

PB1) 군산 산단의 PM10 중 금속성분과 이온성분의 크기 분포 Size Distribution of Metals and Ionic Species of PM10 in Industrial Complex of Gunsan(Korea)

김성천

군산대학교 공과대학 토목환경공학부

1. 서 론

현재 우리나라 입자상물질에 대한 대기환경기준은 공기역학적 직경 10 μm 이하인 PM₁₀ 기준이 연평균 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 일평균 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 그러나 영국의 PM₁₀ 기준은 24시간 평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 강화하여 입자상물질에 의한 건강피해를 줄이기 위해 노력하고 있다(EPAQS, 1995). 분진은 공기역학적 직경 2.5 μm 를 기준으로 미세입자와 거대입자로 나누어지는 쌍극분포의 형태(Whitby *et al.*, 1972)를 나타내며, 분진이 인체에 미치는 영향에 관한 많은 연구를 통해 10 μm 이하의 입자가 호흡성 분진으로 인체에 더 유해한 영향을 미치고 있음이 밝혀졌다(Emison, 1988). 그러나 아직까지도 분진의 입경분포에 관한 연구는 미흡한 상태이며, 특히 미세입자에 대한 효율적인 제어가 어려운 실정이다.

본 연구에서는 분진의 입경별 농도 포집이 가능한 9단 Cascade Impactor (Andersen sampler: Model Mark II)를 사용하여 분진의 입경별 농도 및 분진 중 Cd, Cr, Fe, Pb 등의 중금속과 암모니아, 인산 등 이온 성분의 입경별 농도 분포와 계절별 분진 및 중금속 과 이온의 농도변화를 비교 검토하였다.

2. 실험 및 연구방법

본 연구에서 시료 포집은 2001년 10월, 12월, 2002년 1월부터 7월까지 총 9개월 동안 시행하였고, 대기 중 부유분진의 포집은 Cascade Impactor(Andersen Non-viable ambient particle sizing sampler: Model Mark II)를 사용하였고, Cascade Impactor는 low-volume air sampler(LVAS)로서 유속은 28.3 L/min으로 고정되었으며, 여지는 미량원소의 분석에 적합한 직경 81 mm, pore 크기 0.45 μm 의 유리섬유여지(glass fiber filter: 미국 Gelman Science사: Model 934-AH)를 사용했다. 본 연구에 사용한 포집기 각 단의 기공(pore) 크기는 F단부터 0단까지 점진적으로 커져 F단은 마지막 단으로 backup 필터에는 공기역학적 직경이 0.43 μm 보다 작은 입자가 포집되며, 7단은 0.43~0.65 μm , 6단은 0.65~1.1 μm , 5단은 1.1~2.1 μm , 4단은 2.1~3.3 μm , 3단은 3.3~4.7 μm , 2단은 4.7~5.8 μm , 1단은 5.8~9.0 μm , 0단은 9.0-10.0 μm 인 입자가 포집된다.

중금속의 분석은 AAS(Varian spectrAA 220)를 이용해 4개 중금속 원소 즉, Pb, Fe, Cd, Cr를 분석했고, 이온성분의 분석은 막여지(pore size 0.45 μm)를 이용해 여과한 후 PO₄³⁻, NH₄⁺의 이온성분을 UV(U/V Spectrophotometer, Model Smart 325)를 이용한 흡광광도법을 이용하여 분석하였고, Na⁺, K⁺, Mg²⁺는 AAS를 이용하여 분석하였고, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻의 이온성분은 IC(Dionex, DX -500)을 이용해 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

1. PM₁₀의 질량 분율은 4계절 모두 2.1~3.1 μm 를 기준으로 미세입자와 거대입자로 나누어지는 쌍극분포(bimodal distribution)를 보였다(Fig. 1).

2. 총량에 대한 미세입자 영역의 비율은 PM₁₀, Cr, Fe의 비율은 각각 0.39, 0.49, 0.26으로 거대입자 영역에 많은 양이 존재해 자연적인 배출원에서 기인되었고, Cd, Pb의 비율은 0.86, 0.64으로 미세입자 영역에 많은 양이 존재해 인위적인 배출원에서 기인되었음을 알 수 있었다.

3. 계절별 분진의 입경별 기하평균과 기하표준편차를 구한 결과, 봄철에는 $d_g = 4.2 \mu\text{m}$, $\sigma_g = 4.7 \mu\text{m}$, 여름철에는 $d_g = 2.2 \mu\text{m}$, $\sigma_g = 4.4 \mu\text{m}$, 가을철에는 $d_g = 2.0 \mu\text{m}$, $\sigma_g = 3.3 \mu\text{m}$, 그리고 겨울철에는 $d_g = 2.9 \mu\text{m}$, $\sigma_g = 3.87 \mu\text{m}$ 으로 나타나 여름철이 다른 계절에 비해 입경이 작은 입자들이 포집됨을 알 수 있

었다.

4. PM₁₀ 중 Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ 그리고 PO₄³⁻의 평균 농도는 각각 1.88 μg/m³, 7.29 μg/m³, 26.38 μg/m³ 그리고 211.93 ng/m³으로 조사되었고, NH₄⁺, Na⁺, Mg²⁺ 그리고 K⁺의 평균농도는 각각 0.69 μg/m³, 19.70 μg/m³, 0.51 μg/m³ 그리고 0.90 μg/m³으로 조사되었다.

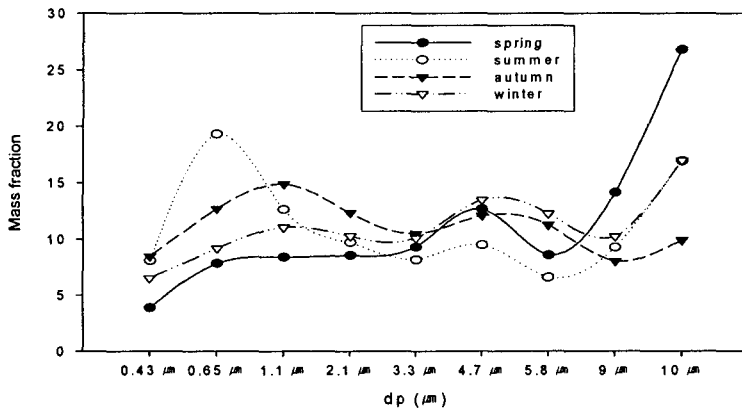


Fig. 1. The mass fraction by aerodynamic diameter in PM₁₀.

참 고 문 헌

- Ackermann-Liebrich, U.A., Leuenberger, Ph., Schwartz, J., Schindler, Ch., Monn Ch, et al. and SAPALDIA-team (1997) Lung function and long term exposure to air pollutants in Switzerland. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 155. 122~129.
- Pryor SC, Simpson RW, Guise-Bagley L, Hoff R, Saklyama S, Steyn D. (1997) Visibility and aerosol composition in the Fraser Valley during REVEAL. *JAWMA*, 41 : 147-156.