# 난 연 제

2002. 12

고 병 열(선임연구원)
김 은 선(연 구 원)
박 영 서(책임연구원)

# 머 리 말

21세기 글로벌 산업계는 대경쟁 시대로 돌입하여, 글로벌화한 거대 기업군과 특화 사업군으로 양분되는 양상을 보이고 있습니다. 즉, 세계 산업계는 시장을 과점하는 소수의 글로벌 기업과 틈새 시장을 공략하는 이익중시 기업으로 재편되고 실정이며, 이러한 상황은 난연제 업계에서도 여실히 드러나고 있습니다. 지난 몇 년간 해외 난연제 업계는 주요 업체간의 M&A 및 전략적 제휴를 통해 공급자의 협상력을 높이고 수요업체의 consolidation을 통해 가격압력에 대응하면서 경쟁력을 높이고 있는데 반하여, 국내 난연제 업계의 대외의존도는 심각한 상황으로 국내에서 수요되는 난연제의 90%가량이 전량 해외로부터 수입되고 있는 실정입니다. 더불어 국내 전자업계는 고난연성과 함께 환경에 적합한 난연제의 사용을 의무화하고 있는 해외 수출시장에 대해 적극적으로 대처하지 못하고 있는 상황입니다.

따라서 본 보고서에서 다루고 있는 난연제는 국산화에 따라 대외의존도 탈피를 통한 산업경쟁력 강화와 함께 세계시장에서의 수출경쟁력 증강에 기여하는 바가 크다고 할 수 있습니다. 그러므로 난연제의 연구개발을 통한 국내생산을 촉진하고, 차별화된 제품으로 틈새시장 진입을 위해서는 국가차원의 전략적 육성이 선행되어야 한다고 할 수 있습니다.

본 보고서는 상기에 언급된 난연제의 국내외 시장환경을 R&D 동향, 특허정보 및 국내외 산업 · 시장에 대한 심층정보분석으로 나누어

제공하고 있으며, 이를 통해 국내 난연제 생산업계의 R&D 및 마케팅 활동에 가이드라인을 제공하고, 전기·전자 등 관련 수요업체에는 생산된 제품의 수출정책에 도움을 주는데 목적이 있습니다.

끝으로 본 보고서는 고병열 선임연구원, 김은선 연구원, 박영서 책임연구원이 집필한 것으로 노고에 감사드리며, 수록된 내용은 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 한다.

2002년 12월

한국과학기술정보연구원
원장 조 영 화

# 목 차

# 표 목차

# 그림 목차

제1장

# 서 론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

플라스틱의 용도가 건축용, 자동차용, 전기제품, 항공기, 선박 등으로 광범위하게 확대됨에 따라, 화재 발생시 안전을 고려한 난연화 필요성이 지속적으로 증대되고 있다. 더불어 최근에는 높은 난연성과 함께 환경에 적합한 재료의 개발이 강하게 요망되고 있으며, 고난연 · 저유해성 · 저발연성을 겸비한 제품의 개발이 중요한 과제로 떠오르고 있다.

난연제의 탈할로겐화와 더불어 재활용 문제가 크게 대두되고 있는 유럽에서는 할로겐계 난연제중 일부를 사용금지 시키고, 수입 제품에 대해서도 규제를 강화하고 있다. 국내 전자산업계의 주요 수출시장인 유럽지역의 이러한 요구는 난연제 수입업체들과, 난연제의 주 수요처인 국내 전자산업계에 미치는 영향이 크므로 대응책의 마련이 시급하다고 볼 수 있다.

한편, 국내에서 소요되는 난연제의 대부분이 수입되고 있는 현실을 감안해 볼 때, 중소기업의 기술개발을 유도하고, 잠재적 수요 창출을 통한 난연제의 수입의존도를 탈피하여 난연제 산업의 성장을 촉진할 필요가 있다.

국내 수지 생산업체들의 경우 국내에서 생산된 비할로겐계 난연제를 사용한다면, 수입 대체로 인한 비용 절감은 물론이고, 이를 이용한 제품의 수출이 원활해지는 효과도 가져올 수 있을 것으로 보인다. 따라서 단기적으로는 탈할로겐화로 인한 수출 저해요인(bottleneck을 해소하고, 장기적으로 국내외 난연제 시장의 사회적 니즈에 대응함으로써 국내 기업의 수출 경쟁력을 강화할 수 있으므로 국가차원의 관심과 육성이 필요한 산업이라 할 수 있다.

## 2. 연구의 목적

최근 산·학·연 등 각 분야에서 관심있는 주요 산업에 대한 종합적이고 신뢰성있는 분석정보의 수요가 증대하고 있으나, 실제 연구·분석기관들을 통한 공급은 미미한 실정이다. 따라서 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 최근 전통산업에 속하지만 사회적 가치가 높고 지속적 기술개발이 필요한 난연제를 분석대상 기술로 선정하였다. 난연제의 심도있는 기술동향분석, 연구개발동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 수행하여, 국가정책수립자에게는 국가연구개발자원의 효율적 활용과 R&D의 성공가능성을 높일 수 있는 기초분석자료를 제공하는데 일차적인 목적이 있다. 그리고 정보획득 및 분석에 한계가 있는 기업 및 연구기관들에게는 기업의 사업계획 또는 R&D계획 수립시 변화하는 기술적·사회적 요구 등을 비롯한 객관적이고 충실한 정보를 제공하는데 목적이 있다.

## 3. 연구의 방법

본 보고서에서는 시장규모가 상대적으로 큰 할로겐계, 인계, 무기계, 멜라민계난연제를 다루었으며, 경우에 따라서 염소계, 실리콘 계 등을 언급하였다.

제2장 기술동향분석에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 보유하고 있는 문헌과 최근 해외발표 저널, 전문가자문 등을 통해 난연제의 기술 및 R&D전반과, 최근 이슈화되고 있는 문제들에 대해 체계적이고 종합적인 정보분석을 수행하였다.

제3장 특허정보분석에서는 난연제에 관해 조사된 특허정보를 중심으로 특허맵핑(Patent Mapping)을 수행하였다. 즉, 20여년간의 기술흐름의 추이와 최근의 기술동향, 출원인 분석을 통한 기술의 우위현황, 기술의 주요 분포도 등을 국가 및 기술분야별 등으로 세분화·체계화하여 다각적으로 분석하였고, 도식화된 그래프를 이용하여 난연제의 기술개발 동향을 파악하고자 하였다. 난연제에 관한 특허정보분석에는한국과학기술정보연구원(http://www.kisti.re.kr)에서 제공하는 각국의 특허정보 데이터베이스를 활용하였다.

제4장 시장동향 및 전망에서는 난연제 산업의 산업구조 및 환경을 우선 분석하고, 국내외시장 동향을 조사·분석하였다. 그리고 미국, 유럽에서 발간된 최근 분석보고서, 국내 조사전문기관의 발표자료, 업계 및 연구소의 Field Survey를 통해 향후 국내외 시장을 전망하였으며, 구체적인 사업화 성공가능성을 높이기 위한 전략적 제언을 제시하였다.

제2장

# 기술동향 분석

본 장에서는 난연제의 개요, 분류, 난연메카니즘 등 난연제의 기술적 특성에 대하여 기술하였고, 사회적 니즈를 반영한 로드맵을 구성하여 현 기술의 동향 및 향후 전망 등에 대하여 분석하였다.

## 1. 난연제의 개요

### 가. 난연제의 정의 및 난연화 방법

최근 플라스틱의 용도가 건축용, 자동차용, 전기제품, 항공기, 선박 등으로 광범위하게 확대됨에 따라, 화재 발생시 안전을 고려한 난연화 필요성이 지속적으로 증대되고 있다. 플라스틱은 대부분 탄소, 수소, 산소로 구성된 유기물질로 연소하기 쉬운 성질을 가지고 있어서, 이와 같은 성질을 물리 · 화학적으로 개선해 잘 타지 못하도록 첨가하는 물질을 난연제라 한다. 이러한 난연제는 원재료, 첨가물과의 혼합성이 좋아야 하고, 최종제품의 기계적인 성질에 영향을 주지 않아야 하며, 연소시 발연 및 독성가스의 발생이 적어야 한다.

플라스틱의 난연화 방법에는 첫째, 분자 구조 변경을 통한 내열성

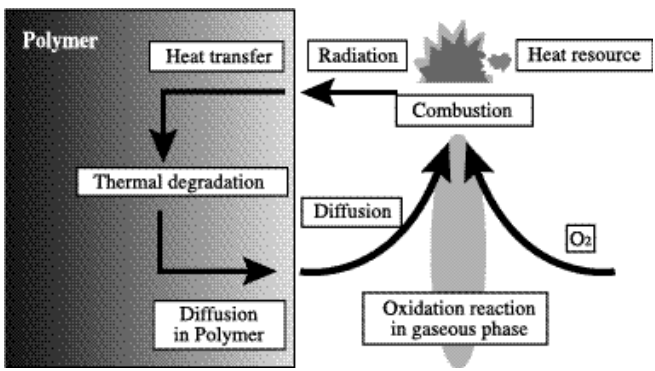
플라스틱의 제조, 둘째, 난연 성분을 플라스틱 구조내에 화학적으로 결합시키는 것(반응형 난연제), 셋째, 난연제를 플라스틱내에 물리적으로 첨가시키는 것(첨가형 난연제), 넷째, 기타 난연제 코팅 또는 페인팅을 하거나 제품 디자인 변경을 통한 내열성 향상을 도모하는 것 등을 들 수 있으며, 본 보고서에 고찰한 첨가형 난연제를 사용하는 것이 대표적으로 알려진 방법이다.

플라스틱의 연소과정은 <표 2-1> 및 <그림 2-1>과 같으며, 난연제는 가열, 분해, 연소, 불꽃확산 등의 각 과정에서 다양하게 작용한다.

<표 2-1> 플라스틱의 연소과정

| 과 정 | 결 정 인 자 |
|---|---|
| 가 열 | 비열 · 열전도도 |
| 용 융 | 용융 및 휘발잠열 |
| 노화, 분해 | 열에 불안정한 결합의 함유율, 분해잠열,<br>열의 공급속도, 분해거동 |
| 기화, 확산 | 확산속도, 산소농도, 기화열 |
| 착 화 | 분해생성물의 분포, 양, 발화점, 인화점 |
| 연소의 진행 | 연소열, 연소속도, 불꽃 전달속도 |

<그림 2-1> 플라스틱의 연소과정




자료 : 신기술동향조사 결과보고서 : 고분자첨가제, 특허청, 2001.

<표 2-2> 플라스틱의 난연방법

| 종 류 | 방 법 | 난연제의 예 |
|---|---|---|
| 냉 각 | 첨가제에 의해 연소과정에서 유지되어야 하는 열에너지를 소비시킴으로서 연소를 억제시키는 방법 | 수산화알루미늄 |
| 방어막형성 (코팅) | 가연성물질(플라스틱)이 기체와 접촉하지 못하도록 고체나 기체로 응축시켜 방어막 형성 | 인화합물 |
| 희 석 | 연소시 불연성 중질가스를 생성시켜서 연소를 진행시키는 가스들끼리의 반응을 억제시킴으로써 소화작용을 함. 자기소화성 플라스틱의 원리 | 수산화알루미늄, 삼산화안티몬 |
| 활성라디칼 흡수 | 연소반응에 참가하는 H·, OH·와 같은 라디칼을 난연제가 흡수해서 연속반응을 억제 | 할로겐계 화합물 |

플라스틱의 연소과정에서 난연제는 물리 · 화학적 방법으로 연소를 억제하거나 완화시키는 효과를 나타낸다. 이는 가열 · 분해 · 발열 등의 특정한 연소단계를 방해함으로써 가능하며 그 방법은 <표2-2>와 같다.

### 나. 난연제의 분류 및 난연 메카니즘

일반적으로 널리 사용되고 있는 난연제는 크게 첨가형과 반응형으로 나뉘고 첨가형은 다시 유기와 무기 난연제로 구분된다. 첨가형은 물리적으로 플라스틱에 난연제를 첨가해서 난연성을 향상시키지만 반응형은 플라스틱을 제조할 때 일부에 난연제를 첨가해서 화학반응을 시키고 난연성을 향상시키는 방법이다. 구성성분에 따라서는 유기계과 무기계로 분류되는데, 유기계는 주로 인계, 브롬계, 염소계 등으로 분류되고, 무기계는 수산화알루미늄, 안티몬계 제품, 수산화마그네슘 등으로 분류된다.

<표 2-3> 난연제의 구분

| 사용법에 의한 분류 | | 구성성분에 의한 구분 | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 첨가형 | 유기계 | 유기계 | 인계 | 비할로겐계 |
| | | | 질소계 (멜라민계) | |
| | 무기계 | | 인계+할로겐계 | 할로겐계 |
| | | | 할로겐계+브롬화합물, 염소화합물 | |
| 반응형 | 비닐기를 갖는것 | 무기계 | 금속수산화물계<br>- 수산화알루미늄<br>- 수산화 마그네슘 | 비할로겐계 |
| | 카르복실기를 갖는것 | | | |
| | 수산기를 갖는것 | | 안티몬계 | |
| | 에폭시기를 갖는것 | | 기타(Molybdenum계, Zinc borate계) | |

현재 브롬계 난연제는 사출시 가스 발생과 소각시 다이옥신 발생 가능성으로 관련업계에서는 비할로겐계 난연제에 대한 연구를 계속 진행 중이며, 향후 10년 내에 대체물질이 개발될 것으로 기대되고 있다. 국내에서도 비브롬계 난연제 연구동향에 따라 삼성종합화학과 코오롱이 인계 난연제 개발에 성공해 상업화한 예가 있으나 특정 모델에만 적용되고 있고, 물성문제로 ABS 등에는 적용이 어려운 것으로 알려져 있다.

향후에도 당분간 브롬계 난연제 사용량이 늘어날 것이지만 저유해성, 저발연성, 저부식성, 내열성을 겸비한 인계 난연제 및 비할로겐계 난연제의 기술 개발이 계속될 것이며, 국내 수지 및 가공업체들의 난연성 수지 생산 증가에 따른 적극적인 대응이 있을 것으로 예상된다.

네덜란드 환경청(Danish Environmental Protection Agency)에 따르면, 난연제에는 350 종류가 있으며, 다음과 같은 몇 개의 소그룹으로 분류하고 있다.

- 할로겐계 난연제
- 수산화알루미늄(무기계 난연제)
- 수산화마그네슘(무기계 난연제)
- 삼산화안티몬(안티몬계 난연제 ; 무기계 난연제에 포함되기도 함)
- 인계 난연제
- 멜라민 계 난연제
- 기타

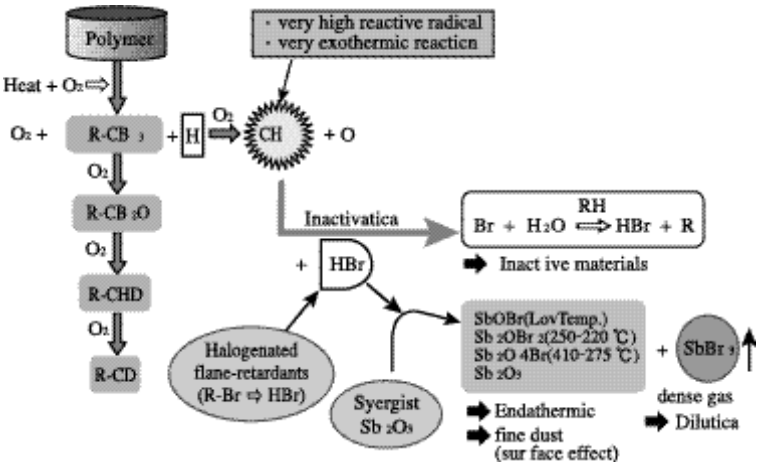
(1) 할로겐계 난연제

할로겐계 난연제는, 브롬계와 염소계로 나눌 수 있지만, 브롬계 난연제가 압도적으로 많다. 브롬계 난연제는, 난연화 효과가 뛰어나며, 비용대비 성능 면에서 뛰어난 난연제로, 전기기기나 OA기기의 하우징 재료, ABS 수지나 PS, PBT, PET, 에폭시 수지 등의 주요 난연제로서 사용되고 있다.

현재 환경문제로 가장 큰 압박을 받고 있으나, 난연특성이 매우 우수하고, 아직까지는 브롬계 난연제를 대체할 만한 난연제가 개발되지 않아 국내외에서 계속되고 있는 대체제에 대한 연구와는 별도로 브롬계 난연제의 수요가 해마다 늘고 있다. 이는 난연성 규제가 정립된 미국, 일본, 유럽 지역으로의 수출 시장을 확보하기 위해 TV, VTR, 컴퓨터 등 전자기기 외장재를 비롯해 가구, 섬유 등으로 적용범위가 점차 넓고 다양해지고 있기 때문이다.

할로겐계 난연제의 난연 메카니즘은 다음과 같다. 주된 메카니즘은 가스상에서 라디칼 트랩 효과에 의한 활성OH 라디칼의 안정화이다.

<그림 2-2> 할로겐계 난연제의 난연 메카니즘




자료 : 신기술동향조사 결과보고서 : 고분자첨가제, 특허청, 2001.

<난연 메카니즘>

RX R· + ·X

X· + RH R· + HX

HX +H $H_2$ + ·X

HX + ·OH $H_2O$ + ·X

연소의 추진역할을 하는 활성 OH와 활성 H가 라디칼 HX에 의해 트랩되어 안정화되는데, HX는 불연성이고 희석효과와 함께 산소를 차단하는 효과도 있다.

(2) 무기계 난연제

무기계 난연제는 종류가 많지만 주로 플라스틱용으로 생산되는 수

산화알루미늄, 산화안티몬(삼산화, 오산화), 수산화마그네슘, 주석산아연, 인제품, 구아니딘계, 몰리브덴산염, 지르코늄 등이 무기계 난연제에 포함된다. 이러한 난연제들은 각각 특성이 다르고 첨가하는 양에 따라 많게는 수지 양의 50배이상에서 소량 첨가하는 것까지 다양하다.

무기계의 주요제품은 수산화알루미늄, 안티몬계로 수산화알루미늄은 가격이 싸고 첨가량이 많아 일본에서 연간 4만톤 이상의 수요를 보이고 있다.

수산화알루미늄은 무기계의 대표적인 난연제로 난연제 전체의 30%를 차지하고 있다. 수산화알루미늄은 무독성(할로겐 비함유), 저발연성으로 가공기계의 부식성이 적고 전기절연성도 우수하며 가격이 싸기 때문에 현재 가전제품, 자동차, 건재, 전선, 케이블 등의 분야에 난연 충진제로 사용되고 있다. 수산화알루미늄은 기본적으로 흡열량이 470kcal/kg로 높고, 고분자의 온도가 낮도록 연소를 억제한다. 한편, 분해도는 200℃ 이상이고, 고분자의 성형가공 온도범위에 안정적이기 때문에 사용이 가능하다. 난연화 대상 수지로는 UPE, 페놀, 에폭시, 멜라민, 아크릴 등의 열경화성 수지를 비롯해 PVC, PE, PP, EVA 및 합성고무, 라텍스, 제지, 합성섬유 등이다.

난연제로서 삼산화안티몬은 시너지효과가 크기 때문에 보통 염소계, 브롬계 등의 할로겐 난연제와 함께 사용되고 있다. 난연제 대상은 UPE, 페놀, 에폭시, 폴리우레탄, PVC, PE, PP, PS, ABS 등의 각종 범용합성수지와 고도의 난연효과가 요구되는 각종 엔지니어링 플라스틱까지 광범위하게 사용되고 있지만 투명성을 요구하는 MMA수지 등에는 아직 적용되지 않고 있다.

수산화마그네슘은 각종 산화마그네슘의 원료, 중간체로서 사용되

고 있는데, 배합량당 난연효과는 수산화알루미늄보다 우수한 것으로 알려지고 있다. 특히 적인, 카본블랙 등과 병용하면 난연효과가 상당히 향상되는 것으로 알려져 있다. 수산화마그네슘은 폴리올레핀, 나일론, PVC 등과 일부 합성고무 등에도 사용되고 있다. 현재 가격이 싸고 유독가스 및 연기발생을 억제하는 등의 특징을 가지고 있기 때문에 향후 안정적인 수요가 예상된다.

<난연 메카니즘>

주로 탈수반응에 의한 흡열에 의해 연소를 지연 저지한다.

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{180\text{-}200^{\circ}C} Al_2O_3 + 3H_2O - 298kJ/mol$$

$$Mg(OH)_2 \xrightarrow{332^{\circ}C} MgO + H_2O - 328cal/mol$$

$$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O \xrightarrow{250^{\circ}C} Al_2O_3 + CaO + H_2O - 340cal/mol$$

세번째 반응식에서는 $Al_2O_3$의 생성과 함께 단열층이 형성되어 난연작용을 한다.

붕소화합물 $2H_3BO_3 \xrightarrow[-2H_2O]{130\text{-}200^{\circ}C} 2HBO_2 \xrightarrow[-H_2O]{260\text{-}270^{\circ}C} B_2O_3$

붕소화합물의 경우 수분과 함께 녹아, 팽윤, 용융물로 된다. $B_2O_3$는 325℃ 에서 녹아, 500℃에서 유동상태로 된다.

(3) 인계 난연제

인계 난연제는 크게 무기계와 유기계로 나눌 수 있다.

무기계로는 크게 적인, 암모늄 포스페이트, 암모늄 폴리포스페이트 등이 사용되고 있다. 적인은 응축상에서의 분해를 방해하고 탄화율을 높혀서 난연작용을 하며 주로 나일론 에폭시 수지 등에 쓰인다. 암모늄 포스페이트는 셀룰로스, 직물, 종이, 나무 등에 사용되고 있으며, 암모늄 폴리포스페이트는 탄화 촉진을 통한 난연작용으로 폴리엔, 에

<표 2-4> 지방족 유기인 첨가제 및 할로알킬 포스페이트의 특징

| 화합물명(제조사:제품명) | 특 징 | 주 용 도 |
|---|---|---|
| Trioctyl phosphate | 저온에서도 유연성을 갖고 물에 강하다. | 저온을 견뎌야 하는 비닐 상품 특히 방수외투, 위장물 등에 사용 |
| Dimethyl methylphosphate | 점도가 낮고 할로겐화 폴리에스테르에 첨가되면 난연성이 크게 증가된다. | ATH가 섞여 있는 폴리에스테르 수지, 강화 우레탄폼, 다른 난연제 합성의 유도체로도 사용 |
| Trimethylolpropane methylphosphonaic oligomer | 점도가 낮다. | 폴리에스테르 섬유 |
| Penthaerythritol phosphate (Orate Like: CHARGUARD 329. CN 1197) | 탄소 골격으로 인한 열적 안전성이 있음. 연소시에는 탄화물이 생김. 멜라민같은 질소를 포함하고 있는 물질과 함께 사용할 때 가장 효과적임 | 에폭사이드와 불포화 폴리에스테르의 합성물, 폴리프로필렌 |
| Cyclic neopentyl thiophosphoric anhydride(Sandor) | 산, 염기 하에서 강하고 많이 세탁해도 씻기지 않는다. 가수분해에 강하다. 열을 흡수하고 물을 방출하기 때문에 물질에서의 열전달을 방해한다. | 점도높은 하이온 섬유, 셀룰로오스 |

틸렌-비닐 아세테이트, 우레탄 탄성중합체에 첨가되어 사용된다. 유기계에는 <표 2-4>와 같이 지방족 유기인 첨가제 및 할로알킬 포스페이트 등이 있으며, 이 때 chloroalkyl 작용기는 난연제가 증발하거나 물에 녹아 씻기는 것을 막아준다. 방향족 포스페이트 중 트리아릴 포스페이트는 80년전에 처음으로 합성되어, 가연성인 셀룰로오스 나이트레이트나 아세테이트의 난연제로 사용되어 왔으며, PVC가 양산되면서부터는 비닐 가소성 난연제로서 사용되고 있다. 주 용도는 차량 내장재, 전선 절연체, 컨베이어 벨트, 비닐 폼 등이며, 최근에는 폴리브롬 첨가제와 함께 유연성이 있는 폴리우레탄 폼에 쓰이고 있다. 대

<표 2-5> 방향족 포스페이트의 특징

| 화합물명(제조사:제품명) | 특 징 | 주 용 도 |
|---|---|---|
| Triphenyl phosphate | 경우에 따라 프탈레이트 등의 가소제와 같이 쓰이기도 한다. | 사진용 안전필름, 셀룰로스 나이트레이트, 열가소성 강화 우레탄 폼 |
| Tricresyl phosphate (Akzo:LINDOL) | 증발성 낮다. 비누와 반응에 대해 안정. 기름에 의한 추출에 안정. o-isomer는 신경독성 있다. | 유연성 PVC, 셀룰로스 나이트레이트, 메틸셀룰로스 코팅, 비닐 방수외투, 컨베이어 벨트, 전선 절연체 |
| tert-Butylphenyl diphenyl phosphate | PVC의 용매화(solvation)가 좋음<br>이소프로필 페닐 구조보다 가소성은 떨어지지만 더 안정 | 폴리페닐렌 옥사이드, 폴리스티렌, 비닐 폼 |
| Tetraphenyl m-p-phenylene diphosphate (Akzo, Dai Haehi) | 증발성 낮다. 트리아릴 포스페이트에 비해 인의 구성비가 높다. | 폴리페닐렌 옥사이드나 고무 등의 열가소성 수지 |
| Tris(2,4-dibromophenyl) phosphate (FMC: KRONITEX PB:460 | 열안정성 높다. 브롬이 포함된 다른 난연제와는 달리 산화안티몬 없이도 사용 가능 | 열가소성 폴리에스테르(특히PBT), 폴리카보네이트, ABS |

<표 2-6> 수산화기를 갖는 유기 인 화합물의 특징

| 화합물명(제조사:제품명) | 특 징 | 주 용 도 |
|---|---|---|
| N N'bis (2-hydroxycthyl) aminomethylphosphonate (Akzo:FYROL 6) | 가수분해에 대해 강하다. 점도 낮고 폴리올 촉매와 잘 섞이기 때문에 사용 쉽다. | 벽이나 지붕에 쓰이는 절연용 강화 우레탄 폼 |
| Hoechst:EXOLIT 413 | 유연성 폼에 쓰이는 폴리올 난연재료 | 유럽에서 자동차 시트에 쓰임 |
| Akzo:FYROL 51 | 말단 수산화기로 인해 아미노플라스트, 페놀 수지, 폴리우레탄 등에 쉽게 도입 | 자동차의 종이 공기여과관, 커튼용 직물의 코팅(영국과 캐나다의 안전기준에 부합) |

표적인 방향족 포스페이트의 종류 및 특징을 <표 2-5>에 제시하였다.

수산화기를 갖는 유기 인 화합물(<표 2-6>)은, 빌딩과 운송용 차량에 쓰이는 강화 우레탄 폼의 가연성이 큰 위험으로 대두되면서 난연제 개발을 위한 노력이 많이 있었고, 그 중 하나가 수산화기를 갖는 인 화합물을 도입하려는 맥락에서 개발되었는데 상용화된 것은 그다지 많지 않다.

인을 포함하는 메틸올 화합물은 면이나 혼방 등의 직물에 주로 쓰이며, 산업용 의복, 군복, 병원 용품, 커튼, 침구류, 어린아이 잠옷 등에 이미 상용화되어 있다.

불포화 인 화합물, 즉 비닐 또는 알릴 인 화합물 난연제를 만들고자 하는 노력이 있었지만 상용화된 것은 그리 많지 않다.

<난연 메카니즘>

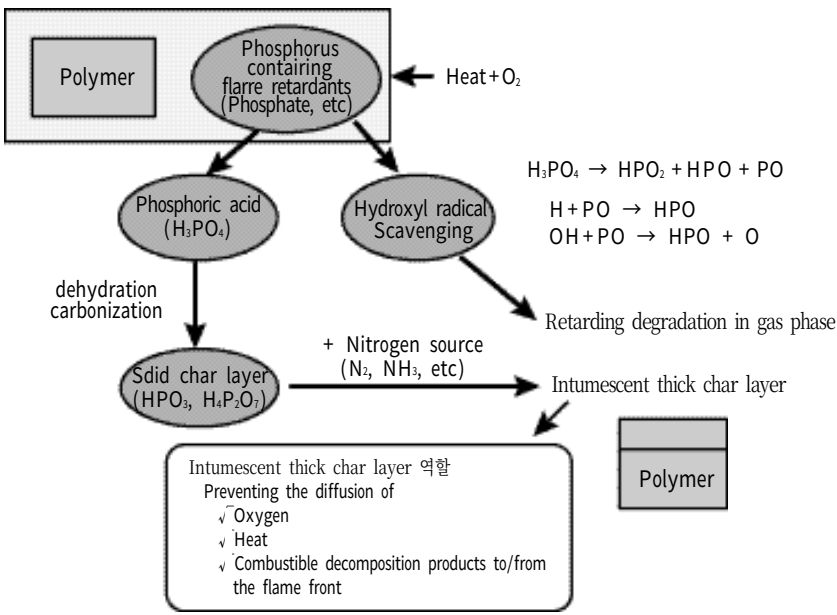
열분해에 의해 인산 메타인산 폴리메타 인산을 생성해, 인산층에 의한 보호층의 형성과 폴리메타 인산에 의한 탈수작용으로 생성된 char에 의한 차단 효과가 주로 작용한다.

$$R\text{-}OP \rightarrow \text{알겐} + HOP \rightarrow HO\text{-}P\text{-}OH$$

$$\rightarrow HOP\text{-}P \cdots OPOH + H_2O$$

주로 고상에서 효과를 나타내지만, 기상에서도 H원자를 $H_2$로서 안정화시킨다.

<그림 2-3> 인계 난연 메카니즘




자료 : 신기술동향조사 결과보고서 : 고분자첨가제, 특허청, 2001.

(4) 멜라민계 난연제

할로겐계 대체 난연제로서 새로운 난연제 개발의 요구가 증가함에 따라 인계, 무기계와 더불어 주로 서유럽에서 사용량이 증가하고 있다. 할로겐계보다 독성이 적으며, 취급이 용이한 특성이 있다. 특히, 멜라민을 함유한 연질 폴리우레탄 폼 제품의 열분해시 독성기체의 발생이 없으며, 다른 난연제보다 연기의 발생이 적다. EPA는, 멜라민은 환경에 대한 독성의 위험 정도가 낮으며, 인간의 건강 및 환경에 역행하는 영향을 주는 증거가 없다는 연구결과를 발표하였다. 따라서 멜라민은 독성화학물질의 분류인 SARA의 Title III. 313 조항에 포함되지 않는다.

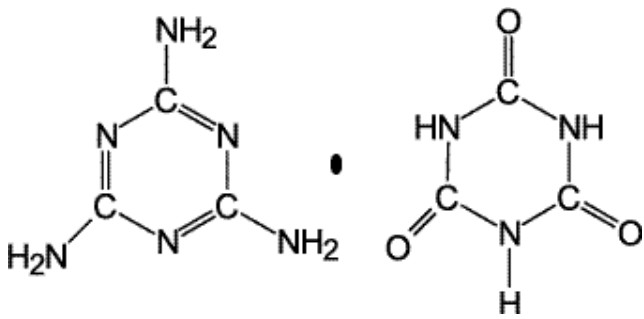
멜라민계 난연제의 우선 적용 가능성이 있는 분야로는, 대표적으로 나일론, 폴리우레탄 등이 있으며, 에폭시, 폴리에스테르, PBT, 폴리프로필렌 등도 가능성이 제시되고 있다.

현재 국내에서는 나일론의 일부용도에 난연제로 멜라민 시아누레이트(melamine cyanurate : MC)가 사용되고 있으며, 다른 분야에서는 멜라민계 난연제에 대한 정보 부족으로 최근에야 적용실험이 시도되고 있는 상황이다.

대표적인 난연제인 멜라민 시아누레이트는 다음과 같은 특징이 있다.

- 열안정성이 우수하다. (weight loss %)
  · TGA isotherm 275 ~ 0.40
  · TGA isotherm 300 ~ 0.75
- 물에 대한 용해성이 낮다.(< 0.01g/100ml)
- 사용중 혹은 화재시에도 독성이 없다.

<그림 2-4> 멜라민 시아누레이트의 구조



- 취급이 용이하다.
- 가공이 용이하다(compounding, molding).
- 열적, 화학적으로 안정하다.
- 리싸이클이 쉽다.

포스페이트계로는 멜라민 포스페이트, 디멜라민 포스페이트, 멜라민 파이로포스페이트의 세가지가 상용화되어 있는데, 잘게 잘라져 있

<표 2-7> 멜라민계 난연제의 난연 메카니즘

| 난연 메카니즘 | 멜라민 | 멜라민 시아누레이트 | 멜라민 포스페이트 |
|---|---|---|---|
| Affect degradation reactions | Y | Y | Y |
| Heat Sink | Y | Y | Y |
| Inert Gases | Y | Y | Y |
| Char formation | | | Y |
| Intumescence | | | Y |
| Heat Insulation | | | Y |
| Heat transfer (Dripping) | | Y | |

는 고체로서 코팅이나 열가소성 수지에 분산시키는 데 적절하며, 최근에는 폴리올레핀에도 쓰이고 있다. 지금까지의 연구결과로는 열이 가해지면 멜라민이 분해되면서 멜라민과 인산이 각각 응축되며, 난연작용은 주로 흡열반응과정과 응축상에서의 메카니즘 등에 기인하는 것으로 알려져 있다.

(5) 기 타

그외에도 현재 연구되고 있는 난연제 및 난연 메카니즘은 다음과 같다.

(가) 실리콘 고분자

$$\underset{\text{유기화합물}}{SiO_2\ (\text{fumed})} \xrightarrow{\text{연소}} SiC,\ CO,\ CO_2,\ H_2O$$

(나) Pt 화합물에 의한 실리콘 고무의 난연화

(다) 페로센, 유기산(푸마르산, 말레인산 등)에 의한 난연화, 저발연화

(라) 트리아진, 멜라민시아누레이트, 구아니진 화합물에 의한 난연화

(마) CuO, Cu2O에 의한 저HCN 가스화

(6) 각 난연제의 시너지 효과

시너지효과는 수화금속화합물과 할로겐과의 시너지효과, 수산화금

속화합물과 인과의 시너지효과, 인과 할로겐과의 시너지효과 등 다양하게 존재한다.

대표적인 시너지효과로서, 삼산화안티몬(오산화안티몬)과 할로겐이 반응해 다음과 같이 SbOCl, $SbCl_3$를 발생시킨다.

$$Sb_2O_3 + 2HCl \xrightarrow{250^{\circ}C} 2SbOCl + H_2O$$

$$5SbOCl \xrightarrow{245\text{-}280^{\circ}C} Sb_4O_5Cl_2 + SbCl\uparrow$$

$$4Sb_4O_5Cl_2 \xrightarrow{410\text{-}475^{\circ}C} 5Sb_3O_4Cl + SbCl\uparrow$$

$$3Sb_3O_4Cl \xrightarrow{475\text{-}565^{\circ}C} 4Sb_2Cl_3 + SbCl_3\uparrow$$

여기에서, SbCl은 HCl을 생성해 라디칼 트랩 효과를 나타내며, $SbCl_3$도 무거운 기체로서 산소의 차폐효과를 나타내며, SbOCl은 탈수탄화작용을 발휘한다. 또한, 금속산화물이 SbOCl의 TGA 거동을 변화시키는데, CaO, ZnO의 경우 SbOCl의 TGA 거동을 25-50℃ 고온쪽으로 이동시키고, CuO, $Fe_2O_3$, $TiO_2$의 경우는 30-100 저온쪽으로 이동시킨다. Sb/Cl의 적정비는 1 : 3의 부근에 존재한다.

인과 할로겐의 상승효과로는 기상에서 효과가 있는 할로겐과 고상에서 효과가 있는 인이 효율적으로 균형을 이루어 뛰어난 효과를 나타낸다. 할로겐화 인과 옥시할라이드가 생성되어, 자유 라디칼의 트랩효과를 나타내고, HX보다 무겁기 때문에 계의 가운데에서 장시간 체류하며, 반응의 기회가 높다. 특히 할로겐화 인은 분자량이 높고 무겁기 때문에 $O_2$의 차단효과가 크다.

## 2. 난연제의 특성

### 가. 난연규제 동향

최근 새로운 난연제의 개발은 환경문제에 대한 연구를 우선으로 하고 있으며, 당초부터 환경문제를 우선시하는 그 자체가 난연제의 급격한 변화를 의미한다고 할 수 있다. 불과 수년전만 하더라도 새로운 난연화 방법 및 보다 저렴한 난연제 생산이 주된 연구과제였으나 현재는 환경 친화적이지 않으면 성능이 아무리 우수해도 소용이 없어지고 있다[1].

<표 2-8> 주요 난연 규제의 동향

| 연대 | 주요 난연 규제의 동향 | |
|---|---|---|
| 1970 | · UL492로부터 UL 1270, UL 1410으로 분할<br>· IEEE 원자력 케이블의 규격화 | · BAM(블루 엔젤 마크) 지정 |
| 1980 | · UL 규격에 EMI 규제 도입<br>· 전기취급법에 IEC 규격 추가<br>· CSA 재료 등록 제도 발족 | · UL과 CSA 상호 승인 제도<br>· NTT, 비할로겐 난연통신 케이블 규격 제정 |
| 1990 | · UL의 캐나다용 인정 제도<br>· 다이옥신 관련 법안 독일<br>· 연방회의 승인<br>· 일본 S마크 제도 발족 | · BAM 에코라벨 규제 강화<br>· TCO-95(복사기, 컴퓨터, 프린터) 규제<br>· White Swan(북유럽 5개국) 에코라벨 규제<br>· JCS, 에코 케이블 규격 제정 |
| 2000 (예측) | · 유해성 데이터의 축적에 의한 에코라벨의 규격치 재검토<br>· 리사이클의 규격 도입<br>· 제품별 국제규격 통합 추진(ISO, UL, CSA, IEC, JIS)<br>· 에콜로지컬 제품 규격의 증가와 용도별 사용 구분 방법의 규격화 | · 난연성 평가 방법의 진보와 규격 도입 |

자료 : www.cischem.com/classify/cma/cma _ 011115 _ 1 _ 26.asp

1) www.cischem.com/chemical _ report/cr _ 74/cr74 _ 34.asp

현재 난연제에 대한 사회적 요구는 안전성, 폐기처리와 함께 재활용으로 요약될 수 있으며, 향후 제품을 최종처리 하는데 있어서 사회적 문제에 대한 책임을 업체들에 묻는 범위가 넓어져, 환경 규격이나 규제에 적극 대응할 수 있는 업체들이 우위에 서게 될 것으로 보인다. 따라서 관련 업체들은 현재 유럽의 환경규제 현황이나 난연 규격·규제에 주목할 필요가 있다.

최근들어 난연 규제의 예상되는 움직임에 대하여 정리하면, 다음과 같은 방향이 제시되고 있음을 알 수 있다[2].

① 에콜로지컬 제품 규격의 증가, 재검토와 용도별 재료의 사용 분류, 예를 들어, 전선·케이블 분야에서는 JCS에코 케이블 규격 이외에 기기 배선, 캡타이어 케이블 등의 에코 규격이 제정되어 옥내나 밀폐 환경에서는 환경 대응형 난연 재료 증가.

② 난연제, 난연 재료에 관한 연소가스의 유해성 데이터 축적, 에코 규제의 재검토와 동시에 규격 안정기간을 한정하는 움직임 출현.

③ 국제 규격 통합이 진행되어 UL, CSA, IEC, JIS, 각종 유럽 규격의 정리 통합 추진.

④ 아시아 발전 도상국의 규격 정비가 진행되어 일시적으로 규제가 다양화되지만 서서히 통합.

⑤ 난연 재료의 리사이클에 관한 규제 마련.

⑥ 난연 규격에 도입되는 평가 시험 방법으로서, 콘칼로리미터처럼 재현성이 높은 방법 채택률 증가 및 더욱 새로운 방법이 개발되어 유해가스, 연기, 난연성 평가의 정밀도 증대

⑦ 현재, 문제시 되는 염화비닐의 대체 재료 개발·실용화가 진행,

2) 자료 : 시스켐닷컴社, 2001.

염화비닐과 병용됨과 동시에 독자적인 규격 제정.

즉, 모든 움직임은 최근 크게 관심의 초점이 되고 있는 할로겐계 난연제의 환경 위해성과 직 · 간접적으로 관련이 있다.

이와 같은 사회적 니즈 및 기술적 니즈를 주요 난연제의 기술 및 시장동향의 기회요인과 제한요인으로 구분하고, 이와 직간접적으로 관련된 기술개발 동향을 살펴봄으로써 궁극적으로 기술 로드맵을 다양하게 구성하였다.

### 나. 환경규제 동향

브롬계 난연제는 10년전부터 유해성 여부 및 환경문제와 관련, 대체 요구가 제기돼 왔으나, 이를 대체할만한 성능과 경제성을 지닌 물질이 아직까지 개발되지 못하고 있다. 이러한 상황에서 아직도 브롬계를 포함한 할로겐계 난연제는 전세계적으로 가장 큰 비율을 차지하는 난연제로 자리잡고 있다.

물론, 제품의 안정성과 화재시 인체 유해성을 놓고 많이 논의가 되어 왔지만 현재까지의 성능면이나 비용면에서 이를 쉽게 대체한다는 것은 매우 어려운 일이다. 그렇기 때문에 미국 · 일본의 경우는 화재로 인한 피해 방지 비용이 가장 적게 들고 효과적인 방법으로 난연제 사용을 강화하고 있고, 비할로겐계 난연제에 대한 연구를 계속하고 있지만, 할로겐계 난연제에 대한 특별한 규제는 하지 않고 있다.

반면, 유럽의 경우는 난연제에 대한 환경 유해 규정에서 가장 앞서 나가고 있다. 독일은 블루엔젤, 핀란드 · 네덜란드 · 벨기에는 화이트스완이라는 환경마크 제도를 실시해 소각시 다이옥신 발생 여부 가능성을 근거로 일부 업체별로 규제를 하고 있다. 기업별로 브롬계 난

연제 규제를 통해 환경친화적인 기업이미지를 부각시키고 있지만, 난연성을 확보하기 위한 생산비용이 많이 소요되는 것이 여전히 문제점으로 남아 있다.

### 다. 난연제의 기술개발 및 시장침투의 기회요인과 제한요인

Frost & Sullivan 등 주요 산업·시장 분석기관들의 예상에 의하면, 난연제 산업의 향후 개발 및 시장 침투의 주요 기회요인 및 제한요인을 <표 2-9>와 <표 2-10>과 같이 제시하고 있다.[3)]

<표 2-9> 주요 난연제의 개발 및 시장침투의 기회요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 화재안전성규제 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 플라스틱의 사용량 증가 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 3 | 주요 사용자 시장추이 | 钬 | ◎ | ◎ |
| 4 | 엔지니어링 플라스틱의 시장성장 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 5 | 새로운 제품의 출현 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 6 | 로비에 의한 난연제의 수요 촉진 | △ | △ | △ |

◎ : 영향력이 매우 큼　　钬 : 큼　　△ : 보통

<표 2-10> 주요 난연제의 개발 및 시장침투의 제한요인

| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 수요자의 M & A | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 수요자의 가격인하요구 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 3 | 미국경제의 불황 | ◎ | △ | △ |
| 4 | 환경문제의 부각 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 5 | 화학산업에 대한 부정적 인식 | △ | △ | △ |

3) 자료 : Frost & Sullivan,“ 유럽의 난연제 시장", 2001.

이를 다시 주요 난연제별로 고찰하여 단원 (1) 이하에 제시하였고, 이를 바탕으로 각 난연제의 시장 경쟁력을 도출하였다.

(1) 브롬계 난연제

<기회요인>

브롬계 난연제는 많은 고분자에 다양하게 적용할 수 있고, 고분자의 물성에 영향을 미치지 않을 정도의 소량으로 높은 난연효과를 낼 수 있다. 즉, 기본적인 성능에서 장점을 가지고 있고 이 점이 기회요인으로 작용한다. HIPS, ABS, PBT 등의 고분자에는 가격 대비 성능 면에서 브롬계에 근접할 수 있는 난연제가 거의 없다고 볼 수 있다. 또한 브롬계 난연제는 전기전자 산업에 많은 양이 사용되고 있으며, 이 점이 크게 기회요인으로 작용한다. 또한 EBFRIP 등 관련단체의 적극 홍보가 뒷받침되고 있다.

<제한요인>

현재 브롬계 난연제는 가격하락으로 인하여 수익성에 큰 압박을 받고 있으며, 주요 시장주도 기업 간의 심한 경쟁은 이를 부추키고 있다. 또한, 최근들어 저발연성 및 저독성에 대한 요구가 증대되고 있어 분해시 방향족 탄화수소에 의한 soot와 연기가 심한 브롬계 난연제의 제한요인으로 부각되고 있다. 브롬계 난연제의 환경문제는 플라스틱의 재활용 측면에서 시작되었는데, 플라스틱 소각시 브롬계 난연제가 다이옥신을 유발하는 것에 기초하였다. 최근에는 동물의 모유에 영향을 준다는 연구결과도 보고된 바가 있으며, 이미 유럽에서는 성장률이 점차 감소 추세에 있다. “ German Blue Label"이라고도 칭

<표 2-11> 브롬계 난연제 : 기회요인과 제한요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 다양한 적용가능성 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 사용자 시장의 성장 | 钖 | 钖 | 钖 |
| 3 | 관련연합회의 로비 | 钖 | 钖 | △ |
| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
| 1 | 가격하락 | ◎ | 钖 | 钖 |
| 2 | 화재안전 규제 | 钖 | 钖 | ◎ |
| 3 | 환경문제의 부각 | 钖 | 钖 | ◎ |
| 4 | Eco-Label Schemes | △ | △ | △ |

하는 에코라벨 계획은, 비록 강제 규약은 아니지만 브롬계 난연제를 사용한 최종제품의 판매에 적지않은 영향을 미치고 있다.

(2) 수산화알루미늄(ATH: Aluminium Trihydroxide) 난연제

<기회요인>

영국 통계청 자료에 의하면 화재시 죽음의 원인 중 대부분이 연기에 의한 질식사로 보고하고 있고 관련 연구가 많이 진행되고 있다. 수산화알루미늄은 이런 점에서 매우 큰 기회요인을 획득하고 있다고 볼 수 있으며, 이는 수화물의 특징에 기인한다. 또한 무기계인 수산화알루미늄은 플라스틱의 소각 및 재활용을 용이하고 안전하게 한다. 즉, 수산화알루미늄 난연제를 통하여 브롬계 난연제의 제한요인 극복이 가능함을 알 수 있다. 수산화알루미늄 관련 연구는 최근에 비교적 활발히 이루어지고 있으며, 새로운 제품의 개발(Nabaltec 社, AlOOH)이 진행되어 지속적으로 부가가치를 높이고 있다.

<표 2-12> 수산화알루미늄 난연제 : 기회요인과 제한요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 저발연성, 저독성에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 재활용제품에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 3 | 탈할로겐화 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 4 | 새로운 제품의 개발 | △ | △ | △ |
| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
| 1 | 기술적 한계 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 수산화마그네슘과의 경쟁 | 钬 | 钬 | 钬 |

<제한요인>

수산화알루미늄은 사용온도가 200 이하로 제한되어 용도에 상당 부분 제한을 받는다. 또 하나의 제한요인은 적용된 고분자가 물성을 유지하기 위해서는 다량의 충진제를 사용해야 한다는 점이다. 예를 들면 수산화알루미늄은 폼 형태의 수지에는 적용할 수 없으며, 이에 따른 적용범위가 제한된다는 것을 의미한다. 단, 다른 물질과 혼합해서 사용할 경우 적용범위의 확대가 가능하다. 수산화마그네슘은 수산화알루미늄의 가격이 상승함에 따라 대안으로 등장하였으며, 분해온도가 상대적으로 높아 수산화알루미늄보다 더 광범위한 적용이 가능하다

(3) 수산화마그네슘(Magnesium Hydroxide) 난연제

수산화알루미늄의 대용품으로 출발하였으나 다른 난연제와 비교해 다음과 같은 많은 장점들을 가지고 있다.

· 부식성이 없다.
· 연기의 발생이 적다.
· 산성기체를 발생시키지 않는다.
· 환경측면에서 안전하다.
· 재활용이 가능하다.
· 연소기체에 의한 부식이 없다.
· 착색에 문제가 없다.
· 연소기체의 독성이 적다.

<기회요인>

수산화알루미늄과 유사하게 저발연성, 저독성에 대한 요구, 재활용 제품에 대한 요구, 탈할로겐화에 대한 요구를 충족시킨다. IT 산업의 발달로 여기에 사용되는 재킷, 와이어 등 관련시장이 성장하고 있다는 점도 기회요인이며, 상대적으로 연구개발에 대한 투자가 많이 이루어지고 있고, 또한 가격이 지속적으로 하락함에 따라 강점이 있는 영역(고온에서 고분자를 처리하는 경우)에서 시장을 키워가고 있다.

<표 2-13> 수산화마그네슘 난연제 : 기회요인 및 제한요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 저발연성, 저독성에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 재활용제품에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 3 | 탈할로겐화 | 钎 | 钎 | ◎ |
| 4 | 수요시장의 성장 | 钎 | 钎 | 钎 |
| 5 | 투자 | 钎 | 钎 | 钎 |
| 6 | 가격하락 | 钎 | △ | △ |
| 7 | 고온 플라스틱 가공가능 | △ | △ | △ |
| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
| 1 | 기술적 한계 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 높은 가격 | ◎ | ◎ | 钎 |

<제한요인>

많은 양을 사용해야 한다는 점이 기술적으로 해결해야 할 부분으로 판단되며, 아직까지는 고가라는 점도 제한요인으로 작용한다.

(4) 삼산화안티몬(Antimony Trioxide) 난연제

삼산화안티몬 난연제는 단독으로 쓰인다기보다는 할로겐계 난연제와 혼합 사용하여 시너지 효과를 노리는게 보통이다. 단독으로 쓰일 경우, 난연성은 극히 제한된다.

<기회요인>

삼산화안티몬 난연제는 개발비용이 상대적으로 적어, 응용제품의 개발이 쉽고 가격이 저가라는 점이 기회요인으로 작용한다.

<제한요인>

Danish List에 올라있는 독성물질이어서 환경문제에 대응할 수 없

<표 2-14> 삼산화안티몬 난연제 : 기회요인 및 제한요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 개발비용 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 가격 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
| 1 | 환경문제 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 발암물질로 분류 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 3 | 탈할로겐화 | 钎 | 钎 | ◎ |
| 4 | 에코라벨 | 钎 | 钎 | 钎 |
| 5 | PVC의 사용제한 | △ | 钎 | 钎 |

는 단점이 있다. 게다가 유럽 Council Directive 67/548/EEC에 의하면 발암물질로 규정되어 있고, 할로겐계 난연제와 시너지 효과를 위하여 사용된다는 점도 탈할로겐화 요구에 역행하는 요인이 된다. 주용도가 PVC라는 점도 PVC의 사양화에 비추어 큰 제한요인이 되고 있다.

(5) 인계 난연제

<기회요인>

인계 난연제는 우선 적용범위를 지속적으로 확대시키고 있다. 예를 들어, Akzo Novel社의 Fyrolflex는 컴퓨터 장비에 광범위하게 쓰이는 PC/ABS, PPO/HIPS에 적용이 가능한 것으로 알려져 있다. 탈할로겐화의 요구를 만족시키는 점은 매우 기본적인 사실로 받아들일 수 있다. 사실 현재 인계 난연제가 저독성 및 고성능의 두 가지 측면을 만족시키면서 할로겐계 난연제의 대체품으로 각광을 받고 있다. 재활용제품에 대한 요구에도 부응하여 인계 난연제는 플라스틱의 소각 및 재활용을 용이하고 안전하게 한다. 화재발생시 연기에 대한 안정성이 큰 편이어서 여기에 대한 장점도 가지고 있다.

<제한요인>

이와 같은 좋은 기회요인이 있음에도 불구하고, 인계 난연제에는, 제품의 타입을 바꾸기 어렵다는 제한요인이 있다. 다시 말하면, 인계 난연제로 교체하는 프로세스의 비용이 많이 든다는 점이다. 또한 인계 난연제의 하나인 아릴 포스페이트 에스테르가 PVC에 가장 많이 적용된다는 점이 제한요인으로 작용한다. 가격이 비교적 고가라는 점

<표 2-15> 인계 난연제 : 기회요인 및 제한요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 새로운 적용분야 확대 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 탈할로겐화 | 钬 | 钬 | ◎ |
| 3 | 재활용제품에 대한 요구 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 4 | 저발연성, 저독성에 대한 요구 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
| 1 | 교체비용 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | PVC의 사용제한 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 3 | 가격 | 钬 | 钬 | 钬 |
| 4 | 환경대응성 | △ | △ | △ |

도 제한요인으로 작용하며, TPP 같은 경우 알레르기 유발의 가능성이 있다는 점도 지적된다.

(6) 멜라민계 난연제

멜라민계 난연제는 흰색의 결정으로서, 우레탄 폼의 주요 난연 첨가제로 사용되고 있다. 멜라민은 대부분의 유기/무기 산과 안정한 염의 형태를 이루어 난연제로 사용된다.

<기회요인>

탈할로겐화 추세에 일조를 하며 연기가 적고, 생분해를 하는 물질이기 때문에 큰 장점이 있다. 또한 새로운 제품 및 적용범위를 발굴하기가 상대적으로 용이하다는 장점이 있다.

<제한요인>

현재 가격이 고가라는 점이 큰 제한요인이 되고 있으나, 규제 등을 통한 시장의 형성이 가능하면 어느정도 해결될 것으로 전망되고 있다. 기술적으로는, 고체라서 고분자와 균일한 혼합물을 형성할 수 없기 때문에 멜라민의 캡슐화와 같은 많은 연구가 진행되고 있다. 또한 종류에 따라 여러 가지 방식으로 난연효과를 나타내기 때문에 멜라민계 난연제를 적용할 때는 상황에 따른 적용 솔루션이 사용자에게 제공되어야 한다는 단점이 있다. 특기할 만한 점은 폴리우레탄 폼을 제조할 때 사용되는 멜라민계 난연제의 양이 지속적으로 감소한다는 점이인데, 이는 난연성능의 향상에 기인한다. 그러나, 현재 시장이 충분히 발달하지 않은 상태에서 주력 시장의 사용량이 크게 감소한다는 점이 오히려 제한요인으로 작용할 수도 있다.

이상으로 현재 사용되고 있는 주요 난연제의 기술 및 시장동향을 기회요인과 제한요인으로 구분하여 알아보았다. 정리하면 현재 시장의 대부분을 차지하는 브롬계 난연제의 경우 수년후에는 기회요인보다는 제한요인이 두드러지게 나타날 것이며, 무기계중 수산화 마그네

<표 2-16> 멜라민계 난연제 : 기회요인 및 제한요인

| 순위 | 기 회 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 탈할로겐화 | 钬 | 钬 | ◎ |
| 2 | 새로운 제품 및 적용분야 발굴 | 钬 | 钬 | ◎ |
| 순위 | 제 한 요 인 | 1-2년 후 | 3-4년 후 | 5-6년 후 |
| 1 | 가격 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 2 | 기술적 문제 | ◎ | ◎ | 钬 |
| 3 | 상황에 따른 적용 솔류션 필요 | 钬 | 钬 | △ |
| 4 | 소량 사용 | 钬 | 钬 | △ |

슘 난연제가 향후 가장 많은 기회요인을 가지고 있음을 알 수 있다. 삼산화안티몬의 경우도 향후 제한요인이 크게 부각될 것으로 분석되었으며 수산화알루미늄이나 멜라민계의 경우 향후에 기술적 한계를 극복하는 것이 중요한 과제임을 알 수 있었다.

### 라. 기술의 시장경쟁력 산출

이상과 같은 사회적 니즈의 변화경향[4]을 바탕으로 <표 2-17 22>와 같은 시장경쟁력을 산출하였다. 최근에 관심이 집중되고 있는 " 기술 로드맵"에서 중요한 점은 기술개발이 사회적 니즈 및 시장상황을 반영하여 이루어진다는 것이다. 따라서 이러한 사회적 니즈, 시장상황과 더불어 기술적 요인을 종합적으로 고려한 " 시장경쟁력"이라는 인자를 산출하여 이후 제시할 로드맵에 반영하였다. 여기서는 기회요인

<표 2-17> 브롬계 난연제의 기회요인 및 제한요인의 정량화

| 연 도 | | 2003 | 2005 | 2007 | 2003 | 2005 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기회요인 | 다양한 적용가능성 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 사용자 시장의 성장 | 钖 | 钖 | 钖 | 6 | 6 | 6 |
| | 관련연합회의 로비 | 钖 | 钖 | △ | 6 | 6 | 3 |
| 제한요인 | 가격하락 | ◎ | 钖 | 钖 | -9 | -6 | -6 |
| | 화재안전 규제 | 钖 | 钖 | ◎ | -6 | -6 | -9 |
| | 환경문제의 부각 | 钖 | 钖 | ◎ | -6 | -6 | -9 |
| | 에코라벨 계획 | △ | △ | △ | -3 | -3 | -3 |
| 시장경쟁력 | | | | | -3 | 0 | -9 |

4) Frost & Sullivan 社," European flame retardant market", 2001 자료를 기준으로 각 니즈의 가중치를 1로 하여 산출하였다. 가중치 1은 Frost & Sullivan社의 의도와는 무관하며, 보는 시각에 따라 어느정도 가중치의 차이를 보일 수 있다.

과 제한요인을 정량화하여 합산한 값을 시장경쟁력으로 표현하였는데, +값은 그 시점에서 기회요인이 많아 시장경쟁력이 큰 경우, -값은 그 반대로 해석할 수 있다. 0값은 현상유지의 개념이다. 즉, 시장규모와는 별개로 성장가능성을 반영하는 지수이다. 참고로, 순수하게 기술적 개념의 경쟁력을 산출한다면 " 물성우위도"라는 개념이 있다[5].

<표 2-18> 수산화알루미늄 난연제의 기회요인 및 제한요인의 정량화

| 연 도 | | 2003 | 2005 | 2007 | 2003 | 2005 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기회요인 | 저발연성, 저독성에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 재활용제품에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 탈할로겐화 | ✕ | ✕ | ◎ | 6 | 6 | 9 |
| | 새로운 제품의 개발 | △ | △ | △ | 3 | 3 | 3 |
| 제한요인 | 기술적 한계 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | 수산화마그네슘과의 경쟁 | ✕ | ✕ | ✕ | -6 | -6 | -6 |
| 시장경쟁력 | | | | | 12 | 12 | 15 |

<표 2-19> 수산화마그네슘계 난연제의 기회요인 및 제한요인의 정량화

| 연 도 | | 2003 | 2005 | 2007 | 2003 | 2005 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기회요인 | 저발연성, 저독성에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 재활용제품에 대한 요구 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 탈할로겐화 | ✕ | ✕ | ◎ | 6 | 6 | 9 |
| | 수요시장의 성장 | ✕ | ✕ | ✕ | 6 | 6 | 6 |
| | 투자 | ✕ | ✕ | △ | 6 | 6 | 3 |
| | 가격하락 | ✕ | △ | △ | 6 | 3 | 3 |
| | 고온 플라스틱 가공가능 | △ | △ | △ | 3 | 3 | 3 |
| 제한요인 | 기술적 한계 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | 높은 가격 | ◎ | ◎ | ✕ | -9 | -9 | -6 |
| 시장경쟁력 | | | | | 27 | 24 | 27 |

5) 제 4 장 기술적 타당성 평가 중 " 대체기술 출현가능성" 참조.

<표 2-20> 삼산화안티몬 난연제의 기회요인 및 제한요인의 정량화

| 연 도 | | 2003 | 2005 | 2007 | 2003 | 2005 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기회 요인 | 개발비용 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 가격 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| 제한 요인 | 환경문제 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | 발암물질로 분류 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | 탈할로겐화 | 钬 | 钬 | 钬 | -6 | -6 | -9 |
| | 에코라벨 계획 | 钬 | 钬 | 钬 | -6 | -6 | -6 |
| | PVC의 사용제한 | △ | 钬 | 钬 | -3 | -6 | -6 |
| 합 계 | | | | | -15 | -18 | -21 |

<표 2-21> 인계 난연제의 기회요인 및 제한요인의 정량화

| 연 도 | | 2003 | 2005 | 2007 | 2003 | 2005 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기회 요인 | 새로운 적용분야 확대 | ◎ | ◎ | ◎ | 9 | 9 | 9 |
| | 탈할로겐화 | 钬 | 钬 | 钬 | 6 | 6 | 9 |
| | 재활용제품에 대한 요구 | 钬 | 钬 | 钬 | 6 | 6 | 6 |
| | 저발연성, 저독성에 대한 요구 | 钬 | 钬 | 钬 | 6 | 6 | 6 |
| 제한 요인 | 교체비용 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | PVC의 사용제한 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | 가격 | 钬 | 钬 | 钬 | -6 | -6 | -6 |
| | 환경대응성 | △ | △ | △ | -3 | -3 | -3 |
| 시장경쟁력 | | | | | 0 | 0 | 0 |

<표 2-22> 멜라민계 난연제의 기회요인 및 제한요인의 정량화

| 연 도 | | 2003 | 2005 | 2007 | 2003 | 2005 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기회 요인 | 탈할로겐화 | 钬 | 钬 | ◎ | 6 | 6 | 9 |
| | 새로운 제품 및 적용분야 발굴 | 钬 | 钬 | ◎ | 6 | 6 | 9 |
| 제한 요인 | 가격 | ◎ | ◎ | ◎ | -9 | -9 | -9 |
| | 기술적 문제 | ◎ | ◎ | 钬 | -9 | -9 | -6 |
| | 상황에 따른 고객 솔루션 필요 | 钬 | 钬 | △ | -6 | -6 | -3 |
| | 소량 사용 | 钬 | 钬 | △ | -6 | -6 | -3 |
| 시장경쟁력 | | | | | -18 | -18 | -3 |

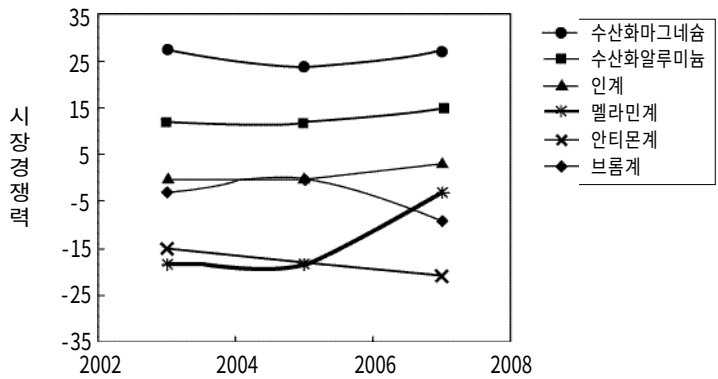
(7) 각 난연제의 시장경쟁력

전체적으로 무기계가 현재상황과 미래상황에서 모두 시장경쟁력이 높음을 알 수 있고, 인계도 현재 상황 정도는 계속 유지할 것으로 나타났다. 브롬계와 삼산화안티몬은 동반하락할 것으로 전망되며, 특히 삼산화안티몬의 하락세가 두드러진다. 멜라민계는 현재 상황에서는 성장가능성이 크지 않지만, 2005년 이후 가파른 상승세를 보일 것으로 나타났다.

<그림 2-5>에 지금까지 제시한 난연제의 시장경쟁력들을 종합하여 도시하였다.

본 시장경쟁력은 주로 Frost & Sullivan의 컨설팅 보고서를 근거로 작성되었는데, 여기서는 수산화마그네슘의 기회요인이 너무 부각되어 있고, 상대적으로 멜라민계 난연제의 기회요인 파악이 미흡한 것으로 나타났다. 또한, 가중치를 1로 설정한 것도 시장경쟁력의 상대비교에 영향을 미칠 수 있으나, 종합적인 추이는 어느 정도 납득할 만하다고 볼 수 있다.

<그림 2-5> 시장경쟁력 종합



<표 2-23> 최근 주목받는 대표적 난연제

| 종 류 | 종 목 (메이커) | 특 징 |
|---|---|---|
| 인 계 난연제 | · PX-200, 방향족인산에스테르올리고머(大八化學工業) | · 내열성, 내휘발성, 내가수분해성 |
| | · 프라네론/NP, 함질소인산염(三井化學파인) | · 내열성, 내수성, 발포 |
| | · 테라쥬, App · Intumoscen계((주)칙소) | · 단열층형성효과 |
| | · 레오포스RDP, 레솔시놀비스페놀포스페이트 | · 발포탄화층에 의한 고난 연성 |
| | · 레오포스BAPP, 비스페놀디페닐포스페이트 ((주)아지노스 파인테크노) | · 내열성, 성형시금형 방오성 |
| | · GREP 시스템, 적인+그래파이트(東ソ-, 鈴裕化學) | · 고난연성 |
| | · 각종 적색 인, 수화금속화합물, 수지, 산화티탄 등에 의한 표면처리 타입(일본화학공업, 燐化學工業) | · 고난연성 |
| | · SPR, SA-100, 포스파젠 화합물 | · P-N 복합효과 |
| | · SP-100(大塚化學) | 〃 |
| | · 아비논201, 멜라민 인산염(三和케미컬) | |
| 무기계 난연제 기 타 | · Al(OH)3, 昭和電工, 住友化學工業, 日本輕金屬, 알코아화성 | · 비할로겐 |
| | · 졸겔 Al(OH)3, 石塚硝子 | · 저발연성 |
| | · Mg(OH)2, 協和化學, 神島化學, 아지노스파인테크노, TMG, 브로모켐 · 파이스트 | |
| | · 붕산아연, 水澤化學工業, US, Borax | |
| | · 몰리브덴화합물, 기쿠치칼라, 셔윈윌리암스 | |
| | · 주석산아연, 水澤化學工業, 日本化學産業, 日本輕金屬 | |
| | · 지르코늄화합물 第一稀元素化學工業 | |
| | · 지르콘화합물 토레이 · 다우코닝 실리콘, DC4-7081 | · 비할로겐 |
| | DC4-7051 | · 저발연성 |
| | GE 東芝실리콘 XC99-B5664 | · 고난연성 |
| | 信越化學工業 X-40-9805 | |

자료 : 니시자와 히토시, 난연제의 최신기술동향, JETI, Vol.48, No. 5., 2000.

## 3. 난연제의 연구개발동향

### 가. 해외 연구개발동향

난연화 기술의 최근 동향을 보면, 환경대응형 할로겐 난연화 기술의 연구가 가장 많고, 인 화합물, 무기 화합물을 중심으로 한 난연제가 채택되고 있다. 이는 앞서 분석한 사회적 니즈 및 시장경쟁력과 무관하지 않다. 이에 따라서 새로운 난연제의 개발도 이런 종류의 난연제에 많이 집중되고 있다. <표 2-23>에 일본의 니시자와 기술연구소에서 제시한 최근 주목받는 난연제에 대하여 소개하였다.

또한, 니시자와 연구소에서 제시한 연구동향을 요약하면 다음과 같다.

<인계 화합물>

- 최근 방향족 인산올리고머 타입과 같은 내열성, 내가수분해성이 뛰어난 타입이나
- N-P 복합화에 의한 고난연성 타입,
- 각종 표면처리에 의해 안전성과 분산성을 개량한 적인 등의 움직임이 주목.

<무기계 화합물>

- 최근 수화금속화합물의 표면처리기술 연구가 추진
- 졸겔법에 의한 수산화알루미늄의 신제품 개발
- Ni 화합물 표면처리 수산화마그네슘의 상용화
- 고급 지방산, 각종 커플링제, 실리콘 화합물 등에 의한 표면처리 기술의 연구실용화

<실리콘계 난연제〉

매우 고가이지만 실리콘 메이커로부터 잇따라 상품화

· 실리콘의 분자구조, 분자량, 관능기의 도입 등에 따라 각종 고분자에 적 합한 종목이 발표됨. PC나 폴리올레핀 이외의 고분자에 효과가 높은 그레이드의 개발이 금후 바람직.

<기타 금속화합물>

· 안티몬 화합물의 대체로 Fe2O3, FeOOH, 주석 화합물, 몰리브덴 화합물, 붕산아연, ZnS 등도 점차 이 효과가 인정

<할로겐계 난연제>

데카브롬계 난연제의 감소를 대신하여

· TBBA계, 에틸렌 비스테트라브로모프탈이미드, 브롬화 PS 등이 신장해 오고 있지만, 기타 새로운 난연제의 개발실용화는 거의 추진되지 않음

또한, 니시자와 연구소 및 (주)시스켐닷컴[6]에서 파악한 난연화 기술의 최신 동향은 다음과 같다.

<할로겐계 난연제를 중심으로 한 난연계>

기상(氣相) 라디칼 반응에 의한 금속 산화물(삼산화안티몬, 붕산아연, 산화주석 등)과의 시너지효과, 할로겐과 인, 할로겐과 무기 화합물과의 병용 등의 연구가 주체이다. 그러나, 새로운 난연제 개발은 적고 다음과 같은 항목의 연구가 많다.

6) 니시자와 히토시, "고분자 난연화 기술의 최근 과제", 과학과 공업, 72(4), 137(1998), (주) 시스켐닷컴, " 국내 및 해외 난연제 시장과 난연제 기술현황 및 전망", 2001.

(1) 내충격성, 기계적 성질, 내열성 등 물성 저하를 억제하는 기술
(2) 유동성 향상, 금형의 부식, 스크류 배럴에 접착 · 마모의 개량에 관한 기술
(3) 고난연성, 내드립성 향상 : 할로겐과 금속 산화물(붕산염, 몰리브 덴 화합물, 산화철)과의 시너지 효과, 안티몬 대체로서의 금속 화합물(ZnS 등)의 효과
(4) 비교적 새로운 할로겐계 난연제의 난연화 효과 : TBBA, 올리고머, 고 분자, 트리메틸페닐 인산 등의 난연화 효과
(5) 할로겐계 난연제 및 PVC의 저발연화 : 각종 금속 화합물(Cu2O, MoO3, FeOOH, 수화금속 화합물, 붕산염)에 의한 저발연화 및 Intumescent Silicate powder(Canada Datco Techno)의 효과
(6) 미분화에 의한 난연성 향상 … 삼산화안티몬, HBCD의 미분화

<인계 난연제를 중심으로 한 난연계>

(1) 내열성과 난연성이 뛰어난 올리고머타입 인산에스테르에 의한 난연화, 내휘발성의 향상(레졸시놀 비스(디페닐포스메이트)), 내가수 분해성 개량(비스페놀 A 비스(디페닐포스메이트)), 내열성 분말타입(레졸시놀 비스(디2.6 키시릴 포스메이트)) 등에 의한 난연화
(2) 고난연성 인계 난연계
  a. 인산 아미드에 의한 char 생성 효율의 향상
  b. Intumescent 계 (APP, PER 제외)의 변경
    · 마이크로 캡슐화 타입에 의한 내수성 개량
    · 트리아딘 화합물 병용에 의한 난연 효과의 향상
    · APP와 탈크(Talc) 병용에 따른 MgNH4(PO)3, Si(NH4)2P4O3의 생성을 통한 난연 효과 향상
  c. 포스파센 화합물(N-P 상승 효과)에 의한 난연성 향상
(3) 적인계 난연제에 의한 난연화
  a. 각종 표면 처리 기술진보에 의한 안정성, 난연성 향상(수산화 알루미늄, 수산화마그네슘, 수산화아연, 수산화티타늄, 열경화성 수지에 의 한 표면 처리)

b. 적인과 무기 화합물, 그래파이트(graphite)와의 복합계에 의한 난연 성향상
(4) 인함유 경화제 및 주제(主劑)에 의한 에폭시수지, 폴리우레탄의 난연화
(5) 테트라아릴 아릴렌 디포스페이트, 에틸렌 디아민 포스페이트, 새로운 인계 난연제에 의한 난연화 연구
(6) 인계 난연제의 난연 조제(助劑)로서의 산화철, 제올라이트의 char 생성 효과 연구
(7) 인화합물의 실란 화합물 마이크로 캡슐화에 의한 난연화

<수화금속 화합물을 중심으로 한 난연계>

(1) 수화금속화합물의 첨가량을 감소시키기 위한 난연 조제(助劑)의 연구
a. EVA-Mg(OH)2 - 붕산 아연의 조합 (US Borax)
b. Mg(OH)2, Al(OH)3과 실리콘 화합물, ZnO, SnO2, 적인, Ni 화합물, 초산 금속염, PAN 등의 조합
c. Mg(OH)2 - 멜라민 화합물 - 노브락 수지의 조합 (USP 5859109)
(2) 고분자의 극성 제어, 수화금속 화합물의 표면 처리에 의한 난연성의 향상
(3) 수화금속화합물의 표면 처리제 분자구조의 선택에 의한 char의 안정화
(4) 수산화마그네슘의 백화 현상 개량(TMG 사) : Ni 화합물 처리
(5) 수산화알루미늄의 탈수 개시 온도의 상승(알코아사) : 수산 음이온 처 리에 의한 탈수 온도의 상승 (200 350 )
(6) 표면 처리 기술 진보에 의한 난연성의 향상 : 코어 – 셀형 수화금속 화합물에 의한 난연화

<실리콘 화합물을 중심으로 한 난연계>

(1) 실리콘 고분자 분말, 고분자량 실리콘유를 첨가한 난연화 기술
(2) 실리콘 고분자, 유기금속 화합물, 흄드(fumed) 실리카에 의한 난연화 기술

(3) 실리카겔 + K2CO3의 조합에 의한 난연화 기술
(4) 프리세라믹 고분자(PCS, PSS, Silas quaioxane)와의 복합화에 의한 난연화
(5) 실리콘 모노머 그래프트화에 의한 난연화
(6) 실리콘 모노머의 플라즈마 표면 처리에 의한 PA의 난연화
(7) EBA(에틸렌-부틸아크릴레이트)와 탄산 칼슘, 실리콘 엘라스토머 복합 화에 의한 난연화(CASICO)
(8) 실리콘 함유 에폭시 수지(TCPSP)의 합성과 난연화
(9) 실리콘의 분자 구조, 분자량, 극성기의 조정에 의한 폴리카보네이트와 의 상용성 제어에 의한 난연화(에코폴리카 : NEC)
(10) 신규 실리콘계 난연제의 개발과 출시
  a. DC4-7045, DC4-7051, DC4-7081 등 (토레이 다우)
  b. XC99-B5664 (GE 도시바실리콘)
  c. FPX-02 (신데츠 화학)

<N 화합물을 중심으로 한 난연계>

(1) 구아니딘 화합물에 의한 종이, 목재의 난연화
(2) APP와 트리아딘 화합물, 펜타에리스리롤과의 조합에 의한 난연계
(3) 트리아딘 화합물과 황산 멜라민, 멜라민 시아눌 황산염, 황산안몬, 인 산멜라민과의 조합에 의한 난연화
(4) 아미드 화합물 (에틸렌비스 스테아릴 아미드)과 펜타에리스리롤의 조 합에 의한 난연계
(5) 동일 분자내에 N-P를 포함한 인산안몬, 황산안몬을 중심으로 한 난연계

■기타 난연계

(1) PA의 PVA + KMnO4에 의한 난연화
(2) PA의 실리케이트 나노 콤포지트 (실리케이트 2 5%)에 의한 난연화

(3) 방향족 고분자와의 복합화에 의한 난연화
  a. HIPS, PA에 대한 char 생성 PPO의 효과 (DE-4038431 외)
  b. EPDM에 PPO와 멜라민 화합물, 카올린과의 조합 효과
  c. PO에 대한 방향족 고분자와 상용화제에 의한 마이크로 분산과 난연화 (특개평(特 開平) 6-279678 외)
  d. 페놀수지를 char 생성 촉진제로 한 ABS의 난연화 기술(JP-9245143 외)
(4) 멀티 방향족 구조의 에폭시 수지와 페놀 노브락 수지 경화제에 의한 난연화(NEC)
(5) 고분자 표면에 대한 폴리메타크릴산 외 알칼리 금속염, 알칼리토륨 금속염의 그래프트화에 의한 난연화

한편, 본 보고서에서 다루고자 하는 멜라민계 난연제의 향후 기술적 과제에 대한 일본 CRC(중앙 리서치 센터)의 분석내용은 다음과 같다.

<멜라민 시아누레이트>

(1) 대상수지의 확대(폴리아미드 이외의 용도 개발)
(2) 난연성 향상
(3) 수지분산성 향상
(4) 대상수지 물성의 저하 방지
(5) 성형가공성 향상
(6) 표면처리기술
(7) 용도개발

<멜라민 포스페이트>

(1) 대상수지의 확대(폴리아미드 이외의 용도 개발)
(3) 수지분산성 향상
(7) 용도개발

## 나. 국내 개발동향

국내에서는 현재 무기계 난연제(주로 안티몬)는 상용화되어 있고, 인계 난연제가 개발되어 있다. 난연제의 수입의존도는 무기계와 인계를 제외하면 거의 100%에 달하고 있으며, 인계 난연제의 경우 약 25%정도가 국내 개발 제품이다. 업체들의 연구는 주로 고분자와의 상용성 연구에 집중되어 있으며, 기술장벽이 낮은 무기계 안티몬 개발(일성안티몬, 제일난연화학, 일양화학)을 제외하면 실제적으로 인계 난연제의 개발이 유일한 개발 실적(삼성종합화학 → 성보화학으로 이전)이다. 성보화학은 자동차 시트용으로 사용되는 할로겐 함유 축합인산에스테르인 SFR-300을 생산함으로써 CR-530과 TECP의 일부를 대체하고 있다. 한편, 원재료 측면은 아니지만 브롬화 에폭시 올리고머(Bromated Epoxy Oligomer)를 LG화학과 국도화학에서 개발 공급하고 있다[7].

## 다. 향후 전망 및 로드맵

한편, 앞에 사회적 니즈를 분석한 결과로부터 알 수 있듯이, 금후

7) 업체동향은 "제 3 장 시장동향 분석" 단원 참조.

<표 2-24> 향후 난연제의 기술적 과제

| 난연제의 종류 | 향후의 연구과제 |
|---|---|
| 1. 할로겐계 난연제 | (1) 고분자와의 친화성이 뛰어난 분자구조 brooming, bleeding, 변색, 부식 등의 과제 해결<br>(2) 엔지니어링 플라스틱용에 적합한 내열성(분해온도가 높음) 타입 개발<br>(3) 미립자, 분산개량형 난연제의 개발<br>(4) 기상-고상 복합효과를 갖는 시너지 효과가 높은 난연제 및 난연계의 개발<br>(5) 저발연효과를 갖는 분자구조<br>(6) 환경안전성에 관한 데이터의 집적과 대책 |
| 2. 인계 난연제 | (1) 내열성(저휘발성, 분해온도가 높음), 내수성(내가수분해성)이 뛰어난 난연제<br>(2) 복합형 난연계의 개발에 의한 난연효율의 향상 할로겐-P계, N-P계, P-무기계<br>(3) 환경안전성에 관한 데이터의 집적과 대책 |
| 3. 무기계 난연제 | (1) 표면개질기술에 의한 난연효과의 향상<br>각종 커플링제, 실리콘화합물, char생성 촉진효과가 높은 분자구조<br>(2) 표면개질기술에 의한 성형가공성 개량 타입의 개발<br>(3) 탈수온도 범위가 넓은 수화금속 화합물의 개발<br>(4) 미립자, 분산개량 타입의 개발<br>(5) 복합형 난연계의 개발<br>수화금속화합물+유기금속화합물,<br>수화금속화합물+인화합물,<br>수화금속화합물+실리콘화합물,<br>복합금속화합물(Sb2O3++ZnO, 기타)<br>(6) 나노콤포지트 구조도입에 의한 신규 난연제의 개발<br>(7) 난연기구제어형 유기금속 촉매의 개발 |
| 4. 전반 | (1) 난연성 평가기술의 레벨업<br>(2) 난연기구의 해명 |

자료 : 니시자와 히토시, 난연제의 최신기술동향, JETI, Vol.48, No. 5., 2000.

에는 환경안전성이 뛰어난 난연제, 난연효과가 높은 난연제, 재료비용, 성형가공성을 포함한 저가격 난연제가 신장해 갈 것은 의심할 여지가 없다. 따라서 종래의 개념을 초월한 새로운 난연제의 개발이 바람직하다. 니시자와연구소에서는 향후 난연제의 기술적 과제를 <표 2-24>와 같이 제시하였다.

특히, 김기호(한화석유화학) 등은 내환경성 난연제의 개발동향을 <표 2-25>와 같이 제시하고 있다.

이상, 여러 연구기관에서 제시한 난연제 기술동향을 수록하였으며, 대부분 많은 공통분야를 제시하고 있다. 여기에 앞서 파악한 사회적 니즈를 바탕으로 내부협의 및 관련 전문가 자문[8]을 거쳐 다음과 같

<표 2-25> 내환경성을 고려한 생태학적 난연계의 개발과 실용화

| 난연계 | 개 발 상 황 | 실 용 화 |
|---|---|---|
| 1. 수화금속 화합물을 중심으로 한 난연계 | (1) 수화금속 화합물의 연구<br>· 입자크기, 입도분포, 불순물의 제거<br>· 표면 처리 기술<br>· 백화현상(Mg(OH)2의 경우)의 개량<br>현재 다음의 4가지가 대상으로 되고 있음.<br>– 표면처리 : Al(OH)3<br>– 표면처리 : Mg(OH)3<br>– Ni화합물처리<br>– 옥살산음이온 처리<br>(2) 수화금속 화합물의 난연조제 연구<br>· 적인, 주석(錫)화합물, ZnO 및 기타 금속 산화물<br>· 실리콘 화합물, 카본블랙, 지방산 금 속염, 유기금속 착체<br>· 펜타에리스리톨<br>(3) 금속 화합물, 인화합물, 표면처리수화금속 화합물의 연구 | (1) Al(OH)3, Mg(OH)2와 적인 또 는 난연조제를 조합한 계가 전선 · 케이블용으로 실용화<br><br>(2) PCB(회로기판)용 에폭시 수지 의 난연화에 실용화<br><br>(3) 엔지니어링 플라스틱의 하우 징 재료로 상시<br><br>(4) 중국산 또는 유럽산(영국, 독 일)의 제품이 저가제품으로서 검토중 |

8) 양재호 박사, 제일모직.

| 난연계 | 개 발 상 황 | 실 용 화 |
|---|---|---|
| 2. 실리콘화합물을 중심으로 한 난연계 | (1) 고분자량실리콘油, 유기 지방산 금속염, 수화금속 화합물, 적인 등의 편성<br>(2) 실리콘 엘라스토머「유기주석화합물, 흄드실리카의 편성」<br>(3) 실리콘 화합물의 분자량, 분자 구조를 조정하며 두꺼운 방향으로 농도 경사를 설정한 계<br>(4) 실리콘 고분자 분말(관능기 함유)계<br>(5) 실리카겔과 탄산칼륨의 편성<br>(6) 실리콘 원자의 분자내 도입 | (1) 폴리올레핀에 실리콘 고분자, 고분자량 실리콘油, 금속 화 합물의 계로서, 전선·캐이블 용으로 실용화<br><br>(2) 전자 기기 하우징용으로서 폴 리카보네이트에 실리콘油, 실 리콘 플리머를 첨가한 재료가 실용화 |
| 3. 인계 화합물을 중심으로 한 난연계 | (1) APP(폴리인산 안몬과 난연조제)<br>(2) 인산 에스테르와 금속 화합물<br>(3) 인계 반응형 난연제에 의한 에폭시 우레탄의 냔연화<br>(4) 적인과 수화 금속 화합물<br>(5) 그래파이트와 적인의 혼합계 | (1) APP를 주체로 한 하우징용 엔지니어링 플라스틱<br>(2) 인산 에스테르게 하우징 재료<br>(3) N과 P를 함유한 PCB용 에폭 시가 실용화(독일「FRN」) |
| 4. 질소 화합물을 중심으로 한 난연계 | (1) 트리아진화합물<br>(2) 멜라민화합물<br>(3) 구아니딘화합물 | (1) 트리아진 화합물을 포함하는 하 우징용 엔지니어링 플라스틱<br>(2) 종이, 도료용으로 구아니딘계가 실용화 |
| 5. 기타<br><br>(에콜로지컬 난연계와 난연화 기술 연구) | (1) PA에 PVA와 KMnO4에 의한 char 생성 촉진<br>(2) PVA에 KMnO4를 첨가한 난연도료<br>(3) 연소생성차의 강성, 열안정성의 향상<br>(4) 가교 구조의 검토에 의한 난연성의 향상·페놀 수지 가교에 의한 에폭시 의 난연화 | |

자료 : 1. 김기호, 한화석유화학, (주)시스켐 편집
2. 니시자와 히토시, "고분자 난연화 기술의 최근 과제", 과학과 공업, 72(4), 137(1998).

은 기술 개발 과제를 추출하였다. 이 과제들은 이후 기술로드맵 작성에 사용된다. 물론 이 과제 이외에도 관점에 따라서 수많은 과제들이 있을 수 있으나, 난연제 전체를 다루기 위해서는 과제 선정에 한계를 둘 필요가 있어서 아래의 과제들로 제한하였다. 물론 이 과제들이 향후 난연제의 기술과제를 충분히 반영한다고 할 수는 없으나 전반적인 기술방향성을 제시하는데는 무리가 없을 것으로 판단하였다.

· 할로겐계 난연제 :
  - 무기계와의 상승효과 극대화 (저발연성)
  - 대체재 개발
  - 분말 표면개질기술을 통한 물성 향상
  - 무기계와의 시너지효과 극대화 (난연성 향상)
  - 미분화 (난연성 향상)

· 인계 난연제 :
  - 난연성, 내열성 향상(올리고머 타입 인산에스테르)
  - 무기물, N과 적인과의 복합계 연구(표면처리에 의한 난연성 향상)
  - 인산아미드, 무기계 난연조제 첨가로 char 생성증대(저발연성)
  - 신규 인계 난연제의 합성

· 수산화마그네슘 :
  - 난연조제연구(첨가량감소)

- 난연조제(백화현상 개량)
- 표면개질기술(char 안정, 성형가공성)
- 나노 컴포지트 도입을 통한 난연성 향상
- 탈수온도범위 확대

· 수산화알루미늄
- 난연조제연구(첨가량감소)
- 탈수온도 상승 유도
- 표면개질기술(char 안정-저발연성, 성형가공성)
- 나노컴포지트 도입을 통한 난연성향상
- 탈수온도범위 확대

· 삼산화안티몬
- 입자크기 조절(할로겐과의 시너지효과 극대화 )
- 제조공정의 환경 친화성
- 대체재 개발

· 멜라민계 난연제[9)]
- 입자조절
- 고분자 상용성 연구를 통한 용도확대
- 인계 난연제와의 복합화(내열성)
- 무기계 난연제와의 복합화

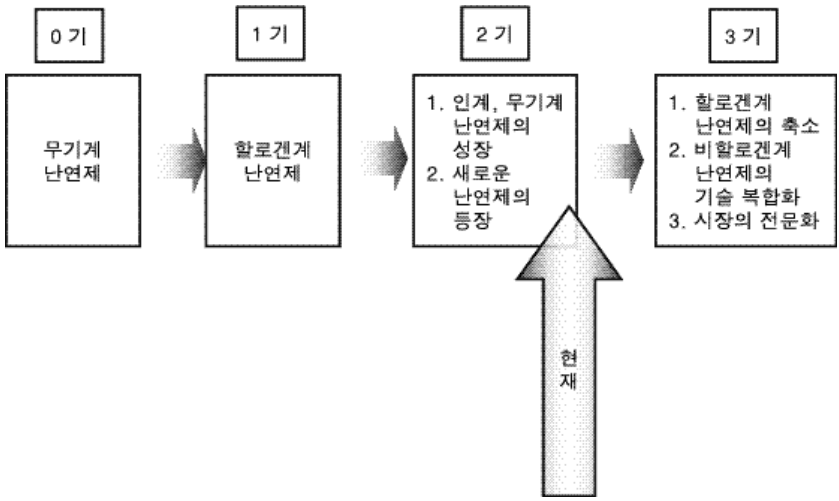
9) 자문 : 김형록 박사, 한국화학연구원.

기술 로드맵은 여러 형태로 구현할 수 있으나 어떠한 경우에도 가장 중요한 것은 사회적 니즈의 파악이다. 이를 통해 개발할 제품 및 기술을 선정하고, 시계열로 기술을 예측하는 것이 기술 로드맵이라고 볼 수 있으며, 이 점이 바로 기존의 기술기획 및 기술예측과 다른점이다.

본 보고서에서는 기술 로드맵을 크게 3단계로 나누었으며, 그 첫 번째가 난연제 기술의 개요를 나타내는 <그림 2-6>이다.

초기의 난연제는 원시적 형태로 사용된 무기계이며, 역사적으로 볼 때 고대까지도 거슬러 올라갈 수 있다. 이후 무기, 유기 인계 난연제가 역사적으로 사용되었으나, 본격적인 난연제는 2차대전 무렵부터 개발된 할로겐계 난연제로 볼 수 있다(1기). 이후 할로겐계 난연제는 산화안티몬과 복합화연구를 거쳐 크게 신장하였으며, 환경문제가 대두되면서 다시 인계, 무기계 난연제의 연구가 본격화되었다(2기). 최

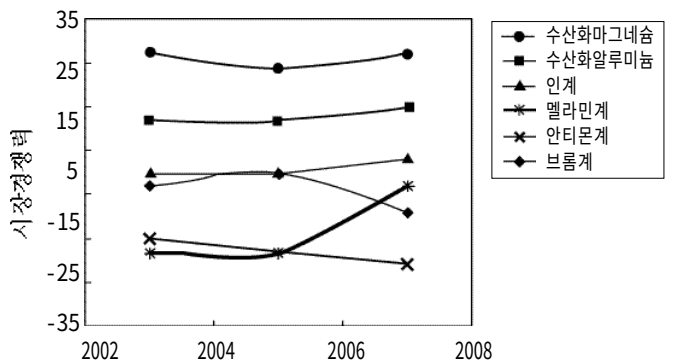
<그림 2-6> 난연제 기술 로드맵 1(Overall)



근들어 기존의 난연제 이외에 실리콘, 멜라민 등 다양한 난연제가 등장하기 시작하였으며 이들의 성장으로 기존의 할로겐계 난연제는 축소되, 비할로겐계 난연제의 복합화가 가속화되면서 결과적으로 맞춤형 난연제 형태의 시장 전문화가 이루어질 것으로 파악된다.

난연제의 사회적 니즈변화는 Frost & Sullivan 컨설팅, 각계 전문가, 내부토의 등을 거쳐서 2007년까지 작성하였다. 전반적으로 환경

<그림 2-7> 난연제 기술 로드맵 2(사회적 니즈 및 시장경쟁력의 변화)

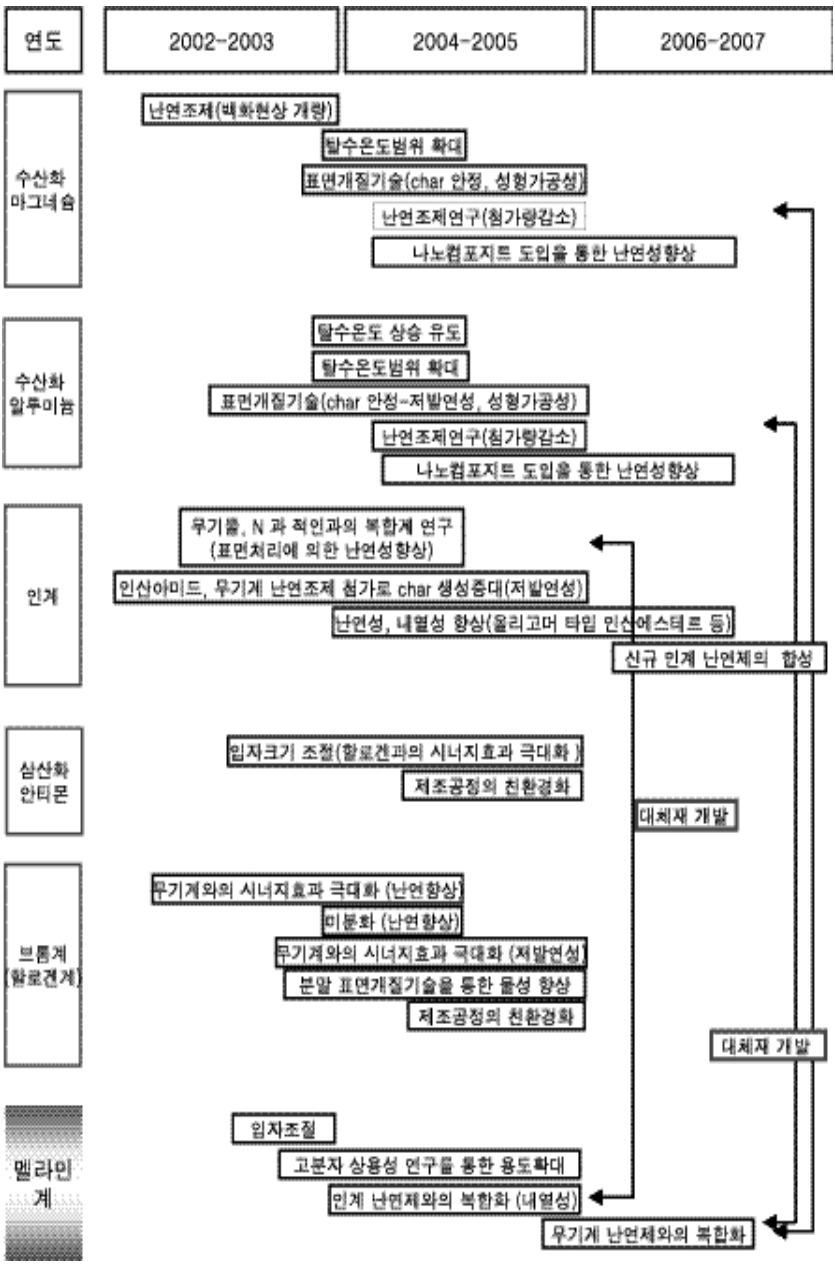
| 연 도 | 2002 - 2003 | 2004 - 2005 | 2006 - 2007 |
|---|---|---|---|
| 사회적 니즈의 변화 및 기술적 해결과제 | 1. 다양한 적용 요구 | 1. 플라스틱물성 | 1. 화재 안전성 규제 |
| | 플라스틱물성 | 화재 안전성 규제 | 재활용에 대한 요구 |
| | 화재 안전성 규제 | 다양한 적용 요구 | 환경대응성 요구 |
| | | 내열성 향상 요구 | 저발연성에 대한 요구 |
| | 2. 가격인하요구 | | |
| | 내열성 향상 요구 | 2. 가격인하요구 | 2. 가격인하요구 |
| | | 저발연성에 대한 요구 | 내열성 향상 요구 |
| | 3. 환경대응성 요구 | 환경대응성 요구 | 플라스틱물성 |
| | 저발연성에 대한 요구 | | |
| | 재활용에 대한 요구 | 3. 재활용에 대한 요구 | 3. 다양한 적용 요구 |
| 주요 난연제의 시장경쟁력 |  | | |

및 안전성 관련분야의 중요성이 시계열로 증대되는 방향으로 진행되며, 가격인하와 내열성측면은 지속적인 현상유지, 적용시장분야는 시장전문화 추세와 연관지어 지속적으로 중요성이 감소할 것으로 예측하였다(<그림 2-7>). 중요도 순으로 배열하였으며, 1, 2, 3의 숫자는 군을 의미한다. 동일군의 니즈는 중요도 순서로 배열하였지만, 비교적 비슷한 중요도를 갖는다. 주요 난연제의 시장경쟁력은 앞서 분석한 내용을 제시하였다.

기술 전개도 역시 2007년까지 작성하였고, 앞서 제시한 기술개발과제를 근간으로 <그림 2-8>에 도시하였다.

특히, 멜라민계 난연제의 기술복합화 추이를 화살표로 도시하였으며, 할로겐계와 산화안티몬계는 가까운 미래에 대체제가 나타날 것으로 예측하였다. 각 난연제의 전반적인 한계의 극복은, 복합화 과정을 거쳐서 2005-6년에 상용화 측면 수준으로 해결될 것으로 판단하였고, 나노 컴포지트 연구 및 인계 난연제의 연구 할로겐계 대체제(예 : ABS에 적용되는 비할로겐계 난연제) 연구 등이 오랜 시간을 요하는 것으로 판단하였다. 참고로 멜라민계 난연제는 물성 및 기술전개 보다는 사회적 니즈가 성숙되는 것이, 향후 성장 가능성에 많은 영향을 미칠 것으로 보았다.

<그림 2-8> 난연제 기술 로드맵 3(기술 전개도)



제3장

# 특허정보 분석

본 장에서는 난연제에 관해 조사된 특허정보를 중심으로 특허맵핑(Patent Mapping)을 수행하였다. 즉, 20여년간의 기술흐름의 추이와 최근의 기술동향, 출원인 분석을 통한 기술의 우위현황 및 기술의 주요 분포도 등을 도식화된 그래프를 이용하여 국가 및 기술분야별 등으로 세분화·체계화하여 다각적으로 분석함으로써 특허의 동향을 분석하고, 이를 통해 난연제의 기술개발 동향을 파악하고자 하였다.

## 1. 분석의 범위 및 방법

난연제에 관한 특허정보분석을 위하여 한국과학기술정보연구원(http://www.kisti.re.kr)에서 제공하는 각국의 특허정보데이터베이스를 활용하였으며(<표 3-1> 참조), 검색식은 <표 3-2>와 같다.

또한, 본 보고서의 분석대상이 되는 특허는 미국의 경우는 등록분이고, 미국을 제외한 국가는 출원분이다. 아울러, 특허출원은 조기공개신청을 하지 않는 한 통상적으로 출원을 한 후 18개월이 경과한 때에 일반에게 공개되므로, 본 특허분석을 위해 조사된 2000년도 이후 특허출원분은 당해연도의 전체적인 정보를 반영하지 못하므로 특허분석에 있어서 크게 유의성을 가지지 못함을 밝혀둔다.

<표 3-1> 특허분석에 이용된 데이터베이스

(2001. 12. 31 현재)

| 데이터베이스 | 내 용 | 정 보 원 | 수록년도 | | 수록 건수 | 검색어 | 갱신 주기 | 최종 갱신일 | 2001년 갱신건수 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 시작 | 끝 | | | | | |
| KUPA | 한국공개특허 | 한국특허청 | 1983 | 현재 | 746,469 | 한글 | 월2회 | 2001.11.30 | 86,140 |
| EUPA | 유럽특허 | 유럽특허청<br>국제특허청 | 1976 | 현재 | 1,763,469 | 영문 | 주간 | 2001.12.27 | 237,871 |
| JEPA | 일본특허 | 일본특허청 | 1978 | 현재 | 5,460,769 | 영문 | 월간 | 2001.12.08 | 326,102 |
| USPA | 미국특허 | 미국특허청 | 1976 | 현재 | 2,566,147 | 영문 | 주간 | 2001.12.18 | 181,898 |

<표 3-2> 기능성화장품 특허분석용 검색식

영문 검색식(예시 : 일본특허)

#1 (flame? fire?) with retard?/ti ····· 1728 docs
#2 (brom? halog?) not ((brom? halog?) adj free) ····· 80548 docs
#3 #1 and #2 ····· 619 docs
#4 phosph? ····· 67999 docs
#5 #1 and #4 ····· 550 docs
#6 alumin? magnes?····· 130386 docs
#7 #1 and #6 ····· 237 docs
#8 melamin?····· 5832 docs
#9 #1 and #8····· 84 docs

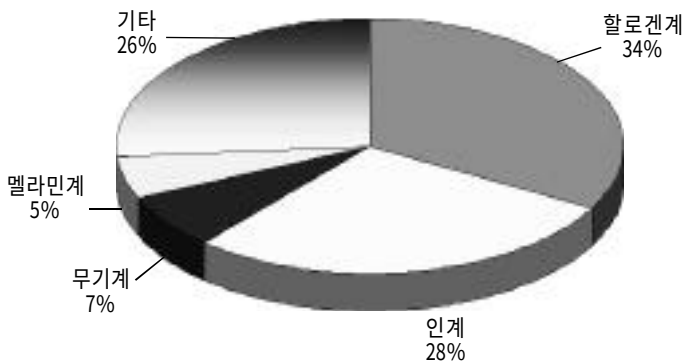
한글 검색식(예시 : 한국특허)

#1 난연?/ti ····· 666 docs
#2 브롬? 할로겐? ····· 13484 docs
#3 인?····· 251500 docs
#4 무기? 마그네슘? 알루미늄? ····· 19191 docs
#5 멜라민? ····· 615 docs
#6 #1 and #2 ····· 247 docs
#7 #1 and #3 ····· 205 docs
#8 #1 and #4 ····· 116 docs
#9 #1 and #5····· 32 docs
#10 #6 #7 #8 #9 ····· 445 docs

## 2. 미국특허분석

난연제와 관련된 미국특허는 1567건으로 조사되었으며[10], 할로겐계가 34%로 가장 큰 비중을 차지하였고, 인계가 28%로 뒤를 잇고 있다.

<그림 3-1> 난연제 관련 미국특허의 종류별 비율



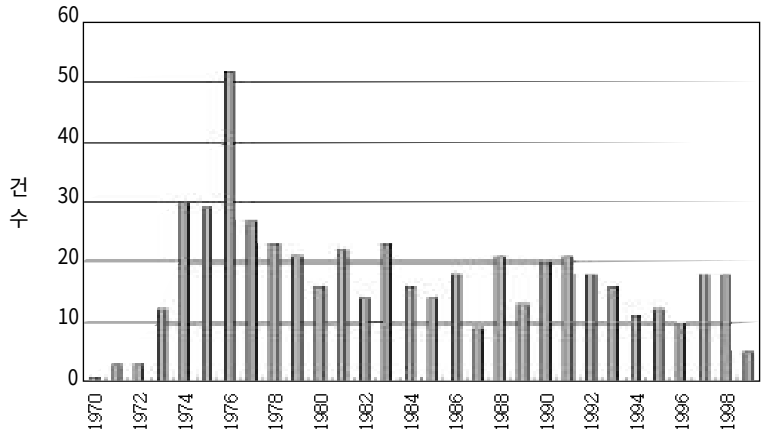

### 가. 할로겐계 난연제

(1) 연도별 출원건수 분석

할로겐계 난연제의 특허건수는 70년대 중후반에 가장 높은 수치를 유지하다가 이후로는 서서히 감소하는 추세를 보이고 있다(<그림 3-2>). 이는 80년대 이후 할로겐계 난연제에 대한 새로운 업체의 참여 또는 특정한 연구가 이어진 것이 아니고 기존 업체들의 제품 개량 및 이의 응용에 대한 연구가 진행된 결과로 볼 수 있다.

10) 특허건수는 검색어의 선정에 따라 상이하게 나타날 수 있다.

<그림 3-2> 연도별 출원건수




(2) 출원인 분석

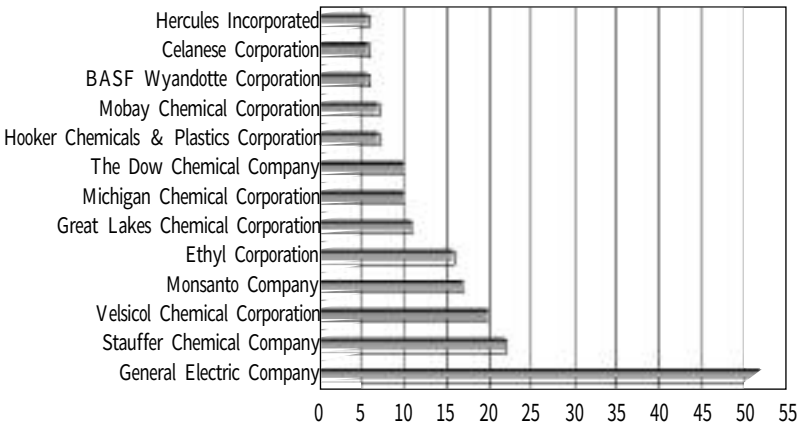
미국에서는 GE가 가장 독보적인 위치를 확보하고 있는 것으로 분석되었다. 특히, GE를 뒤따르는 후속회사들은 최근 들어 할로겐계 난연제 관련 특허를 내고 있지 못하고 있어, GE의 이 분야 독주는 가속화될 전망이다. 그 외에도 Great Lake社가 최근에도 꾸준히 특허를 내고 있는 회사로 나타났다.

(3) 분류코드 분석

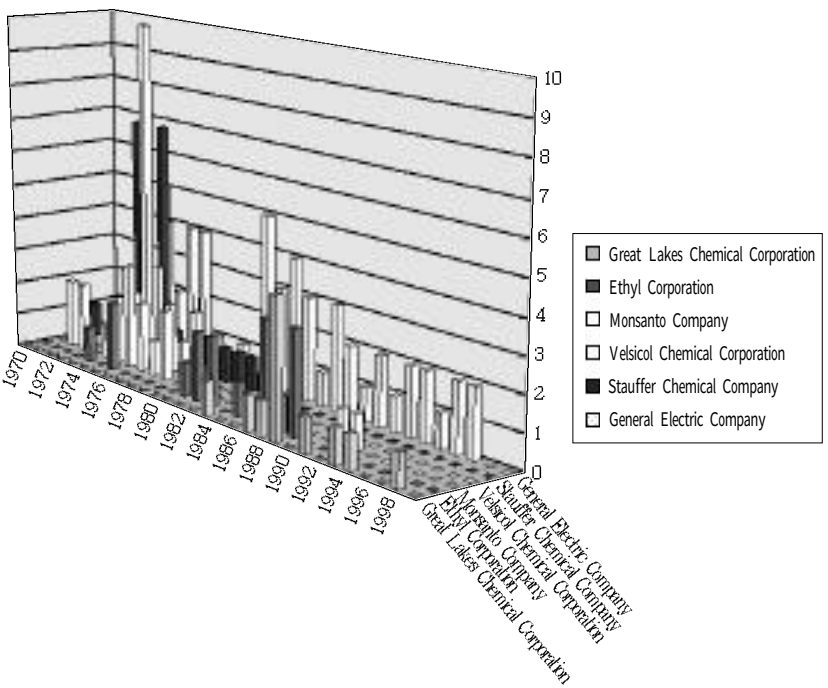
난연제 관련 주요 ICP 분류코드는 다음과 같다.

C08J 5/10 : 고분자 혼합물에 사용된 첨가제에 특징이 있는 것
C08K : 무기 또는 비고분자 유기물질의 배합성분으로서의 사용

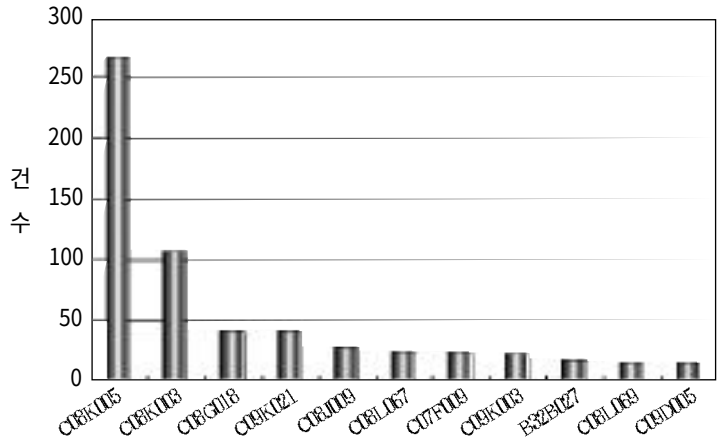
<그림 3-3> 주요 출원인 순위



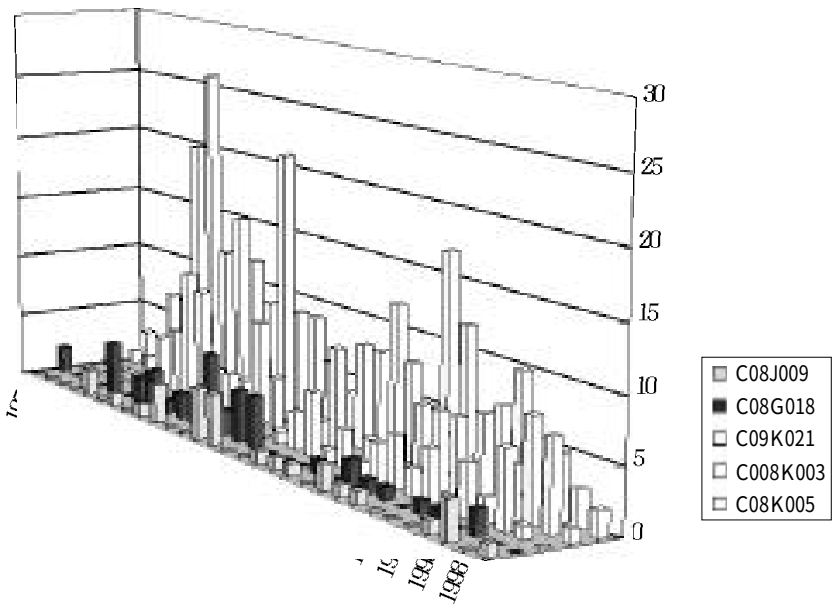

<그림 3-4> 주요 출원인의 연도별 출원건수



<그림 3-5> 주요 분류코드 순위




<그림 3-6> 주요 분류코드의 연도별 추이



즉, 위의 코드 중 C08J 5/10 쪽은 난연제의 제조가 중요한 factor 이고 C08K는 사용이 그 특허에서 가장 중요한 factor로 작용하는 경우를 의미한다고 볼 수 있다.

할로겐계 난연제 관련 미국특허의 분류코드를 분석해면, 위의 코드 보다는 주로 C08K(무기 또는 비고분자 유기물의 배합성분으로의 서 활용) 쪽의 코드가 많이 나타나고 있다. 이는 주로 제조방법에 관한 특허보다는 응용분야 (조성물 및 제품)에 대한 특허의 출원이 많다는 것을 의미한다. 연도별로 볼 경우는 모든 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있는 것으로 나타났다.

**나. 인계 난연제**

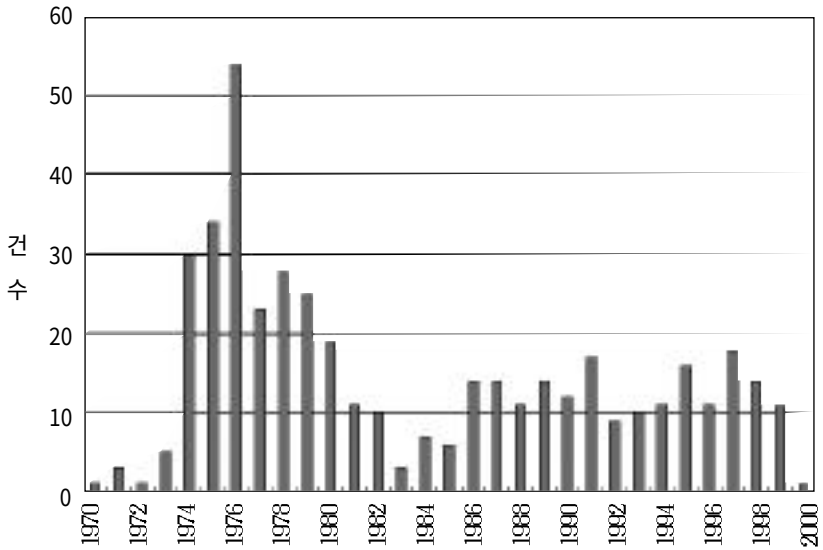
(1) 연도별 출원건수 분석

인계 난연제 역시 할로겐계 난연제와 마찬가지고 70년대 중후반 활발히 특허가 출원되었으며 그 뒤로는 비교적 안정적인 특허 건수 추이를 보이고 있다. 이 역시 할로겐계와 유사하게 80년대 이후 인계 난연제에 대한 새로운 업체의 참여 또는 특정한 연구가 활발히 진행되지 못하고 기존 업체들의 제품 개량 및 이의 응용에 대한 연구가 진행된 결과로 볼 수 있다.

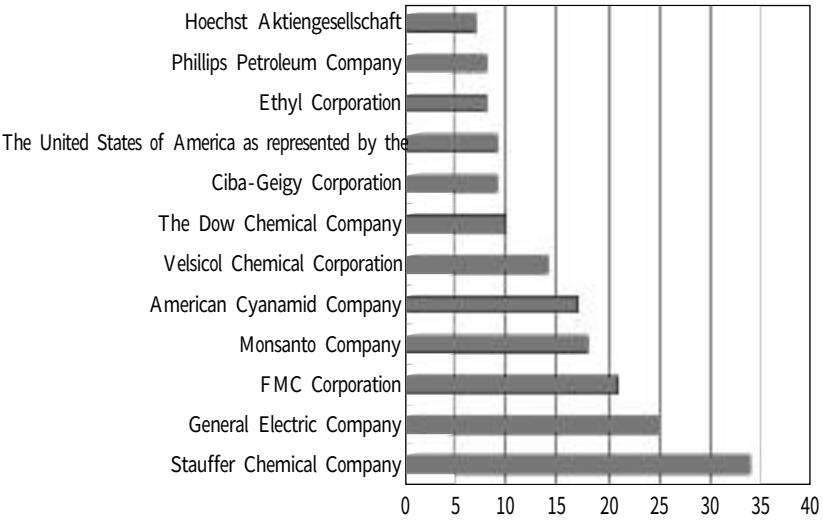
(2) 출원인 분석

인계 난연제의 경우 Stauffer社가 GE를 제치고 가장 많은 특허건수를 기록하였다. 그러나, 연도별 건수를 분석해 보면 GE를 제외한

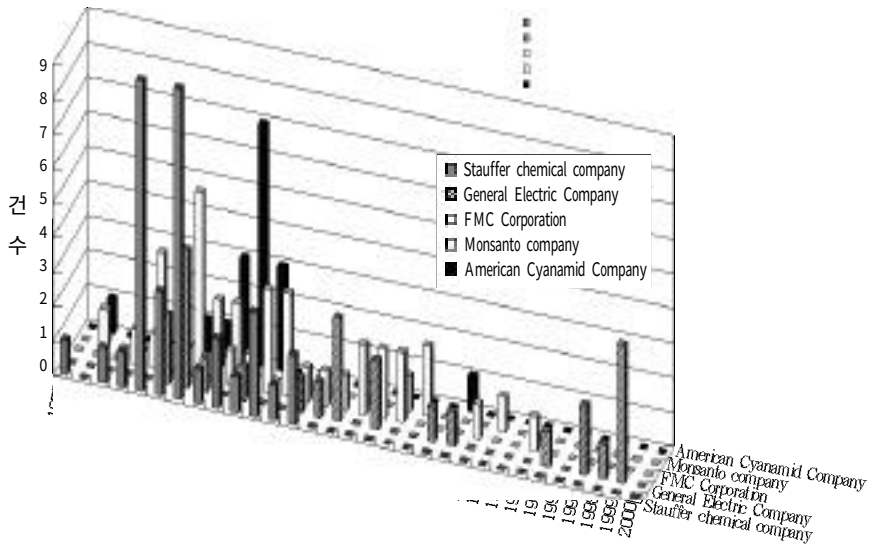
<그림 3-7> 연도별 출원건수




<그림 3-8> 주요 출원인 순위



<그림 3-9> 주요 출원인의 연도별 출원건수




대부분의 회사들의 최근 특허숫자가 급감하고 있음을 알 수 있다. 이 역시 인계 난연제가 미국에서 이미 성숙기를 넘어섰음을 반증한다.

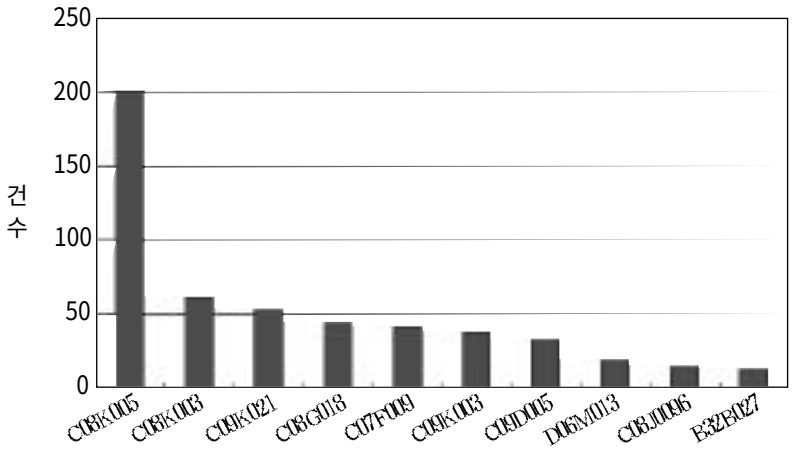
(3) 분류코드 분석

인계 난연제 관련 미국특허 역시 주로 C08K(무기 또는 비고분자 유기물의 배합성분으로서 활용) 쪽의 코드가 많이 나타나고 있다. 이는 주로 제조방법에 관한 특허보다는 응용분야 (조성물 및 제품)에 대한 특허의 출원이 많다는 것을 의미한다.

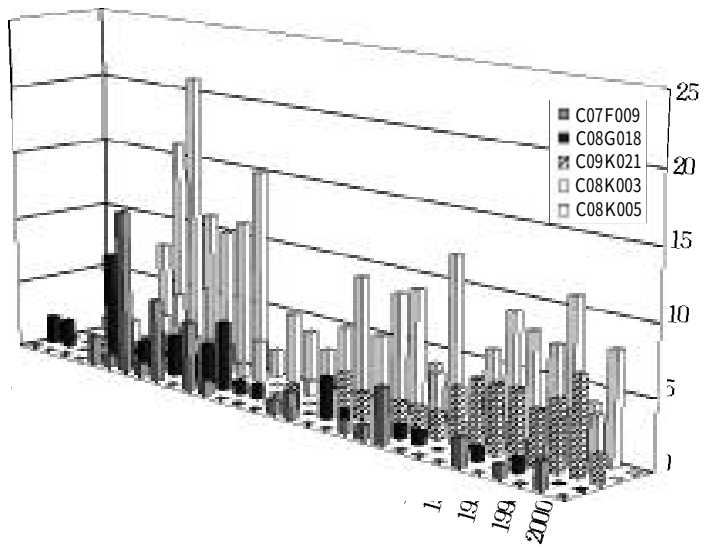
연도별로 볼 경우는 대부분의 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있으나, C09K021(C09 섹션에서 달리 분류되지 않은 것) 코드의 경우가 최근 들어 급증하고 있다. 이는 할로겐계 난연제보다는 인계 난연

제 쪽이 상대적으로 새로운 연구가 진행되고 있기 때문인 것으로 판단된다.

<그림 3-10> 주요 분류코드 순위




<그림 3-11> 주요 분류코드의 연도별 추이



### 다. 무기계 난연제

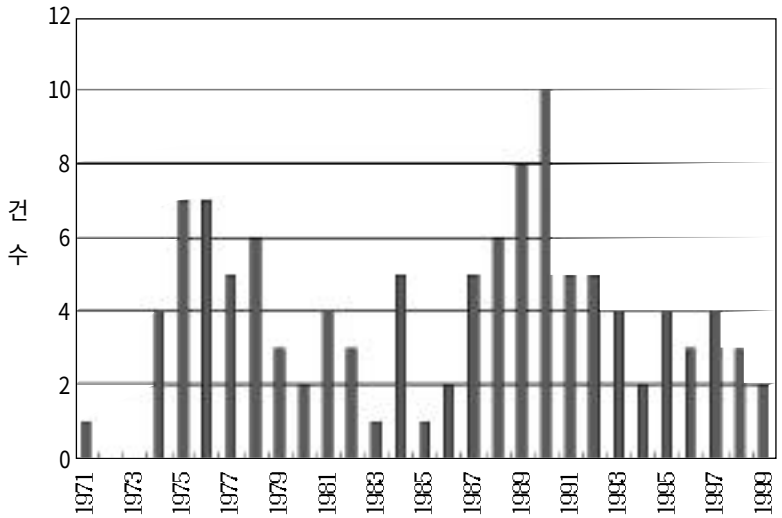
(1) 연도별 출원건수 분석

무기계 난연제의 경우는 할로겐계나 인계와는 달리 90년대 초반에 특허출원이 가장 활발하였다. 이는 할로겐계와 인계의 한계를 극복하기 위한 시도가 당시에 활발히 이루어졌기 때문으로 판단된다.

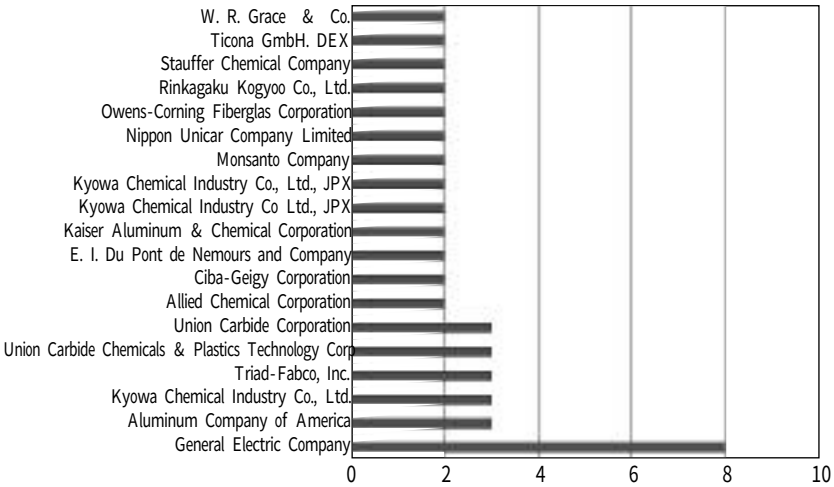
(2) 출원인 분석

무기계에 있어서도 GE가 가장 독보적인 위치에 있는 것으로 분석되었다. 그러나, 그 외의 회사들은 큰 우열이 없는 것으로 나타났다. 이 중 최근까지 특허출원이 되고 있는 회사들은 GE, Kyowa, Triad-

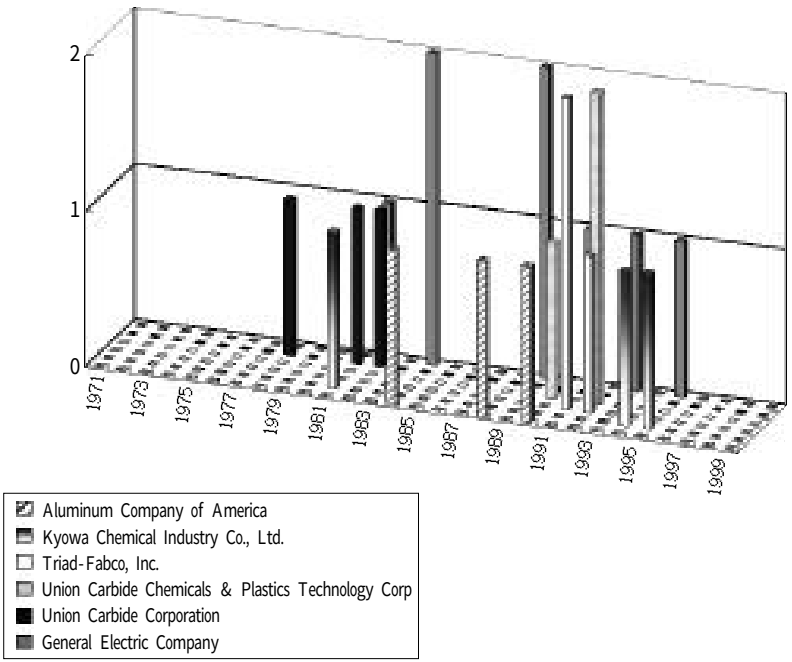
<그림 3-12> 연도별 출원건수



<그림 3-13> 주요 출원인 순위




<그림 3-14> 주요 출원인의 연도별 출원건수

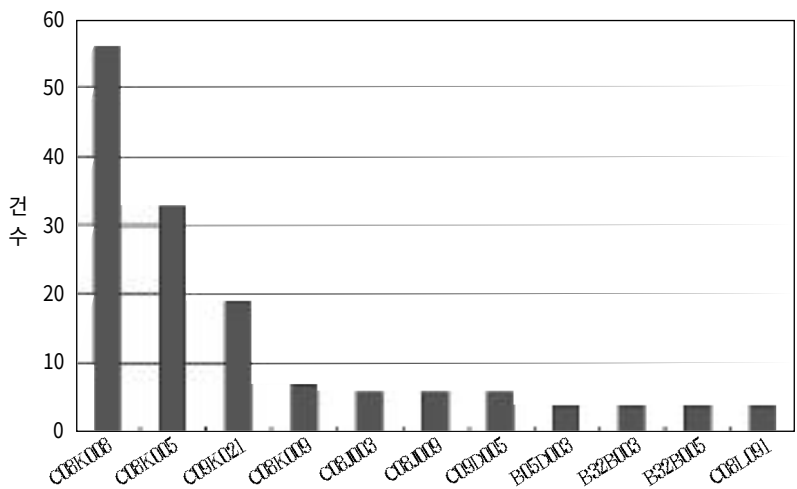


Fab 社 등으로 조사되었다.

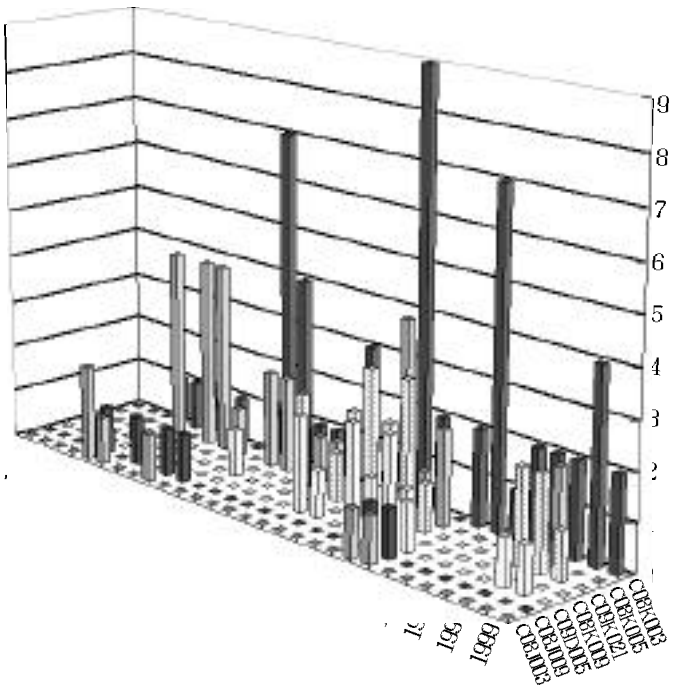
(3) 분류코드 분석

무기계 난연제 관련 미국특허의 분류코드를 분석해면, 다른 경우와 마찬가지로 C08K(무기 또는 비고분자 유기물의 배합성분으로의 서 활용) 쪽의 코드가 많이 나타나고 있어 응용분야 (조성물 및 제품)에 대한 특허의 출원이 많다는 것을 알 수 있으나, C09K021(C09 섹션에서 달리 분류되지 않은 것) 코드가 비교적 많아 새로운 물질이 적용되는 것을 확인할 수 있고, C08J 코드 즉, "고분자의 처리"에 관한 내용도 비교적 자주 출현하는 것으로 보아, 특허내에서 무기계 난연제의 중요도가 비중있게 다루어지고 있는 것으로 판단된다. 연도

<그림 3-15> 주요 분류코드 순위



<그림 3-16> 주요 분류코드의 연도별 추이



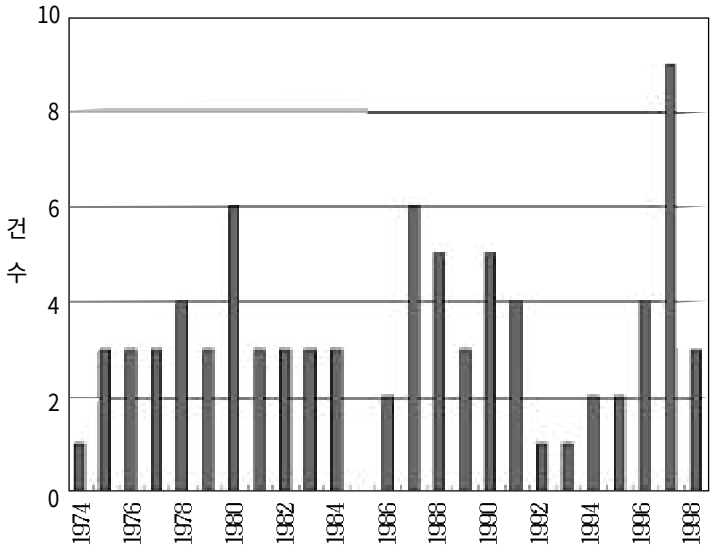

별로 볼 경우는 모든 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있는 것으로 나타났다.

### 라. 멜라민계 난연제

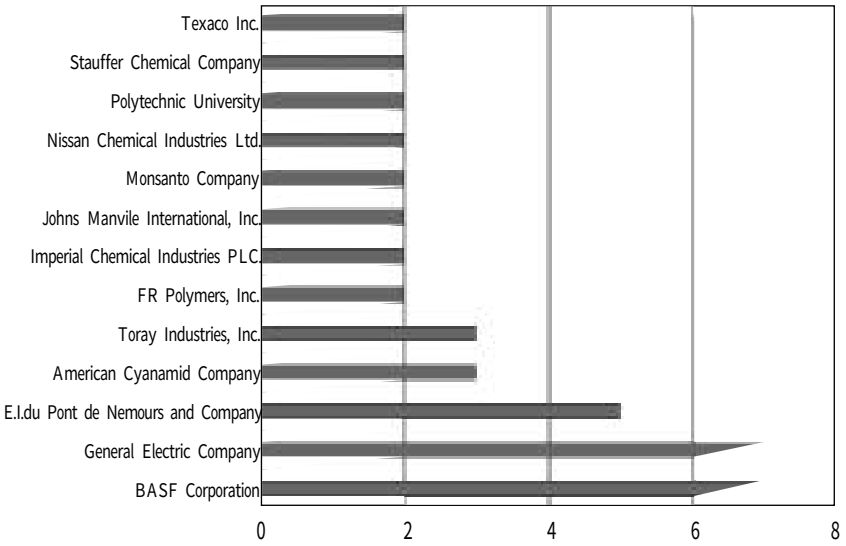
(1) 연도별 출원건수 분석

멜라민계 난연제의 경우는 전반적으로 건수는 적지만 최근 들어 주목받고 있는 것으로 조사되었다. 이는 최근 환경문제에 대한 인식

<그림 3-17> 연도별 출원건수




<그림 3-18> 주요 출원인 순위



이 고조되는 상황에서, 상대적으로 환경친화적인 멜라민계 난연제의 특성에 기인하는 것으로 판단된다.

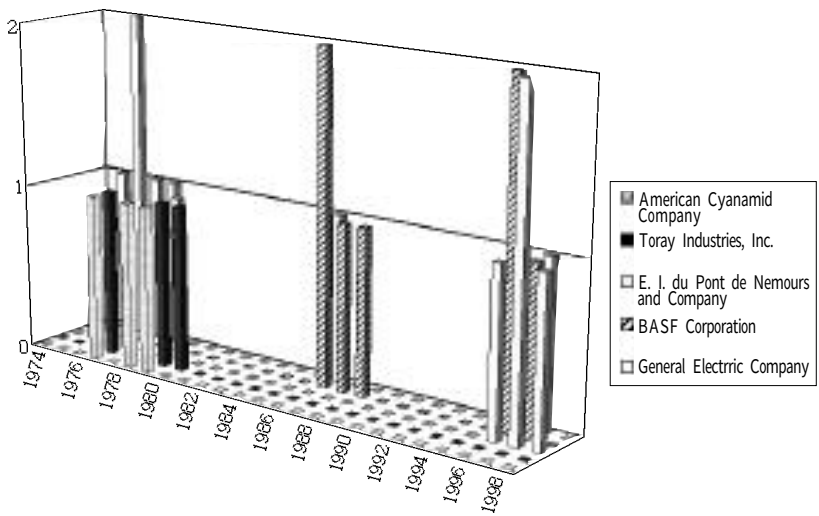
(2) 출원인 분석

주요 출원인은 BASF, GE, duPont 등의 거대 기업으로 나타났다. 특히, 이 3사를 중심으로 최근까지 특허출원이 이어지고 있다.

(3) 분류코드 분석

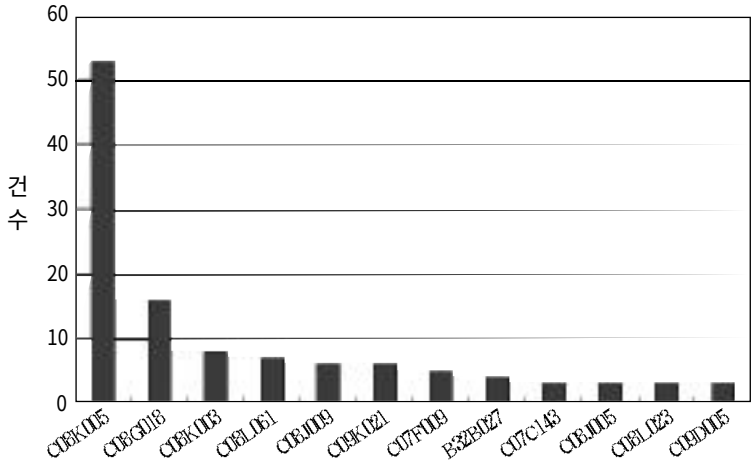
멜라민계 난연제의 분류코드 분포는 무기계 난연제와 상당히 유사하게 나타났다[11]. C08G018(이소시안염) 코드의 출현은 멜라민 시아누

<그림 3-19> 주요 출원인의 연도별 출원건수

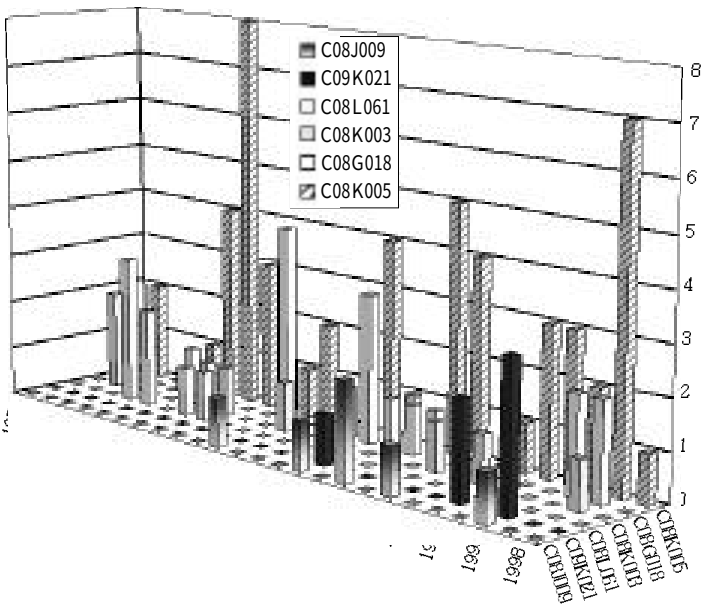



11) 무기계 난연제의 분류코드 분석 참조.

<그림 3-20> 주요 분류코드 순위




<그림 3-21> 주요 분류코드의 연도별 추이

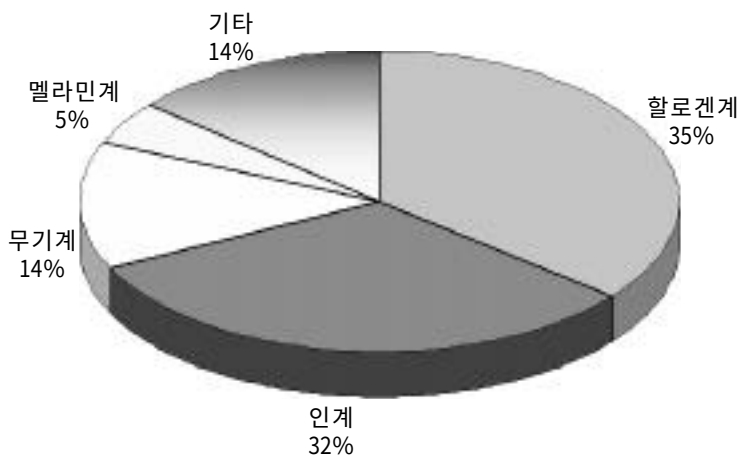


레이트 난연제의 경우 시아눌산을 사용하기 때문인 것으로 판단된다. 연도별로 볼 경우는 대부분 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있으나, C09K021의 경우는 비교적 최근에 출현하고 있음을 알 수 있다.

## 3. 일본특허분석

난연제와 관련된 일본특허는 1567건으로 조사되었으며[12], 할로겐계가 35%로 가장 큰 비중을 차지하였고, 인계가 32%로 뒤를 잇고 있다. 전반적으로 미국보다는 인계와 무기계의 비중이 비교적 높게 나타나고 있다.

<그림 3-22> 난연제 관련 일본특허의 종류별 비율




주) 특허의 중복여부는 고려하지 않았음.

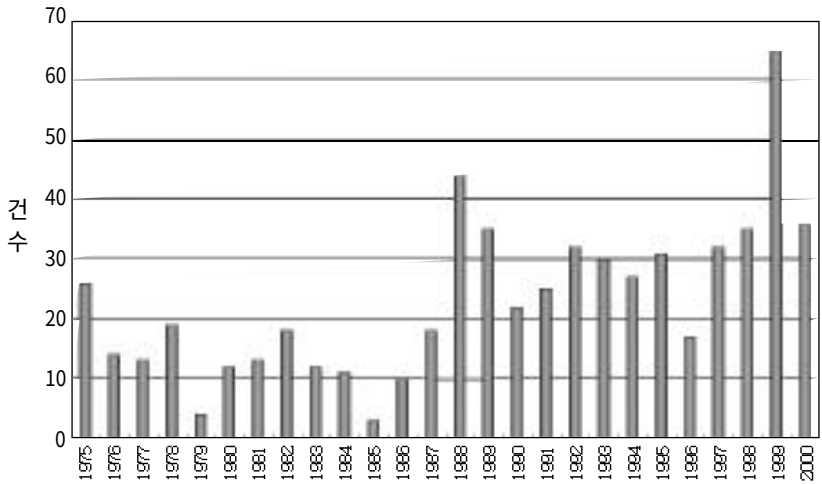
12) 특허건수는 검색어의 선정에 따라 상이하게 나타날 수 있다.

## 가. 할로겐계 난연제

(1) 연도별 출원건수 분석

할로겐계 난연제의 일본 특허건수는 미국과는 달리 80년대 중반이후 완만한 추세로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 이는 최근의 할로겐계 난연제 기술개발의 주도권이 미국에서 일본으로 넘어가고 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

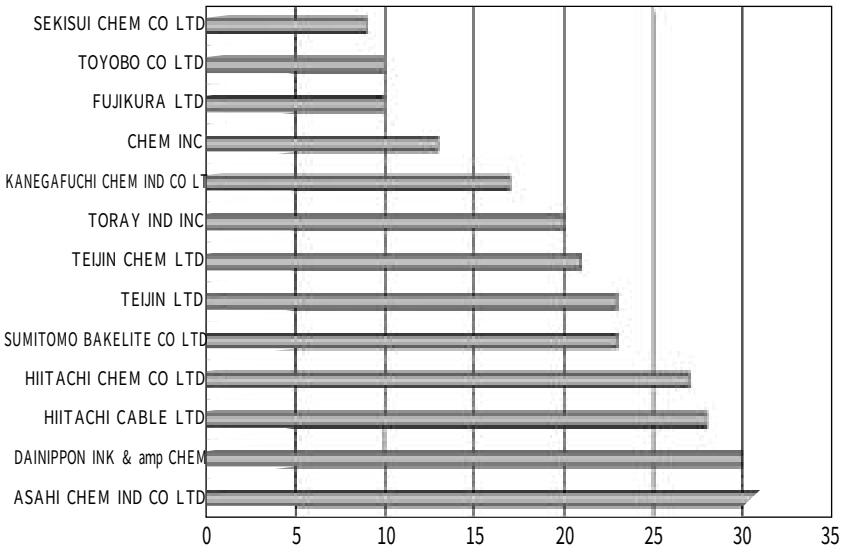
<그림 3-23> 연도별 출원건수



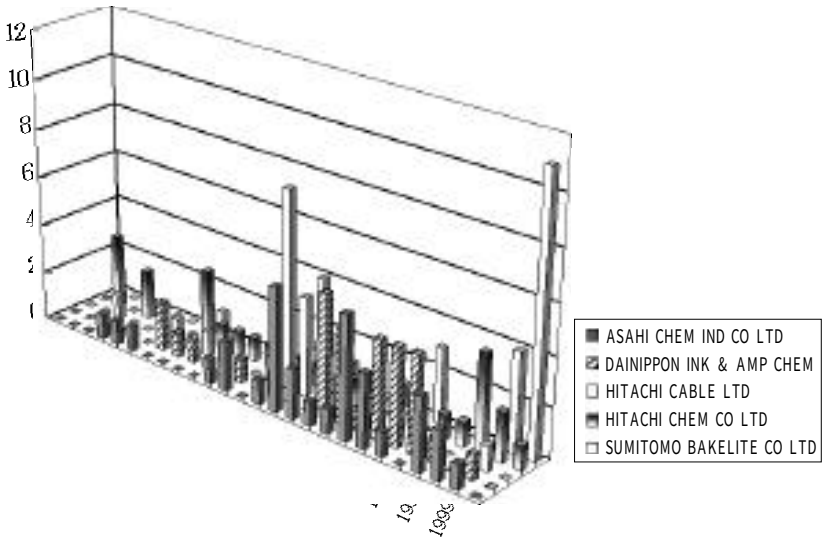

(2) 출원인 분석

일본에서는 미국과는 달리 한 기업의 독주보다는 Asahi社 등 다수의 업체가 경쟁하고 있는 추세를 보이고 있다. 연도별 추세를 보면 Hitach Cable의 경우는 80년대 후반이후 특허를 내지 않고 있으며, 최

<그림 3-24> 주요 출원인 순위




<그림 3-25> 주요 출원인의 연도별 출원건수



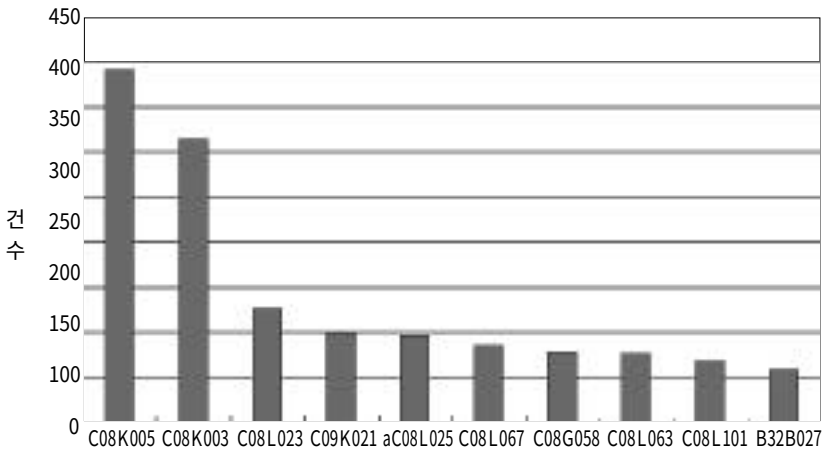
근들어 Sumitimo Bakelite社의 약진이 두드러짐을 알 수 있다.

(3) 분류코드 분석

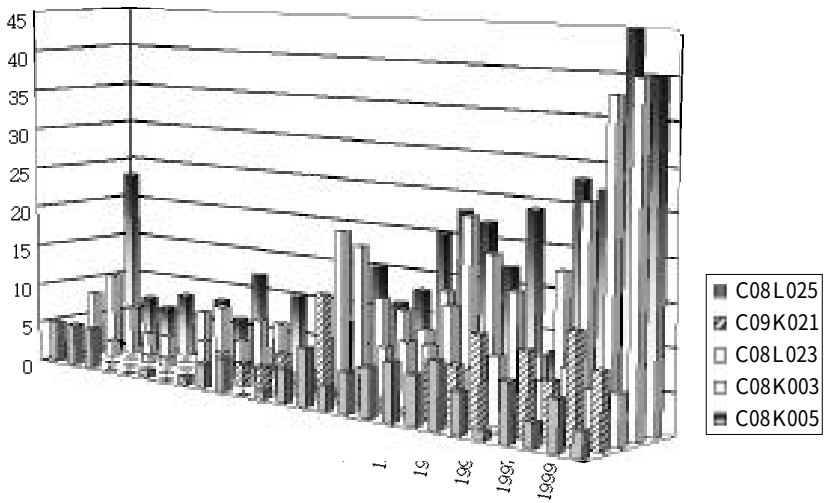
할로겐계 난연제 관련 일본특허의 분류코드를 분석해면, 주로 C08K(무기 또는 비고분자 유기물의 배합성분으로의서 활용) 쪽의 코드가 많이 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 주로 제조방법에 관한 특허보다는 응용분야 (조성물 및 제품)에 대한 특허의 출원이 많다는 것을 의미한다.

연도별로 볼 경우는 대부분의 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있는 것으로 나타났으나 C08K의 경우 최근 들어 급증하고 있음을 알 수 있다. 이는 최근에는 거의 응용에 관한 연구만 진행되고 있음을 의미한다. 순위 5위로 기록된 C08L 역시 조성물에 관한 분류코드이다.

<그림 3-26> 주요 분류코드 순위



<그림 3-27> 주요 분류코드의 연도별 추이




## 나. 인계 난연제

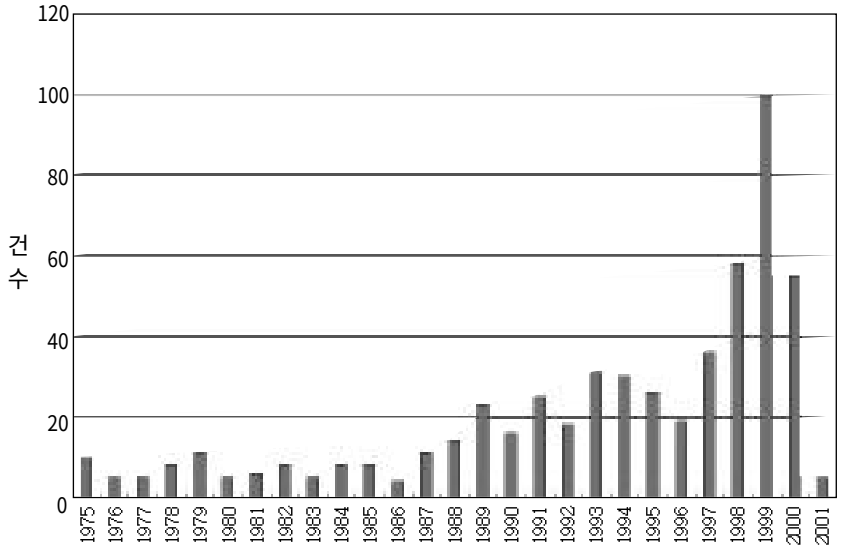
(1) 연도별 출원건수 분석

일본의 인계 난연제 특허건수는 미국과는 달리 최근에 급증하고 있다. 즉, 미국의 경우 80년대 이후 인계 난연제에 대한 새로운 업체의 참여 또는 특정한 연구가 활발히 진행되지 못하고 일본으로 주도권이 넘어가고 있는 것으로 판단된다.

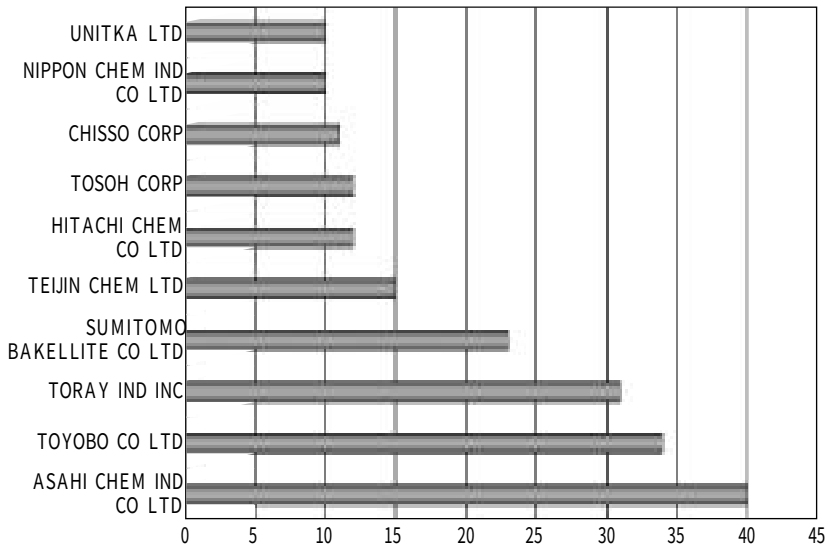
(2) 출원인 분석

일본의 대표적인 회사로는 Asahi Chem Ind Co Ltd, Toyobo Co Ltd, Toray Ind Inc, Sumitomo Bakelite Co Ltd, Teijin Chem Ltd 등이

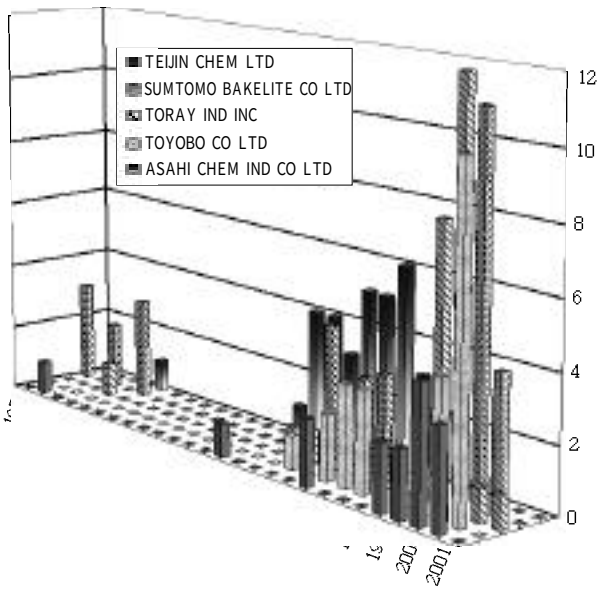
<그림 3-28> 연도별 출원건수




<그림 3-29> 주요 출원인 순위



<그림 3-30> 주요 출원인의 연도별 출원건수



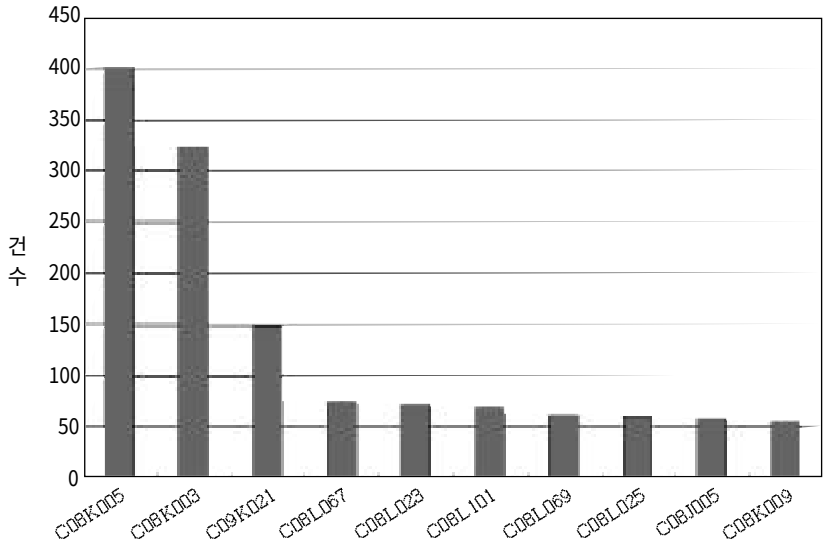

있으며 이들 회사모두 90년대 이후 특허건수가 급증하고 있다.

(2) 분류코드 분석

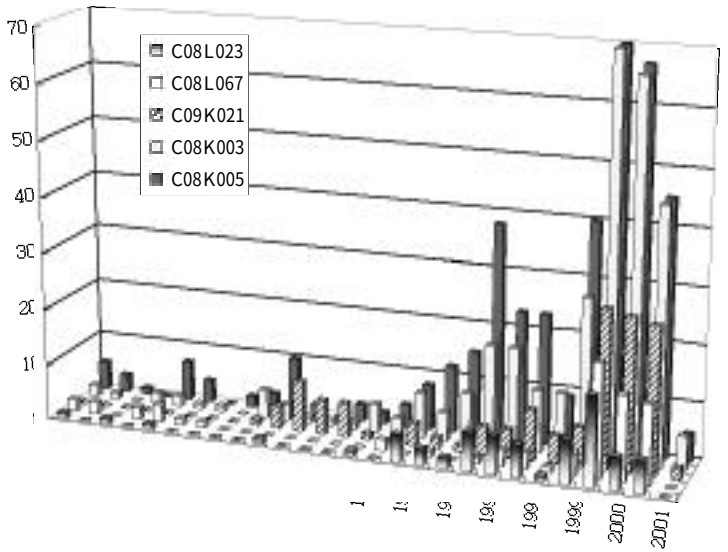
인계 난연제 관련 일본특허의 분류코드를 분석해면, 할로겐계와 유사하게[13] 주로 C08K(무기 또는 비고분자 유기물의 배합성분으로의서 활용) 쪽의 코드가 많이 나타나고 있어, 이는 주로 제조방법에 관한 특허보다는 응용분야 (조성물 및 제품)에 대한 특허의 출원이 많다는 것을 알 수 있다. 연도별로 볼 경우는 대부분의 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있고, 모두 최근에 급증하는 추세를 보이고 있다.

13) 할로겐계 난연제 분류코드 분석 참조.

<그림 3-31> 주요 분류코드 순위




<그림 3-32> 주요 분류코드의 연도별 추이



## 다. 무기계 난연제

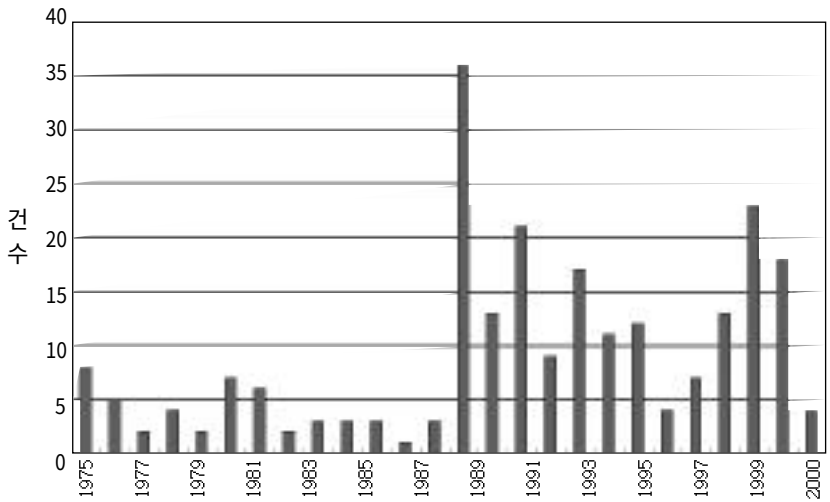
(1) 연도별 출원건수 분석

무기계 난연제 특허건수도 미국과는 달리 최근에 증가하는 추세를 보이고 있으나 인계난연제의 일본특허 건수보다는 완만한 상승곡선을 그리고 있다.

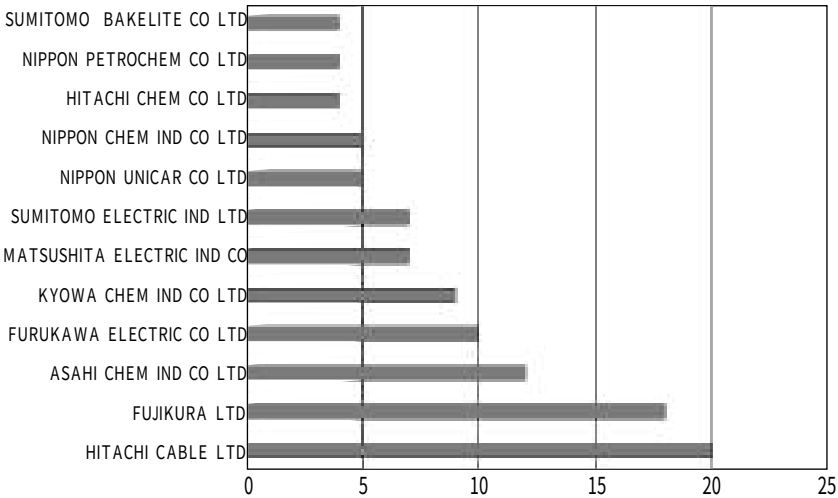
(2) 출원인 분석

Hitachi Cable, Fujikura, Asahi Chem, Furukawa Electric, Kyowa Chem 社 등이 기술을 주도하고 있는 것으로 분석되었으며, 주로 전력, 전선회사의 약진이 두드러진다. 이는 무기계 난연제의 용도와도

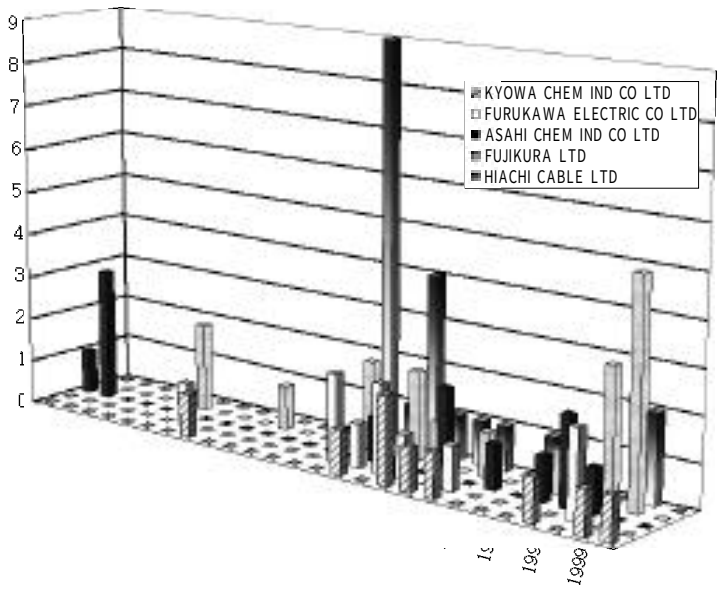
<그림 3-33> 연도별 출원건수



<그림 3-34> 주요 출원인 순위




<그림 3-35> 주요 출원인의 연도별 출원건수

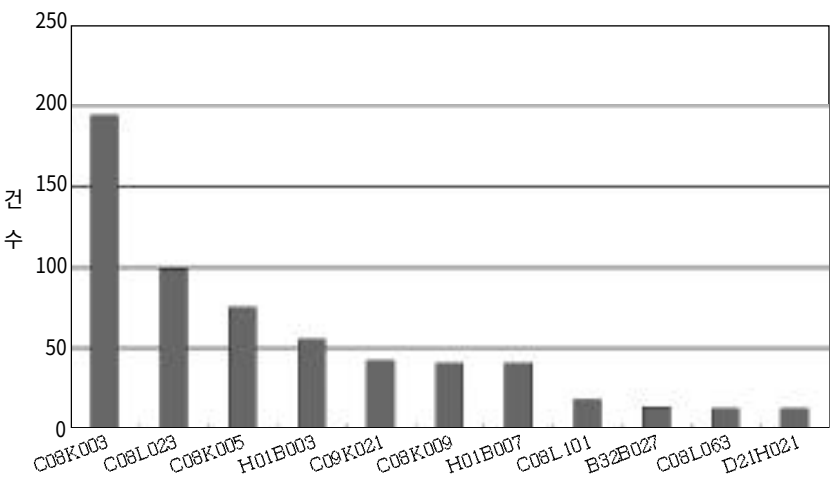


밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다. Hitachi Cable社는 연도별로 볼 때 80년대 후반에 연구활동이 가장 활발한 것으로 나타났고, 최근에는 Fujikur社쪽이 오히려 강세인 것으로 분석되었다.

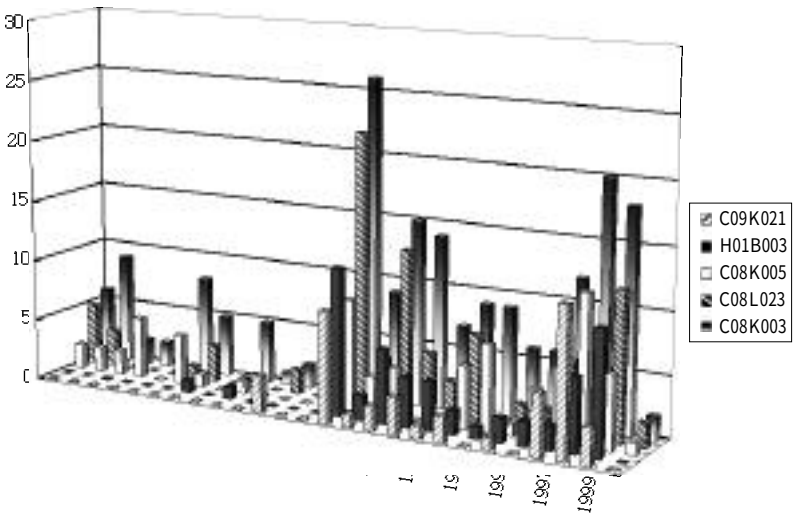
(3) 분류코드 분석

주로 C08K(무기 또는 비고분자 유기물의 배합성분으로의서 활용) 쪽의 코드가 많이 나타나고 있어, 주로 제조방법에 관한 특허보다는 응용분야 (조성물 및 제품)에 대한 특허의 출원이 많음을 알 수 있다. 타 난연제와 다른 점은 H01B003 (절연체)코드가 나타났다는 점이며, 이는 무기계 난연제가 전선 및 케이블이 많이 사용되기 때문이다. 도별로 볼 경우는 대부분의 분류코드가 비슷한 분포를 가지고 있는 것으로 나타났다.

<그림 3-36> 주요 분류코드 순위



<그림 3-37> 주요 분류코드의 연도별 추이




### 라. 멜라민계 난연제

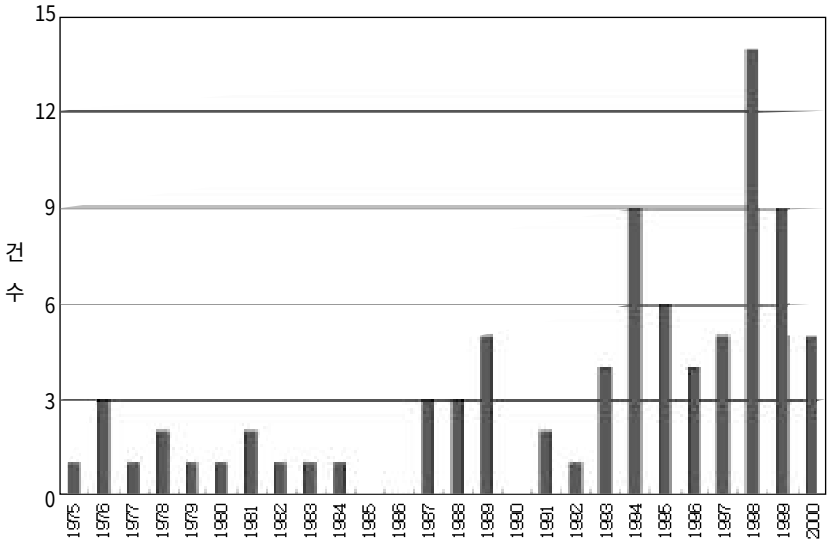
(1) 연도별 출원건수 분석

일본의 멜라민계 난연제 특허는 비록 건수는 적지만 미국과는 달리 최근에 급증하고 있다. 이는 최근 환경문제에 대한 인식이 고조되는 상황에서, 상대적으로 환경친화적인 멜라민계 난연제의 특성에 기인하는 것으로 판단된다.

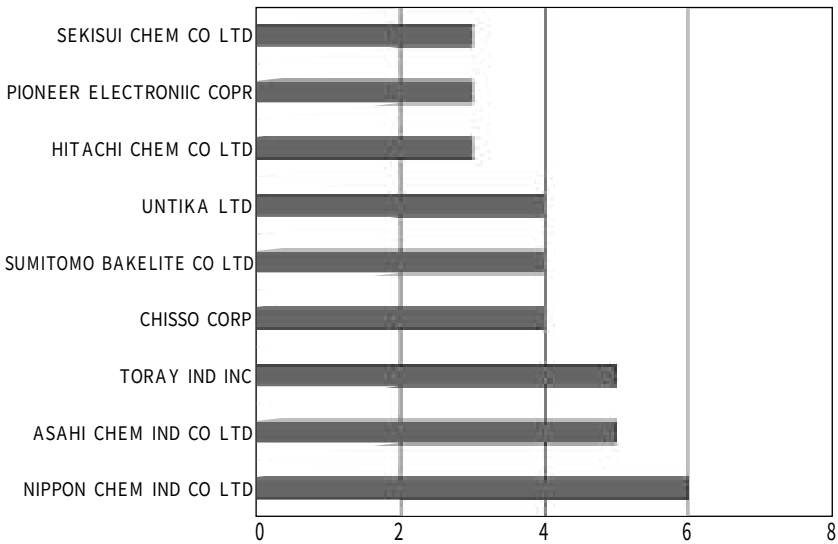
(2) 출원인 분석

Nippon Chem, Asahi Chem, Toray, Chisso, Sumitomo Bakelite,

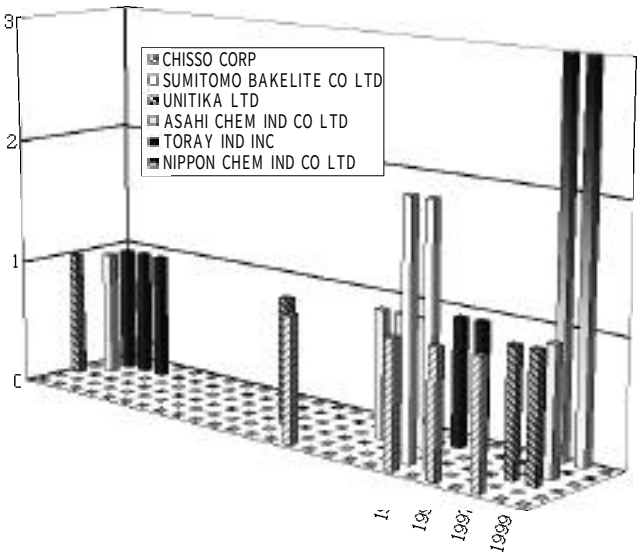
<그림 3-38> 연도별 출원건수




<그림 3-39> 주요 출원인 순위



<그림 3-40> 주요 출원인의 연도별 출원건수

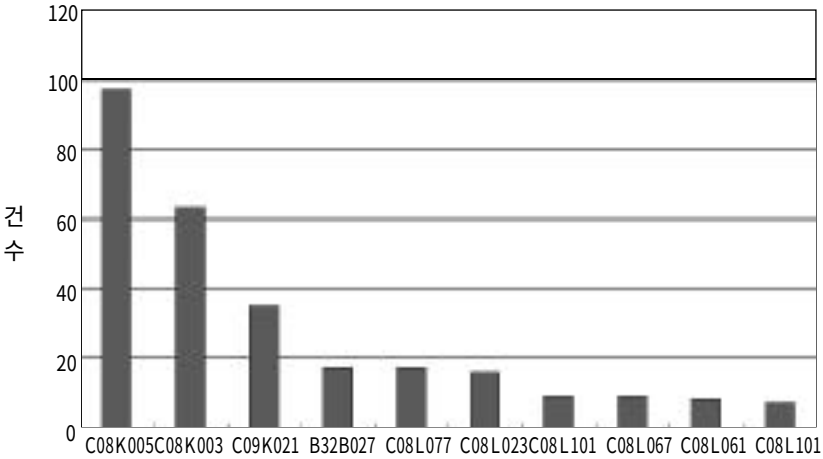



Unitika 등 다수의 업체가 특허를 출원하고 있으며, 특히, Nippon Chem사의 특허가 최근에 급증하고 있다.

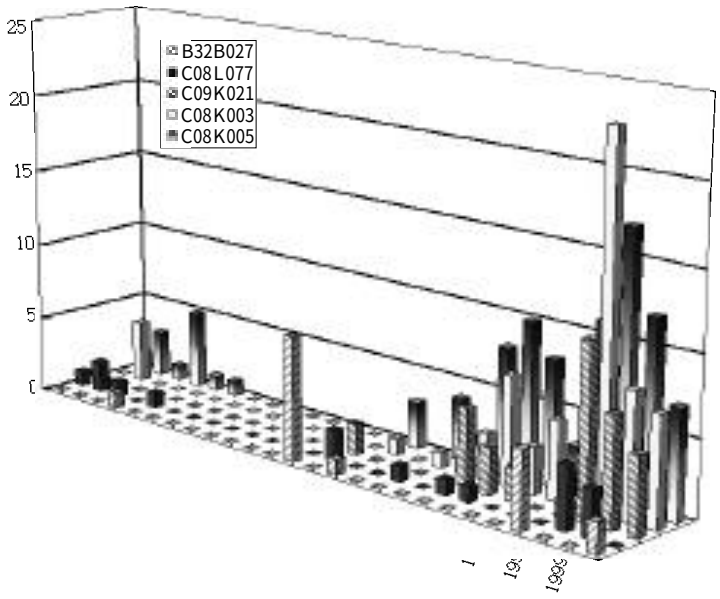
(3) 분류코드 분석

멜라민계 난연제의 분류코드 분석결과는 타 난연제의 경우와 마찬가지로 조성물 및 응용에 관련이 있는 C08K 코드가 주를 이루고 있다. 다만, B32B 코드는 멜라민 수지에 관한 노이즈(Noise)로 판단된다. 순위 5,6위에 해당하는 C08L 역시 조성물에 관한 특허이다. 대부분의 분류코드가 연도별로 유사한 분포형태를 갖는 것으로 분석되었다.

<그림 3-41> 주요 분류코드 순위




<그림 3-42> 주요 분류코드의 연도별 추이



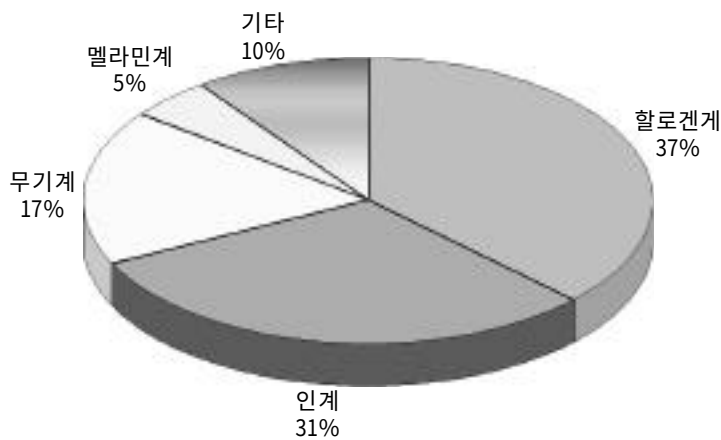
## 4. 국내특허분석

난연제와 관련된 국내특허는 666건으로 조사되었으며[14], 할로겐계가 37%로 가장 큰 비중을 차지하였고, 인계가 31%로 뒤를 잇고 있다. 국내특허는 건수가 많지 않은 관계로 종류별로 세분화하지 않고 전체 난연제를 대상으로 특허분석을 수행하도록 한다.

### 가. 연도별 출원건수 분석

연도별로 볼 때 모든 난연제가 80년대 후반이후로 건수가 증가하는 양상을 나타내고 있으며, 이는 미국의 경우보다는 일본의 경우와 유사하다고 할 수 있다.

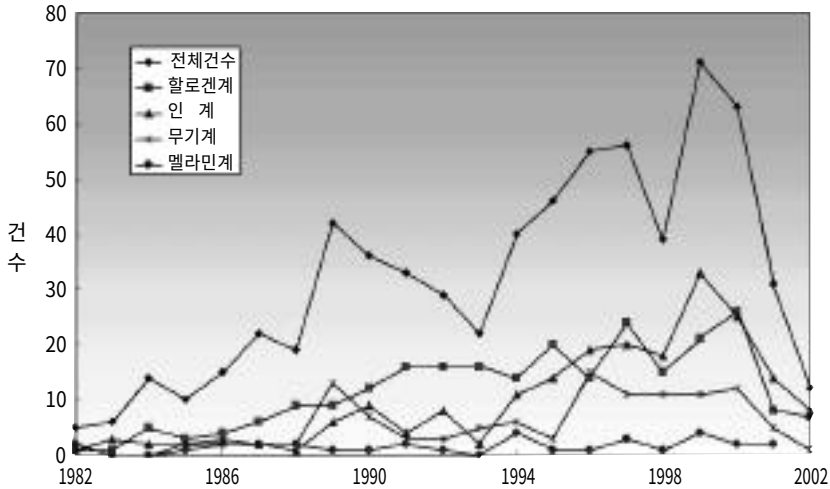
<그림 3-43> 난연제 관련 일본특허의 종류별 비율




주) 특허의 중복여부는 고려하지 않았음.

14) 특허건수는 검색어의 선정에 따라 상이하게 나타날 수 있다.

<그림 3-44> 연도별 출원건수



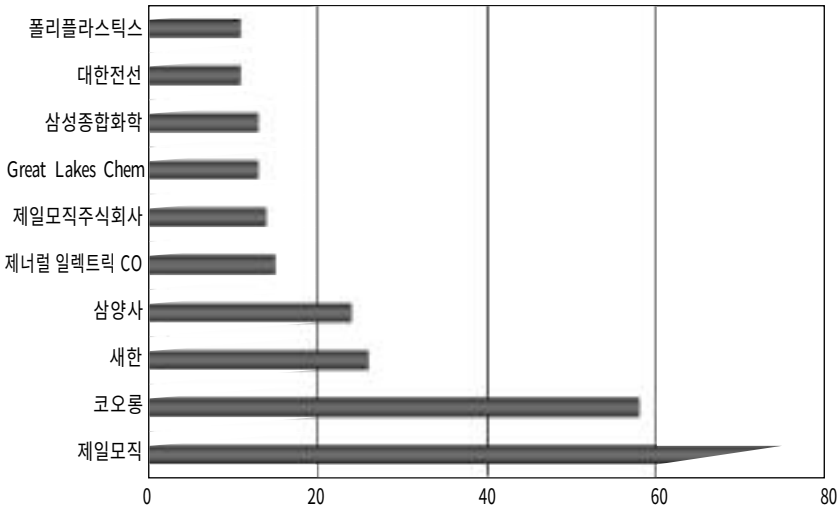

## 나. 출원인 분석

제일모직, 코오롱 등 섬유업체들이 대부분의 특허를 차지하고 있으며 이를 보아도 제조보다는 응용분야 및 조성물 특허가 대부분이라는 사실을 짐작할 수 있다. 이는 분류코드 분포에서 다시 알아보기로 한다. 연도별로 보면, 80년대 중후반에는 코오롱이 강세이었으나, 최근에는 제일모직의 특허가 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

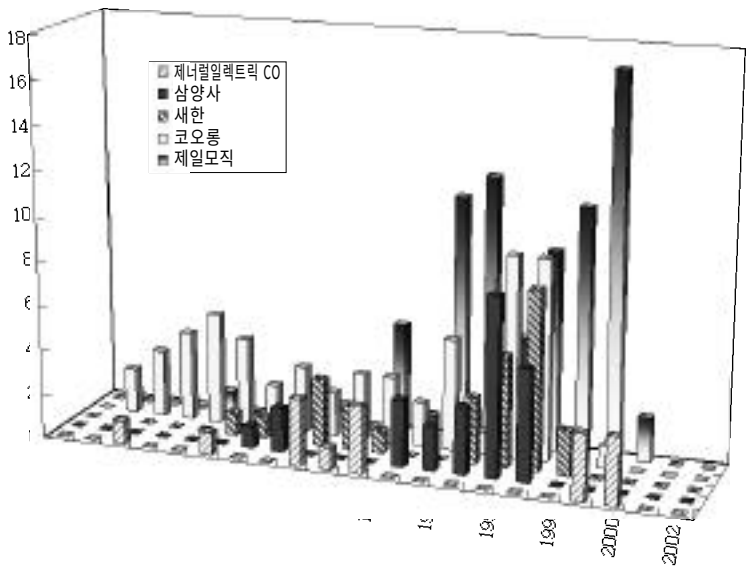
## 다. 분류코드 분석

상위를 기록한 모든 분류코드가 응용 및 조성물에 관한 특허로 볼 수 있다. 이는 난연제 관련 특허의 전반적인 동향이라고 볼 수 있고,

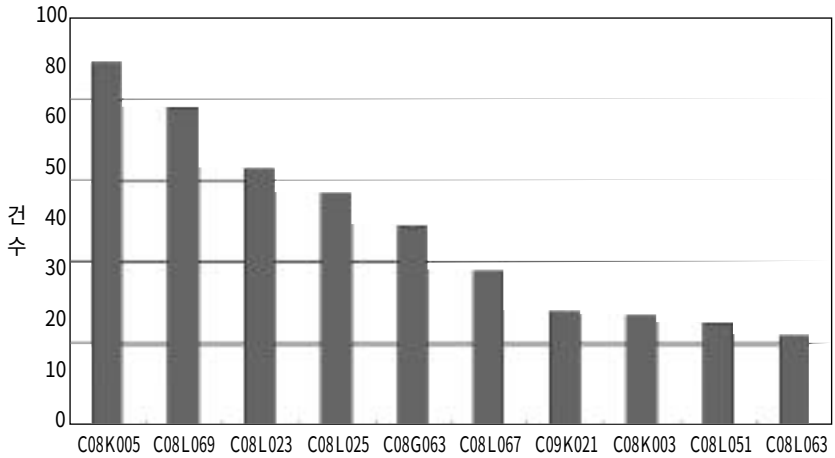
<그림 3-45> 주요 출원인 순위



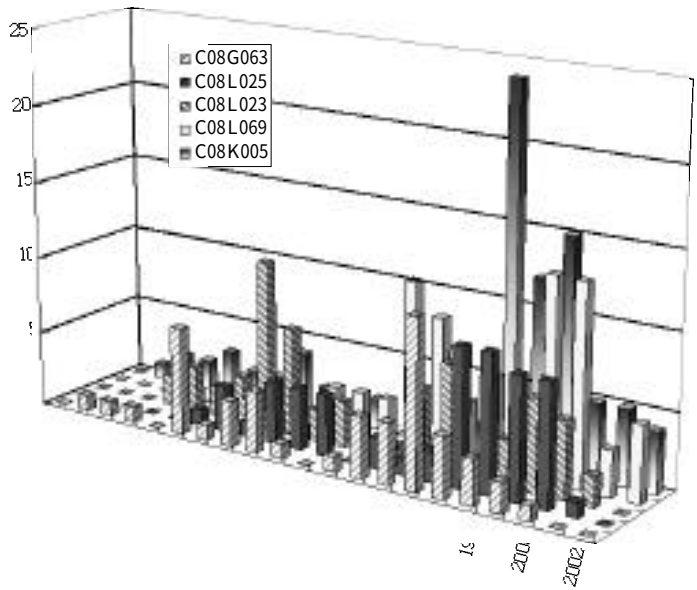

<그림 3-46> 주요 출원인의 연도별 출원건수



<그림 3-47> 주요 분류코드 순위




<그림 3-48> 주요 분류코드의 연도별 추이



난연제의 상당부분을 수입에 의존하는 우리나라의 경우는 이 현상이 더욱 심할 것으로 판단된다.

## 5. 종합의견

난연제의 특허건수를 국가적으로 비교해보면 일본, 미국, 한국 순이며, 미국의 경우는 70년대 후반이 피크를 이루었다가 이후 정체되는 모습을 보이고, 일본과 한국의 경우는 90년대 들어서 특허수가 급증하는 모습을 보이고 있다. 주요 출원인으로는 미국의 GE, 일본의 Asahi, 국내에서는 제일모직을 들 수 있으며, 난연제 제조방법에 대한 특허보다는 응용분야, 즉, 조성물 및 제품에 대한 특허가 주를 이루고 있다.

제4장

# 시장동향 및 전망

제 4장에서는 난연제 산업의 기회요인과 제한요인 등 외부환경을 분석하고 메가 트렌드를 살펴보았다. 이어서 국내외 시장동향을 통해 수요, 업체, 가격 등을 분석하고, 이를 토대로 사업매력도를 평가하였다.

## 1. 산업의 개요 및 특성

### 가. 산업의 개요

플라스틱은 대부분 탄소, 수소, 산소로 구성된 유기물질로 연소하기 쉬운 성질을 가지고 있으며, 이와같은 성질을 물리 · 화학적으로 개선해 잘 타지 못하도록 첨가하는 물질을 난연제라 한다. 최근 난연제에 대한 관심은 단순히 난연효과 뿐만 아니라 저유해성, 저발연성, 저부식성, 내열성을 겸비한 제품의 개발로 모아지고 있다. 아래 <표 4-1>에서 보여주듯이 난연제 시장의 성장률은 플라스틱 첨가제 시장의 성장률 중에서도 높은 편에 속하는데, 이는 북미나 유럽 각국에서 플라스틱 제품에 대한 응용분야가 확대되고 이에따른 난연규제가 강화되고 있는데 기인한다.

<표 4-1> 플라스틱첨가제 시장규모

| 지 역 / 종 류 | 북 미(million pound) | | | 유 럽(천 톤) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1999 | 2004 | AAGR(%) 1999-2004 | 1999 | 2004 | AAGR(%) 1999-2004 |
| 산화방지제 | 126.0 | 162.0 | 5.1 | 35.0 | 42.0 | 3.5 |
| 대전방지제 | 19.6 | 23.8 | 4.0 | 7.0 | 7.9 | 2.5 |
| 촉매, Peroxide | 80.4 | 93.2 | 3.0 | 29.0 | 33.6 | 3.0 |
| 촉매, PU | 29.5 | 35.0 | 3.5 | 10.5 | 12.0 | 2.5 |
| 발포제 | 19.0 | 22.5 | 3.5 | 14.0 | 17.5 | 4.5 |
| 난연제 | 772.0 | 981.0 | 4.9 | 294.0 | 347.0 | 3.5 |
| 열안정제 | 180.0 | 221.0 | 4.2 | 162.0 | 170.0 | 1.0 |
| 가공조제, 불로킹방지제 | 479.0 | 5586.0 | 4.2 | 143.0 | 160.0 | 2.5 |
| 활제 | 340.0 | 416.0 | 4.1 | 68.0 | 76.5 | 2.5 |
| 자외선안정제 | 21.6 | 29.5 | 6.5 | 7.5 | 9.5 | 5.0 |

자료: CEH Marketing Research Report, Plastic Additives, 2001.

난연제별 사용 용도를 살펴보면 <표 4-2>와 같다. 브롬계의 경우, ABS · 엔지니어링 플라스틱 · 폴리우레탄 등 모든 수지에 이용이 가

<표 4-2> 난연제별 적용 수지 및 용도

| | 염소계 | 브롬계 | 인계 | 안티몬계 | 수산화 알루미늄 | 멜라민 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ABS | | ○ | | ○ | | | (전기전자)기구장치 |
| Engineering Plastic | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 건축, 수송용, 전기전자산업 |
| Epoxy Resin | | ○ | | | ○ | ○ | PCB |
| Polyester | ○ | ○ | | | ○ | | 건축, 해양, 전자 |
| Polyolefin | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | 전기전자, 필름, 와이어 · 케이블 |
| Polystyren | | ○ | | ○ | ○ | | 절연물, 하우징 |
| Polyurethan | | ○ | ○ | | ○ | ○ | 수송, 가구, 냉장고, 절연물 |
| PVC | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | 건축, 수송, 가구, 와이어 · 케이블 |

자료 : SRI, Chemical Economics Handbook, 1999년, 2001년. KISTI 재구성, 2002.

능하며, 용도는 전기 · 전자 기기, 건설 · 수송, 가구, 와이어 케이블 등 광범위하다. 염소계는 엔지니어링 플라스틱, 폴리에스테르, 폴리올레핀, 폴리우레탄, PVC 수지에 쓰이고, 전자기기, 건설, 수송 관련 제품에 응용되고 있다. 인계는 엔지니어링 플라스틱, 폴리우레탄, PVC에 쓰이며, 건축, 수송용, 전기전자산업수송, 가구, 와이어 · 케이블 등에 응용되고 있다.

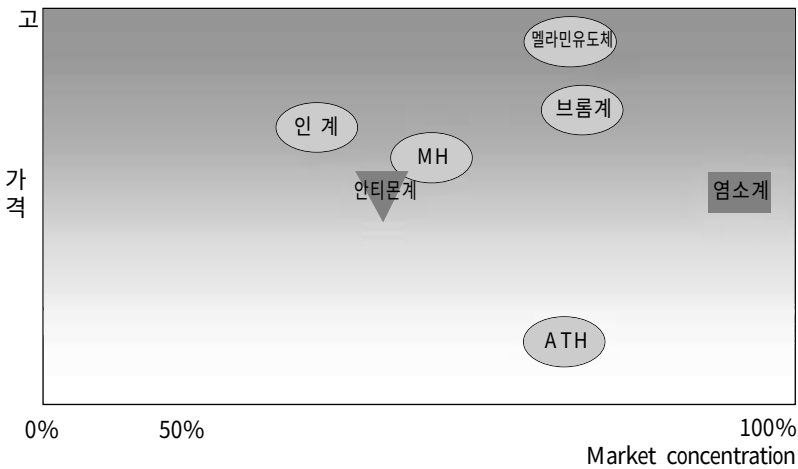
## 나. 산업의 특성

(1) 높은 시장집중도

난연제 산업의 특성은 높은 시장 집중도에 있다. <그림 4-1>은 난연제별 상위 3사의 시장점유율의 정도를 나타내는데 난연제별 상위3사의 시장점유율이 대부분 70% 이상으로 시장 집중도(market concentration)가 높다고 할 수 있다. 서유럽 시장에서 브롬계 생산업체를 살펴보면 Albermarle, Great Lakes, Dead Sea Bromine 등 상위 3사의 시장 점유율이 86%이고, 북미지역의 경우 80% 90%에 이른다.

난연제 주요생산업체가 서유럽에만 23개사가 있고 북미지역의 경우 16개사가, 일본의 경우 8개사가 있는데 시장점유율이 미미한 업체들까지 합치면 100여개 이상의 관련 업체들이 존재한다. 그런데 대부분 난연제의 시장집중도는 증가하는 경향을 보이고 있어 과점적 현상은 더욱 두드러질 것으로 예상된다. 따라서 기업간의 상호의존관계, 담합 등 비경쟁 행위의 경향, 진입장벽의 구축 등의 경향도 더욱 두드러질 것이다.

<그림 4-1> 난연제의 시장집중도




주 : ○은 시장집중도가 증가하는 경향을, ▽는 감소를, □는 안정되어 있음을 의미함.
자료 : European Flame Retardant Market, Frost & Sullivan 2001, KISTI 재구성.

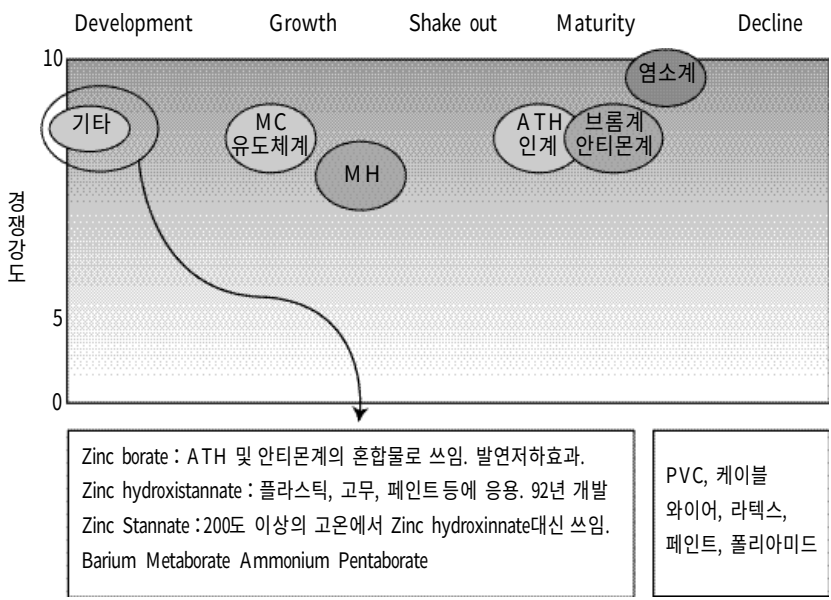
(2) PLC와 경쟁강도와의 연관성

난연제 산업의 Product Life Cycle을 살펴보면 브롬계, 인계, 안티몬계, 염소계 등은 성숙기 단계에 있고, 이중 염소계는 경쟁강도가 10점/10점으로 치열하고 집중도 또한 높다. 다른 할로겐계 난연제를 포함하여 사용에 대한 논란이 지속적으로 일고 있으므로 시장 전망이 밝다고 보기 어렵다.

이중 무기계 난연제와 멜라민 유도체계 난연제의 경우는 아직 성장기에 있고 환경규제의 강화에 따라 향후 성장 가능성도 높다고 할 수 있다. 브롬계 난연제의 경우는, 대부분 미국에서 생산되기 때문에 상대적으로 미국에서의 환경규제가 약한 경향을 보이고 있고, 따라서

할로겐계를 대체할 수 있는 난연제로 무기계 난연제의 연구·개발에 많은 노력과 관심을 보이고 있다. 유럽에서도 무기계 난연제는 향후 성장 가능성이 가장 높은 난연제로 평가받고 있고, 무기계 난연제 생산업체들의 경쟁강도는 브롬계나 인계보다 낮은 편이다. 유럽 난연제 산업의 특징은 멜라민 유도체 난연제 시장의 성장으로 북미지역과 가장 구분되는 점이라 할 수 있다. 그리고 Zinc계 난연제의 경우는 도입단계로 저독성, 저발연 등의 강점을 가지고 있고, 기술개발이 지속되면 향후 안티몬계 시장을 50%까지 대체할 것으로 전망하고 있다. 현재 가격이 다소 높고 경쟁강도도 높지만 향후 시장 전망은 매우 밝은 것으로 예측되고 있다.

<그림 4-2> PLC에 따른 경쟁강도




자료 : European Flame Retardant Market, Frost & Sullivan 2001, KISTI 재구성.

## 2. 산업환경 분석

### 가. 외부환경 분석

(1) 기회요인

◆ 난연규제의 강화

난연규제는 여러 가지 기회요인들 중에서 난연제 산업의 성장요인으로 작용하는데 가장 큰 영향을 미칠것으로 분석된 바 있다. 유럽시장이 미국이나 일본에 비하여 다소 엄격한 규제를 하고 있고 실제로, EU에서는 관련규제의 강화를 위한 위원회를 소집, 법안을 마련하고자 노력하여 왔다. 이렇게 난연규제의 강화를 위한 움직임은 장기적으로 미국, 일본 뿐만 아니라 국내 시장에까지 영향을 미칠 것으로 기대되고 있고, 시장의 성장에 긍정적 영향을 미칠 것으로 예측된다.

◆ 플라스틱의 사용 증가

현재 폴리머의 사용은 세계적으로 증가 추세에 있으며, 특히 폴리머의 고부가가치화에 초점이 맞추어지고 있다. 한편 플라스틱의 수요 및 응용범위가 확대됨에 따라 항공, 가구, 전자 · 전기 등 난연성 플라스틱의 사용도 의무화되고 있다. 이러한 동향은 난연제 산업 전반에 긍정적 영향을 미칠 것으로 분석된다.

브롬계 난연제 산업의 경우 전기 · 전자 산업의 성장에 따라 다른 난연제에 비하여 높은 성장률을 보여 왔으며, 전기 · 전자 산업이 2001년도의 침체기에서 벗어나는 시점과 더불어 난연제의 수요도 증

가할 것으로 예측된다.

◆ 엔지니어링 플라스틱의 수요 증가

난연제는 특히 폴리아미드, ABS 등 엔지니어링 플라스틱에 많이 응용되어 왔고, 엔지니어링 플라스틱의 시장은 응용 분야의 확대에 따라 다른 플라스틱의 시장보다 빠르게 성장하여 왔다. 따라서 엔지니어링 플라스틱의 응용분야 확대에 따른 수요 증가는 난연제 산업 전반에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 예상할 수 있다.

(2) 위협요인

◆ 환경규제의 강화

지난 몇 년간 브롬계 난연제 등 할로겐계 난연제는 환경에 미치는 부정적 영향으로 인해 사용 금지에 대한 논란이 지속되어 왔다. 브롬계 난연제중 4종은 이미 사용이 금지되어 있고, 많은 기업들이 법적 규제는 없어도 기업 이미지를 높이기 위해 에코라벨, 화이트 스완 등의 환경마크를 부착하고 있다. 현재는 환경에 친화적이지 않으면 성능이 아무리 우수해도 소용이 없고 이러한 변화 자체가 친 환경적인 난연재료로의 급격한 변화를 의미한다. 이러한 동향은 비할로겐계 난연제 업계에는 기회요인으로 작용하나, 브롬계 등 아직까지는 성능이나 수요면에서 top을 차지하고 있는 할로겐계 난연제 업계에는 위협요인으로 작용할 것이다.

◆ 고객 중심의 합병

다우 케미컬과 유니온 카바이드의 합병, 아사히 케미컬과 미쯔비

시 케미컬의 합병 등 난연제 수요업체의 합병은 새로운 글로벌 시대의 트렌드로 자리잡고 있는데 이러한 경향은 난연제 공급업체에 타격을 주게 된다. 합병으로 인해 규모가 커지게 되면 협상력(bargaining power)이 강화되어 생산업체에 대해 단위당 난연제 가격의 인하를 요구하게 된다. 따라서 공급업체 입장에서는 대량의 난연제를 소비하는 수요업체의 요구를 들어줄 수 밖에 없기 때문에 단위당 가격을 인하하게 되므로 이러한 고객 중심의 합병은 난연제 산업에 위협요소로 작용하게 된다.

◆ 고객 중심의 가격 인하 압력

컴퓨터, 자동차 등 대규모 End market은 공급망(Supply Chain)을 지배하고 난연제 공급업체에 가격 인하의 압력을 행사하고 있다. 특히 컴퓨터나 자동차 업계는 꾸준히 단위당 상품의 가격을 인하하는 정책을 펼치고 있는데 이러한 경향은 그대로 난연제 업계에 타격을 주게 되고 난연제 업체간의 경쟁을 더욱더 심화시키는 결과를 초래한다.

## 나. 메가 트렌드 분석

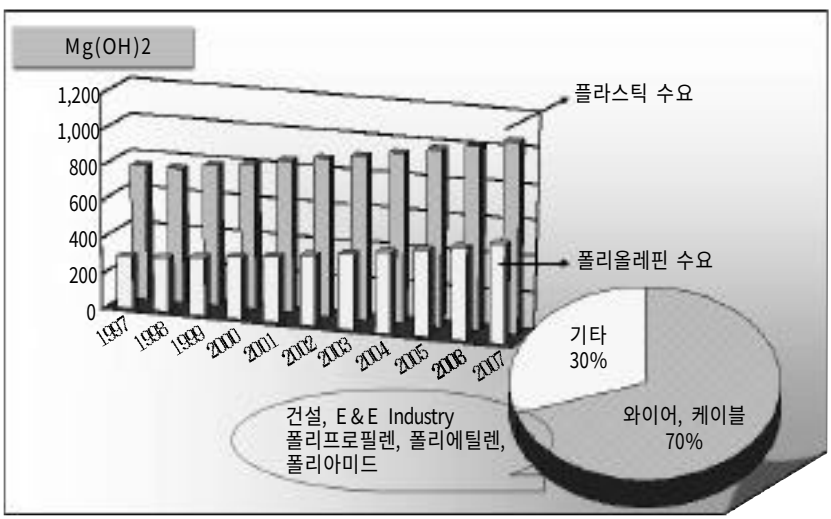
(1) 비할로겐계 난연제 시장의 성장

난연제 산업의 메가 트렌드중 단연 주목할 만한 것은 환경문제의 대두와 이에 따른 난연제품의 탈할로겐화라 할 수 있다. 현재는 탈할로겐화와 더불어 재활용 문제가 크게 대두되고 있고 유럽에서는 2007년경까지 플라스틱 제품의 70% 이상을 재활용하는 법안을 추진

중에 있어 할로겐계 난연제는 재활용을 위해 소각시 인체에 유해한 다이옥신을 배출하는 등의 문제로 어려움을 겪게 될 것이다. 반면에 이러한 난연제의 탈할로겐화에 따라 무기계, 멜라민 유도체계 난연제에 대한 연구 · 개발은 더욱 활발해질 것이다.

비할로겐계 난연제의 시장전망을 살펴보면, $Mg(OH)_2$의 경우 <그림 4-3>에서 보듯이 플라스틱 수요부문에서 폴리올레핀 수요량의 점유율이 점차로 높아지고 있음을 알 수 있다. 이는 IT와 Telecommunication 시장의 성장에 따른 플라스틱 수요의 증가로 인한 것으로, 이에 소모되는 $Mg(OH)_2$가 증가함을 의미한다. 이외 ATH가 있는데 $Mg(OH)_2$와 함께 할로겐계 난연제를 대체하는 무기계 난연제로서 유럽, 구미 등지에서 기술적 한계를 극복하기 위한 연구가 계속되고 있다.

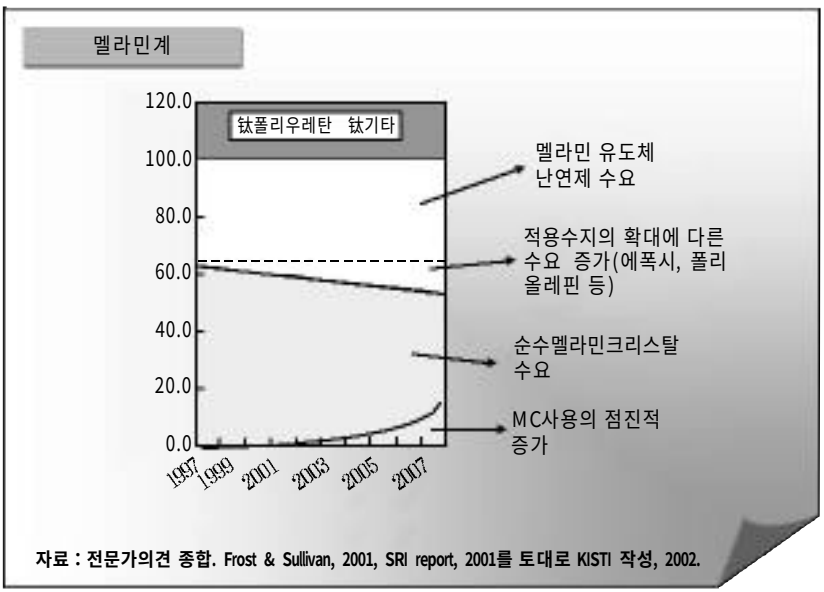
<그림 4-3> $Mg(OH)_2$의 수요 전망




자료 : European Flame Retardant Market, Frost & Sullivan 2001, KISTI 재구성.

멜라민계 난연제의 경우도 <그림 4-4>에서 보듯이 폴리우레탄 폼에 쓰여온 순수 멜라민 크라스탈의 사용이 감소하면서, 상대적으로 기타 적용수지에 멜라민 유도체의 사용이 증가하고 있는데, 이는 PA만에 한정되어 있던 적용 수지의 확대를 의미한다고 할 수 있다. 따라서 적용수지의 확대와 폴리우레탄 폼에의 MC 적용에 따른 시장 성장도 기대되고 있다.

<그림 4-4> 멜라민계 유도체 난연제 수요 전망




자료: 전문가 면담, KISTI 작성, 2002.

(2) 난연제 업계간 M&A

앞서 살펴본 바와 같이 난연제 업계는 안티몬계, Zinc계 등을 제외한다면 시장집중도가 높고 경쟁강도도 높은 편이다. 또한 폴리머 업

계 등 수요업체들을 중심으로 한 합병이 빈번히 발생하고 있고 이러한 합병은 종종 가격 인하의 압력을 가져온다.

최근 들어 브롬계 난연제의 사용규제 등 환경규제의 강화가 예상되고 이에 따른 탈할로겐화로의 이행은 기존의 할로겐계 난연제 생산업체들에게 또다른 압력으로 작용하고 있다.

따라서 수요업체들로부터의 압력에 대한 대응과 할로겐계 난연제에 대한 사회적 압력에 대응하고자 난연제 업체들은 M&A를 통하여 자사의 포트폴리오를 재구성하고 있는데, 실제로 난연제 업체중 한가지 종류의 난연제 만을 생산하는 업체는 극히 드물고 여러 종류의 난연제를 동시에 생산하고 있다. 브롬계 난연제의 대표적 생산업체인 Albermarle사의 경우, Pyro-Check를 인수한데 이어 Martinswerk를 합병하여 무기계 난연제로 생산라인을 확장함에 따라 현재 업계에서 가장 강력한 포트폴리오를 구성하고 있다.

이렇게 난연제 산업은 여러 가지 이유로 어느 산업보다 M&A나 전략적 제휴가 성행하고 있고, 이러한 경향은 난연제 업체간 경쟁의 심화와, 시장점유율을 높이고자 하는 한 계속될 것이다.

## 3. 국내외 시장 동향 분석

### 가. 해외 시장 현황

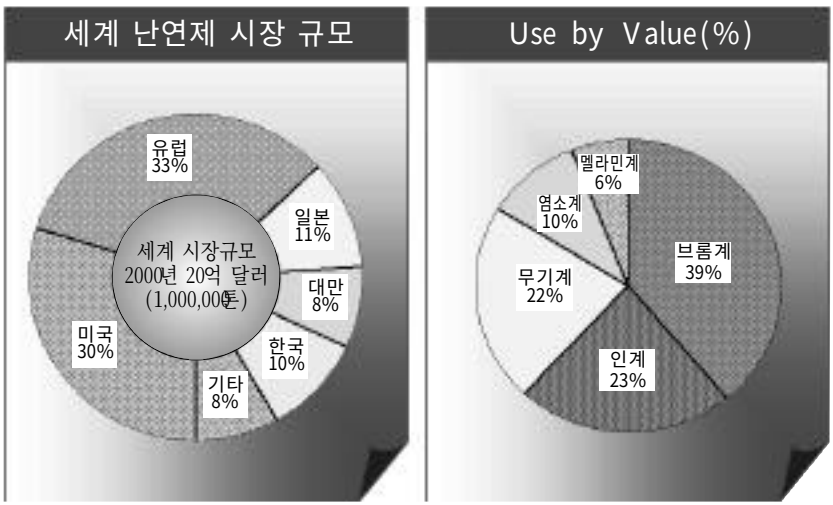
(1) 주요국의 수요동향

2001년도 난연제 생산규모는 미국과 유럽이 각각 352,000톤과

363,300톤이며, 일본이 172,840톤, 그외 지역에서 106,620톤 가량인 것으로 나타나고 있다. 난연제별로는 브롬계가 39%로 가장 많이 사용되었고, 인계(23%), 무기계(22%), 염소계(10%) 순이며, 멜라민계는 총 생산량의 6%정도를 차지하고 있다.

2000년도 세계 난연제 시장의 전체 규모는 100만 톤을 넘었으며, 이는 20억원 달러에 달하는 규모이다. 그간 난연제 시장은 연평균 유럽이 4%, 미국이 5% 정도의 성장률을 보여왔고, 난연제 수요는 미국과 유럽이 세계의 60%이상, 일본을 포함한 아시아 지역이 30%를 차지하고 있으며, 한국은 10% 정도를 점유하고 있다.

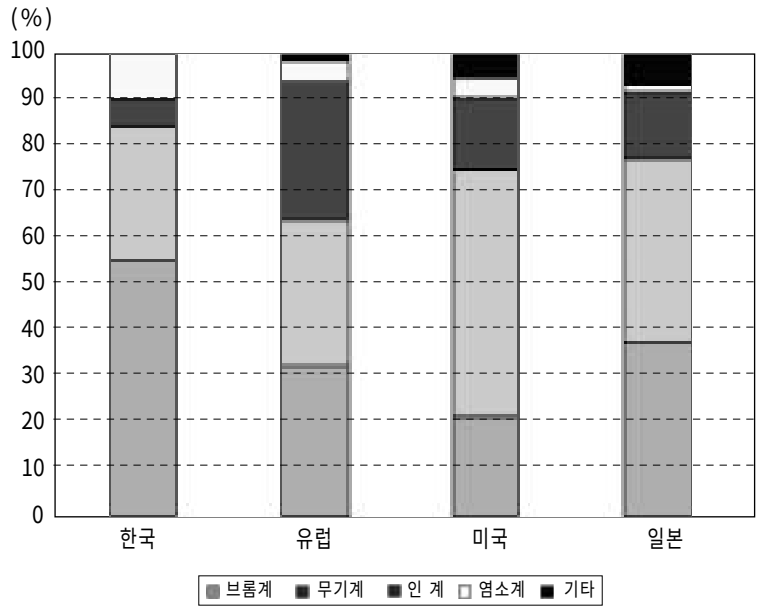
<그림 4-5> 세계 난연제 시장규모




자료 : 씨스켐닷컴(주), 한국정밀화학총람, 2001. 9.
전문가 의견 종합[15]

15) 김태주 차장, (주)태림인터내쇼날
손권찬 이사, (주)일성 안티몬

<그림 4-6> 주요국의 난연제 종류별 시장점유율




자료 : 시스켐닷컴 (1998), 전문가 면담을 토대로 KISTI 작성, 2002.

아시아는 압도적으로 할로겐계 난연제의 수요가 많고, 대조적으로 유럽은 일본, 미국에 비해 비할로겐계 난연제의 사용이 많다. 또한 미국과 유럽은 인계 난연제의 수요가 많으며, 전기 · 전자기기를 중심으로 난연재료의 수요가 증가하고 있다.

지난 1998년 이후, 경기침체로 인한 아시아 지역의 수요량이 감소함에 따라 난연제 시장 경기가 추락하였으나, 장기적으로 난연성 플라스틱 증가에 따라 난연제 시장 경기가 살아날 것으로 전망되고 있다. 주요 국가별 난연제별 수요 동향과 시장 점유율을 살펴보면 다음과 같다.

◆ 서유럽

서유럽 전체 난연제 시장은 1999년도 294MT에 이르고 있으며, 가장 많이 사용되는 난연제는 ATH와 브롬계 난연제이다. ATH는 다른 난연제에 비해성능과 가격대비 강점이 있으며, 브롬계 난연제의 경우 서유럽에서 높은 시장점유율과 함께 멜라민계, 인계, ATH의 혼합물로도 선호되고 있다. 할로겐계 난연제 사용에 대한 문제가 주요 현안으로 부각되고 있음에도 불구하고, 브롬계 난연제의 사용량은 증가할 것으로 보인다. 그러나 환경규제의 심화 및 기술적 한계의 극복으로 향후 ATH, MH 등 무기계 난연제의 수요가 계속 증가할 것으로 보고 있으며 Frost & Sullivan(2001)에서는 2000년 2007년간의 성장률(CAGR)을 4%로 예상한 바 있다.

<표 4-3> 서유럽 난연제 시장규모(2001)

| 구 분 | 가격/톤 | 시장규모 (million 달러) | 성장률(%) |
|---|---|---|---|
| 브 롬 계 | $ 2,500 | 163.0 | 21.5 |
| ATH | $ 469 | 75.0 | 14.1 |
| 인 계 | $ 2,200 | 151.2 | 4.5 |
| 안티몬계 | $ 1,850 | 55.5 | 10.7 |
| 멜라민계 | $ 1,800 | 18.2 | 3.5 |
| 염 소 계 | $ 1,490 | 22.4 | 14.4 |
| M H | $ 1,250 | 12.5 | 4.5 |
| 기 타 | $ 3,400 | 9.4 | 11.1 |

자료 : CEH Marketing Research Report, 2001. European Flame Retardant Chemicals Markets, 2001. KISTI 재구성, 2002.

◆ 북 미

Business Communications사의 난연제 산업 분석보고서에 따르면, 미국의 2000년도 난연제 시장규모는 835만 달러였으며, 2003년까지 969만 달러에 이를 것으로 예상하고 있다. Stanford Research Institute(SRI) 보고서에 따르면, 북미지역의 전체 난연제 시장 규모는 1999년도에 771,000,000 파운드로 2004년까지 5%의 성장률을 예측하고 있다.

ATH의 경우, 난연제 중에서 가장 많은 양을 소비했고, 2004년까지 5% 정도의 성장률을 보일 것으로 예측되고 있으며, 저독성과 저발연성이 연구개발의 주요한 쟁점 사항이 될 것으로 보인다. 브롬계의 경우, TV, 컴퓨터 캐비넷 등 전자제품에 많은 양이 쓰였으며 2004년까지 연간 6% 내외의 성장률을 보일 것으로 예측되고 있다. 그러나 환경문제로 인한 할로겐계 난연제의 사용금지가 주요 문제로 대두됨에 따라 비할로겐계 난연제의 사용량이 점차 증가할 것으로 보인다. 염

<표 4-4> 북미 지역 난연제 수요 동향 및 성장률

(단위 : 백만파운드)

| 종 류 | 1996 | 1999 | 2004 | 1999 ~ 2004 |
|---|---|---|---|---|
| ATH | 317.0 | 364.0 | 463.0 | 5.0% |
| 브 롬 계 | 139.0 | 165.0 | 220.0 | 6.0% |
| 인 계 | | | | |
| 할로겐계 | 46.0 | 53.0 | 64.0 | 4.0% |
| 비할로겐계 | 55.0 | 66.0 | 88.0 | 6.0% |
| 안티몬계 | 45.0 | 48.0 | 54.0 | 2.0% |
| 염 소 계 | 33.0 | 35.0 | 38.0 | 1.5% |
| 기 타 | 33.0 | 40.0 | 53.0 | 6.0% |
| 계 | 668.0 | 771.0 | 980.0 | 5.0% |

자료 : CEH Marketing Research Report, Plastic Additives, 2001

소계의 경우도 비할로겐계 난연제 사용이 증가함에 따라 연 1-2% 정도의 낮은 성장률이 예측되고 있다. 북미 지역에서는 무기계 난연제의 연구가 활발히 진행되고 있고 할로겐계 난연제를 생산하던 업체들도 M&A 등을 통해 연구개발의 범위를 넓히고 있다. 따라서 비할로겐계 난연제의 사용이 점차적으로 증가할 것으로 전망되고 있다.

◆ 일 본

일본의 경우 자동차와 전자/전기 관련 시장의 수요증가에 따라 난연제 사용이 점차적으로 증가되어 왔다. 특히 전자제품 관련 소비시장의 증가가 두드러졌던 1989년부터 1996년까지 난연제의 사용량이 급격히 증가했으나, 향후 5년간은 증가율이 둔화될 것으로 전망되고 있다.

다이옥신 등 유해물질 배출을 둘러싼 논란과 함께 브롬계 난연제의 수요도 1% 정도의 증가율을 보이면서, 2004년경 60톤의 수요가 예측되고 있다. 안티몬계를 비롯한 다른 난연제의 경우, 낮은 성장률

<표 4-5> 일본 난연제 수요동향 및 성장률

(단위 : 천톤)

| | 1988 | 1991 | 1996 | 1999 | 2004 | 1999-2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATH | 35.0 | 40.0 | 42.0 | 42.0 | 42.0 | 0% |
| 브 롬 계 | 26.0 | 39.9 | 60.0 | 57.0 | 60.0 | 1.0% |
| 안티몬계 | 12.0 | 17.0 | 19.3 | 18.5 | 19.3 | 1.0% |
| 인 계 | 10.0 | 11.6 | 17.0 | 22.0 | 25.5 | 3.0% |
| 염 소 계 | 4.9 | 5.0 | 5.3 | 2.1 | 1.8 | -3.0% |
| 기 타 | - | - | 9.0 | 10.5 | 10.8 | 0.5% |
| 계 | 87.9 | 112.6 | 149.5 | 152.1 | 159.4 | 1.0% |

자료 : CEH Marketing Research Report, Plastic Additives, 2001

을 보일 것으로 예측되고 있으며, 특히 염소계의 경우 사용량이 점차 둔화될 것으로 전망되고 있다.

(2) 가격동향

(가) 난연제별 가격동향

안정세를 유지했던 난연제 가격이 생산업체들의 시장 점유율 경쟁이 치열해지면서 떨어지기 시작했다. Albermarle사에 따르면 브롬계 난연제는 주로 전기·전자 산업에 이용되는데 최근 컴퓨터 및 통신 장비 구매가 줄어들면서 브롬계 난연제 수요가 크게 감소했고, 아시아 지역의 경제 위기 상황에도 영향을 받은 것으로 보인다.

브롬계 난연제 가격은 2000년 초반, 최악의 수준에서 벗어나 현재 미미한 회복세를 보이고 있다. 브롬계 난연제의 대표적인 물질인

<표 4-6> 2000년도 난연제 가격

(단위: US$/kg)

| 구 분 | 북 미 | 유 럽 | 일 본 |
|---|---|---|---|
| ATH | 0.30-0.35 | 0.50-1.55 | 0.45-0.85 |
| 브 롬 계 | 1.40-1.60 | 2.5 | 2.50-3.60 |
| 인 계 | | 2.2 | |
| 할로겐계 | 0.90-2.50 | | 2.80-4.35 |
| 비할로겐계 | 1.15-1.75 | | 2.80-4.15 |
| 안티몬계 | 1.80-2.00 | 1.9 | 4.65-6.50 |
| 염 소 계 | 0.50-0.80 | 1.5 | 1.30-1.55 |

* 미국은 1999년 가격
* 1)은 Tetrabrobisphenol A의 가격
자료 : CEH report, SRI International, 2001, European Chemical Flame Retardant Market, 2001. KISTI 재구성, 2002.

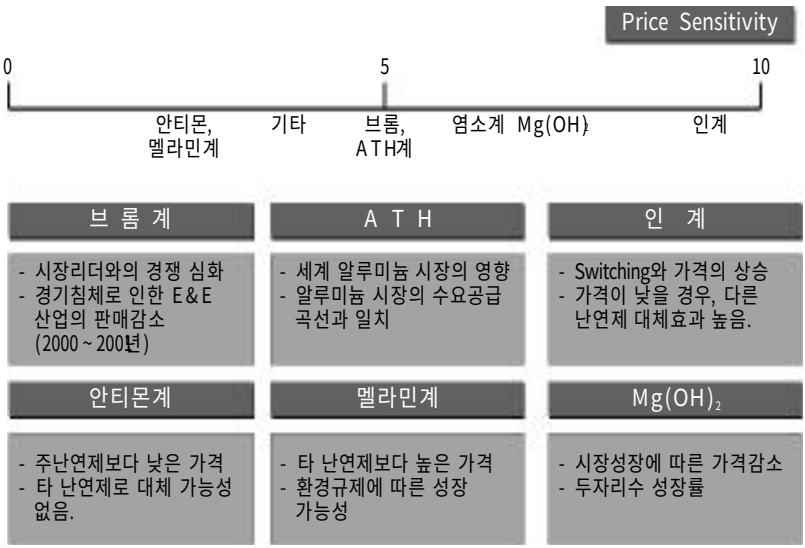
TBBA의 가격은 1998년 상반기까지도 2.2-2.3 달러 수준을 유지하다 2001년 2/4분기에 1.6달러까지 하락함으로써 초유의 바닥세를 보였다. TBBA 가격하락의 주요 원인은 환경문제이며, TBBA, DBDE를 비롯한 브롬계 난연제 전체가 난연 플라스틱의 인체 유해성 논란으로 수요가 감소했다.

비할로겐계 난연제중 ATH와 Mg(OH)$_2$는 각종 분석보고서를 통해 향후 시장경쟁력이 높게 평가된바 있고 Mg(OH)$_2$의 경우 두자리수의 성장률을 보이고 있다. 또한 멜라민계 난연제중 순수 멜라민 크리스탈을 제외한 유도체 난연제의 경우, 가격이 비싸기 때문에 할로겐계 난연제의 대체물질로서의 시장 확장에는 한계가 있다. 멜라민계와 멜라민계 유도체 난연제는 가격 범위의 차가 큰 편으로, 순수 멜라민 크리스탈의 가격이 US$1 이하인데 반해, 멜라민 유도체 난연제는 US$3~4 이다.

(나) 가격 민감도(price sensitivity) 분석

가격 민감도란 가격의 변화에 따른 판매량의 변화를 나타내는데, 예를 들어 인계와 같이 가격의 민감도가 높은 경우 약간의 가격 증가에도 판매가 감소하는 경향을 보이고 있다. 안티몬계의 경우는 브롬계의 난연 상승 작용을 위해 쓰이는 경우가 대부분이고, 멜라민계의 경우도 폴리우레탄폼과 폴리아미드에 주로 쓰이고 있다. 이와 같은 경우, 수요업체들은 이들 난연제를 다른 난연제로 대체했을 경우 난연 효과나 가격측면에서 나은 효과를 기대할 수 없기 때문에 가격의 증감에 상관없이 일정한 판매량을 보이므로 가격의 민감도가 낮다고 할 수 있다.

<그림 4-7> 난연제별 가격 민감도




자료: European Chemical Flame Retardant Market, 2001. KISTI 재구성, 2002.

한편 브롬계의 경우 전자·전기 산업의 경기 침체로 수요가 감소했고, 업체간의 경쟁이 심화되어 가격이 하락할 것으로 예상되나, 당분간 판매량의 감소는 없을 것으로 판단된다.

(3) 업체동향

현재 난연제 생산 업체는 북미지역에 18개사, 유럽지역에 23개사, 일본지역에 18개사가 있다. 가장 많은 난연제 수요를 차지하는 브롬계 난연시장은 Great Lakes, Albemarle, Dead Sea가 주도하고 있으며, 난연제 매출의 많은 부분을 아시아 지역에 의존하고 있다. 난연제 매출의 46 48%를 아시아에 의존해 온 Albermarle은 지난 1998년 이후

아시아 지역의 경기 침체에 영향을 받은 것으로 알려져 있다. 그러나 브롬계의 원료인 염소가격의 하락으로 커다란 타격은 입지 않았으며, 전자기판과 전자 케이스용 난연제 생산을 위해 1999년과 2001년에 각각 미국과 요르단에 신설 플랜트를 가동하였다. Great Lakes 역시 아시아 경제위기의 영향을 받았으나 브롬계 및 안티몬계 난연제 메이커인 Anzon을 인수함에 따라 매출이 증가하였다.

인계의 경우, Akzo Nobel이 최대의 할로겐 및 비할로겐 인계 생산업체로서 미국과 독일에 플랜트를 보유하고 있으며, 유럽 지역의 비할로겐 인계의 주요 공급업체이다. 그외 Great Lakes와 Bayer가 각각 그 뒤를 따르고 있다.

멜라민 유도체 난연제 생산업체는 네덜란드의 DSM Melapur, 영국의 Agrolinz Melapur, 독일의 Budenheim, 일본의 닛산케미컬, 미쯔비

<표 4-7> 난연제별 주요 생산업체 (북미)

| Company | Alumina Trihydrate | Brominated Hydrocarbons | Phosphate Esters | Antimony Oxide | Chlorinated Hydrocarbons |
|---|---|---|---|---|---|
| Akzo Nobel Chemicals Inc. | | | ■ | | |
| Albemarle Corporation | | ■ | | | |
| Alcan Aluminu, Corporation | ■ | | | | |
| Alcoa Inc. | ■ | | | | |
| AluChem Inc. | ■ | | | | |
| Amsoec Chemical Corporation | | | | ■ | |
| Dead Sea Bromine | | ■ | | | |
| Dover Chemical Corporation(ICC) | | | | | ■ |
| Ferro Corporation | | ■ | | | ■ |
| FMC Corporation | | | ■ | | |
| Great Lakes Chemical Corporation/Anzon | | ■ | ■ | ■ | |
| J.M.Huber Corporation | ■ | | | | |
| Kaiser LaRoche Hydrate Partners | ■ | | | | |
| Occidental Chemical Corporation/Laurel | | ■ | | ■ | ■ |
| Rhodia Inc. | | | ■ | | |
| Solutia Inc. | | | ■ | | |

자료 : Frost & Sullivan, European Flame Retardant Chemicals Market, 2001

<표 4-8> 난연제별 주요 생산업체 (유럽)

| Company | 브롬 | ATH | 인 | 안티몬 | 멜라민 | 염소 | MH | 기타 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3V Sigma | | | | | ■ | | | |
| Agrolinz melamine | | | | | ■ | | | |
| Akzo Nobel functional Chemicals by | | | ■ | | ■ | | | |
| Albemarle Europe SPRL | ■ | | ■ | | | | | |
| Alcan Chemicals Europe | | ■ | | | | | | |
| Alcoa World Chemicals | | ■ | | | | | | |
| Alpha Calcit Fuilstoff KG | | ■ | | | | | | |
| Aluminium Pechiney | | ■ | | | | | | |
| Astaris | | | ■ | | | | | |
| BASF Aktiengesellschaft | | | | | ■ | | | |
| Bayer AG | | | ■ | | | | | |
| Borax Europe Limited | | | | | | | | ■ |
| Budenheim(see Chemjsche Fabrik Budenheim) | | | | | | | | |
| Caffaro | | | | | | ■ | | |
| Campine nv | | | | ■ | | | | |
| Chemische Fabrik Budenheim | | | ■ | | ■ | | | |
| Clariant | | | ■ | | | | | |
| Cytec Industries BV | | | | | ■ | | | |
| Dead Sea Bromine Group | ■ | | | | | | ■ | |

| Company | 브롬 | ATH | 인 | 안티몬 | 멜라민 | 염소 | MH | 기타 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dover Chemical Corporation | | | | | | ■ | | |
| DSM Melamine Limburg | | | | | ■ | | | |
| DSM Melapur | | | | | ■ | | | |
| Ferro Corporation | | | ■ | | | | | |
| FMC Foret | | | ■ | | | | | |
| Great Lakes Chemical(Europe) | ■ | | ■ | ■ | | | | ■ |
| Huber Engineered Materials | | ■ | | | | | ■ | |
| Incemin AG | | ■ | | | | ■ | | |
| Ineos Chlor | | | | | | ■ | | |
| Italmatch Chemicals | | | ■ | | | | | |
| Joseph Storey & Co Ltd | | | | | | | | ■ |
| Kisuma Chemicals BV | | | | | | ■ | | |
| Leuna-Tenside | | | | | | ■ | | |
| Martinswerk | | ■ | | | | ■ | | |
| Mines de la Lucette(see Produits Chimiques de la Lucette) | | | | | | | | |
| Nabaltec | | ■ | | | | ■ | | |
| Nuoya Sima srl | | | | | | | ■ | |
| Produits Chimiques de la Lucette | | | | | ■ | | | |
| Quimica del Chica | | | | | | ■ | | |
| Rhodia SA | | | ■ | | | | | |

자료 : Frost & Sullivan, European Flame Retardant Market, 2001

시화학 등 11개 업체가 있으며, 이중 DSM Melapur가 세계시장의 67%를 점유하고 있다.

Alusuisse Martinswerk는 ATH와 수산화 마그네슘의 최대 생산업체로서 유럽지역의 경우 55% 이상의 시장 점유율을 가지고 있다. 다른 유럽 지역의 경우 주요 업체로는 Alcan Chemical과 Nabalwerk가 있다.

(4) 향후전망

플라스틱의 용도가 점차 건축재료, 자동차/철도 차량의 부품, 전기제품 등으로 확대되고 있고, 난연 규제의 강화가 예상됨에 따라 난연제 산업의 성장 가능성은 크다고 할 수 있다. 2000년도 4/4분기부터 2001 1/4분기까지 시장 경기가 크게 위축되어, 특히 전기·전자 시장에 필요한 부품의 상당량을 생산하고 있는 아시아 지역이 큰 타격을 입어 난연제 수요가 일시적으로 감소하였다. 그러나 LG화학 등 관련 업계에서는 이를 일시적 현상으로 간주하고 있으며, 세계 경제가 회복기로 들어서면서 난연제 시장도 예전의 성장률을 되찾을 것으로 전망하고 있다.

당분간은 브롬계 난연제의 사용량이 늘어나겠지만, 저유해성, 저발연성, 저부식성, 내열성을 겸비한 난연제 개발의 요구로 인하여 인계 난연제 및 비할로겐계 난연제의 기술 개발이 지속적으로 이루어질 것이며, 향후 10년 이내에 대체 물질이 개발될 것으로 전망하고 있다. 특히 유럽, 미국에서는 이러한 외부환경의 압력에 대응하고자 비할로겐계 난연제의 연구·개발에 힘쓰고 있으며, 앞서 설명한 난연제 업체간의 M&A 동향은 이러한 경향을 반영하고 있다고 볼 수 있다.

## 나. 국내 시장 현황

국내 난연제 시장은 세부 종류별 시장규모가 작아, 대기업은 주로 응용제품인 난연수지 개발에 관심을 가지고 있으며, 국내 난연제 생산업체들은 모두가 중소기업으로 이루어져 있다. 또한 국제적인 메이커로부터 제품을 수입하여 공급하고 있는 수입 에이전트들이 시장을 주도하고 있으며, 수십개의 수입업체들이 각각 세부 종류의 제품을 대규모 장치산업의 수요기업들에게 공급하고 있는 수요자 주도 시장 구조이다.

각 종류별 난연제의 용도는 특정 수지에 한정되어 있어 각각의 세분화된 시장을 갖고 있고 원료의 수급에도 문제가 있다. 브롬계는 이스라엘의 사해와 미국의 알칸사스 지역에서만 원료인 브롬광 추출이 가능하기 때문에 국제적으로도 생산회사가 제한되어 있고 인계는 원료인 POCl₃와 PO의 가격이 비싸고, 원료의 수급이 원활하지 않으며, 특수탱크를 사용해야 하는 운송상의 어려움 등으로 판매가격이 비싼 상황이다.

난연제 산업에서 가장 중요한 요소는 난연 처리한 플라스틱 제품의 물성과 가격으로, 특히 난연제의 가격은 판매의 증감에 직접적으로 영향을 미치고 있기 때문에 생산 및 판매업체들은 가격에 매우 민감하게 반응하고 있다.

한편, 사회적으로 문제가 되고 있는 할로겐계 난연제의 독성과 연소시 다이옥신 발생 때문에 유럽에서는 난연환경규제를 시행하고 있어 할로겐계 난연제의 사용량이 감소추세에 있으나, 우리나라에서는 아직까지 할로겐계에 대한 난연규제가 엄격하지 않기 때문에 당분간은 브롬계 등의 할로겐계가 시장을 주도해 나갈 것으로 보인다. 할로

겐계 난연제는 비할로겐계에 비해 성능이나 가격면에서 우수하고, 할로겐계에 대한 특별한 규제가 없는 한 비할로겐계의 급격한 시장성장은 기대하기 힘든 상황이다.

(1) 시장규모

국내 난연제의 시장은 산업의 성장과 더불어 1990년대 초반부터 2000년까지 계속해서 연간 약 9%씩 성장해 왔다.[16] 시장규모는 2000년말 기준으로 100,000톤(2,180억원)이었으며, 수요산업의 침체로 2001년에는 20% 정도 감소한 약 80,000톤이었다.

<표 4-9> 국내 난연제 종류별 시장규모 추이

(단위 : 톤)

| 종 류 | 1996년 | 1997년 | 1998년 | 2000년 | 2001년 |
|---|---|---|---|---|---|
| 염 소 계 | 7,000 | 8,345 | 8,795 | 10,000 | 8,100 |
| 브 롬 계 | 30,670 | 39,300 | 40,800 | 55,000 | 45,000 |
| 인 계 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 6,000 | 5,500 |
| MC유도체계 | - | - | - | 400 | 400 |
| 무 기 계 | 21,700 | 18,156 | 18,156 | 28,600 | 21,000 |
| 합 계 | 62,370 | 68,801 | 70,751 | 100,000 | 80,000 |

자료 : 1) 전문가 의견 종합[17]
2) Chemical Information Service, 국내 난연제시장 및 환경규제현황, 1998.
3) 씨스켐닷컴(주), 한국정밀화학총람, 2001.9.

16) 씨스켐닷컴(주), 한국정밀화학총람, 2001.9.
17) 국내시장 현황 분석의 자문 전문가로는 (주)LG화학의 채은식 차장, 제일모직의 양재호 박사, (주)일성안티몬의 손권찬 이사, (주)태림인터내쇼날의 김태주 차장, 시바헤그너(주)의 김명중 과장, 한국화학연구소의 김형록 박사 등이 있음.

2002년에는 1999년 수준의 시장규모인 80,000 90,000톤대로 다시 성장될 것으로 전망되고 있다. 우리나라의 난연제 시장은 브롬계(55%)가 주도하고 있으며, 보조 난연제로서 무기계가 사용되고 있다.

난연제의 수급상황을 보면, 인계, 무기계 등에서 일부가 국내 생산되어 공급되고, 염소계, 브롬계, 멜라민 유도체 계통은 전량 수입되고 있다. 즉, 전체 수요량의 약 10%인 연간 10,000톤 정도가 국내에서 생산되어 공급되고 있으며, 나머지 90%인 90,000톤이 수입·공급되고 있는 실정이다.

국내는 브롬계 난연제의 수요가 55%로 가장 높은데 이는 전자산업의 성장에 기인하는 것으로, 할로겐계 난연제의 사용제한이 활발히 논의됨에 따라 일부 대기업을 중심으로 기존의 브롬계 난연제를 부분적으로 인계로 대체하고 있다. 이는 환경문제의 논의가 활발히 일고 있는 유럽시장으로의 수출을 고려한 전략이라고 볼 수 있다. 이러한 국내외 상황들을 고려하여 국내 난연제 수입업체들은 브롬계나

<표 4-10> 국내 난연제의 수요현황(2000년말 기준)

| 종 류 | 수 량 (단위:톤) | 금 액 (단위:억원) | 비 중 (단위:%) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 염 소 계 | 10,000 | 120 | 10 | |
| 브 롬 계 | 55,000 | 1,320 | 55 | BEO포함 경우 |
| 인 계 | 6,000 | 145 | 6 | |
| 멜 라 민 유도체계통 | 400 | 12 | 0.4 | |
| 무 기 계 | 28,600 | 583 | 28.6 | |
| 합 계 | 100,000 | 2,180 | 100 | |

자료 : 1) 전문가 의견 종합

2) 씨스켐닷컴(주), 한국정밀화학총람, 2001.9.

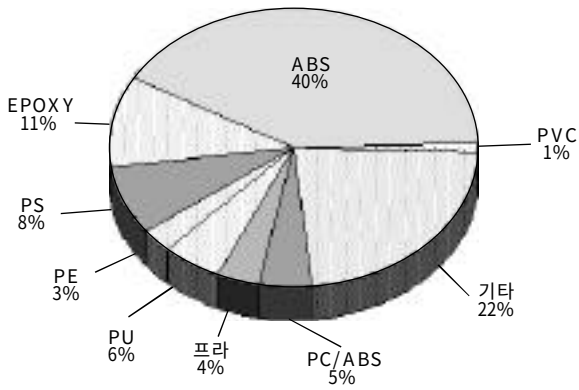
염소계 난연제의 수요가 현재보다 증가하지는 않을 것이라고 전망하고 있다.

국내시장에서 무기계 난연제에 대한 연구는 북미나 유럽처럼 활발하지는 않지만 사용량은 꾸준히 증가할 것으로 예측되고, 미미한 양이지만 멜라민 유도체 난연제의 수요도 증가할 것으로 보인다. 국내수요는 세계 시장규모(6,000톤)의 6.7%(400톤)로, 제품별로는 Melamine Cyanurate가 70%, Melamine Phosphate가 30%가량 쓰였다.

(2) 수요동향

국내 난연제종류별 · 수지종류별 수요비중은 <표 4-11>과 같다. 즉, 염소계는 ABS, PVC 등에 주로 이용되고, 브롬계는 ABS, 에폭시 등에 사용되고 있다. 인계는 PU(연질폼 · 경질스프레이), PC/ABS 등에

<그림 4-8> 국내 난연제의 주요 제품별 수요비중




자료 : 전문가 의견 종합, KISTI 작성 2002.

<표 4-11> 국내 난연제종류별 · 수지종류별 수요비중

| 종 류 | 염소계 | 브롬계 | 인 계 | 멜라민 유도체계 | 안티몬계 | 수산화물계 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ABS | 钒 | 钒 | | | 钒 | |
| PVC | ◦ | 钛 | | | △ | ◦ |
| PS | | △ | | | ◦ | |
| PE | | 钛 | | | 钛 | △ |
| EPOXY | | ◦ | | ∨ | | |
| PU | △ | 钛 | ◦ | ∨ | 钛 | |
| MPPO | | | △ | | | |
| PC/ABS | | | 钒 | | | |
| PA | | | | 钒 | | |
| PMMA | | | | | | 钒 |

주 : ◎ : 매우 많이 사용, ○ : 약간 많이 사용,
△ : 약간 사용, □ : 사용량 미미함, ∨ : 사용가능
자료 : 전문가 의견 종합, KISTI 작성, 2002.

사용되고 있고, 멜라민 유도체 계통은 PA에 이용되고 있으며, 무기계는 ABS, PS, PVC, PMMA 등에 이용되고 있다. 한편, 수지 종류별 난연제 사용량 비중을 살펴보면, ABS, 에폭시, PS 등이 가장 큰 난연제의 수요분야인 것으로 나타나고 있다.

국내 난연제는 수요량의 약 90%(약 90,000톤)가 수입되고 있다. 종류별로 보면, 염소계, 브롬계, 멜라민 유도체 계통은 100% 수입되고 있고, 인계는 약 75% 정도, 무기계는 90% 정도가 수입되고 있다. 참고로 <표 4-12>에 난연제 수입업체 현황을 나타냈다.

최근 들어 국내에 수입 · 공급되고 있는 멜라민 유도체 난연제는 사용량이 미미하고 가격도 상대적으로 비싸며, 거의 대부분 전자제품용 나일론에 사용되고 있다.

이론적으로는 에폭시, PP/PE, PS/HIPS, PET/PBT, 폴리에스테르,

섬유 등에도 사용이 가능한 것으로 되어 있으나 적용분야로의 기술적 한계를 가지고 있다.[18] 국내에서는 네델란드의 DSM Melapur, 일본의 닛산케미컬, 저급의 중국산 제품이 전량 수입되고 있다. 전문가들의 의견을 종합해 보면, 각 해외 메이커별 국내 시장점유율은 DSM Melapur 40%, 닛산케미컬 40%, 기타 20% 정도이다.

<표 4-12> 난연제 수입업체 현황

| 종 류 | M A K E R | 수 입 업 체 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 염 소 계 | Ya Xing | 대일소재 | 전량수입 |
| | Oxy Chem. | 일야상사 | |
| | Dover Chem. | 한국FR교역 | |
| 브 롬 계 | Great Lake Chemicals | GLC Korea | 브롬계의 국내 생산은 Tetrabromo bisphenol-A를 해외에서 구매하여 에폭시 반응시킨 제품임 |
| | Dead Sea Bromine | 한외통상 | |
| | Albermale Corp. | 태림인터내쇼날 | |
| | Tosoh | 세양무역 | |
| | Suzuhiro Chemical | 세양무역 | |
| | 우진폴리머, LG화학, 국도화학 | - | |
| 인 계 | Daihachi | 한국켐테크 | 성보화학이 국내시장의 25% 정도를 공급중 |
| | Akzo Nobel | 두현상사 | |
| | Rinkagaku | 강신산업 | |
| | 성보화학 | - | |
| 멜라민 유도체 | Nissan Chemical | 세양무역 | 시바헤그너 |
| | 전량 수입 | DSM Melapur | |
| 무 기 계 | Kyowa Chem. | 강신산업 | 국내수요의 10%가 국내에서 생산됨 |
| | Asahi Glass | - | |
| | 일성안티몬 | - | |
| | 일양화학 | - | |
| | 제일난연화학 | - | |

자료 : 1) 전문가 인터뷰 종합, KISTI 작성.
2) Chemical Information Service, 국내 난연제시장 및 환경규제현황, 1998.

18) 자료 : www.melapur.com

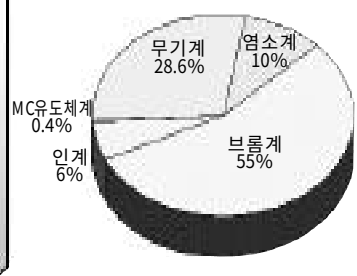
(3) 가격동향

난연제는 대부분의 종류가 세계적으로 성숙단계에 접어든 제품으로, 가격경쟁이 매우 치열하고, 국내외 시장에서의 가격차이도 그다지 크지 않다.

그러나 세부 종류, 판매 수량, 수요자와 공급자의 협상력 등에 따라 가격대는 약간씩 변동되고 있으며, 일반적으로 거래되고 있는 국내 시장에서의 종류별 가격대는, 염소계 $0.7 1.5/kg, 브롬계 $2 2.2/kg, 인계 $2 2.5/kg, 무기계 $1.7 2/kg에 거래되고 있다. 이중 멜라민 유도체 난연제는 다른 종류의 난연제들에 비해 가격이 약간 비싼 편으로 $3 4/kg 정도의 가격으로 판매가 이루어지고 있다.

<표 4-13> 난연제별 가격

| 종 류 | 수량(톤) | 금액(억원) | 가격($/kg) |
|---|---|---|---|
| 염 소 계 | 10,000 | 120 | 0.7-1.5 |
| 브 롬 계 | 55,000 | 1,320 | 2-2.2 |
| 인 계 | 6,000 | 145 | 2-2.5 |
| MC유도체계 | 400 | 12 | 3 |
| 무 기 계 | 28,600 | 583 | 1.7-2 |
| 합 계 | 100,000 | 2,180 | - |




자료 : 전문가 인터뷰를 바탕으로 KISTI 작성, 2002.

(4) 업체동향

(가) 생산업체

국내 난연제 생산업체 및 수요업체를 <표 4-14>에 나타냈다. 염소계, 브롬계, 멜라민 유도체 계통은 국내 생산업체가 전무하다고 할 수 있다. 즉, 브롬계의 경우 우진폴리머, LG화학, 국도화학 등이 B·E·O(Bromated Epoxy Oligomer)를 생산하고 있으나, 이는 TBBA(Tetrabromobisphenol-A) 해외에서 구매하여 에폭시 반응시

<표 4-14> 난연제 생산 및 수요업체

| 종 류 | 생산회사 | 공 급 회 사 | 수요업체 |
|---|---|---|---|
| 염 소 계 | 없 음 | Handy Chem., Ya Xing, Dow Chem. | 제일모직, LG화학, 금호석유화학, 한국폴리올 |
| 브 롬 계 | 없 음 | DeadSea Bromine, Albermarle, Great Lakes, Tosoh | 제일모직, LG화학, 금호석유화학, 국도화학 |
| 인 계 | 성보화학 | Daihachi, Akzo-Japan, Courtaulds, Hoechst, Albright&Wilson | 한국폴리올, 화인켐, 제일모직, LG화학, 코오롱 |
| 멜 라 민 유 도 체 | 없 음 | Agrolinz Meramin, DSM Melapur, BASF, Elf Atochem, Nissan Chemical | 코오롱, 로디아 |
| 무 기 계 | 제일난연, 일성안티몬, 일양화학 | 교와케미칼, 아사히글라스, 중국업체 | 제일모직, LG화학, 금호석유화학, BASF, LG전선, WISCOM |

자료 : 1) 전문가 의견 종합
2) Chemical Information Service, 국내 난연제시장 및 환경규제현황, 1998.
3) 씨스켐닷컴(주), 한국정밀화학총람, 2001.9.
4) http://www.cischem.com

킨 제품으로, 난연제 생산업체로 분류될 수도 있지만 분류되지 않는 경우도 많다.

인계는 최근 성보화학이 생산하여 국내 수요의 약 25% 정도를 공급하고 있는데, 성보화학은 1998년 삼성종합화학으로부터 기술을 이전받아 생산하고 있다. 무기계는 제일난연화학, 일성안티몬, 일양화학 등이 생산하여 국내 수요의 10% 정도를 공급하고 있다. 멜라민 유도체 계통은 세계적으로도 11개 정도의 생산업체가 있으며, 국내 생산업체는 아직까지 없는 실정이다. 최근 국내의 한국화학연구원과 벤처기업에서 관심을 갖고 있는 상황이다.

(나) 수요업체

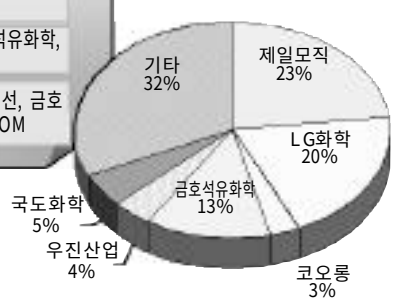
국내 난연제의 주요 수요업체로서는 제일모직, LG화학, 금호석유

<표 4-15> 국내 난연제 수요업체

| 종 류 | 생산회사 | 수 요 업 체 |
|---|---|---|
| 염 소 계 | - | 제일모직, LG화학, 금호석유화학, 한국폴리올, 국도화학 |
| 브 롬 계 | - | 제일모직, LG화학, 금호석유화학, 국도화학 |
| 인 계 | 성보화학 | 제일모직, 한국폴리올, 금호석유화학, 코오롱, LG화학 등 |
| MC유도체계 | - | 제일모직, LG화학, 금호석유화학, 한국폴리올, 국도화학 |
| 무 기 계 | 제일난연<br>일선안티몬<br>일양화학 | 제일모직, LG화학, LG전선, 금호석유화학, BASF, WISCOM |

자료 : 전문가 의견 종합, KISTI 작성, 2002.

<그림 4-9> 국내 난연제 수요업체 비중

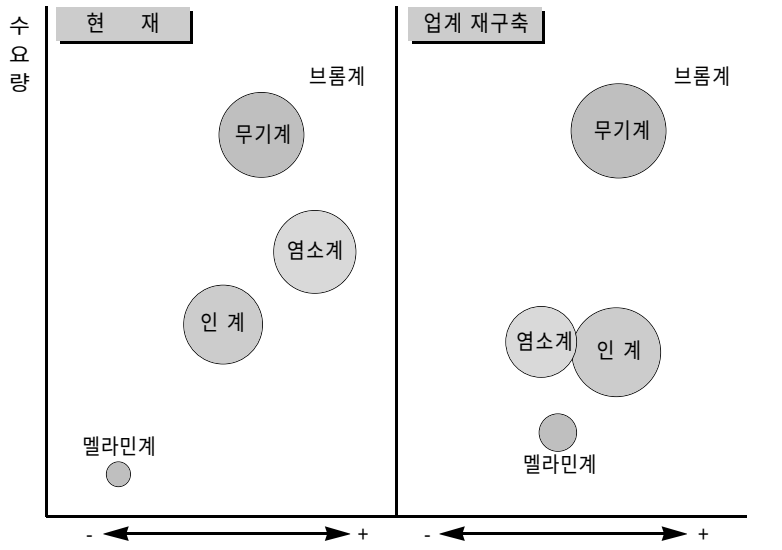


화학, 코오롱, 국도화학, 우진산업, LG전선, 한국폴리올, 화인켐, 로디아, BASF, WISCOM 등이 있으며, 업체별 수요비중을 <그림 4-9>에 나타내었다.

현재 국내에서 멜라민 유도체 계통의 난연제를 사용하고 있는 업체로는 나일론을 생산하고 있는 코오롱, 로디아 등이며, 향후 이용할 가능성이 높은 예상수요업체로는 나일론을 생산하고 있는 고합, 태광산업과 폴리우레탄을 생산하고 있는 송원산업, 강남화성, 유니온화성 등이다.

업계 전문가들의 인터뷰와 각종 보고서를 분석한 결과 5년후의 업계 재구축 현황이 <그림 4-10>과 같이 예상되었다. 현재 수요는 브롬계가 가장 많고 무기계가 그 뒤를 따르고 있으나 수입업체들은 국내

<그림 4-10> 5년후 업계 재구축 현황




자료 : 전문가 인터뷰 종합, KISTI 작성, 2002.

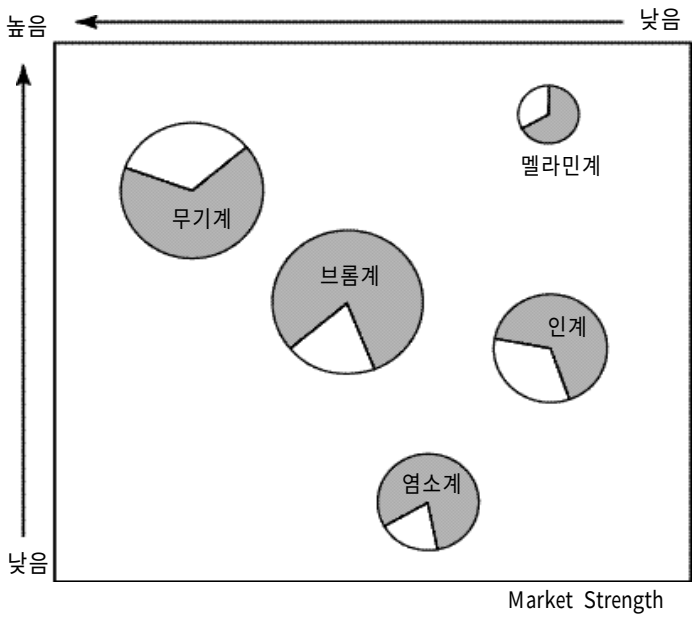
에서의 수요가 감소하지도 증가하지고 않을 것으로 예측하고 있었다. 이외 염소계의 사용량이 감소하고 비할로겐계 인계, 무기계 및 멜라민 유도체계의 난연제는 현재보다는 증가할 것으로 예측되었다.

### 다. 수요예측

(1) 난연제 종류별 사업매력도

난연제 관련 업체들은 대개 1 3 종류의 난연제만을 취급하고 있고 모든 난연제를 취급하는 업체는 없으므로 신규업체가 난연제 업계에 진입할 때에도 각 난연제별로 매력도를 살펴볼 필요가 있다고 판

<그림 4-11> 사업 매력도 분석




자료 : KISTI 작성, 2002.

단된다. 따라서 <그림 4-11>과 같이 각 난연제별로 시장경쟁력을 고려한 매력도를 평가하여 도식화하였다. 시장 경쟁력은 Frost & Sullivan의 자료를 기초로, 각 난연제별로 시장의 성장을 촉진하는 구동 요인과 성장을 저해하는 제한요인을 분석하여 수치화한 것으로, 현재의 시장경쟁력 및 향후 방향을 가늠하는 척도가 될 수 있다. 난연제별 구동 요인과 제한 요인은 기술적 환경, 관련 시장 모두를 고려했다. <그림 4-11>에서 원의 크기는 시장점유율을, 원내 각도는 사업 매력도를, 각이 향하고 있는 방향은 사업매력도의 증감을 나타낸다.

결론적으로 국내외 시장 동향분석의 결과를 바탕으로 각 매력도를 수치화하여 사업 매력도의 향후 방향성을 종합 · 분석한 결과, 현재는 브롬계의 사용이 가장 많지만, 매력도는 점차 감소할 것으로 판단되었다. 무기계와 멜라민 유도체 난연제의 경우, 향후 시장경쟁력도 강화되고 매력도의 증가도 예상되므로 적극적 수요 창출이 기대된다고 할 수 있다.

(2) 국내외 수요전망

세계 난연제 수요의 70% 정도를 차지하고 있는 북미 지역의 경우, 2000년 ~ 2004년까지의 성장률이 약 5% 정도에 이를 것으로 추정된바 있으며, 유럽의 경우 2000년 ~ 2007년까지 CAGR 4%의 성장을 보일 것으로 예측되었다[19]. 그러나 염소계, 인계, 안티몬계 등과 달리 무기계 난연제 등은 두자리수의 성장률을 보이고 있어 난연제별 성장률과의 편차가 크다고 할 수 있다.

19) European Flame Retardant Market, Frost & Sullivan, 2001

<표 4-16> 난연제 세계 수요 전망(북미, 일본지역)

| 종 류 | 북미지역(백만파운드) | | | | 일본지역(천톤) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1996 | 1999 | 2004 | 1999-2004 | 1996 | 1999 | 2004 | 1999-2004 |
| A T H | 317.0 | 364.0 | 463.0 | 5.0% | 42.0 | 42.0 | 42.0 | 0% |
| 브 롬 계 | 139.0 | 165.0 | 220.0 | 6.0% | 60.0 | 57.0 | 60.0 | 1.0% |
| 인 계 | 101.0 | 119.0 | 152.0 | 5.0% | 17.0 | 22.0 | 25.5 | 3.0% |
| 안티몬계 | 45.0 | 48.0 | 54.0 | 2.0% | 19.3 | 18.5 | 19.3 | 1.0% |
| 염 소 계 | 33.0 | 35.0 | 38.0 | 1.5% | 5.3 | 2.1 | 1.8 | -3.0 |
| 기 타 | 33.0 | 40.0 | 53.0 | 6.0% | 9.0 | 10.5 | 10.8 | 0.5% |
| 계 | 668.0 | 771.0 | 980.0 | 5.0% | 149.5 | 152.1 | 159.4 | 1.0% |

자료 : CEH Marketing Research Report, Plastic Additives, 2001

<표 4-17> 난연제의 국내 수요

(단위 : ton)

| 년 도 | 수요규모 |
|---|---|
| 1996년 | 62,370 |
| 1997년 | 68,801 |
| 1998년 | 70,751 |
| 1999년 | 80,000 |
| 2000년 | 100,000 |
| 2001년 | 80,000 |

자료 : 1) 전문가 의견 종합
2) CIS, 국내 난연제시장 및 환경규제현황, 1998.

국내 난연제 산업의 경우 1990년대 초반부터 2000까지 고성장을 지속했으나 지난 2001년경 세계적인 경기침체로 20%가량 수요가 감소하였다. 그러나 산업계, 학계의 전문가들은 2001년의 수요침체를 예외적인 경우로 보고 2002년경부터 회복기에 접어들 것으로 예측하고 있다. 한편 2000년경 역시 성장률이 예년에 비해 예외적으로 큰 폭으로 증가(25%) 증가하였기 때문에 난연제 산업의 계속적인 고성장으로 보기는 어렵고 100,000톤에 이르기까지는 다소 시간이 걸릴 것으

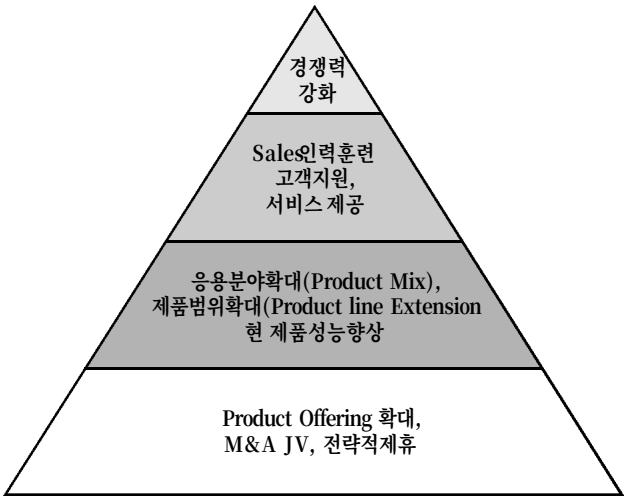
로 예측된다. 그러나 업계 전문가들은 금년부터 다시 예년의 성장률을 회복할 것으로 보고 있다.

따라서 난연제 시장의 수요를 예측함에 있어서 1996년 1999년까지의 CAGR(5.10%)을 적용하는 것이 타당하다고 판단되었다. 이는 지난해 미국의 9.11 테러와 세계전자산업 침체로 난연제 산업이 어려움을 겪었던 2001년, 그리고 Y2K로 인해 급격히 수요가 증가했던 2000년의 수치를 제외한 성장률이다.

### 라. 사업전략

앞서 살펴본 바와 같이 난연제 산업은 이미 성숙기에 접어든 산업으로 국내외 경쟁상황이 치열한 반면에 기술개발이나 환경규제, 난연

<그림 4-12> 난연제 사업전략



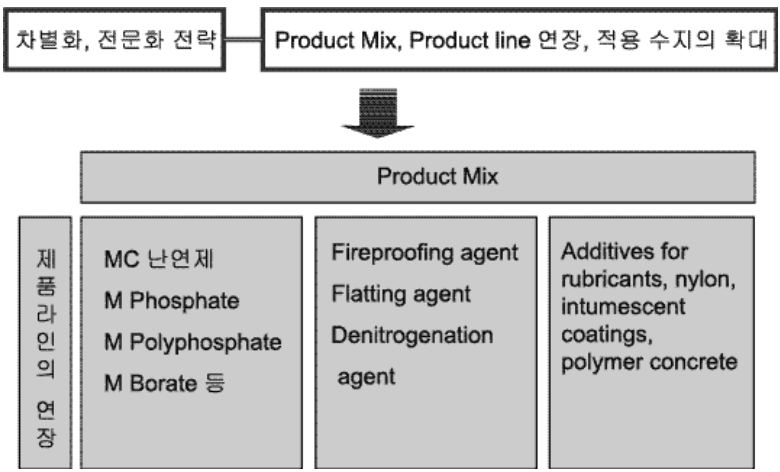

자료 : 전문가 인터뷰, Frost & Sullivan, European Flame Retardant Market, 2001, KISTI 작성

규제 등의 외부환경에 따라서 비할로겐계 난연제의 경우 성장가능성이 높다고 할 수 있다. 따라서 이러한 기회요인에 대한 적극적 대응과 사업매력도 평가에서 낮게 평가된 항목의 보완이 기업의 성공적 전략 마련의 기틀이 될 것이다.

첫째, 기업의 측면에서는 제품의 offering을 확대할 필요가 있을 것이다. 국내 수입에이전트의 경우에도 한가지 제품만을 취급하는 경우는 드물고, 해외 생산업체의 경우도 최소 두가지 이상의 난연제를 취급하고 있다. 특히 제품의 offering 확대를 통해 탈할로겐화에 대응하고자 전략적 제휴나 M&A가 성행하고 있다. 따라서 신규기업 진입시, 한가지 제품보다는 Joint Venture, 전략적 제휴, M&A 등을 통해 제품의 offering을 확대하는 전략이 필요하다.

둘째, 마케팅 측면에서는 업계의 경쟁이 치열한 점을 감안하여 훈

<그림 4-13> R&D 전략(예)




자료 : 전문가 인터뷰, 바탕으로 KISTI 작성, 2002.

련된 Sales 인력의 확보와 난연제 업계의 Globalization에 따른 E-commerce 기회 창출이 필요하다고 할 수 있다.

마지막으로 R&D 측면에서는 리사이클 등 환경문제에 대비한 연구 및 난연제의 개발이 필요하다. 각각의 난연제가 가지는 기술적 한계를 극복한다면 응용분야의 확대가 가능해지고, 연구개발을 통해 성능이 향상된다면, 특히 무기계 난연제 등 비할로겐계 난연제의 경우 기술적 한계를 극복하게 되어 경쟁에서 유리한 위치를 점유할 수 있을 것이다.

제 5 장

# 결 론

난연제의 개발은 불과 수년전만 하더라도 새로운 난연화 방법 및 보다 저렴한 난연제 생산이 주된 연구과제였으나 최근은 환경문제에 대한 연구를 우선으로 하고 있기 때문에 환경 친화적이지 않으면 성능이 아무리 우수해도 소용이 없어지고 있다.

현재 난연제에 대한 사회적 요구는 안전성, 폐기처리와 함께 재활용으로 요약될 수 있으며, 향후 제품을 최종처리 하는데 있어서 사회적 문제에 대한 책임을 업체들에 묻는 범위가 넓어져, 환경 규격이나 규제에 적극 대응할 수 있는 업체들이 우위에 서게 될 것으로 보인다. 따라서 관련 업체들은 현재 유럽의 환경규제 현황이나 난연 규격·규제에 주목할 필요가 있다.

기술의 시장경쟁력 분석결과 전체적으로 무기계가 현재상황과 미래상황에서 모두 시장경쟁력이 높음을 알 수 있고, 인계도 현재 상황 정도는 계속 유지할 것으로 나타났다. 시장경쟁력을 고려한 매력도 평가에서도 무기계와 멜라민 유도체계의 매력도가 점차로 높아지는 반면 브롬계 등 할로겐계 난연제의 매력도는 감소할 것으로 예측되었다. 특히 삼산화안티몬의 하락세가 두드러지고 멜라민 유도체계는 현재 상황에서는 성장가능성이 크지 않지만, 2005년 이후 가파른 상승세를 보일 것으로 분석되었다. 또한, 기술예측 결과 각 난연제의

전반적인 기술적 한계의 극복은, 복합화 과정을 거쳐서 2005-6년에 상용화 측면 수준으로 해결될 것으로 판단하였고, 나노 컴포지트 연구 및 인계 난연제의 연구, 할로겐계 대체재 연구 등이 오랜 시간을 요하는 것으로 판단되었다.

난연제 산업은 이미 성숙기의 산업으로 국내외 모두 시장의 집중도가 높고 경쟁이 치열한 것으로 분석되었다. 그리고 국내 난연제 수요의 대부분을 수입에 의존할 만큼 열악한 상황이지만 새로운 사회적 니즈에 부합하는 신규 난연제의 개발에 있어서는, 비교적 기술격차의 폭도 적고 경쟁상황이나 시장의 집중도가 낮은 편이다. 따라서 Product Mix나 Product Extention 등 전략적 기술개발과 적극적 마케팅을 통하여 경쟁적 우위를 점유할 수 있을 것으로 보인다.

# 참고문헌


1. Frost & Sullivan,“ European flame retardant market", 2001
2. Gale Group,“ U.S. Market Trend & Forecasts", 2001.
3. Gerard, J.-F.,“ Use of melamine with other minerals as flame retardants", Additives for Polymers, 11, 8, 1999.
4. Horacek, H. and Grabner, R.“ Advantages of flame retardants based on nitrogen compounds", 54, 205, 1996.
5. Sato, T., Besshi, T., Sato, D., and Tsutsui, I.,“ Effect of water based lubricants on wear of coated material", Wear, 249, 50, 2001.
6. SRI,“ Plastics additives & Compounding(Flame retardants)", Chemical Economics Handbook, 1999.
7. SRI,“ CEH：Plastics additives & Compounding(Flame retardants)", 2001.
8. 니시자와 히토시,“ 고분자 난연화 기술의 최근 과제", 科學と工業, 72(4), 137, 1998.
9. 니시자와 히토시,“ 난연제의 최신기술동향", JETI, 48(5), 84, 2000.
10. 강호종,“ 새로운 무독성 난연제로서의 Melamine의 응용", 고분자과학과 기술, 4(1), 51, 1993.
11. 박현우,“ 기술가치평가와 기술이전 가격결정에 관한 연구", 산학연 기술이전 평가 국제세미나, 65, 2001.
12. 씨스켐닷컴(주),“ 국내 및 해외 난연제 시장과 난연제 기술현황 및 전망", 2001.

13. 씨스켐닷컴(주),“ 난연제 환경 VS. 화재안전 딜레마", Chemical Report, 100, 1999.
14. 씨스켐닷컴(주),“ 한국정밀화학총람", 2001.
15. CMC出版,“ 難燃劑 · 難燃樹脂の市場展望", 2001.
16. Chemical Information Service,“ 국내 난연제시장 및 환경규제현황", 1998.
17. 특허청,“ 신기술동향조사 결과보고서 : 고분자첨가제", 2001.
15. http://www.bok.or.kr
16. http://www.budenheim.es
17. http://www.chemexpo.com/news/PROFILE990719.cfm
18. http://www.chemizen.com/plastics/techdata/flameretardant.asp
19. http://www.cischem.com/chemical_report
20. http://www.dsm.com
21. http://www.koplas.net/information/data-b04-05.htm
22. http://www.melapur.com
23. http://www.m-kagaku.co.jp
24. http://www.nanoin.com
25. http://www.nissanchem.co.jp
26. http://phosphorus.akzonobelusa.com
27. http://www1.smba.go.kr/human/support/supportindex.htm
28. http://www.specialchem.com/articles/news_industry_detailw.asp

BA001

# 난 연 제

2002년 12월 25일 인쇄
2002년 12월 28일 발행

발 행 처

KiSTi www.kisti.re.kr 한국과학기술정보연구원 Korea Institute of Science and Technology Information

서울특별시 동대문구 청량리동 206-9
㉮130-742
전화 : 3299-6114
등록 : 1991년 2월 12일 제5-258호

발 행 인
조 영 화

인 쇄 처
이룸출판사