

PG7) ABC-EAREX 2005 기간 중 고산에서의 반응성 미량기체 측정 및 분석

Analysis of Reactive Gases at Gosan during ABC-EAREX 2005

김인애 · 리선란 · 이강웅¹⁾ · 김경렬

서울대학교 지구환경과학부, ¹⁾한국의국어대학교 환경학과

1. 서 론

ABC-EAREX 2005 Campaign이 지난 2005년 3월 3일부터 4월 10일까지 한국을 비롯한 일본, 중국, 미국등 50여개 기관이 참가한 가운데 제주도 고산에서 진행되었다. ABC (Atmospheric Brown Cloud)연구계획은 동아시아대륙에서 발생한 대기오염물질들에 의하여 형성된 갈색구름이 전 지구적으로 미치는 영향을 보다 장기적이고 체계적으로 하고자 함에 있다. 이 기간동안 참가한 과학자들은 가스상 오염물질 그리고 에어로졸, 대기복사부분으로 나누어 공동으로 특별 관측 실험 등을 수행하였다. 특히 본 연구실에서는 2003년부터 ABC-EAREX 2005 Campaign이 진행된 기간을 포함하여 현재까지 제주도 고산에서 오존(O₃), 질소산화물(NO_x), 일산화탄소(CO), 이산화황(SO₂) 및 기상인자(풍향, 풍속, 온도, 습도, 압력, 일사량)를 실시간으로 관측하고 있다. 이러한 관측 자료는 온실기체의 기원, 소멸 등에 관한 정량적이고 과학적인 규명에 이용되며 더 나아가서는 한반도 주변대기감시체계를 확립하는데 중요한 역할을 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 3월 3일부터 31일까지 한달동안의 자료를 연속측정, 분석하였다. 관측 장소인 고산은 제주도의 서쪽해안가(126.16E, 33.29N) 72m의 해발고도에 위치하고 있으며 주위가 해안절벽으로 둘러싸여 있다. 북쪽과 남쪽, 서쪽은 해안과 접해있으며 동쪽은 제주내륙으로 연결되어있어 대륙과 해양의 영향을 모두 받는 지역적 특색을 가지고 있다. 그러나 고산 주변에서 인위적인 일차적 오염의 공급원이 거의 없기 때문에 관측항목의 지역적인 영향을 최소화 할 수 있다는 장점을 지닌 청정지역이라고 할 수 있다. 측정기기는 모두 Thermo Environment Instruments Inc.의 제품이며 각 측정기기사항은 아래 표 1과 같다. 정밀한 측정을 위하여 Calibrator(TEI Model 146)와 Zero air supply(TEI Model 111)를 이용하여 다점보정(multi-point calibration)을 하였다. 매 10초마다 측정된 자료를 1분 평균으로 수집하였으며 본 연구에서는 이를 1시간평균으로 처리하여 제시하였다. 정전이나 기기이상과 같은 경우를 제외하고는 연속적으로 측정이 진행되었다.

Table 1. The method for O₃, NO_x, CO, SO₂ measurement

Species	Principles	Theory	Analyzer
NO _x , NO, NO ₂	Chemiluminescence	NO + O ₃ → NO ₂ [*] + O ₃ NO ₂ [*] → NO ₂ + hv (>600nm) 3NO ₂ + MO → 3NO + MoO ₃	TEI Model 42C Trace Level
CO	Infrared Absorption	Absorption 4.6μm	TEI Model 48C
O ₃	UV Absorption	Absorption 254nm	TEI Model 49C
SO ₂	UV Absorption	Absorption 190~320nm	TEI Model 43C Trace Level

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 관측한 반응성 미량기체(O₃, NO_x, CO, SO₂)의 1시간평균 농도를 시간에 따라 그림 1에 제시하였다. O₃의 평균농도는 54.71±8.82ppbv로 그 변화폭은 매우 작고 일변화 또한 뚜렷하게 나타나지

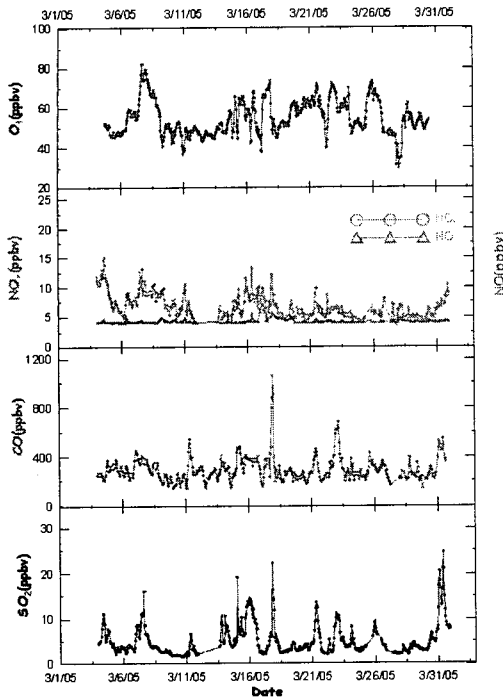


Fig. 1. Time series of objected species(O₃, NO_x, CO, SO₂) at GOSAN during Mar. 2005 (1hour average data).

것이 중요하다. 따라서 이러한 현상이 발생한 시점을 기준으로 역궤적 분석(Backward trajectory)을 하였으며 그 결과 앞에서 제시한 현상이 중국대륙에서 발생한 오염원으로부터 많은 영향을 받아 비롯된 것으로 추정할 수 있었다. 반면 황사기간 동안 O₃과 NO_x는 직접적인 영향을 보이지 않았다. 일차적 오염물인 NO_x는 대기 중 반응속도가 매우 빨라 체류시간이 수 시간에서 하루정도이기 때문에 황사 기간 동안의 대륙으로부터의 오염물 장거리 이동에 의한 직접적인 영향이 보이지 않은 것으로 추정된다.

각 화합물간의 상호관계와 기상인자를 함께 분석하여 보다 정밀한 결과를 추론하여야 하며 배경농도를 비롯한 배출현황등을 파악하기 위해서 앞으로 보다 정확한 연속측정 및 분석이 계속 수반되어야 한다.

참고 문헌

- 신혜정 (2002) ACE-Asia 집중관측기간에 제주고산에서 측정된 대기오염물질의 농도 분포특성, 한국대기환경학회지, 18(6), 487-501.
- Lam, K. S., Wang, T. J., Chan, L. Y., Wang, T., Harris, J. (2001) Flow patterns influencing the seasonal behavior of surface ozone and carbon monoxide at a coastal site near Hong Kong, Atmospheric Environment, 35, 3121-3135.
- Pochanart, P., Hirokawa, J., Kajii, Y., Akimoto, H., Nakao, M. (1999) Influence of regional-scale anthropogenic activity in northeast Asia on seasonal variations of surface ozone and carbon monoxide observed at Oki, Japan, J. Geophys. Res., 104, 3621-3631.

않았다. 대도시와 비교 했을 때 측정된 다른 화합물과는 다르게 O₃은 높은 농도를 나타내고 있다. 이는 이지역이 인위적인 일차적 오염원에 의한 영향을 적게 받기에 지표 O₃에 인위적인 영향을 미치는 NO_x, CO등의 농도가 대도시에 비해서 낮기 때문이다. 더욱이 이 기간 동안 NO의 평균농도는 4.20 ± 0.44 ppbv로 NO로 인해 발생하는 O₃의 적정효과(titration effect)가 적었다는 것을 추측할 수 있다.

CO과 SO₂는 분석기간 동안 수 시간 단위의 짧은 간격으로 농도가 급격히 증가하였다가 감소하는 현상이 자주 나타났는데 NO_x의 경우 그렇지 않았다. NO_x나 CO와 같은 일차오염물질은 인간의 산업 활동에 의해 함께 배출된다는 점을 고려하면 이러한 불일치는 이들 기체가 다른 물리/화학적 변화를 경험하였다는 점을 암시한다.

측정기간 동안 황사현상이 3월 17일~18일과 29일 두 차례 발생되었는데, 이 기간동안 CO와 SO₂의 농도가 급격히 증가하였다. 특히 제주도 고산에서 황사현상이 발생하는 시기의 SO₂ 농도는 중국으로부터의 오염물 장거리 이동에 의한 영향을 받고 있다고 생각할 수 있는데(신혜정 등, 2002) 황사현상이 발생한 이 두 날의 농도는 모두 20ppbv를 넘는 수치를 나타내고 있다. 고산과 같은 청정지역의 경우 측정소가 위치한 지역을 지배하는 기단의 발원지와 그 이동경로를 파악하는