

## 4D1) 유해대기오염물질 연구현황 및 추진방향 (특강) Present Research Situation and Future Plan for HAPs

이석조  
국립환경연구원 대기연구부장

### 1. 서 론

산업발달이 가속화되고 고도화됨에 따라 오염 배출원과 오염물질이 다양해지면서 주로 난방 및 산업시설에서 배출되는 이산화황, 먼지 등 환경기준오염물질에 대한 관심이 최근에 와서는 산업시설에서 배출되는 휘발성 유기화합물, 유해중금속, 다이옥신 등 유해대기오염물질로 확대되고 있으며, 환경정책도 이러한 물질에 새로운 대응방안을 마련하기 위한 방향으로 추진되고 있다. 유해대기오염물질(HAPs : Hazardous Air Pollutants)은 독성, 발암성, 축적성 등이 일반대기오염물질에 비하여 훨씬 커서 보다 엄격한 관리가 필요하지만 현재로서는 관리가 상대적으로 미흡한 실정이다. 현재 국내에서는 특정대기유해물질로 25종을 지정하여 관리하고 있으나 외국에 비해 그 숫자가 적으며, 미규제 물질 들의 위해도를 고려할 때 규제 대상물질의 확대가 필수불가결한 상황이다. 이에 따라 환경부에서는 특정대기유해물질의 체계적 관리를 위하여 “특정대기유해물질 관리기본계획(2004~2013)”을 수립하였으며, 국립환경연구원에서는 기본계획에 의거 특정대기유해물질에 대한 배출량 조사 및 모니터링 체계 구축을 위한 사업을 수행하고 있다. 본 고에서는 이 사업에 대한 추진배경과 향후 추진방향에 대하여 설명하고자 한다.

### 2. 국내·외 유해대기오염물질 관리현황

#### 2. 1 국내 관리현황

우리나라는 대기환경보전법에 “특정대기유해물질”을 지정하여 일반대기오염물질보다 관리기준을 엄격히 하고 있다. 대기환경보전법 제정 당시에는 카드뮴, 시안화수소 등 모두 16종을 지정 하였으며, 1998년에는 국립환경연구원의 연구결과를 토대로 발암성, 유해성이 입증되어 규제 필요성이 제기된 물질(벤젠, 포름 알데히드 등)을 추가하여 25종으로 확대하였다. 현재 규제하고 있는 25종의 물질중 배출허용기준이 설정되어 있는 물질은 14종이며 VOCs 물질로 중복 규제 되고 있는 물질은 7종(이중 2종의 물질은 배출허용기준이 설정되어 있음), 그리고 악취관리 대상물질로 중복 규제되고 있는 물질은 2종이다.

또한 최근에는 대기중에 유해대기오염물질의 농도를 모니터링하기 위하여 환경부는 전국 16개 지점에서 유해대기오염측정망을 운영하고 있으며, 여기서는 13종의 VOCs와 7종의 PAHs를 모니터링하고 있다. 이외에도 국내 유해대기오염물질 배출현황을 조사하기 위하여 국립환경 연구원에서 TRI(Toxic Release Inventory), SODAM(Source Data Management), CAPSS(Clean Air Policy Support System) 등의 시스템을 운영하고 있다.

#### 2. 2 미국의 관리현황

HAPs 관리를 위한 미국의 노력은 1970년 대기정화법(CAA : Clean Air Act)에서부터 시작되어 1990년 CAA 개정이후에 가속되고 있다. 1970년 CAA는 석면, 수은, 베릴륨, 벤젠 등 8종의 물질을 HAPs 물질로 지정하였다. 1990년 CAA를 개정하면서 HAPs 물질을 188개로 확대 지정하였으며, 이들 물질의 배출원을 파악하여 매우 엄격한 관리기준(MACT : Maximum achievable control technology)을 마련하고 있다. 향후에도 필요한 경우에는 추가로 오염물질을 지정할수 있도록 법에서 보장하고 있기 때문에 188개의 물질이 더 늘어날 가능성은 언제나 열려있다. 1970년 CAA는 HAPs 관리를 위해 먼저 유해서를 규명하고 이 결과에 따라 물질을 규제하는 방식을 택하였지만, 1990년에 개정된 CAA에서는 기술에 근거한 정책(technology-based approach)으로 먼저 규제하고 이후 위해성을 평가하는 정

책(risk-based approach)으로 전환하였다.

### 2. 3 일본의 관리현황

일본의 “대기오염방지법”은 대기오염에 관해서 국민의 건강을 보호함과 동시에 생활환경을 보전하기 위해서 1968년에 제정되었다. 유해대기오염물질에 관해서는 1996년 5월 일부를 개정하면서 대기오염 억제에 위하여 필요한 조치를 강구하도록 의무화하였다. 또한 유해대기오염물질이란 “저농도에서도 장기적인 섭취, 폭로에 의해 건강에 영향을 미칠 우려가 있는 물질”로 정의 하고 1996년 중앙환경심의회의 답신으로서 유해대기오염물질에 해당 가능성이 있는 물질로 234종을 선정하였다. 또한 234종 중에서 우선적으로 대책에 임해야하는 물질에 대하여 “우선 취급 물질”로서 22종을 선정하였으며 22종중에서도 미연의 방지 관점에서 시급하게 배출 억제를 하지 않으면 안되는 물질에 대해서 다시 지정물질로 4종을 지정하여 각각의 배출억제 기준을 정해놓고 있다.

### 3. 추진 방향

이와같은 국내 현황과 외국의 유해대기오염물질 규제 실태를 고려하여 환경부에서는 국내의 유해화학 물질관리법, 국제 암연구센터(IARC)에서 규정한 물질별 발암성, 유럽연합에서 규정한 화학물질의 독성 등을 검토하여 인체에 유해한 1,180여개의 물질/물질군을 1차적으로 목록화 하였으며, 이를 바탕으로 미국 EAP 및 일본의 유해화학물질 지정현황 및 국내에서의 사용 현황 등을 감안하여 206종의 관리대상물질을 선정하였다. 또한 206종의 관리대상물질중에서 유해성에 관한 관계 전문가의 의견과 국내에서의 배출량, 유통량 등 인체의 노출가능성을 평가하여 표 1과 같이 우선 관리가 필요한 대상물질 48개를 선정하였다.

Table 1. 우선관리대상물질(환경부 기본계획).

No.	물질명	조사 년도	No.	물질명	조사 년도
1	Dioxins	'04~'05	25	Acrylonitrile	'06
2	PAHs	'04~'05	26	Acrolein	'06
3	Benzene	'04~'05	27	Aniline	'06
4	Ethylene oxide	'04~'05	28	Di(2-ethylhexyl)phthalate	'06
5	1,3-Butadiene	'04~'05	29	Epichlorohydrin	'06
6	Vinyl chloride	'04~'05	30	Vinyl acetate	'06
7	Dichloromethane	'04~'05	31	Nitrobenzene	'06
8	Styrene	'04~'05	32	Dibutyl phthalate	'06
9	Tetrachloroethylene	'04~'05	33	Phenol	'06
10	Propylene oxide	'04~'05	34	Cobalt & compds	'07
11	Chloroform	'04~'05	35	Phosgene	'07
12	1,2-Dichloroethane	'04~'05	36	Asbestos(석면합유물질을 포함함)	'07
13	Ethylbenzene	'04~'05	37	Chlorine	'07
14	Trichloroethylene	'04~'05	38	Diesel & gasoline exhaust	'07
15	Carbon tetrachloride	'04~'05	39	2-Ethoxyethylacetate	'08
16	Beryllium & compds	'04~'05	40	Carbon disulfide	'08
17	Cadmium & compds	'04~'05	41	2-Ethoxyethanol	'08
18	Chrome[VI] & compds	'04~'05	42	Hydrazine	'08
19	Arsenic & compds	'04~'05	43	N,N-Dimethylformamide	'08
20	Lead & compds	'04~'05	44	Aacrylamide	'08
21	Nickel & compds	'04~'05	45	Dimethyl sulfate	'08
22	Mercury & compds	'04~'05	46	2-Methoxyethanol	'08
23	Formaldehyde	'06	47	Methylene diphenyl diisocyanate(polymeric)	'08
24	Acetaldehyde	'06	48	Toluene diisocyanate (mixture)	'08

이러한 과정을 거쳐 환경부에서는 우선관리 대상물질 48개에 대하여 2004년부터 2008년까지 5년 간에 걸쳐 배출원·배출량조사 및 오염지도를 작성하고 대기모니터링을 수행하는 “특정대기유해물질 관리기본계획(2004~2013)”을 수립하였으며, 국립환경연구원에서 기본계획에 따라 “HAPs 배출량 조사 및 대기 모니터링 사업”을 수행하고 있다.

“HAPs 배출량 조사 및 대기 모니터링 사업”은 벤젠 등 선정된 우선관리대상 물질 48종을 중심으로 “고정 오염원(점 및 면오염원)에 대한 배출원 inventory 조사”, “이동 오염원에 대한 배출 특성조사 및 배출계수 산정” 및 “환경대기 모니터링”의 3개 분야로 나뉘어져 표 2와 같이 2004년부터 2008년까지 5년간에 걸쳐 단계적으로 이루어진다.

Table 2. 연차별 추진일정.

연 도	고정 오염원(점 및 면오염원)	이동오염원	환경대기 모니터링
2004년	TRI 자료 분석 등 배출량 조사 기본골격 마련	HAPs 배출계수 산정방법 확립	VOCs, PAHs, Aldehydes 기초조사
2005년	벤젠 등 20종에 대한 배출 inventory 작성	다목적차량의 HAPs 배출특성조사 및 배출계수 산정	VOCs, PAHs, Aldehydes 조사 및 공정시험방법검토
2006년	포름알데히드 등 11종에 대한 배출 inventory 작성	배출특성조사 및 배출계수 산정(승용차 및 택시)	중금속류, 유기물류 조사 및 공정시험방법 검토
2007년	국가 유해대기오염물질 관리 프로그램 개발	배출특성조사 및 배출계수 산정(중대형 트럭 및 버스)	무기물류 조사 및 공정 시험방법 검토
2008년	아크릴아마이드 등 10종에 대한 배출 inventory 작성	배출특성조사 및 배출계수 산정(비도로차량)	오염실태 종합 평가

“고정 오염원에 대한 배출원 inventory 조사”는 벤젠 등 우선관리대상물질 48종을 중심으로 업종별, 시설별 배출량을 조사하여 규제가 필요한 업종 및 배출시설 등을 구체화하고, 배출량 조사결과를 바탕으로 특정대기유해물질에 대한 국가 배출목록 D/B를 작성할 계획이다. “이동오염원에 대한 배출특성조사 및 배출계수 산정”은 자동차에서 배출되는 우선관리대상물질에 대한 분석방법을 확립하고, 차종별 배출 특성 및 배출계수를 산정할 계획이다. “환경대기 모니터링”은 환경대기중 우선관리대상물질에 대한 공정 시험방법 확립 및 QA/QC 방안을 마련하고, 환경대기중 우선관리대상물질 농도 현황을 파악할 예정이다.

이를 위하여 국립환경연구원에서 2004년 6월부터 우선관리대상물질 48종에 대한 배출량 조사를 위한 기본 골격을 마련하고, 환경대기, 고정, 이동오염원에서 배출되는 HAPs에 대한 각국의 측정방법을 검토하며, 각종 오염원 및 환경대기중 HAPs 측정을 위한 기반시설을 구축 하는 등의 세부 추진계획을 수립하여 수행중에 있다.

#### 4. 맺음말

향후 환경부에서는 본 사업의 연구결과를 활용하여 2008년까지 특정대기오염물질의 배출원·배출량에 대한 국가 배출목록 D/B를 작성하고, 2013년까지 주요 배출원을 산업오염원, 면오염원, 이동오염원으로 분류하여 국내에서 적용 가능한 기술개발수준을 감안한 적정관리기준을 도입하고 규제기준을 마련할 계획이다.

### 참 고 문 헌

- 특정대기유해물질 관리 기본계획 (2004~2013), 2004, 환경부.  
유해대기오염물질 관리시스템 개발 연구(I) (2003) 국립환경연구원.  
유해대기오염물질 관리의 국내·외 동향 (2002) 국립환경연구원.  
대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정 연구 (2003) 국립환경연구원  
휘발성 유기화합물질 배출저감을 위한 신기술 연구 (2001) 국립환경연구원.