

## 美濃和紙を用いた機能性紙糸の開発(第2報)

山内寿美、林 浩司、佐藤幸泰\*、山口穂高\*\*

- Development of Functional Paper-yarn using MINO WASHI (II) -

Hisami YAMANOUCHI, Koji HAYASHI, Yukiyasu SATO\* and Hodaka YAMAGUCHI\*\*

機能性紙糸の作製を目的として、木質系未利用資源の粉末を和紙に混入し、抗菌性試験、消臭性試験を行った結果、爆砕竹の開繊わたの粉末を混入した和紙に抗菌性があることがわかった。作製工程の簡便化と低コスト化するため、竹の粉末に爆砕の処理条件を模した処理を行って和紙に混入した結果、基準値以上の抗菌性が認められた。この粉末を混入した機械すき和紙を作製し、紙糸にするため3 mm巾と4 mm巾でスリットを行った。いくつかの条件で撚糸をした後、ニット生地にして、肌への刺激性と、視覚による印象と触り心地について官能評価を行った結果、サンプル間の差異が明確化し、商品を開発する上で有意義な結果が得られた。

### 1. はじめに

本美濃紙の技術がユネスコ世界無形文化遺産に登録されたことにより、紙糸への注目度が繊維業界や国内外の消費者に高まってきている。また、当所では過去、未利用資源を用いた糸や不織布についての研究を実施しており、未利用資源活用に関する知見も蓄積している<sup>1)</sup>。

そこで、和紙に木質系未利用資源の粉末を混入することで、新たな風合いと機能性を付与した紙糸を開発することを目的に、生地の触り心地や見た目の印象を検証しながら、その客観的データも含めて消費者に提案できる商品開発を行っていく。

昨年度は、いくつかの未利用資源を試した結果、竹の粉末を乾熱処理したものを、和紙の抄紙工程において15%混入し、黄色ブドウ球菌に対する抗菌性能を確認した<sup>2)</sup>。今年度は、スリット紙を作製し、撚糸およびニット生地の試作を行い、従来開発品(爆砕竹混紡糸)との肌触りの比較と生地の手触りの評価をしながら、商品試作に向けた取り組みを行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 スリット紙の撚糸と感性評価用ニットの制作

昨年度、200℃1h乾熱処理した竹粉末を15%混入した機械すき和紙に3 mm巾と4 mm巾の二種類のスリットを行った。今年度、以下について留意し撚糸を行った。

- ・和紙特有のガサガサした肌触りを低減するため、S撚りの後にZ撚りを行った。

- ・強度と肌触り感向上のため、ポリエステル糸でカバリングを行った。

詳細を表1 No.1～5に示す。次に官能評価用のニットを編みゲージを統一して作製した。比較用として、マニラ麻からなる2 mm巾スリット紙を用いたニットを同様に作製し

た(表1 No.6)。

#### 2.1.1 肌触り試験における生地の刺激の強さ

過去の開発品である爆砕竹混紡糸を用いたニット生地では竹繊維の露出による製品着用時の肌への刺激が課題であった。本年度の開発品は竹粉末を抄紙工程において混入しているために、竹粉末の表面露出が少なく、肌への刺激が低下していると期待される。したがって、爆砕竹混紡糸と本年度の試作品をサンプルとした刺激の強さの官能評価を実施した。

サンプルには表1に示す6種類(No.1～5および7)を用いて、プラスチック樹脂性のヘラに同等の張力となるように取り付け(図1)。

表1 官能評価用ニットサンプル

No	和紙の組成	スリット巾(mm)	撚番数	撚り方向	糸の組成	備考	編みゲージ	サンプル名
1	マニラ麻バルブ(竹粉末15%混入)	4	7.3	1S	分類外繊維(和紙)100%		7	4S
2	マニラ麻バルブ(竹粉末15%混入)	3	8.5	1S	分類外繊維(和紙)94%、ポリエステル6%	カバリング	7	3SC
3	マニラ麻バルブ(竹粉末15%混入)	4	6.5	1S	分類外繊維(和紙)93%、ポリエステル7%	カバリング	7	4SC
4	マニラ麻バルブ(竹粉末15%混入)	4	7.4	1S→Z	分類外繊維(和紙)100%		7	4SZ
5	マニラ麻バルブ(竹粉末15%混入)	3	10/2	2S	分類外繊維(和紙)100%	双糸	7	3双糸
6	マニラ麻バルブ	2	13.0	1S	分類外繊維(和紙)100%		7	2S
7	—	—	20	1S	植物性繊維(爆砕竹)20%、綿80%		7	爆砕竹



図1 肌触り試験用サンプル

\* 岐阜県産業技術センター紙業部

\*\* 岐阜県生活技術研究所

官能評価は6種類のサンプルを用いた一対比較法(中屋の変法)によって実施した。一対比較法はサンプルを二つずつ呈示し、どちらがどの程度評価が高いかの相対評価を繰り返して、全てのサンプルの印象を明らかにする手法である。また、中屋の変法はサンプルの比較順序を考慮せず、一人の被験者が全てのサンプルの組合せを評価する手法である。

実験の手順は以下の通りである。まず、被験者はサンプルが見えないように設置された仕切り板から利き手と反対の腕の前腕掌側を出す。続いて、実験者が前腕掌側を、サンプルAとサンプルBで交互に摩擦する。摩擦動作はサンプルのウェール方向に1秒間に1往復程度の速度で5回摩擦する動作とした。被験者はサンプルが摩擦されている間、AとBの「どちらの刺激が強いかな」を5段階(Aの方がかなり、Aの方がやや、どちらも同等、Bの方がやや、Bの方がかなり)で評価し、紙面に記入した。なお、サンプルAとBの摩擦は被験者が評価を終えるまで繰り返した。以上の評価をサンプルの組み合わせを変え、全ての組み合わせ(15回)で実施した。実験の状況を図2に示す。

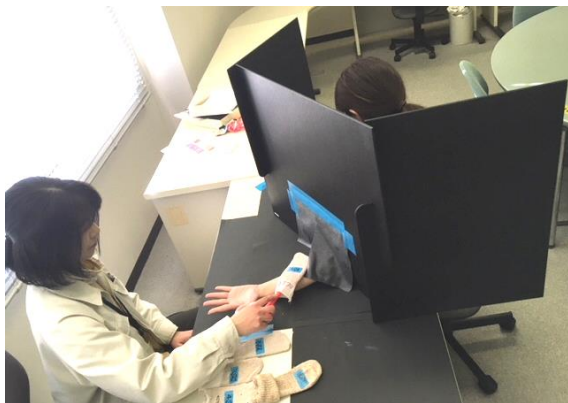


図2 肌触り実験の様子

肌触り試験の被験者は10名(男性4名、女性6名、45歳±9.2歳)とした。なお、実験に先立ち、全ての被験者から実験参加の同意を得ている。

解析の際は5段階の評価を-2点から+2点の評点に置き換えた上で、平均嗜好度の計算と分散分析を実施した。

2. 1. 2 手触り試験における生地の印象評価

各サンプルの手触りをより詳細に検討するためにSD法(セマンティック・ディファレンシャル法)による官能評価を実施した。SD法は反対語同士で対になった評価用語を5~9段階に区切り、呈示刺激にもっとも適すると思われる段階を回答する手法であり、サンプルごとの印象を絶対評価で評価することができる。

評価サンプルは肌触り試験と同様の竹粉末入り紙糸ニット5種類とマニラ麻パルプのみの紙糸サンプルの合計6種類(表1 No.1~6)を用いた(図3)。全てのサンプルは100 mm×100 mmの黒色の厚紙に同等の張力となるように設置した。

SD法に用いた評価用語は関連する研究や繊維製品のウェブページを参考に、表2に示す11用語対を用いた。それぞれの用語対は7段階(非常に××、かなり××、やや×、どちらでもない、やや○○、かなり○○、非常に○○)で評価した。サンプルを評価する際は、サンプル間の相対評価ではなく、絶対評価で回答するように教示した。

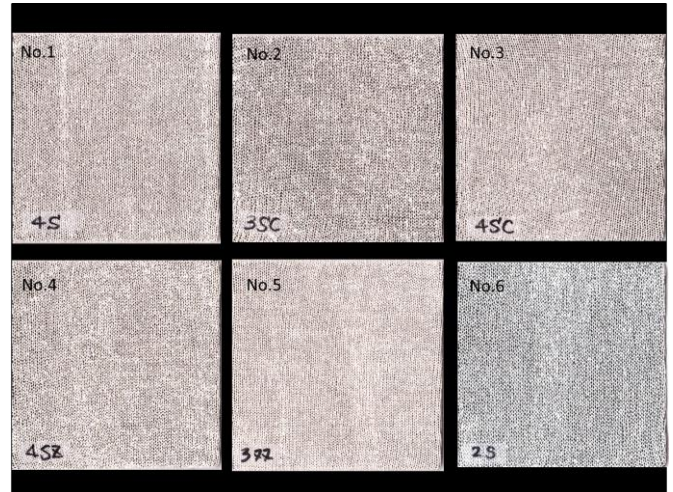


図3 手触り試験用サンプル

表2 評価用語

(-)		(+)
薄い	-	厚い
硬い	-	柔らかい
軽い	-	重い
暗い	-	明るい
つめたい	-	あたたかい
粗い	-	なめらか
からっと	-	しっとり
都会的	-	田舎的
カジュアル	-	フォーマル
肌触りが悪い	-	肌触りが良い
嫌い	-	好き

サンプルの触り方は、サンプル端を抑え、利き手の人差指と中指でサンプルの中心を前後左右にさする動作とした。サンプルに触る時間は制限しなかった。サンプルに触る際は開眼状態とし、実際に消費者が繊維製品を触診する動作を想定した。

実験の手順は以下の通りである。まず、練習用のサンプルを用いて触り方と評価用語の確認を行った。次に、一つのサンプルを呈示し、SD法の回答を紙面に記入させた。全ての評価用語への回答が終わるごとに次のサンプルを順に呈示し、6種類のサンプル全てを評価させた。順序効果を考慮して、サンプルの呈示順は被験者ごとにランダムとした。

手触り実験の被験者は被服関係を専攻する女子大学

生16名(19.3歳±0.6歳)とした。なお、実験に先立ち、全ての被験者から実験参加の同意を得ている。実験の状況を図4に示す。

解析の際は、7段階の評価を-3点から+3点の評点に置き換えた上で、分散分析と因子分析を行った。

また、各サンプルについて、生地風の合いを計測するKES測定機を用い、評価用語に対応すると考えられる測定を行った。



図4 手触り実験の様子

### 3. 結果と考察

#### 3.1 肌触り試験結果と考察

まず、「刺激の強さ」におけるサンプル間の順位と統計的な有意差を確認するために、平均嗜好度を算出した(図5)。2つのサンプルの平均嗜好度が推定幅よりも離れていれば、それらのサンプル間には統計的な有意差(有意水準5%)があることを示している。平均嗜好度は刺激の強い順に3 SC、爆砕、4 SC、4 SZ、3 双糸、4 Sであり、統計的な有意差は(3 SC・爆砕・4 SC) > (4 SZ・3 双糸) > 4 Sであった。したがって、爆砕竹混紡糸のサンプルと比較して、4 S、3 双糸、4 SZの3つの試作品は肌への刺激を低下させることができたと考えられる。3 双糸は、双糸にすることによって糸が締め、肌触りの向上につながったと考えられ、4 SZについては当初の目的通りの結果が得られた。それに対し3 SC、4 SCについては、肌への刺激の低減を目的として行ったカバリングは逆効果となった。

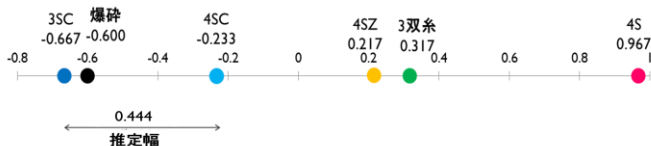


図5 各サンプルの平均嗜好度

#### 3.2 手触り試験における印象評価結果と考察

続いて、各被験者の評価点から平均値を算出し、各サンプルのSDプロフィールを求めた(図6)。総合評価である「肌触り」と「好き嫌い」では2 Sおよび4 Sが比較的高評価であった。また、KES風合い計測システムを用いた測定結

果では、「肌触りが悪い-良い」とKES表面試験機の「ざらざら感」を表すMMDの値、「薄い-厚い」とKES圧縮試験機の生地の厚さを示すT0値、「硬い-柔らかい」と圧縮かたさを表すLCの値に相関がみられた。

各サンプルの印象をより単純に表現するため、因子分析を実施した。因子分析は評価用語間の相関関係から共通因子を抽出する分析方法である。本研究では嗜好に関する評価用語である「肌触り」と「好き嫌い」を除き、その他の評価用語の全被験者の評点を用いて、因子分析を実施した。その結果、固有値1以上の因子は3つ抽出され、解析後の第3因子までの累積寄与率は57.41%であった。各因子の因子負荷量を図7に示す。因子負荷量とは、抽出されたそれぞれの因子から評価用語が受けている影響の度合いである。第1因子は「厚い」、「重い」、「暗い」の因子負荷量が高いため、重厚感因子と解釈した。第2因子は「しっとり」、「柔らかい」、「なめらか」、「あたたかい」の因子負荷量が高いため、柔軟感因子と解釈した。第3因子は「都会的」、「フォーマル」の因子負荷量が高いため、洗練さ因子と解釈した。以上の結果より、第1因子の重厚感と第2因子の柔軟感を軸とする各サンプルのイメージマップを作成し(図8)、竹粉末入りの試作サンプルの特徴を考察する。4 Sと4 SZの印象は類似しており、柔軟感と重厚感がやや高い印象である。カバリングを施した3 SCと4 SCは重厚感には差があるものの、ともに柔軟感が低い印象である。3 双糸は最も重厚感が高く、柔軟感も高い。また、図6の「肌触り」、「好き嫌い」の評価と比較すると、柔軟感の高いサンプル(2 S、3 双糸、4 S、4 SZ)の方が総合評価も高い傾向があることが示唆される。

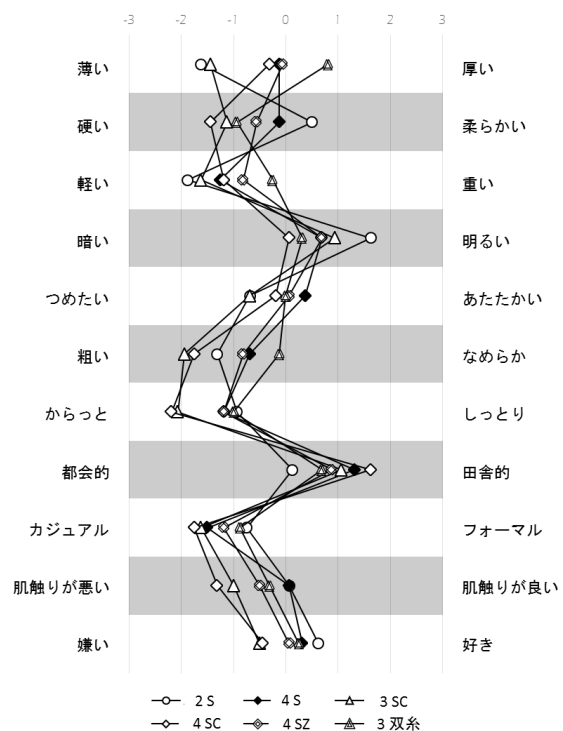


図6 各サンプルのSDプロフィール(平均値、n=16)



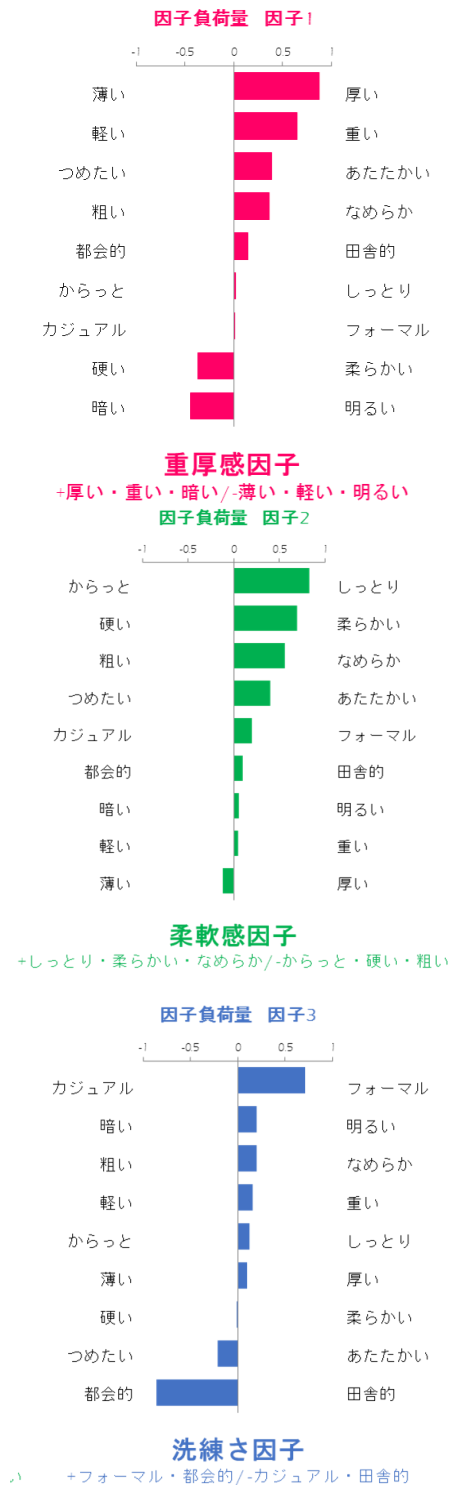


図7 因子負荷量(上 重厚感、中 柔軟感、下 洗練さ)

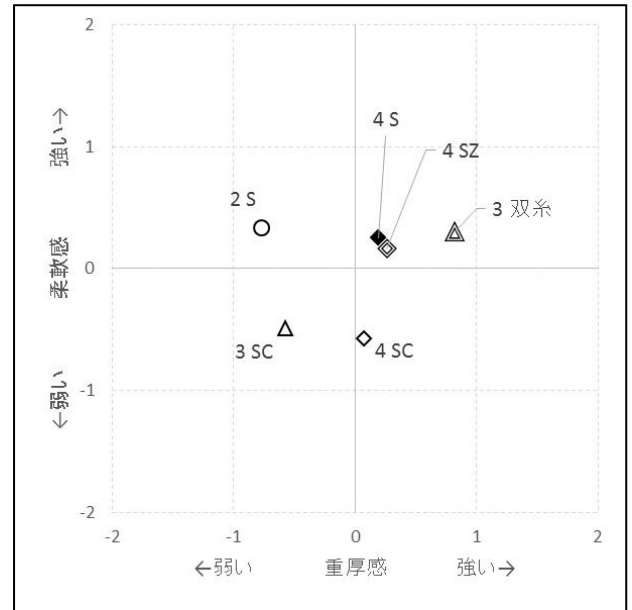


図8 各サンプルのイメージマップ(第1因子と第2因子の因子得点の平均値、n=16)

#### 4. まとめ

肌触り試験より、従来の開発品と比較して、4 S、3 双糸、4 SZの3つの試作品は肌への刺激を低下させることが分かった。手触り試験より、重厚感、柔軟感、洗練さの評価因子を抽出し、試作品の印象を分析した。肌触り試験において肌への刺激の少ない4 S、3 双糸、4 SZは、手触り試験の柔軟感と総合評価も高く、被験者に好まれたサンプルであったと考えられる。4 Sと4 SZの印象は類似していたが、3 双糸は重厚感が特に高いサンプルであった。今後はこれらの評価の高かったニット地を用いて、印象評価の結果に適した繊維製品開発を行う予定である。

#### 【謝 辞】

本研究を実施するにあたり、官能評価にご協力いただきました岐阜市立女子短期大学生生活デザイン学科教授村上真知子先生、同科16名の学生様方に深く感謝申し上げます。

#### 【参考文献】

- 1) 山内ら, 岐阜県産業技術センター研究報告, No. 8, pp. 28-29, 2014
- 2) 山内ら, 岐阜県産業技術センター研究報告, No. 11, pp. 23-26, 2017