

4C3) 대기오염 배출시설의 미세먼지 입경분포 특성

Characteristics of Particle Size Distribution for Fine Particles from Large Stationary Sources

신원근 · 이 용 · 이곤재 · 이명훈 · 권오현 · 이상구

한국환경공단 대기관리처

1. 서 론

고정 오염원에서 배출되는 황산화물과 질소산화물은 기존 방지장치로 비교적 제거가 용이한 반면에 미세먼지와 유해중금속은 대기 중으로 상당량이 배출되어 인체에 심각한 피해를 끼치고 있다(장하나 등, 2003). 이에 따라 미국 등 주요 선진국에서는 대기환경기준을 총 부유먼지에서 PM₁₀, PM_{2.5}로 설정하고 있다. 서울시 대기 중 TSP/PM₁₀ 비율은 여름철에 가장 높고 봄, 가을, 겨울 순으로 나타나는데, 겨울철이 가장 낮은 것은 자연적인 발생원 보다 난방 등으로 발생하는 PM₁₀의 농도가 상대적으로 다른 계절보다 높기 때문으로 추정되었다(신은상, 2001). 이승복과 심상규(2000)은 국립환경과학원의 TSP(총 부유먼지) 배출계수에 미국 EPA 보고서 등의 PM₁₀/TSP 비율을 적용하여 수도권에서의 PM₁₀ 배출량 수준 및 저감 가능량을 추정하였다. 우리나라의 경우, 고정오염원에서 배출되는 중금속을 포함한 기타 입자상 물질에 대한 배출계수는 현재 개발초기단계임에 따라 외국에서 개발된 배출계수를 사용하는데 있어서 사전평가가 필요하며 배출계수 개발에 필요한 방법의 정립이 필요하다(유종익 등, 2002). 이에 본 연구에서는 수도권 지역의 대기 배출시설로부터 배출되는 총 부유먼지(TSP) 중 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5})의 입경 분포를 실측을 통하여 분석함으로써 대기배출 사업장으로부터 배출되는 미세먼지의 실질적인 저감대책을 마련하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 수도권에 소재한 대기배출시설 중 먼지 발생량이 80톤 이상인 발전, 소각시설 등 25개 배출시설을 대상으로 수행되었으며, 미세먼지 여지(Teflon Filter)의 특성상 배출가스 온도가 200℃ 이상인 배출시설과 수분 응축이 많은 배출시설은 제외하였다. 시료 채취는 방지시설 후단 최종 배출구의 측정공에서 실시하였으며, 미국 EPA의 OTM 27 Method에서 규정한 방법으로 Auto Sampler와 사이클론 결합장치를 이용하여 총 부유먼지 중 PM₁₀과 PM_{2.5}를 분리하여 회수하였다. 사이클론 결합장치로부터 아세톤으로 세척된 미세먼지 시료는 Glass Filter Holder를 이용하여 흡입 여과시키고 테시케이터에서 24시간 방냉 후 전자저울로 칭량하였다.

3. 결과 및 고찰

미세먼지를 포함한 입자상 물질의 배출 농도를 표 1에 나타내었다. 연소시설이면서 황 함량이 높은 중유를 연료로 사용하는 발전시설 및 유리용해시설 등 연소시설에서 높은 농도를 나타내었으며, 사업장 폐기물 소각시설의 입자상 물질 농도가 생활폐기물 소각시설에 비해 높게 나타났다. 총 부유먼지(TSP) 중 미세먼지의 평균 입경 분포를 표 2에 나타내었으며, 발전시설 등 연소시설에서의 미세먼지 분율이 비연소시설에 비해 높은 경향을 나타내었다. 발전시설의 TSP 대비 PM_{2.5}와 PM₁₀의 분율은 각각 20%~52%, 28%~73%이었으며, 연료 별 TSP 중 미세먼지(PM₁₀ 이하)가 차지하는 비중은 유연탄>중유>LNG 순으로 나타났다. 소각시설의 TSP 중 PM_{2.5}와 PM₁₀의 분율은 각각 19%~34%, 34%~58%이었으며, 사업장폐기물 소각시설이 생활폐기물 소각시설에 비해 미세먼지(PM₁₀ 이하)가 차지하는 비중이 더 높게 나타났다. 소각보일러를 포함한 보일러시설의 TSP 중 PM_{2.5}와 PM₁₀의 분율은 각각 34%~69%, 60%~84%이었다. 정제유를 연료로 사용하는 용융용해로의 TSP 중 PM_{2.5}와 PM₁₀의 분율은 각각 42%와 69%로써 비교적 높은 경향을 차지하였다.

Table 1. Fine particles and TSP concentrations from industrial facilities in Seoul Metropolitan Area(2009).
(Unit: mg/m³)

Type of Facility	Number of facility	Fuel Type (Sulfur content)	PM _{2.5} <			PM ₁₀ <			TSP		
			Min	Max	Ave.	Min	Max	Ave.	Min	Max	Ave.
Power Plants	7	LNG	0.07	0.12	0.10	0.09	0.22	0.16	0.40	0.66	0.50
		B-C oil (2.5, 4.0%)	0.07	10.78	5.15	0.39	10.98	5.91	1.68	15.37	7.53
		Bituminous coal(0.3%)	0.56	4.90	2.04	0.83	6.16	3.17	1.27	7.92	3.96
Incinerators	7	Domestic waste	0.06	0.13	0.10	0.09	0.36	0.22	0.27	0.99	0.69
		Industrial waste	0.06	4.21	1.81	0.09	4.05	2.16	0.36	11.49	3.73
Incineration Boilers	1	Wood	0.71	0.71	0.71	0.83	0.90	0.87	0.94	1.14	1.04
Boilers	3	B-C oil (0.3%)	0.29	3.10	1.70	0.74	5.40	3.07	1.17	7.41	4.39
		Wood	0.19	0.19	0.19	0.21	0.21	0.21	0.41	0.43	0.42
Glass melting furnace	2	B-C oil (1.0%)	0.13	2.53	1.32	0.80	14.55	7.50	1.13	23.02	10.46
Melting furnace	1	Refined oil (0.55)	1.80	1.80	1.80	2.91	2.91	2.91	4.24	4.24	4.24
Electric arcs	2	-	0.05	0.29	0.17	0.11	0.41	0.26	0.20	0.68	0.44
Wood processing	2	-	0.13	1.79	0.96	0.22	6.86	3.54	0.41	16.68	8.55

Table 2. Comparison of Fine particles mass fraction from industrial facilities in Seoul Metropolitan Area(2009).
(Unit: %)

Type of Facility	Fuel Type (Sulfur content)	Mass Fraction(%)		
		PM _{2.5} /TSP	PM ₁₀ /TSP	PM _{2.5} /PM ₁₀
Power Plants	LNG	20.05	27.95	62.50
	B-C oil(2.5, 4.0%)	51.60	69.60	87.14
	Bituminous coal(0.3%)	46.60	73.43	64.35
Incinerators	Domestic waste	18.60	34.46	45.45
	Industrial waste	33.54	58.44	83.79
Incineration Boilers	Wood	69.45	83.65	81.61
Boilers	B-C oil(0.3%)	33.50	60.30	55.37
	Wood	46.70	48.00	90.48
Glass melting furnace	B-C oil(1.0%)	15.53	43.90	17.60
Melting furnace	Refined oil(0.55)	42.30	68.70	61.86
Electric arcs	-	34.20	58.80	65.38
Wood processing	-	21.60	47.70	27.12

참 고 문 헌

- 신은상 (2001) 서울지역의 황사발생시 대기 부유분진 중 미량원소의 특성 평가, 건국대학교 박사학위 논문
- 유종익, 이성준, 김기현, 장하나, 석정희, 석광설, 홍지형, 김병화, 서용칠 (2002) 산업 폐기물 소각시설의 입자상 물질 및 중금속의 배출특성, 한국대기환경학회지, 18(3), 213-221.
- 이승복, 심상규 (2000) 수도권에서의 먼지 배출량 장래 전망, 한국대기환경학회 2000 추계학술대회 논문집, 134-135.
- 장하나, 유종익, 이성준, 김기현, 석정희, 서용칠, 석광설, 홍지형 (2003) 석탄화력발전소에서 배출되는 입자상물질 및 중금속 배출 특성, 한국대기환경학회지 2003 추계학술대회 논문집, 89-90.