

PA12) ABC-EAREX2005 기간 동안 미세 에어로솔의 화학적 특성

Chemical Characteristics of Fine Aerosols During ABC-EAREX2005

송미정 · 이미혜 · 문광주¹⁾ · 한진석¹⁾ · 김경렬²⁾ · 이강웅³⁾

고려대학교 지구환경과학과 대기환경연구소, ¹⁾국립환경과학원 대기환경과

²⁾서울대학교 지구환경과학과, ³⁾한국의국어대학교 환경학과 대기화학연구소

1. 서 론

동북아시아는 최근 급격히 산업화되고 있는 중국, 인도에 이르기까지 인구집중이 심한 지역에서 발생하는 온실기체와 에어로솔의 영향을 직·간접적으로 받고 있다. 에어로솔에 대한 관심은 시정 악화나 인체에 흡입 시 건강에 미치는 영향 등에 주로 집중되어 왔으나, 지난 수십년 동안 인위적 요인에 기인한 에어로솔이 지구의 복사평형에 지대한 영향을 준다는 과학적 발견에 힘입어 기후예측에 가장 큰 변수로 떠올랐다(Schwartz, 2004). 에어로솔이 인간과 자연환경 그리고 기후에 미치는 영향에 대해서는 아직 정확한 정보를 가지고 있지 못하다. 따라서 에어로솔의 성질을 밝히고자 하는 노력이 최근 여러 국제적 규모의 관측사업 INDOEX(Indian Ocean Experiment), ACE-Asia(Aerosol Characterization Experiment-Asia)으로 이어졌으며, 이로부터 인위적 에어로솔의 물리적, 화학적, 복사적 성질에 대한 정보를 얻을 수 있는 계기가 되었다. 특히 인도양을 덮고 있는 “갈색구름”이 인위적 에어로솔에 기인하며 또한 기후에 미치는 영향에 대한 이해를 증진시키기 위해 2004년 세계 50여 기관이 참여한 갈색구름 연구사업 ABC(Atmospheric Brown Clouds)가 제주도 고산에서 수행되었다.

본 연구에서는 ABC-EAREX 2005 집중측정 기간 동안 제주도 고산에서 황사와 Pollution case를 중심으로 대기 중의 가스상 성분들이 산화제에 의한 에어로솔로의 화학적 변환과정과 그 특성을 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 2005년 3월 5일부터 31일까지 제주도 고산 (33.17N, 126.10E, 70m ASL)에서 수행되었다. 대기 중 H₂O₂는 scrubbing glass coil을 이용하여 포집하여, 형광 검출기와 enzyme을 이용한 HPLC system을 이용하였고 O₃, NO_x, SO₂, CO는 각각 TEI 49C, TEI 42C, TEI 43C를 이용하여 10분 간격으로 자료를 얻었다. 2.5 μ m 이하의 미세 에어로솔의 수용성 무기 이온 성분들은 연속적 이온 모니터링 시스템인 URG-9000 Series Ambient Ion Monitor (AIM)를 이용하여 1시간 간격으로 모니터링 되었다. 이온성분들은 Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺의 양이온과 SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻의 음이온으로 총 8종이 분석되었다. PM_{2.5} 내 유기탄소(Organic Carbon)와 원소탄소(Elemental Carbon)의 농도는 semi-continuous carbon analyzer(Sunset Lab.)를 사용하여 1시간 간격으로 연속 측정된 결과를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

측정기간 중 고산의 평균 기온은 8.36 $^{\circ}$ C였고, 풍향은 256.5 degree, 풍속은 11.24 m/s, 상대습도는 67.26%였다. 풍향은 이동성 고기압의 영향을 받는 봄철의 특성상 변화가 심했으나 약 50% 이상이 북풍과 북서풍에서 불어 온 것으로 나타났다. 전체 측정기간 중 3월 17일~18일, 29일에 두 번의 약한 황사가 관측되었다. 3월 15일과 22~23일경에는 가스 및 입자상 성분 농도가 모두 높아지는 pollution case를 보였다. 그림 1은 측정기간 중 상대습도, 온도, PM_{2.5}의 농도를 나타내었다.

3월 5일부터 31일까지 가스상 성분의 시계열은 그림 2와 같다. 황사기간과 pollution case 기간 동안 H₂O₂, O₃, CO, NO, NO₂, SO₂의 농도가 높아지는 것을 확인 할 수 있었다. 그림3에서와 같이 PM_{2.5} 내의

무기이온 성분의 농도도 현저히 증가하였다.

특히 Ca의 농도가 급격히 증가하였고, 이차 에어로솔의 주성분인 SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- 가 집중되는 것으로 나타났다. 전체 측정 기간 중 $\text{PM}_{2.5}$ 내 무기이온 간의 상관관계를 살펴 본 결과, nss SO_4 와 NH_4 , NO_3 와 NH_4 가 높은 상관관계를 보였다. 그러나 2번의 황사

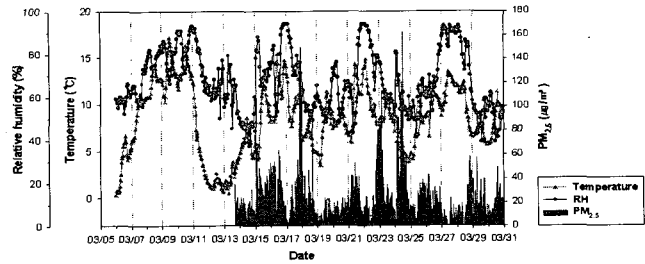


Fig. 1. Meteorological condition and $\text{PM}_{2.5}$ concentration during ABC-EAREX 2005.

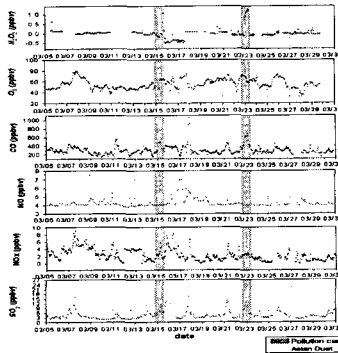


Fig. 2. Time series of the H_2O_2 , O_3 , CO , NO , NO_2 , SO_2 at Gosan.

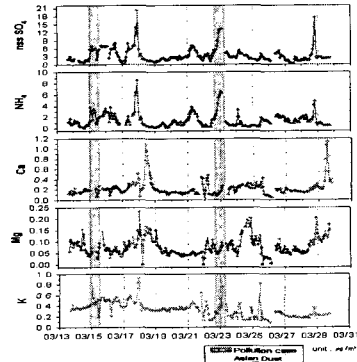


Fig. 3. Time series of the nss SO_4^{2-} , NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ in $\text{PM}_{2.5}$.

기간 동안의 상관계수는 매우 다르게 나타났다. 17~18일의 상관분석 결과, 이차에어로솔 성분들 간의 상관계수가 크게 나온 반면 29일에는 해양의 대표 입자인 Na-Cl 의 상관성이 높게 나타났다. 모두 북서풍의 바람이 불어 중국의 영향을 받았지만 그 기원이 달랐던 것으로 추정되었다. 봄철 한반도의 대기질은 중국 배출원의 영향을 크게 받고 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

- 문광주, 한진석, 공부주, 이민도, 정일록 (2005) ABC-EAREX 2005 기간 동안 제주도 고산지역 대기 중 가스상 및 입자상 물질의 분포특성, 한국대기환경학회지, 21(6), 675-687.
- Carmichael, G. R., Hong, M. S., Ueda, H., Chen, L. L., Murano, K., Park, J. K., Lee, H., Kim, Y., Kang, C., Shim, S (1997) Aerosol composition at Cheju Island, Korea, J. Geophys. Res., 102(D5), 6047-6061.
- Matthew Russell, David T. Allen (2004) Seasonal and spatial trends in primary and secondary organic carbon concentrations in southeast Texas, Atmospheric Environment, 38, 3225-3239.