

사용자의 전기요금 부담 여부에 따른 여름철 냉방기 사용 특성의 비교

A comparison of resident's behavior of operating air conditioner according to the charge for electric

권서현*

최유림*

전정윤**

Kwon, Suh-Hyun Choi, Yoo-Rim Chun, Chung-Yoon

Abstract

An electrical bill is one of the various factors that influence on energy use of residents. This study focused on electrical bills and searched that whether electrical bills affect resident behavior of operating air conditioner and their controlled indoor climate. We surveyed two groups for field study ; the one is residents who live in a studio apartment in Seoul and they are charged for electric as energy consumption they used, and the other is residents who live in a university dormitory and they are not charged for their energy consumption. We measured how long they used the air conditioner for cooling, on/off temperature of air conditioner and room temperature for these two groups. Residents were interviewed about their cooling needs, decisions about when to turn on their air conditioner and so on.

We found that dormitory group has much amount of time used the air conditioner than studio apartment group and there are differences of room temperature between two groups when they turn on or off air conditioner. The result shows that perception of money affects resident behavior of operating air conditioner and their acceptable thermal range.

키워드 : 에너지, 전기요금, 에어컨, 온열 수용 범위

Key words : Energy, Electric charge, Air conditioner, Acceptable thermal range

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

건축물에서 사용되는 시스템이 더욱 발전되고 복잡해짐에 따라 건물 내에서 소비되는 에너지 또한 늘어나고 있다. 건물의 라이프사이클 중 가장 많은 에너지를 사용하는 것은 거주단계인데, 이러한 거주단계에서의 에너지 사용량에 큰 영향을 미치는 요인 중 하나가 거주자의 에너지 사용 행태이고, 이러한 거주자의 에너지 사용 행태에 영향을 미치는 요인 중 대표적인 요인이 바로 경제적 부담이다. 따라서 거주자가 직접 매월 광열비를 지불하는 주택과 직접 지불하지 않는 사무소나 공공건물 등에서의 거주자 에너지 사용 행태를 비교하여 본다면 큰 차이가 있을 것이 예상된다.

한편, 우리나라 전력사용량은 지난 20년간 4배가 증가되었는데, 이 중 주택용 전력사용량에서 큰 부분을 차지하고 있는 것이 콘센트와 조명, 그리고 냉방이며, 특히 냉방은 앞으로 꾸준히 그 수요가 증가될 전망이다. 림 에어컨의

사용은 기본적으로 거주자의 조절로 운전이 가능되는데, 이러한 주택에서의 냉방기 사용 행태에 관하여 조사한 배누리(2005)의 선행연구¹⁾에서는 공동주택 거주자들의 수용 쾌적범위가 ASHRAE Standard 55에서 제시한 온열 쾌적범위보다 높게 나타났으며, 이러한 결과의 주요한 원인이 경제적 부담인 것으로 예측되었다.

이러한 배경에서 본 연구는 거주자가 사용한만큼 전기요금을 지불하는 원룸주택 거주자와, 입실료 이외에 전기요금을 따로 지불하지 않는 대학 기숙사 거주자의 냉방기 사용 행태와 수용 쾌적범위를 조사, 비교하였다. 본 연구의 목적은 미시적으로는 대학 기숙사의 여름철 냉방에너지 절약을 위한 방안을 도출하기 위함이며 거시적으로는 경제적 부담이 없는 실험실환경내에서 산출된 기존의 온열 쾌적범위의 재고를 위함이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 측정 방법

본 연구는 2006년 8월 13일부터 22일까지 서울시내 에어컨이 설치된 원룸 7세대와 대학교 기숙사 8세대를 대상으로

* 정희원, 연세대학교 주거환경학과 석사과정

** 정희원, 연세대학교 주거환경학과 부교수, 공학박사

1) 배누리(2005), 공동주택의 여름철 수용 쾌적온도 범위와 거주자의 냉방기 사용행태에 관한 연구, 설비공학논문집, 제 17권, 제 5호, pp. 477-486

로 에어컨의 사용시간 및 실내 온습도 등을 측정하였다. 측정 대상은 에어컨의 사용 및 조작에 무리가 없는 20대로 선정하고 20대를 제외한 다른 연령층에 의한 영향을 제한하기 위해 20대 단독 거주 세대로 한정하였다. 에어컨 사용에 따른 전기료의 부담 여부가 에어컨 사용에 미치는 영향을 알아보기 위해 세대별로 전기료가 부과되는 원룸 거주자와 공간 사용료 이외에 광열비가 부과되지 않는 대학교 기숙사 거주자 두 그룹으로 나누어 조사하였다.

에어컨 사용 시간을 알아보기 위해 에어컨 취출구의 온도를 측정하고, 실내의 온열환경을 알아보기 위해 온도 및 습도를 바닥 위 110cm 지점에서 측정하였다. 측정 간격은 4분 간격으로 총 9일간 연속 측정하였다.

실내 공간의 물리적 환경 이외에 거주자의 에어컨 사용 특성을 알아보기 위해 거주자 인터뷰를 실시하여, 재실시간, 에어컨 조작 방법, 에어컨 사용 이유, 창문의 개폐조작 상태, 착의량 등을 조사하였다. 이밖에 거주자의 성별, 연령 등 기본적인 사항과 에어컨의 기종 및 소비전력을 조사하였다.

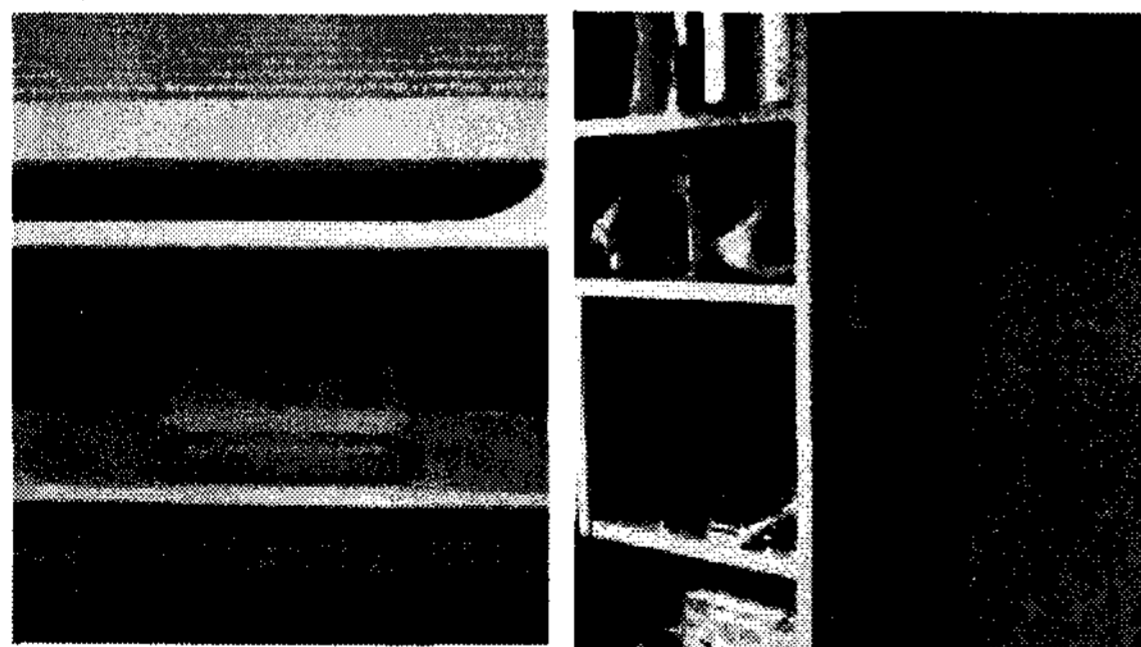
2. 측정 기구

에어컨의 취출기류 온도 및 실내온열환경을 측정하기 위해 Onset사의 HOBO 데이터 로거를 사용하였다. 그림 1은 에어컨과 방에 호보를 설치한 모습이다.

III. 연구 결과

1. 측정기간 동안의 외기온과 외부습도

그림 2는 측정기간 동안의 외기온과 외부 상대 습도를 나타낸 것이다. 외기기후에 관한 데이터는 기상청에서 측정된 데이터를 이용하였다. 측정 기간 동안의 평균 외기온



a) 에어컨 취출 온도 측정 b) 실내 온열환경 측정

그림1. 측정기구 설치

은 26.93℃, 외부 습도는 67%이고 측정기간 중 최고 외기 온도는 33.2℃, 최저 외기 온도는 21.1℃이다.

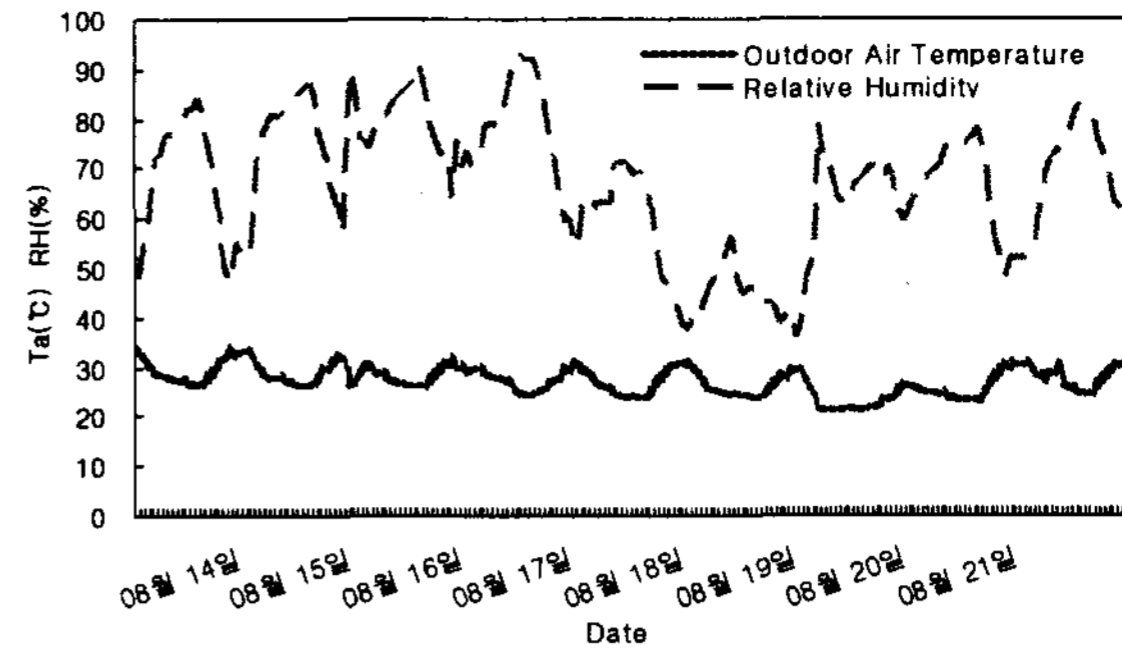


그림2. 측정기간의 외기온과 외부습도

2. 두 그룹의 에어컨 사용시간 비교

에어컨 사용시간 측정 결과 표1에서와 같이 원룸 그룹이 평균 21시간 48분, 기숙사 그룹이 43시간 52분 사용한 것으로 나타나 약 두 배 정도의 차이를 보였다. 두 그룹의 거주자는 모두 대학생 및 대학원생으로 라이프스타일 및 총 재실 시간이 비교적 비슷하다고 판단했으나 좀 더 정확한 분석을 위해 재실 시간이 많은 거주자와 적은 거주자로 나누어 평균 재실시간 대비 에어컨 사용시간 지수를 산출했다. 에어컨 사용시간 지수의 산출방법은 각 세대의 에어컨 사용시간을 거주자의 하루 평균 재실 시간으로 나눈 것이다. 그 결과 두 그룹의 평균 에어컨 사용시간 지수는 원룸이 0.17, 기숙사가 0.4로 기숙사의 에어컨 사용시간 지수가 높았으며, 원룸 그룹의 경우 에어컨 사용시간이 0시간인 F, G 두 세대를 제외하더라도 사용시간 지수가 0.24로 나타나 원룸보다 기숙사의 에어컨 사용시간이 월등히 많음을 알 수 있다. 기숙사 거주자들의 사용시간이 많은 이유 중 하나는 인터뷰 결과 외출했다 들어왔을 때의 쾌적함을 위해 외출 시에도 에어컨을 틀어놓고 나가는 경우가 많았기 때문인 것으로 나타났다. 원룸 거주자들은 모두 외출 시 에어컨을 끄고 나갔다고 응답했다.

원룸 그룹에서 사용시간과 사용지수가 둘 다 가장 높은 거주자 C는 재실시간이 다른 피험자들에 비해 월등히 많았기 때문인 것으로 판단되며, 다른 원룸 거주자들은 모두 기숙사 거주자에 비해 에어컨 사용시간 지수가 낮았다. 또한 거주자 F, G는 측정기간 중 매우 높은 기온임에도 불구하고 에어컨을 한 번도 사용하지 않았는데 이는 전기료의 부담 때문이라고 응답했다.

3. 에어컨 조작 시의 실내 온열 환경

에어컨을 켜올 때와 껐을 때 두 그룹의 실내 평균 온도를 비교해 보면, 에어컨을 켜올 때는 원룸 29.86℃, 기숙사 26.94℃이고 에어컨을 껐을 때는 원룸 27.03℃, 기숙사 23.72℃인 것으로 나타나 원룸 거주자가 기숙사 거주자 보다 높은 온도에서 에어컨을 키고 끈 것을 알 수 있다.

각 세대별로 살펴보면, 원룸에서는 거주자 B가 평균31.3℃로 가장 높은 온도에서 에어컨을 켜으며, 거주자 C가

표1. 두 그룹의 에어컨 사용시간

원룸			기숙사		
거주자	에어컨 사용시간	평균 재실시간 대비 에어컨 사용시간 지수	거주자	에어컨 사용시간	평균 재실시간 대비 에어컨 사용시간 지수
A	29시간 8분	0.29	H	49시간 24분	0.50
B	10시간 36분	0.10	I	45시간 58분	0.46
C	64시간 4분	0.44	J	73시간	0.50
D	40시간 40분	0.28	K	54시간 52분	0.38
E	18시간 8분	0.08	L	37시간	0.37
F	0분	0	M	31시간 32분	0.31
G	0분	0	N	33시간 20분	0.37
			O	26시간 16분	0.27
평균	21시간 48분	0.17	평균	43시간 52분	0.40

평균 26.33℃로 가장 낮은 온도에서 에어컨을 켜다. 기숙사 그룹에서는 거주자 H가 29.21℃에서 에어컨을 켜고, 거주자 O가 21.11℃로 가장 낮은 온도에서 에어컨을 중지시켰다.

그림 3과 그림 4는 각각 원룸과 기숙사에서 에어컨을 키고 켜었을 때 방의 온열환경을 ASHRAE Standard 55²⁾의 쾌적범위와 비교하여 나타낸 그래프이다. 이와 같이, ASHRAE Standard 55의 온열쾌적범위와 비교한 두 그룹간의 실내 온열환경 조절범위에는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 그림3에서 보면 원룸의 거주자들이 에어컨을 켜었을 때의 실내온열환경은 대다수가 온열쾌적범위 안에 들어가지 않은 것으로 나타났고, 에어컨을 켜었을 때의 온열환경은 일부 여름철 온열쾌적범위 안에 포함되어 있는 것으로 나타났다. 한편, 그림4에서 보면 기숙사 거주자들이 에어컨을 켜었을 때의 실내온열환경은 1/3정도가 여름철 쾌적범위 안에 이미 포함되어 있었고, 에어컨을 켜었을 때의 온열환경은 거의 대부분이 쾌적범위안에 포함되어 있었으며, 이때에 여름철 쾌적범위 뿐만 아니라 더 낮은 온도인 겨울철 쾌적범위, 그리고 그 이하에도 일부 포함된 것으로 나타났다.

이것은 전기료의 부담 여부에 따라서 거주자들이 조절한 실내 온열환경범위가 다르다는 것을 의미한다. 원룸의 경우 에어컨을 사용한 만큼 전기료가 부과 되므로 쾌적 범위 안에 포함되지 않은 높은 온도에서 에어컨을 키고, 여름철 쾌적범위쯤에 근접했거나 근접하기 전에 끄는 경향을 보였다. 반면, 기숙사의 경우 에어컨을 키는 시점의 온도가 일부 쾌적범위에 이미 포함되어 있음을 알 수 있는

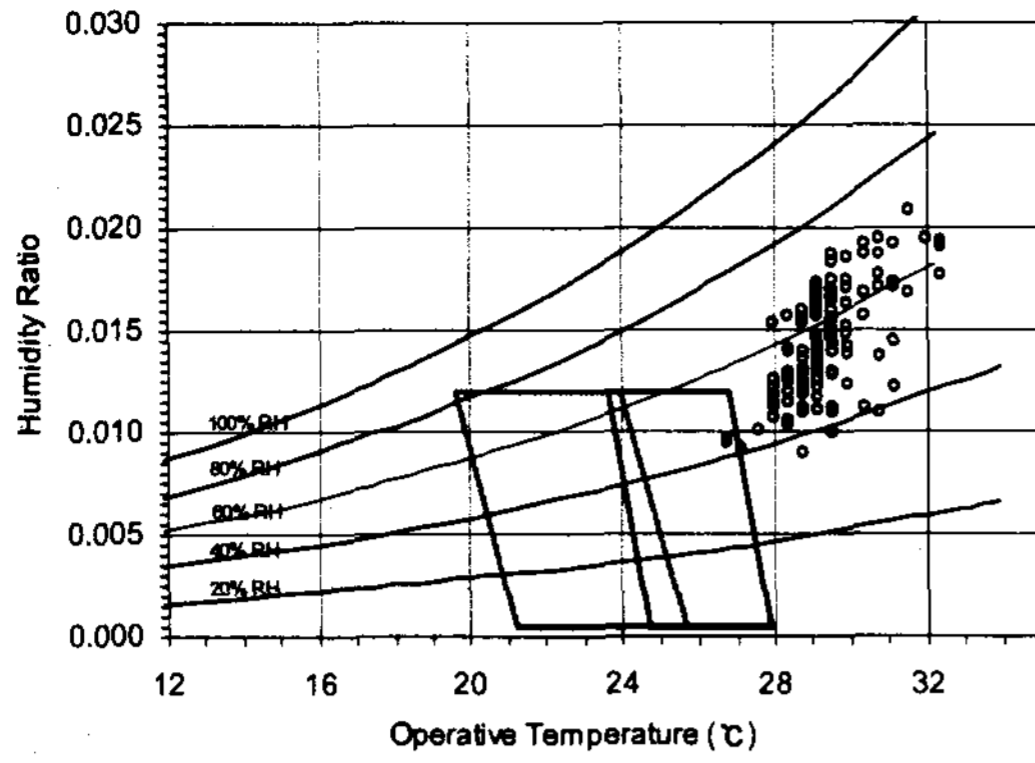
데 이는 그들이 보다 낮은 온도에서 에어컨을 켜다는 것을 의미한다. 또한 기숙사 거주자들이 에어컨을 끄는 시점의 방 온도가 대부분 쾌적범위에 포함되어 있으며 더 낮은 온도 범위인 겨울철 쾌적범위에 까지 이르고 있는 것으로 미루어 보아 경제적 부담이 없는 경우 매우 낮은 온도까지 선호함을 알 수 있다. 실제 인터뷰 결과 춥다고 느낄 때까지 에어컨을 사용하며 추울 경우 에어컨을 끄는 대신 긴팔 상의를 덧입는다는 기숙사 거주자의 응답도 있었다.

이상의 결과로부터, 실험실 실험결과로부터 얻어진 ASHRAE 쾌적범위는 전기요금 부담이 없는 기숙사의 경우와 잘 일치하는 것을 알 수 있으며, 전기요금의 부담이 있는 원룸 거주자의 경우는 여름철 쾌적영역 및 그 보다 높은 온도의 범위로 수용쾌적범위가 확대됨을 알 수 있다.

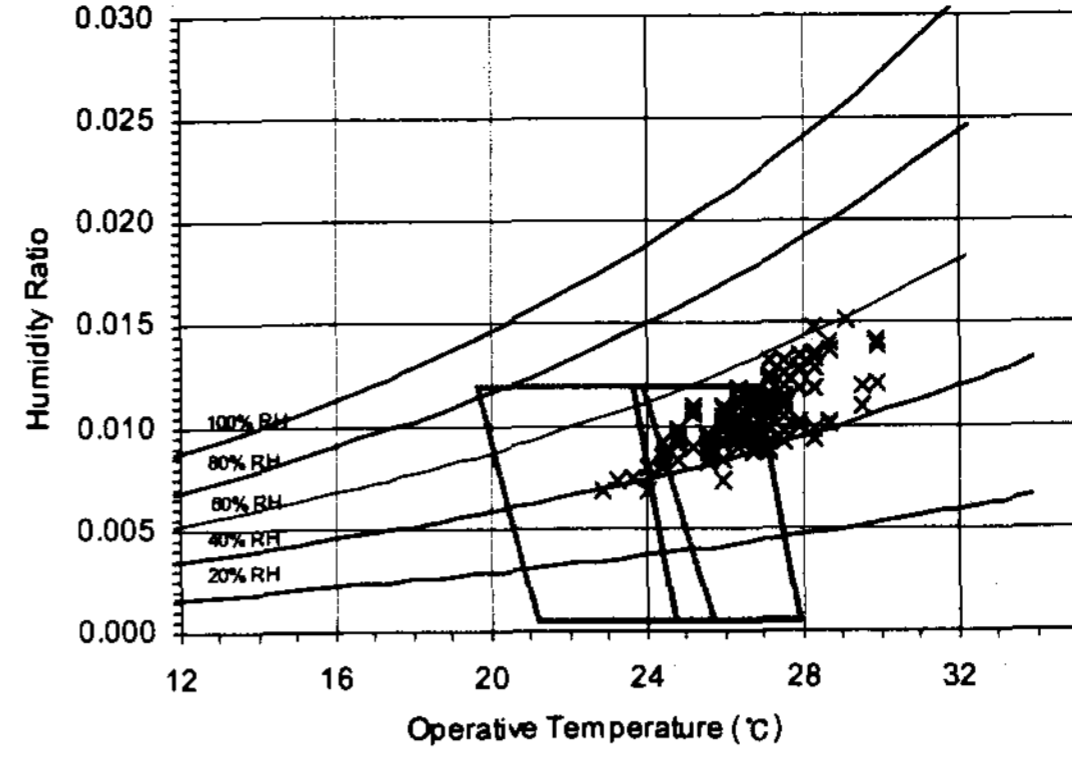
표2. 에어컨 On/Off시의 방 평균 온도 (단위 : ℃)

거주자	원룸		거주자	기숙사	
	On	Off		On	Off
A	31.01	28.83	H	29.21	24.33
B	31.32	28.86	I	26.17	23.23
C	29.07	26.33	J	28.41	24.53
D	29.12	26.48	K	26.11	23.44
E	29.91	27.52	L	26.73	24.27
F	31.86 (방평균온도)		M	26.71	23.53
G	30.36 (방평균온도)		N	26.32	23.48
			O	26.5	21.11
평균	29.86	27.03	평균	26.94	23.72

2) ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. 2004, Atlanta: American Society of Heating Refrigerating, and Air-conditioning Engineers, Inc.

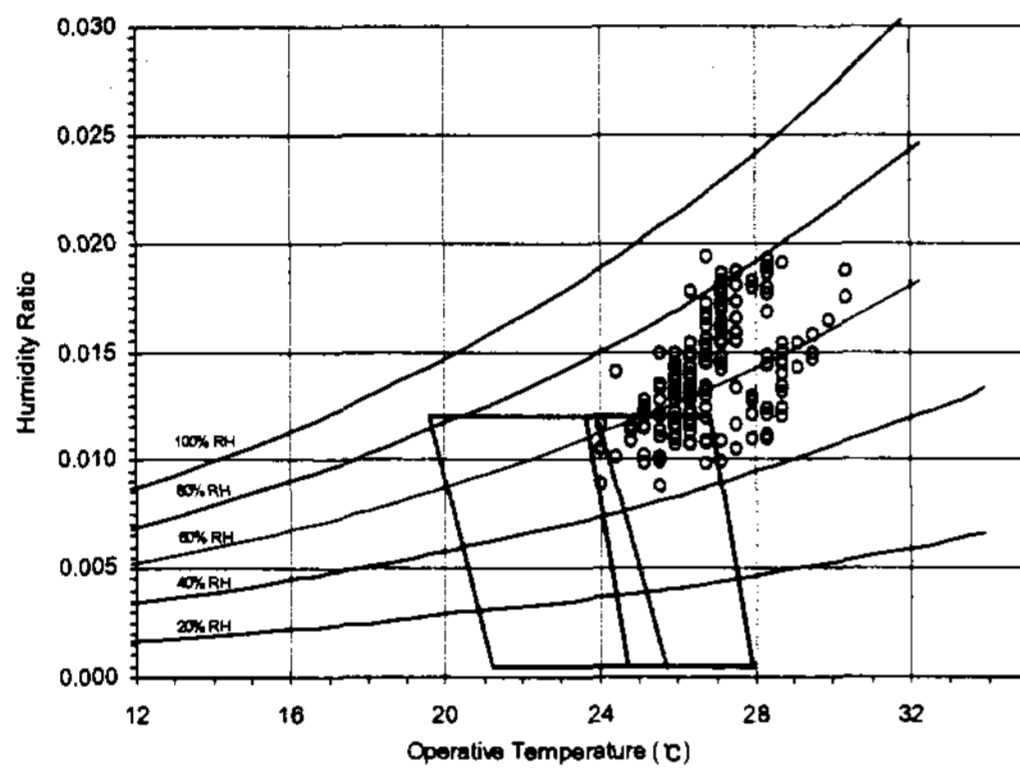


a) 원룸에서 에어컨을 켤 때의 실내온열환경범위

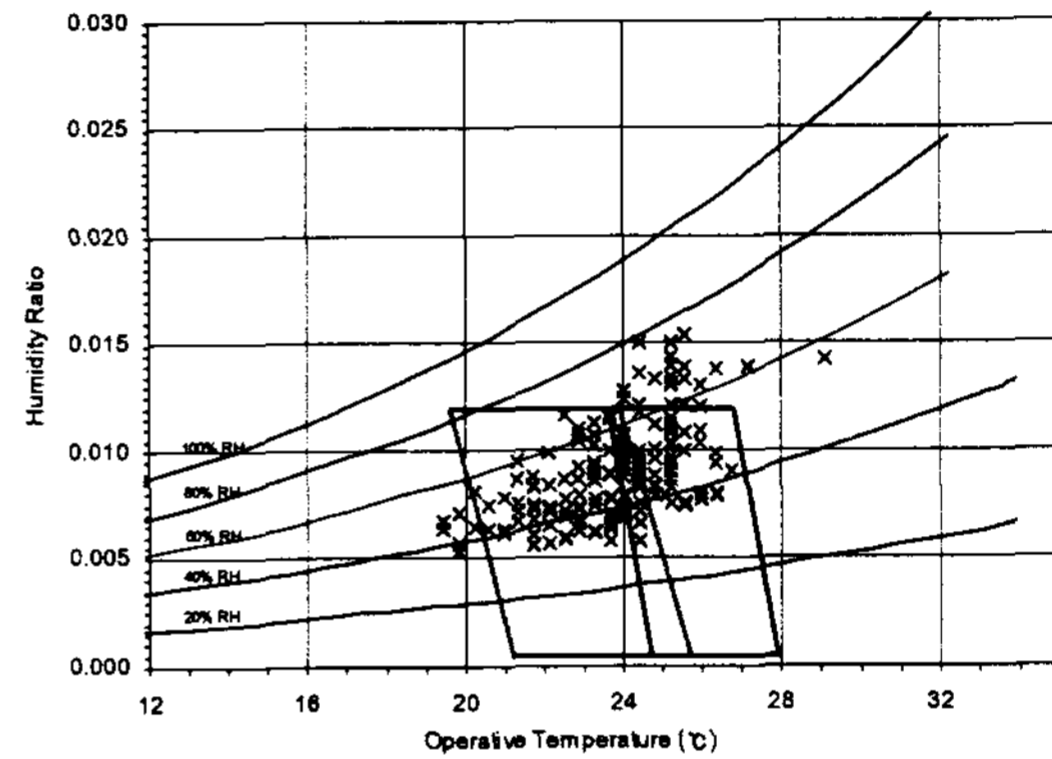


b) 원룸에서 에어컨을 끌 때의 실내온열환경범위

그림3. 원룸의 에어컨 작동 시 실내온열환경범위와 ASHRAE 쾌적범위



a) 기숙사에서 에어컨을 켤 때의 실내온열환경범위



b) 기숙사에서 에어컨을 끌 때의 실내온열환경범위

그림4. 기숙사의 에어컨 작동 시 실내온열환경범위와 ASHRAE 쾌적범위

4. 에어컨 사용시간에 따른 전기요금의 차이

에어컨 사용 시간에 따른 두 그룹의 전기요금을 산출해 보았다. 소비전력은 기숙사 에어컨 소비전력인 400W를 기준으로 하였고, 시간당 전기요금은 한국전력에서 제시한 시간 당 전기요금을 기준으로 하였다. 주택에서의 전기요금은 누진세가 적용되므로 300kW 미만까지의 평균 전기요금을 계산하여 식에 적용하였다.

1) 원룸 그룹

$$400W \times 21.8시간 = 8720W$$

$$8.72kW \times 112.4원/kWh = 980.128원$$

2) 기숙사 그룹

$$400W \times 43.87시간 = 17548w$$

$$17.548kW \times 112.4원/kWh = 1972.3952원$$

이것을 한 달 전기료로 환산해 보면, 원룸은 약 3430원, 기숙사는 약 6903원이며, 기숙사의 전기료가 원룸에 비해 약 두 배가 나오는 것으로 나타났다.

OECD국가의 평균 전기요금의 단가를 비교해 보면 일

본이 163.04원으로 가장 높고 영국(90.12원), 미국(79.02원), 한국(74.58원)의 순이다. 우리나라는 다른 나라에 비해 매우 싼 전기요금을 부과하고 있으며 이에 따라 에너지를 낭비를 초래하는 경향이 있다고 파악된다. 전기료의 부과에 따라 사용시간과 수용쾌적범위가 달라짐을 위의 결과로부터 알 수 있으며, 따라서 에너지 사용 단가를 높인다면 에너지 사용 절약의 효과를 유도할 수 있을 것이라 기대된다.

표3. 국가별 전기료 수준

	Korea	Japan	U.S.A	U.K
단가	74.58	163.04	79.02	90.12
지수	100	219	106	121
조사년도	'04	'04	'04	'03

출처: 한국전력 (2004.12.31기준)

5. 거주자 인터뷰 결과

외출 시 에어컨을 틀어 놓는 편이냐는 질문에 기숙사의 과반 수 이상이 그렇다고 응답했고 원룸은 모두 틀어놓지 않는다고 응답했다. 에어컨 기기상의 설정온도는 평균 20°C 정도로 두 그룹간 차이가 없는 것으로 나타났고, 에어컨을 트는 이유로는 두 그룹 모두 온도가 높아서라는 응답이 제일 많았으며, 기숙사3명, 원룸1명의 거주자가 습기제거의 목적으로 튼다고 응답했다. 또한 두 그룹 모두 에어컨의 설정 온도를 자주 바꾸기 보다는 설정온도는 그대로 두고 on/off만 하는 것으로 나타났으며, 두 그룹 모두 잘 때 에어컨을 끄고 창문을 열어 놓는다고 응답했으나 기숙사의 한명의 거주자는 에어컨을 틀어놓고 창문도 열어놓는다고 응답했다. 평소 실내에서의 착의량을 조사한 결과 기숙사 0.24clo, 원룸 0.15clo로 원룸에 비해 기숙사의 착의량이 다소 높음을 알 수 있었다. 한 달 에어컨 사용료로 얼마를 지불할 의향이 있는냐는 질문에 기숙사 거주자는 평균 3.17만원, 원룸 거주자는 6만원을 지불 하겠다고 응답해 평소 에어컨 사용료를 직접 지불하는 원룸 거주자가 기숙사 거주자에 비해 에너지 사용료에 대한 인식이 높은 것으로 나타났다.

IV. 결 론

이상의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 기숙사 입실료 이외에 전기요금이 따로 부과되지 않는 기숙사 그룹이 개별 사용량에 따라 광열비가 따로 부과되는 원룸 그룹에 비해 에어컨 사용시간이 약 두 배가 높았다.
2. 에어컨을 키고 끄는 온도에 두 그룹 간의 차이가 있었으며, 원룸 그룹에 비해 기숙사 그룹이 낮은 온도에서 에어컨을 키고 끄는 것으로 나타났다. 원룸 그룹은 ASHRAE Standard 55의 온열쾌적범위 밖의 온도에서 에어컨을 키고 온열쾌적범위에 일부 포함되거나 근접한 온도에서 에어컨을 켜다. 반면, 기숙사 그룹은 일부 온열쾌적영역에 포함된 온도에서도 에어컨을 켜며, 여름철 쾌적영역 뿐만 아니라 더 낮은 온도인 겨울철 쾌적영역에서 에어컨을 켜다.
3. 300kW 미만의 평균 전기요금을 대입하여 사용시간에 따른 두 그룹의 전기요금을 산출한 결과, 원룸 그룹은 약 3430원, 기숙사 그룹은 약 6903원의 전기요금이 에어컨 사용에 의하여 부과되는 것으로 나타났다.

이상에서와 같이 경제적 요인이 거주자의 에어컨 사용시간 및 수용가능한 쾌적범위에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 대학교 기숙사의 경우, 많은 에어컨 사용 시간 뿐 아니라, ASHRAE Standard 55의 여름철 쾌적범위 이하까지 분포된 실내온열환경을 형성하고 있는 것으로 보아 냉방 에너지의 절약에 대한 필요성이 있다고 판단된다. 따라서 방별로 에너지 사용량을 검침할 수 있도록 하고, 공간 사용료와 광열비를 분리하는 것이 필요하며 일정 요금 이상을 초과한 기숙사 세대에 약간의 전기요금을 부담토록 하는 것이 바람직하겠다. 또한 실험실 실험을 통해 산출된 ASHRAE Standard 55의 온열쾌적범위는 경제성이 반영되지 않은 것으로, 경제적 부담을 고려하는 주택에서의 수용쾌적 범위는 위와 같은 감각적 쾌적범위와는 다르게 산출됨을 알 수 있다. 따라서 이러한 경제성에 의한 거주자의 온열환경 조절 가능성을 반영한다면 기존의 좁은 범위의 쾌적범위보다 넓은 수용쾌적범위를 산출할 수 있을 것이며 이것을 현장에 적용했을 때 에너지 절약에 대한 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 배누리(2005), 공동주택의 여름철 수용 쾌적온도 범위와 거주자의 냉방기 사용행위에 관한 연구, 설비공학논문집, 제 17권, 제 5호, pp. 477-486
2. ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. 2004, Atlanta: American Society of Heating Refrigerating, and Air-conditioning Engineers, Inc.