

論文

竹繊維の鑑別と消費性能

池田 善光* 小柴 多佳子* 吉田 弥生* 宮本 香* 富永 真理子**

Fiber Identification and Consumption Characteristics of Bamboo Fiber

Yoshimitsu Ikeda*, Takako Koshiba*, Yayoi Yoshida*, Kaori Miyamoto*, Mariko Tominaga**

Bamboo is attracting attention as an ecological material. We succeeded in taking out pure fiber from bamboo culm. We clarified the fiber identification methods and consumption characteristics with this bamboo fiber. The result is as follows.

1. The properties of bamboo fiber obtained (appearance, color, etc.) differ by the degree of maturity of the raw bamboo material.
2. It is easier to take out bamboo fiber if compression processing is done before and after processing the raw bamboo material in an alkali solution.
3. Bamboo fiber averages about 1.8mm, so it is too short to be a suitable raw material for spinning.
4. Discrimination of bamboo fiber from other plant fibers is possible by observing appearance with a microscope or infrared spectroscopic analysis.
5. An ultraviolet rays shielding effect of the bamboo fiber was confirmed, but antibacterial properties were not.

キーワード: 竹繊維, 繊維鑑別, 赤外分光分析, 顕微鏡, 紫外線遮蔽効果, 抗菌性

Keywords: Bamboo fiber, Fiber identification, Infrared spectroscopic analysis, Microscope, Ultraviolet rays shielding effect, Antibacterial properties

1. はじめに

最近の衣類用新素材として竹繊維がブームとなっている。この理由には、竹のもつ爽やかさとか抗菌性といったイメージに加えて、一般の木材資源が再生までに数十年必要であるのに対して僅か2~3年で再生するという資源・環境面からの利点を有しているためと考えられる。このような背景から竹繊維に対する期待が大きい、国内で流通している竹繊維関連製品の原料はすべて輸入に頼っているため、表示の間違いが指摘される例も多い。この原因として竹繊維とはなにかといった定義が定かではないことに加え、竹繊維の鑑別技術が確立していないことがあげられる。そこで実際に取り出した竹繊維を利用して、竹繊維の性質を明らかにするとともに、竹繊維の鑑別方法について検討した。

2. 試験方法

2.1 原料竹

生育後3年を経た孟宗竹の成竹を原料として用いた。なお、竹の成熟に伴う繊維性状の変化を調べるために、幼竹(生育後3ヶ月)、若竹(生育後6ヶ月)についても比較検討した。

2.2 竹繊維の取り出し

竹稈より繊維を取り出すためには、繊維束と強固に結びついている柔細胞組織を除去する必要がある。そこで、以下のような処理を行い、両者を分離した。

〈竹繊維の取り出し工程〉

- ①節部を取り除いた生の原料竹を適当な大きさに割り、繊維を分離する際の妨げとなる内・外皮を取り除く。
- ②プレス機を用いて圧搾を行い、柔細胞組織を損傷させる。
- ③2%~3%の水酸化ナトリウム水溶液で2時間煮沸する。
- ④水洗後に再度プレス圧搾を行って、柔らかくなった柔細胞組織の破壊をさらに進める。
- ⑤水と共にミキサーで攪拌し、繊維束に結合していた柔細胞を脱落させるとともに繊維束を竹単繊維に分離する。
- ⑥粗い金網で濾過することによって竹繊維と柔細胞を分離する。

なお、原料竹の圧搾にはプレスロール(ヨシミツ精機(株)製 YPR-4)を用い30Mpaの荷重で3回圧搾を行った。

2.3 繊維の計測方法

竹単繊維の直径と長さは、流動パラフィンで分散させた繊維を顕微鏡下で測定した。直径については繊維両端のテーパー状の箇所を除いた400本について、繊維長については両端にテーパー構造が確認できるもの200本について測定を行った。

2.4 赤外分光分析

赤外分光光度計 FTIR8300(島津製作所(株)製)を用い臭化カリウム錠剤法にて測定した。

* 八王子支所

** 東京都立皮革技術センター(前東京都立産業技術研究所)

2. 5 紫外線遮蔽性能

積分球つき分光光度計 UV2200A(島津製作所(株)製)を用いて分光透過率を測定した。

2. 6 抗菌性⁽¹⁾

JIS L 1092(繊維製品の抗菌性試験・抗菌効果)の定量試験(菌液吸収法・発光測定法)にて測定した。試料としては2-2で取り出したパルプ状の竹繊維を用いた。

2. 7 竹紙の製造

竹パルプをミキサーで水と共に攪拌し、溜め漉き法にて紙の製造を行った。なお、この際に糊剤の添加は行わなかった。性能比較用の木材パルプ紙には(株)クレシア製のケイドライを使用した。

2. 8 紙の強度測定

テンシロンRTM500(株)オリエンテック製)を用いて試験片の幅1 cm, つかみ間隔5 cm, 引張速度5 cm/minで測定した。

3. 結果と考察

3. 1 竹繊維の存在形態

竹繊維は竹稈に点在する維管束を取り囲むように、単繊維数百本が集まった繊維束の形で存在している(Fig1)。

孟宗竹、真竹、笹を比較したところ、断面から見た繊維束と柔細胞の面積比率は竹の種類によって異なり、繊維束の割合は孟宗竹<真竹<笹であった。この比率が高い方が高収率で竹繊維を取り出せると考えられるが、実際の竹繊維原料としては、厚い稈を有し、繊維束の数も多い孟宗竹が原料竹として適していると考えられる。

3. 2 竹繊維の外観的特徴

得られた竹単繊維の太さは、平均で15 μ mと綿繊維よりも細く、5~25 μ mの広い範囲に分布している(Fig2)。また、繊維長は平均で約1.8 mmと短いことから単繊維化した竹繊維は紡績糸原料としては不向きであると考えられる(Fig3)。同様に、竹皮から得られる繊維についても検討を行ったが、断面積のほぼ半分を占める大きなルーメンを有し、繊維長も短いことから、強度的に弱いと考えられる。

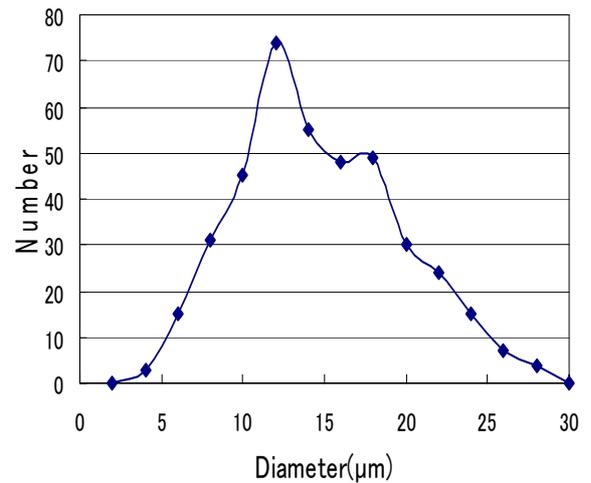


Fig.2 Diameter distribution of bamboo fiber

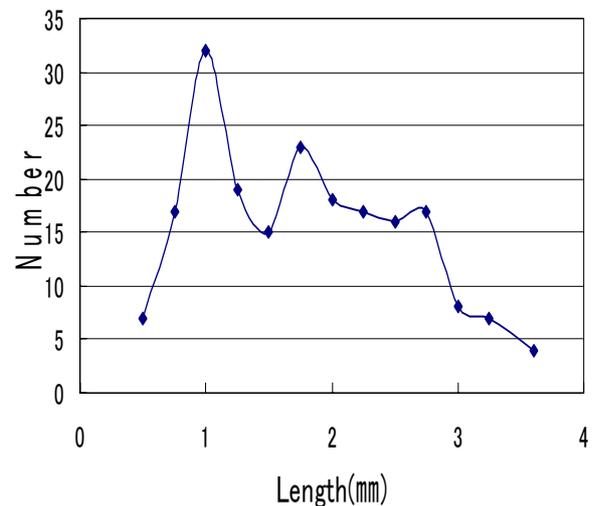


Fig.3 Length distribution of bamboo fiber

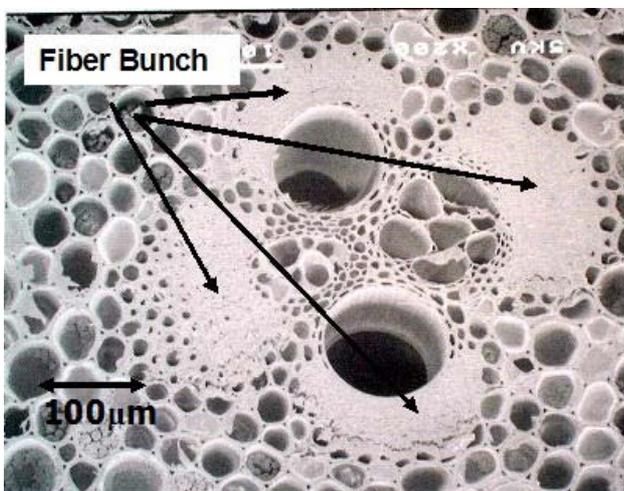


Fig.1 Vascular bundle system of Bamboo(SEM micrograph)

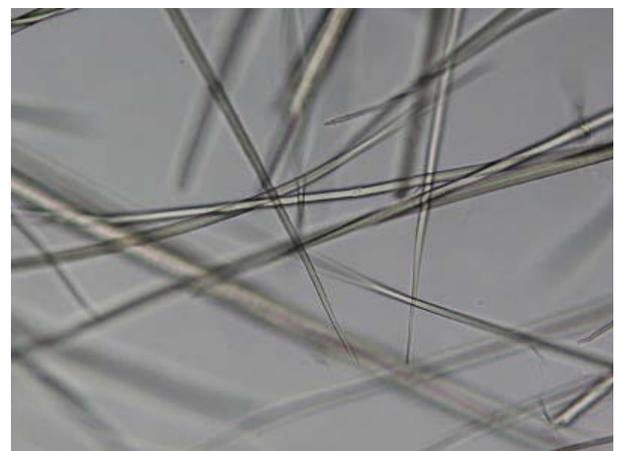


Fig.4 Taper-shaped fiber edge

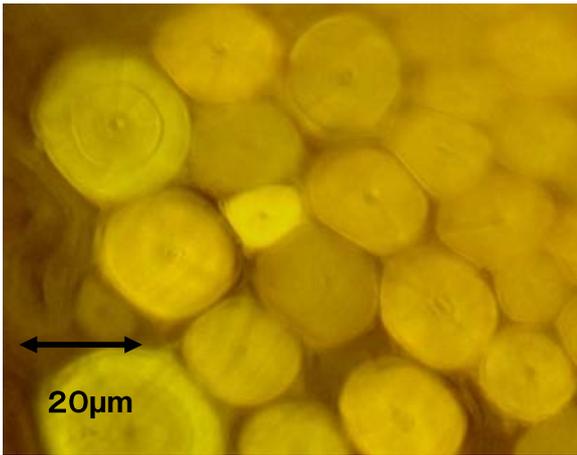


Fig.5 Circular section with an annual ring

3. 3 竹繊維の顕微鏡による鑑別

顕微鏡で鑑別する際に役立つ竹繊維の外観的特徴として以下の点があげられる。

- ①短い繊維長(約 1.8 mm) ②尖った針状の両端(Fig4)
- ③直線形状 ④俵型の柔細胞の共存 ⑤繊維中央のルーメン(成熟に伴ってルーメンは狭くなる) ⑥亜麻, 苧麻にくらべて少なく不明瞭な節 ⑦円形断面で年輪状の縞が観察できるものもある (Fig5) ⑧太さのばらつき

以上の特徴は、成竹から損傷の少ない形で取り出した竹繊維についてのものであり、原料竹が未成熟であった場合には、③⑦等に、また取り出す際に繊維が損傷を受けている場合には②③等に当てはまらない場合が生じる。

3. 4 竹繊維の赤外分光分析による鑑別

竹繊維の赤外吸収スペクトルを Fig6 に示す。竹繊維は 1740, 1595, 1510, 1460, 1270 付近の波数(cm^{-1})で亜麻, 苧麻, 月桃, ケナフ, 綿, レーヨン, ココヤシ, 桑, 木材パルプ, マニラ麻等の植物系繊維とは若干異なった吸収スペクトルを示し、これらの繊維と竹繊維との鑑別は可能と考えられる(Table1)。ただし、植物系繊維はいずれもその成分がセルロースを主体としたもので吸収スペクトルが近似しており、また天然物であるため残留する不純物によっては差を生じることが考えられる。このため赤外分光分析単独で鑑別するのではなく、顕微鏡観察と併用することが望ましい。

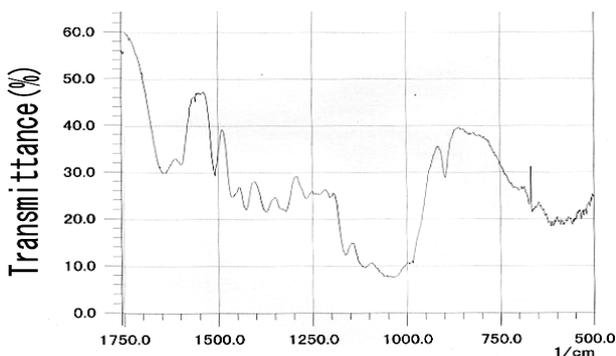


Fig. 6 FT-IR spectrum of bamboo fiber

Table.1 Infrared spectra peaks of vegetable fibers

Fiber \ cm^{-1}	1740	1595	1510	1460	1270
Bamboo	×	○	○	○	×
Basho	×	△	△	△	×
Flax	×	×	×	△	×
Ramie	×	×	×	△	×
Shell Flower	○	△	○	○	○
Kenaf	○	○	○	○	○
Cotton	×	×	×	△	×
Rayon	×	×	×	△	×
Coir	○	○	○	○	○
Mulberry	×	×	△	△	×
Pulp	×	×	×	△	×
Kapok・Abaca	○	○	○	○	○

○Available △Indistinct ×Unavailable

3. 5 竹レーヨンの鑑別

現在市場に流通している竹繊維の大半は、竹繊維そのものではなく、竹パルプを原料としたレーヨンであると考えられる。前述の顕微鏡や赤外分光分析では竹レーヨンと木材パルプを原料としたレギュラーレーヨンとの相違点は見出せなかったが、竹レーヨン繊維には以下のような特徴が認められた。

- ①紫外領域の光を吸収する ②ブラックライト照射下で僅かな蛍光を発する ③よう素・アジ化ナトリウム発泡試験⁽²⁾での窒素の泡(Fig7)を発生する

①②については竹繊維にも認められる性質であるが、③については竹レーヨンに特有の特徴であり、硫黄分が含まれていることを示す。

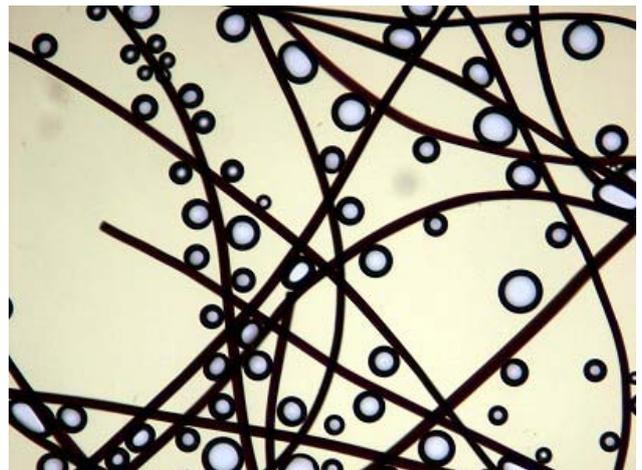


Fig.7 Iodine・sodium azide foaming test

3. 6 原料竹の違いと竹紙の性質

幼竹, 若竹, 成竹の3種の成熟度の異なった竹を原料とした竹繊維を用いて、溜め漉き法にて厚さ約 0.3 mmの紙を漉き、性能比較を行った(Table2)。得られた竹紙の色は、

幼竹繊維を使用したものではほぼ白色であるのに対して、竹齢が増すに従って茶色が濃くなっていく。単位面積あたりの質量を比較すると幼竹紙>若竹紙>成竹紙の順で、原料竹の成熟ともなると紙の密度は小さくなる。また、各紙の強度測定を行ったところ、幼竹紙は成竹紙の約2倍の密度で、強度は約50倍であった。これは、成竹紙では竹繊維が直線形状であるためコンパクトに集積できないのに対して、若竹、幼竹紙では繊維が扁平で柔軟なため互いに集積しながら絡み合いを生じ、繊維間の滑りを生じ難い構造を取るため⁽³⁾と考えられる(Fig8)。

Table.2 Tensile strength of bamboo papers

kind of a bamboo paper	mass (g/m ²)	strength (N)
Unripe	70.4	40.3
Young	49.9	8.2
Mature	35.8	0.8

3.7 竹紙の紫外線遮蔽性能について

4種の紙(①木材パルプ紙 ②成竹紙 ③若竹紙 ④幼竹紙)を用いて光の透過率を測定した(Fig9)。この結果から、竹紙は木材パルプ紙に比べて紫外線領域(400~280 nm)における光の吸収が大きかった。着色の少ない幼竹紙にもこの性質が認められることから、竹繊維の着色による効果だけではなく、竹繊維そのものも紫外線遮蔽性能を有しているものと考えられる。

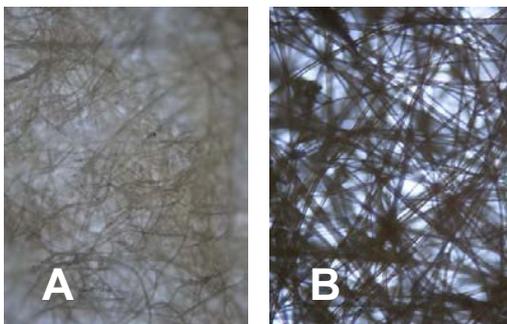


Fig.8 Optical microphotographs of bamboo paper
(A)Unripe fiber (B)Mature fiber

3.8 竹繊維の抗菌性能

竹には清潔なイメージがあり、現在市場に流通している竹レーヨン製品には特徴として抗菌性が謳われているものが多い。そこで、竹レーヨンの原料となる竹繊維についての抗菌性能を調べてみた。その結果、竹繊維の静菌活性値は-0.2であった。これは繊維製品新機能評価協議会(現社団法人繊維評価技術協議会)による抗菌防臭加工の合格基準(2.2以上)を満たしていない。

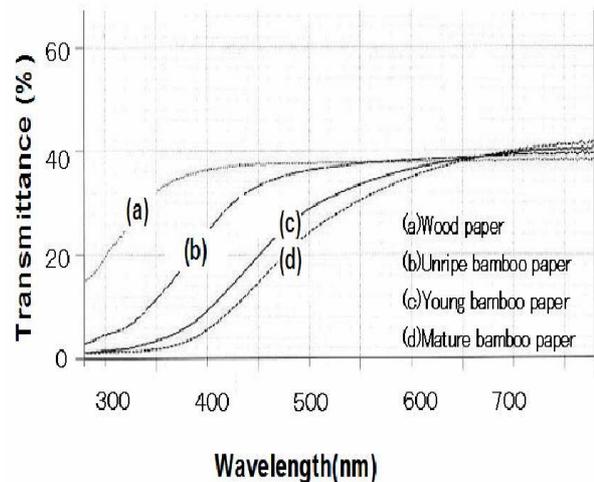


Fig.9 Spectra of absorption of various papers

4. まとめ

竹繊維を取り出す過程において、竹繊維がどのような形で竹稈内に存在しているのかを調べるとともに、その取り出しを行った。得られた竹繊維は、顕微鏡による外観観察や赤外分光分析により、他の植物繊維と区別できることがわかった。竹レーヨン繊維については鑑別までには至らなかったが、硫黄分を含むことや紫外領域の光を吸収する等の特徴的な性質を見いだすことができた。

竹繊維の消費性能については、紫外線遮蔽性能が認められたが、一方で、話題となっている抗菌性は確認できなかった。これは竹繊維を原料とした竹レーヨン製品に謳われている抗菌性能と矛盾する結果と言える。今後、竹レーヨン繊維中の抗菌性物質について精査する必要があると考える。

(平成 18 年 10 月 5 日受付, 平成 18 年 11 月 22 日再受付)

文 献

- (1) JIS L 1902:2002(繊維製品の抗菌性試験方法・抗菌効果)の定量試験(菌液吸収法・発光測定法)
- (2) JIS L 1065:1999(染色物の染料部属判定方法) 硫黄の確認試験(参考)
- (3) 森本正和;環境の21世紀に生きる非木材資源, p.167, ユニ出版有限公司, (1999)