

## 奉化—蔚珍地域의 錫, 重石 鑛化作用

朴喜寅\* · 李商萬\*

### Tin, Tungsten Mineralization in Bonghwa-Uljin Area

Hee-In Park and Sang Man Lee

**Abstract:** The tin and tungsten deposits are embedded around the age unknown Buncheon granite gneiss which intruded the Precambrian schists, gneiss and amphibolites in Bonghwa-Uljin area.

Pegmatite dike swarm developed intermittently about 4km along the southern border of Buncheon granite gneiss at Wangpiri area. Thickness of pegmatite dikes range from 0.5 to 15m. Pegmatite is consisted of quartz, microcline, albite, muscovite and frequently topaz, tourmaline, garnet, fluorite, fluorapatite and lepidolite. Pegmatite dikes are greisenized, albitized and microclinized along dike walls. Cassiterites are irregularly disseminated through the intensely greisenized and albitized parts of the pegmatite. Cassiterite crystals are mainly black to dark brown and contain considerable Ta and Nb. Average Ta and Nb contents of the four cassiterite samples are 5300 and 3400 ppm.

The Ssangeon tungsten deposits is embedded within the pegmatite dike developed along the northern contact of Buncheon granite gneiss with amphibolite. This pegmatite developed 2km along the strike and thickness varies from 10 to 40m. Mineral constituents of the pegmatite are quartz, microcline, plagioclase, muscovite, biotite, tourmaline and garnet. Ore minerals are ferberite and scheelite with minor amount of molybdenite, arsenopyrite, pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, pentlandite, bismuthinite, marcasite, and fluorite. Color and occurrence of quartz reveals that quartz formed at three different stages: quartz I, the earliest milky white quartz formed as a rock forming mineral of simple pegmatite; quartz II, gray to dark gray quartz which replace the minerals associated with quartz I; quartz III, the latest white translucent quartz which replace the quartz I and II. All of the ore minerals are precipitated during the quartz II stage.

Fluid inclusion in quartz I and II are mainly gaseous inclusions and liquid inclusions are contained in quartz III and fluorite. Salinities of the inclusion in quartz I and II ranges from 4.5 to 9.5 wt. % and 5.1 to 6.0 wt. % equivalent NaCl respectively. Salinities of the inclusion in fluorite range from 3.5 to 8.3 wt. % equivalent NaCl. Homogenization temperatures of the inclusion in quartz I, II and III range from 415 to 465°C, from 397 to 441°C and 278 to 357°C.

Data gathered in this study reveals that tin and tungsten mineralization in this area are one of prolonged event after the pegmatite formation around Buncheon granite gneiss.

#### 序言

奉化—蔚珍地域에는 錫鑛床이 密集되어 있고 比較的 規模가 큰 重石鑛床들이 賦存하고 있어 우리 나라의 重要한 重石, 錫鑛化帶 中の 하나이다. 이 地域에서 重石鑛床으로 重要한 것으로는 玉房鑛山, 雙田鑛山 등이 있고, 錫鑛石을 生産한 實績이 있는 鑛山으로는 王避里一圓의 蔚珍鑛山(舊 王避里鑛山과 藏財鑛山 包含), 유창鑛山, 銅錫鑛山(舊 三德鑛山) 등이 있다.

이 地域의 地質·鑛床에 對하여는 지금까지 여러 地質學者들에 依하여 研究發表된 바 있다. 이 地域의 地質·鑛床의 全般에 對하여는 三斤地質圖幅 및 同說明書(金玉準 外 1963)가 發刊되어 있다. 玉房重石鑛床은 李商萬(1967), 金玉準(1969) 및 尹正守(1979)에 依하여 研究되었으며, 雙田重石鑛床에 對하여는 金善億 等(1979)에 依하여 研究되었다. 錫鑛床에 對하여는 金正澤 等(1966)과 金洙鎭(1977)의 研究가 있다.

이 研究에서는 重石鑛床으로 雙田重石鑛床을, 錫鑛

\* 서울大學校 地質科學科

床으로는 王避里一圖에 있는 위에 열거한 鑛床들을 對象으로하여 鑛床의 產出狀態, 花崗片麻岩의 岩石化學, 鑛石의 鑛物組成과 鑛物共生關係, 流體包有物 등을 檢討하여 이 地域의 重石, 錫鑛化作用의 特徵을 考察하여 보았다.

이 研究는 1981年度 文敎部 學術研究助成費에 依하여 이루어졌음을 銘記하고 이에 深甚한 謝意를 表하는 바이다.

**地質概要**

이 地域의 地質은 先캄브리아時代의 遠南層, 東水谷層, 將軍石灰岩層, 栗里統에 屬하는 地層들과 時代未詳의 角閃岩, 汾川花崗片麻岩, 酸性 및 中性脈岩 등으로 되어 있다. (Fig. 1, 2)

遠南層은 이 地域의 最下位에 놓인 地層으로 岩石은 縞狀片麻岩, 眼球狀片麻岩, 雲母片岩 및 結晶質石灰岩으로 되어 있다. 東水谷層은 雲母片岩과 千枚岩으로 되어 있고 遠南層을 整合의으로 덮고 있다. 將軍石灰岩은 主로 石灰岩으로 構成되었으며 東水谷層과는 整合의인 關係를 갖는다. 栗里統은 將軍石灰岩을 不整合의으로 덮고 있으며 主로 雲母片岩, 千枚岩과 變成砂質岩의 互層으로 되어 있고 石灰岩의 薄層을 갖는다. 이 地域의 角閃岩은 產出狀態와 化學組成上의 特徵으로 보아 火成源의 角閃岩으로 알려져 있다. 汾川花崗片麻岩

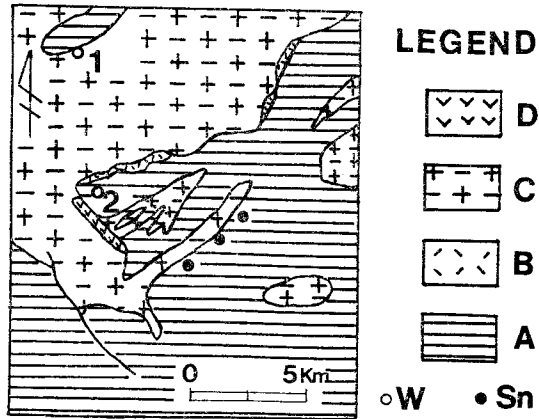


Fig. 1 Geologic map of Bonghwa-Uljin area (modified from KIGAM, 1973)

- A : Weonnam group
- B : Amphibolite
- C : Buncheon granite gneiss
- D : Acidic & intermediate dike rock
- 1 ; Ssangjeon W deposits
- 2 ; Okbang W deposits

은 위에 記述한 모든 地層을 貫入하고 있으며 片狀構造와 함께 斑狀變晶組織이 發達한다. 酸性 및 中性脈岩은 大小規模의 岩脈으로 產出된다.

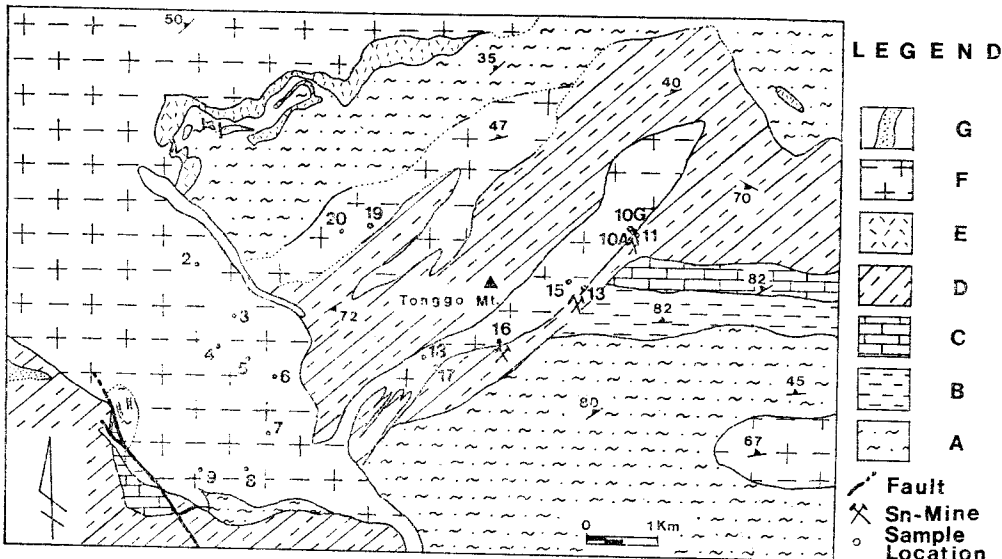


Fig. 2 Geologic map of the Tonggo Mt. area (Kim et al, 1963)

- A : Weonnam Formation
- B : Dongsugog Formation
- C : Janggum Limestone
- D : Yulri Series
- E : Amphibolite
- F : Buncheon granite gneiss
- G : Acidic dyke rocks.

Table 1. Modal analyses of Buncheon granite gneiss.

Area	Okbang-Namhoeryongri										Ssangjeon		
	2	3	4	5	6	7	8	9	19	20	1-2	1-5	1-9
Sample No.													
Quartz	45.6	32.7	37.4	37.0	37.5	42.6	37.2	40.6	42.8	37.3	32.1	37.2	36.9
K-feldspar	37.8	26.2	35.2	28.4	30.3	25.9	26.1	37.6	20.1	31.1	34.2	28.1	31.6
Plagioclase	10.4	35.2	24.0	32.2	28.5	27.5	31.3	17.5	29.3	26.7	25.0	31.5	26.9
Biotite	6.0	5.6	2.9	2.3	3.6	3.2	3.4	4.2	6.6	4.2	8.5	3.2	0.2
Mus. & Ser.	Tr	0.3	0.4	0.1	0.1	0.5	0.7		1.1	0.5	0.1		4.2
Chlorite							1.3			Tr			
Fluorite													
Tourmaline										Tr			
Hornblende				Tr	Tr								
Epidote	0.1	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr			0.2	Tr	Tr	
Apatite	0.1	Tr	Tr	Tr				Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	
Zircon	Tr	Tr	0.1	0.1	Tr	Tr	Tr	0.1		Tr	Tr	Tr	Tr
Opaque	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.3	Tr	Tr		Tr	0.1		0.2

Area	Wangpiri										
	10A	10B	10D	10E	10G	11	13	15	16	17	18
Sample No.											
Quartz	32.3	30.2	24.3	34.5	34.8	32.1	38.2	30.2	32.6	33.8	39.7
K-feldspar	12.8	21.0	33.5	19.8	23.2	25.1	18.1	24.6	26.2	16.5	20.9
Plagioclase	37.5	38.3	32.2	33.5	23.9	28.6	29.4	29.8	25.1	34.2	18.5
Biotite											0.1
Mus. & Ser.	17.3	10.5	9.6	12.2	18.2	14.2	14.2	15.2	15.9	14.7	20.6
Chlorite											
Fluorite	Tr		Tr		0.1	Tr		0.1	0.2		0.2
Tourmaline			0.2		Tr			0.1		Tr	
Hornblende											
Epidote	Tr	Tr		Tr							Tr
Apatite				Tr	Tr	Tr	0.1			0.3	
Zircon	Tr							Tr			
Opaque	Tr	Tr	0.2		Tr		Tr		Tr	0.4	Tr

汾川花崗片麻岩

汾川花崗片麻岩은 三斤里圖幅 中央部에서 北東端을 거쳐 蔚珍 北쪽으로 延長되는 巨大한 岩體이다. 이 地域에 賦存하는 雙田과 玉房텅스텐鑛床과 王避里附近의 錫鑛床들은 모두 汾川花崗片麻岩體의 境界部나 境界에 近接하여 胚胎하고 있어 汾川花崗片麻岩은 鑛床의 生成과 關係가 있어 보인다. 그러나, 이 研究에서는 이 岩體 中 위의 鑛床賦存地 가까이에 分布하는 岩石에 對하여만 檢討하기로 한다. 따라서 巨大한 汾川花崗片麻岩體全般에 걸친 共通性이 아닐 可能性이 있음을 附言

하여 둔다.

위의 鑛床 周邊에 分布하는 汾川花崗片麻岩은 中粒에서 粗粒質로써 片狀構造, 斑狀變晶構造를 갖는다. 斑狀變晶은 斜長石과 微斜長石으로 되어 있다. 汾川花崗片麻岩 中 玉房에서 南回龍里沙田部落사이와 王避里附近으로의 突出部, 雙田鑛山 附近에 分布하는 岩石의 모오드組成은 Table. 1과 같다. 이 地域의 汾川花崗片麻岩의 平均 모오드組成은 石英이 39%, 카리長石 30%, 斜長石 26%, 黑雲母가 約 4% 包含된 黑雲母花崗片麻岩이다. 이 岩石은 微量의 綠簾石, 저어콘, 磷灰石과 不透明鑛物을 包含한다.

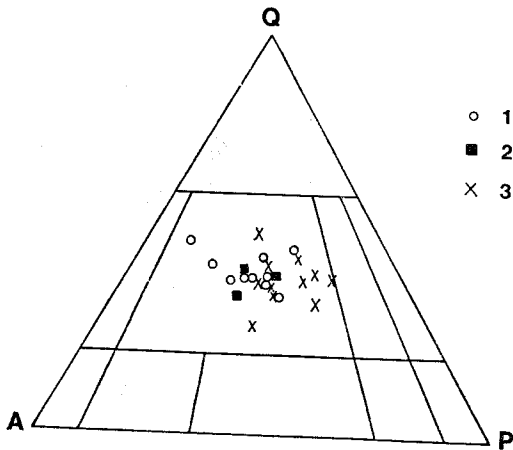


Fig. 3 Q-A-P diagram of Buncheon granite gneiss.  
1; Samples of Okbang-Namhoeryongri area  
2; Samples of Ssangjeon area.  
3; Samples of Wangpiri area

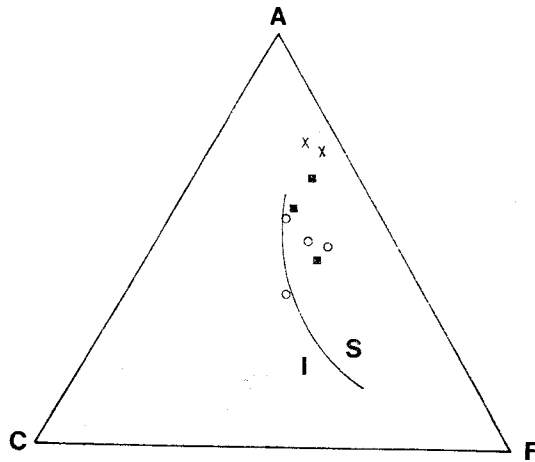


Fig. 4 ACF diagram of Buncheon granite gneiss.  
A :  $Al_2O_3 + Na_2O + K_2O$ , C : CaO  
F : FeO + MgO

汾川花崗片麻岩體中王避里附近으로突出한部分의岩石의平均모오드組成은石英이32%,카리長石22%,斜長石30%,白雲母가約15%이다.이岩石은岩體中心에서錫鑛床이賦存하는岩體南側으로가며黑雲母의白雲母化,카리長石의알바이트화가顯著하며少量的電氣石,螢石,黃玉,硫砒鐵石等을包含함이特徵이다.通古山附近으로突出한이岩體에隣接하여王避里附近에는特히錫鑛床이集中胚胎되어있다.

雙田重石鑛山中中央坑內에서보여지는汾川花崗片麻岩體緣邊部岩石의平均모오드組成은石英이35%,카리長石31%,斜長石이28%,黑雲母와白雲母가各各4%와1.4%이다.

雙田,玉房,王避里附近의汾川花崗片麻岩의組成을QAP三角圖에表示하면Fig.3과같이大概是花崗岩領域에屬함을알수있다.

玉房—南回龍里沙田部落間,王避里附近및雙田鑛山附近의汾川花崗岩9個試料에對한化學分析結果는Table2과같다.分析한모든試料가 $Al_2O_3/CaO + Na_2O + K_2O > 1$ 인過알루미나岩(peraluminous rocks)임을알수있다. $CaO/FeO$ 와 $Na_2O/K_2O$ 가모두1보다작고노름커란덤(normative corundum)이1%以上包含된다.分析值를ACF圖(Fig.4)에表示하면White등(1977)이提案한S型花崗岩의領域에屬함을알수있다.이花崗片麻岩中のF와Cl의平均含量

은0.24%와0.06%로써國內의텡스텐,몰리브덴鑛化作用과關係있는中生代末花崗岩類의F,Cl含量에比하여顯著하게높다.(朴 등 1982)

文相鎭(1983)에依하면,汾川花崗片麻岩中王避里의蔚珍鑛床에隣接하는花崗片麻岩은岩體中心部에서鑛床이있는岩體緣邊으로가면서카리長石의含量이減少하는反面에斜長石의含量이增加하고,螢石,黃玉,白雲母의含量이增加한다고한다.한편,이王避里附近花崗片麻岩은特히F와Sn含量이異常으로높고Sn-F含量間에正의相關關係를갖는다고한다.이와같은事實은이王避里附近의汾川花崗片麻岩이錫鑛化作用과는成因의으로關係가있음을나타내는것으로생각케한다.

## 鑛床

### 錫鑛床

#### 概要

錫鑛床은主로王避里附近의汾川花崗片麻岩體南쪽境界를따라NE-SW方向으로平行發達하는페그마타이트脈內에胚胎한다(Fig.5).이鑛床은北쪽의蔚珍鑛山草幕坑附近에서銅錫鑛山까지SW方向으로約4km사이에斷續의으로發達한다.鑛化된페그마타이트脈은汾川花崗片麻岩體의緣邊에도發達하나이岩體境界에서數100m範圍內的栗里層內에發達하는것이大部分이다.이들페그마타이트脈의走向은N30

Table 2. Chemical compositions and norms of Buncheon granite gneiss

	Okbang-Namhoeryong			Wangpiri			Ssangjeonri		
	2	3	19	20	A	B	1~2	1~5	1~10
SiO <sub>2</sub>	71.34	69.80	71.06	73.40	73.20	72.50	73.70	76.12	74.82
TiO <sub>2</sub>	0.20	0.15	0.17	0.13	0.05	0.03	0.21	0.11	0.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.95	15.28	15.53	13.32	15.80	16.60	14.63	14.17	15.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.88	2.77	3.22	2.45	0.68	0.52	0.11	0.17	0.22
FeO	1.93	1.57	2.07	1.86	0.71	0.71	2.15	1.75	1.25
MnO	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02
MgO	0.37	0.20	0.39	0.28	0.22	0.22	0.64	0.31	0.15
CaO	1.67	0.16	1.91	1.08	0.22	0.25	1.24	0.67	0.51
Na <sub>2</sub> O	3.63	3.61	2.95	3.31	3.71	3.75	2.63	2.15	2.24
K <sub>2</sub> O	3.91	5.45	1.55	2.58	4.49	4.52	4.40	4.28	5.34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.05	0.05	0.03	0.09	0.07	0.05	0.05	0.05
F	0.05	0.23	0.27	1.02	0.24	0.17	0.11	0.03	0.02
Cl	0.08	0.05	0.05	0.04	0.01	0.01	0.04	0.04	0.03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.18	0.36	0.22	0.25	0.78	0.97	0.03	0.13	0.30
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.10	0.10	0.09	0.13	0.08	0.07	0.10	0.13	0.10
Total	100.36	99.80	99.57	99.91	100.33	100.43	100.07	100.14	100.20
Q	28.95	24.86	41.60	39.51	33.55	32.32	36.48	44.15	39.24
Or	23.50	32.70	9.45	15.85	26.53	26.71	26.00	25.29	31.56
Ab	33.15	32.95	27.30	30.85	31.40	31.73	22.26	18.19	18.96
An	8.45	2.52	9.75	5.40	0.51	0.79	5.83	3.00	2.21
C	0.78	2.81	6.22	3.60	4.65	5.25	3.40	4.90	4.86
En	1.04	0.56	1.22	0.80	0.55	0.55	1.59	0.77	0.37
Fs	0.76	0.34	0.81	1.09	0.73	0.88	3.53	2.90	2.05
Mt	3.06	1.73	3.47	2.66	0.99	0.75	0.16	0.25	0.32
Il	0.28	0.22	0.24	0.18	0.09	0.06	0.40	0.21	0.08
Ap	0.09	0.12	0.12	0.06	0.21	0.16	0.12	0.12	0.12
DI	85.60	90.51	78.35	86.21	91.48	90.76	84.72	87.63	89.76
A/CNK	1.05	1.26	1.55	1.31	1.39	1.44	1.29	1.51	1.46

DI : differentiation index A : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CNA : CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O

~50°E 이고 60~70°NW 로 傾斜한다. 이 페그마타이트脈의 走向傾斜는 栗里層의 片理와 大體로 같다. 脈幅은 0.3m 에서 15m 나 되는 것까지 있으나 採鑛된 脈들은 大概가 0.5m~4.0m 範圍內에서 膨縮한다.

東水谷 附近에서는 汾川花崗片麻岩體內와 그 가까이의 페그마타이트脈內에는 蔚珍鑛山의 錫鑛床이 發達하고 이 花崗片麻岩體로부터 더 멀리 떨어진 곳에 있는 페그마타이트脈內에는 Li鑛床이 發達하고 있어, 汾川花崗片麻岩體를 中心하여 帶狀分布하고 있다. 이 地域에서 Li鑛床 中 가장 많이 開發된 것은 將軍石灰岩內에 胚胎되어 있다.

페그마타이트

페그마타이트는 一般的으로 巨晶質인 石英, 微斜長石, 斜長石, 白雲母를 主로하고 螢石, 후로로磷灰石을 隨伴한다. 特히, 銅錫鑛山의 페그마타이트에서는 電氣石과 柘榴石이 產出된다. 페그마타이트脈內에서의 組織이나 鑛物組成에 依한 一次的인 累帶構造는 볼 수 없다. 이 페그마타이트는 後期에 不規則하게 그라이첸化되거나 長石化되어 있다. 錫石은 主로 페그마타이트 中 그라이첸化된 部位와 알바이트化된 部位에서 產出되고, 위의 變質을 뚜렷하게 받지 않은 部位에서는 거의 產出되지 않는다. 페그마타이트의 變質은 汾川花崗片麻岩體內의 것에서 보다는 이 花崗片麻岩體 接觸部 가까이 栗里層內에 發達하는 페그마타이트에서 더욱 顯

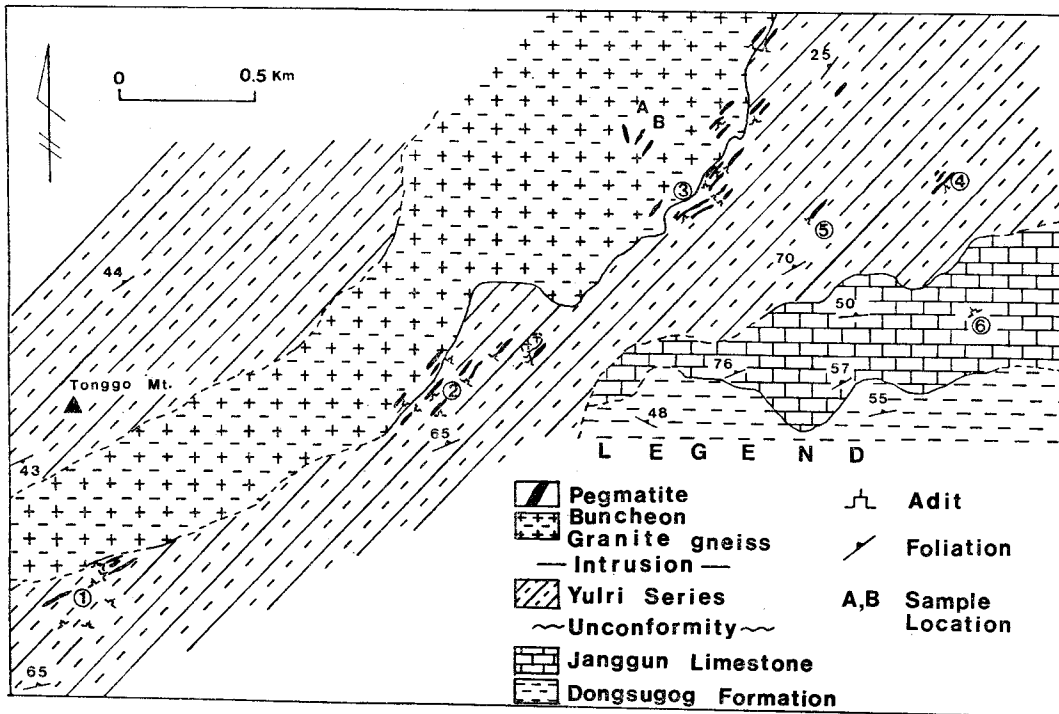


Fig. 5 Geologic map of Wangpiri area

- ① Dongseok Mine    ② Yuchang Mine    ③ Buguk adit, Uljin Mine  
 ④ Chomak adit, Uljin Mine.    ⑤, ⑥ Li-prospect

著하다. 變質된 페그마타이트 中에는 片狀構造가 發達하는 것이 있다.

그라이젠화作用 ; 그라이젠화作用은 페그마타이트內와 이와 接하는 栗里層의 岩石에 걸쳐 이루어져 있다. 페그마타이트의 그라이젠화는 그라이젠의 構造와 組織에 의하여 2次에 걸쳐 이루어졌음을 알 수 있다. 그라이젠화作用은 그 時期에 따라 早期의 것을 그라이젠 I, 後期의 것을 그라이젠 II라 부르기로 한다. 그라이젠 I은 中粒~粗粒質로 石英, 白雲母, 黃玉, 錫石, 螢石과 후로로 磷灰石으로 되어 있고 (Fig. 6-A), 그라이젠 II는 細粒의 石英, 白雲母 또는 레피도라이트로 되어 있다. 그라이젠 I은 錫石, 黃玉, 螢石의 主要生成期의 것이고, 그라이젠 II는 레피도라이트의 生成期의 것이다.

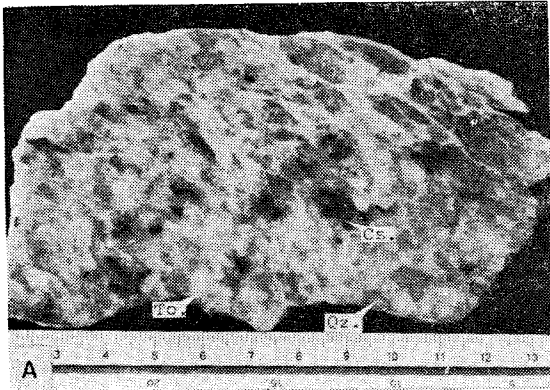
I 期의 그라이젠화作用은 錫鑛化作用에 있어 가장 重要한 것으로서 主로 페그마타이트脈의 兩壁에 沿하여 이루어진 경우가 많다. 페그마타이트의 脈幅이 작은 것이나 脈의 尖滅部는 페그마타이트 全體가 그라이젠화된 것이 많다. 그라이젠화된 部位에서 片狀構造를 갖는 것은 石英이 片理方向으로 伸長되어 있고 錫石은 片理方向에 直角으로 拮개져 있기도 한다. (Fig. 6-B)

그라이젠 II는 페그마타이트 變質의 最末期生成物로서 小規模로 그라이젠 I을 交代하고 (Fig. 6-C), 다음에 記述할 長石化된 部位를 交代하기도 한다. (Fig. 6-D)

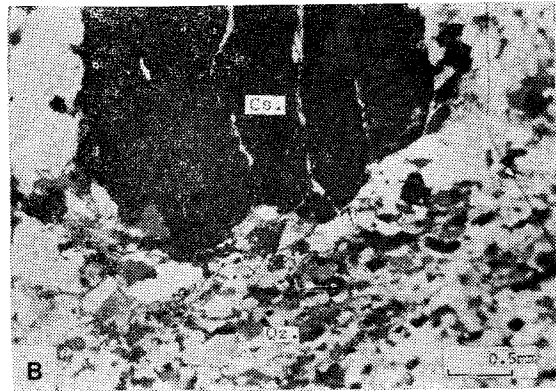
長石化作用 ; 페그마타이트의 長石化에는 알바이트化作用과 微斜長石化作用이 있다. 알바이트化作用은 그라이젠 I을 交代하고 있는 것으로 보아 I 期의 그라이젠化作用後에 이루어진 것이다. 또, 페그마타이트를 交代하여 페그마타이트構成鑛物로서의 微斜長石을 殘留物로 包含하고 있기도하고 (Fig. 6-E), 微斜長石을 細脈으로 交代하기도 한다. (Fig. 6-F) 알바이트化가 顯著하게 이루어진 部位는 거의 알바이트만으로 構成되어 있고 少量의 錫石, 螢石, 金紅石을 隨伴할 뿐이다.

微斜長石化作用은 알바이트化作用에 依하여 生成된 알바이트를 部分的으로 交代하고 있는 것으로 보아 알바이트化 以後에 部分的으로 이루어진 것으로 보인다. 微斜長石化에 隨伴된 錫石의 晶出은 없었고 前述한 그라이젠 II는 微斜長石化에 依하여 生成된 後期微斜長石까지 交代하고 있다.

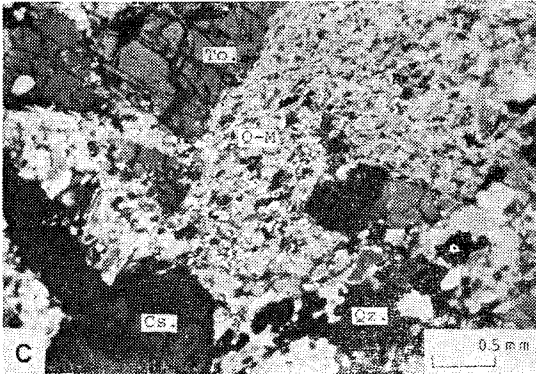
以上으로 페그마타이트의 變質은 그라이젠 I → 알바이트化 → 微斜長石化 → 그라이젠 II의 順序로 進行되었



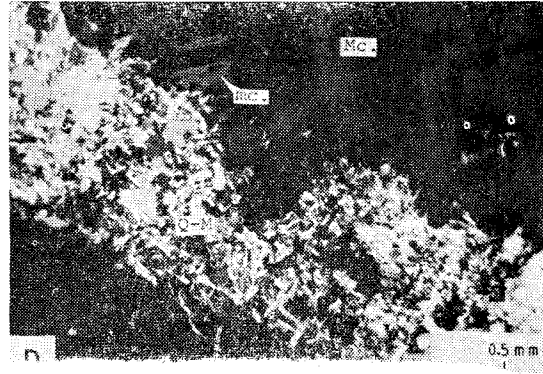
Cassiterite bearing greisen. Cs: cassiterite. To: topaz. Qz: quartz.



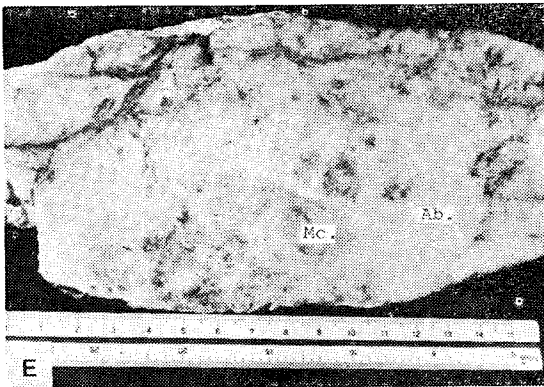
Fractured cassiterite in schistose greisen.



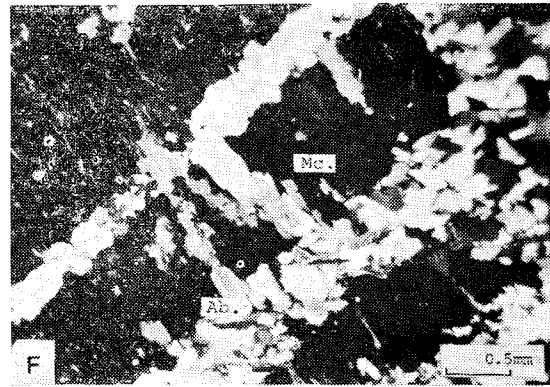
Cassiterite bearing greisen I replaced by fine grained quartz and mica (greisen II) Q-M: quartz and mica aggregate.



Microcline replaced by quartz and mica (greisen II) Q-M: quartz and mica



Albites replace microcline in the form of vein.



Microcline replaced by albite and remained as relicts in albitite. Mc: microcline. Ab: albite

Fig. 6 Photographs of Cassiterite ore and greisen

Table 3. Content of trace elements in cassiterite (in p. p. m)

element data No.	Nb					Ta					Zr					Sc				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Type of deposits																				
Pegmatites	6000	10 <sup>4</sup>	5300	9000		5300	10 <sup>4</sup>	3450	2500		2400	458	475	350		650	0	12.5	<10	
Greisens	5200	10 <sup>4</sup>				1570	600				1020	200				580	47			
Quartz-feldspars		150				100					50					17				
Quartz-cassiterite	600	255		3000		150	100		200		750	65	75			400	61			<10
Quartz-sulfide	20	20				—	100				30	40				4	66			

element data No.	In					Ti					Fe					Ag				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Type of deposits																				
Pegmatites	—	13	37	<10		4100	1200	825	600		N.A.	6000	1250	2000		—	0.4	<1	<1	
Greisens		158				7500	970				N.A.	3760				1	0.7			
Quartz-feldspars		30				2430					N.A.	4570				0.4				
Quartz-cassiterite	trace	52		<10		3500	1370		900		N.A.	5200	1200			10	0.2			<
Quartz-sulfide	210	80				1700	1150				N.A.	3600				660	0.3			

1 ; data from Dudykina (1959)

2 ; data from Steveson and Taylor (1973)

3 ; data averaged four samples from, Wangpiri area.

4 ; data from this study, Sungyeong tin mine.

5 ; data from this study, Yonghwa tungsten-molybdenum mine. N. A. ; not analysed.



다. 이 中 變質作用으로 顯著한 것은 그라이젠 I 과 알바이트화이다. 그러나 모든 페그마타이트가 위의 順序대로 모든 變質作用을 받은 것은 아니다. 錫石의 晶出은 주로그라이젠 I 의 生成時期이고 一部가 알바이트화作用에 隨伴되었음을 알 수 있다.

#### 錫石과 錫石의 微量元素

錫石은 前述한 바와 같이 페그마타이트의 그라이젠化帶, 알바이트化帶內에서 產出된다. 錫石의 크기는 顯微鏡下에서 겨우 確認될 程度의 것에서 直徑이 2cm:程度되는 것까지 있다. 色은 주로 暗黑色을 띠어나 黃褐色의 것도 있다. 黃褐色을 띠는 것은 주로 銅錫鑛山에서 많이 產出되고 蔚珍鑛山의 新坑에서도 少量 產出된다.

錫石 中の 微量元素는 鑛床의 成因型에 따라 그 含量에 差가 있음이 여러 學者들(Dudykina; 1959, Steveson and Taylor; 1973)에 의하여 報告된 바있다. 蔚珍地域의 蔚珍, 유창, 銅錫의 3個 鑛山產 4個錫石試料과 順鏡錫鑛山, 用夏重石·몰리브덴鑛山產 錫石各 1個를 Emission Spectrography, A. A, X. R. F. 등의 器機로써 分析하였다. 結果는 Table. 3과 같다. 順鏡錫鑛床은 典型的인 페그마타이트型鑛床(李鍾革, 1958)으로 알려져 있고, 用夏鑛床은 含重石·몰리브덴石英脈으로 錫石을 產出한다. Dudykina (1959)와 Steveson and Taylor(1973)는 錫鑛床을 Smirnov의 分類法에 따라 分類하고 鑛床의 成因型에 따른 錫石 中の 微量元素의 含量平均値를 各各 報告하고 있다. (Table. 3) 이 表에서 蔚珍地域의 資料는 4個試料(蔚珍鑛山 2個, 유창鑛山 1個, 銅錫鑛山 1個)의 平均値이다. Dudykina(1959)와 Steveson and Taylor (1973)의 微量元素 含量値는 各各 172個와 46個錫石 試料의 平均値이다. Dudykina(1959)에 의하면, 錫石 中の Ta 含量은 페그마타이트型鑛床에서는 2%까지 되는 것이 있고, 그라이젠型鑛床에서도 높으나 石英—錫石型鑛床에서는 아주 낮고 石英—硫化鑛物—錫石型鑛床에는 包含되지 않는다고 한다. 따라서 錫石 中の Ta 含量은 鑛床의 生成條件을 推定하는 데 利用할 수 있다고 한다. Nb은 Ta 보다는 더 廣範하게 分布하며 페그마타이트와 그라이젠型鑛床에서 가장 높고 石英—錫石型, 石英—硫化鑛物—錫石型鑛床에서는 顯著하게 낮아진다. 이와 같은 傾向은 Steveson and Taylor (1973)의 資料에서도 읽을 수 있다. 따라서 鑛床成因이 不分明한 錫石을 分類하는 데 利用할 수 있다고도 한다. 蔚珍地域 鑛山產 錫石은 用夏鑛山產의 것보다 顯著하게 높고 代表的인 페그마타이트型鑛床인 順鏡錫鑛床의 것과 比較할때 Ta 含量은 높고 Nb 含量은 낮아 兩者間의 鑛床成因型의 差

를 判別하기 어렵다. 錫石 中の Zr 含量도 鑛床의 成因型에 따라 뚜렷한 差를 나타낸다. 페그마타이트型鑛床에서보다 그라이젠型鑛床에서 낮고 石英—錫石型鑛床에서는 더욱 顯著하게 낮아진다. 順鏡과 蔚珍地域 鑛床產 錫石은 Steveson & Taylor의 페그마타이트型鑛床產 錫石의 Zr 含量에 가장 가깝다. Sc 含量에 對하여는 Dudykina (1959)와 Steveson & Taylor (1973)의 資料가 含量値에 있어서 差가 크고 鑛床成因型에 따른 含量에 있어 相反되는 傾向을 나타낸다. 이 번 研究에서 蔚珍地域 鑛床產의 錫石에 12.5p.p.m이 包含되었을 뿐 나머지 두 鑛床의 것은 모두 檢出下限(10p.p.m) 以下이다. 其他 Ti, Fe, Ag 등에 對하여는 이 表에서 보여지는 바와 같이 鑛床의 成因型을 指示하는 鎊을 단한 것이 못됨을 알 수 있다. 따라서 錫石 中の 微量元素 含量에 對하여는 여러 元素가 檢討報告되고 있으나 鑛床의 成因型에 따라 共通의 差가 明瞭한 것은 Ta, Nb, Zr의 3個 元素뿐임을 알 수 있다. 蔚珍地域 鑛床產 錫石은 用夏鑛床產의 것과는 위의 3元素의 含量에 있어 顯著한 差가 있고, 代表的인 페그마타이트 錫鑛床으로 알려진 順鏡錫鑛床產의 것과 함께 大體로 페그마타이트型鑛床 錫石에 對한 報告資料와 같음을 알 수 있다.

Grubb와 Hannaford (1966), Greaves et al (1971)에 의하면 錫石의 色은 微量元素의 含量에 따라 變하며 특히 Fe, Mn, Ti, Nb, Ta, Ni, Co의 含量增加에 따라 色은 無色으로부터 褐色, 黑色으로 漸變한다고 한다. Table 4는 蔚珍地域 鑛床產 錫石 4個 試料와 順鏡, 用夏鑛床產 各 1個 錫石의 色과 微量元素의 含量을 比較한 것이다. Table. 4에서 錫石의 色이 黑色인 것에서 특히 Mn의 含量이 顯著하게 높고 其他 Zn, In, Nb, Ta 含量도 높은 傾向을 보인다. 반대로 Y은 黑色인 것에서 낮은 傾向을 보인다. V, Ti, Fe과 Cu 含量에는 特別한 傾向을 볼 수 없고 Ni, Co는 모두 檢出限界 以下이다.

#### 錫鑛化作用

蔚珍 王遊里 地域의 錫鑛床은 上述한 바와 같이 汾川花崗片麻岩體 中 王遊里附近으로의 突出部 南緣에 따라 좁은 範圍內에 平行 發達하는 페그마타이트脈內에 胚胎한다. 이 花崗片麻岩體는 特別히 錫鑛床이 많이 密集하는 곳의 附近에서는 岩體中心에서 緣邊으로 가며 알바이트화, 그라이젠化되어 있고 F과 Sn 含量이 顯著하게 높아진다. 또 이 岩體를 中心으로 하여 錫鑛床과 Li 鑛床이 帶狀分布하고 있으며 페그마타이트 中에는 花崗片麻岩과 같이 片狀構造를 갖는 것도 있다. 이와같은 事實로 보아 이 地域의 花崗片麻岩은 錫鑛化作

**Table 4.** Comparison of color variations and some trace elements abundances among cassiterites from Ujcin, Sungyeong, Yonghwa mines (in p. p. m.)

comp. Sample.	Ti	Zn	In	Mn	Cu	Ni	Co	Nb	Ta	Fe	V	Y	color of cassiterite*
3-1	850	500	50	5,000	50	<5	<10	5,500	3,800	1,400	80	<10	black
3-2	800	800	60	5,500	20	<5	<10	7,000	5,000	700	80	<10	black
3-3	700	350	30	3,000	10	50	<10	8,000	4,500	1,500	10	<10	black
3-4	950	250	<10	90	6	<5	<10	700	500	1,400	150	10	pale brownish yellow
4	600	350	<10	600	7	<5	<10	9,000	2,500	2,000	20	30	pale brown
5	900	75	<10	100	10	<5	<10	3,000	200	1,200	60	10	deep brown

3-1 ; Chomag adit, Wangpiri area      3-2 ; Yuchang Mine, Wangpiri area.

3-3 ; Bugug adit, Wangpiri area.      3-4 ; Dongseog Mine, Wangpiri area.

4 ; Sungyeong Mine.

5 ; Yonghwa Mine.

\* grain size ; 2~13/4 φ

時間的으로나 空間的으로 密接한 關係를 갖을 뿐 아니라 成因的으로도 깊은 關係를 갖는 關係火成岩인 것으로 생각된다.

페그마타이트 中 錫石이 産出되는 部位는 甚히 그라이제화, 알바이트화된 部位이다. 그러므로 錫鑛化作用은 페그마타이트의 生成後 導入된 流體로 페그마타이트가 그라이제화, 알바이트화되는 동안에 이루어졌다고 생각된다. 따라서 이 鑛床은 Smirnov (1968)의 錫鑛床分類에서 含錫페그마타이트—그라이제화 鑛床에 屬한다. 이는 이 地域 鑛床에서 産出되는 錫石 中의 微量元素의 含量으로 보아서도 Dudykina와 Steveson & Taylor의 페그마타이트 鑛床産의 것 과 比較的 一致한다. 寧越郡 上東面 一圓의 順鏡錫鑛床과 覺喜錫鑛床은 蔚珍地域의 錫鑛床과 같이 先캠브리아時代의 變成堆積岩內에 胚胎된 페그마타이트 鑛床이라는 共通性을 갖는다. 李鍾華(1958)은 順鏡錫鑛床에 對하여 錫石은 페그마타이트에 散點狀으로 存在하나 페그마타이트의 그라이제화나 알바이트화에 對하여는 言及한 바가 없다. 特히 錫石이 페그마타이트의 그라이제화나 알바이트화된 部位에 存在한다는 報告도 없다. 이 點이 두 地域의 錫鑛化作用의 差異인 것으로 보인다. 이 밖에 우리나라에서 錫石의 産地로서는 黃江里地域의 用夏와 大華鑛山이 알려져 있다. (朴登, (1982)) 그러나 이들 鑛床은 白堊紀末에 生成된 硫化鑛物과 함께 重石, 몰리브덴 鑛物을 産出하는 石英脈鑛床으로서 鑛體의 生成時期나 産出되는 鑛物組合으로 보아 蔚珍地域錫鑛床과는 顯著한 差가 있다.

### 重石鑛床

#### 概要

雙田重石鑛床은 汾川花崗片麻岩과 角閃岩과의 接觸

部에서 汾川花崗片麻岩을 下盤으로하여 發達하는 페그마타이트內에 胚胎한다. 이 페그마타이트脈의 走向은 N80°~EW 에 40~50N 로 傾斜하며 露頭에서 走向方向으로 約 2Km 계속 發達한다. (Fig. 7) 이 脈에서 鑛化된 部位는 選鑛場을 基準으로 하여 東쪽으로 約 800m 區間이다. 脈幅은 10~20m 程度이나 最高 40m 로 膨大하기도 한다. 이 鑛脈은 走向이 N15°E 에 거의 垂直인 斷層으로 切斷移動되고 또 走向이 N30°E인 鹽基性岩脈에 의하여 貫入 當하고 있다. 鑛脈과 接하는 上盤의 角閃岩은 部分的으로 黑雲母化되어 있다.

#### 鑛石과 鑛物의 共生關係

上述한 페그마타이트脈에서 鑛化되지 않은 部位는 主로 巨晶質의 石英, 微斜長石, 斜長石, 黑雲母, 白雲母로 되어있고 少量의 電氣石과 柘榴石을 隨伴한다. 이 페그마타이트脈은 脈의 緣邊에서 中心으로 가며 組織이나 鑛物組成의 差로 因한 累帶構造를 갖지 않는다. 그러나 鑛化된 部位의 페그마타이트는 後期의 石英에 의하여 廣範하게 交代되어 있다. 石英에 의하여 交代된 脈幅은 特히 膨大되고 長石은 絹雲母化되어 있다.

이들 後期의 石英은 晶出時期, 組織, 鑛化作用과의 關聯性등으로 보아 다음의 세가지 類型으로 分類된다. 1) 鑛化되지 페그마타이트의 構成鑛物로서 半透明, 乳白色石英(石英 I), 2) 重石鑛化作用과 관련된 灰色~暗灰色石英(石英 II), 3) 다른 鑛物을 隨伴하지 않는 半透明, 塊狀, 白色石英(石英 III). 石英 I 은 가장 早期에 晶出된 것으로 鑛石鑛物을 隨伴하지 않으며 石英 II 에 의하여 交代되어 있다. 石英 I 과 共存하는 長石類는 絹雲母化되어 있다. 石英 III 은 barren 石英으로서 石英 I, II 를 交代하고 또 細脈으로 切斷하고 있어 最後期에 晶出된 石英이다.

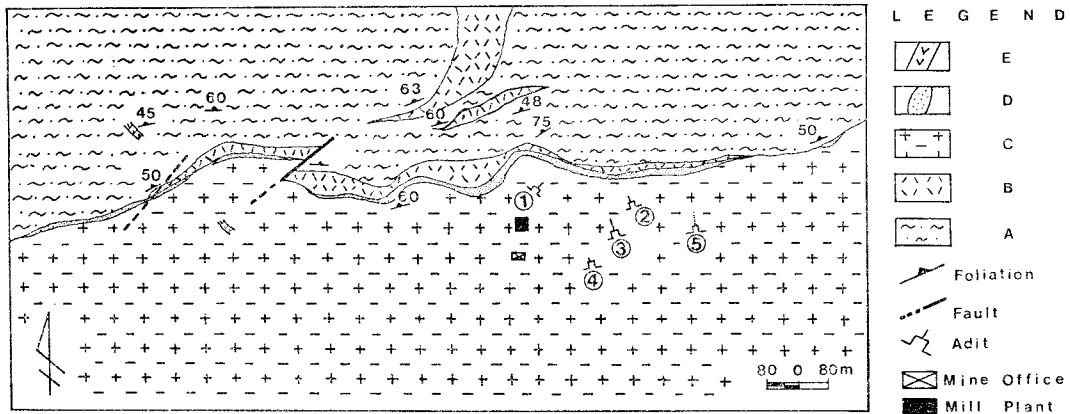


Fig. 7 Geologic map of Ssangjeon mine area.

- A : Weonnam Formation
- B : Amphibolite
- C : Buncheon granite gneiss
- D : Pegmatite
- E : Basic dike rock
- ① Tongil Adit
- ② Ssangjeon Adit
- ③ Main Adit
- ④ Jungang Adit
- ⑤ Okbang Adit

Table 5. Minerals associated with three types of quartz

type of quartz	color of quartz	mineral assemblage
quartz I	white	microcline, plagioclase, quartz, biotite muscovite, garnet, tourmaline
quartz II	gray-dark gray	wolframite, scheelite, molybdenite, arsenopyrite, pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, pentlandite, bismuthinite, native bismuth, marcasite, fluorite, sericite
quartz III	white	barren

이 鑛床에서 産出되는 主要鑛石鑛物은 鐵망간重石과 灰重石이고 이밖에 少量의 輝水鉛石, 硫砒鐵石, 磁硫鐵石, 黃鐵石, 黃銅石, 閃亞鉛石, 方鉛石, 페르란다이트, 輝蒼鉛石, 自然비스무트와 白鐵石이 産出된다. 脈石鑛物은 石英, 微斜長石, 斜長石, 白雲母, 黑雲母, 電氣石, 柘榴石, 螢石, 絹雲母등이다.

위에서 言及한 生成時期를 달리하는 세 種類의 石英과 各各 共存하는 鑛物들은 Table. 5와 같다.

이 表에서 보여지는 바와 같이 主要鑛石鑛物은 石英 II의 晶出期에 晶出하였음을 알 수 있다. 石英 II의 晶出期間中 鐵망간 重石이 初期에 晶出되고 灰重石과 함께 모든 硫化鑛物은 後에 鐵망간重石을 交代하고 있다. 이 鑛床에서 産出되는 鐵망간重石의  $FeWO_4$  mol. %는 97~99.8로서 피어브라이트(ferberite)에 屬한다.

(尹, 朴 1982)

流體包有物

流體包有物 研究對象鑛物은 石英 I, II와 石英 II에 隨伴되는 螢石이다.

流體包有物의 種類;

初生과 擬二次包有物에는 다음의 I, II, III型的 것이 있다.

I型包有物; 液相과 氣相으로 되어 있고 液相의 充填度가 50%以上인 液體包有物이다. 室溫에서나 冷却實驗中 液體  $CO_2$ (以下  $LCO_2$ 라 略記함)가 觀察되지 않는다. 石英 I, II, III에서 모두 觀察되나 石英 I, II中的 것은 大部分이 二次包有物이고 石英 III과 螢石中的 것만이 初生包有物이다.

II型包有物; 液相과 氣相으로된 二相包有物로서 液

Table 6. Fluid inclusion data of quartz and fluorite, Ssongjeon tungsten deposits

type of inclusion inclusion data host mineral	I		II		III	
	homogenization temperature	salinity	homogenization temperature	salinity	homogenization temperature	salinity
quartz I	—	—	415~465 (11)	4.5~9.5 (10)	—	—
quartz II	—	—	397~441 (11)	5.1~6.0 (4)	—	—
quartz III	278~357 (13)	—	—	—	—	—
fluorite	191~297 (27)	3.5~8.3 (18)	—	—	223~259 (5)	4.1~6.4 (5)

Salinity: wt. % equivalent NaCl

Numbers within parenthesis indicate number of inclusions tested.

相의 充填度가 50% 以下인 氣體 (gaseous) 包有物이다. 加熱實驗時 氣相으로 充填된다. 室溫에서나 冷却實驗時에  $\text{LCO}_2$ 가 觀察되지 않는다. 이 包有物은 石英 I, II에 初生包有物로 包含된다.

III型 包有物; 液相과 氣相以外에 室溫에서나 冷却實驗中  $\text{LCO}_2$ 가 觀察된다. 이 包有物은 石英 II와 螢石에서 보여지나 石英 II內의 것은 二次包有物이다.

#### 鹽濃度

流體包有物의 冷却實驗은 Nikon 會社製 NE-1 型 低溫顯微鏡을 使用하여 實施하였다. 石英 I, II 및 螢石中的 初生包有物鹽濃度の 測定結果는 Table. 6와 같다. 石英 III內의 流體包有物은 크기가 너무 작아 冷却實驗이 不可能하였다. 各鑛物中에 包含된 初生包有物의 鹽濃度は 3.5~9.5wt. % NaCl로서 鑛物의 種類나 流體包有物의 型에 따른 큰 差異를 찾아 볼 수 없다.

#### 均一化溫度

流體包有物의 加熱實驗은 Leitz 會社製 350 SM-Lux 型 加熱顯微鏡과 서울大學校地質科學科 鑛床研究室에서 設計製作한 加熱臺를 使用하여 實施하였다. 均一化溫度 測定結果는 table 과 같다.

石英 I에 包含된 初生 II型 包有物의 均一化溫度는 415~465°C 인데 대하여 石英 II中的 初生 II型 包有物의 均一化溫度는 397~441°C 로서 石英 I의 것에 比하여 낮다. 한편 石英 III中的 初生 I型 包有物의 均一化溫度는 278~357°C 로서 石英 I, II에 比하여 顯著하게 낮다. 石英 II에 隨伴되는 螢石中的 初生 I型과 III型 包有物의 均一化溫度는 各各 191~297°C 와 223~259°C 이다.

#### 重石鑛化作用

前述한바와 같이 雙田重石鑛床은 晶出時期를 달리하는 石英의 產出狀態, 鑛物共生關係, 流體包有物 등으로

보아 初期에 形成된 單成페그마타이트 (simple pegmatite)脈이 後期에 導入된 鑛化流體에 의하여 廣範하게 交代되며 鑛化된 하나의 複成페그마타이트 (complex pegmatite)鑛床일 것으로 생각된다.

이는 1)鑛石中的 石英이 單成페그마타이트의 構成鑛物로서의 石英 I과 함께 이를 後期에 交代한 石英 II와 石英 III으로 되어 있고 2)主要鑛化作用은 石英 II晶出期이 이루어졌으며 3)石英 I과 石英 II中的 初生包有物이 모두 氣體包有物로서 均一化溫度가 各各 415~465°C와 397~441°C이나 石英 II晶出期末에 晶出한 螢石中的 流體包有物은 液體包有物로서 均一化溫度는 191~297°C 라는 事實로서 類推된다. 鑛化流體의 鹽濃度は 石英 I, II晶出期에는 4.5~9.5wt. % NaCl로서 兩者間에 別로 差가 있으나 螢石晶出期에는 3.5~8.3wt. % NaCl로서 石英 II의 것보다 下限이 낮다. 特히 螢石內에 含  $\text{LCO}_2$  流體包有物이 存在하는 것으로 보아 螢石晶出期の 鑛化流體의  $\text{CO}_2$ 濃度は 높아졌을 것으로 보인다.

이 鑛床의 生成溫度는 流體包有物 均一化溫度에 壓力補正을 하여야 얻어진다. 그러나 現時點에서 壓力補正에 利用될 資料를 갖고 있지 않다. 다만 1)이 鑛床이 先캄브리아時代의 岩石中에 發達된 페그마타이트로서 鑛化作用은 先캄브리아時代에 貫入되었을 可能性이 있는 汾川花崗片麻岩과 成因의으로 관련이 있어 보인다는 點 2)鑛脈에 테레스코핑이 보이지 않는다는 點 등으로 보아 生成深度가 比較的 淺을 것이 豫想될 뿐이다.

以上으로 보아 雙田重石鑛床의 鑛化作用은 氣成-熱水期 (pneumatolytic-hydrothermal stage)에서 始作하여 主要鑛化作用은 熱水期에 이루어 진 것으로 생각된다.

Table 7. Comparison of Chemical composition between world-wide granitoids and Buncheon granite gneiss.

	World-wide granitoids <sup>1)</sup>		Buncheon granite gneiss		Australian granitoid	
	average granite	tin-bearing granite	Wangpiri district	average <sup>2)</sup>	A-type (Gabo)	I-type (Bega)
SiO <sub>2</sub>	70.18	73.02	73.08	72.88	73.04	72.50
TiO <sub>2</sub>	0.39	0.21	0.03	0.12	0.37	0.31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.47	13.90	16.02	14.93	12.64	13.63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.57	0.78	0.40	1.45	1.63	0.70
FeO	1.78	1.34	0.80	1.56	1.51	1.65
MnO	0.12	0.05	0.06	0.03	0.08	0.06
MgO	0.88	0.52	0.29	0.27	0.33	0.72
CaO	1.99	1.24	0.10	0.85	0.96	2.32
Na <sub>2</sub> O	3.48	3.28	3.80	3.11	3.70	3.09
K <sub>2</sub> O	4.11	4.57	4.33	4.06	4.11	3.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.19	0.15	0.07	0.05	0.08	0.08

1) Data adapted from Taylor (1979)

2) Average value from table 2 excluding sample No. A, B and II' of Wangpiri district.

3) Data adapted from Collins et al. (1982)

考 察

王遊里附近의 汾川花崗片麻岩은 錫鎳化作用과 成因의 密接한 關係가 있어 보인다는 點은 上述한 바와 같다.

Stemprok 와 Skuor(1974)는 錫鎳床과 成因의 密接한 關係를 갖는 花崗岩은 化學組成에 特徵이 있다고 報告한바 있다. Table. 7는 汾川花崗片麻岩을 世界의 錫鎳床과 관계있는 花崗岩과 世界의 花崗岩의 平均化學組成을 比較하여 본 것이다. 이 表에서 보여지는 바와 같이 世界의 錫鎳床과 關係가 깊은 花崗岩의 化學組成은 世界의 花崗岩平均化學組成에 比하여 SiO<sub>2</sub>와 K<sub>2</sub>O 含量이 많고 其他成分은 모두 낮다. 汾川花崗片麻岩 있어서도 王遊里附近 것은 SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O 含量이 높고 其他成分은 모두 낮다. 錫鎳床과 關係가 깊은 花崗岩에서 SiO<sub>2</sub>와 K [含量이 높은것은 珪化作用, 그라이젠化作用등의 交代作用에 의한것이라 한다. (Stemprok 등 1974)

한편 White 등 (1977)은 花崗岩을 成因의 1型과 S型으로 分類하고 錫鎳化作用과 關係가 깊은 것은 S型花崗岩이라 報告하고 있다. 이번엔 檢討된 汾川花崗片麻岩은 化學組成上의 特徵과 ACF圖(Fig. 4)에서 보아 S型에 屬한다.

Kwak 등 (1982)은 最近에 스카른型의 W-Sn-F 鎳床의 關係火成岩으로 Collins(1982)의 A型花崗岩을 提

案하고 있다. Collins 등 (1982)는 오오스트라리아의 SiO<sub>2</sub> 含量이 비슷한 I型花崗岩과 A型花崗岩의 化學組成을 比較할때 A型花崗岩은 CaO 含量이 낮은 反面에 Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Al, F, Cl 含量이 높다고 報告하고 있다. (Table. 8) Table. 8에서 汾川花崗片麻岩은 다른 地域의 花崗岩에 比하여 F, Cl, Sn 含量이 顯著하게 높음을 알 수 있다. 이밖의 A型花崗岩에 特徵인 Ga, Nb, Y, RBE 에 대하여 이번에는 檢討되지 않았으나 汾川花崗片麻岩은 CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Al, F, Cl, 등의 含量으로 보아서는 A型花崗岩에 類似的한 便이다. 이 問題에 대하여는 앞으로 檢討를 要한다.

Ishihara 등 (1977)에 의하면 日本의 錫鎳床(그라이젠型)과 密接한 關係를 갖는 花崗岩은 일메나이트系花崗岩에 屬한다. Ishihara (1977)는 錫鎳床이 일메나이트系花崗岩에만 存在하는 까닭에 대하여 일메나이트系 마그마에서 Sn는 Sn<sup>2+</sup>(0.93 Å)으로 存在하기 때문에 造岩鎳物晶出時에 利用되지 않고 마그마殘液에 濃集되었다가 最末期에 雲母類나 또는 獨立的으로 錫鎳物(例 錫石)을 形成한다고 說明하고 있다. 일메나이트系花崗岩에는 F도 豊富하여 末期에는 F化合物로서도 存在하기 때문에 Sn의 濃集이 促進될것이라고 한다. Sn의 根源에 대하여는 마그마發生時의 大陸地殼中の Sn 濃도와 關係되는 것으로 생각되어지고 있다. (Ishihara; 1977, White; etal 1977)

Takahashi 등 (1980)에 의하면 일메나이트系花崗岩

Table 8. F, Cl, Sn Contents of Buncheon granite gneiss and other granites (in ppm)

element \ Granite	Buncheon granite gneiss			Cretaceous granite		World-wide granite	Earth Crust
	1	2	3	4	5	6	7
F	3,667	547	2,300	1,238	340	830~850	625
Cl	174	360	400	110	239	200	130
Sn	500	73	—	—	0.9*	3.5~3.6	2~3

1; Average of five granite gneiss samples of Wangpuri district (Moon, 1983).

2; Average of three granite gneiss samples of Ssangjeon district

3; Average of nine granite gneiss samples from table 2.

4; Granites of Hwanggangri district from park et al (1982).

5; Granites of Kyeongsang basin area from Jin (1981)

6, 7; Data adapted from Taylor (1964).

\*; Data from Ishihara et al. (1981).

은 化學組成上의 特徵으로 보아 White 등 (1977)의 S型花崗岩에 屬하는 것이 大部分이나 一部는 1型에 屬하는 것도 있어 兩者는 完全히 一致되는 것이 아니라고 한다.

이번에 研究된 王遊里附近의 錫鑛床과 雙田重石鑛床은 모두 汾川花崗片麻岩體에 近接하여 胚胎된 廣意의 페그마타이트內에 胚胎된 鑛床들이다. 錫鑛化作用은 페그마타이트 生成後 導入된 流體에 의한 그라이제화作用과 알바이트化作用에 隨伴된 것이다.

重石鑛化作用도 페그마타이트 生成後에 導入된 流體에 의하여 이루어진 것이다.

雙田重石鑛床의 南쪽 8 km 에도 汾川花崗片麻岩體에 近接하여 玉房重石鑛床이 있다. 李商萬(1967)은 이 鑛床이 페그마타이트鑛床으로서 主要鑛石鑛物은 角閃岩體內의 鑛脈에서만 產出된다고 報告하고 있다. 尹正守(1979)는 이 鑛山 南部鑛體의 鑛脈을 角閃岩體內에 胚胎된 灰重石脈과 角閃岩體와 遠南層과의 接觸部에 胚胎된 含重石石英脈으로 分類하였다. 重石脈의 鑛石鑛物은 灰重石, 螢石, 黃銅石, 磁硫鐵石이고 含重石石英脈의 鑛石鑛物은 灰重石, 鐵當간重石, 黃銅石, 磁硫鐵石, 螢石으로서 含重石石英脈이 灰重石脈보다 後에 形成되었다 한다. 그러나 두 鑛脈의 脈石鑛物의 모오드組成(尹, 1979의 Table. 2)을 보면 모두 石英, 斜長石, 角閃石을 主로 하고 少量의 黑雲母로 되어 있어 두 鑛脈은 모두 廣意의 페그마타이트型鑛床에 屬할 것으로 생각케 한다.

汾川花崗片麻岩과 錫鑛床, 重石鑛床에서 產出되는 雲母類에 대한 絕對年齡測定은 아직 이루어지지 않았다. 그러나 이들 鑛床의 產出狀態, 鑛物共生關係, 流體包有物, 關係火成岩의 性質등으로 보아 이地域의 錫,

重石鑛化作用은 白堊紀末의 우리나라의 錫, 重石鑛化作用보다는 年代가 보다 더 오랜, 보다 깊은 곳에서 이루어진 것으로 생각된다. 따라서 이地域은 우리나라에서는 하나의 獨立的인 重石의 錫鑛床區로 看做되어야 할 것으로 생각된다.

## 結 言

1. 汾川花崗片麻岩은 蔚珍, 奉化地域의 錫, 重石鑛化作用과 成因的으로 關係가 깊은 것으로 化學組成上의 特徵으로 보아 S型花崗岩에 屬할 것으로 보인다. 그러나 王遊里附近의 汾川花崗片麻岩은 Collins 가 提案한 A型花崗岩에 屬할 可能性이 있다.

2. 王遊里地域의 錫鑛化作用은 페그마타이트 生成後 導入된 鑛化流體에 의한 그라이제화作用과 알바이트化作用과 함께 이루어진 含錫페그마타이트 그라이제화鑛床이다.

3. 雙田地域의 重石鑛化作用은 페그마타이트 生成後 二次에 걸쳐 導入된 鑛化流體에 의하여 이루어졌다. 主要鑛化作用은 첫번째 導入된 鑛化流體에 의하여 이루어졌으며 이期間中에 生成된 石英中의 初生流體包有物은 氣體包有物이다. 이 包有物의 均一化溫度는 397~441°C 이고 鑛化流體의 鹽濃度는 5.1~6.0wt. % NaCl 이다. 主要鑛化期末에 生成된 螢石中의 流體包有物 均一化溫度는 191~297°C 이고 鹽濃度는 3.5~8.3 wt. % NaCl 이다.

4. 이地域의 錫, 重石鑛化作用은 우리나라 中生代末의 重石, 몰리브덴, 錫鑛化作用과는 鑛石의 鑛物組成, 組織, 流體包有物, 鑛物의 帶狀分布, 生成時期, 生成深度 등에 있어 判異하다. 따라서 이 地域은 우리나라에 있어서는 하나의 獨立된 錫, 重石鑛床區로 看做되

어야 할것으로 생각된다.

### 參 考 文 獻

- Collins, W. J., Beams, S. D., White, A. J. R. and Chappell, B. W. (1982) Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia. *Contr. Mineral petrol.* V. 80 p. 189~200.
- 大韓鑛業振興公社(1974) 韓國의 鑛床 V. 6 p. 47~65.
- Ishihara, S. (1977) The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.* V. 27 p. 293~305.
- Ishihara, S., Lee, D. S. and Terashima, S. (1981) Tin abundance of Mesozoic granitoids in southern Korea. *Mining Geol.* V. 31 p. 327~332.
- Jin, M. S. (1981) Petrology and geochemistry of Cretaceous granitic rocks in southern Korea. Ph. D. thesis, Seoul National Univ.
- 金正澤, 신재봉(1966) 王避暑錫鑛床 調查報告, 地質鑛床研究調查報告 V. 9 p. 115~133.
- 金玉準, 洪萬燮, 金起泰, 朴喜寅(1963) 三斥里地質圖幅 및 說明書, 國立地質調查所
- 金玉準(1969) 玉房重石鑛床의 成因에 關하여, 鑛山地質 V. 2 p. 73~75.
- 金玉準(1971) 南韓의 新期花崗岩類의 貫入時期와 地殼變動, 鑛山地質 V. 4 p. 1~10.
- 金善億, 金裕東, 金泰永, 金任鎬, 曹明承, 梁政一 (1979) 蔚珍地域 雙田重石鑛化帶의 地質鑛床 및 開發經濟性 調查研究. *KIGAM Bulletin-05* p. 7~87.
- Kim, S. J. (1977) Tin mineralization in Korea. *Symposio Internacional del Estano, Ministerio de Minería Y. Metalurgia, Lapaz-Bolivia.*
- 金洙鎮, 朴喜寅, 李商萬(1981) 奉化一蔚珍地域의 W, Sn 및 Mn 鑛化作用에 關한 研究. 서울大 自然科學綜合研究所.
- Kwak, T. A. P. and White, A. J. R. (1982) Contrasting W-Mo-Cu and W-Sn-F skarn types and related granitoids. *Mining Geol.* V. 32 p. 339~351.
- Lee, I. S. and Park, H. I. (1982) Fluid inclusion studies on the Wolak tungsten-molybdenum deposits, Korea. *Jour. Korean Inst. Mining Geol.* V. 15 p. 17~32.
- 李鍾革(1958) 順鏡錫鑛床 調查報告. 地質鑛床調查研究報告 V. 2. p. 75~90.
- Lee, S. M. (1967) Geology and ore deposits at the Okbang scheelite mine, North Kyeongsang province, Korea. *Jour. Geol. Soc. Korea* V. 3p. 1~20.
- 文相鎬(1983) 王避暑錫鑛床의 成因에 關한 研究, 서울大學校 碩士學位論文
- 岡村三郎, 池楨蔓(1980) 月岳鑛山産 鐵망간重石, 日本鑛山地質, V. 30, p. 38.
- 朴喜寅, 李商萬, 李政成, 金洙鎮(1981) 黃江里地域 金屬鑛床의 成因에 關한 研究. 地質學會誌 V. 17 p. 201~222.
- Smirnov B. (1969) 新版鑛床地質學, 岸本文男譯. 라テイ스
- Takahashi, M., Aramaki, S. & Ishihara (1980). Magnetite-series/Ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. *Mining Geol. sp. iss. No. 8,* p. 13~28.
- Taylor, R. G. (1979). *Geology of tin deposits, El-sevier.*
- White, A. J. R. and Chappell, B. W. (1977) Ultrametamorphism and granitoid gneiss, *Tectonophy.* V. 43. p. 7~22.
- 尹錫台, 朴喜寅(1983) 雙田重石鑛床의 鑛物共生과 流體包有物, 鑛山地質 V. 15 p. 221~233.
- 尹正守(1979) 玉房重石鑛床의 成因에 關한 研究. 鑛山地質 V. 12 p. 181~195.