

## アセチル化処理した竹材のチビタケナガシクイムシ食害試験

二宮 信治

竹工芸・訓練支援センター

### Feeding tests by *Dinoderus minutus* Fabricius on Acetylated Bamboo

Shinji NINOMIYA

Oita Prefectural Bamboo Craft and Training Support Center

#### 要旨

竹材の生物劣化防止を目的に、異なる季節に伐採したマダケをアセチル化処理した。そしてその防虫効果を見るため、チビタケナガシクイムシの食害試験を行なった。11月に伐採したマダケにはデンプンは含まれておらず、アセチル化処理の有無にかかわらずムシによる食害はほとんど認められなかった。気相および液相のアセチル化で処理時間や処理温度を変えることにより重量増加率(WPG)の異なるアセチル化竹材が得られた。そのアセチル化竹材に対する食害試験の結果、アセチル化による重量増加率の上昇に伴ない防虫効果も向上し、重量増加率10%以上で実用上十分な防虫効果が得られた。

#### 1. はじめに

竹は古来より日本人にとって最も身近な材料の一つであり、これまでは主に日用品や工芸品あるいは建築、農水産業用資材などとして利用されてきた。一方近年では枯渇が危惧される木材資源の代替材料として利用する試みも盛んに行われており、竹のフローリングや柱<sup>1)</sup>、そのほかの建築構造物<sup>2)</sup>への利用などが研究されており、さらに安らぎを与える癒し系天然素材として、タイヤ・ホイールなどごく一部を除き大部分が竹製の車椅子<sup>3)</sup>も開発され市販されようとしている。

竹材をこのような用途に使用する際に最も懸念される事の一つが虫による食害である。竹が昆虫により食害を受けやすいことは良く知られているが、その原因は竹材内にデンプン<sup>4)</sup>や遊離糖<sup>5)</sup>が大量に蓄積されているためであると報告されている。それらはタケノコを成長させるための養分として蓄えられるため蓄積量の季節変動が大きく<sup>6)</sup>、そのため虫害対策として養分の蓄積量の少ない時期に竹を伐採することが従来より経験的に行われてきている。しかし、竹材を年間を通して伐採・使用できないことは、竹を広く利用していく上で大きな障害となっている。

現在最も確実な防虫対策としては防虫剤などの薬剤の使用があげられる。全国一のマダケ生産県である本県国東地方では、土壁の骨組み用小舞竹を出荷する際に減圧加圧装置による薬剤注入処理が行なわれており効果を上げている。

当センターでは竹材のアセチル化処理の研究を行っており、水による煮沸処理と気相アセチル化処理の組み合わせが竹材のカビ防止に効果的であること<sup>7)</sup>、および竹材にアセチル化処理を施すとチビタケナガシクイムシによる食害が低下すること<sup>8)</sup>を報告している。しかしその食害試験ではアセチル化条件は1種類で、その防虫効果は十分とは言えなかった。

そこで今回はアセチル化重量増加率の異なるサンプルを用いて食害試験を行ない、さらに元の竹材に含まれる養分量の影響を検討したので報告する。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 害虫の選択と飼育

わが国において竹材に重大な被害を与える昆虫は数種類が知られているが、木材を食害する代表的な昆虫であるシロアリの被害は竹材においては深刻なものとはされていない。そこで本研究では、特に本県特産のマダケ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;以下ムシと記す;図1)を実験対象とした。

ムシの飼育・増殖についてはいくつかの報告がなされている<sup>9,10,11)</sup>が、本研究ではソバ団子(水で練ったソバ粉を団子状にして紙で包み、60~70℃で乾燥・固化したものを)を飼料として、以下の手順により増殖させた。すなわち、ソバ団子をムシ飼育容器内に置くと卵が産み付けられる。1週間後に取り出してシャーレに置いた後に

一周り大きな容器内に入れ28℃, RH70%の恒温恒湿器中に置く。約2ヶ月後から成虫となったムシが団子から脱出を始める。そこで摂食意欲旺盛なムシを実験に供するため、シャーレから飛び出して24時間以内のムシのみを集めて実験に用いた。



図1 チビタケナガシクイムシ

## 2.2 供試竹材

竹材は5、6月と11月に伐採した大分県産のマダケ (*Phyllostachys bambusoides* Siebold et Zuccarin)を用いた。節間部を四つ割りした後切断し(約5.0×7.5cm×肉厚)、表皮表面に付着しているワックス分および汚れをアセトンで拭き取った後、65℃で48hr.乾燥させた。乾燥させたままのものを乾燥材、それを30分間煮沸して水溶性成分の一部を除去した物を煮沸材とした。デシケーター中に保管して実験に供した。

## 2.3 竹材中の養分

前述のとおり竹を食害する虫は竹材中のデンプンや遊離糖を養分として摂取するため、それら養分のより多い竹材を好んで食害するといわれている。そこで竹材中の養分量がアセチル化処理竹材の食害試験にどのような影響を与えるかを見るために、供試竹材中のデンプンおよび遊離糖を定量した。分析は既報の方法<sup>6)</sup>により行った。すなわち、遊離糖はサンプルを粉砕しエタノールで抽出した後再度水溶液とし、液体クロマトグラフィーで定量した。デンプンはエタノール抽出残さを用いて、過塩素酸抽出-加水分解した後液体クロマトグラフィーでブドウ糖を定量し0.9を乗じて求めた。

## 2.4 アセチル化処理

アセチル化は煮沸材に対して施した。無触媒、無水酢酸のみで気相および液相にて行なった。アセチル化による重量増加率と虫害防止効果の関連を見るため、処理時間あるいは処理温度を変えることにより重量増加率をコントロールした。

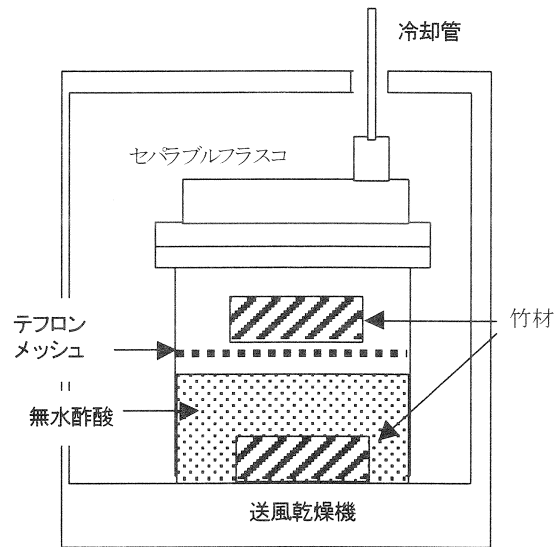


図2 アセチル化処理方法

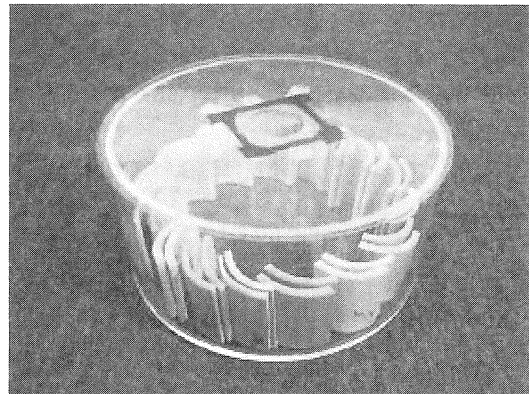


図3 選択食害試験風景

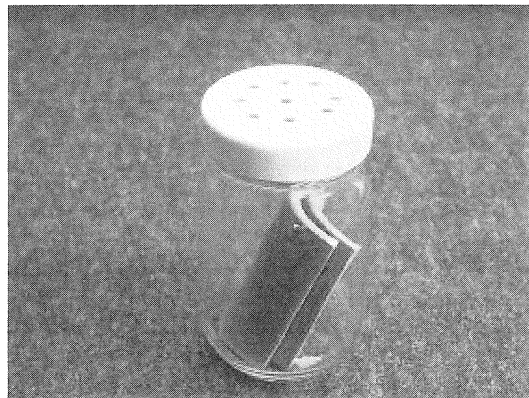


図4 強制食害試験風景

実験に用いた装置の概略を図2に示す。

竹材と無水酢酸を入れたセパラブルフラスコを送風乾燥機内で加熱してアセチル化処理を行なう。竹材を無水酢酸に沈めて行なえば液相法、無水酢酸に直接接しないようにテフロンメッシュ上に置いて処理すると無水酢酸蒸気と反応して気相法となる。

所定の時間処理した試料は、流温水(約50℃)中に72時間以上浸漬して残留試薬を除去した後、乾燥器中65℃で恒量になるまで乾燥して秤量しアセチル化による重量増加率(WPG)を求めた。

### 2.5 食害試験

選択食害試験は試験片(各処理4枚づつ)を直径30cmの円筒形ガラス容器円周上に配置した(図3)。ムシを試験片1個あたり20~24匹を容器の中心付近に投入した。

強制食害試験は試験片を各2枚ずつ別々の容量450mlのガラスビンに入れ(図4)、さらにムシを試験片1個あたり25~35匹投入した。両試験とも27℃、相対湿度70%の恒温恒湿器中で1カ月間経過後、食害による重量減少率を測定して防虫効果を評価した。

## 3. 結果及び考察

今回用いた竹材の養分分析結果を表1に示す。

マダケ中の養分量は5~6月に最大に、10~11月に最小になると言われている。

今回のサンプルでは、遊離糖は伐採時期では大きな違いは無く、ともに2.9~3.9%であった。

一方デンプンは5、6月が2~3%であったのに対し11月は測定下限以下(0.3%)で、季節による変化を明確に示していた。

11月と5月に伐採したマダケを用いた食害試験結果を図5~8に示す。

まず11月伐採竹材を用いた試験では、アセチル化条件に関わらず未処理のものも含めて選択試験、強制試験とも一部にかじられた程度の食害痕が見られたが、材内部を食い進むような被害は全く受けなかった(図9)。

表1 供試竹材中の養分分析結果

伐採月	遊離糖(%)	デンプン(%)
5月	2.9	2.6
6月	2.9	2.2
11月	3.9	0.3以下

一方5月の竹は、乾燥材では選択試験、強制試験とも大きな被害を受けている。筆者は、モウソウチクではムシの食害は柔らかく養分の多い内皮側に集中し、厚さ方向で外皮側半分はほとんど食害を受けないことを報告している<sup>12)</sup>。図10は内皮側を撮った写真であるが、内皮そのものもごく一部に残っているだけで、内皮側の部分がほぼ完全に食いつくされていることがわかる。

竹材の養分量およびその季節変化と虫による食害との関係はとの関係についてはいくつか報告されている。

衛藤ら<sup>4)</sup>はマダケ竹材中のデンプン量をヨードデンプン反応で視覚的に評価することにより、竹材に対するムシの加害性を判定できる、としている。

森田<sup>5)</sup>はモウソウチクとヒラタキクイムシを用いた実験で虫の食べカスと元の竹材を比較し糖分は減少したがデンプンは減少していなかったこと、および竹材からの成虫の脱出は糖以外の熱水抽出物との関連が示唆される

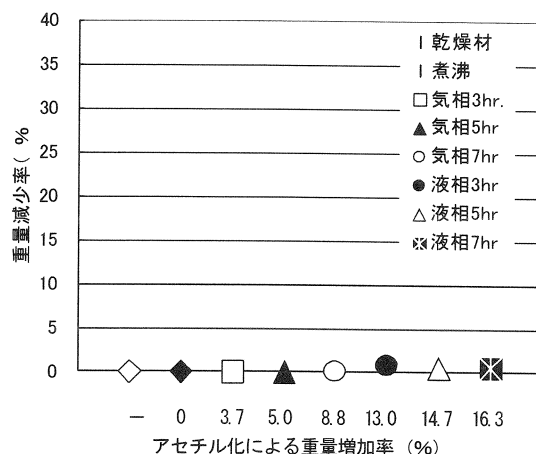


図5 11月伐採竹を用いた選択食害試験

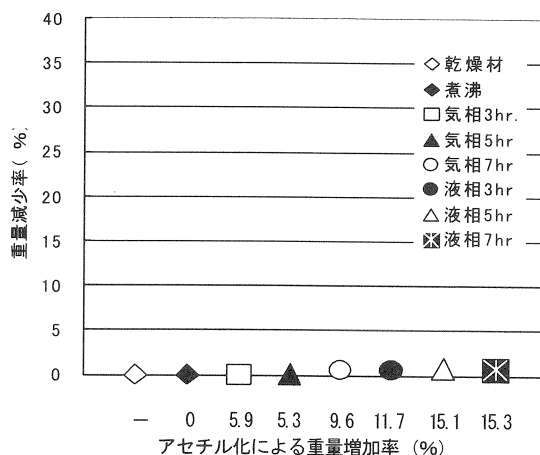


図6 11月伐採竹を用いた強制食害試験

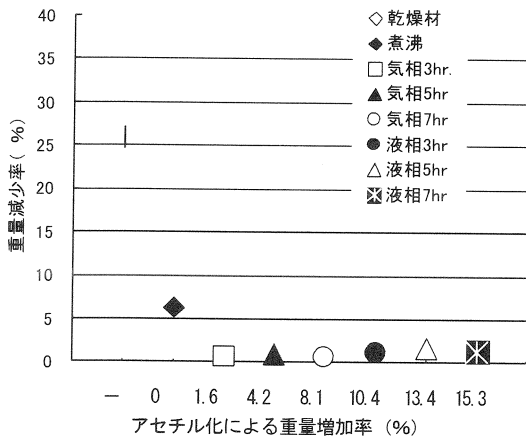


図7 5月伐採竹を用いた選択食害試験

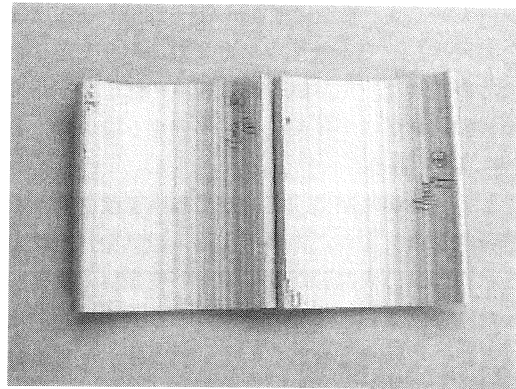


図9 選択試験終了後の11月伐採マダケ乾燥材

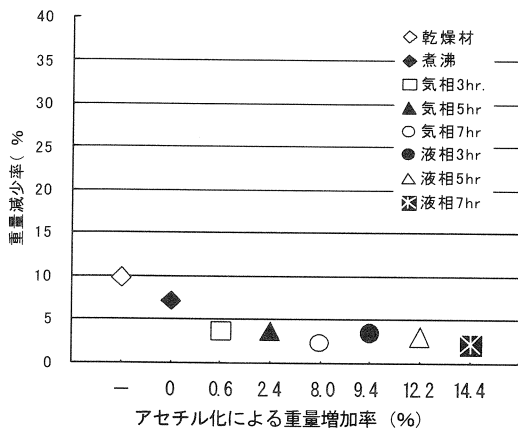


図8 5月伐採竹を用いた強制食害試験

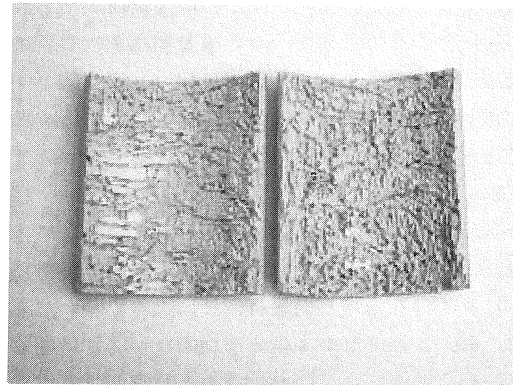


図10 選択試験終了後の5月伐採マダケ乾燥材

ことを指摘し、虫害の発生に対してはデンプンの存在はそれほど重要ではなく糖やそれ以外の熱水抽出物が関連している可能性が高い、としている。

今回の食害試験結果および供試竹材の養分分析結果は、少なくともマダケに対するチビタケナガシムシの食害に関しては、糖ではなくデンプンにより引き起こされていることが強く示唆された。

次に5月伐採竹材を用いた試験結果より、アセチル化処理の効果を見る。

選択食害試験では、煮沸するだけで乾燥材に比べ食害による重量減少率はほぼ1/5に減少しており、さらにそれをアセチル化することで被害は大きく低下した。しかし、アセチル化による重量増加率と食害による重量減少率との間には相関は認められなかった。

強制食害試験でも煮沸材は乾燥材より被害が小さくア

セチル化処理材の被害はさらに小さくなっているが、その効果は選択食害試験よりもかなり小さくなっている。これは、選択食害試験ではすべての試験片が同じ容器内にあるためムシの多くが食べにくいアセチル化処理材を避けて食べやすい乾燥材に集中できるのに対して、強制食害試験ではムシの食べ物が目の前の試験片しかない状態に置かれているため、アセチル化処理材でもやむを得ず食害したものと考えられる。

また強制食害試験では、アセチル化処理による重量増加率の増加に伴い食害による重量減少率が低下する傾向が見られた。

選択・食害両試験とも、アセチル化処理した試験片の被害が小さかったのは明らかであるが、アセチル化重量増加率と食害による重量減少率との間の明確な相関が、特に選択食害試験では認められないことから、アセチル化処理による防虫効果をこの実験からだけでは認めることは出来ない。

この実験では、処理温度は一定(120℃)として処理時間を変えてアセチル化重量増加率を変えている。そのためアセチル化試験片の食害が小さくなったのは、この実験結果だけから見ると、処理する際の熱によるものとも考えられる。

そこで、処理時間は一定にして処理温度を変えることで重量増加率を変えたアセチル化処理試験片を作った。さらに、ムシの大部分が食べやすい乾燥材に集中してしまった結果、重量増加率の違いによる食害の差が出にくくなったことが考えられるので、試験片から乾燥材を除いて同様の実験を行なうこととした。実験には6月伐採の竹を用いた。

その結果を図11~12に示す。

選択食害試験(図11)では、前回の実験に比べ煮沸材の被害が大きくなっている。さらに重量増加率が10%より小さいところで、アセチル化重量増加率と食害による重量減少率との間に前者の増加に伴い後者が低下するという明確な相関が認められた。しかし、重量増加率が10%を超えると重量減少率は1%程度となりそれ以上の低下は認められなかった。

今回は乾燥材が選択対象から除かれているため、前回乾燥材に集中した被害が分散され、その際煮沸材にはムシをひきつける魅力が乾燥材ほどは大きくないため、より多くのムシがアセチル化処理材のなかで比較的食べやすいものに向かったもので、そのため今回は重量増加率と食害の間に相関が出たと考えられる。

一方強制食害試験(図12)は、乾燥材のあるなしは試験結果に影響しないはずである。

今回、もっとも重量増加率の小さいアセチル化処理材(気相120℃処理)に食害がほとんど発生しておらず、この理由は不明である。しかしそれ以外は、前回(図8)とほぼ同様に重量増加率に伴い食害が低下する結果が得られた。

では、実用的な防虫効果を得るためにはどの程度の重量増加率が必要かを考える。本研究では選択食害試験、強制食害試験の二通りの試験を行なった。

選択食害試験では、条件のより厳しい乾燥材なしの状態でも重量増加率が10%を越えると食害は1%程度になっており、この程度の食害では深く食い進まれた穴は1ヶ所以下であった。被害の大部分はムシが自分の身体を隠すために掘ったと思われるごく浅い穴か、あるいはかじった痕だけであり、しかもそれらは前述の通り外側には全く付けられないため、竹材の強度的にもあるいは通常人目に触れやすい表皮側の美観的にもほとんど問題にならないものである。

強制食害試験では、もっとも重量増加率の大きい試験

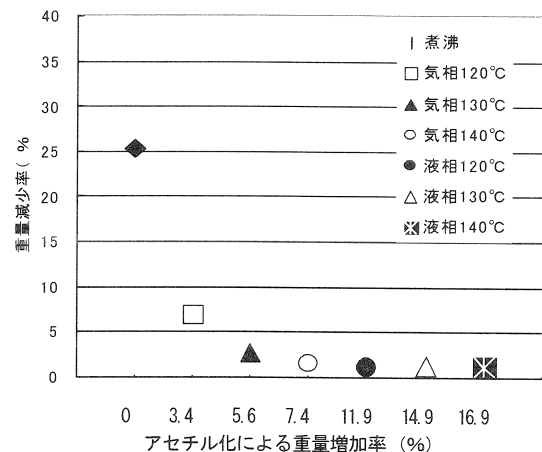


図11 6月伐採竹を用いた選択食害試験

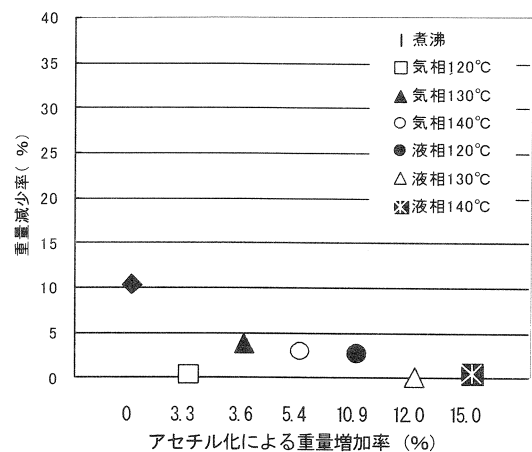


図12 6月伐採竹を用いた強制食害試験

片でも2%程度の食害を受けることもあった。これはかなり深くまで食い進まれた穴が2~3ヶ所ある程度の食害で、致命的な被害ではないが十分な防虫効果とは言いがたい。

強制試験は完全に閉ざされた狭い空間にムシと試験片のみが存在する条件で行なわれており、通常の竹製品の使用条件とは大きく異なる。ムシはその羽を利用して自由に飛翔することが出来るため、実際の環境は選択食害試験により近いものと考えられ、重量増加率10%が実用的な防虫効果を得る一つの目安となるものと考えられる。

#### 4. まとめ

伐採時期の異なる竹材を用いてアセチル化処理を行い、その虫害防止効果を調べた。得られた結果は以下のとおりであった。

- ① 伐採時期によって虫害の程度は大きく異なり、その違いは竹材中のデンプン量によるものである事が示唆された。
- ② アセチル化による重量増加率と食害防止効果には相関が見られ、竹材アセチル化処理のチビタケナガシムクイムシ食害防止効果が確認された。
- ③ 特殊な条件下を除き、一般的な使用条件下では重量増加率で10%以上のアセチル化処理を行えば実用上ほぼ十分な防虫効果が得られるものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 大内成司: Bamboo Voice,8(1999),14
- 2) 井上正文: 日本林学会九州支部研究論文集,53(2000),  
177
- 3) 小谷公人: 木材工業, 56(2001),17
- 4) 衛藤武一, 片山信夫, 安藤準之助, 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)
- 5) 森田慎一: BAMBOO JOURNAL,3(1985),77.
- 6) 二宮信治, 中原恵, 小谷公人, 古曳博也: BAMBOO JOURNAL,15(1998),48.
- 7) 二宮信治, 小谷公人, 古曳博也: 木材保存, 25(1999),  
13
- 8) 二宮信治, 小谷公人: 平成12年度大分県産業科学技術センター研究報告,(2000),133.
- 9) 衛藤武一: 木材保存, 22(1969),17
- 10) 山村光夫: 製品科学研究所報告, 59(1969)60
- 11) 鈴木憲太郎, L.G.Kirton: 家屋害虫, 13(1991),59
- 12) 二宮信治: 平成12年度大分県産業科学技術センター研究報告,(2001),125.