

PA16) 대구지역 환경대기 및 VOC 발생원의 BTEX 농도비 특성

도상현*, 김범준, 최 혁¹, 최성우

계명대학교 환경과학과, ¹대구시보건환경연구원

1. 서 론

휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds: 이하 VOC)은 인위적배출원에서 주로 발생되며 오존과 광화학생성에 주요 원인물질이다. 또한 VOC는 TAPs(Toxic Air Pollutions)로 분류되며 일부 물질은 발암원성 물질로 알려져 있는 인체에 유해한 물질이다. 특히 방향족계열의 VOC인 BTEX(Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene)는 산업공정에서 주로 사용되며 석유화학산업, 도료산업유리공장, 전기전자산업등 산업공정에서 주로 배출되며 세탁소, 주유소, 사진현상소와 자동차 배기가스에서 배출된다. 또한 BTEX는 유해성 폐기물 처리과정에서도 배출되는 것으로 알려져 있다.

VOC는 발생원에서 배출 후 부지경계선으로 이동 및 확산되고 일반대기에 혼합됨으로 다양한 발생원에서 배출되는 BTEX의 발생원을 구별하는 것은 매우 어렵다. 그러나 최근의 연구에 따르면 BTEX간의 농도비로서 배출원을 추정하는 연구가 진행되고 있다. Nelson등⁹⁾은 m,p-xylene과 ethylbenzene(X/E)의 비를 이용해 대기중 광화학 반응성에 미치는 영향을 분석하였으며, T/B(toluene and benzene)비와 X/B(xylene and Benzene)비를 이용해 대기의 광화학적주기를 분석한 연구도 있다. Monod등은 유럽, 아시아, 남아메리카의 액체연료와 대기중의 BTEX의 비를 분석하였으며 xylene과 toluene 및 benzene비를 비교시 연소가 xylene의 주요발생원이라고 보고하였다. Chen등은 BTEX 비와 X/E비를 통해 공업지역과 인근지역의 대기질을 평가하였다.

본 연구에서는 BTEX를 중심으로 대구지역의 VOC 발생원, 발생원 부지경계 및 일반 대기환경중의 농도를 측정하고 BTEX의 비의 분석 통해 지역의 VOC 배출원 특성을 평가하고자 하였다

2. 연구방법

시료채취는 silonite가 코팅된 stainless steel filter가 달린 Entech사의 Passive Canister Sampler(Model CS1200ES)를 장착한 Canister를 사용하였으며 시료채취 유량은 3.4ml/min 또는 고농도인 경우에는 순간 포집하였다. Canister는 시료 채취 전 heating band를 부착한 후 Entech사의 Canister Cleaner(Model 3100)를 이용하여 5 cycle 반복 세척, 준비한 것을 사용하였다. 환경 대기 중 BTEX는 주거, 상업, 공업지역의 특성을 고려하여 선정하였다. 또한 산업단지내 BTEX의 발생특성을 평가하기 위해 식료품 제조업, 산업용 화학제품 제조업, 쓰레기 소각시설, 섬유제품 제조업, 펄프 종이제품 제조업, 음료품 제조업에서 시료를 순간

포집하였다. 자동차 배기가스 중 오염 물질을 알아보기 위해 H사의 자동차를 이용하여 휘발유, 경유, L.P.G 및 유사휘발유를 공회전시와 정지상태에서 rpm을 2000이상 올린 후 4회 채취하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 대구지역의 BTEX 농도

BTEX의 배출원은 WI, FIMI, CMI순으로 높게 나타났다. 톨루엔의 경우 FMI, EDF, FMIA를 제외하고 대부분의 배출원에서 100ppb이상의 농도이었으며 에틸벤젠은 WI, FIMI에서 높게 나타났다. 또한 m,p,o-자이렌의 경우 FIMI, WI순으로 높게 나타났다. 배출원 주변의 부지경계의 농도는 벤젠 31 ppb, 톨루엔이 338 ppb, 에틸벤젠 129 ppb, 자이렌 237 ppb로 대기용량에 의한 희석 효과에도 불구하고 높은 수치를 보여주었다. 연료중 BTEX농도 비교시 유사휘발유, 휘발유, 경유, LPG순으로 높았으며 아이들링시와 rpm 2000을 올린 경우와 비교시 LPG를 제외하고는 아이들링시 BTEX의 농도가 높았다.

3.2. 대구지역 BTEX 농도 분포

벤젠은 월별로 약간 증가하였다. 톨루엔은 6월에 가장 높고 7월과 8월에 감소하다 9월에 점차 증가하는 경향을 보여주었다. 에틸벤젠과 자이렌은 8월에 가장 높았으며 6월부터 7월까지 감소 8월 이후 9월에 감소하는 경향을 보였다. 주거지역과 상업지역의 농도패턴은 유사하며 공업지역과는 다른 농도패턴을 보여 준다.

3.3. 대구지역의 BTEX 비

환경대기중 BTEX비는 주거지역이 2.6:11.3:1.0:1.2 상업지역은 2.2:11.0:1.0:1.6으로 VOC 발생원이 유사한 것으로 사료된다. 반면에 공업지역의 경우 1.0:14.9:1.0:1.3으로 주거지역과 상업지역의 비와는 달라 지역 간의 배출원적 차이를 있음을 보여주었다. 공업지역내의 배출원별 BTEX비를 살펴보면 WI, CMI, FIMI가 각각 0.7:1.1:1:0.8, 0.2:1.7:1:0.6, 0.1:0.9:1:1.85로 낮은 수치를 보여 주었다. 반면에 SWPF, GGI, PMI에서는 0.5:21.2:1:2.7, 0.7:24.2:1:1.9, 0.7:35.1:1:2.0으로 나타나 고농도 배출원과는 다른 BTEX 비를 보여주었으며, 공업지역내의 BTEX비와 유사한 경향을 보여주어 발생원이 동일함을 보여주었다. 차량연료에 따른 BTEX 비는 휘발유는 10.2:5.9:1:4.0, 경유는 2.2:6.5:1:0.9, LPG는 3.3:4.8:1:1, 유사휘발유는 1.9:3.4:1:0.9로 공업지역 배출원의 BTEX 비와는 차이를 보였으며 주거지역 및 상업지역과 유사한 경향을 보여주었다.

4. 결 론

본 연구는 대구지역의 VOC 배출특성과 BTEX 비를 평가하기 위해 VOC를 알칸, 알켄, 방향족 계열로 분류 후 비율을 평가하였으며, 방향족 VOC인 BTEX를 중심으로 지역의 산업 배출원 및 연료별 BTEX 비를 분석하였으며 대구지역의 환경대기와 공업단지 주변 지역의 BTEX 배출농도 및 비를 평가하였다.

대구지역의 발생원, 발생원 부지경계와 대기환경중 BTEX 농도 및 연료별 농도를 비교시 BTEX의 주요 배출원은 WI, FIMI, CMI 순이었으며 배출원 주변의 부지경계의 농도는 톨루엔, 자이렌이 높았다. 연료중 BTEX 농도 비교시 유사휘발유, 휘발유, 경유, LPG순으로 높았으며 환경대기중 BTEX 농도는 톨루엔이 모든 지역에서 가장 높게 검출되었다. 대구지역의 평균 BTEX 농도 패턴은 주거지역과 상업지역의 농도와 공업지역의 농도가 차이를 보여 주었으며 주거지역과 상업지역은 낮에 공업지역은 밤에 BTEX의 농도가 높았다. 이는 주거지역과 상업지역의 BTEX 발생원 특성과 공업지역의 발생원특성이 차이로 사료된다. 환경 대기중 BTEX비는 주거지역이 2.6:11.3:1.0:1.2 상업지역은 2.2:11.0:1.0:1.6 공업지역은 1.0:14.9:1.0:1.3으로 주거지역과 상업지역의 비와는 달라 지역간의 배출원적 차이를 있음을 보여주었다. 공업단지 인근지역의 BTEX 비인 0.2:2.6:1:1.8로 홍콩 공업단지 인근과 대구지역의 공업단지 인근 지역의 비가 유사함 알 수 있었다. 또한 차량연료에 따른 BTEX비는 휘발유는 10.2:5.9:1:4.0, 경유는 2.2:6.5:1:0.9, LPG는 3.3:4.8:1:1, 유사휘발유는 1.9:3.4:1:0.9로 나타났다.

참 고 문 헌

- Hanson, D. J, 1996, Toxics releas inventory report shows chemical emissions continuing to fall, Chem Eng News, 74, 29-30.
- ATSDR, 2001, Interaction Profile for BETX, Atlants, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services.
- 김태섭, 최성우, 2005, Canister와 GC/MS를 이용한 대구성서산업단지의 BTEX의 분석 및 평가, 한국환경과학회지, 14(3), 351-358.
- 구민정, 최성우, 2005, 대구지역 대기중 VOCs 농도 및 발생원 특성, 한국환경과학회지, 14(6), 543-553.
- 백성욱, 김성렬, 김배갑, 2002, 도시 대기 중 휘발성 유기화합물의 농도변동 및 영향인자, 대한환경공학회, 24(8), 1391-1404.
- Nelson P. F. and S. M. Quigley, 1984, The hydrocarbon composition of exhaust emitted from gasoline fueled vehicles, Atmospheric Environment, 18(1), 79-87
- Heieh C. C. and J. H. Tsai, 2003, VOC concentration Characteristics in Southern Taiwan, Chemosphere, 50(4), 545-556.
- Anne Monod, Barkley C. Sive, Pasquale Avino, Tai Chen, Donald R. Blake and F.Sherwood Rowland., 2001, Monoaromatic compounds in ambient air of various cities: a focus on correlations between the xylenes and ethybenzene. Atmospheric Environment 35(1), 135-149.
- Hsieh Lien-Te, Yang Hsi-Hsien and Ho-Wen Chen, 2006, Ambient BTEX and MTBE in the neighborhoods of different industrial park in southern Taiwan, Journal of Hazardous Material, 128, 106-115.