

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 220 6. 2017

一般社団法人 林業薬剤協会



目 次

スギカミキリ抵抗性育種について

——森林総合研究所林木育種センターの取り組み——……加藤 一隆・宮下 久哉 1

日本から米国東部に侵入したハリモミヒメカサアブラムシ

Adelges tsugae の生態と防除……………伊藤 賢介 6

おとしぶみ通信 (22)

カメムシの愛……………福山 研二 15

● 表紙の写真 ●

穿孔途中のスギカミキリ終齢幼虫

幼虫は辺材部を食害しながら穿孔を続けている。この後すぐに蛹化を開始する。

平成 20 年 (2008) 7 月
林木育種センター構内にて

—加藤一隆氏提供—

スギカミキリ抵抗性育種について

—森林総合研究所林木育種センターの取り組み—

加藤 一隆*¹・宮下 久哉*²

1. はじめに

スギカミキリは、スギ及びヒノキの枯損木や衰弱木だけでなく健全木にも被害を及ぼす重要な害虫として知られております²⁾。生活史は基本的に1年一化ですが、寒冷地では2年一化の個体も存在します。材内で越冬した成虫は樹皮化に産卵を行います(図-1)。およそ2週間で孵化した幼虫は樹皮部そして辺材部と加害し、1頭の幼虫による穿孔距離は時には1m以上に及ぶため(図



図-1 スギカミキリ成虫



図-2 穿孔中のスギカミキリ終齢幼虫

—2), 激しい加害を受けたスギは枯死に至ることもあります。そのため、造林上の観点から抵抗性品種の開発が望まれておりました。

2. スギカミキリ抵抗性育種事業について

スギカミキリの本格的な防除研究や被害調査は1970年代から始まり、調査結果から被害程度はスギの在来品種間で大きく差があることが明らかとなりましたので³⁾、野外から抵抗性個体の選抜が可能であると判断できました。そこで、1980年から1984年にかけて被害林分の実態調査、抵抗性候補木の選抜法、及び各種抵抗性検定手法を技術開発して、1985年から地域虫害抵抗性育種事業(スギカミキリ)が開始されました。

当事業は、東北育種基本区、関東育種基本区、関西育種基本区に属する府県(表-1)とともに実施され、事業の流れは図-3に示した通り、予備選抜後、東北育種基本区では簡易検定、接種検定を経て、一方、関東育種基本区及び関西育種基本区では簡易検定、一次検定及び二次検定を経て抵抗性クローンが確定されました。以下、抵抗性育種事業の詳しい進め方及び検定結果後の合格クローン数について説明します。

*1 (研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所
材木育種センター KATO Kazutaka
*2 同所 MIYASHITA Hisaya

表-1 この事業に参加した府県

| | |
|---------|---|
| 東北育種基本区 | 青森県, 秋田県, 山形県, 新潟県, 岩手県, 宮城県 |
| 関東育種基本区 | 福島県, 茨城県, 栃木県, 千葉県, 愛知県, 岐阜県 |
| 関西育種基本区 | 京都府, 兵庫県, 鳥取県, 島根県, 岡山県, 広島県, 山口県, 香川県, 愛媛県, 徳島県, 高知県 |

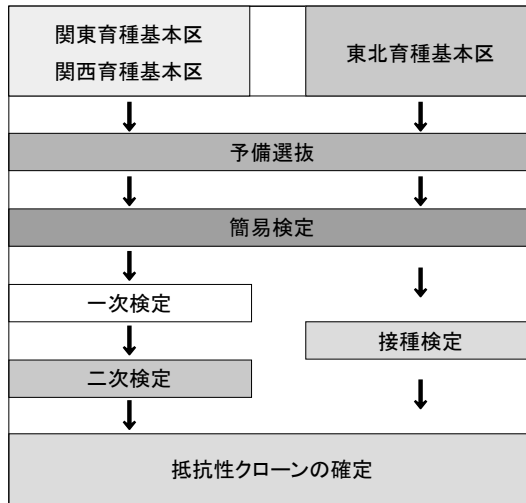


図-3 抵抗性育種事業の流れ

(1) 予備選抜及び簡易検定

まず、各育種基本区においてスギカミキリの被害林分内及び精英樹を含めた既存の品種の中から、被害が全くなく、しかも形質も優れている個体をおよそ一万本予備選抜しました。次に、これらの個体がスギカミキリに対して抵抗性があるかどうか判定するために簡易検定を行いました(図-4)。この検定は、樹皮下に穿孔した多くの幼虫が内樹皮に形成される傷害樹脂道から滲出されるヤニによって死亡している状況を鑑み、人為的に傷害樹脂道を形成させてスギ個体の傷害樹脂道形成能力を判定する手法です²⁾。

判定では、形成された傷害樹脂道の形成スピード、面積、及び形成箇所数を調査し、これらのデータから総合的に合格クローンを選抜しました(図-5)。その結果、東北、関東、及び関西育種基本区でそれぞれ533、220、657本が合格し、この本数は予備選抜本数のおよそ14%に相当します。

(2) 一次検定

簡易検定の次に、関東及び関西育種基本区ではスギカミキリに対する抵抗性を野外条件に近い状態で判定するため、スギカミキリ成虫の外部への拡散を防止した網室を設置して一次検定が行われました。

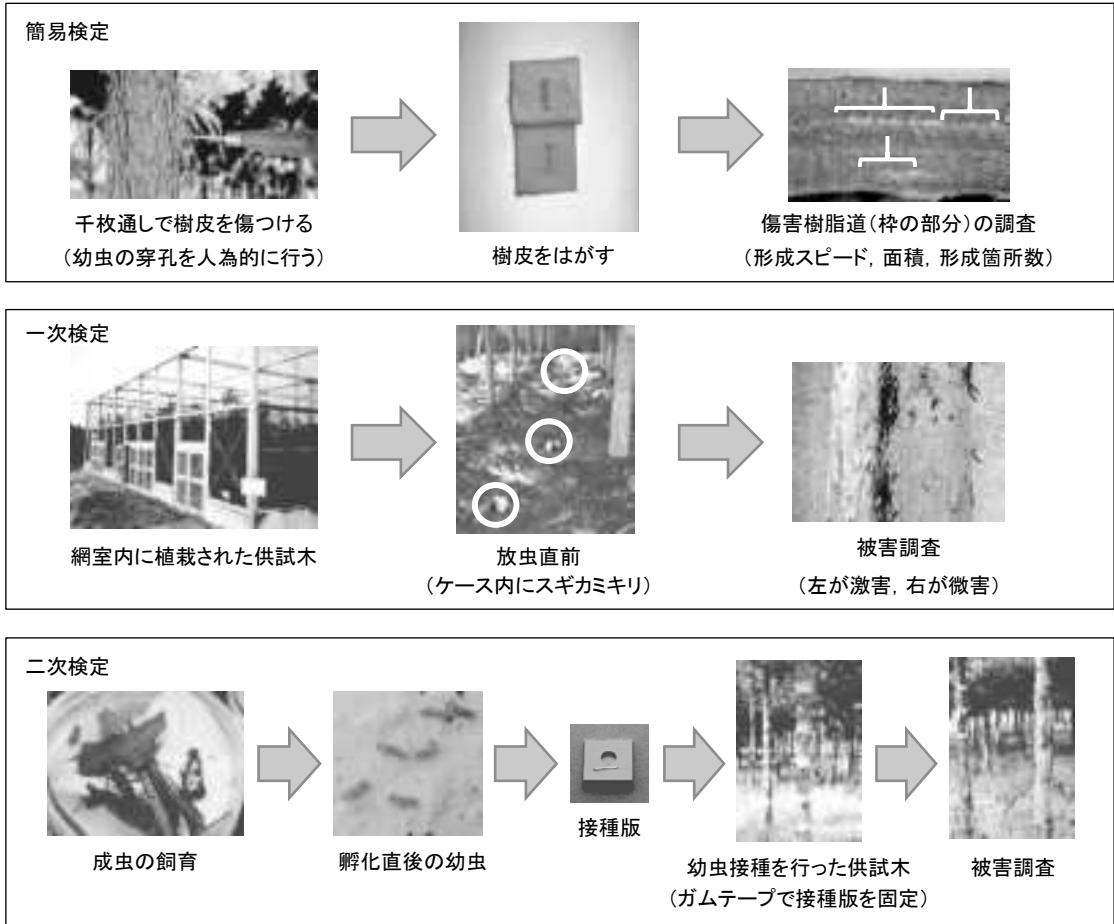


図-4 各検定手法の流れ

一次検定は、まずクローン増殖した供試木を網室内部に植栽し十分活着させた後、スギカミキリ成虫を内部に放し供試木に産卵させた後に被害実態を調査し、被害が極めて少ないクローンを合格木として選抜する方法です。この検定は、網室の容積の点において植栽本数に限りがあるため1990年から2007年までの長期間を要しました。

図-5には、各育種基本区での検定本数と合格本数のグラフを載せてあります。育種基本区合わせた合格本数は185クローンで、その割合は簡易検定合格クローン数の21%になります。

(3) 二次検定 (接種検定)

この検定は別名幼虫接種検定とも呼ばれ、すべての育種基本区で実施されました。検定方法は、まず野外で捕獲した成虫をシャーレ等で飼育し、産卵された受精卵を適当な条件で養育してから、孵化直前または直後の幼虫を接種版の窪みに入れた後にスギの樹幹部分に接種し、その後被害実態を調査して被害が極めて少ないクローンを合格木として選抜する検定方法です。この検定では接種幼虫数を供試スギ個体あたり一箇所につき2頭ずつ、5箇所まで計10頭に制限して実施するため、一次検

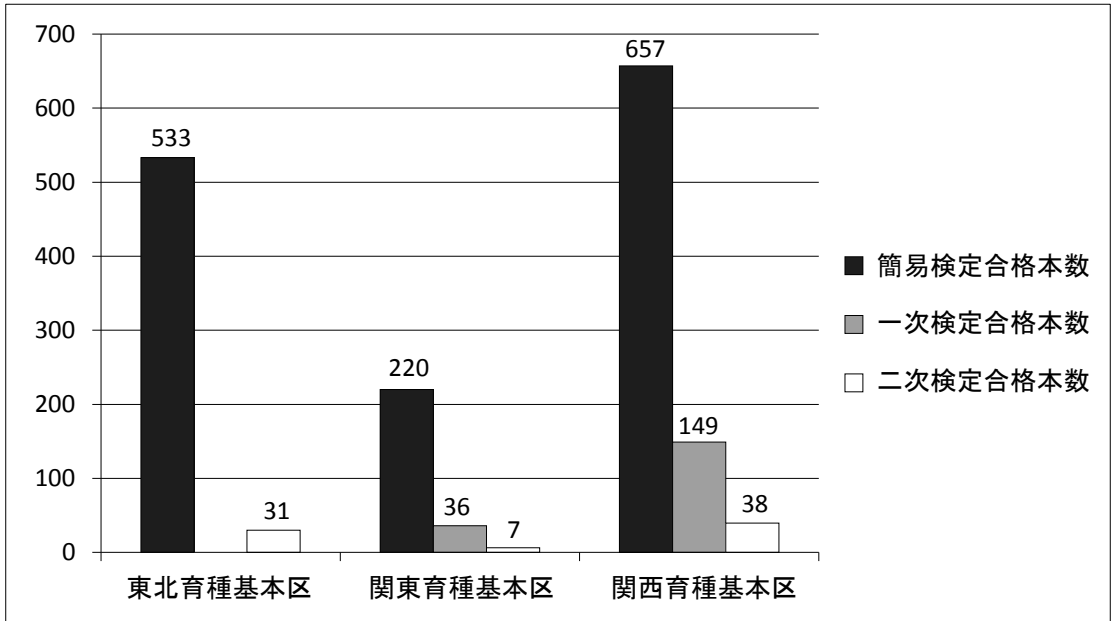


図-5 各育種基本区における検定ごとの合格本数

定に比べて同じ穿孔条件で供試個体の抵抗性を判定できる利点があります。二次検定の結果、全育種基本区合計で76クローンが合格しています。この数は、簡易検定合格木のおよそ5%であり、高い抵抗性を有するスギ個体は意外と少ない結果となりました。

3. 抵抗性の遺伝性の解明と新たな抵抗性個体の創出

林木育種センターでは、現在スギカミキリの抵抗性に関する遺伝性を解明すること、及び抵抗性を有し、しかも成長の早いスギ育種素材の創出に努めています。抵抗性の遺伝性に関する研究では、抵抗性クローンと感受性クローンを利用して人工交配を行って次世代を創出し、スギの樹幹に

幼虫の接種検定を行って抵抗性が遺伝するのかどうか調査しております。今まで得られたデータでは、表-3に示しましたように、抵抗性個体同士の次世代では抵抗性が保たれていること、また形質がどれほど遺伝されるかを示す抵抗性の遺伝率は0.2を示しました。この値は、樹高の遺伝率と比べても高いことから、抵抗性は後代に伝わりやすいと考えられます。

新たな抵抗性固体の創出では、この春に成長の早いエリートツリーと抵抗性個体との人工交配を行いました。今秋には種子が採種されますので、今後まき付け及び育苗を経て、成長量の調査及び抵抗性検定を行い、スギカミキリに対して抵抗性があり、しかも成長も優れた品種を開発したいと思っております。

表-2 今までに登録されているスギカミキリ抵抗性品種

| 東北育種基本区 | | 関東育種基本区 | | 関西育種基本区 | |
|-----------|--------|---------|---------|-----------|--|
| 岩手県22号 | 新潟県40号 | 茨城県39号 | 精英樹石動1号 | 精英樹佐伯105号 | |
| 青森営10号 | 前橋営6号 | 千葉県15号 | 石川県9号 | 富山県25号 | |
| 精英樹黒石3号 | 青森営14号 | 千葉県19号 | 石川県18号 | 福井県8号 | |
| 飯豊山天然スギ3号 | 青森営49号 | 栃木県5号 | 石川県23号 | 福井県9号 | |
| 山形県1号 | 岩手県31号 | 東京営13号 | 石川県41号 | カサイケ | |
| 山形県4号 | 宮城県2号 | 茨城県33号 | 石川県42号 | 精英樹金沢1号 | |
| 山形県8号 | 宮城県16号 | 茨城県34号 | 福井県20号 | 鹿島3号 | |
| 山形県11号 | 前橋営9号 | | 耐雪福井県1号 | 京都府19号 | |
| 秋田営7号 | 秋田県37号 | | 耐雪滋賀県3号 | 鳥取県6号 | |
| 耐雪秋田県36号 | 秋田県47号 | | 京都府7号 | 鳥取県8号 | |
| 秋田県35号 | 山形県23号 | | 京都府8号 | 鳥根県21号 | |
| 山形県7号 | 新潟県14号 | | 京都府17号 | 大阪営10号 | |
| 山形県35号 | 新潟県42号 | | 京都府25号 | 大阪営23号 | |
| 山形県47号 | | | 兵庫県13号 | 香川県13号 | |
| 山形県48号 | | | 兵庫県16号 | 香川県14号 | |
| 新潟県6号 | | | 大阪営39号 | 香川県15号 | |
| 新潟県7号 | | | 愛媛県9号 | 愛媛県2号 | |
| 新潟県8号 | | | 愛媛県27号 | 愛媛県20号 | |
| | | | 山口県26号 | 愛媛県25号 | |

表-3 交配組み合わせ別のスギカミキリ幼虫の辺材部穿孔率

| 交配組み合わせ | 平均辺材部食害率 |
|---------|----------|
| 抵抗性×抵抗性 | 14% |
| 抵抗性×感受性 | 20% |
| 感受性×感受性 | 23% |

1) 河村嘉一郎・南光浩毅・佐々木研・田島正啓・岡田滋：スギカミキリに対するスギの抵抗性検定方法 (I) 傷害樹脂道の形成パターンによる判別法, 日本林学会誌 66 (11), 439~445, 1984

2) 小林富士雄：スギ・ヒノキの穿孔性害虫, その生態と防除序説 (創文), 166pp. 1982

3) 岡田滋：スギカミキリ虫害抵抗性育種, 林木の育種 114, 10~14, 1980

日本から米国東部に侵入したハリモミヒメカサアブラムシ

Adelges tsugae の生態と防除

伊藤 賢介*

1. はじめに

外来昆虫による経済的損害は世界全体で毎年少なくとも770億ドル（約9兆円）に達すると推計されている（Bradshaw et al. 2016）。最も大きな損害は北米で発生しており、この地域では森林・樹木被害の比重が大きい。米国本土では、ヨーロッパの植民地となった16世紀以降、2006年までに外来の森林昆虫455種が定着し、そのうちの62種が害虫化している（Aukema et al. 2010）。最も大きな損害を与えているのはアオナガタマムシ（*Agrilus planipennis*）で（Aukema et al. 2011）、中国から侵入して北米在来のトネリコ類（*Fraxinus* spp.）に対して絶滅が懸念されるほどの甚大な被害を与えている（伊藤 2015）。また、吸汁性害虫として最も被害が大きいのが日本から侵入し

たとされるハリモミヒメカサアブラムシ（*Adelges tsugae*, 英名: hemlock woolly adelgid）（以下, HWA）で、米国東部で在来のツガ類（*Tsuga* spp.）に大量枯死被害をもたらしている（Havill et al. 2014; Popkin 2015）（写真1, 2）。

HWAは、成虫の体長が1~1.5mmで、日本では本州、四国、九州に分布し、ツガ（*Tsuga sieboldii*）、コメツガ（*T. diversifolia*）とハリモミ（*Picea torano*）に寄生する（McClure & Cheah 1999; 佐藤 1999）。アオナガタマムシのような



写真1 HWAが寄生しているカナダツガの枝（撮影者：Michael Montgomery, USDA Forest Service, Bugwood.org）



写真2 HWA被害による枯死木（USDA Forest Service ホームページより）

*（研）森林総合研究所北海道支所 ITO Kensuke

希少種ではなく普通種であるが、ほとんど実害が無いので (McClure & Cheah 1999), HWA についても日本国内の情報は乏しい。侵入先の米国では、1990年代以降、生態や防除に関する研究が蓄積されており、本稿ではこれらの成果を紹介して外来害虫対策の参考に供したい。

2. HWA の北米東部への侵入

HWA は1920年代始めに北米西部のアメリカツガ (*T. heterophylla*) で採集され新種記載された。米国東部では1951年にヴァージニア州の公園のカナダツガ (*T. canadensis*) で初めて発見され、当初は庭木の害虫と考えられていたが、やがて森林のツガ類にも加害するようになり1980年代から急速に分布を拡大した (Preisser et al. 2014)。米国東部における HWA の分布拡大速度は7.6~20.4 km/年と推定され (Morin et al. 2009)、現在では東部の20州に拡大している (USDA Forest Service 2016)。

ツガ属は世界に9種とされ、中国からヒマラヤに3種、日本に2種、北米西部に2種、北米東部に2種が分布している (Havill et al. 2008)。HWA は9種すべてにそれぞれの原産地で寄生しているが、実害が出ているのは米国東部原産のカナダツガとカロライナツガ (*T. caroliniana*) だけである。ツガ属各種の原産地で採集された HWA のミトコンドリア DNA を比較した結果、HWA は地域ごとに樹種ごとに異なる系統に分かれていることがわかった (Havill et al. 2006, 2016; 初宿 2011)。米国東部で発生している HWA の DNA は日本産 HWA に酷似し、特に大

阪府内のツガで採集された HWA と完全に一致したことから、米国東部の HWA は関西から輸入されたツガ苗木に付着して侵入したものと考えられている。また、米国東部以外の各地域に生息する HWA は、北米西部を含めて当該地域に固有の在来系統と考えられている。

3. 米国における HWA の生態

北米の HWA は、東部の侵入個体群も西部の在来個体群も、無翅の雌だけで単為生殖して毎年2世代 (越冬世代 (sistens) と春世代 (progrediens)) を経過する (McClure et al. 2001)。両世代の1齢幼虫 (crawler) は活発に歩行して吸汁場所を探し、その間に風や鳥、シカ、人間などに運ばれて移動分散することができる。crawler はツガ類の若枝の針葉基部に口針を挿入して木部放射柔細胞から吸汁を開始し、死ぬまでそこに定着する。HWA が分泌した綿状のロウ物質が虫体を包み、成虫になってこの中に産卵すると、卵嚢となる (写真1)。越冬世代の成虫は約150卵、春世代の成虫は約20卵を産む (Elkinton et al. 2011)。春世代の一部は産性虫 (sexuparae) と呼ばれる有翅の雌成虫になる。日本では産性虫は一次寄主であるハリモミに移動して両性世代になる卵を産み、この両性世代から産まれた幹母がゴール (虫こぶ) を形成する。しかし、北米では一次寄主として利用できる適当なトウヒ類 (*Picea* spp.) が無いので産性虫は繁殖できないまま死んでしまい、HWA は二次寄主であるツガ類だけで生活している (初宿, 2011)。なお、北米西部では産性虫は見つかっていない (Havill et al. 2011)。

4. 米国東部の在来ツガ類の被害

カナダツガは耐陰性が非常に強い樹種で、寿命が長く大木となる。米国東部からカナダ南部まで広く分布し、約100万 ha の森林で優占種となっている (McWilliams & Schmidt 2000)。カロライナツガはカナダツガの分布域南部に小面積で孤立して分布する。両種とも IUCN (国際自然保護連合) レッドリストで準絶滅危惧に分類されている。

この両樹種に対して HWA は立木サイズや樹齢に関係なく加害している。HWA の寄生密度が高くなるにつれて、被害木は成長低下や落葉、枝枯れなどの衰退症状を示し、4~15年で枯死する (McClure et al. 2001; Havill et al. 2014)。枯死率が95%以上に達する林分もある (Orwig & Foster 1998)。枯死に至るメカニズムはわかっておらず、吸汁による養分欠乏、HWA の唾液中の毒素、被害木の過敏反応に伴う樹液流動の阻害などの仮説について検証が進められている (Preisser et al. 2014)。

5. 生態系および経済への影響

カナダツガの純林や優占林では林床が非常に暗く、特有の生物群が息息する独特の生態系が形成されることから、カナダツガは基盤種 (foundation species) とされる (Ellison 2014)。HWA によってカナダツガが枯れると、カバノキ類 (*Betula* spp.) やナラ類 (*Quercus* spp.)、カエデ類 (*Acer* spp.) が速やかに成長するので、裸地状態になることはないようだが (Ellison et al. 2005; Orwig et al. 2013)、基盤種であるカナダツガの消失によって、カナダツガ林に特有の生物の減少およびその他の生物群集の大幅な連鎖的変化が起こると予想されている (Ellison 2014; Zuckswert et al. 2014)。また、カナダツガの年輪情報は古環境研究の重要な資料となっていることから年輪標本の収集が急がれている (Hessl & Peder-

son 2013)。

カナダツガは他の針葉樹材と比べて利用上の欠点が多く市場価格は低いが、その蓄積は米国東部の針葉樹の6%を占めており (ペンシルベニア州に限れば52%を占め州木に指定されている) (Oswalt et al. 2014)、パルプやパレットなどに利用されていることから、HWA 被害は地域経済に大きな影響を与える (Ward et al. 2004)。カナダツガは庭木としては非常に人気が高い (Jenkins 1946)。HWA 被害に伴う景観の悪化により住宅地の土地価格が低下し、自然公園の閉鎖などに伴うハイキングや釣りなどのレクリエーションの機会損失の経済的影響も大きい (Li et al. 2014)。

6. HWA 対策: 化学的防除

HWA 対策の柱は化学的防除と生物的防除であるが、施業的防除、ツガ類の抵抗性育種および遺伝子保存も組み合わせた総合的な防除戦略の開発が進められている (Havill et al. 2014; Preisser et al. 2014)。

殺虫剤による化学的防除は HWA 激害地のツガ類を守る唯一の手段となっている。庭木や公園、キャンプ場などのアクセス可能な場所では、毎年、多数の立木が殺虫剤処理されている (Vose et al. 2013; Benton et al. 2016a)。最も広く使われているのはイミダクロプリドやジノテフランなどのネオニコチノイド系殺虫剤で、これらには浸透性があるので、イミダクロプリドは土壌散布や土壌注入、樹幹注入に使われることが多く、ジノテフランは地際部樹幹散布にも使うことができる。ジノテフランは水溶性が高く即効性があり (Cowles & Lagalante 2009)、イミダクロプリドは4~7年の残効がある (Benton et al. 2016b)。水辺など特に環境配慮が必要な地域では、浸透性殺虫剤の代わりに、石鹼液やマシン油を樹冠散布しているが、これらは残効が短く、樹高の高い木には届かない (McCullough 2017)。したがって

殺虫剤施用は単木または小面積の処理が主となり、森林規模ではコストが莫大になり環境への悪影響も懸念されるので実施は難しい。

7. HWA 対策 : 生物的防除

カサアブラムシ科に寄生する昆虫は知られていない (Montgomery & Lyon 1996)。また、米国東部には HWA の繁殖や拡大を抑制できる在来天敵はいない (Wallace & Hain 2000)。そこで、HWA が天然分布する北米西部および東アジアにおける HWA 特異性の高い捕食性天敵の探索と導入に向けた研究が1992年に開始された (Cheah et al. 2004; Onken & Reardon 2011)。

現在までの生物的防除事業は2種の捕食者、日本から導入されたテントウムシ科のツガヒメテントウ (*Sasajiscymnus tsugae*) と米国西部から導入されたマキムシモドキ科の *Laricobius nigrinus* を中心に進められてきた。ツガヒメテントウは1995年から2010年までに16州で200万頭以上が放虫されている (Cheah 2011)。*L. nigrinus* は、*Laricobius* 属がカサアブラムシ科のスペシャリスト捕食者であることから有望視され、2003年から2010年までに14州で38万頭以上が放虫されている (Mausel et al. 2011)。両種とも各地で定着に成功しているが、HWA の個体数や被害に明らかな抑制効果は見られていない。また、放虫された *L. nigrinus* は米国東部で唯一の同属の在来種である *L. rubidus* と交雑しており、その影響が懸念されている (Wiggins et al. 2016)。

さらに、日本から導入されたオオサカマキムシ

モドキ (*Laricobius osakensis*) も放虫されている。米国東部に侵入した HWA が日本の系統であることが判明したことから、改めて日本で天敵の探索が行われた。オオサカマキムシモドキは2005年に大阪府高槻市のツガで、その後、青森県から宮崎県までの各地で発見され (初宿 2011)、2011年に新種記載された (Montgomery et al. 2011)。これは *Laricobius* 属の日本初記録となった。室内実験で、産卵能力や捕食能力が *L. nigrinus* よりも優れていること、北米産の同属種とは交雑しないことが確認され、2012年に米国東部への放虫が開始された。現在、大規模な放虫およびモニタリングの事業化に向けた取り組みが実施中である (Mooneyham et al. 2016)。

中国南西部における天敵探索ではテントウムシ科 *Scymnus* 属の3種が有望と判断され、そのうち *S. sinuanodulus* と *S. ningshanensis* がそれぞれ2004~11年と2007~09年に米国東部に放虫されたが、定着は確認されていない。残る *S. camptodromus* については、放虫に向けて HWA に対する選好性や大量飼育法などが調べられている (Limbu et al. 2015)。

その他に、北米北西部における HWA の在来天敵であるアブラコバエ科 *Leucopis* 属の2種 (Kohler et al. 2016) とテントウムシ科の *Scymnus coniferarum* (Darr et al. 2016) についても導入が検討されている。また、昆虫病原菌としては、*Lecanicillium muscarium* の空中散布による大量施用の試験が実施されている (Costa 2011)。

8. HWA 対策 : 施業的防除

過密林分を間伐して光条件などを改善することにより残存木の樹勢を回復させればHWA被害を受けにくくなるのではないかという仮説を検証するために、大規模な長期試験が行われているが、まだ結論は得られていない (Piatek et al. 2017)。一方、HWA被害を受けて枯れてしまう前に伐採・収穫される林分も多いが (Foster & Orwig 2006)、これが大規模に実行された場合、生態系に対してHWA被害によるのと同様の影響が出ることが危惧されている (Orwig et al. 2013)。

9. HWA 対策 : 抵抗性育種

世界のツガ属9種のうち、HWAが天然分布するアジアおよび米国北西部の在来種はHWAに対して抵抗性を示す (Oten et al. 2014)。このことから、HWAの原産地でHWAが低密度に保たれているのは多様な天敵の存在とツガ類の抵抗性によると考えられている (McClure et al. 2001; Oten et al. 2014)。米国東部原産のツガ類のHWA抵抗性が極めて弱いことから、アジア原産種との種間交雑による抵抗性育種が実施されている。カロライナツガについては中国原産でHWA抵抗性が最も強い *T. chinensis* との交雑から両種の中間的な抵抗性を持つ雑種ができていますが、カナダツガとアジア原産種との交雑にはまだ成功していない (Montgomery et al. 2009)。

米国東部原産の2種はHWA抵抗性を欠いていると考えられていたが、HWA激害地で少数ながら健全な生残木が発見されていることから、これら2種にもHWA抵抗性の変異が存在する可能性がある (Caswell et al. 2008)。こうした生残木から枝を採取して挿し木で増殖し、苗にHWAを接種するという方法で抵抗性木のスクリーニン

グが実施されている (Oten et al. 2014)。抵抗性木の探索や検定を効率化するために、抵抗性と相関する特性が調べられている。葉中のカリウムやチッ素などの栄養成分やモノテルペンなどの揮発成分の組成のほか、クチクラ層の厚さなどの物理的性質が抵抗性の種間・種内変異に関係していることが示唆されているが、HWA抵抗性のメカニズム解明には至っていない (Oten et al. 2014)。

10. HWA 対策 : 遺伝子保存

ツガ類の遺伝的多様性を保全して抵抗性育種や被害跡地の森林再生に利用するために、ノースカロライナ州立大学と米国森林局が共同して、カナダツガとカロライナツガの種子を各地で採集している。採集した種子はシードバンクに長期保存しているほか、天然分布域外での保存のためアーカンソー州および南米のチリとブラジルに造成された採種園に植栽している (Jetton et al. 2008, 2013)。

11. おわりに

米国東部では、HWAのほかに、ツガコノハカイガラムシ (*Fiorinia externa*) とツガマルカイガラムシ (*Dynaspidiotus tsugae*) が侵入してツガ類に吸汁被害をもたらしている。これら2種は20世紀初期に日本から持ち込まれたものと考えられている (Abell & Van Driesche 2012, McClure 1986, 渡辺・高木 1967)。2種による被害は今のところHWAほど激しくはないが、HWAとこれら2種の間には競争関係があり、HWAの防除が成功したとしてもその後他の2種がどのような反応を示すのか予想がつかない (Gómez et al. 2015)。このように複数の外来生物が加害している場合、被害や防除効果の予測が非常に難しくなる可能性がある。

引用文献

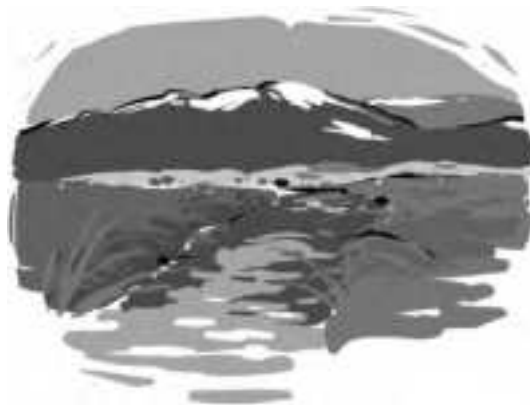
- Abell KJ, Van Driesche RG (2012) Impact of latitude on synchrony of a scale (*Fiorinia externa*) (Hemiptera: Diaspididae) and its parasitoid (*Encarsia citrina*) (Hymenoptera: Aphelinidae) in the Eastern United States. *Biol Contr* 63: 339-47
- Aukema JE, Leung B, Kovacs K et al (2011) Economic impacts of non-native forest insects in the continental United States. *PLoS One* 6: e24587
- Aukema JE, McCullough DG, Von Holle B et al (2010) Historical accumulation of nonindigenous forest pests in the continental United States. *BioScience* 60: 886-97
- Benton EP, Grant JF, Mueller TC et al (2016a) Consequences of imidacloprid treatments for hemlock woolly adelgid on stream water quality in the southern Appalachians. *For Ecol Manage* 360: 152-58
- Benton EP, Grant JF, Webster RJ et al (2016b) Hemlock woolly adelgid (Hemiptera: Adelgidae) abundance and hemlock canopy health numerous years after imidacloprid basal drench treatments: implications for management programs. *J Econ Entomol* 109: 2125-36
- Bradshaw CJ, Leroy B, Bellard C et al (2016) Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. *Nat Commun* 7: 12986
- Caswell T, Casagrande R, Maynard B et al (2008) Production and evaluation of eastern hemlocks potentially resistant to the hemlock woolly adelgid. In: 4th Symposium on Hemlock Woolly Adelgid in the Eastern United States. USDA For Serv, FHTET-2008-1: 124-34
- Cheah CA (2011) *Sasajiscymnus* (= *Pseudoscymnus*) *tsugae*, a ladybeetle from Japan. In: Implementation and Status of Biological Control of the Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2011-04: 43-52
- Cheah CA, Montgomery ME, Salom S et al (2004) Biological Control of Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2004-04
- Costa SD (2011) Insect-killing fungi for HWA management: current status. In: Implementation



- and Status of Biological Control of the Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2011-04: 107-15
- Cowles RS, Lagalante AF (2009) Activity and persistence of systemic insecticides for managing hemlock woolly adelgids. In: Proceedings 20th USDA Interagency Research Forum on Invasive Species 2009. USDA For Serv, GTR-NRS-P-51: 17-18.
- Darr MN, McAvoy TJ, Brewster CC et al (2016) Field - cage evaluation of survival, reproduction, and feeding behavior of adult *Scymnus coniferarum* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Adelges tsugae* (Hemiptera: Adelgidae). Environ Entomol 45: 1527-35
- Elkinton JS, Trotter RT, Paradis AF (2011) Simulations of population dynamics of hemlock woolly adelgid and potential impact of biological control agents. In: Implementation and Status of Biological Control of the Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2011-04: 15-24
- Ellison AM (2014) Experiments are revealing a foundation species: a case study of eastern hemlock (*Tsuga canadensis*). Adv Ecol 2014: 456904
- Ellison AM, Bank MS, Clinton BD et al (2005) Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. Front Ecol Environ 3: 479-86
- Foster DR, Orwig DA (2006) Preemptive and salvage harvesting of New England forests: when doing nothing is a viable alternative. Conserv Biol 20: 959-70
- Gomez S, Gonda-King L, Orians M et al (2015) Interactions between invasive herbivores and their long-term impact on New England hemlock forests. Biol Invasions 17: 661-73
- Havill NP, Campbell CS, Vining TF et al (2008) Phylogeny and biogeography of *Tsuga* (Pinaceae) inferred from nuclear ribosomal ITS and chloroplast DNA sequence data. Syst Bot 33: 478-89
- Havill NP, Montgomery ME, Keena M (2011) Hemlock woolly adelgid and its hemlock hosts: a global perspective. In: Implementation and Status of Biological Control of the Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2011-04: 3-14
- Havill NP, Montgomery ME, Yu G et al (2006) Mitochondrial DNA from hemlock woolly adelgid (Hemiptera: Adelgidae) suggests cryptic speciation and pinpoints the source of the introduction to eastern North America. Ann Entomol Soc Am 99: 195-203
- Havill NP, Shiyake S, Galloway AL et al (2016) Ancient and modern colonization of North America by hemlock woolly adelgid, *Adelges tsugae* (Hemiptera: Adelgidae), an invasive insect from East Asia. Mol Ecol 25: 2065-80
- Havill NP, Vieira LC, Salom SM (2014) Biology and Control of Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2014-05
- Hessl A, Pederson N (2013) Hemlock Legacy Project (HeLP) : a paleoecological requiem for eastern hemlock. Prog Phys Geog 37: 114-29
- 伊藤賢介 (2015) 北米に侵入したアオナガタマムシ *Agrilus planipennis* の生態と防除. 林業と薬剤 211: 14-23
- Jenkins CF (1946) Hemlock- the queen of conifers. Arnoldia 6: 49-60
- Jetton RM, Dvorak WS, Whittier WA (2008) Ecological and genetic factors that define the natural distribution of Carolina hemlock in the southeastern United States and their role in *ex situ* conservation. For Ecol Manag 255: 3212-21
- Jetton RM, Whittier WA, Dvorak WS et al (2013) Conserved *ex situ* genetic resources of eastern and Carolina hemlock: Eastern North American conifers threatened by the hemlock woolly adelgid. Tree Planters' Notes 56: 59-71
- Kohler GR, Wallin KF, Ross DW (2016) Seasonal phenology and abundance of *Leucopis argenticollis*, *Leucopis piniperda* (Diptera: Chamaemyiidae), *Laricobius nigrinus* (Coleoptera: Derodontidae) and *Adelges tsugae* (Hemiptera: Adelgidae) in the Pacific Northwest USA. Bull Entomol Res 106: 546-50
- Li X, Preisser EL, Boyle KJ et al (2014) Potential social and economic impacts of the hemlock woolly

- adelgid in southern New England. *Southeast Nat* 13: 130-46
- Limbu S, Keena MA, Long D et al (2015) *Scymnus camptodromus* (Coleoptera: Coccinellidae) larval development and predation of hemlock woolly adelgid. *Environ Entomol* 44: 81-89
- Mausel DL, Davis GA, Lamb AS et al (2011) *Laricobius nigrinus* Fender (Coleoptera: Derodontidae). In: *Implementation and Status of Biological Control of the Hemlock Woolly Adelgid*. USDA For Serv, FHTET-2011-04: 77-89
- McClure MS (1986) Population dynamics of Japanese hemlock scales: a comparison of endemic and exotic communities. *Ecology* 67: 1411-21
- McClure MS, Cheah CA (1999) Reshaping the ecology of invading populations of hemlock woolly adelgid, *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae), in eastern North America. *Biol Invasions* 1: 247-54
- McClure MS, Salom SM, Shields KS (2001) Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, FHTET-2001-03
- McCullough DG (2017) Options for protecting hemlock trees from hemlock woolly adelgid. Michigan State Univ, Extension Bulletin E-3349
- McWilliams WH, Schmidt TL (2000) Composition, structure, and sustainability of hemlock ecosystems in eastern North America. In: *Proceedings: Symposium on Sustainable Management of Hemlock Ecosystems in Eastern North America*. USDA For Serv, GTR- NE-267: 5-10
- Montgomery ME, Bentz SE, Olsen RT (2009) Evaluation of hemlock (*Tsuga*) species and hybrids for resistance to *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae) using artificial infestation. *J Enon Entomol* 102: 1247-54
- Montgomery ME, Lyon SM (1996) Natural enemies of adelgids in North America: their prospect for biological control of *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae). In: *Proceedings of the 1st Hemlock Woolly Adelgid Review*. USDA For Serv, FHTET-96-10: 89-102
- Montgomery ME, Shiyake S, Havill NP et al (2011) A new species of *Laricobius* (Coleoptera: Derodontidae) from Japan with phylogeny and a key for native and introduced congeners in North America. *Ann Entomol Soc Am* 104: 389-401.
- Mooneyham KL, Salom SM, Kok LT (2016) Release and colonization of *Laricobius osakensis* (Coleoptera: Derodontidae), a predator of the hemlock woolly adelgid, *Adelges tsugae*. *Northeast Nat* 23: 141-50
- Morin RS, Liebhold AM, Gottschalk KW (2009) Anisotropic spread of hemlock woolly adelgid in the eastern United States. *Biol Invasions* 11: 2341-50
- Onken BP, Reardon RC (2011) An overview and outlook for biological control of hemlock woolly adelgid. In: *Implementation and Status of Biological Control of the Hemlock Woolly Adelgid*. USDA For Serv, FHTET-2011-04: 222-28
- Orwig DA, Barker Plotkin AA, Davidson EA et al (2013) Foundation species loss affects vegetation structure more than ecosystem function in a northeastern USA forest. *PeerJ* 1: e41
- Orwig DA, Foster DR (1998) Forest response to the introduced hemlock woolly adelgid in southern New England, USA. *J Torrey Bot Soc* 125: 60-73
- Oswalt SN, Smith WB, Miles PD et al (2014) *Forest Resources of the United States, 2012*. USDA For Serv, GTR- WO-91
- Oten LFK, Merkle SA, Jetton RM et al (2014) Understanding and developing resistance in hemlocks to the hemlock woolly adelgid. *Southeast Nat* 13: 147-67
- Piatek KB, Fajvan MA, Turcotte RM (2017) Thinning effects on foliar elements in eastern hemlock: implications for managing the spread of the hemlock woolly adelgid. *Can J For Res* 47: 81-88
- Popkin G (2015) Battling a giant killer. *Science* 349: 803-05
- Preisser EL, Oten KL, Hain FP (2014) Hemlock woolly adelgid in the eastern United States: What have we learned? *Southwest Nat* 13: 1-15
- 佐藤重穂 (1999) ハリモミシントメカサガタフシを剣山で確認. *げんせい* 73: 26
- 初宿成彦 (2011) 2年で5回も大変身 不思議な虫 カサアブラムシの生態とその退治のはなし. *Nature Study* 57: 154-57
- USDA Forest Service (2016) *List of Counties and*

- States with Known Hemlock Woolly Adelgid Infestations. <https://www.na.fs.fed.us/fhp/hwa/infestations/infestations.shtm> (2017.01.27アクセス)
- Vose JM, Wear DN, Mayfield III AE, et al (2013) Hemlock woolly adelgid in the southern Appalachians: control strategies, ecological impacts, and potential management responses. For Ecol Manage 291: 209-19
- Wallace MS, Hain FP (2000) Field surveys and evaluation of native and established predators of the hemlock woolly adelgid (Homoptera: Adelgidae) in the Southeastern United States. Environ Entomol 29: 638-44
- Ward JS, Montgomery ME, Cheah CA et al (2004) Eastern Hemlock Forests: Guidelines to Minimize the Impacts of Hemlock Woolly Adelgid. USDA For Serv, NA-TP-03-04
- 渡辺千尚・高木貞夫 (1967) 森林のカイガラムシ類について. 森林防疫ニュース 16: 50-54
- Wiggins GJ, Grant JF, Rhea JR et al (2016) Emergence, seasonality, and hybridization of *Laricobius nigrinus* (Coleoptera: Derodontidae), an introduced predator of hemlock woolly adelgid (Hemiptera: Adelgidae), in the Tennessee Appalachians. Environ Entomol 45: 1371-78
- Zukswert JM, Bellemare J, Rhodes AL et al (2014) Forest community structure differs, but not ecosystem processes, 25 Years after Eastern Hemlock removal in an accidental experiment. Southeast Nat 13: 61-87



おとしぶみ通信 (22)

カメムシの親の愛

福山 研二*

オトシブミです。最近、生まれて間もない子を虐待したり、捨てたりする事件は、人間様の世界では相次いでいるようです。虫けらにも劣るような行為などと非難されていますが、ちょっと待っていただきたい。我々虫の中にも、愛情豊かな虫もいることを忘れないで欲しい。自慢じゃありませんが、私こと、オトシブミなども、子供のために、おいしい葉っぱを丁寧に巻いて、ゆりかご兼お家として残してあげているのです。自分の子供のために、一生分の食べ物とお家まで残してあげるなんてのは、人間様にだって、そうそういらっしやるわけでもないでしょう。

もちろん、ほとんどの虫は、そこまで子供の面倒は見ません。それでも、自分の子供が食べる、食べ物がある場所に卵を産み付けるのは、最低限の愛情でしょうね。もっとも、コウモリガという蛾は、親は、子供の食べ物を探すのが面倒だとばかりに、数千個の卵を、空を飛びながら、ばらまいてしまうものもありますがね。ライオンが子供を千尋の谷に突き落として育てるなんていいですが、絨毯爆撃のように空からまき散らすというのですから、ライオンもびっくりでしょうね。まあ、その分卵を大量に作らなければならず、それはそれで親も大変なわけです。

しかし、オトシブミは、ゆりかごに卵を産み付けてしまえば、後は、地面に落として運を天に任せるわけですが、カメムシの仲間には、卵を守り、孵化した後も、餌をあげて育てたりするものもいるのですから、私たちも威張ってばかりはいられ

ません。

カメムシの愛

カメムシというのは、世間では、へこき虫とか、へっぴり虫などと呼ばれて、嫌われております。これは、特有のいやなにおいによるものですが、東南アジアで使われる香草のパクチイにとっても似ており、パクチイが好きな人にとっては、良いにおいなのかもしれませんね。

分類学的には、半翅目(カメムシ目)のうち、異翅亜目(カメムシ亜目)に属する虫のうち、陸に住んでいるものの通称と言っていいでしょう。実は、カメムシと同じ仲間は、水生昆虫として有名な、タガメやミズカマキリ、タイコウチ、コオイムシなどがいるのですが、これらはカメムシとは呼ばれません。まあ、ここでは、同じカメムシ亜目の仲間としてお話ししていきましょう。

このカメムシの仲間は、親が自分の卵を守る行動をとるもののがかなりおり、これは、社会が生まれる前段のようなものなので、亜社会性昆虫と呼ばれています。特に親による卵の保護や、育児などは、maternal care(母性保護)といわれ、生物の行動の進化を研究する上で重要な研究対象となっています。

カメムシが卵を守っているなどというのは、昆虫に詳しい人にしか知られていませんが、コオイムシという水生昆虫が、卵を背中にしょって守っているというのは、わりに知られていることではないでしょうか(図1)。コオイムシは、雌が、なんと雄の背中に卵を産み付けて、孵化するまで背中に背負わせて守らせるのです。これは母性保

* (研) 森林総合研究所フェロー FUKUYAMA Kenji



図1 コオイムシの雄が卵塊を背負っているところ



図2 今や希少種となったタガメ (雄は卵を大事に守る)



図3 親が卵や孵化した幼虫を守るエサキモンキツノカメムシ

護ではなく、父性保護ですよ。実は、日本最大の水生昆虫であるタガメも、親が卵を守る行動をしますが、やはり雄の役割なのです(図2)。最近、人間様の世界でも、父親が育児に参加するのは当たり前になり、赤ちゃんを誇らしげにだっこして歩いている若い父親を見かけると、ほほえ



図4 ポロポロノキの実を巣に運んで、子供を育てるベニツチカメムシ



図5 子供を土の中の巣で守るフタモンツチカメムシ (卵塊を揺すって一斉に孵化させる)

ましく感じるものです。もっとも、タガメは、卵を背負うことはせず、雌が産み付けた卵の塊を外敵から守り、時々水をかけたりして世話を焼くのです。

もちろん、陸上のカメムシでも、親が卵を守るものがありますが、特に、ツノカメムシの仲間(図3)とツチカメムシの仲間(図4, 5)に多いようです。

子供に餌を運ぶカメムシ

自分の卵を守るくらいは、まあ虫の世界でもありそうですね。実は、昆虫以外でも、ムカデなどは、自分の卵の上にとぐろを巻いて守り、カビが生えないようになめ続けたりしております。それでも、子供が孵化してくれば、後は、勝手に生きて行きなさいと言うのが普通なのですが、生まれた子供に、えっちらおっちら餌を運んで育てる



図6 ベニツチカメムシも卵を揺すって孵化を促進させる

というカメムシがいるのですから、驚きです。

ベニツチカメムシという赤と黒の模様が美しい、カメムシがいるのですが、この虫は、土の中に巣穴を掘り、その中に卵塊を産み付け、卵を守ります。そして、卵がかえると、ボロボロノキという樹木の実を拾ってきて、巣まで運ぶのです。そして、子供たちに食べさせ、大切に育てるといことがわかっています。しかも、その巣は、餌が落ちているボロボロノキからは、離れたところに作るのです。なんで、そんな無駄なことをするのでしょう。ボロボロノキの木の下に作れば、棚からばた餅、楽して餌を得られるのに。

その理由として研究者はこう考えているようです。餌が沢山あるところには、当然だが、その餌を狙って、ネズミや鳥などが食べに来るだろう、それらは、せっかく子供たちのためにと巣に運んだものも食べてしまう可能性が高い上、ついでにカメムシの子供たちも食べてしまうかもしれない。さらに寄生者や捕食者など多くの天敵は、カメムシが餌をひろいに来る、ボロボロノキの所を狙ってやってくる可能性が高い。そこで、なるべく、ボロボロノキから離れたところに、巣を作るのであろう。

まあ、楽ばかり考えているとろくなことがないということですか。それにしても、結構離れたと

ころまで、餌を運ばなければならないわけですが、よく道を間違えないものです。いろいろ調べてみると、ベニツチカメムシは、巣までの道のりを、上空の樹木の間から見えている空の形を覚えていて、たどっているようなのです。すごいわざですよね。さらに、実を遠くまで運ぶので、種子散布の役割もしているのかもしれない。

お乳を与えるカメムシ

さて、同じツチカメムシの仲間には、もっとすごいことをするものがあります。それは、自分の産む卵を餌として与えるというものです。

フタモンツチカメムシというカメムシは、やはり土の中に巣を作って、卵を産んで、孵化するまで守りますが、受精卵を産み終えてから、どういう訳かかなりの数の未受精卵を卵塊のそばに産みます。はじめは、精子が不足して、受精がうまくいかなかったのだらうと考えられていたのですが、よくよく見ると、孵化した幼虫が、この未受精卵を食べていることがわかったのです。つまり、自分でお乳は出せないけれども、栄養がある未受精卵を、すぐそばに置いてあげることによって、孵ってきた子供たちの栄養補助になればとの親心なのです。そこで、これを栄養卵と呼んでいます。さらに、このカメムシは、特殊な微生物が入った粘液を卵塊のそばにくっつけるのですが、それは、子供が育って親になって子供を産むために大切な共生微生物が入ったカプセルのようなものです。これを食べないと、子供はうまく育たないのです。これは、人間でいうと、初乳のようなもので、赤ちゃんにとっては、母親から与えられる最初の贈り物ですね。

栄養卵は、先ほどお話した、ベニツチカメムシでも見つかっており、この仲間に多い現象のようです。それでは、なぜ、ツチカメムシでこのような行動が進化したのでしょうか。実は、これは親が子供の栄養補助として与えているのではなく、子供同士が共食いするのを防ぐためのものではな

いかという考え方がされていました。つまり、おやつを沢山あげれば、兄弟同士のケンカ（共食い）が減るのではないかということです。もちろん、その効果はあると思いますが、詳細に親の栄養状態や卵の数との関連などを調べたところ、餌の条件が悪い場所では、親の栄養状態が悪く、卵を少ししか産まない場合、栄養卵はむしろ沢山産むのです。もしも、ケンカを防ぐのであれば、栄養卵の数は、受精卵が多い場合は、より多く産んだ方が良いでしょう。しかし、実際は、受精卵が少なく、栄養卵の比率が高くなるのです。これは、やはり、生息地の餌の状況が悪いことを想定して、事前に、栄養卵で栄養を補っていると考えた方が良さそうだとということになりました。

もちろん、このような行動が進化した背景には、親が卵を守り育てるという行動があったためです。そのため、兄弟同士が狭い場所にひしめき合い、場合によっては、お腹がすいたものが、兄弟を共食いすることは避けられなかったでしょう。その解決手段として、未受精卵を餌としてあげることが発達し、それが、その場所の餌の状況に対する適応にも利用されるようになったのでしょうか。

子供を揺り起こすカメムシ

この同じツチカメムシで、実は、最近おもしろい行動が見つかりました。それは、親が、卵を揺すって孵化を促進させるというものです。

フタホシツチカメムシは、一度に卵を産むのですが、結構時間がかかり、産み始めてから産み終わるのに、1日くらいかかるのですが、卵が孵化するのは、全体でわずかに30分ということがわ

かっていました。これはどうしたわけでしょう。1日かけたとしたら、はじめに産まれた卵は、最後に産まれた卵より1日先に孵化して良いはずですが、ところが、実際は、30分。どうしてでしょう。そこで、詳しく観察したところ、卵を守っているカメムシの親が、卵を揺すっていることがわかったのです。揺するといっても、細かい振動を与えており、だいたい1秒間に1回弱といったところでした。どうやら、この振動が孵化のタイミングに一役買っているようなのです。そこで、親を取り除いてみると、孵化は、非常に遅れて、だらだらしたものになり、親を取り除いたものに、同じような震動を与えると、無事に一斉に孵化したのです。

「そろそろ、皆おきなさい」という、お母さんの合図で、孵化がはじまるのですが、なぜそんな面倒なことをするのでしょうか。別にばらばらに孵っても良いのではないのでしょうか。

ここには、栄養卵の謎と共通する問題があったのです。つまり、兄弟同士がひしめき合っているため、共食いが起こりやすいという条件です。もしも、孵化がばらばらであったとしたら、はじめに生まれた子は、後から生まれた子を、おいしい餌とばかりに食べてしまう危険が非常に大きくなります。また、先に生まれた子であっても、2歳に脱皮した直後などは、体が弱いため、年少の兄弟に襲われてしまうこともままあり得ます。そうです、みんなが体の状態がそろっていれば、兄弟同士でケンカしたとしても、食い合いになる危険性はかなり経ることになるわけです。

兄弟ゲンカも馬鹿にはできないというわけですね。

《好評発売中!!》

改訂第4版 **緑化木の病害虫** ——見分け方と防除薬剤——

定価1350円（消費税込み，送料別）

一般社団法人林業薬剤協会 病害虫等防除薬剤調査普及研究会 編

- A5版ハンディータイプ，専門家から一般愛好家までのニーズに対応，使いやすさ抜群
- 緑化木の病虫害について網羅，その見分け方と防除方法，最新の使用可能薬剤を掲載
- 試験場等の専門家，樹木医，公園緑化担当者等からの要望に応え改訂刊行
- 発刊 平成27年10月1日
- 購入申し込みはFAXまたは電子メールで一般社団法人林業薬剤協会まで
（詳細はHPをご覧ください。URL：<http://www.rinyakukyo.com/>）

FAX 03-3851-5332 (TEL 03-3851-5331)

E-mail: rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成29年6月20日 発行

編集・発行／一般社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-5 神田北爪ビル2階

電話 03(3851)5331 FAX 03(3851)5332 振替番号 東京00140-5-41930

E-mail: rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

URL: <http://www.rinyakukyo.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 540円

効果持続期間
7
年

7年先の確かな未来を

確かな効果

豊富なデータが裏付ける確かな効果で
皆様の信頼に応えてきた
グリーンガード・NEOは
7年間の薬効期間という
新たな時代の夜明けを
迎えました。



松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

Greenguard® NEO

農林水産省登録：第22028号

グリーンガードホームページ

www.greenguard.jp/



竹を枯らせます!

ラウンドアップ マックスロードなら
竹稈注入処理で



使い方 [注入処理方法]

処理適期：6～8月

2～3cm

地上
30～
100cm

①節から2～3cm下に開けます。
②原液 10mℓ を穴から注入します。
③穴をガムテープ等でしっかりと蓋をします。

⚠ 注意事項: 処理竹から15m以内に発生した竹の子を食用に供さないこと。また、縄囲いや立て札により、竹の子が採取されないようにすること。

| | |
|----------------|-----------------------|
| 処理時期 | 完全落葉までの期間 (モウソウチク) |
| 夏処理 (6～8月) | 3ヵ月 |
| 秋処理 (9～11月) | 6ヵ月 |
| 原液をタケ1本ごとに10mℓ | |



完全落葉^{*}すれば、その後処理竹の根まで枯れます。

*竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法

| 適用場所 | 適用雑草名 | 使用時期 | 希釈倍数 | 使用量 | 使用方法 |
|------------|-------|------|------|-----------|--------|
| 林地、放置竹林、畑地 | 竹類 | 夏～秋期 | 原液 | 5～10mℓ /本 | 竹稈注入処理 |

ラウンドアップ マックスロード

THE NEXT TECHNOLOGY TO YOU



防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

日産化学工業株式会社
〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3丁目7番地1

ラウンドアップ お客様相談窓口 **0120-209374**

樹木をニホンジカの食害から守ります。

有効成分
全卵粉末
80%
新登場

ニホンジカ専用忌避剤

農林水産省登録 第22312号

ランテクター®

全卵粉末水和剤

ランテクターは人畜、環境にやさしい製品です。

- ①ランテクターの有効成分(80%)は全卵粉末を使用しています。
- ②ランテクターは環境にやさしい製品なので、年間の使用回数に制限がありません。被害の発生状況に合わせて使用できます。
- ③広葉樹、針葉樹を問わず広く「樹木類」に使用できます。

■有効成分

| | |
|-------|--------|
| 全卵粉末 | 鉱物質微粉等 |
| 80.0% | 20.0% |

■適用範囲及び使用方法

| 作物名 | 使用目的 | 希釈倍数 | 使用液量 |
|-------|--------------|------|-------------------------|
| 樹木類 | ニホンジカによる食害防止 | 10倍 | 1本当り10~50m ² |
| 使用時期 | 本剤の使用回数 | 使用方法 | 全卵粉末を含む農薬の総使用回数 |
| 食害発生前 | — | 散布 | — |

※スギ・ヒノキを始め広葉樹への散布も可能です。(広葉樹の新芽が枯損するなどの心配がありません)

販売

DDS 大同商事株式会社

本社 〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号(野田ビル5F)
TEL.03-5470-8491 FAX.03-5470-8495

製造



保土谷アグロテック株式会社

〒104-0028 東京都中央区八重洲2-4-1

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケンジー®

農林水産省登録
第22571号

医薬用外劇物

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0% その他成分：水等…50.0%
性状：赤色澄明水溶性液体

専用注入器でこんなに便利!!

① 作業が簡単!

孔をあける ▶ 1ml(8~10cm間隔)、または 2ml(15cm間隔)を注入 ▶ 直後に穴をふさぐ

② 注入容器をマツに装着しない!

注入・チェック・回収などで、現場を何度も回らずOK。

③ 作業現場への運搬が便利で、廃棄物の発生も少ない!

250mlの容器1本で20~25本のマツの処理が可能(φ30cmの場合) しかもジャバラ容器の使用により使用後の容器容積が小さくなる。

④ 水溶解度が高く、分散が早い!

作業時期が、マツノマダラカミキリ成虫の発生期近くまで広がる。

保土谷アグロテック株式会社 東京都中央区八重洲二丁目4番1号 Tel.03-5299-8225

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 **林野庁補助対象薬剤**

農林水産省登録第20330号

マツグリーン[®]液剤

- ①マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果。
- ②樹木害虫にも優れた効果を発揮。
- ③新枝への浸透性に優れ、効果が安定。

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン[®]液剤2

- ④車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。
- ⑤環境への影響が少ない。
- ⑥周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

トップジンM[®]
ペースト

| 作物名 | 適用病害名・使用目的 |
|---------|---------------|
| 樹木類 | 切り口及び傷口のゆ合促進 |
| きり | 腐らん病 |
| さくら | てんぐ巣病 |
| ぶな(伐倒木) | クワイカビ類による木材腐朽 |



株式会社 ニッソーグリーン

本社 〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2
☎03-5816-4351 <http://www.ns-green.com/>

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

殺虫剤 **モリエート[®]sc**

農林水産省登録 第21267号

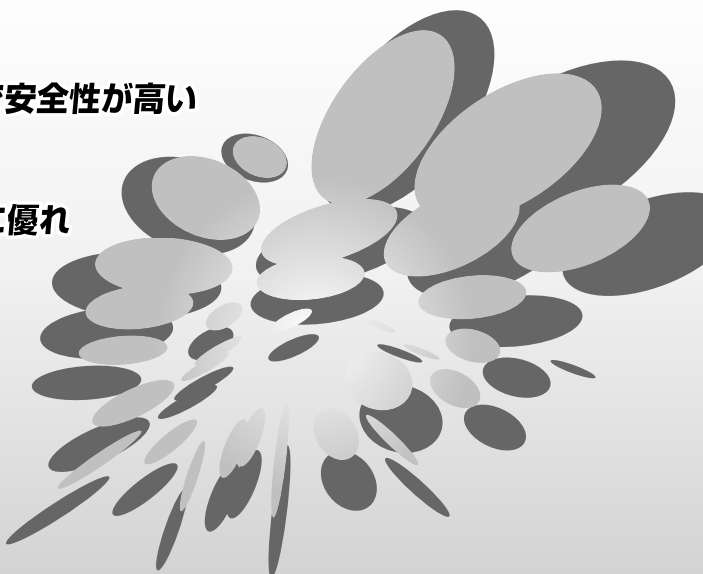
有効成分は普通物・A類で安全性が高い

(クロチアニジン水和剤 30.0%)

**1,000倍使用で希釈性に優れ
使いやすい**

(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 住化グリーン株式会社

計画散布で雑草、竹類・ササ類を適切に防除しましょう!



題名
放置竹林から里山を守る!

信頼のブランド

《竹類・ササ類なら》

コロートS (粒剤)

農林水産省登録 第11912号

《開墾地・地ごしらえなら》

コロートSL (水溶剤)

農林水産省登録 第12991号

※すぎ、ひのき、まつ、ぶなの
地ごしらえ、又は下刈りの雑草防除
でも使えます。

〈製造〉



株式会社 **Eisai Bio-Technology**
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 COI東日本橋ビル
TEL.03(5825)5522 FAX.03(5825)5501

〈販売〉



丸善薬品産業株式会社

東京 東京都千代田区鍛冶町2-9-12(神田徳カビル) ☎03-3256-5561
大阪 大阪市中央区道修町2-4-7 ☎06-6206-5531
福岡 福岡市博多区奈良屋町1-4-18 ☎92-281-6650
札幌 札幌市中央区大通西8-2-38(ストーク大通ビル) ☎11-261-9024
仙台 仙台市青葉区大町1-1-8(第3青葉ビル) ☎022-222-2790
名古屋 名古屋市中区丸の内1-5-28(伊藤忠丸の内ビル) ☎52-209-5661

松くい虫防除／地上散布・空中散布・無人ヘリ散布剤

エコワン3 フロアブル
〈チアクロプリド 3.0%〉

- ◆低薬量で高い効果が長期間持続します。
- ◆不快臭・刺激臭がありませんので、薬剤調製時や散布時に作業者や周辺の住民に不快感を与える心配はありません。

松くい虫防除／樹幹注入剤

ショットワン・ツリー 液剤
〈エマメクチン安息香酸塩 2.0%〉

- ◆防除効果が長期間持続します。
- ◆注入量が少ないため、作業性に優れています。

マツガード
〈ミルベメクチン 2.0%〉

エースグリーン
〈酒石酸モランテル 20.0%〉



緑化樹害虫防除／樹幹注入剤

アトラック 液剤
〈チアトキサム 4.0%〉

- ◆樹木の幹から注入して、ケムシ等の害虫を駆除できます。
- ◆薬剤が飛散する心配もなく、公園や住宅地でも安心して使用できます。

井筒屋化学産業株式会社

〒860-0072 熊本県熊本市西区花園1丁目11番30号
TEL (096)352-8121 FAX (096)353-5083

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミバイン[®] 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード[®]・エイト**
メガトップ[®] 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー[®]40

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール

頼れる松枯れ防止用散布剤

モリエート[®]SC

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

| | | | | |
|-------|------------|---------------------|------------|-----------|
| 本社 | T 291-0122 | 鹿児島市南郷3丁目9 | T 311-0200 | 0206-6588 |
| 東京本社 | T 110-0305 | 東京都台東区上野3丁目6-11 5F | T 311-0331 | 0845-7901 |
| 大阪営業所 | T 332-0011 | 大阪市淀川区西宮4丁目3-1 新築ビル | T 311-0630 | 5871 |
| 九州営業所 | T 811-0025 | 佐賀県鳥栖市神城町甲1152-3 | T 311-0942 | 21 3808 |

大切な日本の松を守る
松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤
ヤシマモリエートマイクロカプセル
モリエートSC (クワアセコン酸塩系)
マツグリーン液剤 (アセチルプロピド誘引剤)
マツグリーン液剤2

含有機リン系殺虫剤
ヤシマスミバイン乳剤
スミバインMC

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル(油剤)
ヤシマNCS(くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL(巣退治用)
ハチノックS(携帯用)

野生獣類から大切な植栽木を守る

ヤシマレント

ヤマビル剤

マリックスター(殺菌剤)/ヒルノック・エコ(忌避剤)

住化グリーンの
林業薬剤

緑に学び、緑と共に生きる

わたしたちは、人と自然との調和を
考えながら、より良い緑の環境づく
りを目指しています

樹幹注入剤

○マツノダイセンテック
グリーンガードファミリー剤
メガトップ
マツガード
マッケンジー

くん蒸用生分解性シート

くん蒸ヤシマ与作シート



住化グリーン株式会社

本社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小町町1番5号 TEL. 03-6837-9422 FAX. 03-6837-9423

少薬量と殺センチュウ活性で 松をガード。

少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が6年間持続

60mlそのまま
自然圧で注入

60ml(ノズルなし)・180ml
加圧容器に移し替え、ガス加圧で注入。



自然圧注入用



移し替え専用



移し替え専用

有効成分のミルベメクチンは微生物由来の天然物で普通物
「有機JAS」(有機農産物の日本農林規格 農林水産省)で使用が認められた成分です

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード®

農林水産省登録 第20403号

○有効成分：ミルベメクチン…………… 2.0%

○60mL×10×8 ○180mL×20×2

○60mL×10×8(ノズルなし移し替え専用) 容量×入数

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 エムシー緑化



三井化学
グループ