

ISSN 0289-5285

# 林業と薬剤

No. 212 6. 2015

一般社団法人 林業薬剤協会



## 目 次

トリホリン乳剤試薬を注入したマテバシイ供試木での ナラ菌接種による円盤の変色面積比率とナラ菌の検出率の比較 .....	齊藤 正一・岡田 充弘・後藤 秀章 近藤 洋史・北島 博・吉崎 明	1
クワカミキリによるドウダンツツジの被害状況と幼虫駆除対策.....	杉本 博之	7
森林病虫害雑話（その8） 国際化に向かう松くい虫研究.....	小林富士雄	13
おとしぶみ通信（13） 土の中の虫たち 4 くまむし.....	福山 研二	17
おとしぶみ通信（14） 土の中の虫たち 5 トビムシたちの意外な役割.....	福山 研二	20

### ● 表紙の写真 ●

#### ナラ枯れ予防剤 微量注入用ウッドキング DASH の樹幹注入

全国的に被害が拡大しているナラ枯れ被害に対して、公園や保安林など、比較的小面積な単木処理が可能な林分で微量注入用ウッドキング DASH を樹幹注入して予防する。

従来のノズル付きボトル注入タイプの殺菌剤は、1孔あたり200mlの注入だったが、専用注入器で0.5mlだけの注入でよく、作業がこれまでの約2/3になり、1週間後のボトル回収が不要になった。また、価格も1/2以下であり、低コストな防除法として期待されている。

写真上がウッドキング DASH の注入孔の穿孔 写真下が専用器具による樹幹注入

平成26年（2014年）5月23日撮影

— 齊藤正一氏提供 —

# トリホリン乳剤試薬を注入したマテバシイ供試木での ナラ菌接種による円盤の変色面積比率とナラ菌の検出率の比較

齊藤正一\*<sup>1</sup>・岡田充弘\*<sup>2</sup>・後藤秀章\*<sup>3</sup>  
近藤洋史\*<sup>4</sup>・北島 博\*<sup>5</sup>・吉崎 明\*<sup>6</sup>

## 1. はじめに

ブナ科樹木萎凋病（以下、ナラ枯れ）は、ミズナラやコナラを主としたナラ類とマテバシイをはじめとした多くのシイ・カシ類で枯損被害が発生する<sup>1)</sup>。ナラ類の被害は、ミズナラで著しく短期間のうちに林分内で枯死木が多数発生する特徴がある<sup>2)</sup>。しかし、マテバシイなどのシイ・カシ類での被害は、これまで単木あるいは小集団での被害が中心で、被害は発生するものの<sup>3, 4, 5)</sup>、激害にはならないため、防除のとりくみは進まなかった。マテバシイの枯損被害はこれまでも比較的多く報告されてきたが、近年は集団的な被害として、2010年に鹿児島県屋久島においてスダジイとマテバシイが数百本単位で集団的に枯損あるいは部分的に枯損する被害が発生した<sup>6, 7)</sup>。これらの地域のシイ・カシ類のうちマテバシイは、屋久島では景観上の観光資源、九州地方全般では公園に生育する主要な樹木、あるいは薪炭材料としての価値が高い。このように、マテバシイは世界遺産の屋久島をはじめとして九州地方を中心に西南諸島も含めて比較的分布が広いと、今後、2010年のような集団的な被害が発生する可能性があり、有効な被害対策が求められている。

2010年に集団枯損したスダジイでは、被害軽減

につながる予防方法として東京都島嶼部における予防用殺菌剤の実証試験により、2014年7月23日にウッドキングSPおよび微量注入用ウッドキングDASH（以下、SP、DASH）の適応拡大登録がなされた。適応拡大にあたって、スダジイでは殺菌剤注入供試木に*Raffaelea quercivora*（以下：ナラ菌）を接種した際に、ナラ菌による接種部位付近の変色面積が、落葉ナラ類に比べ比較的大きくなることを確認していた。このため、ナラ類で適応していた、処理供試木の変色面積が無処理と比較して変色面積比10%以下の場合をナラ菌伸長抑制効果があるとしていたが<sup>8)</sup>、スダジイの場合は、変色面積比70%以下ならナラ菌伸長抑制効果があるとした基準が作成された<sup>9)</sup>。

常緑樹において、予防用殺菌剤の適応拡大をしていくうえで、筆者らはウバメガシにおいてトリホリン乳剤注入後にナラ菌を接種してナラ菌の伸長状況を確認した。その結果、処理供試木の変色面積が無処理と比較して変色面積比が70%以下の約30%になり、ナラ菌の検出率も低いと、トリホリン乳剤にはナラ菌伸長抑制効果があることを報告した<sup>10)</sup>。今回は、シイ・カシ類のうち、広範囲に生育分布するマテバシイについて、供試木にDASHやSPを注入した処理木にナラ菌を接種した場合の伸長抑制効果を調査し、DASHとSPの殺菌効果を検討したので報告する。

なお、この試験は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「広葉樹資源の有効利用を目指したナラ枯れ低コスト防除技術の開発（課題番号24030、平成24～26年度）」において実施した。

\*1 山形県森林研究研修センター SAITO Shoichi  
\*2 長野県林業総合センター OKADA Mitsuhiro  
\*3 森林総合研究所九州支所 GOTOH Hideaki  
\*4 森林総合研究所九州支所 KONDOH Hiroshi  
\*5 森林総合研究所 KITAJIMA Hiroshi  
\*6 山形県森林研究研修センター YOSHIZAKI Akira

また、有効成分の分析は、サンケイ化学株式会社  
の猪野正明氏・吉濱健氏・廣田智美氏の協力を、  
接種したナラ菌の採取には、鹿児島県森林技術総  
合センターの久保慎也氏の協力を得たので感謝す  
る。

## 2. 材料と方法

### 1) 試験地と材料

試験地は、熊本市中央区の森林総合研究所九州  
支所の実験林で、一帯は隣接する熊本市の「立田  
山憩いの森」とともに森林ミュージアムとして整  
備されている。実験林内に植栽された、20~30年  
生のマテバシイ21本（平均胸高直径20.8cm、平  
均樹高10.3m）を供試木とした。

### 2) 試験区

薬剤は、ナラ類・スダジイで登録のあるサンケ  
イ化学株式会社製微量注入用ウッドキング  
DASH（有効成分トリホリン15%）とウッドキン  
グSP（有効成分トリホリン0.033%）の2種類と  
した。

また、薬剤の注入時期の違いで樹幹内での分散  
傾向を確認するために、注入を2013年12月、2014  
年2月・4月に薬剤の樹幹注入を実施した。試験  
区は、注入時期を呼称として、DASHの登録標準  
量0.5ml/孔を12月に注入する区（DASH12月区）、  
2月注入（DASH2月区）、4月注入（DASH4  
月区）とし、SPは同様に登録標準量200ml/孔を  
注入するSP12月区、SP2月区、SP4月区、無処  
理区の7区とし、供試木は各3本とした。

### 3) 薬剤注入

薬剤の注入は、2013年12月16日、2014年2月24  
日、4月29日として、DASHは供試木の地上0.8m  
の位置に、斜め45度で直径5mm、SPは直径  
8mmで注入孔をあけることとし、深さ50mm  
の孔を電動ドリルであけて樹幹注入した。

### 4) ナラ菌の接種

接種に使用したナラ菌は、鹿児島県鹿児島市内  
のマテバシイ被害木から単離・培養した後、オガ

粉培地に接種して増殖したものをを用いた。ナラ菌  
の接種は、平成26年6月5日に、全ての供試木の  
地上30cmと130cmの部位に8mm径で50mmの  
深さの接種孔をあけて、オガ粉培地のナラ菌を詰  
め込むようにして接種し、接種孔は通気性を考え  
てゴース布で被覆した。

### 5) ナラ菌接種供試木の伐採とナラ菌接種部位 の円盤採取

ナラ菌接種10週後にあたる2014年8月8日に、  
供試木全てを伐採し、ナラ菌接種部位の地上  
30cm、130cmの位置から接種部位を挟むように  
して厚さ3~5cmの円盤を採取した。

### 6) ナラ菌による変色面積の測定と評価

円盤は採取後、1週間以内に各円盤の表裏にお  
いてナラ菌を接種した部位の変色幅と長さを測定  
した。ナラ菌による材の変色は、ナラ菌を接種し  
た面積500mm<sup>2</sup>（幅10mm、長さ50mm）を控除  
して変色面積として計算した。面積の測定は、ノ  
ギスを用い4つの接種孔別に測定した。

ナラ菌の伸長抑制効果の評価法としてスダジイ  
では、無処理区の変色面積に対する試験区のそれ  
の比率（以下、変色面積比率）が70%以下である  
場合に、殺菌剤はナラ菌の伸長を抑制する効果が  
あるという判定基準がある<sup>9)</sup>。今回の各試験では  
円盤の下部と上部、その合計を計算できるので、  
各試験区においてこの平均値をとり、変色面積比  
率が70%以下なら常緑樹のスダジイやウバメガシ  
同様に殺菌剤はナラ菌の伸長を抑制する効果があ  
ると評価<sup>9)</sup>できるか検討した。

### 7) ナラ菌の検出

殺菌剤の樹幹内でのナラ菌の伸長抑制効果を確  
認するために、円盤から材辺を採取してナラ菌検  
出した。材辺は、各円盤において、接種孔の変色  
部位に隣接する部位と、隣接する接種孔の中間か  
ら、各2箇所採取した。採取した材辺は、滅菌水  
とアンチホルミンで表面殺菌したのち、PDA培  
地に乗せて、インキュベーターにおいて20℃で7  
日間培養して、ナラ菌の同定をおこなった。

### 3. 結果と考察

#### 1) 供試木から採取した円盤の変色面積と変色幅・変色長による殺菌剤の効果判定

供試木への薬剤注入成功率は、SPは80～100%、DASHが100%で、薬剤を樹幹内に確実に注入できた。また、注入2週・4週・8週後において、葉の萎れや褐変などの異常は見られず、葉害はなかった。

2014年8月8日に供試木を全て伐採し、各試験

区の円盤での変色面積を測定した。試験区の平均変色面積と無処理区の平均変色面積の比を表1、各試験区における平均変色面積と変色幅・変色長の比較を図1に示す。

処理区と無処理区の変色面積の差は、ナラ類やウバメガシのように一見ただけではわかりにくい(写真)。しかし、両薬剤・各月の薬剤処理区は変色面積比率が低く(表1)、両薬剤・各月の薬剤処理区は、変色面積・変色幅・変色長ともに有意に小さい結果となった(図1)。



DASH 12月注入



DASH 2月注入



DASH 12月注入



SP 12月注入



SP 2月注入



SP 12月注入



Control (殺菌剤注入なし)



ナラ菌接種部位の断面(比較的上下方向に延びている)

写真 試薬注入後にナラ菌を接種した部位の円盤の状況

表1 ナラ菌接種部位における円盤の変色面積の合計 (mm<sup>2</sup>) と  
処理区の無処理区に対する変色面積比率

円盤/注入月	ウッドキング DASH			ウッドキング SP			無処理
	12月	2月	4月	12月	2月	4月	
1	1,310.8	1,309.8	1,286.7	1,922.5	1,282.3	927.0	2,020.8
2	1,184.5	1,042.5	1,269.4	1,434.8	1,499.9	1,025.4	2,537.5
3	1,398.7	1,481.3	1,965.6	1,263.1	823.9	1,519.5	2,650.5
上部円盤 平均	1,298.0	1,277.9	1,507.2	1,540.1	1,202.0	1,157.3	2,402.9
上部円盤 合計	3,894.0	3,833.6	4,521.7	4,620.4	3,606.1	3,471.9	7,208.8
変色比率	0.540	0.532	0.627	0.641	0.500	0.482	1.000
1	1,433.7	1,277.3	854.9	1,199.5	1,513.1	981.6	2,073.4
2	1,366.3	1,117.3	919.2	2,350.5	983.4	1,096.8	2,105.8
3	1,755.6	1,083.2	1,722.7	1,108.8	965.1	977.0	2,466.5
下部円盤 平均	1,518.5	1,159.3	1,165.6	1,552.9	1,153.9	1,018.5	2,215.2
下部円盤 合計	4,555.6	3,477.8	3,496.8	4,658.8	3,461.6	3,055.4	6,645.7
変色比率	0.685	0.523	0.526	0.701	0.521	0.460	1.000
1	2,744.5	2,587.1	2,141.6	3,122.0	2,795.4	1,908.6	4,094.2
2	2,550.8	2,159.8	2,188.6	3,785.3	2,483.3	2,122.2	4,643.3
3	3,154.3	2,564.5	3,688.3	2,371.9	1,789.0	2,496.5	5,117.0
上下円盤 平均	2,816.5	2,437.1	2,672.8	3,093.1	2,355.9	2,175.8	4,618.2
上下円盤 合計	8,449.6	7,311.4	8,018.5	9,279.2	7,067.7	6,527.3	13,854.5
変色比率	0.610	0.528	0.579	0.670	0.510	0.471	1.000

両薬剤・各月の薬剤処理区の変色面積比率は、殺菌剤注入部位から50cm 上部の地上130cm のナラ菌接種部位で48.2~62.7%，殺菌剤注入部位の50cm 下部の地上30cm のナラ菌接種部位で46.0~70.1%，上下を合計した面積での比較では47.1~67.0%であった。これまで試験を実施した薬剤処理区の変色面積比率は、ナラ類は約10%，ウバメガシは約30%であるのに対して<sup>10)</sup>、約70%のスタジイと同様にマテバシイは50~70%と大きかった。しかし、スタジイにおける殺菌効果ありの判定基準はクリアできる結果になった。

マテバシイでのナラ菌接種部位の変色で特徴的なのは、変色幅は処理区が無処理区に対して小さい値になるが、平均値の差は1mm程度であった。これに対して、変色長は平均値の差が10mm

以上もあった。散孔材のマテバシイでは、ナラ菌は樹幹の中央に進展しやすい性質が他の樹種よりも大きいのかもかもしれない。

両薬剤において注入時期の違いで、変色面積・変色幅・変色長がどう異なるかを比較した(図1)。その結果、変色面積・変色幅・変色長ともに、注入時期による大きな違いは見られず、処理区は無処理区に対して全て小さい値になった(p<0.001)。また、注入時期の違いによる、SPとDASHの差も認められなかった。

マテバシイへのDASHとSPの注入では、ナラ菌接種部位での変色面積比を診断基準とした場合は、薬剤の種類の違い、注入時期の違いに関係なく、ナラ菌伸長抑制効果は認められた。

しかし、ナラ類やウバメガシ、スタジイでは、

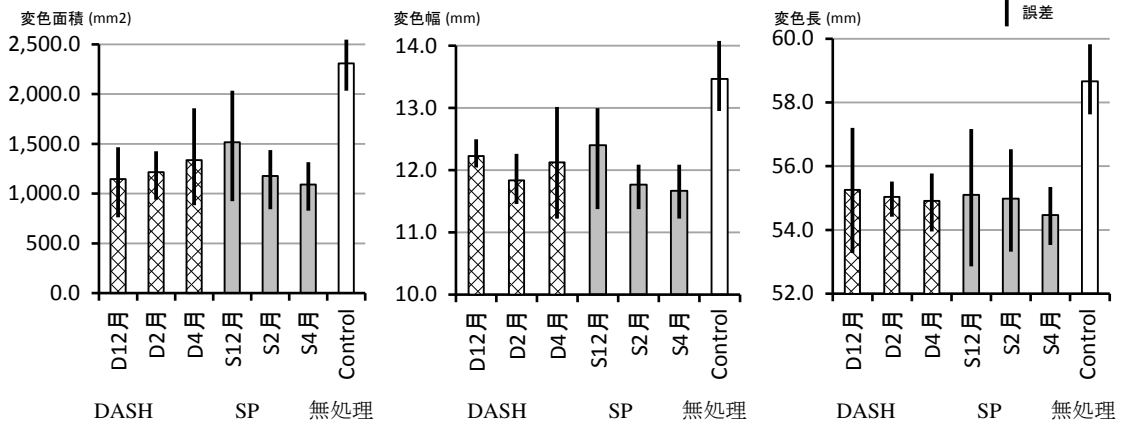


図1 処理月別のナラ菌接種部位における円盤の変色面積・変色幅・変色長の比較

現地の生立木に対して殺菌剤を樹幹注入し、処理と無処理において、処理は生存し、無処理は枯死するという現地実証試験を実施している。マテバシイでは、今回の試験でナラ菌接種による変色面積比が70%であり、スダジイと同等の変色面積比であったとはいえ、生立木への樹幹注入による処理と無処理の実証試験例の報告がないため、現時点では同等に扱うことは難しいと考える。

マテバシイに対する殺菌剤の樹幹注入も、現地実証試験を実施して薬剤処理では生存し、無処理では枯死するという結果を待って、スダジイと同様にナラ菌の伸長抑制効果があるという判定をする方が最善と考える。

2) ナラ菌接種部位におけるナラ菌の検出状況による殺菌剤の効果判定

ナラ菌接種部位におけるナラ菌の検出数と検出率を、表2に示す。

上下の円盤から採取した材片の合計12個におけるナラ菌の検出率は、処理区では、DASHが、12月区、2月区、4月区、全て25%であった。一方、SPも、12月区、2月区、4月区、全て25%であった。また、無処理区では67%であった。

無処理区に対して処理区は、ナラ菌の検出率は低い傾向はあるものの、有意差はなかった(Fisher's test)。また、ナラ類やウバメガシにおける処理区のナラ菌の検出率が10%程度であったのとは異なり、マテバシイではDASH、SPともナラ菌の検出率は平均25%と高かった。

表2 ナラ菌接種部位から採取した円盤におけるナラ菌の検出率

処理別	下部 (樹幹部の地上30cm)			上部 (樹幹部の地上130cm)			円盤上下合計		
	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)
DASH-12	6	3	50	6	0	0	12	3	25
DASH-2	6	0	0	6	3	5	12	3	25
DASH-4	6	3	50	6	0	0	12	3	25
SP-12	6	0	0	6	3	50	12	3	25
SP-2	6	3	50	6	0	0	12	3	25
SP-4	6	3	50	6	0	0	12	3	25
Control	6	6	100	6	2	33	12	8	67

この結果と、ナラ菌の変色面積などが処理区と無処理区では数値的には有意差があるものの、外見上大きな違いがなかった事とを考えると、マテバシイにおいては、DASHとSPの樹幹注入はナラ類やスダジイ、ウバメガシにおけるよりは、ナラ菌の伸長抑制効果が低い可能性がある事が示唆された。

#### 4. まとめと課題

マテバシイにおいて、2013年12月・2014年2月、4月にトリホリン乳剤を主成分とするDASHとSPを供試木各3本に対して注入し、2014年6月にナラ菌を接種して、その10週後以降に伐採しナラ菌接種部付近の円盤を採取してナラ菌の伸長抑制効果を観察した。

その結果、処理区は無処理区に対してナラ菌による材の変色面積・変色幅・変色長は有意に小さく、ナラ菌の伸長抑制効果が認められた。しかし、処理区は無処理区に対する変色面積比率は、ナラ類などの10%、ウバメガシの30%とは大きく異なり、スダジイと類似する50~70%の変色面積比率であった。また、マテバシイのナラ菌の検出率もナラ類などの10%程度とは異なり処理区で平均25%と高い検出率になった。

これらのことから、マテバシイにおけるトリホリン乳剤樹幹注入によるナラ菌の伸長抑制効果は、散孔材の樹種特性を反映してか、これまで試験を実施したナラ類やスダジイ、ウバメガシに対するそれと比べて、高いとはいえない事が示唆された。

マテバシイのトリホリン乳剤の樹幹注入による、屋外での実証試験の報告事例はないため、実際の枯損防止効果は不明である。可能であれば今後、枯損防止効果に関する実証試験を実施して効果を確認する必要があると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 伊藤進一郎・山田利博(1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. 日本林学会誌80: 229-232.
- 2) 斉藤正一・柴田銃江(2012) 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日本森林学会誌94: 223-228.
- 3) 佐藤嘉一(2003) 桜島におけるカシノナガキイムシ被害. 九州森林研究56: 95-100.
- 4) 法眼利幸(2008) 和歌山県におけるカシノナガキイムシ被害と調査. 林業と薬剤183: 1-7.
- 5) 後藤秀章・住吉博和・穂山浩平(2008) 奄美大島におけるカシノナガキイムシによるスダジイの集団枯損の記録. 九州森林研究61: 96-98.
- 6) 末吉政秋(1990) 広葉樹に発生したカシノナガキイムシ被害(第1報). 森林防疫39(3): 15-14.
- 7) 九州森林管理局(2011) 平成22年度森林生態系保護地域におけるナラ枯れ被害等影響調査業務報告書. 144pp.
- 8) 斉藤正一・中村人史(2013) ナラ枯れ予防殺菌剤のナラ菌接種によるナラ菌伸長抑制効果判定の検討. 林業と薬剤204: 1-5.
- 9) 衣浦晴生・所雅彦・後藤秀章(2014) スダジイへのナラ枯れ予防殺菌剤注入によるナラ菌伸長抑制効果の検討. 林業と薬剤207: 1-6.
- 10) 斉藤正一・岡田充弘・後藤秀章. 近藤洋史(2014) 高濃度なトリホリンを注入したウバメガシでのナラ菌接種による変色面積比率とナラ菌の検出率および有効成分の検出量. 林業と薬剤210: 1-6.



# クワカミキリによるドウダンツツジの被害状況と幼虫駆除対策

杉本 博之\*

## I. はじめに

クワカミキリ (*Apriona japonica* THOMSON, 図1) は、生立木を加害するカミキリとして知られており、その食樹は約22科55種にも及んでいる(小島・中村, 2011; 杉本, 2007)。食樹の中には、ビワ(河野・橋元, 1977; ほか)、イチジク(平井, 1950; ほか)等の果樹、ケヤキ(林ら, 1989; 江崎, 2007; ほか)、ブナ(山野辺・細田, 2002; ほか)等の造林木やフジ(正木, 1997)やケヤキ(江崎・千木, 1997)等の緑化樹が含まれている。

当センター環境緑化園(山口市, 標高100m, 面積7.61ha)では2005年にクワカミキリの穿孔被害が顕著になったため、被害状況を調査した結果、新たな食樹を含め11樹種(9科)で被害が確認された(杉本, 2007)。その内、ドウダンツツジ(以下、ドウダンとする)は穿孔被害だけでなく、枯死や折損被害が発生していた。ドウダンは岐阜県で被害事例(大橋, 2005)があるが、被害

推移等不明な点が多く、また、花や紅葉等見時が多いため庭木や公園等で広く利用されており、被害実態を知ることは管理上重要である。そこで、2005年から2012年までクワカミキリによるドウダンの被害状況を調査した。また、ドウダンは、枯損や折損被害が著しく、その犯人であるクワカミキリ幼虫の駆除対策も検討する必要がある。そこで、クワカミキリ幼虫の駆除法として、排糞孔から殺虫剤を注入する方法(河野・橋元, 1977; 山根ら, 1998; ほか)がドウダンでも効果があるか時期別(繁茂期・落葉期)に調査したので併せて報告する。

## II. 被害状況調査

### 1. 調査方法

2005年に樹高の異なる生垣2カ所A区とB区に100本の定点木を設置した。定点木は折損被害や部分枯れが発生していない木を選択し、樹高(樹冠最高点)、産卵痕数、脱出孔数を調査し、産卵痕・脱出孔は、再計測しないよう印を付けた。調査開始時の平均樹高はA区が134.7cm、B区が98.1cmであった。また、累積産卵痕数及び脱出孔数は、A区が254個及び12個、B区が92個及び0個であり、樹高が高いA区の方が以前から被害が発生し、樹高が低いB区の方は脱出孔がないことから最近被害が発生し始めたことが推察された。

2006年からは産卵痕数・脱出孔数及び孵化率を調査した(図2)。被害状況は、孵化した産卵痕が調査木に一つでもあれば被害木、全株が折損や立枯れしたものを枯死木、被害が未発生なものを健全木として記録した。調査は毎年、ドウダンの落葉期に実施した。また、一世代を完了する期間



図1 クワカミキリ成虫

\* 山口県農林総合技術センター林業技術部

SUGIMOTO Hiroyuki



a：産卵痕 b：脱出孔 c：虫糞 d：折損した幹

図2 クワカミキリの被害状況

表1 年毎のドウダンツツジへのクワカミキリ産卵痕・孵化数(率)及び脱出孔数

区	項目	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	総計
A	産卵痕数	254	16	48	12	75	123	98	133	759
	平均樹高 134.7cm	孵化数	-	12	43	11	64	111	92	452
	脱出孔	12	13	10	1	8	2	6	7	59
B	産卵痕数	92	26	41	18	49	17	32	56	331
	平均樹高 98.1cm	孵化数	-	13	38	17	40	16	27	200
	脱出孔	0	4	10	1	2	2	3	7	29

※2005年のみそれまでの累積数、それ以降は単年の数値を示す。

を調査するため、8年間の調査データから調査木の中で産卵痕と脱出孔が1対1と対応しているもの選択し調査した。

## 2. 結果及び考察

8年間の累積産卵痕数及び脱出孔数は、A区が759個、59個で、B区が331個、29個であった(表1)。産卵痕数及び脱出孔ともにA区の方が多くなった。これはケヤキ造林地で肥大成長したもの(江崎, 1995; 大橋・野平, 1997), ドウダンも立木直径が太いほど被害を受けやすいこと(杉本, 2007)から、この園内のドウダンも樹高が大きい

生垣から被害が発生していると考えられた。

孵化率は2006年からの7年間のデータから算出すると87.6%(孵化数:652個/産卵痕数:744個)となり、高い値を示した。これはケヤキの孵化率86.3%(63/73)(江崎, 2007)とほぼ同等の値となった。

脱出孔は67本で88個確認された。1本当りの脱出孔数は、1個が49本、2個が12本、3個が5本で平均は1.3個であった。3個の脱出孔があった木は全てA区であり、これは木のサイズがB区より大きいことが要因であると示唆された。

次に一世代を完了する期間であるが、産卵痕数と脱出孔数が対応していたものは12例確認され、その内訳は2年1化が8例、3年1化が3例、4年1化が1例であった。なお、その他の脱出孔も2～4年前の間に産卵痕が確認されている。クワカミキリの1世代を完了する期間は、クワが2～3年(村上, 1960), ケヤキが2～4年(大橋・野平, 1997)を要するが、ドウダンの場合は事例から考えると通常は2～3年で、稀に4年のものが発生するのではないかと示唆された。

孵化率や1世代を完了する期間、岐阜で報告されたドウダンでの羽化率67% (大橋, 2005) 等、総合的に判断するとドウダンはクワカミキリの餌資源としては適しているのではないかと示唆される。しかしながら、脱出孔数が少ないのは、折損等の影響もあるが、低木のドウダンではクワカミキリの成育に必要な餌資源が数頭分しか許容できず、多くのものが餌不足等で成育できないのではないかと示唆された。この点については今後被害木を割材し、幼虫の生存状況を確認できたらと考えている。

最後にクワカミキリによるドウダンの被害状況を表2に示す。A区は2005年の調査開始時に既に脱出孔が確認されていたことから、世代期間を考

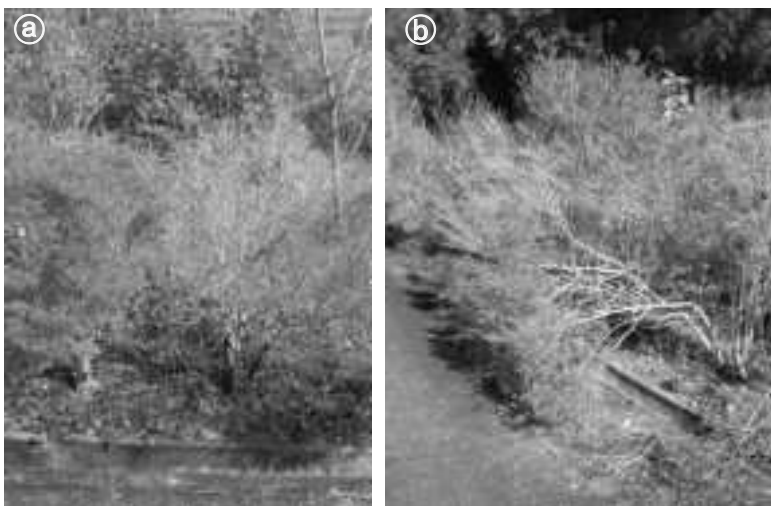
慮すると2012年時点で被害発生から10年は経過していることになる。被害発生10年経過した時点で健全木が4本しかなく、残りのほとんどが被害木であることから放置すれば、被害が進行しドウダンは壊滅的な状態になると示唆される。B区は2006年に初めて脱出孔が確認されていることから調査開始時は被害発生から2～4年経過していることになる。2007年に枯死被害が発生したことから、被害発生後、4年程度経過すると枯死が発生する危険があることが示唆された。

枯死被害は立枯れ被害もあるが多くは折損被害である(図3)。ケヤキやブナではクワカミキリは成育するまでに食害長が2～5mに達すること(大橋, 2001; 布川, 1999)から、ドウダンも成育するまでに数mは食害されると考える。ケヤキ

表2 クワカミキリによるドウダンツツジの被害推移

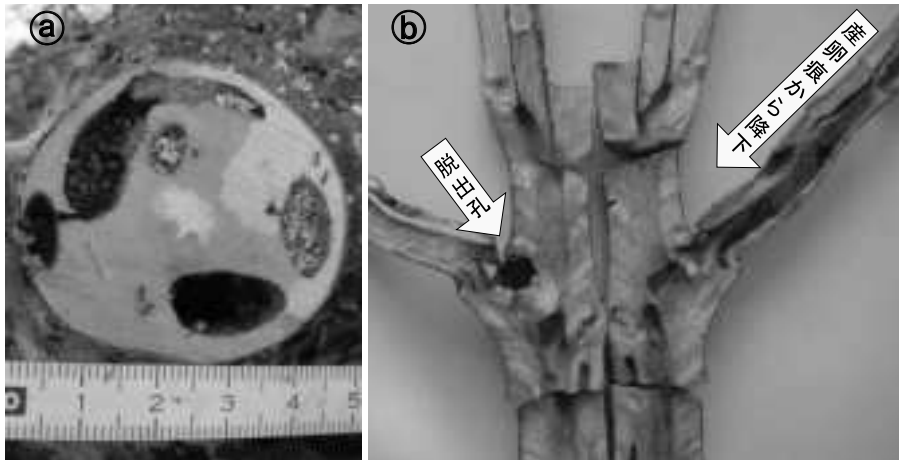
区	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
A	健全木	26	24	21	21	18	13	9	4
	被害木	74	63	66	65	65	69	71	75
	枯死木	0	13	13	14	17	18	20	21
B	健全木	59	55	47	37	35	31	28	24
	被害木	41	45	52	61	61	59	59	61
	枯死木	0	0	1	2	4	10	13	15

※孵化が成功した産卵痕が1箇所でもあれば被害とした。  
株全体が折損または立ち枯れたものを枯死とした。  
2006年は台風通過後に多くの折損が発生した。



a: 立ち枯れ個体 b: 折損個体

図3 ドウダンツツジの被害状況



a : 根株の状況 b : 空洞化した幹

図4 クワカミキリの穿孔状況

やブナではクワカミキリは産卵痕から下方に食害し脱出する際に上方へ戻る（大橋，2001；布川，1999）が，ドウダンは低木であるために成育するまで幼虫が何度も上下に食害を繰り返しており，被害を受けたものは幹が中空となり，折損しやすい状態となっている（図4）。これは岐阜県でのドウダンの被害事例と同様である（大橋，2005）。このように中空であるために2006年に台風が通過した際は13本の折損枯死被害が発生したと考える。被害が進行している現状で台風が通過したらさらに多くの折損枯死が発生するのではないかと懸念される。また，折損枯死被害以外にも枝が部分枯れや折損しており，景観も悪くなっている。

### Ⅲ. クワカミキリ幼虫駆除試験

クワカミキリの幼虫駆除試験は，コナジラミ類，アザミウマ類，コナガ等の駆除で薬剤登録がされている生物農薬 *Beauveria bassiana* 乳剤（商品名：ボタニガード ES，アリストライフサイエンス(株)）とイチジク・ビワでクワカミキリの駆除剤として薬剤登録されているペルメトリンエアゾル（商品名：園芸用キンチョール E，住友化学園芸(株)）で試験を実施した（杉本・白奥，2009）が，今回の報告では他樹種ではあるがクワカミキリで薬剤登録されている後者について報告

する。

#### 1. 調査方法

試験区は被害状況調査を実施している B 区の生垣で実施した。供試木は試験前に排出された虫糞を取り除き，再度，虫糞が排出されたのを確認し供試木とした。幼虫を早期に駆除するためには繁茂期に駆除する必要があるが，ドウダンは枝が繁茂しており見落とす可能性も考えられるため，試験は繁茂期と落葉期に実施した。

調査はペルメトリンエアゾルを使用した薬剤区と排糞孔に水溶液を注入することによる溺死も考えられるので，蒸留水のみを注入した対照区を設定した。試料の処理方法は，薬剤区はノズルを対照区は洗瓶の先にマイクロピペットのチップを取付け排糞孔に挿入し，試料が排糞孔から逆流するか他の排糞孔から流れ出るまで注入した。

供試木数は薬剤区，対照区がそれぞれ繁茂期は30本，20本，落葉期は20本，18本で実施した。幼虫の生死は，虫糞の有無で判定し，虫糞が無いものを死亡とした。

繁茂期は2006年9月13日に処理を行い，1週間毎に計4回，虫糞の有無を確認し，致死までの期間を推測した。毎回，虫糞確認後に虫糞が排出されているものは取り除き，次回調査に再排出されるか確認した。調査終了後，2006年10月16日に虫

糞の有無で生死を判別できたか確かめるため、虫糞が確認された対照区2本と虫糞が排出されなくなった薬剤区5本について割材調査を実施した。

落葉期は2006年12月6日に処理後、クワカミキリ幼虫が活動していないため翌春まで放置し、ドウダンから虫糞が確認され始めて約2ヶ月経過した2007年6月6日に虫糞の有無を確認し、薬剤効果を確認した。

2. 結果及び考察

繁茂期におけるクワカミキリ幼虫死亡率を図5に示す。薬剤区の死亡率は1週間後に60.0%、2週間後90.0%を超え、3週間後は97.0%なり、その後駆除率は変わらなかった。薬剤効果は約2週

間もしくは3週間以内で判定できることが分かった。対照区は1週間後に虫糞の排出が確認されないものがあったが、2週間目以降は全ての供試木から虫糞の排出が確認された。割材試験の結果は、虫糞が排出されているものは幼虫が生存し、虫糞が排出されていないものは幼虫が死亡していたこと(図6)から、虫糞の有無で致死を評価できることが分かった。また、幼虫が根株を通じて別の幹や根の先端部分まで穿孔し、根の部分で排糞していることが確認された(図6)。対照区で死亡したと思われる個体は、1週間目までは地下部で排糞し、その後、地上部に移り虫糞を排出していたため、このような現象が起こったのではな

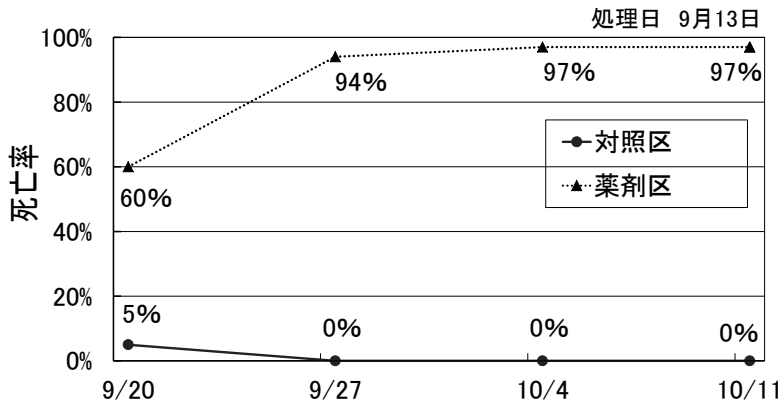


図5 繁茂期におけるクワカミキリ幼虫死亡率



a: 対照区の生存個体 b: 薬剤区の死亡個体 c: 根への穿孔状況

図6 割材時状況

いかと考えられた。また、薬剤注入後の生存個体は、別の幹や根の先端付近に移動していたため、薬剤に接触せず、致死を免れたのでないかと考えられた。

次に落葉期のクワカミキリ幼虫死亡率は薬剤区が80.0%、対照区が11.1%であった。薬剤区は繁茂期と比較すると少し劣るものの高い駆除効果が確認された。しかしながら、薬剤区で死亡しなかった個体が、翌年、羽化した。低木であるドウダンは、繁茂木に処理すると幹の空洞化が進み折損の可能性が高くなるので、早期に駆除する必要があることが考えられた。

ドウダンでのクワカミキリ幼虫駆除は、活動期に見つけ次第実施し、活動停止期には見つけにくい当年産卵痕等、見落としした個体の駆除を行うことが最適であると考え。また、活動期の幼虫駆除は薬剤注入後、2週間後に虫糞を確認し、排出されなくなるまで数回作業を繰返すことで完全に駆除することができる。と考える。

#### IV. おわりに

クワカミキリの産卵習性として、下草で覆われた枝条や幹の産卵選好性が高いこと（江崎, 2007）や産卵部位径は平均1.6cmであること（杉本, 2007）から、葉で覆われ、細い枝が多い低木のドウダンはクワカミキリの産卵に適した樹種である。と考える。また、さらに食樹としても適していたことから激害化した可能性がある。と考える。しかしながら、本試験地でクワカミキリ成虫を確認するのは稀であり、雌成虫の平均産卵数が60粒であること（村上, 1960）を考えると、ドウダンに被害を起こしているカミキリは数頭である可能性も考えられる。本調査地のようにドウダンで被害が発生した場合、必ず激害化するかどうか不明瞭であるが、穿孔被害を発見した場合は、折損や枯死が発生しやすくなるので、早期に対策を取る必要がある。と考える。

#### 引用文献

- 布川耕一（1999）ブナにおけるクワカミキリの加害様式。新潟県森林研究所研究報告41. 27-32.
- 江崎功二郎（1995）ケヤキ植栽造林地でのクワカミキリ *Apriona japonica* THOMSON (Coleoptera : Cerambycidae) の産卵特性. 日林誌77 : 596-598.
- 江崎功二郎・千木容（1997）クワカミキリによるケヤキ公園緑化樹の被害実態. 森林防疫46 (8) : 153-156.
- 江崎功二郎（2007）ケヤキ植栽造林地におけるクワカミキリの生態, 被害発生と防除法, 石川県林業試験場研究報告39. 1-44.
- 林洋二・松尾正史・佐渡靖紀（1989）人工広葉樹幼齢林における害虫被害について. 山口県林業試導センター業務年報平成元年度 : 64-67.
- 平井重三（1950）イチジクの大敵「クワカミキリ」. 新園芸3 (6) : 24-26.
- 正木伸之（1997）フジを食樹とするクワカミキリ. 森林防疫46 (6) : 114-116.
- 河野通昭・橋元祥一（1977）ビワ園におけるクワカミキリの生態と防除. 九州病害虫研究会報23 : 157-159.
- 村上美佐男（1960）クワカミキリの食害生態と防除について. 蚕糸試験場集報77 : 22-40.
- 小島圭三・中村慎吾（2011）日本産カミキリムシ食樹総目録（改訂増補版）. 506pp, 比婆科学教育振興会, 広島.
- 大橋章博・野平照雄（1997）ケヤキ造林地に発生したクワカミキリ被害の実態. 中森研45 : 175-176.
- 大橋章博（2001）ケヤキにおけるクワカミキリ幼虫の加害様式. 岐阜県森林研究所研究報告30. 17-20.
- 大橋章博（2005）クワカミキリによるドウダンツツジの枯損被害. 森林防疫54(8). 2-5.
- 杉本博之（2007）緑化樹におけるクワカミキリの産卵習性. 森林防疫56 (1). 14-17.
- 杉本博之・白奥智紀（2009）昆虫病原性糸状菌を利用したクワカミキリ幼虫駆除. 森林防疫58 (1). 18-22.
- 山根正伸・藤森博英・斉藤央嗣（1998）神奈川県清川村ケヤキ造林地におけるクワカミキリ食害に対するMEP乳剤による防除実施後の経過. 神奈川県森林研究所研究報告24 : 33-36.
- 山野辺隆・細田浩司（2002）低地に植栽されたブナにおけるクワカミキリの高い生存率. 応動昆46 (4) : 256-258.

## 森林病虫害雑話（その8）

### 国際化に向かう松くい虫研究

小林富士雄\*

昭和56年（1981）7月には、数年ごとに開催されるユフロ（国際林業研究機関連合）の世界大会が京都で開催されることになっており、私は開閉会式の裏方担当の責任者となった。その実務にとられる時間は限られたものであったが、なんとなく落ち着かない日々を過ごしていた。

日本経済は二十数年に及ぶ戦後耐乏のあとに続く高度経済成長を機に、1973年の石油ショックや狂乱物価も、体質改善によって克服し、戦後の世界経済で重要な位置を占めるようになる。上述したユフロの世界大会は世界のなかで日本の存在感が高まり始めていた時期にあたり、日本の松くい虫研究もその一つである。

#### 米国との接触

その前後であったと記憶するが、米国林野局の担当係官と名乗る一人のアメリカ人が前触れもなく、当時林試の昆虫科長であった私のもとに現れた。雑談から始まった彼の話の要旨は、カミキリ幼虫が生存できる木材の最低の厚さはどれくらいかという一点であった。

日本のマツノマダラカミキリは材線虫の運び屋として極めて効率良いので、これがアメリカに入ったら大問題である。ついては、日本の輸出品に使われている箱材にカミキリが生存できる最低の厚さはどれくらいかと、最後は回答を迫る空気になったように記憶する。日本各地を悩ませている材線虫自体はアメリカ原産であることがほぼわかっているのに、なんたる言いかたかと私は心中

穏やかではなかった。

当時、外貨獲得トップを占める電気製品などの梱包に使われていた板材の厚さをうっかり何ミリとでも答えたら、その数字が日本の輸出の障害にならないとも限らない。結局、It depends（「場合による、ケースバイケースの意」と切り口上の返事を繰り返し漸く引き取ってもらった。

この時の同一人だったか、これも記憶が定かでないが、アメリカからノルウエー（フィンランドだったか）に輸出している木材チップが材線虫（侵入の恐れ）を理由にクレームがついている。なにかいい方法がないかという問いである。運び屋の昆虫が破碎されるまでチップを細かく砕くか、チップを煮沸でもするしかないなどと言って、同じく引き取ってもらった。

このように、材線虫が国際的課題の材料になることは、国内でも何回か経験した。アメリカで材線虫がみつかって間もない頃、全国森林組合連合会の会長に呼びだされた。用件は材線虫を理由にアメリカからの木材輸入を禁止できないかということであった。さすが日本林業を守るトップに座る人だけに素早い着眼だと感心はしたものの、即座に同意するわけにはいかない。

材線虫は恐らく明治末までに米国から九州に入り、既にほぼ日本列島の半ばまで拡大しているので、防疫目的を掲げる木材輸入禁止は残念ながら遅きに失している旨を詳しく説明したところ、会長は納得してくれた。

マツノザイセンチュウ発見が真宮・清原両氏によって学会誌に報じられた1970年から以降、日本から出される報告に反応して諸外国からの問い合

\*元農林水産省森林総合研究所  
現大日本山林会名誉会長

わせが増え、そのなかで最も早く反応があった米国からは何人かの研究者が来日した。その多くは線虫研究者であるため、その対応には線虫研究室の真宮氏があたり、時として回ってくる媒介昆虫の問題には私が対応した。松枯れの現場を見たいと強く希望する人には支場や府県林試を紹介したが、今思うとご迷惑な依頼を快く引き受けて頂いた方々に改めて御礼申し上げる。

### 国際研究に向かって

マツノザイセンチュウの発見を契機にして、松枯れ問題は、防除に関わる事業の変革に伴い研究は一層進んだ。逸早い反応を示したアメリカ以外にも、ヨーロッパ諸国からも来日する研究者が増えた。それと共に日本の研究者の幅も広がり、関連する国際的会合も日本で何回か開催されるようになった。

このような国際的な意見交換の端緒となったのは、日米セミナー「松材線虫に関する抵抗性機構」(1984)である。このセミナーの開催は、アメリカの材線虫研究の端緒となったミシシッピ大学のDropkin教授と、同大学に研究滞在した岡山大学奥教授の呼びかけによるものである。会場はその内容に相応しくハワイ大学のEast Westセンター。会期は5月7-11日となっているが、会議はほぼ2日にわたって行われ、後半は討議と懇親にあてられた(写真1, 表1参照)。

当時アメリカ大陸でのマツノザイセンチュウの分布は、西海岸から東海岸にわたる33州、南北でもカナダ南部からフロリダに至る広範なものである。被害自体は日本のように激害ではないが、防風林として植栽されているヨーロッパアカマツ、ニホンクロマツなどに最近めだつた被害があると報告された。

日本における研究の概要は、林業試験場線虫研究室長の真宮氏が線虫病の視点から、小林が媒介者の視点から日本の研究成果総論を行った。米国側からは日本で開発された各種の防除法に対し強

い関心が寄せられた。

後半論議の中心となったのは、マツノザイセンチュウの発病機構に関するものである。発病に関与する(疑いのある)とされた毒性物質として、岡山大学の奥教授、ミズリー大学のボラ教授ほか、材線虫による枯損木から抽出された数種の化学物質を示したのに対し、林試造林部の佐々木科長ほかは、材線虫が分泌する酵素(セルラーゼ)がマツの細胞壁を分解することを示した。これらいずれの物質も小さな苗木を材料としているため、成木を枯らすまでの強い毒物であるか確認する要ありという議論があった。

林業試験場の清原技官は、弱病原性のセンチュウを事前にマツに接種すると、あとから入ってくる強病原性のセンチュウに対し抵抗性が誘導され、枯れにくくなるという発表を行い、発病機構解明の手がかりになるものとして注目された。

総じてこの時点における材線虫病に関する日本側の研究蓄積は米国より進んでいることは、研究の歴史の長さや、当時の研究者層の厚さから見ても当然であるが、出席した米側研究者の熱意や米国の国力からみて、近い将来はどうなるかわからないという感触を抱いた。

米大陸での材線虫の自然分布は、その範囲が広大であるため、加害性にもかなりの変異があるらしく、加害植物もマツだけでなくモミ、カラマツに及んでおり、媒介昆虫もマダラカミキリ近縁の2, 3種があり、これらの因子が複雑に絡み合い、米大陸での被害発生分布が極めて変化に富んでいることはよく理解できた。

この集会は米国科学財団の援助資金によるものであり、研究集会の間を縫ってパインアップル農園や夜のマーケットなど昼夜にわたる丁寧な観光案内や接待を受けた。そのなかで、日本空軍によって沈められた米国戦艦の見学を含む接待は、アメリカ側の好意であることが分かるだけに、大戦時生き残りの私にとって忘れがたい思い出である。



帰国後ここで得た感触は折をみては関係の行政・研究者に伝えたが、あまり積極的な反応は得られなかった。しかしその後には繰り返されたユフロ関連の研究集会では、米国に限らず材線虫を話題にする人々が増え、材線虫問題は研究畑に限らない広範な国際的関心事になっていく経過を実感するようになった。

その後の現場での当面の対応策については種々の試みが実施され各地で効果が挙がっている。しかしマツノザイセンチュウが枯れを起こすメカニズム（発病機構）については、詳細な調査に基づく諸説あるが、今に至るも完全に解明されとは言えない、これについては本誌210号の真宮靖治(2014)「マツ材線虫病研究の現状と展望」参照。

### 終りにあたって

今回をもってこの連載雑話を終了する。連載を始めたのは2013年9月号であるから、たかだか2年余りに過ぎないが、大分昔のような気がする。第一号が今から百年前の長崎グラバー亭の松枯れから始めた故かもしれないが、そのあと書き続けながらも、こんな昔話は急ぎ足の現代にとって意味あるのかと逡巡する気持ちは抜けなかった。

どこで終わりにするか考えたすえ、1985年支場長という管理的職務についた機会を区切りとすることにした。まさに雑話ばかりの本連載に長い間おつきあい頂きご感想をお寄せくださった読者、加えてご迷惑かけた編集の方々にお礼申し上げます。

### 松枯れ解説・参考文献

本連載の主体を占める松枯れについては、本文中に述べた伊藤著『松が枯れてゆく』の出版以降、<sup>かせ</sup>柳から放たれたかのように、ほぼ20年間にわたり、研究報文以外にも一般向けの松枯れ関連の手引書・解説文献等が續々出版された。本稿を書くにあたって目を通したものに限り以下年代順で紹介する。

松枯れ問題研究会 (1981) 松が枯れてゆく—この異常

事態への提言, 第一プランニングセンター, 東京, 251pp.

小林富士雄・中原二郎(1982)松枯れを防ぐ 恐ろしい流行病からあなたの松を守るための一問一答と防除の実践例, 第一プランニングセンター, 東京, 157pp.

林業科学技術振興所編(1982)森林病虫獣害防除技術, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 349pp.

Mamiya, Y. (1983) Pathology of the Pine Wilt Disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. Ann. Rev. Phytopathology 21, 201-220.

Kobayashi F., Yamane A., Ikeda, T. (1984) The Japanese Pine Sawyer Beetle as the Vector of Pine Wilt Disease. Ann. Rev. Entomol. 29, 115-135.

Mamiya, Y. (1984) The Pine Wood Nematode. In Plant and Nematode. 589-626, Marcel Decker, New York.

陣野好之・滝沢幸雄・佐藤平典(1987)寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法, わかりやすい林業研究解説シリーズ86, 林業科学技術振興所, 東京, 75pp.

Kobayashi, F. (1988) The Japanese Pine Sawyer. In Dynamics of Forest Insect Populations. Edited by Alan Berryman, Plenum Corporation 432-454.

岸洋一(1988)マツ材線虫病—松くい虫—精説, トーマス・カンパニー, 東京, 292pp.

林野庁監修(1988)松くい虫被害対策制度の解説—制度の歩みと関係法律の逐条解説, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 391pp.

森林病虫獣害防除協会編(1989)松くい虫被害対策の手引き, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 391pp.

山根明臣編(1989)松枯れの防除と対策—松の生理・生態と材線虫病—, 日本緑化センター, 東京, 265pp.

鈴木和夫(1996)マツ枯れ原因諸説をめぐって—マツ枯れの正体—マツ枯れの疑問と萎凋枯死の仕組み—林業技術652: 8-11.

西口親雄(1997)松枯れ原因とマスコミ報道—千編を越える研究論文の重み—, グリーン・エージ 278: 34-35.

全国森林病虫獣害防除協会編(1998)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, 東京, 274pp.

日本緑化センター(2001)最新・樹木医の手引き, 日本緑化センター, 東京, 511pp.

(2015年4月1日稿)



写真1 日米セミナー出席者

表1 日米セミナー出席者および講演題名

日 本	米 国
<p>奥 八郎 (岡山大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○緒言</li> <li>○マツノザイセンチュウの自然感染木から分離された毒性代謝産物の生物活性</li> </ul> <p>真宮靖治 (林業試験場)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○日本における松材線虫病の展望</li> <li>○マツノザイセンチュウの行動と材線虫病の進行との関係</li> </ul> <p>田村弘忠 (林業試験場)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの分布および接種マツ枝の組織解剖学的変化</li> </ul> <p>小林富士雄 (林業試験場)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○日本におけるマツ枯損に関与する昆虫類の生態</li> <li>○松材線虫病の防除戦略</li> </ul> <p>岡本秀俊 (香川大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○マツノマダラカミキリ成虫の行動習性</li> </ul> <p>鈴木和夫 (東京大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○水分ストレスが松材線虫病の進行に及ぼす影響</li> </ul> <p>佐々木恵彦ほか (林業試験場)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○松材線虫病の進行における線虫の働き清原友也 (林業試験場)</li> <li>○非病原性のマツノザイセンチュウの接種によって生じた誘導抵抗性</li> </ul> <p>大内成志 (岡山大学)</p>	<p>V. H. ドロブキン (ミズリー大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○緒言</li> <li>○米国における松材線虫病の展望</li> </ul> <p>W. R. ニクル (国立植物保護研究所)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○デラウェア州とマリランド州における日本クロマツ、レジノーザマツのマツノザイセンチュウ</li> </ul> <p>R. A. ブランシエットほか (ミネソタ大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○米国中北部におけるマツノザイセンチュウの病原性、媒介昆虫類と伝播</li> </ul> <p>P. J. ベトカーほか (ミネソタ大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○米国中北部およびカナダにおけるマツノザイセンチュウの宿主特異性</li> </ul> <p>R. F. マイヤーズ (ラトガー大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○マツノザイセンチュウに侵された針葉樹類の比較解剖および病理</li> </ul> <p>M. J. リニット (ミズリー大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ミズリー州における <i>Monochamus carolinensis</i> (マツノマダラカミキリ近縁種) の生態とマツノザイセンチュウの関係</li> </ul> <p>R. ボラほか (ミズリー大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○マツに委凋をおこすマツノザイセンチュウの植物毒素</li> </ul> <p>D. R. バーグダールほか (バーモント大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○カラマツ、レジノーザマツとマツノザイセンチュウの宿主・寄主関係</li> </ul> <p>R. B. マレク (イリノイ大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○イリノイ州における松材線虫病の現状と最近の研究</li> </ul> <p>R. A. ロードほか (マサチューセッツ大学)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ニューイングランド海岸地方における松材線虫病</li> </ul>

おとしづみ通信 (13)

土の中の虫たち 4

くまむし

福山 研二\*

土の中の生き物を紹介しておりますが、今回は、土の中と言っても、土の中のさらに水の中に住んでいる生き物をご紹介します。その名も、「クマムシ」。

クマムシという名から連想するのはどんな姿でしょうか。クマがつくのですから、大きな生き物のようですし、少なくともスマートな生き物とは思えませんね。もっとも、ツキノワグマなどの本当のクマも、土の中に穴を掘って冬眠をすることから、土壤動物ダという人もいますが、普通は土壤動物とは言いませんね。

実は、クマムシは、大きさが1ミリに満たず、150ミクロンから700ミクロンほどの大きさしかありません。当然ですが、肉眼で見ることはできません。しかし、顕微鏡で眺めてみると、なるほど「クマムシ」と呼ばれる意味がよくわかります。体は、ずんぐりとしており、足も太く、ゆっくりと動き回るところは、クマを彷彿とさせます。ただし、クマは4本足なのに対して、クマムシはなんと8本も足があるのです。これは、すべてのクマムシの仲間に通じた特徴といえます(図1)。

さて、はじめてこのクマムシを見つけた人はどう思ったことでしょうか。足が8本あるんだから、クモかな?でも、とても小さいのでダニの仲間か。いやいや、それにしても、足に関節がないではないか。これは、節足動物でもないのかもしれないぞ。昆虫やエビカニ等の節足動物と呼ばれる生き物は、節のある足を持っていることが特徴なのです。それでは、ミミズやゴカイの仲間か。い

いや、ミミズやゴカイなどの環形動物には、このような立派な爪があるような足は持っていない。だから、8本足のタコの仲間でもない。

緩歩動物門

うーむ、困ったものだ。こうなったら、このムシだけの新しいグループを考えようではないか。ということで、なんとクマムシだけで、分類学上では、2番目に上位に当たる、「門」をひとつこしらえたのであります。門と言っても、御殿やお寺の入り口にある門ではありませんぞ。生き物を分類するときに、一番はじめに分けるのは、「界」という段階なのです。これは、当初は、植物界、動物界の2つだったのですが、その後、原生物や菌類も界とされ、五界説などが提唱されました。現在では、遺伝子解析や微生物の研究が進んだため、まず生物を原核生物と真核生物に分け(これをドメインという)、真核生物をさらに植物界、動物界、菌界、原生物界の4つに分けるのが普通のようなのです。ちなみに、原核生物というのは私たちの細胞のように明確な核膜を持った核が存在せず、遺伝情報などが細胞に散らばっている



図1 体に甲羅が発達したニホントゲクマムシ

\* (独) 森林総合研究所フェロー FUKUYAMA Kenji

ものを指します。たとえば、現在の地球上の大気を作ったと言われるシアノバクテリアなども、原核生物です。

まあ、私たちの身近なものとしては、ほぼ植物界、動物界、菌界の3つということになります。皆様も、私も当然動物界に含まれるわけですね。その動物界の次の段階の分け方が、そう「門」になるのです。ですから、クマムシというのは、動物であること以外は、他と共通したところがないきわめて特異な生き物だと言うことです。ちなみに、動物界の他の門で言えば。魚にはじまり、カエル、トカゲ、トリ、獣そして皆様人間も含まれる脊椎動物門、そして私たち昆虫やエビ、カニ、ワラジムシなどが含まれる、節足動物門、骨がない、タコやイカ、貝などが含まれる軟体動物門などがあるのです。まあ、魚屋さんや肉屋さんに並んでいるものは、ほとんどこれらに含まれますね。

そういうわけで、クマムシが一つの門になってしまうことがいかに特異なことであるかがわかってと思います。ちなみにクマムシは、その動きがとてもゆっくりしていることから緩歩動物門（かんぼどうぶつもん）と呼ばれています。これと似たようなムシでは、カギムシというのがおります（図2）。これは、クマムシと同じく節がない足を持つのですが、触覚も目もあり、足の数がもっと多いのです。クマムシと同じように、足に鉤状の爪を持っていることから、有爪動物門（ゆうそう

どうぶつもん）と呼ばれます。この仲間は、現代の節足動物の祖先ではないかという考え方もあり、古生代の生物が多産することで有名なバージェス頁岩で発見される古生代の特異な生物、バージェス動物のハルキゲニアなどと近いのではないとも言われているのです。

ひょっとしたら、クマムシ君も古生代の生物の生き残りかもしれませんね。それは、今後の研究を待ちたいものです。

### オンセンクマムシ

ところで、クマムシは、世界で750種以上も見つかっていますが、ほとんどは海から見つかっています。陸生のクマムシはそれでもわが国から70種以上見つかっています。クマムシの仲間は大きく、異クマムシ綱と真クマムシ綱に分けられるのですが、実は、この2つの分類群の間をつなぐような、両方の特徴を持ったクマムシがわが国から見つかっているのです。その名も、オンセンクマムシ。これは名の通り、雲仙の温泉で1937年に見つけたのですが、その後発見されず、まぼろしのクマムシと呼ばれています。発見された温泉はすでに残っておらず、タイプ標本もないことから、疑問視する声も多いのですが、オンセンクマムシを探して温泉巡りなど、夢があってもいいそうです。

### クマムシの生活

さて、クマムシは、8本の足と爪を持っていることまではわかったのですが、全体はどんな形をしているのでしょうか。それは、横から見ると本当にクマのような形にも見えますし、体が透けて見えることから、体内の口器などがみえて、体が透明に近いのでよく見ないとわかりませんが、図にするとまるで埴輪か、テレビヒーローのウルトラマンのようにも見えます（図3）。

彼らは、深海からヒマラヤのてっぺんまで、地球上のあらゆる場所に生息していると言われてい



図2 古生代からの生き残りと言われるカギムシ

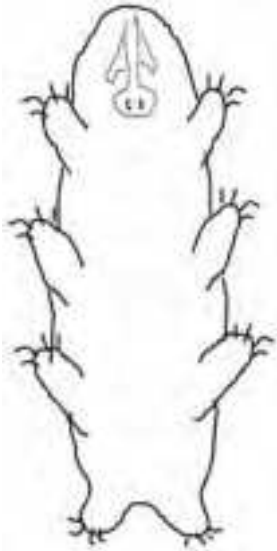


図3 漫画のようなヴェグラルスカオオヤクマムシ

ます。ただし、水がないと生存できません。ですから、深海から海岸、湖や川にはたくさんいます。ちなみに、污水处理場の中では、クマムシが大量に生息しており、汚水に含まれる有機物を食べてくれているそうです。陸上では、森の土の中や、コケなど含まれている水の中に住んでいます。コケに水が含まれていることがわかるけど、土の中にそんなに生き物が住めるような水があるかと思われるかもしれませんが、実は、森林などの土壤では、かなりの量の水が土壌の隙間にたまっているのです。そこには、クマムシだけでなく、線虫や原生動物なども生息しているのです。

クマムシを見つけるのは、コケを集めてくるのが有効です。集めたコケを、バールマン装置にかけてもいいし、ガーゼで包んで、水の中においておくだけでも、這い出してくることがあります。実体顕微鏡などでながめていると、もぞもぞと動

き出す様子を観察することができます。

かれらは、卵を産んで増えるのだが、卵からかえったら、そのまま親になり、細胞を増やして大きくならずに、細胞が肥大することによって大きくなるそうである。いってみれば、親が親を生んでいるようなものですな。

食べ物は、有機物や動物、植物の組織液を吸って生きているようです。

### クマムシの超能力の秘密

クマムシを有名にしているのは、クリプトバイオシスと呼ばれる現象で、一度、耐久型になれば、宇宙空間に出て放射線や太陽光を浴びたり、高温や低温にあっても、生き延びて、復活することができるという技です。特に、放射線や宇宙線にたいする抵抗力は、他の生物に比べると格段に高く、耐久型になっていなくても、かなりの高濃度の放射線でも耐えることがわかっています。これは、最近の研究により、遺伝子の構造が特殊であり、DNAの鎖が折りたたまれて遺伝子を形成しているわけだが、そのDNAの鎖をしっかりと固定するようなタンパク質の構造が発達しており、それが放射線によるDNAの破損を防いだり修復するのに役立っているのではないかとも言われているのです。

クマムシが、このような特殊能力を発達させたのは、どのような生態系でも生息できるようになるための適応だと思われそうですが、この分だと人間様より先に宇宙に飛び出して、他の惑星に移住するかもしれませんね。あるいは、逆に、宇宙からやっていた宇宙人かもしれません。

おとしづみ通信 (14)

土の中の虫たち 5

トビムシたちの意外な役割

福山 研二\*

前々回は、土の中に沢山いて、昆虫と似ているけれども違う、ササラダニのお話をいたしました。私どもオトシヅミは、昆虫の仲間、コウチュウ目に属しておりますが、もちろん土の中にも、昆虫の仲間は沢山おります。そのなかでも、トビムシというのが、もっとも種類も数も多いのです。今回は、このトビムシのお話をいたしましょう。

トビムシとは

トビムシというのは、広く言えば、昆虫の仲間なのですが、昆虫の特徴である、2対の羽を持っておりません。そんなことを言えば、アリだっけ持っていないじゃないかとおっしゃるかもしれませんが、アリは、元々は、ハチのように羽を持っていたものが、地上や地中のみで生活するようになったため、なくしてしまったものなのです。それが証拠に、女王アリやオスアリは、立派な羽があり、遠くまで飛ぶことができます。そして、結婚飛行をした後、女王は、羽を落とし、巣作りを始めるのです。それに対して、トビムシは、もともと羽というものを持っていません。同じように、もともと羽を持っていない昆虫としては、カマアシムシやハサミコムシ、シミなどがいます。これらは、いわば昆虫たちのご先祖様のようなもので、羽がない昆虫という意味で無翅亜綱（アプテリゴータ）と呼ばれます。

トビムシは、昔は粘管目と呼ばれていました。これは、普通の昆虫類は持っていない、粘管（現

在は腹管と呼ぶ）という特別な器官がおなかにあることによります。現在はトビムシ目と呼ばれますが、粘管目という方が特徴が出ていて、私は好きです。トビムシは、羽は持っていないのですが、昆虫の仲間ですので、口は、横に開く口器（マンディブル）を持ち、1対の触覚と頭部、胸部、腹部に分かれ、胸部から3対の脚がでてきます（図1）。トビムシと呼ばれるように、胴の末端付近の腹側に、跳躍器を持っており、飛び跳ねることができるものが多いのです。しかし、特に地中に潜るような種類では、跳躍器は退化してほとんど跳ねることがないものもおります。この跳躍器は、通常はジャックナイフのように腹側に折りたたまれており、危険が迫ると、バネがはじけるようにしてジャンプするのです。そのため、目的の方向に適確にジャンプできず、とりあえず飛び上がって、逃げようというもののようです。このことに興味を持った研究者が、微速度撮影で、どのようにジャンプするのかを調べたそうですから、まあ、暇な方もいらっしゃるもので。この折りたたまれた、跳躍器を留めているのが、保体と呼ばれる小さな器官です（図1）。これにより、いざというとき、バネがはじけるように、跳躍器を動かすことができるわけです。

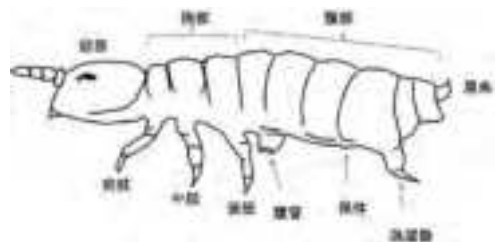


図1 トビムシの基本的な形

\* (独) 森林総合研究所フェロー FUKUYAMA Kenji



図2 トビムシの頭部拡大



図3 マルトビムシの仲間



図4 ずんぐりとしたイボトビムシの仲間  
(チョウセンアオイボトビムシ)

トビムシには、他の昆虫類と違う特徴として、目が複眼でも単眼でもなく、小眼と呼ばれるものが基本8個集まって眼斑というものを形成します(図2)。ただし、眼は退化して数が減ったりなくなったりする場合があります。これは、トビムシが地表ばかりでなく、地中に潜り込むものも多いためのようなのです。同じく、洞窟などに住むものも目がなくなりますね。トビムシは、めずらしいことに触覚に筋肉があり、巧妙に動かすことができるものがいます。これは、やはり地中で生活するために、眼よりも触覚が重要だと言うことなのでしょうね。ちなみに、マルトビムシというトビムシの仲間では、オスの触覚に、把握器官があり、これでメスの触覚を固定して、精子をメスに送り込むというようなこともします。また、眼の代わりとして、触覚後器 (PAO) という独特の器官があり、これなどは、分類の重要な特徴となるようです(図2)。この触覚後器は、目が退化するほど、発達するようなので、地中などの暗いところで、化学物質などを感知するための器官ではないかと言われているそうです。

基本的に、オスとメスがおり、受精して卵を産むのですが、普通は、オスが精包というものを作って、置いておくと、メスがそれを取り込んで受精するという、プラトニックな事を行います。このやり方は、前回お話しした、ササラダニでも行われており、土で生活するグループに多いようですね。なかには、メスしかいない種類もいるようです。

大きさは、0.3mm から 7mm くらいまで、普

通は1～2mm ほどです。肉眼で見ようと思えば、見ることはできます。住んでいる場所は、土の表面から地中、樹上、洞くつ、海岸など多様です。ただし、あまり水中には適応していないようです。気門はなく、体表で呼吸をしているようです。まあ、この辺も体が大きくなれない理由かも知れませんね。大きければ良いというものでもありませんしね。

森の土の中では、前回お話しした、ササラダニと並んで、数も種類も多く、森の土の落ち葉をめくると、白い虫が、走り回ったり、ぴよんぴよんと飛んだりしているのを容易に、みることができるとでしょう。捕まえるには、これを吸虫管で吸って集めても良いのですが、ササラダニと同じように、土を採ってきて、ザルの上に広げて、下に落ちてくる虫をロートなどで集めるツルグレン法というのが、もっとも効率よく採集できる方法です。

種類が多いと言いましたが、どのくらいいるかと言えば、日本では今から15年ほど前で14科103属360種ほどが記録されているようで(青木, 1999) 現在はもっと増えているでしょう。普通の森で、1㎡あたり、数万から十数万頭生息しており、数十種類が出現します。

形も、マルトビムシ類(図3)のように、だるまさんのようなものから、イボトビムシ類(図4)のようにずんぐりしたもの、ツチトビムシ類(ベソッカキトビムシ)(図5)のようにスマートなもの、トゲトビムシ類(図6)のように大きな跳躍器や、カラフルな色をしたものまで、様々で

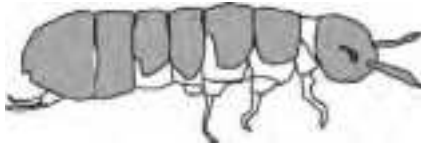


図5 我が国でもっとも普通にみられるツチトビムシの仲間（ベソッカキトビムシ）

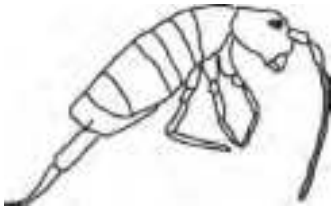


図6 長い触覚や大きな跳躍器が目立つトゲトビムシの仲間（キタノオトトゲトビムシ）

す。特に、小型の土壤動物の双壁の一つであるササラダニがほとんど、白から茶色のみであるのに対して、トビムシは、赤や青、まだらなものまで非常に多様なことも特徴ですね。

どんなものを食べているのかと言えば、ササラダニのような丈夫な口を持っていないので、落ち葉をばりばりと食べることができず、ほとんどは腐りかけた落ち葉や、菌類、花粉などを食べているようです。まあ、彼らにとっては、土は、食べ物の宝庫と言うことですね。ちなみに、野生のキノコなどには、沢山のトビムシがついていることがあります。山から採ってきた大きなシイタケを、炭火で焼いていると、傘の裏側の襷の間から、それこそゴマのように、トビムシがわき出してくることがあります。また、河原で天ぷらなどを作っていると、河原にいたトビムシが、できあがった天ぷらに群がることもあります。彼らにとっては、好物だったのでしょね。

彼らは、チョウやカブトムシのように、幼虫からサナギ、成虫というような変態は行わず、生まれたときから、親と同じ格好をしています。さらに、親になってからも脱皮を続けるということもやります。1世代に数十日しかかからないものから、1年以上かかるものもあります。さらに、ベソッカキトビムシという、もっとも普通にどこに

でも優占しているトビムシでは、関東地方の平地では、1年で数世代を経過するのに、長野の志賀高原のような寒いところでは1世代に数年かかるのです。まあ、温度に合わせて、成長のスピードを変えているわけですね。

### トビムシの知られざる働き

トビムシというのは、これまで述べたように、数も種類も多いのですが、一般の人たちにはほとんど知られておりません。いえいえ、一般の人どころか、昆虫を研究している人でも実態を知らない人は多いのです。これは、トビムシが、他の昆虫に比べて、重大な農業害虫になったり、人に危害を加えたり、病気を媒介したりするようなことがなかったからといえましょう。それでは、彼らは我々人間とまったく無縁かということ、そうではないようなのです。

みなさんは、例えば、森の土を採ってきて、しばらく置いておくと、カビだらけになったという経験はないでしょうか。自然の土では、ほとんど目につかないカビが、どうしてあんなに増えるのでしょうか。実は、ここにトビムシ達の秘密が隠されていたのです。

先ほども言いましたように、トビムシというのは、菌類やバクテリアなどの微生物を好んで食べます。トビムシは、平地では成長も早く、世代も数十日ほどですので、その数が瞬く間に増えます。さらに、そのために大量の微生物（カビなど）を食べなくてはなりません。ですから、自然の森の土の中では、トビムシ達が沢山いるため、カビが生えるとすぐに食べられてしまうのです。トビムシは、あまり歯が丈夫でないので、落ち葉の表面に生えてきたカビをなめるように食べていきます。ですから、自然の森の土は、菌類の香りがする割には、あまりカビが目立たないわけです。土を採ってきて、放置しておくと、トビムシの働きがなくなるため、カビが表面に目立ってくるというわけです。そして、カビの中でも、病原性のカ



ビが大好きだと言うことが分かってきたのです。

このことに気がついた研究者が、ために、苗立ち枯れ症という病気を起こすリゾクトニア菌を培養して、トビムシに食べさせたところ、瞬く間に培地のカビを食べ尽くしたのです。これは、うまく使えば、病気の防除に使えるのではないかとということになり、リゾクトニア菌とアブラナ科野菜の種子を混ぜて播種したところに大量のトビムシを入れてみたそうです。すると、予想通り、トビムシを入れなかったところでは、ほとんどのキュウリが芽生えてすぐに病気で枯れてしまったのに対して、トビムシを投入したところでは、アブラナ科野菜は病気にもかからず、すくすくと育ったのです(白石ほか、2005)。

それでは、実際の農地ではどうなのでしょう。春先のビニールハウスのように、条件が良ければ、トビムシの導入効果はあったようですが、すべての場所に適用できるものではないそうです。しかし、農薬を使わない自然農法を行っている田んぼなどでは、実はこのトビムシ達が大量に生息しており、病気を軽減させているということも分かっているのです。

森林の樹木は、種子から発芽して天然更新しておりますが、その多くが実は、リゾクトニア菌やフザリウム菌、ラコディウム菌などの病害性の微生物により、枯れてしまうことが知られております。ひょっとしたら、病害を逃れて成長していく苗の中には、トビムシ達によって守られたものもあるのかもしれないね。ちなみに、これらのトビムシをサルノコシカケなどの腐朽菌類の培地に入れたところ、食べることができないばかりか、たちまち死滅してしまうこともあるのです。

まったく目立つこともない、ただの虫が、実は自然界の中で重要な調節作用を果たしていたわけです。今度、森に出かけたとき、そっと落ち葉をめぐってみてください。彼らが、楽しそうに飛び回っているのを眼にすることができるでしょう。

青木淳一編著(1999)日本産土壌動物. 東海大学出版会, 東京.

白石啓義・岡崎正豪・江波義成(2005)育苗箱へのトビムシ導入によるアブラナ科野菜の苗立ち枯れ症抑制. 東北農研研報, 103: 53-61.

---

禁 転 載

---

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成 27 年 6 月 20 日 発行

編集・発行／一般社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町 1-6-5 神田北爪ビル 2 階

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

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

URL : <http://www.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/](http://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<sup>\*</sup>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10~50mℓ
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

松枯れ予防  
樹幹注入剤

# マツケンジー

農林水産省登録 第22571号

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0%  
その他成分：水等…50.0% 医薬用外劇物

新登場



専用注入器でこんなに便利!!

- 作業が簡単!
- 注入容器をマツに装着しない!
- 作業現場への運搬が便利で  
廃棄物の発生も少ない!
- 水溶解度が高く、分散が早い!

■適用病害虫名および使用方法

(有効期間：約1年)

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	農薬の総使用回数
まつ (生立木)	マツノザイ センチュウ	原液	1孔当り 1mℓ	マツノマダラ カミキリ成虫 発生前まで	1回	樹幹部に8~10cm間隔で注入孔を あけ、注入器の先端を押し込み 樹幹注入する	1回
			1孔当り 2mℓ				

大地のめぐみ、まっすぐ人へ  
**SCG GROUP**  
住友化学アグログループ

**株式会社日本グリーンアンドガーデン**  
〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町10番11号 TEL:03-3669-5888  
http://www.nihongreenandgarden.co.jp FAX:03-3669-5889

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<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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<sup>®</sup>**  
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<sup>®</sup>sc**

農林水産省登録 第21267号

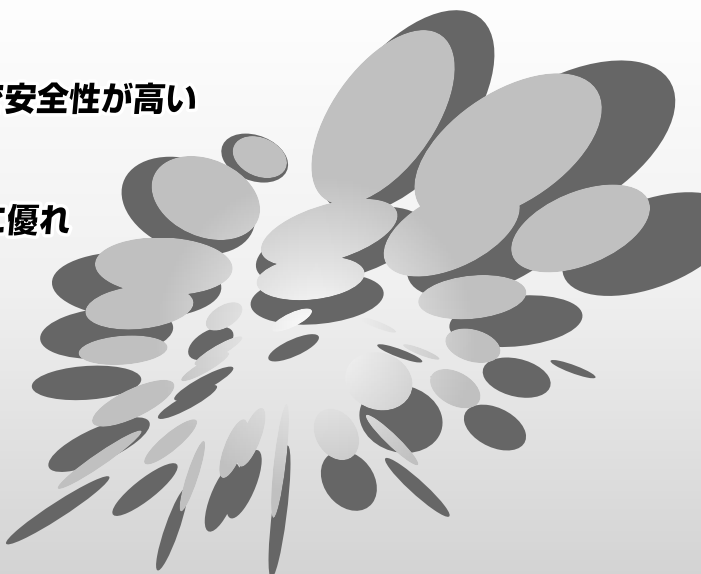
**有効成分は普通物・A類で安全性が高い**

(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】〈チアクロプロド 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<sup>®</sup> 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード<sup>®</sup>・エイト**  
**メガトップ<sup>®</sup> 液剤**

伐倒木用くん蒸処理剤

**キルパー<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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152-3	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