

3D3) 수도권 지역의 NO₂, O₃, VOC의 광역 공간분포 측정 The spatial distribution of NO₂, O₃, VOC in Seoul Metropolitan Area

정의석·김선태·김한수·김신도¹⁾·이종범²⁾

대전대학교 환경공학과, ¹⁾서울시립대학교 환경공학과, ²⁾강원대학교 환경과학과

1. 서론

광화학스모그에 의한 오염이 심각하다고 알려진 서울의 경우 오존 1시간 환경기준 초과횟수는 '95년에 21회, '96년 174회, '98년 269회, 그리고 2000년에는 335회 등 매년 증가하고 있으며, 측정지점별 초과횟수의 경우에도 완만한 증가추세를 보이고 있다. 2000년 말 현재 전국 53개 도시에 대기오염 자동측정망이 약 152개소가 운영되고 있으나, 측정소의 절대적 개수를 계속하여 늘릴 수 없다는 한계와 시·공간적으로 변화하는 오존 전구물질(NO_x, VOCs 등) 및 오존의 현황자료 부족으로 인하여 광화학 대기오염의 생성 규명을 파악하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 매년 고농도의 오존이 주로 발생하는 서울과 인천·경기지역의 풍상과 풍하지역을 대상으로 이산화질소(NO₂), 휘발성 유기화합물(VOCs) 및 오존(O₃) passive sampler를 동시에 설치하여 대기오염농도의 공간 분포를 파악하고자 하였으며, 각 성분의 지역별 대기 중 배경농도 및 대기확산모델의 입력 및 검증 자료로서의 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구대상 지역은 서울과 인천, 그리고 경기 지역 일대로 서쪽으로는 강화도에서 인천, 북쪽으로는 의정부, 남쪽은 광명시, 그리고 동쪽으로는 남양주시에서 광주까지 일정한 간격으로 약 100개의 격자를 나눈 후, 6개 지역으로 구분하여 이산화질소(NO₂), 휘발성 유기화합물(VOCs) 및 오존(O₃)을 Passive sampler를 활용하여 동시에 측정을 진행하였다. 측정은 2001년 6월과 8월에 걸쳐 2회 진행되었으며, 총 측정지점 수는 101개 지점이었다. 이때 서울시 및 인천시 등에서 운영되고 있는 자동측정망 운영지점을 포함시켜 진행하였으며, NO₂, O₃은 본 연구팀이 개발한 sampler를 VOC는 3M사 제품인 모델 #3500을 구입하여 활용하였다. NO₂와 O₃은 24시간 시료를 채취한 후 각각 흡광광도계와 형광광도계를 이용하여 분석하였으며, VOCs에 대해서는 benzene, toluene, xylene을 포함한 10가지 물질을 중심으로 1주일간의 시간가중평균농도를 GC-FID system에서 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구의 1차 및 2차 측정의 전체 분석항목과 결과를 표 1과 표 2에 나타내었다. 전체적인 이산화질소 및 오존의 평균농도는 강우 등의 영향으로 인해 전반적으로 낮게 평가되었으며, 1차와 2차 측정의 평균농도를 비교해보면, 이산화질소는 각각 약 42.7ppb와 32.4ppb, 오존은 약 27.6ppb와 24.3 ppb, 톨루엔은 약 6.96ppb와 5.65ppb로 2차측정의 결과가 1차측정 보다 낮은 것을 확인할 수 있었다. 또한 측정지점간의 농도값 분포(분산)정도를 나타내는 %RSD를 계산한 결과, 이산화질소의 %RSD는 오존보다 약 10~20% 정도 높은 약 40% 이상을 나타내고 있었으며, 휘발성 유기화합물의 경우는 약 50% 내외의 %RSD를 나타내고 있어 측정지점간의 농도의 분산정도가 다름을 알 수 있었다. 이처럼 1차 및 2차 측정에서 휘발성 유기화합물 중 톨루엔의 경우 %RSD가 매우 크게 평가되었는데, 이는 측정지점 주변의 직접적인 영향 등이 크게 작용하여 지역에 따른 농도분포특성에 영향을 주고 있는 것으로 판단된다.

그림 1과 그림 2는 본 연구대상지역을 중심으로 측정된 결과의 공간적인 분포를 확인하고자 나타낸 것이다. 전반적으로 6월에 측정한 1차 측정결과와 8월에 측정한 2차 측정결과와 분포가 상이함을 확인할 수 있으며, 이러한 원인은 풍향 및 풍속 등 측정 일의 기상상황에 의한 영향이 큰 것으로 판단되나, 추가적으로 지속적인 연구가 선행된다면 광화학 대기오염의 생성과정을 규명하고 저감대책을 수립하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 1. The first results of NO₂, O₃, VOC at wide area (ppb)

측정 항목	평균	S.D.	%RSD	Max(지점번호)	Min(지점번호)
이산화질소(NO ₂)	44.00	18.80	42.73	89.4(16)	13.3(100)
오존(O ₃)	27.60	6.50	23.55	44.6(59)	11.8(20)
휘발성 유기화합물					
benzene	1.37	0.51	37.23	3.15(37)	0.81(16)
toluene	6.96	3.91	56.18	23.62(50)	1.72(20)
chlorobenzene	0.39	0.16	41.03	0.88(81)	0.17(77)
ethylbenzene	0.76	0.41	53.95	2.57(75)	0.24(20)
m,p-xylene	0.78	0.43	55.13	2.67(31)	0.24(53)
o-xylene	0.16	N.D.	N.D.	0.16(46)	0.16(46)
styrene	0.63	0.33	52.38	1.43(1.65)	0.15(10)
(VOCs)					
1,2-dichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,3-dichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,4-dichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Table 2. The second results of NO₂, O₃, VOC at wide area (ppb)

측정 항목	평균	S.D.	%RSD	Max(지점번호)	Min(지점번호)
이산화질소(NO ₂)	32.40	14.20	43.83	60.2(31)	3.5(97)
오존(O ₃)	24.30	7.50	30.86	40.0(18)	8.4(4)
휘발성 유기화합물					
benzene	1.54	0.51	33.12	2.67(37)	0.85(97)
toluene	5.65	6.24	110.44	40.18(18)	0.93(36)
chlorobenzene	0.60	0.19	31.67	1.17(28)	0.35(64, 104)
ethylbenzene	0.69	0.32	46.38	2.41(1)	0.37(49)
m,p-xylene	0.63	0.45	71.43	3.32(1)	0.23(102)
o-xylene	3.03	N.D.	N.D.	3.03(1)	3.03(1)
styrene	0.60	0.29	48.33	2.34(15)	0.27(82)
(VOCs)					
1,2-dichlorobenzene	9.25	N.D.	N.D.	9.25(62)	9.25(62)
1,3-dichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,4-dichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

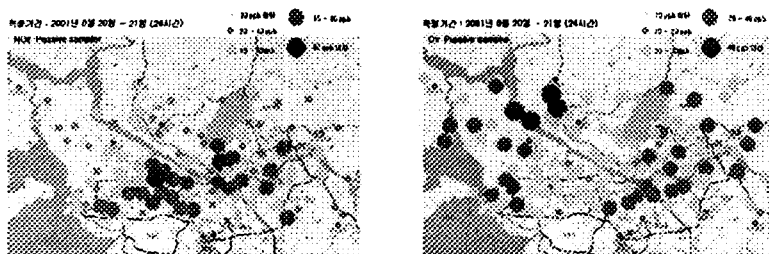


Fig. 1. The First results of spatial distribution at wide area(L:NO₂, R:O₃)

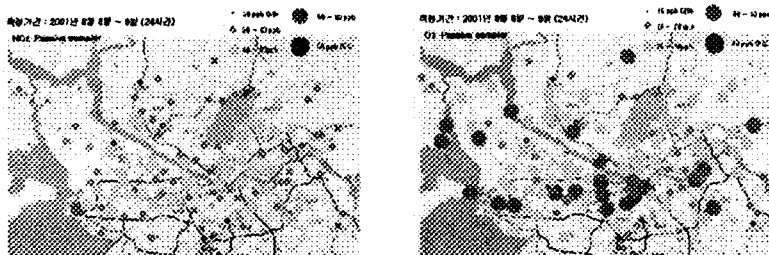


Fig. 2. The second results of spatial distribution at wide area(L:NO₂, R:O₃)

참 고 문 헌

김한수, 김선태 등, 형광광도법을 이용한 오존 Passive sampler의 개발, 대기환경학회 추계학술대회, 2001
 환경부, 광화학 대기오염의 생성과정 규명과 저감대책 수립을 위한 종합 조사·연구, 1차년 중간보고서, 2002. 2