

# 下腿部圧迫部位及び強度の違いが着圧ハイソックスの履き心地に及ぼす影響

辻坂敏之<sup>\*1)</sup>

## Influence of the Compression Position and the Strength on the Wearing Comfort of High Socks

TSUJISAKA Toshiyuki<sup>\*1)</sup>

本研究ではハイソックスのレッグ部を3分割し、各部分で圧迫力を強・中・弱の3水準に変化させたソックスを試作して、それらの試料ソックスを用いて被験者による官能評価実験を行い、下腿部圧迫部分の部位及び強度の違いが着圧ハイソックスの圧迫的快適性に与える影響について検討した。その結果、下腿部上部（ふくらはぎ部分）の圧迫力が着圧ハイソックスの履き心地に大きく影響を及ぼし、圧迫力が弱いほど履き心地が良く且つ疲れないことが明らかになった。また、下腿部上部における圧迫力を45hPa以下にすることが快適な着圧ハイソックスを設計する条件であることが明らかになった。一方で、下腿部下部（足首部分）の圧迫力は着圧ハイソックスの履き心地への影響は弱いことがわかった。

### 1. 緒言

足首部分の圧を強くし、ふくらはぎにかけて段階的に圧を弱くすると血流が足から上部へ戻りやすくなるといわれる。医療分野では足首が30mmHg(40hPa)、ふくらはぎが20mmHg(27hPa)などと段階的に圧迫する「弾性ストッキング」が静脈疾患・リンパ管疾患の治療・予防に必須であり、平成17年4月には医療器具として認定され保険適用されている。

一方近年では、医療用ではないが着圧タイプと言われる、脚部を圧迫する靴下製品が数多く販売されている。製品の性質上、脚が浮腫みにくい、疲れにくい、脚が細く見える等を謳い文句としている。これまでに靴下と圧迫力に関連した報告では、女性用ハイソックスにおける衣服圧と官能評価を調べた報告[1]、紳士用ハイソックス、ビジネスソックス及びスポーツソックスの衣服圧測定（液圧平衡方式）を行い官能評価との関係を検討した研究[2]、我々の紳士用カジュアルソックスの快適なロゴム圧に関する研究[3]、諸岡らのパンティストッキングの研究[4-5]があるが、着圧ハイソックスに関しては三野らが下腿及び足部の容積変化と整容効果を検討している報告のみである[6-8]。下腿部のうちのどの部位にどのくらいの圧迫力が最適かという研究に関しては、中橋らが血圧測定用カフによる圧迫で足首部及びふくらはぎの快適圧及び限界圧を評価しているのみである[9]。

そこで本研究ではレッグ部をより細かく分割して下腿部各部位における最適な圧迫力を明らかにするために、実験

計画法を用いてハイソックスのレッグ部を3分割しそれぞれの部分で圧を3水準に変化させたソックスを試作して被験者に評価させた。下腿部圧迫部分の部位及び強度の違いが着圧ハイソックスの圧迫的快適性に与える影響について検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料

試料は女性用着圧ハイソックス9種類である。本試料は表糸が綿70%/アクリル30%の混紡糸(32番単糸)を用いて、裏糸に20/70FTYを用いて作製した。ロゴム部は75/75(180D)のゴム糸である。試料の寸法を図1に示した。

圧迫力の設計に関しては、レッグ部分を3分割して、着圧を与えるA:下腿部上部、B:下腿部中部、及びC:下腿部下部(足首部)については弾性糸の挿入量で圧を変化させた。各部分はそれぞれ強圧、中圧、弱圧の3水準に編成して作製した。このとき、L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)直交表を用いた割り付けによって27種類中9種類の靴下を作製した。割り付けの結果を表1に示した。

#### 2.2 官能検査

官能試験の被験者は健康な日本人女性10名である。表2に被験者の平均脚部寸法を示す。官能検査方法はSD法を用いた。温度20.0±1.0℃、湿度65%±5%中の実験室において、被験者は9種類の試料中からランダムに選んだ1種類の試料を両足に着用して住宅用フローリング材上を1分

\*1) ライフマテリアルグループ（旧繊維・毛皮革・高分子技術チーム）

間歩行した。その直後に圧迫感や履き心地に関する官能評価を行った。この実験プロトコルを繰り返し9種類の試料を評価した。SD法の評価は7段階を点数化する方法(+3点, +2点, +1点, 0点, -1点, -2点, -3点)で行った。評価項目は, "フィット性(フィット性が良い(+), フィット性が悪い(-))", "ふくらはぎの圧迫感(ふくらはぎの圧迫感がない(+), ふくらはぎの圧迫感がある(-))", "足首の圧迫感(足首の圧迫感がない(+), 足首の圧迫感がある(-))", "脚の動かしやすさ(脚を動かしやすい(+), 脚を動かしにくい(-))", "脚の疲れ(脚が疲れる(+), 脚が疲れにくい(-))", "総合的な履き心地(履き心地が良い(+), 履き心地が悪い(-))"の6項目である。「脚が疲れる-脚が疲れにくい」の項目に関しては後日試料ソックスを1日1足ずつ履いてもらい, その感覚を評価値とした。

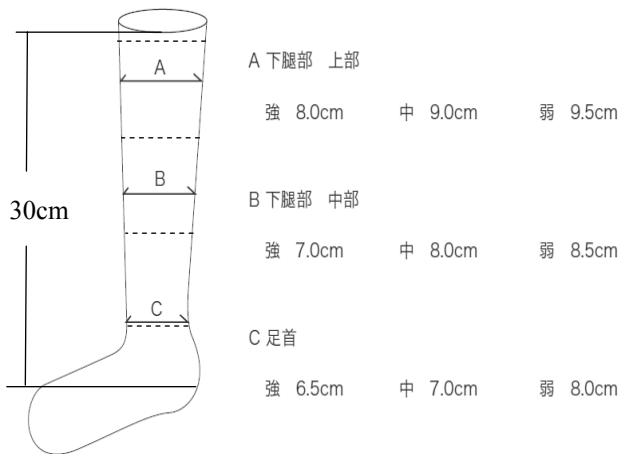


図1 試料ソックス寸法

表1 ソックスの着圧条件

| ソックス番号 | A 下腿部 | B 下腿部 | C 下腿部  |
|--------|-------|-------|--------|
|        | 上部    | 中部    | 下部(足首) |
| 1      | 強     | 強     | 強      |
| 2      | 強     | 中     | 中      |
| 3      | 強     | 弱     | 弱      |
| 4      | 中     | 強     | 弱      |
| 5      | 中     | 中     | 強      |
| 6      | 中     | 弱     | 中      |
| 7      | 弱     | 強     | 中      |
| 8      | 弱     | 中     | 弱      |
| 9      | 弱     | 弱     | 強      |

表2 被験者の平均脚部寸法

| 測定箇所        | 寸法 cm |      |
|-------------|-------|------|
| 最大下腿周径      | 左足    | 33.4 |
|             | 右足    | 33.6 |
| 最小下腿周径      | 左足    | 19.6 |
|             | 右足    | 19.6 |
| かかと周径       | 左足    | 26.5 |
|             | 右足    | 26.2 |
| 足長          | 左足    | 22.6 |
|             | 右足    | 22.7 |
| 最大下腿周径までの高さ | 左足    | 28.6 |
|             | 右足    | 28.8 |
| 最小下腿周径までの高さ | 左足    | 10.8 |
|             | 右足    | 10.8 |
| 甲周径         | 左足    | 21.3 |
|             | 右足    | 21.3 |
| 最大足幅        | 左足    | 9.5  |
|             | 右足    | 9.4  |

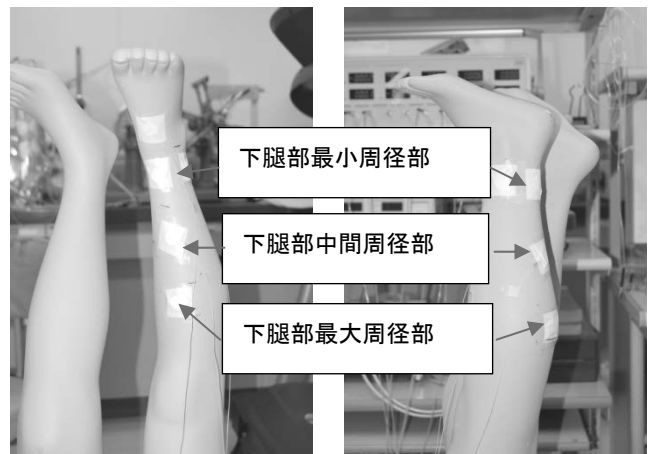


図2 圧迫力測定箇所

2.3 圧迫力測定

20代女性の標準体型脚型に試料を着装し, 衣服圧測定装置AMI3037-10(株式会社エイエムアイ・テクノ)を用いて下腿部最小周径部(足首部分), 下腿部最大周径部(脛脛部分), 及びそれらの間の部分の脚部前部及び後部における圧迫力を測定した。測定箇所を図2に示した。

3. 結果及び考察

3.1 試料の圧迫力

図3~図5に各試料のA:下腿部上部, B:下腿部中部, 及びC:下腿部下部(足首部)における前部及び後部の平均圧迫力を示す。直交表割り付けによる試料設計通りに圧迫力を

設定することができた。すなわち、A:下腿部上部においては強圧約 51hPa、中圧約 39hPa、弱圧約 30hPa に、B:下腿部中部においては強圧約 29hPa、中圧約 20hPa、弱圧約 18hPa に、C:下腿部下部においては強圧約 31hPa、中圧約 25hPa、弱圧約 17hPa に設定できた。

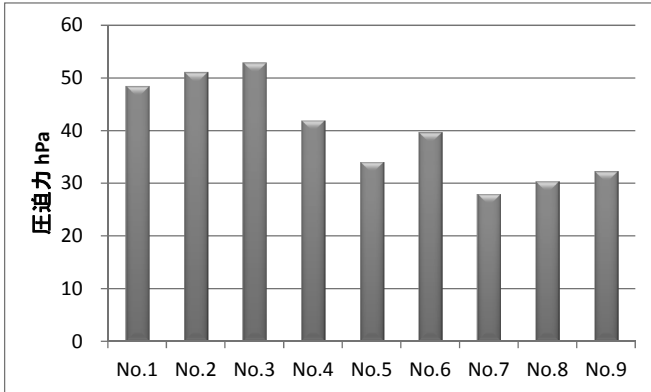


図3 各試料ソックスの下腿部上部の平均圧迫力

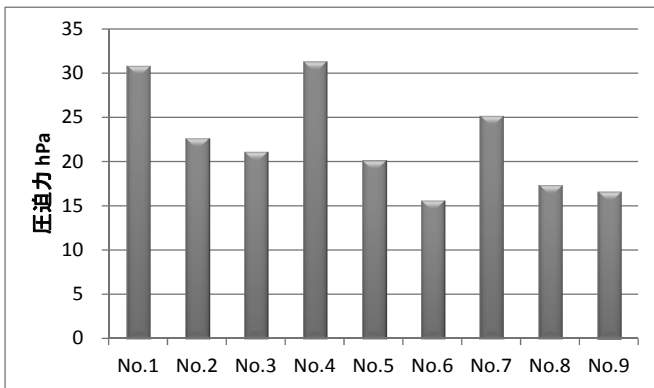


図4 各試料ソックスの下腿部中部の平均圧迫力

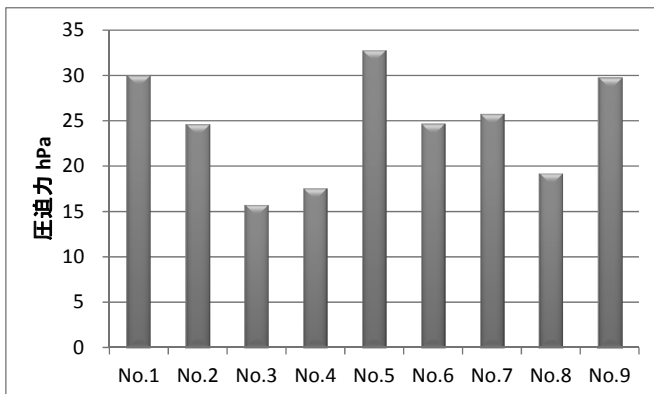


図5 各試料ソックスの下腿部下部の平均圧迫力

### 3.2 官能評価結果

各試料ソックスの評価項目に関する平均嗜好度を図6に示した。ソックス1では全ての項目で評価が低かった。一方、ソックス5, 7, 8, 9ではすべての項目で評価が良かった。ここで平均嗜好度の値から、下腿部各部圧迫力の違いが各官能検査評価項目に与える影響を検討した。「総合的な

履き心地」に対しては下腿部上部圧迫力の違いが有意水準 5%で有意となった。また下腿部上部圧迫力の違いは寄与率でも 87.2%となり、「総合的な履き心地」に大きく影響を及ぼしていることが明らかになった。一方で足首部圧迫力の寄与率は 5.2%で圧迫力が強圧でも弱圧でも履き心地への影響はあまり大きくないことが分かった。「脚の疲れにくさ」に対しては下腿部上部圧迫力の違いが有意水準 1%で有意となり、また下腿部中部圧迫力の違いが有意水準 5%で有意となって影響を及ぼすことが明らかになった。しかし下腿部中部圧迫力の違いは寄与率では 5.1%と小さく、下腿部上部圧迫力の違いは寄与率では 93.6%にもなり下腿部上部の圧迫力の違いが「脚の疲れにくさ」に大きく影響を及ぼしていることが明らかになった。「フィット性」では下腿部上部が有意水準 5%で有意となり圧迫力の変化が影響を及ぼすことが明らかになった。また下腿部上部の寄与率は 79.9%であった。一方、「ふくらはぎの圧迫感」、「足首の圧迫感」、及び「脚の動かしやすさ」では有意に影響を及ぼす下腿部の箇所はなかった。

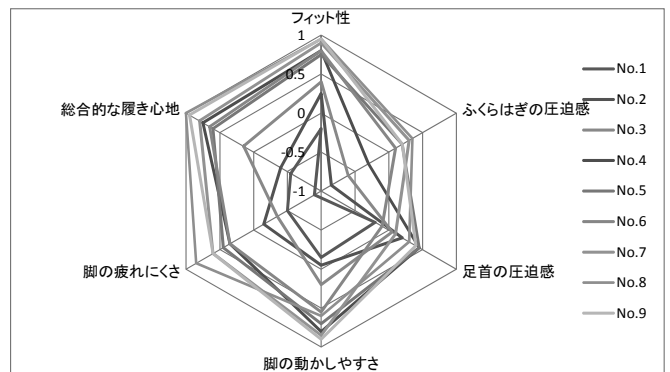


図6 各試料ソックスの平均嗜好度

### 3.3 圧迫力測定値と官能評価項目との関係

脚部各部位における前後圧迫力平均値と官能評価項目の平均嗜好度との相関係数を求めた結果、下腿部上部の前後圧迫力平均値が「フィット性」、「ふくらはぎの圧迫感」、「脚の動かしやすさ」、「脚の疲れにくさ」及び「総合的な履き心地」と相関係数絶対値が 0.8 以上で相関が強かった。図7に相関係数が-0.925 と非常に強い負の相関があった「脚の疲れにくさ」との相関図を、図8に相関係数が-0.829 とやや強い負の相関があった「総合的な履き心地」との相関図を示した。図7に示した回帰式より、圧迫力が約 45hPa 以下の場合には脚が疲れにくいと感ずることがわかった。図8に示した回帰式でも圧迫力が 45hPa 以下で履き心地が良いと感じていることから下腿部上部における圧迫力を 45hPa 以下にすることが快適なハイソックスを設計する条件であると言える。一方、下腿部下部の前後圧迫力平均値は、全ての官能評価項目の平均嗜好度と相関係数絶対値が 0.3 未満となって相関は非常に弱かった。下腿部中部の前後圧迫力平均値は、「ふくらはぎの圧迫感」とやや弱い相関があっ

たが、他との相関は弱かった。

「脚の疲れにくさ」及び「総合的な履き心地」それぞれを目的変数、下腿部各部の前後圧迫力平均値を説明変数として重回帰分析を行い、寄与する要因の選定を実施した。すなわち、変数編入基準を  $p=0.05$ 、変数除去基準を  $p=0.05$  としてステップワイズ法によって変数選択を行い、選択された変数と回帰係数を求めた。その結果を表3及び表4に示す。分析結果から、「脚の疲れにくさ」に影響を及ぼす要因は下腿部上部の前後圧迫力平均値のみとなった。この重回帰式でも下腿部上部における圧迫力を 45hPa 以下にすると「脚の疲れにくさ」が正となり疲れにくいという評価になることがわかる。「総合的な履き心地」に影響を及ぼす要因は下腿部上部及び下腿部下部の前後圧迫力平均値となり、標準化偏回帰係数の大きさから下腿部上部の前後圧迫力平均値が最も大きく影響を与えていた。

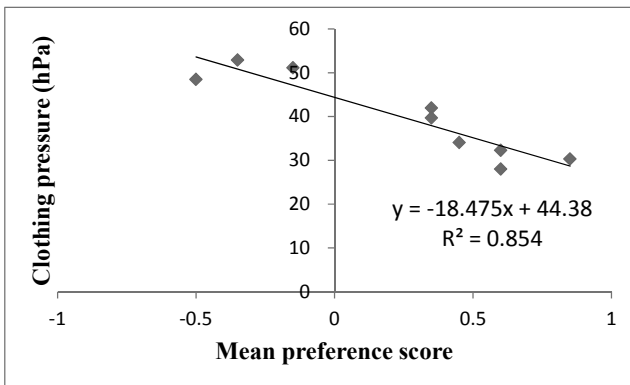


図 7 下腿部上部における前後圧迫力平均値と「脚の疲れにくさ」の相関図

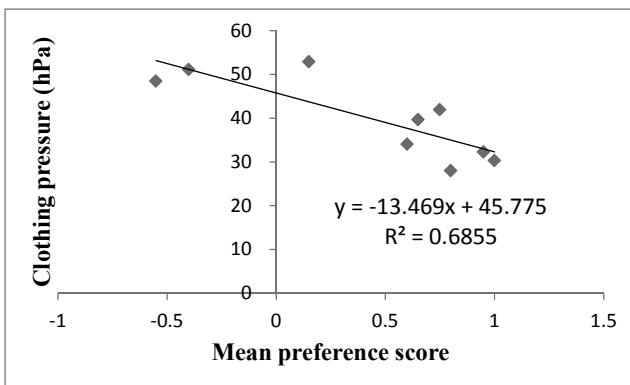


図 8 下腿部上部における前後圧迫力平均値と「総合的な履き心地」の相関図

表 3 「脚の疲れにくさ」を目的変数とする重回帰分析結果

|         | 偏回帰係数   | 標準誤差  | t 値   | P 値     | 標準化偏回帰係数 |
|---------|---------|-------|-------|---------|----------|
| 下腿部上部   | -0.0462 | 0.007 | 6.398 | 0.00037 | -0.924   |
| 定数項     | 2.087   | 0.295 | 7.076 | 0.0002  |          |
| 重相関係数   |         |       |       | 0.924   |          |
| 決定係数    |         |       |       | 0.854   |          |
| 自由度調整済み |         |       |       | 0.833   |          |
| 決定係数    |         |       |       |         |          |

表 4 「総合的な履き心地」を目的変数とする重回帰分析結果

|         | 偏回帰係数   | 標準誤差  | t 値   | P 値     | 標準化偏回帰係数 |
|---------|---------|-------|-------|---------|----------|
| 下腿部上部   | -0.0586 | 0.010 | 5.660 | 0.00131 | -0.953   |
| 下腿部下部   | -0.0406 | 0.016 | 2.486 | 0.04739 | -0.419   |
| 定数項     | 3.768   | 0.660 | 5.706 | 0.00125 |          |
| 重相関係数   |         |       |       | 0.919   |          |
| 決定係数    |         |       |       | 0.845   |          |
| 自由度調整済み |         |       |       | 0.793   |          |
| 決定係数    |         |       |       |         |          |

#### 4. 結言

本研究では実験計画法を用いてハイソックスのレッグ部を3分割し、各部分で圧迫力を強・中・弱の3水準に変化させたソックスを試作した。それらの試料ソックスを用いて被験者による官能評価実験を行い、下腿部圧迫部分の部位及び強度の違いが着圧ハイソックスの圧迫的快適性に与える影響について検討した。その結果、次のことが明らかになった。

(1)下腿部上部（ふくらはぎ部分）の圧迫力が着圧ハイソックスの履き心地に大きく影響を及ぼし、圧迫力が弱いほど履き心地が良く且つ疲れにくい。下腿部上部における圧迫力を 45hPa 以下にすることが快適な着圧ハイソックスを設計する条件である。また、圧迫力は弾性糸の挿入量を変化させることによって調整することが可能である。

(2)下腿部下部（足首部分）の圧迫力は着圧ハイソックスの履き心地への影響は弱い。

#### 参考文献

- 1) 百田裕子, 間壁治子, 三野たまき, 上田一夫: 繊維製品消費科学, 34, 603-614 (1993).
- 2) 百田裕子, 間壁治子, 三野たまき, 上田一夫: 繊維製品消費科学, 34, 175-186 (1993).
- 3) T. Tsujisaka, et al.;Textile Res. J., 74, 598-602(2004).
- 4) 諸岡晴美, 中橋美幸, 諸岡英雄, 繊維製品消費科学, 38, 324-332 (1997).
- 5) 中橋美幸, 諸岡晴美, 諸岡英雄, 平賀 敏, 出口潤子, 繊維製品消費科学, 40, 661-668 (1999).
- 6) 三野たまき, 松井泉樹, 繊維製品消費科学, 49, 197-206 (2008).
- 7) 三野たまき, 松井泉樹, 繊維製品消費科学, 49, 207-216 (2008).
- 8) 三野たまき, 上条真友子, 繊維製品消費科学, 52, 57-64 (2011).
- 9) 中橋美幸, 諸岡晴美, 諸岡英雄, 繊維製品消費科学, 41, 756-762 (2000).