

GE8) 하·폐수 부문에서 발생하는 온실가스의 장래 배출량 예측 Prediction of Greenhouse Gas Emission from Wastewater and Sludge Treatment

전의찬¹⁾ · 김진희¹⁾ · 사재환¹⁾ · 송민중¹⁾ · 장영기²⁾ · 김득수³⁾

¹⁾동신대학교 환경공학과, ²⁾수원대학교 환경공학과, ³⁾군산대학교 환경공학과

1. 서 론

본 연구의 목적은 우리 나라의 환경기초시설 중 하·폐수처리시설에서 발생하는 온실가스 배출량 (inventory)을 산출하는 것이다. 이를 위하여 IPCC에서 제안하고 있는 지침을 중심으로 온실가스 배출량 산출방법을 검토하고, 우리 나라의 특성을 반영할 수 있도록 관련변수를 조사하였다.

또한 관련 변수의 적합성을 판단하고 기초 자료를 확보하기 위하여 일부 관련 시설에 대한 배출농도 측정을 실시하였다. 관련변수 산출을 위한 기초 자료는 환경부에서 작성한 통계자료 또는 통계청의 자료를 활용하였다. 기초자료는 IMF사태로 인한 급격한 상황 변화를 피하기 위하여 1997년을 기준으로 관련 변수를 산출하였다. 장래 하·폐수처리에 따른 연도별 하·폐수처리 부문 온실가스 배출량은 1990년부터 2020년까지 산출하였다.

2. 측정현황 및 온실가스 배출량 산출

온실가스 배출농도를 측정하기 위하여 현장 조사를 실시한 폐수처리시설은 표 1과 같이 모두 8개 시설이다. 대상 시설은 산업폐수의 특성을 고려하여 가능한 한 다양하게 선정하고자 하였다.

Table 1. 배출농도 측정 폐수처리시설 현황

업종구분	MCF	FCH ₄ (ng/m ³ /hr)	유기물질 발생율 (kg BOD/m ³ wastewater)	산업체명	규모	처리방식
산업 화학	6.104×10 ⁻³	7.7802	0.5596	LG 나주공장	1종	생물학적처리
전기 전자	0.011759	780.203912	0.0758	대우캐리어	3종	물리적 처리
피혁 신발	0.001681	181.4970	2.0095	남일피혁	2종	생물학적처리
식품	0.023036	79.3650	1.7094	해태산업	3종	생물학적처리
음료 식품	0.023036	79.3650	3.1021	OB광주공장	1종	생물학적처리
섬유	0.000803	2090.4595	0.6912	군산 베트로텍스	2종	생물학적처리
제지 담배	0.000607	733.8079	0.9081	군산 세풍제지	1종	생물학적처리
발전 수도	0.175886	1519.4462	0.2247	광주 정수사업소	2종	물리적 처리

이들 하·폐수시설에 대한 MCF 및 배출계수를 산출하여 대상 하수 및 폐수에 따라 정리하고 배출농도 측정 결과를 이용하여 산출한 하·폐수처리 시설에서의 메탄 배출량은 표 2와 같으며, 1997년도 폐수처리에서의 메탄배출량은 2997.374 ton CH₄/yr 이다.

Table 2. 각 업종별 폐수처리시설에서 메탄 발생량(1997)

	총유기물질 슬러지량 (kg COD/yr)	Methane Emissions (ton CH ₄ /yr)
산업 화학	55,977,130	0.854
전기 전자	9,139,235	26.868
피혁 신발	44,643,150	18.762
식품	148,286,360	853.969
음료 식품	116,598,155	671.479
섬유	132,494,270	26.589
제지 담배	238,159,945	36.121
other	184,099,979	1362.732
Total	929,398,224	2997.374

3. 장래 온실가스 배출량

장래 하·폐수 발생량 예측방법은 표 3과 같다. 그리고 환경부에 따른 산업폐수 발생량의 장기전망은 대체로 공업용수 수요량의 전망을 따른다고 가정하되, 2000~2006년까지의 단기전망은 과거 10년간의 추이에 따라 선형증가로 가정하여 건설교통부(수자원장기종합계획, 1996)에 따르면, 2011년 공업용수 수요량은 2001년의 17.3% 증가하며, 2006~2011년에는 매년 약 0.5% 미만으로 증가율이 현저히 둔화되므로, 2011년 이후 일정하게 유지될 것으로 가정하였다.

하·폐수 분야의 메탄발생량을 예측하기 위하여 환경부에서 실시할 예정인 대책을 토대로 하였다. 현재 정부는 물수요관리 강화를 위해 1998년 2월 28일 수도법 시행규칙을 개정하여, 1998년 3월1일부터 신축건물에는 절수형 변기의 설치를 의무화하도록 하였으며, 2000년부터는 수도꼭지 및 샤워기에도 절수형으로 설치하도록 하였다. 또한 1999년 정부과천청사에 절수기기 교체사업을 실시한 후 물 사용량이 12.7%가 감소하였다. 따라서 절수기기가 설치되고 물절약의 생활화가 이루어졌을 때 물 사용량이 약 10% 감소한다고 가정하였다.

Table 3. 장래 하·폐수발생량 예측방법 및 수질관리정책

구분	지표	적용방법
생활하수	인구수, 급수량	1인당 급수량(L/인·day) * 장래인구 * 오수전환율
산업폐수	공업용수 수요량	산업폐수발생량의 장기전망

장래 하·폐수발생량의 추정에 있어 기존 관리대책과 추가 관리대책에 의한 장래 하·폐수발생량과 메탄 배출량은 표 4, 표 5와 그림 1, 그림 2에 각각 나타내었다.

Table 4. 하수처리에서의 메탄 배출량 (단위 : ton/yr)

년도	기존관리대책		추가관리대책	
	하수발생량 (L/day)	메탄발생량	하수발생량 (L/day)	메탄발생량
1990	13,999,515	6,134.5	12,599,563	6,134.5
1995	16,234,109	5,924.8	14,610,698	5,924.8
2000	17,111,895	3,498.5	15,400,706	3,148.6
2005	19,693,656	2,684.2	17,724,291	2,415.8
2010	21,636,917	2,949.1	19,473,225	2,654.1
2015	22,089,592	3,010.8	19,880,633	2,709.7
2020	22,380,689	3,050.4	20,142,620	2,745.4

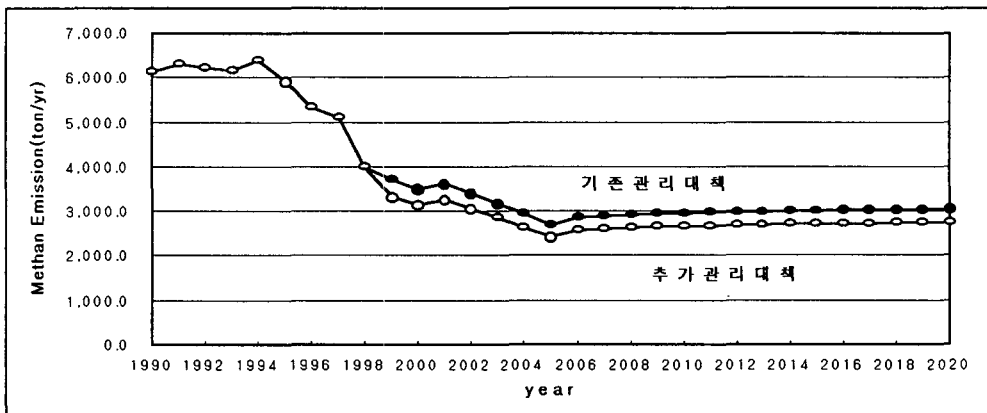


Fig. 1 하수처리에서 장래 연도별 메탄배출량

Table 5. 폐수처리에서의 메탄배출량 (단위 : ton/yr)

년도	기존관리대책		추가관리대책	
	폐수발생량 (천m ³ /day)	메탄발생량	폐수발생량 (천m ³ /day)	메탄발생량
1990	3,446	2,589.3	3,446	2,589.3
1995	4,197	3,210.1	4,197	3,210.1
2000	4,798	3,522.7	4,318	3,217.5
2005	5,462	3,945.0	4,916	3,597.5
2010	5,768	4,139.6	5,191	3,772.7
2015	5,797	4,158.0	5,217	3,789.2
2020	5,797	4,158.0	5,217	3,789.2

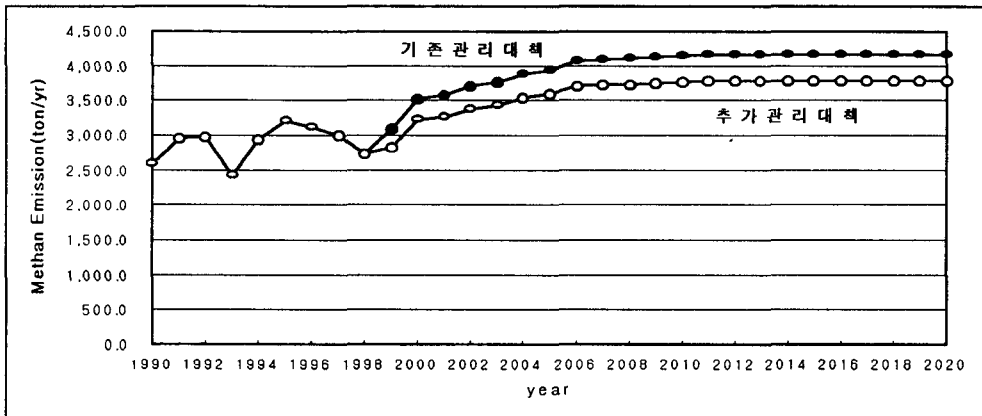


Fig. 2 폐수처리에서 장래 연도별 메탄 배출량 변화

4. 결 론

생활하수에서의 메탄배출량은 오수전환율 0.885을 고려하고, MCF 80.48%, 혐기성 비율 10%를 적용하여 메탄 발생량을 산정하였다. 그 결과 1997년 메탄 배출량은 5,105 ton/year로 산정되었다.

산업폐수 시설에 대하여 8개 업종별 측정결과에 의한 업종별 산업폐수의 MCF(%)를 산출하였으며, 이 값을 적용하여 전국 폐수처리에서 배출되는 메탄 발생량은 1997년 2,997 ton/year로 추정되었다.

참고문헌

- 1) IPCC (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol. I(Reporting Instruction), Vol II(Workbook), Vol III(Reference Manual)
- 2) 환경부 (1997) 「'98 하수도 통계」
- 3) Peter M. Czepiel, Patrick M. Crill, and Robert C. Harriss, Methane Emissions from Municipal Wastewater Treatment Process, Environ. Sci. Technol. 1993. 27, 2472-2477.