

# 연안지역 아파트의 전력소비량 실태조사

- 부산광역시 영도구에 대한 사례연구 -

황 광 일†

† 한국해양대학교 기계·정보공학부 교수

## A Survey on the Electric Power Consumptions of Apartments located at Coastal Area : Yeongdo-gu, Busan, Korea

Kwang-il Hwang†

† Department of Mechanical & Information Engineering, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

**요 약** : 도심지의 열섬(Heat Island)현상과 연안지역의 해풍(海風)의 영향 때문에, 부산, 인천, 목포 등 연안도시의 도심지역과 연안지역의 각 외기 상태가 서로 다르게 나타난다. 이러한 외기조건은 건물의 냉방부하, 난방부하, 전력소비량 등에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 에너지절약을 위한 건물설계와 운전방법개발을 위해서는 각 지역에 위치한 건물의 에너지소비특성을 파악해야만 한다. 본 연구에서는 연안지역 아파트의 전력소비량에 주목하였고, 부산광역시 영도구에 위치한 세대수가 100세대 이상인 22개 아파트 단지를 대상으로 기간별, 기능별 전력소비량을 조사하였다. 22개 아파트 전체의 세대내 최대전력소비량은 8월에 발생하고 있으나, 공용 최대전력소비량은 1월에 발생하고 있음을 알 수 있었다. 한편 연안지역에서는 여름철에 해풍에 의한 자연환기로 인해 냉방용 전력소비가 감소할 것으로 예상하였으나, 조사결과에서는 여름철에 최대부하가 발생하였는데, 이는 해풍에 포함된 염분의 피해를 예방하기 위해 창문을 닫고 전기구동 에어컨으로 냉방하기 때문인 것으로 파악되었다.

**핵심용어** : 연안지역, 아파트, 전력소비량, 영도구, 신재생에너지

**Abstract** : Because of the heat island phenomenon and sea wind, there can be thermal conditions' differences around buildings at downtown and coastal area respectively in coastal city, like Busan, Incheon, Mokpo. For the final purpose of the buildings' energy saving design and operation considering of above mentioned environments differences, energy consumption including heating and cooling loads, electric loads are necessary to be accumulated and analyzed in as the database. As a part of this concept, this study aims to survey and analyze each loads of 22 apartments which has at least 100 households respectively and is located at Yeongdo island, Busan, Korea. It is cleared that despite the residents living in this district can use sea wind as a natural ventilation and/or cooling methods, they mainly depends on the electric-driven air-conditioners for cooling with window-closed because of anti-salt problems of the sea wind. This leads the maximum power consumption of the surveyed-22-apartments to be appeared in August like that of inland buildings.

**Key words** : Coastal Area, Apartment, Electricity Power Consumption, Yeongdo-gu, Renewable Energy

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경과 목적

1970년 이후 우리나라는 산업화를 통한 국가경제개발을 추진하기 위해 필요한 노동인력을 충족시키기 위해 농촌 인구가 대규모로 도시로 유입되었고, 이들의 주거안정을 위해 다세대 주택, 다가구주택, 아파트 등의 공동주택(共同住宅)이 보급되기 시작했다. 특히 그 중에서도 아파트는 우리나라의 대표적 주거문화로 정착되어 2005년 말 현재 전체 1,322만호 달하는 주거시설 중 52.7%를 차지하고 있다(통계청, 2008). 또한, 오늘날의 아파트는 입주자 생활의 질적 향상에 관심을 갖고 건장

하고 편리하며 쾌적한 환경을 제공하기 위한 다양한 기술개발을 추진하고 있기 때문에 아파트의 보급률은 앞으로도 더욱 증가할 것으로 예측되고 있다.

이러한 현상은 해양도시로 알려진 부산, 인천, 목포 등지에서도 급속히 전개되고 있고, 특히 전망이 좋은 해안지역에 다수의 아파트가 위치하고 있다. 그러나 내륙도시에 위치한 아파트와 달리 해양도시에 위치한 아파트는, 같은 도시 권역 내에서도 도심지의 열섬(Heat Island)현상과 연안지역의 해풍(海風)의 영향이 지역별로 각각 발생하기 때문에, 권역 내 연안지역과 도심지역의 각 온도, 습도, 풍속, 풍향 등의 외기조건이 서로 다르게 나타나고, 이러한 외기조건차이는 아파트의 냉방부하, 난방부하, 전력부하 등에 직접적인 영향을 미치게 된다.

† 교신저자 : 황광일(중신회원), hwangki@hhu.ac.kr 051)410-4368

한편 96% 이상을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 에너지 공급 상황에서, 주거용 시설물의 에너지사용량이 국가 전체 에너지사용량의 23%에 이르고 있음에도 불구하고, 생산 시설의 일원화된 에너지 관리체계와 달리, 주거시설은 에너지설비의 관리주체가 개인이기 때문에 에너지절약의 체계적 관리가 현실적으로 매우 어려운 것으로 인식되고 있다. 그러나 주거시설 중 아파트에 주목해 보면, 아파트 단지 내 각 세대는 구조적, 기능적 동일성(同一性)을 갖고 있기 때문에, 각 지역의 지리적 외기조건이 고려된 아파트의 에너지소비특성을 파악할 수 있다면 향후 아파트 에너지설비의 설계와 운영, 유지관리기법을 충분히 개발할 수 있음을 예상할 수 있다.

이에 본 논문에서는, 지리적 특성을 고려한 아파트의 에너지절약기법을 개발하기 위한 연구의 기초단계에서 해양도시 연안지역 아파트의 에너지소비 특성에 주목하여, 부산광역시 영도구의 아파트를 대상으로 전력소비량을 조사 분석하였다.

### 1.2 기존연구 고찰

아파트에 대한 에너지소비실태 조사연구는 많지 않다. 아파트의 에너지소비실태를 주제로 한 연구로는, 공동주택의 에너지소비량 조사를 통해 지역과 난방방식 등 각종 요인별 에너지소비경향을 조사 분석한 연구가 있고(홍 등, 2001), 제주지역의 공동주택을 대상으로 난방 및 급탕에너지 소비실태를 조사하여 중앙방식이 개별방식에 비해 에너지소비량이 2배 많음이 밝혀졌다(최 등, 1996). 아파트의 전력소비량에 관한 실태조사로는 경기, 서울, 영남, 호남 등 전국에 분포된 아파트를 조사 대상으로, 전력설비 등의 시설과 전력계약용량을 비롯한 월별 전력소비량에 대한 조사를 수행하여 난방방식, 분양형태와 전력소비량과의 상관성을 분석한 연구(황, 2005)가 있으나 유사한 다른 사례를 찾기는 어려웠다. 한편, 부산지역의 일중 기온 분포특성과 열섬현상에 관한 연구에서는, 부산의 도심지와 연안지역 등 지역별 기압, 해풍, 기온, 기상 특성을 조사 분석하여 내륙지역의 온도가 해안지역보다 2.0℃ 이상 높다는 사실을 보여주었다(신, 2003).

## 2. 연구의 범위와 방법

### 2.1 영도구 개요

우리나라에는 3,153개의 섬이 산재해 있으며 이중 주민이 살고 있는 유인도(有人島)는 약 450여개로 알려져 있다. 그 중 14.03km<sup>2</sup>의 면적을 갖는 영도는 국내 전체 섬 중에서 39번째 규모의 큰 섬으로 Fig. 1에 보이는 것과 같이 부산광역시 남쪽에 소재하고 내륙과는 부산대교, 영도대교 등 2개의 다리로 연결되어 있다. 또한 영도구의 주택은 45,667호로 주택보급율은 95.3%에 이르며, 이 중 아파트가 차지하는 비율은 부산광역시 전체의 아파트 비율(52.1%)보다 조금 낮은 46.7%임을 Table 1에 정리하였다(부산광역시, 2007 ; 영도구, 2007).

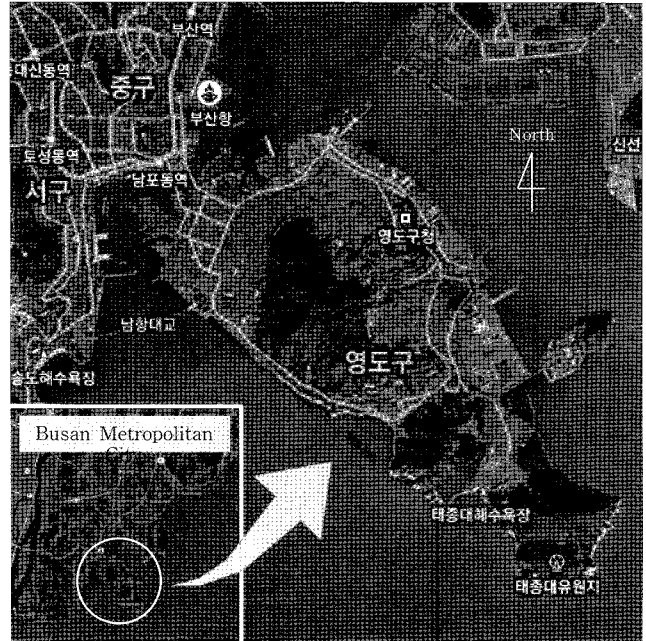


Fig. 1 Satellite photo of Yeongdo-gu(Daum, 2009)

Table 1 Outlines of Yeongdo-gu

Overall area	14.03 km <sup>2</sup>
Total population	158,147
Number of households	57,921
Number of houses	45,669
Percentage of apartment	46.7 %
House supply rate	95.3 %

### 2.2 조사 대상과 방법

본 논문에서는 영도구에 위치한 아파트 중 100세대 이상으로 단지를 형성한 곳의 전력소비량만을 평가대상으로 하였다. 일반적 에너지원(源)인 전력, 유류(油類), 가스류 중에서 전력만을 조사한 이유는 전력 공급망은 조사대상 모든 아파트에 안정적으로 구축되어 있지만, 다른 에너지원은 공급과 소비가 매우 유동적이고, 설비의 성능이 다양하기 때문에 취득된 데이터를 평가함에 있어 일관성을 확보하기 어렵기 때문이다. 또한 세대수를 100세대 이상으로 설정한 것은 에너지의 수요치가 일정 규모 이상의 전력수요량과 밀도를 갖고 있어야만 데이터의 신뢰성이 향상되고 전력의 체계적 관리와 전력소비량의 효율적 관리도 가능해진다. 또한 향후 분산형(分散型) 전력공급 시스템으로서 도입이 가능한 풍력발전, 태양광발전 등 그린에너지(Green energy)의 초기투자비절감과 생산성 향상을 기대할 수 있을 것으로 판단하기 때문이다.

본 조사는 2005년 10월~11월의 2개월 동안 관리사무소와 일부 입주자를 대상으로 전화와 우편, 현장방문을 통해 수행되었다. 조사항목은 Table 2에 정리한 것과 같이 위치, 세대수, 월별 세대내전력소비량과 공용전력소비량, 연간 세대내전력소비량과 공용전력소비량 등이다.

Table 2 Survey items

Location	Address	
Size	Number of households	
Electric power consumption	Annual	Total electric power
		Individual electric power
		Common electric power
	Monthly	Total electric power
		Individual electric power
		Total electric power

### 3. 조사결과 및 분석

#### 3.1 조사대상 아파트 개요

영도구 내 100세대 이상 규모의 아파트는 세대수를 내림차순으로 정리한 Table 3과 같이 22개 아파트이고 총세대수는 14,113세대에 이르며, 조사대상 중 최대 규모는 2,088세대의 A 아파트이고, 최소 규모는 123세대의 V 아파트이다. 아파트의 세대수 분포는 Fig. 2에 나타난 것과 같으며, 300~500세대 규모 아파트가 8개로 가장 많았고, 900세대이상의 대형 아파트는 5개가 분포하고 있다. 조사 대상 아파트의 지리적 분포형태는 Fig. 3에 표시된 것과 같이 섬 중앙의 봉래산을 경계로 북향(北港)을 향하고 있는 아파트(A, B, C, E, H, I, J, M, O, P, R, S)와 남향(南港)을 향하고 있는 아파트(G, K, L, N, Q, U, V), 그리고 바다를 향하고 있는 아파트(D, F, T) 등 영도 내에 비교적 고르게 분포한다.

Table 3 The number of households of each apartment

Name of Apartment	Number of households	Name of Apartment	Number of households
A	2,088	L	448
B	1,968	M	418
C	1,340	N	416
D	1,000	O	360
E	976	P	355
F	868	Q	320
G	676	R	299
H	528	S	174
I	522	T	144
J	490	U	138
K	462	V	123
Total number of households			14,993

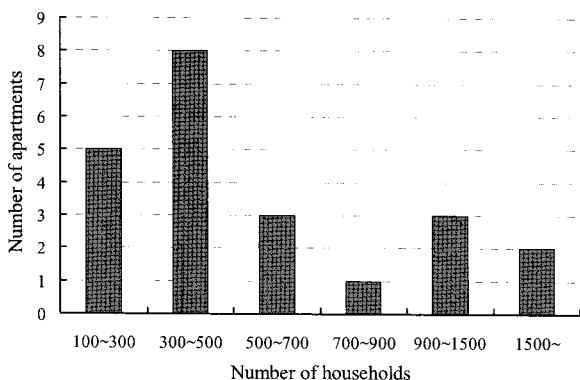


Fig. 2 Number of apartments for each household range

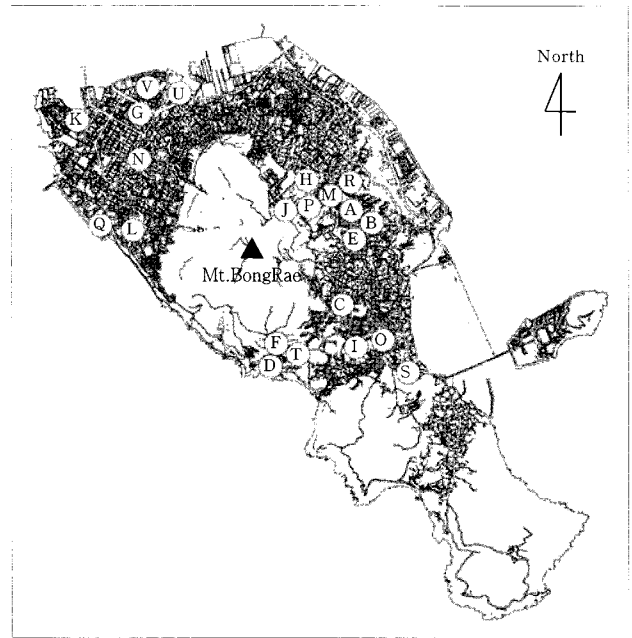


Fig. 3 Locations of surveyed apartments in Yeongdo-gu

#### 3.2 전력소비량

##### (1) 연간 전력소비량

영도 내 22개 아파트, 14,113세대 전체의 연간총소비전력량은 52.1GWh로 조사되었다. Fig. 4에 보이는 것과 같이 전체 아파트의 50%에 해당하는 11개 아파트가 연간 2GWh 이상의 전력을 소비하고 있고, 그 중에서도 A, B, F 아파트는 연간 4GWh 이상의 전력을 소비하고 있기 때문에 향후 에너지설비의 운전 및 유지관리와 관련된 상세 조사가 필요한 우선 대상 아파트로 검토할 의미가 충분하다고 판단된다.

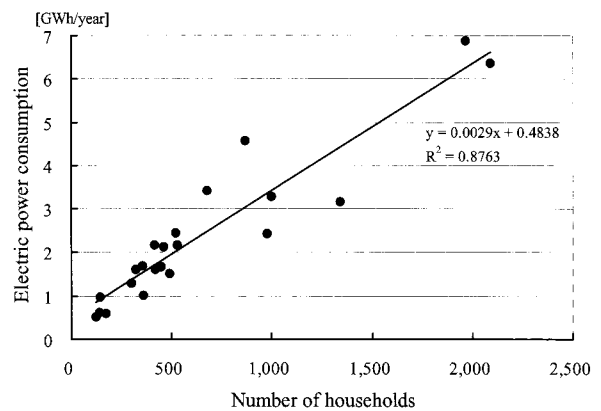


Fig. 4 Total power consumption of each apartment

또한, 아파트의 소비전력을 구성하는, 각 가정에서 소비되는 세대내전력소비량(Fig. 5)과 가로등, 엘리베이터, 관리시설 등 아파트 공동시설물에서 소비되는 공용전력소비량(Fig. 6)을 구분하여 전체전력소비량(Fig. 4)과 비교해 보면, 전체전력소비량은 세대내전력소비량의 영향을 강하게 받고 있음을 알 수 있다.

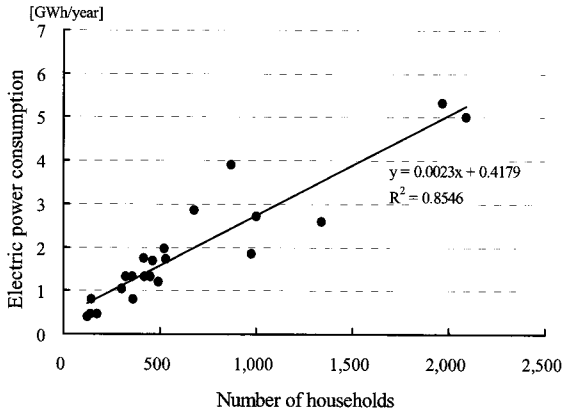


Fig. 5 Total power consumption for each households

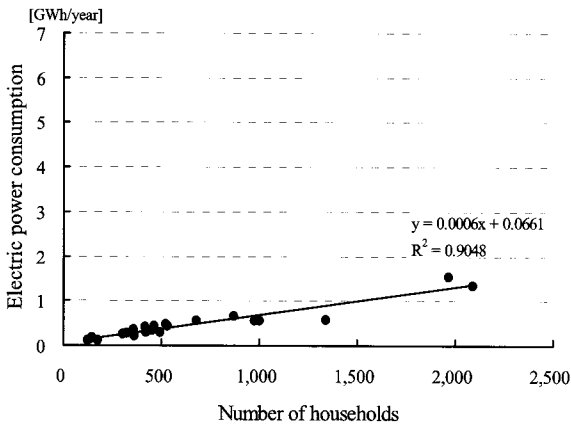


Fig. 6 Total power consumption for common needs

(2) 월별 전력소비량

22개 아파트 단지 각각의 용도별, 월별 최대전력소비량과 발생월(月)을 Table 4에 정리하였고, 연간전력소비량에 대한 각 월별전력소비량 비율을 Fig. 7~Fig. 10에 나타내었다. 세대 내에서의 최대전력소비량은 Fig. 7에 나타난 것과 같이 냉방수요가 많은 8월과 난방수요가 많은 1, 2월에 발생하고 있으나, 최대 공용전력소비량은 겨울철인 12월~4월에 발생하고 있음을 Fig. 8에서 알 수 있다. 난방수요가 많은 1, 2월에 세대 내 전력 소비량이 많은 이유는 겨울기간이 짧은 영도의 지리적, 계절적 특성으로 인해 유류(油類) 난방기구보다 사용이 간편한 전기식 난방기구를 더 많이 사용하기 때문이다. Fig. 9는 이러한 세대 내전력과 공용전력 각각의 월별전력소비량 특성을 반영한 전체 월별전력소비량의 변화를 나타낸 것으로 대부분의 아파트에서 여름철과 겨울철에 최대전력수요가 발생하고 있음을 보여주고 있다. 그러나 세대수가 적은 아파트의 경우에는 세대내 전력과 공용전력의 절대소비량이 작기 때문에 월별 변화를 구분하기 어려웠다. 22개 전체 아파트에 대한 세대내전력소비량과 공용전력소비량의 월별 비율을 보여주는 Fig. 10으로부터 세대내전력소비량이 전체전력소비량의 약 80% 수준에서 일정하게 유지되고 있음을 알 수 있다.

Table 4 The electric peak load and month for needs

Name of Apartment	household needs		common needs		Total consumption	
	[MWh]	Month	[MWh]	Month	[MWh]	Month
A	469.8	8	159.5	4	577.2	4
B	518.6	8	164.6	1	626.1	8
C	242.5	8	61.2	1	282.4	8
D	257.5	8	60.3	1	296.9	8
E	172.7	8	64.7	1	220.6	2
F	368.6	8	71.1	1	415.0	8
G	276.9	8	60.8	1	316.5	8
H	166.9	8	46.1	1	198.8	2
I	192.3	8	52.2	1	226.4	8
J	122.6	8	32.1	1	143.6	8
K	154.7	8	41.1	1	192.9	8
L	125.8	8	32.1	12	151.5	8
M	121.7	8	31.3	1	149.2	2
N	169.3	12	47.5	1	206.6	12
O	74.0	8	23.6	1	90.9	2
P	123.1	8	32.1	12	153.3	8
Q	130.7	8	30.7	1	150.8	8
R	95.1	8	23.3	11	118.0	8
S	44.0	8	13.6	1	52.9	8
T	76.7	8	18.9	1	89.0	8
U	44.6	8	14.5	9	56.1	8
V	38.1	8	12.0	1	46.7	2

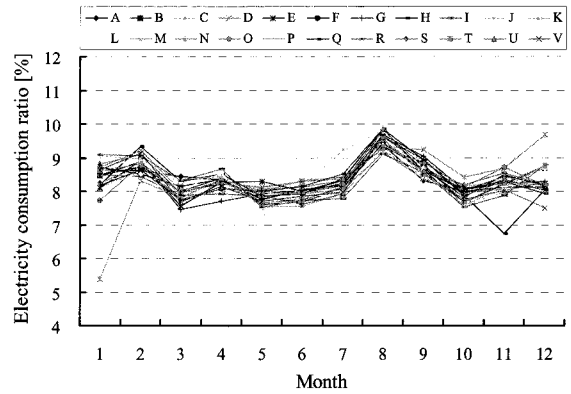


Fig. 7 Monthly power consumption ratio of each apartment

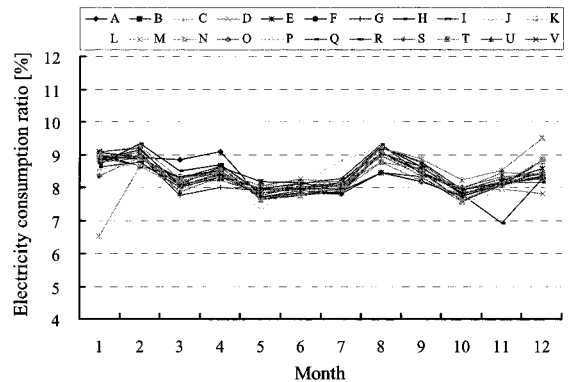


Fig. 8 Monthly households' power consumption ratio of each apartment

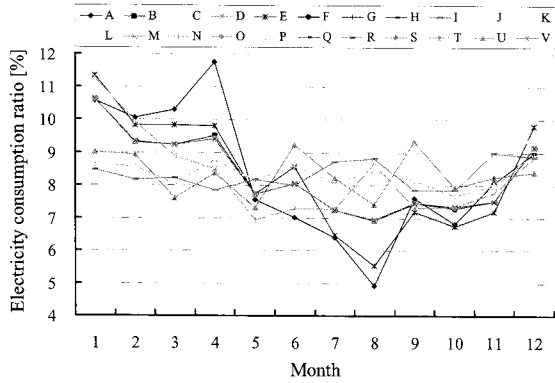


Fig. 9 Monthly common needs' power consumption ratio of each apartment

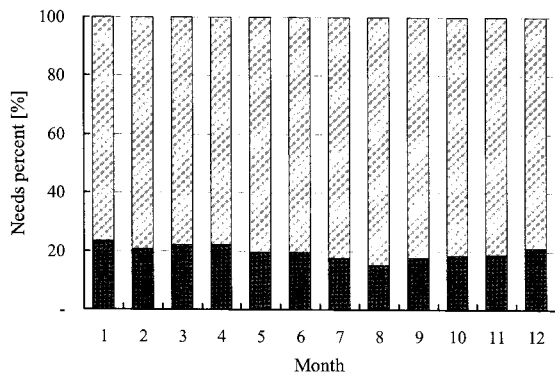


Fig. 10 Monthly power consumption ratio of households' and common needs

#### 4. 결 론

본 논문에서는, 지리적 특성을 고려한 아파트의 에너지절약 기법을 개발하기 위한 연구의 기초단계에서 해양도시 연안지역 아파트의 에너지소비 특성에 주목하여, 부산광역시 영도구 내에 소재하는 100세대 이상 규모인 22개 아파트의 전력소비 실태를 조사하였다. 연구성과를 정리하면 다음과 같다.

1) 측정대상 아파트의 규모는 1,000세대 이상 규모 5개, 500~1,000세대 규모 5개, 500세대 미만 규모 12개 아파트가 각각 조사되었다.

2) 14,113세대에 이르는 총 22개 아파트 전체의 연간총소비 전력량은 52.1GWh이고, 전체 아파트의 50%에 해당하는 11개 아파트가 연간 2GWh 이상의 전력을 소비하고 있으며, 연간 4GWh 이상의 전력을 소비하는 3개 아파트에 대해서는 향후 추가적인 관리가 필요하다고 판단된다.

3) 아파트 각 세대 내에서의 최대전력소비량은 대부분 냉방 수요가 많은 8월에 발생하고 있으나, 최대 공용전력소비량은 겨울철인 12월~4월에 발생하였다. 또한 세대내전력소비량과 공용전력소비량의 월별 비율은 각각 80%, 20% ±5% 수준에서 안정적으로 변동한다.

4) 해안지역에서는 해풍(海風)에 의한 자연냉방이 가능할 것으로 예상됨에도 불구하고, 영도구 아파트의 월별 최대전력소

비가 8월에 발생하는 이유는, 거주자들이 염분에 의한 실내 가구, 가전기기 등의 생활피해와 세탁물 건조 불량 등을 고려해 창문을 닫고 에어컨을 가동시키기 때문이었다.

향후에는 본 논문의 성과를 기초로, 대상 아파트에 대한 10년 이상의 데이터를 수집하여 다변량분석을 수행함으로써 연안지역 아파트의 기간별 에너지소비량 변화의 보편성을 확보한 후, 연안지역 아파트의 에너지설비에 대한 유지관리방법을 개발하고, 또한 연안지역의 자연환경을 에너지원(源)으로 이용할 수 있는 냉난방시스템을 개발할 계획이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 다음(2009), 지도, <http://local.daum.net/map/index.jsp>.
- [2] 부산광역시(2007), 통계연보, <http://www.busan.go.kr>.
- [3] 신정희(2003), “부산지역 일중 기온분포특성과 열섬현상에 관하여”, 부경대학교 석사학위논문.
- [4] 영도구(2007), 통계연보, <http://www.yeongdo.go.kr>.
- [5] 최동호, 현동수, 박효순(1996), “제주지역 공동주택의 난방 에너지 소비실태에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 제15권, 제6호, pp.181~189.
- [6] 통계청(2008), 통계정보시스템, <http://kosis.nso.go.kr>.
- [7] 홍성희, 장문석, 박효순, 양관섭(2001), “공동주택의 에너지소비원단위 설정 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 제17권, 제12호, pp.151~160.
- [8] 황광일(2005), “공동주택의 전력소비실태에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계”, 제21권 제12호, pp.305~312.
- [9] 황광일, 김지훈, 신현호, 이수호, 한제덕(2006), “부산 영도구 공동주택에 대한 풍력발전 도입가능성”, 2006년도 전기학술대회논문집, 한국마린엔지니어링학회, pp.255~256
- [10] 社團法人日本地域冷暖房協會(1995), “日本全國地域冷暖房導入可能性調査研究”, 平成6年度報告書.

원고접수일 : 2009년 3월 20일

심사완료일 : 2009년 4월 27일

원고채택일 : 2009년 4월 28일