

아파트의 겨울철 실내온열환경 실태와 생활요인 분석

Analysis on Living Factor and Present Condition of Indoor Thermal Environment in Apartment Units during Winter

최윤정* 정연홍**
Choi, Yoon Jung Jeong, Youn Hong

Abstract

The purposes of this study were to make clear the present condition of indoor thermal environment in apartment units and to analyze the relation of the living factors with indoor thermal elements. The field surveys consisted of measurements on physical elements and observations on living factors and interview on resident's subjective responses were carried out in 20 apartment units. The field surveys were carried out during the January~March 2007. Measuring elements were air temperature, globe temperature, and relative humidity. As results, the averages of indoor temperature each houses were 21.2~27.2°C, the number of houses exceed the comfort zone were 4. The averages of globe temperature each houses were 21.3~27.5°C, 6 houses exceeded the comfort zone. The means of relative humidity were 19.5~58.8%, relatively dry condition. The clothing value of residents were 0.39~0.89 clo(average 0.68 clo). The average of thermal sensation ratings each room were 4.2~4.8, 'neutral'~'slightly warm'. The results of regression analysis on relations of living factors with the thermal elements are as follow; ventilation time(outdoor air exchange), door opening time with balcony, and gas cooker use time had significant effect on indoor temperature.

키워드 : 아파트, 겨울철, 실내온열환경, 실태, 생활요인

Keyword : Apartment Unit, Winter, Indoor Thermal Environment, Present Condition, Living Factor

1. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

지금까지 주택의 실내온열환경을 주제로 한 연구들은 다수 있었으나, 아직까지 우리나라 주택 또는 아파트에 대한 실내온열환경 평가기준 또는 설계기준은 정립되어 있지 못하다. 이러한 정립을 위해서는 실내온열환경의 물리적 요소, 인체측 요인, 생활요인 등에 대한 실태파악이 선행되어야 한다.

최근에는 새집증후군을 비롯한 신축아파트의 실내공기질에 대한 관심이 증대되고, 이에 따라 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에서 신축 또는 리모델링 공동주택은 시간당 0.7회의 환기설비 설치가 의무화되는(2006. 2. 13 개정) 등, 아파트 실내공기질의 질적 확보에 주력하고 있다. 그러나, 쾌적한 실내공기질 확보를 위한 환기는 실내온열환경 측면에서는 물리적 요소의 경시변동과 난방 에너지 소비를 가져오는 원인이 된다. 그러나, 지금까지 환기를 실내공기질의 질적 향상을 위한 방법으로서가 아닌, 실내온열환경의 생활요인으로 다룬 연구는 거의 이루어진 바 없다.

이에, 본 연구는 아파트 실내온열환경의 쾌적성 향상을 위한 기초연구로서, 아파트의 겨울철 실내온열환경의 실태로서 물리적 요소 측정과 주관적 반응을 조사하고, 이에 영향을 미치는 인체측 요인과 환기 등의 생활요인에 대해 분석하는 것을 목적으로 한다.

2. 평가기준

아직까지 우리나라에 주택 실내온열환경 평가기준이 규정되어 있지 않으나 본 연구의 측정결과를 평가하기 위한 기준을 정하기 위해, 외국의 평가기준과 본 연구에서의 착의량과 유사하고, 실내온도 또는 흑구온도로 쾌적범위를 제시한 국내 선행연구(공성훈 등, 1988; 한운호 등, 1988; 손장열 등, 1991; 윤정숙 등, 1992; 이춘식 등, 1993; 윤정숙 등, 1994)들을 살펴보았다. 이들 연구에서 제시한 대부분의 평가기준이 실내온도와 흑구온도에 거의 차이가 없었으며, 본 연구와 같은 착의량 조건에서, 실내온도와 흑구온도 22~25 °C를 평가기준으로 제시하고 있어, 본 연구에서도 이를 적용하였다.

상대습도 기준은 일본 주택 열환경평가 기준치(1991)에서는 동기 30~50%, ASHRAE Standard(1992)에서는 50%, ISO 7730(1994)에서는 30~70% 였으며, 윤정숙 등(1992)과 윤정숙 등(1992)에서는 50±10%를 실험조건으로 하였다. 따라서 이들 기준은 상대습도 50%를 중성점으로 하고 그 범위를 좁게 정하거나 넓게 정하는 차이가 있는 것으로 해석된다. 본 연구에서는 실험실이 아닌 거주자의 생활을 수용한 주택의 실태파악을 위한 측정이었으므로

*정희원(주저자, 교신저자), 충북대학교 주거환경·소비자학부 교수, 이학박사

**정희원, 충북대학교 생활과학연구소 석사후 보조연구원

이 연구는 2006년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구의 일부임 (KRF-2006-531 -C00091)

다소 넓은 범위인 50±20 %를 평가기준으로 정하였다.

II. 연구방법

1. 조사대상

조사대상은 편의 표집으로서, 아파트 단지의 관리사무소를 방문하여 소개받은 주호를 방문하여 협조 의사가 있는 아파트 단위주거 20곳을 대상으로 하였다. 조사대상의 특성은 표 1과 같다.

표 1. 조사대상의 특성

주조사 택일시	주택특성(아파트완공당시기준)						거주자 면접대상자(주부) 및 가족 특성						
	완공 시기	난방 방식	방위	일조 방해 요인**	위 치	면 적 (평)	주부 가족						
							나이	직업 ***	주부 학력	가족 수	연가족소득 ****		
1	2007 0125	1999	남	-	중앙	24	5/15	34	일반사 무직	대출	1	3000만원이상~ 3600만원미만	
2	2007 0126	1999	남	-	측부	24	12/12	50	판매서 비직	중졸	1	8400만원이상	
3	2007 0127	1999	남	-	중앙	23	12/15	31	주부	초대 졸	4	1800만원이상~ 2400만원미만	
4	2007 0129	1999	남	-	중앙	23	13/15	30	주부	대출	5	4200만원이상~ 4800만원미만	
5	2007 0202	1999	남	-	중앙	32	6/14	38	주부	대출	3	4800만원이상~ 6000만원미만	
6	2007 0208	2003	남	-	측부	24	3/15	31	주부	고졸	2	4200만원이상~ 4800만원미만	
7	2007 0209	1993	남	-	중앙	42	5/14	40	주부	대출	3	6000만원이상~ 7200만원미만	
8	2007 0214	1993	남	-	측부	42	4/14	27	전문기 술직	대학 원졸	3	7200만원이상~ 8400만원미만	
9	2007 0215	2001	남	-	중앙	30	7/10	45	판매서 비직	고졸	4	4200만원이상~ 4800만원미만	
10	2007 0216	1999	남	-	중앙	23	2/15	44	주부	고졸	4	3600만원이상~ 4200만원미만	
11	2007 0226	1993	동남	-	측부	37	11/15	46	주부	대출	4	4800만원이상~ 6000만원미만	
12	2007 0226	1995	동	동향 배치	측부	32	8/15	44	전문기 술직	대학 원졸	4	7200만원이상~ 8400만원미만	
13	2007 0227	1993	남	-	중앙	42	1/14	40	전문기 술직	대출	4	7200만원이상~ 8400만원미만	
14	2007 0227	1995	남	-	중앙	32	6/15	35	주부	대출	4	7200만원이상~ 8400만원미만	
15	2007 0228	1995	지역 난방	남	앞건 물	중앙	32	15/15	43	일반사 무직	고졸	3	6000만원이상~ 7200만원미만
16	2007 0307	1995	중앙 난방	동	앞건 물	중앙	32	13/15	29	주부	대출	3	4800만원이상~ 6000만원미만
17	2007 0313	2001	지역 난방	남	앞건 물	중앙	34	3/12	31	전문기 술직	초대 졸	3	4800만원이상~ 6000만원미만
18	2007 0320	2001	지역 난방	남	-	측부	30	11/12	36	주부	고졸	4	4200만원이상~ 4800만원미만
19	2007 0327	1999	중앙 난방	동남	-	측부	41	9/15	32	주부	대출	4	4800만원이상~ 6000만원미만
20	2007 0331	1990	개별 난방	남	-	중앙	32	1/5	56	주부	고졸	4	1200만원이상~ 1800만원미만

* 20주택 모두 구조는 철근콘크리트이고, 환기설비는 모두 욕실팬과 주방후드가 있었고, 20번 주택만 욕실팬 없었다. 평면구성은 면적이 37평 이상인 주택(5주택)은 모두 LDK+4B이었고, 37평 미만인 주택은 모두 LDK+3B이었다. 20주택 모두 자가였다.

** 조사시간(오전10~오후7시; 9시간)중 1/2이상 일조방해를 받는 경우

*** 한국표준직업분류 및 직종(노동부)을 기준으로 질문함

**** 연소득 분류 월소득 10분위에 12개월을 곱한 결과임

2. 조사내용 및 방법

1) 거주자 면접

거주자 면접은 거주자(주부)를 대상으로 면접지를 이용하여 기초항목(거주자 특성, 주거관련 특성), 인체측 요인(착의량), 실내온열환경에 대한 주관적 반응으로 공간별

온열감 7단계를 조사하였다.

2) 현장측정

측정요소는 실내온도, 상대습도, 흑구온도로서 거주자의 생활을 수용한 상태에서 측정시작 시간인 오전 10시부터 측정이 끝나는 오후 6시까지 5분 간격으로 자동 저장하였다. 측정시 실내온열환경에 영향을 미치는 관련요인을 관찰·기록하였다.

외부온도, 습도는 측정시간동안 1시간 간격의 기상청 자료를 이용하였다. 측정위치는 거실 중앙의 바닥위 1.2m~1.5m 높이로 하였다. 현장측정 방법은 표 2와 같다.

표 2. 현장측정 방법

측정항목	측정기기	측정시간	측정위치
실내	실내온도	디지털온습도계 (TR-72S)	거실 중앙에 서 바닥면으 로부터 1.2~ 1.5m의 높이
	상대습도		
	흑구온도		
외부	온·습도	측정시간(8시간)동안 이용	1시간 간격의 기상청 자료

3. 분석방법

분석내용에 따른 분석방법은 표 3과 같다.

표 3. 분석방법의 개요

분석내용		분석방법
1. 물리적 요소 측정 결과	1) 실내온도 2) 흑구온도 3) 상대습도	· 각 주택별 실내온열환경요소의 측정치와 측정일의 영향요인을 시간변동 그래프로 작성하여(예시; 그림1) 분석 · 실내온열환경요소의 종합은 20개 주택의 측정요소별 평균, 최저, 최고 농도를 그래프로 작성하여 분석
	2. 인체측 요인 및 주관적 반 응	1) 착의량
2) 온열감		SPSS 12.0 Program을 이용한 빈도, 평균 등의 단순 통계
3. 영향요 인 분석	1) 실내온도 감소 량과 환기 및 발코 니문개방 시간의 관련성	단순회귀분석
	2) 실내온도 증가 량과 가스레인지사 용시간의 관련성	

III. 조사결과 및 해석

1. 물리적 요소 측정결과

1) 실내온도

각 주택의 실내온도 평균은 21.2~27.2 °C이었고 전체 평균은 23.9 °C이었다. 평균이 평가기준(22~25 °C)을 벗

어난 주택은 6개 주택이었으며 그 중, 평가기준을 초과한 주택이 4개 주택이었다. 각 주택별 최대치와 최소치의 차이는 1.0~5.5 °C로 나타났다.

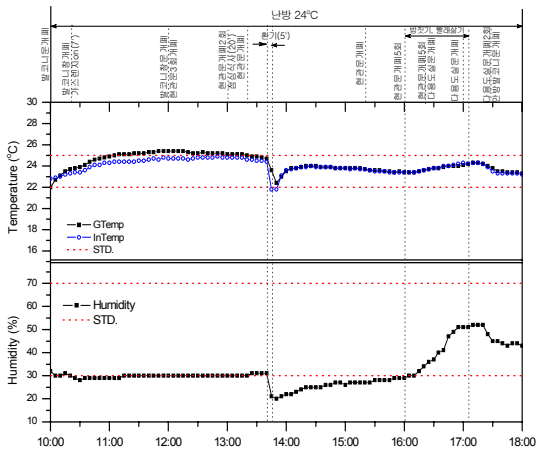


그림 1. 주택별 측정결과(예시; 11번 주택)

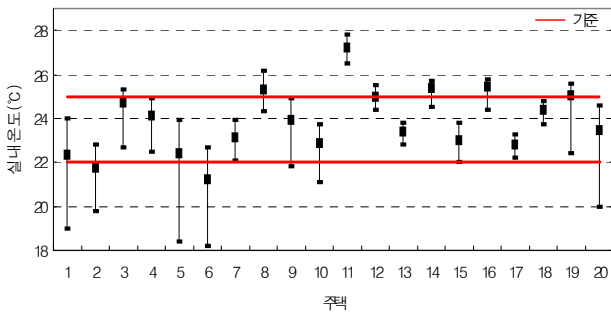


그림 2. 실내온도 측정결과

2) 흑구온도

각 주택의 흑구온도 평균은 21.3~27.5 °C이었고 전체 평균은 24.1 °C로 나타났다. 평균이 평가기준(22~25 °C)을 벗어난 주택은 7개 주택이었으며 그 중, 평가기준을 초과한 주택이 6개 주택이었다. 각 주택별 최대치와 최소치의 차이는 1.0~5.6 °C로 나타났다.

실내온도와 흑구온도 평균이 기준을 초과한 주택이 각 4개, 6개 주택이었는데 이들 주택은 모두 난방방식이 중앙난방이었다. 중앙난방 8개 주택 중 흑구온도 평균이 기준을 초과하지 않은 주택은 2개 주택뿐이었다.

즉, 현재 중앙난방 아파트 단지에서 일반적으로 세대내부의 상황을 체크하지 않고 기계실에서 난방을 가동함에 따라 세대내부에서는 과다난방 상황이 빈번한 것으로 해석된다.

거주자에 의해 조절되는 지역난방과 개별난방 주택은 평균이 기준을 초과하지는 않으나 최대치와 최소치의 차, 즉 일교차가 큰 주택이 많아 난방가동을 완전히 중지했다가 설정온도를 높히는 간헐적 가동으로 조절하고 있는 것으로 해석된다.

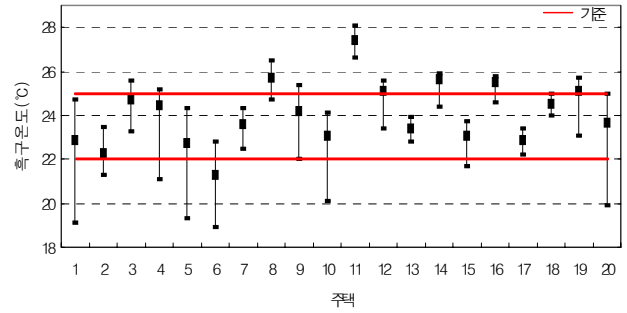


그림 3. 흑구온도 측정결과

(3) 상대습도

각 주택의 상대습도 평균은 19.5~58.8 %이었으며 전체 평균은 36.6 %이었다. 평가기준(30~70 %)을 벗어나, 기준 미만인 주택은 7개 주택이었다. 각 주택별 최대치와 최소치의 차이는 3.0~32 %로 나타났다.

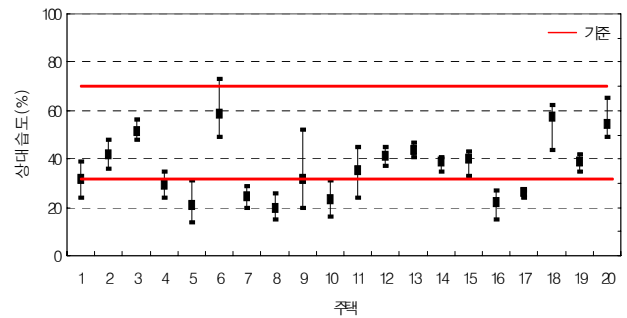


그림 4. 상대습도 측정결과

2. 인체측 요인 및 주관적 반응 조사결과

1) 착의량

각 주택 주부의 착의량은 0.39~0.89 clo(평균 0.68 clo)로 나타났다. 평균 0.68 clo는 ASHRAE, ISO, 일본주택열환경평가기준 등에서 볼 때, 중간기 정도로 볼 수 있다.

2) 온열감

각 공간에 대한 온열감 반응에서 거실은 '약간 서늘하다'가 35%, 부엌은 '따뜻하다'가 40%, 욕실은 '어느쪽도 아니다'가 30%, 침실1(안방)은 '약간 서늘하다'와 '약간 따뜻하다'가 각각 30%, 침실2(자녀방)와 침실3에서는 '약간 서늘하다'가 각각 30%로 나타났다. 그러나 각 공간의 온열감의 평균을 보면 거실은 4.3, 부엌은 4.4, 욕실은 4.2, 침실1(안방)은 4.7, 침실2(자녀방)는 4.3, 침실3은 4.8로, 모든 공간에서 '어느쪽도 아니다'와 '약간 따뜻하다' 사이의 온열감에 반응하였다.

3. 실내온열환경 영향요인 분석

실내온열요소에 영향을 미치는 생활요인은, 주택별 그래프에서 측정요소별로 증가요인과 감소요인을 분석한 결과, 흑구온도와 실내온도는 난방가동여부와 난방온도, 가스렌지 사용, 환기에 의해 영향을 받는 것으로 보이고, 상대습도는 물끓임, 난방가동, 환기에 의해 영향받는 것

으로 보인다. 이 중 20개 주택의 그래프 모두에서 영향 정도가 명백한 생활요인은 환기, 발코니문 개방, 가스레인지 사용에 의한 실내온도 변동으로 판단된다. 이에, 이들 요인과 실내온도와 회귀분석을 하였다.

표 4. 온열감 조사결과

온열감 공간	① 춥다		② 서늘하다		③ 약간 서늘하다		④ 어느 쪽도 아니다		⑤ 약간 따뜻하다		⑥ 따뜻하다		⑦ 덥다		계 (명)	평균 공간 전체
	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%		
	거실	1	5	1	5	7	35	0	0	6	30	4	20	1		
부엌	1	5	0	0	6	30	1	5	3	15	8	40	1	5	20	4.4
욕실	0	0	1	5	5	25	6	30	4	20	3	15	1	5	20	4.2
안방	0	0	0	0	6	30	1	5	6	30	5	25	2	10	20	4.7
자녀방	1	5	1	5	6	30	2	10	4	20	4	20	2	10	20	4.3
침실3	0	0	2	10	6	30	3	15	4	20	5	25	0	0	20	4.8

1) 환기(외기교환)

각 주택에서 다른 생활요인이 없을 때의 외부와 연결된 창문이 열린 환기시간과 실내온도와 상대습도 변화량을 추출하여 단순회귀분석 하였다. 그 결과, 외부와 연결된 창문이 열린 환기시간이 증가할수록 실내온도 저하량도 유의적으로 커지는 것으로 나타났다.

2) 발코니문 개방

외부와 직접 연결되지는 않아도 거실 앞발코니로 나가는 거실창과 다용도실문 등의 개방시간에 따른 실내온도와 상대습도 변화량을 추출하여 단순회귀분석 하였다. 그 결과, 외부와 연결되지 않아도 발코니문의 개방시간이 증가할수록 실내온도 저하량도 유의적으로 커지는 것으로 나타났다.

3) 가스레인지 사용

각 주택에서 다른 생활요인이 없을 때의 가스레인지 사용에 의한 실내온도 변화량을 추출하여 단순회귀분석한 결과, 가스레인지 사용시간이 증가할수록 실내온도 상승량도 유의적으로 커지는 것으로 나타났다.

표 5. 실내온도에 대한 영향요인 단순회귀분석

Y	X	회귀식	R ²
온도 저하량	환기시간	Y=1.450+0.006X	0.009*
	발코니문 개방시간	Y=0.432+0.003X	0.026**
온도상 승량	가스레인지 사용시간	Y=0.339+0.004X	0.022***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

회귀식에 의하면 환기시간 5분은 실내온도를 1.48℃ 저하시키는 것으로, 발코니문 개방시간 5분은 실내온도를 0.45℃ 저하시키는 것으로, 가스레인지 사용시간 5분은 실내온도를 0.36℃ 상승시키는 것으로 산출되었다.

IV. 결론

본 연구는 아파트의 겨울철 실내온열환경 실태를 파악

하고, 이에 영향을 미치는 생활요인에 대해 분석하는 것을 목적으로, 20개 아파트 단위주거에서 거주자가 생활하고 있는 상태의 실내온열요소를 측정하고 주관적 반응과 인체측 요인, 생활요인을 조사하는 현장조사를 수행하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 각 주택의 실내온도 평균은 21.2~27.2℃(전체평균 23.9℃), 흑구온도 평균은 21.3~27.5℃(전체평균 24.1℃)로, 중앙난방방식의 4~6개 주택이 과다난방 상태로 나타났으며, 상대습도 평균은 19.5~58.8%(전체평균 36.6%)로 대체로 건조한 상태로 나타났다.

2) 각 주택 거주자(주부)의 착의량은 0.39~0.89 clo(평균 0.68 clo)로 중간기 착의량 정도로 나타났고, 온열감 반응은 공간별 평균 4.2~4.8로서, '어느 쪽도 아니다'~'약간 따뜻하다' 로 나타났다.

3) 실내온도에 영향을 미치는 생활요인에 대한 회귀분석에서 유의적인 결과는, 환기시간(외기교환)과 발코니문 개방시간이 증가할수록 실내온도 저하량도 커지는 것으로 나타났고, 가스레인지 사용시간이 증가할수록 실내온도 상승량도 커지는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 공성훈·손장열·이옥경(1988). 공동주택의 온열환경 요소 분포와 인체의 자세별 온열쾌적조건에 관한 연구. 대한건축학회 논문집, 4(3) : 185-192.
2. 손장열·백용규·공성훈·박상동(1991). 종합적 환경평가지표에 의한 온열중성점 온도 도출방법에 관한 연구. 대한건축학회 논문집, 7(3) : 253-260.
3. 윤정숙·최윤정·이성하(1992). 여름철 실내온열환경의 중성온도 설정에 관한 실험연구. 대한건축학회논문집, 8(4) : 73-80.
4. 윤정숙·최윤정(1992). 겨울철 실내온열환경의 쾌적범위설정에 관한 실험연구. 대한가정학회지, 30(2) : 81-86.
5. 윤정숙·민경애·최윤정(1994). 온돌난방공간에 있어서 온수급급조건에 따른 거주자의 주관적 반응과 온열쾌적범위. 대한건축학회논문집, 10(10) : 167-173.
6. 이춘식·배귀남·이철희·최항철·명현국(1993). 실내환경 쾌적성 평가방법에 관한 연구(I). 한국과학기술연구원.
7. 한윤호·이중우(1988). 지온바닥면복사난방의 열환경지표에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 4(3), 203-209.
8. 川島美勝 編著(1994). 高齢者の住宅熱環境. 理工學社. 東京.
9. ASHRAE(1992). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ANSI/ASHRAE standard 55-1992.
10. ISO 7730(1994). Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort-. ISO Standard 7730.
11. kosis.nso.go.kr/(통계정보시스템). 소득10분위별 가구당 월평균 가계수지(근로자가구). 2007.
12. www.nso.go.kr/(통계청) 한국표준직업분류. 통계청 고시 제 2000-2호(2000. 1. 7 고시, 2000. 3. 1.시행)