

## 4A5) 이어도 해양과학기지 PM<sub>2.5</sub>의 조성 및 특성

### Composition and Characteristics of PM<sub>2.5</sub> at leodo Ocean Research Station

황길영 · 이미혜 · 신범철 · 이재학<sup>1)</sup> · 심재설<sup>1)</sup> · 이강웅<sup>2)</sup>

고려대학교 지구환경과학과, <sup>1)</sup>한국해양연구원, <sup>2)</sup>한국의국어대학교 환경학과

#### 1. 서 론

미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 인위적으로 발생하는 기체상 전구물질이 이동되는 동안 다양한 물리화학적 반응을 통해 생성되며, 기후변화에 영향을 끼치고, 시정장애 및 호흡기 질환을 일으키는 주요 물질이다(Akinori et al., 2006). 특히 큰 입자상 물질에 비하여 그 유해성이 심각하여 선진국에서는 다양한 연구를 통하여 미세먼지 저감대책을 수립하고 있으나, 국내에서는 PM<sub>10</sub>에 비하여 연구가 미흡하며 자료 또한 충분치 않다(Ariola et al., 2006). 본 연구에서는 이어도 해양과학기지에서 채취한 PM<sub>2.5</sub> 시료를 분석하여 농도의 변화 및 수용성 이온의 특성을 살펴보고자 한다.

#### 2. 연구 방법

2004년 6월부터 2006년 6월까지 약 2년간 이어도의 PM<sub>2.5</sub>시료를 채취·분석하였다. 싸이클론 방식의 연속 채취장비(Thermo Fisher Scientific Inc, RAAS2.5-300)가 사용되었고, 시료는 47mm Zefluor 필터(Pall Corporation)를 이용하여 채취하였다. 3일동안 연속 채취하고, 장비 운전의 안전성을 위해 1일 휴식하는 방식으로 약 한 달간 8개의 시료를 채취하였고, 기지를 방문할 때마다(약 2개월 간격) 필터를 교체하였다. 무게 측정 후 이온 성분(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and Ca<sup>2+</sup>)은 이온 크로마토그래피(Waters, 626 system)로 분석되었다. 오존 및 여러 기상자료는 해양과학기지내의 측정 장비를 통해 얻어진 10분 평균 자료를 활용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

이어도 해양과학기지에서 2년 동안 총 79개의 PM<sub>2.5</sub> 시료가 채취 되었다. 전체 평균은 20.97±16.86μg/m<sup>3</sup>, 최고농도는 94.25μg/m<sup>3</sup>, 최저농도는 1.45μg/m<sup>3</sup>이다. 계절별로는 봄(3월-5월)에 33.13±26.17μg/m<sup>3</sup>, 여름(6월-8월)에 17.01±8.99μg/m<sup>3</sup>, 가을(9월-11월)에 17.18±12.09μg/m<sup>3</sup>, 겨울(12월-2월)에 18.95±16.57μg/m<sup>3</sup>의 분포를 나타내었다. 2년간의 계절적인 변화 변동에서는 봄철의 농도가 다른 계절에 비해 높은 경향을 보였으며, 90μg/m<sup>3</sup> 이상의 농도가 2회 나타났다.

이온성분은 2004년부터 2005년 9월 사이 4회 채취된 32개 시료에 대해 분석되었다. 각 이온 성분들을 평균하여 월별 질량 백분율로 나타내었다(표 1). SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>이온이 질량의 30%~40%를 차지하였다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 주요 이온성분으로 나타났으며, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 대부분은 증발작용에 의해 손실되어 낮은 농도를 보였다. 해염성분인 Na<sup>+</sup>는 전반적으로 낮은 농도를 보였다. 질량 농도는 봄철에 높았지만, 주요 성분인 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>이온은 상대적으로 낮은 성분비를 보였다. 겨울철에 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 비율은 45.5%로 다른 기간에 비해 월등히 높았다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 당량비 또한 1.26으로 봄철의 0.79에 비해 월등히 높았다. 이는 겨울철 난방 연료로 석탄의 사용량이 증가하면서 황산화물의 배출 증가의 결과로 보인다(Yu Song et al., 2007).

Table 1. Monthly average contribution of soluble ion concentration(%) at leodo.

Period	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Minor	Others
04 Dec	45.9	0.7	13.6	1.6	3.2	35.0
05 Mar	28.1	2.3	14.7	1.3	2.5	51.1
05 Jun	31.6	1.0	13.0	2.8	3.1	48.5
05 Aug	29.1	1.8	12.0	2.4	2.9	51.8

\*Minor: Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>

2005년 3월에 실시된 ABC-EAREX2005 동안 1시간 연속 측정된 PM<sub>2.5</sub> 이온자료와 이어도에서 15-16, 19-20, 23-24, 28, 총 4회 채취된 PM<sub>2.5</sub> 자료를 비교하였다(그림 1). 비교기간의 전체 이온농도 변화의 경향성은 유사하였다. 이어도의 이온농도는 전체적으로 제주도에 비해 높게 나타났다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 전체이온의 59%와 27%로써 제주도의 45%와 18% 보다 높았다. 이어도와 제주도의 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 당량비는 4회의 측정기간 동안 0.82와 0.98의 값을 나타내었다. 따라서 Cl<sup>-</sup>와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>소실을 고려하면, 실제 이어도의 2차 에어로솔의 농도는 더 증가 할 것으로 보인다. 이어도가 중국의 영향을 더 크게 받기 때문에 제주도에 비해 고농도를 나타낸 것으로 생각된다.

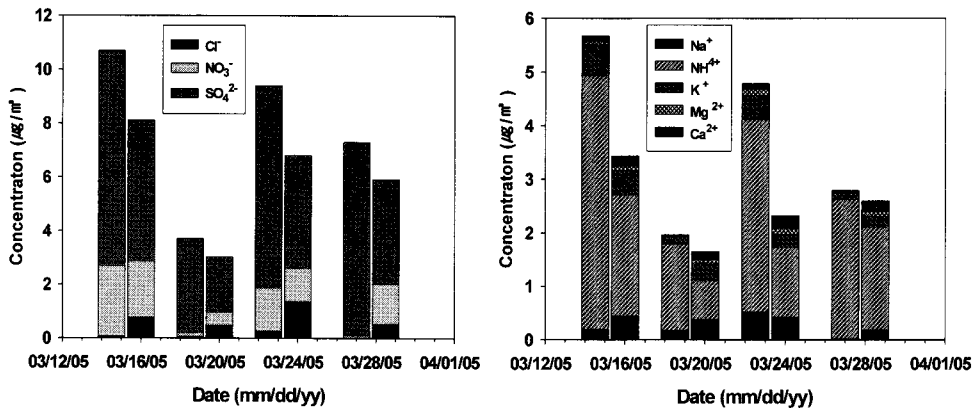


Fig. 1. Comparison with water soluble ion compositions at leodo(Left bar) and Jeju(Light bar).

### 참 고 문 헌

- Ariola, V., A. D'Alessandro, F. Lucarelli, G. Marazzan, F. Mazzei, S. Nava, I. Garcia-Orellana, P. Prati, G. Valli, R. Vecchi, and A. Zucchiatti (2006) Elemental characterization of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>1</sub> in the town of Genoa (Italy), *Chemosphere*, 62, 226-232.
- Akinori Takami, Wei Wang, Dagang Tang, and Shiro Hatakeyama (2006) Measurements of gas and aerosol for two weeks in northern China during the winter-spring pering period of 2000, 2001 and 2002, *Atmospheric Research*, 82, 688-697.
- Yu Song, Xiaoyan Tang, Shaodong Xie, Yuanhang Zhang, Yongjie Wei, Minsi Zhang, Limin Zengb, and Sihua Lub (2007) Source apportionment of PM<sub>2.5</sub> in Beijing in 2004, *journal of Hazardous Materials* 146, 124-130.