

GE8) 반응성 미량 기체(NO, NO₂, O₃, PAN)의 농도 측정을 통한 오염지역과 청정지역의 광화학 상태에 대한 비교연구 Comparison of Photochemical State between Polluted and Clean Air from the Monitoring Result of Trace Reactive Air Pollutant - NO, NO₂, O₃, PAN

김세웅, *이강웅, 김경렬
 서울대학교 해양학과, *한국의대 환경학과

1. 서론

현재 우리나라의 가장 큰 대기오염의 문제 중 하나가 광화학 오존이라는 것은 누구나 인정하는 사실이다. 그러나 아직까지 우리나라의 광화학 오존에 대한 연구는 일반인의 관심에 비하여 많이 활성화 되지 못한 것이 현실이다(김영성 외, 1998). 또한 정부에서는 오존 경보제와 예보제를 도입 시행 중이지만 주요한 시행 정책 및 예측모델이 주로 선진국의 것을 기본으로 하고 있어 우리의 현실과의 차이가 여러 차례 지적된 바 있다(김영성 외, 1998).

이러한 문제의 해결을 위해서는 우리의 대기질 및 기후에 적합한 화학 모델의 개발이 필요하며, 이를 위한 여러 가지 1차 오염물질 및 2차 오염물질에 대한 정밀하고 방대한 실측자료가 필요하다(Frost *et al.*, 1998). 미국의 경우 대규모의 야외조사(MLOPEX1, 2, ROSE, SOS 등)를 통하여 정밀한 측정과 모델 작업을 병행하여 상당한 성과를 얻은 바 있고, 이러한 성과물은 대기환경정책에 반영되었다.

이에 본 연구에서는 상반된 광화학 상태를 갖을 것으로 예상되는 오염지역인 서울(서울대학교)과 청정지역인 동해(서울대학교 해양연구소 임해연구동)에서 여러 가지 1차오염물질(CO, NO, NO₂) 및 2차 오염물질(O₃, PAN)등의 측정을 수행하여 각 지역의 광화학적 특징을 알아보려 하였다.

이러한 비교는 앞으로 진행될 광화학 모델의 개발에 중요한 실측자료가 될 것으로 기대되며, 광화학 모델에 대한 검증 자료로서도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 실험방법

CO, NO, NO₂, O₃에 대한 관측은 Thermo Environmental Instrument Inc. 의 "C" series의 계측기를 이용하여 1분 간격의 자료를 얻었다. 계측기의 간단한 사양을 Table.1 에 나타내었다. 검량법 및 불확도 추산에 대한 구체적인 내용은 김세웅 외 (1999a)에 기술되어 있다.

PAN의 관측은 GC-ECD 방법을 이용하여 매 30분 마다 관측하였으며 분석방법은 김세웅 외 (1999b)에 기술되어 있다.

Table 1. Specifications for the gas analyzers.

	CO analyzer	NOx analyzer	O ₃ analyzer
Range	0-50 ppm	0-200 ppb	0-200 ppb
Min. Det. Lim.	0.04 ppm	50 ppt	2 ppb
Zero Drift (24h)	<0.1 ppm	Negligible	Less than 1/2% per Mon.
Span Drift (24h)	±1% Full scale	±1% Full scale	Less than 1% per Mon.
Precision	±0.1 ppm		2 ppb
Linearity	± 1% Full scale	± 1% Full scale	±0.001 ppm
Uncertainty	5%	20%	10%

3. 결과

서울에서 얻은 자료를 Fig. 1.에 요약하여 나타내었다. 관측일 별로 구한 NO₂의 AM 8 - 10시 사이의

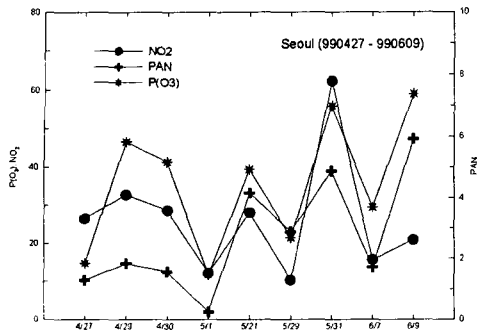


Fig. 1. The variations of daily averages of NO₂ PAN and P(O₃) at Seoul station.

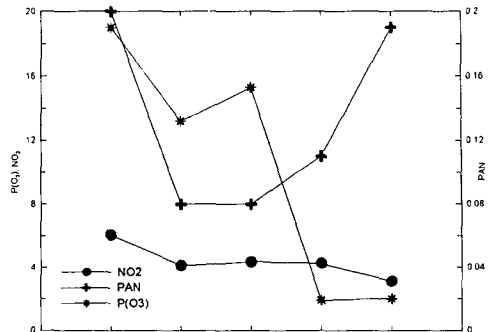


Fig. 2. The variations of daily averages of NO₂ PAN and P(O₃) at Dong-Hae station.

평균값, P(O₃) - PM 12 - 16시 사이의 오존농도의 평균에서 AM 8 - 10시 사이의 오존농도 평균을 뺀 값과 PAN의 농도가 가장 높았던 1시간 동안의 자료의 평균을 나타내었다(서울과 동해의 농도축의 스케일에 차이가 있음을 유의하시오). 서울의 자료에 있어서는 3가지의 자료의 변화 양상이 동일하다는 것을 알 수 있다. 즉 일반적으로 추측되는 대로 1차 오염 물질의 농도(NO₂)가 높을수록 오존의 생성이나 PAN의 농도가 높게 나타남을 볼 수 있다. 그러나 변화 양상은 선형적으로는 나타나지 않는데 이러한 이유는 광량 및 기상상태의 영향이나 Lin and Liu(1988)에서 지적하였듯 광화학 오존생성에서 일반적으로 보이는 NO_x 와 P(O₃)의 비선형성과도 관계가 있는 것으로 보인다.

그러나 Fig. 2에 나타나 있는 동해에서의 측정결과에서는 3가지의 관측치가 서로 관계가 없이 변하는 양상을 보인다. 전 관측일에 걸쳐 구름없이 맑은 날이었으므로 광량에서는 크게 차이가 나지 않았다. 따라서 이러한 차이를 보이는 원인은 바닷가 지역에서 특징적으로 나타나는 air mass의 급격한 변화와 같은 이유로 나타나는 것으로 보이는데 같은 기간동안 측정된 여러 이온 종들의 농도 변화양상에서 air mass의 급격한 변화 양상을 확인 하였다. 또한 1차 오염물질의 농도 자체가 굉장히 낮기 때문에 광화학이 활발하게 일어날 수 없어 1차오염물질과 2차오염물질 상호간의 뚜렷한 상관성을 발견할 수 없었던 것도 원인이 될 것으로 사료된다.

4. 결론

오염된 서울과 청정대기의 동해는 광화학 상태가 사뭇 다른 것을 측정자료의 분석 결과 알 수 있었다. 본 연구에서 얻어진 농도 관측자료는 광화학 모델의 평가작업에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대되며 앞으로의 연구에서는 광화학 모델에 대한 부분을 더욱 보강할 계획이다. 보다 자세한 정량적인 논의는 발표시간에 더욱 토의할 예정이다.

참고문헌

- 김세웅 외, 1999a, 현장측정에 기초한 대기오염물질의 측정방식에 대한 비교연구 - 주요 기준성 오염물질을 중심으로, 대기환경학회지, 15-4.
- 김세웅 외, 1999b, GC-ECD를 이용한 PAN(Peroxyacetyl Nitrate)의 정량 분석에 대한 연구, 대기환경학회 춘계학술대회, 111- 112.
- 김영성 외, 1998, 우리나라 광화학 오존 연구의 현황과 문제점, 과제, 대기보전학회 추계학술대회, 83-92
- Frost et al, 1998, Photochemical Ozone Production in the Rural Southeastern US during the 1990 Rural Oxidants in the Southern Environment (ROSE) program, Jour. of Geophys. Res., Vol 103, 22,491-22,508.
- Lin, X, S. Liu, 1988, On the Nonlinearity of the Tropospheric Ozone Production, Jour of Geophys. Res., Vol 93, 15,879 - 15,888.