

ISSN 1342-7709

研 究 報 告

第54号
令和4年度

Reports of Technical Support Center for Textiles Industries

No.54
2022

兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター
〒677-0054 兵庫県西脇市野村町1790-496
TEL(0795)22-2041 FAX(0795)22-3671

Hyogo Prefectural Institute of Technology,
Technical Support Center for Textiles Industries
1790-496,Nomura,Nishiwaki,Hyogo,Japan 〒677-0054

目 次

1. 緯糸特性と生地風の風合い変化に関する研究
「技術改善研究」
東山幸央, 新田恭平, 中野恵之, 藤田浩行 1
2. パイナップル繊維からなる高品質紡績糸の製造に関する研究
「重点領域研究推進事業」
藤田浩行, 新田恭平, 東山幸央, 中野恵之 7
3. パイナップル葉繊維の特性評価と播州織への適用に関する研究
「経常研究」
藤田浩行 15
4. 静電噴霧法を用いた樹脂加工技術の開発
「経常研究」
中野恵之 19
5. 繊維加工におけるセルロースナノファイバーの利用とその効果
「経常研究」
新田恭平 22

緯糸特性と生地 of 風合い変化に関する研究

東山幸央, 新田恭平, 中野恵之, 藤田浩行

要旨 緯糸に Z 撚と S 撚の強撚綿糸を用い、綿縮緬（ちりめん）織物を試織した。緯糸縞割を変更することで、シボ形状の変化が見られた。また、縮緬は通常平織であるが、ジャカード柄のデザインを行い、強撚糸と通常糸を斜めストライプ状に配置することで、二種類のシボを持った織物を試織し、展示会でサンプルリクエストを得た。

1 目 的

アパレルのバイヤーが生地を選定する際の大きな要因の一つが風合い（手触り）であるため、本研究では風合いに着目し、緯糸の特性を変化させたときの風合いの変化についての検討を行った。

緯糸の特性を変化させる手段として、絹織物の縮緬（ちりめん）の技法を参考に、撚り方向が異なる Z 撚および S 撚の強撚糸の縞割（経糸と緯糸の配置パターン）を変化させた。また、縮緬は基本平織であるが、ジャカード柄のデザインを行い、生地を試織した。

織柄（デザイン）については、播州織産元商社のデザイナーに協力を依頼し、風合い評価については神戸大学に協力を依頼した。

各種展示会（播州織総合素材展・ジャパンテキスタイルコンテスト等）へ出展、数社からサンプルリクエストを得た。

2 実験方法

2.1 強撚糸作製

縮緬は経糸に無撚糸の絹糸を用い、緯糸に Z 撚および S 撚の強撚糸の絹糸を交互（一越縮緬）もしくは二本ずつ（二越縮緬・古代縮緬）配置した平織の織物である。製織後、精練（アルカリ水溶液で処理）によりセリシンを取り除くことで緯糸の強撚糸の解撚トルク（撚りが戻ろうとする力）により、織物表面にシボ（凹凸）が形成される。

本研究では、この手法の綿織物への応用を検

討するため、綿の強撚糸を作製した。

Z 撚の 20 番単糸（撚数：16.0 (Twist per inch、以下 T/i)、撚係数 $k=3.6$ ）と S 撚の 20 番単糸（撚数：17.4 T/i、撚係数 $k=3.9$ ）を意匠撚糸機にてそれぞれ 604 (Twist per meter、以下 T/m) 追撚した。

2.2 製織検討

エアジェット織機（津田駒：ZAX9100）、ジャカード（ストーブリ：LX1602）にて製織した。経糸は 80 番双糸、経密度は 100 (ends per inch、以下 epi) である。

織物組織は平織、もしくは表：平織、裏：平織の経緯二重織とした。

緯密度は平織が 88 (picks per inch、以下 ppi)、経緯二重織が 72 (ppi) とした。

緯糸は平織が Z 撚と S 撚の強撚糸（60 番単糸：撚係数 $k=6.1$ ）を用い、経緯二重織が 2.1 で作製した 20 番単糸の強撚糸を用いた。

緯糸縞割は、平織が Z 撚と S 撚の強撚糸の 60 番単糸（撚係数 $k=6.1$ ）を ZSZS・・・と 1 本ずつ交互に配置した。経緯二重織の緯糸縞割は 2.3 にて述べる。

2.3 緯糸縞割によるシボ形状の変化

経緯二重織は、2.1 で作製した Z 撚と S 撚の 20 番単糸を 1 本ずつ交互、2 本ずつ交互、3 本ずつ交互、4 本ずつ交互、6 本ずつ交互、8 本ずつ交互、12 本ずつ交互、16 本ずつ交互の 8 パターンにて検討を行った。生地 of 整理加工は、糊抜き

(80°C湯のみ・バッチ処理)、柔軟剤加工（家庭用洗濯機）とした。

2.4 ジャカード柄のデザインおよび試織

八越縮緬部分と追撚なし部分を斜めストライプとした「ちりめんストライプ」を企画した。本来シボが出ないはずの追撚なし部分も、八越縮緬部分の収縮につられて異なるシボが現れるこ

とを狙った（図1）。また産元デザイナーにデザインを依頼し、袋ジャカード2柄を企画した（図2）。

2.5 風合い評価

産元デザイナーのデザインした2柄とシート用生地で、KESの引張試験・圧縮試験・曲げ試験・表面試験を行った。

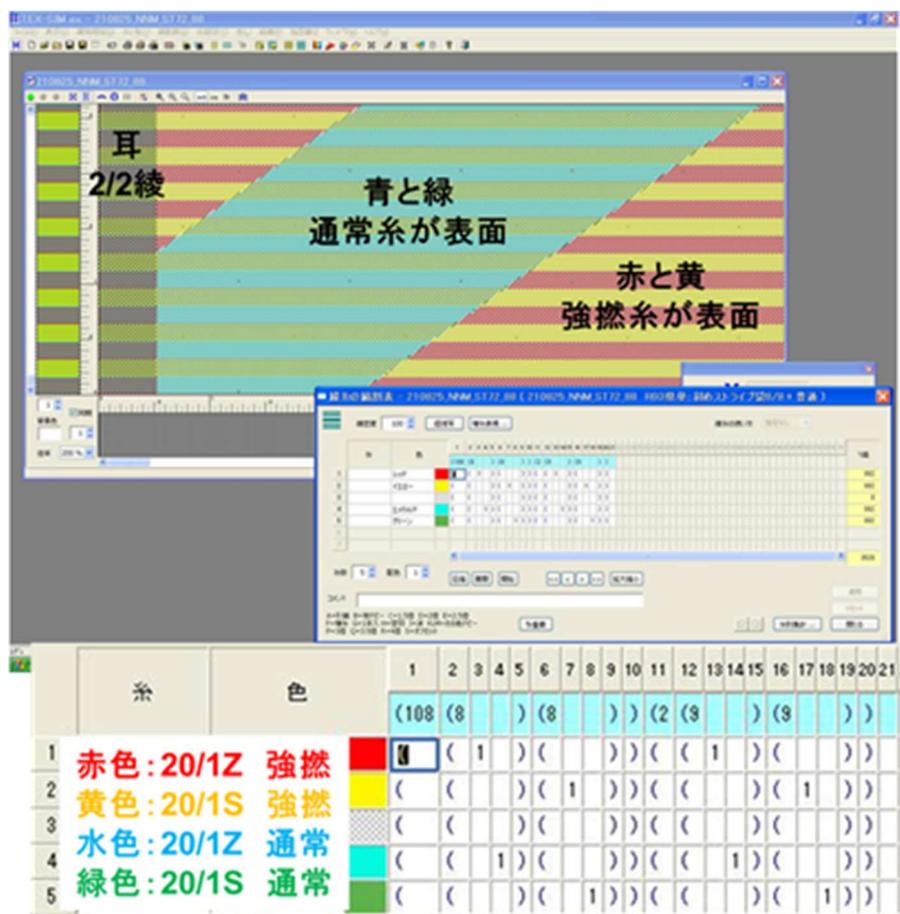
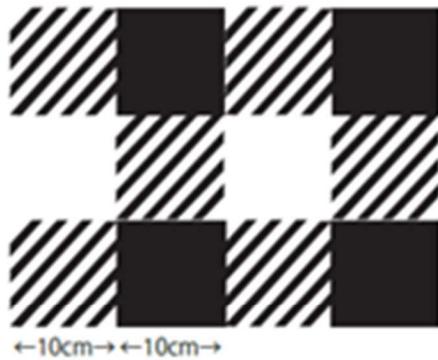


図1 「ちりめんストライプ」の製織データ作成画面



ワンリピート 20cm×20cm
 白黒反転の袋ジャガードです
 縦横糸入れ方は8本縞でお願いします



ワンリピート 5cm×10cm
 白黒反転の袋ジャガード・グレーのところは平織
 (密度が難しい場合はグレーに見える範囲ならOKです
 縦横糸入れ方は6本縞でお願いします)

図2 産元デザイナーのデザイン案 (袋織ジャカード)

3 結果と考察

3.1 強撚糸作製

追撚により、撚係数 k は、20 番単糸 (Z) が $k=3.6 \rightarrow 7.0$ に、20 番単糸 (S) が $k=3.9 \rightarrow 7.3$ となった。熱セット等を行わず、そのまま巻き返して緯糸として用いた。

3.2 製織検討

平織の試織生地を図3に示す。シボは全く見られなかった。シボが現れない原因として、糸の密度が高すぎて糸が動けないことが考えられる。

織物における糸の混み具合の指標となるカバーファクターは、経方向が 15.81、緯方向が 11.36、生地としては 20.76 である。

しかし織機がジャカード機のため経密度変更は困難である。

そこで織物組織を経緯二重織とし、緯密度は 72 (ppi) とし、試織を行った。これにより表面・裏面共に経密度が 50 (epi)、緯密度が 36 (ppi) となった。カバーファクターは経方向が 7.91、緯方向が 8.05、生地としては 13.69 となり、シボが現れた。試織結果は 3.3 にて述べる。

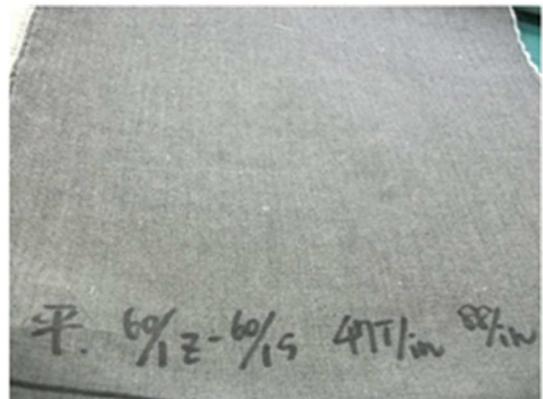


図3 試織生地 (平織)

3.3 緯糸縞割によるシボ形状の変化

経緯二重織は、表の緯糸と裏の緯糸を交互に打つため、緯糸を Z・S・Z・S・・・と打つと、表は全て Z 撚、裏は全て S 撚となる。図4の追撚なしでは普通の平二重織であるが、同じ組織・縞割で糸を強撚糸に変えると図5のクレープとなった。Z・Z・S・S・Z・Z・S・S・・・と2本ずつ打つことで、図6の一越縮緬となり、同様に4本ずつで図7の二越縮緬、6本ずつで図8の三越縮緬、8本ずつで図9の四越縮緬、12本ずつで図10の六越縮緬、16本ずつで図11の八越縮緬となった。特に六越と八越では、ウロコ状の特徴的なシボが確認できた。これらの生地の産元デザイナーによる官能評価では図11の八越縮緬が最も評価が高く、次いで図10の六越縮緬であった。

この緯糸縞割をもとに、ジャカード柄のデザインを行った。



図4 Z1本-S1本 (追撚なし)



図7 Z4本-S4本 (二越)

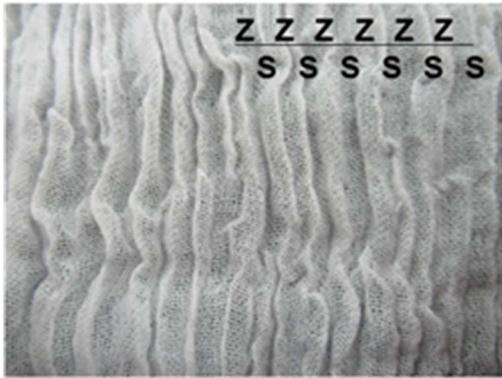


図5 Z1本-S1本 (追撚あり：クレープ)

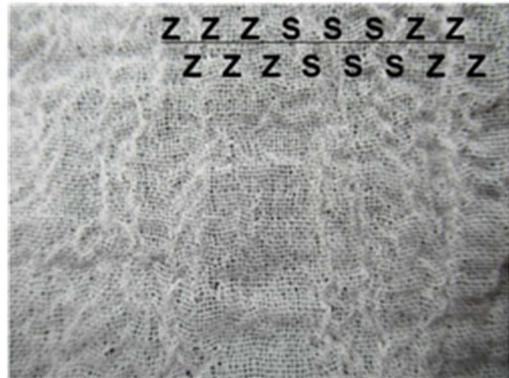


図8 Z6本-S6本 (三越)

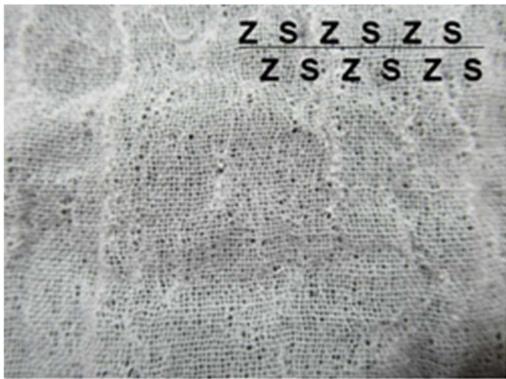


図6 Z2本-S2本 (一越)

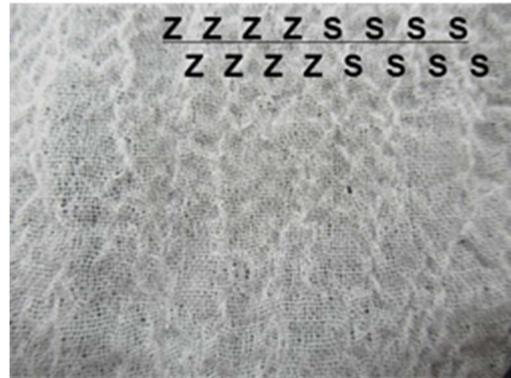


図9 Z8本-S8本 (四越)

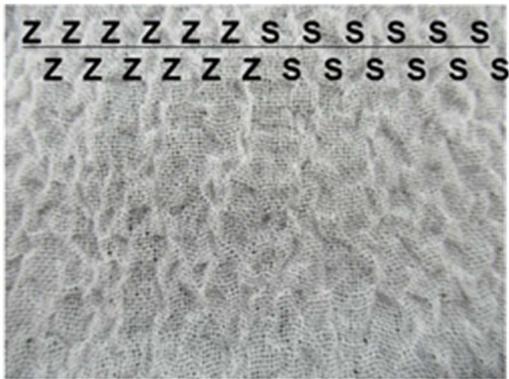


図10 Z12本-S12本(六越)

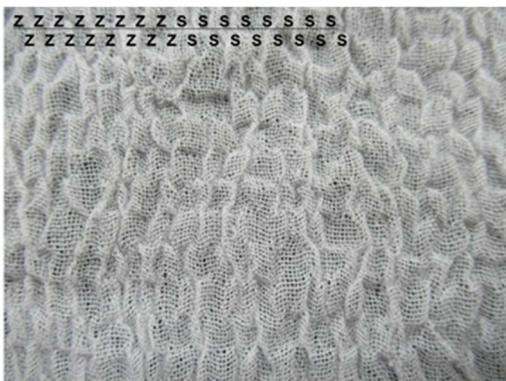


図11 Z16本-S16本(八越)

3.4 ジャカード柄のデザインおよび試織

「ちりめんストライプ」の試織生地を図12に示す。縮緬部分の収縮につられて、本来シボの生じないBlank部分にも軽いシボが見られた。この生地は播州織総合素材展のブランド新商品試作コーナーに出展し(図13)、4社よりサンプルリクエストがあった。

産元デザイナーの2柄の試織生地を図14に示す。いずれも狙い通りのシボとなった。

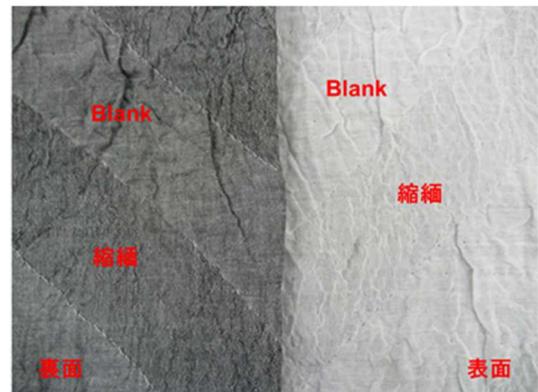


図12 ちりめんストライプ試織生地



図13 播州織総合素材展に出展



図14 産元デザイナーの意匠案の試織生地

3.5 風合い評価

一般的なシーツ用生地に対して、産元デザイナーのデザインした試織生地は、KES 試験において

- ・伸びやすく (引張試験: WT)
 - ・曲げにくく、曲げ変形から回復しにくく (曲げ試験: B、2HB)
 - ・圧縮でつぶれやすく (圧縮試験: WC)
 - ・表面がザラザラで厚みムラあり (MIU、SMD)
- という位置づけとなった (図 15)。

但し今回の縮緬生地は、場所によっては厚みが 5mm 以上あり、一般的な KES 測定サンプルとしては分厚すぎると考えられる。図 15 より、圧縮試験の WC パラメータは測定レンジオーバーの可能性があり、MIU (平均摩擦係数) は、測定場所によって大きなバラツキが見られた。生地の厚みの問題から、評価方法として適切かどうかは今後の課題と考えられる。

4 結 論

絹織物の縮緬技法を綿織物に応用し、緯糸に Z 捻と S 捻の強捻糸を用いて緯糸縞割を変化させることで、生地表面のシボを制御することができた。絹織物のように、一越や二越で美しいシボは現れなかったが、六越や八越とすることで、特徴的なウロコ状のシボが見られた。

謝 辞

ジャカード柄のデザインでは島田製織株式会社に、風合い測定では神戸大学大学院人間発達環境学研究科の井上真理教授にご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。



図 15 KES 測定結果

パイナップル葉繊維からなる高品質紡績糸の製造に関する研究

藤田浩行、新田恭平、東山幸央、中野恵之

要旨 紡績工程における繊維に要求される性能を満たすことを目的に、パイナップル葉から取り出した太く剛直な粗繊維の分繊化を、苛性ソーダ、セルラーゼ酵素、亜塩素酸ナトリウムで処理を試みた。得られた成果を以下に示す。

- (1) 苛性ソーダ処理は、処理条件によっては大きく減量するが、分繊しない。また、高温処理すると繊維は大きく損傷する。
- (2) セルラーゼ酵素処理は、酵素の種類により減量率は大きく異なり、浴比の影響を受ける。繊維方向に大きな亀裂が入ることで分繊化し、15%以上の減量率を得ることができた。
- (3) 亜塩素酸ナトリウム処理は分繊しないが表面を削るように筋状に減量し、白度を向上させる。
- (4) 酵素処理と亜塩素酸ナトリウム処理の併用において、始めに酵素処理した方が分繊効果は高く、白度も向上した。
- (5) セルラーゼ酵素および亜塩素酸ナトリウム処理した粗繊維について熱重量分析したところ、ヘミセルロースおよびリグニンの分解と思われる熱分解挙動が確認された。

1 緒言

パイナップル葉繊維はパイナップル葉から得られた葉脈繊維であるが、表皮を剥いだ直後の繊維（粗繊維と呼ぶ）は、幅が50 μm 以上あり、太くて剛い。また麻繊維同様、表面が平滑で、綿繊維のような天然の撚りもなく、可紡性に乏しい繊維である。したがって、綿繊維との混紡においても綿繊維との絡みも低く、混紡率を高めることができない。また、紡績糸を作製しても太さムラが大きいなど品質も課題である。

一方、パイナップル葉繊維の単繊維は綿繊維の太さの約1/3の約5 μm と天然繊維の中で最も細く、また光沢もあるため、従来にない高感性の製品への活用が期待できる。そこで、本研究ではパイナップル葉の粗繊維の分繊化を試み、細い単繊維状となる加工技術を開発する。セルラーゼ酵素や苛性ソーダなどを用いて繊維加工を試み、加工条件と繊維の形態変化や減量率との関係を明らかにすることで、可紡性向上のための基礎データとする。

2 紡績糸作製に関する技術調査

当所のみならず、現在の公設試および大学におい

て紡績技術に関する研究は行われていない。そこで、数は少なくなったが現在も事業展開している岐阜県内の紡績会社を数社訪問し、紡績工程の見学および紡績技術における繊維に要求される特性などについて調査した。その際、パイナップル葉の粗繊維を見ていただくことで専門家から具体的なアドバイスをいただいた。その結果、以下の5項目が紡績における繊維に要求される主たる特性で、その中でも太い粗繊維を分繊し細くすることが最も重要であることがわかった。そこで、本研究では、分繊化を中心に検討することとした。

①繊維の太さ

太いとしなやかさが得られず、繊維同士の絡みが得られないため、分繊し細い繊維を得ることが必要

②繊維の強力、伸度

紡績工程におけるドラフト工程は繊維を一方方向に引き揃えるが、その際、繊維が切れないよう、一定以上の強力と伸びが必要

③捲縮性

繊維の縮れである捲縮性は繊維同士の絡みを生む

④繊維間の摩擦係数

スライバー&糸の強度保持に必要

⑤柔軟性

繊維同士の絡みのため必要

3 実験方法と結果

3.1 分繊化方法の検討

パイナップル葉から得られる繊維は葉脈繊維で道管と師管の混合物と考えられ、厚い細胞壁を持つ道管の影響を受け、一般的に靱皮から得られる繊維より硬い¹⁾。なお、道管は根から吸い上げられた水や無機養分が、師管は葉で光合成された有機物の水溶液が通る箇所である。これらを構成するのは、多糖類であるセルロースやヘミセルロース、フェノール性の高分子物質であるリグニンが主成分である。その他に、ペクチンも含まれるが水溶性であるため、その除去は比較的容易である。

粗繊維の表面を摩擦すると内部には、図1のように非常に細い単繊維が含まれていることが確認できる。パイナップル葉および粗繊維の外観²⁾については、令和3年度の経常研究「パイナップル葉繊維の特性評価と播州織への適用に関する研究」の報告書にて詳細に示している³⁾ので、参照いただきたい。なお、単繊維の主成分はセルロースで結晶性も高いと考えられるため、単繊維の周り

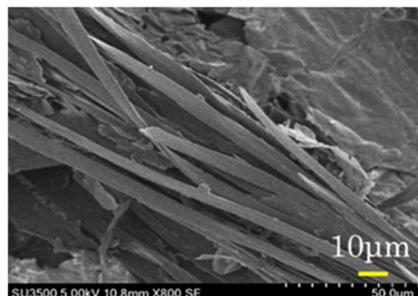


図1 パイナップル葉粗繊維の摩擦後表面

を覆っていると考えられる非晶領域のセルロースやヘミセルロースおよびリグニンを除去することで分繊化できると考えた。

それらの除去は、表1の薬品処理やそれらの組み合わせによる方法で分繊化を試みた。

表1 パイナップル葉粗繊維の分繊化の検討

- ①アルカリ (苛性ソーダ) 処理
⇒ ヘミセルロース、リグニン除去
- ②セルラーゼ酵素処理
⇒ ヘミセルロース、セルロース除去
- ③亜塩素酸ナトリウム処理
⇒ リグニン除去
- ④上記処理の組み合わせ

条件-1	条件-2	条件-3

図2 パイナップル葉粗繊維のアルカリ処理後の形態

表2 パイナップル葉粗繊維の苛性ソーダ処理

	NaOH 濃度	温度	時間	減量率
条件-1	1%	120℃	60分	27.0%
条件-2	8%	20℃	17時間	28.5%
条件-3	15%	20℃	10分	6.9%

3.2 アルカリ（苛性ソーダ）処理

粗繊維の苛性ソーダ（NaOH）による処理は、表2の各条件で実施した。なお、処理後の減量率も表内に示した。図2に処理後繊維の電子顕微鏡写真を示す。

条件-1の場合、繊維は細くなったが損傷が著しく、繊維形状からパルプ状に変化していた。120℃処理は、木材チップのパルプ化と同等の処理であるため、脱リグニンが進み、繊維状からパルプ状となることで、乾燥後硬く凝集したと考えられる。図3に処理前後の外観を示す。

条件-2の減量率は28.5%と高いが、繊維の分繊化は見られない。ただし、処理前の粗繊維と比較すると多くの粗繊維の幅は50µm以下となっており、周囲から減量が進んだと考えられる。条件-3の表面は、繊維方向に明瞭な筋が見られたが、分繊化はしていない。

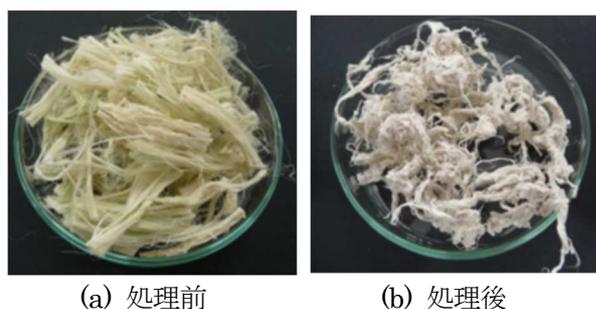


図3 アルカリ処理（条件-1）前後の外観

3.3 セルラーゼ酵素処理

セルラーゼは微生物起源の一菌株が生産する酵素であり、この中でセルロース繊維の改質に応用されているものはカビの一種であるトリコデルマを起源とするものが一般的である。また、セルラーゼ酵素は、綿織物・ニットの減量加工、レーヨン、ポリノジックのピーチスキン加工、テンセルの毛羽取り加工およびジーンズのバイオウォッシュ加工など繊維

加工において多く使用されている³⁾。

本研究では、表3に示す3種類のセルラーゼ酵素を用いた。処理条件を検討するため、加工時間と酵素濃度の減量率への影響について評価した。なお、用いた装置は12色高温高圧染色試験機（日本染色機械(株)製）で水量は350mlである。

酵素①について、濃度2g/L、pH緩衝材（ブライトBAF CONC（洛東化成工業(株)）：2g/L（pH=4.5）、強度低下防止剤（デスコCT（洛東化成工業(株)））：2g/Lを加えて、粗繊維を処理した。なお、温度50℃、浴比1：40である。処理時間と減量率の関係を図4に示す。60分以降の処理時間と減量率の増加率は、60分までとは異なり大きく低下していることから、60分を処理時間の基準とした。

図5は、酵素③について、60分処理における濃度と減量率の関係を示す。酵素①と同じ酵素濃度2g/Lの場合、減量率は約7%であり、酵素①と比較すると半分程度となった。

酵素処理は浴比の影響を受けるため、酵素①および②について浴比を変化させ、減量率を比較した。用いた装置は、1kg染色機（日本染色機械(株)製）で水量は12Lである。酵素濃度2g/L、処理時間は60分である。表4のとおり、同一浴比で比較すると酵素②の方が酵素①よりも減量率は高い。また、浴比を大きくすると減量率は大きくなった。浴比を大きくすることは、繊維重量当たりの酵素濃度が高くなるため減量が進んだと考えられる。

なお、酵素①の処理において、表4の結果は、図4の数値（約14%）より2～3%小さくなっている。試料に対する加工液の流れの違いが影響したと考えられる。

以上の結果から、使用するセルラーゼ酵素は酵素②を基準とした。酵素②の浴比1:40（表4）の処理後試料の電子顕微鏡写真を図6に示す。その結果、アルカリ処理では見られない細い繊維が見られる。セルラーゼ酵素により繊維の非晶領域が分解されることで、大きな亀裂が入り、それに伴い内部に存在する単繊維が表面に現れたと考えられる。セルラーゼ酵素処理は分繊化において効果があることが確認できた。

表3 用いたセルラーゼ酵素

①	エンチロンコットンバイオ(洛東化成工業(株))
②	エンチロン CM-40L (Trichoderma : 洛東化成工業(株))
③	セルラーゼ XL-531 (Aspergillus ; ナガセケムテックス(株))

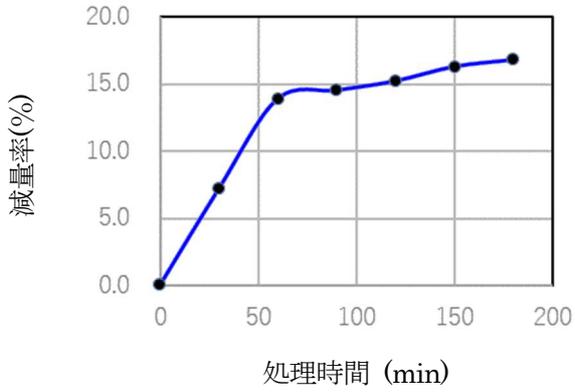


図4 処理時間と減量率 (酵素①)

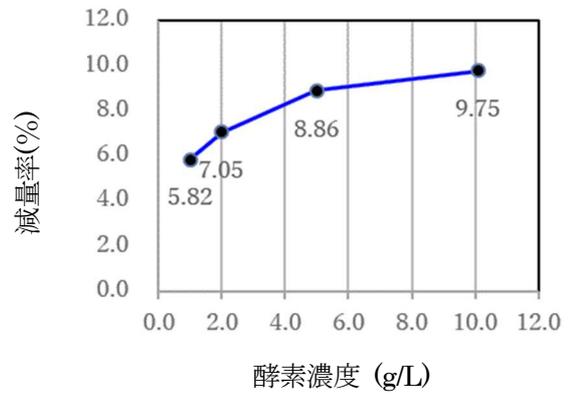


図5 酵素濃度と減量率 (酵素③)

表4 浴比と減量率

2g/L-60min	浴比	減量率 (%)
酵素①	1:40	11.4
酵素②	1:40	17.9
	1:20	15.8

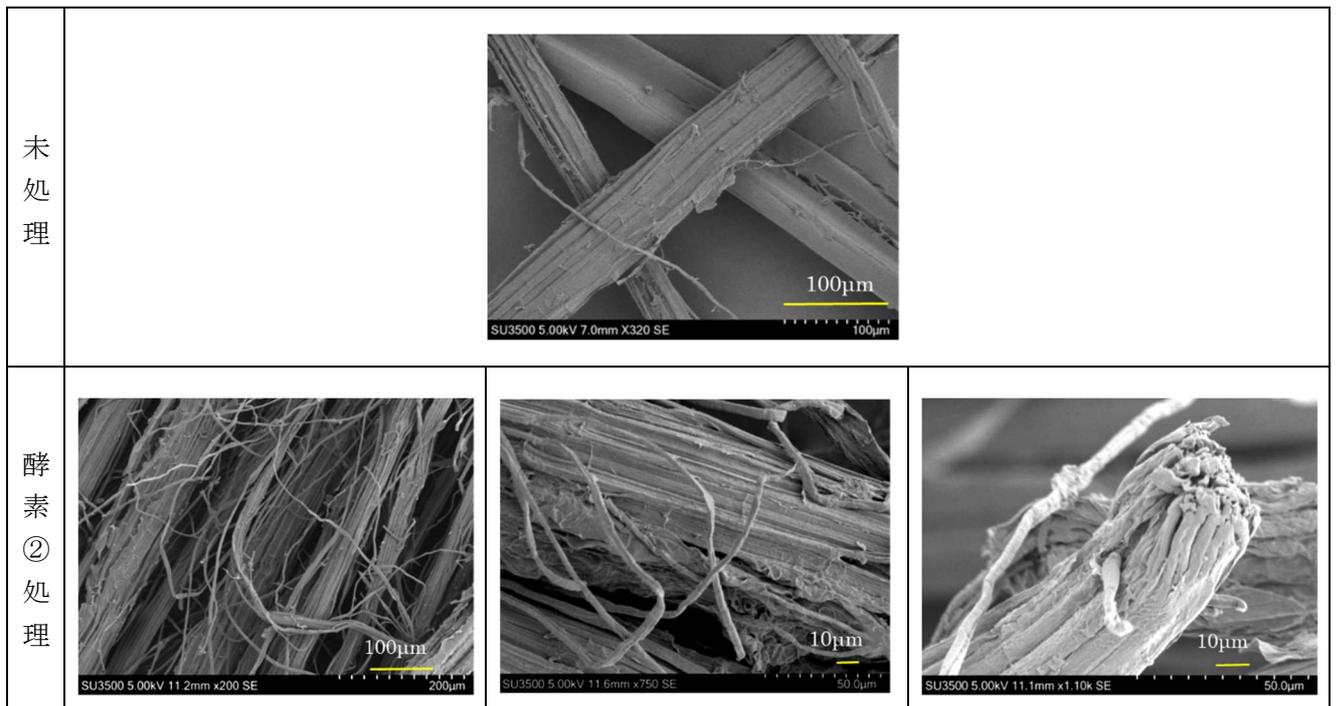


図6 パイナップル葉粗繊維のセルラーゼ酵素処理

3.4 亜塩素酸ナトリウム処理

亜塩素酸ナトリウムは、苧麻(ラミー)繊維に含まれるリグニンを選択的に除去できることが知られている⁴⁾。そこで、パイナップル葉粗繊維に亜塩素酸ナトリウム処理を実施し、その効果を確認した。

蒸留水350mlに対し、酢酸 0.7g/L、亜塩素酸ナトリウム2~10g/Lを入れて攪拌し、試料を投入した。温度は75℃として60分間処理した後、再度、同量の酢酸および亜塩素酸ナトリウムを投入後、さらに60分間処理した。亜塩素酸ナトリウム濃度と粗繊維の減量率の関係を図8に示す。亜塩素酸ナトリウム濃度の上昇に伴い減量率は向上するが、緩やかな変化

である。また、アルカリ処理や酵素処理と比較すると、減量率は低い。減量率や使用薬品量の観点から、濃度は2g/Lを基準とした。

図7に亜塩素酸ナトリウム処理後のパイナップル葉粗繊維の電子顕微鏡写真を示す。その結果、酵素処理のような細い繊維は見られず、分繊化していない。ただし、図7右のような繊維の周りへの付着物や筋状の表面形態が見られることから、表面から削られるような形態で減量されたと思われる。図9に外観を示すが、粗繊維と比較すると白度が大きく向上している。塩素による酸化漂白による効果であると考えられる。

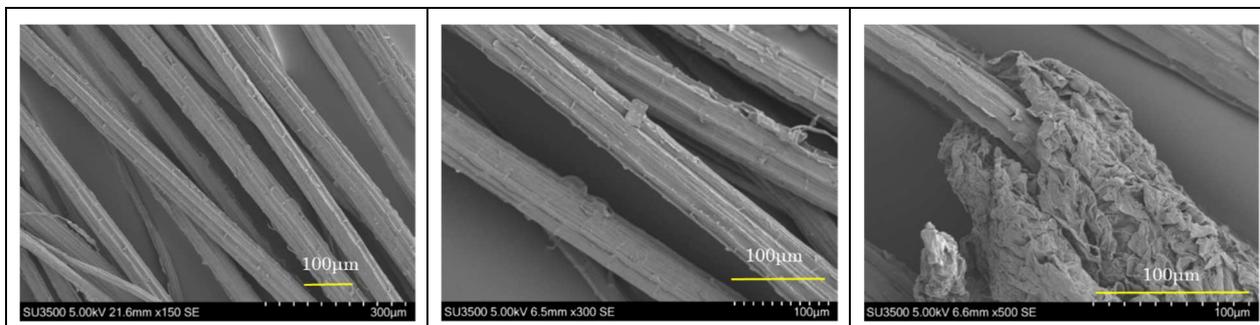


図7 パイナップル葉粗繊維の亜塩素酸ナトリウム処理

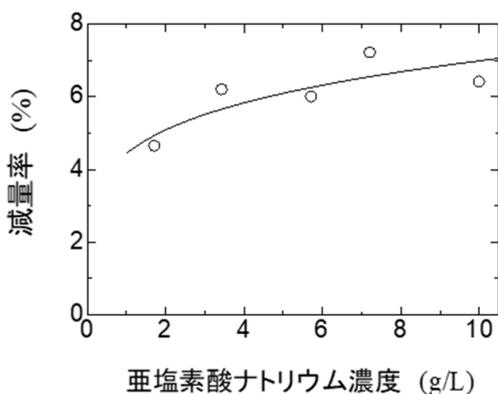


図8 亜塩素酸ナトリウム濃度と減量率



図9 亜塩素酸ナトリウム処理による漂白

3.5 セルラーゼ酵素処理と亜塩素酸ナトリウム処理の併用

セルラーゼ酵素処理をすることで粗繊維の分繊が進むことがわかった。一方、亜塩素酸ナトリウム処理で分繊はしないが、白度を向上させ光沢ある繊維が得られた。そこで、両者の処理を併用することで、分繊化および白度向上を目指した。各処理実験で得られた基準条件で処理し、表5のとおり順序を入れ

表5 セルラーゼ酵素処理と亜塩素酸ナトリウム処理の併用

#1	酵素② (2g/L) 50℃-60分⇒亜塩素酸ナトリウム処理 (2g/L) 75℃-60分×2回、浴比1:40
#2	亜塩素酸ナトリウム処理 (2g/L) 75℃-60分×2回⇒酵素② (2g/L) 50℃-60分、浴比1:40

替えて実施した。

図10に、処理した粗繊維の電子顕微鏡写真を示す。処理順の違う両者の繊維の形態変化を見ると、明らかに始めに酵素処理した後、亜塩素酸ナトリウム処

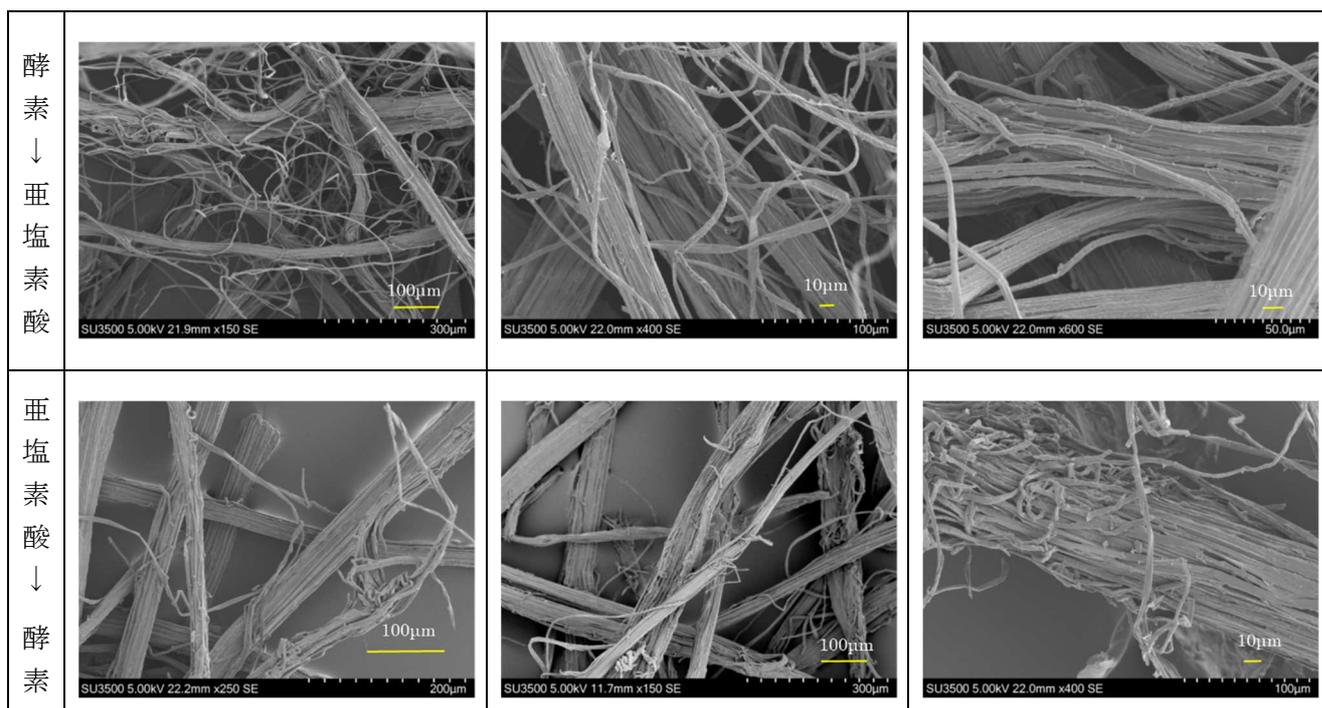


図 10 セルラーゼ酵素処理と亜塩素酸ナトリウム処理の併用によるパイナップル葉粗繊維の変化



粗繊維 (未処理)

酵素⇒亜塩素酸Na

亜塩素酸Na⇒酵素

図11 粗繊維の外観

理した方が分繊は進んでいる。太い繊維も見られるが、右上の写真のようにバラバラにはなっていないが、単繊維が表面に露わになっている。酵素処理で亀裂の入った粗繊維は、その後の亜塩素酸ナトリウムの内部への浸透により、分繊効果を高めたと考えられる。図11は外観写真であるが、分繊効果だけでなく、始めに酵素処理した方が白度も高くなり、光沢ある繊維が得られた。

3.6 酵素処理および亜塩素酸ナトリウム処理繊維の熱重量分析

粗繊維の分繊化のためにアルカリやセルラーゼ酵素および亜塩素酸ナトリウムを用いて処理し、繊維の形態変化や処理条件と減量率の関係について明ら

かにした。各処理は、表1に示す粗繊維の各組成の除去目的で実施したが、各組成の割合の変化を知ることが非常に重要である。ここでは簡易的な方法として、熱分析の1つである熱重量分析により評価を試みた。

なお、引用文献⁹⁾からの図12が示すとおり、粗繊維の主成分であるセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンは、熱分解挙動に大きな違いがあることがわかる。

熱重量解析は、(株)日立ハイテクサイエンス島津製のSTA7200型を使用し、昇温速度10°C/min、温度範囲30-550°C、窒素雰囲気(100ml/min)により評価した。

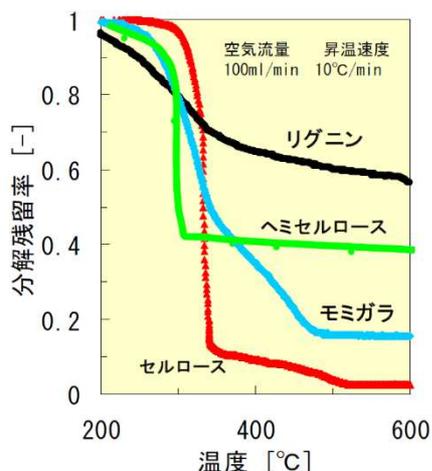


図12 各組成の熱分解曲線

図13は、未処理の粗繊維と精練漂白した綿繊維の測定結果である。なお、縦軸のTGは測定開始時の重量を100%としている。その結果、綿繊維の熱分解開始温度は約325°C付近で、そこから急激に重量減少している。図12のセルロースの挙動とほぼ同様の挙動を示している。これは綿繊維の95%以上はセルロースから構成されていることによるものである。一方、粗繊維の熱分解は約260°Cから始まり、320~330°C付近でTGの勾配がさらに大きくなって重量減少している。粗繊維を構成するヘミセルロースおよびセルロースによる変化であると考えられる。

図14にパイナップル葉粗繊維のセルラーゼ酵素処理後の熱分解曲線を示す。未処理繊維と比較して、熱分解開始温度が高温側へシフトしている。これは酵素処理により熱分解開始温度の低いヘミセルロースが分解されたことによるものと思われる。

図15は粗繊維の亜塩素酸ナトリウム溶液処理後の熱分解曲線を示す。320°C付近までは同じ挙動を示しているが、それ以降、亜塩素酸ナトリウム溶液で処理した方は低温側へシフトしている。図12で見られるようにリグニンはヘミセルロースおよびセルロースと比較して、320°C以降の重量減少は小さい。つまり、亜塩素酸ナトリウム溶液処理により、耐熱性の高いリグニンが一定割合分解されたことで低温側へTGがシフトしたと考えられる。

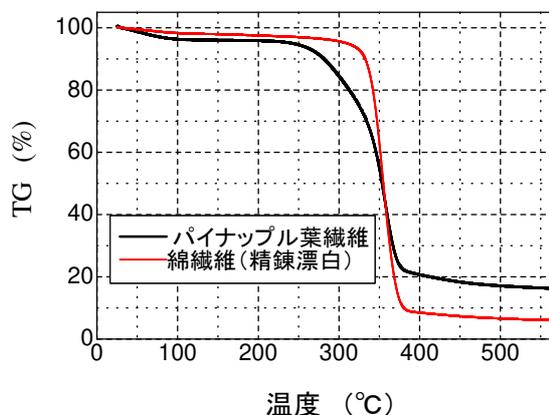


図13 粗繊維（未処理）と綿繊維（精練漂白）の熱分解曲線

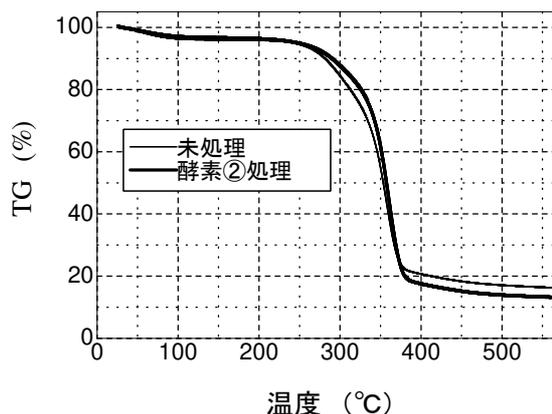


図14 セルラーゼ酵素処理による熱分解曲線

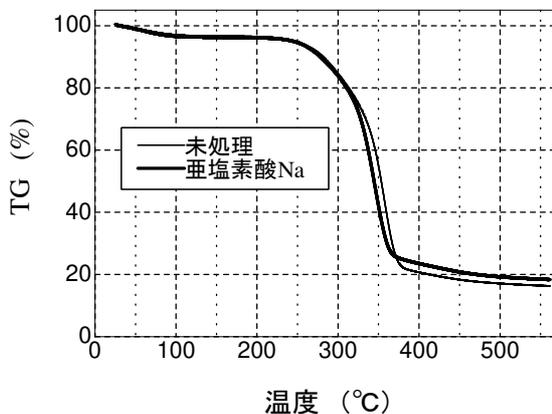


図15 亜塩素酸ナトリウム処理による熱分解曲線

4 結論

パイナップル葉粗繊維の分繊化に、苛性ソーダ、セルラーゼ酵素、亜塩素酸ナトリウムで処理を試みた。得られた成果を以下に示す。

- (1) 苛性ソーダ処理は、処理条件によっては大きく減量するが、分繊しない。また、高温処理すると繊維は大きく損傷する。
- (2) セルラーゼ酵素処理は、酵素の種類により減量率は大きく異なり、浴比の影響を受ける。繊維方向に大きな亀裂が入ることで分繊化し、15%以上の減量率を得ることができる。
- (3) 亜塩素酸ナトリウム処理は分繊しないが、表面を削るように筋状に減量し、白度を向上させる。
- (4) 酵素処理と亜塩素酸ナトリウム処理の併用において、始めに酵素処理した方が分繊効果は高く、白度も向上した。
- (5) セルラーゼ酵素および亜塩素酸ナトリウム処理した粗繊維について熱重量分析したところ、ヘミセルロースおよびリグニンの分解と思われる熱分解挙動が確認された。

参考文献

- 1) 加藤康夫, “セルロース繊維”, 繊維学会誌, Vol.61, No.7, pp182-185 (2005)
- 2) 藤田浩行他, “パイナップル葉繊維の分繊化”, 日本繊維機械学会第75回年次大会研究発表論文集, pp44-45 (2022)
- 3) 谷田治, “酵素によるセルロース繊維の改質”, 繊維学会誌, Vol.50, No.2, pp75-79 (1994)
- 4) 白井葉月他, “リグニン除去が苧麻布の物性に及ぼす影響”, 日本家政学会誌, Vol.69, No.10, pp703-709 (2018)
- 5) 藤井隆夫他, “熱重量解析による植物バイオマスの繊維分析への適応”, SCEJ 75th Annual Meeting (Kagoshima, 2010), P312

謝辞

本研究の遂行にあたり、(株) フードリボンの関係者に深く感謝申し上げます。

パイナップル葉繊維の特性評価と播州織への適用に関する研究

藤田浩行

要旨 パイナップル葉の葉脈繊維である粗繊維は太く剛直であるが、非常に細い繊維が含まれていることがわかった。この細い単繊維を効率よく取り出すことと特徴を生かした製品開発が、今後の取り組みにおいて重要であると考えられるが、本研究では主として染色性に関し検討した。その結果、精練漂白においてパイナップル葉繊維は、綿繊維と比べて白度は低かった。その後の反応染料による染色では、濃く染まる箇所もあるが染めムラが大きかった。均一に染めるための繊維の改質や前処理などが今後の課題である。

1 緒 言

新型コロナウイルス感染拡大により生産数量が大幅に減少している播州織産地において、新素材を活用した織物開発およびSDGsに関する取り組みは産地の生き残りにおいて非常に重要である。ほとんど流通していないパイナップル葉から取り出した繊維の特徴を他産地に先駆けて明らかにし、播州織産地の先染織物への適用を実現することが目標である。

そこで本研究では、パイナップル葉繊維の形態を明らかにするとともに、精練漂白および染色試験により染色性を評価し、綿繊維と比較することでパイナップル葉繊維の特性を生かした製品開発への基礎データとする。

2 パイナップル葉繊維の形態

図1は沖縄県のパイナップル畑の様子である。中央の実の周囲に多数茂っているのがパイナップル葉である。パイナップル葉は実を収穫後、廃棄される。図2にパイナップル葉の外観を示す。品種や個体により異なるが、長さ80cm、重量50g、幅は中央付近で50~60mm程度ある。その表皮(図3)を剥ぐと(図4)、葉の長手方向に葉脈繊維が確認できる(図5)。葉脈は、水分や栄養分のからだ中への運搬や葉を支える役目を果たしている。

図6(a)の粗繊維は、パイナップル葉の表皮を剥いで得られた繊維であり、太さは50~90 μm 程度と太い。しかし、内部には太さが約5 μm の単繊維(図6(b))が存在しており、綿繊維(図7)と比較する

とその太さは、約3分の1と非常に細く、この細さがパイナップル葉繊維の大きな特徴である。しかし、綿繊維のような天然の撚り(ねじれ)は見られない。また、表面は平滑かつ剛直で、リネン等麻繊維と外観が似ている。



図1 パイナップル畑



図2 パイナップル葉

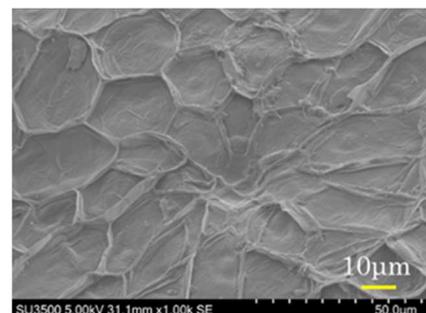


図3 葉の表皮(表側)

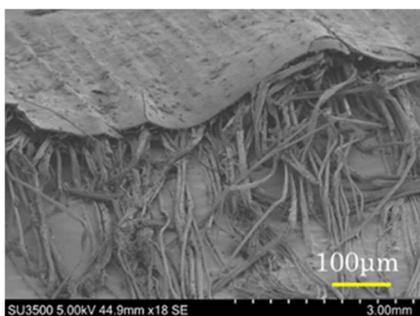


図4 表皮を切り裂いた断面

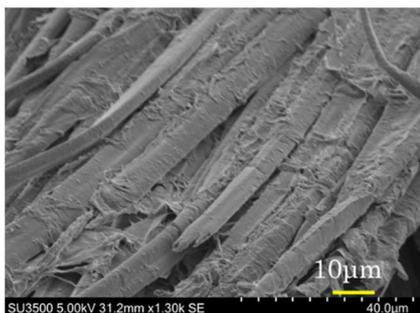
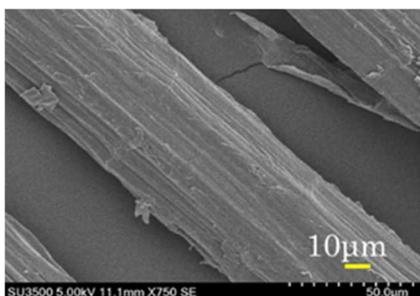
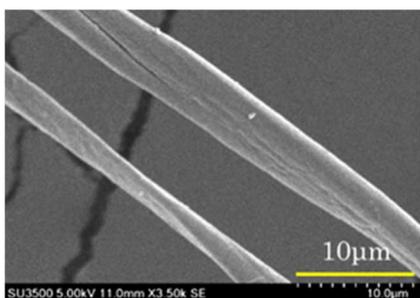


図5 葉脈繊維



(a) 粗繊維



(b) 単繊維

図6 パイナップル葉繊維

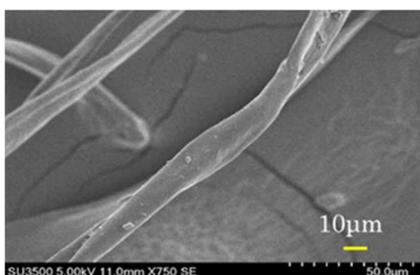


図7 綿繊維

3 実験方法と結果

3.1 パイナップル葉繊維の精練漂白

通常、綿糸を染色する場合、原糸の精練漂白後に染色するが、これは原綿に含まれる油分除去や白度向上等により染色性を高めるために実施する。そこで、パイナップル葉繊維と原綿繊維を精練漂白し、両者の白度を比較した。精練漂白は、表1に示す薬剤および濃度で30分間煮沸することで実施した。白度は、画像分光色彩計COLOR-7s(倉敷紡績(株)製)で測定した。

図8に処理前後の繊維の測色画像および白度を示す。なお、図内の画像は幅20mm、高さ10mmサイズの計測領域である。パイナップル葉繊維は太いため、繊維の影となる暗い箇所が見られるため、白度の算出は、領域内の明るい部分にて算出した。

その結果、精練漂白により、パイナップル葉繊維の白度は向上しているが、原綿繊維と比較するとかなり低い。染色性向上には白度向上が重要であり、新たな処方の検討が必要である。

表1 精練漂白の条件

過酸化水素 (35%)	3ml/L
水酸化ナトリウム	1g/L
ケイ酸ナトリウム	3g/L
非イオン界面活性剤	1g/L

3.2 パイナップル葉繊維の反応染料による染色

図6(a)のように、パイナップル葉から表皮を剥ぎ得られた繊維(粗繊維)の幅は50µm以上と太い。紡績を可能とするには粗繊維を分繊化して細くすることが必要であり、それにより得られた繊維で作製した紡績糸を染色することになる。分繊化に関しては、令和3年度の重点領域研究「パイナップル葉繊維からなる高品質紡績糸の製造に関する研究」において実施し、その処理の1つにセルラーゼ酵素により粗繊維を分繊化処理した。その具体的な内容は、重点領域研究の報告内容を参考にさせていただきたい。

表2に染色実験に用いた試料を示す。カード機による解繊は、酵素処理の効果を高めるために実施した。また、比較として原綿を精練漂白した試料についても同様に反応染料により染色した。染色に用いた助剤および染料は、表3のとおりである。また、染色温度および時間を図9に示す。

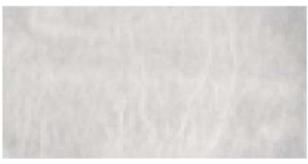
パイナップル葉繊維		原綿繊維	
処理前	精練漂白後	処理前	精練漂白後
			
			
-10.49	18.35	9.57	53.40
白 度			

図8 精練漂白による白度変化

表2 染色実験に用いた試料

パイナップル葉粗繊維 (未処理)
粗繊維のセルラーゼ酵素処理
解繊した粗繊維のセルラーゼ酵素処理
原綿の精練漂白

表3 染色に用いた染料および助剤

○ソーダ灰：20g/L
○芒硝：50g/L
○反応染料：ネイビーブルー：5%owf (Sumifix Supra Navy Blue BF gran.)

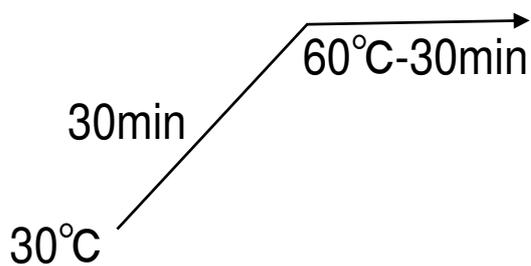


図9 反応染料による染色温度と時間

表2の試料について染着性を評価するため、画像分光色彩計で測色し、試料の表面濃度K/SをKubelka-Munkの式(1)により評価した。なお、Rは波長毎の反射率である。

$$\text{表面濃度 } K/S = (1-R) / 2R \quad \text{----- (1)}$$

図10に波長毎の表面濃度K/Sを示す。K/Sの数値は大きいほど、濃く染料が染着していることを示す。また、図11に染色した各試料の測色画像を示す。その結果、未処理の粗繊維が最も濃く染まった結果となった。酵素処理および解繊後酵素処理すると濃度は低くなっており、精練漂白した原綿が最も濃度が低い。

上記の結果について、以下のように考察する。セルラーゼ酵素は、非晶領域のセルロースを減量する。染料分子はセルロースの結晶領域ではなく、非晶領域の水酸基に染着するため、酵素処理することで非晶領域が減少して濃度が低くなったと考えられる。

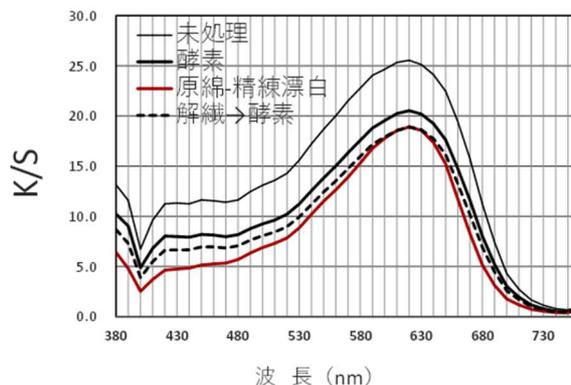


図10 染色した各試料の波長と表面濃度K/S

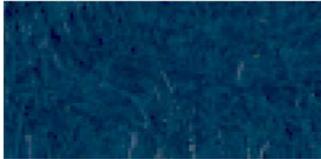
パイナップル葉粗繊維 (未処理)	粗繊維のセルラーゼ酵素処理	解繊した粗繊維のセルラーゼ酵素処理	原綿の精練漂白
			

図11 染色後試料の測色画像

一方、原綿はパイナップル葉繊維よりも薄い濃度となっているが、結晶性の違いが濃度に影響を与えたと思われる。ただし、パイナップル葉繊維は濃度変化が大きく、染めムラとなっている。

4 結 言

パイナップル葉の葉脈繊維である粗繊維は太く剛直であるが、非常に細い繊維が含まれていることがわかった。この細い単繊維が効率よく取り出すことと特徴を生かした製品開発が、今後の取り組みにおいて重要であると考えられる。

精練漂白においてパイナップル葉繊維は、綿繊維と比べて白度は低かった。その後の反応染料による染色では、濃く染まる箇所もあるが染めムラが大きくなった。均一に染めるための繊維の改質や前処理などが必要である。

参 考 文 献

- 1) 小野啓, “新天然素材-パイナップル繊維”, 高分子学会誌, Vol.40, No.3, pp204 (1991)

謝 辞

本研究の遂行にあたり、(株) フードリボンの関係者に深く感謝申し上げます。

静電噴霧法を用いた樹脂加工技術の開発法の開発

中野 恵之

要旨 静電噴霧法は静電気力を応用した精密なコーティング技術で、噴霧条件によって薄膜や粒状、または微細繊維を製造する技術である。高分子を溶剤に溶かし高電位をかけたキャピラリー中を移動させ静電噴霧させることにより様々な加工ができる。本研究では実用化を目的とした試料作製と試験を検討した。平成30年度からの経常研究において布片面に撥水加工する技術開発を行うことに成功し、摩擦堅牢度試験の湿潤条件での耐久性も改善し、評価のための試料作製と試験も行った。本年度は加工方法の効率化を検討し実用化に寄与する。本研究では、実用化に向けて試験布を回転させずに加工する方法を検討した。これまで加工量を均一化するため試験布をロールに付けて回転させて加工したが、この方法では量産化は難しいため、加工布を静置させた状態での加工を試みた。これにより連続した加工が可能となり量産化に寄与すると考える。

1 目 的

静電噴霧法は静電気力を応用した精密なコーティング技術で、噴霧条件によって薄膜や粒状、または微細繊維を製造する技術である(図1)。高分子を溶剤に溶かし高電位をかけたキャピラリー中を移動させ静電噴霧させることにより様々な加工ができる。これにより従来の樹脂加工技術(図2)より加工剤使用量の削減や加工処理エネルギーの削減を試みた。平成30年度からの経常研究において布片面に撥水加工する技術開発を行うことに成功し(図3)、摩擦堅牢度試験の湿潤条件での耐久性も改善し、評価のための試料作製と試験も行った。しかし、加工時に布試料を回転させて加工させるので、大量生産には不利になる(図4、5)。そこで、本年度は加工方法の効率化を検討した。

本研究では、実用化に向けて試験布を回転させずに加工する方法を検討した。これまで加工量を均一化するため試験布をロールに付けて回転させて加工したが、この方法では量産化は難しいため、加工布を静置させた状態での加工を試みた。これにより将来的には静置面を移動させることにより、連続加工が可能となり量産化に寄与すると考える。本研究の目標は、固定平面上の綿生地に対して15cm四方の均一な試料を作成し、その加工時間は30分以内とした。

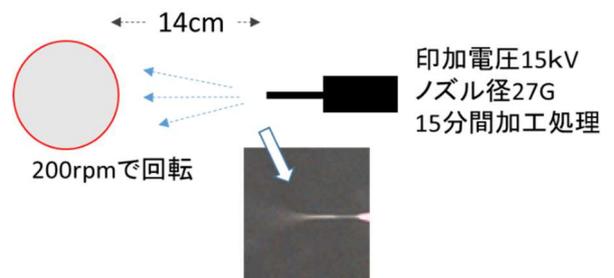


図1 静電噴霧法の概要

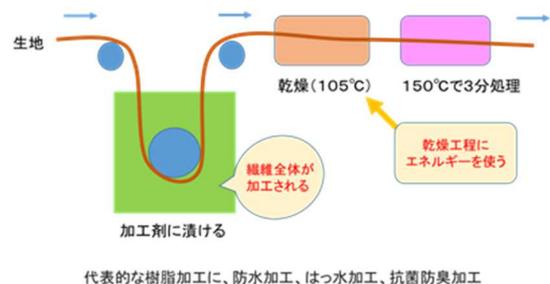


図2 従来の樹脂加工技術

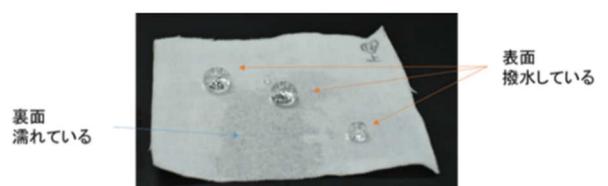


図3 片面撥水加工された綿生地

2 実験方法

2.1 加工装置の改良

図6に開発した加工方法の模式図を示す。ノズル5本を中心に1本設置し、その四方15mm離れた位置に4本を配置した。また、これまで空気圧で加工液を押し出していたが、上から下に加工する方法として、加工液容器の気密性を制御することから加工液噴出量を調整した。加工液容器にバルブを取り付け、容器内に計画的に空気を取り入れることにより、加工液の吐出量を制御した。これらの改良により、装置の簡略化と加工量増加に伴う加工時間の短縮、および電気反発の増大効果を考え均一な加工を試みた。

2.2 撥水加工試験

大原パラジウム化学(株)製の撥水加工剤AF900及び架橋剤PG11を10:1に配合し純水で4倍に希釈して加工剤を調整した。帯電性の付与から均一なスプレー状態を得ることを目的に、非イオン性界面活性剤を0.5wt%加えた。基布は(財)日本規格協会の綿添付白布(かなきん3号)、目付100g/m²を25cm四方にて使用した。ノズル間距離50cm、電圧25kV、ノズル径18Gを5本使用で30分間加工した。加工布を洗濯試験(JIS L 1930 C4N法に準拠)は、40℃×40L×15分にて市販洗剤を使用し、すすぎ2回、脱水3分処理にて行った。洗濯後に105℃の乾燥機にて乾燥した後、撥水性の確認ができた。

2.3 シミ防止評価試験

加工府のシミ防止を評価するために、水を含むスポンジの上に生地を載せて、シミの広がり程度を観察した。

3 結果と考察

3.1 加工装置の改良

加工装置の改良により、固定平面上の綿生地に対して15cm四方の均一な試料を作成し、さらに加工時間30分以内を可能とした。また、加工液を押し出すためのポンプを使用しない等の装置の簡素化にも成功した。

3.2 撥水加工試験

加工液に非イオン性界面活性剤を加えることにより、加工液濃度を上げて液に粘度が高くなっても噴霧状態が安定し加工時間短縮に貢献した。これは、非イオン界面活性剤が加工液の帯

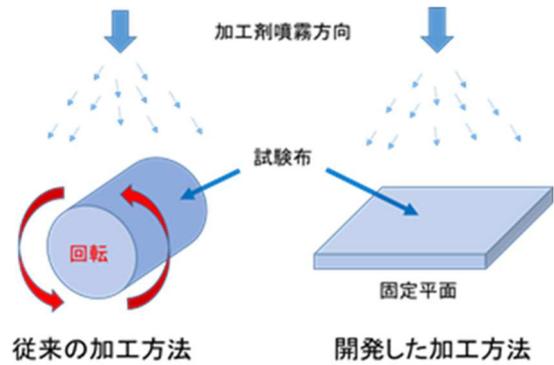


図4 従来法と開発した加工方法



図5 従来加工方法

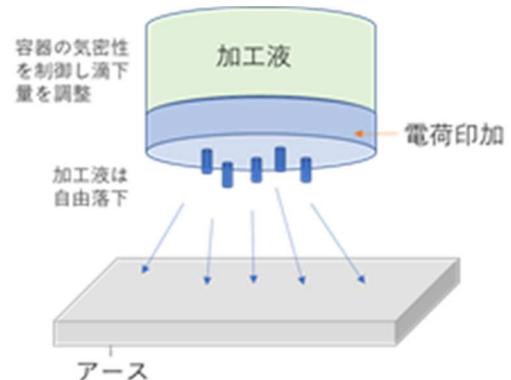


図6 開発した加工方法の模式図



図7 加工装置写真

電性を向上させた効果によるものと考えられる。

3.3 シミ防止評価試験

シミ防止評価試験において、この加工布は裏面が濡れても濡れが表面に現れず、視覚的に染みが目立たなかった(図8)。この結果から裏面は吸水性で汗を吸うことができるが、表側は撥水性の効果から汗を表側にまで通さないことが確認できた。このことから、夏に起こる薄地のブラウス等における脇シミ防止効果が期待された。

4 結論

実用化に向けて試験布を回転させずに加工する方法を検討し、以下の結果が得られた。

- (1) 加工液に非イオン界面活性剤を加えることにより噴霧状態が均一になり、試験布を静置した状態での加工が可能となった。
- (2) 加工液の濃度を高めることにより、加工時間を短縮し15cm四方の試料について30分で効果が得られた。
- (3) この加工布は裏面が濡れても視覚的に染みが目立たなくなることを確認した。

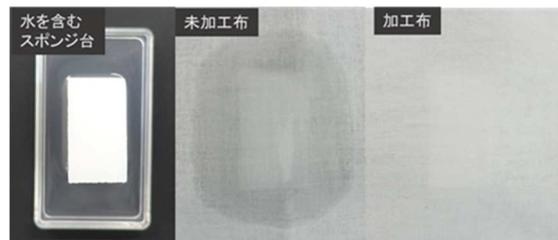


図8 シミを軽減させる効果の確認
(水を含んだスポンジの上に生地を置いた様子)

参考文献

- 1) 中野恵之, 繊維学会予稿集, Vol. 74, No. 2, (秋季研究発表会) 2P16 (2019)
- 2) 中野恵之, 繊維学会予稿集, Vol. 76, No. 1, (年次大会) 3D08 (2021)

繊維加工におけるセルロースナノファイバーの利用とその効果

新田恭平

要旨 種々のセルロースナノファイバー (CNF) を添加した顔料染色加工液を調製し、一本糊付機により綿糸を染色した。CNF の添加が、染色加工液成分の分散安定性や染色後の糸の強度、摩擦堅ろう度に及ぼす影響を評価した。その結果、CNF を添加することによって摩擦堅ろう度の僅かな向上が示唆された。しかし、本研究での実験系では、染色加工液成分の分散安定性や、染色糸の色の変化、糸の引張強度には顕著な影響を及ぼさないことがわかった。

1 目的

持続可能な社会が推進される中、セルロースナノファイバー (CNF) の用途探索が促進されている^{1), 2)}。CNF は鋼鉄と比較して軽量かつ高強度、さらに液系では分散安定性が向上するといった特性をもつ植物由来のナノ繊維である。このような特性は、綿などの糸の染色工程において、水に溶けにくい染色液 (顔料分散液など) の分散性向上や染色糸の強度向上および染色堅ろう度を良くする可能性がある¹⁾。本研究では、分散剤の代替材料として CNF を染色加工液に添加し、その分散液特性と染色糸の物性変化を調べた。種々の CNF 添加量または種類が、液中の顔料粒子の分散安定性や染色加工後の糸に与える効果について評価した。

2 実験方法

2.1 染色糸の準備～染色加工液の調製および染色加工～

染色加工および物性評価する材料は綿糸 40/1^s を選択した。生成綿糸に対して過酸化水素による精練漂白処理を行い、その後カチオン化剤 PG 処理剤浸染用を用いてカチオン化処理を施した。この綿糸を水系の染色加工液に潜らせ、染色加工を施した。染色加工液には赤色の有機系顔料のサンカラーレッド、アクリル系樹脂バインダーのハイプレ NFS を用いた。分散剤は浸染用分散剤 PG、または分散剤の代替材料として CNF を用いて、表 1 の配合で染色加工液を調製し

た。手順は、蒸留水に CNF を投入し、よく攪拌した。その後顔料を分散液に入れ、最後にバインダーを投入して攪拌し染色加工液とした。「CNF なし」の液では CNF は添加せずに先述の分散剤を使用した。機械解繊処理した CNF は、A 社製造のパルプ由来 CNF で繊維長は標準、短繊維、長繊維グレードを使用した。他に、針葉樹パルプ由来の B 社製造の CNF、そして化学解繊処理したパルプ



図1 使用した一本糊付機および染色加工液



図2 編みサンプル

表 1 染色加工液の調液条件

試料名	CNF 繊維長	CNF (g/100mL)			有機系顔料 (g/100mL)	分散剤 (g/100mL)	バインダー (g/100mL)
		A社機械解繊	B社機械解繊	C社化学解繊			
CNFなし	-	-	-	-	0.1	1	5
CNF1	標準	1	-	-	0.1	-	5
CNF2	標準	0.5	-	-	0.1	-	5
CNF3	標準	0.1	-	-	0.1	-	5
CNF4	長繊維	1	-	-	0.1	-	5
CNF5	短繊維	1	-	-	0.1	-	5
CNF6	特記なし	-	-	2	0.1	-	5
CNF7	特記なし	-	1	-	0.1	-	5

由来の CNF は C 社サンプルを用いた。その他、染色加工液に関わる薬剤は(株)田中直染料店の製品を使用した。

糸の顔料染色は図 1 の一本糊付機(糊棍製作所 KS-7 UNISIZER)を用いた。糸を 40 m/min の速度で染色加工液に潜らせた後、80℃で乾燥した。その後、縷状にした染色糸を 115℃で 4 分間熱処理して、綿糸表面に付着した顔料粒子を固着させた。

2.2 染色加工液の分散安定性評価

自転公転式攪拌脱泡装置(HiMerger HM-200WD, 共立精機(株))を使用して、攪拌 1720 rpm を 2 分、脱泡 440rpm を 2 分の条件で染色加工液を調製し、液中分散安定性評価装置(Turbiscan Lab, Formulation 社製)を用いて重力沈降法に基づく分散安定性評価を行った。30 秒間隔でサンプル管のメニスカス位置(上部)から底部(下部)にかけて、光源と検出器を上下に稼働させ、光透過率(T (%))の変化を 30 分間測定した。

2.3 染色糸の引張強度試験

染色糸の引張強度については、全自動単糸強力試験機(メスダン社 AUTODYN300)による測定を実施した。測定条件は試料長 500 mm、引張速度 250 mm/min、初荷重 3.4 cN、測定数 80 回とした。

2.4 筒編みサンプルの色彩計測

染色糸を筒編み試験機(小池機械製作所(株))を用いて編みサンプルを作製した(図 2)。色彩計測は、4 つ折りにした編みサンプルを、画像分光色彩計(倉敷紡績(株): COLOR-7s)で計測し、D65 光源時の L*a*b*表色系で評価した。

2.5 摩擦堅ろう度試験による評価

摩擦堅ろう度試験は、摩擦堅牢度試験 II 形(JIS L 0849 に準拠)の乾燥試験と湿潤試験を行った。条件は、編みサンプル(幅 20 mm×長さ 150 mm に裁断)に対し、200 g の荷重で 100 回往復した。試験用の綿製添付白布の汚染度をグレースケールおよび画像分光色彩計により ΔE を算出した。なお、白布への汚染がない場合の ΔE 値は 0 とする。

3 結果と考察

3.1 染色加工液の分散安定性評価

図 3 に、経時時間でサンプル管の高さごとに染色加工液の透過率を測定した結果を示す。液中に分散する物質の沈降速度は、複数の要因で決定される。その一つとして粒子径があり、一般的に粒子径が小さいほど、それに依存して沈降速度も小さくなる。そのため、液中の分散している成分の沈降速度が小さいほど分散安定性が高くなり、サンプル管上部の高さが高い位置での光透過率の増加量も小さい結果となる。CNF1 は、測定開始直後(0 min)では試験管上部の光透過率は 1%未満であったが、30 min 後には 3.5%程度まで増加が確認でき、それに伴い下部の高さ 2 mm 付近では光透過率が 0.3%から 0.1%への減少が確認された(図 3 (a))。そのため、液中の成分が時間とともに徐々に沈降していることを示唆している。CNF4, CNF5 の染色加工液についても、いずれも 30 分間のスケールで一定間隔での上部の光透過率の増加と下部の光透過率の減少を確認した(図 3 (b), (c))。図 3 (f)の「バインダーなし」は、CNF1 と同量の CNF と顔料配合だが、バインダーを添加していない分散液であ

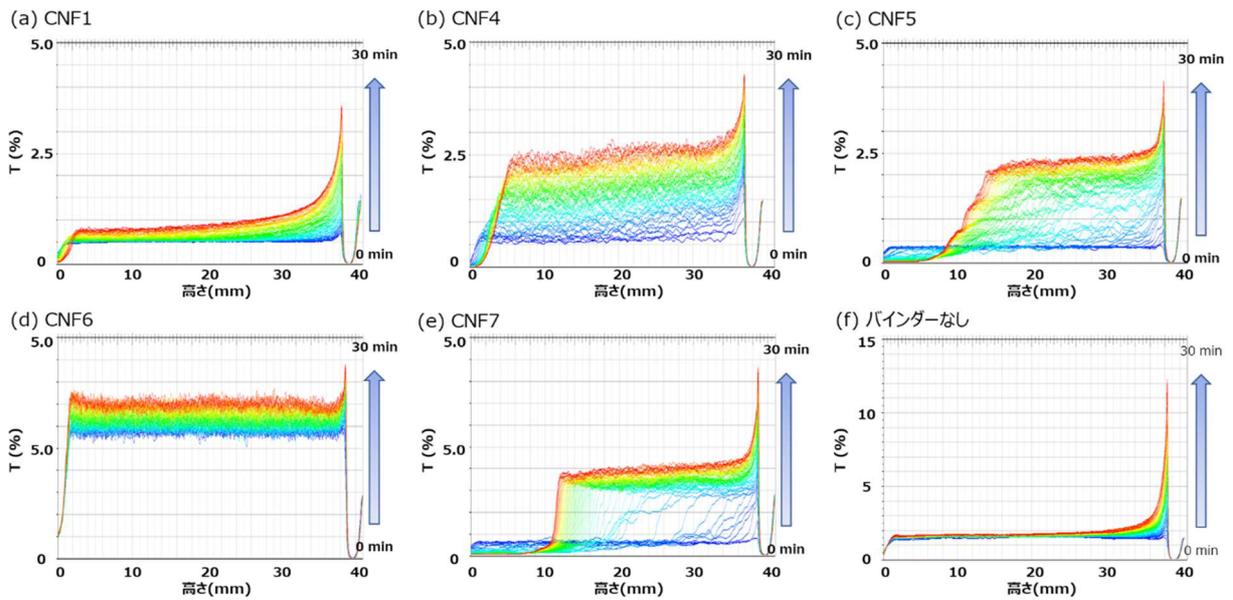


図3 種々のCNFを添加した染色加工液の分散安定性評価結果

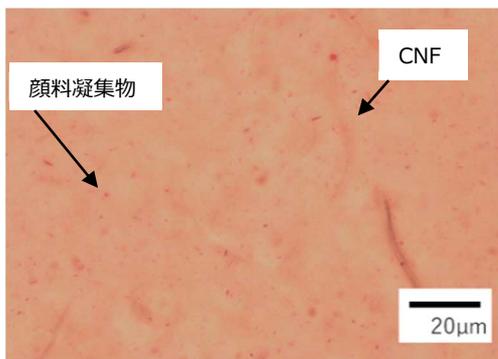


図4 染色加工液中の顔料とCNFの分散状態

る。サンプル管の中部から下部にかけて光透過率の変化は小さいことから、成分の沈降は抑制されていることがわかった。バインダーを添加しないことによって、CNFや顔料は安定的に分散すると思われる。他の実験系においては液中の挙動が異なっているが、1回の測定で光透過率をプロットすることで得られる波形は種々のCNFに依存し、光透過率の強度はバインダーの有無に

より変化すると推察される。化学解繊のCNF6は、サンプル管の上部から下部にかけての光透過率が増加しているものの、機械解繊のCNFと比較して挙動の変化が小さいため分散安定性が高いことが示された(図3 (d))。CNF7においては、測定直後から成分の沈降挙動が顕著であった。他のCNFと比較して繊維の形態やサイズが明らかに異なっていると推察する。また、視認できる程度の沈殿物も確認された。化学解繊CNF6より繊維幅が広いとされる機械解繊CNF1の染色加工液を光学顕微鏡観察した。顔料粒子の凝集体とCNFと推察される繊維が確認された(図4)。CNFが顔料に吸着することで顔料同士の凝集を抑制、かつ分散性の向上する報告がある⁴⁾。しかしながら、本研究の調液条件では、特に機械解繊CNFと選定した顔料との相互作用が小さいことや、バインダー樹脂の添加など、条件が複雑化したことに起因し、明確な分散効果が確認されなかった。

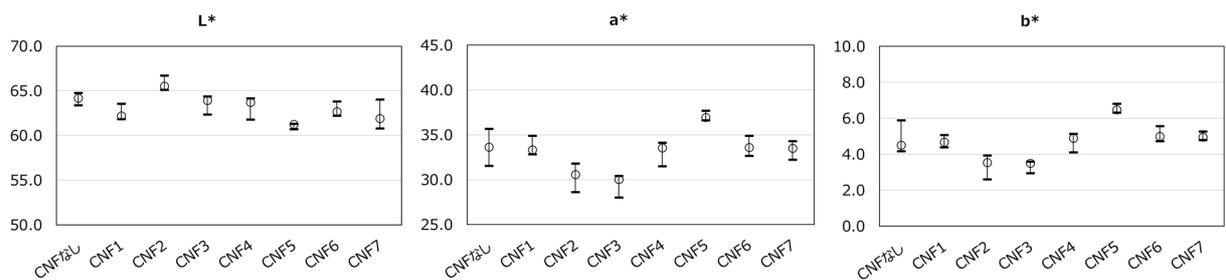


図6 CNF添加によるL* (明度)、a* (色相)、b* (彩度)値の変化

表 2 染色糸の引張強度測定結果

試料名	荷重[cN]	伸度[%]
	平均	平均
CNFなし	276.9	4.1
CNF1	272.5	4.0
CNF2	274.4	3.6
CNF3	283.9	3.4
CNF4	285.8	3.1
CNF5	266.7	4.5
CNF6	282.6	3.5
CNF7	282.9	3.6

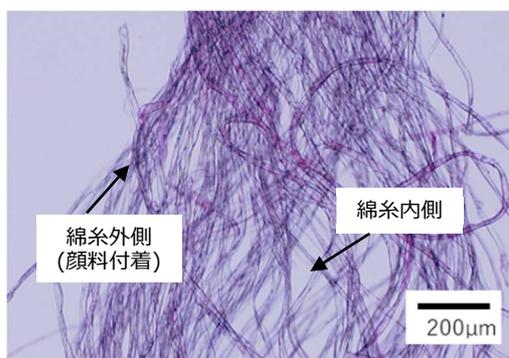


図 5 染色糸の顔料付着の様子

3.2 染色糸の引張強度測定

引張強度試験の結果を表 2 に示す。染色加工液への CNF の添加量を 1.0 wt%、0.5 wt%、0.1 wt% (CNF1~3) とし、引張強度に対する CNF 濃度の依存性、CNF の繊維長 (CNF1、CNF4、CNF5) の変化による差異、解繊方式の違い (CNF1 と CNF6)、製造元の違い (CNF1 と CNF7) を比較した。いずれも平均強度 280 cN 前後、平均伸度 4% 前後であった。顕著な物性変化や CNF の種類による傾向は確認できなかった。染色糸を解捻し光学顕微鏡観察した結果、綿糸の外側 (表面) に顔料が色濃く観察された (図 5)。このことから、綿糸の外側には顔料が多く付着しており、CNF も繊維間 (綿糸の内側) ではなく、ほとんどが綿糸表面に付着していたと考える。CNF 濃度を増加させた場合、CNF の分散不良や液中成分の沈降の加速化、染色糸の風合を変化させてしまうことが懸念されるが、繊維間に CNF が入り込み繊維間の摩擦を高めて綿糸の強度が変化すると推察する。

3.3 筒編みサンプルの色彩計測

D65 光源時の L*a*b* 表色系で評価した結果を図 6 に示す。CNF の添加により綿糸の表面積が増加し、それに伴って顔料粒子の付着量の増加に

表 3 摩擦堅ろう度試験によるグレースケール判定結果および色差計測結果

試料名	乾燥試験		湿潤試験	
	グレースケール判定	$\Delta E^{1)}$	グレースケール判定	$\Delta E^{1)}$
CNFなし	4-5	2.6	2-3	14.2
CNF1	4-5	2.6	2-3	13.3
CNF2	5	2.2	2-3	12.8
CNF3	4-5	2.5	2-3	13.6
CNF4	5	2.2	2-3	15.6
CNF5	5	1.8	3	13.7
CNF6	5	1.5	3	12.8
CNF7	4	3.6	2	21.3

1) 試験前の綿白布との色差

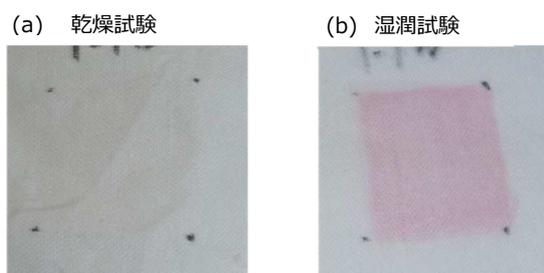


図 7 摩擦堅ろう度試験後の白布の汚染状態

よる数値の変化を期待していた。短繊維グレード添加の CNF5 の色度 (a* と b* 値) が、他のサンプルと比較して増加する (色味が鮮やかになる) といった傾向を示した。他のサンプルでは、CNF の添加量や繊維長に関わらず、添加による相関関係は得られなかった。また、図 4 において観察された通り、CNF 周囲への顔料凝集体の顕著な吸着が確認できていない。仮に CNF と顔料粒子が相互作用するような化学構造に改質できれば、繊維の染色性に明確な変化があると期待する。

3.4 筒編みサンプルの摩擦堅ろう度試験

摩擦堅ろう度試験を行い、グレースケール判定と試験前後の綿製添付白布 (綿白布) の測色結果 (色差 (ΔE)) を表 3 に示す。また、図 7 に乾燥試験後と湿潤試験後の汚染された綿白布を示す。乾燥試験において、CNF を添加した一部のサンプルは、グレースケール判定で 5 等級相当であった。CNF1~6 の ΔE 値は 2 前後であり、CNF なしと比較すると同等もしくは小さく算出された。図 7 (a) のように乾燥試験後の綿白布も汚染度も小さかった。湿潤試験においては、図 7 (b) のように色が綿白布に移っているのが分かるが、CNF1~3、5、6 は CNF なしと比較して ΔE 値が小

さい傾向にあった。一方で CNF7 は、両試験において、顕著な堅ろう度の低下が確認された。同原料・同処理の CNF でも製造元によって、その特性に差があることがわかった。

4 結 論

今回種々の CNF を染色加工液に添加し、その効果について種々の評価を行った結果、使用する CNF によって特性差は確認できたが、添加による明確な有意性については認められなかった。今回得られた知見から、顔料染色加工液の調液条件の最適化が必要であることが分かった。また、CNF と顔料、またはバインダーといった各々の作用についての調査が課題である。

謝 辞

本研究の推進にあたり、分析装置を利用させていただきました静岡県工業技術研究所 富士工業技術センターに感謝致します。

参考文献

- 1) 東みなみ, 鹿児島県工業技術センター研究報告, No. 33, 13 (2019)
- 2) 山口智久, 白井圭, 齊藤将人, 静岡県工業技術研究所研究報告, 第 12 号, 69 (2019)
- 3) Y. Saito, S. Iwamoto, N. Hontama, Y. Tanaka, T. Endo, Cellulose, 27, 3153 (2020)
- 4) 熊谷明夫, 遠藤貴士, 足立真希, 紙パ技協誌, 第 73 卷, 第 5 号, 470 (2019)

研究報告既刊一覧

No. 1	(1965年 8月)	No. 28	(1996年10月)
No. 2	(1966年 5月)	No. 29	(1997年10月)
No. 3	(1997年 6月)	No. 30	(1998年11月)
No. 4	(1968年 8月)	No. 31	(2000年 1月)
No. 5	(1969年 8月)	No. 32	(2001年 1月)
No. 6	(1970年 8月)	No. 33	(2002年 2月)
No. 7	(1971年 6月)	No. 34	(2003年 3月)
No. 8	(1972年)	No. 35	(2004年 3月)
No. 9	(1973年)	No. 36	(2004年11月)
No. 10	(1974年)	No. 37	(2005年11月)
No. 11	(1975年)	No. 38	(2006年11月)
No. 12	(1976年)	No. 39	(2007年11月)
No. 13	(1977年)	No. 40	(2008年11月)
No. 14	(1978年10月)	No. 41	(2009年12月)
No. 15	(1979年10月)	No. 42	(2011年 3月)
No. 16	(1980年10月)	No. 43	(2012年 3月)
No. 17	(1981年10月)	No. 44	(2013年 2月)
No. 18	(1982年10月)	No. 45	(2014年 3月)
No. 19	(1983年10月)	No. 46	(2014年12月)
No. 20	(1984年10月)	No. 47	(2015年12月)
No. 21	(1985年10月)	No. 48	(2017年 2月)
No. 22	(1986年10月)	No. 49	(2018年 3月)
No. 23	(1987年10月)	No. 50	(2019年 3月)
No. 24	(1988年10月)	No. 51	(2020年 2月)
No. 25	(1989年10月)	No. 52	(2021年 3月)
No. 26	(1990年10月)	No. 53	(2022年 3月)
No. 27	(1995年10月)		

研究報告(第54号)

令和5年2月1日発行

編集 兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター

発行 〒677-0054 兵庫県西脇市野村町1790-496

TEL (0795)22-2041 FAX (0795)22-3671
