

綿織物の構成特性과 冷溫感과의
相關性에 관한 研究 (I)

—相對濕度 65% 下에서—

장 지 혜

성균관대학교 생활과학대학 의상학과

**A Study on the Relationship between Structural
Characteristics of Cotton Fabrics and their
Cool-and-Warm Felling (I)**

—at 65% Relative Humidity—

Jee Hye Chang

Dept. of Fashion Design, Sung Kyun Kwan University

(1990. 4.6 접수)

Abstract

The purpose of this study is to experimentally analyze the relationship between structural characteristics of cotton fabrics and their cool-and-warm felling in order to develop more comfortable fabrics.

Comfort in textile products has been emphasized as consumers preferred performance to fashion of clothing.

Thermal comfort of clothing is a basic parameter of the comfort sensation which is usually represented by the cool-and-warm feeling felt by human skin.

Cool-and-warm feeling is perceived by the heat flux which transfers heat energy stored in an object to skin. We feel warm (cool) if the temperature of nerve extremity in skin ascends (descends).

As cool-and-warm feeling determines the comfort sensation of clothing, it is important to develop new comfort fabrics. Although considerable works have been made on the body, clothing, and environment, there has been no research study on the structural characteristics of fabrics and their cool-and warm feeling. Cool-and-warm feeling is closely related to the transient heat transfer property.

This research study used the cotton fabrics manufactured in Korea as sample and measured Q_{max} value with thermal property measuring instrument (Thermo-Labo II type).

*“이 논문은 1989년도 成均學術研究造成費로 이루어진 것임.”

q_{max} values estimated by polynomial regression equation were compared with those observed in this study. This study also identified the structural parameters of cotton fabrics for a specific range of q_{max} values.

The findings of this study can be summarized as follows:

- 1) As the thickness, porosity and air permeability of cotton fabrics increase, q_{max} value decreases.
- 2) As the fabric count and over factor of cotton fabrics increase, q_{max} value also increases.
- 3) q_{max} values have been estimated by simple and polynomial regression equations developed in this study. Regression curves which have been plotted by polynomial regression equations also provided with the range of structural parameters for a specific range of q_{max} values of cotton fabrics.

This study would be significant in that it has identified the structural parameters for the cool-and-warm feeling of cotton fabric at 65% relative humidity.

I. 緒 論

所得의 增大와 더불어 生活水準이 向上되고 소비패턴이 다양해짐에 따라 衣服에 대한 소비자들의 기호가 패션성과 함께 機能性を 강조하는 경향으로 흐르고 있다.

이에 소비자들은 생활패턴에 따른 各種 衣類의 機能性 중에서도 특히 快適성을 요구하게 되었다.

人間이 느끼는 쾌적함이란 어디까지나 主觀的인 現狀이기 때문에 그 감각을 量的으로 나타낸다는 사실은 어려운 일이다¹⁾.

衣服着用時의 快適感으로는 觸感的 快適, 溫熱의 快適, 力學的 快適 등을 들 수 있으며 이 중에서도 溫熱의 快適이 人體의 熱分散效果에 一次的으로 영향을 미치고 있다. 卽 人體는 衣服이라는 환경안에서 에너지 생산과 에너지 소비 間의 均衡을 유지함으로써 快適感을 느끼게 되는 것이다.

衣服과 聯關된 生理的인 快適, 不快適의 程度는 織物의 構造 및 表面特性的 많은 因子들과 相關되고 있다²⁾.

또한 織物을 통한 熱과 水分의 移動特性은 衣服의 溫熱的 機能과 密接하게 關係되며 이 特性은 衣服의 快適感을 左右하는 가장 중요한 因子이다³⁻⁵⁾. 전술한 바와 같이 쾌적감이 강조됨에 따라 學界나 素材開發分野에서는 쾌적성 소재에 대하여 지대한 관심을 갖게 되었으며 그 결과로 이에 대한 연구, 개발이 활발하게 이루어지고 있다⁶⁻⁹⁾.

Engambaram 등¹⁰⁾은 溫度, 濕度, 水分移動量 등을 변

화시킬 때 對流와 輻射의 影響까지도 고려한 METT 裝置를 利用하여 各種 素材의 熱移動量을 測定하고 있다.

Kawabata 등¹¹⁻²²⁾은 布의 熱, 水分移動特性 測定裝置를 試作하고 過渡의 熱傳道에 대한 理論과 分析을 기초로 하여 測定機構를 製作하였다. Niwa 등²³⁻²⁷⁾은 이 器具를 사용하여 含水布의 熱傳導性을 測定하였고, 接觸冷溫感에 대한 基礎實驗을 행했다. 또한 衣服材料의 過渡의 熱傳導特性과 冷溫感은 官能試驗 結果와 높은 相關이 있음을 확인했다.

특히 Kawabata 등¹⁴⁻¹⁶⁾은 織物의 冷溫感을 客觀的으로 評價할 수 있는 裝置를 試作하고 이 裝置 내에서 織物과 定溫度熱板이 接觸할 때 熱이 織物을 通하여 이동하는 양을 시간의 함수로 측정하였다. 측정 결과에 의하면 이동하는 열량은 織物의 定溫度熱板에 接觸한 순간부터 0.2sec에 이를 때 최대 열량에 도달함을 알았고 이때의 열량을 q_{max} 라고 정의했다. 이 값은 官能試驗에 의한 冷溫感의 順位와 相關이 매우 큼이 확인되었다. Harada 등^{28,29)}은 水分과 熱의 移動特性에 關한 研究의 一環으로 衣服內 氣候 Simulation 裝置를 開發하여 實際的으로 被服類의 着用感을 분석한 보고를 제시하고 있다.

人體가 織物에 接觸했을 때 皮膚가 느끼는 冷感과 溫感은 氣溫에 따라 要求가 다르겠으나 이것은 皮膚에 織物이 接觸된 순간 극히 短時間內에 느낄 수 있는 接觸冷溫感이며, 體溫이 織物에 흡수된 過渡的인 熱移動現像(熱吸收) 때문이라고 본다. 冷溫感은 織物의 表面의 有效接觸面積과도 關係되지만 表面狀態와도 關係하고

음은 오래전에 提示되었다.

被服의 快適感 중 一次的인 溫熱의 快適은 接觸冷溫感으로서 判斷된다.

이에 본 연구는 綿織物의 構造의 特性과 冷溫感의 關係를 實驗的으로 研究 分析하여 綿織物의 구조적인 特性치를 가지고 冷溫感 값을 구하고 또한 원하는 冷溫感 값에 따라 면직물의 구조적인 Parameter를 찾는 데 그 목적을 두고 있다.

Kawabata¹⁴⁻¹⁶⁾에 의하여 冷溫감의 尺度로 쓰이는 q_{max} 值에 대한 연구는 활발하다. 실제로 기업에서도 素材別로 q_{max} 에 대한 검토를 시도하고 있다. 그러나 이를 연구 중에서도 직물의 구조특성과 q_{max} 와의 關係에 關한 점은 연구되고 있지 않은 실정이므로 綿織物의 구조적인 特性和 q_{max} 間的 關係分析은 快適性 素材 개발에 기본적인 資料가 될 것이다.

衣服構成의 順序와 方法을 基準으로 市中에서 消費量이 많은 綿織物原緞을 가능한 대로 構造特性에 差를 두어서 39點을 수집하고 規格試驗을 거쳐서 檢討하고자 하는 項目인 두께, 밀도, cover-factor, 氣孔度, 通氣性 등

Table 1. Measurement Methods of Fabric Characteristics

Characteristic	Method
Yarn	KS K 0415
Thickness	KS K 0506
Fabric Count	ASTM D123-74a
Weight	KS K 0514
Air Permeability	KS K 0570
Cover factor	$K_1 = \frac{n_1}{\sqrt{N_1}} \quad K_2 = \frac{n_2}{\sqrt{N_2}}$ $Kt = K_1 + K_2 - \frac{K_1 \times K_2}{K_0}$ <p>Where, K : Cover factor ($K_0=28$) n : Yarns Per Inch N : Yarn Size Subscript 1 Stands for Warp 2 Stands for Weft t Stands for Cloth</p>
Porosity	$\text{Porosity} = 1 - \frac{\text{fabric bulk density}}{\text{fiber bulk density}} \times 100 (\%)$ <p>Where, fabric bulk density = $\frac{\text{Weight}}{\text{Thickness}}$</p>

을 測定하였다. 冷溫感은 織物의 氣孔을 통한 熱·水分 移動特性과 밀접한 關係가 있으므로 相對溫度의 차를 두었고 기존의 q_{max} 장치를 써서 q_{max} 值를 測定하였고 測定結果는 表面分析方法으로 처리하였다.

그 결과 綿織物의 구조적 Parameter와 q_{max} 值간의 多項回歸式에서 구조적인 特性의 實測值를 가지고 q_{max} 치를 추정하며, 추정된 회귀식에 의하여 曲線그래프를 도시하고, 이 回歸曲線을 이용하여 필요로 하는 綿織物의 q_{max} 值의 범위에 대한 構造의 特性의 범위를 찾을 수 있다. 또한 綿織物의 各各의 構造의 特性들이 冷溫感에 미치는 影響을 알기 위하여 q_{max} 值와 構造의 特性 間的 單순회귀식을 구하고 그 影響을 검토하였다.

여기서는 65% R.H를 중심으로 제시한다.

II. 實驗材料 및 實驗方法

1. 實驗材料

국내에서 시판중인 綿織物 39종을 구입하여 Table 1에 보인 方法으로 特性을 실험했고 측정된 측정치는 Table 2과 같다.

2. 織物의 冷溫感과 그의 測定

1) 冷溫感과 q_{max}

사람의 皮膚에 外部의 物體가 接觸되면 사람은 冷感 또는 溫感을 느낀다. 이는 사람이 그들의 피부를 媒介로 해서 物體와 人體 사이에 熱의 接受가 있었기 때문이다.

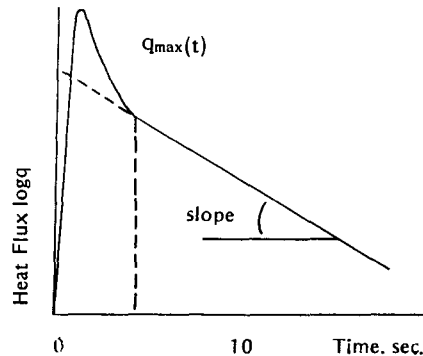


Fig. 1. A typical heat flux under the constant hot plate temperature.

Table 2. Characteristics of the Specimen

Sample Cord	Weave	Yarn Count (Ne)	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)	Fabric Count (T/inch)	Air Permeability (cm ² /cm ³ .min)	Cover factor			Porosity (%)
							Wp	Wf	Cloth.	
1	Plain	60 X 60	0.136	86.8	129 X 96	1228.5	16.7	12.4	21.7	59.6
2	Plain	76 X 94	0.183	92.9	144 X 107	2431.8	16.6	11.0	21.1	67.9
3	Plain	30 X 30	0.213	128.7	87 X 74	53.6	15.9	13.5	22.7	61.8
4	Plain	60 X 60	0.191	207.3	135 X 95	4319.6	17.4	12.3	22.1	31.3
5	Plain	40 X 40	0.202	129.0	129 X 107	338.6	20.4	16.9	25.0	59.6
6	Plain	35 X 36	0.246	121.7	100 X 65	3385.7	16.9	10.9	21.2	68.7
7	Plain	40 X 40	0.241	125.8	148 X 70	991.7	23.4	11.1	25.2	67.0
8	Plain	40 X 40	0.245	129.3	128 X 96	1062.9	20.2	15.2	24.4	66.6
9	Plain	40 X 40	0.239	132.3	145 X 82	715.3	22.9	13.0	25.3	65.0
10	Plain	40 X 40	0.244	151.0	148 X 82	2.23	23.4	13.0	25.5	60.8
11	Plain	30 X 30	0.269	133.0	94 X 73	2601.5	17.2	13.3	22.3	68.7
12	Plain	30 X 30	0.268	132.3	102 X 64	2718.3	18.6	11.7	22.5	68.8
13	Plain	48 X 41	0.266	116.1	145 X 72	983.7	21.0	11.3	23.8	72.4
14	Plain	37 X 30	0.293	13.2	15 X 14	28224.0	2.5	2.5	4.8	97.1
15	Plain	30 X 30	0.287	118.6	84 X 64	4814.6	15.3	11.7	20.6	73.8
16	Plain	32 X 30	0.301	148.3	130 X 63	105.3	23.0	11.5	25.0	68.8
17	Plain	20 X 20	0.328	183.7	90 X 63	1228.5	20.1	14.1	24.1	64.6
18	Plain	23 X 19	0.356	143.1	63 X 59	3066.3	13.3	13.5	20.4	74.6
19	Plain	25 X 27	0.381	66.0	35 X 29	26932.1	6.9	5.6	11.2	89.0
20	Plain	25 X 25	0.407	82.4	44 X 39	16916.4	8.6	7.7	14.1	87.2
21	Plain	20/2 X 10	0.410	217.8	57 X 38	1344.3	18.0	12.0	22.3	66.4
22	Plain	14 X 14	0.393	206.2	66 X 55	1493.5	17.6	14.7	23.1	66.8
23	Plain	20 X 20	0.395	164.8	74 X 54	1623.0	16.5	12.1	21.5	73.6
24	Plain	10 X 10	0.406	219.1	112 X 39	1025.0	35.4	12.3	26.3	65.9
25	Plain	21/2 X 21/2	0.443	246.0	68 X 38	774.1	20.9	11.6	23.8	64.9
26	Plain	20/2 X 23/2	0.500	288.2	68 X 50	97.7	21.0	14.8	24.7	63.5
27	Plain	11 X 12	0.555	301.4	78 X 54	275.9	23.6	15.9	26.1	65.6
28	twill	45 X 50	0.266	141.1	148 X 97	1172.3	22.0	13.7	24.9	66.4
29	twill	40 X 34	0.320	132.6	104 X 69	2738.2	16.5	11.8	21.4	73.8
30	twill	23 X 25	0.422	212.2	119 X 65	839.0	24.7	13.1	26.2	68.2
31	twill	16 X 16	0.498	270.1	103 X 65	417.9	25.8	16.3	27.1	65.7
32	twill	20/2 X 20/2	0.561	302.6	81 X 45	365.8	25.6	14.2	26.8	65.9
33	twill	12 X 11	0.584	255.6	71 X 42	1149.8	20.8	12.8	24.1	72.3
34	twill	14 X 16	0.602	250.7	96 X 52	662.0	25.7	13.2	26.8	65.9
35	twill	11 X 10	0.744	319.1	83 X 49	328.3	25.5	15.5	26.9	72.9
36	twill	6 X 7	0.958	454.2	70 X 47	447.1	28.1	17.6	28.0	70.0
37	sateen	60 X 60	0.230	108.9	198 X 92	1918.6	25.6	11.9	26.6	70.0
38	sateen	40 X 40	0.288	142.2	165 X 80	1318.3	26.1	12.6	27.0	68.7
39	sateen	16 X 16	0.448	225.5	95 X 66	484.5	23.8	16.5	26.3	68.1
Mean	—	— --	0.367	176.9	165.7	3069.4	20.1	12.7	23.2	69.4

그러므로 冷溫感은 熱流에 의한 사람의 感覺變化라고 생각할 수 있다. 그러나 熱流는 物理量이지만 感覺은 官能量이므로 이들 두 量을 直接 數量化해서 대응시키는 방법은 아직 없었다.

最近에 人體 皮膚과 物體사이의 熱移動을 묘사한 裝置가 개발되고 있으며 이 裝置를 써서 皮膚과 物體사이의 過渡的 熱移動量을 측정하는 연구가 있었다.

Fig. 1은 이 裝置로 측정된 皮膚-物體간의 過渡 熱移動曲線이며 그림에서 보인 最大熱流束 q_{max} 를 冷溫感을 나타내는 基準值로 규정하고 있다.

이와 같이 측정된 q_{max} 값과 織物의 冷溫感에 대해 官能試驗한 結果를 統計的 方法에 의하여 聯關性分析을 하여 q_{max} 값이 냉온감의 官能試驗值와 相關이 큰것을 확인했으며 q_{max} 값은 織物의 表面層의 狀態에 따라서 변화하

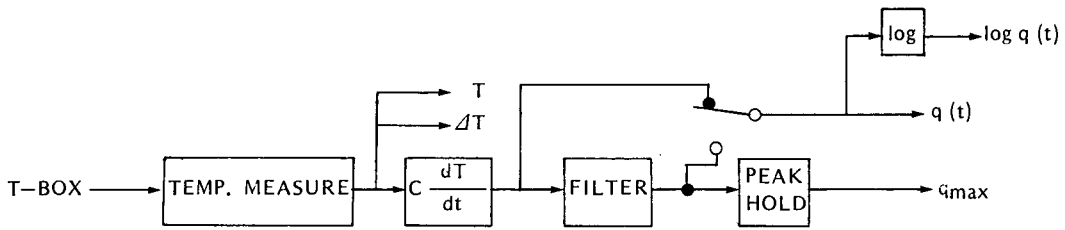


Fig. 2. Block diagram of Thermo-Labo II.

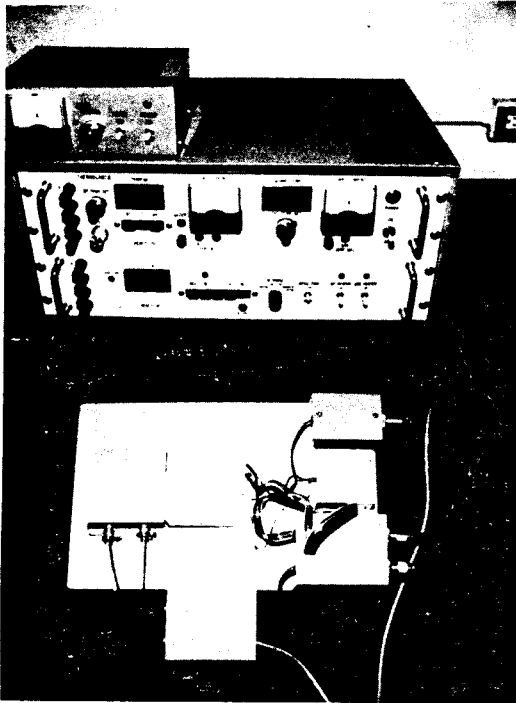


Fig. 3-1. Photograph of Thermo-Labo II.

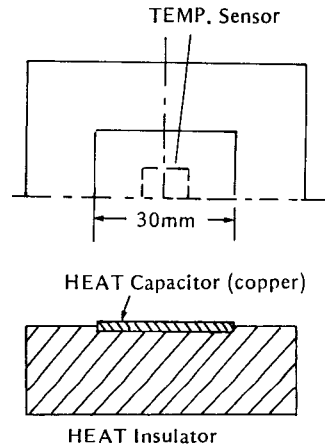


Fig. 3-2. Cross Sectional Diagram of T-Box.

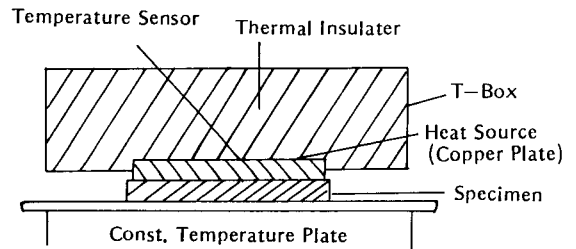


Fig. 3-3. Contact Method of Specimen to T-Box.

고 걸친 枚數에는 의존하지 않고 또 습水率에 따라서 변화함을 알아냈다.

2) q_{max} 의 測定

Fig. 2는 q_{max} 값을 測定하는 裝置(商品名 Thermo-Labo II, KATD TECHNICAL CO., LTD.)의 블럭線圖이다.

온도가 T_1 이 되도록 加熱한 T-Box의 測定面을 온도 T_2 인 織物의 表面에 接觸시키면 ($T_2 < T_1$, $T_1 - T_2 = \Delta T$) T-Box의 측정면에서 직물면으로 熱流가 移動한다. 이동되는 熱流는 微分演算要素를 거쳐서 熱流를 시간의 측정된 수로 변화시킨 다음 時定數가 0.2 sec인 一次遲

延 要素인 filter를 거쳐서 측정된 q_{max} 값이 記錄計에 지시되도록 되어 있다. 이 filter는 인체의 皮膚가 물체에 접촉할 때에 느끼는 냉온감과 유사하다고 생각되는 熱移動을 模擬하고 있다. q_{max} 는 銅板初期溫도와 試料溫도와 의 차에 비례하고 또 接觸壓에도 관계하며 標準測定時의 壓力은 10 g/cm^2 이다. 試料를 올려 놓은 Water-Box에 연결된 Water-Pipe에는 계속 室溫과 같

溫도의 물을 흘려보내고 있다.

Fig. 3-1은 이 裝置의 外形이고 Fig. 3-2는 T-Box의 정면과 斷面이며 Fig. 3-3은 T-Box의 측정면과 織物 접촉방법을 보인 것이다.

試料는 일정한 환경조건(R.H. 65% 20°C)에서 24時間 지난 후 표준상태의 實驗室에서 1초 以內에 q_{max} 값을 定하였다. 各 試料(3cm×3cm)當 試片을 3枚씩 하 3回 測定하고 平均值를 취하였다.

Table 3. q_{max} Value at 65% Relative Humidity (cal/cm². sec)

R.H. (%) Sample Cord	65	R.H. (%) Sample Cord	65
1	0.218	21	0.163
2	0.217	22	0.167
3	0.233	23	0.150
4	0.214	24	0.159
5	0.246	25	0.191
6	0.202	26	0.184
7	0.190	27	0.178
8	0.188	28	0.192
9	0.201	29	0.177
10	0.233	30	0.169
11	0.188	31	0.174
12	0.182	32	0.149
13	0.184	33	0.133
14	0.085	34	0.126
15	0.170	35	0.110
16	0.181	36	0.133
17	0.178	37	0.196
18	0.150	38	0.170
19	0.093	39	0.167
20	0.107	Mean	0.173

III. 結果 및 考察

1. 結果

1) q_{max} 의 측정 결과

Table 3은 본 실험에 사용된 직물의 q_{max} 값이고, Table 4는 직물특성의 평균치와 65% R.H.의 q_{max} 값 평균치이다. Table 5는 직물 특성치와 q_{max} 값 간의 상관 관계를 보인 것이다.

2. 考察

Table 3에 제시된 측정결과와 밀도, cover factor, 氣孔度간의 상관을 검토하기 위하여 多項回歸分析을 하였다.

또한 두께, 밀도, cover factor, 氣孔度, 通氣性의 다섯가지 특성이 각기 q_{max} 에 미치는 영향을 알 수 있도록 單純回歸分析도 했다.

끝으로 밀도, cover factor, 氣孔度 중 두개씩 組合해서 多項회귀분석하였고, 여기서 구한 회귀식에 따라서 곡선그래프를 도시하였다.

다항회귀분석에 있어서는 q_{max} (Y)를 從屬變數로 하고 구조적인 특성 중 밀도(X_1), cover factor (X_2), 氣孔度(X_3)를 獨立變數로 했으며 單純회귀분석에 있어서는 구조특성(X)을 독립변수로 하였다.

1) 多項回歸分析(獨立變數 三個인 경우)

직물의 냉온감은 직물을 구성하고 있는 섬유 종류, 經緯絲의 밀도, cover factor, 氣孔度, 두께 및 通氣性 등에 따라서 영향을 받을 것은 틀림없는 사실이다. 또한 이를 직물의 구조특성은 각각 독립되어서 냉온감에 영향을 끼친다고 생각할 수 없다.

그런데 이들 다섯가지 구조특성 중에서 두께는 經緯絲의 굵기와 밀도, cover factor에 의하여 결정되며, 또한

Table 4. Statistics of Characteristics and q_{max}

Factor Statistic	Thickness mmT	Fabric Count (T/inch)	Air Permeability (cm ³ /cm ² .min)	Cloth Cover factor	Porosity (%)	q_{max}
Mean	0.367	165.692	3069.382	23.152	69.377	0.173
Std. Devi.	0.167	57.987	6397.456	4.503	7.568	0.037
C. V.	45.504	34.997	208.428	19.450	10.909	21.387

Table 5. Correlation Coefficients between Characteristics and Q_{max}

Factor	Thickness (mm)	Fabric Count (T/inch)	Air Permeability (cm ³ /cm ² .min)	Cloth Cover factor	Porosity (%)	Q_{max}
Thickness	1.000					
Fabric Count	-0.091	1.000				
Air Permeability	-0.542	-0.527	1.000			
Cloth Cover factor	0.277	0.517	-0.919	1.000		
Porosity	0.182	-0.550	0.667	-0.611	1.000	
Q_{max}	-0.606	0.748	-0.599	0.434	-0.779	1.000

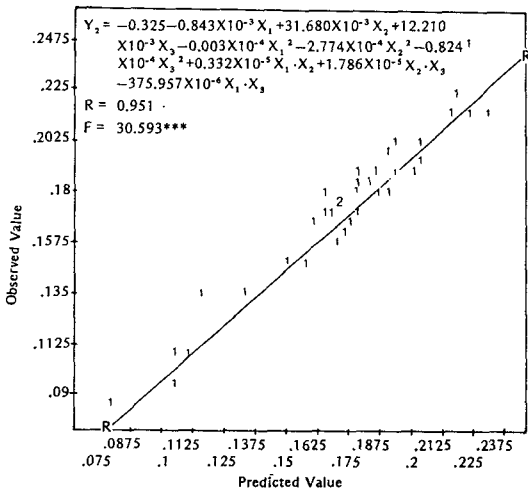


Fig. 4. Relationship between Observed Value and Predicted Value of q_{max} by Fabric Count, Cover Factor and Porosity at 65% R.H..

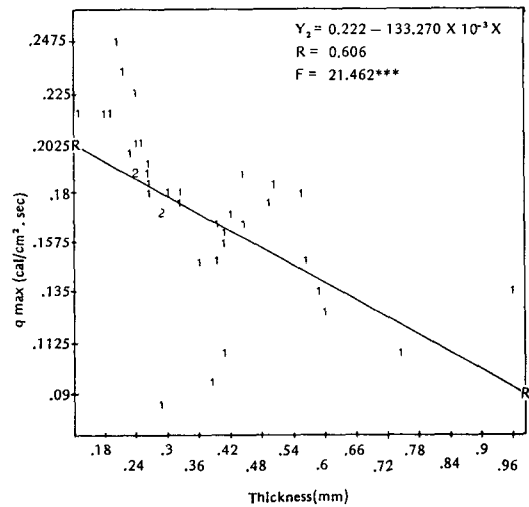


Fig. 5. Relationship between q_{max} and Thickness at 65% R.H..

이미 연구된 결과에 의하면 두께는 냉온감에 직접적인 영향을 주지 않는다는 결과가 있으므로^{15,17)}, 밀도, cover factor 및 氣孔度의 세가지 특성이 냉온감에 미치는 영향을 실험적으로 규명하기 위하여 二次多項回歸分析을 했다. 면직물의 q_{max} (Y)를 종속변수로 하고 밀도(X_1), cover factor(X_2), 氣孔度(X_3)를 독립변수로 하였다. 식 (1)은 65% R.H.에서 구한 이차다항회귀식이다.

$$Y = -0.325 - 0.843 \times 10^{-3} x_1 + 31.680 \times 10^{-3} x_2 + 12.210 \times 10^{-3} x_3 - 0.003 \times 10^{-4} x_1^2 - 2.774$$

$$\times 10^{-4} x_2^2 - 0.824 \times 10^{-4} x_3^2 + 0.332 \times 10^{-5} x_1 \cdot x_2 + 1.786 \times 10^{-5} x_2 \cdot x_3 - 375.957 \times 10^{-6} x_1 \cdot x_3 \dots (1)$$

Fig. 4는 식 (1)에 의한 추정치와 Table 3의 측정치를 대비한 상관도로서 추정치와 측정치간에는 有意水準 1%에서 상관 계수 0.9이상의 높은 상관이 있었다.

따라서 식 (1)은 직물의 原絲密度, cover factor, 氣孔度가 정해져 있을 때 냉온감의 지표인 q_{max} 값을 추정하는데 충분하며 변수들 상호간의 data를 가지고 변수값을 찾는 데 실용성 있는 다항회귀식이라고 여겨진다.

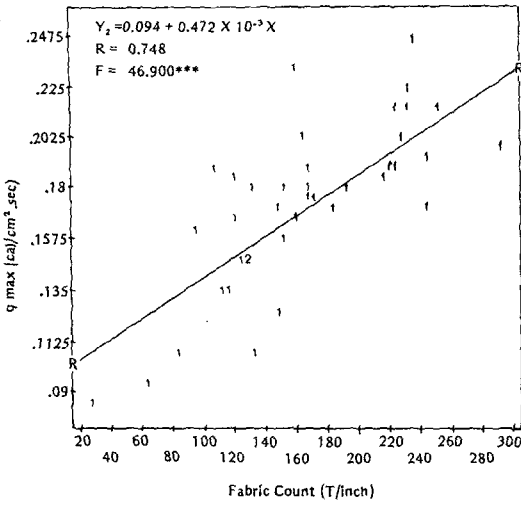


Fig. 6. Relationship between q_{max} and Fabric Count at 65% R.H..

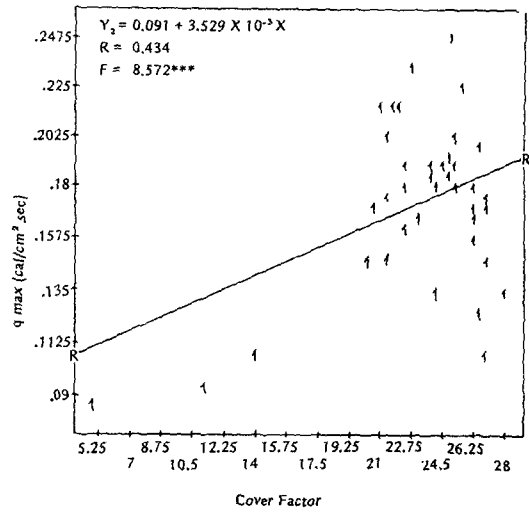


Fig. 7. Relationship between q_{max} and Cover Factor at 65% R.H..

2) 단순회귀분석

다항회귀분석 결과는 특정요인의 변화에 따른 냉온감의 변화를 직접 측정하기가 힘들다. 그러나 여러가지 직물구조 특성이 냉온감의 변화경향에 어떤 영향을 주는지를 알아야 할 필요가 있다. 그러므로 다섯가지 직물특성이 각각 獨立해서 冷溫感에 미치는 영향을 分析하기 위해서 單純回歸分析을 했다.

Fig. 5~9는 65% R.H.에서 그 결과를 제시한 도표들이다.

Fig. 5에서 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

냉온감은 두께의 증가와 더불어 감소하는 경향을 보이는데 이는 q_{max} 치의 減少가 溫感의 增加를 가져오고 또 두께의 증가로 保溫傾向을 크게 한다는 사실과 對比할 때 타당한 실험결과임을 알 수 있다. 衣服을 통한 熱流의 메카니즘은 주로 傳導, 輻射에 의하여 두께와 상관성이 높다는 Farnworth³⁰⁾의 보고와 또한 일치하고 있다.

식 (2)는 두께의 변화에 대한 q_{max} 값을 추정하는데 충분하다고 믿는다.

$$Y = 0.222 - 133.270 \times 10^{-3}x \dots\dots\dots(2)$$

$$R = 0.606$$

Fig. 6, 7에서 보면 밀도와 cover factor의 증가에 의한 q_{max} 값의 증가경향을 알 수 있다.

밀도의 증가에 따라서 순간열이동량이 증가함을 뜻하는데 이는 직물을 구성하는 纖維實質에 의한 傳導가 크

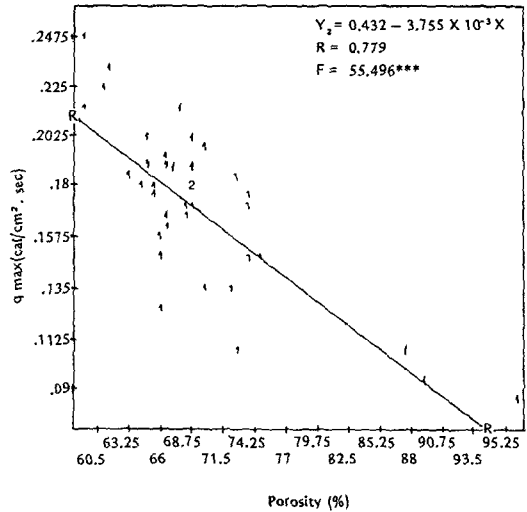


Fig. 8. Relationship between q_{max} and Porosity at 65% R.H..

게 된 때문이라고 믿어진다.

식 (3)은 직물의 밀도변화에 따라서 q_{max} 값을 추정할 수 있고 식 (4)는 직물의 cover factor의 변화에 따라 q_{max} 값을 추정하는데 충분하다고 인정된다.

$$Y = 0.094 + 0.472 \times 10^{-3}x \dots\dots\dots(3)$$

$$R = 0.748$$

$$Y = 0.091 + 3.529 \times 10^{-3}x \dots\dots\dots(4)$$

R = 0.434

Fig. 8에서 氣孔度와 q_{max} 의 관계를 볼 때 기공도의 증가는 q_{max} 값의 감소 경향을 가져옴을 알 수 있다. 그 이유는 다음과 같이 생각할 수 있다.

織物氣孔內에 있는 공기의 열저항은 섬유 열저항보다 크다. 그러므로 기공도의 증가가 q_{max} 값의 감소를 가져오는 것은 당연하다.

식 (5)는 직물의 기공도 변화에 따른 q_{max} 값을 추정하는데 충분하다고 인정된다.

$$Y = 0.432 - 3.755 \times 10^{-3}x \dots\dots\dots(5)$$

R = 0.779

직물의 통기성 저항은 열, 수분 이동특성에 미치는 효과가 크며³¹⁾, 직물의 통기성은 구조적인 특성과 관계되므로³²⁾ 통기성과 q_{max} 와의 관계를 검토해 본 결과 통기성의 증가는 q_{max} 값의 감소를 가져옴을 Fig. 9에서 알 수 있다.

식 (6)은 직물의 通氣性에 따라서 q_{max} 값을 推定하는데 有效하다고 인정된다.

$$Y = 0.183 - 0.003 \times 10^{-3}x \dots\dots\dots(6)$$

R = 0.599

3) 多項回歸分析 (獨立變數 二個인 경우)

식 7~9는 q_{max} (Y)와 밀도 (X_1), cover factor (X_2),

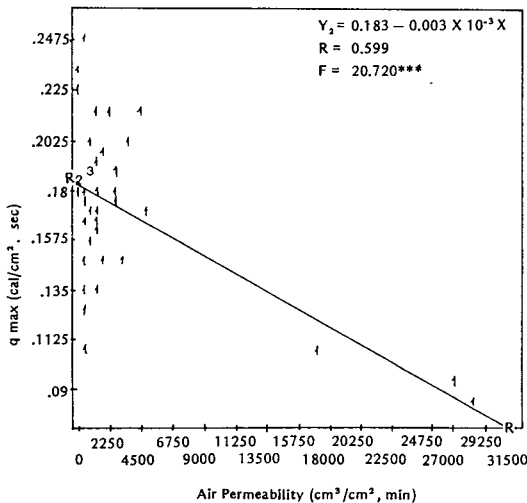


Fig. 9. Relationship between q_{max} and Air Permeability at 65% R.H..

氣孔度 (X_3)의 세가지 직물구조 특성을 가지고 두 가지 특성씩 조합해서 二次多項回歸分析한 回歸式이다

$$Y = 0.067 \times 10^{-2} + 1.122 \times 10^{-3}x_1 + 7.442 \times 10^{-3}x_2 - 0.009 \times 10^{-4}x_1^2 - 1.737 \times 10^{-4}x_2^2 - 1.548 \times 10^{-5}x_1 \cdot x_2 \dots\dots\dots(7)$$

R = 0.814

$$Y = -44.019 \times 10^{-2} + 23.920 \times 10^{-3}x_2 + 17.680 \times 10^{-3}x_3 - 2.434 \times 10^{-4}x_2^2 - 1.256 \times 10^{-4}x_3^2 - 26.710 \times 10^{-5}x_2 \cdot x_3 \dots\dots\dots(8)$$

R = 0.859

$$Y = -39.805 \times 10^{-2} + 1.843 \times 10^{-3}x_1 + 14.480 \times 10^{-3}x_3 + 0.002 \times 10^{-4}x_1^2 - 0.973 \times 10^{-4}x_3^2 - 2.430 \times 10^{-5}x_1 \cdot x_3 \dots\dots\dots(9)$$

R = 0.859

Fig. 10은 Table 3에 제시된 q_{max} 의 실측치를 가지고 직물의 원사밀도와 cover factor가 냉온감에 미치는 영향을 알게 한 표면분석도이다. 식 (7)에 의한 q_{max} 의 추정치와 측정치를 대비한 것이다.

Fig. 11은 식 (7)은 도시화한 그림으로서 바라는 q_{max} 값을 얻을 수 있는 밀도와 cover factor 값의 범위를 구하는데 쓰일 수 있는 곡선회귀도표이다.

Fig. 12는 cover factor와 기공도가 냉온감에 미치는

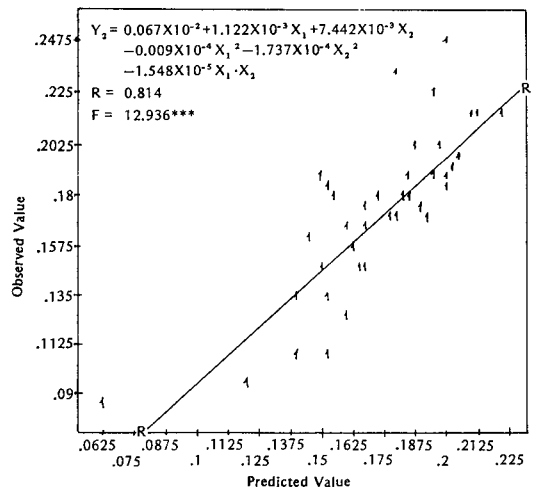


Fig. 10. Relationship between Observed Value and Predicted Value of q_{max} by Fabric Count and Cover Factor at 65% R.H..

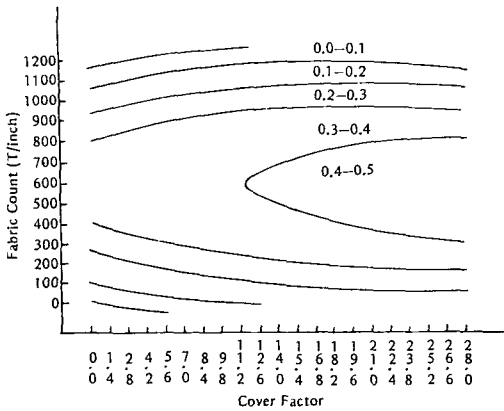


Fig. 11. The Range of Fabric Count and Cover Factor for q_{max} Value at 65% R.H..

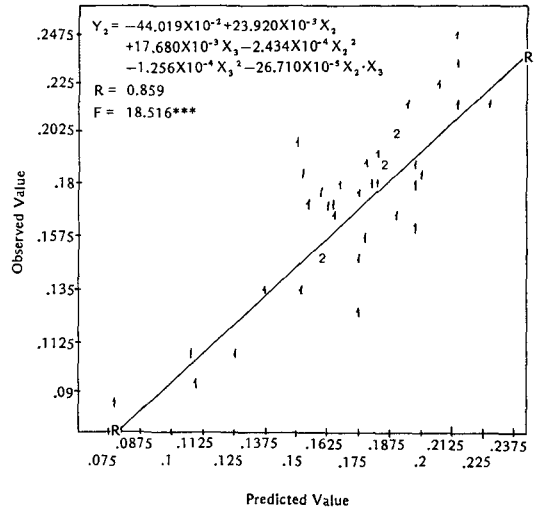


Fig. 12. Relationship between Observed Value and Predicted Value of q_{max} by Cover Factor and Porosity at 65% R.H..

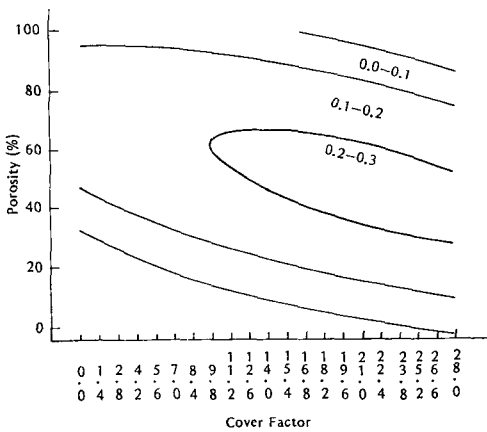


Fig. 13. The Range of Porosity and Cover Factor for q_{max} Value at 65% R.H..

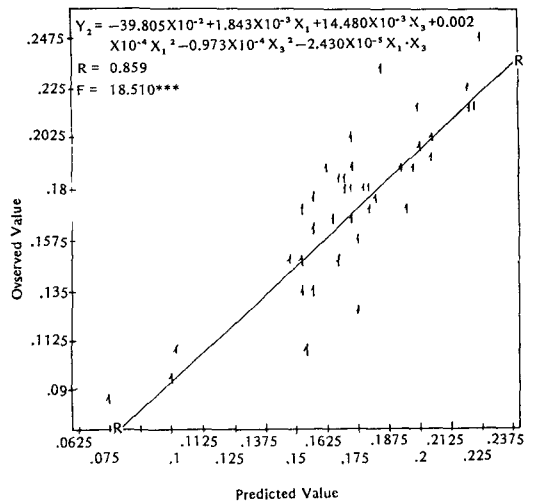


Fig. 14. Relationship between Observed Value and Predicted Value of q_{max} by Fabric Count and Porosity at 65% R.H..

경향을 제시한 도표로서 식 (8)에 의한 q_{max} 의 추정치와 측정치를 대비한 상관도이다.

Fig. 13은 식 (8)을 도시화한 회귀곡선이며 이 도표에서 필요로 하는 q_{max} 값을 유도할 수 있는 cover factor와 기공도의 범위를 제시해 주고 있다.

Fig. 14는 밀도와 기공도를 조합하여 식 (9)에 의한 I_{max} 의 추정치와 측정치를 대비한 도표이다.

Fig. 15는 식 (9)를 도시화한 회귀곡선으로서 특정한 I_{max} 값을 구할 수 있는 밀도와 기공도의 범위를 정해 주고 있다.

세가지 섬유특성 중 두가지만 가지고 냉온감의 지표인 q_{max} 를 추정하는데 다항회귀분석(독립변수 3개인 경우) 결과를 보조해서 쓰는데 충분하다고 믿는다.

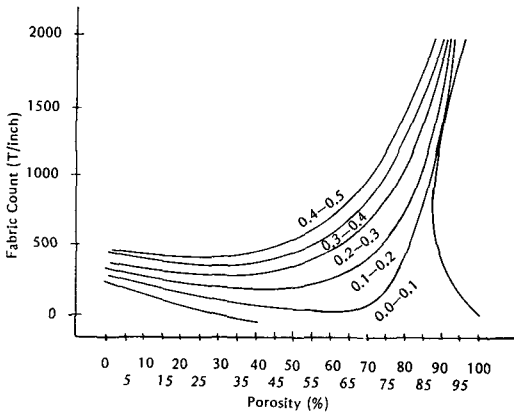


Fig. 15. The Range of Fabric Count and Porosity for q_{max} Value at 65% R.H..

IV. 結 論

織物の冷温感の尺度인 q_{max} 가 직물의 구조특성인 두께, 밀도, cover factor, 氣孔度, 通氣性에 의해 받는 영향을 실험적으로 규명하기 위하여 기존의 순간열이동량 측정기인 Thermo Laba II를 이용하여 면직물을 그 구조특성에 차이를 두고 39점을 수집하여 온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 相對濕度 65%에서 순간열이동량 최고치를 측정하였다.

실험치를 회귀분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. q_{max} 치와 면직물의 각 parameter와의 관계는 다음과 같다.

- 1) 두께가 커질수록 q_{max} 치는 감소한다.
- 2) 밀도가 커질수록 q_{max} 치는 증가한다.
- 3) cover factor와 q_{max} 치는 정비례한다.
- 4) 기공도가 상승함에 따라 q_{max} 치는 하강한다.
- 5) 통기성이 증가함에 따라 q_{max} 치는 감소한다.

2. 면직물의 q_{max} 치와 밀도, cover factor, 기공도간의 多項回歸式은 다음과 같다.

$$Y = -0.325 - 0.843 \times 10^{-3}x_1 + 31.680 \times 10^{-3}x_2 + 12.210 \times 10^{-3}x_3 - 0.003 \times 10^{-4}x_1^2 - 2.774 \times 10^{-4}x_2^2 - 0.824 \times 10^{-4}x_3^2 + 0.332 \times 10^{-5}x_1 \cdot x_2 + 1.786 \times 10^{-5}x_2 \cdot x_3 - 375.957 \times 10^{-6}x_1 \cdot x_3$$

3. 면직물의 q_{max} 치와 두께, 밀도, cover factor, 기공도 및 통기성간의 단순회귀식은 다음과 같다.

- 1) 두께의 변화에 대한 q_{max} 값
 $Y = 0.222 - 133.270 \times 10^{-3}x$
- 2) 밀도변화에 대한 q_{max} 값
 $Y = 0.094 + 0.472 \times 10^{-3}x$
- 3) cover factor의 변화에 따른 q_{max} 값
 $Y = 0.091 + 3.529 \times 10^{-3}x$
- 4) 기공도 변화에 따른 q_{max} 값
 $Y = 0.432 - 3.755 \times 10^{-3}x$
- 5) 통기성 변화에 따른 q_{max} 값
 $Y = 0.183 - 0.003 \times 10^{-3}x$

4. 면직물의 q_{max} 치(Y)와 밀도(X_1), cover factor(X_2), 氣孔度(X_3) 중 두개의 특성치를 組合하여 유도한 多項回歸式은 다음과 같다.

$$Y = 0.067 \times 10^{-2} + 1.122 \times 10^{-3}x_1 + 7.442 \times 10^{-3}x_2 - 0.009 \times 10^{-4}x_1^2 - 1.737 \times 10^{-4}x_2^2 - 1.548 \times 10^{-5}x_1 \cdot x_2$$

$$Y = -44.019 \times 10^{-2} + 23.920 \times 10^{-3}x_2 + 17.680 \times 10^{-3}x_3 - 2.434 \times 10^{-4}x_2^2 - 1.256 \times 10^{-4}x_3^2 - 26.710 \times 10^{-5}x_2 \cdot x_3$$

$$Y = -39.805 \times 10^{-2} + 1.843 \times 10^{-3}x_1 + 14.480 \times 10^{-3}x_3 + 0.002 \times 10^{-4}x_1^2 - 0.973 \times 10^{-4}x_3^2 - 2.430 \times 10^{-5}x_1 \cdot x_3$$

參 考 文 獻

- 1) Slater, K., The Assessment of Comfort, *J. Textile Inst.* 77(3), 161, 1986.
- 2) Julia, E.S., The Comfort of Clothing, *Textiles*, 15(1), 23, 1986.
- 3) 原田隆司, 土田和義, 衣服の水分と熱のトランスポート 特性に関する研究動向, *機消誌*, 22, 406, 1981.
- 4) 田中道一, 纖維集合体における水分・熱・空気のトランスポート特性, *機機誌*, 26(1), 17, 1983.
- 5) 鈴木淳, 大平通泰, 湿润布の熱傳導率に関するモデル的檢討, *機機誌*, 30(9), 51, 1977.
- 6) 鄭燦珠, 李順媛, 編成物の 超毛加工이 着用感에 미치는 영향, *韓國衣類學會誌*, 12, 285, 1988.
- 7) 登倉尋實, 決適さの温熱生理學, *機消誌*, 25(7), 23, 1984.
- 8) 中島利誠, 被服の温熱生理學について, *衣生活研究*, 9(2), 8, 1982.

- 原田隆司, 土田和義, 繊維素材と決選性, 織消誌, 25(12), 24, 1984.
- Egambaram, E., Afify, E.M. and ALY, EL-Shiekh, Heat Transfer in False-Twist Texturing, *Textile Res. J.*, 44 803, 1974.
- 川端季雄, 衣服用布地の力學性能と風合い, 繊維材料研究會, 5, 1988.
- 川端季雄, 赤木陽子, 衣服用布の冷温感と熱吸収特性との關係について, 織機誌, 30(1), 83, 1977.
- 川端季雄, 布の熱特性試験装置サーモラボの試作とその應用, 第33回 繊維機械學會年次大會講演要旨集, 1980.
- 米田守宏, 川端季雄, 過渡的熱傳導の解析とその應用 第1報, 基礎的解析と熱傳導率熱擴散率の測定への應用, 織機誌, 34(9), 45, 1981.
- 米田守宏, 川端季雄, 過渡的熱傳導の解析とその應用 第2報, 皮膚の過渡的熱傳導と冷温感との關係についての理論的考察, 織機誌, 34(10), 39, 1981.
- 米田守宏, 川端季雄, 過渡的熱傳導の解析とその應用 第3報, 二層問題の解析, 織機誌, 34(12), 56, 1981.
- Kawabata, S. and Yoneda, M., Analysis of Transient Heat Condition and Prediction of Warm-Cool Feeling of Fabrics, Thermophysical Properties 2, The 2nd Japan Symposium on Thermophysical Properties, 155, 1981.
- Yoneda, M. and Kawabata, S., A Theoretical consideration on the Objective Measurement of Fabric Warm-Cool Feeling, Objective Specification of Fabric Quality, Mechanical Properties and Performance, Edited by Kawabata, S., et al. The Textile Machinery Society of Japan. 393, 1982.
- 川端季雄, 熱物性測定装置 Thermolabo II 型の試作とその應用, 一熱・水分移動の基礎性能の測定を中心に, 第12回繊維工學討論會 論文集, 日本繊維機械學會 1983.
- 川端季雄, 布の熱・水分移動特性測定装置の試作とその應用, 織機誌, 37(8), 38, 1984.
- Kawabata, S., A Development in the Application of "Thermolabo" to the Heat and Moisture Simultaneous Transfer Testing, The 14th Textile Research Symposium, The Textile Machinery Society of Japan, Aug, 1985.
- 22) Kawabata, S., Heat Conductivity of Single Fibers Along the Fiber Axis and its Transverse Direction, The Textile Machinery Society of Japan, 39(12), 84, 1986.
- 23) 丹羽雅子, 布の熱傳導率測定(水分を含んだ布の熱傳導測定などを含むサーモラボの應用測定), 第2會熱と水分と衣服, 繊維材料研究會, 45, 1988.
- 24) 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 被服材料の熱傳導特性に関する基礎的研究(第2報), 含水状態における布の有効熱傳導率, 家政誌(日), 36, 251, 1985.
- 25) 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 被服材料の熱傳導特性に関する基礎的研究(第3報), 布の接触冷温感測度としての初期熱流束最大値(q_{max})について, 家政誌(日), 37, 1049, 1986.
- 26) 今井順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 接触冷温感の評価のための官能試験, 織消誌, 28, 414, 1987.
- 27) 妹尾順子, 丹羽雅子, 被服材料の過渡的熱傳導特性と冷温感について, 日本家政學會, 第33回總會研究發表要旨集, 123, 1981.
- 28) 原田隆司, 土田和義, 内山生, 衣服材料の水分と熱の移動特性(第1報), 衣服内氣候シミュレーション装置の開発, 織機誌, 35, 203, 1982.
- 29) 内山生, 土田和義, 原田隆司, 衣服材料の水分と熱の移動特性(第2報), ソックスの着用感と衣服内氣候シミュレーション装置による解析, 織機誌, 35, 210, 1982.
- 30) Farnworth, B., Mechanisms of Heat Flow Through Clothing Insulation, *Textile Res. J.*, 53, 717, 1983.
- 31) Hollies, N.R.S., Custer, A.G., Morin, C.J. and Howard, M.E., A Human Perception Analysis Approach to Clothing Comfort, *Textile Res. J.*, 49(10), 557, 1979.
- 32) 弓削治, 快適な衣生活のための諸要求を考える, 衣生活研究, 9(2), 12, 1982.