

공동주택 난방방식별 전력에너지 소비량 추정모델 작성 연구

A Study on the Estimation model of the Amount of the Electric Energy Consumption according to the Apartment Heating Type

이 강 희* 양 재 혁** 유 우 상***
Lee, Kang-Hee Yang, Jae-Hyuk Ryu, U-Sang

Abstract

Electric energy is indispensable of the development of the industrial and living sector. Among the energy sectors, the building area shares 20% of the produced electric power in Korea. As we plan to supply the apartment, we need to forecast the required amount of the electric energy and supply the infrastructure to apartment for the lighting, cooling. Nonetheless, it is not easy to forecast the required amount of the electric energy, considering the management aspect, building physical aspect and social-geographic aspect. In this paper, it studied the estimation model of the electric energy, reflecting the affecting variables such as total area, number of household, geography and so on. The estimation model is proposed in 3-types which explained in central heating, individual heating and district heating, and each type have two estimation model, reflecting the affecting variable and correlation between variables to eliminate the multicollinearity. The unit of electric energy consumption per area and year is similar in three heating type and the results are as follows: the central heating is 34.446 kWh/yr · m², individual type is 35.756 kWh/yr · m² and district heating is 34.285 kWh/yr · m².

키워드 : 전력에너지, 원단위, 추정모델, 난방방식

Keywords : electric energy, unit, estimation model, heating type

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

에너지는 경제·산업 등의 원동력으로써 매우 중요한 자원이다. 최근의 에너지 가격 상승과 부존자원의 고갈을 대비하는 차원에서 다양한 에너지자원을 발굴, 개발하고 있다. 에너지원은 크게 화석연료, 태양열 등의 신재생에너지 등으로 구분된다. 이 가운데 전력에너지는 수력, 화력, 원자력 등을 대표적으로 들 수 있다.

최근 건물부문에 대한 에너지 소비는 전체에너지 소비 가운데 약 20%수준을 차지하고 있으며, 이 가운데 주거 부문이 약 75%수준을 차지하고 있으며, 이 가운데 도시가스, 난방열원 등의 난방부문은 약 63%, 급탕부문은 14%로써 난방과 급탕에서의 에너지 소비가 주요 부분을 차지하고 있다. 전력에너지는 조명, 냉방 등의 부문에서 사용되는 것으로 가정에서 소비되는 에너지의 80%이상이 비전력에너지인 것으로 조사되고 있다. 이와 같은 건물부

문, 특히 주거부문의 에너지 사용패턴 가운데 전력에너지는 전체가운데 차지하는 비중은 낮은 것으로 나타나고 있으나 주요 에너지원으로써의 역할을 하고 있다. 다른 한편으로는 전력에너지 사용은 발전단계에서 발생하는 이산화탄소 등의 온실효과가스를 배출하게 된다. 따라서 에너지 자원의 해외 의존도가 높은 우리나라는 화석연료 뿐만 아니라 전력에너지 소비절감을 위한 합리적인 대응이 절실히 요구되고 있다.

기존의 에너지 소비에 대한 분석은 건축물을 구성요소를 활용한 시뮬레이션을 통해 대안을 탐색, 도출하는 것이 대부분이다. 이것은 현상학적인 측면보다는 가상모델을 설정하여 변인을 투입한 결과임으로 현장을 기반으로 하는 것과는 차이를 발생하고 있다.

또한, 기존의 에너지 관련 정보를 제공하는 많은 자료들은 부문별 에너지원별 사용량 혹은 건물유형별 사용량 등으로 거시적인 측면에서 정보를 제공하고 있다. 따라서 계획 및 설계단계에서 건축물 혹은 단지가 지니고 있는 주요 특성을 반영하는 에너지 소비량을 분석하는 데에는 한계를 지니고 있다.

따라서 초기계획단계에서 건축물의 개요를 통한 관리특성 등 단지를 설명하는 특성을 활용하여 에너지 소비량을 추정하는 경험적인 방법(empirical approach)을 활용할 수

* 안동대학교 건축공학과 부교수, 공학박사 (leekh@andong.ac.kr)

** 동의대학교 건축학과 부교수, 공학박사 (yarch1@deu.ac.kr)

*** 교신저자, 전남대학교 건축학과 부교수, 공학박사

(usyoo@jnu.ac.kr)

이 논문은 2009년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임 (지역거점연구단 육성사업-바이오하우징연구사업단).

있다. 본 논문에서는 공동주택을 대상으로 하여 단지전체를 설명하는 다양한 요인을 활용하여 전력에너지 소비량을 추정하는 모델을 작성하는 것이다. 이것은 기존의 공동주택을 대상으로 관리특성, 현황 등을 반영한 것으로 신축단지의 총량적인 전력에너지 소비수준을 분석, 설정하는데 용이할 것으로 판단된다.

1.2 연구의 방법 및 내용

공동주택의 건축특성, 관리특성 등을 활용하여 전력에너지 사용량을 예측하는 모델을 작성하기 위한 연구방법과 내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 공동주택단지의 전력에너지 사용량은 단지특성을 활용하여 추정모델을 작성할 수 있다. 이때 공동주택 단지특성은 크게 관리특성, 사회적 특성, 건물의 물리적 특성 등으로 구분하여 제시할 수 있다. 관리특성은 관리면적, 세대수, 대지면적, 주차대수 등을 들 수 있다. 사회적 특성은 경과연수, 지리적 위치, 시공수준 등을 들 수 있다. 건물의 물리적 특성은 주동체적, 창면적비, 난방방식, 주동복도형식, 엘리베이터 대수 등의 주동이 지니고 있는 내용을 설명하는 것이다.

둘째, 전력에너지 소비량은 난방방식에 따라 구분하였다. 난방방식은 중앙집중 난방방식, 개별난방방식, 지역난방방식 등으로 구분된다. 이때 전력에너지 사용은 조명, 전열, 냉방기기 등에서 이루어진다.

셋째, 전력에너지 소비량에 영향을 미치는 관리특성, 사회·지리적 특성, 물리적 특성을 설명하는 요인 가운데 주요 변인을 추출하여 전력에너지 사용량 추정모델을 작성하였다. 추정모델은 다중선형회귀분석(multilinear regression analysis)를 활용하여 회귀분석을 수행하였다. 그러나 변인사이의 다공선성(multicollinearity)이 존재함으로 유의적인 함수관계를 형성하고 있지는 못하다. 이를 위해 공동주택단지와 전력에너지 소비량과 연계성을 갖고 있는 변인을 직접적으로 선별하는 것이 용이하지 않다. 따라서 변인추출은 상관분석(correlation analysis)의 통계적인 방법을 통해 선정하였다. 변인사이의 상관성을 분석하는 통계적인 방법으로는 요인분석, 판별분석, 다차원척도법 등을 들 수 있다.

1.3 연구의 범위

공동주택단지의 관리특성, 사회·지리적 특성, 물리적 특성 등과 전력에너지 소비량과의 관계를 분석하기 위해 전국 171개 아파트단지의 전력에너지 소비량을 조사하였다. 이 가운데 중앙집중 난방방식은 12개 단지, 개별난방방식은 139개 단지, 지역난방방식은 20개 단지이다. 조사기간은 2008년 12개월 동안으로써 사용된 전력에너지를 대상으로 하였다.

171개 단지의 관리특성, 사회·지리적 특성, 물리적 특성의 조사내용은 대부분이 비율척도(ratio scale)로 구성된다. 단지의 조사내용은 소재지, 준공년도, 시공회사, 동수, 평균층수, 세대수, 연면적, 단지 체적, 옥상녹화 및 벽면녹화 유무, 조경면적 등이다. 다만, 입지특성, 옥상녹화, 벽

면녹화, 복도형식 등은 명명척도(nominal scale)로 조사되었다. 입지특성은 단일기준에 의거하여 중부, 남부, 제주 등의 3개 지역으로 구분하여 조사되었다.

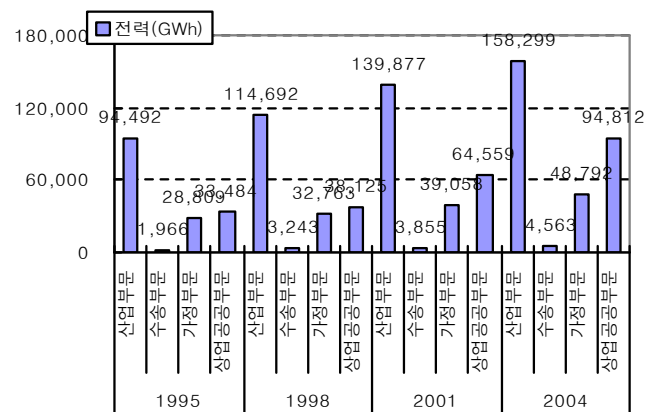
2. 전력에너지 사용추이와 실태

2.1 전력에너지 사용추이

전력에너지는 생산에 사용되는 에너지원에 따라 원자력, 수력, 화력 등으로 구분할 수 있다. 2009년 현재 원자력에너지는 36.5%, 화력에너지는 석탄 39.2%, 천연가스 19.6%, 증유는 3.4%정도를 사용하는 것으로 나타나고 있다. 수력에너지는 0.8%, 기타 0.5%정도의 수준으로 구성된다. 이 가운데 원자력에너지와 수력에너지는 청정에너지원으로써 부각되고 있으나, 화력에너지는 화석연료(fossil fuel) 사용으로 인해 이산화탄소 등의 온실가스를 배출하게 된다¹⁾.

주택에서 소비되는 에너지는 크게 냉방기기, 전등 등에 사용되는 전력에너지와 난방, 급탕 등의 에너지원으로 구분할 수 있다. 공동주택에서 사용되는 전력에너지는 단독주택에 비해 약 6%정도 높은 것으로 조사된다²⁾. 이것은 하절기 냉방기기 사용에 의한 냉방부하 증가와 전력에너지 사용기기의 증가에 기인하는 것으로 예상된다.

그림1은 1995년부터 2004년까지의 부문별 연도별 전력에너지 사용변화를 나타낸 것이다. 산업부문은 10년 기간 동안 약 6%정도의 지속적인 증가율을 보이고 있다. 같은 기간동안 가정부문의 전력에너지 사용증가는 약 7%수준인 것으로 나타난다. 상업공공부문은 6%수준의 증가율을 나타내고 있다. 이와 같은 결과에 비추어볼 때, 부문별 증가율은 약 6%수준의 증가를 보이고 있으나, 가정부문의 증가율이 상대적으로 높게 나타나는 것으로 분석된다. 이것은 생활환경 향상에 따라 냉방기기 등의 전력에너지 사용기기가 계속적으로 증가되고 있음을 암시한다.



1) 전력거래소(2008), 시장운영실적. <http://www.kpx.or.kr/>
 2) 김지영의 3인(2008), “주거부문 에너지 효율화를 위한 주택건설현황 및 에너지 소비현황의 분석과 활용방안”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제28권 제1호, pp699~702.
 3) <http://www.keei.re.kr/main.nsf/index.html>

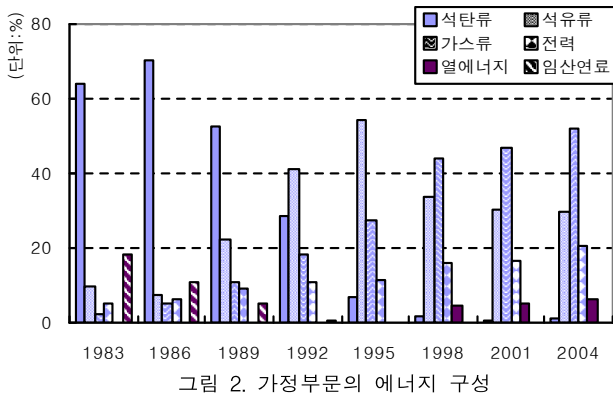


그림 2. 가정부문의 에너지 구성

1983년부터 2004년까지의 가정부문 에너지원 구성추이는 그림2와 같다. 석탄 등의 고체에너지원의 사용은 최근에 이르기까지 계속적으로 감소하는 추이를 나타내고 있다. 석유와 같은 액체에너지원은 1995년을 정점을 하여 낮아지는 경향을 보이고 있다. 그러나 전력에너지 사용량은 같은 기간 동안 상대적으로 높은 증가추이를 나타내고 있다.

2.2 전력에너지 사용현황

공동주택의 전력에너지 소비는 냉방, 전열, 전등 등에서 이루어진다. 이것은 건물규모, 형태, 향, 창호구성, 사용자 특성, 외기온 등의 조건에 따라 다양하게 나타난다. 이러한 요인은 크게 건물의부환경, 물리적 구성형태, 사용자 등으로 크게 대별할 수 있다. 이러한 요인에 따라 조사대상 공동주택의 전력에너지 소비량 현황을 살펴보면 다음과 같다.

그림3은 개별난방방식의 월별 전력소비량의 변화를 보여 주는 것이다 개별난방방식을 사용하는 조사대상 공동주택은 하절기가 동절기보다 약간 높은 수준을 보이고 있으며, 그 외에는 전체적으로 큰 변화를 보여주고 있지는 않다. 그림3에서 나타난 결과에 비추어 볼 때, 전력에너지 사용량은 1년 연중 비슷한 수준을 유지하는 것으로 판단된다. 다만, 하절기의 냉방수요에 의해 전력에너지 수요는 일시적으로 증가하는 것으로 다른 기간에 비해 상대적으로 높게 나타나고 있다.

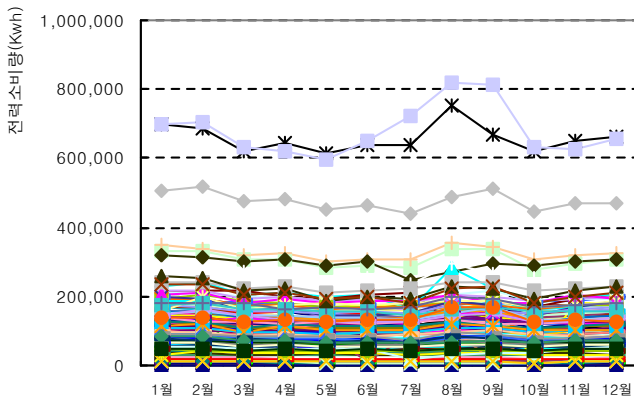


그림 3. 개별난방방식의 월별 전력소비량 패턴4)

4) 그림4, 그림5, 그림6에서 높은 수준을 보이는 단지는 규모가 비교적

그림4는 조사대상 공동주택 가운데 지역난방방식의 월별 전력에너지 소비량의 변화를 보여 주는 것이다. 전체적으로 개별난방방식의 월별 변화추이와 유사한 패턴을 보이고 있다. 다만, 8월 전후의 하절기의 전력에너지 수요가 일시적으로 증가하는 것은 냉방수요에 따른 결과로 풀이된다.

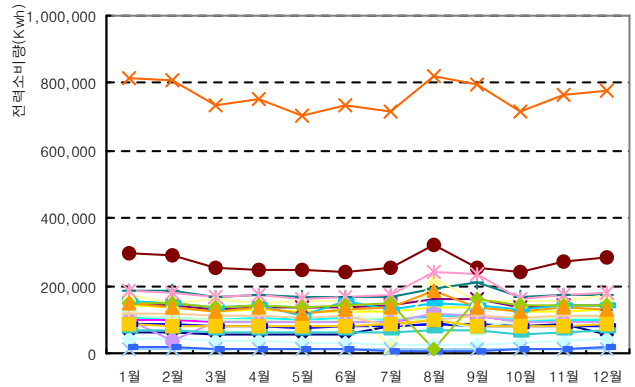


그림 4. 지역난방방식의 월별 전력소비량 패턴

그림5는 조사대상 공동주택의 중앙집중 난방방식의 월별 전력에너지 소비량의 변화를 나타낸 것이다. 중앙집중 난방방식의 전력에너지 월별 수요변화는 지역난방방식, 개별난방방식과 유사한 형태를 보이고 있으며, 8월을 전후로 하는 하절기의 전력수요로 인한 증가현상이 발생하는 것으로 나타난다.

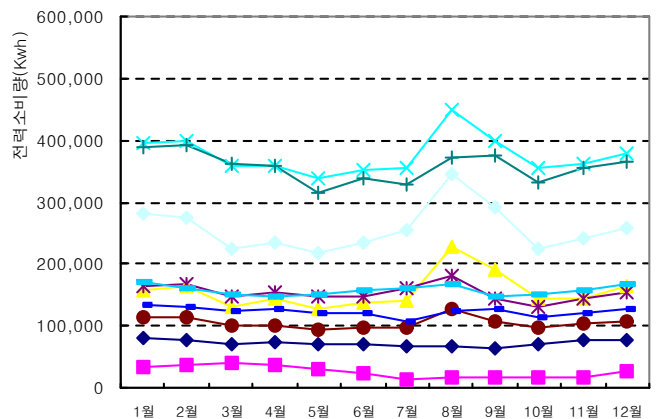


그림 5. 중앙집중 난방방식의 월별 전력소비량 패턴

2.3 기존 연구고찰

전력에너지 소비량과 관련된 연구는 추정모델을 작성하는 연구보다는 사용원단위를 분석한 연구가 일반적이고, 다른 에너지원별 사용량과 혼합적으로 연구되는 것이 일반적이다. 김지영외 3인(2008)의 연구에 따르면 전력에너지 사용량과 도시가스 사용량을 비교할 경우 전력에너지 사용은 년중 고른 분포를 보이는 것으로 나타나고 있다. 그리고 월별 사용량 가운데 전력에너지는 전체의 약 1/3 수준을 차지하는 것으로 제시되고 있다.

이경호(2008)는 전력에너지 사용에 따른 이산화탄소 배출 것으로 조사되었다.

출량과 이를 저감할 수 있는 방안을 도출하고 있다. 이 연구에서는 전력에너지 사용량은 시뮬레이션을 이용하여 추정하고 있다. 추정된 전력에너지 소비량을 활용하여 이산화탄소 배출량을 간접적으로 저감할 수 있는 방안을 제시하고 있다.

그 외에 대부분의 연구는 사용원단위를 산정하는 것을 주된 연구결과로 제시하여 있다. 김주영의 2인은 병원을 대상으로 하여 전력에너지 원단위는 128kWh/m²·년으로 제시하고 있다. 뿐만 아니라 홍성희외 3인(2002)는 사무소 건물을 대상으로 하여 에너지 소비원단위를 설정하는 가운데 전력에너지를 분석하여 제시하고 있다. 이 연구결과에 따르면 중부지역을 대상으로 할 경우 122Mcal/m²·년으로 제시되고 있다.

상기와 같은 연구는 대부분이 원단위를 중심으로 하여 분석하는 것이며, 추정모델 보다는 시뮬레이션을 통한 전력에너지 소비량을 예측하는 연구가 일반적이다. 따라서 공동주택이 지니고 있는 단지특성을 활용한 전력에너지 소비량 예측이 필요한 것으로 판단된다.

3. 전력에너지 소비량 사용량 추정모델작성

공동주택의 전력에너지 소비량에 영향을 미치는 요인은 다양하다. 여기에는 건물구체, 공간기능, 공간구성, 사용자의 생활습관, 외부환경 등을 들 수 있다. 이 가운데 단열재 구성, 창호 크기 및 구성, 설비시스템 등의 물리적 특성을 이용하여 설명하는 것이 대부분이다. 그러나 이것은 개별 호추단위를 범위로 하는 것으로써 적합할지라도 공동주택 단지전체와의 연관성을 설명하기란 한계가 있다. 따라서 공동주택 단지과 전력에너지 소비량과의 연계성을 설명하는 것으로는 건물외부의 물리적 환경, 관리특성 등을 이용할 수 있다⁵⁾.

3.1 영향요인 추출

본 연구에서는 공동주택 단지의 일반관리특성 측면, 물리적 특성, 사회·지리적 측면 등으로 구분하여 영향요인을 추출하였다. 관리특성 측면에는 관리연면적, 세대수 등을 들 수 있으며, 건물의 물리적 특성 측면은 주동체적, 평균 주동 층수, 창면적비, 복도형식, 엘리베이터 대수 등을 들 수 있다, 사회·지리적인 요인으로는 경과년수, 지리적 위치, 시공수준 등을 들 수 있다. 이것을 정리하면 표1과 같다.

일반관리특성은 공동주택관리기구가 관리를 위한 제반 정보사항으로 관리연면적, 세대수 등 일반적인 관리사항을 의미한다. 대부분이 단지전체를 포괄적으로 설명하는 외부조건이 대부분이다. 물리적 특성은 개별 주동의 주요 특성을 설명하는 요소이다. 여기에는 난방방식, 주동체적, 창면적비, 복도형식 등을 들 수 있다⁶⁾. 사회·지리적 특성은 공동주택 단지의 경과년수, 지리적 위치, 시공수준

등의 항목을 포함하고 있다. 시공수준은 공동주택 건설회사의 시공규모에 따른 분류이다.

표 1. 에너지 소비량 영향요인 분류 및 내용

구분	내용
일반관리특성	관리연면적, 관리세대, 조정면적, 대지면적, 주차대수 등의 건물외부 조건
물리적 특성	주동체적, 창면적비, 난방방식, 복도형식, 엘리베이터 대수, 주동수, 주동의 평균층수, 옥상녹화유무, 벽면녹화유무 등의 건물내부 조건
사회·지리적 특성	경과년수, 지리적 위치, 시공수준

표1과 같이 사전적으로 전력에너지 사용량과 연관성을 지니는 요소를 추출하였다. 일반관리특성 5가지 요소, 물리적 특성 9가지 요소, 사회·지리적 특성 3개 요소 등 총 17개 요소로 구성된다. 이러한 요소를 이용하여 전력에너지 사용량에 대한 추정모델을 작성하기 위한 변인은 다음과 같이 선정하였다. 1차적으로 일반관리특성, 물리적 특성, 사회·지리적 특성에서 변인을 추출하였다.

이들 각각의 특성을 구성하는 요소를 이용하여 요인분석(factor analysis)을 수행하였다. 요인분석결과를 활용하여 변인들 상호간의 영향정도를 파악하기 위한 것으로 같은 성분(component)에 속하는 변인들 가운데에서는 대표적인 변수를 선정하는 과정을 거치게 된다. 즉, 같은 성분에 속하는 변인을 이용하여 추정모델을 작성할 때, 다공선성(multicollinearity)를 고려하여야 한다. 따라서 변인상호간의 상관계수를 활용하여 다공선성을 줄이면서 통계량을 확보하는 추정모델을 구축하게 된다.

표 2. 요소에 대한 요인분석결과

	성분				
	1	2	3	4	5
전체연면적(m ²)	.955	.168	-.004	.000	.036
대지면적(m ²)	.952	-.136	.072	-.077	-.017
주차대수(대)	.922	.147	.050	.003	-.024
세대수	.919	-.047	-.142	.099	.016
조정면적(m ²)	.839	-.007	.107	-.129	.053
엘리베이터 대수(대)	.838	.186	-.120	-.127	-.073
동수	.752	-.256	.063	-.189	-.020
주동체적(m ³)	.661	.111	.237	.041	.112
평균층수	-.032	.840	-.087	.140	.176
경과년수(년)	-.117	-.767	-.154	.066	.171
난방방식	-.151	-.158	.785	.111	.236
지리적 위치	-.041	-.062	-.749	.094	.217
창면적비(%)	.185	.137	.315	.027	-.023
복도형식	-.052	-.110	-.075	.786	.070
옥상녹화유무	-.093	.313	.141	.611	-.058
시공회사수준	.052	.055	-.014	-.386	.701
벽면녹화유무	-.021	.040	.027	-.249	-.665

주) 요인추출 방법: 주성분 분석
회전 방법: Kaiser 정규화가 있는 varimax

표2와 같은 요인분석결과를 이용하여 에너지원별 소비량 추정모델을 작성하였다. 이 가운데 동일 성분내에 있는 요소 가운데에서 에너지원별 소비량에 영향을 미치는

5) 이들 요인은 단지전체를 대상으로 설명이 가능한 부분이다.
6) 옥상녹화유무와 벽면녹화유무에 대한 사항은 녹화유무에 대한 수준으로 접근하여 분석하고자 조사한 항목이다.

인자사이의 다공선성을 최대한 제거하기 위해 상관분석을 수행하였다. 상관분석은 같은 성분내에 존재하는 영향인자가운데 에너지원별 소비량에 가장 영향을 많이 미치는 인자를 선정하는 방안을 활용하였다.

본 연구에서는 전력에너지 소비량 추정모델을 크게 두 가지 측면에서 작성하였다. 하나는 난방방식을 고려하지 않는 것으로서 사용량 추정모델에 난방방식이라는 변인을 포함하는 것이다. 다른 하나는 중앙집중난방방식, 개별난방방식, 지역난방방식 등으로 구분하여 각각의 추정모델을 작성한 것이다.

3.2 전력사용량 추정모델

난방방식을 전력에너지 소비량의 영향변인으로 포함하여 작성한 추정모델을 크게 두가지 형태로 작성되었다. 첫째는 관리연면적, 평균층수, 난방방식, 지리적 위치, 복도형식, 주동체적 등의 6가지 변인을 활용한 추정모델을 작성하였다. 두 번째는 관리면적, 세대수, 지리적 위치, 난방방식 등의 4가지 영향변인을 사용한 것이다.

전자의 경우에서와 같이 조사된 공동주택 단지의 전력에너지 사용량 추정모델에 사용한 영향인자는 관리연면적, 평균층수, 난방방식, 지리적 위치, 복도형식, 주동체적 등을 들 수 있다. 이들 영향인자를 이용한 전력에너지 사용량 추정모델은 식1과 같이 나타낼 수 있다.

전력에너지 소비량 = f(관리연면적, 난방방식, 평균층수, 주동체적, 지리적 위치, 복도형식 등).....식1

식1에 의한 전력에너지 사용량 추정모델결과 비교적 양호한 통계량을 보이고 있다. 결정계수(R²)는 0.950이며 DW값은 1.992로써 추정모델의 적합성을 설명하고 있다.

표 3. 전력에너지 소비량 산정모델 I

	비표준화 계수		표준화 베타계수
	B	표준오차	
관리연면적(m ²)	29.652***	1.921	.848
복도형식	-67,680.918	83,231.920	-.022
난방방식	-222,140.851**	88,272.620	-.143
지리적 위치	-102,872.329	87,186.182	-.046
층수	32,389.099***	8,460.331	.288
주동체적(m ³)	.374	.521	.030

주1) R²=0.950, DW값=1.992)

주2) 복도형식 : 편복도=1, 중복도=2, 계단식=0,

지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2

난방방식 : 개별난방방식=1, 지역난방방식=2, 중앙집중난방방식=0

다른 한편으로 관리연면적, 관리세대, 지리적 위치, 난방방식을 이용한 추정모델은 다음과 같다. 식2와 같이 전력에너지 사용량에 영향을 미치는 요인으로써 관리연면

적, 관리세대, 공동주택이 위치하고 있는 지리적 위치, 난방방식 등을 이용한 추정모델 작성결과, 결정계수(R²)는 0.931, DW값은 2.064로 비교적 양한 적합성을 보이고 있다.

전력에너지 소비량=f(관리연면적, 관리세대, 지리적 위치, 난방방식 등).....식2

표 4. 난방방식을 포함한 전력에너지 추정모델 II

	비표준화 계수		표준화 베타계수
	B	표준오차	
관리연면적(m ²)	26.326***	2.674	.738
세대수	1,176.742***	320.776	.288
지리적 위치	-145,059.087*	73,956.860	-.061
난방방식	-33,234.854	55,172.417	-.021

주1) R²=0.931, DW값=2.064

주2) 지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2.

난방방식 : 개별난방방식=1, 지역난방방식=2, 중앙집중 난방방식=0

식1, 식2에서의 전력에너지 사용량 추정모델은 난방방식을 포함한 추정모델을 작성하고 있다. 난방방식은 전력에너지 소비 뿐만 아니라 난방, 급탕 등에 사용하는 에너지 사용 패턴에 차별화를 보이는 요인이다. 따라서 난방방식을 구분하여 전력에너지 사용량 추정모델을 작성한 결과는 다음과 같다.

① 개별난방방식

개별난방방식의 전력에너지 사용량은 관리연면적, 층수, 지리적 위치, 복도형식, 주동체적 등의 5개 변인을 이용한 추정모델을 작성할 수 있다. 이것은 식3과 같이 나타난다. 식3을 이용하여 개별난방방식의 전력에너지 사용량 추정모델을 작성한 결과, 통계량은 결정계수가 0.953, DW값은 2.553으로 비교적 양호한 것으로 나타나고 있다.

전력에너지 소비량=f(관리연면적, 층수, 지리적 위치, 복도형식, 주동체적).....식3

표 5. 개별난방방식 전력에너지 사용량 추정모델 I

	비표준화 계수		표준화 계수 베타
	B	표준오차	
관리연면적(m ²)	27.709***	2.220	.810
평균층수	19,280.413***	6,319.764	.181
지리적 위치	-97,432.352	87,200.184	-.046
복도형식	-111,447.029	84,832.305	-.038
주동체적(m ³)	.757	.580	.062

주1) R²=0.953, DW값=2.553

주2) 지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2

복도형식 : 편복도=1, 중복도=2, 계단식=0

관리연면적, 관리세대수, 지리적 위치 등의 3가지 변인을 이용한 추정모델은 다음과 같다. 이것은 식4와 같이 나타낼 수 있다. 식4와 같은 추정모델을 이용하여 각각의

7) 결정계수(R²)는 독립변인과 종속변인과의 정합성을 설명하는 통계량이다. 또한, DW 값은 통계적인 모델을 구축하는데 사용하는 통계량으로써 일반적으로 1.5~2.5의 범위가 일반적이다.

변인의 모수를 추정한 결과, 결정계수(R^2)는 0.965, DW값은 2.165로 비교적 양호한 통계량을 보여주고 있다.

전력에너지 소비량=f(관리연면적, 지리적 위치, 세대수).....식4

표 6. 개별난방방식 전력에너지 사용량 추정모델 II

	비표준화 계수		표준화 베타계수
	B	표준오차	
관리연면적(m ²)	26.777***	3.040	.750
지리적 위치	-165,313.121	74,643.866	-.070
세대수	1,080.892***	372.352	.265

주1) $R^2=0.965$, DW값=2.165

주2) 지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2.

② 지역난방방식

지역난방방식에서 전력에너지는 조명, 전열, 냉방 등의 부문에 사용된다. 지역난방방식의 전력에너지 사용량은 식 5와 같이 설정할 수 있다. 식5와 같은 주요 변인을 이용하여 다중회귀 분석을 한 결과, 비교적 양호한 수준의 통계량을 나타내고 있다. 결정계수(R^2)는 0.962이며 DW값은 2.246으로써 양호한 적합성을 보이고 있다.

표 7. 지역난방방식의 전력에너지 소비량 추정모델 I

	비표준화 계수		표준화 베타계수
	B	표준오차	
관리연면적(m ²)	21.232	15.204	.577
평균층수	28,347.004	27,375.603	.273
지리적 위치	-390,912.930	371,377.105	-.168
복도형식	185,238.455	305,965.223	.079
주동체적(m ³)	2.283	4.161	.220

주1) $R^2=0.962$, W값=2.246

주2) 복도형식 : 편복도=1, 중복도=2, 계단식=0,

지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2.

전력에너지 소비량=f(관리연면적, 평균층수, 지리적 위치, 복도형식, 주동체적).....식5

표 8. 지역난방방식 전력에너지 소비량추정모델 II

	비표준화 계수		표준화 베타계수
	B	표준오차	
전체연면적(m ²)	16.660**	7.887	.502
지리적 위치	9,199.205	199,959.275	.004
세대수	2,046.365*	1060.250	.459

주1) $R^2=0.952$, DW값=1.996

주2) 지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2.

다른 한편으로 식5에서 포함하고 있는 복도형식, 평균층수, 주동체적 등의 변수를 제거하고 세대수, 지리적 위치, 관리연면적 등의 3개 변인을 이용한 모수 추정결과는 다음과 같다. 결정계수(R^2)는 0.952를 나타내고 있으며 DW값은 1.996으로 비교적 양호한 통계량을 보이고 있다. 전력에너지 소비량=f(관리연면적, 지리적 위치, 관리세

대).....식6

③ 중앙집중 난방방식

중앙집중 난방방식에서 전력에너지는 냉방, 조명, 전열 기구 등의 에너지원으로 사용된다. 중앙집중 난방방식의 전력에너지 사용량 추정모델에서 사용된 변수는 크게 관리연면적, 관리세대, 지리적 위치 등을 들 수 있다. 이것은 식7과 같이 나타낼 수 있다. 전력에너지 사용량 추정 모델을 작성한 결과 결정계수는 0.977, DW값은 2.038로 비교적 양호한 수준을 보이고 있다.

에너지소비량=f(관리연면적, 관리세대, 지리적 위치)....식7

표 9. 중앙집중난방방식의 전력에너지 소비량 추정모델

	비표준화 계수		표준화 베타계수
	B	표준오차	
관리연면적(m ²)	36.027**	12.042	.952
지리적 위치	-477,630.094	421,561.068	-.175
세대수	652.560	1,164.262	.171

주1) $R^2=0.977$, DW값=2.038

주2) 지리적 위치 : 중부=0, 남부=1, 제주=2.

4. 난방방식별 전력에너지 소비원 단위

난방방식 따른 사용하는 전력에너지원 원단위는 단위면적을 기준으로 하여 산출하였다.

1) 개별난방방식의 에너지원별 사용량 원단위

개별난방방식의 전력에너지, 도시가스 원단위는 표8과 같다. 전력에너지 사용량 원단위는 35.756 kWh/년 · m²이며 도시가스 사용량은 7.324 m³/년 · m²로 나타난다.

표 10. 개별난방방식 전력에너지원별 사용량 원단위

	전력에너지 사용량(kWh/년 · m ²)
평균	35.756

그림6은 개별난방방식의 전력에너지 사용량을 관리연면적을 축으로 사용하여 도식화한 것이다. 그림6에 따르면 관리연면적의 증가에 따라 전력사용량도 증가하는 비례관계를 형성하는 것으로 분석된다. 개별난방방식의 전력사용량과 관리연면적과의 관계를 나타내는 통계량은 비교적 양호한 수준으로 나타나고 있다.

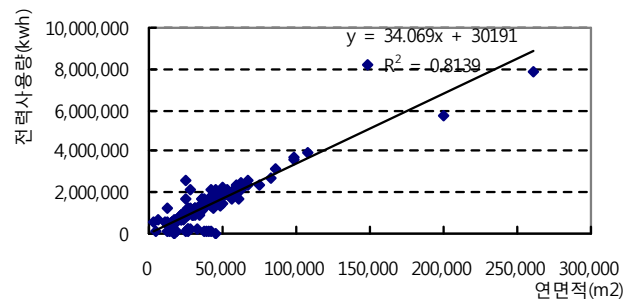


그림 6. 개별 난방방식의 관리연면적 대비 전력사용량

2) 지역난방방식의 전력에너지원 원단위

지역난방방식의 에너지원별 사용량 원단위는 표11과 같다. 이것에 따르면 전력에너지 사용량 원단위는 34,285 kWh/년·㎡이며, 전력에너지 사용원단위는 개별난방방식의 원단위 수준과 유사한 경향을 보이고 있다.

표 11. 지역난방방식의 전력에너지 사용원단위

	전력에너지사용량(kWh/년·㎡)
평균	34,285

그림7은 지역난방방식의 전력에너지 사용량을 연면적으로 대비하여 나타낸 것이다. 관리연면적과 전력에너지 사용량과의 관계는 비교적 선형의 패턴을 보이는 것으로 나타나고 있다.

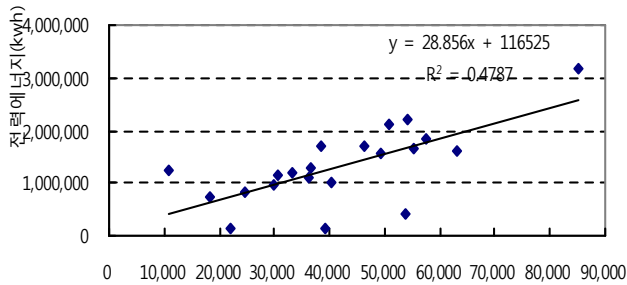


그림 7. 지역난방방식의 관리연면적 대비 전력사용량

3) 중앙집중 난방방식의 전력에너지 사용 원단위

중앙집중난방방식의 전력에너지 사용 원단위는 표12와 같다. 이것에 따르면 연간 단위면적당 사용하는 전력에너지는 34,446 kWh/년·㎡으로 개별난방방식, 지역난방방식과 유사한 수준을 보이고 있다. 그림8은 중앙집중난방방식의 전력사용량과 관리연면적과의 관계를 나타낸 것이다. 분석결과 비교적 통계량이 양호한 것으로 보이고 있으며, 선형관계를 형성하는 것으로 나타난다.

표 12. 중앙집중난방방식의 전력에너지 사용 원단위

	전력에너지사용량(Kwh/년·㎡)
평균	34,446

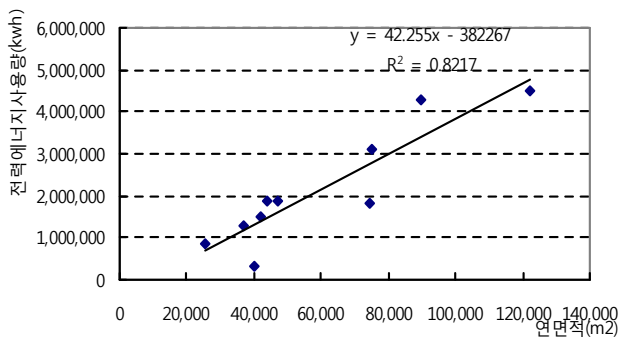


그림 8. 중앙집중난방방식의 관리연면적 대비 전력사용량

5. 결론 및 앞으로의 연구과제

전력에너지의 생산은 크게 원자력, 화력, 수력 등으로 구성된다. 이것은 전력에너지 생산에 투입되는 에너지 자원 유형에 따라 구분되는 것이다. 공동주택에서 전력에너지의 사용은 냉방기, 전등, 전열기 등기에 의해 이루어진다. 뿐만 아니라 사용자의 다양한 생활패턴, 사용기기의 성능 등에 의해 좌우되기도 한다. 그러나 공동주택의 계획 및 설계단계에서 단지 규모에 따른 개략적인 전력에너지 소비규모를 파악하는 것이 필요하다. 이에 따라 도시하부시설, 전력시설 등의 규모가 설정되기도 한다.

본 논문에서 공동주택 단지에서의 전력에너지 사용량을 추정하는 모델을 작성하였다. 추정모델은 기존의 공동주택 단지를 대상으로 조사한 결과를 활용한 것으로 유사한 규모의 단지개발시 예상되는 전력에너지 사용량을 예측하는데 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 관리특성, 물리적 특성, 사회·지리적 특성으로 구분하여 각각의 특성을 구성하고 있는 요소를 도출하였다. 총 17개의 요소를 요인분석을 한 결과 크게 5개의 성분으로 구분된다. 성분은 크게 전체연면적, 대지면적, 주차대수, 세대수, 조경면적, 엘리베이터 대수, 동수, 주동체적, 평균층수 등과 경과년수와 난방방식, 지리적 위치와 창면적비, 복도형식과 옥상녹화유무, 시공회사 수준과 벽면녹화 유무 등이다.

둘째, 전력에너지 사용량 추정모델은 크게 난방방식을 고려하지 않는 것과 개별난방방식, 지역난방방식, 중앙집중 난방방식 등으로 구분하여 추정모델을 작성하였다. 난방방식을 구분없이 사용한 추정모델은 관리연면적, 복도형식, 난방방식, 지리적 위치, 층수, 주동체적 등이 변인으로 사용되었다. 난방방식별 추정모델은 사용가능 관리연면적, 지리적 위치, 세대수 등이 공통적으로 사용되고 있다.

셋째, 중앙집중 난방방식, 개별난방방식, 지역난방방식의 전력에너지 사용 원단위는 유사한 수준을 형성하는 것으로 나타나고 있다. 중앙집중 난방방식은 34,446 kWh/년·㎡, 개별난방방식은 35,756 kWh/년·㎡, 지역난방방식은 34,285 kWh/년·㎡인 것으로 나타난다. 뿐만 아니라 조사대상 공동주택 단지의 월별 전력에너지 사용량의 패턴은 년중 고른 분포를 가지고는 있으나, 8월의 하절기를 전후로 하는 증가형상을 나타내고 있다. 그리고 전력에너지 사용량과 관리연면적과의 관계를 살펴보면, 전체적으로 비례적인 형태를 나타내고 있다.

전력에너지 추정모델은 계획단계에서 예상되는 전력사용량을 예측하는 것을 목적으로 함으로 추정모델에 투입되는 변인의 자료수집 가능여부에 따라 다양한 모델을 활용할 수 있도록 하였다. 즉, 일반적인 건축개요를 활용하여 추정할 수 있는 모델과 구체적인 계획내용이 설정된 것을 활용하는 추정모델이다. 또한 거주자의 생활 패턴, 사용기기 등과 전력에너지 사용량, 전력소비원단위와의 관계를 연구함으로써 보다 정확성을 제고할 수 있을 것이

다.

전력에너지는 냉방, 전열, 전등 등에 사용되는 것으로 현대생활에서 필수불가결한 에너지원이다. 최근 들어 풍력, 태양광, 태양열 등의 신재생에너지를 활용하여 전력에너지로의 활용을 적극적으로 모색하고 있다. 이것은 환경오염을 저감하는 동시에 에너지원이 절대로 고갈되지 않는다는 장점을 지니고 있다. 다른 한편으로 전력에너지 가운데 가장 많은 비중을 차지하고 있는 화력에너지의 사용추이를 점차적으로 줄여가면서 원자력 등의 청정에너지 사용을 증가하는 것이 필요하다.

참고문헌

1. 김지영 외 3인(2008), “주거부문 에너지 효율화를 위한 주택건설현황 및 에너지 소비행태의 분석과 활용방안”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제28권 제1호(통권 제52집), pp699~702.
2. 이강희(2001), “공동주택의 유지관리비용 영향요인분석에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 제17권, pp321~328.
3. 이강희, 채창우(2008), 공동주택단지의 건물외부조건을 활용한 에너지 소비량 산정모델“, 대한건축학회 논문집 계획계 제24권, pp85~92.
4. 이경호(2008), “난방·급탕설비의 고효율 전기화를 통한 주택저탄소 간략평가”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제28권 제1호(통권 제52집), pp595~598.
5. 홍원화 외 2인(2004), “대형 건축물의 태양광 발전시설 도입에 따른 경제성 및 환경성 효과분석”, 대한건축학회 논문집 계획계 20권 9호(통권 191호), pp273~280.
6. 홍원화 외 3인(2008), “종합대학의 에너지 소비원단위 작성에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 제24권, pp313~320.
7. 전력거래소(2008), 시장운영실적. <http://www.kpx.or.kr/>
8. <http://www.keei.re.kr/main.nsf/index.html>.

투고(접수)일자: 2010년 1월 8일

심사일자: 2010년 1월 12일

게재확정일자: 2010년 2월 23일