

ソックスの部分的編構造の違いが温熱的快適性に与える影響

辻坂敏之^{*1)}，北村栄治^{*1)}，三木靖浩^{*2)}

Influence of Stitches of Socks on The Thermal Comfort

TSUJISAKA Toshiyuki^{*1)}，KITAMURA Eiji^{*1)}，MIKI Yasuhiro^{*2)}

本研究では編地を部分的に通気性が異なるように試作したソックスを用いて、部分的編構造の違いが温熱的快適性、すなわち蒸れ感に与える影響について検討した。その結果、蒸れ感に関しては、土踏まずからかかとにかけての足裏部分の編み組織の違いが最も影響していた。すなわち、足裏部分の通気性が良い編地の場合に蒸れ感に関する評価が高いことが明らかになった。一方で、足とソックス生地間の湿度は、蒸れ感の評価にあまり関係がないことがわかった。

1. 緒言

ソックス着用時における快適性の主要因として、(1)身体への接触による圧迫的快適性、(2)衣服内の温度、湿度、通気性といった温熱的快適性、(3)デザインや見た目の美しさなどの審美性があげられる。パンティストッキングを対象とした温熱的快適性の研究はみられるが^{1)~4)}、ソックスに関してはほとんどみられない。

そこで本研究では編組織が部分的に異なる場合に着目し、部分的に通気性が異なる編組織になるように試作したソックスを用いて被験者に評価させた。そして、実験計画法の手法を用いて、部分的編構造の違いが温熱的快適性、すなわち蒸れ感に与える影響について検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

試料は男性用カジュアルソックス 8 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 4 本引きそろえとし、裏糸に 30/70FTY を用いて作製した。図 1 に示すレッグ部分、甲部分、足裏部分、足裏部分の編み組織は 2 水準、すなわちプレーン及びメッシュに編成して作製した。このとき、 $L_8(2^7)$ 直交表を用いた割り付けによって 8 種類の靴下を作製した。各試料ソックスにおける因子の条件を表 1 に示した。また、編成したプレーン及びメッシュを図 2 及び図 3 に示した。

2.2 官能検査

官能試験の被験者は高校生及び大学生の日本人男性 5 名である。表 2 に被験者の平均脚部寸法を示す。被験者は第 2.3 節に示す実験を 8 種類の試料ソックスについてそれぞれ 1 回ずつ行った。なお、実験室の環境条件は温度 28.5 ± 1.0 、湿度 $55\% \pm 5\%$ である。

官能検査方法は SD 法を用いた。被験者は 8 種類の中からランダムな順序でソックスを選んで両足に着用し、エアロバイクで 10 分間走行運動を行った。運動直後に評価を行い、20 分間の安静時間をおいて次の試料で実験を行った。このとき、ペダルの回転数を 60rpm とし、負荷レベルはトルク $1.3N \cdot m$ であった。

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、“足裏の蒸れ感 (足裏部分が蒸れない (+), 足裏部分が蒸れる (-))”、“足指部分の蒸れ感 (足指部分が蒸れない (+), 足指部分が蒸れる (-))”、“足の甲部分の蒸れ感 (足の甲部分が蒸れない (+), 足の甲部分が蒸れる (-))”、“足全体の蒸れ感 (足全体が蒸れない (+), 足全体が蒸れる (-))”、“足全体の涼しさ (足が涼しい (+), 足が暑い (-))” の 5 項目である。

2.3 温湿度測定

被験者の日本人男性大学生 1 名に対し、左足のつま先部分 (第 1 足指と第 2 足指の間)、足の甲部分、足の裏部分及びすね部分の 4 か所に温湿度センサーを貼り付け、その上に試料ソックスを着用し、ソックスだけを着用した状態及びソックスの上からスニーカーを着用した状態で、エアロバイクでの運動を 10 分間 60rpm (負荷: トルク $1.3N \cdot m$) のスピードで行い、その時における各測定部位の温度及び湿度変化を記録した。その後 20 分以上の安静状態を保ち、別の試料ソックスを着用して同様の実験を行った。

2.4 保温性及び通気性測定

実験に用いたソックスの編地であるプレーン編み組織及びメッシュ編み組織について、保温性 (KES-F7, カトーテック (株)), 通気性を測定した。測定は温度 20 ± 2 、湿度 $65 \pm 2\%$ のもとで行った。

*1) 繊維・毛皮革・高分子技術チーム, *2) 機械・電子・情報技術チーム

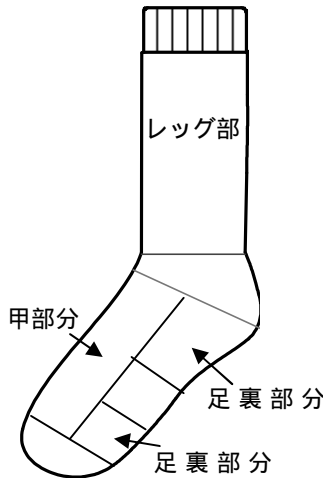


図1 ソックスの編み組織を変化させた部分

表1 各試料ソックスの編み組織

ソックス No.	レッグ部分	甲部分	足裏部分	足裏部分
1	プレーン	プレーン	プレーン	プレーン
2	プレーン	メッシュ	プレーン	メッシュ
3	メッシュ	メッシュ	プレーン	プレーン
4	メッシュ	プレーン	プレーン	メッシュ
5	プレーン	メッシュ	メッシュ	プレーン
6	プレーン	プレーン	メッシュ	メッシュ
7	メッシュ	プレーン	メッシュ	プレーン
8	メッシュ	メッシュ	メッシュ	メッシュ



図2 プレーン編地



図3 メッシュ編地

表2 被験者の平均脚部寸法 (cm)

最大下腿周径	36.1
最小下腿周径	22.0
かかと周径	32.3
足の長さ	25.5
最大下腿周径までの高さ	31.3
最小下腿周径までの高さ	11.4
足幅	12.9

3. 結果及び考察

3.1 SD法による官能検査結果

官能検査を行った項目について各試料の平均嗜好度を図4に示した。どの項目でも評価が良好なソックスはNo.6及びNo.8であった。これらに共通するのは足裏部分が2か所ともメッシュ編み組織であることである。足裏部分の通気性の良さが蒸れ感に良い影響を与えていると考えられる。ソックス No. 1, No.4 は足指部分の蒸れ感を除いた他の項目で評価が低い。この2つのタイプに共通するのは甲部分及び足裏部分（かかとに近い足裏部分）がプレーン編み組織であることある。

各評価項目に対しどの部分の編み組織の違いが影響しているかを検討するため、試料ソックスの官能評価結果を目的変数、編み組織を変化させた部位を説明変数として重回帰分析を行った。求めた各部位の影響度を図5～図9に示す。足裏部分の蒸れ感に関しては、足裏部分、すなわち土踏まずからかかとにかけての足裏部分の編み組織の違いが最も影響していることが分かった。足指部分の蒸れ感に関しては、足裏部分、すなわち指に近い足裏部分の影響が最も大きく、次に足裏部分の影響が大きかった。足の甲部分の蒸れ感に関しては、足裏部分、すなわち土踏まずからかかとにかけての足裏部分の編み組織の違いが最も影響していることが分かった。全体の蒸れ感に関しては、足裏部分、すなわち土踏まずからかかとにかけての足裏部分の編み組織の違いが最も影響していることが分かった。

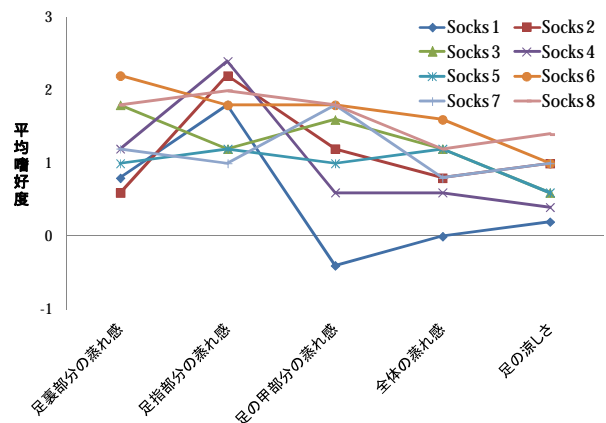


図4 蒸れ感に関する各試料ソックスの平均嗜好度

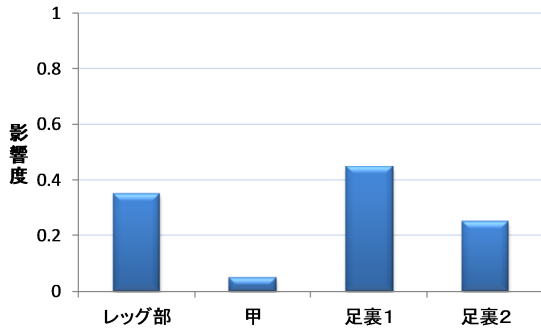


図5 足裏部分の蒸れ感に対する影響度

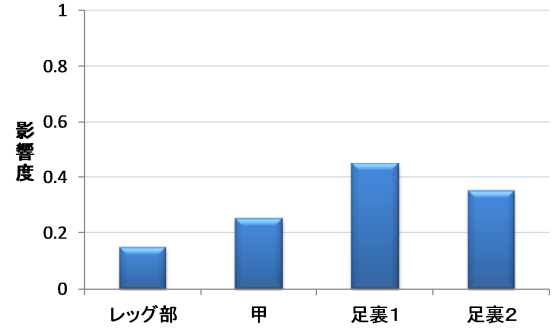


図9 足の涼しさに対する影響度

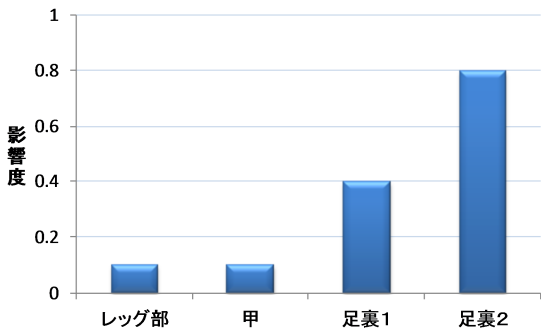


図6 足指部分の蒸れ感に対する影響度

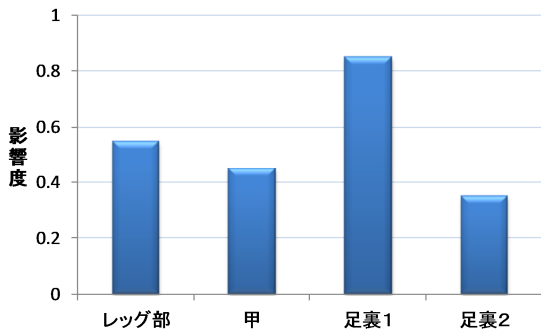


図7 足の甲部分の蒸れ感に対する影響度

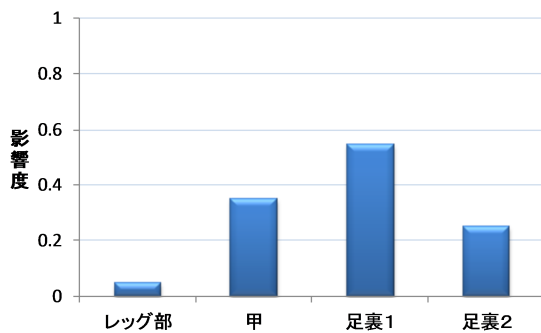


図8 全体の蒸れ感に対する影響度

表3 ソックス編組織の通気性

試料	通気量 ($\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$)
プレーン編	255.6
メッシュ編	924.2

3.2 編組織の物理特性

表3には試料ソックス編組織の通気性を示した。メッシュ編み部分はプレーン編み部分の3.6倍通気性が良かった。以上の結果より、足裏部分、すなわち土踏まずからかかとにかけての足裏部分の通気性を良くすることがソックスの蒸れ感を改善すると考えられる。

3.3 ソックス内の温湿度測定

試料ソックスのみを着用した場合の湿度変化の結果を図10～図17に示した。また、試料ソックスの上からさらにスニーカーを着用した場合の湿度変化を図18～図25に示した。ソックスのみの場合において、官能評価の結果と湿度の測定結果との間に大きな相関はないように思える。このことは、蒸れに関して不快に感じる場合はソックス生地と皮膚間の湿度よりも皮膚上で蒸発しないあるいは布地に吸収されないで残る汗のべとつきが影響しているということが考えられる。なぜなら、ソックスを着用した状態は足指間の空間を除くとすべて肌に密着しているからである。

スニーカーを着用した場合には、全試料ソックスで10分後には同じような湿度上昇がみられた。このことはソックス編地の通気性よりもスニーカーの影響が非常に大きいということがいえる。

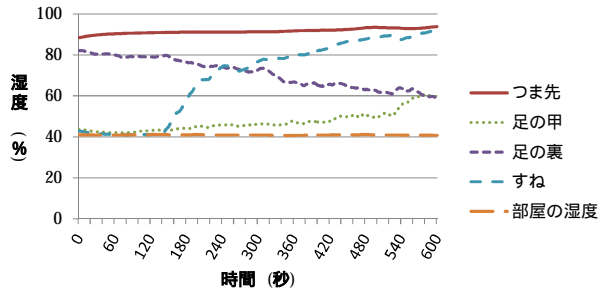


図 10 運動時の湿度変化：Socks No.1

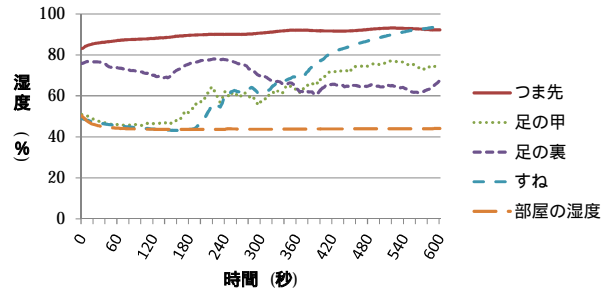


図 15 運動時の湿度変化：Socks No.6

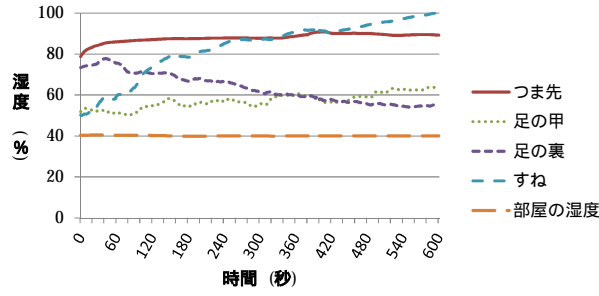


図 11 運動時の湿度変化：Socks No.2

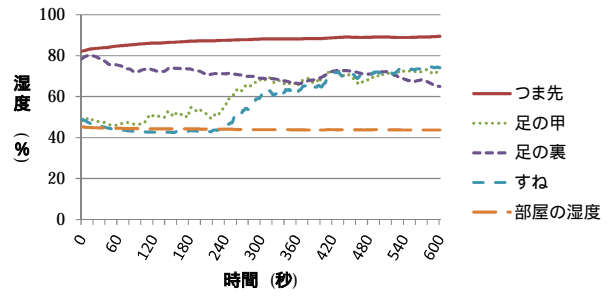


図 16 運動時の湿度変化：Socks No.7

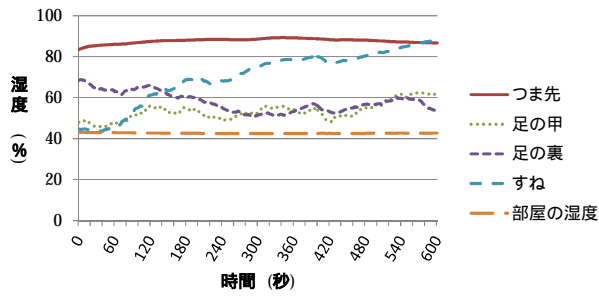


図 12 運動時の湿度変化：Socks No.3

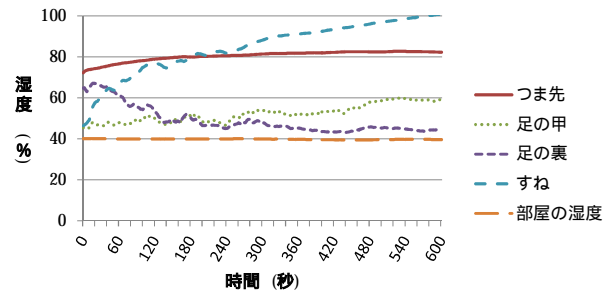


図 17 運動時の湿度変化：Socks No.8

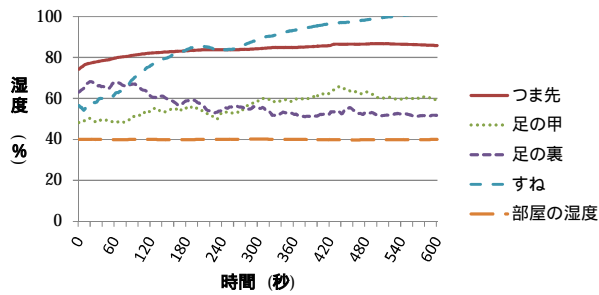


図 13 運動時の湿度変化：Socks No.4

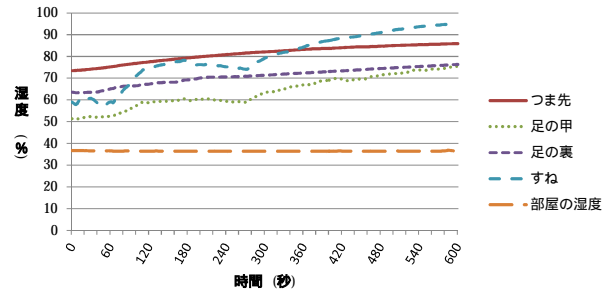


図 18 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.1

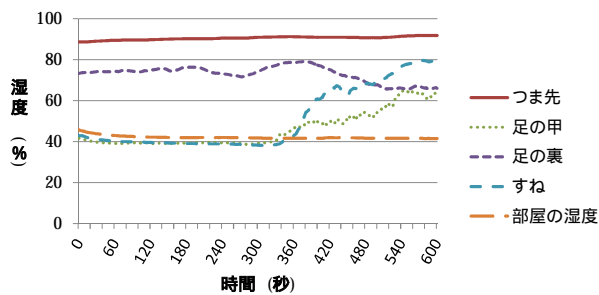


図 14 運動時の湿度変化：Socks No.5

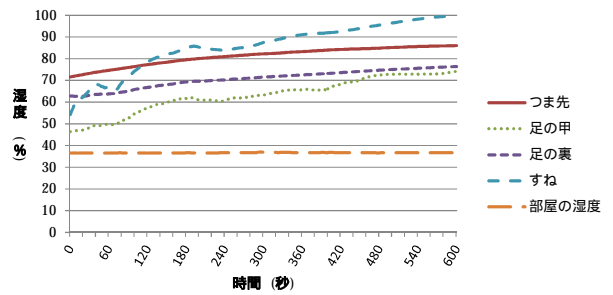


図 19 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.2

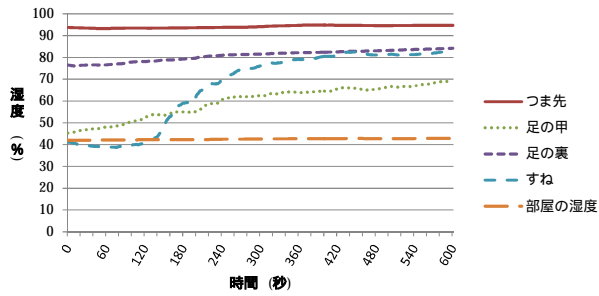


図 20 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.3

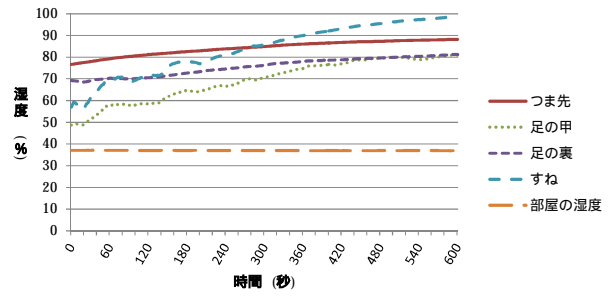


図 25 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.8

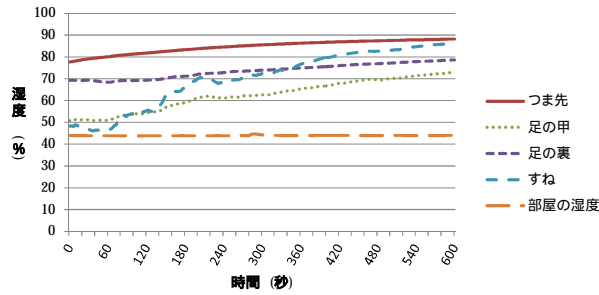


図 21 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.4

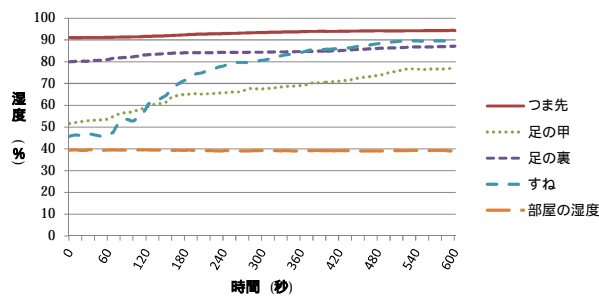


図 22 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.5

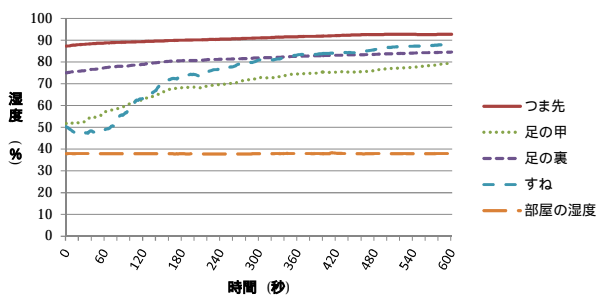


図 23 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.6

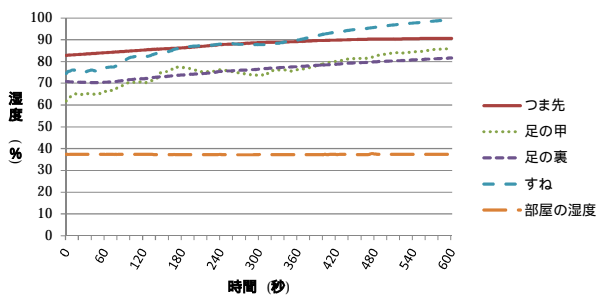


図 24 スニーカー着用運動時の湿度変化 Socks No.7

4. 結言

本研究では編地を部分的に通気性が異なるように試作したソックスを用いて、部分的編構造の違いが温熱的快適性、すなわち蒸れ感に与える影響について検討した。その結果、次のような知見が得られた。

- (1) 蒸れ感に関しては、土踏まずからかかとにかけての足裏部分の編み組織の違いが最も影響していた。すなわち、足裏部分の通気性が良い編地の場合に蒸れ感に関する評価が高い。
- (2) 足とソックス生地間の湿度は、蒸れ感の評価にあまり関係がない。肌表面に吸収されないで残る汗の影響を検討する余地がある。

謝辞

本研究を遂行するに際し、実験にご協力いただいた龍谷大学・大西晃平氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 諸岡晴美，諸岡英雄，繊維製品消費科学会誌，**37**，300-307(1996).
- 2) 諸岡晴美，平田理恵，諸岡英雄，出口潤子，平賀敏，佐藤栄二，繊維機械学会誌，**52**，65-72(1996).
- 3) 鋤柄佐千子，藤本尊子，丹羽雅子，繊維製品消費科学会誌，**30**，582-587(1989).
- 4) 東義昭，諸岡英雄，若嶋清人，松本陽一，諸岡晴美，繊維機械学会誌，**53**，50-58(2000).