒鐵石, 閃亞鉛石, 方鉛石, 黃銅石, 自然銀, 테트라헤드라이트, 엘렉트럼 등이 있다.

過去 主稼行對象이었던 2號脈에 대해서는 資料가 不足하고, 脈을 직접 관찰할 수 없어 鑛床學의 特徵은 상세히 밝혀지지 않았다. 金善億(1982)에 의하면 金은 주로 黃鐵石 中에 粒狀으로 나타나거나 부착되어 產出하며, 일반적으로 黃鐵石의 含量이 많아지거나 그 粒度가 微細해짐에 따라 金品位가 높아진다. Kaneda 등(1984)은 石英脈의 生成溫度를 200°~300°C로 보았다. 또한 Fig. 2에 圖示된 2號脈의 坑道 및 探掘跡 縱斷面圖를 통하여 ore shoot의 規模, 形態 및 plunge에 대한 推定이 가능하다. 2號脈 內에서의 ore shoot의 分

Table 3 Sizes, strikes and dips of the important gold-bearing quartz veins of the Muguk gold mine.

Name of Veins	Length(m)	Width(m)	Strike	Dip
Baksan	800	0.6	N15~20°W	75~80°NE
Keumryong No. 1	400	0.6	"	65~70°NE
Keumryong No. 2	500	0.6	"	70~75°NE
Samhyungje	2,000	1.0	"	80~85°NE
No. 1	200	1.2	N40°W	60~65°NE
No. 2	2,000	0.6	N15~20°W	80~85°NE
No. 5	900	0.6	"	80°NE
No. 6	300	0.6	"	"
No. 7	1,800	0.6	"	"
No. 8	2,200	1~1.5	"	"
No. 9	300	0.5	N10~15°W	80°NE
No. 10	500	0.4	N15~20°W	85°NE
No. 11	2,000	0.5	N5~10°W	85°NE
North-west	1,300	1.0	N40°W	80°NE
Low angle-dipping veins	100~300	0.1~0.3	N40~50°W	30°SW

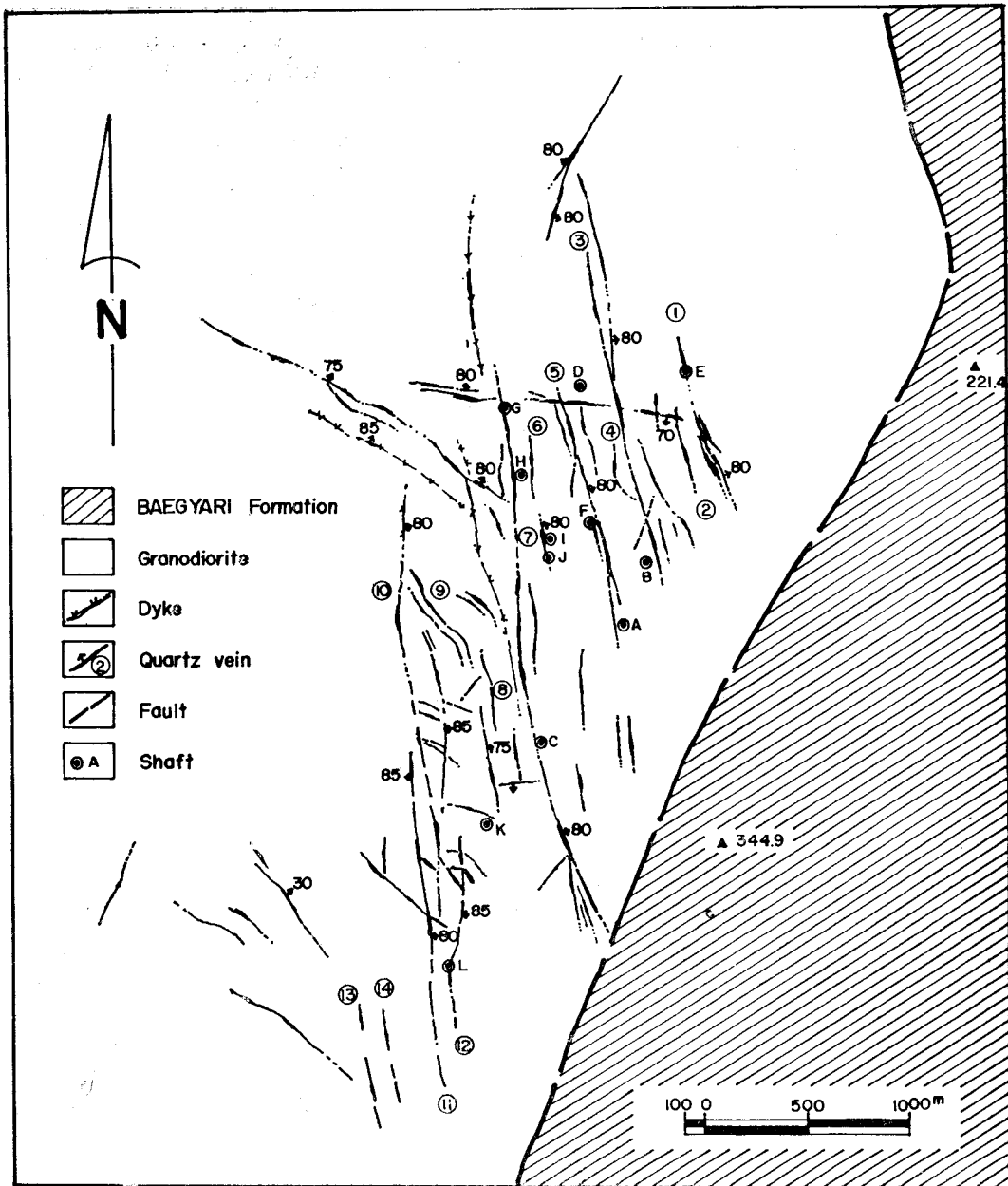


Fig. 4 Geologic map of the Muguk gold mine area.

(A : Main shaft, B : No. 2 shaft, C : No. 3 shaft, D : No. 5 shaft, E : Shaft, F : Shaft, G : Oseon shaft, H : Oryong shaft, I : Ssangsaem shaft, J : Waryong shaft, K : Shaft, L : Keumwang No. 1 shaft, ① Baksan vein, ② Keumryong vein, ③ Samhyungje vein, ④ No. 1 vein, ⑤ No. 2 vein, ⑥ No. 7 vein, ⑦ No. 8 vein, ⑧ No. 9 vein, ⑨ No. 10 vein, ⑩ No. 11 vein, ⑪ Keumwang No. 1 vein, ⑫ Keumwang No. 2 vein, ⑬ Keumbong No. 1 vein, ⑭ Keumbong No. 2 vein)

布는 대체로 南侧에서 北侧으로 약 20°정도 경사하는 幅 500m 區間 內에 限定됨을 알 수 있다. 그러나, 各 ore shoot의 plunge는 北侧에서 南侧으로 70°~80° 정

도로 傾斜하며, 各 ore shoot의 規模는 水平延長 20~200m, 上下延長 300~500m이다. Ore shoot의 規模, 形態, plunge 및 上限과 下限을 規制하는 要素에 대해

서는 아직 밝혀지지 않았다.

三兄弟脈의 探查經緯 및 成果

探查經緯 및 探查方法

1984년 永豐鑛業(株)가 無極鑛山の 再開發에 着手하여 地表調査와 物化探을 實施한 결과 主探鑛對象으로 8號脈과 三兄弟脈이 選定되었다. 8號脈은 脈幅 및 延長이 良好하여, 大規模 開發을 위한 鑛量確保에 有利할 것으로 기대하였다. 三兄弟脈은 過去 大明鑛業(株)에 의해 2番坑까지 일부 坑道探鑛이 진행되다가 鑛況 不良으로 探鑛이 中斷된 바 있으나, 2號脈과는 약 250m 떨어져 發達하는 平行脈으로서 鑛床의 特性이 비슷할 가능성이 있고 地表에서 高品位 鑛石을 探掘한 探掘跡들이 확인되어 체계적으로 探鑛하면 2號脈과 對等한 鑛量을 확보할 수 있을 것으로 기대하였다. 또한 三兄弟脈을 對象으로 第2豎坑이 5番坑(地下 약 200m)까지 開設되어 있어 坑道探鑛이 容易하다는 作業條件上的 利點도 있었다. 試錐 및 坑道探鑛 결과, 8號脈보다는 三兄弟脈의 鑛況이 良好함이 밝혀져 高品位 鑛量의 早速한 確保와 正常操業의 早期着手을 위해 以後의 坑道探鑛은 주로 三兄弟脈에 集中되었다.

各 探查段階別 作業內容을 記述하면 다음과 같다.

地表調査; 1984년부터 1985년까지 6차례에 걸쳐 延人員 56명이 참여하여 無極鑛山 一帶의 地質, 舍金石英脈의 露頭, 舊坑道 및 地表探掘跡에 대한 調査를 실시하였다. 地表調査時 사용한 基本圖面은 國立地理院發行의 1:5,000 地形圖였다. 大明鑛業(株)에서 作成한 1:1,200 Vein map을 入手하여 參考하였으며, 또한 過去 稼行當時 坑內作業 經驗이 있는 地域住民의 案內를 받았다. 試料採取가 가능한 露頭에서는 試料를 採取하여 品位를 확인하였다.

地化學探查; 1984년부터 1985년까지 3회에 걸쳐 主要脈 分布地域을 對象으로 地化探을 실시하였다. 試料採取點의 間격은 50m×25m였으며, 總試料數 491個에 대하여 Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Sb 등 6個元素를 原子吸光分析器(A.A.)에 의해 分析하고, 이들 元素의 2次環境下에서의 分散特性을 統計的 및 地球化學적으로 考察하여 地球化學探查의 適用可能性을 진단하였다.

Au와 비교적 높은 相關關係를 보이는 元素는 Ag 및 Zn이라는 점이 밝혀졌으나, 無極鑛床과 같이 露頭發達狀態가 비교적 良好한 脈狀鑛床에서는 이와 같은 地化學探查의 適用은 限界가 있다는 결론을 얻었다.

物理探查; 1984년부터 1985년까지 3회에 걸쳐 延人員 81명이 참여하여, 地化學探查의 試料採取點을 그대로 사용하여 50m×50m 間격으로 S.P. 및 I.P. 探查를 실시하였다. 石英脈의 方向性 把握에는 다소의 도움이 되었으나, 이렇다할 探查效果는 거두지 못하였다.

試錐探鑛; 過去 大明鑛業(株)에 의해 稼行될 當時에는 試錐探鑛이 전혀 실시되지 않았고, 休鑛된 以後인 1973~1977년 사이에 鑛業振興公社에 의한 2,450m의 試錐實績이 있으며, 永豐鑛業(株)에 의해 再開發이 着手된 以後인 1984년 9월부터는 積極인 試錐探鑛이 實施되었다. 年度別 試錐實績은 Table 4와 같다.

地表試錐는 地表地質 및 脈分布 調査結果를 기초로 하여, 三兄弟脈, 8號脈 등 主要脈을 對象으로 水平距離 80~100m 間격으로 대체로 3番坑 내지 5番坑 深度를 着脈目標로 하여 實施하였다. 試錐 코아에 대해서는 축척 1/100로 試錐柱狀圖를 作成하였고, 着脈區間의 코아는 當社 試料採取規定에 따라 試料를 採取하여 Au, Ag 品位를 확인하였다.

坑道探鑛; 本豎坑 및 第2豎坑의 補修作業이 進行됨에 따라, 1985년 8월에는 8號脈을 對象으로 3番坑에서 坑道探鑛이 着手되었으며, 9월부터는 三兄弟脈을 對象으로 第2豎坑 3番坑에서 坑道掘進이 시작되었다. 以後 1號脈, 7號脈, 2號脈, 朴山脈 등에 대해서도 부분적인 坑道探鑛이 이루어졌으나, 坑道探鑛은 주로 着鑛狀況이 良好한 三兄弟脈에 集中되었다. 年度別, 脈別 坑道探鑛 現況은 Table 5와 같다.

坑道掘進區間에 대해서는 坑內에서 1/200 축척으로 地質圖를 作成하고, 이를 기초로 하여 1/500 地質重疊圖, 1/2,000 地質重疊圖, 1/5,000 地質圖를 作成하였다. 着脈區間에 대해서는 1~2m 間격으로 Line sampling하여 1/200 Au, Ag品位圖를 作成하였다. 試料採取時 石英脈 내에서 硫化物의 含量에 差異를 보이거나 그밖에 產出狀態를 달리하는 부분은 區分하여 試料를 採取하였다.

Table 4 Annual diamond drilling at the Muguk gold mine.

Year	1973 to 1977	1984	1985	1986	Jan. to Aug. 1987	Total
Surface	2,450m	2,970m	10,194.2m	1,930m	2,349.5m	19,893.7m
Underground	—	—	293m	2,996.5m	1,605.1m	4,894.6m
Total	2,450m	2,970m	10,487.2m	4,926.5m	3,954.6m	24,788.3m

Table 5 Annual exploration tunnelling at the Muguk gold mine. (in m)

Vein	Year			
	1985	1986	Jan. to Aug. 1987	Total
Samhyungje	219.8	3,432.9	2,244.1	5,896.8
No. 1	339.0	692.3	72.4	1,103.7
No. 2	—	—	484.4	484.4
Baksan	—	—	617.2	617.2
No. 7	—	180.3	18.2	198.5
No. 8	518.7	658.7	—	1,177.4
Other veins	—	—	173.9	173.9
Total	1,077.5	4,964.2	3,610.2	9,651.9

三兄弟脈의 探査 成果

試錐探鑛 結果; 三兄弟脈에 대해서는 地表에서 總延長 1,300m 區間에 걸쳐 80~100m 간격으로 모두 18 孔 3,622.5m의 試錐를 실시하였다. 대부분의 試錐孔에서 着脈이 되었으며, 이 가운데 8孔에서는 비교적 良好한 品位를 보이는 脈이 着脈되었다. 各 試錐孔別 着鑛內容은 Table 6과 같다.

坑道探鑛 結果; 三兄弟脈에 대한 坑道探鑛은 1987년 7월말 현재 3番坑에서 8番坑에 이르기까지 6個 level 에 걸쳐 5,663m를 掘進中이며, 이 가운데 沿脈掘進長은 4,910m이다. 各 level別 掘進探鑛 現況 및 着脈現況은 Fig. 3 및 Table 7에 要約되어 있다.

지금까지 坑道探鑛에 의해 確認된 三兄弟脈의 延長은 1,500m 以上에 이르며 이 가운데 着脈된 區間的 總延長은 200~500m, 平均脈幅은 0.6~1.0m, 平均品位는 7~15g/t Au 정도이다. 또한 Fig. 3에서 各 ore shoot의 plunge는 北側에서 南側으로 70~80° 内外로 傾斜하고 있어, 2號脈과 비슷한 樣相을 보임을 알 수 있다. 各 ore shoot의 規模도 水平延長 20~130m, 上下延長은 數個鑛體에서 200m 以上 延長됨이 確認되고

Table 6 Result of diamond drilling for the Samhyungje vein of the Muguk gold mine.

Diamond drill hole number	Drilling depth(m)	Width of vein(m)	Ore grade (g/t Au)
73-6	250	0.95	4.5
74-1	150	1.35	15.1
74-2	120	0.25	2.0
74-3	130	0.10	tr
75-2	150	0.36	9.2
76-4	200	3.00	1.2
MR-1	200	0.40	0.2
MR-12	240	0.50	8.2
MR-13	220	0.40	86.3
MR-14	200	0.20	3.7
MR-15	210	0.60	4.6
MR-16	229	0.20	19.7
MR-18	247.6	0.80	30.9
MR-20	229	0.25	72.7
MR-22	210	0.50	23.7
MR-24	192	0.50	0.2
MR-27	213.4	0.20	tr
MR-29	231.5	0.20	tr
Total	3,622.5	0.60	12.4

있어 2號脈에 비견할만한 鑛況을 나타내고 있다.

이와 같은 探鑛成果에 힘입어, 처음에는 選鑛場 處理容量의 半인 2,500t/月 規模로 操業하다가 충분한 鑛量이 確保됨에 따라 增産하러던 當初의 計劃을 바꾸어, 1987年 1月 選鑛場 正常稼動과 同時에 5,500t/月 處理規模의 操業을 開始하여 현재까지 安定的인 操業이 이루어지고 있다.

三兄弟脈의 鑛床學의 特徵

試錐 및 坑道探鑛 過程에서 三兄弟脈의 鑛床學의 特徵이 부분적으로 밝혀지고 있다. 三兄弟脈은 走向

Table 7 Result of exploration tunnelling for the Samhyungje vein of the Muguk gold mine.

Underground level	Length of tunnelling		Minaible gold-bearing quartz vein		
	Crosscut(m)	Drift(m)	Total length(m)	Average width (m)	Average grade (g/t Au)
3rd level	127.2	1,175.3	} 200~500	} 0.6~1.0	} 7~15
4th level	55.3	1,542.2			
5th level	150.9	1,431.5			
6th level	—	176.1			
7th level	22.9	12.5			
8th level	220.5	748.7			
Total	752.9	4,910.2			

* Average interval between levels is about 40 meters.

Table 8 Characteristic features of gold-bearing quartz veins of each mineralization stage of the Samhyungje vein.

Mineralization stage	Characteristic features of vein mineral	Au and Ag content
Stage 1	Chalcedonic quartz and white quartz (very low sulfide mineral content)	Very low Au, Ag
Stage 2	Grey or dark grey quartz containing arsenopyrite-(pyrite)-aggregate	Low Au, Ag
Stage 3	Pale pink quartz	Very low Au, Ag ★High Au, Ag along sulfide band
(3-a)	Barren pale pink quartz	
★(3-b)	Pale pink quartz with narrow bands of grey quartz and sulfide minerals along both margin	
(3-c)	Chalcedonic quartz filling the vugs of pale pink quartz.	Very low Au, Ag
Stage 4	Grey quartz stringers filling the fractures of pale pink quartz of Stage 3	★Very high Au, Ag ★High Ag, low Au
★(4-a)	Grey quartz stringers containing patches of pyrite aggregate	
★(4-b)	Grey quartz stringers or networks containing native silver and argentite	
Stage 5	Transparent or white drusy quartz	Very low Au, Ag

“★” Star indicates the high grade ore.

N15~20°W, 傾斜 80~85°NE의 斷層裂罅를 充填하여 胚胎되었으며, 부분적으로는 雁行狀(en echelon)脈의 樣相을 보이기도 하고 分岐 現狀도 관찰된다. 확인된 延長은 약 2,000m에 이르며 脈幅은 平均 1.0m이나 膨縮이 심한 편이다. 일반적으로 脈이 分岐되면 延長性 및 Au品位가 不良해지고 脈이 합쳐지면 延長性 및 Au品位가 良好해지는 경향이 있다.

三兄弟脈은 數回の 鑛化期에 걸쳐 형성된 여러 종류의 石英과 少量의 方解石, 螢石, 綠泥石 및 粘土鑛物, 그리고 이들 脈石鑛物에 隨伴되어 沈澱한 黃鐵石, 硫砒鐵石, 磁硫鐵石, 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石, 輝銀石, 테트라헤드라이트, 自然銀, 電解트럼 등 鑛石鑛物로 이루어진 複合脈(complex vein)이다. 鑛化作用이 진행되는 과정에서 일어난 破碎作用(inter-mineralization fracturing)에 의해 初期에 형성된 脈이 後期の 脈에 의해 切斷되거나, 破碎된 初期脈의 片이 後期の 脈에 包有되는 경우가 많다. 脈構造와 鑛物共生關係에 의해 鑛化期는 5기로 구분되며, 各鑛化期別 脈의 特徵은 Table 8과 같다.

第1期の 玉髓質 및 白色 石英은 硫化鑛物 및 Au, Ag含量이 극히 낮다.

第2期の 灰色~暗灰色 石英은 硫砒鐵石 등 硫化鑛物을 多量 含有하나 Au, Ag含量은 높지 않은 편이다.

第3期の 石英은 淡紅色을 띠며, 現場作業자들은 이 淡紅色 石英을 가리켜 “돌이 피었다”하여 高品位 鑛石의 指示者(indicator)로 여긴다. 그러나, 淡紅色 石英

에는, 硫化鑛物을 거의 含有하지 않고 Au, Ag含量도 극히 낮은 不耗淡紅色石英(barren pale pink quartz)과, 兩側 外廓部를 따라 좁은 灰色石英-硫化鑛物의 띠(band)를 가지며 Au, Ag含量이 높은 含金淡紅色石英(gold-bearing pale pink quartz)의 두 종류가 있다. 後者の 硫化鑛物 띠는 주로 黃鐵石으로 이루어져 있는 경우가 많으며, 부분적으로는 黃鐵石 띠의 外廓에 方鉛石, 閃亞鉛石, 黃銅石 등으로 構成된 別個의 硫化鑛物 띠가 형성되어 있는 경우도 있다. 金은 주로 이와 같은 硫化鑛物 띠에 隨伴되며, 특히 方鉛石, 閃亞鉛石, 黃銅石의 띠가 產出하는 경우 Au品位가 더욱 높은 경향이 있다. Fig. 5-D는 淡紅色石英의 外廓部를 따라 형성된 黃鐵石 띠와 方鉛石, 閃亞鉛石, 黃銅石의 띠를 보여준다. Fig. 5-E는 黃鐵石에 隨伴된 電解트럼 粒子를 보여주며, Fig. 5-F는 黃鐵石 外에도 方鉛石, 閃亞鉛石, 黃銅石에 隨伴된 電解트럼 粒子를 보여준다.

第4-a期の 灰色石英은 주로 前期의 淡紅色 石英 內의 破碎된 틈을 따라 불규칙한 形態(patch)로 沈澱한 黃鐵石의 密雜集合體(aggregate)에 少量 隨伴된다. 이 黃鐵石의 密雜集合體는 매우 높은 Au, Ag含量을 보이며, 微細한 黃鐵石의 集合體로 이루어져 있고 간혹 八面體結晶(octahedron) 및 五角十二面體結晶(pentagonal dodecahedron)이 관찰된다. 黃鐵石의 結晶形과 金品位와의 關係는 앞으로의 研究課題이다. 現場作業자들은 이 黃鐵石의 密雜集合體를 “너털너털”한 黃鐵石이라 부르며 硫化鑛物 띠와 함께 高品位部의 指示者로

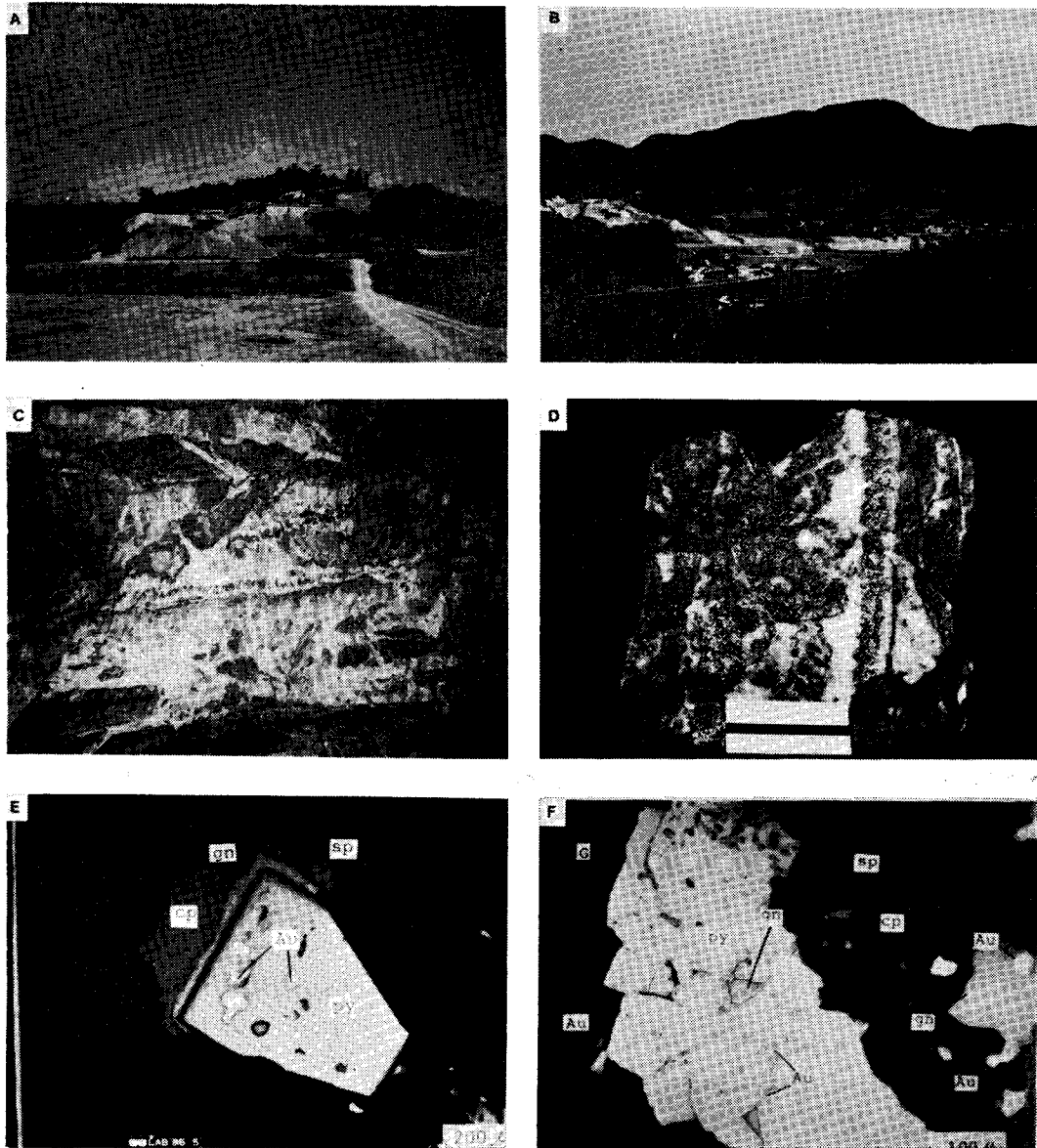
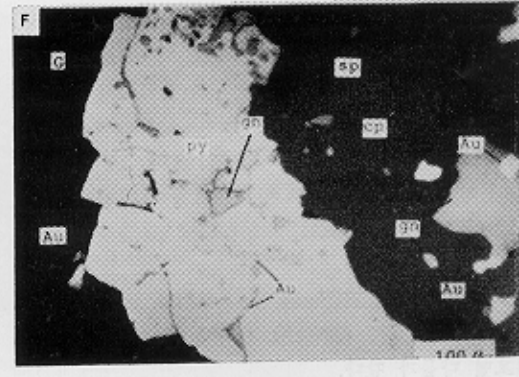
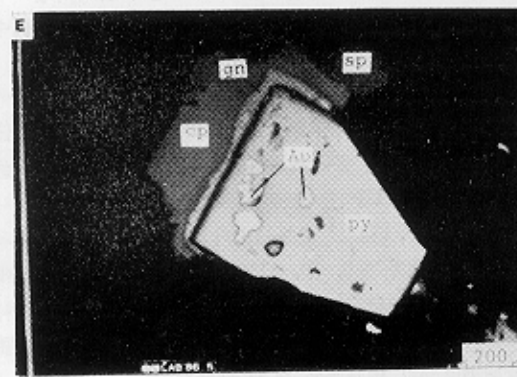
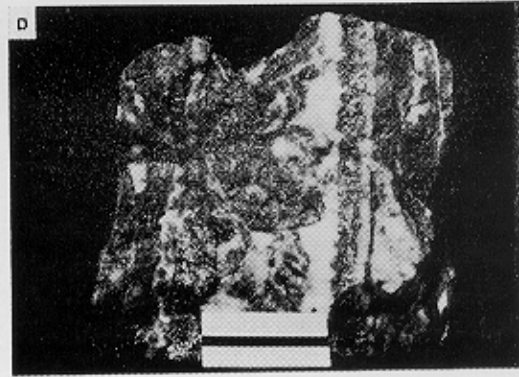
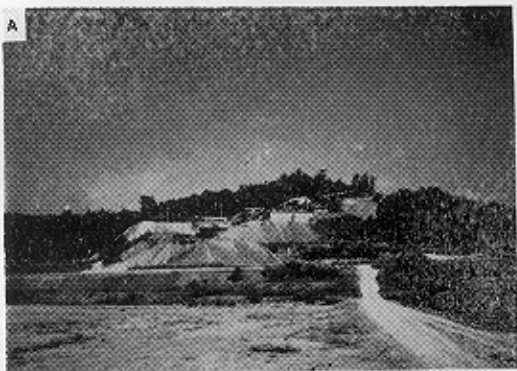


Fig. 5 A. General view of the Muguk gold mine.
 B. General view of the topography of the Muguk gold mine area. Higher mountains are composed of Cretaceous sedimentary rocks and lower hills are composed of granodiorite.
 C. Gold-bearing quartz veins of the Samhyungje vein at 5th underground level.
 D. Bands of sulfide minerals formed along both margins of pale pink quartz.
 E. Photomicrograph of electrum-bearing pyrite-galena-sphalerite-chalcocopyrite assemblage.
 F. Photomicrograph of electrum associated with pyrite, sphalerite, galena, chalcocopyrite and quartz.
 [Abbreviations] py : pyrite, gn : galena, sp : sphalerite, cp : chalcocopyrite, Au : electrum, G : gangueminerals



삼고 있다.

第4-b期の灰色石英 역시 淡紅色石英 內的 破碎된 틈을 따라 stringer 혹은 網狀(network)으로 沈澱한 自然銀 및 輝銀石에 少量 隨伴된다.

第5期の 透明~白色의 石英은 前期의 石英들을 切斷하며, 硫化礦物 및 Au, Ag含量이 극히 낮고 晶洞이 흔히 관찰된다.

含金石英脈 週邊部の 母岩은 綠泥石化作用, 絹雲母化作用 등 熱水變質作用을 받았다. 綠泥石化된 部分에는 六面體結晶(cubic)의 黃鐵石이 흔히 隨伴되며, Au, Ag는 거의 含有하지 않는다. 絹雲母帶에 黃鐵石의 密雜集合體가 產出하면 Au品位가 비교적 높은 경우가 있다.

結 言

—向後 探查指針 및 探查計劃—

無極鑛山 일대에는 花崗閃綠岩 內的 斷層을 充填한 石英脈이 수십 條 分布하며 이 가운데 大規模로 開發된 脈은 2號脈 1個條에 불과하였다. 永豐鑛業(株)에서 無極鑛山을 引受한 後 地表地質調査, 地化學探查, 物理探查 및 試錐探鑛을 통해 2號脈으로부터 250m 떨어져 平行으로 발달하는 三兄弟脈과 露頭發達 狀態가 가장 良好한 8號脈이 主探鑛對象으로 選定되었으며 坑道探鑛 結果 8號脈보다는 三兄弟脈의 鑛況이 良好함이 밝혀져 以後의 探鑛은 주로 三兄弟脈에 集中되었다.

三兄弟脈에 대한 坑道探鑛은 3番坑에서 8番坑에 이르기까지 6個 level에 걸쳐 水平延長 약 1,500m 區間에 걸쳐 이루어졌으며, 이 가운데 着脈區間的 總延長 200~500m, 平均脈幅 0.6~1.0m, 平均品位 7~15g/t Au의 良好한 成果를 거두게 되어 1987년 1월부터 月 5,500톤의 鑛石을 處理하고 있다. 또한 그간의 探查結果 無極鑛山 일대 鑛脈의 胚胎樣相에 대한 여러가지 사실이 밝혀지고 있다.

지금까지 밝혀진 三兄弟脈 및 其他脈의 特性을 기초로 向後 探查作業에 指針으로 삼아야 할 要素들을 整理해보면 다음과 같다.

① 斷層構造……含金石英脈은 斷層을 充填하여 胚胎하므로 斷層構造는 石英脈 發見의 단서가 될 수 있다.

② 脈의 健實性……脈이 分岐되면 延長性 및 品位가 不良하고 합쳐지는 부분에서는 延長性 및 品位가 良好해지는 경향이 있다.

③ Ore shoot의 plunge……지금까지의 探鑛에 의해 三兄弟脈의 ore shoot의 plunge는 2號脈과 마찬가지로 北側에서 南側으로 70~80°로 傾斜함이 밝혀져, 地表에서의 高品位 探掘跡이 확인된 경우 또는 坑內에서

上部 level의 富鑛部가 확인된 경우에는 下部 level 探鑛時 富鑛部의 胚胎地點을 예측할 수 있다.

④ 淡紅色 石英脈 및 硫化礦物의 띠(sulfide band)……淡紅色 石英脈의 外廓部에 產出하는 硫化礦物의 띠에 Au, Ag含量이 높다. 硫化礦物의 띠는 주로 黃鐵石으로 구성되는 경우가 많으나 간혹 黃鐵石 띠 外廓에 方鉛石, 閃亞鉛石, 黃銅石 등으로 구성되는 띠가 別途로 產出하기도 한다. 後者の 경우 Au, Ag品位가 더욱 높다. 現場作業者들은 淡紅色石英을 가리켜 “뜰이 퍼었다” 하여 이를 高品位部의 指示者로 삼고 있다.

⑤ 黃鐵石의 密雜集合體……淡紅色石英 內的 破碎된 틈을 따라 불규칙한 形態(patch)로 沈澱한 黃鐵石의 密雜集合體 역시 높은 Au, Ag含量을 보인다. 이 黃鐵石 가운데는 八面體結晶 및 五角十二面體結晶의 것이 관찰된다. 現場作業者들은 이 黃鐵石 密雜集合體를 가리켜 “너덜너덜”한 黃鐵石이라 부르고 있다. 六面體結晶을 가지는 黃鐵石은 Au를 거의 함유하지 않는다.

⑥ 自然銀, 輝銀石의 stringer……淡紅色石英 內的 破碎된 틈을 따라 沈澱된 自然銀 및 輝銀石의 stringer 및 network는 Ag高品位部의 指示者가 된다.

⑦ 熱水變質帶……脈 주변의 母岩은 綠泥石化作用, 絹雲母化作用 등 熱水變質作用을 받았다. 熱水變質의 種類 및 程度와 Au, Ag含量과의 관계에 대해서는 보다 체계적인 研究를 要한다.

探鑛作業을 계속하면서 새로운 사실이 밝혀지면 위에 要約한 探查指針은 부분적으로 補完 및 修正될 수 있음을 明記한다.

向後 無極鑛山의 探鑛은 現在 探鑛 및 探鑛作業이 集中되어 있는 三兄弟脈의 延長部와 下部의 探鑛에 注力하여 계속적인 安定鑛量 確保를 期하는 한편, 其他脈에 대한 探鑛을 적극 추진하여 探鑛範圍를 확대해나갈 방침이다. 특히 金旺鑛山의 北側延長部인 구계촌 區域에 分布하는 9, 10, 11號脈 및 數條의 低傾斜脈에 대한 試錐 및 坑道探鑛이 활발히 進행되고 있으며, 朴山脈, 金龍 1, 2號脈, 1號脈, 5號脈, 7號脈 및 2號脈 既探掘區間的 延長部에 대한 探鑛도 進행되고 있다.

參 考 文 獻

- 崔善奎·朴魯榮·朴性元. (1986) 忠清道 東北部 泰昌, 寶蓮, 金旺鑛山의 金銀鑛化作用. 鑛山地質, 卷 19권, 특별호, p. 193-206.
- 대한광업진흥공사 (1971, 1980) 無極鑛山 評價調査.
- 대한광업진흥공사 (1973) 한국의 광상. 卷 5호, 금·은권, p. 105-107.
- 대한광업진흥공사 (1977, 1979, 1985) 광상시추조사

- 보고.
- 한국동력자원연구소 (1982) 整備金鑛山要覽. p. 194.
- 정창희 · 박용안 · 김항목 (1976) 한국지질도 음성도폭 1/50,000. 자원개발연구소.
- Kaneda, H., Shimazaki, H., and Lee, M.S. (1984) Mineralogy and geochemistry of the Au-Ag ore deposits in the Southern Korea Peninsular; Granite provinces and associated ore deposits in South Korea. p. 81-126.
- Kaneda, H., Shimazaki, H., and Lee, M.S. (1986) Mineralogy and geochemistry of the Au-Ag ore deposits in South Korea. Mineral Dep., v. 21, p. 234-243.
- 金善億 (1982) 韓國의 地質과 鑛物資源. 연세대학교 지질학과 동문회, p. 269-271.
- Kim, W.J. (1986) Metallogeny on Gold-Silver in South Korea. Jour. Korean Inst. Mining Geol., v. 19, No. 4, p. 243-264.
- Sugaki, A. (1982) Report of the Geumwang mine. Unpublished, p. 9.
- Sugaki, A., Kim, O.J. and Kim, W.J. (1986) Gold-silver mineralization at the Geumwang mine, Korea. Mining Geol., v. 36, p. 555-572.
- 徐圭植 · 張楠植 · 文錫模 (1986) 無極鑛山三兄弟脈의 鑛床學的 特徵. 永豐鑛業(株) 調査室資料(未發表).