

「力学量－基本風合い値変換式」からみる機能性スーツ地の特性

製織システムチーム 小田 明佳, 廣澤 覚
京都光華女子大学 知念 葉子, 大八木紀子

要 旨

スーツは、ビジネスシーンはもちろんのこと、各種セレモニーでも着用されるアイテムであり、その市場はグローバルである。様々なシーンで着用されることもあり、繊維素材、製織・製編技術、及び各種加工法の改良と開発により常に新しい生地が生み出されることで、スーツ地の機能は向上している。スーツ地など繊維製品の風合い計測システムの代表的なものに KES システムがある。このシステムは約 40 年前に開発され、スーツ地などの物理特性と熟練技術者による風合い評価値の関係から「力学量－基本風合い値変換式」を導出している。つまり、この変換式は、装置を用いて物理特性を計測することで、熟練技術者が評価する風合い値への変換が可能だけでなく、当時流通していた生地の物理特性値の平均や偏差を知ることができる。

本研究では、現代の機能性スーツ地と当時のスーツ地の物理特性値にどのような差異があるのかを調査し、また熟練技術者とユーザーである大学生による評価の特徴を検討した。結果、現代のスーツ地は当時のスーツ地に比べ、ストレッチ性や圧縮弾性に富み、滑らかな表面であることが分かり、熟練技術者とユーザーでは特徴の捉え方が一致しないことが示唆された。

1. はじめに

繊維製品においては、繊維の素材や糸としての形態による特性、織・編構造、整理加工、及び縫製など各加工による影響が複雑に作用し合うことで最終製品の性能が発現する。これまで、織構造と消費性能の関係についての研究を行った結果、よこ糸の織度及び密度の変化による、スリッパや引裂強さなどへの寄与、また、その寄与の正負について解析を行い、それらの関係性を見出してきた¹⁾。一方、繊維製品に求められる性能は、消費性能だけでなく、手で触れたりした際に感じる触感である「風合い」も製品の付加価値として非常に重要とされている。この「風合い」を評価できるシステムとしては、KES システム (Kawabata's Evaluation System) が代表的である。この KES システムは、布の引張り、せん断、曲げ、圧縮、表面の特性を測定できる装置で構成され、これらの物理特性値から「風合い」を評価でき、1972 年頃に完成したものである。測定した物理特性値から「風合い」へ変換するために、同システムの完成当時流通していた紳士秋冬用スーツ地 214 点や婦人外衣用中厚地 (製品カテゴリーとしては婦人用スーツ地) 220 点などのアイテムごとに、装置による測定 (16 個の特性値) を行うとともに、熟練技術者である布の製造や仕上げ関係の技術者による官能検査 (基本風合い) を行い、それ

らの関連を解析することにより、「力学量－基本風合い値変換式」(式 1) を導出している²⁾。

$$Y = C_0 + \sum_{i=1}^{16} C_i \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma_i} \quad (\text{式 1})$$

Y: 風合い値

X_i: 特性値またはその対数値変換値

\bar{X}_i : X_i の平均

σ_i : X_i の標準偏差

C₀, C_i: 係数

この変換式の導出のために供されたテキスタイル群は、スーツ地をメインとしているが、現代におけるライフ・ワークスタイルのフレキシビリティ化により、自宅での洗濯が容易であるイージーケア性や、動きにフィットするストレッチ性の機能を付与するなど、各社様々なスーツ地開発が続けられている。

本研究では、現代の機能性スーツが、変換式の導出された約 40 年前の婦人外衣用中厚地と比較して、物理特性としてどのような差異があるのかを調査し、現代スーツ地の特徴を考察する。さらに、近年、製品の訴求力向上のために、消費者目線での評価の重要度が増してきて

いる。そこで、一部のユーザーによる官能検査を行い、さらに変換式から算出される熟練技術者による評価（風合い値）との差異を検討する。これら検討結果をもとに、繊維製品の高い競争力の維持・強化へとつなげる新たな風合い評価の指針について考察する。

2. 実験方法

2.1 試料

市販されているレディース用スーツ地 6 点（符号①～⑥）及びメンズ用スーツ地 2 点（符号⑦，⑧）の計 8 点を用いた。各試料の用途や組成，目付，加工を表 1 に示す。なお，後述する官能検査には 8 点のうちレディース

表 1 試料の諸元

符号	官能検査	用途	組成	目付 (mg/cm ²)	加工 (販売時タグ等による)
①	A	レディース オールシーズン	毛 100%	16.9	なし
②	B	レディース オールシーズン	毛 100%	20.5	W ストレッチ加工
③	C	レディース 夏物	ポリエステル 93% ポリウレタン 4% レーヨン 3%	20.6	ウォッシュャブル加工 W ストレッチ加工 速乾加工 防しわ加工
④		レディース オールシーズン	毛 100%	17.1	なし
⑤		レディース 夏物	毛 51% ポリエステル 49%	15.7	ウォッシュャブル加工
⑥	D	レディース オールシーズン	ポリエステル 55% 毛 40% ポリウレタン 5%	17.1	なし
⑦		メンズ オールシーズン	毛 70% ポリエステル 30%	14.7	帯電防止加工 耐久折り目加工
⑧		メンズ 夏物	毛 50% ポリエステル 50%	18.9	なし

表 2 KES による測定条件と特性値

装置名	測定条件	特性値		
		記号	単位	意味
KESFB1-AUTO-A 自動化引張り試験機	速度 0.2mm/s 最大引張荷重 500gf/cm	LT WT RT	- gf・cm/cm ² %	引張りの線形性 引張りエネルギー 引張りレジリエンス
KESFB1-AUTO-A 自動化せん断試験機	せん断張力 200gf/20cm 最大せん断角 8度 せん断速度 0.468度/s	G 2HG 2HG5	gf/cm・deg gf/cm gf/cm	せん断剛性 せん断角 0.5度におけるヒステリシス せん断角 5度におけるヒステリシス
KESFB2-AUTO-A 自動化純曲げ試験機	最大曲率 2.5cm ⁻¹ 曲げ変形速度 0.5 cm ⁻¹ /s	B 2HB	gf・cm ² /cm gf・cm/cm	曲げ剛性 曲げヒステリシス
KES-G5 ハンディ圧縮試験機	加圧面積 2cm ² 円形 最大圧縮荷重 50gf/cm ² 圧縮速度 0.002cm/s	LC WC RC T0	- gf・cm/cm ² % mm	圧縮の直線性 圧縮仕事量 圧縮レジリエンス P=0.5gf/cm ² の時の厚み
KESFB4-AUTO-A 自動化表面試験機	表面摩擦 ピアノ線接触子 10mm角 荷重 50g 速度 1mm/s	MIU MMD	- -	摩擦係数の平均値 摩擦係数の変動
	表面粗さ ピアノ線接触子 5mm幅 荷重 10g 速度 1mm/s	SMD	μm	粗さの変動

用を用い、その中で用途等が類似する①と④（どちらもオールシーズン用かつ加工なし）や、③と⑤（どちらも夏用かつウォッシュャブル加工あり）についてはいずれかに絞り、計4点（符号A～D）を選択した。

2.2 KESによる測定

試料①～⑧を用いて、物理特性である引張り（KES-FB1-AUTO-A）、せん断（KES-FB1-AUTO-A）、曲げ（KES-FB2-AUTO-A）、圧縮（KES-G5）、表面（KES-FB4-AUTO-A）（装置は全てカトーテック株式会社製）を測定した。測定条件と得られる特性値を表2に示す。試料サイズは全て20cm角とした。

2.3 「力学量－基本風合い値変換式」による風合い評価

アイテムごとに導出された多種の「力学量－基本風合い値変換式」の中から、今回は、婦人外衣用中厚地の変換式を選び、基本風合い値を得た。変換式の選定目安の一つとして目付を基準にした。すなわち、被検試料の目付（平均18mg/cm²）と、変換式を導出するために用いられた布の目付（23mg/cm²）とは近似している。この変換式で得られる基本風合いは、「KOSHI」、「NUMERI」、「FUKURAMI」、「SOFUTOSA」であり、風合い値は、1から10の数値で表され、数値が大きいほどその感覚が強いことを示している。

2.4 被験者による官能検査

官能検査には、試料A～Dに対して、シェッフエの対比較法・浦の変法を用いた³⁾。各被験者に対して、4種類の試料のうち2種類を提示するが、その順序も考慮した全組み合わせを提示して、先に提示した試料が後に提示した試料と比較して各感覚がどの程度強いかの評価を各被験者から得た。用いた感性語は、実際に試料に触れて感じ取った用語である「のび感」、「さらっと感」、「ふんわり感」、「やわらか感」の4ワードである。それぞれの用語の認識を統一するために、次のような定義付けを行った。「のび感」は、のびやすく、フィット感が良いとし、「さらっと感」は、ぬめり感とは対照的に、すべりが良く、まとわりつく感じがなく、「ふんわり感」は、厚み感があり、厚み方向の弾力性に富む、「やわらか感」は、曲げやわらかく、しっかりした地合いとは対照的であるとした。評点は、非常に強い(+3)、かなり強い(+2)、やや強い(+1)、同じ(0)、やや弱い(-1)、かなり弱い(-2)、非常に弱い(-3)の7段階とした。被験者は、女子大学生(20～21歳)8名である。当該被験者は、就職活動等でスーツ着用の機会が多い。また、レディーススーツ地には、最終製品(スーツ)のデザイン性及び機能性を考慮し、メンズスーツ地に比べ多種のテキスタイルが用いられている。検査時の環境は温度24.7℃、相対湿度49%の室内であった。検査は、視覚情報を遮断した状態(試料と顔の間に衝立を設置する)で

表3 KESによる測定値

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	当時
引張	LT	0.70	0.60	0.66	0.61	0.75	0.63	0.66	0.66	0.62
	WT (gf・cm/c m ²)	12.1	16.6	34.7	12.6	16.0	22.8	13.3	8.5	14.2
	RT (%)	62.7	62.1	51.7	63.1	65.6	56.2	62.3	69.1	42.1
せん断	G (gf/cm・deg)	0.7	0.5	0.4	0.5	1.0	0.8	0.5	1.1	0.8
	2HG (gf/cm)	0.8	0.4	0.3	0.4	0.9	0.8	0.7	1.0	1.4
	2HG5 (gf/cm)	1.2	0.8	1.2	0.9	2.1	2.4	1.4	2.7	2.6
曲げ	B (gf・c m ² /cm)	0.063	0.073	0.045	0.066	0.053	0.049	0.067	0.083	0.097
	2HB (gf・cm/cm)	0.032	0.021	0.017	0.025	0.100	0.018	0.027	0.041	0.052
圧縮	LC	0.32	0.24	0.55	0.39	0.37	0.33	0.29	0.24	0.41
	WC (gf・cm/c m ²)	0.24	0.19	0.08	0.11	0.12	0.26	0.19	0.18	0.24
	RC (%)	51.4	68.7	61.4	64.3	59.4	51.4	58.4	57.8	52.3
	TO (mm)	0.66	0.69	0.44	0.43	0.44	0.63	0.66	0.66	0.90
表面	MIU	0.17	0.16	0.16	0.14	0.14	0.17	0.15	0.16	0.24
	MMD	0.007	0.008	0.006	0.008	0.009	0.009	0.010	0.023	0.019
	SMD (μm)	3.63	2.72	3.77	2.25	5.12	2.30	3.78	4.38	3.71

行った。また、検査結果は、一巡三角形（例えば、ABCの3サンプルの場合、AよりB、BよりC、CよりAの感覚が強いという判断がなされた場合、3サンプルの中でどれが一番強い感覚なのか分からない）がないことの確認を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 KESによる測定値

試料①～⑧の測定結果を表3に示す。測定値はたて糸方向及びよこ糸方向についてそれぞれ測定した結果の平均値である。なお、KESシステム完成時において婦人外衣用中厚地の変換式に用いられた布の平均値を「当時」として示す。共著者の知念ら⁴⁾は、これまでにこれら試料の測定値についてまとめており、さらに本報では、現代の生地と「当時」のものとの特性差について視覚化するため、その評価結果をプロットしたチャート図（図1）を示し、現代の生地の特徴について検証した。

当時の生地と比較すると、現代の生地は、RT及びRCが高く、一方、2HG、B、MIU及びMMDが低くなっている。すなわち、引張りやせん断、圧縮の回復性が良好であり、さらに、曲げやわらかく、表面は滑らかであった。これらは、現代の生地に用いられている繊維が、当時主流であったと推察される毛を主成分とするものだけではなく、毛に比べ繊維径が細いポリエステルや、弾力性のあるポリウレタンなどが多く使用されるようになったことや、ストレッチ加工や形態安定加工がより施されるようになったことが影響していると考えられる。本研究での試料は8点と限られてはいるが、ほぼ全ての試料で同様の傾向となったため、本検討で得られた結果は、現代のスーツ地の特徴を示唆している。

3.2 KESによる風合い値と被験者による官能検査値

得られた測定値をもとに、婦人外衣用中厚地の変換式を用いて得た風合い評価と、官能検査によって得られた試料A～Dの平均嗜好度を、各試料について特徴付けるため、それぞれの評価のレーダー図（図2）を示す。

KESによる風合い評価では、試料Cを除いては、各風合いのバランスが類似していた。一方、被験者による評価では、試料C以外もそれぞれにバランスが異なった。これらの結果から熟練技術者と被験者である大学生では、感じ方が異なることが示唆された。ユーザー目線での評価をさらに充実させるためには、試料数や被験者数を増加させた官能検査を実施し、KESによる特性値と

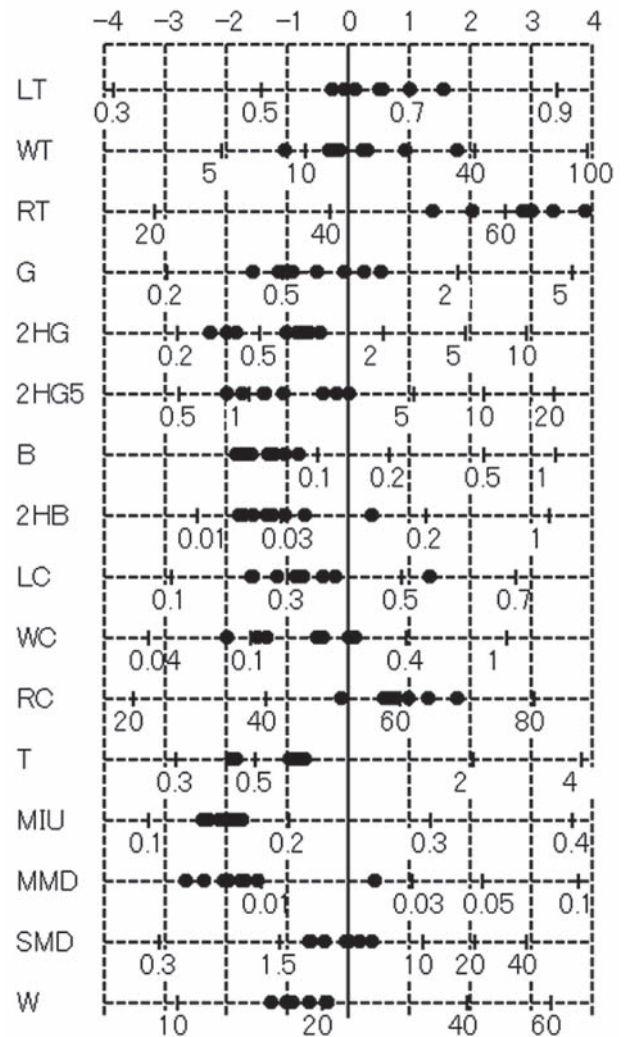


図1 KESチャート図による測定値の分布

の関係を検討する必要がある。しかしながら、試料数の過度の増加は、現在の対比較法・浦の変法では被験者への負担が大きくなるため、新たな検査手法についての検討も必要である。

4. まとめ

本研究では、現代の機能性スーツ地の特徴を、KESシステムが開発された約40年前に流通していた生地と比較することによって調査した。その結果、当時の生地と、現代のスーツ地とでは、繊維種や加工の違いによるストレッチ性や圧縮弾性、表面の滑らかさが異なることが分かった。また被験者による官能検査の結果は、変換式で得られる風合い評価と異なることが示唆された。

変換式は、アイテムごとに導出されているが、その後の研究で、スーツ地の変換式が紙製品や衣料用天然皮革

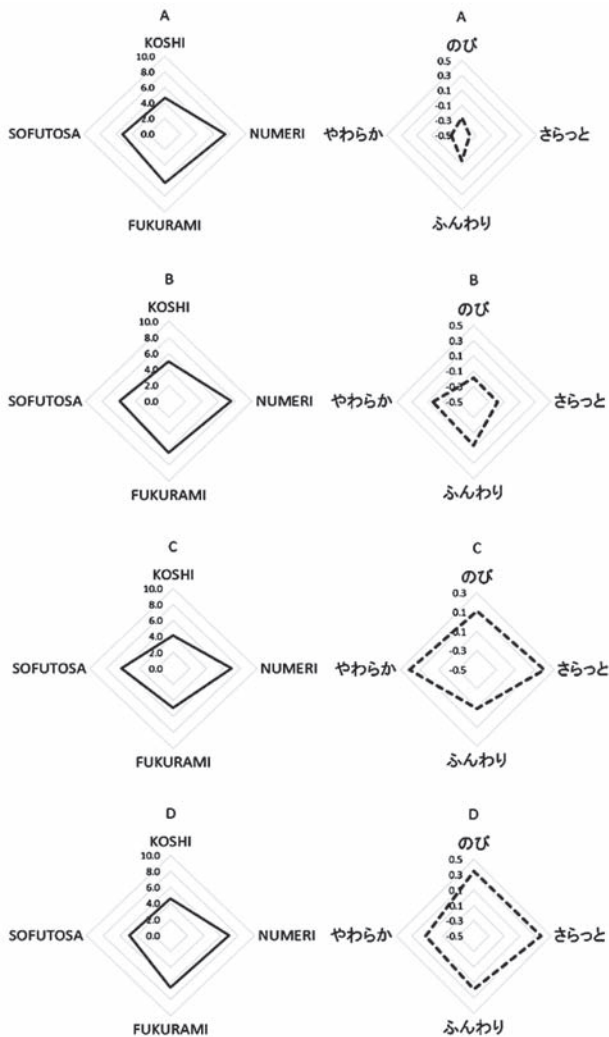


図2 風合い評価(左:KES 右:被験者)

に適用できることが報告されている。これら先行研究によって、各風合い値に対する特性値の寄与度である変換式中の係数(式(1)での C_0, C_i)はそのままに、各特性値の平均値(\bar{X}_i)と偏差(σ_i)を新たに測定したアイテムのものに置き換えることで、そのアイテムに適した変換式となることが示されている^{5), 6)}。したがって、今後、現代のスーツ地についてさらに評価を行い、それらの特性値の平均値等が当時の生地のもと異なることが明らかになれば、現代スーツ地のデータを活用して変換式を補正することで、現代の機能性スーツ地により適した変換式を提案することが可能であると考えられる。その際、熟練技術者による評価が必要ないため、新しい変換式の導出が簡便になる可能性がある。

KESによる風合い値とユーザーである大学生による官能検査の結果は異なった。一方で、KESでは風合い

評価だけでなく、特性値から縫製の困難さや仕立て映えの良否といった製造技術者向けの評価も可能である。つまり、KESによる評価は技術者に対して有益であるが、それに加えて現代のユーザーに分かりやすく商品の特徴を伝えるには、ユーザーがイメージしやすい用語を用いるなど、ユーザー目線での新たな評価方法も必要であると考えられる。

これらの研究を進めることで、熟練技術者による評価と同じ評価が簡便に実施可能となることや、ユーザーに対する的確なアプローチが可能となることで、繊維製品の効率的な開発、訴求力向上による市場拡大に寄与できればと考える。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ご協力いただきました京都光華女子大学キャリア形成学部キャリア形成学科の皆様には厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 名所高一, 小田明佳: 京都市産業技術研究所繊維技術センター平成20年度研究業務報告書, 73-76(2009)
- 2) 川端季雄: 風合い評価の標準化と解析(1980)
- 3) 日科技連官能検査委員会: 新版官能検査ハンドブック(1983)
- 4) 知念葉子, 大八木紀子, 小田明佳: 京都光華女子大学研究紀要, 55, 21-28(2017)
- 5) 川端季雄: 繊維と工学, 47, 624-628(1991)
- 6) 井上真理: 皮革化学, 58, 106-112(2012)