

## 운동복의 기능성과 쾌적성에 관한 연구

이 영 숙\* · 안 태 환\*\*

전남대학교 의류학과\* · 코오롱 기술연구소\*\*

### **Sportswear Physiological Optimization: Effects of Clothing ease, local heating and materiales**

Young Suk Lee · Tae Whan An

Dept. of Clothing and Textiles, Junnam University

Dept. of Kolong

(1991. 3. 14 접수)

#### Abstract

The aim of the present study has been to obtain new and additional data allowing a better design of sports garments as well as a better choice among some materiales, through measurement of body surface changes in the upper trunk in movement, measurement on the effects of local heating on other parts of the body and measurement of the thermal resistance of 6 types of materials applied on a manikin.

In the first experiment, the upper trunk was divided in 32 parts, the surface of which was measured by the tape method for two upper limb positions: extension at 90° and 180°.

In the second experiment, skin temperature, local thermal sensations and whole body thermal sensation were measured every 5 minutes during 40 minutes. The four areas of the shoulder, abdomen, hande and feet were heated with the hot pack at 50°C.

In the third experiment, the regional thermal resistance of the various materials selected, in two different cases of clothing ease, have been measured by using a thermal manikin.

Resultes of experiments were:

1. Extensions cause the upper front part of the trunk surface to lengthen vertically while the back tends to stretch in width.

2. Skin temperatures of the upper limbs are influenced by the abdomen and shoulder heatings. The correlation between the whole body thermal sensation and the upper trunk thermal sensation is significantly asserted.

3. Ceramic and aluminium coated materiales offer the most effective thermal resistance; ease in clothing increases the thermal resistance at the breast and the abdomen as well as the clo value of the materials.

## I. 서 언

직물을 소재로 하여 의복, 특히 운동복을 설계할 경우의 필요조건으로는, 운동에 따른 피부체표 변화량의 파악 및 이에 따른 의복 각 부위의 여유량 설정, 의복재료가 가지는 열절연성, 수분 이동 특성에 따른 보온성과 쾌적성을 들 수 있겠다. 동작시에 생기는 인체의 체표면적 변화량으로서 의복의 최저 여유량을 설정할 수 있으며, 이는 운동복의 기능성을 위하여 필수적으로 파악되어야 할 과제인 것이다.

또한 운동시에 생기는 인간의 온냉환경에 대한 쾌적감이나 불쾌감은, 전신의 평균피부온과 심부온의 변화 및 발한량과 깊은 관계가 있으며 심부온의 변화는 온감각에, 피부온의 변화는 냉감각에 더 깊이 관련하고 있는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>.

동작시의 체표면적의 변화에 대한 측정방법으로는 접촉테이프법<sup>2)</sup>, 석고붕대법<sup>3)</sup> 등에 따른 체표면 전개법과, 마-틴 계측기에 의한 직접계측법, Moiré 법 등이 있으며, 최근에는 大野 등<sup>4)</sup>이 제안한 미연사법이 동작시에 있어서의 체표면적의 최대변화량을 측정하는데 사용되어 지기도 한다.

또한 의복의 쾌적성에 대하여는 Vokac<sup>5)</sup>의 말초부냉각에 따른 전신온냉감과의 관계, Morooka<sup>6)</sup>의 피복재료의 수분이동 특성과 착용감에 관한 보고가 있으며, 이외에도 의복의 쾌적성, 수분이동 특성, Ventilation에 대한 연구 결과로서 Vokac<sup>7)</sup>, Beshir<sup>8)</sup>, McIntyre<sup>9)</sup>, Umbach<sup>10)</sup>, Hanada<sup>11)</sup>, Nielsen<sup>12)</sup>, Tanaka<sup>13)</sup> 등에 의해 보고되어진 바 있다. 그러나 인체 체표면적의 변화량에 따른 여유량 설정을 운동복의 기능성과 관련시키고 또한 한냉환경에서의 운동복에 대한 온열생리학적 측면에서의 기능성과 쾌적성을 함께 조화시킨 의복의 설계를 위한 연구는 아직 불충분한 상태라고 하겠다.

이에 본 연구에서는 겨울철의 운동복 상의에 대하여, 의복의 구조적인 면과 온열생리학적 측면에서의 실험과정을 통하여 가장 기능적이고 쾌적한 운동복 제작을 위한 기초자료를 얻고자 하였으며, 나아가 인체 말초부가 가지는 한냉 환경하에 있어서의 체온조절기능을 파악하므로써 방한복의 설계·제작을 위한 응용이 가능하도록 시도하고자 하였다.

운동복의 기능성을 위한 여유량 파악 방법으로는 접촉

테이프법을 이용하여 체표면적의 변화량을 측정하였으며, 의복의 쾌적함에 대하여는 우선 인체의 부위별 온열생리특성과 운동복에 사용되어지는 재료의 제특성을 파악하므로써, 이에 따른 의복제작을 위한 구조적·재료학적인 data가 측정되어질 수 있도록 하였다.

## II. 실험방법

### 실험 A : 체간부 체표면적의 변화량

#### 1. 측정방법 및 조건

표면적의 측정으로는, 지금까지 접촉테이프법, 석고법, 종이치환법<sup>14)</sup> 등이 사용되어져왔으며, 최근에는 실리콘 수지, 미연신사, propylene glycol을 이용하는 방법도 쓰여지고 있다. 본 실험에서는 정지시 및 상지 동작시에 있어서의 체표면적의 변화량을 측정해야 하므로, 동작시의 측정이 용이하고 측정중 피험자의 자세의 변화와 피로도를 가능한 한 최소화시킬 수 있는 방법으로서 접촉 테이프법을 선택하였다. 측정 부위에 조리용 랩을 씌운 뒤 종이 테이프를 크고 작은 삼각형으로 끊어서 입체의 체표면에 균일하게 부착되어질 수 있도록 하였다. 다음, sign pen으로 측정선을 표시하고, 해부용 가위를 사용 앞중심선을 따라서 자를 후 전체 모양이 일그러지지 않게 떼내어서 평면건제시켰다. 각 부위별로 측정선에 따라 자른 후 트레이싱 페이퍼에 옮겼으며, 秤量法에 의하여 각 부위의 표면적을 구하여 비교하였다.

측정에 소요된 시간은 약 10분이었다. 측정치는 3회 반복 실험 결과 개인내 변동에 유의차가 거의 없는 것으로 나타났으며, 종이 테이프의 수축율 역시 0.12% 이내로서 측정오차가 적은 것으로 확인되었다.

실험실의 환경조건은 기온 26°C±1°C, 습도 RH 60%로서 피부면적의 수축이 일어나지 않도록 주의하였다. 실험기간은 1989년 6월이며 피험자는 신장 174 cm~177 cm, 체중 68 kg~85 kg의 건강한 성인 남자(32세) 3명으로 하였다.

측정은 입위정상자세인 기본자세와 상지의 수직동작 중 90°前拳와 180°上拳의 두가지 동작에 의한 운동자세로 나누어서 하였으며, 동작시의 면적 변화량을 기본 자세시의 면적과 비교하여 구하였다.

**2. 측정부위와 측정선의 설정**

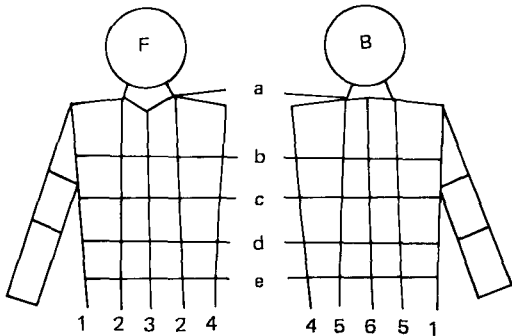
피험자에게 입위안정자세를 취하게 한뒤, [그림 1]에 나타낸 바와 같이 sign pen으로 체간상부에 측정선을 그린다. 길이 방향의 측정선으로는 옆선(1, 4), 옆목점과 유두점을 지나는 선(2), 앞정중선(3), 견갑선(5), 뒷정중선(6)으로 하였으며, 둘레방향의 측정선으로는 밑목둘레선(a), 윗가슴둘레선(b), 밑가슴둘레선(c), 허리둘레선(d), 배둘레선(e)으로 설정하였다. 측정 결과는 체간전면 16부위, 체간후면 16부위로서 계32부위로 나누어 각 부위별 면적 변화량을 구하도록 하였다. 각 부위의 면적 측정치에 대하여는, 기본자세시의 각 측정치를 기준으로 하여 동작시의 변화율로서 나타내었다.

변화율(%)

$$= \frac{\text{동작시 체표면적} - \text{기본자세시 체표면적}}{\text{기본자세시의 체표면적}} \times 100$$

**실험 B : 국소가온의 효과**

우리들의 일상생활에 있어서 의복의 역할은 매우 중요한 것이다. 다양한 자연 환경의 변화에 대하여 신체의 구간부는 물론, 신체의 말초부에 대하여도 필요에 따라 피복의 着·脫에 의한 행동적 체온조절을 하게 된다. 즉 구간부 및 말초부의 국소적인 보온이 타부위 피부온에 미치는 파급효과와, 전신온냉감과 국소부위의 온냉감각



- a : 밑목둘레선      1, 4, 옆선
- b : 윗가슴둘레선    2 옆목점과 유두점을 지나는선
- c : 밑가슴둘레선    3 앞정중선
- d : 허리둘레선      5 견갑선
- e : 배둘레선        6 뒷정중선

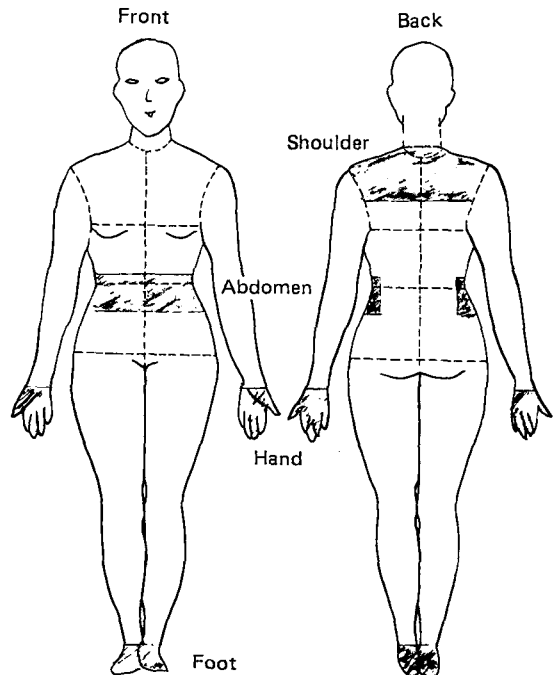
[그림 1] 체간부의 측정부위와 측정선.

과의 상관관계, Shell and Core relationship의 문제는 신체보온에 관한 체온조절 기능적 견지에서 매우 중요한 과제라 하겠다.

본 실험에서는 가온기(Cataplasma II-2C型)를 사용하여 신체의 구간부 2部位와 말초부 2部位를 국소적으로 가온하였으며, 이들 각 부위의 가온에 의한 타부위 피부온에의 파급효과 및 신체 각 부위의 온냉감과 전신 온냉감과의 상관관계에 대하여 검토하고자 하였다.

**1. 측정방법**

피험자는 성인 여자(20세~22세) 4명이며, 국소가온을 위하여 사용된 가온기는 40℃, 50℃, 60℃와 70℃의 4단계 온도조절이 가능한 Pearl-Sharp社의 Cataplasma H-2C형이다. 본 실험에 사용된 설정온도는 50℃이며, 가온부위 모두에 500 mm×150 mm의 같은 크기의 Hot pack을 이용하므로써 가온부위에 따른 가온면적이 동일하도록 하였다. 가온 부위는 체간부에서는 견부와 복부의 2부위, 말초부위에서는 수부와 족부의 2부위로 하였다(그림 2).



[그림 2] 국소 가온 부위.

2. 측정항목 및 조건

측정항목은 피부온과 온열감각의 2항목으로 하였으며, 가온시간은 40분으로 하였다. 피부온은 이마, 뺨, 목, 가슴, 등, 배, 상완, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발 등의 계 12점을 측정하였으며 평균 피부온은 다음 식에 의하여 구하였다<sup>15)</sup>.

$$\bar{T} = 10.3\{(A+B)/2\} + 23.9\{(C+D)/2\} + 7.9E + 8.4F + 5.8G + 4.8H + 19.7I + 12.8J + 6.4K$$

A: 이마 B: 뺨 C: 가슴 D: 등 E: 배 F: 상완 G: 전완 H: 손등 I: 대퇴 J: 하퇴 K: 발등

감각적 지표로서는, 국소가온에 따른 전신온냉감과 신체 각부위의 국소적 온냉감각과의 상관관계를 검토하기 위하여 전신온냉감과 쾌적감, 국소 7부위 즉 두경부, 체간상부, 체간하부, 상지부, 하지부, 수부, 족부에 대한 국소적 온냉감각을 신고하도록 하였다. 전신 및 국소의 온냉감은 측정개시후 5분마다 신고하도록 하였으며 <표 1>의 감각 scale을 사용하였다.

환경 조건은 기온 26°C±1°C, 습도 RH 60%로 하였다. 착용 의복은 브래지어, 쇼츠, 슬리퍼이며 측정 스케줄은 <표 2>와 같다.

2. 실험 C : 각 소재의 특성측정 및 착용실험

현재 스키복등에 쓰이고 있는 방한용 소재 6종 :

<표 1> 온열 감각 Scale

Thermal sensation	
7. hot	3. slightly cool
6. warm	2. cool
5. slightly warm	1. cold
4. neutral	

<표 2> 실험 스케줄 및 측정 항목

Time	0	10	20	30	40	50	60	70 (min)
	enter room	sedentary		local heating (50°C)				
	. . . . . skin temp.							
	. . . . . sensation vote.							

Hipora-2000(투습 방수포), Hipora-TM(투습 방수포 +알루미늄 coating), Hipora-Ceramic(보온성 투습 방수포), Graphite(충열 보온재), Hipora-Hp(투습 방수포, 고내수압), Nylon-Taffeta(Non-Coating) : 의 보온율과 열전도율을 측정하여 각 소재간의 특성을 비교하였다. 보온율은 일본 마쯔모토 연구소의 Thermal Manikin과 Thermo Labo II를 이용하여 측정하였다.

다음, 실험 A에서 얻어진 운동시에 필요한 최적 여유량을 기초로 하여 XL(여유량· $\frac{B}{2} + 14$  cm), L(여유량· $\frac{B}{2} + 12$  cm) size의 두종류의 운동복 상의를 제작, 여유분량 차이에 따른 의복의 보온율에 대하여 Thermal Manikin을 사용하여 측정 비교하였다.

1. 실험 의복

실험복에 사용된 각 소재의 특성은 <표 3>에 나타난 바와 같다. 실험복은 Bodice, 칼라, 소매의 3부분으로 이루어지며 [그림 3], 상의 길이는 엉덩이 둘레선 밑 5 cm로 하였다. 여유분량  $\frac{B}{2} + 14$  cm의 XL size와  $\frac{B}{2} + 12$  cm의 L size의 두 종류로 제작하였다.

환경 조건은 기온 21°C±1°C, 습도 RH 60%, 기류 0.25 m/sec로 조절하였다.



[그림 3] 실험의복의 형태.

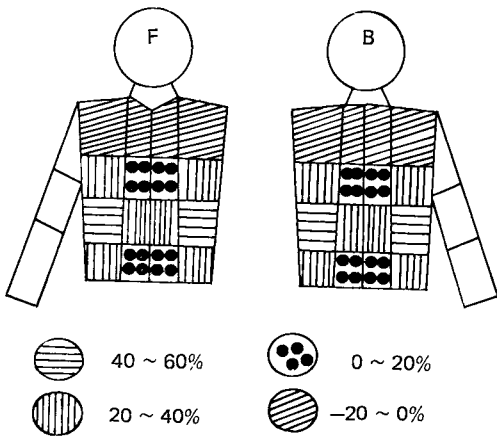
2. 착용 실험

Thermal Manikin에, 6종의 의복재료에 2종의 여유분량을 조합시킨 12종의 실험복을 착용시킨 다음, 의복별 마네킹 표면온과 소비전력을 동시에 3회 반복 측정하였다. 마네킹은 11부위로 분할된 알루미늄 합금재로 제작되었으며, 각 부위에는 체온 제어용 히터 및 온도 검출용 Thermistor sensor가 있다. 소재 및 여유분량에 따른 의복의 보온력은 단위 면적당 방열량( $^{\circ}\text{C}/\text{w}/\text{m}^2$ )과 Clo 값을 구하여 비교하였다. 의복의 물리적 Clo 값은  $0.645\Delta\bar{R}$ 로 계산하였다.

III. 실험 결과

1. 체간부 체표면적의 변화량

상지의 90° 前拳와 180° 上拳에 있어서의 체간 상부 체표면적의 변화율을 (그림 4)에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 운동에 의하여 피부체표면적의 변화는 각 부위별로 현저히 다른 변화 양상을 나타내고 있다. 상지운동에 따라서 체간부의 전면에서는 옆목점, 어깨끝점, 앞겨드랑점, 겨드랑점이 몸의 上內側 방향으로 이동하므로 체표면 전체가 길고 좁은 형태로 변화하였다. 상지의 90° 前拳와 180° 上拳 모두 어깨 부위의 체표면적이 감소하였으며, 앞정중선측 부위에서 진동돌레션측 부위에서보다도 더 큰 감소율을 나타내었다. 이것은



[그림 4] 상지운동에 따른 체간상부의 면적 변화량.

어깨끝점의 이동으로 인하여 진동돌레션이 늘어나게 됨으로서 진동돌레션측 부위에서의 면적이 180° 上拳때에 다소 증가되었기 때문일 것이다. 면적의 최대변화 부위는 흉부보다도 복부에서 더 크게 나타나서 최대 50.6%까지 증가하였다. 또한 변화율은 정중선 방향보다도 옆선쪽 방향에서 더 크게 나타났다. 흉부에서는 최대 29.2%의 증가율을 보였다.

체간부 후면은 전면과는 반대로 상지운동과 함께 뒷겨드랑점과 겨드랑점이 크게 外側方으로 이동하므로 체표면적의 폭이 넓어짐을 볼 수 있다. 특히 뒷겨드랑점이 접하고 있는 부위의 면적증가율이 현저하였으며, 견갑골상, 혹은 밑가슴돌레션에서 배돌레션 사이에 최대 변화가 집중하여 면적의 증가율이 40.2%에서 52.8%까지 이르고 있다.

체간부 후면 역시 정중선 부근에서의 변화는 극히 적은 편이며 體側方으로 갈수록 그 움직임이 크게 되는 경향을 볼 수 있었다.

그러나 어깨 부위의 어깨끝점은 上內側方으로 이동하기 때문에 어깨 부위의 면적 변화율은 체간부 후면 역시 전면과 마찬가지로 감소를 나타내었다.

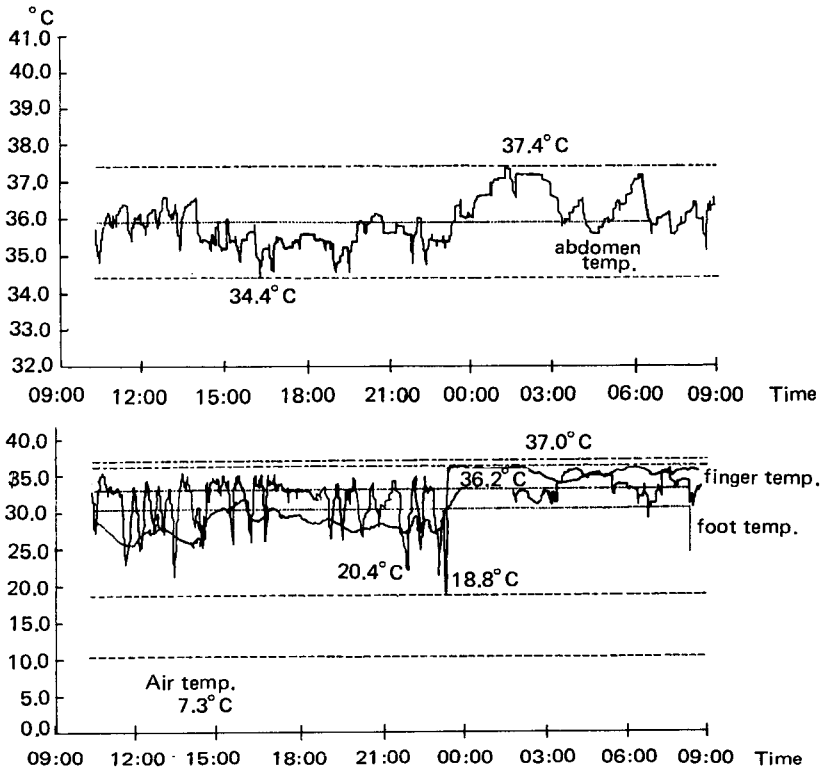
허리돌레션에서 배돌레션까지 부위의 변화는 피험자간, 동작간에 크게 차이가 없었으며, 90° 前拳, 180° 上拳 모두 변화량은 거의 같은 경향을 나타내었다.

정지시와 운동시의 체표면적의 차이는 282.6 cm<sup>2</sup>였다.

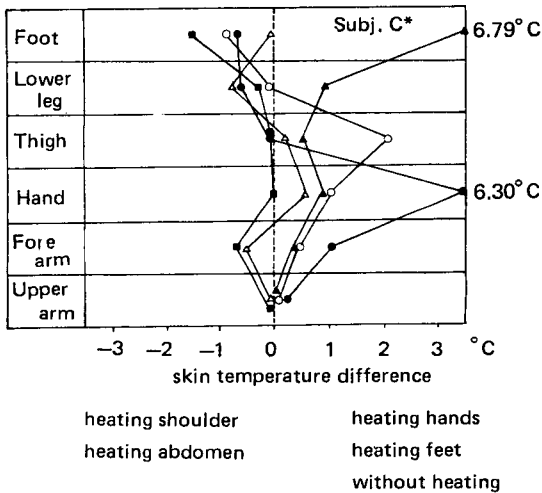
2. 국소가온의 효과

휴대용 체온 기록 장치를 사용하여 피부온의 일내변동을 일분간격으로 24시간 동시 연속 검온하여 실생활에 있어서의 말초부위와 체간부 피부온의 일내변동범위를 파악하였다. 일중기온은 평균 7.3°C였다. (그림 5)에서 볼 수 있는 바와 같이 체간부의 피부온이 34.4°C에서 37.4°C의 좁은 범위내에서 변동하는 반면, 말초부 즉, 손과 발의 피부온은 18.8°C에서 36.2°C로서 그 변동폭이 외기환경에 대응하여 크게 변화하고 있음을 알 수 있다. 이것은, 한냉환경에서 사지부의 피부 혈액 순환이 감소하고 몸전체를 통한 방열 기구인 shell depth가 증가하는 것을 의미한다고 하겠다. 또한 말초부는 한냉방어기구로서 한냉혈관반응을 가지고 있으며 이 반응은 동정맥접합의 존재에 의한 것으로 알려지고 있다<sup>1)</sup>.

말초부가 가지고 이러한 반응들을 core to shell의 관



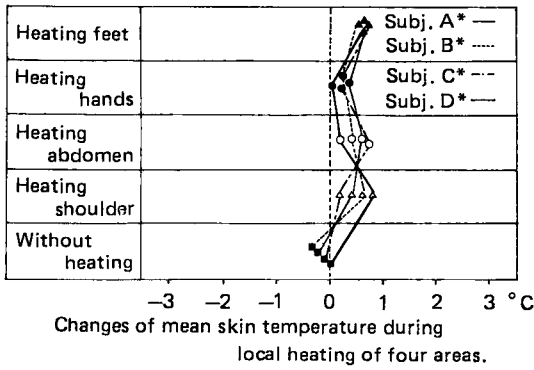
(그림 5) 복부와 말초부 피부온의 일내변동.



(그림 6) 각 부위 가온에 따른 사지부 피부온에의 파급 효과.

및 전신온냉감에 미치는 파급효과를 측정하였다. 실험 순서는 <표 2>와 같으며, 견부, 복부, 수부, 족부 계 4 부위를 40분간 가온하였다. (그림 6)은 각부위 가온에 따른 사지부 피부온에의 파급효과를, 피험자 C\*에 대하여 나타낸 것이다. 복부 가온에 의한 파급효과를 보면 상완 0.12°C, 전완 0.46°C의 피부온 상승 경향을 나타내었으며, 특히 대퇴부와 손등의 피부온은 각각 2.22°C와 1.15°C의 현저한 상승을 나타내었다. 한편 하지부는 체간부의 가온에 의한 피부온 상승도가 사지부위의 파급효과에 비하여 낮은 것을 볼 수 있었다. (그림 7)은 각 가온조건하에 있어서의 평균피부온의 변화를 나타낸 것이다. 국소부위를 가온하지 않은 상태에서 실험실에 입실하여 30분 경과하였을 때의 평균 피부온은 피험자 4명 모두 0.14°C에서 0.28°C의 하강을 보이고 있으나 각 부위를 가온함에 따라서 가온전과 비교하여 0.23°C에서 0.67°C까지의 평균 피부온 상승이 확인되었다. 특히 복부, 견부, 족부의 가온이 수부 가온에 비하여 그 효과가 더 높게 나타남을 볼 수 있었다.

계에서 검토하고자, 체간부와 말초부위에 대한 국소가온을 통하여 신체부위의 국소적 가온이 타부위의 피부온



[그림 7] 각부위 가운데 따른 평균 피부온의 변화.

각 부위 가운데 있어서의 전신온냉감, 전신온냉감과 국소7부위 온냉감각과의 상관관계에 대한 피험자 C\*의 결과를 <표 4>에 나타내었다. 전신온냉감은 체간상부(견부)의 온냉감각과  $r=0.92^{**}$  ( $p<0.01$ )의 높은 상관을 나타내었으며, 두경부의 온냉감, 체간하부(복부)의 온냉감과 각각  $r=0.75^{**}$  ( $p<0.01$ ),  $r=0.61^{**}$  ( $p<0.01$ )을 나타냄으로서, 전신의 온냉감은 말초부의 온냉감보다도 견부·두경부등 체간부의 온냉감과 대응하고 있음을 알 수 있었다. 국소부위간의 상관에 대하여는, 두경부 온냉감과 견부온냉감에  $r=0.82^{**}$  ( $p<0.01$ ), 족부 온냉감과 견부 온냉감에  $r=0.43^{**}$  ( $p<0.01$ ), 족

<표 3> 실험복에 사용된 각 소재의 특성

항목	원단	Hipora Ceramic	Hipora Graphite	Hipora TM	Hipora HP	Hipora 2000	Nylon taffeta	안 감
fiber content 겉감소재		Nylon 100%	Nylon 100%	Nylon 100%	Nylon 100%	Nylon 100%	Nylon 100%	PET 100%
fabric density 겉감밀도		210 T (114×96)	210 T (114×96)	210 T (114×96)	210 T (114×96)	210 T (114×96)	210 T (114×96)	210 T (114×96)
중 량		100 g/m <sup>2</sup>	102 g/m <sup>2</sup>	95 g/m <sup>2</sup>	105 g/m <sup>2</sup>	93 g/m <sup>2</sup>	87 g/m <sup>2</sup>	89 g/m <sup>2</sup>
thickness 두께		0.15 mm	0.15 mm	0.15 mm	0.17 mm	0.15 mm	0.10 mm	0.10 mm
투 습 도 (g/m <sup>2</sup> ·24 hrs)		5000	4700	4500	3800	4800	13400	13200
공기투과도 (cc/cm <sup>2</sup> ·sec)		0.67	0.60	0.47	0.21	0.52	1.33	1.29
수분율(%)		4.1	4.1	4.0	5.0	4.3	4.5	0.8
열 전 도 율 (kcal/m·hr·°C)		0.109	0.127	0.143	0.115	0.136	0.220	0.216
*보온율(%)		43	42	46	42	44	42	-

\*보온율은 Thermo Labo II (함온법)로 측정하였다.

<표 4> 전신온냉감과 국소 7부위 온냉감각과의 상관관계

(Subj. C\*)

Teneral sensation of	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
V1 Whole body	1.00							
V2 Head & Neck	0.75**	1.00						
V3 Upper trunk	0.92**	0.82**	1.00					
V4 Lower trunk	0.61**	0.52**	0.51**	1.00				
V5 Arms	0.25	0.55**	0.39**	0.19	1.00			
V6 Legs	0.29*	0.16	0.19	0.06	-0.08	1.00		
V7 Hands	0.12	0.16	0.19	-0.08	0.44**	-0.14	1.00	
V8 Feet	0.49**	0.35**	0.43**	0.23	-0.01	0.53**	0.05	1.00

\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$

부 온냉감과 두경부 온냉감에  $r=0.34^{**}$  ( $p<0.01$ )의 높은 상관을 볼 수 있었다.

3. 각 소재의 특성 측정 및 착용실험

<표 5>에 Hipora-2000, Hipora-TM, Hipora-HP, Ceramic, Graphite, Non-Coating 6종의 소재로 만들어진, XL과 L size의 여유분량이 다른 12벌의 운동복 상의에 대하여 Total Clo value를 나타내었다.

소재별 보온력은 Ceramic 이 0.536(XL size)과 0.537(L size)을 나타내어서 가장 높게 나타났으며, 다음이 Hipora-TM>Graphite>Hipora-2000>Hipora-Hp>Non-Coating의 순으로 보온력이 낮게 됨을 볼 수 있었다. 이것은 보온력을 향상시키기 위하여, Ceramic 과 Aluminium 을 Coating 한 Ceramic 과 Hipora-TM의 경우, 피부 표면에서 방출된 열 에너지가 세라믹과 알루미늄층에서 반사되므로 복사에 의한

열 손실을 적게 해 준 결과로 생각되어진다. Thermo-Labo II에 의한 시료의 보온율 측정에서도 알루미늄을 Coating한 Hipora-TM과 Ceramic이 높은 보온율을 나타냄으로서 같은 결과를 볼 수 있었다.

의복의 여유분량 차이에 따른 Total Clo value는, 대체적으로 XL size가 L size보다 높게 나타났으며 이는 XL size가 가지는 의복내 공기층이 L size보다 크므로서 인체의 열에 의해 덮여진 공기층이 두껍기 때문에 일어난 결과로 해석되어진다.

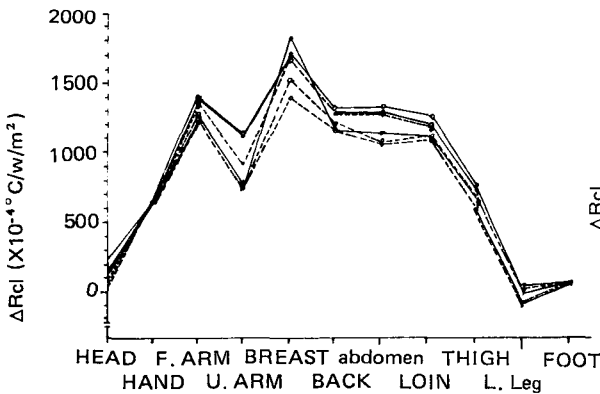
각 의복의 부위별 국소 열저항을 (그림 8-(1),(2)에 나타내었다. (그림 8-(1))은 L size의 (그림 8-(2))는 XL size의 국소별 열저항이다. 두 종류의 여유분량 모두 가슴, 등, 배, 허리 부위가 높은 열 저항을 나타내므로서, 의복내 공기층이 상승 기류를 이루고 있음을 알 수 있었다. 여유분량을 변화시켰을 때의 국소별 열 저항의 차이를 보면, 등과 배부위에서 그 값이 다르게 나타났으며 이는 국소가온의 효과 실험에서도 같은 경향을 볼 수 있었다.

상지부의 열 저항에 대하여 보면, 의복의 여유분량에 따른 상완과 전완 부위의 Rcl에는 거의 차이를 볼 수 없었다. 부위별로는 상완이 전완보다 열저항이 높게 나타났으며, 이는 열기류의 상승 효과에도 불구하고 의복의 형태면에서 상완 부위가 거드랑이 부부과 얽혀 있으므로서 의복이 외부면에 더 밀착되면서 의복내 공기층 두께가 전완에서 보다 더 적게 형성되어 대류현상이 저하되었기 때문으로 생각된다.

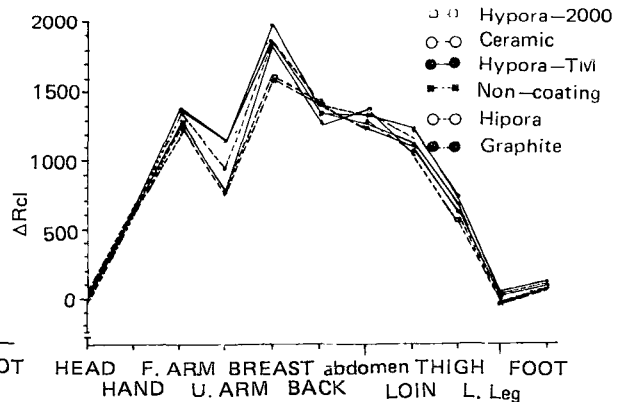
국소별 열 저항을 소재별로 보면, Ceramin과

<표 5> 각 소재별 여유분량 차이에 따른 Total Clo 값

소재	Size	
	XL	L
Hipora-2000	0.474	0.486
Hipora-TM	0.533	0.518
Hipora-HP	0.460	0.442
Ceramic	0.536	0.537
Graphite	0.502	0.493
Non-Coating	0.452	0.426



(1) L size



(2) XL size

[그림 8] 각 의복의 부위별 국소 열저항.



Hipora-TM이 높은 열 저항치를 나타내고 있다. 또한 Hipora-HP(고내수압 type)가 Hypora-2000보다 열 저항치가 낮게 나타난 것은, Hypora-HP의 Coating 두께가 얇아서 conduction에 의한 외부로의 열전달이 더 쉽게 일어났기 때문으로 생각되어진다.

#### IV. 고 찰

의복, 특히 운동복이나 작업복은 인체의 생리적 기능을 충족시킬 수 있어야 한다. 이들 의복은 특수한 환경 조건이나 노동조건에서 인체의 energy balance가 평형을 이룰 수 있도록 하기 위한 체온조절기능을 해 주어야 한다. 이러한 기능적인 의복과 함께 착용자는 쾌적하게 느낄 수 있으며, 운동이나 작업 수행 능력을 최대로 발휘하게 되는 반면, 생리적으로 적합하지 못한 의복은 작업자의 근육조절을 위한 기능들을 방해하게 되고, 특히 운동복의 경우에는 사고의 위험마저 초래하게 된다. 이와 같은 의복의 생리적 특성은 운동기능적 쾌적감과 온열생리적 쾌적감의 두요소에 의하여 이루어지며<sup>10)</sup>, 운동기능적 쾌적감은 의복의 적당한 크기와 근육 움직임에 따른 피부의 신장도에 잘 대응될 수 있는 기능적인 의복의 여유분량에 의하여 얻어질 수 있다고 하겠다.

온열생리적 쾌적감은 의복재료가 가지는 열전연성, 수분 이동 특성은 물론 각 의복의 조합 상태에 의하여 결정되어지는 요인인 것이다. 더운 환경에서는, 전도·대류·복사에 의한 dry heat loss 만으로서는 대사항진에 의한 열산생에 충분히 대응할 수 없기 때문에 피부 표면으로 부터의 수분 증발에 의한 latent heat loss를 위하여 땀을 흘리게 된다. 이 두가지 방열 과정으로서도 체열을 충분히 발산시키지 못하면 hyperthermia 상태가 일어나게 되며, 반대로 추운 환경에서, 의복의 열전연성이 충분하지 못할 때는 hypothermia를 일으키는 원인이 되기도 한다. 또 착용자가 운동에 의하여 피부로부터 많은 양의 땀을 흘리게 되는 경우에는 의복 소재의 보다 우수한 수분 이동 특성이 요구되어지며, 이러한 소재의 의복을 착용함으로써, 젖은 피부에 습기가 밀착되면서 느껴지는 냉감으로 인한 불쾌감을 방지할 수 있을 것이다<sup>10)</sup>.

운동에 의한 신체 각 부위의 체표면적 변화량 측정<sup>3,4,16)</sup>은 운동복이나 작업복의 운동기능적 쾌적감을 충족시키고, 의복의 적당한 여유분량을 설정하기 위하여

중요한 것이라 하겠다.

인체 동작중 가장 많은 활동량과 활동 범위를 갖는 부위인 상지 부위의 운동에 따른 변화량과 변화 범위에 대하여는 김<sup>17)</sup>, 間壁<sup>18)</sup>에 의한 보고가 있으며, 大野<sup>4)</sup>는 체조에 의한 인체 피부면의 변화율을 미연신사법으로 측정, 인간의 앞굽힘 동작에 의한 변화 영역은 상체부에 크게 집중되어 있으며, 대퇴부에서는 무릎관절 이동의 영향으로 무릎들레선으로부터 대퇴 중앙 부위쪽이 비교적 크게 변화하였고, 하지부에서의 하퇴의 변화량은 거의 없는 것으로 보고하고 있다. 또한 체간부의 변화에서도 견관절의 이동에 따른 견갑골 부위의 변화가 강조되어지고 있다. 본 실험에서의 결과에서도, 어깨선 부위의 체표면은 체간 전·후면 모두 상지 동작에 의하여 어깨끝점이 上內側방향으로 이동하므로써 어깨폭의 감소와 함께 그 부위의 면적이 감소하였다. 체간부 후면에서는 견갑골선상과 뒷겨드랑점이 이어지는 부위인 밀가슴들레선과 허리들레선 사이의 체표면적 변화량이 크게 나타났다. 이는 견관절 이동에 따른 진동들레선 부근의 변화에 기인하는 것이며, 체간부의 여유분량과 함께 소매들레선과 소매산 높이의 조절에 의하여 체간부 체표면적의 변화를 수용할 수 있도록 해야 한다<sup>17)</sup>는 의복 설계상의 문제점을 재확인 하는 것이라 하겠다.

체간 전면에서의 변화율은 복부에서 최대치를 나타내었으며, 정중선 방향보다도 옆선쪽 방향에서 체표의 변화가 더 크게 됨을 볼 수 있었다. 즉, 상지 운동에 의하여 체간 전면의 체표 형태는 좁게 길게 변화함으로써 체표 길이가 세로 방향으로 크게 증가하는 반면, 체간 후면의 형태는 뒷겨드랑점과 겨드랑점의 外側方 이동과 함께 전체적으로 폭이 넓게 되는 가로 방향으로의 이동을 나타낸다고 하겠다.

인간의 동작으로부터 발생하는 이러한 체표면의 변화 형태를 직접 의복설계에 응용할 경우, 단순한 수치의 변화 뿐만 아닌 인체의 근육 움직임에 따른 방향성의 이동을 함께 고려하여, 면적 확대율이 큰 부위에 적절히 여유분량이 배치될 수 있는 디자인을 생각함으로써 운동기능성의 효과를 더욱 높일 수 있을 것이다.

또한 정지시와 운동시에 있어서의 체간부 체표면적의 차이는  $282.6 \text{ cm}^2 \pm 30.7 \text{ cm}^2$ 이었으며, 이는 상지 90°前拳와 180°上拳 운동에 필요한 최저 면적 여유분량으로 간주 되어 질 수 있을 것이다.

국소가온 실험에서는 가온부위를 체간부의 견부와 복

부의 2部位, 말초부의 수부와 족부 2부위로 제 4부위로 하였다. 이는 전신에 분포되어 있는 피부의 온도 감각중 냉감각의 분포 밀도가 체간부와 말초부에 있어서 서로 다르게 분포 되어 있으며<sup>19)</sup>, 체간부와 두부는 그 분포 밀도가 높아서 중핵부의 온도를 일정하게 유지함과 동시에 체내온도의 변화를 방어하기 위한 온도 수용 부위로서의 역할을 가지며, 말초부는 냉점 분포 밀도가 낮음으로서 기온에 따른 체표온의 변화를 넓은 범위까지 조절할 수 있는 기능을 가지므로써 사지부의 온도 정보 입력의 역할을 수행하고 있는 것이다<sup>20)</sup>. 즉, 체열 산생이 증가하거나 주위 환경 기온이 높아지면 피부 혈관 확장이 시작되며 혈류가 피부의 심층에서 표층으로 이동하게 되어 피부온이 상승하고 방열이 촉진되게 된다. 반대로 대사량이 감소되고 외기온이 낮아지면 피부 혈관 수축과 함께 혈류가 피부 표층에서 심층 조직으로 이동하게 되는 shell and core 관계<sup>21)</sup>가 이루어지게 되므로써 피부온이 하강하고 피부로부터의 방열을 감소시키게 된다.

이러한 혈류의 변화는 인체 반사 mechanism에 의하여 이루어지며 체온 조절 기능상 중요한 역할을 담당하게 된다. 또한 혈관 확장과 혈관 수축의 두 반응이 피부 표면 전체의 피부 혈관에 영향을 주고 있지만, 사지부의 말초부 혈액 순환은 이러한 체온 조절 기능에 보다 중요한 역할을 담당하고 있다.

각 부위 가온에 따른 신체 타부위 피부온도의 파급 효과에 대한 본 실험의 결과를 보면, 체간부의 가온은 가온 부위인 체간부의 피부온과 함께 상지부의 피부온 상승에 효과적이었으며, 말초부 가온에 대하여는, 수부 가온이 족부의 피부온 상승에 영향을 미치지 못하는 반면, 족부 가온은 수부의 피부온을 상승시킬 수 있었다.

복부 가온에 의한 손가락 끝의 한냉 혈관 반응의 변화<sup>22)</sup>와 복부의 냉각에 따른 손가락 피부온도의 영향<sup>23)</sup>에 대하여도 보고되어지고 있으며, 이와 같은 결과들은 체간부의 가온과 수부 피부온 상승과의 강한 관련성을 의미하는 것으로서, 체온 조절 기능면에서의 흥미있는 연구 과제라 생각되어진다.

또한 감각적 지표로서 측정되어진 전신 온냉감과 국소 7부위 온냉감각과의 상관 관계를 보면, 견부의 온냉감이 전신 온냉감과  $r=0.92^{**}$  ( $p<0.01$ )의 가장 높은 상관을 나타냄으로써, 전신 온냉감은 말초부 온냉감각 보다는 체간부의 온냉감각과 대응하고 있음을 알 수 있었다.

국소 부위간의 상관 관계를 보면, 족부의 온냉감각이

두경부, 견부의 온냉감각과 높은 상관을 나타내고 있어서, McIntyre<sup>24)</sup>가 제시한 바와 같이, 족부의 온냉감은 체간부위의 적절한 의복착용과는 무관하게 전신의 불쾌감과 온냉감에 크게 상관성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한 신체 부위를 국소가온하지 않았을 때, 족부의 피부온 하강이 타부위 피부온 하강에 비하여 더 높게 나타난 결과(그림 6)와, 수부 가온이 족부 피부온 상승에 크게 영향을 미치지 못하는 점을 고려할 때, 견부·복부의 가온과 함께 족부를 가온하는 것이 전신 온냉감을 쾌적영역으로 유지하기 위한 효과적인 보온방안이 될 수 있으리라 생각되어진다. 평균 피부온도의 영향은 견부·복부·족부 가온이 거의 비슷한 효과를 나타내었다(그림 7).

각소재별로 여유분량을 변화시켰을 때의 부위별 국소별 열저항의 측정에 대한 마네킹 실험 결과에서, 같은 여유분량이라도 국소적으로 Rcl 값이 틀리며, 여유량을 증대시켰을 경우에도 Rcl 값이 변화하는 부위와 크게 변화하지 않는 부위로 나누어 짐을 볼 수 있었다. 이는 의복 구성상 중요시 되어야 할 부분이며, 인간의 국소 온냉감, 전신온냉감과의 관련에서 더욱 고려되어져야 할 것이다.

藤井등<sup>25)</sup>은 각종 스커트의 길이 변화에 대한 국소별 열저항에 관한 연구에서, 스커트 길이가 길어질수록 아래에서 상승하는 열기류가 대퇴부에 모이게 되므로써 대퇴부의 열저항이 증대하고 있는 것으로 보고 하고 있다. 본 실험결과에서도, 가슴·등 부위의 열저항이 높게 나타남으로서 의복내 공기층이 상승기류를 이루고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 소재별 실험 의복의 Clo 값을 보면 세라믹과 알루미늄을 coating한 소재인 Ceramic과 Hipora-TM이 보온성이 높게 나타났으며, 의복의 여유분량에서도 XL size가 L size보다 Total Clo value가 더 높게 나타났다. 의복의 Clo 값에 대한 연구는, 소재 자체 뿐만이 아닌 의복의 중량 및 의복 재료의 조합에 의한 영향과도 관련시켜 더욱 자세히 실험이 이루어져야 되리라 생각되어진다.

또 실온 20°C에서 쾌적한 상태를 열기 위한 의복량 1 Clo는 0.155 deg C/w/m<sup>2</sup>이며<sup>26)</sup> 신체 각 부위의 국소적 피복량을 이 값에 맞추어서 유지하기 위한 의복의 구성 역시 쾌적한 의생활을 영위하기 위한 일 방안으로 제시하고자 한다.

## V. 요 약

본 연구에서는, 의복의 구조적인 면과 온열 생리학적 측면에서의 실험과정을 통하여 가장 기능적이고 쾌적한 운동복 제작을 위한 기초 자료를 얻고자, 상지 운동에 따른 체간부 체표면의 변화량, 국소 가온에 따른 피부온의 변화 및 전신 온냉감과의 상관관계, 운동복에 사용되고 있는 각 소재 특성과 착용 실험을 하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 상지 운동에 따른 체간 전면의 면적 최대 변화 부위는 흉부보다도 복부에서 더 크게 나타났으며 최대 50.6%까지 증가하였다.

체간 후면은 뒷겨드랑점이 접하고 있는 부위의 면적 증가율이 현저하였으며 견갑골상, 혹은 밑가슴돌레션에서 배돌레션 사이에 최대 변화가 집중하여, 면적 증가율이 40.2%에서 52.8%까지 이르렀다.

2. 일중 기온 7.3°C에서 복부와 수족부 피부온의 일내변동을 보면, 복부의 경우 34.4°C에서 37.4°C의 좁은 범위내에서 변동하는 반면, 수족부의 피부온은 18.8°C에서 36.2°C로서 그 변동폭이 20°C에 이르고 있다.

체간부 가온에 의한 하지부 피부온의 상승도는 상지부에서의 과급 효과에 비하여 낮았으며, 어느 부위의 가온에 의하여도 족부 피부온의 상승 효과는 낮게 나타남을 볼 수 있었다.

전신 온냉감은 체간상부(견부) 온냉감각과  $r=0.92^{**}$  ( $p<0.01$ )의 높은 상관관계를 나타내었으며, 국소 부위간의 상관에 대하여는 족부 온냉감이 견부 온냉감 및 두경부 온냉감과 각각  $r=0.43^{**}$  ( $p<0.01$ ),  $r=0.35^{**}$  ( $p<0.01$ )의 높은 상관관계를 나타내었다.

3. 마네킹에 의한 의복 소재별 보온력은, 세라믹과 알루미늄을 coating한 소재인 Ceramic과 Hipora-TM이 가장 높게 나타났다. 의복의 여유분량 차이에 따른 Total Clo value는 XL size가 L size보다 더 높게 나타났다. 국소별 열 저항은 가슴 부위에서 높은 값을 나타내었다.

이상의 결과에서 「기능적이고 쾌적한 운동복」의 설계를 위해서는, 의복의 운동기능성과 보온성 향상을 위한 의복의 적절한 여유분량 설정은 물론 신체의 움직임에 따른 면적 변화량에 대응 할 수 있는 디자인이 이루어져야 된다는 점과, 인체의 체온조절기능을 보다 효율적으

로 관리해 줄 수 있기 위하여는 의복 재료가 가지는 수분·열·공기 이동 특성과 함께 신체 각 부위가 가지는 온열특성도 고려하여야 된다는 점을 강조하고자 한다.

사사: 본 논문은 1989년도 오온문화재단 학술 연구 지원에 의해 이루어진 것으로 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 1) Naotoshi Murakami, The central mechanism of thermoregulation, 第9回 人間熱環境系 Symposium 報告集, 33-35, (1985).
- 2) 大野靜枝, 內衣の被服衛生學的 研究, 日衛誌, Vol. 21, 368, (1966).
- 3) 田村照子, 上肢運動に伴う胸上部體表面の變化, 日本家庭學雜誌, Vol. 30, No. 7, 45-51, (1979).
- 4) 大野靜枝 外 1人, ゆとり量設定に關する基礎的 研究, 日本家庭學雜誌, Vol. 32, No. 3, 45-47, (1981).
- 5) Vokac, Z., Effect of cooling of peripheral parts of the body on general thermal comfort, *Text. Res. J.*, 827-833, (1971).
- 6) Morooka, H., 被服材料の水分移動特性と着用感, 日本家庭學雜誌, Vol. 30, No. 2, 320-327, (1979).
- 7) Vokac, Z., Assesment and analysis of the bellows ventilation of clothing, *Text. Res. J.*, 474-482, (1973).
- 8) Beshir, M.Y., Comparison between male and female subjective estimates of thermal effects and sensations, *Applied Ergonomics*, Vol. 12(1), 29-33, (1981).
- 9) McIntyre, D.A., A guide to thermal comfort, *Applied Ergonomics*, Vol. 4(2), 66-72, (1973).
- 10) Umbach, K.H., Physiological tests and evaluation models for the optimization of the performance of protective clothing, In: *Environmental Ergonomics*, N.Y., 139-161, (1988).
- 11) Hanada, K., The effect of unevenly distributed thermal stimuli on the sensation of warmth and coolness, *Applied Ergonomics*, Vol. 13(1), 49-53, (1982).
- 12) Nielsen, R., Clothing and thermal environments, *Applied Ergonomics*, Vol. 17(1), 47-57, (1986).
- 13) Tanaka, M., Physical reactions reactions to different vertical air temperature differences, *Ergonomics*, Vol. 29(1), 131-143, (1986).
- 14) 이영숙, 成人女子下腿部の表面的ならびに容積の季節, 性周期, 日内の變化に づて, 日本家庭學雜誌, Vol. 38(3), 29-36, (1987).
- 15) 田村照子, 人體の局所加温が皮膚温に及ぼす影響, 衣

- 服學會雜誌, 25, 15-20, (1982).
- 16) 齊藤 秀子 外 2人, 下脂動作に伴う胴下部および大腿部皮膚面の變化, 日本家庭學雜誌, Vol. 32(1), 53-56, (1981).
  - 17) 김혜경 외 2인, Moiré photography 법에 의한 동작시 체표면 형태변화에 관한 연구, 한국의류학회지, Vol. 14(4), 292-304, (1990).
  - 18) 間壁治子, 被服ゆとり量の基礎的考察, 日本家庭學雜誌, Vol. 32(4), 303-307, (1981).
  - 19) 이영숙, Cold sensations by examining distribution of cold spots on the human skin, 한국의류학회지, Vol. 12(2), 189-200, (1988).
  - 20) Rein, H., Ueber die Topographie der Warmempfindung, *Z. Biol.*, 82, 513-535, (1925).
  - 21) Carlson, L.D. 外 3人, Adaptative changes during exposure to cold, *J. Appl. Physiol.*, 5, 672-676, (1953).
  - 22) 이영숙, 국소가온이 한냉혈관 반응에 미치는 영향, 체질인류학회지, 1(1), 107-119, (1988).
  - 23) Grayson, J., Reaction of the peripheral circulation to external heat, *J. Physiol.*, 109, 53-63, (1949).
  - 24) McIntyre, D.A. 外 1人, The effects of added clothing on warmth and comfort in cool conditions, *Ergonomics*, 18(2), 205-211, (1975).
  - 25) 藤井 一枝 外 2人, 各種 스카ートの局所別熱抵抗について, 日本家庭學雜誌, Vol. 37(9), 777-784, (1986).
  - 26) 三平和雄, 被服의 機能性, 纖維機械學會誌, 31, 518-520, (1978).