〈研究〉

萱葺き屋根材料の虫害と防虫処理

福田清春*・大塚 毅**・今泉勝吉**

Insect Damage of Kaya Roofing Materials and Their Control Method

Kiyoharu FUKUDA, Takeshi OTUKA and Shokichi IMAIZUMI

Summary

Ise Jingu consists of many shrines having a thatched roof with Japanese pampas grass (Kaya: *Miscanthus sinensis*) and is rebuilt at regular intervals of 20 years. The rebuilding needs an enormous quantity of Kaya, so Kaya must be stored for a long period. Sometimes, the severe damage by insect pests take place in Kaya during the storage.

We examined the damage of stored Kaya in Jingu. Two insects appeared from the stems of damaged Kaya. One was the dead body of *Anadastus praeustus*. Another was *Dinoderus minutus*, which appeared as an alive grub or adult. *D. minutus* ate the cortex and pith except epidermis of stem. The damage occurred at about 60cm in length from the cut end of stem. *D. minutus* is an important pest of bamboo and takes nutrients from the hot water extractive of bamboo as well known. Therefore, we analyzed the extractive contents of stored Kaya. There was no notable difference in the extractive contents between the damaged and undamaged Kaya in same storage house. From these results, it was expected to enlarge the damage by the insect. So, we treated Kaya for the prevent of damage with the fumigation and spray of pest control chemicals.

要 旨

20年毎に建て替えられる伊勢神宮は、萱葺き屋根を持つ多くの神社よりなる。建て替えに際して、莫大な量の萱が必要となり、萱は長期間貯蔵されている。この貯蔵の間に虫害が発生し、被害萱からツマグロヒメコメツキモドキとチビタケナガシクイムシの2種類の昆虫が出現した。前者は成虫の死骸として、後者は生きている幼虫および成虫として出現した。被害萱の茎では表皮を除く髄部と桿部が食害された。チビタケナガシクイムシは竹の熱水抽出物を栄養とすることで知られている。そこで萱の熱水抽出物含有量を調べてみた。しかし、同一萱小屋内に貯蔵されている被害萱と未被害萱間に熱水抽出物含有量の違いはなかった。この結果より、被害の拡大が予想されたので燻蒸と散布による防虫処理を行った。

1. 緒 言

萱は、屋根を葺く草の総称であるが、一般にはススキ (*Miscanthus sinensis* Anderss.) に対する用語である。我々は、伊勢神宮第61回式年遷宮に関連して、萱葺き屋

根に耐久性を付与する目的で一連の研究を行ってきた。萱は伊勢神宮専用の萱山で冬季に刈り取られ、屋根葺き時まで萱小屋に保管される。遷宮に際して使用される萱は、直径40~50 cmを一束とすると、およそ25,000束¹⁾ (現地では調査したところでは23,000束) にも達する。こ

* 東京農工大学農学部: Faculty of Agriculture, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology
3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu-shi, Tokyo 183.

** 工学院大学工学部: Faculty of Engineering, Kogakuin Univ.
1-24-2 Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160.

のように大量に使用するために、保管は10年以上の長期に及ぶものもある。この萱保管の間に虫害を受ける可能性があり、実際1989年8月下旬に一部の萱小屋中で虫害の発生が萱職人によって認められた。そこで虫害の原因となる昆虫の種類、萱食害の様子と特徴等を調査するとともに若干の実験を行ったので、ここに報告する。また、被害拡大を防止するために、防虫処理業者に委託して行った防虫処理についても報告する。

2. 材料と方法

2.1 萱小屋での被害調査と試料採取

伊勢神宮山田工作所内には数多くの萱保管並びに乾燥小屋がある。これらのうち、虫害の発生が認められた第6萱小屋を中心に調査を行った。調査は1989年9月19日に、主に1987年と1988年産の萱を対象として第1回目を行って以来、数回実施した。

調査に際して、被害を受けている萱や萱小屋内に生息する昆虫等を採取し、研究室に持ち帰った。

2.2 虫害の原因となる昆虫の種類

被害を受けている萱の茎内部より採取した昆虫について、実体顕微鏡を用いて観察を行い、種類を調べた。

2.3 被害を受けた萱の特徴

食害の進行状況を調べるために食害跡を実体顕微鏡で観察した。

次に、比較的軽微な被害萱の茎を虫糞除去後、サンプルミル(HEIKO TI-100)にて粉碎し、60メッシュ通過分を試料として熱水抽出物含有量²⁾の測定を行った。試料1gを100ml容の三角フラスコに入れ、蒸留水50mlを加え、還流冷却器をつけ3hr煮沸後、ろ過し、残さの乾燥重量を測定し、処理前後の重量差から熱水抽出物含有量を求めた。ここで軽微な被害萱を用いたのは、被害の進んだ萱ではほとんど表皮組織だけが残し、分析用の試料を得ることが出来ない故である。

2.4 刈り取り時期や刈り取る際の高さと熱水抽出物量の関係

東京農工大学農学部内の林産実習工場付近に繁殖するススキを材料に、刈り取り時期の違いと熱水抽出物含有量との関係を調べた。実験は1992年から1993年にかけて行い、葉、葉鞘、茎共に緑色が残る10～11月および完全に枯れた2月に刈り取りを行った。刈り取りに際しては、地表部より高さ約10cmで切断し、長さ50cm程度の茎を試料として前述のとおり分析した。

また、刈り取る際の高さと熱水抽出物含有量の関係を調

べるために、地際部で刈り取り、切り口より長さ10cm程度、および切り口より10～20cmを試料として同様な分析を行った。

2.5 防虫処理の実施

萱小屋内での被害拡大を防止するため、燻蒸処理を実施することとして、処理の実施をA,B2つの業者に依頼した。処理法は薫蒸と散布の2法である。薫蒸処理は、文化財虫害研究所で定めた『文化財害虫の燻蒸処理標準仕様書』に基づいてメチルプロマイドを用いて行った。処理の間のガス濃度の測定を行うと共に、処理効果の確認はコクヌストモドキ(*Tribolium castaneum* Herbst)の生死により行った。また、散布処理は武田薬品工業のキシラモンTR-Nを用いて行った。

3. 結果と考察

3.1 食害の原因昆虫について

虫害発生を山田工作所の萱職人が認めた経過を振りかえみると、だいたい以前より冬季に萱小屋内で萱の束の間から蟬より一回り小さい蛾が多数出現することに気付いていた。また、1989年8月になると、1986年産の萱束の髓部分が切り口より約60cmの長さで脱落し易くなっており、萱束の置いてある床には虫糞らしき粉末が飛散していることが認められた。この時点では先の蛾は見つからなかった。なお、虫害の発生は他の年度産の萱束でも一部に観察された。

以上の報告を受け、調査を開始した。まず、萱の束より出現した蛾について採取して調べた結果、ヤガ科のフクラスズメ(*Arcta coerula* Guenee)であった。このフクラスズメは、夏7月頃から翌春まで見られ、幼虫はコアカソ、カラムシ、ヤブマオ、ラセイトソウ等を食草として、まれにマルバウツギやコウゾを食餌とする³⁾。したがって、成虫で越冬するために、冬季には寒さを避けるために家屋内に侵入することもあるであろう。萱小屋内にも同じように寒さ避けのため入ってきたものと思われる、萱に対して食害を生ずるとは考えられない。

調査の際に被害萱から、図-1に示すとおり大小2種類の甲虫を採取した。これらはツマグロヒメコメツキモドキ(*Anadastus praeustus* Crotch)とチビタケナガシクイムシ(*Dinoderus minutus* Fabricius)であった。ともに茎髓部分に穿孔していたものであり、虫害の原因昆虫である。しかし、ツマグロヒメコメツキモドキは常に成虫が死骸としてのみ採取され、萱小屋内部で被害を拡大しているとは考え難い。一方チビタケナガシ

図-1 虫害を受けた萱より分離した害虫
上：ツマグロヒメコマツキモドキ
下：チビタケナガシンクイムシ

Fig. 1 Isolated insects from the damaged Kaya
Upside: *Anadatus praeustus*
Underside: *Dinoderus minutus*

ンクイムシの場合、生きている成虫と幼虫の両者を採取出来た。したがって、虫害の原因昆虫はチビタケナガシンクイムシであるといえる。なお、チビタケナガシンクイムシに良く似た害虫にニホンタケナガシンクイムシ (*D. japonica*) がいるが、触覚の節数や数珠状部の節数、体長等の点で両者は異なる⁴⁾。

3. 2 食害を受けている茎の部位と食害の様子

萱小屋内では図-2に示すとおり、萱は一束が直径40～50cmとして、切り口を下にして立てて保管される。被害を受けた萱では茎表面に直径1～2mmの穴が開いている場合が多く見られた。食害は切り口から約60cmまでの範囲で生ずることが多かった。特に、切り口が地下茎に近接するか一部地下茎を含む場合の切り口付近では、激しい食害が認められた。この一例を図-3に示す。また、切り口よりおよそ1m程度の高さの部分にも食害跡が出現する場合があった。前者の被害部分からは生き

図-2 保管中の萱
Fig. 2 Kaya in storage house

図-3 チビタケナガシンクイムシによる食害穿孔
Fig. 3 Irruption hole of stem made by
D. minutus.

図-4 チビタケナガシンクイムシによって食害された茎の内部
Fig. 4 Inside of damaged stem by
D. minutus.

ているチビタケナガシクイムシの幼虫と成虫が、後者からは一部にツマグロヒメコマツキモドキ成虫の死骸が出現した。

チビタケナガシクイムシの食害跡を図-4に示す。食害が軽微な場合、髓部で蛇行した穿孔が生じるが、食害の程度が大きくなると茎内部は表皮組織の部分を除いてほとんど空洞となる。また、被害蘆の切り口を下にして茎表面を軽く指先で叩くと淡黄褐色で粉末状の虫糞が落下する。ツマグロヒメコマツキモドキの死骸が存在する高さ1m程度の食害跡は図-5に示すとおり、常に直径が3～4mm程度の円筒形の空洞であった。

図-5 ツマグロヒメコマツキモドキが侵入していた空洞

Fig.5 Hole of stem in which *A. praeustus* was dead.

3.3 熱水抽出物含有量

チビタケナガシクイムシの食害は被害材料の熱水抽出物、とりわけデンプン含有量と密接な関係があることは良く知られている。さらに、蘆と同じイネ科の竹では、熱水抽出物量とデンプン含有量の間には密接な関係の存在が認められている⁵⁾。そこで同一蘆小屋内部で採取した被害蘆と無被害蘆の熱水抽出物含有量の測定を行った。実験の結果、食害を受けた蘆の熱水抽出物含有量は10回の測定で平均2.95%、標準偏差0.46%であった。一方、食害を受けていないものは同じく10回の測定で平均2.65%、標準偏差0.38%であった。この結果より、被害を受けている蘆と被害を受けていない蘆とで熱水抽出物含有量に有意差がない。これは、現在被害を受けていない蘆もやがて被害を受ける可能性があることを示すものである。したがって、場合によっては10年以上に渡って保管しなければならないのであるから、何等かの防虫処理が

図-6 茎の高さと熱水抽出物含有量の関係

A: 地際より高さ10～20cm

B: 地際より高さ10cm

●: 10回測定の平均値

矢印は95%信頼度における限界を示す

Fig. 6 Relation between hot water extractive content and height of stem

A: 10cm above the horizon

B: 10cm above A

●: Average value of 10 samples

Arrow shows a confidence interval at 95% level

必要となろう。

ところで蘆小屋の床が竹製であるにもかかわらず、過去に蘆小屋内での被害発生がほとんどなかったという蘆職人の経験談を基にすると、最近の異常気象が蘆の品質に影響していることも考えられる。また蘆小屋内部の換気に注意し、蘆を常に乾燥状態に保つことも被害拡大を防止する上で大切であろう。また、これ以上の被害拡大を即時に防止するには蘆小屋全体を燻蒸処理するのが有効である。

3.4 蘆の刈り取り時期や刈り取り部位と熱水抽出物含有量の関係

次に、刈り取り時期や刈り取る際の切断位置と熱水抽出物含有量の関係を調べた。その結果、刈り取り時期と熱水抽出物含有量の間には統計学的な有意差は認められない。刈り取り部位に関する結果を図-6に示す。この図からは一見実験誤差が大きく、刈り取り部位間に差異はないように見える。これは測定結果を2つの刈り取り部位に分けて、それぞれの平均値と変動幅を表示したためである。ここで得た測定値は個々の試料でそれぞれ部

位を異にしてえたものであり、個々の試料内で2つの部位別測定値は対応している。そこで部位別の差異を調べるに当たって、対応するデータ間の平均値の差の有意性を調べた。その結果、95%の信頼度で有意差が認められ、地際部を含む部位は、他の部位に比べ熱水抽出物含量が高い。この結果から、刈り取りの際の切断位置が虫害発生と関連することが考えられる。これは成長を停止した萱において、光合成産物であるデンプンや糖類が地下茎に貯えられること。そして地下茎の一部が時として地上に露出することにより、この地下茎を含む部分が萱り取られると、熱水抽出物つまりデンプン含有量に富んだ部分が切り口として露出することになる。特に萱山の傾斜地ではこの傾向が強い。このようにして、虫害を受

図-7 プラスチックシートで覆った萱小屋
Fig. 7 Storage house of Kaya covered by plastic sheet for fumigation

図-8 燻蒸過程における萱小屋内部のメチルブロマイドの濃度
○: A小屋内濃度   ▽: A小屋でのガス導入終了時
●: B小屋内濃度   ▼: B小屋でのガス導入終了時

Fig. 8 Concentration of CH_3Br during fumigation

○: Concentration in storage house A   ▽: The finish time of CH_3Br impregnation in A
●: Concentration in storage house B   ▼: The finish time of CH_3Br impregnation in B

け易い萱が収穫されることになる。したがって萱を刈り取る際に、あまり地際ぎりぎりでは切断することは避けねばならない。

また、刈り取り時期が冬季であっても、その年の気候によっては萱が十分に枯れないこともありうることで、そのような状態で収穫された萱の場合、組織内部に光合成産物が蓄積している可能性があり、虫害を受け易いこ

とが推測できる。

3.5 防虫処理の実施

萱小屋は1棟がおよそ100坪程の木造平屋もしくは2階建てであり、床は竹スノコおよび板張りであった。これらのうち4棟を燻蒸処理し、1棟を薬剤散布処理した。実際の処理については、文化財等の処理に経験豊富なA、B両者が行った。以下にB社の作業報告書をもとに処理

の実際について記す。図-7に示すようにプラスチックシートにて小屋全体を覆い、発煙灯を炊き煙が漏れないことを確認したのち、メチルブロマイドを導入して処理した。ガス導入は、2つの萱小屋でそれぞれ100kgをおよそ2時間かけて行った。処理効果の確認を行うには、実際に被害発生の原因であるチビタケナガシンクイムシの生死によって行うのが望ましいが、大量に入手出来なかったため、燻蒸ガスに対して抵抗力の大きいコクヌストモドキを萱小屋の内外に置き、その生存率で調べることとした。萱小屋内を6区画に分け、それぞれの中央部に成虫10匹を入れたビンを設置した。他にガス導入口の左右2箇所、反対側1箇所、中央部の床と床上2mにビンを設置した。これらの一部は処理開始後定期的に取り出し、効果の確認に用いた。その結果1棟の萱小屋では、ガス導入開始よりおよそ18時間後に生存率0%となった。この後処理を5時間続け、再度生存率0%を確認し、処理を終了し、ガス抜工程に入った。

殺虫に必要なメチルブロマイドの濃度は対象となる害虫によって異なるが、文化財害虫の燻蒸処理標準仕様書によるとシート被覆でメチルブロマイドを用いた場合、気温25°Cで薬剤量35~50 g/m³が標準である。またガスは経験的に判断すると、導入後24時間で40~60%が失われる。これらを考慮してガスの導入を行った。処理開始後、2棟の萱小屋内部のガス濃度は図-8のとおりであり、共に長時間50 g/m³以上を保った。処理業者の経験からすると、一般には導入したガスの30~40%が、建造物自体および被覆シートなどにより吸着され失われる。これに比べ、今回の処理では処理中に減少したガスの量が多いということであった。これは、萱のメチルプロマ

イド吸着量が他の材料のより多いことによる。処理後、各所に配置したコクヌストモドキの生存率を調べると、萱小屋内部に設置したものは設置場所にかかわらず、いずれも0%、小屋外部に置いたものは100%であった。燻蒸処理は1993年9月16日に開始し18日に完了した。

以上の燻蒸処理の他に、1つの萱小屋に対しては吹きつけ処理を行った。薬剤は武田薬品工業のTR-Nで、79 kgを使用した。なお、床下部分には床張りの隙間から落下した萱の断片が多く見られたので、30倍にうすめたバリサイド乳剤を200ℓ散布して処理した。

処理後、1993年12月24日に萱小屋を調べたが、特に虫害の発生は認められなかった。

謝 辞

この調査研究を進めるにあたり、御尽力頂いた山田工作所安藤信也氏、建築研究振興協会村田洋治氏、その他御協力を頂いた全ての皆様に感謝致します。

文 献

- 1) 鈴木庄一：式年遷宮と宇治橋、国書刊行会、1992、P.128
- 2) 日本木材学会・化学編集委員会編：木材科学実験書、中外産業調査会、1985、P.149
- 3) 井上寛他：日本産蛾類大図鑑 vol.1、講談社、1982、P.852
- 4) 山野勝次：建築昆虫記、相模書房、1979、P.171
- 5) 衛藤武一：青木尊重編日本産主要竹類の研究、葦書房、1987、P.264~287

(1994. 2. 16 受理)