

# 個別対応型レッグウェアの研究 ～パンティストッキングの熱・水分特性に関して～

首藤明子<sup>\*1)</sup>、東義昭<sup>\*1)</sup>、諸岡英雄<sup>\*2)</sup>

## Research of Made-to-order Pantyhose ～ The Heat and Water Transfer Properties of Pantyhose ～

SHUTOH Akiko<sup>\*1)</sup>, AZUMA Yoshiaki<sup>\*1)</sup> and MOROOKA Hideo<sup>\*2)</sup>

People's constitution is of infinite variety. Though the same pantyhose is worn, feeling also differ one person. Then, in this study, the pantyhose of various organizations and the pantyhose with which the thickness of thread differs in the same organization are prepared, and the pantyhose of the thickness of the organization corresponding to the constitution or thread is clarified from a viewpoint of heat or the moisture characteristic.

The results obtained were as follows.

- (1) When it was the same organization, thin thread usages pantyhose was comfortable.
- (2) The prediction formula was drawn among multi-variable analysis using regression analysis and distinction analysis. Consequently, it turns out of for woman with many amounts of perspiration that comfortable nature originates in the rate of keeping warm, and the amount of moisture evaporation. In a summer the rate of keeping warm is high and the DCY Zokki type with few amounts of moisture evaporation is unsuitable.
- (3) The pantyhose which the woman with many amounts of perspiration thought was the most comfortable was a SCY Kohhen type.

### 1. 緒言

女性のパンティストッキング(以下PSとする)の消費量が年々減少している。日本靴下工業組合連合会及び奈良県靴下工業協同組合のまとめによると、2003年のPS国内生産量は約3億4千万足であり、対前年比で約15%減少している。奈良県においても、約1億足のPS生産量を誇っていた1988年頃と比較して、近年では半分以下に落ち込んでいる。国内生産量が減少しているのは、数年来の生足ブームやサンダルやミュールといった靴の流行、ペディキュアの流行等が主な原因と考えられる。しかし、PSはまだまだ女性の必需品であり、快適なPSの開発が女性のPS需要を喚起するものと考えられる。

一方、PSの着用時の快適性においては、“蒸れ感”“べとつき感”などの熱・水分特性が最も重要な要因の一つである。

これまでPSの熱・水分に関する研究は、諸岡らのPSの熱や水分移動特性の研究<sup>(1)</sup>、諸岡らの温熱的快適性を目的としたPSの研究<sup>(2)</sup>、平田らの吸湿性PSの温熱的特性<sup>(3)</sup>、東らのPSの通気性<sup>(4)</sup>等の検討が行われている。

近年、種々の機能が付与されたPSが市販されているが、素材や編組織そのものの変化は見受けられない。吸湿や速乾というようなさまざまな加工が施されたPSであっても、薄い生地や間隙の大きな編み物である等のPSの持つ特性を考慮しても、その効果を持続させることは困難である。

そこで、本研究では、熱・水分特性を糸の太さや編組織

の面から検討し、より温熱的に快適なPSの設計指針を得ることを目的とする。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料

試料として、市販品のDCYゾッキタイプ・SCYゾッキタイプ・DCY交編タイプ・SCY交編タイプ・ウーリータイプのPS 5タイプ10足を用いた。詳細をTable. 1に示す。

測定に用いた試料は、使用前に約30分の湯で手洗い洗濯を行った。

#### 2.2 厚さの測定

KES-FB3圧縮試験機(カトーテック製)を用い、押圧荷重0.98kPaにおける厚さを測定し、5カ所の平均値を算出した。

試料は、着用時の伸長状態と同様にするため、作成した円筒にPSを装着し、伸長状態のまま接着剤で台紙に固定した後切り取った。なお、円筒の周径は、年齢20～24歳の標準体型女性の平均大腿囲である523.4mmとした<sup>(5)</sup>。また、全ての物性試験の測定は20℃、65%RHの環境下で行った。

#### 2.3 初期熱流束最大値 $q_{-max}$ の測定

サーモラボ 精密迅速熱物性測定装置(カトーテック製)を用いて接触冷温感の指標である初期熱流束最大値 $q_{-max}$ を測定した。

なお、試料は、厚さ測定時と同様に作成した。

\*1) 繊維・高分子技術チーム \*2) 奈良女子大学生生活環境学部生活環境学科

2.4 水分蒸発量の測定

EVAPORIMETER (SERVO MED社製) を用い、常時一定量の水分を供給できるようにした台上の濾紙に、試料を密着させ測定した。測定は、風の影響を受けないために測定器具全体をポリエチレンの袋で覆った。試料は、厚さ測定時と同様に作成した。

2.5 保温率の測定

サーモラボ 精密迅速熱物性測定装置 (カトーテック製) を用い、風速10cm/sec下における乾燥時の保温率を測定した。試料は、厚さ測定時と同様に作成し、測定時には四辺が浮き上がらないよう重りで押さえた。

2.6 熱伝導率の測定

熱伝導率は、サーモラボ 精密迅速熱物性測定装置 (カトーテック製) を用い測定した。なお、試料は、厚さ測定時と同様に作成した。

2.7 通気抵抗の測定

通気抵抗は、KES-F8-AP1 (カトーテック製) を用い計測し、5回の平均値を算出した。試料は、厚さ測定時と同様に作成した。なお、台紙にはOHPシートを用いた。

2.8 官能評価

PSの糸の太さや編組織と熱・水分特性、並びに夏季における着用快適性との関連を検討するため、被験者は、今回特に発汗量の多い女子大学生を対象とした。そのため、被験者の選択にあたって、事前のアンケート調査を実施し、「とてもよく汗をかく」「ややよく汗をかく」と回答した健康な女子大学生3名を選んで被験者とした。

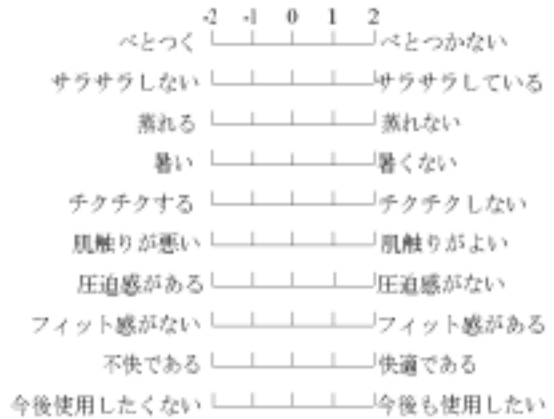
官能評価は、PSを着用して約 8時間後にTable 2に示すアンケート調査表を用いて、5段階評価により行った。

Table 1 Samples

Sample Number	Type of	Yarn denier
1	SCY Zokki	Polyurethane15d / nylon10d
2	SCY Zokki	Polyurethane20d / nylon12d
3	DCY Zokki	Polyurethane30d / nylon7d・7f
4	SCY Kohhen	Polyurethane20d / nylon12d・Nylon12d・3f
5	SCY Kohhen	Polyurethane20d / nylon12d・Nylon15d・3f
6	SCY Kohhen	Polyurethane20d / nylon12d・Conjugate19d
7	DCY Kohhen	Polyurethane20d / nylon10d・Nylon20d・7f
8	DCY Kohhen	Polyurethane20d / nylon10d・Nylon15d・3f
9	Wooly	NW20d / 7
10	Wooly	NW12d / 1-3

なお、着用試験における官能評価は、2003年 6月～ 9月の間で実施した。PS着用試験時の着衣は、スカートを着用し、ガードルを非着用とした。また、試料は、試験毎に洗濯した新品のPSを用いた。

Table 2 Questionnaire



アンケート調査項目の中で、熱・水分特性に関連する項目と、その官能評価結果をFig.1に示す。

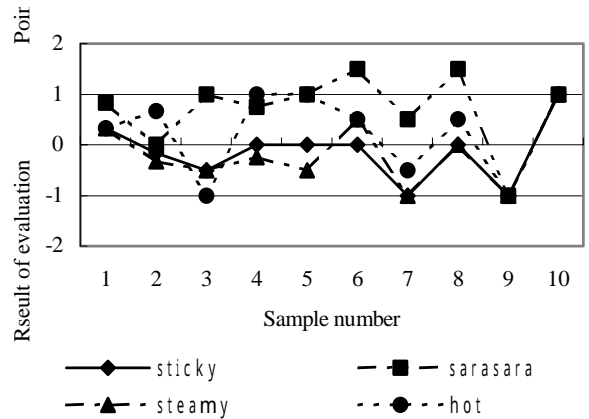


Fig. 1 The organic-functions evaluation result classified by item

3 . 結果及び考察

厚さ、q-max、水分蒸発量、保温率、熱伝導率、通気抵抗を測定した結果をFig.2、Fig.3、Fig.4、Fig.5、Fig.6、Fig.7に示す。

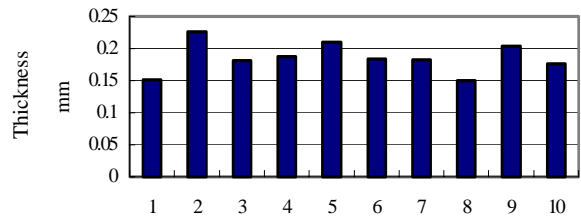


Fig. 2 Thickness

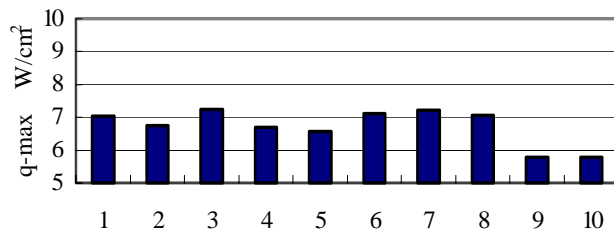


Fig. 3 Maximum value of heat flux q-max

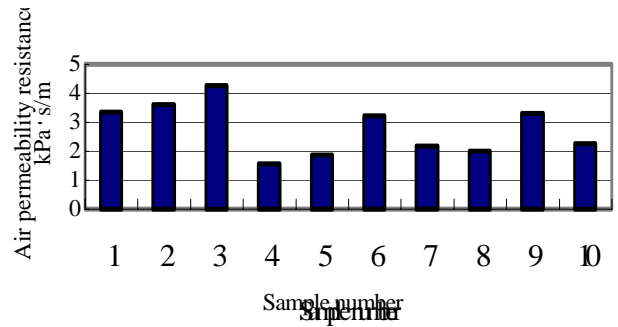


Fig. 7 Air permeability resistance

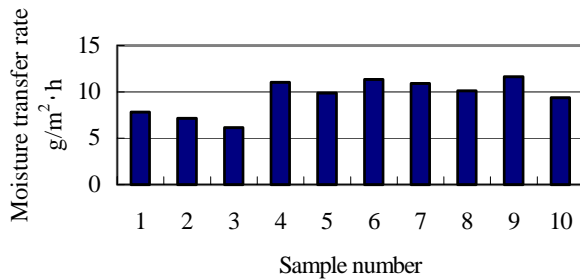


Fig. 4 Moisture permeability

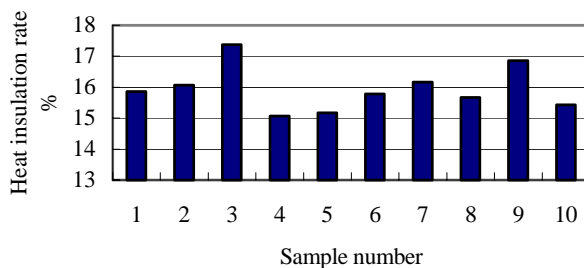


Fig. 5 Heat insulation property

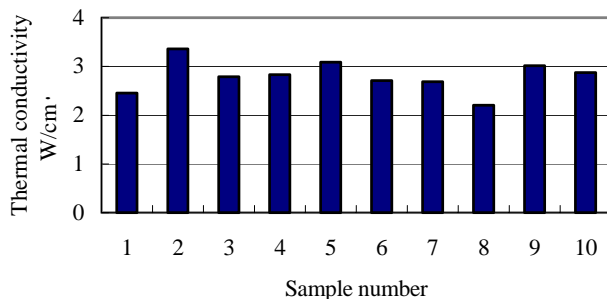


Fig. 6 Thermal conductivity

そこで、どの項目が快適性に影響を与えているかを検討するために、厚さ( $X_1$ )、 $q$ -max ( $X_2$ )、保温率( $X_3$ )、水分蒸発

量( $X_4$ )、熱伝導率( $X_5$ )、通気抵抗( $X_6$ )の 6項目を説明変数に、官能評価の快適性( $y$ )に関する結果を目的変数に用い、回帰分析を行った。その結果、保温率( $X_3$ )だけが有意水準 5%で棄却される。このことは、保温率( $X_3$ )が $y$ の変動、すなわち、官能評価における快・不快の判断に大きく影響を及ぼすことを意味する。そして、保温率を説明変数に取り入れた組み合わせの中から、

回帰式

$$y = -15.524X_1 - 1.077X_2 - 1.191X_3 - 0.361X_4 + 35.229 \quad (1)$$

が得られる。サンプル数に比べて説明変数が多いが、(1)式における決定係数を求めてみると0.905となり1に近いことから、この回帰式にデータがよく当てはまっていることがわかる。さらに、(1)式における各説明変数の偏相関係数を求めた結果、 $X_1 = -0.841$ 、 $X_2 = -0.873$ 、 $X_3 = -0.944$ 、 $X_4 = -0.89$ と非常に高い数値となり、説明変数として取り込まれる可能性が高いことを示している。(1)式における誤差分散の推定値を求めてみると0.086と低くなる。このことは、 $y$ の変動をよく説明する変数が含まれていることを意味する。また、Fig.8にPSの着用快適性における被験者A、B、Cの官能評価結果と回帰式(1)による予測値を示した。その結果、比較的良好一致したものとなっている。以上のことから、6項目の説明変数の中では、(1)式にある組み合わせが一番目的変数をよく説明していて、 $y$ の予測の信頼性が高いと考えられる。また、目的変数の寄与度を検討すると、標準偏回帰係数は、 $X_1$ が0.529、 $X_2$ が0.836、 $X_3$ が1.504、 $X_4$ が0.912であり、 $X_3$ が $X_1$ の約3倍大きく $y$ に寄与することがわかった。

さらに、Fig.8から、被験者は、SCYソックスタイプ・SCY交編タイプ・DCY交編タイプ・ウーリータイプにおいては、同じ編組織なら細い糸使いのPSを快適と評価していることがわかる。

### 3.1 快適性

官能評価結果と物性値の測定結果を用いて、快・不快に群分けされるのは何が影響しているのかを求めるために判

別分析を行った。ここでは、快適と判断した数値を0.51以上、不快を0.51未満とした。

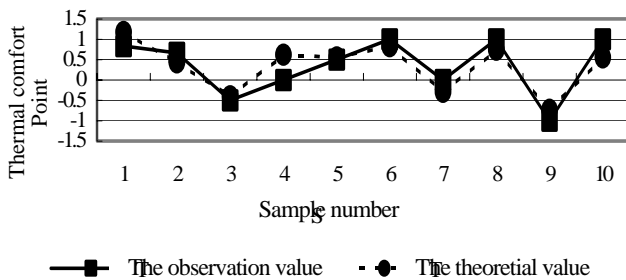


Fig. 8 The observation value and theoretical value of thermal comfort

ここでは、被験者の中で、発汗量が一番多いと思われる被験者Bについて、判別分析を行った。

その結果、被験者Bの判別式は

$$y = 72.132X_1 - 3.238X_2 + 3.016X_3 + 1.126X_4 - 6.109X_5 + 1.23X_6 \quad (2)$$

となった。目的変数である  $y$  と各説明変数との偏相関係数を求めることによってどの説明変数が判別に貢献しているのかがわかる。そこで、(2)式における各説明変数の偏相関係数を求めると、 $X_1=0.043$ 、 $X_2=0.477$ 、 $X_3=0.915$ 、 $X_4=0.83$ 、 $X_5=0.063$ 、 $X_6=0.433$ である。これらの数値から、官能評価における快適性は、PS着用時の快適性の判定において、一番寄与しているのは、保温率、次いで水分蒸発量と考えられる。(2)式の結果から、被験者Bにとっては、保温率が高く、水分蒸発量の低いDCYソッキタイプPSは夏季には不向きということである。

これらのことから、発汗量の多い人には、保温率が低く、水分蒸発量が多い、SCY交編タイプPSがより快適な着用感のPSと考えられる。

### 3.2 ベとつき感

被験者A、B、Cにおいて、着用時のべとつき感に対して判別分析を行うと、

$$y = 2.471X_1 - 0.5X_2 - 1.836X_3 + 0.002X_4 - 2.161X_5 + 0.697X_6 \quad (3)$$

となる。(3)式における各説明変数の偏相関係数を求めた結果、保温率と通気抵抗がべとつき感の判別に寄与していると考えられる。つまり、(3)式の結果から、保温率が低く、通気抵抗が小さい、SCY交編タイプPSがべとつきが少ないPSということを示している。

一方、べとつき感における官能評価結果をみると、交編タイプPSの評価が高かった。このことから、べとつき感における判別分析結果と官能評価結果がよく一致していることがわかる。

### 3.3 サラサラ感

被験者A、B、Cにおいて、着用時のサラサラ感に対して判別分析を行うと、

$$y = -118.245X_1 + 1.434X_2 + 1.504X_3 + 0.566X_4 + 12.557X_5 - 0.577X_6 \quad (4)$$

となる。(4)式における各説明変数の偏相関係数を求めた結果、接触冷温感と保温率がサラサラ感の判別に寄与していると考えられる。すなわち、(4)式の結果から、接触冷温感が大きく保温率が小さい交編タイプPSとウーリータイプPSがよく、しかも細い糸使いのPSがサラサラしているPSということを示している。

一方、サラサラ感における官能評価からは、SCY交編タイプPSと細いDCY交編タイプPSの評価が高かった。

### 3.4 蒸れ感

被験者A、B、Cにおいて、蒸れ感に関して判別分析を行うと、

$$y = 14.2X_1 + 0.812X_2 + 1.591X_3 - 0.132X_4 + 2.253X_5 - 1.459X_6 \quad (5)$$

となる。(5)式における各説明変数の偏相関係数を求めた結果、保温率と厚さが蒸れ感の判別に寄与していると考えられる。(5)式の結果から、保温率が低くて薄い交編タイプPS並びにウーリータイプPSがよいとされ、蒸れ感の少ないPSであることを示している。

一方、蒸れ感の官能評価では、交編タイプ特にコンジュゲート糸を用いたPSと細い糸使いウーリータイプのPSの評価が高かった。このことから、蒸れ感における判別分析結果と官能評価結果がよく一致していることがわかる。

### 3.5 暑さ

被験者A、B、Cにおいて、暑さに関して判別分析を行うと、

$$y = -88.294X_1 + 0.63X_2 + 2.112X_3 + 0.213X_4 + 6.29X_5 - 0.568X_6 \quad (6)$$

となる。(6)式における各説明変数の偏相関係数を求めた結果、保温率と通気抵抗が判別に寄与していると考えられる。つまり、(6)式の結果から、保温率が低く、通気抵抗の小さいSCY交編タイプPSが暑くないということを示している。

一方、暑さの官能評価結果をみると、SCY交編タイプPSと細い糸使いのウーリータイプPSの評価が高かった。このことから、暑さにおける判別分析結果と官能評価結果がよく一致していることがわかる。

## 4. 結言

本研究では、PSの糸や編組織の違いによる熱・水分特性を明らかにし、実着用による官能評価との関連を検討した。そして、これまで主観的にしか把握されなかったPSの特性を客観的に明らかにすることができた。特に、発汗量の多

い人に対して、夏季における着用時の快適性が向上できるPSの基本的な設計指針を明らかにした。

その結果は以下のとおりである。

- (1)同じ編組織ならば、細い糸使いのPSが快適である。
- (2)発汗量の多い人において、着用時の快適性に影響を与える特性は、PSの保温率、PSの水分蒸発量である。特に、夏季には、保温率が高く、水分蒸発量の少ないDCYゾッキタイプPSは不向きである。
- (3)発汗量の多い人には、保温率が低く、水分蒸発量の多いSCY交編タイプPSが適している。

以上のことを踏まえ、現在、市販されているPSの商品説明表示において、編組織の表示をしている商品は見受けられるが、糸の太さまで表示されている商品は全くない。消費者がPSを購入してより快適に着用するためにも、さらに、PSの需要増加のためにも、編組織だけではなく、糸の太さも商品に表示することが重要と思われる。

## 5. 謝辞

本研究に際し、ご協力いただいた奈良女子大学アパレル科学講座の学生のみなさんに深謝いたします。

## 参考文献

- (1)諸岡晴美、諸岡英雄「パンティストッキングの熱・水分移動特性とそれに影響を及ぼす要因」(日本繊維製品消費科学学会誌, Vol.37 No.6 1996)
- (2)平田理恵、諸岡晴美、諸岡英雄、出口潤子、平賀敏「吸湿性パンティストッキングの温熱的特性」(日本繊維製品消費科学学会誌, Vol.40 No.12 1999)
- (3)平田理恵、諸岡晴美、諸岡英雄、出口潤子、平賀敏、佐藤英二「温熱的快適性を目的としたパンティストッキングの開発(第1～3報)」(日本繊維機械学会誌 Vol.52 No.1 1999, Vol.52 No.8 1999, Vol.53 No.2 2000)
- (4)東義昭、諸岡英雄、若嶋清人、松本陽一、諸岡晴美「パンティストッキング布の通気性」(日本繊維機械学会誌 Vol.53 No.3 2000)
- (5)(社)人間生活工学研究センター「日本人の人体計測データベース1992 - 1994」