

# 國內 方解石 鑛山의 開發現況과 品質向上 및 諸 問題點에 대한 論考

Present situation about development domestic calcite mine and a study of calcite lime quality improvement

鄭 義 鳳\*  
Jung Eui Bong

## 目 次

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1. 序言              | 1) 現況                |
| 2. 地質 및 鑛床         | 2) 國內 方解石 稼行鑛山 生産 規模 |
| 3. 鑛床 分布地          | 3) 原鑛石 品質 向上 方案      |
| 4. 方解石 埋藏量         | 8. 需給 動向             |
| 5. 鑛床 生成 起源別 特性    | 9. 炭酸 Calcium 用途     |
| 6. 鑛床 分布地域別 原鑛石 特性 | 10. 問題點 및 對策         |
| 7. 鑛山 開發 現況        | 11. 結言               |

### 1. 序言

國內 石灰石 資源은 關聯研究機關 調査 資料에 의하면 約 420億M/T(1988年)으로 慶尙南道 및 濟州道를 除外하고는 全國土에 廣範圍하게 分布埋藏되어 있으나 大部分 非晶質 石灰石으로 cement 原料, 製鐵, 製鋼, 關聯 2次産業의 主供給源이 되며, 粉體 및 工業用 原料, 其他 重質用 炭酸칼슘 製造에 利用되는 結晶質 石灰石(Calcite)은 2次的인 熱水變質에 의해 再結晶이 形成된 結晶質 石灰石(方解石, Calcite)은 분포 면적은 좁지 않으나 鑛石內에 關聯産業의 品質에 惡影響을 미치는 graphite 成分, 金屬硫化物, clay 및 dyke 挾在로 大部分 鑛山이 賦存與件의

惡化로 機構化 採鑛이 全無한 實情이여서 小規模 採鑛 方法으로 採鑛, 山元에서 1次手選을 거쳐 100~300M/M 대외로 生産 供給하고 있다.

方解石은 고무, plastic, 塗料, 製紙用 等 各種 工業用 充填材로 使用되며 그 數量은 고무, plastic을 除外하고는 微弱하나 文化의 發達과 더불어 用途의 高級化 趨勢에 있는 方解石 資源에 대한 小學의 實務經驗을 土臺로 國內 方解石 資源의 全般的인 再檢討가 必要하다고 認識되어 地質 및 鑛床, 埋藏量, 分布地域別 鑛物 特性, 鑛山 開發 現況, 品位 向上 方案, 需給 動向 問題點 및 技術開發 問題에 대해서 言及하고자 한다.

### 2. 地質 및 鑛床

\* 광업(지하자원개발기술사), (株) 白光素材 鑛業部 次長

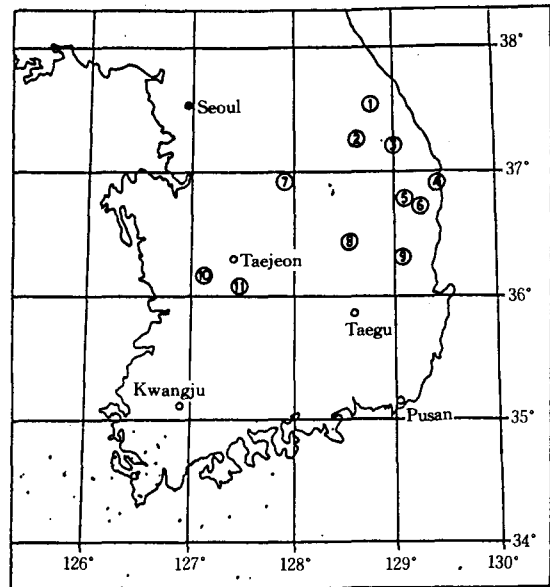
國內 方解石 鑛床賦存地層은 古生代에서 中生代에 걸쳐 生成되었다.

鑛床 生成 起源은 堆積岩 起源과 火成岩 起源으로 區分되며 前者의 境遇는 古生代 朝鮮界 大石灰岩層의 豊村層(Limestone) 중 花折層 直下部層이 地域에 따라 微粒質 白色帶層 및 周邊의 金屬硫化物 即 接觸交代鑛床에서 Pb, Zn, Cu, 및 granet, granet porphyrite, dyke 등이 石灰石을 2차 熱變質을 주어 白色의 微粒結晶化 格子 構造를 나타내고, vein, type, lens type으로 分布賦存한다.

後者の 境遇는 古生代 Pre-cambria紀 ~Ordovioia紀 및 中生代 Jura紀 백악기의 花崗岩質 片麻岩(GRANITE~GNEISS) 內에 層狀 및 렌즈狀으로 挾在하는 結晶質 石灰石으로서 分布地域에 따라 多少 差異는 있으나 粒經은 前者보다 크고 不純成分이 一般의 으로 많다.

鑛山 周邊에 花崗岩 및 花崗편마암, 각섬암, 규암, dyke (岩脈) 등이 분포하고 부수광물로서는 석영, 장석, 운모를 含有한다.

### 3. 國內 方解石 鑛床의 分布地



- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1. Im-gye      | 2. Yemi      |
| 3. Tae Baek    | 4. Ul Jin    |
| 5. Bong Wha    | 6. Hyun Dong |
| 7. Chung Ju    | 8. An Dong   |
| 9. Cheung Song | 10. Ick San  |
| 11. Kum San    |              |

### 4. 埋藏量 現況

區分 道	埋藏量(M/T)			鑛區圖幅
	推定	豫想	計	
江原道	15,780,000	6,312,000	22,092,000	임계 : 103, 113, 123, 140, 141 예미 : 1, 11, 36, 46 서벽리 도폭 일부 호명 도폭 일부 석병산 : 50, 60, 옥동41
忠北	4,718,000	1,887,000	6,605,000	괴산 : 6, 7, 17 제천, 충주 일원 영동 일부
忠南	11,070,000	2,740,000	13,810,000	금산 : 16, 21, 26, 31, 37, 63, 64, 65 옥천 : 136, 137

慶 北	24,581,000	7,374,000	31,955,000	천지 : 71 증평동 : 29, 30 청송 : 1, 133, 134 울진 : 74, 75 현동 : 7, 17, 27 평해 : 109 영항 : 5, 20 춘양 : 19, 49, 50
全 羅 道	10,536,000	1,303,000	11,839,000	전북 익산(강경) : 66, 67, 77, 78 갈담 : 103 전남 망운 : 10, 20
計	66,685,000	19,616,000	83,301,000	

- 埋藏量 調査 資料는 1) 非金屬鑛床調査報告書(1988) - 大韓鑛業振興公社  
2) 非金屬鑛床調査報告書(1985~1988) - 韓國動力資源研究所  
3) 本 論考者 調査 總取合 埋藏 鑛量임

\*大理石 鑛床 및 一部 結晶質 石灰石은 용도가 달라 埋藏鑛量에서 除外했음

#### 5. 國內 方解石 鑛床의 生成 起源別 原鑛石 特性

生成起源 特 性	堆積層 起源	火成岩 起源
地質 年代 및 生成 Source Rock	古生代 朝鮮系 大石灰岩統의 豊村 Limestone이 granet 포획으로 石灰岩 周邊의 金屬硫化物 및 接觸交代鑛床의 2次的 熱變成으로 形成된 微粒, 細粒, 粗粒의 calcite ore deposit. 특히 豊村 limestone 소위 말하는 pa 層에서 若干의 微粒, 細粒結晶質 limestone이 賦存된다.	古生代 Pre-cambria-ordovicia 紀에 서 백악기의 花崗岩 및 花崗片麻岩 內 에 石灰石의 2次的 熱變成에 의한 再 結晶化 作用으로 方解石 結晶들의 集合 體인 結晶質 石灰岩 (crystalline or Saccharoidal limestone)으로 構成.
分布 特性	화절층 直下部層인 豊村 limestone 의 微粒質 白色帶層 및 部分的인 crystalline化. 大部分 vein type. 魚卵狀 石灰岩 (oolitic limestone)의 조기알 정도로 작은 球荊의 粒子 集合體	fault zone(단층대)의 영향으로 주변 광물이 不規則하게 치솟아 層狀 및 렌즈狀으로 挾在分布
異 物 質	clay fragment, 철분 등이 多少 分布 되며 dolomite化 作用(dolomitization)으로 Mgo 成分增加를 보인다.	2次 熱變成時 再結晶化 될때 結晶水 로 graphite, 金屬硫化物. 특히 火成岩 體 周圍에 石灰岩이 있으면 揮發性 成

		分은 激烈하게 反應하며 石灰岩을 交代하여 석류석, 투회석, 규회석과 같은 Ca 분을 많이 함유한 skarn mineral 分布로 異物質이 많다.
Carbon 成分 (白色度 向上에 惡影響을 끼치는 成分)	Carbone 成分은 別로 없으나 clay 成分 및 dolomitization으로 gray color Mgo 成分으로 全體的인 白色度 低下 招來.	國內 賦存 結晶質 Limestone은 日本의 新生代 石灰石과는 判異하게 carbon 成分, silicate Minerals, skarn minerals, 鐵分, clay 成分  침식으로 白色度 현저히 低下

6. 국내 방해석 광상의 분포지역별 원광석 특성

Distribution area	chemical component			生成起源	Color	粒度	原石特性	
	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>					
江原道	임계 태백 호명 예미	52.8 ~ 54.5	0.7 ~ 1.2	0.5 ~ 1.5	堆積層起 源豊村 limestone	white milky white brown to g- ray amber color	medium, fine grains, medium grains, fine grains, fine, medi- um	1) 대부분 軟質의 calcite 2) carbon 成分 少量 3) partly dolomitization 4) 軟質岩으로 粉體時 生 産性 向上
慶北	안동	52.8 ~ 53.5	0.8 ~ 1.0	1.0 ~ 2.5	Meta- Sediment 起源 變成岩 內 挾在	white to gray color	fine medium, coarsely	軟質이나 carbon 成分 및 金屬硫化礦物
	영양 청송	52.8 ~ 54	0.7 ~ 1.3	1.0 ~ 2.5	Meta- Sediment 청송화강 암에 포획, 동구동층 limestone	white to gray color	fine medium, coarsely	軟質 및 硬質 方解石으로 skarn 礦物 수반 carbon 成分 多量
	봉화 현동	52.8 ~ 54	0.8 ~ 1.5	1.0 ~ 2.5	Meta- Sediment 원남층석 회암	white to amber gray to brown	medium, coarsely	軟質 및 硬質 方解石層群 原石內 carbon 成分 少量
	울진	52.8 ~ 54	0.7 ~ 1.8	1.0 ~ 2.5	Meta- Sediment 장군석회 암층	white to amber gray to brown	medium, coarsely	軟質의 方解石 原石內 carbon 成分 少量
	평해	52.8 ~ 54	0.7 ~ 1.8	1.0 ~ 2.5	Meta- Sediment 평해통석 회암	white to amber gray to brown	medium, coarsely	軟質의 方解石으로 carbon 成分 多量, skarn 광물수반
忠北	괴산 제천	52.5 ~ 53.8	0.8 ~ 2.5	1.0 ~ 3.0	Meta- Sediment 화전리층 석회암	white to gray color	medium, coarsely	比較的 軟質의 原石이나 silicate 成分(석회규산염 암)이 많고 carbon 成分 混入 광물수반

忠南	금산	52.5 ~ 53.8	0.8 ~ 1.2	1.0 ~ 2.5	Meta-Sediment 마전리층 석회암	white to gray grow color	medium, coarsely	原石 硬度 普通이고 carbon 成分 混入
全北	익산	52.5 ~ 54	0.8 ~ 1.2	1.0 ~ 2.5	Meta-Sediment 문주리층 석회암	white color to gray gray color 우세	fine to medium grains	原石 硬度 普通이고 carbon 成分 混입, skarn minerals 수반

### 7. 鑛山 開發 現況

#### 1) 現況

國內 結晶質 石灰石은 大部分 鑛體 賦存狀態의 骨格貧弱으로 鑛業權者의 鑛山開發投資에 대한 危險性을 相當히 內包하고 있어 小規模 slope cutting(傾斜面採鑛) 및 坑內 採鑛을 하고 있다. 이는 短的으로 말해 先進 日本과 判異한 地質時代에 기인한 것이 主要人이며 大部分 稼行 및 未開發 鑛山도 原鑛石이 生成時 純粹하게 熱變成 및 再結晶化作用을 받지 못해 조직상 硬度가 높고, 原鑛石內 graphite 成分, 各種 金屬硫化物 및 skarn 鑛物이 挾在되어 原石의 物理化學的 저해 요인으로 因해 粉體工業 및 重質用 製紙 coating

原料의 嚴格한 品質管理에 制約을 받고 있어 原鑛石 自體로서는 그 利用의 限界가 있으나 사료용, plastic, 고무, 充填材用으로는 널리 開發되고 있다.

開發上의 業界問題點을 要約하면

- ① 生産性 落後에 따른 人力依存式 開發 方式
- ② 鑛業權者의 消費性 資本인 鑛業에 대한 투자기피현상으로 粗鑛으로 인한 小規模 開發
- ③ 2次 製造加工業體의 直接鑛山開發 活性化 미흡
- ④ 專門 技術 人力의 確保 부진에 있다 하겠다.

#### 2) 國內 方解石 稼行 鑛山 生産 規模

(단위 : M/T)

鑛 山	강 원	경 북	충 청	전 라	계	비 고
稼行鑛山數	2	6	3	1	12	用途別 總 生産量 基準 (1992년 5월 현재)
年間生産量	96,000	295,000	320,000	50,000	761,000	
稼行鑛山	삼육 성우광산	대우, 임동, 봉화, 포진 성우물산 은정광산	원림, 한홍 금산광산	익산광산		

#### 3) 原鑛石 品質 向上 方案

##### ① 業界現況

國內 大部分 鑛山이 採鑛한 原石을 1次 手選

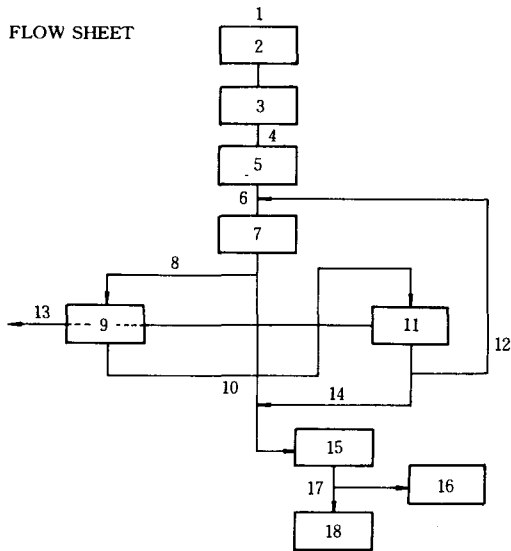
(Hand picking) 工程으로 個體品質管理을 하고 있으나 鑛山에서의 品質管理 未洽으로 2次 加工業體에서는 純度向上에 限界가 있다. 따라

서 대외 원석內 存在하는 불순물을 除去하는 것이 結局 광산의 대외 競爭力을 維持할 수 있어 品位 向上 方案 대해서 論하고자 한다.

② 品質向上 方案

① Crushing plant 設備와 병행한 Washing 設備

FLOW SHEET



方解石 鑛物은 粒子가 巨晶格子로 되어 있어 crushing 시 目的產物의 最大收率向上을 위해서는 1, 2次 crusher 設備를 하는 것이 바람직하다고 판단됨.

② 浮遊選鑛 實施

원광석내 carbon 成分 및 금속유화물, clay 성분 제거로 純度 및 whiteness 向上 方案으로 是 方解石 광물의 物理化學的 성질을 이용하여 試藥 및 其他 여러가지 조건하에서 目的 對象 鑛物이 뜨고 안뜨는 광물을 選別하는 것이 浮遊選鑛인데 즉 광물 相互의 浮遊分離에 있어서 粉碎된 방해석 微粒子가 懸탁하고 있는 pulp 중에 多數의 가는 기포를 發生 또는 導入시켜 이 상승하는 기포가 表面에 疎水性鑛物을 부착한후 기포의 부력으로 수면까지 부유시키는 Mineralized bubble froth flotation(鑛化氣泡 泡沫浮遊選鑛法) 소위 鑛化泡群의 形式으로 모아 目的하는 광물입자를 回收하는 方法으로서 부유선광에 影響을 주는 制約인에 特히 注意해야 한다.

③ 鑛石의 性質

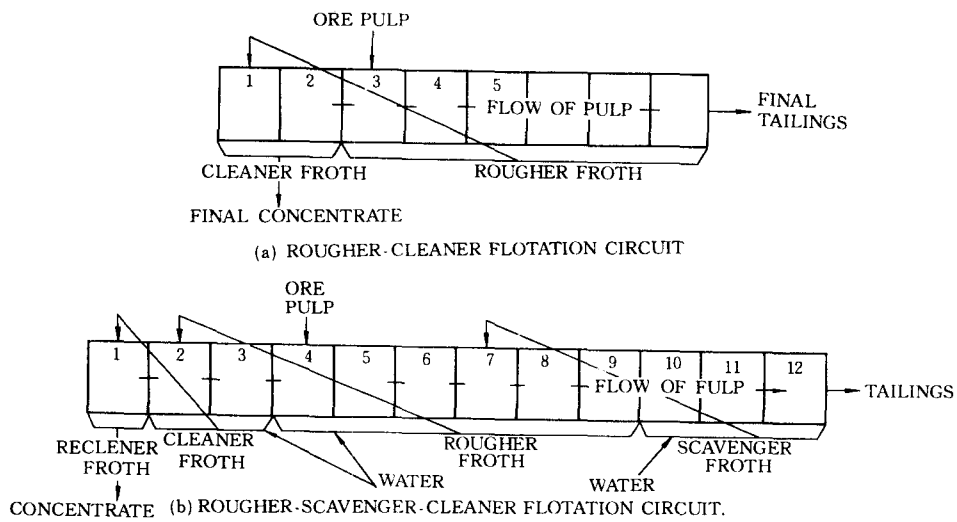
④ 用水

NO	品 名	備 考 (設計 및 作業時 留意事項)
1	dumping space	ore bin 幅보다  넓게 設計
2	ore bin(貯鑛舍)	철판 및 concrete 구조물로  튼튼하게  설계
3	feeding(給鑛裝置)	Hopper 바닥면 勾配傾斜角에  따른  磨擦力  維持
4	Bar Grizzly	Apron, Reciprocating, chain feeder type  중
5	Jaw Crusher	現場與件에  맞게 擇一選定
6	Conveyor Belt	不純物  부스러기  除去時  경사각  유지
7	1st vibrating screen	Primary crushing 시  目的  產物  粒子  最大  回收率
8	over size conveyor	고려하여  Jaw plate setting  결정
9	2nd vibrating screen	1차  수선  Conveyor line, Belt  폭, Belt speed  고려
10	conveyor belt	slope 및  振幅數  결정  고려하여  screen efficiency 및  Balance Weight  유지
11	2nd vibrating screen	5와  同一
12	return conveyor	7과  同一
13	under size conveyor	1st, 2nd vibrating under size  산물
14	conveyor belt	
15	drum washer	最大  水洗되게  水量  및  pumping 量  決定
16	sludge	dam  구축  精確
17	final product conveyor	washing 후  원석  산물  final hand picking
18	tank	

- ㉔ 鑛石粒度
- ㉕ Pulp의 濃度와 浮遊時間
- ㉖ Pulp의 濃度와 浮遊係數와의 關係
- ㉗ 鑛液濃度(pulp density)
- ㉘ 鑛化氣泡의 크기(size of mineralized bubble)

上記 事項이 결국 浮遊試藥 捕收劑(collector), 氣泡劑(frother), 條件劑(modifier) 調節과 연관되므로 實務者는 注意를 要한다.  
浮遊選鑛 系統은 일반적으로 다음과 같이 이루어진다.

Flotation Circuit of Concentration



### 8. 需給動向

國內 方解石의 需給 動向을 살펴보면 重質탄산칼슘등 一般低級用은 大部分 國內 鑛山에서 調達하고 있고, 제지 코팅 및 충전제로 사용하는 高級重質用 탄산칼슘은 91年 상반기 이전에는 대부분 일본, 프랑스, 이탈리아, 서독, 미국, 오스트리아, 네델란드에서 수입 사용해 왔으나 91년 하반기부터 국내 업체에서 국내 광물 자원으로 混式磨鑛에 의한 slurry 상태의 高品位, 高白色度 超微粒 탄산칼슘을 생산하여 各製紙業體 및 需要業體에 供給하고 있다.

輕質用 탄산칼슘은 國內 非晶質 石灰石 資源이 外國산에 비해 粒狀組織, 粒度便差, 白色度 低下, 非表面積이 떨어질 뿐만 아니라 工程의

複雜化로 製造原價가 上昇된다는 難點을 안고 있어 需要는 점차 減少되리라 思料된다.

### 9. 탄산칼슘의 用途

탄산칼슘은 一般的으로 用途別로 分類한다.

1) 製品의 粒度, 모양에 따라 分類

- ① 重質炭酸칼슘 (Heavy Calcium Carbonate)  
: 고무, Plastic, 塗料안료, 가축사료
- ② 輕質炭酸칼슘 (Light Colloidal Calcium Carbonate)  
: 고무 充填材(신발, 고무 packing, 피복 cable, sponge) PVC用, 塗料用, 製紙用
- ③ 生石灰: 製鋼用, Carbide 용, ALC, 농

- 약용
- ④ 消石灰 : 農業用 석회 비료(地力增進, 酸性토양을 中性으로 중화, 토양살충), 廢水 淨水, 上水道 淨水
  - 2) 需要處別 用途
    - ① 고무 充填材 : 천연고무, 합성 Rubber, 고무접착제, 스폰지
    - ② 건축재료 : Tile, Board block, 특수 cement
    - ③ 용제 : 애자, 도자기, 용접봉
    - ④ 사료, 치약, 화공중화제
    - ⑤ 동물용 사료, 의약품, 식품첨가물
    - ⑥ 合成수지 充填材  
포리프로피렌, Ployethylene, 폴리칠렌, Polyultan, 鹽化비닐, 강화P.V.C
    - ⑦ 製紙 : 제지 및 合成紙의 피복과 充填材
    - ⑧ 제약 및 영양칼슘
    - ⑨ 안료, 합성수지 Paint, 유성 Paint

3) 結晶 特性에 따른 用途

區 分	粒 子	粒度크기(mm)	用 途
輕質 탄산칼슘	방추형	1.0~4.0, 0.5~1.4	고무 充填材 중성초지용, 권련지, 박엽지 등 충진제
	주상형	0.2~0.3	
	입방형	15~0.3	
重質 탄산칼슘	건설 습식	10~20 2 이하	고무, 플라스틱, paint 용 저급 충진제 아트지, coating 용 고무 paint, 플라스틱 고무충진제, 중성초지용 충진제

10. 問題點 및 對策

- 1) 鑛山企業의 零細性으로 鑛山機械化 不振과 더불어 生産性 低下 招來
  - 관련 2次加工産業의 垂直系列化 誘導
- 2) 國內 方解石 原鑛石內에 不純成分 존재로 백색도 저하
  - 품질향상 방안으로서
    - ① Crusing plant 와 並行한 Washing 실시
    - ② 浮遊選鑛實施
- 3) 國家 方解石 資源으로 加工技術 開發
  - 產學 共同 研究 實施로 加工 開發에 따라서는 훨씬 附加價値가 높은 商品化 可能
    - ① 關聯 2次産業의 粉碎, 분급기술의 研究 및 開發

② 用途別 特性 附與 技術 開發  
表面活性 부여

1.1 結言

國內 方解石 稼行鑛山中 一部 광산을 제외하고는 대부분 원광석내 graphite 成分, clay 異物質 混入, silicate化, skarn minerals 수반으로 純粹하지 못하나 向後 탄산칼슘의 需要가 漸進的으로 늘어날 展望으로 보아 國內 資源을 最大한 利用한다는 側面에서 몇가지 結言事項으로 言及코져 한다.

- 1) 國內 方解石 資源의 全般的인 再調査 실시로 매장광량 확보, 특히 朝鮮系 大石灰岩統의 豊村 Limestone의 주변 母岩이 화강암, 화강반암 분포지 및 接觸交代鑛床 石灰石 分布地의 集中的인 精密地質 調査 및 探鑛實施로 白色帶 분포지역의



White purity limestone 광량 確保

- 2) 關聯 加工業體는 國內資源으로 原料 調達 하여 國內 방해석 광산 保護 育成. 원료 광물의 輸入을 최대한 抑制
- 3) 原鑛石의 不純物 除去 技術 開發 品位 向上을 위한 技術開發 및 附加價値 向上 研究
- 4) 鑛業權者의 固定意識 脫皮 利權 爲主의 鑛業權을 고집하지 말고 國토의 最適利用, 開發 極大化에 寄與해야 한다. 國內 方解石 鑛床은 生成時 地質構造 變動을 많이 받아 純度面에서 뒤떨어지나 向後 鑛量確保, 精製技術 開發, 用途 開發 如何에 따라서는 탄산칼슘의 漸進的인 需要와 더불어 活性化가 豫想된다.

#### 後記

本 論考는 國內 方解石 資源에 대한 諸般 資料가 없어 實際 地質調査 및 關聯産業의 物性 檢討를 통해 얻어진 內容으로 若干의 誤謬가 있을것으로 思料되며 끝으로 本人에게 實務經

驗을 주신 會社 經營陣과 工場長任께 깊은 謝意를 표합니다.

#### 參考文獻

1. 韓國의 鑛床 제11호(非金屬便) 1988년 - 대한 광업진흥공사
2. 非金屬鑛床調査研究(石灰石便) 1985-1990 - 한국동력자원연구소
3. 重質탄산 calcium의 製造 및 用途 - 동력자원 연구소 채영배 - 한국자원 공학회(MMPC, KIME,) 1989
4. 침강성 탄산칼슘의 제조 - 국진화학공업(주) 공장장 이철후 1989
5. 鑛物處理工學 보진제출판사 - 손병찬
6. 石灰石의 用途와 特性 - 日本石灰協會
7. chemistry technology of Lime and Limestone - Robert S. Boynton 1979
8. Froth flotation 50th Anniversary Volume - D.W Fuerstenau, Editor 1961
9. Principles of Mineral processing - A.M Gavdin 1967