

### 3A1) 지시종을 이용한 수도권 광화학 오존의 민감도 분석

## The Use of Indicator Species for Photochemical Ozone Sensitivity Analysis

김경렬<sup>1)</sup> · 백성욱<sup>2)</sup> · 이강웅<sup>3)</sup> · 이동수<sup>4)</sup> · 이미혜<sup>5)</sup> · 조석연

<sup>6)</sup>이종범<sup>7)</sup> · 이석조<sup>8)</sup>, 한진석<sup>8)</sup>

<sup>1)</sup>서울대학교 지구환경과학부, <sup>2)</sup>영남대학교 환경공학과,

<sup>3)</sup>한국외국어대학교 환경학과, <sup>4)</sup>연세대학교 화학과, <sup>5)</sup>고려대학교 지구환경과학과,

<sup>6)</sup>인하대학교 환경공학과, <sup>7)</sup>강원대학교 환경학과, <sup>8)</sup>국립환경연구원 대기연구부

#### 1. 서 론

광화학 오존의 생성에 필수적인 3가지 요소 중에서 인위적으로 조절가능한 부분은 질소화합물과 유기화합물의 배출량이다. 하지만 배출량 감소를 유도하여 이들의 대기 중 농도를 줄일 경우 오존 발생이 저감될 지의 여부는 매우 다양하고 복잡한 화학반응들을 평가한 결과 단순한 상관 관계가 아닐 수 있다는 것이 밝혀져 있다. 이는 어떤 경우 이들 오염물질의 배출량 감소에도 불구하고 오존의 농도는 오히려 증가할 수 있는 가능성을 지시한다. 결국 오존발생에 관여하는 질소 화합물과 휘발성유기화합물의 정확한 정량적인 평가가 우선되어야 한다. 이와 같은 이유로 미국과 유럽 등에서는 오존 생성에 관여하는 다양한 물질을 종합적으로 분석하고 해석하여 나름대로 오존 생성 기작을 규명하고 나아가 저감 정책에서 충분히 활용할 수 있는 유용한 자료를 확보하였다(Milford et al., 1994; Sillman, 1995; Jacob et al., 1995). 하지만 우리 나라에서는 이들 항목을 종합적이고 체계적으로 관측한 사례가 본 연구가 최초일 정도로 노력과 관심이 부족한 실정이었다. 환경부의 지원으로 2001년 2회에 걸쳐 우리 나라에서 최초로 광화학오염의 종합적이고 체계적인 접근이 시도되었다.

#### 2. 연구 방법

측정실험은 일부 장비의 비교를 위한 비교 실험을 2002년 6월 5 - 17 동안 서울 방이동 올림픽 공원 내에서 실시하였고 본 실험은 서울 방이동 올림픽 공원 과 인천 용현동 인하대학교 교내에서 2003년 8월 5 - 18 동안 실시하였다. 관측 기간동안의 측정 항목은 NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>y</sub>, PAN, CO, UV, O<sub>3</sub>, Carbonyls, HNO<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>, 입자상 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 이었다. 서울 방이동의 경우 자동화된 장비를 이용하여 가능한 1시간 간격 (단, Carbonyls의 경우 2시간 간격으로 09:00-21:00 동안)으로 24시간 연속 측정하였고 인천 용현동에서는 자동화가 어려운 항목(HONO, HNO<sub>3</sub>)의 경우 낮 시간동안 집중적으로 2 시간 간격으로 측정하였다. 인천 용현동의 경우 장비가 부족하고 환경부나 서울시가 운영하는 측정망의 자료와 중복되는 NO, NO<sub>2</sub>, CO, UV, O<sub>3</sub> 경우 측정망 자료를 이용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

2002년 8월 본 실험의 결과 O<sub>3</sub>은 UV가 비교적 강한 수치를 나타내었던 8일과 15일에는 비교적 높은 농도를 보였으나 그 외의 날에는 50 ppb 이하의 농도를 보였다. 이는 8월 중 연속된 강우로 광화학적 생성이 활발히 이루어지지 않았음을 의미한다. 상대적으로 높은 농도의 O<sub>3</sub>가 관측된 8월 8일과 15일에 서울의 O<sub>3</sub>가 인천보다 높게 나타났다(그림 3-1). 하지만 O<sub>3</sub>와는 비교되게 서울과 인천에서 NO<sub>y</sub> 농도 값은 다른 면을 보여 주었다. 8월 8일의 경우 서울과 인천 모두 NO<sub>y</sub>의 농도는 낮은 값을 보여 주고 있는 반면 8월 15일의 경우에는 NO<sub>y</sub>가 뚜렷하게 증가되었다. 특히 서울의 경우 NO<sub>y</sub>의 농도가 120 ppbv를 넘는 값을 보여 주었다.

본 연구에서는 NO<sub>y</sub>외에 관측된 광화학 지시자들의 거동을 조사하여 수도권 대기의 광화학 연령을 산출하였고 지시자들의 상관성 비교하여 오존발생에 관여하는 질소 화합물과 휘발성유기화합물의 상대적

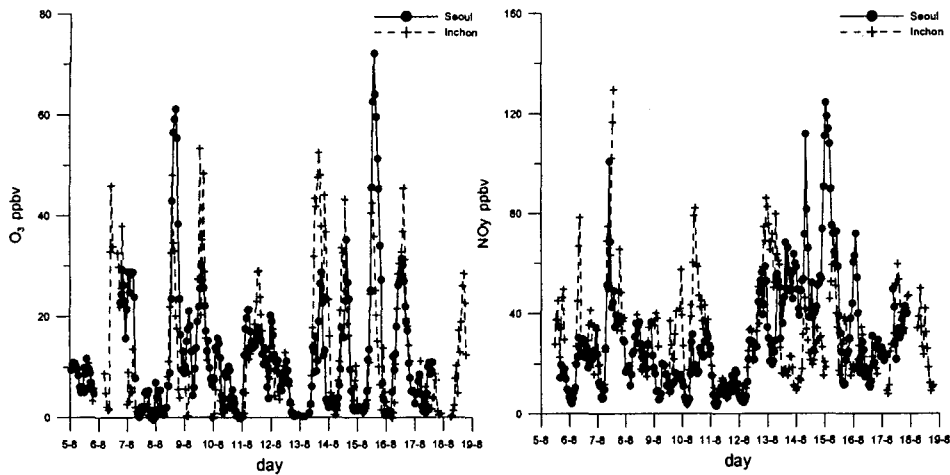


Fig. 1. Variations of ozone and NO<sub>y</sub> concentrations in Seoul and Incheon during the August, 2002.

#### 참고 문헌

- Jacob D.J., Horowitz L.W., Munger J.W., Heikes B.G., Dickerson R.R., Artz R.S., and Keene W.C. (1995) Seasonal transition from NO<sub>x</sub> to hydrocarbon-limited conditions for ozone production over the eastern United States in September. *J. Geophys. Res.* 100, 9315-9324.
- Milford J.B., Gao D., Sillman S., Blosser P., and Russell A.G. (1994) Total reactive nitrogen (NO<sub>y</sub>) as an indicator of the sensitivity of ozone to reductions in hydrocarbon and NO<sub>x</sub> emissions. *J. Geophys. Res.* 99, 3533-3542.
- Sillman S. (1995) The use of NO<sub>y</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, and HNO<sub>3</sub> as indicators for ozone-NO<sub>x</sub>-hydrocarbon sensitivity in urban locations. *J. Geophys. Res.* 100, 14175-14188.