

(7) 竹産地ブランド形成研究事業 竹材の物性研究(第1報)

別府産業工芸試験所 古 曳 博 也 阿 部 優
小 谷 公 人 寒 竹 愼 一

要 旨

県産竹材の材質調査を実施した結果、生長の長けている竹材については、含有でんぷん量が多い傾向を示した。強度については、含水率の低い竹材で、比較的高い値を示した。

また、竹材表面に発生するカビについて防カビ試験を実施した結果、薬剤処理によって抑制できることが認められた。

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、有用な木質資源として、注目を高めている。

その点、本県は、竹材が豊富にあり、特にマダケの生産量は、日本一を誇っている。そのマダケを利用して、各種の竹工芸品が生産されている。

一方、竹林では竹資源が利用されないままに放置されていたり、虫害やカビ、腐れなどの材質劣化が原因で、利用の拡大が阻害されていることも事実である。

このようなことから、竹材利用の促進と、竹材や竹製品の信頼性の向上を図る必要があり、本研究の初年度となる平成6年度は、県産竹材の材質について調査し、さらに竹材表面に発生するカビを抑制するための防カビ試験に取り組んだ。

2. 実験方法

2.1 供試竹材の調達

県産竹材の材質調査試験及び防カビ試験を実施するにあたって、平成6年6月、9月、12月に、県内4カ所(別府市、安岐町、日田市、竹田市)の竹林から、3～5年生で、胸高直径が6～7cmの竹(6～7寸竹)をそれぞれ5本ずつ採取した。採取場所は、表1及び図1のとおりである。竹材採取後は、室内に保管した。

2.2 竹材の材質調査試験

県産竹材の材質調査試験内容として、次の3項目について行った。

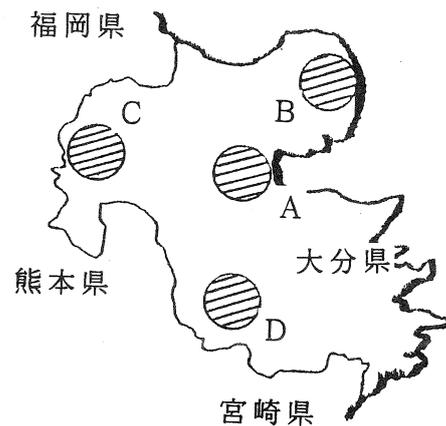


図1 竹材採取場所(略図)

表1 竹材採取場所

	住 所	方 位
A	別府市東山	南向き平面
B	安岐町明治諸田	東向き斜面
C	日田市財津町	南向き斜面
D	竹田市大字田井	北東向き斜面

①竹材の形状調査試験

②竹材の強度試験

③竹材の含有でんぷん試験

2.2.1 竹材の形状調査試験

竹材の形状を把握するために、竹材採取時に、樹高、節の数、枝下の長さ、節間長さを、また、含水率は約6時間後に測定した。

2.2.2 竹材の強度試験

竹材の強度特性を把握するために、曲げ試験、圧縮試験、割裂試験を実施した。各種試験は、竹材採取後1カ月、3カ月、6カ月目に行った。試験片は、図2の形状とし、地上から1.5~3mの部位の竹から作製した。強度測定は、万能試験機ML型（株森試験機製作所製）を用い、木材の試験方法（JIS Z 2101）に準じて行った。

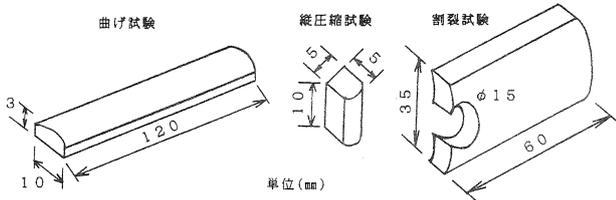


図2 強度試験用試料寸法

2.2.3 竹材の含有でんぷん試験

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を実施した。試験は、

表2 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	節部の一部に、紫色の呈色が認められる	
2	節部の全面に渡って、濃く紫色の呈色が認められる	

第6節、第18節、第30節（元口から数える）を使用し、図3に示すように作製した。竹材中のでんぷん成分は、採取後時間の経過とともに、 α -でんぷんから β -でんぷんに変化するといわれている¹⁾。ヨウ素溶液による呈色反応が、 α -でんぷんとの間で生じることから、試験片を煮沸し、でんぷんを全て α 化した。評価に使用した試薬は、蒸留水10mlにヨウ化カリウム2gとヨウ素1gを溶かし、さらに蒸留水を加えて200mlとなるように調合した²⁾。ガラス棒に試薬をつけて、試験片の節部に塗布した。なお、でんぷんの含有状況については、表2に示す評価基準に従って評価した。

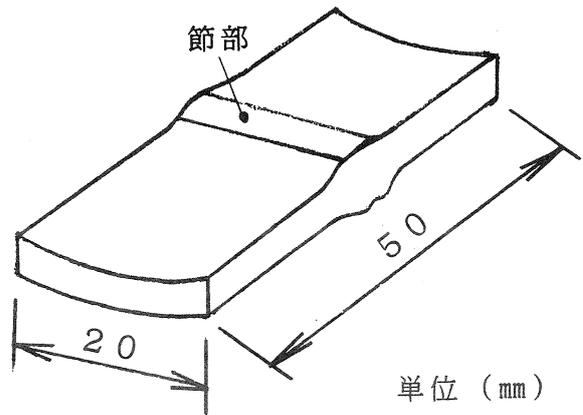


図3 含有でんぷん試験用試料寸法

2.3 竹材表面に発生するカビの抑制試験

竹材表面に発生するカビを抑制するために、薬剤使用による防カビ試験を実施した。防カビ効力試験については、社団法人日本木材保存協会規格の規定³⁾に準じて行った。この方法は、竹材にカビの孢子懸濁液を撒布して一定日数後にその発育状況を観察する方法である。

試験片は、節間部を輪切りにし、さらに幅20mm、長さ（繊維方向）50mm、厚さは肉厚のままの試験片を作製した。

薬剤は、木材用防かび薬剤として市販されている2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、および推奨濃度の1/5倍に調整し、3分間浸漬を行った。供試薬剤の性状等は、表3に示す。なお、比較試験として、薬剤処理しない無処理試験体（乾燥させた試験体及び水中に浸漬させた試験体の2種）も供試した。

表3 供試薬剤の性状

薬剤記号	外 観	有 効 成 分
薬剤Ⅰ	淡褐色液体	ベンゾチアゾール系+チオシアネート系
薬剤Ⅱ	白色懸濁液体	有機チソイオウ系+有機ヨウ素系殺菌剤

一般に竹材表面に発生するカビとしては、アオカビ属、コウジカビ属、ケカビ属、クモノスカビ属などが確認されている⁴⁾。今回の実験で使用した菌は、

A1 : *Aspergillus niger* (クロコウジカビ)

A2 : *Penicillium funiculosum* (ペニシリウム、アオカビの仲間)

A3 : *Rhizopus javanicus* (クモノスカビ)

の3種とした。

あらかじめ、十分に菌を繁殖させたペトリ皿に、同一処理の竹材試験体を2個を内皮面を上に向け、お互いに接触しないように並べた。更に、孢子懸濁液約2mlをスポイトで取りだし、内皮面上にたらした後、ふたをした。試験体を設置したペトリ皿は、恒温恒湿室(28℃、75%)内に放置し、防カビ評価試験に供した。

各菌種および薬剤濃度ごとに試験体の菌糸の発育状況を観察し、表4に示す基準に従って評価値を求めた。観察日は、試験実施から7日後、13日後、28日後とした。

表4 菌糸発育状況の評価

評価値	菌糸の発育状況
0	試験体にカビの発育が全く認められない
1	試験体の側面のみにかビの発育が認められる
2	試験体の上面(内皮面)の面積の1/3以下にかビの発育が認められる
3	試験体の上面(内皮面)の面積の1/3以上にカビの発育が認められる

3 実験結果及び考察

3.1 県産竹材の形状

採取竹材の形状を表5に、竹材の部位ごとの節間長さ状況を図4に、また採取月別の竹材の含水率を図5に示す。

表5 採取竹材の素性

採取地	平均値		
	樹高 (m)	節数 (節)	枝下長さ (m)
別府	12.8	49	8.3
安岐	12.7	52	6.0
日田	12.7	50	7.1
竹田	12.5	50	6.6

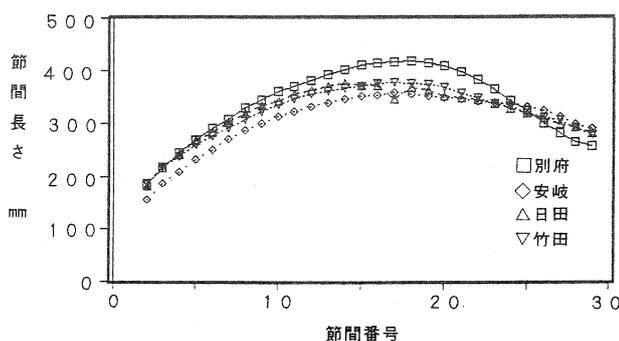


図4 採取竹材の節間長さ状況

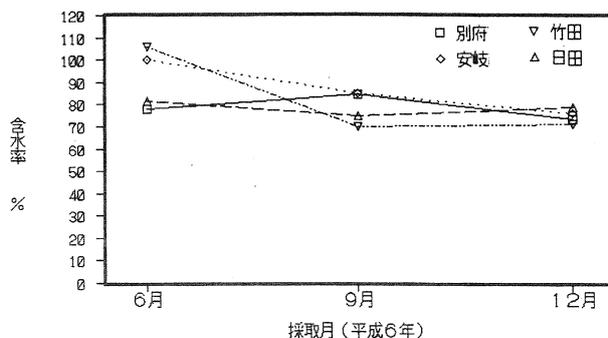


図5 採取竹材の含水率

す。樹高、節の数ともに4採取地ともにほとんど同様の値を示した。枝下長さについては、別府採取竹が他採取地に比べ若干長い傾向を示した。節間長さは、4採取地ともに同様な分布を示し、節間長さの最大値は、節間番号17付近(元口から17~18節の間)でピークとなることがわかった。若干、別府採取竹が長い傾向を示した。含水率は、6月採取竹において高い値を示し、竹材の活動が活発に行われていることがうかがえた。

竹材利用の観点からいえば、特に竹工芸品などは、節間長さの長い竹材が好まれる。節間が長いと一般に節の高さが低く、材料加工(竹材を割ったり、薄く剥いたりする作業)時に折れにくく、また製品の品質も期待できるためである⁵⁾。今回採取した竹材では、若干別府採取竹の生長が長けていることが認められた。原因については、生育地の環境や土壌等の栄養状況の差異などが考えられる。竹材の生長と環境や土壌との関係については、今後の研究課題としたい。

3.2 県産竹材の強度

平成6年6月に採取した竹材について、1カ月、3カ月、6カ月後に強度試験を実施したときの結果及び試験片の含水率を表6に示す。

表6 竹材強度の経時変化

産地	放置期間 (カ月)	曲げ強さ (kgf/cm ²)	縦圧縮強さ (kgf/cm ²)	割裂抵抗 (kgf/cm)	含水率 (%)
A	1	1743.2	655.1	56.4	21.0
	3	1885.2	762.8	54.6	12.5
	6	2201.7	874.4	55.3	8.5
B	1	1669.9	569.6	50.6	13.5
	3	2246.0	699.9	45.8	12.5
	6	1834.9	790.0	53.7	8.5
C	1	1737.9	619.8	53.4	19.5
	3	2004.4	737.7	55.2	11.0
	6	1922.9	802.9	52.7	8.0
D	1	1556.3	582.1	49.0	24.5
	3	1866.6	643.1	50.7	11.5
	6	1878.7	765.3	52.1	9.0

曲げ強さ及び圧縮強さについては、放置期間が長くなるほど、強度が増す傾向を示した。竹材の強度は、竹材の含有水分量に影響しているものと思われ、今回、高い強度値を示した竹材は、水分量が少ない傾向にあった。これは、水分が除去されることで、竹材細胞に収縮が生じ、繊維がより強固になるために、外力に対する抵抗値（強度）が増したためと思われる。このことは、割裂強さに比べ、圧縮強さにおいて顕著にあらわれたことから裏付けられる。

また、採取月別の強度試験結果及び試験片の含水率を表7に示す。その結果、9月及び12月採取竹において、若干高い強度値を示すことがわかった。含水率は、6月採取竹に比べ9月及び12月採取竹において低く、前述したとおり高い強度値を示したものと思われる。

表7 採取月別の竹材強度

産地	採取月 (月)	曲げ強さ (kgf/cm ²)	縦圧縮強さ (kgf/cm ²)	割裂抵抗 (kgf/cm)	含水率 (%)
A	6	1885.2	762.8	54.6	12.5
	9	2041.0	794.3	51.7	10.0
	12	2030.3	787.6	67.6	8.0
B	6	2246.0	699.9	45.8	12.5
	9	1979.5	766.4	50.8	10.0
	12	1977.3	805.9	58.7	7.5
C	6	2004.4	737.7	55.2	11.0
	9	2083.8	770.0	56.0	10.5
	12	1938.5	743.5	65.0	7.5
D	6	1866.6	643.1	50.7	11.5
	9	2081.0	859.0	52.8	10.0
	12	2250.7	816.5	59.2	7.5

3.3 県産竹材の含有でんぷん

今回、竹材中のでんぷんの含有状況を、ヨウ素溶液における呈色反応によって調べた。

図6に、採取月別の含有でんぷんの状況を、また図7に、竹材の部位別含有でんぷんの状況を示す。図6より、9月採取竹において比較的でんぷん含有が少ない状況にあることがわかった。でんぷんの蓄積は、竹材の生長等への貢献に大きく影響していると思われ、竹材の活動が一段落して、栄養分を使い果たした9月ごろに、でんぷんの蓄積が少なくなったものと考えられる。また図7より、末口ほど含有でんぷんが多く、元口は比較的に少ないことがわかった。これは、でんぷんの蓄積は、光合成によって行われる⁶⁾ことから、葉の多い末口部分にでんぷんが多く蓄積され、それが徐々に元口方向に向かって移動し蓄積されていることによるものと思われる。

採取地別の含有でんぷんについては、別府採取竹に多

く含まれる傾向にあった。竹材の形状調査より、別府採取竹で若干生長が長けているのが認められたが、でんぷんの含有量の多さがその要因の一つであると推測される。

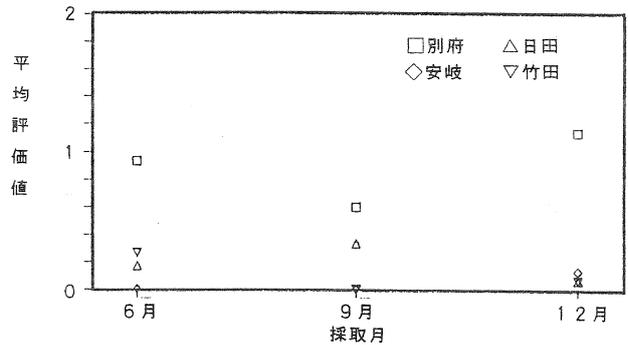


図6 採取月別含有でんぷん状況

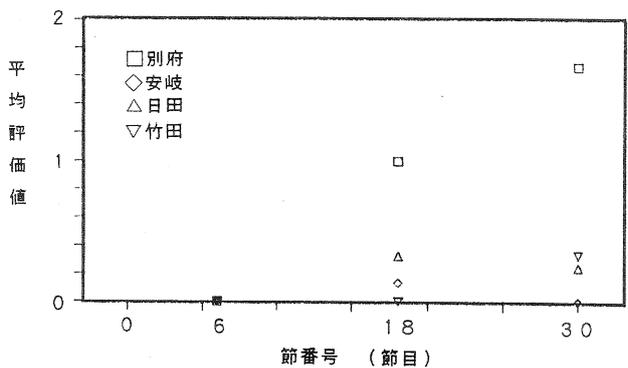


図7 竹材の部位別含有でんぷん状況

3.4 防カビ効力試験

3.4.1 使用薬剤濃度と薬剤成分付着率の関係

図8に、供試竹材を使用推奨濃度、推奨濃度の2倍、推奨濃度の1/5倍に調整した薬液中に3分間浸漬したときの、使用薬剤濃度と薬剤付着率との関係を示す。その結果、使用薬剤濃度が高いほど、竹材表面により多くの薬剤成分が付着することがわかった。また、使用薬剤濃度と薬剤付着率の間に、直線的関係が成り立つことがわかった。

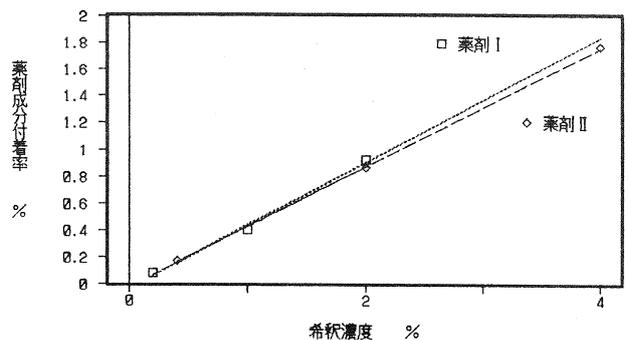


図8 薬剤濃度と薬剤付着率の関係

3.4.2 薬剤の防カビ効力評価

使用推奨濃度の薬剤で処理した供試材及び無処理材について、防カビ効力試験を実施したときの、被害状況の経時変化を図9に示す。無処理材については、7日後には試験体の側面及び内皮面の1/3以上にわたり菌糸の発育が認められた。無処理材の中でも、特に、水中に漬けた試料では、被害の進行が速く、また菌糸の発生も多かった。これは、試験体の含有水分量によるもので、水中に浸漬することで含水率が高くなり、よって菌糸の発育及び進行を早めたものと考えられる。薬剤処理材については、無処理材に比べカビの発生が抑制されており、薬剤処理することにより防カビ効力を有することが実証された。

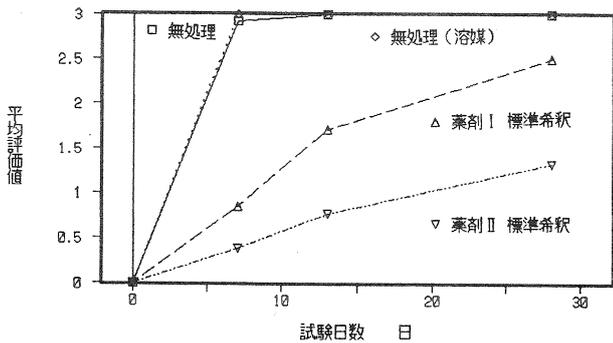


図9 菌糸による被害状況の経時変化

供試菌別における薬剤の防カビ効果について、試験28日後の被害状況を図10、写真1に示す。その結果、

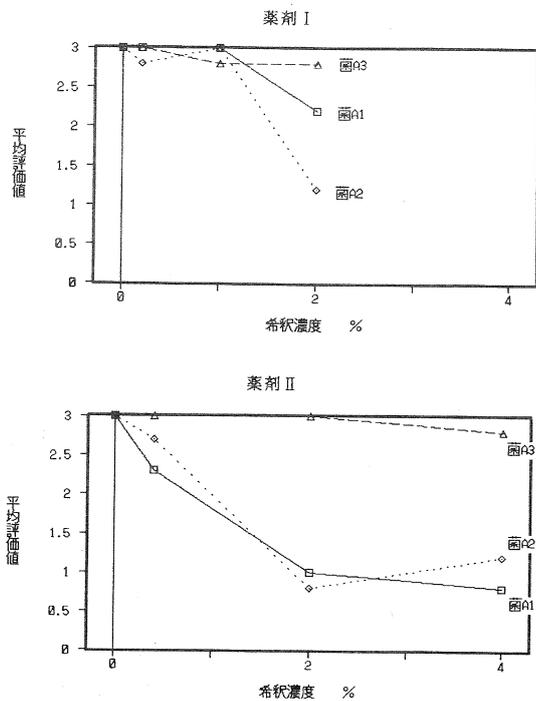
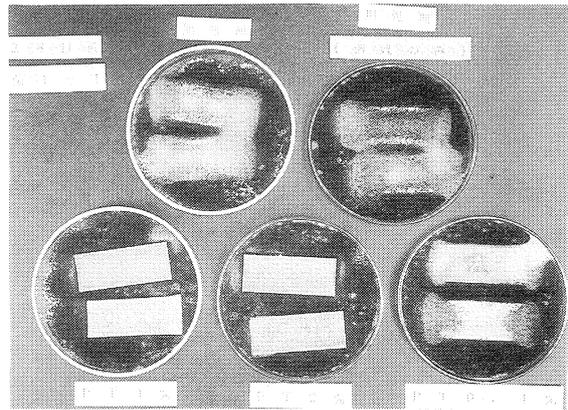
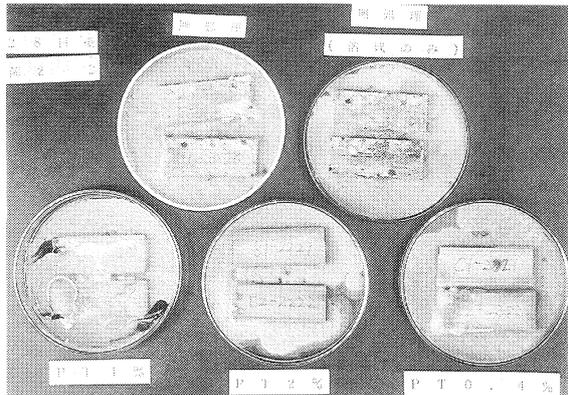


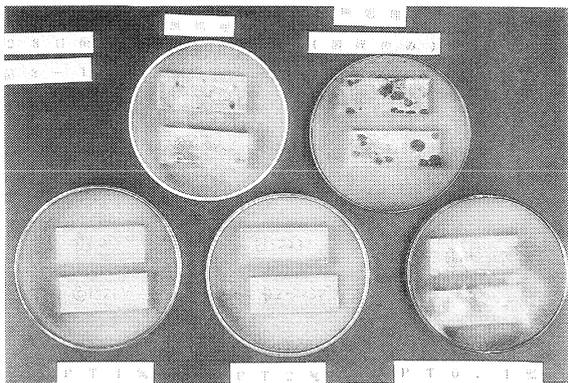
図10 供試菌別薬剤防カビ効果



菌A1：クロコウジカビ



菌A2：ペニシリウム



菌A3：クモノスカビ

写真1 供試菌別薬剤の防カビ効果

供試薬剤については、ベンゾチアゾール系+チオシアネート系薬剤(薬剤I)に比べ、有機チン素イオウ系+有機ヨウ素系薬剤(薬剤II)使用時に、高い防カビ効果を有することわかった。供試菌に対する抑制効果についても、薬剤II使用時において、クロコウジカビ(菌A1)及びペニシリウム(菌A2)については、菌糸の発育が抑制され、防カビ処理効果が認められた。

参考文献

- 1) 大分県別府産業工芸試験所編, 昭和53年度業務報告書, p3-17.
- 2) 大分県別府産業工芸試験所編, 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.
- 3) (社)日本木材保存協会編, “木材保存学入門”, p269-275.
- 4) 浜田 甫: 富士竹類植物園報告第4号, 1959, p50-54.
- 5) 佐藤庄五郎著, “図説竹工芸”, 共立出版(株), p19-24.
- 6) 青木尊重編, “日本産主要竹類の研究”, 葦書房, p333.

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、県産竹材の調達に際し、以下の機関の皆様にご多大なるご協力を賜りました、お礼申し上げます。

- ・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
- ・大分県別府速見地方振興局 林業水産課
- ・大分県東国東地方振興局 林業課
- ・大分県日田地方振興局 林業課
- ・大分県竹田直入地方振興局 林業課

また、防カビ効力試験に際し、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。