

# 非金屬鑛物과窯業\*

李 鍾 根 \*\*

窯業은 非金屬鑛物을 原料로 하고 製造工程에 있어서 高溫處理工程을 거쳐 만드는 工業이다. 따라서 非金屬鑛物과 窯業은 가장 密接한 關聯性을 가지고 있으며 우리 나라는 質으로는 優秀하고 量적으로는 豊富한 非金屬鑛物資源을 保有하고 있다.

表 1은 우리 나라의 1971年度 主要 窯業原料인 非金屬鑛物生産量이며 이 以外の 推定埋藏量은 우리나라의 窯業發展을 充足시킬만한 量이라 할 수 있다.

表 1 한국의 主要非金屬鑛 生産量 (M/T)

	1961	1966	1970
高嶺土	51,177	112,234	194,625
長石	4,726	15,294	28,121
珪石	21,153	99,512	259,353
珪砂	4,238	37,743	100,148
蠟石	23,985	54,690	120,124
紅柱石	510	128	38
珪藻土	688	256	2,584
滑石	21,674	53,609	83,949

## 1. 窯業이란

窯業製品은 非金屬無機物質을 原料로 하고 高溫處理工程을 거쳐 만든 製品이며 이에 屬하는 製品에는 여러가지가 있어서 매우 多種 多樣하지만 이를 發展過程別로 보면 典型的인 窯業體 即 一般 陶磁器, 유리, 耐火物, 시멘트와 같은 것과 新窯業體 原 Devitro-Ceramics, Ceramic tool, electro-magnetic Ceramics 와 같은 것으로 나누어 지며, 그 本質的인 됨됨이, 다시 말하면 主要 製造工程인 熱處理工程에 따라 나누면 燒結體와 熔融體로 된다. 燒結體는 原料를 미리 成形한 다음에 이것을 高溫燒成하여 만든 製品이고 熔融體는 原料를 먼저 高溫에서 熔融한 다음에 成形한 製品이다.

이와 같이 多種多樣的인 窯業製品이 있고 外觀上 材質

의 特性上 또는 用途上 매우 다르게 보이는 여러 製品이 있지만 그 構成要素를 간추려 보면 모두 結晶과 유리相으로 되어 있다. 그리고 유리相만으로 되어 있는 製品도 있고 結晶만으로 된 製品도 있지만 大部分의 窯業製品은 結晶을 骨格으로 하고 유리相으로 接合되어 있는 것들이다.

그러므로 窯業은 우리의 使用目的에 適合하지 않는 非金屬材料를 原料로 하고 熱處理에 의하여 物理化學的 變化를 進行시켜서 우리의 使用目的에 適合한 特性을 지닌 結晶이나, 유리相을 만드는 工業이라고 생각할 수 있고 鑛物合成이 그 主要部分이라고 하여도 過言이 아니다.

## 2. 韓國의 窯業

窯業體를 典型的인 窯業體와 新窯業體로 區分할 때 韓國의 窯業은 典型的인 窯業體에 局限되어 있고 新窯業體에 對하여는 아직 研究室內에서의 研究段階에 있다. 그러나 實用的인 面에서 볼 때 大部分의 窯業體는 典型的인 窯業體에 屬하며 其中에서도 重要的인 것은 陶磁器, 유리, 시멘트, 研磨材, 耐火物이다.

이러한 窯業製品들은 우리의 日常生活用品으로서 널리 쓰이고 主要한 位置를 차지하고 있을 뿐 아니라 國家 建設에 있어서 매우 重要的인 位置를 차지하고 있어서 解放後 特別 第一次 經濟開發 5個年計劃 以後에 重點 育成, 建設된 關係로 우리 나라에서는 第一 急進的으로 發展되어 온 工業이다.

元來 우리나라는 燦爛한 高麗磁器의 歷史가 證明하듯이 窯業은 오래 前부터 發展되어 왔다. 그러나 壬辰倭亂 以後 衰退하여 1930年代까지 거의 姿態를 감추다시피 하였다가 1937年頃부터 再建되기 始作하였으며 解放後 急速히 伸張하였으나 6·25動亂으로 다시 一時 後退하였다가 收復後 再起하게 되었다. 窯業이 近代化하기 始作한 것은 1957年 大韓洋灰와 韓國유리가 建

\* 第5次 定期總會 講演

\*\* 工博, 漢陽大學校 産業大學院長

設된 때부터 이고 특히 經濟開發計劃이 始作된 後부터 急速度로 發展하였다. 이러한 發展狀況을 主要 業種別로 보면 다음과 같다.

1) 板유리 工業

1957년까지 生産이 全無하던 板유리는 韓國 유리가 年間 12萬 箱子の 生産容量으로 建設된 以來 技術의 發達과 施設의 增設로 現在 Fourcault식 板유리 90萬 箱子, 무늬유리 40萬 箱子, Pennvernon式 板유리 50萬 箱子, 合計 180萬 箱子の 大容量工場으로 發展하였고 1970년에는 Fourcault式 板유리 70萬 箱子, 무늬유리 30萬 箱子 計 100萬 箱子 容量의 東星板유리가 建設되어 우리나라의 總板유리 生産能力은 年間 280萬 箱子에 이르렀고 이 量은 國內需要量의 倍가 되는 量이다. 1971년까지의 板유리 生産實態는 表2과 같다.

表 2 板유리의 生産實績 單位 (1,00C/S)

種 類	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
맑은유리	245	502	476	492	540	543	681	731	1,001
무늬유리	19	35	36	25	32	15	20	179	321
計	264	537	512	517	572	558	701	910	1,322

普通 板유리의 加工品인 強化유리는 自動車유리, 汽車유리, 船舶유리, 門戶유리 등으로 用途가 많아서 4개 工場에 總生産能力 400千m<sup>2</sup>의 施設이 導入, 建設, 稼動되고 있다.

2) 瓶유리 工業

瓶유리를 비롯한 容器유리는 1957년까지 中小工場의 도가니窯에서 生産되어 오다가 大韓유리가 建設되면서 近代式 自動化 工場으로 發展되었으며 現在稼動中の 近代式 工場과 그 施設規模는 表3과 같다.

表 3 瓶유리工場과 그 施設規模

工 場 各	施設規模(톤/日)		
大韓유리	第 1爐	45	計 155
	第 2爐	55	
	第 3爐	55	
中央유리	第 1爐	25	計 70
	第 2爐	45	
韓國병유리	第 1爐	55	計 100
	第 2爐	45	
現代유리			40
合 計			365

이 밖에 10개 中小工場에서 約 80톤/日의 瓶유리가 生産되고 있으므로 瓶유리의 生産容量은 440톤/日에 達하고 있다. 이를 年生産量으로 고치면 約 170천톤이

되는 1971年의 空瓶 需要推定은 表 4와 같다.

表 4 空瓶의 需要推定(1971)

瓶種	麥酒	清酒	燒酒	清涼飲料	牛乳醫	藥瓶	計
M/T	14,850	4,002	13,838	20,707	6,250	23,031	84,678

3) 도자기 工業

도자기 工業은 燦爛한 歷史를 가지고 있고 또 매우 오랜 歷史를 지닌 工業이고 勞動集約的이고 高度의 技術을 要하지 않는다는 것과 生活必需品이면서도 用途가 넓고 또 工業材料, 建設材料로서도 重要하여 解放後 急速히 發展되었다. 1957년까지는 舊式의 施設에 依하여 小規模工場이 많이 建設되어 生産하였으나 1957年 以後의 近代化 물결에 따라 近代化가 이루어지고 1963년에는 輸入代替産業의 域에서 벗어나 輸出産業으로 轉換되었고 거의 100%의 外貨稼得率을 자랑하는 工業으로서 重點 育成되어 急進的인 發展을 이룩하였다. 表 5의 도자기類의 年度別生産量을 보면 1965年 後는 輸出産業으로서의 타일類와 輸入代替産業으로서의 衛生陶器가 集中 發展되었음을 알 수 있다.

表 5 도자기의 生産實績

種類 單位	食 器 100개	타 일 m <sup>2</sup>	衛生陶器 개	磚 子 1000개
1965	35,229	450,794	108,150	15,571
1966	39,413	1,080,263	152,343	12,311
1967	28,778	1,553,784	179,111	14,894
1968	32,660	1,962,628	238,463	10,121
1969	34,300	2,949,385	373,677	12,058
1970	33,856	3,992,638	349,759	15,394

4) 耐火物 工業

窯業製品의 特性中에서 가장 뚜렷한 것은 高度의 耐火性이다. 現代工業이 漸次로 高熱化하여 가고 있어서 耐火物에 要求하는 耐火性도 더 높아가고 있고 또 耐火物에 要求하는 特性도 複雜多樣化하였으므로 耐火物의 種類도 多種多樣化하였다. 그리고 耐火物은 製鋼製鐵을 비롯한 거의 모든 工業의 生産性을 左右하는 基本材料로 되어 있으므로 耐火物工業의 發展程度는 그 나라의 工業發展의 尺度가 될만큼 重要하다. 우리나라도 耐火物工業이 相當한 進展을 보여오기는 하였지만 다른 工業에 比하여 그 發展이 遲滯함은 工業化의 基盤이 堅固하지 못한 것을 보여주는 一面이라 하겠다.

主要한 耐火物의 種類와 先進國들의 그 需要比率을 보면 表 6과 같다.

表 6 耐火物の種類別生産比率

種類	構成比 %	備考
粘土質	63	72 酸性耐火物
珪石質	9	
高알루미나質	6	6.2 中性耐火物
크롬質	0.2	
크로마質	1	15 鹽基性耐火物
마그크로質	6	
마그네시아質	1	
돌로마이트質	7	
斷熱벽돌	3	
其他	3	
카스타블耐火物	4	7 不定形耐火物
플라스틱耐火物	3	

그리고 各工業別 耐火物の 需要比率은 表 7과 같다.

表 7 工業別 耐火物の 需要比率

工業別	需要比率 (%)
鐵鋼工業	74.0
非鐵金屬	2.2
機械工業	3.3
窯業	9.9
肥料化學	2.6
其他	8.9

그러나 우리나라의 耐火物工業은 거의 全部가 酸性耐火物 特別 粘土質耐火物만을 生産하고 있으며 表 8에 나타낸 바와 같이 그 生産量은 增加하였으나 아직도 微弱하다.

한편 年間 約 200萬弗에 該當하는 耐火物이 輸入되고 있고 綜合製鐵 및 其他 工業의 建設로 耐火物の 需

表 8 耐火物の 生産實績

年度	生産實績 (M/T)	指數	增加率 (%)
1962	25,850	100.0	—
1963	29,146	112.8	12.8
1964	40,510	156.7	39.0
1965	40,629	157.2	0.3
1966	53,828	208.2	32.5
1967	60,840	235.4	13.0
1968	52,763	204.1	-13.3
1969	64,282	248.7	21.9
1970	52,647	203.7	-18.1

要가 더욱 增加될 것이 豫見되므로 耐土物工業의 育成發展을 期해야 할 것으로 생각된다.

5) 시멘트 工業

1960年代까지는 三陟의 東洋시멘트와 1957년에 建設된 聞慶의 大韓洋灰를 合하여 年間生産能力 38萬톤에 不過하였으나 거의 無盡藏의 石灰石資源과 시멘트가 國家建設에 基本材料라는 面에서 經濟開發計劃과 더불어 建設이 促進되어 現在 約 800萬톤의 生産能力을 갖추게 되었고 建設中인 二個工場을 合하면 1000萬톤의 能力을 갖추게까지 成長하였다.

그러나 素砂의 유니온白洋灰와 大韓洋灰에서 一部 生産하고 있는 Pozzolan시멘트를 除外하고는 모두 普通 Portland시멘트만을 生産하고 있어서 適材適所格인 시멘트 生産이 되지 못하고 있음은 유감이다. 그리고 生産技術面에서는 1963年 建設된 雙龍洋灰工場의 竣工以後는 모든 工場이 最新式 Suspension Preheater가 달린 가장 經濟性이 높은 製造方式을 擇하고 있어서 水準높은 採業을 하고 있다.

1963年以後의 年度別 會社別 生産能力은 表9와 같다.

表 9 年度別 會社別 시멘트 生産能力

(單位 : 1000톤)

會社	年度	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
東洋		380	380	380	380	880	900	900	950	950	950
	大韓	360	360	360	360	360	480	480	480	480	480
雙龍	寧越	—	400	400	400	700	700	700	700	700	1,800
	東海	—	—	—	—	—	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700
韓一		—	400	400	400	500	500	1,000	1,000	1,000	1,000
	現代	—	200	200	200	200	400	400	400	400	400
忠北		—	—	—	400	500	500	500	500	500	500
	星信	—	—	—	—	—	—	1,000	1,000	1,000	1,000
計		740	1,740	1,740	2,140	3,140	5,180	6,680	6,730	6,730	7,830
유니온		—	15	15	15	15	15	15	15	15	15
合計		740	1,755	1,755	2,755	2,155	3,155	5,195	6,695	6,745	6,745

以上과 같이 解放後 窯業은 急速度로 發展하였는데 그것은 窯業製品이 日常 必需品로 만이 아니라 建設材料 및 工業材料로서 重要한 位置를 차지하고 있기 때문이며 또한 그 原料가 豊富하게 產出되기 때문이다.

우리나라는 옛적부터 産業原料가 無盡藏으로 있는 것으로 알려져 있다. 이 말은 窯業이 發展되지 못하였던 1950年代까지는 옳은 말이었으나 지금과 같이 窯業이 發展되었고 또 以後로도 더욱 發展시키고자하는 立場에 있어서는 반드시 그렇다고 할 수 만은 없다. 그리고 우리 나라에서 產出되는 窯業原料는 品質이 좋은 것으로 알려졌고 天然資源으로서는 品質이 優秀한 것이 事實이다. 그러나 窯業製品의 品質이 漸次向上되고 또한 要求하는 特性이 더욱 嚴格化되어 왔고 또한 微量成分의 영향이 問題視됨에 따라서 天然資源으로서의 要求하는 原料品質을 가질 수가 없어서 人工原料를 使用하게 되었으므로 窯業原料로서는 우리 나라의 天然資源도 不適合하게 되었다. 그러므로 非金屬礦物의 精製乃至는 分離에 依한 人工原料 製造를 爲한 原料工業이 必要하게 되었다.

### 3. 窯業原料上的 問題點

主要 窯業에 있어서 現在 問題로 되어 있는 天然原料에 對하여 工業別로 概觀하면 아래와 같다.

#### 1) 유리 工業

유리工業에 있어서 가장 重要하고 問題가 많은 非金屬 礦物은  $SiO_2$  資源인 珪砂이다.

爲先 純度에 關하여 보면 珪砂中에는 石英 以外에 有機物, 粘土, 雲母, 長石, 티탄鐵礦, 지르콘, 柘榴石 磁鐵礦, 輝石, 角閃石等을 含有하므로 化學分析을 하면 強熱減量,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $SO_3$  등이 檢出된다. 이 중에서 가장 問題視되는 것은 鐵分이다.  $Fe_2O_3$ 는 着色이나 光線透過率 低下의 原因이 되므로 되도록 減少시키도록 努力하여야 하며 國際水準으로는 0.02~0.03%가 板유리原料用 珪砂로 되어 있다.

이 밖의 成分으로 問題가 되는 것은

가) 지르콘, 크롬鐵礦 등은 少量 含有하고 있을지라도 粗粒의 경우는 유리에 塵 등의 欠點의 原因이 된다

나)  $Al_2O_3$ 는 2%未滿의 경우 作業溫度에 있어서 粘度를 增加시키고 生産速度도 빠르게 하며 化學的 耐久力을 強하게 하는 등 유리에 좋은 影響을 주므로 珪砂에 2%程度가 含有되어 있는 것은 支障이 없을 것이나 安定된 操業을 爲하여는 含量이 적은 珪砂를 쓰고  $Al_2O_3$ 의 不足分은 長石으로 補充하는 것이 좋다. 그

리고 國際水準으로는  $Al_2O_3$ 는 0.10% 以下이고 標準偏差는 0.02% 以下이다.

다)  $K_2O$ ,  $Na_2O$ 는 隨伴된 長石에 依하여 左右되므로  $Al_2O_3$ 와 相關關係에 있는 수가 많다.

라)  $TiO_2$ 는 1% 以下 含有되어 있는 것은 製品 品質에 別 영향이 없는 것으로 되어 있지만 國際水準은 0.1% 以下이다.

마)  $CaO$ ,  $MgO$ 는 一般的으로 問題視되지 않지만 國際水準은  $CaO+MgO$ 가 0.1%이다.

國內 一流의 板유리工場의 原料로 使用하고 있는 精製珪砂의 化學組成은 表 10과 같은데 이것도 아직 國際水準에는 未達이며 特히 天然珪砂로서는 鐵分, 長石分의 過量含有로 簡單한 精製工程만으로는 原料로 使用할 수 있는 것이 거의 없다.

表 10 板유리用 精製珪砂의 化學組成

	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$	$Na_2O$	$K_2O$
%	96.41	1.89	0.13	0.14	0.15	0.28	0.94

다음에 粒度面에서 보면 微粒은 熔解의 初期反應이 빠르고 飛散하기 쉬우며 유리에 微細한 氣泡를 形成하기 쉽고, 不純物도 모이기 쉽다. 따라서 成分의 變動도 일어나기 쉽다. 이에 反하여 粗粒은 熔解를 지연하고, 塵같은 欠點의 原因이 된다. 그러므로 粒度는 크기가 適當하고 均一하여야 熔解가 均等하게 進行된다. 普通 粒度範圍는 0.1~0.5mm이고 그 中에서도 0.2~0.3mm의 크기로 粒徑이 고른 것이 理想的이다. 英國規格에 依하면 유리用 珪砂의 粒度規定은 表11과 같다.

表 11 珪砂의 粒度規定

1.00 mm	(10 <sup>mesh</sup> ) 以上	0%
0.599	(25) 以上	2% 以下
0.422	(35) 以上	10% 以下
0.150	(100) 以下	10% 以下
0.124	(120) 以下	2% 以下

#### 2) 도자기 工業

도자기 工業에 있어서의 主原料는 高嶺土, 珪石, 可塑性粘土, 長石, 陶石 等인데 우리나라에는 이러한 原料가 豊富하게 賦存되어 있다. 이 中에서 可塑性粘土를 除外하고는 品質이 良好한데 一般 도자기의 生産을 爲하여는 큰 支障이 없는 程度이다. 그러나 도자기 製品에 對한 質向上이 急速하게 이루어지고 그 所要特性이 嚴格하여 졌으므로 이것 亦是 天然資源에만 依存할 수는 없으며 特히 高級 도자기製品, 磁子나 電子窯

業製品과 같은 特殊 도자기製品, 輸出用 도자기 製品의 生産을 爲하여는 所要原料 特性이 未洽한 點이 많다. 特히 可塑性粘土는 品質이 疎惡하므로 其 改質로 우수한 粘土의 國産化가 切實히 要求되고 있다.

또한 粘土, 珪石, 長石은 一般的으로 混合되어 産出되는 原料가 많으므로 이 成分鑛物을 分離精製하여 使用하는 方途가 開拓되어야 할 것이며 따라서 窯業原料의 生産工場 設置를 爲한 準備作業이 時急하다.

도자기에 있어서는 모든 原料에서 가장 問題가 되는 것이 鐵分含量이므로 이의 除去를 爲하여 힘을 기울여야 할 것이다.

### 3) 耐火物 工業

우리나라에서의 耐火物工業의 原料는 主로 蠟石에 依存하여 왔다. 蠟石에는 耐火度의 順으로 보면 Diaspore 質蠟石, Dickite 質蠟石, 葉蠟石 質蠟石, 珪酸質蠟石, Sericite 質蠟石 등이 여러 곳에서 産出되어 埋藏量도 總體적으로는 많으나 一般的으로 均一하지 못한 癖이 있다. 特히 Diaspore 質蠟石이나 Dickite 質蠟石과 같이 耐火度가 SK 34 以上이 되는 原料는 많지 못하여 SK 34 以上の 高耐火度 耐火物의 生産이 極히 어렵다. 이러한 原料難을 解決하기 爲하여 桃色高嶺土를 Chamste 化하여 利用코저 하는 原料工場이 建設中에 있다. 더욱 高耐火度의 高알루미나 質 原料로는 sillimanite 族

鑛物이 端山, 公州, 淸州, 蓮川, 等地에서 産出되기는 하지만 多量の 雲母가 隨伴되므로 이의 積極的인 利用을 爲하여는 雲母의 效果的 除去方法이 開發되어야 하겠다. 그리고 平日島를 비롯한 여러 곳에서 Diaspore 가 産出되어 利用되고는 있지만 現在로서는 埋藏量도 적고 開發도 積極化되지 못하고 있다.

또한 近來 需要가 上昇一路에 있는 鹽基性 耐火物의 主原料인 Magnesia 資源에 對하여 보다 積極的인 開發이 要請되고 있다.

## 4. 結 言

우리 나라는 充分한 量의 質 좋은 窯業原料인 非金屬鑛物을 保有하고 있다. 그리고 우리 國民은 이에 天賦의 才能을 갖이고 있어서 窯業을 우리나라의 國民産業으로 發展시켜 輸出産業으로 하기에 適合한 工業이라 하겠다. 그러나 現代工業은 실사이 없이 發展하고 있어서 國際的인 競爭을 하려면 아무리 좋은 天然原料를 갖이고 있다손 치더라도 不可能한 形便이므로 組織的인 原料鑛物開發과 精製 또는 分離에 依한 人工原料의 開發이 絶對적으로 必要한 段階에 있다. 따라서 均質하고도 優秀한 原料를 生産供給하는 體制 確立을 爲한 基礎作業이 하루 속히 이루어져야 하겠다.