Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 33, No. 2 (2009) p.173~186

써멀마네킨을 이용한 단일의복의 중량과 보온력에 관한 연구

최정화 · 이효현*†
서울대학교 의류학과/서울대학교 생활과학연구소, *서울대학교 의류학과

The Relationship between Weight of Single Garments and Thermal Insulation with a Thermal Manikin

Jeong-Wha Choi · Hyo-Hyun Lee*†
Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University/
Research Institute of Human Ecology of Seoul National University,
*Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University

접수일(2007년 9월 17일), 수정일(1차 : 2008년 4월 29일, 완료일 : 2008년 12월 3일), 게재확정일(2009년 1월 7일)

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationship between the weight of seasonal garments worn by Korean women in their daily lives and thermal insulation. We selected a total of 121 garments(13 kinds of Under garments, 51 Upper garments, 32 Lower garments, 15 Headgear, 10 Gloves · Footgear) based on our previous survey using questionnaire and interview. Thermal insulation of single garment was measured with a thermal manikin. Also we measured garment weight, covering area, thickness, air permeability on the each garment(chamber air temperature: 21.5±0.5°C, humidity: 50±5%R.H. air speed: 0.15m/s). The results are as follow: The very strong positive correlation(r=0.905, p<.01) was recognized between the weight of single garment and thermal insulation. The regression equation of thermal insulation can be represented as follows: Thermal Insulation(clo)=0.03+0.0004×Garment Weight(g)(r^2=0.820, SEE =0.059) There are significant differences in the thermal insulation and garment weight by season and garment type(p<.05). The each garment category's thermal insulation and garment weight has as follows: Under garment(0.06clo, 89g), Blouse · Shirt · T-shirt(0.13clo, 200g), Cardigan · Sweater · Vest(0.14clo, 287g), Coat · Jacket · Jumper(0.41clo, 890g), Skirt(0.16clo, 276g), Trousers(0.20clo, 438g), Headgear(0.03clo, 102g), Gloves · Footgear(0.03clo, 33g).

Key words: Thermal insulation, Garment weight, Thermal manikin, Single garment, Estimated equation; 보온력, 의복중량, 써멀마네킨, 단일의복, 예측식

I. 서 론

삶의 질을 향상시키기 위해서는 건강한 식생활 · 의생활 · 운동 등이 필수적이다. 건강한 식생활을 영위하기 위해서는 다양한 음식물 각각의 열량과 영양소를 아는 것이 필수적이며, 건강을 위해서는 적합한 운동종목과 운동량을 결정하게 된다. 이와 마찬가지로 건강한 의생활을 위해서는 다양한 소재와 디자인에 따른 의복 각각의 보온력을 아는 것이 필수이다. 특히 내한내열성 수준이 각기 다른 개인에게 필요한 의복의 보온력 즉, 착의량을 결정하기 위해서는 표준상태

†Corresponding author
E-mail: inna3924@naver.com
본 연구는 한국학술진흥재단 선도연구자지원사업(KRF-2004-041-C00472)의 지원을 받아 수행되었으며, 연구비 지원에 대해 감사드립니다.

에서 여러 종류의 의복이 갖는 보온력이 얼마나 되는지를 알 수 있는 지침서가 필요하다(최정화, 1991). 많은 학자들이 인체실험(서미아, 1977; 손원교, 최정화, 1999; Gagge et al., 1941; Nishi et al., 1976; Olesen et al., 1972)과 써멀마네킨 실험(김칠순, McCullough, 2002; 손원교, 백윤정, 1999; 최정화, 1977; 최혜선, 1989; ISO 9920, 1995; McCullough et al., 1985; McCullough et al., 1983)을 통해 의복의 보온력을 측정하였다. 그러나 수많은 의복의 보온력을 모두 측정하고 제시하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에 이를 예측할 수 있는 지표를 개발코자 하는 노력이 이루어져 왔다. 그 중 의복중량은 보온력에 대한 우수한 예측지표로 널리 사용되고 있다. 그러나 우리가 입고 있는 의복은 유행이나 미의식의 변화에 따라 디자인, 착용방식 등이 끊임없이 달라진다. 또한 고기능성 및 신소재 개발이 가속화되고 있다. 더욱이 단일의복의 보온력에 관해 수행된 대규모 연구의 상당부분이 서구인의 일상복 및 작업복을 대상으로 측정된 것이므로 한국인의 의생활 양식과 체형 등에서도 큰 차이가 있어 이를 한국인에게 그대로 적용함에는 무리가 있다. 그러므로 이러한 다양한 변화와 실정을 고려하여 지속적으로 의복 착용실태를 파악하고 보온력을 측정하는 연구가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구는 선행연구 결과(최정화 외, 2006)를 토대로 현재 한국 성인 여성에게서 착용빈도가 높은 계절별 단일의복 121종을 선정하여 각각의 보온력을 측정함으로써 건강한 의생활을 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 더불어 손쉽게 측정할 수 있는 의복중량을 이용한 보온력 예측식을 제시하여 합리적이고 건강한 의생활을 위한 지침을 마련하고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 의복의 보온력

의복의 열차단 능력을 보온력 또는 열저항이라고 한다. 의복의 보온력은 clo, tog과 같은 단위로 표현 가능하며, 이 중 널리 사용되고 있는 clo의 경우 크게 3가지 유형으로 나뉜다(Parson, 2003). 첫 번째, 총단열력(I_T)은 피부표면에서부터 피복한 의복의 표면에 부착된 공기층까지 이르는 단열력의 총합을 의미한다. 두 번째, 유효의복단열력(I_{cle})은 누드상태에서와 비교 시 의복을 착용함으로써 발생하는 단열력을 의미한다. 세 번째, 기초의복단열력(I_{cl})은 피부표면에서부터 의복표면 사이의 단열력을 의미한다. 본 연구는 유효의복단열력(I_{cle})을 사용하였으며 보온력을 구하기 위한 <Eq. 1>은 다음과 같다. 써멀마네킨의 20부위별 온도는 <Table 1>에 제시하였다.

$$I_{cle}(clo)=I_T - I_a \quad \text{<Eq.1>}$$

$I_T(clo)=6.45(T_{skin}-T_{amb}/(Q/A))$, I_T=Total clothing insulation

$I_a(clo)$=The resistance of the air film

T_{skin}=Thermal manikin's 20 thermal zones average temperature(°C)

T_{amb}=Ambient average temperature(°C)

Q=Heat flux(W), A=Thermal manikin's body surface area(m^2)

6.45=Constant for converting unit from (m^2°C)/W to clo

Table 1. The temperature of 20 thermal zones

	Body segment	Surface temperature(°C)		Body segment	Surface temperature(°C)
1	Face	34.4	11	Stomach	35.9
2	Head	34.5	12	Back	34.7
3	R Upper Arm	33.9	13	R Hip	32.7
4	L Upper Arm	33.9	14	L Hip	32.7
5	R Forearm	320	15	R Thigh	33.8
6	L Forearm	32.0	16	L Thigh	33.8
7	R Hand	32.5	17	R Calf	31.0
8	L Hand	32.5	18	L Calf	31.0
9	Chest	34.5	19	R Foot	32.5
10	Shoulder	34.7	20	L Foot	32.5

2. 의복의 보온력에 영향을 주는 인자들

의복의 보온력은 구성 섬유의 종류(손원교, 차옥선, 1999; 손원교, 최정화, 1999), 밀도, 공기투과성, 두께(최정화, 1977) 등과 같은 소재의 물성과 개구의 위치와 면적(이순원 외, 1993), 겹침(손원교, 차옥선, 1999), 맞음새(최혜선, 1987), 여유분 등의 의복구성적 특성에 의해 달라진다. 또한 의복을 착용한 인체의 체표면적, 피복면적(McCullough et al., 1985), 발한량, 피하지방 두께, 내한내열성, 식습관 등에 따라서도 보온력은 달라진다. 본 연구에서는 보온력을 예측하기 위한 인자로 의복의 중량을 측정하였고 이와 함께 보온력과 관련된 여러 인자 중 피복면적, 두께, 공기투과성을 측정하였다. 중량의 경우 의복자체의 무게에 의해 눌리는 부분은 공기층이 얇아지고 반대로 눌림이 적은 부분은 공기층이 상대적으로 두꺼워져 보온력에 중대한 역할을 하는 공기층에 영향을 미치게 된다. 의복을 착용하면 인체와 의복사이에 정지공기층이 형성되어(Watkins, 1995) 열과 수분의 방산이 억제되므로 피복면적 역시 보온력에 영향을 미치는 중요 요인이라 할 수 있다. 한편, 물체를 통하여 흐르는 열량은 온도차이에 비례하므로(Parson, 2003) 직물이 두꺼울수록 감소하게 되어 단열효과가 커지게 된다. Morris(1955)는 한 겹 직물과 여러 겹의 직물에 대한 보온성 실험에서 열차단력과 두께 및 공기함량은 서로 비례하여 직선관계를 이룬다고 하였다. 공기투과성은 직물을 통한 공기의 유동정도를 나타낸 것으로 바람과 체동에 의해 공기의 유동이 크게 일어날수록 정지공기층이 유지되기 어려워 보온력이 저하하게 된다(Parson, 2003). 이상 의복의 중량, 두께, 피복면적, 공기투과성은 선행연구를 통해 보온력에 중요한 영향을 미친다는 사실이 이미 규명되었고, 비교적 실측이 용이하며 적용이 쉬워 보온력과 관련된 중요인자로 판단되어 보온력과 관련된 실험결과의 비교 · 분석을 위한 지표로 사용하였다.

III. 연구방법

본 연구는 선행연구(최정화 외, 2006)를 통해 채택된 계절별 단일의복 121종 각각에 대하여 써멀마네킨을 이용하여 보온력을 측정하였다. 보온력과 밀접한 관련을 가지는 의복의 중량, 피복면적, 두께, 공기투과성과 같은 물성을 함께 측정하였다.

1. 실험의복

서울 및 경기 도시 지역에 거주하는 한국 성인 여성을 대상으로 착의실태(최정화 외, 2006)를 조사하였고 설문시기, 응답자 연령 등은 <Table 2>에 제시하였다. 계절별로 가장 빈번하게 착용하는 의복의 종류, 형태, 디자인, 소재, 색상, 착장방식 등을 설문조사 후 그 결과를 토대로 봄(n=24), 여름(n=36), 겨울(n=59), 기타(n=2) 의복으로 분류 · 선정하였다. 의복의 종류는 속옷류 13개, 상의류 51개, 하의류 32개, 머리 관련 단품류 15개, 손 · 발 관련 단품류 10개로 총 121종이었다. 팬티, 브래지어, 런닝 등은 형태적 차이는 크지 않았지만 계절에 따라 소재, 두께, 공기투과성 등의 차이가 나타날 경우 중복되더라도 계절별로 보온력을 측정하였다.

2. 써멀마네킨을 이용한 실험의복의 보온력 측정

써멀마네킨이 설치된 인공기후실의 환경온도는 21.5 ±0.5°C, 습도 50±5%R.H., 기류 0.15m/s 이하의 상태로 유지되었다. 써멀마네킨(Walking & Sweating Epoxy Thermal Manikin, Newton)은 직립 자세로, 20분할된 각 부위에 Thermistor가 내장되어 있다. 각 부위의 온도는 김명주, 최정화(1997)의 연구결과를 토대로 하였고, 평균 피부온은 33.3±0.5°C였다. 실험에 따른 측정오차를 최소화할 수 있도록 매 실험마다 실험의복의

Table 2. Survey period and respondent's age distribution

Survey period	Distribution of the number of respondents by age					
	18~29	30~39	40~49	50~59	60~93	Total
Spring(April-May) 2005. 4. 25~5. 2	150	70	54	34	33	341
Summer(July-August) 2005. 7. 29~8. 7	106	62	40	41	41	290
Winter(January-February) 2005. 1. 27~2. 2	77	51	30	25	11	194

착장방식, 의복주름의 위치, 단추와 지퍼에 의한 여밈, 개구부 위치 등이 일치하도록 하였다. 총 121종의 단일의복 각각을 써멀마네킨에 착용시켜 보온력을 2회 반복(총 242회 실험) 측정하였다. 각 의복은 1회 측정 후 1시간 30분간 안정을 거쳐 2회 연속 측정하였다.

3. 실험의복의 보온력 관련 물성 측정

각 실험의복은 보온력과 함께 의복중량, 피복면적, 두께, 공기투과성을 측정하였다. 의복중량은 23±1℃, 40±10%R.H. 조건하에서 인체천평(Satorius Company, Germany, Sensitivity 1g)을 이용하여 2번 반복 측정한 후 그 평균값을 사용하였다. 피복면적은 사진촬영법과 체표면적, 피복면적을 다룬 선행연구(이주영, 2005; McCullough et al., 1985)를 토대로 산출하였다. 마네킨(175cm, 1.8m^2)과 거의 유사한 체형을 가진 피험자(173cm, 1.8m^2)의 각 부위별 체표면적을 측정한 후(이주영, 2005) 실험의복을 착용시켜 사진촬영을 하였다. 사진을 통해 해당 의복이 피험자의 신체 부위별로 차지하는 면적을 계산, 이 값을 취하였다. 의복의 두께, 공기투과성은 시료상태가 아닌 의복상태에서 측정하였다. 안감이나 보온재가 있는 의복은 이를 분리하지 않고 측정하였다. 이는 연구의 제한점이 될 수도 있으나 의복상태에서의 값을 측정하는 것이 실생활에 적용이 더 용이하고 현실과 가까운 값을 얻을 수 있다는 장점이 될 수도 있을 것이다. 의복 두께는 KS K 0506에 준하여 dial-gauge(No. 2046S, Mitutoyo Company, Japan, Sensitivity 0.01 mm)를 이용하여 측정하였다. 이 때 의복의 두 부위를 선정, 2번 반복 측정 후 그 평균값을 사용하였다. 공기투과성은 KS K 0570에 준하여, Air Permeability tester(FX 3300III, Textest Instruments company, Switzerland)를 이용하여 의복의 세 부위를 선정, 각각 세 번 반복 측정 후 그 평균값을 사용하였다.

4. 분석방법

통계처리는 SPSS 12.0을 이용하였다. 회귀분석으로 단일의복의 중량을 이용한 보온력 예측식을 도출하였다. 의복군별, 계절별 그룹에 따른 차이를 살펴보기 위해 분산분석을 실시하였고, 사후분석은 Duncan Test로 유의수준은 0.05로 하였다. 보온력과 보온력 관련 인자간 상관분석을 실시하였다. 상・하의별, 내・외의별 차이는 T-test로 검정하였다. 상・하의는 계절별로 나누어 분산분석을 실시하였고, 사후분석은 Duncan Test를 하였으며, 유의수준은 0.05로 하였다.

IV. 결과 및 고찰

본 연구에서는 총 121종 단일의복 각각의 보온력을 써멀마네킨을 이용하여 실측하였고, 보온력에 영향을 미치는 중량, 피복면적, 두께, 공기투과성을 측정하였다. 연구결과에서는 단일의복의 보온력과 중량의 상관관계를 토대로 중량을 이용한 보온력의 예측식을 구하였다. 또한 계절별, 상・하의별, 내・외의별, 각 의복군별 보온력과 보온력 관련 인자간의 차이를 비교・분석하였다.

1. 의복의 중량을 이용한 보온력 예측

실험의복 각각의 보온력, 중량, 피복면적, 두께, 공기투과성을 측정한 결과는 <Table 3>과 같다. 상관분석 결과인 <Table 4>에 따르면 의복의 보온력과 중량은 높은 상관(r=0.905, p<.01)을 보였고, 중량은 다른 관련 인자보다 보온력과 높은 상관을 가졌다. 따라서 단일의복의 보온력과 중량은 서로 밀접한 관련을 가진다는 선행연구(안필자, 최정화, 1992; 稻垣和子, 1979; 崔正和, 水梨サワ子, 1977; Olsen, 1985)의 결과를 지지하였다. 단일의복 중량을 독립변수로, 보온력을 종속변수로 회귀 분석한 결과는 <Table 5>와 같다. 도출된 회귀식<Eq. 2>에 따르면 회귀계수는 0.0004, 상수는 0.03이었으며, 설명력은 0.820, 추정오차 0.059로 높은 예측력을 가짐을 확인할 수 있었다.

2. 단일의복의 보온력과 보온력 관련 인자의 계절별 차이 비교・분석

본 연구에서는 봄・여름・겨울 세 계절 단일의복의 보온력, 중량, 피복면적, 두께, 공기투과성을 측정하였다. 가을철 단일의복을 포함하고 있지 않지만 선행연구(심부자, 1985; 안필자, 최정화, 1992; 정영옥, 1991; 황수경 외, 1999)에 따르면 봄・가을철 총착의량에 유의차가 없었다. 선행연구 결과는 모두 총착의량에 대한 것이나, 단일의복 역시 계절적인 변화를 따를 것으로 판단되는 바 봄・가을철 단일의복의 보온력과 중량은 비슷한 값을 가질 것으로 예상된다. 본 연구결과에서 여름철 단일의

복의 평균 보온력은 0.10clo이고 의복중량은 174g으로 여름철 단일의복 중 SBT7(면 소재 반팔 티셔츠: 0.09clo, 141g)이 이와 비슷하였다. 봄철 단일의복의 평균 보온력은 0.18clo이고 의복중량은 355g으로 봄철 단일의복 중 SBT13(폴리에스터 소재 티셔츠 0.19clo, 341g)과 비슷하였다. 겨울철 단일의복의 평균 보온력은 0.23clo이고 의복중량은 491g으로 겨울철 단일의복 중 CSV17(모, 나일론 혼방 소재 카디건 0.22clo, 504g)과

Table 3. The characteristics of the each single garment

Code	Season	Garment Description	Fiber Content	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★
(1) UNDER GARMENT									
U1	S	Panties	Cotton100	0.02	28	15	0.55	57.4	-0.02
U2	SP	All-in-one	Nylon, PU, etc	0.07	180	29	1.37	216.3	-0.03
U3	SP	Slip	PET	0.12	92	46	1.30	345.3	0.05
U4	W	Brassiere-Padding	Nylon, PU	0.02	47	4	4.15	61.0	-0.03
U5	W	Panties	Cotton100	0.01	22	13	0.36	195.7	-0.03
U6	W	Brassiere-Lace	Cotton, Nylon, PU	0.02	36	4	0.87	305.0	-0.02
U7	W	Underwear-sleeveless, string top	Cotton100	0.03	58	23	0.60	125.7	-0.02
U8	W	Under Trousers, Mid. calf L.	Cotton100	0.05	76	25	1.60	129.7	-0.01
U9	W	Girdle-Mid. calf L.	Nylon, PU	0.06	119	25	1.73	176.0	-0.02
U10	W	Tights-underwear	Cotton Spandex	0.07	140	46	0.68	17.9	-0.02
U11	W	Underwear-sleeveless, shirts	Cotton100	0.07	71	26	0.63	124.0	0.01
U12	W	Long johns(pants)	Cotton100	0.10	139	43	1.50	86.8	0.01
U13	W	Long johns(Upper wear)	Cotton100	0.11	151	42	0.74	86.8	0.02
			MEAN(S.D.)	0.06(0.04)	89(52)	26(15)	1.24(0.99)	148.3(97.0)	-0.01(0.03)
(2) UPPER GARMENT (BLOUSE · SHIRT · T-SHIRT)									
SBT1	S	Blouse-Sleeveless	Cotton100	0.04	61	25	0.28	76.7	-0.01
SBT2	S	T-shirt-Half sleeves, shirts collar	Cotton100	0.06	80	30	0.52	198.0	0.00
SBT3	S	T-shirt-Sleeveless	Cotton65, PET35	0.06	120	26	0.95	67.1	-0.02
SBT4	S	Shirt-Half sleeves	Cotton100	0.07	77	28	0.25	63.3	0.01
SBT5	S	T-shirt-Half sleeves, Boat N.	Cotton100	0.08	115	31	0.77	144.7	0.00
SBT6	S	Sweater-Half sleeves, V-N.	Cotton100	0.08	144	27	1.26	233.3	-0.01
SBT7	S	T-shirt-Half sleeves, Round N.	Cotton100	0.09	141	34	0.70	84.7	0.00
SBT8	S	Shirt-Half sleeves	Cotton100	0.12	191	39	0.51	44.0	0.01
SBT9	S	Shirt-Half sleeves, thick	Rayon70, DR30	0.14	226	39	0.41	48.8	0.02
SBT10	SP	T-shirt-Sleeveless, String	PET90, PU10	0.06	60	23	0.46	131.7	0.01

N.: Neckline, L.: Line, Season: S(Summer), SP(Spring), W(Winter) ★Measured thermal insulation–Estimated thermal insulation: The estimated thermal insulation was calculated by the formula: Thermal insulation($m^2°CW^{-1}$)=0.03+0.0004×Garment Weight(g)

Table 3. Continued

Code	Season	Garment Description	Fiber Content	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★
SBT11	SP	T-shirt-Long sleeves, Round N.	Cotton70 PET30	0.11	229	42	0.97	51.6	-0.01
SBT12	SP	Blouse-Long sleeves	PET100	0.19	207	51	0.28	25.4	0.08
SBT13	SP	T-shirt-Long sleeves, shirts collar, loose	PET100	0.19	341	51	0.92	62.9	0.02
SBT14	SP	Shirt-Long sleeves	Cotton100	0.23	267	57	0.33	13.6	0.09
SBT15	W	T-shirt-Long sleeves, Round N.	Cotton50 Acrylic50	0.20	274	50	0.80	41.9	0.06
SBT16	W	T-shirt-Long sleeves, hood, loose	PET100	0.26	417	48	2.55	71.4	0.06
SBT17	W	Shirt-Long sleeves	Wool100	0.22	457	54	1.35	36.3	0.01
			MEAN(S.D.)	0.13(0.07)	200(121)	39(11)	0.78(0.57)	82.1(60.7)	0.02(0.03)
(3) UPPER GARMENT (CARDIGAN · SWEATER · VEST)									
CSV1	S	Bolero	Acrylic PET	0.01	92	14	1.66	609.0	-0.06
CSV2	S	Cardigan-Half sleeves, Round N.	PET, Nylon	0.07	177	26	1.39	113.9	-0.03
CSV3	S	Sweater-Half sleeves, V-N.	Cotton100	0.08	144	272	1.26	233.3	-0.01
CSV4	SP	Vest-Boat N.	PET100	0.03	104	18	1.21	239.7	-0.04
CSV5	SP	Vest-zipper	PET100	0.12	206	31	0.64	6.4	0.01
CSV6	SP	Sweater-Long sleeves, Round N.	Cotton100	0.12	266	42	1.23	79.4	-0.02
CSV7	SP	Cardigan-Long sleeves, V-N., fit	Acrylic51 Wool49	0.12	271	36	1.83	126.0	-0.02
CSV8	SP	Cardigan-Long sleeves, V-N., loose	Wool5 Acrylic50	0.20	454	50	1.55	123.0	-0.01
CSV9	W	Vest-Knit, Round N.	Wool50 Acrylic 50	0.11	171	28	1.16	166.7	0.01
CSV10	W	Sweater-Long sleeves, Round N.	Wool77 Nylon33	0.12	283	42	2.03	117.0	-0.02
CSV11	W	Sweater-Half sleeves, Turtle N.	Wool52, Rayon37, Nylon11	0.14	211	36	1.47	43.7	0.03
CSV12	W	Sweater-Long sleeves, Turtle N.	Cotton50, Rayon38, PU5	0.14	214	37	1.31	135.7	0.02
CSV13	W	Cardigan-Long sleeves, Round N., fit	Cotton50, Acrylic50	0.16	259	42	1.32	87.8	0.03
CSV14	W	Vest-zipper, Padding	Nylon100	0.19	446	32	10≤	0.3	-0.02
CSV15	W	Shawl	Cashmere 100	0.22	213	47	0.63	250.7	0.10
CSV16	W	Sweater-Long sleeves, Round N.	Cotton100	0.22	322	42	3.68	138.3	0.06
CSV17	W	Cardigan-Long sleeves Round N., loose	Wool80 Nylon20	0.22	504	51	3.60	119.3	-0.01
CSV18	W	Cardigan-Long sleeves, V-N., loose	Wool, Acrylic blending	0.28	834	57	3.63	68.9	-0.08
			MEAN(S.D.)	0.14(0.07)	287(179)	37(11)	1.74(0.97)	147.7(135.2)	0.00(0.04)

Table 3. Continued

Code	Season	Garment Description	Fiber Content	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★
(4) UPPER GARMENT (COAT · JACKET · JUMPER)									
CJJ1	S	Jacket-V-neckline	PET100	0.16	301	42	0.84	226.0	0.01
CJJ2	SP	Jacket	Cotton100	0.15	406	43	0.49	2.7	-0.04
CJJ3	SP	Jacket-Tailored, Lining	PET55, Wool 45	0.24	616	50	0.73	7.8	-0.04
CJJ4	SP	Jumper-Hood, training wear, Lining(mesh)	Nylon waterproof	0.28	530	56	0.69	0.1	0.04
CJJ5	SP	Jumper-Hood, long, lining	PET6 Cotton35	0.31	593	62	1.09	3.5	0.04
CJJ6	SP	Coat-Mid. Calf, Trench coat, Lining	Wool blending	0.44	842	72	0.61	11.2	0.07
CJJ7	W	Jacket-Tailored, Lining	Wool100	0.21	700	42	2.45	26.9	-0.10
CJJ8	W	Coat-Mid. Calf, Lining	Wool100	0.34	856	58	2.39	13.0	-0.03
CJJ9	W	Coat-Hood, Padding, Lining	Nylon63, PU37	0.38	687	63	2.88	2.6	0.08
CJJ10	W	Jumper-Hood, duck down, Lining	PET100	0.43	834	58	10.76	0.4	0.07
CJJ11	W	Coat-Knee N., Duffle, Lining	Wool90, Nylon10	0.53	1237	67	2.91	10.2	0.01
CJJ12	W	Coat-Mid. Calf, Tailored, Lining	Wool100	0.54	1310	72	2.54	8.5	-0.01
CJJ13	W	Coat-Mid. Calf, Lining	Wool, Angora	0.60	967	72	1.94	16.8	0.18
CJJ14	W	Coat-Mid. Calf, fur overcoat, Lining	PET100	0.60	2083	75	1.82	0.2	-0.26
CJJ15	W	Coat-Knee N., Lining	PET100	0.61	738	68	4.62	0.6	0.28
CJJ16	W	Coat-Ankle L., Lining(silk)	Wool100	0.72	1533	80	2.38	9.0	0.08
			MEAN(S.D.)	0.41(0.18)	890(456)	61(12)	2.45(2.48)	21.2(55.1)	0.02(0.12)
(5) LOWER GARMENT (SKIRT)									
S1	S	Skirt-Mini L.	Cotton100	0.09	227	21	0.64	9.1	-0.03
S2	S	Skirt-Knee L., H-Line, Lining	Cotton, PET	0.13	146	32	0.47	2.5	0.04
S3	S	One-piece (Half sleeves)	Cotton100	0.15	219	55	0.55	77.1	0.03
S4	S	Skirt-Knee N., Chiffon, Lining	PET100	0.16	294	38	0.45	13.1	0.01
S5	S	One-piece (Sleeveless)	Cotton100	0.19	287	51	0.47	4.8	0.05
S6	SP	Skirt-Knee N., H-Line, Lining	PET100	0.12	195	32	0.49	6.6	0.01
S7	SP	Skirt-Knee N., H-Line, Jean	Cotton95 PET5	0.10	371	32	0.98	1.9	-0.08
S8	SP	Skirt-Knee N., Tiered skirt, Lining	Cotton, PET	0.20	169	35	0.42	33.2	0.10
S9	SP	Skirt-Mid. Calf, Pleated skirt, Lining	PET55, Wool45	0.23	285	42	0.46	20.0	0.09

Table 3. Continued

Code	Season	Garment Description	Fiber Content	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★
S10	W	Skirt-Knee L., Slit	Wool100	0.13	253	31	1.07	13.3	0.00
S11	W	Skirt-Knee N., Lining	Wool100	0.17	357	34	1.64	10.5	0.00
S12	W	Skirt-Knee N., Wrap, Wool, Lining	Wool90, Nylon10	0.19	510	34	1.50	9.5	-0.04
			MEAN(S.D.)	0.16(0.04)	276(101)	36(9)	0.76(0.43)	16.8(20.8)	0.01(0.05)
(6) LOWER GARMENT (TROUSERS)									
T1	S	Trouser-Mini	Cotton100	0.07	217	18	0.46	2.6	-0.05
T2	S	Trouser-A three quarter N.	Nylon87, PU13	0.09	209	40	0.34	6.3	-0.02
T3	S	Trouser-Knee N.	Cotton100	0.12	259	30	0.60	10.1	-0.01
T4	S	Trouser-Ankle L.,boots cut	Cotton100	0.19	251	44	0.47	4.8	0.06
T5	SP	Trouser-Jean, Straight	Cotton100	0.18	606	44	0.97	1.7	-0.09
T6	SP	Trouser-Jean, Semi-boots cut	Cotton100	0.18	615	44	0.95	4.2	-0.10
T7	SP	Trouser-Boots cut, long	PET100	0.20	303	44	0.65	70.3	0.05
T8	SP	Trouser-Cotton, Straight	Cotton100	0.22	407	44	0.58	6.2	0.03
T9	SP	Trouser-training wear	Cotton100	0.23	401	44	0.97	68.2	0.04
T10	SP	Trouser-Cotton, long	Cotton100	0.23	588	45	0.62	6.4	-0.04
T11	SP	Trouser-training wear Lining(mesh), water proof	PET	0.27	323	45	0.89	0.4	0.11
T12	W	Trouser-Jean, Straight	Cotton100	0.16	657	44	1.08	2.5	-0.13
T13	W	Trouser-thin corduroy, Straight	Cotton100	0.20	402	43	1.20	7.7	0.01
T14	W	Trouser-thick corduroy, Straight	Cotton100	0.21	471	43	1.67	7.0	-0.01
T15	W	Trouser-Cotton flannel	PET97, PU3	0.22	376	43	1.07	8.4	0.04
T16	W	Trouser-Wool, Semi-boots cut, Lining	Wool100	0.22	527	43	1.51	9.9	-0.02
T17	W	Trouser-Wool, Straight, Lining	Wool100	0.25	492	43	1.04	9.2	0.02
T18	W	Trouser-arctic garment, Lining	-	0.25	688	45	1.44	14.9	-0.06
T19	W	Trouser- Straight, Lining	Wool40, PET60	0.27	414	43	1.11	17.0	0.07
T20	W	Trouser-Wool, Baggy-pants, Lining	Wool88, Nylon12	0.29	560	45	1.51	16.7	0.04
			MEAN(S.D.)	0.20(0.06)	438(150)	42(6)	0.96(0.39)	13.7(19.5)	0.00(0.06)
(7) HEADGEAR									
CHM1	S	Hat	Cotton blending	0.03	94	7	0.41	42.5	-0.02
CHM2	SP	Scarf-Silk, thin	Silk100	0.02	15	3	0.11	788.3	-0.03
CHM3	SP	Scarf-Silk, thick	Silk100	0.02	56	4	0.17	103.0	-0.04
CHM4	SP	Hat	Cotton100	0.02	76	5	0.70	5.1	-0.13
CHM5	W	Mask	Cotton100 (gauze)	0.01	6	1	1.86	32.0	0.01

Table 3. Continued

Code	Season	Garment Description	Fiber Content	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★
CHM6	W	Knit Hat	Acrylic ,Wool	0.02	91	5	3.27	89.0	-0.01
CHM7	W	Cap	Cotton	0.03	78	4	1.06	25.0	0.04
CHM8	W	Muffler	Cashmere100	0.03	121	5	2.05	54.9	-0.02
CHM9	W	Windproof, Hood, hat	Cotton/PET	0.04	152	11	0.36	3.3	0.02
CHM10	W	Knit Cap	Wool hair60 Nylon40	0.05	20	4	1.70	515.3	-0.06
CHM11	W	Winter cap (detachable)	PET100	0.05	183	11	2.16	65.1	0.07
CHM12	W	Winter cap, Hood	Cotton/PET	0.05	196	11	1.72	88.2	0.04
CHM13	W	Muffler-Knit, Wool	Wool hair60 Nylon40	0.06	105	6	2.14	515.0	-0.02
CHM14	-	Wig-Short hair*	Rrayon	0.03	107	4	-	-	-0.03
CHM15	-	Wig-Long hair*	Rayon	0.06	237	8	-	-	-0.04
			MEAN(S.D.)	0.03(0.02)	102(67)	6(3)	1.36(0.97)	179.0(2538)	-0.04(0.02)
(8) GLOVES · FOOTGEAR									
GPS1	SP	Stockings- pantalon	Nylo PU	0.01	18	7	0.28	349.3	-0.03
GPS2	SP	Outer socks	Nylon PU	0.02	4	4	0.68	377.0	-0.01
GPS3	SP	Stockings	Nylon PU	0.02	14	35	0.28	349.3	-0.02
GPS4	SP	Pantyhose	Nylon PU	0.03	24	53	0.27	349.3	-0.01
GPS5	SP	Pantyhose, opacity	Nylon PU	0.07	49	53	1.06	297.0	0.02
GPS6	W	Socks-Ankle L.	Cotton, Spandex	0.01	21	7	2.14	167.0	-0.03
GPS7	W	Socks-Calf L.	Cotton, Spandex	0.02	41	18	2.42	253.0	-0.03
GPS8	W	Gloves-Leather	Sheepskin	0.02	42	5	0.84	-	-0.03
GPS9	W	Thick gloves (climbing equipment)	-	0.02	65	6	2.29	24.3	-0.04
GPS10	W	Gloves-Knit	-	0.03	54	5	4.17	117.0	-0.02
			MEAN(S.D.)	0.03(0.02)	33(20)	19(20)	1.44(1.28)	253.7(142.2)	-0.02(0.02)
Total 121 Items, 8 Garment Category			MEAN	0.15	313	35	1.34	96.7	-0.00
			S.D.	0.14	323	19	1.27	135.1	0.60

*: It was excluded in analyzing data by season.

비슷하였다. 계절별 의복 중 겨울철 의복의 보온력과 중량의 분포 범위가 가장 컸는데, 이는 난방이 이루어지는 실내 환경에서부터 방한이 필요한 실외 환경에 이르기까지 광범위한 온열환경에 대비한 겨울철 피복류가 다양하게 포함되었기 때문인 것으로 사료된다.

계절에 따라 단일의복의 보온력과 보온력 관련 인자 간에 차이가 있는지 살펴보기 위하여 머리 · 손 · 발 관련 단품을 제외시킨 후 총 96개 단일의복에 대해 분산분석과 사후검정을 수행하였으며 그 결과는 <Table 6>과 같다. 보온력, 중량, 의복두께, 공기투과성 항목에서 계절별 의복간 유의차가 있었으나 공기투과성, 실측보온력과 예측보온력간 차에는 유의차가 없었다. 여름철 의복은 봄 · 겨울철 의복에 비해 보온력이 낮고 가벼우며, 피복면적이 작은 것으로 나타났다($p<.05$). 의복두께는 겨울철 의복이 여름 · 봄철 의복보다 유의하게 두꺼웠다($p<.05$). 단일의복의 보온력 및 보온력 관련 인자에서 계절별 차이가 뚜렷하지 않은 것은 냉·난방시설의 발달로 의복기후의 계절적 변화가 점차 감소하고 있어 이러한 경향이 본 연구에 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 과거보다 쾌적 환경온은 상승, 착의량은 감소하여(Nevins & Gagge, 1973) 겨울철 생활환경온도는 상승한 반면 의복은 도리어 경량화 되

Table 4. The result of correlation analysis of thermal insulation and it's related factors

	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)
Thermal insulation (clo)	0.905**	0.837**	0.345**	-0.417**

**$p<.01$

Table 5. The result of regression analysis of thermal insulation and garment weight

Independent variable	Dependent variable : Thermal Insulation(clo)					
	R^2	Adjusted R^2	SEE	β	t-value	F-value
Garment weight(g)	0.820	0.818	0.059	0.905**	23.268** ($p<.01$)	541.397** ($p<.01$)

Thermal insulation(clo)= *0.03+0.0004×garment weight(g)* .....<Eq. 2>

**$p<.01$

Table 6. The difference of thermal insulation and its related factors by season

Season	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★
1. S: n=23	$0.10(0.05)^b$	$174(79)^b$	$32(11)^b$	$0.69(0.38)^b$	101.3(135.4)	-0.00(0.03)
2. SP: n=28	$0.18(0.17)^a$	$355(192)^a$	$43(11)^a$	$0.83(0.38)^b$	59.5(85.6)	0.01(0.06)
3. W: n=45	$0.23(0.14)^a$	$491(425)^a$	$44(17)^a$	$1.98(1.69)^a$	62.3(73.3)	0.01(0.08)
F-value	8.277*	7.944*	5.296*	1.571*	12.180	0.254

※S: Summer, SP: Spring, W: Winter
The same letter means that they have not significant different by Duncan test(b<a), *$p<.05$
Values *in parentheses mean standard deviation*

★Measured thermal insulation – Estimated thermal insulation: The estimated thermal insulation was calculated by the formula – Thermal insulation($m^2°CW^{-1}$)=0.03+0.0004×Garment Weight(g)

고 있으므로 봄・겨울철 의복간 중량 차이가 확연하게 나타나지 않는 것으로 판단된다.

3. 보온력과 보온력 관련 인자의 상・하의별, 내・외의별 차이 비교・분석

단일의복을 상・하의로 분류, 보온력과 보온력 관련 인자에서 차이를 살펴보았다. 올인원(U2)과 슬립(U3), 원피스(S3, S5)는 상의로 분류하였고, 머리 관련 단품, 손・발 관련 단품을 제외한 상의 60개, 하의 36개 총 96개 아이템을 분석에 포함하였다. 그 결과는 <Table 7>과 같다. 상의는 하의에 비해 피복면적, 두께, 공기투과성이 유의하게($p<.05$) 컸다.

상・하의를 계절별로 분류하여 6개의 그룹으로 나누어 보온력 및 보온력 관련 인자에 대한 분산분석, 사후검정을 실시하였으며, <Table 8>에 그 결과를 제시하였다. 분석결과 겨울철 상의는 보온력, 중량, 피복면적, 두께 값이 다른 5개 그룹보다 큰 경향을 보였는데, 이는 코트・재킷・점퍼류(4)가 겨울철 상의로 분류되었기 때문인 것으로 사료된다. 여름철 상의와 하의는 유의차는 없지만 보온력, 중량, 피복면적, 두께가 다른 4개의 의복군보다 낮은 경향을 보였다. 봄철 상・하의와 겨울철 하의는 중량, 두께가 비슷한 그룹으로 나타났다.

한편, 보온력과 보온력 관련 인자의 내・외의별 차이를 살펴보기 위하여 T-test를 수행하였다. 속옷류(1)는 모두 내의로 분류하였고, 머리 관련 단품류(7)와 손・발 관련 단품류(8)를 제외한 나머지 의복군은 모두 외의류에 포함시켰다. 내의 13개, 외의 83개, 총 96개 단일의복을 분석하였으며, 그 결과는 <Table 9>와 같다. 외의는 내의보다 보온력, 중량, 피복면적 값이 유의하게 크고($p<.05$) 더 두꺼운 경향을 보인 반면, 공기투과성은 유의하게 낮았다($p<.05$). 그러나 중량당 보온력은 내의가 외의보다 더 큰 경향을 보였다.

Table 7. The difference of thermal insulation and its related factors by garment type

Garment Type	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)
Upper garment (n=60)	0.20(0.17)	399(399)	43(17)	1.58(1.61)	95.7(108.0)
Lower garment (n=36)	0.16(0.07)	336(182)	37(9)	0.94(0.44)	29.4(47.6)
t-value	1.527	1.058	2.177*	2.862*	4.132*

※Values in parentheses mean standard deviation *p<.05

Table 8. The difference of thermal insulation and its related factors by garment type and season

Garment Type	Season	Thermal insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)
Upper Garment	1. S: n=15	$0.09(0.05)^b$	$158(79)^b$	$33(11)^b$	$0.79(0.43)^b$	$148.3(147.8)^a$
	2. SP: n=17	$0.18(0.10)^{ab}$	$333(124)^{ab}$	$45(14)^a$	$0.90(0.45)^b$	$85.1(100.8)^{ab}$
	3. W: n=28	$0.27(0.20)^a$	$568(503)^a$	$47(20)^a$	$2.42(2.03)^a$	$73.9(77.6)^b$
Lower Garment	4. S: n=8	$0.11(0.05)^b$	$204(83)^b$	$30(11)^b$	$0.50(0.10)^b$	$13.2(18.2)^b$
	5. SP: n=11	$0.20(0.05)^{ab}$	$388(157)^{ab}$	$41(05)^{ab}$	$0.73(0.23)^b$	$19.9(26.2)^b$
	6. W: n=17	$0.17(0.08)^b$	$365(206)^{ab}$	$38(09)^{ab}$	$1.28(0.37)^b$	$43.1(63.2)^b$
F-value		5.039*	4.222*	3.520*	7.452*	4.137*

※Values in parentheses mean standard deviation *p<.05, S: Summer, SP: Spring, W: Winter
The same letter means that they have not significant difference by Duncan test(b<a)

4. 보온력과 보온력 관련 인자의 각 의복군별 차이 비교 · 분석

단일의복 각각의 보온력과 보온력 관련 인자를 살펴보는 것보다 피복부위, 의복형태, 의복용도, 착의방식 등에 따라 분류함으로써 좀 더 요약된 정보를 얻을 수 있고, 분류된 의복군이 가지는 특징적인 사실들을 밝혀낼 수 있을 것이다. 이에 각 단일의복은 속옷류(1), 셔츠 · 블라우스류(2), 카디건 · 스웨터 · 조끼류(3), 재킷 · 점퍼 · 코트류(4), 치마류(5), 바지류(6), 머리 관련 단품(7), 손 · 발 관련 단품(8)의 8개 의복군으로 나누어 살펴보았다. 각 의복군에 대한 보온력 및 관련 인자에 대한 ANOVA 분석, Duncan test 결과는 <Table 10>에 제시하였다.

속옷류(1)는 상대적으로 보온력이 낮고 가벼우며 공기투과성이 큰 경향을 보였다. 한편, 셔츠 · 블라우스류(2)와 카디건 · 스웨터 · 조끼류(3)는 보온력 및 보

Table 9. The difference of thermal insulation and its related factors by garment wearing type

Garment Type	Therma insulation (clo)	Garment Weight (g)	Covering Area (%)	Thickness (mm)	Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	★	▲
Under garment (n=13)	0.06(0.04)	89(2)	26(15)	1.23(1.03)	148.3(97.0)	-0.01(0.02)	6.50(2.55)
Outer garment (n=83)	0.21(0.14)	420(338)	43(14)	1.35(1.37)	58.7(89.9)	0.01(0.07)	5.50(1.93)
t-value	-8.145*	-8.327*	-4.065*	-0.276	3.306*	-0.932	1.665

※Values in parentheses mean standard deviation *p<.05
★Measured thermal insulation – Estimated thermal insulation: The estimated thermal insulation was calculated by the formula – Thermal insulation($m^2°CW^{-1}$)=0.03+0.0004×Garment Weight(g)
▲It was calculated by the formula: (*Thermal insulation(Ide)/Garment weight*(g))×10,000

Table 10. The result of analysis of variance for thermal insulation and its related factors

	1 (n=13) mean (s.d)	2 (n=17) mean (s.d)	3 (n=18) mean (s.d)	4 (n=16) mean (s.d)	5 (n=12) mean (s.d)	6 (n=20) mean (s.d)	7 (n=15) mean (s.d)	8 (n=10) mean (s.d)	F value
Thermal insulation (clo)	0.06 (0.04) c,d	0.13 (0.07) b,c	0.14 (0.07) b	0.41 (0.18) a	0.16 (0.04) b	0.20 (0.06) b	0.03 (0.02) d	0.03 (0.02) d	34.654**
Garment Weight (g)	89 (52) c,d	200 (121) c,d	287 (179) b,c	890 (456) a	276 (101) b,c	438 (150) b	102 (67) c.d	33 (20) d	28.389**
Covering Area (%)	26 (15) c,d	39 (11) b,c	37 (11) b,c	61 (12) a	36 (9) b,c	42 (6) b	6 (3) e	19 (20) e,d	31.194**
Thickness (mm)	1.23 (1.03) a,b	0.78 (0.57) b	1.74 (0.97) a,b	2.45 (2.48) a	0.76 (0.43) b	0.96 (0.39) b	1.36 (0.97) a,b	1.44 (1.28) a,b	3.489**
Air Permeability ($cm^3/cm^2/sec$)	148.3 (97.0) a,b	82.1 (60.7) b,c	147.7 (135.2) a,b	21.2 (55.1) c	16.8 (20.8) c	13.7 (19.5) c	179.0 (253.8) a,b	253.7 (142.2) a	7.663**
★	-0.01 (0.03) a,b	0.02 (0.03) a	0.00 (0.04) a,b	0.02 (0.12) a	0.01 (0.05) a,b	0.00 (0.06) a,b	-0.04 (0.02) b	-0.02 (0.02) a,b	1.756*
▲	6.50 (2.55) b	6.83 (1.59) b	5.10 (1.99) b	4.80 (1.31) b	6.18 (2.53) b	4.90 (1.57) b	6.13 (6.77) b	11.97 (14.04) a	2.516**

1. Under garment, 2. Blouse · Shirt · T-shirt, 3. Cardigan · Sweater · Vest, 4. Coat · Jacket · Jumper, 5. Skirt, 6. Trousers, 7. Headgear, 8. Gloves · Footgear

The same letters mean that they have not significant difference by Duncan test(e<d<c<b<a)

★Measured thermal insulation – Estimated thermal insulation: The estimated thermal insulation was calculated by the formula – Thermal insulation($m^2°CW^{-1}$)=0.03+0.0004×Garment Weight(g)

▲It was calculated by the formula: (*Thermal insulation(Ide)/Garment weight(g)*)×10,000(*p<.05, **p<.01)

온력 관련 물성이 비슷한 경향을 보였다. 카디건 · 스웨터 · 조끼류(3)가 셔츠 · 블라우스류(2)에 비해 다소 무겁고, 두꺼우며, 공기투과성이 크고, 보온력이 높았다. 셔츠 · 블라우스류(2)는 주로 면, 폴리에스테르 혼방 소재 인데 비해 카디건 · 스웨터 · 조끼류(3)는 함기율이 높은 모, 아크릴 혼방이 많아 이러한 소재의 보온성 차이에 기인한 것으로 판단된다.

재킷 · 점퍼 · 코트류(4)는 다른 7개 의복군보다 보온력, 의복중량, 피복면적 값이 유의하게 컸다(p<.01). 재킷 · 점퍼 · 코트류(4)의 약 88%가 안감이 있고, 단열효과가 좋은 모 또는 모 혼방 소재가 많았다. 그러나 중량당 보온력은 유의차는 없었지만 가장 작은 값을 보여 무게에 비해 보온력이 낮은 경향을 보였다. 두껍고 공기투과성이 낮아 단열에 유리한 소재, 안감, 보온재의 사용은 의복의 단열력을 높이지만 동시에 옷의 무게는 증가시키는 경향이 있다. 보온효율 면에서는 가벼우면서도 따뜻한 의복이 보온에 더 유리하다 할 것이다. 예를 들어 CJJ14(모피코트)의 경우 보온력은 0.60clo로 단열력이 높지만 의복중량은 2083g으로 무거워 보온효율이 다소 떨어지는 의복이라 할 수 있을 것이다. 이에 반해 CJJ15(무릎길이 코트)의 경우 0.61clo의 보온력을 가지면서도 의복중량은 738g으로 CJJ14보다 훨씬 가벼우면서도 비슷한 보온력을 얻을 수 있으므로 상대적으로 보온효율이 높은 의복이라 할 수 있다.

치마류(5)와 바지류(6)는 보온력 및 보온력 관련 물성이 비슷한 경향을 보였다. 치마류(5)는 보온력과 중량, 피복면적 만으로 비교할 경우 카디건 · 스웨터 · 조끼류(3)와도 비슷한 특성을 가진 의복군이라 할 수 있을 것이다. 바지류(6)는 재킷 · 점퍼 · 코트류(4) 다음으로 보온력이 컸다. 바지류(6) 중 특히 청바지(T5,

T6, 612)의 경우 중량당 보온력 값이 특히 작아 의복 무게에 비해 보온력이 크게 낮은 의복으로 나타났다.

머리 관련 단품류(7)는 피복면적이 작고 보온력이 낮은 의복군으로 나타났다. 이 의복군 중 스카프나 머플러의 경우 피복면적이 작고 공기투과성이 커 단열성능 면에서는 불리할 수 있으나 착장방식과 착용형태에 따라 의복 내에 보유할 수 있는 공기의 양과 성상이 달라져 보온력에까지 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 착용방법에 따라 보온력에 중대한 영향을 미치는 공기층을 보유할 수 있는 정도가 달라질 것으로 사료된다. 그러므로 스카프나 머플러 등의 착장방식에 따른 보온효과를 규명한다면 착용면적은 작으면서도 가볍고 따뜻한, 보온효율을 높일 수 있는 실용적인 방안을 제시할 수 있을 것이다.

손·발 관련 단품류(8)는 피복면적이 작고 공기투과성이 컸으며, 머리 관련 단품류(7)와 함께 보온력이 낮은 의복군으로 나타났다. 중량당 보온력은 다른 의복군보다 유의하게 커($p<.05$) 가벼우면서도 따뜻한 보온효율이 높은 의복군이라 할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 의복의 중량을 이용하여 보온력을 예측할 수 있는 간단한 식을 제시함으로써 건강한 의생활을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다. 총 121개의 단일의복의 보온력을 써멀마네킨으로 측정하고 기타 보온력 관련 인자들을 정량적으로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 의복의 중량과 보온력은 높은 양의 상관관계를 가지고 있음(r=0.905)을 확인하였고, 이로써 의복중량은 보온력을 예측할 수 있는 우수한 인자임을 알 수 있었다.

2. 의복중량을 이용한 예측식은 다음과 같다. $Y=0.03+0.0004\times X$ ($r^2=0.820$, SEE=0.059), Y: thermal insulation(clo), X: garment weight(g)

3. 여름철 단일의복의 평균 보온력은 0.10clo, 의복중량은 174g이었고, 봄철 단일의복은 0.18clo, 355g, 겨울철 단일의복은 0.23clo, 491g이었다. 여름과 겨울철 단일의복의 보온력, 의복중량, 피복면적, 두께간에 유의차가 있었다($p<.05$).

4. 상의의 보온력과 의복중량의 평균값은 0.20clo, 399g이었고, 하의는 각각 0.16clo, 336g으로 상의가 하의보다 보온력과 중량 모두 크게 나타났다. 계절별로 상·하의를 분류하여 분석한 결과, 보온력과 의복중량 평균 모두 여름철 상의의 값이 가장 작았고, 겨울철 상의는 가장 커 여름, 겨울철 상의간 유의차가 있었다($p<.05$). 내의의 보온력과 중량은 0.06clo, 89g 외의는 각각 0.21clo, 420g로 나타났으며 외의가 내의보다 중량과 보온력 모두 유의하게 컸다($p<.05$).

5. 각 단일의복은 8개 의복군으로 세분하여 살펴보았다. 각각의 보온력과 의복중량을 살펴보면 속옷류(1)는 0.06clo, 89g, 셔츠 및 블라우스류(2)는 0.13clo, 200g, 카디건·스웨터 및 조끼류(3)는 0.14clo, 287g, 재킷·점퍼·코트류(4)는 0.41clo, 890g, 치마류(5)는 0.16clo, 276g, 바지류(6)는 0.16clo, 438g, 머리 관련 단품류(7)는 0.03clo, 102g, 손·발 관련 단품류(8)는 0.03clo, 33g으로 나타났다.

본 연구는 써멀마네킨을 이용하여 단일의복의 보온력을 측정하였는데, 써멀마네킨은 방열면의 형상과 온도 방열분포의 관점에서 인체를 시뮬레이트한 것이지만, 아직 완벽하게 인체를 재현하지는 못하므로, 이것에 의한 측정결과는 인체의 결과와 완전히 일치하지 않을 수 있다. 따라서 인체실험과 병행하여 살펴봄으로써 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있다. 또한 실제 의생활에 근접한 자료를 얻기 위해서는 movable manikin, sweating manikin을 이용한 실험 역시 필요하다. 본 연구에서는 불감기류 상태에서의 건열교환만을 다루었으므로 습윤열교환에 대한 메커니즘을 고려한 후속연구가 이루어진다면 더욱 실생활에 근접한 자료를 제공할 수 있을 것이다. 더불어 연령과 성별, 체형에 따라 다양한 디자인과 소재의 의복이 존재하므로 이에 대한 추가연구도 이루어져야 할 것이다. 이와 함께 작업장이나 특수한 환경조건에서 착용하게 되는 의복에 대한 보온력을 측정함으로써 보다 쾌적하고 기능적인 의복을 개발하는데 중요한 역할을 수행할 수 있을 것이다. 본 실험에서는 환경조건을 동일하게 통제한 상태에서 계절별 의복의 중량, 소재, 두께 등 다양한 물리적 특성에 따른 보온력의 차이를 살펴보았다. 후속연구에서는 계절이나 월별 혹은 해당 계절의 평균 기후조건으로 설정하면서 기류에 따른 영향까지 고려하여 보온력을 측정한다면 더욱 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것이다.

참고문헌

김명주, 최정화. (1997). 성별, 연령별로 본 한국인의 월별 피부온. *한국의류학회지, 21*(2), 314-324.

김칠순, McCullough, E. A. (2002). 착탈식 라인어와 아웃도

어 의복의 보온성. *한국의류학회지, 26*(12), 1756–1764.
서미아. (1977). 스커트의 길이와 보온성. *한국의류학회지, 1*(2), 1–6.
손원교, 백윤정. (1999). 의복형태가 보온력에 미치는 영향- 써멀마네킹 착용실험에 의한-. *한국의류학회지, 23*(8), 1110–1118.
손원교, 차옥선. (1999). 보온력에 미치는 피복재료와 겹침의 영향. *대한가정학회지 37*(11), 157–165.
손원교, 최정화. (1999). 의복의 소재 및 형태가 보온력에 미치는 영향. *한국의류학회지, 23*(8), 1098–1109.
심부자. (1985). 환경온도 조건하의 착의표준설정에 관한 조사연구(II). *대한가정학회지, 23*(4), 33–54.
안필자, 최정화. (1992). 기후적응과 착의량의 개선에 관한 연구-고등학교 학생을 중심으로-. *한국의류학회지, 16*(4), 417–430.
이순원, 조성교, 최정화. (1993). *피복환경학* (개정판). 서울: 한국방송통신대학교.
이주영. (2005). *한국인 성인 남녀의 체표면적에 관한 연구*. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
정영옥. (1991). 착의량을 중심으로 본 농촌지역주민의 계절적응에 관한 연구. *한국의류학회지, 15*(4), 417–430.
최정화. (1977). 무풍안정시의 부인용 한복의 보온력에 관한 연구. *한국의류학회지, 1*(1), 7–13.
최정화. (1991). 의복의 보온력 측정을 위한 Thermal Manikin 설계에 관한 연구. *서울대학교 농학연구, 16*(2), 239–246.
최정화, 이주영, 고은숙, 이효현, 김재영. (2006). 외출할 때와 집안에서 한국 성인 여성의 계절별 착의실태. *한국생활환경학회지, 13*(1), 8–17.
최혜선. (1989). 스커트의 열특성에 관한 연구. *한국의류학회지, 13*(4), 388–399.
최혜선. (1987). 온열적 쾌적과 의복의 보온력. *공기조화냉동공학회, 16*(3), 243–247.
황수경, 성화경, 최정화. (1999). 20대 성인 남녀의 월별, 계절별 착의량. *한국의류학회지, 23*(3), 517–528.
稻垣和子. (1979). 衣服の保溫力基準の値推定に關する實驗的研究 第3報 成人女子 各季節別の一般的衣服保溫力の推定に關する實驗的研究. *神戶大學醫學部紀要, 40*(2), 177–188.
崔正和, 水梨サワ子. (1977). 韓國婦人服の保溫力する實驗的研究-韓服と洋服との比 較を中心として. *家政學會誌, 28*(5), 344–350.
Gagge, A. P., Burton, A. C., & Bazett, H. C. (1941). A practical system of units for the description of the heat exchange of man with his environment. *Science, 94*, 428–430.
ISO 9920. (1995). *Ergonomics of the thermal environment-Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble*. Geneva, Switzerland: International Standards Organization.
McCullough, E. A., Jones, B. W., & Huck, J. (1985). A comprehensive data base for estimating clothing insulation. *ASHRAE Trans., 91*(part 2), 29–47.
McCullough, E. A., Jones, B. W., & Zbikowski, P. J. (1983). The effect of garment design on the thermal insulation values of clothing. *ASHRAE Trans., 89*(2), 327–352.
Morris, A. M. (1955). Thermal insulation of single and multiple layers of fabrics. *Textile Research of Journal, 25*(9), 766–773.
Nevins, R. G. & Gagge, A. P. (1973). The new ASHRAE comfort chart. *ASHRAE Trans., 27*(2), 37–39.
Nishi, Y., Gonzalez, R., Nevins, R., & Gagge, A. P. (1976). Field measurement of clothing thermal insulation. *ASHRAE Trans., 91*(2), 29–47.
Olsen, B. W. (1985). A new simpler method for estimating the thermal insulation of a clothing ensemble. *ASHRAE Trans., 91*, 478–492.
Olesen, S., Fanger, P. O., & Bassing, J. J. (1972). Physiological comfort conditions at sixteen combinations of activity, clothing, air velocity and ambient temperature. *ASHRAE Trans., 78*, 199–204.
Parson, K. C. (2003). *Human thermal environments* (2nd ed.). New York: Taylor & Francis.
Watkins, S. M. (1995). *Clothing: The portable environment* (2nd ed.). Ames: Iowa State University Press.