

# 環境要素面으로 본 衣服의 人間工學的 研究 ( I ) \*

—人體動作後의 皮膚溫 變化를 中心으로—

## A Human Engineering Study of Clothing in an Environmental Aspect(I)

—Based on the Skin Temperature after Physical Exercise of Human Body—

全北大學校 師範大學 家政教育科

副教授 李 全 淑

*Junbug National University, College of Education,*

*Dept. of Home Economics*

Associate Prof.; Jeon Sook Rhie

### <目 次>

- |              |                      |
|--------------|----------------------|
| I. 序 論       | 2. 上體運動이 皮膚溫에 미치는 影響 |
| II. 實 驗      | 3. 下體運動이 皮膚溫에 미치는 影響 |
| III. 結果 및 考察 | IV. 結 論              |
| 1. 結 果       |                      |

### <Abstract>

Comfort concept of heating and cooling between body and environment is modified by the clothing. So we can say the clothing is one of the environment. To maintain "pleasantness", clothing must have the elements of comfort and function.

This study carried out for the 1st step to describe the relation between clothing and the human body in aspect to the environmental elements of temperature and working part of the body. Observations of skin temperature were taken on young adults female subjects in training wear and the skin temperature was measured onto 9 points of the body while taking part in two physical exercise, with Rowing machine and Bicycle ergometer.

The results obtained are as follows;

1. The skin temperature after physical exercise is lower than that after repose.
2. After physical exercise of the lower part of the body, the skin temperature is less than that after physical exercise of the upper part of the body.
3. After physical exercise of the upper part of the body, skin temperature of the lower part of the body rises a little, and vice versa.

### I. 序 論

衣服은 人間만이 누릴 수 있는 特權인 동시에 身

體保護를 위한 手段으로 利用되고 있다. 그 中에서도 우리나라와 같은 四季節이 있는 氣候條件下에서는 保溫機能은 가장 重要한 것이다.

人體는 主위 環境의 氣候條件에도 불구하고 一

\* 本 論文은 1981년도 文敎部 學術研究費 지급에 의한 것임.

定한 體溫을 維持하는데, 이것은 體內에서의 熱生産과 外部로부터의 熱放出이 均衡을 이루는 體溫調節作用이 있기 때문이다<sup>1)</sup>. 熱, 冷 등 주위온도가 變하면 특정한 身體調節作用으로써 적응하려하나 그 適應範圍는 限界가 있다. 항상 適應되어 있는 環境溫度 範圍에서 벗어나면 體溫이 變化되고 正常體溫을 維持하기 위한 여러가지 生理現狀이 일어나게 된다. 더운 環境下에서는 體表血管이 擴張하고 呼吸이 증가하여 酸素消費量을 감소시킴으로써 體熱生産을 縮小시켜 體溫을 下降시키고 추운 環境에서는 熱防散을 減少시키고 酸素消費量을 증가시켜 體熱生産을 增大시킴으로써 體溫을 上昇시킨다<sup>2)</sup>. 그러나 이것이 극심하게 되어 體溫이  $+6^{\circ}\text{C}$ ,  $-12^{\circ}\text{C}$ 의 變化가 있을 때는 죽게되고 만다<sup>3)</sup>. 뿐만 아니라 實效溫度(Effective Temperature)가 變하면 肉體作業 및 精神活動性能에 影響을 미친다<sup>4)</sup>. 이러한 現狀은 極端의 寒 또는 暑의 環境에서는 人間機械系의 효율이 급격히 저하되기 때문이다<sup>5)</sup>. 따라서 人間活動 기능을 저해하는 環境下에서는 衣服과 住宅으로서 體熱生産과 放散의 均衡을 유지하도록 하여야 한다.

人體를 둘러싸고 있는 衣服도 環境의 한 要素로 생각할 때, 人體-衣服 關係는 人體-環境 關係와 相應한 關係를 가지며, 우리의 體表面은 보통 80~90%가 衣服氣候帶內에 被覆되어 있으므로 衣服氣候의 快適, 不適은 保健에 미치는 영향이 크다고 보겠다<sup>6)</sup>. L. Fourt와 N.R.S. Hollies<sup>7)</sup>는 衣服의 保溫 및 快適성과 機能성을 決定하는 여러가지 因子에 대한 연구방법들을 提示하였고 또 그 因子들을 人體와 연관시켜 研究한 結果들을 說明하였다. 그는 衣服의 斷熱力에 대한 物理學的 測定과 生理學的 測定을 직접비교할 수 있는 것으로는 clo單位가 있다고 하였다. Gagge 등에 의하면 clo란 室內溫度  $70^{\circ}\text{F}$ , 氣流  $10\text{ f/m}$  以下, 濕度 50%R.H. 代謝率  $50\text{ cal/sqm/h}$  일때, 體溫  $92^{\circ}\text{F}$  로서 快適感을 維持하기 위해 필요한 熱遮斷力의 單位이다<sup>8)</sup>.

衣服의 保溫性은 織物 및 編成布의 氣孔容積에 比例하고<sup>9)</sup> 또 空氣層의 층두께에 比例하며 空氣層 氣수가 많을수록 熱遮斷력이 크다<sup>9)</sup>. 空氣流通이 클때는 織物의 熱遮斷에 기여하는 效果가 크며<sup>10)</sup>, 이 외에도 織物의 두께나 身體表面과 衣服사이의

空氣層, 活動條件등에 따라서도 衣服의 熱遮斷力은 달라진다<sup>9)</sup>. 또 衣服氣候는 被服材料, 被服의 形態, 被服構成方法, 年齡, 性別, 運動 등에 의해 다르다<sup>11)</sup>. 李<sup>12)</sup>는 clo 값과 環境, 活動과의 關係를 Computer 모의실험에서 나타난 報告를 통해 代謝率이 클수록 安樂에 필요한 斷熱力은 적어지며 같은 clo 값을 갖는 衣服이라도 室內보다 室外에서 安樂을 維持할 수 있는 溫度範圍가 넓고 安樂을 維持하기 위해 이상의 熱遮斷을 요하는 경우는 環境調節이 필요하며 室外에서는 特殊衣服이 必要하다고 지적하고 있다. 실제로 衣服을 입었을때 安락을 維持할 수 있는 것은 위에 지적한 여러가지 요인외에도 人體는 快適한 氣候 以外에 寒, 冷氣候에 대해서도 適應할 수 있는 氣候馴化要因이 있고 馴化된 이후의 溫度感覺이 馴化이전의 溫度感覺과 달라지는 現狀이 있다. 즉 습지도 덥지도 않은 온도가 겨울에는  $30^{\circ}\text{C}$ , 여름은  $33^{\circ}\text{C}$ 로 나타나는 것이 그 예이다<sup>13)</sup>. 또 作業強도와 함께 上體 및 下體 또는 全身을 使用하는 作業種類別로도 作業服의 快適感을 維持할 수 있는 衣服氣候가 달라질 수 있다고 추측된다.

이러한 여러 要因을 주어 실제 衣服을 着用한 生體實驗을 하고 여기에 나타난 結果를 이미 나타난 모의실험 結果에 代入하면 快適을 維持할 수 있는 近似值에 더욱 접근할 수 있으리라고 본다. 또 그 近似值를 適用하여 作業種類別로 理想的인 作業服의 材質, 構成 및 着用方法등이 究明될 수 있으리라고 생각된다. 따라서 本 論文은 그의 첫 시도으로써 人體動作別로 安定, 上體運動, 下體運動을 통하여 나타나는 體表面溫度의 變化를 衣服에 適用시켜 考察하고자 한다.

## II. 實 驗

### 1. 實驗期間

實驗은 1981년 11월 6일부터 1981년 11월 15일 사이에 行하였다.

### 2. 被驗者

被驗은 건강한 成人으로써, 女子大學生 23名을

Table 1. Weight of each clothing

(단위 g)

| brassiere | brief | undergarment |       | training wear | total |
|-----------|-------|--------------|-------|---------------|-------|
|           |       | upper        | lower |               |       |
| 33.6      | 16.4  | 80.4         | 73.7  | 447.6         | 651.7 |

대상으로 하였다. 이들의 평균 身長은 158.7 cm, 평균 흉위 80 cm, 평균 체중 50.4 kg, 평균 體表面積 1.465 m<sup>2</sup>이었다.

### 3. 被驗者의 服裝

이들이 着用한 被服은 條件을 同一하게 하기 위하여 活動하기 편한 運動服 上·下로 統一시켰고 內衣로는 brassiere, briefs, 7部 綿 內衣 上·下를 着用시켰는데 이들 被服의 무게는 다음의 Table 1과 같다.

또한 運動服의 형태 및 材質은 다음의 Picture 1, Table 2와 같다.

### 4. 環境條件

輻射熱의 영향이 없는 室內에서 實驗을 行하였다. 이때 室內의 氣溫은 20±1°C, 氣濕 60±5%였고, 氣流는 Hot wire Anemometer-Thermistor



Picture 1. The Shape of training wear

Table 2. Meterial characteristics

|  |   |
|--|---|
| fiber content                              | polyester 75%<br>cotton 25%             |
| fabric construction                        | warp knitting                           |
| weight(g/100cm <sup>2</sup> )              | 2.38                                    |
| gauge (ends×picks/<br>25 cm <sup>2</sup> ) | face side; 64×64<br>reverse side; 64×42 |

Type(Model:V-01-AN)으로 측정한 結果 0.05m/sec의 최소풍속 한도내에서 측정이 안되었으므로 0 m/sec라 하였다.

### 5. 實驗器具

皮膚溫을 측정하기 위한 기구로는 Elektrische Universal Thermometer(TE 3:Kalt-Lötstellen-Thermostat Modell C.J.T.)를 사용하였다.

### 6. 測定方法

1) 測定部位는 뒷목(後頸, A), 앞목(前頸, B), 등(背, C), 가슴(上腹, D), 윗팔(上腕, E), 겨드랑이(腋窩, F), 아랫팔(前腕, G), 넓적다리(大腿, H), 정강이(下腿前面 I)의 9點을 測定하고 이中 A,D,E,H,I의 皮膚溫을 가지고 平均 皮膚溫을 산출하였다. 平均 皮膚溫算出式은 다음과 같다.

$$\text{平均皮膚溫 (J)} = (9.8 A + 32.8 D + 9.6 E + 17.2 H + 20.6 I) \div 100^{14)}$$

#### 2) 安靜時

被驗者는 食事後 1時間동안 安定한 다음 實驗室에 入室하여 다시 30分間 安靜한다. 이때 體表面溫度를 測定하고 이때의 溫度를 安靜時의 皮膚溫으로 하였다.

#### 3) 上體運動

上體運動用 器具는 Rawing machine 을 使用하

였고 끌어당기는 힘은 5 kg 으로 고정하였다. 被験者が 座席에 앉아서 bar 를 잡아 팔을 최대로 앞으로 내밀었을 때를 運動 開始 時間으로 하고 다시 bar 를 앞으로 끌어서 옆으로 최대로 뻗었다가 다시 앞으로 내밀때까지의 動作을 1動作으로 한다. Metronom 을 Allegro 의 속도로 움직이게 하고 4 拍子에 1動作을 완료하게 하였으며 운동개시 後 5 分間 같은 動作을 反復하도록 하였다. 運動終了後 즉시 9點의 溫度를 測定하고 이 때의 溫度를 上體 運動後의 皮膚溫으로 하였다.

4) 下體運動

下體運動用 器具는 Bicycle Ergometer 를 使用하였고 이 때의 페달 압력은 0~5의 中間인 2.5로 고정하였다. 被験자가 座席에 앉아서 Metronom 의 2拍子에 양쪽 발을 교대로 굴리는 動作을 5分間 되풀이하도록 하였다. 運動終了後 즉시 9點의 溫度를 測定하고 이 때의 溫度를 下體運動後의 皮膚溫으로 하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 結果

名 運動後의 皮膚溫 測定 結果 및 回歸式은 다

음의 Table 3, Table 4와 같다.

2. 上體運動이 被膚溫에 미치는 影響

Fig. 1을 보면 安靜時 皮膚溫은 겨드랑이가 34.8°C로 가장 높았고, 가슴>등>뒤통>뒤통>앞목>아랫팔>넓적다리의 순으로 낮아져 정강이가 27.7°C로 가장 낮아 身體의 末端部로 갈수록

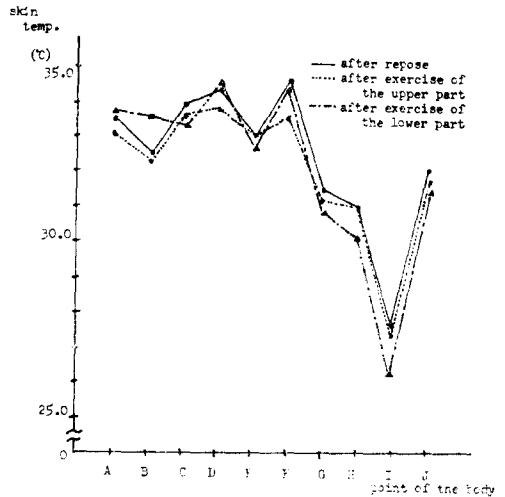


Fig. 1. Mean Skin Temperature

Table 3. Mean Skin Temperature

|   | After repose(a)             |      |      | After physical exercise of the body. |      |      |                             |       |                             |      |      |                             |       | F      |
|---|-----------------------------|------|------|--------------------------------------|------|------|-----------------------------|-------|-----------------------------|------|------|-----------------------------|-------|--------|
|   |                             |      |      | upper part of the body (b)           |      |      | b-a                         |       | lower part of the body (c)  |      |      | c-a                         |       |        |
|   | $\bar{X}(^{\circ}\text{C})$ | S    | C.V. | $\bar{X}(^{\circ}\text{C})$          | S    | C.V. | $\bar{X}(^{\circ}\text{C})$ | S     | $\bar{X}(^{\circ}\text{C})$ | S    | C.V. | $\bar{X}(^{\circ}\text{C})$ | S     |        |
| A | 33.65                       | 1.00 | 2.97 | 33.18                                | 1.23 | 3.71 | -0.47                       | 0.23  | 33.78                       | 1.07 | 3.17 | 0.13                        | 0.07  | 1.89   |
| B | 32.56                       | 1.22 | 3.75 | 32.33                                | 1.24 | 3.84 | -0.23                       | 0.02  | 33.67                       | 0.86 | 2.55 | 1.11                        | -0.36 | 9.41** |
| C | 33.99                       | 1.78 | 5.24 | 33.37                                | 1.05 | 3.15 | -0.62                       | -0.73 | 33.40                       | 1.34 | 4.01 | -0.59                       | -0.44 | 1.37   |
| D | 34.49                       | 0.90 | 2.61 | 33.98                                | 1.41 | 4.15 | -1.01                       | 0.51  | 34.64                       | 0.63 | 1.82 | 0.15                        | -0.27 | 2.55   |
| E | 33.09                       | 1.73 | 5.23 | 33.04                                | 0.86 | 2.60 | -0.05                       | -0.87 | 32.77                       | 1.86 | 4.15 | -0.32                       | -0.37 | 0.36   |
| F | 34.77                       | 0.68 | 1.96 | 33.65                                | 0.96 | 2.85 | -1.12                       | 0.28  | 34.51                       | 1.38 | 4.00 | -0.26                       | 0.70  | 7.23** |
| G | 31.68                       | 1.50 | 4.73 | 31.21                                | 1.73 | 5.54 | -0.47                       | 0.23  | 30.97                       | 1.50 | 4.84 | -0.71                       | 0.00  | 1.20   |
| H | 31.05                       | 1.27 | 4.09 | 31.07                                | 1.63 | 5.25 | 0.02                        | 0.36  | 30.28                       | 1.84 | 6.08 | -0.77                       | 0.57  | 1.82   |
| I | 27.67                       | 1.88 | 6.79 | 27.45                                | 2.23 | 8.12 | -0.22                       | 0.35  | 26.38                       | 2.40 | 8.94 | -1.29                       | 0.52  | 2.32   |
| J | 32.13                       | 0.77 | 2.40 | 31.87                                | 0.84 | 2.64 | -0.26                       | 0.07  | 31.74                       | 0.89 | 2.80 | -0.39                       | 0.12  | 1.34   |

\*\*p<.01

Table 4. Linear Regression of the Each Point of the Body

|                    | After physical exercise of the body. |                        |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                    | upper part of the body               | lower part of the body |
| front neck         | $Y = 0.2626 + 0.5171x$               | $Y = 0.5685 + 0.7138x$ |
| back neck          | $Y = 0.5789 + 0.5901x$               | —                      |
| back               | $Y = 0.5385 + 0.4061x$               | $Y = 0.4451 + 0.4189x$ |
| pit of the stomach | $Y = 0.3101 + 0.5699x$               | $Y = 0.3818 + 0.4142x$ |
| arm                | $Y = 0.8435 + 0.4252x$               | $Y = 0.5481 + 0.4337x$ |
| arm pit            | $Y = 1.0000 + 1.0000x$               | —                      |
| forearm            | $Y = 0.3735 + 0.4806x$               | $Y = 0.1270 + 0.2951x$ |
| thigh              | $Y = -0.9164 + 0.9133x$              | $Y = 0.5205 + 0.6088x$ |
| shin               | $Y = 0.4651 + 0.5485x$               | $Y = 0.1516 + 0.1898x$ |
| mean skin temp.    | $Y = 0.50.6 + 0.5533x$               | $Y = 0.3767 + 0.4350x$ |

皮膚溫이 낮아짐을 알 수 있는데, 深部溫度는 直腸溫度, 口腔溫度 그리고 겨드랑이의 溫度로 測定이 되고, 皮膚溫度는 外部環境의 溫度에 의해 크게 影響을 받을 뿐아니라 高溫環境에서라도 熱平衡이 이루어져 있는 동안에도 深部溫度보다 늘 1°C 以上 낮다"는 것으로 보아 安靜時 겨드랑이의 皮膚溫이 가장 높은 것은 妥當性이 있다고 보겠다.

그리고 전체적으로 運動을 하였을 때는 安靜時에 비하여 皮膚溫이 낮아지고 특히 下體運動時가 上體運動時에 비하여 皮膚溫이 더욱 낮아짐을 알 수 있는데 이는 Z. Vokac<sup>15)</sup> 등의 論文에서 보고된 바와 같이 運動 開始後 數分間의 皮膚溫과 濕度는 運動前에 비해서 급격히 低下되었다가 數分後에 다시 上昇하는 結果와 일치하고 있다. Z. Vokac는 이러한 현상의 理由를 運動開始와 함께 衣服內의 氣流가 커짐으로써 對流에 依한 體熱損失이 있기 때문이라고 보고있다.

또한 Fig. 2를 보면 安靜時에 비하여 上體運動後에 皮膚溫이 변한 정도를 알 수 있는데, 大腿部位를 제외한 全部位에서 運動後의 皮膚溫이 내려감을 알 수 있다. 특히 上體運動을 하였는데도 넓적다리와 정강이의 溫度는 거의 變化가 없고 上體의 溫度만 약 0.1°C~1.1°C 가량 내려감을 알 수 있는데 이 역시 Vokac의 研究結果와 일치한다고 볼 수 있다. 上體部位中에서도 皮膚溫이 가장 많이 내려간 部位는 겨드랑이였는데 이는 Hardy<sup>9)</sup>의 研究에서 밝혀진 바와 같이 運動後 바로 측정을 하

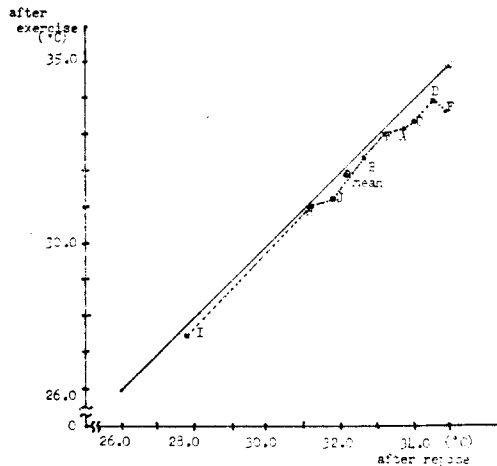


Fig. 2. Skin Temperature after Physical Exercise of the Upper part of the Body.

였을 때는 體熱生産이 많아졌으므로 體熱을 放散시키기 위한 기구인 땀의 증발이 일어나는데, 이 경우 겨드랑이 부분의 發汗이 가장 많기 때문이다.

### 3. 下體運動이 皮膚溫에 미치는 影響

다음의 Fig. 3을 보면 하체운동을 하였을 때 下體部位의 皮膚溫이 下降한 率은 上體運動을 하였을 때 下降한 率에 비하여 매우 크게 나타나, 安靜時에 비하여 下體部位인 넓적다리와 정강이의

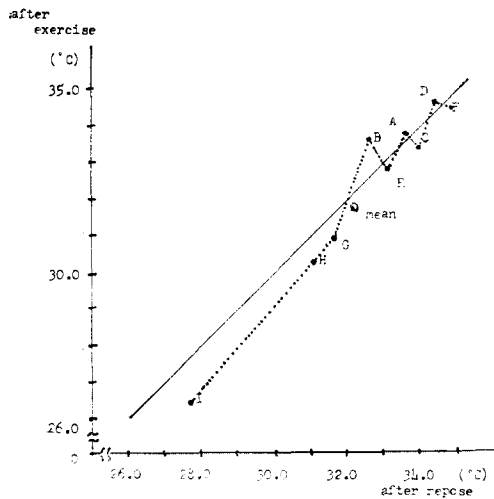


Fig. 3. Skin Temperature after Physical Exercise of the Lower part of the Body.

피부온은 약  $0.7^{\circ}\text{C}\sim 0.9^{\circ}\text{C}$ 가 내려갔음을 알 수 있어 저드랑이와 마찬가지로 衣服內氣流가 많이 생기는 것을 알 수 있다.

그러나 上體部位의 피부온은 安靜時의 피부온에 비하여 비교적 溫度가 上昇한 部分이 많았는데 특히 앞목의 피부온이 약  $1.2^{\circ}\text{C}$ 가량 올라가 가장 많은 變化를 보여주었고 뒷목과 가슴도  $0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ 가량 증가하였다. 이에 반하여 등, 윗팔, 저드랑이 部分은 여전히 安靜時보다 그 피부온이 감소하였다.

따라서 위의 結果를 토대로 上體作業을 위한 作業服일 경우는 下衣內의 氣流를 인위적으로 만들어 주고, 上體作業을 위한 作業服일 경우는 上衣內氣流를 만들어 주어 上·下體內의 衣服氣候를 조절해야 할 것이다. 그러기 위해서는 被服材料를 선정하는 데에 있어서 通氣性이 좋은 材料를 使用하거나 특수한 構成으로 하여 衣服內氣流를 조절하는 것이 바람직할 것이다.

#### IV. 結 論

快適한 衣服의 條件을 究明하기 위한 첫 시도로써 Elektrische Universal Thermometer를 使

用하여 人體動作別로 皮膚온을 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 運動後의 皮膚온이 安靜時의 皮膚온보다 약간 낮아졌다. 이는 運動을 함으로써 衣服內의 氣流가 생겼기 때문인 것으로 판단된다.

2) 下體運動後의 皮膚온 감소가 上體運動後의 皮膚온 감소보다 더욱 많았다.

3) 上體運動時는 下體部位의 皮膚온이 올라가고 下體運動時는 上體部位의 皮膚온이 올라갔다. 따라서 作業服 製作時 上體運動用은 下衣에, 下體運動用은 上衣에 通氣性을 고려하여야 할 것이다.

衣服內 氣候를 자세히 조사 分析하기 위해서는 衣服內의 濕度가 더욱 重要한 要因이겠으나 本實驗에서는 다루지 아니하고 다음 기회로 미루기로 한다.

#### 引 用 文 獻

- 鄭奎澈, 溫熱環境과 그 對策, 가톨릭産業醫學研究所, 서울, 1977
- 이병희, 홍석기, 생리학, 박애출판사, 서울, 1966
- Newburgh, L.H., Physiology of Heat Regulation and the science of clothing, Hafner Publishing Co., New York, 1973
- McCormick E.J., Human Factors in Engineering and Design, Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd., New Delhi, 1976
- 知久篤·倉田正一, 人間工學, 工業デザイン全書 5, 金原出版株式會社, 東京, 1972
- 權肅杓外 5人, 最新環境衛生學, 集賢社, 서울 1980
- Fourt L. & Hollies N.R.S., Clothing, Comfort and Function, Marcel Dekker Inc., New York, 1970
- 李在坤, 織物의 熱傳達에 關한 研究, 한국섬유공학회지, 15, 2(1978)
- 李智映, 宋泰玉, 織物間 空氣層의 形成方法이 熱傳達에 미치는 影響, 한국섬유공학회지, 18, 2 (1981)
- Fonseca G.H., Sectional Dry-Heat Transfer

- Properties of clothing in wind, *Tex. Res. J.* 30~40 (1975)
11. 水梨サワ子, 衣服氣候からみた着裝に關する研究, *日家政學雜誌*, 22, 1 (1971)
  12. 李東淑, 宋泰玉, 環境 및 活動條件에 따른 快適服裝의 clo 値에 關한 研究, *한국섬유공학 회지*, 13, 2 (1976)
  13. 松川哲哉, 被服材料學, 被服機構學, 被服衛生學, 光生館, 東京, 1978
  14. 中橋美智子, 酒井文子, 衣服の開口諸形態가人體におよぼす影響について(第1報), *日家政學雜誌*, 27, 2 (1976)
  15. Vokac Z., Kópke V. and Keül P., Physiological Responses and Thermal, Humidity and Comfort Sensations in Wear Trials with Cotton and Polypropylene Vests, *Tex. Res. J.*, 46, 1 (1976)
-