

パイナップル葉繊維の可紡性向上と機能性評価に関する研究

藤田浩行

1 目的

令和3年度の重点領域研究においてパイナップル葉から取り出した葉脈繊維を用い、衣料に利用可能な紡績糸開発を目指した研究に取り組んだ。その中で、太く硬いパイナップル葉繊維への酵素処理や脱リグニン処理の併用による分繊化技術を開発することができた。また、分繊化したパイナップル葉繊維と綿繊維の混紡糸を試作した。

しかし、現在の紡績糸は、パイナップル葉繊維の混紡率が低い、細番手の紡績が困難などの課題があり、さらなる紡績性（可紡性）向上が必要である。

そこで、本研究ではパイナップル葉繊維のさらなる可紡性向上のため、捲縮性の付与や分繊化の効率性などについて検討した。また、機能性評価として、捲縮性を付与したパイナップル葉繊維と綿繊維からなる試作混紡糸をよこ糸とした織物を試織し、綿糸からなる織物と熱特性である接触冷感や熱伝導率を比較した。

2 実験方法と結果

2.1 パイナップル葉繊維の高濃度アルカリ処理

パイナップル葉繊維は剛直で綿繊維のような天然の撚りもないため、可紡性の低い繊維素材である。分繊化により可紡性向上は期待できるが、目標とする紡績糸作製には不十分と思われる。

一方、綿繊維の高濃度アルカリ処理は、セルロースの結晶構造の変化や結晶化度を低下させることが知られている。そこで、パイナップル葉繊維について同様の処理を実施し、その変化を明らかにした。パイナップル葉粗繊維を、20℃、15%水酸化ナトリウム溶液に10分間浸漬した前後の外観を図1に示す。その結果、高濃度アルカリ処理により、真っ直ぐな粗繊維が曲がりうねった形態へ変化していることがわかる。この形態変化は“捲縮”といい、可紡性向上のための繊維の形態変化である。

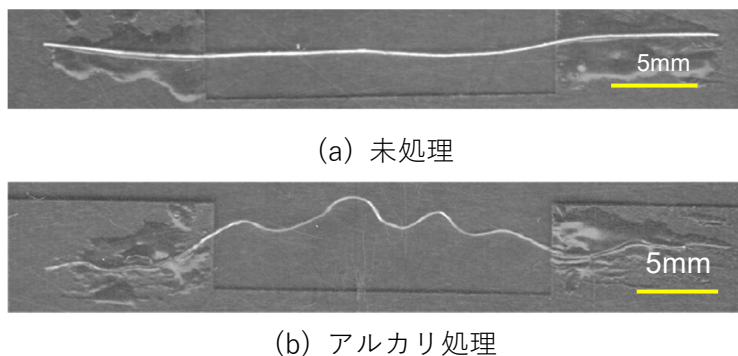


図1 高濃度アルカリ処理によるパイナップル葉繊維の形態変化

2.2 パイナップル葉繊維の酵素処理後の高濃度アルカリ処理

セルラーゼ酵素処理は、太い粗繊維を分繊させる効果があったが、酵素処理後に同様の高濃度アルカリ処理を実施した。図2はアルカリ処理のみ、図3はセルラーゼ酵素処理後にアルカリ処理したパイナップル葉粗繊維の電子顕微鏡写真である。アルカリ処理のみでも繊維の曲げ変形が見られるが、酵素

処理後は分繊した細い繊維だけでなく太い繊維も大きく曲げ変形した。また、分繊化の向上効果もあった。

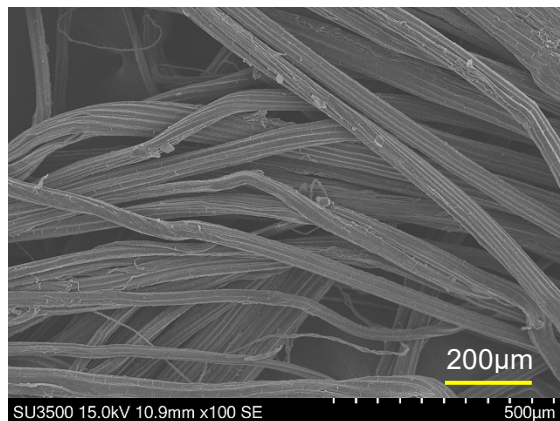


図2 アルカリ処理したパイナップル葉繊維

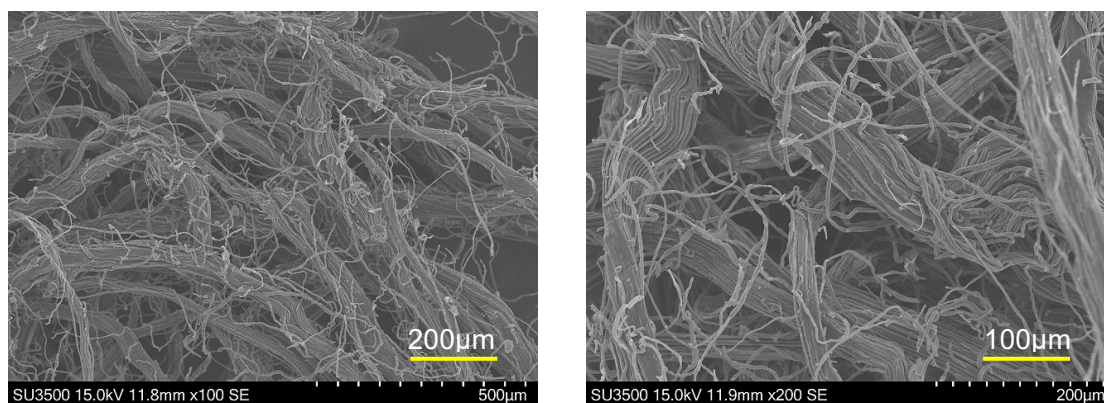


図3 セルラーゼ酵素処理後にアルカリ処理したパイナップル葉繊維

2.3 捲縮性の評価

捲縮に伴う形態変化を JIS L1015（化学繊維ステープル試験方法）に準拠して評価した。長さ 20mm の試料を最大荷重（=4.41mN×テックス）まで 1mm/min で引っ張り、原点へ戻し一定時間保持後、再度引っ張った際の変位量等を測定することで、捲縮率および残留捲縮率を式(1),(2)により算出した。その結果、捲縮性は、酵素処理では向上しないが、高濃度アルカリ処理を実施することで、捲縮率は大幅に向上することがわかった。

$$\text{捲縮率 (\%)} = (L_{\max} - L_0) / L_{\max} \times 100 \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{残留捲縮率 (\%)} = (L_{\max} - L_{00}) / L_{\max} \times 100 \quad \text{----- (2)}$$

L_0 ：初荷重（=0.18mN×テックス）時の変位

$L_{\max}$ ：最大荷重時の変位

L_{00} ：2 サイクル引っ張り時の初荷重時の変位

表1 処理条件の異なるパイナップル葉繊維の捲縮性

	捲縮率 (%)	残留捲縮率 (%)
未処理繊維	1.623	1.441
セルラーゼ酵素処理	1.883	1.581
アルカリ処理	3.634	2.787
セルラーゼ酵素処理 →アルカリ処理	3.097	2.561

2.4 捲縮性付与したパイナップル葉繊維と綿繊維からなる紡績糸の試作

図3のとおりセルラーゼ酵素処理後に高濃度アルカリ処理すると、分繊化と捲縮性が付与されることがわかった。そこで処理したパイナップル葉繊維と綿繊維から紡績糸を試作した。その結果、18.5番手と23番手の混紡糸を得ることができた。なお、両者とも単糸であり、パイナップル葉繊維の混紡率は約50%である。

図4に試作した23番手の混紡糸の電子顕微鏡写真を示す。比較試料として、綿100%の30番手単糸を図5に示す。綿糸を構成する綿繊維の太さは10~15 μ m程度あるが、試作糸は非常に細い繊維も含まれているのがわかる。この細い繊維が分繊化されたパイナップル葉繊維である。分繊化されず、太い粗繊維も含めているが、綿繊維と混紡されているのが確認できる。

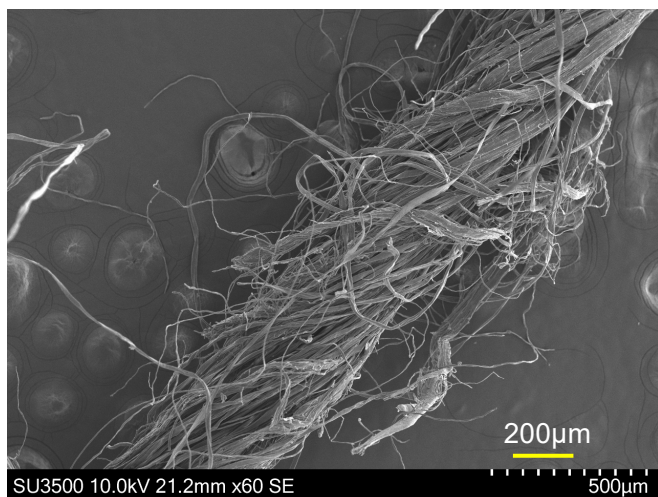


図4 パイナップル葉繊維と綿繊維からなる試作糸

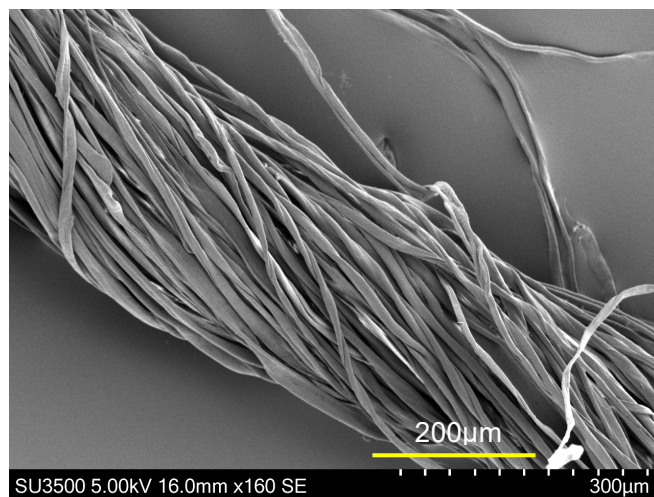


図5 綿糸

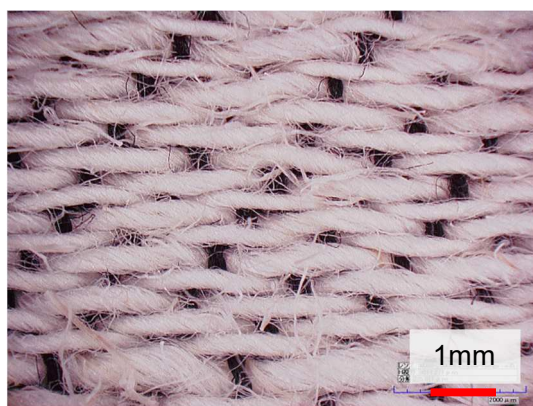
2.5 試作紡績糸を用いた織物試織

試作糸を用いてエアージェット織機で織物を試織した。たて糸は共通で80/2^sの綿糸、織密度100本/inchとした。よこ糸は、パイナップル葉繊維と綿繊維の混紡糸、比較として20^sの綿糸を、両者とも72本/inchの密度で打ち込んだ(表2)。

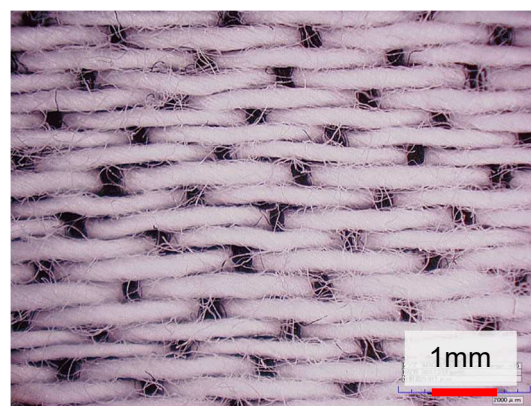
なお、織組織はよこ糸が表面に多く浮くよう、12枚のよこ朱子組織とした。図6に試織した生地の外観を示す。

表 2 試織した織物規格

	パイナップル葉繊維／綿混紡織物		綿織物	
	太さ	密度 (本／吋)	太さ	密度 (本／吋)
たて糸	80/2 ^s	100	80/2 ^s	100
よこ糸	18 ^s	72	20 ^s	72



(a)パイナップル葉繊維／綿混紡織物



(b)綿織物

図 6 試織織物の外観

2.6 試織織物の接触冷感と熱伝導率

試織した生地について、熱特性である、接触冷感および熱伝導率の測定を実施した。接触冷感とは人が生地に触れたときに感じる冷感であり、人体から生地への熱の移動速度が速いほど強く感じることは知られている。この評価に、精密迅速熱物性測定装置（KES-F7 型；カトーテック(株)製）を用いて、生地での熱吸収速度の最大値 $Q\text{-max}$ を測定した。20°C、65%RH の雰囲気中で 24 時間調整した織物試料に 40°C の熱板を接触させて計測した。なお、計測は 12 カ所測定した。

図 7 に計測時間と熱吸収速度との関係についての代表例を示す。熱板に蓄えられた熱は、織物との接触に伴い急激に熱移動が進み、熱吸収速度は急激に上昇する。その後、熱吸収の進行で両者の温度差が小さくなり、熱吸収速度も低下していく。 $Q\text{-max}$ は、図 7 におけるピーク値である。

熱伝導率の測定は、迅速熱伝導率計（QTM-500 型；京都電子工業株式会社製）を用い、うす膜試料測定を実施した。この測定方法は熱伝導率が既知の材料の上に試料を 1 枚置き、その上にプローブを置いて測定する方法である。測定は 7 回実施した。

表 3 に接触冷感および熱伝導率の平均値を示す。その結果、接触冷感および熱伝導率ともわずかであるが、パイナップル葉繊維の混紡糸を使用した織物の方が綿 100% の織物より大きくなった。パイナップル葉繊維は、葉脈繊維であるため靱皮繊維である麻繊維同様、繊維自身の熱伝導率が高いと考えられるため、その影響により綿 100% よりも大きな数値を示したと考えられる。

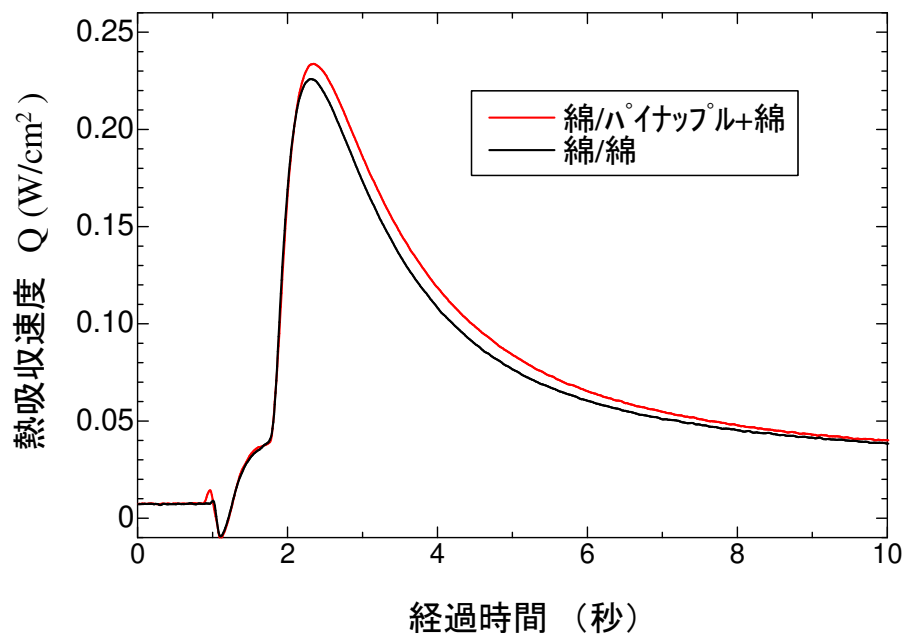


図 7 熱吸収速度の変化

表 3 試作織物の接触冷感 Q-max と熱伝導率の測定結果

	パイナップル葉繊維／綿混紡織物	綿織物
Q-max (W/cm ²)	0.234	0.226
熱伝導率 (W/mK)	0.0705	0.0687

3 結論

パイナップル葉繊維の混紡率向上や細番手の紡績を実現するため、可紡性向上を試みた。具体的には 15%NaOH 水溶液で処理することにより、大きく捲縮性を付与することができた。また、酵素処理と併用することで捲縮性だけでなく、分繊化をさらに向上することができた。

上記で処理したパイナップル葉繊維と綿繊維との混紡糸を試作し、よこ糸として織物を試織した。試織織物の接触冷感および熱伝導率を評価したところ、綿 100%の織物と比較すると、パイナップル葉繊維を混紡することで、わずかであるが接触冷感および熱伝導率の向上が見られた。

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。

(問合せ先 藤田浩行)