

# 겨울용 쾌적 보온성 의복의 온열특성에 관한 연구

- 무풍환경하에서 -

송민규\* · 권명숙<sup>+</sup>

한국섬유개발연구원 수석연구원\* · 경희대학교 의상학과 겸임교수<sup>+</sup>

## A Study on the Thermal Characteristics of Comfortable Heat-Retaining Winter Clothing

Minkyu Song\* · Myoungsook Kwon<sup>+</sup>

Chief Researcher, Korea Textile Development Institute\*

Concurrent Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Kyunghee University<sup>+</sup>

(투고일: 2008. 2. 22, 심사(수정)일: 2008. 6. 20, 게재확정일: 2008. 7. 18)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to create a database of information on fabric factors(i.e., fabric insulation, fabric weight, clothing weight, fabric thickness, air permeability, and water vapor resistance) of clothing used for insulations, to compare them according to clothing types, and to estimate thermal resistance of clothing using these factors. A total of 25 kinds of clothing were selected(9 types for suits, 6 types of jacket, 5 types for shirts, and 5 types for trousers). The results of this study were as follows;

Thermal insulation of clothing showed the highest positive correlation(0.85,  $p>0.01$ ) with thermal insulation of fabric and very high positive correlation with water vapor resistance, fabric thickness, fabric weight, and clothing weight, respectively, 0.77, 0.77, 0.73, 0.71( $p>0.01$ ). Fabric weight of jacket was higher than that of shirts and trousers. Air permeability of shirts was the highest of clothing types. Clothing insulation of jacket was higher than that of shirts and trousers and its fabric insulation was also the highest of clothing types. Regression analysis showed that fabric thickness, water vapor resistance, and fabric weight would be useful factors for estimating the thermal resistance of clothing.

Key words: thermal manikin(썬덜 마네킹), thermal resistance(온열 저항), clothing insulation(의복 보온성), clothing factors(의복 인자), water vapor resistance(투습 저항), wind velocity(기류)

## I. 서론

의복의 온열특성은 구성 섬유, 직물 및 의복 자체의 열, 공기, 수분전달특성과 매우 밀접한 관계가 있으며 그 전달정도에 따라 온열특성이 결정되어 의복을 착용함으로써 형성되는 의복기후와 착용자의 쾌적감에 큰 영향을 미친다. 섬유, 직물 및 의복의 열, 공기, 수분전달 특성에 영향을 미치는 인자들은 섬유, 사, 직물, 의복, 인간 및 환경인자 등으로 매우 다양하며 이러한 인자들은 서로간의 관련성을 가지며 복합적으로 작용하여 의복의 온열특성을 결정되기 때문에 이를 체계적으로 규명하기는 매우 어렵다.

최근 생활환경 수준이 높아지고 스포츠 및 레저용 의복의 확대가 지속적으로 이루어짐에 따라 의복의 쾌적감성에 대한 관심이 크게 높아지고 있으며 의류제품의 여러 기능성 중 온열특성은 고부가가치 의류제품 개발 시 직물 및 의류상태의 쾌적성을 평가하는 기술로서 주요한 요소이다. 또한 쾌적감성면에서의 보온성 소재의 제품개발이 활성화되고 있고 고부가가치 차별화 제품에 대한 평가 또한 중요시되면서 의류제품의 온열특성의 평가가 점점 중요하게 되고 있다.

의복의 온열특성은 실제로 착의한 인체의 발열량을 측정하거나 간접적으로 예측하는 방법이 주로 사용되었다. 선행연구에서는 직물단계의 온열특성에 관한 연구가 있었으며<sup>1)2)3)4)</sup> 써멀마네킨을 이용한 의류의 보온성 측정과 인체의 자세나 동작의 변화에 따른 의류의 열저항치의 변화에 대한 연구가 주로 행하여졌다<sup>5)6)</sup>. Havenith 등<sup>5)</sup>에 의하면 앉은 자세는 서 있을 때 보다 12-36% 정도의 열저항치가 감소하며 정적인 상태보다 움직임이 있을 시에 풍속효과에 의하여(풍속 4.1m/sec 이하, 걷는 속도 3.6km/hr) 72-82%의 열저항치가 감소한다고 보고하였으며 열저항치는 풍속효과보다 걸을 때 더 감소하였다고 한다. 또한 McCullough 등<sup>6)</sup>은 표준양상불 24중에 대한 써멀마네킨 실험을 실시하였으며 3.7km/hr의 속도로 걸을 때 의류의 열저항치는 정지 시 보다 24-51% 정도 감소한다고 보고하였다. 국내에서도 써멀마네킨을 이용한 의복 양상불의 보온력 예측을 위한 연구

가 진행되어 왔다.<sup>7)</sup>

그러나 써멀마네킨을 이용한 연구는 실험은 환경 조건을 제어할 수 있는 인공기후실에서만 진행이 가능하다. 또한 써멀마네킨이 고가여서 이용하기 어려우므로 그 연구결과를 실제 의생활에 응용하기에는 한계가 있어서 보온력을 직접 측정치 않고 예측 및 환산할 수 있는 용이한 방법에 대한 연구가 필요한 실정이다. 특히, 국내에서 보온성 소재 개발을 위하여 써멀마네킨을 이용한 환경 및 생리적 조건의 표준화 및 실제로 인간이 느끼는 온열감을 대신할 수 있는 물리적 양인 보온력 측정기술을 객관화하고, 보온성 소재로 구성된 의복의 피복중량, 공기층 두께, 의복 두께, 의복 매수 등의 인자를 이용한 간편한 예측과 이에 대한 검증이 필요하다.

따라서 본 연구는 국내외에서 개발된 보온성 의복을 수집하고 이들의 온열특성을 분석하여 국내 보온성 소재의 온열특성에 대한 데이터를 구축하고, 직물과 의복 단계에서 물성과 무풍환경 조건하에서 써멀마네킨 실험을 통한 보온력과 관계를 분석하여 보온력 측정기술을 객관화하고, 도출된 결과로부터 가장 예측 가능성이 높은 인자를 제시하여 이를 쾌적 보온성 소재 개발의 기초 자료로 삼고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 소재의 선정 및 특성

시판되고 있는 겨울철 의복 중에서 쾌적 보온성을 목적으로 하는 기능성 소재로 구성된 의복을 실험복으로 선정하였으며, 실험에 사용된 의복은 <Table 1>에 나타내었다. 재킷류로서 주로 소재가 양모인 남성용 양복상의(콤비) 3종과 반코트 1종 및 롱코트 2종을 선정하였다. 파카류는 주로 방한복류로 오리털, 거위털의 소재를 주로 선택하였다. 셔츠류는 폴라플리스를 포함한 등산복의 이너웨어류를 주로 선정하였으며, 바지도 역시 등산용 바지로서 다양한 소재를 선택하였다. 선정한 샘플의복의 크기는 동일한 크기를 선택하여 사용하여 보온력 측정 시 의복과 인체 사이의 합기량에 따른 영향을 배제하고자 하였다.

<Table 1> Characteristics of Samples

Sample	No.	Model no. of products	Size	Composition	Fabric count Warp×Weft (Number/in)
재킷류 (양모소재)	J-1	JGA1172CQ F	105	콤비, 캐시미어 100%	47x40
	J-2	JGA1189HN F	105	콤비, 캐시미어 10%	50x41
	J-3	JGA11W03J F	105	콤비, 실크/울(50/50)	72x64
	J-4	JRA339JE1 F	105	롱코트, 캐시미어50%	62x43
	J-5	JRA34KBRI F	105	롱코트, 캐시미어10%	57x41
	J-6	KDA35X01K F	105	반코트, 캐시미어10%	63x37
파카류 (방한복류)	P-1	5180	917(XL)	거위털, 오리털	156x104
	P-2	6409	52	거위털, 퍼텍스	184x170
	P-3	5105	581(52)	고어, 오버스톰셀	179x103
	P-4	드로와트자켓	XL	고어, 신슬레이트	141x99
	P-5	8154	999(52)	에어벤티지	162x76
	P-6	7567	52	윈드스탑소프트셀	-
	P-7	8112	52	프리마로프트	167x141
	P-8	KGA3292T3 F	105	거위털 점퍼	249x91
	P-9	KGA33K77C F	105	오리털 점퍼	252x90
셔츠류	S-1	5344	105	필드센서PM	-
	S-2	5450	105	플라텍과워스트레치	-
	S-3	5446	105	플라폴리스	-
	S-4	5508	52	테크노파일	-
	S-5	600	105	윈드블럭액트	-
바지류	T-1	5385	34	윈드스탑소프트셀	94x95
	T-2	4422	34	아웃라스트	118x118
	T-3	5336	34	ACF	138x50
	T-4	4426	34	셀러, 플라폴리스	91x124
	T-5	5436	36	플라텍과워스트레치	-

2. 성능 평가

1) 직물의 기본 물성 측정

직물의 밀도, 무게, 두께, 공기투과도 등의 기본 물성은 <Table 2>에 따라 측정하였다. 공기투과도는 시료를 통과한 공기의 양( $\text{cm}^3/\text{min}/\text{cm}^2$ )으로 표시하며 KS K 0570에 준하여 Frazier 측정기를 이용하여 측정하였다. 이때 시험 면적은  $20\text{cm}^2$ , 적용 압력은 100pa로 5회 측정하여 평균값을 취하였다.

<Table 2> Standard Test Method of Physical Properties

Property	Standard test method
직물밀도	KS K 0511
직물무게	KS K 0514
직물두께	KS K 0506
공기투과도	KS K 0570, Frazier method

2) 직물의 보온력 측정

직물상태의 보온력은 ISO 11092에 준하여 측정하였는데, 측정환경조건은  $20\pm 0.2^\circ\text{C}$ , 65% R.H. 였고,

후드와 plate 사이의 공기흐름은 1m/sec였다. 이때 Test plate의 온도는 35℃로 유지하였고, 모든 환경 및 실험조건이 안정된 후, 30분간 데이터를 읽어 평균값으로 직물의 보온력을 계산하였다. 그 계산식은 아래와 같다.

$$R_t = \frac{(T_s - T_a)}{H} \quad (1)$$

$R_t$  = Resistance to heat transfer provided by the fabric system and air layer,  $m^2 \cdot ^\circ C / W$

$A$  = Area of the plate test section,  $m^2$

$T_s$  = Plate surface temperature,  $^\circ C$

$T_a$  = Air temperature,  $^\circ C$

$H$  = Power input,  $W$

### 3) 의복의 보온력실험

ASTM F 1291-90에 의하여 써멀마네킨을 이용하여 무풍 환경하에서의 의복의 열저항치(보온력)를 측정하였다. 실험실의 환경조건은 온도 20℃, 상대습도 50% R.H., 풍속은 무풍으로 0.2m/sec이하로 유지하였다. 써멀마네킨은 한국 남성의 표준사이즈로 신장 170cm에 1.7804m<sup>2</sup>의 체표면적을 가지며 표면이 15개의 온열 zone ① head, ② upper torso, ③ lower torso, ④ right upper arm, ⑤ right front arm, ⑥ right hand, ⑦ left upper arm, ⑧ left front arm, ⑨ left hand, ⑩ right thigh, ⑪ right calf, ⑫ right foot, ⑬ left thigh, ⑭ left calf, ⑮ left foot 으로 나뉘어 각 zone에서 독립적인 제어와 측정이 가능하며 이미 설정된 각 부위의 피부온을 유지하도록 전력이 공급된다. 본 연구에서는 선행연구<sup>8)</sup>에서 이미 규명한 20, 40 및 60대 남성의 쾌적 시 피부온의 각 부위별 평균 피부온과 같도록 하여 평균피부온을 구하였으며 본 실험에서 사용한 평균피부온은 33.64℃이다 (<Table 3> 참고).

써멀마네킨에 실험하고자 하는 의복을 입히고 인공기후실내 온도와 습도가 일정하게 되고 써멀마네킨의 피부온을 일정하게 유지하도록 공급되는 전력

량이 일정하게 되면, 1분 간격으로 30분간 써멀마네킨의 피부온, 기온, 소비된 전력량 등이 기록된다. 이 측정된 결과를 아래의 식에 대입하여 의복의 전체 보온력을 구하였다.

$$T_{wtd} = \frac{\sum(T_i \times A_i)}{\sum A_i} \quad (4)$$

$T_{wtd}$  = Weighted averaged temperature,  $^\circ C$

$T_i$  = Zone temperature,  $^\circ C$

$A_i$  = Zone surface area,  $m^2$

$$Q / A_{wtd} = \frac{\sum(Q / A_i \times A_i)}{\sum A_i} \quad (5)$$

$Q / A_i$  = Zone heat flux,  $W / m^2$

$$R_{wtd} = \frac{(T_{wtd} - T_{amb})}{Q / A_{wtd}} \quad (6)$$

$R_{wtd}$  = Weighted averaged thermal resistance,  $m^2 \cdot ^\circ C / W$

$T_{amb}$  = Ambient temperature,  $^\circ C$

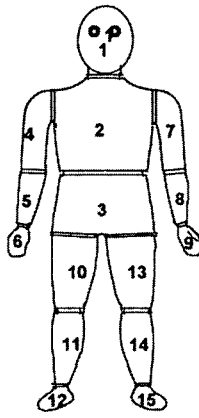
여기서 의복만의 보온력( $R_{cle}$ )은 총 보온력( $R_{wtd}$ )에서 공기의 보온력( $R_a$ )을 제외한 보온력이다.

### 4) 직물의 투습저항 측정

투습저항은 ISO 11092에 준하여 Sweating guarded hot plate를 이용하여 측정하였다. 측정 시 실험실의 환경조건은 35±0.5℃, 40% R.H. 로 유지되었으며 Plate의 온도는 환경온도와 동일하며 후드와 Plate사이의 공기의 흐름은 1m/s로 유지되었다. 투습저항을 산정하는 식은 아래와 같다.

$$Ret = \frac{(P_s - P_a)A}{H} \quad (2)$$

<Table 3> Characteristics of thermal Manikin

Thermal manikin	Parts	Name of parts	Surface area(m <sup>2</sup> )	Surface temperature(℃)
	1	Head(머리)	0.1484	35.3
	2	Upper Torso(가슴)	0.3341	33.91
	3	Lower Torso(배)	0.2740	33.7
	4	Right Upper arm(오른쪽 윗팔)	0.0867	33.7
	5	Right Forearm(오른쪽 아래팔)	0.0631	33.9
	6	Right Hand(오른쪽 손)	0.0367	34.5
	7	Left Upper arm(왼쪽 윗팔)	0.0895	33.71
	8	Left Forearm(왼쪽 아래팔)	0.0631	33.9
	9	Left Hand(왼쪽 손)	0.0367	34.51
	10	Right Thigh(오른쪽 넓적다리)	0.1324	33.7
	11	Right Calf(오른쪽 종아리)	0.1143	31.9
	12	Right Foot(오른쪽 발)	0.0710	33.1
	13	Left Thigh(왼쪽 넓적다리)	0.1346	33.71
	14	Left Calf(왼쪽 종아리)	0.1184	31.9
	15	Left Foot(왼쪽 발)	0.0774	33.1
			Total, 1.7804	Mean, 33.64

Ret = Resistance to evaporative heat transfer provided by the fabric system and air layer, m<sup>2</sup>kPa/W

A = area of the plate test section, m<sup>2</sup>

Ps = Water vapor pressure at the plate surface, kPa

Pa = Water vapor pressure in the air, kPa

H = Power input, W

직물만의 투습저항은 다음의 식에 따라 구하였다.

$$Ref = Ret - Rea \quad (3)$$

Ref = Averaged evaporative resistance for fabric alone

Ret = Averaged evaporative resistance for fabric and air layer

Rea = Averaged evaporative resistance for bare plate covered with liquid barrier

#### 4) 자료분석

측정된 데이터는 SPSS WIN 15.0 통계프로그램을

사용하여 분석되었다. 의복의 보온력에 대한 직물의 보온력, 직물중량, 의복중량, 직물두께, 직물의 투습성, 공기투과성 등의 인자들의 영향을 분석하기 위하여 Pearson의 적률상관관계가, 의복타입별 의복의 보온력 및 기타 인자들에서의 차이를 분석하기 위하여 일원분산분석이 실시되었으며 의복의 종류별로 유의한 통계적 차이가 있는 지를 알아보기 위하여 Fisher's least square difference(LSD) post hoc comparison test가 실시되었다. 의복의 보온력을 추정하기 위하여 의복의 보온력과 각각의 인자들간의 단순회귀분석과 중회귀분석이 실시되었다.

### Ⅲ. 결과 및 토론

#### 1. 의복의 보온력과 인자들간의 상관성

씨털마네킨을 이용하여 무풍환경하에서의 재킷류 6종, 파카류 9종, 셔츠류 5종, 바지류 5종 등 총 25종 의복과 구성 직물의 보온력, 중량, 두께, 공기투과도, 투습저항을 측정한 결과를 <Table 4>에, 의복의 보온력과 각 인자들간의 상관계수는 <Table 5>에 나타내었다.

〈Table 4〉 Physical Properties of Samples

No. of samples	Fabric insulation (clo)	Clothing insulation (clo)	Clothing weight (kg)	Fabric weight (g/m <sup>2</sup> )	Fabric thickness (mm)	Air permeability (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /min)	Water vapor resistance (m <sup>2</sup> Pa/W)
J-1	0.55	1.05	0.73	273.73	0.48	617.76	12.91
J-2	0.57	1.03	0.79	297.11	0.60	607.08	14.10
J-3	0.56	0.99	0.70	240.47	0.39	424.92	12.58
J-4	0.66	1.43	1.15	426.77	0.89	362.88	16.04
J-5	0.73	1.44	1.09	350.21	0.88	717.60	15.70
J-6	0.64	1.36	0.96	377.99	0.86	587.16	13.31
P-1	1.65	3.36	1.50	666.67	42.00	14.50	139.00
P-2	2.03	2.06	0.69	255.55	67.00	18.82	26.66
P-3	1.32	1.67	1.67	490.85	1.57	33.66	33.78
P-4	1.89	1.17	0.89	275.67	0.83	16.30	28.24
P-5	1.15	1.13	1.00	428.39	0.89	9.35	41.76
P-6	0.64	0.92	0.78	286.55	0.88	19.13	17.52
P-7	2.16	1.50	0.42	197.21	15.00	19.84	117.03
P-8	1.89	2.01	1.05	377.78	20.00	24.00	42.63
P-9	2.18	2.05	1.19	622.22	32.00	20.87	59.21
S-1	0.56	0.79	0.26	185.90	0.66	5454.00	10.75
S-2	0.72	0.89	0.36	234.14	0.71	2658.00	14.88
S-3	0.68	0.81	0.39	304.84	0.82	1741.20	13.93
S-4	0.76	0.91	0.25	146.38	0.56	9768.00	13.73
S-5	0.69	0.75	0.38	300.42	0.94	400.68	18.33
T-1	0.58	0.88	0.68	290.23	0.80	23.12	14.01
T-2	0.58	0.86	0.50	276.92	0.64	178.80	15.05
T-3	0.67	0.99	0.69	360.88	0.82	285.00	14.29
T-4	0.51	0.86	0.45	242.34	0.57	836.40	12.62
T-5	0.77	0.89	0.43	299.54	0.88	873.60	15.44
Mean	1.01	1.27	0.76	328.35	7.67	1028.51	29.34
S.D.	0.59	0.59	0.38	123.83	16.39	2164.81	32.15

〈Table 5〉 Correlation Coefficient of Clothing Insulation and Clothing Factors

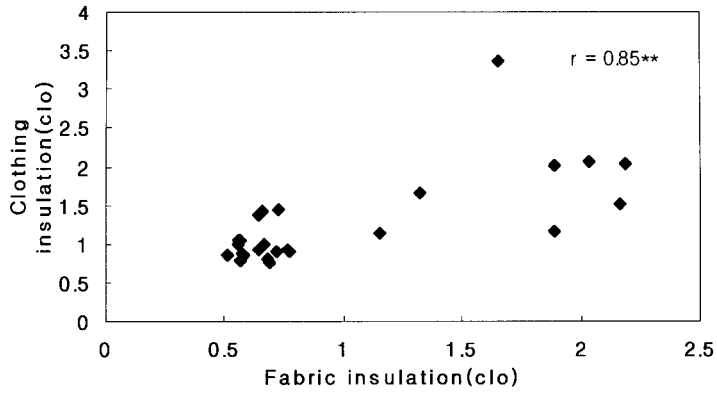
Clothing factors	Fabric insulation	Clothing Feight	Fabric weight	Fabric thickness	Air permeability	Water vapor resistance
Correlation coefficient	0.85**	0.71**	0.73*	0.77**	-0.29	0.77**

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01

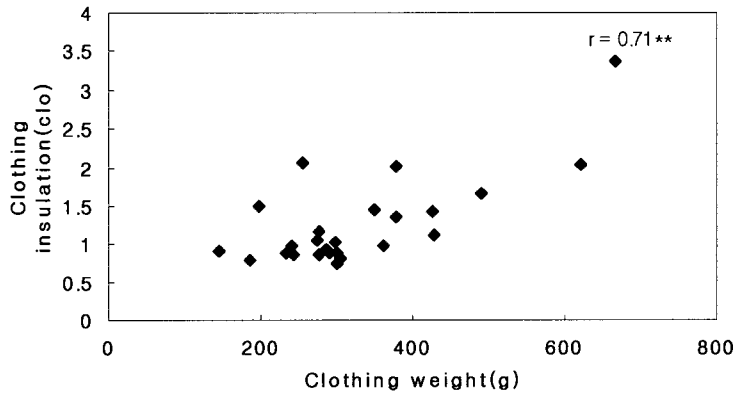
## 1) 직물의 보온력과 의복의 보온력

〈Table 4〉에 따르면 총 25종의 의복을 구성하는 직물의 보온력은 0.51~2.18clo 사이로 평균 1.01clo, 표준편차 0.59clo였으며 무풍환경하에서의 의복의 보온력은 0.75~3.36clo사이로, 평균 1.27clo, 표준편차는 0.59clo 였다. Clo는 의복 상태의 보온력 환산단위이

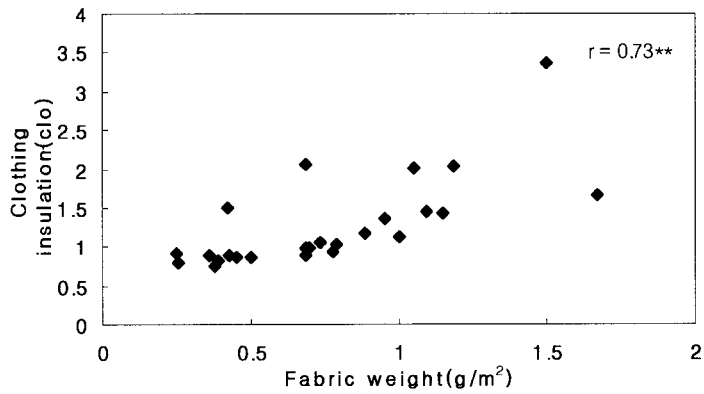
며, 착장 시 피부와의 의복사이, 의복과 의복사이의 정지 공기층이 평면상태의 직물에서보다 많아지고 신체의 입체적인 굴곡을 둘러싸면서 공기를 함유할 수 있는 여지가 많아진다. 직물의 보온력과 의복의 보온력의 상관계수는 0.85(P<.01)로 두 인자사이에는 가장 높은 정상관관계를 보이고 있으며 직물의 보온



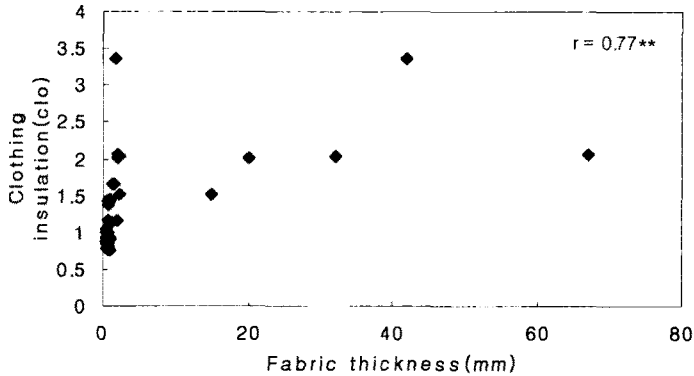
<Fig. 1> Correlation of Clothing Insulation and Fabric Insulation( $p < .01$ )



<Fig. 2> Correlation of Clothing Insulation and Clothing Weight( $p < .01$ )



<Fig. 3> Correlation of Clothing Insulation and Fabric Weight( $p < .01$ )



<Fig. 4> Correlation of Clothing Insulation and Fabric Thickness( $p < .01$ )

력이 높을수록 의복의 보온력도 높아진다고 할 수 있다. 이는 이 연구에서 사용된 의복의 사이즈가 동일하여 사이즈에 따른 공기 절연층의 차이는 배제됨으로서 직물의 보온력이 의복의 보온력과 상관성이 크게 나타난 것으로 보인다(<Table 5>, <Fig 1>).

**2) 직물 중량 및 의복 중량과 의복의 보온력**

총 25종의 의복을 구성하는 직물의 중량은 185.9 0~666.67g/m<sup>2</sup> 사이로 평균 328.35g/m<sup>2</sup>, 표준편차 123.83g/m<sup>2</sup>이었으며 의복의 중량은 0.251~1.669kg 사이로 평균 0.76kg, 표준편차 0.38kg의 범위 내에 있었다(<Table 4>). 의복의 보온력과는 의복 중량과 직물 중량 모두 각각 상관계수 0.71, 0.73( $p < .01$ )로 높은 정상관성을 보이고 있어 직물과 의복의 중량 또한 의복의 보온력에 영향을 주는 인자인 것으로 나타났다(<Table 5>, <Fig. 2>, <Fig. 3>). 직물 및 의복의 중량은 소재의 구성, 섬유비중, 견습정도에 달라지기도 하나 측정이 용이하므로 중량을 이용한 보온성 소재의 보온력의 추정은 가능하다.

**3) 직물 두께와 의복의 보온력**

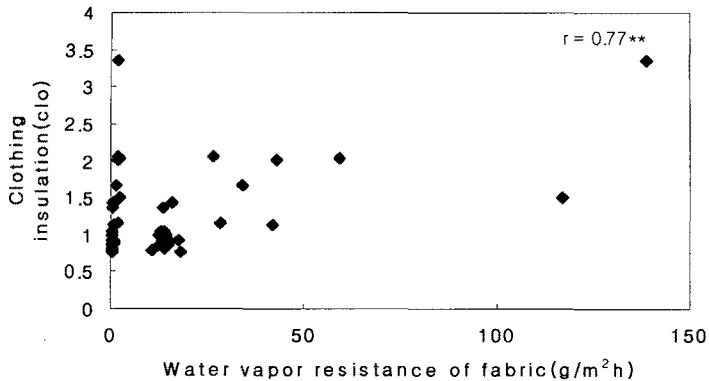
직물의 두께는 0.39~67mm 사이로 평균 7.67mm, 표준편차 16.39mm 범위내로 직물들 사이에 큰 편차를 보이고 있다(<Table 4>). 이는 파카류는 오리털, 거위털 등의 단위 중량당 부피가 큰 소재로 이루어져

진 것으로 의복의 보온력은 직물상태에서의 두께와 상관계수 0.77( $p < .01$ )로 직물의 보온력 다음으로 매우 높은 정상관성을 보이고 있으며 두께 역시 의복의 보온력과 상관성이 높은 인자라고 할 수 있다.(<Table 5>, <Fig. 4>). 이는 선행연구들<sup>1)3)</sup>에서와 같은 결과로 일반적으로 직물의 두께가 두꺼워도 함기율이 적을 시에는 보온력이 적어지나 이 연구에 사용된 보온성 소재의 경우 함기성이 높으므로 직물의 두께와 의복의 보온력이 상관성이 높게 나타난 것으로 여겨진다.

**4) 직물의 공기투과성과 의복의 보온력**

직물의 공기투과도는 단위면적과 시간당 직물을 통과하는 공기의 양을 의미하며 25종 직물의 공기투과도는 9.35~5454.00cm<sup>2</sup>/cm/min사이이며, 평균 1028.51cm<sup>2</sup>/cm/min, 표준편차 2164.81cm<sup>2</sup>/cm/min 범위 내에 있었으며 소재별 편차가 매우 큰 것으로 나타났다(<Table 4>). 의복의 보온성은 공기투과도와 유의한 상관성을 보이지 않았다. 이는 의복의 보온력은 공기의 흐름 즉 투과성이 아니라 의복의 겹침에 의해 의복층과 층사이, 섬유사이 등의 공간에 정지해 있는 공기의 절연에 영향을 받기 때문인 것으로 여겨지며, 보온성 소재는 특히 이러한 정지해 있는 공기층을 많이 함유하고 있으므로 움직이는 공기의 양을 측정하는 공기투과성과는 유의한 상관관계가 나





<Fig 5> Correlation of Clothing Insulation and Fabric Water Vapor resistance(p<.01)

타나지 않는 것으로 추정된다.<(Table 5)>.

5) 직물의 투습저항과 의복의 보온력

투습저항은 투습성과 반대되는 개념으로 수증기를 통과시키기 어려운 정도를 나타내는 것으로 그 값이 높으면 투습성이 감소하는 것으로 20m<sup>2</sup>Pa/W 이하는 일반적으로 투습성이 좋은 것(Breathable)으로, 6m<sup>2</sup>Pa/W~13m<sup>2</sup>Pa/W 사이는 매우 투습성이 좋은 (Very breathable), 특히 6m<sup>2</sup>Pa/W 이하는 극히 투습성이 높은(Very breathable)것으로 여겨진다.<sup>9)</sup> <Table 4>에 따르면 투습저항은 10.7~39.00m<sup>2</sup>Pa/W 사이로 평균 29.34m<sup>2</sup>Pa/W, 표준편차 32.15m<sup>2</sup>Pa/W 범위 내에 있으며 공기투과도와 마찬가지로 편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 파카류를 제외한 재킷류,

셔츠류, 바지류는 투습저항이 20m<sup>2</sup>Pa/W 이하로 모두 투습성이 좋았다. 투습저항은 의복의 보온력과 매우 높은 정 상관관계를 보이고 있으며 즉 투습성이 낮을수록 의복의 보온력은 증가하며 투습저항 또한 의복의 보온력에 영향을 미치는 주요한 인자인 것으로 보인다(<Fig. 5)>.

2. 물성인자들을 이용한 보온력의 예측

보온력에 영향을 미치는 인자들을 활용하여 의복의 보온력을 측정하지 않고 예측하기위하여 각 인자들에 대한 회귀식을 구하였다. 상관성이 존재하지 않는 직물의 투습성(E)을 제외한 직물의 보온력(A), 직물중량(B), 의복중량(C), 직물두께(D), 투습저항(F)등의 인자들과 의복의 보온력(Y)에 대한 회귀식

<Table 6> Regression Equation Estimating Clothing Insulation using Factors

	Regression equation	F value	R2
직물 보온력(A)	0.7020A + 0.5669	21.22**	0.48
직물 중량(B)	0.0035B + 0.1190	26.62**	0.54
의복 중량(C)	1.1180C + 0.4230	22.65**	0.50
직물 두께(D)	0.0281D + 1.0569	34.29**	0.60
투습저항(F)	0.0142F + 0.8556	33.08**	0.59

\*p<.05 \*\*p<.01

은 <Table 7>에 나타내었다. 이 중에서 의복의 보온력에 대한 직물의 두께와 투습성, 직물중량 인자의 설명력은 60%의 예측율을 보이고 있으며 이중에서 의복의 보온력을 예측하기에 가장 적합한 인자는 두께와 투습저항, 직물의 중량이었다.

### 3. 의복타입이 의복 및 직물인자들에 미치는 영향

의복타입에 따른 의복 및 직물 인자들 사이의 차이를 분석한 결과 의복타입에 따른 유의한 차이를 보이는 인자들은 직물 중량을 제외한 의복 중량, 직물 두께, 공기투과도, 투습저항, 의복의 보온력, 직물의 보온력으로 나타났다.

파카류의 의복 중량은 셔츠류와 바지류 보다 큰 것으로 나타났으며( $p<.01$ ) 재킷류와는 유의한 차이가 없다. 재킷의 직물두께가 가장 큰 것으로 나타났으며( $p<.05$ ) 나머지 세 의복 타입 사이에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 공기투과도의 경우 셔츠류를 구성하는 직물이 가장 높은 것으로 나타났으며( $p<.01$ ) 파카, 바지, 재킷류 사이에는 유의미한 차이는 보이지 않았다. 재킷의 투습저항이 가장 높은 것

으로 나타났으며( $p<.05$ ) 즉 투습성이 가장 낮은 것으로 나타났으며 나머지 세 그룹사이에는 유의한 차이는 보이지 않았다. 의복의 보온력의 경우 파카류는 셔츠와 바지류에 비해 높은 것으로 나타났으나( $p<.01$ ) 재킷류와는 유의미한 차이를 보이지 않았으며, 직물의 보온력의 경우 파카류가 가장 높은 것으로 나타났으며( $p<.01$ ) 셔츠류, 바지류, 재킷류 사이에는 유의한 차이는 보이지 않았다.

## IV. 결론

패적 보온성 소재 개발의 기초자료로서 국내 패적 보온성 소재의 온열특성에 대한 데이터 구축과 보온성 측정기술의 객관화를 위하여 국내 보온성 의복 총 25종에 대하여 써멀마네킨을 사용하여 의복상태의 보온력을 측정하였다. 측정된 의복의 보온력을 의복종류별 차이를 분석하였으며 다음으로 직물의 보온력, 직물중량, 의복중량, 직물두께, 공기투과성, 직물의 보온력 등의 의복 및 직물인자와의 상관성 및 관계를 분석하였다. 분석결과는 다음과 같았다.

1. 총 25종의 의복을 구성하는 직물의 보온력은

<Table 7> Clothing Factors according to Clothing Type

	J	P	S	T	전체	F값
M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)		
의복 중량	0.90(0.36) BCa	1.02(0.27) C	0.33(0.07) A	0.55(0.16) AB	0.76(0.38)	8.85**
직물 중량	327.71 (137.15)	400.10 (150.09)	234.34 (69.68)	293.98 (43.24)	328.35(123.83)	2.49
직물두께	0.69(14.19) A	20.02(12.99) B	0.74(0.15) A	0.74(0.13) A	7.67(16.39)	3.49*
공기 투과도	552.90 (285.30) A	19.61 (5.02) A	4004.38 (3716.25) B	439.38 (390.89) A	1028(2164.81)	7.07**
투습저항	14.10(40.94) B	55.43(35.28) A	14.32(2.72) A	14.28(1.09) A	29.34(32.15)	4.67*
의복의 보온력	1.22(0.74) AB	1.76(0.48) B	0.83(0.07) A	1.00(0.05) A	1.27(0.59)	5.93**
직물의 보온력	0.62((0.56) A	1.66(0.62) B	0.68(0.07) A	0.62(0.10) A	1.01(0.59)	18.43**

\* $p<.05$  \*\* $p<.01$

a 그룹간의 차이가 있음을 의미

평균 1.01clo 의복 상태의 보온력은 평균 1.27clo로 나타났다. 직물의 중량과 의복의 중량은 각각 평균 328.35g/m<sup>2</sup>, 0.76kg였으며 직물의 두께, 공기투과성, 투습저항은 각각 평균 7.67mm, 1028.51 cm<sup>2</sup>/cm/min, 29.34m<sup>2</sup>Pa/W로 직물간의 편차가 매우 큰 것으로 나타났다.

2. 의복의 보온력과 직물 및 의복 인자들간의 상관성을 분석한 결과 의복의 보온력은 직물의 보온성과 가장 높은 정상관성(0.85, p<.01)을 보였으며 다음으로 직물의 투습성, 두께, 직물의 중량, 의복의 중량 순으로 각각 상관계수 0.77, 0.77, 0.73, 0.71(p<.01)의 순으로 높은 정상관성을 보이고 있어 의복의 보온력과 가장 관계가 있는 인자는 직물의 보온력이며 직물의 투습성, 중량과 두께 또한 보온성 의복의 온열특성에 영향을 주는 주요 인자인 것으로 나타났다. 직물의 공기투과성은 의복의 온열특성과는 상관성을 보여주지 않았다.

3. 의복중량, 공기투과도, 의복보온성, 직물보온성에서 의복의 종류에 의하여 유의한 차이를 보였으며 직물의 중량, 두께, 투습성에 있어서 의복 타입별의 차이는 보이지 않았다. 파카류의 의복 중량은 셔츠류와 바지류보다 큰 것으로 나타났으며 공기투과도의 경우 셔츠류를 구성하는 직물이 가장 높았으며, 의복의 보온력의 경우 파카류는 셔츠와 바지류에 비해 높았으며 직물의 보온력에서도 파카류가 가장 높은 것으로 나타났다.

4. 보온력에 영향을 미치는 인자들에 대한 회귀식을 구한 결과 의복의 보온력을 예측하기에 가장 적합한 인자는 두께와 투습저항, 직물의 중량인 것으로 나타났다.

이 연구에서는 국내외 패적 보온성 의복의 온열특성에 대한 기초 데이터를 구축하였으며 무풍환경 시의 직물 및 의복 인자들을 이용하여 이들의 보온력을 예측할 수 있었다. 이는 향후 보온성 의복개발과 기존 보온성 소재에 비해 성능이 개선되었는지에 대한 평가에 도움이 될 것으로 여겨진다.

무풍환경에서의 개별 의복 품목에서만 국한된 것은 된 것은 이 연구의 한계이며 환경을 달리하거나(풍속의 존재), 직물의 밀도, 의복의 구성, 의복의

겹침, 공기층의 두께 등 다양한 인자들을 고려한 연구와 앙상블의 온열특성에 대한 연구 등 실제 의생활에 적용하기 위한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) 손원교, 최정화 (1999). 의복의 소재 및 형태가 보온력에 미치는 영향. 한국의류학회, 23(8), pp. 26-37.
- 2) 손원교, 차옥선 (1999). 보온력에 미치는 피복재료와 겹침의 영향. 대한가정학회, 37(11), pp. 157-166.
- 3) 손원교, 최정화 (1999). 씨털마네킹 착용에 의한 보온력에 미치는 피복재료의 영향-의복형태를 중심으로. 대한가정학회지, 37(12), pp. 141-151.
- 4) 정영옥, 최정화 (1993). 의복안감의 보온성에 관한 실험적 연구. 한국의류학회지, 8(1), pp. 1-11.
- 5) G. Havenith, R. Heus, & W. A. Lotens (1990). *Clothing Ventilation, vapour resistance and permeability index: change due to posture, movement, and wind*. Ergonomics, 33, p. 989.
- 6) E. A. McCullough & S. Hong (1994). Data base for determining the decrease in clothing insulation due to body motion. *ASHRAE Transactions*, 100(part 1), p. 765.
- 7) Jeong-Wha, Choi & Eun-Sook Ko (2007). Relationship between thermal insulation and the combinations of korean Women' clothing by season-using a thermal manikin. *Journal of the Korean Society of clothing and textiles*, 31(6), pp. 966-973.
- 8) 전병익, 송민규 (1997). 인공기후실을 이용한 의류직물의 온열패적성에 관한 연구. 한국섬유개발연구원 연구보고서.
- 9) W. L. Gore & Associates, Inc (2000). *The Gore fabric technology story*. Elkton, MD: W. L. Gore & Associated, Inc.