

プログラム名：超高機能構造タンパク質による素材産業革命

PM名：鈴木 隆領

プロジェクト名：超高機能タンパク質素材の成形加工基本技術の開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 29 年度

研究開発課題名：

バイオ素材のアパレル・スポーツ業界（アウトドア用品）向け工業用材料化技術開発
～構造タンパク質繊維の染色・機能付与加工技術開発～

研究開発機関名：

小松精練株式会社

研究開発責任者

茶谷 秀樹

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

① 布帛化した構造タンパク質素材の精練条件の最適化

布帛化した構造タンパク質繊維において、布帛上に付着している加工剤や不純物の除去工程の最適化を行う。一般的に水浴にて抽出する方法が取られるため、構造タンパク質の水に対する挙動の検証とそれに適した加工が必要となり、原糸製造面からの向上アプローチも含めて検討する。更に、実際の量産を見すえ、精練工程を量産加工機で通す試験も実施する。

② 布帛化した構造タンパク質素材の染色条件の最適化

一般的に繊維の染色では、染料を水と熱の力によって繊維に固着化させる。そのため、構造タンパク質繊維の特性を検証しながら、それに適した加工の最適化を実験室レベルで進め、更にスケールアップを行い、実際の加工機に落とし込める条件設定の確立を行う。また、湿熱負荷時の構造タンパク質の挙動を確認し、加工可能な湿熱条件の検討を行う。

③ 機能性発現効果の検証

アウトドアウェアを想定した機能性（撥水、透湿防水など）を中心とした加工と評価を行い、既存の繊維との比較評価を進める。また改質加工技術による更なる高機能化の検証も進める。更に、透湿防水膜との組み合わせ時の機能性を確認する。

④ 量産加工機レベルでの精練、染色、機能性含めた全体品質

実験室レベルでの検証結果に基づき、量産加工機での加工を行い、工程通過性、染色・機能等の品質安定性、繊維の物理特性の検証を行う。

⑤ 防縮対策条件の構築

アウトドアウェア製品として展開する際、降水や氷雪、また家庭洗濯等で水に曝されることが想定される。そのため、構造タンパク質の水に対する寸法変化安定性は最重要課題であり、その改善に向けて、物理的処理・化学的処理の両面からアプローチを行い、水に対する防縮効果を付与できる条件の検討を行う。

⑥ 耐久性の確認、検証

アウトドアウェア製品として展開する際、実使用時の紫外線への暴露や、洗濯・乾燥の繰り返しといった条件での劣化を検証する必要がある。そのため、紫外線照射や高温多湿環境による劣化の促進試験を行い、耐久性の確認と、その改良の検討を行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

① 布帛化した構造タンパク質素材の精練条件の最適化

構造タンパク質に比較的ダメージを与えずに精練可能な紡糸油剤・糊剤の選定と、その精練加工条件をラボベースで確立した。また、短尺を量産加工機にて精練工程を通過させ、構造タンパク質に比較的ダメージを与えずに精練工程を実施する機械種・加工条件を見出した。

② 布帛化した構造タンパク質素材の染色条件の最適化

染色条件の検証のために、湿熱負荷の挙動測定を行い、加工可能な温度条件を見出した。

③ 機能性発現効果の検証

構造タンパク質繊維布帛にアウトドアウェアとして要求される機能性（撥水、透湿防水等）を付与するため、防水フィルムとの貼りあわせ条件の検討を進め、十分な接着条件を見出した。現在、更に風合い・機能と両立する条件の探索を実施中である。

④ 量産加工機レベルでの精練、染色、機能性含めた全体品質

短尺の生地を用いて、乾燥工程・撥水工程を量産加工機で実施した。どちらも工程の通過は可能だったが、乾燥工程ではシワや布目曲がり、撥水工程では撥水耐久性に課題が残った。また、加工後の生地を用いて製品としての品質を確認し、品質としてリスクになりうる項目の検証を行った。

⑤ 防縮対策条件の構築

製品化後の伸縮の抑制の検討を行った。まだ十分な条件の構築には至っておらず、引き続き追求する必要がある。今後の対応については 2-2 成果にて記載する。

⑥ 耐久性の確認、検証

紫外線照射や高温多湿環境への暴露による構造タンパク質繊維への影響を検証した。また、その結果を踏まえ、耐光性向上を狙い UV 吸収剤等を用いて検討を行ったが、まだ十分な条件の構築には至っておらず、引き続き追求する必要がある。⑤と同様、今後の対応については 2-2 成果にて記載する。

2-2 成果

① 布帛化した構造タンパク質素材の精練条件の最適化

構造タンパク質は高温の湯浴、アルカリ、揉みといった、一般的に精練効果の向上のために一般に用いられる手法に対し、影響を受けることが分かっていた。そのため、非常に緩和な条件にて精練可能な紡糸油剤・糊剤の選定を、紡糸工程・製織工程と連動して実施した。

その結果、構造タンパク質にあまりダメージを与えない条件にて、精練可能な油剤を選定することができ、ラボベースでの精練条件の確立ができた。

また、将来的な量産のため、量産加工機での精練工程通過性を検討した。まず、構造タンパク質繊維の Wet 時と Dry 時とでの物性の違いを検証した。その結果を踏まえ、工程設計の最適化を図ったところ、実際に短尺の生地を量産用の精練加工機で精練工程を実施することができ、これにて構造タンパク質に比較的ダメージを与えずに精練工程を通過できる機械・加工条件の選定ができた。

② 布帛化した構造タンパク質素材の染色条件の最適化

構造タンパク質の染色条件の検討のため、構造タンパク質の湿熱挙動の検証を行った。その結果、構造タンパク質に湯浴で浸漬する工程を取る場合、所定の温度領域で処理する必要があることを把握した。

③ 機能性発現効果の検証

構造タンパク質のアウトドアウェアを想定し、防水透湿性を付与するため、アウトドアウェア用途に用いられる既存の透湿防水膜との貼り合わせの検討を行った。その結果、貼りあわせは可能であるが、構造タンパク質が水に濡れた際に寸法変化が起こるため、接着した生地とフィルムが剥がれる現象が生じた。そのため、接着条件を様々に振り、この問題が生じないような強い接着条件を見出した。一方で、強い接着条件は、アウトドア用テキスタイルの風合いや機能性を損なうことに繋がる。そのため、十分な接着条件と、機能性の両立が可能な条件の検証を継続して実施している。

④ 量産加工機レベルでの精練、染色、機能性含めた全体品質

精練・染色・機能加工では種々の薬剤に浸漬し、乾燥を行うため、乾燥工程が非常に重要になる。そのため、構造タンパク質の乾燥工程の組み立てのための検証を進めた。

まず、短尺の生地を用い、量産加工機での乾燥工程の検討を行ったところ、工程は通過したもの、Wet 時から Dry 時に寸法変化することによる、シワの発生や布目曲がりが生じた。本課題に対し、再度工程の見直しを継続して実施している。

次に、撥水性能の付与の検討を行った。ラボベースでは、初期では十分な撥水性能の条件を見出したことから、実機での加工を行ったところ、実機でも初期で十分な撥水性の付与が可能であった。しかしながら、撥水性能の耐久性については所望の結果が得られなかった。そのため、構造タンパク質に耐久性良く撥水性能を付与する方法の検証が必要である。

また製品化の際の品質確保のため、種々の物性を取得した。その結果、構造タンパク質の湿潤時・洗濯時・乾燥時・ドライクリーニング時等における詳細な性状を把握した。

⑤ 防縮対策条件の構築

これまでの試験で、現在使用している構造タンパク質素材は水による収縮挙動を示すことが分かっていた。製品化に向けて、そのような水による収縮をいかに少なくするかが非常に重要な命題だと考えられた。

水収縮対策としては、製品化の前に収縮しきることが基本のアプローチと考えており、①スチームにより強度低下を留めながら収縮しきる方法、②水浴⇒乾燥により、多少の強度低下を起こすが収縮しきる方法の2つを既に見出した。

別の対策として①樹脂処理 ②乾熱・湿熱セットなどが考えられるが、①樹脂処理では収縮を止めるためには、風合いが非常に硬くなるまで樹脂を付ける必要があること、②乾熱セット性は低く、一方で湿熱セット性はあるものの、セット効果の持続性に課題があることが分かった。以上のことから、水収縮への対応について継続して追求していく。

また、素材の提供元である Spiber 社において、構造タンパク質素材自体の性能改善に関する取り組みの成果として、水による収縮を低減した新しい構造タンパク質素材が開発されたため、同素材を用いた検討にも着手する。

⑥ 耐久性の確認、検証

構造タンパク質にカーボンアークによる照射を行ったところ、強度が低下する傾向があることが分かっていた。そのため、UV 吸収剤等を用い、耐光劣化の抑制の検討を行った。

試験時間の短縮のため、より照射強度の強いメタルハライドを用いて耐光試験を実施したところ、UV 吸収剤での耐光劣化の抑制傾向は見られなかった。このため、引き続き別の方法も含めて検討を進める。ImPACT 参画他機関と連携し、UV 吸収剤に関する検討及び選定を進める。

その他の劣化に関しては、高温多湿環境下での課題が認められた一方で、短時間での高温の熱処理は支障ないことが分かった。

2-3 新たな課題など

研究開発を進める上で、紡糸時の溶媒残量に関する課題が新たに確認されたため、かかる課題を解決する方法についても、現在検討を実施している。

3. アウトリーチ活動報告

なし