



한정옥 센터장  
한국가스공사 연구개발원  
johan@kogas.or.kr

## 1. 가스냉방 보급현황

### 1.1 냉방 에너지현황

가스냉방은 흡수식과 가스엔진을 이용한 히트펌프(GHP)가 있으며 현재 중대형 규모의 건물에는 흡수식이 보급되어 전기냉방을 대체하고 있으나, 비거주용 건물의 약 66%에 해당하는 학교, 소형건물, 업소 등 상업용건물에는 적정 가스냉난방기의 부재로, 대부분 전기 냉방기를 채택하고 있다. 또한 냉방전력의 25% 수준인 가정용에는 전적으로 전기냉방기가 수요를 담당하고 있다. 이러한 국내 현실에서 중소형 규모의 가스냉방기는 냉방부하 분산을 위해서 필요하며 가정용 흡수식은 최근 국산화되어 보급되고

있는 단계이다. 그러나 GHP는 일본에서 전량 수입되어 보급되고 있는 실정이다.

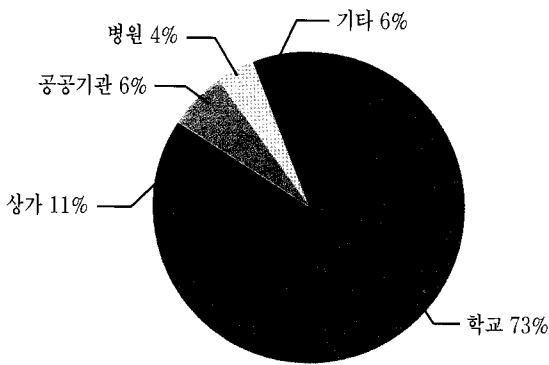
〈표 1〉은 가스냉방에 의한 대체 전력량과 전기 냉방에 의한 냉방전력을 비교한 것이며 2002년의 경우 가스냉방의 점유율이 전체 냉방에너지의 12.8% 수준인 것으로 나타났다. 냉방전력은 하절기 냉방수요에 소비된 전력으로 83년 이후부터 동계 수요를 앞질러 최대 전력 수요를 이끄는 주 원인이 되고 있다. 2002년의 경우 가스와 전력에서 냉방점유율이 전년에 비해 낮아진 이유는 기후적인 요인으로 냉방기간의 기온이 평년기온에 비해 상대적으로 낮았기 때문으로 분석된다. 냉방수요는 경제 성장률의 향상으로 냉방 보급률이 점차 증가하는 추세를 고려하면 향후 상당 기간 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

〈표 1〉가스냉방에 의한 대체전력량 및 점유비율

항 목		1997	1998	1999	2000	2001	2002
가스	LNG 총수요 (천톤)	11,147	10,422	12,655	14,217	15,587	17,703
	냉방용 가스사용 (천톤)	118	119	138	173	200	203
	냉방용 점유율 (%)	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.1
	대체 전력량 (MW)	572	623	813	968	1,137	1,305
전기	최대전력 (MW)	35,851	32,996	37,293	41,007	43,125	45,770
	냉방전력 (MW)	7,228	5,280	7,330	8,130	8,599	8,910
	냉방 점유율 (%)	20.1	16.0	19.7	20.1	19.9	19.5
가스냉방 점유비율 = 가스/(가스+전기), %		7.3	10.6	10.0	10.6	11.7	12.8

## 1.2 GHP 보급현황

국내 GHP 보급은 '01년 이후 급속도로 확대되어 '02년 기준으로 약 1500여대가 보급된 것으로 추정되고 있다. [그림 1]은 '02년도에 보급된 GHP를 대상으로 용도별로 분석한 결과로서 주로 학교중심의 보급형태를 보이고 있다. 이는 '01년 이후 정부의 교육시설 개선 정책으로 보급이 확대되고 있으며 이러한 추세는 당분간 지속될 것으로 전망된다. 학교의 경우 간편한 시설관리와 경제적인 냉방 운전비용의 요구가 일치되어 초기투자비의 열세에도 불구하고 급격한 팽창을 보여주는 것으로 분석된다. 그러나 이러한 기기는 전량 일본에서 수입에 의존하고 있어 국가적으로 무역수지를 악화시키는 요인이 되고 있다.



[그림 1] 국내 GHP 보급현황('02년 547대 분석결과)

[그림 2]에서 보는 바와 같이 국내에 GHP를 보급하고 있는 일본 업체의 현황을 보면 산요사는 이송산업과 손을 잡고 '99년부터 본격적인 영업을 개시했으며 현재 삼성에버랜드, AF Tech., 롯데기공, LG전선 등 4개사와 추가로 국내 공급계약이 이뤄져 보급이 이루어지고 있다. 이로써 기존의 이송산업을 포함해 모두 5개사로 늘어난 상태이다. 산요와 더불어 국내 시장 진출에 적극적인 기업은 아이신으로 이미 삼성

물산, 두우종합기술단과 국내 공급계약을 체결했다. 또한 린나이코리아와 OEM 방식으로도 계약을 맺은 상태로 본격적으로 시장을 분할하고 있다. 한편 안마와 미쓰비시는 국내에 삼천리ES와 세원기연과 공급계약을 체결하고 있으며 타사와 달리 1개사만 사업파트너로 삼고 있는 것으로 알려졌다. 이러한 국내 보급환경은 GHP의 수요가 얼마나 폭발적인가를 말해주고 있으며 이는 결국 국산화의 필요성이기도 하다.

## 2. 국내외 개발 현황

### 2.1 일본의 개발 및 보급 과정

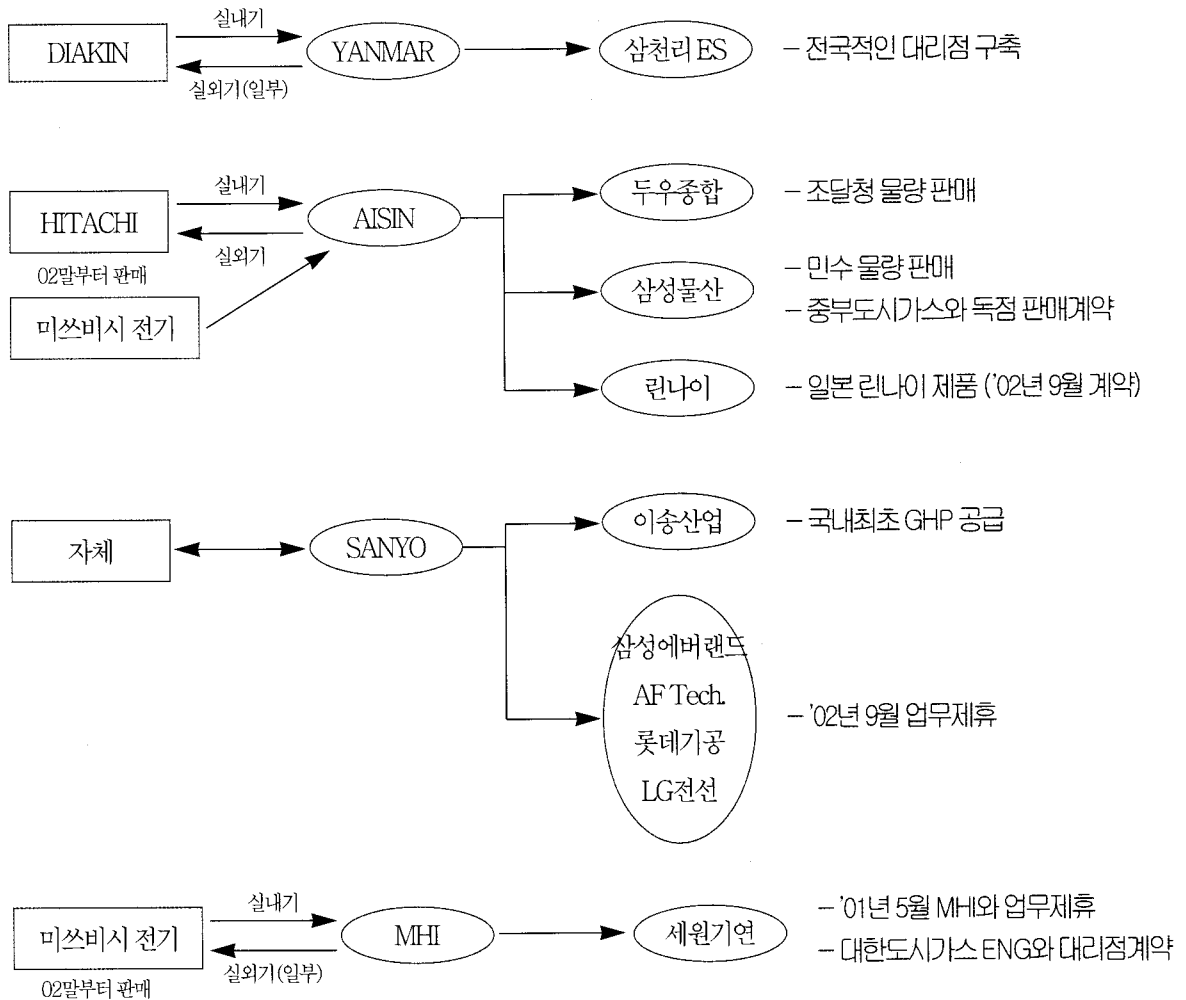
일본은 '78년에 전기냉방기에 의한 하절기 전기수요가 급증함에 따라 대체 냉방전력의 필요성이 시급하게 대두되었고 이에 따라 "가정용 가스냉방을 실현하자"라는 명제 아래 가능한 방법을 모색하던 중 전기모터를 가스엔진으로 대체하는 방법을 찾게 되었고 이를 실현하기 위해 도요가스를 중심으로 연구에 착수하였다. 본격적인 개발은 '81년 도시가스사와 제조업체와의 컨소시엄이 구성되고 7종의 가정용 모델이 개발 착수됨으로써 본격적인 개발에 들어갔으며 진동, 소음저감, 내구성 향상, 소형 경량화, 시스템 제어성 향상 등 많은 문제점을 해결하면서 상품화를 추진하였다.

'85년 도요가스는 산요전기와 공동으로 개발한 GHP 가스멀티 히트펌프의 시연회를 개최하였고 본격적인 보급을 위한 제도적인 우대조치가 취해졌다. '87년 9월 도요가스, 오사카가스, 토호가스는 세계 최초의 소형 가스히트펌프(GHP)를 출시함으로써 새로운 소형 가스냉방 시대를 열게 되었다.

초기 개발 시에는 대부분 2~4실 멀티 시스템으로 실내기에 대한 제어기술이 단순하였으나 '90년대 이후부터 소비자의 요구에 맞추어 8실 멀티를 실현하였으며 5년만에 8만대의 보급 누적실적을 기록하였다. 이후 보급대상은 빌딩과 중소형 건물 특히, 학교와 관공서 시설을 중심으로 보급되었으며 가정용으로도 보급이 확대되고 있다. '01년 기준으로 보급 현황은 46,300대로 사무실 빌딩이 28.1%, 학교·관공서 시설이 25.9%, 공장 15.1%, 점포 10.8%, 가정용 7.6%이다. 또한 한국, 유럽을 중심으로 한 수출도 확대하고 있다.

또한 각사의 시스템 특징은 친환경, 고효율 제품으로 친환경 냉매인 R407C를 적용하고 있으며 산요는 기존 빌딩의 냉난방에 사용되던 빌딩용 멀티시스템을 개량해 세계 최초로 GHP 더블 멀티 시스템 개발을 완료하였다. 안마는 고효율 제품으로 성능계수 1.29~1.35를 실현했으며 방음구조와

Selection Fan을 채용해 운전소음 56db의 정숙운전이 가능한 제품개발을 완료하고 본격시판에 들어갈 예정이다. 이밖에 아이신과 미쓰비시도 신냉매 적용과 고효율, 저NOx형 제품 출시를 목표로 하고 있어 이제는 환경과 성능을 동시에 고려하는 21세기의 상품으로 준비하고 있다.



[그림 2] 일본의 GHP 생산업체와 국내공급업체 현황

## 2.2 국내 개발 동향

국내의 GHP개발은 '90년초 가스공사와 기계연구원이 공동으로 15마력급 GHP개발에 착수하였으며 이후 상품화를 위한 시도가 진행되었으나 본격적인 상품화를 위한 개발은 '98년부터 시작되었다. 가스 냉방 보급의 필요성이 절실한 가스공사는 소형 흡수식 가스냉난방기 개발과 함께 GHP 실용화 개발에 착수하여 추진중에 있다. 이와 함께 기계연구원과 삼성전자, 에너지기술연구원이 정부과제로 상품화를 위한 공동개발이 '01년부터 착수되어 추진 중에 있다. 이와 같이 국내에서도 본격적인 상품화 개발이 다각도로 추진됨으로서 머지않아 경쟁력이 있는 국산화 제품이 출시될 전망이다.

GHP 기술은 성공 가능성이 높은 가스냉난방기술의 하나로, 일본에서는 매년 15% 이상 신장세를 보이고 있으며 국산화 보급은 하절기 가스 수요 창출로 인한 국내 에너지 수요 평준화와 LNG탱크 및 발전소의 건설비 중복 투자를 해소할 뿐 아니라 무역수지 개선에도 일익을 담당할 것으로 기대된다.

## 3. GHP 구성 및 설계

### 3.1 시스템 구성

GHP는 엔진을 사용하기 때문에 부분부하 특성이 우수하고, 일반적으로 실외기 한 대에 다수의 실내기로 구성하는 멀티 시스템으로 구성된다. GHP의 작동원리는 압축기를 구동하는 가스엔진과 엔진배열을 회수하는 열교환기를 제외하면 EHP와 동일하며, 냉매가 압축→응축→팽창→증발하는 전기 압축식 사이클의 과정을 거쳐 실내기가 여름철에는 냉방을, 겨울철에는 난방으로 전환되고 있다. 이와 같은 GHP의 주요 구성 및 기술특성은 다음과 같다.

#### 1) 가스엔진

4행정 수냉식 엔진이 주로 사용되며 12.0 이상의 고압축비에 의한 높은 열효율과 20,000시간 이상의 긴 수명이 요구되고 있다. 또한 희박 연소법, EGR법 등을 적용한 NOx 배출저감기술 등이 적용되고 있으며 엔진에서 발생하는 냉각

열과 배기가스 열을 회수하여 이를 유용하게 이용하는 기술이 요구된다. 이 열을 직접 급탕이나 온수 제조 등에 이용하는 방법과 냉방시 외부로 방출하고 난방시에만 냉매의 증발에 보조적으로 이용하는 기술 등이 이용되고 있다. 특히 우리나라 중부 이북과 같은 한랭지에서 적용하기 위해서는 두 가지 기능을 최적화하여 시스템의 성능을 최대화하는 기술이 요구된다. 그리고 컴팩트화된 대기관과 소음기 역할을 동시에 수행할 수 있는 내부식성의 고효율 열교환기 기술이 요구되며, 엔진 성능을 저하시키지 않고 회수된 배열로 냉매와의 열교환을 최적화하는 기술 등이 필요하다.

#### 2) 압축기

현재 개발되어 있는 각종 형태의 압축기, 즉 왕복동식, 로터리식, 스크류식 및 스크롤식의 압축기는 시스템의 용량과 회전수 범위에 적합하도록 채택되어 사용해야 한다. GHP의 경우 개방형 압축기의 선정이 필수적이기 때문에 엔진과 압축기의 부하 매칭이 중요하며 엔진을 포함한 시스템의 소음, 진동 등을 고려한 방안, 방진기술이 필요하다.

#### 3) 멀티 제어시스템

GHP에서 사용하는 멀티 시스템의 경우, 실내기 부하에 적절한 실외기 운전부하 결정과 냉매를 적절히 분배하는 기술이 필요하게 된다. 즉 실내기 운전대수 및 실내기의 운전 조건에 따른 실외기의 용량 조절기술이 매우 중요하며 R407C를 적용하는 GHP의 경우 냉매 누설을 빠른 시간 내에 감지하여 처방할 수 있는 기술이 요구되며, 멀티 운전에 따른 오일 회수 기술 등도 매우 중요하다.

### 3.2 시스템 설계

현재 개발중인 GHP 시스템은 실외기 1대에 실내기를 8대 접속한 공기열원 공기가열형 히트펌프 시스템으로 냉매는 R-22를 사용하고 난방시 실외열교환기에서의 냉매가열 및 공기예열을 통해 난방능력을 증대시키는 시스템이다. 목표 냉방능력은 56KW, 난방능력은 67KW이며 압축동력은 20마력급이다. 공기를 열원 및 가열원으로 하는 히트펌프에서

증발온도를 낮게 설정하면 열교환기의 장치용량을 줄일 수 있어 콤팩트화에는 부합하지만 압축비가 상승하므로 목표 COP달성이 어려워진다. 개발 시제품에서는 증발 및 응축온도를 냉방시 3℃, 50℃로 각각 설정하였다.

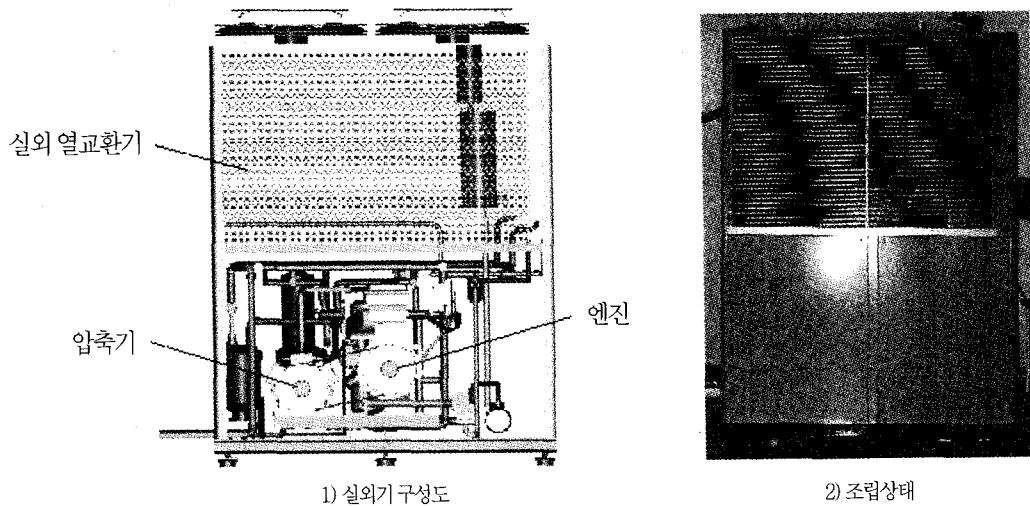
설계 Flow는 우선 시스템 구성, 용량 및 목표 COP, 설계기 준온도 등의 시스템 기본사양을 결정한다. 그리고 사양에서 결정된 용량, 증발온도, 응축온도 등을 근거로 적합한 압축기를 선정하고 회전수를 결정한다. 선정된 압축기의 운전조건(회전수, 축동력, 압축기효율)에 부합하는 엔진을 선정하고, 동력계를 이용하여 다양한 운전조건에서 엔진의 출력, 엔진효율, 배가스량, 배열량 등의 성능시험을 한다. 이상의 실험을 통하여 배열량과 제품 사양에서 결정한 냉각수 순환량, 증발온도 및 압축기 흡입과열도 등을 이용하여 이중관형 열교환기를 설계하고 성능해석을 하여, 실외열교환기의 냉각수 열교환기에서 회수가능한 배열량을 계산한다. 그리고 냉·난방 운전시의 냉각수 열교환기의 영향, 응축열량, 증발열량, 각 유체의 질량유량 그리고 온도조건 등을 이용하여 실외열교환기 사양을 결정한다. 냉방과 난방시의 장치용량을 각각 계산하여 큰 쪽을 기준으로 설계를 진행한다.

[그림 3] 은 설계된 요소부품을 조립한 실외기 구성도이다. 기본적인 형태는 하부에 엔진 및 압축기실이 있고 상부에 실외 열교환기가 배치되는 형태이다.

## 4. 보급 전망

### 4.1 시장전망

GHP 보급은 중소형 건물에 적합하며 특히 멀티제어시스템의 발달로 다중연결 및 제어방법으로 그 대상범위가 확대되고 있다. 일본의 경우 2010년의 자국내 시장규모를 58,000여대로 전망하고 있으며 국내의 경우 시장규모와 보급 환경을 고려할 때 일본의 1/5규모수준으로 전망되며 이를 토대로 연차별 시장규모를 <표 2>와 같이 분석하였다. LNG 수요량은 누적대수에 비례하여 증가되며 20HP급을 기준으로 GHP 1대당 연간 4.46톤(5,560Nm<sup>3</sup>/년)으로 하였다. 또한 당해년도의 보급에 따른 수요 증가량은 연간 수요의 50%를 적용하여 계산한 것이다.



[그림 3] GHP 실외기 구성도와 조립상태

## 4.2 보급효과

GHP의 보급에 따른 전력대체 효과로는 전기냉방기 성적 계수(COP)를 3.5로 가정할 때 1 냉동톤(RT)에 필요한 전기 에너지는 1KW에 해당하므로 보급에 따른 동시사용률 (1,000대 이상의 경우 0.68로 가정)을 고려하여 계산한 것이 <표 2>에 정리되어 있다. 2010년 기준으로 가스는 연간 약 28만톤의 수요가 예상되며 전력대체효과는 약 743MW가 나타난다. 이러한 가스냉방기 보급은 천연가스 수요확대를 거둘 수 있으며 500MW 화력발전소 1.5기에 상당하는 전력 대체효과를 거둘 수 있으므로 궁극적으로 효율적인 에너지 정책에 부응하는 것이다. 또한 GHP 국산화 개발은 전량 수입에 의존하는 현재 상황에서 수입대체효과가 크게 나타나며 2010년까지 68,000여대가 보급된다고 가정할 때 약 170

억불의 외화절감 효과가 있는 것으로 분석된다.

## 5. 맺음말

국내 중소형 가스냉난방기는 몇 년전까지 시장의 무관심과 개발의지의 미흡으로 선택의 여지가 없는 상황이었으나 이제 시장의 수요가 확인되었고 기술적인 기반은 충분한 수준에 도달해 있다고 판단된다. 따라서 GHP의 국산화는 현재 한국가스공사에서 개발되어 상품화된 3RT급 흡수식 가스냉난방기와 상호 보완적 체계를 구축하여 가스냉방기의 보급을 촉진시킬 수 있고, 소비자에게 선택성을 부여할 수 있을 것으로 기대된다. 이와 같이 국가 경제적으로 막대한 효과가 기대되는 GHP는 하루 빨리 국산화되어야 할 것이다.

<표 2> GHP 보급 전망에 따른 가스수요 및 전력대체효과

년 도	당해년도 보급대수	전체 누적대수	가스수요량 (천톤)	전력대체효과 (MW)
2002	1,500	1,600	3.8	17.4
2003	3,000	4,600	13.8	50.0
2004	5,000	9,600	31.7	104.4
2005	8,000	17,600	60.7	191.5
2006	8,500	26,100	97.5	284.0
2007	9,200	35,300	136.9	384.1
2008	10,000	45,300	179.7	492.9
2009	11,000	56,300	226.6	612.5
2010	12,000	68,300	277.8	743.1

### 참고문헌

1. 한국가스공사 교육자료, 2001
2. 히트펌프 공조설계 매뉴얼, 일본 전력공조연구회, 1990
3. 공기조화 및 냉동, 회중당, 1997