

快適なソックスの風合いと物理特性

辻坂敏之^{*1)}

Hand and Physical Properties of Comfortable Socks

TSUJISAKA Toshiyuki^{*1)}

履き心地が良いソックスの開発をめざして、風合いに関する物理特性（伸度、引張特性の直線性、引張仕事量、引張レジリエンス、圧縮特性の直線性、圧縮仕事量、圧縮レジリエンス、平均摩擦係数、摩擦係数の変動、表面粗さの変動）と履き心地の評価との相関性について検討した。

その結果、紳士用ソックスでは圧縮特性の直線性（LC）と圧縮仕事量（WC）、および引張仕事量（WT）において有意水準 5%で差が見られた。すなわち、履き心地が良いソックスは良くないソックスに比べて、圧縮するとき反発があり、圧縮されやすく、伸びやすいことが示された。また判別分析を行った結果、ソックスの判別に及ぼす要因としては、圧縮仕事量（WC）、および引張仕事量（WT）が認められ、それらの物理特性をあらかじめ測定することで履き心地が良いか悪いかを判別できることが明らかになった。一方、官能評価を行なった結果では、判別式によって良いと判定したソックスは「やわらかさ」、「からっとした感じ」の項目で評価が良かった。

1. 緒言

ソックスの快適性評価に関する研究は、これまでに多くみられる。ソックスを構成する繊維素材が履き心地に与える影響を考察した研究¹⁾、ロゴム部圧迫力とずり落ち感や履き心地に関する研究²⁻⁴⁾などである。

しかし、ソックスの風合い特性値（伸度、引張特性の直線性、引張仕事量、引張レジリエンス、圧縮特性の直線性、圧縮仕事量、圧縮レジリエンス、平均摩擦係数、摩擦係数の変動、表面荒さの変動）がソックスの快適性、あるいは履き心地にどう影響するかを考察した研究はみられない。

本研究では、ソックスの快適性と風合いに関する物理特性（引張特性、圧縮特性、表面特性）との相関関係について検討し、履き心地が良いソックスとそうでないソックスの判別を試みた。さらに、ソックスの風合いに関連する形容語で官能検査を行い、判別結果との相関について考察した。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

紳士用の市販ソックスから、履き心地が良いソックス（日本製高級ソックス）およびそうでないソックス（低価格輸入ソックス）を選定した。履き心地が良いソックス 25 点、そうでないソックス 9 点の計 34 点である。物理特性を測定するためにレッグ部分で 10cm 長の試料を切り出した。

2.2 ソックスの風合いに関する物理特性の測定

(1) 引張特性の測定

引張・せん断試験機 KES-FB1（カトーテック(株)製）を用いてソックスの引張特性を測定した。図 1 に示すように試料ソックスの幅は 10cm、切り開かずに筒状のままデジャック幅 5cm とし、引張速度 0.2mm/sec で 2 回繰り返し測定を行った。

引張特性の測定項目は 4 種類（LT：引張特性の直線性、WT：引張仕事量(gf・cm/c m²), RT：引張りに対する弾性(%), EM：伸び(%)) である。

(2) 圧縮特性の測定

圧縮試験機 KES-FB3（カトーテック(株)製）を用いてソックスの圧縮特性を測定した。センサの圧縮速度は 50mm/sec とした。

圧縮特性の測定項目は 5 種類（LC：圧縮特性の直線性、WC：圧縮仕事量(gf・cm/c m²), RC 圧縮に対する弾性(%), T0：圧力 0.5gf/cm² 時における試料厚さ(mm), TM：最大圧力 50gf/cm² 時における試料厚さ(mm)) である。

(3) 表面特性の測定

表面試験機 KES-FB4（カトーテック(株)製）を用いてソックスの表面特性を測定した。図 2 に示すように平面移動型の装置を用いて、試料ソックスは筒状のまま測定した。また、重りを用いて試料を押さえることで試料がずれることを防止した。摩擦測定子の荷重は 50gf、表面粗さ検出子の測定荷重は 10g、速度は 1mm/sec、測定長は 20mm であった。

表面特性の測定項目は 3 種類（MIU：平均摩擦係数、

*1) ライフマテリアルグループ

MMD：摩擦係数の変動，SMD：表面粗さの変動）である。



図1 引張特性の測定

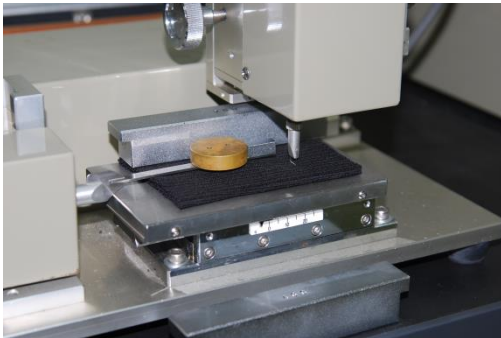


図2 表面特性の測定

2.3 ソックスの官能検査

物理特性の測定結果から判別分析を行い，その判別得点を参考に良いと考えられるソックスとそうでないソックスを1つずつ選定した。紳士用綿のソックス2種類である。

官能試験の男性被験者は30代から50代の健康な男性10名である。被験者は試料ソックスを4時間以上通常の生活の中で装着し，SD法を用いたアンケート評価を行った。

SD法の評価は5段階を点数化する方法(+2点，+1点，0点，-1点，-2点)で行った。評価項目は，

- ① 肌触り：肌触りが良い(+)，肌触りが悪い(-)
- ② フィット性：フィット感が良い(+)，フィット感が悪い(-)
- ③ やわらかさ：やわらかい(+)，かたい(-)
- ④ 履きやすさ：履きやすい(+)，履きにくい(-)
- ⑤ ロゴム部ずり落ち：ずり落ちない(+)，ずり落ちる(-)
- ⑥ からっとした：からっとした(+)，じめじめする(-)

- ⑦ すべりにくさ：すべりにくい(+)，すべりやすい(-)
 - ⑧ 総合的な履き心地：履き心地が良い(+)，履き心地が悪い(-)
- の8項目である。

3. 結果及び考察

3.1 ソックスの物理特性の測定

各試料について物理特性を測定した結果について，履き心地が良いソックスとそうでないソックスに分けた平均値を表1に示す。紳士用ソックスでは圧縮特性の直線性(LC)と圧縮仕事量(WC)，および引張仕事量(WT)において有意水準5%で差が見られた。すなわち，履き心地が良いソックスはそうでないソックスに比べて，圧縮がかたくて圧縮されやすく，伸びやすいことが示された。

物理特性の測定データを説明変数とし，履き心地が良いソックスとそうでないソックスを目的変数として判別分析を行い，回帰式の作成と予測に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 $p=0.06$ ，変数除去基準を $p=0.06$ 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判別係数を求めた。その判別結果を表2に示す。分析結果から，ソックスの判別に及ぼす要因としては，圧縮仕事量(WC)，および引張仕事量(WT)が認められ，判別式は次式で与えられる。

$$Y = -2.765 \times WC - 0.4331 \times WT + 5.275 \quad (\text{式1})$$

ただし， $Y < 0$ のとき，履き心地が良いソックスと予測でき，その正判別率は76.5%である。

引張仕事量(WT)が影響を及ぼすという結果は，靴下製造現場において職人の手で引張の伸びを確認することと一致すると考えられる。また，圧縮仕事量(WC)が影響を及ぼすという結果は，同じく編地を押ししたときの柔らかさあるいは反発具合を確認することと一致すると考えられる。

表1 風合い測定の平均値

	T_O (mm)	T_M (mm)	LC	WC (gf/cm ²)	RC (%)	MIU	MMD	SMD	LT	WT (gf/cm ²)	RT (%)
Good	2.42	1.57	0.46	0.98	44.64	0.42	0.01	4.71	0.94	8.57	67.88
Not Good	2.01	1.38	0.38	0.62	46.22	0.40	0.01	4.60	0.98	6.11	68.04
*Probability	p=0.04	p=0.17	p=0.027	p=0.0008	p=0.44	p=0.43	p=0.77	p=0.83	p=0.10	p=0.002	p=0.95
*Probability(p値，差がない確率)が0.05より小さいと，差があるということになる。											

表2 判別分析の結果

		Predicted grouping		
		Good	Not Good	Total
Actual grouping	Good	8	1	9
	(%)	(88.9)	(11.1)	(100.0)
	Not Good	7	18	25
		Good	Not Good	Total
		(28.0)	(72.0)	(100.0)
		(%)		

Correct discrimination rate : 76.5%

3.2 官能評価結果

8種類の形容語について各試料の平均嗜好度を求めた結果を図3に示した。履き心地が良いと判定したソックスは履き心地が良くないとしたソックスと比較して「やわらかく、履きやすい」と評価された。また、「肌触り」、「フィット性」については差がみられなかった。

被験者数が少ないためにあくまで参考にしかたないが、紳士用2種類のソックスについて評価した結果に因子分析を適用した。バリマックス法で因子軸を回転して得た因子負荷量を表3に示した。因子負荷量の大きさから、因子1は「触感」、因子2は「伸びのやわらかさ」を表している。

ここで、2つの試料について求めた因子得点の平均を図4に示した。X軸は値が大きくなるほど触感がさらさらするイメージで、Y軸は値が大きくなるほど伸びがやわらかくなるイメージをあたえる。履き心地が良いと判定したソックスは触感がさらさらして伸びがやわらかいイメージを与えていることがわかる。

4. 結言

本研究では履き心地が良いソックスの開発をめざして、評価が良いソックス及び評価が良くないソックスの風合いに関する物理特性（伸度、引張特性の直線性、引張仕事量、引張レジリエンス、圧縮特性の直線性、圧縮仕事量、圧縮レジリエンス、平均摩擦係数、摩擦係数の変動、表面荒さの変動）を測定した。

その結果、ソックスの判別に及ぼす要因としては、圧縮仕事量（WC）、および引張仕事量（WT）が認められ、それらの物理特性をあらかじめ測定することでソックスの履き心地が良いか悪いかを判別できることがあきらかになった。また、官能評価の結果から、「やわらかさ」、「からっとした感じ」の項目で判別式によって良いと判定したソックスの評価が良かった。

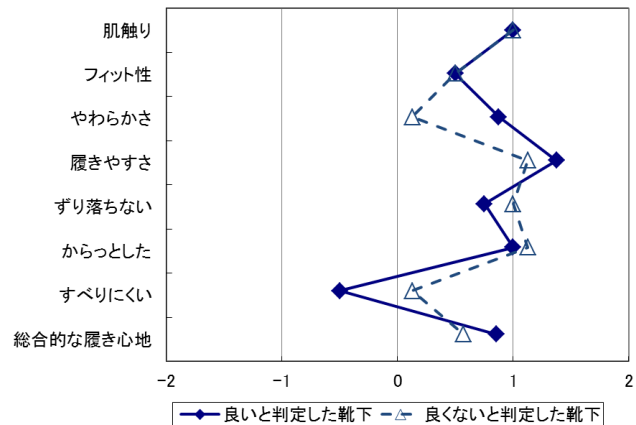


図3 各ソックスの平均嗜好度

表3 回転後の因子負荷量（バリマックス法）

	因子1	因子2
肌触り	-0.43	0.40
フィット性	-0.60	0.38
やわらかさ	-0.18	0.67
履きやすさ	-0.50	0.61
ずり落ち	0.00	0.39
からっとした	-0.94	-0.35
すべりにくさ	-0.01	0.55
寄与率	24.4	24.4
累積寄与率	24.4	48.8



図4 各ソックスの因子得点

参考文献

- 1) 松岡敏生, 西松豊典, 花之内智彦, 上條正義, 鳥羽栄治, 近藤幹也, 繊維学会誌, **57**, P334-337 (2001).
- 2) T. Tsujisaka, et al.;Textile Res. J., **74**, 598-602 (2004).
- 3) 辻坂敏之, 松本陽一, 東義昭, 諸岡英雄, 繊維機械学会誌, **58**, T89-T94 (2005).
- 4) 辻坂敏之, 松本陽一, 石澤広明, 東義昭, 諸岡英雄, Journal of Textile Engineering, **52**, 43-49 (2006).