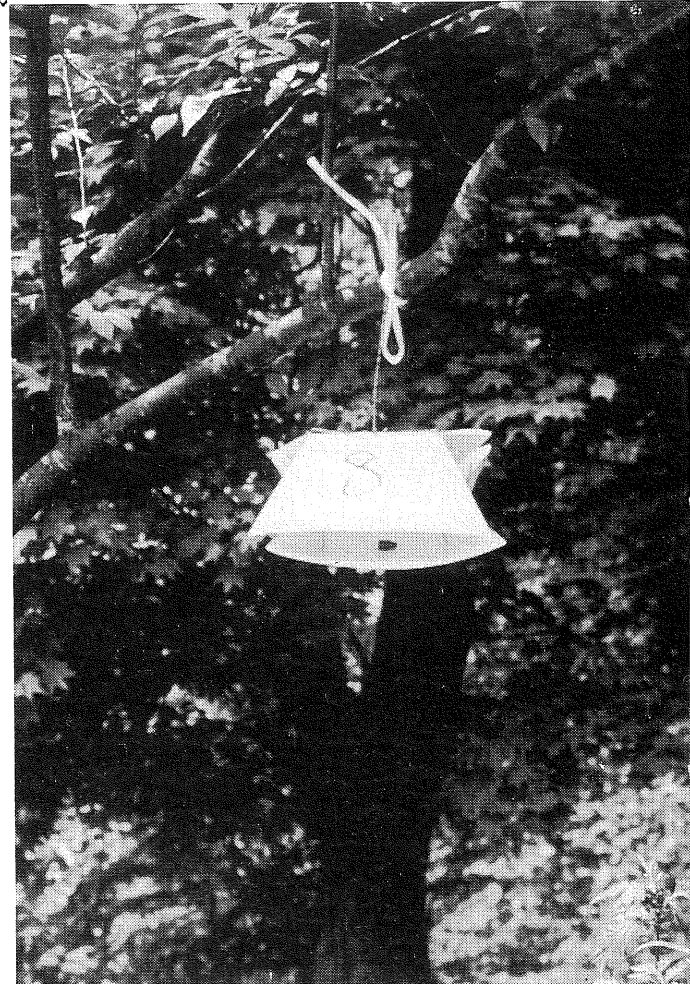


ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 117 9.1991

社団法人 林業薬剤協会



目 次

行動制御物質の森林害虫管理への利用.....	中島忠一・中牟田潔・池田俊弥	2
誘引剤による松くい虫被害防止.....	増田 昭美	11
【新刊紹介】カラー解説 緑化木・林木の害虫.....		20
林業薬剤協会会員名簿.....		21

● 表紙の写真 ●

フェロモントラップによるコスカシバ
の誘引風景

表一 昆虫関連の生理活性物質

行動制御物質の森林害虫管理への利用

中島忠一*・中牟田潔*・池田俊弥**

I はじめに

昆虫の行動や生理に関する研究の過程で化学物質が行動の変化や変態等を制御している例が見つけだされた。このような機能を持つ化学物質は生理活性物質と呼ばれ、化学的研究により多くのものの構造が明らかにされた。生理活性物質が昆虫の生理や行動にどのように関わっているかについては、多くの知見が蓄積されている。

一方、生体濃縮を起こす毒性の強い殺虫剤は害虫を殺すだけでなく人間を含めた生態系に悪影響を及ぼすということが1950年代から明らかになり、以後は害虫が大発生し他の有効な防除手段が見つからない場合にのみ殺虫剤の散布を行い、かつ使用する薬剤には低毒性で長期間残留しないものを選ぶようになってきた。森林害虫に対しても使用されていたDDTなど環境に長く残留し毒性が強い農薬は多くの国で使用禁止となり、さまざまな害虫による被害地域が急激に拡大していった。そこで害虫の分布域調査や実際の防除に生理活性物質を利用しようと森林害虫のフェロモンやカイロモンについて化学的な研究が強力に押し進められた。その結果森林昆虫でも多くの性フェロモン、集合フェロモンやアレロケミカルの構造があきらかにされ、そのうちのいくつかは防除への利用が模索されている。

日本の森林害虫についての生理活性物質の利用は、いくつかの例はあるもののほとんど行われていないと言つて過言ではないだろう。このことは森林昆虫の研究者に

生理活性物質という言葉がなじみの薄いものであるとともに、研究としてはいいだろうが実際の害虫管理における簡便で確実な方法として確立できるのかと言う疑問を持っていることに起因していると考えられる。本稿では昆虫の生理活性物質について解説し、昆虫の行動を制御する物質の森林害虫管理への応用例を紹介する。昆虫の生理活性物質の詳細や害虫管理における他の応用例については、伏谷ら(1987)、本田・松本(1987)、Mitchell(1981)、小川(1990)、柴田(1979)、杉江・玉木(1987)も併せて参照されたい。

II 昆虫の行動や生理に関連する生理活性物質

昆虫の行動変化や変態等を引き起こしたりそれを維持させる刺激を伝達する生理活性物質は、それらの機能により異なる名称で分類されている。ここでは Nordlund(1981)と高橋(1991)によって整理された用語(表1参照)を用いる。

生理活性物質によって伝達される情報の発信(生産)者と受信者が同一個体か否かでホルモンとセミオケミカルに大別される。昆虫のホルモンも高等動物と同様に内分泌器官等で生産され体内で情報を伝達する生理活性物質であり、脳ホルモンは他のホルモンやフェロモンの生産等に関する情報を伝達しており、脱皮ホルモンと幼若ホルモンは相対的濃度で发育ステージと変態を調節している。

個体間での行動や生理状態の変化をもたらす情報の伝達に関わっている生理活性物質は Law and Legnier(1971)によりセミオケミカルと命名され、さらにその発信者と受信者が同種の場合(フェロモン)とそれぞれが

ホルモン(Hormone): 組織あるいは内分泌器官で生産され、生物体内の種々の生理反応を制御する化学物質

セミオケミカル(Semiochemical): 生物個体間の相互作用に関係する化学物質

(1) フェロモン(Pheromone): 体表成分として存在したり器官から体外に放出され、同じ種を受容器に特異的な反応を引き起こす物質

a. 性フェロモン(Sex pheromone): 雌雄の認識、誘引、性的興奮、交尾などの配偶行動を制御する物質

b. 集合フェロモン(Aggregation pheromone): 集団の形成と維持に関与する情報伝達物質

c. 警報フェロモン(Alarm pheromone): 集団の構成員が攻撃を受けたとき、同種の他個体に警報を与えるために放出される物質

d. 道しるべフェロモン(Trail-following pheromone): アリ、シロアリ等社会性昆虫で、食物等の目標物から営巣場所への道すじをつけるための物質

e. 階級の維持・分化等その他のフェロモン

(2) アレロケミカル(Allelochemical): 寄主選択等の異種生物間における相互作用に働く物質

a. アロモン(Allomone): 化学的信号の発信者にとって益となる行動や生理的反応を受信者に引き起こす物質

b. カイロモン(Kairomone): アロモンとは逆に、化学的信号の受信者にとって益となる行動を引き起こす物質

c. シノモン(Synomone): 化学的信号の発信者及び受信者双方にとって益となる行動を引き起こす物質

d. アンチモン(Antimone): 双方にとって不利益となる行動を引き起こす物質

異種の場合(アレロケミカル)とに分けられる。昆虫の行動制御物質(Behavior Modifying Chemical)と呼ばれるのはこれらセミオケミカルの中で昆虫に行動の変化を引き起こすものである。

フェロモンは、行動を制御する解発フェロモン(releaser pheromone)と社会性昆虫で女王、ワーカー、兵のような階級分化等の生理的变化を引き起こす起動フェロモン(primer pheromone)に区別され、いずれの場合も積極的に体外に放出される場合と体表成分中に存在する場合がある。解発フェロモンには性フェロモン、集合フェロモン、警報フェロモン、道しるべフェロモン等が含まれる。性フェロモンは配偶行動を制御する物質で、鱗翅目昆虫を中心に多くの研究がなされている。このフェロモンには強い性的誘引作用を持つものが多く、害虫管理での利用が有望な行動制御物質ですでにいくつ

かの実用例もある。集合フェロモンは集団の形成・維持に関与するもので、キクイムシやゴキブリで見いだされており、キクイムシの害虫管理に利用されている。警報フェロモンはハチ・アリ等の社会性昆虫やアブラムシ・ダニ等集団を作る昆虫で攻撃を受けたことを仲間に知らせ、道しるべフェロモンはアリ・シロアリ等の社会性昆虫が発見した餌への道を仲間に知らせるフェロモンである。昆虫の行動がさらに詳細に研究されると上述の分類では整理できない機能を持つフェロモンが発見される可能性もある。

アレロケミカルは異種生物間の相互作用を制御している生理活性物質の総称で、寄主選択等に深く関わっている。これらはその伝達する情報の機能により以下のように細分されている。アロモンは発信者に有益な生理反応や行動を受信者に引き起こさせる生理活性物質で、捕食

* 農林水産省森林総合研究所 NAKASHIMA Tadakazu
NAKAMUTA Kiyoshi
** 農林水産省熱帯農業研究センター IKEDA Toshiyo

者に対する昆虫の防御物質や昆虫に対する植物の摂食阻害物質・産卵阻害物質が典型的なものである。カイロモンは受信者に有益な行動や生理反応を誘導するもので昆虫に対する寄主由来の誘引物質や産卵刺激物質を含む。シノモンは情報の発信者と受信者の双方に益となる反応を誘導する物質で、共生という生物間相互作用や特定の花に誘引される花粉媒介昆虫と誘引する植物との関係などでみられる。アンチモンは生産者と受信者の双方に不利益をもたらす物質、アブニューモンは非生物や死体由来の情報物質と定義されているが、生物間相互作用での役割が明確ではない。

III 行動制御物質の利用

(1) 性フェロモン

性フェロモンによる害虫防除は、対象害虫が限定されるため同所的に生存している他種昆虫を含めた生態系への影響が少ない。その方法には、i) モニタリング (Monitoring), ii) 大量誘殺 (Mass trapping), iii) 交信攪乱 (Mating disruption) の3つが考えられる。モニタリングは、性フェロモントラップに誘殺される虫の数によって、より綿密な個体数推定を行うかどうか、あるいは殺虫剤など他の防除手段による防除を行うかどうかを決定するために行う。これによる誘殺数は長年にわたる個体数の変化の指標にもなる。大量誘殺は性フェロモンを誘引源としたトラップによって大量の虫を誘殺し害虫密度を低下させようとする方法である。また交信攪乱は性フェロモンを大気中に揮散・充満させることによって雄が雌を発見するのを阻止し、雌雄の正常な交尾を阻害し、害虫密度を抑制しようとするものである。これらに関する最新の知見は、Jutsum & Gordon (1989) や Ridgway et al. (1990) に紹介してある。日本では森林害虫の防除へのフェロモン利用やそのための野外試験が行われていないので、ここでは森林害虫に対してこれらの方法を利用した外国の例を紹介する。

(i) モニタリング

個体群密度のモニタリングに性フェロモンが実際に利用されている例としてトウヒの食葉性害虫であるトウヒノシントメハマキ *Cholistoneura fumiferana* を紹

介しよう。カナダ・オンタリオ州北西部において処女雌あるいは合成性フェロモンを誘引源にしたトラップによって1966年から1986年まで成虫を誘殺し、次年の幼虫個体群密度との関係を調べた結果、両者の間に高い相関 (相関係数が0.9) が得られた。また、トラップの誘殺数が3年連続して増加する、あるいは1トラップあたりの誘殺数が50匹以上を判断基準に用いると、1983年の大発生を6年前の1977年に予測できていたことが明らかになった (Sanders, 1988)。そこで、北アメリカ北東部の本種の生息域で個体群密度のモニタリングに性フェロモントラップを用いる共同プログラムが1985年に始まり、1986年には米国北東部の6州とカナダの6州にまたがる550カ所に性フェロモントラップが設置された。その際広範囲にトラップを設置するため、トラップは Multi-Pher, ディスペンサーにはポリ塩化ビニルを用い、フェロモンの揮散量が20ng/ha (これは処女雌が放出する量にほぼ等しい) となるよう統一された。このプログラムの主たる目的は個体数がいつ大発生レベルに達するかを前もって知る、“早期警戒システム”である。

モミの食葉性害虫であるドクガ科の *Orgyia pseudo-tugata* は、個体数が通常年 (endemic) レベルから大発生 (epidemic) レベルまで短期間で増えることができ、大発生後1年か2年目には樹の成長低下、枯死がおこる。したがって、被害を防ぐには大発生を前もって予測する必要がある。そこでフェロモントラップによるモニタリング方法の開発が試みられた。カナダ・ブリティッシュコロンビア州にて本種の性フェロモンである Z-6-henicosen-11-one を含浸させたポリ塩化ビニルの短冊を誘引源に用い粘着トラップに誘殺された成虫数を数えた結果、次世代幼虫数との間に相関はえられなかった。しかし、本種の加害による落葉は前年の秋にトラップあたり25匹以上の成虫が誘殺された場所においてのみ見られた。このことからトラップあたり25匹以上の成虫が誘殺されたときには、卵塊や幼虫の数をより正確に調査し、個体数の変化に注意する必要がある。このように本種においては性フェロモントラップが近い将来の大発生を警告する手段として実用化されている (Shepherd et al.,

1985)。

なお、性フェロモントラップをモニタリングに利用する際には、トラップの誘殺数が野外の成虫密度を少しでも正確に反映するように、トラップが誘殺された虫で飽和されないこと、トラップの誘引力が強すぎないこと、フェロモンのディスペンサーからの揮散量の調節、トラップを設置する場所とその数などを綿密に考慮する必要がある。

(ii) 大量誘殺

マイマイガ *Lymantria dispar* 雌成虫は飛翔による移動がほとんど出来ない。したがって性フェロモンを使用した場合、雄が誘引されているトラップのそばに雌が偶然飛来しそこで交尾する確率は無視できるので、マイマイガにおける大量誘殺は雌が飛べる多くの害虫より効果があると考えられる。(+)disparlure と呼ばれる本種の性フェロモンの構造は (+)-cis-7,8-epoxy-2-methyloctadecane (Bierl et al., 1970) であるが、ラセミ体の合成品には (-)disparlure が含まれている。(-)体の作用は (+)体の誘引性抑制であった (Yamada et al., 1976; Cardé et al., 1977)。1970年代における合衆国農務省の試験では、マイマイガ未発生森林で16haに300個のラセミ体の disparlure を誘引剤にしたトラップを設置し雌雄成虫を各96頭放した。その結果トラップに誘引された雄成虫は70頭 (約73%) なのに、交尾した雌の数は対照区に比べ47%しか減少しなかった。このことは、誘引剤の組成に問題があったのと、低いトラップ密度では性フェロモンによって刺激された雄が活発に飛翔するので雌を見つけるチャンスが多くなり非誘殺雄の交尾機会を増加させたのが原因と考えられている (中村・玉木, 1983)。

これに対しマサチューセッツ州における1983年の試験では、(+)disparlure を用い4haの地域で面積当たりの設置トラップ密度の違いが、放した雄の誘殺率ならびに雌の交尾阻害率に与える影響を調べている。それによると2.5トラップ/haでは雄誘殺率67.5%、雌交尾率23.2%、7.5トラップ/haではそれぞれ75.6%と8.9%、25トラップ/haでは86.0%と4.0%となった。この時対照区での雌交尾率は67.0%であった。この結果はトラッ

プ密度の増加は雄誘殺率向上に対してよりも、交尾雌率の減少に大きな影響を与えることを示している。さらに処理区では対照区で交尾が起こるより早い時間帯に雄がトラップに誘引捕獲されはじめることが観察された。このことから十分なトラップ密度が確保できれば雄は羽化後雌に誘引され交尾する前に捕獲されてしまうので交尾した雌の数が著しく減少すると考察された (Kolodny-Hirsh & Schwalbe, 1990)。

1981年にウイスコンシン州で見つかった孤立したマイマイガの被害地では、雄個体数が2360と推定された。この場所全体に1982年から1984年までトラップを7.5トラップ/haの密度で設置し大量誘殺を行い、その間誘引された雄の数、発見できた幼虫・蛹の数、被害面積を調べた。この処理により1985年以降マイマイガがまったく見られなくなった (Kolodny-Hirsh & Schwalbe, 1990)。

これらの試験から、限られた地域にマイマイガが低密度で生息している場合なら、(+)disparlure を用いトラップ密度をある程度高くすれば、大量誘殺法が実際の防除で使えることを示唆している。しかし大量誘殺法では、雌とトラップの間で雄の誘引競争をするので、トラップが勝つためには最低でも雌総数の5倍以上のトラップが必要という計算もあり、高密度で生息している地域や低密度でも広大な地域ではこの方法だけによる防除には限界があると考えられる (Bakke & Lie, 1989)。

ここでは述べなかったが、性フェロモンによる大量誘殺の実用化に際しては、誘引物質揮散法と放出量やトラップの形状、色調、大きさならびに設置高等を対象昆虫の生理・生態的特性を考慮した上で十分に検討しなければならない。

(iii) 交信攪乱

防除に交信攪乱が実用されている例として、ハマキガ科の1種 *Eucosma sonomana* の研究をとりあげよう。本種は、その幼虫がボンデローサマツなどマツ類の頂芽内にもぐって食害し、その成長を低下させる害虫で、性フェロモンを用いた防除研究が1970年代から行われている。雄は Z-9 と E-9-dodecenyl acetate の4:1混合物に強く誘引されるので、これが雌の放出する性フェロモンであろうと考えられる (Sower et al., 1979)。こ

の誘引物質を用いて交信攪乱の小規模な野外実験が行われた (Sartwell et al., 1980; Overhulser et al., 1980) あと、実用をめざした野外試験が行われた。面積が200から250haの3つの異なる場所で10-20 g AI/haの合成フェロモンをConRel(TM)の中空繊維あるいはフレークに充填して航空機によって散布したところ、幼虫による被害を無処理区に対して約80%減少させることができた。処理区ではフェロモントラップには1匹の雄も捕獲されなかったのに対して、無処理区では3カ所でトラップ当たり平均195, 131, 70匹の雄が捕獲されたことから、処理区では雄の雌発見を攪乱できたものと考えられる (Sower et al., 1982)。

また、3.5g/haをHercon(TM)多層膜放出体に処理し、25m間隔で配置したら、被害を73%抑制できた。ポリ塩化ビニルに処理した時には、25m間隔で59%、50m間隔で46%の被害抑制効果があった (Sartwell et al., 1983)。

ところが、性フェロモンによる交信攪乱をやめるとこれまで被害が20%に抑制されていた場所でも1, 2世代後、最高でも3世代後には被害が増加し始める。一方引き続き交信攪乱を継続したところでは、被害レベルは抑制されたままであった (Sower & Overhulser, 1986)。したがって、交信攪乱によって被害が抑制されたことはまちがいない。

なお、本種の性フェロモン剤は合衆国環境保護庁の登録がすでにとれており、"Disrupt", "NoMate Shoot-guard"の商品名で市販されている。

さらに、実用には至っていないが、交信攪乱による交尾阻害がトウヒの食葉性害虫であるトウヒノシントメハマキ *C. fumiferana* (Schmidt & Seabrook, 1981)、モミの食葉性害虫であるドクガ科の *O. pseudotsugata* (Sower et al., 1983)、マイマイガ (Schwalbe & Mastro, 1988)で確認されている。

性フェロモンによる交信攪乱は、雄と雌のランダムな遭遇がふつうに起こりうるほど高密度の条件下では効果が薄く、比較的低密度のとき、あるいは低密度で被害をもたらすような種に対して有効である。また、一年のうちのある特定の時期に短期間だけ成虫が出現する。雄が

多回交尾をし、雌の産卵数が多い種に対して有効である。

(2) 集合フェロモン

(i) アメリカマツノキクイムシ *Dendroctonus ponderosae* の防除

カナダ西部ブリティッシュコロンビア州では、アメリカマツノキクイムシによって1972-85年にかけて枯損したポンドローサマツの成木が約2億本にのぼった。最初の防除戦略は皆伐あるいは個々の被害木の処理 (伐倒、集積、焼却) によって、被害地からできるだけ多くのキクイムシを除去することであった。しかしこの方法は既往の被害への対応でしかなく、被害の拡大を阻止することができなかった。いつ、どこで、どの程度の加害が発生するかをなんらかの方法で予測できれば被害を軽減できるのではないかということで、1984年にセミオケミカルを防除戦略に導入することとなった。

アメリカマツノキクイムシは少数の雌が pioneer beetle として最初の攻撃を行い、集合フェロモンである *trans-verbenol* を放出し、寄主木の揮発性テルペン物質である *myrcene* の共力効果を伴って主として雄を誘引する。反応した雄からは最初 *exo-brevicomin* が、後に *frontalin* が放出され、前二者の物質と一緒に主として雌を誘引する。寄主木のもう一つのテルペン物質である α -pinene が自動酸化されて生じる *trans-verbenol* は雄の誘引を助長する。その後、 α -pinene の自動酸化によって生成された *cis-* 及び *trans-verbenol* がキクイムシ体内の微生物により *verbenone* に変換され、抗集合フェロモンとして放出される。最初の攻撃を受けた木がキクイムシで満たされると、この *verbenone* と多量では忌避性となる *exo-brevicomin* および *frontalin* が大量に放出され、集中攻撃は近くの木へと移ることになる (Borden et al., 1987)。このようにこれらの物質の自然界に置ける役割はほぼ解明されたのだが、誘引剤として利用可能なものを作り上げるにはさらに揮発量や構成成分の最適な組合せ等膨大な研究が必要であった。そして最終的に開発された最も効果的な誘引剤 "Mountain Do" は共力効果を有する寄主テルペン *myrcene*、集合フェロモン *trans-verbenol*、

および多機能フェロモン *exo-brevicomin* の混合物となった。誘引剤の利用法としては、ある候補木を設定し誘引剤によって集合、潜入した成虫を木ごと除去する方法 (餌木化法) と、トラップによって捕獲する二つの方法が考えられた。そして最適揮散量は、餌木化する場合それぞれ、1日当たり20, 1, 0.1mgであり、トラップの場合は *exo-brevicomin* の揮散量を更に10分の1以下にすればよいことが解った。

ブリティッシュコロンビア州では現在この誘引剤を、(1) 誘引トラップによるモニタリングと、(2) 餌木化-殺虫による被害拡大の防止と密度軽減に使用している。被害場所のモニタリングには航空機による空中査察の方がより効果的なため、誘引トラップは主として羽化時期特に最盛期の把握に使用されており、そのデータは被害木の移動制限期間の決定および減少のために利用されている。害虫の移動と密度を制限するためには餌木化による方法が実施されている。それは犠牲木を50m間隔 (4本/ha) に設定し、そこに誘引剤をセットしてキクイムシの大量集中飛来を起こさせる方法である。被害地から移動する成虫は誘引源から25mの範囲内 (誘引剤の有効範囲内) を通過しなければならないため誘引剤のセットされた餌木に集中し、過密になればその周辺木を加害する。こうして犠牲となった木を処理することによって大きな防除効果が得られている (Borden, 1990)。

(3) アレロケミカル

(i) マツノマダラカミキリの誘引物質

羽化脱出したマツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* Hope (以下カミキリと略す) 成虫は後食によって性的に成熟し、約3週間後には産卵対象木に誘引される (Kobayashi et al., 1984)。産卵対象木とは伐倒生丸太やマツノザイセンチュウ等によって衰弱あるいは枯死したマツである。これら産卵対象木からは揮発性の誘引物質が出ており、カミキリの成虫は雌雄とも誘引され、そこで交尾・産卵する (Ikeda & Oda, 1980)。これら産卵対象木から揮散する主な物質はモノテルペン炭化水素 (11種) とエタノールであった。このモノテルペン混合物そのものの誘引力は弱いですが、エタノールを混

和あるいは併置すると誘引力は飛躍的に増加する。それ自身では全く誘引活性の無いエタノールは強力な共力剤 (synergist) として働き、 α -ピネンとの組合せが最も多くのカミキリを誘引する (Ikeda et al., 1980)。これらの物質はマツから放出されて異種の生物 (カミキリ) の行動に作用し、受け手であるカミキリの益となるのでカイロモンの範疇にはいる。

マツノマダラカミキリ用の誘引トラップは現在2種類市販されているが有効成分は殆ど同じである。いずれも被害の査察用として使用されており、防除手段として使うには多くの問題を抱えている (池田, 1981)。最大の問題は、カミキリが捕獲されるまでに既に多くのマツノザイセンチュウが虫体から離脱し、マツの樹体内に侵入してしまっていることである。つまり、施用年度の枯損軽減にはつながらない (Ikeda, 1984)。それならば次世代のカミキリ密度の軽減効果はどうであろうか。産卵前の雌成虫の大半を誘殺できればその効果は期待できるはずであるが、誘引トラップの捕獲効率が余り高くないため実際には難しいとされている。誘引トラップに捕獲される成虫は誘引剤におびき寄せられたものの一部で、他は近辺のマツに定着したままで誘引トラップには定位置しないらしい。さらに、線虫に感染したマツが多くなるとそれらが誘引力を持つようになり、その誘引力がトラップよりもはるかに強いというのもトラップの捕獲効率を低下させる要因である。十数メートルもあるマツ全体が誘引源となるのだから、誘引成分が線虫感染木と同じで、しかも限られたスペースの誘引トラップに勝ち目はなく、線虫が侵入して約一ヶ月経ち、誘引性が付与されるに至ったマツがでてくると、その近辺のトラップの捕獲数は激減する。

(ii) スギノアカネトラカミキリの誘引物質

スギノアカネトラカミキリ *Anaglyptus subfasciatus* はスギ、ヒノキのほか、サワラ、クロベ、アスナロ、ヒノキアスナロなどを加害し、樹幹に変色や材部腐朽、それにとまなう材質の著しい低下をもたらす。近年、これらの樹種、なかでもスギ、ヒノキの被害の重大さが明らかとなり、早急な対応策が求められているが、スギ、ヒノキ植栽地の多くが水源に近いことや、樹冠の鬱閉度が

高いことなどのため、広域にわたる薬剤の使用には多くの制限が伴う。そのため、現在の被害地に適用できる新防除法の開発が急がれた。

本種の成虫は雌雄とも林縁部あるいは木漏れ日の当たる林内に咲く白-黄白色の小花に誘引される。誘引性を持つ花は、コゴメウツギ、ガマズミ等13科48種の本木類である(斎藤ら, 1987)。これらの花の誘引性には色と匂いの2つの要素が考えられたため、最も誘引性の強い色と匂いを利用したトラップによる大量捕殺法の開発が試みられた。

誘引性を持つ花は多科多種におよぶため、花に含まれる代表的な揮発成分約50種が検索された。EAG(触角電図)等の室内生物検定およびトラップを使用した野外生物検定の結果、ジャスミン油の主要成分である Benzyl acetate が最も強い誘引力を持つことが解った。この物質は多くの花に含まれているが、すくなくともコゴメウツギとガマズミには含まれていない。もしもスギノアカネトラカミキリが訪れる他の花に含まれていればベンジルアセテートは花と昆虫双方に取って益となる物質シノモンということになる。

この化合物はスギノアカネトラカミキリ以外にも数多くの昆虫を誘引するため防除用誘引剤としては適当でない。そこで化学構造上類似した物質11種の誘引性が検討された結果、Methyl phenylacetate がさらに強い誘引力を有し、スギ、ヒノキ林で本物質に誘引捕獲される昆虫はスギノアカネトラカミキリとその類縁種であるトゲヒゲトラカミキリ *Demonax transilis* が大部分を占め、その他の昆虫種は非常に少ないことが解った。

メチルフェニルアセテートを主成分とする誘引剤と誘引トラップはまもなくスギノアカネトラカミキリを対象にして市販されようとしている。誘引剤はメチルフェニルアセテートを固形担体(植物性固形化物)に4:1の比率で吸着させたもので、トラップは黄色のプラスチック製衝突板式のものである。現在、トラップ設置高、トラップ設置密度、防除効果等が検討されており、一基当たり300頭をこえる成虫が捕獲された例もあるので相当程度の防除効果ならびに被害軽減効果が期待できる。

IV おわりに

昆虫の行動制御物質を害虫管理に利用するには多くの研究者の協力が必要である。性フェロモンを利用する場合を考えてみると、まず当該害虫が配偶行動に性フェロモンを必要としているか否かを知るために昆虫の行動や生態を解明できなければならない。性フェロモンが存在することがわかったら化学構造を決定するとともに、配偶行動がいつどこでどのような形で行われ性フェロモンがそこでどのように関与しているかを知らねばならない。さらに野外で使うに先立って性フェロモンをどのような方法でどのくらいの量を揮散させればよいかも明らかにしなければ、Ⅲの(1)に示した3つの利用形態のどれをとるにしても効果的ではない。性フェロモン研究華やかなりしころは、構造が決まればすぐにも害虫との競争に人間は勝てるという考えがあった。しかしここまで述べてきたように昆虫の行動制御物質の利用には地道な研究が必要であり、それを積み重ねていけば害虫管理において非常に有効な手段となり得るものである。

引用文献

- 1) Bakke, A. & R. Lie (1989) Mass Trapping, In "Insect Pheromones in Plant Protection", Ed. by A. R. Jutsum, & R. F. S. Gordon, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, p.67-87.
- 2) Bierl, B. A., M. Beroza, & C. W. Collier (1970) Potent Sex Attractant of the Gypsy Moth: Its Isolation, Identification, and Synthesis. *Science*, 170:87-89.
- 3) Borden, J. H. (1990) Use of semiochemicals to manage coniferous tree pests in Western Canada, In "Behavior-modifying Chemicals for Insect Management", Ed. by R. L. Ridgway, R. M. Silverstein and M. N. Inscoe, Marcel Dekker Inc., New York, p.281-315.
- 4) Borden, J. H., L. C. Ryker, L. J. Chong, H. D. Pierce, Jr., B. D. Johnston & A. C. Oehlschlager (1987) Response of the mountain

pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae), to five semiochemicals in British Columbia lodgepole pine forests., *Can. J. For. Res.*, 17:118-128.

- 5) Cardé, R. T., C. C. Doane, T. C. Backer, S. Iwaki & S. Marumo (1977) Attractancy of optically active pheromone for male gypsy moths., *Environ. Entomol.*, 6:768-772.
- 6) 伏谷伸宏・三島章義・高橋正三・難波恒男, 編 (1987) 動物成分利用集成 水産・蛇・昆虫・漢方薬編, R & D プランニング, 東京, pp. 395.
- 7) 本田 洋・松本義明 (1987) 植物起源の昆虫誘引物質, "バイオ農薬・生育調節開発利用マニュアル", エル・アイ・シー, 東京, p.214-233.
- 8) 池田俊弥 (1981) マツノマダラカミキリの寄主選択と誘引物質, *植物防疫*, 35:395-400.
- 9) Ikeda, T. (1984) Integrated pest management of Japanese pine wilt disease., *Eur. J. For. Path.*, 14:398-414.
- 10) Ikeda, T. & K. Oda (1980) The occurrence of attractiveness for *Monochamus alternatus* Hop (Coleoptera: Cerambycidae) in nematode-infected pine trees., *J. Jap. For. Soc.*, 62:432-434.
- 11) Ikeda, T., K. Oda, A. Yamane & N. Enda (1980) Volatiles from pine logs as the attractant for the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae), *J. Jap. For. Soc.*, 62:150-152.
- 12) Jutsum, A. R. & R. F. S. Gordon (1989) "Insect Pheromones in Plant Protection", John Wiley & Sons, Chichester, pp. xvi+369.
- 13) Kobayashi, F., A. Yamane & T. Ikeda (1984) The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease., *Ann. Rev. Entomol.*, 29:115-135.
- 14) Kolodny-Hirsch, D. M. & C. P. Schwalbe (1990) Use of diapause in the management of the gypsy moth, In "Behavior-modifying Chemicals for Insect Management", Ed. by R. L. Ridgway, R. M. Silverstein & M. N. Inscoe, Marcel Dekker Inc., New York, p. 363-385.
- 15) Law, J. H. & F. E. Regnier (1971) Pheromones., *Ann. Rev. Biochem.*, 40:533-548.
- 16) Mitchell, E. R. (1981) "Management of Insect Pests with Semiochemicals", Plenum Press, New York, pp.514.
- 17) 中村和雄・玉木佳男 (1983) 大量誘殺法による防除, マイマイガ, "性フェロモンと害虫防除-実験と効用-", 古今書院, 東京, p.110-112
- 18) Nordlund, D. A. (1981) Semiochemicals: A review of the terminology., In "Semiochemicals" Ed. by D. A. Nordlund, R. J. Jones and W. J. Lewis, John Wiley & Sons Inc., New York, p.13-28.
- 19) 小川欽也 (1990) 昆虫フェロモン交信攪乱剤の害虫防除への利用, *化学と生物*, 28:295-303.
- 20) Overhulser, D. L., G. E. Daterman, L. L. Sower, C. Sartwell & T. W. Koerber (1980) Mating disruption with synthetic sex attractants controls damage by *Eucosma sonomana* (Lepidoptera: Tortricidae, Olethreutinae) in *Pinus ponderosa* plantations. II. Aerially applied hollow fiber formulation., *Can. Entomol.*, 112:163-165
- 21) Ridgway, R. L., R. M. Silverstein & M. N. Inscoe (1990) "Behavior-modifying Chemicals for Insect Management", Marcel Dekker Inc., New York, PP. xvi+761.
- 22) 斎藤 諱, 榎原 寛, 池田俊弥 (1987) スギノアカネトラカミキリ成虫の訪花植物について, *森林防疫*, 36:59-63.
- 23) Sanders, C. J. (1988) Monitoring spruce budworm population density with sex pheromone traps., *Can. Entomol.*, 120:175-183.
- 24) Sartwell, C., G. E. Daterman, L. L. Sower, D. L. Overhulser & T. W. Koerber (1980) Mating disruption with synthetic sex attractants controls damage by *Eucosma sonomana* (Lepidoptera: Tortricidae, Olethreutinae) in *Pinus ponderosa* plantations. I. Manually applied polyvinyl chloride formulation., *Can. Entomol.*, 112:159-162.
- 25) Sartwell, C., G. E. Daterman, D. L. Over

- hulser & L.L. Sower(1983) Mating disruption of western pine shoot borer (Lepidoptera: Tortricidae) with widely spaced releasers of synthetic pheromone., J. Econ. Entomol., 76:1148-1151.
- 26) Schmidt, J. O. & W. D. Seabrook (1981) Tethered moths as measure of mating disruption in sex pheromone atmospheric permeation studies., J. Georgia Entomol. Soc., 16:60-64.
- 27) Schwalbe, C.P. & V.C. Mastro(1988) Gypsy moth mating disruption: Dosage effects., J. Chem. Ecol., 14:581-588.
- 28) Shepherd, R. F., T. G. Gray, R. J. Chorney & G.E. Daterman (1985) Pest management of douglas-fir tussock moth, *Orgyia pseudo-tsugata* (Lepidoptera: Lymantriidae): Monitoring endemic populations with pheromone traps to detect incipient outbreaks., Can. Entomol., 117:839-848.
- 29) 柴田承二, 編 (1979) "生物活性天然物質", 医歯薬出版, 東京, pp. viii+551.
- 30) Sower, L. L., G. E. Daterman, C. Sartwell & H. T. Cory (1979) Attractants for the *Eucosma sonomana* and *Rhyacionia zozana* determined by field screening., Environ. Entomol., 8:265-267.
- 31) Sower, L.L., D.L. Overhulser, G.E. Daterman, S. Sartwell, D.E. Laws & T.W. Koerber (1982) Control of *Eucosma sonomana* by mating disruption with synthetic sex attractant., J. Econ. Entomol., 75: 315-318.
- 32) Sower, L.L., G.E. Daterman, W.Funkhouser & C. Sartwell (1983) Pheromone disruption controls douglas-fir tussock moth (Lepidoptera: Lymantriidae) reproduction at high insect densities., Can. Entomol., 115: 965-969.
- 33) Sower, L.L. & D.L. Overhulser (1986) Recovery of *Eucosma sonomana* (Lepidoptera: Tortricidae) populations after mating-disruption treatments., J. Econ. Entomol., 79:1645-1647.
- 34) 杉江元・玉木佳男 (1987) フェロモン, "バイオ農業・生育調節開発利用マニュアル", エル・アイ・シー, 東京, p.147-213.
- 35) 高橋正三 (1991) 昆虫の行動と信号物質. 農化, 65:1234-1236.
- 36) Yamada, M., T. Saito, K. Katagiri, S. Iwaki & S. Marumo (1976) Electroantennogram and behavioural responses of the gypsy moth to enantiomers of disparlure and its *trans* analogues., J. Insect Physiol., 22; 755-761

誘引剤による松くい虫被害防止

——航空機を利用した誘引剤と殺虫剤を組合わせた新技術——

増田 昭 美

「松くつ虫新誘引剤の開発事業」を国の補助事業として、昭和62年度から平成元年度までの3年間、林業薬剤協会が実施した。本事業の目的はマツノマダラカミキリの新しい誘引剤の開発・利用を図り、松くい虫被害に対する総合防除技術の一環を担う新技術を確立することであり、以下、本稿は平成元年度に行った事業の一部の概要である。

即ち、ヘリコプターのみを使用による誘引剤と殺虫剤を組合わせた新技術は、大面積の松林を対象とする松くい虫被害を効果的かつ経済的に防除するべく意図して試験を実施し、その結果をまとめたものである。

試験の実行にあたっては、新潟県農林水産部治山課・同県林業試験場・同県森林組合連合会また地元の水原町役場の並々ならぬご支援、ご協力をいただいたことを厚く感謝する。

1. 試験地の概況

(1) 場所

新潟県北蒲原郡水原町里外十ヶ大字財産区地内

(2) 地況・林況等

稜線の標高が130m以下の丘陵群からなる笹神丘陵に位置し、標高70~100mの、東に緩やかな傾斜地にある天然アカマツ林である。周囲は、西側の一部がアカマツ林とつながるのを除き、伐採跡及び草地である。

ここは、フェーン現象などで東の風が吹くときは、「ダシの風」と呼ばれる強風が吹く。調査期間中で、最大風速10m以上を記録(新津観測所)した日は、6月9日・14日・24~25日・7月28~30日・8月27日である。

(株)林業薬剤協会 MASUDA Akiyoshi

林齢は30年生前後、平均樹高8~12m、胸高直径20~30cm、ha当り立木密度約1,500本である。沢筋と斜面下部に、スギが混交する地は、ごくわずかのサクラ類・ナラ類があるだけで、アカマツで占められている。低木層には、ヤマウルシ・ヒサカキ・ヤマツツジ・リョウブ・タラノキなどが優占している。

鳥類相としては、アカゲラ・コゲラ・ヒヨドリ・モズ・ウグイス・キビタキ・ヤマガラ・シジュウカラ・メジロ・ホオジロ・イカル・カケス・ハシボソカラスなどが確認された。

(3) 松くい虫被害の発生状況

被害は8年程前から発生しており、はじめの1~2年は伐倒駆除が行われていたが、その後駆除は行われていない。被害は急激な増加傾向にあり、年間枯損率は5%程度、累積被害率は10~30%程度である。

2. 試験方法

(1) 供試誘引剤(2種類)と殺虫剤

ア. 改良型マダラコール(誘引剤)

従来のマダラコールはマツノマダラカミキリ誘引成分および相乗作用成分である、 α -ピネンおよびエタノールを各々塩ビ製カップ(綿球入り)に入れそのカップを専用の黒色トラップに取り付け樹木に設置して使用している。

今回の航空機を利用した誘引剤—殺虫法による、松くい虫防除に使用する松くい虫誘引剤を開発するにあたり、散布終了後の回収作業の省力化を念頭に改良を施した。すなわち、空中散布を行う場所は多くの場合作業者の入りづらい場所が想定され、そのために回収作業をしなく

とも良い誘引剤が望ましい。そうすると、環境上誘引剤(容器)が風化するような材質の物が必要となる。そこで、容器は紙製の材質を選び、薬剤も液状物を固形化した結果、終了後の回収を必要としない容器で、投下時の薬剤の漏洩がなく1回の投下で2~3ヵ月誘引可能な改良型マダラコールを開発した。

- 1) 容器材質形状: 紙製カップ 底面直径75mm, 天面直径95mm, 高さ100mm, 容量500ml
- 2) 内容物: α-ピネン固形化物及びエタノール固形化物を別々の容器に入れる。
- 3) 固形化物: α-ピネン固形化物(有効成分 70.0%)
エタノール固形化物(有効成分 80.0%)
- 4) 重量: 約400g/個
- 5) 落下方法:
 - ① α-ピネン及びエタノールの固形化物が入った容器をそれぞれ網の中に入れる。
 - ② 上記①のものを2組用意しロープ(長さ1.5m)の両端にそれぞれを結びつける。
 - ③ ロープの中央部を持ち、そのまま落下させる。



写真-1 改良型マダラコール

イ. 改良型ホドロン(誘引剤)

ホドロンはマツノマダラカミキリの誘引剤として昭和48年に農薬として登録され、当初は140ml缶を用い1~2週間毎に取り換えが必要であった。また、ホドロンを設置した周囲の松が枯れるという現象から、マツノマダラカミキリの密度調査に用いられるにすぎなかった。そ

の後、ホドロンを設置した周囲に殺虫剤を散布する方法が確立された。更に内容量を1,000mlにし、1回の設置で2~3ヵ月間の誘引効果が実証され、この度のヘリ落下型誘引剤の開発に至ったものである。

- ・ 農薬の種類: 安息香酸・オイゲノール油剤
 - ・ 物理的・化学的性状: 乳白色透明油状の液体
 - ・ 有効成分の種類及び含有量: 安息香酸23.0%, オイゲノール9.0%
 - ・ その他の成分の種類及び含有量: イソプロピルアルコール, 有機溶剤等68.0%
- 改良型ホドロンは外装ボトルの蒸散孔と蒸散量の変化を調べることと野外で吊り下げるとの実際の可否並びに色調の試験を行った。
- ウ. 殺虫剤: スミバイン乳剤(スミチオン80%) 120倍液 240ℓ/ha 2回散布

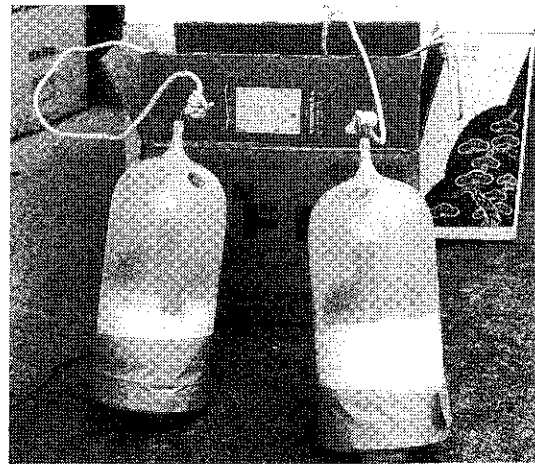


写真-2 改良型ホドロン

(2) 試験プロットの設定

試験地面積 約10ha
 実質散布面積(対照区を含む)約0.85ha
 平成元年5月下旬~6月上旬にかけて、試験プロットを図-1のように配置した。試験プロット数は、マダラコール区・ホドロン区及び対照区とも各4プロット、計12プロットである。
 各プロットの半径15m円内の被害木を伐倒除去した。幅1.2m, 長さ15mの白色寒冷紗(以下ネット)を地上高0.5mの高さに、十字型(4方向)を原則に張り、

さらに各ネットを覆うように防鳥ネットを張った。なおこれより先に、ネット設置予定箇所は、幅3mで下草を刈払った。

(3) 殺虫剤の散布(飛行諸元等は表-1による)

ヘリコプターにより各プロット(誘引剤を投下した松立木とコントロール区はプロット中心木を中心に半径15m内)に行った。散布年月日は、1回目が6月10日、2回目は7月1日で、散布日ならびにその前後の気象は表

一2のとおりである。散布はプロット内に事業同様の方法で行った。散布はガンノズル法により、2回目はノズルを扇式のものを用いた。

1回目の散布後の6月13日の調査で、ネット上にマツカレハ老熟幼虫が落下した(表-3)。落下数が各試験区ではほぼ同数であったことから、試験区間で、薬剤散布に差はなかったと考えられる。

2回目散布において、プロットNo.12(対照区)が散

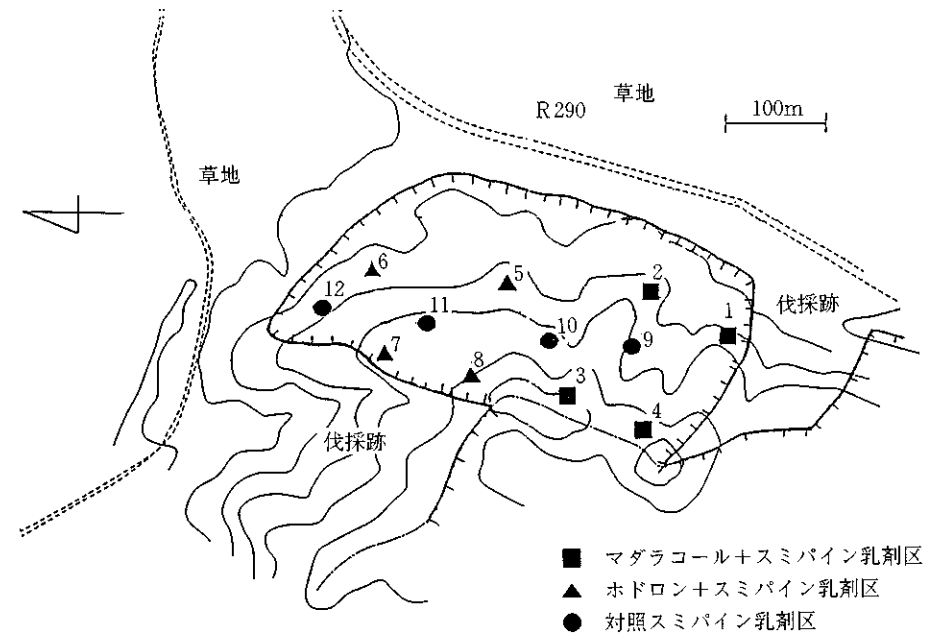


図-1 試験区の配置

表-1 飛行諸元等

散布・投下年月日	平成元年6月10日	平成元年7月1日
散布・投下時間	午前5時12分 ~ 6時45分	午前11時~11時51分
飛行諸元	殺虫剤 高度: 樹冠上5m, 吐出量: 70~75ℓ/min 誘引剤 高度: 樹冠上2~3mにホーバリングして投下	
散布・投下方法	殺虫剤 誘引剤投下木を中心に半径15m内の立木にガンノズル散布を実施 誘引剤 各プロットの中心木に後部座席より投下 1回 10~15秒	
使用機種	ベル206B型	
航空会社	朝日航空(株)	
散布装置	206 AH-11B	
気象データ	くもり, 風向SE, 風速3m	くもり, 風向N, 風速1.5m

表一 2 薬剤散布時の気象 (新津)

散布日	月 日	平均気温 ℃	最高気温 ℃	最低気温 ℃	降水量 mm	天 候 (新 潟)
1 回目散布	9	16.0	19.3	13.1	0	曇り
	6. 10	16.8	20.5	14.0	0	晴れ後曇り
	11	17.4	21.6	13.8	0	曇り後晴れ
2 回目散布	30	19.0	21.9	17.4	0	曇り一時雨
	7. 1	19.4	23.0	16.9	0	雨後曇り
	2	19.4	21.9	17.7	0	曇り後雨

布モレとなった。

また、薬剤落下調査紙をプロット中央及びネット先端の15m地点に置いた調査では、2回の散布を通じてNo. 1 (マダラコール区) の東側・北側, No. 8 (ホドロン区) の南側の各15m地点の落下量が少なかった。

(4) 誘引剤の設置

マダラコールは、2組 (4個) を紐で結び、振り分け荷物型にした。またホドロンは容器を開発して、落下と同時に蓋が開く構造として、振り分け荷物型とした。

各プロット中心木に予め白旗を掲げ、1回目の薬剤散布の直後に、誘引剤を樹冠上部の枝にかかるようにヘリコプターより落下した。落とす方は、ヘリコプター左側 (操縦士側) 後部座席のドアを取り外し、整備士が身を乗り出す格好で行った。ほぼ設置予定木上2~3mに停止飛行することができ、狙いを定めて落とせたため、概ね樹高の2/3以上の樹冠内に設置できた。(写真3)



写真一 3

しかし、落とす誘引剤の引っかかり具合の詳細は、ヘリコプターから確認が困難であったため、マダラコール区No. 3及びホドロン区No. 8は、落下のおそれがあると判断し、1組を余計に設置した。

誘引剤の設置には、薬剤散布とほぼ同じ時間を要した。ホドロン区の一部で、薬剤容器の不備により誘引剤がその後落下したので、2回目の薬剤散布直後に補充した。

(5) 効果調査

6月13日より1週間毎に9月26日まで、計16回ネット上に落下したマツノマダラカミキリのうち虫体がほぼ完全な固体について♂♀別に拾い取り調査した。またネットをプロット中央より5m, 10m, 15mまでの距離に3区分し、落下位置及びネット記号を記録した。

7月4日, 11日, 18日, ついては、落下した♀のうち調査可能な個体について、産卵状況を調査した。

落下昆虫のうち、カミキリムシ科については個体数を

表一 3 マツカレハ幼虫落下数

試験区	プロット	落下幼虫数	計
マダラコール	1	4	19
	2	6	
	3	5	
	4	4	
ホドロン	5	4	21
	6	4	
	7	9	
	8	4	
対 照	9	2	19
	10	5	
	11	5	
	12	7	

マツノマダラカミキリ同様に調査記録した。

3. 結果と考察

(1) 捕獲数 (落下固体数) の測定誤差等

鳥類による落下個体の消失は、防鳥ネット等に羽毛の付着等がみられず、なかったものと考えられる。しかし、ネット上にアオバズクのものと考えられるペリットが1回確認されその中に翅鞘が含まれていたことや、翅鞘だけが9例 (マダラコール区: 6, ホドロン区: 1, 対照区: 2) 見つかったことなどから、樹上での捕食があったものと考えられる。井上 (1987) の網室内での試験では、当該試験地でも確認されたヒヨドリ・モズ・イカル・ヤマガラ・シジュウカラ・ホオジロによるマツノマダラカミキリの成虫捕獲率は高かったとされている。

獣類等による持ち去りなどは、アマガエル及びカナヘビをネット上で一度確認している程度であり、ネズミ類による持ち去りの可能性が考えられるが、不明である。

アリ等昆虫類による影響は、落下個体の腹部をアリが食い破り内部を食害していたことがあるが、ネットからの運びだし等の影響は特になく考えられる。

ネット上の落下個体の風による飛散については、通常の気象条件ではないと考えられるが、7月26~30日などの強風下では、その直後の調査でネット上の落葉や落下昆虫の量が他のネットに比べ少ないのがみられ、少なからずあったものと考えられる。とくにマダラコール区No. 1及び4は風当たりが強いところであった。

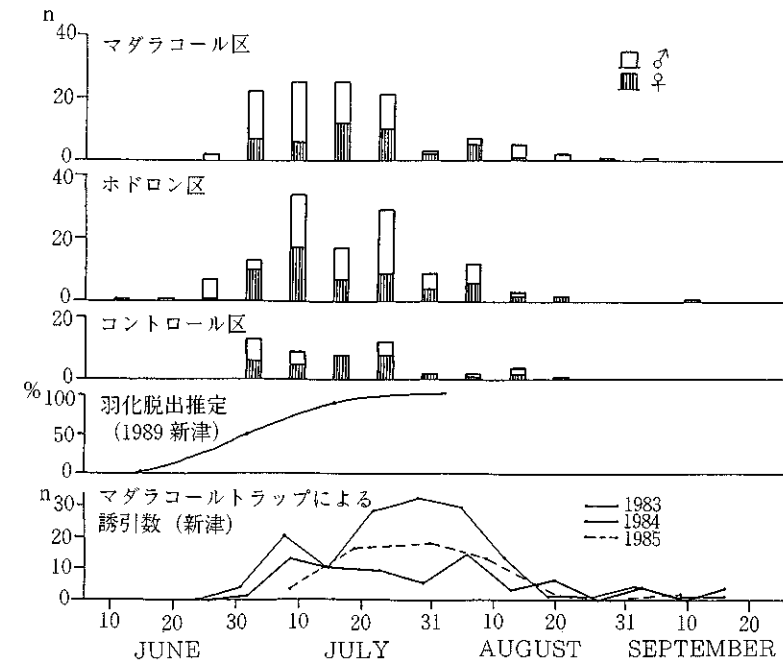
ネット及び位置により捕獲数は大きく異なっている。そこで各試験区内の4プロット間で捕獲数に有意差があるかどうか、捕獲数の平均値 (各ネット捕獲数を単位) の比較を行った。各試験区の分散分析の結果をみると分散が大きい、等分散であり Duncan の multi range test を行ったところ、有意差はなかった。

(2) 週別の捕獲数推移

結果を試験区毎に取りまとめ、図一2に示した。

捕獲は、6月13日にホドロン区で始まったが、7月4日以降各試験区とも多くなり、7月25日まではほぼ安定して捕獲されている。8月1日に各区とも激減し、その後漸減して9月12日が最終捕獲となった。

發育有効積算温量 (新津観測所) から推定した羽化脱出経過は、1%日が6月15日、50%日が7月2日、90%



図一 2 週別の捕獲数推移

が7月16日である。

ア) 誘引効果の発現

マツノマダラカミキリ成虫は、被害木から脱出後、後食し、10日ほどで性成熟して交尾を始め産卵期に入る。

一方、マダラコール及びホドロンも、産卵誘引が主と考えられている。なおホドロンは、これまでの捕獲試験から、後食誘引も多少認められるという。

以上のことから、誘引効果はカミキリ脱出後2～3週間後と考えられている。

本試験の捕獲数は、7月に入ってから誘引剤設置区と対照区との捕獲数の差が明瞭になるとともに、捕獲数も多くなっている。マツノマダラカミキリ脱出個体数の増加と、誘引効果を考え合わせると、ほぼ妥当な結果と言える。

7月4日、11日、18日の産卵状況を表一4に示す。これを見ると、対照区で「あり」と「なし」がほぼ同数で推移しているのに対し、誘引剤設置区では「なし」の個体数は対照区と大差がないが、「あり」の個体数が増加しており、産卵(場所)誘引剤としての効果を発揮していると考えられる。

イ) 捕獲数の減少

新津で1983～1985年に行った誘引トラップによる捕獲数推移と比較すると、7月末日までの捕獲経過はほぼ同様であるが、トラップではその後8月中旬にかけて捕獲数が徐々に減ったのに対し、本試験では急激に減少している点異なる。

その原因として考えられることは、

表一4 産卵状況

試験区	区分	7/4	7/11	7/18
マダラコール	卵あり	4	4	9
	なし	3	1	2
	調査不能	0	1	1
ホドロン	卵あり	2	10	3
	なし	7	4	1
	調査不能	1	3	3
対照	卵あり	3	1	3
	なし	3	3	3
	調査不能	0	1	2

① 誘引剤の効果切れ

マダラコールについては、固化し大型化されたことから、揮散期間が飛躍的に向上した。メーカーの屋外試験では、6月5日から9月4日までの調査で、 α -ピネン2.5g/日、エタノール2.2g/日の安定した揮散が認められている。茨城県南の野外条件下では、2g揮散させれば誘引効果が最も効率的であることが明らかになっており、本試験でも十分な揮散量であったと考えられる。

ホドロン(1,000ml容器)については、メーカーの屋外試験で、10g/日程度で、80日間以上揮散が認められている。

以上のことから、誘引剤の効果切れが原因とは考えられない。

② 誘引源となる新規枯損木(樹脂異状木)の発生による誘引効果の相対的減少

本試験地は中～激害地であるため、新たな枯損木の発生が予想された。

9月上旬の調査で、葉は緑であるがすでに枯損し、マツノマダラカミキリが寄生して幼虫が材をかじる音や木屑を排出している木が認められた。マツノマダラカミキリ幼虫の発育程度から判断すると、遅くとも7月末には産卵されていたと考えられる。このように、新潟県の枯損(樹脂異常)は7月末から始まると考えられ、こうした新規枯損木が誘引源となりマツノマダラカミキリを分散させた可能性は高い。

③ 殺虫剤の効果切れ

空散事業による散布薬剤(MEP)の効果(1週間以内の成虫致死率80%の薬量が維持される)は、3～4週間と言われている。2回目の散布が7月1日であったので、7月末にはその効果が切れたと考えられる。8月に入って捕獲数が誘引剤設置区だけでなく、対照区においても同様に激減したことからも、8月以降の捕獲数の激減理由の第一として、散布薬剤の効果切れが考えられる。

④ 強風による影響

7月末に連続した強風日があり、本試験地のマツノマダラカミキリ個体群に、林外への飛散等の影響があったかも知れないが確認できない。

ウ) 試験地内の成虫密度

表一5 各試験区別捕獲数

試験区	プロット	♂	♀	計
マダラコール	1	15	8	23
	2	14	8	22
	3	21	17	38
	4	19	11	30
	計	69	44	113
ホドロン	5	9	14	23
	6	19	17	36
	7	15	11	26
	8	26	18	44
	計	69	60	129
対照	9	8	8	16
	10	3	11	14
	11	4	8	12
	12	3	6	9
	計	18	33	51

ネット(受布)面積は、72㎡

対照区捕獲数から推定される成虫密度は、少なくとも $51頭 \div 288㎡ \times 10,000㎡ = 1,770.8$ 頭/ha で、約1,800頭/haである。

また、性比を1:1とすれば、♀が33頭捕獲されていることから

$33頭 \times 2 \div 288㎡ \times 10,000㎡ = 2291.7$ 頭/ha で、約2,300頭/haである。

(3) 試験区別捕獲数

各区の捕獲数を表一5に示す。

両誘引剤区は対照区に比べ、♂で3.8倍、♀で1.3～1.8倍、計2.2～2.5倍となっている。なお捕獲数が激減する以前の7月25日までの捕獲数では、♂で3.9～3.8倍、♀で1.3倍～1.7倍、計で2.3倍である。

各試験区間の平均捕獲数についてプロット捕獲数を単位としてt-検定を行うと、対照区はマダラコール区及びホドロン区と1%で有意差があり、マダラコール区とホドロン区の間ではない。♂については同様のことが言える。♀では、対照区とホドロン区間のみが1%で有意差が認められる。

これまでの林業薬剤協会の試験等の誘引試験結果から、マダラコールは♂の誘引数が多く、ホドロンは♂とともに

表一6 距離別捕獲数

試験区	距離m	♂	♀	計
マダラコール	5	37	20	57
	10	20	18	38
	15	12	6	18
ホドロン	5	35	29	64
	10	20	15	35
	15	14	14	28
対照	5	2	17	19
	10	7	12	19
	15	9	4	13

ネット(受布)面積は、各距離とも96㎡

に♀の誘引数が多いことがわかっている。本試験でも同様の結果となった。

【誘引範囲】

どの範囲まで誘引捕獲したか対照区との捕獲数の比で考えると、誘引剤設置区捕獲数が対照区の2.2～2.5倍であるので、誘引半径 = $15 \times 15 \times 3.14$ [対照区面積] $\times (2.2 \sim 2.5) \div 3.14 = (22.2 \sim 23.7)$ で、半径約23mとなる。しかし、対照区での捕獲性比が、♂:♀=0.5:1であることから、少なくとも♂に関しては影響を与えていると考えられる。なお誘引剤設置区中央と対照区中央との距離は、計算上71mである。

本試験は中～激害地で行ったため、対照区と誘引剤設置区との捕獲数の差があまりひらかなかつたが、誘引剤と地上散布を組み合わせで行った過去の試験では対照区に対し、マダラコール区で最高15倍、ホドロン区で最高15倍の結果がでていた。15倍の差は、捕獲範囲半径に換算すると約4倍にあたる。

(4) 距離別の捕獲数

距離別捕獲数を表一6に示す。マダラコール区では中心ほど捕獲数が多く、平均値と比較すると5mと15mの間に1%で有意差がある。ホドロン区もマダラコール区と同様であった。対照区では、距離による差は認められなかった。

対照区の各距離の平均(13.7頭)に比べ、マダラコール区は5mで4.2倍、10mで2.8倍、15mで1.3倍であり、ホドロン区は5mで4.7倍、10mで2.6倍、

表一七 カミキリムシ科捕獲数

種名	マダラ コール	ホドロン	対 照	計
スジマダラモモブト	31	47	11	89
サビカミキリ	6	5	4	15
クロカミキリ	1	9	0	10
アカハナキボシチビ	4	4	1	9
ヨツスジハナシ	3	1	1	5
ラホシ	1	0	1	2
ソ	1	1	0	2
グビアカハナ	0	0	1	1
ナガゴマフヤハズ	0	1	0	1
カタジロゴマフ	1	0	0	1
ヒメヒゲナガ	0	1	0	1
シロオビチビ	1	0	0	1

15mで2.0倍である。したがって本試験の場合、誘引による集中はほぼ半径15m内であったと考えられる。

(5) マツノマダラカミキリ以外のカミキリムシ科捕獲数

各試験区別の捕獲数を表一七に示す。

スジマダラモモブトカミキリ、サビカミキリ及びクロカミキリは、トラップを利用した誘引剤試験でマツノマダラカミキリ以上に捕獲されることが多いカミキリムシである。今回サビカミキリ及びクロカミキリの捕獲数が少なかったのは、これらの寄生部位が地際近くであるなどの理由で、散布薬剤の影響を受けにくかったためと考えられる。

(6) 枯損木の発生

本試験は、試験終了後に全伐されたため新規枯損木の発生状況は把握できなかったが、9月末の調査でマダラコール区のNo.1及びNo.2で誘引剤設置木の枯損が確認された。これは、誘引により成虫密度が増加(捕獲数から、半径5m内では少なくとも約6,000頭/haと推定される)したことにより、マツノザイセンチュウの感染頻度及び感染量が薬剤散布による減少効果を上回ったためと考えられる。

微害地で実施した場合、同様に枯損が発生するかどうか検討する必要がある。

4. まとめと今後の問題点

(1) 誘引剤設置等の作業

ヘリコプターを使用して、全ての作業を行うことが可能である。

・プロットの位置

今回は、中心木に白旗を掲げヘリコプターからの位置の確認を容易にした。

薬剤散布と誘引剤設置は、同時に(1フライト)には不可能であり、また1ヵ月後の2回目の散布において正確な位置を割り出すためには、何らかの目印が必要となる。・誘引剤

ヘリコプターから落として設置した誘引剤は、回収が困難である。液体のためポリビンを使用したホドロンについては、マダラコールと同様に固形化して、数年後には腐る容器にすることが望ましい。また2個よりもさらに個数を多くした振り分け荷物型の方が、枝に引っかかり易い。

(2) 誘引効果

誘引剤の改良等により適量の揮散が2ヵ月以上持続するので、誘引期間は十分である。誘引範囲は、本試験地の場合中〜微害林分であったことからせいぜい半径25m程度と考えられるが、微害地においては半径60m辺りまで期待される。

(3) 散布薬剤

散布薬量は、林分全面への散布の7%に低減された。現行の空散の回数及び薬量では不安が残る。特に中害地等のマツノマダラカミキリ個体数の多いところでは、誘引剤設置木周辺の枯損を防げないと予想される。薬量の増加を検討する必要がある。

(4) 枯損木発生数等の長期的効果

不明であるが、誘引剤設置木周辺での枯損発生の可能性は高い。しかし、翌年に同位置にプロットを設定すれば、成虫脱出前に枯損木周辺に薬剤散布を行うことから、緊急防除を行ったと同様の効果が期待できる。さらに、現行の空散事業では、枯損木がランダムに少数発生し徹底駆除がむずかしい状況にあるが、本方法では人為的に枯損木の発生位置をコントロールし、予防及び駆除を集

中的に行うことが可能である。

パイロット事業などにより、3年間ほど枯損発生状況を継続調査する必要がある。

要 約

松くい虫被害防除の総合防除技術の一環として、大面積の松林を対象とした、効果的かつ経済的な松くい虫被害防止新技術の開発を目的とする航空機を利用した誘引剤と殺虫剤を組み合わせた試験を新潟県において実施した。

(1) 空中散布用誘引剤の開発

使用誘引剤は農薬登録されているホドロンとマダラコールの改良型である。

航空機より投下し、設置木に容易に懸垂されるように剤型および外装の改良を行うと共に誘引力の持続性ならびに揮散量の放出制御に関して、事前に諸試験を室内・野外で実施した。その結果、適量の揮散が2ヵ月以上持続し、しかもヘリコプターから投下できる改良型誘引剤を開発した。

(2) 空中散布による誘引剤と殺虫剤の組合せ現地試験

① 誘引剤として改良型ホドロン、改良型マダラコール、殺虫剤としてスミバイン乳剤120倍液(2回)を使用した。

② 誘引剤の投下、殺虫剤散布の全作業がヘリコプターを使用して十分できることが実証された。

③ 改良型誘引剤は2ヵ月以上にわたって、マツノマダラカミキリを誘引することが確かめられて、ヘリコプターによる作業でカミキリを集めて殺虫する防除技術は有効であると考えられる。

④ 誘引範囲は本試験地の被害が中〜微害の被害林であったことから、誘引剤設置点から半径25m程度と考

えられるが、微害林においては半径60mぐらいは期待される。

⑤ 散布薬量については林分全面散布の7%の薬量に低減されたが、被害は中害以上の被害林等、マツノマダラカミキリの個体数の多いところでは、誘引剤設置木周辺に枯損木が発生することが予想されるので現行の空散薬量を増加することの検討が必要と考えられる。

⑥ 誘引剤の剤型、有効成分のコントロールリリースの調整研究、ヘリコプターから落下させ、希望の立木に懸垂させるよう、外装に対しての工夫、改良点にはみべきものがあり、所期の効果をあげることができた。大面積防除への経済的、省力的技術への発展の可能性をたしかめることができた。松くい虫被害の被害林への利用は、さらに有効であると推察される。

(3) 今後の方向

今後は誘引剤設置木及び周辺での枯損木発生を最小限にとどめるよう、殺虫剤の薬量増も検討されよう。また現行の空散事業においては枯損木がランダムに少数発生した場合、その徹底駆除がむずかしい状況にあるが、本方法は人為的に枯損木の発生位置をコントロールし、予防及び駆除を集中的に行うことが可能になると考えられる。

誘引剤と殺虫剤の組合せによるヘリコプターを使用した本防除法の開発事業は我が国最初の事業であり、松林の被害程度、誘引剤設置距離、殺虫剤の薬量等を今後各地において試験を積み重ね、また、数年にわたる継続試験を実施し、被害発生状況を調査し、この技術を完成に導き松くい虫総合防除の新技術としての重要な位置を占めることになることが期待される。

【新刊紹介】

農林水産省森林総合研究所
小林富士雄・滝沢幸雄編著

カラー解説

緑化木・林木の害虫

B5上製 原色図版 80ページ 解説 100ページ

定価 8,240円 (本体8,000円) 円300円

発行 株式会社 養賢堂

〒113 東京都文京区本郷5丁目30番15号

振替 東京2-25700 電話03-3814-0911

1991年3月25日発行

近年、緑に対する関心度は全国的に強まっ
てきており、とくに生活環境の悪化とともに、
緑の効用への期待は高まり、庭園・公園緑地・
工場緑地等の造成が各地で行われている。

これにともなって、多くの種類の樹木が植え
られている。しかしながら、これ等の植栽木は、
その生育環境は自生地とはまったく異なる恵まれ
ない条件の場合が多く、どちらかというと、外
界からの諸害にこうむりやすく、種々の病害や
虫害等の発生がみられているのが現状である。
したがって、緑化木を主対象とした虫・病気に
関する参考書・解説書が多く世に出回っている
のは当然のことであり、読者も、その選択に迷
う面も多々あるのではないかと、推察される。

本書は既刊「カラー解説 庭木・花木・材木
の病害」の姉妹書として、今回刊行されたもの
である。

その執筆者28名、その他原画提供者の7名は
全国の国公立の林業試験研究機関に籍をおかれ
た研究者であり、いずれも、この道の第一人者
ばかりであって、永年にわたってのこの方面の

蓄積した資料を、集大成したものといえる。

本書にとり上げた樹種は緑化木と緑化に関係
のある樹木約100種類であり、扱った虫の種類
は323種にわたり、この種の図書で、これだけ
の害虫を記載されているのは本書のみであろう。

虫ごとの解説は、樹木への被害の状況、発生
生態、虫の見分け方、防除方法等について、最
新の資料・知見を加えて、丁寧に記載されてい
る。また、主要な害虫については、鮮明で、よ
く特徴をとらえた写真(カラー写真400枚・白
黒写真66枚)からなり、虫の特徴・被害部位等
を一見して把握できる。

巻末には害虫学名索引、害虫別加害樹種索引
が記載され、大変便利に使いやすく工夫されて
いる。

この分野の図書としては、迷わずに推薦する
ことができる好著といえる。

緑化木生産者、樹木の保護・管理に携わる方々
にとって、虫害診断および防除用として、必備
の書として、是非おすすめできる図書である。

(林業薬剤協会 増田)

林業薬剤協会会員名簿

- | | |
|---------------------|------------------|
| クミアイ化学工業株式会社 | フマキラー株式会社 |
| 石原産業株式会社 | 新富士化成薬株式会社 |
| 三共株式会社 | アース製薬株式会社 |
| 日産化学工業株式会社 | 八洲化学工業株式会社 |
| 日本曹達株式会社 | 三菱化成株式会社 |
| 北興化学工業株式会社 | 大塚化学株式会社 |
| 保土谷化学工業株式会社 | アイ・シー・アイジャパン株式会社 |
| 三井東圧化学株式会社 | 日本ヒドラジン工業株式会社 |
| ヤシマ産業株式会社 | 三菱油化株式会社 |
| 株式会社エス・ディー・エスパイオテック | 王子緑化株式会社 |
| 武田薬品工業株式会社 | 住友林業株式会社 |
| 日本カートリット株式会社 | 株式会社大一商店 |
| 井筒屋化学産業株式会社 | 森林開発公団 |
| サンケイ化学株式会社 | 全国森林組合連合会 |
| 東京ファインケミカル株式会社 | 日本林業経営者協会 |
| 東京有機化学工業株式会社 | 日本製紙連合会 |
| 塩野義製薬株式会社 | 大塚薬品工業株式会社 |
| ダイキン工業株式会社 | アグロ・カネシヨウ株式会社 |
| 住友化学工業株式会社 | 丸善薬品産業株式会社 |
| 日本バイエルアグロケム株式会社 | 大同商事株式会社 |
| 科研製薬株式会社 | 株式会社理研グリーン |
| 日本農薬株式会社 | チバフク株式会社 |
| ダウ・エランコ日本株式会社 | 石原産業アグロ株式会社 |
| ファイザー製薬株式会社 | 日本林業肥料株式会社 |
| 帝人化成株式会社 | 正和商事株式会社 |
| 日本モンサント株式会社 | |

禁 転 載

平成3年9月25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 (3851) 5331 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)

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〉

カーリット商事株式会社
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

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

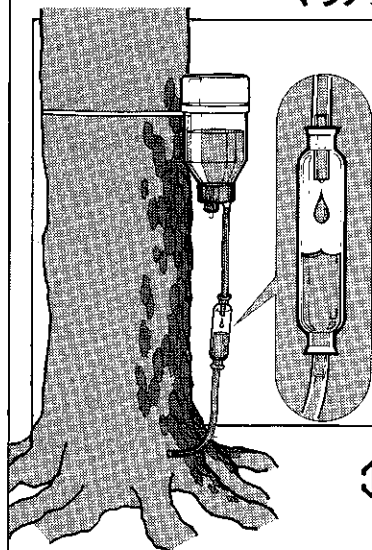


センチュリー 注入剤

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す。

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す。

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

スギ作まっすぐ育てよ。



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

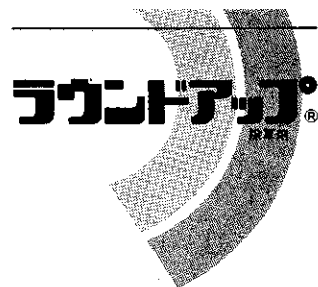
*ダウ・エランコ登録商標

**ラウンドアップは、ススキ、クズ、ササ類
などのしぶとい多年生雑草、雑かん木類を
根まで枯らし長期間防除管理します。**



- ラウンドアップは、極めて毒性が低いので取扱いが容易です。
- ラウンドアップは、土壌中での作用がなく有用植物にも安全です。

●くわしくはラベルの注意事項をよく読んでお使いください。



®米商モンサント社登録商標

ラウンドアップ普及会
クマイ化学工業(株)・三共(株)
事務局 日本モンサント株式会社農業事業部
〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1国際ビル Tel. (03) 3287-1251

松くい虫防除には最も効果的で
取扱いが簡単な

**マチプロン[®]
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。

適用病害虫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 っ (伐倒木)	マツノマダラ カミキリ (幼虫)	被覆内容積 1 m ³ 当り 60~100 g	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

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〕

ヤシマスミパイン乳剤

農薬登録第15,044号

● 駆除〔MEP油剤〕

ジャクサイドオル

農薬登録
第14,344号

ジャクサイド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

トクテオン® 微粒剤F

バイジット® 粒剤

タキシストン®・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

● マツノサイセンチュウの侵入・増殖を防止し松枯れを防ぎます。



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 いる切り代用除草剤

クス防除剤

ケイピン

(トーデン含浸)

* 米田ケ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へ

本社	大阪市東区道修町2丁目	電話(206) 5500(代)	札幌営業所	電話(261) 9024
東京支店	東京都千代田区内神田3-16-9	電話(3256) 5561(代)	仙台営業所	電話(22) 2790
名古屋支店	名古屋市西区那古野1-1-7	電話(561) 0131(代)	金沢営業所	電話(23) 2655
福岡支店	福岡市博多区奈良屋町14-18	電話(281) 6631(代)	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」!?
ササは枯れずにちがごままの
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
幼い苗木に陽が当たり
スクスク丈夫に育ちます



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.1810-0198
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 ☎03-5585-8237
保土谷化学工業株式会社
〒106 東京都港区虎ノ門1-4-2 ☎03-3504-8889
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



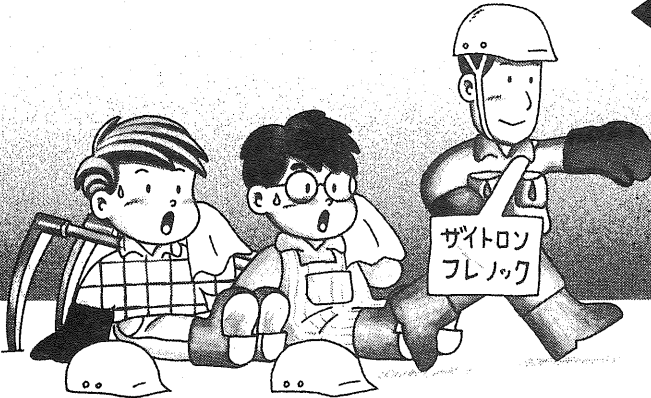
井筒屋化学産業株式会社

本社・工場 熊本市花園1丁目11-30 ☎(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 ☎(03)3239-2555(代)

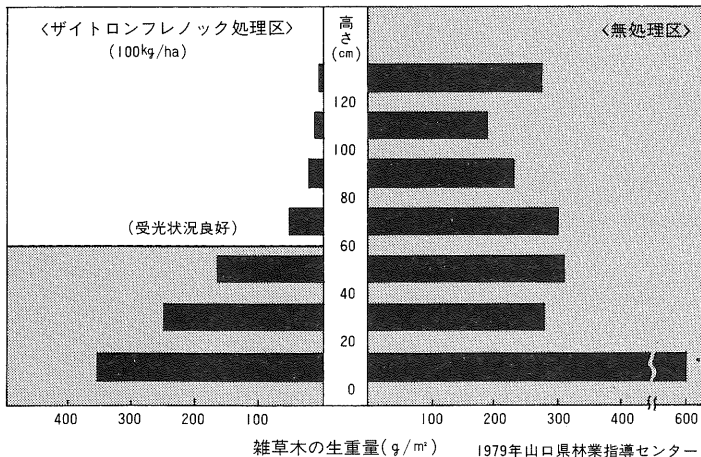


カマ・カマ・クスリ しませんか？

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。



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壌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 東京都港区虎ノ門1丁目6番12号