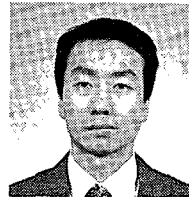


## 소형 전기구동 압축식 열펌프

### Trends in Development of Electrically Driven Compression Heat Pumps

정 시 영  
S. Y. Jeong  
KIST 열유체 공학연구실



- 1959년생
- 환기시스템과 냉난방 장치에 관심이 있다.

#### 1. 서 론

전기 에너지를 전동기를 통하여 기계적 에너지로 변환시켜 증기 압축 사이클에 가하면 낮은 온도에서 열을 받아들여 높은 온도로 열을 방출할 수 있다. 이렇게 구성된 장치가 낮은 온도에서 열의 추출이 목적일 때에는 냉동/냉방기로서 작동하며 높은 온도의 열 공급이 목적일 때에는 (좁은 의미의) 열펌프라 한다. 최근 생활 수준의 향상에 따라 일반 가정에서 소형 전기 구동 냉방기(냉방전용 룸에어콘)의 보급이 급속히 이루어지고 있고, 겨울철의 난방에 외부의 열원을 이용하는 냉난방 겸용 열 펌프의 보급도 증가하고 있다. 그러므로 소형 전기 구동 냉방기/열펌프를 고효율화하여 전력 소비를 줄이는 것은 에너지 절약은 물론, 하절기 전력 수급 불균형 문제를 완화하고 이산화탄소 배출을 감소하여 환경에 도움을 주는 효과가 있다. 따라서 본고에서는 소형 전기 구동 냉방기/열펌프에 초점을 맞추어 이의 산업 및 기술 현황을 살펴보고 보급을 위해 필요한 기술개발 내용을 제시하고자 한다.

#### 2. 산업 현황

국내에서 냉방 전용 룸에어콘은 금성사, 삼성전자, 대우캐리어 3사가 거의 독점하고 있으며 시장 규모는 그림1과 그림2에 각각 출하 대수와 액수를 기준으로 표시되어 있다. 그림1과 그림2에서 알 수 있듯이 냉방 전용 룸에어콘은 최근 몇년 동안 시장이 급격히 증가하여 1991년도에 룸에어콘 판매 대수는 47만여대, 판매 액수는 2586억원에 이르렀다. 룸에어콘의 형태는 분리형이 선호되고 있다.

이와는 대조적으로 냉난방 겸용 기기는 아직 시작 단계에 있다고 할 수 있다. 표 1에 1984년도부터 시작된 우리나라의 냉난방 겸용 소형 열 펌프 생산 현황이 나타나 있다.

표1에서 알 수 있듯이 냉난방 겸용 기기의 판매 실적은 아직도 미미한 상황이며 보급이 부진한 이유로서는 겨울철에 외기 온도가 영하로 내려갈 때 기기의 난방 능력이 크게 떨어지고 압축기등이 파손되는 경우가 발생하는 등 기술적으로 문제점이 있으며 가격이 비싼 이유 등을 들 수 있다.

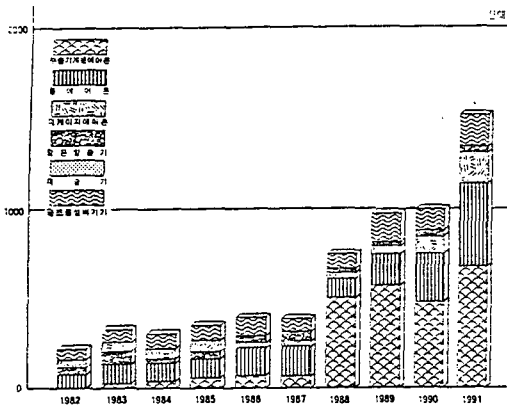


그림 1 공기 조화 관련 기기 출하량

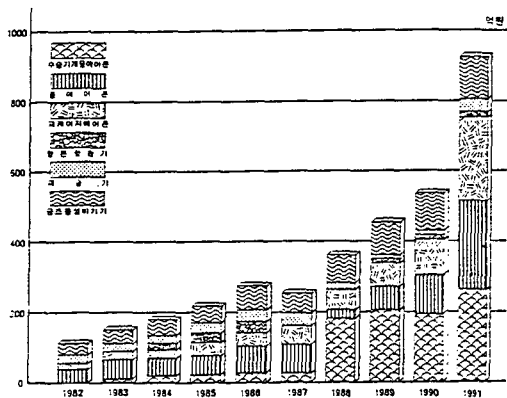


그림 2 공기 조화 관련 기기 출하액

표 1 우리나라 소형 열펌프의 생산 현황 (S전자, G사)

출력용량	생산년도	생산수량	판매현황
3.5kW	1984	500대	매우부진
4.0kW	1985	1000대	매우부진
10kW	1987	500대	매우부진
10kW	1988	200대	매우부진
10kW	1990	100대	1990년 이후 중 단
6.0kW	1992	2000대	인버터형, 판매중

이러한 현상은 후에 소개할 일본에서의 경향과는 크게 차이가 나는데 일본에서는 전체 룸에어콘의 60% 이상이 냉난방 겸용기기이다.

일본에서의 룸에어콘의 수요는 경제 호황과 보다 쾌적한 생활에 대한 소비자들의 욕구에 따라 1990년에 600만대, 1991년도에 700만대를 넘어섰다. 최근 일본에서의 경향은 주택의 모든 방에 에어컨을 설치하는 방향으로 가고 있다. 1991년도에 판매된 700만 대라는 숫자는 전 세계 룸에어콘 수요의 44%에 달한다. 1992년에는 경기가 퇴조되고 여름이 그렇게 덥지 않았기 때문에 판매는 630만대로 줄어들었다. 쾌적한 생활에 대한 소비자들의 계속되는 욕구에 의하여 앞으로도 연 3% 정도의 증가가 예상된다. 그림3에 이러한 경향이 나타나 있다.

일본 룸 에어컨 시장은 분리형(split type)이 지배적이며 분리형의 70% 정도가 냉난방 겸용 열펌프이다. 열펌프의 비율은 앞으로도 계속 증가할 것이라 예상되며 분리형의 60% 정도가 인버터(inverter)형 열펌프이다.

일본에서의 룸에어콘의 발전 방향은 마이크로 컴퓨터의 퍼지 회로를 이용한 고도의 제어와 인버터로 구동되는 고성능 로타리, 2-실린더 로

[ Units in Thousands ]

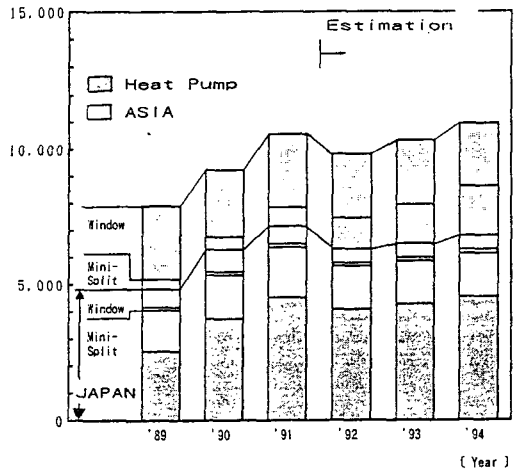


그림 3 아시아(일본 제외)와 일본에서의 룸 에어컨 시장

타리, 스크롤 콤프레서의 개발에 관심이 모아지고 있다.

일본 이외의 아시아 각국에서 룸에어콘 수요량은 1991년에 340만대 이었고 이는 전 세계 수요의 21%에 해당한다. 1991년에 주요 국가별 수요량은 아래와 같다.

대만 : 85만대, 한국 : 37만대, 홍콩 : 37만대, 말레이시아 : 20만대

중국에서의 수요는 1992년에 180만대로 급격히 증가하였으며 아시아 각국에서의 수요는 앞으로 연 5% 이상으로 성장할 것으로 예상된다. 일본 이외의 아시아 각국에서의 룸에어콘은 80% 이상이 창문형(window type)이며 나머지가 미니분리형(mini-split)형이다. 미니분리형(mini-split)형은 앞으로 계속 늘어날 전망이다.

일본 이외의 아시아 각국에서 열펌프의 비율은 5% 정도이며 중국은 열펌프 시장이 30% 정도로 주요 열펌프 수요국이다. 일본 이외의 아시아 각국에서는 인버터형 열펌프는 아직 드물다.

일본의 주요 룸에어콘 생산업체는 Matsushita Denki, Sanyo Denki, Toshiba, Mitsubishi Denki, Hitachi, Daikin, Mitsubishi Jukokoy 등이다.

1992년의 통계에 따르면 미국의 전체 9400만 가구중에서 6370만 가구가 에어컨을 보유하고 있는데 대부분인 6330만 가구가 전기 구동형 에어컨이며 단지 40만 가구가 열원 구동으로 냉방을 실시하고 있다. 냉방에서는 전기 구동이 절대 다수인 반면 난방에 있어서는 5170만 가구가 가스, 1040만 가구가 기름을 사용하며, 전기 가열 난방은 2150만 가구를 차지한다. 열펌프를 이용한 난방은 약 640만 가구에서 사용되고 있다.

미국에서의 열펌프 생산량은 연간 약 100만대 정도이다. 이 중에서 공기 열원 단일 열펌프는 79만대, 수열원 및 지열 이용 열펌프는 9만여대, 패키지(package)형 열펌프는 8만대 정도다. 미국에서의 열펌프의 보급 역사는 상당히 흥미롭다. 통계가 집계된 첫 해인 1957년에는 열펌프의 생산량은 만여 대 였는데 15년 후에도 9만여 대에 머물러 있었다.(이때 이미 단일 에어컨 생산량은 250만대를 넘어섰다.) 열펌프가 붐을 이룬 것은 오일 쇼크 이후 1970년대 중반으로서 1975년도에

32만대를 기록하였는데 이는 전년도 생산량의 배에 해당하는 값이었다.

미국에서는 지열 이용 열펌프와 태양열 이용 열펌프에 대한 실험이 수행된 적이 있지만 공기를 열원으로 하는 정속(회전 속도 불변) 압축기를 사용한 열펌프가 주종을 이루고 있다. 이 열펌프에는 보조 열원으로서 전기 가열기가 설치되는 형이 많다. 미국에서는 열펌프는 대부분 남부 지방에 보급되어 있는데 그곳에서는 냉방기기가 상당히 큰 용량까지 공냉형으로 되어 있기 때문에 열펌프도 이러한 추세에 맞추어 공기 열원으로 보급되었다. 여기에서는 미국에 보급되어 있는 여러 열펌프에 대한 상황을 간단히 소개한다.

### 2.1 공기 열원 정속(single speed)열펌프

이미 언급하였듯이 미국에서는 이 형태의 열펌프가 주종을 이루고 있다. 이 열펌프는 일체형보다 분리형이 선호되고 있으며 그 동안 형태는 크게 변하지 않았지만 요소 부품의 성능은 많이 향상되었다. 예를 들면 1970년대 말에 전형적인 열펌프의 성능은 계절 평균 난방 COP가 1.9, 계절 평균 냉방 COP는 2.0정도였었다. 이를 1992년 1월부터 시행된 분리형 열펌프에 대한 성능 기준과 비교하면 최소치가 계절 평균 난방 COP 2.0, 계절 평균 냉방 COP 2.9가 되어야 하므로 그 동안의 효율 향상을 실감할 수 있다.

그 동안 효율을 향상시키기 위하여 제작업체에서는 열교환 면적을 늘리고 루버 핀과 튜브 내부를 가공하는 등 전열 성능을 향상시켰고 고 효율 압축기를 개발하여 사용하였다 현재 스크롤 압축기의 공급이 원활하지 못하여 제품 생산이 지장을 받고 있으나 이 문제는 곧 해결되리라고 생각된다.

### 2.2 가변 속도(variable speed)열펌프

가변속도 열펌프는 성능과 제어의 우수성이 알려져 있음에도 불구하고 미국에서는 크게 보급되지 못하고 있다. 1980년도 말에 Trane과 Carrier사는 영구자석 전동기 기술을 이용한 고효율의 가변 속도형 열펌프를 개발하여 시장에 내었는데 계절 평균 난방 COP가 2.6-2.7, 계절 평균

냉방 COP는 3.9-4.8의 높은 효율을 나타내었다. 이보다 개선된 최근의 기기는 계절 평균 난방 COP가 2.9에 도달한 경우도 있다.

특히 이 종류의 열펌프는 기존의 분리형 수입 제품보다 매우 조용히 운전되는 장점이 있다. 그러나 이 종류의 열펌프의 판매는 연간 수천대 정도에 불과한데 그 이유는 설치비가 고가여서 자금회수(pay back)기간이 길게 되는데 있으며, 어느 정도는 곧 등장하리라 예상되는 초고효율(ultra-high-efficiency) 열펌프에 대한 기대감도 작용한 것으로 생각된다. 앞으로 제품 개선과 정부의 에너지 효율 최소치 규정이 계속 적용됨에 따라 시장이 좋아질 것으로 기대된다.

### 2.3 이중 속도(two-speed)열펌프

그 동안 몇몇 제조업체에 의해 계절 평균 난방 COP 3.1 이상인 이중 속도 열펌프가 시장에 등장하였다. 이들 중에는 실내측에 가변속형 송풍기가 설치되는 경우도 있다. 한 제품은 수열원 열펌프인데 물의 온도가 어느 정도로 유지될 때 난방 COP가 3.4, 냉방 COP는 5.9 이상의 값을 나타내었다. 그러나 이 값은 수열원을 기준으로 한 것이고 계절 평균값이 아닌 것에 유의해야 한다.

### 2.4 이중 구동원(duel fuel)열펌프

이 형태의 열펌프는 외기가 일정 온도 이하로 내려가면 압축기는 정지되며 가스나 기름을 사용하는 연소 장치가 작동하는 방식으로 1970년대 중반에 도입되어 북미 지역에 어느 정도 보급이 되어 있다. Goodman사의 이중 구동원 열펌프는 계절 평균 난방 COP 2.1, 계절 평균 냉방 COP 3.2 정도인데 필드 테스트의 결과가 현재 분석되고 있는 중이지만 사용자들로부터 좋은 반응을 얻은 것으로 나타나고 있다.

이 밖에도 미국에서는 지열 이용 열펌프, 수열원 열펌프 등이 있는데 본고의 대상은 주로 공기 열원 열펌프이므로 여기에서는 다루지 않겠다.

전반적으로는 지금까지 미국에서는 가스 가격이 상당히 낮은 이유로 열펌프가 제대로 보급되지

못하였다. 또한 2010년부터 현재 열펌프의 냉매인 R-22가 사용 금지되므로 앞으로도 해결해야 할 과제가 많은 상태이다. 그러나 대체 냉매에 대한 연구가 계속되고 있으므로 앞으로 이를 사용하는 보다 효율 좋은 열펌프가 개발될 가능성도 있다.

유럽 지역은 우리나라나 일본과는 달리 많은 지역이 냉방이 필요치 않으므로 난방 전용 열펌프가 고려 대상인 경우가 많다. 예를 들면 그림4에는 독일의 열펌프 시장이 나타나 있는데 난방용 유류 가격이 최고 80DM/100litre였던 1980년을 기준으로 유류가가 하락함에 따라 급격히 시장이 붕괴되었음을 알 수 있다.

이와는 대조적으로 스위스에서는 정부의 강력한 보급 정책에 의하여 열펌프 시장이 그림5에 표시된 바와 같이 상당한 수준으로 형성되어 있다. 유럽에서의 열펌프 시장 상황을 냉난방을 동시에 고려하여야 하는 우리의 상황과는 비교하는 것은 큰 의미가 없으므로 여기에서는 자세히 다루지는 않겠다.

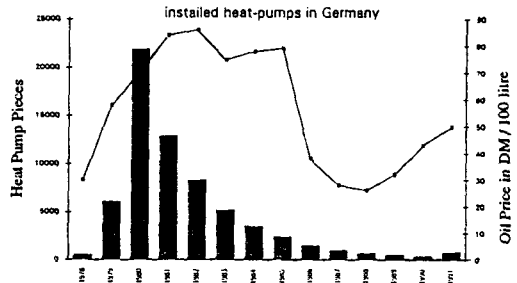


그림 4 독일에서의 열펌프 설치 현황

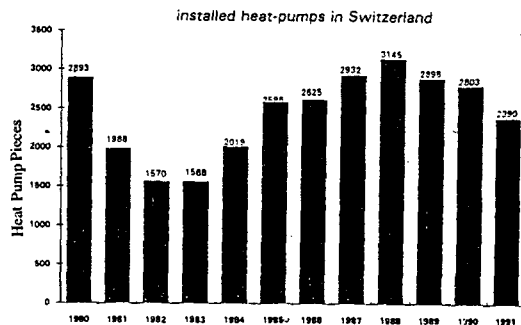


그림 5 스위스에서의 열펌프 설치 현황

### 3. 기술 개발 현황

일본에서의 소형 열펌프의 기술 개발 방향은 마이크로 컴퓨터의 퍼지 회로를 이용한 고도의 섬세한 제어와 인버터로 구동되는 고성능 로타리, 2-실린더 로타리, 스크롤 콤프레서의 개발에 관심이 모아지고 있다. 마이크로 프로세서는 가정용 에어컨에 1978년부터 사용되기 시작하여 현재는 그림6에 나타난 것처럼 마이크로 프로세서는 리모우트 콘트롤러나 센서로 부터의 신호를 받아 실내기의 송풍기, 압축기, 그리고 팽창변을 조절한다. 실제로는 실내기와 실외기는 각각 마이크로 프로세서 유닛이 부착되는데 인버터구동 열펌프의 경우 실내기는 다음과 같은 기능을 갖는다.

- 실외기의 냉난방 모드 결정
- 인버터의 주파수 제어
- 실내기 송풍기의 회전수 조절

그림7에는 콘트롤 기능이 복잡해 집에 따른 실내기와 실외기의 ROM의 증가 경향을 보여 주고 있다. 실내기의 ROM은 1988년의 8K 바이트에서 1992년에는 24K 바이트로 증가하였고, 실외기는 1988년의 4K 바이트에서 1992년에는 16K 바이트로 증가하였다.

열펌프의 가변속 구동 시스템은 인버터, 모터 그리고 압축기의 세 부분으로 구성이 되는데 그림 8에 인버터가 나타나 있다. 인버터는 교류를 직류로 변환하는 컨버터와 직류를 15-120Hz의 교류로 변환시키는 파워트랜지스터(power transistor) 부분으로 구성된다. 현재 인버터 관련 기술이 많이 향상되어 효율은 최대부하에서 90% 이상이 가능하다. 인버터형 열펌프에 사용되는 모터는 브러시(brush)가 없는 직류 모터가 교류 모터보다 10% 정도 성능이 우수하나 가격이 비싸기 때문에 가격 경쟁력이 있는 직류 모터의 개발이 기대되고 있다.

인버터형 열펌프에는 로타리형이나 스크롤 압축기가 사용되는데 현재 성능이 많이 향상되었으나 저속운전에서의 효율이 우수한 압축기의 개발이 요구되고 있다. 그림9에 나타난 트윈(twin)로타리 압축기는 저속 운전에서 효율이

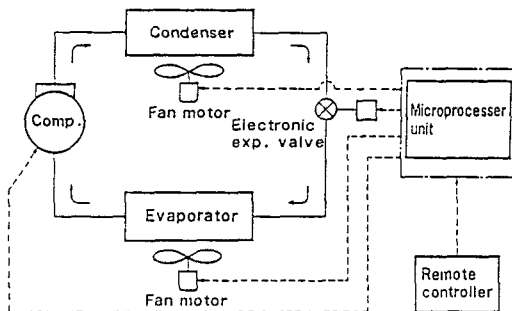


그림 6 인버터 구동 열펌프의 콘트롤 신호 흐름도

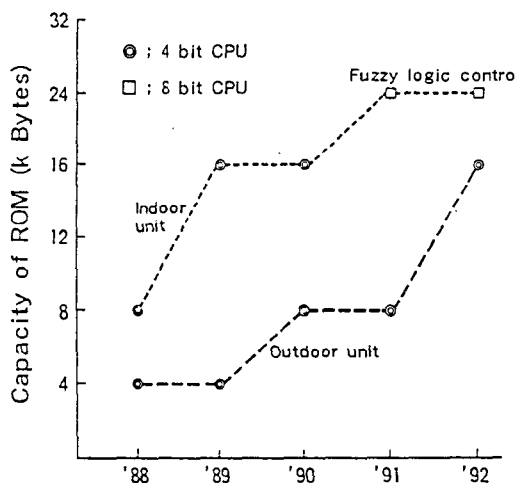


그림 7 열펌프용 마이크로 컴퓨터 ROM Capacity의 증가

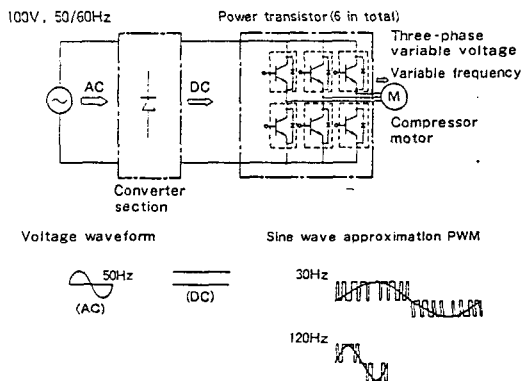


그림 8 열펌프의 인버터

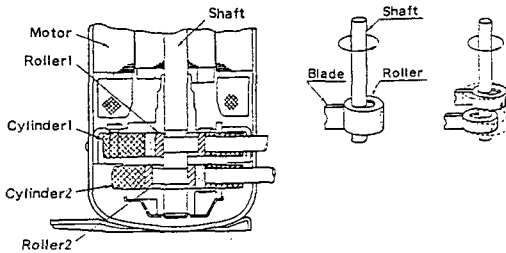


그림 9 Twin 로타리 압축기

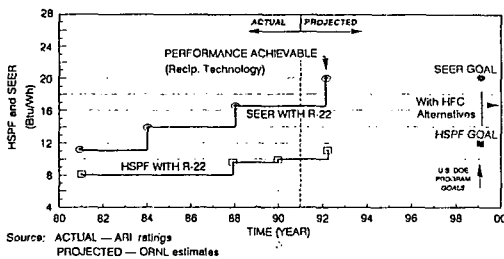


그림 10 미국의 에어컨과 열펌프에서 최고 등급 SEER과 HSPF값의 변화

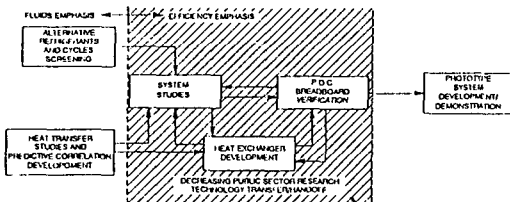


그림 11 미국의 소형 고효율 열펌프 개발 프로그램

우수하기 때문에 부분 부하에서의 운전에서 좋은 성능을 나타내며 대칭의 실린더 구조이기 때문에 소음과 진동 특성도 우수하다.

또한 일본의 최근 개발 내용 중에는 멀티에너 컨디셔너(multi-airconditioner)라 하여 하나의 실외기에 다수의 실내기를 사용하여 단독 주택의 다수의 방에 대한 냉난방을 실시하는 시스템이 연구되고 있다. 이외에 일본의 최근 기술 개발 내용은 다음과 같다.

- 축열조 부착형 열펌프 : 89년 Daikin이 발매

착수

- 대용량 열원 열교환기 적용 : 89년 Sanyo 발매시작
- 가스 버너 혹은 석유 버너 부착 소형 열펌프 : 90년 Matsushida 발매
- 가스 버너 부착 소형 열펌프 : 91년 Toshiba 발매

미국에서는 현재 열펌프의 냉매인 R-22를 대체하면서 소형 냉방기/열펌프를 고효율화 하는데 연구 개발의 초점이 모아지고 있다. 이러한 작업은 정부, 전기 공급자, 그리고 공조기 제조업체가 협력하여 이루어지고 있다. 기기의 고효율화에는 공조기기 업체가 그 동안 크게 기여하였다.

그림10에는 미국에서의 계절 평균 냉방 성적계수(SEER : Seasonal Energy Efficiency Ratio)와 계절 평균 난방 계수(HSPF : Heating Seasonal Performance Factor)의 최대치가 어떻게 발전되어 왔는지를 표시하고 있다.(SEER 값과 HSPF 값을 우리에게 익숙한 COP로 환산하려면 각각을 3.415로 나누면 된다.)

이 그림에는 ORNL에서 예측한 왕복형 압축기로 달성 가능한 값도 나타나 있는데 DOE에서는 이 값을 유지하거나 향상시키면서 R-22를 대체하는 것을 목표로 하고 있다.

ORNL에서 비공비 혼합 냉매 R32/R124를 이용하여 실험한 결과를 보면 열펌프의 효율이 R22를 사용한 경우 보다 20% 증가한 경우도 있는데, 이는 기존 장치보다 훨씬 큰 열교환기를 이용하여 실험한 결과이므로 해석에 신중을 기하여야 할 것이다.

DOE의 최근 프로그램에는 염소가 포함되지 않은 냉매를 사용하면서 효율을 현존하는 기기보다 25% 향상시키는 것을 목표로 연구가 진행되고 있다. 그림11에는 이 목표를 실현시키기 위하여 프로그램이 어떻게 구성되어 진행되는지 표시되어 있다. 이 프로그램은 공조 냉동기기 제조업체들이 긴밀히 협력하며 여러 단계를 거치게 되어 있는데 DOE와 ARI가 공동으로 냉매와 윤활유 그리고 장치의 재료간의 적합성(compatibility)을 연구, 지원하게 될 것이다.

열교환기에 관하여서는 DOE/ORNL, NIST와 공조업체가 ARI를 통하여 협력하여 새로운 대체 냉매와 냉매 혼합물의 열 전달 현상 연구와 고효율 열교환기를 개발하기 위한 연구가 수행되고 있다.

국내의 기술 현황은 자체 개발없이 일본의 난방 겸용 열펌프를 기술 제휴하여 생산하여 시장에 적용하려 하였으나, 겨울철에 실외의 온도가 내려가면 난방 능력이 충분히 나오지 않고 압축기에 무리가 생겨 파손되는 등 문제가 많아 이를 해결하기 위하여 노력하고 있는 상태이다. 또한 소비자 가격이 냉방 전용기에 비하여 비싸기 때문에 보급이 어려운 상태이다. 현재 S전자 등에서는 열펌프 사이클을 개선하여 기술적인 문제점을 부분적으로 해결한 인버터형 열펌프를 생산하고 있는데 아직도 효율 및 신뢰성면에서 개선하여야 할 점이 많은 상태이다.

국내에 열펌프를 보급하기 위해서는 우리나라의 동절기 기후(최저  $-15^{\circ}\text{C}$ )에서도 작동이 가능하고 COP를 높게 유지할 수 있는 기기를 개발하는 것이 중요하다.

#### 4. 향후 기술개발 추진 방향

앞으로 국내에서 소형 전기 구동 열펌프의 활발한 보급을 위하여서는 무엇보다도 국내의 기후 조건에 맞는, 특히 동절기 난방문제점을 해결할 수 있는 신뢰성이 있고 가격 경쟁력이 있는 기기의 개발이 필요하며 국가적인 차원에서의 지원이 필요할 것이다. 장단기적으로 필요하다고 생각되는 연구 내용을 다음에 정리하였다.

##### 단기 과제

- 동절기(최저  $-15^{\circ}\text{C}$ )에 작동가능한 인버터형 열펌프 개발  
현재의 부품을 대부분 이용하고 열펌프 사이클을 부분적으로 개선하여 실외온도  $-15^{\circ}\text{C}$ 에서도 작동 가능한 신뢰성 있는 제품 개발
- 가스 버너 부착 열펌프 개발  
동절기에 난방 능력이 감소될 경우 이를 보충하기 위한 가스 버너가 부착된 열펌프

##### 개발

##### 장기 과제

- 자연유체(natural fluid) 프로판(propane) 또는 암모니아)를 사용한 열펌프 개발  
대규모 복합 과제로서 암모니아 또는 프로판 등을 사용하여 오존층 파괴 문제와 지구 온난화 문제가 전혀 없는 열펌프 개발, 냉매들이 가연성이므로 이에 대한 대책이 필요함.
- 열펌프 열교환기의 고효율화  
대체 냉매와 혼합 냉매의 열전달 현상에 대한 연구를 통하여 고집적도의 응축기와 증발기를 개발
- 공기유동(air-flow) 고효율화  
실내기와 실외기의 열교환기를 통과하는 공기 유동을 개선하여 열전달의 고효율화 달성
- 압축기 고효율화  
금속의 정밀 가공기술과 인버터의 고도 제어를 통하여 고성능 2-실린더 로타리 또는 스크롤 콤프레서의 개발
- 열펌프의 고도 퍼지 제어  
센서 기술과 퍼지 제어 기술을 통하여 보다 쾌적한 환경을 간단하게 조성시켜 주는 기술 개발
- 기타 부품 고효율화  
고 기밀성 4-웨이밸브(4-way valve), 광범위 팽창밸브(wide range expansion valve), 고효율 재생기 등 열펌프의 기타 부품에 대한 신뢰성 향상 및 고효율화

#### 5. 기대 효과

현재의 냉방기의 경우 냉방 COP가 3.0 정도이고 가스 난방의 경우 COP가 0.8 정도이다. 고효율 냉방기/열펌프의 경우 냉방 COP가 5.5이고 가스 기준 난방 COP는  $3.5 \times 0.35$ (발전효율) = 1.225이라 하면 현 가정용 냉난방 기기를 고효율 열펌프로 100% 대체하였을 경우 다음과 같은 에너지 절약효과가 있다.

현재 우리나라 소형 에어컨 연간 소비전력량은

9억6천만kWh/60일이며, 현재 우리나라 가정 난방용 가스 사용량은 225만ton/90일이므로 냉방에서 45%, 난방에서 35%를 절감하면 연간 소비전력 절감량은 4억3천만kWh(430억원)이 되고 연간 가정 난방용 가스 절감량은 79만ton(3600억원)의 에너지 절약 효과를 거둘 수 있다.

또한 냉방 COP의 향상은 하절기 전력 피크 부하를 감소시키는 효과가 있는데 전력 피크 부하의 감소는 약 75만kW 정도로 이는 25만kW급 발전소 3개를 대체하는 효과를 거둘 수 있다.

이외에도 소형 열펌프의 고효율화 기술이 가져다 주는 효과로서 기존 냉난방에 의한 온실 효과 30% 감소, 아황산가스 배출 50% 감소 등 현재 날이 갈수록 심해지고 있는 환경 문제의 개선에 도움을 크게 줄 것이다.

## 6. 결 론

소형 전기 구동 열펌프는 에너지 절약과 환경 문제 개선에 크게 기여할 수 있음에도 불구하고 현재 국내에서 자체 기술 개발 부족과 소비자의 인식 부족으로 인하여 보급이 활발치 못한 상태에 머물러 있었다. 앞으로 이러한 상황을 개선하려면

필요 기술에 대한 체계적인 연구개발과 함께 고효율 기기의 채택에 대한 인센티브 지급이나 기술 개발에 제한을 가져오는 제도적 문제점을 개선하는 등, 정부 차원의 강력한 뒷받침이 필요하리라 생각된다.

연구 개발은 국내 산학연의 전문 인력을 최대한 활용하여 실시하고 급박한 부분은 일부 기술 도입도 필요할 것이다. 이렇게 열펌프 기술을 개발 보급할 때, 우리나라 내부의 에너지 절약을 달성함은 물론 향후 지구 환경 문제등에서도 주도적인 위치를 차지할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Heat Pumps For Energy Efficiency And Environmental Progress, Proceedings of Fourth International Energy Heat Pump Conference, Maastricht, The Netherlands, 26-29 April, 1993.
2. 통계자료 냉동, 공조, 공기기기 1990.  
한국냉동공조공업협회
3. Private Communication, Sam Sung Electronics Co. Ltd.