

AC11) ACE-Asia 집중관측기간에 제주고산에서 측정된 대기오염 물질의 배경농도 분포특성

Background Concentrations of Atmospheric Pollutants measured at Kosan during ACE-Asia Intensive Observation Period (IOP)

신혜정 · 김지영 · 최병철 · 오성남 · Jianzhen Yu¹⁾ · Keith Bower²⁾

기상연구소 용융기상연구소, ¹⁾홍콩과학기술대학, ²⁾맨체스터 대학

1. 서 론

본 연구에서는 Asian Pacific Regional Aerosol Characterization Experiment(ACE-Asia) 집중관측 기간에 우리 나라의 배경대기 지역의 하나인 제주도 고산에서 측정된 가스상 오염물질과 입자상 오염물질의 농도 관측 결과를 바탕으로 대기질 분석을 시행하였다. 제주 고산은 지리적인 요인과 정책적 요인에 의해서 인위적인 오염물의 배출원이 거의 없는 청정 지역으로 배경 대기의 특성을 가지고 있으며, 한반도와 중국 대륙, 일본으로부터의 오염물 장거리 이동을 관찰할 수 있는 적합한 장소이다(김용표 등, 1995). 본 연구에서는 2001년 3월에서 5월까지 측정된 입자상 물질과 가스상 물질의 농도 분석을 통하여 제주 고산의 대기질 특성을 파악하고, 과거의 측정자료와의 비교를 통하여 대기질의 변화 양상을 살펴 보고자 한다.

2. 연구 기간 및 분석 요소

2001년 3월 21일부터 5월 5일까지 동아시아 지역 에어리솔의 물리·화학적 특성과 기후에 미치는 영향을 파악하기 위한 ACE-Asia 집중관측 프로그램이 제주 고산에서 미국, 영국, 일본, 홍콩, 호주 등의 15개국의 참여 하에 진행되었다. 본 연구에서는 이 기간에 측정된 오염물질 중 국내 대기환경기준에 의해 규제하고 있는 가스상 오염물질인 질소산화물(NO_x), 오존(O₃), 이산화황(SO₂)의 농도를 분석하고, 대기질의 오염 특성을 파악하기 위해서 입자상 물질 중 원소 탄소(Elemental Carbon, EC)와 유기 탄소(Organic Carbon, OC) 성분의 분석을 병행하여 제주 고산의 대기질 특성을 분석하였다. 유적선 분석(Backward Trajectory Analysis)을 이용하여 봄철에 국내에서 빈번히 발생하는 황사에 의한 대기질 오염 영향을 파악하였으며, 청정지수, 빗물 산성도를 이용하여 제주 고산의 대기질 변화경향을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

제주 고산에서 측정된 가스상 오염물질(NO_x, SO₂, O₃)의 시계열 농도를 그림1에 나타내었다. 측정된 가스상 오염물질 중 NO_x, SO₂의 농도는 대기환경기준보다 상당히 낮은 값을 보이고 있다. NO_x의 경우 평균적으로 기준치의 5.4 %에 해당하는 4.59 ± 2.43 ppb의 평균과 표준 편차를 보이고 최대 농도를 보일 경우에도 기준치의 12 % 이하의 농도를 나타내고 있으며, SO₂의 경우에는 기준치의 1% 이하의 평균 농도를 보이며 (0.49 ± 0.48 ppb) 최대 농도를 보이는 날 (4월 12일)의 경우에도 기준치의 5% 이하의 낮은 농도를 나타내고 있다. 반면에 O₃의 경우, 평균 농도가 43.0 ± 13.2 ppb로 대표적인 대도시인 서울 (14 ppb)과 부산 (38 ppb)에서 같은 기간에 관측된 오존 농도보다 높은 값을 보인다. 측정기간 내에 제주 고산에서 세 차례의 황사가 관측되었으므로 황사에 의한 대기질의 변화양상도 살펴보았다.

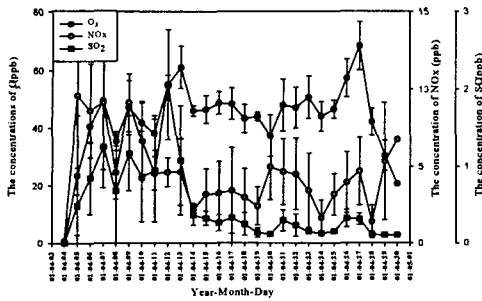


Fig. 1. Background daily average concentration of gaseous pollutants during ACE-Asia IOP.

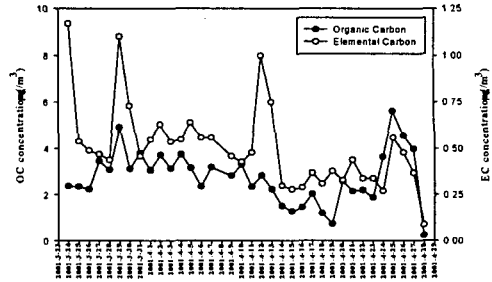


Fig. 2. The daily concentrations of organic carbon (OC) and elemental carbon (EC) during ACE-Asia IOP.

제주 고산에서 원소 탄소와 유기 탄소성분을 채취, 분석한 결과를 그림 2에 나타내었다. 집중관측 기간 내에 측정된 유기탄소는 $2.55 \pm 1.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도를 나타내고, 원소탄소의 농도는 $0.44 \pm 0.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 원소탄소의 값은 다른 배경대기지역의 농도보다 낮은 값을 보이고 유기탄소의 경우 더 높은 값을 보인다. 또한 과거에 측정된 값과 비교하면 원소탄소의 농도가 증가한 것을 볼 수 있다.

4. 결론 및 토의

제주 고산에서 가스상 오염물질인 NO_x , SO_2 , O_3 의 농도와 입자상의 탄소성분 농도를 측정, 분석하였다. 질소산화물과 황산화물 모두 국내 대기환경기준에는 못 미치는 낮은 농도를 보이나 전지구적 배경농도에 비해서는 비교적 높은 농도를 보인다. 오존의 경우에는 평균적으로 대기환경기준보다는 낮은 값을 보이지만 전체적으로 비교적 높은 농도를 보이는데, 이는 제주 고산이 청정지역이므로 낮과 밤의 오존의 생성과 소멸 반응이 활발하게 일어나지 않기 때문에 나타나는 현상이다.

원소탄소의 경우 내부에서의 발생량보다 외부에서 유입되어 들어오는 양이 상당함을 알 수 있으며, 유기 탄소의 경우 원소 탄소와는 다르게 외부에서 유입된 양보다 제주 내부에서 존재하는 오염물질의 이차 생성반응에 의해 생성된 양이 더 많음을 알 수 있다.

제주 고산의 대기질 변화 양상을 살펴본 결과 오존 농도가 과거에 비해 감소하고 오존 농도의 평균 상대표준편차값이 0.15로 과거에 비해 16배 증가하여 고산의 청정도가 과거에 비해서 낮아졌음을 알 수 있다. 연구 결과, 현재의 제주 고산 대기는 아직까지 배경대기로써의 특징을 가지고 있지만, 관광지로의 개발정책과 외부 특히 중국에서 이동해서 유입하는 오염물질의 영향에 의해서 점차적으로 오염 정도가 증가하고 있음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

김용표, 심상규, 문길주, 백남준, 김성주, 허철구, 강창희 (1995) 제주도 고산지역 입자특성: 1994년 3월 11일~17일 측정결과, 한국대기보전학회지, 11, 3, 263~272.
 서명석, 박경운, 이호근, 장광미, 강창희, 허철구, 김영준 (1995) 청정지역과 도시지역의 오존농도 특성 연구, 한국대기보전학회지, 11, 3, 253 ~ 262.
 Kim, Y.P., J.H. Lee, M.J. Baik and J.Y. Kim (1998) Summertime Characteristics of Aerosol Composition at Cheju Island, Korea, Atmos. Environ., 32, 22, 3905 ~ 3915.