

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 123 3.1993

社団法人 林業薬剤協会



ならたけ病の病原について

長谷川 絵里*

目 次

ならたけ病の病原について	長谷川絵理	1
チャバネアオカメムシによる スギ・ヒノキ球果・種子の被害とその防除	田畑 勝洋	8
穿孔性昆虫飼育法	五十嵐正俊	14

● 表紙の写真 ●

樹幹注入剤（マツノサイセンチュウ防除用）がマツ樹体内に及ぼす影響調査試験風景（伐倒切口面より染料を吸収させている）

I はじめに

ならたけ病（*Armillaria root rot*）は世界的に分布し多くの種類の樹木を加害する重要な森林病害である。ならたけ病に罹病した樹木の根や地際部の樹皮下には、白い菌糸膜や黒いひも状の根状菌糸束が付着している（写真—1, 2）。また、秋には罹病木上や付近の地面からきのこが発生する（写真—3）。病原はキシメジ科（*Tricholomataceae*）のナラタケ属（*Armillaria*）に属する数種の菌である。*Armillaria* 属には互いに交配しない菌株のグループが存在することが明らかにされ



写真—1 シラベ枯死木上の根状菌糸束
（長野県 北八ヶ岳）

ており、このグループは生物学的種（biological species）と呼ばれている^{22,45)}。

近年の研究によって生物学的種により寄主選択や病原性が異なることが明らかになってきた⁹⁾。日本にも複数の生物学的種が生息しているという報告がなされ^{13,20,42)}、ならたけ病の研究には生物学的種の判別が欠かせないものになりつつある。

II *Armillaria* 属の生物学的種と分類学的種

分類学では、現在 *Armillaria mellea* (Vahl ex Fries) Kummer *sensu stricto* とされている種は1790年に *Agaricus melleus* としてはじめて記載されている⁴⁶⁾。また、それ以前にもその後も、*A. mellea* と形態の類似した多くの種が報告されていた⁴⁴⁾。一方樹病学的には、ならたけ病の病原である子実体の柄につばのある菌は一括して *A. mellea* あるいは *Armillariella mellea* (Vahl ex Fries) Karsten とされていた。この病原は子実体の形態に変異が多く、世界的に分布し草本・木本を含む数百種の植物を寄主とし³³⁾、菌株によって病原性に変異がある種とされていた⁸⁾。ところが樹病学で *A. mellea* と呼ばれていたものは互いに交配しない菌株グループ、つまり生物学的種の集合であることが明らかにされた⁴⁵⁾。さらに、生物学的種ごとの子実体の形態が調べられ、あるものは既存の分類学的種との対応関係が明らかにされ、あるものは分類学的に新たに命名・記載されている⁴⁶⁾。

一般に生物学的種ごとに子実体の形態は異なるようだが、生物学的種と子実体の形態的特徴が必ずしも対応しない例もある。たとえば、形態の異なる2子実体が、交配試験の結果同じ生物学的種に属することが明らかになったり、また、2つの生物学的種で一応別々の分類学的種

* 森林総合研究所 HASEGAWA Eri

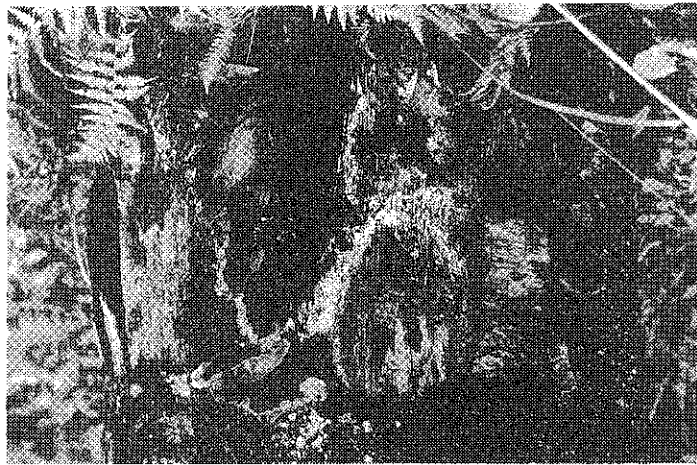


写真-2 ならたけ病に罹病したオオヤマザクラ樹皮下の菌糸膜 (群馬県 榛名湖畔)

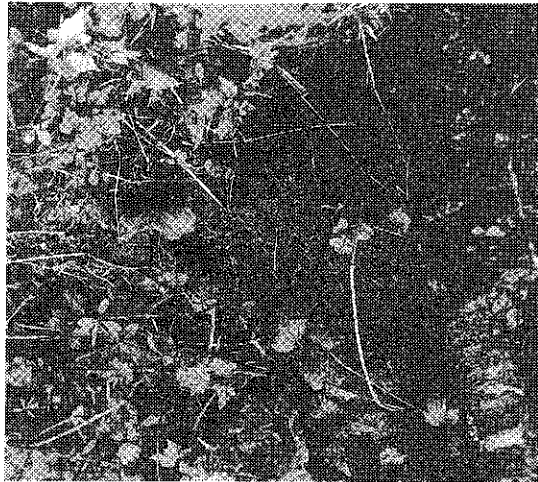


写真-3 ならたけ病に罹病したオオヤマザクラの根元に生じた子実体 (群馬県 榛名湖畔)

として記載・命名されているものの、子実体の形態から識別するのは極めて難しいとされているものもある^{38, 44)}。このように、生物学的種と分類学上の種は異なる方法で定義されるものなので、混乱を招かぬよう用語の使用に注意する必要がある。ヨーロッパでは生物学的種にはアルファベットを、北アメリカではローマ数字をふっている^{4, 14, 22)}。日本では長沢ら (1991)²⁹⁾がAからEおよびAMの6つの記号をつけている。

なお、*Armillaria* 属には子実体の柄につばのある種とない種があり、つばのない種には *A. tabescens* (Scop. ex Fries) Emel., *A. ectypa* (Fries) Singer がある。つばのある種もない種を一括して "*Armillaria*

属の生物学的種" という形で扱われることもある²³⁾。

III 世界の *Armillaria* 属の生物学的種

Armillaria 属は世界的に分布しているので、種の起源、分化、分散を考える上でたいへん興味深い素材といえる。しかし、現在までに解明されている各地域の生物学的種の関係は複雑である。

ヨーロッパでは *Armillaria* 属の生物学的種は7種が確認されており、うち Korhonen's biological species と呼ばれる子実体につばのあるものがAからEまで5種あり、生態的性質が異なるとされている。これらはそれぞれ分類学的種として学名がつけられている¹¹⁾。つばのない2種は前述の *A. tabescens* と *A. ectypa* である。現在までに報告されている *Armillaria* 属の多くは4極性のヘテロタリックな交配システムを持つが、*A. ectypa* は数少ないホモタリックな種であるらしい¹¹⁾。

北アメリカではつばのある生物学的種に "North American Biological Species (NABS)" としてIからXIまでの番号が当てられ、うち2つが訂正されて欠番になっているので9種が存在するとされている^{2, 4)}。これらのうち3種はヨーロッパの3種とそれぞれ交配する。また、3種はヨーロッパのものと交配しない。しかし、残りの3種は互いに交配しないにも関わらず、ヨーロッパの1種と交配する^{2, 3, 13)}。このようにヨーロッパ

と北アメリカのような離れた生息地の間では生物学的種が不完全に分離している場合がある。また、最近の報告によれば、NABSの9種のテストのいずれとも交配しない種がさらに存在するらしい¹³⁾。NABSの9種のうち6種は分類学的種と認められて学名がつけられている (うち3種はヨーロッパと共通)。北アメリカにはつばのない種も存在し、*A. tabescens* と呼ばれているが、ヨーロッパのものと交配しないという¹³⁾。

オーストラリアとニュージーランドから報告されている6種のつばのある分類学的種はすべて生物学的種に相応するとみなされている。そのうちヨーロッパと北アメリカの菌株と交配が試みられている4種は、どの生物学的種とも交配しないという¹⁹⁾。

アフリカの菌株については、東アフリカを中心とする国々の菌株が数グループに分かれたという報告がある。その中にはホモタリックである可能性のあるものが数種あり、うち1種はヨーロッパの *A. mellea* と形態的にはほぼ同じで交配もするという²⁷⁾。さらに、アフリカの中でも地域によってヨーロッパと同じ4極性のヘテロタリックな *A. mellea* とホモタリックと思われる *A. mellea* の2タイプがあるという¹⁰⁾。

また、ロシア、中国、韓国にはヨーロッパの菌株と交配するものがあるという^{13, 41)}。

日本の生物学的種については、Guillaumin *et al.* (1989)¹³⁾がヨーロッパ及び北アメリカのテストとの交配試験で、ヨーロッパの4種と北アメリカの1種とそれぞれ和合する菌株が存在すると報告している。Terashita and Chuman (1989)⁴²⁾もヨーロッパの5種 (*A. tabescens* (和名ナラタケモドキ) を含む) と和合する菌株が存在するとしている。長沢ら (1991)²⁹⁾は子実体につばのある日本産の菌株同士で交配試験を行い6グループに分け、それぞれの子実体の特徴を記載した。このうちの4グループは子実体の形態がヨーロッパの4種と酷似していると述べている。残りの2グループは新種である可能性があるという。他に、子実体につばのない *Armillaria* 属としては *A. ectypa* (和名ヤチヒロヒダタケ) が原色日本新菌類図鑑 I¹⁶⁾に掲載されているが、国外の菌株と交配するか否かは明らかにされ

ていない。

IV 寄主範囲、病原性、分布

Armillaria 属の生物学的種ごとの病原性や寄主選択、分布などの性質は、特にヨーロッパとオーストラリアでよく研究されている。

ヨーロッパでは、Korhonen's biological species Dすなわち *A. mellea* は主に広葉樹に強い病原性を持つ種とみなされている。接種試験では、この種の菌株が健全な根に侵入し感染を起こすことが確認されている⁷⁾。子実体は傘がはちみつ色、つばは膜質で明瞭、永存生、担子器の基部にクランプがないのが特徴である^{26, 38)}。Cすなわち *A. ostoyae* (Romagnesi) Herink (= *A. obscura*) は主に針葉樹に被害を与える種とされている。子実体は赤褐色を帯び、傘と柄に褐色の鱗片が発達し、つばは明瞭で厚い^{26, 38)}。青森で報告されたアカマツのならたけ病の病原はこの生物学的種のテストと交配すると報告されている⁴³⁾。どちらの種においても寄主選択は絶対的なものではなく、衰弱した寄主であればそれぞれ針葉樹にも広葉樹にも寄生する⁹⁾。つばのある他の3種、E, B, A はそれぞれ *A. gallica* Marxmüller & Romagnesi (= *A. lutea*, *A. bulbosa*), *A. cepistites* Velenovský, *A. borealis* Marxmüller & Korhonen に相当する。共に病原性が比較的弱く、普通は伐根などで腐生的生活をしている種とされるが、何かの原因で衰弱した林では二次性の病原として被害をもたらすことがある⁹⁾。*A. borealis* は高緯度・高標高地に、*A. mellea* は比較的低緯度・低標高地に分布する²⁰⁾。*A. tabescens* は主に広葉樹の伐根から分離され、接種試験ではほとんど病原性がない^{34, 35)}。*A. ectypa* は高緯度・高山の泥炭地に生息する¹¹⁾。

北アメリカの *A. mellea*, *A. ostoyae*, *A. gallica* と交配する種 (それぞれNABSVI, I, VII) については、病原性などの性質はヨーロッパのものとほぼ同じとされている。他の種については *A. gallica* と同程度、つまり弱病原性であると考えられている⁹⁾。

オーストラリア南東部では *A. luteobubalina* Watling & Kile が乾燥したユーカリ林の重要な病原とみ

なされている。他の3種、*A. noae-zelandiae* (Stevenson) Herink, *A. hinnulea* Kile and Watling, *A. fumosa* Kile & Watlingは在来種の林では弱病原性で、それぞれ採集される場所の気温、水分、植生などの条件が異なる⁹⁾。

ニュージーランドでは *A. novae-zelandiae* と *A. limonea* (Stevenson) Boesewinkel がラジアータマツ造林地の重要な病原とされている⁹⁾。

V クロウンの分布

Armillaria 属の多くの種は地中に根状菌糸束を発達させ、あるいは寄主の根の吻合部を通じて感染し、分布を拡大する。このような無性的な拡大は胞子の散布と並んで *Armillaria* 属菌が蔓延する方法とされている。*Armillaria* 属菌の蔓延がどの方法にどの程度依存しているかは、菌のクローン分布を調べることによって推測できる。すなわち、少数のクローンが大きな面積を占めていれば無性的な拡大の役割が重要であり、多数の小さなクローンが密集していれば胞子感染の結果遺伝的に多様な集団が生じたと考えられる²⁰⁾。菌の蔓延の方法により病害の防除方法も異なると考えられるため、このような調査によって得られる知見は重要である。

クローン識別の方法には、調査地内で子実体を採集し単孢子分離菌株を得て、交配によって行うものと、罹病植物からの組織分離菌株や根状菌糸束由来の菌株の対峙培養により行うものがある。これらの方法によって生物学的種の異同が判別されると同時に同じ種内のクローンが識別される。前者では、4極性の *Armillaria* 属菌の交配を決定している2つの遺伝子座上の遺伝子の組み合わせが推定される。これらの遺伝子は少なくとも数十種類ある複対立遺伝子なので、その組み合わせの異なるクローンなら識別可能である。後者の方法は、遺伝的にある程度異なる菌株を対峙培養すると、2つの菌糸体の間に境界線が生じるという現象を利用している¹¹⁾。

ヨーロッパでは、フィンランドの調査例で *A. borealis* の最も大きなクローンの最大直径が150m、平均的なクローンの直径が10~50m²²⁾、イギリスの調査例で *A. mellea* の最大クローンの最大直径が70m、*A. ta-*

bescens が160mで、平均的な直径はいずれも *A. borealis* の場合と同程度であった³⁶⁾。しかし、イギリスの *A. gallica* の最大クローンの大きさは少なくとも500×240mで約9haの面積を持つと計算され、他のクローンも比較的大きい傾向を示した³⁶⁾。イギリスの例は同一の調査地のものであるから、*A. gallica* のクローンの大きさは種の特徴を表していると考えられる。なお、ドイツの調査例でも *A. borealis* の比較的小さなクローン群が報告されている³⁹⁾。

一方、北アメリカでは、東部の調査ではヨーロッパの例と同程度の小さなクローンが密集していたのに対し、西部の針葉樹林では400m以上離れた地点で同一のクローンが検出された^{5,45)}。この理由は水分条件の違い、つまり子実体形成と胞子の発芽・定着を促す充分な湿度があるか否かに帰されている^{5,20)}。この西部のクローンは *A. ostoyae* であり、最近の報告でも西部の針葉樹林から直径300m以上のクローンが検出されているのに対し、東部の調査では比較的小さなクローンが検出されている^{21,24,39,47)}。

オーストラリアでは、乾燥したユーカリ林の重要な病原である *A. luteobubalina* と湿ったユーカリ林の比較的弱い病原とされる *A. hinnulea* のクローン分布が調査され、*A. luteobubalina* はha当たり1.5クローン、*A. hinnulea* はha当たり36—54クローンが確認された。この結果は、*A. luteobubalina* が寄主の根を通じて感染する（無性的に分布を拡大する）という野外観察に合致し、湿潤な林に生息する *A. hinnulea* は胞子感染に依存する度合いが大きいと考えられた^{17,18)}。

ニュージーランドでは、*A. novae-zelandiae* と *A. limonea* のクローン調査の結果から、これら2種はオーストラリアの *A. hinnulea* に近いクローン密度を持ち、胞子感染の重要性が示唆された。同時に行われた野外の子実体の下に材片を並べて胞子を捕捉する実験からも、胞子に感染能力があることが立証されている¹⁵⁾。

子実体あるいは根状菌糸束をあまり形成しない菌株や、寄主植物が均一に分布していない調査地の場合は、天然に存在する菌体を直接採集するのは不便である。そのような場合は枝片や丸太を地面に打ち込んで一定期間後回

収するトラップ法が有効である。Mallett and Hiratsuka (1985)²⁵⁾はこの方法で集めた菌株の和合性を調べてクローンの識別を行っている。なお、トラップ法は地中における菌体の存在を検出することを目的としてすでに日本のならたけ病調査で行われている^{6,28,32)}。

ところで、上記のような単孢子分離菌株の交配や組織分離菌株あるいは根状菌糸束由来の菌株を用いた対峙培養によるクローン識別法では、自殖で生じた新たなクローンを親クローンと識別できない可能性がある^{12,17,22)}。そこで、北アメリカの最近の報告では分子生物学的種法を用いて実験の精度を上げ、「最大の生物」として15haの面積に広がった *A. gallica* (NABSⅦ) を紹介している。この調査では、交配を決定する2遺伝子座とは連鎖しない11遺伝子座の遺伝子の異同が調べられた。この調査地では毎年子実体が形成されるにも関わらず、交配によって生じるはずの新しい遺伝的性質を持ったクローンは定着せず、単一のクローンが無性的に15haまで広がったと推定されている⁴⁰⁾。

VI 生態的地位

Armillaria 属菌は自然界に植物病原としてのみ位置しているわけではない。木材腐朽菌として立枯木や伐根、倒木上で腐生的生活を営んだり、植物と共生関係を結んだり、菌に寄生したりしている。

腐生的性質は強病原性とされる種も弱病原性とされる種も多かれ少なかれ持っており、菌が寄生している伐根などの付近に適当な寄主があると感染して病原となる。弱病原性の *A. gallica* は極相林では主に腐生菌として存在し、基質から伸びた硬いよく発達した根状菌糸束の形で種を維持しており、強病原性の *A. mellea* は主に感染した植物体内の菌糸膜の形で広がっていると考えられる。また、*A. gallica* に感染した材が速やかに腐朽し軟化するのに比べ、*A. mellea* による腐朽は緩やかであり、そのため *A. mellea* は根状菌糸束をあまり形成しないで樹体内に長期間留まると考えられている¹³⁾。

次に、ツチアケビ (*Galeola septentrionalis* Reichenb. f.) やオニノヤガラ (*Gastrodia elata* Blume, 中国では「天麻」と呼ばれ塊茎は漢方薬になる³⁰⁾) な

どの無葉緑ランとの共生が報告されている。この共生は一般的な菌根菌の場合とは異なり、*Armillaria* 属菌が一方的にランに養分を供給しているらしい。日本で報告された *A. tabescens* を含むおそらく5つの生物学的種に属する菌株は、いずれも自然界でこの共生菌根を形成する²⁰⁾。従って特定の生物学的種がランと共生関係を結ぶのではないといえる。ラン以外にもアキノギンリョウソウ (*Monotropa uniflora* L.) との共生も報告されている²⁰⁾。

また、*Armillaria* 属菌は植物のみでなく菌にも寄生する。*Armillaria* と同じく担子菌のタマウラベニタケ (*Entroma abortivum* (Berk. & Curt.) Donk) の子実体形成途上で *Armillaria* 属菌の根状菌糸束が侵入すると、タマウラベニタケの子実体に変形し団子状になる。タマウラベニタケに寄生するのは *A. gallica* が最も一般的であるという²⁰⁾。

おわりに

ならたけ病の病原としての *Armillaria* 属菌の研究は、日本では野村 (1903)³¹⁾以来90年の歴史と蓄積がある¹⁾。しかし、生物学的種に関連した病原性、寄主範囲、分布などの研究はまだ皆無に近い。今後はならたけ病防除の上で、そのような性質の研究が重要になるであろう。

文 献

- 1) 天野孝之 (1990) ナラタケの寄生性 一文献一。林業資料 (奈良県林業試験場) 5: 23-37.
- 2) Anderson, J. B. (1986) Biological species of *Armillaria* in North America: Redesignation of groups IV and VIII and enumeration of voucher strains for other groups. *Mycologia* 78: 838-839.
- 3) Anderson, J. B., Korhonen, K., and Ullrich, R. C. (1980) Relationships between European and American biological species of *Armillaria mellea*. *Exp. Mycol.* 4: 87-95.
- 4) Anderson, J. B. and Ullrich, R. C. (1979) Biological species of *Armillaria mellea* in North America. *Mycologia* 71: 402-414.
- 5) Anderson, J. B., Ullrich, R. C., Roth, L.

- F., and Filip, G. M. (1979) Genetic identification of clones of *Armillaria mellea* in coniferous forests in Washington. *Phytopathology* 69: 1109-1111.
- 6) Aoshima, K. and Hayashi, Y. (1981) Trap method for detecting *Armillaria mellea* from the soil. *Proc. 17th IUFRO World Congress*, Vol. 2.: 621.
- 7) Davidson, A. J. and Rishbeth, J. (1988) Effect of suppression and felling on infection of oak and Scots pine by *Armillaria*. *Eur. J. Forest Pathol.* 18: 161-168.
- 8) Gibson, I. A. S. (1961) A note on variation between isolates of *Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Kummer. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 44: 123-128.
- 9) Gregory, S. C., Rishbeth, J., and Shaw, C. G. III (1991) Pathogenicity and virulence. In *Armillaria root disease* (Shaw, C. G. and Kile, G. A., eds.). *Agriculture Handbook No. 691*, 76-87, USDA, Forest Service, Washington, D.C.
- 10) Guillaumin, J. J., Abono-Ndongo, S., and Mohammed, C. (1992) Vegetative incompatibility and sexual systems of *Armillaria* from tropical Africa. *Phytopathology* 82: 1152 (Abstr.)
- 11) Guillaumin, J. J., Anderson, J. B., and Korhonen, K. (1991) Life cycle, interfertility, and biological species. In *Armillaria root disease* (Shaw, C. G. III and Kile, G. A., eds.). *Agriculture Handbook No. 691*, 10-20, USDA, Forest Service, Washington, D.C.
- 12) Guillaumin, J. J. and Berthelay, S. (1990) Comparaison de deux méthodes d'identification des clones chez le Basidiomycete parasite *Armillaria obscura* (syn. *A. ostoyae*). *Eur. J. For. Pathol.* 20: 257-268.
- 13) Guillaumin, J. J., Mohammed, C., and Berthelay, S. (1989) *Armillaria* species in the northern temperate hemisphere. *Proc. 7th Int. Conf. Root Butt Rots*: 27-43.
- 14) 長谷川絵里・福田健二・鈴木和夫 (1991) ナラタケの生物学的種. *日林誌* 73: 315-320.
- 15) Hood, I. A. and Sandberg, C. J. (1987) Occurrence of *Armillaria* rhizomorph populations in the soil beneath indigenous forests in the bay of Plenty, New Zealand. *N. Z. J. For. Sci.* 17: 83-99.
- 16) 今関六也・本郷次雄 (1987) 原色日本新菌類図鑑 (I). 325pp, 保育社, 大阪
- 17) Kile, G. A. (1983) Identification of genotypes and the clonal development of *Armillaria luteobubalina* Watling & Kile in eucalypt forests. *Aust. J. Bot.* 31: 657-671.
- 18) Kile, G. A. (1986) Genotypes of *Armillaria hinnulea* in wet sclerophyll eucalypt forest in Tasmania. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 87: 312-314.
- 19) Kile, G. A. and Watling, R. (1988) Identification and occurrence of Australian *Armillaria* spp. including *Armillaria pallidula*, new species and comparative studies between them and non-Australian tropical and Indian *Armillaria*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 91: 305-316.
- 20) Kile, G. A., McDonald, G. I., and Byler, J. W. (1991) Ecology and disease in natural forests. In *Armillaria root disease* (Shaw, C. G. III and Kile, G. A., eds.). *Agriculture Handbook No. 621*, 102-121, USDA, Forest Service, Washington, D.C.
- 21) Klein-Gebbinck, H. W., Blenis, P. V., and Hiratsuka, Y. (1991) Clones of *Armillaria ostoyae* and the pattern of infected juvenile lodgepole pine in Alberta, Canada. *Eur. J. For. Pathol.* 21: 260-266.
- 22) Korhonen, K. (1978) Interfertility and clonal size in the *Armillariella mellea* complex. *Karstenia* 18: 31-42.
- 23) Korhonen, K. (1987) Breeding units in the forest pathogens *Armillaria* and *Heterobasidion*. In *Evolutionary biology of the fungi* (Rayner, A. D. et al., eds.). 301-310, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 24) McDonald, G. I. and Martin, N. E. (1988) *Armillaria* in the Northern Rockies: delineation of isolates into clones. *Research Paper INT-385*, 13pp, USDA, Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden, U.T.

- 25) Mallett, K. I. and Hiratsuka, Y. (1985) The "trap-log" method to survey the distribution of *Armillaria mellea* in forest soils. *Can. J. For. Res.* 15: 1191-1193.
- 26) Marxmüller, H. (1982) Etude morphologique des *Armillaria* ss. str. à anneau. *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 98: 87-124.
- 27) Mohammed, C., Guillaumin, J. J., and Berthelay, S. (1989) Preliminary investigations about the taxonomy and genetics of African *Armillaria* species. *Proc. 7th Int. Conf. Root Butt Rots*: 447-457.
- 28) 村本正博 (1988) ヒノキならたけ病の発生実態. *森林防疫* 37: 65-70.
- 29) 長沢栄史・小松光太郎・前川二郎 (1991) 日本産ナラタケ (*Armillariella mellea*) の分類学的再検討. 平成2年度科学研究費補助金研究成果報告書, 30pp.
- 30) 難波恒雄 (1980) 原色和漢菌類図鑑 (上). 517pp, 保育社, 大阪.
- 31) 野村彦太郎 (1903) 神奈川県下ニ於ケル桑樹根朽病. 蚕事報告 (東京蚕業講習所) 19: 443-461.
- 32) 小野馨 (1970) カラマツならたけ病に関する研究—とくに土壌条件と発病—. *林試研報* 229: 123-219.
- 33) Raabe, R. D. (1962) Host list of the root rot fungus, *Armillaria mellea*. *Hilgardia* 33 (2): 25-88.
- 34) Rishbeth, J. (1982) Species of *Armillaria* in Southern England. *Plant Pathol.* 31: 9-17.
- 35) Rishbeth, J. (1985) Infection cycle of *Armillaria* and host response. *Eur. J. For. Pathol.* 15: 332-341.
- 36) Rishbeth, J. (1991) *Armillaria* in an ancient broadleaved woodland. *Eur. J. Forest Pathol.* 21: 239-249.
- 37) Rizzo, D. M. and Harrington, T. C. (1992) Delineation of clones of *Armillaria ostoyae*, *A. calvescens* and *A. gemina*. *Phytopathology* 82: 1152 (Abstr.).
- 38) Rølli-Hansen, F. (1985) The *Armillaria* species in Europe. A literature review. *Eur. J. For. Pathol.* 15: 22-31.
- 39) Siepmann, R. and Leibiger, M. (1989) Über die Wirtsspezialisierung von *Armillaria*-Arten. *Eur. J. For. Pathol.* 19: 334-342.
- 40) Smith, M. L., Bruhn, J. N., and Anderson, J. B. (1992) The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature* 356: 428-431.
- 41) Sung, J. M., Cha, J. Y., and Harrington, T. C. (1992) Cultural characteristics and basidiomorphology of *Armillaria gallica* and *A. ostoyae* from Korea. *Phytopathology* 82: 1152 (Abstr.).
- 42) Terashita, K. and Chuman, S. (1989) *Armillaria* species isolated from the wild orchid, *Galeola septentrionalis*. *Proc. 7th Int. Conf. Root Butt Rots*: 364-370.
- 43) 寺下隆喜代・沢口勝則 (1991) 青森県で発生したアカマツならたけ病の病原菌について. *森林防疫* 40: 178-183.
- 44) Termorshuizen, A. and Arnolds, E. (1987) On the nomenclature of the European species of the *Armillaria mellea* group. *Mycotaxon* 30: 101-116.
- 45) Ullrich, R. C. and Anderson, J. B. (1978) Sex and diploidy in *Armillaria mellea*. *Exp. Mycol.* 2: 119-129.
- 46) Watling, R., Kile, G. A., and Burdsall, H. H. Jr. (1991) Nomenclature, taxonomy, and identification. In *Armillaria root disease* (Shaw, C. G. and Kile, G. A. eds.). *Agriculture Handbook No. 691*, 1-9, USDA, Forest Service, Washington, D.C.
- 47) Worrall, J. J. (1992) Clonal development of *Armillaria* species in several forest types. *Phytopathology* 82: 1152 (Abstr.).

チャバネアオカメムシによるスギ・ヒノキ球果・種子の被害とその防除

田畑 勝洋*

はじめに

チャバネアオカメムシ (*Plautia stali* Scott) は重要な果樹害虫の1種である(写真1)。長谷川・梅谷(1974)、梅谷(1976)によればカメムシ類の被害は古くから日本各地で局地的、散発的にはあったが、とくに1973、75年には果樹園で全国的に大発生し、大きな被害を受け、にわかに重要害虫として注目されるようになったと報じている。その大発生は地域的な多発状態が全国的規模の多発生となったことと、同時に多種類のカメムシの多発生が根拠となったようである。

加害を受ける果樹類は主にナシ、ブドウ、リンゴ、カンキツ類、カキ、スモモ等であるが、どの種に害虫が集中するかはわからず年によって大きく変動する。果樹カメムシ類のなかでもその主要種はチャバネアオカメムシとクサギカメムシである。

果樹カメムシ類の個体数変動は隔年的に上下しており、



写真1 ヒノキ球果に飛来したチャバネアオカメムシ

* 森林総合研究所関西支所保護部

その原因は主要な増殖植物であるスギ・ヒノキの球果の隔年的な豊凶におおに関係していると推察されている(梅谷, 1976; 山田, 1980; 山田・宮原, 1980)。

このようにカメムシ類の被害は果樹栽培にとって深刻な問題となっているが、一方、林業においてはどうか。

これまで林業にとってカメムシ類はスギ・ヒノキの種子への加害性が問題視されてきただけであった。しかしながら、近年林木育種事業で造成された各地の採種園でスギ・ヒノキの著しい発芽率の低下が問題となってきており発芽率の高い優良な種子の確保や安定的な優良苗木の生産がきわめて困難な状況となってきた。

平成2年度の林業研究開発推進近畿・中国ブロック会議においても「採種園産種子の品質を低下させるカメムシ類の球果・種子害虫に対する効率的防除法の確率」について協議され、また、平成3年度林業試験研究機関連絡協議会育種部会でも「採種・採種園の病虫害共同試験」の中でヒノキ種子のカメムシ類による被害調査と防除試験が実施されている。

林野庁では平成4年度から6年度にかけて「採種園カメムシ等防除対策事業」を推進し、優良種子の確保や苗木の安定的生産を図ろうとしている。つまり、林業サイドにおいても採種園カメムシ類の被害は以前にも増して重要な問題として注目され始めた。

以上のようなことから、ここではスギ・ヒノキ採種園カメムシ類のなかでも、とくに重要な加害種であるチャバネアオカメムシを中心に寄生植物やその生態と防除について既存のデータをもとに述べてみよう。

I. 寄生植物

チャバネアオカメムシ成虫の寄生植物は47種112種あり、なかでも、各種果樹類の他、スギ、ヒノキ、ヤマモモ、サンゴジュへの寄生が多い。これは本種がきわめて雑食性で寄主転換習性が強いことを示している。また、幼虫の寄生が可能な植物は20科28種であるが、このうちスギ、ヒノキ、ウメモドキ、キササゲ、サンゴジュは繁殖可能な植物として重要な種であり、これら以外では全く繁殖をみない(山田, 1979; 山田・宮原, 1980)。繁殖植物のうち、とくに寄生が多いのがスギ・ヒノキで、チャバネアオカメムシの主な発生源となり、球果の豊凶が本種の発生動向を大きく左右していると考えられている。

幼虫が寄生する時期はスギでは7月以降、ヒノキでは6月下旬であり、比較的長期間生息する。本種の日本における分布は東北地方以西であり、その被害が問題になるのは関東地方以西と考えられる。

II. 生活史

本種は成虫で越冬する。越冬場所は比較的に日差し込み、良く乾燥した林床上の落葉(落葉広葉樹が多い)の下や石の下である。越冬虫は落葉1枚あたりおよそ1頭で、落葉の少ない所の方が越冬密度は高い傾向にある。越冬時には成虫の体色が緑色から茶褐色に変化する。越冬虫は周囲の落葉の色と良く似ており寒さのため動かないので、野外での発見は結構困難である。

越冬場所からの離脱は春先の気温の高低と餌植物の生育の早晩に影響されるが、大体4月中旬頃である。離脱虫はまず、越冬場所近くのヒノキ等に一時生息した後、ウメやビワの幼果または草花等に飛来し、4月下旬から6月までそこに留まる。

越冬成虫の産卵は5月下旬から6月に短期間集中的にクワやサクラで行われるが、この時期には卵寄生蜂に襲われ、大半が死亡する。そして生き残った少数の幼虫もクワやサクラの実がなくなるため、成虫になるのはごく一部である。産卵が多いわりには本種にとってクワやサクラは繁殖源となっていないが、越冬成虫から第一世代

に至る春～夏の期間、クワやサクラの存在はヒノキの球果での夏以降の繁殖の前段階として重要な意味を持つ。また、この時期のヒノキの球果実は未熟なため、餌としては不適当である。

さきにも述べたが、産卵や幼虫の繁殖は主にスギ・ヒノキで行われており、球果が熟し始めた6月から10月までそこで成長した新成虫の一部はカキやナシ等に飛来し吸汁する。

越冬前の11月、シイ、カシ、ヒサカキ等に移動した成虫は既に緑色の体色が茶褐色に変化し、落葉下等で越冬する。

スギ・ヒノキでの夏期における卵から成虫までの発育期間は約30日である。本種は平均10回の多回数産卵を行うが、生存日数や栄養条件によって変化する。また、年間発生回数はおおよそ1回であるが、年3回の場合もある(小田, 1980)。

III. ヒノキ採種園での発生消長

兵庫県林業試験場緑化センターのヒノキ採種園におけるチャバネアオカメムシの発生消長調査(吉野・田畑, 1989)では6月初めは全く認められず、7月中旬になってようやく少数の個体が球果に寄生しているのが確認された。ところが、8月初めになると採種園全域に現れ、多くの成虫が球果に寄生していることがわかった。8月

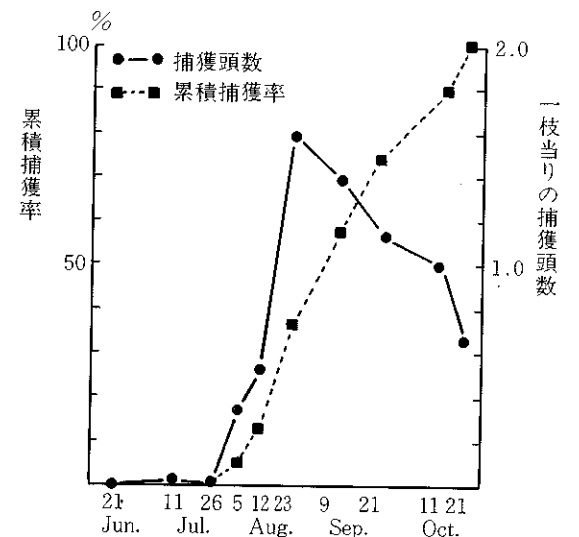


図1 チャバネアオカメムシの発生消長 (吉野, 1989)

に個体数がピークとなった成虫は9月になると急激に減少し、10月中旬にはわずかとなった(図-1)。しかし、この頃でも球果の着生の多い採種木にはまだかなりの個体が寄生していた。9月になって急激に個体密度が低下した原因は種子の熟度や本種の寄主転換習性が関連しているものと推察される。発消生長は年によって大きく変動するので、各採種園では毎年発消生長の調査を実施することが肝要であろう。

カメムシ類は球果の表面から細長い口吻を内部に挿入しタネの内容物を吸い取る。加害されたタネは胚および雌性配偶体全体またはその一部が変色し、萎縮してカビが生えるのが特徴である(小林・横山, 1984)。

IV. 発芽率低下の原因

一般に関西地域の採種園産ヒノキ種子の発芽率は約10~20%で、他の主要な針葉樹に比べるとかなり低い。この高率な不稔粒ができる原因と形成過程については不明な点が多かったが、最近ヒノキ種子の発芽率の低下の主な原因はカメムシ類の加害によることが明らかとなった。

カメムシ類のなかでもチャバネアオカメムシとツヤアオカメムシが最も重要な加害種である。これ以外で発芽率の低下に係わる種はヒノキではスギタネバチ(スギノミオナゴバチ)が種子の内部に寄生する場合で、多い場合には寄生率が30%にもなることがある(小林, 1981)。

一方、スギではカメムシ類よりスギカサガやスギメムシガが全国的に主要な球果害虫であり、とくにスギカサガ幼虫による球果の被害率は多い場合には70%に達することもある。この他モモノゴマグラメイガ、マツノマグラメイガ、ウスアカチビナミシヤク、スギタネバチも発芽率の低下の一因である。ちなみにスギ種子の発芽率は約30%である。

スギ・ヒノキ種子の不稔粒のなかにはシブダネ(タネの内部全体または大半に硬い黒赤色の物質がある)やシイナ(内容物がほとんどない)と呼ばれるものもある。

V. 防 除

一般にカメムシ類は殺虫剤に対して感受性が高く、発生子察法が確立されればその防除は比較的容易であると

考えられている(梅谷, 1967)。しかし、果樹園や採種園ならまだしも大面積に植栽されているスギ・ヒノキ造林地では薬剤による一斉防除は成虫の長期生存期間や薬剤の持続効果の短さ等を考えると容易ではない。さらに、薬剤による環境汚染の危険に何よりも留意せねばならない。

また、殺虫剤散布によってカメムシ類の卵寄生蜂や寄生蠅が死亡し、むしろカメムシ類の増殖を増大させることにもなる(志賀, 1980)。しかしながら、これまでに有効な防除法が見あたらない現在では薬剤散布に頼らざるを得ないのも現状である。

1) 薬剤防除の試み

岡山県林業試験場のヒノキ採種園におけるMEP剤によるカメムシ類の防除試験結果ではMEP剤の200倍液で一応防除効果は認められたが、持続効果は乏しく、期待した防除効果を得るためには散布回数を10回程度とする必要がある(丹原・井上, 1988)。また、静岡県林業技術センターでもMEP剤は採種園カメムシ類の防除に有効であるとした結果が報告されている(佐野, 1989)。さらに、兵庫県立林業試験場ではダイスルフォトンやペンフラカルブのような浸透性殺虫剤によるカメムシ類防除試験を実施したが、実用的な防除効果は期待できない結果が得られている(吉野, 1989)。

一方、林業薬剤として未登録の合成ピレスロイド系殺虫剤シフルトリンはカメムシ類の防除に有効であるとの報告もある(佐野, 1991)。

このように、最近報告されたヒノキ採種園のカメムシ類に対する薬剤防除試験結果を見ると、残効期間が短いのが難点である。また、薬剤散布は足場の悪い山間部の採種園では散布に多大な労力を要する。本種の防除に限ったことではないが、薬剤防除一辺倒では、期待できる防除法の確立は難しい。なお、有機燐系殺虫剤の中にはヒノキに葉害を示すものもあるので、注意を要する(田畑・大久保, 1980)。

2) 袋掛けによる防除の試み

「袋掛け」という方法はこれまでの場合、球果・種子害虫の加害が発芽率低下の1要因であるか否かを確認する目的で用いられてきたものである(奥田・小林, 1984)。

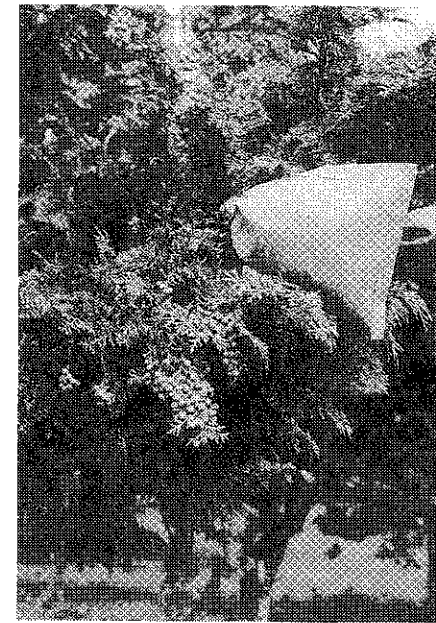


写真-2 防除袋：不織布（横25cm、縦38cm）で球果を覆う

しかし、近年では発芽率の高い優良種子の確保と安定的な優良苗木の生産を目的とした「袋掛けによる採種園カメムシ類の防除法」として新しく検討・開発されてきた(田畑, 1990; 吉野, 1989; 吉野・田畑, 1989; 吉野ら, 1989)(写真-2)。

それによると、採種園のヒノキ球果の着生枝(着果促進のためGA処理を施す枝)を6月から球果の採集時の10月中旬まで袋掛けしておくとかメムシ類の被害は全く見られず、種子は高い発芽率を示す(表-1)。防除袋(カメコン)を作る場合や袋掛けを行う場合にはいくつかの問題に留意しなければならない。まず、袋の素材である。メッシュの粗い(2mm以上)ものではカメムシのふ化幼虫は容易に袋内に浸入し、幼虫が発育するにつ

れて体が大きくなり袋内に閉じ込められて球果に集中的な被害がでる。また、あまりにもメッシュが細かく、光の透過がきわめて少ない材質のものをすると袋内の枝葉や球果の光合成を損なう心配もある。紙袋(交配袋)でも有効な防除効果は得られるが、台風シーズンには強風で袋が破損したり、飛ばされたりするので、少なくとも経費のかからない不織布のような丈夫な材質のものを using ことが重要である。また、袋の色はカメムシ類に忌避効果のある黄色のもの(内田, 1979)が良いであろう。

次に袋掛けに要する経費と予想される利益の問題である。これを試算したのが表-2である。1袋あたりの必要経費は56円であるのに対して予想される利益は175円と試算され、明らかに袋掛けの経済性が認められた。それに加えて発芽率の向上によってもたらされる採種園の必要面積の減少と管理費の節約も大きい。

この他、球果着生枝に袋を止める場合の問題がある。カメムシが浸入しないように針金等で強く止めると枝を損傷することもある。簡便な取り付け法を考案する必要がある。兵庫県立林業試験場ではワンタッチ方式の取り付け法を現在検討していると聞いている。

袋掛けは作業能率の点からみるとGA処理によって、たわわに着果した場合に適用するのがよく、自然着果で球果の少ない場合は非能率的である。なお、袋掛けの時期は採種園に越冬成虫が飛来し始める時期が最適である。時期が遅れると球果や針葉に産卵され、それに袋掛けをすることになり、期待した防虫効果は得られなくなる。また、越冬成虫の飛来時期は年によって変動するので、飛来を予測する方法を開発することが今後の重要な問題であろう。

果樹カメムシ類では乾式の100w 高圧水銀灯を用いて

表-1 袋掛けによるカメムシ防除効果

	各球果採集枝の発芽率(%)						平均発芽率(%)
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	
紙袋区	85	78	86	84	75	74	80.3±5.3
網袋区	52(5)	17(19)	17(9)	5(10)	55(3)	72(0)	36.3±26.8
対照区	43	59	19	23	21	55	36.6±18.0

袋掛け：6月21日~10月15日(種子採集時)まで。(): 種子採集時までの間に網袋に侵入した虫数 紙袋：パーチメント製交配袋 網袋：アミ戸用のネット

表—2 袋掛けの経費と予想される利益の試算 (1袋当り) (吉野、1989)

収 支	項 目	積 算 基 礎
必要経費 56円	資材費 14円	不織布 30円 ●不織布の単価: 150円/㎡ ●1袋当り必要面積: 0.2㎡ ●1袋当りの単価: 150円×1/5=30円
		針金 2円 ●鋼線針金の単価: 1000円/kg
		縫製 10円
		計 42円 3年間使用可能であるので、1袋当り: 42円÷3=14円
	袋取付け 28円	●工期: 1人(男) 250袋 ●作業員の単価: 7000円 1袋当りの取付け費: 7000円÷250=28円
	袋取外し 14円	●工期: 1人(男): 500袋
予想利益 175円	●GA処理による球果1個当りの精選種子量: 0.065g ●1袋に入っている平均球果数: 109個 ●1袋に入っている球果で生産される種子量: 0.065×109個=7.085g ●袋掛けにより発芽率は3倍(1987: 5.6倍, 1988: 2.3倍)になると仮定すると、1袋当り $7.085g \times 2 = 14g$ の増収と同じ効果 ●ヒノキ種子1kgの単価: 12500円(12000~13000円) ●14gの種子の価格: 12500円×0.014kg=175円	

発生予察を行っており、これを採種園カメムシ類に応用することも1つの方法であろう。

3) その他の防除の試み

さきにも述べたが、夜蛾防虫を兼ねた黄色灯によるカメムシ類の被害回避をナシで検討し、効果を認めているが、カメムシの種類によっては効果がはっきりしない場合もある(内田, 1979)。また、チャバネアオカメムシ雄成虫の集合フェロモン作用を用いた発生予察法もあるが、防除技術としては利用されていない(守屋・志賀, 1982)。

一方、チャバネアオカメムシの天敵類ではクロタマゴバチ科の1種 *Trissolcus plautae* 他3種の卵寄生蜂が認められており、6月~10月のヒノキ樹上で20~60%の寄生率が確認されている。また、寄生蠅としてはマルボシハナバエ *Gymnosoma rotundatum* があり、一定期間同一地点に生息しているチャバネアオカメムシには時に70%の寄生率を示すこともある。この他、捕食性天敵としてはクモ類、カマキリ類、肉食性のカメムシ類(サシガメ類やクチブトカメムシ類)がある(小田, 19

80; 山田, 1980)。

これらの天敵類は野外におけるチャバネアオカメムシ等カメムシ個体群の密度抑制に働いているが、生物的防除法として利用するまでには至っていない。

おわりに

以上これまでヒノキ採種園におけるチャバネアオカメムシの生態と防除を中心に述べてきたが、本種を含め果樹カメムシ類の多発要因に広大な面積に植栽されているスギ・ヒノキ人工林が挙げられる。

これらの人工林の球果量には年次変動はあるが、球果の豊凶に伴いカメムシ類の発生量や果樹に対する被害量も増減することが予測される。果樹園のカメムシ類を徹底防除しても、発生源であるスギ・ヒノキに寄生するカメムシ類を防除しない限り、果樹類の被害は軽減されないであろう。本年も和歌山県下のボンカンが甚大な被害を受けたことは周知の通りである。

最近、林野庁は優良種子の確保と優良苗木の安定的生産を図ろうとして、採種園カメムシ等防除対策事業を推

進していることはさきにも述べた通りである。なかでも採種園におけるカメムシ類の防除が当面重要な問題とされており、前述した球果の袋掛けはその意図を十分反映していると考えられる。

採種園以外の全国各地人工林のスギ・ヒノキに寄生するカメムシ類を対象とした防除については今後農業場所との共同研究の中で取り組んでいかなばならない問題であろう。

スギやヒノキの球果・種子がチャバネアオカメムシを含むカメムシ類の増殖に大きく関与している問題はきわめて興味深いところである。この話題は森林総合研究所森林機能開発部の生物活性物質研究室との共同研究として緒についたばかりであるが、この問題が解明されればカメムシ類の防除に一光を投ずることになるかもしれない。

引用文献

- 1) 長谷川仁・梅谷献二(1974) 植物防疫, 28: 279~286.
- 2) 小林一三(1981) 第17回国際林業研究機関連合(IUFRO) 世界大会論文集, 285~288.
- 3) 小林一三・横山敏孝(1984) 材木と育種, 135, 16~19.
- 4) 守屋成一・志賀正和(1982) 日本昆虫学会講演要旨, 42, 45.
- 5) 小田道宏(1980) 植物防疫, 34: 309~314.
- 6) 奥田清貴・小林一三(1984) 日本林学会大会発表論文集, 95, 503~504.
- 7) 佐野信幸(1989) 日本林学会大会論文集, 100, 311~312.
- 8) 佐野信幸(1991) 日本林学会中部支部大会論文集, 39, 103~104.
- 9) 志賀正和(1980) 植物防疫, 34: 19~24.
- 10) 田畑勝洋(1980) 森林防疫, 39: 12~15.
- 11) 田畑勝洋・大久保良治(1980) 日本林学会誌, 62: 249~253.
- 12) 丹原哲夫・井上悦甫(1988) 日本林学会関西支部大会講演集, 39, 291~294.
- 13) 内田正人(1979) 農業及び園芸, 54: 415~421.
- 14) 梅谷献二(1976) 植物防疫, 30: 133~141.
- 15) 山田健一(1979) 植物防疫, 54: 48~52.
- 16) 山田健一(1980) 植物防疫, 55: 37~40.
- 17) 山田健一・宮原 実(1980) 福岡県園芸試験場研究報告, 18: 54~61.
- 18) 吉野 豊(1989) 林木と育種, 153, 12: 15, 71: 160~163.
- 19) 吉野 豊・田畑勝洋(1989) 日本林学会誌, 71: 160~163.
- 20) 吉野 豊・谷口真吾・前田雅量・田畑勝洋(1989) 日本林学会大会発表論文集, 100, 555~556.

穿孔性昆虫飼育法

五十嵐正俊*

I はじめに

「穿孔性昆虫飼育法」などと仰々しいタイトルを構えたが、筆者は1952年以来旧林業試験場青森支場、東北支場、森林総合研究所、同関西支所に至る40年間余り森林昆虫を主にした調査、研究に携わってきた。

この間、種々雑多の昆虫と付き合いながら先ず、それらの虫たちの生活史を知ることが防除法確立の基礎であり、また、野外個体と同等の飼育個体を自由自在に飼育できなければ防除手法の確立など不可能であるとの信念の基に子供の頃の虫飼いを生涯の仕事として定年退職を迎える歳となった。

そこで、40年間の虫飼いを振り返り、この間、筆者ならびに研究室の上司、諸先輩の方々と共に考案した飼育手法、調査手法などのなかからとくに飼育のやっかいな穿孔性昆虫に絞って今までの経験を整理し、同業諸氏の参考に供する事とした。

II 穿孔性昆虫の飼育法

最近植物防疫協会より「昆虫の飼育法」¹⁾と題する成書が発刊され、各分野にわたって優れた手法が紹介されている。この中にはマツノマダラカミキリ、スギカミキリ、スギノアカネトラカミキリなどの飼育法が既に紹介されているが、一部重複するかも知れないが「昆虫の飼育法」で触れられていない別の手法もあるので、参考までに紹介する。

1) コウモリガとキマダラコウモリ

両種とも非常に雑食性で、各地のスギ・ヒノキの新植地でも毎年の様に被害が発生している。しかし、造林地で発生する被害は単年度でせいぜい数%程度であるが、

*森林総研関西支所昆虫研究室 IGARASHI Masstoshi

局地的には希に10%を超える様な激害も発生する。

普通、スギの被害木から得られるのは、痩せた若齢幼虫が被害木1本につき1頭見つかるだけで、場合によっては既に幼虫が移動して虫体の存在しないものもある。

したがって、スギ・ヒノキの被害木からだけでは実用のもとまった個体数を確保するのは大変である。

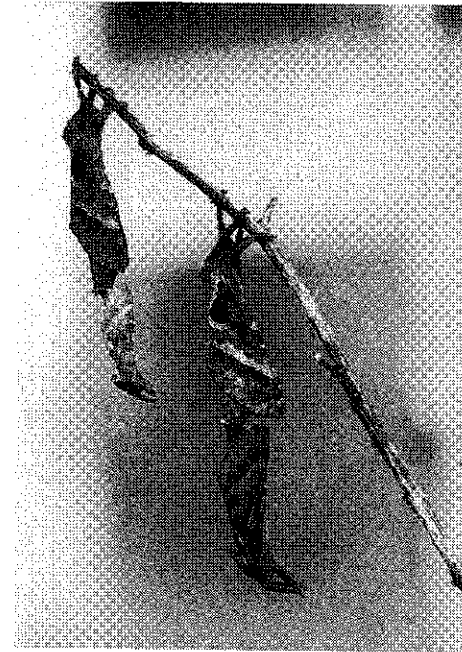
1960年代以降になって、相次いで果樹、農業関係の研究者によってコウモリガに関する論文が発表されて新しい情報が得られるようになったが、これらの文献は何れもコウモリガに関するものだけで、両種の区別点は依然不明であった。

1963年7月初め頃、盛岡の東北支場（現支所）の近くでコウモリガの幼虫採集中、偶然1個の羽化した直後と思われる蛹殻がイタドリの根株に近い土中から半分脱出しているのを発見した。これがキマダラコウモリの蛹殻であることが分かり、両者の生態上の差異を解きかけとなった（詳細は本誌No.76参照）。

採卵：両種とも希に灯火に飛来して捕獲される事もあるが、成虫はほとんど暗くなった黄昏時に出現して飛翔しながら無差別に産卵する習性がある。このため、偶然のチャンスがない限り野外での産卵を採集することは不可能に近い。しかし、成虫はハンドベアリングが可能で、大型の雌では交尾に成功すれば約1万粒位の採卵が可能である。この方法は、

①羽化時期の夕方、被害木（ポプラ、ハンノキ、キリ、シラカンバなど）を巡回すれば羽化直後の成虫を容易に素手で捕獲できる。

②捕獲した成虫を部屋に持ち帰り、雄の翅を軽く挟んで腹を上にして持てば興奮して交尾器を開く習性がある。開かないときは指先で軽く交尾器の上を刺激すればよい。



写真一 ハンドベアリングによるコウモリガの交尾

③開いた交尾器の上に同様に持った雌の尾端をやや摺合わせる様に接触させれば間もなく接合する。尾端を摺合わせる角度がコツ。

④交尾が成功すれば雄の動作が急に静かになるので雄の側の手を静かに離せば雄が雌の尾端にぶら下がった状態になる。

⑤雌を適当な場所に止まらせればそのまま1昼夜交尾が継続する（写真一）。

⑥翌日、雄を離して雌だけ三角紙に挟んでおく、雌は時々体を震わせながら卵を放出し続ける。

⑦翌朝、三角紙の1端を開けて卵を回収する。この作業を産卵しなくなるまで繰り返す。

⑧回収した卵は適当な湿度を保って休眠させる。

キマダラコウモリもこの方法で採卵できるが、成虫の捕獲が難しい（加害箇所が分かり難い）、老熟幼虫はイタドリの地下茎で比較的簡単に捕獲できる。掘取ったイタドリの株を網室などに集植すれば飼育の手数が省力化できる。コウモリガ同様、野外で産卵中の雌を捕獲することは不可能に近い。

幼虫の飼育：コウモリガの越冬卵を休眠から覚ます条件は5℃前後で90日以上保存すれば良い。その後20℃に加

温すれば約3週間で孵化するが、5℃の保存期間が長いほど加温後の日数は短縮される傾向がある²⁾。

コウモリガの孵化幼虫の餌付けには各種の草本の葉で可能と思われるが、筆者はヒメジオンの葉を用いた。若齢時代は草本類の葉でも充分飼育できるが成長に伴って餌を替える必要がある。市販の人工飼料も利用できそうである。

キマダラコウモリは非休眠卵で約2週間で孵化するが、孵化幼虫は腐食質食であるため草本類の葉では餌付け出来ない。しかし、ナスの実で飼育が可能で若齢期をナスで飼育し、その後イタドリの地下茎などに食入させればよい。

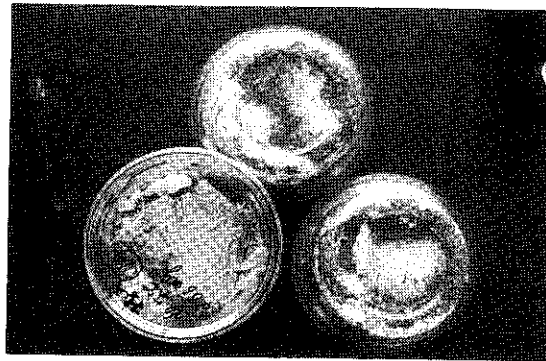
このほか、ジャガイモ、サツマイモなども利用できるが、腐敗し易いことと飼育コストが問題点である。

2) マツノマダラカミキリ

1992年現在、日本海側は秋田県男鹿半島まで、太平洋側は岩手県南部まで分布が拡大しているが、その棲息域の拡大傾向は有効積算温度1000日度（限界温度=13.0℃）地域でほぼ停滞している³⁾。

1950年10月に宮城県石巻市で東北地方では初めてマツノザイセンチュウの被害が発見されたが、それ以前はマツノマダラカミキリは太平洋側では石巻市以南の海岸や日本海側では秋田市以南の海岸でツチクラゲの被害発生地や土木工事などによる夏枯れのマツ枯損木で繁殖が確認されていたに過ぎない⁴⁾。

各地で問題になって以来、当時の勤務地である東北支場の昆虫研究室では故木村重義室長が宮城県産のマツノマダラカミキリを使って幼虫の休眠問題などについて精力的な飼育実験を行っていたが、1975年4月6日交通事故によって急逝され、休眠問題の解明が中断されたことは誠に残念である。しかし、この飼育実験で同氏の開発されたカップ飼育の手法は簡便で、飼育の歩どまりも良く、安定した手法として広く用いられている（写真二）。成虫の飼育：被害材から脱出した成虫を雌雄別々にカップに収容してマツの枝（葉を取り除く）を与えて約3週間程度後食飼育をする。この間に雌の卵巣が成熟する。多数の個体を飼育するには大型の網室に放飼してマツの枝を与えて適宜交換する。



写真一2 カップによるマツノマダラカミキリの飼育

採卵および孵化幼虫の採取：成熟した雌と雄を同居させて交尾を確認したら再び雄を離して産卵用の丸太（伐倒後1週間経過したものを用いる。飼育容器の大きさに合わせて半割にした材片でも良い）と餌用の小枝を入れて産卵させる。

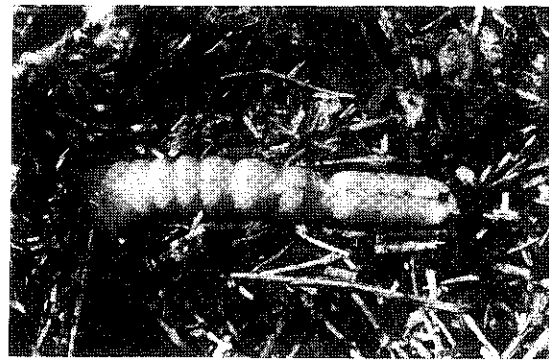
産卵用の丸太は適宜交換する。産卵は樹皮の咬み傷によって判断できるが咬み傷の部分に100%産卵されているわけではない。咬み傷の中央部に産卵管の挿入跡の小孔があればほぼ確実である。産卵部分（産卵管の挿入孔より半径10~12mm程度）をカッターナイフで切り取って採卵する（卵を潰さないように要注意）か、或は幼虫が孵化するまで保存する。幼虫が孵化すれば産卵孔から細かい虫糞が排出されるのでカッターナイフで幼虫を傷つけないように取り出す。

幼虫の飼育：飼育カップの大きさに合わせたマツの皮付材片（伐倒直後の新鮮なものでよい）を準備する。

カップの底に濾紙またはティッシュペーパーを敷き、取り出した幼虫の上に材片の内樹皮が軽く載る程度に材片を置くか、材片の樹皮側にナイフで裂け目を作り幼虫が潰れないように注意しながら幼虫を入れる。

2齢以降は1週間に1回程度材片を交換する。この時、幼虫の虫糞や木屑は残しておく方がよい。幼虫が生存している限り、カビが発生することは稀である（写真一3）。

幼虫が摂食中であれば腸内の糞が透けて見えるが老熟すれば腸内が空になり、体内に脂肪が蓄積するため体色がクリーム色となる。老熟幼虫は普通休眠するのでそのまま加温飼育しても蛹化しない。



写真一3 老熟近い終齢幼虫

このカップ飼育の利点は幼虫の生育期間中その成長経過を逐次記録出来るところにある。

ただし、常に新鮮な材片を与えることは自然状態の枯死木でマツの樹皮が経時的に変質していくのと異なり、幼虫の生育が過大評価される可能性もある。

休眠の覚醒：まだ詳細な実験は行われていないが、10℃前後の比較的高い温度下に約2カ月以上遭遇させる必要がある⁴⁾。これより温度が高くても低くても休眠覚醒には時間がかかる。また、湿度条件が休眠覚醒に関与している可能性もあるので今後この関係の解明が必要である。

休眠覚醒後は1定の積算温度で蛹化する（石巻産のものに対する東北支場における飼育実験結果では、発育限界温度13.44℃、有効積算温度253日度⁵⁾）。

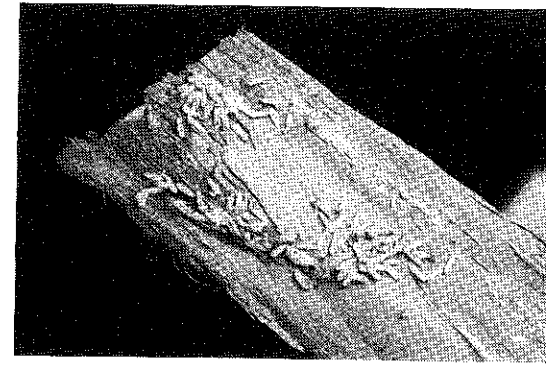
3) スギカミキリ

関東以西では各地の里山地帯で被害が多発し、各研究者によって詳細な論文が数多く報告されているが、幼虫の飼育問題に関する報告は比較的少ない。

飼育に関しては人工飼料飼育が試みられているが、その歩どまりは必ずしも満足出来るものではない（物理的条件?）。

また、輪切り丸太による手法では80%以上の歩どまりも期待できるが、成虫が小型化する問題点があり、完成された手法とはなっていない。今まで筆者が手掛けた手法を参考までに紹介する。

採卵法：成虫の産卵行動を観察すると雌は長い産卵管を蛇の舌の様に伸ばして盛んに樹皮の隙間に挿入する探索行動が見られるが、実際に卵が送出される例は少なく、



写真一4 集中的に産卵されたスギカミキリの卵



写真一5 材片法によって採卵したオオコクヌストの卵

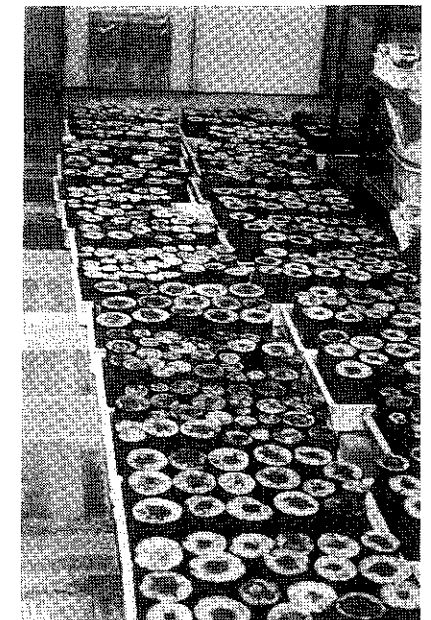
産卵管が或る一定の条件を感知した場合にのみ産卵が実行される。水槽を使って観察した例では水槽の壁面に接していた樹皮にだけ結果として集中的な産卵が行なわれた（写真一4）。

この観察結果をヒントに次のような手法を考えた。

飼育容器の下に濾紙を敷き、その上に粗皮を取り除き、産卵可能な隙間を取り除いたスギの輪切り丸太（縁を産卵管が挿入し易いように少し削っておく）を立て、交尾の終わった雌を放す。産卵可能な場所は丸太と濾紙の隙間だけとなるため、産卵は丸太の下に集中して行なわれる結果となる。

この手法は卵に直接触れる事なく、産卵数のカウントが簡単に出来て、産卵日の確実な卵が容易に確保できるので採卵以後の各種の実験には好都合である。

また、この手法はスギカミキリ以外でも樹皮などの隙間に産卵する習性のあるスギノアカネトラカミキリ、タケトラカミキリ、オオコクヌストなどにも応用出来ることが実証されている（写真一5）。



写真一6 輪切り丸太法によるスギカミキリの飼育

幼虫の飼育：太さ10cm未満位のスギ間伐木を15cm程度に玉切り、両木口を溶かしたパラフィンでコーティングしておく。

採卵した卵を濾紙に着いたまま保存すれば正常な卵であればほとんど100%孵化する。

準備しておいた輪切り丸太に孵化幼虫を接種する。接種法はノミの角などを用いて丸太の粗皮に孵化幼虫がこぼれない程度のポケットを作り、濡らした筆先などで幼虫を1頭ずつポケットの中に落し込む。ポケットの作り方が良く出来ていればこのままで充分であるが、幼虫がこぼれない様にガムテープなどで軽く抑えた方がよい。熟練すれば接種頭数の80%以上の幼虫を確実に食入させることが出来る（写真一6）。以後、自然温度下でも8月下旬頃までには材内で成虫が羽化する。

この間、輪切り丸太の管理が適切でなければ丸太にカビが生じたり、逆に乾燥し過ぎて成虫が小型化する傾向がある。

また、卵は約1カ月くらい冷蔵できるが、幼虫の接種時期は早い方が良さそうである。

材内での成虫の羽化は8月下旬頃に集中するが、蛹化~羽化の条件は実験による検証が行われていない。

成虫の休眠覚醒：成虫は材内で羽化後そのまま休眠して翌年の早春に脱出するが、羽化後の成虫を輪切り丸太のまま13℃前後で経過させれば約4カ月で成虫の脱出が始まり、卵巣も成熟している。しかし、この温度よりも高くても低くても卵巣の成熟度合は低い傾向がある⁶⁾。詳細な実験は今後に残されている。

4) スギノアカネトラカミキリ

小型で行動もゆっくりとした可愛らしいカミキリであるが、この虫の被害は「とびくされ」「ありくい」「がにくされ」「ぼたん」などいろいろな名称で表現されているが、古くからスギ・ヒノキなどの建築材に現れる欠点として知られている。

このスギノアカネトラカミキリが日本の主要建築材のスギ・ヒノキの材質を劣化させていた犯人であることが分かったのは、1955年伊藤一雄・余語昌資・故木村重義氏らの宮城県下の石巻営林署管内における調査⁷⁾で、スギの被害材の中から初めて成虫が確認された。それまでこのカミキリは昆虫採集家の間でも珍品扱いされるほど採集される機会の少ない昆虫であった。

したがって、この虫の生活史などは全く不明であった。その後、コゴメウツギ、ガマズミなどの花で成虫が捕獲されることが分かり、訪花習性のあるカミキリムシとして知られるようになった。

その後、青森営林局管内で立木処分したスギ林分が本種による被害を受けていたことからクレームが付き、青森営林局では各署に照会した結果、各地で被害があることが判明し、その実態を調査することとなった。時を同じくして特別研究「スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害・材質劣化機構の解明」(1983~1986)がスタートすることとなり、本格的な研究が開始された。

成虫の飼育：成虫は訪花性を有することから蜂蜜で飼育出来るが、ガラスの腰高シャーレなどではやや狭すぎて成虫の行動も不自然で寿命も短く、良い結果は得られなかった。

そこで考案したのが飼育ネットである。材質は寒冷紗を用い、1辺20cm程度の袋を三角錐型にして使用する。袋の縫い代を二重の折り返しにして三角錐の骨にするが、てっぺんと後ろの角が丸くなるようにする。

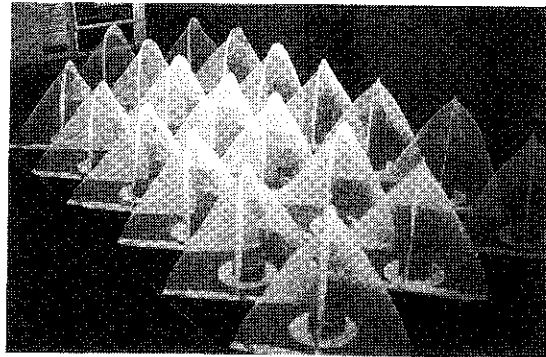


写真7 筆者の考案した飼育ネット

セットする場合は袋の両側の折り目を合わせて三角錐型にして口の部分を1cm程折曲げてクリップで止める。

後ろ側を明るい方に向けてこの中に成虫を収容し、餌皿と産卵用の材片を入れる。餌皿には濡らしたティッシュペーパーを入れて蜂蜜を1滴たらす。

この飼育ネットは頂部と後部が丸くなっているため袋の中に放たれた成虫の行動はエンドレスになるが、足場が良いのでやがて定位する。したがって、ガラス容器の中で常に不自然な歩行を強いられる場合に比較して虫に与えるストレスが少い様におもわれる。

また、この飼育ネットは小型のカミキリ類のほか各種の昆虫の飼育にも利用出来る。不用の時は畳んでおけば良い(写真7)。

採卵：産卵用の材片はスギカミキリに用いた手法を準用する(直径2cm、長さ2.5cm程度の枝の輪切りを濾紙の上に立てる)。

卵はやや粘性があるため、産卵したものは材片を持ち上げた時濾紙が接着する。

この時、無理に濾紙を剥せば貴重な卵を傷つけることになるのでそのまま別容器に取り出すか、濾紙の下から水で濡らせば卵を傷つける事なく濾紙を剥すことが出来る。

卵は材片の方に粘着しているためそのまま孵化するまで経過させる(写真8)。

幼虫の飼育：卵は10日ほどで孵化する。幼虫の飼育には2つの方法が試みられている。

1つは孵化幼虫の飼育に市販の人工飼料(筆者はシルクメート1(M)および3(M)を使用した)を用いる方法

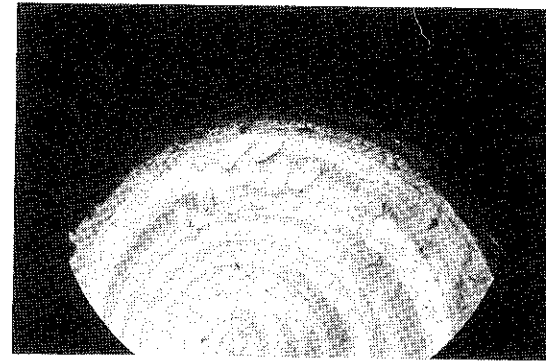


写真8

である。

市販の人工飼料にスギ葉の乾燥粉末を1:1に混合して水を加えてよく練り上げるが、水分が多すぎると孵化幼虫が溺死するので握りしめてもダンゴにならない程度のバサバサが良い。調整直後の餌はこの虫にとっては有毒のガスが発生するらしく、死亡率が高まるので十分にガス抜きを行う必要がある。

容器は径15mm、長さ70~80mmの管ビンを用いるが、餌の深さを25mm程度に堅めに詰めて孵化幼虫を入れ、その上を紙の栓で抑える。

食いつきに成功すれば幼虫の坑道がガラスの壁面を透

して観察できる。

この方法は幼虫の成長が極めて良好であったが、蛹化率が悪く、まだ実用化されていない(蛹化しない理由は不明)(図-1)。

また、紙の栓からカビが繁殖するのでカビ避けの対策が必要である。

第2の方法は天然物による方法であるが、孵化幼虫を枯れ枝で飼育すればほとんど成長しないが、生の切り枝を用いればシルクメートほどではないが、満1年で中齢の幼虫が得られる。以下の手順で行う。

①ヒノキの葉の付いている枝(太さ割箸大~鉛筆大)を葉を落として20cm程度に切る。ヒノキが無い場合にはスギの緑枝(樹皮の赤くなった部分では成長が悪い)が良い。

②この枝を横にしてナイフで孵化幼虫がこぼれない程度のポケットを作って孵化幼虫を1頭接種する。孵化幼虫の食入が確認されるまで2~3日このままの状態に静置する。

③食入が確認された枝はアリガタバチなどの天敵の侵入に注意しながら翌春(11月頃でも良い)まで経過させる。

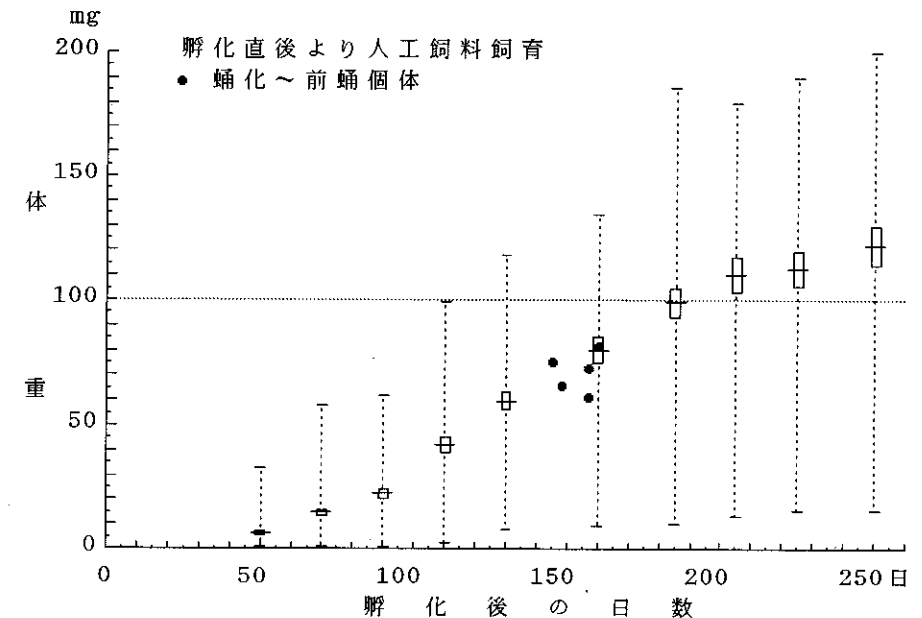


図-1 スギノアカネトラカミキリの当年幼虫の体重成長

④ヒノキの間伐材を使って輪切り丸太（太さ5～6cm、長さ15cm、両木口はパラフィンでコーティング）を用意しておく。

⑤枝に食入させて約1年間経過したものを割材して幼虫を取り出し、輪切り丸太に入れ換える。

⑥11月頃、輪切り丸太を剥皮して成虫の脱出予定孔の有無を調べる。脱出予定孔の無いものは幼虫を取り出し、再度新しい輪切り丸太に入れ換える。脱出予定孔のあるものは成虫が材内で休眠し、翌年成虫が脱出する。

幼虫を食入させた枝・輪切り丸太は過湿にならないように注意が必要。むしろ余計な手を掛けずに室内の空中湿度に任せた方が好結果が得られている。

この方法は現在最も歩どまりが良く、満2～3年で接種幼虫の80%程度の羽化が期待できる。2年目の秋までに接種した孵化幼虫の約50%を羽化させることに成功している。羽化した成虫は材内で休眠するが、休眠覚醒の条件は未調査。

Ⅲ あとがき

森林には多種多様な昆虫類が生息しているが、いわゆる「タダの虫」的な存在の昆虫が大多数を占めるが、経済性を重視した人為的な森林の造成は時には「タダの虫」を爆発的な大発生に誘導して「害虫化」させる場合もある。また、「タダの虫」でも経済的な観点に立てば存在を許せない「害虫」のレッテルを貼られることにもなる。

これらの昆虫達はある場合には樹木の成長を阻害するほか、有用樹木に対して量的、質的に致命的な被害を加えることもある。

これらのいわゆる「森林害虫」のうちでも幼虫時代の

生活を樹木の樹皮下や材内で過ごす「穿孔性害虫」はその生活史も把握し難く、まだ多くの未知の点が残されている。

これら穿孔性昆虫を実害の無い程度にコントロールすることは森林昆虫研究者に課せられた使命であるが、目的達成のためには今後とも数多くの実証試験が必要であるが、そのためにも対象昆虫の通年、大量飼育の体勢確立がいそがれている。筆者のささやかな経験が今後の研究の参考になれば幸いである。

引用文献

- 1) 湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 編：昆虫の飼育法。日本植物防疫協会，392pp. 1991
- 2) 五十嵐正俊：コウモリガ越冬卵の休眠離脱の条件。日林東北支誌，25 111～113，1974
- 3) 五十嵐正俊：東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態（ⅩⅩⅡ）—温量分布にもとづく分布拡大地域の推定—。日林東北支誌 39 157～158，1987
- 4) 木村重義・山家敏雄・五十嵐正俊：東北地方におけるマツノマダラカミキリの分布地域と生活史。林試東北支場年報，16 101～108，1975
- 5) 陳野好之・滝沢幸雄・金子 繁・五十嵐正俊・庄司次男・由井正敏：東北地方におけるマツ材線虫病の諸問題。林試東北支場年報 26 103～112，1985
- 6) 五十嵐正俊・松田一仁：スギカミキリの卵巣成熟と温度の関係。日林論 103 527～528，1992
- 7) 木村重義：スギ材の「とびくされ」の原因について。林試東北支場研究だより 64 1～3，1956

禁 転 載

平成5年3月10日 発行

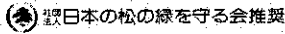
編集・発行／社団法人 林業薬剤協会

〒101 東京都千代田区岩本町2-9-3 第2片山ビル

電話 03(3851)5331 FAX 03(3851)5332 振替番号 東京4-41930

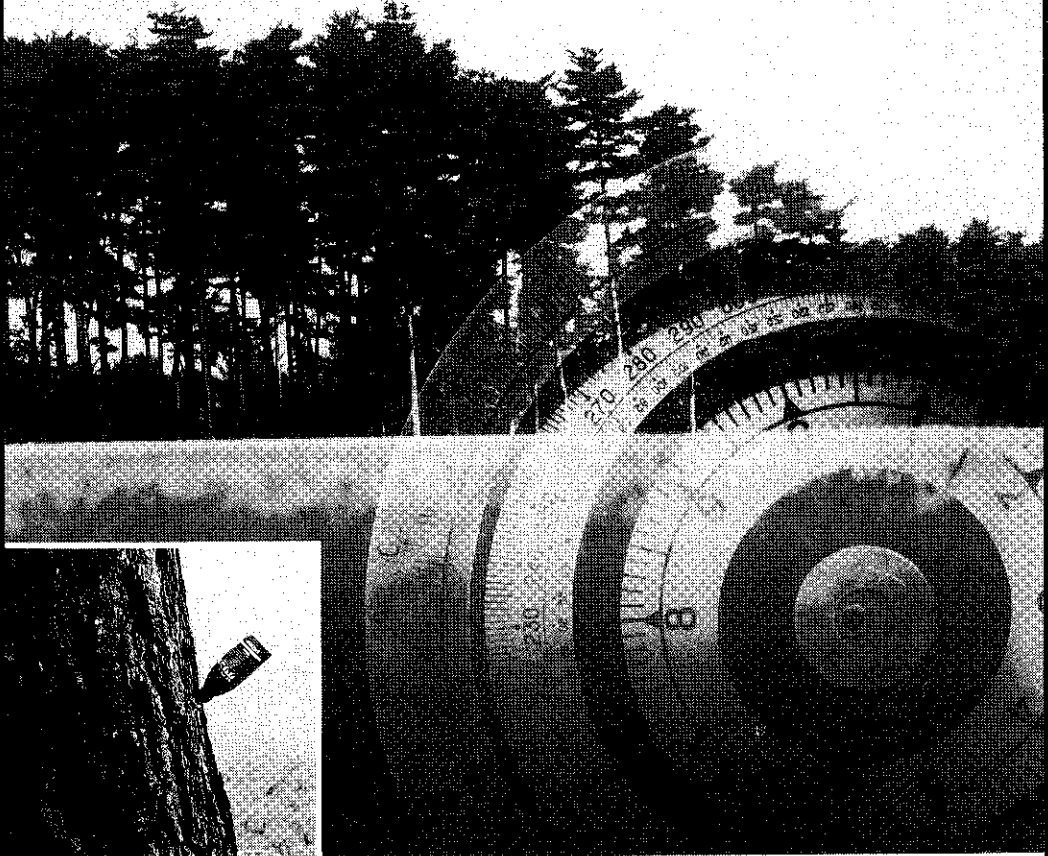
印刷／株式会社 ひろせ印刷

頒価 515円（本体 500円）

松枯れ防止に新しい針路。

松枯れの原因とされるマツノザイセンチュウに対し、
優れた防除効果を発揮する新しい樹幹注入剤です。







松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード・エイト®

Greenguard® Eight

科学を世界の向上のために——

ファイザー製薬株式会社

東京都新宿区西新宿2-1-1 〒163-04

☎(03)3344-7409

安全、そして人と自然の調和を目指して。

巾広い適用害獣

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果が認められた初めての散布タイプ忌避剤です。

散布が簡単

これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥ぎ被害に予防散布が行えます。

長い効果

薬液は素早く乾燥し、降雨による流出がなく、被害を長期にわたって防止します。

安全性

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用されてきた低毒性薬剤で普通物です。

ニホンジカ ノウサギ カモシカ

野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

ユニファ―水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売

DDS 大同商事株式会社

本社/〒135 東京都江東区門前仲町2丁目3番8号 (ミタケビル)

☎03-3820-9363(代)

製造

保土谷化学工業株式会社

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

見つける、かける、枯れる。

ただそれだけのクズ専用除草剤。

- ①殺草力が強力。
- ②選択殺草性が高い。
- ③処理適期幅が広い。
- ④降雨による影響が少ない。
- ⑤効果の発現が早い。
- ⑥高い安全性。



新容器の採用により、直接滴下するだけですぐれた効果を発揮します。

クズにワンブッシュ/
クズコロ液剤

〈クズコロ普及会〉

井筒屋化学産業株式会社

チバフク株式会社

丸善薬品産業株式会社

株式会社エス・ディー・エスバイオテック

東京都港区東新橋二丁目12番7号

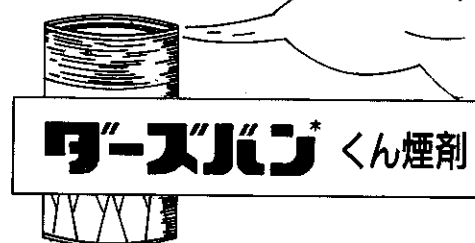
日本カーリット株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目2番1号

(事務局)

“すぎ”の穿孔性害虫“ヒノキカワモグリガ”

- 成虫防除にはじめて農薬登録が認可されました。
- すぎ材の価値をおとす害虫防除に！



製造元

新富士化成薬株式会社

本社・工場 埼玉県蕨市中央7-15-15 電話 (0484) 42-6211(代)



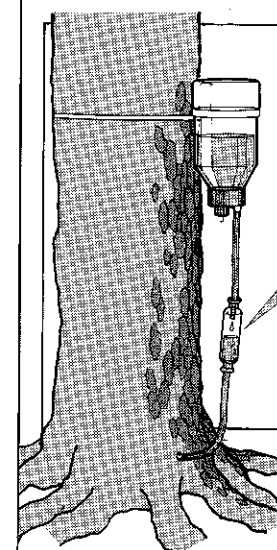
の緑を守る

センチュリー 注入剤

マツノサイセンチュウ防除用樹幹注入剤

観日本の松の緑を守る会推奨

農林水産省登録
第16262号
第16263号



本剤の特長

安定した効果

注入後、速やかに松の枝先まで浸透し、マツノサイセンチュウの侵入増殖を防止し、効果は二年間持続します。

注入状況が一目でわかる

医療システムを応用した点滴注入により注入状況が一目でわかります。

迅速確実な薬剤施用

加圧注入により松の木一本一本に、確実にしかも速やかに薬剤を注入することができま。

穴の数が少ない

注入器の先端は、6mm又は9mm穴兼用に工夫してあります。

高い安全性

人や動物に危険性が少なく、松への薬害の心配もなく、安心して使用することができま。

センチュリー普及会

保土谷化学工業株式会社

〒105 東京都港区虎ノ門一丁目4番地2号

☎03(3504)8565(代)

三菱油化株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

☎03(3283)5250

造林地の下刈り除草には！

ヤマグリーン®

かん木・草本に

A 微粒剤

D 微粒剤

○毒性が低く、引火性、爆発性のない

安全な除草剤です

○下刈り地ではスギ

ヒノキの造林地で

使用してください

クズの株頭処理に

M 乳剤

2,4-D協議会

ISK 石原産業株式会社

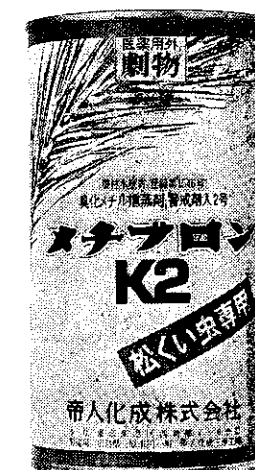
大阪市西区江戸堀上通1丁目11の1

日産化学工業株式会社

東京都千代田区神田錦町3の7

松くい虫防除には最も効果的で
取扱いが簡単な

マチブロン® K2



特 長

- 殺虫、殺線虫効果の高い、優れた薬剤です。
- 常温でガス体なので虫孔深く浸透し効果を発揮します。
- 沸点が低く、冬期でも十分消毒できます。
- 現場の状況により、処理量が自由に調節できます。

適用病虫害の範囲及び使用方法

適用場所	作物名	適用害虫名	使用量	くん蒸時間	くん蒸温度
貯木場 林内空地	まつ (伐倒木)	マツノマダラ カミキリ (幼虫)	被覆内容積 1㎡当り 60~100g	6時間	被覆内温度 5℃以上

林木苗床の土壌消毒には

クノヒューム®

詳しくは下記までお問合せ下さい。

帝人化成株式会社

〒105 東京都港区西新橋1-6-21 (大和銀行虎ノ門ビル) TEL (03) 3506-4713
 〒530 大阪市北区梅田1-3-1-700 (大阪駅前第一ビル) TEL (06) 344-2551
 〒812 福岡市博多区博多駅前1-9-3 (福岡MIDビル) TEL (092) 461-1355



スギ作まつすぐ育てよ。

クズ・雑かん木は
大切なスギやヒノキの大敵。
安全性にすぐれた
鋭い効果のザイトロン微粒剤に
おまかせください。



林地用除草剤

ザイトロン*

微粒剤

ザイトロン協議会

石原産業株式会社 日産化学工業株式会社

サンケイ化学株式会社 保土谷化学工業株式会社

(事務局)ニチメン株式会社 ダウ・エランコ日本株式会社

*ダウ・エランコ登録商標

カモシカ
ノウサギの忌避剤

農林水産省農薬登録第15839号

ヤシマレント®

人畜毒性：普通物。（主成分=TMTD・ラノリン他）

大切な日本の松を守る、効果と安全性の高い薬剤。人畜毒性普通物

●予防と駆除〔MEP乳剤〕

●駆除〔MEP油剤〕

ヤシマスミパイン乳剤

農薬登録第15,044号

バックサイドオイル

農薬登録
第14,344号

バックサイドF

農薬登録
第14,342号



ヤシマ産業株式会社

本社：〒150 東京都渋谷区恵比寿西1-18-4アムーズ・ワンビル3階
電話 03-3780-3031（代）
工場：〒308 茨城県下館市大字折本字板堂540
電話 0296-22-5101（代）

野生獣類から、
大切な植栽樹
を守る！！

忌避効果、残効、
安全性に優れ、簡
便な（手袋塗布）ク
リーム状の忌避塗
布剤です。
（特許出願中）
＜説明書・試験成績進呈＞

林地用除草剤

イーティー粒剤

使用方法 全面に均一に散布してください。

適用雑草名	使用時期	1ヘクタール当り使用量
ササ類	3月～4月 （雑草木の出芽前～ 展葉初期）	60～80kg
落葉雑草かん木 ススキ等の 多年生雑草		80～100kg

特長

- 裸地化しないで長期間抑制します。
- いろいろな雑草木に広く効果を発揮します。
- 雑草木の発芽または展葉前に散布するので、作業が容易です。
- 1日中いつでも散布できます。
- スギ、ヒノキに薬害がありません。
- 人畜・魚介類に対して安全です。

三共株式会社 北海三共株式会社
九州三共株式会社
日本カーリット株式会社

下刈りの代用に

「確かさ」で選ぶ…
バイエルの農薬

根を守る。

苗ほのコガネムシ幼虫対策に

トクチオン® 微粒剤F

バイジット粒剤

ダイシストン®・バイジット粒剤

松を守る。

松くい虫対策に

ネマノール® 注入剤

●マツノザイセンチュウの侵入・増殖を防止
し松枯れを防ぎます。

Bayer

日本バイエルアグロケム株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1 103

新しいつる切り代用除草剤

（クズ防除剤）

ケイピン

（トーデン含浸）

* 米国タウケミカル社登録商標

特長

- ① ごく少量の有効成分をクズの局所に施用することにより、クズの全体を防除できます。
- ② 年間を通じて処理できますが、他の植生が少ない秋～春（冬期）が能率的です。
- ③ 特殊木針剤であり、持ち運びに便利で能率的に作業ができます。
- ④ 通常の使用方法では人畜、水産動植物にたいする毒性はありません。

ケイピン普及会

保土谷化学工業株式会社

東京都港区虎ノ門1-4-2

石原産業株式会社

大阪市西区江戸堀通1-11-1

ご存じですか?

林地除草剤

ひのき造林地下刈や地ごしらえに長い効きめの

タンデックス[®]粒剤

ササ・灌木等に御使用下さい。

製造 株式会社 **イスデー・イスバイオテック** 販売 丸善薬品産業株式会社

お問い合わせは丸善薬品産業株式会社へ

本社 大阪市東区道修町2丁目 電話(206) 5500(代)
東京支店 東京都千代田区神田3-16-9 電話(3256) 5561(代)
名古屋支店 名古屋市中区那古野1-1-7 電話(561) 0131(代)
福岡支店 福岡市博多区奈良屋町14-18 電話(281) 6631(代)

札幌営業所 電話(261) 9024
仙台営業所 電話(22) 2790
金沢営業所 電話(23) 2655
熊本営業所 電話(69) 7900

マツクイムシ防除に多目的使用が出来る

スミパイン[®] 乳剤

マツクイムシ被害木伐倒駆除に

パインサイド[®] S 油剤C 油剤D

スギ林などのスギカミキリ(材質劣化害虫)被害の予防に

スギバンド[®]

松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード[®]・エイト

林地用除草剤

ザイトロン^{*} 微粒剤



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社 〒890 鹿児島市郡元町880番地 TEL(0992)54-1161
東京本社 〒101 東京都千代田区神田司町2-1 神田中央ビル TEL(03)3294-6981
大阪営業所 〒532 大阪市淀川区西中島4丁目5の1 新栄ビル TEL(06)305-5871
福岡営業所 〒812 福岡市博多区博多駅東2丁目17番5号 モリメンビル TEL(092)481-5601

フレノック[®] 粒剤

テトラピオン除草剤

ササ長期抑制剤!!

ササが「ゆりかご」!?
ササは枯れずにちぎこまり
落葉小枝があたためて
ササのゆりかご出来ました
かん木雑草寄せつけず
水をいっぱい抱きしめて
若い苗木に陽が当たり
スルスス丈夫に育ちます



フレノックが作った「ゆりかご」で育てたヒノキの方が、手刈よりも早く大きくなるという試験データが発表されました。
「林業と薬剤」No.103・P.10-19
資料請求は下記へ

フレノック研究会

三共株式会社
〒104 東京都中央区銀座3-10-17 ☎03-5565-8237
保土谷化学工業株式会社
〒106 東京都港区虎ノ門1-4-2 ☎03-3504-8559
ダイキン化成品販売株式会社
〒101 東京都千代田区神田東松19 ☎03-5256-0164

日本の自然と緑を守るために
お役に立ちたいと願っています。

新発売!

- ・松くい虫予防地上散布剤
T-7.5 プロチオン乳剤
- ・クズにワンプッシュ
クズコロ液剤



明日の緑をつくる

井筒屋化学産業株式会社

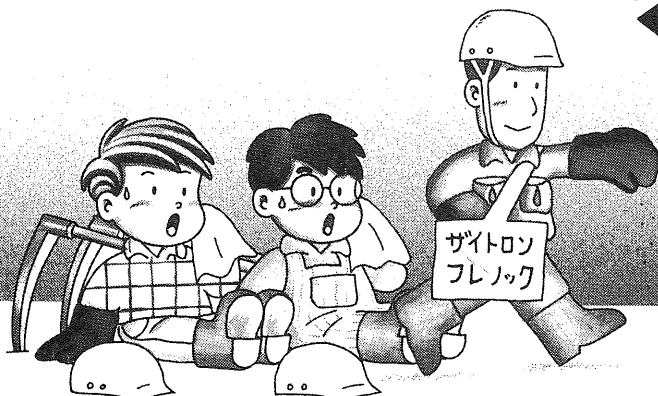
本社・工場 熊本市花園1丁目11-30 〒860 ☎(096)352-8121(代)
東京事務所 東京都千代田区飯田橋3丁目4-3 坂田ビル6F 〒102 ☎(03)3239-2555(代)



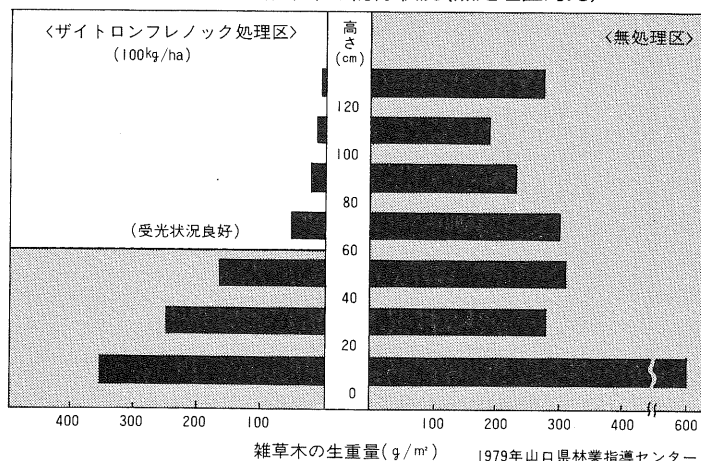
カマ・カマ・クスリしませんか？

人手がない方にも、人手がある方にも耳寄りなお話。
あなたの事情にあわせて、下刈作業を“より安く、より
楽に”変えてみませんか。たとえば1年目はカマで下刈、
2年目もカマ、3年目はクスリを散布、クスリの効き目
が持続する4年目は作業はお休み。「カマ・カマ・クスリ」
はほんの一例。あなた独自のプランを作ってみて下さい。
ザイトロン・フレノック微粒剤がお手伝いします。

効き目が
グーンと持続する
総合下刈剤



散布一年後の雑草木の防除状況(無処理区対比)



散布一年後の処理区では、造林木の生長に影響を与える高さ60cm以上の雑草木を非常に良く防除し、造林木に光が良く当たっています。一方60cm以下の下層は適度に雑草が残り土壤水分が保持されています。

ザイトロンフレノック協議会

三 共 株 式 会 社
〒104 東京都中央区銀座3丁目10番17号
ダイキン工業株式会社
〒160-91 東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

保土谷化学工業株式会社
〒105 東京都港区虎ノ門1丁目4番2号
ダウ・エランコ日本株式会社
〒105 東京都港区芝浦1-2-1 シーパンスN館