

PA8) 서울시 북동지점에서 휘발성 방향족유기화합물의 겨울철 연속 관측 연구

Continuous measurements of aromatic VOCs in a Northeast Region of Seoul during Winter

최여진 · 오상인 · 김기현

세종대학교 지구환경과학과

1. 서 론

오늘날 대기환경에 존재하는 여러 오염물질 중에서 오존의 생성과 밀접한 관련이 있는 질소산화물과 휘발성유기화합물 (volatile organic compound, VOC)의 대기 환경학적 역할의 중요성이 점차 부각되고 있다 (Liu et al., 2000). VOC는 비록 대기 중에 극미량 농도로 존재하지만, 이들 성분이 대기환경의 변화에 미치는 잠재적 영향력은 가늠하기 어려울 정도로 막대하다.

지금까지 도심환경에 대한 VOC 성분의 분포특성을 설명하기 위해, 주요 인위적 기원의 VOC 성분들의 주구성인자로 간주할 수 있는 benzene, toluene, ethyl benzene, xylene (일반적으로 이들을 총칭하여 BTEX라 한다)을 위시한 방향족 화합물의 핵심성분들에 대한 환경거동 및 단주기적 분포특성에 대한 관측이 많은 연구자들에 의해 수행되었다 (e.g., Keymeulen et al., 2001). 이들 VOC 성분들을 정밀하고 정확하게 채취하고 분석하기 위해서는 높은 수준의 측정기술이 요구된다. 이러한 관점에서 On-line GC를 이용한 자동 측정시스템의 개발 및 운용은 이들 성분의 환경거동을 여러 가지 다양한 시간적 관점에서 세밀하게 묘사할 수 있는 중요한 대안으로 떠오르고 있다 (Rappengluck and Fabian, 1999). 본 연구에서는 BTEX 성분의 단주기적 분포특성에 대한 이해를 증진하기 위해, On-line 방식의 GC-FID시스템을 구동하여, BTEX성분에 대한 연속관측을 시도하였다. 본문에서는 BTEX 성분의 연속관측을 위해 사용한 On-line GC 시스템의 운용과 관련된 다양한 기술적인 측면에 대한 소개와 동시에, 2002년 12월과 2003년 1월의 겨울철 기간동안 본 시스템을 구동하여 확보한 이들 성분에 대한 연속관측 결과를 이용하여, 이들의 단주기적 환경 분포 특성을 여러 가지 관점에서 설명하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서 VOC 성분의 관측은 2002년 12월 18일에서 2003년 1월 27일까지 총 41일의 기간동안 서울시 광진구에 위치한 세종대학교 영실관 4층 (12미터; 총 5층 건물)에 위치한 대기환경연구실로부터 외기를 On-line시스템에 직접 유입하여 분석하는 방식으로 진행되었다. BTEX 성분의 흡탈착은 영국 Markes Inc.가 제작한 UNITY 열 탈착기 (thermal desorber)와 가스 분배기 (Air server)를 결합한 열탈착 시스템 (Thermal Desorption Unit; TDU)을 활용하였다. 열탈착된 BTEX 성분 분석은 한국 도남 Instrument에서 제작한 FID-GC (Gas chromatography, Model: DS 6200)를 활용하였다. 이들 성분에 대한 시료의 채취는 건물 밖으로 1/8" 구리 튜빙의 도입부를 향하게 하여 외기시료를 On-line 시스템과 연계된 열탈착 시스템에 45분간 20 ml min⁻¹의 흡입유량으로 주입시켰다. 이와 같은 시료채취는 자동분석과 연계되어 매 1시간 간격으로 자동적으로 반복되게 하였다. Air sever를 통하여 열탈착 시스템의 cold trap으로 모여진 시료는 330℃의 온도에서 5분간 열탈착이 이루어지고, 이때 시료는 다시 GC의 column 내로 주입하였다. GC oven에서 시료의 분리는 BP1 column (Length: 60m, ID: 0.32mm, Film thickness: 5.0µm, SGE사 제작)을 활용하였다. Column 내에 주입된 혼합성분을 각각의 단일성분으로 분리하기 위한 Temperature Program은 다음과 같이 시행하였다. 최초 70℃에서 1분간 holding time을 거친 후, 온도상승률 (Ramp time)은 6℃/min으로 설정하여 210℃까지 상승시키고, 이를 다시 2분간 유지함으로써 순수하게 1회의 분석 사이클을 30분으로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 BTEX 성분들에 대한 환경거동을 정확하게 묘사하기 위한 목적으로 On-line GC system을 이용하여 BTEX 성분의 분석을 시행하였다. 이러한 결과를 토대로 여러 가지 통계분석과 상관분석을 실시하였으며, 또한 농도분포의 특징을 객관적으로 평가하기 위하여 선행연구 결과들과 비교 분석을 시행하였다. 본 연구결과에 의하면, 전체 연구결과 중 toluene이 8.99 ppb로써 가장 높은 농도를 나타냈으며, toluene을 제외한 나머지 4가지 성분들은 모두 1 ppb 수준 또는 그 이하의 낮은 농도를 나타냈다. 또한 benzene, m,p-xylene, o-xylene의 경우 90% 이상의 높은 유의성을 보이며, 주간 농도가 야간의 농도보다 더 높은 것으로 나타났다 (Fig. 1). 주간시간대에 높은 농도를 나타내는 현상은 일부 다른 논문들과의 결과와 일치하며 이러한 현상은 야간의 교통량의 감소와 발생원 가동이 중지되는 결과에 의한 것이라 사료된다. 또한 일요일에 BTEX 성분들의 감소현상도 이와 같은 현상에 의한 결과라고 판단된다. BTEX 각 성분들 간의 상관분석을 시행한 결과 성분들 상호간에 높은 유의수준으로 양의 상관관계가 빈번하게 확인되었다. BTEX 성분들과 기상인자들과의 상관분석을 한 결과, benzene을 제외한 다른 4가지 성분에서 거의 일관성 있게 온도와 높은 상관성을 보였다. Benzene은 풍속과 높은 음의 상관성을 보인다는 점에서 다른 성분들과 어느 정도 구분되는 특성을 보였다.

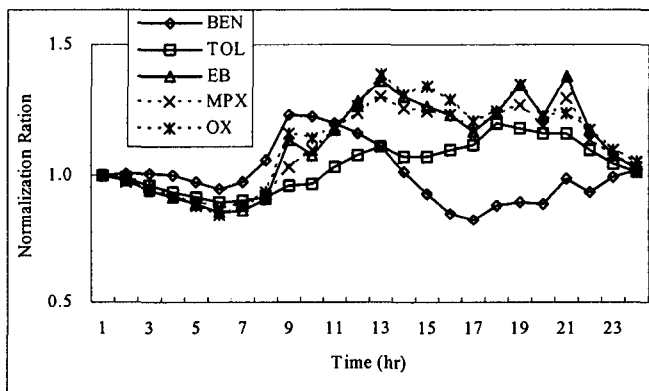


Fig. 1. Comparison of temporal variabilities of each VOC species over diurnal scale normalized to data sets of 1 AM

참고 문헌

- Rappengluck, B. and Fabian, 1999, Nonmethane hydrocarbons (NMHC) in Greater Munich Area/Germamy, *Atmospheric Environment*, 33, 3843-3857.
- Keymeulen, R., Gorgenyi, M., Heberger, K., Priksane, A., and Van Langenhove, H., 2001, Benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes in ambient air and *Pinus sylvestris* L. needles: a comparative study between Belgium, Hungary and Latvia. *Atmospheric Environment* 35, 6327-6335.
- Liu, C., Xu, Z., Du, Y., and Guo, H., 2000, Analysis of volatile organic compound concentrations and variation trends in the air of Changchun, the northeast of China. *Atmospheric Environment* 34, 4459-4466.