

# 竹材の緑色保持技術の実用化研究（第1報）

## － 耐光性と溶出性について －

小谷公人・二宮信治・阿部優  
竹工芸・訓練支援センター 研究指導課

### Improvement of Preservation of Green-Bamboo Culms (I)

Kimito KOTANI・Shinji NINOMIYA・Masaru ABE  
Oita Bamboo Craft and Training Support Center

#### 要旨

竹材における緑色保持技術の実用化を進めるために、処理工程の簡略化を検討した。表面脱脂と注入性の改善を付与する工程として、青竹を油抜きせずにサンドブラストのみで行う方法で緑色保持処理を行った。緑色保持処理の効果を評価する上で、耐光性（日光による退色性）と溶出性（銅イオン溶出の安全性）について実験した。その結果、（1）表面脱脂と注入性の改善を付与する工程として、サンドブラスト加工は有効であった。（2）耐光性については、竹製品は日光が入る室内で6ヶ月、竹材は屋外で1ヶ月、ほぼ同一と認めることができる色差（ $\Delta E^* = 5.0$ 以内）であり、退色しにくいことが確認できた。（3）溶出性については、食品衛生法上の合成樹脂一般規格に基づく銅（重金属）の溶出試験で定められた1 ppm以下の基準を超えていた。

#### 1. はじめに

国内における竹材産業界は、資源としての竹はあっても、素材としての竹材生産量が減少する傾向が続いている。これは輸入竹材の影響と伐採技能者の減少によるものとされているが、竹材の付加価値を持ち得る製品開発が進み難い現状も無視できない。特に、建築土壁用下地材（小舞竹）の需要の減少や造園資材としての竹垣のプラスチック代替製品の市場参入により、これまで直径の大きな竹材（大径竹）を定期的に消費していた製品用途が失われていることは、深刻な状況にある。

これらの状況を踏まえて本研究の背景には、やさしい本物を志向する生活者の要求に対して、県内の製竹業や竹製品産業が海外製品とのコスト競争に陥らない製品を展開するために、竹材のもつ自然素材らしさを活かす技術として、従来技術よりも簡便な竹材の緑色を保持する技術の検討を行い、県内の製竹業や竹製品産業が竹材自体の緑色を保持し退色を抑制した付加価値の高い製品を展開できるようにする必要があると考えた。

従来の緑色保持の製造方法は、①青竹を油抜きしたのち銅イオン水溶液中に減圧しながら12時間程度浸漬する方法<sup>1)</sup>や②青竹を油抜きした後さらにサンドブラストし銅イオン水溶液を加熱しながら10-20分程度浸漬する方法<sup>2)</sup>が知られている。

竹材の緑色保持技術は、竹材のインテリア利用や竹籠製品の新たな付加価値を生み出す技術課題として重要であるにもかかわらず、国内における検討はほとんど行わ

れておらず、従来の処理技術も工程数や処理時間が長く安定した生産が行われない状況が続いてきた。当センターには、竹材用にもっと簡略で安定した処理技術を望む要望などが技術相談として寄せられている。

そこで本研究は、表面脱脂と注入性の改善を付与する工程として、従来の液相（アルカリ水溶液）による煮沸処理に換えて、サンドブラストによる機械的処理によって簡略化をはかることで実用化に向けた検討を行い、その基本的な性能評価として、耐光性（日光による退色性）と溶出性（銅イオン溶出の安全性）について実験したので報告する。

#### 2. 実験

##### 2.1 緑色保持技術の処理方法

供試材は、直径約7 cmの大分県産のマダケ青竹（含水率約80%）とし、丸竹形状のまま、長さ40~100 cmで各処理とも3本とした。また、耐光性試験の一部には、直径約1.5 cmのクマナリヒラダケを用いた。

緑色保持処理工程は、大別して①表面脱脂、②銅イオン注入③緑色固定の三工程で行われる。今回は、注入性を改善する表面脱脂の処理工程をサンドブラスト処理で行った。

サンドブラストの処理条件は、以下のとおりである。

投射材＝ガラス系投射材 粒径45-90  $\mu$   
投射圧力＝0.25-0.3 MPa 投射距離＝約8 cm  
投射速度＝約5 c m/sec 3回繰り返す

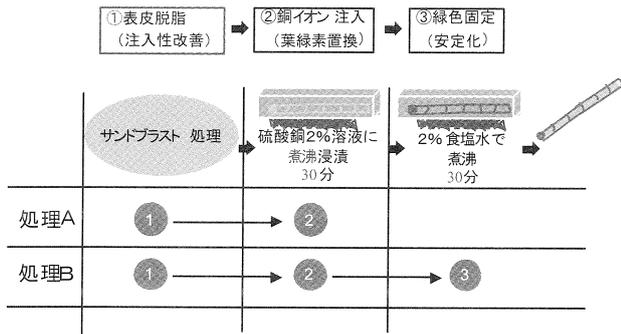


Fig. 1 緑色保持工程

銅イオン注入処理は、ステンレス容器中で85-95℃に加熱した硫酸銅2%溶液に30分浸漬し、緑色固定処理は、同様に加熱した食塩水2%溶液に30分浸漬して行った。処理工程の効果を比較するために、緑色固定処理を除いて2工程で行う処理（処理A）と従来どおりの3工程で行う処理（処理B）で竹材の緑色保持処理を行った。

(Fig. 1)

## 2.2 耐光性試験

実使用に近い環境での緑色保持処理の退色性を評価する耐光性試験として、処理Aの処理工程で試作したマダケ材竹籠製品を東方位から日光が入る室内窓際で6ヵ月間曝露した。また、処理A及び処理Bで処理工程でクマナリヒラダケ丸竹材は南方位に向けた屋外で1ヵ月間曝露した。

日光による退色性は、測色色差計で測定し、色差を求めた。

## 2.3 溶出性試験

食品衛生法上の「器具又は容器包装試験」に準じ、「合成樹脂一般規格」に基づく銅（重金属）の溶出試験を行った。

上記の処理工程を行ったマダケ材に、5×5cmの紙をあて表面積が25cm<sup>2</sup>となるよう切り取った試験片を、4%酢酸水溶液が50ml入ったビーカーに緑色処理面が下になるように入れ、60℃のウォーターバス中で30分間浸漬し溶出させた。溶出後の溶液をICP（発光分光装置）で測定し、銅イオンの溶出量を求めた。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 サンドブラスト処理の効果

本研究に先立って行った実験で、油抜きのための竹材表皮面を無処理とした場合、その後、サンドブラスト処理した場合の竹材表皮面からの吸水量を測定した結果をFig. 2に示す。サンドブラスト処理したものは、初期（1時間以内）の吸水量が高くなっていた。

今回、注入性を改善する表面脱脂の処理工程をサンド

油抜きマダケ竹 巾4×長60cm(MC10%)  
浸漬法 薬液 硫酸銅2%

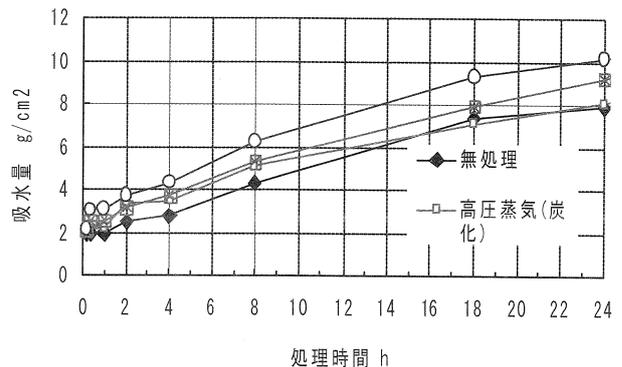


Fig. 2 竹表皮面における各種処理と吸水量の関係

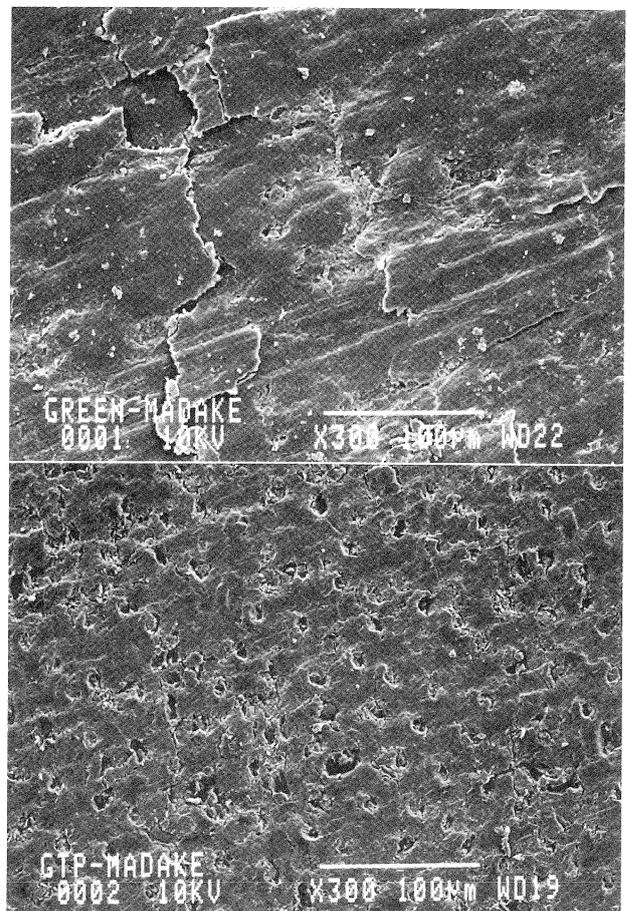


Fig. 3 サンドブラスト処理前(上)と処理後(下)のマダケ青竹表皮面の電子顕微鏡写真(×300倍)

ブラスト処理で行った処理前と処理後の表皮面の電子顕微鏡写真をFig. 3に示す。処理前では、油脂膜状の物質に覆われているが、処理後は表皮細胞があらわれ、油脂膜状の物質は取り除かれており、表皮細胞の一部にクラックが生じていて、このことから、浸漬開始直後から表皮組織内に吸水していることがわかる。

実際に、サンドブラスト処理後に銅イオン注入を行っ

た竹材は、比較的均一に緑色を呈していたことから、サンドブラスト処理は表面脱脂及び注入性の改善に効果的であり、表面脱脂処理工程として有効であると考えこ



Fig. 4 室内曝露6ヵ月の緑色保持処理竹籠（手前）

Table. 2 6ヵ月間曝露後の部位別の平均色差

| 測定部位   | 平均色差 $\Delta L^*a^*b^*$ |
|--------|-------------------------|
| 側面部    | 3.8                     |
| 底面部    | 2.1                     |
| アルミ被覆部 | 1.9                     |

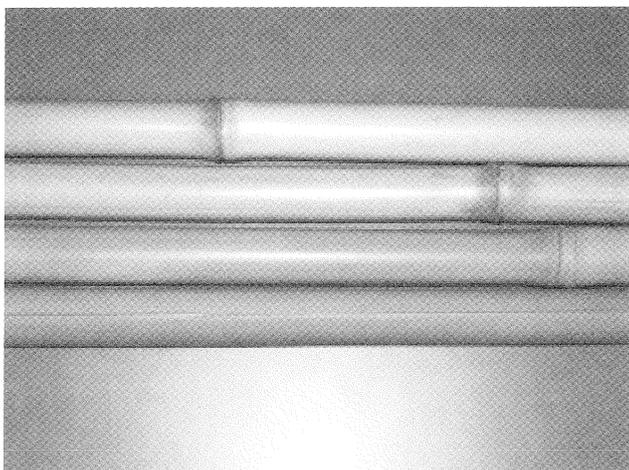


Fig. 5 屋外曝露1ヵ月の緑色保持処理竹と無処理材の比較

Table. 3 1ヵ月間曝露後の処理別の平均色差

| 竹材処理名 | 平均色差 $\Delta L^*a^*b^*$ |
|-------|-------------------------|
| 火抜き   | 10.1                    |
| 水洗    | 13.4                    |
| 処理A   | 4.8                     |
| 処理B   | 4.6                     |

とができる。

### 3.2 耐光性評価

マダケ材竹籠製品を東方位から日光が入る室内窓際で6ヵ月間曝露した曝露後の製品写真をFig. 4、暴露前後の部位別の平均色差 ( $\Delta L^*a^*b^*$ ) をTable2に示す。緑色が日光に直接あたる時間は午前中の2時間程度であったが、6ヵ月経過しても緑色が保持されていることが観察できた。平均色差は、最も日光にさらされた側面部でさえ3.8であり、継時比較した場合ほぼ同一と認められる色差の5.0以内であることから、ほとんど退色していない。

また、クマナリヒラダケ丸竹材を南方位に向けた屋外で1ヵ月間曝露した曝露後の製品写真をFig. 5、暴露前後の部位別の平均色差 ( $\Delta L^*a^*b^*$ ) をTable3に示す。緑色保持していない竹材は退色したが、緑色保持処理した竹材は処理A、処理Bとも鮮明な緑色が保持されていることが観察できた。平均色差は、緑色保持処理していない竹材が10.0を超えて明らかに変色していたのに対して、処理A、処理Bとも色差の5.0以内であることから、ほとんど退色していないと考えることができる。

しかし、部分的に退色が起こった部位や割れが生じた竹があり、この処理の安定化については今後検討が必要である。

### 3.3 溶出性評価

緑色保持処理を行った竹材や竹製品が、食品衛生法上の「器具又は容器包装試験」に準じて、食器容器としても使用できることは品質及び安全性の面からも重要である。

処理別の銅の溶出量をTable. 4に示す。今回の処理条件では、両処理とも食品衛生法で定められた1 ppm以下の基準を超えて銅イオンが溶出していた。しかし、食塩水で緑色固定による安定化をはかる処理工程を行った処理Bは、その溶出量が処理Aに比べて低く、今後、処理濃度等の処理条件及び洗浄方法等を検討すれば、未反応の残留銅イオンの溶出を抑制でき、食器容器としても使用できる可能性があると考えられる。

Table. 4 処理別の銅の溶出量

| 処理名 | 浸漬部位   | 溶出量 (ppm) |
|-----|--------|-----------|
| 処理A | 表皮面    | 10.5      |
|     | 表皮+内皮面 | 17.9      |
| 処理B | 表皮面    | 2.1       |
|     | 表皮+内皮面 | 3.3       |

#### 4. まとめ

今回の研究の結果をまとめると以下のとおりである。

- ・ 青竹にガラス系投射材（粒径45-90 $\mu$ ）でサンドブラスト加工を行い、その後2%硫酸銅水溶液中で30分加熱浸漬を行った結果、緑色保持が可能であった。
- ・ 緑色保持処理において、表面脱脂と注入性の改善を付与する簡略な工程として、サンドブラスト加工は有効であった。
- ・ 上記の緑色保持処理工程で試作した竹製品及び竹材は、退色しにくいことが確認できた。
- ・ 上記の緑色保持処理工程で試作した竹材は、食品衛生法で定められた銅の溶出量1 ppm以下の基準を超えていた。

今後は、安定した効率的な加工条件等を検討し、実用化に向けた研究を進める。また、食器容器としても使用できるように、処理条件及び洗浄方法等を検討する。

#### 謝辞

本研究の実験を行うにあたっては、電子顕微鏡での観察及び写真撮影に材料科学部の佐藤壺主幹研究員、ICPでの銅イオンの溶出量測定に同部の後藤文治副部長の協力を得た。ここに、両氏への謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 特許1086765
- 2) 特許公開2000-334708の実施例