

## AB1) 대전시 도로변 대기중 수용성 이온성분에 관한 연구 A Study on Water Soluble Ion Components of PM 10 in the Roadside Area of Daejeon City

전 룡, 이진홍, 이종해<sup>1)</sup>, 민병훈<sup>2)</sup>, 김태호<sup>2)</sup>

충남대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>한국표준과학연구원

### 1. 서론

교통수단의 발달과 경제활동이 활발해짐에 따라 많은 오염문제가 발생하였는데, 특히 대도시를 중심으로 차량과 경제활동에 필요한 에너지 소비의 증대로 대기오염의 심각성은 더욱 커지게 되었다. 일반적으로 대기중 분진의 발생원은 토사의 재비산이나 해염입자, 화분 등과 같은 자연적인 발생원과 산업 시설, 소각시설, 가정난방, 수송수단 이용등의 인간활동에 의한 인위적인 배출원으로 대별된다. 그런데 환경오염 측면에서 보면 인위적인 배출원의 영향은 자연적 발생원에 비해 그 영향이 보다 폭넓고 중요하게 다루어지고 있다. 보통 분진은 대기중에서 입자 상태로 존재하거나 대기중 건식(dry) 또는 습식(wet) 침적과정을 거치면서 지면으로 침착함에 따라 대기중에서 제거된다.

따라서 본 연구에서는 자동차의 배기 가스에서 유래된 인위적인 배출원을 평가하기 위하여 도로변에서 채취한 시료를, 강우에 의한 습식 침적과정에서 중요시되는 수용성 이온성분 즉 알카리 및 알카리 토금속류와 음이온류의 농도 경향 및 변화 양상을 조사하였다.

### 2. 연구방법

#### 2.1) 시료의 채집

대기중 분진을 2000년 3월 29일부터 2000년 9월 3일까지 교통량이 비교적 많은 대전시 충남대학교 정문 옥상에 PM 10 high volume air sampler (Sierra Anderson : SAUB-10H model)를 이용하여 유량을 약 0.8 m<sup>3</sup>/min, 시료당 공기량이 약 1150 m<sup>3</sup>이 유지되도록 하여 총 61개의 시료를 채집하였으며, 여지는 기계적 강도가 강하고 압력 강하가 작은 cellulose 재질의 Whatman grade 41 (8'×10')을 사용하였다.

#### 2.2) 이온성 성분의 분석

채집된 시료를 2×4 cm로 잘라 60 ml용 캡 vial에 넣은 후 초순수 50 ml를 가하여 초음파 세척기 (Branson 5210, USA)를 이용하여 30분간 추출하였다. 추출된 시료는 0.2 μm syringe filter (Nalgene, USA)를 이용하여 여과시킨 후 이온류들의 농도를 Dionex(USA)사의 이온 크로마토그래프(양이온 : 모델 DX-600, 음이온 : 모델 4500i)로 측정하였다. 양이온 분석시 분리관은 IonPac CS12와 CG12, 용리액은 20 mM MSA, suppressor는 CSRS-Ultra를 이용하였으며, 음이온을 분석할 때 분리관은 IonPac AS14와 AG14, 용리액은 1.0 mM NaHCO<sub>3</sub> + 3.5 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, suppressor는 ASRS-Ultra를 사용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

표 1에는 채집된 시료 (61개)를 분석하여 봄과 여름으로 분리하고, 봄철은 다시 황사시와 비황사시로 분리하여 각각의 이온농도의 평균으로 나타내었다. 양이온은 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 과 Ca<sup>2+</sup>, 음이온은 Cl<sup>-</sup> 와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 가 비교적 높은 농도값을 나타냈으며, 특히 봄철 황사시에 토양에서 기인하는 Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 등이 여름철에 비해 수배 이상 높은 농도 값을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 시료 채취지점이 도로변이므로 자동차에서 기인하는 오염물질로 알려져 있는 Br 가 비록 낮은 농도이기는 하지만 모든 시료에서 검출되었다.

표 2는 빗물의 산성도를 강하게 유발하는 원인 물질로 보고되는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 의 비를 나타내는 표이다. 전기간에 걸친 시료의 평균 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 는 1.66으로서 '94년부터 '97년까지 최재천 등(1998)이 우리나라

라 중부지방에 내린 강수를 대상으로 조사한  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ 의 비(서울 : 2.96, 양평 : 2.71, 홍천 : 2.43, 인제 : 2.25)보다는 다소 낮은 값을 보였는데, 이러한 이유는 도로변 자동차에서 배출되는 fuel NOx의 영향으로  $\text{NO}_3^-$ 의 농도가 다른 측정 지점에서 보다 높게 나온 것 때문으로 사료된다.

Table 1. Concentration of water soluble ion components in PM 10. (Mean  $\pm$  SD)  
( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ion	Spring ( n = 32)		Summer (n=29)
	Asian Dust (n=6)	No Asian Dust (n=26)	
PM 10	138.58 $\pm$ 56.68	119.19 $\pm$ 28.47	69.71 $\pm$ 22.83
Na <sup>+</sup>	1.59 $\pm$ 0.86	0.96 $\pm$ 0.65	0.46 $\pm$ 0.33
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	4.04 $\pm$ 0.31	5.55 $\pm$ 2.86	4.28 $\pm$ 2.39
K <sup>+</sup>	0.66 $\pm$ 0.18	0.86 $\pm$ 0.61	0.34 $\pm$ 0.34
Mg <sup>2+</sup>	0.39 $\pm$ 0.14	0.26 $\pm$ 0.16	0.07 $\pm$ 0.06
Ca <sup>2+</sup>	3.07 $\pm$ 1.39	2.62 $\pm$ 1.74	0.67 $\pm$ 0.35
Cl	3.85 $\pm$ 0.92	2.53 $\pm$ 1.45	1.12 $\pm$ 0.62
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.68 $\pm$ 0.08	0.40 $\pm$ 0.29	0.45 $\pm$ 0.17
Br	0.03 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.03	0.02 $\pm$ 0.02
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7.14 $\pm$ 2.94	12.22 $\pm$ 7.83	4.94 $\pm$ 5.62
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.05 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.02	0.03 $\pm$ 0.01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7.03 $\pm$ 2.65	11.74 $\pm$ 6.05	8.62 $\pm$ 6.22

Table 2. The concentration and ratio of  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{NO}_3^-$  in PM 10.

	$\text{SO}_4^{2-}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{NO}_3^-$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$
Mean	9.78	8.21	1.66
Min	0.45	0.37	0.45
Max	25.78	29.55	5.77
Range	25.33	29.18	5.32
SD	6.08	7.29	1.14
Lower quartile	5.13	3.27	0.90
Upper quartile	13.74	11.51	2.03

#### 참 고 문 헌

Hak Sung Lee, Byung-Wook Kang, Chemical characteristics of principal PM<sub>2.5</sub> species in Chongju, South Korea, Atmospheric Environment 35 (2001) 739-746

Hak Sung Lee, Choong-min Kang, Byung-Wook Kang, Hui-Kang Kim, Seasonal variations of acidic air pollutants in Seoul, South Korea, Atmospheric Environment 33 (1999) 3143-3152

최재천, 오성남, 박기준, 봄철에 관측된 PM<sub>10</sub>중에 함유된 이온성분과 금속 원소에 관한 연구, 기상청 (1999)