

GIFU ブランド繊維製品の開発（第1報）

林浩司*、山内寿美*、佐藤幸泰*、立川英治*、亀山遼一*、山口穂高†

Development of GIFU Brand Textiles (I)

HAYASHI Koji*, YAMANOUCI Hisami*, SATO Yukiyasu*, TACHIKAWA Eiji*, KAMEYAMA Ryoichi* and YAMAGUCHI Hodaka†

起毛工程で生地から脱落し廃棄されている繊維（ウール）に着目し、マニラ麻にウールを配合したスラリーの抄紙性、紙の特性を評価した。ウールの混率が増加するとともに、紙の強度は低下したが、かさ高な紙が得られ、透気性は向上し、柔らかくなることが分かった。さらに、紙糸は引張伸度が極めて低く編成性に課題があるため、紙糸に伸度を付与する検討を行った。その結果、伸縮性の複合繊維を紙糸に撚糸することで、紙糸の伸度 3.3% に対し、伸度 14.7% の糸が得られることが分かった。

1. はじめに

紙糸は、平成 26 年に本美濃紙の技術がユネスコ無形文化遺産に登録されたのを機に、繊維関連企業や国内外の消費者に注目されている¹⁾。紙糸は、主にマニラ麻を原料とした紙糸用原紙を細幅にスリット後、撚糸することで作製され、サスティナブルな素材として注目されている。高い吸水性・吸湿性を有し、毛羽が少なく、軽量感があり、清涼感がある素材として関心を集めている²⁾。岐阜県でも、「美濃機械すき和紙」を使用した紙糸繊維製品の製造販売に取り組んでいる企業は多い。

一方、羽島市を中心とした県南部地域は、愛知県北西部地域とともに日本有数の毛織物の産地を形成している。毛織物の製造工程では、生地表面の毛羽をかき出し、毛羽立たせる「起毛加工」が多く行われており、この加工は生地の外観、風合い、保温性などの生地特性を決定する重要な工程となっている。この加工では、短繊維が生地から脱落するが、現状、有料で廃棄されている。本研究ではこの素材に着目し、紙糸原紙を抄紙する際に脱落繊維をマニラ麻にブレンドすることで、脱落繊維の特性を付与した紙糸繊維製品の開発を検討した。本年度は、脱落繊維をマニラ麻に混抄する条件の検討と作製した紙の特性について調査を行った。

また、紙糸は上述のとおり優れた特性を持つ繊維であるが、一方で、紡績糸のように繊維間に滑りが無いため伸度が低いという課題を持つ。ほぼ同じ番手の綿糸と比較した場合半分程度しか伸度が無い。そのため、編地作製時に糸が編針の動きに追従しきれず糸が切れたり、編成速度を上げられず生地の生産性が低いといった課題がある。そこで、紙糸に伸度を付与する検討を行った。一般に糸に伸度を付与する手法として、ポリウレタン弾性繊維（以下 PU 繊維と略記）と撚糸する方法や、ポリエ

ステル仮撚り加工糸などの伸縮性加工糸と撚糸する方法がある³⁾。PU 繊維を利用する方法は、高伸度の糸が得られやすい反面、染色性、染色堅ろう度の面で課題がある。一方、伸縮性加工糸を用いる方法は、得られる伸度は低いものの染色可能で染色堅ろう度も優れている。本検討では、伸縮性加工糸と撚糸する方法について、一般の仮撚り加工糸に加え、高伸度の物性が期待される複合繊維との撚糸を試みた。

2. 実験

2. 1 マニラ麻／ウール混抄実験と評価

2. 1. 1 抄紙原料

マニラ麻は、ナイアガラビーター（熊谷理機工業（株））を用いて、パルプを叩解し CSF420ml とした。起毛時に生地から脱落した繊維は、企業から色別に提供された 2 種（黒、茶）をそのまま使用した。この脱落繊維は、企業からの情報提供、及び JIS L 1030-2 による繊維混用率試験（顕微鏡法、及び溶解法）の結果、いずれもほぼウールであった（以下ウール黒、及びウール茶と略記）。

2. 1. 2 マニラ麻／ウール紙の作製

マニラ麻、ウール混合スラリーに製紙薬剤を添加し、タッピスタンダードシートマシン (200mm×250mm) により目標坪量 20g/m² で抄紙した。脱水した後、115℃でプレス乾燥を行い成紙とした（以下タッピ紙と略記）。この結果をもとに、企業の協力で、紙糸用のマニラ麻／ウール混抄連続紙を機械抄紙（円網 1 層抄き）し成紙とした（以下機械連続紙と略記）。

2. 1. 3 物性評価

ウールの繊維長は、光学顕微鏡を使用し 140 本以上について評価した。引張強伸度は JIS P 8113、厚さは JIS P 8118、透気抵抗度は JIS P 8117 に準拠して評価した。曲げ特性は、純曲げ試験機（カトーテック（株）、KES-FB2）により評価した。

* 繊維・紙業部

† 岐阜県生活技術研究所

2. 2 伸縮性加工糸との撚糸による紙糸への伸縮性付与と評価

2. 2. 1 原糸

紙糸は、マニラ麻を 100%原料とした坪量 13.5g/m² の紙糸用原紙を、スリット幅 2mm、より方向 S、より数 500/m で撚糸されたものを使用した。この紙糸用原紙は、美濃和紙ブランド協同組合の基準をクリアした、「美濃機械すき和紙」である。図 1 に紙糸の断面写真を示す。糸中央部は空洞になっている様子が確認できる。伸縮性加工糸は、56T-24F のポリエステル仮撚り加工糸（以下ポリエステル加工糸と略記）、56T-17F のナイロン仮撚り加工糸（以下ナイロン加工糸と略記）、及び 56T-24F の複合繊維（以下複合繊維と略記）を使用した。

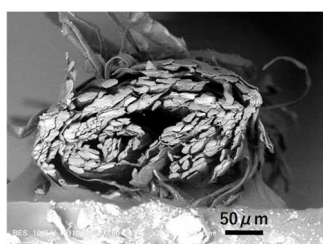


図 1 紙糸の断面写真

2. 2. 2 撚糸試験

撚糸条件を求めため、リング式卓上撚糸機（圓井繊維機械（株）、AMT-25）を使用し、紙糸と伸縮性加工糸を糸送り速度 3m/min、スピンドル回転数 1,200～3,000rpm で撚糸した。卓上撚糸機で得られた結果をもとに、ダブルツイスター式撚糸機を使用し紙糸と伸縮性加工糸を撚糸した。撚糸後 90℃で撚り止めを行い、必要に応じ乾熱処理を行った。

2. 2. 3 物性評価

引張強伸度は JIS L 1096 に準拠して評価した。伸縮性（伸縮伸長率、伸縮弾性率）は JIS L 1013 に準拠して評価した。ただし、伸長時の荷重は 1N とした。伸縮伸長率は大きいほど伸びやすいことを示し、伸縮弾性率が大きいほど、伸長した繊維が元の長さに戻りやすいことを表す。

3. 結果及び考察

3. 1 マニラ麻／ウール混抄

3. 1. 1 抄紙原料

ウール黒の繊維長分布を図 2 に示す。平均繊維長は 3.2mm で、最大 29.0mm、最小 0.18mm であり、99%以上が繊維長 7mm 以下であった。抄紙原料として適したマニラ麻の繊維長は 3～10mm である。ウール黒の繊維長はマニラ麻と近く、抄紙に適した繊維長を有していた。また、ウール黒の繊維表面を電子顕微鏡で観察すると、繊維表面にはスケールが観察された。提供された繊維は防縮加工は行われていないようであった。ウール茶も同様の傾向を示していた。

3. 1. 2 マニラ麻／ウールタッピ紙の作製

マニラ麻にウール黒を 10～50%ブレンドしてタッピ紙を作製した。その結果、ウールの混率増加とともに、ウールの分散不良が認められるようになった。図 3 に引張強度を示す。混率増加とともに強度は低下した。これは分散不良に起因する他、紙の強度は主にフィブリル化したマニラ麻パルプ間の水素結合により発現するが、ウールはマニラ麻との水素結合が期待できないためと考えられる。ウールを脱スケール処理などして親水化することで、分散性が向上し強度低下も抑えられると思われる。一方、混率増加とともにタッピ紙は厚くなり、その結果密度は低下した。結果を図 4 に示す。ウールは捲縮（クリンプ）を有するため、かさ高な紙が得られたと考えられる。図 5 に透気抵抗度を示す。透気抵抗度は混率増加とともに大きく減少した。図 6 に曲げ剛性を示す。混率増加とともに柔らかくなることが分かった。これらの結果は、主にかさ高性向上に起因すると考えられる。ウール茶を混抄した場合も同様の傾向が認められた。

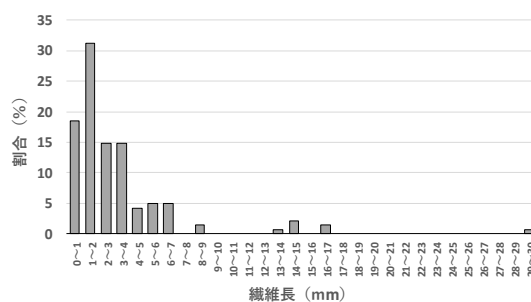


図 2 ウール黒の繊維長分布

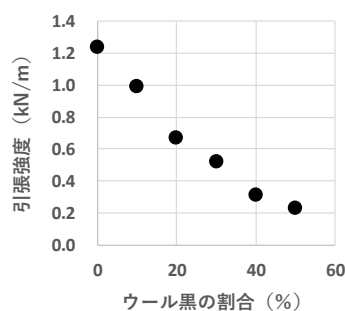


図 3 タッピ紙の引張強度

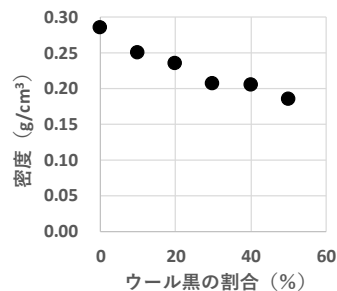


図 4 タッピ紙の密度

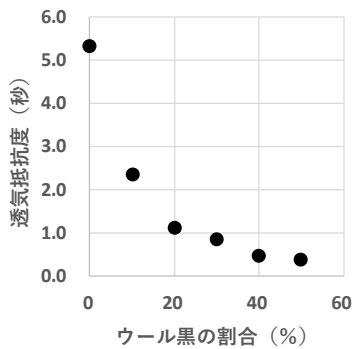


図5 タッピ紙の透気抵抗度

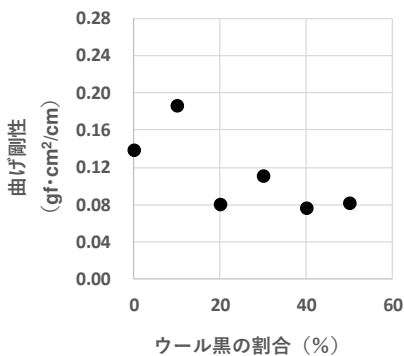


図6 タッピ紙の曲げ剛性

3. 1. 3 マニラ麻/ウール機械連続紙の作製

紙糸用原紙の引張強度は、切断可能なスリット幅、糸の番手に影響する。引張強度が大きいほど細幅のスリットが可能であり、その結果細番手の紙糸が得られる。現在、市販されている紙糸は 2mm 幅スリットが多い。撚糸して糸にすると毛番手でおおよそ 35 番程度となり、糸としての汎用性が高い。そこで、マニラ麻/ウールについても 2mm スリットを目標とし、図 3 を参考に機械連続紙におけるウールの混率を決定した。つまり、現状マニラ麻 100%の紙で 1mm スリットが可能であることから、マニラ麻/ウールで 2mm スリットを達成するには、おおよそ、マニラ麻 100%の半分程度の強度が必要と考えられる。その結果、ウールの混率は最大 20%が妥当と考えられた。

本年度は、まずはマニラ麻/ウール混抄の機械連続紙を得ることを第一に考え、企業の協力により、ウール黒を 10%の混率でマニラ麻にブレンドし機械抄紙を行った。その結果、タッピ紙では問題にならなかったが、抄紙初期に、起毛工程で混入したと思われる非繊維の異物が散見された。これはスラリーの攪拌時間を延長することで減少する傾向が認められた。機械抄紙はタッピ抄紙ほど繊維、非繊維の分散が行われなかった。機械連続紙の引張強度、密度を図 7、8 に示す。機械連続紙は繊維が縦方向に配向しているため、縦方向の強度は横方向よ

り強い。縦方向の強度はウールを 10%混抄することで、2.64kN/m から 2.21kN/m へと 84%に低下した。この程度の強度減少であれば 2mm 幅スリットも可能と考えられる。一方、横方向の強度はほとんど低下は認められなかった。密度に関しては、既存の紙糸用原紙の密度 0.525g/cm³ に対し 0.422g/cm³ と低下し、かさ高な紙が得られた。軽量感のある紙糸が得られると期待される。来年度、スリット幅、撚糸条件を精査し、生地作製後、強伸度、軽量感、通気性など特性を評価し、ウール素材混抄による効果を明らかにしていく。

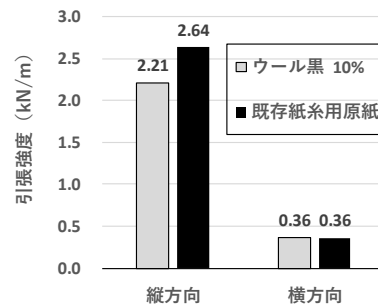


図7 機械連続紙の引張強度

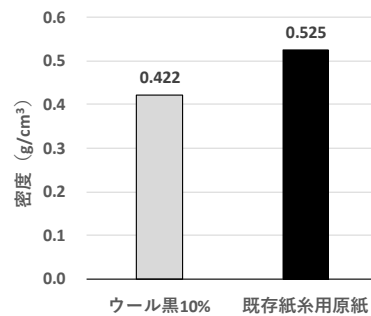


図8 機械連続紙の密度

3. 2 撚糸による紙糸への伸縮性付与

始めに、撚糸条件を求めるため、卓上撚糸機を使用し、紙糸とポリエステル加工糸をより方向、より数を変化させて撚糸した。図 9 に引張強度を示す。2.2.1 に記載のとおり紙糸は S 撚り（下撚り）である。ポリエステル加工糸との撚り（上撚り）において、より方向 Z でより数を増やしていくと糸の強度は向上した。一方、より方向 S でより数を増やした場合は、紙糸は追撚方向となり、過度な撚りが加えられたために強度が低下したと考えられる。強度及び糸の外観から、Z750/m が適した撚糸条件と考えられ以下検討を行った。

表 1 に、紙糸とポリエステル加工糸、ナイロン加工糸、複合繊維を Z750/m で撚糸した糸、及び紙糸原糸の強伸度を示す。複合繊維と撚糸した糸については、撚糸後、複合繊維の熱収縮応力が最大となる温度で熱処理を行った結果も示す。紙糸/複合繊維の混用率は 84/16 であった。その結果、紙糸が伸度 3.3%であったのに対し、ポ

ポリエステル加工糸、ナイロン加工糸、複合繊維と撚糸することで伸度 10%程度の糸が得られ、複合繊維と撚糸しその後熱処理することで 14.7%の高伸度の糸が得られることが分かった。図 10 に強度-伸び曲線を示す。複合糸と撚糸し熱処理を行うことで、ヤング率が低くなっており、低張力で伸びが大きい糸が得られることが明らかとなった。図 11、12 に伸縮伸長率、伸縮弾性率を示す。熱処理を行うことで、伸長しやすく元に戻りやすい糸が得られることが分かった（ポリエステル加工糸と撚糸したものは、ナイロン加工糸を用いたものと同様の結果が得られると予想されたため、評価は行わなかった）。今後は、糸の編成性、作製した生地ストレッチ性について評価を行う。

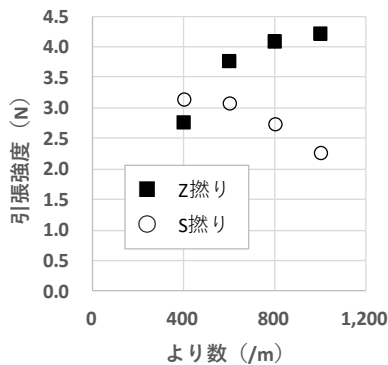


図9 撚糸条件と引張強度

表1 撚糸した糸の強伸度

伸縮性加工糸の種類	織度 (dtex)	強度 (N)	伸度 (%)
1 ポリエステル加工糸	367	4.2	9.1
2 ナイロン加工糸	386	3.7	10.5
3 複合繊維	372	3.8	9.4
4 複合繊維 (熱処理)	372	3.8	14.7
5 (比較対照) 紙糸	294	2.7	3.3

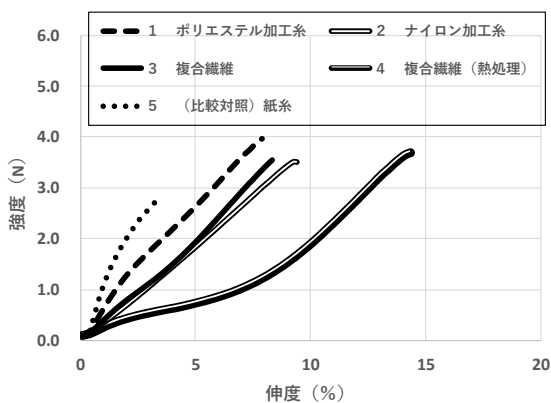


図10 撚糸した糸の強度-伸び曲線

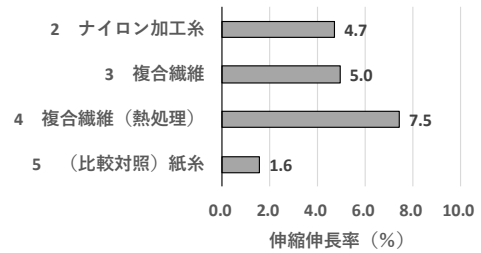


図11 撚糸した糸の伸縮伸長率

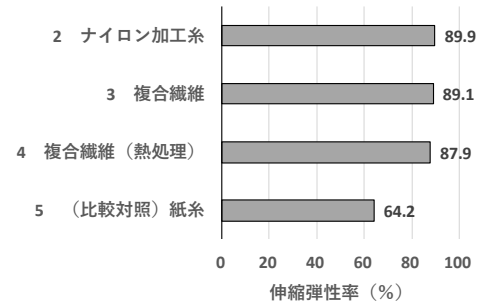


図12 撚糸した糸の伸縮弾性率

4. まとめ

本研究では次の2点について検討した。
起毛工程で生地から脱落し廃棄されているウール素材に着目し、マニラ麻にウールをブレンドした場合の抄紙性、紙の特性を評価した。その結果、ウールの混率が增加するとともに、紙の強度は低下したが、かさ高な紙が得られ、透気性は向上し、柔らかくなることが分かった。これらはウールの捲縮（クリンプ）に起因するものと考えられた。今後、機械連続紙をスリット、撚糸して糸、生地を作製し、ウール素材の特性を生かした紙糸繊維製品の開発を進める。

紙糸は引張伸度が極めて低く、編成性に課題があるため、紙糸に伸度を付与する検討を行った。その結果、伸縮性の複合繊維を紙糸に撚糸することで、紙糸の伸度 3.3%に対し、伸度 14.7%と高伸度の糸が得られることが分かった。今後、編成性向上と、生地ストレッチ性他について評価を進める。

【謝 辞】

起毛脱落繊維を提供していただきました、羽島起毛(有)様、機械連続抄紙についてご協力いただきました、大福製紙(株)様に感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 辻本, 紙パテ協誌, Vol.69, No.8, P.871, 2015
- 2) 山田, 繊維製品消費科学, Vol.43, No.6, P.344, 2002
- 3) 杉山, 繊維と工業, Vol.60, No.6, P.327, 2004