

令和元年6月14日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00782

研究課題名(和文)衣服の「着心地」を定量的に評価できるダイナミック・コンフォートマネキンの試作開発

研究課題名(英文) Development of dynamic comfort mannequin for evaluating clothing comfort

研究代表者

西松 豊典 (Nishimatsu, Toyonori)

信州大学・繊維学部・特任教授

研究者番号：40252069

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：よこ伸度が異なるワイシャツやスラックスの「着心地」について一対比較法を用いて「着心地」評価を行った。さらに、ワイシャツ、あるいはスラックスを着衣して着心地を評価しているときの被験者の衣服圧(スラックスについては筋活動量も)を評価した。その結果、ワイシャツ、スラックスの着心地の良さと衣服圧および筋活動量間には負の相関が見られることを明らかにした。また、スラックスの着心地を評価するコンフォートマネキンを試作し、着衣中の衣服圧を測定した。その結果、被験者がスラックスを着衣して試技を行っているときの衣服圧とコンフォートマネキンにスラックスを着衣しているときの衣服圧には相関が見られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

よこ伸度が異なるワイシャツやスラックスの「着心地」について一対比較法を用いて「着心地」評価を行う試技の提案を行い、その妥当性を確認した。さらに、ワイシャツ、あるいはスラックスを着衣している被験者の衣服圧(あるいは筋活動量)を評価する手法を提案した結果、着心地の良さと衣服圧および筋活動量間には相関が見られることを明らかにした。この研究で得たワイシャツやスラックスの着心地評価方法の成果が、学術的意義として繊維関連学会においては種々の繊維製品の着心地評価に対する先進的な学術的な手法として、繊維企業においては着心地が良いワイシャツやスラックスの開発や販売に貢献できることが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Button-down shirts and slacks with differing weft stretch properties were evaluated for determining “clothing comfort” using a paired comparison method. In addition, the level of clothing pressure exerted on the subjects while they wore the shirts and slacks for comfort evaluations (as well as muscle activity when wearing the slacks) were measured and evaluated. The results showed a clear negative correlation between clothing pressure or muscle activity and clothing comfort for both the button-down shirts and slacks. In addition, a mannequin prototype for comfort evaluation was developed for slacks, and this was used for measuring clothing pressure when wearing the slacks. The results showed the correlation between the clothing pressure exerted on subjects who wore slacks while performing actions and the clothing pressure measured using the mannequin.

研究分野：繊維工学

キーワード：着心地 スラックス 上衣 ワイシャツ 衣服圧 筋電図 コンフォートマネキン

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

衣服（スーツ、ワイシャツ、肌着）は、我々が一日を共に暮らす最も身近な商品である。個人個人の衣生活観により「個性を表現し美しさを表す心理的・精神的役割」から「環境から身体を保護する機能的役割」や「着衣しているときに快適な印象を与える役割」へと変化している。特に、最近では心と身体の「快適性」を支えるファッションウエアとしての役割を果たすことが強く要求されている。

本研究では、ヒトが衣服（スーツ、ワイシャツ、肌着）の「着心地」を自分自身の触知覚（触覚、圧覚、振動覚、温冷覚など）による感性で総合評価しているときのヒューマンファクターを感性工学によって抽出する。さらに、被験者が衣服の「着心地」を評価しているときの生理的機能量を客観的に定量化する計測手法を確立する。

しかし、年齢、性別、体格が異なる被験者が衣服の「着心地」を評価した結果は個人差や被験者間のばらつきが非常に大きいので、性別、体格などを限定した被験者を用いなければならないという問題点を抱えている。

そこで、人体と直接かつ長時間接している衣服の「快適性」である「着心地」を年齢、性別、体格などの個人差の影響がなく着衣動作を行うことができる“コンフォートマネキン”を試作し、この試作マネキンを用いて「着心地」計測・評価手法を確立することが必要である。

2. 研究の目的

衣服（スーツ、ワイシャツ、肌着）の着装時や着装中において、被験者が体性感覚によって「着心地」を評価している際のヒューマンファクター（試技、評価形容語、官能検査方法）を計測する手法について研究する。

衣服（スーツ、ワイシャツ、肌着）の設計要素である素材、肩寸法（アームホール、脇幅など）や生地 の伸度が異なるウエアを試作し、被験者がこれらの衣服を着用して「着心地」評価を行っているときの人体にかかる衣服圧の影響、衣服圧により生じる身体的な負担（筋活動量、衣服内温湿度）や動作拘束性、被験者の動作時における衣服の変形挙動について経時的にコンピュータ画像解析手法を用いて測定するとともに、「着心地」に及ぼす要因についても明らかにする。そして、衣服の「着心地」と測定した衣服圧、生理的機能量や衣服の変形量との関係を考察し、「着心地」を定量化する手法を確立する。

次に、確立した衣服の「着心地」評価技術を用いて、「着心地」評価動作である片脚上挙運動を行うことができるスラックス評価用コンフォートマネキンを試作し、この試作マネキンを用いて「着心地」計測・評価手法を確立する。

3. 研究の方法

よこ伸度が異なる5種類の生地を用いて試作したワイシャツを着用した被験者（20代男子大学生）が水平内転運動を行い、一対比較法（中屋の変法）により、ワイシャツの「着心地（圧迫感がある、追従しない、きつい、張る、動きやすい、着心地が良い）」について官能検査を行った。また、ワイシャツを着用して水平内転運動を行っているときの被験者の肩甲部、脇下部および上腕部とワイシャツ間の衣服圧および筋活動量を測定した。そして、被験者が評価したワイシャツの着心地と試技中の衣服圧および筋活動量との関係を検討した。

よこ伸度が異なる4種類のスラックスを用いて、2種類の試技（片脚上挙運動・しゃがみこみ運動）を行ったのち、シェッフエの一対比較法（中屋の変法）を用いて身体下肢の5部位についてスラックスの運動機能的着心地（圧迫感がない、つっぱり感がない、窮屈感がない、伸びや

すい、動きやすい、曲げやすい、ストレッチ感がある、着心地が良い) を評価した。

エアパック式接触圧測定器を用いて、それぞれ2種類の試技の静止姿勢時における身体下肢8点の衣服圧を測定した。そして、それらの結果より、生地によこ伸度がスラックスの運動機能的着心地に及ぼす影響を主観的及び客観的な側面から考察した。次に、確立した衣服の「着心地」評価技術を用いて、「着心地」をヒトと同等の評価が可能となるように年齢、性別、体格などの個人差の影響が無く、片脚上挙運動を行うことができるスラックス評価用コンフォートマネキンを試作し、この試作マネキンを用いてスラックスの「着心地」計測・評価手法を検討した。

紡績方法が異なる糸を用いて製布した織物で試作したスーツ上衣の「清涼感」について官能評価を行うとともに、織物の物理特性(毛羽量、曲げ特性、引っ張り特性、通気性)を測定した。そして、紡績方法の違いや糸の撚り数の増加で糸の毛羽量が減少することによって、生地 of シヤリ感、ハリ感が増大して手触りにおける清涼感、毛羽量が減少することで生地 of 通気度が増大して、着心地における清涼感が増大するかを検討した。

4. 研究成果

官能検査で求めた5種類のワイシャツの着心地評価結果である平均嗜好度(判定能力がある全被験者が各形容語について評価した平均値)より、ワイシャツのよこ伸度(S5; 5%、S8; 8%、S10; 10%、S12; 12%、S15; 15%)が増加するにつれて、肩甲部及び脇下部において「圧迫感がない」、「追従する」、「ゆるい」、「張らない」と評価された。また、よこ伸度が増加するにつれて「動きやすい」、「着心地が良い」と評価された。

図1は、5種類のワイシャツについて求めた6測定点(肩甲骨隆起点、中、下部; 測定点1、2、3、アームホール上、中、下部; 測定点4、5、6)における全被験者の平均衣服圧及び標準偏差を示す。

図1より、よこ伸度が増加するにつれて、各測定点における平均衣服圧は減少する傾向がみられた。

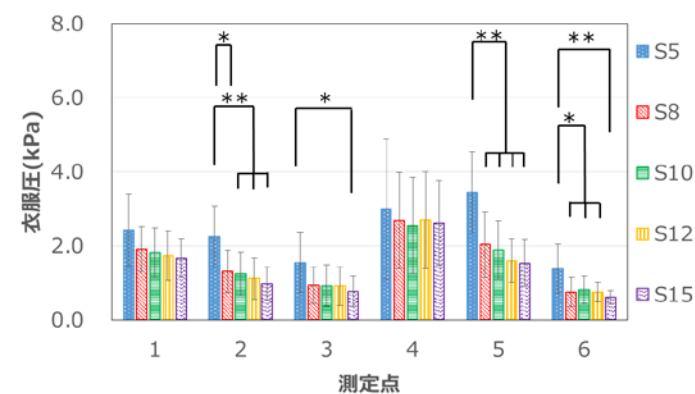


図1 全被験者の平均衣服圧

官能検査結果と衣服圧測定結果間の相関分析より、「動きやすい」、「着心地が良い」は肩甲部中部(測定点②)の衣服圧間と有意な負の相関がみられた。このことから、肩甲部中部の衣服圧が高くなると、「動きにくい」、「着心地が悪い」と評価され、ワイシャツの「動きやすさ」や「着心地が良い」の評価には肩甲骨中部の衣服圧が最も影響を与えようと考えられる。また、ワイシャツの「動きやすさ」や「着心地が良い」と評価された場合、肩甲部の筋活動量が減少することがわかった。

以上の結果から、ワイシャツ生地によこ伸度を増加させると、肩甲部、脇下部において衣服圧および筋活動量が減少し、「着心地」が向上することがわかった。

よこ伸度が異なる4種類のスラックスについて官能検査より求めた各被験者の評価形容語の評点から、各評価形容語における試料ごとの平均嗜好度を算出した(図2)。

図2(しゃがみこみ運動)に示すように、両試技ともよこ伸度が増加するにつれて、着心地が向上する傾向がみられた。そこで、スラックスの着心地向上に対して、どの部位が影響を与えたかを検討するために、部位別形容語と総合評価「着心地が良い」との相関係数を求めた。

その結果、片脚上挙運動では大腿部前面・大腿部後面・臀部の3部位が、しゃがみこみ運動では大腿部前面・大腿部内側の2部位がスラックスの着心地評価に影響することがわかった。

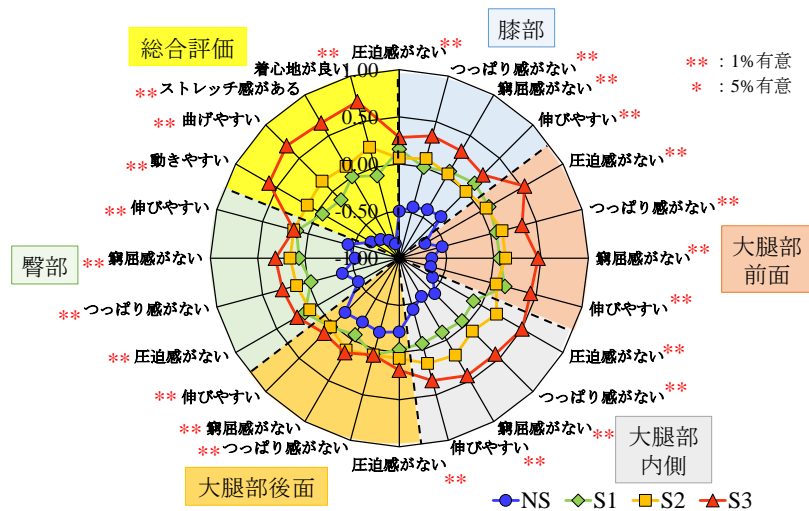


図2 各試料の平均嗜好度(しゃがみこみ運動)

官能検査結果と衣服圧測定結果より、両試技とも生地によこ伸度が増加すると、スラックスの運動機能的着心地評価に影響を与えた部位と、大きな衣服圧の減少がみられた測定点が一致することがわかった。そこで、各試技における8種類の評価形容語の平均嗜好度と各測定点の平均規格化衣服圧値との相関係数を算出し、その結果を表1(しゃがみこみ運動)に示す。

片脚上挙運動では、臀部の平均規格化衣服圧とスラックスの総合評価である「動きやすい」・「ストレッチ感がある」間に、有意な高い負の相関がみられた。

表1より、しゃがみこみ運動では、大腿部前面(膝側)と大腿部内側(膝側)の平均規格化衣服圧と「着心地が良い」間に、有意な高い負の相関がみられた。

よって、よこ伸度が異なるスラックスの運動機能的着心地は、大腿部前面(膝側)、大腿部内側(膝側)、臀部の衣服圧が減少すると向上することがわかった。

表1 平均嗜好度と平均規格化衣服圧値間の相関係数(しゃがみこみ運動)

		③大腿部前面(膝側)		⑤大腿部内側(膝側)	
		相関係数	判定	相関係数	判定
大腿部前面	圧迫感がない	-0.948		-0.858	
	つっぱり感がない	-0.961	*	-0.883	
	窮屈感がない	-0.966	*	-0.888	
	伸びやすい	-0.919		-0.814	
大腿部内側	圧迫感がない	-0.999	**	-0.967	*
	つっぱり感がない	-0.990	*	-0.946	
	伸びやすい	-0.999	**	-0.968	*
総合評価	動きやすい	-0.988	*	-0.939	
	曲げやすい	-0.992	**	-0.954	*
	ストレッチ感がある	-0.979	*	-0.913	
	着心地が良い	-0.995	**	-0.953	*

コンフォートマネキンの形状はHQL及びAISTの調査データを参考にして20代男性の標準体型を模擬した。また、素材には人体軟部組織の模擬とコンフォートマネキン動作への追従性

を考慮して、人体の大腿部内側の硬度(0.7N)に相当するポリウレタン樹脂を採用した。動作は階段の昇降運動を模擬した片脚上挙運動とし、コンフォートマネキンの右脚台座部分を上下に移動させることで、任意の屈曲角度・速度で制御可能にした。

測定対象をコンフォートマネキン及び被験者 11 名 (20 代男子大学生) とし、エアパック式接触圧測定器を用いて、片脚上挙姿勢時における下半身 8 点にかかる衣服圧値を測定した。

被験者及びコンフォートマネキンの各測定点において、よこ伸度が増加するにつれて衣服圧の減少傾向がみられた。特に、大腿部前面(膝側・股側)、内側(膝側)、後面の 4 点では、両者の衣服圧値との相関係数が高く、被験者と同様に試料間の衣服圧が減少する傾向が確認された。

コンフォートマネキンを用いた衣服圧値には高い再現性がみられたこと、これらの衣服圧値と被験者を用いた衣服圧測定値を比較すると、試料間における衣服圧の大小関係が両者で一致することがわかった。

上衣生地の手触り官能評価は、紡績方法と撚り数の異なる紡績糸で試織した 8 種類の生地を試料とし、一対比較法の中屋の変法を用いて行った。被験者は織物製造業務に 5 年以上携わる 30~60 代の男性 9 名とした。試技は織物に掌を乗せる、握る、掌を滑らせる、指で挟むである。

手触り官能評価の結果より、「清涼感がある」について各試料の平均嗜好度を算出した結果を図 3 に示す。図 3 より、撚り数が多くて CS (コンパクトサイロ) 紡績を用いた織物の方が R (リング) 紡績を用いた織物より清涼感が大きいと評価されることがわかった。

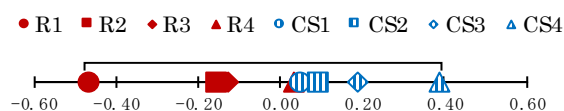


図 3 平均嗜好度「清涼感がある」

着心地官能評価では、各織物の通気度測定結果をもとに最も通気度の高い織物と低い織物でスーツを仕立てたものを試料として、SD 法を用いて椅座位安静時→負荷運動→椅座位安静時の評価を行った。官能評価と並行して、衣服内の温湿度測定を温湿度センサーを用いて行った。

その結果、運動前椅座位安静及び運動中において R 試料 (上衣) と比較して CS 試料 (上衣) では蒸れ感が少なくさらっとして、べたつき感が低い傾向が確認された。また、CS 試料 (上衣) を着用している被験者の衣服内温湿度は R 試料 (上衣) と比較して低いことがわかり、官能検査結果と一致していた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

渡邊蓮也, 西松豊典, 金井博幸, 丸弘樹, 田澤孝基, 柴田清弘, 上衣重量が肩部へ及ぼす負担の基礎的考察, 繊維機械学会誌, 査読有り, 63, 3, 89-92, 2017

[学会発表] (計 8 件)

1. 須賀健太, 黒沢詩歩, 金井博幸, 西松豊典, 笹川哲, 柴田清弘, 紡績方法と糸の撚り数が春夏用スーツの「清涼感」に及ぼす影響, 2018 年繊維学会秋季研究発表会, 73(2), 30(2018)
2. 小河健太郎, 大島卓仁, 金井博幸, 西松豊典, 笹川哲, 柴田清弘, 河内敬, スラックス

の着心地を評価する動的挙動下肢ダミーの開発, 2018年繊維学会秋季研究発表会, 73(2), 24(2018)

3. 大島卓仁, 小河健太郎, 金井博幸, 西松豊典, 柴田清弘, 生地によこ伸度がスラックスの着心地及び動作拘束性に及ぼす影響, 日本繊維機械学会第71回年次大会研究論文集, 150-151(2018)
4. 山内純貴, 金井博幸, 西松豊典, 柴田清弘, ワイシャツの運動機能的着心地に生地によこ伸度を与える影響, 日本繊維機械学会第70回年次大会研究論文集, 150-151(2017)
5. 小河健太郎, 金井博幸, 西松豊典, 柴田清弘, 生地によこ伸度がスラックスの運動機能的着心地に及ぼす影響, 日本繊維機械学会第70回年次大会研究論文集, 148-149(2017)
6. 渡邊蓮也, 西松豊典, 金井博幸, 柴田清弘, 上衣重量による肩部の衣服圧と触圧覚閾値、繊維学会関東支部平成28年度研究交流会要旨集, 22(2017)
7. 渡邊蓮也, 西松豊典, 金井博幸, 柴田清弘, 上衣重量が肩部へ及ぼす負担の基礎的考察, 繊維学会予稿集2016, 71(2), 70(2016)
8. 黒沢詩歩, 金井博幸, 西松豊典, 柴田清弘, 紡績糸の構造が春夏用生地及びスーツの清涼感に及ぼす影響, 日本繊維機械学会第69回年次大会研究論文集, D2-06(2016)

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：金井 博幸

ローマ字氏名：Kanai Hiroyuki

所属研究機関名：信州大学

部局名：学術研究院繊維学系

職名：准教授

研究者番号(8桁)：60362109

研究分担者氏名：木村 裕和

ローマ字氏名：Kimura Hirokazu

所属研究機関名：信州大学

部局名：学術研究院繊維学系

職名：教授

研究者番号(8桁)：80359372

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。