

연구논문

탑상형 아파트의 층별 전기와 가스 부하량 비교평가

김준현* · 최진호** · 엄정섭***

대구과학대학 측지정보과* 경북대학교 공간정보학과**, 경북대학교 지리학과***

(2011년 3월 28일 접수, 2011년 8월 10일 승인)

Comparative Evaluation of Electric Power and LNG Load according to Floor level of Tower-Type Apartments

Jun Hyun Kim* · Jin Ho Choi** · Jung-Sup Um***

Department of Geodetic Information, Taegu Science University*

Department of Spatial Information Science, Kyungpook National University**

Department of Geography, Kyungpook National University***

(Manuscript received 28 March 2011; accepted 10 August 2011)

Abstract

It is known that energy consumption in bottom floor of typical Korean-style apartment is the highest. Previous studies for energy consumption in accordance with floor level appear to be very limited due to the dependence on single energy variable such as electric power or LNG separately, based on past flat type of apartment. Acknowledging these constraints, an empirical study for a tower type emerged recently as new style of apartment in South Korea was conducted to demonstrate how a comprehensive evaluation for both electric power and LNG consumption can be used to assist in monitoring the total energy consumption in terms of floor specific settings. It was possible to identify that energy consumption in bottom floor is lesser than that of top floor, to the contrary, fact known from previous study. Also electric power consumption in top floor was identified as 15% higher than that of floor in the least. It is anticipated that this integrated utilization of electric power and LNG data would present more scientific and objective evidence for the energy load among floor level of tower type apartment by overcoming serious constraints suffered from the past single variable investigation. Ultimately, the result in this paper could be used as a valuable reference to providing priority for energy saving activities in top floor such as cool roof or green roof.

Keywords : Comparative Evaluation, Electric Power and LNG Load, Floor level, Tower-Type Apartments

1. 서론

기후변화의 영향이 사회 전 분야에 문제시됨에 따라, 세계 각국에서는 기후변화 대응과 적응을 위한 다각도의 방안을 모색하고 있다. 이중 가장 주목 받고 있는 부분은 건물 부분에서의 온실가스 감축 정책으로, IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 다른 부분에 비해 건물 부분의 온실 가스 감축 잠재량을 가장 높게 평가하고 있다 (IPCC, 2006). 한국의 대표적인 주거형태로 자리 잡은 아파트는 대규모 아파트 단지의 조성으로 총 인구 중 아파트 세대가 절반을 넘고 있는 것으로 보고되고 있으며 이 비율은 지속적으로 증가될 것으로 예상된다(통계청, 2000). 우리나라의 경우 역시 온실가스의 약 23.5% 이상이 건물부문에서 배출됨에 따라 '건축물의 에너지 절약 설계기준'을 개정하는 등 건물부문의 에너지 사용 및 온실가스 저감을 위한 다양한 방안을 모색하고 있다. 그러나 최근 토지이용의 효율성 증대와 함께 경관, 조망, 일조권 등의 가치를 중시함에 따라 아파트는 점차 고층화 되어 가고 있으며, 이러한 고층화 양상은 일사의 영향은 증가시키고, 채광과 조망을 위한 개구부 비율을 확대시켜 오히려 냉·난방을 위한 에너지 부하를 증가시키고 아파트의 층간 에너지 소비의 불균형을 가중시키는 것으로 알려져 있다(정근주, 2006; 강동호, 2009; 황광일, 2005; 박민용, 1998).

고층 아파트에서의 옥상층, 중간층 등 개별 층에 따라 에너지가 어떻게, 얼마나 소비되고 있는가를 파악하고 에너지 소비량을 예측하는 것은 에너지의 유효활용이란 측면에서 대단히 중요하다고 할 수 있다. 기존연구들이 단일한 에너지 변수외의 다양한 요인들을 고려되어야 함을 시사하면서도, 데이터 수집의 한계나 비용의 한계로 인해 컴퓨터 시뮬레이션이나 전문가 설문, 혹은 가격 등 단일변수에 의거 층간에너지 부하를 평가하여 왔다. 아파트에 대한 에너지 소비 조사 연구는 동일한 조건에서 상세한 에너지 소비 비교가 곤란하여 Energy Plus, Transys 등 프로그램을 이용하는 것이 일반화된

연구방법으로 자리 잡고 있으나 시뮬레이션 부하량 분석에 한정되어 층별로 총체적인 비교·분석은 한계가 있는 것이 사실이다(Neto and Fiorelli, 2008; Heiple and Sailor, 2008). 가스와 전기 사용량에 대한 실제 데이터를 이용하여 실무적으로 활용할만한 층별 에너지 부하량 시뮬레이션을 수행한 연구는 찾아보기 어렵다. 또한 전력에너지는 여름철 냉방수요를, 도시가스와 석유류는 겨울철 난방 수요를 반영하고 있으나(에너지관리공단, 2007), 실제 사용량에 근거한 일부 연구도 하절기의 냉방(전력), 동절기의 난방(도시가스)사용의 어느 한 부문만을 별도로 분석한 에너지 소비현황만을 언급하고 있어 아파트의 고층화에 따라 층별로 다르게 분포되는 에너지부하를 총체적으로 고려하지 못하고 있다(김진관, 이병호, 2004; 김승구, 2009; 천진수, 2010).

따라서 선행연구는 점차 고층화 되는 아파트에서 발생하는 에너지 불균형의 발생원인과 에너지 소비에 개입되는 다양한 요인을 분석하는 데에는 도움이 되겠지만, 고층화에 따른 층별 에너지 소비의 상관성을 실증적으로 분석하거나 이를 검증한 사례로는 판단하기 힘들다. 또한 아파트가 고층화됨에 따라 에너지 사용의 불균형을 객관적으로 추정하고, 최근 하절기 냉방 수요의 증가와 함께 동절기 유가 급등과 기습적 한파의 영향으로 증대되고 있는 전력과 가스를 동시에 고려하지 못하고 있어, 겨울철 전기에너지의 사용이 하절기 사용비중을 초과하는 등 에너지 소비 형태의 변화를 고려한다면 층별 에너지 소비 패턴의 미시적 수준의 분석과 용도별 에너지 부하량 분석이 선행되어야 함을 의미한다. 따라서 아파트의 에너지 소비량 분석은 각 개별가정에서 사용되어지는 난방에너지와 전력에너지가 총체적으로 비교평가될 때 객관적인 에너지 저감방안 수립의 근거자료가 될 수 있을 것이다.

본 연구는 고층형 아파트의 에너지 소비 패턴에 개입되는 다양한 변수 중 층간 에너지 소비의 불균형을 총체적으로 분석하고, 이를 바탕으로 고층형 아파트의 설계 시 에너지 불균형을 최소화하는 데

필요한 기초자료를 제공하고자 한다. 에너지관리공단 조사에 의하면 가정 부문 난방용으로 가장 많이 소비되는 에너지원은 도시가스이며(49.4%), 다음이 석유류(23.0%), 전력(19.1%)의 순이다(에너지관리공단, 2007). 특히 가전기기 보급 확대 및 이용률 증대, 아파트 주택 비중 증가에 따른 동력소비 증가 등으로 전력 소비 증가율이 빠르게 나타나 2006년에는 도시가스와 전력의 비중이 비슷한 수준에 이르렀다(경기도, 2007). 결국 가정 부문의 온실가스 저감 대책은 아파트의 도시가스 소비와 전력소비를 줄이는데 우선순위를 두어야 한다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 아파트에서 사용되는 에너지 중 핵심변수인 가스와 전기변수들을 고려하는 통합적인 분석방법을 사용함으로써 방법론상의 개선을 시도하고자 하였다. 즉 아파트에서 사용되는 난방 및 전력에너지를 동시에 고려하여 총체적인 에너지 소비실태를 평가하고자 대구시 달성군 다사읍의 C 아파트를 사례로 2009년 4월(봄), 7월(여

름), 10월(가을), 2010년 1월(겨울)동안의 사용된 세대별 전력에너지와 도시가스사용량을 파악하여, 각 층에 따라 에너지 소비실태가 어떠한 패턴으로 발생되고 있는지를 분석하여 아파트의 온실가스 배출 저감을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 데이터 취득

최근의 아파트 층고분포를 분석해보면, 10층보다는 12층이 다수 분포하고 있으며, 아파트의 초고층화가 일반화됨으로서 20층 이상의 아파트들도 상당히 많이 출현하고 있다. 또한 단지조경과 미화적인 측면이 대두되고 내장재가 발달되면서, 일조와 전망을 극대화 할 수 있는 등글고 높은 탑상형(타워형)이 큰 인기를 끌고 있다. 특히 대표적 탑상형 구조의 한강변 아파트인 용산 시티파크 류의 주상복합들이 인기리에 분양을 마치고, 도곡동 타워팰리스, 서초동 아크로비스타, 분당 파크뷰 등이 그 지

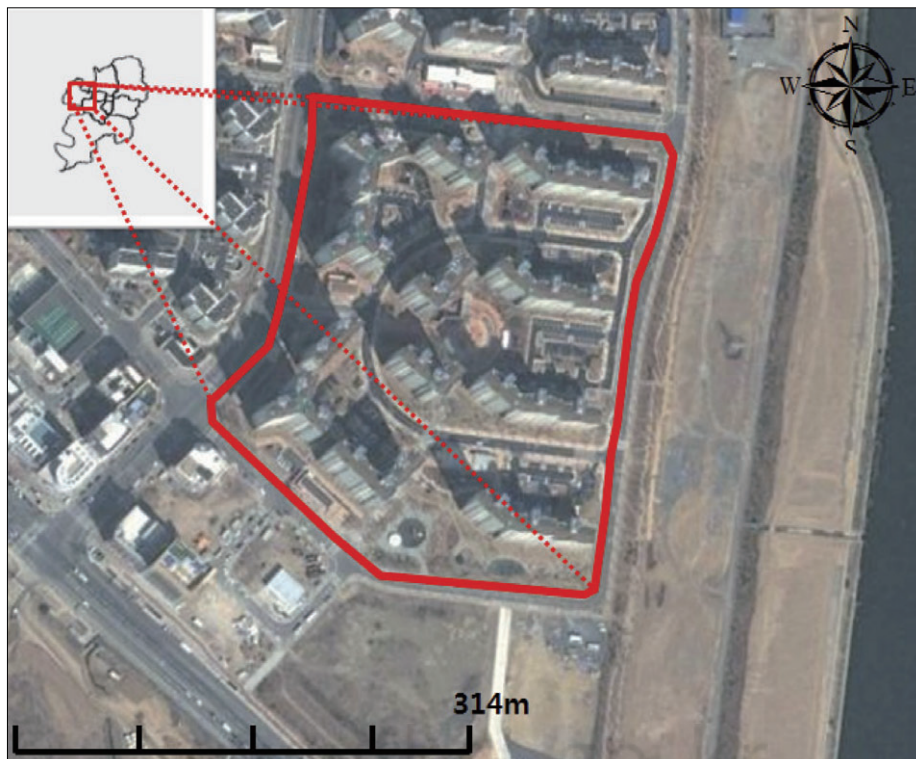


그림 1. 연구대상 아파트의 Google Earth 영상 (좌상단은 대구시 행정구역도에 표기된 연구지역)

표 1. 연구지역의 현황

구분	면적	방향	고도	비교 세대수
A형		정동향	23층	133세대
	24평	남동향	23층	220세대
		남서향	23층	133세대
B형		정남향	21층	486세대
	33평	남동향	21층	84세대
		남서향	21층	84세대

역별 랜드마크로 인식되면서 기존 사고를 깨뜨리는 탑상형 아파트의 대중화가 지속될 것으로 판단된다(서민정, 2005). 본 연구에서는 변화된 아파트시장을 반영하는 층별 에너지 부하량 평가를 위해 연구지역은 대구시 달성군에 위치한 1316세대 규모의 탑상형 아파트(그림 1)를 대상으로 진행하였다. 연구대상 아파트는 지표의 고도가 약 22m로 낮아 자연환경의 기온감율에 따른 기온차이가 적어, 에너지의 소비차이가 여타의 지역보다 적을 것으로 판단되었으며, 아파트 전후로 일사나 풍계의 차단 등 에너지 소비에 영향을 미칠 수 있는 대규모의 건축물이나 산 등이 없는 지역이다. 2년 전에 완공되어 LNG 개별난방 방식이 적용되고 있으며 에너지 소비에서 많은 영향을 미치는 창호 및 단열 시공의 특성을 보완한 아파트이기에 분석대상으로 적합하다고 판단되었다.

아파트의 구성은 표 1과 같이 24평형 486세대, 33평 642세대, 41평형 188세대로 총 1316세대로 구성되어 있어, 분석과정에 있어서는 에너지 사용의 비교·분석의 용이성을 확보하기 위해 24평형 아파

트와 33평형 아파트를 각각 A형과 B형으로 구분하여 진행하였다. A형의 경우 23층, B형의 경우 21층으로 설계되어 있어 각각 4층 간격으로 에너지 소비 패턴을 분석하였다. 따라서 A형은 1층, 4층, 8층, 12층, 16층, 21층, 23층으로 7개 층으로 구분하여 분석하였고, B형은 1층, 4층, 8층, 12층, 16층, 21층으로 6개의 층으로 구분하여 연구를 진행하였다.

분석에 사용된 데이터는 아파트의 도시가스 및 전력 사용량을 관리업체로부터 제공받아 분석하였고, 도시가스의 경우 난방용과 급탕용 중 급탕용의 사용량을 제외한 난방용 에너지만을 분석데이터로 사용하였다. 에너지 사용량 분석 기간은 2009년 4월 1일부터 2010년 1월 31일까지이며, 계절적 차이를 분석하고자 봄(4월), 여름(7월), 가을(10월), 겨울(1월)으로 분류하여 데이터를 분석하였다. 아파트 단지 내 입주자가 되지 않았거나 장기간 비어있는 건물은 분석에서 제외하였으며, 타 평형대의 세대보다 상대적으로 적은 세대로 구성되어 있는 41평형의 세대는 분석에서 제외하여 총 1316세대 중 1140세대의 에너지 소비량을 분석하였다.

III. 층별 비교평가

연구지역 아파트 1140세대(41평형 세대 제외)의 2009년 봄(4월), 여름(7월), 가을(10월), 2010년 겨울(1월)간 전력사용량과 도시가스사용량을 조사하여 층별에 따라 분류하고, 이를 개별 사용량의 차등요인으로 분류하여 평균한 결과 표2와 표3과 같은

표 2. 층별 전력 월 평균 사용량 (단위 : kwh)

월	봄(4월)	여름(7월)	가을(10월)	겨울(1월)	최 소	최 대	평 균
층수	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형
1층	196/241	221/314	206/225	214/310	196/225	221/314	209.3/272.5
4층	183/250	218/330	192/244	199/285	183/244	218/330	198.0/277.3
8층	169/224	236/335	198/221	192/287	169/221	236/335	198.8/266.8
12층	185/227	231/302	204/223	211/272	185/223	231/302	207.8/256.0
16층	198/253	228/324	208/274	207/289	198/253	228/324	210.3/285.0
21층	189/261	238/341	211/279	229/305	201/261	238/341	216.8/296.5
23층	201/-	269/-	221/-	243/-	201/-	269/-	233.5/-
평균	188.7/242.7	234.4/324.3	205.7/244.3	213.6/291.3	188.7/237.8	234.4/324.3	210.6/275.7

표 3. 층별 도시가스 월 평균 사용량 (단위 : m³)

월	봄(4월)	여름(7월)	가을(10월)	겨울(1월)	최 소	최 대	평 균
층수	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형	A/B형
1층	36/45	17/15	78/86	126/220	17/15	126/220	64.3/91.5
4층	35/47	12/22	66/82	115/198	12/15	115/198	57.0/87.3
8층	42/42	14/12	62/91	102/176	12/22	102/176	55.0/80.3
12층	49/46	16/18	64/89	104/182	16/18	104/182	58.3/83.5
16층	37/44	18/23	76/94	114/172	18/23	114/172	61.3/83.3
21층	34/48	24/21	72/90	112/201	24/21	112/201	60.5/90.0
23층	38/-	26/-	73/-	118/-	26/-	118/-	63.8/-
평균	38.7/45.3	18.1/18.2	70.1/88.7	113.0/191.5	24.4/19	113/191.5	60.0/85.9

결과를 얻을 수 있었다.

1. 전력

아파트의 층별 전력에너지 사용량은 아파트의 전용면적에 따라 다른 사용량의 차이를 보였다. 먼저 A형(24평형)의 아파트의 층별 전력에너지의 사용량은 그림 2와 같이 나타났다. A형의 계절별 전력에너지 소비량은 계절에 관계없이 모두 최고층에서 가장 많은 전력소비 패턴이 나타났으며, 다음으로 대체로 최저층인 1층과 16층 이상의 고층에서 많은 에너지 사용패턴을 보였다. 여름철 냉방기기의 사용과 겨울철 전열기기의 사용으로 인해 전력에너지 사용량이 급격히 증가하는 여름철과 겨울철의 전력에너지 사용량을 비교에서는 여름철의 경우 아

파트의 층별 전력에너지 사용의 최대사용량 269KWh · 최소 사용량 218KWh로 그 차이가 약 19%, 겨울철의 경우 최대 사용량이 243KWh, 최소 사용이 192KWh로 약 21% 차이가 나타날 만큼 층간 전력에너지 소비의 큰 차이를 보였다. 여름철과 겨울철의 전력에너지의 최대 사용은 양 계절 모두 최고층에서 나타났으며, 최소 사용량은 중간층인 4층과 8층에서 나타났다. 연간 평균 전력에너지의 사용에 있어서도 최고층이 233.5KWh로 가장 많았고, 4층이 198KWh 가장 적어 두 층간 약 15%의 전력에너지의 사용차이를 보이고 있었다.

전용면적이 큰 B형의 층별 전력에너지 사용량은 그림 3과 같다. 계절별 전력 에너지 최대 사용 층은 A형과 마찬가지로 최고층에서 가장 많이 소비되는

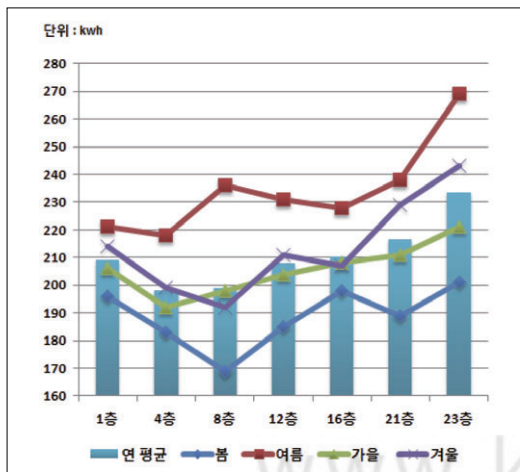


그림 2. A형의 층별 전력부하 비교

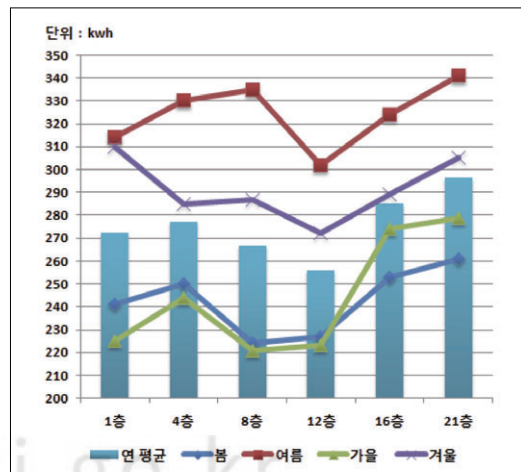


그림 3. B형의 층별 전력부하 비교

것으로 나타났다. 여름철 전력에너지의 최대 사용은 최고층이 약 341KWh, 최소 사용은 12층으로 약 302KWh를 나타나 약 11%의 에너지 사용량 차이를 보였으며, 겨울철의 경우 최대사용량 310KWh, 최소사용량 272KWh로 그 차이가 약 13%를 보였다. 연간 평균 에너지의 사용의 경우 역시 최고층이 296KWh로 가장 많은 사용량을 보였고, 중간층이 256KWh로 최소사용량을 보여 연간 약 14% 에너지 사용량 차이를 보이는 것으로 분석되었다.

2. 도시가스

도시가스의 층별 사용량은 A형의 경우 그림 4에서 볼 수 있듯이 난방에너지 사용량이 많은 겨울철에 연중 최대 사용량을 보였으며, 다음으로 가을, 봄, 여름의 순으로 소비하는 것으로 나타났다. 난방에너지의 최대 사용은 겨울철 최저층에서 128m³으로 기록된 반면, 최저 사용은 중간층인 12층에서 104m³을 소비한 것으로 나타나 약 19%의 에너지 소비 차이를 보였다. 연 평균 사용량은 최저층에서 평균 64.3m³, 최고층 63.8m³으로 나타나 최저소비층인 8층에 비해 약 14%의 에너지 사용 차이를 보이는 것으로 나타났다.

B형의 층별 도시가스 사용의 층별 소비패턴은 그림 5에서 보는바와 같이 겨울, 가을, 봄, 여름의 순으로 사용량이 감소되었으나 겨울철을 제외한 봄,

여름, 가을의 층별 사용량의 차이는 상대적으로 적었다. 겨울철의 경우 도시가스 사용은 최저층에서 220m³으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 최고층이 201m³으로 높게 나타났다. 가장 적은 사용을 보인 곳은 21층으로 172m³로 나타나 최대·최소의 사용량은 약 22%의 차이를 보였다. 특히 1층과 최고층인 21층을 제외한 나머지를 중간층으로 분류하고 산정하였을 경우 약 18%의 에너지 사용량의 차이를 보여 최저층과 최고층이 세대간 에너지 불균형이 큰 것으로 나타났다. 연 평균 사용량을 비교하였을 경우 최저층이 91.5m³으로 연 평균 최대 사용량을 보였으며, 중간층인 8층이 80.3m³으로 최소 사용량을 보여 약 12%의 사용량 차이를 보였다.

3. 최고층과 최저층 비교

연중 전력 및 도시가스 사용량을 아파트의 층별 구분에 따라 분석한 결과, 전력에너지는 최저층이, 난방에너지는 최고층에서 가장 많이 사용하는 것으로 분석되었다. 이러한 에너지 사용 패턴은 평균적으로 최저층과 최고층에서 여타의 층 세대보다 많은 냉·난방 에너지를 사용한 것을 의미한다. 따라서 본 장에서는 최저층과 최고층의 보다 상세히 에너지 사용 패턴을 비교·분석하고자 최저층과 최고층만을 별도로 분류하여 냉·난방 에너지를 비교하였다 (그림 6).

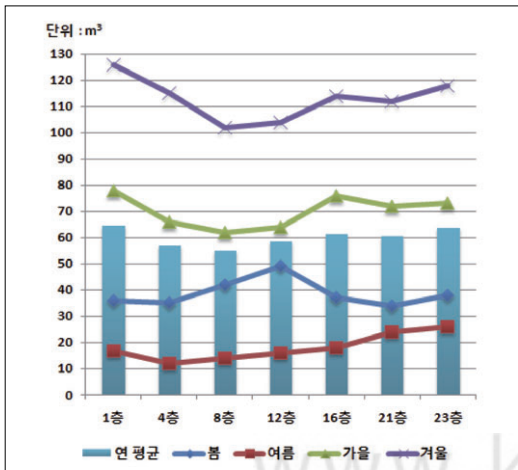


그림 4. A형의 층별 도시가스 부하 비교

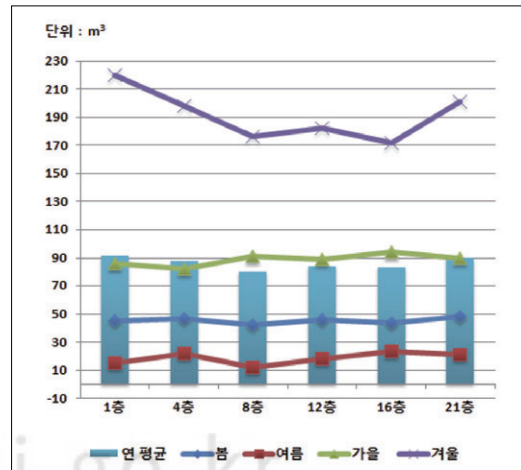


그림 5. B형의 층별 도시가스 부하 비교

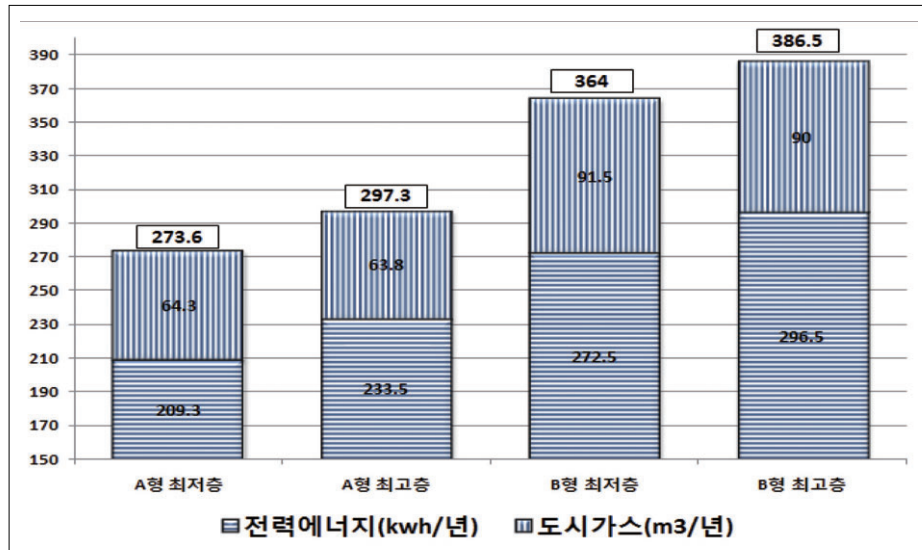


그림 6. 최저층과 최고층의 에너지 사용 비교

A형의 경우 연간 전력에너지 및 도시가스 사용량의 합이 최고층이 297.3, 최저층이 273.6으로 총 에너지 사용에서 최고층이 약 8% 정도 더 많은 에너지를 사용하는 것으로 나타났다. B형의 경우 역시 최고층이 386.5, 최저층이 264으로 최고층이 최저층에 비해 약 6%의 사용에너지 차이를 보였다. 이는 아파트의 전용면적에 관계없이 최고층이 최저층에 비해 연중 더 많은 에너지 소비를 하고 있는 것을 나타낸다.

IV. 토론 및 고찰

계절과 전용면적 등에 관계없이 대부분 최고층에서 가장 많은 냉·난방에너지를 사용하고, 다음으로 최저층, 중간층 세대로 순서로 많은 에너지가 사용되는 것으로 분석되었다(그림 6). 박유원 등(2003)은 아파트 최상층보다 최하층에서 열 손실이 크고 가장 난방비가 많이 든다는 보고하였는데 아파트 위치별 난방비를 분석한 결과 중간층을 기준으로 최상층이 15.2%, 최하층은 무려 47.1% 높은 비용을 부담하고 있다는 결과를 제시하고 있다. 이 연구 이후 아파트 시공기술로 발전되어 최저층에 대한 단열기술이 보강되었을 수도 있으며 아파트가

판상형으로 진화하면서 최상층의 난방에너지가 증가한 것에 기인할 수도 있다. 하지만 선행연구가 실제 전기와 가스 사용량을 동시에 반영한 결과가 아니고 대상 아파트가 달라 직접적인 비교는 보다 신중한 검토가 필요한 것으로 판단된다.

먼저, 여름철 냉방기와 겨울철 전열기기에 사용되는 전력에너지의 경우 여름철, 겨울철 모두 최고층에서 뚜렷하게 높은 사용량이 확인된다. 이와 같이 연중 전력에너지의 최대소비가 최고층에서 나타나는 것은 여름철의 경우 옥상층을 바로 접한 최고층이 직달일사의 직접적인 영향으로 인해 실내 온도가 상승되고 이로 인해 냉방 에너지의 사용이 증가된 것으로 보이며, 겨울철의 경우에는 최고층의 경우 상층 세대의 부재로 인해 단열효과를 얻지 못하고 이로 인한 열손실 증대로 인해 전력에너지의 수요가 증가된 것으로 보인다(김진관, 이병호, 2004). 이동근 등(2005)의 연구에 의하면 녹색지방이 식재없이 토양만 존재하여도 토양수분의 증발작용에 의해 최대 5도정도의 저감효과가 있다고 보고하고 있다. 현재 옥상녹화의 경우 서울시를 비롯한 전국의 지자체에서 일정규모 이상의 신축건물의 경우 의무화를 추진하고 있으며, 2009년 공포된 '친환경 주택의 건설기준 및 성능'에서는 옥상녹화를

친환경주택의 권장사항으로 하고 있다. 또한 일정 사항을 만족할 경우 보조금을 지원하는 정책을 시행되고 있어 이러한 정책의 효과가 본격적으로 나타날 시기에 최상층의 에너지 부하량이 상당부분 해소될 수 있을 것으로 전망된다.

난방에너지인 도시가스의 사용은 최저층에서 가장 높았는데, 이와 같은 사용패턴은 겨울철 최저층의 전력에너지 사용이 차순위로 많았던 점을 고려할 경우 난방을 위한 에너지 소비가 최저층에서 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 즉 이러한 결과는 아파트의 최저층의 경우 지하의 주차장이나 지하 시설물로 인해 열손실이 발생하며, 아파트의 동별 배치에 따라 실내에 유입되는 일사량의 차이가 적어져 최저층의 난방에너지 수요가 높다는 선행연구결과와 일치하는 것으로 최저층의 경우 아파트의 설계시 타 층에 비해 단열 설계에 대한 보완이

요구됨을 의미하고 있다(이종원, 2000; 김진관 등, 2006).

아파트 층별 에너지 소비에 미치는 영향을 분석하는 과정에서 아파트의 배치 방향에 따라 일사량은 차이가 나게 되며 실내온도는 에너지 저감에 있어 핵심 변수로 작용하게 된다. 아파트 내부의 실내온도가 높고 낮음에 따라 인간의 쾌적한 적정 실내온도 유지를 위해서 에너지 소비를 유발시키기 때문에 실내온도가 아파트 배치형태에 따른 에너지 소비를 평가할 수 있는 가장 직접적이며 핵심변수이다(Paulo and António, 2007). 특정 아파트의 층간 에너지의 불균형은 냉·난방 기간이나 실내온도, 자연환기횟수 등과 같은 조건을 제외할 경우 건물의 배치 방향이 층간 에너지의 소비에 영향을 줄 수 있다(정근주, 2006). 따라서 아파트의 층별 에너지 소비 패턴이 배치 방향에 따라 달라질 수 있음을

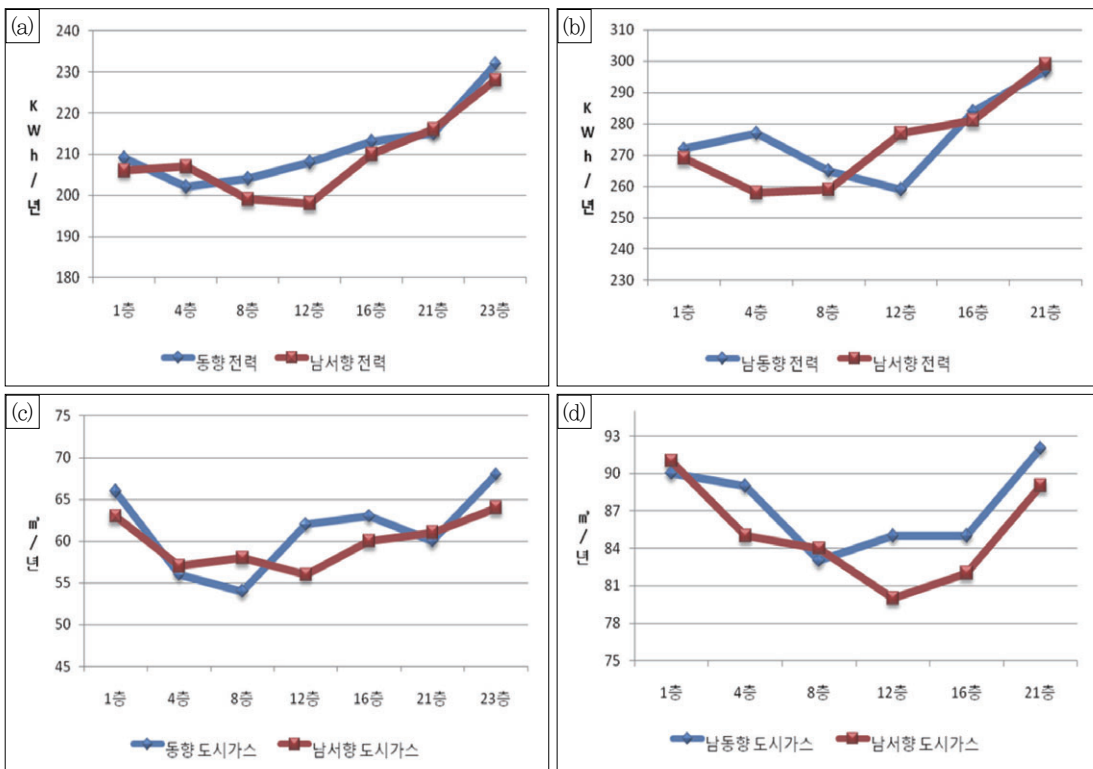


그림 7. 배치 방향에 따른 층간 연평균 에너지 사용 비교

- (a) A형의 배치방향에 따른 층별 전력 사용량 비교, (b) B형의 배치방향에 따른 층별 전력 사용량 비교
 (c) A형의 배치방향에 따른 층별 도시가스 사용량 비교, (d) B형의 배치방향에 따른 층별 도시가스 사용량 비교

고려할 때 층별 에너지 소비가 어떻게 달라지는지에 대해 고려해볼 필요성이 제기된다. 연구대상 아파트를 동일 평형대인 A형 아파트의 정동향(133세대)과 남서향(133세대)을 비교하고, B형 아파트의 경우 남동향(84세대)과 남서향(84세대)을 비교한 결과 그림 7과 같이 동일 설계와 규모의 아파트에서도 배치방향에 관계없이 동일한 패턴으로 층간 에너지 사용의 불균형이 나타났다.

배치 방향을 고려한 전력에너지 사용 분석에 있어서는 A형, B형 모두 앞서 분석된 결과와 마찬가지로 최상층에서 최대 전력에너지 소비가 확인된다. 또한 난방용 에너지인 도시가스 사용량이 있어서도 배치 방향을 고려하지 않았을 때의 분석결과와 유사하게 최저층에서 많은 난방에너지를 사용하고, 차순위로 최상층의 에너지 사용량이 많은 에너지를 소비하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 TRNSYS 15를 이용하여 한국형 아파트의 위치별 난방에너지 사용량 고찰한 결과, 최고층과 최저층에서 열손실을 비롯한 에너지의 불균형이 크게 나타남을 밝힌 연구(유효선 등, 2004)와 유사한 경향을 나타내고 있다. 통계조사 위주의 아파트의 배치방향별 에너지 소비 원단위 평가에서 홍성희(2001)는 남향을 기준으로 17%~26%의 에너지소비량 변화가 있다는 연구 결과를 보고하고 있는데 본 연구에서는 아파트 배치방향보다 층별 차이가 에너지 사용부하에 결정적인 변수라는 것이 확인되고 있다.

에너지 부하량 비교의 결과는 매우 조심스럽게 해석되어야 할 것으로 판단된다. 왜냐하면, 분석의 결과가 가스와 전력에만 한정되어 있어, 여타 에너지까지 통합적으로 고려하지 못하고 있으며, 또 분석 결과는 현재의 주어진 가격수준이 합당한지의 여부에는 관계없이 지출을 유지하면서 에너지소비를 줄이는 방향성에 대해 판단의 근거를 주고 있다는 점이다. 그러나 특정 아파트에서 전용면적이 동일할 경우 평면의 형태 및 공간배치는 유사하기 때문에 에너지 사용의 기본적인 행태는 유사하게 나타날 것으로 판단되지만, 같은 조건에서도 실거주

자의 에너지 소비 습관이나 관리요인, 아파트 단지의 지리적 위치 등에 의해 에너지 소비가 다르게 나타나기 때문에 이를 일반화하기에는 한계가 있다. 또한 난방용과 취사용 등 사용용도에 따라 구분이 용이한 난방에너지에 비해, 전력 에너지의 경우 전열기 또는 냉방기기의 사용이 일반 가전기거나 조명기기와 포함되어 분석되기 때문에 이를 좀 더 세분화 할 수 있는 연구가 필요하다.

V. 결론

아파트의 층별 에너지 사용 비교 평가는 선행 연구가 난방 또는 냉방에너지 등 한 부분에 국한되어 에너지 사용의 총체적인 비교분석이 어려웠는데, 이를 보완하였다는 점에서 가장 큰 의의가 있을 것이다. 결국 이 연구는 가스와 전기를 동시에 반영한 연구가 거의 이루어지지 않은 상황에서 실제 사용량 데이터를 토대로 아파트의 층별로 에너지 부하량을 비교 평가하여 보았다는 점에서 의의가 있다고 할 것이다.

이와 같이 아파트의 새로운 형태로 자리잡은 탑상형에 대해 에너지 비교 평가모델이 정착된다면 에너지 관련 관리 기업은 자사 아파트의 현 주소를 파악하여 에너지저감 전략수립과정에서 비교분석의 도구로 활용할 수 있을 것이다. 새로운 아파트를 건설하는 개발자에게 평가모델은 아파트의 초기 설계시에 각 층별로 발생하는 실내 열부하의 차이를 반영하여 각층별로 동일한 실내온도를 유지하기 위하여 아파트 각층별 에너지 부하량을 비교평가하는 체크리스트로 활용할 수 있을 것이다. 결국 아파트 에너지 효율을 높이려는 관련기업이나 이용자의 요구에 부합하고 그들을 유인할 수 있는 가치있는 기초정보를 제공함으로써 아파트에서 에너지 효율성을 증진하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구 결과는 아파트 1층이 제일 추우며 난방비 부담이 최하 > 최상 > 중간층 순이라는 선행연구와 다른 결과를 보여주고 있다. 계절과 전용면적 등에 관계없이 대부분 최고층에서 가장 많은 냉·난

방에너지를 사용하고, 다음으로 최저층, 중간층 세 대로 순서로 많은 에너지가 사용되는 것으로 분석 되었다. 최고층의 에너지 사용량 증가원인은 외기 와 접한 옥상면의 열손실과 관련이 많기 때문 인 것으로 판단되기 때문에 최고층의 외기와 접한 외벽 의 단열재의 재질과 두께 등의 설비를 차별화하고, 이에 따라 열교환의 대책을 심도 있게 고려해야 할 것으로 보인다. 이러한 정책 방안은 최근 열섬현상 방지와 건물 내 냉·난방에너지 사용 절감을 위해 활용되고 있는 옥상녹화의 보급방안과 맥락을 같이 하여 추진할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 에너지자원인력양성사업의 연구 과제입니다 (20094010200010).

참고문헌

- 경기도, 2007, 경기도 지역에너지계획
- 강동호, 2009, 초고층 주상복합 아파트의 에너지 소비 특성에 관한 연구, 아주대학교 석사학위 논문.
- 김승구, 2009, 공동주택 배치유형에 따른 에너지 소비패턴에 관한 연구 : 전기사용량을 중심으로, 충주대학교 석사학위 논문
- 김진관, 이병호, 2004, 진주지역아파트의 세대위치에 따른 도시가스사용량 조사연구, 대한건축학회지연합논문집, 6(4), 61-68.
- 김진관, 이병호, 2005, 아파트의 주동과 주호배치 특성에 따른 도시가스사용량 조사연구, 대한건축학회 논문집, 21(8), 217-226.
- 김진관, 문종욱, 이병호, 2006, 공동주택의 지하층 외벽 단열이 지하실 온도와 1층의 난방용 도시가스소비량에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 주거환경, 3(2), 1-12.
- 박민용, 1998, 에너지 다소비 건물의 소비인자 추론, 대한건축학회 논문집, 21(12), 305-312.
- 박유원, 현석균, 유호선, 김용식, 홍희기, 2003, 한국형 아파트의 위치별 난방에너지 소비패턴, 대한설비공학회 학술발표대회논문집 1054-1059.
- 서민정, 2005, 탑상형(타워형) 설계의 장단점, <http://www.k2k.co.kr/board/board/content.asp?id=3957&GoTopage=7&block=>.
- 에너지관리공단, 2007, 『국가 가정/상업부문 에너지분석 보고서』
- 유호선, 현석균, 박유원, 기용식, 홍희기, 2004, 한국형 아파트의 난방에너지 분석 1: 위치의 영향, 설비공학 논문집, 16(1), 101-111.
- 이동근, 윤소원, 오승환, 장성완, 2005, 옥상녹화조성에 따른 온도저감효과에 관한 연구-서울대학교 실험구를 중심으로, 한국환경복원녹화기술학회지, 8(6), 34-44.
- 이종원, 2000, 공동주택에서 일사가 난방에너지 소비에 미치는 영향에 관한 연구, 부산대학교 석사학위논문.
- 정근주, 2006, 공동주택의 방위변화에 따른 냉난방 에너지 환경성능 비교, 대한건축학회지연합회논문집, 8(2), 65-70.
- 천진수, 2010, 도시가스 사용량 분석을 통한 공동주택의 에너지 소비특성에 대한 연구, 경상대학교 박사학위 논문.
- 통계청, 2000, 인구주택 총조사, 44-45.
- 황광일, 2005, 공동주택의 전력소비실태에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 21(12), 305-312.
- 홍성희, 2001, 건물의 에너지원단위기준(안) 연구, 한국에너지기술연구원.
- Heiple, S. and Sailor D. J., 2008, Using building energy simulation and geospatial modeling techniques to determine high resolution building sector energy consumption profiles, Energy and buildings, 40(8), 1426-1436.

IPCC, 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.

Neto A. H. and Fiorelli F. A. S., 2008, Comparison between detailed model simulation and artificial neural network for forecasting building energy consumption, Energy and buildings,

40(12), 2169-2176.

Paulo, F. and António, M., 2007, Energy efficient building design using sensitivity analysis-A case study, Energy and Buildings, 39(1), 23-31.

최종원고채택 11. 08. 17