

투습발수직물과 축열보온섬유를 이용한 스키웨어의 쾌적감

조길수 · 최종명 · 이정주 · 이선우

연세대학교 생활과학대학 의생활학과

Comfort Properties of Ski Wear Using Vapor-Permeable Water Repellent Fabrics and Thermal Insulation Battings

Gil Soo Cho, Jong Myoung Choi, Jung Ju Lee, Sern Woo Lee

Dept. of Clothing and Textiles, College of Human Ecology, Yonsei University
(1992. 2. 10 접수)

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the mechanical thermal resistances and comfort properties of ski wear made with vapor-permeable water repellent (VPWR) fabrics and thermal insulation battings.

Four types of experimental clothing were made with the combination of two VPWR fabrics (Hipora-TM[®], Hipora-CR[®]) and two thermal insulation battings (Viwarm[®], Airseal[®]). Thermal resistances of ski wear were objectively evaluated by thermal manikin experiment ($21 \pm 2^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\%$ R.H., 0.25 m/sec air velocity) and thermographic assessment ($2 \pm 2^\circ\text{C}$, 0% R.H., 0.25 m/sec air velocity, and emissivity level=1). Garment wear tests of ski wear included the measurement of the microclimate (inner temp. and relative humidity) of the experimental clothing by digital thermohygrometer and subject wear sensation using McNall's thermal comfort ratings.

Clo values of experimental clothing 4 (Hipora-CR[®]+Airseal[®]) and 1 (Hipora-TM[®]+Viwarm[®]) were significantly higher than those of 2 (Hipora-TM[®]+Airseal[®]) and 3 (Hipora-CR[®]+Viwarm[®]). Thermal resistances in the points of breast, back, belly, and loin was significantly higher than those of upper arm, fore arm, and shank of measuring points on the thermal manikin. According to the color map of the thermogram, the experimental clothing 4 indicated higher surface temperatures than the others showing more yellowish spots on the surface of clothing. Inner temperature of experimental clothing was not significantly different among the four types of ski wear, but relative humidities of experimental clothing were significantly different. Relative humidities of experimental clothing 1 and 3 showed higher than those of 2 and 4. Relative humidity of experimental clothing was affected largely by the thermal resistance of thermal insulation batting materials. The subject wear sensation of experimental clothing 2 and 4 showed lower humidity than the others. Subject wear sensation was affected more by humidity sensation than by thermal sensation.

I. 서 론

의복은 인체와 환경간의 과다한 열이동을 막고, 환경으로부터 인체를 안전하게 보호해 주는 환경에 대한 인체보호 기능을 수행한다. 특히 의복의 쾌적감이 인체와 환경간의 열균형을 이룰때 얻어짐을 고려할때 이러한 의복의 물리적 기능은 일상복의 경우보다 보호복이나 스포츠복에 있어 그 중요성이 강조된다.

인체와 환경간의 열전달은 전도, 대류, 복사에 의한 건열(dry heat)전달과 증발에 의한 습열(wet heat)전달로 이루어지며, 착의시 의복전체의 보온성은 피복재료 뿐 아니라 피복형태, 착용 상태에 의한 인체의 표면형성과 방열면의 방향, 피부온의 분포 등에 좌우된다. 이는 인체에 실물피복을 착용시킨 후 피부온, 의복내 온도, 그밖의 생리·심리반응을 측정하는 인체착용 실험과, thermal manikin이나 thermography에 의한 물리적 측정방법에 의해 평가된다. 인체착용 실험은 개인간의 차이를 측정하고 인체 생리반응을 직접적으로 관찰할 수 있으나 성, 연령, 체형 등에 의해 큰 차이를 나타내고 장시간의 측정이 요구되는 문제점이 있다¹⁾. 이에 반해 thermal manikin에 의한 측정은 인체착용 실험이 지닌 문제점을 보완해 주며, 보온성을 측정하는 객관적인 방법으로 의복의 보온력(clo치)을 정량화 한다²⁾. 또한 thermography는 표면 온도가 절대온도 이상인 모든 물체로부터 표면 온도가 반사되는 적외선 복사 온도계의 원리를 이용한 것으로 복사에 의한 열이동을 감지하는 적외선 카메라를 이용하여 표면에서 나오는 복사열의 강도로부터 측정된 반사에너지를 전기의 신호로 바꿈과 동시에 표면온도를 칼라의 heat map으로 표시한다^{3,4)}. 이는 테이프나 측정 센서 등을 사용하지 않고 인체에 비접촉으로 실시할 수 있는 장점이 있다.

의복 상태에서의 보온성에 관해서는 McCullough⁵⁾, Tamura등¹⁾, 이운정 등⁶⁾이 copper manikin이나 thermal manikin을 이용하여 연구한 바 있으며, Huck 등⁷⁾은 모직물과 보온재를 사용하여 이들 소재의 조합에 따른 열 차단력과 코트 제작시 열 차단력과의 관계를 비교한 결과, 소재의 조합에 따른 열 차단력이 더 유의적이라 하였다.

Thermography에 의한 연구를 살펴보면, Tatar⁸⁾는 polypropylene 실내 운동복의 표면온도 분포를

IR-thermography를 이용하여 측정하고, IR-thermography가 착용실험에서 인체가 착용한 의복을 통한 열이동을 측정하는데 중요한 방법이며, 특히 섬유와 이의 인체와의 관계에 대한 열이동 성질을 구분하여 섬유의 열이동에 관한 정보를 첨가하는 좋은 수단이 될 수 있다고 하였다. Kempson 등⁹⁾은 Raynaud's disease와 같은 혈관경련증의 고통을 완화시키기 위한 전열 장갑의 디자인 개발과 평가에 있어 IR-thermography를 이용하였으며, IR-thermography가 이 장갑을 사용하는 환자 개개인이 필요로하는 최적의 열특성과 효과를 객관적으로 평가할 수 있다고 하였다.

최근 스포츠 및 여가활동이 증가함에 따라 스키 인구도 점차 늘어나고 있어 스키의 환경과 운동시의 인체생리반응 등을 고려한 기능적이고 쾌적한 의복의 요구가 증대되고 있으나, 아직까지 스키웨어를 비롯한 기능복에 있어서 재료 자체의 기능성을 평가하고 이를 기초로 제작된 의복 착용시의 열적 쾌적감을 연계적으로 규명하는 연구는 드물다.

따라서 본 연구에서는 기능성 신소재 중에서 알루미늄을 수지에 첨가하여 인체에서 발산되는 복사열을 차단시키는 하이포라-TM[®], 열전도율이 매우 낮고 열을 흡수한 후 축열하였다가 서서히 원적외선을 방사하는 하이포라-CR[®]과 인조 보온단열소재인 바이웜[®]과 에어실[®]을 이용하여 스키웨어를 제작한 후 이에 의해 제공되는 물리적 열차단력을 thermal manikin 실험과 thermography를 통하여 객관적으로 측정하였다. 아울러 인체 착의 실험을 실시하여 운동전·후의 의복내 온·습도를 digital thermohygrometer로 측정하고 주관적 착용감 평가를 병행함으로써 보다 기능적이고 쾌적한 스키웨어의 개발에 도움을 주고자 한다.

II. 실험

1. 실험의목

선행연구⁹⁾에서 이루어진 기능성 소재의 물성평가에 기초하여 선정된 Table 1의 투습발수 직물과 보온단열 소재를 조합하여 다음과 같은 실험의 4종을 제작하였다.

실험의 1 : 하이포라-TM[®]+바이웜[®]

실험의 2 : 하이포라-TM[®]+에어실[®]

실험의 3 : 하이포라-CR[®]+바이웜[®]

실험의 4 : 하이포라-CR[®]+에어실[®]

Table 1. Characteristics of fabrics and battings

Fabrics & Battings	Fiber Contents	Fiber Length (mm)	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)	Manufacturing Method
Hipora-TM [®]	nylon 100%	filament	0.14	101.4	DMF-Direct Coating (aluminium coating)
Hipora-CR [®]	nylon 100%	filament	0.14	142.4	DMF-Direct Coating (ceramics coating)
Viwarm [®]	PET 100%	33 - 51	5.0, 10.0	105.0, 198.0	Bilateral/ultra-fine fiber nonwoven
Airseal [®]	PET/nylon 70%/30%	51	4.0	60.0	ultra-fine fiber/nonwoven

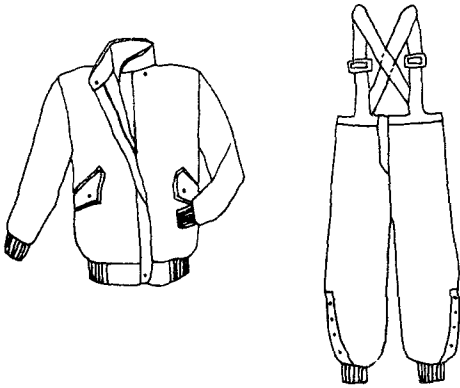


Fig. 1. Schematic of experimental clothing

이때 바이윈은 소매와 바지용으로 5 mm 두께를, 몸판용으로 10 mm 두께를 사용하였고, 안감으로는 동일한 태피터(Taffeta)를 사용하였다. 실험의 형태는 Fig. 1과 같다.

2. Thermal manikin에 의한 보온성

1) 측정방법 및 산출방법

온도 21±2°C, 습도 50±5% R.H., 평균기류 0.25 m/sec로 조절된 인공 기후실에서 11부위에 체온제어용 히터 및 온도 검출용 thermistor sensor가 부착된 알루미늄 합금체인 thermal manikin¹⁰⁾에 실험의를 착용시켜 의복별 manikin의 표면온과 소비전력을 측정하였다. 각 측정점에서 측정된 표면온과 소비전력을 가지고 각 부위의 단위 면적당 열저항(Rci) 및 실험의 총 보온력(I)을 산출하였으며 산출방법은 다음과 같다. (식 1, 식 2)

$$Rci = (Tsn - Ta) / ((WNn - Wcn) / Si) \quad (\text{식 1})$$

단, Rci : 단위면적당 열저항, °C/W·m²

Tsn : 착의시 각 부위의 표면온도, C

Ta : 환경 온도

WNn : Ta에서 나체시 각 부위의 소비전력, W

Wcn : Ta에서 착의시 각 부위의 소비전력, W

Si : 각 부위의 표면적, m²

$$I = 6.45 \frac{(Ts Av - Ta) / (\sum WN / Ta - \sum WC / Ta) Av}{S} \quad (\text{식 2})$$

(식 2)

단, I : 총 보온력, clo units

(Ts)Av : 착의시 각 부위 표면온도 안분비율을 곱한 평균온도, °C

(∑WN/Ta)Av : Ta에 있어서 나체시 각 부위 측정 소비전력의 합, W

(∑WC/Ta)Av : Ta에 있어서 착의시 각 부위 측정 소비전력의 합, W

S : manikin의 총 표면적, m²

2) 자료 분석

Thermal manikin에 의한 각 부위의 열저항의 자료 분석은 2-way ANOVA F-test를 이용하였다.

3. Thermogram

온도 2±2°C, 습도 0% R.H., 평균기류 0.25 m/sec로 조절된 인공기후실에서 실험의를 착용시킨 후 IR-camera (TV 3000, Hughes사)를 이용하여 표면온도를 색의 heat map으로 표시한 thermogram을 얻었다. 이때 색의 온도차는 1.2°C를 나타내며 Emissivity level은 1이다.

Table 2. Physical characteristics of subjects

Subject	Sex	Age (years)	Height (cm)	Weight (Kg)	Body surface area (m ²)*	Mean*Skin Temp. (°C)**	Heart Rate	Rectal Temp. (°C)
S ₁	F	23	161	52	1.53	28.9	74	37.1
S ₂	F	23	162	48	1.49	27.3	80	38.2
S ₃	F	23	163	48	1.50	27.3	80	36.6
S ₄	F	23	166	53	1.58	27.0	72	36.3

* DuBois Surface Area

$$A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$$

** Mean Skin Temp. (°C) = [9.8 forehead temp. + 32.8 chest temp. + 19.6 arm temp. + 10.2 thigh temp. + 20.6 leg temp.]

4. 인체착용 실험

1) 피험자 선정

피험자간의 차이를 최소화하기 위하여 연령, 신장, 몸무게, 피부온, 맥박, 직장온을 고려하여 Table 2와 같은 4명의 피험자를 선정하였다.

2) 실험조건

온도 $8 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 $20 \pm 5\%$ R.H., 평균기류 0.25 m/sec의 환경조건에서 실험을 행하였으며, 피험자는 시판되고 있는 면 100% 위편성물(40 wales \times 45 courses/in², 208 g/m²)내의를 착용하고 실험의를 입었으며 양말과 운동화(training shoes)를 착용하였다.

일정한 하중은 준 Bicycle ergometer로 100~200 cycle/min의 속도를 유지한 상태에서 운동을 실시하였다. 먼저 10분간 안정을 취한 후에 20분간 운동, 10분간 휴식 다시 10분간 운동, 10분간 휴식을 하였다.

3) 의복내 온·습도 측정

의복내 온·습도는 Digital Thermohyrometer (TRH-Shinyei 사)를 사용하여 내의와 실험의 사이의 온·습도를 가슴과 등부위에서 측정하였다.

4) 주관적 착용감 평가

피험자가 운동 휴식을 반복하는 과정에서 느끼는 온열감, 습윤감, 쾌적감을 McNall scale을 사용하여 5분 간격으로 평가하였다.

5) 실험계획 및 통계처리 방법

한 실험의에 피험자 한사람만을 측정하므로써 오는 실험의 오류를 줄이기 위하여 불완전 확률화 블록계획(Randoimized Incomplete Block Design)을 이용하여 한 실험의에 대해 피험자 두사람을 측정하였다. 의복내 온·습도에 대한 자료분석은 ANOVA F-test를 이

용하였고 사후 검정은 던컨의 다중비교검정(Duncan's Multiple Range Test)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 물리적 열차단력

1) Thermal manikin에 의한 보온성 평가

각 실험의의 부위별 thermal manikin의 열저항치(Rci)와 각 실험의의 총 보온력(I)은 Table 3과 같다.

ANOVA 결과에 의하면 열저항치는 실험의에 따른 유의적인 차이가 나타났으며(p-value=0.003), manikin의 측정부위에 따른 열저항치도 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(p-value=0.000).

실험의의 보온력(clo치)측정결과, 실험의 4가 가장 높은 보온력을 나타냈으며, 그 다음으로는 실험의 1이 높은 보온력을 보였다. 실험의 2와 3은 실험의 4와 1에 비해 상대적으로 낮은 보온력을 보이고 있다. 실험의의 보온력과 선행연구⁹⁾에서의 직물상태의 보온력을 살펴보면 Table 4와 같다.

Thermo Labo II에 의한 보온력을 측정한 직물상태에서는 하이포라-TM[®]과 보온재와의 조합시가 하이포라-CR[®]과 보온재와의 조합시 보다 우수한 보온력을 보였다. 이는 하이포라-TM[®]의 알루미늄 코팅(aluminum coating)으로 인한 복사열의 반사효과가 커서 세라믹 코팅(ceramic coating)된 투습발수 직물의 열차단력보다 큰 것에 기인하는 것이라 생각된다. 또한 바이웜[®]과 투습발수 직물과의 조합시가 에어실[®]과 투습발수 직물과의 조합시보다 우수한 보온력을 보였는데, 이는 바이웜[®]의 두께가 에어실[®]보다 두꺼워 전도에 의한 열전달이 느린데 기인하는 것이라 생각된다. 즉 전도와 복사에

Table 3. Thermal manikin's heart resistance and clo values for 4 types of clothing

Measuring Points	Clothing 1 (Hipora-TM® + Viwarm®)	Clothing 2 (Hipora-TM® + Airseal®)	Clothing 3 (Hipora-CR® + Viwarm®)	Clothing 4 (Hipora-CR® + Airseal®)
Heat Resistance °C/W/m ²				
Forehead	0.0233	0.0241	0.0251	0.0238
Breast	0.2694	0.2677	0.2800	0.2779
Upper Arm	0.1746	0.1970	0.1815	0.2020
Hand	0.0418	0.0173	0.0160	0.0598
Back	0.2563	0.2620	0.2796	0.2886
Belly	0.2179	0.1950	0.2221	0.2384
Forearm	0.1960	0.2167	0.1830	0.2567
Foot	-0.0044	-0.0207	-0.0269	0.0156
Shank	0.1817	0.1342	0.1353	0.1894
Loin	0.2681	0.2230	0.2392	0.2958
Thigh	0.2180	0.1856	0.1818	0.2248
Total Clo value	1.1404	1.0378	1.0468	1.2558

Table 4. Degree of warmth retention for fabrics and clo values for clothes

	In Textiles		In Clothing
	Warmth Retention 1* (%)	Warmth Retention 2** (%)	Clo value***
Clothing 1 : Hipora-TM® + Viwarm®	78.70	76.47	1.1404
Clothing 2 : Hipora-TM® + Airseal®	77.18	74.27	1.0378
Clothing 3 : Hipora-CR® + Viwarm®	76.08	73.28	1.0468
Clothing 4 : Hipora-CR® + Airseal®	74.21	70.67	1.2558

+ By Thermo Labo II without wind
 *** By Thermal Manikin

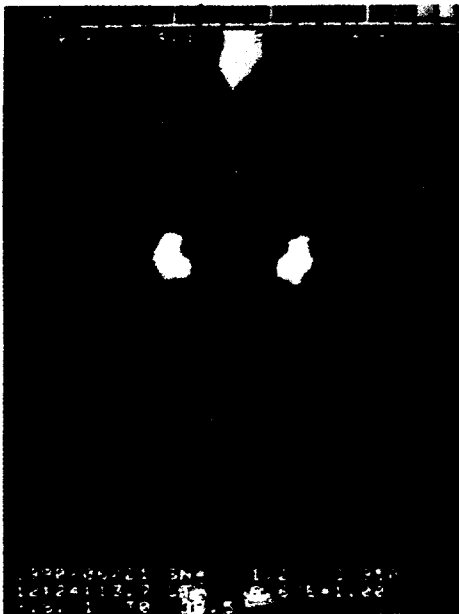
** By Thermo Labo II with wind (37 cm/sec)

의한 보온력을 측정할 직물상태에서는 전도, 복사에 의한 열차단력이 우수한 조합들에서 높은 보온성을 보이는 것으로 판단된다.

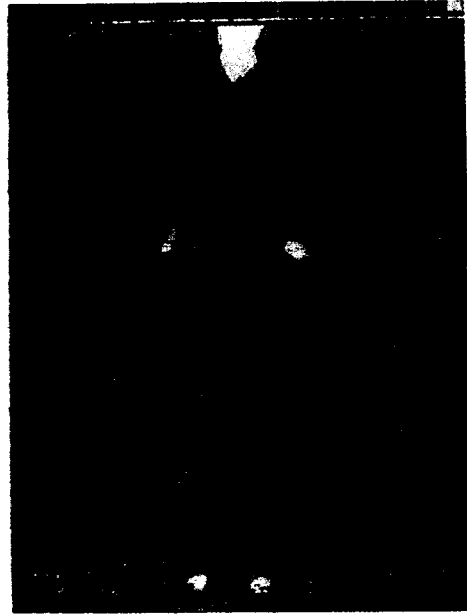
한편 전도, 대류, 복사에 의한 열차단력을 측정할 thermal manikin에 의한 보온력 측정결과는 직물에 의한 보온력 결과와 같게 나타나지는 않았다. 이는 Huck 등⁷⁾의 연구결과와 일치하는 것으로, 직물상태에서의 보온성은 직물과 일정 공기층의 전도, 복사만에 의한 열전달 특성을 의미하나, thermal manikin에 의한 보온성은 manikin 착용시 의복의 압축, 의복과 manikin간의 공기층 변화에 기인한 열이동 현상 등이 부가적 요인으로 반영되기 때문이라 생각된다. 그러나 thermal manikin에 의한 보온력 측정은 인체 착용시의 보온력에

더 근접한 결과를 제공한다고 할 수 있다.

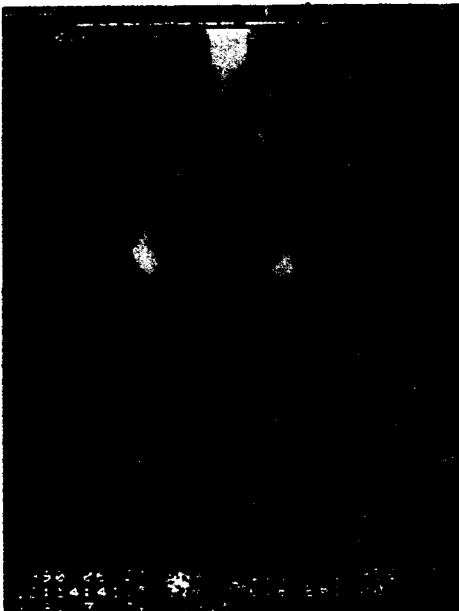
하이포라-CR®과 에어실®의 조합인 실험의 4의 보온력이 가장 높게 나타났는데, 이는 동일 걸감을 이용한 실험의 3에 비해 얇은 보온재 사용으로 보다 넓은 공기층을 형성하며 인체의 표면온도가 보다 쉽게 세라믹(ceramic)층에 도달하여 세라믹층이 활성화됨으로써 공기층의 온도가 올라가 결국은 의복내 온도가 높아지기 때문이라고 생각된다. 한편 하이포라-TM®을 사용한 실험의 1은 주로 복사열의 차단효과로 인해 보온력이 발휘되므로 두꺼운 보온재를 사용할때, 보다 효과적이므로 실험의 2에 비해 바이웜을 사용한 실험의 1이 높은 보온력을 보인다고 생각된다. 따라서 의복상태의 경우, 하이포라-CR®은 에어실®과, 하이포라-TM®은 바이웜®과



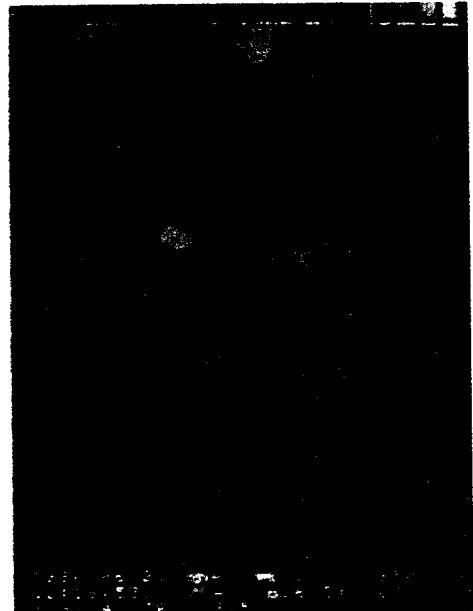
Clothing 1
(Hipora-TM®, Viwarm®)



Clothing 2
(Hipora-TM®, Airseal®)



Clothing 3
(Hipora-CR®, Viwarm®)



Clothing 4
(Hipora-CR®, Airseal®)

Fig. 2. Thermograms for experimental clothes

조합시에 다른 조합시 보다 우수한 보온력을 보임을 알 수 있다.

Manikin의 측정부위에 따라 실험으로 피복된 부위 중 가슴, 등, 배, 허리부위는 비교적 높은 열저항치를 보인데 반하여, 상완, 전완, 다리부위는 상대적으로 낮은 열저항치를 나타냈다.

2) Thermography에 의한 Heat map 평가

실험의 4종을 착용했을 때의 thermogram은 Fig. 2와 같다.

Fig. 2의 상단에 나타난 인접한 색간에는 1.2°C의 온도차를 보이며 청색계통은 내체로 0°C 정도를, 황색계통은 9°C 정도를 나타내어 황색, 녹색, 청색의 순으로 의복의 표면온도가 높음을 의미한다.

IR-thermography는 복사에 의한 열전달을 구분 짓는 방법으로 평균 표면온도를 계산하기 전에는 동일 의복내에서의 복사에 의한 열이동에 대한 정성적인 평가방법이다. Thermogram을 살펴보면 하의 부분에서 실험의 1과 3, 실험의 2와 4가 각각 비슷한 형태의 분포를 보여 사용한 보온재에 따라 표면온 분포 형태를 구별할 수 있다. 특히 실험의 4는 다른 실험의에 비해 황색계통의 색상을 많이 나타내고 있다. 이를 Table 4의 사료의 함께 분석해 보면, 실험의 4는 상대적으로 높은 clo치를 보이고 있으나 전도와 복사에 의한 보온력을 측정할 적물 상태에서는 가장 낮은 수치를 보여 복사에 의한 열 방출이 큰 의복임을 알 수 있다. 즉 피복재료인 하이포라 -CR®의 세라믹 입자가 인체에서 발산되는 열을 흡수하여 원적외선을 의복내, 외로 방사하므로써 의복내 온도가 상승되어 thermal manikin에서 높은 clo치를 보이는 동시에 thermogram에서의 의복 표면 온도 또한 높게 나타난 것으로 보인다. 특히 실험의 착용시 속옷 이외에는 다른 옷을 착용하지 않았으므로 이의 열이동 현상이 더욱 두드러졌다고 본다.

동일한 실험의 내에서는 황색 계통을 나타낸 부분이 열 방출이 잘 일어나는 곳이며, 의복 시스템(system)제시시 불충분한 보온력이 문제가 된다면 이들 부분에서의 보완이 요구된다고 말할 수 있다.

2. 인체착용 실험을 통한 기능성 평가

1) 의복내 온도

피험자에게 실험의를 착용시켜 측정된 가슴과 등부위의 측정시간에 따른 의복내 온도 변화는 각각 Fig. 3, 4

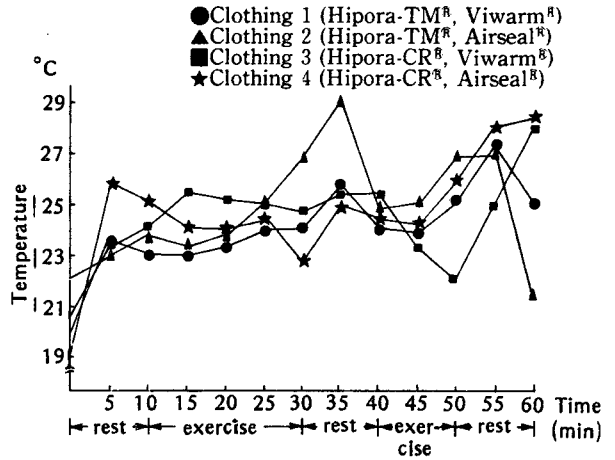


Fig. 3. Microclimate of clothing with the lapse of time: temp. (chest)

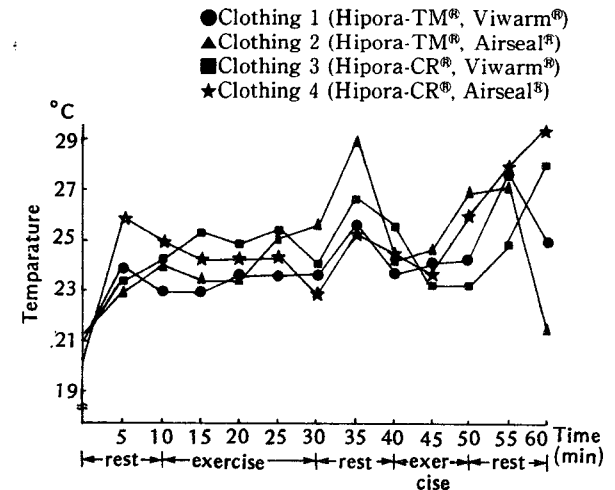


Fig. 4. Microclimate of clothing with the laps of time: temp. (back)

과 같다.

의복내 온도는 ANOVA F-test한 결과, 가슴과 등부위 모두에서 실험의 뿐 아니라 피험자간에도 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

운동시작시 의복내 온도 감소는 운동 초기의 Bellow's Ventilation에 의한 열손실에 기인하며, 운동 후에는 Bellow's Ventilation의 정지로 인해 의복내 온도가 점차 증가하는 것으로 생각된다.

2) 의복내 습도

피험자에게 실험의를 착용시켜 측정한 가슴과 등부위의 측정시간에 따른 의복내 습도 변화는 Fig. 5, 6과 같다. 의복내 습도는 ANOVA F-test한 결과, 가슴과 등부위 모두에서 실험의에 따른 유의적인 차이가 있었으나 피험자간에는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 실험의간의 차이를 알아보기 위해 던컨의 다중비교검정을 실시한 결과는 Table 5, Table 6과 같다. 이에 의하

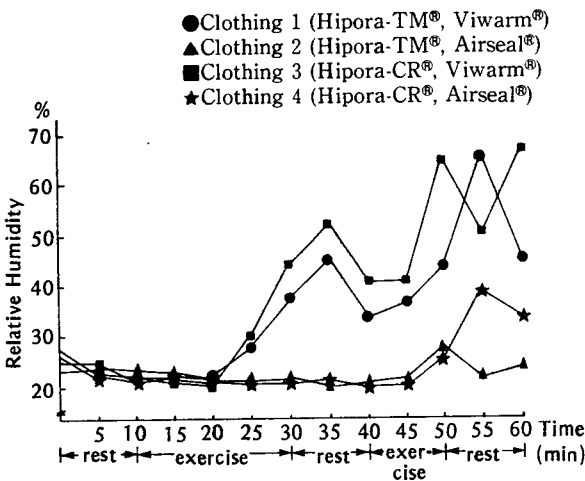


Fig. 5. Microclimate of clothing with the lapse of time: R.H (chest)

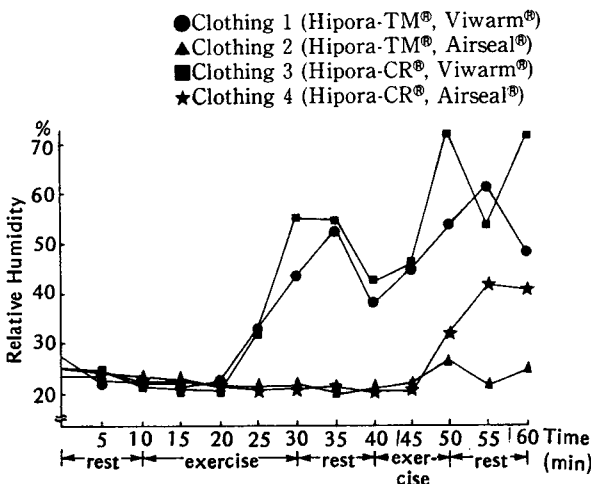


Fig. 6. Microclimate of clothing with the lapse of time: R.H (back)

Table 5. Duncan's multiple range test : humidity (chest)

Clothing	III	I	IV	II
Mean	38.34 ^a	34.38 ^a	23.70 ^b	22.39 ^b

Table 6. Duncan's multiple range test : hemidity (back)

Clothing	III	I	IV	II
Mean	41.85 ^a	37.37 ^a	25.04 ^b	22.47 ^b

면 가슴과 등부위 모두에서 실험의 3과 1의 의복내 습도가 실험의 4와 2보다 높게 나타났다. 따라서 의복내 습도는 보온단열 소재의 보온성에 주된 영향을 받는다고 할 수 있다.

의복내 습도는 1, 2차 운동에서 운동시작과 더불어 약

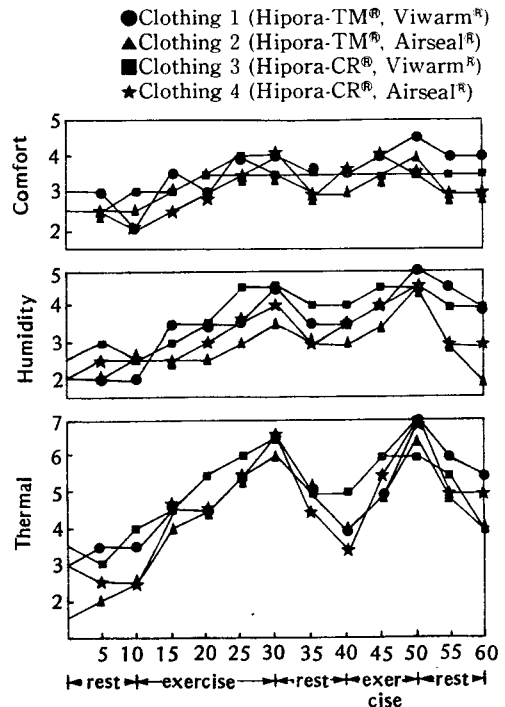


Fig. 7. McNall's thermal comfort rating with lapse of time

간 감소하다가 증가하였는데, 이는 운동으로 인하여 혈류량이 증가되어 온도가 높아지고 땀이 발생하는데 기인하는 것이라 생각된다.

3) 주관적 착용감

McNall scale에 의해 측정된 주관적 측정시간에 따른 변화는 Fig. 7와 같다. 온열감은 운동과 더불어 증가하였다. 습윤감도 운동과 더불어 의복내 발한에 의해 증가되었고, 운동 후 휴식시간 동안 실험의 1과 3은 운동전과 같이 회복하지 못하고 계속 습한 것으로 나타났다.

휴식시 온열감과 습윤감 평가에서, 의복내 온·습도는 Bellow's Ventilation의 정지로 높았으나 주관적인 평가에서는 오히려 감소하는 경향을 나타내어 운동의 전환지점에서 온열감과 습윤감은 의복내 기후의 온·습도를 그대로 반영하지 않는다는 Vokac¹¹⁾의 연구 결과와 일치하였다. 쾌적감 평가에서, 실험의 2와 4가 실험의 1과 3에 비해 보다 쾌적한 것으로 나타났다. 이들 주관적 착용감과 객관적으로 측정된 의복의 보온력 및 의복기후를 연결시켜 보면, 주관적 착용감은 의복의 보온력, 의복내 온도보다는 의복내 습도와 관계가 있는 것으로 생각된다. 따라서 의복내 습도가 높았던 실험의 1과 3은 주관적 쾌적감에서도 습하여 쾌적하지 못한 것으로 평가한 반면, 의복내 습도가 낮았던 실험의 2와 4는 주관적 쾌적감에서 쾌적한 의복으로 평가하였다.

IV. 결론 및 요약

본 연구에서는 선행연구에서 이루어진 기능성 신소재의 열전달 특성을 기초로하여 스키웨어를 제작한 후 thermal manikin 실험과 thermography 실험을 실시하여 스키웨어의 보온성을 평가하고 인체착용 실험을 병행 실시하여 의복기후의 변화 및 주관적 쾌적감을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Thermal manikin에 의한 의복의 보온력은 실험의에 따라 유의적인 차이가 나타나, 실험의 4의 보온력이 가장 컸다.
- 2) Manikin 측정부위에 따라 열저항치도유의적인 차이가 나타나, 실험의로 피복된 부위 중 가슴, 등, 배, 허리에 비해 상완, 전완, 다리부위는 낮은 열저항치를 나타냈다.
- 3) Thermography결과, 실험의 4의 표면온도가 가장 높게 나타나 복사에 의한 열 방출이 큰 의복임을 알

수 있었으며 이는 피복재료에 의해 뒷받침되었다.

4) 의복내 온도는 실험의간에 유의적인 차이가 없었으나, 의복내 습도는 실험의 1과 3이 유의적으로 높게 나타나, 의복내 습도는 보온단열 소재의 보온성에 주된 영향을 받는다고 생각된다.

5) 주관적 착용감에서는 의복내 습도가 낮았던 실험의 2와 4를 보다 쾌적한 의복으로 평가하여, 주관적 착용감은 온열감보다는 습윤감에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

우수한 투습도와 보온성을 나타낸 하이포라-TM®, 하이포라-CR®과 바이웜®, 에어실®의 조합으로 제작된 4종의 실험의 중 하이포라-CR®과 에어실®의 조합인 실험의 4의 보온성이 가장 좋으며, 의복내 습도가 낮고, 또한 쾌적감 평가에서도 쾌적한 것으로 나타나, 운동시의 인체착용에 가장 적합한 것으로 기대되어진다.

감사의 말씀

본 연구는 1989년도 오운문화재단의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구임을 밝히며 오운문화재단에 감사의 뜻을 표한다.

참 고 문 헌

- 1) Tamura, T. and Iwasaki, F., Studies on Thermal Resistance of Clothing by Thermal Manikin (Part 1), 文化女子大學研究紀要, 16, 221~229, (1985).
- 2) Watkins, S. M., Clothing: The Portable Environment, Iowa State Univ. Press, (1984).
- 3) Tataru, D.M., A Wear Test of Men's Polypropylene Indoor Exercise Prototypes with Heat and Moisture Measurement: An Experimentation with Infrared Thermography, Unpublished Thesis, Virginia Tech, (1988).
- 4) 田村照子, 基礎被服衛生學, 文化出版國, (1986).
- 5) McCullough, E.A., Measuring the Thermal Insulation of Jacket and Sleeping Bags Using a Copper Manikin, Association of College Professors of Textiles and Clothing Proceedings, 73~74, (1980).
- 6) 이윤정, 파카의 보온성에 따른 착용감에 관한 연구, 서울대학원 석사학위논문, (1988).
- 7) Huck, J. and McCullough, E.A., Thermal Insulation Values of Outer Garments and Fabric System, Association of College Professors of Textiles and

- Clothing Proceedings, 72~73, (1983).
- 8) Kempson, G.E., Clark, R.P. and Goff, H.R. The Design, Development and Assessment of Electrically Heated Gloves Used for Protecting Cold Extremities, *Ergonomics*, **31**, 1083~1091 (1988).
- 9) 조길수, 최종명, 이정주, 이선우, 투습발수직물과 보온단열소재의 열 및 수분전달 특성, 한국의류학회지, **16**, 237~244, (1992).
- 10) 松本健次, “布の熱 水分移動特性装置の試作との應用”, 纖維機械學會誌, **37**, 130, (1984).
- 11) VoKac, Z., Kopke, V. and Keul, P., Physiological Responses and Thermal, Humidity and Comfort Sensation in Wear Trials with Cotton and Polypropylene Vest, *Textile Res. J.*, **46**, 30~38, (1976)