東洋 滑石鑛山內의 角閃質岩의 起源 및 鑛床의 成因에 關한 硏究

尹 正 守

"Origin of Amphibolitic Rock in the Dong Yang Talc Mine and the Genesis of Talc Deposits"

Jeung-su Youn

Summary

The Dong Yang talc mine is one of the largest metasomatic talc deposits in the South Korea.

The talc mine are originated in dolomite formation which belongs to Okcheon system and lately intruded amphibolite. The geology of mine circumference are composed of meta-sediments rocks and meta-extrusive rock which is Okcheon system, and lately intruded amphibolite and dyke rock.

Talc ore-bodies are interbeded generally parallel to bedding of the dolomite formation and/or the talc rich ore zone are formed along with the , faults and axis of drag fold. The type of talcs ore bodies are chiefly lens or chimney that is ovate of horizontal cross cutting.

The principal ore minerals is talc with minor amount of actinolite, pyrite, gypsum and anhydrite, the dolomite of which ore-bodies circumference are exhibited recrystallization, and the amphibolite is graduational clorization and/or talcization.

Mineralization at the Dong Yang talc mine is formed by alteration of the dolomite which is contact between the amphilbolite and dolomite formation, and the follow risen of residual juice which is intruded amphibolite. Chemical analysis of 4 amphibolite samples on major and some trace elements indicate that should be considered igneous in origin.

On a Niggli al-alk verse c diagram, the analytical value are plotted in an igneous field, and on a Niggli mg versus c diagram, they fellow a Karroo igneous line and on (Na_2O+K_2O) versus SiO_2 plots, they lie in a alkali field. According to the Ni and Cr versus Niggli mg plots suggested by Leake (1964), the Dong Yang amphibolite fall outside a pelitic field and compare favorably with his plots form ortho-amphibolite.

緖 言

東洋 滑石鑛山은 1929年에 發見되어 現在까지 繼續的으로 開發되어오는 南韓에서 規模가 큰 滑石鑛山이다.

本 鑛山은 忠州驛에서 東方으로 약 9㎞떨어진 中原郡 沙味面 木伐里에 位置한다(Fig. 1). 本 鑛床에 關한 調査報告는 權承一(1955), 金玉準等(1963) 國內 地質學者에 依해 간단히 調査硏究된바 있다 本硏究에서는 이 鑛山의 滑石과 Dolomite 鑛床을 主對象으로하여 鑛山周邊의 地質과 특히 本滑石 鑛床의 鑛化作用과 密接한 關係가 있는 角閃岩에 對하여 完全化學分析을

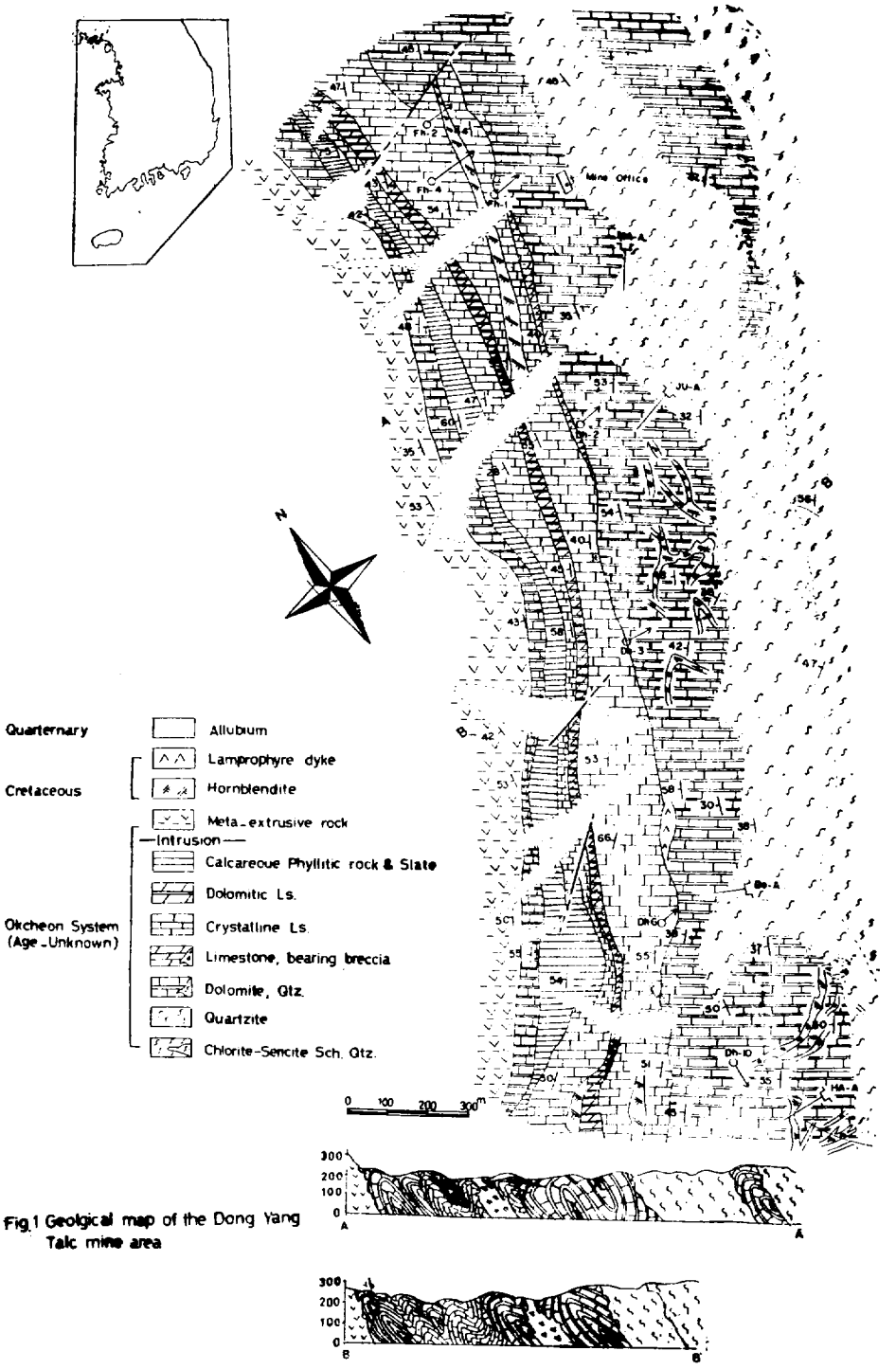

Fig.1 Geolgical map of the Dong Yang Talc mine area

하여 Niggli-value을 計算하여 그 成因을 檢討하였고 또한 鑛床이 胚胎된 母岸을 檢討하여 母岩의 種類에 따른 滑石의 性質과 鑛床成因에 對하여도 考察하였다. 1980年부터 1981年사이에 實施된 現地調査時 여러가지로 協助하여주신 一信産業 東洋滑石 鑛業所의 소장님과 그밖의 여러분께 深甚한 謝意를 表한다.

地 質

本 鑛床附近 地質은 沃川原에 屬하는變質 堆積岩類 및 變質噴出岩類를 主로 하고이를 貫入한 角閃質岩 및 煌斑岩으로 構成되어 있다. 金玉準等(1963)의 硏究에 依하면 이 地域의 地質系統은 다음과 같이 綜合된다.

白 堊 紀 ─ 煌斑岩
　　└ 角閃質岩
　　─ 貫 入 ─
沃川系 (時代未詳)
　　─ 變質噴出岩
　　─ 貫 入
　　─ 石灰質千枚岩, slate
　　─ 石灰質 白雲岩
　　─ 石灰岩類
　　─ 白雲岩
　　─ 硅 岩
　　─ 綠泥石 絹雲母 片岩

1. 白 雲 岩

本層은 本鑛床의 母岩을 이루면서 鑛床全域에 分布하며 層厚는 100~200*m*에 이르는가장 두꺼운 層으로 灰白色層岩이 薄層및 lens를 많이 함유하고 있는 白色dclomite層이다. 過去와 現在 稼行하고 있는 滑石鑛床은 大体로 이 dolomite層內에 賦存되어 있다. 이 dolomite層은 本坑 作業場을 거쳐 南部로 내려감에따라 점차로層 厚가 縮少되어 東莫洞附近에서는 100*m* 정도의 層厚를 보인다(Fig. 1). 本岩層中 硅岩이 우세한 곳에서는 部分的으로 ferruginous하며 上部에 위치하는 變質噴岩類에 依하여 경미한 不整合으로 피복되기도 한다. 本岩의 走向傾斜는 N25°~60°ENW30°~65°이다. 鏡下에서 方解石이 主이고 小量이 石英, 絹雲母等도 포함한다. 方解石은 심하게 熱水變質을 받아 Cleavage가 거의 나타나지 않으며 部分的으로 Tale-Actinolite化된 곳도있다 (plate 3). 石英과 方解石은 mosaic texturc를 나타낸다.

2. 角 閃 質 岩

本岩은 本域의 沃川系岩層을 여러곳에서貫入하고 있는 것으로 dolomite와 dolomitic Ls. 內部에 貫入한 것에 對해서는 滑石鑛床의 生成과 密接한 關係가 있는 것으로 생각되어 이에對한 細密한檢討가 施行되었다. 本岩은 鏡下에서 角閃石, 斜長石, 石英等으로 構成되어 있으며 小量이epidote, 方解石, ilmenite 等도 포함된다(plate 4). 坑內觀察에 依하면 本岩은 斷層運動等에 依하여 變質되어 粘土鑛物化, 絲泥石化되어있기도 하다. 이에 對하여 崔承一(私信)은 水成起源으로서 不透水層의 役割을 하는 關係로 綠泥石片岩層이 下盤에 滑石鑛床을 形成한다고 지적한바 있다. 그러나 本調査에서는 野外및 坑內調査와 角閃岩의 地化學的 考察에 依하여 火成起源이라는 證據를 잡았다. 野外및 坑內觀察에 依하면 첫째 角閃質岩은 一見 dolomite層理에 平行한것 같으나 dolomite層을 끊고 橫斷하므로서 貫入岩脈임을 알수 있고 (plater), 둘째 角閃質岩의 厚가 두터운 곳에서는 緣邊部는 綠泥石片岩으로 變했으나 內部에는 원래 岩脈의 岩質 및 組織을 그대로 維持하고 있는 部分이 많다. 즉 이것은 變質殘留物(metamorphic relict)이있다는 것이다. 셋째, 角閃質岩이 下盤에 滑石이 賦存된다기보다는 오히려 上盤에 賦存되는 경우가 많다. 넷째, 坑內分布하는 角閃質岩이 地化學的 考察結果 에서도 水成起源임을 뒷받침해준다.

鑛 床

鑛床의 區分

지금까지 調査된 滑石鑛床은 主로 最上部와 最下部 dolomite層에 胚胎한다. 이中 主要鑛床은 中原坑地區, 本坑地區, 돈데미 地區, 하누골地區, 東幕洞地區, 新脈坑地區이다. (Fig. 1)이中 中原, 本坑地區에 對하여만 調査硏究하였다.

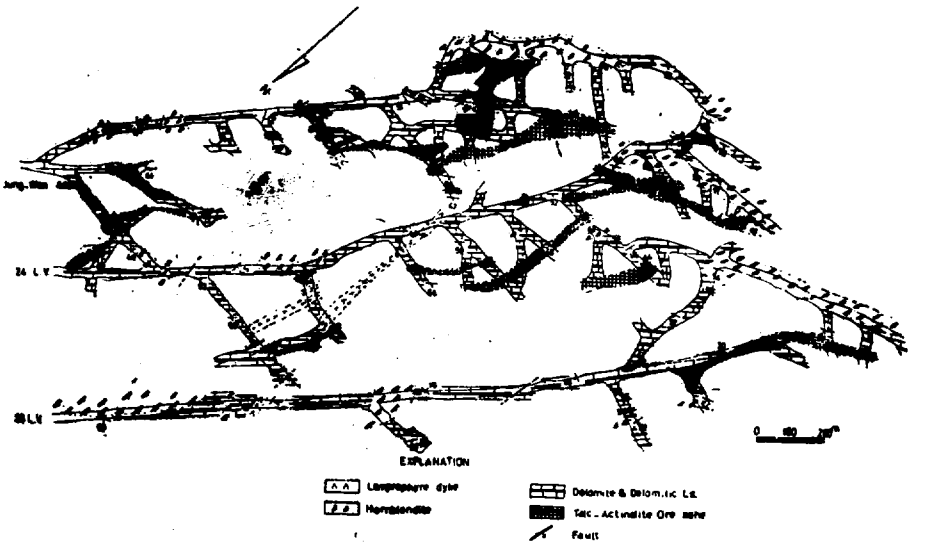

Fig. 2 Underground geologic map of Jungwon 24, 25 adit

1-1, 中原坑地區

이는 本坑地區의 北쪽 즉 本鑛床中 最北端에 位置하며 몇個所에 探鑛坑道가 開設되어 있다. (Fig. 2)

이들 坑道는 모두 dolomite層中의 滑石鑛化帶를 따라 채굴하였으며 이中 南部의 것은 約1*m*폭의 滑石鑛化帶를 따라 채굴하였으며 下部로 갈에따라 鑛石의 品位가 低下된다. 本鑛体의 走向은 대체로 N30°~60°E 이고 傾斜는 NW40°~50°이며 採掘跡으로 보아 富鑛部의 Bearing은 S85°W이다. 이 坑道의 東쪽으로는 거의 dolomite層理에 따라 滑石-陽起石 鑛化帶가 形成되어있으나 鑛化程度는 微弱하다.

1-2, 本坑地區

이 地區는 日政時代부터 開發하여온 主採鑛場이다 地表에서 만도 露天採跡 以外에 上田坑, 下田坑, 本坑, 日進坑 및 新興坑等 主要 6個坑道가 開發되어있다.

위의 各坑道는 대개가 lens狀 또는 卵形의 富鑛帶를 따라 掘進採掘 하였으나 上部에는 入坑不能한 空洞으로 남아있거나 充塡된 採掘跡中에 開發된 補修坑

Table 1. Schematic sketch of the talc-actinolite Ore vein which occur Main ardit

Ore-vein	Direction: Shape	Strike	Dip	Bearing	Plunge	Size: Thickness of stoed	Length of stoped	Width of stoped	Rocks: Country rock	Hanging wall	Foot wall
Yang-vein	lense & chimney	N20°E	37°-47° NW	883°-85° W	50°-55°	1.0-3.0*m*	32-35*m*	370*m*	Dolomite	Amphi-bolite	Dolomite
Yoom-vein	〃	N60°-70°E	37°-47° NW	?	?	5.0*m*	60*m*	370*m*	〃	Dolomite	Amphi-bolite
Il-jin vein	lense			S72°W		2*m*	4*m*	65*m*	〃	Amphi-bolite	Dolomite
Sin-hun-gvein	lense chimney			S75°W		3-4*m*	5-6*m*	135*m*	〃	〃	〃

道만이 있을뿐이다. 本坑 地區에는 陽, 陰, 日進 및 新興脈이라고 불리우는 4個의 鑛脈이 있다. 이들은 대개가 滑石鑛化帶中 選擇採掘하여온 lens狀의 水平斷面을 갖는 chimney로서 鑛体中 富鑛部를 말한다. 短片的으로 skebch된 各 鑛脈의 狀況을 表示하면 Tatlle와 같다.

이中 陽脈은 5~10m幅을 갖는 鑛化帶의 上盤 角閃質岩사의 接觸帶에 胚胎된 富鑛部를 말한다. 採旣掘된 陽脈이 下盤閃으로 2~8m幅으로 滑石은 鑛化되어 있다. 鑛山에서는 이中 비교적 富鑛部를 "下盤렴줄脈"이라고 부르며 上部 坑道에서는 採掘되었으나 下部 坑道에서도 一部 채굴되고 있다. 이 陽脈富鑛部 下位鑛化帶는 北쪽으로도 繼續되고 있음을 本坑에서 볼수 있다. 이 陽脈鑛化帶의 走向과 傾斜는 dolomite層의 層理折는 비스듬하게 斜交한다. 富鑛富의 Bearing은 S83°~85°W에 50°~55° plange하고 있으나 이는 이 地區의 各鑛脈에 있어 거의 共通되는 方向性이다

Table 2. Analyses of Talc and Dolomite from Dong-yang Talc Mine (wt%)

Sample No.	MgO	SiO_2	Fe_2C_3	Al_2O_3	CaO	Ig. loss	Remark
A	31.65	61.85	0.96	—	—	—	Talc
B	31.40	62.86	0.59	—	—	—	〃
C	32.50	61.71	0.98	—	—	—	〃
D	30.61	62.88	0.49	—	—	—	〃
E	28.49	54.7	1.93	3.47	4.53	5.93	〃
F	29.36	51.70	1.77	3.75	4.43	8.60	〃
G	19.10	3.60	—	—	31.21	—	Dolomite
H	18.76	7.48	0.45	—	30.11	—	〃

Note ; Analyses from Dong-yang Talc Mine office

鑛石鑛物

滑石鑛石과 隨伴鑛物에 對한 室內에서 顯微鏡觀察 및 地化學的 分析値는 Table 2와 같다.

主要隨伴鑛物은 主로 滑石과 陽起石이며 少量의 黃鐵石, Anhydrite, Gypsum等이다(plate. 6). 鑛体緣邊의 dolomite는 再結晶作用을, 그리고 角閃質岩은 綠泥石化作用, 약간은 滑石化作用을 받고 있을뿐 다른 變質은 받고있지 않다. 滑石은 淡綠色, 淡靑灰色, 灰綠色을 띤다(plate. 5).

鑛化作用

本 滑石鑛床은 dolomite를 母岩으로 하여 거의모든 경우에 있어 角閃質岩을 上盤이나 下盤에 隨伴하고 있다. dolomite는 鑛体緣邊部에서 一部 再結晶되어 있음을 確認할수 있을뿐 別다른 變質을 받고 있지않다. 角閃質岩은 貫入岩脈으로써 몹시 不規則한 形態를 가지나 많은경우 綠泥石角閃質片岩, 綠泥石一滑石片岩等으로 變하여있다. 滑石鑛体는 角閃質岩과의 接觸部의 dolomite層內에 胚胎하고 있다. 이와같은 現象은 地表에 있어 角閃質岩 接觸部의 dolomite는 再結晶되어 있고 層理面에나 小斷層等에 裂隙에 沿하여 滑石과 陽起石이 形成되어 있음을 中原, 하누골및 東幕洞의 各地區에서 볼수있다(사진. 1).

또한 角閃質岩은 거의모든 경우 滑石鑛体에 接하여 있을 뿐만아니라 綠泥石化作用, 一部는 滑石化作用等을 받고있는 사실은 角閃岩이 滑石 鑛化作用에 直接的인 關係를 갖고 있으며 그 自体도 一部 영향을 받고 있음을 뜻한다. 위의 記述한 事項等으로 미루어 보아 本鑛床의 鑛化作用에 對하여 다음과 같이 思慮된다. 角閃質岩이 貫入後 接觸部에 沿하여 residua Juice의 上昇은 主로 dolomite의 層理面에 따라 滑石과 함께 一部 陽起石을 交代形成 시켰다. 그러므로

滑石鑛体는 主로 dolomite의 層理面에 平行하게 胚胎되며 斷層, 節理等의 裂隙과 함께 dolomite層中의 Drag fold의 軸에 따라 特히 富鑛部를 形成하였다. 이와같은 上昇 Juice는 主로 角閃質岩과 接觸部의 dolomite를 交代하였으나 一部 角閃質岩 까지도 石滑化 시키고 있다. 角閃質岩에 起源하는 이 residual Juice는 H_2O와 함께 Sio_2가 풍부하여야 할것이 예방된다. 滑石과 陽起石의 形成에 必要한 MgO는 dolomite 自体에서의 供給으로 많이 充當되었을 것이다. 이의 安定關係는 다음과 같다.

$3CaMg(Co)_2+4SiO_2+H_2O=H_2Mg_3(SiO_3)_4+3CaCo_3$

그러므로 滑石鑛化作用은 dolomite層中에 特히 期待되는 것은 위의 式에서 推測할수 있을것이다. 이와같은 residula Juice의 上昇에 따른 滑石의 鑛化作用은 dolomite中에 陽起石을 生成시켰고 緣邊에 있는 dolomite의 再結晶作用과 角閃質岩의 綠泥石化作用等을 이루게 하였다. 滑石 鑛体中에서 一部 보여지는 Gypsum과 Anhydrite 및 黃鐵石의 形成은 上昇 Juice 中의 硅酸塩에서 生成을 보게 되었을 것이 推想된다 그러나 本 滑石鑛床의 成因을 說明하기에는 問題가 남은 것으로 生覺된다. 即 野外에서 角閃質岩이 滑石鑛床과는 實際에 있어 不可分의 關係를 갖고있으나 소위 이와같은 塩基性 火成岩에 起源하는 residuae Juice가 滑石을 形成하기에 充分한 H_2O와 Sio_2를 供給할수 있었을까 하는 問題이다. 그러므로 本 鑛床이 成因에 對하여는 보다 精密한 地質調査와 많은 室內研究資料 수립 처리가 要求된다.

角閃質岩의 成因에 對한 地化學的 考察

本域의 角閃質岩은 主로 角閃石, 斜長石等으로 構成되어 있다. 角閃質岩의 起源에 對한 問題는 여러해 동안 많은 地質學者들의 關心 거리였다. Wil Cox라 Poldervaart(1958)은 角閃岩이 變成堆積岩인 硅岩, 大理岩, 片岩, 片麻岩과 같이 産出되며 特히 이들과 帶狀으로 産出되면 準角閃岩(Para-amphibolite)으로 區分하였다. 그러나 Leake(1960)은 West Frend Connemara地域의 變成堆積岩과 帶狀으로 産出되는 角閃岩을 化學分析結果 化學成分은 玄武岩과 같으며 成分變化가 塩基性岩의 分化傾向과 類似함을 밝혀 野外 産出狀態에 의한 起源區分에 타당치 못함이 確認되었다. Walker(1960)은 變成作用 및 變質交代作用이 심하여지면 起源을 달리하는 角閃岩도 化學分析및 諸特徵이 같게되는 경향이 있다고하여 化學分析에 依한 起源 問題解決에 疑問을 제기하였다. 그러나 Leake(1964)은 角閃岩의 化學組成 變化傾向과 微量元素의 分布狀態에 依해 起源을 區分할수 있다고 제안하였고, Orvill(1969)은 Carbonate free shale, Calcite, dolomite混合 堆積物의 化學組成, 角閃岩의 化學組成 및 塩基性 火成岩의 化學組成을 비교한 結果 火成岩이든 堆積岩이든 Hornblende-plagioclase assemblage는 塩基性 火成岩과 같은 化學組成을 가지며 Pelitic-dolomite의 混合狀態의 化學組成과 角閃岩의 化學組成과 같아서 主元素의 化學組成으로 角閃岩의 起源을 밝히는데 問題性이 있으나 Ni, Cr, Ti, Ba같은 微量元素의 含量에 依하여 區分할수 있다고 밝혀졌다. Leake(1964)에 依하면 正角閃岩(ortho amphibolite)인 경우 Niggli-k값이 낮으며 Cr, Ni, Ti, Ba等 微量元素의 含量이 많으며 準角閃岩인 경우 Niggli-k값이 높으며 Cr, N, Ti, Ba含量이 적은 경향을 나타낸다. 本 東洋滑石 鑛床의 Talc鑛化作用과 成因的으로 直接的인 關係를 갖고 있는 角閃岩에 對하여 Leake에 依한 方法으로 檢討하였다. 試料採取는 主로 中原坑 24, 26 Level에서 4個를 採取하여 資源

Table 3. Chemical composition of Amphibolite from Jung-won ardit samples (wt%)

Samples	J−1	J−4	J−5	J−9
SiO_2	46.51	49.84	46.08	47.20
TiO_2	0.04	0.20	0.15	0.01
Al_2O_3	8.28	12.09	8.79	10.15
Fe_2O_3	16.56	19.86	17.68	16.98
MnO	1.41	0.69	0.18	0.26
MgO	10.26	2.48	9.63	11.08
CaO	11.43	7.95	12.39	10.98
K_2O	1.06	0.78	0.89	0.73
Na_2O	1.48	2.17	2.06	2.25
P_2O_5	—	—		
H_2O	1.58	2.34	1.97	1.46
Total	98.61	99.40	99.82	101.08

Table 4. Minor elements of Amphibolite from Jung-won ardit samples (in ppm)

Samples	J−1	J−4	J−5	J−9
W	408	4756	671	396
Bi	17	18	19	17
Mo	—	29	24	—
Cu	63	66	76	118
Zn	88	130	118	18
As	—	—	—	—
Sb	—	—	—	—
Sn	41	58	41	48
Pb	—	33	—	111
Nb	—	—	—	—
Y	—	13	29	—
Sr	18	38	40	—
Rb	—	20	—	—
Zr	—	—	18	—
Ba	—	—	—	—
Co	37	45	57	—
Ni	—	38	72	—
Cr	61	68	80	—

開發硏究所 分析室에서 Spectro-chemical analysis에 依하여 半定量法으로 微量元素도 分析하였다. (Table-3과4). 分析値에서 Niggli-Values를 計算하였다(Table . 5). Leake(1964)는 세계 여러곳의 正角閃岩을

Table 5. Niggli Numbers

	J−1	J−4	J−5	J−9
si	96.44	133.17	94.3	94.52
al	10.09	19	10.58	11.95
fm	60.13	51.29	57	59.22
c	25.39	22.76	27.16	23.51
alk	4.37	6.96	5.24	5.29
k	0.32	0.19	0.22	0.17
mg	0.53	0.19	0.51	0.56
ti	0.62	4	2.29	0.14
al-alk	5.72	12.06	2.01	6.66

Niggli mg-c圖에 plot한 結果karoo dolerite trend에 plot되었고 準角閃岩은 낮은 Niggli mg값을 갖어

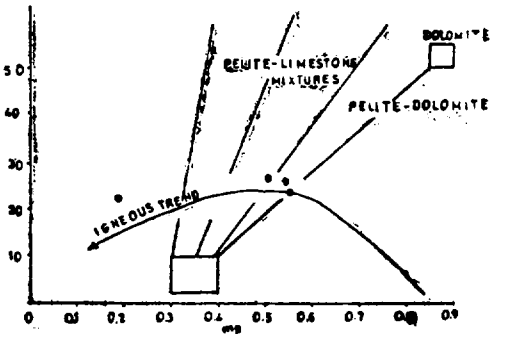

Fig 3. Niggri mg versus c plot for Dong Yang amphibolites.

이 trend 上部에 plot되었다. 東洋滑石 鑛床地域의 角閃岩을 Niggli mg-c圖에 plot한 結果 karroo igneous trend에plot된다(Fig. 3). Leake(1960)와 Van de kaunp(1968)에 依한 Niggli(al-alk)-c 圖에서는 igneous field에plot되고(Fig. 4). Niggli 100mg-c-

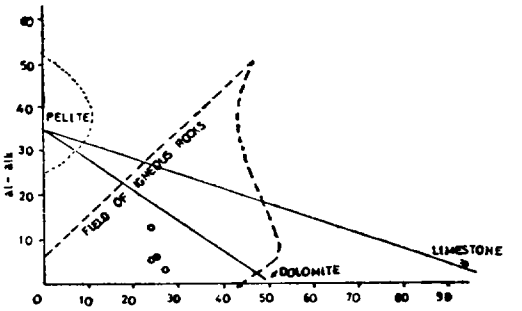

Fig 4. Niggli c versus al-alk plot for Dong Yang amphibolites.

(al-alk)圖에서는 late mafic rock에 plot되었다 (Fig5).

한편 Engel etal(1965)의 提示한 Sio_2-(Na_2O+K_2O) 圖에서는 分析値가 alkali field에 plot되어 tholeiitic 成分의 除外된 狀態에서 alkali basalts成分이 噴出이 있었음을 指示해준다(Fig. 6). 또한 微量元素인 Ni, Cr對 Niggli. mg圖에서는 Pelitic field바깥쪽에 plot되어 이도 正角閃岩(ortho-amphibolite)임을 나타낸다

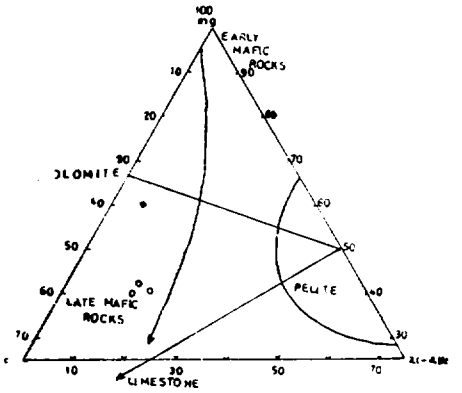

Fig 5. Niggli c versus 100*mg* versus al-alk plot, Dong Yang amphibolites.

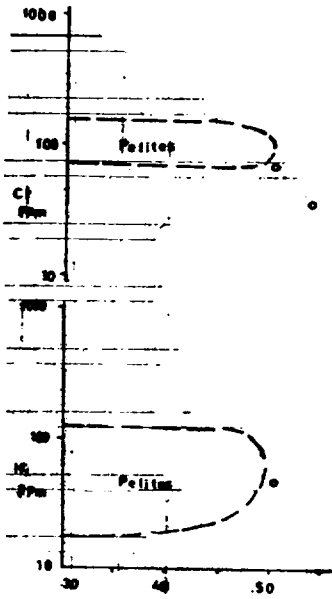

Fig 6. SiO_2 versus Na_2O+K_2O Wt% Dong Yang amphibolites.

(Fig. 7). 이상의 結果는 東洋滑石 鑛床地域에 分布하는 角閃質岩은 火成起源(Fgneous origin)임을 指示해준다.

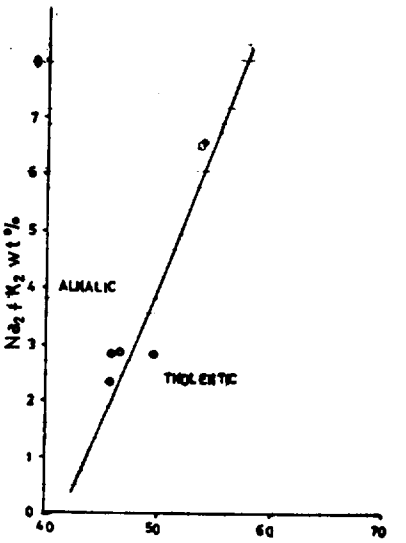

Fig 7. Niggli mg versus Cr, ppm : and versus Ni, ppm : Dong Yang Amp.

結 果

1. 東洋 滑石鑛床은 沃川系에 屬하는 dolomite層과 後期에 貫入한 角閃質岩脈을 母岩으로 하여 dolomite層內에 胚胎하였다.

2. 鑛山周邊의 地質은 沃川系에 屬하는 變質堆積岩類, 變質噴出岩類와 後期에 貫入한 角閃質岩脈, 輝斑岩脈等으로 構成되어 있다.

3. 滑石鑛体는 大体로 dolomite의 層理에 平行하나 斷層이나 drag fold軸에 따라 特히 富鑛部를 形成하고 있으며 鑛体의 type은 大体로 lense狀 또는 印形, 水平斷面을 갖는 chinney形을 갖는다.

4. 主要 隨伴鑛物은 主로 滑石과 陽起石이며 少量의 黃鐵石, Anhydrite, Gypsum等이고 鑛体緣邊의 dolomite는 再結晶作用, 그리고 角閃質岩은 絲泥石化作用, 약간은 滑石化作用을 받고있다.

5. 本 滑石鑛床은 角閃質岩의 貫入에 따른 residual Juice의 上昇으로 角閃質岩 接觸部의 dolomite를 交代하여 形成된 鑛床이다.

6. 本 鑛床의 Talc鑛化作用에 直接的인 役割을 할

角閃質岩 試料 4個를 完全 化學分析하여 Niggli value를 計算하여 Niggli c(al-alk)圖에서는 igneous field에 plot되고, Niggli mg-c圖에서는 karroo igneous line을 따르고, Sio_2對(Na_2O+K_2O) 圖에서는 alkali field에 plot되며, 微量元素인 Ni, Cr對 Niggli mg圖에서는 pelitic field 바깥쪽에 plot되어 이들 結果로서 角閃質岩은 火成起源임에 밝혀졌다.

引 用 文 獻

Eckstrand, O,R., 1975, The Dumont Serpemtinite, A Model for Control of Nickeliferous Opaque Mineral Assemblages by Alteration Reactions in Ultramafic Rocks, Eoon., Vol. 70, No. 1, pp.183~201.

Herz, N. and Banejee, S., 1973, Amphibolites of the Lafaiete, Mine Gerais, and the Serra Do Nario ManganeseiDeposits, Brazil, Eoon. Geol. Vol. 68, pp.1289~1296.

池植夔, 金圭鳳, 1977, 蛇紋石의 滑石化 過程에 關한 硏究, 광산지질 10권2호, pp.67~74.

Kim, O.J., 1971, Metallogenic Epoch and Provinces of South Korea, Jour. Geol. Korea, Vol. 7, pp.37~59.

金玉準, 朴喜寅, 金起泰, 1973. 東洋, 中原 滑石鑛床調査報告書, 미발간.

Leake, B.E., 1964, Chemical Distinction of Ortho-and Para-Amphibolotes, Jour. Petrology, Vol. 5, pp.237~254.

So Chil Sup. Sang Meong Kim, 1975, The Chemistry and Origin Amphibolite rocks in the Sobaegsan Metamorphic Belt and the Ogbang and Sangdong Tungsten Mine Area, Korea, Jour. Inst. Mining Geol., Vol. 8, No. 3, pp.147~164.

So Chil Sup, 1977, Origin of Amphibolote and Associated Mangnetite Ore from the Pocheon Iron Mine, Springer-verlag Berlin Heidelberg, pp.406~418.

柳炳和, 1971, 大興白雲石 鑛山의 地質鑛床 槪査報告, 광산지질 4권3호, pp.113~119.

尹正守, 1979, 玉房 重石鑛床의 成因에 關한 硏究, 광산지질 4권3호, pp.181~195.