

# 브롬화 난연제 사용현황과 국제규제 대응방안



김동진 | 환경부 유해물질과 과장

## 1. 서론

브롬화 난연제(Brominated Flame Retardants)는 컴퓨터, TV와 같은 가전제품, 건축용 자재, 실내장식재 등 플라스틱이나 섬유를 원료로 한 각종 가연성 제품에 불연제로 첨가되고 있으며, 전 세계 난연제 시장의 약 40%정도를 차지하고 있는 실정이다.

현재 사용되고 있는 브롬화 난연제는 매우 다양하나 저렴한 가격과 높은 난연효과로 인해 전 세계적으로 많이 사용되고 있다. 그러나, 브롬화 난연제의 유해성에 관한 연구가 속속 발표되면서 EU를 중심으로 유해성이 높은 브롬화 난연제에 대한 규제가 강화되고 있는 추세이다.

우리나라의 경우, 1999년 PBBs, TRIS((Tris(2,3-Bromopropyl)phosphate)를 제조·수입 또는 사용금지 하였으나, PBDEs에 대해서는 2001년 8월 27일부터 환경표지(환경마크) 제도를 통하여 물질사용을 간접규제하고 있어 보다 근본적인 관리대책 마련이 시급한 실정이다.

## 2. 브롬화 난연제 국내 사용 및 규제 현황

브롬화 난연제는 주로 전기·전자분야에 사용되며, 그 외에는 건설업, 운송업, 직물산업 등에도 사용된다.

전기·전자분야에서는 TV, 냉장고 등 가전용 전자제품에 절반 이상이 사용되고 있으며, 그 외 인쇄회로기판, 커넥터와 계전기, 전선과 케이블을 만드는 데에도 다수 사용되고 있다

브롬화 난연제는 PBBs(PolyBrominated Biphenyls), PBDEs(PolyBrominated Diphenyl Ethers), TBBPA(TetraBromoBisPhenol A) 등 세 종류가 대표적이며, 이중 PBBs는 이미 1970년대부터 발암성과 간독성이 확인되어 사용 중지된 상황이다.

PBBs 등에 비하여 상대적으로 안전하다고 평가된 나머지 브롬화 난연제 중 일부 물질이 위해하다는 보고가 최근 속속 확인되고 있다. 따라서 브롬화 난연제의 생산, 가공과정에서 근로자 노출뿐만 아니라, 이들이 함유된 최종제품의 사용과정 및 화재로 인하여 소비자 노출, 대기, 수질, 토양, 등 환경매체로의 유출과 먹이사슬을 통한 생물축적을 통해 인체 및 생태계에 위해를 미칠 수 있는 상황이다.

특히 PBDEs의 경우 간독성과 생식이상을 일으키며, 생물축적성이 있다는 이유로 잠재적인 POPs(Persistent Organic Pollutants)로 주목 받고 있다.

국내 브롬화 난연제 사용량은 2002년 유통량조사 결과 49,050톤이며, 이 중 EU에서 규제하고 있는 penta-

〈연도별 국내 난연제 사용현황〉

종류	1996년	1998년	1999년	2000년	2001년
염소계	7,000(11.2%)	8,345(12.1%)	8,795(12.4%)	10,000(10.0%)	8,100(10.1%)
브롬계	30,670(49.2%)	39,300(57.1%)	40,800(57.7%)	55,000(55.0%)	45,000(56.3%)
인계	3,000(4.8%)	3,000(4.4%)	3,000(4.2%)	6,000(6.0%)	5,500(6.9%)
멜라민 유도체계	-	-	-	400(0.4%)	400(0.5%)
무기계	21,700(34.8%)	18,156(26.4%)	18,156(25.7%)	28,600(28.6%)	21,000(26.3%)
합계	62,370	68,801	70,751	100,000	80,000

BDE, octa-BDE의 사용량은 84톤에 불과한 수준이다. 반면, EU에서 위해성평가 중에 있는 deca-BDE는 12,324톤으로서 비교적 많이 사용하고 있어 평가결과 위해성이 입증될 경우 환경노출관리 및 산업계의 신규 대체 물질 사용유도가 필요한 실정이다.

### 3. EU의 브롬화 난연제 규제 동향

1980년대 후반 EU 국가 중 독일에서 가장 먼저 PBBs 브롬화 난연제의 유럽 내 사용을 금지하자는 의견이 제기되어 1989년 독일 내 모든 화학산업체 및 플라스틱 제조업체는 PBBs 브롬화 난연제의 생산을 금지하였다.

이 후 1990년대 들어 EU에서도 이들 물질의 위해성을 확인하고 2000년 5월 모든 EU 국가에서 PBBs의 생산을 금지하였다.

또한 EU는 2000년 6월에 폐전기전자제품처리 지침(Waste Electrical and Electronic Equipment; WEEE)과 유해물질사용제한지침(Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances; RoHS)을 제안하여 전기전자제품의 일정 비율 이상의 재활용률과 생산자에게 재활용에 관련된 책임을 부과하는 내용과 전기전자제품에 사용 금지시킬 물질의 목록을 제시한 것으로, 브롬화 난연제의 생산금지와 함께 이미 사용중인 브롬화 난연제의 재활용방안을 제안한 지침이다. 초기 사용제한 물질에는 모든 할로겐화 난연제를 포함하였으나 현재는 PBBs와 PBDEs로 축소하였다.

또한 EU의 유해물질사용제한지침에서 PBBs와 penta-BDE 및 octa-BDE를 EU 내에서 사용을 제한하는 지침이 통과되어 EU 내에서 위 물질들이 생산되는 것은 물론이고, EU 시장에 출시되는 모든 제품 내에서 위 물질이 제품 무게비의 0.1% 이상 함유되는 것을 규제하였다.

그리고 deca-BDE의 경우는 EU 위원회에서 2004년 12월 RoHS 지침 하에서는 규제물질에서 제외된다고 공식적으로 발표하고 2006년 7월까지의 RoHS 지침 이행에 대한 제약을 받지 않으면서 사용이 가능하다고 결론지었다. 하지만 아직까지 deca-BDE에 대해 공인된 위해성 평가에서 위해성이 없다고 평가된 것은 아니기 때문에 RoHS 지침은 EU 위원회가 deca-BDE를 제한 우선순위 물질인지를 재검토 하여 EU에서 생산되고 시장에 출시되는 모든 제품에 대하여 deca-BDE의 사용금지 여부를 2005년 안에 결정하기를 요청하였다. 따라서 현재 RoHS 지침에서 제외물질로 분류된 deca-BDE에 대한 EU 면제결정은 2005년 12월 안에 내려질 것이다.

이에 따라 2006년 7월 발표되는 RoHS 지침의 규제요건에 어떤 물질이 해당되고 어떤 물질이 해당되지 않는지가 명확해 질 것이다.

### 4. 국내 산업계 대비현황

환경부는 (사)녹색환경연구소에 의뢰하여 2004년 10월부터 12월까지 전국 129개 사업체를 대상으로 브롬화 난

연제 사용 및 대체물질 이용현황에 대한 실태조사를 실시하였다. 조사결과 국내에서 여러 종류의 브롬화 난연제가 다량으로 사용되고 있는 사실이 확인되었다.

J사에서 TBBPA가 가장 많이 수입되고 사용되었으며, 그 다음으로는 역시 J사에서 Deca-BDE가 많이 수입 및 사용되었다.

국내에서 가장 많이 제조되는 브롬화 난연제는 Epichlorohydrin-tetrabromobisphenol A copolymer로 외국계 B사에서 대부분 제조되는 것으로 설문조사 결과 확인되었다.

브롬화 난연제 적용분야의 특성상 이들을 일방적으로 비브롬화 난연제로 대체할 수는 없으나 다양한 비브롬화 난연제가 널리 사용되고 있다. 2002년 환경부의 화학물질 유통량조사결과를 토대로 국내 기업의 사용실태를 분석한 결과 비브롬화 난연제 중 가장 많이 사용되는 것은 Calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) 임이 확인되었다.

두 번째로 많이 사용되는 비브롬화 난연제는 Magnesium Oxide(MgO)로 2002년 한 해 동안 53,332톤이 사용된 것으로 조사되었다. 그리고 국내에서 가장 많이 제조되는 비브롬화 난연제는 Magnesium Oxide로 년 간 61,514톤이 제조되었다.

또한 국내 난연제의 대체물질 사용 및 계획 여부 등에 대해 총 129개 업체를 대상으로 조사한 결과 129개 업체 중 37개 업체에서 대체물질을 사용하고 있거나, 사용할 계획을 가지고 있는 것으로 나타났다.

대체물질 사용은 일부 대기업만이 2002년 이전부터 추진되어 왔으며, 대부분의 업체는 현재 또는 2005년 이후부터 사용할 계획이 있는 것으로 나타났다. 또한 임가공 업체의 경우는 자체 계획보다는 원청 업체의 대체계획에 따르는 것으로 나타나 전반적인 대체계획이 브롬화 난연제의 주요 수입업체에 따르는 것으로 나타났다.

TBBPA 물질의 경우는 일반적으로 Tri phenyl phosphate(TPP)로 대체되는 것으로 나타났으며 Phosphate Salt 및 금속수산화물 무기물로도 대체되는 것으로 조사되었다. 또한 PBDE계 물질은 NON-DECA

물질로 대체되고 데카브롬화 산화물은 Decabromodiphenyl ethane, 비할로겐계, 인계, 안티몬류, 수산화알루미늄 등이 대체물질로 나타났다. 그 외 penta-BDE와 기타 브롬화 난연제는 인계 난연제와 수산화알루미늄계로 대체되는 것으로 나타났다.

## 5. 향후 정책방향

우리나라도 국제규제에 대응과 국민 보건안전을 위하여 이미 유해성이 국제적으로 규명되었거나 국내 조사결과 유해성이 인정되는 난연제의 경우 작년 전면 개정된 유해화학물질관리법상 취급제한·금지물질로 지정하는 방안을 검토중이며, 친환경적 난연제 사용전환을 위해 기술개발 등을 지원해 나갈계획이다.

### 가. 유해화학물질관리법에 의한 관리강화

지난 연말 개정된 유해화학물질관리법에는 유해성평가제도와 취급제한 및 금지물질제도가 도입되었다. 브롬화 난연제별 여러 가지 용도, 제품 및 적용분야별 유통량, 배출정도 등을 근거로 노출량을 평가하고 특정 용도에서의 노출이 환경이나 인체에 유해를 주는 수준으로 평가되는 경우 해당 용도로의 사용을 제한·금지하는 방안을 검토중이다. 이러한 유해성평가나 취급제한 물질로의 관리를 위하여 브롬화 난연제에 대한 각종 유해성자료 외에도 국내 환경에서 이러한 물질의 노출특성, 환경 중 거동 특성, 국내 수서생물 등에 대한 영향정도, 보다 정량적인 배출원 정보 등을 파악하는 작업도 병행하여 추진할 계획이다.

### 나. 자율적인 사용감축 협약 및 부문별 협력 체계 구축

정부가 취할 수 있는 규제를 직접규제와 간접규제로 나누어 볼 수 있듯이, 기업의 참여 여부도 자율적인 것과 비자율적인 것으로 구분할 수 있다. 비자율적 규제는 그 집행과 점검에 있어서 많은 사회·경제적 비용을 초래하나,

자율적 참여는 그러한 비용 발생을 줄이고 사회적 신뢰를 쌓는데 큰 바탕이 되며, 그로 인한 환경개선 성과가 큰 점도 주목할 만한 장점이다. 외국에서도 유해물질 등의 관리에 관하여 자율적 사용감축협약을 추진한다. 독일의 경우 기업이 기업자주행동계획을 수립하고, 국가와 기업의 협약형태를 바탕으로 이를 운영하고 있는 것으로 나타났다. 일본에서는 '자원유효이용촉진에관한법'에 자율적 참여 근거를 담고 있다.

브롬화 난연제에 대한 효과적 관리를 위하여 정부와 기업간의 자율적 사용감축협약을 추진하는 것과 더불어, 정부내에서 관련 부처간의 협력체계 구축 및 여러 이해당사자와 시민들의 파트너십을 구축하는 것은 정책의 실효성을 높이기 위해 매우 중요하다. 정부 차원에서 난연제에 대한 관리는 환경부(유해화학물질관리법), 산업자원부(전기용품안전관리법), 그리고 행정자치부(소방시설설치유지및안전관리에관한법률) 등으로 분산되어 관리되고 있는데 부처간 협력체계 구축이 필요하다. 다양한 이해당사자 그룹 및 시민들과의 파트너십을 구축하는 것 역시 매우 중요하다. 정부와 시민간의 협력증진을 위하여 온라인을 통한 교육 강화와 각종 매체를 활용한 다양한 홍보활동 등이 이루어져야 할 것이다.

#### 다. 기술지원 및 인센티브 도입

유해성을 가지고 있는 브롬화 난연제 및 다른 유해물질의 사용을 저감하기 위하여 정부의 인센티브는 더 안전한 대체물질을 개발하고 채택하는데 우선권을 주는 대체기준과 그린화학을 활성화하는 것이 필요하다.

이를 위하여 정부에서 사용하는 제품 구매 가이드라인에 전자제품들이 PBDEs 또는 유해 가능성이 있는 브롬화 난연제 또는 다른 유해물질들이 포함하지 않아야 한다는 기준을 제시한다면 업체에서 브롬화 난연제 또는 다른 유해물질에 대한 사용을 점진적 줄일 수 있는 수단이 될 수 있을 것이다. 이는 브롬화 난연제 및 다른 유해물질들이 이미 사용하지 않는 회사를 지원하는 하나의 방안이며,

정부 구매담당 부서뿐만 아니라 공사 기업 및 개인 사업체에서도 이와 같은 방법으로 물품을 구매하도록 유도하여야 할 것이다.

### 6. 맺음말

현재 EU를 중심으로 선진국의 환경규제는 날로 강화되고 있다. 이러한 환경규제 강화는 바로 수출상품의 제품기준으로 이어져 우리나라도 이러한 국제적 환경규제 변화에 적극적으로 준비하고 대응해야 하는 실정이다.

우리나라의 브롬화 난연제 사용실태는 현재 규제중인 PBBs는 사용되지 않고 있으며, RoHS 지침에 의해 규제 예정인 penta-BDE, octa-BDE의 사용량은 점차 감소하고 있는 상황이다. 그러나 추후 규제에 포함될지 여부에 대한 논란이 지속되고 있는 deca-BDE는 아직까지 많은 업체에서 사용하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 대체물질을 사용하고 있는 업체도 점차 증가하고 있는 추세이다. 그러나 현재 사용되고 있는 대체물질이 브롬화 난연제 보다 성능이 떨어지거나 가격이 고가인 경우가 있어, 보다 성능이 우수하고 저렴한 대체물질 개발이 필요한 실정이다.

브롬화 난연제의 적정관리를 위해서는 정부와 기업의 역할이 중요하며, 무엇보다도 소비자에게 제품구매시 판단의 근거를 제공할 수 있는 최신 정보를 제공하여 소비를 통해 기업을 변화시키도록 유도할 필요가 있다. 기업에 대한 관리방안으로는 합리적인 규제도 중요하지만 자율적인 사용감축협약을 체결토록 하여 스스로 변화에 대응하도록 유도하며, 정부는 적극적으로 이러한 기업의 노력이 제대로 정착할 수 있도록 각종 제도적·기술적 지원을 제공해야 할 것이다.

이러한 다양한 노력을 통하여 국내 산업이 국제 환경규제 변화에 능동적으로 대처해 나갈 수 있을 것이며, 뿐만 아니라 우리나라 환경개선과 국민건강에도 크게 기여할 것으로 기대된다. ◀