

5C2) 도로변지역과 산업단지와의 VOCs 농도분포 특성에 관한 연구

The Study on the Characteristics of VOCs between a Roadside and a Industrial Complex

유재연 · 채수천 · 남두천 · 최양석 · 김득수¹⁾

전북보건환경연구원, ¹⁾군산대학교 환경공학과

1. 서 론

VOCs는 시설규모에 관계없이 관리가 용이한 대규모 산업시설에서부터 관리가 난해하고, 산재되어 있는 소규모 상업시설에 이르기 까지 무수히 많은 발생원이 있으며, 발생원에 따라 항목별 배출농도가 큰 편차를 가지고 있어 발생하는 VOCs의 농도는 시간에 따라 큰 편차를 보이는 특징이 있으므로 효과적인 대기환경질 정책 수립의 전제조건으로 VOCs의 화학적 특성(조성)을 파악하여 오염원 확인이 필요하다고 사료된다.

따라서, 본 연구에서는 도로변 지점과 산업단지의 VOCs 농도분포 특성을 파악하고, 주요 VOCs에 대한 계절별, 시간대별 농도변동 특성을 파악하여 대기환경질 개선을 위한 효과적인 대기환경정책의 수립 등에 기초자료로 제공할 것을 목적으로 하였다.

2. 연구 방법

VOCs의 시료채취는 산업단지와 도로변 대기오염측정소에서 2009년 2월부터 11월까지 8일 간격으로 두 지점을 번갈아 가면서 시료를 채취하였으며, 당일 12시부터 익일 11시까지 24시간 동안 1시간 간격으로 100 mL/min의 유량으로 대기시료를 Tenax TA(150 mg) + Carbopack B(130 mg)가 충전된 고체흡착관에 채취하여 열탈착농축장치(UK, Markers)에서 탈착시켜, GC(USA, Agilent 6890N)와 MSD(USA, Agilent 5973 inert)로 52개의 VOCs 물질들을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

도로변에서는 toluene이 23.7%로 가장 높은 비율이었으며, m,p-xylene이 10.7%, ethylbenzene이 10.0%, decanal이 9.7%, ethanol이 9.5%, benzene이 7.0%의 순으로 나타났다. 반면에, 산업단지의 VOCs의 비율을 보면 toluene이 29.4%로 가장 높은 비율이었으며, ethanol이 17.1%, ethylacetate가 15.3%, decanal이 6.8%, m,p-xylene이 6.7%의 순으로 나타났다. Benzene은 도로변이 산업단지보다 대체적으로 더 높았으며 특히, 출근시간과 퇴근시간대에 높은 농도를 보이고 있다. Toluene은 특별한 양상을 보이고 있지 않지만 산업단지가 대체적으로 더 높았다. 그러나, ethylbenzene, m,p-xylene 그리고 o-xylene은 도로변지점에서 출근시간대인 9시 경이 가장 높게 나타났지만, 산업단지의 경우 10시에서 12시 사이에서 가장 고농도가 출현되었다. MEK와 ethylacetate는 도로변 지역에서는 거의 검출되지 않았지만 산업단지에서 12시에서 14시 사이에 가장 높게 나타나고 있어 본 연구지역중 산업단지의 특징적인 항목으로 판단되며, nonane과 1,2,4-trimethylbenzene은 도로변 지역에서 대체적으로 더 높은 농도를 보이고 있으므로, 이 두 항목은 도로변의 영향을 더 많이 받는 물질로 판단할 수 있다. Nonane은 일상이 시작되는 9시부터 14경까지 높은 농도를 보이고 있으며, 1,2,4-trimethylbenzene은 출퇴근 시간대에 높은 농도를 보이고 있다. nonanal과 decanal은 acetone은 시간대별 농도 패턴이 같은 양상을 보이고 있어, 특정 배출원에서 배출되는 항목이라고 하기보다는 널리 퍼져있는 항목으로 간주할 수 있다.

김미현 등(2002)의 연구결과와 동일하게 VOCs의 계절별 농도 분포는 일반적인 대기오염물질의 농도 패턴과는 달리 그다지 뚜렷한 계절 유형을 나타내지는 않으며, 항목에 따라 계절변동 양상이 서로 다르게 나타나고 있다. 따라서 VOCs의 경우 다양한 배출원에서의 서로 다른 배출강도 및 대기 중에서의 광화학 반

응성, 국지기상요인 등 매우 복잡한 요인에 따라 농도가 결정되고 있어 다른 오염물질에 비해 그 거동양상을 명확히 파악하기가 매우 어려운 오염물질임을 알 수 있다.

본 연구에서 측정된 도로변 지점의 benzene, toluene, xylene(BTX)의 상대비는 연구기간 전체 평균을 기준으로 볼 때 1:3.4:1.9 (중앙값 1:3.1:1.4)로 미국내 자동차의 연료 중 BTX 구성비 1:2.2:1.7(Scheff et al., 1989)과 국내에서의 차량관련 대기오염물질의 배출양상을 파악하기 위해 고속도로상의 터널 내부에서 측정된 BTX의 농도비 1:1.5:0.8(백성욱 등, 1998)와 비교하면, 도로변 지점의 대기중에는 toluene, xylene 등의 농도비가 자동차 배출가스의 영향이 있는 경우 보다는 상대적으로 높아 도로변의 주요 오염원은 자동차의 영향이외에 다른 오염원이 존재하는 것(김미현 등, 2002)으로 판단할 수 있다.

도로변지역에서는 benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, ethyltoluene, nonane, 1,2,4-trimethylbenzene은 서로 유의수준 0.01에서 상관을 보이고 있으며, 산업단지의 경우 도로변과는 다른 양상의 상관관계를 보이고 있는데, xylene과 ethylbenzene, m-ethyltoluene과 1,2,4-trimethylbenzene, MEK와 ethylacetate, 등이 높은 상관은 보이고 있지만, benzene과 toluene은 상관관계가 성립이 되지 않아 서로 오염원이 다르다고 판단된다. 또한, VOCs의 2차 오염생성물질인 오존과의 상관관계수는 크지는 않으며, 거의 모두 역 상관관계를 나타내고 있다. 이는 VOCs를 제외하고도 다른 여러가지 요인이 오존의 생성에 관여하고 있다고 판단되며, 역 상관관계는 VOCs가 낮 시간대에 광화학 반응을 통한 분해가 촉진되면서 나타나는 결과로 볼 수 있다.

4. 결 론

2009년 2월부터 11월까지 도로변 지점과 산업단지에서 VOCs 시료를 채취하여 농도분포 특성을 분석한 결과 도로변 지점에서는 차지하는 비율이 toluene > m,p-xylene > ethylbenzene > decanal 이었으며, 산업단지의 경우 toluene > ethanol > ethylacetate > eecanal > m,p-xylene 순이었다.

Benzene은 도로변 지점의 평균농도가 산업단지보다 더 높아 자동차의 영향이 많은 것으로 판단되며, nonane, 1,2,4-trimethylbenzene은 도로변 지점에서 더 출현빈도가 높고, 고농도도 더 많이 발생한 것으로 보아 이러한 물질은 도로변의 특징으로 판단할 수 있었다.

도로변 지점에서 시간대별 평균농도를 살펴보면 benzene, ethylbenzene, xylene, nonane, 1, 2, 4-trimethylbenzene 등이 출근 및 퇴근 시간대에 높은 농도를 보이고 있으며, 산업단지에서는 산업활동이 활발한 10부터 16시 사이에 높게 나타났다.

각 VOCs의 항목별 상관관계를 살펴보면, 도로변 지점에서는 toluene, ethylbenzene, m,p-xylene, o-xylene이 상관이 높게 나타났으며, 산업단지에서는 m,p-xylene, o-xylene, ethylbenzene이 높은 상관을 보이고 있다. 하지만, VOCs가 전구물질로 작용하는 오존 농도와 VOCs의 농도간에는 뚜렷한 상관관계는 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

김미현, 박상곤, 백성욱 (2002) 대도시 교통밀집지역 도로변 대기 중 휘발성유기화합물의 농도분포 특성, 한국대기환경학회지, 18(2), 113-126.

백성욱, 김영민, 황승만 (1998) 고속도로 터널내부 공기 중 휘발성 유기화합물의 농도 측정, 한국대기보전학회지, 14(1), 73-77.

Sheff, P.A., R.A. Wadden, B.A. Bates, and P.F. Aronian (1989) Source fingerprints for receptor modeling, Journal of Air & Waste Management Association, 39(4), 469-478.