

氏名	きばやし ゆりこ 木林 有理子
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第966号
学位授与の日付	令和2年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学位論文題目	パイル織物の触感や物理特性に及ぼす水分の影響に関する研究
審査委員	(主査)教授 鋤柄佐千子 教授 奥林里子 教授 佐久間淳

論文内容の要旨

パイル織物は、水に“濡れる”ことで力学特性や表面摩擦特性、さらに表面温度が変化し、布を触った時の触感にも影響する。

本研究は、水と接触した布表面が時間経過とともに変化する物性と触感に着目し、布の構造との関係を見出すことを目的とした。以下に各章で得られた主な結果をまとめる。

第2章では、含水率がタオル用綿パイル織物の圧縮特性に及ぼす影響を含水率 0%から 500%までの範囲で明らかにした。すべての試料で、最大圧力 4.9 kPa の時の布の厚さ T_{max} は、含水率 50%の時に最小となった。圧縮エネルギー (WC) は、含水率 0%と比較し、50%および 100%付近で最少となった。パイル比(R_p)が 6.0 の試料、すなわちパイル長が長い試料では、パイル比が 2.5 および 4.0 の試料と比べて、含水率が 200%から 500%になる時の WC の増加が大きく、パイルに吸水される水の影響が顕著である。また水の圧縮特性への影響はパイル比の低い試料よりも高いパイル比の試料がより大きい。このことから、水の存在下での布の圧縮特性は、パイル比と基布の織り構造に起因し、よこ糸密度の影響が顕著であることがわかった。また水が糸に吸水され、拡散していく過程を考察するために、水を試料表面に滴下し、吸水、拡散、蒸発の挙動を調べた。高いパイル比 ($R_p=6.0$) の布では、パイルが完全に基布上を覆っているため、滴下された水は厚み方向へ浸透した。一方、低いパイル比 ($R_p=2.5$) の試料では、布上の水は糸を通じ水平、垂直方向に移動する現象が確認された。

第3章では、パイル織物の廃棄に至るまでの触感の変化に着目した。洗濯回数を変えて洗濯した後の綿パイル織物の表面特性と圧縮特性を KES システムで測定した。「柔らかさ」と「なめらかさ」の触感は、表面特性 (SMD) と圧縮特性 (LC) との間で相関関係がみられた。パイル同士が絡まり、表面形状の変化が起こると SMD と LC の値が増加し、「柔らかさ」と「なめらかさ」の触感が悪くなった。洗濯中に起こるパイルの形状変化について、顕微鏡画像に基づき、基布をパイルが被覆する面積比率の算出により定量化した。このようなパイルの形状変化は、パイルの初期摩擦抵抗を表す新しい特性値 $S-FIP$ によって評価することが可能であり、この $S-FIP$ 値は洗濯後のパイル織物の触感評価に対応した有益な指標であることを示した。

第4章では、パイルを含む表面形状の異なる布に水を噴霧した時の心地よさについて、噴霧前

後で比較検討した。ミスト噴霧前後の布の表面温度および温度分布より、触感の経時変化の要因が明らかになった。水ミスト噴霧後の布の表面温度はすべての試料で初期の1秒間に著しく低下した。その後は表面形状や布の構造によって最低温度 T_{Lo} や最低温度に到達するまでの時間 t_{Lo} が異なり、表面温度分布とパイル長や織物構造との関係が強くみられた。

第5章では、今後、疎水性の繊維の濡れ性を高くする処理方法として、環境負荷の低い大気圧プラズマジェット (APPJ) 処理を検討した。そして、布の表裏で異なるぬれ性をもつ新しい布 (非対称布) を作成した。第5章で検討した作製方法を今後パイル織物に適用することで、布が“濡れる”という特徴に変化を持たせ、水による触感の変化が期待できる。

第6章では、本論文で得られた成果と課題を結論としてまとめた。本研究で明らかとなった水とパイル表面の関係は、含水した布の触感を指標化するための新しい試験方法につながると考えられる。

論文審査の結果の要旨

表面にループ、あるいはカトループを持つパイル布は、水分の影響で力学特性や表面摩擦特性が変化する。その変化の挙動は、布を触った時の触感に影響を与える。パイルの消費性能とパイルの吸水性は試験方法がそれぞれ独立した性質として研究されてきたため、水を含んだ状態でパイル布の力学特性や表面摩擦特性を調べた報告はほとんど見当たらない。

本研究は、水と接触した布表面で時間とともに生じる水の浸透、蒸発挙動とそれを定量化した物理量や触感の関係に着目した点に新規性がみられる。そして、消費者が日常行う洗濯によって変化するフェイスタオル表面と触感の関係、さらにどのような表面摩擦特性になったタオルに廃棄の時期を消費者が感じるかなど、指標となる新たな特性値を提案している点も意味がある。噴霧状の水が与えるパイル表面の温度変化と人の感性評価によってもとめた心地よさの関係にも新規性がみられる。

現在世界中で多種多様なパイル織物が生産され、消費性能、色や柄、触感などの差別化が求められている。しかし、水によるパイル部と基布の経時変化を丁寧に検証した研究は報告されていない。したがって、本研究で得られた成果は、パイル製品の差別化、また消費者がパイル布を廃棄する時期の物性の指標など、パイル織物の設計に大きく寄与することが期待できる基礎データと評価方法を示した点で価値が高い。

本論文の基礎となっている学術論文は、レフェリー制度の確立した雑誌に掲載された3編で、全て申請者が筆頭著者である。また、いずれの論文においても、二重投稿等の研究者倫理に反するような背徳行為のないことを確認した。

1. Compression properties of pile fabrics in the presence of water, Yuriko Kibayashi, Hiroko Yokura, Sachiko Sukigara, Textile Research Journal, 1-9, on line 17 Jan 2020, DOI:10.1177/0040517519900069
2. Tactile Feel of Washed Towels and Their Compression and Surface Properties, KIBAYASHI Yuriko, SUKIGARA Sachiko, YOKURA Hiroko, Journal of Textile Engineering, 2019, Vol.65, No6, 97-103. DOI:10.4188/jte.65.69
3. 大気圧プラズマジェット処理による表裏非対称なぬれ性をもつポリエステル布帛の作製, 木

林有理子, 後藤景子, 小林靖之, 鋤柄佐千子, *Journal of Textile Engineering* (2018), Vol.64, No.5, 127-131, DOI:10.4188/jte.64.127

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに学術的な意義があり、博士論文として十分な水準を満たしていると審査員全員が認めた。