대구광역시 단독주택의 에너지 및 온실가스 배출원단위 작성에 관한 연구

A Study on the Energy Consumption and Greenhouse Gas Emission of the Detached Houses in Daegu

김유란*
Kim, Yu-Lan

윤혜경**
Yoon, Hae-Kyung

김주영***
Kim, Ju-Young

전규엽****
Jeon, Gyu-Yeob

홍원화*****
Hong, Won-Hwa

Abstract

In the energy consumption of buildings in Korea, the housing sector accounts for 53% of a total energy consumption. Although the researches of energy consumption on the new detached houses and apartment houses have been conducted numerous times, the researches of energy consumption characteristics on the existing detached houses are lack of studies. Thus in this study, the actual condition of energy consumption characteristics on the existing detached houses in Daegu city was examined, and then energy consumption unit and green house gas emission unit was compiled to present a fundamental data for an effective way of reducing energy consumption and greenhouse gas emission in the buildings. The results showed that the energy consumption for heating in the existing detached house was greater than other energy consumption and the heating energy sources were city gas and fuel oil. As the fuel oil consumption got larger, the energy consumption unit and greenhouse gas emission unit became bigger. Based on these results, it will be able to develop a plan for reducing energy and greenhouse gas emission in the existing detached houses in the future.

Keywords : Detached Houses, Energy Consumption Characteristic, Energy Consumption Unit, Greenhouse Gas Emission Unit

주요어 : 단독주택, 에너지소비특성, 에너지소비원단위, 온실가스 배출원단위

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라를 비롯하여 세계 곳곳에서 기후변화로 인한 기상재해가 일어나고 있으며, 심각한 피해를 입고 있다. 기후변화의 가장 큰 원인으로 지목되는 CO₂ 절감을 위해 선진국들은 온실가스 감축을 의무화하고 있고, 앞으로는 국제규제 또한 강화될 것이다. 이에 대비하여 우리나라는 저탄소 녹색성장을 위해 3대전략과 10대 정책과제를 내세우고 있다. 그 중에서 기후변화 적응 및 에너지 자립 전략에 속하는 저탄소 사회 구축 과제의 주요사업은 건물·교통 부문의 온실가스 배출통계 시스템 구축, 건물·교통 부문의 온실가스 감축전략 수립을 위한 것이다.

기후변화 적응 및 에너지 자립에 대한 효과적인 전략을 세우기 위해서는 에너지소비량 및 온실가스 배출량에 대한 실태 조사를 먼저 해야 할 것이다. 우리나라의 에너지 소비 중 건축물이 소비하는 에너지는 전체 에너지소비 중에서 약 20%이고, 건축물 전체 에너지소비량 중에서 가정부분의 소비가 53%를 차지하기 때문에 본 논문에서는 주거용 건축물에 대한 에너지 소비량 및 온실가스 배출량을 조사하였다. 일반적인 실태조사는 주거용 건물, 상업용건물, 기타 건물로 크게 나누어졌다. 주거용 건물에 관한 기존의 연구들은 공동주택이 주를 이루고 있으나, 주거용 건물에서 공동주택 다음으로 큰 비중을 차지하는 단독주택에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 그리고 단독주택은 다양한 건물특성으로 인해 에너지 소비형태가 공동주택과는 달라서 단독주택에 대한 에너지 소비특성을 조사할 필요가 있다. 특히 단독주택의 에너지 소비는 개별적으로 이루어짐으로써 조사에 어려움이 있으나, 효과적인 건축물 에너지소비 절감 대책을 세우기 위해서는 단독주택의 에너지소비 패턴 분석이 필요하다.

일반적으로 건축물의 에너지 소비에 있어 공동주택보다 단독주택에서 더 많은 양의 에너지를 소비하지만, 공동주택에 대한 에너지 절감 적용 방법(이승복, 2005; 배상환 외, 2009; 채동훈, 2009; 이진태, 2009)과 에너지 소비량에 대한 연구(반영식, 1990; 손장열, 1993; 신용태, 1994;

*정회원(주저자), 경북대학교 건축·토목공학부 석사과정

**정회원(교신저자), 경북대학교 건축·토목공학부 박사수료

***정회원, 특허청 건설기술심사관, 공학박사

****정회원, 제주대학교 건축학부 전임강사, 공학박사

*****정회원, 경북대학교 건축·토목공학부 교수, 공학박사

이 논문은 지식경제부 기술혁신 프로그램(과제번호 10035718, 공간 분석 기반 그린홈 에너지관리시스템 구축)의 연구비지원에 의해 연구되었음.

이 논문은 2009년도 한국주거학회 추계학술발표대회에 발표한 논문을 수정·보완한 연구임.

김진관 외, 2005)가 많이 진행되어 왔다. 특히 단독주택을 대상으로 한 경우 지역별 단독주택의 에너지소비량을 비교(장문석 외, 2000)하거나 에너지소비량 실태에 대해 연구된 사례(김병수, 2000)가 있으며, 에너지 효율등급이나 성능등급을 설정하기 위한 연구들도 이루어져왔다(김병수, 2000; 장용성, 2004; 황하진, 2010). 그러나 기존의 연구가 이루어졌던 시점에 비해 현재는 생활패턴이나 기후환경, 기계설비 등에 있어서 변화가 발생하고 있기 때문에, 에너지 소비에 관한 연구는 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 단독주택에서의 건축현황, 설비현황, 에너지소비현황을 조사하고, 요소별 에너지 소비 패턴을 비교·분석하여, 에너지소비원단위 및 온실가스배출원단위를 작성하고자 하였다. 단독주택의 에너지소비에 영향을 미치는 요소들을 검토하여 에너지의 합리적인 이용을 도모하고, 에너지절약을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 논문의 연구흐름도는 <그림 1>과 같다.

그림 1. 연구흐름도

본 연구는 대구광역시에 위치한 단독주택의 에너지소비원단위와 온실가스배출원단위 작성에 관한 것이다. 먼저 2장에서는 문헌자료를 조사하여 단독주택과 에너지소비원단위, 이산화탄소 배출량 작성에 대한 이론적 고찰을 하여 본 연구를 위한 기본 자료를 확립하였다.

그리고 3장에서는 에너지소비실태조사에 대한 개요를 소개하였다. 단독주택의 에너지소비현황을 파악하기 위해 단독주택의 설비시설현황 및 에너지소비실태에 관하여 설문조사를 실시하였다. 건축 및 설비 현황에 관해 거주자에게 설문을 하고, 에너지사용량과 같은 일부자료는 전문가의 협조를 통해 수집하였다.

3장에서 조사된 내용을 바탕으로 4장에서는 에너지소비원단위와 온실가스배출원단위를 작성하였다. 먼저 수집한 데이터들을 에너지원별로 분석하여 에너지소비패턴을 찾아내고, 건축적 요인과 설비적 요인에 따른 단독주택의 에너지소비 특성을 파악하였다. 그래서 대구광역시의 기존 단독주택의 에너지소비원단위 및 이산화탄소 배출원단위 작성을 통하여, 에너지효율성 강화에 대한 중요성과 에너지절약방안에 대한 기초 자료를 수립하고자 한다.

II. 이론적 고찰

1. 단독주택의 범위

건축법시행령 별표 1 용도별 건축물의 종류(제3조의4 관련)에 나타난 단독주택의 종류를 살펴보면, 주택은 크게 단독주택과 공동주택으로 나뉜다. 단독주택을 세부적으로 구분하면 단독주택, 다중주택, 다가구주택, 공관으로 나뉜다. 하지만 일반적으로 흔히 말하는 단독주택은 <표 1>에서처럼 한국의 사회지표(통계청 2008년)에서 정의한 것과 같이 단독주택과 다가구주택을 말한다.

표 1. 단독주택의 정의

구분	주택	정의
건축법 시행령	단독 주택	가정보육시설을 포함한다.
	다중 주택	다음의 요건 모두를 갖춘 주택을 말한다. (1) 학생 또는 직장인 등 다수인이 장기간 거주할 수 있는 구조로 되어 있을 것 (2) 독립된 주거의 형태가 아닐 것 (3) 연면적이 330제곱미터 이하이고 층수가 3층 이하 일 것
	다가구 주택	다음의 요건 모두를 갖춘 주택으로서 공동주택에 해당하지 아니하는 것을 말한다. (1) 주택으로 쓰이는 층수(지하층을 제외한다)가 3개 층 이하일 것. 다만, 1층 전부를 피로티구조로 하여 주차장으로 사용하는 경우에는 피로티부분을 층수에서 제외한다. (2) 1개동의 주택으로 쓰이는 바닥면적(지하주차장 면적을 제외한다)의 합계가 660제곱미터이하일 것 (3) 19세대 이하가 거주할 수 있을 것
	공관	-
한국의 사회지표	단독 주택	한 가구가 생활할 수 있도록 건축된 일반단독주택과 여러 가구가 살 수 있도록 설계된 다가구 단독주택을 말한다.

지역 또는 국가주도의 통계조사에서는 크게 단독주택, 공동주택, 비거주용건물내주택으로 구분한다. 세부적으로 단독주택은 단독주택, 다가구주택, 기타로 구분하고, 공동주택은 아파트, 다세대주택, 연립주택으로 구분한다.

본 연구에서는 통계조사¹⁾에서 사용하는 주택 구분을 이용하여 단독주택의 범위를 설정하였다. 그리고 우리나라 주거건축물 중 비거주용건물내주택(상가주택) 또한 단독주택의 사용형태와 비슷한 양상을 띠기 때문에 조사에 포함하여 비교하였다. 건축물 중 공동주택을 제외한 유형들을 단독주택 범위에 포함시켰다. 그래서 본 연구에 포함된 단독주택은 한가구가 생활할 수 있도록 건축된 ‘일반 단독주택’과 여러 가구가 살 수 있도록 설계된 ‘다가구 단독주택’, 영업 목적으로 건축된 건물 내에 사람이 거주할 수 있도록 구획된 부분으로 주택의 요건을 갖춘 ‘비거주용 건물 내의 주택(상가주택)’으로 분류된다.

2. 에너지원단위 작성방법

에너지는 1차에너지와 최종에너지로 구분된다. 석유제품이나 천연가스 등과 같은 1차 에너지의 변환으로 생산되는 에너지를 최종에너지라고 하는데 석유제품이나 전력 등이 이에 해당한다. 일반적으로 에너지소비 수준을 말할 때는 1차에너지를 기준으로 한다. 이에 따라 건축물에서 소비하는 에너지량을 파악하기 위해서는 우선적으로 다양한 에너지단위를 하나의 단위로 환산하여 비교하여야 한다.

본 연구에서는 건축물의 에너지관리기준(상공자원부, 1994) 제2장 제5조(에너지원단위)의 식을 이용하여 에너지원단위[Mcal/m²·년]를 작성하였다. 에너지원단위는 에너지열량환산기준표의 총발열량을 이용한다.

1. 연료원단위(Mcal/m²·년)

=연간연료사용량(*l* 또는 kg/년)×발열량(Mcal/*l* 또는 kg)
건축물의 냉·난방면적

2. 전력원단위(kWh/m²·년)

=연간전력사용량(kWh/년)×발열량(Mcal/kWh)
건축물의 연면적

3. 에너지원단위(Mcal/m²·년)

=연료원단위(Mcal/m²·년)+전력원단위(Mcal/m²·년)

표 2. 에너지열량환산기준(총발열량)

에너지원	단위	총발열량		석유환산계수
		kcal	MJ 환산	
보일러등유	<i>l</i>	8,950	37.5	0.895
도시가스(LNG)	Nm ³	10,550	44.2	1.055
전력	kWh	2,150	9.0	0.215

1) 2008 에너지 총조사보고서, 지식경제부

3. 이산화탄소배출량 작성방법

이산화탄소배출량을 구하기 위해서는 먼저 석유환산톤을 구해야 한다. 원래 석유환산톤 환산 시에도 에너지열량 환산기준의 총발열량을 이용하지만, 이산화탄소 배출량 계산 시에는 순발열량을 적용하도록 IPCC에서 권고하고 있으므로, 본 연구에서도 총발열량에서 수증기 잠열을 제외한 순발열량을 이용하였다. 에너지관리공단에 따르면 현재 우리나라는 국가고유 배출계수를 개발 중이므로, IPCC에서 만든 배출계수를 사용하고 있다.

이산화탄소배출량 계산식은 아래와 같다.

1. 석유환산톤(TOE)

=연료 또는 전력사용량(*l* 또는 Nm³ 또는 kWh)
×순발열량(kcal/*l* 또는 Nm³ 또는 kWh)/107 kcal

2. 이산화탄소배출량(tCO₂)

=해당연료의 석유환산톤(TOE)×탄소배출계수(TC/TOE)
×44/12

표 3. 에너지열량환산기준(순발열량)

에너지원	단위	순발열량		석유환산계수
		kcal	MJ 환산	
보일러등유	<i>l</i>	8,350	35.0	0.835
도시가스(LNG)	Nm ³	9,550	40.0	0.955
전력	kWh	2,150	9.0	0.215

표 4. IPCC의 탄소배출계수

연료	탄소배출계수	
	Kg C/GJ	Ton C/TOE
등유	19.60	0.812
도시가스(LNG)	15.30	0.637

전력 0.1213TC/MWh (0.4448TCO₂e/MWh)

III. 조사대상의 개요 및 에너지소비 실태 조사 개요

1. 조사 대상시설의 선정

본 연구에서는 통계조사에서 사용하는 주택 구분을 이용하여 단독주택의 범위를 설정하였다. 통계조사에서 단독주택은 한가구가 생활할 수 있도록 건축된 ‘일반단독주택’과 여러 가구가 살 수 있도록 설계된 ‘다가구 단독주택’, 영업 목적으로 건축된 건물 내에 사람이 거주할 수 있도록 구획된 부분으로 주택의 요건을 갖춘 ‘비거주용 건물 내의 주택’으로 분류된다. ‘비거주용 건물 내의 주택’ 중에서는 1층에 상가가 있고 2, 3층이 주택인 상가주택의 유형만 조사대상으로 선정하였다.

위의 기준에 해당하는 단독주택 중 대구광역시에 위치한 64가구의 협조를 구해 건축현황, 설비현황, 생활패턴, 에너지소비량을 설문조사할 수 있었다.

2. 조사 대상시설의 개요

우선 사용연료별로 구분해보면 주택용 계약전력을 사용하는 가구는 55가구이고, 도시가스 사용가구는 29가구, 유류 사용가구는 28가구로 조사되었다. 조사 대상시설 전체 64가구의 건축현황은 <표 5>와 같다.

표 5. 건축현황

주택유형	단독주택	상가주택	다가구주택	기타*
가구수	32	20	9	3
구조형태	조적조	철근 콘크리트조	목조	알수없음
가구수	50	10	3	1
세대면적	60 m ² 미만	60 m ² 이상 85 m ² 미만	85 m ² 이상	알수없음
가구수	23	9	16	16
거주층수	1층	2층	3층	알수없음
가구수	11	27	26	0

*종교시설(교회사택) 2가구, 알수없음 1가구

목조주택은 모두 1940~1950년대에 지어진 1층 단독주택이다. 다가구주택은 1980~1990년대에 지어진 조적조가 4가구이며, 나머지 5가구는 2000년에 지어진 철근콘크리트조이다.

세대면적은 서민주거면적을 기준으로 60 m² 미만, 60 m² 이상 85 m² 미만, 85 m² 이상으로 분류하였다. 조사 대상 가구 중에서 최소 세대면적은 18.48 m²였고, 최대 세대면적은 169.62 m²이었다.

거주층수가 4층인 3가구는 다가구주택 1층 전부를 피로티구조로 하여 주차장으로 사용하는 경우로써 피로티부분을 층수에서 제외하므로 3층으로 분류하였다.

3. 조사 대상시설의 에너지소비 기기 현황

모든 조사대상가구에서 난방 및 급탕설비로 보일러를 1대씩 보유하고 있고, 냉방설비로서 에어컨, 선풍기, 또는 에어컨과 선풍기를 함께 보유하고 있었다. 난방설비 현황은 <표 6>과 같고, 냉방설비 현황은 <표 7>과 같다.

표 6. 난방설비 현황

난방 및 급탕 설비	도시가스보일러	기름보일러	기타
보유가구수	33	27	4

표 7. 냉방설비 현황

냉방설비	에어컨	선풍기	에어컨+선풍기	없음
보유가구수	9	15	37	3

가전제품 중에서 세탁기, 냉장고, 텔레비전은 모든 가구에서 1대 이상 사용하고 있었다. 전기밥솥, 컴퓨터, 청소기 순으로 사용가구가 많았고, 다음으로 많이 사용하는 제품은 김치냉장고, 전자레인지, 전기다리미이며 같은 수치로 나타났다. 난방과 관련되는 난방기기 보유가구는 <표

8>과 같이 도시가스 사용가구의 61.5%, 유류 사용가구의 88.5%를 차지하고 있었다.

표 8. 난방기기 현황

	전기장판	전기장판+열히터
유류 사용가구	11	8
도시가스 사용가구	13	2

4. 에너지 소비량 데이터의 범위

전력, 도시가스, 유류 세 종류의 에너지원에 대하여 2007년 1월부터 2009년 6월까지의 사용량을 조사하였다. 전력과 도시가스 사용량은 관련기관의 협조를 통해 정확한 월별 사용량을 구할 수 있었으나, 유류 사용량은 각 가정마다 설문을 통한 자료조사로 인해 정확하고 세부적인 분석을 하기에는 미흡하였다.

에너지 원단위나 온실가스 배출원단위는 전력과 연료의 사용량을 변환하여 합산한 값이다. 각각의 사용량과 면적이 필요한데, 그러다보니 전력사용량 데이터와 도시가스 사용량 데이터가 모두 있는 19가구와 전력사용량 데이터와 유류 사용량 데이터가 모두 있는 16가구의 에너지 소비량 데이터를 이용하여 총 35가구의 에너지 소비량을 분석하였다.

IV. 에너지 소비 특성 분석 및 에너지 소비 원단위 작성

1. 주거조건에 따른 에너지 소비 특성

1) 건축적 요인에 따른 에너지 소비 특성

먼저 주택유형에 따른 연간전력사용량을 살펴보면 상가주택 유형이 연간 3245.04 kWh로 가장 적게 사용하였고, 다가구주택 유형은 연간 3615.45 kWh, 단독주택 유형은 연간 3642.04 kWh로 비슷하게 많이 사용하였다.

<그림 2>의 주택유형에 따른 월별 전력사용량의 변화를 살펴보면 상가주택 유형과 다가구주택 유형은 여름철 전력사용량이 겨울철 전력사용량보다 크지만, 단독주택 유형의 경우는 여름철 전력사용량과 겨울철 전력사용량이 비슷하게 나타난다. 단독주택은 여름철 전력사용량은 다

그림 2. 주택유형에 따른 월별 전력사용량 변화

가구주택, 단독주택, 상가주택의 순서로 전력을 많이 사용하였고, 겨울철 전력사용량은 단독주택, 다가구주택, 상가주택의 순서로 전력을 많이 사용하였다. 단독주택의 겨울철 전력에너지소비원단위가 큰 것은 단독주택 15가구 중에서 12가구가 기름보일러로 난방을 하고 있으며, 유류비의 상승으로 전력을 사용하는 난방기기를 많이 사용하기 때문인 것으로 추측할 수 있다.

<그림 3>은 세대면적에 따른 월별 전력 사용량의 변화이다. 겨울철 난방에 이용되는 전력사용량은 면적이 커질수록 증가하는 모습을 보였다. 면적에 따른 전력사용량 중 중간기를 보아도 면적이 커질수록 전력사용량이 많음을 알 수 있다. 하지만 여름철 냉방에 이용되는 전력사용량은 60 m² 이상 85 m² 미만인 가장 적고, 60 m² 미만인 그 다음으로 적으며, 85 m² 이상이 가장 크게 나타났다.

그림 3. 세대면적에 따른 월별 전력사용량 변화

<표 9> 면적별 전력사용량 비교를 보면 면적 60 m² 이상 85 m² 미만은 연중 최대사용량과 최소사용량의 차이가 73kWh로 가장 작았고, 60 m² 미만과 비교하여 사용량이 크게 차이 나지 않았다. 면적이 85 m² 이상인 가구의 전력사용량은 외부기온의 영향을 많이 받는다고 할 수 있다. 60 m² 미만은 8월에 가장 많이 사용하였고, 10월에 가장 적게 사용하였다. 60 m² 이상 85 m² 미만은 2월에 가장 많이 사용하였고, 10월에 가장 적게 사용하였다. 85 m² 이상은 8월에 가장 많이 사용하였고, 5월에 가장 적게 사용하였다.

표 9. 면적별 전력사용량 비교 (단위: kWh)

면적	최대사용량	최소사용량	사용량차이
60 m ² 미만	318	236	81
60 m ² 이상 85 m ² 미만	315	241	73
85 m ² 이상	418	309	109

<그림 4>는 세대면적에 따른 월별 도시가스 사용량의 변화이다. 난방면적 85 m² 이상일 때 도시가스사용량이 가장 많게 나타났으며, 60 m² 미만과 60 m² 이상 85 m² 미만은 사용량이 비슷하다. 연평균사용량으로 비교하면 85 m² 이상이 97 Nm³으로 가장 많이 사용하였고, 60 m² 미만

은 62 Nm³으로 두 번째로 많이 사용하였으며 60 m² 이상 85 m² 미만이 58 Nm³으로 가장 적게 사용한 것으로 나타났다. 본 연구에서 사용한 도시가스 사용량의 경우 취사용이 함께 포함되었으며, 각 가구마다 난방시간이 다른 것을 고려하면 85 m² 미만에서는 도시가스의 사용량에 면적이 큰 영향을 미치지 못한다고 볼 수 있다.

그림 4. 세대면적에 따른 월별 도시가스사용량 변화

2) 설비적 요인에 따른 에너지 소비 특성

<그림 5>는 겨울철 사용하는 난방에너지 종류에 따른 월별 전력 사용량 변화를 나타낸 그래프이다. 난방에너지의 종류에 따라 도시가스, 기름, 기름+연탄, 심야전기로 나누어 전력사용량을 분석하였다. 도시가스는 겨울철 난방에너지로 도시가스를 사용하는 가구의 전력사용량이며, 마찬가지로 기름은 겨울철 난방에너지로 기름보일러를 사용하는 가구의 전력사용량, 기름+연탄은 겨울철 난방에너지로 연탄과 기름을 함께 사용하는 가구의 전력사용량, 심야전기는 겨울철 난방에너지로 심야전기보일러를 사용하는 가구의 전력사용량이다. 도시가스로 난방하는 가구를 제외하고는 난방에도 전력을 많이 사용하기 때문에 겨울철 전력사용량도 높게 나타났다.

그림 5. 난방에너지원에 따른 월별 전력사용량 변화

난방에너지 종류별 연평균사용량은 심야전기보일러 5,316 kWh, 기름 3,971 kWh, 도시가스 3,205 kWh, 연탄+기름 2,119 kWh 순으로 많게 나타났다. 심야전기보일러의 경

우 냉난방 필요성이 적은 5월을 제외하고는 냉난방 모두 전기에너지를 사용하기 때문에 사용량이 가장 많게 나타났다. 난방에너지로 기름을 사용할 경우 여름철 전력사용량보다 겨울철 전력사용량이 높게 나타나는데, 이는 비싼 유류비로 인하여 전기장판 등의 보조난방기구를 많이 사용하기 때문이다.

<그림 6>은 월별 도시가스사용량 변화를 나타내는 그래프이다. 도시가스는 주로 난방 및 급탕으로 사용하므로 기온분포와 반대성향을 나타낸다. 최소사용량은 9월 13 Nm^3 이고, 최대사용량은 1월 195 Nm^3 이다. 9월보다 월평균 기온이 높은 7, 8월의 도시가스 사용량이 더 많은 것은 여름철 음식물 가열보관이 많아 취사에 소비되는 도시가스 사용량이 증가하기 때문이다.

그림 6. 월별 도시가스사용량 변화

유류는 사용량과 사용기간 자료가 없거나 불명확하여 분석을 하기에 부족하지만, 월별사용패턴은 도시가스사용 패턴과 유사할 것으로 볼 수 있다. 도시가스처럼 난방 및 급탕용으로 사용하며, 주로 11월부터 다음해 2월까지 사용한다. 겨울철 한 달 평균사용량은 284 l 이고, 연간사용량의 2007, 2008년 평균은 1137 l 이다. 또 유류는 단위면적당 사용량이 세대면적이 클수록 적을 것으로 유추할 수 있다. 유류비가 비싸며 200 l나 400 l로 양을 정해서 구입을 한 후 한 달에서 두 달 정도 사용하게 되므로, 계획적으로 적게 사용하려하고 전력을 사용하는 보조난방을 많이 하기 때문이다. 유류 사용량은 거주자의 생활패턴에 많은 영향을 받을 것으로 추정할 수 있다.

2. 에너지소비원단위 및 온실가스 배출원단위 작성

1) 에너지소비원단위 작성

<그림 7>과 <그림 8>은 단위면적에 따른 전력과 도시가스의 월별 사용량변화를 나타낸 그래프이다.

<그림 7>에서 보면 조사한 표본가구 수가 적어 냉난방 면적에 따른 단위면적당 전력사용량이 전체적으로 높게 나타났다. 세대면적 범위 별로 나누어보면 특히 면적 60 m^2 이하에서 눈에 띄게 전력사용량이 많은 가구들이 있어 전체 전력사용량 평균값이 크게 나타났다.

따라서 단위면적에 따른 월별 전력 사용량의 연평균을

그림 7. 월별 전력원단위

그림 8. 세대면적에 따른 단위면적당 전력사용량 분포

구하여 세대면적에 따른 단위면적당 전력사용량 분포를 <그림 8>에서 나타내었다. 이상치를 제외하고 분석해보면 세대면적이 클수록 단위면적당 전력사용량은 감소함을 알 수 있다. 세대면적 범위 별로 평균을 구해보면 60 m^2 미만이 5.35 kWh/m^2 로 단위면적당 전력사용량이 가장 많고, 60 m^2 이상 85 m^2 미만은 3.93 kWh/m^2 로 두 번째로 많으며, 85 m^2 이상은 3.31 kWh/m^2 로 가장 적다. 단독주택 한 가구의 단위면적당 전력사용량은 4.20 kWh/m^2 이다.

<그림 9>는 단위면적에 따른 월별 도시가스 사용량을 나타낸 것이다. 12월에서 4월까지의 단위면적당 도시가스 소비량은 최저 $1.40 \text{ Nm}^3/\text{m}^2$ 에서 최고 $2.49 \text{ Nm}^3/\text{m}^2$ 로 나타났다. 5월에서 11월까지의 단위면적당 도시가스소비량은 최저 $0.17 \text{ Nm}^3/\text{m}^2$ 에서 최고 $0.87 \text{ Nm}^3/\text{m}^2$ 로 나타났다.

<그림 10>은 연간 에너지소비원단위를 나타낸다. 전력+도시가스는 연료로 도시가스를 사용하는 가구의 연간총 에너지소비원단위를 의미하는 것으로 가구마다 전력소비원단위와 도시가스소비원단위를 구한 후, 더하여 평균한 값이다. 같은 방법으로 전력+유류인 연료로 유류를 사용하는 가구의 연간총에너지소비원단위를 구하였다. 도시가스보다 유류의 에너지소비원단위가 더 크며, 유류를 사용하는 가구의 전력사용량이 도시가스를 사용하는 가구의 전력사용량보다 더 많다. 그래서 전력과 유류를 사용하는 가구의 에너지소비원단위는 $276 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{yr}$ 로 전력과 도

그림 9. 월별 도시가스원단위

그림 10. 연간 에너지소비원단위

시가스를 사용하는 가구의 에너지소비원단위인 238 Mcal/m²·yr보다 38 Mcal/m²·yr만큼 더 크며, 이는 16% 더 큰 것이다. 대구광역시 단독주택 한 가구의 에너지소비원단위는 257 Mcal/m²·yr이다.

<그림 11>은 세대구성원수에 따른 에너지소비원단위에 대해 분석한 것이다. 구성원수가 많을수록 에너지소비원단위가 큰 것으로 나타났고, 구성원수가 적을수록 홀수에 비하여 에너지소비가 더 많았다. 4인 가족 구성일 때 에너지소비원단위가 304.5 Mcal/m²·yr로 가장 크다.

그림 11. 세대구성원수에 따른 에너지소비원단위

<그림 12> 1인당 연간에너지소비원단위를 살펴보면 가구원수가 많을수록 1인당 사용하는 에너지는 작아지는 추세이지만 4인가족 구성일 때 76.1 Mcal/m²·yr로 3인가족 구성이나 5인가족 구성보다 크게 나타났다.

그림 12. 1인당 에너지소비원단위

2) 온실가스 배출원단위 작성

온실가스배출원단위도 에너지소비원단위와 마찬가지로 분류하여 <그림 13>에 나타내었다. 전력과 유류를 사용하는 가구의 온실가스배출원단위는 4.899 TCO₂/yr로 전력과 도시가스를 사용하는 가구의 온실가스 배출원단위인 3.348 TCO₂/yr보다 1.551 TCO₂/yr만큼 더 크며, 이는 온실가스를 46% 더 많이 배출하는 것이다. 대구광역시 단독주택 한 가구의 온실가스배출원단위는 4.057 TCO₂/yr이다.

그림 13. 연간 온실가스배출원단위

V. 결 론

단독주택의 경우 도시가스, 유류, 연탄, 심야전기 등의 다양한 난방에너지원을 사용하고 있다. 본 연구에서는 기존 단독주택에서의 주에너지원인 도시가스, 유류, 전력의 사용량을 비교·분석하였다. 대구광역시의 기존 단독주택의 에너지소비원단위 및 온실가스 배출원단위 작성에 관한 연구결과는 다음과 같다.

(1) 조사된 기존 단독주택 유형 중 난방 및 급탕의 주 에너지원으로 도시가스를 많이 사용한 상가주택유형이 연간 전력 사용량이 가장 적었다. 난방에 모두 사용되는 전력은 중간기에 비해 하절기와 동절기에 특히 많이 소비되며, 겨울철 난방에너지로 도시가스를 사용할 때보다 유류를 사용할 때의 전력사용량이 더 높게 나타났다. 특히 유류를 사용할 경우, 여름철보다 겨울철 전력사용량이 더 높게 나타나는데, 비싼 유류비로 인하여 난방보조기구를 많이 사용하기 때문이다.

(2) 도시가스와 유류는 주로 난방과 급탕에 이용하며 거의 대부분 겨울철에 사용된다. 세대면적이 클수록 도시가스 소비량도 증가한다. 유류는 보조난방을 많이 사용하며 거주자의 생활패턴에 많은 영향을 받는다.

(3) 대구광역시 단독주택 한 가구의 에너지소비원단위는 평균 $257 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{yr}$ 이다. 전력과 도시가스를 사용하는 경우는 $238 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{yr}$ 이며, 전력과 유류를 사용하는 경우는 $276 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{yr}$ 로 에너지소비원단위가 16%정도 크게 나타났다.

(4) 대구광역시 단독주택 한 가구의 온실가스 배출원단위는 $4.057 \text{ TCO}_2/\text{yr}$ 로 나타났다. 전력과 도시가스를 사용하는 경우는 $3.348 \text{ TCO}_2/\text{yr}$ 이며, 전력과 유류를 사용하는 경우는 $4.899 \text{ TCO}_2/\text{yr}$ 로 나타났다. 전력과 유류를 사용할 때가 전력과 도시가스를 사용할 때보다 온실가스를 46% 더 많이 배출하는 것을 의미한다.

기존 단독주택의 에너지 및 온실가스 배출원단위 작성에 대한 결과를 보면 도시가스보다 유류 사용량이 커질수록 에너지소비원단위와 온실가스 배출원단위가 크게 나타났다. 이 연구 결과를 보면 기존 단독주택의 도시가스의 보급이 확대되어야하나, 도시가스 시설설치의 재정 부담으로 인하여 단독주택에서의 도시가스 사용은 어려운 실정이며, 도시가스 또한 화석 연료로서 생산의 한계가 있다. 본 연구에서는 기존 단독주택의 에너지 및 온실가스 배출원단위작성을 통하여 에너지효율성 강화에 대한 중요성과 에너지절약방안에 대한 기초 자료를 수립하였다. 이러한 연구를 토대로 하여 기존 주택에서 단열 성능이 우수한 창호의 교체, 또는 신재생 에너지인 태양광 설치 등을 통한 에너지 절감과 이용방안에 대한 향후 연구가 필요할 것이다. 특히 기존단독주택에서의 구조체 단열성능과 신규단독주택에서의 단열성능이 강화됨에 따른 에너지소비 변화에 관한 부분을 연계수행하고자 한다.

참 고 문 헌

1. 국토해양부 · 교육과학기술부 · 행정안전부 · 지식경제부 · 환경부 · 산림청 (2009). 녹색도시 · 건축물 활성화 방안.
2. 국토해양부 (2009.8.5). 건축법 시행령 별표 1.
3. 김병수 (2000). 단독주택의 용도별 에너지 소비에 관한 연구. 충남대학교산업기술연구소논문집, 15(1), 140-147.
4. 김병수 · 장문석 · 박효순 · 이진숙 (2000). 단독주택의 에너지 성능등급설정을 위한 사용에너지 특성연구. 2000년도 대한설비공학회 하계학술발표회 논문집(II), 602-606.
5. 김승도 · 나승혁 (2008). 온실가스 배출량 산정방법. 전자공학회지, 35(11), 73-82.
6. 김진관 · 이병호 (2005). 아파트의 주동과 주호배치특성에 따른 도시가스사용량 조사연구-경남 진주 지역을 중심으로. 대한건축학회논문집(계획계), 21(8), 217-226.
7. 대구광역시 건축주택팀 (2009). 2009 주택통계연감.
8. 반영식 · 이영재 · 이건영 (1990). 건축물의 에너지 소비량에 관한 연구-사무소용 건물과 공동주택을 중심으로. 대한건축학회논문집(계획계), 6(3), 171-178.
9. 배상환 · 김양섭 (2009.1). 공동주택 에너지절감 절감방안과 실현사례. 건축환경설비, 3(1), 18-23.
10. 상공자원부 (1994). 건축물의 에너지관리기준.
11. 서윤규 · 김주영 · 홍원화 (2009). 도심 임대아파트의 에너지 및 상수 소비 특성에 관한 연구. 한국주거학회논문집, 20(6), 39-46.
12. 손장열 · 박병운 · 박태수 (1993). 공동주택에서 실내 열환경 및 난방에너지 소비실태에 관한 연구. 대한건축학회논문집, 9(2), 151-157.
13. 에너지경제연구소 (2009). 2008 에너지총조사보고서.
14. 이강국 · 홍원화 (2006). 도시에너지 소비의 공간 · 시간적 특성 분석. 대한건축학회논문집(계획계), 22(9), 291-298.
15. 이진태 · 신승호 (2009.4). 그린홈 공동주택을 위한 에너지 절약 기술. 건축환경설비, 3(2), 34-40.
16. 이승복 (1995). 공동주택의 기밀성능 평가 및 에너지 절감 효과 분석. 한국태양에너지학회논문집, 15(3), 119-125.
17. 이승복 · 원종서 (2005). 이중외피와 할로우 코어를 적용한 초고층 주거건물의 에너지 절감 방안에 관한 연구. 대한건축학회논문집(계획계), 21(3), 141-148.
18. 이윤규 · 이강희 (2001). 공동주택의 에너지소비와 이산화탄소 배출특성. 설비공학논문집, 13(9), 868-877.
19. 이준혁 · 이지희 · 홍원화 (2000). 도심 집합주택이 에너지 및 상수 소비량 경년 변화에 관한 연구. 2000년 대한건축학회 학술발표대회 논문집(계획계), 20(2), 865-868.
20. 장문석 · 김병수 · 박효순 (2000). 단독주택의 에너지 소비 실태 조사에 관한 연구. 대한건축학회논문집(계획계), 16(5), 131-136.
21. 장용성 · 홍성희 · 박효순 · 서승직 (2004). 단독주택의 에너지효율 등급설정 및 인증기준(안) 연구. 대한건축학회논문집(계획계), 20(12), 203-210.
22. 채동훈 (2009.4). 공동주택에 적용 가능한 에너지절약기술 및 적용 타당성 분석. 건축환경설비, 3(2), 23-28.
23. 통계청 (2008). 한국의 사회지표.
24. 홍성희 (2002). 건물의 에너지원단위기준(안) 연구. 대한설비공학회 에너지관리부문강연회, 71-86.
25. 홍성희 · 장문석 · 박효순 · 윤용진 · 양관섭 (1999). 공동주택의 에너지소비실태조사에 의한 에너지원단위 기준 설정연구. 1999년 공조화냉동공학회 하계학술발표회 논문집(II), 479-484.
26. 홍원화 · 배홍규 · 김성화 · 최무혁 (1998). 집합주거 거주자의 생활형태에 따른 에너지소비량에 관한 연구-대구광역시를 중심으로. 대한건축학회논문집(계획계), 14(6), 193-200.
27. 황정하 · 이언구 · 이명호 (1992). 기존 공동주택의 에너지 절약을 위한 자연형 태양열 시스템 적용에 관한 연구. 대한건축학회논문집(계획계), 8(9), 165-179.
28. 황하진 · 이종성 · 김동우 (2010). 기존 단독주택 에너지성능 평가 프로그램 개발. 2010년도 대한설비공학회 동계학술발표대회 논문집, 260-265.

접수일(2010. 10. 21)

수정일(1차: 2010. 12. 3, 2차: 2011. 1. 11)

게재확정일(2011. 1. 27)