ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 200　6. 2012

一般社団法人 林業薬剤協会

目　　次

クロチアニジン液剤のマツ枯れ防止効果…………福原一成・須藤智博・遠藤良太　1

松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（3）
—マツノマダラカミキリ成虫に対するスミパイン EC と MC
の作用経路—　…………………………………………本山直樹・孫　立倉・田畑勝洋　8

おとしぶみ通信（5）
「もぐる虫（その 3）　カミキリムシ」……………………………………福山　研二　14

「林業と薬剤」発刊 200 号に寄せて　………………………………………小林富士雄　18

● 表紙の写真 ●

虫こぶとなったデイゴの新芽

デイゴヒメコバチの幼虫により虫こぶとなったデイゴの新芽（写真上）とその断面（写真下）。虫こぶに見られる丸い孔はデイゴヒメコバチの羽化脱出孔である。
(2010 年 11 月沖縄県竹富島にて撮影)
—福山研二氏提供—

クロチアニジン液剤のマツ枯れ防止効果

福原一成＊1・須藤智博＊2・遠藤良太＊3

1　はじめに

長い海岸線を有する千葉県では，飛砂，塩害などを防ぐために海岸防災林は重要な役割を担っている。この公益的機能を十分発揮させるため，海岸防災林の主な構成樹種であるクロマツに対して，松くい虫防除事業で薬剤散布を実施している。一方で，海岸保安林と県民の生活地域が近接している本県特有の環境条件から，より環境負荷の少ない薬剤を利用した松くい虫防除技術の開発が進められてきた。

近年，薬剤成分の植物組織への浸透しやすさ（以下浸透移行性）が高い薬剤が開発されてきており，この特性を利用して樹体内に薬剤成分を行き渡らせ，あらゆる部位において一定の害虫防除効果を発揮させる防除法が研究されている。

特に，ネオニコチノイド系薬剤は組織内への浸透移行性が高く，日光や降雨等の影響を受けにくいことから効果の持続が期待できる。さらに，昆虫体内で神経のシナプス後膜にあるニコチン性アセチルコリン受容体と結合することにより神経興奮を遮断し，昆虫を麻痺，死亡させる作用を持つほか，蒸気圧が低く薬剤成分が空気中に拡散しにくいなどの特性がある。また，多くの薬剤が安全性の高い普通物であり，脊椎動物に対しては高い安全性が確認されている。

これらの作用により，ネオニコチノイド系薬剤は，マツ材線虫病の原因となるマツノザイセンチュウを伝播させる，マツノマダラカミキリ成虫によるクロマツへの後食を防止する阻害効果が優れていることが明らかにされた[1, 4]。また，従来利用されてきた有機リン系のフェニトロチオン（以下，MEPと記す）と比べ，原体（有効成分）を低濃度とした液剤を散布しても，MEPと同程度の松くい虫防除効果があることが現地実証試験から明らかとなった[3]。

千葉県では，平成12年からネオニコチノイド系液剤の実用化に取り組み，平成16年度から全国に先駆けて松くい虫防除用薬剤として，県営防除事業でアセタミプリドの使用が始まった。今後も松くい虫防除のための薬剤散布事業をすみやかに継続していくためには，選択できる薬剤数の増加に取り組んでいくことが重要である。

そこで，今回選択肢の一つとして，アセタミプリドと同様の作用を持ち，平成21年度にマツノマダラカミキリ防除用薬剤として新規農薬登録されたクロチアニジン液剤[2, 6]の希釈液を用いて，林分レベルの薬剤散布試験及び薬剤を散布したマツの枝を用いたマツノマダラカミキリに対する供食試験を行い，マツ枯れ防止効果を検討したので報告する。

なお，本試験は平成21年度および22年度に（社）林業薬剤協会の委託試験で実施したものである。

＊1　千葉県農林総合研究センター森林研究所　FUKUHARA Kazunari
＊2　住化グリーン株式会社研究開発部　SUTOU Tomohiro
＊3　千葉県農林総合研究センター森林研究所　ENDO Ryota

2　散布試験

（1）材料と方法

供試した薬剤は試験薬剤としてモリエートMC

図１　試験地位置図

表１　試験地の概況

試験区		クロチアニジン		MEP	無散布区
		100倍区	150倍区	50倍区	
林　齢		35　～　36年生			
樹　高（m）		7.8　～　12.5			
胸高直径（cm）		9.0　～　12.4			
平成21年	面積（ha）	0.72	0.75	0.72	0.72
	立木本数	1,817	250	1,184	1,403
平成22年	面積（ha）	0.30	0.33	0.54	0.44
	立木本数	790	790	790	790

(クロチアニジンマイクロカプセル剤)，対照薬剤としてスミパイン MC（MEP マイクロカプセル剤）を用いた。

試験は長生郡一宮町東浪見の太平洋に面した海岸県有保安林の35～36年生クロマツ林で実施した（図１）。地形は標高２～５ｍの平坦地，土壌は砂土である。上層木はクロマツで，下層にはニセアカシア，トベラ，タブノキ，ヌルデ，ススキ，ノイバラなどの植生がみられた。

試験地の概要は表１のとおりで，平成21年は各試験区の面積を同一としたが，クロマツの立木密度にバラツキがあり試験区ごとの本数に大きな違いがあった。そこで，平成22年はクロマツの立木本数が同一となるように試験区を設定した。

実際のクロマツ林における各供試薬剤の効果を確認するため，試験地にクロチアニジンマイクロカプセル剤100倍希釈液散布区（以下クロチアニジン100倍区），クロチアニジンマイクロカプセル剤150倍希釈液散布区（以下クロチアニジン150倍区），MEP マイクロカプセル剤50倍希釈液散布区（以下 MEP50倍区），無散布区（対照区）の４試験区を設定した。

薬剤の散布は，平成21年および22年に各１回，

写真１　薬剤の散布状況

両年とも６月２日の早朝，鉄砲ノズルと動力噴霧器を使用して，無散布区を除く３試験区に1,200 ℓ/ha で実施した（写真１）。散布量は，同年に県営松くい虫防除事業で実施した量と同じである。両年とも散布時はほぼ無風，当日は降雨が無く薬剤の散布効果が期待できる状況であった。

薬剤散布後のマツノマダラカミキリの後食低減によるマツ枯れ防止効果を評価するため，平成21年は10月28日，22年は10月29日に各試験区のクロマツの枯死状況を調査した。併せて，枯死の原因がマツ材線虫病であるか否かを判定するため，幹の地上1.2mにドリルで孔を空けて試料を採取し，ベールマン法により24時間以上経過した抽出液を観察した。試験木は各区の枯死木から無作為に20本を抽出したが，平成21年のクロチアニジン150倍区は枯損本数が少なかったので，全ての枯死木８本を試験木とした。

（2）結果と考察

各試験区のクロマツ枯死率は表２のとおりであった。この表から，平成21年，22年のいずれもクロチアニジン100倍区および150倍区の枯死率は，無処理区の枯死率と比べ明らかに低く，この違いはカイ二乗検定により１％水準で検出され，薬剤散布によるクロマツ枯死防止効果が認められた。

表３にベールマン試験によりマツノザイセンチュウを検出した結果を示した。平成21年のクロチアニジン100倍区，MEP50倍区以外の区はすべての試験木から，クロチアニジン100倍区，MEP50倍区ではそれぞれ１試験木を除きマツノザイセンチュウが検出された。平成22年度は，全ての試験木からマツノザイセンチュウが検出された。以上の結果から，試験地内のクロマツの枯死原因は，マツ材線虫病であると判定された。

次に，試験薬剤と対照薬剤間の効果の違いを確認するため，クロチアニジン100倍区および150倍区の枯死率とMEP50倍区の枯死率をカイ二乗検定で検討した。平成21年は，クロチアニジン100倍区および150倍区とMEP50倍区との間でそれぞれ有意な差が認められなかった。一方，平成22年はクロチアニジン100倍区および150倍区ともに，枯死率がMEP50倍区より低く，それぞれMEP50倍区と１％水準で有意な差が認められた。

表２　各試験区におけるクロマツの枯死率（%）

試験年	クロチアニジン		MEP	無散布
	100倍	150倍	50倍	
平成21年	1.7	3.2	3.0	14.1
平成22年	5.6	5.8	13.0	58.5

表３　枯死した試験木からのベールマン法によるマツノザイセンチュウ検出割合（%）

試験年	クロチアニジン		MEP	無散布
	100倍	150倍	50倍	
平成21年	95	100	95	100
平成22年	100	100	100	100

また，両年とも，クロチアニジン100倍区と150倍区の枯死率は同程度であった。

ここで，平成21，22年の無処理区の枯死率をみると，平成22年の枯死率は21年の枯死率よりカイ二乗検定で有意に高かった。

一般に高温状態ではマツの枯死が多いといわれており[7,9]，気象庁勝浦測候所の気象統計データをみると，平成22年の７月～９月の方が21年より平均気温で２℃高かったことから，22年の方がマツは枯れやすい状況であったと考えられる。

なお，いずれの薬剤区においても植生への明らかな薬害はみられなかった。

3　供食試験

（1）材料と方法

試験区に散布した薬剤がクロマツに付着したことによる，マツノマダラカミキリの後食阻害および殺虫効果を，試験区のクロマツの枝をマツノマダラカミキリに食べさせる供食試験により確認した。

平成21，22年ともに各試験区で無作為に10本のクロマツを選び，マツノマダラカミキリ発生のほぼピークである散布４週間後と，マツノマダラカミキリ発生のほぼ終息期である８週間後に，羽化直後のマツノマダラカミキリが好む若い枝先（当年枝及び２年枝）をそれぞれ１本ずつ採取した。それを長さ15㎝に切り揃えた後，マツノマダラカミキリ１頭とともに190×100×30㎜の樹脂製フードパックに入れて生死を観察した（写真２）。マツノマダラカミキリが生存していた場合はさらに観察を継続し，死亡までの日数を測定した。

供試虫は，千葉県九十九里海岸でそれぞれ試験前年に枯死したマツを森林研究所内に搬入しそこから羽化させたものを，４週後および８週後ともに10個体ずつ用いた。

さらに，試験開始７日後に，供試した枝の後食部分について平均的な長さと幅を乗じて後食面積を算出した（写真３）。

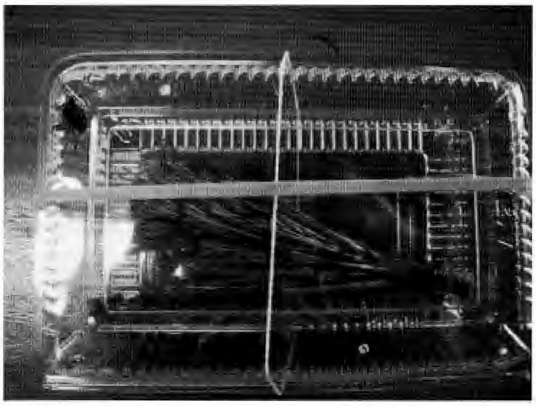


写真２ マツノマダラカミキリ供食試験の状況

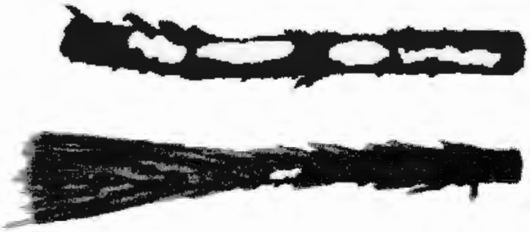


写真３ マツノマダラカミキリの後食痕（白色部分）

（２）結果と考察

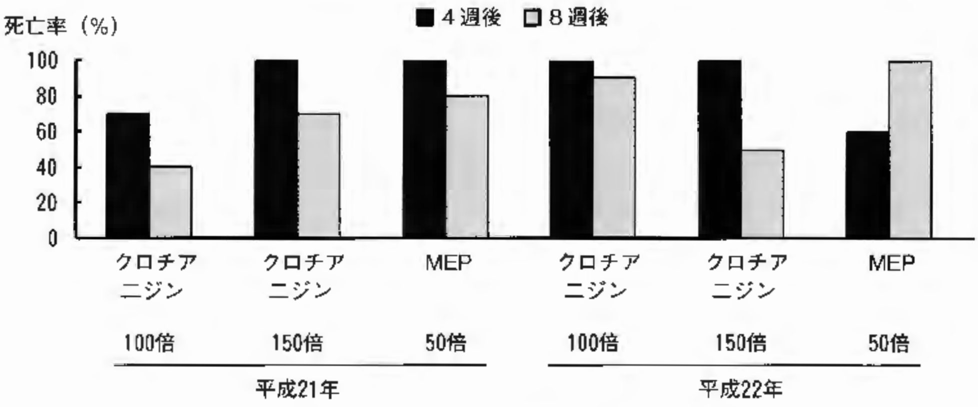
図２は，平成21年及び22年に，薬剤散布４週後と８週後の枝を採取して行った供食試験における，マツノマダラカミキリの死亡率を示したものである。

４週後と８週後の死亡率を比べると，クロチアニジン100倍区，150倍区およびMEP50倍区では４週後の死亡率が高かった。また，**図３**に示した死亡したマツノマダラカミキリにおける死亡までの日数をみても，平成21年と22年のクロチアニジン100倍区，平成22年のクロチアニジン150倍区とMEP50倍区では４週後の日数より８週後の日数の方が長かった。散布後経過期間の４週間後と８週間後の死亡までの日数には，分散分析により１％水準で有意な差が認められた。薬剤の効果は散布後の経過とともに徐々に減少すると考えられるので，４週後と８週後にこのような結果が示されたことは妥当な結果であると判断できる。

しかし，平成22年のMEP50倍区では，８週後の死亡率は100％で４週後の死亡率60％より高く，平成21年のクロチアニジン150倍区の死亡までの日数は，８週後が4.9日で４週後の6.0日より短く，いずれも前述の結果とは逆となった。これは，樹高や地形が一定ではない海岸マツ林における薬剤散布では，作業上散布ムラの発生が避けられず，その影響によるものと考えられる。

一方，クロチアニジン100倍区と150倍区の希釈倍率の違いによるマツノマダラカミキリの死亡までの日数は，平成22年の４週後に差があったものの，平成21年の４週後と８週後および22年の８週後では大きな差はみられなかった。

以上のことから，クロチアニジン100倍，150倍およびMEP50倍を散布したクロマツ枝を用いた



（注）無散布区のカミキリは全て生存した

図２ 供食試験におけるマツノマダラカミキリ死亡率

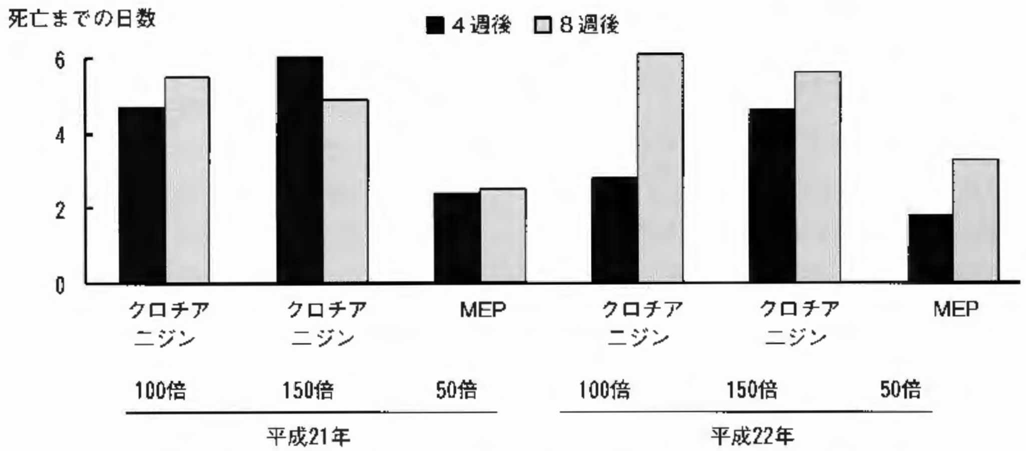


図3　供食試験におけるマツノマダラカミキリ死亡個体の死亡までの日数

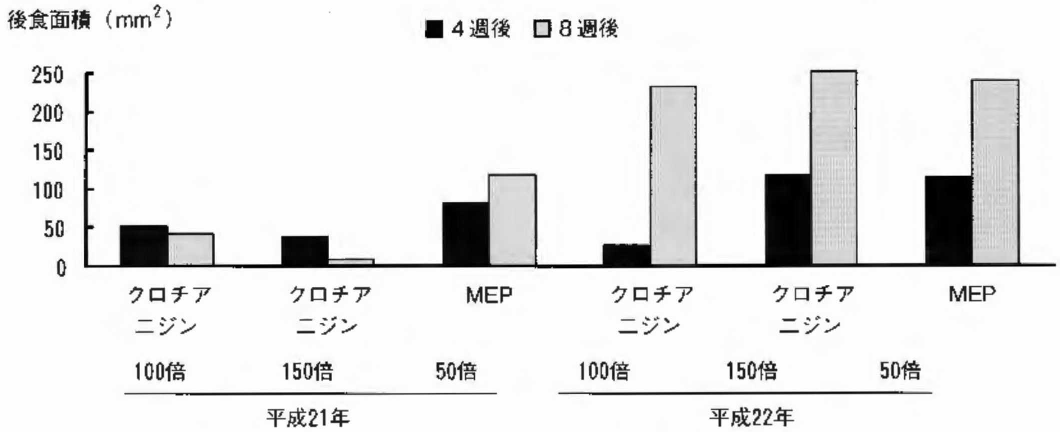


図4　供食試験におけるマツノマダラカミキリ死亡個体の平均後食面積

供食試験の結果からは，これら薬剤の効果に大きな差はなかったと判断できる。

次に，図4に示した死亡した個体（マツノマダラカミキリ）の平均後食面積をみると，平成22年クロチアニジン150倍区の4週後はMEP50倍区の4週後の値とほぼ同じだった。また，平成22年クロチアニジン100倍区の8週後および150倍区の8週後は，MEP50倍区の8週後の値とほぼ同じだった。

平成21年クロチアニジン100倍区および150倍区の4週後，平成22年クロチアニジン100倍区の4週後の後食面積は，それぞれMEP50倍区より明らかに少なかった。また，平成21年のクロチアニジン100倍区および150倍区の8週後の後食面積についてもMEP50倍区より明らかに少なかった。いずれも，分散分析から1％水準で有意な差が認められた。クロチアニジン100倍区と150倍区の希釈倍率の違いによる後食面積については，死亡までの日数と同様，大きな差はみられなかった。

これらのことから，クロチアニジンマイクロカプセル剤は薬剤が主に虫体内で作用するため，対照薬剤であるMEPマイクロカプセル剤よりマツノマダラカミキリの死亡までの時間は要するものの，中枢神経が麻痺して活性が落ちて後食が抑制されるため，対照薬剤のような接触により死亡を促すタイプの薬剤と比べても，後食防止効果が低下することがないことが明らかとなった。

4　クロチアニジンマイクロカプセル100倍および150倍散布の実用性

クロチアニジンマイクロカプセル剤100倍および150倍希釈液は，MEPマイクロカプセル剤50倍希釈液と同様に松くい虫防除に効果があることが，現地散布試験および供食試験から実証できた。また，クロチアニジンマイクロカプセル100倍希釈液と150倍希釈液については，散布したマツ林でのマツの枯損率および散布した枝の摂食によるマダラカミキリ成虫の死亡までの日数と後食面積に明確な差は認められず，施用濃度として100倍希釈と150倍希釈液は，同程度の後食防止効果を持つと評価できた。したがって，マツ林への薬剤成分散布量が少なくなり，しかも事業費的にも安価となる150倍希釈液を用いることが，実際の使用にあたっては妥当と考えられる。

現在千葉県において松くい虫防除事業で使用されているアセタミプリド液剤の効果は，MEPマイクロカプセル剤と同程度といわれている[8]。したがって，クロチアニジンマイクロカプセル剤の使用により，クロマツ枯損率が同程度かそれ以下に減少すると推測されるので，伐倒駆除事業費が節減できる場合も考えられる。ただし，前項で述べたように散布にムラが生じることも考慮し，防除効果を高めるために，松くい虫被害の激害地では薬剤を2回散布することが望ましい。

次に，クロチアニジンマイクロカプセル剤の散布による減農薬化と使用上の留意点について検討した。

表4は試験に用いたクロチアニジンマイクロカプセル剤及びMEPマイクロカプセル剤，現在県営事業で使用されているアセタミプリド液剤の散布液1ℓに含まれる原体量を示したものである。アセタミプリドの原体量は散布液1ℓ中に0.2mℓ，クロチアニジンの原体量は0.5mℓでともにMEPと比べると相当な減農薬となっている。さらに，**表5**に示したように人体に摂取可能な量（ADI）もアセタミプリドより約40%多く，クロチアニジンは人体に対してより安全性が高い薬剤である。

表4　クロチアニジン，MEP，アセタミプリドの原体濃度，希釈倍率，散布液1ℓに含まれる薬剤原体量

薬剤	原体濃度	希釈倍率	原体量
クロチアニジン	7.5 %	150 倍	0.5 mℓ
MEP	23.5 %	50 倍	4.7 mℓ
アセタミプリド	2.0 %	100 倍	0.2 mℓ

表5　クロチアニジン，MEP，アセタミプリドの毒性評価

薬剤	魚毒性分類	ADI (mg/kg/日)	LD50 (μg)
クロチアニジン	A	0.097	0.0218
MEP	B	0.005	0.1300
アセタミプリド	A	0.070	7.0700

魚毒性：有害物質など物質毎（農薬等）に魚類等に対する毒性の強弱を示す指標。毒性の強い順からC→Bs→B→Aとされている。
ADI　：食品に用いられたある特定の物質について，生涯にわたり毎日摂取し続けても影響が出ないと考えられる一日あたりの量を，体重1kgあたりで示した値，一日摂取許容量ともいう。
LD50　：ミツバチに対する急性経皮毒性試験により，半数が致死する投与量のこと。
表中の値は食品安全委員会による

ただし，ミツバチに対する致死量を示すLD50は極端に高いことから，少量でも与える影響は大きいと考えられる[5]。したがって，クロチアニジン液剤を松くい虫防除に使用する際には，下記の点について特に留意する必要がある。

①養蜂業者の活動する地域では使用を控える。
②蚕に対しても影響がある可能性があるので，桑に付着する恐れのある地域では使用しない。
③本剤を初めて使用する場合には，作業者は病害虫防除関係部所の指導を受けることが望ましい。
④ハチによる林床植生の受粉を阻害する等の可能性がある。

以上をふまえ，クロチアニジン剤の使用にあたっては，使用条件を慎重に検討する必要がある。

5　おわりに

現在，薬剤の開発にあたっては，農林水産省農

産園芸局長通知により薬害に関すること，毒性に関すること，残留性に関することなどについて70種類以上の様々な試験が義務付けられている。しかし，クロチアニジンとミツバチとの関係のように，多種多様な生物が生息する森林においては，薬剤が生物に及ぼす予測できない影響が考えられる。したがって，松くい虫防除をより安全に実施していくためには，安全性が高いと考えられる薬剤を多く開発し，事業実施の際の選択肢を増やすことが今後も重要である。

さらに，薬剤散布の効果が十分発揮されるよう，作業環境の整備のほか，散布時に留意すべき点について作業者に周知徹底を図ることも必要である。

引用文献

(1) 阿部　豊・中村一美・高橋英光・波多野連平・田中康詞・松原　功・田中勝洋 (1998) アセタミプリド剤のマツノマダラカミキリ後食防止効果．日林論，109：385-386

(2) 赤山敦夫・谷本時夫・大河原雄一・坂元法久・岩田　淳・浅見恵子・荒木　勉 (2001) 新規殺虫剤クロチアニジンに関する研究（第1報）．日農薬講演要旨集，26：147

(3) 石谷栄次・小澤道弘・斉藤　繁 (2004) 液剤を散布したマツ枝におけるアセタミプリドのマツノマダラカミキリに対する後食防止効果と残存量．関東森林研究，55：205-206

(4) 石谷栄次 (2003) マツノマダラカミキリに対する新しい後食防止剤アセタミプリド液剤の効果と使用法の検討．林業と薬剤，165：14-21

(5) IWASA TAKAO, MOTOYAMA NAOKI, JOHN T. AMBROSE, R. MICHAEL ROE (2004) Mechanism for the differential Toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apris mellifera*, Crop Protection，23：371-378

(6) 住化武田農薬(株)技術本部開発部開発第三グループ (2003) クロチアニジン毒性試験の概要．日農薬誌，28(1)：167-173

(7) 竹内昭彦・奥田素男・細田隆治 (1975) マツの激害型枯損木の発生環境―温量からの解析―．日林誌，57(6)：169-175

(8) 千葉県・千葉県農林技術会議 (2006) 環境保全型マツノマダラカミキリ後食防止剤による松枯れ防止効果，16pp

(9) 全国森林病虫獣害防除協会 (1997) 松くい虫（マツ材線虫病）―沿革と最近の研究―．全国森林病虫獣害防除協会，174pp

松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（3）
―マツノマダラカミキリ成虫に対するスミパインECとMCの作用経路―

本山直樹＊1・孫　立倉＊2・田畑勝洋＊3

Ⅰ．はじめに

筆者らは，2004年以来松くい虫防除で大規模散布された薬剤の飛散実態と周辺住民への健康影響の可能性について各地で調査を実施してきた。前稿では，群馬県においてスパウターでマツグリーン液剤2（有効成分はネオニコチノイド剤のアセタミプリド）が散布された場合の飛散実態と健康影響，静岡県において無人ヘリコプターでスミパイン乳剤（有効成分は有機リン剤のフェニトロチオン）が散布された場合の飛散実態と健康影響について[1]，ならびに秋田県において無人ヘリコプターでスミパインMCが散布された場合の飛散実態を調査した結果[2]について紹介した。今回は，散布された薬剤の中で特に有機リン殺虫剤のスミパインがどのような作用経路でマツノマダラカミキリ成虫に対して防除効果を発揮しているのか明らかにした結果を紹介する。

岸（1975）[3]は，マツノマダラカミキリ成虫にマイクロシリンジを用いてフェニトロチオンを口腔内と前胸背部に局所施用し，LD50値は大差がなかったことから，経口毒性と経皮毒性の両方の作用があることを示唆した。しかし，散布後に松林の林床部からマツノマダラカミキリ成虫の死体が見つからない（見つけ難い）ということに加えて，松浦（1988）[4]のフェニトロチオンを浸漬処理した松枝をマツノマダラカミキリ成虫に摂食させた結果，後食がなければ致死が見られないと

写真1　海岸の最前線クロマツ低木林（犠牲林帯）（上）とクロマツ高木林（安定帯）（下）への無人ヘリコプターによる薬剤散布

いう観察と，処理松枝（3.0μg/cm^2）からのフェニトロチオンのガス作用による致死効果は認められなかったことと，薬剤に接触する脚部ふ節裏にフェニトロチオン（1μg/個体）を塗布しても致死効果は認められなかったことなどから，この薬剤の作用は，羽化・脱出してきた成虫が松の当年枝と1年枝に付着残留している薬剤を摂食することによる経口毒性によると説明されてきた。しかし，前稿[2]で言及した通り，筆者らは秋田県夕日の松原において無人ヘリコプターでスミパインMCが散布された直後に，林床部に落下して

＊1　東京農業大学総合研究所　MOTOYAMA Naoki
＊2　千葉大学大学院園芸学研究科　SUN Licang
（現在：ロイヤルインダストリーズ株式会社）
＊3　岐阜県立森林文化アカデミー　TABATA Katsuhiro

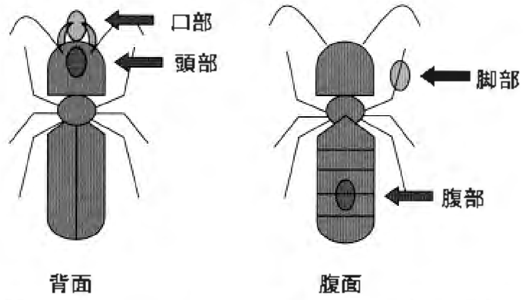


図1　マツノマダラカミキリ成虫に対する局所施用部位

中毒しているマツノマダラカミキリ成虫を発見したことから，この殺虫剤には後食による経口毒性以外にも直接暴露による経皮毒性や吸入毒性もあるのではと推察し，作用経路に関する研究を実施した[5,6]。

Ⅱ．部位別に局所施用したスミパインECおよびMCの活性比較

スミパイン乳剤（以下EC）はフェニトロチオン80%を有効成分として，無人ヘリコプターで松林に散布される場合の施用量は18倍希釈液がha当たり30ℓである。一方スミパインMC（マイクロカプセル剤）の場合はフェニトロチオン23.5%を有効成分とし，無人ヘリコプターで松林に散布される場合の施用量は5倍希釈液がha当たり30ℓである。これらは面積当たり有効成分量に直すと，ECは13.3μg/cm²，MCは14.1μg/cm²となる。農業用のスミチオン乳剤（有効成分フェニトロチオン50%）の場合はすでに前稿[1]で述べた通り，通常1,000倍希釈液が100～300ℓ/100a散布されるので，面積当たり有効成分量に直すと5～15μg/cm²となるので，ほぼ同じ程度である。マツノマダラカミキリ成虫の体表面積が仮に1cm（体幅）× 5cm（体長）= 5cm²とし，水平に位置した状態で散布した薬液が均一に体表に落下・付着すると仮定すると，スミパインECは66.5μg/個体，MCは70.5μg/個体ということになる。

こういうことを参考に，スミパインのマツノマダラカミキリ成虫に対する経皮毒性を部位別に成虫（n－4）にマイクロキャピラリーを用いて局所施用して殺虫活性を検定した。施用部位は**図1**に示した通り，口部，頭部背面，腹部，脚部である。実用濃度の希釈液を各々2μℓ/個体施用したので，ECは88.8μg/個体，MCは94.0μg/個体施用したことになり，上記で推定した無人ヘリコプターで散布された薬剤の個体当りの体表暴露量とほぼ同じ範囲ということになる。薬液施用後，餌として与えた無処理の松枝の当年枝・1年枝部分と共にプラスチックカップに入れ，中毒開始時間と致死時間を観察した結果，**図2**に示したごとく次のことが明らかになった。

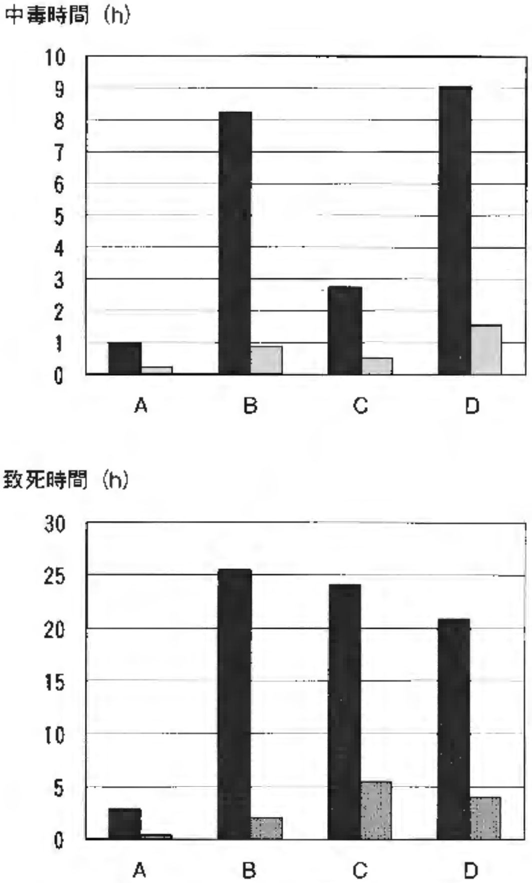


図2　部位別にスミパインMC（■）とEC（□）を局所施用した成虫の中毒発現時間（上）と致死時間（下）
A：口部　B：頭部背面　C：脚部　D：腹部

図3　スミパインMC散布当日に採取した枝葉の殺虫効果検定方法
A：葉を除去して枝のみ　　B：枝葉をそのまま　　C：枝を除去して無処理枝を追加

（1）中毒開始時間＜致死時間
（2）中毒開始時間も致死時間もEC＜MC
（3）部位別中毒開始時間と致死時間は口部＜頭部背面，腹部，脚部

つまり，無人ヘリコプターで散布されたスミパインは，ECもMCもマツノマダラカミキリ成虫に対して経皮毒性を示し，ECの方がMCよりも毒性発現は早く，部位別では口部に施用する方が頭部背面，腹部，脚部に施用するよりも毒性発現が早いということがわかった。

Ⅲ．MC散布枝葉の後食実験でわかったこと

前稿[2,7]では，秋田県夕日の松原において無人ヘリコプターでスミパインMCが散布された後の松の枝葉（当年枝と1年枝）を経時的に採取してフェニトロチオンの残留濃度を分析した結果，付着・残留している有効成分濃度は針葉＞1年枝＞当年枝の順に高く，経時的に減衰していくものの散布1ケ月後でもある程度の濃度が残留していることを紹介した。ここでは，それらの枝葉を実験室内でプラスチックカップに入れ，マツノマダラカミキリ成虫に摂食させた結果[7]を紹介する。秋田県夕日の松原で薬剤散布が行われた当日に採取した松の枝葉を，**図3**に示すごとく「針葉を除去して枝だけにした状態」（A），「枝葉をそのま

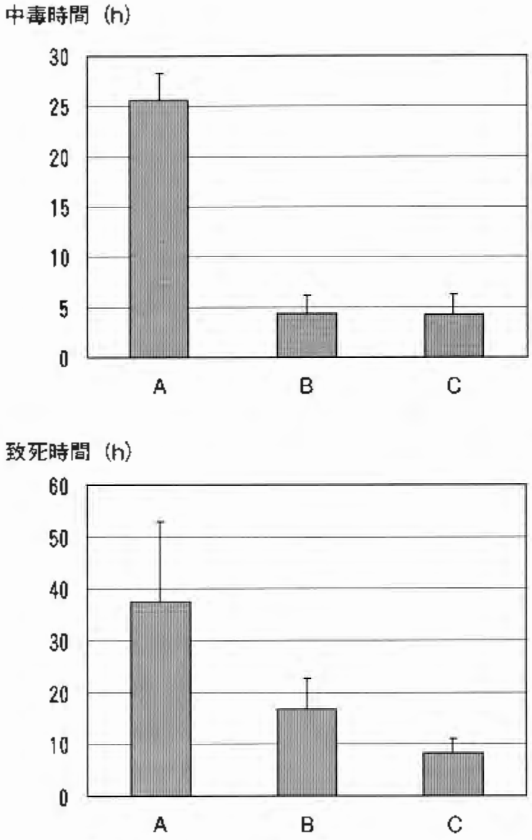


図4　スミパインMC散布枝葉を与えたマツノマダラカミキリ成虫の中毒発現時間（上）と致死時間（下）
A：葉を除去して枝のみ　　B：枝葉をそのまま
C：枝を除去して無処理枝を追加

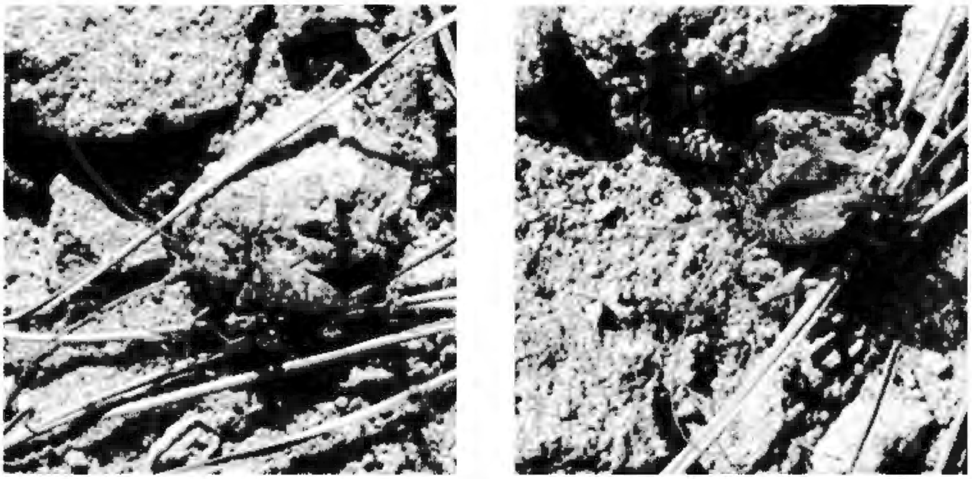


写真2　スミパインMC散布で中毒・落下し，アリの群れ（天敵）に攻撃されるマツノマダラカミキリ成虫

まの状態」(B)，「枝を除去して針葉だけにした状態」(C) にし，最後の針葉だけにしたプラスチックカップには薬剤の付着していない無処理の枝を追加した。各々のカップにあらかじめ24時間絶食させて飢餓状態にしたマツノマダラカミキリ成虫を1個体ずつ（n＝♀2＋♂2＝4反復）放飼して摂食させ，中毒症状を経時的に観察した。

その結果わかったことは（**図4**），中毒症状の発現と致死時間の早さは，「針葉＋無処理枝」(C) と「枝葉」(B) がほぼ同程度であり，「枝のみ」(A) は供試虫の活発な摂食行動が観察されたにもかかわらず中毒症状の発現・致死時間は最も遅かった。従って，野外の現場では散布された薬剤は針葉に最も多く付着し，マツノマダラカミキリ成虫は少なくとも散布当初は後食による経口毒性よりも付着（特に針葉部分に）している薬剤への接触による経皮毒性で中毒・致死していることを示唆した。このことは，上述した枝葉に付着・残留している薬剤濃度の分析結果[3,7]と一致した。

Ⅳ．ECとMCの経口毒性と経皮毒性の比較

マツノマダラカミキリ成虫に薬剤の付着している松の枝葉を与えると，摂食と接触の両方が起こり得るので，中毒症状が観察された場合，それが経口毒性によるものか経皮毒性によるものか判断するのは容易ではない。またMCは，比重を重くしてドリフトを防ぐということと，有効成分を高分子膜で被覆して放出制御により残効性を長くするというメリットが知られるが，上述したように虫体に直接局所施用した場合はECに比べて毒性発現速度が遅いということがわかった。ここでは，室内で，瞬間接着剤で口を封鎖して摂食できない状態にしたマツノマダラカミキリ成虫と通常の摂食できる状態の成虫にECとMCの薬液に浸漬処理した当年枝を与えて，中毒症状の発現を観察した結果[5,6]を紹介する。

スミパインECとMCを各々の実用濃度である18倍希釈液と5倍希釈液，ならびにそれぞれの実用濃度の1/4濃度の希釈液を調製して，約8 cmに切りそろえた当年枝を10秒間浸漬し，風乾後プラスチックカップ内に固定した。マツノマダラカミキリ成虫は24時間絶食させて飢餓状態にした後で，瞬間接着剤で口を封鎖して摂食できないようにした個体と通常状態の個体を個別にプラスチックカップに入れた。その結果，ECの場合もMCの場合も，摂食不可個体と通常個体の間に中毒開始時間，致死時間とも有意な差は認められなかった。また，この結果は実用濃度についても，実用濃度の1/4濃度についても同じであった。従って，中毒症状は経口毒性ではなく，経皮毒性

で発現していることを示唆し，実際にこれらの濃度ではいずれの供試虫とも摂食行動なしに中毒症状を発現した。

一方，MCについてはさらに実用濃度の1/16濃度の希釈液に当年枝を浸漬して同様の実験を行ったところ，実用濃度やその1/4濃度の場合と明確な差が生じ，通常状態の成虫は摂食行動を示し，中毒・致死症状が摂食不可個体よりも有意に短時間で発現した。これらの結果は，枝葉に付着・残留している有効成分濃度が高い期間はマツノマダラカミキリ成虫は摂食ができずに接触暴露による経皮毒性で防除効果が得られ，有効成分濃度が減衰して低くなってからは摂食（すなわち後食）による経口毒性で防除効果が得られていることを示唆している。

V．MCは実用濃度の何分の1まで防除効果を示すか

経皮毒性と経口毒性が入れ替わる濃度を調べるために，MCの実用濃度5倍希釈液をさらに1/20，1/40，1/80，1/160，1/320，1/640，1/1,280，1/2,560に希釈して針葉を除去した当年枝を浸漬処理し，風乾後に通常状態のマツノマ

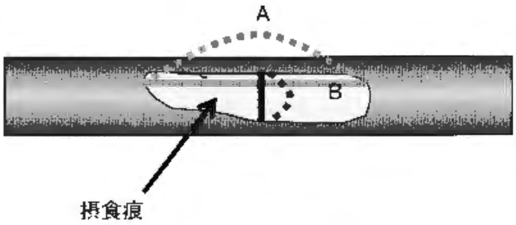


図5　摂食面積の算出方法
A × B ≒摂食面積（mm^2）

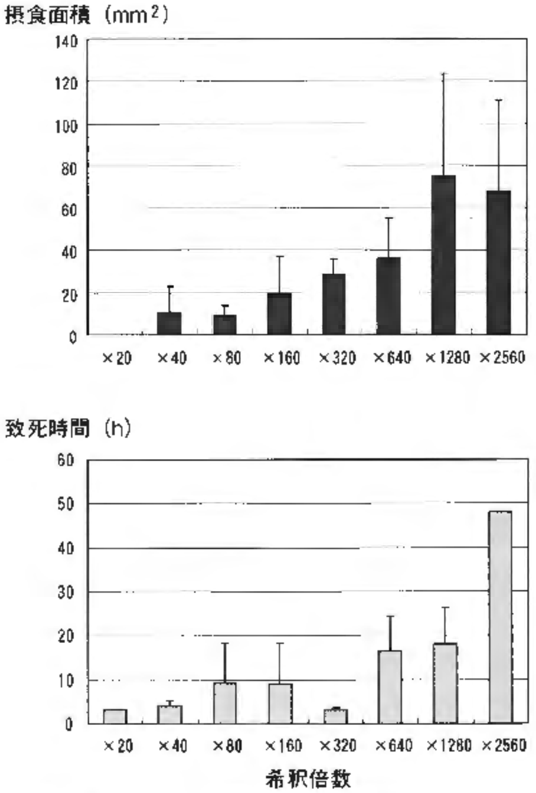


図6　スミパインMC浸漬濃度が摂食面積（上）と致死時間（下）に及ぼす影響

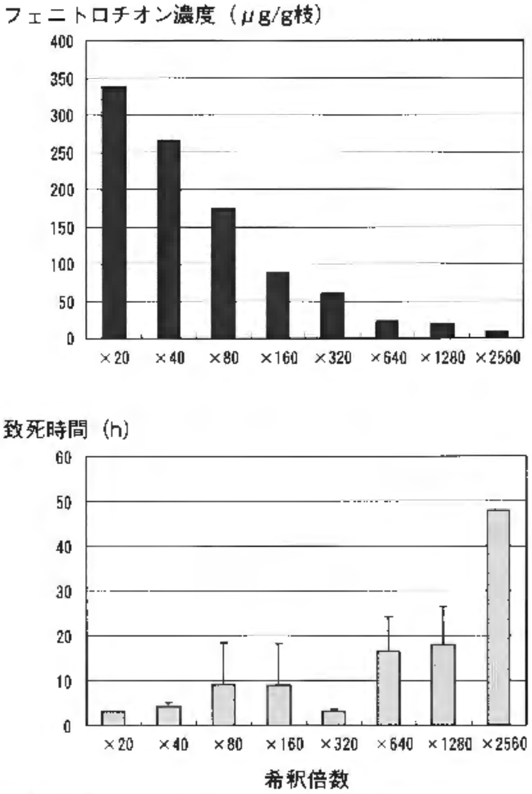


図7　スミパインMC浸漬処理した当年枝におけるフェニトロチオン付着・残留濃度（上）と致死時間（下）の関係

ダラカミキリ成虫に与えて中毒・致死症状の発現時間を観察した。その後，枝を取り出し，摂食された面積をノギスで計測して（図5），薬液処理濃度との関係を調べてみた（図6）。また，実際に処理枝に付着しているフェニトロチオン濃度の分析も行った（図7）。これらの実験から得られた知見は，前項の推察を裏付けるものであり，散布され付着・残留しているフェニトロチオン濃度が高い期間はマツノマダラカミキリ成虫は接触暴露による中毒症状のために摂食行動ができず，経皮毒性で防除され，フェニトロチオン濃度が減衰して低くなってからは摂食可能になり，経口毒性で防除効果が発揮されるということを示している。

Ⅵ．おわりに

薬剤の作用経路については，ネオニコチノイド剤も含めてさらに詳しく調べた室内実験ならびに大学構内の松を使ってモデル散布した結果についていずれ続報で述べる予定である。スミパインMCについては本稿で述べた通り，散布当初は接触による経皮毒性の作用が主であるが，散布1ケ月後でも後食したマツノマダラカミキリ成虫を経口毒性の作用で防除できるだけのフェニトロチオンが残留していることを示した。

もう一つ興味深いことは，フェニトロオクソンも枝葉から微量検出されたが[7]，その濃度はどの部位をとってもフェニトロチオンほど時間の経過に伴う明確な減少を示していないということである。フェニトロオクソンの方がフェニトロチオンよりも不安定なことはよく知られているので，ろ紙で捕集して測定した落下量の場合と同じように，検出されたフェニトロオクソンは，枝葉に付着・残存しているフェニトロチオンが時間経過とともに活性化されて生成したものと思われる。

作用経路については，薬剤によって蒸気圧が異なるので，野外で散布後に揮発によって大気への移行が異なってくる。この点についても，いずれ続報で詳しく調べた結果について紹介したい。

引用文献

1）本山直樹・孫　立倉・田畑勝洋（2011）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（1）―群馬県と静岡県における調査事例―．林業と薬剤 No.195, 1-7

2）本山直樹・孫　立倉・田畑勝洋（2011）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（2）―秋田県における調査事例―．林業と薬剤 No.196, 1-6

3）岸　洋一（1975）マツノマダラカミキリに対する有機リン単剤と有機リン剤・EDB 混合剤の殺虫力の比較（Ⅰ）成虫に対する経口毒性と経皮毒性．日林誌57（10）：334-338

4）松浦邦昭（1988）マツノマダラカミキリの後食防止に関するフェニトロチオンの作用．応動昆32（4），245-251

5）佐々木碧（2007）マツノマダラカミキリ成虫に対するフェニトロチオンの作用経路．平成18年度千葉大学園芸学部卒業論文

6）本山直樹・佐々木碧・田畑勝洋（2012）マツノマダラカミキリ成虫に対する殺虫剤の作用機構―スミパイン EC と MC の経皮毒性について．環動昆（投稿中）

7）市川有二郎・佐々木碧・田畑勝洋・本山直樹（2009）秋田県潟上市天王浜山地区で無人ヘリコプターにて松林に散布されたフェニトロチオン MC の飛散状況．農薬誌34（1），45-56

おとしぶみ通信（5）

「もぐる虫（その 3）　カミキリムシ」

福山　研二*

森のおとしぶみです。これまで，木にもぐる虫として，キクイムシの話をしてきました。3回目として，カミキリムシのお話をお送りします。

カミキリムシとは

これまでご紹介しましたキクイムシの仲間は，ほとんどが数ミリ程度の大きさしかない，きわめて小さい甲虫でした。しかも体の形はほとんどが，弾丸のような形であり，体色もほとんどが褐色か黒褐色で，外形で種類を見分けるのが難しい仲間でした。それに比べて，これからお話しするカミキリムシの仲間は，大部分は，成虫は数センチから十数センチほどの大きさがあり，形もかなり変異があり，鮮やかな斑紋を持つものもあります。そのため，昆虫採集家の中ではチョウとともに愛好家が多い虫です。これは，キクイムシの仲間が，成虫自ら，材の中や樹皮下に，潜り込んで，トンネルを掘り，子供を育てるのに対して，カミキリムシは，材に卵を産み付けるだけで，自分でトンネルを掘ることがないためだと思われます。あの大きさで，子供を育てるためのトンネルを掘るとしたら大変な労力になってしまいますものね。

カミキリムシは，コウチュウ目カミキリムシ科に属する虫の総称です。カミキリムシという名称は，紙を切る虫ではなく，その丈夫な口器（マンディブル）で，髪の毛を切ってしまうことからつけられたようです（図1）。私も，ためしに自分の髪の毛を切らせてみたことがあるのですが，見事に切ってしまいます。皆さんも大きめのカミキリムシを捕まえたら試してごらんなさい。英語では，Longicorn beetle といいますが，これは長い触角を持っている甲虫という意味で，ほとんどのカミキリムシは，長い触角を持っています。もっとも，幼虫は，ただただ，材の中にトンネルを掘って食べ進むだけなので，成虫の華麗さとは正反対で，足もない，白いウジのような体に，丈夫な口器を持っているだけの体つきをしています（図2）。山仕事をしている方は，テッポウムシというほうが，馴染みがあるかもしれません。よく薪割りをしながら，出てきたテッポウムシをおいしそうに食べているのを眺めたものです。

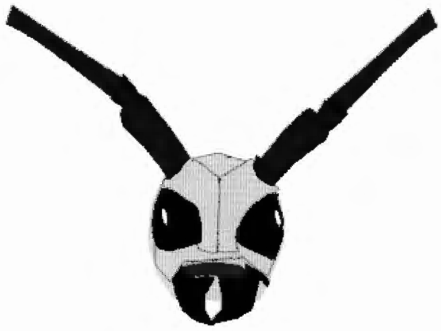


図1　シロスジカミキリの大きな口器

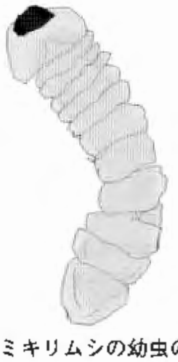


図2　カミキリムシの幼虫の模式図

＊（独）森林総合研究所フェロー　　FUKUYAMA Kenji

カミキリムシの生活

それにしても，どうしてそんなに丈夫で良く切れる口器を持っているのでしょう。それは，カミキリムシの生活に大きな関わりがあるのです。

もちろん，カミキリムシは，その種類も多く，我が国だけで800種以上いると言われており，その生活も様々ですが，基本的には，幼虫は植物，特に樹木の樹皮や材を食べています。そのため，カミキリムシの親（成虫）は，餌となる樹木に卵を産み付けます。そのとき，大型のフトカミキリの仲間などは，樹皮に口器で切り傷をつけて，樹皮の下に卵を産み付けるのです。ですから，丈夫な口器が役に立つのです。卵から孵った，幼虫は，樹皮の下や材の中を食べ進んで大きくなり，材の中で蛹になります。多くのカミキリムシでは，蛹になる場所は，安全のため，材の中の方に潜り込んで作ります。ですから成虫になった場合，そこから外に出てくるために堅い材にトンネルを掘らなくてはなりません。この時にも丈夫な口器が役に立つわけです。そして，成虫になってからも，餌を食べて，栄養を補給し，卵を成熟させたり，交尾や産卵のために飛び回るエネルギーとします。これを後食と言います。そして，成虫が食べる餌としては，樹木の新鮮な枝などの樹皮が多いのです。その場合も，役立ちます。このように，カミキリムシというのは，その髪の毛も切ってしまうような丈夫な口器を存分に生かした生活を行っているわけです。

害虫としてのカミキリムシ

さて，いよいよ害虫の話です。ところが，害虫としてのカミキリムシは，実はそれほど多くないのです。というよりも，ほとんどいないといった方がいいかもしれません。そんなことはないぞ，マツノマダラカミキリのような大害虫がいるじゃないかって。それはそうなんですが，あれも，マツノマダラカミキリが悪いんじゃなくて，マツノザイセンチュウという外来生物が根本原因であり，カミキリムシは，運び人をやらされているだけなのです。それが証拠には，マツノザイセンチュウが蔓延するまでは，マツノマダラカミキリというのは，珍しい種で，採集家のあこがれの的であったそうです。もともとマツノマダラカミキリは，枯れかかったマツや枯れてすぐのマツにしか卵を産まないのです。健全なマツに無理に産ませても，卵はヤニに巻かれて死んでしまいます。そういう意味では，材線虫が入ってくるまでは，むしろ枯れたマツを分解して自然に戻す働きをしていたわけです。

マツノマダラカミキリ以外での林業害虫としては，重要なものはスギカミキリ（図３）とスギノアカネトラカミキリ（写真１）とゴマダラカミキリ（図４）があるくらいです。800種以上もいて，わずかに４種ですよ。しかも，スギカミキリもスギノアカネトラカミキリも基本的には，樹木を大規模に枯らしてしまうような害虫ではなく，人間が利用したいと思っている，大切な幹に傷をつけたり，色や形を悪くすることによるのです。だか

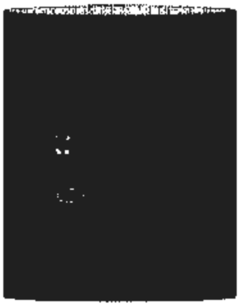


図３　スギカミキリとその脱出孔

写真１　スギノアカネトラカミキリ
（森林総研 HP より）

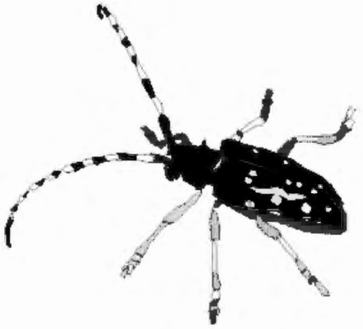


図４　ゴマダラカミキリ

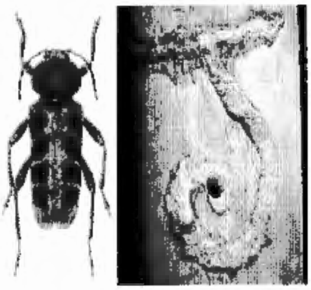


写真２　オオトラカミキリとその食害痕
（森林総研 HP より）

ら材質劣化害虫と言われます。ただし，スギカミキリでは，里山や低地に作った人工林に発生した場合やヒノキに発生した場合は，木を枯らしてしまうことが多いと言われています。これはむしろスギを不適なところに植えてしまったと見た方がいいでしょう。

ゴマダラカミキリも基本的には，通常の森林では害虫化することはほとんどありませんが，果樹や成長の早い広葉樹などを造林すると，被害が出ることが知られています。我が国の話ではありませんが，中国の寧夏で，ポプラの大規模な植林をしたところ，ゴマダラカミキリの一種が大発生して大問題になったことがあります。

そうそう，1967年ころ北海道の胆振管内のトドマツ人工林で，オオトラカミキリが発生してトドマツを枯らしたことがありました。その後，天然のトドマツでは，結構被害が発生していることがわかってきましたが，枯死させることはあまりないようです。まあ，天然のトドマツを利用する側から言えば害虫なのでしょうが。それよりも，本種は，黒と黄色の美しい縞模様をしており，体も大きく，スズメバチにそっくりなのですが，滅多に捕まらないことからカミキリムシコレクターの憧れの種類なのです（**写真２**）。なんでも，カミキリムシ採集の名人と自称しているＭ氏ですら，自分で捕まえたことがないとのことです。

対照的なスギカミキリとスギノアカネトラカミキリ

さて，スギカミキリとスギノアカネトラカミキリは，同じくスギ・ヒノキの材質劣化害虫と呼ばれていますが，その生活は対照的なのです。

スギカミキリというのは，成虫が黒い体に，山吹色の鮮やかな４つの斑紋をもつカミキリムシです（**図３**）。カミキリ虫としては珍しく，扁平な体をしています。ですからスギカミキリが出てきた孔は，アーモンドを横にしたような独特の形になります（**図３**）。これは，成虫が樹皮の下などに潜り込んで隠れるという習性のためであると言われています。それが証拠には，成虫を容器に入れて，物陰を作ってやると，必ずそこに潜り込みます。そうそう，まさにゴキブリと同じなのです。そこで，ゴキブリ捕獲器と同じ要領で，スギカミキリをとらえる，粘着紙も開発されたほどです。

スギカミキリは，基本的には生きているスギで生活します。成虫は，幹から脱出するとすでに卵は成熟しており，すぐに交尾してスギの樹皮の割れ目に卵を産み付けます。ですから，カミキリムシとしてはめずらしく後食をしませんし，長生きもしません。ふ化した幼虫は，樹皮の中に潜り込み，樹皮下の栄養を摂りながら生長します。その場合，スギは防御のためにヤニを出しますので，多くの幼虫は死んでしまいますが，中にはヤニが少ない場所を選んで生長遂げることができるものもあります。特に，枯れたばかりのスギでは，ヤニで邪魔されないので，沢山の幼虫が生き延びて育ちます。そのため，餌が足りなくなるのですが，

1年で成虫にならなければならないので，小さい成虫が沢山生まれます。それに対して，生きたスギで無事に育ったものは，競争がないので，大きな個体になります。ですから，同じスギカミキリでも，成虫の大きさが10ミリから3センチ以上まで大きくばらつくという特徴があります。スギが生きているので，食べられた部分がいびつに生長してハチカミという症状を呈するので，被害はわかりやすい。

これに対して，スギノアカネトラカミキリは，生きたスギで生活するのですが，その死んだ部分だけを食べているのです。ですから，スギにとっては，痛くもかゆくもないのです。外見からも被害は分かりません。伐採をしてはじめて，材の中が食べられているのが判明することになるわけです（**写真3**）。ある意味たちの悪い害虫です。

スギノアカネトラカミキリは，体は細長くスマートであり，成虫の脱出口も円形です。スギの枯れた枝の幹に近い部分の樹皮下に産卵します。ふ化した幼虫は，枯れ枝の中を食べ進み，幹の樹皮に近い，生きて活動している部分を避けて，食べ進みます。これはヤニなどの防御物質を避けるためでしょう。でも，その分栄養がほとんどないところを食べるので，生長はゆっくりです。カミキリムシは，微生物に依存せず自分でセルロースを消化できるものが多いので，こういう生活が送れるのでしょう。ですから，成虫になるまで2年以上かかるのが普通で，場合によっては数十年かかることもあるようです。

写真3　スギノアカネトラカミキリによるトビ腐れとよばれる食害痕（森林総研HPより）

これは，古い屋敷の材からスギノアカネトラカミキリの成虫が出てきたことからも確かめられています。このカミキリは，樹皮が着いているようなスギでないと産卵できないので，少なくともその屋敷が建てられる前に産卵されたはずです。その後，幼虫が入ったままの材が伐採されて，屋敷に使われたわけです。この場合，通常より乾燥してしまい，栄養や環境が悪いため生長は極めて遅くなるわけです。しかし，焦らず騒がず，じっくりと生長し，ある大きさになると成虫になるようです。ごちそうを食べて短期決戦型のスギカミキリと，粗食に耐え，長期安定生長型のスギノアカネトラカミキリ。同じスギを生活の場としている対照的な2種というわけです。

さて，あなたの生き方はどちらですかな。

カミキリムシの別の役割

ところで，近年は，なんでも生物多様性が見直されているそうで，我々森の住人としても，ありがたいことだと思っております。森には多くの種類の生きものがいるのですが，それを全て調べることは大変なことです。そこで，調べやすくてその森の状況を反映するような虫を調べるという方法が採られるそうです。それを環境指標生物と呼んだりするそうですが，カミキリムシは，その種類が多いこと，比較的大型で見分けやすいこと，未知種がほとんどないこと，マレーズトラップなどで調査が可能であることから，森の環境指標生物として注目されているそうです。カミキリムシは，樹木に強く依存しており，樹木の種類構成，樹齢，生理状態によってもカミキリムシの種類構成が変わってくることが分かってきているのです。

カミキリムシは，今後は害虫としてよりも，昆虫採集の対象としての環境教育や指標生物としての生物多様性という見方をしてもらった方がいいのかもしれません。

「林業と薬剤」発刊200号に寄せて

小林富士雄*1

「林業と薬剤」が200号を迎えると伺い，先ず念頭に浮かんだのは“遙々来たるものかな”という感慨です。本誌の発刊は林業薬剤協会発足（1962年）と同年ですから，過去50年にわたり年間平均4号の発行を続けてきたことになります。先ず，執筆の労をとられた多くの方々に謝意を表します。

発刊当時の執筆者には，見里朝正・松中昭一（農薬），竹松哲夫（除草剤），千葉　修（病害），日塔正俊（虫害）中村　毅・永井　進（林野庁），谷井俊男（協会）ほか懐かしい名前が見えます。記事の種類は，論説・解説，試験研究，現地適用報告，海外事情，文献紹介，質疑応答など極めて多彩です。林業問題だけでなく，温暖化，多様性，環境，資源などというキーワードが散見します。

本誌で扱っている薬剤は除草剤から病虫獣薬剤まで広範囲の種類や剤型を含んでいますが，それだけでなく対象物や使用法も時代や状況と共に変化してきていることがよく分かります。

除草剤を例にとってみると，省力化の要請に応えて昭和4，50年代にかけ各種の除草剤の林地試験が盛んに行われ，その関連記事が常に紙面の半ばを占めていますが，その後のダイオキシン問題などの影響で他の記事に取って代わられます。とはいえ，近年は下刈りと組み合わせによる使用法の工夫とか，間伐に替わる立木枯らしなど林地での新しい利用のほか，タケ，クズ，外来雑草など林地以外での利用法を探る記事も徐々に増え，依然として除草剤への期待は続いています。

発刊当時から現在に至るまで，最も多くの紙面を占める病虫害記事は松くい虫関連です。本会HP掲載のバックナンバー一覧から松枯れ，マツノザイセンチュウ，殺線虫剤，マツノマダラカミキリなどの用語で拾ってみると，松枯れ対策として薬剤による防除が依然として大きく期待されていることが分かります。松くい虫に次いで，最近とくに増えている記事は広葉樹病虫害です。カツラマルカイガラやナラ類の集団枯損を起こすカシノナガキクイなどです。薬剤試験も各地で行われているが，森林での被害の実態調査に基づく薬剤の効果的な利用がこれからの課題であると思われます。

病害では，本誌発刊当時毎号の誌面を賑わしていたカラマツ先枯病のような大規模突発性のものは少ないが，枝葉や樹幹を加害する病害が時々報告されています。また地域で突発的に発生し問題化した森林害虫について，被害の実態や薬剤防除が報告されています。このほか森林の病虫害に並んで，公園や並木に発生する緑化樹病害虫が昭和50，60年代から注目され，当協会などを通じて広く行われた薬剤試験などが掲載され現在にまで続いています。獣害については，かつての野鼠，野兎に代わりシカによる被害が増え，被害対策の一つとして忌避剤が話題になっています。

林業薬剤を直接使用するのは，主として，行政の委託を受けた森林組合や造園関連会社の人々です。また近年は樹木医や松保護士などの制度ができ，林業薬剤の使用法への関心も徐々に高くなっています。このように林業薬剤の利用側の人々に本誌の記事が役立つよう願っています。最後に，本誌発行の責任者として係わられた谷井俊男，粂

*1　一般社団法人林業薬剤協会会長
KOBAYASHI Fujio

川昭夫，岡野 学，執筆依頼から校正まで本誌の実務を担当された増田昭美，矢崎潤一，山下 宏，以上各氏に謝意をこめて名を記します。

《好評発売中!!》　〈誌中広告〉

第3版　緑化木の病害虫 ── 見分け方と防除薬剤 ──

定価１３００円（消費税込み，送料別）

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第３版刊行
●発刊日　平成22年８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

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24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

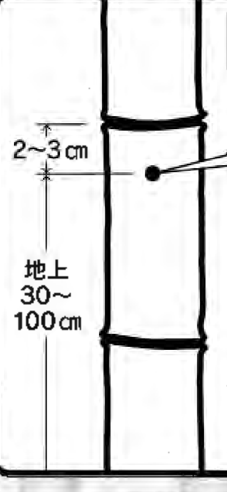
URL：http://www4.ocn.ne.jp/~rinyaku/

印刷／株式会社　スキルプリネット　　**定価 525 円**

Pfizer
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
グリンガード®・NEO
Greenguard® NEO
農林水産省登録：第22028号
グリンガードホームページ
www.greenguard.jp/
7年先の確かな未来を
効果持続期間
7年

ラウンドアップ マックスロードなら
竹稈注入処理で

タケを枯らせます！



使い方［注入処理方法］

処理適期：6~8月

①節から2~3㎝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	

夏期がチャンスです！（もっとも早く枯れます）

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

違いは活性成分の吸収量！

ラウンドアップ マックスロード®

トランスゾーブII

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

ラウンドアップ ホームページ
http://www.roundupjp.com

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10~50mℓ
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

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

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン®液剤2

❶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。

❷樹木害虫にも優れた効果を発揮。

❸新枝への浸達性に優れ、効果が安定。

❹車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。

❺環境への影響が少ない。

❻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！

ありがとう60周年!!
60th
クロレート
信頼のブランド

《竹類・ササ類なら》

クロレートS（粒剤）

農林水産省　第11912号

《開墾地・地ごしらえなら》

クロレートSL（水溶剤）

農林水産省　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
株式会社エス・ディー・エス バイオテック
〒103-0004　東京都中央区東日本橋1丁目1番5号

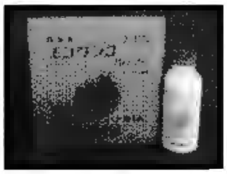
販売
丸善薬品産業株式会社　アグリ事業部
〒101-0044　東京都千代田区鍛冶町2丁目9番12号
TEL：03-3256-5561

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

【普通物】〈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。
◆不快な臭いがありません。
◆自動車塗装にも影響がありません。



松くい虫防除／樹幹注入剤

ショットワン・ツー 液剤

【普通物】〈エマメクチン安息香酸塩 2.0%〉

マツガード

【普通物】〈ミルベメクチン 2.0%〉

◆防除効果が長期間持続します。
◆基本注入量が60mlと少ないため、作業性に優れています。

緑化樹害虫防除／樹幹注入剤

アトラック 液剤

【普通物】〈チアメトキサム 4.0%〉

◆ケムシ等の害虫を駆除することができます。
◆薬剤が飛散する心配がなく、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 熊本県熊本市花園1丁目11番30号
TEL (096)352-8121(代) FAX (096)353-5083

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミパイン® 乳剤

樹幹注入剤 グリンガード®・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	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	TEL (099) 268-7588(代)
東京本社	〒110-0005	東京都台東区上野7丁目6-11 第一下谷ビル	TEL (03) 3845-7951(代)
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島4丁目5-1 新栄ビル	TEL (06) 6305-5871
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曽根崎町1154-3	TEL (0942) 81-3808

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

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 (クロチアニジン懸濁液)
マツグリーン液剤 (アセタミプリド液剤)
マツグリーン液剤2

☆有機リン系殺虫剤
ヤシマスミパイン乳剤
スミパインMC

松くい虫駆除剤
バークサイド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

樹幹注入剤
○マツノザイセンチュウ
グリ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
○ナラ枯れ
ケルスケット

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　〒104-0032　東京都中央区八丁堀4丁目5番4号　TEL. 03-3523-8070　FAX. 03-3523-8071

少薬量と殺センチュウ活性で松をガード。

有効成分は天然物で普通物※
少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が5年間持続

※「毒物および劇物取締法」(厚生労働省)に基づく、特定毒物、毒物、劇物、の指定を受けない物質を示す。

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%　○人畜毒性：普通物
○包装規格：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
〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-7-7
TEL 03-6842-8590 FAX 03-6842-8593

三井化学グループ