

## AD8) 대기중 2차 생성입자의 화학적특성에 관한 연구 A study on the Chemical Characteristics of secondary particles in Air

박태술 · 김동술<sup>1)</sup>

대진대학교 이공대학 환경공학과,

<sup>1)</sup>경희대학교 환경학과 및 환경연구소

### 1. 서론

대기중 PM의 물리·화학적 특성은 발생 원의 종류에 따라 큰 차이가 있으며, 발생원에서 직접 배출된 1차 생성입자(Primary particles)와 가스상 물질이 물리·화학적 반응에 의하여 성장되거나 생성·변환되어 1차 생성입자와는 전혀 다른 2차 생성입자(Secondary particles)로 황산염, 질산염 및 유기물질 등이 있다.

2차 생성미세입자는 균일반응(Homogeneous reaction)과 비균일반응(Heterogeneous reaction)으로 대별하여 설명할 수 있으며, 2차생성입자는 화학반응이나 흡수, 흡착반응 등을 포함한 복잡한 반응과정으로 생성되므로 구성성분이 다양하고 변환되기 쉽다.

Hidy & Brock는 발생원별 입자상물질의 배출량을 지구규모로 산출하였는데, 이에 따르면 자연발생원적인 발생량은 약 93%를 차지하는 것으로 보고하였으며, 이중 56%는 가스상 물질로부터 2차 생성입자(Secondary particles)인 것으로 발표하였다.

대기중 입자상물질에 대한 발생원별 기여율을 파악하기 위해서는 2차생성입자들의 구성형태에 대한 추정과 함께 가스상과 해염입자, 토양입자 등과의 반응 및 혼입에 의한 상호변환된 입자들의 발생원파악이 중요한 요인으로 작용될것으로 판단된다.

### 2. 연구방법

본 연구를 위한 시료채취는 1999년 8월부터 2000년 6월까지 약 1년동안 서울의 한양대학교 의과대학 5층 건물의 옥상과 경기도 포천군 대진대학교 이공대학 가동 5층 옥상을 대상으로 무작위로 시료채취하였다.

시료채취에 이용된 PM<sub>10</sub> 대용량 공기채취기(UV-15H, Graseby-Andersen Co., USA)는 공기동력학 경(Aerodynamic diameter)에 의해 설계되어 있으며, 먼지량의 부하에 의한 압력손실로 유속강하가 발생하는 문제점을 보완하기위하여 1.13m<sup>3</sup>/min의 유속을 유지하기위한 제어장치가 부착되어 있는 것이 특징이다.

시료분석은 Al을 포함한 34개 금속성분과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>를 포함한 4개 음이온 및 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>를 포함한 5개 양이온으로 총 43개 원소를 분석하였다. 화학분석을 위한 시료의 전처리에는 금속과 이온성분 모두 정량분석을 위한 파괴분석법(전량분석)을 실시하였고, 성분의 분해방법으로는 금속의 경우 질산-염산혼산용액을 이용한 초음파분해를 하였고 양이온 및 음이온성분은 증류수에 의한 초음파 추출법을 이용하였다.

금속원소의 분석을 위한 표준용액으로는 SRM(The standard Reference Material) 1643d와 SRM 1643c를 이용하였고, 3회의 반복측정을 통하여 검량선이 작성되었다.

금속원소의 분석은 기본적으로 ICP/MS를 이용하였으나 일부 금속원소인 Na, Al, Si, K, Fe 및 Cu에 대해서는 AAS를 병행하여 실시하였다.

본 연구에서는 서울지역에서 채취한 PM<sub>10</sub>의 수용성이온성분을 대상으로 하여 2차생성입자의 화학적 조성과 다변량분석법에 의해 수용모델의 정성적 기여율을 산정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

PM<sub>10</sub>중 총 화학성분의 농도분포는 포천 33.6%, 서울 34.6%의 분포를 하였고, 이중 금속원소에 대한

농도분포는 포천 12.84%, 서울 18.78%, 분포로써 다소 서울지역이 높은 분포를 나타내고 있으나 음이온과 수용성 양이온의 경우에는 포천의 경우 각각 18.08% 및 2.68%로써 서울의 13.42% 및 2.44%에 비해 다소 높은 농도분포를 하고 있는 것으로 조사되었다.

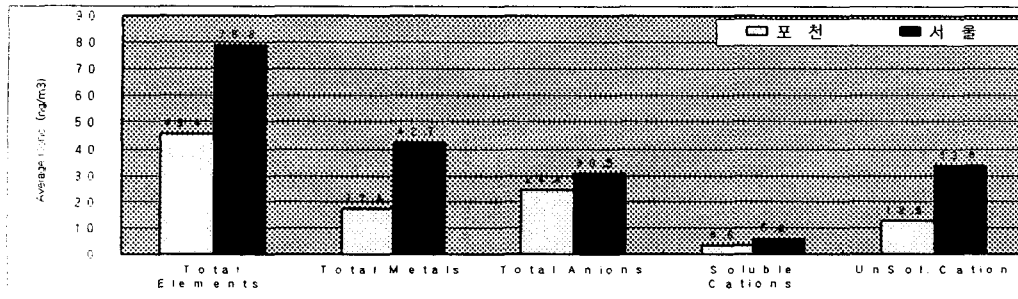


Fig.1 comparison of chemical elements concentration.

Fig.1은 분석항목에 대한 성분별 농도구성을 나타낸것으로 포천지역의 경우 총 음이온성분 > 총 금속성분 > 총 양이온성분 순서로 나타났으나, 서울지역은 총 금속성분 > 총 음이온성분 > 총 양이온성분 순서로 나타났다.

입자상물질중 이온성분의 화학평형상태를 확인하기 위해서는 수용성 및 비수용성 이온성분의 당량농도는 Table 1과 같다.

Table 1. Equivalent concentrations (m eq/L)

시료수	총 음이온(a)	총 양이온(b)	수용성 양이온(c)	비 수용성 양이온(d)	( $\frac{a}{b}$ )	( $\frac{a}{c}$ )	( $\frac{a}{d}$ )
포 천	24	0.48	0.72	0.17	0.55	0.73	2.95
서 울	25	0.67	1.76	0.26	1.50	0.41	2.56
평균	49	0.58	1.25	0.21	1.03	0.57	2.75

총음이온의 당량농도와 총양이온, 수용성양이온 및 비수용성양이온간의 당량농도는 포천지역의 경우 각각 0.73, 2.95 및 1.41로 나타났으며, 서울지역의 경우는 각각 0.41, 2.56 및 1.21로써 두지역 모두 총 음이온의 당량농도와 양이온성분의 어떤 형태에서도 양호한 평형상태를 확인하기 어려웠다.

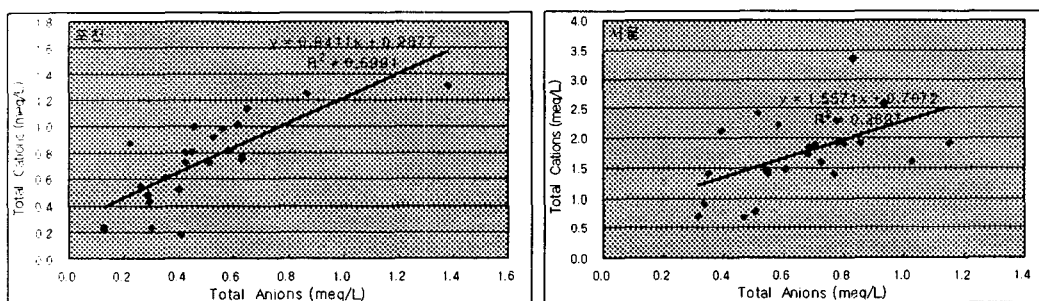


Fig. 2 Scattergram of equilibrium concentration between total anion and total cations

Fig. 2는 포천지역과 서울지역에서 측정된 PM10중의 화학성분농도중 총 음이온과 총 양이온의 당량농도간의 화학평형상태를 나타낸 분산도로서 두지역 모두 양이온의 당량농도측이 음이온측에 비해 크게 나타나고 있다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 김동술·김희강·김신도·김태오, 受容모델을 이용한 降下粉塵의 濃度分布에 관한 研究, 대한환경 공학회지 제 12권 제1호, 1990.
- 2) 유정석·김동술·김윤신, 서울시 PM10 오염원의 정량적 기여도 추정, 한국대기보전학회지 제11권 제 3호, 1995.