

한국인의 온열쾌적감에 관한 연구 (Part II: 여름철 체감실험 결과)*

Experimental study on thermal comfort sensation of Korean
(Part II: Analysis of subjective judgement in summer experiment)

김중수**, 김동규***, 최광환**, 김종열***, 이구형****, 최호선****
J.S. Kum, D.G. Kim, K.H. Choi, J.R. Kim, K.H. Lee, H.S. Choi

요 약 본 연구는 여름철에 수행된 체감실험 결과이다. 연구의 목적은 한국인을 대상으로 여름철 체감실험을 통해 SET*(PMV)와 상관관계를 규명하고, ASHRAE Standard 55-74의 쾌적영역과 한국인의 쾌적영역을 비교 검토하는 것이다. 따라서 한국인에 대하여 생리 및 심리적인 접근방법을 통해 냉방시 온열쾌적감을 분석하여, 온열환경지표(PMV, SET*)의 적용가능성을 검토하였다. 또한 청년 및 고령자에 대하여 각각 쾌적영역을 제시하였다. 냉방시 체감실험결과는 다음과 같다.

1. 청년층의 중립 SET*(TSV=0)는 26.4℃이었지만, 고령자의 경우는 26.9℃ 이었다.
2. 청년과 고령자의 발한은 평균피부온도 34℃ 근처에서 급격하게 상승하였다.
3. 청년층의 온열적 중립영역은 SET* 25.4 ~ 27.5℃(0.20<PMV<0.85)이지만, 고령자의 중립영역은 SET* 25.8 ~ 28.0℃(0.43<PMV<1.07) 이었다.

핵심단어 : SET*, PMV, TSV, CSV

1. 연구배경 및 목적

인체는 자연적으로 외부온도의 변화에 따라 적절히 체온을 유지할 수 있게 되어 있어 여름철의 경우 외기의 온도가 26℃이상으로 상승하게 되면 인체의 피부온도가 상승하여 전도, 대류, 방사 등을 통해 열을 방산하여 체온을 조절하게 되며, 30℃ 이상이면 발한(發汗)현상이 나타나 증발을 통해 체온조절을 하게

된다. 반대로 외부의 온도가 내려가게 되면 인체는 체온을 유지하기 위해 떨림, 혈관수축 등의 방법을 통해 신체 외부로의 열 방산을 방지하게 된다. 또한 인체는 계절에 따라 순응하는 정도가 다르기 때문에 냉방과 난방을 분리하여 생각할 필요가 있고, 본 연구는 냉방에 관한 체감실험을 서술한다.

여름철 무덥고 습한 환경 속에서 인간은 보다 나은 환경과 쾌적한 생활을 위하여 냉방을 요구하게 되었으며 이에 따라 인공적인 냉방방법이 보급되기 시작하여 가정으로부터 건물전체까지 냉방할 수 있는 냉방기가 보급되었다. 냉방은 여름철 작업능률을 증진 시켜주고 쾌적한 환경을 제공하여 주지만 여러 가지 신체적으로 부작용을 초래하기도 한다. 냉방으로 인한 고열이나 부작용은 실내 설정온도의 낮음과 저온 기류에 의한 신체의 지나친 냉각이다. 신체가 지나치

* 본 연구는 과학기술부지원 감성공학기술개발에 의해 이루어졌음
 ** 부경대학교 공과대학 냉동공조공학과
 *** 부경대학교 대학원 냉동공조공학과
 **** LG전자
 우편번호 608-737
 부산시 남구 대연3동 599-1번지
 전화 051-620-6444
 팩스 051-620-6444
 E-mail : jskum@dolphin.pknu.ac.kr

게 냉각되면 혈관수축 및 혈류 저해로 인하여 전신이나 수족(手足)냉각, 통증이 일어나게 된다. 더욱이 연령 및 남녀를 고려하면 냉방에 의한 부작용은 남자보다 여자가 발생하기 쉽다(의복의 형태 및 노출 정도의 차이). 특히 고령자의 경우 열충격(heat shock/cold shock)으로 인한 순환부전을 일으키는 수가 많다. 그러므로 인간에게 쾌적한 거주공간을 제공함과 동시에 건강함을 유지시킬 수 있는 쾌적 공조를 실현하기 위해서는 실내 온열환경과 인간의 온열쾌적감의 관계를 다양한 측면에서 규명할 필요가 있다.

본 논문에서는 여름철 냉방시 고령자, 청년층의 피험자를 대상으로 한 체감실험 결과를 통해 이하의 목적을 이루고자 한다.

- 1) 여름철 냉방시 한국인의 온열쾌적감을 생리 및 심리적인 방법을 통해 규명한다.
- 2) 온열환경지표인 PMV 및 SET*의 적용 가능성을 검토한다.
- 3) 온열환경지표인 PMV 및 SET*를 사용하여 청년 및 고령자의 쾌적 범위를 제시한다.
- 4) 온열쾌적성을 향상시키고 에너지 절감을 도모할 수 있는 공조시스템 및 기기 개발의 기초데이터를 제공한다.

2. 실험방법

2.1 실험기간

실험기간은 1997년 7월에서 8월말까지 50일 동안 실시하였다.

2.2 실험순서

각 실험은 1회당 5명의 피험자를 전실험에 30분간 체재시킨 후 실험실로 입실시켜 90분 동안 실험을 하였다. 실험하는 동안 매 10분 간격으로 주관적인 설문 신고를 받았다. 냉방실험에서는 난방실험과 달리 실험시간을 90분으로 하였는데, 이는 난방 실험시 피험자들은 대부분 실험 개시 후 60분 이후부터 안정화되었기 때문에 이번 실험에서는 90분으로 하였고, 실험 분석은 60분 이후 값을 사용하였다. Fig.1에 1회 실험의 진행과정을 나타냈다.

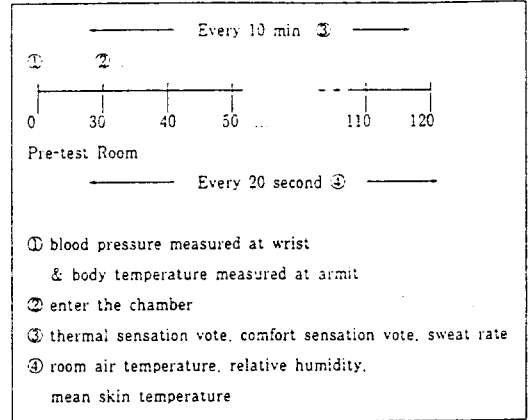


Fig.1 Experimental process

2.3 실험설정조건

겨울철 실험설정조건과 같이 건축법 및 여름철 외기온도를 기준으로 공기온도는 23°C ~ 31°C로 각 2°C씩 변화시켰으며 습도는 40 ~ 70%로 15% 간격으로 변화시켰다. 기류속도는 모든 실험에서 정지기류 상태인 0.1 m/s를 유지하였다. 여기서 현실적으로 발생되기 힘든 4case를 제외한 총 11 case로 하였다. 실험에 앞서 2시간 정도 예비운전을 하여 실내를 균일한 상태로 만들었다. 실험의 상세한 설정조건 및 실험치를 Table 1에 나타냈으며, 실험치는 PMV, SET*를 계산하는 인자로서 이용되었다.

Table 1 Experimental setting conditions and results

Young (male)

Temp/RH	23 (°C)	25 (°C)	27 (°C)	29 (°C)	31 (°C)
40(%)	-	-	26.9±0.2°C 42.8±0.4%	28.9±0.2°C 40.4±0.2%	30.9±0.1°C 40.4±0.2%
55(%)	22.7±0.3°C 55.6±0.5%	25.0±0.2°C 56.0±0.5%	27.0±0.2°C 56.0±0.5%	29.0±0.2°C 55.3±0.7%	30.9±0.2°C 56.2±0.9%
70(%)	-	24.8±0.2°C 69.8±0.9%	26.9±0.2°C 70.0±1.2%	28.8±0.2°C 69.9±1.2%	-

Young(female)

Temp/RH	23 (°C)	25 (°C)	27 (°C)	29 (°C)	31 (°C)
40(%)	-	-	26.9±0.2°C 43.4±0.6%	29.0±0.2°C 40.2±0.4%	30.9±0.2°C 39.4±0.4%
55(%)	23.0±0.2°C 54.3±0.5%	25.0±0.1°C 56.3±0.3%	27.0±0.2°C 55.7±0.6%	29.0±0.1°C 56.0±0.9%	30.9±0.2°C 55.1±0.9%
70(%)	-	24.7±0.3°C 70.7±1.0%	26.9±0.2°C 69.7±1.3%	28.9±0.1°C 69.3±1.6%	-

Aged(male)

Temp. RH	23 (°C)	25 (°C)	27 (°C)	29 (°C)	31 (°C)
40(%)	-	-	27.1±0.4°C 39.3±1.3%	29.0±0.4°C 40.3±0.4%	31.0±0.3°C 39.1±0.3%
55(%)	23.0±0.3°C 53.9±0.5%	25.0±0.3°C 55.7±0.8%	27.0±0.4°C 53.9±0.5%	29.0±0.2°C 56.2±0.8%	30.9±0.1°C 54.7±0.9%
70(%)	-	24.9±0.2°C 70.2±1.0%	26.9±0.3°C 67.9±1.1%	29.0±0.3°C 69.8±1.4%	-

Aged(female)

Temp. RH	23 (°C)	25 (°C)	27 (°C)	29 (°C)	31 (°C)
40(%)	-	-	26.9±0.3°C 39.3±0.5%	29.0±0.2°C 40.3±0.3%	31.0±0.3°C 39.4±0.3%
55(%)	22.3±0.4°C 53.9±0.4%	24.9±0.2°C 55.4±0.6%	26.9±0.2°C 54.9±0.9%	29.1±0.1°C 56.8±0.9%	31.0±0.2°C 54.9±1.1%
70(%)	-	24.9±0.3°C 68.7±0.9%	26.8±0.2°C 69.5±1.1%	28.8±0.2°C 69.9±1.2%	-

* Mean±S.D.

2.4 피험자

피험자로는 남자 대학생(10명), 여자 대학생(10명), 고령자 남자(4명), 고령자 여자(4명)를 대상으로 하였다. 모든 피험자들은 구강온도 37 °C 이하이고 정상혈압의 건강한 사람들로 구성되었으며 연령 및 신체적 조건을 Table 2에 나타내었다. 제1보 '겨울철 체감실험 결과'에서 설명한 Takahira의 식을 사용하여 체표면적을 계산하였다.

Table 2 Anthropometric data of the subjects

Subjects	Number of subjects	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Body area [m ²]	Ponderal index (kg/33/m ³)
Young	male	10 23.9 ±0.9*	167.2 ±5.7	65.1 ±0.7	1.74 ±0.16	2.37 ±0.09
	female	10 20.3 ±1.6	158.1 ±4.1	52.2 ±5.7	1.53 ±0.09	2.33 ±0.07
Aged	female	4 58.5 ±2.6	153.0 ±6.4	53.9 ±6.0	1.51 ±0.12	2.43 ±0.04
	male	4 68.8 ±3.6	168.0 ±3.2	62.1 ±10.5	1.71 ±0.13	2.32 ±0.14

* Mean±S.D.

2.5 의복량

피험자들은 모두 가능하면 표준적인 착의량으로 맞추기 위해 동일한 유니폼을 착용하였다. 의복량을 구하는 방법은 여러 연구자에 의해 제안되어 있으나 본 실험에서는 외국인의 경우와 동일한 계산조건으로 비교하기 위해 의복중량으로 clo치를 계산하는 방법(花

田, 三平의 식)3, 4)을 사용하였다. 그 결과 남자 대학생 0.36, 여자 대학생 0.51, 고령자 남자 0.4, 고령자 여자 0.51로 각각 계산되었다(제 1보 참조)2).

2.6 대사량(활동량)

피험자는 실험 중 의자에 앉아서 독서 및 가벼운 대화, 설문지 작성을 하고 있으므로 기존 실험자료와 비교하여 대사량은 1.1 met로 가정하였다.



Photo.1 Subjects during the experimentation(aged subjects)

2.7 설문지 내용

피험자가 환경실험실내에서 실험 진행 중 설정 환경조건에 대한 피험자의 설문 내용은 전신온냉감, 쾌불쾌감 등으로 구성되어 있다(제 1보 참조)2).

3. 실험결과 및 고찰

3.1 평균피부온도(Mean Skin Temperature)와 전신온냉감(Thermal Sensation Vote)

Fig.2와 Fig.3에 평균피부온도(MST)와 전신온냉감(TSV)과의 관계를 각 계층별로 회귀직선으로 나타냈다. 남녀별 회귀식은 아래와 같다.

Female(Aged):
 $TSV = 1.744 \times MST - 59.807 (r^2 = 0.76)$ (1)

Male(Aged):
 $TSV = 2.657 \times MST - 89.808 (r^2 = 0.78)$ (2)

Female(Young):
 $TSV = 1.339 \times MST - 45.261 (r^2 = 0.68)$ (3)

Male(Young):
 $TSV = 2.088 \times MST - 71.178 (r^2 = 0.66)$ (4)

전신온냉감적으로 춥지도 덥지도 않은 중립온감(TSV = 0)을 느낄 때의 평균피부온도는 고령자의

경우 남자 33.8℃, 여자 34.3℃이고, 청년층 남자의 경우 34.1℃, 여자 33.8℃이다. 모든 계층을 고려한 평균피부온도는 34.1℃이었다. 일반적으로 평균피부온도가 33 ~ 34℃ 일 때 온열적으로 중립이 된다고 알려져 있고, 여름철 체감실험에서도 겨울철 실험결과와 마찬가지로 각 계층 모두 이 범위에서 중립을 신고하고 있음을 알 수 있다5).

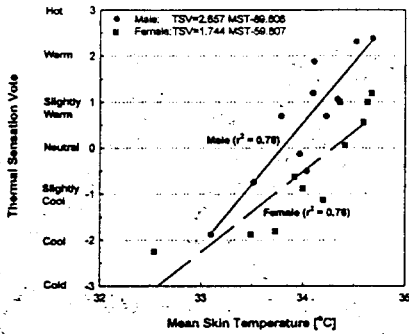


Fig.2 MST versus TSV in aged subjects

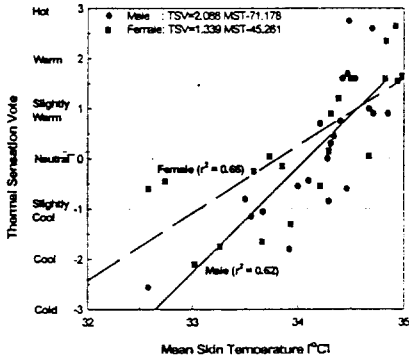


Fig.3 MST versus TSV in young subjects

3.2 신체 부위별 온도 경시변화

Fig.4에 신체 부위 온도의 경시변화를 나타냈다. 신체부위는 머리카락(hair), 이마(forehead), 코(nose), 뺨(cheek), 목(neck) 등으로 외부로 노출된 부위이다. 한편 Photo.2의 열화상은 각 설정조건마다 입실 후 10분 및 90분이 경과한 후의 사진이다. 신체 부위 별 온도의 경시변화는 입실 후 10, 30, 50, 70, 90분의 값으로 저온에서 신체의 말초부위는 시간이 경과함에 따라 온도가 상당히 저하함을 알 수

있었고, 열화상 사진에서도 그와 같은 경향을 확인하였다.

인체의 온도수용기구에는 주변수용기(peripheral thermoreceptor)와 중앙수용기(central thermoreceptor)가 있으며, 주변수용기는 피부표면으로부터 약 0.2mm에 위치하고 있다. 주변수용기에는 따뜻함 및 차가움을 감지하는 수용기가 피부부위에 따라 다르지만 전반적으로 얼굴부위에 많이 분포되어 있다. 특히 차가움을 감지하는 수용기는 어느 부위에서나 따뜻함을 감지하는 수용기보다 10~15배 정도 많다6). 그러므로 신체는 고온보다는 저온에 더욱 민감하다. 더욱이 저온은 피험자에게 스트레스로 작용을 하기 때문에, 인체는 열평형을 위해 신체 말초부위로 가는 혈액의 양을 줄이게 된다. 따라서 인체는 열 방산을 억제하여 체온하강을 방지하게 된다. 일반적으로 신체 말초부위(코, 손, 얼굴부위)에서는 저온 스트레스의 영향이 잘 나타나므로 저온에 대한 인체반응의 척도가 될 수 있다.

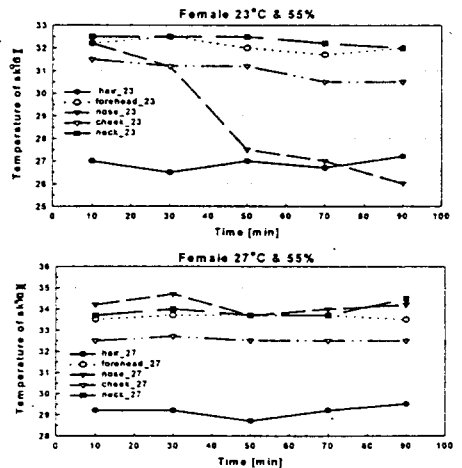
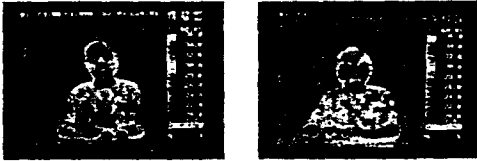


Fig.4 Skin temperature at different body parts (aged female subjects)

after 10 min.



after 90 min.

23°C & 55%

27°C & 55%



Photo.2 Temperature of skin and clothes recorded by thermal trace (aged subjects)

3.3 평균피부온도와 발한량(체중감소량)

Photo.3은 실험 도중에 발한량을 측정하고 있는 모습이며, Fig.5 및 Fig.6에 평균피부온도와 발한량의 관계를 각 계층별로 나타냈다. 발한량은 고령자 2인, 청년 남녀 각각 2인이 실험실에 입실 직후 매 10분 간격으로 측정하여 마지막 퇴실까지의 90분간 측정결과이다. 발한량과 평균피부온도의 관계는 각 계층 모두 평균피부온도 34°C를 전후로 급격히 상승함을 알 수 있다. 즉 평균피부온도 34°C까지는 체온조절과 상관없이 지속적으로 땀을 흘리는 불감증설(不感蒸泄)영역이며, 34°C를 초과하게 되면 체온조절을 위한 조절성 발한영역에 들어간다고 생각한다. 이러한 경향은 인체는 평균피부온도가 33°C ~ 34°C의 범위에 있을 경우 온열적으로 중립이 된다는 사실과 일치함을 알 수 있고, 또한 불감증설과 조절성 발한은 평균피부온도 34°C를 기준으로 나누어진다고 생각된다. 따라서 생리적으로 볼 때 쾌적한 온열환경을 도모하기 위해서는 고령자 및 청년 모두 평균피부온도가 33°C ~ 34°C 범위에 있어야 함을 알 수 있다.

3.4 전신온냉감(Thermal Sensation Vote)과 SET*

Fig.7 및 Fig.8에 전신온냉감(TSV)과 SET*의 관계를 회귀직선으로 각 계층별로 나타냈다. 전신온냉감이 중립일 경우 고령자 남자의 SET* = 25.6°C, 고령자 여자 28.4°C, 청년 남자 26°C, 청년 여자 26.9°C 이었다. 고령자의 경우 대사량이 작으므로 통상 건강한

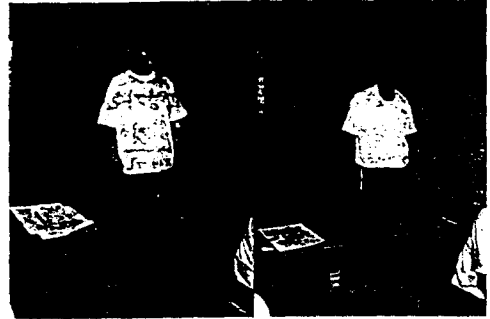


Photo.3 Measurement of sweat rate

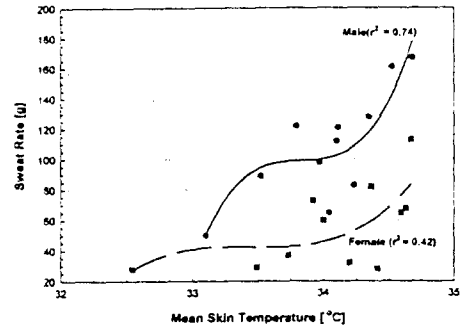


Fig.5 MST versus sweat rate in aged subjects

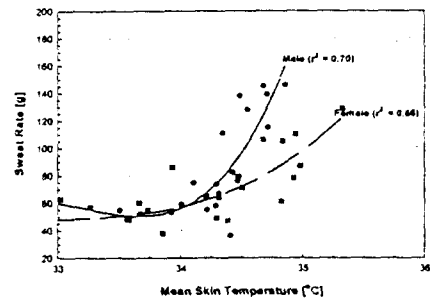


Fig.6 MST versus sweat rate in young subjects

사람보다 높은 설정온도가 권장되며, 미국에서 대규모적인 실험연구에서는 고령자와 청년층 연령의 피험자를 똑같은 온열환경에 노출시켰을 때 온냉감 신고에는 차이가 없었지만, 고령자 쪽이 높은 기온을 선호했다는 보고가 있다7). Fanger 실험결과에서는

고령자와 청년층의 중립온도는 차이가 없다고 하였다. 그러나 실제 생활환경은 실험실 실험과는 다르며 고령자와 청년층 피험자가 동일한 활동을 하고 있다고 고려하기는 어려우며, 또한 고령자는 대사량이 낮기 때문에 설정온도를 높게 하는 것이 적당할 것이다. 따라서 본 실험에서 여자 고령자 층이 청년층에 비해 다소 높은 온도를 나타낸 것은 타당성이 있다고 볼 수 있지만, 남자 고령자의 경우 다소 다른 양상을 나타내고 있다. 이에 대해서는 더 많은 검토가 필요하다고 생각되지만, 고령자 남녀를 합한 경우 중립온도(SET* 26.9℃)는 청년(SET* 26.5℃)보다 높다. 한편, 여자 고령자의 경우 겨울철 실험결과와 비교하면 중립온도가 1.4℃ 정도 높은데, 이는 계절적인 차이라고 생각된다. 고령자는 열적 중립에서 멀어질수록 적응능력이 저하하기 때문에 청년보다도 스트레스가 없는 환경이 필요하다고 생각되며 이러한 점은 공조기 제어시 고려해야 되는 점이라고 생각된다.

여자는 남자보다 중립 SET*온도가 다소 높게 나타나고 있는데, 이와 같은 남녀차이는 실제 환경조건하에서는 여성쪽이 일반적으로 착의량이 적은 것이 주요인이 된다고 한다. 그리고 중립보다 낮은 환경에서 여성쪽이 남자보다 추위를 쉽게 느낀다고 McIntyre의 보고도 있다. 따라서 착의상태와 저온에 더 민감하게 반응을 하기 때문에 이러한 현상이 나타났다고 생각이 된다. 각 계층을 모두 고려한 여름철 중립온도는 26.7℃로 겨울철 실험결과로 나타난 26.0℃와 비교할 때 다소 높음을 알 수 있었고, 이는 Tanabe의 결과와도 계절차의 경향이 잘 일치하고 있음을 알 수 있다.

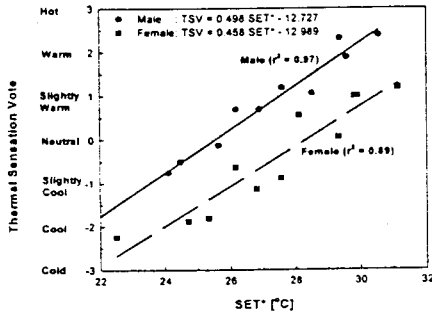


Fig.7 TSV versus SET* in aged subjects

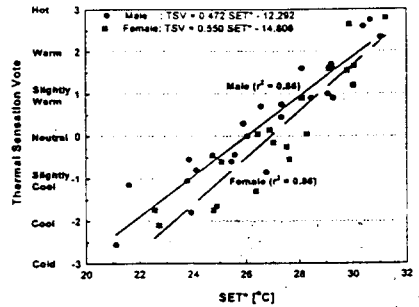


Fig.8 TSV versus SET* in young subjects

3.5 전신온냉감(Thermal Sensation Vote)과 PMV

Fig.9 및 Fig.10에 전신온냉감(TSV)과 PMV의 관계를 회귀직선으로 각 계층별로 나타냈다. TSV = 0(neutral)일 때 PMV를 각 계층별로 나타내면 아래와 같다.

Table 3 Comparison of present experimental results with ISO Standard 7730

	ISO 7730	Summer	
		Young	Aged
Regression equation	-	$TSV = 1.527 \times PMV - 0.802$	$TSV = 1.558 \times PMV - 1.173$
Neutral point (TSV = 0)	PMV = 0	PMV = 0.53	PMV = 0.75
Comfort zone	$-0.5 < PMV < +0.5$	$0.20 < PMV < 0.85$	$0.43 < PMV < 1.07$

Table 3에서 알 수 있듯이 전신온냉감이 쾌적범위 (-0.5 < TSV < +0.5)에 있을 경우 PMV는 전반적으로 고온영역으로 나타났다. 즉 SET*와 유사한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있으며, 쾌적한 전신온냉감 상태를 얻기 위해서는 PMV값을 표와 같이 각 계층별로 고려해야 한다.

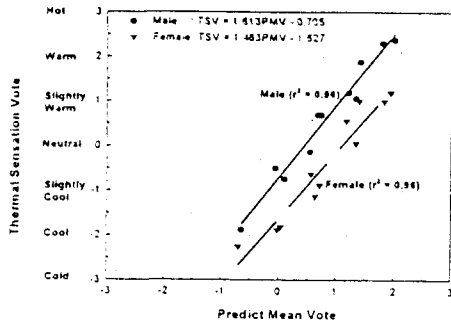


Fig.9 TSV versus PMV in aged subjects

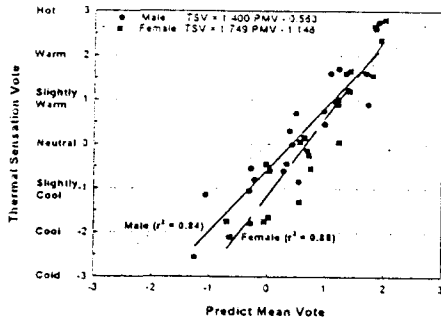


Fig.10 TSV versus PMV in young subjects

3.6 하계 냉방 시 쾌적 범위 및 중립온도

하계 냉방시 쾌적 범위(전신온냉감이 ± 0.5 범위에 들어가는 SET^*) 및 중립온도를 각 계층별로 구해보면 다음과 같다(Table 4, Fig.12).

Table 4 Comparison of present experimental results with ASHRAE Standard 55-74

	ASHRAE St.55-74	Summer	
		Young	Aged
Regression equation	-	$TSV = 0.495 \times SET^* - 13.089$	$TSV = 0.447 \times SET^* - 12.020$
Neutral point (TSV = 0)	-	$SET^* = 26.5^{\circ}C$	$SET^* = 26.9^{\circ}C$
Comfort zone $-0.5(TSV) + 0.5$	$22.0^{\circ}C(SET^* 25.4^{\circ}C)$	$25.4^{\circ}C(SET^* 27.5^{\circ}C)$	$25.9^{\circ}C(SET^* 28.0^{\circ}C)$

Table 5 Comparison of present experimental results with ASHRAE Standard 55-74

	ASHRAE St.55-74	Winter + Summer	
		Young	Aged
Regression equation	-	$TSV = 0.467 \times SET^* - 12.270$	$TSV = 0.436 \times SET^* - 11.712$
Neutral point (TSV = 0)	-	$SET^* = 25.3^{\circ}C$	$SET^* = 26.9^{\circ}C$
Comfort zone $-0.5(TSV) + 0.5$	$22.0^{\circ}C(SET^* 25.4^{\circ}C)$	$25.2^{\circ}C(SET^* 27.3^{\circ}C)$	$25.7^{\circ}C(SET^* 28.0^{\circ}C)$

Table 6 Comparison of present experimental results with ISO Standard 7730

	ISO 7730	Winter + Summer	
		Young	Aged
Regression equation	-	$TSV = 1.179 \times PMV - 0.325$	$TSV = 0.791 \times PMV - 0.250$
Neutral point (TSV = 0)	$PMV = 0$	$PMV = -0.33$	$PMV = 0.23$
Comfort zone $-0.5(TSV) + 0.5$	$-0.5(PMV) + 0.5$	$-0.15(PMV) + 0.70$	$-0.34(PMV) + 0.92$

Table 7는 각국의 경우와 중립온도를 비교한 표로, 한국인은 전통적으로 찬 것을 싫어한다는 사실, 서구인은 서늘한 환경을 선호하고 한국인은 따뜻한 환경을 선호한다는 사실, 젊은 사람은 서늘한 환경을 선호하고 고령자는 따뜻한 환경을 선호하는 사실 등이 PMV 및 SET^* 와 같은 온열환경지표로써 정량적으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

Table 7 SET^* for different groups of subjects

Group	$SET^*(^{\circ}C)$	
Korean(winter)	Young	25.5
	Aged	27.0
Korean(summer)	Young	26.4
	Aged	26.9
Japanese (summer)?)	26.2	
Japanese (winter)?)	25.4	
American?)	25.8	
Danish?)	25.6	
Singaporean?)	25.5	

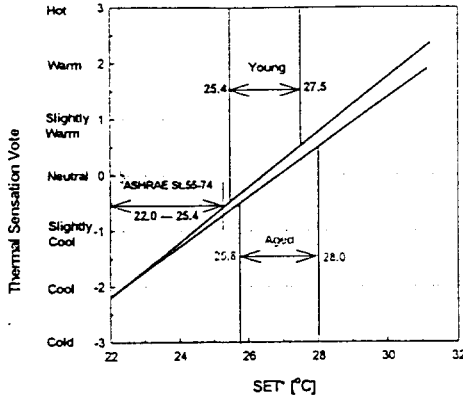


Fig.15 Comfort zone in young and aged subjects

4. 결론

본 장에서는 여름철 냉방시 고령자 및 청년층의 피험자를 대상으로 인공환경실험실에서 체감실험을 수행하였다. 연구내용은 여름철 냉방시 청년 및 고령자에 대하여 온열쾌적감을 생리 및 심리적인 방법을 통해 규명하였다. 또한 온열환경지표인 PMV 및 SET*의 적용 가능성을 검토하여 청년 및 고령자의 쾌적 범위를 제시하였다.

1) 온열적으로 중립감을 느낄 때의 평균피부온도는 고령자의 경우 남자 33.8℃, 여자 34.3℃이고, 청년 남자의 경우 34.1℃, 여자 33.8℃이며, 전체 평균은 34.1℃이었다.

2) 청년 및 고령자의 신체 부위 온도 경시변화를 보면 코, 손, 얼굴부위와 같은 신체의 말초부위는 저온에서 시간이 경과함에 따라 온도가 상당히 저하함을 알 수 있었고, 열화상 사진에서도 그러한 경향을 확인하였다(Photo.2참조).

3) 청년 및 고령자 모두 평균피부온도 34℃를 전후로 하여 발한량이 급격히 상승함을 알 수 있었다.

4) 전신온냉감이 중립일 경우 고령자 남자의 SET* = 25.6℃, 고령자 여자 SET* = 28.4℃, 청년 남자 SET* = 26℃, 청년 여자 SET* = 26.9℃이었고, 모든 계층을 고려한 SET* = 26.7℃였다.

5) 전신온냉감이 쾌적 범위 (-0.5<TSV<+0.5)에 있을 때 PMV에 의한 청년 및 고령자의 쾌적 범위는 0.20<PMV<0.85, 0.43<PMV<1.07으로 고령자측이 다소 고온측에 있음을 알 수 있었다.

6) 냉방시 한국인의 쾌적 범위는 청년의 경우

SET*의 경우 25.4 ~ 27.5℃, 고령자의 경우 SET* 25.8 ~ 28.0℃로 ASHRAE St.55-74의 권장 쾌적 범위(SET*22.0 ~ 25.4℃)보다 다소 고온지향적인 경향을 나타냈다.

5. 사사

본 논문은 G-7 감성공학 과제의 연구수행 결과로서 실험에 참가해주신 피험자 및 관련업체, 감성공학 관계자 여러분께 감사사를 드립니다.

6: 참고문헌

- 1) 김동규, 1998, "한국인의 온열쾌적감 평가 및 쾌적지표의 적용성에 관한 연구", 부경대학교 대학원
- 2) 금중수, 최광환, 김동규, 주익성, 김종열, 박희욱, 이구형, 최호선, 1998, "한국인의 온열쾌적감에 관한 연구(part 1: 겨울철 체감실험 결과)", 감성과학회, Vol.1, No.1, pp.199~211
- 3) 花田嘉代子,三平和雄, 1981, "婦人用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科學會誌", 22-10, pp.34~41.
- 4) 花田嘉代子,三平和雄, 1983, "男性用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科學會誌", 24-8, pp.31~37.
- 5) 中山昭雄, 1981, 溫熱生理學, 理工學社, pp.560 ~ 574.
- 6) 강두희, 1992, "생리학 개정4판", 신광출판사, pp 12-1 ~ 13-20.
- 7) 空氣調和·衛生工學會, 1995, "空氣調和 衛生工學便覽 第12版 1 基礎篇", pp.467 ~ 492.
- 8) 김동규, 주익성, 금중수, 최광환, 최호선, 이길량, 1997, "한국인의 온열쾌적감 및 생리신호에 관한 연구(Part II, 여름철 체감실험결과)", 97한국감성과학회 연차학술대회 논문집, pp.113~117.
- 9) 금중수, 1997, "온열쾌적감 측정기술 및 DB개발", 제 11회 G7 감성공학 감성요소 기술 개발 및 DB 구축 Workshop 자료집

Experimental study on thermal comfort sensation of Korean
(Part II : Analysis of subjective judgement in summer experiment)

J.S. Kum*, D.G. Kim*, K.H. Choi*

J.R. Kim*, K.H. Lee**, H.S. Choi**

(*Pukyong National University, **LG Electronics Corporate Design Center)

Abstract In this paper, results of one series of experiment conducted in summer season are reported. The purpose of this study are to investigate the correlation between SET*(PMV) and thermal sensation of Korean through subjective judgement and to find out thermal comfort zone of Korean indicated by SET*(PMV) as compared with ASHRAE Standard 55-74 comfort zone. The paper define thermal comfort in cooling through physiological and psychological approaches, and review the applicability of thermal environment comfort indices(PMV, SET*) to the Korean. Besides, Korean's comfort zone is suggested for the young and the aged respectively. The results in the summer subjective experiment are shown as follows.

1. SET*(TSV=0) of young subjects was 26.4°C, while that of aged subjects was 26.9°C.
2. The sweat rate of young and aged subjects was rise in a steep slope at mean skin temperature 34°C.
3. The thermally neutral zone of young subjects was SET* 25.4 ~ 27.5°C (0.20<PMV<0.85), while that of aged subjects was SET* 25.8 ~ 28.0°C (0.43<PMV<1.07).

key words: SET*, PMV, TSV, CSV