

3D4) LandGEM을 이용한 난지도 매립지에서의 VOCs 배출량 산정에 관한 연구

Estimation of VOCs Emission from Nanjido Landfill by LandGEM

임지영 · 김기현¹⁾ · 홍지형²⁾ · 선우영

건국대학교 환경공학과, ¹⁾세종대학교 지구환경과학과, ²⁾국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

본 연구의 궁극적인 목적은 우리나라에서 현실적으로 적용하기 적합한 배출량 산정방법을 이용해 국내 최대규모의 비위생 매립지이며, 서울과 근접한 난지도 매립지에서의 VOCs 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 272만m²이며, 국내 대표적인 매립종료된 매립지로서, 매립방식은 혐기성 비위생 단순매립을 적용함으로써, VOCs를 포함한 각종 고농도 가스상 오염물질의 주요 배출원으로 추정되고 있다. VOCs 시료채취는 스테인레스 강 재질의 튜브로 채취하여 자동열탈착 시료주입장치에 장착한 후, 가스크로마토그래프를 이용하여 VOC 성분을 분석하였다.

본 연구에서는 국내·외에서 사용되는 주요 모델 입력파라미터들에 대해 조사한 후, 민감도 분석을 통해 입력파라미터를 산정하였다. 이를 이용해 추정된 VOCs 농도들을 실제 LandGEM 모델에 적용시켜 난지도 매립지에서의 VOCs 배출량을 산정하였다.

$$Q_T = \sum_{i=1}^n 2kL_0 M_i e^{-kt}$$

이 식은 landGEM에서의 기본식이다. 이 식에서 k(메탄생성 속도상수)와 L₀(메탄생성잠재력)값이 중요한 파라미터들이다. k에 대한 값들은 다른 연구자들이 이미 폐기물의 종류에 따라 계산하였다. 빨리 분해되는 음식물은 0.3 ~ 0.693yr⁻¹이며, 플라스틱 및 고무는 0.015~0.0347yr⁻¹, AP-42에서 제시하는 k값은 0.02~0.04yr⁻¹정도이다. L₀는 폐기물 무게당 배출가능한 한 메탄량으로, AP-42에서 제시하는 값은 100m³/Mg이며, 최대배출량을 산정하는 CAA(clean air act)는 170 m³/Mg을 제시하고 있다. 우리나라의 수도권 매립지 및 그 외 매립지에서 메탄발생량 산정에 사용하였던 값들은 65.05~85.64 m³/Mg^a)이었다. 이런 범위에서 배출량은 어떻게 변하는지 평가해 보았다.

3. 결과 및 고찰

표 1의 입력 파라미터들을 이용하여 민감도 분석을 한 결과, 그림 1과 같이 나타났다.

Table 1. LandGEM에 입력한 파라미터

	L ₀ (m ³ /Mg)	k (yr ⁻¹)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	NMOCs (ppm)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)	methane emission ratio ^a
A	65.05	0.35	50.9	49.1	2,420	0.032	0.259	0.010	3.1
B	78.9	0.35	50.9	49.1	2,420	0.032	0.259	0.010	3.7
C	85.64	0.1614	50.9	49.1	2,420	0.032	0.259	0.010	10.1
D	117.5	0.1376	50.9	49.1	2,420	0.032	0.259	0.010	16.8
AP-42	100	0.04	50.0	50.0	2,420	11.1	165	12.1	12.9
CAA	170	0.05	50.0	50.0	4,000	11.1	165	12.1	24.1

a. (results of LandGEM + field measurement)

그림 1은 민감도 분석을 통한 입력파라미터 L₀값과 k값에 따른 메탄 배출량의 변화를 나타낸 것이다.

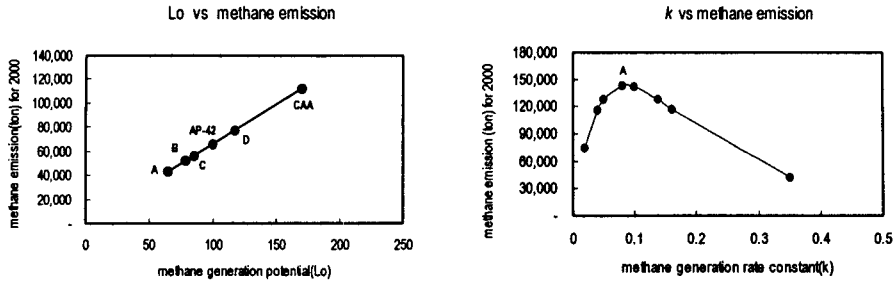


Fig. 1. Methane emission(ton/yr) as a function of methane generation potential(L_0), methane generation rate constant(k) at Nanjido landfill for 2000. A($k = 0.08 \text{ yr}^{-1}$)

표 1의 파라미터 값들을 적용하여 구한 난지도매립지에서의 2000년도 메탄 배출량 변화를 나타낸 것이다. L_0 값들은 65.05~170m³/Mg(국내파라미터~EPA default 값)을 이용하였다. A~D는 국내파라미터이며, AP-42, CAA는 EPA default 값들이다. L_0 가 증가할수록 메탄의 배출량은 선형적으로 증가하였다. EPA 파라미터를 이용할 경우, 난지도매립지 가스의 배출량이 과대평가될 수 있음을 볼 수 있었다. k 값들은 0.02~0.35 yr⁻¹를 이용하였다. L_0 값의 영향과는 달리, 특정 k 값(~0.08)을 기준으로 이 값에서 멀어질수록 메탄의 생성량은 감소하였다. A를 기준으로 왼쪽은 EPA default 값이며, 오른쪽은 국내 파라미터 값들이다. 0.08이상 영역과 달리 0.08이하의 영역에서는 메탄의 배출량은 k 값에 매우 민감하게 반응하였다. k 값에 따른 최대배출량은 최소배출량보다 3.4배나 높았다.

또한 그림 2는 이러한 파라미터별 CH₄, BTX 배출량을 비교하였고, 그 결과 field 값과 가장 근접하게 나온 A의 경우를 이용하여 LandGEM을 실행한 결과, 표 2와 같이 나타났다. 결과를 살펴보면, LandGEM 모델 산정값이 실측값보다 2~3배 정도 과대평가한 것을 알 수 있었다.

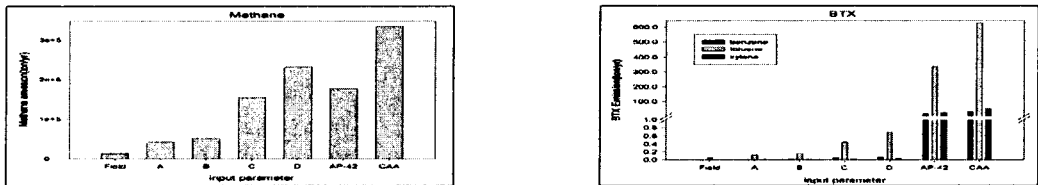


Fig. 2. 입력 파라미터별 CH₄, BTX 배출량

Table 2. 배출량 산정방법별 VOCs 배출량 비교

성분	실측값(ton/yr)	LandGEM 산정값(ton/yr)
Benzene	0.006	0.013
Toluene	0.052	0.125
Xylene	0.002	0.006
NMOC	ND	1093

사 사

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

참고문헌

EEA Emission Inventory Guidebook, 1996

이동훈(2001), 매립가스 자원화 사업과 CDM, 매립가스자원화 심포지엄(수도권매립지공사)¹⁾

김기현 외 4인, 2001, 난지도를 중심으로 한 대기 중 BTEX 성분의 농도분포 특성에 대한 연구, 한국대기환경학회지 제17권 제6호