

남해안 어촌마을 주거시설의 전력소비량 실측조사

† 황 광 일

† 한국해양대학교 기계·에너지시스템공학부 교수

Measurement of Electric Power Consumption of Residences in Southeastern Fishing Village of Korea

† Kwang-il Hwang

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

요 약 : 해양에너지를 비롯한 신재생에너지를 이용한 분산형 발전시스템 설계의 기초자료로 활용하기 위해 본 연구에서는 도서 주민의 전력소비량을 실측 분석하고 시기별 전력소비 패턴을 개발하였다. 실측조사는 남해안에 위치한 곤리도의 5가구를 대상으로 2010년 10월부터 2012년 2월까지 수행되었다. 월평균 전력소비량은 가구에 따라 12월 혹은 1월에 최대값이 발생하였다. 가구별 월간 전력소비량은 H가구가 J가구보다 2~3배 많았지만 가구별 1인당 월평균 전력소비량은 J가구가 H가구보다 10~30% 가량 많은 것으로 조사되었다. 시각별 전력소비 패턴을 개발한 결과 여름철에는 20시에서 자정 사이에 최대 전력소비가 발생하고, 겨울철은 여름철에 비하여 하루 동안의 전력소비 변화는 완만하지만 18시 이후 자정까지의 시간대에 전력소비가 증가하는 경향을 보였다. 가구별 주중과 주말의 전력소비 패턴은 매우 유사한 것으로 나타났다.

핵심용어 : 섬, 어촌마을, 전력소비, 패턴, 신재생에너지

Abstract : To serve basic data for the design of capacity and management of Distributed(or On-site) Power Generation System using renewable energies, this study measured the electric power consumption(hereafter abbreviated as EPC) of 5 families of fishing village located at island in southeastern area of Korea. The results are as following. The maximum monthly average EPC occurred in December or January. Although the total monthly EPC of H family is 2~3 times more than J family, individual monthly EPC of J family is 10~30 % more than H family. Hourly EPC pattern shows that the maximum EPC occurred between 20~24 o'clock in summer season, but it occurred between 18~24 o'clock in winter season. Compared to summer, the height of fluctuation through a day is small. And the EPC patterns of weekdays and weekend estimated as very similar.

Key words : Island, Fishing Village, Electric Power Consumption, Pattern, Renewable Energy

1. 서 론

1.1 연구배경과 목적

국가 에너지의 안정적 확보와 공급원의 다양성이라는 차원에서 신재생에너지 개발에 관한 관심은 꾸준히 증가하고 있으며, 정부의 지원과 다수의 기업이 참여하면서 많은 보급이 이루어지고 있다. 또한 국민의 의식수준 향상으로 전국적인 범위에서 보급이 진행되며 대기업의 참여로 사업규모도 확대되고 있는 실정이다.

신재생에너지 보급률은 나라마다 다른데 우리나라의 경우 풍력, 태양광, 연료전지, 지열, 태양열 등의 순으로 보급률이 높은 것으로 조사되었다(신재생에너지센터, 2011). 또한 삼면이 바다인 우리나라의 자연환경을 이용하기 위하여 조류, 조력, 파력, 해수온도차 등의 해양에너지 활용에 관한 연구 개발도 지속적으로 수행되고 있다. 특히 해양에너지 분야는 아직까지

다른 신재생에너지원에 비해 상대적으로 초보적 단계에 머물러 있어 기술 개발에 따른 세계 시장 선점 효과가 기대되는 분야이기도 하다.

도서 지역의 경우 육지에서 분리된 형태이기 때문에 내륙에 비해 에너지수급이 불안정함에도 불구하고 내륙 의존적일 수밖에 없는 상황이다. 정부와 지자체는 이러한 상황을 해결하기 위해 도서 지역에 태양광발전 혹은 태양열급탕 중심의 신재생에너지시스템을 보급하였으나 아직은 전체 수요의 극히 일부만을 공급하는 매우 미흡한 수준이다. 도서 지역의 에너지 공급을 안정적으로 확보하기 위해서는 수요처에 전력을 생산하여 공급하는 분산형 전력공급시스템에 대한 검토가 필요하며, 발전시스템으로는 해양에너지, 태양광 발전, 풍력발전의 도입이 가능하리라 생각된다. 그러나 분산형 발전시스템 설계에 반드시 필요한 도서 지역의 전력소비 특성에 관한 기술적 데이터는 매우 부족하여 실질적인 설계 지원은 불가능한 실정이다.

† 교신저자 : 종신회원, hwangki@hhu.ac.kr 051)410-4368

이에 본 연구에서는 도서 주민들의 전력소비량 실측하여 분석하고 시기별 전력소비 패턴을 개발하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서 개발된 전력소비량과 패턴은 해양에너지를 비롯한 신재생에너지를 이용한 분산형 발전시스템 설계의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 기존연구 고찰

주거시설의 전력소비량에 관한 실태조사로는 수도권을 포함한 전국에 분포된 아파트를 대상으로, 전력설비 등의 시설과 전력계약용량, 월별 전력소비량 등에 대한 조사를 통해 난방방식, 분양형태와 전력소비량과의 상관성을 분석한 연구(황광일, 2005)와 부산 영도구에 소재한 22개 아파트 단지의 전력소비 실태를 조사한 결과 세대내 전력소비량은 8월에, 공용 전력소비량은 1월에 각각 최대값을 나타낸다는 분석을 수행한 연구(황광일, 2009) 등이 있으나 유사한 다른 사례는 매우 부족한 실정이다. 아파트의 에너지소비실태를 주제로 한 연구 중 최동호 등(1996)은 제주지역의 공동주택을 대상으로 난방에너지와 급탕에너지 소비실태를 조사하여 중앙 난방방식이 개별 난방방식에 비해 에너지소비량이 2배 많음이 밝혔다.

2. 연구의 범위와 방법

2.1 피측정 섬과 피측정 가구의 개요

경상남도 통영시에 소재하는 곤리도를 피측정 대상으로 하였고, 이 섬의 전체면적은 958,669m², 가구구성은 111가구 237명이 거주하고 있다. 주민의 연령구성을 보면, 60대 이상의 고령자가 전체 주민의 41.4%를 차지하고 청소년 비율은 3.9%에 머무르는 등 비경제활동인구의 비율이 매우 높은 구성을 보인다(통계청, 2011). 또한 극히 일부 내륙으로 출퇴근하는 주민과 소수의 학생을 제외한 대부분의 주민은 가두리 양식과 같은 어업에 종사하고 있다.



Fig. 1 Location of Konri island(다음, 2011)

섬의 전력공급 상황은 내륙에 인접한 지리적 관계로 육지에서 직접 송배전이 이루어진다. 그러나 섬의 전력수요 특성이 고려되지 않고 220V 전압이 공급되고 있지만, 어류보관을 위한 냉동창고 운영을 위해 섬 주민들은 대부분 승압기를 사용하여 전기를 사용하고 있는 등 전압이 매우 불안정한 상황이다.

피측정 가구는 어촌계와 협의하여, 70대 할머니만 거주하는 독신 가구(N가구), 고령자 중심 가구(J, K가구), 다양한 연령대가 함께 거주하는 가구(H, Y가구)와 같이 섬의 가구 구성 중 대표성을 갖는 5가구를 선정하였다.

Table 1 Outline of Konri island

Household	H	J	K	N	Y
Number of People	6 -60s:1 -40s:2 -10s:3	2 -60s:2	3 -90s:1 -60s:2	1 -70s:1	4 -90s:1 -60s:2 -30s:1
Jobs	Fishery	Fishery	Fishery	Fishery	Fishery
Working time per day [hours]	9	8	6	6	2

2.2 측정개요

본 연구는 도서 주민들의 전력소비량을 실측 분석하고 시기별 전력소비 패턴을 개발하기 위해 2011년 8월부터 2012년 2월까지 피측정 가구를 대상으로 실측을 수행하였다.

측정은 외기 측정과 전력소비량 측정으로 구분하여 수행하였다. 외기 상태는 냉방부하 혹은 난방부하 발생 가능성을 추측할 수 있게 하는 주요 요소이므로 1분 단위로 변화량을 측정하였지만, 본 논문에서는 기상조건의 개요만 언급하였고 상세한 분석은 포함하지 않았다. 한편 전력소비 특성을 파악하기 위해 측정정밀도 ±0.1% 수준의 계측기를 사용하여 2분 간격으로 유효전력, 무효전력, 피상전력과 전압, 전류를 측정하였다. DB 구축 시에는 측정된 데이터를 시각별, 일별, 월별 전력량으로 각각 취합하여 용도에 알맞게 가공하였다.

3. 실측 결과 및 분석

3.1 외기변화

2011년 8월부터 2012년 2월 사이의 곤리도의 외기 조건을 Table 2에 정리하였다. Table 2는 곤리도 내 고지대에 위치한 산양초등학교 곤리분교 옥상에서 설치한 Weather Station 이라는 기상관측기로 계측한 데이터를 요약한 것이다.

여름철인 8월의 평균 외기온도는 24.8℃, 상대습도는 88.7% 이고, 겨울철인 2월의 평균 외기온도와 상대습도는 2.26℃, 68.1로 각각 측정되었다.

Table 2 Monthly weather conditions

	기온 [°C]			상대습도 [%]
	최고	최저	평균	
Aug. 2011	27.8	20.2	24.8	88.7
Sep. 2011	26.3	18.3	22.4	81.7
Oct. 2011	19.9	10.5	16.3	71.8
Nov. 2011	19.7	5.0	13.3	59.0
Dec. 2011	8.9	-1.0	3.94	59.0
Jan. 2012	8.5	-2.5	2.40	47.7
Feb. 2012	9.4	-5.3	2.26	68.1

3.2 전력소비량 측정결과

Table 3은 각 가구의 월별 전력소비량을 정리한 것이다. 월별 최대 전력소비량은 1,278kWh로 H가구에서 1월에 발생하였다. 겨울철 데이터가 미흡한 N가구를 제외한 대부분의 가구는 12월 혹은 1월 월평균 전력소비량이 최대값을 나타내었다. 이는 화석연료 공급이 원활하지 못한 섬 마을에서 겨울철에 전열선을 사용하는 전기방식 난방기구를 사용하고 여름철에는 시원한 해풍으로 인해 냉방기 사용빈도가 매우 낮기 때문이다.

Table 3 Monthly electric power consumption

	H	J	K	N	Y
Aug. 2011	391.5	159.6	N/A	90.0	184.3
Sep. 2011	495.6	145.4	N/A	78.8	194.1
Oct. 2011	796.2	434.0	22.9	53.6	220.5
Nov. 2011	822.7	470.9	78.8	62.5	273.8
Dec. 2011	1,191.7	543.4	78.3	N/A	347.1
Jan. 2012	1,278.2	546.4	64.5	N/A	350.4
Feb. 2012	1,170.9	358.5	46.9	N/A	188.8

각 가구의 일평균 전력소비량을 Fig. 2에 나타내었다. K가구와 N가구의 하루 평균 전력소비량은 1.3kW/hr로 제일 작았고, Y가구는 약 6kW/hr, J가구는 약 9kW/hr를 소비하고, H가구는 가장 많은 23.6kW/hr를 소비하였다.

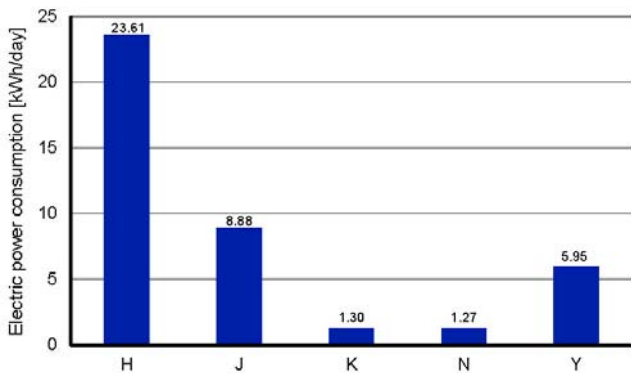


Fig. 2 Daily electric power consumption

Fig. 3은 각 가구의 월별 시간당 평균전력소비량 변화를 비교한 것이다. 2월의 외기온도가 가장 낮음에도 불구하고 시간당 평균 전력소비량은 12월 혹은 1월에 발생하였는데, 이는 동절기 어촌마을의 작업특성에 기인한 것이라는 분석을 어촌계 주민의 설문응답 결과로 취득하였다.

가구별 1인당 월평균전력소비량 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 전술한 가구별 전력소비량과 달리 1인당 전력소비량은 H가구보다 J가구가 큰 것으로 평가된다.

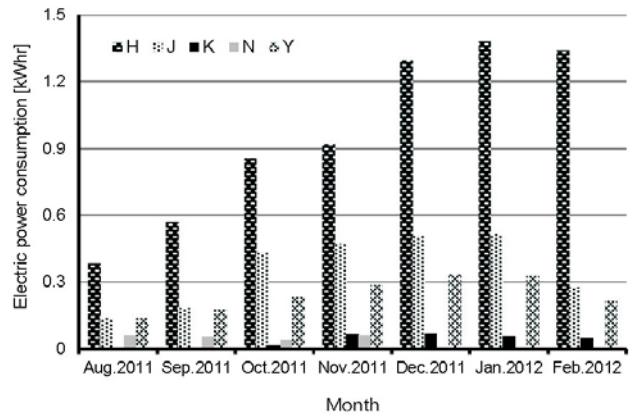


Fig. 3 Hourly electric power consumption of each month

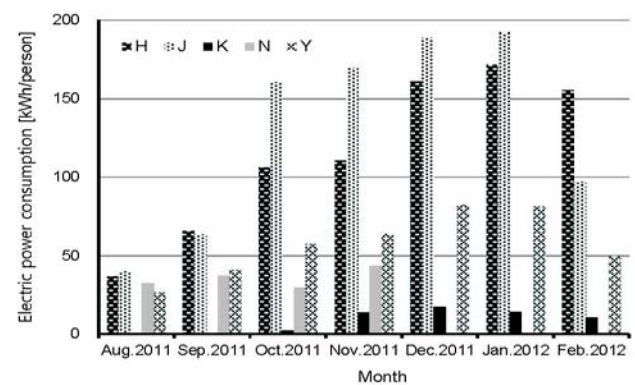


Fig. 4 Individual electric power consumption of each month

3.3 전력소비패턴

3.2절에서 취득한 데이터를 활용하여 전력소비 패턴을 개발하였다. Fig. 5~Fig. 9는 각 세대의 월별 시각별 전력소비 패턴을 나타내고, Fig. 10은 5가구 전체의 월별 시각별 전력소비 패턴을 나타낸다.

Fig. 5는 H가구의 월별 시각별 전력소비패턴으로 여름철에는 22시경에 최대부하가 발생하지만 겨울철에는 상대적으로 시간대별 차이가 적은 변동을 보인다.

Fig. 6은 J가구의 월별 시각별 전력소비패턴으로 여름철에는 20~22시경에 최대부하가 발생하지만 겨울철에는 18시에서 오전 10시까지 부하발생이 많고 다른 시간엔 전력소비가 적은 것으로 나타났다.

남해안 어촌마을 주거시설의 전력소비량 실측조사

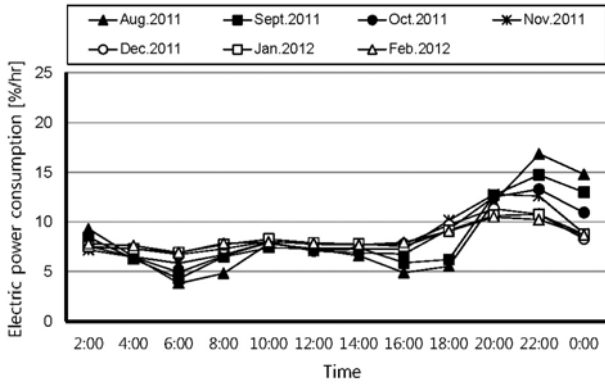


Fig. 5 Hourly pattern of electric power consumption of H house

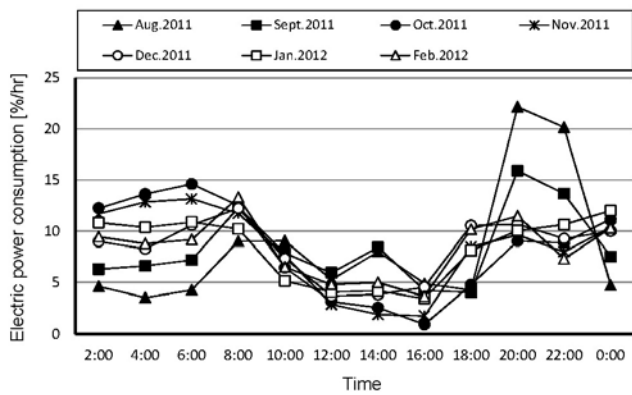


Fig. 6 Hourly pattern of electric power consumption of J house

Fig. 7은 K가구의 겨울철 월별 시각별 전력소비패턴을 나타낸 것으로 18시에서 22시 사이에 최대 전력소비가 발생하지만 다른 시간대에는 소비량이 매우 미미한 것으로 평가된다.

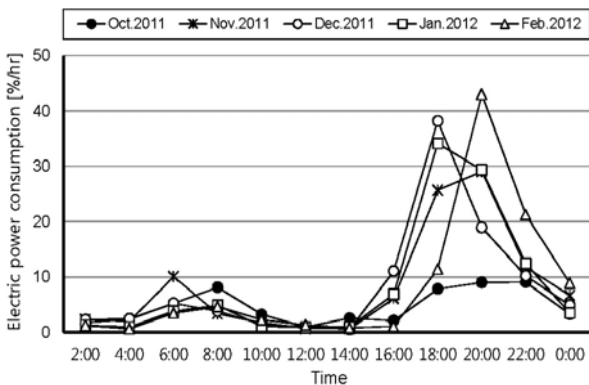


Fig. 7 Hourly pattern of electric power consumption of K house

N가구의 8월에서 11월까지의 월별 시각별 전력소비패턴은 Fig. 8에 나타난 것과 같이 최대 전력소비는 18시에서 22시 사이에, 또 2번째로 큰 전력소비는 오전 6시에 발생하였다.

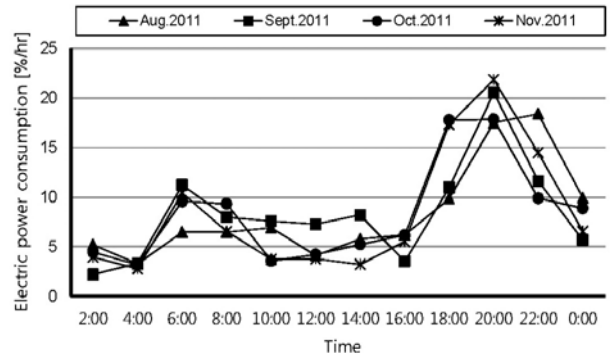


Fig. 8 Hourly pattern of electric power consumption of N house

Y가구의 월별 시각별 전력소비패턴은 여름철에는 8시, 14시, 20시에 전력소비가 많고, 겨울철에는 18시 이후 익일 8시까지 지속적으로 전력소비가 발생한 것으로 평가되었다.

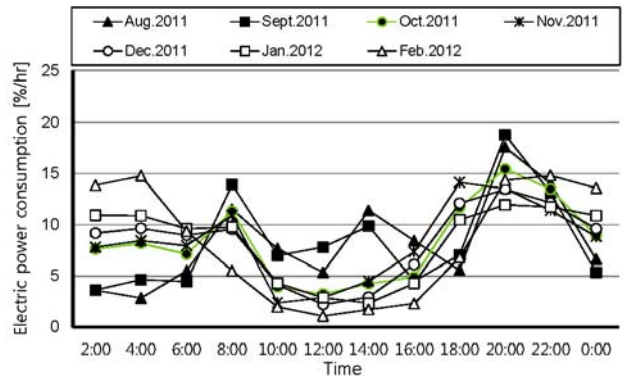


Fig. 9 Hourly pattern of electric power consumption of Y house

전술한 바와 같이 5가구 전체의 전력소비량 데이터를 취합하여 평균 월별 시각별 전력소비 패턴을 개발하였고 이를 Fig. 10에 나타냈다. 여름철에는 20시에서 자정 사이에 최대 전력소비가 발생하였고, 겨울철은 여름철에 비하여 하루동안의 전력소비 변화가 완만하지만 18시 이후의 저녁 시간대에 전력소비가 증가하는 경향을 보인다.

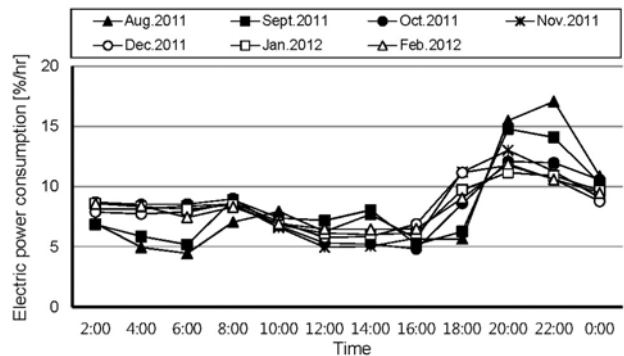


Fig. 10 Hourly pattern of electric power consumption of whole houses

3.4 주중·주말 전력소비패턴 비교

도시 생활인의 경우 주중과 주말의 생활 패턴, 라이프 사이클이 다른 것으로 알려져 있는데, 어촌 주민의 주중, 주말 패턴에 대한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 취득된 전체 데이터를 주중과 주말로 분리하여 각각의 전력소비 패턴을 개발하였고 그 결과가 Fig. 11과 Fig. 12이다. 주중 전력소비 패턴을 나타내는 Fig. 11과 주말 전력소비 패턴을 나타내는 Fig. 12에서 각 가구의 시각별 전력소비 변화가 약간의 차이는 있지만 매우 유사한 경향을 보임을 알 수 있다. 이로써 전력소비의 관점에서 볼 때 도시 주민과 달리 어촌 주민의 경우 주중, 주말의 구분이 거의 없는 생활 패턴을 나타냄을 알게 되었다.

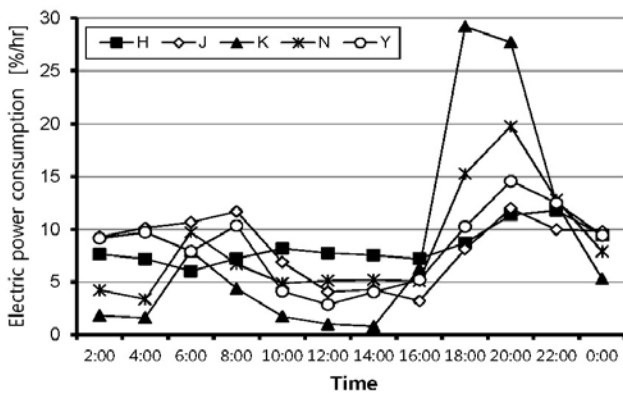


Fig. 11 Hourly pattern of electric power consumption of whole houses in weekdays

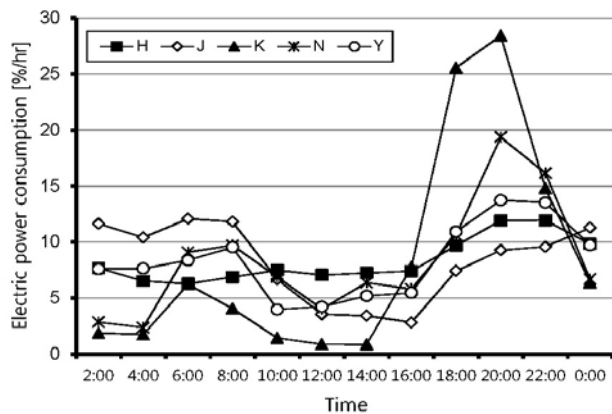


Fig. 12 Hourly pattern of electric power consumption of whole houses in weekend

4. 결 론

해양에너지를 비롯한 신재생에너지를 이용한 분산형 발전시스템 설계의 기초자료로 활용하기 위해 본 연구에서는 도시 주민들의 전력소비량을 실측 분석하고 시기별 전력소비 패턴을 개발하였다. 연구 성과를 정리하면 다음과 같다.

1) 화석연료 공급이 원활하지 못한 섬 마을에서 겨울철에 전열선을 사용하는 전기방식 난방기구를 사용하고 여름철에는 시원한 해풍으로 인해 냉방기 사용빈도가 매우 낮기 때문에 대부분의 가구는 12월 혹은 1월 월평균 전력소비량이 최대값을 나타내었다.

2) 월간 전력소비량은 다양한 연령대가 거주하는 H가구가 단독세대인 J가구보다 2~3배 많았지만, 1인당 월평균 전력소비량은 J가구가 H가구보다 10~30%가량 많은 것으로 조사되었다. 이는 가족의 구성원수와 개인별 가구별 전력사용 특성에 따른 것이다.

3) 시각별 전력소비 패턴을 개발한 결과 여름철에는 20시에서 자정 사이에 최대 전력소비가 발생하고, 겨울철은 여름철에 비하여 하루 동안의 전력소비 변화는 완만하지만 18시 이후 자정까지의 시간대에 전력소비가 증가하고 다른 시간대의 전력소비는 일정한 경향을 보이고 있다. 겨울철에 비하여 여름철 전력소비량의 변동폭이 큰 것으로 나타났다.

4) 가구별 주중과 주말의 전력소비 패턴은 매우 유사한 것으로 나타났다. 이로부터 전력소비의 관점에서 볼 때 어촌 주민의 경우 주중, 주말을 구분하지 않는 생활 특성을 갖는다고 해석할 수 있다.

본 연구를 통하여 연안지역 주거시설의 전력소비실태 특성을 일부 파악할 수 있었다. 분산형 발전시스템은 전력수요 추종형 발전시스템이므로, 본 연구에서 취득된 성과는 추가연구단계에서 연안지역 주거시설을 위한 해양에너지를 이용한 하이브리드 발전시스템 개발의 기초설계자료로 활용될 예정이다.

후 기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2010-0025312).

참 고 문 헌

[1] 다음(2011), 다음 지도, <http://local.daum.net/map>
 [2] 신·재생에너지센터, “2010년 신·재생에너지 보급통계”, 에너지관리공단 2011.11
 [3] 최동호, 현동수, 박효순(1996), “제주지역 공동주택의 난방에너지 소비실태에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 제15권, 제6호, pp.181-189.
 [4] 통계청(2011), 국가통계포털, <http://kosis.kr>
 [5] 홍성희, 장문석, 박효순, 양관섭(2001), “공동주택의 에너지 소비원단위 설정 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 제17권, 제12호, pp.151-160.
 [6] 황광일(2005), “공동주택의 전력소비실태에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 제21권 제12호, pp.305-312.
 [7] 황광일(2009), “연안지역 아파트의 전력소비량 실태조사 -

남해안 어촌마을 주거시설의 전력소비량 실측조사

부산광역시 영도구에 대한 사례조사-”, 한국항해항만학회
지, 제33권 제3호, pp.241-245.

원고접수일 : 2012년 6월 29일
심사완료일 : 2012년 7월 26일
원고채택일 : 2012년 7월 26일