

PA5) ABC-EAREX 2005 기간 중 고산에서의 에어로솔 입경별 무기이온과 휘발성 유기화합물 농도 변화

Size Distribution of Inorganic Ionic Components of Aerosols and Volatile Organic Compounds at Gosan During the ABC-EAREX 2005 Campaign

이시혜 · 김영성¹⁾ · 진현철²⁾ · 문길주²⁾ · 윤순창

서울대학교 지구환경과학부, ¹⁾외국어대학교 환경학과, ²⁾한국과학기술연구원

1. 서 론

동아시아대륙에서 발생한 대기오염물질들에 의해 형성된 갈색 구름(Atmospheric Brown Cloud)이 이 지역 기후 및 대기환경변화에 미치는 영향을 연구하기 위한 ABC-EAREX 2005 (Atmospheric Brown Clouds - East Asian Regional Experiment 2005) 집중 측정이 지난 3월 제주도 고산 관측소를 중심으로 실시되었다. 대기 중 갈색구름 즉, 에어로졸은 지표면에 도달하는 햇빛을 차단함으로써, 지구를 냉각시키는 효과를 초래하는 것으로 잘 알려져 있다 (Nakajima et al., 2003). 이러한 에어로졸에 의한 음의 복사 강제력은 대기 중에 존재하는 에어로졸의 양 뿐만 아니라 에어로졸의 크기와 화학조성에 의해 결정된다. 이 연구에서는 ABC-EAREX 2005 집중측정기간 동안 다단 입택터를 통해 측정된 입경별 무기이온의 농도와 조성, 그리고 네펠로미터를 통해 측정된 에어로졸의 산란 계수 자료들을 이용하여 에어로솔의 입경 분포에 따른 화학 조성의 변화 특성과 그에 따른 에어로졸 광학특성 변화와의 연관성을 조사하였다. 또한, 대기화학의 전반적 특성을 이해하고자 염소, 불소 등 할로젠 화합물을 포함한 77개 VOCs (volatile organic compounds)를 측정, 분석하였다.

2. 측정 방법

측정은 우리나라 배경농도지역인 제주도 고산에서 2005년 3월 5일부터 30일까지 ABC-EAREX 2005 campaign 기간 동안 이루어 졌다. 대기 중 입자는 공기채취유량이 30 L/min인 다단 입택터 (MOUDI, Micro-orifice Uniform Deposit Impactors; MSP Model 100)를 사용하여 입경별로 48시간 채취한 후 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 등 음이온은 이온크로마토그래피 (Dionex 2000i/sp)로 분석하였고, 암모늄 이온을 제외한 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ 등 양이온은 원자흡광광도계 (Perkin Elmer AAnalyst 300)로 분석하였다. 암모니움 이온은 인도페놀법으로 발색시킨 후 흡광광도계 (Spectronic Genesys 2)로 분석하였다. VOCs는 SUMMA canister (SIS)를 이용하여 24시간 채취한 후 C_2 , C_3 는 GC/FID (gas chromatograph with flame ionization detector; Varian Star 3600 CX), 할로젠 화합물을 포함하여 C_4 이상은 GC/MS (GC with mass spectrometer; Varian Star 3400 CX/Saturn 2000)를 이용하여 분석하였다. 입자에 의한 산란 정도를 알아보기 위해 동일한 기간에 네펠로미터 (TSI model 3550)를 함께 측정하였다.

3. 결 과

그림 1은 측정기간 동안 입자의 입경별 농도 분포와 농도 변화이다. 김용표 등 (1999)의 연구에서와 비슷한 형태로 조대입자와 미세입자 영역의 뚜렷한 이중모드가 나타났다. 고산이 해안에 위치한 청정지역인 까닭에 인위적 기원의 미세입자 보다 자연적 기원의 비중이 큰 조대입자 영역에서 좀 더 높은 농도를 보였으며, 측정기간 동안 총입자 농도 범위는 30~80 $\mu g/m^3$ 였다. 특히 약한 황사로 기록된 3월 18일과 29일에는 80 $\mu g/m^3$ 이상의 높은 PM (particle matter) 농도를 보였다. 그림에서 보여준 것 같으나 물질별 이온 농도는 $SO_4^{2-} > NO_3^- > Cl^- > NH_4^+$ 순으로 높게 나타났다.

표 1은 고산에서 농도가 높았던 VOC 10개와 평균 농도이다. 77가지 VOC 분석물질 중 검출되지 않은

물질도 상당수였지만 상위 10개 물질 중 할로젠 화합물이 4개가 포함되어 특이하였다. 반면 서울 등 도심에서 특별히 높았던 톨루엔이 표 1에서는 중간 정도에 있으며, 부탄, 프로판, 자일렌 등도 10개 중에 포함되지 않았다. 고산에서는 OC (organic carbon) 농도가 EC (elemental carbon) 농도 보다 4배 이상 높아 (신혜정 등, 2002) 2차 생성 OC가 상당한 것으로 추정되고 있다. 일반적 VOC보다 안정된 할로젠 화합물의 농도가 상대적으로 높은 것도 고산 측정소가 1차 오염원의 직접 영향권으로부터 떨어져 있음으로써 나타난 현상으로 이해된다.

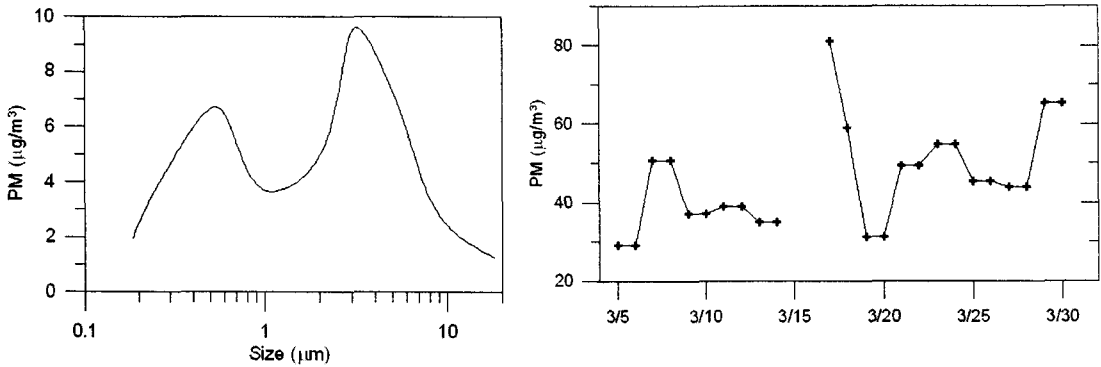


Fig. 1. Size distribution of PM concentration (left) and time series of PM (right).

Table 1. 10 highest VOCs

Species	Concentrations (ppbv)
2M-pentane	1.833
Trichloroethene	1.338
3M-pentane	0.900
Chloromethane	0.809
Toluene	0.751
Dichloromethane	0.647
cyclohexane	0.620
Dichlorodifluoromethane	0.523
1-butene	0.486
2M-hexane 3M-hexane	0.459

사 사

본 연구는 스모그 생성 메커니즘 규명을 위한 과학기술부 국가지정연구실사업 (과제번호 2000-N-NL-01-C-184)의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Nakajima, T., S. Miho, T. Takemura, I. Uno, A. Higurashi, D. Kim, B.J. Sohn, S-N. Oh, T.Y. Nakajima, S. Ohta, I. Okada, T. Takamura and K. Kawamoto (2003) Significance of direct and indirect radiative forcings of aerosols in the East China Sea region, *J. Geophys. Res.*, 108(D23), 8658, doi:10.1029/2002JD00326.

- 김용표, 배귀남, 지준호, 진현철, 문길주 (1999) 제주도 고산에서의 에어로솔 입경분포별 조성: 1998년 4월 측정연구, 한국대기환경학회지, 15, 677-685.
- 신혜정, 김지영, 최병철, 오성남, J, Yu, K. Bower (2002) ACE-Asia 집중관측기간에 제주고산에서 측정된 대기오염물질의 농도 분포특성, 한국대기환경학회지, 18, 487-501.