

竹材のフェノール樹脂処理とその防虫効果

二宮信治*・寒竹慎一*・北嶋俊郎*・中原 恵**

*竹工芸・訓練支援センター・**材料科学部

Phenol Resin Treatment of Bamboo and their Insect Resistance

Shinji NINOMIYA・shinichi KANTAKE・Toshiro KITAJIMA・Megumi NAKAHARA*

Oita Prefectural Bamboo Craft and Training Support Center・Materials Science and Technology Division

要旨

劣化防止を目的に、竹材に新しいフェノール樹脂注入処理を試みた。伐採直後の竹に樹脂を吸上げさせる蒸散法では、竹のほぼ全体に樹脂が注入されたことが確認された。末口を減圧にして元口から導管内に樹脂を吸上げる小口吸引法では、最も根元近くの部位が他の部位に比べ注入されにくかった。二つの方法には放射方向の樹脂分布に違いが見られ、蒸散法では外皮側に、小口吸引法では内皮側により多く注入されていた。樹脂注入処理後硬化処理を行なった竹材に対してチビタケナガシクイムシの食害試験を行なった。蒸散法では注入樹脂濃度10%以上では完全に食害を防止することが出来た。小口吸引法でも高い効果が認められたが、さらなる検討が必要である。

1. はじめに

フェノール樹脂注入処理は木材の材質改善方法としてよく知られており、処理した木材は耐候性や防腐・防蟻性の向上が顕著である^{1) 2)}。さらに近年、未反応フェノールが少なくかつ重合体の少ない低分子量フェノール樹脂や、それを用いたフェノール処理木材が商業生産されるようになっており、屋外用材分野への利用拡大が進められている³⁾。

さて、竹材は木材以上に屋外使用における気象劣化や生物劣化が激しく、そのことが屋外における付加価値の高い竹材の利用を阻んできている。そのためそれらの劣化を防止して耐久性を向上させ、竹材の需要の増加や付加価値の高い用途拡大に結び付けられる技術が待ち望まれている。

そこで本研究では、低分子量フェノール樹脂を用いて簡便な竹材への処理方法を検討し、処理竹材の防虫試験を行なったところ良好な結果が得られたので報告する。

2. 実験方法

2.1 フェノール樹脂

フェノール樹脂は九州木材工業株式会社よりご提供いただいた。その樹脂組成を表1に示す。

2.2 蒸散法樹脂注入処理

蒸散法とは、伐採直後の竹が持つ水を吸上げ蒸散させる力を利用して、水の代わりに樹脂を吸上げさせる方法である。その概略を図1に示す。

今回使用したのは6月に伐採した大分県産のマダケで元口外径40~50mm、高さ約10mである。濃度調整した樹脂をペットボトルに入れ、葉をつけたままの伐採直後の竹の切り口に接続して竹林内に放置した。10~12日間放置して樹脂液を吸収させた後1m間隔で切断して回収して一部を切り取り、切断面を塩化第二鉄水溶液により呈色して樹脂の分布を観察した。残りの竹材は丸竹のまま

表1 フェノール樹脂組成

2-HMP	10.7%
4-HMP	10.7%
2,4-DHMP	23.4%
2,6-DHMP	4.3%
2,4,6-THMP	28.0%
縮合物	10.4%
未反応フェノール	12.6%

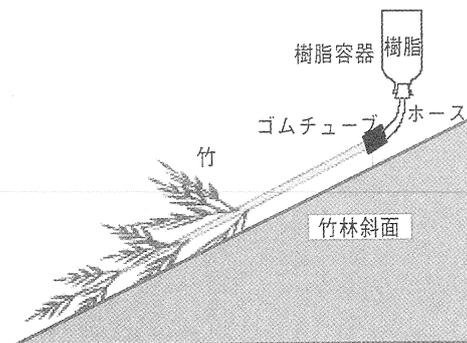


図1 蒸散法樹脂注入処理の模式図

乾燥し140℃で樹脂を硬化した後、切りとって試験片に加工した。

2.3 小口吸引法樹脂注入処理

小口吸引法は平成3年度に当センターで開発された竹材の乾燥および薬剤、樹脂注入法である⁴⁾。その実験風景を図2に示す。

使用した竹は6月に伐採した元口外径52~58mmの大分県産マダケである。伐採後2週間竹林に放置し、元口から6mのところまで長さ1m間隔で切断して回収した。表皮を水洗した後、元口末口の外径、肉厚、全長を測定して部位ごとの体積を求めた。

節を抜かずに末口にジグを取り付け、その内部を減圧にすることで元口から樹脂をストロー式に吸引した。樹脂注入による重量増と体積から樹脂注入量を算出した。

処理した竹は乾燥し、140℃で樹脂を硬化した後、切り取って試験片に加工した。

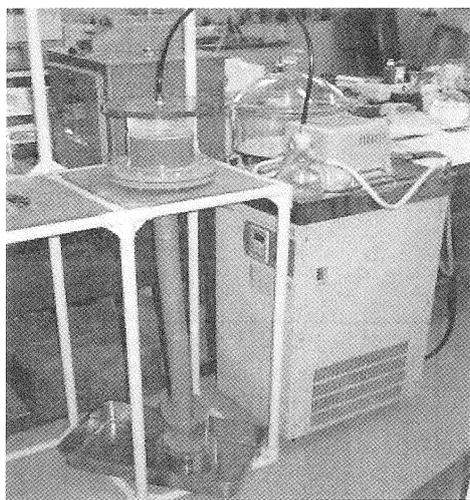


図2 小口吸引法

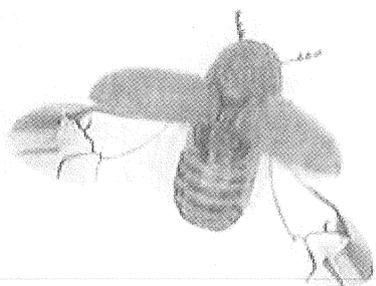


図3 チビタケナガシクイムシ

2.4 食害試験

食害試験は、本県特産のマダケに特に大きな被害を与えているチビタケナガシクイムシ (*Dinoderus minutus* Fabricius: 図3) を供試して選択食害試験および強制食害試験を行なった。供試虫の飼育・増殖および試験方法は既報⁵⁾のとおりである。

供試竹材は最もデンプンの蓄積が多く食害を受けやすいとされている6月に伐採したものであるが、比較的デンプン量が少なくコントロールと処理材の間に明確な差が現れないおそれがあった。そのため、食害を受けやすい節間部に比べデンプンの蓄積が多い節部を用い、隔壁を残した状態で試験片を作成した。試験片数は選択試験では各2個、強制試験では各3個である。

3. 結果及び考察

3.1 蒸散法樹脂注入処理

(注入量)

蒸散法で注入された樹脂の量を図4、図5に示す。6月上旬の10日~12日の処理により樹脂濃度2.5%で2000ml、10%で3300ml、20%で2400mlが1本の竹に注入された。

樹脂はより低濃度の方が注入されやすいと思われるが、最も低濃度の2.5%の注入量が最も低くなった。これは処理中の環境が大きく影響しているようであった。2.5%では伐採し横たえた処理竹に直射日光が当たったため3日目には葉がしおれてしまい、その後の日間吸収量が大きく低下した。

(呈色反応)

回収した竹から、呈色試験用に長さ1cmのサンプルを1m間隔で切り出した。その小口に塩化第二鉄溶液を塗布し、フェノール性水酸基との反応により発生する青色を観察した。

その結果、元口および元口から8mの最先端部までの全てのサンプルで青色の発色が確認された。さらに枝部分にも発色が認められ、フェノール樹脂が処理竹の全体に注入されたことが確認された。

また一部のサンプルでは、小口の内皮側に比べ表皮側により強い発色が認められ、処理竹材の表皮側と内皮側で樹脂濃度に違いが生じている可能性が示唆された。

(食害試験)

食害試験結果を図6、7に示す。

選択食害試験では、コントロールに比べ全ての樹脂濃度で被害が低下しており、10%、20%樹脂処理では全く被害が認められなかった。しかし、2.5%樹脂処理ではある程度の食害が発生した。

選択食害試験終了後の試験片を図8に示す。2.5%樹脂処理ではデンプンが多く含まれる節および隔壁を中心に

食害を受けていることがわかる。

強制食害試験でもほぼ同様の結果が得られ10%、20%樹脂処理ではわずかにかじられたあとが認められたのみであった。しかし、2.5%樹脂処理ではかなりの食害が認められ、コントロールとの差も小さかった。このことは、置かれた環境や条件によっては、2.5%樹脂処理では防虫効果が十分でないことを示している。

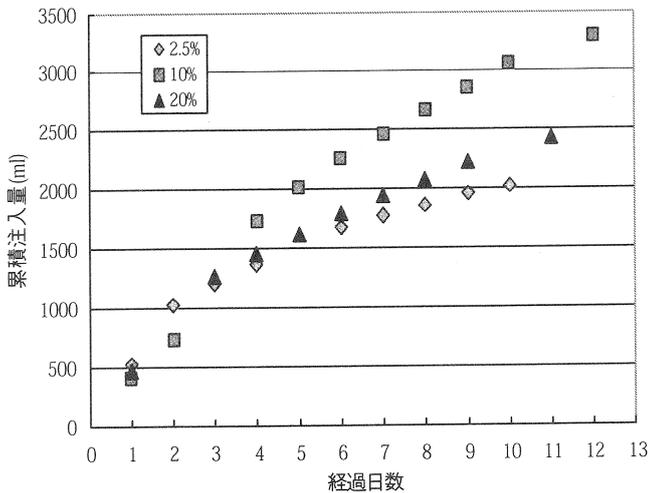


図4 蒸散法による樹脂注入量（累計）

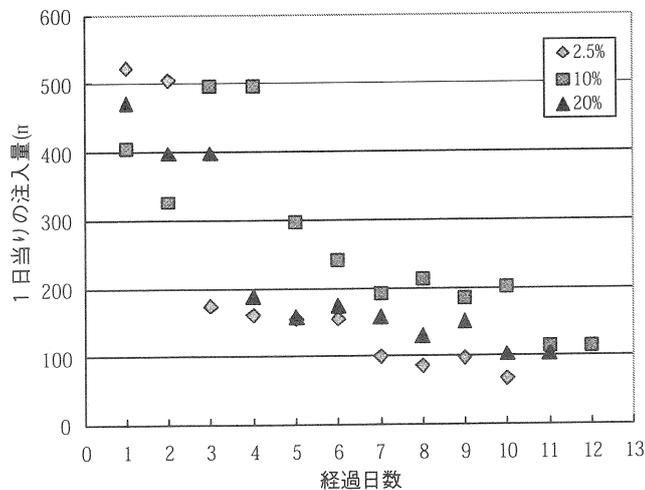


図5 蒸散法による樹脂注入法（日間）

3.2 小口吸引法樹脂注入処理 （注入量）

1本の竹を元口から1m間隔で6mまで切断した6本の丸竹（地上高の低い方からNo.1～6とする）を各3回、小口吸引法で固形分濃度20%樹脂を注入した。1回目は回収後24時間以内で吸引時間120分、2回目はその8日後で吸引時間60分、3回目はその11日後で吸引時間60分で、1回ごとに

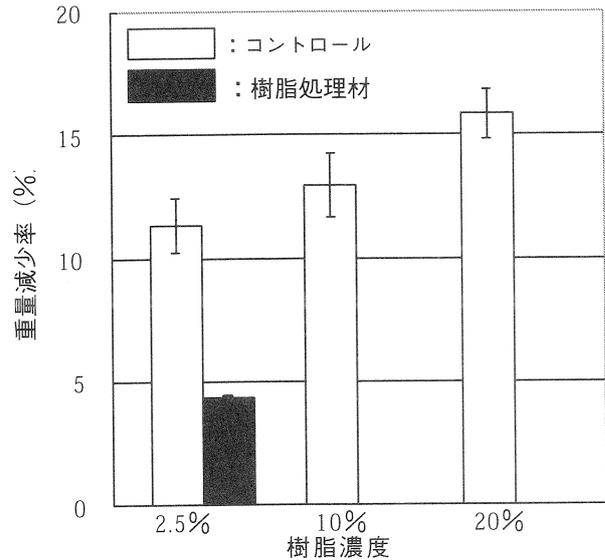


図6 蒸散法樹脂処理材の選択食害試験結果

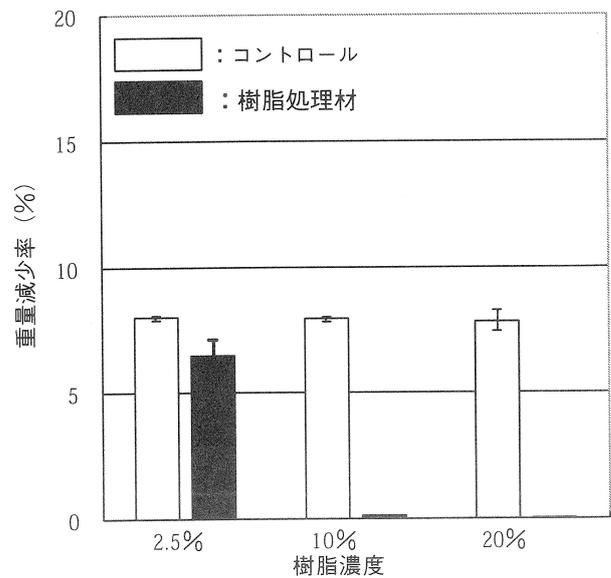
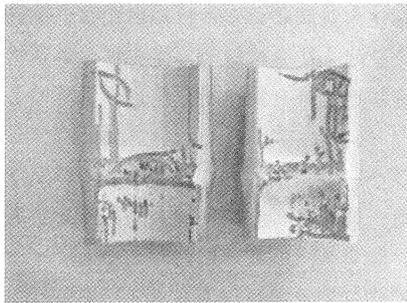


図7 蒸散法樹脂処理材の強制食害試験結果

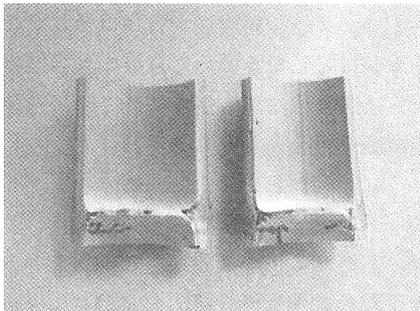
樹脂注入量を測定した。その結果を図9に示す。

注入を繰り返すごとに、全ての部位で樹脂注入量が増加した。特にNo.4、No.6は1回目より2回目の注入量の方が多く、No.2、No.3、No.5も1回目と2回目の注入量がほぼ同じであった。2回目の吸引時間は1回目の半分であるにもかかわらず1回目と同等以上の樹脂が注入されたのは、1回目が回収後24時間以内という高含水率状態であったため注入されにくかったことが考えられる。

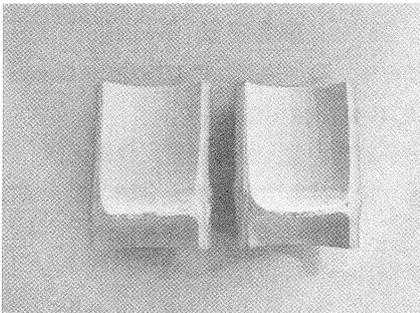
それでも最もよく注入されたNo.6では樹脂固形分で24.3kg/m³が注入された。現在実用化されているフェノール樹脂処理木材の基準25kg/m³にはわずかに及ばないが、



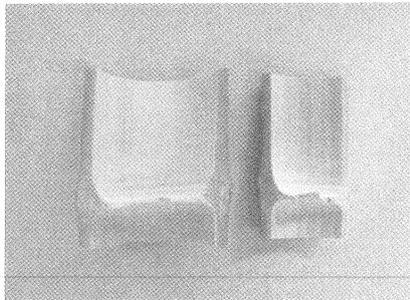
コントロール



2.5%樹脂処理サンプル



10%樹脂処理サンプル



20%樹脂処理サンプル

図8 選択食害試験終了後の蒸散法樹脂処理サンプル

上記含水率など条件を検討することで、注入量をさらに向上させることは可能であると思われる。

ただしNo.1のみは2回目、3回目の吸引で樹脂はほとんど注入されなかった。また1回目の注入量も他の部位に比べ少ない。そのため全注入量で比較すると、最も根本に近いNo.1が注入量が最も少なく、先端に行くに従って注入量が増加している。

小口吸引法で樹脂を注入した場合、処理直後には樹脂は竹材内部の水の通り道である導管内にのみ注入されていると思われる。その導管を含む維管束は表皮側になるに従い小さく密に分布し、内皮側に近づくにつれて大きくかつまばらに分布している⁶⁾。また塩化第二鉄溶液による呈色反応の結果、小口吸引法では蒸散法と異なり、内皮側により強い発色が観察された。

このことより、樹脂は内皮側の大きな導管には容易に注入され、表皮側の小さな導管には注入され難いことが考えられ、大きな導管の分布が樹脂注入量の違いに対応していることが推定される。

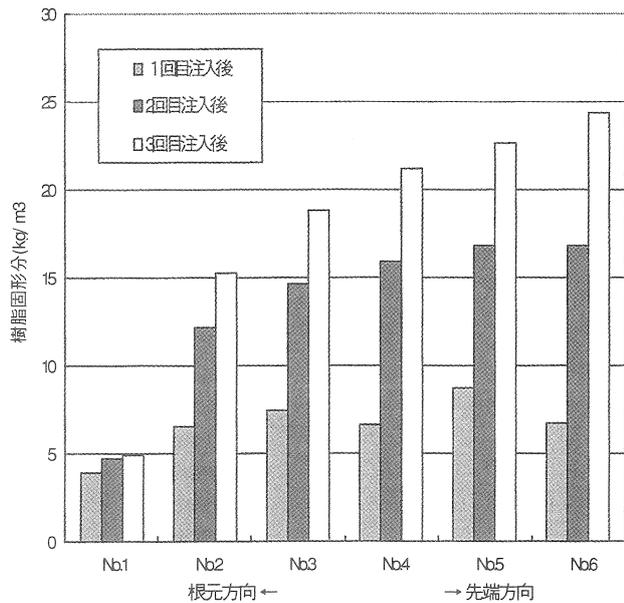


図9 小口吸引法による樹脂注入量

(食害試験)

小口吸引法樹脂注入処理竹材の食害試験結果を図10、図11に示す。選択試験、強制試験ともに全ての樹脂濃度でコントロールに比べ大きく被害が低下している。

蒸散法(樹脂濃度10、20%)では重量減少率はほぼゼロで食害の痕跡も認められなかったが、今回はわずかなが重量の減少が見られた。試験終了後の試験片を観察すると、樹脂処理材では隔壁に数個の穿孔があるのみでそ

れらも内部まで食い進まれた形跡はなくきわめて軽微なレベルにとどまっている。この程度の食害は強度的にも美観的にも問題となるものではなく、十分な防虫効果といえる。

しかし、コントロールの重量減少率を見るとこの供試竹の食害の受け易さは中程度と思われる。きわめて食害を受けやすい状態の竹を用いても同様の結果が得られることを確認する必要がある。

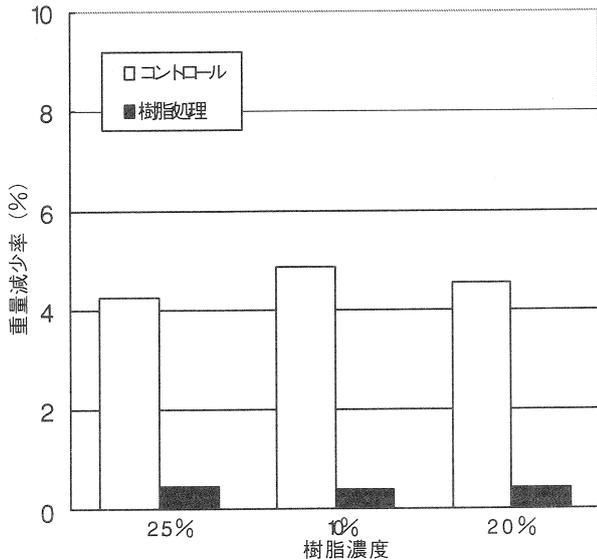


図10 小口吸引法処理材の選択食害試験結果

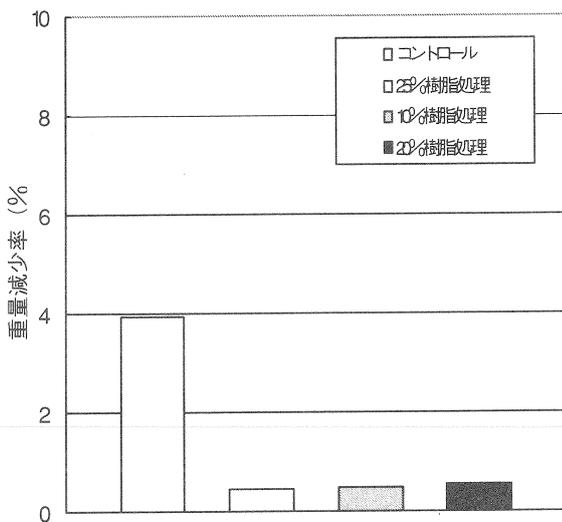


図11 小口吸引法処理材の強制食害試験結果

4. まとめ

フェノール樹脂注入処理による竹材の劣化防止を目的に、竹材への新たな注入法を検討し、得られた処理竹材を用いてその虫害防止効果を調べた。結果は以下のとおりであった。

- ① 蒸散法および小口吸引法ともに竹材中への樹脂注入が可能である。両方法とも簡便で大型装置を必要としないため、低コスト処理が可能である。
- ② 両方法とも樹脂は均一には注入されず、蒸散法は表皮側の濃度が高かった。小口吸引法は内皮側に多く注入され、また最も根本に近い部位は他の部位に比べ注入されにくかった。
- ③ 蒸散法によるフェノール樹脂注入竹材はチビタケナガシクイムシに対してきわめて良好な食害防止効果を示した。小口吸引法については、さらに過酷な条件での追試験を行なう予定である。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり多大なご指導、ご助言を賜りました九州大学大学院の森田光博教授、およびフェノール樹脂をご提供いただいた九州木材工業（株）に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 柳在潤, 高橋旨象, 今村祐嗣, 佐藤隆史: Mokuzaï Gakkaishi, 37,(1991) 852-858.
- 2) 内倉清隆, 鹿子島真由美, 黒鳥四朗, 森田光博, 樋口光夫: 日本木材加工技術協会年次大会講演要旨集(1999), 14
- 3) 九州木材工業株式会社ホームページ
- 4) 中原恵, 小谷公人, 古曳博也: 平成3年度大分県別府産業工芸試験所業務報告,(1991)6-10.
- 5) 二宮信治, 小谷公人: 木材保存, 28(2002),135-143
- 6) 青木尊重: 日本産主要竹類の研究,(1987)30.