

## SM3) 부산시의 PM<sub>2.5</sub> 특성과 지역기준치 달성도 평가 Characteristics of PM<sub>10</sub> and Estimation of Local Standard Attainment in Pusan

김상렬·정장표·이승목<sup>1)</sup>

경성대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>이화여자대학교 환경공학과

### 1. 서론

대기오염의 척도로서 여러가지 유해물질을 규제대상으로 지정함으로써 대기 중으로 방출되는 오염물질의 처리 및 방지를 통한 대기질의 개선에 관심이 집중되고 있다. 특히 도시지역의 경우 이들 오염물질 중 시정의 악화, 인체에 있어 심한 급·만성 장애를 초래하며, 재산상의 피해를 주는 분진에 대해 관심을 보이고 있다(Thompson G. Pace, 1984). 미국에서는 PM<sub>10</sub> 기준치를 설정하여 시행해오다 PM<sub>2.5</sub> 기준치(24시간 평균 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 연평균 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )를 새로이 추가 설정하여 미연방 대기질 기준(National Ambient Air Quality standard, NAAQS)을 더욱 강화하였다. 우리나라의 경우 부유분진에 대한 환경기준치 설정은 94년도까지는 TSP 항목에 대해 장·단기 기준을 시행하였으며, 95년부터 PM<sub>10</sub> 항목이 추가 설정되었고, 조만간 PM<sub>2.5</sub>에 대한 기준치 또한 설정이 이루어질 전망이다. 분진농도의 증가에 따른 피해를 극소화하고, 그에 따른 효과적인 대응을 위한 환경기준치 설정에 있어 사회 경제적, 기술적 제반 여건을 고려하여 적절하게 설정되어야 하며, 적절한 기준치 설정은 대기질의 성공적인 유지 및 관리에 있어 가장 중요한 요소이다(정장표, 1993). 따라서 본 연구에서는 부산대기 중 PM<sub>2.5</sub>의 질량농도 및 음이온성분( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )의 농도를 같은 시기에 측정된 PM<sub>10</sub>과 비교 평가하고, 1998년 설정된 부산시 지역대기환경기준 중 PM<sub>2.5</sub> 기준치의 달성실패확률을 산정하여, 부산시의 PM<sub>2.5</sub> 지역환경기준치 설정의 기초자료를 제시하고자 한다.

### 2. 실험 및 분석방법

시료포집위치는 부산광역시 남구 소재 경성대학교 한성관 건물 옥상으로 북쪽으로는 황령산, 남쪽으로 바다, 남동쪽으로는 일교통량이 많으며 현재 지하철공사가 진행중인 남구 구간선도로와 근접해 있다. 시료는 1999년 5월부터 8월까지 총 22개의 시료를 포집하였으며, 포집시간은 24시간 연속 포집하는 것을 원칙으로 하였다. 포집장치는 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub> Inlet이 장착된 Portable Sampler(US AIR METRICS Co.)를 사용하였으며, 흡입유량은 5  $\ell/\text{min}$ 으로 하였다. 질량농도는 포집 전후 약 3일간 항온, 항습 상태의 전기 데시케이터에 보관하여 항량시킨 여지를 사용하여 포집한 것을 0.001 mg의 감도를 갖는 Micro balance(ATI CAHN C-15)를 사용하여 구한 무게차를 포집유량으로 나누어 구했으며, 음이온성분의 농도는 여지를 칭량한 후 초순수 20 mL를 가하여 20분 동안 초음파 추출기로 용출한 것을 필터링한 후 HPLC(Water Co.)를 사용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

측정기간중 PM<sub>2.5</sub>의 평균질량농도는  $34.077 \pm 21.746 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, 이는 PM<sub>10</sub> 평균질량농도( $49.013 \pm 30.915 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 약 69%에 해당된다. 이농도는 동북아 대기오염 장거리이동과 환경보전 협력방안에 관한 조사(II)와 관련하여 비교적 미세입자의 농도가 높은 겨울철 남해안 배경농도로 부산 동백섬에서 측정된 평균농도인  $32.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  보다는 조금 높게, 부산광역시 지역대기환경기준으로 설정된 24hr 기준치(2008년)이며, 지금 미국의 기준치인  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  보다는 다소 낮게 나타났다. 음이온성분의 농도는 PM<sub>2.5</sub>의 경우  $\text{SO}_4^{2-}$ ( $16.927 \pm 7.994 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) >  $\text{NO}_3^-$ ( $3.262 \pm 3.307 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) >  $\text{Cl}^-$ ( $2.285 \pm 1.049 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 순으로 나타났으며, PM<sub>10</sub> 또한  $\text{SO}_4^{2-}$ ( $17.502 \pm 7.228 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) >  $\text{NO}_3^-$ ( $5.063 \pm 4.205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) >  $\text{Cl}^-$ ( $2.303 \pm 1.130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 순으로 나타났다. 산성우의 주 원인물질로 밝혀진 nitrate와 sulfate가 높게 측정된 것은 주요 오염원인 교통관련 배출원에 의한 영향 때문인 것으로 사료된다(FACA National and Regional Strategies Workgroup, 1997). PM<sub>2.5</sub> 기준치 평가의 경우 실측된 PM<sub>10</sub> 과 PM<sub>2.5</sub>의 질량농도비 자료와 자동측정망에

서 측정된 PM<sub>10</sub> 농도자료를 이용하여 1998년 부산시의 지역환경기준으로 설정된 PM<sub>2.5</sub> 단기 기준치 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 초과횟수에 대한 달성확률을 통계적인 방법으로 추정하였다(정장표 외3, 1995).

Table 1. Statistical summary of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> measurement. (unit :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

		May(n=4)	June(n=7)	July(n=6)	August(n=5)	Total(n=22)	
PM <sub>2.5</sub>	Cl <sup>-</sup>	Average	2.139	2.240	1.866	1.921	2.047
		Std	0.927	0.230	0.503	0.640	0.551
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Average	6.016	4.453	1.599	1.670	3.326
		Std	2.887	4.499	1.493	0.800	3.307
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Average	24.306	16.260	15.320	12.115	16.525
		Std	12.738	4.226	5.264	5.655	7.588
mass	Average	60.273	36.975	21.046	24.702	34.077	
	Std	15.911	25.657	11.671	8.343	21.746	
PM <sub>10</sub>	Cl <sup>-</sup>	Average	2.777	2.628	1.959	2.789	2.509
		Std	1.283	0.597	1.155	1.123	1.009
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Average	9.448	6.013	2.930	2.937	5.098
		Std	4.699	4.568	2.890	0.543	4.183
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Average	26.528	16.278	17.435	14.584	18.072
		Std	12.453	5.130	4.681	5.263	7.607
mass	Average	89.454	55.105	27.778	33.612	49.013	
	Std	18.438	33.191	14.266	13.506	30.915	

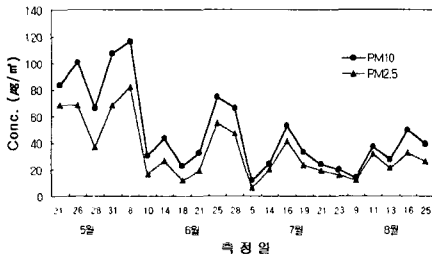


Figure 1. The variations of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>

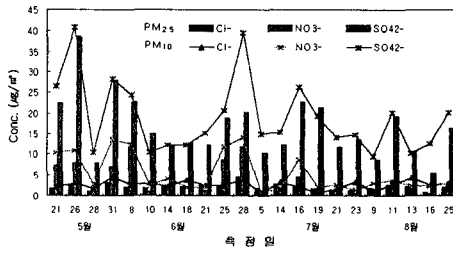


Figure 2. The variations of Anion

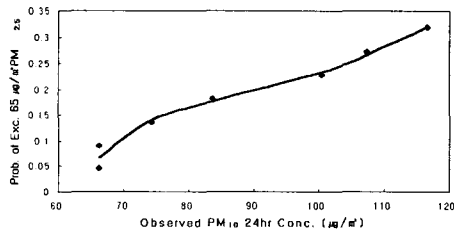


Figure 3. Probability of Excess 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM<sub>2.5</sub>

### 참고 문헌

- 정장표 (1993) 「부산시 부유분진의 특성과 오염원 기여도에 관한 연구」, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 정장표, 이승훈, 차명수, 신찬기 (1995) 「통계적방법에 의한 부산시 부유분진의 기준치 달성확률산정」, 대한환경 공학회, 329-332.
- FACA National and Regional Strategies Workgroup (1997) 「PM<sub>2.5</sub> Composition and Source」.
- Thompson G. Pace and Neil H. Frank (1984) 「Procedures for estimating propability of nonattainment of a PM<sub>10</sub> NAAQS using total suspended particulate or inhalable particulate data」, U.S.EPA, Research Triangle Park, NC 27711, Feb.