

PA22) 익산공단 VOC배출원별 오염원 기여도 추정

김득수*, 양고수¹, 박비오¹

군산대학교 환경공학과, ¹전북대학교 환경공학과

1. 서 론

악취와 함께 VOCs는 인체유해성으로 인해 공단인근의 주민들로부터 사업장을 상대로 한 민원에 휘말릴 수 있다. 또한 유해성으로 인한 문제 이외에도 이차오염물질인 오존과 같은 광화학스모그를 생성하는 전구물질로서 도시, 주거 및 공업지역의 대기환경을 악화시키는 주 오염물질로 주목받고 있다(전준민 등, 2005; Na et al., 2001). 다양한 업종의 산업체와 공장이 밀집되어 있는 공업단지의 경우는 제품 생산, 부산물 및 폐수처리, 소각 공정 등을 통해 매우 다양하고 높은 농도의 VOCs를 배출하는 것으로 보고되고 있다(김영성, 1999; 전준민 등, 2003). 유해성 차원에서의 배출 관리를 위해서는 유해한 VOCs의 지속적인 배출원별 조사와 동시에 사업장과 인근지역으로의 오염물 이동으로 인해 예상될 수 있는 영향도 함께 평가되어야 할 필요가 있다. 도심과 공단에 산재해 있는 VOCs의 배출원정보는 배출원의 배출특성과 특정 배출원에 의한 영향을 파악하고, 적절한 배출원 개별관리와 산단 전체에 대한 통합관리방안을 마련하는데 기여할 수 있다.

이번 연구에서는 익산공단과 도심에 산재한 주요 배출원정보를 조사하고, 공단내/외 인근 도심의 대기환경 VOCs의 각 성분량을 분석하였다. 과거 축적된 자료와 함께 사업지역의 배출원정보와 대기환경자료를 사용하여 CMB8.2(U.S. EPA) 수용모델에 의한 공단 내부와 인근주거지점에서 공단 배출로 인한 기여도 평가를 수행하였다.

2. 연구방법 및 내용

공단주요 업종인 섬유, 음식료품, 금속가공, 조립금속, 전기전자, 의약품 및 화학제품, 플라스틱 제조업 각 1개 사업장을 대상으로 주요 배출구에서 직접 시료를 채취하고 VOCs(TO-14 물질)를 분석하였다. 또한, 일반지역배출원인 자동차, 주유소, 인쇄소, 세탁소를 대상으로 배출구에서 시료채취 후 같은 방법으로 분석하였다. 시료채취기간은 2006년 4월~2007년 1월 이었으며, sampling시의 주요기상도 함께 측정하였다. 공단배출원의 VOCs 기여도 평가를 위해서는 수용지점이 필요하며, 이를 위해 주풍향 축을 선상에 공단 내부와 주거지역 각 1개 지점씩을 선정하여 계절별로 24시간 연속 대기환경상시 VOC측정을 하였다. 시료채취는 canister를 이용하여 일정유량으로 배출구에서 약 10분간 순간 시료를 흡입하였으며, VOC 기여도 평가를 위한 2곳 수용지점에서의 대기환경 시료는 24시간 연속채취로 3일간 실시하였다. canister에 포집된 시료는 저온응축장치를 통해 일정량을 흡착시킨 후 농축된 대기 중의 샘플을 탈착시켜 기체크로마토그래피(GC-Agilent 6890N)로 주입하여 질량분석기(MSD-Agilent 5973N)를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 논의

총 40종의 VOCs 물질이 분석되었으나 이 중에서 18종의 물질은 검출한계 이하 수준 또는 불검출로 판독되었으며, 농도에는 차이가 있었으나 측정된 모든 배출원에서 20여종 이상의 다양한 성분이 검출되었으며, BTEX(benzene, toluene, ethylbenzene, xylene)가 모든 배출원에서 상당부분을 차지하였다. 한편 수용지점에서의 측정결과, 총량 기준으로 공단 내 수용점과 인근 주거지 수용점에서의 평균 농도가 공단 내는 $\sim 146\mu\text{g}/\text{m}^3$, 공단 외 주거지역은 $\sim 117\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 계절별로는 공단 내외 모두에서 여름철이 겨울철에 비해 높게 나타났다. 수용점에서의 대기 중 총 VOC 농도가 주거지 수용점보다 공단 내부 수용점에서 높게 나타난 사실은 공단내부 수용점대기가 사업장배출의 직접적인 영향으로 총량이 높게 나타난 것으로 추정될 수 있었다. 검출된 화학종은 역시 BTEX 위주로 검출되었다.

측정기간 동안의 일 자료를 모두 평균하여 연평균자료를 산출하여 CMB모델을 수행하였으며, 결과적으로 연평균 기여도를 산출하였다. 모델수행결과 음의 값으로 기여하는 배출원의 경우를 제외하고 계산한 결과, 공단 내 수용지점의 경우 $r^2=0.4$ 로 상관성은 약했으며, 전체 측정량에 대한 모델에서 계산된 총 VOC 질량비율은 53%로 나타나 CMB모델 결과의 해석조건을 충분히 만족시키지는 못했다. t-통계값은 모델에서 요구하는 수준으로 나타나 개별 기여도평가 결과에 비해 개선되었으며, 4개의 VOCs배출원으로부터의 기여가 있는 것으로 나타났다. 한편, 주거지 수용지점에서의 수용모델 분석결과는 공단내 수용점에서의 유사하게 나타났으며, 5개 배출원이 지역에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 섬유제조와 의약품 조분야의 경우 t-통계검정이 2.0 미만으로 나타나 공단사업장으로 부터의 영향이 적을 수 있음을 보였다. 공단수용지점에서 연간 배출기여도는 인쇄복사에서 약 40%, 세탁사업장의 경우가 12%, 그 외 의약품 제조, 주유소 등의 순으로 나타나 공단 내 수용지점의 대기질이 공단 사업장 뿐 아니라 일반지역의 배출에 인한 영향의 가능성을 보였다. 결과적으로 전체의 47%는 미지의 배출원으로 평가되어 여전히 배출원 파악이 중요함을 시사하고 있다.

인근 주거지역 수용지점의 경우도 약 57% 정도가 미지의 배출원으로 인한 영향인 것으로 평가되었으며, 주유소(31%), 복사(인쇄)소(18%), 세탁사업장(3%), 그 외는 공단사업장의 영향으로 의류사업장과 의약품 제조업의 영향이 있었으나, 1%미만으로 매우 낮게 나타났다.

4. 요약

익산공단 내에 입주해 있는 업종별 주요사업장에서의 배출원과 인근 도심에 산재한 일반 VOCs배출원들 중 일부 주요배출원에서의 시료를 canister로 채취한 후 악취 및 광화학산화물 생성에 연관된 주요VOCs의 성분과 농도를 측정, 분석하였다. 또한 공단 중심부에 위치한 지점과 공단 외 지역 풍하 측에 위치한 인근 주거지의 환경대기(ambient air) 농도와 성분조사를 병행하여 조사지점 간의 배출특성을 분석, 공단 내외 인근 대기질의 VOCs의 성분과 농도 특성을 비교하였다. 분석된 측정자료에 의해 범용적으로 사용되고 있는 수용모델을 수행하였으며, 연구결과 추정된 배출기여도 분석은 공단지역의 주요 배출원이 주변지역에 미치는 영향을 파악하여 효율적인 배출원을 관리하고 지역대기환경을 개선하기 위한 기초 자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 2006년도 전북지역환경기술개발센터와 전북친화기업협의회 연구비 지원(과제 번호 06-2-40-42)에 의해서 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 전준민, 허당, 김동술, 2005, 여수석유화학산단 내 VOCs에 대한 오염원 분류표의 개발 및 CMB모델에 의한 기여도 산정, 한국대기환경학회지, 21(1), 83-96.
- Na, K. S. and Y. P. Kim, 2000, Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds in Seoul, Korea, Atmos. Environ., 35, 2603-2614.
- 김영성, 1999, 산업단지 대기질 관리, HAP인가 VOC인가?, 한국대기환경학회지, 15(4), 513-517..
- 전준민, 허당, 김동술, 2003, 여수산단 대기중 휘발성유기화합물질 농도 경향, 한국대기환경학회지, 19(6), 663-677.