

2C3) 우리나라 매립지의 온실가스 배출량 평가 연구

Greenhouse Gas Emission Estimate for Landfills in Korea

김현선 · 최은화 · 이승훈¹⁾ · 정장표¹⁾ · 이남훈²⁾ · 이승묵

서울대학교 보건대학원 환경보건학과, ¹⁾경성대학교 환경공학과,

²⁾안양대학교 환경공학과

1. 서 론

기후변화협약 제 4조 및 제 12조의 규정에 의거 각 당사국은 온실가스의 배출현황 및 전망, 온실가스 억제정책을 포함하는 국가보고서를 제출하여야 한다. 각 부문별 온실가스 배출통계의 작성 및 제출을 통해 의무감축대상국의 목표달성 여부 및 각국의 감축노력을 평가할 수 있으며, 국내적으로는 온실가스 배출현황 파악과 감축정책 마련, 전략수립을 위한 기초자료가 된다.

2003년 기준 이산화탄소 배출량 세계 10위의 OECD 국가인 우리나라의 경우, 국가 차원의 온실가스 배출통계는 온실가스 의무감축부담 협상을 위한 매우 중요한 근거자료가 된다. 폐기물 매립지, 소각장, 하폐수 처리시설 등 폐기물부문의 경우 타 부문에 비해 온실가스 저감잠재력이 높은 것으로 평가되므로 동 부문에 대한 보다 정확하고 신뢰성 있는 온실가스 배출통계체제가 요구된다.

또한 매립지에서 발생하는 온실가스 배출량이 폐기물부문에서 발생하는 온실가스의 약 60%를 차지하고 있으므로 매립지 발생 온실가스 배출량의 추정은 상대적으로 중요하다고 할 수 있다. 즉, 매립의 경우 배출되는 온실가스량이 많고 처분비율의 감소로 변화의 정도가 타 부문보다 크기 때문에 Tier 2를 이용한 온실가스 배출량 산정방법이 권고되고 있다(IPCC 2000).

따라서 본 연구에서는 우리나라 매립지의 특성에 맞는 온실가스 배출량 산정방법을 제시하고 이를 기존의 다른 연구들과 비교·검토하여 매립지의 온실가스 배출량 산정방법의 신뢰도 향상시키고자 한다.

2. 연구 방법

2004년까지의 우리나라 매립지의 현황 및 특성을 파악하였다. 매립완료된 매립지, 매립중인 매립지를 분류하였으며 이중 위생매립지와 비위생매립지를 분류하여 매립지 특성별 온실가스 배출량을 산정하였다. 또한 매립지에 매립되는 성상의 경우 매립지의 종류나 형태에 따라 다르므로 유입되는 폐기물의 성상을 파악하였다. 또한 IPCC 지침서에서 제시한 산정식의 변수들을 우리나라 매립지의 형태 및 특성과 비교하여 변수를 수정하였으며 나아가 우리나라 실정에 맞는 온실가스 배출량 산정식을 도출하였다.

이렇게 도출된 산정방법을 통해 계산된 우리나라 매립지에서 온실가스 배출량과 IPCC 지침서에서 제시한 방법으로 계산된 배출량을 서로 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

IPCC 지침서에서 제시하고 있는 Tier 1방법 (식 1)과 Tier 2방법 (식 2)을 통해 매립지의 온실가스 배출량을 산정하였다.

$$CH_4(t) = \sum[(MSW_T \times MSW_F \times L_o) - R] \times (1 - OX) \quad (\text{식 1})$$

$$CH_4(t) = \sum[(A \times k \times MSW_T(x) \times MSW_F(x) \times L_o(x) \times e^{-k(t-x)}) - R] \times (1 - OX) \quad (\text{식 2})$$

$CH_4(t)$: 특정년도에서의 메탄 발생률(톤/년 또는 m^3/yr)
 t : 메탄 발생량을 산정하는 해당년도
 x : 메탄 발생과 관련된 폐기물 매립기간(년)
 L_0 : 메탄 배출계수= $MCF \times DOC \times DOC \times F \times 12/16$
 DOC : 분해가 가능한 유기탄소 비율(Gg/Gg waste)
 k : 메탄 발생속도상수

MSW_T : 어떤 시기에 발생한 도시고형폐기물의 총량(Gg/year)
 MSW_F : 어떤 시기 x 년에 발생한 도시고형폐기물의 총량 중 매립되는 비율
 MCF : 메탄보정계수(Methane Correction Factor)
 OX : 산화율 R : 회수율
 DOC_F : DOC 중에서 미생물에 의해 동화될 수 있는 비율
 F : 매립가스 중에서 메탄이 차지하는 부피 비율

먼저 우리나라 전체 매립지에서 배출되는 메탄 가스 배출량을 산정하기 전에 우리나라 중소형 매립지에서 배출되는 메탄 가스를 추정하였다. 메탄가스 배출량을 산정함에 있어 매립지별 특성이나 폐기물의 성상에 따라 값이 달라지는 DOC 값의 경우 모든 매립지의 DOC 값을 계산하여 이것을 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 확률분포를 가정하였다. 또한 현장추정을 통해 얻은 k 와 F 값 역시 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 확률분포 가정을 하여 우리나라 중소형 매립지의 메탄 배출량 산정에 적용하였다 (그림 1).

이렇게 확률분포가정을 통해 얻어진 변수들과 IPCC지침서에서 제시하는 변수값들을 Tier 1방법과 Tier 2방법을 이용하여 우리나라 중소형 매립지에서 발생하는 메탄 배출량을 추정하였다 (그림 2). Tier 1 방법으로 메탄 배출량을 추정한 결과 연도별 매립 총량의 경향과 메탄 배출량이 비슷한 경향을 나타냈으며 매립이 많으며 DOC 값이 가장 높은 1998년도에 메탄 배출량이 가장 높게 산정되었다. Tier 2 결과에서는 1999년까지 배출량이 증가하다가 1999년 이후로 메탄 배출량이 조금씩 감소하는 것으로 나타났다. 1999년의 경우 폐기물 매립량이 가장 적었음에도 불구하고 메탄 배출량이 가장 높게 나타났는데 이것은 1999년의 DOC 값이 가장 높았기 때문으로 사료된다. 따라서 Tier 2 방법으로 메탄 배출량을 산정할 때 DOC 가 메탄 배출량에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Tier 1과 Tier 2방법으로 산정한 결과를 비교해 보면 Tier 1의 경우 DOC 의 평균값의 편차가 크지 않은 반면 Tier 2에서 확률분포 가정을 통해 얻어진 DOC 의 평균의 경우 그 편차가 컸을 뿐 아니라 Tier 1에 적용한 DOC 평균값보다 2배 이상 높게 나타난 해도 있어 Tier 2가 Tier 1에 비해 메탄 배출량이 상대적으로 높게 산정되었다.

확률분포 가정		
k	Beta distribution	
	Min	0.12
	Max	1.00
	α	1.11
	β	0.96
F	Student's t distribution	
	m	0.50
	s	0.01
	v	1.36

Fig. 1. The examples of probability distribution for k and F .

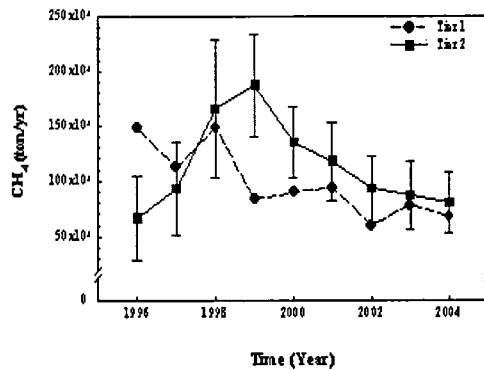


Fig. 2. The emission estimate for methane from mid-small landfills by Tier 1 and Tier 2.

사 사

본 연구는 한국 환경기술진흥원의 '차세대 핵심 환경기술개발사업 (과제번호: 2005-12001-0045-3)'과 환경부 지정 기후변화특성화대학원 사업에서 지원된 연구이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

환경부 「전국 폐기물 성상 및 처리현황」.

IPCC revised 1996 guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, 2006.