

# 환경친화적 사회에서의 화학공업의 역할

(플라스틱공업을 중심으로)

Roles of Chemical Industry in the Sustainable Society



都 甲 守\*  
Doh, Kap Soo



## 1. 서론

각종 화학물질을 제조하는 과정이나  
유통·사용중 폐기되어  
각종 폐기물이 발생하게 되고,  
이들이 부적절 관리될 경우  
환경오염을 야기시켜 인류나 자연에  
큰 재앙을 줄 우려가 있다.

\*화학장치 및 설비기술사·  
수질관리기술사,  
(사)한국폐기물학회 회장 역임,  
숭실대학교 환경·화학공학과 교수.

이 세상에 존재하는 만물은 복잡성에 차이는 있으나 화학물질의 혼합이나 결합에 의하여 이루어져 있으며 그 화학물질의 수가 약 1,200만 종에 이르고, 그 중 10만 여종이 상업적으로 생산·유통되고 있으며 매년 2천여 종의 새로운 화학물질이 개발되어 상품으로 등장하는 것으로 알려져 있다. 국내에서도 현재 3만 5천여 종의 화학물질이 유통되고 있고 매년 약 2천여 종이 국내시장에 신규로 출시되고 있다<sup>1)</sup>. 이와 같은 많은 종류의 화학물질이 자연적이건 인위적이건 인류의 성장·발전에 크게 기여하여 왔다는 것은 아무도 부인할 수 없는 사실이다. 그러나 이들을 제조하는 과정이나 유통·사용중 폐기되어 각종 폐기물(기상, 액상, 고상)이 발생하게 되고, 이들이 부적절 관리될 경우에는 수질, 대기, 토양 등 각종 환경오염을 야기시켜 인류나 자연에 큰 재앙을 줄 우려가 있다<sup>2)</sup>.

최근 컵 라면 용기 유해성 논란은 일본에서 시작되어 국내 산업에까지 그 파장이 크게 미치고 있다<sup>3-5)</sup>. 그 내용은 내분비계 교란물질 즉 환경 호르몬으로 전이될 가능성이 있는 스티렌 다이머와 스티렌 트리머가 용기에서부터 용출된다는 것이다<sup>6)</sup>.

다른 한편으로는 폐기물 발생 억제에 명분 하에서 제품의 포장규칙<sup>7)</sup>, 합성수지 재질 감량화 지침<sup>8)</sup> 및 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행령과 시행규칙<sup>9)</sup>을 개정하여 모든 제품은 포장검사를 받아야 하며, 재활용을 용이하게 하기 위하여 포장재의 재질을



최종 처분으로 매립을 할 경우  
 겉보기 밀도가 낮아  
 매립지 면적을 많이 차지하고,  
 난분해성이므로 매립지 안정화에  
 오랜 시간이 요구되며,  
 통기성·통액성이 낮아 다른 쓰레기의  
 분해를 방해하고 최악의 조건에서는  
 각종 첨가물이 용출하여  
 침출수의 오염도 가중시킬 수 있다.

단일 재질로 사용토록 규제하고 더욱이 플라스틱은 썩지 않고 소각 시 유해가스가 발생된다는 논리하에 사용을 규제하는 정책을 정부가 펴나가고 있다<sup>10)</sup>. 이에 한국플라스틱공업협동조합을 비롯한 유관 민간 기구에서 대대적인 반대 입장을 밝히고 있다<sup>11,12)</sup>.

이의 음용수 수질 악화<sup>13,14)</sup>와 실내 공기 중 유해 화학물질<sup>15)</sup> 및 휘발성 유기물질(VOC) 문제<sup>16)</sup> 등 끊임없이 환경오염 문제들이 제기되고 있고, IMF 구제금융 시대에 접어들면서 부도 기업에 의해 방치된 폐기물의 처리 대책의 심각성이 대두되고 있다<sup>17)</sup>.

화학공업은 화학물질을 사용하여 인간의 일상 생활이나 문화 생활에 필요한 각종 제품을 만들어내는 공업으로 석유화학공업, 플라스틱공업, 반도체공업 등 그 범위가 아주 넓다. 또한 위에서 예로 열거한 각종 환경오염은 모두가 화학공업의 운영 과정이나 이를 통하여 얻어진 제품의 유통, 이용 및 폐기 과정에서 나타날 수 있는 일들이다.

1992년 리우의 유엔환경개발회의(UNCED) 이후부터 환경과 개발의 공존 조화에 의한 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발(ESSD)을 추구하게 되었으며 이는 환경친화적 사회 구축이 그 목표라고 볼 수 있다<sup>18,19)</sup>.

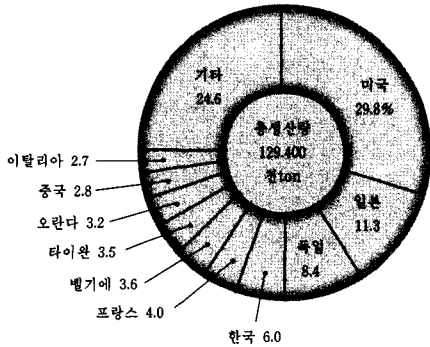
화학공업은 앞서 설명한 바와 같이 모든 환경 문제의 악재로 작용할 수 있으나 역으로 이들 문제들을 해결할 수 있는 입장에서 보다 적극적인 자세로 이들을 해결하고 극복하며 설득을 시킬 수 있다.

필자는 일찍부터 환경오염 특히 폐기물 발생억제와 재활용에 관심을 가지고 화학공업과의 접목을 위하여 꾸준히 노력하여 왔다. 본고에서는 광범위한 화학공업을 지면관계로 모두 다룰 수 없고 현재 뜨거운 감자로 되어 있는 플라스틱공업을 중심으로 각종 환경 문제를 제시하면서 환경친화적 사회 구축을 위한 폐기물 발생억제와 재활용 활성화 방안에 대하여 국내외 현황과 전망 및 대책을 통하여 제시하고자 한다.

## 2. 국내외의 플라스틱공업의 현황

20세기는 합성고분자 특히 플라스틱의 세기라 할 수 있을 만큼 자동차산업, 전자산업, 식품산업 등 다방면의 소재로 플라스틱이 각광을 받고 있다.

1996년의 전 세계 플라스틱 원 재료의 생산량은 1억 2,940만 톤으로 추정되고 있으며 <그림 1>과 같이 미국이 전체의 29.8%로 가장 많고 일본, 독일 순이며, 우리 나라는 세계 4대 생산국으로 7,764만톤(전체의 약 6%)을 점유하고 있다<sup>21)</sup>.



<그림 1> 주요 국가별 플라스틱 생산량 비교(1996년)

우리 나라에서는 이 플라스틱 생산량 가운데 약44%를 외국으로 수출하고 그 나머지를 국내에서 소비하고 있다<sup>22)</sup>. 1991~96년간 총 수출액이 우리 나라 수출액의 1.2%로 외화 벌이의 효자 산업의 역할을 다 하고 있다. 국내 소비된 플라스틱의 총량 중 5대 범용수지가 차지하는 비중은 PP가 21.7%로 가장 많았고, PVC 21.6%,

<표 1> 플라스틱 제품별 수요현황 및 전망

제 품	연 도									연평균 증가율
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
필름류	1,061	1,135	1,213	1,292	1,375	1,460	1,551	1,646	1,744	6.4
시트 및 레자류	374	430	442	465	523	542	562	581	600	6.1
파이프류	360	379	399	421	442	464	488	512	537	5.2
산업용 PL류	565	611	660	714	776	843	916	997	1,086	8.5
주방 및 위생용품	177	201	227	235	240	245	248	257	259	4.8
용기류	376	415	457	501	549	600	655	714	777	9.5
발포제품류	297	324	354	386	419	455	492	532	573	8.5
강화 PL류	508	563	617	670	721	771	819	865	908	7.5
건축자재류	102	112	123	134	147	160	175	190	207	9.2
접착류	25	36	27	28	30	32	34	38	41	6.3
계	3,845	4,206	4,519	4,846	5,222	5,572	5,940	6,332	6,732	7.3

HDPE 18.8%, LDPE 17.5%, PS 13.7%, ABS 6.4%순이었다. 이는 일본의 경우와 유사한 경향을 나타내고 있다.

플라스틱 제품은 버진 원료를 사용하여 사출, 압출, 성형 또는 가열·가공하여 얻어 지는 데 이에 관련된 사업을 플라스틱 가공 산업이라 부르고 국내 대표적 중소기업형 업종이다. 이가 우리 나라의 현재 산업에 차지하는 비중이 사업체 수는 전 제조업의 5.0%, 생산액은 2.8%, 부가가치는 2.9%, 종업원 수는 3.6%를 차지하고 있다.

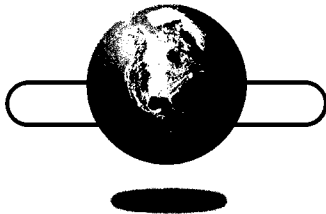
국내 플라스틱 가공 제품별 수요 현황 및 전망을 나타내면 <표 1>과 같으며 1997년의 경우 필름류가 27.6%로 가장 많았고 산업용 PL류가 14.7%, 강화 PL류 13.2%, 용기류 9.8%, 시트 및 레자류 9.7% 순이었다<sup>22)</sup>.

향후 수요 전망은 1991~96년의 연 평균 증가율이 7.8%이었으나 1997~2001년까지의 연 평균 증가율은 7.3%로 예측되고 용기류와 건축 자재류는 9%이상의 높은 성장률이 기대된다.

### 3. 플라스틱공업의 환경적 영향

플라스틱 제품은 산업 현장이나 일상 생활에서 가장 접하기 쉬운 소재이며 용기, 필름, 시트, 주방 용품 등 단일 소재 제품과 자동차, 가전제품, 건축재료 등 복합 소재 제품으로 사용된다. 그 수명도 일회용에서부터 10년 이상인 것에까지 다양하다.

플라스틱의 1차 원료는 대부분 석유로부터 얻어지며 분리, 정제, 합성과정을 거쳐 플라스틱 소재가 얻어지고, 이들을 이용한 가공 공정을 통하여 각종 플라스틱 제품이 만들어지는 데



**페플라스틱의 경우**  
 전체 재활용의 대부분을  
 단순 재생에 의존하고 있으며  
 열 재활용은 전체 소각율이 10% 이하인  
 현실로는 미약하고,  
 화학 재활용도 연구 단계에 불과하다.

**일본의 경우**  
 1995년에 물질 재활용 11%,  
 소각 51%(단순 소각 37%,  
 발전 소각 14%), 매립 38%로  
 우리와는 엄청난 차이를 보이고 있다.

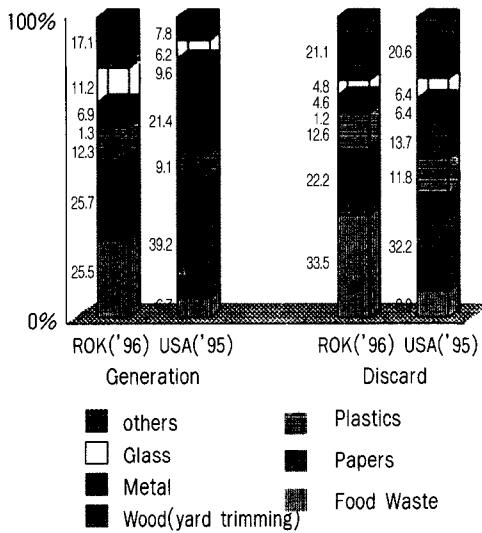
이 모든 과정에서 각종 환경 오염물질이 발생될 수 있다. 특히 플라스틱 가공품에는 <표 1>과 같이 필름류, 용기류 등 1회용품이 약 40% 이상을 차지하므로 이에 의한 영향이 클 수 있다. 플라스틱은 그 소재의 고유 특성에 따라 내열성, 내약품성, 내식성, 내충격성 등이 있고, 제조 과정의 용이성이나 제품의 특성을 향상시키기 위하여 많은 종류의 첨가제를 사용한다. 화학적 성능 개선을 위한 안정제, 난연제, 가교제, 물리적 성능 개선을 위한 가소제, 충전제, 대전방지제, 보강제, 발포제 및 가공성 개선을 위한 활제, 이형제, 착색제 등이 사용되는 데 사용 후 폐기될 때에는 이들이 환경에 부정적 영향을 끼칠 수 있다<sup>20)</sup>.

플라스틱공업에서 야기되는 환경오염 물질은 발생원에 따라 차이가 있다. 플라스틱 소재 생산 과정에서는 여러 종류의 사업장 폐기물이 발생되고, 가공 과정에서도 스크랩이나 불량품으로 폐기되는 사업장 폐기물이 발생된다. 이는 각 사업장이 책임지고 관리토록 되어 있으므로 위생적이고 안전한 방법에 의하여 처리되어야 한다. 그러나 유통 과정이나 사용후 폐기시 발생하는 생활 폐기물의 경우 정부, 소비자, 생산자 모두가 이의 관리에 대하여 협조하여야 한다.

페플라스틱은 그 종류에 따라 다소 차이는 있으나 수집 운반, 중간 처리, 최종 처분시 각종 환경 문제를 야기시킬 수 있다. 수집 운반시 분리 수집을 실시하지 않으면 수집 효율이나 재활용 효율이 떨어지고 재활용 제품의 질 저하를 가져오며, 압축·파쇄 등 전 처리를 하지 않으면 걸보기 밀도가 낮아 물류비가 증가하고 고통량 증가에 의한 대기 오염도 가중시킬 수 있다. 소각 처리(열회수 포함)시에는 포함된 PVC 등 염소계 고분자 물질에 의하여 HCl 가스가 발생하거나 Dioxin류와 같은 맹독성 물질이 생성될 가능성도 있고, Hg, Cd 등 중금속이나 미량 유해 물질이 방출할 수도 있다. 또한 그 자체가 높은 열량을 발생시키므로 소각로의 파손을 가져오거나 정상적 조작에 지장을 준다. 최종 처분으로 매립을 할 경우 걸보기 밀도가 낮아 매립지 면적을 많이 차지하고, 난분해성이므로 매립지 안정화에 오랜 시간이 요구되며, 통기성·통액성이 낮아 다른 쓰레기의 분해를 방해하고 최악의 조건에서는 각종 첨가물이 용출하여 침출수의 오염도 가중시킬 수 있다.

이러한 환경오염에 대한 부정적 시각에도 불구하고 플라스틱의 사용량과 폐기량이 점진적으로 증가하고 있는 것이 현실이다. 미

국과 우리 나라의 생활 폐기물 가운데 플라스틱 류가 차지하는 비중은 <그림 2>와 같이 발생시 미국 9.1%, 한국 12.3%, 폐기시 미국 11.8%, 한국 12.6%로 우리 나라가 약간 높았다<sup>23)</sup>.



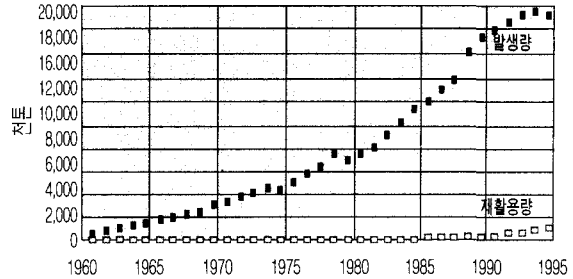
<그림 2> 생활 폐기물 중의 플라스틱 비율 비교[23]

#### 4. 플라스틱 제품에 대한 대책과 우리의 역할

플라스틱 제품을 포함한 포장 폐기물에 대한 환경성 논란은 1980년대 후반부터 일기 시작하여 국내외적으로 일회용 사용 자제, PVC 대체품 개발, 분해성 플라스틱 개발, 환경호르몬 비용출 소재 개발 등 일련의 환경친화적 조치에 의하여 환경오염을 최소화 하려는 움직임이 전개되고 있다. 이러한 상황에서도 어느 나라나 문명의 이기인 플라스틱에 대하여 근원적으로 사용을 억제하거나 금지하지는 않고 있다.

미국의 폐플라스틱 발생량과 재활용량을 연도 별로 나타내면 <그림 3>과 같이 발생량에 있어서는 큰 증가를 나타내었으나 재활용량은 최근 5년 사이를 제외하면 별로 변화가 없었다. 1995년의 경우 재활용량이 약 100만톤으로 5.3%의 재활용

율을 나타내었다[24].



<그림 3> 미국의 연도별 폐플라스틱 발생량 및 재활용량

장기적으로 볼 때 2000년에는 총 폐플라스틱 발생량 2,096만톤에 재활용 146만톤(7.0%), 2010년에는 2,466만톤 발생에 재활용 171만톤(8.0%)으로 추정하고 있다. 플라스틱 포장재의 경우 2000년 860만톤 발생, 121만톤(14.0%) 재활용, 2010년 1,050만톤 발생, 187만톤(17.8%) 재활용으로 높은 재활용율을 기대한다.

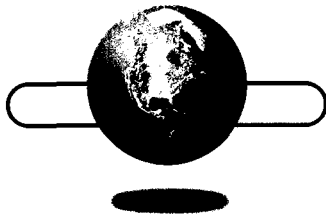
우리 나라의 경우 <표 2>와 같이 폐플라스틱 발생 및 재활용 실적과 향후 추진 계획을 가지고 있다<sup>25)</sup>. 1996년에는 302만톤 발생에 486천톤 재활용하여 16.1%의 재활용율을 나타내는데 이는 미국에 비하면 아주 높은 값이나 독일의 60%에는 훨씬 못미친다.

플라스틱 재활용에는 물질 재활용(material recycling), 열 재활용(thermal recycling), 및 화학 재활용(chemical recycling)으로 분류된다. 물질 재활용은 폐플라스틱으로부터 수지를 용융 재생하는 것으로 단순 재생과 복합 재생이 있다. 열 재활용은 폐플라스틱의 연소로 얻어진 에너지를 증기, 온도 또는 전기로 유효 이용하는 것으로서 연료화(고체, 액체, 기체)도 포함한다. 화학 재활용은 열·촉매 등의 수단으로 플라스틱을 화학적으로 분해시킨 후 유화 또는 기화시켜 연료나 화학 원료를 얻는 경우이다. 미국에서는 제1,

〈표 2〉 페플라스틱의 발생 및 재활용 실적과 향후 계획

(단위:천톤, %)

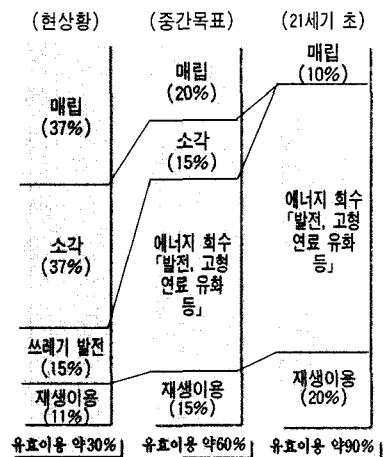
구분	현황					계획		
	'91	'92	'93	'94	'96	'98	'2001	
제품생산량	2,988	3,378	3,627	4,073	4,545	5,938	7,446	
내수량 (A)	2,593	2,972	3,136	3,474	3,800	5,086	6,770	
페플라스틱	페플라스틱 발생량 (B)	1,706	1,943	2,392	2,769	3,020	4,037	5,063
	페플라스틱 재활용량(C)	-	173	207	374	486	807	1,519
페플라스틱 재활용율	C/A(%)	-	5.8	6.6	9.2	12.8	15.9	22.4
	C/B(%)	-	8.9	8.6	13.5	16.1	20.0	30.0



산업체와 전문가들은 사용되고있는 화학물질이 인간과 자연에 미치는 유해성 평가를 객관적으로 실시하고 만약 미치는 영향이 클 경우 그 대체품 개발을 서두름과 동시에 근원적으로 유해 물질을 차단할 수 있는 기술 개발을 서둘러야 하겠다.

제2, 제3, 제4의 재활용으로 분류하기도 한다.

우리 나라는 전체 재활용의 대부분을 단순 재생에 의존하고 있으며 열 재활용은 전체 소각율이 10% 이하인 현실로는 미약하고, 화학 재활용도 연구 단계에 불과하다. 일본의 경우 1995년에 물질 재활용 11%, 소각 51%(단순 소각 37%, 발전 소각 14%), 매립 38%로 우리와는 엄청난 차이를 보이고 있다.



〈그림 4〉 일본의 페플라스틱 처리에 관한 21세기 비전

일본이 제시하고 있는 페플라

스틱의 처리에 관한 21세기 비전에 의하면 현 약 30%인 유효 이용을 중간 목표인 2000년까지 약 60%로, 21세기 초에는 약 90%로 올릴 것을 기대하고 있다<sup>21)</sup>. 〈그림 4〉에 의하면 21세기의 초에는 재생 이용이 약 20%, 에너지 회수 재활용(발전, 고품 연료, 액체 연료 등)이 70% 이상, 나머지 10%이하만을 매립할 예정이다.

EU, 일본, 미국 등은 포장 폐기물 문제를 해결하기 위하여 여러 가지 제도적 뒷받침을 마련하여 왔다. EU는 포장 폐기물 저감 회피를 우선으로 하고, 물질 회수와 에너지 회수에 중점을 둔 재활용 시스템의 이용 보급을 중점으로 하는 포장 폐기물에 관한 지침

서를 1993년 12월에 채택하였고, 1996년 6월 30일을 기한으로 EU지침서에 근거한 국내법 정비를 피하도록 하였다. 10년 이내에 포장 폐기물 총 중량의 90%를 회수하고 그중 60%를 재활용하며, 10년 이내에 최종 처분량은 포장 폐기물 총 중량의 10%이하로 하고, 회수율 60%, 재활용율 40%를 달성할 수 있는 시기를 명확히 할 것을 요청하고 있다. 일본에서도 이와 유사한 목적의 포장 폐기물 감량화법을 1995년에 제정, 작년년부터 선택적으로 시행하고 있다. 그러나 미국에서는 지방자치단체 나름대로의 특성에 맞는 재활용법을 운용토록 하고 있으나 규제에 관한 법의 시행은 어려운 실정이다. 1991년 7월 오레곤주에서 처음 제정한 플라스틱용기재활용법이 실시되고 있지 못하는 것을 보아도 제도상 규제는 한계가 있다고 본다.

우리 나라는 폐플라스틱 처리·재활용에 대하여는 일찍부터 관심을 가져왔다. 1980년에 합성수지폐기물 처리사업법을 제정, 한국자원재생공사로 하여금 농업용 폐수지를 회수 처리토록 하였으며 제품부과금 제도를 도입하였다. 이와 같은 노력에도 불구하고 폐플라스틱이 가지는 특성 때문에 물질 재활용에는 한계가 있다. 이를 극복하기 위하여 한국플라스틱재활용협회는 플라스틱 고형연료(PRF)를 생산, 철강 산업의 대체연료로 이용하기 위한 시험 설비를 운영하고 있으며, 필자 등<sup>27)</sup>은 다른 생활 폐기물과 함께 폐기물 고형연료(RDF)를 생산하여 발전이나 시멘트 등 산업연료로 이용하는 방안을 적극 추진하고 있다. 다른 한편으로는 폐플라스틱의 열분해(pyrolysis)를 통한 연료화에 관한 상용화<sup>28)</sup>를 노력하고 있으나 경제성에 어려움이 있다.

필자와 성수엔지니어링(주)가 천신만고 끝에 폐 PET 파쇄 분리 상용화 공장을 설치 운전하고 있으나 폐 PET병의 회수 부진과 무분별한

중국으로의 수출 등 정부의 정책 미비로 가동을 중지하여야할 안타까운 사태가 전개되고 있다<sup>29)</sup>. 이는 폐플라스틱의 재활용이 얼마나 어려운가를 단적으로 보여주고 있다.

그러나 우리 전문가들은 여기에 좌절되지 않고 폐플라스틱의 재활용 기술 개발을 위하여 꾸준히 노력하여야 하겠다. 아울러 난분해성 필름의 문제점을 해결하기 위한 분해성 플라스틱이나 비스페놀 A를 용출시키지 않는 PC 대체품인 PEN(포리에틸렌나프탈레이트), 수용성폴리우레탄 등 환경친화적 상품 개발에도 박차를 가하여야 하겠다.

## 5. 결 론

지금까지 국내의 플라스틱공업의 현황과 폐플라스틱의 환경 영향 및 이에 대한 우리들의 각오에 대하여 살펴보았다. 플라스틱은 20세기 초 석유화학공업의 발달과 더불어 인류에게 삶의 질을 높이는 데 크게 기여하여 왔으나 최근 들어 소각에 의한 다이옥신 발생, 용출에 의한 비스페놀 A, 스티렌 타이머 및 트리머 발생 등이 야기되면서 소비자들을 당혹케하고 있다.

프레온(CFC)이 1930년 Midgley에 의하여 처음 합성되었을 때 신비의 물질(fantastic material)로 각광을 받았으며 1960년대 듀폰사가 처음으로 상품화하는데 성공한 이래 20년도 되기 전에 지구의 멸망을 초래할 오존층 파괴 물질의 주범인 마의 물질로 둔갑하고 말았다. 우리 화학공학 기술자들은 이러한 희비에 굴하지 않고 대체품 개발에 노력하였고, 그 결과 화학공업의 위치를 한 단계 성숙된 단계로 올려놓는 좋은 계기를 마련하기도 하였다.

전혀 무해한 것으로 알려진 이산화탄소도 기상이변을 가져오는 지구온난화의 주범이 되었고 수

증기까지도 연무·해무 현상을 초래하는 것을 보면 인류는 항상 개발·좌절·도전의 순환 고리에서 자연과 더불어 생활하고 있다고 하겠다.

이러한 관점에서 우리가 애용하고 있는 물질에 있어 문제점이 발견되었다하여 무조건 사용을 규제하는 것은 올바른 판단일 수 없으며 사회성, 편의성, 환경성, 안정성, 경제성 등을 충분히 고려한 조치가 나와야 한다

산업체와 전문가들은 사용되고있는 화학물질이 인간과 자연에 미치는 유해성 평가를 객관적으로 실시하고 만약 미치는 영향이 클 경우 그 대체품 개발을 서두름과 동시에 근원적으로 유해 물질을 차단할 수 있는 기술 개발을 서둘러야 하겠다. 특히 페플라스틱과 같이 양이 많고, 난분해성인 물질에 대하여는 재활용 방안을 다각도로 추진될 수 있도록 기술을 개발하고, 기초 시설을 확보하여야 하겠다.

소비자들도 일회용품의 사용을 가능한 자제하면서 물질 재활용이나 열 재활용이 순조롭게 이를 수 있도록 적극 동참하여야 한다. 우리 각자가 편리를 위하여 사용하면서 이로 인하여 야기되는 모든 잘못을 생산자에게만 돌리는 것은 이기주의적 발상이며 문제해결에 전혀 도움이 되지 않는다.

정부는 화학물질에 의한 환경오염 문제가 발생할 때마다 충격요법에 의한 규제로 밀어붙이기보다는 화학물질에 대한 유해성 심사와 안전성 평가에 대한 충분한 시험 결과와 자료를 확보, 위해-이익(risk-benefit)분석을 추진하여 규제요구성 위해(unreasonable risk)가 야기되는 물질로 판단되었을 경우에만 합리적인 절차를 거쳐 규제하여야 한다.

(원고 접수일 1998. 8. 13)

### 참고문헌

1. 이덕길, 유해화학물질 및 토양환경보전 정책방향, 1996년 춘계학술연구발표회 요약집 (한국폐기물학회), PP5~34, 1996(5)
2. 도갑수, 폐기물과 환경오염, 지구환경 무엇이 문제인가? 1993(6)
3. 월간 포장산업, 컵 라면 용기 유해- 안전논란, 월간 포장산업, 15(172), PP61~62(1998)
4. 박정규, 내분비 교란물질 피해저감을 위한 정책방향, 환경포럼(KEI),



- 2(14), 1998. 6.
5. KBS 9시 뉴스, 소비자보호원 조사-환경호르몬 위험, 1998. 7. 30.
  6. 매일경제신문, 즉석상품으로 컵 라면 대체, 1998. 7. 22.
  7. 환경부령 제4호, 제품의 포장방법 및 포장재의 재질 등의 기준에 관한 규칙, 1995. 2.
  8. 환경부고시 제96-92, 합성수지 재질 포장재의 연차별 감량화 지침, 1996. 7. 25.
  9. 환경부, 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행령, 시행규칙, 1995.
  10. 윤성규, 한국의 폐기물 관리정책, 환경기술에 관한 국제세미나(환경관리공단), P3, 1998(6)
  11. 매일경제신문 외, 호소문(중소기업협동조합중앙회 외), 1998. 6. 30.
  12. 서울신문 외, 신문고가 있으면 밤새도록 두드리고 싶은 심정입니다(한국플라스틱공업협동조합 외), 1998. 7. 22.
  13. 현대환경연구원, 인천앞바다 오염 심각... 중금속 美 기준치 크게 넘어, 환경 VIP Report, Vol.19, P32, 1998. 7.31.
  14. 박완철, 광역상수원 오염실태와 수질개선 방안, 상수원 오염실태와 수질개선 방안 공청회(국회환경 포럼), P57, 1998. 7. 8.
  15. 첨단 환경기술, 실내공기중 유해화학물질(1), 첨단 환경기술, P52, 1998(70)
  16. 환경산업, VOC관리대책 방향 및 VOC 문제에 대한 현실적 해법, 환경산업, 제91호, PP40~42, 1998(6)
  17. 환경부, 부도회사 폐기물 대신 처리, 월간 폐기물, P29, 1998(6)
  18. 환경기술개발원, ESSD 달성을 위한 환경정책심포지엄, 1993. 10. 22.
  19. UNDP/IE, Promoting waste recycling part 1, part 2, vol.17(2, 3), 1993.
  20. 이부섭, 플라스틱 고무 첨가제공업, 한국의 화학공업과 기술(한국화학공학회) P139, 1992.
  21. 草川紀久, 플라스틱 산업과 플라스틱 리사이클링, Plastic Science, No.133, P110, 1998(7)
  22. Plastic news, 중소 플라스틱 가공산업 육성 추진전략 마련, ibid, No.129, P8, 1998(3)
  23. 도갑수, 한국의 생활 폐기물과 미국의 도시 고형 폐기물의 특성 통계자료 비교 연구, 한국폐기물학회지 투고중, 1998.
  24. USEPA 530-R-97-015, Characterization of MSW in the United States 1996 update, 1997(6)
  25. 환경부, 국가폐기물관리종합계획, 1996.
  26. 도갑수, 한국의 생활 폐기물 자원화 현황.대책 및 자원화 기술, 한일 폐기물심포지엄(한국폐기물학회), P42, 1997(6)
  27. 도갑수, 홍준식, 김형래, 폐기물 고형연료(d-RDF)의 제조 타당성 연구, 한국폐기물학회지 투고중, 1998.
  28. 상공자원부(김영성 외) 폐플라스틱 유동층 열분해 공정 개발 연구, 1994.
  29. 주간 서울시청뉴스, 페트병 재활용업체 조업 중단위기, 1998. 6. 25.