

생태도시에서의 자원활용에 관한 연구 -하수 에너지 활용을 위한 보유열량 평가-

정용현

부경대학교 환경공학과

(2003년 2월 5일 접수; 2003년 6월 12일 채택)

Study on Utilizing Resources in Ecopolis -Evaluation of the Potential Heat Capacity of Sewage For Utilizing as Sewage Energy-

Yong-Hyun Chung

Dept. of Environmental Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

(Manuscript received 5 February, 2003; accepted 12 June, 2003)

The research on potential energy was conducted to conserve the high-exergy energy like primary energy and utilize waste heat from sewage. From the point of view in using the waste heat, the energy potential of waste water from the model house was simulated.

From the results, when the heated water was supplied to the model house side in order to put unused energy to practice use, heated water had higher energy potential than unheated water, which was due to the discharge of most of unused energy.

The possessing heat capacity of sewage from heated water was increased to 40-70 percents in comparison with that from the unheated water. Therefore, it can be used as energy source for improving coefficient of performance of heat pumps. By adopting the multiple heat pump into a model house, It showed that the possessing heat capacity of sewage was reduced. It was also found that the heat was recovered as energy source for multiple heat pump in a model house.

Key Words : Ecological Urban, Potential Energy, Sewage, Heat pumps

1. 서 론

현재, 지구상에서의 활동은 풍부한 에너지에 의해 가능하다. 그러나, 집약적인 에너지 자원의 소비구조로 인하여 지구환경이 악화되고 있어, 에너지 유효이용에 대한 새로운 사회환경의 실현이 절실히 요구되고 있다.¹⁾ 특히, 지구온난화문제와 더불어 각종 환경오염문제의 해결을 위해서는 에너지 절약형이며 친환경적인 생태도시로의 전환은 필수적이다. 따라서, 선진국에 있어서는 도시 내에 존재하면서 에너지 절약효과가 큰 미활용 에너지를 열원으로

활용하는 지역 열공급 시스템을 중심으로 한 도시 기반 시스템을 정비하고 있는 실정이다.^{2~5)} 이는 냉·난방, 금탕 같은 민생용 열 수요가 급격히 증대되고 있는 실정으로부터 화석연료와 같은 고급에너지의 소비를 최대한 절감시키려는 에너지 이용의 효율화에 대한 노력의 결과이다. 그러나 한랭지 이외의 지역에서는 민생용 열수요에 대하여 지역 열공급 시스템에 주택을 참가시키면 경제성이 악화되어 주택을 제외시키고 있다. 이와 같이 경제성을 이유로 주택 측면에서의 열 활용이 제외되는 것은 미활용 에너지와 같은 새로운 열원을 활용하는데 장애가 되고 있다. 따라서, 미활용 열원의 적극 도입을 위하여 북유럽과 같이 열을 간선화하여 이용하는 방법으로 수도관을 열 반송에 도입하려는 연구가 관심을 모으고 있다⁶⁾. 그 이유로 기존의 수도관은

Corresponding Author : Yong-Hyun Chung, Dept. of Environmental Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea
Phone : +82-51-620-6430
E-mail : chungyh@mail1.pknu.ac.kr

정 용 현

도시 내에 이미 잘 정비되어 있으며, 비열이 큰 수돗물을 수송하고 있어 열간선 구축을 위한 비용부담을 감소시킬 뿐만 아니라 도심내의 미활용열을 적극적으로 활용할 수 있기 때문이다. 이에 대한 연구^{7,8)}로 소각열, 공장폐열, 온도차에너지 등의 미활용 에너지로 수돗물을 승온시켜 소비지에 공급하기 위하여 주택을 포함한 민생용 열 반송 시스템 구축에 대한 연구가 진행되었으나, 지역모델에서 미활용 열로 수돗물을 승온시켜 활용하는 경우, 금탕용 에너지가 삭감되는 정도의 기대 밖에 할 수 없었다. 그 이유로 수도관으로 수송된 열을 이용하는 주택에서, 수송된 열의 최적이용을 위한 설비가 없는 경우에는 승온된 수돗물이 높은 온도가 필요 없는 물 사용 용도에 의해 하수로 버려진다는 점이다. 이에 따라, 하수의 열적 포텐셜이 증가하게됨으로 에너지 절약 면에서 하수 열을 이용하여 효율을 개선할 필요성이 대두되었다.

따라서, 본 연구에서는 미 이용열원에 의해 승온된 상수의 열원 활용에 대한 효율을 높이는데 연구 목적이 있으며, 이를 달성하기 위하여 주택에서 발생하는 생활하수가 가진 에너지의 열량 평가를 통하여 열원으로의 가능성 평가하였다.

2. 연구방법

수돗물을 미활용 열원의 활용없이 그대로 사용하는 경우와 미활용 열원을 활용하여 승온하였을 경우에 대한 하수 에너지평가를 실시하고, 열원기기를 활용할 경우와 활용하지 않을 경우에 대한 평가를 통하여 생활하수의 열적 특성과 열원으로의 가능성 을 평가하고자 한다. 따라서, 주택에서의 수사용량

및 사용온도를 파악하였으며, 열원기기의 운전방법 및 성능을 제시하였다.

2.1. 하수열원에 대한 계산조건

2.1.1. 계산조건 설정

주택에서 생활하수의 보유열량, 온도 및 그에 따른 시각 패턴을 알아보기 위하여 수도수의 사용수량을 용도별로 설정하였다. 이는 지역 및 습관에 따라 약간씩 차이를 보일 수 있으나, 최근의 연구를 기준으로 하여 사용수량과 온도를 Table 1에 설정하였고,^{9~11)} 용도별 배수 패턴의 시간에 따른 사용 패턴을 Table 2와 같이 설정하였다.¹¹⁾ 또한, 용도별 배수 패턴에 있어서도 사용 후 바로 배수되는 용도는 물 사용패턴을 기준으로 결정하였고, 육조 및 세탁용도 등의 시간차가 발생하는 배수에 대하여서는 시간차를 가정하여 배수패턴을 결정하였다. 하수에 포함되지 않는 용도는 음용수이고, 정화조 오수는 주택배수를 열원으로 생각하는 경우에 수질적인 문제가 발생하므로 정화조 오수는 별도 회수하는 방식인 분류식이 바람직하다고 생각되나, 분류식과 합류식에 대한 비교를 위해 계산을 실시했다.

본 연구에서는 건물내의 배수방식¹²⁾으로부터 일반생활에서 발생하는 하수 중 분뇨를 포함한 배수를 오수라 하고 일반생활에서 발생하는 하수 중 오수 이외의 하수를 잡배수로 나누었으며, 오수와 잡배수를 하나의 계통으로 배출하는 방식을 합류식으로, 오수와 잡배수를 별도의 계통으로 배출하는 방식을 분류식으로 정의하여 계산하였다.

2.2 다기능히트펌프 활용

온도 변화된 상수를 열원으로 활용하기 위하여

Table 1. Water consumption and it's temperature for various uses at different seasons

No.	Usage	Heating Season	Intermediate	Cooling Season
1	Drinking	1.0 Natural temperature	1.0 Natural temperature	1.0 10~15
2	For eating	17.0 Natural temperature	17.0 Natural temperature	17.0 Natural temperature
3	Hot Water	17.0 45°C	17.0 45	17.0 45
4	Bath	30.8 45°C	30.8 45	30.8 45
5	Shower/Bath	17.5 43°C	19.2 43	21.7 43
6	Washing Face	16.3 42°C	15.3 Natural temperature	14.0 Natural temperature
7	Laundry	38.0 35°C	53.5 35	75.0 35
8	Washing Dish	18.8 35°C	18.8 30	18.8 Natural temperature
9	Water for miscellaneous use	7.9 Natural temperature	7.9 Natural temperature	7.9 Natural temperature
10	Washing car/Watering	13.7 Natural temperature	13.7 Natural temperature	13.7 Natural temperature
11	Toilet	36.5 Natural temperature	38.5 Natural temperature	41.3 Natural temperature
	Amounts for N.T water	76.1	78.1	112.6
	Amounts for hot water	138.3	154.5	144.6
	Total	214.4	232.6	257.2

Left Number : (L/a person/day), Right Number : Temperature (°C)

생태도시에서의 자원활용에 관한 연구 -하수 에너지 활용을 위한 보유열량 평가-

Table 2. Time patterns about using percents of each wastewater

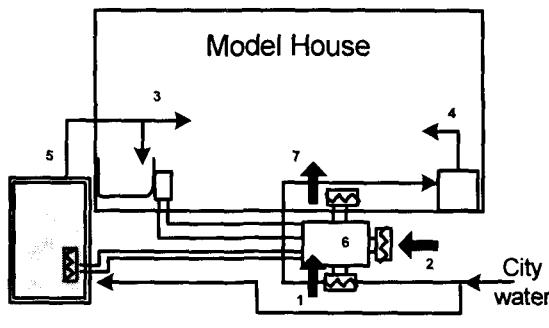
Time usage \	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1					5	15	7.5	2.5	2.5	1.5	10	2.5	1.5	1.5	2.5	5	13	13	12.5	2.5	2.5	0.5			
2						7.5	15	7.5	2	2	2.5	2	2	2	2.5	5	10	10	11	11	5	2	1		
3						7.5	15	7.5	2	2	2.5	2	2	2	2.5	5	10	10	11	11	5	2	1		
4																				10	15	15	20	25	15
5						7.5	10	2.5												20	20	20	10	10	
6						13	35	10	2.5			2.5				2.5	5	2	2	2	2	7	10	5	
7							5	10	30	20	5					2.5	2.5	5	5	5	5	5	2.5	2.5	
8							7.5	15	7.5				5	5	10		5	13	15	12.5	5				
9								5	10	15	15	10	10	15	15	5									
10								10	20	20	10	10	5	2.5	5	10	7.5								
11								10	5	5	2	2	2	2	1	1	1	2.5	5	5	5	7.5	7.5	7.5	4

Numbers mean percents of the amounts of using water per day
The number of usage matches the usage number of Table 1.

냉·난방용 등의 다양한 운전이 가능한 물을 열원으로 하는 열원기기가 필요하다. 이의 역할을 수행하기 위하여 Fig. 1과 같이 주택용 다기능히트펌프를 도입하였다. 도입에 따른 배수의 보유열량을 계산하기 위하여 기기의 제어 방법과 계산식을 나타내었다.

2.2.1. 운전방법

Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 난방운전은 통상적으로 외기를 이용하는 공기열원과 상수열원을 겸용한다. 이때, 열원으로 이용되는 물은 가온 하지 않아도 되는 용도의 물이며, 이 양에 의해 열원으로 사용되는 하루 동안의 수량이 정해진다. 운전은 어느 시점에서, 성적이 좋은 쪽을 열원으로 사용한다. 상수열원을 이용하는 경우는 공기 열원보다 성적이 좋은 온도까지 열회수 하는 것으로 하였으며, 동결점을 고려하여 최저회수온도는 5°C로 하고 그이하의 온도까지는 열회수 불가능한 것으로 하였다. 냉방운전의 경우에도 난방운전과 같이, 공기열원, 수열원을 겸용으로 이용한다. 이 경우 상수 열원으로 이용하는 물의 용도는 가온 하여 사용하는 용도의 물이다. 따라서, 열원으로 사용되는 물량은 가온하여 사용하는 용도의 물에 의하여 정해진다. 또한, 공기열원과 상수열원을 비교하여 성적이 좋은 열원을 이용한다. 열원으로 이용된 물은 급탕용으로 이용하여 급탕 부하의 삐감에 기여한다. 급탕 운전의 경우에는 다기능히트펌프에 의한 외기 열원 운전과 열회수 운전이 기본적인 운전으로 난방기, 중간기에는



1. get heat from water
2. get heat from air
3. for hot water supply
4. for water supply
5. hot water storage tank
6. multiple function heat pump
7. heating

Fig. 1. The heating mode using multiple heat pump.

온수저장 탱크에 설정온도를 유지하여 설정온도 이하가 되면 가온하게 된다. 또한, 욕탕 잔열 회수를 통하여 열 회수를 실시한다.

2.3. 제어방법과 모델

다기능히트펌프는 일체형 시스템으로 히트펌프의 응축기, 증발기에 해당하는 열교환기가 있다. 따라서, 열교환기 교환열량, 투입일량, COP를 이용한 열평형식은 아래의 식과 같다. 단, 부분부하효율은 부하에 대응하는 소비전력으로 운전 가능한 것으로 하였다.

정 용 현

$$Q_c = A \cdot COP \cdot W$$

$$Q_e = Q_c - A \cdot W$$

Q_c : 응축기 교환열량 [kJ/h]

Q_e : 증발기 교환열량 [kJ/h]

W : 투입전력 [kW]

COP : heat pump 성적계수

A : 일의 열당량 [kJ/kW · h]

2.3.1. 냉·난방에 대한 제어 방법

본 시스템에서는 미활용 에너지 등에 의한 상수온도를 조절함으로 이에 따른 COP의 추정이 필요하다. 일반적으로 히트펌프를 작동시킬 경우, 공기보다 물 쪽이 열용량이 크고, 열교환 효율이 좋기 때문에 같은 열원온도로 운전 될 때에도, 물을 열원으로 이용하는 쪽이 효율이 좋다. 따라서, 본 시스템에서는 물을 열원으로 이용하는 히트펌프의 성능예측모델인 온도차 효율모델을 이용하였다^[13]. 이는 히트펌프 COP의 이론상 최대치는 역 카르노사이클^[14]이므로, 온도차 효율모델에서는 역 카르노사이클의 COP와 실제 COP의 비를 효율 η 로 표현하여 Fig. 2 와 같이 기기에 대한 COP로 나타냈다.

$$COP = \eta \cdot COP_{carnot}$$

COP : 실제 COP

$$COP_{carnot} : \frac{T_c}{T_h - T_c} \quad (\text{cold})$$

$$COP_{carnot} : \frac{T_h}{T_h - T_c} \quad (\text{hot})$$

T_h : 히트펌프 응축온도

T_c : 히트펌프 증발온도

2.3.2. 급탕 운전 및 잔열 회수

급탕 운전의 경우, 급탕 온수 저장 탱크의 온도를 60°C로 설정하였으며, 급수온도의 변화에 따른 COP

를 나타냈다. 6°C 부근에서 COP가 떨어지는 이유는 설상 제거를 위한 것이고, 15°C 부근에서 COP가 높아지는 것은 인버터제어에 의한 것이다. 급탕 저장탱크의 열계산은 완전혼합모델을 적용하였으며, 잔열 회수운전의 경우에는 육조에서 급탕 저장탱크로 열회수가 가능함으로 잔열 회수는 의기의 열원과 비교하여 동가의 COP가되는 육조의 온도까지 열회수를 실시하는 것으로 하였으며, 이에 대한 COP 성능을 Fig.3에 나타내었다.

3 결과 및 고찰

3.1. 하수의 온도 특성

하수관을 따라 주택 밖으로 배출되는 하수온도에 대한 정의는 하수관 출구의 수온을 하수온도로 하였다. 하수 보유열량에 대한 타당한 비율을 파악하기 위하여 a), b)의 두 가지 조건으로 계산하였다. a) 음용수 및 화장실 용도를 제외한 전 용도에 대하여 보유열량을 70%로 적용한 경우와 b) 음용수 및 화장실 용도를 제외한 전 용도에 대하여 바로 배수되는 용도는 90%, 시간차를 가지고 배수되는 용도는 50%의 보유열량을 가진 것으로 계산하였다. 우선, Table 1, Table 2의 값을 이용하여 계산한 하수온도로 하수보유열량에 대한 비율의 타당성을 검증하기 위하여 월별 평균치의 계산 값과 하수온도의 실측조사 결과를 Fig.4에 나타냈다. 그림에서 나타난 것과 같이 b) 조건의 계산치가 실측치와 거의 일치함을 보이고 있다. 이에 따라, 하수의 보유열량에 대한 계산을 b) 조건으로 실시하였다. 단, 실측결과가 주택에서 물의 사용 조건에 따라 달라 질 수 있으나, 여기서 설정한 조건은 평균적인 것이며, 조사결과 또한 일반 주택에서 얻은 것으로 하수의 보유열량 비율의 파악이라는 점에서 큰 문제없는 것으로 판단된다.

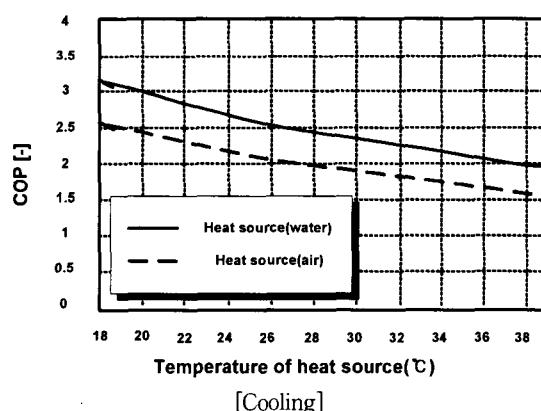
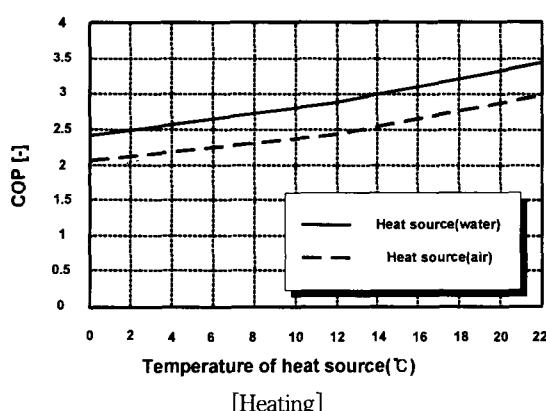


Fig. 2. COP of Heat Pumps.

3.2. 수돗물의 온도변화에 따른 하수온도특성

이용 가능한 열원으로 수돗물을 24°C-32°C로 가온 하였을 때, 하수의 온도 특성에 대한 계산을 실시하였다. 그 결과를 Fig.5에 월별 하수온도의 평균치로 나타냈다. 상수의 수온을 높일수록 하수자체의 온도가 높아짐을 알 수 있다. 32°C로 상수 가온시, 동절기의 경우 평균온도가 무가온의 통상 하수온도보다 약 6°C정도 높아짐을 알 수 있다. 또한 연간의 경향을 보면 여름철보다 겨울철에 무가온의 통상 하수온도와 비교하여 차가 큰 것을 알 수 있다. 이는 동절기 하수가 열원으로 포텐셜이 크고, 히트펌

프의 열원으로 이용가치가 높음을 알 수 있다.

또한 건물내의 배수방식을 합류식과 분류식으로 나누어 배수온도에 대한 비교 결과를 Fig.6에 나타냈다. 상수를 가온 하지 않았을 경우에는 분류식이 온도적으로 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 열원으로 사용되어 온도적으로 낮아진 오수가 별도의 계통으로 배수되기 때문이다. 32°C로 가온 한 경우에는 분류식과 합류식이 거의 같은 온도를 나타내고 있다. 실제 합류식의 경우에는 수질에 대한 문제 등이 발생함으로, 하수를 열원으로 이용하는 경우에는 분류식이 바람직한 것으로 판단되며, 온도

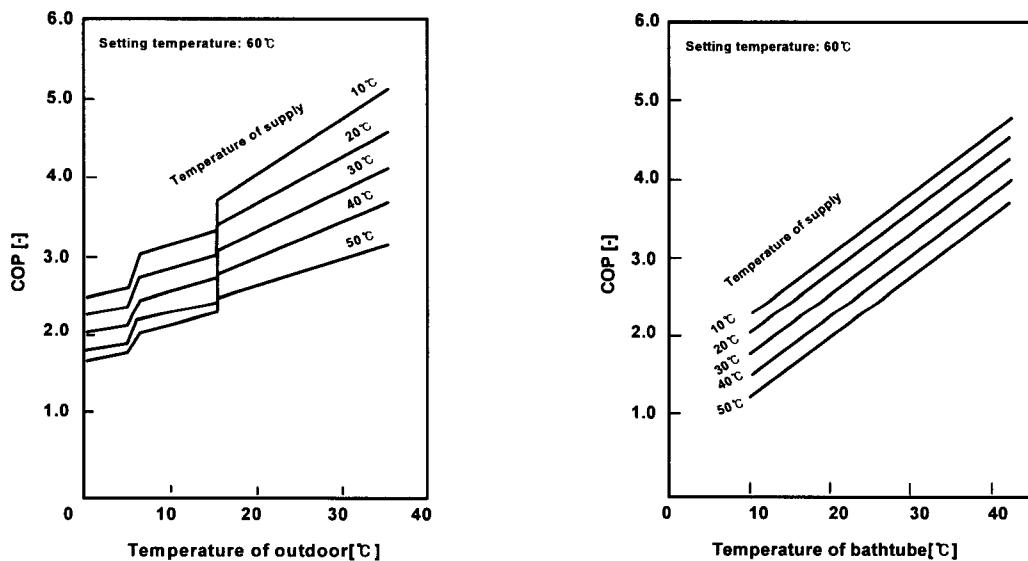


Fig. 3. COP of hot water supply mode.

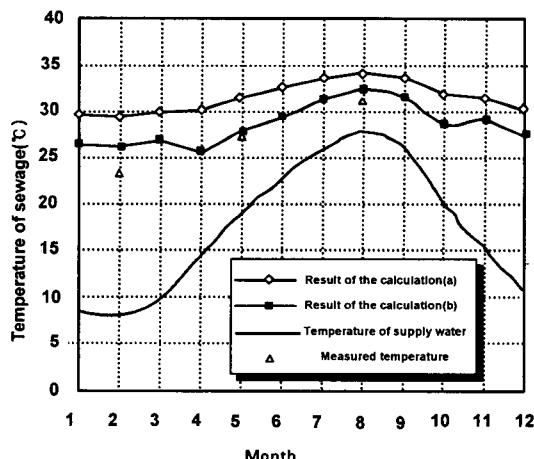


Fig. 4. Measured and calculated value of sewage temperature.

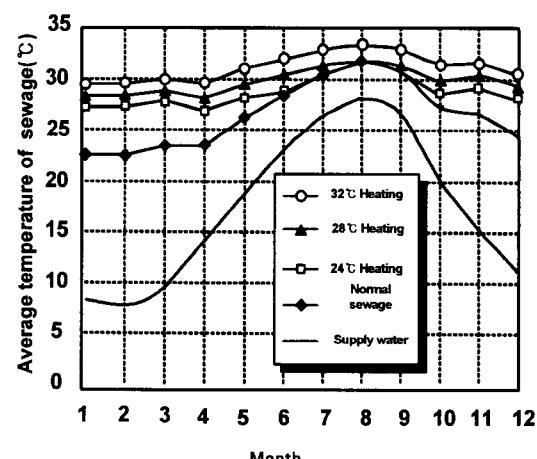


Fig. 5. The monthly average temperature of sewage at various controlled temperature.

특성으로도 분류식이 합류식 보다 높은 하수온도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

또한, 배수되는 하수온도에 대한 시간 변화 추정치를 Fig.7 a),b)에 나타냈다. 급탕 용도가 많은 아침 6-8시경, 저녁 17시 이후에 걸쳐, 30°C 전후의 높은 배수온도가 나타나고 있음을 알 수 있으며, 상수를 가온 한 경우에는 무가온의 때와 비교하여, 18시 전후의 시간대에서는 차이가 나타나지 않으나 아침부터 낮 시간대에 걸쳐 차가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 시간에 따른 배수온도의 변동은 큰 차이가 나타나지 않으나, 배수되는 온도는 열적 포텐셜이 높은 온도의 수준임을 알 수 있었다.

3.3. 하수의 보유 열량 특성

주택에서 배출되는 하수의 열적 특성으로 상수온

도를 기준으로 한 보유열량의 평가를 실시한 결과를 Fig.8에 나타내었다. 보유열량은 무가온의 상수온도를 기준으로 하였으며 보유열량에 대한 시기적인 차를 보면, 동절기에 차가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 32°C로 가온 했을 때와 무가온에 대한 보유열량을 비교하면, 가온 했을 때가 40% 이상의 보유열량이 증가하고 있음을 알 수 있고, 4월의 경우 최대 70%이상으로 보유열량이 증가하고 있다. 또한, 가온한 열량이 어느 정도 하수에 포함되어 있는가를 Fig.9에 나타냈다. 가온 온도가 높을수록 하수에 포함된 가온 열량이 많아짐을 알 수 있다. 이것은 상수온도를 높임에 따라 급탕 부하의 삽감에 기여하지만 사용용도 온도 이상으로 승온된 부분은 사용되지 않고 버려지는 것으로 나타나고 있다. 역

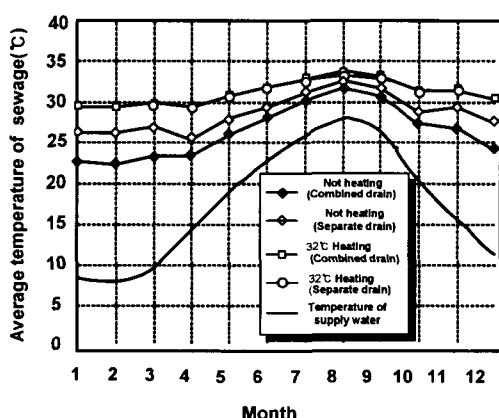


Fig. 6. The monthly average temperature of sewage at different discharge mode and controlled temperature.

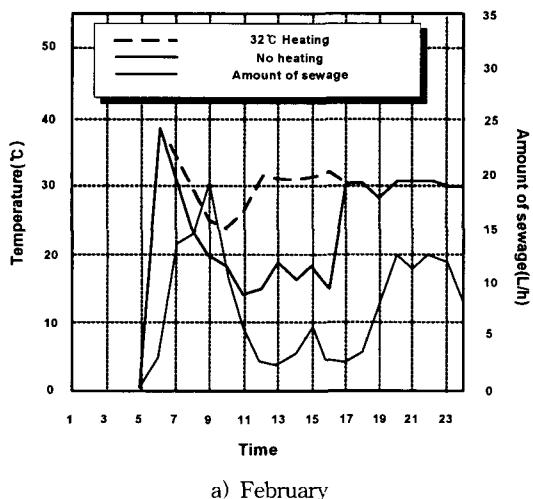


Fig. 7. The hourly change of temperature and amounts of Sewage.

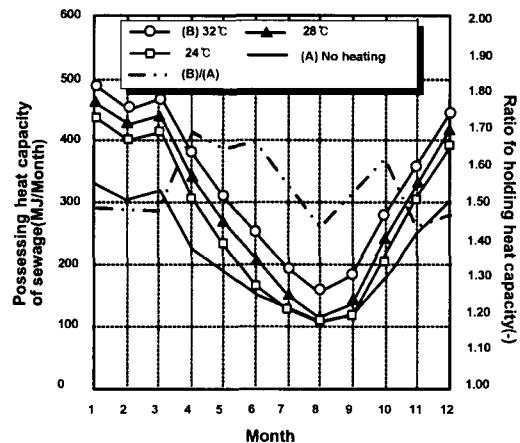
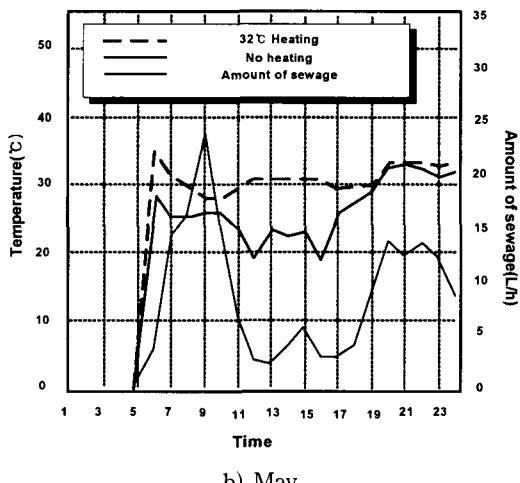


Fig. 8. The monthly change and ratio of possessing heat capacity.



생태도시에서의 자원활용에 관한 연구 -하수 에너지 활용을 위한 보유열량 평가-

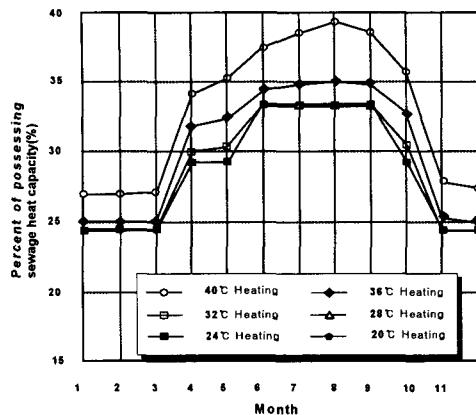


Fig. 9. The monthly percent change of possessing sewage heat capacity at various temperature of supply water.

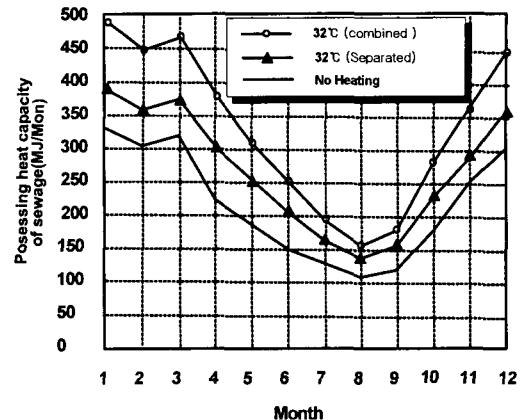
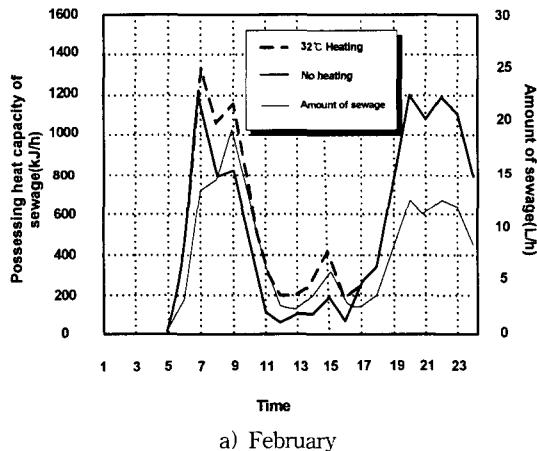
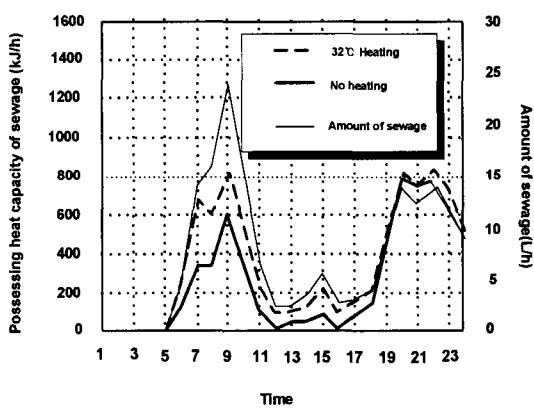


Fig. 10. The monthly change of possessing heat capacity of sewage at the different discharge method.



a) February



b) May

Fig. 11. The hourly change of possessing heat capacity and amounts of sewage.

으로 30°C 이하로 가열되면 하수에 포함된 가온열량의 비율은 거의 일정하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한, 분류식과 합류식에 대한 보유 열량의 차를 Fig.10에 나타냈다. 보유열량은 무가온시의 상수를 기준으로 계산함으로 온도변화를 하지 않은 상수가 정화조용으로 공급되는 경우, 오수는 열을 보유하지 않음으로, 각 방식에 따른 보유열량의 차이가 나타나지 않는다. 상수를 32°C 로 온도변화를 주었을 경우에는 합류식 및 분류식에서 보유열량이 증가하고 있음을 알 수 있다. 분류식에서는 보유열량이 12%에서 38%까지 증가하고 있으며, 합류식에서는 온도 조절된 오수 유량이 증가함으로 인하여 보유열량이 분류식보다 더 증가하고 있다.

시각별 보유열량의 변화를 Fig.11에 나타냈다. 온도특성과 비슷한 경향을 나타내고 있으며, 오전 6시

에서 9시와 19시에서 24시에 걸쳐 하수의 보유열량이 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 가온에 대한 차이는 온도특성과 같이 아침에서 저녁의 보유열량에 나타나고 있음을 알 수 있다.

3.4. 다기능히트펌프 도입한 경우의 하수 보유열량 미활용 에너지 등으로 온도 조절된 상수를 다기능히트펌프의 난방용 열원으로 이용하였을 때, 하수가 가진 보유열량에 대하여 검토를 실시하였다. 난방용 열원은 급탕용도 이외의 상온의 상수를 이용하므로, 열원으로 이용된 만큼의 온도가 감소하여 하수의 보유열량이 적어진다. 또한 다기능히트펌프의 경우 욕탕물의 찬열에서 폐열을 회수함으로 회수된 부분만큼 보유열량도 줄어든다. 다기능히트펌프의 운전방법으로 한계이용과 5°C 이용의 방법으로 하였다. 한계이용은 공기열원에 대한 에너지 절약량

정 용 현

을 최대한 얻을 수 있는 수온까지 물을 열원으로 이용하는 방법으로 최대의 에너지 절약량을 얻을 수 있는 운전방법이다. 일반적으로 히트펌프는 열원에 대하여 5°C 변화를 기준치로 설계되어 있다. 이는 경험상 최적치이지만 에너지 절약성, 열원의 에너지 포텐셜에 대하여 적극적으로 활용하고자 할 때는 온도차의 최적치는 변할 수 있다. 따라서, 히트펌프에 대한 에너지 절약성을 평가할 때에는 이용온도 차가 중요한 인자이므로, 본 연구에서는 열원으로 활용하는 물의 양에 한계를 감안하여 열원이 가진 에너지 포텐셜을 최대한 이용할 수 있는 온도차를 한계이용으로 정의하였다. 또한, 5°C 이용의 경우는 온도차 5°C 만을 물에서 흡열하는 방법으로 다음과 같은 두 가지 방법으로 운전하였다. 무가온시와 32°C로 가온한 상수를 다기능 히트펌프의 열원으로 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다. 이때, COP 특성을 이용하여 24시간 시뮬레이션을 실시하였으며, 계산된 월별 보유열량을 Fig. 12에 나타냈다. 다기능 히트펌프를 적용한 경우와 적용하지 않은 경우를 비교하면 적용한 쪽에서 하수의 보유열량이 줄어듦을 알 수 있다. 열원이용에 따른 비교에서는 다기능 히트펌프에 대하여 5°C 열원 이용의 경우에는 그다지 감소하지 않으나 한계이용의 경우 큰 폭으로 감소하고 있음을 알 수 있다. 다기능히트펌프를 한계 이용까지 적용하면, 적용하지 않을 경우와 비교하여 약 50%정도가 보유열량이 감소함을 알 수 있다. 이는 욕탕에서의 잔열 회수에 의한 배수 온도 저하가 큰 원인으로 판단된다. 이상의 결과로부터 하수의 열원으로 가치는 감소하나 주택에서 상수가 가진 열적 포텐셜을 유효하게 활용할 수 있다는 것을 나타내고, 다기능히트펌프 적용시에는 하수로부터 열을 회수하는 것이 큰 의미가 없는 것으로 생각된다

4. 결 론

친환경도시의 구성요소 가운데 에너지 자원의 활용은 중요한 위치를 차지하고 있다. 따라서 한정된 에너지 자원에 대하여 새로운 에너지의 개발과 이용은 매우 중요하다. 따라서, 도시 내에 존재하면서 기술적, 경제적인 면에서 이용되지 못했던 인사이드 에너지인 미활용 에너지 등의 적극적 활용을 위한 일환으로 주택에서 발생하는 하수의 열적 특성을 검토하였다.

- 1) 미활용 에너지 등의 적극적인 활용으로 상수를 가온한 상태에서 주택에 공급하게 되었을 때, 가온시에는 비가온시 보다 많은 열량이 포함되어 있으며, 온도 적으로 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 급탕부하 삭감에 이용되지 못한 열의

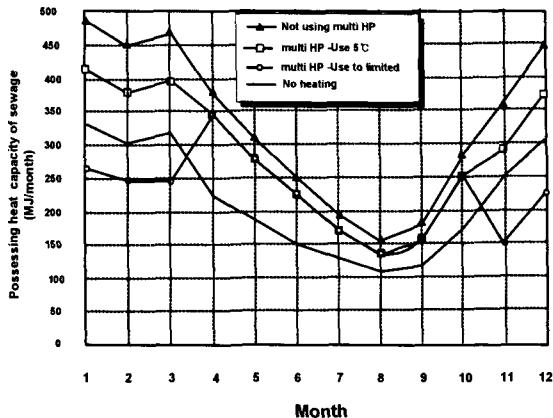


Fig. 12. The monthly possessing heat capacity by introducing heat pump.

대부분이 배수되었기 때문이었다.

- 2) 32°C로 온도 조절된 상수와 비가온의 상수를 비교한 결과, 40%-70%이상으로 보유열량이 증가하였으며, 히트펌프 열원으로 활용하거나 급탕부하 냉·난방부하 삭감의 수단으로 사용된다면 주택에서의 열 손실을 줄일 수 있으며, 지역전체의 에너지 절약을 달성할 수 있을 것으로 판단된다.
- 3) 다기능히트펌프를 활용하여 하수의 보유열량에 대하여 검토한 결과, 하수에 포함된 보유열량이 감소함을 알 수 있었고, 이는 주택에서 가온 열이 다기능 히트펌프를 통하여 회수되었음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) Heidrun, B., 1998, The Ecological housing-Estate in kiel, The Architectural Institute of Korea, 42, 48-53.
- 2) Phepheplace, G.E. and H.T. Ueda, 1991, Sewage-source heat pumps in cold regions, New letters, 9, 12-25.
- 3) 水野 稔, 1997, 未利用エネルギー活用のための熱供給幹線, 热供給, 2pp.
- 4) 高橋 博, 1993, 幕張新都心ハイテクビジネス地区熱供給事業, 建築設備配管工事, 105pp.
- 5) 日建設計, 1997, 神戸市灣岸地区環境調和型エネルギー コミュニティ事業調査, 1pp.
- 6) 山村尊房, 1992, 水道施設を利用した都市廢熱などの有効利用と水道のアメニティ向上への活用, 第43回全国水道研究発表会, 2(21), 120-122.
- 7) 野田博和, 水野稔, 鄭用賢, 1998, 住宅用熱源として水道の利用に関する研究(その2 地域レベルに

생태도시에서의 자원활용에 관한 연구 -하수 에너지 활용을 위한 보유열량 평가-

- おけるシステム導入の検討), 空氣調和・衛生工學會學術講演會論文集, 737-740pp.
- 8) Chung, Y. H., M. Mizuno, Y. Y. simoda, J. S. Kum and K. H. Choi, 1998, Study on energy saving properties by using city-water as a heat source for dwellings, Journal of air-conditioning and refrigeration, 6, 168-176.
 - 9) 大阪市水道局, 1996, 水道局事業年報, 98pp
 - 10) 空氣調和・衛生工學會, 1996, 空氣調和・衛生工學會便覽, 丸善, 5(12), 238.
 - 11) 村上三郎, 1993, 水使用行爲分析に基づく集合住宅の使用水量豫測に関する研究, 日本建築學會計畫系論文報告書, 409, 304-312.
 - 12) 박효석, 이용화, 1998, 급배수·위생설비, 세진사, 193pp.
 - 13) 金地孝行, 1994, 都市未利用エネルギー活用可能性評價のため熱源器機性能モデルの検討, 空氣調和・衛生工學會近畿支部研究會論文集, 47-50pp.
 - 14) Octave, L., 1996, Understanding engineering thermo, Prince-Hall, Inc., 219pp.