

## 공동주택의 냉방시 실내온열환경 평가 연구

### Evaluation of Indoor Thermal Environment for Cooling in Apartment House

김난행\*  
Kim, Nan-Haeng

안병욱\*\*  
Ahn, Byung-Wook

#### Abstract

It is not sufficient to control the indoor thermal environment using only one or two parameters by itself as human response for the control of indoor thermal environment. So a proper environmental thermal index is required for the control of indoor thermal environment effectively. In this study, the physical environment was measured and analysed and the skin temperature of the subjects and their response were investigated to evaluate the optimum thermal comfort range for cooling season in an apartment house. As a result, the optimal temperature was 26.1°C and the temperature ranges which more than 80% responded as satisfactory were 24.1~28.0°C, respectively. As the OT had most significant interrelation with the PMV, it is desirable to use the OT in evaluating the thermal environment during cooling. Also, the comfort range was concluded between OT 25.5~27.3°C by appointing the PMV of -0.5~0.5 as the optimum comfort condition. In addition, the Human responses were compared with calculated PMV, OT and MRT and the relationships are suggested in order to utilize to control indoor thermal environment.

Keywords : Indoor thermal environment, Comfort zone, Cooling period, PMV, OT, MRT

#### 1. 서 론

##### 1. 연구의 배경 및 목적

주거생활의 질적 향상에 따라 냉방 수요가 증가하고 있고 최근의 고급 아파트와 주상복합 건물을 중심으로 중앙공급식 냉방시스템에 대한 검토도 활발하게 진행되고 있다. 따라서, 요구되는 환경을 보다 효과적으로 제어할 수 있는 냉방시스템에 대한 검토와 함께 냉방시의 적정 온열환경조건에 대한 검토가 시급히 요구되고 있는 실정이다.

온열환경은 인간이 느끼는 춥거나 더운 온냉감의 관점에서 가장 쾌적한 조건을 설정하고 또한, 제어해 주는 것이 실질적인 목적이라 할 수 있다. 실내에서 인체가 느끼는 온열감과 같이 작동하는 센서가 존재한다면 비교적 쉽게 적정 실내환경을 형성할 수 있겠지만 현재로서는 여의치 않은 실정이다. 그

러나 온열환경에 영향을 미치는 온도, 습도, 실내표면온도, 기류속도 등의 열환경 요소들을 측정 등에 의해 구할 수 있다면, PMV, OT, MRT와 같은 열환경 지표의 계산은 가능해진다. 또한 인간이 느끼는 온열감과 이론적인 열환경 지표와의 관계를 규명하게 되면 관련 인자들을 이용하여 실내 열환경의 제어도 가능해 질 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 공동주택의 실제 공간을 대상으로 냉방시 온열환경요소를 측정하고 재실자의 피부온 및 주관적인 반응을 조사하여 냉방시의 쾌적범위를 분석·제시하고, PMV, OT, MRT 등의 열환경 평가지표를 계산하여 인체 반응과의 관계를 검토·제시함으로써 개별요소의 조합에 의한 실내열환경 제어의 기초를 마련하는 것을 목적으로 하였다.

##### 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공동주택의 냉방시 실내온열환경 특성을 분석하기 위한 것으로 물리적인 실내온열환경과 재실자의 피부온도를 측정하는 측정조사와 재실자의

\*정회원, 한양대학교 건축공학과 박사과정 수료

\*\*정회원, 충청대학 건축학부 교수, 공학박사

표 1. 연구방법 개요

	측정 조사	설문 조사
대상	22층의 초고층 아파트의 10층의 중앙부	건강한 20대 성인 남·녀
내용	실내온열환경특성 (물리적 온열환경과 피부온도)	온열환경에 대한 주관적 반응
일시	1998년 9월 2일~9월 5일	

주관적 반응을 평가하기 위한 설문조사로 이루어졌다. <표 1>은 연구방법의 개요를 나타낸다.

## II. 열환경 평가지표의 계산

### 1. 인체와 각 벽면의 형태계수

Nakamura(1979)는 <그림 1>과 같이 미소입방체와 각 벽면간의 형태계수를 이용하여 인체와 각 벽면간의 형태계수를 근사적으로 구하는 방법을 제안하고 있다. 이 때 인체와 주위벽면의 형태계수는 식 (1)과 같다.

$$F_{p-i} = \sum_{b=1}^6 \alpha_b \cdot f_{bi} \quad (1)$$

여기서,  $F_{p-i}$ : 인체와 벽면  $i$ 의 형태계수  
 $\alpha_b$ : 가중계수<표 2 참조>  
 $f_{bi}$ : 미소면과 벽면  $i$ 의 형태계수

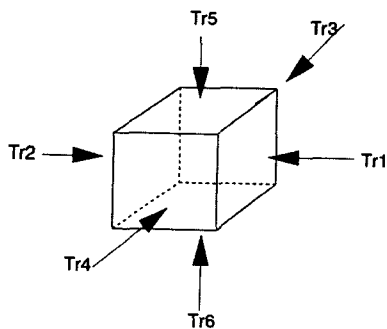


그림 1. 미소입방체

표 2. 가중계수

-	$\alpha_1 \sim \alpha_4$	$\alpha_5 \sim \alpha_6$
없어 있는 경우	0.199	0.102
서 있는 경우	0.238	0.024

### 2. 평균복사온도(Mean Radiant Temperature, MRT)

인체에 대한 주위벽면의 평균복사온도  $T_{pmrt}$ 는 식 (2)와 같이 계산할 수 있다(Kaizuka, et al., 1987). 실내공간의 경우 면적가중 평균표면온도(Average Surface Temperature, AST)로 약산하는 경우도 있다.

$$T_{pmrt} = \sum_{i=1}^N F_{p-i} \left( \epsilon_i \cdot T_i^A + \frac{1-\epsilon_i}{\epsilon_i} \sum_{j=1}^N \epsilon_j \cdot B_{ji} \cdot T_j^A \cdot \frac{A_j}{A_i} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (2)$$

여기서,  $A$ : 면적[m<sup>2</sup>]

### 3. 작용온도(Operative Temperature, OT)

작용온도 OT는 식 (3)으로 계산할 수 있다.

$$OT = \frac{h_c \cdot t_R + h_r \cdot t_{pmrt}}{h_c + h_r} \quad (3)$$

여기서,  $h_c$ : 인체표면의 대류열전달율[kcal/m<sup>2</sup>h°C]

$h_r$ : 인체표면의 복사열전달율[kcal/m<sup>2</sup>h°C]

### 4. 예상온열감 반응(Predicted Mean Vote, PMV)

PMV는 P. O. Fanger(1972)에 의해 제안된 지표로, 주위환경에 대한 인체의 열적 반응을 열평형식에 기초하여 나타낸 것이다[식 (4)~(7)]. PMV는 -3(춥다)~+3(덥다)의 범위를 나타낸다.

$$PMV = (0.352e^{-0.042M} + 0.032) \times [(M - W) - 0.35(43 - 0.061(M - W) - P_a) - 0.42(M - W - 50) - 0.0023M(44 - P_a) - 0.0014M(34 - T_{air}) - 3.4 \times 10^{-8} f_{cl}((t_{cl} + 273)^4) - (T_{mrt} + 273)^4 - f_{cl} h_c (t_{cl} - T_{air})] \quad (4)$$

$$t_{cl} = 35.7 - 0.032(M - W) - 0.18 I_{cl} [3.4 \times 10^{-8} f_{cl} ((t_{cl} + 273)^4 - (T_{mrt} + 273)^4) + f_{cl} h_c (t_{cl} - T_{air})] \quad (5)$$

$$h_c = 2.38(t_{cl} - T_a)^{0.25} (2.38(T_{cl} - T_a)^{0.25} > 12.1\sqrt{v} \text{ 일때}) \\ 12.1\sqrt{v} \quad (2.38(T_{cl} - T_a)^{0.25} < 12.1\sqrt{v} \text{ 일때}) \quad (6)$$

$$f_{cl} = 1.0 + 1.29 I_{cl} \quad (I_{cl} < 0.078 m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} \text{의 경우}) \\ 1.05 + 0.64 I_{cl} \quad (I_{cl} > 0.078 m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} \text{의 경우}) \quad (7)$$

여기서, M: 체표면적 당 신진대사량[1Met = 58W/m<sup>2</sup>]  
 W: 외부일[W/m<sup>2</sup>]  
 I<sub>cl</sub>: 의복의 열저항[m<sup>2</sup>C/W]  
 f<sub>cl</sub>: 전체표면적에 대한 착의시의 피부노출면적비[-]  
 T<sub>a</sub>: 공기온도[°C]  
 T<sub>r</sub>: 평균복사온도[°C]  
 v: 상대풍속[m/s]  
 P<sub>a</sub>: 수증기분압[Pa]  
 h<sub>c</sub>: 대류열전달율[W/m<sup>2</sup>C]  
 t<sub>cl</sub>: 의복의 표면온도[°C]

### III. 측정대상 및 측정방법

#### 1. 측정대상

본 연구의 측정대상 건물은 22층의 초고층 아파트로 측정대상 주호는 10층의 중앙부에 위치하고 있다. 1997년에 준공된 철근 콘크리트조 아파트로, 분양면적은 61.55평, 전용면적은 49.87평이다. 방위는 남향이고, 측정공간은 거실로 6.861평이며, 냉방방식은 분리형 패키지 공조방식이며, 냉방기기는 바닥설치형 에어컨으로 거실에 위치하였다. 8월 31일~9월 1일에 실험기기를 보정·설치한 후, 9월 2일~4일은 오전 9시 30분부터 오후 5시 30분까지 하루 8시간씩 측정하였으며, 9월 5일은 오전 9시 30분부터 오후 12시까지 3시간 측정하였다. 냉방은 주로 외기온이 높아지는 오후 4시~5시 사이에 가동하여 측정하였다. <표 3>은 측정대상건물의 개요를 나타내며, <그림 2>는 측정대상건물의 평면도 및 측정공간을 나타낸다.

표 3. 측정대상건물 개요

개요	
소재지	마장동 H 아파트
주호 위치	22층의 초고층 아파트의 10층 중앙부
분양면적(m <sup>2</sup> )	203.49 m <sup>2</sup> (61.55평형), 44세대
전용면적(m <sup>2</sup> )	164.86 m <sup>2</sup> (49.87평)
구조	철근콘크리트조
준공 년도	1997년 10월
방위	남향
측정공간	거실, 22.68 m <sup>2</sup> (6.861평)
냉방방식 (냉방기기)	분리형 패키지 공조방식 (바닥설치형 에어컨)

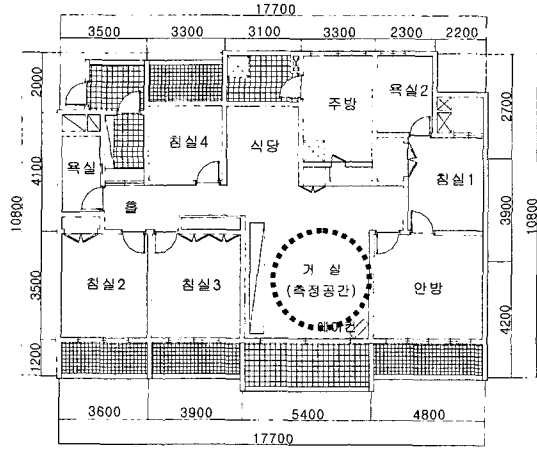


그림 2. 측정대상건물의 평면도

#### 2. 측정항목 및 방법

##### 1) 실내온열환경 측정

<표 4>는 측정항목 및 측정기기를 나타낸다.

실내온도와 후구온도는 실내의 중심에서 바닥으로부터 높이 70 cm에 아스만통풍식 건습구온도계를 설치하여 C-C 열전대를 Data Logger에 연결하여 10분 간격으로 자동 측정하였다.

기류속도는 재실자가 앉았을 때, 가슴높이인 바닥으로부터 약 50 cm 높이에서 10분 간격으로 측정하였다. 수평 및 수직온도는 각 면으로부터 2, 5, 10, 20, 30, 70 cm의 수평 12점, 수직 12점을 측정하였으며, 바닥·천장·벽면표면온도는 바닥, 천장, 네 벽면의 1점씩, 총 6점을 측정하였다.

##### 2) 피부온도 측정

피부온 측정은 20대 신체 건강한 남·여 각 1명을 대상으로 측정시간은 오전 9시 30분부터 12시 30분

표 4. 측정항목 및 방법

측정항목	측정위치	측정기기
건구온도	실중앙(1점)	Assmann통풍식 건습구온도계
습구온도		후구온도계
후구온도		
기류속도	실중앙(1점)	Anemomaster
수평 및 수직온도	바닥에서 천장사이 (12점)	Data Logger, C-C(T-type)열전대
바닥·천장·벽면표면온도	(6점)	
외기온도	남쪽(1점)	Assmann통풍식 건습구온도계

표 5. 설문조사 개요

측정일시	제실자 수	설문지 수
1일차	4명(남자: 1명, 여자: 3명)	38부
2일차	6명(남자: 3명, 여자 3명)	44부
3일차	4명(남자: 2명, 여자: 2명)	28부
4일차	3명(남자: -, 여자: 3명)	21부
합 계	17명(남자: 6명, 여자 11명)	131부

까지, 오후 2시 30분부터 5시 30분까지 하루 총 6시간 동안 측정하였다. 측정시 피험자를 실험실에 입실시킨 후 30분간의 대기시간을 가진 후 피부에 C-C 열전대를 부착시켜 측정하였으며, 입실 후 30분간격으로 설문지를 작성하게 하였다. 피부온의 측정점은 이마, 가슴, 등, 팔의 윗부분, 팔의 아랫부분, 손등, 허벅지, 종아리의 총 8부위로 하였다. 피험자는 바닥 혹은 의자에 앉은 자세로 조용히 앉아있으면서 대화나 독서만이 가능하게 하였다.

여자 피험자는 169 cm에 61 kg(착의량 0.36 clo, 의자착석), 남자피험자는 170 cm에 56 kg(착의량 0.45 clo, 바닥착석)이었다.

3) 설문 조사

설문조사는 30분 간격으로 설문지를 배부하고 편안한 자세에서 기입토록 하였다. <표 5>는 본 연구에서 실시한 설문조사의 개요이다. 응답자는 건강상태가 양호한 각기 다른 남자 6명과 여자 11명, 총 17명으로 구성되었으며, 피부온도 측정시간과 동일하게 6시간 동안 설문조사를 실시하였다.

응답자의 대사량은 표준인 것으로 간주하여 1.0 Met로 하였으며, 의복의 열저항치는 남자의 경우 평균 0.51 clo, 여자의 경우 평균 0.36 clo로 나타났다. 조사기간 17명으로부터 총 131부의 설문지를 회수하였으며, 설문조사 결과는 SAS프로그램을 이용하여 빈도, 백분율, t-test 등을 실시하였다. 또한 의복의 열저항치 산출을 위해 ASHRAE(1997) Fundamental Handbook(SI)의 자료를 이용하였다.

IV. 측정결과분석 및 고찰

1. 실내온열환경

<그림 3>은 시간변화에 따른 외기온도, 실내온도, 흑구온도의 변화를 나타낸다. 외기온도의 평균온도는

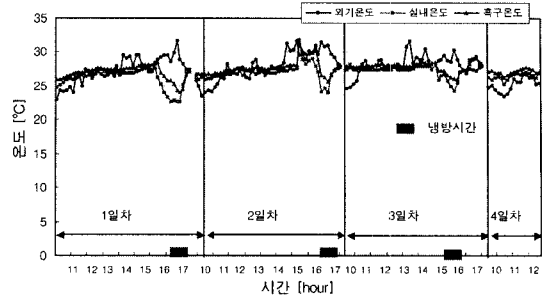


그림 3. 시간변화에 따른 실내온도 변화

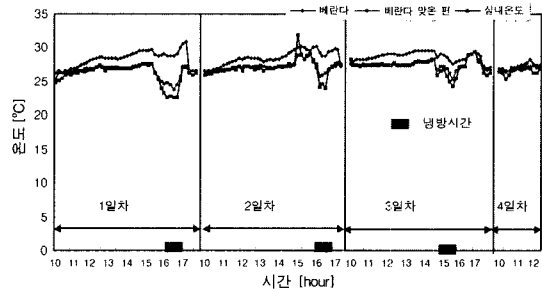


그림 4. 시간변화에 따른 벽면표면온도 변화

23.0°C~31.8°C(평균 27.6°C)의 분포를 보였다. 실내온도는 22.6°C~31.9°C(평균 26.8°C), 흑구온도는 24.0°C~31.5°C(평균 27.5°C)로 실내온도보다 높게 나타났다. 상대습도는 53%~85%(평균 70.9%)로 전반적으로 높게 나타났다.

<그림 4>는 시간변화에 따른 벽면표면온도를 나타낸 것이다. 외기온도의 영향을 직접 받는 베란다 쪽이 베란다 맞은편 보다 온도분포가 높게 나타났으며, 베란다 맞은편은 에어컨의 영향을 직접 받는 곳으로 에어컨을 가동하였을 경우 온도의 차이가 특히 더 큰 것으로 나타났다.

2. 온열환경에 대한 피부온도 변화

<그림 5>는 남·여 인체별 피부온도의 시간적 변화를 나타낸 것이다. 온도의 변화에 따른 피부온 측정결과 냉방을 하지 않았을 경우, 여자 피험자의 피부온은 부위에 따라 다르게 나타났으나, 남자 피험자의 피부온은 비슷하게 나타났다.

또한 냉방을 하였을 경우에는 남녀 모두 많은 변화가 있는 것으로 나타났으며, 부위에 따른 피부온 변화는 여자 피험자의 피부온이 남자 피험자의 피부

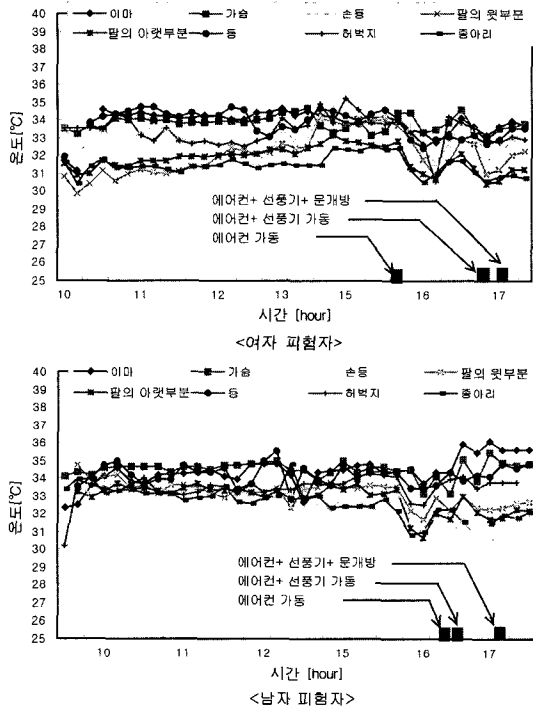


그림 5. 남·여 인체별 피부온의 시간적 변화

온보다 변화가 더 적은 것으로 나타났다. 이는 송장복·손장열(1988)의 연구에서 여학생의 피부온이 남학생의 피부온보다 시간에 따른 변화가 적은 것으로 나타난 결과와 일치하였다.

3. 온열환경에 대한 주관적 반응

성별에 따른 전체 온열감의 차이를 t-test한 결과 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났으나<표 6>, 신체부위 8군데에 대한 온열감은 등, 팔의 윗부분, 종아리에 유의미함 차이가 있는 것으로 나타났다.<표 7> 여자의 경우 등과 종아리가 남자에 비해 약간 더 덥게 반응하였고, 팔의 윗부분은 남자에 비해 약간 더 춥게 반응하였다.

착석형태에 따른 온열감의 차이를 분석한 결과, 전체 온열감과 신체부위별 온열감이 P<.05수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.<표 8, 9> 바닥에 앉았을 경우는 평균적으로 약간 덥게 반응하였고, 의자에 앉았을 경우는 약간 춥게 반응하였다. 신체부위별 착석형태에 따른 온열감은 바닥에 앉았을 경우 이마, 가슴, 등, 종아리에서 의자에 앉았을 경

표 6. 성별에 따른 온열감

변인	집 단	평 균
성 별	남 자	0.36
	여 자	0.12
	t 값	0.90 <sub>N.S</sub>

N.S Not Significant

\*P<.05 \*\*P<.01 \*\*\*P<.001

표 7. 성별에 따른 신체부위별 온열감

변인	집 단	등	팔의 윗부분	종아리
성 별	남자	0.41	0.23	0.14
	여자	0.53	-0.07	0.39
	t 값	-0.47	1.15	0.28

\*P<.05 \*\*P<.01 \*\*\*P<.001

표 8. 착석형태에 따른 온열감

변인	집 단	평 균
착 석 형 태	바 닥	0.34
	의 자	-0.10
	t 값	1.48*

\*P<.05 \*\*P<.01 \*\*\*P<.001

표 9. 착석형태에 따른 신체부위별 온열감

변인	집 단	등	팔의 윗부분	종아리	허벅지	종아리
성 별	바 닥	0.36	0.55	0.61	-0.05	0.63
	의 자	0.29	0.24	0.24	0.19	-0.38
t 값	-0.32*	1.20*	1.40**	-1.13**	1.15***	

\*P<.05 \*\*P<.01 \*\*\*P<.001

우보다 덥게 반응하였고, 허벅지에서만 춥게 반응한 것으로 나타났다. 그밖에 습도감과 쾌적감의 관계를 살펴보면 습도감이 '건조하다'에서 보다 '습하다'에서 쾌적감이 더 떨어지는 것으로 나타났다. 여름철 쾌적감은 습도의 영향을 많이 받으므로, 온도조절과 함께 습도조절도 매우 중요하다고 할 수 있다.

<표 10>은 PMV 지표를 기준으로 하여 PMV가 '-0.3~0.3', '-0.5~0.5', '-1.0~1.0' 사이일 때의 실내온도와 MRT, AST, OT의 쾌적범위를 나타낸 것이다. <그림 6>은 실내온도에 따른 쾌적비율을 나타낸 것이다. 냉방시 온열 중성점온도는 26.1°C로 나타났다으며, 80% 이상이 쾌적하다고 응답한 온도범위는 24.1°C~28.0°C였다. 또한, PMV -0.5~0.5까지를 쾌적조건으로 할 경우 쾌적범위는 <그림 7>과 같으

며, 이때의 OT의 온도범위는 25.5~27.3°C로 나타났다.

4. 인체의 반응과 계산 열환경 지표의 비교

실내환경에 따른 재실자의 반응을 나타내는 복합

표 10. 각 지표들의 쾌적범위

환경 지표	범 위		
	-0.3~0.3	-0.5~0.5	-1.0~1.0
INT	26.7~26.9[°C]	25.3~27.3[°C]	24.3~28.3[°C]
MRT	26.5~27.2[°C]	26.3~27.4[°C]	25.8~27.9[°C]
AST	26.6~27.2[°C]	26.3~27.4[°C]	25.8~28.0[°C]
OT	25.9~26.9[°C]	25.5~27.3[°C]	24.7~28.1[°C]

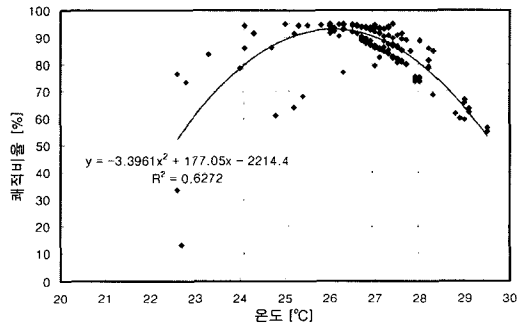
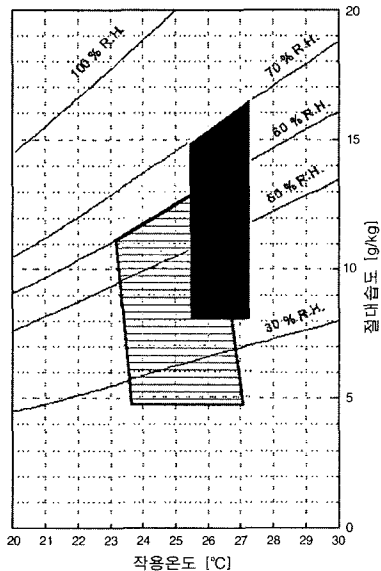


그림 6. 실내온도에 따른 쾌적비율



■ 본 연구에서의 쾌적범위  
 ▨ ASHRAE Standards 55-1992

그림 7. 본 연구에서의 쾌적범위

적인 열환경지표로는 예상온열감반응(P.M.V), OT, MRT 등이 있다. 본 연구에서는 실내온도, 상대습도, 각 내표면온도, 기류속도, 의복량, 활동량을 입력하면 예상온열감 반응(P.M.V), 평균복사온도(MRT), 면적가중평균표면온도(AST), 작용온도(OT) 등을 계산할 수 있는 실내열환경 평가 프로그램을 개발하고 현장실험을 통해 얻은 측정치를 입력시켜 출력된 결과를 분석하였다.

<그림 8>은 설문 예상온열감 반응(설문 PMV, PMVr)과 측정 데이터를 이용하여 계산한 이론적인 예상온열감반응(이론 PMV, PMVc)을 비교한 것이다. <그림 9>는 설문 PMV와 이론 PMV의 관계를 분석한 것이다. 이때 양자간의 관계는 다음 식으로 나타낼 수 있으나,

$$PMVr = 0.6865PMVc + 0.0887(R^2 = 0.2182) \quad (8)$$

그 상관도는 낮은 것으로 나타났다.

<그림 10>은 MRT와 PMVr의 관계를 나타낸 것이다. PMVr의 범위가 -0.5~0.5인 경우, MRT의 값은 최저 26.3°C에서 최고 27.4°C로서 약 1.1°C의 차

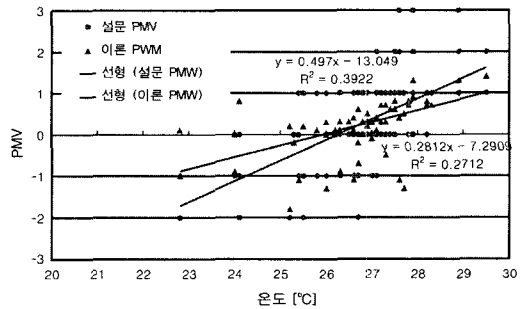


그림 8. 실내온도에 따른 설문 PMV와 이론 PMV

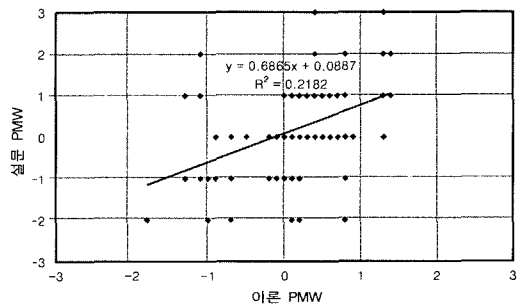


그림 9. 설문 PMV와 이론 PMV의 관계

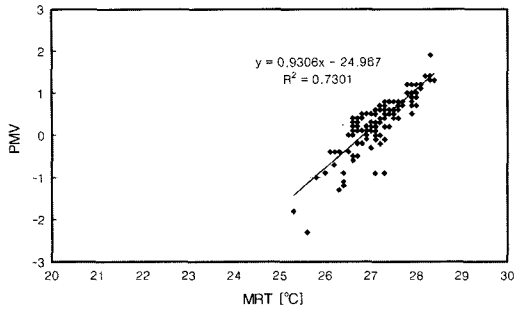


그림 10. MRT와 PMV

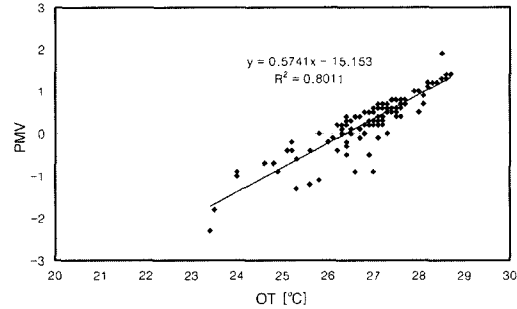


그림 12. OT와 PMV

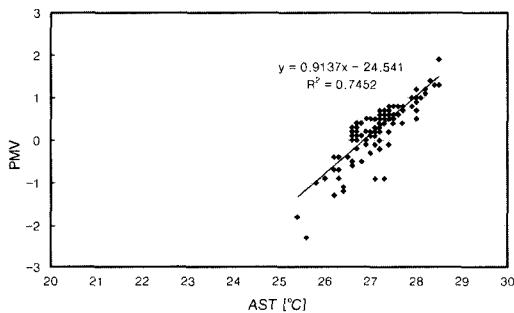


그림 11. AST와 PMV

### V. 결 론

본 연구에서는 공동주택의 실제 공간을 대상으로 냉방시 온열환경요소를 측정하고 재실자의 피부온 및 주관적인 반응을 조사하여 냉방시의 쾌적범위를 분석·제시하고, PMV, OT, MRT 등의 열환경 평가지표를 계산하여 인체의 반응과의 관계를 검토·제시하였다.

결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 측정기간 중 외기온은 23.0°C~31.8°C(평균 27.6°C), 실내온도는 22.6°C~31.9°C(평균 26.8°C)였으며, 후구온도는 평균 27.5°C로 실내온도보다 높게 나타났다. 상대습도는 53~85% 범위로 전반적으로 높게 나타났다.

2) 냉방시 온열 중성점 온도는 26.1°C로 나타났으며, 80% 이상이 쾌적하다고 응답한 온도 범위는 24.1°C~28.0°C였다. 또한, PMV -0.5~0.5까지를 최적 쾌적 조건으로 할 경우 쾌적범위를 제시하였으며, 이때 OT범위는 25.5~27.3°C로 나타났다.

3) 설문 PMV(PMV<sub>r</sub>)와 계산 PMV(PMV<sub>c</sub>), MRT, AST, OT와의 관계를 분석하고 제시하였으며, 그 결과는 각각 다음과 같다.

$$PMV_r = 0.6865PMV_c + 0.0887 \quad (R^2 = 0.2182)$$

$$PMV_r = 0.9306MRT - 24.967 \quad (R^2 = 0.7301)$$

$$PMV_r = 0.9137AST - 24.541 \quad (R^2 = 0.7452)$$

$$PMV_r = 0.5741OT + 15.153 \quad (R^2 = 0.8011)$$

4) 이론 PMV 값을 적용하면 실제 반응한 설문 PMV를 예측할 수 있었으나, 그 상관도는 낮은 것으로 나타났다. 오히려 MRT, AST, OT와 설문 PMV

이를 보이고 있다. 이때 회귀식은

$$PMV_r = 0.9306MRT - 24.967 \quad (R^2 = 0.7301) \quad (9)$$

로 상관성이 높게 나타났다.

<그림 11>은 AST와 PMV<sub>r</sub>의 관계를 나타낸 것이다. PMV<sub>r</sub>의 범위가 -0.5~0.5인 경우, AST도 최저 26.3°C에서 최고 27.4°C로서 약 1.1°C의 차이를 보이고 있다. AST가 높아질수록 PMV<sub>r</sub>도 ‘덥다’로 반응하였고, 온도가 낮을수록 ‘춥다’로 반응하였으며, 회귀식을 나타내면, 다음과 같다.

$$PMV_r = 0.9137AST - 24.541 \quad (R^2 = 0.7452) \quad (10)$$

<그림 12>는 OT와 PMV<sub>r</sub>의 관계를 나타낸 것이다. PMV<sub>r</sub>의 범위가 -0.5~0.5인 경우, OT의 값은 최저 25.5°C에서 최고 27.3°C로서 약 1.8°C의 차이를 보이고 있다. 이때 관계식은 다음과 같으며, 가장 상관성이 높은 것으로 나타났다.

$$PMV_r = 0.5741OT + 15.153 \quad (R^2 = 0.8011) \quad (11)$$

의 상관성이 높은 것으로 나타났으며, 특히 OT와 인체의 반응이 가장 근사한 것으로 나타나 OT를 제어 지표로 활용하는 방안도 바람직할 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 안병욱(1998), 온돌난방공간의 온열환경해석방법 정립에 관한 연구, 생활환경학회지, 5(1).
2. 김수영·손장열·백용규(1993), 인체의 국부온열감에 따른 전신온열감의 변화 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 9(7): 93-99.
3. 송장복·전경배·손장열(1988), 주거건축의 온열환경 평가와 쾌적범위에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제4권 제 6호.
4. 손장열·백용규·서기석(1990), PMV지표에 의한 건물에서의 온열환경 특성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 6(6) : 213-219.
5. 유승호·조수(2002), 천장복사냉방 공간내에서의 인체의 열적 쾌적감 특성, 대한건축학회논문집 계획계 제18권 제4호.
6. 윤정숙·최윤정·이상하(1992), 여름철 실내온열환경의 증성온도 설정에 관한 실험연구, 대한건축학회논문집, 8(4): 73-80.
7. ASHRAE Handbook-1997 Fundamentals, Handbook(SI), 1997.
8. ASHRAE STANDARD 55-1992, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
9. ISO 7730-1994, Moderate thermal environments.