

2012-PR-30

서울시 단독주택 난방에너지
효율개선사업 활성화 방안

Revitalization Solutions of Heat Energy
Efficiency in Seoul's Detached Housing

김민경

서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업
활성화 방안

Revitalization Solutions of Heat Energy Efficiency in Seoul's
Detached Housing

2012



Ⅰ 연구진 Ⅰ

연구책임 김 민 경 • 안전환경연구실 부연구위원

연구원 신 동 홍 • 안전환경연구실 초빙부연구위원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적

서울시는 주택의 에너지 효율개선을 위해 건물에너지합리화사업(BRP)을 중 소형 건물과 주택으로 확대하여 시행하고 있으나, 개보수 투자에 대한 가치평가의 인식부족과 홍보부족 등으로 인해 큰 효과를 보지 못하고 있다. 특히 에너지빈곤층을 위한 주택 에너지 효율개선사업들은 주택 에너지의 절감보다 열악한 주거환경 개선을 위한 공익형 집수리의 수준에 머물고 있는 실정이며, 제한된 경제적 지원과 전문성의 부족 때문에 실질적인 에너지 효율의 개선이라기보다 개보수한 주택의 수로 평가되는 실적위주의 사업으로 변질되고 있다.

따라서 이 연구는 해외사례와 우리나라의 기존 사업현황을 분석하여 에너지빈곤층을 위한 주택 에너지 효율개선사업의 활성화 방안과 합리적인 규제를 통한 에너지복지 실현의 정책적 지원 방법을 제안하고자 한다. 또한 실질적인 건물에너지 절약 기술 적용에 따른 난방에너지 절감 효과와 경제성에 대해 분석하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

이 연구는 저소득 취약계층 지원사업의 현황과 문제점을 분석하여 실효성 있는 주택 에너지 효율개선사업의 활성화 방안을 제안하고 주택 에너지 절약기술 요소의 적용에 따른 대상 주택의 난방에너지 절감 효과와 경제적 파급효과의 파악을 통해 사업 시행과정에서의 실질적인 기술적 대안을 제시하고자 한다.

제2장 현황 및 제도

주택 에너지 효율개선사업은 2005년 (사)환경정의가 주도한 ‘환경을살리는 일자리’만들기 운동이 연구사업을 통해 일자리의 종류와 사회적 의미, 확산가능성을 타진하는 것으로 시작되었으며, 정부도 2007년을 에너지복지 원년으로 선언하면서 2016년까지 에너지 빈곤을 해소하겠다는 목표를 제시하였다.

주택 에너지효율개선사업은 초기에는 자연자원, 환경보전, 에너지, 환경산업 분야에서 ‘환경을 살리는 일자리’ 창출가능성에 대한 연구에 집중했으며, 후에 ‘환경·고용·복지’라는 3개의 핵심요소를 잡을 수 있는 프로그램으로 발전하였다. (사)환경정의는 (사)한국주거복지협회와 함께 2006년부터 현재까지 저소득층 주택 에너지 효율개선사업을 진행하면서 ‘환경·고용·복지’ 실현을 목표로 한 정책운동과 함께 시범사업을 병행하고 있다.

2010년에 에너지복지법이 입법 발의되었으며, 저소득층 주택 에너지 효율개선이 에너지기업들의 사회공헌 주요주제로 자리 잡으면서 여러 가지 지원사업이 다양하고 활발하게 진행되고 있다. 한국에너지재단은 국민기초생활보장수급가구와 차상위계층을 대상으로 보일러 교체, 단열 및 창호공사, 난방매트 등을 현물로 제공하는 난방지원 및 에너지효율개선사업을 추진하고 있으며, 한국전력공사는 전기요금을 체납한 저소득층 가구에 대해 전류제한장치를 설치해 최소한의 이용을 보장해주고 있다. 또한 한국전력공사와 한국에너지재단은 2004년부터 저소득 가구 및 사회복지시설을 대상으로 조명기기를 고효율 기기로 교체해주는 사업을 시행하고 있다.

제3장 국내외 사례 및 실태 분석

다양한 에너지복지 프로그램을 운영하고 있는 미국, 영국, 독일 등의 해외사례에서 보여주듯이 에너지복지정책은 통합적 복지 차원에서의 법·제도적 장

치가 마련되고, 국가적 차원에서 적극적인 지원이 이루어져야 한다. 또한 단순한 에너지비용의 지원에서 벗어나 장기적 차원에서 에너지효율향상에 중점을 둔 사업의 시행과 함께, 지역의 네트워크 구성과 기술적인 지원이 필요하다.

우리나라에서는 에너지빈곤층에 대한 관심이 높아지고 에너지복지에 대한 논의가 활발함에도 불구하고 에너지복지 실현을 위한 실질적인 법·제도적 장치는 마련되지 않고 있으며, 에너지복지 프로그램들은 공기업을 중심으로 산발적으로 진행되고 있는 실정이다. 또한 정부의 지원도 부족하여 주택의 실질적 에너지성능개선은 불가능하고 단순히 보조금을 지급하는 경우가 대다수이므로, 에너지복지정책을 효율적으로 추진하기에는 한계가 있을 수밖에 없다.

현재 민간단체와 기업들은 공동으로 에너지절감, 주거환경개선, 일자리 제공 및 지역 시공사들과 연계한 지역경제 활성화를 위해 외국의 사례와 유사한 주택 에너지 성능개선을 위한 주택 개보수사업을 시행하고 있다. 이러한 사업에 대해 시행기업들은 자체적으로 에너지절감과 지역경제의 기여에 대한 긍정적인 평가를 내리고 있으나, 대상선정방식, 시공기술, 그리고 시공 후의 에너지 평가의 방법 등 여러 가지 측면에서 개선이 필요함을 보여준다.

따라서 에너지복지의 실현을 위해서는 우선 실효성 있는 법·제도적 장치의 마련과 재원의 확보가 필수적이며, 정부·지역사회·민간·기업의 협력체계의 구축, 실질적인 주택 에너지 성능개선을 위한 기술적 지원체계의 확립 등 종합적이고 포괄적인 대안이 제시되어야 할 것이다.

국내에서 시행 중인 주택 에너지 효율개선사업의 문제점은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 비현실적 지원금의 문제이고, 두 번째는 주택 에너지 효율개선 기술 부족의 문제이다. 여러 가지 국내의 사례에서 보여주듯이 대부분의 사업이 부족한 예산 탓에 목표로 하는 주택의 에너지 성능 개선보다는 열악한 주거환경의 개선에 그치고 있으며, 비교적 많은 금액이 투자된 경우에도 시공기술의 부족 때문에 효과적인 에너지절감을 이끌어내지 못하고 있다. 따라서 효과적인 주택 에너지 효율개선사업을 위해서는 지원금 확대와 합리적 지원체계 구축 등의 정책적인 개선과 더불어 에너지절감 목표를 실현할 수 있는 기술의 개발이 병행되어야 할 것이다.

제4장 주택의 난방에너지 효율개선사업 모델

건물 개보수에 따른 단독·다가구주택의 난방에너지 절감 효과의 분석을 위해서 주택모델을 설정하여 개보수 형태에 따라 외단열, 내단열, 바닥단열, 창호 교체, 보일러 교체 등 요소별로 조합하여 난방에너지 소비량을 계산하였다.

이러한 주택의 난방에너지 효율개선을 통해 최고 약 90%의 에너지비용 절감이 가능할 것이다. 내단열과 외단열 주택 개보수 모두 개보수를 위한 초기투자비용은 2천4백만원에서 3천만원 정도로 높지만, 개보수 이후 5년 이내에 난방에너지 비용의 절감을 통해 초기투자비용의 회수가 가능할 것이다.

주택의 난방에너지 효율개선을 위해서는 주택의 에너지 소비구조를 정확히 파악하고 구체적인 건물사용 계획에 따른 개보수가 이루어져야 하며, 건물의 지속적인 사용가능성을 고려한 경제적인 투자가 될 수 있도록 해야 한다.

제5장 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안

저소득층의 주거유형 분석을 통해 약 157,000가구가 단독·다가구주택에 거주하고 있으며, 이들 중 약 57,000가구가 건물연한이 20년에서 30년 사이인 주택에 거주하고 있고 약 26,000가구는 건물연한이 30년 이상인 주택에 거주하고 있는 것으로 추정된다.

이 연구에서의 분석결과에 의하면, 저소득층 주택의 난방에너지 효율개선을 위해서는 주택의 상태와 개보수 공사 적용요소에 따라 가구당 평균 800만원의 지원이 필요할 것으로 예상되지만, 사업의 시행 과정에서 지역네트워크의 구성, 시공방법의 개선, 그리고 공사면적의 증가로 인한 비용의 감소 등을 고려하면 공사비의 절감이 가능할 것이다.

주택 난방에너지 효율개선사업의 효과적인 시행을 위해서는 주택의 에너지

효율개선에 대한 규제와 동시에, 주택 개보수를 통한 에너지 효율개선이 주택 소유주에게 경제적인 이득을 가져올 수 있고, 저소득층의 지속적인 주거를 보장할 수 있도록 주택의 상태와 임대구조를 고려한 지원과 용자를 병행하는 사업방식의 도입이 필요하다. 또한 사업 시행과정에서 해당지역 시공업체의 활용과 일자리 창출로 인한 지역경제의 활성화와 저소득층의 안정적인 주거 및 생활환경의 유지에 기여할 수 있도록 해야 한다.

주택 난방에너지 효율개선사업의 활성화를 위해서는 주택 개보수 공사에 따른 주택소유주의 부담을 최소화하여야 하며 지원에 따른 혜택이 세입자인 저소득층에 돌아갈 수 있어야 하므로 무엇보다도 정부와 서울시의 적극적인 지원이 중요하다.

제6장 결론

1. 연구 결과

에너지복지정책은 통합적 복지 차원에서의 법·제도적 장치 마련과 국가적 차원에서의 적극적인 지원이 전제되어야 하며 장기적 측면에서 주택의 전반적인 에너지 효율향상에 중점을 둔 사업으로 변화하여야 한다. 또한 정부·지역사회·민간·기업 등이 상호 협력체제 구축을 통해 이러한 사업이 주택의 가치상승과 지역사회의 고용확대, 그리고 지역기업의 성장을 이끌어내고 지역경제를 활성화하는 역할을 수행하도록 해야 한다.

목표로 하는 주택의 난방에너지 절감을 위해서는 이를 뒷받침할 수 있는 시공방법의 개선과 기술의 개발이 필요하다. 더불어 주택의 개보수 시에 주택의 상태에 대한 정확한 분석과 지속적인 사용을 고려한 경제적인 투자를 위해서는 현재의 에너지 분석방법과 평가방법을 개선할 필요가 있다.

저소득층을 위한 에너지복지 실현과 주택의 난방에너지 효율개선사업의 시행을 위해서는 정부·지역사회·민간·기업 간의 상호연계, 그리고 실질적인 주택 에너지 성능개선에 필요한 기술 교육과 지원 등을 통해 종합적인 협력체계를 구축하고 장기적인 계획을 수립하여야 한다.

2. 정책 제언

지원과 용자를 병행하는 주택 개보수 방식은 현재의 공공임대주택 신축을 통한 저소득층의 지원방식보다 적은 예산으로 시행할 수 있기 때문에 좀 더 많은 저소득층에게 혜택을 줄 수 있으며, 주택노후화에 의한 재건축·재개발을 억제할 수 있다. 국가적 차원에서는 자원과 에너지의 절약효과를, 지역 주민에 대해서는 불가피한 거주지 이전과 생활터전 상실에 따른 경제적 손실을 줄일 수 있을 것이다.

주택의 난방에너지 효율개선사업의 활성화를 위해서는 주거형태와 주택의 규모에 따라 주택의 사용계획과 에너지비용의 절감을 고려하여 지원금과 용자금을 차등적으로 결정하여야 할 것이다. 주택소유자와 세입자 모두에게 경제적 이득이 돌아갈 수 있도록 해야 하고, 이러한 주택의 난방에너지 효율개선사업의 홍보를 통해 주택소유자들의 자발적인 참여를 이끌어내는 것이 매우 중요하다.

저소득층을 위한 에너지복지정책 및 주택의 에너지 효율개선사업은 통합적 복지 차원에서 접근할 수 있는 법·제도적 장치가 마련되고, 국가적 차원에서의 적극적인 지원이 이루어져야 한다. 또한 장기적인 정책의 수립을 통한 에너지효율향상 차원에서의 종합적·체계적인 사업이 시행되어야 한다.

사업의 시행에서는 지역의 민간단체와 기업 등과 연계하여 네트워크를 구성하여 고용의 확대와 지역기업의 성장에 따른 지역경제의 활성화에 기여할 수 있도록 해야 한다.

목 차

제1장 서론	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 범위 및 방법	5
제3절 선행 연구	7
제2장 서울시 주택현황 및 제도	11
제1절 주택 및 에너지소비 현황	11
1. 서울시 주택 현황	11
2. 에너지소비 현황	15
제2절 서울시 건물에너지 관련규정	18
1. 건축물 에너지소비총량제	18
2. 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인	20
3. 원전 하나 줄이기 종합대책	22
제3절 주택 에너지 효율개선사업	24
1. 추진배경 및 경과	24
2. 주택 에너지복지 현황	25
제3장 국내외 사례 및 실태 분석	31
제1절 국내외 주택 에너지 효율개선사업	31
1. 국내사례	31
2. 국외사례	47
3. 시사점 및 국내사업의 한계	59
제2절 국내사례의 실태분석	61
1. 지원금의 현실화	62
2. 주택 에너지 효율개선 기술 개발	63

제4장 단독주택의 난방에너지 효율개선사업 모델	75
제1절 주택의 난방에너지 절감 모델	75
1. 난방에너지 계산 모델	75
2. 난방에너지 계산 결과	80
제2절 경제성 분석	84
1. 주택 개보수 비용 비교	84
2. 난방에너지 절감에 따른 경제적 효과	85
제5장 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안	93
제1절 대상선정	93
1. 개보수 대상주택	93
2. 개보수 대상주택의 난방에너지 효율개선	94
제2절 추진체계와 재원확보 방안	96
1. 주택 에너지 효율개선의 규제와 지원	96
2. 추진체계	100
3. 재원확보 방안	103
제6장 결론	107
제1절 연구 결과	107
1. 에너지복지의 실현	107
2. 주택의 난방에너지 절감 효과	108
3. 주택의 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안	108
제2절 정책 제안	109
1. 규제와 지원	109
2. 추진체계	110

참고문헌	113
부 록	121
영문요약	125

표 목 차

〈표 1-1〉 연구의 범위	5
〈표 1-2〉 선행연구의 주요내용	8
〈표 2-1〉 서울시 건축연도별, 주택유형별 주택수	12
〈표 2-2〉 서울시 가구의 주택점유형태	13
〈표 2-3〉 부문별 에너지소비량(2006년~2010년)	16
〈표 2-4〉 주택 유형별 단위면적당 평균 에너지소비량	17
〈표 2-5〉 주택 연도별 단위면적당 에너지소비량	17
〈표 2-6〉 단독주택 연도별 단위면적당 에너지소비량	17
〈표 2-7〉 다가구주택 연도별 단위면적당 에너지소비량	17
〈표 2-8〉 건축물 에너지소비총량제 평가기준	19
〈표 2-9〉 건축물 에너지소비총량제를 통한 에너지절감 효과	20
〈표 2-10〉 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인 적용대상	20
〈표 2-11〉 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인 에너지절감 효과	21
〈표 2-12〉 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인 주요 추진사항	21
〈표 2-13〉 주택 에너지복지 관련 주요 사업 내용	27
〈표 3-1〉 주택 에너지 효율개선사업 시행 현황	33
〈표 3-2〉 주택 에너지 효율개선사업의 효과	34
〈표 3-3〉 희망의 집수리사업 주요 사업내용	35
〈표 3-4〉 희망의 집수리사업 기밀성 개선효과	37
〈표 3-5〉 에너지요구량 개선효과	37
〈표 3-6〉 2007년 서울, 원주 WAP 대상가구 분류	42
〈표 3-7〉 WAP의 주요 사업내용	43
〈표 3-8〉 환경정의 주택 에너지 효율화사업의 효과	43
〈표 3-9〉 두꺼비하우징의 주요 사업내용	45

〈표 3-10〉 두꺼비하우징 2011년 공익형 집수리사업 시행실적	47
〈표 3-11〉 WAP의 지원을 받은 가구수	52
〈표 3-12〉 영국의 에너지 관련 복지정책	56
〈표 4-1〉 주택 개보수 대상모델의 기본 정보	77
〈표 4-2〉 주택 개보수 대상모델 내단열 시공의 기본 정보	77
〈표 4-3〉 주택 개보수 대상모델 외단열 시공의 기본 정보	77
〈표 4-4〉 난방에너지 계산 전제조건	79
〈표 4-5〉 서울시 기후데이터	79
〈표 4-6〉 각 주택모델의 난방에너지 요구량과 소비량	83
〈표 4-7〉 적용요소별 주택모델의 구분	83
〈표 4-8〉 개보수 공사 비용	85
〈표 4-9〉 개보수 공사 비용 및 난방에너지 절감률	85
〈표 4-10〉 개보수 공사 비용 및 난방에너지 비용	86
〈표 4-11〉 개보수 공사 적용요소별 비용 및 난방에너지 비용	88
〈표 5-1〉 건축연도 1981~1990년 단독·다가구주택의 에너지소비량	95
〈표 5-2〉 주택 개보수 시의 난방에너지 및 융자금상환 합계(주택소유자)	98
〈표 5-3〉 주택 개보수 시의 월평균 난방비 및 융자금상환(주택소유자)	98
〈표 5-4〉 주택 개보수 시의 난방에너지 비용 합계(세입자)	99
〈표 5-5〉 주택 개보수 시의 겨울철 평균 난방비(세입자)	99

그림목차

〈그림 1-1〉 국내외사례 대상사업의 진행과정	6
〈그림 1-2〉 연구의 흐름도	6
〈그림 2-1〉 주택유형별 주택수	12
〈그림 2-2〉 서울시 단독·다가구주택의 경과연수	12
〈그림 2-3〉 저소득 가구의 주택점유형태	14
〈그림 2-4〉 저소득층 가구의 주거형태	14
〈그림 2-5〉 저소득층 주택의 건축연도	14
〈그림 2-6〉 건물 용도별 에너지소비 구조	16
〈그림 2-7〉 주택 에너지복지사업	26
〈그림 3-1〉 주택 에너지 효율개선사업 주요 네트워크	32
〈그림 3-2〉 주택 에너지 효율개선사업 지원 현황	33
〈그림 3-3〉 한국주거복지협회 희망의 집수리사업 진행과정	35
〈그림 3-4〉 한국주거복지협회 희망의 집수리사업 추진체계	36
〈그림 3-5〉 원주주거복지센터 WAP 집수리사업 진행과정	38
〈그림 3-6〉 원주주거복지센터 WAP 집수리사업 추진체계	39
〈그림 3-7〉 원주주거복지센터 WAP 집수리사업 시행과정	39
〈그림 3-8〉 환경정의의 주택 에너지 효율화사업 진행과정	41
〈그림 3-9〉 환경정의의 주택 에너지 효율화사업 추진체계	42
〈그림 3-10〉 두꺼비하우징의 주거개선사업 진행과정	45
〈그림 3-11〉 두꺼비하우징의 4대 주요사업	45
〈그림 3-12〉 두꺼비하우징 추진체계	46
〈그림 3-13〉 2008년 LIHEAP 지원을 받은 가구 수	49
〈그림 3-14〉 Warm Front Scheme의 추진체계	54
〈그림 3-15〉 CO ₂ 감축 건물개축프로그램 추진체계	59

<그림 3-16> 국내외 사례의 실적 및 사업비 비교	62
<그림 3-17> A 주택 개보수 사례 - 지붕단열	66
<그림 3-18> 경사지붕 개보수 방습층 설치 사례	66
<그림 3-19> 경사지붕 개보수 단열재 정밀시공 사례	66
<그림 3-20> 경사지붕 개보수 단열공사 과정	66
<그림 3-21> A 주택 개보수 사례 - 외벽단열	66
<그림 3-22> 외벽 단열재의 정밀한 채단과 시공 사례	67
<그림 3-23> 단열재 간의 연결부 정밀시공 사례	67
<그림 3-24> 정밀시공용 외벽단열재 개발 사례	67
<그림 3-25> 공장생산형 외벽단열 모듈	67
<그림 3-26> 기초부 단열시공 사례	67
<그림 3-27> 외벽-지붕 연결부의 단열보강	69
<그림 3-28> 주택 에너지 효율개선사업의 열화상카메라 측정 사례	70
<그림 3-29> 외국의 열화상카메라 측정 사례	70
<그림 4-1> 난방에너지 분석을 위한 주택모델	76
<그림 4-2> 내단열의 열교발생 부위	78
<그림 4-3> 외단열의 열교발생 부위	78
<그림 4-4> 내단열 개보수 주택모델의 월간 난방에너지 요구량	81
<그림 4-5> 개보수 대상 주택모델의 월간 난방에너지 요구량	81
<그림 4-6> 외단열 개보수 주택모델의 월간 난방에너지 요구량	81
<그림 4-7> 내·외단열의 난방에너지 요구량 및 사용량 비교	82
<그림 4-8> 주택모델별 난방에너지 요구량 절감률	82
<그림 4-9> 주택모델별 연간 난방비용 비교	82
<그림 4-10> 주택 개보수 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(10년)	87

〈그림 4-11〉 주택 개보수 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(20년)	87
〈그림 4-12〉 적용요소별 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(10년)	89
〈그림 4-13〉 적용요소별 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(20년)	89
〈그림 5-1〉 단위면적당 개보수 공사비용	94
〈그림 5-2〉 주택 개보수 시의 10년간 누적 난방비 및 융자금상환(주택소유주)	98
〈그림 5-3〉 주택 개보수 시의 10년간 누적 난방비(세입자)	99
〈그림 5-4〉 주택의 난방에너지 효율개선사업 추진체계	101
〈그림 5-5〉 주택의 난방에너지 효율개선사업의 네트워크 구축	102
〈그림 5-6〉 주택의 난방에너지 효율개선사업 로드맵	103

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 방법

제3절 선행 연구

제1절 연구의 배경 및 목적

서울시의 에너지소비량은 16.958 TOE로 전국의 8.1%에 불과하나, 건물에너지 소비량은 전국의 약 60%에 달해 우리나라 전체의 건물부문 에너지소비량(약 22%)과 비교해볼 때 매우 높은 비중을 차지하고 있다.¹⁾ 일반적으로 건물에너지의 소비량이 전체 에너지소비량의 40% 정도로²⁾ 분석되고 있는 것에 비하여도 이는 무척 높은 비중이다.

건물에너지는 현재 사용되고 있는 에너지 절약기술을 적용하여 난방에너지의 약 70%를 절감할 수 있으며, 그 밖에도 고효율 설비와 가전기기의 사용을 통해 추가적인 에너지의 절감이 가능하다. 또한 신축은 물론 기존 건물 개보수의 경우에도 거의 동일한 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다.³⁾

서울시는 ‘서울친환경에너지기본계획 2030’을 수립하고(2009년 개정) 건물에너지 소비저감을 주요 핵심과제로 선정하였으며 건물에너지합리화사업(BRP: Building Retrofit Project) 시행과 에너지소비총량제 도입(2010) 등으로

1) 에너지경제연구원, 2010

2) Lausten, 2008

3) Eschenfelder and Eitzkom, 2005

신축 및 기존건물의 온실가스 배출과 에너지 사용을 저감하고 있다.

현재 서울시 주거용 건축물⁴⁾ 총 6,433,418호 중 건축물 에너지 설계기준 등의 단열규정 및 고효율기기 설치 기준의 대상이 아닌 단독·다가구·다세대주택의 비율은 34.45%이다. 건축물 에너지 설계기준 통합 고시(2001년) 이전의 연립주택과 아파트를 포함하면 80.36%에 이른다. 이러한 주택들은 건물에너지 효율개선의 대상이라 할 수 있다. 또한 도시가스의 58%가 주택에서 소비되고 있다는 사실은 서울시 건물에너지 저감을 위해서는 주택을 중심으로 한 에너지 소비 저감정책과 사업 시행이 우선되어야 함을 의미한다.⁵⁾

주택의 에너지 저감을 위해 서울시는 건물에너지합리화사업(BRP)을 중소형 건물과 주택으로 확대하여 2012년에는 2,500가구에 대하여 125억원의 예산을 배정하여 시행하고 있으나, 개보수 투자에 대한 가치평가의 인식부족과 홍보부족 등으로 인해 큰 효과를 보지 못하고 있다. 두꺼비하우징과 한국에너지재단 주도의 주택 개보수사업도 주택 소유주의 비용부담으로 적극적인 참여를 이끌어내지 못하고 있다.

특히, 에너지빈곤층을 위한 주택 에너지 효율개선사업들은 에너지절감보다 열악한 주거환경 개선을 위한 공익형 집수리의 수준에 머물고 있는 실정이다. 이러한 사업들은 제한된 경제적 지원과 전문성의 부족 때문에 실질적인 에너지 효율의 개선이라기보다 개보수한 주택의 수로 평가되는 실적위주의 사업으로 변질되고 있다.

따라서 이 연구는 해외사례와 우리나라의 기존 사업현황을 분석하여 에너지 빈곤층을 위한 주택 에너지 효율개선사업의 활성화 방안과 합리적인 규제를 통한 에너지복지 실현의 정책적 지원 방법을 제안하고자 한다. 또한 실질적인 건물에너지 절약 기술 적용에 따른 난방에너지 절감 효과와 경제성에 대해 분석하고자 한다.

4) 건축법상의 분류에 따라 단독주택(단독, 다가구), 공동주택(다세대, 연립, 아파트)로 구분하여 분석하였으며, 기숙사 및 주상복합 건축물은 제외함.

5) 조항문 외, 2009

제2절 연구의 범위 및 방법

이 연구는 주택의 난방에너지 효율개선을 위하여 BRP 등 관련 정책과 연계한 개선사업의 활성화 방안을 제안하고자 하며, 서울시의 예산과 기금이 투입되는 공공성 위주의 사업이므로 에너지빈곤층의 에너지복지 실현을 목적으로 한다. 따라서 연구의 대상은 저소득층의 63.5%⁶⁾가 거주하고 있는 단독·다가구주택으로 한정한다. 단독·다가구주택은 건축법상 분류이나 주택의 형태상으로는 모두 단독주택이며 냉난방 면적 대비 넓은 외피면적 때문에 냉난방의 손실이 많은 특징이 있다.

또한 단독·다가구주택 중 2000년 이전에 지어진 주택은 전체주택의 31.4%를 차지하고 있으며 건물의 성능개선을 위한 유지·보수가 필요하다. 더불어 이 시기에 지어진 단독·다가구주택은 낮은 수준의 단열조치와 시공기술 탓에 난방에너지 효율이 낮게 나타난다. 따라서 이 연구는 2000년 이전에 지어진 서울시의 단독·다가구주택을 대상으로 주택 에너지 효율개선사업에 따른 난방에너지 성능개선 효과에 대해 분석하고자 한다.

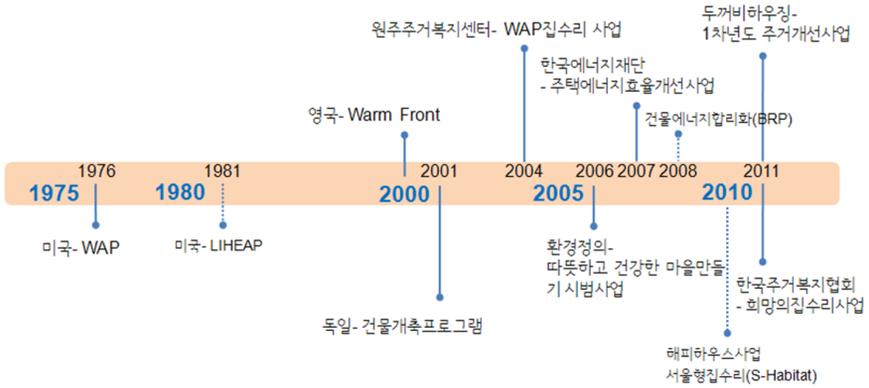
〈표 1-1〉 연구의 범위

연구 대상	범위
단독·다가구주택	시간적 범위 : 2000년 이전 건물 공간적 범위 : 서울시

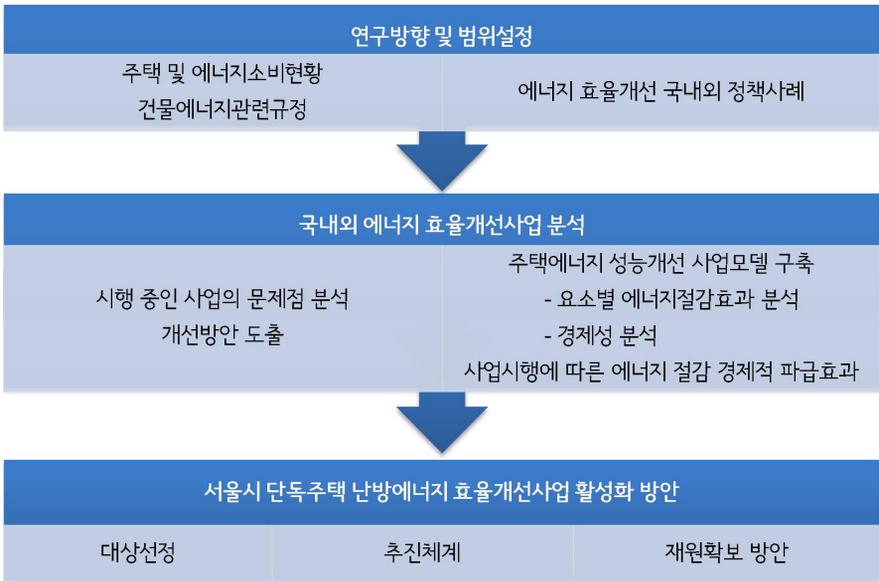
이 연구는 선행연구 및 정책 관련문헌, 그리고 국내외사례를 분석한다. 특히 국내사례에서는 두꺼비하우징, 서울형 해비타트사업 등과 같은 저소득 취약계층 지원사업의 현황과 문제점을 분석하여 실효성 있는 주택 에너지 효율개선사업의 활성화 방안을 제안하고 주택 에너지 절약기술 요소의 적용에 따른 대상주택의 난방에너지 절감 효과와 경제적 파급효과의 파악을 통해 사업 시행과정

6) 조항문 외, 2009

에서의 실질적인 기술적 대안을 제시하고자 한다. 이 연구의 구체적인 연구 내용과 방법은 다음 <그림 1-2>와 같다.



<그림 1-1> 국내외사례 대상사업의 진행과정



<그림 1-2> 연구의 흐름도

제3절 선행 연구

선행연구는 현황 및 사례 분석, 문제점 진단의 결과를 토대로 정책 및 제도의 개선방안을 제안한 연구와, 건축물 설계기법 또는 건물설비 시스템 개선을 통한 건물 성능 개선방법을 제시한 연구로 구분할 수 있다.

2000년대 중반 이전의 연구들은 주로 재건축, 리모델링, 개보수를 통한 건물 성능의 개선을 다루었으며, 실질적인 건물에너지의 절약보다 건축행위 중심의 에너지 절감 가능성에 관한 연구가 많았다. 이후 온실가스 배출과 에너지 사용의 문제가 부각됨에 따라 건물에너지 소비구조의 분석과 효율개선에 대한 연구가 진행되었다.

구체적인 내용을 살펴보면, 정부의 정책·사업과 연계한 기존주택의 에너지 효율향상(고재경, 2010)과 건물에너지사업 시행과 에너지 분석을 위한 프로그램의 개발(황하진 외, 2010), 에너지성능개선을 위하여 적용해야 할 요소에 대한 가중치를 부여하여 우선순위 설정(김민경 외, 2010), 해외 우수사례 분석을 통한 계획·설계요소의 도입 방안(조상규 외, 2010), 국내의 탄소배출량 저감을 위한 마을 조성사업의 효과 분석을 통한 에너지 효율화 사업의 개선방안(서정원, 2010) 등의 연구가 대표적이다.

이 연구는 주택 에너지 효율 향상을 위한 현행 사업들을 분석하여 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업의 활성화 방안을 제안하고 효율적 사업시행을 위한 실질적인 기술지원을 목적으로 하고 있으며, 현실적인 추진체계와 자원확보, 그리고 사업시행에 따른 경제성을 분석하고자 한다. 이러한 점에서 이 연구는 기존 선행연구들과 차별성을 갖는다.

〈표 1-2〉 선행연구의 주요내용

연구명	주요내용
공동주택 에너지 사용진단 및 결함사항 개선연구 : 건물구조체 및 바닥난방배관 설비의 열적특성을 중심으로(백춘기, 1990)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건물 및 바닥 난방배관부문에 한정하여 설계 시 초기설정 시스템 성능과 현장시공된 시스템의 성능 사이에 생기는 근본원인 제시 * 80년대 초반에 시공된 공동주택과 기존 단지를 대상으로 적외선카메라를 활용하여 열유해석방법을 개발하여 문제점을 파악하고 개선안을 제시
저에너지 공동주택설계를 위한 구조체 및 디자인 요소 개발 연구 (산업자원부, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주택에서의 수입에너지 사용현황과 실태 및 저에너지 주택의 현장답사를 통한 분석 자료를 바탕으로 친환경적인 저에너지 주택설계에 필요한 단열구조와 디자인요소를 제시 * 주택 및 공동주택설계를 위한 저에너지 디자인 요소를 다양하게 도출
주택 재고관리 정책의 평가와 개선방안 연구(배순석 외, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> ○ '중장기적인 시각에서의 종합적인 주택 재고관리정책의 목표와 추진전략 수립'을 목적으로 주택재고관리 관련 개별 시책(예, 재건축제도, 리모델링제도, 주택개보수지원제도)을 평가하고, 개선방안을 제시 * 주택 재건축, 리모델링, 개보수 실태를 파악하고 미시적 분석을 통하여 소유자의 의사결정에 대한 연구를 포함
주거부문 에너지 효율화를 위한 주택 건설현황 및 에너지 소비현황의 분석과 활용방안(김지영 외, 2008)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주거부문의 에너지 효율화를 위해 국내에서 실시한 주택총조사와 에너지총조사 보고서로부터 주택 건설현황과 에너지 소비 현황을 분석하여 기초적인 데이터로 제공하고 분석 결과를 근거로 정책적인 활용방안과 개선방안을 모색
기존 주택의 에너지 효율 개선을 위한 정책방안에 관한 연구(백정훈 외, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유럽 선진국들의 정책을 고찰하여 기존 주택의 에너지 성능개선을 위한 정책 방안을 제안하는 연구로, 감축 효과가 크면서도 적용범위가 최소화할 수 있는 요소의 검토와 함께 규제대상을 선별하는 조사 관련 시스템의 정비에 대한 고찰
기존 단독주택의 에너지성능개선을 위한 요소 및 효과에 관한 연구 (김민경 외, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 정책사례 조사와 델파이 설문조사를 통하여 우선적으로 에너지성능개선을 위하여 적용해야 할 요소를 유형별로 추출하고 시뮬레이션과 설문을 통한 가중치를 부여하여 우선순위를 설정 * 기존 단독주택의 성능개선에 관한 정책 및 가이드라인연구에 활용가능
녹색성장을 위한 산촌지역의 산림탄소순환마을 조성방향(서정원, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산림탄소순환마을 조성사업을 소개하고 11개소 사업지 중 봉화솔빛 산림탄소순환마을 사례를 살펴 장단점을 도출한 연구로 실제 지역의 이산화탄소 배출량이 380tCo₂ 감축될 것으로 예상되며 소득증대와 일자리 창출의 효과 분석
저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구(조상규 외, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저탄소 공동주택과 관련된 개념 및 정책·제도 현황 검토, 우리나라 아파트의 온실가스 배출 특성에 대한 검토, 최근의 해외 친환경 주거단지 사례 조사를 수행하고, 이러한 검토 내용을 종합하여 우리나라 공동주택에 적용 가능한 저탄소 계획·설계요소들의 도입 비용 및 효과를 실증적으로 검증
주택 에너지 효율 개선을 통한 그린홈 보급 활성화 방안(고재경, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경기도의 기존 주택 에너지 효율개선을 통하여 그린홈 보급 및 확대를 위한 방안을 마련한 연구로 사업대상을 기후취약계층 및 일반 주택으로 이원화하여 주택 에너지 효율개선 프로그램을 차별화
기존 단독주택 에너지성능평가 프로그램 개발연구(1)(황하진 외, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해피하우스사업의 기존 단독주택 에너지성능 분석 및 개선 컨설팅을 위한 소프트웨어, 매뉴얼과 프로그램을 개발하여 시범사업을 통하여 신뢰성 검증을 완료 ○ 난방, 급탕부하를 계산하고 에너지 생산량과 비용 계산이 가능한 프로그램으로 에너지원별로 생산량 및 비용 분석 * 다가구 매입 임대사업, 건물에너지효율등급인증제도 등 다각도로 활용 가능한 프로그램을 개발

제 2 장

서울시 주택현황 및 제도

제1절 주택 및 에너지소비 현황

1. 서울시 주택 현황

서울시 통계자료⁷⁾에 의하면 2010년 현재 서울시의 주택수는 총 245만호이며, 주택유형별로는 아파트가 전체주택의 59%에 달하고 있으며, 다세대주택은 18%, 단독주택(단독·다가구)은 16%를 차지한다(<그림 2-1> 참조).

1) 단독·다가구주택 현황

2010년을 기준으로 서울시 주택 중 건축연도가 15년을 넘어선 주택은 전체의 45.5%이며, 단독·다가구주택의 경우는 78%에 이른다(<표 2-1> 참조). 매년 전체 주택의 1.3% 정도가 멸실되고 재개발·재건축사업을 통해 신규주택으로 대체되고 있어, 노후주택의 수는 지속적으로 감소할 것으로 예상된다.⁸⁾

그러나 현재와 같은 재개발·재건축 위주의 개발사업은 상대적으로 경과연수가 오래된 단독·다가구주택의 멸실을 촉진하여(<그림 2-2> 참조), 저소득

7) 서울특별시, 서울통계 홈페이지(<http://stat.seoul.go.kr>)

8) 서울특별시, 2020 서울주택종합계획 보고서

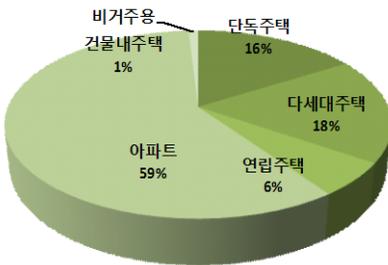
층의 거주 비율이 높은 다세대주택수의 감소는 저소득층의 안정적인 주거를 위협하게 될 것이다. 또한 주택소유자의 재개발·재건축에 대한 기대심리를 높여 개보수의 필요가 있는 주택을 방치하게 되어 주택의 노후화를 가속시킬 것으로 예상된다. 이러한 경향은 건물에너지 사용의 증가뿐 아니라 지속적으로 사용 가능한 건물의 수명을 단축시켜 자원을 낭비하고 주택건설에 필요한 에너지사용을 증가시키는 주요 원인으로 작용할 것이다.

〈표 2-1〉 서울시 건축연도별, 주택유형별 주택수

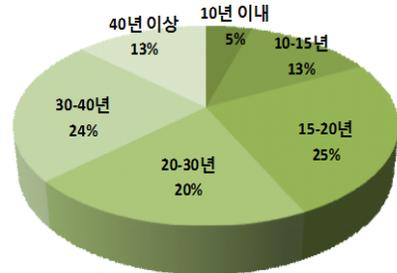
(주택수, 단위 : 호)

구분	합계	준공연도			
		2005~2010	1995~2004	1980~1994	1979년 이전
합계	2,446,508 (100%)	324,972 (13.3%)	1,007,747 (41.2%)	937,233 (38.3%)	176,556 (7.2%)
단독/다가구	397,103 (100%)	11,130 (2.8%)	79,648 (20.1%)	204,642 (51.5%)	101,683 (26.5%)
다세대/연립	584,229 (100%)	58,397 (10.0%)	277,788 (47.5%)	235,363 (40.3%)	12,681 (2.2%)
아파트	1,441,769 (100%)	254,107 (17.6%)	644,162 (44.7%)	485,049 (33.6%)	58,451 (4.1%)
비거주용 건물내주택	23,470 (100%)	1,338 (5.7%)	6,149 (26.3%)	12,179 (52.0%)	3,741 (16.0%)

자료 : 통계청, 2010 인구주택총조사



〈그림 2-1〉 주택유형별 주택수



자료 : 서울특별시, 원전하나줄이기종합대책

〈그림 2-2〉 서울시 단독·다가구주택의 경과연수

2001년 건축물 에너지절약 설계기준의 통합고시를 기준으로 하면, 통합고시

이전에 건축되어 낮은 단열기준을 적용한 건물이 서울시 전체 건물의 83%를 차지하고 있으며, 단독·다가구주택은 현재까지도 규제의 대상이 아니기 때문에 단열조치를 취하지 않거나 최소한의 단열조치만을 취한 경우가 대부분이다. 따라서 주택 에너지의 절감을 위해서는 신규주택의 에너지 효율 향상과 더불어 기존 단독·다가구주택의 에너지효율개선이 필수적이라 할 수 있다.

〈표 2-2〉 서울시 가구의 주택점유형태

(가구수, 단위: 가구)

	합 계	자 가	전 세	월세·사글세	무 상
1995년	2,965,794 (100%)	1,178,893 (39.7%)	1,300,169 (43.8%)	444,722 (15.0%)	42,010 (1.4%)
2000년	3,085,929 (100%)	1,263,357 (40.9%)	1,271,330 (41.2%)	502,623 (16.3%)	48,619 (1.6%)
2005년	3,309,890 (100%)	1,475,848 (44.6%)	1,100,175 (33.2%)	679,980 (20.5%)	53,887 (1.6%)
2010년	3,504,297 (100%)	1,439,338 (41.1%)	1,152,714 (32.9%)	862,870 (24.6%)	49,375 (1.4%)

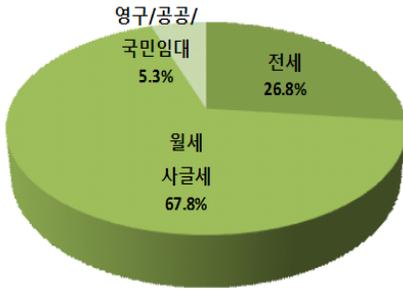
자료 : 통계청, 인구주택총조사, 각년도

2) 저소득층의 주거현황

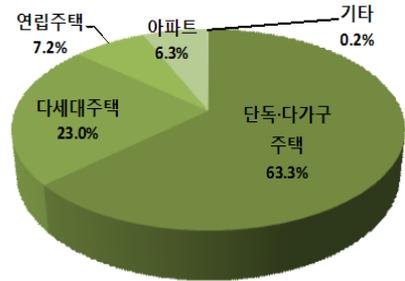
서울시 거주가구의 주택점유형태는 2010년 현재 자가 41.1%, 전세 32.9%, 월세/사글세 24.6%로 나타난다. 1995년부터 2010년까지의 변화를 보면 자가는 2005년까지는 증가하고 2010년에는 감소하는 경향을 보여주고 있으며, 전세는 지속적으로 감소하는 반면, 월세·사글세는 꾸준히 증가하고 있는 경향을 보여준다(<표 2-2> 참조).

서울시의 소득수준이 최저생계비 이하인 가구는 전체의 7.2%로 약 25만 가구이다. 이 중 국민기초생활보장 수급자는 115,400가구, 비수급자는 136,100가구이며, 소득수준이 최저생계비의 120%인 차상위계층은 약 76,000가구, 소득수준이 최저생계비의 150%인 차차상위계층은 약 58,000가구로 조사되었다. 저소득 가구의 주택점유형태는 전세가 26.8%, 월세와 사글세가 67.8%를 차지하여 서울시 전체의 주택점유형태와 큰 차이가 있다.

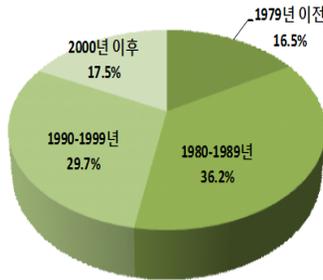
특히 저소득 가구의 63.3%가 단독·다가구주택에 거주하고 있으며(<그림 2-4> 참조), 저소득 가구의 82.5%가 1999년 이전에 지어진 주택에 거주하는 것으로 나타났다(<그림 2-5> 참조).⁹⁾



<그림 2-3> 저소득 가구의 주택점유형태



<그림 2-4> 저소득층 가구의 주거형태



<그림 2-5> 저소득층 주택의 건축연도

저소득층이 거주하는 주택의 가장 많은 비중을 차지하는 주택은 단독·다가구주택이며 1980년에서 1989년 사이에 지어진 것으로 조사되었다. 이러한 조사 결과는 바탕으로 추정해보면, 약 157,000가구의 저소득층이 단독·다가구주택에 거주하고 있고 주택수로는 약 58,000호에 이르며, 이중 주택의 건축연도가 20년 이상인 단독·다가구주택에서 거주하는 저소득층은 약 83,000가구, 26,000호로 추산된다.¹⁰⁾

9) 진상현 외, 2009

저소득 가구의 대다수가 월세·사글세 방식의 세입자임을 고려할 때, 이러한 주택의 성능개선을 위해서는 용자를 통한 성능개선보다는 정부·지자체의 에너지복지 차원에서의 적극적인 지원을 통한 주택의 개보수가 이루어져야 한다.

2. 에너지소비 현황

1) 주택 에너지

『2010 에너지백서』에 의하면 서울시는 가정·상업(건물) 부문에서 가장 많은 에너지를 소비하고 있으며, 그 양은 2006년에서 2010년까지 11.6% 증가한 것으로 분석된다(<표 2-3> 참조).

건물의 용도별 에너지소비 구조 현황을 보면 다음 <그림 2-6>과 같다. 주택은 난방·급탕·취사에 사용되는 에너지의 비중이 높아 도시가스의 소비량이 60%로 나타나고 있으며 업무시설은 전력의 사용량이 71%를 차지한다.¹¹⁾

건물에너지 절감을 위해서는 각 건물의 에너지소비 구조를 분석하여 이에 따른 적합한 대안의 적용이 필요하다. 업무시설은 조명기기의 교체, 절전형 사무기기의 사용, 고효율 건축설비 설치 등을 통해 전력의 사용량을 줄이면 비교적 단기간에 효과적인 에너지의 절감을 기대할 수 있다. 그러나 주택은 난방에너지의 사용이 큰 비중을 차지하므로 건물의 단열성능 향상, 설비의 전면적인 교체 등 종합적인 건축적 대안이 요구되기 때문에 많은 시간과 비용의 투자가 필수적이며 단기적인 효과를 기대하기 어렵다.

10) 현재 저소득층의 주거유형에 대한 세부적인 통계가 없으므로 『진상현 외, 2009』, 『서울특별시, 2020 서울주택 종합계획 보고서』 및 통계청의 자료를 바탕으로 추정하였으며, 다가구주택의 평균가구수는 3.7가구, 다가구주택의 소유주 동시주거 비율은 44%(단독·다가구주택의 자가거주 비율을 적용)로 계산함.

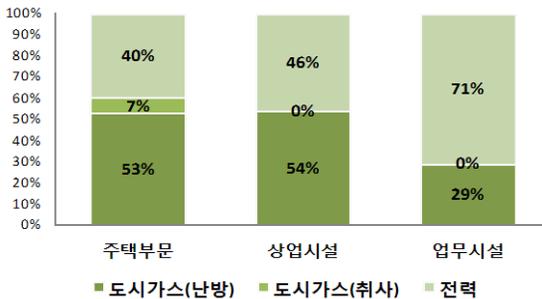
11) 김민경 외, 2012

〈표 2-3〉 부문별 에너지소비량(2006년~2010년)

(단위 : 천 TOE)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	증가율('06~'10)
계	15,586 (100%)	16,008 (100%)	15,482 (100%)	15,027 (100%)	15,717 (100%)	8.8%
가정·상업	8,847 (56.8%)	8,829 (55.2%)	8,493 (54.9%)	8,380 (55.8%)	9,153 (58.2%)	11.6%
수송	4,674 (30.0%)	4,870 (30.4%)	4,942 (30.9%)	4,857 (32.3%)	4,846 (30.8%)	11.8%
산업	1,512 (9.7%)	1,551 (9.7%)	1,380 (8.9%)	1,044 (6.9%)	1,023 (6.5%)	(-)27.0%
공공·기타	553 (3.5%)	758 (4.7%)	667 (4.3%)	746 (5.0%)	695 (4.5%)	35.8%

자료 : 서울특별시, 2010 에너지백서



〈그림 2-6〉 건물 용도별 에너지소비 구조

2) 주택유형별, 건축연도별 에너지소비 현황

주택의 유형별, 건축연도별 에너지소비량 분석은 서울연구원의 「서울시 기후·에너지 지도 제작」의 데이터를 기초로 하였다. 주거유형별 단위면적당 에너지소비량은 단독주택이 373.8kWh/(㎡·a)¹²⁾로 가장 많았으며 다가구주택이 295.9kWh/(㎡·a)로 그다음으로 많은 것으로 분석되었다(<표 2-4> 참조).

12) 현재 국내에서 단위면적당 에너지요구량 및 에너지소비량의 단위는 kWh/㎡·y, kWh/㎡·년 또는 kWh/㎡·year 등으로 혼용되어 사용되고 있으나, 이 연구에서는 국제기준 ISO 13790에 따라 kWh/(㎡·a)로 표기함.

〈표 2-4〉 주택유형별 단위면적당 평균 에너지소비량

(단위 : kWh/(㎡ · a))

구 분	도시가스 평균	전력 평균	합 계
단독주택	287.5	86.3	373.8
다가구주택	226.5	69.4	295.9
다세대주택	198.2	57.3	255.5
연립주택	201.3	53.4	254.7
아파트	127.4	48.1	175.5

출처 : 김민경 외, 2012

〈표 2-5〉 주택 연도별 단위면적당 에너지소비량

(단위 : kWh/(㎡ · a))

구 분	도시가스 평균	전력 평균	합 계
1950년 이전	423.9	120.8	423.9
1951~1960	404.8	121.7	404.8
1961~1970	329.0	96.1	329
1971~1980	253.2	72.2	253.2
1981~1990	236.5	70.5	236.5.0
1991~2000	221.2	66.3	221.2
2001~2010	174.1	61.9	174.1.0

출처 : 김민경 외, 2012

〈표 2-6〉 단독주택 연도별 단위면적당 에너지소비량

(단위 : kWh/(㎡ · a))

구 분	도시가스 평균	전력 평균	합 계
1950년 이전	426.3	125.8	426.3
1951~1960	410.6	126.4	410.6.0
1961~1970	336.1	101.5	336.1
1971~1980	261.9	73.4	261.9
1981~1990	238.6	78.5	238.6
1991~2000	232.3	84.0	232.3
2001~2010	226.4	83.1	226.4

자료 : 2010 서울시 기후에너지 지도 제작

〈표 2-7〉 다가구주택 연도별 단위면적당 에너지소비량

(단위 : kWh/(㎡ · a))

구 분	도시가스 평균	전력 평균	합 계
1950년 이전	388.8	112.6	388.8
1951~1960	284.1	92.0	284.1
1961~1970	355.0	84.9	355
1971~1980	246.2	73.9	246.2
1981~1990	246.3	70.7	246.3.0
1991~2000	225.6	68.1	225.6
2001~2010	194.8	69.0	194.8

자료 : 2010 서울시 기후에너지 지도 제작

건축연도별 단위면적당 평균 에너지소비량을 10년 단위로 나누어 분석한 결과, 오래된 주택일수록 에너지소비량이 많았으며 2001년 「건축물 에너지절약 설계기준」의 통합고시 후 주택의 에너지소비량이 대폭 감소한 것으로 조사되었다(<표 2-5> 참조).

건축연도별 단위면적당 평균 에너지소비량은 단독·다가구주택에도 유사하게 나타난다. 건축연도가 최근일수록 에너지소비량은 감소하는 경향을 보여주고 있으나, 「건축물 에너지절약 설계기준」의 규제 대상이 아닌 단독·다가구주택은 2001년 이후에도 대폭적인 에너지사용량의 감소가 없으며, 전체주택의 평균보다 높은 에너지소비량을 보인다(<표 2-6>, <표 2-7> 참조).

제2절 서울시 건물에너지 관련규정

서울시는 전체 에너지소비량의 60%에 달하는 건물부문의 에너지 절감과 저탄소 녹색성장 기본법에 따른 녹색건축 활성화를 위해 「건축물 에너지소비총량제」, 「서울시 녹색건축물 설계 가이드라인」, 기존 건물의 에너지효율을 높이는 개선사업(BRP) 등 다양한 정책과 사업을 시행하고 있다. 또한 2012년에는 ‘에너지 수요 절감’, ‘신재생에너지 생산 확대’를 목표로 하는 「원전 하나 줄이기 종합대책」을 발표하였다.¹³⁾

1. 건축물 에너지소비총량제

서울시는 2009년 「2030 그린디자인 서울」 실행계획을 수립하고 건축부문의 에너지절감 목표를 다음과 같이 설정하였다.

13) 서울특별시 주택·도시계획·부동산 홈페이지(<http://city.seoul.go.kr>)

- 에너지사용량 20% 감축(2000년 8,920천toe ⇒ 7,140천toe)
- 온실가스 배출량 40% 감축(1990년 24,880천toe ⇒ 14,930천toe)
- 신재생에너지 이용률 20% 확대(2008년 190천toe ⇒ 1,430천toe)

이러한 건축부문 에너지절감 목표달성과 에너지저소비형 건축물 설계기반의 구축을 위하여 2011년 3월부터 「건축물 에너지소비총량제」를 시범적으로 시행하고 2011년 7월 확대 시행하였다. 대상건축물은 현재 바닥면적 합계 3천 m² 이상 신축 또는 리모델링을 추진하는 공공건축물과 바닥면적 합계 1만 m² 이상 신축 및 리모델링을 추진하는 민간건축물로 확대되었다.

「건축물 에너지소비총량제」는 건축물의 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등 건축물 에너지소비량의 종합적 평가를 위한 규정으로 건축심의 또는 인·허가 신청 시 건축물의 에너지소비량을 확인하도록 하고 있다. 건축물의 에너지소비량 계산을 위해 서울시는 에너지소비량 산출 프로그램인 BESS(Building Energy Simulation for Seoul)를 개발하여 제공하고 있다. 「건축물 에너지소비총량제」의 평가기준은 다음 <표 2-8>과 같다.

<표 2-8> 건축물 에너지소비총량제 평가기준

(단위 : kWh/(m² · a))

구 분	평가기준	평가내용
공동주택	84m ² 초과	190 kWh/(m ² · a)
	49m ² ~84m ²	200 kWh/(m ² · a)
	49m ² 미만	220 kWh/(m ² · a)
일반건축물	300 kWh/(m ² · a)	급탕, 조명, 환기, 난방, 냉방
공공건축물	270 kWh/(m ² · a)	급탕, 조명, 환기, 난방, 냉방

자료 : 서울특별시 주택·도시계획·부동산 홈페이지(<http://city.seoul.go.kr>)

서울시는 「건축물 에너지소비총량제」의 확대·실시를 통해 건축물의 에너지를 점차적으로 감축할 수 있을 것으로 기대하고 있으며 2030년에는 대상건물이 서울시 전체 건물의 81%로 확대되어 총 6,564천toe의 에너지를 절감할 수 있을 것으로 예상한다(<표 2-9> 참조).

〈표 2-9〉 건축물 에너지소비총량제를 통한 에너지절감 효과

(단위 : 백만㎡)

(단위 : 천toe)

구분	'11	'15	'20	'25	'30	구분	'11	'15	'20	'25	'30
총량제 적용건물	21	121	247	376	507	총량제 시행	9,973	9,715	9,077	8,176	7,066
건축물 총면적	557	578	597	613	626	총량제 미시행	10,278	10,984	11,866	12,747	13,629
총량제 시행비율	5%	21%	41%	61%	81%	에너지 절감량	306	1,269	2,788	4,572	6,564

자료 : 서울특별시 주택·도시계획·부동산 홈페이지(http://city.seoul.go.kr)

2. 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인

서울시는 건축부문 에너지수요 감축과 녹색성장 기반도시 구현 및 친환경 에너지 저소비형 녹색건축물 건설을 목표로 신축 건물과 리모델링 건물에 대한 설계기준을 강화하고자 「서울시 녹색건축물 설계 가이드라인」을 보완하여 시행하고 있다. 적용대상은 건축법 제66조 및 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제21조·제22조에 따른 ‘에너지절약계획서’ 제출이 의무인 건축물이며, 대상건물의 면적기준은 다음 <표 2-10>과 같다.

2007년부터 2011년까지 「서울시 녹색건축물 설계 가이드라인」에 따라 설계되어 에너지성능 인증을 받은 건물은 총 297개이며 294,748toe의 에너지를 절감한 것으로 조사되고 있으며(<표 2-11> 참조), 주요 추진사항은 다음 <표 2-12>와 같다. 요구 성능을 충족하도록 설계된 인증대상 신축 건물은 취득세와 재산세를 최고 15%까지 감면해주는 인센티브를 받고 있다.

〈표 2-10〉 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인 적용대상

적용 대상	면적 기준
업무·연구·판매시설 등	3,000㎡ 이상
병원·숙박시설 등	2,000㎡ 이상
목욕장·수영장 등	500㎡ 이상
문화 및 집회시설 등	10,000㎡ 이상
공동주택 중 아파트 및 연립주택	
※ 공공건축물은 「그린디자인 서울 공공건축물 설계 가이드라인」 적용	

자료 : 서울특별시 주택·도시계획·부동산 홈페이지(http://city.seoul.go.kr)

서울시는 친환경·에너지성능을 설계단계에서부터 반영하여 친환경적이고 에너지저소비형인 건물의 보급을 통해 30%~40%의 건물에너지 절감을 예상하고 있으며, 신재생에너지 사용을 확대하고 녹색 성장도시 기반 조성에 기여할 것으로 기대하고 있다.

〈표 2-11〉 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인 에너지절감 효과

연 도	추진건수 (건축심의회준)	에너지절감효과 (toe)	온실가스 감축효과 (TCO ₂)	절감예상액 (억원)
2007	26	32,766	93,892	626
2008	65	61,653	176,668	1,178
2009	58	69,952	200,449	1,336
2010	62	80,462	230,567	1,537
2011	86	49,915	143,033	954
계	297	294,748	844,609	5,631

자료 : 서울특별시 주택·도시계획·부동산 홈페이지(<http://city.seoul.go.kr>)

〈표 2-12〉 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인 주요 추진사항

분 야			법적기준	서울시 가이드라인
건축물에너지효율등급 인증			자율	2등급 이상(↑35%)
친환경건축물 인증			자율	우수(그린2등급) 이상
건축물 에너지소비총량제 (바닥면적합계 1만㎡ 이상)	공동주택	일반건축물	자율	200kWh/(㎡·a) 이하
	일반건축물			300kWh/(㎡·a) 이하
에너지성능지표 평점 합계			60점 이상	86점 이상(↑43%) ※설비별 보상점수 가점허용
단열성능 평균 열관류율	외벽 (창 및 문 포함)	일반건물	1.38W/(㎡·K) 미만	0.96W/(㎡·K) 미만(↑30%)
		공동주택	0.92W/(㎡·K) 미만	0.68W/(㎡·K) 미만(↑26%)
	지붕		0.20W/(㎡·K) 미만	0.16W/(㎡·K) 미만(↑20%)
	바닥		0.41W/(㎡·K) 미만	0.25W/(㎡·K) 미만(↑39%)
신재생 에너지설비	공동주택	자율	자율	신재생에너지공급률 1% 이상
	일반건축물			신재생에너지공급률 5% 이상
LED 조명기기 전력량 비율			자율	전체 조명설비 전력량 5% 이상
창면적 비율	공동주택	없음	없음	벽면율 각 면의 50% 이상
	일반건축물			벽면율 평균 40% 이상
문 및 창호의 기밀성 확보			자율	2등급 이상

3. 원전 하나 줄이기 종합대책

서울시는 ‘에너지 수요 절감’, ‘신재생에너지 생산 확대’를 목표로 하는 「원전 하나 줄이기 종합대책」을 발표하고 에너지절약과 신재생에너지 생산 확대를 종합해 원자력발전소 1기분의 전력생산량을 대체함으로써 에너지 자급률을 높이고자 하는 사업을 시행하고 있다. 이를 통해 서울시는 현재 2.8%에 그치는 전력 자급률을 2014년 8%, 2020년까지 20%로 올릴 계획이다. 원전 하나 줄이기 종합대책의 10대 핵심사업은 다음과 같다.

○ 햇빛도시 건설

- 서울시 전체 주요 건물 옥상 및 지붕에 태양광발전소를 설치하는 ‘햇빛도시’ 건설, 1자치구 1에너지 자립마을 조성
- 2014년까지 공공청사, 학교, 주택, 업무용 건물 등 1만여 공공·민간 건물의 옥상과 지붕에 290MW의 <햇빛발전소> 설치
- 지역공동체나 협동조합이 발전회사, 공익법인 등과 함께 공공시설 26개소에 30MW의 <나눔발전소> 설치

○에너지 자립

- 대규모 비상 정전에도 도시기반시설이 마비 없이 운영되도록 자체 상시 전력 공급이 가능한 <수소연료전지 발전소>를 131개소 건립
- 비상 시 도시기반시설 유지기능 및 건물에너지 자립 기반 확보 등 분산형 전력시스템으로 활용

○에너지 효율 높이기

- 에너지다소비 건물, 중대형 건물, 단독주택, 업무용 건물, 공공임대주택, 시립사회복지시설, 학교 등 1만 2,200여 개소에 3년간 건물에너지 효율 개선사업(BRP)을 진행
- 효율개선이 완료된 건물에 친환경건축물 인증비용을 지원하고, 에너지 절감률에 따라 재산세의 최대 15% 감면 혜택

○ 스마트조명

- 공공청사 및 도로시설, 지하철역사, 지하상가, 대형업무시설, 백화점 등 다중이용시설의 781만 5천여 개에 달하는 실내조명을 2014년까지 에너지 효율이 높은 LED 조명으로 교체
- 2017년까지 서울시내 132만개의 가로등·보안등 등 옥외조명을 일괄 점등·소등은 물론 조도까지 제어 가능한 '옥외조명 일괄제어 시스템'을 구축해 옥외조명의 효율적인 관리

○ 에너지저소비형 콤팩트시티

- 서울의 도시공간을 '에너지저소비형 콤팩트시티'로 재편하기 위해 건물에만 적용하던 '에너지(온실가스) 총량제'를 도시개발계획(용도지역·지구·구역계획, 기반시설계획, 정비사업계획 등) 수립 시에도 적용
- 신재생에너지 설치 의무화 비율을 2012년 6%에서 2014년 10% 이상으로 높이고 그 이상을 실현 시 용적률 인센티브를 제공

○ 신축건물 기준 강화

- 2014년부터 중·소형, 대형건물 등 개별단위 신축건물도 설계단계부터 대폭 강화된 '에너지소비총량제', '에너지 설계기준'을 적용
- '에너지소비총량제'는 그 대상을 대형마트, 숙박시설, 종합병원 등으로 확대하고, 단위면적당 연간 에너지소비량 기준도 강화
- 연면적 1만㎡ 미만의 중·소형 건물에 대해 적용되는 '에너지 절약 설계기준'을 대폭 상향 조정

○ 친환경 고효율 수송체계

- 고유가 시대 교통분야의 에너지 사용량을 줄이기 위해 자동차가 필요할 때마다 시간제로 공동 이용하는 '카 셰어링'사업 시행

○ 녹색일자리

- 2014년까지 ‘녹색기업 창업펀드 400억원’을 조성해 에너지분야 청년창업 171개소를 지원하고, 태양광 모듈 청소, 폐식용유 수거 등 에너지분야의 사회적기업 10개소를 발굴·육성
- 2014년까지 에너지 분야에서 총 4만 개의 녹색일자리 창출

○ 에너지 절약 시민 실천문화 창출

- 시민들이 주도하는 에너지 절약 실천운동이 지속적으로 전개될 수 있도록 ‘그린리더’와 ‘에너지 수호천사단’을 양성·운영해 지역과 학교, 가정에서 에너지 절약을 유도

○ ‘원전 하나 줄이기 지원기구’ 설립

- ‘서울 녹색에너지재단(가칭)’을 설립하고, ‘원전 하나 줄이기 정보센터’, ‘기후에너지연구센터’를 설치·운영해 시민들의 에너지 절약 실천을 체계적 지원
- ‘기후에너지연구센터’는 서울연구원에 설치해 신재생에너지 보급 및 건물에너지 효율화, LED 보급 확대 방안은 물론 햇빛지도 제작, 온실가스 총량제, 건물에너지 소비 표준모델 연구를 진행

제3절 주택 에너지 효율개선사업

1. 추진배경 및 경과

2004년부터 시작된 고유가로 인해 유가가 배럴당 150달러까지 급등하면서 세계적으로 에너지빈곤에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 주택 에너지 효율개선사업은 2005년 (사)환경정의가 주도한 ‘환경을 살리는 일자리’ 만들기

운동이 연구사업을 통해 일자리종류와 사회적 의미, 확산가능성을 타진하는 것으로 시작되었으며, 정부도 2007년을 에너지복지 원년으로 선언하면서 2016년까지 에너지 빈곤을 해소하겠다는 목표를 제시하였다.

주택 에너지 효율개선사업은 초기에는 자연자원, 환경보전, 에너지, 환경산업분야에서 ‘환경을 살리는 일자리(=녹색일자리)’ 창출가능성에 대한 연구에 집중했으며, 후에 ‘환경·고용·복지’라는 3개의 핵심요소를 잡을 수 있는 프로그램으로 발전하였다.

(사)환경정의는 (사)한국주거복지협회와 함께 2006년부터 현재까지 저소득층 주택 에너지 효율개선사업을 진행하면서 ‘환경(에너지 소비절감 및 기후변화 대응)·고용(취약계층 일자리 창출 및 녹색일자리 창출)·복지(에너지복지)’ 실현을 목표로 한 정책운동과 함께 시범사업을 병행하고 있다.

경기침체와 고유가로 2009년 하반기부터 에너지복지와 건물에너지효율개선에 대한 관심이 높아짐에 따라 2010년에 에너지복지법이 입법 발의됐고, 저소득층 주택 에너지 효율개선이 에너지기업들의 사회공헌 주요주제로 자리 잡으면서 지원사업들이 다양하고 활발하게 진행되고 있다.

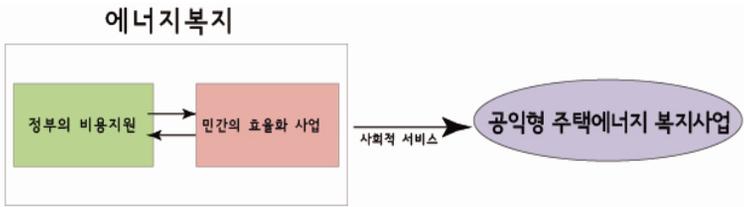
2. 주택 에너지복지 현황

에너지복지란 “소득에 관계없이 모든 국민이 건강하고 안정된 생활을 유지할 수 있도록 최소한의 에너지 공급을 보장하는 제도 또는 지원 프로그램”으로 정의할 수 있다.¹⁴⁾

에너지복지정책의 집행 및 실무를 담당하고 있는 한국에너지재단은 에너지복지를 “인간으로서 건강한 생활을 유지할 수 있는 적정 수준의 에너지 공급을 보장하기 위해 정부와 민간기관이 제공하는 사회적 서비스”로 정의하고 있다.

14) 박광수, 2007

즉 에너지복지는 안정적인 경제성장과 사회통합을 이루기 위한 사회 복지정책의 일환으로 모든 소비자에게 최소 수준의 에너지 공급을 보장하는 것을 의미한다. 이처럼 에너지가 인간다운 삶을 유지하기 위한 필수재라는 인식이 확대됨에 따라 사회적 약자를 위한 에너지복지 프로그램의 필요성에 대한 사회적 공감대가 점차 형성되어가는 추세이다.



〈그림 2-7〉 주택 에너지복지사업

에너지복지는 「에너지법」과 「국민기초생활보장법」이라는 두 개의 법적 기반을 갖고 있는데, 「에너지법」 제4조 제5항은 “국가, 지방자치단체 및 에너지공급자는 빈곤층 등 모든 국민에 대한 에너지의 보편적 공급에 기여해야 한다”는 정부의 책무를 명시하고 있다.

「국민기초생활보장법」에 따라 생계급여를 지급받고 있는 수급자를 대상으로 광열비와 주거현물급여 집수리사업을 통한 난방 관련 지원사업 등이 진행되고 있으며, 정책적인 차원에서 에너지 관련 기관과 공기업을 중심으로 다양한 지원이 이루어지고 있다.

2000년대 이후 저소득층의 주거실태가 알려지면서 이들의 주거여건을 개선하려는 다양한 사업들이 도입되기 시작하였으며, 사회복지 서비스 차원에서 주택개량이 이루어지고 있는데, 주택 에너지복지사업을 시행하는 정부부처 및 단체가 지원하는 대상은 대부분 ‘기초생활수급자’와 ‘차상위계층’이다(<표 2-13> 참조).

한국에너지재단은 국민기초생활보장수급가구와 차상위계층을 대상으로 보

일러 교체, 단열 및 창호공사, 난방매트 등을 현물로 제공하는 난방지원 및 에너지효율개선사업을 추진하고 있다. 한국전력공사는 전기요금을 3개월 이상 체납한 가구에 대해 단전조치를 취할 수 있지만, 저소득층 가구에 전류제한장치를 설치해 최소한의 이용을 보장해주고 있다. 또한 한국전력공사와 한국에너지재단은 2004년부터 저소득 가구 및 사회복지시설을 대상으로 조명기기를 고효율 기기로 교체해주는 사업을 시행하고 있다.

〈표 2-13〉 주택 에너지복지 관련 주요 사업 내용

사업명	가구당 한도액	총 금액	주요공정	비고
주거현물급여 집수리사업	170만원	약 250억원	실내 인테리어 전반	보건복지부
저소득층주택 에너지효율개선 사업	100만원	약 290억원	창호, 난방, 단열	지식경제부
농어촌 장애인 주택개량사업	380만원	약 40억원	편의시설, 화장실 개보수, 지붕개량 등	보건복지부
취약계층 자가주택 개보수사업	600만원	약 480억원	지붕, 벽체, 화장실, 싱크대 등 개선	국토해양부

자료 : 지식경제부, '에너지복지정책 현황'(2010)

제3장 국내외 사례 및 실태 분석

제1절 국내외 주택 에너지 효율개선사업

제2절 국내사례의 실태분석

제 3 장

국내외 사례 및 실태 분석

제1절 국내외 주택 에너지 효율개선사업

1. 국내사례

1) 한국에너지재단-주택 에너지 효율개선사업

2006년 에너지기본법 제정 이후 지식경제부 산하 한국에너지재단이 2007년부터 저소득층에 대한 에너지복지 정책의 일환으로 주택 에너지 효율개선사업을 추진하고 있다. 주택 에너지 효율개선사업은 기초생활수급자들의 주택을 대상으로 주택 단열, 벽체의 균열을 보강하고 열손실이 심한 창문과 문을 교체하며, 외부바람막이 설치, 절전형 조명 교체, 보일러 교체를 통해 저소득층 주택의 에너지효율을 높이는 것을 목적으로 한다.

○사업추진체계

시장, 군수 또는 구청장이 시행기관 등 지역의 사회복지기관과 협의하여 대상을 추천하고, 에너지복지실행위원회는 지역의 사회복지기관 및 지자체를 대상으로 공개모집 후 심사를 거쳐 시행기관을 선정한다. 에너지효율개선위원

회는 물품 및 시공자재들을 선정하고, 공개모집 후 선정평가위원회의 심사를 통해 선정된 시공업체는 시공과 설치를 담당한다. 또한 감리자문단은 공사전반에 대한 감리를 시행하며, 한국에너지재단은 정산 및 시행기관에 대한 평가와 지원가구의 만족도 조사를 수행한다(<그림 3-1> 참조).



〈그림 3-1〉 주택 에너지 효율개선사업 주요 네트워크

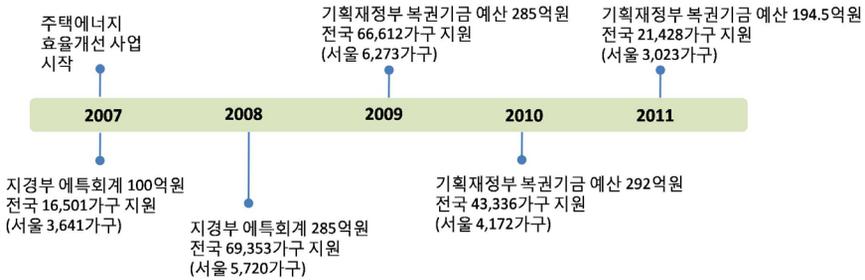
○대상선정방법

대상자는 기초생활수급자 및 차상위계층 가구 중에서 동 단위로 자율적으로 선정한다. 개별가구에 대한 지원범위와 지원품목 등은 지원대상자 가구와 담당 공무원의 협의를 통해 확정한다. 특히 이 사업의 시공과 정산은 집수리사업단과 자활공동체 등이 수행한다. 집수리를 진행하는 참여자 대부분이 수급자나 차상위계층, 자활특례자들로 사회적 약자의 일자리 창출 및 소득보존의 효과를 거두고 있다.

○사업비 지원체계

한국에너지재단의 주택 에너지 효율개선사업은 2007년부터 시작되었으며, 2009년에는 285억원의 예산을 투입하여 66,612가구를 지원하였고, 국민기초생활보장수급가구의 연간 에너지 구입비용을 약 63억원 감소하는 효과를 가져왔다.

2010년 사업예산은 복권기금에서 조달한 총 292억원이었으며, 43,336가구를 지원했다. 지속적으로 증가해오던 사업예산은 2011년에는 194.5억원으로 대폭 감소하였으며 지원대상도 21,428가구로 축소되었다(<그림 3-2>, <표 3-1> 참조).



<그림 3-2> 주택 에너지 효율개선사업 지원 현황

<표 3-1> 주택 에너지 효율개선사업 시행 현황

(단위 : 가구, 백만원)

구 분		2007	2008	2009	2010	2011	합 계	
한국 에너지 재단	전국	가구수	16,501	78,487	66,612	43,336	21,428	226,364
		시행금액	8,853	27,552	27,611	27,527	18,549	110,092
	서울	가구수	3,641	5,720	6,273	4,172	3,023	22,829
		시행금액	1,801	2,021	2,488	2,820	2,532	11,661

자료 : 한국에너지재단 홈페이지 <http://www.energylove.or.kr>

○ 개선항목 및 효과

단열, 창호교체 등 지원가구의 난방효율을 제고하기 위해 주택을 개보수하는 시공지원과 지원가구의 에너지 구입비용 절감을 위해 고효율 난방물품 및 가전 제품 지원을 하고 있으며, 가구당 약 100만원의 예산을 책정하고 있다. 사업시행에 따른 개선효과는 다음 <표 3-2>와 같다.

한국에너지재단의 주택 에너지 효율개선사업은 현재 사업시행 후의 실제적인 에너지절감 효과에 대한 평가는 이루어지지 않고 있다. 사업시행에 대한 효

과 분석은 외국 자료에 의존한 외벽, 창호 등의 단열공사에 대한 에너지절감 효과를 기준으로 절감량을 추정하고 있으며, 투입된 재원과 수혜가구의 수만으로 사업의 평가가 이루어지고 있어 단순한 실적위주의 복지사업으로 변질될 가능성을 내재하고 있다. 따라서 사업시행의 객관적 평가와 보완을 위해 지속적인 모니터링과 주택 개보수 사업 개별적 지원항목의 구체적인 에너지절감 효과에 대한 데이터베이스가 구축되어야 할 것이다.

또한 현재의 가구당 지원 한도액은 에너지 효율을 개선하기 위해 필요한 조치를 모두 취하기에는 현실적으로 불가능하기 때문에, 에너지절감의 목표와 개선항목에 따른 지원금의 현실화가 필요한 실정이다.

〈표 3-2〉 주택 에너지 효율개선사업의 효과

구 분		개선 효과			
저소득 가정의 직접적 효과		-에너지 비용 및 에너지 소비량의 감소 : 에너지 접근성 상승 -주거환경 개선, 건강 증진 효과 창출			
지역 사회 효과		-사회적기업의 등장 : 지역사회에 취약계층 고용에 기여 -고용창출, 에너지 비용 절감 : 지역사회 강화			
사회 환경적 효과		-지역 공동체의 안정화 -국가 차원에서의 에너지 대응능력 향상 -기후변화 대응 가능			
에너지비용 절감	시공지원	단열전 열손실 (%)	단열후 열손실 (%)	절감효과 (%)	최대효과 (%)
	단열공사	39	7	32	
	창호공사	24	16	8	

2) 한국주거복지협회-희망의 집수리사업

희망의 집수리사업은 저소득층 주택의 효율개선을 위한 주택 개보수를 통해 이산화탄소 발생량을 줄이고 에너지비용을 절감하기 위해 현대제철이 후원하고 (사)한국주거복지협회가 주관하는 저소득층 주택 에너지 효율화사업이다. 즉 이 사업은 저소득층 가정에 주택 에너지 효율화 집수리 공사를 무상으로 지원하여 에너지 저감을 유도하는 기업의 사회적 책임(Corporate Social Responsibility)

프로그램의 일환으로 진행되었다. 2011년 처음 시작된 희망 집수리사업은 2020년까지 향후 10년 동안 총 1,000세대에 에너지 효율개선을 위한 주택 개보수를 목표로 하고 있으며(<그림 3-3> 참조), 주요 사업내용은 다음 <표 3-3>과 같다.



<그림 3-3> 한국주거복지협회 희망의 집수리사업 진행과정

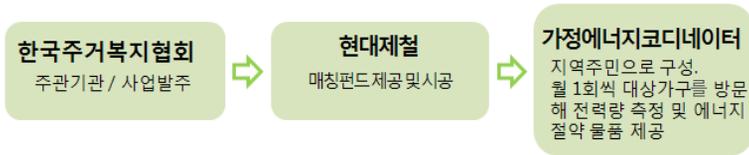
<표 3-3> 희망의 집수리사업 주요 사업내용

구 분	개선 효과
에너지효율화 집수리사업	주택 에너지 효율개선을 위한 주택 개보수
긴급집수리 공사	열악한 생활환경의 개선
소액보수지원사업	저효율 조명/가전기기를 고효율 기기로 교체
가정에너지 코디네이터사업	주택 개보수 후 에너지절약 방법의 홍보, 교육

○ 사업추진체계

한국주거복지협회가 주관하여 현대제철과 협약을 체결하고 희망의 집수리 사업을 시행하고 있다. 현대제철은 매칭그랜트¹⁵⁾를 통해 운영기금을 마련하여 주택 개보수사업을 시행하고, 사원과 지역주민들로 구성된 가정 에너지코디네이터를 위촉한다. 주택 개보수 종료 후 월 1회씩 대상가구를 방문해 전력량을 측정하고 에너지 절약 물품을 제공하고 있다(<그림 3-4> 참조).

15) matching grant : 기업의 사회공헌활동의 하나로, 임직원이 비영리단체나 기관에 정기적으로 내는 기부금만큼 기업도 동일한 금액을 1 : 1로 매칭시켜 내는 것을 의미



〈그림 3-4〉 한국주거복지협회 희망의 집수리사업 추진체계

○사업비 지원체계

희망의 집수리사업은 수급권 가정과 차상위 계층 150%까지를 대상으로 하고 있으며, 현대제철 매칭그랜트 기금으로 2020년까지 향후 10년간 1,000세대의 집을 수리하는 장기적·지속적 사회공헌사업의 일환으로 추진되고 있다. 대상주택당 주택 에너지 효율개선비용 평균은 366만 2천원이며, 주택 에너지 효율개선을 위해 투입된 비용은 최소 159만원에서 최대 752만원까지로 대상 주택의 연한과 에너지 성능개선 항목에 따라 차이를 보이고 있다.

○개선항목 및 효과

① 기밀성 개선율

희망의 집수리사업 후 평균 개선율은 인천이 58%, 당진이 42%, 포향이 60%로 매우 높았으며 전체적으로도 53.3%의 개선율을 보였다. 최대 개선율 수치는 인천이 71%, 당진이 63%, 포향이 94%를 기록했다(<표 3-4> 참조). 최소 개선율은 27~28%로 낮은 수치를 기록하고 있으며, 이러한 주택은 추가적인 원인분석과 시공방법의 개선을 통해 보완해야 할 필요가 있다.

② 에너지요구량 개선율

희망의 집수리사업을 시행한 10개의 가구를 대상으로 에너지요구량 개선율을 분석한 결과, 10개 가구의 절약된 연간 에너지요구량은 25,669kWh(가구평균 19.1%, 1㎡당 약 62.7kWh 절감)로 조사되었다. 이를 공사를 시행한 50개 가구로 환산할 경우 절약된 것으로 추산되는 연간 에너지 요구량은 128,345kWh에 달한다(<표 3-5> 참조).

〈표 3-4〉 희망의 집수리사업 기밀성 개선효과

(단위 : cfm (ft³/min))*

구 분	인 천	당 진	포 함	전체평균
개선전 평균	694.3	388.1	915.0	665.8
개선후 평균	275.4	214.1	305.6	265.0
평균 개선율(%)	58	42	60	53.3
최대 개선율(%)	71	63	94	76.3
최소 개선율(%)	28	28	27	27.6

* Blow-Door Test 기압 50Pa에서의 측정치, 단위시간당 침기량
 자료 : 제5에너지, 2011, 현대제철 '희망의 집수리' 사업 에너지진단 보고서

〈표 3-5〉 에너지요구량 개선효과

구 분	개선전 [kWh/m ² ·a]	개선후 [kWh/m ² ·a]	개선율(%)	절감량(kWh)
A	283.6	249.2	12.1	1,410.4
B	240.0	206.7	13.9	1,551.8
C	334.0	286.4	14.3	1,799.3
D	320.9	274.8	14.4	2,217.4
E	360.1	269.1	25.3	3,330.6
F	362.3	277.5	23.5	3,366.6
G	260.7	203.3	22.1	2,227.1
H	393.8	234.9	38.1	6,562.6
I	294.5	253.0	14.1	1,494.0
J	291.8	252.5	13.6	1,709.6
합계	3,141.7	2,507.4		25,669.4

자료 : 제5에너지, 2011, 현대제철 '희망의 집수리' 사업 에너지진단 보고서

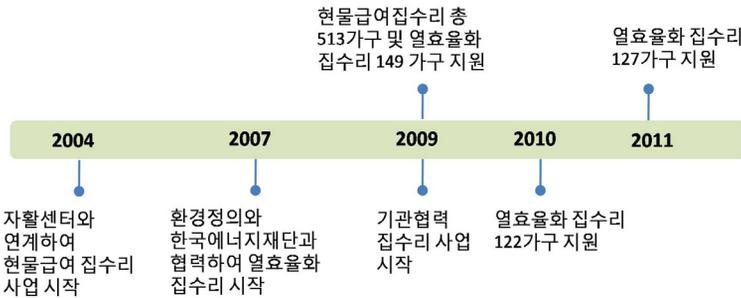
○ 사업성과에 대한 평가

2011년 희망의 집수리사업은 인천 26가구, 당진 10가구, 포항 14가구 등 총 50가구를 대상으로 실시되었다. 특정 기업이 관련 지역 내에서 주거환경 개선이나 에너지 빈곤층을 상대로 사회공헌사업을 벌이는 경우는 많지만, 희망의 집수리사업처럼 직접 지원 방식이 주거공간의 에너지 효율을 개선해서 에너지 비용 자체를 절감할 수 있게 지원하는 경우는 최초이다. 또한 10년이라는 장기 계획을 가지고 시작했다는 점도 우리나라에서는 유례가 없는 선도적인 사업으

로 평가된다. 기존 다른 사업과의 가장 큰 차이점은 현실적인 사업비용이며, 희망의 집수리사업은 주택의 상태와 에너지 성능에 따라 그 비용을 다르게 책정하여 실질적인 주택 에너지 성능개선에 주력하고 있다.

3) 원주주거복지센터-WAP 집수리사업

원주주거복지센터가 진행하는 WAP 집수리사업은 원주시, 환경정의, 한국에너지재단과의 연계를 통해 예산을 확보해 진행되고 있다. 원주주거복지센터의 WAP 집수리사업은 난방비 절감을 목적으로 진행되는 사업으로 집수리를 하는 가정에는 사전, 사후 에너지진단을 하고, 열효율 정도를 측정하여 주택의 단열 성능 향상을 위한 주택 개보수를 진행한다.



(그림 3-5) 원주주거복지센터 WAP 집수리사업 진행과정

○사업추진체계

주관은 원주시가, 취약계층 대상자에 대한 발굴과 주거복지서비스연계는 원주주거복지센터가, 에너지 정책은 원주지속가능발전협의회와 원주의료생협이, 집수리 시공 및 사후관리는 사회적기업인 노나메기와 누리집수리센터가 담당하도록 역할에 맞는 거버넌스를 구축하였다.

추진과정은 원주시에서 제공받은 취약계층 DB를 바탕으로 원주주거복지센터

가 가구방문을 통해 대상자의 인적사항, 주요 요구사항 등 대략적인 상황을 파악하고, 시공관계자와 함께 대상 가구를 사전 점검한 후 주택 에너지 성능개선을 진행한다. 집수리 전·후로 에너지 진단을 하고, 사후관리를 위하여 공사 이후에도 이용자 만족도 조사 및 지원과정을 평가하고 있다(<그림 3-6>, <그림 3-7> 참조).



<그림 3-6> 원주주거복지센터 WAP 집수리사업 추진체계

○ 대상선정방법

원주시의 취약계층 DB 지원을 받아 취약계층(저소득층·장애인·고령자·소년소녀가장) 3,500명, 한부모가정 700명을 합친 총 4,200명 중 630여 가구를 대상으로 가정 방문을 통한 주거실태조사를 원주주거복지센터와 사회적기업 노나메기가 공동으로 약 2달간 시행한다.



<그림 3-7> 원주주거복지센터 WAP 집수리사업 시행과정

○사업비 지원체계

집수리를 하는 가구당 투입되는 예산은 가구의 상황에 따라 20~150만원으로 차별화되어 있으며, 추가로 소요되는 예산을 확보하는 과정에서 민간 복지기관 및 시민사회단체와의 주거복지 네트워크가 형성·강화되었다.

○개선항목 및 효과

원주주거복지센터 WAP 집수리사업의 항목에는 에너지 진단(비효율적인 에너지 사용을 초래하는 부분에 대한 점검), 기밀시험을 통한 창호교체(목재·금속성, 재질 등 열전도성과 밀폐성이 좋지 않은 창호), 천장단열, 벽단열, 보일러 수리·교체 등이 있으며, 5년마다 대상가구를 점검하여 에너지절감 효과를 평가하도록 하고 있다. 전체적인 에너지진단의 결과로 미국의 WAP 집수리사업의 평균치인 30~40%의 기밀성 향상효과가 나타나고 있다.

○사업성과에 대한 평가

본격적인 WAP 집수리사업은 2007년 환경정의와 원주의료생협의 협력으로 시작되었으며, 2009년에는 한국에너지재단이 지역 복지관을 수행기관으로 선정하고 원주 지역에서 사회적기업 노나메기, 누리집수리센터가 시공기관으로 지정되어 사업을 수행하였다. 2010년에는 ‘환경정의’에서 지원한 1,500만원으로 5가구의 WAP 집수리사업을 하였으며, 한국에너지재단의 예산 9,424만원으로 117가구의 WAP 집수리사업을 추진하였다. 2011년에는 총 예산 1억 2천여 만원으로 127가구를 대상으로 WAP 집수리사업을 추진하였으며, 가구당 평균 예산은 94만원(에너지진단 비용 포함)으로 조사되었다. 연도별 사업 현황에서 보듯이 다양한 형태의 WAP 집수리사업이 진행되고 있으며 민관협력, 민민협력, 관 주도사업 등으로 분산되어 시행되고 있다. 민간영역에서는 관과의 사업과 민민 협력 사업이 꾸준히 진행되고 있음을 볼 수 있다.

그러나 보다 효율적이고 계획적인 WAP 집수리사업 시행을 위해서는 이처럼

분산된 사업들을 총괄할 수 있는 협력기구가 필요하며, 주택 에너지 효율개선 사업과 마찬가지로 지원금의 현실화가 필요한 실정이다.

4) 환경정의-따뜻하고 건강한 마을 만들기(WAP)

환경정의가 ‘따뜻하고 건강한 마을 만들기’란 이름으로 시행하는 주택 에너지효율화사업의 내용과 진행은 미국의 WAP와 매우 흡사하다. 2006년 환경정의 시범사업을 시작으로 현재까지 진행되고 있다.

환경정의의 주택 에너지 효율화사업은 저소득층 특히 에너지 빈곤을 겪는 사회서비스 취약계층이 밀집된 지역을 중심으로 설문조사를 통한 에너지 이용실태를 파악하여 대상가구를 선정하고 있다. 또한 효율적인 주택 에너지 성능개선을 위해 열화상진단, Bloor Door test 등을 포함한 에너지진단 과정을 거치고 있으며, 시공이후 모니터링과 적용기술에 대한 평가를 수행하고 있다.



〈그림 3-8〉 환경정의의 주택 에너지 효율화사업 진행과정

○사업추진체계

환경정의의 주택 에너지 효율화사업은 관련기관이 파트너십을 형성하여 상호협력적인 과정으로 진행되고 있다는 점이 특징이다. 즉 지방자치단체 및 복지관과 협력하여 사업 대상지역을 선정하고, 현장방문과 설문조사를 통해 대상

가구를 선정한다. 또한 주택 에너지 전문기관이나 전문가와 협력하여 대상가구에 대한 에너지 진단을 하고 에너지효율화 방안을 찾아 시공방안을 마련한 후, 시공은 지역자활센터 또는 주택 에너지효율 전문 사회적기업이 수행하도록 한다. 특히 환경정의는 총괄적인 관리와 운영을 책임지며, 참여주체들 간의 긴밀한 협의, 전문성 및 피드백에 대한 교류를 유도하는 등 효과적인 파트너십을 마련함으로써 모범적인 추진과정으로 평가받고 있다.



〈그림 3-9〉 환경정의의 주택 에너지 효율화사업 추진체계

〈표 3-6〉 2007년 서울, 원주 WAP 대상가구 분류

분 류		가구수(서울)	가구수(원주)
생계급여	수급	18	16
	비수급	8	11
취약계층	장애	4	3
	노인가정	13	21
	다자녀 가구	1	
주거형태	자가	4	25
	전세	12	1
	월세	10	2
	무상임대	2	1
	주공 매입임대	2	
소득	100만원 이하	23	대부분
	100만원 이상	5	1
난방비 연체경험	있음	7	1
	없음	21	

○대상선정방법

대상가구는 현장방문과 설문조사를 거쳐 선정하고, 기초생활수급가구(장애 수급 포함)와 차상위계층 150%까지가 주요 지원대상이다(<표 3-6> 참조).

○사업비 지원체계

이 사업에 필요한 기금은 프로젝트 공모과정을 거쳐 공공기금을 사용한 2006년을 제외하곤 기업의 사회공헌사업 등 민간영역에서 자체적으로 조달해 사용하고 있다.

<표 3-7> WAP의 주요 사업내용

개선항목	내 용
창호, 벽체	합판 및 단열재로 벽 설치·보강, 창문교체
차양, 창호	차양 및 방풍망 설치, 차양교체
도배, 창호	단열, 도배시공, 창문교체
노후 보일러 교체	노후 보일러 교체를 통한 열효율개선
전등 교체	고효율 조명기구로 교체

<표 3-8> 환경정의의 주택 에너지 효율화사업 효과

연도	대 상	가구당 평균 사업비	성 과
2006	원주, 부천 각 15가구	200만원	기밀 성능 평균 40% 향상 난방비 절감, 주거 환경의 질 개선 호흡기 및 관절 질환 감소
2007	원주 30가구	200만원	재개발 저지 기밀 성능 평균 40% 향상
	서울 30가구	200만원	기밀 성능 평균 40% 향상 난방에너지 절감률 약 7.9%
2009	원주 20가구	170만원	기밀 성능 평균 37% 향상
	부안, 임실 각 1가구	150만원	기밀 성능 평균 50% 향상
2010	전국 100가구	100만원	기밀 성능 평균 8% 향상
2011	인천, 당진, 포항 총 50가구	350만원	기밀 성능 평균 55% 향상
	태안, 여수, 울산 20가구	500만원	기밀 성능 평균 76% 향상
	취약사회복지시설 36개소	1,500만원	기밀 성능 평균 60% 향상
	취약사회복지시설 2개소	2,000만원	기밀 성능 평균 65% 향상

○개선험목 및 효과

우선순위는 천장 단열, 외벽 단열, 창호 및 개구부 교체, 노후 난방기구 교체, 고효율 기기로 교체(전등 등) 순으로 사업 성격과 지원금 규모에 맞춰 유동적으로 적용하고 있다(<표 3-7> 참조). 단 사업에 따라 주택 전체를 대상으로 하지는 않으나 가구당 지원금이 부족한 경우가 많으므로, 이러한 경우 주택 전체가 아니라 주요 생활공간만을 에너지 진단 및 시공의 대상으로 하고 있다. 환경정의의 주택 에너지 효율화사업 효과는 다음 <표 3-8>과 같다.

○사업성과에 대한 평가

환경정의의 주택 에너지 효율화사업은 효과적인 사업 방식을 설정하고 그 성과를 확인하기 위해 에너지 진단과 분석을 우리나라 최초로 도입하고 지속적으로 시행하고 있다는 점에서 높게 평가받고 있다. WAP 초기 단계의 성과 가운데 가장 중요한 것은 바로 저소득 가정의 난방비용 절감이다. 2007년에 수행한 평가에서는 에너지 효율개선 서비스를 받은 주택의 기밀 성능이 40%~50%까지 높아졌으며, 약 7.9%의 에너지 절감 효과가 있는 것으로 나타나고 있다.

5) 두꺼비하우징-주거개선사업

두꺼비하우징은 기존 단독, 다세대·다가구주택 등에 대한 관리 및 개보수 사업을 통해 주거환경을 개선하고 주민들의 정주권을 보호하며 저소득 취약계층에게 일자리 제공 및 지역 상공인들과 연계한 사업을 통하여 지역경제 활성화를 이끌고, 지역공동체의 형성을 목적으로 설립한 회사이다. 즉 은평구청, 명지대학교, (사)나눔과 미래, (사)녹색연합, (사)환경정의 등과 네트워크를 구성하여 노후주택단지를 대상으로 주민참여형 주거지 재생사업을 시행하고 있다 (<표 3-9>, <그림 3-11> 참조).¹⁶⁾

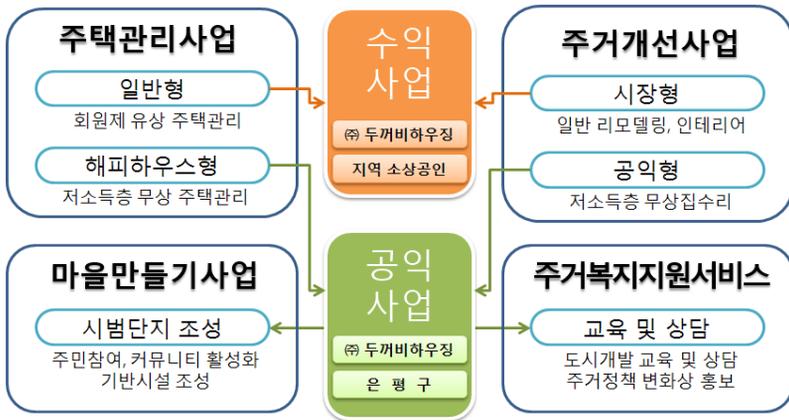
16) 이기순, 2011



〈그림 3-10〉 두꺼비하우징의 주거개선사업 진행과정

〈표 3-9〉 두꺼비하우징의 주요 사업내용

구분	공익형	수익형
대상	저소득층 무상 집수리	일반가구 유상 집수리
지역	은평구 관내 전역	서울시 및 경기도 일원
비용	가구당 1~2백만원	공사규모 및 공정에 따라
내용	공공 집수리사업 통합시행 - 도배, 장판, 창호, 단열 등	주택 에너지 효율개선 - 에너지 진단 및 평가, 내장 공사



〈그림 3-11〉 두꺼비하우징의 4대 주요사업

○ 사업추진체계

은평구청은 두꺼비하우징 시행에 관한 투자 및 사업을 진행하고, (사)나눔과 미래, (사)녹색연합, (사)환경정의와 같은 민간단체들과 협약하여 두꺼비하우징

추진위원회 및 사업추진단을 결성하였다. 민간단체는 세부사업에 참여하여 실질적인 수행자 역할을 하며, 주민교육 및 정보제공을 담당하는 주요기관으로서의 역할을 하고 있다. 또한 민간단체는 전문교육기관인 대학과 연계하여 에너지 진단과 평가시스템 개발 및 주택 에너지 진단 체크리스트 제작에 대한 기술적 자문을 받고, 공익형 집수리 시공을 위하여 사회적기업인 (주)나눔하우징, (주)내일 등과 협력한다. 두꺼비하우징의 사업추진체계는 이러한 구조로 구성되어 있다(<그림 3-12> 참조).



<그림 3-12> 두꺼비하우징 추진체계

○대상선정방법

주거개선사업의 시행에서 공익형은 은평구청의 DB지원(기초생활수급자, 차상위계층)을 받아 가정방문을 실시하여 공사의 필요가 높은 지역을 선별하여 공사를 진행하고 있으며, 수익형은 일반가구에 대한 유상 집수리를 시행하며 그 비용은 공사규모 및 공정에 따라 다르게 책정되고 있다.

○사업비 지원체계

두꺼비하우징의 주택 개보수 과정에서 공사비용을 무상으로 지원을 하는 것은 현재로는 공익집수리에만 가능하며, 일반 다세대 다가구주택은 은행에서 대출을 받기가 용이하지 않다. 이런 경우 구청이 보증을 서는 형태로 은행에서 신용대출을 받을 수 있으며 최대 2200만원(공사비의 80%까지)까지의 대출이 가능하다. 비용지원측면에서 현재까지는 정부지원이 없지만 공익형 집수리사업에는 100만원 이하로 지원을 해주고 있다. 현재, 기존 국민주택기금을 서민들이 유동적으로 사용할 수 있도록 요청하고 있다.

○ 개선항목 및 효과

두꺼비하우징의 1차년도 사업이 2011년에 시작하였고, 2011년 사업시행 가구의 에너지효율 평가 결과는 아직 발표되지 않은 상태이다. 2011년 공익형 집수리 사업의 실적은 다음 <표 3-10>과 같다. 현재 시범주택의 에너지 효율개선 효과는 긍정적인 평가를 받기는 어려운 상태이며 대상주택의 선정, 시공방법, 사업시행후 성능평가 방식 등 많은 부분에서 문제점을 가지고 있는 상태이다.

<표 3-10> 두꺼비하우징 2011년 공익형 집수리사업 시행실적

사 업 명	사 업 내 용	결 과
서울형 집수리	저소득층 무상집수리(가구당 평균 90만원)-서울시	1차 20가구 2차 45가구
희망집수리	저소득층 무상집수리(가구당 평균 80만원)-은평구	38가구
장애인집수리	저소득 장애인 무상집수리(가구당 평균 90만원)-은평구	11가구
사랑의집수리	저소득층 무상집수리(가구당 평균 90만원)-은평구	21가구
주택에너지 성능개선사업1	저소득층 에너지성능개선공사(가구당 평균90만원)-에너지재단	77가구
온누리사업	저소득층 에너지성능개선공사(가구당 평균300만원)-가스공사	3가구
주택에너지 성능개선사업2	저소득층 에너지성능개선공사(3가구)-환경정의(시소와그네)	25가구

자료 : 제2회 주거복지컨퍼런스 자료, 2011

2. 국외사례

1) 미국

미국의 저소득가구에 대한 에너지지원 프로그램으로 보건복지부에서 주관하는 저소득가구 에너지 지원 프로그램(The Low-Income Home Energy Assistance Program : LIHEAP)과 에너지부에서 주관하는 주택단열지원 프로그램(Waetherization Assistance Program : WAP)이 있으며, 이는 미국의 양대 핵심 에너지복지 정책이다.

(1) 저소득층 주택 에너지 지원 프로그램(LIHEAP)

LIHEAP는 미국 연방정부의 사회복지 프로그램으로 1981년 처음 수립되었다. 에너지복지 관련 업무는 보건복지부(Department of Health and Human Service)에서 주관하며, 보건복지부는 에너지정책법(Public Law 109-58, 2005)에 따라 저소득층에 대한 에너지복지 프로그램을 시행하고 있다.

LIHEAP는 저소득층 중에서도 특히 주택 에너지로 인한 지출이 높은 비중을 차지하고 있는 가구를 지원하기 위한 목적으로 시작되었으며, 주별 평균수입의 60%, 혹은 빈곤지수(Poverty level) 150% 이상을 넘지 않는 가구를 대상으로 한다. 또한 주택 에너지비용(냉·난방비)지원, 에너지관련 비상사태 지원, 에너지관련 주택수리 지원 등을 하고 있다. 주택 에너지는 주거를 목적으로 하는 건물의 냉난방에너지원으로 정하며, 보건복지부는 주별로 날씨조건과 저소득층 인구수를 기반으로 평가하여 지원예산을 분배한다.¹⁷⁾

○사업의 성과 및 효과

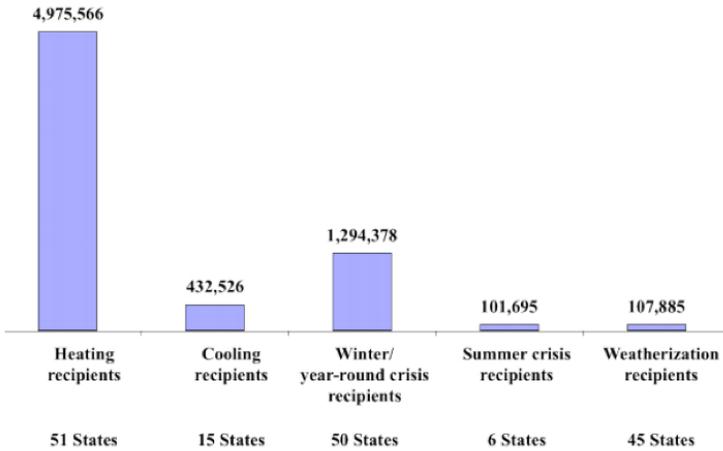
2008년 시행한 조사에 따르면, 총 540만 가구가 난방과 겨울철 비상사태 때 지원을 받은 것으로 보고되었으며, 이는 2007년 530만 가구 수혜자에 비하여 10만가구가 증가한 것으로 미국 연방정부가 지정한 최저임금 기준미달인 총 3,350만 가구의 16%에 해당하는 비율이다(<그림 3-13> 참조).¹⁸⁾ 2012년 기준, LIHEAP는 50개주와 컬럼비아특별구, 약 130개의 인디언 부족, 5개의 도서지역 등 미국 전역을 대상으로 시행되고 있다.¹⁹⁾

17) 미국 보건복지부 홈페이지(저소득층 에너지복지 프로그램 소개)

<http://www.acf.hhs.gov/programs/ocs/liheap/about/factsheet.html>

18) Report to Congress for FY 2008 : Executive Summary

19) 박광수, 2006



자료 : Report to Congress for FY 2008: Executive Summary

(그림 3-13) 2008년 LIHEAP 지원을 받은 가구 수

○ 재정지원 및 재원마련

재정지원 방식에 따라 보건복지부의 연방정부 자금으로 지원하는 Block Grant, 정부자금이 아닌 외부의 민간자금을 이용하여 지원하는 Leveraging Incentive Program, 자연재해와 같은 위급 비상사태에 대통령이 직접 승인하여 해당 주에게 지원하는 Contingency Funds의 세 가지 방식이 있다.

○ 사업성과에 대한 평가

LIHEAP는 에너지 공급이 차단되는 사례가 발생하지 않도록 하고, 중장기적 관점에서 에너지 효율 향상 수단을 제공하여 국가 전체적으로 에너지 이용 효율향상을 추구하였다. 또한 민간기관의 자발적인 자금 동원 및 지원 등 민관협력체제를 구축하여 정부지원으로부터 소외될 수 있는 사각 소득층이 발생하지 않도록 운영함으로써, 전기요금 할인 등 간접적인 지원방식을 택하고 있는 우리나라와는 달리 직접적인 소득보조를 통해 에너지 지원을 실시하고 있다.

이는 저소득층의 소비왜곡 효과를 차단하는 동시에 단순하고 명확한 지원체

계를 유지할 수 있다는 것을 의미하며, 우리나라도 정부 에너지지원은 간접적인 가격보조 형태보다 저소득층에 대한 소득보조 형태의 직접보조로 개선할 필요가 있다는 것을 시사한다. 또한 에너지 공급을 담당하고 있는 기업 등 민간의 책임성 및 역할 확대 등을 통해 자발적인 지원체계인 Energy Share 프로그램을 도입하고 활성화시키는 것이 필요할 것이다.²⁰⁾

(2) 주택 단열지원 프로그램(WAP)

미국은 1973년 석유과동으로 에너지 위기를 맞게 되고, 에너지 비용의 증가는 저소득층 가정의 빈곤화를 더욱 심화시키게 되었다. 이에 따라 미국 연방정부는 1976년 석유 수입량을 줄이고, 저소득층의 난방비를 절감하기 위한 주택 단열지원 프로그램(WAP)을 시행하였다.²¹⁾

미국 에너지부(Department of Energy)의 주관 아래 WAP가 시행되고 있으며, 현재 WAP 복지정책은 저소득층의 기존 주거지역과 공동주택의 저비용고효율 에너지 제공을 위한 대처방안에 초점을 두고 있다. WAP는 주택을 하나의 시스템으로 다루는 “집전체의 단열화(whole-house weatherization)” 개념을 도입하여, 건물외피, 냉난방 시스템, 전기시설 및 소비전력 제품을 포함하는 주거시설의 종합적 에너지 효율성 개선에 주력하고 있다. 최근의 WAP는 수요자요구사항의 충족을 위해 다른 프로그램들과 통합하여 시행되기도 한다.

WAP의 목표는 저소득층의 에너지 비용을 절감시켜 해외 에너지원 의존도를 낮추고, 특히 노인, 장애인, 아동이 있는 가구의 에너지 효율성을 증가시켜 건강과 안전을 증진시키는 것에 있으며, 생활보조 국가지원금을 받는 저소득층 가구는 자동적으로 WAP의 지원을 받는다. 그 외에 60세 이상의 노년층 가구, 장애인이 한 명 이상 포함된 가구, 아동이 있는 가구는 지원을 받을 수 있다. 가장 주요한 대상선정기준은 가구당 수입이며, 빈곤지수(Poverty level) 200% 이하에 속하는 가구를 대상으로 한다.

20) 이성식, 2002

21) WAP의 내용은 미국 에너지부 홈페이지(http://www1.eere.energy.gov/wip/wap_history.html)와 WAP 사업 기술지원 센터 홈페이지(<http://www.waptac.org>)의 내용을 참조함.

○사업의 성과 및 효과

초기 WAP 정책은 개구부에 단열코르크 혹은 비닐시트 등을 시공하여 단열 성능을 확보하는 저비용 방식에 초점을 두었다. 그러나 이러한 방식은 위급상황의 임시방편이라는 한계를 극복하고자 점점 다양한 방식의 단열방안을 포함하게 되었다. 이를 위하여 미국 에너지부(DOE)는 정기적으로 단열방식의 비용 대비 성능과 에너지 절감정도를 평가해왔으며, 1980년에는 스톱윈도우(악천후에 대비한 이중창)를 설치하거나 지붕아래부분을 단열하는 등 더욱 비용효율적인 방식을 채택하였다. 또한 1984년에 DOE는 에너지 효율성 개선을 위한 주택의 난방 및 온수시설 개선을 위한 재정지원을 시행하였다. 1990년대에는 고효율 방식에 초점을 두기 시작하여, 진보한 주택 에너지 평가를 시작하였다. 1994년에는 냉방효율성 측정을 시작하여 에어컨, 환풍시설, 차폐시설 등을 교체하였다. 특히 DOE는 각 주택의 개별적 특성을 바탕으로 상세한 분석을 선행하여 최적의 저비용 고효율 대처방안을 선택하였다. 1999년에는 밀레니엄 단열 위원회(Millennium Weatherization Committee)를 구성하여 21세기에 적합한 단열방식 전략 보고서인 “Weatherization Plus”를 출간하였다.

○재정지원 및 재원마련

미국 경제회복 및 재투자법(American Recovery and Reinvestment Act of 2009)에 따라 WAP는 50억달러의 재정 지원을 받았으며, 이를 통해 총 60만 가구의 단열지원을 달성하였다.

○사업성과에 대한 평가

WAP의 경우 매년 10만 가구의 주택 에너지효율향상 프로그램이 진행되고 있으며, 76년 이후 630만 가구가 혜택을 받았다. 하지만 아직도 WAP 대상가구가 3,800만 가구이므로 전체의 16%에 불과하다(<표 3-11> 참조).

〈표 3-11〉 WAP의 지원을 받은 가구수

(단위 : 가구)

회계연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
수혜 가구수	74,316	77,697	104,683	100,202	99,756	97,582	104,149	104,283

자료 : 미국 에너지부 홈페이지(WAP 사업),
http://www1.eere.energy.gov/wip/wap_history.html

미국은 70년대 오일쇼크를 경험하면서 저소득층의 광열비 부담을 획기적으로 줄여주는 방식인 저소득층 주택 에너지효율화사업(WAP) 등으로 에너지위기에 대처하고 사회복지수준도 높이고 나아가 지구환경위기에 대해서도 적극적으로 대응하고 있다. WAP의 시행에서 연방정부는 파트너십을 활용하고 있다. 즉 DOE가 주무부처이지만 보건복지부 프로그램과의 연계를 통해 재정을 충당하고 지방정부와의 협력을 통해 지방의 실정과 요구를 반영하여 WAP를 추진하고 있다. 또한 비영리기구를 사업운영주체로 하여 민간분야에 일자리를 창출하면서 사후점검과 교육기능까지 보다 친밀한 분위기에서 WAP가 수행되도록 하였다.²²⁾

또한 미국의 주정부 에너지 프로그램은 주정부 에너지부서가 하위 지방정부, 기업, 민간기관의 사업 신청 가이드라인을 정하고 자금을 배분하며, 분기 및 매년 사업 추진 실적을 연방정부에 보고하는 체계를 구축하였다. 지방정부마다 다양한 유형의 주택 에너지 효율 개보수 프로그램을 추진하여 새로운 실험에 대한 정치적 리더십과 행정적 지원 및 제도적 기반이 뒷받침되고 있다.

미국은 30년이 넘는 기간에 WAP를 진행하면서 사업 과정의 체계를 마련하고 사업 수행 시 과학적 분석과 과학적 장비들을 통해 사업의 성과 등을 구체적으로 파악할 수 있게 되었다. 이러한 미국의 사례를 통하여 우리나라도 취약계층 주택 에너지 효율개선사업에 대한 구체적인 규정이 필요하며, 관 주도의 사업에서 벗어나 민과 함께 하는 사업 진행 방식을 통해 민관 거버넌스를 구축하고 우리나라 특성에 맞는 주택 에너지 효율개선사업 시스템을 서둘러 구축해야

22) 윤순진, 2006

할 것이다. 우리나라에서도 민간의 적극적인 활동을 통해 이 사업을 체계적이고 구체화하려는 노력이 필요할 것이다.

2) 영국

영국 FPS(Fuel Poverty Strategy)는 에너지복지 관련 법규(Warm Homes and Energy Conservation Act, 2000)에 근거해 영국연료부족전략(UK Fuel Poverty Strategy)을 2001년 11월에 발표 및 수립하였으며, 매해 평가보고서(Progress Report)를 발간하고 있다. 2007년 에너지백서에는 에너지빈곤의 제거가 4대 에너지정책 목표 중 하나로 명시되어 있다. 또한 목표달성을 위해 에너지 효율을 향상하고 주택개량과 공동체 재생, 빈곤의 완화, 보건향상 등을 위한 기존의 규제와 정책, 프로그램을 효과적으로 이용하는 것이 중요하다고 지적하고 있다. 아울러 에너지빈곤 상태의 시민들과 에너지 효율산업, 에너지 공급자, 지방정부 등과 함께 일하는 방식을 취하고 있다.²³⁾

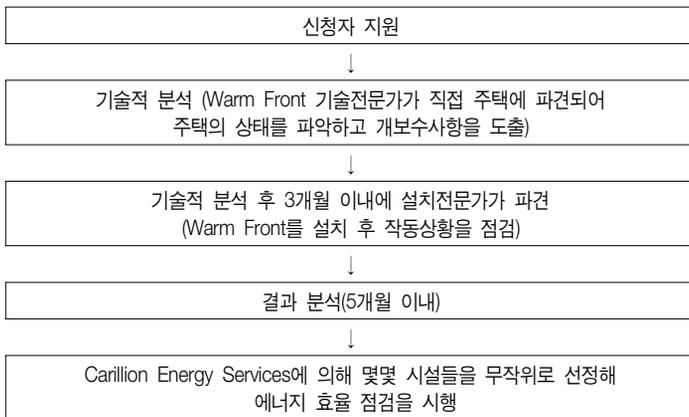
이러한 FPS 프로그램 중 하나가 Warm Front Scheme이다. 난방전선보조금(WF)은 찬 날씨에 건강이 손상되기 쉬운 노약자와 어린이, 장애인, 만성질환을 가진 사람들에게 단열과 난방 효율개선을 제공하기 위해 2000년 6월에 도입되었다. 이후 잉글랜드 개인소유주택의 에너지 효율성을 개선하기 위해 Warm Front Scheme은 에너지부서(Department of Energy)와 기후변화부서(Department of Climate Change)의 핵심 사업으로 추진되어왔다.

Warm Front Scheme의 목표는 중앙난방시설을 갖추지 못하였거나 낙후된 단열시설로 인해 어려움을 겪고 있는 저소득층의 주택난방과 단열개선을 국가적 차원에서 지원해주는 사업으로, 세부적으로 저소득가구를 대상으로 난방기기 교체, 이중벽 단열공사, 다락방 단열공사 등의 사업을 시행하였으며, 최근에는 태양열을 이용해 난방을 공급하는 사업도 포함되기 시작하였다. Warm Front

23) 영국의 사례는 The Warm Front Scheme 보고서, 2009와 영국정부 정책공개 홈페이지(<http://www.direct.gov.uk/en/Environmentandgreenerliving/Energyandwatersaving>)를 참조함.

Scheme은 잉글랜드 지역의 정책이며, 타 지역의 유사 에너지 정책으로는 웨일즈의 Nest Scheme, 스코트랜드의 Energy Assistance Package, 북아일랜드의 Warm Homes Grants가 있다.

Warm Front Scheme은 실업자, 국가 생활보조 수혜자, 노년가구, 장애 혹은 중증장애 가구, 5살 미만의 아동이 있는 가구를 대상으로 하고 있으며, 특히 중앙난방시설을 갖추지 못하고 낙후된 단열시설의 주택 거주자를 우선적인 대상으로 선정한다. 대상자는 집을 소유하고 있거나 개인 소유주로부터 주택을 임대한 경우에 해당한다. Warm Front Scheme의 추진체계는 다음 <그림 3-14>와 같다.



<그림 3-14> Warm Front Scheme의 추진체계

○사업의 성과 및 효과

Warm Front Scheme은 2005년 6월부터 2008년 3월까지 635,000가구 이상을 지원해왔으며, 이는 총 8억5천2백만 유로에 이르는 금액이다. 이를 통해 가구당 1년에 300유로의 에너지 절감에 성공하였으며, 수혜자의 86% 이상이 높은 만족도를 나타내고 있다.

정부는 에너지공급업체들과의 협약을 통해 사회적 지원사업을 독려하여, 2007

년 기준 5,600만 파운드를 지원했으며, 70만 수혜가구 가운데 10%가 에너지빈곤에서 벗어난 것으로 추정하고 있다.

○재정지원 및 재원마련

정부는 에너지빈곤층 지원전략을 중심으로 에너지트러스트, 가스전력위원회와 협력관계를 설정하고 에너지빈곤층에게 원활한 지원을 할 수 있는 지원전략 자문단을 두었다. 대상자에게는 난방 및 단열 개선을 위해 가구당 3,500유로부터 6,000유로까지 보조금을 지원한다. 보조금의 최대 액수를 초과하는 공사비에 대해서는 거주자가 직접 지불하여야 하며 그 외의 추가지원은 허용되지 않는다.

○사업성과에 대한 평가

영국은 에너지빈곤에 대한 정의를 명확하게 내리고 있어 정책대상에 대한 구정이 확실하며, 에너지복지정책이 보조금 지원과 함께 난방전선보조금, 에너지 효율약정, 주택개량기구 등을 통해 주택의 단열시공을 지원하는 다양한 에너지 효율향상 프로그램으로 시행되고 있다(<표 3-12> 참조).

이러한 다양한 정책들은 일시적인 보조금 혜택이 아닌, 에너지 절감을 통해 근본적으로 에너지빈곤을 극복하기 위한 노력이다. 또한 에너지복지정책을 사회적 배제(Social exclusion)문제와 연계시켜 해결하고자 하는데, 개별 가구의 소득과 에너지 효율을 향상시키기 위한 방안들은 취약한 가구들의 안전성을 높이고 보다 광범위한 사회참여의 기회를 제공하고 있다.

영국 에너지복지 정책의 가장 중요한 점은 지역 커뮤니티가 유지되고 주민 참여가 원활하게 이루어진다는 것이다. 영국 연방은 재원과 프로그램을 제시하고, 실질적인 집행은 각 지방정부에서 이루어진다. 이들은 지역 커뮤니티를 구성하고 비영리 NGO와 파트너십을 이루며, 지역의 사정을 누구보다 잘 아는 NGO는 주민들의 참여를 이끌고, 지역경제를 중심으로 에너지복지 지원제도를 활용한다.²⁴⁾

24) 조복현, 2011

〈표 3-12〉 영국의 에너지 관련 복지정책

사 업	지 역	내용 및 목표
Carbon Emissions Reduction Target	전국	-탄소배출량 절감, 주택의 개보수 효과를 유도 -공급자들의 의무사항
Decent Homes Standard	잉글랜드	-효율적인 난방과 단열 -난방쾌적성을 유지하기 위한 최저기준 제공
Warm Zone	잉글랜드	-저소득층과 난방효율성이 취약한 가구를 대상 -에너지효율개선 지원
Low Carbon Building Program	잉글랜드/ 웨일즈	-저소득층의 낙후된 주거지역 개선
Community Energy Efficiency Fund	잉글랜드	-지역기반으로 비용효율적인 대처방안을 지원할 지원자를 모집
Community Energy Savings Program	전국	-지방정부, 자원봉사단체, 에너지공급자들의 지원 -빈곤층 대상의 에너지효율 대책사업 제안
Local Authority Indicators	잉글랜드/ 웨일즈	-에너지 개보수사업에 필요한 소득관련 계층을 분류 -보조금 수혜범위를 결정
Helping households off the gas grid	전국	-낙후된 지역에 가스공급망 제공 -관련공급자에게 인센티브를 지급

3) 독일

독일 연방정부의 에너지 정책은 장기간에 걸쳐 성공적으로 추진되고 있으나 최근에는 EU 의회와 함께 재생에너지 발전 산업과 함께 거주지 관련 에너지 정책 및 배기가스 배출 억제정책에 초점을 두고 있다. 더불어 연방정부는 전체 에너지 소비량 가운데 가장 많은 30.1%의 에너지를 사용하는 일반 가정을 중심으로 주택의 친환경에너지 열효율을 높이기 위한 정책을 강화하고 있다.²⁵⁾

독일 연방정부는 2002년 기존의 열보호규정(WSchV)과 난방설비규정(HeizAnlV)을 통합하여 에너지절약규정(EnEV)을 제정하였으며, 2~3년 주기로 지속적인 개정을 통해 건축물의 에너지 효율화를 단계적으로 확대하여 2012년에는 모든 신축 및 개보수 건물이 에너지소비인증서(Energieausweis)를 제출하도록 하고 있다. 또한 2009년 제정된 재생에너지법(EEWärmeG)은 모든 건물에서 난방에

25) 독일의 사례는 Die Energiewende in Deutschland, 2012 와 독일연방 경제·기술부 홈페이지 (<http://www.bmwi.de>)를 참조함.

너지의 일정부분을 재생에너지로 사용하도록 규정하고 있다.

최근 들어 독일 정부는 2012년 경제기술부, 환경부, 주택부가 합동으로 참여한 “안정적이고 보편적이며, 환경친화적인 에너지공급”을 위한 국가에너지계획을 통하여 보다 장기적이고 효과적인 에너지시스템을 구축하고 있다. 국가에너지계획은 오는 2050년까지 온실배출량을 줄이며, 경제성장과 고용촉진과 더불어, 1990년 대비 80% 이상의 이산화탄소 배출절감이 목표이다.

이러한 각종 규제와 정책의 실현을 위해 2001년부터 시행된 CO₂ 감축 건물개조프로그램(CO₂-Gebäudesanierungsprogramm)은 탄소배출이 없는 주택, 미래형 에너지주택(efficiency-house) 보급을 목표로 정보, 상담, 지원의 3가지 원칙에 따른 기술연구 지원을 통해 기존 건물을 보다 열 효율적인 방식(단열재 보강, 이중창 설치, 난방시설의 현대화 등)으로 개선하도록 유도하기 위해 소유주에게 장기 저금리 융자나 보조금 등의 인센티브를 제공하고 있다.

지원대상은 에너지효율 개선을 원하는 모든 신축 및 개보수 건물이며, 오래된 건물의 에너지 절약관련 설비 리모델링 시에는 거주지역 내에 에너지 관련 상담소 및 서비스 전화를 설치하여 홍보와 상담을 제공하고 있다.

○사업의 성과 및 효과

독일 주거용 건물의 78%는 30년 전에 건축된 건물이며, 80㎡ 면적의 주택은 한 달 평균 난방비가 약 68유로(Euro)로 비교적 높은 수준이어서 독일 국민들이 난방비에 갖는 관심은 상당히 높은 편이다. CO₂ 감축 건물개조프로그램의 도입 이후 열효율개선 방식의 건물 개축이 매년 증가세를 기록하고, 관련 예산도 확대되는 등 독일의 건축물 열 효율성은 크게 증대되고 있는 것으로 나타나고 있다.

이 프로그램에 따라 건물을 개보수한 주택은 2001년 이래 총 52만채에 이르고 있다. 독일 정부는 이 프로그램에 10억 유로를 투자하여 분야별 기술자, 중소기업을 위한 약 2만 5000개의 일자리를 창출하고 있으며, 현재에는 매년 최대 30만건의 일자리가 창출되고 있다. 또한 관련 기술개발의 촉진으로 관련 산업의 국제경쟁력도 크게 향상되었다고 평가하고 있다.

2006년부터 2011년까지는 재건축 관련 신용대출공단(KfW, Kreditanstalt für Wiederaufbau)에서 100만건 이상의 지원이 이루어졌으며, 약 94백만 유로가 투자되었다. 그중 27백만에 달하는 건물이 보수로 에너지효율 수준에 이르렀으며 1,100개의 공공시설 보수도 이루어졌다. 이를 통해 기존건물의 에너지효율성을 개선하여 CO₂ 배출량이 영구적으로 감소하였으며, 창문, 벽, 지붕, 지하실, 천장 공사나 새로운 난방시스템 도입 때문에 난방비를 절감할 수 있게 되었다.

○ 재정지원 및 재원마련

KfW는 포괄적인 에너지 절약을 위해 저렴한 이율로 대출(이산화탄소 배출 감소를 위한 프로그램, 건물 개축관련 프로그램 및 재생에너지사용촉진 프로그램 등)을 지원하고 있으며, 특히 중소기업의 에너지 절약 대책을 위한 투자를 위한 대출지원을 시행하고 있다(<그림 3-15> 참조).

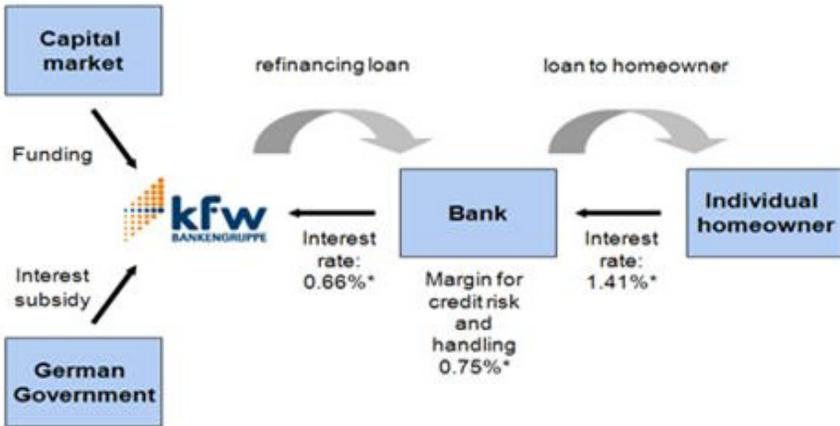
대출조건은 단일조치 및 개별 조합에 대한 부수적인 비용(건축가, 에너지 절약 자문 등)을 포함하여 KfW에서 주거단위당 3,500유로에서 75,000유로가 지급되고, 개별적 소비자에게는 주거단위당 최대 50,000유로가 지원된다. 상환기간은 선택한 대출 기간에 따라 최대 30년 동안 분할상환이 가능하며, 2013년부터는 독일연방 경제·기술부(Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie)의 에너지절감기금이 투입된다.

○ 사업성과에 대한 평가

독일은 기후변화, 온실가스배출, 에너지절감의 문제에 대한 적절한 대응을 위해 정치·경제·산업 등 모든 분야에 걸쳐 환경부담을 감소하려는 노력을 하고 있다. 특히, 에너지 부문에서는 에너지 소비를 가정에서부터 줄여나가고자 하는 노력의 일환으로 다양한 정책과 사업이 시행되고, 이를 뒷받침할 수 있도록 연방정부가 지원하고 있다.

독일은 다른 국가들과 달리 홍보단계부터 상담, 지원의 3원칙이 정부의 규제 아래 철저히 이루어지고 있다. 더불어 연방 및 지역차원의 수많은 지원을 위

해 재생에너지 관련협회 및 기관, 그리고 자발적 시민단체 등이 참여하고 있으며 홈페이지와 지역의 전문가를 통한 관련 정보 교류가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 정부와 단체 및 국민의 노력에 힘입어, 프로그램 시행 이후 CO₂ 배출이 390만 톤 감소하고 난방비도 8억 4000만 유로 절감된 것으로 평가하고 있다.



출처 : 유럽연합 집행위원회 홈페이지(<http://ec.europa.eu>)

(그림 3-15) CO₂ 감축 건물개축프로그램 추진체계

3. 시사점 및 국내사업의 한계

다양한 에너지복지 프로그램을 운영하고 있는 미국, 영국, 독일 등 선진국들은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 에너지복지를 위한 법·제도적 장치를 마련하고 있다. 에너지복지법과 제도에 따라 재원을 마련하고 전담기구를 설치하여 중앙정부에서부터 각 지역의 담당자에 이르기까지 각자의 역할을 수행하고 협력체계를 구축할 수 있는 기반이 조성되어 있다.

- 주거환경의 개선, 저소득층의 고용창출과 사회참여의 가능성 확대, 그리고 에너지효율개선에 따른 에너지비용의 감소 등 통합적인 복지 차원에서 에너지복지정책을 수립하고 있다. 영국은 에너지빈곤을 해소하여 소외된 계층을 포용하는 정책을 시행하고 있으며, 미국은 저소득층에게 제공되어야 할 환경·고용·복지의 문제를 동시에 해결하고자 하는 정책을 펼치고 있다.
- 보조금지원 중심의 정책에서 주택의 에너지효율향상 프로그램 중심 정책으로의 전환은 저소득층의 복지향상과 더불어 사회구성원 전체에게 경제적, 사회적 편익을 제공하고 있다. 특히 에너지절감에 따른 온실가스 배출량의 감소와 환경부하의 감소, 그리고 에너지 생산 비용의 감소로 각 국의 에너지절감 정책에 기여하고 있다.
- 국가적 차원에서 적극적인 투자와 지원을 하고 실행을 담당하는 지자체와 긴밀한 협조가 이루어지고 있으며, 지역의 민간단체와 기업 등과 연계하여 네트워크를 구성하고 사업을 시행하고 있다. 주택의 에너지효율향상을 통해 주택의 가치상승과 고용의 확대, 그리고 지역기업의 성장에 따른 지역경제의 활성화가 이루어지고 있다.

해외사례에서 보여주듯이 에너지복지정책은 통합적 복지 차원에서의 법·제도적 장치가 마련되어야 하고, 국가적 차원에서의 적극적인 지원이 이루어져야 한다. 또한 단순한 에너지비용의 지원에서 벗어나 장기적 차원에서의 에너지효율 향상에 중점을 둔 사업의 시행이 필요하며, 지역의 네트워크 구성과 기술적인 지원도 필요하다.

우리나라에서는 에너지빈곤층에 대한 관심이 높아지고 에너지복지에 대한 논의가 활발함에도 불구하고 에너지복지 실현을 위한 실질적인 법·제도적 장치가 마련되지 않고 있으며, 에너지복지 프로그램들은 공기업을 중심으로 산발적으로 진행되고 있는 실정이다. 또한 정부의 지원도 부족하여 주택의 실질적

에너지성능개선은 불가능하고 단순히 보조금을 지급하는 경우가 대다수이므로, 에너지복지정책을 효율적으로 추진하기에는 한계가 있을 수밖에 없다.

현재 민간단체는 기업과 협력해 에너지절감, 주거환경 개선, 일자리 제공, 지역 시공사들과 연계한 지역경제 활성화를 위해 외국의 경우와 유사한 주택 에너지 성능개선을 위한 주택 개보수사업을 시행하고 있다. 이러한 사업에 대해 시행기업은 자체적으로 에너지절감과 지역경제의 기여에 대한 긍정적인 평가를 내리고 있으나 대상선정방식, 시공기술, 그리고 시공 후의 에너지 평가방법 등 여러 가지 측면에서 개선이 필요함을 보여주고 있다.

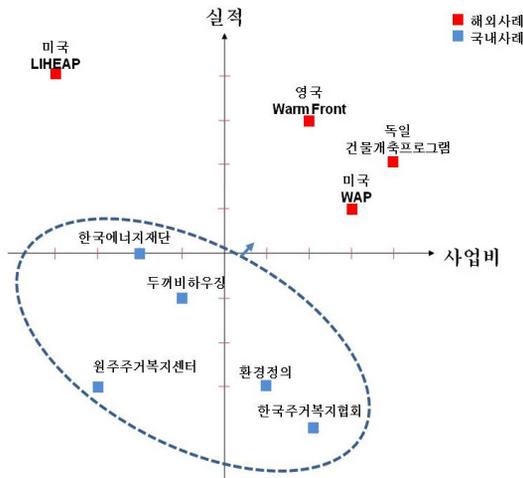
따라서 에너지복지의 실현을 위해서는 우선적으로 실효성 있는 법·제도적 장치의 마련과 재원의 확보가 필수적이며, 정부·지역사회·민간·기업의 협력체제 구축과 실질적인 주택 에너지 성능개선을 위한 기술적 지원체계의 확립 등 종합적이고 포괄적인 대안이 제시되어야 할 것이다.

제2절 국내사례의 실태분석

국내에서 시행 중인 주택 에너지 효율개선사업의 문제점은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 비현실적 지원금의 문제이고, 두 번째는 주택 에너지 효율개선 기술 부족의 문제이다. 여러 가지 국내의 사례에서 보여주듯이 대부분의 사업이 부족한 예산으로 인해 목표로 하는 주택의 에너지 성능의 개선보다는 열악한 주거환경의 개선에 그치고 있으며, 비교적 많은 금액이 투자된 경우에도 시공기술의 부족 때문에 효과적인 에너지절감을 이끌어내지 못하고 있다. 따라서 주택 에너지의 효과적인 효율개선을 위해서는 사업시행에 필요한 지원금 확대, 합리적 지원체제 구축 등의 정책적인 개선과 더불어 에너지절감 목표를 실현할 수 있는 기술의 개발이 병행되어야 할 것이다.

1. 지원금의 현실화

현재 시행 중인 대부분의 사업이 제한된 재원과 많은 지원대상으로 인해 가구당 지원 한도액은 에너지효율을 개선하기에는 매우 부족한 실정이다. 이러한 부족한 지원금 때문에 부분적 단열시공, 도배, 방풍조치, 조명기기의 교환 등 일차적인 조치에 머물고 있으며 지속적인 주택 에너지 효율개선을 통한 에너지비용 감소효과보다는 일시적인 겨울철 난방부족 문제 해결과 주거환경의 개선과 같은 응급상황에 대한 대처 성격이 강하게 나타나고 있다.



(그림 3-16) 국내외 사례의 실적 및 사업비 비교

현재 민간단체와 기업이 협력해 저소득층 주택 에너지 효율사업을 시행하고 있는 ‘희망의 집수리사업’은 국내의 다른 사업과 비교하여 미국·독일 등 외국의 사업과 가장 유사한 형태로 진행되고 있으며 좀 더 현실적인 지원금의 책정과 실질적인 주택 에너지 효율향상 및 지역주민과의 연계를 통해 지역경제 활성화를 위해 노력하고 있다. 그러나 비영리 민간단체와 기업체의 기부금에 의존하는 방식은 재원확충의 어려움 때문에 10년간의 장기적인 계획으로 시행되

고 있음에도 불구하고 지원대상이 1,000호라는 규모적인 한계를 가지고 있다 (<그림 3-16> 참조).

에너지복지의 실현과 주택 에너지 효율개선을 통한 저소득층의 에너지비용 감소를 위해서는 에너지복지와 관련된 법·제도적 장치의 구축이 선행되어야 하고, 이러한 법·제도적 근거를 바탕으로 중앙정부 및 각 지자체 차원에서의 공공재원 마련이 필수적이다. 또한 각 부처 및 공공·민간단체들이 독자적으로 시행하고 있는 여러 가지 사업을 통합하여 관리하면 보다 현실성 있는 지원금의 책정이 가능할 것이다.

사업의 시행에서도 장기적 차원에서의 지속적인 에너지효율향상과 지역의 기업 및 주민참여를 유도할 수 있는 네트워크를 구성하여 사업시행에 따라 발생하는 경제적인 이윤이 그 지역사회에 다시 돌아갈 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 이러한 지원에 의해 개보수된 주택에 대해서는 저소득층의 지속적인 주거를 보장하여 저소득층의 에너지비용 절감과 주거의 질적 개선 및 생활수준 개선을 위한 통합적 복지에 이바지해야 할 것이다.

2. 주택 에너지 효율개선 기술 개발

현재의 주택 에너지 효율개선사업들의 에너지절감 효과가 크지 않은 원인에는 비현실적인 지원금의 영향이 가장 크다고 볼 수 있으나, 이와 더불어 기술적인 문제도 간과할 수는 없다. 물론, 제한된 지원금 탓에 주택 에너지 효율향상을 위한 모든 조치를 취할 수 없기 때문에 현행 설계기준에 미치지 못하는 결과를 보일 수밖에 없으나, 주택의 개보수 후에도 열교부위를 통한 열손실이 지속되고 결로 및 곰팡이의 발생 위험이 있다는 것은 기술적인 개선이 필요함을 보여주고 있다.

1) 사업대상 선정

사업대상의 선정 시 대상가구의 지원대상 적합여부뿐만 아니라 주택의 상태도 고려되어야 한다. 실제로 주택 에너지 효율사업에 의한 개보수가 진행된 한 주택은 사전 조사 시 구조체인 외벽의 부식이 진행되어 부분적으로 벽의 표면이 부스러져 떨어져 나가기 시작하는 단계였고, 벽면과 지붕에 심한 누수현상이 발생하고 있었으며 인접주택으로 인해 부분적으로는 단열재의 시공이 어려운 상황이라고 보고되었다. 이러한 경우, 심한 부식과 계속적인 누수 때문에 구조체의 약화가 염려되고 있어 에너지절감보다는 안전의 문제를 먼저 해결해야 될 것이다. 그러나 공사의 진행과정에서도 주택의 구조안전진단을 시행한 기록은 없었다. 한편 공사후의 적외선카메라 측정 결과도 여러 부위에서 표면결로의 위험이 있음을 보여주고 있다.

건물은 신축후 15년에서 20년의 주기로 개보수를 통한 유지·관리가 필요하다. 바꿔 말하면 개보수를 시행한 건물은 최소한 15년에서 20년 정도의 지속적인 사용이 가능해야 하는 것이다. 이러한 건물은 구조체의 안정성과 지속적인 결함의 문제로 장기간의 사용을 장담할 수 없으므로 철거후 신축을 고려해야 한다. 주택상태의 정확한 진단이 없이 사업이 시행된 경우, 주택 개보수후 지속적인 결함의 발생으로 추가적인 개보수가 필요하거나 사용기간이 단축되어 에너지 비용의 절감에 의한 투자비용의 회수가 어렵다.

따라서 사업대상의 선정 시 대상가구의 경제적 상황도 중요하지만, 주택의 지속적인 사용에 대한 객관적인 건축적 상황의 평가가 이루어져야 할 것이다.

2) 시공기술

현재 시행되고 있는 주택 에너지 효율개선사업은 예상했던 에너지절감의 목표와 차이가 있는 결과를 보여주고 있는데, 이는 에너지 저소비형 주택에 대한 이해와 시공기술의 부족으로 판단된다. 대부분의 사례에서 열교부위에 대한 조

치를 취한 경우나 정밀한 시공을 위한 부분 디테일을 개발하여 적용한 경우는 찾아볼 수 없으며, 기존의 낙후된 공법으로 시공하는 것으로 나타나고 있다.

예를 들면, 단열재는 일반적으로 현장에서 재단하여 설치하고 단열재 간의 연결부에도 충분한 조치를 취하지 않는 등 정밀한 시공이 이루어지지 않고 있다. 이러한 경우 단열부위의 성능저하, 열교발생, 그리고 심하면 표면 결로를 발생시켜 건물의 결함으로 이어진다. 다음 <그림 3-17>은 한 주택 에너지 성능사업의 지붕공사 사례이다. 이 사례는 단열재의 정밀한 시공이 이루어지고 있지 않아 단열성능의 저하가 예상된다. 또한 지붕단열 공사시 단열재하부에 방습층이 제대로 설치되지 않아 습기의 침투로 인한 피해가 예상된다. 이러한 경사지붕의 단열성능을 유지하고 습기로 인한 피해를 막기 위해서는 개보수 시 지붕면 전체에 방습층을 설치하고 단열재를 시공한 후(<그림 3-18>, <그림 3-19> 참조), 외부마감재 설치 이전에 또 한번 방습·기밀층을 설치하여 습기의 침투를 막고, 외부마감재의 사이로 들어오는 빗물이 방습·기밀층을 따라 외부로 배출될 수 있도록 하여야 한다(<그림 3-20> 참조).

외벽의 단열도 같은 문제를 나타내고 있다. <그림 3-21>은 한 주택 에너지 성능사업의 외벽 단열공사 사례이다. 이 사례도 지붕과 동일하게 현장에서 단열재를 임의로 재단하여 시공하기 때문에 정밀시공이 이루어지지 않고 있어 연결부 간의 유격이 심하게 발생하고 있다. 또한 외벽의 상·하부에도 적절한 보완이 이루어지지 않아 열교를 방치하고 있어 단열성능의 저하가 예상된다.



〈그림 3-17〉 A 주택 개보수 사례 - 지붕단열



출처 : <http://www.baulinks.de>

〈그림 3-18〉 경사지붕 개보수 방습층 설치 사례



출처 : <http://www.baupraxis.de>

〈그림 3-19〉 경사지붕 개보수 단열재 정밀시공 사례



출처 : <http://www.idv-daemmstoffe.de>

〈그림 3-20〉 경사지붕 개보수 단열공사 과정



〈그림 3-21〉 A 주택 개보수 사례 - 외벽단열



출처 : <http://www.hausundgrund-rip.de>

〈그림 3-22〉 외벽 단열재의 정밀한 재단과 시공 사례



출처 : <http://www.heinze.de>

〈그림 3-23〉 단열재 간의 연결부 정밀시공 사례



출처 : <http://www.unger-diffutherm.de>

〈그림 3-24〉 정밀시공용 외벽단열재 개발 사례



출처 : <http://gasa-vakuumbaemmung.de>

〈그림 3-25〉 공장생산형 외벽단열 모듈



출처 : <http://www.dimagb.de>

〈그림 3-26〉 기초부 단열시공 사례

외벽의 단열시공을 위해서는 일차적으로 현장확인 후 전용공구를 사용하여 단열재를 재단하고 단열재 간의 유격이 벌어지지 않도록 하여 설치후 단열성능 저하를 방지해야 하며(<그림 3-22> 참조), 시공 시에는 단열재 간의 연결부가 상하로 연결되지 않도록 교차하여 설치해야 한다(<그림 3-23> 참조).

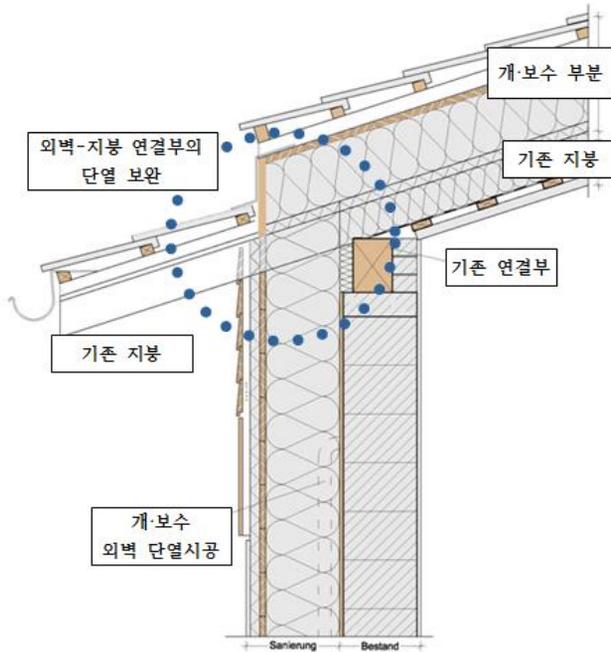
또한 현장시공에서 정밀시공의 어려움이 예상되는 경우 <그림 3-24>와 같은 모듈형 외벽단열재나 <그림 3-25>와 같은 공장생산형 외벽단열 모듈의 개발을 고려하여야 한다.

주택의 전체적인 단열성능의 확보를 위해서는 이러한 정밀시공 외에도 열손실 예상부위에 대한 추가적인 단열보완 조치를 취해야 한다. 외벽의 단열 시에는 지표면 위의 외벽에만 단열시공을 하는 것으로는 부족하며, 건물과 현장상황에 따라 가능하다면 기초부위의 단열을 고려해야 한다(<그림 3-26> 참조). 이는 외벽단열 시공후 외벽하부의 열손실부위, 즉 열교부위로 방치되어 지속적인 열손실과 건물의 결함으로 이어질 수 있기 때문이다. 또한 외벽과 지붕의 단열 시공후 외벽과 지붕의 연결부위에 대한 추가적인 보완조치가 필요하다. 이러한 문제도 열교부위에 의함이며, 열손실과 결로현상에 의한 피해가 빈번하게 발생하기 때문이다(<그림 3-27> 참조).

일반적으로 단열이 잘된 건물의 경우 열교부위는 건물전체 열손실의 최고 30% 이상을 차지하는 부위이므로, 이러한 부위를 통한 열손실을 방지하는 것이 매우 중요한 일이다.

현재 시행되고 있는 주택 에너지 효율개선사업들은 많은 부분에서 시공기술의 부족을 드러내고 있다. 실효성 있는 주택 에너지 효율개선사업의 추진을 위해서는 시공기술의 개선과 기술지원을 위한 전문가의 양성이 필수적이다.

현재와 같이 저에너지주택에 대한 이해가 부족한 경우에는 우선적으로 저에너지주택의 설계와 시공에 대한 상세 매뉴얼을 개발하여 각 현장에 투입되는 공사 책임자를 교육하고, 정밀시공을 관리·감독할 수 있는 사업시행 책임기관, 전문가, 시공자 간의 네트워크 구성이 필요하다. 또한 주택 개보수를 위한 단열재, 방습층 등의 재료 개발과 시공방법 개선이 병행되어야 한다.



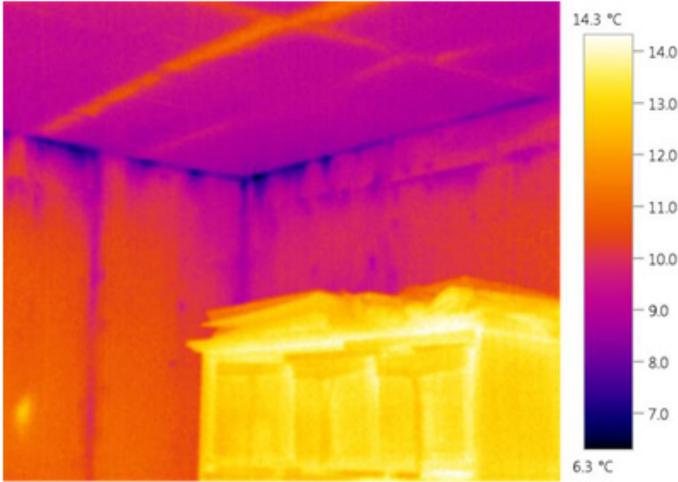
출처 : <http://www.aktiv-klimahaus.at>

〈그림 3-27〉 외벽-지붕 연결부의 단열보강

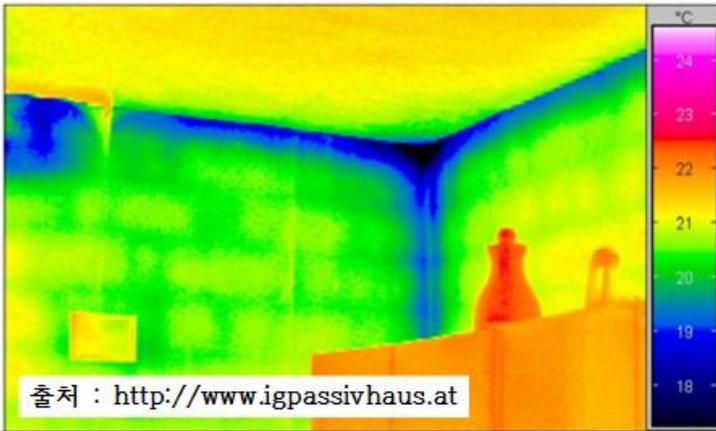
3) 에너지 평가

현재 시행되고 있는 주택 에너지 효율개선사업들은 사업시행을 전후하여 기밀성의 측정(Blow-Door Test)과 열화상카메라를 이용한 열손실 측정, 시뮬레이션을 이용한 에너지사용량의 예측을 통해 건물의 에너지성능 향상을 평가하고 있다. 그러나 이러한 평가의 과정에서도 여러 가지 문제점이 나타나고 있다.

〈그림 3-28〉은 국내 주택 에너지 효율개선사업의 열효율개선 평가를 위해 주택 개보수후 열화상카메라로 측정한 결과를 보여준다. 측정결과 공사후 벽면과 천장, 그리고 모서리부분 모두에서 전체적으로 표면온도가 지나치게 낮은 것으로 측정되고, 벽체와 천장 모든 부분에 결로와 곰팡이 발생의 위험이 있는 것으로 판단된다. 이러한 결과로 볼 때, 시공결함으로 인한 재공사가 불가피하다고 할 수 있다.



〈그림 3-28〉 주택 에너지 효율개선사업의 열화상카메라 측정 사례



〈그림 3-29〉 외국의 열화상카메라 측정 사례

그러나 <그림 3-28>은 벽면 앞쪽의 가구로 보이는 물체의 온도를 기준으로 볼 때, 실내온도를 확보하지 않은 상태에서 적외선카메라의 촬영이 이루어진 것으로 추정된다. 이는 에너지성능 평가의 목적과 과정을 이해하지 못한 상태에서 촬영을 하고, 잘못된 기초자료를 바탕으로 건물의 성능평가가 진행되었음을 의미한다.

<그림 3-29>는 외국의 사례로 주택 개보수후 열화상카메라로 측정된 결과를 보여준다. 측정결과 실내온도 20°C를 유지한 상태에서 촬영되었으며 벽체와 천장, 모서리부분 모두 최소 17°C 이상의 온도를 나타내고 있다. 이러한 경우에는 표면결로나 곰팡이 발생의 위험이 없다고 판단되고, 평균표면온도도 실내온도와 비슷한 수준(실내공기의 온도와 표면온도 간의 차이 2K 이내)으로 유지되어 쾌적한 실내환경을 조성할 수 있을 것이다. 이렇듯 열화상카메라의 측정결과는 여러 가지 정보를 포함하고 있는 중요한 자료이다. 따라서 정확한 방식에 의한 촬영과 촬영결과에 대한 전문적인 분석이 필요하다.

기밀성테스트도 유사한 경향을 보여주고 있다. 기밀성테스트는 각 건물에 필요한 기본적인 환기량을 제외한 벽체, 지붕, 창문, 문 등의 틈새로 침입하는 외부 공기량의 정도를 측정하는 것이고, 이는 건물의 열손실에 직접적인 영향을 준다. 주택 에너지 효율개선사업의 주택 개보수후 대부분의 기밀성테스트에서 n_{50} 값²⁶⁾이 5~8h⁻¹을 보이고 있으며 10h⁻¹ 이상을 기록하는 경우도 나타나고 있다. 저에너지주택 침기율 기준이 일반적으로 0.6~0.7h⁻¹임을 감안하면 이는 상당히 높은 수치임을 알 수 있다. 이러한 측정결과가 나오는 경우에는 건물의 기밀성향상을 위한 후속조치가 필요하다. 그러나 현재 기밀성테스트는 평가를 위한 측정으로 그치고 아무런 조치를 취하지 않아 개보수후에도 침기를 통한 에너지의 손실 문제는 해결되지 않고 있으며, 침기가 심하게 발생하는 원인에 대한 분석도 이루어지지 않고 있다.

침기율 $n_{50} = 8h^{-1}$ 은 정상적인 기압상태에서 2시간에 한 번씩 난방을 통해 따뜻해진 실내의 모든 공기가 외부의 차가운 공기로 교환되고 있음을 의미하며, 열손실 측면에서 계산해보면 최대 45 kWh/(m²·a)의 열손실이 침기를 통해 일어나고 있음을 뜻한다. 따라서 이러한 측정은 평가를 위한 측정이 아닌, 건물에너지 절감의 취약부분을 확인하여 후속조치를 취하기 위한 도구로 사용되어야 한다.

26) n_{50} 값은 50Pa의 기압하에서의 침기율을 나타내는 값으로 주택 및 실의 전체 체적을 기준으로 시간당 공기의 교환이 이루어지는 비율을 의미하며 단위는 회/시간, h⁻¹을 사용함.

또 한 가지의 문제는 건물의 에너지성능 평가를 위한 시뮬레이션이다. 개보수에 따른 에너지성능 평가는 장기간에 걸친 모니터링이 필요하기 때문에 많은 경우 시뮬레이션의 결과로 에너지절감률을 산정해 내고 있다. 그러나 이러한 시뮬레이션의 결과는 열교를 통한 건물에너지의 손실을 고려했다고 보기 어렵다. 건물의 단열수준이 높아질수록 열교에 의한 열손실의 비율은 높아지게 되고, 이러한 부분이 고려되지 않은 상태의 계산은 많은 오차의 가능성을 가지고 있다. 따라서 건물에너지의 합리적 평가를 위해서는 열교부위와 기밀성능에 따른 열손실의 기준과 이를 평가하기 위한 건물에너지의 계산표준이 개발되어야 할 것이다.

건물에너지의 측정과 시뮬레이션을 통한 에너지사용량의 예측은 단지 그 자체로는 아무런 의미가 없다. 그러므로 여러 가지 열손실 측정을 통해 얻은 결과를 정확하게 분석하여 건물에너지 향상을 위한 대안을 만들어내고 추가적인 조치를 취하여 실질적인 건물에너지 절감을 위한 도구로 활용하여야 한다.

제4장 단독주택의 난방에너지 효율개선사업 모델

제1절 주택의 난방에너지 절감 모델

제2절 경제성 분석

제 4 장

단독주택의 난방에너지 효율개선사업 모델

제1절 주택의 난방에너지 절감 모델

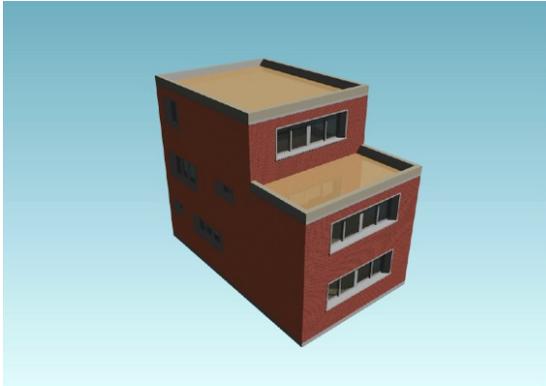
1. 난방에너지 계산 모델

1) 모델의 설정

건물 개보수에 따른 단독·다가구주택의 난방에너지 절감 효과의 분석을 위해서 다음과 같은 주택모델을 설정하였으며, 개보수 형태에 따라 외단열, 내단열, 바닥단열, 창호교체, 보일러 교체 등 요소별로 조합하여 조건별 난방에너지 소비량을 계산하였다.

- 주택형태 : 단독·다가구(3가구 주거)
- 주택연면적 : 162m²(지하층 없음, 1·2층 각각 60m², 3층 42m²)
- 냉난방면적 : 132m²
- 냉난방체적 : 330m³
- 창호면적 : 22.1m²
- 구조 : 조적조(중공층 설치), 평지붕(슬라브)

난방에너지 계산을 위한 주택모델은 저소득층의 가구당 주거면적²⁷⁾, 다세대 주택 67.9m², 공동주택 66.8m², 단독주택 49.9m²을 참고하여 3가구 주거형태의 다세대주택으로 구성하였으며, 주택의 구조는 건물연한 20~30년 사이에서 가장 흔하게 나타나는 조적조(중공층 설치), 평지붕형태의 주택으로 선정하였다. 주택모델의 형태²⁸⁾는 다음 <그림 4-1>과 같다.



<그림 4-1> 난방에너지 분석을 위한 주택모델

주택의 난방에너지 분석을 위한 모델의 열관류율은 「건축물의 에너지절약설계기준」에서 제시하고 있는 건축 자재의 열전도율을 기준으로 계산하였으며, 주택 개보수 대상모델은 단열시공이 이루어지지 않은 건물이므로 열교부위에 대한 열손실을 고려하지 않았다. 주택 개보수후의 주택모델에 대해서는 2011년 개정된 「건축물의 에너지절약설계기준」의 단열규정을 기준으로 하였으며, 외단열과 내단열로 나누어 각 경우의 열교부위를 통한 열손실을 선형열교계산 프로그램 Dämmwerk와 열교계산표²⁹⁾의 계산결과에 따라 각 부위에 적용하였다. 각 건물의 기본 정보는 다음 <표 4-1>, <표 4-2>, <표 4-3>과 같다.

27) 조항문, 2009

28) Dong Hong Shin, 2011의 패시브하우스 에너지소비량 분석에 사용된 주택모델의 기본형태를 사용하였으며, 이 연구의 목적에 따라 구조, 열관류율, 창호, 기후데이터 등을 수정하여 적용함.

29) BFE, 2002와 IBO, 2008을 참조함.

〈표 4-1〉 주택 개보수 대상모델의 기본 정보

구 분	열관류율(U), [W/(m ² · K)]	면적 [m ²]
외벽	1,76	202,9
지붕	3,43	60,0
바닥	2,55	60,0
현관문	2,40	1,9
창 / 창틀	3,16 / 3,63	19,2 / 2,9
기타 사항	침기율 n ₅₀ = 8h ⁻¹ , 창문시공 선형열교계수(Ψ) = 0,18W/(m · K) 창-창틀 선형열교계수(Ψ) = 0,040W/(m · K)	

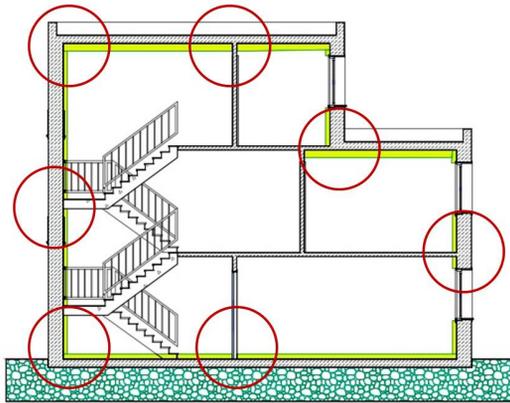
〈표 4-2〉 주택 개보수 대상모델 내단열 시공의 기본 정보

구 분	열관류율(U), [W/(m ² · K)]	면적 [m ²]
외벽	0,34	202,9
지붕	0,21	60,0
바닥	0,30	60,0
현관문	2,40	1,9
창 / 창틀	2,40 / 2,40	19,2 / 2,9
구 분	선형열교계수(Ψ), [W/(m · K)]	길이 [m]
외벽과 외벽의 연결부	-0,20	30,0
외벽과 지붕의 연결부	-0,20	38,0
외벽과 바닥의 연결부	-0,10	32,0
층간바닥과 외벽의 연결부	0,60	52,0
내벽과 외벽의 연결부	0,15	27,5
내벽과 지붕의 연결부	0,60	8,2
내벽과 바닥의 연결부	0,50	12,9
기타 사항	침기율 n ₅₀ = 0,7h ⁻¹ , 창문시공 선형열교계수(Ψ) = 0,040W/(m · K) 창-창틀 선형열교계수(Ψ) = 0,040W/(m · K)	

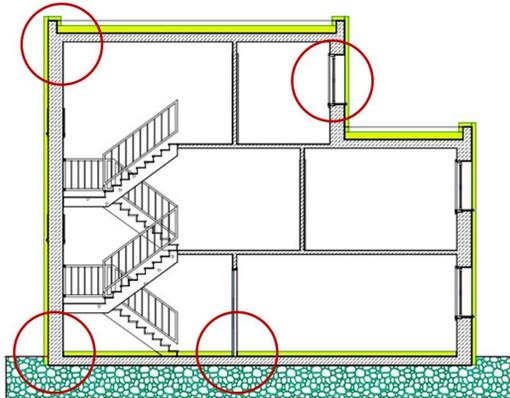
〈표 4-3〉 주택 개보수 대상모델 외단열 시공의 기본 정보

구 분	열관류율(U), [W/(m ² · K)]	면적 [m ²]
외벽	0,34	202,9
지붕	0,21	60,0
바닥	0,30	60,0
현관문	2,40	1,9
창 / 창틀	2,40 / 2,40	19,2 / 2,9
구 분	선형열교계수(Ψ), [W/(m · K)]	길이 [m]
외벽과 외벽의 연결부	-0,60	30,0
외벽과 지붕의 연결부	-0,20	38,0
외벽과 바닥의 연결부	0,06	32,0
내벽과 바닥의 연결부	0,50	12,9
기타 사항	침기율 n ₅₀ = 0,7h ⁻¹ , 창문시공 선형열교계수(Ψ) = 0,040W/(m · K) 창-창틀 선형열교계수(Ψ) = 0,040W/(m · K)	

<표 4-2>와 <표 4-3>에서 알 수 있듯이, 내단열 시공 시에는 외벽과 내벽의 연결부, 내벽과 지붕·바닥, 외벽과 층간바닥, 그리고 계단참 등의 부위에서 단열재의 불연속 부위, 즉 열교부위가 발생한다. 외단열 시공 시에는 바닥의 단열재 설치를 제외한 거의 모든 부위에서 이러한 열교의 방지가 가능하다(<그림 4-2>, <그림 4-3> 참조). 따라서 주택의 열성능 개선을 위해서는 외단열 시공이 유리하나, 우리나라의 경우 시공 경험이 부족하고 각 부위에 따른 시공디테일이 개발되어 있지 않아 시공 시 어려움이 있다.



<그림 4-2> 내단열의 열교발생 부위



<그림 4-3> 외단열의 열교발생 부위

2) 에너지계산 전제조건

주택 개보수에 따른 난방에너지 사용량의 분석을 위해서는 패시브하우스 에너지 분석도구인 PHPP 2007(Passivhaus-Projektierungapaket 2007)을 사용하였다. PHPP는 ISO 13790의 전신인 EN 832 기반의 건물에너지 계산 도구(TOOL)이다. 이 도구는 열교부위의 열손실과 건물 바닥면을 통한 열손실을 고려한 계산결과를 보여주고 있어, 이 연구와 같이 단열방식의 변화에 따른 에너지소비량의 계산에는 많은 이점을 가지고 있다. 난방에너지 계산을 위한 전제조건 및 기후데이터는 다음 <표 4-4>, <표 4-5>와 같다.

<표 4-4> 난방에너지 계산 전제조건

구 분	난방에너지 계산 전제조건
실내온도	난방시 20°C (상시)
실내발열량	2.1 W/m ² (고효율기기 사용에 따른 실내발열량 감소)
실내환기율	주택 최소환기 기준 0.3h ⁻¹
실내침기율 (n ₅₀)	기존주택 10.0h ⁻¹ , 개보수 시 0.7h ⁻¹
에너지평가 면적 기준	냉난방면적 (132m ²) / 냉난방체적 (330m ³)

<표 4-5> 서울시 기후데이터

	월평균기온 °C	월평균일사량 kWh/(m ² · month)				
		수평면	북	동	남	서
1월	-2.1	62	21	35	86	39
2월	0.2	79	28	45	90	61
3월	6.3	105	36	91	88	46
4월	13.0	130	48	69	80	81
5월	17.6	141	42	72	64	71
6월	21.8	132	56	81	62	70
7월	25.2	109	50	76	56	54
8월	26.4	110	51	75	65	60
9월	21.2	114	43	72	85	70
10월	14.7	96	29	69	103	54
11월	6.9	59	23	37	75	38
12월	0.9	54	20	37	79	32

자료 : 건축물의 에너지절약설계기준

2. 난방에너지 계산 결과

1) 개보수 대상 주택모델의 난방에너지 소비량

개보수 대상 주택모델의 연간 난방에너지 요구량은 49,534kWh/a이며, 대상 주택의 냉난방면적 기준의 연간 단위면적당 난방에너지 요구량은 375kWh/($m^2 \cdot a$)로 계산된다. 다음 <그림 4-4>는 대상주택의 월별 난방에너지 소비량을 나타낸다. 이러한 주택은 기존의 노후 보일러(열효율 70%)를 사용할 경우 난방 에너지의 사용량이 535.7kWh/($m^2 \cdot a$)이며, 2012년 현재의 도시가스 가격을 기준으로 계산하면 연간 난방을 위해 약 556만원을 지불해야 하는 상태이다. 이는 난방이 필요한 기간을 10월부터 4월까지로 가정하면, 난방 기간에 실내의 적정 온도를 유지하기 위해서 가구당 매월 20만원에서 29만원까지의 비용을 지불해야 한다는 것을 의미한다.

이러한 경우 별도의 개보수 공사 없이 보일러만 고효율 보일러(열효율 87% 이상)로 교체하면 약 19.5%의 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다.

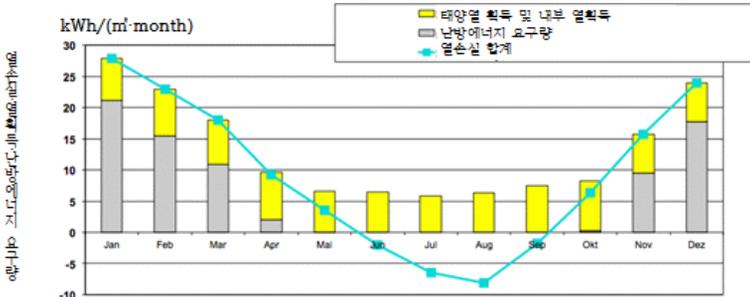
2) 내단열 공사 시의 난방에너지 소비량

현행 「건축물의 에너지절약설계기준」의 단열규정에 따라 전면적인 지붕·외벽의 내단열, 바닥단열, 창호교체와 보일러의 교체를 실시한 경우, 대상주택의 연간 난방에너지 요구량은 10,044kWh/($m^2 \cdot a$)이며, 연간 단위면적당 난방에너지는 76kWh/($m^2 \cdot a$)로 계산된다. 다음 <그림 4-5>는 내단열 개보수 주택의 월별 난방에너지 소비량을 나타낸다. 난방에너지의 사용량은 87.4kWh/($m^2 \cdot a$)로 83.7%의 난방에너지 절감이 가능하다. 또한 2012년 현재의 도시가스 가격을 기준으로 계산하면 연간 난방비용은 약 91만원으로 줄어든 것이다.

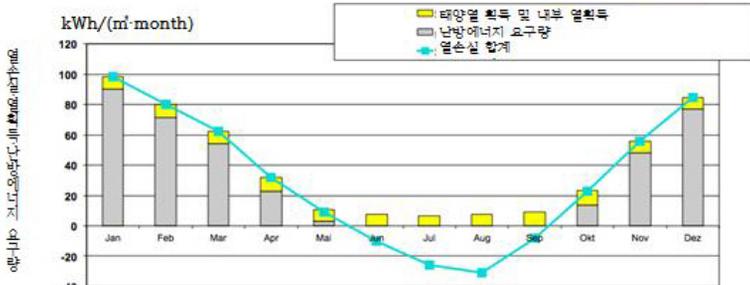
3) 외단열 공사 시의 난방에너지 소비량

내단열 개보수 시와 동일한 기준으로 전면적인 지붕·외벽의 외단열, 바닥단

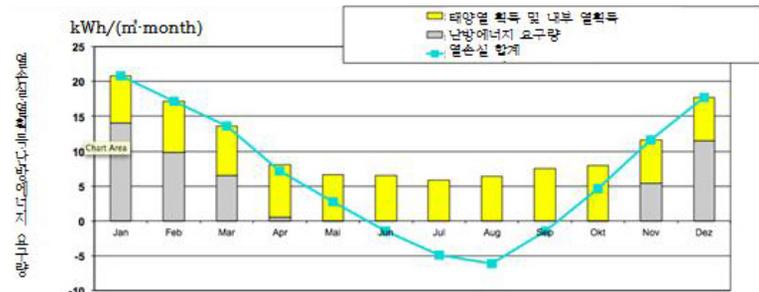
열, 창호교체와 보일러의 교체를 실시한 경우, 대상주택의 연간 난방에너지 요구량은 $6,048\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 이며, 연간 단위면적당 난방에너지는 $46\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 로 계산된다. 내단열 개보수 시와 비교하여 약 40%의 추가적인 에너지의 절감이 가능하며, 이러한 주택은 열교부위를 통한 열손실이 40%에 달하고 있음을 의미한다(<그림 4-7> 참조).



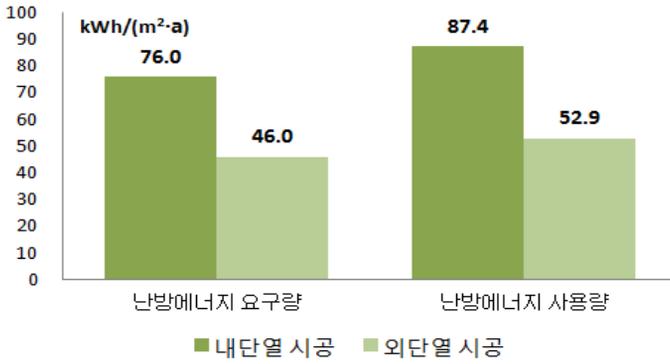
(그림 4-4) 내단열 개보수 주택모델의 월간 난방에너지 요구량



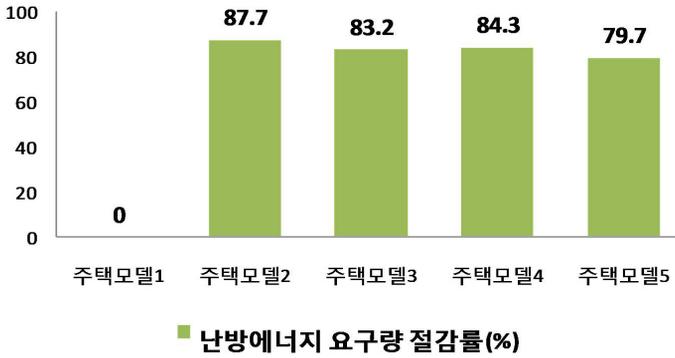
(그림 4-5) 개보수 대상 주택모델의 월간 난방에너지 요구량



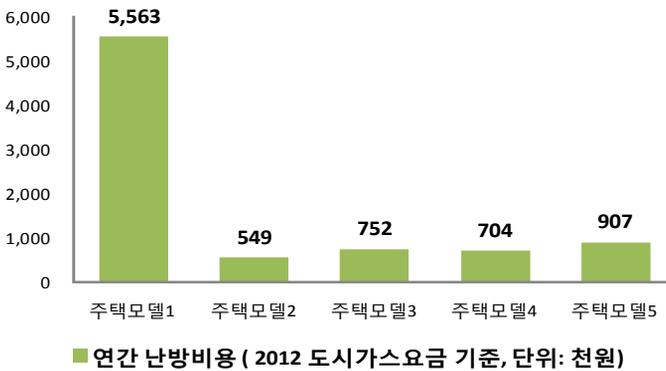
(그림 4-6) 외단열 개보수 주택모델의 월간 난방에너지 요구량



〈그림 4-7〉 내·외단열의 난방에너지 요구량 및 사용량 비교



〈그림 4-8〉 주택모델별 난방에너지 요구량 절감률



〈그림 4-9〉 주택모델별 연간 난방비용 비교

<그림 4-6>은 외단열 개보수 주택의 월별 난방에너지 소비량을 나타낸다. 난방에너지의 사용량은 52.9kWh/(m²·a)로 90.1%의 난방에너지 절감이 가능하며, 2012년 현재의 도시가스 가격을 기준으로 계산하면 연간 난방비용은 약 55만원으로 줄어들 것이다.

주택모델별 난방에너지 요구량과 소비량의 계산결과는 다음 <표 4-6>과 같으며, 난방에너지 요구량의 절감률은 <그림 4-8>과 같다. 대상주택은 외벽과 지붕의 단열공사만으로도 약 80%의 난방에너지를 줄일 수 있으며 바닥단열과 창호교체를 통해 추가적으로 약 40%의 난방에너지 절감 효과를 얻을 수 있다. 모든 경우에서 동일하게 노후 보일러를 고효율 보일러로 교체하면 약 20%의 추가적인 난방에너지 감소가 가능할 것이다.

이러한 주택 개보수를 통해 예상되는 난방에너지 비용 절감은 <그림 4-9>와 같으며 난방에너지 효율개선을 통해 최고 90%의 에너지비용 절감이 가능할 것이다.

<표 4-6> 각 주택모델의 난방에너지 요구량과 소비량

구 분	난방에너지 요구량 [kWh/(m ² ·a)]	난방에너지 소비량 [kWh/(m ² ·a)]	
		노후 보일러 사용 시	고효율 보일러 교체 시
주택모델1	375	535.7	431.0
주택모델2	46	65.7	52.9
주택모델3	63	90.0	72.4
주택모델4	59	84.3	67.8
주택모델5	76	108.6	87.4

<표 4-7> 적용요소별 주택모델의 구분

구 분	개보수 공사 내용
주택모델1	개보수 공사전 대상주택
주택모델2	외벽·지붕 외단열, 바닥단열, 창호교체
주택모델3	외벽·지붕 외단열, 창호교체
주택모델4	외벽·지붕 외단열, 바닥단열
주택모델5	외벽·지붕 외단열

4) 적용요소별 난방에너지 절감효과

주택 개보수 시의 적용요소별 난방에너지 절감 효과 분석을 위해서 <표 4-7>과 같이 구분하여 난방에너지 요구량과 사용량을 계산하였다. 난방에너지 계산 시에는 외단열 시공만을 고려하였으며, 고효율 보일러의 설치 여부에 따른 에너지절감의 효과는 모든 경우에 적용하였다.

제2절 경제성 분석

1. 주택 개보수 비용 비교

주택 개보수 비용의 비교를 위해서는 신촌지역의 3개 주택 개보수 업체의 견적비교를 통해 공사비용을 산정하였으며, 주택 개보수 시의 적용요소별 난방에너지 절감 효과 분석과 동일하게 5가지 주택모델과 모든 공사를 포함하는 내단열 공사를 비교하였다. 보일러 교체 공사에는 보일러 자체의 공사비용만 포함되어 있으며, 난방배관의 교체는 1층 바닥 단열공사를 시행하는 경우에만 공사비에 포함되어 있고 2·3층은 기존의 난방배관을 사용하는 것으로 계산되었다. 외단열 공사는 내단열 공사보다 20% 정도의 공사비의 상승이 있는 것으로 조사되었다. 각 개보수 공사의 적용요소별 난방에너지 절감률은 <표 4-8>과 같다.

<표 4-9>의 결과는 주택의 난방에너지 효율개선을 하려면 건물외피의 단열이 중요함을 의미한다. 바닥의 단열과 창호교체는 그 자체만으로 큰 효과를 볼 수 없으며, 건물외피의 단열공사와 연계하여 시공될 경우에만 추가적인 난방에너지의 효과를 기대할 수 있다. 또한 고효율 보일러로의 교체는 비교적 적은 비용으로 난방에너지의 절감이 가능하므로 제한된 예산에 의한 공사에서 우선적으로 고려해야 한다.

〈표 4-8〉 개보수 공사 비용

(단위 : 천원)

적용요소	주택모델2	주택모델3	주택모델4	주택모델5	내단열 (전면공사)
외벽·지붕 내단열	0	0	0	0	10,180
외벽·지붕 외단열	16,940	16,940	16,940	16,940	0
바닥단열	4,560	0	4,560	0	4,560
창호교체	6,730	6,730	0	0	6,730
도배	900	900	900	900	1,330
보일러 교체	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
공사비 합계	30,180	25,620	23,450	18,890	23,850

〈표 4-9〉 개보수 공사 비용 및 난방에너지 절감률

적용요소	공사비용 [천원]	난방에너지 절감률 [%]
외벽·지붕 내단열	10,180	72.2
외벽·지붕 외단열	16,940	79.7
바닥단열	4,560	5.1
창호교체(침기율 70% 개선 시)	6,730	8.3
도배	900 ~1,330	-
보일러 교체	1,050	19.5

2. 난방에너지 절감에 따른 경제적 효과

1) 주택 개보수에 따른 에너지비용 절감

주택의 난방에너지 효율개선에 따른 에너지비용 절감 효과의 분석을 위해서 개보수 대상 주택모델의 10년, 20년 동안의 난방에너지 비용과 전면적인 내·외단열 시공비용을 포함한 각 개보수 주택의 공사비용 및 에너지비용을 계산하여 비교하였다. 난방에너지 비용은 2002년부터 2009년까지의 도시가스 평균상승률 9.26%를 기준으로 향후 10년간, 그리고 20년간의 도시가스 비용을 계산하였다. 개보수 대상 주택모델은 겨울철 실내온도를 20°C로 유지하려면 20년간 총난방비의 지출이 약 3억원에 이를 것으로 예상되며, 현재와 같이 매년 도시가

스 가격이 상승한다고 가정하면 2031년에는 겨울철 난방을 위해 약 3천만원을 지불해야 하는 것으로 계산되었다.

이를 저소득층의 가구당 월평균 난방비용 65,000원을 기준³⁰⁾으로 환산하면, 개보수 대상 주택모델과 같은 상태에서 거주 중인 저소득층 가구는 겨울철 실내평균온도를 약 12°C~13°C로 유지하며 최소한의 난방만으로 생활하고 있음을 의미한다. 다음 <표 4-10>은 개보수 대상 주택모델 및 개보수 주택모델의 10년간, 20년간 누적 에너지 비용의 계산결과를 보여준다.

<표 4-10> 개보수 공사 비용 및 난방에너지 비용

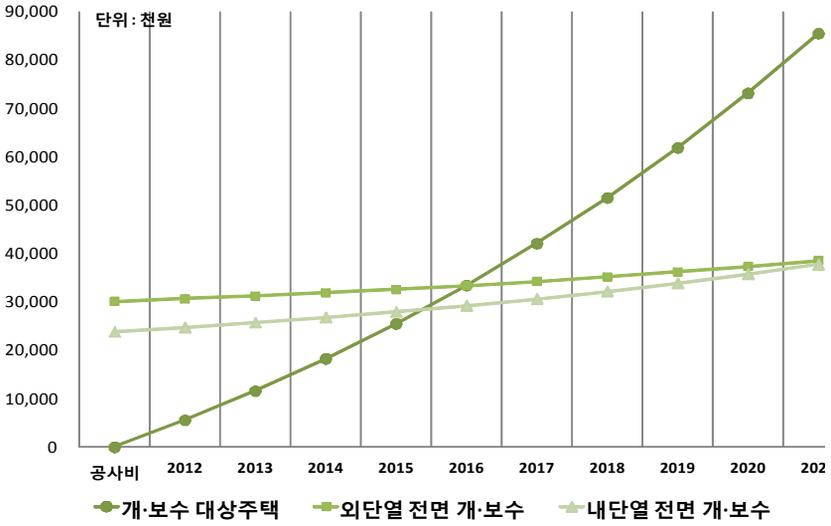
(단위 : 천원)

구 분	공사비용	도시가스 비용 (10년)	도시가스 비용 (20년)
개보수 대상주택	0	85,584	293,078
외단열 개보수 주택	30,180	8,541	28,941
내단열 개보수 주택	23,850	13,963	47,816

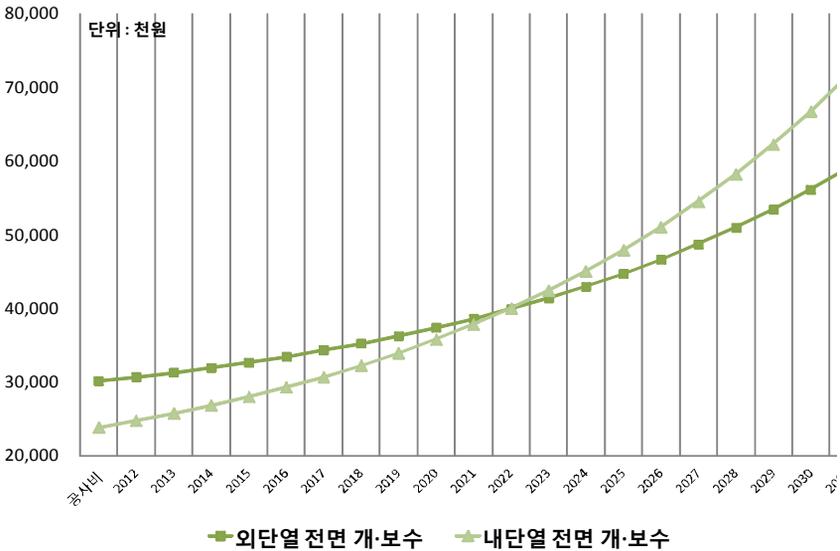
내단열과 외단열 주택 개보수 모두 개보수를 위한 초기투자비용은 2천4백만 원에서 3천만원 정도로 높게 나타나고 있으나, 개보수 이후 5년이내에 난방에너지 비용절감을 통해 초기투자비용의 회수가 가능할 것으로 보이며 10년간의 사용후에는 약 4천6백만원의 비용절감 효과를 얻을 수 있을 것이다(<그림 4-10> 참조).

10년간 주택의 사용에서는 내단열 개보수가 경제성이 있는 것으로 분석된다. 즉 비교적 저렴한 초기투자비용 탓에 단기간내 난방에너지의 절감과 비용절감에 효과적인 것으로 파악된다. 그러나 장기적인 측면에서는 외단열 개보수가 유리한 것으로 나타난다. 외단열 개보수는 초기투자비용이 높지만 에너지절감 효과가 크기 때문에, 20년 사용 시에는 공사비용과 에너지비용의 총비용에서 내단열 개보수보다 약 17.5%의 추가적인 절감이 가능할 것으로 계산되었다 (<그림 4-11> 참조).

30) 진상현 외, 2009



〈그림 4-10〉 주택 개보수 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(10년)



〈그림 4-11〉 주택 개보수 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(20년)

2) 주택 개보수 적용요소별 에너지비용 절감

주택 개보수에 따른 적용요소별 에너지비용 절감 효과의 분석을 위해서는, 주택 개보수 시의 적용요소별 난방에너지 절감 효과 분석과 동일하게 5가지의 주택모델을 비교하였다(<표 4-11> 참조). 그 결과 내·외단열 시공과 동일하게 모든 주택모델에서 5년 이내에 난방에너지 절감에 따른 투자비용의 회수가 가능한 것으로 나타났으며, 적용요소별 효과에서는 외벽·지붕의 단열공사 이후에 창호교체보다 바닥부위의 단열시공이 좀 더 에너지비용 절감 효과가 큰 것으로 분석되었다.

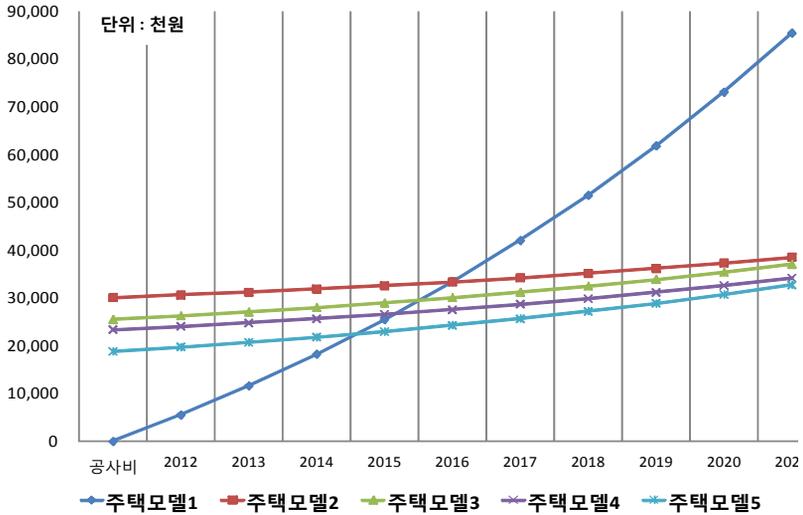
<표 4-11> 개보수 공사 적용요소별 비용 및 난방에너지 비용

(단위 : 천원)

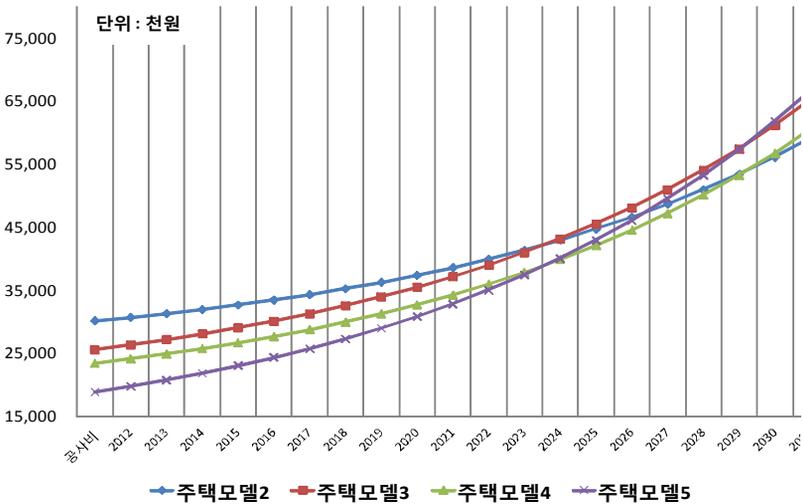
구 분	공사비용	도시가스 비용 (10년)	도시가스 비용 (20년)
주택모델1	0	85,584	293,078
주택모델2	30,180	8,541	28,941
주택모델3	25,620	11,567	39,610
주택모델4	23,450	10,832	37,093
주택모델5	18,890	13,963	47,816

모든 주택모델이 외단열 공사를 하는 것을 전제로 하였기 때문에 에너지비용의 절감률은 큰 차이를 보이지 않고 있으나, 적용요소별 난방에너지 절감은 크게 두 가지의 경향을 보인다. 첫 번째는 10년 이내의 단기적 사용에서는 초기투자비용이 적을수록 총비용의 절감률이 높지만, 장기간의 사용으로 갈수록 초기 투자비용이 높은 경우가 좀 더 효과적인 것으로 나타난다(<그림 4-12>, <그림 4-13> 참조).

두 번째는 15년 정도의 사용을 전제로 한다면 구성요소의 조합에 따른 비용의 차이가 없음을 보여준다. 이는 구체적인 건물사용 계획에 따른 개보수가 이루어져야 하고, 이에 따라 과도한 비용의 투입을 피해야 함을 의미한다. 에너지 절감의 차원에서는 가능한 한 최대한의 투자가 이루어져야 하겠지만, 건물의 지속적인 사용가능성을 고려한 경제적인 투자 역시 중요하다 할 수 있다.



(그림 4-12) 적용요소별 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(10년)



(그림 4-13) 적용요소별 초기투자 및 난방에너지 비용 절감 비교(20년)

주택 개보수의 적용요소별 에너지절감 효과 분석과 경제성의 분석을 통해 알 수 있듯이, 주택의 개보수에서는 기본적인 건물외피의 단열이 가장 중요하며

단열시공을 제외한 개별적 요소의 적용으로는 실질적인 난방에너지의 절감 효과를 기대하기는 어렵다. 또한 비용의 문제로 전반적인 단열공사가 어려운 경우 부분적 단열시공이나 창호의 교체보다는 고효율 기기로의 교체를 통한 에너지의 절감이 효과적이다.

단열공사는 건물외피의 단열이 우선적으로 시행되어야 하며 창호의 교체보다 바닥단열 시공을 통해 부위 간의 열교를 방지하는 것이 난방에너지 절감에 유리하며, 이러한 특성과 주택의 상태를 고려하여 공사의 범위를 결정해야 할 것이다. 또한 주택 난방에너지의 실질적인 절감을 이루기 위해서는 이러한 개보수의 시행 시 정밀시공이 전제되어야 한다. 그리고 이를 뒷받침할 수 있는 기술의 개발과 지원이 이루어져야 할 것이다.

제5장 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안

제1절 대상선정

제2절 추진체계와 자원확보 방안

제 5 장

서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안

제1절 대상선정

1. 개보수 대상주택

주거유형 분석을 통해 저소득층의 약 157,000가구가 단독·다가구주택에 거주하고 있으며, 이들 중 약 57,000가구가 건물연한이 20년에서 30년 사이인 주택에 거주하고 있고 약 26,000가구는 건물연한이 30년 이상인 주택에 거주하고 있는 것으로 추정된다.

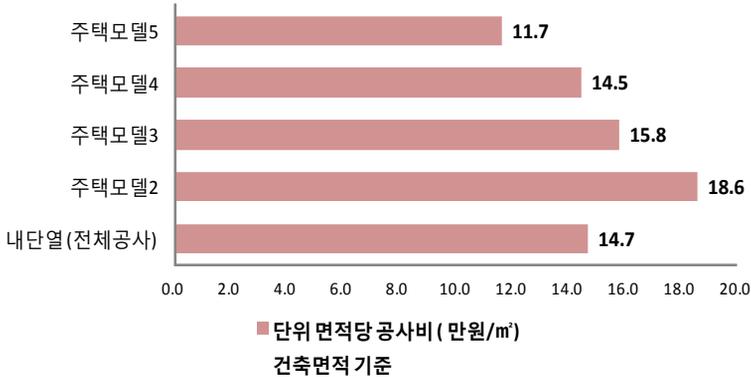
이러한 단독·다가구주택 중 건물연한이 30년(1980이전에 건축) 이상인 주택은 건물의 노후화 때문에 개보수후의 지속적인 가능 여부 확인이 선행되어야 하며, 경우에 따라서는 구조적인 보완이 필요하거나 안전상의 문제로 개보수보다는 재건축을 고려해야 할 것이다. 따라서 건물연한이 30년 이상인 주택은 난방에너지 효율개선사업의 대상에서 제외하고, 건물연한이 20년에서 30년 사이인 단독·다가구주택 약 17,000호(57,000가구)를 개보수 대상주택으로 한다.

이러한 개보수 대상주택의 특징을 보면 건물구조별로는 약 87%가 조적조이며, 가구당 평균 주거면적은 50㎡ 정도로 나타난다. 또한 건물유형별, 건축연도별 에너지소비량 조사에서도 모두 에너지를 많이 쓰는 주택유형으로 구분된다.

이 연구에서의 분석결과에 의하면, 저소득층 주택 난방에너지 효율개선을 위해서는 주택의 상태와 개보수 공사 적용요소에 따라 가구당 600만원에서 1,000

만원의 지원이 필요할 것이다(<그림 5-1> 참조).

현재의 공사비용은 한 개의 주택 개보수 공사 기준 금액이므로, 주택 에너지 효율개선사업의 시행 과정에서 지역네트워크의 구성, 시공방법의 개선, 그리고 공사면적의 증가로 인해 비용의 감소 등을 고려하면 공사비의 절감이 가능할 것이다.



<그림 5-1> 단위면적당 개보수 공사비용

2. 개보수 대상주택의 난방에너지 효율개선

『서울시 기후·에너지 지도 제작』의 데이터를 기초로 분석하면, 건물연한 20년에서 30년 사이 단독·다가구주택의 평균적인 난방에너지 소비량은 238.6kWh/(㎡·a), 246.3kWh/(㎡·a)로 나타난다(<표 5-1> 참조).

『서울시 기후·에너지 지도 제작』에서 단위면적당 에너지사용량은 건축면적을 기준으로 산정한 것임으로, 이 연구의 주택모델 난방에너지 분석과 동일한 방법을 적용하면 냉난방면적당 약 298.3kWh/(㎡·a), 307.9kWh/(㎡·a)의 에너지를 소비하는 것으로 계산된다.

이러한 에너지소비량을 주택모델의 에너지 계산방식에 따라 역산하면 난방

기간의 평균 실내온도는 17°C 내외를 유지하는 것으로 나타나, 많은 난방에너지의 소비에도 불구하고 겨울철 적정 실내온도 유지에 어려움이 있을 것으로 분석된다.

〈표 5-1〉 건축연도 1981~1990년 단독·다가구주택의 에너지소비량

(단위 : kWh/(㎡·a))

구분	도시가스 평균	전력 평균	합계
단독주택	238.6	78.5	317.1
다가구주택	246.3	70.7	317.0

저소득층의 주거환경은 더욱 열악하다. 저소득층의 월평균 난방비 65,000원을 주택모델에 적용하면 난방기간의 평균 실내온도는 12°C~13°C로 계산되고, 에너지시민연대의 저소득층 난방실태조사³¹⁾에서도 겨울철 평균 실내온도는 14.8°C로 나타난다.

주택 개보수 주택모델의 에너지계산 결과에 의하면, 전면적인 외단열 공사를 통한 주택의 개보수는 겨울철 실내온도를 지속적으로 20°C로 유지하면서 겨울철의 가구당 월평균 난방비용을 30,000원 내외로 낮출 수 있는 것으로 파악된다.

물론, 한 가지의 주택모델에 대한 계산 결과이고 정밀시공을 전제로 한 분석이므로 모든 주택에서 동일한 결과를 기대할 수는 없으나, 사업시행을 위한 다양한 주택모델의 에너지절감 가능성 분석과 시공디테일의 개발을 통한 기술지원이 이루어진다면 이 연구의 결과와 같은 난방에너지의 절감과 쾌적한 실내환경의 유지가 가능할 것이다.

31) 에너지시민연대 홈페이지(<http://www.enet.or.kr>)

제2절 추진체계와 재원확보 방안

1. 주택 에너지 효율개선의 규제와 지원

서울시는 모든 신축 및 개보수 건물에 대한 에너지절약 설계기준의 강화와 에너지소비총량제의 전면적인 실시를 계획하고 있으나, 소규모 주택을 대상으로 실질적인 효과를 기대하기는 어려울 것으로 보인다.

독일도 에너지증명서 발급 의무화 계획의 발표이후 소규모주택과 개보수 건물을 포함시키기까지 10년간의 체계적인 계획과 정부의 적극적인 지원, 그리고 에너지절감 기술개발을 위한 투자가 필요하였다. 또한 주택의 임대구조가 우리나라와 다른 점도 에너지절감 정책의 실현에 중요한 요소였다고 할 수 있다. 독일은 주택의 임대사업자가 개인이 아닌 기업이기 때문에, 임대사업을 계속하기 위해서는 주택의 개보수를 통한 에너지 효율개선을 할 것을 법률적으로 요구할 수 있었다. 따라서 저소득층은 에너지비용과 임대료의 지원 등 비교적 간단한 방식을 통해 주거환경을 개선할 수 있었다.

그러나 우리나라는 주택의 소유주가 대부분 개인인 이유로 규제를 통한 개보수의 유도에는 한계가 있으며, 이러한 개보수의 유도는 임대료의 상승을 가져오게 되어 저소득층의 주거환경 개선과 지속적인 주거 보장에는 부정적인 효과를 가져올 것이다. 또한 현재 시행되고 있는 BRP는 공사비용 일부의 용자와 인센티브의 지급, 인증비용의 지원을 통한 에너지 효율개선사업이기 때문에 대규모 건물에는 적합하나 소규모의 주택은 용자금도 적고, 개보수에 따른 혜택도 거의 없어 사업시행이 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 이러한 문제의 해결을 위해서는 주택의 에너지 효율개선에 대한 규제와 동시에, 주택 개보수를 통한 에너지 효율개선이 주택소유주에게도 경제적인 이득을 가져오고 저소득층에게도 지속적인 주거를 보장할 수 있도록 주택의 상태와 임대구조를 고려한 지원과 용자를 병행하여 시행되어야 할 것이다.

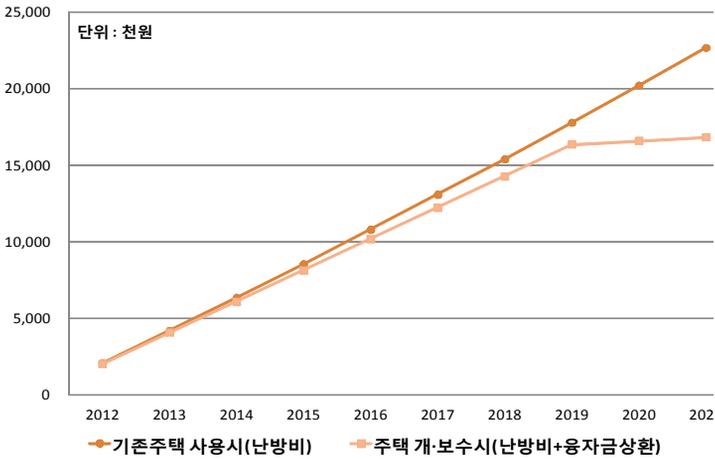
지원과 용자를 병행한 주택 에너지 효율개선사업 시행방안 제시를 위해, 이

연구는 난방에너지 및 경제성분석에 사용된 주택모델을 기준으로 사업시행에 따른 각 가구의 지원규모와 에너지비용 절감효과를 분석하였다.

개보수 대상 주택모델은 주택소유주와 2가구의 저소득층 세입자가 함께 거주하는 것으로 가정하였으며, 지원규모는 주택의 상태와 개보수 공사의 적용요소에 따른 평균금액인 저소득층 세입자 1가구당 800만원으로 산정하였다. 이는 현재 시행되고 있는 사업 중 가장 많은 공사비를 투입하고 있는 희망의 집수리 사업보다도 가구당 2.2배 정도의 예산이 필요하지만, 정부의 공공임대주택 건설(2008년 기준 표준공사비 97만원/m²)과 비교하면 약 20%의 비용으로 저소득층의 주거안정과 에너지비용 절감을 가능하게 할 것으로 보인다.

규제의 기준은 『건축물의 에너지절약설계기준』에 따른 주택 개보수 공사의 시행을 전제로 하였다. 또한 주택소유주에 대해서는 현재 시행 중인 BRP의 주택부문 지원규모를 현실화하여 주택의 전면적인 개보수 공사비용의 50%를 현재와 같은 8년 상환, 연이율 2.5%로 융자해 주는 것으로 가정하였다. 또한 주택의 소유주는 융자금의 상환기간에 임대계약을 유지하여 저소득층의 지속적인 주거를 보장할 수 있도록 하여야 한다.

이러한 방식에 따라 주택 개보수 공사를 시행할 경우, 이 연구의 3가구 공동 주거형 주택모델의 주택소유주는 저소득층 세입자에 의해 총 1,600만원의 지원과 1,400만원의 저리융자가 가능하며, 에너지절감 비용으로 융자금의 상환이 가능할 것이다. 겨울철 실내온도를 20°C로 유지할 경우, 융자금의 상환기간에는 개보수 이전과 거의 동일한 난방비 수준으로 겨울철 난방과 융자금의 상환이 가능하고 이후에는 난방에너지 절감에 따른 총 비용의 절감이 예상된다(<그림 5-2>, <표 5-2>, <표 5-3> 참조). 10년간의 주택 사용에서는 개보수 이전의 난방에너지 비용은 2,268만원, 개보수 이후에는 융자금 상환과 난방에너지 비용을 합산한 총금액이 1,683만원으로 주택 개보수 공사 시행후에도 오히려 10년간 총 400만원의 비용 절감이 예상된다.



〈그림 5-2〉 주택 개보수 시의 10년간 누적 난방비 및 용자금상환(주택소유주)

〈표 5-2〉 주택 개보수 시의 난방에너지 및 용자금상환 합계(주택소유주)

(8년상환 기준, 겨울철 실내온도 20°C 유지, 단위 : 천원)

구 분	10년간의 총비용	20년간의 총비용
기존주택 사용 시(난방비)	22,676	50,118
주택 개보수 시(난방비+용자금상환)	16,830	19,539

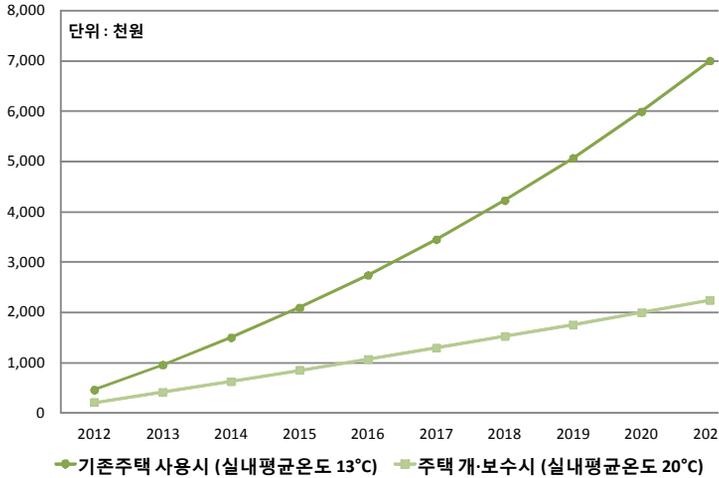
〈표 5-3〉 주택 개보수 시의 월평균 난방비 및 용자금상환(주택소유주)

(8년상환 기준, 겨울철 실내온도 20°C 유지, 단위 : 천원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
기존주택 사용 시(난방비)	173	177	180	183	187	190	194	198
주택 개보수 시 (난방비+용자금상환)	169	169	170	170	170	171	171	172

세입자는 주택소유주가 용자금 상환기간의 임대계약을 유지하여 최소한 8년간의 동일 조건하에서 주거가 가능하게 되고, 추가적인 난방에너지 비용의 감소를 통한 생계비의 절약, 그리고 겨울철 적정 실내온도를 유지하여 주거환경의 개선효과를 누릴 수 있을 것이다. <그림 5-3>은 10년간의 에너지비용 절감효과를 나타내고 있으며 <표 5-4>, <표 5-5>는 현재 저소득층의 평균 난방비를

기준한 평균 실내온도 13°C 유지 시의 비용과 개보수 공사이후 실내 적정온도 유지 시의 난방비를 비교하였다. 개보수 공사를 통해 약 1/3의 비용만으로도 적정 실내온도를 유지할 수 있으며 난방에너지 요금의 상승을 고려했을 때, 절감률은 더욱 커질 것이다.



〈그림 5-3〉 주택 개보수 시의 10년간 누적 난방비(세입자)

〈표 5-4〉 주택 개보수 시의 난방에너지 비용 합계(세입자)

(겨울철 실내온도 20°C 유지, 단위 : 천원)

구 분	10년간의 총비용	20년간의 총비용
기존주택 사용 시(난방비, 실내온도 13°C)	6,999	23,968
주택 개보수 시(난방비, 실내온도 20°C)	2,238	4,947

〈표 5-5〉 주택 개보수 시의 겨울철 평균 난방비(세입자)

(겨울철 실내온도 20°C 유지, 단위 : 천원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
기존주택 사용 시 (난방비, 실내온도 13°C)	455	497	543	593	648	708	774	846
주택 개보수 시 (난방비, 실내온도 20°C)	205	209	213	217	221	226	230	234

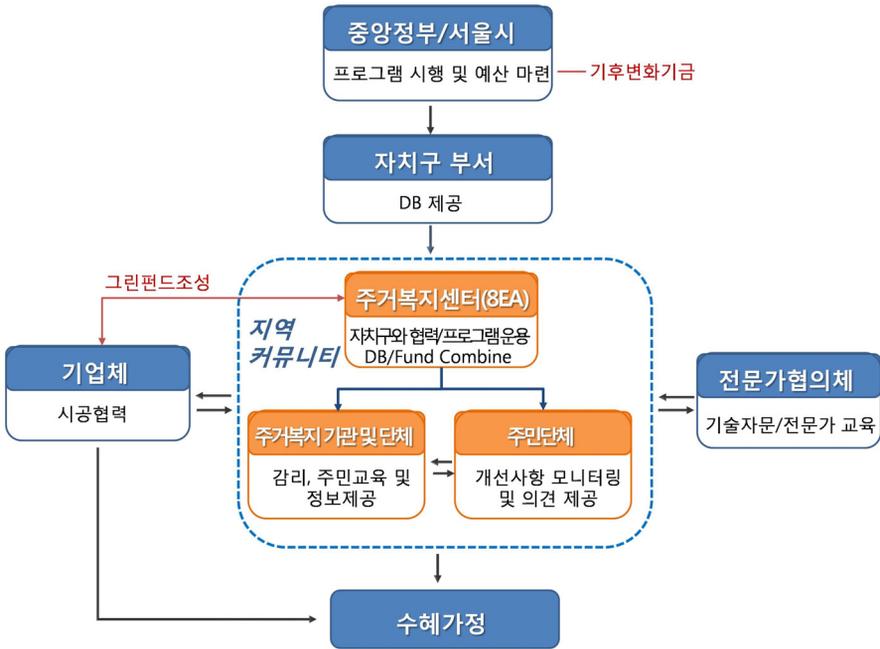
주택 개보수를 통한 난방에너지 효율개선사업은 에너지비용 절감에 따른 주택소유자와 세입자의 경제적 이득 이외에도 사업 시행과정에서 해당지역 시공업체의 활용과 일자리 창출로 인한 지역경제의 활성화와 저소득층의 안정적인 주거 및 생활환경의 유지에 기여할 것이다. 또한 현재의 공공임대주택 신축을 통한 저소득층의 지원방식에 비해 적은 예산으로 시행할 수 있기 때문에 더 많은 저소득층에게 혜택을 줄 수 있다. 그리고 주택노후화에 의한 재건축·재개발을 억제하여 국가는 자원과 에너지를 절약하고, 지역 주민들은 불가피한 거주지 이전과 생활터전 상실에 따른 경제적 손실을 줄일 수 있을 것이다.

또한 앞으로 계획하고 있는 소형주택 및 개보수 건물에 대한 『건축물 에너지소비총량제』의 확대·실시를 위한 실무적 차원에서의 해결방안을 제공할 수 있을 것이다. 주택의 난방에너지 효율개선사업 활성화를 위해서는 주택모델과 같이 주거형태와 주택의 규모에 따라 주택 사용계획과 에너지비용 절감을 고려하여 지원금과 융자금을 차등적으로 결정하여야 한다. 특히 주택소유자와 세입자 모두에게 경제적 이득이 돌아갈 수 있도록 해야 하고, 이러한 주택의 난방에너지 효율개선사업 홍보를 통해 주택소유자들의 자발적인 참여를 이끌어내는 것이 매우 중요하다.

2. 추진체계

이 연구의 국내외 사례와 주택의 현황과 에너지 사용량의 분석을 통해 알 수 있듯이 저소득층을 위한 에너지복지정책 및 주택의 에너지 효율개선사업은 통합적 복지 차원에서 접근할 수 있는 법·제도적 장치가 구축되고, 국가적 차원에서의 적극적인 지원이 이루어져야 한다. 또한 단순한 현물제공 중심의 지원체계와 에너지비용 지원 차원이 아닌, 장기적 정책수립을 통한 에너지효율향상 차원에서의 종합적·체계적인 사업이 시행되어야 한다. 또한 이를 위해서는 주택의 에너지 효율개선사업을 종합적으로 관리하여 핵심 코디네이터의 역할을

수행할 수 있는 중심기관과 지역의 네트워크 구성 그리고 기술적인 지원과 교육을 담당할 수 있는 전문가협의체가 필요하다(<그림 5-4> 참조).



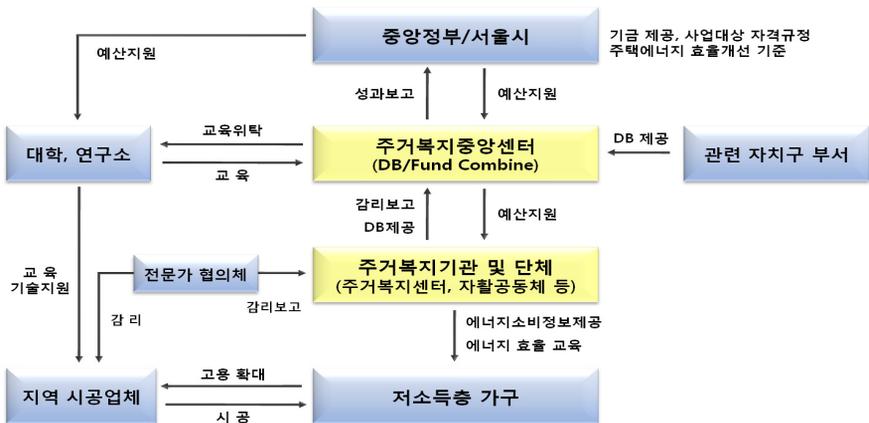
(그림 5-4) 주택의 난방에너지 효율개선사업 추진체계

주거복지센터는 현재 저소득층을 위한 주택 에너지 효율화사업, 주거환경개선을 위한 집수리사업, 특별취약계층을 위한 주거지원사업 등을 시행하고 있다. 그리고 방문 상담활동과 정보제공 등 현장상황을 파악하고 필요한 지원을 한다. 주거복지센터는 그 역할을 확대하여 각 기관 간의 주택 개보수를 위한 예산을 Fund Combine을 통해 통합 관리하고 민관 파트너십과 지역 네트워크를 구성하여야 한다. 또한 상담과 정보관리 체계를 정비하여 각 가구 및 주택의 상황을 정확히 파악하여 각 경우에 따라 필요한 지원을 결정하고 지원 사례의 관리를 통해 지속적인 지원이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

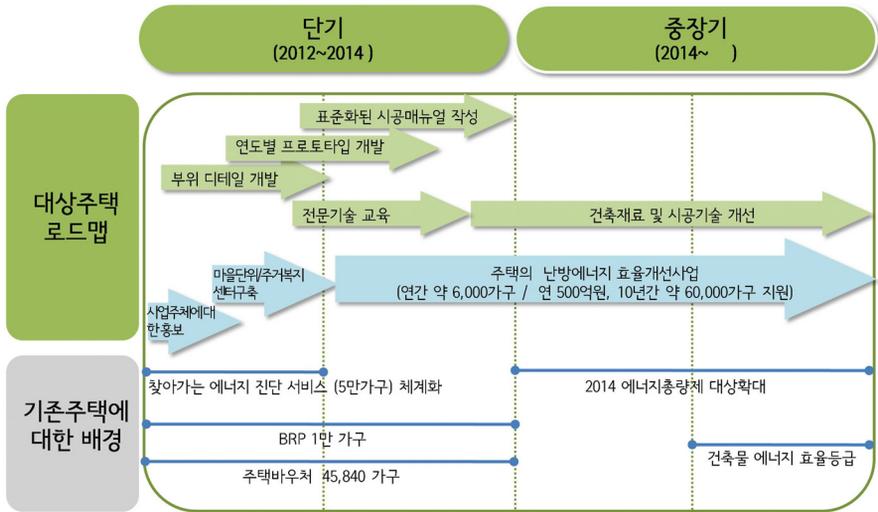
더불어 실질적인 주택의 에너지 효율개선을 위한 기술개발이 필요하다. 「건

축물 에너지소비총량제』의 확대·실시와 저에너지 주택의 신축 및 개보수를 위해서는 우선적으로 현재의 형식적인 에너지 진단방법을 개선하고 정확한 진단이 이루어질 수 있도록 건축물의 에너지진단을 위한 전문적 교육이 중요하며, 현재 건물의 에너지 계산방식과 계산 도구(TOOL)를 국제기준과 동일한 수준으로 개선해야 한다. 이와 동시에 현장에서의 시공방법 개선을 위해 주택의 부위별 시공디테일이 개발되어야 한다. 기술적 지원을 위해서는 대학, 연구소와 연계한 전문적 교육과 더불어 시공과정에 참여하도록 하여 시공상의 문제점을 파악하고 대안을 제시할 수 있는 협력시스템이 구축되어야 한다. 사업의 시행에서는 지역의 민간단체와 기업 등과 연계하여 네트워크를 구성하고 고용의 확대와 지역기업의 성장에 따른 지역경제의 활성화를 추구해야 한다(<그림 5-5> 참조).

저소득층을 위한 에너지복지 실현과 주택의 난방에너지 효율개선사업의 시행을 위해서는 실효성 있는 법·제도적 장치의 마련이 선행되어야 하며, 법·제도에 근거한 재원의 확보도 필수적이다. 또한 각부처 간의 협력을 통해 사업에 필요한 예산을 통합·관리하여 현실적인 공사비용을 지원할 수 있도록 해야 한다. 사업시행을 위해서는 정부·지역사회·민간·기업의 협력체계의 구축, 그리고 실질적인 주택 에너지 성능개선을 위한 기술 교육과 지원체계의 확립 등을 통해 종합적인 체계가 구축되고 장기적인 계획이 수립되어야 한다(<그림 5-6> 참조).



(그림 5-5) 주택의 난방에너지 효율개선사업의 네트워크 구축



〈그림 5-6〉 주택의 난방에너지 효율개선사업 로드맵

3. 재원확보 방안

이 연구의 분석결과 저소득층 주택의 난방에너지 효율개선사업의 1차 대상은 저소득층이 세입자인 1980년대에 지어진 단독·다가구주택 약 17,000호, 가구수로는 약 57,000가구로 추정된다. 이러한 단독·다가구주택의 개보수를 위해서는 가구당 약 800만원의 지원이 필요할 것으로 보이며, 총 10년간의 장기 계획을 통해 연간 약 6,000가구를 지원할 경우 연간 500억원의 지원과 함께 BRP의 주택 개보수 부문 용자를 현행 500만원에서 20,000만원까지 확대하여 시행할 필요가 있다.

현재 지식경제부 산하 한국에너지재단은 주택 에너지 효율개선사업을 위해 2011년 약 200억원을 지원하였으며, 이 중 서울시의 주택 에너지 효율개선사업에는 약 25억원의 비용이 소요되었다. 이러한 예산은 가구당 평균 약 100만원의 비용을 책정하는 것으로 주택 에너지 효율개선을 위해서는 현실적이지 못한 지원규모이다. 따라서 추가적인 재원의 확보가 필요하다.

현재 서울시는 저소득층을 포함한 청년층, 여성 독신가구, 신혼부부, 한부모 가정, 장애인, 대학생 등의 모든 계층에게 지속적인 주거의 안정을 제공하기 위해 2014년까지 8만호의 임대주택 공급을 추진하고 있다. 그러나 이러한 임대주택의 공급계획은 신규 임대주택의 건설, 준공된 주택과 신축예정 또는 공사 중인 주택의 매입을 통한 보급 등 공급물량의 확대를 위한 계획이고, 기존 저소득층이 주거하고 있는 주택에 대한 지원계획은 포함하고 있지 않다.

기존 주택의 개보수를 통한 에너지 효율개선사업은 에너지비용의 절감에 따른 생계비 부담 감소 외에도 기존의 주변 거주환경과 경제·사회적 활동의 범위를 유지할 수 있기 때문에 경제적 측면에서 안정적일뿐 아니라 심리적 측면에서도 안정적 주거의 기회를 제공할 수 있을 것이다.

주택의 난방에너지 효율개선사업을 위해서 서울시는 연간 약 200억원의 추가 예산을 책정해야 하고, 한국에너지재단이 시행하고 있는 주택 에너지 효율개선사업을 위해서도 200억원의 정부지원금이 필요할 것으로 보인다. 서울시는 현재 추진하고 있는 임대주택 공급을 위한 기존주택의 매입비용의 일부를 주택의 개보수 비용으로 전환하거나 에너지복지기금 신설을 통해 재원을 확보하여야 할 것으로 보인다.

또한 기존의 개별적 사업 예산과 기업체의 기부금을 통합 관리하고, 금융기관이 지자체의 예탁금 등을 활용한 금융상품을 개발 운영하는 그린펀드를 조성하여 연간 100억원의 재원이 주택의 난방에너지 효율개선사업을 위해 투입될 수 있도록 하여야 한다. 연간 500억원의 재원은 저소득층의 지원을 위한 예산이며, 이와는 별도로 BRP와 연계한 연간 최고 600억원의 주택 개보수 비용 융자가 필요할 것이다.

주택의 난방에너지 효율개선사업 활성화를 위해서는 주택 개보수 공사에 따른 주택소유주의 부담을 최소화하여야 하며 지원에 따른 혜택이 세입자인 저소득층에 돌아갈 수 있어야 하므로 무엇보다도 정부와 서울시의 적극적인 지원이 중요하다.

제 6 장 결 론

제1절 연구 결과

제2절 정책 제언

제 6 장 결 론

제1절 연구 결과

이 연구는 저소득층의 주거환경개선을 위한 주택 에너지 효율개선사업의 현황과 문제점을 분석하여 실효성 있는 주택 에너지 효율개선사업의 활성화 방안을 제시하였다. 또한 주택의 난방에너지 절약을 위한 기술 요소의 적용에 따른 에너지절감 효과와 경제적 파급효과의 분석을 위해 주택모델을 선정하여 개보수 공사 시의 에너지절감 가능성과 비용의 변화를 분석하였다.

1. 에너지복지의 실현

에너지복지정책은 통합적 복지 차원에서의 법·제도적 장치 마련과 국가적 차원에서의 적극적인 지원이 전제되어야 하며, 현재와 같은 방식의 단기적인 현물지급과 에너지비용의 지원 방식에서 벗어나 중·장기적 측면에서 주택의 전반적인 에너지 효율향상에 중점을 둔 사업으로 변화하여야 한다. 또한 정부·지역사회·민간·기업 등은 상호 협력체제의 구축을 통해 이러한 사업이 주택의 가치상승과 지역사회의 고용확대, 그리고 지역기업의 성장을 이끌어내고 지역경제를 활성화하는 역할을 수행하도록 해야 한다.

2. 주택의 난방에너지 절감 효과

주택의 개보수에 따른 난방에너지의 절감은 공사 시의 적용요소에 따라 차이를 보이고 있으나 주택의 난방에너지 효율개선사업의 1차 대상인 80년대 주택을 「건축물 에너지절약설계기준」의 단열규정에 따라 개보수 공사를 시행할 경우 약 70%~90%의 난방에너지 절감이 가능한 것으로 분석되었다. 주택의 난방에너지 절감을 위해서는 단위면적당 11.7~18.6만원/m²의 비용이 필요하지만, 이러한 비용은 겨울철 적정실내온도 유지 시 에너지비용의 절감에 따라 약 3~5년 사이에 투자비의 회수가 가능하며 지속적인 에너지절감으로 인한 경제적 이득을 가져올 수 있다.

에너지 분석에 사용된 모델주택은 개보수 공사후 난방기간에 월평균 약 30,000원의 비용으로 적정 실내온도 20°C를 유지할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 결과는 현장에서의 정밀시공을 전제로 한 계산결과이므로, 현재의 개보수 방식으로는 목표로 하는 에너지절감을 달성하기는 어려워 보인다. 따라서 이를 뒷받침할 수 있는 시공방법의 개선과 기술의 개발이 이루어져야 할 것이다. 또한 주택의 개보수 시에는 주택의 상태에 대한 정확한 분석이 이루어져야 하며, 지속적인 사용을 고려한 경제적인 투자를 위해서는 현재의 에너지 분석방법과 평가방법을 개선할 필요가 있다.

3. 주택의 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안

저소득층을 위한 에너지복지 실현과 주택의 난방에너지 효율개선사업 시행을 위해서는 실효성 있는 법·제도적 장치의 구축이 선행되어야 하며 이러한 법·제도에 근거한 재원의 확보도 필수적이다. 또한 사업시행과정에서 핵심 코티네이터의 역할을 수행할 수 있는 중심기관을 선정하여, 이 기관이 각부처 간의 협력을 통해 사업에 필요한 예산을 통합·관리하고 지역의 민간단체, 기업, 연구소 등과 연계하여 네트워크를 구성할 수 있도록 해야 한다. 더불어 정부·

지역사회·민간·기업 간의 상호연계, 그리고 실질적인 주택 에너지 성능개선을 위한 기술 교육과 지원 등을 통해 종합적인 협력체계가 구축되고 장기적인 계획이 수립되어야 한다

제2절 정책 제안

1. 규제와 지원

주택의 에너지 효율개선을 위해서는 「건축물 에너지소비총량제」의 확대·실시와 같은 규제와 동시에 주택 개보수를 통한 에너지 효율개선이 주택소유주에게도 경제적인 이득을 가져오고 저소득층 세입자에게도 에너지비용의 감소와 환경의 개선, 그리고 지속적인 주거를 보장할 수 있도록 지원이 병행되어야 한다. 우리나라와 같은 임대구조에서는 규제를 통한 주택 개보수의 유도는 임대료의 상승으로 저소득층의 지속적인 주거를 보장하기 어렵기 때문이다.

지원과 용자를 병행하는 주택 개보수 방식은 현재의 공공임대주택 신축을 통한 저소득층의 지원방식에 비해 적은 예산으로 시행할 수 있기 때문에 더 많은 저소득층에게 혜택을 줄 수 있으며, 주택노후화에 의한 재건축·재개발을 억제할 수 있다. 또한 국가는 자원과 에너지를 절약하고, 지역 주민들은 불가피한 거주지 이전과 생활터전 상실에 따른 경제적 손실을 줄일 수 있을 것이다.

주택의 난방에너지 효율개선사업 활성화를 위해서는 주거형태와 주택의 규모에 따라 주택의 사용계획과 에너지비용의 절감을 고려하여 지원금과 융자금을 차등적으로 결정하여 주택소유자와 세입자 모두에게 경제적 이득이 돌아갈 수 있도록 해야 한다. 이러한 주택의 난방에너지 효율개선사업의 홍보를 통해 주택소유자들의 자발적인 참여를 이끌어내는 것이 매우 중요하다.

2. 추진체계

저소득층을 위한 에너지복지정책 및 주택의 에너지 효율개선사업을 활성화 하려면 통합적 복지 차원에서 접근할 수 있는 법·제도적 장치가 마련되고, 국가적 차원에서의 적극적인 지원이 이루어져야 한다. 또한 장기적 정책수립을 통한 에너지효율향상 차원에서의 종합적·체계적인 사업이 시행되어야 한다.

단독주택의 난방에너지 효율개선사업을 종합적으로 관리하기 위해서는 핵심 코디네이터의 역할을 수행할 수 있는 중심기관과 지역의 네트워크 구성 그리고 기술적인 지원과 교육을 담당할 수 있는 전문가협의체가 만들어지고 실질적인 주택의 에너지 효율개선을 위한 기술개발이 병행되어야 한다. 이를 위해서는 대학, 연구소 등과 연계한 전문적 교육과 주택 개보수 사업의 문제점을 파악하고 개선할 수 있는 협력시스템이 구축되어야 한다.

사업의 시행에서는 지역의 민간단체와 기업 등과 연계하여 네트워크를 구성 하여 고용의 확대와 지역기업의 성장에 따른 지역경제의 활성화에 기여할 수 있도록 해야 한다.

참 고 문 헌



참고문헌

- 고재경, 2010, 「주택 에너지 효율 개선을 통한 그린홈 보급 활성화 방안」, 경기개발연구원
- 구인회, 2009, “에너지복지사업의 통합추진체계 구축방안”, 에너지재단 2009년 에너지복지 정책 세미나 자료집
- 김민경·김성은, 2010, 「기존 단독주택의 에너지성능개선을 위한 요소 및 효과에 관한 연구」
- 김민경·조항문·신동홍·박한, 2012, 「서울시 주거용건물의 에너지소비량 추정모델」, 서울연구원
- 김지영·정창현·김태연·이승복, 2008, “주거부문 에너지 효율화를 위한 주택 건설현황 및 에너지 소비현황의 분석과 활용방안”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제28권 제1호 동권 제52집, pp.699-702
- 박광수, 2006, 「사회적약자에 대한 에너지지원제도 개선방안 연구」, 에너지경제연구원
- 박광수, 2007, 「에너지복지 현황 및 개선방안」, 에너지경제연구원
- 배순석·최수·김민철·신정철, 2006, 「주택 재고관리 정책의 평가와 개선방안 연구」, 국토연구원
- 백정훈·태성호·신성우, 2009, “기존 주택의 에너지 효율 개선을 위한 정책방안에 관한 연구”, 대한건축학회지 제25권 제10호(통권252호)
- 백춘기, 1990, “공동주택 에너지 사용진단 및 결함사항 개선연구 : 건물구조체 및 바닥방배관 설비의 열적특성을 중심으로”, 설비공학논문집 19(5), pp.287~294
- 산업자원부, 2005, 「저에너지 공동주택설계를 위한 구조체 및 디자인 요소 개발 연구」, 서울특별시, 2010, 「2020 서울주택종합계획 보고서」

- 서울특별시, 2012, 원전 하나 줄이기 종합대책, 2012년 5월
- 서정원, 2010, “색성장을 위한 산촌지역의 산림탄소순환마을 조성방향”, 유기물자원화 제18권 제2호, pp.13-21
- 에너지경제연구원, 2010, 「2010에너지총조사보고서, 지식경제부」
- 윤순진, 2006, “사회적 일자리를 통한 환경·복지·고용의 연결: 에너지 빈민을 위한 에너지 효율향상사업을 중심으로”, ECO 2006년 제10권 2호, pp.167-206
- 이기순, 2011, “한국의 주택 에너지 효율화 사업의 필요성, 가능성, 방향성”, 2011 주거복지컨퍼런스
- 이성식, 2002, 미국의 저소득자 에너지지원 프로그램, 한국전력공사
- 이진우, 2010, 「저소득층 주택 에너지효율화 사업의 복지·환경·일자리 효과 연구」, 에너지기후정책연구소
- 한국보건사회연구원, 2006, 「차상위계층 실태분석 및 정책제안」
- 정태근, 2010, “에너지복지정책의 현황 및 문제점 그리고 개선방안”, 국정감사 자료집 제8호
- 조복현, 2011, “저소득층 에너지복지사업의 도시정책적 효과 평가: WAP사업을 중심으로”, 세종대학교 대학원 부동산학과 석사논문
- 조상규·이진민, 2010, 「저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구」, 건축도시공간연구소
- 조항문·진상현·김민경, 2009, “저탄소사회를 향한 서울시 건물에너지 저감전략”, 서울연구원
- 제5에너지, 2011, 「현대제철 ‘희망의 집수리’사업 에너지진단 보고서」
- 진상현·박은철, 2009, 「저소득가구의 에너지 소비실태 조사·분석」, 서울연구원

황하진 · 이종성 · 김승현 · 김동우, 2010, 『기존 단독주택 에너지성능평가 프로그램 개발연구 (I)』, 토지주택연구원

BFE(Bundesamt für Energie), 2002, Wärmebrückenkatalog

Die Energiewende in Deutschland, 2012, 독일연방교통,건설도시계획부(bmvbs) 브로슈어

U.S. Department of health and human services, 2008, Low Income Home Energy Assistance Program

DOE, 2008, Weatherization Assistance Program Briefing Book, p10-47

Dong Hong Shin, 2011, “Instationäre Wärme- und Feuchtestromsimulation zur Prüfung der Einsatzmöglichkeit von Passivhauskomponenten unter den limarandbedingungen Südkoreas”, TU-Berlin

Energy Conservation and Production Act of 1976/ American Recovery and Reinvestment Act of 2009

Eschenfelder, D., Eitzkorn, H.-W., 2005, Altbausanierung mit moderner Haustechnik, Oldenbourg Industrieverlag GmbH

IBO(Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie), 2008, Passivhaus -Bauteilkatalog / Ökologisch bewertete Konstruktionen, Springer Verlag

Lausten, J., 2008, Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings, IEA

Libby Perl, 2012, “The Low-Income Home Energy Assistance Program(LIHEAP): Programs and Funding”, CRS Report, June 5

Monitoring der KfW-Programme “Energieeffizient Sanieren“ 2010 und “Ökologisch
/ Energieeffizient Bauen” 2006~2010 Report

National Audit Office, 2009, The Warm Front Scheme
Report to Congress for FY 2008 : Executive Summary

U.S. Department of Health and Human Services low-Income Home, 2011, Energy
Assistance Program Report to Congress for Fiscal Year 2008

<http://www.kosis.kr>(국가통계포털)

<http://www.mlym.go.kr>(국토해양부)

<http://www.bmwi.de>(독일연방 경제 · 기술부)

<http://www.bmu.de>(독일연방 환경 · 자연보호 · 핵안전부)

http://www.kfw.de/kfw_/kfw/en/(독일 kfw은행)

<http://www.hhs.gov>(미국 보건복지부)

<http://www.acf.hhs.gov>(미국 보건복지부 저소득층 에너지복지 프로그램)

<http://www.doe.gov>(미국 에너지부)

<http://www.liheap.org>(미국 저소득층 에너지지원 프로그램)

<http://www.seoul.go.kr>(서울특별시)

<http://stat.seoul.go.kr>(서울특별시 서울통계 홈페이지)

<http://city.seoul.go.kr>(서울특별시 주택 · 도시계획 · 부동산 홈페이지)

<http://environment.seoul.go.kr>(서울특별시 환경 · 공원 · 상수도 홈페이지)

<http://ec.europa.eu>(유럽연합 집행위원회)

<http://www.enet.or.kr>(에너지 시민연대)

<http://www.kostat.go.kr>(통계청)

<http://www.energylove.or.kr>(한국에너지재단)

<http://www.kemco.or.kr>(한국에너지관리공단)

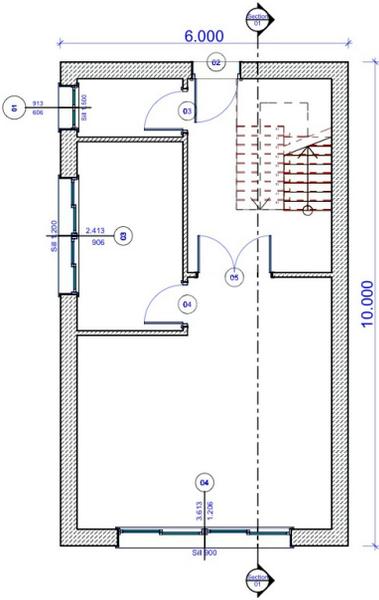
<http://www.waptac.org>(WAP 사업 기술지원 센터 웹사이트)

부 록

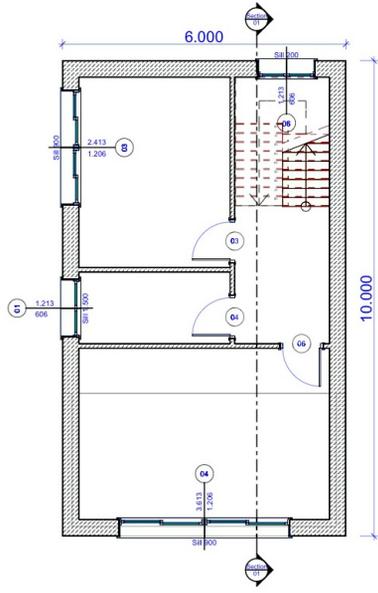


[부록 1] 난방에너지 분석 주택모델 도면

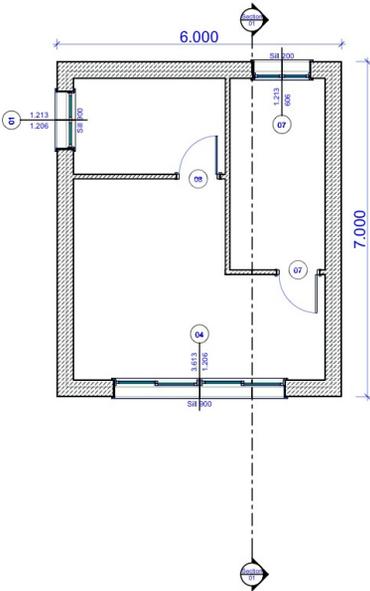




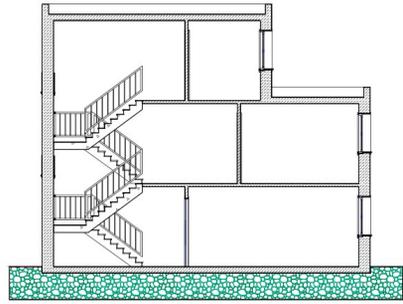
1층 평면도



2층 평면도



3층 평면도



단면도

영문 요약 (Abstract)



Revitalization Solutions of Heat Energy Efficiency in Seoul's Detached Housing

Min Kyeong Kim · Dong Hong Shin

This study suggests a feasible method for the revitalization of energy efficiency home improvement programs through the analysis of present conditions and problems in low income and vulnerable social group support programs. It suggests technological alternatives in the implementation process, through the analysis of heat energy saving effects applied by home energy-saving technology and its economic effects.

Energy welfare programs should be supported by a legal and institutional strategy on an integrated welfare and national level. Also, it needs to implement energy efficiency-focused programs from a long-term stand point and to constitute local networks and technological aids beyond mere energy cost aids.

The problems of domestic home energy efficiency improvement programs can be classified into two categories: impractical funding and lack of technologies to improve home energy efficiency. As seen in the domestic examples, due to a limited budget, most programs would merely become the repair of deteriorated housing rather than the improvement of energy efficiency. Although more funding was invested, a lack of construction technology has hindered effective energy savings. Thus, in order for home energy to be effectively improved, it requires political improvement such as an expansion of program funding and a constitution of a reasonable support system. Moreover, a development of technology is necessary to realize energy-saving goals.

In order to analyze the effectiveness of heat energy savings in detached or multi-unit dwellings, which were products of building retrofits, we set a housing model and calculate heat energy consumption by matching each element to the type of retrofit such as outside insulation, inside insulation, floor insulation, and the replacement of windows and boilers. The results show that a maximum 90% of energy costs can be reduced by improving heat energy efficiency at home. The initial investment of both inside and outside insulation at the home resulted in high upfront costs of around 24,000,000~30,000,000 Won, however the initial investment will be recouped within 5 years following the retrofit through the reduction of heat energy costs. To improve heat energy efficiency in housing, it requires an accurate understanding of energy consumption patterns, retrofitting on the basis of a concrete use plan of buildings, and an economic investment that constantly considers the usefulness of buildings.

To reduce heat energy of target housing, it should be based on the improvement of construction techniques and the development of technologies. The method of energy analysis and evaluation, also, needs to be improved for more accurate analysis of the housing condition and economic investment in the constant use.

To realize energy welfare for a low-income group and to implement heat energy efficiency in housing, a synthetic cooperation system and a long-term plan should be established by forming a good network of government, local community, private organization and company, and by supporting technical training to improve housing energy performance.

To revitalize home energy efficiency improvement programs, they should provide economic benefits for all homeowners and tenants by applying differential subsidies and loans based on the use plan and the reduction of energy cost according to the shape and size of housing. In addition, it is very important to attract voluntary participation from homeowners.

Energy welfare programs and home energy efficiency improvement programs for a low-income group should be supported by a legal and

institutional strategy from an integrated welfare and national level. Also, by establishing a long-term policy, synthetic and systematic programs should be implemented.

When it comes to implementation, the program should contribute to the expansion of employment and activation of the regional economy. Local business growth should be initiated by connecting local private organizations and companies.

Table of Contents

Chapter 1 Introduction

1. Research Background and Purpose
2. Research Scope and Method
3. Related Works

Chapter 2 Present Condition and Regime

1. Present Condition of Housing and Energy Consumption
2. Building Energy Regulation in Seoul
3. Home Energy Efficiency Improvement Program

Chapter 3 Case Study in Korea and Abroad

1. Home Energy Efficiency Improvement Program in Korea and Abroad
2. Analysis of the Actual Case in Korea and Abroad

Chapter 4 A Model for Home Energy Efficiency Improvement Program

1. A Model for Heat Energy Savings at Home
2. Economic Analysis

Chapter 5 Revitalization Solutions of Heat Energy Efficiency in Seoul's Detached Housing

1. Target Selection
2. Implementation System and Financial Resources

Chapter 6. Conclusion

1. Research Output
2. Policy Suggestions

References

Appendix

서울연 2012-PR-30

서울시 단독주택 난방에너지 효율개선사업 활성화 방안

발행인 이창현

발행일 2012년 9월 15일

발행처 서울연구원

137-071 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

값 6,000원 ISBN 978-89-8052-913-1 93530

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.