

소규모 지역냉난방시스템 도입 특성분석

박준택
 한국에너지기술연구원 미활용에너지연구팀

The Characteristic analysis of Community Energy System in Japan

J.T. Park
 Unutilized Energy Research Team, KIER

1. 서론

CES(Community Energy System)란 구역형의 소규모 지역냉난방시스템으로 세계에서 일본이 가장 발달된바, 일본의 도입 실태분석이 향후 국내 CES 도입에 중요한 자료가 될 것으로 판단되므로 일본에서의 소규모 지역냉난방시스템 도입사례에 대한 조사분석한 내용을 소개하고자 한다.

일본에서의 지역열공급사업의 개념은 1개소 또는 수개소의 열공급플랜트로부터 복수의 건물에 지역배관을 통하여 냉수·증기·온수 등을 보내어 냉난방·급탕을 행하는 것이다(그림 1).

이러한 지역열공급사업 중 ①물(水)을 인위적으로 가열 혹은 냉각하여 영리를 목적으로 공급하며, ②일반의 수요에 따라 공급하며, ③2개 이상의 건물에 공급하고, ④열공급시설의 가열능력이 시간당 5Gcal 이상인 것에 대하여는 공익사업으로서 「열공급사업법」의 적용을 받으며, 공급구역내에서의 사업독점권이 주어짐과 함께 수요자에게 안정된 열공급을 의무로 하고 있다.

표 1 열공급사업법의 적용을 받는 요건

수요	일반 수요
규모	가열능력 5Gcal/h 이상
공급수	복수의 건물
사업자	수요자와 자본관계가 없는 제3자 또는 자가사용하지 않는 사업자

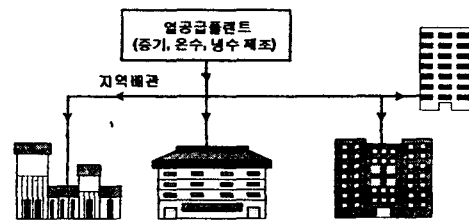


그림 1 지역열공급의 개념

2. CES 도입현황 분석

2.1 열공급사업자수와 지구인가수

그림 2는 일본에서의 열공급사업 허가건수의 추이를 나타낸 것이다. 1970년에 시작된 지역열공급사업(열공급사업법은 1972년 시행)은 그림 2에서 보는 바와 같이 두차례의 석유위

기에 의한 석유가격상승으로 인해 그 신장이 저조하다가 1980년대 후반부터 도시재개발 활성화 등으로 인해 허가건수가 급증하였다. 근년에는 재개발이 일단락되고, 경제사정의 영향 등으로 허가건수의 신장이 다소 저조하다.

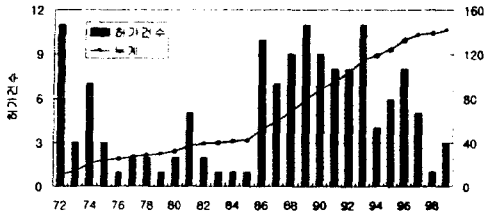


그림 2 열공급사업 허가건수의 추이

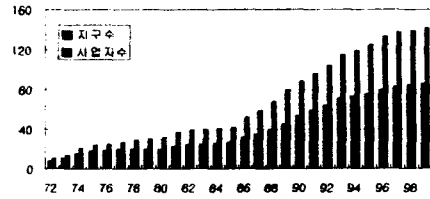


그림 3 열공급사업자수와 허가지구수

1998년 기준으로 열공급사업지구수의 인가수는 83사업자, 138지구이다(그림 3). 지역별로는 표 2에서와 같이 관동·동북지역이 전체의 60.9%인 84개지구(49개사업자)로 가장 많으며, 동시에 열수요가 많은 북해도, 냉방수요가 많은 서일본에도 널리 보급중에 있다.

표 2 일본의 지역별 허가사업자수 및 지구수

지역	'98. 4월 기준	
	사업자수	지구 수
북해도	10	12
관동·동북	49	84
중부	7	9
四國·近畿	12	23
규슈	5	10
합계	83	138

2.2 열공급사업주체 현황

한편 사업주체현황은 동경도의 예를 표 3에서 보면 순수 열공급사업자외에 일반전기, 가스사업자와 부동산임대사업자, 지자체의 참여 등 다양하다.

표 3 동경도의 사업자 현황

운영주체	열공급사업자	에너지공급회사		부동산 임대사업자, 토지 건물 소유자,	지방자치단체가 참여한 회사
		일반전기 사업자	일반가스 사업자		
지구수	5	1(6)	10(8)	13(5)	13(3)
사업자수	3	1(3)	2	10(5)	10(3)

주) ()내의 숫자는 계획중이거나 건설중인 지구 혹은 사업자

2.3 열공급판매량

판매열량은 표 4에서와 같이 열공급판매량의 93%가 업무용으로 빌딩위주의 지역냉난방 사업이다. 열공급사업에 있어서 열판매량의 추이는 그림 4와 같다. 열판매량에 차지하는 냉열의 비율은 당초 십수%이었지만 1980년대 후반에는 3할을 초과하고 1995년도부터는 50%를 초과하여 연간판매열량중 냉방열량이 난방(급탕)열량보다 많으며 비중은 더욱 커질 전망이다.

표 4 일본의 연도별/용도별 판매열량

(단위: 10³GJ)

연도	주택용			업무용, 기타				합 계			
	온수 (난방, 급탕)	냉수	계	온수 (난방, 급탕)	냉수	직접 증기	계	온수 (난방, 급탕)	냉수	직접 증기	합계
'72	142	1	143	466	117	-	583	608	118	-	726
'80	950	3	953	2,254	1,063	-	3,317	3,204	1,066	-	4,270
'90	1,273	11	1,284	3,423	3,535	119	7,077	4,696	3,546	119	8,361
'97	1,278	14	1,292 (7%)	6,628	10,285	283	17,196 (93%)	7,906	10,299	283	18,488 (100%)

주) 1GJ=0.293Gcal (1Gcal=4.2GJ)

2.4 사용에너지원

열공급플랜트에 사용되고 있는 에너지를 그림 5와 표 5에서 보면 도시가스가 6할을 차지하며, 석유, 석탄의 비율이 점점 적게되는 대신에 도시가스와 전력이 증가하는 경향이다. 또한, 쓰레기소각폐열 등 미활용에너지는 소비에너지의 약 16%를 담당하고 있다. 도시가스의 수요가 빠르게 증가했지만 전기사업이 지역난방사업에 적극 참여하는 경향이므로 전력의 소비가 빠르게 증가할 전망이며, '90년에 비해 '97년의 사용량은 가스가 2배증가, 전력은 2.5배 증가한 것으로 조사되었다. 일본의 경우 사용열원이 다양하며, 특히 열병합발전배열 및 지하철, 하수폐열 등 미활용에너지 사용율이 증가 추세인 바, 국내에서도 미활용에너지의 활용방안에 대한 연구가 필요하다.

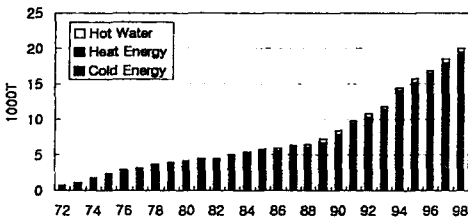


그림 4 열공급사업의 연도별 열판매량 추이

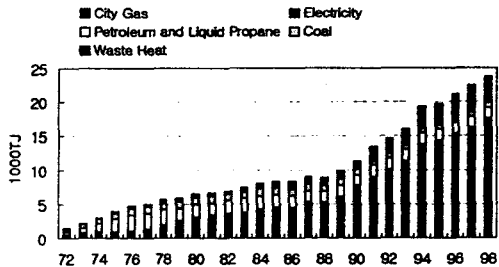


그림 5 열공급사업에 있어서 소비에너지의 추이

표 5 일본의 연도별 연료원별사용량

연도	도시가스 (천 m ³)	LPG (ton)	석탄 (ton)	경유 (kl)	중유 (kl)	재생유 (kl)	미활용 에너지 (GJ)	전력 (MWh)	기타 (GJ)	계 (toe)
'72	12,980	-	14,216	6,602	5,385	-	134,762	5,080	-	
'80	70,299	-	38,184	20,850	24,547	546	485,670	95,735	-	
'90	147,362	5,858	31,760	43,187	17,578	2,040	1,196,955	341,375	165,228	
'97	294,488	5,365	25,098	12,350	18,616	4,007	3,416,456	856,712	412,546	(539,721)
(toe)	(323,937)	(5,902)	(11,294)	(11,362)	(18,430)	(3,606)	(81,653)	(73,677)	(9,860)	
(%)	60.0	1.1	2.1	2.1	3.4	0.7	15.1	13.7	1.8	100.0

주) 1kWh = 3.6MJ

2.5 열공급규모

1995년도까지 열공급하고 있는 121지구에 대하여 열공급 규모를 보면 다음과 같다. 공급 구역면적은 그림 6에서 1ha(10,000m²) 미만부터 500ha를 초과하는 지구까지 널리 분포되어 있으며, 지구당 평균공급면적은 28.5ha 정도이다. 냉열수요규모는 그림 7에서 보면 시간당 2.5~110Gcal(평균 35Gcal/h)이며, 온열수요규모는 그림 8에서 보면 시간당 5~90Gcal(평균 27Gcal/h)로 되어 있다. 참고로 최대열부하 10 Gcal/h 이하인 사업장은 전체사업장의 26.7%를 차지하며, 비교적 소규모로 운영되고 있다.

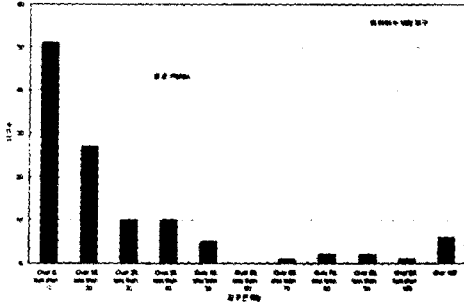


그림 6 공급구역면적

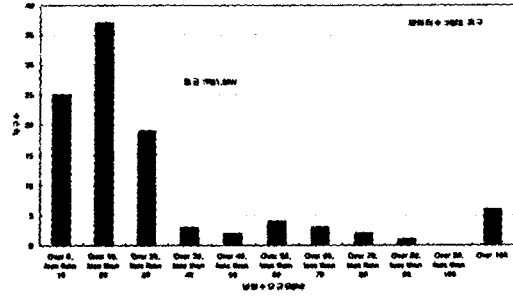


그림 7 냉열수요규모

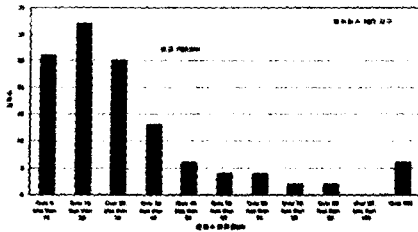


그림 8 온열수요규모

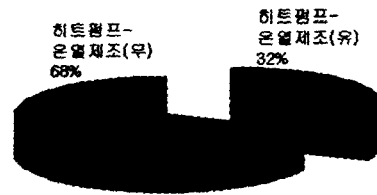


그림 9 온열용 히트펌프 유무

2.6 열원시스템에서 히트펌프 도입현황

열원시스템에 히트펌프를 도입하여 온열을 제조하고 있는 지구는 35개소(32%)로 약 1/3지구에서 온열용 히트펌프를 채용하고 있다.



그림 10 축열조의 유무

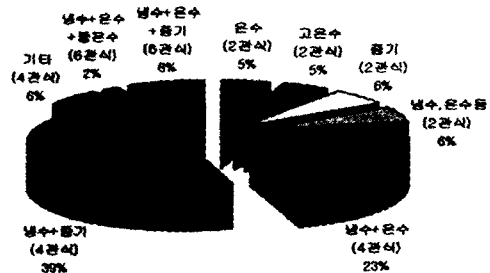


그림 11 배관형식 및 공급열매

2.7 축열조 구비현황

전력부하 평준화 효과가 있는 축열조를 구비하고 있는 지구는 전체의 과반수를 초과하고 있다.

2.8 배관형식 및 공급열매

배관형식 및 공급열매를 보면(그림 11) 냉수+증기, 냉수+온수 등 4관식이 전체의 68%를 차지하고 있으며, 2관식이 20%, 6관식은 10%이다.

3. 지역열공급에 있어서 미활용에너지의 이용현황

산업발전, 생활수준 향상과 세계적인 인구증가에 의해 석유를 비롯한 에너지자원의 고갈 문제가 크게 부각되고 있다. 또한 대량의 화석연료 소비에 따른 대기오염, 산성비 문제, 이산화탄소에 의한 지구온난화, 프레온에 의한 오존층 파괴라는 지구규모의 환경문제도 21세기를 맞이한 지금 해결하지 않으면 안될 문제로 되고 있다.

미활용에너지를 이용한 지역열공급시스템은 종래 사용하지 않았던 도시배열이나 하천수, 해수온도차에너지 등을 지역냉난방용 열원으로 이용함으로써 화석연료 사용을 줄이고, 지역환경까지 배려한 환경에 우수한 에너지공급시스템으로서 21세기의 도시기반시설로서 없어서는 안될 것으로 평가되고 있다.

일본은 현재 전국 136지구에서 행해지고 있는 지역열공급사업중 26.5%인 36지구가 미활용에너지를 열원으로 이용하여 생활환경 개선이나 에너지절약에 확실한 성과를 올리고 있다. 미활용에너지원별 활용비율을 그림 12에서 보면 변압기 냉각에 따른 배열이용이 25%로 가장 많고, 그 다음이 소각장 폐열, 하수 등의 순이다.

미활용에너지의 연도별 공급건수는 그림 13에서 보는 바와 같이 1970년 코크스공장배열 1지구를 시작으로 1990년 이후가 20지구로 절반 이상을 차지하고 있으며, 1990년 이후부터 급증하고 있다. 미활용에너지를 이용한 구체적 열공급사례는 표 6, 표 7, 표 8에 제시한 바와 같다.

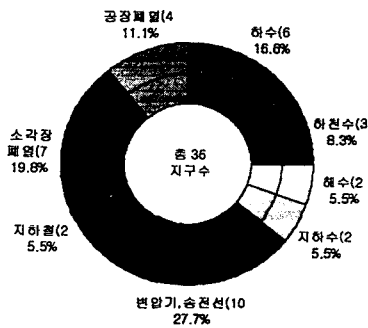


그림 12 지역열공급에 있어서 미활용에너지의 이용현황

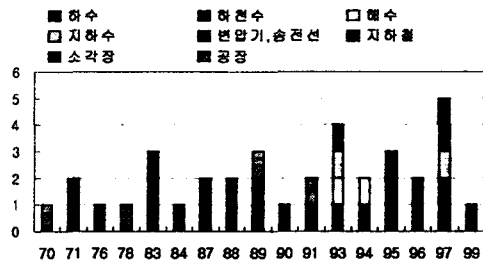


그림 13 미활용에너지의 연도별 공급건수 추이

표 6 일본에 있어서 온도차에너지를 이용한 열공급사례

이용열원			공급지구명	공급대상	공급형태	공급면적 (ha)	공급개시 (월/년)
온도차에너지이용 (13)	하수(6)	처리수(5)	藤張新都心High-tech Business	오피스빌딩의	온수·냉수	48.9	4/90
			千葉問屋町	오피스빌딩,호텔의	중기·온수·냉수	4.4	10/93
			盛岡驛西口	오피스,방송국,쇼핑센터	온수·냉수	7.1	11/97
			高松市番町	행정시설,병원,복지시설	온수·냉수	7.8	4/97
	생하수(1)	하천수(3)	下川端再開發	극장,호텔,병원의	중기·온수·냉수	2.2	1/99
			後楽1丁目	오피스빌딩,호텔,문화시설	온수·냉수	21.6	7/94
	해수(2)	지하수(2)	箱崎	오피스빌딩의	온수·냉수	22.7	4/89
			天満橋1丁目	호텔,오피스빌딩,주택	온수·냉수	5.1	1/96
			富山驛北口	오피스빌딩,공공시설,병원	온수·냉수	15.3	7/96
			Seaide Momochi 大阪南港 Cosmo Square	호텔,아구장,오피스빌딩	온수·냉수	43.5	4/93
				오피스빌딩,호텔의	온수·냉수	21	4/94
		高崎市中央	오피스빌딩,공공시설,상업시설	온수·냉수	18.2	12/93	
		高松市番町	행정시설,병원,복지시설	온수·냉수	7.8	4/97	

표 7 일본에 있어서 저온배열을 이용한 열공급사례

이용열원			공급지구명	공급대상	공급형태	공급면적 (ha)	공급개시 (월/년)
저온배열 (12)	변전소 변압기(9)		銀座2・3丁目	오피스빌딩,백화점의	온수·냉수	2.6	4/84
			芝浦4丁目	오피스빌딩의	온수·냉수	19.6	6/87
			日比谷	오피스빌딩,극장	온수·냉수	5.3	12/87
			新川	오피스빌딩	온수·냉수	6.2	4/88
			神田駿河臺	오피스빌딩,지하철역사의	온수·냉수	10.7	4/88
			宇都宮市中央	상업시설,공공시설의	온수·냉수	10.7	2/91
			Rinku Town	오피스빌딩,병원의	중기·온수·냉수	49.3	1/95
			盛岡驛西口	오피스,방송국,쇼핑센터	온수·냉수	7.1	11/97
			西鐵福岡驛再開發	상업시설,백화점	온수·냉수	3	10/97
	지중송전선(1)	Hikarigaoka團地	주택,학교,상업시설의	온수·냉수	184.7	4/83	
	지하철(2)	札幌驛北口再開發	오피스빌딩	온수·냉수	20	4/89	
		新宿南口西	오피스빌딩,호텔,병원	온수·냉수	9.4	10/95	

표 8 일본에 있어서 고온배열을 이용한 열공급사례

이용열원			공급지구명	공급대상	공급형태	공급면적 (ha)	공급개시 (월/년)
고온배열 (11)	소각장(4)	각장(7)	札幌市厚別	주택,백화점,학교,병원의	고온수	139.5	12/71
			札幌市真駒内	주택,오피스빌딩,학교,	고온수	31.6	12/71
			大阪森之宮	상업시설	고온수	4.2	5/76
			品川八潮團地	주택,오피스빌딩,상업시설의	고온수·냉수	41.2	4/83
			Hikarigaoka團地	주택,학교,상업시설의	온수·냉수	184.7	4/83
			東京臨海副都心	공공시설,학교,오피스빌딩,	온수·냉수	305	10/95
			千葉NewTown都心	호텔	온수·냉수	38.6	11/93
	공장(4)	RDF	札幌市都心	오피스,호텔,백화점의	고온수	105	91
		코크스	이와끼市小名浜	주택,여관,음식점의	온수	80	2/70
		시멘트킬른	日立驛前	오피스빌딩,호텔,상업시설의	온수·냉수	13.2	12/89
		생성유	北海道花畔團地		고온수	74.1	4/78

4. 결 론

기후변화 협약이 추진되면 우리나라도 에너지소비에 대한 규제가 불가피할 것이다. 반면 국민생활의 쾌적성 지향에 따라 금후 냉난방, 급탕 열수요가 급증할 것으로 전망되고 있다. 이러한 에너지 사정을 고려할 때 열공급부문에서도 에너지이용 효율화가 절실히 요구되고 있다.

열공급부문에서의 에너지이용 효율화를 도모하기 위한 금후의 과제는 현재까지 진행된 지역난방에서 소규모 지역난방시스템(CES)을 추진하는 것이다. CES사업은 일정규모와 부하 밀도의 건물군에 대하여 냉난방열, 전력 등을 패키지화하여 공급함으로써 설비의 효율적인

투자과 운영, 하절기 첨두전력부하의 완화, 에너지절약과 환경보전에 기여하는 장점을 지닌 현대 에너지환경에 적절히 부합하는 시스템이며, 유럽과 일본등 선진국에서도 성공적인 사업수행이 이미 입증된 방식이기 때문이다. 따라서 우리나라 환경에 맞는 경제적 시스템 모델개발 연구가 필요하며, 특히 지역냉난방 열원으로 미활용에너지를 이용하기 위한 기술개발이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 에너지관리공단, 1999. 12, 소규모지역냉난방사업보고서
2. 박준택, 1998, "미활용에너지를 이용한 열공급기술", 공기조화냉동공학회 대전·충청지부 '98년도학술강연회
3. NEDO, 1998, "未利用エネルギー-活用ガイドブック"