

# 衣服内気候を最適化する繊維素材の開発

泊 有佐\*1 本田 一光\*2

## Development of Textiles Having Comfortable Microclimate within Clothing

Arisa Tomari and Kazuhiko Honda

「夏に涼しい」「冬に暖かい」などの衣服着用時の快適性は衣服に求められる機能の一つである。「快適性」は、衣服内気候、衣服圧、肌触りの3つの要因に関連付けられ、特に衣服内気候は、衣服着用時の快適性を大きく左右する。本研究では、「夏の暑さをしのぐ夏用手袋」の商品開発のため、衣服内気候の制御因子を特定し、目標とする商品に最適な繊維素材の検討を行った。その結果、発汗などを模擬した水分を考慮する熱板熱流束の測定から、夏に使用する手袋素材としてはポリエステルが最適であることが判明した。

### 1 はじめに

近年、国内で製造する繊維製品は、海外で製造された安価なものと比較して付加価値の高いものが求められている。そのため、衣服に付加価値向上のための多くの機能が提案され、「夏に涼しい」「冬に暖かい」など衣服着用時の快適性も求められる機能の一つとなっている。「快適性」の主要因は、衣服内気候、衣服圧、肌触りの3つに関連付けられている<sup>1)</sup>。ここで衣服内気候とは、衣服内の温湿度のことで、外気の温湿度、衣服の構成、使用条件などで定まり、快適と感じるのは温度  $32 \pm 1$  °C、湿度  $50 \pm 10$  %RH とされる<sup>2)</sup>。共同研究機関である㈱ワールドグローブは、付加価値の高い商品として、保湿や触感などの機能性が高い手袋・靴下を製造販売しており、その一つとして「夏の暑さをしのぐための夏用手袋」について商品化を検討している。そこで、本研究では、市場に出ている夏用手袋に最適と考えられる糸（普通糸、および機能糸）について、衣服内気候に着目して、水分率、湿度および熱損失の測定により手袋の試作に用いる糸を選定し、その試作手袋の着用時の快適性について、サーマルマネキンによる熱抵抗測定やスキンモデルによる熱板熱流束の測定を行ったので、その結果を報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 糸の水分率

##### 2-1-1 試料

本研究では、涼しさに関する特性（吸湿、接触冷感、

吸水速乾、熱線遮蔽、温度調節など）をもつ、国内外メーカー8社21種類の機能糸を選択した(表1)。

#### 2-1-2 測定方法

繊維製品の物理試験方法通則（JIS L 0105）に基づき標準状態（ $20 \pm 2$  °C、湿度  $65 \pm 4$  %RH）の試験室内に一定時間保持した糸を、一般紡績糸試験方法（JIS L 1095）に従って水分率測定を行った。

### 2-2 試料布による衣服内の湿度・熱損失

#### 2-2-1 試料

糸の太さをなるべく合致させるように入手したが、30綿番手（No.1~8, 12, 17, 18, 22, 23）、40綿番手（No.16, 20）、140デニール（No.9, 11）、150デニール（No.19, 21, 24~26）となった。また、試料布は手袋編機（島精機製作所製 SHIMATRONIC）によって、2-1-1に示した試料の糸を2本合わせて、編み密度13ゲージで編んだものを使用した。

#### 2-2-2 測定方法

2-2-1に示した試料布について、熱損失測定装置（カトーテック㈱ KES-F7 精密迅速熱物性測定装置）

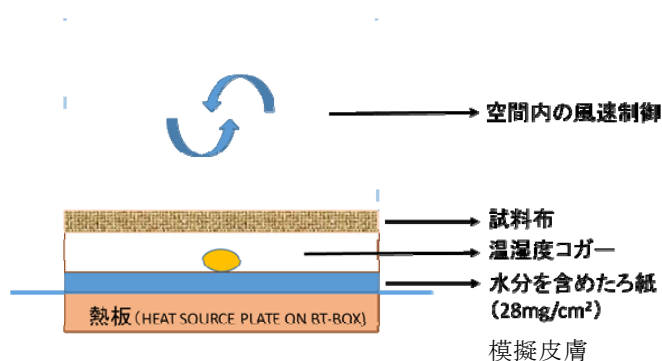


図1 熱損失測定装置

\*1 化学繊維研究所

\*2 ㈱ワールドグローブ

を用いて衣服内気候の湿度と熱損失を測定した（図1）。測定は、温度 30 °C、湿度 50 %RH、風速 0.3 m/sec の環境下で行った。試料布と 34 °Cの熱板（Bottom Temperature Box, 以下「BT」という）の間にスパーサーをおき空間を設け、BT 上に模擬皮膚として 28 mg/cm<sup>3</sup>の水分を含ませたる紙、温湿度ロガー、試料布の順に設置した。熱損失は、60 秒間の積算測定を5回繰り返した平均値とした。

## 2-3 試作手袋の熱抵抗と熱板熱流束

### 2-3-1 試料

試料の試作手袋は、測定の結果、衣服内の湿度が低く、また組成が異なる4種の糸（No. 8, 9, 16, 26）を裏糸として、編み密度13ゲージで添糸編み（表糸はNO.10（和紙/綿/ナイロン））により作製した。表糸は、共同研究企業の提案で決定した。各試作手袋の通気度は、約 400 (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>・s) とした。

### 2-3-2 測定方法

着衣時の熱抵抗値は、図2のサーマルマネキン（京都電子製全身女性型 THM-21475）を用い、マネキンに試作手袋のみ着用させ測定した。測定は、30 °C 50 %RHの恒温恒湿室にて行った。マネキンは、夏季の表面皮膚温を鑑み各部位を34 °Cの定温とした。測定時間は30分とし、30分後の熱抵抗値を計測した。同時に、温湿度ロガーを左右の外側前腕部に配し、衣服内気候（温度、湿度）を測定した。

熱板熱流束 (W/m<sup>2</sup>) は、スキンモデルシステム（インタークロス(株)製）により測定した（図3）。測定は、30 °C、50 %RHの恒温恒湿室にて行い、測定中の風速は0.15 m/sとした。模擬皮膚はセロファン製で、BT=35 °C、吐水量は最大 1,800 g/m<sup>2</sup>/hとした。

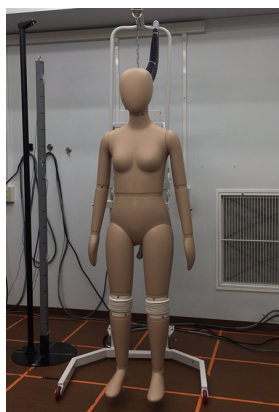


図2 サーマルマネキン

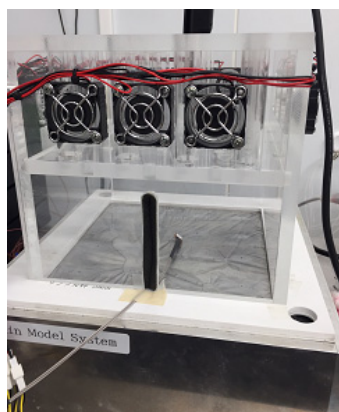


図3 スキンモデル

## 3 結果及び考察

### 3-1 糸の水分率

選定した糸の組成と水分率を表1に示す。測定の結果、NO.1~5, 12, 23の水分率は、約8%であった。これらの糸は、その形状や無機物の添加により吸湿や速乾等の異なる特性をもつが、その組成は全てレーヨン/綿であることから、水分率は、糸の特性より組成に影響されている可能性が考えられた。組成では、水分率は、綿やレーヨンが高く、ポリエステルが低い傾向にあった。

表1 選定した糸の組成と水分率

No.	商品名	組成	水分率 (%)
1	ハラフィン 25 °C	レーヨン/綿	7.8
2	リフレール	レーヨン/綿	8.3
3	ハポリス	レーヨン/綿	8.4
4	サーモベール	レーヨン/綿	8.2
5	ソーラタッチ	レーヨン/綿	8.7
8	ハラフィン 29 °C	リヨセル/綿	7.3
9	スキンテクト	ナイロン	3.6
10	紙糸	和紙/綿/ナイロン	8.3
11	キューブ	ナイロン	4.8
12	ハラフィン 32 °C	レーヨン/綿	7.9
16	ツイアクール	ポリエステル/綿	5.1
17	究心	レーヨン/PET	9.7
18	リアルホットシグマ	PP/PS	0.4
19	クールタッチサーモ	ポリエステル	0.2
20	トライファスト	ポリエステル	0.5
21	ソーラーフリープラス	ポリエステル	0.3
22	トライクール	ポリエステル	2.6
23	プラチナレーヨン	レーヨン/綿	8.2
24	エンジエロシルバー	ポリエステル	0.4
25	通常(150d)	ポリエステル	0.5
26	極細(30d×5)	ポリエステル	0.5

### 3-2 試料布による衣服内の湿度・熱損失

図4に測定条件 30 °C 50 %RHにおける試料布の衣服内の湿度の測定結果を示す。快適域である湿度 60 %RH 以下となっているものは、低いものから NO.25, 26, 20, 16, 9 であった。図5に同条件での

熱損失の結果を示す。熱損失が大きいほうが、熱を逃しやすいので夏の着用に対して快適性が高いと考えられる。図 5 より熱損失の大きいものは、NO.26, 25, 16, 22, 9 であり、湿度が 60 %RH 以下の快適域にあるものとほぼ一致した。これらの組成は、ポリエステルを用いたものが多いことから、ポリエステルが夏の着用時の快適性に優れていると思われる。

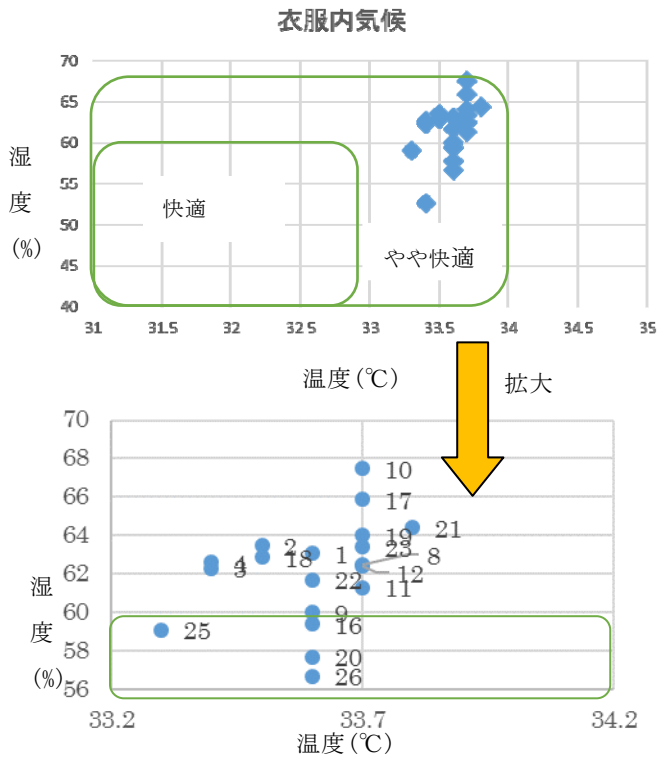


図 4 衣服内気候 (湿度)

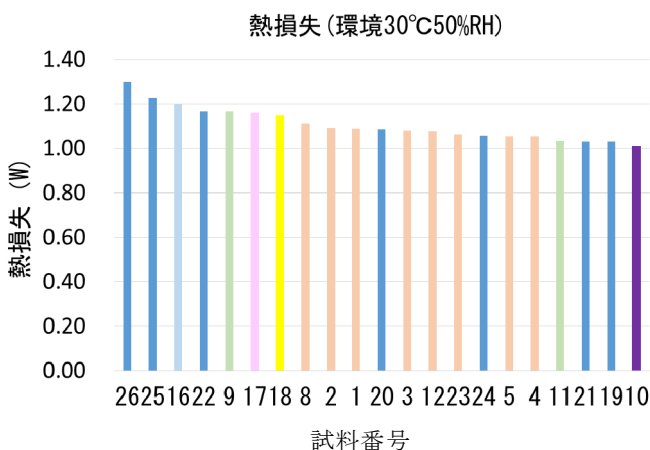


図 5 熱損失

### 3-3 試作手袋の熱抵抗と熱板熱流束の測定

図6にサーマルマネキンによる手袋着用時の熱抵抗 ( $R_d$ ) 及び図7にスキンモデルによる熱板熱流束 ( $W/m^2$ ) の測定結果を示す。熱抵抗値は低いほど熱を放出しやすいといえる。しかし、測定の結果、大きな

差はみられなかった(図6)。また、衣服内気候 (温度, 湿度) は、全ての試作手袋 (No. 8, 9, 16, 26) が「やや快適域 (33 °C, 45 %RH)」に属した。

試作手袋を測定条件 20 °C, 65 %RH で 10 °C 差の接触冷温感を測定した結果、全て  $q_{max}$  値が約 0.04 となり、試料間で差が見られなかった。この結果からも、熱の移動に対しては、試作手袋の試料間に有意差がないと考えられる。

一方、スキンモデルによる熱板熱流束の測定では、ポリエステルを用いた No. 16, NO.26 が他より大きい傾向がみられ(図 7)、熱を放出しやすく、模擬皮膚に配した水分に対して、濡れからの回復が早いと考えられる。

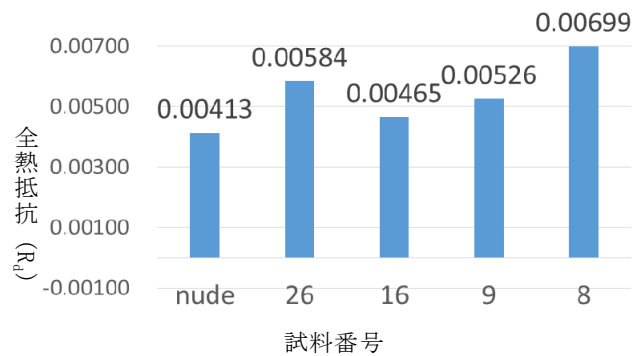


図 6 着衣の全熱抵抗 ( $R_d$ )

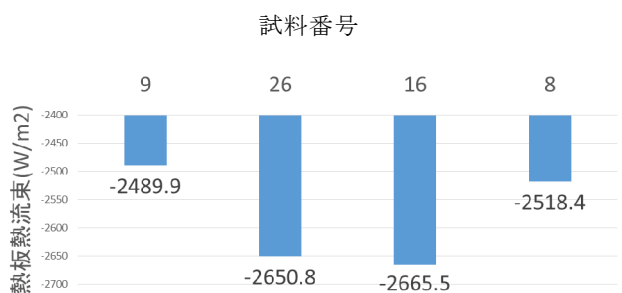


図 7 スキンモデルシステムでの熱板熱流束 ( $W/m^2$ )

## 4 まとめ

本研究では、21 種類の機能糸について衣服内気候の湿度と熱損失を測定し、4 種類の糸を選別し夏用手袋の試作を行った。手袋着用時の快適性を調べるためにサーマルマネキン及びスキンモデルを用いて熱抵抗と熱板熱流束の測定を行った。熱の移動特性が関与する熱抵抗では、試料間に有意な差が見られなかったが、熱と水分の移動特性が関与する熱板熱流束では、ポリエステルを用いたものの値が高く、熱の移動が速

く行われていることから、発汗など水分が関与する環境下では、ポリエステルを用いることで快適性を高く保つことができる可能性が示唆された。

以上の結果から、目標とする「夏の暑さをしのぐ夏用手袋」は、繊維組成にポリエステルを配置することで、衣服内気候を快適に整え、発汗時にすばやく汗や熱を外に逃がす性質を備えることが期待できる。

## 5 文献

- 1) 原田隆司：繊維消費科学会誌，36 巻，1 号，pp. 24-30(1995)
- 2) 中橋，吉田：新しい衣服衛生著，pp. 79-81，南江堂(1990)