

# タオル製造工程で発生する廃棄物の活用（第1報）

## －再生綿糸を利用したタオル製品－

山口真美 檜垣誠司 橋田 充 石丸祥司 田中克典

Utilization of waste generated at towel manufacturing factories (Part1)  
-Towel products made from recycled cotton yarn -

YAMAGUCHI Mami, HIGAKI Seiji, HASHIDA Mitsuru, ISHIMARU Shoji and TANAKA Katsunori

近年、タオル製造工程で発生する繊維くずから綿糸を再生する取組みが始まっているが、生産性や品質等への懸念から利用は限定的である。そこで、再生綿糸の物性試験及び製織性試験を行うことにより、再生綿糸利用における課題解決に取り組んだ。その結果、再生綿糸は一般的な綿糸と比べて毛羽が多く抱合力が弱かったが、サイジングワインダーによる糊付加工を行うことで大きく改善した。また、整経条件を工夫することで色の偏りを抑え、再生綿糸の特徴を活かしたバスタオルとショールを試作することができた。

キーワード：タオル、廃棄物、再生綿糸、SDGs

### はじめに

タオル原料である綿糸の価格は高騰が続いているが、気候変動や食料への転換等による綿花耕作面積の減少や労働問題が関与するとも言われており、今後も世界的な綿花生産量の減少が想定されている。このような中、資源の有効活用<sup>1)</sup>のため、綿糸製造工程で発生する未使用繊維（落綿）やタオルなど繊維製品の製造工程で発生する繊維くずから綿糸を再生活用する取組み<sup>2)</sup>が始まっているが、品質等の懸念から製品化は限定的である。そこで、地球環境に配慮したタオル産地としてブランド力を向上させるため、再生綿糸の利用における課題を抽出するとともに、活用技術の確立に取り組んだ。

### 実験方法

#### 1. 再生綿糸の物性試験

落綿を再利用した綿糸（シキボウ(株)製 ヴィンテージヤーン・20/1<sup>s</sup>・落綿割合：30%(w/w)・以下、落綿糸という。）、廃棄繊維製品から再生した綿糸（倉敷紡績(株)製 L $\infty$ PLUS・20/1<sup>s</sup>・反毛繊維割合：30%(w/w)・以下、反毛綿糸という。）及び通常綿糸（KB ツツキ(株)製 TS・20/1<sup>s</sup>・以下、比較用綿糸という。）について、表1に示す物性試験を行った。なお、抱合力は測定上限を500回として経糸抱合力試験機（蛭田理研(株)製）を用いた方法で行い、他はJIS L 1095 一般紡績糸試験方法で行った。

表1 物性試験項目

引張強さ (cN)	伸び率 (%)	より数 (回/2.54cm)
糸むら (%)	毛羽* (本/10m) * 3mm以上	抱合力 (回)

#### 2. 再生綿糸の製織性試験

##### (1) 糊付加工条件の検討

表2に示す糊濃度1～3%<sub>ows</sub>の糊液（糊剤：C-400L、油剤：サイジングワックス S-46Y、共に(株)松本油脂製薬製）を調製してサイジングワインダー（(株)ヤマダ製 YS-6型）による糊付試験を、表3に示す糊濃度4～6%<sub>owf</sub>の糊液を調製してチーズ染色機（(株)日阪製作所製 HUHT-250/550）での糊付試験を常法にて行い、チーズ乾燥機（(株)日阪製作所製 HUHD-250/550）にて乾燥した。また、糊付加工糸に

この研究は、「タオル製造工程で発生する廃棄物活用技術の開発研究」の予算で実施した。

についても表 1 の物性試験を行って原糸と比較した。

表 2 糊液組成 (サイジングワインダー) (%ows)

	条件①	条件②	条件③
糊濃度	1	2	3
油剤	1	1	1

表 3 糊液組成 (チーズ染色機) (%owf)

	条件④	条件⑤	条件⑥
糊濃度 (合計)	4	5	6
小麦澱粉	3.00	3.75	4.50
PVA	0.50	0.63	0.75
アクリル系糊剤	0.50	0.63	0.75
油剤	2.50	3.13	3.75
帯電防止剤	0.50	0.63	0.75

(2) 製織性の確認

パイル糸に糊付試験糸 (条件③~⑥) を使用し、表 4 の条件でタオルの製織性試験を行った。

表 4 タオルの試織条件

織機	小幅シャトル織機
箆	50 羽/3.79cm
よこ糸密度	48 本/2.54cm
パイル糸	20/1 <sup>S</sup> (糊付試験糸)
地たて糸	40/2 <sup>S</sup>
よこ糸	20/1 <sup>S</sup>
箆引き込み	GP   GP
パイル長	10mm

3. 製品試作

(1) 再生綿糸をパイル糸に用いたバスタオル

コンセプトは「循環する」、モチーフは「植物」とし、パイル糸に未漂白の反毛綿糸と落綿糸を組み合わせて、反毛綿糸の淡い色を活かしたジャカード柄を作成した (図 1)。ロットの異なる 2 種類の反毛綿糸と落綿糸をサンプル整経機 (榎スズキローパー製 NAS140CS-2750) を用いて整経し、グリッパー織機にて表 5 の条件でバスタオルを試作した。また、製織後のタオルについて、家庭用洗濯機を用いて 1 回洗濯した際の洗濯前後のタオルの絶乾質量を求めることにより、洗濯による脱毛率を測定した。

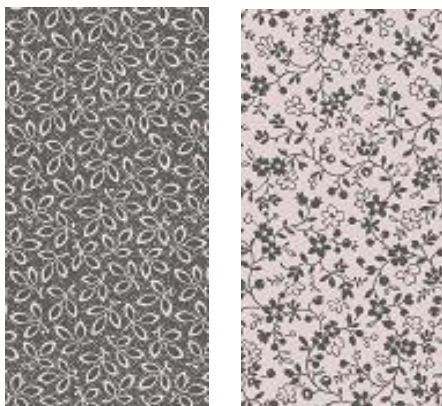


図 1 作成したジャカード柄

表 5 タオルの試織条件

織機	グリッパー織機 P7100
箆	48 羽/3.79cm
よこ糸密度	48 本/2.54cm
パイル糸	20/1 <sup>S</sup> (再生綿糸)
地たて糸	40/2 <sup>S</sup>
よこ糸	20/1 <sup>S</sup>
箆引き込み	PG   PG
パイル長	8 mm
織組織など	3 ピックパイル (2 色毛違い)

(2) 再生綿糸をよこ糸に用いたショール

漂白した再生綿糸をよこ糸に使用し、表 6 の条件でよこ糸が露出する割合の多いショールを試織した。

表6 ショールの試織条件

織機	レピア織機 G6200
箄	46羽/3.79cm
よこ糸密度	56本/2.54cm
パイル糸	20/1 <sup>S</sup>
地たて糸	40/2 <sup>S</sup>
よこ糸	20/1 <sup>S</sup> (再生綿糸)
箄引き込み	GGP   GGP
ルーズピック距離	1 mm
織組織など	パイル 6ピックパイル組織 地たて 6枚よこ朱子

## 結果と考察

### 1. 再生綿糸の物性試験

物性試験結果を表7に示す。単糸引張強さやより数では大きな差はなかったが、落綿糸は糸むらが大きかった。比較用綿糸と比べて毛羽は落綿糸・反毛綿糸ともに約3倍、抱合力は落綿糸で約2分の1、反毛綿糸では約4分の1という結果から、タオル製織時に毛玉の発生や摩擦等による糸切れが多発しやすい綿糸であると予想される。

表7 物性試験結果

	落綿糸	反毛綿糸	比較用綿糸
引張強さ (cN)	448 (386~517)	424 (351~488)	430 (348~516)
伸び率 (%)	6.8	6.1	6.6
より数 (回/2.54cm)	18.4	17.8	17.0
糸むら (%)	15.5	12.0	13.0
毛羽 (本/10m)	237	298	86
抱合力 (回)	32	14	59

### 2. 再生綿糸の製織性試験

#### (1) 糊付加工条件の検討

サイジングワインダーで糊付した糸の物性試験結果を図2に示す。ここで、原糸はそれぞれの糸を精練・漂白したものである。原糸物性値が劣っていた反毛綿糸においても、糊濃度1%owsで毛羽が減少し、抱合力が大きく向上したので、タオル製織に耐えられる糊付が可能であると予想される。

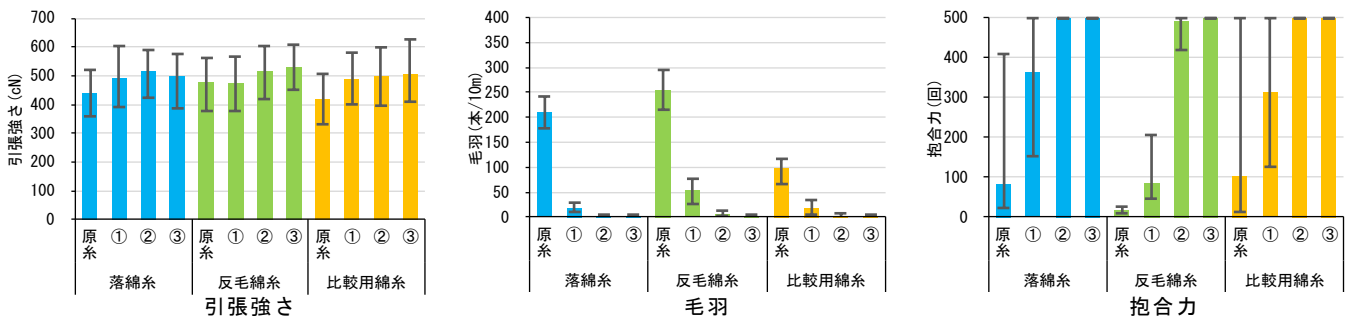


図2 物性試験結果 (サイジングワインダーによる糊付)

チーズ糊付した糸の物性試験結果を図3に示す。反毛綿糸では糊濃度を高めても毛羽の改善がなく、抱合力も比較用綿糸の半分以下であったことから、タオルの製織は難易度が高いと思われる。落綿糸

は比較用綿糸よりは劣っているものの、反毛綿糸と比較すると毛羽が少なく抱合力が大きいいため、反毛綿糸より製織性は良いと考えられる。

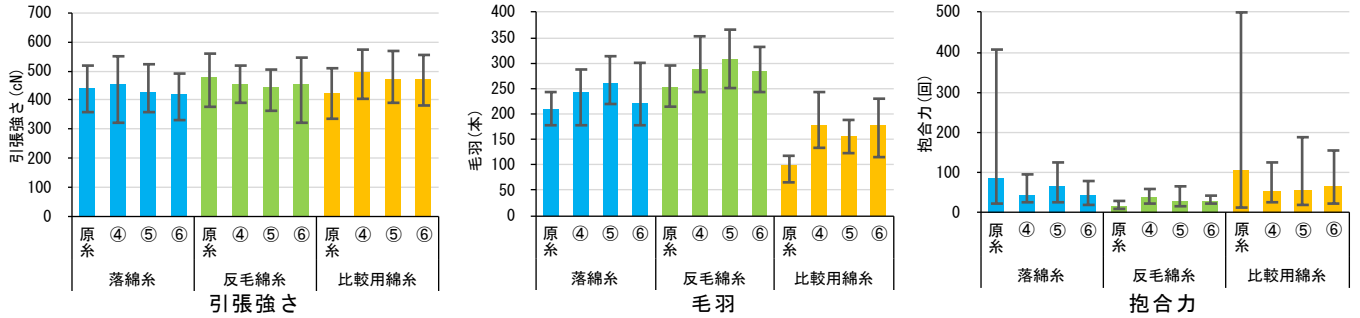


図3 物性試験結果 (チーズ糊付)

(2) 製織性の確認

試作したタオルの一例を写真1に示す。サイジングワインダー糊付糸、チーズ糊付糸共にタオルを製織することが可能であったが、チーズ糊付糸では毛羽伏せが不十分で、糸巻返しや整経時に毛羽が多量に発生した。毛羽の多いチーズ糊付糸でも製織可能であったのは、落綿糸や反毛綿糸は極端に単繊維長が短いため、製織時に発生した毛羽が発生と同時に脱落することで、集合して毛玉とならなかったことに因ると推察される。



写真1 糊付条件⑥の再生綿糸で試作したタオル (左：落綿糸 右：反毛綿糸)

3. 製品試作

(1) 再生綿糸をパイル糸に用いたバスタオル

反毛綿糸はサイジングワインダーによる糊付(糊濃度 1.5%owf)、落綿糸はチーズ糊付(糊濃度 5%owf)したもので製品試作を行った。試作したタオルを写真2に示す。製織性に問題はなかったが、製織後のタオルは反毛綿糸の色の不均一性 (同一ロットでも色の偏りがある) により、整経時の糸交換箇所で色相変化が顕著となった。

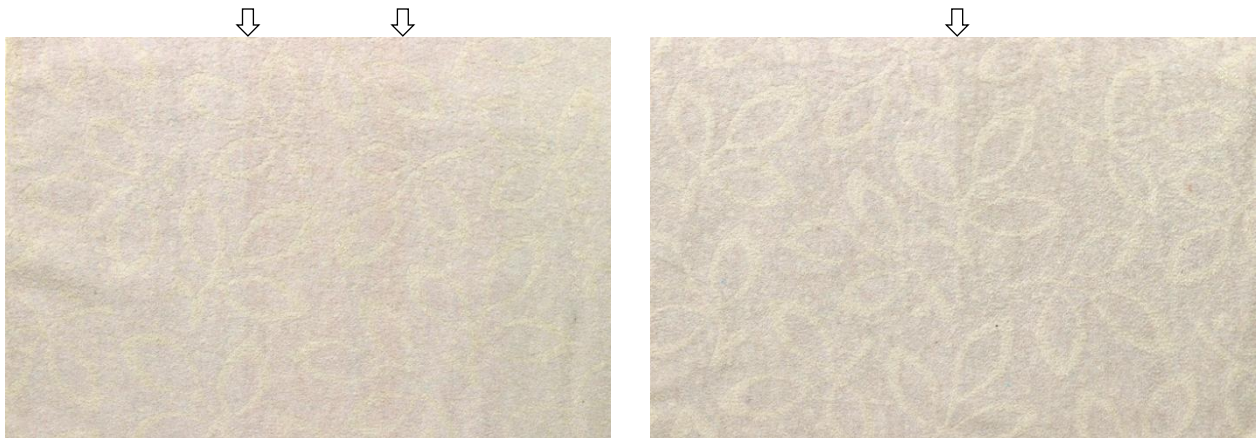


写真2 試作したタオル (矢印部分に色の切り替わり箇所が顕著に見られる。)



## ま と め

再生綿糸を用いた製品開発のため、糸の物性試験及び製織性試験を行った結果、以下のことが分かった。

1. 再生綿糸は比較用綿糸と比べて、引張強さは大差なかったが、毛羽は約3倍、抱合力は落綿糸で約2分の1、反毛綿糸では約4分の1であった。
2. チーズ糊付では改善が見られなかったが、サイジングワインダーによる糊付では毛羽の減少が見られ抱合力も向上した。
3. サイジングワインダー糊付糸、チーズ糊付糸共にタオルを製織することは可能であったが、チーズ糊付糸は毛羽伏せが不十分で、整経や製織中に毛羽が多量に発生した。
4. 製織後のタオルは反毛綿糸の不均一性により整経時の糸交換箇所では色相変化が顕著となったが、整経時の糸の配置を工夫することで改善できた。

## 文 献

- 1) 木村照夫：衣類の消費と廃棄・循環の実態と課題, 廃棄物資源循環学会誌, **21-3**, 140-147(2010).
- 2) 島上祐樹：繊維リサイクル産業「反毛」について, 繊維と工業, **64-7**, 238-241(2008).