광산지질 7권 4호(1974) pp. 157~174

銅店鑛山의 붉은등 鑛體의 成因에 관한 硏究

金 玉 準*·金 奎 漢*

A Study on Red Hill Copper Deposits of the Dongjom Mine.

Ok Joon Kim · Kyu Han Kim

Abstract

The Red Hill deposit of the Dongjom Copper Mine is the most promising deposit of the mine and under intensive exploration at present although there are eight more deposits of vein type.

With total 2160m drilling of 9 holes completed and 400m drilling on two holes underway, the nature of the Red Hill deposit has come more clear. The copper content in the whole ore body is meager so far as the exploration done up to present indicates, but there are evidences that mineralization covers all over the granodiorite cupola at the Red Hill area.

The petrological work and assay on the samples taken by the writers indicate that granodiorite rocks can be divided into fresh zone and alteration zone. Alteration zone consists of potassic and argillic zones accompanyied by silicification zone on basis of Lowell and Guilbert model. Argillic zone has closely related with a mineralization in the Red Hill deposit.

It has been cleared that the alteration acompanyied with the mineralization took place not only along vertical fissures but also in the irregular lateral zone, the nature of which is unknown.

Judging from the results of exploration and petrochemical study on the Red Hill deposit which is imbedded in a southern part of the granodiorite cupola, it can be concluded by the writer's opinion that the Red Hill deposit is possibly a porphyry copper deposit, because the shape of the ore body, mineral zoning and paragenesis and wall rock alteration resemble to those of typical porphyry copper deposits.

It is the writers' opinion that more exploration work is required so as to evaluate the deposit.

1. 序 言

本 硏究는 慶南일대에 分布한 慶南銅鑛化帶중 成因에 있어서 문제가 되고 있고 또 이 成因연구가 아주 흥미있는 특수한 鑛床인 銅店 銅鑛床에 관해서 실시되었다.

銅店鑛山중 특히 붉은등(赤丘) 鑛床은 우리나라에서 唯一한 斑岩銅 鑛床(김옥준 1971. 3 浜地 : 1971. 8)일 것이라고 알려져 왔다.

本 硏究는 붉은등 鑛床의 成因을 규명하는데 연구의 목적을 두고 지금까지 실시된 本 鑛床의 모든 資料를 종합 검토하고 시추 core시료를 채취하여 岩石學的 硏究를 실시하였다.

그리고 붉은등 鑛床의 母岩의 變質과 鑛化作用 등을 검토하였다. 본 硏究를 위해 필자가 1974년 8月에 野外調査를 실시했다. 이에 앞서 金玉準은 1970년부터 現在까지가 수차에 걸쳐 本 鑛床을 調査硏究하여왔다.

시료분석은 지질광물연구소에서 실시되었고 그외 실내 모든 연구는 延世大學校 실험실에서 이루어졌다.

* 延世大學校 地質學科

2. 位置 및 交通

鑛山 사무실은 慶尙南道 昌寧郡 吉谷面 吉谷里에 위치하며 南海의 馬山港에서 직선거리 25km이다. 그리고 부산에서 북서로 약 75km 되며 이중 50km는 포장된 道路이고 25km는 포장되지 않은 道路이다. 鑛山에서 馬山港까지는 45km이고 馬山에서 영산까지 37km는 1975년에 포장될 예정이다. 調査地域은 북위35°23′~35°27′ 동경 128°32′~128°36′의 범위이다.

3. 地形과 氣候

鑛山 事務所 南則 6 km에는 南韓에서 제일큰 洛東江이 동쪽으로 흐른다.

江 河床은 해발 20m이며 붉은등 地域은 해발80~150m이다. 붉은등 地域 주위의 산은 남쪽으로 짤리는 말굽(horse shoe) 모양으로 나타난다. 가장 높은 산인 해발 약 450m인 강태봉은 붉은등 남쪽으로 연하여 위치하고 있다.

본지역의 기후는 우리나라에서 온난한 편이며 여름에는 최고 35°C이고 겨울에는 최저 −8°C로 따뜻하며 눈은 거의 오지 않는다. 그러므로 鑛山開發에 있어 기후의 제약은 받지 않는다.

鑛山 沿革

1965年 2月에 現在의 鑛山 所有者가 6鑛區를 설정하였고 1970年 12月 28日에 다시 8鑛區를 入手 소유한 후 오늘날까지 鑛主가 政府의 도움으로 여러가지 探査方法에 의해 탐사를 실시해오고 있다.

所 有 權

鑛區는 영산지적에 걸친 다음의 14個鑛區이다.

지적번호	등록번호	지적번호	등록번호
95	34500	115	43736
96	32825	116	43735
97	34501	117	43734
105	34853	124	43730
106	35444	125	43733
107	34502	126	43732
114	44376	127	43731

所有者 : 李 雲 松

부산시 동래구 거제동 701번지

4. 地 質

本 地域의 地質은 慶尙系 鎭東層과 이를 貫入 또는 덮는 安山岩과 安山岩質 응회암 및 각력암 그리고 여러종류의 貫入岩類로 되어있다. 本地域의 層序와 構成岩石은 다음과 같다(그림 3 地質圖 參照).

Cretaceous	佛國寺統花崗岩類		岩脈
			石英斑岩
			花崗閃綠岩
			閃綠岩
			黑雲母花崗岩
			——貫入——
upper	新羅統		安山岩, 응회암
			鎭東層

鎭東層 : 本層은 대부분 쳐트의 박층을 협재한 暗灰色 내지 黑色 粘板岩으로 구성되어 있다. 일부 地質學者들은 이 쳐트가 火成岩類의 貫入에 의하여 硅化作用(silicification)을 받아서 된것으로 생각하고 있지만 필자는 堆積현상에 의해 생성된 것으로 생각한다.

다른 몇 곳에서는 本層의 상부에 泥岩과 세일과 알코스 砂岩을 협재하고 있다.

安山岩, 安山岩質 응회암및 flow; Andesitic flows와 집괴암질응회암(agglomeratic tuff)이 鎭東層을 덮고 있다. 본지역에서는 이들이 침식의 잔존물로서 산정상부에서만 노출되어 있다.

黑雲母花崗岩, 花崗閃綠岩, 閃綠岩 : 黑雲花崗岩은 本地域 北部에 分布하고 있고 花崗閃綠岩은 洛東江남부인 本地域의 남쪽부분에 分布하고 있다. 이지역에서 이들 貫入岩類가 銅鑛床의 成因과 關係가 있는지 없는지에 대해서는 확실하지 않다.

閃綠岩과 花崗閃綠岩은 작은 岩株 狀으로 하내지역과 붉은등지역에 나타나며 이들 岩石中에는 銅이 광염되어 있기로 한다. 花崗閃綠岩이라 할지라도 붉은등지역에서는 硅化作用(silicification)과 견운모화작용(sericitization) 그리고 pyritization 등의 심한 變質을 받아 지표에서는 原岩을 식별할 수 없을 정도로서 오히려 silicified quartzoic rock으로 부를 정도이다.

石英斑岩 : 많은 石英斑岩의 岩脈이 南北方向으로 分布하고 있고 그중 강태봉지역 B脈에서와 같이 pyrrhotite copper vein이 石英斑岩 中에 發達되고 있다.

岩脈 : 소수의 작은 염기성岩脈과 산성岩脈이 本域에 散在해 있다. 그러나 이들 岩脈이 鑛床의 成因과의 關係에 對해서는 알수 없다.

5. 地 質 構 造

本 地域 構成岩石들이 심히 風化되어 一部 큰 地質構造 以外의 小構造들은 조사하기 어려웠다.

一般的으로 鎭東層은 走向이 N-S이고 傾斜는 양쪽으로 아주 완만하다. 이 완만한 휘어짐(gentle warping)을 제외하고는 變形은 그다지 볼수가 없다. 石英斑岩의 分布와 많은 vein이 지표에 나타나는 형태와 하내지역과 붉은등 지역에서의 시추결과로 보아 南北으로

뻣는 현저한 構造帶(fracture zone)가 있어 이를 따라서 주로 銅鑛物과 硫化鐵의 鑛化作用이 일어난 것 같이 생각된다.

이곳에서 東西횡단 구조는 발견되지 않았다. 그러나 本地域의 北東部에 있는 95, 96호 鑛區에서 나타나는 고갈봉 vein은 走向이 약 N35°~40°W이고 傾斜가 50° SW이었다. 이것만이 하나의 횡단구조로 볼 수 있다.

6. 탐 사 내 용

本地域에 실시된 探査作業을 年度別로 要約하면 아래와 같다.

1969年 5 月 : 地質圖 作成(홍만섭, 1971년에 완성)

1970年10月 : 강태봉 B, C 맥과 붉은등지역 S.P 探査(鑛業振興公社)

1970年12月 : 시추완성(광업진흥공사 D.H. 70—1(70° W, 120m), D.H. 70—2 (70°W, 130m) 計 250m

1971年 3 月 : 金玉準은 porphyry copper deposit일 가능성제시, 이로인해 계속적인 많은 탐사작업이 실시됨.

1971. : 강태봉 A, D脈 地域, 고갈봉地域, 쇠판동지역, 붉은등地域 S.P. 探査실시(鑛業振興公社)

1971年5, 6月 : 붉은등지역에서 간단한 地化學探査실시(慶北大學校)

1971 : 시추실시(計 1, 200m 鑛業振興公社)

강태봉C脈 : D.H. 71—3 (120m, 70°E)
DH 71—4 (130m, 70°E

쇠판동地域 : D.H 71—5 (130m, 70°E)
D.H. 71—6 (150cm, 70°E)

붉은등地域 : D.H.71—6(130m, 수직)
D.H. 71—7 (220m, 170°E)
D.H. 71—8 (450m, 70°W)

1971年 8 月 : 浜地忠雄(日本 Sumiko Consultants Co., Ltd)가 調査 연구한후 本鑛床이 斑岩銅 鑛床일 것이라는데 동의하는 보고서 제출.

1972年 : 하내지역 : 금곡지역, 옥산골지역에 S.P. 探査(鑛業振興公社), 붉은등지역, 상길리지역에 I.P 探査(地質鑛物硏究所와 鑛業振興公社合同) 도덕봉(상길리서부), 오호리지역 : S.P. 探査와 I.P. 探査실시(地質鑛物硏究所)

시추실시 :

붉은등지역 : D.H. 72—9 (150m, 70°E)

하내지역 : D.H. 72—10 (150m, 70°E)
D.H. 72—11 (150m, 70°E)
D.H. 72—12 (150m, 70°E)
D.H. 72—13 (150m, 70°E)
D.H. 72—14 (130m, 70°E)
D.H. 72—15 (150m, 70°E)
D.H. 72—16 (150m, 70°W)
計 1180m(鑛業振興公社)

시추실시 :

오호리地域 : D.H. 72—1 (160m, 70°E)
D.H. 72—2 (100m, 70°E)
D.H. 72—3 (100m, 70°E)
D.H. 72—4 (170m, 60°E)
計 530m(地質鑛物硏究所)

1972年10月~1973年 3 月 : 붉은등地域에 S.P. 探査 및 I.P. 探査(韓英合同調査團)

1973年 : 全地域 地質圖作成과 붉은등지역에 S.P 探査및地化學探査실시(地質鑛物硏究所)

시추실시 :

붉은등지역 : D.H. 73—1 (360m, 70°E)
D.H. 73—2 (250m, 70°E)
D.H. 73—3 (350m, 70°E)
計 960m(地質鑛物硏究所)

이들 探査 결과들이 지질조사 및 탐사보고서 (1973, No. 2 p. 119—166)에 要約되어 있다.

시추총계

70 년도	2 개공	250m	광업진흥공사
71 〃	6 〃	120m	〃
72 〃	8 〃	1180m	〃
72 〃	4 〃	530m	지질광물연구소
73 〃	3 〃	960m	〃
계	23 〃	4120m	

74年度 시추계획(지질광물연구소)

D.H. 74—1	150m, 70°W	붉은등지역, 시추중임
D.H. 74—2	250m, 70°E	
D.H. 74—3	120m, 70°W	금곡지역
D.H. 74—4	110m, 70°E	
D.H. 74—5	130m, 70°W(시추완료)	배실골지역
D.H. 74—7	110m, 70°W	
D.H. 74—7	130m, 70°W	
D.H. 74—8	120m, 70°W	
계	8 개공 1120m	

7. 鑛 床

銅店鑛山의 鑛床을 地理的으로 北에서 南으로 東에서 西로 다음 표 1과 같이 9개의 鑛體로 分類된다. (지질도 참조)

표 1. 동점광산 鑛體 分類表

鑛體名	鑛石鑛物	鑛床形態
쇠판동	magnetite 내에 chalcopyrite	열극충진과 약간의 교대광상
붉은등	chalcopyrite pyrite	斑岩銅鑛床 또는 파쇄대충진
고갈봉	chalcopyrite limonite	vein
강태봉	chalcopyrite galena, sphalerite magnetite limonite	4 veins (A.B.C.D. vein)
옥산골	?	S.P.탐사 異常帶地域, 하내鑛床의 북부연장일 가능성이 있음.
금곡	chalcopyrite	veins
하내	chalcopyrite pyrrhotite pyrite	veins, 鑛染鑛體
매실골	chalcopyrite pyrite arsenopyrite galena	塊狀鑛體?
오호리	pyrrhotite, pyrite	鑛體가 발견되지 않음

1) 쇠판동鑛床

本 鑛床은 鑛山事務所의 북동쪽의 남쪽사면에서 개발되었다.

광산사무소에서 북동 700m 떨어진 능선을 따라서 N60°W 方向으로 트렌치가 진행되었고 남쪽 사면위에는 脈의 走向을 따라서 옛날에 실시한 많은 舊坑들을 관찰할 수 있었다. 그리고 1972년과 1973년에 두개의 探鑛坑道(180m과 150m 고도에서)가 개설되었다.

이 탐사에서 鑛體의 특징이 일려졌다. 鑛化作用은 N-S 내지 N10°E 走向과 60~70°W 傾斜를 나타내는 구조선을 따라서 일어났고 또한 진동층내의 파쇄대(fracture zone)내에도 鑛化作用이 일어났다.

鎭東쳐트質粘板岩(chert slate)이 파쇄되어 actinolite와 epidote와 chlorite로 구성된 스카른(skarn)으로 變質되었으며 이 스카른內에는 magnetite와 disseminated chalcopyrite가 불규칙하게 작은덩어로 배태되어 있었다.

능선위에서는 스카른鑛物이 어떤 方向性을 나타내며 폭은 약 40m로 나타나있으나 노두 서측에서 시추를 실시하였지만 하부의 鑛體를 찾지 못하였다.

쇠판동의 남쪽사면에서 cross cut와 시추를하여 chalcopyrite를 함유하는 mgnetite 광체를 찾았지만 그 鑛體의 규모가 너무 작았다.

이 광체는 硫化鑛物들을 수반하며 sphalerite와 galena 그리고 약간의 pyrrhotite로 구성되어 있으며 맥석광물은 石英과 방해석으로 되어 있다. 鑛體의 연변부에서 鎭東쳐트質 粘板岩은 argillization에 依한 變質을 받고있다.

이 鑛體의 개발은 1973年 이후 일단 중지하고 있다.

2) 고갈봉 鑛床

고갈봉의 정상부 가까이에 우세한 鑛脈의 노두가 관찰되었다. 이 노두밑을 cross cut해 보았으나 斷層을 따라 cross cut 되었기 때문에 鑛體에 도달하지못하였다. 노두에서 그 脈幅은 2~3 m이고 연장은 15~20m이지만 북서쪽으로 연장은 더 추적될 수가 있다.

脈의 走向은 N30°~40°W 이고 傾斜는 40°~50° SW 이다. 地表에서 식별된 鑛石鑛物은 chalcopyrite, malachite, limonite, chalcocite 등이다. 이 노두에서는 이이상 조사연구되지 않았다.

3) 강태봉鑛床

東에서부터 西로, A脈, B脈, C脈, D脈의 4개의 平行하는 脈이 있다.

이 脈들은 진동층에 협재되어 있으며 또한 높은 능선을 따라서 노두가 分布한다. 그러므로 C脈에 대한 2개공의 시추와 C脈, D脈에서 북쪽으로 몇메터 drifting 한 것과 각脈에 대하여 트렌치한 것을 제외하고는 탐사가 이루어지지 못했다.

이 脈들의 走向은 N-S이고 傾斜는 거의 수직이다. A脈은 2 m두께의 limonite로 되어있으며 magnetite 덩어리 內에 malachite를 함유하고 있음이 그 노두에서 관찰되나 연장은 수메터밖에 나타나지 않고있다.

D脈은 1.5m 층후에 300m까지 추적이 가능하며 chalcopyrite, pyrite, malachite 그리고 고품위의 sphalerite (ZnS 약 45%)로 구성되어 있다. 누두밑을 10m가량 북쪽으로 drifting 해 보았으나 斷層때문에 鑛體를 찾지 못하고 중단하였다.

이 脈은 limonite脈이 鎭東層내에 노출되어 있는 붉은등지역 남부 가까이 까지 북으로 연장되어 D.H. 71—1에서 鑛體를 만났다. D.H. 71—1호공의 시료의 분석결과는 표 2과 같다. (광업진흥공사 자료)

표 2. D.H. 71-1 호공 시추 시료 분석표

호공 \ 성분	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
D. H. 71-1	3.1	68	Tr	5.59	7.74
	0	32	0.10	0.12	Tr
	0	36	0.04	Tr	0.31
노 두	0	0	1.10	Tr	Tr

B脈은 石英斑岩의 岩脈內에 배태되어 있고 약 900m까지 추적되며 층후는 1m~5m이다. 硫化鑛物은 pyrrhotite, pyrite, 소량의 chalcopyrite, malachite로 구성되어 있다. 이외에 몇개의 trench가 실시되었고 北端에서 옛날에 실시한 pit를 볼 수 있었다. 염기성岩脈이 항상 이 脈과 수반되어 나타난다.

C脈은 脈幅이 2m이고 300m가량 추적된다. 이 脈은 노두에서 보면 magnetite와 pyrite, chalcopyrite, malachite를 가지는 石英脈이다.

N-S로 주행하고 서쪽으로 45° 경사하는 本 脈을 80~90m 깊이에서 찾기위해서 동쪽으로 경사하는 2개공을 선정 시추하였으나 실은 45m 깊이에서 빈약한 鑛化帶를 찾았을 뿐이다.

45m 깊이에서 찾은 맥이 노두鑛體의 下部 연속인지 아닌지는 확실하지 않다.

시추를 실시하기전에 북쪽으로 10m 가량 drift 하다가 단층으로 脈이 끈겨져 중단하였다.

4) 옥산골 鑛床

이 지역에서는 노두가 하나도 알려져 있지 않고 다만 흩어진 곳산(gossan)이 약간 있을 뿐이다.

그러나 S.P 探査에서 南北으로 異常帶가 나타났는데. 이것은 하내鑛床의 북쪽연장일지도 모른다.

5) 금곡 鑛床

西로 뻣는 금곡 골짜기에서 2개의 脈이 관찰되었는데 그중 동쪽脈은 石英斑岩脈에 협재되어 있었고 서쪽脈은 鎭東層과 閃綠岩 사이 접촉부에 협재되어 있었다. 2개의 맥은 50m가량 떨어져 있고 200m가량 추적된다. 동쪽의 脈은 2m 두께의 石英脈으로 chalcopyrite와 malachite, pyrite를 함유하고 있는 반면 서쪽맥은 1.0m 가량의 맥폭에 chalcopyrite와 pyrite 외에 galena가 많이 함유되어 있다.

6) 하내 鑛床

地表현상과 S.P. 異常帶가 2개의 길쭉한 鑛體의 存在를 나타내준다. 그중 西쪽脈에 대하여 동쪽으로 약 20m 굴진 하였는데, 입구에서 5m 떨어진곳에서 鑛體를 만났다. 그리고 나머지 crosscut에서는 모두 鎭東層만이 나타났다. 鑛體는 괴상인 pyrrhotite와 그중에 광염된 chalcopyrite로 구성되어 있고 또한 이 鑛體는 硅化된 felsitic암석과 sericitized felsic rook 內에 부존되어 있다(붉은등地域의 母岩과 類似함). 시추(D.H. 71-15)를 한 결과 35m~40m 깊이에서 石英斑岩이 나왔으며 이 石英斑岩은 disseminated chalcopyrite를 가지고 있다 (Au 28g/t, Ag26g/t, Cu 4%광진자료) 그리고 80m~84m 깊이에서 crosscut 의 입구의 鑛體의 하부연장으로 생각되는 鑛體를 찾았다. 시추공 D.H 72-16은 D.H 72-15호공의 서쪽의 異常帶지역을 조사 목적으로 실시했다.

여기서는 계속 變質을 받지않은 閃綠岩이 나왔으며 맥폭 10m의 disseminated chalcopyrite zone이 30m 간격으로 나타났다.

다른 5개공(D.H. 72-10~14)은 동쪽脈을 따라 나타난 異常帶을 調査目的으로 試錐를 실시했다. 그중 D.H. 72-10호공에서만 90m~96m 깊이에서 鑛體가 나타났다.

이 鑛體는 鎭東層과 石英斑岩사이 접촉대에 부존되어 있었다. 나머지 시추공에서는 鑛體가 나타나지 않았다.

7) 매실골 鑛床

이 鑛床은 鎭東層과 하내 閃綠岩質岩의 南端사이 接解部에서 발견된 노두로서 주로 galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite 등으로 構成되어 있다. 그리고 또 이 접촉부에서 北으로 높은 S.P. 異常帶를 나타내고 있다.

이 접촉부의 鑛體는 高品位 鑛石이긴 하지만 試錐(74-5, 130m)에서 magnetite細脈을 제외하고는 하부에서 아무런 鑛體도 발견되지 않았다.

8) 오호리 鑛床

地球物理 探査로 현저한 異常帶가 나타나서 4곳에 시추를 실시하였으나 약간의 pyrrhotite와 pyrite의 광염대(diseminated zone)를 제외하고는 아무런 鑛體도 나타나지 않았다.

9. 붉은등(赤丘) 鑛床

이 鑛床이 우리에게 관심의 초점이 되는 鑛床이고 또한 필자가 porphyry copper 鑛床이라고 생각한 鑛床이다.

위에 간단히 說明한 8개鑛床이 이 붉은등 鑛床의 주위에 分布한다. 그러므로 이들 鑛床이 붉은등 鑛床의 鑛床成因 硏究에 어떤 도움을 주지않을까 생각된다.

a) 地 質

붉은등 지역에 1km² 넓이의 花崗閃綠斑岩의 cupola가 나타나 있다. 붉은등을 제외한 전지역은 田畓으로 덮여있다. 붉은등과 cupola의 서북쪽에 노출한 지표의 암석은 전부 limonite化한 곳산(gossan)으로 되어있고 變質을 받지않은 신선한 岩石은 규장암질 암석(felsitic rock) 같이 보이며 硅化作用, 絹雲母化作用 및 黃鐵化作用을 받아서 原岩의 특성은 地表에서는 알아볼 수 없다. 그러나 시추 core의 신선한 부분에서는 유색 광

표 3. 붉은등 지역 지화학탐사 결과(이재영, 1971, 경북大)

성분 \ 시료번호	0	S-1	S-2	S-3	S-4-A	S-4-B	S-5	S-6	S-7	S-8	평 균
Ti(%)	0.2	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7097
Mn(ppm)	100	300	300	300	500	300	500	200	300	200	341.11
Cr	10	50	20	30	50	50	50	30	20	20	43.5.22
Mo	N	7	10	5	7	5	7	N	5	5	62.16
Ni	10	20	10	20	20	30	30	15	10	10	17.79
Cu	10	50	30	30	50	50	50	20	30	15	54.8
Pb	N	100	80	60	50	60	50	50	50	50	34.47

성분 \ 시료번호	S-9-A	S-9-B	S-10	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5-A	N-5-B	N-6
Ti(%)	0.7	1	0.9	0.7	0.7	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7
Mn(ppm)	1000	1000	1000	200	200	200	200	500	500	200
Cr	70	100	50	50	30	30	20	20	20	50
Mo	5	7	5	7	10	5	7	7	7	7
Ni	50	70	50	15	10	10	10	10	7	10
Cu	20	30	30	50	70	50	200	150	200	70
Pb	60	70	60	70	50	20	50	50	20	N

성분 \ 시료번호	N-7	N-8	N-9	N-10-A	N-10-B	N-11	N-12	N-13	N-14	N-15-A
Ti(%)	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	1
Mn(ppm)	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Cr	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Mo	7	7	7	7	5	5	7	5	5	5
Ni	10	15	10	15	10	15	10	10	20	15
Cu	100	70	50	50	70	50	50	30	20	20
Pb	N	N	20	20	N	20	10	10	N	N

성분 \ 시료번호	N-15-13	N-16	N-17	N-18
Ti(%)	1	1	1	1
Mn(ppm)	300	200	100	300
Cr	60	50	50	70
Mo	5	5	5	5
Ni	15	20	10	10
Cu	30	30	30	30
Pb	50	20	N	20

물들이 녹니석으로 變質된 花崗閃綠斑岩이었다. 일반적으로 二次的銅鑛物들이나 copper stain은 지표에서 관찰할 수 없었다.

b) 地球化學的 探査

地球化學的 探査는 李在英(1971) 등과 地質鑛物 研究所에서 실시했다.

이 조사에서 붉은등지역 서쪽편에서 약간의 銅異常帶가 나타났다. 즉 土壤 시료에서 70ppm과 200ppm을

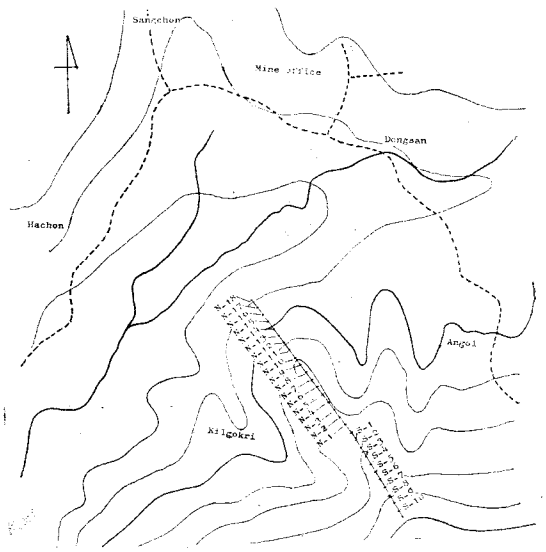

그림 1. 地化學 探査를 위한 표품 채취 위치도

나타냈다. 이재영(경북大)이 실시한 지화학 탐사결과는 표 3과 같다.

浜地(1971)의 보고서에 의하면 붉은등에서 흐르는 河床堆積物에서 銅이 0.02%가 同地域의 土壤에서는 銅이 0.03%가 검출되었다.

c) 地球物理學的 探査

국립지질광물연구소와 광업진흥공사에서 많은 物理探査를 실시하였으나 여기에는 그 結果圖를 引用치 안는다.

붉은등 地域에서 S.P. 탐사와 I.P. 탐사 그리고 자력탐사 등을 실시한 결과 많은 異常帶가 나타났다. 이 異常帶가 나타난 지역을 조사 연구하기 위해서 많은 시추작업을 해왔고 지금도 작업을 계속하는 중이다. 시추결과 異常帶와 鑛體 부존과는 아무런 밀접한 관계가 없음이 밝혀졌다.

예를들면 73-2호공(250m)은 I.P. 異常帶 지역을 시추하였으나 異常帶가 아닌 지역에서 보다도 오히려 약한 硫化鐵鑛染帶 밖에는 나타나지 않았다. 반면에 74-2호공(현재 시추작업중임)에서는 異常帶가 나타나지 않은 지역이지만 더강한 硫化鐵鑛染帶가 나타났다. 필자도 그 理由는 알수없고 다른사람도 역시 이 이유를 알지 못하고 있다.

cupola의 東端과 西端에 강한 磁力異常帶가 나타나며 또한 지표에 머리보다 더큰 magnetite float들이 산재해 있다. 아마 東側의 異常帶는 쇠판동 magnetite-copper 鑛體의 연장일 가능성이 있고 강태봉 A脈으로 연속될 가능성이 있다. 붉은등 cupola가 그 서쪽과 동쪽의 변두리에서 magnetite로 싸여있다는 사실은 붉은등 鑛床의 成因을 고찰하는데 주의할 가치가 있다. 불행히도 이사실을 이지역을 조사한 사람들이 무시하고 말았다. 그러나 영국지질학자들만은 이사실의 중요성을 강조한바 있다.

d) 시추결과

붉은등지역의 시추는 다음과 같이 행하여졌다. (표 4)

표 4 붉은등지역 시추 종합표

시추공번호	심도(m)	경사(°)	시 행 기 간
D.H. 70-1	120	70°W	鑛業振興公社
D.H. 70-2	130	70°W	〃
D.H. 71-C	130	수직	鑛主
D.H. 71-7	220	70°E	鑛業振興公社
D.H. 71-8	450	70°W	〃
D.H. 72-9	150	70°E	〃
D.H. 73-1	360	70°E	地質鑛物硏究所
D.H. 73-2	250	70°E	〃
D.H. 73-3	350	70°E	〃
D.H. 74-1	150	70°W	地質鑛物硏究所 시행중
D.H. 74-2	250	70°E	〃
계	9개공	2,160m	완료
	2개공	400m	미완료

1974年 8月 13日現在 74-1호공은 45m시추작업이 되어있고 74-2호공은 170m까지 시추되어 있었다. 74-2호공에서 120m와 140m~160m 깊이에서 품위가 좋은 chalcopyrite의 鑛化作用을 보았다.

지질광물연구소와 광업진흥공사에서 分析한 資料는 완전하지는 못하지만 鑛化作用의 一般的인 傾向을 나타내주고는 있다. (표 5 참고)

광업진흥공사에서 채취한 分析試料는 채취시료간격이 불규칙하여서 그 分析결과가 平均品位를 나타낼수 있는지에 對해서 의문스럽다. 그리고 地質鑛物硏究所의 分析結果는 실지품위보다 훨씬 낮은 값을 나타냈다 왜냐하면 광업진흥공사의 지질조사자가 시료채취시

표 5 붉은등지역 鑛體 試錐 core의 平均品位

시추공번호	地質鑛物硏究所 分析結果			鑛業振興公社 分析結果							
	Cu %	심도(m)	Core 길이(m)	시료분석수	Cu%	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb	Zn	심도	Core 길이
70-1(120m)				3	0.047	45	1.0	1.90	2.68	?	?
70-2(130m)	0.30	45.5~92.5	47.0	4	0.3	16	0			?	?
71-C(130m)											
71-7(220m)	0.16	28.5~204.3	175.8	12	0.37	81				?	?
71-8(450m)	0.10	44.6~369.3	324.7	34	0.47	42.4				52.80~292	240.20
72-9(150m)	0.08	37.0~134.2	97.2	core 회수가 불량해 分析하지 않았음							
73-1(360m)	0.03	39.0~338.45	299.45	data 없음							
73-2(250m)	0.03	15.5~217.0	201.5								
73-3(350m)	0.21	80~320.35	240.35								

core를 쪼개어 가지않고 core 전부를 채취해 갔기 때문이다.

本 鑛山의 調査研究의 一員인 金善億(1972)은 붉은등 鑛床을 5개의 뚜렷한 鑛化帶로 分類하였다. 그에의해 要約된 zone들은 표 6와 같다.

표 6 붉은등 광상의 각광체의 평균품위(김선억)

시추공 번 호	鑛體가 나타난 지점	core 길이 (m)	core의 眞幅 (m)	Cu%	비 고
70-2	45.5~51.0	3.1 0.40*	1.068	0.80 1.15*	제 1 鑛體
71-7	154.5~155	0.5	0.17	0.49	
71-7	156.5~157.5	1.0	0.34	1.47	제 2 鑛體
73-3	220.85~221.15	0.3	0.12	0.59	
71-8	307.65~308.15	0.5	0.17	0.41	
평균			0.18	0.78	
71-7	147.2~149.0	1.8	0.61	0.59	
73-3	204.9~206.15	1.25	0.42	0.68	
73-3	206.2~206.5	0.3	0.10	1.17	제 3 鑛體
73-3	209.77~210.09	0.32	0.10	0.53	
71-8	320.65~322.3	1.7	0.57	1.09	
평균			0.46	0.81	
71-8	353.7~353.95	0.25	0.08	0.73	제 4 鑛體
72-9	51.0~52.0	1.0	0.34	0.84	제 5 鑛體
73-3	116.3~116.68	0.38	0.12	0.51	71-7호공은 data가 없음
평균			0.23	0.75	

* 광업진흥공사 분석 결과

鑛化된 岩體 전부가 어느정도의 銅품위를 나타나며 어떤현상이 나타나는가를 알아보기 위해 이용할수 있는 모든 자료를 사용해서 鑛體(김선억이 말한) 사이의 zone

표 7 붉은등 鑛床의 각 광체사이에 있는 zone의 평균품위

帶 (zone)	Cu %	수평거리 (m)	core의 斜거리 (m)	비 고
제 1 광체의 동쪽부분	0.03	140	D.H. 73-2 250 D.H. 73-1 292 D.H. 71-8 150	Cu 鑛化帶 바깥부분
제 1 광체와 제 2 광체사이	0.08 1.13*	62	D.H. 71-8 160	D.H. 73-3(98m) : 0.14% D.H. 70-2(38m) : 0.11% D.H. 70-2의 윗부분은 data를 이용하지 않았음
제 2 광체와 제 3 광체사이	?	2	D.H. 71-7 3 D.H. 73-3 5 D.H. 71-8 4	비교적 높은 품위
적 3 광체와 제 4 광체사이	0.14	11	D.H. 71-8 30	
제 4 광체와 제 5 광체사이	0.12	20	D.H. 73-3 60	4, 5호광체가 이 호공에서 발견되지 않았기 때문 불확실함
제 5 광체 서쪽부분	0.20~Tr	20	D.H. 73-3 36	D.H. 71-7, 72-9에 대한 data는 이용하지 않았음

* 광업진흥공사에서 分析한 값

의 Cu의 平均品位를 구해보았다(표 7). 그러나 이는 완전하지 못함을 말해둔다.

d) 鑛體의 特徵

붉은등의 花崗閃綠岩質岩은 一般的으로 pyrite를 가지는 石英脈이나 硅化帶로서 代表되는 白色의 石英質岩石(quartzoic rock)으로 대부분 變質되어 있다.

어떤 부분에서는 전부가 硅化 되었고 또 다른 부분에서는 2~3cm 내지 수십 센티메터의 石英細脈의 貫入을 받고 있다. 硅化帶는 pyrite로 광염되어 있고 石英細脈은 중간에 pyrite의 細脈을 가지고 있다.

變質을 받지 않은 신선한 岩石에서도 pyrite가 광염되어 있어서 전체암석이 많은 變質을 받고 있다. 현미경에서 다음과 같은 현상을 관찰했다.

石英…완전히 再結晶된 石英 또는 脈狀石英이우세.

黑雲母…표백되거나 변질되어 綠泥石化. hydro-mica 우세.

斜長石…대부분 견운모化됨. 一次的인 斜長石은 대부부 oligoclase임.

붉은등지역에서 一般的으로 硅化作用(silicification)과 견운모화작용(sericitization)이 石英의 細脈을 따라서 특징적으로 나타난다.

正長石의 變質作用은 肉眼으로 관찰되지 않았다. 붉은등지역에서 많은 시료를 채취하여 심도에 따라 鑛物成分과 變質에 對하여 정밀한 연구를 하였다. 모든 시추 core에서 硫化鑛物은 동일한 특징을 나타냈다. 유화철은 石英脈中에 細脈狀으로 나타나거나 硅化帶와 閃綠岩내에서는 광염상으로 나타나며 광염정도가 하부로 내려갈수록 약간씩 감소한다.

黃銅鑛은 유화철 細脈이나 石英脈과 수반되어 나타나며 이때에는 방해석이 항상 수반된다. 一般的으로 하부로 내려갈수록 黃銅鑛이 증가하는 경향을 나타낸다. chalcocite와 covellite가 드물게 관찰된다.

Molybdenite는 드물게 관찰되고 심도 300m 이하에서는 pyrrhotite가 증가하는 경향을 나타낸다(D. H. 71-8).

e) 岩石學的 考察

붉은등에 실시한 시추 core를 20m 간격으로 시료를 채취하여 육안, 편광현미경, universal stage, 반사현미경(ore microscope)의 관찰을 실시하였다. 그리고 本 core 시료를 연마하여 staining method를 사용하여 K-feldspar의 함량비를 측정하였다.

현미경 관찰에 의한 광물조성비로 보아 붉은등에 分布한 岩石의 原岩이 花崗閃綠斑岩임을 알수 있었다. 그리고 이 붉은등 岩體를 상기의 관찰 資料로서 크게 신선한부분(fresh rock)과 變質帶(alteration zone)로 分類하고 다시 變質帶를 Lowell과 Guilbert(1970) model을 참고로 變質鑛物의 특징과 조성에 의해 argillic zone과 potassic zone 으로 구분하였다(그림 2). 그리고 變質帶의 鑛物學的 특징과 鑛化作用과의 關係를 고찰했다(표 8 참조).

(1) Fresh rocks

거의 變質을 받지않고 대부분 構成鑛物들이 自形 내지 半自形의 결정으로 나타나는 岩石으로 zoning 구조를 나타내는 斜長石이 많음이 특징이다(사진 1).

主構成鑛物은 斜長石, K-feldspar이고 石英 黑雲母 角閃石과 opaque mineral이 부성분 광물로 소량 존재한다. opaque mineral은 소량의 magnetite와 pyrite, chalcopyrite 등으로 되어있다.

本岩石은 特히 斜長石(36%)이 正長石(28%)보다 량적으로 많고 부분적으로 斜長石과 正長石이 斑狀으로 나타나고 있다.

本岩石의 構成 鑛物의 조성비와 構成鑛物의 조직의 특징으로 보아 花崗閃綠斑岩에 해당되는 岩石이다. 斜長石은 대개 albite쌍정을 나타내며 composition은 An 30~35이다. 그리고 本岩石의 斜長石은 magma가 급냉각시에 형성되는 zonal structure가 많이 나타남이 아주 특이할만 하다(사진 2).

K-feldspar는 주로 正長石이고 microcline, microperthite 등도 관찰된다. Fresh rock은 어느 시추공에서나 地表 가까운 부분에서는 꼭 나타난다. 붉은등 地域에서 일반적으로 하부로 내려감에 따라 fresh rock이 몇번 되풀이하여 나타난다. 그리고 분석에 의하면 전체 시추공의 fresh zone 전체의 평균품위는 약 0.10%이다(표9).

그리고 각호공에서 地表 가까운부분의 fresh rock에서 銅의 品位보다 하부에 있는 fresh zone에서 銅의 品位가 일반적으로 높아진다. 그러나 대체적으로 각호공 심도에 관계없이 거의 유사한 값의 銅의 品位를 나타내고 있다.

이같은 사실은 花崗閃綠岩의 變質作用이 全岩體에 걸쳐 일어났음을 말해주며 本 地域 鑛床成因 해석의 중요한 하나의 근거가 된다.

(2) 變質帶(alteration zone)

本鑛床의 變質帶를 Lowell과 Guilbert (1970) model을 적용시켜 分類해보면 potassic zone과 argillic zone으로 分類된다. Silicification zone은 argillic zone과 겹쳐 불규칙하게 나타나기 때문에 구분하지 않았다(표 10).

그리고 原岩인 花崗閃綠斑岩의 構成鑛物이 많이 變質되었다.

붉은등地域 花崗閃綠斑岩은 fresh zone, potassic zone, argillic zone이 몇번 되풀이되어 나타나는데 이들 각 zone의 경계는 점이적이다. 특히 potassic zone과 mineralization과의 관계보다도 argillic zone과 mineralization이 더 밀접한 관계를 가지고 있고 또 argillic zone內에 鑛化作用이 더 현저함이 특징적이다.

특히 fresh rock과 potassic zone에서는 鑛石鑛物이 disseminated 되어 나타남이 특징이고 argillic zone에서는 vein, veinlets, microveinlets 狀으로 鑛化作用을 받음이 특징이다(사진 3).

자형의 pyrite는 상기 각 zone에 공히 나타나나 특히 argillic zone에서 우세하다.

그리고 각 zone과 zone 사이의 경계부에도 鑛化作用을 받은부분이 많이 있다. 그리고 變質作用이 上下 어

표 9 붉은등지역 각 시추공別 평균품위도(특히 각 zone別 평균품위도, 1974. 11. 分析한 자료에 의함)

	71—8	71—7	72—9	71—C	79—2	비 고
각 zone 別 Cu평균품위	fresh 0.08 argillic 0.11 fresh 0.12 argillic 0.12 potassic 0.14 argillic 0.21 potassic 0.09	fresh 0.08 argillic 0.07 fresh 0.11 argillic 0.07 fresh 0.08 argillic 0.14 fresh 0.09	fresh 0.08 argillic 0.06 potassic 0.10 fresh 0.09 argillic 0.09	fresh 0.06 argillic 0.07 potassic 0.06 fresh 0.09 potassic 0.07 argillic 0.12	fresh 0.07 argillic 0.11 potassic 0.12 fresh 0.12	high grade ore 는 포함되지 않음 전체 호공의 평균 품위는 fresh zone 0.095% argillic zone 0.10%
Cu % 평균품위	0.12	0.09	0.10	0.08	0.11	

면 구조선만 따라서 일어난것이 아니라 횡적으로도 變質作用이 광화작용과 수반되어 일어났다. 이러한 변질양상은 原岩形成과 同時에 일어난 현상임을 암시하여 준다. 이 變質帶는 脈狀鑛體(김선억이 말한)에 수반되어 形成된 것은 아니다. 따라서 本 鑛床은 脈狀鑛體가 아니고 또한 붉은등지역 花崗閃綠斑岩內의 鑛化作用은 남북으로 脈狀으로 일어난 것이 우세하지만 전체 岩石에 걸쳐 비교적 균일하게 일어났다. 南北으로 脈狀이 우세한 것은 N-S方向의 fissure에 따른것이고 全體鑛化作用에 미친 구조에 대하여는 확인하지 못하였다.

(a) Potassic zone

本帶의 構成鑛物은 K-feldspar, quartz, sericite, kaolin, biotite, chlorite 등으로 되어 있고 opaque mineral은 pyrite, chalcopyrite 등으로 되어 있다. K-feldspar는 주로 orthoclase이며 자형을 나타내는 一次的인 正長石(primary orthoclase)와 qz-or-pyrite-chalcopyrite veinlet 주위에 나타나는 타형의 二次的 正長石(secondary orthoclase)으로 구분된다.

일반적으로 正長石중 一次的인 正長石는 fresh rock에 二次的으로 交代再結晶된 正長石은 鑛化作用을 많이 받은 變質帶에 우세하게 나타난다(사진 4).

斜長石은 대부분 二次的인 正長石으로 치환되거나 kaolin 내지 sericite 化되었다. 흑운모와 일부 각섬석은 녹니석化 되었고 pyrite가 많이 광염 되어있다.

本帶의 K-feldspar의 양적 변화를 관찰하기 위해 hydrofluoric acid와 barium chloride를 사용한 staining method (1960, Edgar H. Bailey and Rollin E. Stevens)를 사용하여 K-feldspar의 량을 point counting에 의해 측정하였다. 그 결과에 의하면 각 시추공마다 심도에따라 K-feldspar의 양이 많은 부분과 작은부분이 반

표 10 銅店銅鑛床의 熱水變質帶의 鑛物組成

fresh granodiorite porphries	argillic zone (silicified zone)	potassic zone
quartz	양이 증가	변화없음.
orthoclase (primary)	많이 sericite 化됨. 주로 secondary orthoclase	primary orthoclase와 secondary orthoclase 가존재, 15~20%이상
plagioclase (An 30~35) (albite twin 특히 zoning structure가 잘 발달)	대부분 sericite 내지 clay mineral 化됨,	대부분 secondary orthoclase로 replace 되거나 kaolin, sericite 化됨
brown biotite, hornblende, opaque minerals	chlorite 化, sericite 化, pyritized	chlorite 化 pyritized
quartz의 veinlets microveinlet,	vein이 많이 존재, q_z-py-seri-chalcopy, q_z-or-chlor-seri. - chalcopy-calcite?	q_z-or-py-chalcopy veinlet 주위에 secondary orthoclase가 발달

복되어 나타났다. 특히 71-8호공에서는 심도가 깊어짐에 따라 K-feldspar의 양이 증가하는 경향을 나타내고 71-7호공에서는 심도가 깊어짐에 따라 K-feldspar의 량이 감소하는 경향을 나타냈다. 그러나 일반적으로 지표에 가까운 부분의 core 시료에서 K-feldspar의 양이 더 많이 나타났다.

72-9, 72-C, 70-2호공에서는 K-feldspar의 어떤 양적변화의 규칙성을 찾아볼수 없었다.

本帶는 K-feldspar 15~35%를 나타내는 부분이다. 그러나 fresh zone은 예외이다. 일반적으로 本帶에서 鑛石鑛物은 disseminate되어 나타나며 potassic alteration은 2~3mm두깨의 veinlet에 pyrite, chalcopyrite를 수반하여 일어났음을 관찰할수 있었다.

(b) Argillic zone

本 zone에서는 주로 斜長石이 대부분 kaolin 내지 粘土鑛物化되고 自形의 pyrite가 많이 발달함이 특징이다.

주 구성 광물은 kaolin, 石英, 正長石, 綠泥石, sericite, opaque mineral이고 正長石은 二次的인 것이 우세하고 一次的인 正長石은 부분적으로 變質되어 sericite化되었고 二次的인 正長石은 粒狀構造(granular texture)로 나타나거나 石英 粒子사이나 kaolin 사이에 충진되어 나타난다.

그리고 드물게 正長石과 石英의 斑晶이 存在하고 있다. 특히 本帶에서 二次的인 正長石과 수반되어 자형의 pyrite와 타형의 pyrite, chalcopyrite와 같은 鑛石鑛物이 우세하게 나타난다.

일반적으로 正長石의 양이 적고 fresh rock에서보다 石英의 양이 일반적으로 증가한다. 그리고 正長石은 대부분 kaolin 내지 점토광물化되고 혹운모는 녹니석화되었다(사진 5). 본帶內에는 鑛床이 어느 試錐호공에서나 다 존재하며 특히 이帶에 鑛化作用를 많이 받고 있고 많은 vein, veinlet, microveinlet 등과 수반되어 고품위 鑛石鑛物이 산출됨이 특이할만하다.

Quartz-pyrite vein 주위에는 silicification을 받고 있고 그리고 부분적으로는 광석광물이 disseminated 되어 나타나기도 한다.

本帶은 地表에서 하부로 내려감에 따라 각 호공마다 몇번씩 되풀이하여 나타나며 반드시 많은 鑛脈들을 수반하며 광화작용을 심하게 받음이 특징이다.

本帶는 San Manuel-Kalamazoo와 Morenci지역과 같은 남서북미의 porphyry copper deposits의 quartz-sericite-pyrite alteration과 유사하다. 그리고 本帶는 규화작용을 많이 받고있다. 특히 quartz-pyrite-chalcopyrite vein 주위에 silicification을 받은 현상을 잘 볼수있다.

silicification은 本帶에 전반적으로 불규칙하게 나타나기 때문 따로 分類하지 않았다.

(f) 鑛床成因에 對한 考察

붉은등鑛床은 주향 N-S 내지 N10°E이고 수직으로 경사하며 서로 60m정도 떨어진 5~6개의 鑛體로 되어 있다고 要約하였다(김선억).

構造線이 南北으로 급경사하게 나타나는 경향은 이 지역의 다른 鑛脈과 石英斑岩에서도 잘 나타난다. 그러나 필자는 김선억이 말한 그런 鑛體를 믿지 않고 全火成岩體가 鑛化作用을 받아 괴상광체로 변하고 그 가운데서도 pyrite 鑛化作用과 같이 chalopyrite 鑛化作用이 N-S 方向을 따라 강하게 일어났다고 생각한다. 本花崗閃綠斑岩 cupola의 서남쪽부분에 해당하는 붉은등에서 만 試錐를 하였기 때문에 鑛體의 전반적인 특성은 알수 없다. 그러나 本 cupola 內에서 銅의 鑛化作用帶가 pyritized zone에 둘러쌓이고 이는 다시 magnetite zone에 의하여 둘러쌓이는 帶狀構造를 보이는 경향이 있다.

이와같은 帶狀배열과 不規則하지만 全般的으로 母岩이 變質되어 있는 狀態는 R. H. Sillitoe(1973)가 그린 skematic model과 유사하다.

美國 남서부에 있는 斑岩銅 鑛床에서와 같이 molybdenite가 本 鑛床의 鑛體에 수반된다. 그리고 金, 銀도 鑛體內에 수반되는데 이는 西太平洋 지역에 있는 斑岩銅 鑛床의 특징과 유사 하다. 이상의 모든 현상이 本 鑛床이 斑岩銅 鑛床일 것이라는 사실을 말해준다. 하지만 완전한 결론은 가까운 장래에 더많은 시추결과에서 알려지게 될것이고 鑛體의 成因도 확실히 밝혀질 것이다.

9. 결 론

銅店 鑛山에는 9개의 鑛體가 있는데 그 중 붉은등 鑛床이 가장 전망이 밝고 많은 탐사가 되고 있다.

나머지 鑛體들은 대부분 소규모의 脈狀鑛體이다. 그러나 이들이 붉은등鑛床의 成因을 규명하는데는 중요한 사실이 된다. 비록 붉은등鑛床의 探査가 花崗閃綠斑岩 cupola의 일부분에서만 실시되었지만 필자의 견해로는 本鑛床이 銅含量이 낮긴 하지만 鑛化作用이 花崗閃綠斑岩 전체에 걸쳐 일어난 斑岩銅 鑛床인것으로 생각된다.

붉은등지역의 화강섬록반암을 fresh rock과 變質帶로 分類하고 變質帶를 다시 potassic zone과 argillic zone으로 구분하였다. 變質帶중 argillic zone이 광화작용과 밀접한 관계가 있고 변질작용이 수직의 맥상으로 일어난

표 8 붉은등 鑛床試錐 core岩石의 鑛物學的 특징과 化學分析에 의한 銅品位

Sample No.	depth (m)	Cu %	Qz	Pl	Or	Kao	Ch	Bi	Hb	Ep	Ap	Seri	opaque mineral py, mt eu	opaque mineral py, mt an	alteration zoning	비 고
71-8-1	20	0.08	×	×	1^{p}	×	×	×	×			×		×		
2	22	0.08	×	×	3^{p}	×	×	×						×		
3	42	0.06	×	×	5^{p}	×	×		×				×	×		
4	62	0.08	×	×	7^{ps}	×		×						×		plagioclase-zoning structure
5	82	0.12	×	×	0	×	×		×	×			×	×	↓	
6	102	0.09	×		0	×	×						×	×		mineralized
7	122	0.08	×	×	2^{s}	×	×						×	×		
8	142	0.09	×		1^{s}	×	×					×	×	×		mineralized
9	163	0.16	×		2^{s}	×						×	×	×		
10	182	0.08	×		2^{s}	×	×		×			×	×			
11	202	0.16	×	×	12^{p}	×	×	×					×	×		disseminated
12	222	0.16	×	×	8^{p}	×	×	×					×	×		
13	242	0.10	×	×	15^{p}	×	×	×			×		×	×		vein, secondary orthoclase
14	262	0.10	×	×	3^{p}	×		×					×	×		
15	282	0.12	×	×	0^{p}		×		×				×	×	o	pyrite vein
16	301	0.10	×	×	4^{p}		×		×				×		o	318~328m is missing
17	317	0.14	×		35^{s}	×	×		×				×	×	o	because of high grade.
18	340	0.10	×		2^{s}	×	×					×		×	o	{307.6m~308.1m(4.41%)
19	360	0.18	×	×	30^{s}	×		×	×				×		o	{20.65m~322m(1.09%)
20	383	0.40	×		3^{s}	×			×			×		×		353.7m~353.95m(0.73%)
21	401	0.10	×		8^{s}	×	×					×	×	×	o	
22	420	0.14	×	×	11^{s}	×	×		×				×	×	o	
23	440	0.10	×	×	20^{p}	×	×						×	×	o	
24	450	0.09	×	×	15^{s}	×	×							×	o	disseminated

평균 0.12

71-7-1	20	0.08	×	×	20^{p}		×	×						×	↓	
2	40	0.09	×		1^{s}	×	×						×	×		
3	60	0.06	×	×	24^{p}	×	×	×						×		
4	80	0.15	×	×	2^{p}	×	×	×						×		
5	100	0.08	×	×	20^{p}		×	×						×		
6	120	0.14	×		1^{s}	×						×	×	×		pyrite vein
7	140	0.08	×		0	×						×	×			{147.2m~149.0m(0.59%)
8	160	ND	×		2^{s}	×						×	×			{154.5m~155m(0.49%)
9	180	0.08	×	×	3^{p}	×	×	×					×	×		{156.5m~157.5m(1.47%)
10	202	0.14	×		3^{p}	×	×					×	×	×		chalcopyrite
11	220	0.09	×	×	2^{p}		×	×					×	×		pyrite disseminated

평균 0.09

Sample No.	depth (m)	Cu %	Qz	Pl	Or	Kao	Ch	Bi	Hb	Ep	Ap	Seri	opaque mineral eu	opaque mineral an	alteration zoning	비 고
72-9-1	35	0.08	×		32^{p}	×	×	×						×		
2	52	ND	×		2^{s}	×						×		×		black chalcocite?
3	53.5	0.09	×		0	×								×		48m~53m chalcopyrite rich
4	74	0.10	×		8^{s}	×						×	×	×		
5	94	0.09	×	×	33^{p}	×	×							×		
6	114	0.13	×		0^{s}	×								×		qz-py vein, chalcopyrite
7	130	0.06	×		1^{s}	×								×		
8	150	0.08	×		0^{s}	×			×					×		
평균 0.10																
71-C-1	15	0.06	×	×	8^{p}	×		×					×			
2	31	0.07	×	×	28^{p}^{s}	×		×					×			
3	48	0.07	×		5^{s}	×	×	×					×			
4	61	0.04			0											pyrite vein
5	75	0.08	×		19^{p}		×	×					×			
6	85	0.09	×	×	25^{p}			×						×		
7	96	0.09	×		7^{p}	×								×		
8	108	0.08	×		34^{s}	×	×	×					×	×		disseminatd
9	119	0.10	×		0	×							×	×		
10	130	0.14	×		2^{s}	×	×						×	×		
평균 0.08																
70-2-1	20	0.08	×	×	10^{p}			×						×		
2	40	0.09	×	×	25^{s}	×	×							×		qz vein
3	60	0.10	×		0	×	×							×		45.5~51.0m (0.80%)
4	80	0.10	×			×								×		
5	100	0.14	×		3^{s}	×								×		pyrite vein
6	120	0.12	×		30^{s}	×	×	×	×				×	×		
7	130	0.12	×	×	32^{s}		×	×	×					×		
평균 0.11																

Cu 分析 ; 지질광물연구소에서 실시 (1974. 9)
참고 : 본 분석시료는 광진, 지질광물연구소가 채취한후 채취한사료임.
Qz : Quartz, Pl : Plagioclase, Or : Orthoclase, Kao. : Kaolin, Ch : Chlorite, Hb : Hornblende, Bi : Biotite
Ap : Apatite, Seri : Sericite, Py : Pyrite, p : Primary orthoclase, s : Secondary othoclase, mt : magnetite
——— fresh zone eu : euhedral, an : anhedral
::::::::: Argillic zone
o o o o Potassic zone

것이 아니라 횡적으로 넓게 변질대가 발달되어 있고 광화작용도 이에 수반되어 일어 났음이 밝혀졌다.

그리고 鑛體의 형태, mineral zoning, 鑛物共生關係, 母岩變質 등이 世界의 다른지역의 porphyry copper 鑛床과 아주 類以하기 때문에 이런 결론을 내릴수 있었다.

그러므로 붉은등뿐만 아니라 cupola 주위 전체지역에 걸쳐 더많은 시추탐사가 시급히 요청된다.

Reference

김선억(1973) : 銅店鑛山에 관한 연구(미발표)

鑛業振興公社 調査資料(미발표)

浜地忠雄(1970) : 銅店鑛山調査報告(日本文)

Edgar H. Bailey and Rollin E. Stevens (1960); Selective Staining of K-feldspar and Plagioclase on Rock Slabs and Thin Sections (Am. Min. Vol. 45, p. 1020—1025)

Bamford, R.W. (1972), The Moount Fubilan (OK Tedi) Porphyry Copper Deposit, Territory of Papua and New Guinea. (Econ. Geol., Vol. 67, p. 1019—1033.)

J. David Lowell and John M. Guilbert (1970); Lateral and Vertical Alteration-Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits. (Econ. Geol. Vol. 65, No. 4, pp. 373—408.)

V.F. Hollister, R.R. Potter, and Barker (1974); Porphyry-type Deposits of the Appalachian Orogen. (Econ. Geol. Vol. 69, 1974, pp. 618—630)

Lowell, J.D. (1968); Geology of the Kalamazoo Ore body, San Manuel district, Arizona. (Econ. Geol., Vol. 63, pp. 454—654)

Richard, H. Sillitoe (1973); The Tops and bottoms of Porphyry Copper Deposits. (Econ. Geol. Vol. 68, 1973 pp. 799—815)

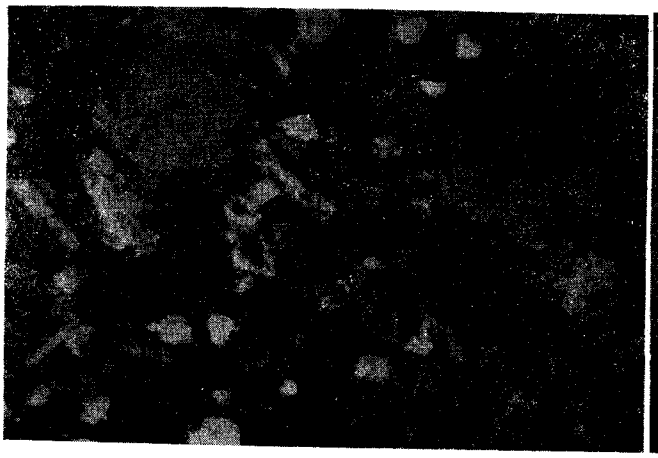

사진 1. 花崗閃綠斑岩의 Fresh type. 自形의 石英, 長石, 黑雲母, 正長石; 斜長石과 正長石의 斑晶이 나타남. (3.5×8)

사진 2. 花崗閃綠斑岩內의 斜長石의 Zoning 構造. (10×8)

사진 3(a) 變質帶內에 發達된 pyrite, chalcopyrite의 veinlet. (open 3.5×8)

사진 3(b) 사진 3a의 cross, veinlet이 正長石, 石英을 수반함.

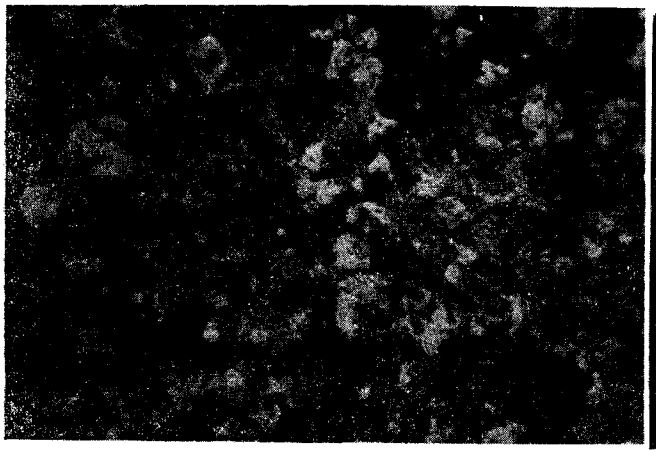

사진 4. 變質帶의 potassic zone; K-feldspar는 대부분 orthoclose임.

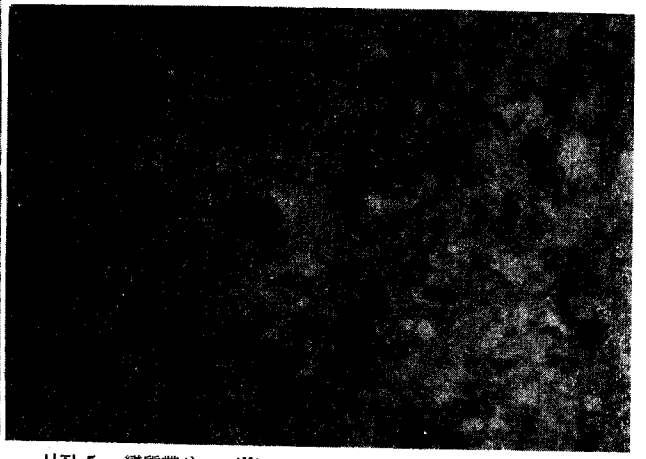

사진 5. 變質帶의 argillic zone; 대부분 斜長石이 Kaolin 내지 clay mineral 化됨.

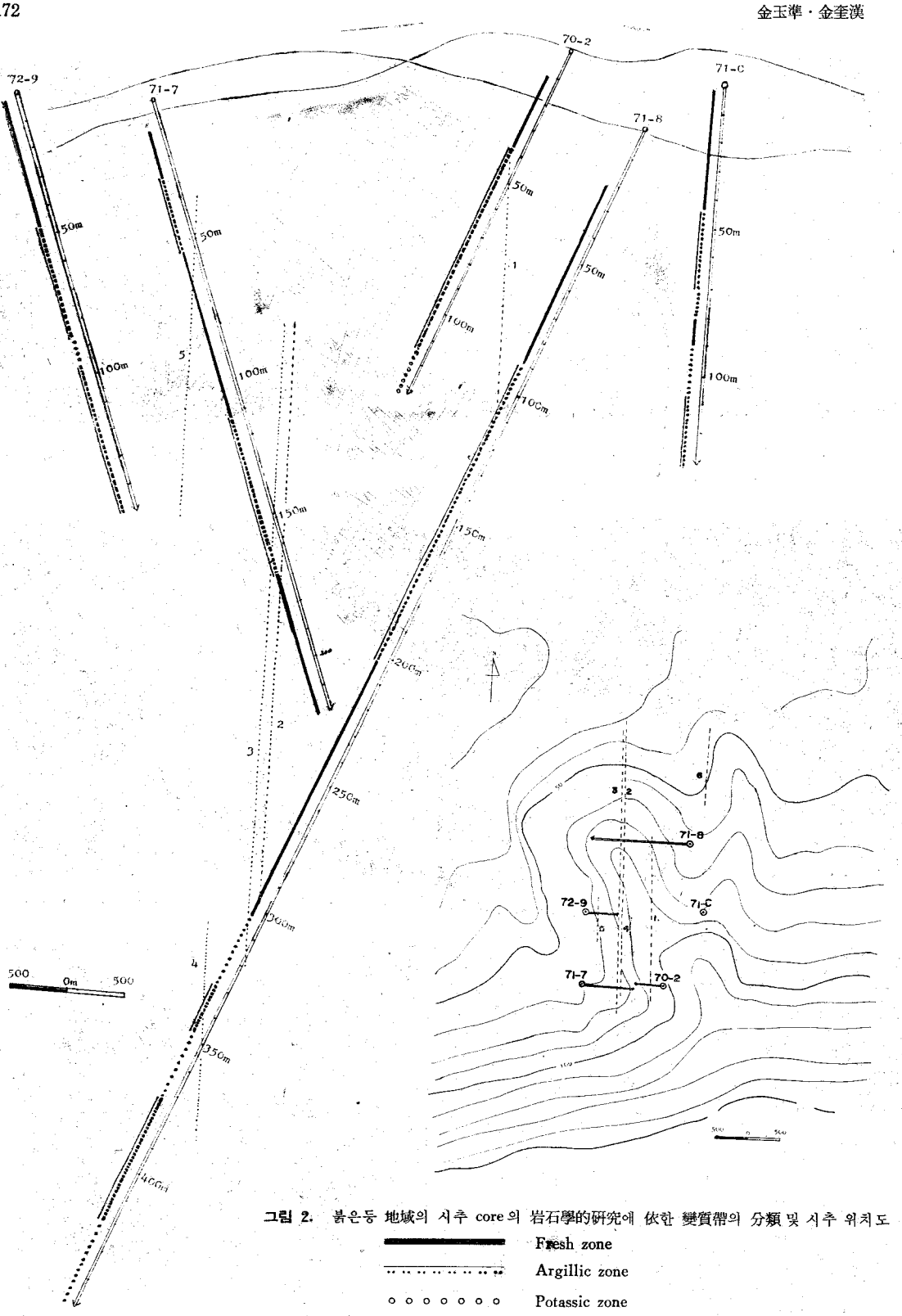

그림 2. 붉은등 地域의 시추 core의 岩石學的硏究에 依한 變質帶의 分類 및 시추 위치도

Fresh zone

Argillic zone

Potassic zone

ore body (1, 2, 3…) by Sun Uk Kim

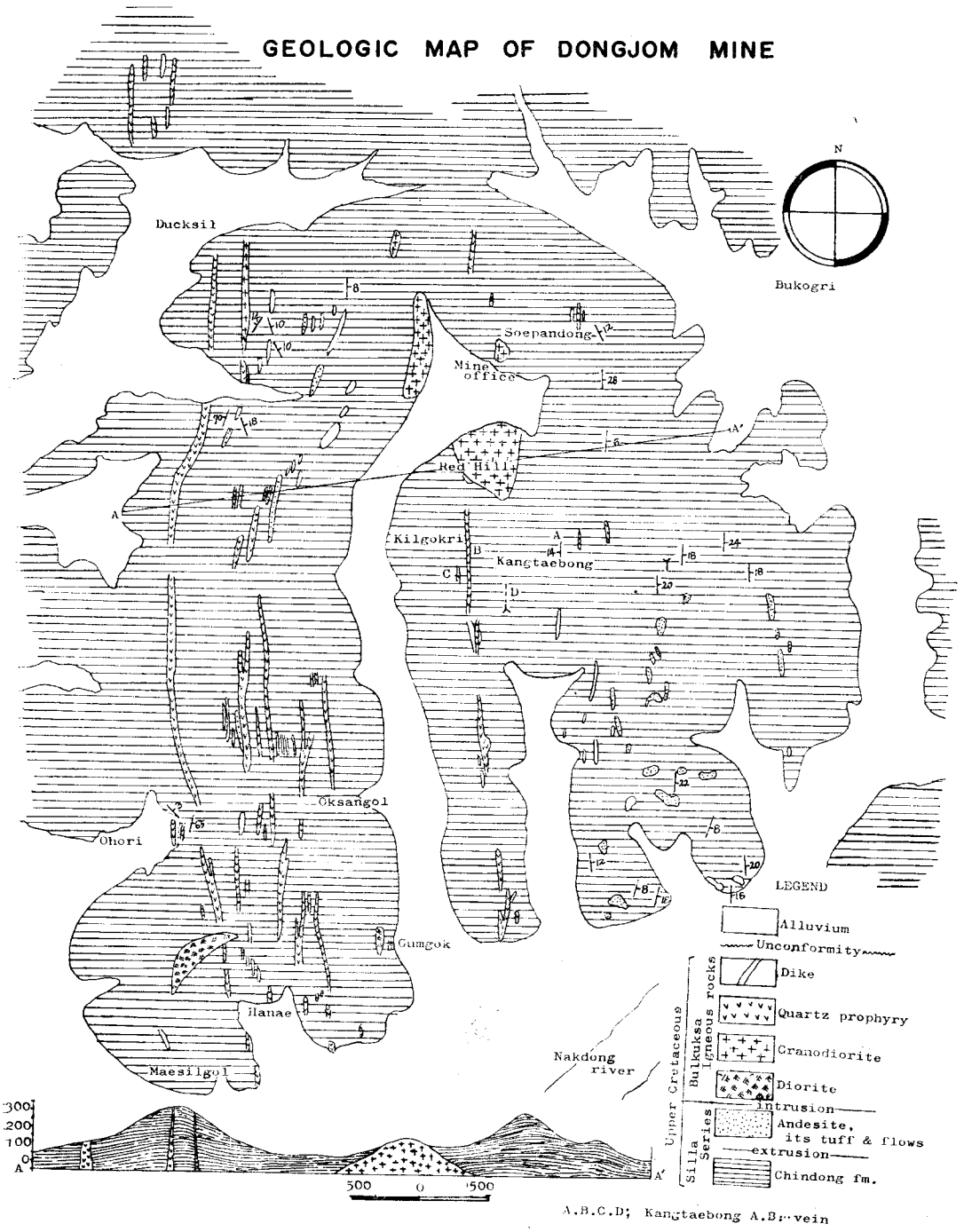

그림 3. 銅店鑛山 地質圖 및 各鑛體位置圖