

[報 文]

無風安靜時の 婦人用韓服의 保温力에 관한 研究

—銅製人體模型에 의한 實驗—

崔 正 和

日本 神戸大學 大學院 醫學研究科

Experimental Study on the Thermal Insulation of Woman's Korean-Styled Clothes under Still Air Condition

—by the Instrumented Copper Mannequin on Standing-posture—

Jeongwha Choi

Dept. of Hygiene, Kobe University, School of Medicine, Kobe, Japan

Abstract

The insulating values of 7 kinds of woman's Korean-styled clothes were examined on the instrumented copper mannequin standing upright under still air condition in a climatic chamber at 20°C and 60% R.H.

Results obtained are as follows:

- 1) High correlation coefficients were found in both between total insulating values of clothing (IT) and total clothing weight, and between IT and total clothing thickness while no significant difference was found between total clothing weight and total clothing thickness.
- 2) It seems possible to predict the approximate insulating value of woman's Korean styled clothes on still air condition by the total clothing weight.

I. 緒 言

韓國의 氣候風土 및 生活風習속에서의 韓服은 여러 가지 문제점도 있지만, 오늘날 民族의 옷으로써 또는 冬服이나 休息服으로써 愛用되고 있으며 國民生活에 큰 영향을 미치고 있다고 생각된다. 그러나 韓服의 保温機能에 관한 報告가 별로 눈에 띄지 않으므로, 우선 이 韓服의 保温機能을 洋服의 경우와 비교해보고, 그 結果를 報告했다.

또 保温力을 求하는 데는 人間을 被驗者로 하는 경우와 人體模型을 사용하는 경우가 있으나, 먼저의 人間을 被驗者로 한 實驗에서는, 동일계절에 우리들이 입고 있는 汗복·양복임에도 불구하고 衣服重量이 어느 계절에 있

어서도 韓服이 洋服보다 무거운 傾向이었으며, 衣服의 保温力도 韓服이 洋服보다 큰 clo值를 보이는 傾向이었다. 또 單位體表面積當의 衣服重量과 衣服의 clo值와의 사이에는 韓服도 洋服도 高度의 順相關關係가 있다. 等の 結果¹⁾를 얻었다. 그러나 人體實驗으로는 成績의 誤差가 커지므로 다시 한번 그 結果를 확인하고자 本研究에서는 銅製人體模型을 사용하여 無風環境下에서 韓服着用安靜時의 保温力에 관하여 檢索하고 結果를 얻었으므로 다음과 같이 報告하고자 한다.

II. 方 法

室溫 20°C, 60% R.H., 無風(平均風速 17.2cm/sec) 狀態로 조절한 人工氣候室에서, 銅製等身大人體模型에

Table 1. 實驗衣服의 內容

服種	全重量 (g)	外·內服別 重量 (g)	服名	材 質	옷의 두께 (mm)
A	769	外 320	저고리 치마	silk silk	0.59 0.64
		內 449	속치마 개량바지(홀) 팬티	rayon acetate-nylon(交織) cotton	0.30 0.20 0.51
B	1299	外 710	저고리 치마	polyester(겉), nylon(안, 싱) polyester(겉), nylon(안, 싱)	1.09 0.99
		內 589	속치마 개량바지(겉) 팬티	rayon rayon(겉), nylon(안) cotton	0.30 0.35 0.51
C	1348	外 870	저고리 치마	acetate(겉), nylon(안, 싱) acetate(겉), nylon(안, 싱)	1.27 1.04
		內 478	속치마 개량바지(겉) 팬티	polyester rayon(겉), nylon(안) cotton	0.26 0.35 0.51
D	2107	外 948	마고자 저고리 치마	polyester(겉), nylon(안) silk-acetate, nylon silk-acetate, nylon	0.83 1.44 0.90
		內 1159	속치마 개량바지(겉) 속샤쓰(上, 下) 팬티	acryl rayon(겉), nylon(안) acryl cotton	1.36 0.35 1.41 0.51
E	2234	外 1282	한복용세타 저고리 치마	acryl silk-acetate(겉), nylon(안) silk-acetate(겉), nylon(안)	2.67 1.44 0.90
		內 952	속치마 개량바지(누비) 속샤쓰(上, 下) 팬티	polyester nylon(cashimilon 솜) acryl cotton	0.26 2.20 1.41 0.51
F	792	外 443	저고리 치마	nylon(겉), nylon(안) nylon(겉), nylon(안)	0.78 0.48
		內 349	속치마 개량바지(홀) 팬티	polyester polyester-cotton(混紡) cotton	0.26 0.26 0.51
G	1038	外 686	저고리 치마	polyester-cotton(混)(겉, 안) polyester-cotton(混)(")	0.47 0.41
		內 352	속치마 개량바지(홀) 팬티	polyester-cotton(混)(") polyester-cotton(混)(") cotton	0.26 0.26 0.51

實驗衣服(韓服)을着用시키고, 그때의 環境條件, 各部銅表面溫度 및 衣服表面溫, 消費電力等을 측정해 衣服의 總斷熱力(total insulation of clothing: I_T)을求했다. 以下 方法의 詳細는 항목別로 記述함.

A. 實驗衣服

衣服의 設定은 1973年~1974年에 걸쳐 京畿道와 서울市の 一部地域을 대상으로 各季節別 衣生活實態調査(international biological program: 國際生物學事業計劃)의 衣服調査樣式에 의한)를 1년에 4回 실시하여 그 結果에 기초를 두고 약간의 補正을 加해, 7種類의 韓服을 選定했다. 그 內容은 Table 1에 실림.

B. 銅製等身大人體模型

이 人體模型은 戶田^{2),3)}에 의해 衣服의 保溫效果를 單一의 安靜된 數量으로 표시할 수 있는 計器로서 創作된 것이며, 頭部 上肢部 및 下肢部가 軀幹部와 분리할 수 있도록 되어 있다. 또 身體의 各部는 電熱에 의해서 加熱하고 thermostat에 의해서 各環境溫熱條件에 應하여 人體의 皮膚溫分布에 매우 비슷한 溫度를 維持할 수 있도록 되어 있다.

身體各部表面溫度는 이것을 銅表面과 絕緣시키는 熱電對 및 電位差計를 사용하여 測定하고, 이것과 各部의 體表面積의 比率(安分比率)로부터 平均皮膚溫(平均銅表面溫)을 計算해냈다.

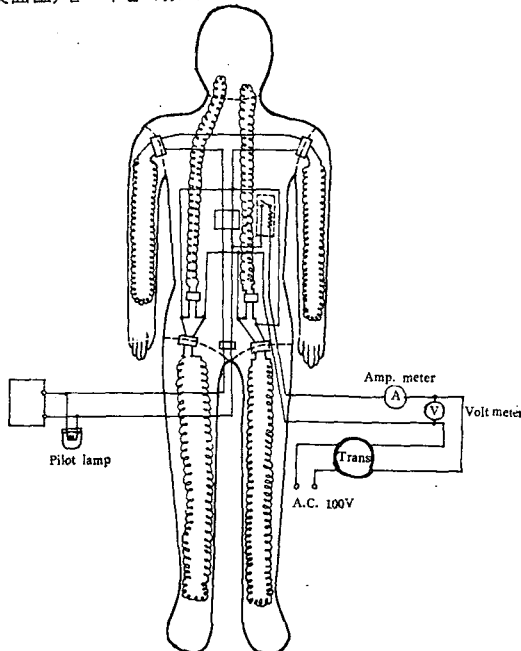


Fig. 1 等身大銅製人體模型圖

또 銅表面溫度의 시간적 변화와 產熱量으로부터 輻射, 傳導, 對流에 의한 人體模型의 總放熱量이 計算된다. 人體模型의 模型圖와 體格概要등은 Fig. 1과 Table 2와 같다.

Table 2. 人體模型 概要 및 各部位 面積比率

人體模型 體格概要	
身長	168.0cm
胸圍	84.0cm
腹圍	82.0cm
上肢長	67.0cm
股下高	78.0cm
全體表面積	1.80557m ²
全重量	24.625 kg
銅表面重量	16.604 kg
銅板의 두께	1.0 mm

部 位	人體模型	成人(新谷에 의한)	
		男	女
頭 顔 頸 部	8.6%	6.8%	10.3%
胴 部(腎部 제외)	27.8	24.7	23.9
上 肢 部*	21.9	19.6	19.0
下 肢 部(腎部 포함)	41.7	45.9	46.8
全 體 表 面	100.0	100.0	100.0

* 備考 四肢各部 全體表面積에 대한 比率

上肢部	下肢部
上腕 10.4%	腎 4.2%
前腕 8.0	大腿 22.0
手 3.5	下腿 11.0
	足 4.5

C. 測定項目 및 測定器具

① 環境條件測定

自記溫度計, 自記濕度計를 써서 室驗室內의 長시간에 걸친 溫濕度의 變化상태를 계속해서 파악하며, 銅表面溫測定時의 溫濕度는 August 건습도계에 의해 算했다. 또 glove(黑球) 寒暖計에 의해 effectual radiation을 측정했다. 氣流의 측정은 Kata寒暖計를 써서 頭部中央部前後面, 軀幹中央部前後面, 腕中央側部左右, 足部後面의 7個所에 있어서의 Kata寒暖計의 냉각속도를 측정해 各部位의 氣流의 速度를 산출하고, 各자의 부위별 比率를 고려한 뒤 平均風速을 산출했다.

② 銅表面溫 및 消費電力의 測定

銅표면 測定部位 22點은 Fig. 2와 같다.

측정기구는 下記와 같음.

a. amp-meter

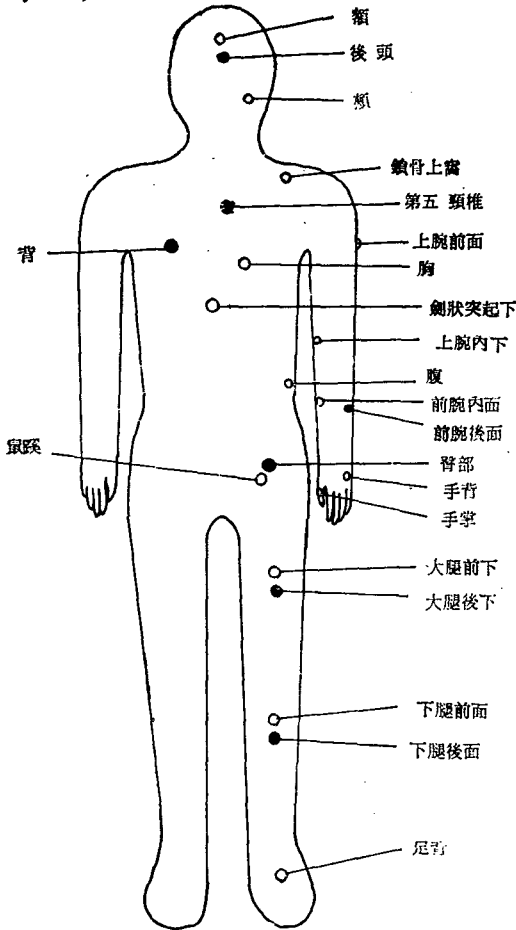


Fig. 2. 銅表面溫度測定部位(22點)

- b. volt meter
- c. stabilizer
- d. potentiometer(電位差計)
- e. 表面溫度 測定部位連結用 配電盤
- f. galvanometer(檢流計)
- h. 寒點溫度計
- i. 充電器
- j. thermister(胸部的 銅表面溫 1點과 衣服表面溫 1點)

D. 保溫力(衣服의 總斷熱力: I_T)의 算出

지금껏 着衣 상태의 被驗者를 통해서 衣服의 保溫力을 求하는 기본이론으로써 Gagge, A.P., Burton, A.C. and Bazett, H.C.의 이론에 의하면, 즉 $R+C$ 가 衣服(노출피부면을 포함한)을 통해서의 放熱量이라고 할때

$$I_{cl} + I_a = \frac{T_s - T_A}{R+C} = \frac{T_s - T_A}{M \pm \Delta H - E} = I_T \text{이 된다.}$$

I_{cl} = 衣服의 熱抵抗(보온력)(斷熱力)

I_T = 衣服의 總熱抵抗(斷熱力)

I_a = 의복표면의 공기의 열저항

I_s = 平均皮膚溫($^{\circ}C$)

T_A = 周圍空氣의 온도($^{\circ}C$)

M = 新陳代謝量(kcal/hr)

ΔH = 身體의 熱容量의 변화

E = 蒸發에 의한 熱放散

= $0.58 \times$ 不感蒸泄에 의한 體重減少

R = 輻射에 의한 열방산

또 Winslow, C-E.A., Gagge, A.P. and Herrington, L.P.의 실험을 이용하여 clo를 標準化한 式

$$I_T = I_{cl} + I_a = \frac{5.55(T_s - T_A)A}{M - 0.58E + 0.83W \left(\frac{2\Delta T_R + \Delta T_s}{3} \right)} + I_a$$

A = 體表面積(m^2)

M = 酸素消費量으로부터 구한 新陳代謝(kl/hr)

$0.58E$ = 蒸發에 의한 熱放散 = 不感蒸泄

體重減(g) $\times 0.58$ (kcal/hr)

W = 體重(kg)

0.83 = 人體의 比熱 kcal/kg/ $^{\circ}C$

ΔT_R = 直腸溫의 降下度($^{\circ}C/hr$)

ΔT_s = 平均皮膚溫의 降下度($^{\circ}C/hr$)

에서 人間의 생리적 因子의 대신 本實驗에서 使用한 銅人型의 물리적 特性을 代入하여 戶田¹⁾에 의해 만들어진 下記의 式에 의해서 산출했다.

$$I_T = \frac{1}{0.81} \frac{T_s - T_o}{M + D} = \frac{5.5556(T_s - T_o)}{478.511KWH/hr + 7.6932\Delta T_s}$$

I_T : 全斷熱力(clo)

T_s : 平均銅表面溫度($^{\circ}C$)

T_o : 平均環境溫度($^{\circ}C$)

M : 產熱量(cal/ m^2/hr)

D : 熱負債(cal/ m^2/hr)

KWH/hr : 平均1時間當消費電力

ΔT_s : 平均銅表面溫度昇降度($^{\circ}C/hr$)

下降時 \oplus 上昇時 \ominus

E. 其 他

의복의 두께의 측정은 dial thickness gauge (0.01 mm)에 의해 측정했다. 10個所의 平均을 그 옷의 두께로 하고 이 옷들을 겹쳐가며 입을 경우, 겹쳐지는 각각의 옷의 두께의 합을 衣服의 全두께로 했다.

또 衣服의 空氣層의 측정은 胸, 腹, 背, 臀, 足部의 一定한 點에서부터 衣服의 最外層까지의 距離를 觸針法⁴⁾에 의해 측정했다. 즉 針으로, 의복을 압박하지 않

는 상태로 衣服面에 수직으로 찢려서, 針의 先端이 銅人型的 表面에 닿을 때의 길이를 측정하여, 거기에서 衣服의 두께를 뱀 値를 공기층의 두께로 했다. 또 上述의 5部位의 空氣層의 두께의 합을 全空氣層이라 부르기로 한다.

Ⅲ. 結 果

韓服 7種類의 保溫力을 측정한 결과, Table 3, Table 4에서 보는 바와 같다. clo值에 관여하는 諸因子에 관

Table 3. 實驗衣服의 重量, 기타의 諸性質과 衣服의 總斷熱力 및 이것에 關與하는 熱學的 諸性能

服種	全衣服重量		外衣重量		內衣重量		服의 全두께 mm	服의 全空氣層 mm	平均銅表面溫 °C	平均銅表面溫과 環境溫과의 差 °C	胸部銅表面溫과 衣表面溫과의 差 °C	表熱量과 熱負債 cal/m ² /hr	衣服의 總斷熱力 I _T clo (S. D.)
	kg	體表面積當 kg/m ²	kg	體表面積當 kg/m ²	kg	體表面積當 kg/m ²							
A	0.769	0.426	0.320	0.177	0.449	0.249	2.24	352.66	32.99	12.77	5.44	39.7857	1.78 (0.03)
B	1.299	0.719	0.710	0.393	0.589	0.326	3.24	263.36	34.36	13.55	6.04	31.7852	2.38 (0.16)
C	1.348	0.747	0.870	0.482	0.478	0.265	3.43	205.57	34.37	13.58	5.63	33.0267	2.29 (0.08)
D	2.107	1.167	0.948	0.525	1.159	0.642	6.80	243.00	34.70	13.96	8.50	30.9268	2.51 (0.15)
E	2.234	1.237	1.282	0.710	0.952	0.527	9.39	264.01	34.56	13.54	8.50	27.6713	2.72 (0.05)
F	0.792	0.439	0.443	0.245	0.349	0.193	2.29	340.11	33.50	12.53	5.16	36.6027	1.90 (0.04)
G	1.038	0.575	0.686	0.380	0.352	0.195	1.91	262.99	33.69	12.85	8.64	36.0549	1.98 (0.03)

Table 4. 諸因子와 衣服의 總斷熱力(I_T)과의 相關

諸因子(x)와 I _T (y)	關 係 式	相 關 係 數
1 全衣服의 重量과 I _T (體表面積當衣重量과 I _T)	y=0.5531x+1.4654 (y=0.9993x+1.4647)	r=0.946*** (r=0.946)***
2 外衣의 重量과 I _T	y=1.0110x+1.4633	r=0.940***
3 內衣의 重量과 I _T	y=0.8949x+1.6696	r=0.816*
4 衣服의 全두께와 I _T	y=0.1077x+1.7719	r=0.880***
5 衣服의 全空氣層의 두께와 I _T	y=0.0446x+3.4538	r=-0.676
6 産熱量+熱負債과 I _T	y=-0.0841x+5.0579	r=-0.989***
7 平均銅表面溫과 I _T	y=0.5118x-15.1912	r=0.942***
8 平均銅表面溫과 環境溫과의 差와 I _T	y=0.5658x-5.2768	r=0.870**
9 胸部의 銅表面溫과 衣表面溫과의 差와 I _T	y=0.2026x+0.9227	r=0.848**

危險率 *** 0.1% 以下 ** 0.2% 以下 * 0.5% 以下

해서는 項目別로 간단히 서술함.

A. 衣服重量

全衣服重量(혹은 體表面積當 衣服重量)이 큰 옷의 경우 I_T가 커졌다. 이 現狀은 稻垣⁵⁾등의 洋服의 경우와 같은 경향이며 著者의 前의 研究¹⁾와도 같은 현상이며, 이번 研究에서는 이것이 보다 확실해졌다. 또 全衣服重量에서도 外衣와 內衣의 두께를 別個로 생각해 보았으나, 어느 경우에 있어서도 I_T와는 높은 相關이 보였다.

여기에서의 衣服重量이란 구두, 금속제 장신구등을 제외한 直接 保溫에 關係하는 衣服의 重量을 의미하며 本實驗에 있어서는 신발·버선·양말등은 一切 고려하지 않은 値임을 밝혀둔다.

B. 衣服의 두께

인간은 環境이 寒冷해짐에 따라 두꺼운 옷을 입든지 혹은 겹쳐입는 옷의 枚數를 늘려 保溫效果를 增加시킨다. 어느 경우에도 衣服의 全重量, 全두께가 커진다. 本實驗을 통해서, 韓服에 있어서도 같은 現狀이 確認되었다.

C. 空氣層의 두께

韓服의 空氣層은 衣服의 斷熱力에 크게 영향을 미치며 이것은 衣服表面의 靜止空氣層과 衣服内部의 空氣層에 따라 결정된다고 생각된다.

즉 공기층의 保溫效果에 관한 실험결과로 알려진 것은, 피부 表面의 성질이 一定할 경우, 熱源에 衣服材

료를 밀착시키면 放熱量은 最大가 되며 熱源과의 사이에 공기층을 만들어 그 공기층의 두께를 增加시켜감에 따라 放熱量은 급격히 감소해, 保溫의이 된다. 그러나 이 공기층이 더욱 더 커지면 공기의 對流 및 亂流가 증가되어 放熱이 커져 공기층의 保溫效果를 감소시킨다.

즉 最小放熱량을 갖는 공기층의 두께는 공기층을 둘러싸는 被服表面의 성질, 형상, 위치, 온도 등에 따라 달라지나, 一定限도의 두께 이상이 되면, 오히려 放熱이 커져 保溫力을 잃는 결과가 된다고 알려져 있다.

또 이 空氣層은 韓服의 特徵中的의 하나로 되어 있으므로 이 공기층의 두께와 I_T 와의 관계를 보기로 했다. 그 결과는 Table 3, 4에서 보이는 바와 같이, 兩者의 사이에는 逆相關이 보였다. 이 결과에서 보면 韓服은 적어도 本實驗衣服으로써의 韓服의 保溫에 직접 영향을 미치는 공기층의 限度는 확실히 定할 수 없었으나 本實驗衣服을 통해서 본 韓服의 공기층의 두께는, 最小放熱량을 갖는 공기층의 限度가 5~15mm라는 一般理論에 비해 保溫에 有效한 一定限도의 두께 이상이었고, 이 過대한 공기층은 still air film으로서의 機能을 잃고 오히려 放熱量의 增大를 가져와 保溫性을 잃은 結果를 초래했다고 생각된다.

D. 平均銅表面溫

이것은 인간의 경우로 말하면, 平均皮膚溫에 해당하는 것으로서 發汗反應이 없는 銅人型을 使用하는 경우에는, 衣服의 斷熱力의 크기에 따라서 직접 영향을 받는 결과가 人間被驗者의 경우에 있어서 보다 확실히 볼 수 있다.

또 平均銅表面溫과 氣溫과의 差와 I_T 와의 관계를 보아도, 밀접한 상관관계에 있었다.

E. 胸部 銅表面溫과 衣服表面溫과의 差

먼저 한복착용시의 胸部, 腹部, 前膊, 大腿, 下腿의 각각의 皮膚溫과 衣服表面溫을 同時에 측정하여, 그때의 皮膚溫과 衣服表面溫과의 差와 I_T 와의 相關을 各部位別로 比較해 보았다¹⁾. 그 결과, 한복의 경우에는 胸部의 皮膚溫과 衣服表面溫과의 差와 I_T 와의 相關이 他部位와의 상관보다 훨씬 높은 相關을 보였으므로, 胸部의 皮膚溫과 衣服表面溫과의 差와 I_T 와의 관계만을 제시한다. 그 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

F. 消費電力(產熱量+熱負債)

電源을 熱源으로하는 銅人型에 있어서의 소비전력이란 인간의 總放熱量에 해당한다. 一定한 皮膚溫을 유지하기 위해서는 保溫力이 적은 옷의 경우에는, 보다 많

은 產熱量이 必要하며, 產熱量이 부족한 경우에는 熱負債는 增大한다.

無風條件下에서 행해진 本研究의 결과에서 消費電力과 I_T 와의 사이에는 매우 밀접한 順相關이 보였다.

또 著者의 또 다른 하나의 實驗²⁾에 의하면 韓服, 洋服 어느 경우에도 그 정도는 서로 다르지만 保溫力은 바람에 의해 低下된다. 따라서 바람의 속도의 증가와 단위 시간당의 소비전력과 사이에는 매우 깊은 逆相關 관계가 확인되었다. 즉 바람의 속도와 보온력과 소비전력은 서로서로 매우 밀접한 相關관계에 있다는 결과를 확인할 수 있었다.

IV. 考 察

의복의 두께, 두께 등과 I_T 와의 관계에 있어서는 前의 報告에서도 記述한 바와 같이 한복과 양복의 사이에는 有意差를 볼 수는 없었지만, 어느 옷에 있어서도 높은 상관성이 보였고, 이것은 本研究에 의해 확인되었다.

특히 韓服의 경우에는 어느 계절에 있어서도 같은 모양이며, 옷감의 조직, 두께 등이 달라질뿐, 거의 같은 섬유질의 옷감이 사용되므로 의복의 모양에 의한 보온력의 差보다 의복의 두께, 두께 등의 差에 따라 크게 영향을 받는다고 생각된다. 따라서 이들 因子를 측정하면, 이들과 I_T 와의 관계식을 이용하여, 多樣한 design의 양복의 경우보다는 좀더 實測值에 가까운 衣服의 斷熱力(insulation of clothing: Icl)을 推定할 수 있다고 생각된다.

특히, 의복중량에 있어서는 本實驗衣服의 경우 Table 1에서 보이는 바와 같이, 纖維의 種類, 옷의 두께, 옷감의 組織 등이 어느정도 다른 상태였는데도, 衣服重量과 I_T 와의 상관성이 밀접해졌다.

이러한 현상을 이용하여, 多樣한 우리의 韓服生活 속에서 의복중량을 指標로 하여, 혹은 이것을 기초로 하여 容易하게 保溫力을 推定할 수 있다고 생각된다.

또 이들중 공기층에 관해서는 결과에서도 記述한 바와 같이 한복의 保溫에 직접 관계하는 有效空氣層의 限度의 究明이 필요하다고 생각된다.

혹시 이것이 究明되면, 體溫調節을 돕는 의복의 機能面에서 보아, 1年中 季節別 氣溫의 變動이 심한 韓國에 있어서의 韓服은 보다 기능적인 冬服, 夏服으로 改善할 수가 있다고 생각된다.

V. 結 論

銅製人體模型을 써서 無風安靜時 7種類의 韓服의 保

溫力을 物理的으로 求해 다음과 같은 結論을 얻었다.

① 衣服全重量과 衣服의 總斷熱力(I_r), 衣服의 全두께와 I_r 의 사이에는 각각 높은 順相關이 확인되었다. 또 兩者간의 關係에 있어서 衣服重量과 衣服의 全두께와의 사이에는 有意差를 발견할 수는 없었다.

② 韓服의 無風安靜時의 保溫力은, 衣服重量으로부터 推定해낼 수 있다는 사실이 강하게 暗示되었다.

[附 記]

이 論文이 되기까지 病室에 계신 채로 끝까지 指導해 주신 現指導教授 戶田嘉秋先生님께 깊이 감사드리며 貴게 韓服의 가치와 관심을 불러 넣어 주신 金粉玉선생님, 또 이 논문을 투고하게 되기까지 여러가지 助成해 주시고 모든 편리를 보아 주신 서울大 農大의 李良厚先生님께 진심으로 감사드리는 바입니다.

引 用 文 獻

- 1) 崔正和, 水梨サワ子; 韓服婦人服의 保溫力에 관한 實驗的研究, 日本家政學會誌에 投稿中.
- 2) 戶田嘉秋; 衣服研究用銅製人體模型의 創作과 그 應用(1), 日本衛生學會誌, 13, 146(1958).
- 3) 戶田嘉秋; 山田好文, 伊藤安信, 衣服研究用銅製模型人體의 創作과 그 應用(2), 日本衛生學會誌, 14, 77(1959).
- 4) 古里孝吉他; 日本文部省科學研究費總合研究實績報告書, 7(1973).
- 5) 稻垣和子; 未發表(日本纖維製品消費科學會編, 戶田嘉秋執筆, 纖維製品消費科學 handbook, 光生館, 364(1975).
- 6) 崔正和, 戶田嘉秋; 韓服과 洋服의 保溫力의 比較, 日本生氣象學會誌; 12, 23(1976).