



RESEARCH ARTICLE

무차원 계수를 활용한 공동주택의 거주원수별 에너지 소비 패턴 분석

유정현¹ · 방선규^{2*}

¹한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원, ²한국토지주택공사 토지주택연구원 연구원

An Energy Consumption Pattern Analyses in Apartment Household Using Dimensionless Number

Yoo, Jung-Hyun¹ · Bang, Sun-Kyu^{2*}

¹Research Fellow, Korea Land and Housing Corporation, Land and Housing Institute, Daejeon, Korea

²Researcher, Korea Land and Housing Corporation, Land and Housing Institute, Daejeon, Korea

*Corresponding author: Bang, Sun-Kyu, Tel: +82-42-866-8597, E-mail: sunq@lh.or.kr

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the energy consumption characteristics of single-person household complexes and 3-4-person households. Specifically, in order to minimize the effect of the difference in household size and number of residences, the actual energy consumption was processed into dimensionless numbers to check the consumption type and measure the similarity. The conclusions obtained from this study are summarized as follows: (1) First of all, this study proposed a dimensionless processing of energy consumption to minimize physical differences between comparison targets. Through this, it was possible to analyze the characteristics of energy consumption by time scale regardless of the difference in size and number of households, but it was confirmed that there was a limit to implementing the actual consumption characteristic. (2) As a result of the analysis of energy consumption characteristics, single-person households showed a difference in the daily consumption change of households with 3-4, which means that the characteristics of the simultaneous use rate and base load are different. In particular, by time scale, the fluctuation in consumption of single-person households tended to be large, and the time scale during which maximum consumption occurred was also relatively large compared to general households. (3) The similarity of the type of heating consumption was calculated 50.8%. Which means that the effect of the difference in the number of household members was relatively small. However, the consumption of power and hot water consumption were 7.1% and 7.8%, respectively, and it was analyzed that the consumption characteristics of single-person households and households with 3-4 people differed significantly.

주요어 : 무차원계수, 공동주택, 에너지 소비량, 1인가구, 유사도

Keywords: Dimensionless number, Apartment household, Energy consumption, Single person household, Matching rate

OPEN ACCESS

Journal of KIAEBS 2022 June, 16(3): 219-230
<https://doi.org/10.22696/jkiaeb.20220019>

pISSN : 1976-6483
eISSN : 2586-0666

Received: June 15, 2022

Revised: June 27, 2022

Accepted: June 27, 2022

© 2022 Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

연구의 배경 및 목적

2022년 산업통상부의 에너지 총 조사 보고서에 따르면 우리나라 주택부문의 에너지 소비량은 전체 에너지 소비량의 약 23%를 차지하고 있으며, 2020년 정부의 NDC 상향 조정과도 맞물려 적극적이고 지속적인 에너지 절감 대책 마련이 필요한 분야로 인식되고 있다. 더불어 에너지 총 조사 보고서에서는 2010년을 기점으로 1세대의 에너지 소비량은 감소추세로 전환되었지만 여전히 주택 부문의 총 에너지 소비량은 지속적인 증가 경향을 보이는 것으로 보고되고 있다. 주택부문의 소비량 증가 원인은 가전기기의 대형화, 다양화 및 쾌적한 삶에 대한 요구 증가 등의 물리적 변화도 있지만 거주원수 감소에서 비롯되는 가구 수 증가 같은 사회적 변화도 중요한 원인으로 제시할 수 있다. 특히 거주원수가 감소할수록 1인당 소비량의 증가 경향이 지적되어 왔으며 결과적으로 세대수의 증가가 총 에너지 소비량으로 이어질수 있음을 시사한다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2022).

한편, 2020년 통계청의 인구총조사 보고서에서는 전체 가구수 중 1인가구의 비율은 약 31.7% (664만가구)로 집계되었으며, 거주원수가 감소할 수 록 1인당 에너지 소비량의 현저한 증가가 지적되고 있는 등 1인가구 확대에 의한 에너지 소비량의 증가를 심도 있게 분석해야 할 이유가 여기에 있다. 아울러 전력, 난방, 급탕 관련 설계 시 전통적인 3~4인 가구의 설비 설계 기준을 대신하여 1인가구의 에너지 소비특성을 고려한 에너지 대책 마련도 중요한 과제로 지적할 수 있다(Statistics Korea, 2020).

이러한 배경을 토대로 본 연구에서는 1인가구와 3~4인가구의 실제 에너지 소비량을 바탕으로 계절별 용도별 에너지 소비량을 시간대별로 분석함으로써, 단기적으로는 거주원수 차이에 따른 에너지 소비특성의 차이를 분석하고, 장기적으로는 1인 가구의 설비설계 및 에너지 절약대책의 기초자료 확보를 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 세대수, 가구원수, 단지 규모 등의 차이에 따른 대상 간 직접비교가 어려운 문제를 해결하기 위하여 전력, 난방, 급탕 소비량을 무차원 계수로 수정하여 동일 선상에서 비교하는 방안을 제시하였으며, 전력, 난방, 급탕 소비량을 시간대별로 분석함으로써 1인 가구와 3~4인 가구의 소비특성 차이와 유사도를 분석하였다.

기존연구 분석

가구특성에 따른 소비형태 차이를 분석한 기존연구는 가구원수가 에너지 소비량에 미치는 영향을 분석한 연구와 1인 가구와 다인 가구와의 에너지 소비량을 분석한 연구로 대별할 수 있었다(Table 1). 우선, 전자와 관련해서 Lee et al. (2011)은 구성원 수에 따른 생활패턴을 가정하고 통계청의 에너지 소비량 자료를 사용하여 거주원수 차이에 따른 에너지 소비패턴의 다양성을 제시한바 있으며, Kang et al. (2015)은 4~5인 세대를 대상으로 전력 소비량에 미치는 요인을 상관분석으로 제시하고, 에너지를 절약하는 방법의 차별성이 필요함을 지적한바 있다. 특히 Kim et al. (2018)은 주거 에너지 사용량에 영향을 미치는 요소로 건축물의 물리적

요소뿐만 아니라 세대 구성원의 특성도 중요한 인자임을 도출하는 등 가구원수와 에너지 소비량과의 연관성을 구체적으로 도출한 바 있다.

후자와 관련하여 Choi and Kim (2014)은 4인 이상 가구와 1인가구와의 전력 소비량 비교를 통하여 1인가구의 1인당 전력 소비량이 4인 이상 가구에 비하여 약 2.6배 많은 것을 지적하였으며 향후 1인 가구 증가가 전력 소비량 증가에 중요한 원인으로 작용할 수 있음을 강조하고 있다. 한편, Ye (2018)의 연구에서도 전력, 도시가스의 연간 소비량을 분석한 후 1인당 에너지 소비량이 다인가구에 비해 상대적으로 높은 경향을 보이는 것을 제시하는 등 1인 가구의 증가가 주택부문의 전체 소비량에 미치는 영향이 높을 것으로 분석하였다. 특히, Hong et al. (2018)은 1인 및 고령가구 증가 변화로 인한 에너지 소비패턴의 구별되는 특징을 분석하는 등 1인 가구가 다른 가구 형태에 비해 총 에너지 소비량이 약 32% 높게 나타남을 분석결과로 도출하였다. 이 외에도 Lee et al. (2001), Kim (2021)의 연구에서도 다인 가구에 비하여 1인 가구의 1인당 에너지 소비량이 약 2~3배 높게 조사되는 등 가구원수 감소에 따른 세대수 증가가 주택 부문의 에너지 소비량 증가경향에 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 시사하고 있다.

Table 1. Literature review about residential Energy consumption by number of family members

Authors	Family members			Datas			Target			Period			
	1	2~3	4≤	Sim	Real	Stat.	Elec.	Heat.	H.W	H	D	M	Y
Lee et al. (2011)	●	●	●		●	●	●						●
Kang et al. (2015)			●		●		●						●
Kim et al. (2018)	●	●	●		●		●						●
Choi and Kim (2014)	●	●	●			●	●			●			
Ye (2018)	●					●	●	●					●
Hong et al. (2018)	●	●				●	●	●	●				
Lee et al. (2001)	●			●			●	●	●				● ●
Kim (2021)	●	●	●		●		●	●	●				●

(1) Sim: Simulation, Real: Real data, Stat.: Statistic data

(2) Elec.: Electric consumption, Heat: Heating consumption, H.W: Hot water consumption

(3) H: Hourly, D: Daily, M: Monthly, Y: Yearly

이상의 기존연구를 분석한 결과 가구원수와 에너지 소비에 대한 다각적인 연구가 진행되었음을 확인할 수 있었다. 특히, 에너지 소비량 측면에서는 기존 3~4인 가구에 비하여 1인가구의 1인당 소비량이 상대적으로 많은 것을 알 수 있었으며, 전술한 통계자료에서 지적한 바와 같이 세대수의 증가가 전체적인 주택 부문의 소비량 증가로 이어질 수 있음을 시사하고 있다. 아울러 에너지 소비에 대한 의식도 다인가구와 비교할 때 차이가 있음을 알 수 있으며, 결과적으로 장기적인 측면에서 사회적 변화에 따른 소비량과 소비형태의 차이가 변화할 수 있음을 시사하고 있다.

그러나 연구의 배경에서 지적한 바와 같이 기존 연구의 대부분이 월단위, 연단위 형태의 한정된 데이터에 기반하고 있으며 가구원수 차이에 따른 소비 특성에 대한 상세 분석이 부재하고,

설비 설계를 위한 소비형태의 차이 등의 분석은 이루어지지 않고 있음을 확인하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 비교대상 간 상대적인 비교가 용이하도록 용도별 소비량을 무차원 계수화하는 방법을 제시하고 시간 단위의 소비 특성을 비교함으로써 가구 특성에 따른 소비량 차이와 건축 설비의 설계와 운영에 필요한 소비형태 차이에 관하여 상세분석을 실시하였다.

가구원수별 에너지 소비특성 분석

대상단지 선정 및 개요

Table 2는 본 연구에서 검토하고 있는 공동주택 단지의 개요이며 3개단지 모두 동일하게 중부2지역 소재, 에너지 효율등급 2등급, 지역난방 단지이다. 세대수와 거주원수는 A, B, C 단지 순으로 각각 468세대 1800인, 980세대 2250인, 99세대 95인, 세대 당 평균 가구원수는 3.8인, 2.3인, 1.0인 이었다. 대표 면적은 전용면적 기준으로 단지 A, B가 84 m², 단지 C가 26 m²이다. 아울러 단지 C의 구성원은 19~35세의 일반적인 사회생활을 하는 거주자들이다. 한편, 분석에 사용된 데이터는 거주부에서 수집한 난방, 급탕, 전력 소비량 측정 결과이며 단지 A, B 는 3년간의 데이터를, 단지 C는 2년간의 시계열 소비량 데이터를 활용하여 분석하였다.

Table 2. Details of apartment households for energy consumption analysis

	Housing		Person/unit	Location	Representative Floor Area	Energy Efficiency Grade	Heating Type
	Number	Person					
A	468	1800	3.8		84 m ²		
B	980	2250	2.3	Central-2	84 m ²	2 nd	D.H
C	99	95	1.0		26 m ²		

* D.H: District Heating System

에너지 소비량의 무차원 계수화 및 유사도 측정

무차원 계수화는 유체역학 등에서 활용하는 방법으로 온도, 속도, 점도, 시간 등 물리량에 미치는 영향을 기준이 되는 값으로 가공하고 차원이 없는 단위로 수정함으로써 상대 비교 등을 가능하게 한다. 건축설비 측면에서는 대표적으로 급탕, 급수 설비 계획 등에서 점성과 관성의 관계를 이용하여 층류와 난류를 구분하는 Reynolds number 등이 있으며, 펌프의 용량, 축동력 등을 산출하기 위한 상사의 법칙 등에도 활용하고 있다. 이외에도 상대비교를 위하여 외기온과 습도 등이 미치는 영향을 배제하는 측면에서 온도 등을 무차원 계수로 변경하여 분석하기도 한다.

한편, 주택의 에너지 소비량은 거주원수, 가구수, 면적 등 소비원의 규모와 범위에 따라 현저한 차이가 발생하게 되며 이러한 이유로 비교 단지 간에 직접적인 에너지 소비 특성을 파악하는데 한계가 발생하게 된다. 따라서 본 연구에서는 비교 대상 단지의 에너지 소비량을 무차원 계수화 하여 단지 간의 에너지 소비 형태를 직접 비교하고 시간대별 소비형태의 차이를 측정함으로써 거주원수 차이로 인한 소비형태의 유사수준을 도출하였다.

에너지 소비량을 특성 시간대의 소비 형태로 가공하기 위해서는 식 (1)과 같이 임의의 시간대에 발생하는 소비량 x 를 평균(η)과 표준편차(σ)를 이용하여 x' 로 변경함으로써 특정 시간대의 무차원 계수로 변경할 수 있다.

$$x' = \frac{x - \eta}{\sigma} \quad (1)$$

아울러, 시간대별 소비형태 특성을 분석하고 다른 단지와의 유사도를 측정하기 위해서는 해당 시점의 가공된 무차원 계수간의 거리를 측정함으로써 정량화 할 수 있다. 구체적으로는 식 (2)와 같이 특정 시간대의 단지 $X(x')$, 단지 $Y(y')$ 의 계수 값의 차이를 산정할 수 있으며,

$$d(x', y') = |x' - y'| \quad (2)$$

식 (3)과 같이 1일(24시간)의 소비 형태의 차이를 도출하고 각 시간대의 거리를 D 라고 가정할 경우 D 의 값이 커지는 것은 임의의 시간대 기준으로 비교 대상 간 단지의 소비 형태 차이가 큰 것을 의미하게 된다.

$$D(x', y') = \sqrt{\sum_{i=1}^{24} (x'_i - y'_i)^2} \quad (3)$$

한편, 그래프 간의 유사도를 정량화하기 위해서 식 (4)와 같이 n 월 n 시간의 오차 P 를 산출할 필요가 있으며,

$$P_n = \frac{D_n}{24} \quad (4)$$

평균 오차를 이용하기 위하여 24시간으로 나눈 후 식 (5)와 같이 월간 오차율을 계산함으로써 전체 그래프 간의 유사도를 정량화 시킬 수 있다.

$$A(\%) = \sum_{i=1}^{12} \left[\frac{1 - P_n}{100} \right] \quad (5)$$

무차원 그래프의 결과 해석 방법

Figure 1은 식 (1)~식 (3)을 이용하여 도출한 2개 단지의 무차원 계수 그래프를 나타내고 있으며, 그래프의 형태를 통하여 관찰할 수 있는 에너지 소비패턴의 형태를 정리하면 다음과 같다.

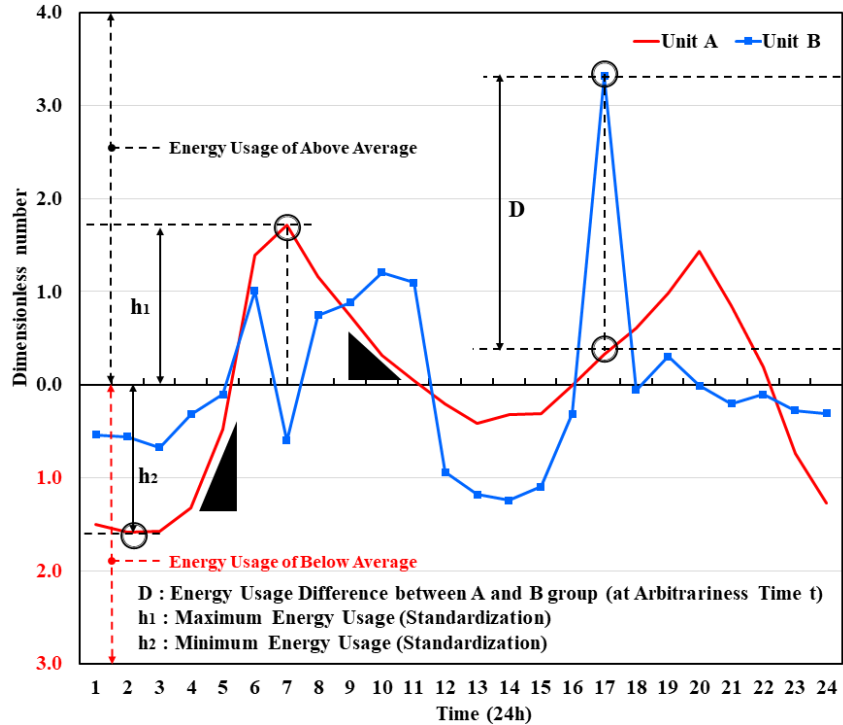


Figure 1. Detail of graph using dimensionless number (time series)

Figure 1에서 무차원 계수의 양수 부분은 평균보다 많은 소비량을, 음수부분은 평균보다 적은 소비량이 발생하는 시간대를 나타내며, 계수 절대값이 클수록 에너지 소비량의 집중도가 큰 것으로 판단 할 수 있다. h_1 과 h_2 은 최대, 최소 소비량이 발생하는 시점에서의 무차원 계수 값을 나타내며 D 는 임의의 시점 t 에서 발생한 무차원 계수간의 거리로서 소비패턴의 차이를 확인할 수 있는 지표이다.

한편, 그래프중의 삼각형의 기울기는 시간대별 에너지 소비의 변화정도를 상대적으로 표현한 결과이며 기울기 변화가 심할수록 전후 시간대의 에너지 소비 변동 폭이 큰 것을 의미한다. Figure 1의 개념도를 기반으로 살펴보면, 단지 A는 5시부터 본격적인 거주자의 에너지 소비가 발생하게 되며 7시에 최대 소비를 발생 후 감소 추세로 이어지다 17시부터 다시 소비가 발생하는 형태를 보이고 있다. 상대적으로 단지 B는 단지 A와 유사하게 오전과 오후에 소비가 집중되는 형태이지만 단지 A와 반대로 오후에 최대 소비가 발생하게 되며, 최대소비 역시 급격하게 증가하는 경향을 확인할 수 있다.

아울러, 단지 A의 경우 최대 최소값의 범위가 무차원 계수 $-1.5 \sim 2.0$ (차이 값: 3.5)이며, 단지 B는 최대 최소값의 범위가 $-1.2 \sim 3.5$ (차이 값: 4.7)으로 소비량의 변동 폭이 상대적으로 큰 소비 형태를 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 평균적인 사용량 대비 단지 A의 최대 값 2.0에 비하여 단지 B는 3.5로 산출된 결과는 특정 시간대에 에너지 소비량이 집중되는 특성으로 판단할 수 있으며, 결과적으로 단지 A가 단지 B에 비하여 동시 사용율이 낮은 소비 형태를 보이는 것으로 해석할 수 있다.

용도별 가구원수 차이에 따른 소비 패턴 비교

(1) 난방

Figure 2는 1월의 난방 소비량을 무차원 계수로 가공한 결과이다. 전술한 바와 같이 무차원 계수 0을 기준으로 상단부는 평균 사용량보다 많은 시간대를, 하단 부분은 평균 사용량보다 적은 시간대를 의미한다. 12시를 기준으로 3~4인 거주 단지 A, B의 경우 동일하게 오전의 출근, 통학시간(7시~9시)에 소비량이 집중하는 반면, 단지 C의 경우 상대적으로 소비량이 집중하는 시간대가 상대적으로 늦게 발생하는 것을 알 수 있다. 한편, 전체적인 그래프의 요철은 임의의 시간대 전후의 소비형태의 차이를 의미한다. 구체적으로 단지 A, B에 비하여 단지 C의 요철이 상대적으로 많이 발생하고 있음을 확인할 수 있으며 이러한 현상은 난방 소비 형태가 시시각각으로 변화하는 정도가 다인 가구에 비하여 상대적으로 높은 것을 의미한다. 전반적으로 재실 시간에 따라 소비량이 발생하기 때문에 가구원수 차이에 따른 소비형태의 차이는 크지 않은 것으로 분석되었다. 아울러 동시사용을 측면에서도 가구원수 차이에 따른 현저한 차이는 발생하지 않는 것으로 분석되었다.

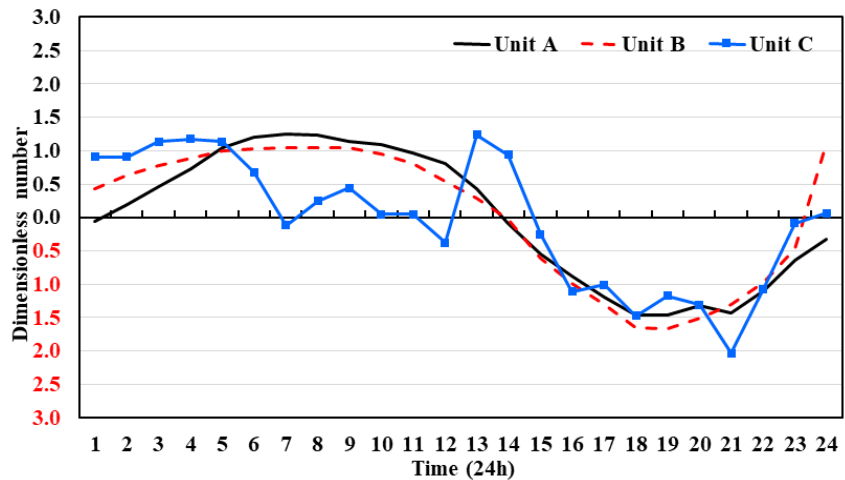


Figure 2. Results of dimensionless number for heating consumption (January)

(2) 전력

Figure 3은 무차원 계수로 가공한 8월의 전력 소비 결과이며 난방에 비하여 상대적으로 3~4인 가구와 상이한 소비 형태를 보이는 것을 알 수 있다. 우선 시간대별 소비형태 측면에서 오후에 소비가 집중되는 단지 A, B에 비하여 단지 C는 오전과 오후에 소비가 집중되는 특성을 확인할 수 있었다. 한편 무차원 계수의 최저 값과 최고 값의 범위는 기저부하 대비 소비량의 변동과 동시 사용률 등의 개념으로 해석할 수 있으며, 무차원계수의 진폭의 크기에서 상대적으로 단지 C가 동시 사용률이 높지 않고 전력소비의 변화가 시간대별로 크게 발견되고 있음을 확인할 수 있다. 아울러 소비가 집중되는 물리적 시간도 단지 C가 상대적으로 짧고 빈번하게 발생하고 있음을 알 수 있었다. 전술한 난방 소비 형태와 비교할 때 상대적으로 거주원수에 따른 확연한 차

이를 확인할 수 있었으며, 계절에 관계없이 모든 월에서 동일한 현상을 확인할 수 있었다.

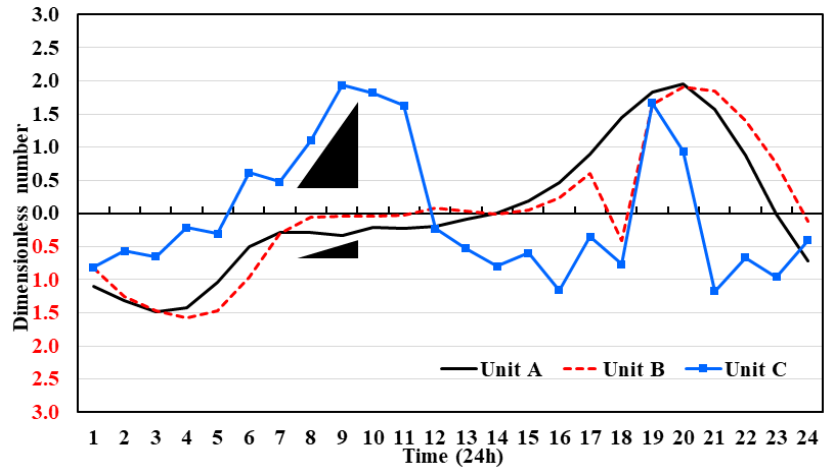


Figure 3. Results of dimensionless number for electric consumption (August)

(3) 급탕

Figure 4는 10월의 급탕 소비량을 무차원 계수로 가공한 결과로서 거주원수에 관계 없이 공통적으로 오전과 오후에 소비가 집중되는 결과를 확인할 수 있었다. 다만 최대 소비가 발생하는 시점은 단지 A, B와 단지 C의 차이가 발생하였다. 구체적으로 단지 A, B는 오전에 최대 소비가 발생하고 있는 반면 단지 C는 오후에 최대 소비가 발생하며, 단지 A, B의 경우 급탕 소비가 오전 6~8, 오후 19~21시에 집중되는 반면 단지 C의 경우 오전 8~10시, 오후 17~19시에 집중 되는 등 최대 소비가 발생하는 시간대의 차이를 확인할 수 있었다. 한편, 소비형태의 진폭 측면에서 단지 A, B가 -1.7~3.0, 단지 C가 -1.0~3.0으로 거주원수가 많은 단지에서 소비량의 고저차가 큰 것으로 나타났으며, 이러한 배경에는 다른 거주원과 공동으로 사용하는 난방, 전력에 비하여 급탕이 거주원수의 변화에 가장 영향이 큰 요소임을 시사한다.

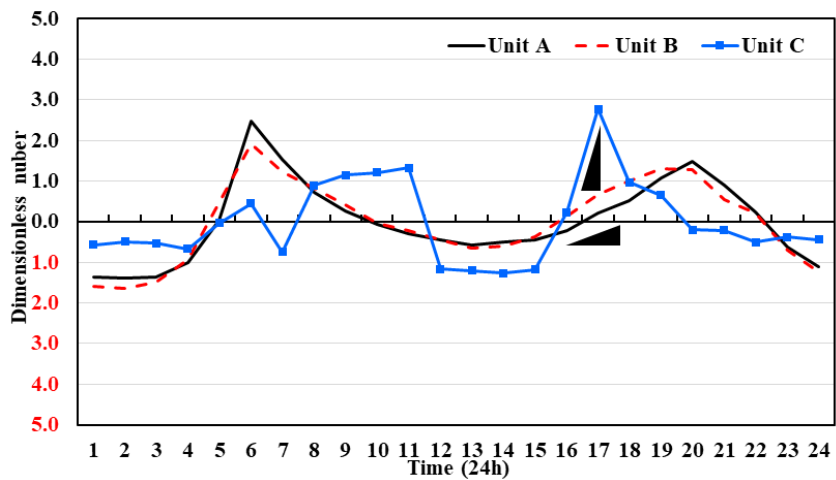


Figure 4. Results of dimensionless number for hot water consumption (October)

무차원계수를 활용한 소비형태 비교 결과

Table 3은 난방, 급탕, 전력 소비량을 대상으로 각 월별로 무차원 계수를 산출한 결과이다. 단지 A를 기준으로 단지 B, 단지 C와의 그래프 유사도를 비교한 결과이며, 1 (100%)에 가까울수록 그래프의 모양이 유사함을 의미한다.

(1) 난방

난방 소비량의 경우 특정 행위 또는 가전기기 가동에 따른 소비량 발생 보다는 재실 유무에 따라 소비량이 발생하게 되며 이러한 이유로 가구원수 차이에 따른 그래프 유사도의 차이가 전력과 급탕에 비하여 상대적으로 크지 않음을 알 수 있었다. 구체적으로 유사한 규모의 면적과 지리 조건을 가지는 단지 A와 B의 유사도는 평균 70.1%의 유사도를 확인할 수 있었으며, 지역난방 특성 상 난방이 중지되었다 개시되는 10월(46%)을 제외하면 60~80%의 유사도를 보이는 것으로 분석되었다. 아울러 거주원수 차이에 따른 단지 A와 C의 비교결과 평균 50.8%의 유사도를 보이는 것으로 나타났지만 후술할 급탕과 전력 소비 형태에 비하면 상대적으로 높은 유사성을 보이는 것으로 분석되었다.

(2) 급탕

급탕소비량은 거주원 수에 비례하기 때문에 동일한 열 소비임에도 불구하고 상대적으로 가구원수가 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다. 이러한 이유로 2~4인 가구 구성의 단지 A와 B의 비교 측면에서 급탕 소비가 상대적으로 낮은 6월, 7월의 경우 유사도가 3~40%로 차이가 발생하였으나, 동절기, 중간기의 경우에는 유사도가 60~80% 수준으로 매우 높게 분석되었다. 반면, 가구원수 차이가 큰 단지 A와 C의 경우 동일하게 하절기를 포함하여 전기간 유사도가 3~10% 수준으로 소비형태의 차이가 매우 큰 것으로 분석되었다. 연간 평균 유사도 측면에서도 3~4인 가구의 경우, 1인가구의 비교 측면에서 각각 68.7%, 7.1%로 소비형태가 매우 상이한 것으로 나타났다.

(3) 전력

전력 소비는 급탕과 유사하게 가전기기의 사용과 재실유무에 따라 발생하지만, 냉장고, TV 등의 다소비 기기는 거주원수 규모에 관계없이 대형화 되는 추세이다. 따라서 가구원수 차이로 인한 영향이 크지 않을 것으로 예상하였지만, 실제로는 가구원수 차이에 따라 전력 수준의 소비패턴의 차이가 발생하는 것으로 분석되었다. 우선 거주원수 규모가 유사한 단지 A와 B에서는 전 기간에 걸쳐서 60~94% 수준의 높은 유사도를 보이는 것으로 분석된 반면, 거주원수 차이가 발생하는 단지 A와 C의 경우 1월에만 41%의 유사도를 보이고 나머지 기간에서는 1~13% 수준으로 유사도가 매우 낮은 것으로 나타났다. 이러한 분석결과 에너지 소비에 미치는 영향이 거주원의 라이프 스타일에 따라 현저하게 차이가 발생할 수 있음을 시사한다.

Table 3. Details of Matching rate for energy consumption

	Heating		Hot water		Electric	
	A vs. B	A vs. C	A vs. B	A vs. C	A vs. B	A vs. C
Jan.	81%	37%	64%	10%	81%	41%
Feb	76%	67%	74%	14%	73%	4%
Mar	76%	63%	73%	6%	69%	1%
Apr	60%	57%	62%	7%	68%	10%
May	77%	22%	66%	4%	90%	6%
Jun			38%	10%	61%	4%
Jul			48%	7%	77%	4%
Aug	N/A	N/A	83%	3%	68%	13%
Sep			82%	4%	89%	1%
Oct	46%	54%	80%	7%	94%	2%
Nov	73%	58%	78%	9%	93%	5%
Dec	72%	48%	77%	4%	88%	5%
Annual Avr.	70.1%	50.8%	68.7%	7.1%	79.3%	7.8%

※ A: Housing unit A, B: Housing unit B, C: Housing unit C

결론

본 연구에서는 주택부문의 효율적 에너지 소비 유도를 위한 기초자료 확보를 위하여 매년 지속적인 증가 추세를 보이는 1인가구와 전통적인 3~4인 가구의 소비형태 차이를 분석하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 단지 규모, 세대수 등의 물리적 차이를 최소화 하기 위하여 무차원 계수를 적용하는 방안을 제시하였으며, 이를 바탕으로 거주원수 차이에 따른 난방, 전력, 급탕 소비 형태를 비교하고 유사성을 확인하였다. 본 연구를 통하여 도출된 시사점과 연구의 한계점을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 우선, 다수의 기존 연구에서도 거주원수 감소에 따른 소형가구의 증가가 에너지 소비량의 증가원인으로 지적하고 있으며, 장기적인 측면에서 1인가구에 대한 대책마련이 필요하다는데 공감하고 있음을 확인할 수 있었다. 다만, 가구원수 차이에 따른 월, 연단위의 소비량 차이에 대한 분석 등이 이루어진 반면, 상세 용도별 소비 특성과 전통적인 3~4인가구와의 직접적인 비교가 부재한 점을 과제로 지적할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 비교 대상 간 거주원수, 가구수 등과 같은 물리적 차이를 극복하기 위하여 무차원 계수로 가공하는 방안을 제시하였으며, 이를 토대로 난방, 급탕, 전력 소비량을 비교하고 유사도를 분석하였다.
- (2) 두 번째로, 거주원수 차이에 따른 소비 형태를 분석한 결과, 거주원수에 관계없이 오전과 오후에 소비가 집중되는 공통적인 특성은 확인할 수 있었지만 최대 소비가 발생하는 시간과 간격에는 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다. 일례로, 급탕의 경우 1인가구는 3~4인 가구에 비하여 기저 소비량 발생시간이 짧았으며, 오전과 오후의 소비량 발생 시간 간격이 상대적으로 짧은 특성을 보였다. 아울러 전력의 경우 3~4인 가구가 저녁시간대에

소비가 집중되는 반면, 1인 가구는 오전과 오후에 유사한 형태로 소비가 발생하는 등의 차이를 확인할 수 있었다.

- (3) 세 번째로, 1인가구와 3~4인 가구의 소비형태 유사도 측면에서 난방을 제외한 전력과 급탕의 유사도가 10% 이하로 분석되었다. 난방의 경우 재실유무, 외기온의 영향으로 인한 소비 발현으로 거주원의 행위, 거주원수에 따른 영향이 가장 낮기 때문에 거주원수 차이에 따른 유사도가 50.8%로 가장 높았다. 반면, 거주원수, 거주형태 등의 차이가 소비량에 직접적인 영향을 미치는 급탕과 전력의 유사도는 각각 7.1%, 7.8%로 거주원수 차이에 따른 소비 형태가 매우 다른 것으로 분석되었다.
- (4) 마지막으로 본 연구에서는 정량적인 소비량을 무차원 계수로 가공하여 단시간 직접 비교를 실시함으로써 소비형태의 차이를 분석할 수 있었지만, 용도별 소비 원단위 등의 물리적인 수치를 특정하기는 어려움을 확인 할 수 있었다. 아울러 무차원 계수로 표기되는 시간대별 소비 패턴이 실제 소비량의 발생 형태와는 상이하기 때문에 무차원 계수로 가공된 소비 형태를 실제 소비 형태로 판단하기에는 한계가 발생하는 것으로 확인되었다. 따라서, 전체적인 단지의 소비형태를 파악하기 위해서는 해당 단지별로 가공전의 소비량도 중요하게 검토할 필요가 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 거주원수에 따른 소비형태의 차이를 용도별, 시간대별로 분석하였으며, 거주원수 차이로 인한 소비형태가 매우 상이함을 알 수 있었다. 아울러 제안한 무차원 계수와 방법을 통하여 소비 형태의 차이는 도출 할 수 있었으나, 물리적인 소비량에 대한 검토를 위해서는 실제 소비량에 근거한 정량적인 평가도 필요한 것으로 분석되었다.

후 기

이 논문은 국토교통부 / 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행한 연구결과의 일부임 (과제번호: 22HSCT-C157913-03).

References

1. Hong, J.H., Oh, H.N., Lee, S.J. (2018). An Analysis of Residential Energy Consumption Using Household Panel Data, with a Focus on Single and Elderly Households. Korea Environmental Economics Association, 27(4), 463-493.
2. Kim, S., Jung S.W., Kim, D.H. (2018). A Study on the Definition of Energy Consumption Pattern in Single Person Household. Journal of KIAEBS, 12(5), 487-498.
3. Lee, S.H., Ko, S.B., Han, S.S., Son, S.Y. (2011). Building Data for Household Energy Usage Profile. Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, 4(4), 300-306.
4. Choi, Y.J., Kim, S.Y. (2014). Analysis on The Change of Power Consumption Pattern According to Single-Households. The 45th KIEE Summer Conference, 153-154.

5. Kang, J.K., Jin, H.S., Choi, B.H., Lim, J.H., Song, S.Y. (2015). Analysis of Electricity Consumption Characteristics in Apartment Housing Units of Korea. Proceedings of the SAREK Conference, 35(2).
6. Lee, Y.H., Yoo, S.J., Hwang, W.T. (2001). Cold and hot water consumption in apartment houses. Proceeding of Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, 278-285.
7. Kim, M.K. (2021). Energy Consumption and Energy Saving Scheme for Single Family Houses in Seoul, The Seoul Institute.
8. Ministry of Trade, Industry and Energy. (2022). Energy Consumption Survey.
9. Statistics Korea. (2020). Population and Housing Census.
10. Ye, M.J. (2018). Analysis of single household's energy consumption Departments of Environmental Planning. Mater Degree, Seoul National University.