

# 舍炭層내의 chialstolite-shale의 開發 利用에 關한 研究\*

金 玉 準<sup>\*\*</sup> · 金 奎 漢<sup>\*\*\*</sup>

## The Research on the Exploitation and Utilization of Chialstolite bearing shale in the Coal bearing strata.

Ok Joon Kim · Kyu Han Kim

### Abstract

The chialstolite bearing shale was known to occur in various coal fields in South Korea among which the Kangneung coal fields is the most outstanding in quality and quantity of chialstolite. The chialstolite occurs mostly in black shales of Sadong formation and little in shales of Hongjom and Kobangsan formations, and is most abundant in the footwall coaly shales of the Sadong coal seams. The chialstolite has been proved to be thermal contact product of the high aluminous shale that comes into contact with Kangneung granite.

The distribution of chialstolite in the Kangneung coal field is irregular. The eastern part of the region contains more chialstolite than that of western part. It is believed that the difference of the grade is due to the intensity of metamorphism.

The grade of chialstolite in the shale varies from few percent up to as high as 60 % in volume, and the minable reserve of the chialstolite is estimated about 4,700,000 tons. This reserves is rather concentrated in few localities such as in Jiam Mine, Jungrim Mine, Sir 1 Hang in the Whasung Mine, the second and third sections of Kangneung Mine and Umbuelri district. The chemical composition of chialstolite bearing coaly shale is SiO<sub>2</sub>, 35.0%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 27.0%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.29%.

### 序 言

先任筆者는 chialstolite 鑛物이 寺洞統의 黑色세일, 炭質세일(coaly shale)이나 또는 紅店統과 高坊山統內의 黑色세일이나 炭質세일이 變質作用을 받은 곳에 分布하며 南韓各處의 一部 炭田地帶에서 관찰할 수 있다 는데 留意하여 왔으며 그 중 가장 顯著하게 나타나고 있는 곳이 江陵炭田一帶인 事實을 알게되어 이의 開發 利用에 깊은 關心을 갖게 되었다.

江陵炭田의 分布地域은 북위 37°35'~37°37' 와 동경 128°48'~129°05' 사이에 位置하고 행정구역상으로 보면 江原道 溟州郡 旺山面, 邱井面, 玉溪面, 江東面 등에 걸쳐 있다.

調查對象鑛山은 本 調查地域西測에서부터 大嶺鑛業所

友星鑛業所, 旺山鑛山, 江陵炭田, 嶺東鑛業所(舊東信炭鑛), 무림炭鑛, 谷田炭鑛, 지암탄광, 正林炭鑛, 江陵鑛業所 제 5구, 제 2구 및 제 3구, 그리고 和盛鑛業所, 남성항, 대 1항, 三斜坑, 옥계광업소 等이다.

금번 調查는 1974年 7月에서 1975年 5月까지 數次에 걸쳐 地表調查 및 本地域에 分布하는 13個 炭鑛을 中心으로 坑內調查를 實施하였다.

各 地域에서 採取된 標品은 化學分析, 현미경관찰, X-線 回折方法 等に 依하여 chialstolite 鑛物의 生成과 成因을 규명하고 品位와 鑛量을 계산하여 經濟的 가행가치 여부를 검토하였다. 특히 本地域의 chialstolite 鑛物의 分布와 成因과의 關係에 對하여 舍 chialstolite 炭質세일內의 다른 變成鑛物을 관찰하므로써 그 關係를 고찰하여 보았다. X-線回折 시험은 延世大學校에서 실시하였고 地質鑛物研究所의 鑛物科에서 해석 검토 되었다.

本研究는 1974年度 産學協同財團의 研究費로서 이루어졌고 本人들은 chialstolite의 地質學의 研究를 담당하였던 것이며 本文은 그 부분의 研究 結果이다.

\* 本研究는 1974年度 産學協同財團의 研究費로서 이루어졌고 그 一部인 地質 鑛物學의 研究만을 여기에 실리게 된 것이다.

\*\* \*\*\* 延世大學校 地質學科

Chiastolite의 選鑛研究는 延世大學의 吳在賢 教授가 그리고 그의 窯業工學의 利用研究는 同大學의 李喜洙 教授가 各己 擔當하였던 것이며 그 結果는 別途로 出版 되게 된다. 本研究를 可能하게 하여 준 產學協同財團에 대하여 깊이 感謝를 드린다. 鑛山調查時에 많이 협조 해주신 各 광산관계자와 X-線研究를 담당해 주신 국립지질광물연구소 尙基南과장과 X-線 data와 기타 많은 조언을 해주신 李喜洙 教授任, 吳在賢教授任께 사

의를 表한다

2. 層序와 產出狀態

本地域에서 chiastolite 鑛物이 發達하는 地層의 分布는 一般的으로 平安系 寺洞統內의 各 石炭層(coal seam) 上下盤의 黑色세일 乃至 炭質세일內에 分布하나 주로 石炭層 下盤의 세일에 우세하게 分布하고 있다. 그리고 各 層 石炭層 上盤의 세일이나 石炭層內에 挾在된

表 1 本域의 地質層序(太白山地區調查團: 1962)와 chiastolite 分布狀態

不整合	
高坊山統 (乳白色砂岩, 암회색세일)	.....黑色세일內에 chiastolite 약간 발달
寺洞統 (黑色세일, 암회색砂質세일, 암회색砂岩, 무연탄)	.....chiastolite 발달이 무연탄층 하반세일에 우세함.
紅店統 (暗灰色세일, 암록색세일, 赫色砂岩, 石灰岩)	.....黑色세일內에 chiastolite 약간발달
不整合	
朝鮮系大石灰岩統 (暗灰色 石灰岩, 돌로마이트質石灰岩)	

세일에서도 chiastolite 鑛物이 發達 分布하기도 한다 (그림 3). 石炭層과 수반되어 chiastolite 가 產出되는 外에 平安系 高坊山統, 紅店統에 挾在된 黑色세일乃至 黑色粘板岩, pelitic schist 에서 石炭層과 無關하게 chiastolite 가 產出되고 있는 곳도 있다.

太白山 地質調查團(1962)에 依해 설정된 本域의 地質 層序는 表 1과 같다.

2-1 地域別 分布狀態

(1) 本域 東部地域

東部地域은 舍 chiastolite 炭質세일의 分布가 本調査 地域中 가장 우세하게 分布한다. 특히 지암—谷田炭鑛地帶, 林谷里地帶, 正東津—江陵一和盛炭鑛地帶가 그 代表的인 地域이다. 本地域東南部の 金津里 珠樹里地域에서 寺洞統의 地層이 넓게 分布하나 chiastolite의 發達을 볼 수 없는 金津里地域과 또한 金津里地域에서 불과 3km 떨어진 珠樹里地域에서는 chiastolite 가 발달하는 특이한 사실이 발견된다.

上記 各 地帶別의 分布狀態와 產出狀態는 다음과 같다(Fig. 1).

① 지암—谷田炭鑛地帶

胎峰山—관마을 연하여 북동—남서로 길게 分布하는 寺洞統內의 주향 N20~30E인 탄질세일층 中에 chiastolite 가 가장 양호하게 발달한다. 그 中 대표적인

지역은 지암탄광 부근과 지암탄광 부근 노두로서 사동통의 중부 탄질세일층에 해당되는 폭 3~4m, 40~50% chiastolite 를 함유하는 탄질세일층의 노두가 관찰된다.

本 탄광의 남서 연장상에 위치한 谷田탄광에도 비교적 양호한 발달을 볼 수 있다. 本域의 노두에서는 추적이 불가능하나 향내조사에서 사동통의 하부 舍 chiastolite 탄질세일층이 對比가 된다 (그림 3). 지암—곡전탄광지역이 chiastolite 발달이 아주 양호한 대표적인 지역이다.

지암—곡전탄광 중앙지역에 지암탄광에 의해 실시중인 154m 試錐 코어에 의하면 高방산통 하부 砂岩에서 49~50m, 70~71m 위치에 1~2m 층후의 舍 chiastolite 炭質세일이 발달하고 그 品位는 5~10% 정도 이다.

② 林谷里 地帶

林谷里地域은 chiastolite 발달이 양호한 正林炭鑛地域과 대수원 (江陵鑛業所 제 2구) 지역으로 구분할 수 있다. 특히 正林炭鑛地域은 地表 및 坑內에서 細粒 및 조립질의 chiastolite 가 잘 발달한다. 정림탄광지역에 50~60% chiastolite 를 함유하는 舍 chiastolite 탄질세일의 노두가 靑鶴山—무치골을 連하여 폭 4~5m를 連속추적된다(Fig. 1). 그리고 본지역 역시 chiastolite 발달이 양호한지역의 하나다.

대수원지역에서는 주향 N30E 경사 15~20 NW인 사동통의 中部탄질세일층 중에 조립질의 chialstolite 가 分布한다. 그리고 안장거리(명주탄광) 지역의 노두에서도 조립질의 chialstolite 가 발달한다.

③ 正東津—江陵, 和盛炭鑛地帶

화비령에서 南部로 연속 分布하는 寺洞統中에 30~40%의 조립질 chialstolite 를 함유하는 층후 1~2 m의 舍 chialstolite 탄질세일층이 남북방향으로 地表에서 연속 추적된다.

산성우리에 位置한 화성광업소 서 1 항지역 노두에서 폭 7~8 m, 60~70% chialstolite 를 함유하는 아주 양호한 舍 chialstolite 炭質세일층이 分布하나 층준을 알 수 없다.

④ 金津里—주수리地帶

金津里지역에 넓게 分布하는 寺洞統層中的 炭質세일층중에는 chialstolite 의 발달을 볼 수 없음이 특이하다. 本地域에 가행중인 옥계鑛業所의 坑內에서도 chialstolite 의 발달을 볼 수 없었다. 그러나 주수리지역에서는 노두와 폐광품인 탄광 버럭에서 chialstolite 의 발달을 볼 수 있다. 노두에서 1~2 m 층후의 20~25% chialstolite 를 함유하는 세립내지 중립질의 舍 chialstolite 탄질세일이 잘 나타나고 버럭에서도 20~30% 舍 chialstolite 탄질세일을 볼 수 있었다.

(2) 本域 中西部地域

本域 中央部 彦別里地域에서 사동통의 상부 탄질세일층에 50~60%의 조립질의 chialstolite 를 함유하는 노두가 잘 관찰된다(사진 1).

지역 西部의 都麻一里(友星탄광) 지역과 木界里地域(旺山鑛山) 등에 小規模 分布한다. 이와 지역서부에서는 chialstolite 가 발달한 탄질세일은 거의 볼 수 없다.

2-2 炭鑛別 分布狀態

(1) 지암탄광

조사지역 東部 江東面 관마을에 位置하며 調査地域中에 chialstolite 의 발달이 가장 양호한 곳이다.

高坊山統에서 寺洞統의 地層을 cross 한 坑道에서 보면 chialstolite 는 3 個所에서 發達하고 있다. ①高坊山統의 하부 砂岩層에서 145 m 위치에 발달하는 석탄층(층후 7~8 m)의 하반에 舍 chialstolite 炭質세일이 發達하고 있다. 그 厚는 7~8 m에 이르며 chialstolite 의 舍量은 量的으로 보아 50~60%에 이르고 있다. 石炭層의 上盤에도 2 m 층후의 舍 chialstolite 炭質세일의 비교적 양호한 발달이 관찰된다. 高坊山統(坑道入口)에서 35 m 에 발달한 炭層(층후 1 m)의 上盤에 30 cm 층후의 舍 chialstolite 炭質세일層이 分布하고 있고 이외의 炭層에서는 舍 chialstolite 세일층의 발달을 볼 수 없다(그림 3).

그리고 지암炭鑛과 谷田炭鑛의 中間 위치에서 1975년 5월 현재 시추중인 시추 코어(154 m) 감별에 의하

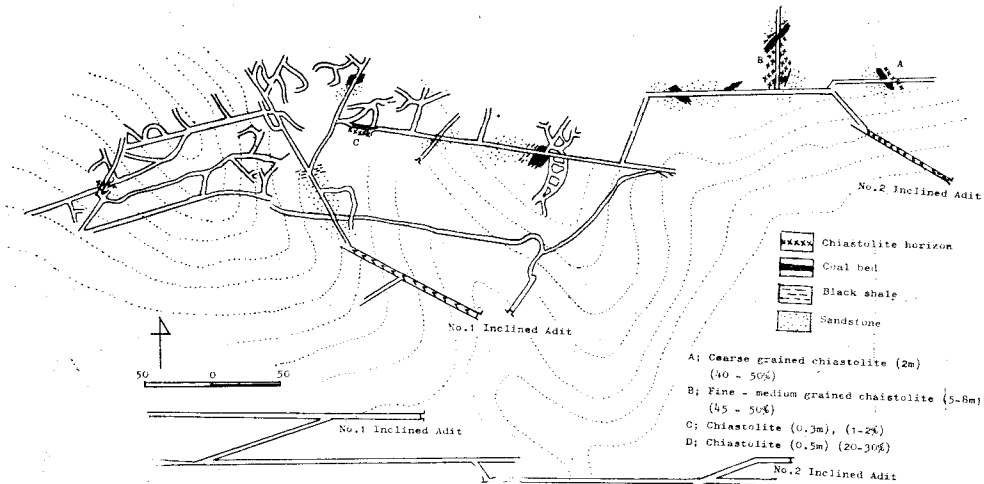


그림 2 강능광업소 5구 항내 chialstolite 分布圖

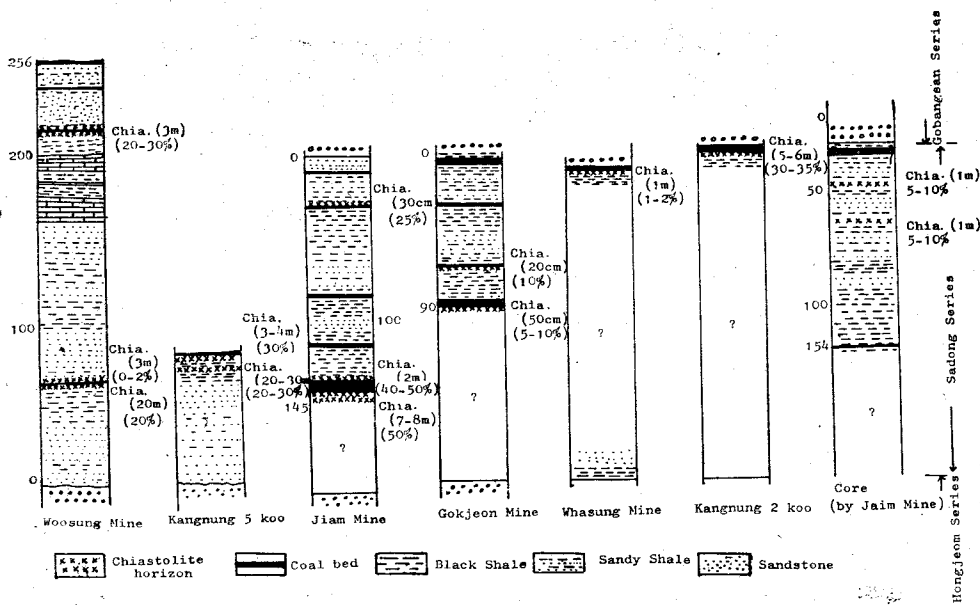


그림 3 鑛山別 層序對比表

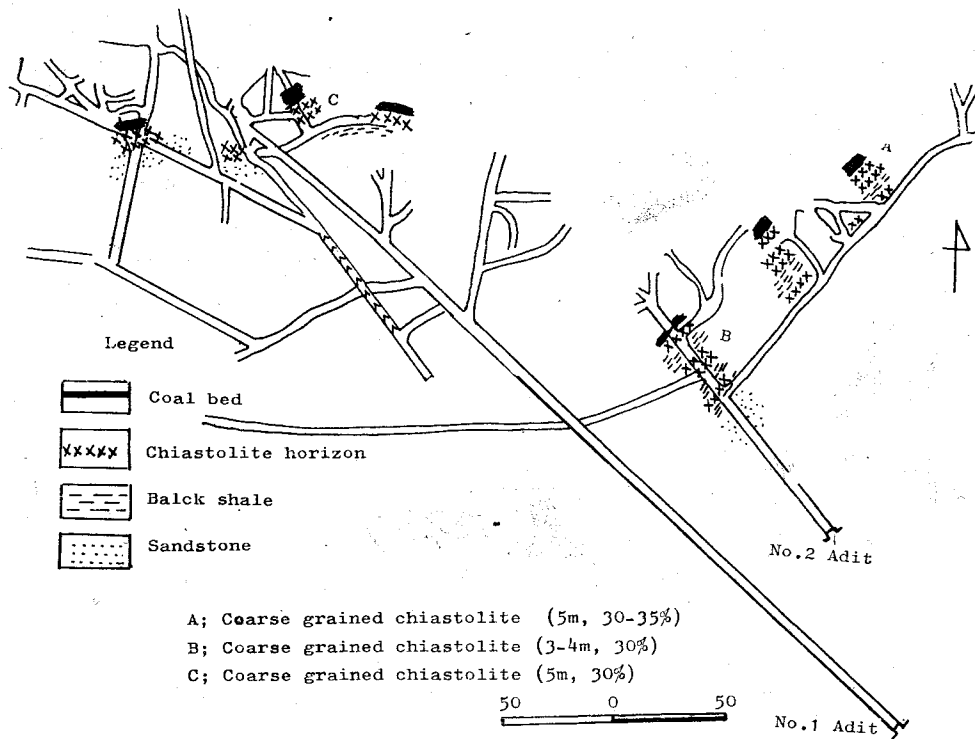


그림 4 강능광업소 2구 항내 chiastolite 分布圖

면 高坊山統의 砂岩에서 下部 49m 와 70 m 위치에서 chialstolite 의 발달이 미약한 黑色세일을 볼 수 있다. 本 舍chialstolite 炭質세일층은 地質圖의 中부 砂岩층 하반의 세일과 대비가 추정된다.

(2) 谷田炭鑛

地質圖의 南西연상上 2 km 에 位置한 谷田炭鑛의 여러 연층상도와 cross 坑道를 종합 검토해 보면 高坊山統의 下部砂岩層에서 約 70 m 에 위치한 0.5 m 층후의 炭層下盤에 20 cm 층후의 舍 chialstolite 炭質세일이 발달하고 있다. 또 85 m 위치의 石炭層(층후 1~6 m) 하반에 chialstolite (5~10%) 品位가 낮은 50 cm 층후의 舍 chialstolite 세일이 分布하고 있다.

(3) 江陵鑛業所

本地域 東部 江東面 正東津里—오릿골에 位置한 江陵鑛業所 제 5 구 1 항, 2 항의 紅店統의 地層에서 상부 100m 위치의 寺洞統의 하부 石炭層(층후 2 m) 하반에 30~35%의 chialstolite 를 함유하는 3~4 m 폭의 舍 chialstolite 炭質세일이 발달하고 있다. 本 舍 chialstolite 炭質세일의 走向은 N60~70W이고 傾斜는 10~15°NE 이다(그림 2). 林谷里 대수원에 所在하는 江陵鑛業所 제 2 구 제 1 사항, 제 2 사항에서 石炭層(층후 2~3 m) 하반에 발달한 炭質세일내에 chialstolite 가 발달하는데 그 品位는 30~40%로 推定된다(그림 4). 本地域에 發達하는 chialstolite 의 특징은 광물의 색이 황색내지 황갈색을 나타내고 풍화정도가 낮다는 것이다.

(4) 正林炭鑛

林谷里的 淸학산에 위치하며 本 탄광의 南新坑, 南

二坑에서 細粒質—中粒質의 50~60%의 chialstolite 含有하는 10 m 정도 층후의 炭質세일層이 分布하고 東一坑, 探炭二坑에서 무치골을 거쳐 淸학산까지 층후 4~5 m 의 舍 chialstolite 탄질세일층의 地表노두가 추정된다(그림 5). 本역 역시 사동통의 하부炭層下盤에 chialstolite 發達이 우수하다. 本地域은 추정 鑛量이나 品位 등으로 보아 가장 稼行가치가 있는 지역이다.

(5) 和盛鑛業所

江東面—正東津에 位置한 화성광업소 대 1 항에 발달하는 石炭層(층후 1 m 내외)의 하반의 탄질세일內에는 chialstolite 가 아주 미약하게 발달 分布하며 그 舍量은 1~2%로 추정되는데 不過하다. 한편 山城隅里에 소재하는 남성항과 서 1 항지역의 地表노두에서 10m 층후의 60~70% chialstolite 를 함유하는 양호한 탄질세일이 관찰된다. 本地域에 발달하는 舍 chialstolite 炭質세일도 今般 調査地域內에서는 良好한 地帶의 하나이다.

(6) 영동광업소(舊 東新鑛業所)

本 炭鑛地域은 寺洞統 상부石炭層 下盤에 20~30cm 층후의 炭質세일이 分布하는데 이 層內의 chialstolite 발달은 불량하여 chialstolite 5~7% 程度이다.

(7) 명주광업소

本 炭鑛(江東面 안장거리 所在)에서는 層準은 불확실 하지만 10~15% 함유의 舍 chialstolite 탄질세일이 관찰되었다.

(8) 友星炭鑛

本 調査地域 西部 旺山面 都麻一里에 位置한다. 紅店統에서 寺洞統을 cross 한 大成坑道에서 坑道入口에서 60m 지점에 나타난 石炭層의 上下盤에 20~30cm 층후의 舍 chialstolite 炭質세일層이 發達하고 있다. 170~200m 위치에 挾在된 石灰岩層이 나타나고 210m 에 층후 3 m 의 炭層內에 chialstolite 가 發達한 탄질세일이 관찰되며 이외의 炭層에서는 chialstolite 가 수반되지 않는다.

(9) 기타지역

上記 지역 外의 開發鑛山中 金津里 소재 옥계광업소(낙동광산), 무림탄광(江東面 질골 소재), 友星炭鑛(旺山소재) 본항, 大嶺炭鑛(本域西側의 밤구리계 부근소재) 등에서는 chialstolite 의 발달이 아주 미약하거나 보이지 않는다.

(10) 彦別里 地表노두지역

本 調査地域 中央部에 位置한 彦別里地域 地表노두에서 사동통의 上部 炭質세일층준에 해당되는 層內에 2 m 의 舍 chialstolite 탄질세일層이 發達하는데 층후 10~11 m 의 상부 탄질세일층內에서는 細粒質의 chialstolite 가 발달하고 그 品位는 40~50% 정도이다(사진 2). 그

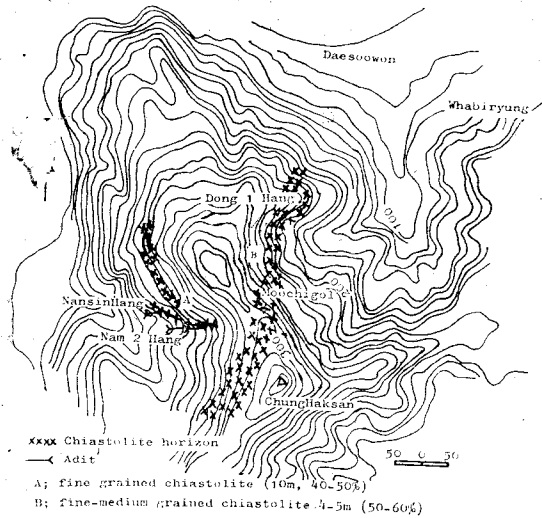


그림 5 正林탄광 地表 chialstolite 노두 分布상황

하부 탄질세일층은 층후가 7~8m 이고 50~55%의 조립질의 chialstolite 를 함유하고 있다(사진 1). 本層은 조립질의 양호한 chialstolite 를 함유한 탄질세일층으로 地表노두로서는 가장 대표적인 지역이다.

### 2-3 產出狀態에 對한 考察

습 chialstolite 炭質세일 乃至 黑色세일層이 本 調查地域 西部에는 發達이 不良하고 中央~東部에서는 一般의으로 發達이 양호하다. 그러나 地域東部の 본동과 金津里에 위치한 옥계광업소에서는 chialstolite 의 발달을 볼 수 없다.

一般的으로 chialstolite 는 aluminous shale 이 thermal metamorphism 을 받았을 때 生成되며  $Al_2O_3$  의 含量이 不充分할 때는 生成되지 않는다. 本地域에서 위에 說明한 것 같이 chialstolite 의 分布狀態가 均一하지 않는 것은 各地의 原岩 세일의 成分을 檢出하지 않았으므로 確實치는 않으나 이는 熱變質作用의 不規則에 기인한 것 같다. 本 炭田地域의 地質은 複雜한 地質構造로 交亂되어 있어 確實치는 않으나 一般的으로 볼 때 chialstolite 發達이 가장 良好한 層準은 寺洞統의 中部(寺洞統의 층후를 200~250m 로 보았을 때) 즉 紅店統의 地層에서 백여미터 상부에 발달한 石炭層의 下盤에 발달하는 炭質세일내지 흑색세일층이다. 그리고 高坊山統 바로 하부에 발달하는 사동동의 上部石炭層의 하반에서도 비교적 양호한 발달을 나타낸다.

이와같이 一般的으로 石炭層 하반에 分布하는 炭質세일이나 黑色세일內에는 chialstolite 발달이 아주 양호하나 石炭層 상반과 石炭層內에서는 分布하는 경우가 드물다. 그리고 同一層準이라 할지라도 chialstolite 의 발달은 地域에 따라 많은 차이를 나타내고 불연속성을 나타낸다. 이는 chialstolite 成因관계 때문이라 생각된다. 그리고 寺洞層外에 層準에 無關하게 高坊山統의 砂岩과 紅店統의 砂岩層內에 挾在된 黑色세일 乃至 黑色粘板岩內에서도 地質環境에 따라 chialstolite 의 발달을 보이기도 하지만 이들은 小規模이고 連續性이 없다

### 2-4 Chialstolite 의 結晶의 크기에 의한 分布

望德峰 前側과 장적골 사이에 分布하는 高坊山統內의 pelitic schist 內에 드물게 발달하는 chialstolite 결정은 주상결정의 단면에서 가로 2~2.5cm 세로 1.5~2.2cm 크기를 가지고 장축길이는 5~10cm 인 큰 결정의 chialstolite 가 관찰된다(사진 4), 한편 지역동부 대수원의 강능광업소 제 2구와 彦別里地域, 지암탄광, 강능광업소 제 5구 木界里(旺山鑛山), 和盛鑛業所, 正林炭鑛에서는 조립질 (0.2~1cm)의 chialstolite 가 分布한다. 그리고 林谷里 正林炭鑛의 南二坑 일부와 왕

산(友星탄광), 장적골(谷田炭鑛), 火飛嶺고개 南北側에서는 0.5cm 이하의 細粒質의 chialstolite 가 分布한다. 正林炭鑛에서 관찰되는 바와같이 粗粒質과 細粒質의 chialstolite 가 共存하는데 이는 層準의 差와 아울러 變質度의 差에 起因하는 것 같다. 本域全體에 걸쳐 이와 같은 關係를 定立하기는 어려운 일이다.

### 3. Chialstolite 의 品位

本域에 分布하는 습 chialstolite 炭質세일內에 發達하는 chialstolite 의 含量을 측정하기 위해 試料를 연마하여 연마시편을 만든후 단위면적당 백분율을 구했다. 이를 위해 R.D. Terry, G.V. Chilingar(1955)의 charts (charts for estimating percentage composition of rocks and sediments)를 이용했다.

그 結果 chialstolite 를 50~70% 함유하는 地域은 지암탄광, 언별리노두, 정림탄광, 화성광업소 서 1 항 등이다.

一般的으로 本域에 發達하는 chialstolite 는 結晶作用이 잘 이루어 졌고 대개 白色을 띄며 中粒 乃至 粗粒質이고 풍화정도가 낮은 특징을 나타낸다. 이들 上記地域은 本域內에서 가장 高品位 地帶이다. 특히 망덕봉 부근에서는 습 chialstolite 炭質세일이 8~10m 층후를 가지며 결정의 크기는 장축이 4~5cm 를 나타낸다(사진 3). 지암탄광의 경우 버럭의 폐석전부가 chialstolite 를 60%이상 함유한 탄질세일이고 항내에서도 잘 관찰된다.

Chialstolite 含量이 30~40%인 지역은 江陵鑛業所 제 2구(대수원 所在), 제 5구(오리골 소재)이다. 本域에 發達하는 chialstolite 는 대부분 fresh 한 柱狀結晶으로 黃色내지 갈색을 띤다. 맥폭은 4~6m 이고 습 chialstolite 炭質세일은 他處의 것에 비하여 비교적 풍화도가 낮다.

주수리 所在 옥계광업소와 왕산광산에서는 一般的으로 chialstolite 含量은 20~40%이고 中粒質의 풍화정도는 보통이다.

Chialstolite 를 20%이하 함유하는 지역은 友星鑛山(대성항), 영동광업소, 화성광업소(정동소재), 강능광업소 제 2구 1 사항, 곡전광업소, 안일탄광, 명주탄광 등이다. 이들 대부분 지역은 chialstolite 발달이 不良하고 부분적으로 結晶作用이 完全히 진척되지 않은 곳도 관찰된다. 이는 점축변성작용의 grade 差에 의해 나타나는 현상으로 生覺된다. 또한 상기 지역에 分布하는 습 chialstolite 炭質세일은 맥폭은 좁고 白色鑛物이 우세하고 풍화정도는 낮다(표 2).

습 chialstolite 炭質세일이 化學性分의 一例를 들면

표 2 품위별 chialstolite의 맥폭과 특징

品 位	分布地域 및 分布炭鑛名	층 厚	粒 度	chialstolite 광 물 색	결 정 도	풍 화 도
50% 이상 chialstolite	지 압 탄 광 언 별 리	최대 7~8m	medium~ coarse grain	white	good	low
		최소 30cm	coarse grain	white	good	high
	정 립 탄 광	8~9m	coarse grain	white	good	high
	10~11m	fine grain	white	good	low	
화 성 광 업 소 남성항, 서 1 항	정 립 탄 광	10m	fine~medi- um grain (coarse grain, partly)	white	good	low
		10m	medium~ coarse grain	white	good	low
20~50% chialstolite	강능광업소제 2 구(제 2 사항) (대수원 소재)	5~6m	coarse grain	yellow~ brown	moderate	high
	강 능 광 업 소 제 5 구 (오리골소재)	3~4m	coarse grain	yellow~ brown	good	high
20% 이하 chialstolite	육 계 광 업 소(珠樹里소재)	?	medium~ coarse	white	moderate~ poor	moderate
	旺 山 鑛 山 (C)	1~3m	coarse	white	poor	"
	友 星 탄 광 (왕산소재)	20~30cm	fine grain	white	good	moderate
	영 동 광 업 소	10~20cm	fine grain	white	poor	high
	화 성 광 업 소 (정동소재)	10~20cm	fine grain	white	moderate	
	강능광업소제 2 구(제 1 사항)	20~30cm	coarse grain	yellow~ brown	good	high
	곡 전 탄 광	20~50cm	medium~ coarse grain	white	good	moderate
	안 일 광 업 소	?	medium~ coarse	white	good	low
명 주 광 업 소	?	fine grain	white	moderate	moderate	

SiO<sub>2</sub> 35.0%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 27.0%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.27% 를 나타내며 이중 chialstolite 結晶만을 分析한 값은 SiO<sub>2</sub> 38.40%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 61.37%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.12%를 나타내고 chialstolite 結晶을 선광해낸후의 남은 shale의 分析値는 SiO<sub>2</sub> 35.60%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 24.60%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.56%이다. (표 3, 4).

4. Chialstolite의 鑛物學的 특징

Chialstolite는 그 結晶의 단면이 그림 6 A (Dana)와 같이 orthorhombic 結晶內에 炭質物質이 "X" 字形으로 들어 있는 모양을 나타내는 것이 특징이고 그 化學成分은 Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> 또는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · SiO<sub>2</sub>이며 보통 silica 36.8% alumina 63.2%이며 化學成分上 andalusite와 同一하며 이 鑛物은 high alumina의 耐火劑로 利用된다. 本城의 chialstolite는 다음과 같은 특징을 가지고 있다. Chialstolite 結晶形의 단면은 직사각형과 정사각형의 結晶內에 carbonaceous 物質의 inclusion이 對稱의으로 cross(X)하게 발달한다. chialstolite 鑛物은 無色,

白色, 黃色, 褐色을 띄며 그중 白色이 가장 우세하다. chialstolite 결정은 symmetrical rhombic을 나타낸다. chialstolite 결정이 c軸에 직각으로 잘린 면에서는 carbonaceous inclusion이 cross線을 나타내며 c軸에 平行한 결정면에서는 c軸과 平行한 直線의 carbonaceous inclusion이 나타난다(사진 7).

Chialstolite 鑛物의 結晶은 十字型을 나타내기도 하며 十字型結晶內部에도 역시 carbonaceous inclusion이 存在한다(사진 5).

Chialstolite 鑛物의 結晶의 크기는 c軸에 직각으로 잘린 면에서 細粒質의 것은 가로 1.0mm 세로 1.0mm 內外에서 2.2cm 2.2cm의 거정질에 이른다. Chialstolite는 aluminous shale 또는 炭質셰일內에서 自形乃至 半自形으로 나타난다. 현미경하에서 chialstolite 鑛物은 無色이며 自形내지 半自形을 나타내며 c軸에 平行인 cleavage가 잘 발달하고 주상결정에 수직한 cleavage도 잘 발달한다. chialstolite는 平行消光을 나타내며 andalusite의 變種인 chialstolite의 특징인 "十"字形의

표 3 Aluminous shale의 化學分析

位置	성분	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
		江陵炭田 aluminous shale	40.1 48.8 35.0	57.5 32.9 27.0	0.46 0.52 0.27	0.34 0.50 —
中國復州炭田 shale clay		45.29	37.38	1.45	0.70	tr.
中國河北省炭田 shale clay		45.55	36.38	3.29	0.31	tr.
北韓平壤炭田 shale clay		37.20	45.42	0.90	1.10	
美國오하이오州		59.92	27.56	1.03	tr	tr

표 4 Aluminous shale과 chialstolite 鑛物의 化學分析

位置	성분	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
		江陵炭田 shale	35.60 48.8	24.60 32.9	0.56 0.52
江陵炭田	chialstolite	38.40 40.1	61.37 57.5	0.12 0.46	0.34
		含chialstolite세일	35.0	27.0	0.27
美國 California 產 andalusite		33.78	56.89	5.39	tr

표 5 正林炭鑛産炭質세일工業分析表

수분	회분	휘발분	고정탄소	비고
0.02	66.72	6.96	26.30	alumina shale
0.22	82.56	6.19	11.03	
0.17	84.90	6.43	8.50	
0.06	92.74	6.62	0.58	

carbonaceous inclusion이 잘 발달함이 특징이다. chialstolite 炭質세일, aluminous shale은 주로 carbonaceous 物質과 chialstolite로 되어있고 少量의 sillimanite, sericite, cordierite, magnetite, pyrite orthoclase, quartz, biotite 등으로 구성되어 있다. 화비령 부근의 시료에서는 자형인 chialstolite 결정이 거정결의 주상결정을 나타내고 alteration은 거의 받지 않았다. 반면 강능광업소 제 2구의 시료에서는 alumina 세일內에는 chialstolite가 심한 變質을 받아 muscovite(sericite)화 되었다. 또 半自形乃至他形을 나타내며 chialstolite 결정은 elongate 되고 carbonaceous material과 foliation을 잘 나타낸다. 특히 chialstolite 결정의 가장자리와 carbonaceous inclusion을 따라 muscovite와 sericite가 우세하게 발달한다(사진 6, 8). 그리고 和盛鑛業所와 옥계광업소 부근의 含chialstolite 탄질세일 內에서는

표 6. Chialstolite의 鑛物學의 特性

지역명	chialstolite 결정크기		비고
	가로, 세로	길이	
강릉광업소 제 2구 a.	1.0~1.5mm 5.0~5.0mm	1.0~2.0cm	chialstolite 30%*
와비령 지역 b.	0.1~0.2~ 2.0~3.0mm	0.6cm	45%
언별리 지역 c.	2.0~2.0mm	0.5cm	50%
주수리 지역 d.	5.0~5.0mm	1.0cm	25%
강릉광업소 5구 e.	6.0~8.0mm	1.0cm	25%
지암탄광 f.	7.0~7.5mm	1.5~2.0cm	50~55%
영동광업소 g.	1.0mm~1.0mm	0.3cm	crystal forms poorly developed. 5~7%
화성광업소 h.	1.5~1.5mm	0.7~1.0cm	Qz-Py veinlets. 5~7%

\* Modal analysis에 의한 백분율

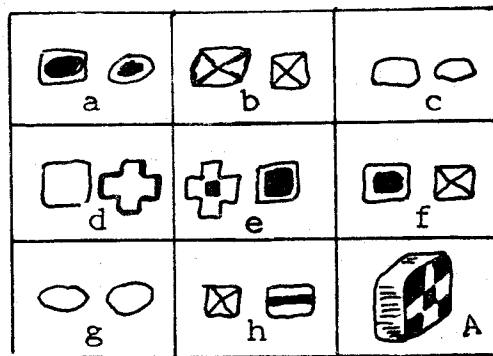


그림 6 표 6의 各地域에서 産出되는 chialstolite 鑛物의 結晶型 A: chialstolite 결정 단면(Dana)多數의 Qz-Or-Py vein이 발달한다.

5. X-선회절시험

葉狀炭質物中에 結晶된 長柱狀單結晶을 선별하여 200 mesh로 처리후 (CuKa-30Ku-15 mA. 2- 5°-70°) 회절하였다(그림 7).

廻折値는 dA° 5.54, 4.54, 3.92, 3.49, 3.33, 2.78, 2.48, 2.25, 2.17로서 ASTM 13-122 (andalusite)의 principle peak인 5.54(110), 4.53(101), 2.77(220), 2.17(320)과 비교할때 2.77(220), 3.49(210)의 두 peak



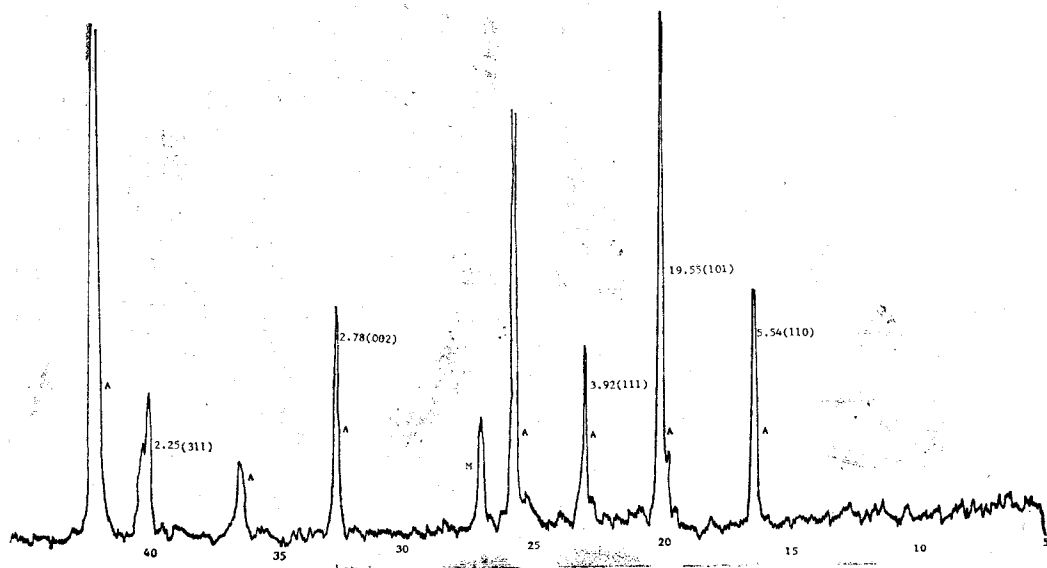


그림 7 Chialstolite 鑛物의 X-선 회절곡선

의 intensity의 차이점을 나타내고 있으나 orthorhombic에 해당되는 구조로서 andalusite와一致된다. 회절결과에 있어서 intensity의 차이점은 다음과 같이 설명할 수 있다. Andulsite-sillimanite-kyanite의 polymorphs型에 있어서는 열적팽창에 따라서 (25°C—1050°C) 一部 unit cell parameter의 차가 있다는 것은 Clark Skinner가 밝혔다.

본시료는 andalusite에서 chialstolite로 변이되는 것이 회절도상에 나타나며 (220, 210) 일부는 chlorite-muscovite - meta-Kaoline으로 되는 것이 회절상에 나타나고 있다.

### 6. Chialstolite의 成因

本地域에 넓게 分布하는 含 chialstolite 세일은 化學分析 結果 表 3, 4에서 보는 바와같이 平均 SiO<sub>2</sub> 35.0%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 27.0%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.27% 로서 전형적인 aluminous shale이다. 이들 岩石은 大部分 aluminous black shale과 coaly shale로 代表되나 一部는 變成되어 argillitic schist, pelitic schist 등으로 되어있다. 本地域에 分布하는 aluminous shale이 江陵花崗岩 (本域北部에 分布한 黑雲母花崗岩으로 된 安仁花崗岩과 本域西部에 斑狀花崗岩, 黑花雲母花崗岩으로 된 臨溪花崗岩; 太白山圖幅調查團 1962)의 貫入으로 因해 contact metamorphism을 받아 chialstolite 鑛物이 生成되었다.

Aluminous shale이 變成度가 비교적 낮은 지역에서는 chialstolite가 우세하게 형성되었다. 그리고 變成度가

비교적 높은 地域에서 sillimanite cordierite, sericite 등도 관찰된다. 전자에 해당되는 지역으로는 江陵鑛業所 2구, 和盛鑛業所, 彦別里地域이고 후자에 해당되는 地域은 江陵鑛業所 5구, 영동광업소, 주수리 소재 옥계광업소 지역등이다. 本 aluminous shale 內에 발달하는 chialstolite는 부분적으로 sericite化 되었다.

一般的으로 珠里紀의 江陵花崗岩과의 東側 積층부분 지역 즉 彦別里地域, 林谷地域, 智安탄광지역, 江陵鑛業所 等에서는 chialstolite의 發達이 양호하고 西側積층 지역 즉 旺山 木溪里지역 等地에서는 chialstolite의 發達이 극히 不良한 특이한 現象을 나타낸다. 그리고 本域 東南部の 옥계광업소, 金津里지역에서는 chialstolite의 發達을 볼 수 없다. 그러나 상기 지역과 3km 內에 위치한 珠樹里 소재 옥계광업소에서는 chialstolite의 비교적 양호한 發達을 볼 수 있다.

또한 chialstolite 結晶의 크기는 同一地域內에서도 變化가 아주 심하다. 따라서 지역적인 chialstolite의 形成 條件을 單一化하기는 不可能하다.

필자의 見解로는 一般的으로 대개의 지역에서 aluminous shale이 thermal metamorphism으로 因해 chialstolite의 발달이 양호하나 지역 서부나 지역동남부의 경우 chialstolite 발달이 不良함은 母岩의 化學性분을 調查하지 않았으므로 確實치 않으나, chialstolite는 地域에 따라 原岩의 化學成分의 差내지 熱變成의 程度差에 依하여 그 分布가 決定된 것이 아닌가 生覺된다.

### 7. 매장량

本地域에서 chialstolite의 品位가 50% 이상이고 稼行  
가치가 있는 지역 6個所에 對해 地表 및 坑內 자료에  
依하여 大략적인 매장량을 산출했다.

대상 6개지역은 지암탄광, 彦別里, 正林炭鑛, 和盛  
鑛業所서 1항 그리고 비교적 chialstolite 品位가 좋은  
江陵鑛業所 제 2구, 제 5구이다. 6개지역 총매장량은  
4,698,000 ton 이고 최대 매장량지역은 正林炭鑛이다.  
매장량은 표 7과 같다.

표 7 강강능탄전의 chialstolite 매장량 계산표

광산	구분	맥폭 (m)	연장 (m)	심도	비중	품위 (%)	매장량 (ton)
지 암 탄 광		8	800	100	2.7	50	864,000
언별리노두		9	800	100	2.7	50%	972,000
경림탄광		10	1000	100	2.7	60%	1,620,000
강능형업소 2구		6	1000	100	2.7	30%	486,000
강능광업소 5구		4	1000	100	2.7	25%	270,000
화성광업소 서 1항		6	500	100	2.7	60%	486,000
계							4,698,000

8. 結 論

江陵炭田一帶에 널리 分布하는 chialstolite 는 平安系  
寺洞統의 炭質세일內에 발달하고 있다. 특히 寺洞統의  
中部 石炭層의 하반에 發達하는 炭質세일內에 우세하  
게 分布한다. 外 紅店統과 高坊山統內의 黑色세일에  
도 chialstolite 가 드물게 발달한다.

Chialstolite 品位가 양호한 50~60% 이상의 chialstolite  
를 함유한 지역은 지암탄광, 正林炭鑛, 彦別里지역,  
和盛鑛業所 서 1항이고 30%~50% 내의 지역은 江陵  
鑛業所 第二區와 第五區 地域이다.

舍 chialstolite 炭質세일의 化學分析에 依하면 SiO<sub>2</sub> 35.0%,  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 27.0% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.27% 인 aluminous shale 이다.

本 aluminous shale 이 江陵花崗岩에 因해 열변성작용  
을 받아 chialstolite 를 형성했다. 그중 지역 西部는  
chialstolite 발달이 不良하고 지역 東部는 chialstolite 발  
달이 양호하다. 이는 地域에 따라 받은 열변질의 程度  
가 다른데 기인하는 것으로 보여진다.

本地域에 分布한 chialstolite 의 총매장량은 4,698,000  
정도이며 50~60% 이상인 상기 4個지역은 가행가치  
가 있는 지역으로 추천한다.

參 考 文 獻

吉木文平 (1960); 鑛物工學 (技報堂)  
——(1963); 耐火物工學 ( " )  
浜野五郎 (1962) 鑛山地質ハンドブック(朝倉書點)  
태백산지구지하자원조사단 (1962); 태백산지구 지질도  
P. C. Clark (1961); A determination of Equilibrium relations between Kyanite and sillimanite, Amer. Jour. Science, V.  
259, p. 641—650  
Barian J. Skinner Sydeney P. Clark, and Daniel E. Appleman. (1961); Molar Volumes and Thermal Expansions of Andalusite,  
Kyanite and sillimanite, Amer. Jour. Science, V. 259, p. 651—668

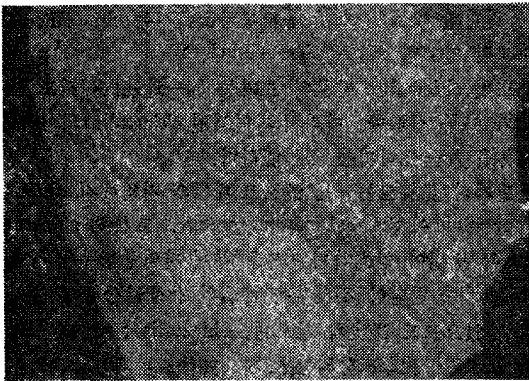


사진 1. 彦別里 河川上에 잘 발달하는 coarse grain chialstolite.

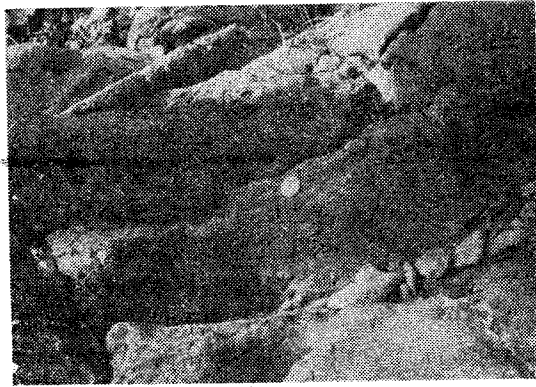


사진 2. 彦別里 河川上에 발달하는 細粒質 舍 chialstolite.



사진 3. 망덕봉 부근에 발달하는 숨 chialstolite 炭質셰일층

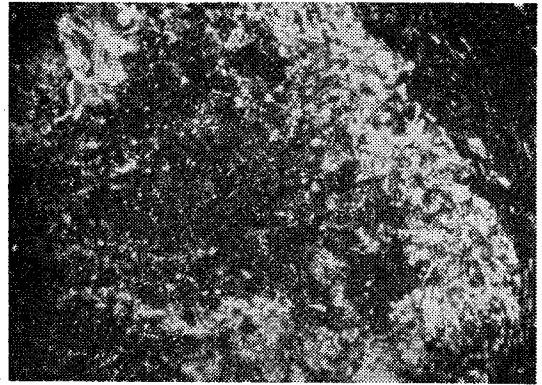


사진 6. chialstolite 결정의 주위에 sericite 로變質됨. (왼부분이 sericite) (6.5×3.5 open)

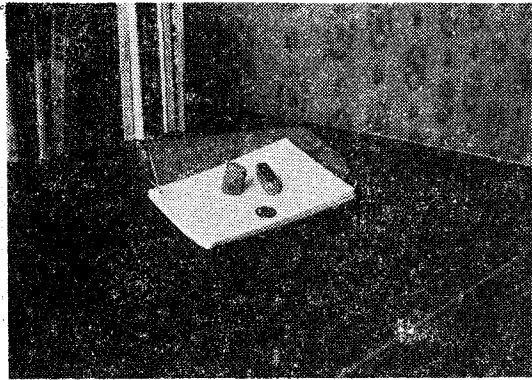


사진 4 谷田鑛山 南西部의 高坊山統의 地層에 鑿제된 黑色 셰일內에 발달하는 巨晶質 chialstolite

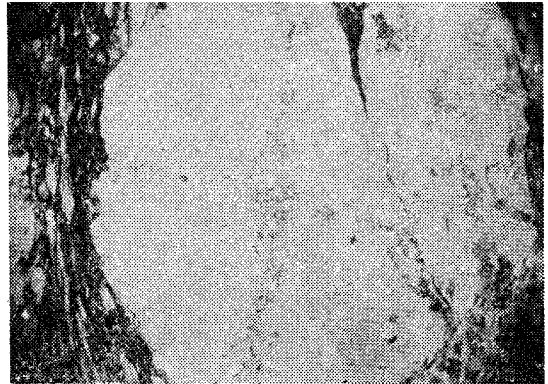


사진 7. chialstolite 결정내에 발달하는 十字線의 carbonaceous inclusion (6.5×3.5, open)



사진 5 chialstolite의 十字型 결정 (6.3×3.5 open) (十字型 中心部에 carbonaceous inclusion이 발달)

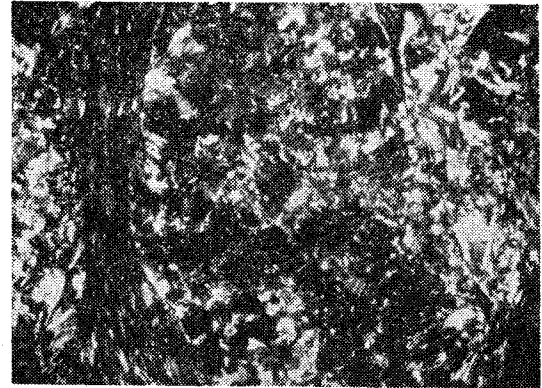
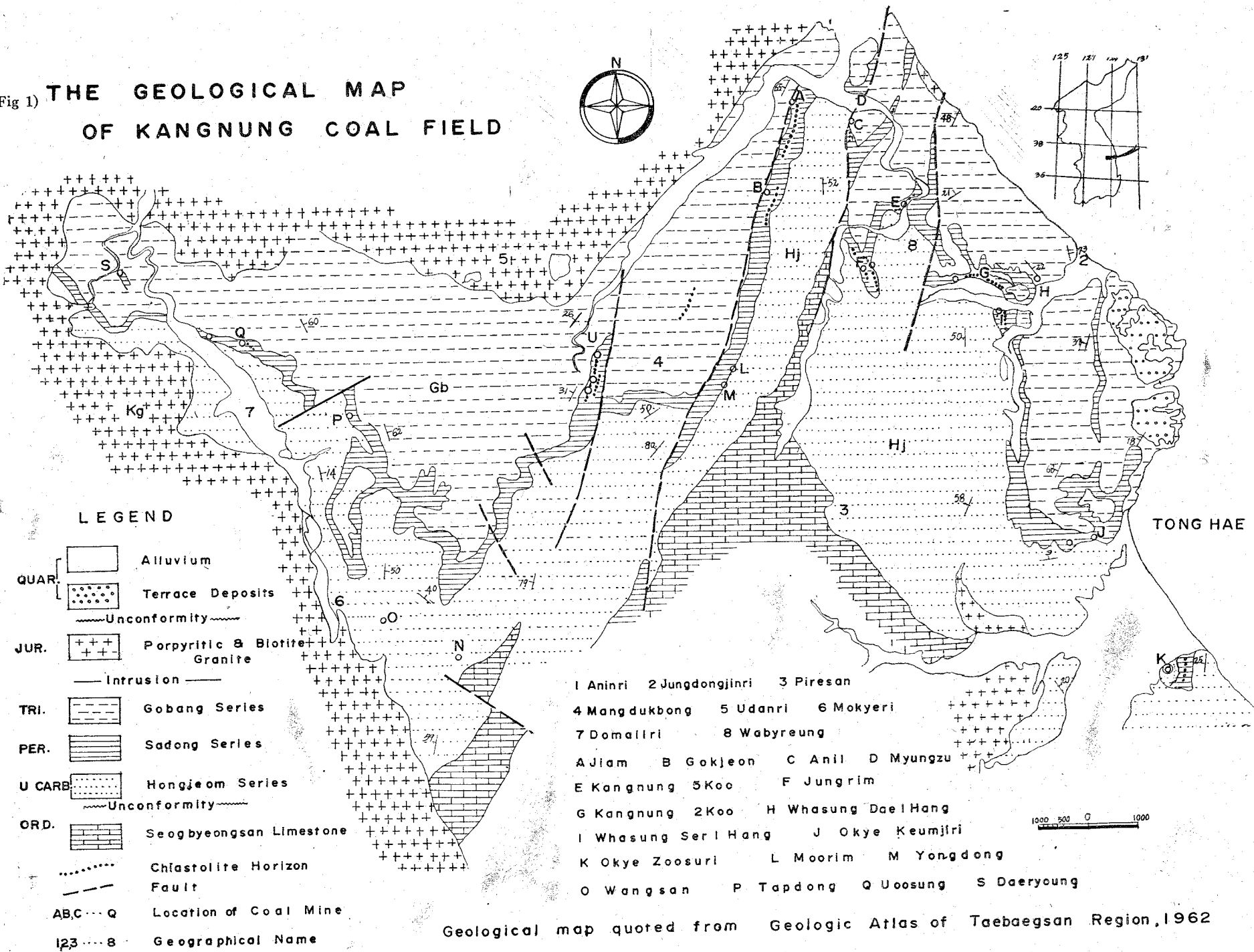


사진 8. 사진 7의 대칭의 十字線의 carbonaceous inclusion 주위에 chialstolite 광물 一部分이 sericite化함. fracture 주위에 sericite 잘발달 (6.5×3.5. cross)

(Fig 1) **THE GEOLOGICAL MAP OF KANGNUNG COAL FIELD**



Geological map quoted from Geologic Atlas of Taebaegsan Region, 1962