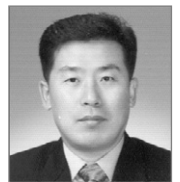




전기에너지주택의 필요성과 향후 발전방향



나환선

한국전력공사 전력연구원 책임연구원

1. 전기에너지주택의 개념

전기에너지주택은 생활에 필요한 모든 에너지를 전기로 충당하는 주택으로, 통상적으로 전기화(all electrified house)라는 개념이다. 선진국의 경우 이미 전기에너지주택을 거주자의 관점에 따라 다양하게 채택하여, 상용화에 이르렀고 일본의 경우

2010년에 이미 3백만 호를 넘어섰다. 현재 주택부분의 소비에너지는 국가에너지의 18%를 차지할 만큼 비중이 높다. 전기에너지주택은 고 기밀 고단열의 그린 홈 기술과 신재생에너지를 이용하여 기존 주택대비 건물의 총 에너지를 절감하는 주택이다.

또한, 난방과 취사로 사용되는 기존 화석에너지를 대신하여 전기에너지를 공급하는 효율 높은

냉·난방 및 급탕 기기를 적용하면 기존 설비대비 냉·난방 에너지소비량을 최소 50%이상 절감하는 한편, 주택 총에너지의 경우 30%이상 절감이 가능하다. 위와 같은 저 에너지 설계목표는 2009년 11월 녹색성장위원회에서 발표한 ‘저에너지 친환경 주택’ 개념과 일치한다.

전기에너지주택은 삶의 질과 안정성을 동시에 만족시키고 국가적으로는 화석에너지 절감에 기여하며, 소비자에게 적절한 전기수요에 대체할 수 있는 정책과 제도를 제공함으로써 ‘저 탄소 친환경 주택’의 인기모델로 발전할 가능성이 높다.

2. 기본모델과 필요성

일본의 경우, 전기에너지주택의 적용 목적이 지진 발생 이후 가스폭발 등 2차적인 재해에 대한 안정성과 거주자 중심의 특히, 주부의 취사 및 가사노동에 소요되는 ‘삶의 질 향상’이라는 고객 요구에 적극 대응하면서 자사의 전기수요 창출을 목표로 하였고, 유럽에서는 전기수요 창출의 목표를 넘어 ‘저 탄소 저에너지 주택 구현’에 초점을 맞추고 있다.

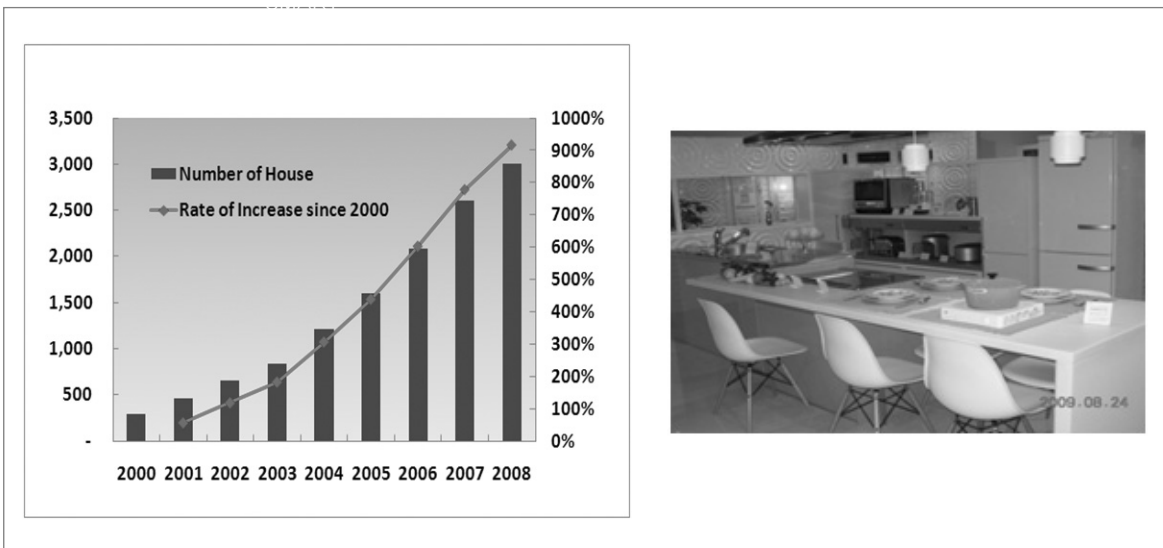
그 동안 우리나라에서는 전기소비를 적절하게 제한하는 입장이었다. 하지만 저탄소 녹색성장의 비전을 제시한 정부시책에 부응하고, 주택에서 사용되는 화석에너지 소비를 절감하며 원자력발전에 의한 청정에너지를 소비함으로써, 삶의 질 향상과 주택 총 에너지 소비량을 절감하는 사회적인 분위기가 조성되어 정책과 제도변경에 따른 경제적인 주택에너지소비를 요구받는 실정이다.

3. 일본의 현황

위에서 밝힌 분석결과를 토대로 국가적인 관점의 에너지절감, 한전의 전력수요창출 효과, 소비자 관점의 요금인하 효과를 동시에 만족할 수 있는 수준의 전기에너지주택에 대한 발전 현황을 살펴보았다.

일본의 경우 그림 1과 같이 10년 전부터 ‘전전화(全電化, All電化) 주택’ 사업을 추진하여 2008년에 280만호가 보급 되었으며, 2015년에는 650만호가 보급될 전망이다. 동경전력의 경우, 2010년 2월까지 70만호가 보급되었다.

일본의 전기에너지주택에 대한 선호도 조사결과



[그림 1] 일본의 전기에너지주택 보급현황



[그림 2] 일본의 전기에너지주택 주방 사례

구 분	전기 히트펌프	전기보일러	가스보일러
에너지원	전 기	전 기	가 스
효율/성능	300~450% (COP 3~4.5)	95%	90%
1,000kcal 소비시 필요 에너지	250kcal (COP 4.0)	1,053kcal	1,111kcal
	(1,000 ÷ 4.0)	(1,000 ÷ 0.95)	(1,000 ÷ 0.9)

※ COP(Coefficient of Performance, 성능계수) 투입된 에너지를 이용하여 이동시킬 수 있는 열에너지의 비율

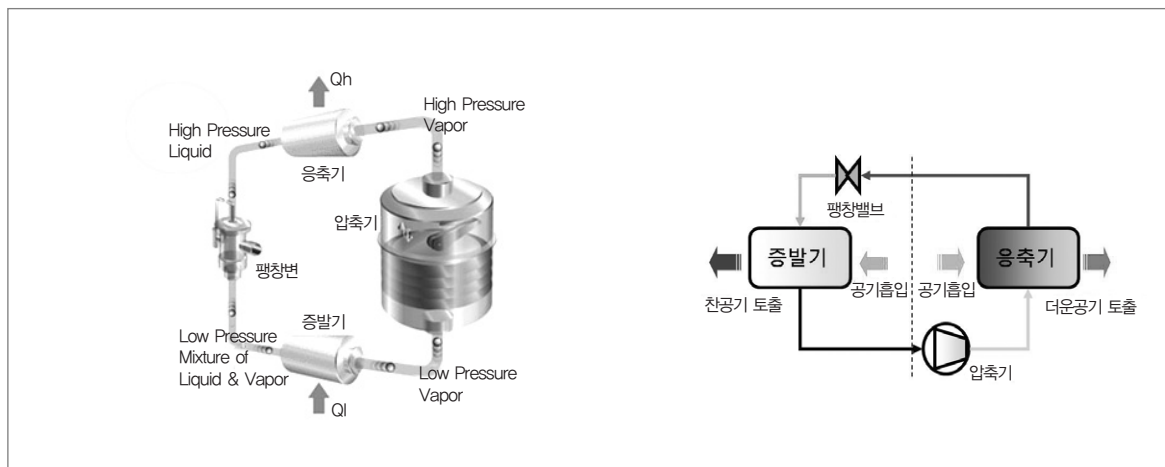
[표 1] 열원 설비별 효율 비교

를 보면, 주부의 주 활동공간인 주방에서 공기청정, 전기기기의 편리성, 화재안전성에 대한 요구가 매우 높아 가스 조리기에 비하여 비싸기는 하지만 틈새가 없는 평면형의 전기조리기가 폭발적인 인기를 얻었다. 또한 일본은 지진활동지역으로 가스를 이용한 열원설비의 경우 배관파단 등으로 인한 2차 위험의 대안이 필요하게 되었고, 노령인구의 증가로 인하여 생활안전에 대한 요구가 증가되면서 2001년부터 전기 고효율 열원설비인 '에코큐트'라는 히트펌프가 가스보일러를 대체하였다. 일본의 전기에너지주택에 적용되는 히트펌프의 형태는 정부지원이 가능한 '축열식' 히트펌프를 적용하고 여

기에 적합한 전력요금체계를 갖추고 있다.

4. 주요 구성 기기

주택 전기화 기술은 주택에너지의 대부분을 차지하고 있는 가스의 화석연료 사용기기를 고효율의 전기 기기로 대체하는 기술로 에너지 및 비용 관점에서 경제적이어야 한다. 전기에너지주택을 구성하는 주요기기는 난방·급탕·냉방에너지를 공급할 전기히트펌프시스템과 전기주방을 구성할 유도가열조리기(Induction Heater)이다. 열원설비별 효율 비교는 표 1과 같다.



[그림 3] 히트펌프 시스템의 기본 구성도 및 개략도

가. 난방 및 급탕설비

히트펌프의 원리는 압축-응축-팽창-증발의 폐쇄회로 내에서 역-카르노 사이클(Reverse Carnot Cycle)을 하도록 고안된 것으로 전기 모터를 동력으로 증발기에서 잠열을 이용하여 저온의 열을 회수하고 압축기에서 고온의 열을 이동 방출하도록 한다.

그림 3은 히트펌프 기기의 기본 원리 및 구성을 나타낸다. 기기의 기본 구성은 크게 증발기, 압축기, 응축기, 팽창밸브로 나뉘며, 이 네 가지 단위기기를 냉매가 반복적으로 순환하며 난방에 필요한 열을 생성한다. 증발기에서는 냉매가 주변 열을 흡수하여 저압의 증기로 기화되고, 압축기를 지나면서 전달된 일을 이용하여 고온·고압 기체 상태로 냉매가 변화한다. 고온·고압의 냉매는 응축기를 지나면서 액화되어 열을 주변에 전달하며 필요한 난방 운전을 수행한다. 최종 단계로서 팽창밸브를 지나면서 냉매는 기화가 수월한 저온·저압 상태로 환원되며, 상기에 기술한 일련의 과정을 반복하면서 난방에 필요한 열을 지속적으로 생성한다. 최근 빈번하게 사용되는 냉매는 국내의 경우 R410a,

R134a 등의 HFC 계열의 친환경 냉매가 사용되며, 국외의 경우 일본 정부 주관 하에 개발한 CO₂ 냉매 사이클이 이슈화되고 있다.

따라서, 전기 히트펌프를 사용하는 경우 발전효율 37%와 송전손실 4%를 감안하여도 가스 등의 화석연료를 사용하는 것보다 효율적이다. 그리고 히트펌프는 회로 특성상 난방과 냉방을 동시에 구현할 수 있어 하이브리드형의 경우 별도의 에어컨이 필요 없어 생활가전의 간편화도 가능하다.

나. 주방

전기에너지주택에서 채택하고 있는 유도가열조리기는 표 2와 같이 열효율면에서 가스레인지 보다 1.7배 효과적이다. 전기의 발전, 송전 효율을 고려하면 에너지 효율면에서는 부족하지만 취사부분이 주택에너지의 4%정도인 점과 주방의 편리성, 청결성, 쾌적성에서는 가스 등의 화석연료를 사용하는 주방보다 탁월하기 때문에 일본에서는 매우 선호도가 높다. 그리고 전기주방의 경우 평면구성이 자유롭다는 장점을 가지고 있다.

구 분	유도가열조리기	핫플레이트	가스레인지
에너지원	전 기	전 기	가 스
효율/성능	90%	55%	55%
1,000kcal 소비시 필요에너지	111 kcal	182 kcal	182 kcal
	(1,000÷0.9)	(1,000÷0.55)	(1,000÷0.55)

[표 2] 조리기 종류별 효율비교

구 분		한국건축기준	영국건축기준	영국 제로카본주택 (Level 5 & 6)	독일 Passive 하우스
단열기준 (W/m ² °C)	외벽	U < 0.47	U < 0.35	U < 0.15	U < 0.15
	지붕	U < 0.29	U < 0.25	U < 0.13	U < 0.15
	바닥	U < 0.35	U < 0.25	U < 0.15	U < 0.15
	창	U < 3.00	U < 2.20	U < 0.70	U < 0.80
	문			U < 0.80	
	열교 < (W/m ² °C)	-	0.04	0.04	0.01
기밀성능		-	10 < m ³ /h.m ² @n50	3 < m ³ /h.m ² @n50	0.6 < 회/hr@50pa

[표 3] 각국의 주요주택 부위별 기준

다. 주택 저에너지 기술

주택분야에서 국내외적으로는 온실가스 감축 및 인류생존을 위한 ‘지속가능 성장’의 대안으로 에너지소비 저감을 목표로 고기밀 고단열의 ‘그린 홈’ ‘그린빌딩’ 기술을 제시하고 있으며, 지속적으로 건축외피기술 기준이 강화되고 있다. 2009년 11월 5일 정부 녹색성장위원회에서는 국내 그린 홈의 단계적 목표를 의결하였다. 2010년 대비, 2012년에는 건물총에너지 30% 절감, 냉난방에너지 50% 절감, 2017년에는 건물 총에너지 60%절감, 냉난방에너지 90% 절감의 패시브 하우스, 2025년에는 ‘탄소제로에너지 주택’을 위한 마스터 플랜을 제시한 바 있다.

이와 관련된 각국의 건축요소 기술기준은 표 3과 같다.

고효율에너지 기자재로 선정된 고기밀 창호시스

템과 배열회수환기시스템 같은 건축요소의 지속적인 개발이 진행되고 있어 이러한 건축요소를 적절하게 융·복합하면 주택부분의 저에너지 구축은 더욱 박차를 가할 것으로 판단된다.

5. 결론

국내에서 전기에너지주택의 다양한 기술을 통합·융합한 모델이 출시될 경우, 주택의 총 에너지가 절감되고 난방 및 급탕에너지에 대한 CO₂ 절감이 최소 50%이상 될 것으로 기대된다. 또한 2012년 이후 정부의 주택신축 허가요건이 강화되어 초기 투자비가 기존 주택보다 1.1~1.2배 상승되지만, 신축 이후 몇 년 이내 투자비 회수가 가능하기 때문에 ‘친환경 저에너지 미래형 주택’은 앞으로 큰 관심을 받게 될 것으로 판단된다. KEA