

하수처리시설의 탄소중립을 위한 국내외 동향 분석

윤영한^{*†}, 강정희^{*}, 박재형^{**}

^{*}한국건설기술연구원 환경연구본부,

^{**}(주)지엔씨환경솔루션

[†]e-mail:ysng63@naver.com

Analysis of domestic and international trends for C-neutrality in sewage treatment facilities

Younghan Yoon^{*}, Jung-Hee Kang^{*}, Jae-Hyeung Park^{**}

^{*}Dept. of Environmental Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

^{**}G&C Environmental Solution, Korea

요약

최근 기후위기 대응을 위한 방안으로 탄소중립을 위한 노력이 구체화되어 진행되고 있다. 우리나라를 포함한 국제사회는 2015년 채택된 파리협정을 통하여 포괄적 정책방향으로 탄소중립을 선언하였다. 하수처리시설은 도시하수관거를 통하여 오염된 하수를 수집하여 다양한 처리공정으로 오염부하를 낮추는 환경기초시설로서 연중 가동되기 때문에 에너지 다소비 시설 중 하나이다. 동시에 생물학적 처리과정에서 이산화탄소, 메탄, 아질산성 질소와 같은 지구온난화 가스가 발생되어 발생량 저감을 위한 기술개발 및 정책마련이 지속되고 있다. 효율적인 탄소중립 대안마련을 위하여 국내를 포함한 국제의 하수처리시설 대상의 탄소중립 동향을 분석하였다.

1. 서론

세계적으로 지구 온난화의 영향으로 다양한 기후위기가 발생하고 있어 심각한 경제사회적 피해가 발생하고 있다. 20년도 호주, 미국 LA의 대형 산불, 대형 태풍에 의한 침수, 폭염과 가뭄 등의 재해 발생 빈도가 증가하여 피해복구를 위한 국가적 예산이 소비되고 인명피해도 증가하고 있다. 이를 위하여 국제사회는 기후변화에 관한 유엔 기본협약(UNFCCC, 1992), 교토의정서(Kyoto protocol, 1997), 파리협정(Paris Agreement, 2015) 채택을 통해서 2100년까지 지구의 평균온도 상승을 산업화 이전 대비 2 °C보다 낮게 억제하고 상승폭을 1.5 °C 이하로 제한하는 포괄적 정책인 탄소중립(C-neutrality)을 선언하였다. 특히 하수처리시설은 에너지 다소비 환경기초시설 중의 하나로 소각시설 다음으로 많은 에너지를 소비하면서 온실가스를 발생시키는 시설로 인식되고 있다. 그러나 기존 공정개선 및 신재생에너지 생산시설의 도입으로 수자원 에너지 회수 시설(Waster Resource Recovery Facility, WRRF)로 인식제고를 위하여 에너지를 효율적으로 관리하고 하수처리 과정에서 신재생에너지를 생산할 수 있는 정책마련 및 기술개발 등의 방안이 모색되고 있다. 이를 바탕으로 효율적인 탄소중립 대안마련을 위하여 국내를 포함한 국제의 하수처리시설 대상의 탄소중립 동향을 분석하였다.

2. 국내 하수처리시설 탄소중립 정책 현황

2.1 국내 공공하수처리시설 에너지 정책 방향

국내 하수처리시설 대상의 에너지 관련정책은 국가하수도 종합계획('07), 국가폐기물관리종합계획('07), 폐기물 에너지화 종합대책('08), 에너지자립화기본계획('10)을 중심으로 수립되어 반영되었다. 특히, 에너지자립화기본계획에는 에너지자립률을 '15년까지 18%, '20년까지 30%, '30년까지 50% 달성을 목표로, 하수처리수 및 찌꺼기, 유틸부지 등을 활용한 신재생에너지 생산 및 활용, 고효율 장비 및 설비 도입과 시설운영의 디지털화 등에 의한 에너지사용량 절감을 방안으로 제시하였다. 그러나 시설용량 500m³/일 이상 처리시설의 에너지자립률은 3.5%('16)으로서 개선효과가 미미한 실정으로서 보다 적극적인 정책 수행이 요구된다.

2.2 환경부 탄소중립 이행계획 수립

기후위기 대응을 위한 국제사회의 노력에 동참하기 위하여 정부는 '기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립기본법, '21)'을 제정하여 '22년에 시행하였다. 이로써 전 세계에서 14번째로 2050 탄소중립 비전과 이행체계를 법제화한 것으로 2050년 탄소중립을 국가비전으로 명시하였고

이를 달성하기 위한 국가전략, 중장기 온실가스 감축목표, 기본계획 수립 및 이행점검 등 법정절차를 체계화시켰다.

이에 따라 환경부는 탄소중립 이행계획('21)을 마련하여 수상태양광·수열에너지·해상풍력 활성화 등 환경자원을 활용한 재생에너지 보급 확대 및 중·장기 로드맵을 수립 제시하였다. 또한 환경기초시설에 재생에너지 생산시설 설치(68개), 유기성폐자원(음식물, 가축분뇨 등)을 활용한 바이오가스 생산 확대, 이를 활용한 수소공급(2개소 설계) 내용이 포함되었다.

2.3 2050 탄소중립위원회 탄소중립 시나리오

정부는 탄소중립 정책의 수립, 이행, 평가 등의 컨트롤타워 역할을 수행하는 대통령 소속 2050 탄소중립위원회를 출범시켜 분과위원회 및 전문위원회를 통하여 기술작업반의 탄소중립 시나리오 초안을 마련하였다. 폐기물분야의 온실가스 직접 배출량(17.1 백만톤, '18)을 '50년까지 4.4 백만톤으로 감축시키는 계획을 수립하였다.

[표 1] 폐기물분야 온실가스 배출량 계획(탄소중립위원회)

구분		2018년	2050년	
폐기물 분야 온실가스 직접 배출량 (백만tCO ₂ eq.)	합계	17.1	4.4	
	매립	7.8	1.6	
	소각	7.1	1.3	
	하폐수	산업폐수	0.42	1.4
		분뇨처리	1.32	
		공공하수처리		
		미처리/미차집		
합계	1.74	1.4		
생물학적 처리	0.4	0.1		

2.4 유기성 폐자원 기반 바이오가스화

가축분뇨, 음식물쓰레기, 하수찌꺼기는 국내에서 발생하는 주요 유기성 폐기물로서 최근까지 지역별 처리시설로 개별 수거되어 퇴비 및 사료로 재활용되고 있다. 그러나 '19년 기준으로 처리량이 가장 많은 가축분뇨의 경우 81.4%가 퇴비·액비화되고 있는 반면 바이오가스화는 1.3%에 불과하고, 음식물폐기물 역시 약 74.3%가 사료화·퇴비화되고 있는 반면 바이오가스화는 12.7%에 불과한 것으로 나타나고 있다. 정부는 유기성 폐기물의 효과적인 자원화를 위한 방안으로 가축분뇨, 음식물쓰레기, 하수찌꺼기 등을 통합 수거하여 처리할 경우 바이오가스가 생산량이 증가되는 연구결과 및 해외사례를 바탕으로 하수처리시설 에너지자립화 및 탄소중립에 기여하기 위한 방안 및 법적 근거를 제도화 추진 중에 있다.

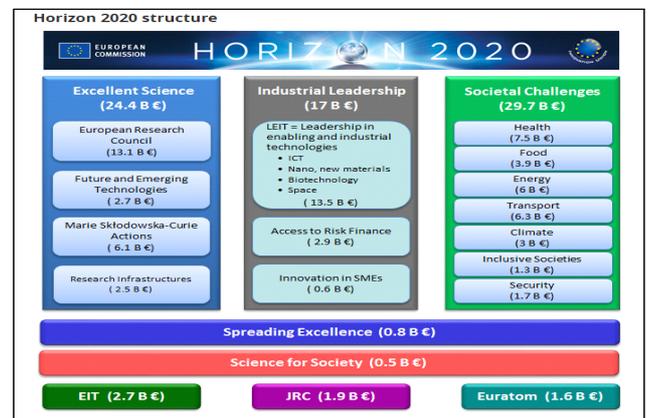
3. 국외 하수처리시설 대상 탄소중립 정책

3.1 미국 공공하수처리시설 에너지 정책

국외 하수처리시설의 에너지 관리 정책은 국내와 유사하게 하수처리시설의 에너지 사용 절감 노력과 하수처리시설의 신재생에너지 생산을 장려함으로써 하수처리 운영상의 에너지 사용량에 상응하거나 소모되는 에너지보다 많은 에너지를 생산하는 하수처리시설의 운영을 목표로 하고 있다. 하수처리 시설 중, 에너지 소비가 가장 높은 비율을 차지하는 송풍기와 펌프의 운전에 대하여 기기의 에너지 효율성을 고려하는 Energy Star Program, 기기 및 시설의 에너지 모니터링 자료를 분석하여 에너지 및 비용 절감 방안을 마련하는 에너지경영시스템, 에너지 소비 기준을 수립하여 하수처리시설의 효율성 개선을 위한 공동의 노력에 참여하는 Better plants, 하수슬러지의 혐기성 소화를 이용한 열과 전력을 생산하는 열병합발전, 하수슬러지 및 음식물쓰레기의 병합처리에 의한 바이오가스 생산 증대 등이 추진 중에 있다.

3.2 유럽 공공하수처리시설 에너지 정책

EU는 신재생에너지 공급목표('07)에 합의하였고 재생에너지 지침 및 국가 재생에너지 실행계획('09)을 통해 재생에너지의 소비 비중, 냉난방, 수송 부문의 공급목표 수립을 위해 법제도를 제정하였다. 유럽위원회에서 제공하는 연구지원 및 중소기업 지원 프로그램 등을 통해 민간 및 학계에서 하수처리시설의 에너지 효율화 방안을 지원하였고 과학기술 분야 투자장려를 위한 연구재정지원 프로그램인 Horizon 2020사업에서는 77억 유로 상당의 예산이 배정되어 연구를 지원하였다. EU 전역의 하수처리시설을 대상으로 적용 가능한 에너지경영 방법론을 구축하는 것을 목표로 하는 EU ENERWATER 사업, 처리시설 공정 전체에 대한 종합적인 솔루션을 제공하여 운영되고 있는 최신식 시스템보다도 에너지 효율과 신재생에너지 생산을 높이기 위한 에너지 친화적(energy-positive)인 하수처리시설 달성 목표 사업(POWERSTEP), 하수를 에너지원으로 활용하여 하수처리의 운영 및 유지비용을 최소 50% 절감하는 것을 목표로 하는 사업(INCOVER Project), '00년 재생에너지법과 에너지구상 2010 기반의



[그림 1] Horizon 2020 Program의 개요

수처리시설의 신재생에너지 사용 확대와 에너지 효율성 개선 목표의 독일의 신재생에너지 정책 등이 수행되었다. 영국에서는 NREAP(National Renewable Energy Action Plan)를 통해 '20년까지 전체 에너지 소비량 중 15%를 신재생에너지로 공급하는 것을 목표로 규정하여 전력 수요의 30%, 난방(heating) 수요의 12%, 그리고 교통 수요의 10%를 신재생에너지로 공급하여 목표치 달성을 위해 노력 중에 있다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업(20220232)과 환경부의 재원인 한국환경산업기술원의 환경시설 재난재해 대응 기술개발사업(2022002870001)의 지원을 받아 연구되었으며 이에 감사드립니다.

3.3 일본의 공공하수처리시설 에너지 정책

일본 전국 전력소비량의 0.7%를 소비하는 하수처리시설은 수처리공정과 하수찌꺼기 처리공정에서 가장 높은 에너지가 소모되는 것으로 분석(약 65%)되었다. 또한 처리장 운영을 위한 전력사용(54.8%)과 하수슬러지 소각(20.4%) 순으로 배출되는 온실가스 높은 것으로 분석되었다. 하수처리시설이 갖는 잠재적 자원과 에너지를 활용하기 위한 방안으로 일본정부는 하수찌꺼기 기반의 에너지 및 연료화 방안을 추진하고 있다. 즉 바이오가스 및 고형연료화, 하수찌꺼기 내 인의 비료로 활용, 하수열 활용, 바이오가스 발전, 하수처리장 유희부지의 활용, 민간협력 기반의 하수도 혁신사업 추진 등이 사례로 조사되었다. 최근에는 B-DASH 프로젝트로 입증된 하수찌꺼기 기반의 바이오가스로부터 수소를 생산 공급하는 기술의 적용이 보고되고 있다.

4. 맺음말

국제사회는 다양한 정책과 기술개발을 통하여 에너지 다소비 시설인 하수처리시설을 신재생에너지 공급 대상으로 인식 전환을 위하여 노력하고 있으며 하수처리시설의 디지털 운영 및 기존 시설의 고효율 설비 개량에 의한 에너지 절감과 하수찌꺼기 기반의 통합바이오가스화 등을 통한 신재생에너지의 생산 및 도입으로 탄소중립 방안을 모색하고 있다. 국내에도 시설용량 500m³/일 이상 처리시설은 681개소('19)로서 '50년까지 탄소중립을 위해서는 단계적으로 기술개발과 함께 국가적인 정책 및 재원 마련을 통한 개선이 요구된다.

참고문헌

- [1] 조을생, 한대호, 하종식, 공공하수처리장의 에너지 소비현황 및 효율성 평가, 환경정책연구 11(4), 85~105(2012)
- [2] 공공하수처리시설 에너지자립화 정책방안 연구, 한국환경정책평가연구원, 2019.
- [3] 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진 방안 검토보고, 환경노동위원회, 2021.
- [4] 하수 슬러지 에너지화 기술 가이드라인 2016년, 국토교통성 물관리·국토보전국 하수도부, 2016