

竹材の物性研究 (第2報)

古曳 博也*・阿部 優*・二宮 信治**・小谷 公人*・寒竹 慎一*

*別府産業工芸試験所 **材料開発部

Study on the Properties of Bamboo Stem (Part 2)

Hiroya KOHIKI*・Masaru ABE*・Sinji NINOMIYA**・Kimito KOTANI*・Sinichi KANTAKE*

*Beppu Industrial Art Research Division

**Material Development Division

要 旨

竹資源の利用拡大, 竹材や竹製品等の信頼性を高めることを目的に, 県産竹材の材質調査, 害虫被害抑制試験, 防虫薬剤評価試験等を実施し, 県産竹材の材質特性の把握や防虫対策について検討した. その結果, 県産竹材は枝下の長さが長く, 節のどっぴりが低いことから竹編組製品等の材料に適していることがわかった. また, 竹材を煮沸処理やアルカリ処理することによって虫害をある程度抑制できることがわかった.

1. 緒 言

竹材は生育が極めて早く, 木材に似た植物形態を有することから, 有用な木質系資源として注目を高めている.

本県におけるマダケ (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc) の生産量は全国の約4割を占め¹⁾, 竹工芸品をはじめ各種用途に利用されている.

しかし, 竹材生産量は年々減少傾向にあり, 平成6年統計によると5年前の約80%との報告^{1), 2)}がなされている. その原因としては, 竹林内における竹資源の放置や荒廃, 搬出経費の増大, 竹材及び竹製品等の需要低迷などが考えられる.

このような現状のため, 竹資源の利用拡大を図ることを目的に, 改めて県産竹材の特徴を把握することとし, 平成6年度に引き続いてマダケの材質調査³⁾を実施した.

また, 竹材や竹製品等を生産供給する際の防虫対策として, 被害を抑制する処理方法等について検討し, さらに防虫薬剤の効果について評価試験を行った.

2. 研究方法

2.1 供試竹材の調達

県産竹材の材質調査を実施するにあたって, 平成6年

6月, 9月, 12月, 平成7年3月, 6月, 9月, 12月に, 県内4カ所の採取地 (A:安岐町, B:別府市, H:日田市, T:竹田市) から, 生育年齢が2~5年生で, 胸高直径6~7cmのマダケをそれぞれ5本ずつ採取した³⁾. 竹材の生育年齢は, 枝の分岐の状態⁴⁾から判断した.

採取した竹材についてはその形状を把握するために, 竹稈長さ, 節の数, 枝下長さ, 節のどっぴり度⁵⁾ (地上高1.5~2mにおける節間中央部周囲100に対する節部周囲の割合) を測定した. また, 採取した竹材のでんぷん含有状況を把握するために, ヨウ素溶液によるでんぷん呈色反応試験も実施した⁶⁾. 今回は, 地上から数えて6, 18, 30節目の節部切断面のでんぷん含有を把握することとし, Table 1に示す評価基準に従って評価した.

なお, 採取した竹材は, 室内に保管した.

2.2 竹材の材質調査試験

県産竹材の強度特性を把握するために, 平成7年6月, 9月, 12月に採取した竹材について, 曲げ試験, 割裂試験を実施し弾力性や割裂性を評価した. 試験片は, 地上から1.5~3mの部位より作製し, 竹材採取後3カ月目に試験を行った. 強度測定は, 万能試験機5568型 (インストロン・ジャパン製) を用いた.

Table 1 でんぷん含有の評価

評価値	呈 色 反 応
0	まったく色の変化なし
1	小口面 (切削断面) の一部に, 紫色の呈色が認められる
2	小口面 (切削断面) の全面に渡って, 濃く紫色の呈色が認められる

Table 2 供試薬剤の性状

薬剤記号	主成分	外観	推奨濃度
I	ホキシム	淡褐色液体	10倍希釈
II	クロルピリホス	黄褐色透明液体	20倍希釈
III	クロルピリホス (マイクロカプセル化)	白色粘稠懸濁液体	20倍希釈
IV	エトフェンプロックス	微黄色透明液体	40倍希釈
V	ハウ砂ホウ酸	白色粉末	330倍希釈

2.2.1 曲げ試験

幅10mm, 厚さ3mm, 長さ120mmの試験片を作製し, スパン100mmの中央集中荷重で竹材表皮側を荷重面とした。試験方法は, 木材の試験方法 (JIS Z 2101) に準じて行った。曲げ強さ (σ_b) 及び曲げ弾性係数 (E_b) は便宜近似的に,

$$\sigma_b = 3Pm / 2bh^2 \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

$$E_b = \Delta Pl^3 / 4bh^3 \Delta y \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

として計算した。Pmは最大荷重 (kgf), lはスパン (cm), bは試験片の幅 (cm), hは試験片の厚み (cm), ΔP は比例域における上限荷重と下限荷重との差 (kgf), Δy は ΔP に対応するスパン中央のたわみ (cm) である。

2.2.2 割裂試験

幅30mm, 厚さ竹材肉厚, 長さ60mmの試験片を作製し, 木材の試験方法 (JIS Z 2101) に準じて試験を行った。割裂抵抗値 (c) は,

$$c = Pm / h \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

として計算した。Pmは最大荷重 (kgf), hは割裂面の幅 (cm) である。

2.3 竹材の害虫被害抑制試験

平成6年12月, 平成7年3月, 6月, 9月に別府市採取地で採取した竹材を用い, 採取時期別による害虫被害状況を把握した。試験片は, 地上から3~4.5mの部位を使用し, 幅20mm, 厚さ竹材肉厚, 長さ150mmの形状に作製した。試験片を20分間煮沸した煮沸処理材と試験片を水酸化ナトリウム (NaOHの0.04%水溶液) で20分間煮沸したアルカリ処理材を供試し, 竹材の害虫被害抑制試験を実施した。

幅320mm, 奥行き160mm, 高さ340mmのプラスチック容器内に試験片 (総数120本) をランダムに立て置き, その中に人工飼料で飼育しておいた⁷⁾代表的な竹材害虫の一種であるチビタケナガシクイムシ⁸⁾を231匹投入した。1カ月後に食害された試験片の孔数を測定し被害度を評価した。

また, 試験を実施するに先だって, 試験片のでんぷん

含有状況を把握するために, 前述のヨウ素溶液によるでんぷん呈色反応試験も行った。

2.4 防虫薬剤評価試験

薬剤使用による防虫効果を把握するために防虫薬剤評価試験を実施した。今回は, 竹材の差異による防虫薬剤効果のバラツキをなくするために, そば粉を水で練って (そば粉:水=100g:80g) 作った人工飼料⁷⁾に, 所定濃度の薬剤を混入したものを飼料として用い試験を行った。

幅640mm, 奥行き320mm, 高さ340mmのプラスチック容器内の外周に飼料 (総数84個) をランダムに並べ, その中に害虫 (チビタケナガシクイムシ) を410匹投入した。1カ月後に食害された飼料の孔数を測定し被害度を評価した。

薬剤は, 竹材用あるいは木材用防虫薬剤として市販されている5種を用いた。薬剤濃度は, メーカーの推奨する濃度, 推奨濃度の2倍濃度, 推奨濃度の5倍濃度, 推奨濃度の1/5倍濃度, 推奨濃度の1/25倍濃度に調整した。なお, 比較試験として薬剤処理しない無処理飼料も供試した。供試薬剤の性状等は, Table 2に示す。

3. 結果と考察

3.1 県産竹材の形状

今回採取した1採取地あたり35本の竹材形状 (平均値) を, Table 3に示す。

竹稈長さ, 節の数については4採取地ともにほとんど同様の値を示した。枝下長さは, 採取地により多少の差を生じたが, 特にB採取地の竹材においては長い傾向を示した。これは, 陽光がよく入る南向き平面で生育したためであり, よって節間 (節と節のあいだ) の伸びが著しくなったためではないかと思われる。竹稈の先細りの程度を表す指数となる, 竹稈長さに対する枝下長さの比 (枝下長さ率) でみた場合, 4採取地ともに枝下長さが全長の約50%前後を占め, 枝下長さ率を計算式で算出した値 (44~51%)⁹⁾と同様かあるいは若干高い値を示し,

Table 3 採取竹材の形状

採取地	竹林の方位	竹稈長さ (m)	節 数 (個)	枝下長さ (m)	枝下長さ/竹稈 長さ (%)	節の でっぱり度	でんぷん 含有評価値
A	東向き斜面	12.2	51	5.9	48.4	106	0.5
B	南向き平面	13.0	49	8.1	62.3	105	1.3
H	南向き斜面	12.9	52	7.2	55.8	105	1.0
T	北東向き斜面	13.0	52	6.9	53.1	105	1.0

Table 4 採取竹材の強度

採取地	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ弾性係数 (ton/cm ²)	割裂抵抗 (kgf/cm)	密 度 (g/cm ³)	含水率 (%)
A	2250	178	71.1	0.74	9.5
B	2630	198	62.3	0.82	10.0
H	2550	195	61.3	0.85	10.5
T	2510	192	57.9	0.81	9.5
平均	2570	191	63.2	0.81	10.0
神奈川 県産 ¹¹⁾	1750 (注)		36.3	0.77	

(注)神奈川県における曲げ試験は、試験片を幅10mm、厚さ竹材肉厚、長さ150mmに作製、スパン120mmで実施。

竹稈の先細りがゆるやかであることが確認された。特にB採取地の竹材は62%と高い値を示した。節のでっぱり度については、4採取地ともにほとんど同様の値を示し、節部における周囲は節間中央部周囲の約5~6%増し程度におさまった。節部断面のでんぷん含有状況については、B採取地で高い含有状況を示す結果となった。でんぷん含有の多少が竹材生長に影響しているものと推測さ

れる。

竹材利用の際には、枝下長さが長く、節の高さの低いものが好まれ重宝される。特に竹工芸品等においては、材料加工時の作業性がよく、編組作業時に竹ヒゴが折れにくいなど、製品としても品質が良好であるといわれている¹⁰⁾。この点を考慮すると、大分県産マダケは、竹工芸品等の材料として適しているものと思われる。

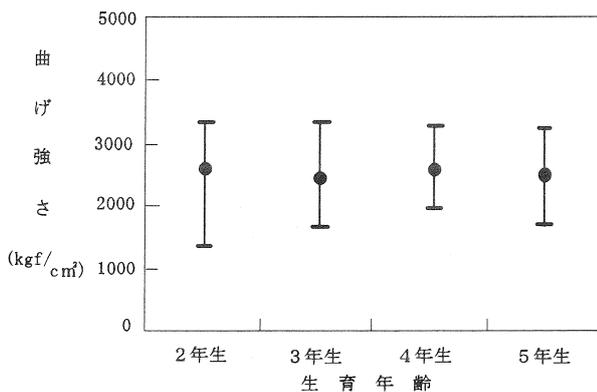


Fig.1 生育年齢別竹材強度 (曲げ)

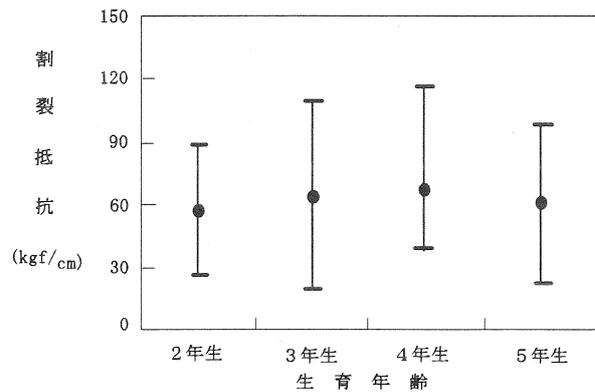


Fig.2 生育年齢別竹材強度 (割裂)

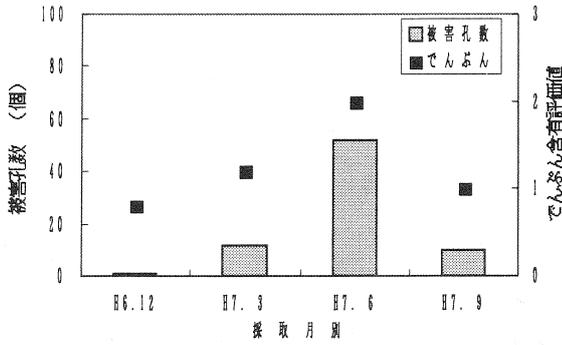


Fig.3 採取月別虫害状況 (青竹)

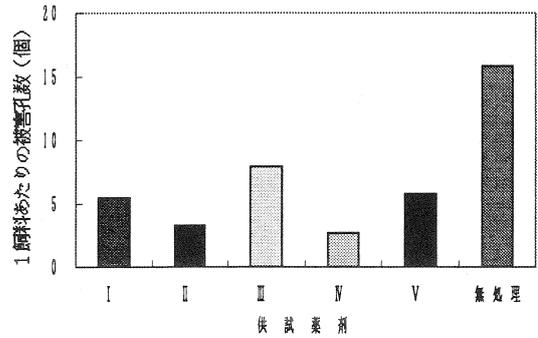


Fig.5 薬剤の防虫効果

3.2 県産竹材の強度

採取地別竹材強度の状況を、Table 4に示す。その結果、他採取地に比べA採取地の竹材において、曲げ強さ、曲げ弾性係数が若干低い値を示したものの、今回調査した竹材強度の平均値のみを見た場合、昭和39年に神奈川県で調査された竹材強度値¹¹⁾に比べ若干高い値を示した。竹材強度は密度に影響するものと考えられ¹²⁾、密度の高い竹材においては高い強度値を示した。

竹材の生育年齢別竹材強度の状況を、Fig.1及びFig.2に示す。今回の試験では、採取後3カ月目に行ったが、強度値のバラツキはあるものの曲げ強さ及び割裂抵抗値ともに生育年齢別の差異はあまり認められなかった。一般的に、生育年齢が高いほど材質が硬くなる傾向を示すというモウソウチクにおける報告¹²⁾もあり、今後は経時変化の把握とともにさらに試験を継続していく予定である。

3.3 竹材の害虫被害抑制

採取月別の虫害による被害状況を、Fig.3に示す。竹科におけるでんぷん含有は、平成7年6月に採取した竹材に多く蓄積されており、地下茎の活動と光合成による活発な竹材生長がうかがえた。竹材害虫による被害については、でんぷん含有の多い竹材に多く食害する傾向を示し、でんぷん含有の少ない竹材については被害が少なかった。竹材を利用する際には、もっとも簡易な虫害対

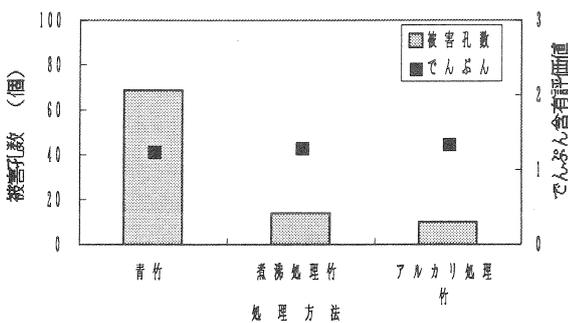


Fig.4 処理竹材の虫害状況

策として、竹材の採取時期を考慮することが必要である。

竹材に煮沸処理及びアルカリ処理を施したときの虫害による被害状況を、Fig.4に示す。でんぷん含有の状況は、各処理ごとに差異はなく、でんぷん含有の減少は図れなかったものの、煮沸処理及びアルカリ処理を施すことによって食害をある程度抑えることが確認された。害虫による竹材の食害は、遊離糖分を栄養源としているとの報告¹³⁾があるが、煮沸処理やアルカリ処理することによって、害虫の栄養源となる成分が除去されたためではないかと思われる。

3.4 薬剤の防虫効力評価

Fig.5に、そば粉で作製した人工飼料に薬剤を混入した飼料の虫害状況を示す。その結果、薬剤処理を施さない飼料には多くの食害孔が生じていたのに対し、薬剤処理を施した飼料には少なく、薬剤処理することによって食害をある程度防ぐことが確認された。

今回供試した薬剤のうち、薬剤I、薬剤II、薬剤III、薬剤IVは、接触毒剤¹⁴⁾と呼ばれ、害虫がえさに接触することによって神経を麻痺させ死にいたらせる効果を有し、また薬剤Vは、消化中毒剤¹⁴⁾と呼ばれ、害虫がえさを食害することによって消化中毒を起こさせ死にいたらせる効果を有している。

今回の試験では、食害による被害孔を完全に阻止することができなかったが、飼料内部において殺虫されているものと思われ、その効果については今後評価していく予定である。

4. まとめ

竹資源の利用拡大、竹材や竹製品等の信頼性を高めることを目的に、県産マダケの材質調査と害虫被害抑制試験、防虫薬剤評価試験等を実施してきたが、以下の点が確認できた。

①竹材の形状について、竹稈長さ及び節の数は今回採取した4採取地ともに、ほぼ同様の値を示した。

②竹稈長さに対する枝下長さの比（枝下長さ率）は、4採取地ともに約50%前後を占め、竹稈の先細りがゆるやかであることが確認された。特にB採取地は62%と非常に高い値を示した。

③4採取地ともに枝下長さ率が高く、節のどっぴり度が低いことから、県産マダケは竹工芸品等の材料として適しているものと推測される。

④竹材強度について他の竹材生産地と比較してみると、県産マダケは同等以上の値を示した。

⑤青竹のなかで虫害におかされやすい竹材は、でんぷん含有の高い6月採取竹材であった。

⑥竹材を煮沸処理やアルカリ処理することによって、虫害をある程度抑制できた。

⑦薬剤を混入した人工飼料を害虫に食害させた結果、食害による被害孔を完全に阻止することはできなかったものの、無処理飼料に比べ虫害をある程度削減できた。

本研究は、平成6年度より実施してきたが、材質調査における竹材強度の経時変化の把握や他の竹材生産地との比較、防虫薬剤試験における殺虫効果や薬剤濃度別防虫効果等の評価については、今後も継続して実施していく予定である。

竹材利用を促進していくために必要な防虫対策としては、効果的な防虫薬剤を竹材中により多く注入含浸する必要がある、薬剤の注入処理技術の確立もあわせて検討していく予定である。

最後に、本研究を遂行するにあたり、竹材の採取を快諾された、江口定延、諫山洋介、阿南建之輔の各氏をはじめ、竹材の調達に際し協力を賜りました、別府市役所農林水産課、安岐町役場産業課、大分県林業振興課しいたけ特林係、別杵速見地方振興局林業水産課、東国東地方振興局、日田地方振興局、竹田直入地方振興局の各林業課の皆様にお礼申し上げます。

また、防虫薬剤評価試験に際し、快く薬剤を提供していただきました、株式会社児玉商会、株式会社サイエンス、株式会社コシイプレザービング、富士アルマックス株式会社、大日本木材防腐株式会社の皆様にもお礼申し上げます。

さらに、本研究全般にわたり、多大なるご指導、ご助言を賜りました、農林水産省森林総合研究所、木材化工部、防腐研究室長、鈴木憲太郎氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 全国竹の大会実行委員会：第36回全国竹の大会要旨集，（1995），資料編p4-5.
- 2) 全国竹の大会実行委員会：第31回全国竹の大会要旨

集，（1990），資料編p4-5.

- 3) 古曳博也，阿部 優，小谷公人，寒竹慎一：大分県産業科学技術センター平成6年度研究報告書，（1995），p47-52.
- 4) 佐藤庄五郎：図説竹工芸，（1974），P27-29，共立出版㈱.
- 5) 保田近夫，綿貫 清，七宮 清：神奈川県内産竹材材質調査報告書，（1964），P7-8.
- 6) 衛藤武一，片山信夫，安東準之助，中原 恵：大分県別府産業工芸試験所昭和54年度技術開発研究費補助事業成果普及講習会用テキスト，（1980），P22.
- 7) 鈴木憲太郎，L.G.Kirton：家屋害虫，13，（1991），p59-65.
- 8) 野淵 輝：木材保存，18，（1992），p129-144.
- 9) 科学技術庁資源局：竹資源の活用と竹材の増産について，（1960），p41-42.
- 10) 佐藤庄五郎：図説竹工芸，（1974），P19-24，共立出版㈱.
- 11) 遠矢良太郎：日本産主要竹類の研究，（1987），p215-223，葦書房.
- 12) 保田近夫，綿貫 清，七宮 清：神奈川県内産竹材材質調査報告書，（1964），P10-12.
- 13) 森田慎一：BAMBOO JOURNAL，3，（1985），P77-81.
- 14) 木材活用事典編集委員会：木材活用事典，（1994），P358-362，産業調査会.