

PB3) 매립지에서의 VOCs 배출특성과 배출량 산정에 관한 연구

A study on the Emission Characteristics and the Estimation of Emission for VOCs from Landfills

임지영 · 최용흠 · 신원근 · 최민규¹⁾ · 김기현²⁾ · 홍지형³⁾ · 선우영
건국대학교 환경공학과, ²⁾세종대학교 지구환경과학과,
³⁾국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

대기 광화학반응에서 오존 및 기타 광산화물을 생성하는 VOCs의 경우, 그 물질 자체가 갖는 독성도 물질에 따라 매우 큰 것으로 알려져 있다. 따라서 이와 관련된 많은 연구가 진행되어 왔으며, 이에 대한 규제방안 역시 지속적으로 논의되고 있으나, 이러한 연구 및 정책의 기본 자료인 VOCs의 배출량에 관련된 자료 및 연구가 매우 부실한 실정이다. 또한 이들 연구는 대부분 VOCs의 주요 배출원이라 할 수 있는 도장산업이나 자동차에 집중됨으로써 대기오염이 심각한 도시지역에 소규모로 넓게 분포하고 있는 VOCs의 배출원에 대한 연구가 미진하고, 이에 따라 전체 VOCs의 배출량에 많은 오차를 나타낼 수 있는 조건을 만들고 있다. 더구나, 소규모 배출원의 경우에는 배출원에서의 VOCs 배출공정이 미국이나 유럽과 같은 선진국과 많은 차이를 나타낸다.

소규모 배출원 중 특히, 매립지의 경우는 국가별로 매립되는 폐기물 성상의 차이뿐만 아니라 국내 매립지별 특성도 매우 강하기 때문에 이를 일반화시키기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 난지도와 광주매립지에서 현장 실측을 수행하였으며, 이와 병행하여 매립지로부터 배출되는 VOCs의 배출량 산정을 위한 매립지 배출량 모델인 LandGEM 모델의 입력자료를 우리나라의 실정에 맞게 적용할 수 있도록 최적화하였다.

본 연구의 궁극적인 목적은 국내 매립지에서 적용 가능한 활동도를 이용하여 매립지에서 배출되는 VOCs 배출특성을 파악하고 배출량을 산정하는 것이다.

2. 연구 방법

난지도 매립지는 서울시 마포구 성산동과 상암동 일대에 위치해 있으며, 1977년 8월부터 매립이 시작되어 1992년 9월까지 총 15년 1개월간 매립되었다. 총 면적은 약 272만 m^2 이며, 매립방식은 혐기성 비위생 단순매립을 적용함으로써, VOCs를 포함한 각종 고농도 가스상 오염물질의 주요 배출원으로 추정되고 있다. 광주 매립지는 광주시 북구 운정동 104번지에 위치한 위생매립지로서, 279,208 m^2 의 면적과 4,369,000 m^3 의 총매립 용적의 규모를 갖고 있다. 이러한 규모는 난지도매립지의 1/10규모에 해당되는 중규모 매립지라고 할 수 있다. 쓰레기의 매립작업은 93년 10월부터 시작하여 2002년까지 총매립용적의 대부분에 대한 매립이 완료된 상태이다.

난지도 매립지에서의 VOCs 측정은 스테인레스 강 재질의 튜브로 채취하여 자동열탈착 시료주입장치에 장착한 후, 가스크로마토그래피를 이용하여 VOCs 성분을 분석하였다. 분석은 우선적으로 검출이 이루어진 15개 성분을 중심으로 수행하였다. 대기중의 시료분석은 GC-FID를 이용하여 주로 benzene, toluene, ethylbenzene, m,p-xylene과 o-xylene을 포함하는 BTEX 성분의 정량적 분석에 중점을 두었다.

본 연구에서는 측정된 VOCs 농도들을 실제 LandGEM 모델에 적용시켜 각 매립지에서의 VOCs 배출량을 산정하였다. 이에 앞서, 국내·외에서 사용되는 주요 모델 입력 파라미터들에 대해 조사하였고, 이러한 파라미터들이 실제 우리나라 매립지에 적용하기 적합한 지에 대한 연구도 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 난지도와 광주매립지에서의 BTEX와 매립가스의 평균농도와 연간 배출량을 나타낸 것이다. 각 매립지 전체에 걸쳐 설치된 배출공에서 측정된 농도들은 배출공에 따라 4~30배까지 차이가 나타나, 배출공의 위치에 따른 배출농도의 일관성을 얻기는 어려웠다. 이러한 결과는 매립지 전체에 걸쳐 매립된

1) 현재 국립수산과학원 환경관리과 재직 중

쓰레기의 양이 일정하지 않고, 쓰레기 성분 또한 위치에 따라 다르므로 배출농도의 차이가 있는 것으로 사료된다. 따라서 본 연구의 목적인 VOCs 배출량과 배출계수를 산정하기 위해서, 각 배출공에서 측정된 농도의 평균농도를 적용시켰다.

Table 2. 배출농도에 따른 매립지별 BTEX, 매립가스의 연간 배출량

		BEN	TOL	EB	MPX	OX	NMHC	CH ₄	CO ₂
난지도	Conc.(ppb)	31.8	259		10.4	45.1		58.04 ^{*)}	27.73 ^{*)}
매립지	배출량(ton/yr)	0.006	0.052		0.002	0.010		13858	6652
광주	Conc.(ppb)	234	10883	2978	2362		5.06 ^{*)}	26.81 ^{*)}	18.88 ^{*)}
매립지	배출량(ton/yr)	0.051	2.693	0.897	0.640		103.5	5560	3887

*) % 농도

그림 1에서는 각 매립지별로 BTEX 위주로 실측치 산정되었던 배출유량에 따른 VOCs 배출량과 LandGEM 모델에 의하여 산정된 배출량을 비교하였다. 그 결과 난지도 매립지의 경우, 측정이 이루어진 연도를 기준으로 LandGEM에 의해 산정된 값이 실측값보다 대략 2~3배정도 더 높게 산정되었다. 그리고 광주 매립지의 경우, 산정방법간의 차이는 1.0~1.3배로 그다지 큰 차이를 보이지는 않았지만, NMOC를 제외한 BTEX의 배출량은 난지도 매립지와는 달리 실측치가 모델에 의해 산정된 값보다 약간 높게 나타났다. 이러한 결과를 보면, 광주 매립지는 실측이 이루어진 2002년을 기준으로 보았을 때 매립이 최근에 완료되어 매립가스가 가장 많이 배출되는 시점이어서 난지도 매립지와는 다른 양상을 보인다.

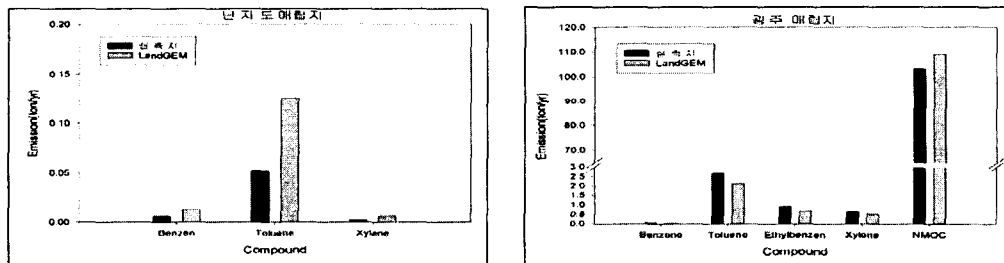


Fig. 1. 배출량 산정방법별 VOCs 배출량 비교

이러한 결과를 보면, 모델계산결과가 실측값과 차이를 보이는 원인은 여러 가지 관점에서 추정해 볼 수 있는데, 모델 입력파라미터의 불확실성으로 인한 모델결과의 오차 등을 우선 제시해 볼 수 있다. 더 근본적으로 LandGEM 모델 자체의 한계일 수도 있다. 따라서 국내 실정에 맞는 LandGEM 모델의 개발이 이루어져서 측정값과 가장 근접하는 추정을 하기 위해서는 더욱 더 많은 데이터의 축적이 필요할 것이라고 사료된다.

사 사

본 연구는 환경부의 차세대 핵심환경기술개발 연구사업의 지원으로 수행되었으며, 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

EEA Emission Inventory Guidebook, 1996
 국립환경연구원, 1996, 유해가스 배출량 산정에 관한 연구(II)
 환경부, 1997, 휘발성유기화합물질 규제대상 설정 및 관리방안에 관한 연구
 김기현, 최규훈, 오상인, 최여진, 선우영, 전의찬, 주도원 광주광역시 운동장 매립장지역에 대한 VOC 성분의 조성과 배출특성에 대한 연구, 한국대기환경학회지