

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 214 12. 2015

一般社団法人

林業薬剤協会



目 次

小笠原諸島のアカギ駆除における除草剤の利用……………	伊藤 武治	1
松くい虫他森林病虫獣害試験研究の思い出（その2）……………	山根 明臣	8
～新農薬紹介～		
緑化樹の害虫防除／樹幹注入剤「ウッドスター [®] 」……………	鶴田 英人・猪野 正明	13
おとしぶみ通信（16）		
土の中の虫たち 7		
ムカデ……………	福山 研二	19

● 表紙の写真 ●

薬剤によって枯死したアカギ

ドリル法によってグリホサート製剤を処理すると
標的のアカギのみを枯殺できる。

2005年12月16日

東京都小笠原村母島にて撮影

—伊藤武治氏提供—

小笠原諸島のアカギ駆除における除草剤の利用

伊藤 武治*

島嶼環境と外来種問題

現在、世界中で外来種に関わる問題が起きている。外来種の侵入は一般に不可逆的であり、在来の森林や河川、湖沼などの環境を悪化させており、とくに近年は大きな環境問題のひとつとして取り上げられるようになってきている。

島嶼環境においては、生物相の豊かな大陸から切り離されており、島に生物が到達する機会が限られている。そのため、動植物ともに特定のグループに偏った生物相が形成される場合が多い¹⁾。生物相にニッチが空いており、在来の外来種との競争能力が低いこと、天敵がいらないため外来生物の侵入に耐性を欠く場合が多いことなどの理由に、島嶼生態系は外来種の攻撃を受けやすいとされている²⁾。そのため、島嶼の潜在的な生物相を保全するためには、外来種の侵入を厳しく監視し、またいったん導入された外来種を駆逐する必要がある。

小笠原諸島の概要

小笠原諸島は、日本の本州の南約1000kmの西太平洋に位置し、気候は亜熱帯に属する。主な島は父島および母島で、硫黄島の自衛隊駐屯地を除いて、この二島だけに居住区がある。これらの島々は、約5000万年前に赤道付近で火山活動により形成され、その後大陸と一度も陸続きになっていない¹⁾。小笠原に人が定住を始めたのは、1830年ハワイからのセボレー率いる約30名が最初とされている。その後、1876年に日本の領土と認められ、日本人による本格的な開拓が始まったとされ

る。1900年代初めには、サトウキビ栽培が盛んになり、この過程で農地に適する低地の湿性高木林はほとんど消滅してしまった¹⁾。また、初期の開拓者や島に立ち寄る捕鯨船が家畜として放牧したヤギやブタ、あるいはペットとして持ち込まれたノネコなどの哺乳類が、小笠原の生態系に大きなダメージを与えたとされている¹⁾。樹木については、オガサワラグワの巨木がすぐれた材質のために高額で取引されて乱伐されるとともに、養蚕用に導入されたシマグワとの交雑が進んだために、現在本種は弟島に数十本が群生するだけになっている¹⁾。

このような受難を受けながらも、なお小笠原諸島には固有種が多く、貴重な生物相が維持されている。この貴重な自然の価値が認められ、小笠原は2011年にユネスコの世界自然遺産に認定された。しかし、例えば、クマネズミによりクロウミツバメの卵が捕食されたり、ノヤギにより植生がほとんど無くなり表土が流出したりするなど、いまだに外来種による多くの生態系の問題が残されている³⁾。したがって、引き続き外来種問題に対して適切な対策を講じることが強く求められており、そうした外来種問題のひとつに、侵略的外来種であるアカギの分布拡大に伴う固有種の減少など、在来の森林植生攪乱の問題が挙げられる。

アカギについて

アカギはトウダイグサ科の常緑高木で、インドや中国、ヒマラヤ、台湾、南日本、インドシナ、タイからマレーシア、オーストラリア北東部や太平洋サモアやトンガに天然分布する⁴⁾。小笠原には1905年以前に薪炭林用材として導入されている⁵⁾。小笠原の条件の良い場所では、樹高20m、

* 森林総合研究所四国支所

ITOU Takeharu

直径1mに達する大径木も存在する⁶⁾。アカギは、同じく導入されたフロリダ⁷⁾やハワイ⁸⁾では庭園などから逸出し、在来樹種に影響を及ぼしている。小笠原においても台風や公共工事などによる原生林の伐採や攪乱に伴って徐々に勢力を拡大し、潜在植生のウドノキ-シマホルトノキ林の固有樹種を駆逐しつつある⁹⁾。特に、1983年の大型台風による小笠原の森林攪乱により、ウドノキ-シマホルトノキ林の林冠にギャップが生じ、アカギの稚幼樹による更新が促された⁹⁾。その結果、現在では母島の桑ノ木山など由来固有樹種がほぼ駆逐され、林冠から下層植生までアカギの純林になっているところも珍しくない。

アカギの種子は鳥散布され、散布された種子は土壤中で休眠してシードバンクを形成する⁹⁾。発芽後、アカギの実生は高い耐陰性を持つため、暗い林床で更新の機会を伺う稚樹群を形成するとされている⁹⁾。また、暗い条件下で耐陰性を持つアカギの葉が、上部林冠のギャップが生じたことにより一気に強光にさらされても、光に対する順化能力が他の在来固有樹種に比べて高いため、在来・固有種に比べてギャップ更新を優位に行える¹⁰⁾。

アカギ成木の駆除は、これまでは胸高位置の樹皮および形成層を、ナタを用いて約50cmの幅で、幹の一周にわたってはぎ取り（巻き枯らし）、その後発生してくる萌芽枝をむしり取って衰弱死させる手法が主に用いられてきた。しかし、多大な労力が必要なため、継続的に萌芽枝の処理が可能な林分以外で用いるのは難しいと考えられている。そのため、効果的にアカギを駆除出来る新たな手法の開発が求められていた。

外来種駆除に薬剤を用いた事例と必要性

除草剤は、外来樹種を駆除する化学的手法として最も一般的に用いられているが、その種類と適用法は多様である。例えば、フロリダにおける低木マンリョウ (*Ardisia crenata*) の駆除におい

ては、トリクロピルやディカンバ、イマザピック、グリホサート、トリクロピルとイマザピック及びトリクロピルとフルロキシピルの組み合わせで葉面散布試験が行われ、除草剤処理後12ヶ月後の成木と実生では、イマザピックが顕著な効果をあげている¹¹⁾。

薬剤の散布時期の重要性も指摘されている。例えば、アメリカ・ジョージア州の低木イボタノキ (*Ligustrum sinense*) を対象に葉面散布で駆除した例では、グリホサートとトリクロピルの処理時期の検討が行われた¹²⁾。その結果、シュートが盛んに伸長する6月や8月では効果が低いことが示され、樹液流が上方に向かって流れ、根茎に除草剤が回らないためであると推察されている。

薬剤の注入方法についても、多くの研究がおもに海外の外来種を対象に研究されている。例えば、カリフォルニア州では、高木ニワウルシ (*Ailanthus altissima*) の駆除に、ナタで幹の数カ所に切り口を付けてその切り口に除草剤を注入するナタ目法と、幹の樹皮の上から薬剤を散布する手法の組み合わせ試験が行われ、結果、薬剤と処理法の組み合わせで効果が違うことが報告された。また、このニワウルシはスペイン南東部の地中海でも問題になっており、駆除に除草剤が用いられている¹³⁾。その結果、効果があったのは、刈り払った切株にグリホサートを塗布する手法のみで、その効果は3年間続いた。

島嶼生態系における外来の雑草や樹木の駆除のためにも、さまざまな除草剤が用いられている。例えば、ガラパゴス諸島の国立公園やチャールズダーウィン研究所において、高木のアカキナノキ (*Cinchona pubescens*) の駆除に多くの種類の除草剤の散布や手法が試みられてきた¹⁴⁾。1998年以降は、ピクロラムとメトスルフロンの混合剤の試験が行われ、その結果、ナタ目法でナタの傷口を広くして処理する手法が効果をあげており、2003年以降はこの手法を適用して国立公園内約109haのアカキナノキの駆除に成功している。また、島

嶼生態系を代表するハワイで大きな問題とされている外来種の kahili ginger (*Hedychium gardenianum*) については、本種が優占する林分でメトスルフロメチルを用いた処理を行った結果、天然林より多くの在来種の実生が観測されている¹⁵⁾。

小笠原においても、これまでアカギの駆除のために、いくつかの除草剤や灯油を使用することが一部の島民によって試みられていた。しかし、上述したような海外の島嶼生態系で試みられてきたような体系だった試験研究はほとんど例がなく、効果がある除草剤の検索をはじめ、有効な薬剤と処理手法を組み合わせた試験などを多面的に行い、最終的には最小限の薬剤を用いた効果的なアカギの駆除法を早急に開発する必要があった。

筆者らは、アカギの苗木を用いた試験で、グリホサート、グルホシネート、トリクロピルおよびジクワット製剤について薬効が得られることを明らかにしてきた¹⁶⁾。しかし、小笠原は脆弱な生態系を持つため、想定外の薬害出現の可能性があり、薬剤残留に対する特段の配慮が必要になってくる。そこでまず、除草剤の使用にあたって毒性の低い¹⁷⁾ グリホサート製剤を選択し、小笠原の現地において試験を行った。

ナタ目処理とその課題

ナタ目処理法(図-1)は、日本においてはトリクロピル製剤やグリホサート製剤による森林管理における雑灌木類の処理に有効とされている¹⁸⁾。そこで、グリホサート製剤を用いたナタ目処理法をアカギに対して試みた。まず、ナタで処理木の胸高部位の周囲に、胸高直径に応じて数カ所に傷をつけ、グリホサート製剤を1~2 mL 注入し、注入した薬剤量を記録した。薬剤の効果は、処理後約1年経過した時点で判定した。効果レベルは、幹の生存状態と萌芽枝の発生状態に着目し、以下の4段階(図-2)で評価した。

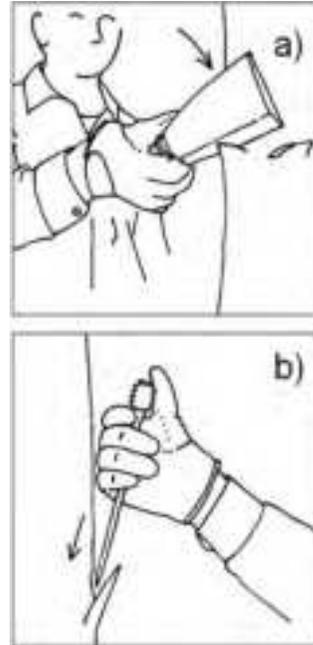


図-1 ナタ目法による処理の手順

- a) ナタを使って胸高の位置にナタ目を数カ所つける。
- b) つけた切り口にスポイトを使って約1 mLの薬剤を注入する。

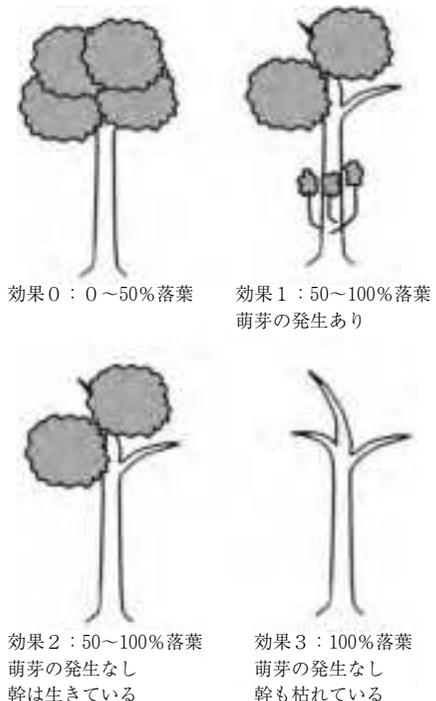


図-2 アカギ成木に対する薬剤の目視による効果判定(0~3:4段階)の基準

- 0 : 0～50%落葉
- 1 : 50～100%落葉, 萌芽枝の発生あり
- 2 : 50～100%落葉, 萌芽枝の発生なし
(幹は生きている)
- 3 : 100%落葉, 萌芽枝発生なし,
幹も枯れている (枯死)

一方で、薬剤注入量の算出に必要なアカギの地上部現存量 (AGB) を非破壊的に推定する方法を得る目的で、伐倒調査を行った。伐倒した試料木の AGB は胸高直径 (DBH) と関係が最も高かった ($R^2 = 0.92$)。以上の結果から、地上部現存量の推定には、現場での測定が容易な DBH を変数とする以下の近似式を用いることにした。

$$\log \text{AGB (kg)} = 2.4 \log \text{DBH (cm)} - 1.0$$

処理した薬剤成分量を AGB で除することで、地上部現存量単位重量あたりの薬剤の注入量を求めた。ナタ目処理では注入量が増加するにしたがって、効果レベルが上昇する傾向が見られた。しかし、枯死した個体 (効果レベル 3) は観測されなかった。そのため、他の雑灌木には有効なグリホサート製剤を用いたナタ目法は、小笠原のアカギに対しては、効果が低いことが明らかになった¹⁹⁾。

原因としては、ナタ目から樹液によって薬剤が洗い流されてしまうことが考えられた。また、小笠原は亜熱帯気候に属するので、しばしば発生するスコールによるナタ目からの薬剤の流亡も考えられた。加えて、今回の処理では、ナタで傷を付けた目の間が広く、その部分が生き残ってしまい、結果として薬剤の効果が発現できなかった事例も見受けられた。ナタ目の間隔の問題解消としてナタ目を連続して付けるフリル法があげられるが、今回は試験を行わなかった。また、フリル法でもナタ目が解放したままなので、薬剤の流亡の問題は起こりえる。

従来法を改良したドリル法

上述のナタ目法では、処理後も薬剤の注入口が露出しているため、薬剤が流出して効果が減少する可能性が示された。また、薬剤の流出は小笠原の環境へ負荷を与える恐れも考えられた。そこで、薬剤処理時に電動ドリルでアカギの根元付近に穴を開け、薬剤を注入した後コルク栓でふたをする手法 (以下「ドリル法」とする (図-3)) を考案した。バッテリー式電動ドリル (松下電工製: POWERCOSMO EZ6403N22KN) を用いて、アカギの根本付近に直径12～18mm、深さ10cm程度の穴を開けた。穴の間隔は約5cm程度とした。早見表 (表-1) に従い注入する薬剤の総量を決めて、それぞれの穴に薬剤が均等になるよう注入した後、薬剤の流出を防ぐためにコルク栓でふたをした。野外では3人1組のチームを組み、

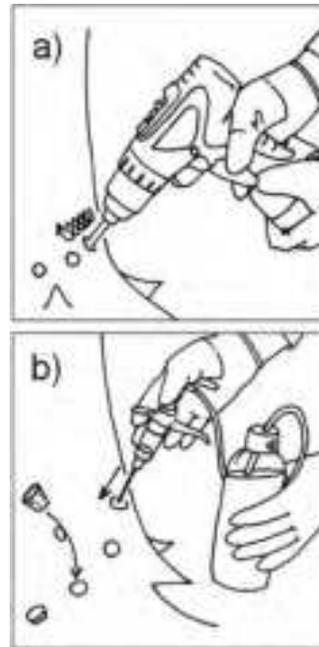


図-3 ドリル法による処理の手順

胸高直径を測定し、注入する薬剤量を早見表 (表-1) から決定しておく。

- a) 早見表で決められた数の穴を電動ドリルを使って根元付近にあけ。
- b) 分注器をつかって正確な薬剤量を均等に穴に注入しその後コルク栓でふたをする。

表一 ドリル法におけるグリホサート製剤処理時の早見表

DBH (cm)	ドリル穴数	薬剤注入量 (mL/穴)	総薬剤量 (mL)
5	3	0.3	0.9
6	3	0.5	1.5
7	3	0.7	2.1
8	3	1	3.0
9	4	1	4.0
10	3	2	6.0
11	3	2	6.0
12	4	2	8.0
13	5	2	10.0
14	6	2	12.0
15	7	2	14.0
16	8	2	16.0
17	9	2	18.0
18	10	2	20.0
19	12	2	24.0
20	13	2	26.0
21	10	3	30.0
22	11	3	33.0
23	12	3	36.0
24	14	3	42.0
25	15	3	45.0
26	13	4	50.3
27	14	4	55.1
28	15	4	60.1
29	16	4	65.4
30	18	4	70.9
31	19	4	76.7
32	21	4	82.8
33	22	4	89.2
34	24	4	95.8
35	26	4	102.7
36	22	5	109.9
37	23	5	117.3
38	25	5	125.1
39	27	5	133.1
40	28	5	141.5

農薬登録の際には表記のスペースの関係上、簡略化された使用量の表が記載された。

実際の作業においては、この早見表を用いることにより細かい対応がなされている。

まず、1人目が胸高直径を測り、2人目が早見表に従って個体サイズに応じた数の穴をドリルで開け、3人目が各穴にグリホサート製剤を注入し、コルク栓でふたをするという手順で作業を行った。効果の判定は、ナタ目法の試験と同様に4段階で判定した。その上で、4段階の効果を0~2をまとめて生存、3を枯死と2値化した上で、ロジスティック解析を適用した。

薬剤の効果は、地上部現存量に対する薬剤の注入量に伴って変化した(図-4)。ロジスティック解析では、注入量(g/kg)と効果の間には有意な相関は認められなかった(GLM, $p > 0.05$) (図-4:点線)。しかし、効果レベル0としたデータのうちひとつは、明らかに外れ値にあたると思われるため、外れ値に頑強なモデルであるロバスト GLM を用いた解析を行った結果、有意な関係が得られた(GLM, $p < 0.05$) (図-4:実線)。このロバスト GLM の回帰曲線に基づくと、有効な薬剤の注入量は0.1 (g/kg) であると推定された²⁰⁾。

注入量0.1 (g/kg) の有効性を確認するために、小笠原の母島の長浜および衣館試験地において実

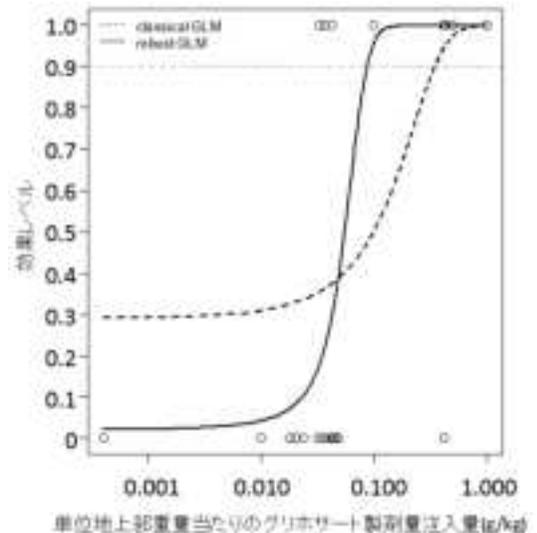


図-4 ロジスティック解析によって得られた単位地上部重量当たりのグリホサート注入量と枯殺効果の関係

証試験を行った。除草剤の注入量0.1 (g/kg) を適用して行ったドリル法の実証試験については、長浜試験地では92.9%の個体が、衣館試験地ではすべての個体が枯死した。一方、水道水を用いたコントロール個体は、両試験地ともすべて落葉することなく生存していた。この結果、薬剤の注入量0.1 (g/kg) でのドリル法の有効性が実証された。

おわりに

2008年に、グリホサートアンモニウム塩が日本のアカギに対して、農林水産消費安全技術センター (FAMIC) により農薬登録された。日本国内においては、農薬取締法にのっとり、薬剤を対象作物、適応場所以外にみだりに使用することが禁止されている。グリホサートアンモニウム塩が農薬登録されたことにより、小笠原諸島において一般の島民が、グリホサート製剤 (商品名：ラウンドアップハイロード[®]) をアカギの駆除に用いることが法律上可能になった。また、事業規模では、環境省請負調査の小笠原地域自然再生推進計画調査の一環で、小笠原の弟島全域のアカギに対して枯殺事業が行われている²¹⁾。

グリホサート製剤の施用手法については、小笠原のアカギに対してはナタ目法は残念ながら効果が低いことが明らかになった。一方で、ドリル法が有効であることが判明した。今回開発したドリル法は、電動ドリルを用いるためにバッテリーをかなり消費するが、装置自体は普及品で軽く、手動ドリルに比べて作業時間や労力を軽減するメリットがある。小笠原のアカギを駆除する場合、ドリルなどを用意する手間などを惜しんで安易に従来法であるナタ目法を用いることは、萌芽更新 (効果レベル1) を引き起こす結果となり得るため危険である。そのため、ドリル法の有効活用を行うことが望まれる。

グリホサートは樹液の流れによって地上部および地下部にまんべんなく拡散する¹⁷⁾ ため、植物

体のバイオマス量に応じて薬剤の量を増やす必要があることがドリル法の研究から明らかになった。本研究で考案したドリル法は、サイズ (地上部重量) に応じた薬剤量を注入すれば、大きい個体でも同じように枯死することが期待され、今回の実証試験でも調べた直径の範囲からは、注入量0.1 (g/kg) 以上のグリホサートを投与すれば、直径が40cm クラスかそれ以上のアカギを枯殺できることが示唆された。小笠原にはアカギの巨木 (DBH >100cm) が少なからずある。しかし、この様な巨木をグリホサート製剤で処理することを想定すると、指数関数的に注入量が増加することがわかっている。今後は、この様な大きな個体をどのようにして駆除していけば良いのか検討する必要がある。

引用文献

- 1) 清水善和 (1998) 小笠原自然年代記, 岩波書店, 東京. pp. 158.
- 2) Loope L.L. *et al.* (1988) Comparative conservation biology of oceanic archipelagoes. *BioScience* 38 : 272-282.
- 3) Kawakami K. and Okochi I. (2010) Restoring the oceanic island ecosystem - Impact and management of invasive alien species in the Bonin Islands-. Springer, Tokyo Berlin Heidelberg New York. pp. 216.
- 4) Sunarno B. *et al.* (1995) *Bischofia Blume* [Internet] Record from Proseabase. Lemmens, R. H. M. J., Soerianegara, I. and Wong, W.C. (Editors). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia. (<http://www.proseanet.org>.)
- 5) 豊島恕清 (1938) 小笠原島の植生並熱帯有用植物に就て. 林業試験報告 36 : 1-251.
- 6) 豊田武司 (2003) 小笠原植物図譜, アボック社, 神奈川. pp. 522.
- 7) Morton J. (1984) Nobody Loves the *Bischofia* Anymore. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 97 : 241-244.
- 8) Horvitz C. *et al.* (1998) Functional Roles of

- Invasive Non-indigenous Plants in Hurricane-affected Subtropical Hardwood Forests. *Ecological Applications* 8 : 947-974.
- 9) 清水善和 (1988) 小笠原諸島母島桑ノ木山の植生とアカギの侵入. *地域学研究* 1 : 31-46.
- 10) Yamashita N. *et al.* (2003) Seed and seedling demography of invasive and native trees of subtropical Pacific islands. *Journal of Vegetation Science* 14 : 15-24.
- 11) Hutchinson J.T. *et al.* (2011) Field Trials for Herbicide Control of Coral Ardisia (*Ardisia crenata*) in Natural Areas of North-Central Florida. *Invasive Plant Science and Management* 4 : 234-238.
- 12) Harrington T. B. and Miller J. H. (2005) Effects of application rate, timing, and formulation of glyphosate and triclopyr on control of Chinese privet (*Ligustrum sinense*). *Weed Technology* 19 : 47-54.
- 13) Constán-Nava S. *et al.* (2010) Long-term control of the invasive tree *Ailanthus altissima* : Insights from Mediterranean protected forests. *Forest Ecology and Management* 260 : 1058-1064.
- 14) Buddenhagen C. E. *et al.* (2004) The control of highly invasive tree *Cinchona pubescens* in Galapagos. *Weed technology* 18 : 1194-1202.
- 15) Minden V. *et al.* (2010) Effects of invasive alien kahili ginger (*Hedychium gardnerianum*) on native plant species regeneration in a Hawaiian rainforest. *Applied Vegetation Science* 13 : 5-14.
- 16) 伊藤武治 (2005) 注入処理によるアカギ (*Bischofia javanica* Blume) 防除に利用可能な除草剤の検討. *雑草研究* 50 : 18-20.
- 17) Franz J. E. *et al.* (1997) *Glyphosate : A Unique Global Herbicide*. American Chemical Society, Washington, DC.
- 18) 林業薬剤協会編 (1992) *林業用除草剤使用の手引き*, ひろせ出版, 東京. pp. 78.
- 19) 伊藤武治 (投稿中) 小笠原のアカギに対するナタ目法によるグリホサート製剤処理. *関東森林研究*
- 20) Itou T. *et al.* (2015) Developing an effective glyphosate application technique to control *Bischofia javanica* Blume, an invasive alien tree species in the Ogasawara Islands. *Journal of Forest Research* 20 : 248-253.
- 21) 大津佳代・伊藤武治 (2007) 小笠原諸島弟島におけるアカギ根絶の取り組み. *関東森林研究* 58 : 251-252.

松くい虫他森林病虫獣害試験研究の思い出（その2）

山根 明臣*

1. 松枯れ病原解明, 媒介昆虫確認, 材線虫の新種記載

松枯れの病原生物は材線虫という新しいタイプの病原生物であった。この線虫は発見当時新種として真宮・清原によって和名マツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya et Kiyohara (Nematoda : Aphelenchoidae) と命名されたが、その後北米で既に数十年前に命名記載されていることが分かり今ではその時の学名 *Bursaphelenchus xylophilus* が通用している。この属の材線虫として我が国に在来の種があり真宮・遠田によってニセマツノザイセンチュウ *B. mucronatus* Mamiya et Enda と命名された。この在来種には病原性はなく、媒介昆虫マツノマダラカミキリによって伝播され松くい虫と同様に衰弱木、被圧木、倒木などで繁殖する。だがこの近縁種がいたことで外来の *B. xylophilus* が在来のマツノマダラカミキリと密接な親和関係を持つことが可能になったといえる。関東地方ではマツノザイセンチュウが発見された当時多くの地域でニセマツノザイセンチュウだけが分布していたが1978、1979（昭和53、54年）の異常な高温、少雨でマツノザイセンチュウは急速に分布を拡大していった。

松枯損被害の病原生物が特定されその媒介昆虫が明らかになった一連の成果は高く評価され日本林学会、日本応用動物昆虫学会、日本植物病理学会、日本農学会の学会賞が林試九州支所の徳重陽山・清原友也・森本 桂・岩崎 厚、林試本場の真宮靖治・遠田暢男の各氏に授与された。

2. それまでの防除法の見直しと新防除技術の開発

伝染病対策として防除対策は病原よりもその媒介者にターゲットを絞ることが多い。マラリアや Dengue 熱流行に際してカの駆除を中心とした防除対策がその見本である。

松くい虫による枯損被害の対策として実施されてきた防除法は徹底的に見直しが求められた。だがこれまでの防除対象や技術のすべてが的外れであったわけではない。松くい虫防除の中でマツノマダラカミキリを対象とする密度低下は材線虫病防除のためにも基本的に正しい枯損予防対策であり続けることになった。

2-1. 駆除；

従来は松くい虫駆除はマツノマダラカミキリ駆除の一点に絞られることになった。これまでも松くい虫駆除は種類毎、夫々のステージ毎に行われてきた。マツノマダラカミキリについては卵、若齢幼虫期の夏から秋では被害木の剥皮だけで目的を達することが可能である。秋が深まり幼虫が3齢頃になると辺材部に穿入するため剥皮だけでは目的は達成できないため、焼却、殺虫剤散布、被覆・燻蒸、炭化などの方法を用いる。枯損した木を伐倒しないでそのままの状態でもヘリコプターからガンノズルを用いて薬剤散布する方法もあるが、通常は伐倒することが前提となりこれが駆除を困難な作業とする要因の一つになる。被害材の焼却処分について環境庁は草地の野焼きとともに例外的に認める方針であったが地方自治体によっては条例を定め野外での焼却を制限する地域もある。

枯損被害木の処理法として水中浸漬、土中埋設

*元日本大学生物資源科学部教授

YAMANE Akiomi

もある。条件が整った所はそれほど多くはないと思われるが無農薬で殺虫できる利点はある。同様に農薬を利用しないで物理的に駆除する方法として γ -線照射、マイクロ波照射も考えられそのための基礎資料を得るための試験も行った。

放射線照射では殺虫線量のほか雄の不妊化線量を求める照射実験を行った。当時の林試にはコバルト60を線源とする照射施設があり被害木を照射して必要な線量を求めた。材内幼虫の致死線量は簡単に得られたが成虫の不妊化線量を求めるのには手間がかかった。

不妊化雄大量放虫法で撲滅に成功した沖縄県でのウリミバエの場合と異なり、マツノマダラカミキリは人工飼育に手間がかかる（個体ごとに容器に収容しなければお互いに噛み合って傷をつける、人工飼料が開発途上である等）、数日で世代を終える種類と異なり放虫後の不妊化雄の比率変化に関する数量的裏付けが困難である等の背景があって実行不能と判断した。成虫を放虫することになれば線虫を保持しない成虫を育てる必要があるがそれは簡単にできる、材線虫が蛹室でカミキリ新成虫に乗り移る前に別の場所で羽化させればよいのだが量産には多くの困難があった。

枯損木は林外搬出してパルプ、チップに利用できる。逆に安価なため杭材として各所に運ばれ利用されることも多い。他の場所で被害木の杭から材線虫を保持したマツノマダラカミキリ成虫が脱出した跡、脱出穴があってそのために付近に被害が拡大した証拠が残されていることもある。板や角材として製材すれば材内幼虫が生存できる機会はほとんど無くなる。粉碎ほど確実ではないが枯損木は用材として活用できる。無処理被害木の移動による病原拡散を防ぐため被害枯損木の移動は各地で規制された。この規制は輸出品梱包材に被害材を使うことでも病原拡散が懸念され貿易摩擦の一因とさえなったことがある。

枯損木でない被害木も存在する。ある程度高齢のマツで太い枝が一本だけ枯れている、全体の針

葉は正常で健全といった状態のマツが庭園木などで見かけることがある。日本大学生物資源科学部藤沢キャンパスで樹齢約60年のクロマツが枯れたため伐採した。地表からは分からなかったが切り倒してみると以前に枯れた太枝がありマツノマダラカミキリの古い脱出口があった。この木では太い枝の若枝をカミキリが後食し材線虫が侵入、その枝は衰弱してカミキリが産卵し幼虫は生育できたが木全体にまでは影響を及ぼさなかった。このような生立木がカミキリの発生源になり得ると考えると枯損木処理だけではマツノマダラカミキリ駆除の徹底を図ることは難しいことを示している。但し、このようなマツ老木はかつては多く存在していたが現在それほど多くは残されていないのが実情で現実には無視できる程度の存在かもしれない。

人家、道路に近いところでは枯損しても伐採すら自由にはできない。搬出がほぼ不可能な場合もある。駆除が徹底して実行できない背景は古くから変わりがなく被害終息は困難を極める。

3. 新しい枯損防止法、後食防止予防薬剤散布（予防散布）

予防散布はこれまでの害虫密度低下を目的とした農薬散布とは異なり、成虫の後食阻止を目的とした農薬散布である。マツノマダラカミキリ成虫が好んで摂食する部位は若い枝（当年～2、3年枝）の内樹皮であるため散布のターゲットは樹冠上部である。当然成虫の駆除も行われるため密度低下、産卵可能成虫の密度低減効果もある。用いる農薬は殺虫剤であるが殺虫しなくとも麻痺の段階でも摂食行動を阻害できるので効果が発揮できる農薬の有効濃度の幅は広い。媒介昆虫マツノマダラカミキリの後食防止は材線虫の新発見で得られた最高の改善点で新しい防除技術として開発が急がれた。マツノマダラカミキリ成虫を対象とした駆除と比較して目的は異なり方法も異なる。

材線虫の伝播阻止のためには成虫が健全な松生

立木の若い枝を摂食することを阻止すればいい。この目的で利用できる農薬は殺虫剤しかなかった。もしマツへの接近を阻害できる忌避剤などの活性物質があれば利用できる。ユーカリオイルの忌避効果は短期間しか持続しなかったため実用化できなかった。庭木や盆栽では防虫網で囲うことで接近を阻止することができる。

林試本場では千葉県林業試験場の米林さん、松原さん他の協力を得て県内数か所で試験散布を行った。実際に富来田苗畑周囲のマツ林、岬海岸マツ林で散布機の筒先を持って散布を実行したのは当時薬剤科の田畑さんと筆者他であった。樹冠部の若い枝に散布するためには筒先はほぼ真上に向けないと薬液は届かない。頭からずぶ濡れになりながら寒い思いをして散布をつづけた記憶がある。散布した松林から枝を持ち帰り実験室でマツノマダラカミキリ成虫に食わせて生物試験を行った。飼育容器は使いやすいプラスチック製の容器を用いたが容器によっては蓋に隙間ができて逃げ出す個体もあった。適切な容器を求めて築地場外市場の専門店に出かけた記憶がある。並行して予防薬剤の空中散布試験も各地で行われた。

当時関東地方に限らず全国ほとんどのゴルフ場ではアカマツ、クロマツは重要な樹種で大切に保護されてきたが、松くい虫被害にはどこも悩まされていた。材線虫が発見された後でも状況は変わらずなんとしても松を保護する必要があった。ゴルファーの緑化促進協力会（GGG）でも松枯れ防止対策は重要課題とされ関係者は松くい虫防除対策に熱心であった。いくつかのゴルフ場では支配人やグリーンキーパーが直接来場して防除法を勉強した。GGGでは様々な試験調査を企画し試験地として各地のゴルフ場を提供して頂いた。

1996年松くい虫被害の原因が材線虫によるものではなく大気汚染が主因であり林野庁を始め関係者が行っている材線虫・マツノマダラカミキリを対象とした防除努力を疑問視する声が大きくなった。なかなか終息しない松くい虫被害に対する焦

りがこのような声となって表面化したものと思われた。小林（富）さんとともに林業技術 No.652 に反論の記事を掲載したことがある。そこに予防散布に関して関連する記述があるので以下引用したい。予防散布は材線虫の発見によってはじめて可能となった松枯損防止法である。被害枯損木を処理する松くい虫駆除でマツノマダラカミキリ成虫の発生を完全に防ぐことは不可能に近く、守るべきマツ・マツ林には予め農薬を散布し、たとえマツノマダラカミキリ成虫が飛来しても後食を防止することで線虫の伝播を防ぐ画期的な新技術である。後食阻害活性をもつ物質はないので殺虫剤を用いている。基礎試験で効果が認められた後各地の実用化試験が行われ有効性が確認できた。表-1はその一例である。散布区での枯損は対照区と比較して格段に低い。周辺部の枯損率が高くマツノマダラカミキリ成虫発生密度が高い場合飛来するカミキリ成虫の数は多くなり予防措置を講じていても後食できるチャンスは高くなり枯損発生率は高まる。その理由は丁寧に散布しても散布むらはできることや、局所的に日光や風雨に曝されて薬効が減衰し残効に差が生じることである。また飛来するマツノマダラカミキリ成虫密度が極めて高いときには僅かな隙をついて後食に成功する個体の出現する確率が高くなる、と考えられる。

表1. 予防散布のマツ枯損防止効果の一例（静岡県）

区分	区画 各01ha	年度	総本数	枯損 本数	枯損率
散布区	A	54年	187本	2本	1.1%
		55	184	3	1.6
		56	179	4	2.2
	B	54年	111	1	0.9
		55	107	1	0.9
		56	104	1	1.0
無散布区	A	54年	102	12	11.8
		55	87	33	37.9
		56	54	16	29.6
	B	54年	138	6	4.3
		55	132	15	11.4
		56	114	18	15.8

注…林業技術 No.652, 1996. p.17による

大部分のカミキリ成虫の後食を阻止できたとしても少数でも後食ができれば材線虫の感染は可能となる。

一本でも枯らしたくないというゴルフ場や庭園の場合1%の本数枯損率では満足できない。散布回数を増やし散布間隔を短くすることによって散布むらを減らし継時的な薬効の減衰をカバーして、枯損を更に減らすことが可能になるのではないかと考えて実行しているゴルフ場があった。その一例として千葉県北部に位置するNゴルフ場では周囲は放置されたマツ林に囲まれそのほとんどで枯損本数率は10%~20%に及んでいた。ゴルフ場内1万5千本のうち2年連続して約2千本ずつ枯れていたが(年に約15%の枯れ)、年間5回の予防散布を行った結果、枯損本数(枯損率)は初年度600本(5.5%)、2年目200本(1.9%)、3年目60本(0.6%)、4年目には22本(0.2%)にまで減少した。本数枯損率を年々約3分の1に減少させる効果があったことが認められる。

この例では枯損防止効果は納得のいくレベルにまで低下させることに成功し防除の目的は十分に達成できたと考えてよい。一般にマツ林分では成長に伴って一部の木は被圧されて衰弱し遂には枯れる個体が発生するのが常であって、樹齢にもよるが0.1%レベルの枯れは被害と考えなくともいい状態と考えられる。

だが問題は終わらない、1年目から0.1%レベ

ルの本数枯損率に低下しない、防除目標が達成できなかった理由は何か。また、その後も対年比で約70%の減少に留まっている理由は何か疑問は残る。予防散布により当年の伝播を阻止する効果はあるが何らかの理由でどこかで病原が健全に見えるマツの樹体に潜伏している可能性はないのか。高寒冷地で多発する年越し枯れと同様のメカニズムで生じる問題なのか、カミキリ成虫の後食時の線虫の侵入以外にルートが考えられるのか。その一つは根系ではないか。

4. 根系調査

マツ林分の根系に関する資料はほとんどなかったためどこかでマツ個体の根系が他個体と癒着、癒合、接触していないかを知る必要があった。

GGGを通じて調査場所を探したところあるゴルフ場で引き受けてくださることになった。アカマツ林に10m四方の区画を設け深さ30cmの土を取り除いて根系を露出させて接触・癒合の実情を調査した。林試造林部の刈住さん、寺田さんの調査結果を表-2に示した。

調査結果をみると根系の癒合は予想外に少なかった。従って癒合による線虫の移動は頻繁に生じているとは考えられない。稀に隣接する木の間で根に癒合があれば、片方が線虫に感染して枯損すると線虫は全樹体にいきわたり当然癒合部を通じて隣接木にも移動する。だが根同士の軽い接触

表2. マツ林根系の接触、癒合の実態

場 所	胸高直径・樹高・密度・林齢等	接触・癒合程度				合計
		1	2	3		
千葉県香取郡山田町	DBH: 9-24cm, H: 11-17m 18本/100㎡, うち5本は伐根40-50年生, クロマツ	個数	292	171	1	464
		率%	62.9	36.9	0.2	100
茨城県水戸市加倉井	DBH: 19-31cm, H: 12-17m 10本/100㎡, 45-50年生, アカマツ	個数	554	18	0	572
		率%	96.9	3.1	0	100
千葉県船橋市	DBH: 16-42cm, H: 14-17m 11本/100㎡, 50-55年生, クロマツ	個数	633	192	0	825
		率%	76.7	23.3	0	100

接触、癒合の程度

- 1: 根系は接触しているが両者の表皮に組織の損傷が認められない
- 2: 交差した両根の表皮が損傷を受けヤニの滲出が認められるが、癒合は認められない
- 3: 根系の癒合が認められるもの

注: (株)ゴルファーの緑化促進協力会「松くい虫防除試験研究報告書」昭和59, 60, 61年度による

で組織的に癒合していない場合隣接木に移動することが可能であるとは考えにくい。川奈ホテルゴルフ場のような老木が接近して生育している場合には根系で高い頻度で癒合があり、片方が感染して枯れると片方にも根を通じて感染する現象が生じるであろう。このような状況でも樹幹注入で片方への感染を防ぐことは可能である。こうした例外を除けば枯れた隣接木から根を通じて線虫が侵入する事例は意外に少ないと結論できそうだ。

5. 殺・抗線虫剤の樹幹注入、土壌施用

抗・殺線虫剤を予めマツ樹体内に浸透移行させて置きカミキリ後食跡から線虫が侵入しても増殖・移動できなくする樹幹注入剤および土壌施用剤の開発試験が始まった。林試林業薬剤科の柏さん、松浦さんに製薬会社が加わり各種の試験をおこなった。単木的に処理することから単木処理技術と呼ばれ、その一つは薬剤の樹幹注入、他の一つは薬剤の土壌施用であった。これらの試験に際してゴルフ場は試験地として条件に恵まれており一般人の立ち入り禁止や土壌施用に当たっては芝を剥ぎ薬剤散布後芝を元に戻すための機械も利用できた。現在土壌施用薬剤は比較的最近になって登録されたものがあるが試験当初は松1本あたりの施用量が多いため環境への影響を考慮して登録には至らなかった経緯がある。

家畜の寄生虫が線虫であり材線虫も線虫であることにヒントを得て、家畜の駆虫剤を改良し材線虫駆除目的でマツ樹体内に浸透移行させることのできる新しい薬剤を開発したアイディアは素晴らしいものであった。家畜やペットの駆虫剤であり人畜毒性は低い。このタイプの薬剤は現在数種開発されているが樹幹に穴をあけて樹体内に注入し浸透移行させる施用方法にも幾多の改善がありマツ樹体に残る形成層障害などはほとんど無くなった。将来さらに葉面散布できるような改良が見られれば更に使いやすさが増すことだろう。今後の改良を期待している。

新潟県佐渡島ではトキの営巣木としてアカマツの高木が重要である。だが枯損被害が増大しマツの保護が必要になった。薬剤予防散布はトキへの影響が懸念されたため樹幹注入で対応することになった。数千本のマツに樹幹注入してマツを守ることに成功し、トキの放鳥事業を続ける環境整備が可能になった例もある。

予防散布は地上散布と空中散布、さらにスプリンクラー散布がある。空中散布は有人ヘリが少なくなりリモコン操縦無人ヘリによるものが多くなった。無人ヘリはドリフトも少なく小回りが効くのでより簡便に散布できる利点がある。

現在予防散布の枯損防止効果は十分認められているものの森林に農薬を散布すること自体に問題があるとして散布に反対する意見が強い。特にヘリコプターを利用する空中散布には異を唱える人が多い。ヴェトナムでの枯れ葉剤散布など薬剤の空中散布に悪いイメージが重なり、沈黙の春の影響も大きい。農薬に過度に依存する傾向には反省すべき点もあるが、登録農薬の適正な利用に関しては十分に安全性を担保したものであることを理解すべきであると思われる。

このようなムードから農薬散布より樹幹注入法が益々多用されるようになってきている。その際注入する前にやるべきことにマツの健康診断がある。ほとんどの場合樹脂流出量(OEQ)を穴あけで測定して松脂の分泌が正常であるかことを確かめてから注入する。小田式穴あけ法は現在も不可欠の技術として重宝されている。

参考文献

- 山根明臣(1982). 予防薬剤散布(林業科学技術振興所編集,「森林病虫獣害防除技術」pp. 275-284, 全国森林病虫獣害防除協会発行)
- 山根明臣(1989): 松くい虫の被害対策(日本緑化センター編集・発行「松枯れの防除と対策—松の生理生態と材線虫病」p. 10-57)
- 山根明臣(1996): 松くい虫被害の現状, 対策とその効果, 林業技術 No. 652, 16-19

～新農薬紹介～

緑化樹の害虫防除／樹幹注入剤「ウッドスター[®]」

鶴田英人*¹・猪野正明*²

1. はじめに

街路樹及び公園等の防除実態に関して、環境省より発表された「自治体における街路樹、公園緑地等での防除実態調査結果²⁾」によると、街路樹、公園緑地における病害虫、雑草防除に農薬を使用している自治体は95%であり、その殆どが農薬散布による防除を行っています。

一方、環境省発行の「公園・街路樹等病害虫・雑草管理マニュアル³⁾」によると農薬の散布に関しては厳しい指針が示されており、自治体によっては散布を控える場面もあります。

また、散布に変わる方法として、樹幹注入処理が挙げられています。樹幹注入剤については、散布時の薬液のドリフトの心配がない点を中心に評価されています。

ウッドスターは幅広いスペクトルを有するジノテフランを有効成分としています。公園、街路樹等で発生する主要害虫に効果が認められ、各種樹木に対しての影響も少ないことから、2012年より林業薬剤協会において委託試験を実施し、2015年2月18日付けで農薬登録を取得しました。(農林水産省登録 第23624号)。

また、本剤は専用注入器との組み合わせによる少量注入とすることで、簡便で使いやすく、樹木に対する負担の少ない処理を実現させています。今回、本誌面をお借りしてその特徴について紹介させていただきます。

2. 名称および成分等

農薬の名称：ウッドスター

* 1 サンケイ化学株式会社開発部 TSURUTA Hideto
* 2 サンケイ化学株式会社研究部 MASA AKI Ino

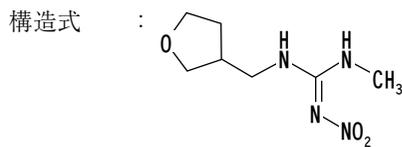
登録番号 : 農林水産省登録 第23624号

農薬の種類 : ジノテフラン液剤

試験コード : KW-09

有効成分 : ジノテフラン8.0%

化学名 : (RS)-1-メチル-2-ニトロ-3-(トラヒドロ-3-フリルメチル) グアニジン



性状 : 淡黄色澄明水溶性液体

有効年限 : 3年

規格 : 450ml × 2本

3. 安全性

人畜毒性 (原体) : 普通物*¹⁾

急性経口毒性 (LD50) : ラット ≥ 2,000mg/kg

: マウス ≥ 2,000mg/kg

急性経皮毒性 (LD50) : ラット > 2,000mg/kg

鳥類毒性 (原体)

急性経口毒性 (LD50)

: ニホンウズラ > 2,000mg/kg

魚毒性 (原体)

TL m : コイ > 100mg/L (96hr)

: ニジマス > 100mg/L (96hr)

: オオミジンコ > 1,000mg/L (48hr)

* 1) 毒物にも劇物にも該当しないものを指していう通称

4. ウッドスターの特徴

- 優れた注入性

本剤は、樹幹注入に最適化した製剤を専用の注入器を用いて1孔あたり2～4ml注入します。

大掛かりな散布器具や注入容器も不要ですので省力的でスピーディーな作業が可能です。

- 樹木への負担の少なさ

樹木への負担軽減を考慮した製剤と処理方法により、樹体への影響を最小限に抑えます。様々な樹種に対して影響を評価していますが、これまで薬害が観察された事例はありません。

- 安全性

薬液の飛散・環境流出がない樹幹注入剤です。また、有効成分であるジノテフランは人畜・魚類・鳥類に対して毒性の低い成分です。

- 効果の持続性

本剤を各種害虫の処理適期（発生前～発生初期）に処理することにより有効成分のジノテフランが速やかに薬部へ行き渡り、1回処理で対象害虫の当年発生を抑える事が可能です。

5. 適用病害虫名と使用方法

ウッドスターの適用病害虫名については表-1の通りです。以下にアメリカシロヒトリ（さくら）を例に具体的な使用方法について説明します。尚、薬剤の注入量は樹木の大きさ（胸高直径、注入部直径）によって変動します。適用表を確認の上、注入量を決定してください。

表-1 ウッドスターの適用病害虫と使用方法

作物名	適用病害虫名	使用量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	ジノテフランを含む農薬の総使用回数
さくら	アメリカシロヒトリ	胸高直径 10cm～20cm：12～24ml 20cm～30cm：24～36ml 30cm～40cm：36～48ml 40cm～50cm：48～60ml 50cm～60cm：60～72ml 以降、直径が10cm増す毎に12mlを追加する	幼虫発生前～発生初期 但し 新葉展開後	3回以内	樹幹注入	5回以内
やぶつばき	チャドクガ	注入部直径 6cm～10cm：2ml 10cm～20cm：2～12ml 20cm～30cm：12～18ml 30cm～40cm：18～24ml 40cm～50cm：24～30ml 50cm～60cm：30～36ml 以降、直径が10cm増す毎に6mlを追加する	幼虫発生前～発生初期			
プラタナス	プラタナスグンバイ	胸高直径 6cm～10cm：2ml 10cm～20cm：2～12ml 20cm～30cm：12～18ml 30cm～40cm：18～24ml 40cm～50cm：24～30ml 50cm～60cm：30～36ml 以降、直径が10cm増す毎に6mlを追加する	新葉展開後			

注入器の準備

添付のマニュアルに沿って注入器の準備をしてください。注入量は注入器にあるダイヤルを回して調整します(写真1)。

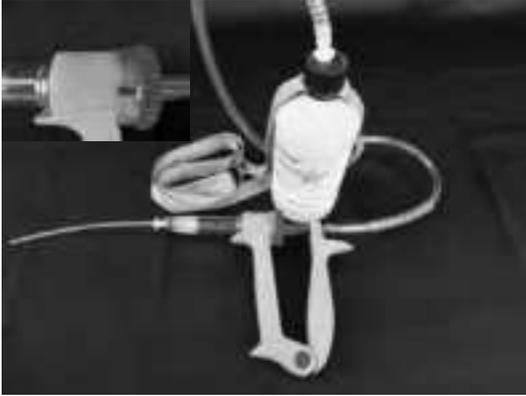


写真1 薬剤と専用注入器

例) アメリカシロヒトリ(さくら)の場合

薬剤の注入部位は主幹部の地上高50~100cm程度を標準とします。ドリルを用いて約45度の角度で直径10mm、深さ6~7cmの注入孔を開け、専用注入器を用いて1孔あたり4mlを注入します(写真2)。注入後完了後は雑菌等の進入を防ぐ為、癒合剤等で注入孔を保護してください。



写真2 注入の様子

6. 使用上の主な注意事項

1) 樹幹の胸高直径または注入部直径が適用表に記載のない小径木や樹勢の弱った木、空洞や腐朽がある木、極端な老齢木には使用を避けてください。

2) 対象木が二股以上に分かれている場合は薬剤が問題なく分散する様にそれぞれを1本の木と見なして所定量を注入してください。

3) 本剤をさくらに使用する場合には以下の内容に注意してください。

①落花直後や展葉初期には薬剤が分散しにくいので、落花終了後の新葉が十分に展開した後に注入してください。

②花、葉、果実は食用に供しないでください。

4) 本剤をやぶつばきに使用する場合には以下の内容に注意してください。

①小径木に使用する場合は、適宜浅めの注入孔に、所定量を2孔以上に分散させてください。

②種子は食用に供しないでください。

5) ミツバチに対して影響があるので、以下のことに注意してください。

関係機関(都道府県の農業指導部局や地域の農業団体等)に対して、周辺で養蜂が行われているかを確認し、養蜂が行われている場合は、関係機関へ農薬使用に係る情報を提供し、ミツバチの危害防止に努めてください。

6) 本剤を初めて使用する場合は林業関係機関、林業技術者等の指導を受けてください。

7. 効果試験成績(林業薬剤協会委託試験)

林業研究指導機関で実施された委託試験の一部を紹介します。

1) アメリカシロヒトリ幼虫(さくら)に対する効果

試験1(長野県)

試験方法:2013年5月1日に胸高直径13~15cmのサクラに胸高直径に応じた薬量を1穴あたり4ml注入しました。2013年6月3日(注入33日後)および8月1日(注入92日後)に各供試木から5箇所(上部の樹幹中心に近い部分から1箇所、中央部の東西南北方向から各1箇所)の葉を採取し、プラスチック製容器に入れた後、アメリカシロヒトリ若齢幼虫を放虫しました。放虫10

日後まで飼育を行い、生存、マヒ、死亡に分けて調査を行いました。

結果：注入33日後および92日後の放虫試験ともアメリカシロヒトリ若齢幼虫に対して高い防除効果が認められました（図-1）。

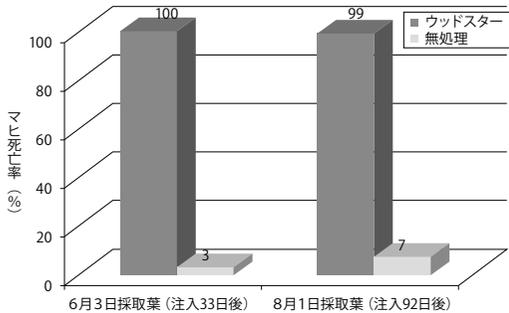


図-1 注入処理33, 92日後のアメリカシロヒトリ幼虫に対する殺虫効果（長野県）

試験2（岐阜県）

試験方法：2013年4月22日に胸高直径20～25cmのサクラに胸高直径に応じた薬量を1穴あたり4ml注入しました。2013年6月10日（注入49日後）および8月6日（注入106日後）に葉を採取し、アメリカシロヒトリ若齢幼虫に対する効果を検討しました。サンプリング方法や調査方法は試験1と同様に行いました。

結果：注入49日後および106日後の放虫試験ともアメリカシロヒトリ若齢幼虫に対して高い防除効果が認められました（図-2）。

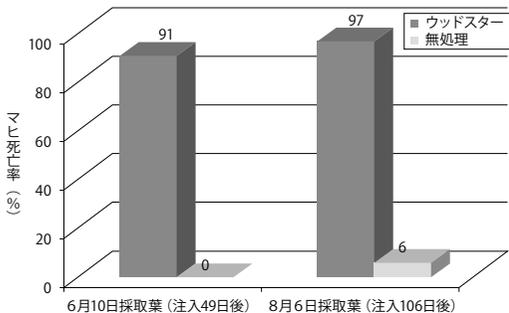


図-2 注入処理49, 106日後のアメリカシロヒトリ幼虫に対する殺虫効果（岐阜県）

また、いずれの試験においても薬害は認められませんでした。

上記の2試験とも3ヶ月以上に渡る残効性が認められていることから、ウッドスターを新葉展開後～幼虫発生初期に注入することで、当年に発生する複数の世代に対して効果が期待できる結果となりました。

2) チャドクガ幼虫（やぶつばき）に対する効果試験1（鹿児島県）

試験方法：2013年4月13日に胸高直径12～14cmのやぶつばきに注入部直径に応じた薬量を注入しました。2013年7月17日（注入78日後）および8月19日（注入111日後）に各供試木から葉を採取し、チャドクガ若齢幼虫に対する効果を検討しました。

サンプリング方法や調査方法はアメリカシロヒトリの効果試験と同様に行いました。

結果：注入78日後および111日後の放虫試験とも放虫10日後の死亡率が100%となり、チャドクガ若齢幼虫に対して高い防除効果が認められました（図-3）。

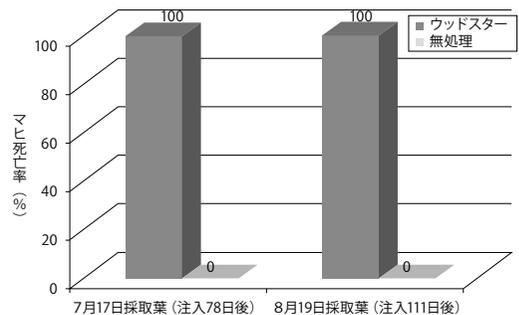


図-3 注入処理78, 111日後のアメリカシロヒトリ幼虫に対する殺虫効果（鹿児島県）

試験2（東京都）

試験方法：2013年4月25日に胸高直径9～12cmのやぶつばきに注入部直径に応じた薬量を注入しました。2013年5月13日（注入18日後）に各供試木から葉を採取し、チャドクガ若齢幼虫に対する効果を検討しました。

結果：一部の枝で薬剤の分散ムラに起因すると思われる生存虫が認められましたが、放虫10日後のマヒ死亡率は80%となり、防除効果が認められ

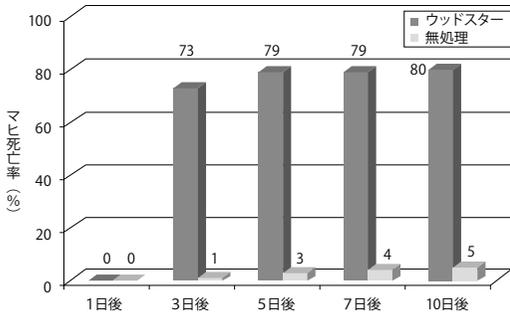


図-4 チャドクガ幼虫のマヒ死亡率の推移 (東京都)

ました (図-4)。

上記の2試験とも供試木に対する薬害は認められませんでした。

3) プラタナスグンバイ (プラタナス) に対する効果

試験1 (東京都)

試験方法: 2013年6月27日に胸高直径7~8cmのプラタナスに胸高直径に応じた薬量を1樹あたり2ml注入しました。調査は各区供試木の任意の10葉を対象に薬剤処理前、薬剤処理1日後、処理1週間後から1週間おきに処理8週間後までの計10回、葉に寄生しているプラタナスグンバイの成幼虫数を調査しました。

結果: ウッドスター処理区のプラタナスグンバイ10葉あたり成幼虫数は処理1日後から低下し、その後も調査を終了した処理8週間後までごく低密度の状態を維持しました。

試験2 (京都府)

試験方法: 2013年6月14日に胸高直径22~31cmのプラタナスに胸高直径に応じた薬量を1穴あたり2ml注入しました。調査の方法や期間は試験1と同様に行いました。

結果: ウッドスター処理区のプラタナスグンバイ10葉あたり成幼虫数は処理1週間後には0頭となりました。その後も試験1と同様に調査を終了した処理8週間後までごく低密度の状態を維持しました。図-5に2つの試験の成幼虫数の推移を示しています。

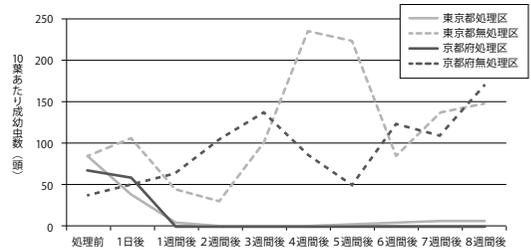


図-5 ウッドスター処理後のプラタナスグンバイ成幼虫数の推移

いずれの試験においても薬剤注入後、有効成分は速やかに葉部に分散し、長期間に渡ってプラタナスグンバイの成幼虫を抑える結果となりました。また、薬剤処理区と無処理区の葉を比較すると、外見上も明確な差が認められました (写真3)。



写真3 被害状況 (上: 処理木, 下: 無処理木) 葉が白化している部分が吸汁痕

8. 薬剤処理後の注入孔の経過について

樹幹注入剤は薬液の飛散等、環境への流出の心配が少ない事から、街路や公園等の樹木の害虫防除に適した処理方法と考えられます。一方で、樹

幹注入は樹木の幹に薬剤注入用の孔をあける処理方法であり、使用方法に沿った確実な処理を行い、樹木への負担を大きくしない事が重要です。注入孔は樹木の生長に伴って癒合していきます



写真4 癒合状況（桜1年後）

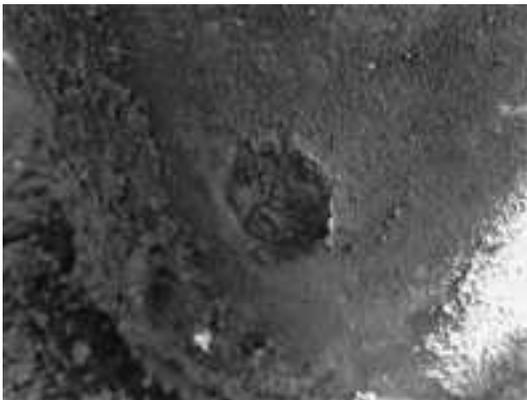


写真5 癒合状況（やぶつばき1年後）



写真6 癒合状況（プラタナス45日後）

が、要する期間は樹種や樹齢等により異なります。これまでウッドスターを処理した樹木の癒合状況について、さくら、やぶつばき、プラタナスの写真に掲載しました（写真4～6）。写真の事例では注入後3ヶ月～1年程度かけて癒合する様子が観察されました。

9. 今後の課題

2015年10月末現在、ウッドスターの適用樹種と害虫はさくら（アメリカシロヒトリ）、やぶつばき（チャドクガ）、プラタナス（プラタナスゲンバイ）の3樹種、3害虫ですが、街路樹、公園等には上記以外の樹種も数多く植えられており、発生する害虫も多岐に渡ります。今後はより多くの場面で使用して頂ける様、効果と安全性を確認しながら適用樹種、適用害虫を拡大していく予定です。また、注入時の樹木への負担軽減も大きな目標ですので、その方法について併せて検討を進めています。

謝辞

本剤の開発および防除効果試験等を実施するにあたり、ご指導ご協力を賜りました各県林業試験研究機関、（一社）林業薬剤協会、三井化学アグロ株式会社、株式会社エムシー緑化の皆様へ深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 一般社団法人林業薬剤協会 林業薬剤等試験成績報告集（平成25年度）
- 2) 「自治体における街路樹、公園緑地等での防除実態調査」の結果について．(2007) 環境省 水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室
- 3) 「公園・街路樹等病害虫・雑草管理マニュアル」環境省 水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室（2010作成，2014改訂）

おとしぶみ通信 (16)

土の中の虫たち 7

ムカデ

福山 研二*

おとしぶみです。前回は、足が多い虫の代表として、まずヤスデのお話をしました。次は、ムカデの登場です。

ムカデとゲジゲジ

皆様にとっては、ヤスデよりムカデの方が耳なじみがあるのではないのでしょうか。これは、ヤスデに比べて、大型のムカデ（トビズムカデ）などは、毒をもっており、かまれると大変に痛いので、強い印象があることと、注意しなければならないからだと思われます。現に、昔話や伝説などでも、大百足の話はよく出てきますが、ヤスデなどはまず出てはきません。

ところで、ムカデとよく似ているものにゲジゲジがいますね。ゲジゲジ眉などという言葉もあるくらい、人々にはなじみがある生き物で、気色の悪い虫の代表ともいえます。実は、ゲジゲジというのは、大きくは、ムカデの仲間に入ります。ムカデは、多足類の中のムカデ綱というグループの総称であり、その中には、ゲジ目、オオムカデ目、イシムカデ目、ジムカデ目の4目がいる。ゲジゲジというのは、ゲジ目の総称であり、正式にはゲジと呼ばれます。ゲジは一般の人になじみ深いのは、その生活場所が、洞窟や暗い納屋の中、床下などであるため、比較的人目に付きやすかったためであろうと思われます。農家の暗い納屋に入ると、便所コオロギ（カマドウマ）とともにこのゲジがちょろちょろしており、時には、天井に張り付いて頭に落っこちてくるようなことがあります、

人々をおどかしたものです。ちなみに、ゲジが頭に落ちてくると、はげるといふ迷信もあったようで、なるほど、あの長い足が、ぼとりと落ちると、ただでさえ抜け毛で悩んでいた人にとっては、髪の毛が束になって抜けたようで、ぞっとしたのかもしれません。

ムカデの足の数

さて、この世で一番足の数が多き陸上動物は、前回お放したギボウシヤスデの一種で750本もありましたが、ムカデも百足というその名に恥じず、かなり沢山あります。ムカデの仲間が一番足が多いのは今のところジムカデの仲間、382本あるそうです。もっとも、この種類は日本にはおりません。フィジー島にすんでいるそうです。もっとも、百足といいつつ、100本足のムカデはいないそうです。足が多いのは、ジムカデの仲間だけであり、通常29対58本以上ありますが、イシムカデ目やゲジ目は足の数は15対30本しかない。オオムカデ目でも21対から23対、46本ほどしかないわけで百足にはほど遠いのです。

ムカデの仲間の見分け方

すでに述べましたように、ムカデには4つのグループがありますが、その見分け方は比較的簡単で、細長くて足が短く、29対以上あるのがジムカデ目、比較的小型で、足がそれほど長くはなく15対のものがイシムカデ目、15対でも足が極端に長いのがゲジ目、足の数が21~23対のものがオオムカデ目です（図1）。ただし、いずれも、成体の場合であり、子供のうちは数が少ないものが多い

* (独) 森林総合研究所フェロー FUKUYAMA Kenji

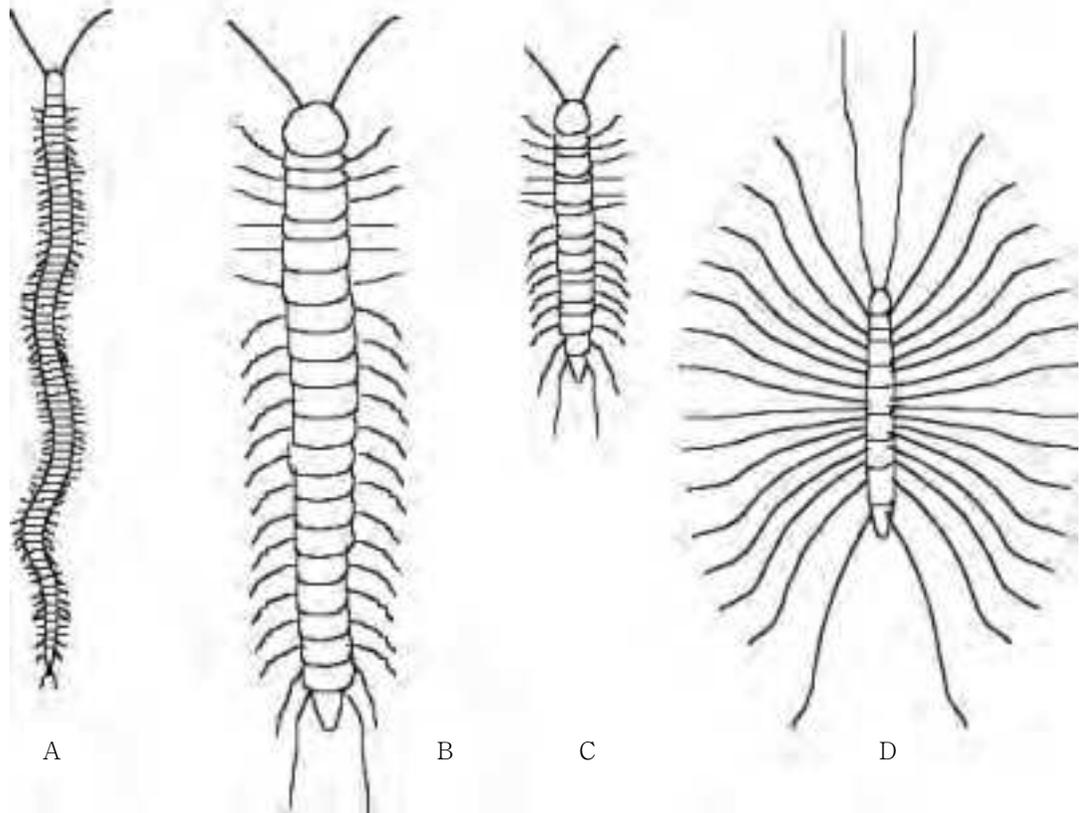


図1 ムカデ綱の4つのグループ。

A: ジムカデ目 (足が29対以上で細長い体長20~75mm), B: オオムカデ目 (足は21か23対で体長50-200mm), C: イシムカデ目 (足は15対で体長数mm~40mm), D: ゲジ目 (足は15対, 足が非常に長く, 体長30~70mm)

ので、わかりにくいです。

ムカデの食べ物

ムカデの仲間はいずれも肉食であり、ヤスデがすべて腐植食であるのと対照的です。そのため、動きも素早く機敏なものも多く、立派な牙を持っています。この牙は、口器ではなく、足の一部が特殊化したものだそうで、毒を持っているものが多いようです。そのため、オオムカデなどにかまれると、大変に痛く、1週間ほど腫れ上がったりします。この毒は、ハチなどと同じくヒスタミン系の化学物質だそうです。ですから、もしかまれた場合も、抗ヒスタミンの薬を処方すれば治ります。要するにハチに刺されたときと同じと言うこ

とです。もっとも、最近はこちらの中でムカデを見かけることもなくなってきましたので、こんな心配もないのでしょうか、昔は、うちの中にいるゴキブリなどを狙って、入り込んできたものが赤ちゃんの鼻の穴にもぐり込んでかんだりしてさわぎになったようです。

小型のムカデは、トビムシや昆虫の幼虫など、小さな虫を餌にしていますが、オオムカデとなると、15cmほどにもなるし、その毒も強いので、ネズミを食べる場合もあるそうです。その意味では、ムカデは、害虫やネズミを駆除してくれる益虫だったともいえますね。だからといって、オオムカデをうちの中に放そうとは思わないでしょうけど。

地中が好きなジムカデ

さて、オオムカデは体も大きく、素早く地上で餌を探すわけですが、ジムカデというのは、名前の通り、地面のムカデ、つまり地中に潜るムカデなのです。大変に細長い体型と短くて沢山ある足は、狭いトンネルや土の隙間を進むのに大変に適しているわけです。この話を書いてもらっている人の友人で、ムカデの研究者がいるのですが、彼はこのジムカデ大好きで、できるだけ大きなジムカデを捕りたいと日頃から願っていたもので、時々、引っ張れども、引っ張れども、長々とつながってでて来る長大なジムカデを捕まえる夢を見るそうです。まあ、マニアというのはそうしたものでしょうね。ちなみに、ジムカデが深いところが好きなことは、土の深さ別にムカデ類の数を調べた研究からもわかっています(図2)。

ゲジの集団越冬

ところで、ムカデの仲間でも、ゲジはちょっと変わっています。まあ、土の中の動物と言うより洞窟などの動物と言った方が良いでしょう、わが国ではイシムカデ、ジムカデは60種、オオムカデは20種いるのに、ゲジはわずかに2種しかいません。これは、やはり土の中に比べて、洞窟などのある程度広い空間がないと暮らしにくいという性質によるものでしょう。そのかわり、他のムカデなどに比べて、餌をとる能力はとても優れています。特に、その長い足を活かして、センサーのように使い、素早く動いたり飛びついたりして、他の生き物を捕らえるのです。もっとも、捕食能力だけで言えば、カマキリや他の捕食性昆虫類の方が遙かに優れているため、穴倉や床下で生き延びているのでしょうね。

それにしても、ゲジが2種しかいないのに、他のムカデは数十種類もいるというのは、皆さんには信じられないのではないのでしょうか。これは、土の中が、落ち葉が次第に分解して鉋物と混じり

合い、大変に複雑な構造をしているためと思われる。これはムカデだけでなく多くの土の中の生き物にいえることです。その意味でも土の中には、別の宇宙が広がっていると言っても過言ではないのです。

2種類のゲジのうち大きい方はオオゲジといい体長は7cmほどもあり、その長い足を入れると20cm近くに達するため、オオゲジが群れているのを見ると、さすがの虫好きな方でもヒエーと声を上げてしまいそうになるほどだそうです。例えば、海岸などの洞窟などは恰好のオオゲジの住み場所であり、特に、冬場は、寒い冬を乗り切るため各地から集まってきて大きな集団を作ります。そのため、天井に巨大なゲジの集団ができることがあります。オオゲジは、足が長い上に、その足が釣り竿のように柔軟に曲がり、壁にぺたりと張り付くことができるのです。そのため、やすやすと天井を逆さまに歩き回れるわけです。これも、洞窟などに適応するための知恵なのでしょうね。

ムカデ類の利用法

ムカデ類は、普段はそれほど人間とは関わらずに生きているため、あまり人様との関係はないようですが、昔は、その派手な色やたくましい姿や脂ぎっているところから、油に漬け込んで、ムカデ油として火傷や切り傷の薬としたようです。ガマの油みたいなものですね。実際に効くのかどうかわかりませんが、中国では今でも使っているようです。やっぱり、気色の悪いものや恐ろしいものは薬としても使えそうな気がするのでしょうか。毒を持って毒を制すというところでしょうか。

このほか、変わったところでは、アロワナという魚の餌に使うのがあります。なにもわざわざムカデなどを餌にしなくても、と思われるかもしれませんが、これは、単に栄養価が高いと言うことだけではなく、あの、ムカデの赤い色が重要なのです。実は、多くの動物は、自分で色素を

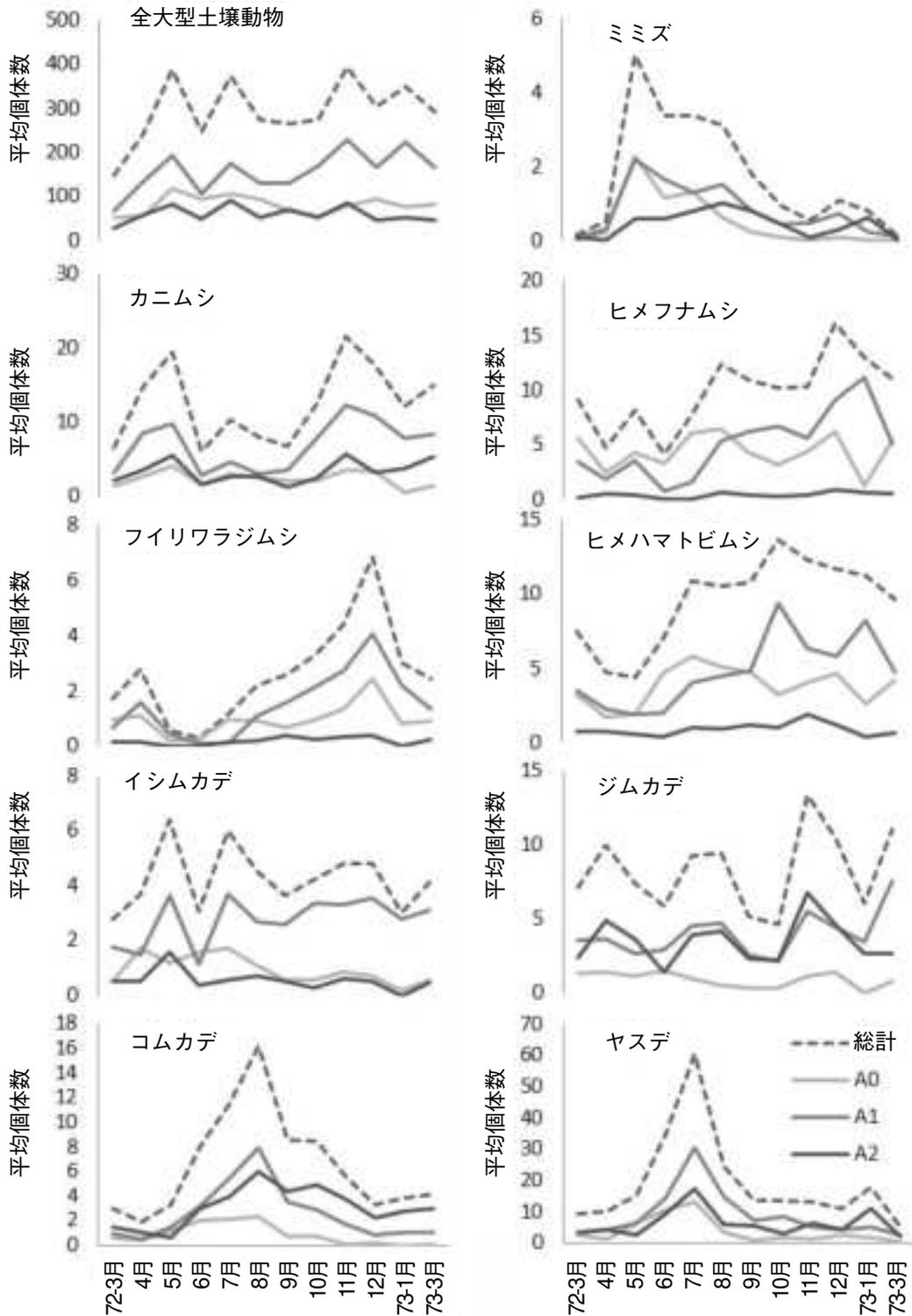


図2 亀の沢における総計および土壌層別の大型土壌動物の個体数変化。

A0, A1, A2は土壌の層位を上層から表している (福山ほか2015: Edaphologia, 96: 13-18より)

作れないものが多いのです。哺乳動物などは、メラニン色素しか作れませんから、大体が黒か茶色、せいぜい黄色い色しかありません。鳥などでも、カナリアの赤い色素は、食べ物からもたらされているので、きれいなカナリアを育てるために、ニンジンを探って与えたりしたそうです。アロワナも大きくなるにつれてきれいな赤みがかかるものが珍重されるのですが、赤いムカデを餌に与えると発色がよいと言うことでムカデを盛んに与えているそうです。そうそう、あのピンク色のフラミンゴなども、赤い色素を持ったプランクトンを大量に食べることによって美しい羽毛が生まれるそうです。

最近では、ゲテモノというか、結構きれいなのでペットとしても販売されているようで、人間の貪欲さにはムカデもあきれていることですね。

ムカデの親心

さて、日頃は他の虫などをとらえてむしゃむしゃと食べるムカデですが、実は意外に優しい面を持っているのです。それは、親が産んだ卵を抱きかかえて孵化するまで守るという行動をとることです。通常、昆虫などは、たくさんの卵を産みっぱなしにしますが、ムカデの多くは、卵を産むとそれを取り巻くようにとぐろを巻き、あたかも長いからだを足でゆりかごのようにして、囲い込み、外敵から守ります。そればかりではなく、盛んに嘗め回して、カビが生えることも防ぎます。これは、土の上に卵を産むために、避けられないリスクを軽減するためなのでしょう。まさに、なめるようにかわいがるのですね。これは、ゆりかごを用意してくれる私どもオトシブミとどっこいどっこのやさしさですね。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成 27 年 12 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.rinyaku.server-shared.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 540 円



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

マツケコジ

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 **イスデー・イス バイオテック**
〒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

SINCE 1895
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) ☎052-209-5661

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

【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・ツリー 液剤

【普通物】〈エマメクテン安息香酸塩 2.0%〉

マツガード

【普通物】〈ミルベメクテン 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。



※「普通物」とは、毒物及び劇物取締法に規定している毒物にも劇物にも該当しないものを指している通称。



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 891-0122	鹿児島市南郷3丁目9	T 31-0269206-6583
東京本社	〒110-0305	東京都台東区上野3丁目6-11 5F	T 31-0331845-7901
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西成4丁目3-1 新築ビル	T 31-063305-5871
九州営業所	〒811-0025	佐賀県鳥栖市神城町甲1152-3	T 31-0942121-3508

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統薬剤
ヤシマモリエートマイクロカプセル
モリエートSC (ナラオニコチノイド系統)
マツグリーン液剤 (アセチルプロピド系統)
マツグリーン液剤2

○有機リン系統薬剤
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(駆除剤)/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

○マツノサイエンティフィック
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
○ナラカミ
ケルスケツト

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 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町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