

# 난방환경에서 온(溫)맵시 착용에 따른 생리적 반응 및 주관적 감각

나영주<sup>†</sup> · 이지연

인하대학교 생활과학대학 의류학과

## Physiological Responses and Subjective Sensation of Human Body Wearing OnMapsí in Heating Environment

Youngjoo Na<sup>†</sup> · Jiyun Lee

Dept. of Clothing & Textiles, Inha University

접수일(2010년 7월 30일), 수정일(1차 : 2010년 10월 1일, 완료일 : 2010년 11월 12일), 게재확정일(2010년 11월 22일)

### Abstract

This study tests the performance of the recommended winter dress OnMapsí for an office worker through the analysis of skin temperature changes according to the heating environment. We tested and compared the effects of with/without undergarments for 4 male subjects in an artificial-climate chamber with two air temperatures of 19°C and 22°C, 50±10% R.H. During the 60 minute experiment that simulated office work, the subjective feelings (that included thermal, humidity and comfort sensation, and skin temperature) were measured at equal intervals. The results show that the forehead and chest skin temperatures were not affected by air temperature or clothing type, while the hand and foot skin temperatures were affected at 0.3-0.9°C depending on clothing type and 1.9-2.2°C depending on air temperature. The mean skin temperature was decreased by the experimental time pass more with regular formal wear than with OnMapsí. The second experiment located the ambient temperature in which subjects wearing OnMapsí show equal skin temperatures to those without undergarments at 22°C. Therefore it is possible to decrease heating temperatures to 18-21°C in the office for winter OnMapsí wear that produces a skin temperature and thermal sensation that is the same as those at 22°C.

**Key words:** OnMapsí, Undergarment, Skin temperature, Subjective sensation, Wearing habit; 온맵시, 내복, 피부온, 주관적 감각, 착용습관

### I. 서 론

과거 인간이 쾌적하게 느끼는 환경온도는 18~21°C (Nevins et al., 1974)였으나, ASHRAE(1992)에 의하면 겨울철 쾌적감을 느끼는 실내온도는 20~23.5°C로 과거에 비해 2°C 이상 높아졌다. 또 ASHRAE 55(2004)에 따르면 상대습도 30%에서 20.5~25.5°C, 50%에서

20~24°C로 쾌적대는 더욱 높아졌다. 겨울에는 점점 높은 쪽으로, 여름에는 점점 낮은 쪽으로 쾌적 실내온도의 범위가 이동하고 있다는 선행연구결과(윤용진, 1985; 윤정숙, 1989)가 이를 뒷받침한다. 경제성장과 함께 소득 및 생활수준이 높아짐에 따라 난방에 소비하는 에너지 비중이 향후 더욱 높아질 것으로 예상된다.

인위적인 실내환경의 조건은 장기적으로 인체의 체온조절능력을 약화시킬 뿐만 아니라 건강에도 악영향을 끼칠 수 있다(배누리, 2007). 의복은 인체를 가까이

<sup>†</sup>Corresponding author  
E-mail: youngjoo@inha.ac.kr

감싸고 있는 가장 밀접한 환경이고 의복의 기후조절기능으로 인체를 쾌적하게 유지시켜 외부의 기온변화에 대해 적응하게 하는 데 있어서 중요한 역할을 수행하고 있다. 이는 인체와 의복 사이에 형성되는 의복기후가 인체와 외부기온과의 직접적인 접촉을 차단함으로써 생리적 체온조절에 의한 항체온을 유지하는 기전을 돕는 완충제 역할을 하기 때문인데, 의복 착용 시 피부혈관의 수축 또는 확장에 의해 체열평형이 조절되는 혈관조절 범위가 나체 시의 혈관조절범위보다 더 넓어지게 된다.

피부온 및 의복기후에 영향을 미치는 요소로는 착의량 및 착의훈련(김미경 외, 1995; 이주영, 1999), 피복면적 및 노출 부위(염정하, 2006) 등이 있다. 환경온도 16°C에서 피복면적에 따른 부위별 노출 시의 피부온 반응을 살펴본 결과, 허리 노출 시가 다른 부위에 비해 평균 피부온이 가장 낮게 나타났다(김명주, 1996). 추운 환경에서 머리, 목, 손, 발 부위의 피복 여부에 따르는 인체 생리 반응에 관한 연구결과(성유진, 1995)에 의하면 추운 환경에서 사지부의 노출은 다른 피복된 부위의 피부온에 영향을 미쳐 열손실과 직장온의 하강을 감소시켰고, 사지부 중에서도 상체의 피부온 변동이 큰 폭으로 나타났다.

또 의복조절로 인해 내한성 증진 및 방위 체력 향상이 가능하였는데, 겨울에 의복을 얇게 착용하는 습관을 가진 사람들이 의복을 두껍게 입는 사람들보다 감기 이환율이 낮으며 한랭환경에서 쾌적 범위의 피부온을 나타내어 내한성이 더 좋았으며, 하지부 노출면적의 차이는, 즉 스커트와 슬랙스 착용 시, 종아리가 노출되는 스커트가 슬랙스보다 직장온의 변화를 적게 하고 피부온을 낮게 유지시키기 때문에 추운 환경에 대한 생리적인 방어에 더 효율적이었다(류숙희, 1993; 최영희, 1994). 사지 말초부의 노출은 직장온을 다소 높게 유지시켰는데, 환경온도 20°C와 25°C에서 사지부의 노출을 많이 했을 때 구강온과 직장온이 높게 나타났으므로 사지부 피복이 심부온에 영향을 미친다고 보았다(서승연, 홍경희, 1997; 정운선, 1994). 겨울 동안 다소 서늘하게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 추운 환경에서 체열용량이 심부로 이동함에 따른 피부절연성의 증가와 함께 산열의 효율성이 증가되어 산열과 방열의 균형에 의해 체온을 유지하는 반면, 이와 대조적으로 항상 따뜻하게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 추위에도 피부온이 비교적 높아 추운 환경에서 열손실이 크고 떨림이 계속 일어나며 안정 시 산열량은 낮고 추위 노출 시 산열량이 크게 증가하여 산열효율이 좋지 못한 까닭에 자각적인 추위와

함께 체온의 하강을 초래하였다(이종민, 1997). Sassa et al.(2001)은 인공기후실 안에서 피험자들에게 온도 표시가 되어있지 않은 버튼을 눌러서 가장 쾌적하게 느끼는 영역으로 실내온도를 조절하도록 실험한 결과, 가장 쾌적한 온도가 피험자 간에 7.2°C의 큰 차이가 있었으며 30%의 피험자가 권장 쾌적 기온범위 이외의 기온으로 쾌적 실내온도를 조절하였다고 보고하였다. 이처럼 인간이 느끼는 쾌적 온도에 차이가 있는 것은 쾌적 온도가 생물학적으로 정해진 것이기 보다는 생활 습관의 변화에서 비롯되었기 때문인 것으로 예상된다.

여름철에 실내냉방온도를 1°C 높이면 연간 116,821 TOE의 에너지 절감과 함께 571,149ton의 CO<sub>2</sub> 배출량 감축이 가능하다. 여름철에는 실내냉방온도를 2°C 높더라도 넥타이를 매지 않는 반팔 셔츠인 클램시를 착용하게 되면 착용자는 쾌적대의 저 평균 피부온을 나타내었으며 냉방온도가 2°C 낮은 실내에서와 동일하게 시원한 온열감각을 표출하였다(강누리, 나영주, 2010).

따라서 본 연구는 클램시의 경우와 유사한 연구를 설계하였는데, 겨울철 난방온도를 낮추고 내복을 착용하지는 온(溫)맵시 캠페인을 위한 기초자료를 제공하기 위한 온맵시 착용효과를 조사하였다. 즉 인체실험을 통하여 겨울철 실내난방환경조건과 내복 착용유무에 따른 인체 생리반응을 분석하였다. 성인 남성을 대상으로 사무실 작업의 착의상태로 내복 착용의 온맵시, 일반복장의 두복장에 대하여 19°C, 22°C의 두 환경온도에 따라 생리적 반응 및 쾌적감의 차이를 고찰하였다. 또 온맵시의 경우, 난방온의 최저 가능온도를 찾고자 하였는데, 이는 22°C 환경온도에서 일반복장 경우의 피부온, 평균 체온을 기준온도로 삼고 난방온도를 23.5°C, 20.5°C, 18°C 등으로 점차 낮추어 가면서 동일한 피부온, 평균 체온을 발현시키게 되는 환경온도를 모색하는 것이었다.

## II. 연구방법

### 1. 실험의복

실험의복은 내복 착용의 온맵시와 미착용의 일반복장으로 나누었다. 일반복장의 경우는 사무실 환경에서 사무직 남성들이 흔히 착용하는 복장으로서, 긴 소매 드레스셔츠, 긴 정장바지, 민소매 러닝셔츠, 트렁크팬티, 양말 등을 착용하였으며, 온맵시의 경우는 일반복장과 동일하게 착용하되 민소매 러닝셔츠 대신에

상하 내복을 착용하였다. 실험의복들은 의복 여유분이 동일해지도록 피험자의 신체에 맞게 약간의 수선을 행하였으며 사이즈 100을 기준으로 삼았다. 실험의복의 물리적 특성과 의복조합은 다음 <Table 1>과 같다.

**2. 피험자**

피험자는 20대 중후반 남성 4명으로써 겨울철에 내복을 전혀 착용하지 않았던 사람들이었고 실험에 앞서 예비실험 및 교육을 실시하였다. 사전 동의를 통하여 실험기간 중 무리한 운동이나 흡연 및 음주를 금하게 하고 충분한 숙면을 취하도록 하여 실험에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 제거하였다. 이들의 구체적

사항은 <Table 2>에 나타내었다.

**3. 실험환경 및 방법**

실험은 2009년 10~11월에 걸쳐 실시하였다. 피험자의 신체리듬을 맞추기 위하여 하루 중 동일 시간대에 이루어졌으며 탈의실에서 실험가운으로 갈아입은 다음 직장은 센서 및 피부온 센서를 삽입, 부착하고 인공기 후실에 2인씩 입실 후 실험의복을 착용하였다. 2007년 에너지 시민연대에서 조사한 바에 의한 겨울철 평균 사무실 온도인 22°C와 에너지관리공단의 겨울철 권장 실내온도인 19°C의 환경온도와 습도 50±5%RH에서 의자에 앉아 30분 간 안정을 취한 후 사무실 작업을 1시

**Table 1. Characteristic of experimental garments**

Type	Clothes	Material (%)	Clothing Weight (g)	Thickness (mm)	Total weight Clo
Standard Clothes	dress shirts	cotton 60% polyester 40%	208	0.29	818g 1.3 clo*
	trousers	wool 60% polyester 40%	422	0.45	
	trousers lining	polyester 100%			
	sweatshirts	cotton 100%	78	0.58	
	trunk	cotton 100%	73	0.3	
	socks	cotton 100%	37	1.03	
Recommend Clothes	dress shirts	cotton 60% polyester 40%	208	0.29	1,186g 1.5 clo*
	trousers	wool 60% polyester 40%	422	0.45	
	trousers lining	polyester 100%			
	underwear (top)	cotton 85% polyester 15%	238	0.74	
	underwear (bottom)		208		
	trunk	cotton 100%	73	0.3	
	socks	cotton 100%	37	1.03	

\*thermal insulation by thermal manikin method

**Table 2. Ages and physical characteristics of the subjects**

Subject	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI*	BSA**
A	26	168	61	19.1	1.73
B	29	174	64	20.9	1.81
C	26	179	74	22.5	1.84
D	25	168	63	20.1	1.75
mean	26.5	172.3	65.5	20.7	1.78

\*BMI= Weight(kg)/Height(cm)<sup>2</sup>

\*\*BSA= Height(cm)<sup>0.725</sup> × Weight(kg)<sup>0.425</sup> × 72.46

간 동안 행하는데 의자에 앉아 지정된 원고를 노트북에 옮겨 쓰는 형식을 취하였다. 각 실험은 4회씩 반복 측정하였고 실험은 피험자가 특정 환경온도나 특정 복장에 적응되지 않도록 반복실험 시 짜인 무작위 실험 계획표에 따라 매회 복장을 번갈아가며 실험하였다.

또 환경온도 22°C에서 일반복장의 생리적 반응치를 기준치 또는 목표치로 삼고, 온맵시를 착용한 상태에서 환경온도를 23.5°C, 20.5°C, 18°C로 변화시켜 추가적으로 실험하여 생리적 반응을 측정함으로써 기준치와 동일한 생리적 반응을 보이게 되는 환경온도를 모색하였다.

#### 4. 측정항목

##### 1) 피부온 및 체온

피부온은 피부온 측정기(한국 Technox社, LT-8A) 센서를 이마, 흉부, 전완부, 손등, 대퇴부, 하퇴부, 발등의 인체의 7부위 피부에 밀착되도록 외과용 테이프(미국 3M社, Transpore)로 고정하여 1분 단위로 측정하였으며, 직장온은 센서를 직장 내에 10cm 삽입하여 1분 간격으로 측정하였다. 평균 피부온은 전체 체표면적에 대한 신체 부위의 안분비율을 Hardy & Du Bois의 식에 기초하여 다음 식으로부터 얻었다. 평균 체온은 상온 시의 계수를 곱하여 평균 체온을 산출하였으며 그 산출식은 다음과 같았다.

$$\begin{aligned} \text{평균 피부온} &= \text{이마온} \times 0.07 + \text{가슴온} \times 0.35 + \text{전완온} \\ &\quad \times 0.14 + \text{손등온} \times 0.05 + \text{대퇴온} \times 0.19 \\ &\quad + \text{하퇴온} \times 0.13 + \text{발등온} \times 0.07 \end{aligned}$$

$$\text{평균 체온} = \text{직장온} \times 0.65 + \text{평균 피부온} \times 0.35$$

##### 2) 주관적 감각

피험자들의 주관적 감각을 온열감, 습윤감, 쾌적감

으로 나누어 측정하였다. <Table 3>에 나타낸 것과 같이 온열감은 9단계, 습윤감은 7단계, 쾌적감은 4단계의 척도로 구성하였으며 5분 간격으로 질문하여 총 13회 수집하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 부위별 피부온

<Fig. 1>은 환경온도와 착의형태에 따른 이마온의 시간변화를 나타낸 것이다. 이마는 다른 부위들보다 피부온이 높았으며 환경온도나 착의형태에 따른 변화도 거의 나타나지 않아 피부온 중에서 가장 안정된 상태를 보였다. 19°C 환경온도에서 이마온의 범위는 33.3~34.7°C였으며, 22°C 환경온도에서는 33.7~34.9°C이었다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장은 34.0°C, 온맵시는 33.8°C로 나타나 0.2°C 차이가 났고, 22°C 환경에서는 일반복장이 34.3°C, 온맵시가 34.4°C로 나타나 0.1°C의 차이가 발생하여 경미한 것으로 나타났다.

<Fig. 2>는 환경온도와 착의형태에 따른 가슴온의 시간변화를 나타낸 것이다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 가슴온은 33.2°C이었고, 온맵시의 가슴온은 33.5°C로 0.3°C 증가하였다. 또한 22°C 환경에서 일반복장의 가슴온은 33.5°C이며 온맵시의 가슴온은 34.2°C로 0.7°C의 온도차를 보였다. 실험종료 시점에서 가슴피부온은 22°C 일반복장의 경우와 19°C 온맵시의 경우가 서로 동일하였다. 이를 통해 내복을 착용하면 2°C 정도는 난방온도를 낮출 수 있겠다고 예

Table 3. Scale of subjective sensation

	Thermal sensation	Humidity sensation	Comfort sensation
1	very cold	very dry	comfortable
2	cold	dry	indifferent
3	cool	slightly dry	slightly uncomfortable
4	slightly cool	indifferent	very uncomfortable
5	neutral	slightly moist	
6	slightly warm	moist	
7	warm	very moist	
8	hot		
9	very hot		

상해 볼 수 있겠으나 실험2에서 더 자세하게 분석하였다.

<Fig. 3>은 환경온도와 착의형태에 따른 전완온의 시간변화를 나타낸 것이다. 19°C의 환경온도에서 실험기 시작 시점부터 실험종료 시점까지의 전완온의 범위는 31.2~34.4°C이었으며, 22°C 환경온도에서의 범위는 32.7~34.7°C이었다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 32.3°C, 온맵시의 경우 33.1°C로 나타나 0.8°C 차이가 났고 22°C 환경에서는 일반복장이 33.4°C, 온맵시가 34.1°C로 0.7°C의 복장별 차이가 나타났다. 환경온도가 낮거나 일반복장을 착용한 경우에 피부온이 더 낮아지는 것을 알 수 있는데, 동일한 환경온도임에도 불구하고 복장별 차이가 비교적 크

게 나타난 이유는 민소매 런닝셔츠를 착용한 일반복장에 비해 온맵시는 긴 팔 내복이 소매부분 피복함으로써 보온성이 증대되었기 때문인 것으로 사료된다.

<Fig. 4>는 환경온도와 착의형태에 따른 손등온의 시간변화를 나타낸 것이다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 손등온은 30.2°C이었고, 온맵시의 경우 손등온은 31.1°C로 0.9°C로 비교적 큰 차이가 났고, 22°C 환경에서는 일반복장이 32.5°C, 온맵시가 33.0°C로 0.5°C의 복장별 차이가 나타났다. 손등은 피복되어 있지 않고 외기에 직접적으로 노출된 부위이므로 22°C의 환경온도에서는 손등온이 서서히 하락한 반면, 19°C의 환경온도에서는 하락폭이 컸으며 두 복장별 차이도 뚜렷하였다.

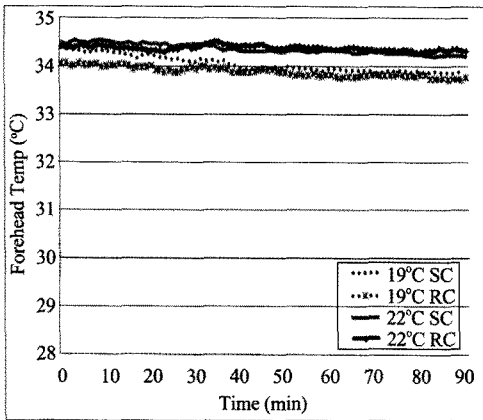


Fig. 1. Forehead skin temperature.

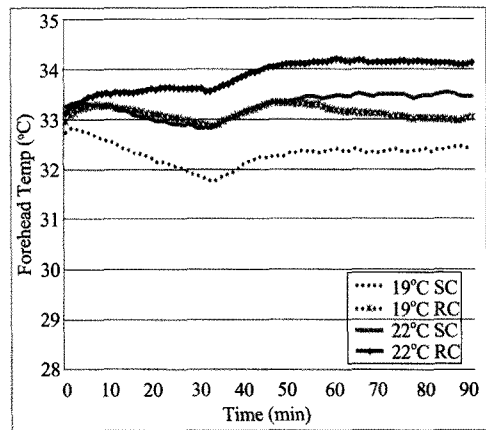


Fig. 3. Forearm skin temperature.

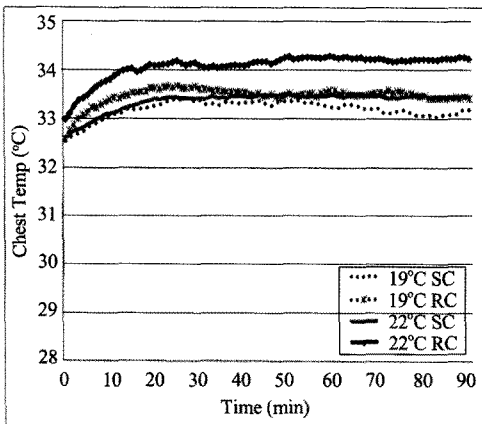


Fig. 2. Chest skin temperature.

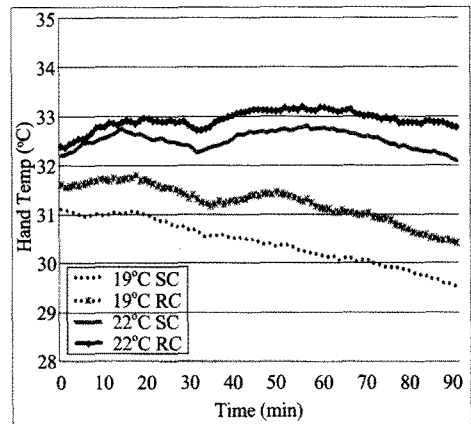


Fig. 4. Hand skin temperature.

<Fig. 5>는 환경온도와 착의형태에 따른 대퇴온의 시간변화를 나타낸 것이다. 19°C 환경온도에서 실험기 동안의 대퇴온의 범위는 29.4~31.6°C이었으며, 22°C 환경온도에서 대퇴온의 범위는 30.3~32.5°C이었다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 안정기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 대퇴온은 30.2°C이었고, 온맵시의 경우 대퇴온은 30.7°C로 0.5°C의 차이가 났으며 22°C 환경에서는 일반복장의 대퇴온이 31.0°C, 온맵시의 대퇴온이 31.6°C로 0.6°C의 복장별 차이가 나타났다.

<Fig. 6>은 환경온도와 착의형태에 따른 하퇴온의 시간변화를 나타낸 것이다. 19°C 환경온도에서 실험기 동안의 하퇴온범위는 28.8~31.4°C이었으며, 22°C

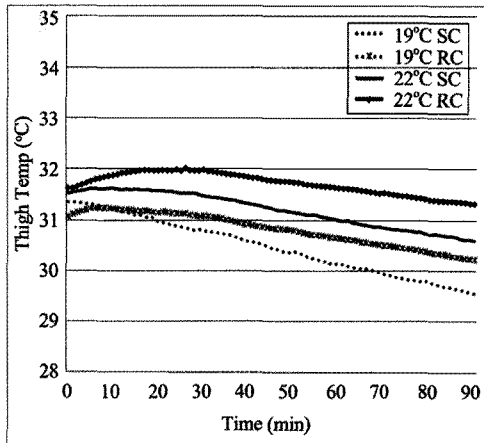


Fig. 5. Thigh skin temperature.

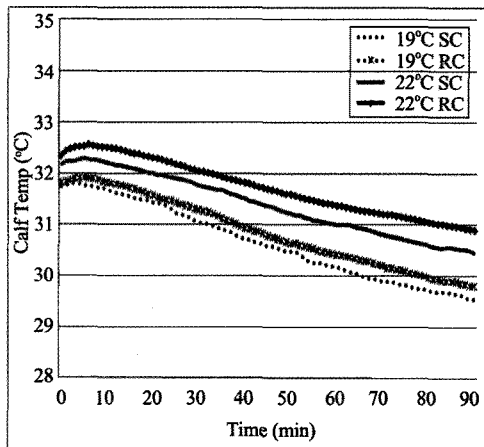


Fig. 6. Calf skin temperature.

환경온도에서 하퇴온의 범위는 30.0~32.5°C이었다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 하퇴온은 30.2°C이었고, 온맵시의 경우 하퇴온은 30.5°C로 0.3°C의 온도차이가 났고 22°C 환경에서는 일반복장의 하퇴온이 31.1°C, 온맵시의 하퇴온이 31.4°C로 0.3°C의 복장별 온도 차이가 나타났다. 이는 하퇴부가 전완부와 마찬가지로 복장에 따라 감싸지는 착의매수가 달라서 외부의 영향을 받는 정도에 차이가 발생한 것으로 사료된다.

<Fig. 7>은 환경온도와 착의형태에 따른 발등온의 시간변화를 나타낸 것이다. 19°C 환경온도에서 실험기 동안의 발등온 범위는 27.1~33.4°C이었으며, 22°C 환경온도에서 발등온의 범위는 28.8~34.6°C이었다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 29.8°C이었고, 온맵시의 경우 또한 29.8°C로 나타나 복장별 차이가 나타나지 않았고 22°C 환경에서는 일반복장이 31.7°C, 온맵시가 32.0°C로 0.3°C의 복장별 차이가 나타났다.

온맵시의 경우가 일반복장의 경우보다 모든 피부온이 높아서 겨울철 실내난방에서 바람직하다고 볼 수 있겠다. 동일복장이라 하더라도 사지말초부의 경우 환경온도에 따라 피부온의 차이가 크게 나타났다. 이는 저온환경에서 피험자가 한서감을 느끼면서 사지의 혈류량이 감소하였기 때문에 외기에 빨리 반응하고 말초부 피부온도를 저하시켜 외기와의 온도차이를 줄임으로써 방열을 막아 열손실을 줄이고 열축적을 한 결

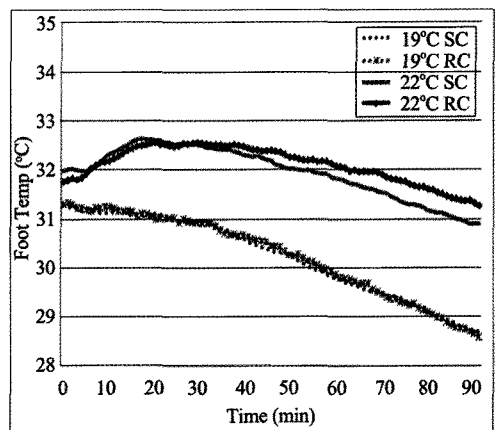


Fig. 7. Foot skin temperature.

과이다. 따라서 저온에서는 손등과 같이 의복으로 피복되지 못하는 사지 말초부의 냉각을 유의하여야 하므로 양말로 인해 피부온 냉각이 적었던 발등의 경우와 유사하게 얇더라도 손등에 피복을 하는 것이 유리하겠다.

**2. 평균 피부온**

<Fig. 8>은 환경온도와 착의형태에 따른 평균 피부온의 시간변화를 나타낸 것이다. 19°C 환경에서 실험기 동안의 평균 피부온의 범위는 31.0~32.8°C이고, 22°C 환경에서는 31.9~33.4°C이었다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 31.8°C이었고, 온맵시의 경우 32.2°C로 0.4°C의 복장별 차이가 났고 22°C 환경에서는 일반복장이 32.5°C, 온맵시가 33.1°C로 0.6°C의 복장별 차이가 났다.

**3. 평균 체온**

19°C 환경에서 실험기 동안의 평균 체온의 범위는 34.9~35.9°C이었으며, 22°C 환경에서의 범위는 35.2~36.1°C이었다(Fig. 9). 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안의 평균으로 분석해보면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 평균 체온은 35.3°C, 온맵시의 경우 35.4°C로 0.1°C 차이가 났고 22°C 환경에서는 일반복장의 평균 체온이 35.5°C, 온맵시의 평균 체온이 35.8°C로 0.3°C의 복장별 차이가 나타났다.

**4. 직장온**

<Fig. 10>을 보면, 환경온도 19°C에서 체온의 범위는 36.64~37.6°C이었으며, 환경온도 22°C에서의 범위는 36.96~37.5°C로 정상 체온의 범위인 36.2~37.7°C(Landau, 1980) 내에 위치하였다. 복장이나 환경에 따른 체온의 차이는 0.01~0.02°C 정도로 거의 없다고 볼 수 있다.

시간경과에 따른 체온의 변화 추이를 자세히 살펴보면, 체온은 환경온도나 착의형태와 관계없이 거의 동일한 변화를 보였으며 안정기 시작 후부터 지속적으로 서서히 하강하였고 이러한 경향은 피험자 모두 동일하였다. 실험종료 시점에는 초기 시점보다 평균적으로 0.2~0.3 저하하는 것으로 나타났다.

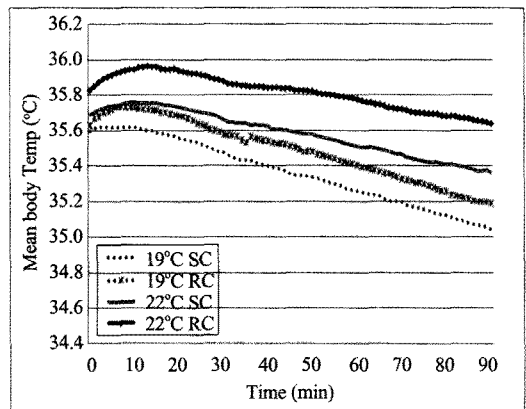


Fig. 9. Mean body temperature.

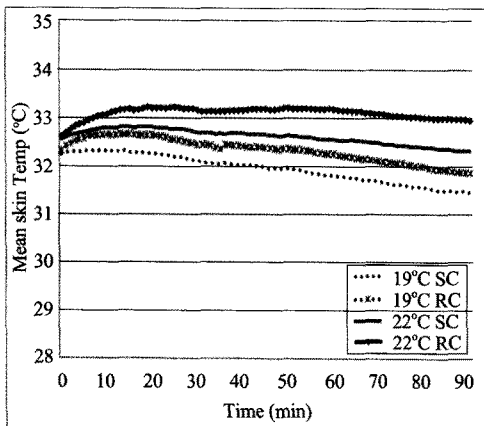


Fig. 8. Mean skin temperature.

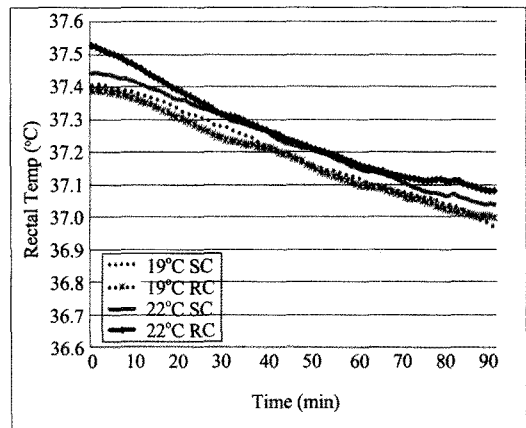


Fig. 10. Rectal temperature.

5. 주관적 감각

1) 주관적 온열감

<Fig. 11>은 환경온도와 착의형태에 따른 주관적 온열감의 시간적 변화를 나타낸 것이다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안 주관적 온열감의 변화폭으로 분석하면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우 3.5로 ‘서늘하다’ 쪽에서 변화를 보이지 않았고 온맵시의 경우는 3.9에서 0.2 하락하여 3.7로 ‘약간 서늘하다’에서 ‘서늘하다’ 쪽으로 이동하였다. 22°C의 환경에서 일반복장에서는 0.6 상승하여 4.7로 ‘어느 쪽도 아니다’에 가까워졌고, 온맵시에서는 0.5 상승하여 5.2로 ‘약간 따뜻하다’ 쪽으로 이동하였다.

주관적 온열감의 실험기 동안의 평균값의 순서는 22°C 온맵시 5.2>22°C 일반복장 4.5>19°C 온맵시 3.9>19°C 일반복장 3.5 등의 순으로 온열감이 높은 것으로 나타났다. 19°C에서 온맵시를 착용해도 22°C에서 일반복장의 경우만큼 따뜻하게 느끼지는 않았는데, 이는 손등부와 발등부의 한서감각이 내복 착용 하나만으로는 충분하지 못한 것을 의미하며 이를 위해서는 사지 말단부에 대한 국부적 보온방안이 필요하다(성유진, 1995)는 선행연구를 뒷받침하고 있다.

2) 주관적 습윤감

<Fig. 12>는 환경온도와 착의형태에 따른 주관적 습윤감의 시간적 변화를 나타낸 것이다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안 주관적 습윤감의 변화폭으로 분석하면, 19°C 환경에서 일반복장

및 온맵시의 경우 평균 3.7로 ‘약간 건조하다-어느 쪽도 아니다’의 범위에 속하여 두 복장 간의 습윤감은 차이가 없었다. 22°C의 환경에서는 일반복장에서는 3.7이었으나 온맵시에서는 4.1로서 온맵시에서 일반복장보다 약간 습하게 느끼고 있는 것으로 나타났다.

3) 주관적 쾌적감

<Fig. 13>은 환경온도와 착의형태에 따른 주관적 쾌적감의 시간적 변화를 나타낸 것이다. 동일 환경온도에서 복장에 따른 차이를 실험기 동안 주관적 쾌적감의 평균값으로 분석하면, 19°C 환경에서 일반복장의 경우에는 주관적 쾌적감이 1.8 였으나 온맵시의 경우에는 2.2로 약간 높았다. 22°C 환경에서 일반복장

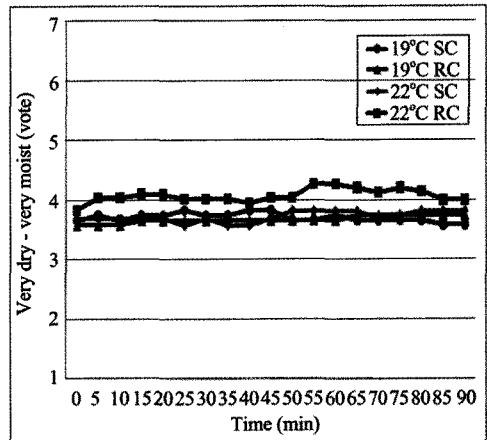


Fig. 12. Humidity sensation.

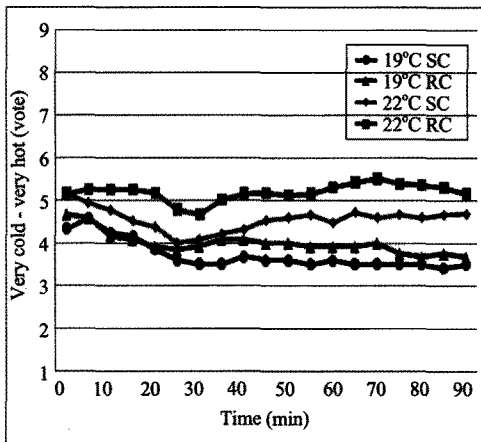


Fig. 11. Thermal sensation.

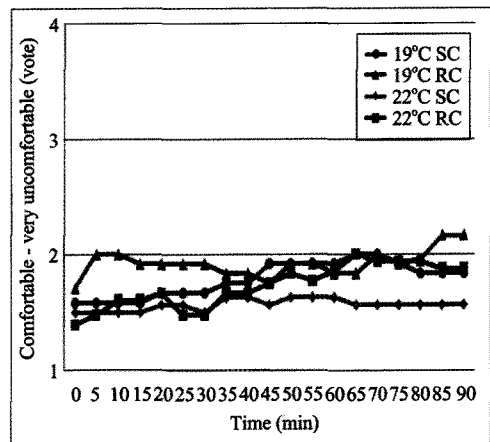


Fig. 13. Comfort sensation.



에서는 1.6으로 낮았으나 온맵시에서는 1.9로 약간 높았다. 이는 피험자C가 온맵시의 경우에 다른 피험자에 비해 확연히 높은 불쾌감 수치를 나타내어 평균값이 증가하였기 때문인데 피험자C는 추위보다 더위를 잘 타며 내복 착용이 익숙하지 않은 습관을 갖고 있기 때문이라고 생각된다. 따라서 이를 제외하고 3명의 데이터로 재산출하면 환경온도 19°C에서 일반복장이 2.1, 온맵시가 1.9로서 온맵시의 경우가 일반복장보다 쾌적감이 더 우수하였다. 또 환경온도 22°C에서도 일반복장의 경우 1.8, 온맵시의 경우 1.5로서 온맵시의 경우가 일반복장보다 더 우수하였다. 즉 내복이 익숙하지 않은 사람들은 내복 착용으로 인해 온열감이 상승된다 할지라도 주관적 쾌적감은 저하할 수 있으나, 약간의 실험반복에 의해 내복에 빨리 적응이 된 사람들만의 데이터를 분석하면 내복 착용으로 인해 쾌적감이 우수해지는 것을 확인하였다. 즉 3인은 실험이 반복됨에 따라 내복 착용에 대한 익숙함이 신속히 개선되어 온열감이 직접적으로 관여하여 주관적 쾌적감이 상승하였다.

4명의 주관적 쾌적감의 순서는, 19°C 환경 온맵시 2.2>22°C 환경 온맵시 1.9>19°C 환경 일반복장 1.8>22°C 환경 일반복장 1.6 등의 순서로 불쾌도가 높아 22°C 환경 일반복장이 쾌적감이 가장 좋은 것으로 나타났다. 그러나 3명의 순서는, 19°C 일반복장 2.1>19°C 온맵시 1.9>22°C 일반복장 1.8>22°C 온맵시 1.5이었다. 19°C 일반복장의 경우가 쾌적감이 가장 나쁘며, 22°C 온맵시의 경우가 쾌적감이 가장 좋았다. 즉 겨울철 난

방환경에서는 온열감이 쾌적감에 영향을 비교적 크게 미치고 있다고 볼 수 있겠다.

### 6. 동일한 생리적 반응을 나타내는 환경온

피험자 4인이 모두 달랐으므로 동일한 생리적 반응의 목표치는 개인별로 찾아 정확성을 도모하였으며 소수 둘째 자리까지 사용하였다. 동일한 피부온 및 동일한 평균 체온을 발현하는 환경온을 찾는 방법을 <Fig. 14>-<Fig. 17>에 나타내었다.

피험자A의 실험1 결과를 참고하면, 22°C 일반복장의 경우 평균 피부온, 가슴온, 평균 체온은 각각 32.69°C, 33.49°C, 35.49°C이었으며 이를 목표치로 삼는다. <Fig. 14>와 같이 목표치를 그래프 Y축 위에서 찾아서 온맵시를 실험한 환경온도 X축으로 연결함으로써 동일 피부온을 발현시키게 되는 환경온을 추정하였는데, 평균 피부온은 환경온 20.8°C에서 동일하게 발현될 수 있었다. 가슴온의 목표온은 18°C에서도 동일하게 발현되지 않으므로 그 이하의 환경온에서 동일하게 발현될 것이라고 생각한다. 또 평균 체온은 19°C에서 동일온이 발현되었다. 이는 온맵시의 경우 환경온을 1.2°C 낮추어도 평균 피부온이 동일하게 발현되며, 가슴온과 평균 체온을 보면 환경온을 3~4°C 이상 낮추어도 동일하게 발현된다는 뜻이다.

피험자B의 실험1 결과, 22°C에서 일반복장의 목표 온도는 각각 평균 피부온 32.02°C, 가슴온 33.32°C, 평

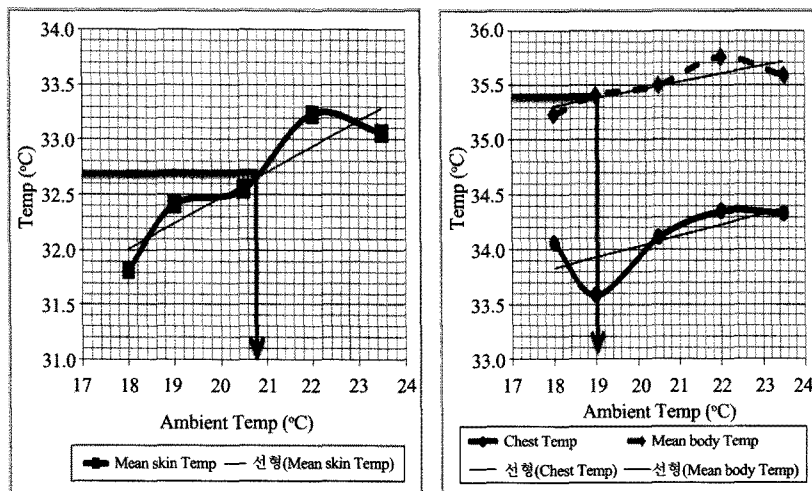


Fig. 14. Searching  $T_{air}$  which produces the targets: mean skin temperature (left), chest skin temperature and mean body temperature (right) (subject A).

균 체온 35.36°C이었다. 이를 <Fig. 15>에서 찾아본 결과, 평균 피부온은 온맵시의 경우 21°C의 환경에서 목표 온도와 동일한 평균 피부온이 발현되는 것을 알 수 있다. 피험자B도 피험자A와 마찬가지로 가슴온이 18°C 환경에서도 발현되지 않아 환경온도 18°C 이하에서 가슴온이 동일하게 발현되리라 사료된다. 평균 체온은 19°C 환경에서 동일하게 발현되었다. 즉 온맵시의 경우 평균 피부온은 환경온도를 1°C 낮추어도 동일한 피부온이 발현되고 가슴온과 평균 체온은 환경온도를 3~4°C 이상 낮추어도 동일하게 발현되었다. 피험자A와

B는 유사한 결과를 나타내었다.

피험자C의 실험1 결과, 22°C에서 일반복장의 목표 온도는 평균 피부온 32.85°C, 가슴은 34.04°C, 평균 체온 35.77°C가 각 목표치였는데 피험자C가 피험자 중에서 가장 높은 수치를 나타낸다. 동일 온도를 <Fig. 16>에서 찾은 결과, 평균 피부온은 21.2°C의 환경에서 동일 피부온이 발현되었다. 가슴온은 18.8°C 환경에서 동일하게 발현되었고 평균 체온은 19°C 환경에서 동일하게 발현되었다. 즉 온맵시의 경우 환경온도를 0.8°C 낮추어도 평균 피부온이 동일하였고 가슴온, 평균 체온

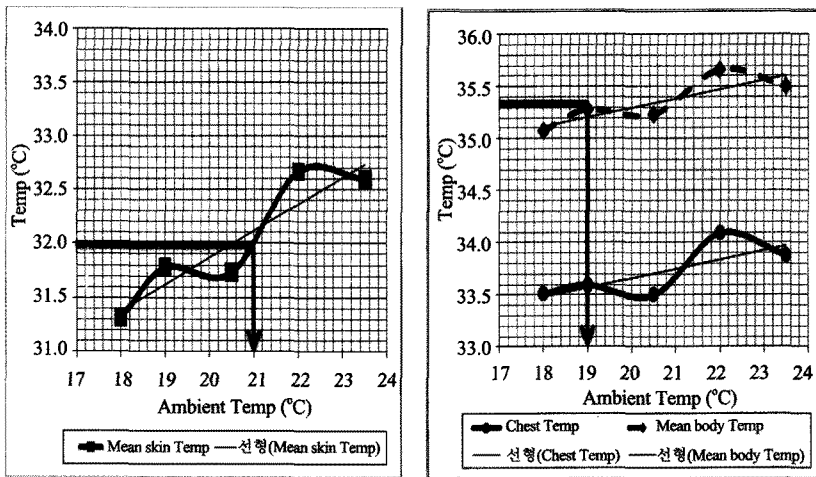


Fig. 15. Searching  $T_{air}$  which produces the targets: mean skin temperature (left), chest skin temperature and mean body temperature (right) (subject B).

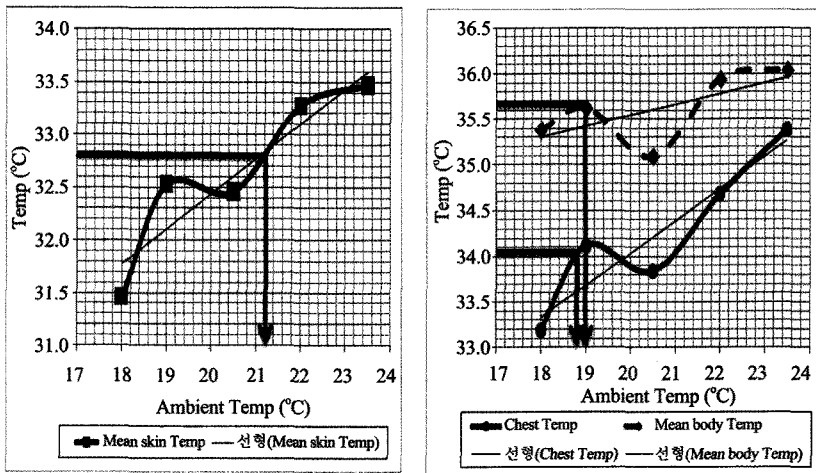


Fig. 16. Searching  $T_{air}$  which produces the targets: mean skin temperature (left), chest skin temperature and mean body temperature (right) (subject C).

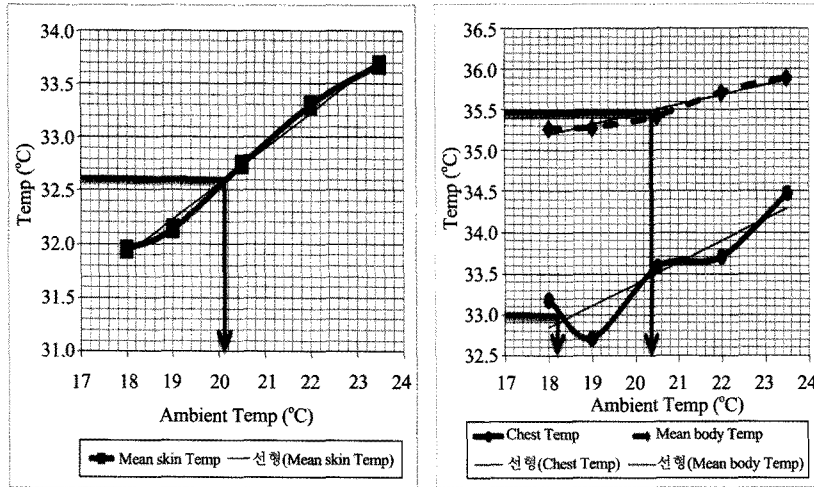


Fig. 17. Searching  $T_{air}$  which produces the targets: mean skin temperature (left), chest skin temperature and mean body temperature (right) (subject D).

은 환경온을 3~3.2°C 낮추어도 동일하였다.

피험자D의 경우, 22°C에서 일반복장의 목표온도는 각각 평균 피부온 32.61°C, 가슴온 32.98°C, 평균 체온 35.45°C이었다. 이를 <Fig. 17>에서 찾은 결과, 평균 피부온은 20.1°C 환경에서 동일하게 발현되었으며, 가슴온은 18.2°C 환경에서, 평균 체온은 20.4°C 환경에서 동일하게 발현되었다. 즉 온맵시를 착용하면 난방온도를 1.9°C를 낮추어도 평균 피부온이 일반복장의 경우와 동일하게 발현되었으며, 1.6~3.8°C를 낮추어도 가슴온, 평균 체온이 동일하게 나타났다.

#### IV. 결론 및 제언

1. 부위별 피부온 중 이마온은 환경온도에 따른 차이가 적은 편이었으나 복장에 따른 차이보다는 약간 차이가 있었다. 복장별, 환경온도별 차이가 부위별 피부온 중에서 가장 적게 나타났으며 구간부인 가슴온 역시 환경온도 및 복장종류에 따른 차이가 비교적 적은 편이었다.

2. 사지 말초부인 손등부와 발등부는 환경온 및 복장종류에 의한 영향을 많이 받아 복장별, 환경온도별 차이가 컸다. 동일 환경에서 복장에 따른 차이를 보면 손등 피부온이 0.5~0.9°C의 차이가 났으며 발등온이 0~0.3°C의 차이가 났다.

3. 평균 피부온은 시간변화에 따라 서서히 하강하였다. 환경온도 22°C에 비해 19°C에서 평균 피부온의 하

강폭이 컸으며 또 온맵시보다 일반복장의 경우가 하강폭이 더 컸다.

4. 주관적 온열감은 모든 환경에서 온맵시가 일반복장보다 우수하였다. 주관적 습윤감은 22°C 온맵시의 경우 ‘어느 쪽도 아니다’이었고 나머지의 조건에서는 ‘건조하다-어느 쪽도 아니다’이었다. 주관적 쾌적감의 경우 22°C 일반복장이 가장 쾌적하였고 19°C 온맵시가 가장 불쾌하였다. 이는 쾌적감에 온열감 및 한서감 뿐만 아니라 촉압감 및 착용습관에 따른 신경 생리적인 측면이 영향을 미치게 되므로, 내복 착용이 익숙하지 않은 20대 남성의 경우 온맵시는 온열감은 우수할지라도 쾌적감은 낮기 때문이다. 그러나 내복 착용이 비교적 쉽게 익숙해지지 않았던 1명을 제외하고 3명의 데이터로 쾌적감을 재산출하면, 두 환경기온에서 모두 온맵시의 경우가 일반복장보다 우수하게 나타났다. 즉 사람마다 차이가 있지만 내복 착용은 비교적 신속히 익숙해지는 편이었으며, 내복을 착용하지 않던 사람은 내복을 처음 착용할때 촉압감이나 습관이 주관적 쾌적감에 영향을 많이 미치지만, 내복 착용이 익숙해지고 적응이 된 이후에는 온열감이 총 쾌적감에 더 큰 영향을 미치게 되었다.

5. 환경온도 22°C에서 일반복장의 경우 피험자 4인의 평균 피부온은 32.02~32.85°C이었다. 그러나 온맵시의 경우에 난방온을 0.8~1.9°C 낮추어도 평균 피부온이 동일하게 발현되었다. 또 가슴피부온은 일반복장의 경우 32.98~34.02°C이었으며, 온맵시의 경우에는

난방온을 18°C 이하~18.8°C로 낮추어도 동일한 가슴 피부온을 발현시킬 수 있었다. 평균 체온은 일반복장의 경우 35.36~35.77°C이었으며, 온맵시의 경우에는 난방온을 1.6~4°C 이상 낮추어도 동일한 평균 체온이 발현되었다. 따라서 내복을 착용하면, 개인에 따라 약간의 차이가 있지만 난방온도를 최대 18°C이하~최소 21.1°C로 낮추어도 22°C 환경온에서의 경우와 동일한 생리적 반응치를 나타내게 된다.

종합적으로, 온맵시의 경우 실내난방온도를 최소 1°C~최대 4°C 이상 낮추어도 난방온도 22°C에서 일반복장 경우와 동일한 피부온과 평균 체온을 나타낼 수 있었다. 인체의 체온조절을 난방과 같은 보조수단에 지나치게 의존하다보면 생산 및 작업의 효율성은 일시적으로 증가하더라도, 환경에 대한 인체의 방어 체력이 약해지고 장기적으로 볼 때 작업 효율성은 저하될 것이다. 즉 최고의 쾌적대만을 항상 또 장기적으로 추구하게 된다면 인체의 체온조절능력과 내한성은 저하하게 되며 자기 면역력 및 방어력은 떨어지게 될 것이다. 따라서 인체의 쾌적감이 크게 문제가 없을 정도로 겨울철 실내난방온도를 낮추어 외부환경과의 차이를 줄이고 필요한 의복을 적정량 착용하는 것이 인체 산열량의 증가, 건강의 유지 및 증진에 유리하겠다. 이는 온실가스 감축, 에너지 절약 등에도 기여할 수 있어 1석 3조의 유익이 있게 된다. 본 연구에서는 실험실 및 경제적 이유로 내복효과만을 한정하여 실험연구하였으며 차후 카디건, 조끼 등을 덧입었을 경우, 다양한 환경조건 등에 관한 연구가 가능하겠다. 본 연구결과는 겨울철 에너지 절약뿐만 아니라 건강 증진 및 생활습관 형성을 위한 기초자료로 활용되고 적정 생활온도 및 적정 착의형태와 같은 온열적 생활지표 작성을 위한 기초자료로 이용되기를 기대하는 바이다.

## 참고문헌

강누리, 나영주. (2010). 냉방환경에서 클랩시 착용에 따른 생리적 반응과 주관적 감각. *감성과학*, 13(2), 359-370.  
 겨울철 평균 실내온도. (2009, 11. 17). *연합뉴스* 자료검색일 2009, 11. 17, 자료출처 <http://www.yonhapnews.co.kr>  
 김명주. (1996). *한국인의 월별 피부온에 관한 연구*. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.  
 김미경, 염희경, 최정화. (1995). 여름철 냉방조건에서의 착의훈련이 인체의 체온조절반응에 미치는 효과. *한국의류*

*학회지*, 19(3), 504-515.  
 류숙희. (1993). *면/폴리에스테르 양면 이중 편성물 내의 착용감에 관한 연구*. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.  
 배누리. (2007). *겨울철 공동주택 실내온열환경과 거주자의 환경관리 행동에 교육 및 정보제공이 미치는 효과*. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.  
 서승연, 홍경희. (1997). 내의 및 보온용품의 착용방법에 따른 동적 체온조절현상. *한국생활환경학회지*, 4(2), 63-74.  
 성유진. (1995). *추운 환경에서 노출된 부위에 따른 체온조절반응에 관한 연구*. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.  
 염정하. (2006). *의복에 의한 부위별 노출이 인체 생리반응에 미치는 영향*. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.  
 윤용진. (1985). *부산난방공간의 쾌적 온도범위 설정에 관한 연구*. 한양대학교 대학원 석사학위 논문.  
 윤정숙. (1989). 여름철 온열환경에 관한 측정실험연구. *대한 가정학회지*, 27(1), 81-86.  
 이종민. (1997). 착의훈련을 통해 향상된 내한 능력의 지속성에 대한 연구. *한국의류학회지*, 21(6), 1003-1009.  
 이주영. (1999). *19°C 환경에서 착의량이 인체의 에너지 대사에 미치는 영향*. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.  
 적정 냉난방 온도. (2009, 11. 12). *에너지관리공단*. 자료검색일 2009, 11. 12, 자료출처 <http://www.kemco.or.kr>  
 정운선. (1994). 사지 말초부의 피부면적이 쾌적성과 체온조절반응에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 18(2), 163-169.  
 최영희. (1994). *스커트와 슬랙스의 의복 착용습관이 인체의 체온조절에 미치는 영향*. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.  
 ASHRAE. (1992). *ASHRAE handbook of fundamentals-ASHRAE Standard*. Atlanta: ASHRAE.  
 ASHRAE 55. (2004). Thermal environmental conditions for human occupancy. *ANSI/ASHRAE 55-2004 Standard 55-2004*. Retrieved 2010, 6. 12, from [www.techstreet.com/.../ASHRAE/55\\_2004](http://www.techstreet.com/.../ASHRAE/55_2004)  
 Du Bois, D., & Du Bois, E. F. (1916). Clinical calorimetry: A formal to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine*, 17, 863-871.  
 Landau, B. R. (1980). *Essential human anatomy and physiology*. Glenview: Scott foresman and company.  
 Nevins, R. G., McNall, J. R., & Stolwijk, J. A. J. (1974). How to be comfortable at 65 to 68 degrees. *ASHRAE Journal*, 4, 41-43.  
 Sassa, N., Kubo, H., Isoda, N., & Ynase, T. (2001). The study of preferred air temperature in winter. *Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering (Transactions of AIJ)*, 541, 17-22.