



하수처리수 재이용 활성화를 위한 미활용에너지 개발

이 영 대

(주)삼보기술단(yd9@chol.com)

기후변화대응체제와 우리의 대응

온실가스 감축을 위한 국제적 협의 도출을 위해 지난 12월 3일부터 15일까지 인도네시아 발리에서는 유엔 기후변화협약 제 13차 당사국 총회가 세계 186 개국이 참석한 가운데 진행되었다. 세계 1위 온실가스 배출국인 미국이 교토의정서 비준을 거부해온 미국과 적극적인 온실가스 감축을 요구하는 유럽연합, 그리고 선진국과 개발도상국간의 의견차로 총회는 진통을 거듭하였고, 결국 발리 로드맵이라는 타협안을 채택하면서 막을 내리게 되었다. 이에 따라 기존 기후변화대응체제(일명 교토의정서 체제)에서 온실

가스 감축의무를 졌던 37개 선진국은 물론 개발도상국까지 모두 참가해 2009년까지 교토의정서를 대체할 새 협약을 마련하게 되었으며 이 협약은 포스트 교토(Post Kyoto) 체제가 시작되는 2013년부터 발효될 것으로 전망되고 있다.

현재의 교토의정서 체제에서 온실가스 감축의무를 지지 않았던 우리나라 입장에서는 온실가스 배출 세계 10위 국가로서 이미 타 개도국과는 달리 선진국에 상응하는 의무감축 요구가 지속되었기 때문에 2013년에는 의무부담이 기정사실화되어 있는 상태다. 이에 따라 범정부 차원에서 포스트 교토체제에서의 대응 방안 구축을 위한 계획이 구체화될 것

[표 1] 발리 기후변화협약 로드맵 주요 내용

온실가스 감축	구체적 수치 설정 없이 온실가스 배출에 대한 '상당한 감축 (deep cuts)' 목표에 합의
협상 마감기한	각국은 2년간 추가 협상 거쳐 2009년 말까지 새 기후변화협약 최종 마무리
개발도상국 배출 억제와 선진국의 지원	개도국은 온실가스 배출 억제 위해 '측정·보고·확인 가능한' 조치 시행, 선진국은 이를 위한 과학기술 이전, 금융 지원, 투자 증대
열대우림 보호 인센티브	2013년부터 개도국이 자국 우림을 태우지 않음으로써 더 흡수한 이산화탄소량(탄소상쇄분)을 판매하는 시스템 시행
기금 마련	탄소배출권 거래시 2%씩 떼어내 조성한 '적용기금'을 개도국의 기후변화 피해 극복 및 적용사업에 사용하기로 결정

으로 전망되고 있으며, 이는 산업 전반에 걸친 감축 요구로 이어지게 될 것이다.

최근 정부는 기후변화 제 4차 종합대책을 확정하였는데 내년부터 시행되는 이번 대책은 교토의정서의 효력이 만료되는 2012년까지 향후 5년 동안 우리나라 기후변화대응 정책의 근간이 된다. 이번 대책에서 기후변화 대책을 국가 경제 사회 전반을 포괄하는 최우선 의제로 설정하여 추진함으로써 최종적으로 저탄소 사회시스템의 조기정착을 유도하고 향후 우리 경제의 성장 동력을 확충하기 위한 토대를 구축하게 될 것이다. 이를 위해 가장 중점적으로 제시된 것이 부문별 산업별 목표를 설정하여 온실가스 감축을 위한 참여를 유도하는 것이다.

물 산업분야의 실천적 대응방안

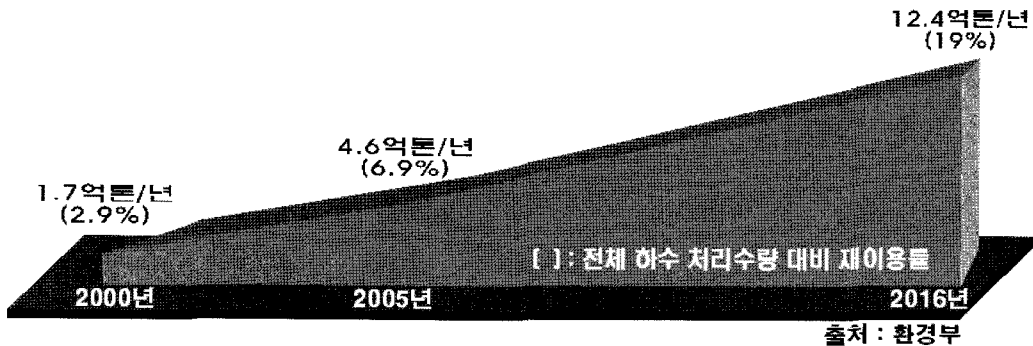
물 산업 분야에서도 이러한 국내 외적 요구로 인하여 이미 수년전부터 건전한 물 순환 체제 구축 및 에너지효율 개선이라는 대명제 아래 국가적인 종합계획을 마련하고 있다. 과거 물 산업, 특히 하수처리로 대표되는 물 재생 산업은 대표적인 대규모 에너지 소비 산업으로써 생산질 향상이라는 측면에 무게를 두고 기술 및 관련 산업이 발전한 것이 사실이며, 이런 상황에서 에너지 효율성 제고나 미활용에너지 이용, 하수처리수 재이용 등 가치성 있는 사고 전환이 상대적으로 미약하였다. 그러나 점차 현실화되는 에너지 및 수자원의 고갈과 에너지 패러다임의 변화, 즉 환경위기에 대한 공감대 형성과 기후변화협약 등

국제 기준의 강화, 정부차원의 지원 등에 의하여 미활용에너지 이용, 하수처리수 재이용 등 가치성 있고 생산력을 갖춘 산업으로 성장하기 위한 실천 방안이 구체화되고 있다. 여기서, 미활용에너지란 일상생활에서 직접 이용할 수 있는 경제성을 갖춘 에너지자원(석유, 석탄 등의 1차 에너지) 이외의 에너지원으로 존재하고, 활용가치도 가지고 있음에도 경제적 기술적 제도적 제한요인 등으로 인하여 실제로 이용되지 못하고 자연계로 임의로 배출되는 에너지로 정의되며, 달리 대체에너지 또는 신 재생에너지와 유사한 개념으로 이해할 수 있다.

하수처리수 재이용산업의 문제점 및 활성화 방안

정부는 지난 2005년부터 점증하는 물 수요를 충족하기 위한 방안으로 하수처리수 재이용 시범사업을 실시하고 있으며, 2007년 하수도법 개정 및 국가하수도 종합계획 수립을 통해 하수의 자원화를 추진 중에 있다.

전국에 골고루 분포되어 있는 하수처리장에서 방류되는 하수처리수는 가정 및 산업분야에서 소모된 상수에 지하수가 더해져 그 발생량이 연간 66억톤(2005년 기준)으로 국내 최대 다목적댐인 소양강댐의 저수량 29억톤의 2배 이상에 달하여 물 순환체계를 지속가능한 방향으로 향상시킬 수 있는 대안으로 부각되어 지고 있다. 특히, 최근 처리기술의 발달로 인해 양질의 안정적 용수공급이 가능하게 되어 그



[그림 1] 하수처리수 재이용 계획



사용범위가 점차 확대될 것으로 예상된다. 이에 따라 정부는 하수처리수 재이용산업을 정수, 하수에 이은 제 3의 물 산업(The Third Water Industry)으로 육성하기 위한 종합 계획을 마련하였고 이에 따르면 현재 7% 내외인 재이용률을 2016년까지 19%까지 증대시킬 계획이다(그림 1).

현재 국가에서 추진 중에 있는 하수처리수 재이용 산업의 목표는 대체 수자원으로써 용수활용을 목표로 하는 단순 재이용이다. 즉 하수처리장 방류수를 농업 공업 하천유지용수로 재이용함으로써 별도의 수자원 개발 없이 부족한 용수를 공급하여 지속가능한 물 공급체계를 구축하는 것이다. 그러나 정부의 지속적인 노력에도 불구하고 국내 하수처리수 재이용 산업은 정부 기대와 달리 답보를 거듭하고 있는데 그 원인은 크게 두 가지로 정리할 수 있다.

첫째, 하수처리수 재이용 사업은 사업 규모에 비해 상수도 대체에 의한 수익규모가 작아 사업비의 70% 이상을 국고에서 지원하는 기형적 재원구조이다. 현재의 상대적으로 저렴한 수도요금체계에서 수도재원 확충이 요원한 정부 입장에서 가중되는 정부 부담으로 인해 적극적인 사업 추진이 어려울 수밖에 없을 것이다. 이를 해결하기 위해서 상수도 요금의 현실화를 통한 경제성 확보방안과 민간자본 유치를 통한 국고지원부담 경감 등이 논의되고 있으나, 현재 국민들이 체감하고 있는 물 부족 인식에 비추어 볼 때 어느 하나 여의치가 않다. 싱가포르의 경우에는 상수원수의 75%를 말레이시아에서 수입함에 따라 안보적 차

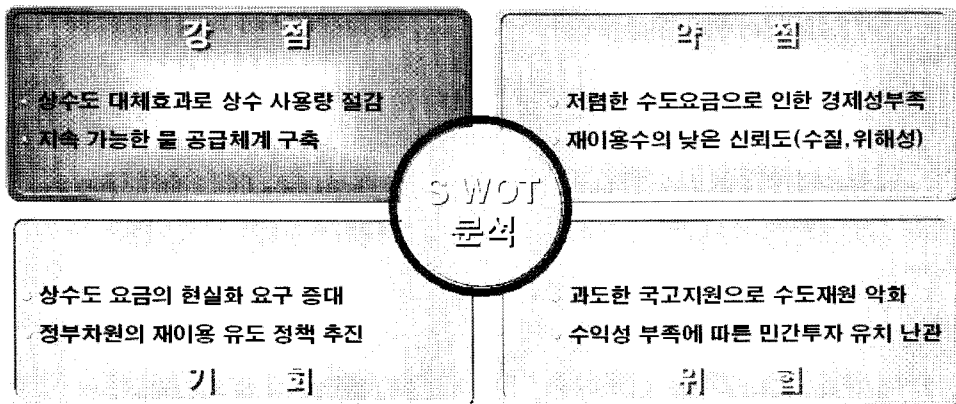
원에서 재이용사업(New Water Project) 및 상수요금 현실화를 추진하고 있으나 우리나라의 경우 지속적인 논의가 있었음에도 공공요금 인상에 대한 국민적 거부감으로 인해 쉽게 정책에 반영되지 못하고 있다. 민간자본 유치 역시 낮은 수익성으로 인해 선뜻 나서지는 사업자가 없는 실정이다.

하수처리수 재이용산업이 지지부진한 두 번째 원인은 하수처리기술의 비약적 발전으로 인해 방류수질이 크게 개선되었다고는 하나, 여전히 이를 재활용하는 문제에 대해서는 위생 및 심미적 불안감으로 인한 기피현상이 만연하다는 것이다. 그러다 보니 하수처리장이나 하천유지용수 등의 제한적 목적으로만 현재 개발되고 있는 실정이다.

이러한 이유들로 인해 하수처리수 재이용 산업의 국가 목표치에 대해 일부 회의적으로 보는 시각이 존재하고 있다.

따라서 현 시점에서 하수처리수의 단순 재이용은 여러 장애 요인으로 인하여 추진에 한계가 있으므로 이 사업은 장기과제로 접근하는 것이 바람직하다고 할 수 있으며, 대신에 하수처리수의 미활용에너지를 적극적으로 개발하여 에너지를 창출하는 방향으로 하수처리수 재이용 사업 역량을 집중하여 사업성 확보 및 향후 기후변화대응체제에도 대처하는 것이 필요하다고 하겠다.

일반적으로 하수처리장에 존재하는 미활용에너지는 태양열, 태양광, 풍력, 소수력, 지열, 하수열, 소화가스 등이며 이중에서 직접적으로 하수처리수 재



[그림 2] 하수처리수 재이용산업 SWOT 분석

용과 관련된 분야는 소수력과 하수열 분야로 정리할 수 있다.

하수처리장 방류수를 이용한 소수력 발전

소수력발전(small hydro power)은 설비 용량이 10,000 kWp 미만의 소규모 수력발전을 의미하나 국내에서는 보통 3,000 kWp 미만을 소수력 발전으로 부르고 있다. 대부분의 하수처리장의 경우 방류계통 상에 수두차가 존재하기 때문에 이러한 수두차를 이용한 소수력은 대표적인 하수처리장 미활용 에너지 분야로 그 개발 잠재량은 약 5,300 kWp(50,000 m³/일 이상 처리규모를 가진 하수처리장 기준)으로 예측되고 있다.

하수처리장에 소수력 발전을 적용하기 위해서는 본래의 목적인 하수처리 공정에 지장을 초래하지 않는 범위에서 개발 가능한 발전규모 및 발전량을 예측하고 이를 토대로 사업비, 손익분기점 등 편익분석을 통해 개발가능한 사업을 도출하게 되는데, 발전원가가 상대적으로 낮아 대체적으로 재무구조가 우수하게 나타나게 된다. 소수력 발전소에서 생산된 전력은 신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법에 의해 15년간 기준가격 72.8 원/kWh(산업자원부고시 2006-89호)으로 전량 정부에서 매입해 주고 있어 수익구조도 안정적이다.

현재까지 개발된 하수처리장을 이용한 소수력발전소는 5개소이며 총 발전규모는 625 kWp로 약 12% 정도만이 에 이르고 있으며 지난 11월 준공된 안양 석수 하수처리장 소수력 발전소가 400 kWp로 가장 큰 발전용량을 나타내고 있다(표 2).

이러한 소수력 자원을 경제적으로 개발할 수 있도

록 하기 위해서는 기술적으로 우리나라 소수력 자원의 특성에 적합하고 효율이 높은 수차발전기를 국산화하여 소수력발전소에 적용하여야 하며, 하수처리장의 경우 대부분의 소수력 자원이 저 낙차 조건이기 때문에 이러한 자원의 최대 활용을 위하여 저 낙차용 수차 등을 표준화 개발하는 것도 필요하다. 이와 별도로 현 교통에너지환경세 등을 유럽과 같이 탄소세로 전환 도입하여 안정적이고 다각적인 재원을 확보하여 지속적으로 사업을 개발하기 위한 재정기반을 조성하는 것도 중요하다.

하수처리수를 이용한 냉난방시스템

우리나라 하수의 수온은 여름철에 대기온도보다 3 ~ 5도 정도 낮고 겨울철에는 10 ~ 15도 정도 높기 때문에 여름철에는 대기온도보다 낮은 하수 열원을 이용하여 냉방기기 응축기의 냉각 열원으로 사용하고, 겨울철에는 열펌프의 증발기 열원으로 사용해서 냉난방을 동시에 해결할 수 있다. 냉각열원으로 사용하는 경우 약 13%, 증발기 열원으로 사용하는 경우 43%의 에너지 절약효과가 있는데 이는 지열이나 공기열 등 다른 열원에 비해 높은 에너지 절약효과라고 할 수 있다.

냉난방시스템의 주요설비는 하수열을 회수하기 위한 열교환기와 회수한 하수열을 냉난방에 이용하기 위한 히트펌프 등으로 구성된다. 히트펌프는 하수열을 필요한 공간으로 이동시켜 냉방 및 난방을 시키는 전기적인 장치로서 히트펌프는 내부에 하수열교환회로, 냉매회로, 공기냉방회로, 온수회로 등으로 구성되어 있으며, 하나의 기계 내에서 여름에는 냉방 사이클로 작동되고 겨울에는 난방 사이클로 작동

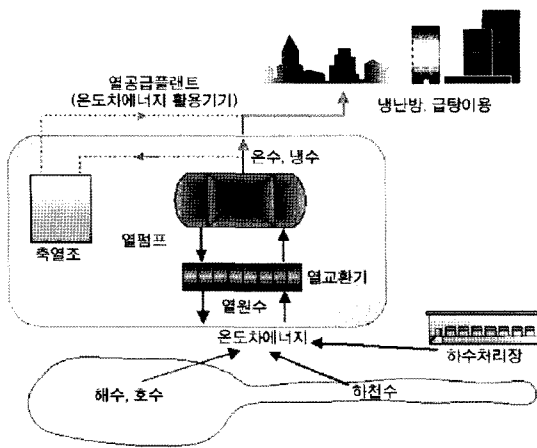
<표 2> 국내 하수처리장 소수력 발전 시설 현황

발전소명	사업자	소재지	설비용량(kWp)	낙차(m)	운전개시일	비고
아산	아산시	충남 아산	36	6.9	2000.12	
전안	전안시	충남 전안	40	2.5	2002.01	
진해	진해시	경남 진해	10	1.6	2004.10	
신천	대구광역시	대구광역시	139	3.7	2005.06	
석수	안양시	경기 안양	400	14.8	2007.11	



<표 2> 하수열 이용 냉난방시스템 기술수준 비교

핵심기술	선진국대비 국내수준	선진국 기술동향	대응방안
환경친화적 냉매적용 압축기 기술	50	성숙기	자체개발
저온열회수 증발기 설계기술	60	성장기	자체개발
고온출력 응축기 설계기술	50	성장기	자체개발
부하변동대응 열펌프 설계기술	30	성장기	자체개발
고효율 압축식 열펌프 제작기술	50	성장기	자체개발
고효율 터보 열펌프 제작기술	50	성장기	자체개발
자연열원대응 열펌프 성능평가기술	40	성장기	자체개발



[그림 3] 하수열 등을 이용한 냉난방시스템 개요

하는 것이 특징이다(그림 3).

한국에너지기술연구원 지열에너지연구센터의 발표에 의하면, 국내 하수처리수의 미활용에너지 부존량은 약 36,000 Tcal/년에 달하고 있는 것으로 나타났다. 이는 330 km²를 냉난방할 수 있는 규모로 원유 대체효과는 약 2,640만 배럴에 해당하는 어마어마한 양이라 하겠다.

그러나 지속적인 기술 개발에도 불구하고 냉온열을 제조할 수 있는 국내의 열펌프 개발기술은 선진국에 비하여 많이 뒤떨어진 상황이다 보니 해당 기

술의 상용화는 매우 미진한 상태이다. 따라서 미활용에너지 이용의 활성화를 위해서는 시스템 설계 및 제작 기술에 대한 기술 개발을 통한 기술 자립도 제고가 우선되어야 한다.

미활용에너지 이용 활성화를 위해 준비해야 할 것들

하수처리장의 미활용에너지는 지속가능한 에너지 공급체계구축 및 장래 기후변화대응체제를 극복하기 위한 미래의 에너지원이다. 새로운 에너지 패러다임으로 전환하고 있는 세계적 흐름에 따라 조금이라도 서둘러 정부, 지자체, 기업이 함께 에너지 체제 변화를 적극적으로 도모하여야 한다.

이를 위해서 정부 및 지자체는 미활용에너지의 종합적 관리를 위한 계획을 마련하여 장래 개발 목표를 체계적으로 마련하여야 하며, 제도적 체계를 보완하여 민간사업자의 자발적 사업 참여를 유도하기 위한 제도를 확립하여야 한다. 또한 정부와 기업은 원천 기술 개발 투자를 확대하여 기술의 신뢰성 및 성능을 제고함으로써 궁극적으로 기술 자립이 가능하도록 노력을 경주하여야 한다.

적극적인 미활용에너지 개발 및 이용, 보급 확대를 위한 노력은 에너지 의존율을 줄이는 지름길이며, 관련 산업육성과 함께 기후변화대응체제에서의 국가 경쟁력에도 크게 기여할 것이다.