

미활용에너지의 이용과 과제

미활용에너지 이용의 개념, 지역난방에의 이용현황, 이용상의 효과와 과제, 추진방법 등에 관해 소개하고자 한다.

박준택

미활용에너지의 개념

미활용에너지(unused energy, 또는 unutilized energy)란 도시지역내에서 생활·업무·생산활동을 위해 투입된 에너지중 유효하게 회수이용되지 않고 환경중으로 배출되고 있는 각종 온도의 열에너지(폐기물 소각열, 하수열, 공장배열 등 각종 배열)와 자연에 풍부하게 존재하는 자연에너지중 그 활용이 도시환경에 생태학적으로 크게 영향을 주지 않는 온도차에너지(여름은 대기온도보다도 낮고 겨울은 대기온도보다도 높은 물: 하천수, 해수, 지하수 등)를 총칭하는 말이다. 표 1은 대표적인 미활용에너지의 종류 및 특징을 나타내고 있다.

이러한 미활용에너지는 주로 대도시 주변에 대량으로 존재하면서도, 기술적 혹은 경제적 제약으로 인해 지금까지 별로 활용되지 않았었다. 적절한 기술과 도

시의 열수요조건 등이 정비되면, 이들 미활용에너지를 이용하는 것에 의해 난방·급탕용으로 사용되는 에너지를 대폭적으로 줄일 수 있을 것이다.

해수, 하천수 등과 같은 온도차에너지는 난방, 급탕용 열원으로 사용하기 위해 열펌프를 사용한다. 한편 쓰레기 소각장이나 공장으로부터의 고온열을 활용할 경우에는 배열을 증기나 고온수의 형태로 회수하고, 그 상태로 난방·급탕에, 혹은 흡수식냉동기를 사용하여 난방에 사용할 수 있다. 미활용에너지의 이용 개념을 그림 1에 나타내었다.

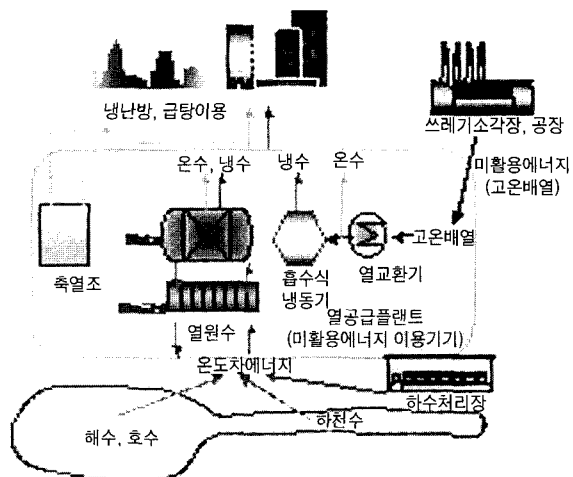
미활용에너지를 이용한 지역열공급 현황

미활용에너지를 이용한 지역열공급시스템은 종래 사용하지 않았던 도시배열이나 온도차에너지 등을 지

<표 1> 미활용에너지의 종류와 이용방법

발생원(시설)	형태	이용방법
하천수	물(水)	HP(열펌프)열원, 냉각수 등
해수	"	"
지하수	"	"
하수처리장	생하수	HP열원
	처리수	"
	소화가스	발전·열공급
폐기물소각열	슬러지(汚泥)	"
	고온가스	증기에 의한 열회수, 발전·열공급
지하철 등	온수(발전용특수기)	HP열원, 직접이용
	공기	HP열원
지중송전선·변전소	냉각수	"
	고온가스	증기에 의한 열회수, 발전·열공급
공장 등	온수	직접이용, HP열원
	LNG냉열	발전, 공기액화 등
발전소(특수기)	온수	HP열원, 양식이용 등

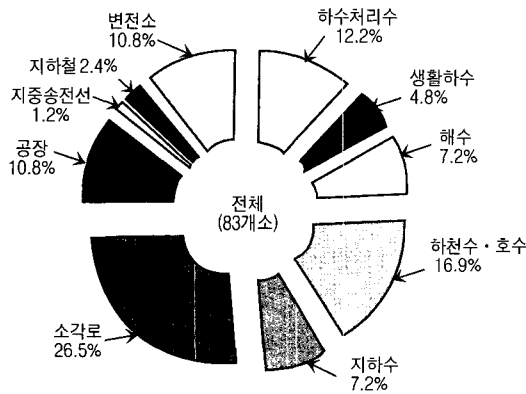
박준택 한국에너지기술연구원(jtpark@kier.re.kr)



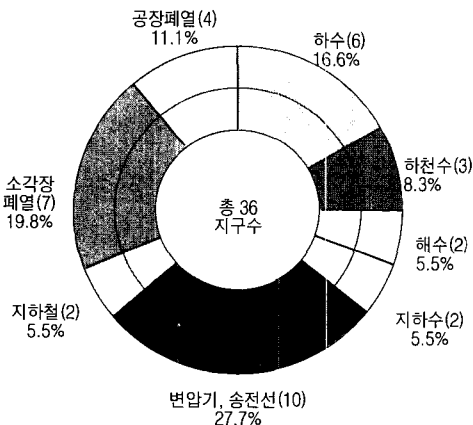
[그림 1] 미활용에너지의 이용개념

역냉난방용 열원으로 이용함으로써 화석연료 사용을 줄이고, 환경까지 배려한 환경에 우수한 에너지공급 시스템으로서 21세기의 도시기반시설로서 없어서는 안될 것으로 평가되고 있다.

미활용에너지의 이용은 규모의 경제성으로부터 대규모 빌딩의 냉난방시스템이나 지역냉난방에 실용화되고 있다. 문헌조사 결과, 현재 세계적으로 83개 지역에서 냉난방열공급에 있어서 미활용에너지를 이용하고 있으며, 특히 일본의 경우에는 전국 136지구에서 행해지고 있는 지역열공급사업중 26.5%인 36지구가 미활용에너지를 열원으로 이용하여 생활환경 개선이나 에너지절약에 확실한 성과를 올리고 있다.

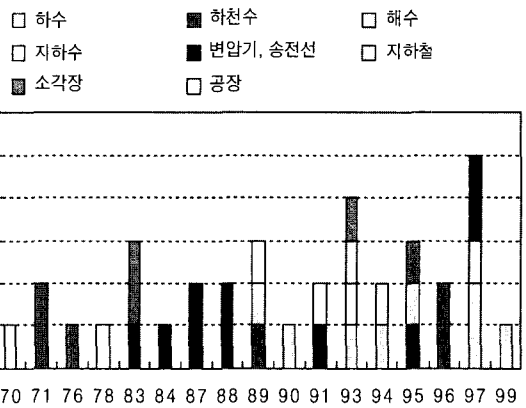


[그림 2] 해외에서 미활용에너지를 이용한 열공급시스템 도입현황

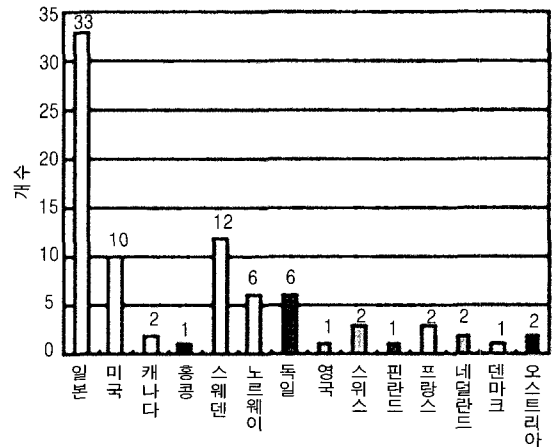


[그림 3] 일본에서 미활용에너지를 이용한 지역열공급 시스템 도입현황

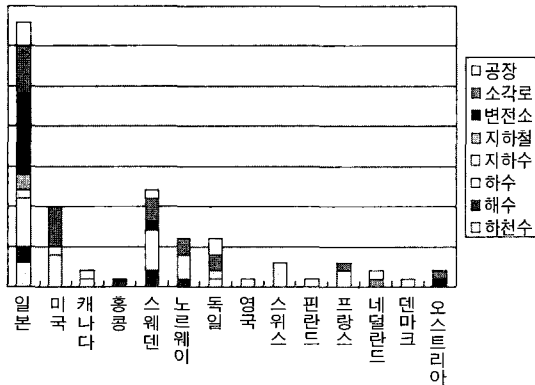
미활용에너지원별 활용비율은 소각장 폐열이용이 약 26%로 가장 많고, 그 다음이 하수, 하천수 등의 순이다. 일본의 경우는 변압기 냉각에 따른 배열이용이 25%로 가장 많고, 그 다음이 소각장 폐열, 하수 등의 순이며, 미활용에너지의 연도별 공급건수는 그림 4에서 보는 바와 같이 1970년 코크스공장배열 1지구를 시작으로 1990년 이후가 20지구로 절반 이상을 차지하고 있으며, 1990년 이후부터 급증하고 있다. 이하에서는 문헌에서 조사된 총 83건의 해외에서의 미활용에너지 이용사례를 국가별, 열원별, 열공급형태별, 설비규모별로 분석한 결과를 그림 5~8에 나타내었다.



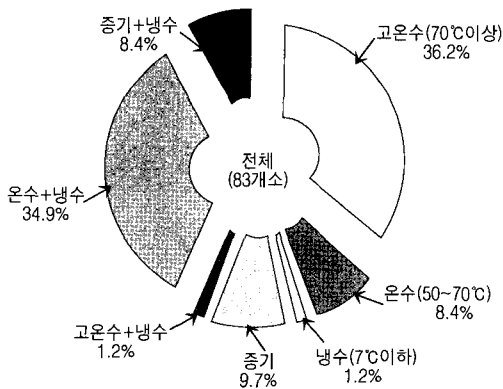
[그림 4] 일본의 미활용에너지 연도별 공급건수 추이



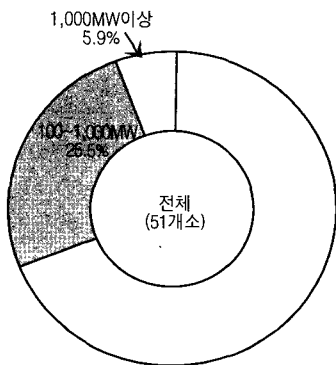
[그림 5] 해외의 미활용에너지 국가별 이용현황



[그림 6] 해외의 미활용에너지 열원별 이용현황



[그림 7] 해외의 미활용에너지 열공급형태 비율



[그림 8] 해외의 미활용에너지 열공급형태 비율

미활용에너지 이용의 효과

미활용에너지를 이용한 열공급시스템은 기존의 냉난방시스템(보일러+냉동기)에 비해 에너지절약은 물론, 도시 및 지구환경 개선, 전력평준화 효과 등을 기대할 수 있다. 기존의 냉난방시스템에 비해 이산화탄소(CO₂) 발생량을 40~60% 정도 줄일 수 있고, 질소산화물(NOx)의 생성을 60~80% 정도 줄일 수 있다. 또한 축열식 히트펌프시스템을 이용하면 전력부하 평준화 효과도 기대할 수 있다.

미활용에너지 이용을 위한 과제

미활용에너지는 도시지역에 대량으로 부존하고 있지만 일반적으로 넓게 희박하게 분포되어 있고, 온도 레벨이 낮고, 수요와 공급에 시간적 차이가 있고, 수요지와 거리가 멀다 라는 등의 공통적 특징을 가지고 있다. 따라서 미활용에너지를 이용하기 위해서는 사업수행상의 과제가 존재와 함께, 열의 회수, 저장, 수송 면에서의 기술개발이 불가피하며 또한 고도의 시스템화 기술이 요구된다.

사업수행상의 과제와 대응 기본방향

- 초기투자비가 너무 많이 든다(배열회수설비, 열원수관, 대규모축열조 등) : 열회수, 열수송, 열수요처로의 분배를 1개사에서 행할 경우 초기투자비, 위험부담이 너무 크며, 또한 열공급규모가 적을 경우는 초기투자비 부담이 더 크게 됨으로 초기투자비 부담 경감조치 및 효율적인 열공급사업체제 정비 필요
- 열원으로부터 열수요까지 거리가 멀다(지리적 불일치) : 지리적 불일치 문제를 해결하기 위해

<표 2> 미활용에너지이용 효과 계산 예

구 분	업무지구	상업지구	주택지구
열원	지하철, 빌딩배열, 하천, 하수처리수	지하철, 지중송선, 빌딩배열	소각장, 공업용수, 하수처리수
에너지절약 효과	27.3%	28.4%	36.2%
NOx 저감량	68.6%	59.2%	75.8%
CO ₂ 저감량	47.8%	41.8%	57.8%

서는 광역적 열수송 네트워크 구축 필요

- 열원의 불안정성, 열원과 열수요의 시간적 불일치 : 미활용에너지를 이용하여 개별지점으로 각각 열공급을 행할 경우 미활용에너지의 열량은 통상 불안정하므로 보조열원(back-up)이 필요하다. 그러나 미활용에너지를 이용하는 개별지점마다 보조열원을 설치하는 것은 부적절하므로 열원 네트워크화에 의해 시간적 불일치 조정 필요
- 적절한 수의 열수요가 확보 곤란(기존의 개별난방설비의 갱신시기는 열수요처에 따라 상이) : 미활용에너지 이용에 의해 일정한 에너지 절약·환경개선 효과가 기대되는 지역에는 지역 열공급의 가입 촉진 혹은 유도 필요
- 사업 노하우의 부족·편재 : 각 사업주체의 제휴 혹은 추진체제 정비 필요
- 프로젝트는 1개사, 1지방자치체의 1부서만으로는 진행하기 어렵다(자금부족, 관련규제가 광범위하고, 지역개발과 일체로 한 추진 필요) : 관계중앙부처, 지방공공단체, 에너지사업자, 지역개발자가 일체로 된 추진체제 확립 필요.

기술적 과제

- 열회수기술
온도차에너지는 저온이며, 오염부식성이 강한 열원수이다. 따라서 열회수시 열교환기의 효율향상이 중요하며, 아울러 부식성과 오염이 심한 열원수에 대한 전열면 오염방지·제거기술, 생물부착방지기술 등 개발이 필요하다.
- 축열기술
열발생과 열수요가 시간적으로 일치하지 않을 경우 미사용열원을 모두 저장하였다. 유효하게 이용할 수 있는 축열기술 개발이 필요하며, 특히 도심지 지하 이용에 의한 대용량 축열조 건설이 필요하다.
- 열변환기술
온도차에너지는 온도가 낮아 그 상태로 이용이 어려우므로 온도포텐셜의 변환기술이 필요하다. 열펌프

의 COP 향상기술 및 보다 높은 온도로의 승온기술 개발이 필요하며, 당면 핵심 애로기술이다.

- 열수송기술
미활용에너지는 열원의 부존지점과 수요지점이거리를 떨어져 있는 경우가 많으므로 경제성 제고를 위해 저비용의 배관부설방법과 고효율의 열수송기술이 필요하다.
- 플랜트 최적계획·운전기술
온도차에너지이용시스템의 원활한 도입을 도모하기 위해서는 에너지원, 열수요처 등에 따라 플랜트 계획의 적합성을 신속하게 평가하기 위한 최적화 소프트웨어 개발이 필요하다. 또한 계획된 플랜트에 대해 에너지량, 열수요량, 열원기기 출력변화 예측, 시스템 가동상황 진단 등 플랜트 최적인전을 실현하기 위한 소프트웨어 개발이 필요하다.

미활용에너지 이용을 위한 추진방법

기본적 방향

미활용에너지의 이용은 민간을 최대한으로 활용하여 시장원리에 의해 추진하는 것이 바람직하다. 그러나 미활용에너지이용시스템은 국내 에너지 수급의 완화, 환경개선, 지역주민의 amenity 향상이라는 국민경제적 이익이 큰 반면, 투자의 대규모성, 투자회수기간이 길다라는 특성 때문에 시장기구에 의한 공급만으로는 사회적으로 원하는 수준까지 달성하기 어렵기 때문에 사회 인프라로서 계획적인 준비를 꾀하지 않으면 안된다. 따라서 도시계획, 도시재개발중에 미활용에너지이용시스템을 적극적으로 도입함과 아울러 과제의 실현을 향해 장기적 비전하에 단계적으로 착실히 진행하지 않으면 안된다.

이상과 같이「시장기능의 최대한 활용」과 「사회인프라로서 계획적 정비」라는 2가지 요청에 대해, 금후 미활용에너지이용시스템의 추진 기본방향은 다음과 같이 생각할 수 있다.

- 첫째, 열밀도가 높은 업무지구를 중심으로 한 지역에 대하여 관계중앙부처·지자체·사업자간에 공

감대를 모아 도시개발과 연계하여 미활용에너지의 이용을 꾀한다.

- 둘째, 경제성이 미흡한 주택지구, 열원으로부터 비교적 원거리에 있는 지구를 포함해 광역적 네트워크를 정비한다. 이 경우 광역적 네트워크는 대규모성, 투자회수기간 등을 고려하면 사회자본으로서의 성격이 매우 강하기 때문에 공익사업의 일환으로 정비하는 것이 바람직하다.

제1단계(사회시스템으로 정착하기까지 단계)

상업화규모로 활용가능한 미활용에너지의 도입을 최대한 도모하기 위해 적절한 추진체제를 확립하고, 필요한 지원을 한다.

- (1) 대상열수요지역 → 업무용을 중심으로 한 특히 열밀도가 높은 지역
- (2) 대상열원 → 하천수, 해수, 하수처리수, 쓰레기 소각장
- (3) 추진방법 → 사업수행상의 과제에 대응하여 이하와 같은 방향을 기본으로 추진한다. 이 경우 미활용에너지의 활용이 특히 유효한 지역에 대하여 모델사업으로 중점적으로 추진하는 것이 효과적이다.
 - ①초기투자비 부담 경감
 - 미활용에너지이용에 따른 초기투자비 증가분에 대하여 국가가 지원
 - 표준화, 대량생산에 의한 비용절감
 - ②적정 수요가 확보
 - 미활용에너지의 이용이 유익한 지역에서는

지방공공단체가 수요처를 지도

- 수요가 혜택 : 미활용에너지이용 지역에 대한 용적을 완화
- 사업자에 의한 수요가 지원조치(수입설비 뿐만 아니라 기존의 냉난방설비로부터 교체비용 지원)
- ③열원과 수요의 시간적 불일치 : 인접 열공공급사업자간의 연계 추진, 대규모 축열조 공동설치 추진
- ④사업 노하우의 부족·편재 : 사업자간의 정보교환, 데이터베이스 축적을 위한 조직정비, 열원 관리자와 최종수요처의 열판매사업자와의 사업 제휴
- ⑤프로젝트는 지방공공단체만, 혹은 민간기업만으로는 진행이 어렵다 : 계획단계에서부터 지자체, 에너지사업자, 지역개발자, 관련 중앙부처의 공감대 조성을 위한 협의체 설치
- ⑥정부주도로 종합적·계획적 연구개발 추진

(4) 추진체제

사회시스템으로 추진해 나가기 위해서는 중앙부처간 공감대·협력체제 구성, 각지역 지자체·사업자·지역개발자의 추진체제, 전국적 사업자간의 연계체제 구축이 필요하다.

제2단계(사회시스템으로 정착한 시기의 추진책)

미활용에너지의 열원과 열수요의 지리적·시간적 불일치를 해소하고, 미활용에너지를 최대한 이용하기 위해 광역적 열수송 네트워크 및 대규모 축열조를 정비한다. ④