

섬유·패션 산업 DB 구축을 위한 대구지역의 연간 피복환경내의 피부온과 쾌적성 -실내 제복을 중심으로-

류덕환¹⁾ · 이옥자¹⁾ · 김승진²⁾ · 송민규³⁾ · 조지현¹⁾ · 정명선¹⁾

- 1) 계명대학교 의류학과,
- 2) 영남대학교 섬유패션학부
- 3) 한국섬유기술개발원

A Study on the Comfort and Skin Temperature on the Clothing Environment in the Taegu City during Years -Concentrated on indoor uniforms-

Duck-Hwan Ryu¹⁾, Uk-Ja Lee¹⁾, Seong-Jin Kim²⁾, Min-Kyu Song³⁾,
Ji-Hyun Cho¹⁾ and Meung-Sun Jung¹⁾

- 1) Dept. of Clothing and Textiles, Keimyung University, Taegu, Korea
- 2) Dept. of Textile Engineering, Yeungnam University, Taegu, Korea
- 3) Korea Textile Development Institute, Taegu, Korea

Abstract : The purpose of this study was to determine the physiological responses and the subjective sensations of the human subjects when 10 human subjects(5 males and 5 females) were tested with selected ensembles, including the uniforms of students, industrial and bank workers. For the study, garment material and design were selected, which was mostly used in Taegu area by the survey. Thermal manikin and the human subject tests were performed. The results were as follows: 1. There was no significant difference among skin temperature of head by season and among that of breast and back by all variables, however, there was a significant difference among that of belly by gender and that of thigh and shank by season. In addition, there was no significant difference among rectal temperature by gender and season, but there was a significant difference by uniform. 2. Mean skin temperature of male subjects was significantly higher than that of female subjects. Specially in lower environmental condition, the difference got larger. 3. There was a significant difference among pulse rate of subjects by uniform, but there was no significant difference among those by gender and season. There were no significant difference among maximum and minimum blood pressure by gender, uniform, and season. 4. There was a significant difference in temperature of chest among gender and uniform, and there was no significant difference in temperature of back by season. In addition, There was a significant difference in humidity of back by uniform and season but there were no significant difference in that by gender. 5. There was a significant difference in humidity sensation by gender, comfort sensation by uniform and season, but there was no significant difference thermal sensation by uniform and season. 6. For the result of regression analysis, we got the regression equations as follows: $Clo=1.810 \text{ Thickness}+0.525$, $Clo=0.475 \text{ weight}+0.863$.

Key words: thermal manikin, ensembles, garment material, regression analysis

1. 서 론

오늘날 스트레스가 과다한 현대사회에서는 쾌적성이란 용어를 자주 보게 된다. 이것은 삶의 질이 향상되어 가면서 여러 가지 상황에서 사람들이 보다 쾌적한 환경을 바라고 있는 자연스런 현상이라 생각한다. 대구 지역처럼 한서의 차가 극심하고 연간 불쾌지수가 높은 지역에서는 피복환경의 영향이 크다는

것도 사실이다.

인체는 피부를 통해 외부환경과의 열교환이 이루어지며 피부온은 인체와 외계와의 계면온도로서 의복의 보온력이나 쾌적성을 평가하는데 매우 중요한 생리지표라고 할 수 있다. 의복은 인체를 감싸고 있는 가장 근접한 환경으로 최내층 의복기후를 쾌적하게 유지시켜 줌으로써 기후환경적응에 중요한 역할을 한다. 따라서 피부온은 착의 쾌적성과 밀접한 관계를 가지고 있을 뿐만 아니라 생리적 반응을 규명하고 적정의 착의량 규명에 매우 중요한 요소이다.

복사에 의한 열의 이동을 고려한 인체와 환경간의 열 교환

Corresponding author; Duck-Hwan Ryu
Tel. +82-53-580-5865, Fax. +82-53-580-5885
E-mail: rdw@keimyung.ac.kr.

식에서 인체를 균일한 입체로 간주하고 계산식을 도출하였는데 (Fanger, 1970), 인체는 신체 각 부위별로 피부온이 균일하지 않고 의복을 착용할 때에도 균일하게 착용하지 않는다. 이와 같은 복합적인 변인들이 고려되어 인체의 형태와 같이 각 부위별로 다른 피부온 분포를 유지할 수 있도록 제어가 가능하며 인체와 환경간의 열교환에 의한 쾌적성 여부를 평가할 수 있는 써멀마네킹(thermal manikin)에 의한 실험을 하는 단계에 도달하였다(Tamura, 1989).

이에 따라 미국의 Institute for Environmental Research에서는 발한 써멀마네킹을 이용하여 일본의 Tamura 교수와 함께 일상복은 물론 특수복을 포함하여 투습도에 대한 DB를 구축한 바 있다.

Mc Cullough 등(1992)의 연구에서 앙상블(ensemble)과 가먼트(garment)에 대한 써멀마네킹 실험을 통하여 건열저항치에 대한 DB를 구축하였고, 의류의 건열저항치를 추정하는 식을 개발하였다. Choi 등(1985)은 전통 한국의상과 앙상블을 이용하여 써멀마네킹 실험 결과, 건열 저항치는 1.08~ 2.27 clo범위로 보고하였다. 그리고 Mc Cullough 등(1993)은 인체 동작 중 앙상블 내부의 공기 부피와 가먼트의 무게가 건열저항치에 영향을 미친다는 보고를 한 바 있다.

그리고 Zhu 등(1985)은 겨울용 중국산 실내복을 사용하여 건열저항치를 측정하여 건열저항치의 범위를 1.6~2.94 clo 이었다고 보고한 바 있다. 또한 Mc Cullough 등(1994)은 여러 가지 기능성 의복에 대한 건열 저항치를 측정하였으며 건열저

항치는 0.17~2.6 clo 범위에 있었음을 보고한 바 있다. Huck 등(1985)은 실외복 11종에 대하여 써멀마네킹 실험을 실시하여 실외복의 무게범위는 366.7~1018.8 g이었고, 건열 저항치는 1.7~2.4 clo의 범위에 있다고 보고하였다.

아직 우리 나라에서는 써멀마네킹의 보급이 극히 미미하고 주로 기업체에서 신제품 개발에 이용하는 수준이고 학술 연구에 활용한 예는 거의 없는 실정이다. 그리고 피부온 자체의 변동에 관한 선행연구는 국내외적으로 많이 찾아볼 수 있지만 피복 환경내의 피부온과 쾌적성을 조사한 연구는 거의 미진한 실정이다.

따라서 본 연구는 대구지역의 연간 실내 온 습도 중에서 하계, 동계, 그리고 춘추계절별 환경 하에서 자유복에 비하여 비교적 많은 제약을 받으면서 동시에 착용자의 피복감성을 고려하여 적합한 의복 제작을 하겠다고 보기에는 다소 거리감이 느껴지는 제복(uniform)을 실험하였다. 특히 실내 제복을 대상으로 착용자의 피복환경내의 피부온과 쾌적성을 알아보고자 하였다.

대구지역의 제복 가운데, 착용의 빈도가 비교적 많은 학생복, 근로장복, 금융기관 제복 등의 실내 작업이나 활동이 이루어지는 제복에 대하여 피복자체의 clo값은 물론 앙상블 별 clo값을 알아보고 이를 착용시에 피복 환경내 피부온, 직장은 및 인체생리반응을 측정하고 이들 앙상블 착용시 느끼는 주관적 감각을 조사함으로써 제복의 환경적합성 제작은 물론 표준 착의량을 설정하는 기초 자료를 제시하는데 연구목적들을 두었다.

Table 1. Characteristics of experimental outwears and underwears
a) Male

Classification of clothing		Materials	Structure	Weight (kg)	Thickness (mm10 ⁻²)	Air permeability (cc/cm ² /sec)
High school uniform (HU)	Jacket(w)	wool 100%	twill	0.865	105-	13.41
	Jacket(w)	wool 100%	plain	0.851	115-	12.69
	Slacks(w)	T/W	twill	0.591	58-, 47	7.76-, 8.62
	Shirt(s)	T/C	plain	0.215	27	36.01
	Slacks(s)	T/W	plain	0.387	52-, 33	45.13-, 55.08
Worker uniform (WU)	Jumper	cotton 100%	twill	0.504	41	9.05
	Slacks	cotton 100%	twill	0.373	36	17.90
	Jumper	T/C	twill	0.414	38	9.75
	Slacks	T/C	twill	0.325	34	10.10
Bank uniform (BU)	Jacket(w)	wool 100%	plain	0.901	108-☆	14.98
	Jacket(sf)	T/W	plain	0.611	110-☆	12.20
	Vest	wool 100%	knit	0.215	48	11.98
	Shirt	T/C	plain	0.287	27	36.01
	Slacks(w)	wool 100%	plain	0.704	59-☆	40.00
	Slacks(sf)	T/W	plain	0.402	48	45.13
Under-wears	Runing	cotton 100%	rib	0.089	50	210.00
	Runing	cotton 100%	knit	0.084	27	214.12
	Short pants	cotton 100%	knit	0.049	35	163.60
	Short pants	cotton 100%	plain	0.091	22	12.69
	underwear-upper	cotton 100%	rib	0.150	49	150.89
	underwear-low	cotton 100%	rib	0.43	49	160.61
	underwear-upper	cotton 100%	rib	0.165	57	199.00
	underwear-low	cotton 100%	rib	0.153	57	199.00
	Socks	cotton 100%	knit	0.046	103	32.11

w: winter s:summer sf: spring, fall ☆: lining combination

Table 1. Continued

b) Female

Classification of clothing		Materials	Structure	Weight (kg)	Thickness (mm 10^{-2})	Air permeability (cc/cm 2 /sec)
High school uniform (HU)	Jacket(w)	polyester 20%, wool 80%	twill	0.731	115-☆	16.00
	Vest(w)	T/W	twill	0.320	65-☆	3.75
	Skirt(w)	T/W	twill	0.371	60-☆	17.90
	Blouse(sf)	T/C	plain	0.160	22	32.64
	Vest(sf)	T/W	twill	0.203	60-☆	11.98
	Jacket(sf)	T/W	twill	0.479	67-☆	11.98
	Blouse(s)	T/C	plain	0.197	29	33.20
	Skirt(s)	T/W	plain	0.281	53-☆	55.08
Worker uniform (WU)	Jumper	cotton 100%	twill	0.333	48	21.76
	Slacks	cotton 100%	twill	0.345	48	20.57
	Jumper	T/C	twill	0.336	38	23.71
	Slacks	T/C	twill	0.280	38	22.95
Bank uniform (BU)	Jacket(w)	acryl 50% polyester 50%	twill	0.484	72-☆	11.98
	Jacket(w)	T/W	twill	0.435	64-☆	19.02
	Vest(w)	acryl 50% polyester 50%	plain	0.204	66-☆	11.22
	Skirt(w)	acryl 50% polyester 50%	plain	0.249	66-☆	14.17
	Skirt(w)	T/W	twill	0.245	62-☆	20.27
	Blouse(s)	polyester 100%	twill	0.208	42	44.12
	Skirt(s)	polyester 100%	plain	0.208	57-☆	20.98
	Blouse(sf)	polyester 100%	plain	0.197	21	33.20
Under-wears & accessory	Brassiere	polyester 65% polyurethane 5% cotton 30%	knit, lace	0.035	225 (cup part)	185.89
	Short pants	cotton 100%	knit	0.034	36	178.31
	Running	cotton 100%	rib	0.060	59	199.00
	Girdle	nylon, spandex	lace	0.065	long-39 short-58	long-× short-199.00
	Stocking	nylon, polyurethane	knit	0.024	21	×
	Socks	cotton 100%	knit	0.046	97	32.11
	underwear-upper(w)	cotton 100%	rib	0.185	68	75.25
	underwear-low(w)	cotton 100%	rib	0.180	68	88.91
	underwear-upper(sf)	cotton 100%	rib	0.132	58	199.00
	underwear-low(sf)	cotton 100%	rib	0.145	58	199.00
	Cap	acryl 100%	rib	0.074	240	169.62
	Gloves	cotton 100%	knit	0.025	50	191.00
	Gloves	wool 100%	knit	0.048	157	58.52

w: winter s: summer sf: spring, fall, ☆: lining combination

2. 연구방법

2.1. 실험재료

학생복 : 대구시 남부 고등학교의 교복 형태, 종류 및 재료를 조사하기 위하여 1차적 설문조사를 행하여 응답이 불충분한 자료를 제외한 남자 고등학교 41개교, 여자 고등학교 29개교의 응답을 토대로 조사하여 사용빈도가 가장 높은 디자인과 소재를 고려하여 겨울, 여름, 춘추용으로 구분하여 착용의복을 선정하였다. 이하 HU(High School Uniform)로 표기(Table 1).

근로자 제복 : 대구지역 기업체 중에서 종업원 수가 많고 현장에서 근로자 제복의 착용 빈도가 높은 84개 섬유 산업체를 대상으로 1차적 설문조사를 실시하여 가장 일반적인 디자인과 소재의 제복을 선정하였다. 이하 WU(Worker Uniform)으로 표기(Table 1).

금융기관복 : 대구 시내에 소재한 11개 금융기관에서 착용하는 제복의 형태, 종류 및 재료를 조사하고자 1차적으로 면담조사를 행하여 빈도가 가장 높은 디자인과 소재를 선정하여 겨울, 여름, 춘추용으로 구분하여 사용하였다. 이하 BU(Bank Uniform)로 표기(Table 1).

2.2. 실험 방법

연간 대구지역 실내 온습도와 실험 환경 설정 : 연간 실내의 온습도 측정은 남창과 북창을 고려하여 계명대학교 의류학과 남창 실험실과 북창 실험실을 선정하여 자동 온습도 기록장치를 사용하여 1일 24시간의 온습도를 주별 평균치로 계산하여 참고하였다.

써멀마네킹 : ASTM F 1291 표준실험방법(ASTM: 1997)에 의거 써멀 마네킹을 이용하여 의복과 앙상블의 건열저항치를

Table 2. Characteristics of thermal manikin

Size	Male	Female
Height (cm)	175	160
Weight (kg)	40	50
Surface area (m ²)	1.78	1.38
Neck line (cm)	39.3	32.4
Arm length (cm)	66	55
Bust (cm)	94	85
Waist (cm)	82	63.5
Hip (cm)	94	91.5
Leg length (cm)	84	96

Thermal Manikin

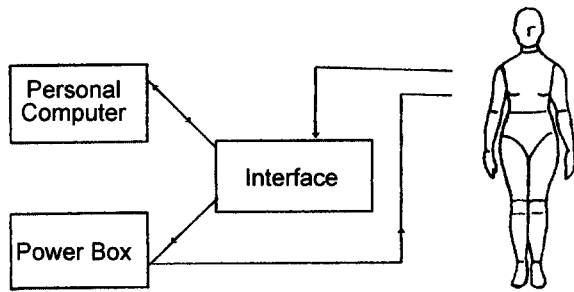


Fig. 1. Schematic diagram of thermal manikin system for the measuring skin temperature.

Table 3. Surface area and skin temperature of male thermal manikin

No.	Parts	Surface area (m ²)	Skin temperature(°C)
1	Head	0.1484	34.6
2	Breast	0.3341	34.2
3	Abdomen	0.2740	35.1
4	Upperarm (R.)	0.0867	34.1
5	Forearm (R.)	0.0631	34.1
6	Hand (R.)	0.0367	33.3
7	Upperarm (L.)	0.0895	34.1
8	Forearm (L.)	0.0631	34.1
9	Hand (L.)	0.0367	33.3
10	Thigh (R.)	0.1324	32.7
11	Leg (R.)	0.1143	32.3
12	Foot (R.)	0.0710	32.7
13	Thigh (L.)	0.1346	32.7
14	Leg (L.)	0.1184	32.3
15	Foot (L.)	0.0774	32.7

측정하였다. 실험에 사용된 써멀마네킹은 남성체형(한국섬유개발연구원 소재)과 여성체형(계명대학교 의류학과 소재)의 2종류를 사용하여 실험하였으며, 신체적 조건은 Table 2와 같다.

써멀마네킹 실험방법은 다음과 같다. 남자 써멀 마네킹의 측정방법은 환경온도 20°C와 상대습도 65% R. H.로 조절된 인공기후실 중앙에 써멀마네킹을 설치하고 써멀마네킹 15부위에 설정된 피부온(Fig. 1)을 일정하게 유지하도록 전력을 공급하였다. 남자 써멀마네킹 각 부위별 체표면적과 설정된 피부온도는 Table 3과 같다.

Table 4. Surface area and skin temperature of female thermal manikin

No.	Parts	Surface area (m ²)	Skin temperature (°C)
1	Head	0.124	32.68
2	Breast	0.125	33.73
3	Back	0.128	31.66
4	Abdomen	0.079	31.24
5	Loin	0.130	32.85
6	Upperarm	0.007	31.46
7	Forearm	0.067	30.82
8	Hand	0.060	29.72
9	Thigh	0.240	32.78
10	Leg	0.211	30.47
11	Foot	0.103	32.22

Table 5. Physical characteristics of subjects

Gender	Age(yr)	Weight(kg)	Height(cm)	Rohrer Index	
Male	A	25	63	167.5	1.340
	B	25	60	171.5	1.189
	C	25	64	174.5	1.204
	D	25	56	166.5	1.213
	E	26	67	173.6	1.280
mean	25.2	62	170.7	1.245	
Female	A	22	52	160.2	1.264
	B	22	54	162.0	1.270
	C	22	50	161.0	1.198
	D	22	53	163.0	1.223
	E	22	52	166.0	1.136
mean	22	52.2	162.4	1.218	

써멀마네킹에 실험하고자 하는 의복을 착용시킨 후, 인공기후실내의 온도와 습도가 일정하게 되고 써멀마네킹의 피부온 설정 값을 유지하도록 공급되는 전력량이 일정하게 되면, 1분 간격으로 30분 동안 마네킹의 피부온, 기온, 소비된 전력량 등이 기록된다. 이 측정된 결과를 이용하여 착용한 실험의복의 총 건열저항치(R_{wtd})를 구하였다.

여자 써멀마네킹 실험은 일본 Matsumoto(주)에서 제작한 것을 사용하였다. Fig. 1에 나타나 있는 것과 같이 신체는 17부위로 분할되어 있으며, 부위 11점에서 표면온도를 측정하였으며, 이때의 11점 각각 부위에 전력이 공급되는데, 공급열량과 이때의 표면온도는 Table 4와 같다.

실험의복을 착용시킨 후, ϕ 0.1 mm의 thermistor를 사용하여 이마, 가슴, 등, 복부, 허리, 상완, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등의 11부위에서 표면온도를 측정하였다. 써멀마네킹 실험을 통해 나상시 및 착의시의 국소별 열저항을 계산하였다.

이를 토대로 착의에 의한 열저항의 효과를 구하였으며, 1 clo는 0.155°C/W/m²이므로 I_{cle}를 환산하였다.

인체 착의 실험 : 대구지역의 1년간 실내 환경 온습도를 자기온습도계를 사용하여 측정된 결과로부터 온도 15°C, 55% R.H., 20°C, 60% R.H., 25°C, 65% R.H.인 세 가지 환경을

실내 제복 착용 환경조건으로 설정하였으며, 세 가지 환경 모두 기류는 0.2 m/sec 이하로 조절하였다. 이때 인체측정 부위는 Head, Breast, Back, Abdomen, Loin, upperarm, Rorearm, Hand, Thight, Leg 및 Foot 11부위에 대하여 측정하였으며 피험자는 남자 5명, 여자 5명 대학생을 피험자로 선택하여 계명대학교 인공기후실에서 인체 착의 실험을 실시하였다. 피험자들의 신체적 특성은 Table 5와 같다.

평균피부온은 안면부, 흉부, 상박부, 대퇴부, 족부의 5점법(大川 등, 1976)에 의하여 산출하였으며, 체표면적은 新谷(大川 등,

1976)의 공식에 따라서 산출하였다. 피험자들의 생리적 변동 요인을 가능한 배제하고자 동일한 시간대에 일관되도록 실험을 진행하였다. 피험자들은 식후 2시간이 경과하고 준비실에서 60분간 안정을 취한 후 인공기후실에 입실하였다. 의자에 앉은 상태로 60분에 걸쳐서 실험을 행하였다. 실험의복은 실내 착용 제복 가운데 가장 일반적으로 착용되는 남녀 고등학생의 교복 각각 3종류의 앙상블, 산업체 남녀 근로자 근무복 각각 6종류의 앙상블, 금융기관의 근무 제복 3종류의 앙상블에 대하여 인체 착용 실험을 행하였다. 이때 사용한 실험의복의 디자인은 Fig. 2와 같다.

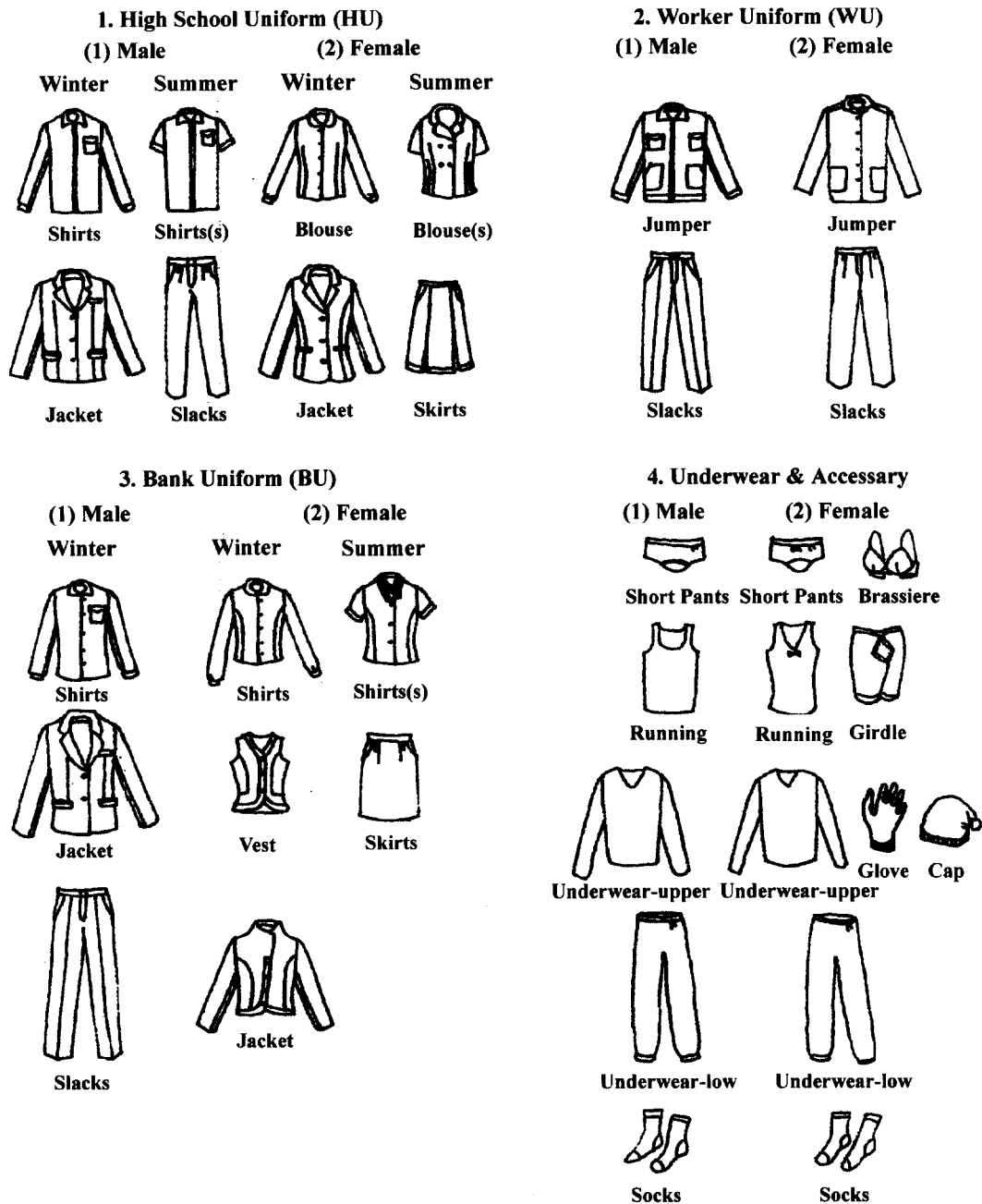


Fig. 2. Design of experimental uniform and underwears

2.3. 자료처리 방법

각 측정항목에 대하여 성별 유의차를 알아보기 위하여 t-test를 실시하였으며, 제복 종류별, 계절별 유의차를 알아보기 위하여 ANOVA test를 실시하였다. 유의차가 나타난 항목에 대하여 Duncan multiple range test를 실시하였다. 또한 각 항목간 상관분석을 실시하였으며, clo와 물리적 제원을 회귀 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 인체착용 실험시 피복환경내의 인체 생리반응

부위별 피부온, 직장은 및 평균 피부온 : Table 6은 인체 착용 실험 결과의 11부위의 피부온, 평균피부온 및 직장온의 평

균을 남녀별로 요약하여 나타낸 것이다.

각 측정항목의 결과로부터 통계적 처리를 행한 결과, 이마 부위의 피부온은 성별, 제복종류별 유의차는 나타나지 않았으나, 계절(환경 조건)에 따라 유의차(F: 17.180, p<0.001)를 나타내었다. 동복 착용시 평균 32.43°C(던컨테스트 결과 : c), 춘추복 착용시 평균 34.89°C(a), 하복 착용시 이마 피부온의 평균이 34.74°C(ab)로 나타났다.이마는 노출된 부분이므로, 환경기후의 변화에 가장 민감한 반응을 나타내는 곳이라고 판단된다.

인체의 중심 심장부분인 가슴, 등 부위의 피부온은 모든 변인에 대하여 큰 영향을 받지 않기 때문에 유의차가 나타나지 않았다. 복부 부위의 피부온은 제복종류별, 계절별로는 유의차가 없었으나 성별 유의차(F: 7.154, p<0.05)가 나타났다. 남자

Table 6. Means of skin temperature on each part, rectal temperature, pulse rate, and blood pressure of subjects

Gender	Parts	15, 55% RH			20, 60% RH			25, 65% RH				
		HU	WU(C)	WU(T/C)	HU	WU(C)	WU(T/C)	BU	HU	WU(C)	WU(T/C)	BU
Male	Head	31.76	32.54	33.49	34.22	34.88	34.88	33.49	35.54	35.24	35.37	35.08
	Breast	35.43	33.05	34.99	32.73	33.43	33.43	34.99	35.70	35.17	33.19	34.07
	Back	35.56	34.11	35.28	32.34	35.46	35.46	35.28	34.61	33.56	31.93	32.99
	Belly	34.81	34.22	33.33	35.31	34.43	34.43	33.33	34.36	35.36	35.14	35.33
	Loin	35.11	32.02	34.06	35.54	34.27	34.27	34.06	35.04	35.88	34.03	34.24
	U.Arm	33.97	30.70	33.93	30.30	31.05	31.05	33.93	32.33	33.68	32.47	30.38
	F.Arm	33.52	28.96	33.68	32.07	30.54	30.54	34.68	32.18	31.80	34.00	33.11
	Hand	31.81	22.94	31.20	31.72	27.34	27.34	31.20	33.10	33.80	33.32	32.96
	Thigh	30.80	28.50	33.66	32.27	31.50	31.50	33.66	32.79	33.04	32.61	32.24
	Shank	30.46	27.33	29.12	32.17	30.80	30.80	29.12	32.09	31.89	32.83	32.53
	Foot	34.54	24.52	33.23	33.30	26.28	26.28	33.23	33.34	31.74	32.46	32.78
	M.S.T. ^{a)}	32.87	30.23	33.14	32.55	32.13	32.13	33.34	33.75	33.47	33.38	33.34
	R. T. ^{b)}	37.38	37.24	37.57	37.26	37.34	37.14	37.57	36.98	37.37	37.51	37.17
P. R. ^{c)}	76.15	73.23	76.62	76.38	73.54	80.23	81.31	76.62	68.77	72.08	73.38	
S. P. ^{d)}	122.4	120.6	123.0	123.8	124.7	122.8	122.3	117.7	126.9	127.1	125.3	
D. P. ^{e)}	83.54	75.77	80.62	81.46	74.23	76.62	83.15	73.31	80.92	82.77	80.08	
Female	Head	31.83	32.03	32.94	34.76	33.98	37.55	35.41	34.45	33.68	34.60	33.93
	Breast	32.74	34.18	33.71	33.41	35.00	33.22	34.92	34.81	35.32	36.44	34.86
	Back	33.94	32.17	29.75	34.42	33.45	34.30	33.93	31.55	34.57	35.42	34.74
	Belly	33.54	34.12	34.41	35.57	36.51	33.25	35.83	36.22	35.13	36.72	34.88
	Loin	33.76	33.52	34.52	35.67	34.64	34.40	32.71	36.70	33.92	30.31	34.84
	U.Arm	33.37	28.10	32.64	32.28	30.01	33.61	31.65	32.47	29.45	30.92	31.25
	F.Arm	27.76	30.33	30.70	31.86	33.07	28.83	32.70	30.07	30.63	29.85	29.64
	Hand	20.89	22.35	23.27	25.98	30.41	29.92	32.50	23.99	27.57	29.54	30.41
	Thigh	31.41	26.55	30.56	31.35	30.62	27.78	30.40	31.40	30.13	31.04	30.57
	Shank	24.51	28.71	27.70	27.58	30.51	28.22	29.73	30.44	30.57	29.22	29.49
	Foot	19.71	24.80	24.23	26.66	29.49	28.57	29.07	32.25	27.31	28.61	31.17
	M.S.T. ^{a)}	27.40	27.80	28.51	28.97	29.75	27.97	29.68	29.31	29.26	30.41	28.94
	R. T. ^{b)}	36.82	37.26	37.57	37.71	37.38	37.55	37.49	37.54	37.42	37.25	37.40
P. R. ^{c)}	66.08	68.85	71.23	73.08	76.31	68.38	69.85	79.08	69.46	70.77	65.38	
S. P. ^{d)}	128.2	126.9	132.4	123.3	128.08	120.54	125.6	130.0	128.2	120.0	127.7	
D. P. ^{e)}	76.49	81.92	83.185	83.85	84.62	78.54	82.38	83.92	81.69	83.38	82.38	

Note) ^{a)}M.S.T.: mean skin temperature

^{b)}R.T.: rectal temperature

^{c)}P.R.: pulse rate

^{d)}S.P.: systolic pressure

^{e)}D.P.: diastolic pressure

의 경우 복부 피부온의 평균이 34.73°C, 여자의 경우는 35.11°C로 나타났다. 일반적으로 피하지방이 많이 침착할수록 피부온이 낮은 것으로 볼 때, 본 실험결과 남자의 경우 여자보다 복부에 피하지방 침착이 많은 것으로 여겨진다.

허리 부위와 사지부인 상완, 전완, 손, 발 등 부위의 피부온은 모든 변인에 대해서 유의차가 나타나지 않았다.

그러나 사지부 가운데 대퇴 부위(F: 5.463, $p < 0.05$)와 하퇴 부위(F: 8.322, $p < 0.05$)의 피부온은 계절별 유의차가 나타났다. 대퇴 부위의 경우, 동복 착용시 평균은 30.25°C(c), 춘추복 착용시 평균은 31.14°C(ab), 하복 착용시 평균은 31.73°C(a)로 나타났으며, 하퇴 부위의 경우, 동복 착용시 평균은 27.97°C(c), 춘추복 착용시 평균 29.87°C(b), 하복 착용시 평균 31.13°C(a)로 나타났다. 이 결과는 실내 제복 착용에 있어서 여름철의 경우, 하지부의 피부온이 다른 계절에 비해 가장 높은 경향을 나타내며, 겨울철의 경우에 가장 낮은 하지부 피부온을 나타낸다고 할 수 있다. 또한 체온이 하부 개구부로의 전달이 용이하기 때문에 피복내 피부온 환경 의존성이 다른 부위에 비해서 크게 나타나는 것이라고 생각된다.

직장온의 경우에 있어서는 성별, 계절별 유의차는 나타나지 않았고 제복 종류에 따른 유의차(F: 7.198, $p < 0.05$)가 나타났다. 학생복의 경우 직장온 평균은 37.28°C(b), 근로자 제복의 경우 직장온 평균은 37.38°C(ab), 금융기관 제복의 경우 평균은 37.41°C(a)로 나타났다. 직장온은 심부온으로, 체내의 신진대사를 조절하는 기능을 수행한다. 의복 소재 또는 착용량에 따라서 인체 보온 방어기능에 유의한 영향을 미치는 것으로 미루어 보아 근로자 제복의 경우 면100%와 T/C혼방 등 소재가 다르고 피복구성 조건이 다른 제복종류별 유의차가 나타나는 것은 당연하다고 하겠다.

다음은 부위별 측정된 피부온을 5점 부위 평균 피부온을 계산하여 Table 6에 나타내었다. 계절별 환경조건에 따라 남자가 여자의 경우보다 평균 피부온이 높은 것으로 나타났으며 특히 저온환경에서 더욱 심한 격차를 보여주고 있다. 위에서 언급한 복부부위에 대한 피부온은 남자가 여자보다 복부 피하지방 침착이 큰 것이라 하겠으나 인체의 평균피부온 경우에는 반대로 남자보다 여자의 경우가 인체 전체의 피하지방 침착은 더 큰 것으로 판단된다.

맥박·혈압(최고, 최저) 생리현상의 변화 : 인체는 환경기온의 변화에 따라 체온을 유지하기 위하여 피부혈관의 수축과 팽창 등 혈류를 조절하여 체열 전달 기능을 갖게 된다.

통계분석 결과, 맥박은 제복 종류별 유의차(F: 7.750, $p < 0.05$)가 나타났다. 근로복 착용시의 맥박의 평균은 75.21회/분(a), 교복 착용시의 평균 72.03회/분(b), 은행복 착용시 평균 69.97회/분(c)으로 나타났다.

근로자 제복의 경우에 있어서도 남자 맥박 평균이 77.79회/분인데 대하여 여자의 경우 72.96회/분으로 나타났으며 역시 남자의 제복에 비하여 여자 제복의 견열저항치가 크기 때문이라 생각된다. 또한 금융기관 제복의 경우에도 역시 성별 차별성은

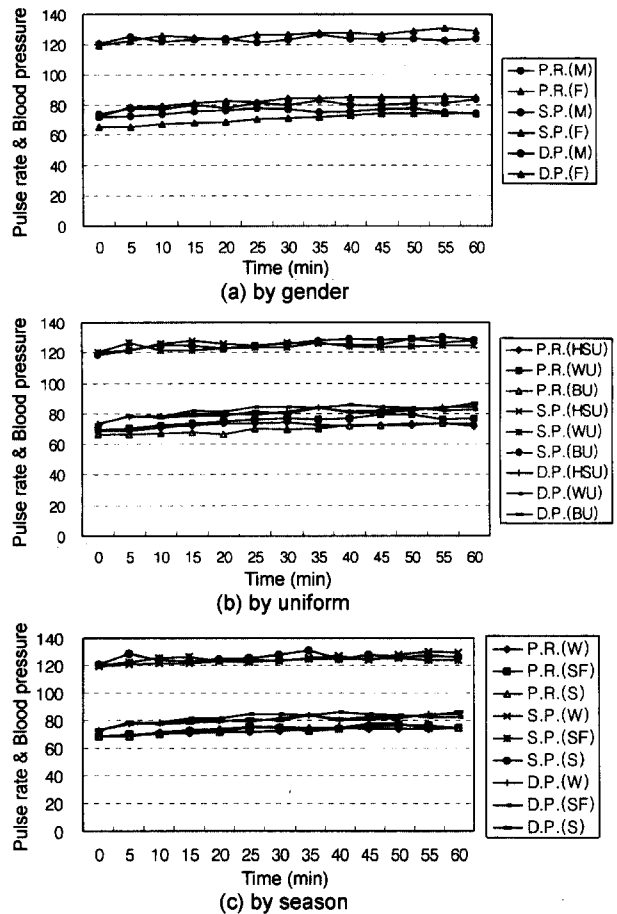


Fig. 3. Variation of blood pressure & pulse rate with lapse time
*P.R.: Pulse Rate, *S.P.: Systolic Pressure, *D.P.: Diastolic Pressure

같은 경향으로 나타났다.

혈압의 증감도 혈류량 공급조절기능에 따라 체온조절이란 생리현상을 가진 것으로 미루어 볼 때에 맥박과 동일한 생리반응을 일으킬 것으로 짐작된다. 그러나 본 실험결과에서 혈압증감의 폭이 1~10 mmHg정도는 개인 혈압변동범위에 속하는 것으로 유의검증을 하기에 무리라고 판단되나, 일반적 평균치에서 심하게 벗어난 경우는 대부분 환경온도가 크게 높거나 낮은 경우에 나타났다는 것은 피부 혈관 수축 팽창의 생리반응이 크기 때문이라 생각된다.

3.2. 인체 착의 실험시 피복환경내 온습도의 변화

인체가 착의를 하는 중요한 목적은 체온과 적당한 습도를 유지하여 쾌적한 착장 환경을 얻고자 하는 데 있다. 따라서, 각종 제복 착용자의 환경별, 피복종류별로 착용과정에서 일어나는 피복환경내의 온습도를 알아보면 인체의 착의상태의 쾌적성과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

피복환경내의 온습도의 중심을 이루는 것은 가슴 부위와 등 부위라 할 수 있으며 이들 두 부위의 온도와 습도를 인체 착

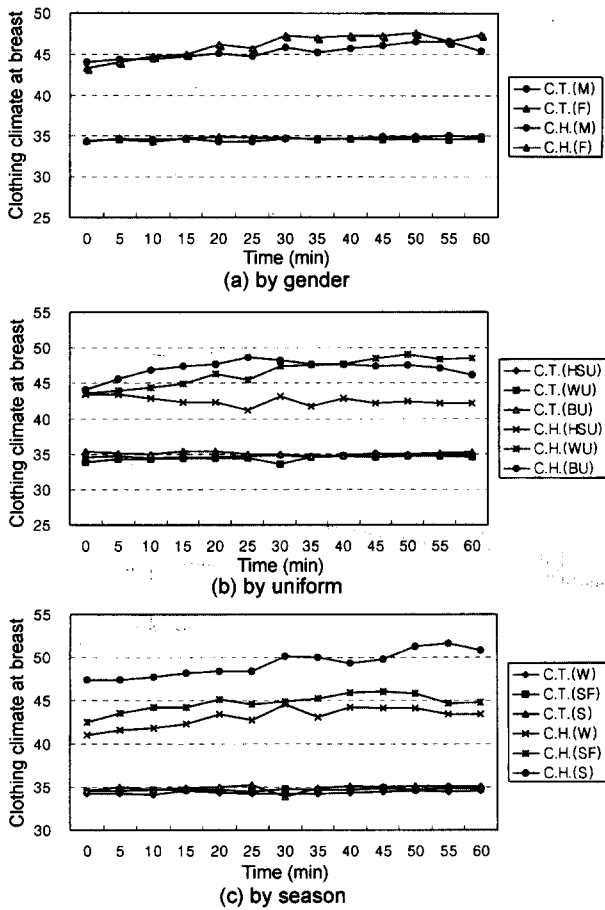


Fig. 4. Variation of microclimate at breast with lapse time
 *C.T.: Clothing Temperature, *C.H.: Clothing Humidity

의 실험 결과를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 a)는 성별, b)는 제복종류별, c)는 계절별로 가슴부위의 온습도를 나타내었다. 가슴부위의 의복내 온도는 실험출발점에서 실험이 진행되는 동안 극히 미미한 상태로 상승을 나타내며, 습도는 남학생보다 여학생의 경우가 더 높았다. 이는 여학생의 교복 착용시 사용하는 속옷중 브래지어의 수분전달 효과가 어려운 것이라 판단된다. 그리고 c)에 있어서 계절별로 가슴부위의 습도가 많은 차이를 보여주고 있다. 여름철, 봄가을, 그리고 겨울철 순위로 습도가 떨어지는 것은 피복외부환경의 영향으로서 인체의 피복환경내 온습도는 피복외부환경과 밀접한 관계임을 쉽게 이해 할 수 있다고 하겠다. 그리고 d)의 그림에서 제복종류별로 가슴부위의 온습도 경향은 습도의 경우 학생교복이 가장 낮고 근로자 제복이 시간경과에 따라 증가하는 현상을 보여주고 있다. 따라서 지금까지의 결과를 통계적으로 유의 분석한 결과, 성별 유의차(F: 4.130, $p < 0.05$)와 제복종류별 유의차(F: 3.499, $p < 0.05$)는 나타났으며, 등 부위의 의복내 온도는 계절별 환경기후에 따른 유의차(F: 4.493, $p < 0.05$)만 나타났다.

그리고 의복내 습도의 경우에 있어서 가슴 부위는 계절별 유의차(F: 5.532, $p < 0.05$)가 나타난 반면, 성별, 제복종류별 유의

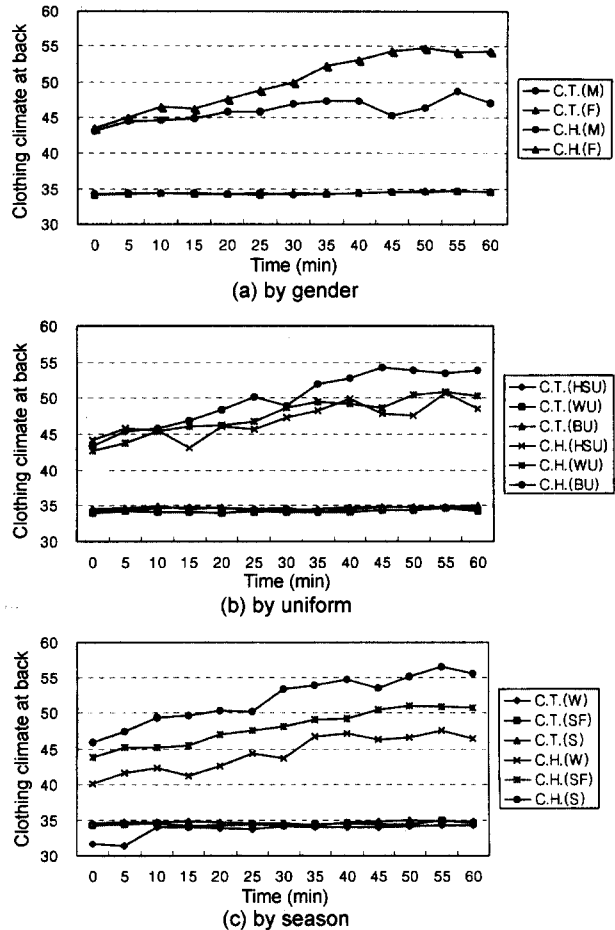


Fig. 5. Variation of microclimate at back with lapse time
 *C.T.: Clothing Temperature, *C.H.: Clothing Humidity

차는 나타나지 않았다. 그리고 피복환경내 등부위의 온습도의 경우 Fig 5에 나타내었다. a)에서 성별간의 습도변화는 여성의 경우가 남성의 경우보다 매우 높은 값을 보여주고 있으며 의복내 온도는 차이를 볼 수 없었다. 이는 가슴부위의 경우와 잘 일치하고 있다. b)에서 제복별 온습도의 경우 금융기관의 제복이 타제복에 비하여 등부위 습도가 높게 나타난 것은 앞서 언급한 교복의 경우 가슴부위가 높게 나타난 것과 대조적이다. 앙상블에서 금융기관의 제복에서 특히 여성들의 경우 대민 창구 근무관계로 근로자나 여학생에 비하여 내의류가 더 많이 착용된 것이 원인이라 판단된다. 그리고 c)에서 습도의 경우 계절별로 뚜렷한 차이가 보이는 것도 역시 피복내외의 환경적 요인이라 생각된다. 이들의 결과를 통계적으로 유의 검증한 결과 등부위의 피복환경내 습도는 가슴부위와 반대로 제복종류별, 계절별 유의차는 없었으나 성별 유의차(F: 5.004, $p < 0.05$)가 나타났다.

3.3. 제복 양상물과 주관적 감각과의 관계

Thermal Manikin이란 객관적 감성평가 방법이 있다고 하나

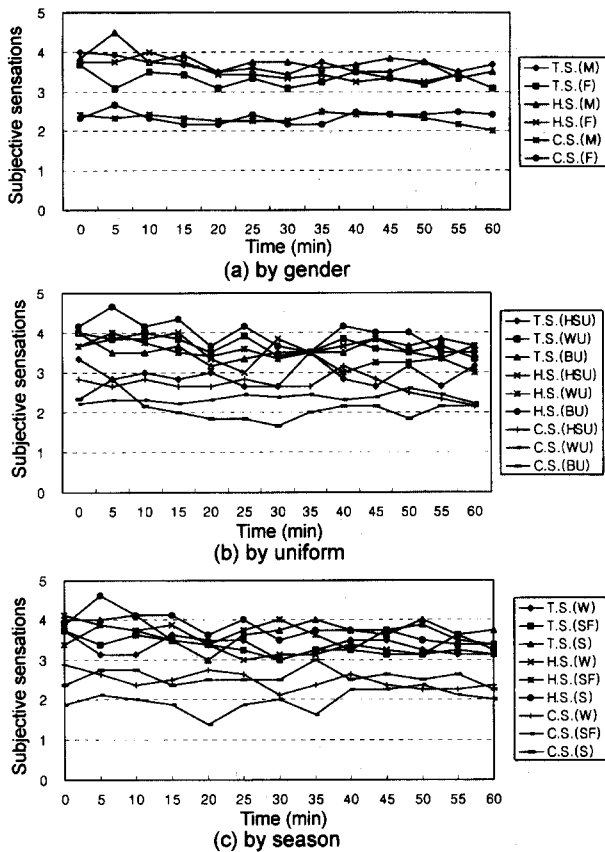


Fig. 6. Variation of subjective sensations with lapse time.
 *T.S.: Thermal Sensation, *H.S.: Humid Sensation, *C.S.: Comfort Sensation

이는 건열저항치를 측정하는 도구를 기준으로 개발된 것이어서 이들 기계적 측정치와 인체 착의과정에서 평가한 주관적 감각과 비교해 봄으로써 쾌적성의 조절기구에 도움이 되리라 짐작된다.

동일한 외의 제복과 내의로 조합된 앙상블로 착의한 주관적 감각평가를 Fig. 6에 나타내었다.

Fig. 6 a)에서 성별에 따라 제복 착의중 주관적 감각을 비교한 결과 온열감과 습윤감은 '보통이다' 수준에서 '약간 높다'의 응답을 나타내고 있으나 쾌적감은 보통이하의 수준에 지나지 않는다. 이때 여성의 경우가 남성에 비해 습윤감이 좋지 못한 것으로 나타났는데 역시 이는 위에서 피복환경내 습도의 경우 여성측이 많은 것과 일치하는 것이라 알수 있다. b)는 제복 종류별로 주관적 감각을 비교한 것으로 실험시작 35분 경과후부터 비교적 심리적으로 안정감을 찾은 시점이 보여진다. 온열감 습윤감에 비하여 쾌적성이 많이 떨어지는 것은 제복종류와 상관없이 나타나는 현상을 알 수 있다.

따라서 자유복에 비하여 제복착용의 경우 환경조건이나 자신의 주관적 감성에 관계없이 의무 착용에서 오는 구속성이 강한 것으로 판단된다. 따라서 계절 환경별 주관적 감각을 비교하여도 역시 온열감이나 습윤감에 비하여 쾌적감이 심하게 떨어지는 것은 매우 유의해 볼 사항이라 생각된다. 피복착용의 목적이 현대인에게 쾌적성의 추구라는 것을 고려 할 때에 특히 작업 능력과 학습성취도가 요구되는 근로복, 교복에서는 과학적 개선이 필요함을 알 수 있다. 특히 겨울이나 춘추계절에 비하여 여름철에 더욱 낮은 쾌적성은 제복 제작에 소재 선택이나 디자인 개선점으로 유의해 봄이 바람직하다고 본다.

따라서 주관적 평가 항목에서 온열감, 습윤감, 쾌적감의 변

Table 7. Clo values of the ensemble garments uniforms

Gender	Ensemble Code	Ensemble garments with uniforms	clo value	weight (kg)	thickness (mm10 ⁻²)
Male	HU(S)	Shirt(s), Slacks, Shirt, Short Pants, Socks	1.010	0.828	254
	HU(S&F)	Shirt, Slacks, Shirt, Short Pants, Socks	1.010	0.828	254
	HU(W)	Jacket, shirt, Slacks, Underwear-upper & low, Shirt, Short pants, Socks	1.267	2.143	479
	WU(S) Cotton	Jumper, Slacks, Shirt, Short pants, Socks	1.195	1.056	242
	WU(W) Cotton	Jumper, Slacks, Underwear-upper & low, Shirt, Short pants, Socks	1.253	1.421	366
	WU(S) T/C	Jumper, Slacks, Shirt, Short pants, Socks	1.134	0.981	237
	WU(W) T/C	Jumper, Slacks, Underwear-upper & low, Shirt, Short pants, Socks	1.290	1.283	361
	BU(S)	Shirt(s), Slacks, Shirt, Short Pants, Socks	1.093	1.192	3.04
	BU(S&F)	Jacket, shirt, Slacks, Shirt, Short Pants, Socks	2.083	1.803	414
	BU(W)	Jacket, shirt, Slacks, Vest, Shirt, Short Pants, Socks	2.202	2.430	462
Female	HU(S)	Blouse, Skirt, Brassiere, Shirt, Short pants, Girdle, Socks	1.271	0.781	557
	HU(S&F)	Blouse, Vest, Skirt, Brassiere, Shirt, Short pants, Girdle, Socks	1.492	0.974	617
	HU(W)	Jacket, Blouse, Vest, Skirts, Brassiere, Underwear-upper & low, Shirt, Short pants, Girdle, Stocking, Socks	2.463	2.661	826
	WU(S) Cotton	Jumper, Slacks, Brassiere, Shirt, Short pants, Socks	1.366	0.853	513
	WU(S) T/C	Jumper, Slacks, Brassiere, Shirt, Short pants, Socks	1.184	0.791	493
	WU(W) Cotton	Jumper, Slacks, Brassiere, Underwear upper & low, Shirt, Short pants, Socks	1.727	1.156	649
	WU(W) T/C	Jumper, Slacks, Brassiere, Underwear upper & low, Shirt, Short pants, Socks	1.545	1.156	629
	BU(S)	Blouse, Skirt, Brassiere, Shirt, Short pants, Girdle, Sockss	1.161	0.656	574
	BU(S&F)	Vest, Blouse, Skirt, Brassiere, Shirt, Short pants, Girdle, Stocking, Socks	1.183	0.827	640
	BU(W)	Jacket, Vest, Blouse, Skirt, Brassiere, Shirt, Short pants, Girdle, Stocking, Socks	2.115	1.357	712

인들간의 유의차를 알아 본 결과 온열감의 경우는 성별, 제복 종류별, 계절환경별 어느 경우도 유의차가 나타나지 않았다. 습윤감은 남녀별 유의차(F: 5.329, $p < 0.05$)가 나타났고 쾌적감에 있어서는 습윤감과 반대로 제복종류별(F: 4.686, $p < 0.05$), 계절별(F: 4.851, $p < 0.05$) 유의차가 나타났다.

이들 변인들간의 상관관계는 변수가 극히 복잡하다고 하겠으나 쾌적감에 작용하는 절대적 변인은 습윤감이라 할 수 있다.

3.4. 피복의 물리적 특성치와 건열저항치와의 관계

건열저항치는 thermal manikin의 제작에서 표면습도를 배제한 탓으로 습윤감과 관계없는 값으로 주관적 감각의 쾌적감과 비교 할 수 없다고 하겠으며 주로 피복의 전체 두께, 중량 그리고 사용 소재와 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 많은 선행 연구에서 보고된 바 있다.

Table 1에서 실험복으로 사용된 피복의 물리적 제원중 피복의 두께와 중량을 실험 제복 앙상블로 계산하여 얻은 값과 앙상블의 건열저항치를 Table 7에 표시하였으며 이를 두께와 건열저항치, 중량과 건열저항치 간의 상관관계를 알아보기 위하여 Fig. 7, Fig. 8에 나타내었다. 두께가 증가하면 건열저항치가 증가함은 물론 중량이 증가할 수록 건열저항치가 증가하는 것을 일수 있다. 물론 착의상태에서 의외와 내의간의 밀착상태

와 피복의 개구 상태나 크기에 영향을 받지만, 비교적 높은 상관계수를 통하여 회귀분석을 행한 결과 다음과 같은 회귀식을 얻을 수 있었다.

$$Clo=1.810 \text{ Thickness}+0.525, Clo=0.475 \text{ Weight}+0.863$$

여기서 건열저항치를 조정하는 가장 쉬운 방법은 피복을 두 겹게 착용하거나 피복의 중량을 증가하는 것으로 나타났으나 건열저항치와 주관적 쾌적성은 꼭 일치하지 않는 것은 위에서 살펴보았듯이 쾌적성과 습윤감과의 밀접한 관계가 있음을 알았다. 따라서 자유복에 비하여 개인차가 고려되지 않고 환경조건에 민감하게 대처하기가 어려운 제복의 제작에 있어서 건열저항치를 높이는 이전 단계에 피복환경내 습도 전달이 용이한 소재 선택에 많은 비중을 두는 것이 요구된다고 하겠다. 한편 모든 제복에 있어서 획일적인 소재보다 종류를 다양하게 두고 개인감성에 따라 선택기회를 부여하는 것도 제안할 수 있다.

4. 결 론

대구지역 거주자 중에서 실내 제복 근무 분야 중에서 비교적 빈도가 많은 학생 교복, 산업체 근로자 근무복, 금융기관 근무제복을 대상으로 기초조사 실시 후 가장 빈도가 큰 소재와 형태를 선정하여 이를 대상으로 객관적 셔말마네킹 실험과 인체 착의 실험에 의한 인체 생리 반응과 주관적 감각을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인체 11부위에 대한 착의 실험을 실시한 결과 이마 부위는 계절별(F: 17.180), 가슴과 등 부위는 모든 변인에 대하여 유의차가 나타나지 않았다. 복부 부위는 성별 유의차가 나타났다. 그리고 대퇴 부위(F: 5.463)와 하퇴 부위(F: 8.322)는 계절별 유의차가 나타났다. 인체의 심부온인 직장온은 성별, 계절별 유의차가 나타나지 않았으나, 제복 종류별에 따른 유의차(F: 7.198)는 나타났다.
2. 신체 5부위에 대한 평균피복온은 계산 결과 계절별 조건에 따라서 남자가 여자보다 높은 평균 피복온을 나타내었으며 특히 저온 환경에 있어서 더욱 심한 차이를 나타내었다.
3. 인체 생리반응에서 맥박의 경우, 제복 종류별 유의차(F: 7.750)는 나타났으나, 성별, 계절별 유의차는 나타나지 않았다. 최고, 최저 혈압은 성별, 제복종류별, 계절별 모든 변인에 대해 유의차가 나타나지 않았다.
4. 인체 착의 실험시 피복내 환경인 피복 기후 중에서 가슴 부위의 의복내온도가 성별(F: 4.130), 제복종류별(F: 3.499)유의차는 나타난 반면에 등부위의 의복내 온도는 계절별 환경기후에 따른 유의차(F: 4.493)가 나타났다. 의복내 습도의 경우에는 등부위에서 제복종류별, 계절별 유의차가 나타나지 않은 반면에 성별 유의차(F: 5.004)가 나타났다.
5. 인체착의실험시 주관적 감각 평가 항목에서 습윤감은 성별(F: 5.329), 쾌적감은 제복종류별(F: 4.686), 계절별(F: 4.851)로 유의차를 나타냈으나, 온열감은 유의차가 나타나지 않았다.

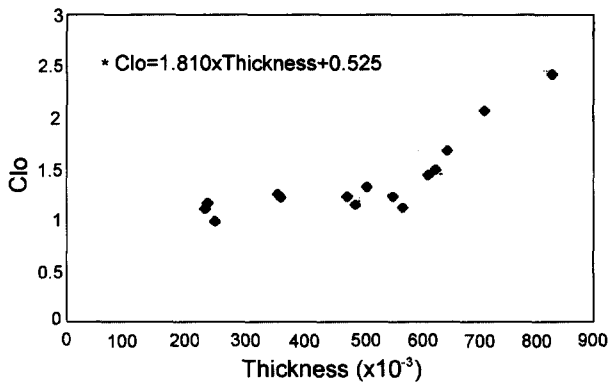


Fig. 7. Relationship between clo value & thickness

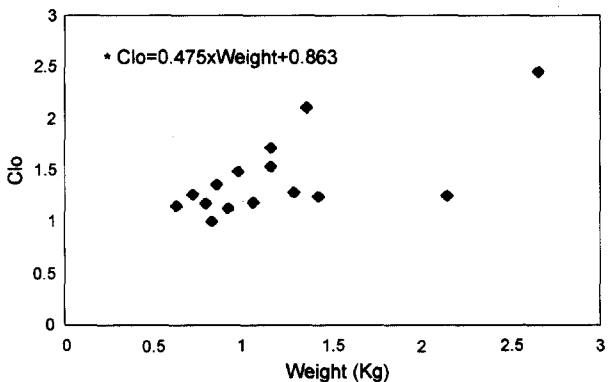


Fig. 8. Relationship between clo value & weight.

6. 씨털마네킹에 의한 건열저항치는 피복의 두께와는 $Clo=1.810 \text{ thickness}+0.525$, 피복의 중량과는 $Clo=0.475 \text{ weight}+0.863$ 의 회귀식을 얻었다.

감사의 글: 본 연구는 1998년도 계명대학교 섬유·패션 산업분야 특성화사업 연구기금으로 이루어졌음.

참고문헌

大川富雄·奥田久徳·水野上興志子 (1976) “衣服衛生實驗書”. 光生館, p. 26.
大川富雄·奥田久徳·水野上興志子 (1976) “衣服衛生實驗書”. 光生館, p. 28.
Choi H.S., McCullough E.A. and Rohles F.H. (1985) A cross-cultural study of clothing and thermal comfort. *ASHRAE Transactions*,

91(2), 469-477.
Fanger P.O. (1970) “Thermal Comfort : Analysis and Applications in Environmental Engineering”. N.Y., McGraw-Hill.
Huck J. and Mc Cullough E.A. (1985) Insulation characteristics of outdoor garment and Fabric system. *Home Economics Research Journal*, **13**, 3, 324-333.
McCullough E.A., Jones B.W. and Tamura T. (1989) *ASHRAE Transactions*. **95(2)**, 316.
McCullough E.A. (1992) An Insulation Data Base for Military Clothing. IER Technical Report No. 9204.
McCullough E.A., and Hong S. (1993) A database for determining the decrease in clothing insulation due to body motion. *ASHRAE Transactions*, **99(2)**, 765-775.
Zhu. X.S. Mccullough E.A. and Jones B.W. (1985) Thermal insulation of layered chinese clothing. *ASHRAE Transactions*, **91**, 493-505.

(1999년 9월 20일 접수)
