

3C1) 점오염원에서 발생하는 HAPs의 배출특성

HAPs Emission Characteristics in Point Sources

장하난 · 박규식 · 이주형 · 김정훈 · 서용철 · 송금주¹⁾ · 문영훈¹⁾

연세대학교 환경공학과, ¹⁾포항공과대학교 환경연구소

1. 서 론

유해 대기오염물질(Hazardous Air Pollutants : HAPs)에 대한 정의는 과학적 법적인 규제차원에서 고려될 수 있다. 우리나라의 대기환경보전법에는 유해 대기오염물질을 특정 대기유해물질이라 하여 다음과 같이 정의하였다. 즉, “특정 대기오염물질”이라 함은 “사람의 건강, 재산이나 동식물의 생육에 직접 또는 간접으로 영향을 위해를 줄 우려가 있는 대기오염물질로서 총리령으로 정하는 것”으로 되어있다. 그러나 일반적으로 HAPs는 다고리방향족탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon: PAH), 다고리비페닐(Polycycliv Biphenyl: PCB)와 다이옥신 등의 반휘발성유기화합물과 휘발성유기화합물 및 중금속 등이 주를 이룬다(대기환경보전법, 2005).

HAPs의 가장 중요한 오염원으로는 대도시 지역에서의 자동차로, 자동차 운행 시 디젤입자상 물질, 벤젠, 벤조피렌 및 중금속 등의 유해물질이 배출된다. 공단지역에서는 산업공정이 주요 오염원으로 산, 알칼리류 등 다종다양한 오염물질과 각종 악취물질이 다량 배출된다. 이에 따라 오염원별 HAPs 대책 및 관리 방안이 요구되고 있다. 선진국의 HAPs 대책은 HAPs 종류의 다양성, 분석·측정 방법의 복잡성을 감안하여 개개의 오염물질에 대한 대기환경기준의 제정보다는 배출시설에 대한 적정관리 기준의 설정에 중점을 두고 있다. 특히, 미국에서는 1990년 CAA를 개정하면서 HAPs 물질을 188개로 확대 지정하였으며(US EPA. CAA, 1990), 이들 물질의 배출원을 파악하여 배출원별로 매우 엄격한 관리기준(MACT: Maximum achievable control technology)을 마련하고 있다(US EPA. NESHAP, 2005).

이처럼, HAPs의 배출특성과 관리기준에 선진국이 관심을 갖는 것은 이들 물질이 극히 미량으로도 인체에 치명적인 해를 입힐 수 있기 때문이다. 하지만 국내에서는 HAPs를 특정대기유해물질로 지정하여 해당 배출시설을 관리해 왔으나, 배출실태조차도 제대로 파악되지 않고 있는 상황이다. 따라서 본 연구에서는 점오염원을 대상으로 HAPs의 배출특성을 파악해 보았으며, MACT와 같은 사업장의 관리기준을 설정하기 위한 기초자료로 활용코자 한다.

2. 연구 방법

본 연구의 대상시설은 점오염원 중 생활폐기물소각시설 1기와 합성수지 및 플라스틱 공장 1기를 측정하였다. 생활 폐기물소각시설은 방지시설 전, 후단에서 측정하였으며 합성수지 및 플라스틱공장은 방지시설 후단에서 측정하였고, 각각 반복측정을 실시하였다. 수은의 경우 Ontario Hydro Method에 의해 측정 및 전처리를 실시하였으며, CVAAs(Cold Vapor Atomic Absorption Spectroscopy) type의 Mercury Analyzer(RA+915 ZEEMAN, Russia)를 이용하여 수은의 농도를 분석하였다. VOCs의 경우 EPA Method에 의해 측정하였으며, 자동열탈착장치(ATD-400, Perkin Elmer, UK)가 연계된 Capillary column GC/MSD를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

다음과 같이 표 1에 배출농도 및 수은화합종 분포를 나타내었다. 생활폐기물소각로의 경우 대기오염 방지시설 전단에서 수은배출농도가 27.31 ug/Sm³이었으며, 방지시설 후단에서 4.18 ug/Sm³을 나타내었다. 생활폐기물소각로의 경우 대기오염 방지시설로써 SNCR, 반응흡수탑, 황성탄 공급설비, 백필터가 설치되어 있는데, 반응흡수탑이나 황성탄공급설비에서 수은화합물이 흡수 또는 흡착되어 제거된 것으로 보인다. 수은분포의 경우 생활폐기물소각로에서는 Gas상 수은이 입자상 수은보다 많았으며 합성수지 및

플라스틱 공장에서는 입자상 수은이 많은 분포를 나타내었다. 수은화합종의 경우 방지시설 전·후단에서, 각각 산화수은(Hg^{2+})이 원소수은(Hg^0)에 비해 많았으며, 방지시설 후단에서 산화수은(Hg^{2+})의 비율이 전단에 비해 더 증가했다. 합성수지 및 플라스틱 공장의 경우 미량이나마 수은화합물이 배출됨을 알 수 있으며, 대부분이 원소수은(Hg^0)이었다. 이러한 화학종의 차이는 수은화합물의 speciation에 가장 큰 영향을 주는 Gas 온도의 영향인 것으로 파악된다. 표 2에는 VOCs의 배출농도를 나타내었다. 생활폐기물소각로의 경우 대기오염 방지시설에 의해 대부분 제거됨을 알 수 있으며, 합성수지 및 플라스틱 공장의 경우 방지시설로써 흡착탑이 설치되어 있지만, Toluene, Ethylbenzene, m,p-Xylene 등이 비교적 많이 배출됨을 알 수 있다. 그러나 본 자료로써 점오염원의 전반적인 HAPs의 배출특성을 파악하기는 힘들며, 더 많은 측정자료의 Inventory 구축이 필요할 것으로 사료된다.

Table 1. Mercury concentration and speciation from point sources.

대상시설	측정지점	수은배출농도 ($\mu g/Sm^3$)	수은분포(%)		수은화합종(%)	
			Gas	Particle	Hg^0	Hg^{2+}
생활폐기물 소각로-1	방지시설 전단	27.31 (26.71-28.48)	95.28	4.72	35.59	64.41
	방지시설 후단	4.18 (3.71-4.59)	99.45	0.55	20.27	79.73
합성수지 및 플라스틱 공장-1	방지시설 후단	0.17 (0.12-0.23)	35.01	64.99	96.73	3.27

Table 1. VOCs concentration from point sources($\mu g/Sm^3$)

VOCs	생활폐기물 소각로-1		합성수지 및 플라스틱 공장-1
	방지시설 전단	방지시설 후단	방지시설 후단
Benzene	2878.2	56.5	-
Chloroethane	31.8	-	-
1,3-Butadiene	51.7	-	-
Acrylonitrile	57.3	-	-
Toluene	163.3	28.9	4463.9
Styrene	205.1	-	-
Chloroform	13.1	-	-
Ethylbenzene	50.5	10.8	213.1
m,p-Xylene	116.9	40.9	242.6
o-Xylene	35.5	-	-
1,2,4-Trimethylbenzene	20.4	-	-
1,4-Dichlorobenzene	2534.6	-	-
1,3-Dichlorobenzene	2562.7	-	-

사 사

본 연구는 한국환경기술진흥원(KIEST) 차세대핵심환경기술사업의 연구지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 환경부(2005). 대기환경보전법 제 2조 8항, <http://www.me.go.kr/>
- U. S. Environmental Protection Agency. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants, <http://www.epa.gov/ttn/atw/eparules.html>
- U. S. Environmental Protection Agency. Clean Air Act, <http://www.epa.gov/region5/defs/html/caa.htm>