

# 서열환경 하에서의 텐셀소재 의복의 착용감 연구 \*

## A Study on Wear Sensations of Tencel Fabrics in Hot Enviroments\*

경일대학교 의상디자인학과  
부 교 수 권 오 경  
한국섬유개발연구원  
선임연구원 송 민 규  
한국표준과학연구원 인간공학그룹  
연구 원 이 창 미

Dept. of Clothing & Design, Kyungil University  
*Associate Prof. : Oh Kyung Kwon*  
Korea Textile Development Institute  
*Senior Researcher : Min Kyu Song*  
Ergonomic Group, Korea Research Institute of Standards and Science  
*Researcher : Chang Mi Yi*

### ◀ 목 차 ▶

- |              |        |
|--------------|--------|
| I. 서론        | IV. 결론 |
| II. 실험       | 참고문헌   |
| III. 결과 및 고찰 |        |

### <Abstract>

The purpose of the study was to examine the effect of Tencel fabrics on physiological reactions of a human body and thermal comfort under the hot environment. The 3 females subjects in their twenties were selected and a wear sensation test of the subjects was performed with four experimental ensembles made of cotton and Tencel fabrics for the study in the hot environment(30°C, 70%RH). The results of the test were summarized as follows: For the mean skin temperature, Tencel garments showed about 0.2°C-0.4°C lower than that of the cotton garment. The temperature of the rectal was 0.2°C-0.4°C lower for Tencel garments than that for the cotton garment. In the form of ensembles, the order of rectal temperature of the subjects for

\* 본 연구는 1999년 경일대학교 교내 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

both Tencel and cotton ensembles was I>IV>III>II. In the body weight loss according to garment materials, Tencel had a lower and more uniform than the cotton. Thus, it could be concluded that if the perspiration took into account, garments made of Tencel can be more ideal than that of the cotton. The heart rate and oxygen consumption appeared to be proportional to each other. For the heart rate, ensemble II and III of Tencel were much lower than ensemble CI and CII. For whole ensembles except for TIV, Tencel ensembles showed relatively better thermal sensation and comfort sensation than the cotton ensembles. In the fatigue sensation, the reactions of the subjects were "slightly fatigue" and "fatigue" for the cotton, but "neutral" and "slightly fatigue" for Tencel.

## I. 서론

의복은 인체-환경간에 보다 나은 열 평형을 유지하기 위하여 쾌적성에 필요한 환경조절의 기능을 가진다<sup>1)</sup>.

쾌적한 의복의 정의에 대해서는 여러 가지 설이 있으나, 가능한 인체에 열적 스트레스를 적게 하는 조절기능을 가진 의복이라 해도 좋을 것이다<sup>2)</sup>.

쾌적한 의복기후에 영향을 미치는 요인으로는 의복재료의 합기성, 통기성, 보온성, 흡습성, 방습성, 투습성 등 열과 수분의 이동에 관계되는 성질을 들 수 있고 이외에 의복형태, 착의방법도 영향을 미친다<sup>3)</sup>.

의복의 쾌적성에 있어서 운동, 작업, 고온환경하에서는 냉온감보다 습윤감이 우선하므로 의복재료 및 의복의 열·수분 이동 특성이 요구되고 있다<sup>4)</sup>.

의복의 열·수분 이동 특성은 환경-의복-인체의 관계에서 고려해야 하며, 인체는 그다지 높지 않은 환경에서도 불감증설로 수분을 방출하고 있으며, 특히 운동·열적 환경에서는 발한으로 인해 고온다습한 의복기후를 형성하게 되므로 증발에 의한 방열은 매우 중요하다.

일반적으로 셀룰로오스 섬유는 높은 흡습성으로 인해 쾌적한 것으로 알려져 있으나, 최근 개발된 텐셀은 셀룰로오스를 용융하여 만든 인조섬유로서 NMMO 가공으로 제조되어 다른 셀룰로오스 섬유에 비해 견습강도, 루프강도, 형태안정성, 흡습성, 속건성 등이 매우 우수하여 취급이 편리하다고 알려져 있으며<sup>4)</sup>, 원료가 목재펄프로 재생가능하며, 폐기시 완전생분해되어 환경친화적인 차세대 섬유라 할 수 있다<sup>5)</sup>.

이와같은 텐셀의 연구동향을 살펴보면, 피브릴레이트된 리오셀 섬유구조에 관한 보고<sup>6)</sup>, NMMO 가

공으로 제조한 인조 셀룰로오스 섬유의 피브릴성에 관한 연구<sup>5, 7)</sup>, 효소가공 및 물성변화 연구<sup>8-11)</sup>, 유연제 처리에 관한 연구<sup>12-13)</sup> 등이 있으나, 텐셀의 제품 개발은 초기 단계에 있으며 피브릴레이션 및 물성 변화에 관한 연구가 주를 이루고 있어, 텐셀직물의 열적 쾌적성 해명을 위한 인체반응에 대한 인간-열 환경 시스템의 연구는 거의 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 쾌적한 텐셀직물의 설계를 위한 기초자료를 얻고, 서열환경에 따른 인체의 생리적 반응 및 열적 쾌적성에 미치는 요인관계를 규명하기 위하여, 텐셀직물로 각 4종의 실험의복을 제작하여 인체의 생리적 반응, 의복기후, 주관적 감각 등을 비교·고찰하였다.

## II. 실험

### 1. 피험자

피험자는 건강한 성인여자 3명으로써 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

### 2. 환경조건

실험은 1999년 1월 4일~1월 28일 사이에 실시하였다. 환경조건은 여름철 외기온도를 기준으로 기온  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 습도  $70\pm 5\%\text{R.H.}$ , 기류  $0.1\text{m/sec}$  이하로 조절하였다.

### 3. 실험복

실험복은 면, 텐셀직물을 소재로 하여 소매길이와

바지길이를 변형시켜 각각 셔츠 2종, 바지 2종을 동일조건으로 제작하였으며, 이때 사용한 소재의 구조적 열적특성치를 <Table 2>에, 실험복 및 의복조합에 따른 특성치를 <Table 3>에 각각 나타내었다.

4. 측정방법

피험자는 식후 2시간이 경과한 후 20°C, 50% R.H.로 조절된 준비실에서 안정시킨후 일정조건

<Table 1> Physical characteristics of subjects

| Subject | Age (year) | Height (cm) | Weight (kg) | Rohrer index <sup>a)</sup> | Body surface area (m <sup>2</sup> ) <sup>b)</sup> |
|---------|------------|-------------|-------------|----------------------------|---|
| A       | 21         | 159         | 48          | 1.21                       | 1.47  |
| B       | 20         | 161         | 52.5        | 1.25                       | 1.69  |
| C       | 21         | 160         | 50          | 1.22                       | 1.51  |

<sup>a)</sup> Rohrer index = {Weight(kg) × 1000/Height(cm)<sup>3</sup>} × 10

<Table 2> Characteristics of fabrics for clothing

| Properties   | Sample | Cotton woven fabrics | Tencel woven fabrics |
|--|--------|----------------------|----------------------|
| Yarn count (‘s)  |        | 20 × 20              | 20 × 20              |
| Fabric density (yarns/in)                              |        | 80 × 55              | 84 × 55              |
| Areal weight (mg/cm <sup>2</sup> )                     |        | 19.998               | 20.1015              |
| Thickness (mm)   |        | 1.013                | 0.742                |
| Cloth structure  |        | plain                | plain                |
| TIV (% <sup>a)</sup> )                                 |        | 17.1                 | 16.6                 |
| q <sub>max</sub> (W/cm <sup>2</sup> · s) <sup>b)</sup> |        | 0.1372               | 0.1778               |
| k (W/cm · °C) <sup>c)</sup>                            |        | 1.705                | 1.59                 |

<sup>a)</sup> Thermal insulation value (by KES-F7 system)

<sup>b)</sup> q<sub>max</sub> (warm/cool feeling) (by KES-F7 system)

<sup>c)</sup> Thermal conductance (by KES-F7 system)

<Table 3> Characteristics of experimental garments

| Ensemble <sup>a)</sup> | Description of clothing   | Material                       | Total weight <sup>b)</sup> (kg/piece) | Clo <sup>c)</sup> |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| CI                     | Long shirt / Long pants   | Cotton(100%) woven fabric      | 1.016                                 | 0.751             |
| CII                    | Short shirt / Short pants | Cotton(100%) woven fabric      | 0.664                                 | 0.491             |
| CIII                   | Long shirt / Short pants  | Cotton(100%) woven fabric      | 0.794                                 | 0.587             |
| CIV                    | Short shirt / Long pants  | Cotton(100%) woven fabric      | 0.854                                 | 0.631             |
| TI                     | Long shirt / Long pants   | Tencel(100%) woven fabric      | 1.021                                 | 0.756             |
| TII                    | Short shirt / Short pants | Tencel(100%) woven fabric      | 0.667                                 | 0.494             |
| TIII                   | Long shirt / Short pants  | Tencel(100%) woven fabric      | 0.799                                 | 0.591             |
| TIV                    | Short shirt / Long pants  | Tencel(100%) woven fabric      | 0.862                                 | 0.638             |
| Accessory              | Brassiere                 | Nylon/polyurethane             | 0.034                                 | 0.025             |
|                        | Brief                     | Cotton(100%) knitted fabric    | 0.026                                 | 0.019             |
|                        | Runing shirt              | Cotton(100%) knitted fabric    | 0.059                                 | 0.043             |
|                        | Socks                     | Cotton(100%) knitted fabric    | 0.032                                 | 0.023             |
|                        | Shoes                     | Polyurethane with woven fabric | 0.481                                 | 0.355             |

Accessory : same as ensemble CI, CII, CIII, CIV, TI, TII, TIII, TIV

<sup>a)</sup> C : cotton, T : tencel

<sup>b)</sup> Except shoes

<sup>c)</sup> Clo<sup>15)</sup> = 0.740 × weight

인공기후실에 입실시켜 인체천칭으로 체중을 측정하고, 측정센서를 부착후 실험의복을 착용케 하였다.

측정은 총 120분간으로 입실후 30분의 안정기를 가진후, 15분간 운동-15분간 휴식을 60분간에 걸쳐 2회 반복한 후 30분동안 안정기를 취하였으며, 운동부하량은 에너지 대사율(R.M.R) 1.5~2.0정도인 5.5Km/hr의 속도로 Treadmill에서 도보케 하였다<sup>14)</sup>. 측정항목은 피부온도, 직장온도, 발한량, 의복내 온습도, 심박수, 산소소비량( $VO_2$ ), 주관적 감각등이다. 실험은 3명의 피험자가 8종의 의복조합을 착용하도록 하여 총 24회 실시한 결과를 분석하였으며, 측정간격 및 실험과정을 <Figure 1>에 나타내었다.

#### 1) 피부온도 및 직장온도

피부온도의 측정센서는 JIS T형의  $\phi$  0.1mm Thermocouple를 사용하였으며, 측정데이터는 Hybrid recorder(HR-2300, Yokogawa Electric CO.)에 의해 연속적으로 기록하였다. 측정부위는 이마, 전완, 손등, 발등, 하퇴, 대퇴, 옆구리 7부위를 연속측정하였고, 평균 피부온( $\bar{T}_s$ )은 Hardy & Dubois의 7점법을 이용하여 계산하였다.

$$\bar{T}_s = 0.07T_{head} + 0.35T_{trunk} + 0.14T_{arms} + 0.05T_{hands} + 0.19T_{thigh} + 0.13T_{leg} + 0.07T_{feet}$$

직장온도는 Thermistor thermometer(YSI Precision 4000A : 감도 0.01°C)로 직장의 약 10cm 깊이에 삽입하여 연속측정하였다.

| Climate chamber<br>30°C · 70%RH | Control | Rest | Measurement |
|---------------------------------|---------|------|-------------|
|                                 | -60     | 0    | 30          |
| Skin temperature                |         |      | 120         |
| Rectal temperature              |         |      | 120         |
| Body weight loss                |         | ★    | ★           |
| Heart rate                      |         |      | 120         |
| $VO_2$                          |         |      | 120         |
| Temperature within clothing     |         |      | 120         |
| Humidity within clothing        |         |      | 120         |
| Subjective sensation            |         |      | 120         |

<Fig. 1> Experimental protocol.

#### 2) 의복기후

의복기후는 Thermo-hygrometer(SHINYEL, TRH-CZ)를 사용하여 가슴 및 등부위의 최내층 온습도를 연속측정하였다.

#### 3) 발한량

발한량은 인체천칭인 Multi-Range Balance(KCC-150, Mettler CO.)를 사용하여 실험전후의 체중감소량을 측정하여 구하였다.

#### 4) 심박수 및 산소소비량

심박수와 산소소비량( $VO_2$ )는 측정밴드(Polar heart rate device)와 METAMEX(Cortex, Germany)를 사용하였으며, 측정밴드는 신호를 정확히 받을 수 있도록 명치부근에 고정하였고, 산소소비량 측정을 위해 쓰는 마스크는 공기가 새지 않도록 밀착시켰다.

#### 5) 주관적 감각

주관적 감각은 <Table 4>의 도수척도 표를 사용하여 실험 중 15분 간격으로 피험자에게 paper-test를 실시하였다.

#### 6) 통계처리

실험결과치는 통계패키지 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 각 항목에 대한 평균과 표준편차를 계산하였으며, 피험자별, 의복재료별, 의복조합별 등의 다요인 계획법에 의한 분산분석(ANOVA : Analysis of variance)을 실시, 그 유의차를 검정하였다. 또한 생리적 반응들과 주관적 감각들간의 상관성도 검토하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 인체의 온열생리적 반응

환경온도 30°C, 습도 70%RH 조건하에서의 면,

텐셀소재 의복의 조합방법에 따른 착용실험을 실시하여 얻어진 60분간의 인체온열생리학적 특성치의 평균치를 <Table 5>에 나타내었다.

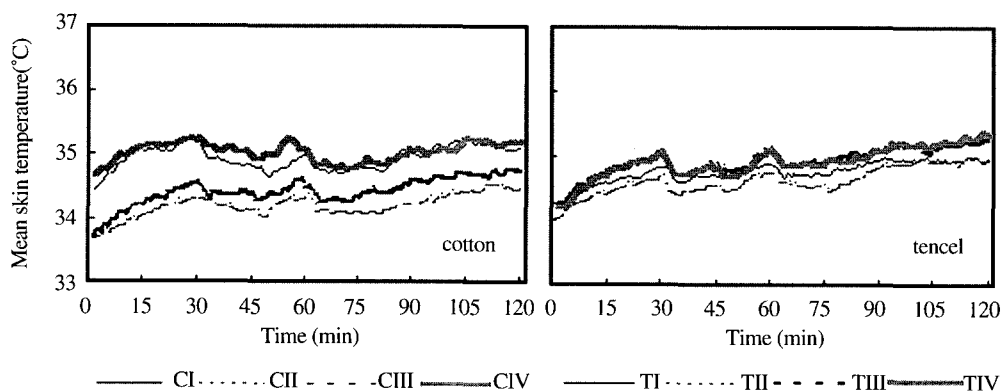
1) 피부온도 및 직장온도  
 의복재료에 따른 평균 피부온도의 변화경향을 의복조합별로 <Figure 2>에 나타내었으며, 평균피부온

<Table 4> Scale vote used to evaluate the sensation response of the subjects

| Comfort                   | Thermal sensation | Humidity sensation | Fatigue sensation    |
|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| 1. comfort                | 1. very hot       | 1. very wet        | 1. neutral           |
| 2. neutral                | 2. hot            | 2. wet             | 2. slightly fatigued |
| 3. slightly uncomfortable | 3. warm           | 3. slightly wet    | 3. fatigued          |
| 4. uncomfortable          | 4. slightly warm  | 4. neutral         | 4. very fatigued     |
| 5. very uncomfortable     | 5. neutral        | 5. slightly dry    |                      |
|                           | 6. slightly cool  | 6. dry             |                      |
|                           | 7. cool           | 7. very dry        |                      |
|                           | 8. cold           |                    |                      |
|                           | 9. very cold      |                    |                      |

<Table 5> Local skin temperature, physiological characteristics of subject in experimental garments

| Items of measurement                    | Cotton ensemble |         |         |         | Tencel ensemble |         |         |         |
|---|-----------------|---------|---------|---------|-----------------|---------|---------|---------|
|   | I               | II      | III     | IV      | I               | II      | III     | IV      |
| Arm                                     | 34.9229         | 33.7939 | 34.2286 | 34.4368 | 34.6617         | 34.3963 | 34.5462 | 34.7055 |
| Thigh                                   | 35.9758         | 34.6630 | 35.2383 | 35.9751 | 35.6250         | 35.6963 | 35.8852 | 32.9919 |
| Trunk                                   | 34.4473         | 33.9716 | 34.0385 | 34.8294 | 34.3676         | 34.3963 | 34.5462 | 34.7055 |
| Leg                                     | 33.8433         | 32.8508 | 32.9021 | 33.7834 | 33.6850         | 32.7830 | 32.9919 | 33.5185 |
| Rectal                                  | 37.3862         | 37.2344 | 37.1929 | 37.5838 | 37.3451         | 37.2647 | 37.5238 | 37.5185 |
| Mean skin temp. (°C)                    | 34.9398         | 34.2046 | 34.4205 | 35.0417 | 34.7619         | 34.6373 | 34.9190 | 34.9244 |
| Body weight loss(g/m <sup>2</sup> · hr) | 244             | 297     | 257     | 270     | 255             | 243     | 266     | 227     |
| Heart rate (beats/min)                  | 92.3527         | 92.5861 | 95.2638 | 96.5916 | 96.0138         | 89.2916 | 97.3361 | 97.4611 |
| VO <sub>2</sub> (l/min)                 | 0.3780          | 0.3897  | 0.3637  | 0.3836  | 0.3752          | 0.3795  | 0.3688  | 0.4868  |
| Temp. within clothing-chest(°C)         | 34.0733         | 33.4500 | 34.3144 | 34.1755 | 33.7719         | 33.4347 | 34.0219 | 33.4516 |
| Humid. within clothing-chest(%)         | 82.1781         | 75.8140 | 81.4123 | 81.0640 | 85.4862         | 81.9933 | 76.5972 | 79.4163 |



<Fig. 2> Variation of mean skin temperature according to the ensemble.

도, 부위별 피부온도 및 직장온도에 대한 분산분석 결과는 <Table 6>과 같다.

<Table 4>에서와 같이 평균 피부온도는 피복자별, 의복조합별, 의복재료별, 이들의 교호작용 모두에서 유의차가 인정되었다( $p < 0.01$ ). 평균 피부온도는 면소재 Ensemble  $33.8^{\circ}\text{C} \sim 35.4^{\circ}\text{C}$ , 텐셀소재 Ensemble  $34^{\circ}\text{C} \sim 35.1^{\circ}\text{C}$ 로 나타나 텐셀이 면에 비해 의복조합별 온도분포범위가 낮은 것으로 나타났다.

의복조합별 평균 피부온도는 의복조합 do값의 크기와 동일하게 면, 텐셀 모두 I>IV>III>II의 순으로 나타났다으며, IV가 III보다 대체로 높은 피부온도를 유지하여 하지부의 피복시가 더 큰 온열자극을 받을 수 있었다.

실험구간별로는 회복기 구간의 피부온이 가장 높게 유지되었는데, 이는 신체 안정에 따른 의복내 정지공기로 인한 체열방산 감소 및 동작 후의 발한때문으로 사료되어진다. 의복재료에 따른 부위별 피부온도와 직장온도의 변화경향을 <Figure 3>에 나타내었다.

<Table 6>의 각 부위별 피부온도, 직장온도는 의복재료별 손, 발을 제외한 모든 인자에서 그 유의차가 인정되었다( $p < 0.01$ ). 고온환경하에서의 사지부의 피부온도는 주위열에 의한 가열로 다른 부위보다 높은 온도를 지니게 되는데, 본 실험에서 사지부의 전체적 경향은 상지보다는 하지의 온도가 낮은 것으로 나타났다. 의복조합별로는 면, 텐셀Group 모두 I>IV>III>II의 순으로 나타났다.

구간부인 옆구리의 피부온도는 직장온을 제외한

다른 부위에 비해 좁게 나타났는데, 이는 의복에 의해 형성된 미세기후에 의해 인체 체간부는 외기온의 변화를 직접 받지 않기 때문에 체열의 방산을 억제하여 일정온도를 유지함과 모든 의복조합에서 피복되어 있기 때문으로 여겨진다.

의복재료별로는 텐셀이 면에 비해 변화폭이 현저히 좁음을 알 수 있다. 대퇴부의 경우는 운동시 감소하였다가 휴식 초기에 어느정도 증가 후 다시 감소 경향을 나타내었는데, 일반적으로 피부온의 구매상 대퇴부의 피부온이 종아리의 피부온도보다 높게 나타나며, 이러한 현상은 여성에게 더 뚜렷한 것으로 알려져 있는데, 본 연구에서도 동일한 결과로 나타났다.

심부온도인 직장온도는 체내의 화학반응이 진행되는 내부온도로서 신진대사의 경로와 속도를 조절하는 중요한 인자로 체온을 일정하게 유지하여 인체의 여러 신체기능의 항상성을 유지한다. 그러므로 직장온의  $0.1^{\circ}\text{C}$  변화는 생리적으로 충분한 의미를 가지는데, 의복재료별로는 텐셀소재 Ensemble이 면소재 Ensemble에 비해  $0.2^{\circ}\text{C} \sim 0.3^{\circ}\text{C}$  정도 낮게 나타나 텐셀의 착용시 열적 Stress를 덜 받는 것으로 여겨진다.

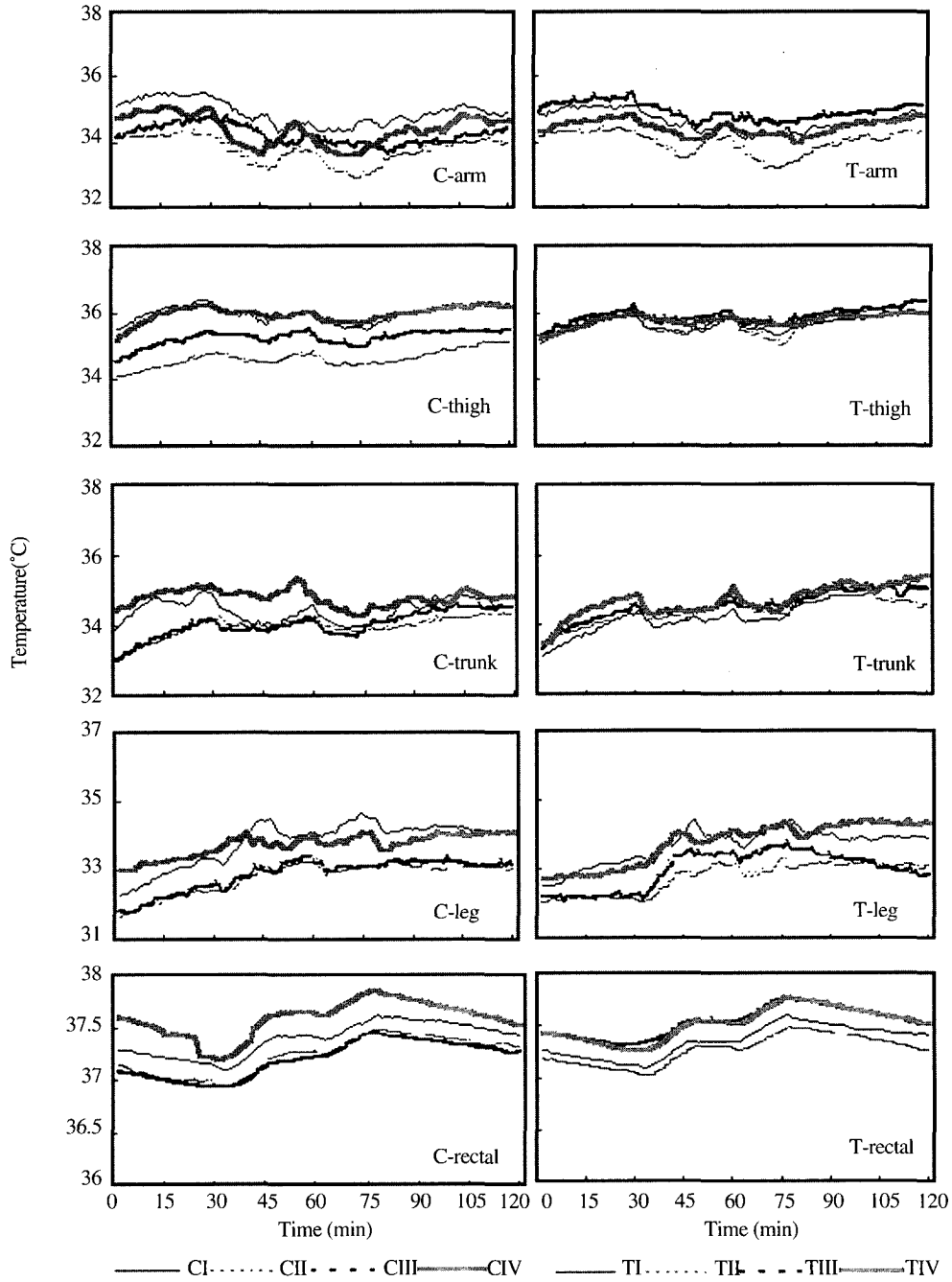
의복조합별로는 의복재료에 상관없이 I이 II에 비해 더 높았는데, 이는 긴소매, 긴바지 착용시가 반소매, 반바지 착용시보다 상대적으로 혈류량이 증가되고 피부표면의 혈류는 환경온에 따라 차가워지거나 더워지고, 이것은 정맥혈환류로 심부온에 영향을 미친다고 알려졌는데<sup>16)</sup>, 본 실험에서는 고온환경이었

<Table 6> Analysis of variance for mean skin temperature, skin temperature and rectal temperature

| Factor          | $\phi$ | Forehead  | Arm       | Hands    | Foot     | Leg       | Thigh     | Trunk     | Rectal    | $\bar{T}_s$ |
|-----------------|--------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                 |        | Fo        | Fo        | Fo       | Fo       | Fo        | Fo        | Fo        | Fo        | Fo          |
| A <sup>a)</sup> | 2      | 359.62*** | 448.19*** | 70.60*** | 76.39*** | 625.55*** | 370.31*** | 439.02*** | 632.15*** | 629.09***   |
| B <sup>b)</sup> | 3      | 83.70***  | 476.18*** | 63.37*** | 99.10*** | 516.12*** | 629.67*** | 170.56*** | 339.82*** | 597.23***   |
| C <sup>c)</sup> | 1      | 22.01***  | 119.56*** | 0.01     | 31.66*** | 2.52      | 486.68*** | 88.10***  | 55.70***  | 135.55***   |
| A × B           | 6      | 14.58***  | 49.56***  | 80.09*** | 43.36*** | 22.83***  | 211.37*** | 58.55***  | 29.52***  | 85.52***    |
| A × C           | 2      | 57.85***  | 103.81*** | 16.39*** | 3.38*    | 43.65***  | 277.43*** | 6.28**    | 69.31***  | 98.64***    |
| B × C           | 3      | 13.44***  | 142.20*** | 63.73*** | 47.83*** | 5.28**    | 735.65*** | 72.18***  | 191.56*** | 208.79***   |

a) Subject, b) Clothes ensemble, c) Clothes material

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$



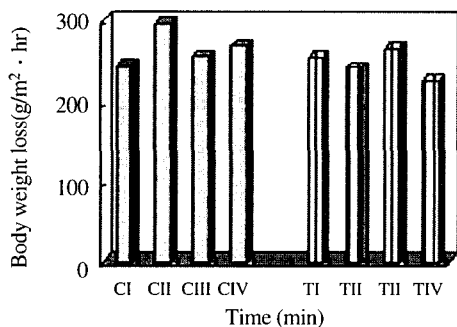
<Fig. 3> Variation of rectal & skin temperature according to the ensemble.

으므로 긴소매, 긴바지 착용시가 반소매, 반바지 착용시보다 상대적으로 더 더워진 혈류가 심부온을 상승시켜 결과적으로 직장온이 더 상승된 것으로 사료된다.

## 2) 발한량

(Figure 4)는 의복재료에 따른 발한량의 변화경향을 의복조합별로 나타낸 것이고, (Table 7)은 발한량, 심박수,  $VO_2$ 에 대한 피험자별, 의복조합별, 의복재료별, 이들 교호작용간의 분산분석 결과이다. 발한은 피부온과 심부온에 의해 영향을 받고, 피부온이 같을때는 심부온이 높은 경우에 발한률이 높고, 심부온 수준이 같을때는 피부온이 높은 경우 발한률이 높다.

발한량은 직장온과 비슷한 경향을 보였는데, 의복조합에 관계없이 피부온도가 33°C 이상을 보임으로



<Fig. 4> Variation of body weight loss according to the ensemble.

<Table 7> Analysis of variance for body weight loss and pulse rate,  $VO_2$

| Factor          | $\phi$ | Body weight loss | Heart rate | $VO_2$ |
|-----------------|--------|------------------|------------|--------|
|                 |        | Fo               | Fo         | Fo     |
| A <sup>a)</sup> | 2      | 1.64             | 26.77***   | 6.36** |
| B <sup>b)</sup> | 3      | 0.20             | 14.48***   | 1.72   |
| C <sup>c)</sup> | 1      | 0.71             | 1.33       | 0.08   |
| A × B           | 6      | 0.72             | 2.57*      | 0.64   |
| A × C           | 2      | 7.13*            | 3.92*      | 0.98   |
| B × C           | 3      | 0.56             | 4.30**     | 0.48   |

<sup>a)</sup> Subject, <sup>b)</sup> Clothes ensemble, <sup>c)</sup> Clothes material

\*P < 0.05, \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0.001

심부온인 직장온과 비슷한 경향으로 영향을 받는다 고 사료된다. 의복재료에 따른 발한량은 면소재 Ensemble의 경우 의복조합별 차가 현저하였으나, 텐셀소재 Ensemble은 의복조합별 차가 적은 것으로 나타나 발한에 의한 쾌적성을 고려할 때 텐셀이 면에 비해 이상적인 의복이라 할수 있다. 그러나, 발한량을 일정량 계속하여 측정된 것이 아니며, 땀은 시간의 경과에 따라 증감하는 경향을 보인다는 점을 고려하면, 피부온과 직장온 변화에 따른 발한량의 변화를 구체적으로 규명하기 위해서는 연속적인 발한률 측정에 따른 비교가 필요하다고 사료된다.

## 3) 심박수 및 산소소비량

의복재료에 따른 심박수 및 산소소비량( $VO_2$ )의 변화경향을 (Figure 5)에 나타내었고, (Figure 6)은 심박수와  $VO_2$ 간의 관계를 나타낸 것이다.

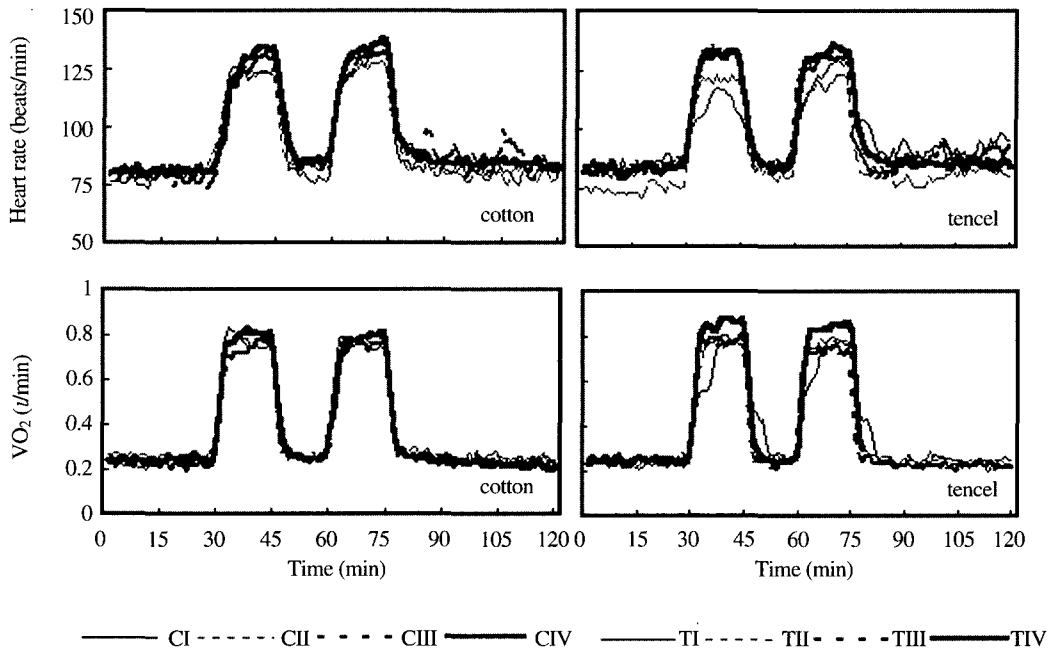
심박수의 변화경향을 살펴보면, 텐셀 Ensemble 모두 비슷한 경향을 나타내었으며, 운동시 심박수는 젊은 성인이 다리를 이용한 작업에서는 112beats/min을, 팔을 이용한 작업에서는 99beats/min을 넘지 않아야 한다<sup>17)</sup>는 범위를 초과하였는데, 이는 운동에 의한 강한 온열 자극으로 인한 피부혈관확장으로 더 많은 혈류가 심장으로부터 유출되기 때문인 것으로 사료되어진다.

$VO_2$ 의 변화경향은 심박수에 비례하였으며, 젊은 성인이 작업시 필요한 최대값 33%정도인 1l/min을 넘지 않았다. 의복재료별로는 면소재 Ensemble의 경우 심박수,  $VO_2$  모두 의복조합간 큰 차이를 보이지 않았으나, 텐셀소재 Ensemble의 경우 심박수에서 TI, TII가 면소재 Ensemble에 비해 훨씬 낮은 수치를 보였다.

## 2. 의복기후

의복내 온습도는 가슴과 등부위 의복의 내외의 사이를 측정하였으며, 그 경향을 (Figure 7, 8)에 각각 나타내었다. (Table 8)은 의복기후에 대한 인자간의 분산분석 결과이다. 의복내 온도는 가슴부위가 등부위에 비해 높게 나타났으며, 의복재료별로는 텐





<Fig. 5> Variation of heart rate & VO<sub>2</sub> according to the ensemble.

셀이 면에 비해 1°C정도 낮은 수치를 보였다. 의복 내 습도는 가슴부위에서 모든 인자간에서 유의차가 인정되었으며(p<0.001), 텐셀이 면에 비해 의복조합 별 차이가 뚜렷한 것으로 나타났으며, TIII가 TIV에 비해 낮은 습도분포를 보였다.

### 3. 주관적 감각

의복재료별, 조합별에 따른 주관적 감각의 온냉감, 쾌적감, 습윤감, 피로감을 <Figure 9>에 나타내었다. 온냉감은 수치가 낮을수록 큰 온냉감을 나타내는데, 2회 운동직후부터 Ensemble TIII, TIV가 CIII, CIV에 비해 더 시원함을 느끼며, 실험종료시에는 Ensemble TIV를 제외한 모든 조합에서 텐셀이 면에 비해 상대적으로 냉감을 나타내었다.

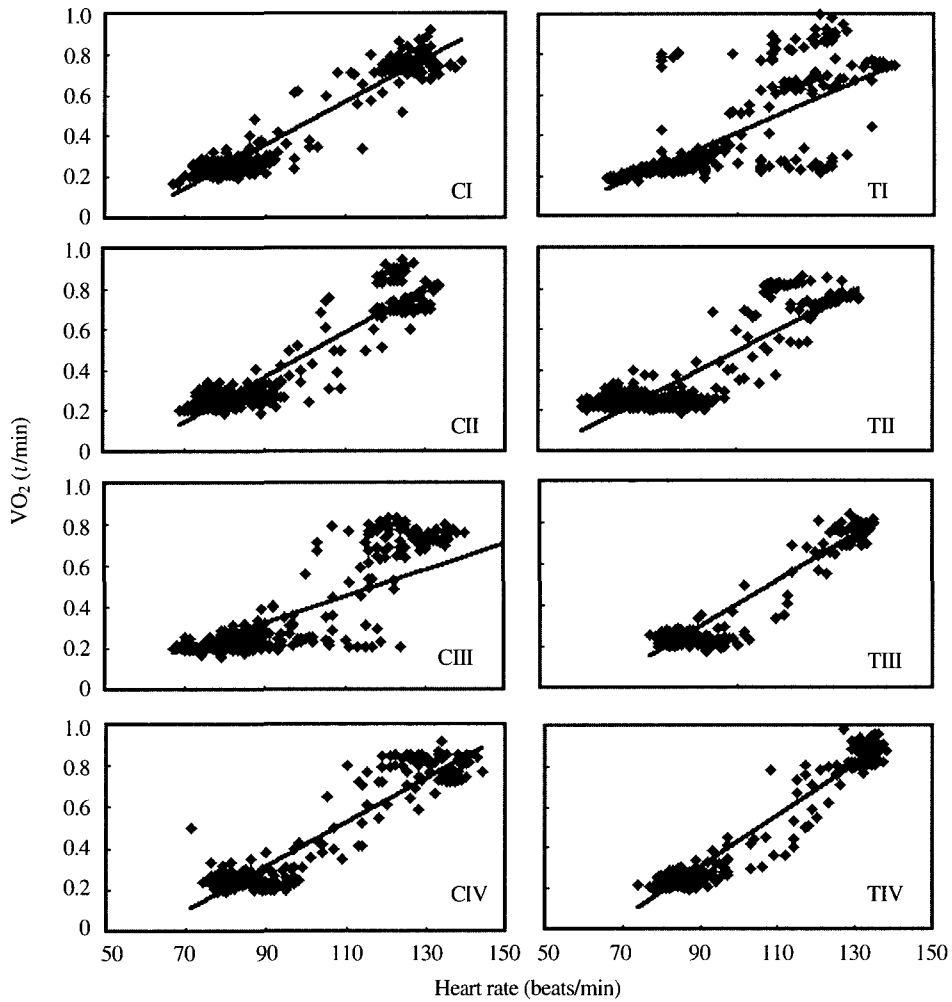
쾌적감의 변화경향을 살펴보면, 피복면적이 제일 큰 Ensemble I의 경우 Ensemble TI이 CI에 비해 쾌적감을 보였으며, 실험종료시 온냉감과 같이 Ensemble TIV를 제외한 모든 조합에서 텐셀이 쾌적감을 느끼는 것으로 나타났는데, 이는 쾌적감이 온열감, 습윤감등을 종합하여 느끼는 감각이기 때문으로 여겨진다.

습윤감의 변화경향을 살펴보면, 실험초기에는 피복면적의 크기순서 I>IV>III>II의 순으로 습윤감이 증대됨을 알수 있으나, 시간이 경과함에 따라 모든 의

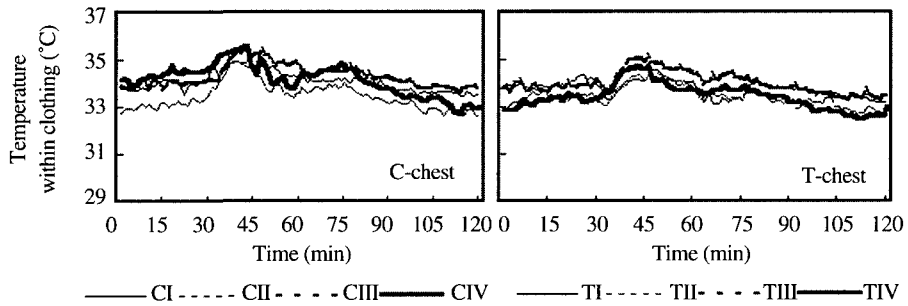
<Table 8> Analysis of variance for temperature and humidity in clothing microclimate

| Factor | φ | Temperature |           | Humidity  |           |
|--------|---|-------------|-----------|-----------|-----------|
|        |   | chest       | back      | chest     | back      |
|        |   | Fo          | Fo        | Fo        | Fo        |
| Aa)    | 2 | 257.78***   | 98.93***  | 184.57*** | 60.88***  |
| Bb)    | 3 | 133.89***   | 6.20***   | 53.60***  | 192.89*** |
| Cc)    | 1 | 163.22***   | 3.78      | 5.80*     | 1.90      |
| A×B    | 6 | 77.23***    | 76.12***  | 27.70***  | 33.84***  |
| A×C    | 2 | 59.68***    | 99.79***  | 28.83***  | 13.39***  |
| B×C    | 3 | 31.40***    | 303.42*** | 60.83***  | 46.70***  |

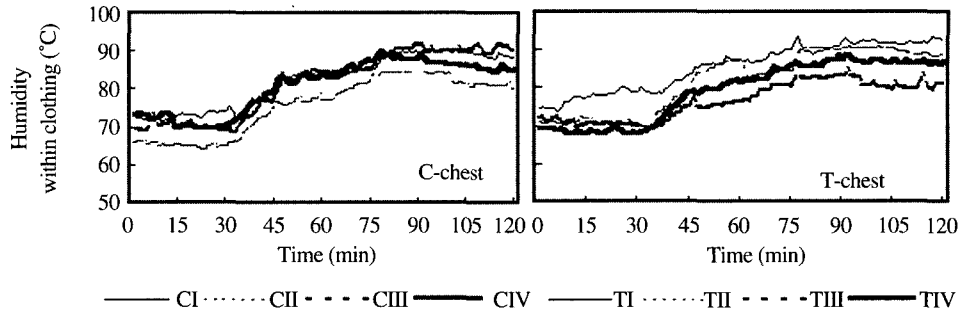
a) Subject, b) Clothes ensemble, c) Clothes material  
\*P < 0.05, \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0.001



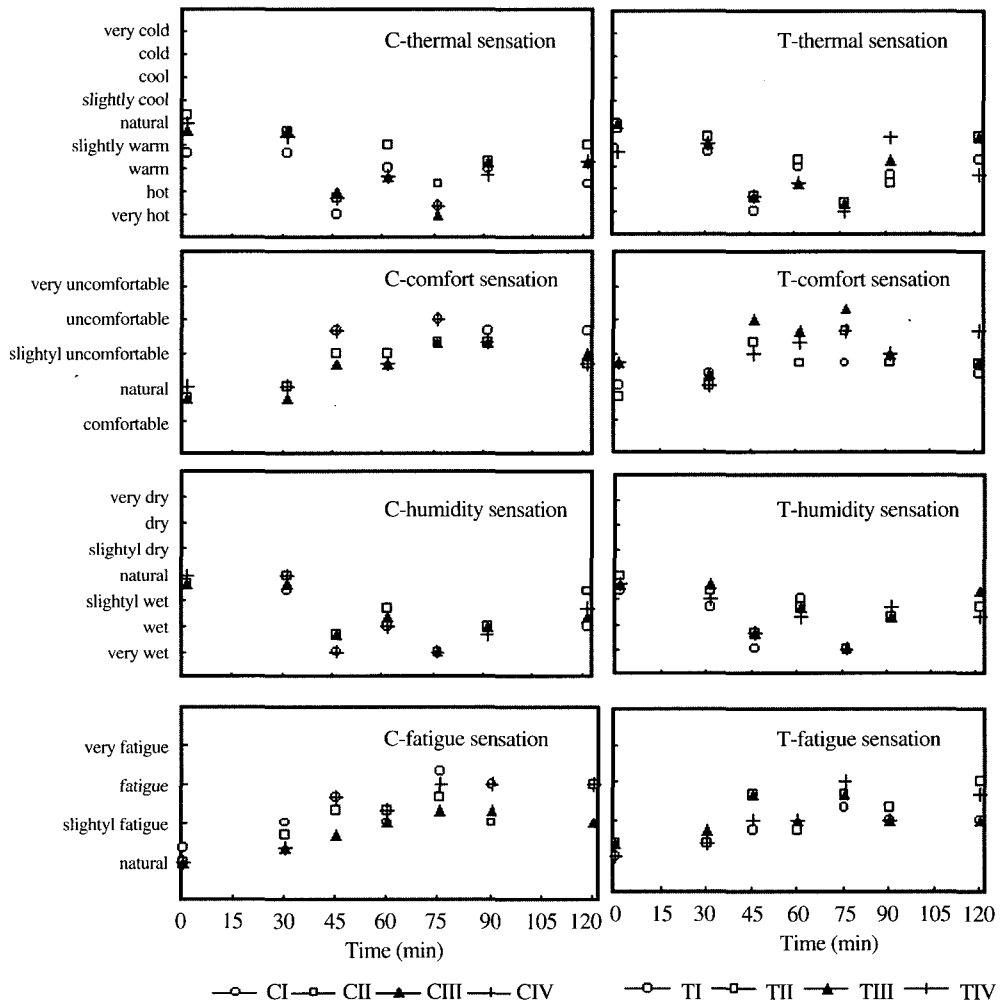
<Fig. 6> Relationship between heart rate and VO<sub>2</sub>.



<Fig. 7> Variation of mean skin temperature according to the ensemble.



<Fig. 8> Variation of humidity within clothing according to the ensemble.



<Fig. 9> Variation of sensation response according to the ensemble.

복조합의 변화폭이 좁아짐을 알 수 있는데, 이는 고온환경하에서의 의복내 온습도의 상쇄효과로 인한 것으로 여겨진다.

피로감의 변화경향을 살펴보면, 실험시작 30분 경과후부터 면, 텐셀의 차이가 현저하여 면의 경우 “조금 피로하다”, “피로하다”를, 텐셀의 경우 “아무렇지도 않다”, “조금 피로하다”의 반응을 나타내었다.

#### IV. 결 론

서열환경 하에서의 텐셀직물 착용시의 온열생리학적 반응 및 주관적 감각을 규명할 목적으로 면, 텐셀직물로 각 4종의 실험의복을 제작하여 의복조합 방법에 따른 착용실험을 20대 성인여성을 대상으로 기온 30°C, 습도 70%R.H.의 환경조건하에서 실시하여 체온조절계 특성 및 주관적 감각을 파악하고, 이들 특성치들간의 통계적 분석을 실시, 그 유의성을 검토·고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 피부온도는 상지의 피복보다 하지의 피복이 피부온도 상승에 큰 영향을 미치며, 텐셀이 면에 비해 0.2°C~0.4°C 정도 낮은 온도 분포범위를 보였다.
2. 부위별 피부온도와 직장온도의 변화는 의복재료별로 상지에서는 비슷한 경향을 보였으나 하지에서는 텐셀이 낮은 온도분포를 보였으며, 직장온도의 경우 텐셀이 0.2°C~0.3°C 정도 낮은 분포를 보였다. 의복조합별로는 면, 텐셀 모두 Ensemble I>IV>III>II의 순으로 나타났다.
3. 의복재료에 따른 발한량은 면의 경우 의복조합별차가 현저하였으나, 텐셀의 경우 면에 비해 의복조합별로 고르게 낮은 수치분포를 나타내어, 발한에 의한 쾌적성을 고려할 때 텐셀이 면에 비해 이상적 의복이라 할 수 있다.
4. 심박수 및 산소소비량은 비례관계를 형성하였으며, 산소소비량은 작업시 성인의 최대치인 1l/min를 상회하지 않았으며, 심박수의 경우 텐셀의 Ensemble TI, TII가 Ensemble CI, CII에 비해 훨씬 낮은 수치를 보였다.

5. 온냉감 및 쾌적감은 Ensemble TIV를 제외한 모든 의복조합에서 텐셀이 면에 비해 상대적으로 온열적 냉감 및 쾌적함을 나타내었으며, 피로감에서는 면, 텐셀의 구간 차이가 현저하게 나타나 면의 경우 “조금 피로하다”, “피로하다”를, 텐셀의 경우 “아무렇지도 않다”, “조금 피로하다”의 반응을 나타내었다.

#### ■ 참고문헌

- 1) 弓削治(1984), 保健衛生的機能性と快適性, 日本纖維製品消費科學會誌, 25(8), 386-390
- 2) 原田隆司, 土田和義, 丸山涼子(1982), 衣服内氣候と衣服材料, 日本纖維機械學會誌, 35(8), p350.
- 3) 田村照子(1989), 基礎被服衛生學, 文化出版局, pp75-77.
- 4) K. P. Mieck, M. Nicolai, A. Nechwatal(1995), Contribution to the judgement of fibrillability of cellulosic fibers, *Chemical Fibers International(CFI)*, 45, 44-46
- 5) 園部茂(1995), 新セルロース纖維ンセルの發展, 染色工業, 41(1), 24-31.
- 6) M. Nicolai, A. Nechwatal, K. P. Mieck(1996), Textile crosslinking reactions to the fibrillation tendency of lyocell fibers, *Textile Res. J.*, 66(9), 575-580.
- 7) 園部茂(1996), テンセルの發展と風合加工, 加工技術, 31(5), 292-294.
- 8) 佐藤整(1996), ニューレ-ヨンのバイオ加工, 加工技術, 31(5), 310-313.
- 9) 土肥慎吾, 前島義夫, 大野造成, 乾拓雄(1994), 新しいセルロース纖維“テンセル”の酵素處理, 纖維加工, 46(3), 101-105.
- 10) 정의상(1996), Cellulose에 의한 Tencel 직물의 표면개질가공, 한국섬유공학회지, 33(5), 458-471.
- 11) W. Albrecht, M. Reintjes, B. Wulfhorst, Lyocell fibers(1997), *Fiber Tables*, 47, p298.
- 12) 谷田治(1994), 酵素によるセルロース纖維の改質, 纖維と工業, 50(2), 35-39.

- 13) 堀 公二(1990), 最近の柔軟風合加工, 加工技術, 25(7), 449-452.
- 14) 한송자 (1991), 스포츠영양학, 21세기교육사, 서울, 139-151.
- 15) McCullough, E. A., and Jones, B. W.(1984) A comprehensive data base for estimating clothing insulation, *Institute Environmental Research Technical Report 84-01*(Kansas State Univ.), 1-45.
- 16) Jeong, W. S., and Tokura, H.(1989), Effect of wearing two different types of clothing on body temperatures during and after exercise, *Int. J. Biometeor*, 33.
- 17) Snook, S. H., and Irvine, C. H.(1969), Phychophysical studies of physiological fatigue criteria, *Human Factors*, 11, 291-299.