

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 28 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、原糸設計面からの向上アプローチも含めて検討する。

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。

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。

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が重要となるため、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

精練性の評価に足る量の構造タンパク質繊維布帛サンプルを確保・使用し、精練工程による繊維の物性及び風合い変化等の検証を実施した上で、精練の条件最適化を進めた。

② 布帛化した構造タンパク質素材の染色条件の最適化

構造タンパク質繊維の特性を踏まえながら最適な染料のスクリーニング、染色方法の検討及び実験室レベルでの染色試験を実施した。また、染色結果の評価・測定を行い、最適な加工条件の検討を進めた。

③ 布帛化した構造タンパク質素材の染色条件の最適化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）を付与する方法の検討を進め、複数方法での加工試験と発現効果の評価、また布帛そのものが持つ機能性の検証を実施した。

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

構造タンパク質繊維と化繊との混合からなる織物・編物の両サンプルを用いて、量産工程を想定した加工試験を実施し、品質確認を行った。

⑤ 防縮対策条件の構築

構造タンパク質繊維の寸法安定性の改良に向けて、構造タンパク質繊維の水に対する挙動を分析・把握し、収縮を抑制するための化学的・物理的な加工方法、処理条件の検討を進め、繊維の性状の把握・検証を行った。

⑥ 耐久性の確認、検証

構造タンパク質繊維布帛サンプルに対してカーボンアークによる紫外線照射試験、高温多湿環境による劣化促進試験を実施し、物性評価を行った。また、紫外線劣化の抑制のため、耐光劣化薬剤を用いた加工とその効果の検証を行った。

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

予備試験の結果、構造タンパク質繊維は高温の湯浴やアルカリにより影響を受けることが判明した。そのため、比較的低温の水浴で、かつ精練剤の使用による精練条件の検討を行った。その結果、精練の温度と薬剤について、条件の一定の絞り込みを行うことができた。

また Spiber 社と連携し、より低温にて落ちやすい紡糸油剤・糊剤の選定も同時に実施した。

② 布帛化した構造タンパク質素材の染色条件の最適化

構造タンパク質繊維は高温の湯浴による影響を受けるため、高温高圧のかかる液流染色機では無く、インクジェットプリントによる染色の試験を実施した。その結果、染色自体は可能だったが、余剰な顔料等を落とす際の還元洗浄にて構造タンパク質繊維が損傷を受けることを把握した。

次に、予備検討として、実験室レベルの小型染色機にて湯浴の温度を変えた染色試験を実施し、布帛化した構造タンパク質繊維サンプルの収縮と重量減少の測定を行い、構造タンパク質繊維への影響が少ない加工温度条件の絞り込みを実施した。

更に、下記⑤で示す防縮処理を行った糸にて製織した化繊混の布帛を用いて染色試験を実施したところ、赤、青、黄の三原色の染色を行うことができた。

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樹脂フィルムとの貼り合わせの検討を行った。その結果、構造タンパク質繊維と樹脂フィルムとの接着強度は良好で、耐水圧や透湿性も規格値を満たすことができた。

またアウトドアウェアの用途として必要な撥水性を付与するため、撥水加工の検討を行った。下記⑤で示す防縮処理を行った糸にて製織した化繊混の布帛を用いて、常法による水系撥水加工を行ったところ、十分な初期の撥水性能が発揮された。一方で洗濯耐久性が低いことを把握し、引き続き対策検討を進めることとした。

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

a) 構造タンパク質フィラメント×化繊混織物、b) 構造タンパク質スパン×化繊混紡ニットの2種類の生地を用いて、量産加工機での湯浴、セット、撥水、コーティングといった工程の加工試験を実施した。いずれも支障無く加工を行うことができた。

⑤ 防縮対策条件の構築

様々な試験を行う中で、構造タンパク質繊維の水との接触時における収縮挙動の把握を進めながら、製品化に向けてこの加水収縮を抑制するための対策検討を進めた。その結果、防縮対策の最適方法として、繊維にスチーミングを行うスチーミング法を見出した。そこで、スチーミング工程の処理条件について検証を行い、条件の絞り込みを実施した。

別の防縮対策として樹脂処理による収縮低減の検討を行った。検討の結果、加工方法によっては収縮を抑制することは可能であるものの、繊維の柔らかさや風合いに影響が生じることが分かったため、樹脂の選定や処理条件など引き続き対策検討を進めることとした。

また一般的にポリエステルなどの合成繊維には熱セット性があることから、構造タンパク質繊維の熱セット性の検証を行った。検討の結果、特に熱セットにより一時的な寸法固定は可能なものの、セット後に水との再度接触することで、セット性が失われることが分かった。

⑥ 耐久性の確認、検証

構造タンパク質繊維布帛にカーボンアークによる紫外線照射を行ったところ、強度低下する傾向が見られたが、この傾向・現象はその後の糸の製造工程の改良により大きく改善した。

更なる紫外線耐久性付与のため、紫外線吸収剤の加工を行った。まだ検証段階ではあるが、一部の薬剤にて、紫外線による劣化を抑制している傾向が見られた。今後、更なる検証が必要なため、引き続き対策検討を進めることとした。

また構造タンパク質繊維布帛を高温多湿環境下において劣化促進試験を行ったところ、引裂強度の低下が見られた。また引張強度は変わらなかったものの、引張伸度が低下する傾向が見られたため、引き続き対策検討を進めることとした。

2-3 新たな課題など

なし

3. アウトリーチ活動報告

なし