

## 特別講演

# 세라믹스의 오늘과 내일

李 種 根

〈漢陽大學校 名譽教授〉

세라믹스라는 말은 점토를 구워 만든 것이라는 그리스말을 어원으로 하고 있다.

점토라고 하는 것은,

- ① 천연산의 미립자의 집합체로
- ② 습하면 가소성을 나타내고,
- ③ 건하면 강성을 나타내며,
- ④ 고온에 구우면 소결하는

것인데, 이를 화학적으로 보면 함수규산염을 주체로 하고 있어서 한때 규산염화학 또는 규산염공업이라고도 하였다. 규산염공업은 소결하기 위하여 고온처리를 하게 되는데, 이에 가마가 이용되었으므로 일인에 의하여 요업이라고 이름지어졌다. 그러나, 원료가 규산염계열에서 비규산염계, 순수산화물계, 비산화물계로 확대하게되어 무기재료로 바뀌어 불리게 되었다. 이것에는 또 1960년대에 우리나라에서 요업이라는 말이 도자기로 인식되기 쉬웠고 또 요강이라고까지 낮추는 경향도 있어서 보다 학문적으로 넓히는 의미에서 70년대 이후에는 널리 무기재료라고 부르게 되었다.

70년대에 들어와서 뉴세라믹스 또는 파인세라믹스라 불리우는 정밀요업체가 주목을 끌게되고 새로운 기능을 발휘하는 제품들이 속속 개발되고 이용되게 되면서 꿈의 재료로 각광을 받게되자 80년대 후반부터는 세계적인 공통어가 된 세라믹스라고 부르는 예가 많아졌다.

세라믹스의 정의는 나라에 따라 약간씩 다르지만 표현상의 차이는 있어도 거의 같은 것으로 해석해야 옳을 것이다.

세라믹스의 정의를 나라별로 보면 다음과 같다.

미국 — 무기, 비금속물질을 원료로한 제조에 관한 기술 및 예술로, 제조 또는 사용중에 고온을 받는 제품과 재료

영국 — 성형한 다음에 열에 의하여 경화시켜 얻어진 무기재료로 된 제품

독일 — 고온처리의 과정을 거쳐 가공된 비금속 제품

일본 — 주구성물질이 무기비금속재료 또는 제품의 제조 및 이용에 관한 기술, 과학 및 예술

한국 — 무기비금속물질을 주원료로하여 고온처리과정을 거친 제품

## 1. 한국 세라믹스의 역사

신라시대에는 석기, 벽돌, 청록색유리가 제조되었으며, 고려시대에는 고려청자, 청기와의 찬란한 역사가 유명하며, 조선시대에는 분청사기, 백자의 자랑스러운 역사가 있었으나 임진왜란후에는 그 발달의 줄기가 끊어져버리고 말았다. 조선시대의 말기인 구한국시대에 황족이 중심이 되어 유리나 자기의 공장이 건설되었지만 곧 일인의 영향으로 소멸되게 되었다. 1930년대에는 일인의 만주, 중국에 대한 진출정책으로 도자기, 유리, 내화물, 시멘트공장을 각지에 건설 운영하였지만 이들은 거의다 일인에 의하여 운영되었으며 우리는 노무에만 종사하는 형편이었다.

해방후 요업은 일상생활과 밀접한 관계에 있는 산업이었으므로 급속히 건설되었는데 6.25사변으로 중단되었다가 수복후에 재건되고 발전을 계속하였다.

1957년에 3대기간산업인 충주비료, 문경시멘트, 인천판유리가 건설운영되면서 근대화과정은 급속히 진행되었다. 그리고 경제개발5개년계획이 시작되면서 근대화는 가속화하여 1964년에는 요업의 각 주요분야에 걸쳐 수출이 이루어지기 시작하여 년년히 급속도로 수출이 증진되었다. 1970년대 도자기는 소성시설이 거의 터널키른화하고 주수출품목도 타일에서 식기, 노벨티류로 바뀌었고, 판유리도 프르폴식에서 펜바논식으로 바뀌고 다시 플로트식으로 개선되었다. 내화물은 점토질 위주에서 염기성내화물, 부정형내화물 등이 가세하여 발전하였고, 시멘트는 SP, NSP식으로 발전하였다.

1980년대에는 모든 분야에서 발전을 계속하였으나 파인세라믹스가 대두되면서 이에 주목하게 되었고 공장도 건설되었지만 연구경향이 파인세라믹 일변도로 바뀌어서 요업학회 발표논문의 95%를 파인세라믹스 관련논문이 차지하기에 이르렀다. 이와 동시에 세라믹스는 용어가 일반화하고, 전통적인 요업제품은 후발국의 추격을 받아 수출의 퇴조경향이 생겨나고, 파인세라믹스 분야는 선진국의 경계로 기술도입은 물론 발전도 어렵게 되었다.

원래 우리나라는 주요 요업원료의 산출국으로 전 주요원료에 대하여 가행년수가 200년을 거의 넘는 형편이어서 요업의 발전에 기초가 되었던 것인데, 이와 같은 풍부한 자원은 오히려 보다 좋은 원료를 안정하게 얻기 위한 정제기술의 발달을 저해하고 천연원료에만 의존하는 경향으로 품질향상이 저해되어 후발국의 추격을 받게 되었고, 파인세라믹스도 원료공업의 건설 없이 출발물질을 외국에 의존하게 되어 종속국의 위치에 서게 되어 버렸다.

현재 각 세라믹스 분야의 현황을 살펴 보면 우리가 세라믹스의 지속적인 발전을 위하여 하여야 할 일들이 명확히 나타나고 있다.

## 2. 도자기

도자기류의 최근의 생산상태를 보면 <표-1>과 같다.

이표에 의하면 총생산에 있어서 금액적으로 근소한 상승세를 보이고 있으나, 부가가치가 적은 타일류의 생산은 늘고 있는데 비하여 비교적 부가가치가 큰

도자기류의 생산추세

<표 1>

	단 위	1989	1991	1993	1994
타 일 류	1000평	11,826	11,826	11,826	11,826
식 기 류	1000DOZ	18,037	18,037	18,037	18,037
노 벨 티 류	1000DOZ	1,758	1,758	1,758	1,758
위 생 도 기	1000개	2,694	2,694	2,694	2,694
계	억원	3,490	3,490	3,490	3,490

식기류나 노벨티류는 생산이 급격히 줄고 있음을 나타내고 있다.

한편 수출추세를 보면 <표-2>와 같이 1988년을 한 고비로 하여 급격한 감소추세를 보이고 있는데 이는 후발국들의 추격에 기인된 것으로 보인다.

도자기류의 수출추세

<표 2>

(1000\$)

	1980	1985	1988	1990	1992	1993
타 일 류	30,138	7,350	24,313	12,473	7,980	8,146
식 기 류	43,479	52,348	94,565	72,841	37,885	27,486
노 벨 티 류	25,533	20,204	23,125	16,909	9,632	3,016
위 생 도 기	565	237	1,022	633	304	437
기 타	1,675	1,171	998	722	441	140
계	103,385	81,310	144,023	144,023	56,272	39,2255

<표-1>과 <표-2>를 보면 총생산에 있어서는 감소의 경향은 없으나 수출은 격감의 추세를 보이고 있는데 다음 <표-3>의 수입추세를 보면 수입이 수출에 비하여 극히 많은 것을 알 수 있다. 이는 주로 국산품의 품질이 크게 나아지지 않고 있음을 나타내는 것이다.

도자기의 수입추세

<표 3>

(1000\$)

	1990	1991	1992
타 일 류	35,697	28,673	23,645
식 기 류	31,724	31,017	21,410
노 벨 티 류	4,220	4,095	3,279
위 생 도 기	22,376	30,019	25,986
기 타	4,729	3,722	2,674
계	98,746	97,526	76,994

### 3. 내화물

우리나라 요업의 근대화는 주로 선진국에서의 시설이나 기술의 도입에 의하여 시작되었다고 할 수 있으므로, 내화물공업의 근대화는 그런 공업들의 유지 발전을 위하여 대체하는 성격으로 발전되었기 때문에 근대화는 이들보다 좀 늦게 시작되었다. 그러나 처음에 점토질내화물의 제조로부터 시작된 내화물은 1970년대에는 포항제철의 가동으로 염기성내화물이 발전되었고, 나아가 각 고열공업의 근대화로 부정형 내화물이 두드러지게 발전되었다.

1993년도까지의 근래의 내화물의 생산상황을 보면 <표-4>와 같이 생산량이 일본의 약 2.6분의1 정도로 팽창하였다. 그리고 일본에 비하면 아직도 정형내화물이 많이 생산되고 있다. 그리고 근래에 와서는 양적인 발전보다는 질적인 발전을 크게 이룬 것으로 보인다.

내화물의 생산추세

<표 4>

	내화벽돌		부정형		계
	M/T	%	M/T	%	M/T
1989	347,887	60.9	223,400	38.1	571,287
1990	356,992	59.1	249,003	40.9	603,955
1991	328,802	55.4	264,356	44.6	593,158
1992	314,202	53.9	268,596	46.1	582,778
1993	303,320	52.1	278,500	47.0	581,820
일본 (1993)	739,370	48.6	781,635	51.4	1,521,005
일/한	2.44		2.81		2.61

이 표에 나타난바와 같이 내화물의 생산량적인 변동은 미미한데 정형내화물은 점점 줄어가는 대신에 부정형내화물은 점차 늘어가는 추세에 있으며, 아직까지는 정형내화물의 생산량이 많지만, 앞으로는 일본과 같이 부정형내화물이 보다 많아 질 것으로 예견된다.

1973년의 내화물의 수출입상황을 보면 <표-5>와 같이 아직도 고급특수내화물의 수입이 많고 저가의 내화물은 수입에 비하여 5분의1에 해당하는 금액만큼 수출되고 있다.

내화물의 수출입 (1993)

<표 5>

	수출		수입	
	M/T	1000\$	M/T	1000\$
내화모르터	4,520	4,785	547	355
내화시멘트 및 콘크리트	3,795	3,582	491	76
부정형	4,855	5,980	11,645	4,716
단열벽돌	1,339	703	48	17
염기성벽돌	17,239	15,404	2,986	1,391
점토질 고알루미나질	10,152	11,366	3,686	2,459
SiC, ZrO <sub>2</sub>	1,469	7,651	54	49
내화갑	1,623	5,426	2,620	2,613
도가니 (흑연, 내화)	169	1,747	70	130
노즐	602	4,376	9	41
유리용도가니	117	475	209	270
계	45,433	58,268	22,384	12,242
\$/톤	1,283		547	

내화물공업의 문제점은 원료의 수출입에도 있다. 납석을 비롯하여 샤모트, 알루미나시멘트 등 비교적 저가의 제조원료도 수출은 하고 있으나 마그네시아류, 복사이트, 지르콘과 같은 고가의 천연원료와 함께 많

내화물원료의 수출입 (1993)

<표 6>

	수출		수입	
	M/T	1000\$	M/T	1000\$
샤모트	14,863	2,083	12,953	1,956
마그네시아류	154	73	127,124	19,080
납석	223,593	11,309	2,664	887
복사이트	-	-	58,058	10,240
탄화규소	23	134	19,413	18,366
코란담	86	68	34,494	24,662
알루미나시멘트	1,399	511	5,097	2,997
지르콘광	-	-	9,841	2,295
기타	170	267	30,391	14,596
계	240,179	14,244	280,622	95,077
\$/톤	59.3		338.8	

은 양의 탄화규소, 코란담과 같은 합성원료를 수입에 의존하고 있다. 특히 부정형이 늘어나면서 합성원료의 수입은 점점 늘어나고 있는데 문제가 있다(표-6).

#### 4. 유리

유리의 생산추세는 <표-7>과 같이 약간씩 늘고는 있지만 거의 담보상태라고 할 수 있다. 그러나 이것을 주요품목별로 보면 관유리, 유리섬유와 브라운관과 같이 비교적 대량생산제의 유리는 상당히 크게 증가 추세에 있는 반면 병유리와 식탁용 유리와같은 비교적 소량생산제 공장이 많은 유리는 생산이 오히려 감소하고 있다.

유리의 생산추세

<표 7>

		1991	1992	1993
관 유 리	1000C/S	16,352	18,151	19,369
	1000M/T	735.8	816.8	872.2
병 류	"	787.8	763.8	700.9
식탁주방용	"	61.4	44.3	45.5
브라운관이 화학용	"	45.7	53.9	57.0
유리섬유	"	45.0	50.0	50.0
계	1000M/T	1,675.7	1,728.8	1,734.7
광케이블	km	27,256	33,208	64,221

유리의 수출입추세 (1993)

<표 8>

(1000\$)

	수출	수입
관 유 리	17,887	74,018
병 류	6,481	6,331
식 기 류	32,157	38,369
브라운관	36,494	84,116
이화학·산업용	2,056	38,095
유리섬유	20,995	100,526
계	116,070	240,927

주요 유리원료의 수급상황

<표 9>

(M/T)

		1991	1992
규 사	내 수	2,000,161	1,891,376
	생 산	1,352,187	1,116,664
	수 출	413	38
	수 입	648,386	774,750
	수입/수요%	32.4	41.0
소 다 회	내 수	558,661	604,810
	생 산	344,791	330,911
	수 출	22,814	35,249
	수 입	236,685	309,148
	수입/수요%	42.4	51.1

1993년의 유리의 수출입상황을 보면 수출은 1억1천 6백만불인데 비하여 수입은 2억4천만불에 달하고 있는데 특히 대량생산제의 유리와 이화학용과 같은 특수유리의 수출입격차가 컸으며, 병류와 식기류는 거의 균형상태를 이루고 있다.

유리공업에 있어서도 원료문제는 심상치 않다. 규사는 가장 주된 원료인데 거의 무진장으로 보유하고 있는 원료로 취급되고 있지만 품질부적당으로 규석을 분쇄하여 은사로 만들어 섞어서 쓰던 오래며, 이제는 호주에서 수입하여 쓰게 되었으며 근래에는 동남아의 모래를 수입코자 하고 있다. 또 소다회도 수입하여 쓰고 있는 형편이다.

#### 5. 정밀요업체

정밀요업체는 80년대 들어서면서 늘기 시작하여 곧 협회를 구성하였는데 전형적인 요업체와 정밀요업체간에 명확한 구분이 되는 것이 아니고 또 대부분이 특수기능을 보유하고 있는 부품이므로 명확한 통계를 얻기가 어려우며 조사한 곳에 따라서 통계가 다르므로 정확한 통계를 얻기 어렵다. 정밀요업체의 조사에 따르면 <표-10>과 같다.

위와 같이 수요의 40~50%가 국내에서 생산되어 공급되는 것으로 되어 있기는 하나, 어느것이나 매우 원료로 사용하고 있고, 이러한 출발물질은 거의가 선진국에 의존하고 있는 형편이므로 진실된 국산품으로 볼 수 없는 것이 대부분이다.

정밀요업체의 수요와 생산 (1992)

(표 10) (억원)

	수요	생산
전열및저항재료	308	161
유전재료	1,186.5	652
자성재료	1,793	1,080
압전재료	537	34.6
반도성재료	342	144
세라믹센서	174	14.8
수정진동자	964	796.9
축매담체	199	7
절삭공구	350	186
엔지니어링세라믹스	510	130
계	6,363.5	3,206.3

6. 세라믹스관련 단체, 교육, 연구기관

세라믹스에 관련된 단체, 교육 및 연구기관으로는 (표-11)과 같이 정리될 수 있다.

한국요업학회는 년2회의 연구발표회를 갖고 월간의 학회지와 영문의 학회지를 발간하고 있으나 게재논문이 거의 정밀요업체관련이며, 원료, 도자기, 유리, 내화물, 시멘트, 전자요업 등에 관한 분과가 있어 매년 심포지엄을 개최하고 심포지엄지를 발간하고 있어서 전통요업에 관한 학회 활동의 면모를 유지하고 있다.

세라믹관계 교육은 1960년 한양대학교에 학과가 설치된 후에 대학에만 14개가 설치되었고 세라믹스 전공의 재료공학과를 설치하고 있는 대학이 22개나 되어 대학에는 모두 36개 학과가 설치되어 있는 셈인데 전문대학에는 겨우 하나, 공고에는 셋이 있을뿐으로 너무 대학에만 편중되어 있다. 세라믹연구실이 있는 연구소는 국립, 민간을 합하여 55개나 있어서 상당히 활발하게 연구를 하고 있으나 연구발표지를 내어 공표하지는 않고 있다.

7. 세라믹스의 장래를 위하여

세라믹스는 위에서 본바와 같이 장래의 지속적인

발전과 품질의 고급화를 위하여 하여야할 일들을 생각해 보면 아래와 같다.요업원료는 풍부하고 품질 좋은 것이 200년이상이나 되는 가행년수를 자랑할만치 있는 것으로 알려져 있고, 70년대까지는 이에 힘입어 발전하여 왔으나, 주로 원광공급체제를 갖고 있어 품위를 높이기 위한 정제기술의 개발을 소홀히 하고 마그네시아나 고령토, 샤모트를 제외한 제조나 합성은 발전되지 못하였다. 이의 원료공업을 본격화하는 한편 분체공급체제로의 전환이 요망된다.

세라믹스의 생산은 주로 일관작업형이었는데, 이를 공정별로 분업 전문화하는 부분을 늘려가야 할 것이며 공급원료의 품위를 고급화함과 함께 균질화하여 표준작업을 설정하고 자동화하는 범위를 높여가고 품질도 고급화하여가야 할 것이다.

정밀요업분야에서는 가장 먼저 출발물질의 국내생산화로 자급범위를 넓여가는 것이 급선무라 하겠다. 그리고 특수기능을 발휘할 수 있게 하여야 하므로 특성을 정밀하게 정확히 측정할 수 있도록 하여야 할 것이다.

거의 대학에 편중되어 교육하고 있는 현황을 타개하여 피라미드형으로 교육을 개편할 수 있도록 공고 및 전문대학에 세라믹스관련학과를 증설하여야 할 것이다. 그리고 대학이나 연구기관에서도 전통요업의 발전을 위하여 많은 정열을 기울여야 할 것이다.

세라믹스관련 단체, 교육 및 연구기관

(표 11)

학 회	1(분과 7)
협 회 및 조 합	15
세라믹계 학과가 있는 대학	14
전 문 대 학	1
공 고	3
세라믹 전공이 있는 대학	22
도 예 과 가 있는 대학	9(공예과 28)
전 문 대 학	2(공예과 4)
세라믹연구실이 있는 국립 및 정부출연연구소	7
민 간 기 업 연 구 소	48