

PA8) 대도시 도로변에서 가스상 대기오염물질의 농도 특성

Characteristics of Gaseous Air Pollutants at a Heavy Traffic Roadside

주옥정 · 박수미 · 이승복 · 진현철 · 변두섭 · 배귀남
한국과학기술연구원 유해물질연구센터

1. 서론

대도시 대기오염의 주된 오염원인 자동차의 배출가스를 저감시키기 위한 연구에 관심이 집중되고 있다. 서울지역의 질소 산화물의 배출량 중 도로 이동 오염원의 기여도가 가장 높은 것으로 조사된 것과 같이, 질소 산화물은 자동차 배출가스 중 저감해야 할 중요 물질이며 1차적인 대기오염을 일으킬 뿐만 아니라 광화학 스모그, 산성비, 시정 악화 등을 유발하는 전구물질로 작용한다(허영민 등, 2005).

본 연구팀에서는 자동차로부터 대기 중으로 배출된 오염물질이 이동/확산/변환 과정을 거치면서 대기 질에 미치는 영향을 파악하여 자동차 관리 대책의 기초 자료로 활용하기 위하여 서울시 서대문구에 위치한 연세대학교 정문 앞 도로변에서 입자상 물질과 가스상 물질의 농도를 동시에 측정하였다. 본 연구에서는 이 측정결과 중에서 가스상 물질(NO , NO_2 , CO , O_3)의 농도 특성을 살펴보았다.

2. 측정 및 분석

연세대 정문 도로변 측정위치는 8차선으로 교통량이 많은 지역이고 정문을 따라 학교 내부로 연결된 2차선 도로로 이동되는 오염물질의 수평적 흐름이 용이한 지역으로 교통량 및 바람에 의한 오염물질의 수평적 이동과 대기와의 희석효과에 의한 영향을 평가하는데 적합하다. 측정장비는 도로 끝으로부터 10 m 이내에 설치하였으며, 시료채취구의 높이는 지상에서 1.5 m이었다.

총 6회에 걸쳐 가스상 대기오염물질을 측정하였는데, 측정기간은 2005년 2월 17~19일(1차, 3일), 3월 18~23일(2차, 6일), 4월 7~12일(3차, 6일), 5월 19~25일(4차, 7일), 9월 7~13일(5차, 7일), 11월 17~23일(6차, 7일)이었다. 1~4차 측정에서는 자동차 배출가스와 상관계수를 파악하기 위하여 CO 와 NO , NO_2 를 측정하였으며, 5, 6차 측정에서는 O_3 과 NO , NO_2 를 측정하였다.

대기 시료는 하나의 샘플링관을 사용하여 흡인된 후 분기관에서 각 가스 분석기로 배분되고 나머지는 배출되었다. CO , $\text{NO-NO}_2\text{-NO}_x$, O_3 을 각각 CO 분석기(trace level gas filter correlation CO analyzer, Thermo Environmental Instruments model 48C), $\text{NO-NO}_2\text{-NO}_x$ 분석기(chemiluminescence $\text{NO-NO}_2\text{-NO}_x$ analyzer, Thermo Environmental Instruments model 42C), O_3 분석기(U.V. photometric O_3 analyzer, Thermo Environmental Instruments model 49C)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

측정기간 동안 각 가스상 오염물질 농도의 일변화를 살펴보면, NO 농도는 출근 시간대에 급격히 증가한 후 10시부터 감소한 후 교통량이 많아지는 오후 시간에 다시 올라가며 퇴근 시간 이후에는 낮아지는 특성을 나타냈다. NO_2 농도의 변화는 NO 와 같은 경향을 보였지만 NO 에 비해 변화폭이 크지 않았으며 절대값 또한 작게 나타났다. CO 농도도 NO_x 와 같은 패턴의 변화를 보이나 변화폭이 더 크게 나타났다. CO 농도와 NO 농도의 상관성을 나타내는 상관관계수(R^2)는 0.55이었다. 이것은 Claudio et al.(2004)이 제시한 각 가스상 물질들의 상관관계에서 가장 높게 나타난 NO 와 CO 의 신뢰도인 0.26보다 높은 값이다.

오존 농도는 출근 시간대가 지난 오전 10~11시부터 상승하여 광화학 반응이 활발한 오후 2~3시에 최고값을 나타낸 후 감소하였다. 출퇴근 시간대에 낮은 오존 농도는 NO 등과 같은 1차 오염물질이 오존을 적정시키기 때문인 것으로 생각된다(김영성 등, 2003).

가스상 물질들의 주간 변화를 살펴보면, 교통량이 상대적으로 적은 토요일과 일요일에 NO와 NO₂ 농도의 절대값이 모두 작게 나타났으나 주중과 같은 일변화 경향을 보이므로 연세대 앞 도로에는 주말에도 일정 수준 이상의 차량이 지속적으로 통행하는 것으로 생각된다. 반면, 오존은 주중과 주말에 의한 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았는데, 이는 이차 오염물질인 오존의 생성 및 소멸 반응에 미치는 다른 요인들의 영향을 함께 받았기 때문인 것으로 생각된다.

가스상 물질의 각 측정기간 평균(월별 평균) 농도를 살펴보면, NO₂ 농도의 평균값은 36~72 ppb였으며, CO의 경우 0.5~1.5 ppm, O₃의 경우 15~18 ppb로 나타났다. 각 가스상 물질들의 월별 평균값을 보면 NO₂ 농도의 경우 5월에 가장 높았으며 CO는 3월에 가장 높았다. 월별 평균값을 서대문구 대기오염 측정망 자료와 비교하여 나타낸 그림 1을 보면, NO₂ 농도의 경우 5월의 경우를 제외하고는 서대문구 측정소 자료와 같은 경향을 나타냈으며, 대기오염 측정망 자료보다 연대 도로변에서의 농도가 약간 높았다. 이는 도로를 주행하는 자동차로부터 배출된 고농도의 질소산화물이 충분히 희석되지 못한 채 도로변에서 측정되었기 때문으로 생각된다. CO의 경우 3월 데이터를 제외하고 서대문구 측정망 자료와 비슷한 경향과 값을 나타내고 있다. O₃ 농도는 서대문구 측정망 자료보다 낮았는데, 이것은 도로변에 NO와 같은 이차 오염물질이 많아 오존을 적정시켜 측정망 자료보다 낮게 나타난 것으로 생각된다.

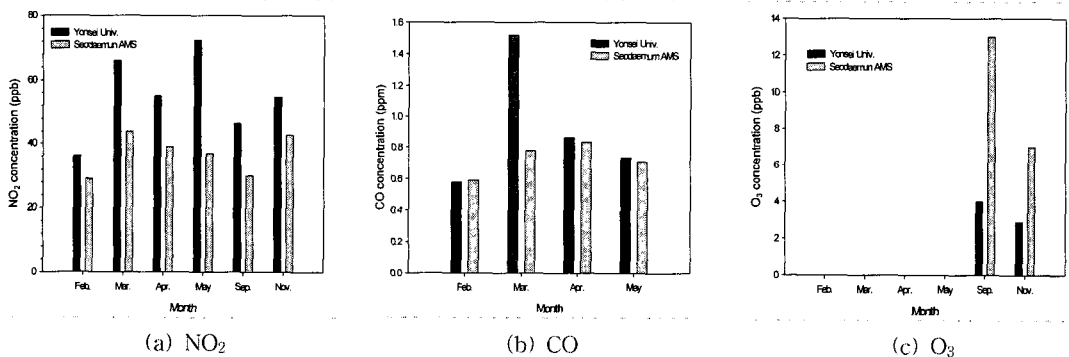


Fig. 1. Comparison of gas concentrations measured at a road side with ambient monitoring station data.

사 사

이 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업 무·저공해자동차사업단의 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 김영성, 이승복, 김진영, 배귀남, 문길주, 원재광, 윤순창 (2003) 1999년 4월부터 2000년 6월까지 황해 덕 적도에서 관찰된 대기오염물질 변화 특성, 한국대기환경학회지, 19(4), 347-361.
- 허명민, 장영기, 김관, 김호정, 김대용, 김정 (2005) 서울지역의 배출원별 NO_x 대기오염기여도 분석, 한국 대기환경학회 2005 추계학술대회 논문집, 306-307.
- Mazzoleni, C., H. Moosmuller, H.D. Kuhns, R.E. Keislar, P.W. Barber, D. Nikolic, N.J. Nussbaum, and J.G. Watson (2004) Correlation between automotive CO, HC, NO, and PM emission factors from on-road remote sensing: Implications for inspection and maintenance programs, Transportation Research Part D, 477-496.