PF2) 매립지 메탄 배출량의 불확도 및 민감도 분석

Sensitivity and Uncertainty Analysis of Methane Emission from Landfills in Korea

김현선 · 이사라 · 이승묵
서울대학교 보건대학원

1. 서 론

폐기물부문은 다른 부문에 비해 온실가스 저감 잠재력이 높은 것으로 평가되며 그 중 매립부문의 온실가스 배출량은 전체 폐기물 부분의 약 60% 이상을 차지하여 보다 정확하고 신뢰성 있는 온실가스 배출통계체제가 요구된다. 현재까지 우리나라에서는 매립지의 온실가스 배출량 통계구축을 위해 많은 연구들이 진행되었다. 그러나 대부분의 연구는 기후변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 온실가스 배출량 산정지침서의 Mass Balance 방법(Tier 1)을 사용하거나, 적용변수도 IPCC에서 제시하는 기본값을 적용하는 등 우리나라 매립지의 특성을 정확하게 고려하지 못하였다. 특히 매립 폐기물의 성상 및 매립지의 유형에 따라 배출되는 매립가스 양의 차이가 크므로 외국의 폐기물 성상에 적합한 방법론을 그대로 우리나라에 적용하였을 경우 불확도를 높이는 결과를 초래할 수 있다. 이를 위해 일부 연구에서 우리나라 고유의 메탄발생속도 상수를 도출하여 Tier 1보다 현실성 있는 배출량을 제시하는 Tier 2 방법을 적용하여 온실가스 배출량을 산정하려는 노력을 하였으나 도출된 k값의 QAQC의 문제 등으로 산정된 온실가스 배출량의 신뢰도 및 정확도에 대한 고찰은 미흡하였다. 즉, 불확도 평가와 같은 QAQC가 온실가스의 인벤토리를 구축함에 있어 중요하나 아직 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 매립지의 특성에 맞는 온실가스 배출량을 산정하기 위해 적용 변수를 고찰하고, 산정된 온실가스 배출량의 불확도 및 민감도를 분석하여 매립부문 온실가스 배출량 산정방법의 신뢰도를 향상시키고자 한다.

2. 연구 방법

IPCC 2006GL의 Tier 2방법에 의해 온실가스 배출량을 산정하였으며, 산정식은 식(1)과 같다.

$$
\begin{aligned}
&DDOCm = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \\
&DDOCma_T = DDOCma_T + (DDOCma_{T-a} \times e^{-k}) \\
&DDOCmdecomp_T = DDOCma_{T-1} \times (1 - e^{-k}) \\
&CH_4 generated_T = DDOCmdecomp_T \times F \times 16/12) \\
&CH_4 emitted_T = (\sum_x CH_4 generated_{x,T} - R_T) \times (1 - OX_T)
\end{aligned} \qquad (1)
$$

여기서, DDOCm은 매립 폐기물 중 분해 가능한 DOC의 양(Gg)으로 W×MCF×DOC×DOC_F 에 의해 계산된다. W는 매립된 폐기물의 양(Gg), MCF는 메탄보정계수, DOC는 분해가 가능한 유기탄소 비율, DOC_F는 DOC중에서 미생물에 의해 동화될 수 있는 비율이다. $DDOCma_T$는 T년도까지 매립지에 누적된 DDOCm의 양(Gg), $DDOCma_{T-1}$는 T-1년도까지 매립지에 누적된 DDOCm의 양(Gg), $DDOCmd_T$는 T년도에 매립된 DDOCm의 양(Gg), DDOCm $decomp_T$는 T년도에 분해된 DDOCm의 양(Gg), k는 메탄 발생속도상수를 각각 의미한다. CH_4 $generated_T$는 T년에 발생한 메탄의 양, F는 매립가스 중 메탄의 부피비, R은 회수율, 그리고 OX는 산화율을 각각 의미한다.

3. 결과 및 고찰

2006GL에서 제시한 Tier 2 방법을 적용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 1990년부터 2005년까지의 온실가스 배출량을 산정하였다. 1990년에 비해 2005년의 온실가스 배출량이 약 2배 정도 증가하였으며, 배출량의 불확도는 평균 25%로 적용 변수에 대한 많은 고찰을 통해 불확도를 줄이는 노력을 기울여야 할 것이다. 연도별 온실가스 배출량의 민감도 분석 결과, 가정한 분포의 범위가 다른 변수에 비해 넓었던 DOC_F가 메탄 배출량에 가장 큰 영향을 많이 미치는 것으로 나타났다. DOC_F의 경우 IPCC지침서에서 제시한 기본값을 사용하기보다 실제 우리나라 폐기물 성상별 DOC_F값을 도출하여 적용한다면 이 변수에 의한 민감도 및 불확도를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

마지막으로 본 연구에서 적용한 모든 변수의 값들은 실제 폐기물이 매립된 해마다 도출한 결과를 적용한 것이 아니라 현재의 값을 전체적으로 적용한 것임으로 이에 의한 불확도가 있음을 염두에 두어야 한다. 그리고 연도별로 매립되는 폐기물의 매립비율이 다르며 가장 최근에는 음식물쓰레기 및 슬러지 반입 금지에 따라 전체적인 매립량의 감소로 인한 영향 등도 향후 고려되어야 할 것이다. 즉, 최종 메탄 배출량에 대한 적용변수의 민감도를 보다 정확하게 분석하기 위해서는 적용변수에 대한 더 많은 기초자료가 필요할 것이며 해마다 매립되는 폐기물의 특성을 면밀히 검토하여야 할 것이다.

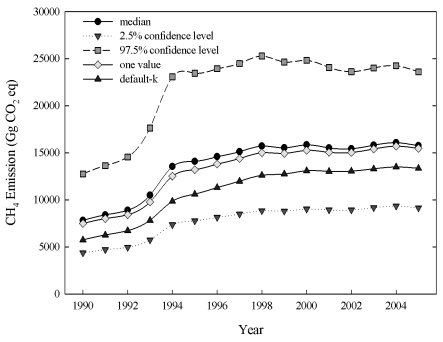

Fig. 1. Comparison of methane emissions by Monte Carlo simulation.

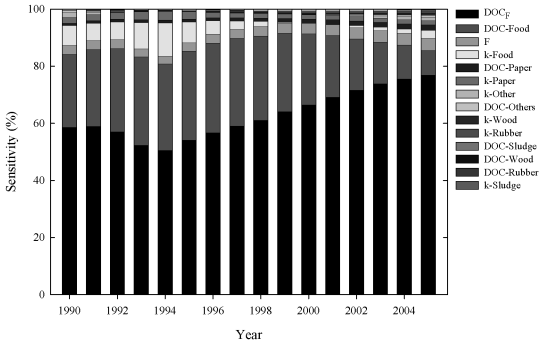

Fig. 2. Sensitivity of variables applying for methane emission estimation.

사 사

환경부 지정 기후변화특성화대학원 사업에서 지원된 연구이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

김현선, 최은화, 이남훈, 이승훈, 정장표, 이채영, 이승묵 (2007) 매립지의 온실가스 배출량 산정 시나리오에 따른 온실가스 배출량 비교, 한국대기환경학회지, 23(3), 344-352.

환경부 (2000) 환경기초시설에서 발생하는 온실가스 배출량 조사.

환경부 (2002) 환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축.

환경부 (2003) 환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축(II).

환경부 (2006) 매립지 온실가스 배출량 조사 및 통계구축.

환경부 (2006) 환경부문 온실가스 배출통계 D/B 구축.

IPCC (1996) IPCC revised 1996 guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC (2000) IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC (2006) 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.