

PA51) 대구지역 미세먼지 및 VOC의 발생원별 오염기여도 평가 Estimation of Source Contribution for PM₁₀ and VOC in Deagu Area

전미경·예진·서영교·이법석·정선호·차윤창·황윤정¹⁾·백성욱
영남대학교 환경공학과, ¹⁾대구시 보건환경연구원

1. 서론

대구지역은 북부는 팔공산, 남부는 비슬산이 위치한 높은 산지이며 동쪽과 서쪽은 비교적 개방된 분지형으로 바람은 연중 서풍계열이 많이 불고 있다. 또한 대구지역에는 다양한 업종의 중소기업이 모여 형성된 성서공단과 서대구공단 및 염색공단 등 산단지역이 도심 내에 자리잡고 있으며 각종 산업체의 생산 활동에서 배출된 유해대기오염물질(HAPs)이 이들 배출업소로부터 대기 중으로 배출되고 있다. 특히 공단과 주거지역이 인접하고 있는 지점이 많아 공단지역에서 배출되는 각종 유해대기오염물질이 지역 주민의 건강을 해칠 우려가 있어 미세먼지에 함유된 유해대기오염물질은 VOC와 더불어 이 지역에서 가장 먼저 해결해야 할 시급성을 가지고 있다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 대기 중 미세먼지에 함유된 각종 유해성 대기오염물질(HAPs)의 농도를 측정하여 오염 특성을 파악하고, 이들 자료를 이용하여 각 발생원을 분류하고 오염기여도를 평가함으로써, 지역 주민의 건강을 보호하기 위한 근본적 대책 수립 및 미세먼지와 VOC 관리 방안을 강구하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 대구지역 대기 중 특징적인 오염 특성을 파악하기 위하여 공단지역과 주거지역을 각각 1개 지점을 선정하였다. 시료채취는 PM₁₀의 경우 봄철(5월) 15일간, 가을철(9월) 18일간 총 33개의 시료를 측정하였으며 VOC는 봄, 가을 두 계절 연속 7일간 총 84개를 측정하였다. VOC는 흡착판법을 이용하여 TO-17 방법에 준하여 자동열탈착장치가 있는 GC/MS(HP 6890/5973, USA)로 분석하였다. 또한 PM₁₀의 측정은 PAH의 시료채취와 동일하며 High volume sampler를 이용하여 1.13 m³/min의 유량으로 운전하여 시료당 채취된 평균 공기량은 약 1,600 m³이 유지되도록 하였다. 또한 중금속의 시료채취도 PAH와 동일하며, 마이크로웨이브를 사용하여 회석왕수로 중금속 물질을 추출하였다. 추출된 용액에서 필터를 포함한 부유물을 제거하기 위하여 IO-3의 방법을 준용하여 원심분리기를 이용하여 부유입자를 침전시켰다. 전처리가 완료된 시료용액은 유도결합플라즈마 방출 분광광도계를 이용하여 분석하였다. 또한 기상자료는 대구 기상대 자료를 이용하였으며 오염원분류표는 국내에서 개발한 자료를 이용하여 본 연구에 사용된 화학종과 동일한 종류를 선택하여 사용하였다. 본 연구에서는 VOC 및 PM₁₀의 주요 배출원이 대기 농도에 미치는 영향을 정량화하기 위하여 미국 EPA에서 개발한 CMB 8.2 모델을 이용하여 발생원별 기여도를 추정하였다.

3. 결과 및 고찰

아래 표 1, 표 2에는 VOC, PM₁₀ 발생원별 기여도 추정 결과를 나타내었다. CMB모델의 수행결과 R² 값은 0.77~0.93이며, χ^2 값은 8.7~13.5이며 평균은 10.68~41.82로 비교적 높게 나타나 권장 기준치를 다소 상회하였다. Percent mass는 84~135%이며 상회하는 결과가 몇몇 있었으나 대체로 만족하였다. Ratio(Calculated/Measured)는 0.9~1.35로 나타났으며 T-통계치는 연료증발의 경우를 제외하고는 2 이상의 수치를 보여 전반적으로 모델에서 요구하는 조건을 충족하였다. 먼저 VOC 발생원별 기여도를 보면 공업지역 및 주거지역 모두 총 유기용제의 영향이 가장 많고 그 다음 자동차 관련 배출원의 영향이 크게 나타났다. 총 유기용제의 기여도의 경우 공업지역이 주거지역에 비해 영향을 많이 받고 있으며, 공업지역의 경우 기타 및 유기연소계 유기용제의 기여도가 석유계 유기용제의 기여도 보다 크나 주거지역

의 경우 기타 및 유기염소계의 유기용제의 기여도보다 석유계 유기용제의 기여도가 월등히 크다는 것을 볼수 있다. PM₁₀ 발생원별 기여도의 경우 본 연구의 자료와 2008년 동일 지점에서 측정된 자료를 합하여 기여도를 추정해 보았다. 그 결과 공업지역 및 주거지역 모두 같은 두 이차생성입자가 가장 크고 그 다음이 연료 관련영향이 크게 나타났다. 가장 큰 기여도를 보인 이차생성입자의 경우주거지역이 공업지역에 비해 더 큰 영향을 받고 있으며, 반면 연료관련과 흙/도로먼지는 공업지역보다 주거지역이 더 큰 기여를 보였다.

Table 1. VOC source contribution estimate results in industrial area and residential area(ppm).

	Σ VOC	Vehicle emission	Gasoline vapor	Organic solvents	Chlorinated organic solvents	Other organic solvents	Other
Industrial Area (n=82)	141.2 (100 %)	2.3 (1.6 %)	15.4 (10.9 %)	51.3 (36.3 %)	31.4 (22.2 %)	25.8 (18.3 %)	15.0 (10.6 %)
Residential Area (n=80)	49.3 (100 %)	0.9 (1.8 %)	7.1 (14.4 %)	27.1 (55.0 %)	3.9 (7.9%)	4.6 (9.3 %)	5.7 (11.6 %)

* () : 총 VOC 농도에 대한 각 배출원의 기여도

Table 2. PM₁₀ source contribution estimate results in industrial area and residential area(μg/m³).

	Σ PM ₁₀	Coal combustion	Municipal incinerator	Oil related	Gasoline vehicle	Soil/Road dust	Industrial source	Secondary source	Other
Industrial Area (n=35)	49.2 (100 %)	0.5 (1.1 %)	4.0 (8.2 %)	12.6 (25.7 %)	1.9 (3.8 %)	7.5 (15.1 %)	0.2 (0.4 %)	13.0 (26.3 %)	9.5 (19.4 %)
Residential Area (n=43)	38.4 (100 %)	0.4 (0.9 %)	2.3 (5.9 %)	9.9 (25.6 %)	1.4 (3.6 %)	5.1 (13.4 %)	0.0 (0.1 %)	13.7 (35.5 %)	5.8 (15.0 %)

* () : 총 PM₁₀ 농도에 대한 각 배출원의 기여도

사 사

본 연구는 대구지역환경기술개발센터 「대구지역 대기 중 미세먼지 및 VOC의 발생원별 오염기여도 평가」 사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김미현 (2004) 대기환경 중 휘발성 유기화합물의 농도분포 특성과 영향인자, 영남대학교 박사학위논문, 105-111.
- 이학성, 강충민, 강병욱, 이상권 (2005) 수용모델을 이용한 서울지역 미세먼지(PM_{2.5})에 영향을 미치는 배출원 특성에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 21(3), 329-341.
- 허윤경 (2004) 포항지역 대기 중 미세먼지의 오염특성평가-PM_{2.5}를 대상으로-, 영남대학교 석사학위논문, 3-42.
- Jeon, B.I. and Y.M. Lee (2008) Estimation of Source Contribution for PM₁₀ by CMB in busan.