

도심 임대아파트의 에너지 및 상수 소비 특성에 관한 연구

An Analysis on the Characteristics of Energy and Water Consumption in Urban Rental Apartment

서윤규*
Seo, Youn-Kyu

김주영**
Kim, Ju-Young

홍원화***
Hong, Won-Hwa

Abstract

It has been a serious problem to consume the energy of apartment while increasing to use of heating & cooling system because of residence environmental upgrades. Great attention has been shown to the problem of the rental apartment, so there are few reports of energy consumption about the rental apartment in Korea. To solve the lack of housing, our country has supplied an enormous volume of apartments, and these days it occupies 75% of our buildings. As apartments occupy most of our housings, the rate of energy usage from them are also high. On this, setting apartment energy reduction as a target, by researching the actual conditions of energy consumption and drawing a basis data, we can apply this as a way of saving energy, rationalization of the scale of energy supply facilities and a standard when planning facilities. To grasp the present condition of energy usage of the urban rental apartment, this research analysed the use of electricity, gas and water monthly and annually of a rental apartment that is located in Daegu. The results showed that in 2003 the electricity usage was 1,198 MWh but 1,315 MWh in 2007, which means 9% of electricity usage increases every year. The average of water usage was 85,072 m³ per year and typical energy consumption unit was 604.2 MJ/m² on 74.4 m² of area and 448.8 MJ/m² on 105.8 m². By showing the usage of energy and water of the urban rental apartment, understanding the tendency and preparing an typical energy consumption unit standard through this research, apartments should use energy more efficiently.

Keywords : Typical energy consumption unit, Water consumption, Rental apartment

주요어 : 에너지원단위, 상수소비원단위, 임대아파트, 에너지 소비 특성

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

지난 반세기 동안 우리나라는 급진적인 경제 성장과 산업발달을 이루어 왔고 이제는 환경파괴와 에너지 부족이 사회적 문제로 대두되는 시기가 되었다. 에너지의 해외 의존도가 95%를 초과하는 우리나라의 경우, 정부가 2008년 새로운 비전의 축, 신국가발전 패러다임으로 '저탄소 녹색성장'을 제시 하는 등 범국가적인 차원의 에너지절약 정책이 산업 전반에 걸쳐 추진되고 있다. 그러나 경제규모의 확대와 생활수준의 향상으로 인해 국내의 에너지 소비량은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 이러한 국내 총에너지 사용량 중 건축물 부문이 차지하는 비율은 2008

년 기준 약 22%를 나타내고 있다. 이에 대해 에너지절약과 효율적인 에너지 소비를 위한 방안이 다각적으로 모색되고 있는 실정이다.

국내에서의 공동주택은 1950년대를 시작으로 하여 1970년대 이후에는 대규모 단지가 건립되기 시작하였다. 이후 30년 동안 심각한 주택부족 문제를 해결하기 위한 공동주택의 대량공급이 이루어져 왔다. 근래에는 아파트의 건설비율이 더욱 높아져 공동주택 전체의 75%이상을 차지하여 계속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 우리나라에서의 주택유형은 아파트 비율이 높으며, 이에 따른 에너지소비 비율도 높다고 볼 수 있다. 이러한 공동주택 중 임대주택의 비율이 1998년 이후 꾸준한 증가를 보이고 있다(1997년: 593천호, 2007년: 1,335천호). 그러나 아직 주요 선진국들의 공공임대주택 비중의 20~30% 수준에 비해, 우리나라의 경우 6.4%(2006년 기준)에 불과하다. 따라서 국내에서는 향후 국민임대주택, 10년 공공임대 등 다양한 장기임대주택을 공급하여 임대주택 재고를 지속적으로 증가시킬 계획에 있다.

우리나라에서는 그동안 건물의 에너지절약을 시행하기 위하여 관계 법 또는 규칙을 개정하여 적용시키는 등 적극적인 움직임을 보여 왔다. 그러나 적용과정에서 작성된

*정회원(주저자), 경북대학교 건축·토목공학부, 석사과정

**정회원(교신저자), 경북대학교 건축·토목공학부, 공학박사

***정회원, 경북대학교 건축·토목공학부 부교수, 공학박사

이 논문은 2008년도 한국주거학회 추계학술발표대회에 발표한 논문을 수정·보완한 연구임

본 연구는 교육과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축 연구센터의 지원으로 수행되었음

각종 기준 중 건축물의 에너지 원단위가 용도별로 혹은 작성된 주체에 따라 일관성 없이 상이함이 있고 10여 년 이상 전에 작성된 에너지 원단위 값들이 현재에까지 적용되는 경우도 있어 빠른 속도로 발전하고 있는 사회적 현실을 감안할 때 현실성 없는 값들로서 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 실정이다. 더욱이 그 비율이 점점 증가하고 있는 임대주택에 관해서는 특히 그 연구가 미비한 수준이다.

이에 건축물에너지 절약 방안을 모색하기 위한 기초 자료로 대구지역의 한 임대주택을 대상으로 에너지 소비실태를 조사·분석하여 보다 효율적인 에너지 절약은 물론 에너지공급시설규모의 적정화, 설비설계기준의 지표로 활용하고 최적시스템 구성을 위해 통합적 우수 대안을 선택할 수 있는 기초 자료로 활용되도록 하고자 한다. 이러한 연구 작업은 에너지사용에 의하여 방출되는 환경부하를 감소하고, 경제적인 에너지 소비를 유도할 것이다.

2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 도심임대아파트의 에너지 소비 현황분석 및 에너지 원단위를 작성하기 위해 대구광역시에 위치한 K 아파트를 대상으로 건물개요와 시설현황을 조사하고 전력, 가스를 비롯한 에너지원별 소비량과 상수소비량을 조사하였다. 각세대의 사용용도별 사용량을 체크할 수 있는 계량기를 설치한 실험주택이 아니기 때문에 정밀한 데이터 분석의 한계가 있어 월별, 연도별 에너지 사용량을 분석하였다. 또한 설문 조사를 통한 세대 특성별 에너지 사용량 분석 및 원단위 작성이 이루어졌다.

II. 에너지 원단위의 개요 및 공동주택의 에너지소비 현황

1. 에너지 원단위의 개요

건물의 원단위는 건물의 용도에 따른 바닥면적 당 에너지소비량을 나타낸 것이다. 주로 도시와 지역수준의 원단위는 냉열, 온열, 전력 및 물 사용량을 산정하는데 목적이 있다. 특히 건물의 에너지소비 원단위는 건물의 전기, 가스, 유류의 소비량을 사용용도에 따라 분리한다. 따라서 건물의 에너지소비량을 비교할 때 연면적당 단위시각별 1차 에너지 소비량으로 표시되는 에너지 소비원단위가 주로 사용된다. 건축물에서 사용하는 1차 에너지는 전력, 석유, 천연가스 등과 같이 가공·변환 전의 투입에너지를 말하는데 1차 에너지의 소비량을 비교분석하기 위해서는 다양한 에너지종류를 하나의 단위로 나타낼 필요가 있다. 종래의 환산기준표는 유효 숫자에 대한 기준이 애매하거나 명시되어 있지 않는 등의 문제가 있었기 때문에, 2006년 6월 산업자원부와 에너지관리공단에서 개정하여 단위를 산정하였다.

• 연료원단위=연간연료사용량(L, kg, Nm³)× 환산량(Mcal/L, kg, Nm³)/연면적(m²)

- 전력원단위=연간, 월별, 시각별 전력사용량(kWh)× 환산량(Mcal/kWh)/연면적(m²)
- 이를 MJ로 환산하여,
- 에너지원단위(MJ/m²·y)=연료원단위(MJ/m²·y)+ 전력원단위(MJ/m²·y)

본문에서는 에너지이용합리화법 제5조 제1항 에너지열량환산기준 규정에 의거하여 조사된 발열량환산기준을 이용하였다. 환산기준표는 <표 1>과 같다.

표 1. 에너지열량 환산기준표¹⁾

제품	단위	총발열량		석유환산 계수	비고
		kcal	동MJ 환산		
원유	kg	10,750	45.0	1.075	
휘발유	L	8,000	33.5	0.800	
실내등유	L	8,800	36.8	0.880	
보일러등유	L	8,950	37.5	0.895	
경유	L	9,050	37.9	0.905	
B-A유	L	9,300	38.9	0.930	계산
B-B유	L	9,650	40.4	0.965	계산
B-C유	L	9,900	41.4	0.990	
프로판	kg	12,050	50.4	1.205	KS자료
부탄	kg	11,850	49.6	1.185	KS자료
나프타	L	8,050	33.7	0.805	
용제	L	7,950	33.3	0.795	
항공유	L	8,750	36.6	0.875	항공유통합
아스팔트	kg	9,900	41.4	0.990	
윤활유	L	9,250	38.7	0.925	
석유코크	kg	8,100	33.9	0.810	
부생연료1호	L	8,850	37.0	0.885	
부생연료2호	L	9,700	40.6	0.970	
천연가스(LNG)	kg	13,000	54.5	1.300	
도시가스(LNG)	Nm ³	10,550	44.2	1.055	
도시가스(LPG)	Nm ³	15,000	62.8	1.500	
국내무연탄	kg	4,650	19.5	0.465	
수입무연탄	kg	6,550	27.4	0.655	
유연탄(연료용)	kg	6,200	26.0	0.620	
유연탄(원료용)	kg	7,000	29.3	0.700	
아역청탄	kg	5,350	22.4	0.535	
코크스	kg	7,050	29.5	0.705	
전력	kWh	2,150	9.0	0.215	효율 40.20%
신탄	kg	4,500	18.8	0.450	

1. “총발열”이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.
2. “석유환산계수”라 함은 에너지원별 발열량을 1 kg=10,000 kcal 로 환산한 값을 말한다.
3. 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1 kWh=860 kcal 을 적용한다.
4. 에너지원별 실측결과는 50 kcal에서 반올림한다.
5. 석탄의 발열량은 인수식 기준을 적용하여 측정한다.
6. 1 cal=4.1868 J로 한다.
7. MJ=106J로 한다.
8. Nm³은 0°C, 1기압 상태의 체적을 말한다.

1) 에너지관리공단(2006), 에너지열량 환산기준 적용 매뉴얼, pp. 3-4.

2. 아파트의 에너지 소비현황

주거형태가 과거 단독주택 위주의 주거에서 아파트, 연립, 다세대 등 복합주택 중심으로 변함에 따라 에너지소비 구조 및 형태에 많은 변화를 가져오고 있다. 주택형태별 가구당 평균 에너지소비는 아파트가 12,900.2천 kcal로 가장 높아 가정 부문 전체 에너지소비의 46.4%를 차지하고 있다. 단독주택은 아파트보다 평균 에너지소비가 낮게 나타나고 있다. 이 같이 아파트의 에너지소비가 높은 이유는 주택형태별 소득 수준의 차이인지 아니면 주택형태의 특성에서 비롯된 것인지는 향후 구체적인 분석이 요구된다.

아파트의 에너지 사용량을 살펴보면 2004년에서 2007년까지 총 에너지 증가율은 -10.4%로 다소 감소하였다. 그러나 전력사용량은 꾸준한 증가를 보이고 있는 것으로 보아 전력기기의 대형화 및 과다사용에 따른 전력 수요가 점점 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 이에 반해 유류 및 가스 부분의 에너지 사용은 다소 감소한 것으로 나타난다. 건축물 용도별 연면적당 에너지 소비변화 비교는 <표 2>와 같다.²⁾

표 2. 연면적당 에너지 소비변화

년 도	구 분	전체	업무용	상업용	아파트	
2007년	총에너지(천kcal/m ²)	216	242	356	139	
	전력(kWh/m ²)	122	174	311	40	
2004년	총에너지(천kcal/m ²)	225	243	397	155	
	전력(kWh/m ²)	114	174	311	40	
2001년	총에너지(천kcal/m ²)	218	241	345	165	
	전력(kWh/m ²)	98	170	266	39	
1998년	총에너지(천kcal/m ²)	196	221	229	161	
	전력(kWh/m ²)	79	168	220	35	
증가율 (%)	'07/'04	총에너지	-4.3	-0.6	-10.4	-10.4
		전력	7.0	2.8	-6.0	2.5
	'04/'01	총에너지	3.5	1.0	15.2	-5.7
		전력	16.1	2.6	17.1	3.6

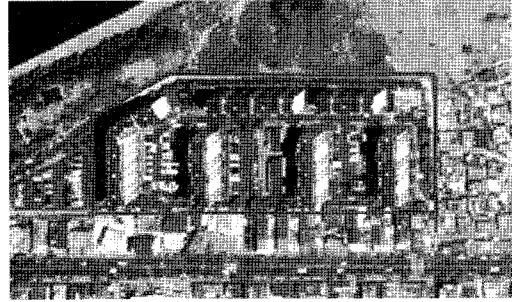


그림 1. 단지의 배치도

표 3. 조사대상의 개요

구분	내용		
위치	대구광역시 동구		
준공일자	2000년 7월 9일		
총세대수	421세대		
난방방식	개별난방방식 (도시가스)		
층수	지상 14층 지하 2층		
대지면적	15938		
연면적	43,714.7		
건축면적	4,069.6		
평형별 세대수	72.7(22평)	76(23평)	105.8(32평)
	137세대	104세대	180세대
점유면적	49.9/세대	60.0/세대	84.9/세대
공동저수시설	435톤		

표 4. 조사내용 항목

구 분	내 용
건축부문	- 건물현황: 준공연도, 건물구조, 건축면적, 연면적
에너지 소비현황	- 2003~2004년, 2006~2007년의 전력(kWh), 도시가스(m ³) 월별, 연도별 자료 (전 세대)
상수 소비현황	- 2003~2004년, 2006~2007년 월별, 연도별 상수 소비량(전 세대)
설문조사	- 입주 시기, 가족 구성원, 월평균 수입, 거주시간대 등

III. 조사대상의 개요 및 에너지 소비 현황 분석

1. 조사대상 및 조사내용의 개요

본 연구의 임대아파트는 대구광역시 동구에 위치해 있으며 72.7 m²(22평형) 137세대, 76 m²(23평형) 104세대, 105.8 m²(32평형) 180세대로 총 421세대이다. 단지의 배치도는 <그림 1>과 같다.

본 조사대상의 전체 개요는 <표 3>의 내용과 같다.

단지 6개동의 전 세대를 대상으로 2003~2007년의 에너지 소비현황과 상수 소비현황을 파악하였다. 2005년도의 자료는 아파트 관리상 자료가 훼손되어 2003~2004년, 2006~2007년의 자료를 분석하였다. 본 연구의 조사항목 및 내용은 <표 4>와 같다.

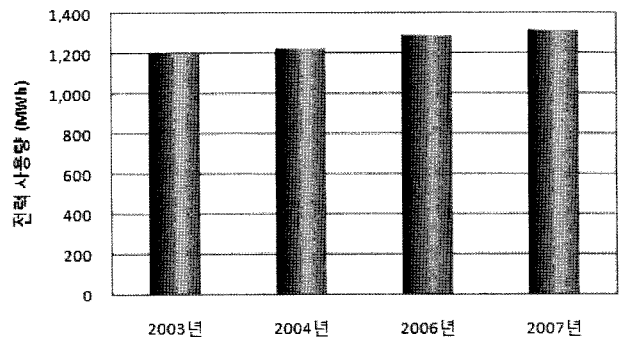


그림 2. 연도별 전력소비량

2. 전력 에너지 사용량 조사

조사대상 아파트의 전력소비량은 2003년에 1,198 MWh 이었으나, 2007년에는 1,314.8 MWh를 사용하여 2003년부터 2007년까지 매년 평균 9%의 전력사용 증가를 보이고 있다.

면적 유형별 전력소비량은 <그림 3>과 같은 유형으로

2) 에너지경제연구원(2009), 2008년도 에너지총조사 보고서, 지식경제부, p. 134.

나타났다. 일반적으로 세대의 면적이 넓을수록 전력소비량이 많으나, 본 연구의 조사대상 아파트에서는 76 m² 면적에서 전력소비량이 가장 높은 것으로 나타났다. 월별 전력소비량은 여름철과 겨울철에 비슷한 소비량을 나타내는 것으로 보아 여름철 냉방뿐만 아니라 겨울철 난방열원으로도 전력이 사용되고 있음을 알 수 있다. 겨울철의 난방열원으로서의 전력 사용량은 설문조사 결과 각 가정마다 보유한 전열기, 전기 히터, 전기장판 등의 사용으로 인하여 전력소비량이 많은 것으로 나타났다.

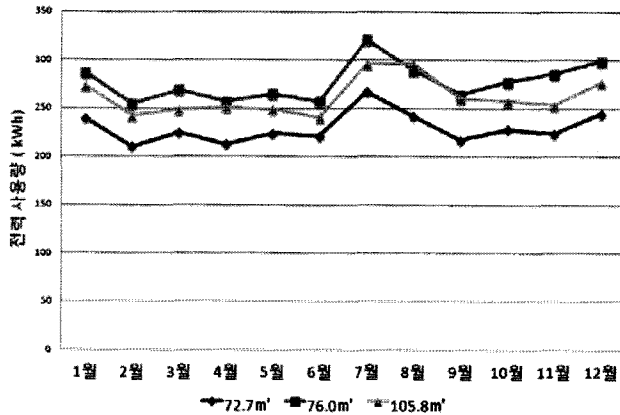


그림 3. 면적 유형별 월평균 전력소비량

3. 연료 에너지 사용량 조사

본 연구의 조사대상 아파트에서는 연료로 도시가스만을 사용하고 있다.

연도별 도시가스 사용량은 일정한 패턴을 보이지 않는다. 2003년에 354,741 Nm³, 2004년에 319,892 Nm³, 2006년에 338,978 Nm³, 2007년에 316,352 Nm³을 사용하였다.

<그림 4>는 월평균 가스소비량을 나타낸 것이며 겨울철에 월등하게 많이 사용되고 여름철에 소비가 줄어드는 일정한 패턴을 보인다. 전체적인 도시가스의 소비는 겨울철에 집중적으로 많이 사용되고 비난방기간인 7~9월에 최저치를 기록하였다.

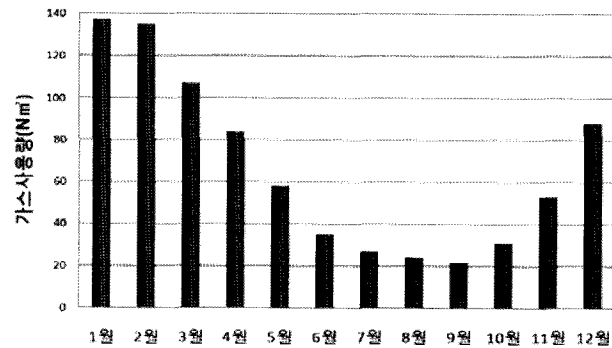


그림 4. 월별 가스소비량

면적 유형별 가스소비량도 전력사용량과 같이 세대의 면적에 따라 차이가 난다. <그림 5> 72.7 m²형의 사용량이 가장 낮은 것으로 나타났다.

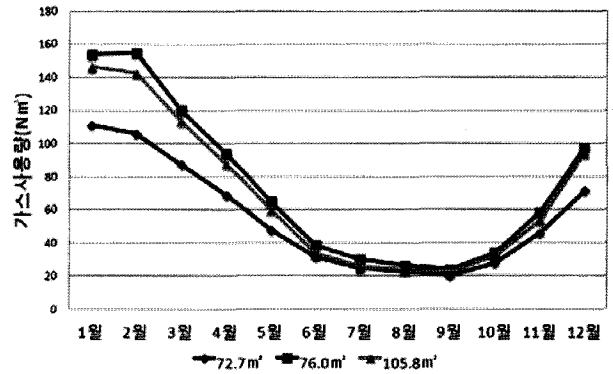


그림 5. 면적 유형별 월평균 가스소비량

4. 상수소비량 조사

에너지 소비는 설비시설의 확충과 관련되어 대부분 증가 추세를 보이고 있으나 상수의 사용은 일상생활에 필수적으로 소비되는 면이 크므로 급격한 소비변동을 보이지는 않고 있다. <그림 6>에서와 같이 2003년에 86,877 m³, 2004년에 85,197 m³, 2006년에 83,600 m³, 2007년에 84,614 m³ 소비한 것으로 조사되어 연간 약 85,000 m³로 일정한 소비행태를 보이고 있다.

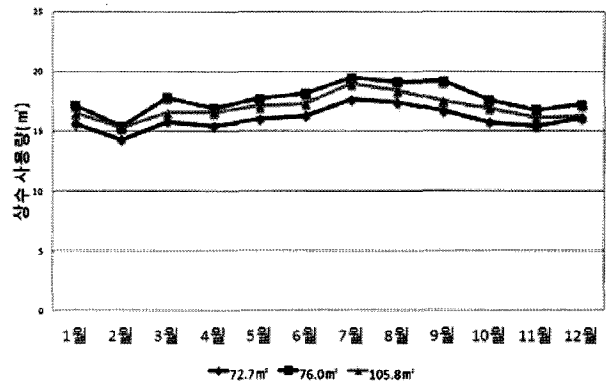


그림 6. 면적 유형별 월평균 상수소비량

여름철에는 더위로 인해 상수의 소비가 높고, 겨울철에는 난방설비와 온수기로 인한 상수 소비가 많으므로 중간기에 비해 비교적 6~9월과 12~1월의 상수 사용량이 높은 것으로 나타났다.

IV. 원단위 및 소비특성 분석

1. 에너지 및 상수소비원단위

본 조사대상의 에너지 소비 원단위는 2장 1절에 명시된 바와 같이 계산하였다. 연료로 사용되는 에너지원은 가스뿐이므로 가스와 전력사용원단위의 합으로 산출하였다. 연도별 에너지 사용 중 전력에너지원단위를 살펴보면 해마다 전력소비가 증가함을 볼 수 있는데 2004년에서 2006년 사이에 그 증가폭이 두드러짐을 알 수 있다.

가스소비원단위는 2003년 449.9 MJ/m², 2004년에 405.5 MJ/m²로 감소하였으나 2006년에 427.4 MJ/m²로 증가하

였다. 그러나 2007년에 399.0 MJ/m²으로 다시 감소하였다. 일정한 패턴을 보이지 않는 것으로 보아 난방에너지 사용의 변화가 거의 없으나 세대의 거주, 이사 등의 변동영향으로 다소 차이가 발생 하는 것으로 사료된다. 에너지 소비원단위를 살펴보면 전력의 사용량은 증가하고 있으나 가스 소비량이 더 많은 부분을 차지하기 때문에 전체적인 그래프의 모습은 가스소비량의 변화 패턴과 비슷하게 나타난다. 에너지 소비 원단위는 2003년 576.3 MJ/m², 2004년 534.5 MJ/m², 2006년 562.4 MJ/m², 2007년 536.4 MJ/m²로 나타난다<그림 7>.

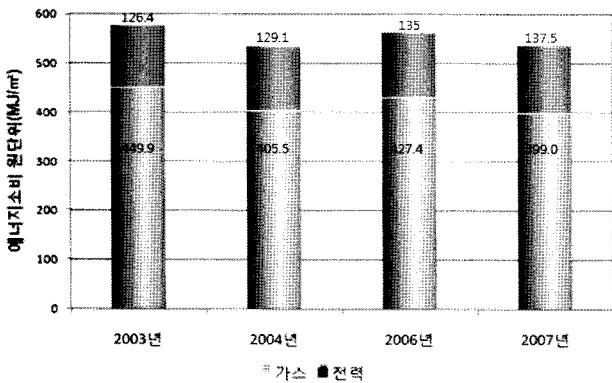


그림 7. 연도별 에너지소비원단위

전력은 냉, 난방 열원뿐만 아니라 일상생활에서 필수 불가결한 요소이기 때문에 가스와 같이 월별 사용량이 급격한 변동을 보이지는 않지만 대체적으로 여름과 겨울철에 많이 사용 되는 것을 볼 수 있다. <그림 8>에서 여름철 냉방과 겨울철 난방열원으로 전력이 큰 비중을 차지하고 있다는 것을 알 수 있다. 특히 여름철에는 에어컨 가동, 선풍기의 과다 사용으로 인한 전력소모로 과부하의 우려가 있다. 동시간대 집중적 사용으로 인한 피크전력 부하로 인한 설비시스템의 용량 등이 고려되어야 한다.

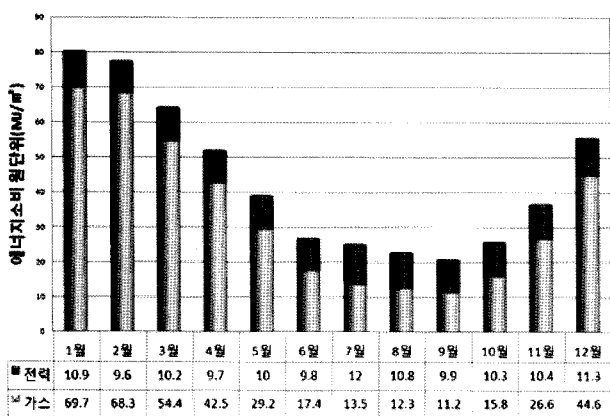


그림 8. 월별 에너지소비원단위

총 에너지소비원단위를 살펴보면 <표 5>와 같이 전력 소비원단위 124.2 MJ/m², 연료소비원단위 402.2 MJ/m²로 총 에너지원단위는 526.4 MJ/m²로 나타났다. 이는 일반

아파트의 에너지 소비 원단위인 583.8 MJ/m²보다 다소 낮게 나타났다.

표 5. 에너지소비원단위(단위 MJ/m²)

구분	전력	연료	에너지	일반 아파트의 에너지소비 원단위
원단위	124.2	402.2	526.4	583.8

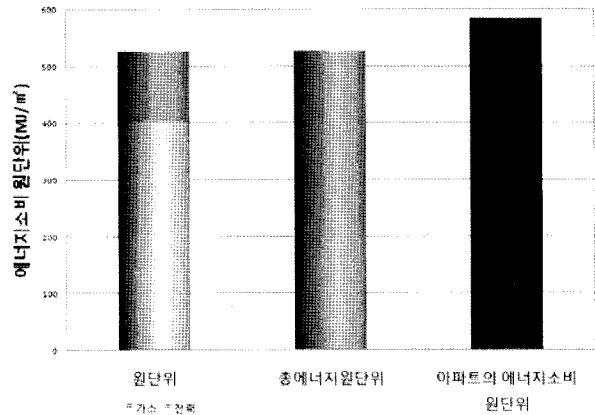


그림 9. 에너지 소비 원단위

면적 유형별 에너지소비원단위는 <표 6>과 같다. 72.7 m²과 76 m²은 면적에서 거의 차이가 나지 않기 때문에 평균면적 74.4 m²를 사용하였다. 전력소비원단위는 74.4 m²에 147.4 MJ/m², 105.8 m²에 101.0 MJ/m²로 나타났다. 가스소비원단위는 74.4 m²에 456.8 MJ/m², 105.8 m²에 347.7 MJ/m²이었다. 따라서 에너지소비원단위는 74.4 m² 604.2 MJ/m², 105.8 m² 448.8 MJ/m²이다<그림 10>.

표 6. 면적유형별 에너지소비원단위 비교(단위: MJ/m²)

구분	74.4(22.5평)	105.8(32평)
가스소비원단위	456.7625	342.4313
전력소비원단위	147.4375	101.075

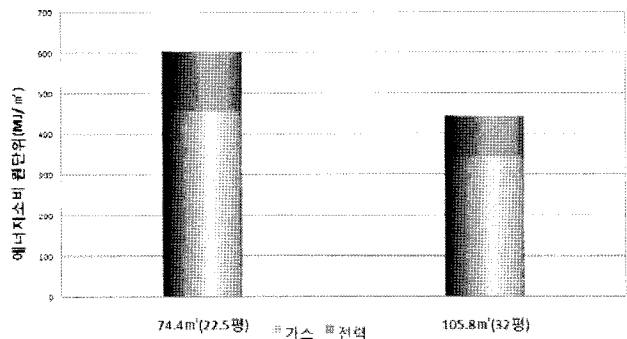


그림 10. 면적 유형별 에너지 소비 원단위

상수소비원단위는 면적 74.4 m²에서 2.7 ton/m²·yr이며, 105.8 m²에서는 1.9 ton/m²·yr으로 나타났다. 평균 2.3 ton/m²·yr으로 일본의 표준상수소비원단위 4.4 ton/m²·yr와 비교하여 그 수치가 53% 정도로 상수소비량이 적은 것을 알 수 있다<그림 11>. 그러나 물부족 국가인 우리나라

라는 아직 이러한 공동주택의 상수소비원단위가 정리 되어 있지 않으므로 하루빨리 정리되어 상수소비 효율화에 기여하도록 해야 할 것이다.

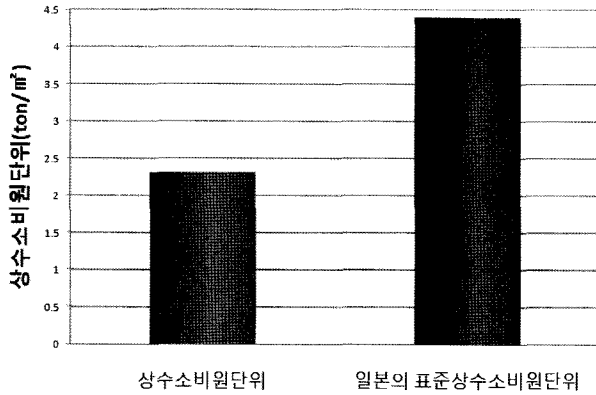


그림 11. 상수소비원단위 비교

2. 가구특성별 에너지 소비특성 분석

본 연구 진행시 에너지 사용량을 수집·정리함과 동시에 가구별 설문조사를 병행하였다. 설문조사 분석 결과 그 중 특히 가구원수별 및 소득별 에너지 사용량의 특성이 가장 확실한 차이를 보였다.

표본가구는 전체 421세대 중 52세대의 응답을 받아 작성 하였다. 표본가구의 가구당 가구원수 구성은 4인가구가 전체의 36.5%로 가장 많이 차지하며, 독신 및 2인가구가 30.7% 3인가구는 25%, 5인 이상 가구는 7.7%를 차지하고 있다.

가구원수별 월별 전력 사용량을 살펴보면 가구원수가 많을수록 전력소비가 많은 것으로 나타났다. 1인가구는 연 2,593 kcal로 가장 적은 수치를 나타내었고 2인 이상 가구는 근소한 차이를 보였다<그림 12>.

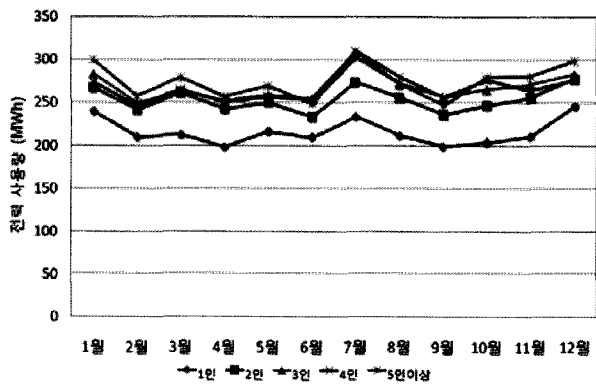


그림 12. 가구원수별 월별 전력소비량

<그림 13>은 가구원수별 월별 가스 사용량을 나타낸다. 가스소비 역시 구성원수가 많을수록 사용량이 많은 것으로 나타났다. 그러나 4인 이상의 가구에서는 별 차이가 없는 것을 알 수 있다. 1월에 5인 이상 가구가 평균 161.25 Nm³으로 가장 많은 양을 사용하였고 9월에 단독 거주세대가 평균 13.19 Nm³으로 가장 적게 사용하였다.

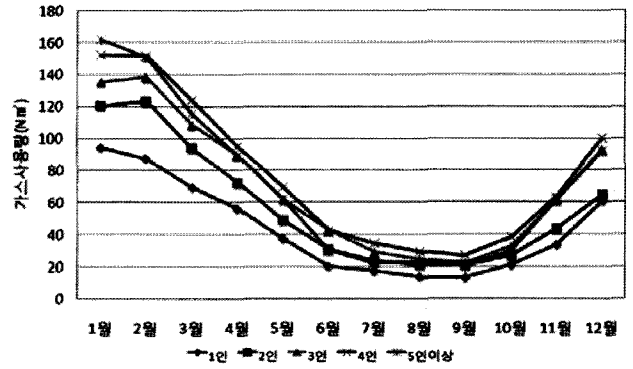


그림 13. 가구원수별 월별 가스소비량

가구원수별 월별 상수 사용량 역시 대체적으로 구성원수가 많아질수록 상수 사용량이 더 많은 것으로 나타났다. <그림 14> 5인세대가 연평균 249.25 m³으로 가장 많이 사용하였고 단독 거주세대가 연평균 132.19 m³으로 가장 적게 사용하였다. 상수의 사용량은 3장에서 분석한 바와 같이 일상생활에서 필수적으로 소비하는 면이 크므로 월별 차이가 거의 없으나 하절기 세신목적의 이용으로 소량의 사용 증가가 보인다.

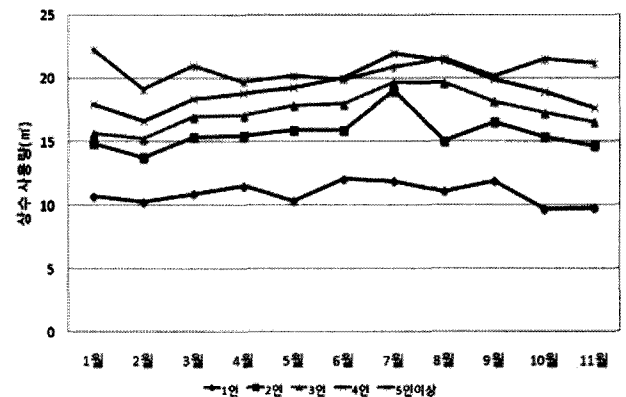


그림 14. 가구원수별 월별 상수소비량

본 조사의 전체 평균 에너지 소비는 10,897.5천 kcal로 2008년도 에너지총조사 보고서의 표본가구 전체평균 11,895.4천 kcal 보다 다소 낮은 것으로 나타났다. 가구당 평균에너지 소비는 전체평균 10,897.5천 kcal와 비교하여 1인가구는 7,774.8천 kcal, 2인가구는 9,920.7천 kcal, 3인가구는 11,611.4천 kcal, 4인가구는 12,539.4, 5인 이상 가구는 11,884.1천 kcal 사용하는 것으로 나타났다 <표 7>.

표 7. 가구원수별 연평균 에너지소비(단위: %)

	1인	2인	3인	4인	5인 이상
계(천 kcal)	7,774.8	9,920.7	11,611.4	12,539.4	11,884.1
계	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
전기	28.7	26.4	23.9	22	23.8
가스	71.3	73.6	76.1	77	76.2

상관분석시 허용오차 범위를 벗어나는 수치는 제외하고 계산하였다. 위에서 본 바와 같이 가구원수가 늘어남에 따라 대체적으로 에너지 소비량이 증가함을 볼 수가 있었다. 따라서 설문조사 결과를 토대로 통계를 내어 상관분석을 해 본 결과 가구원수별 에너지 소비량 증가의 상관계수는 0.533으로 나타났다<그림 15>.

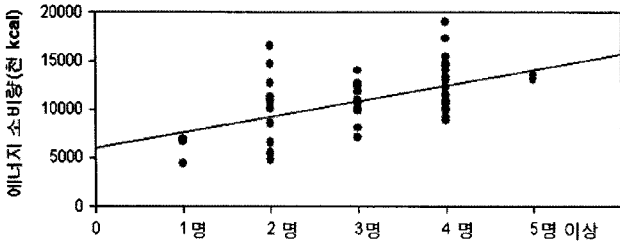


그림 15. 가구원수별 에너지소비량 상관분석

<그림 16>은 소득계층별 월별 전력 사용량을 나타낸다. 소득계층별 전력사용량을 살펴보면 월평균 소득 400만원 이상의 가구를 제외하고 소득수준이 높아질수록 전력사용량이 많아짐을 알 수 있다. 월평균 소득 100만원 이하의 가구에서는 연 2,836.9 kcal을 사용하여 가장 적은 수치를 나타내었다.

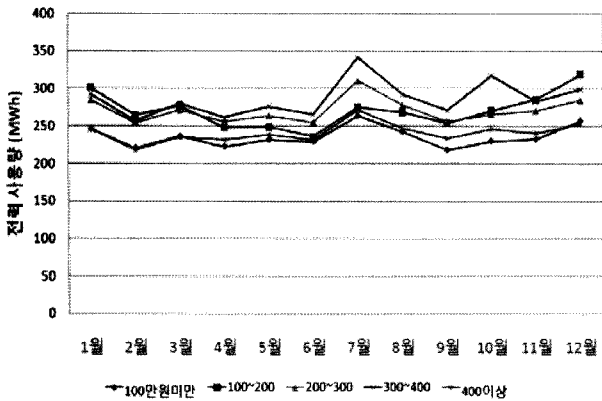


그림 16. 소득계층별 월별 전력소비량

소득 계층별 월별 가스소비량 역시 월평균 소득 400만원 이상의 가구를 제외하고 소득수준이 높아질수록 가스 사용량이 많아짐을 알 수 있다<그림 17>.

소득 계층별 월별 상수사용량 역시 월평균 소득 400만원 이상의 가구를 제외하고 소득수준이 높아질수록 상수 사용량이 많아짐을 알 수 있다<그림 18>.

가구당 평균에너지 소비는 전체평균 10897.5천 kcal와 비교하여 100만원 이하 가구는 8,686.2 kcal, 100~200만원 가구는 11,741 kcal, 200~300만원 가구는 12,140.1 kcal, 300~400만원 가구는 13,269.7 kcal, 400만원 이상 가구는 9,908.6 kcal를 나타내었다<표 8>.

소득계층별 에너지 소비량 역시 소득수준이 높아질수록

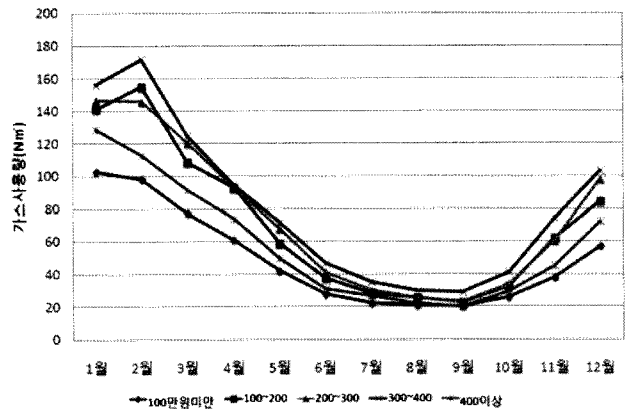


그림 17. 소득계층별 월별 가스사용량

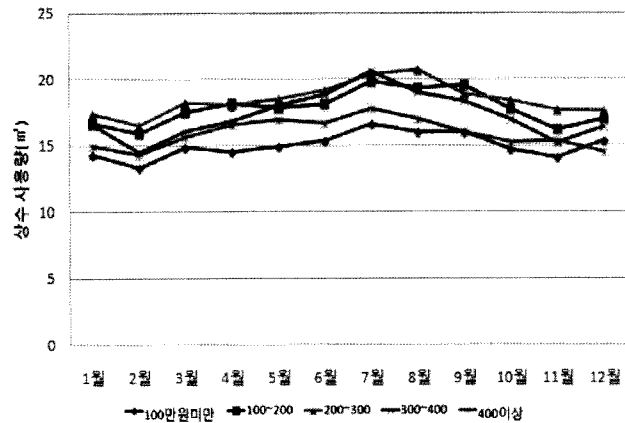


그림 18. 소득계층별 월별 상수사용량

표 8. 소득계층별 가구당 연평균 에너지소비(단위: %)

	100만원 이하	100~200	200~300	300~400	400만원 이상
계(천 kcal)	8,686.2	11,741	12,140.1	13,269.7	9,908.6
계	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
전기	28.1	23.9	23.1	22.3	25.2
가스	71.9	76.1	76.9	77.7	74.8

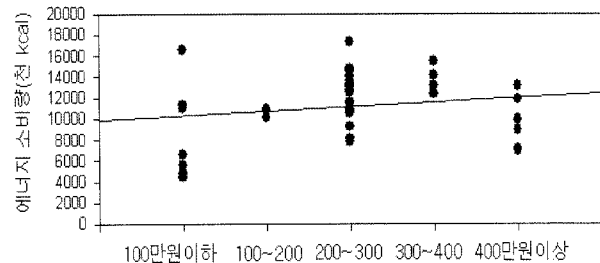


그림 19. 소득계층별 에너지소비량 상관분석

에너지의 소비량이 소량 증가한 것으로 나타났다. 이 역시 결과를 토대로 분석한 결과 상관계수가 0.180으로 나타났다. <그림 19> 따라서 에너지 소비량에는 가구원수의 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 도심 임대아파트를 대상으로 한 에너지 및 상수소비를 조사하였다. 분석결과는 다음과 같다.

1) 전력은 2003년에 1,198 MWh 소비하였으나 2007년에는 1,315 MWh 소비하여 2003년부터 2007년까지 매년 평균 9%의 전력사용 증가를 보이고 있다.

2) 전력의 사용은 해마다 늘지만 가스의 사용은 일정한 패턴을 보이지 않는다.

3) 상수 사용량은 연평균 85,072 m³ 사용하고 있다. 7월에 평균 2,620 m³로 가장 많이 사용하였고 2월에 평균 2,102 m³로 가장 적게 사용하였다.

4) 가구원수별 에너지 사용량을 살펴보면 1인가구는 7,774.8천 kcal, 2인가구 9,920.7천 kcal, 3인가구 11,611.4천 kcal, 4인가구 12,539.4천 kcal, 5인 이상 11,884.1천 kcal으로 대체적으로 가구원수가 많아질수록 에너지 소비가 많은 것으로 나타났다.

5) 소득계층별 에너지 사용량을 살펴보면 월평균소득 100만원 이하 가구는 8,686.2천 kcal, 100만~200만원 가구는 11,741천 kcal, 200~300만원 가구는 12,140.1천 kcal, 300~400만원 가구는 13,269.7천 kcal, 400만원 이상 가구는 9,908.6천 kcal 소비하여 400만원 이상가구를 제외하고는 소득수준이 높아질수록 에너지 소비가 많은 것으로 나타났다.

6) 에너지소비원단위는 면적 74.4 m²에 604.2 MJ/m², 면적 105.8 m²에 448.8 MJ/m²로 나타났다.

7) 총 에너지원단위는 526.4 MJ/m²로 나타났다. 이는 일반 아파트의 에너지 소비 원단위인 583.8 MJ/m²보다 다소 낮게 나타났다.

8) 상수소비원단위는 면적 74.4 m²에서는 2.7 ton/m²·yr, 105.8 m²에서는 1.925ton/m²·yr으로 나타났다. 평균 2.31 ton/m²·yr으로 일본의 표준상수소비원단위 4.4 ton/m²·yr와 비교하여 그 수치가 53% 정도로 나타났다.

9) 가구원수별 에너지소비량의 상관계수가 소득계층별 에너지 소비량의 상관계수보다 크므로 가구원수가 에너지 소비량에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구는 도심 임대아파트의 에너지 및 상수 소비경

향을 파악하고 에너지원단위 기준을 마련한 것이다. 현재의 데이터를 기반으로 추후 표본데이터를 더 수집하여 패턴을 찾아내고, 좀 더 세부적인 부하조사가 이루어진다면 임대주택에 적용 가능한 설비 시설의 용량 산정 기준등의 표준화에 도움이 될 것이다. 또한 이러한 자료를 통해 공동주택에서 보다 효율적인 에너지관리가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 에너지경제연구원(2009), 2008년도 에너지총조사 보고서, 지식경제부, 134-147.
2. 통계청(2005), 인구주택총조사.
3. 홍성희, 건물의 에너지원단위기준(안) 연구(2002), 대한설비공학회 에너지관리부문강연회, 71-86.
4. 홍성희 · 장문석 · 박효순 · 양관섭(2001), 共同住宅의 에너지消費原單位 設定 研究, 대한건축학회논문집(계획계), 17(12), 151-160.
5. 황광일(2005), 공동주택의 전력 소비실태에 관한 연구, 대한건축학회논문집(계획계), 21(12), 305-312 .
6. 김동수 · 김주영 · 홍원화(2005), 대구광역시 공공건축물의 건축요인별 에너지부하 분석 및 연구, 한국생태환경건축학회, 8, 69-78.
7. 이은혜 · 홍원화(2003), 대구시 오피스 빌딩의 규모별 에너지 및 상수소비 원단위화에 관한 연구, 대한건축학회(계획계), 19(9), 187-194.
8. 홍원화 · 이춘미 · 김주영 · 조수(2008), 종합대학의 에너지 소비원단위 작성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계), 24(11), 313-320.
9. 최동호 · 현동수 · 박효순(1999), 제주지역 공동주택의 난방에너지 소비실태에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계), 15(6), 181-189.
10. Duncan Hill(2007), Analysis of the Annual Energy and Water Consumption of Apartment Buildings in the CMHC HiSTAR Database, Canada Mortgage and Housing Corporation
11. 尾島俊雄 研究室(1995), 建築の光熱水原單位(東京版), 早稻田大學出版部, 161.

접수일(2009. 8. 21)

수정일(1차: 2009. 11. 10)

게재확정일자(2009. 11. 26)