



# THEME 04

## 히트펌프 보급으로 인한 CO<sub>2</sub> 저감효과

최준영 | 한국산업기술시험원, 책임연구원 | e-mail : liya67@ktl.re.kr

이 글에서는 기존의 화석연료를 사용하는 냉난방기기를 대체할 기기로서 주목받고 있는 히트펌프의 보급확대에 따른 CO<sub>2</sub> 저감효과를 기술하고자 한다. 이 글은 국제에너지기구(International Energy Agency)의 보고서와 아·태 기후변화 파트너십 건물 및 가전기기 분과(Asia-Pacific Partnership on clean development and climate - Buildings and Appliances Task Force)의 보고서를 근간으로 작성되었다.

21세기는 국제 기후변화대책 및 환경문제의 중요성이 증대되고 있으며, 교토의정서 채택으로 국가간 온실가스 배출권거래 및 청정개발체제 실시 등으로 환경과 관련하여 에너지 시장의 새로운 질서가 대두될 것이므로 국가적 대응전략 수립되고 있다. 그러나 현재까지 대부분의 감축사업이 화학공정 열회수나 1차원료 전환 등에 의한 이산화 탄소감축이 대부분이었으며, 고효율 기기에 대한 절감량 검증과정은 입력과 출력을 기반으로 한 감축량 평가만이 고려되어 있으며, 화석원료와 전력간의 왜곡된 가격구조도 평가의 정량화를 어렵게 하였다. 특히 히트펌프는 투입되는 입력에너지와는 달리 실내 부하와 같은 출력에 대한 기준은 정해져 있지 않으며, 복잡한 구조를 가진 고효율 공조기기의 경우

에너지 절감량을 정량화할 기준이 절실한 실정이다.

최근 IEA(국제에너지기구)에서는 이산화탄소 감축량을 정량화하기 위해 히트펌프의 성능지표를 국가별로 산정하기 위한 연구를 추진하고 있으며, 이를 기반으로 에너지절감량을 공식화하고자하는 움직임이 있다. ISO(국제표준기구)에서도 연간에너지소비량을 규정할 수 있는 연간성능평가(Annual Performance Factor) 등을 제정함으로써, 정부와 소비자에게 히트펌프의 효용성을 전달하고 보급 활성화를 도모하고 있다.

국내의 경우 전체 에너지 사용 비중에서 약 24%의 에너지를 주거공간과 상업용, 공공건물에서 사용하고 있으며 그에 따른 에너지 절감이 절실한 실정으로 건물 에너지 효율화는 녹색 선진국가 구현에 필수적이다. 건

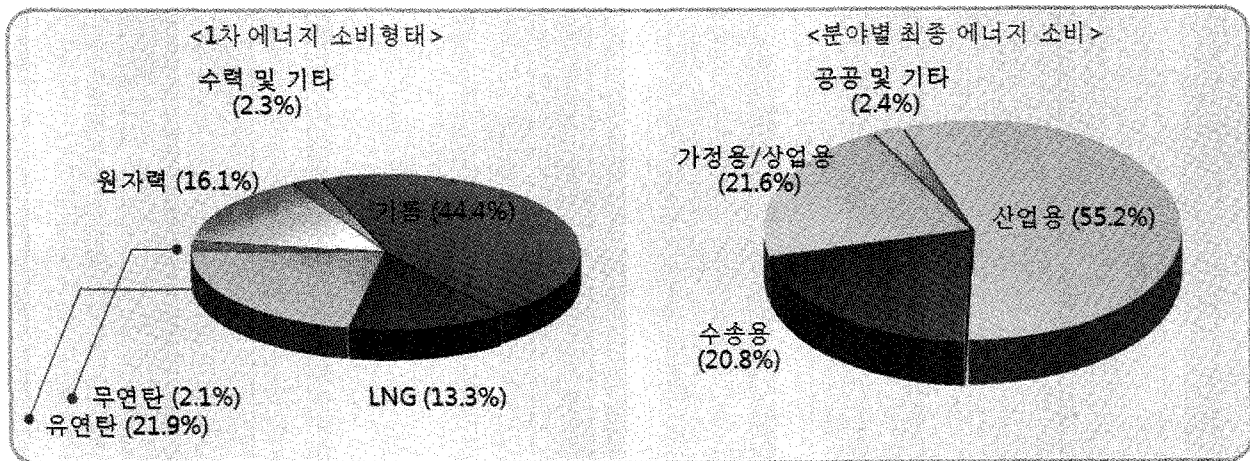


그림 1 국내 분야별 최종 에너지 소비

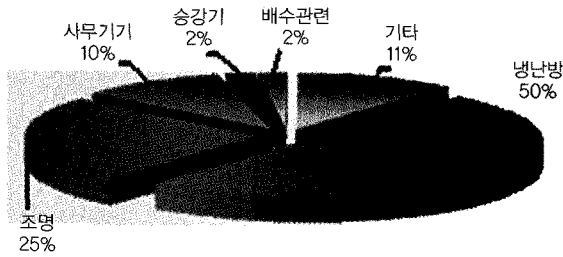


그림 2 건물에서의 에너지 소비 형태

물에 있어 가장 큰 에너지소비를 차지하는 냉난방기는 우리나라의 국가 총에너지 소비 중 열에너지 분야에 28%의 에너지가 사용되고 있으며, 전기는 총에너지 소비의 13%를 차지하고 있다. 열에너지는 주택/건물분야에서 대부분 사용되고 있어(주택 90%, 업무분야 8%, 공공분야 2%), 주택 및 업무분야의 열에너지 사용을 고효율화하여 에너지를 효율적으로 사용할 경우, 국가에너지의 절대적인 절약과 이산화탄소의 발생을 억제할 수 있다. 이러한 건물의 고효율 냉난방을 위해 사용되는 히트펌프는 기존 1차 열원기기를 대체기술로 인정받고 있으며, 기후변화협약 대응의 주요수단으로서 기술개발 필요성 및 시장이 점점 커지고 있다.

이에, 이 글에서는 현재 히트펌프의 보급 확대와 효율 개선에 따른 CO<sub>2</sub> 저감효과를 기술하고자 한다.

### 히트펌프 시장 동향

전 세계적으로 히트펌프 시장은 VRF, PAC(Package Air Conditioner), RAC(Room Air Conditioner) 및 Chiller 등 히트펌프와 직접적으로 관련된 제품의 2007년 세계시장 규모는 약 615억 \$로 나타내고 있다. (BSRIA, 2008) 판매되는 히트펌프는 대부분 공기열원을 적용하는 공기-공기 방식으로서 RAC와 PAC에 적용되며 2005년에 대략 3,000만 대의 시장규모를 형성하였다. 히트펌프 전체 시장규모의 70% 이상은 중국과 일본에서 생산된 것이며 RAC와 PAC의 시장 규모는 2005년 미국의 에어컨을 포함하여 전체 6,400만 대로 조사되고 있다.

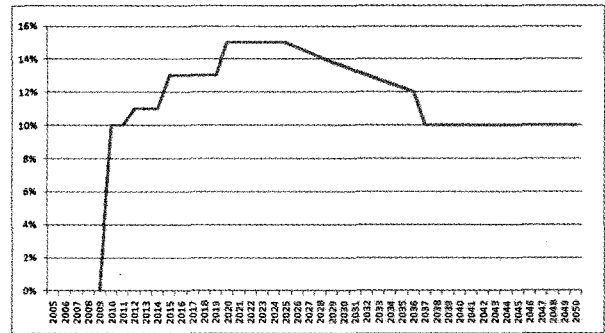


그림 3 히트펌프 시장 예측

※ 출처 : 유럽히트펌프협회 및 AHRI 자료

향후 30년 간 히트펌프 시장을 예측하면 2025년까지 매년 연평균 10% 이상 성장할 것으로 예측되며, 2025년 이후에는 그 증가세가 감소하여 2050년까지 평균 10% 정도의 시장 확대가 예상된다.

### 히트펌프의 CO<sub>2</sub> 저감효과

본 장에서는 히트펌프가 기존의 화석연료의 난방기보다 얼마만큼의 CO<sub>2</sub>를 저감할 수 있는지를 실례로 들어 설명하고자 한다. 연간 난방부하가 15,000kWh가 요구되는 건물에 표 1과 같이 여섯 가지의 형태의 난방기를 고려해본다. 먼저, 화석연료를 사용하는 기름보일러와 가스보일러의 효율을 80%, 95%라고 가정하면 각각의 연간 CO<sub>2</sub> 발생량은 5,138kg, 3,189kg이다. 이를, 투입되는 에너지로 환산하면, 0.274kg CO<sub>2</sub>/kWh, 0.202kg CO<sub>2</sub>/kWh이다. 전기에너지를 사용하는 전기히터보일러의 경우 효율을 95%라 가정하면 연간 7,454kg CO<sub>2</sub> 발생량을 나타낸다. 반면, 기간에너지효율(SPF)이 3.0, 6.0인 히트펌프를 사용한다고 하면 각각의 연간 CO<sub>2</sub> 발생량은 2,360kg, 1,180kg이다. 만약, 신재생에너지를 이용하여 히트펌프의 사용 할 경우 연간 CO<sub>2</sub> 발생량은 0kg이다. 이는 SPF가 6인 히트펌프를 사용 시 기름보일러 비해 연간 CO<sub>2</sub> 발생량을 반 이상 줄일 수 있다는 것이다.

이러한 결과를 바탕으로 다음과 같은 예측을 할 수 있다. 만약, 현재 사용 중인 1억 3,000만 대의 가정용 난방기(연간난방부하 15,000kWh/year 가정) 중 50%의

표 1 난방기 종류별 CO<sub>2</sub> 발생량

형 태	난방부하 (kWh)	효율(%)	입력에너지 (kWh)	에너지단위당 CO <sub>2</sub> 발생량 (kg CO <sub>2</sub> /kWh)	연간 CO <sub>2</sub> (kg)
기름 보일러	15,000	80	18,750	0.274	5,138
가스 보일러	15,000	95	15,790	0.202	3,189
전기히터보일러	15,000	95	15,790	0.472	7,454
전기히트펌프 SPF=3.0	15,000	300	5,000	0.472	2,360
전기히트펌프 SPF=6.0	15,000	600	2,500	0.472	1,180
신재생에너지원 전기히트펌프	15,000	300	5,000	0	0

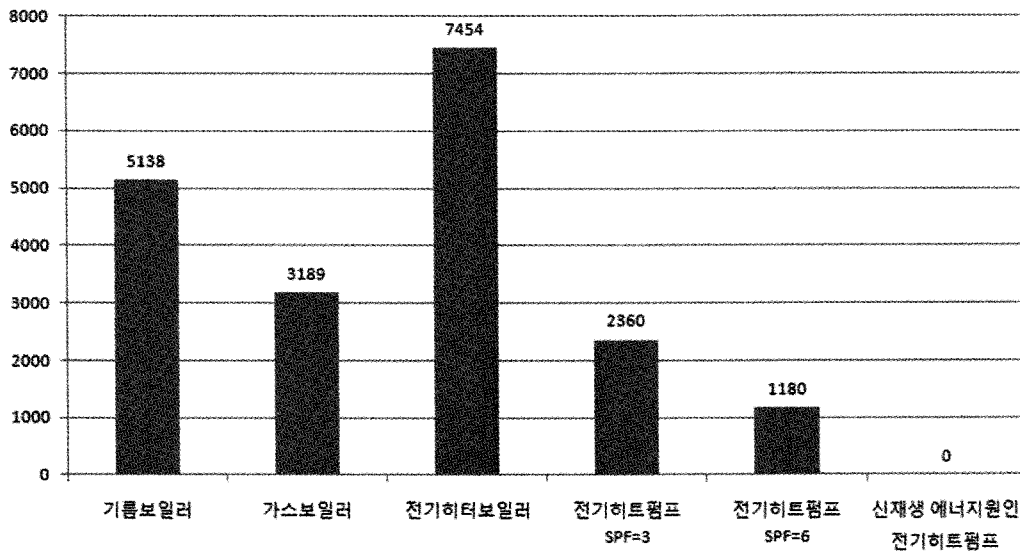


그림 4 난방기 종류별 연간 CO<sub>2</sub> 발생량(난방능력 15,000kWh)  
 ※ 출처 : IEA 보고서

표 2 유럽가정에서 히트펌프 적용 시 CO<sub>2</sub> 감소량

	CO <sub>2</sub> 감소량(Mt), 모든 가정이 기름보일러 사용 시	CO <sub>2</sub> 감소량(Mt), 모든 가정이 가스보일러 사용 시
30% 교체	23	10
50% 교체	38	17
80% 교체	61	27

※ 가정 : SPF = 4.0인 히트펌프로 기름보일러 또는 가스보일러를 교체

가스보일러와 50%의 기름보일러를 히트펌프로 교체 시 연간 157Mt CO<sub>2</sub> 절감효과를 가져올 것이며, 이는 지구 전체 CO<sub>2</sub> 발생량의 0.7%이다. 또, 현재 사용 중인 상

업용 난방기(연간난방부하 100MWh/year 가정) 0.15억 대 중 50%의 가스보일러와 50%의 기름보일러를 히트펌프로 교체 시 연간 120Mt CO<sub>2</sub> 절감효과를 가져올 것이며, 이는 지구 전체 CO<sub>2</sub> 발생량의 0.5%이다. 현재 OECD 회원국의 가정용 기름보일러 중 80%를 SPF가 4.0인 히트펌프로 교체할 경우 2,374Mt CO<sub>2</sub> 절감효과를 가져올 수 있으며, 이는 지구 전체 CO<sub>2</sub> 발생량의 10%라는 막대한 양이다.

IEA 보고서에 따르면 유럽 가정의 경우 연간 난방기 교체 건이 약 490만 대로 다음과 같은 가정을 한다면 표 2와 같은 CO<sub>2</sub> 절감효과를 얻을 수 있다.

이는 각 가정에서 연간 약 180kg/year의 CO<sub>2</sub>를 절감

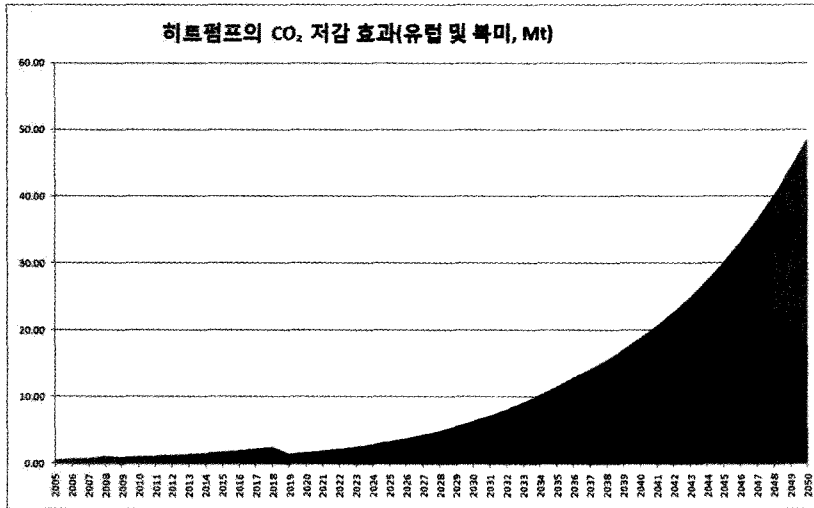


그림 5 향후 40여 년 간 히트펌프로 인한 GHG 절감량(미주, 유럽)  
\* 출처 : APP 보고서

할 수 있는 양이다.

또, APP 보고서에 따르면 향후 40년 간(2050년) 매년 히트펌프가 10% 이상 성장한다는 가정 아래, 그림 4는 매년 GHG 절감량을 나타내 주고 있는데, 2050년에는 약 48Mt CO<sub>2</sub> 절감효과를 나타낼 수 있다고 예측한다. 이는, 단지 새롭게 시장에 진출하는 히트펌프만을 고려한 효과로 기존의 화석연료 난방기의 교체하는 효과는 고려하지 않은 것이다.

만약, 아시아시장, 특히 중국, 일본을 중심으로 시장 예측과 CO<sub>2</sub> 절감을 예측한다면, 그 효과는 더욱 클 것이다. 최근 들어, 중국, 인도의 히트펌프 시장이 급성장하고 있어, 기존 난방기를 대체하거나, 신규로 설치된다고 하면, CO<sub>2</sub> 절감량은 유럽과 미주 시장에 비해 2배 이상으로 예측될 수 있을 것이다.

IEA에서는 향후 히트펌프의 기술과 전력공급기술이 향상되면 지구 전체 CO<sub>2</sub> 발생량의 약 8%, 즉 1.8 Bt CO<sub>2</sub>를 절감할 수 있다고 한다. 이는 5,000만 hectares 나무 숲을 조성하거나, 5,200만 대의 자동차를 없애는 효과와 같다.

### 맺음말

이 글은 국제에너지기구(International Energy

Agency)와 아·태 기후변화 파트너십 건물 및 가전기기 분과(Asia-Pacific Partnership on clean development and climate - Buildings and Appliances Task Force)의 보고서를 근간으로 기존의 화석연료의 난방기들과 비교하여 CO<sub>2</sub> 절감효과를 부각하여 작성하였다. 이러한 히트펌프의 CO<sub>2</sub> 절감효과로 이미 유럽, 미국, 일본 등은 기후변화대책 및 환경문제에 대응하기 위해 건물의 에너지효율 증진을 위한 일환으로 고효율 히트펌프 보급을 활성화 하고 있다.

국내의 경우 전체 에너지 사용 비중에서 열에너지는 주택/건물분야에서 대부분 사용되고 있어(주택 90%, 업무분야 8%, 공공분야 2%), 주택 및 업무분야의 열에너지사용을 고효율화하여 에너지를 효율적으로 사용할 경우, 국가에너지의 절대적인 절약과 이산화탄소의 발생을 억제할 수 있다. 이러한, 목적에 가장 적합한 냉난방기기가 히트펌프인 것이다. 우리나라는 세계 공조시장의 4위 생산국가로서, 2008년 기준 판매 수량은 148만 대이지만 히트펌프의 비율은 5% 미만으로 매우 낮아, 국내에서의 히트펌프로 인한 CO<sub>2</sub> 절감량을 정확하게 산출하기는 쉽지 않다.

국내의 히트펌프 시장이 아직은 협소하지만, 최근 정부는 그린에너지산업 육성에 따른 신성장동력의 품목 중 하나인 히트펌프의 시장확대로 기후변화대응 및 에너지 문제 대처하고자 노력 중이다. 특히, 그린에너지 발전 로드맵의 15대 그린에너지 분야별 품목으로 히트펌프를 선정하여 기술개발 지원 및 히트펌프 부품 및 시스템에 대하여 성능, 규격, 품질, 검사 등에 관한 인증을 체계화하고자 노력하고 있다. 이러한 노력이 점점 결실을 이루면, 기후변화협약 대응의 주요수단으로서 국가적으로 매우 큰 효과를 이룰 수 있으며, 수출집약적 산업으로도 육성하여 국제경쟁력이 강한 산업으로 키울 수 있을 거라 확신한다.