

# 紙糸使用テキスタイルの交織による性能改善の試み

## A Trial in the Performance of a Paper Yarn Textile and a Cowoven Yarn Textile

金尾 佐知子

Sachiko Kaneo

### 要旨

石油資源の枯渇から、繊維市場は「天然素材志向」が強まり、近年、植物由来繊維が注目されている。そこで、和紙を材料とした紙糸を研究の対象とした。紙糸を使って自作した和紙布及びポリエステルまたは毛と交織した2種の交織布を製作し、これら3種の紙糸使用テキスタイルの性能を明らかにし、交織の効果を検討した。また衣料用テキスタイルとしての有用性の検証をデニムを比較布として行った。和紙布は引張り・せん断・曲げ試験の結果、変形しにくく、その変形の回復も小さかった。また破裂強度が小さく、硬く、ハリがあるため垂れ下がりにくく、しわになりやすいとわかった。一方、交織布は和紙布よりも引張り、せん断しやすく、曲げやすかった。軟らかく、伸びが大きい繊維であるポリエステルや毛との交織により、変形しにくい和紙布の欠点を補えたといえる。市販のデニムと比較すると和紙布はデニムより硬いものの、引張りやせん断の変形はしやすかった。以上より和紙の持つ吸湿性などの利点を生かしながら、欠点を補うと考えられる性質を持つ他の繊維糸と交織することは有効であり、紙糸を使用した衣料用テキスタイルの性能改善の可能性を見出すことができた。

●キーワード：紙糸 (paper yarn) / 自作交織布 (hand-made cowoven cloth) / KES 試験 (KES system)

### I. 緒言

石油資源の枯渇が言われるようになって久しい。繊維製品もその多くが石油から作られており、近年の繊維市場の動向は、石油由来の繊維に頼らない、「天然素材志向」が強まっている。特に植物由来の繊維に注目が集まり、植物度100%のPETの開発も進んでいる<sup>1)</sup>。元来の植物繊維も麻や竹などの利用が増え、再生繊維としても活用されている。そこで、本研究では麻繊維や樹木の若い枝の樹皮繊維を原料とする和紙を取り上げることとした。和紙は軽く、吸湿・吸水性に優れ、表面に毛羽がないので肌触りが良い。また、生分解性があり、焼却後も環境への影響がないエコフレンドリーな素材でもある<sup>2)</sup>。

和紙そのものを服とした紙衣にみられるように、古来より和紙は衣料に使われている<sup>3)</sup>。今回は汎用性を考えて、和紙そのものではなく、和紙から作られる紙糸を対象とした。紙糸は、和紙を薄く漉いて細いスリット状に裁断し、撚りをかけたものである。紙糸を使った布製品は生産されるようになってきているが、その性能についての研究報告は少なく、和紙100%での製品展開は靴下やタ

オルなどが多く、衣料用として十分とはいえない。

そこで紙糸を使ったテキスタイルを自作して、基礎性能を明らかにし、衣料分野において和紙100%での製品展開が乏しい原因を究明しようと考えた。また市場に出ている紙糸を使った布製品は、他の繊維との混用のものが多いため、紙糸と他の繊維からなる糸で交織布を製作し、紙糸使用テキスタイルの性能の改善を検討することとした。また、衣料用テキスタイルとしての有用性を市販の布地と比較することで検証した。

### II. 試料布の作製

紙糸使用テキスタイルの試料布は全て卓上手織機を使って自作した。20目の筥(52.6/10cm)の1目に3本のたて糸を混み差しして使用し<sup>4)</sup>、織組織は平織とした。

紙糸のみを使った和紙100%の和紙布と、紙糸の太さに合わせたポリエステル糸または毛糸を使って、交織布を2種製作し、計3種を試料布とした。交織布はたて、よこともに混用し、紙糸2本毎に他の繊維糸1本を使って交織した。

表 1. 試料布の諸元

No.試料名	1. 和紙布	2. ポリエステル・和紙布	3. 毛・和紙布
材質(%)	和紙 100	和紙 66 ポリエステル 34	和紙 75 毛 25
糸の太さ(dtex)	和紙糸 500	和紙糸 500 ポリエステル糸 540	和紙糸 500 毛糸 480
組 織	平 織		
糸密度(本/cm)	18 × 8	18 × 7	18 × 7
厚さ(mm)	0.70	0.66	0.63
平面重(g/m <sup>2</sup> )	141	133	118
充填率(%)	12.7	12.7	12.1

試料布の諸元を表 1 に示す。交織布の材質は 2 種ともに、和紙の割合が 65% 以上であった。糸密度は 3 種ともほぼ同じである。厚さは No.1 和紙布がやや厚く、No.3 毛・和紙布がやや薄い。そのため、No.1 和紙布は最も平面重と充填率が大きく、やや重い試料となった。しかし、3 種ともほぼ同じ構成と見なせたので、交織布の性能の変化を交織の効果として検討できると考えた。

### Ⅲ. 実験方法

#### 1. 力学的特性

KES-FB システム (カトーテック) により風合い計測を行い、各力学的特性値を測定した。測定条件は標準測定に従った。

##### (1) 引張り試験

LT: 引張り特性の直線性

WT: 引張り仕事量 (N・m/m<sup>2</sup>)

RT: 引張りレジリエンス (%)

##### (2) せん断試験

G: せん断剛性 (N/m/deg)

2HG: せん断角 0.5° におけるヒステリシス (N/m)

2HG5: せん断角 5° におけるヒステリシス (N/m)

##### (3) 純曲げ試験

B: 曲げ剛性 (N・m<sup>2</sup>/m)

2HB: 曲げヒステリシス (N・m/m)

##### (4) 圧縮試験

LC: 圧縮特性の直線性

WC: 圧縮仕事量 (N・m/m<sup>2</sup>)

RC: 圧縮レジリエンス (%)

##### (5) 表面試験

MIU: 平均表面摩擦係数

MMD: 表面摩擦係数の変動性

SMD: 表面粗さ (μm)

#### 2. 破裂強さ

ミューレン形破裂試験機 (東洋精機製作所 MULLEN BURST TESTER M2-HD) を用い、布地の面への力に対する強度を測定<sup>5)</sup> する。

15cm × 15cm の試験片を 8 枚ずつ用意する。表面を上にしてゴム膜上に載せ、均一な張力を与えてクランプでつかみ、圧力を加えてゴム膜が試験片を突き破る強さ (kPa) 及び破断時のゴム膜だけの強さ (kPa) を読み取り、その差より破裂強度 B<sub>S</sub> (kPa) を算出し、8 回測定の平均値を求める。

#### 3. 剛軟性

布地の剛軟性を布地の屈曲しやすさで評価する。評価には、45°カンチレバー法及びドレープ係数<sup>6)</sup> を用いる。

##### (1) 45°カンチレバー法

片持梁で細長い布の一方を固定して、水平方向への垂れ下がりの程度を測定し、布地の硬さ・軟らかさを評価する。2cm × 15cm の試験片をたて方向及びよこ方向にそれぞれ 4 枚ずつ用意する。一端が 45 度の斜度をもつ水平台の上に試験片を置き、それを斜面の方向に押し出し、試験片が斜面に接した時の押し出された長さ (剛軟度) L (mm) を測定し、平均値を求める。

##### (2) ドレープ係数

ドレープ性は垂れ下がりの美しさを表すもので、ドレープ係数は平面的な垂れ下がりの程度を示す評価である。今回の試料布に透け感があり、ドレープテストでの測定が困難であったため、JIS に従い自作した試料台を用いて測定した。

直径 25.4cm の円形試験片を用意する。試験片の表面を上にして、試験片の 1/2 の大きさ (直径 12.7cm) の試料台に置き、くせ取り後、垂れ下がり形状を真上から写真撮影する。次式によってドレープ係数を求めた。

$$D_f = (A_d - S_1) / (S_2 - S_1)$$

ここで、 $D_f$  はドレープ係数、 $A_d$  は試験片のドレープ形状面積 (mm<sup>2</sup>)、 $S_1$  は試料台の面積 (mm<sup>2</sup>)、 $S_2$  は試験片の面積 (mm<sup>2</sup>) である。

また、垂れ下がりの形状より、ひだの数、形状の方向性などを総合的に見て、ドレープのきれいさを判断する。

#### 4. 防しわ性

しわは被服着用中または洗濯中にできる、不規則な折り曲げが残った状態をいう。防しわ性には、しわのつきにくさとしわの回復性があるが、今回は針金法<sup>7)</sup>を用い、回復角の測定により水平折りたたみじわの回復性を評価する。

40mm×10mmの試験片をたて方向及びよこ方向にそれぞれ5枚ずつ用意する。各方向とも試験布の表を外側にし、両端を合わせ、長辺に対して直角に二つ折りにし、これをガラス板に挟んで、5.0Nの荷重を5分間負荷する。除重後、直ちに針金の上に折り目部分を掛け、5分間放置した後、試験片の開角度 $\alpha$  (度)を測定し、次式により防しわ率 (%)を算出し、平均値を求める。

$$\text{防しわ率 (\%)} = \alpha / 180 \times 100$$

### IV. 紙糸使用テキスタイルの性能評価

#### 1. 力学的特性

各試料布について特性値の測定結果を表2に示す。

##### (1) 引張り試験

LTは値が1に近いほど引張り難く、WTは値が大きいほど伸びやすく、RTは値が100に近いほど回復性が大きいことを表している。

LTにおいて、No.1和紙布がやや大きく、No.3毛・和紙布がやや小さかった。No.1和紙布とNo.2ポリエステル・和紙布はたて方向よりもよこ方向のLTが大きく、引張り難かった。No.3毛・和紙布はたて・よこともに

LTが小さく、引張りやすい試料であった。

WTでは、No.1和紙布が最も小さく、No.3毛・和紙布が最も大きい結果であった。いずれの試料もよこ方向よりもたて方向の値が大きく、伸びやすいといえる。

RTにおいて、3試料、いずれの方向も大きな差はなく、60~70%程度の回復率で、回復性が良いとはいえない。

No.1和紙布は引張り難く、伸びが小さい結果となった。No.3毛・和紙布は毛と交織することによりやや引張りやすく、伸びやすくなった。見かけのヤング率が小さい毛繊維の性質<sup>8)</sup>が表れたためと考えられる。一方、No.2ポリエステル・和紙布では、ポリエステル繊維の見かけのヤング率が大きく<sup>8)</sup>、毛繊維よりも伸びが小さいので、交織による伸びやすさの改善はそれほど見られなかったと考えられる。しかし、3試料間でRTに大きな差はなく、引張り変形に対する回復性の改善はみられなかった。

##### (2) せん断試験

Gは値が大きいほどせん断し難く、2HGは値が大きいほど初期せん断における回復性が悪く、2HG5は値が大きいほど回復性が小さいことを表している。

3項目の特性値全てにおいて、No.1和紙布は値が大きく、No.2ポリエステル・和紙布とNo.3毛・和紙布は小さい結果となった。No.1和紙布はせん断し難く、その回復も小さいが、ポリエステルや毛と交織することにより、せん断しやすく、回復が大きくなったので交織した効果が得られたといえる。

Gにおいては、3試料ともたて方向よりもよこ方向の値が大きく、せん断し難かった。2HGと2HG5においては、方向による差は見られなかった。たて方向のほうがせん断し難いのはたて糸密度のほうがよこ糸密度よりも大きいためと考えられる。

##### (3) 純曲げ試験

表2. 力学的特性値

No.試料名	方向	引張り試験			せん断試験			純曲げ試験		圧縮試験			表面試験		
		LT	WT (N・m/m)	RT (%)	G (N/m/deg)	2HG (N/m)	2HG5 (N/m)	B (N・m/m)	2HB (N・m/m)	LC	WC (N・m/m)	RC (%)	MIU	MMD	SMD ( $\mu$ m)
1. 和紙布	たて	0.757	2.87	59.71	0.73	2.55	3.97	0.4878	0.4643	0.185	0.247	50.47	0.167	0.067	18.648
	よこ	0.874	2.16	56.30	0.91	2.55	4.41	0.2371	0.2764				0.136	0.043	22.962
2. ポリエステル・和紙布	たて	0.735	3.53	62.77	0.40	1.50	1.88	0.3202	0.3237	0.408	0.166	48.97	0.190	0.077	19.377
	よこ	0.864	2.33	67.47	0.48	1.29	1.75	0.1719	0.1849				0.112	0.047	16.945
3. 毛・和紙布	たて	0.749	3.45	68.24	0.33	0.90	1.06	0.3087	0.3014	0.264	0.167	68.63	0.240	0.045	17.902
	よこ	0.764	3.17	68.21	0.37	0.90	1.10	0.1530	0.1608				0.130	0.033	13.005

Bは値が大きいほど曲げ難く、2HBは値が大きいほど回復性が小さいことを表している。

両項目ともにNo.1和紙布は値が大きく、No.2ポリエステル・和紙布とNo.3毛・和紙布の値は小さかった。No.1和紙布は曲げ難く、その回復性も小さい。薄く漉いた和紙を細く裁断しても、「紙の性質」が紙糸の硬さとして現れていると考えられる。交織布では、No.2ポリエステル・和紙布よりもNo.3毛・和紙布のほうが曲げやすく、回復も大きい結果となり、特に毛糸との交織により、曲げ特性に対して改善がみられた。

3試料いずれもたて方向のほうがよこ方向よりもB、2HBの値が大きく、曲げにくく回復が悪い傾向であった。これはせん断試験と同様に、たて糸密度がよこ糸密度よりも大きいことが影響していると考えられる。

#### (4) 圧縮試験

LCは値が1に近いほど圧縮され難く、WCは値が大きいほど圧縮されやすく、RCは値が100に近いほど回復性が大きいことを表している。

LCにおいて、No.1和紙布の値が最も小さく、圧縮されやすい結果だった。最も値が大きかったのは、No.2ポリエステル・和紙布だった。

WCにおいては、No.1和紙布の値が最も大きいので、やはり圧縮されやすく、No.2ポリエステル・和紙布とNo.3毛・和紙布の値は同程度で、No.1和紙布よりも圧縮されにくかった。

RCにおいて、No.1和紙布とNo.2ポリエステル・和紙布の値が小さく、回復性が小さかった。

No.1和紙布は2種の交織布よりも、引張り・せん断・曲げは変形しにくい結果となっていたが、圧縮はされやすかった。これは紙糸が曲げにくいことから、製織のときにたて糸が浮き気味に交錯して織られたためではないかと考えられる。

毛との交織により、圧縮変形の回復性は大きくなるが、2種の交織布ともに圧縮されやすさには交織の効果がみられなかった。

#### (5) 表面試験

MIUは値が大きいほど滑りにくく、MMDは値が大きいほど滑らかさの度合いが小さく、SMDは値が大きいほど表面の凹凸が大きいことを表している。

MIUにおいて、No.3毛・和紙布の値が大きく、滑りにくい結果であった。毛糸が毛羽立っているためであると考えられる。No.1和紙布はNo.2ポリエステル・和紙布と同程度の大きさであった。また3試料ともに、よこ方

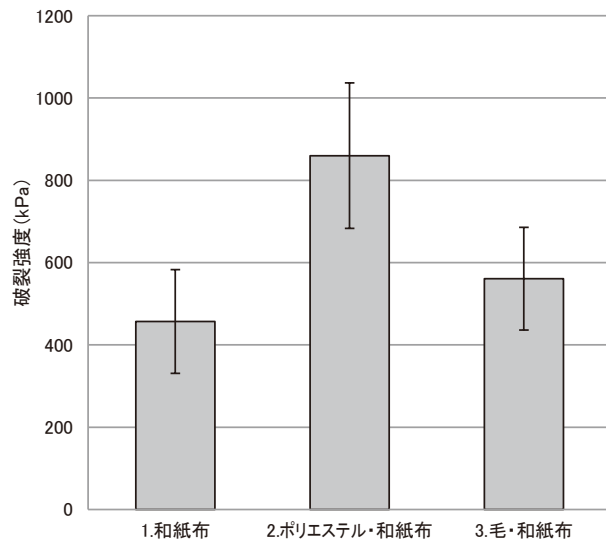


図1. 布地の破裂強度

□たて □よこ

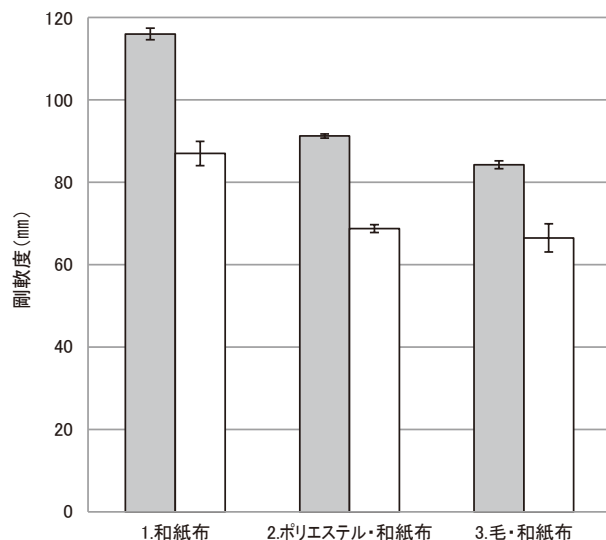


図2. 布地の剛軟性 (45°カンチレバー法)

□たて □よこ

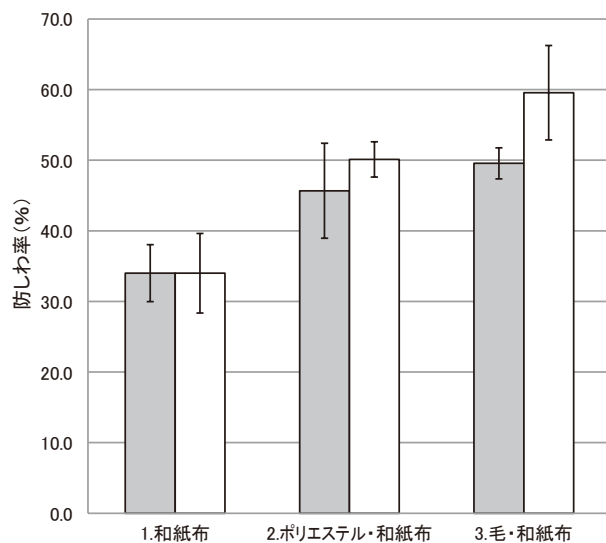


図3. 布地の防しわ性

向よりたて方向の値が大きく、滑りにくかった。これは3試料ともにたて糸密度がよこ糸密度の2倍程度あることから、たて方向のほうが摩擦子に接する糸の本数が多くなり、摩擦力が大きくなるためと考えられる。

MMDにおいて、No.2 ポリエステル・和紙布の値が最も大きかった。今回使用したポリエステル糸はわずかな力でも繊維がずれて寄ってしまうので、摩擦係数にばらつきがあり、MMDが大きくなったのではないかと思われる。No.1 和紙布の値も大きかったが、これは紙糸が曲がりやすく、表面に浮いているためであると考えられる。

SMDにおいて、No.1 和紙布の値が大きく、布表面の凹凸が大きかった。この結果からも、No.1 和紙布は紙糸の硬さから織り糸が浮いていることが窺える。一方、No.3 毛・和紙布の値が小さく、布表面の凹凸が小さかった。毛糸が毛羽立っているため、布地の隙間を埋め、凹凸が少なくなっているのではないかと考えられる。

いずれの項目においても、目立った交織の影響はみられなかった。

## 2. 破裂強さ

各試料布の破裂強度を図1に示す。No.1 和紙布は最も破裂強度が小さく、破裂しやすい試料であった。No.3 毛・和紙布の破裂強度はNo.1 和紙布よりは大きく、破裂しにくかった。しかし、試験後の試料を観察すると、紙糸と毛糸の両方が切断されていることから、破裂強さに毛糸との交織の効果は殆ど得られなかったといえる。No.2 ポリエステル・和紙布は破裂強度が最も大きく、破裂しにくい試料であった。試験後の試料は、紙糸は切断していたが、ポリエステル糸は全く切断していなかった。

破裂強度が最も大きくなったのは、強度が大きいポリエステル糸<sup>8)</sup>との交織の効果といえる。

## 3. 剛軟性

### (1) 45°カンチレバー法

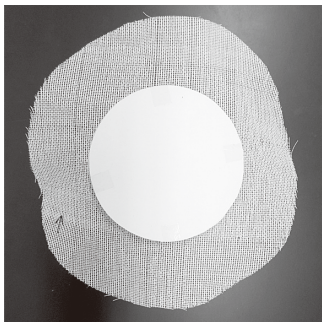
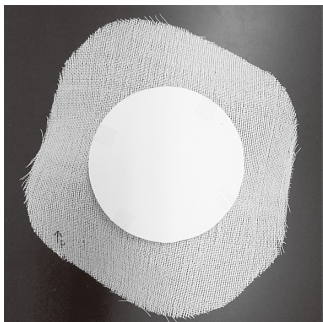
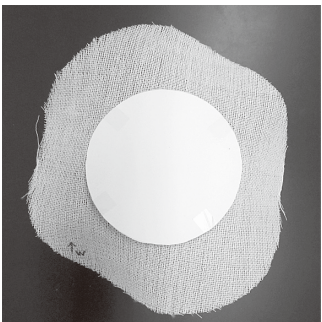
剛軟度は値が大きいほど硬いことを表している。各試料布の剛軟度を図2に示す。No.1 和紙布が最も剛軟度が大きく、硬い試料であった。特にたて方向は15cmの試験片が11.6cm押し出されるまで斜面に着かず、垂れ下がらなかったことから、かなり硬いといえる。やはり、薄く漉いた和紙であっても、それに撚りをかければ硬いコヨリとなるためであると考えられる。

一方交織布はNo.1 和紙布に比べ、剛軟度が小さく、軟らかい試料であった。No.2 ポリエステル・和紙布よりもNo.3 毛・和紙布の剛軟度が小さかった。これは毛糸のほうがポリエステル糸より細く、また、ポリエステル繊維に比して毛繊維の見かけのヤング率が小さいためと考えられ、毛との交織により和紙布の硬さを改善できることが分かった。

### (2) ドレープ係数

ドレープ係数は値が1に近いほど試験片の垂れ下がりが小さいことを表している。各試料布の垂れ下がり形状とドレープ係数を表3に示す。ドレープ係数はNo.1 和紙布が最も大きく、次いでNo.2 ポリエステル・和紙布、最も小さかったのがNo.3 毛・和紙布だった。しかし大きな差ではなく、全体的に垂れ下がり性は小さい。これは全ての試料布に使われている紙糸が太く、硬いためであると考えられる。垂れ下がりの形状をみても明確なひだはできておらず、ドレープ性が良いとは言い難い。紙糸を使

表3. 布地のドレープ係数

No.試料名	1. 和紙布	2. ポリエステル・和紙布	3. 毛・和紙布
垂れ下がり形状			
ドレープ形状面積 (cm <sup>2</sup> )	402	387	377
ドレープ係数	0.72	0.68	0.66

用すると硬く、ハリがある布となり、交織による効果も得られなかった。

#### 4. 防しわ性

防しわ率は値が大きいほどしわになりにくいことを表している。各試料布の防しわ率を図3に示す。No.1和紙布はたて・よこ共に最も防しわ率が小さく、しわがしやすいといえる。「折目付きやすい」という「紙の性質」が強く現れた結果となった。それに対して交織布2種は、No.1和紙布よりも防しわ率が大きくなった。ポリエステルと毛は弾性が大きい繊維である<sup>8)</sup>からと考えられ、交織の効果が得られた。しかし、最も防しわ率が大きい結果だったNo.3毛・和紙布のよこ方向でも60%程度であるので、衣服のしわの回復率としては決して良くない結果であり、更に改善が必要と思われる。

#### V. 衣料用テキスタイルとしての有用性の検証

試料布作製に使用した紙糸は、厚さやハリのある布地となるため、同じセルロース繊維の中でもデニムを比較布として、紙糸使用テキスタイルの衣料用としての有用性の検証をした。

デニムの諸元を表4に示す。デニムには様々な諸元のものがあるが、今回は自作した紙糸使用テキスタイルと同程度の厚さのものを選択した。

力学特性値 WT と G の結果を表5に示す。紙糸使用テキスタイル3種はNo.4デニムよりもWTがかなり大きく、Gはかなり小さい結果だったので、伸びやすく、せん断しやすいといえ、変形しやすいとわかった。これは紙糸使用テキスタイルの糸密度がNo.4デニムよりも小さいためであると考えられる。

また、破裂強度の結果を図4に、剛軟度の結果を図5に示す。紙糸使用テキスタイルはNo.4デニムよりも破裂強度が小さく、破裂しやすい試料であった。これはNo.4

表4. デニムの諸元

No.試料名	4. デニム
材質(%)	綿 100
糸の太さ(dtex)	たて 930 よこ 540
組織	2/1 <sup>h</sup>
糸密度(本/cm)	26 × 16
厚さ(mm)	0.66
平面重(g/m <sup>2</sup> )	343
充填率(%)	32.9

デニムのたて糸が他の糸よりもかなり太いためだといえる。剛軟性試験においては、No.1和紙布はNo.4デニムよりも剛軟度が大きく硬いが、No.2ポリエステル・和紙布とNo.3毛・和紙布はNo.4デニムのたて方向と同程度の剛

表5. 力学的特性値

No.試料名	方向	WT (N・m/m <sup>2</sup> )	G (N/m/deg)
1. 和紙布	たて	2.87	0.73
	よこ	2.16	0.91
2. ポリエステル・和紙布	たて	3.53	0.40
	よこ	2.33	0.48
3. 毛・和紙布	たて	3.45	0.33
	よこ	3.17	0.37
4. デニム	たて	0.88	14.33
	よこ	0.95	13.96

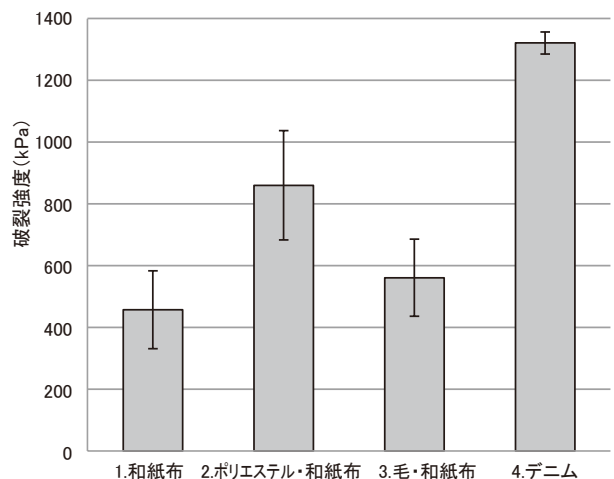


図4. 布地の破裂強度

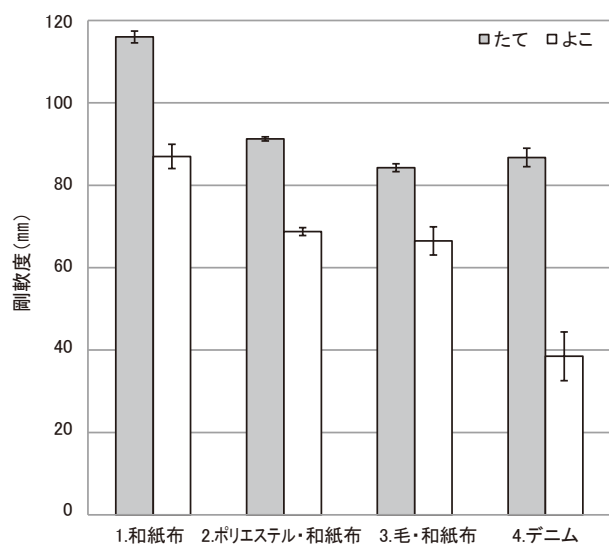


図5. 布地の剛軟性 (45°カンチレバー法)

軟度だった。防しわ性試験の結果は、No.1 和紙布はNo.4 デニムよりも防しわ率が小さくしわになりやすいが、No.3 毛・和紙布は防しわ率が大きくしわになりにくい結果だった。

以上より、今回作製した紙糸使用テキスタイルは、市販のデニムよりも引張り・せん断変形はしやすいが、破裂しやすく、和紙100%の和紙布は硬い布であることがわかった。交織することにより、市販のデニムよりも性能が良い点はあるが、衣料用テキスタイルとして強度や硬さについては改善が必要と考えられる。また、紙糸使用テキスタイルの変形しやすさは、糸密度が小さいためと思われるので、糸密度についても検討が必要である。

## VI. 総括

### 1. 和紙布の性能

今回製作した和紙100%の和紙布は、引張り・せん断・曲げ試験において、それぞれ変形しにくく、その回復も小さい結果であった。紙糸が太く、製織時に糸が浮き気味に交錯している。そのことから、圧縮はしやすいが、布表面は滑らかではなく、粗さが大きかった。破裂強度も小さく、硬く、ハリがあるため垂れ下がりにくくドレープ性も悪かった。防しわ性が小さいという結果は、和紙布の性能に「紙の性質」が強く現れた結果であり、衣料として利用する場合には問題点として残ることが分かった。紙糸を使用した製品の硬さと変形しにくさ、防しわ性の小ささが、その展開が乏しい原因ではないかと考えられる。

### 2. 交織による性能の変化

紙糸の太さに合わせたポリエステル糸と毛糸を使って交織し、和紙布製作と同じ条件で試料布を製作した。交織布は、和紙布よりも引張りやすく、せん断しやすく、曲げやすくなった。ポリエステルと毛は軟らかく、伸びが大きい繊維である<sup>8)</sup>ため、変形しにくい和紙布の欠点を補うことができるといえる。破裂強度、剛軟性、防しわ性においても和紙布より性能が良くなっており、交織の効果を得ることができた。本件のように25~35%程度、ポリエステルや毛を交織することで紙糸の欠点が軽

減されることが分かった。ポリエステル繊維よりも毛繊維のほうが見かけのヤング率が小さいので、軟らかく、伸びやすいことから、毛糸との交織の効果が大きくなったといえる。これらの点に注目して、衣料用として紙糸テキスタイルが改善できる可能性を見出すことができた。

しかし、製織に耐えうる強度となるように太い紙糸を全試料に使ったために、交織をしても変形の回復が小さく、しわになりやすかった。表面特性やドレープ性において、交織の効果がみられなかったのも、紙糸が大きすぎたためだと考えられる。

### 3. 衣料用テキスタイルとしての有用性の検証

市販のデニムを比較布として、紙糸使用テキスタイルの衣料用としての有用性を検証した結果、今回作製した紙糸使用テキスタイルはデニムよりも引張り・せん断変形はしやすいが、破裂しやすく、硬さがある布とわかった。衣料用テキスタイルとしてある程度の性能を有するとはいえるが、今後、細番手の紙糸を使うなど、織糸の太さや撚り構成を工夫することで、衣料用としてより有用なテキスタイルとすることができると考えられる。

最後に森島千恵氏(平成23年度卒業生)の本報の実験における真摯な寄与を特に付記しておく。

また本研究を進めるに当たりご助言をいただいた森川陽先生に、厚く御礼申し上げます。

### 引用・参考文献

- 1) 日本経済新聞  
〈<http://s.nikkei.com/18947Q8>〉2013.8.7
- 2) 備後撚糸株式会社  
〈<http://www.binnen.co.jp/>〉2012.5.20
- 3) 久米康生『和紙文化研究事典』法政大学出版局, 2012, p.123
- 4) 浜野義子, 田中佳子, 太作星乃, 田中通子『ハンドウィービング 手織りの実習』文化出版局, 1984, pp.64-65
- 5) JIS L 1096 一般織物試験方法 (8.16 破裂強さ)
- 6) JIS L 1096 一般織物試験方法 (8.19 剛軟性)
- 7) JIS L 1059-1 繊維製品の防しわ性試験方法 (付属書)
- 8) 成瀬信子『基礎被服材料学』文化出版局, 1985