

GIFUブランド繊維製品の開発（第5報）

—細番手のウール混抄紙糸繊維製品の開発—

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 (V)

- Development of fine count paper yarn textiles containing wool fiber -

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

ウール繊維の切断長、抄紙条件を精査することで、マニラ麻パルプに対しウール繊維の混抄率が40%の地合い良い紙を機械抄紙により作製できることがわかった。30%混抄した紙糸用原紙を2mmスリット、撚糸加工することによりメートル番手で19.1番の紙糸を得た。この紙糸は7ゲージの筒編み機で糸切れなく編成できた。

1. はじめに

紙糸は独特な風合いがあり、また天然素材を原料としたサステナブルな素材であるため、繊維関連企業や消費者の関心が高く、様々な紙糸繊維製品が販売されている¹⁾。岐阜県内には「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、毛織物の製造が古くから盛んで関連企業が多く立地している。

本研究ではこの点に着目し、紙糸原紙作製時にウール繊維をマニラ麻パルプに配合抄紙（以下混抄と略す）することでウールの特性を持つ紙糸繊維製品の開発を行っている。第1報では、毛織物の製造工程で発生し廃棄されている「起毛屑繊維（ウール繊維）」を15%混抄した起毛屑混抄紙糸を開発した²⁾。この紙糸は、市販の紙糸に比較して蒸れにくく、高い消臭性能があることがわかったが、起毛屑の不安定な品質及び異物の存在により、起毛屑を15%以上混抄することが困難で、糸の太さむらも多く編成しにくいといった課題が残った³⁾。第3報では、ウール繊維の繊維長、防縮加工の有無及び分散剤を精査し、マニラ麻に新品のウール繊維を30%混抄した紙糸を作製した。この紙糸はマニラ麻100%の紙糸（対照紙糸）と同等の引張強さを示し、曲げに対して柔らかい風合いを持つことがわかった。染色堅ろう度は良好で、アンモニア、酢酸に対する消臭性能、抗菌防臭効果が認められることがわかった。一方で、作製した紙糸の繊度はメートル番手で9.0番と太く、製品のアイテムに限られるといった課題が残った⁴⁾。

そこで本年度は、編成性の向上と繊維製品のアイテムを広げるため、細番手のウール混抄紙糸の開発を検討した。

2. 実験

2. 1 紙糸用原紙の作製と物性

企業の協力により、マニラ麻パルプにウール繊維を配合し、紙糸用原紙を成紙した。坪量は20 g/m²とし、分散剤などの抄紙薬剤を添加した。使用したウール繊維は、クロイ加工済みの繊維径17.5 μmまたは19.5 μmのウールトップをトウ切断機で5 mm（以下ウール5 mmカットと略す）または3 mm（ウール3 mmカットと略す）にカットして得た。5 mmカットと3 mmカットはウールトップのトウ切断機への配置方法が異なる。紙糸用原紙の坪量はJIS P 8124:2011、比容積はJIS P 8118:2014、比引張強さはJIS P 8113:2006、比引裂強さはJIS P 8116:2022により評価した。切断したウール繊維の繊維長及び繊維長分布は、JIS P 8226-2:2011により繊維長測定装置（Lorentzen&Wettré社Fiber Tester912）で評価した。この装置で測定可能な繊維長は0.2~7.5 mmである。

2. 2 紙糸の作製

2. 2. 1 紙糸作製条件の検討

2.1項で作製した紙糸用原紙を一定幅にスリット加工した後、検撚機（大栄科学精器製作所(株) M-1型）を使用してより数250/m、350/m、450/m、550/m、650/m及び750/mで紙糸にした。紙糸の引張強さは、JIS L 1095:2010により評価した。

2. 2. 2 紙糸の物性

2.1項で作製した紙糸用原紙を一定幅にスリット加工した後、企業の協力によりリング撚糸機を使用して紙糸を作製した。JIS L 1095:2010により引張強さを評価した。

2. 3 編成性の評価

筒編み試験機（英栄産業(株) NCR-EW型）を使用して編成性を評価した。

3. 結果及び考察

3. 1 紙糸用原紙の作製と物性

3. 1. 1 ウール5 mmカット繊維の混抄

初めに、ウール5 mmカットをマニラ麻に混抄して紙糸用原紙の作製を検討した。ウール繊維は繊維径17.5

* 繊維・紙業部

† 岐阜県生活技術研究所

μm のものを使用した。その結果、混抄率 30%において紙中に図 1 に示す様な双眼の発生が認められ、地合いの良い紙を得ることができなかった。顕微鏡観察の結果、2 つの眼をつないでいる繊維は大部分がウール繊維であった。図 2 に使用したウール 5 mm カットの繊維長分布を示す。分布の中心はおおよそ 5 mm を示しているものの、分布幅は広く 7 mm 以上の繊維も認められた。ウール繊維はクロイ加工済みのものを使用しており、レギュラーのウール繊維に比較して水中での分散性が向上しているものの³⁾、比較的長いカット不良の繊維も存在しているため双眼が発生したと考えられる。

前年度は、スリット幅 4 mm で紙糸を作製したため、作製した紙糸の織度が太く製品のアイテムが限られるといった課題が残っていた。本年度は、より細織度の紙糸を目指しており、そのためにも、スリット幅はできるだけ細い方が望ましい。スリット幅を細くするためには、地合いの良い紙を作製する必要がある。



図 1 ウール繊維を 30%混抄した紙中の双眼

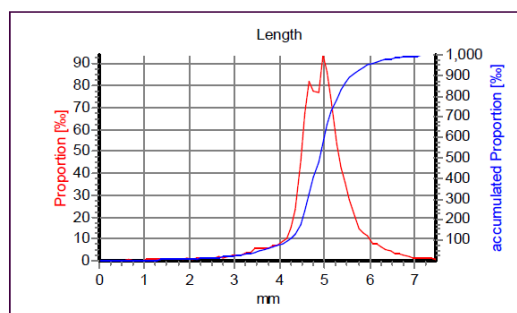


図 2 ウール 5 mm カットの繊維長分布

3. 1. 2 ウール 3 mm カット繊維の混抄

ウール繊維の繊維長は短い方が地合いの良い紙が得られるため、次に、ウール 3 mm カットの使用を検討した。ウール繊維は繊維径 $19.5 \mu\text{m}$ のものを使用した。その結果、抄紙条件を精査することで、ウール混抄率 20%、30% 及び 40% において、双眼の無い地合いの良い紙を作製することができた。図 3 にウール 3 mm カットの繊維長分布を示す。分布の中心は狙い通り 3 mm にあり、また、ウール 5 mm カットに比較して分布幅の狭い繊維を得ることができている。その結果、40% の高混抄率でも、地合いの良い紙を作製できるようになったと考えられる。作製した紙の特性を表 1 に示す。混抄率が増加す

ると、比容積が大きくなり、かさ高な紙が得られることがわかった。比引張強さ、比引裂強さを図 4、図 5 に示す（図中の誤差棒は標準偏差を示す。以下同じ）。比引張強さ及び横方向の比引裂強さはウール繊維の混抄率増加とともに単調に低下した。縦方向の比引裂強さは、混抄率 30% にピークがあった。

以上得られた物性をもとに、メートル番手で 20 番程度の紙糸を得るための紙のスリット幅、ウール混抄率について考える。スリット幅については、より縮みがおおよそ 10% と予想されるので 2 mm 幅が適当と考えられた。表 2 にスリット幅を 0.5 mm ピッチで 1.0 mm ~ 2.5 mm の間で変化させた時の、計算上の紙糸の織度を示す。

次に、紙切れ、糸切れ等のトラブル無く、紙糸用原紙をスリット加工及び撚糸加工するために必要な紙の引張強さとウール繊維の混抄率について考える（縦方向の引張強さが、スリット、撚糸の可否を決める大きな要因と考えられるため、縦方向の引張強さのみで考察する）。これまでの経験上、市販の紙糸用原紙において、2 kN/m の縦方向引張強さがあると、1 mm 幅のスリット及び撚糸加工ができることがわかっている。このことから、単純に考えると、2 mm 幅スリット紙であれば、1 kN/m の引張強さがあるとスリット加工及び撚糸加工が可能であると予想できる。図 4 によれば、混抄率 30% において比引張強さ $0.063 \text{ kN}\cdot\text{m/g}$ を示しており、坪量が 21.3 g/m^2 なので 1.34 kN/m の引張強さを持つ紙が得られている。

（比引張強さ $0.063 \text{ kN}\cdot\text{m/g} \times \text{坪量 } 21.3 \text{ g/m}^2$ ）。以上の考察から、混抄率 30% の紙を 2 mm スリット加工することで、紙切れ、糸切れなく紙糸が作製できると期待できる。なお本検討では、細織度の紙糸を得るために混抄率を 30% に抑えているが、40% の高混抄率でも地合いの良い紙が得られており、太番手であればウール 40% 混抄紙糸を作製できる可能性がある。

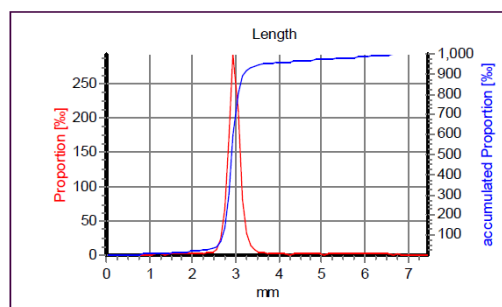


図 3 ウール 3 mm カットの繊維長分布

表 1 ウール混抄紙の坪量、厚さ、及び比容積

混抄率 (%)	坪量 (g/m^2)	厚さ (mm)	比容積 (cm^3/g)
20	20.2	0.056	27.7
30	21.3	0.065	30.5
40	20.4	0.073	35.8

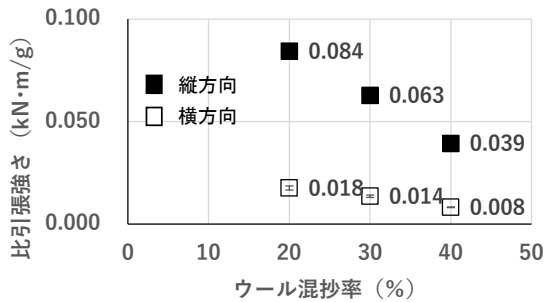


図4 ウール混抄紙の比引張強さ

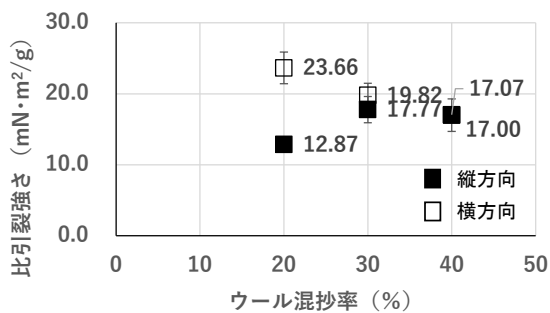


図5 ウール混抄紙の比引裂強さ

表2 スリット幅と織度の関係 (坪量: 20 g/m²)

スリット幅	紙のメートル番手	紙糸のメートル番手
1.0mm	50.0番 (=1000/ (20.0×1.0))	45.5番 (=50.0/1.1)
1.5mm	33.3番 (=1000/ (20.0×1.5))	30.3番 (=33.3/1.1)
2.0mm	25.0番 (=1000/ (20.0×2.0))	22.7番 (=25.0/1.1)
2.5mm	20.0番 (=1000/ (20.0×2.5))	18.2番 (=20.0/1.1)

3. 2 紙糸の作製

3. 2. 1 紙糸作製条件の検討

3.1.2 項で考察したとおり、混抄率30%の紙を2mmスリット加工した。スリット加工に問題は認められなかった。その後、検撚機を使用してスリット紙に撚りを加え、引張強さ、伸度及び糸の外観から、最適なより数を調査した。図6、7に、より数と引張強さ、伸度の関係を示す(図中のより数0/mの値は2mmスリット紙のデータを示す)。その結果、引張強さはより数増加とともに自然に上昇し、より数650/mではほぼ頭打ちとなった。また、伸度はより数550/mで最大となった。これらの結果及び糸の外観から、最適なより数を600/mとした。

3. 2. 2 紙糸の物性

3.2.1 項の結果を受けて、より数Z600/mで紙糸を作製した。撚糸工程においても糸切れ等の問題は認められなかった。作製した紙糸はメートル番手で19.1番となり、第3報で報告したウール30%混抄紙糸(1109 dtex メートル番手: 9.0)と比較して、おおよそ半分の織度の紙糸を得ることができた。図8に作製した紙糸の外観、表3に物性を示す。同番手の市販の紙糸に比較して引張強

さは低く、伸度の大きな糸となり、また、物性のばらつきが大きかった。

3. 3 紙糸の編成性

作製したウール30%混抄紙糸の編成性を評価した。その結果、糸を2本引き揃えることで7ゲージの筒編み機(天竺組織)で糸切れなく編成することができた。

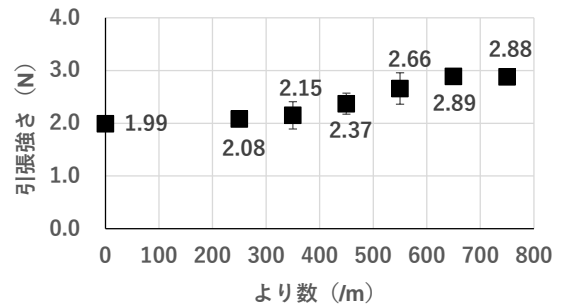


図6 ウール30%混、2mm紙のより数と引張強さ

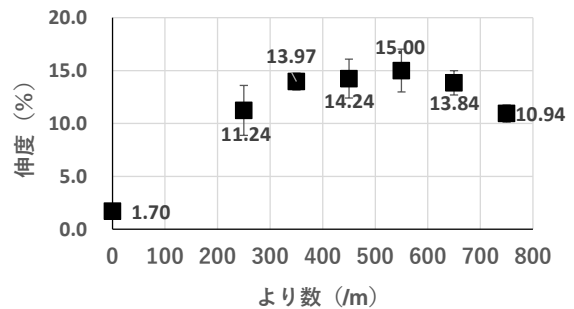


図7 ウール30%混、2mm紙のより数と伸度



図8 作製したウール30%混抄紙糸
(ウール3mmカット/30%混抄/2mmスリット
/Z600/m)

表3 ウール30%混抄紙糸の物性

	引張強さ		伸度	
	平均 (N)	変動係数 (%)	平均 (N)	変動係数 (%)
ウール30%混抄紙糸 1/19.1	2.49	7.2	10.65	13.2
市販紙糸 1/22	4.32	3.9	4.86	7.6

4. まとめ

紙糸は独特な風合いがあり、また天然素材を原料としたサステイナブルな素材であるため、繊維関連企業や消費者の関心が高い。一方、羽島市を中心とした県南部地域は、毛織物の製造が古くから盛んで関連企業が多く立地している。本検討ではこの点に着目し、紙糸作製時に新品のウール繊維をマニラ麻パルプに混抄することで、ウールの特性を持つ紙糸の開発を行った。

その結果、ウール繊維の切断長、抄紙条件を精査することで、マニラ麻パルプに対しウール繊維の配合率が40%の地合い良い紙を機械抄紙により作製できることがわかった。30%混抄した紙糸用原紙を2mmスリット、撚糸加工することにより、メートル番手で19.1番の紙糸を得た。この紙糸は7ゲージの筒編み機で糸切れなく編成できることがわかった。

【謝 辞】

機械連続抄紙に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) 山田,繊維製品消費科学 Vol43,No.6,pp344-347,2002
- 2) 林浩司ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.1, pp45-48,2020
- 3) 林浩司ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.2, pp57-60,2021
- 4) 林浩司ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.3, pp51-54,2022