

ISSN 0289-5285

# 林業と薬剤

No. 187 3. 2009



社団法人 林業薬剤協会

目 次

カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対する  
ネオニコチノイド系殺虫剤の樹幹注入による防除の試み(3)  
.....斉藤正一・上野 満・小澤道弘・世儀一清 1

【No.186 再掲】

平成19年度松くい虫被害について.....林 野 庁 14

菌類によるマツ材線虫病の微生物的防除

一病原体とその媒介者を対象に.....前原紀敏・島津光明 15

● 表紙の写真 ●

カツラマルカイガラムシ樹幹注入予防法試験の  
状況(2008年度 天童市舞鶴山にて)

— 斉藤正一氏提供 —

カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対する  
ネオニコチノイド系殺虫剤の樹幹注入による防除の試み(3)

斉藤正一\*1・上野 満\*2・小澤道弘\*3・世儀一清\*4

I. はじめに

近年、カツラマルカイガラムシ (*Comstockas pis macroporana*<sup>(1,2)</sup>; 以下カイガラムシ) の大発生による広葉樹の集団的な葉枯れ被害が発生している。2008年度までの広葉樹林における被害は、報告があるのは山形県、福島県、長野県、山梨県<sup>(3,4,6)</sup>、新潟県(森林被害報告2007年)であり、未報告ながら新たに被害が確認されたのが、宮城県(宮城県林七; 佐々木智恵氏私信)となっており、被害は拡大分散する傾向にある。

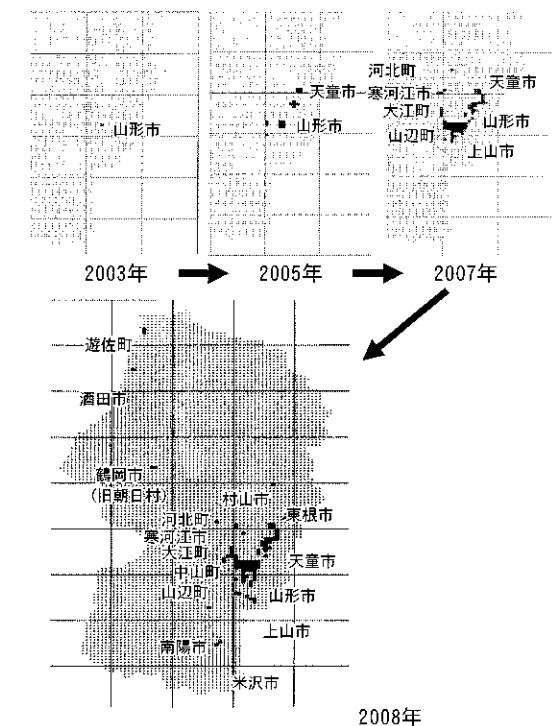
山形県における新規被害面積と被害位置の推移を表—1と図—1に示したが、2006年がピークで378ha、2007年は240ha、2008年は311haであり、被害地域が広域的に拡大する状況にある。

2002年以降の被害は、生産を休止したブドウなど果樹園の背後の広葉樹林での被害が報告されていた<sup>(5,6)</sup>。被害について可能な限り広報し、県内の被害を精査したところ、日本海に面した酒田市にある庄内空港内の緑地や東北公益文化大学構内、遊佐町の海岸の森林公園でも被害が確認された。また、福島県に近い米沢市の盆地の中で孤立した山塊でも被害が見つかり、山形県内全域がカイガラムシによる被害を受けている事が明らかになった。

カイガラムシによる被害様態は、地域差は無く、

カイガラムシが多種類の広葉樹の枝や幹に付着して吸汁するため、7月末ころから健全葉が萎凋して褐色になる葉枯れ症状を起こす。被害が発生した場合には翌年、被害がその周囲に爆発的に拡大するとともに、遠隔地でも飛び火的に発生し、広域的にすばやく拡大する<sup>(5,6)</sup>。山形県の被害は県内全域を巻き込みながら確実に拡大・分散している。

被害林のダメージは、被害が激化する林分にお



■は被害位置(メッシュサイズ 横1.36km × 縦1.13km)  
図—1 山形県におけるカツラマルカイガラムシによる広葉樹の葉枯れ被害位置の推移

\*1 山形県森林研究研修センター SAITO Shoichi  
\*2 同所 UENO Mituru  
\*3 ㈱日曹分析センター OZAWA Michihiro  
\*4 ㈱ニッソーグリーン SEGI Kazukiyo

表一 山形県におけるカツラマルカイガラムシによる  
広葉樹の葉枯れ新規被害面積の推移 (ha)

市町村名	2003	2004	2005	2006	2007	2008	合計
山形市	5.92	10.74	57.85	320.07	198.73	80.32	673.63
天童市		2.30	13.64	50.25	1.72	14.94	82.85
上市市			0.44	5.43	7.55	62.38	75.80
山辺町				1.50	28.13	47.26	76.89
中山町				0.48	0.00	3.77	4.25
寒河江市				0.05	1.40	18.07	19.52
河北町				0.11	0.03	5.09	5.23
大江町					2.40	4.80	7.20
村山市						4.79	4.79
東根市						8.04	8.04
米沢市						13.00	13.00
南陽市						0.79	0.79
鶴岡市						0.10	0.10
酒田市						1.00	1.00
遊佐町						10.00	10.00
合計	5.92	13.04	71.93	377.89	239.96	274.35	983.09



写真一 使用した殺虫剤マツグリーン液剤2  
(有効成分: アセタミプリド2%)

いて枯死木が増大する事であり、居座り型のカイガラムシによる吸汁被害の特徴を反映していて、知らないうちに徐々に森林が衰退していくという危惧があり、早急な被害対策が必要とされている。

そこで、2006年に筆者らは吸汁性であるカイガラムシの特性に注目し、防除の一手法としてカイガラムシに対応した殺虫剤をコナラに樹幹注入して防除効果を確認した<sup>(5)</sup>。2007年は、コナラ以外の樹種に対して殺虫剤を樹幹注入した場合、モミジ類とサクラ類は高濃度で薬害が発生する事が分かった。

このため、2008年は多様な樹種に対して、効果が発揮できる低倍率の希釈倍率を決定するとともに、薬剤の樹幹内の動態も調査したので報告する。

なお、本試験研究の一部は林業普及情報活動システム化事業(国庫交付金)「生物多様性保全に配慮した里山林の評価手法と管理技術に関する調査」で実施した。

## II. 材料と試験方法

### 1. 使用薬剤の決定

筆者らは、これまでに使用する殺虫剤としてアセタミプリドを原体としたネオニコチノイド系林業用殺虫剤のマツグリーン液剤(原体20%)および

マツグリーン液剤2(原体2%)を選んだ。本薬剤は、マツノマダラカミキリやアメリカシロヒトリなどの他に吸汁性害虫であるアブラムシ類の殺虫剤として農薬登録されている。

2005年、2006年の試験は両殺虫剤を10倍、100倍希釈してノズル付きアンプルに200mlずつ充填しコナラ生立木に対して自然圧で注入孔から樹幹注入した。その結果、マツグリーン液剤の100倍かマツグリーン液剤2の10倍が被害に対する注入効果が優れている事が明らかになった<sup>(6)</sup>。

2007年の試験では、マツグリーンの100倍液とマツグリーン液剤2の10倍液は原体濃度はアセタミプリド0.2%ではあるが、マツグリーン液剤は劇物、マツグリーン液剤2は普通物であるので、使用者にとって抵抗の少ないマツグリーン液剤2(以下:液剤2,写真一)を選択し、液剤2の10倍で試験を実施した。その結果、モミジ類とサクラ類で葉が褐変・萎凋するなどの薬害が発生した<sup>(7)</sup>。

よって、2008年の試験では、液剤2の希釈倍率を10倍、50倍、100倍として多様な樹種に施用して、薬害が起こらない希釈倍率を決定するカイガラムシの防除を目的とした樹幹注入試験を実施することとした。

表二 2008年度の試験地の概要

項目/試験地	試験地1	試験地2	試験地3	試験地4
市町村名	天童市	山形市	米沢市	遊佐町
地区名	舞鶴山	山寺立石寺	戸塚山	菅里
森林区分	公園 植栽・天然	天然林 天然	天然林 天然	公園 天然
周辺被害発生年	2005年	2007年	2007年	2007年
注入時期	春 2008.5.19	春 2008.6.6-27	春 2008.6.18	秋 2008.10.9と22
注入処理	液剤2 10倍 液剤2 50倍 液剤2 100倍	液剤2 50倍	液剤2 50倍	液剤2 50倍
供試木の配置	帯状	帯状	帯状	点状
供試木の樹種	コナラ等18種	コナラ等16種	コナラ・ミズナラ	コナラ等11種
供試木本数	10倍区 16本 50倍区 26本 100倍区 17本 周辺無処理20本	50倍区 218本 周辺無処理20本	50倍区 38本 無処理区42本	50倍区 115本 周辺無処理20本

## 2. 多様な広葉樹への殺虫剤の樹幹注入試験

### 1) 試験地と試験区

#### (1) 春季注入試験

本試験は、山林のみならず、実用化後に注入が想定される公園も含めて多様な樹種に対して、施用が効果的と考えられる幼虫脱出前の春季(5~6月)において、液剤2の注入状況、薬害の発生状況、施用効果について実施した。

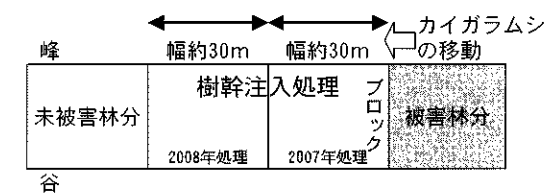
試験地は、実用化時の多様な樹種と施用箇所を想定して、3箇所とした。

#### ●試験地1: 山形県天童市舞鶴山

試験地は、サクラの開花期に開催される「人間将棋」で有名な、山形県天童市舞鶴山のコナラを主とする林齢約40年生の林分とした。カイガラムシによる被害は2004年から発生しており、試験地内には2006年から発生したタカオモミジの部分枯れ被害木が1本生育した。試験区は、傾斜27度の斜面に対して蛇行する舗装道路を挟んで幅約40m谷から峰方向に30mの面積0.12haの帯状施用区を2007年の試験地と隣接して配置した。供試木は、試験地内の未被害立木とし、希釈倍率別の薬害・効果調査と被害地と隣接する未被害林での施用方法を併せて検討した(図一・2・3,表一・2,写真一・2)。



図一 2008年の試験地位置図



図一 3 試験地1の樹幹注入施用供試木の帯状施用にかかわる模式図(天童市舞鶴山)

#### ●試験地2: 山形県山形市山寺立石寺

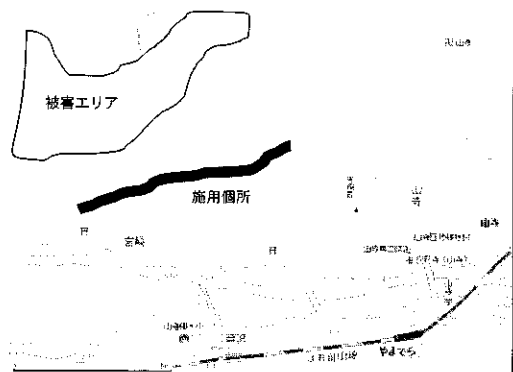
試験地は、名勝史跡で知られる日本に誇る名刹、山寺立石寺地内の西側の稜線に生育する林齢約40~50年生のコナラを主とした天然林とした。試験地は未被害ではあるが、試験地の対面約300mのコナラ林では2007年から被害が発生しているため、予防注入の効果を確かめるため稜線に幅約20m、長さ約200mの帯状施用の区域を設けた(図一・2・



写真一2 試験地1 天童市舞鶴山



写真一3 試験地2 山形市山寺立石寺



図一4 試験地2の施用箇所位置図  
(山形市山寺立石寺)



写真一4 試験地3 米沢市戸塚山



図一5 試験地3の施用箇所位置図  
(米沢市戸塚山)

4, 表一2, 写真一3)。

●試験地3：山形県米沢市戸塚山

試験地は、弥生時代の古墳を含む標高356mの単独峰で、山形新幹線に面した米沢市と東置賜郡高畠町の境にある戸塚山のコナラを主とした約40年生の天然林とした。被害は2007年から確認されており北東斜面において被害地と隣接する未被害林分において、被害林と直接隣接する緩衝帯の無処理区とこの無処理区の外側の未被害林内に処理区をそれぞれ幅約15m、長さ約80mで帯状に設けた(図一2・5, 表一2, 写真一4)。

(2) 秋季注入試験

本試験は、注入時期について夏季に被害が発生した後、被害木の駆除、未被害木の予防作業として落葉前で自然圧による注入が可能な秋季(9～10月)において、液剤2の注入状況、薬害の発生

状況を本年は実施した。なお、来年は秋季に施用効果を確認することになる。

●試験地4：山形県飽海郡遊佐町菅里森林公園

試験地は、秋田県境まで約7km、日本海に面

した国道7号線沿いのクロマツを主とする海岸林の中にある森林公園(ゆうぼつ)内に点在するコナラ等約40年生の被害木及び未被害木の多様な天然性の広葉樹を対象にした。被害の確認は2008年に入ってからだが、2008年春に開葉しない枝が多数観察されたので、被害は2007年中に発生していたものと考えられた。試験地では、被害木の駆除と未被害木の予防効果について検討することにした(図一2, 表一2)。

2) 試験方法

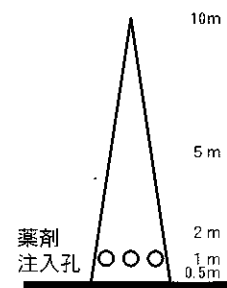
樹幹注入に供試した薬剤は、液剤2の50倍液であり、水希釈液200mlを注入用ノズル付きアンプルに前日充填した。なお、試験地1の天童市舞鶴山では、希釈倍率による薬害の違いを比較するために、10倍・50倍・100倍液を樹幹注入した。

薬剤注入孔は、供試木の樹幹地上50cmに径8mmのドリルビットで斜め45度に約30mmの深さで孔をあけた。アンプルの注入本数は、マツ材線虫病樹幹注入剤の本数を参考に胸高直径に応じて決定した(胸高直径20cm未満：4本、20～30cm未満：5～6本、30～40cm未満：7～8本)。アンプルには注入孔にフィットするノズルを装着して注入孔に挿入し自然圧で注入した。

春季試験の注入は、2008年5～6月、秋季試験では10月に実施した(表一2)。

3) 試験の評価

注入状況は、注入に要した時間と残量を測定し



図一6 薬剤注入後の原体分析用試料の採取位置

た。薬害状況は、注入4週後の葉の異常等を観察した。また、施用8週以降に施用効果を含めて供試木の樹勢について樹冠の葉の状態を観察して5段階で評価した。また、沢から峰まで帯状に処理木を配置する方法についての効果も観察した。

3. 殺虫剤を樹幹注入した立木内でのアセタミプリドの動態調査

殺虫剤の樹幹注入がカイガラムシにとってどのように作用しているのかは、秋季における葉の状況や虫の付着の観察によって容易に分かる。しかし、殺虫剤そのものが樹幹内でどのような状況にあるかは殺虫剤を注入した立木の辺材部から試料を採取して原体を抽出して定量する必要がある。

今回は、時間経過とともに樹幹注入した原体が樹幹のどの位置にどの程度残存するか調査した。

1) 供試材料と調整

供試木は、2008年6月3日、山形県森林研究研修センター内のコナラ(胸高直径27.6cm、樹高11m)とし、地上50cmの位置に液剤2の50倍液を200ml入りノズル付きアンプルで6本注入した。

原体分析用の試料は、地上0.5m(注入孔直上)、1.0m、2.0m、3.0m、5.0m、10.0mから径15mmの手動式ドリルにて深さ約30mmまで穿孔して木屑を採取し、試料はチャック付きビニール袋に即座に収納し、-20℃で冷蔵庫に保存した。なお、地上10mの試料の採取については、枝と葉とした(図一6)。

試料の採取時期は、注入1週後、2週後、4週後、8週後とした。

2) アセタミプリドの定量方法

試料の分析は、試料の全量を容器に取り、メタノールを加え、振とう抽出する。抽出液を濃縮し、多孔性ケイソウ土カラム、ケイ酸マグネシウムミニカラム及びC18シリカゲルミニカラムを用いて精製した後、高速液体クロマトグラフで定量した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 多様な広葉樹への殺虫剤の樹幹注入試験

1) 春注入試験

(1) 注入状況

試験地1～3において、液剤2は、これまでの注入結果と同様に24時間後には全ての樹種で、希釈倍率に関係なく自然圧で完全注入が可能であっ

た(表-3～5)。

(2) 薬害の状況

4週後の外観調査は、樹冠の緑葉の状況に応じて、正常(緑葉が着いていて旺盛な樹勢)、一部萎凋(葉の一部が萎凋・褐変等異常あり)、半分萎凋(葉の半分が萎凋・褐変等異常あり)全部萎凋(樹冠の葉全体が萎凋・褐変等の異常あり)、枯死に5区分して、正常を5、様態が最も良くな

表-3 試験地1における薬剤の希釈倍率別の樹幹注入成功率と4週後の薬害状況

試験区	樹種	供試本数	24時間注入		4週後までの薬害状況					平均評価値
			終了本数	注入成功率%	正常 5	一部萎凋 4	半分萎凋 3	全部萎凋 2	枯死 1	
10倍区	コナラ	6	6	100	2	1	2	1		
	クリ	1	1	100		1				
	ケヤキ	1	1	100			1			
	ハリギリ	2	2	100	1		1			
	コシアブラ	2	2	100			2			
	ヤマボウシ	1	1	100	1					
	ソメイヨシノ	2	2	100	1	1				
	タカオモミジ	1	1	100			1			
	平均			100						3.75
	計	16	16		5	3	7	1	0	
比率			100%	31%	19%	44%	6%	0%		
50倍区	コナラ	9	9	100	8	1				
	クリ	1	1	100	1					
	ケヤキ	2	2	100	2					
	ハリギリ	3	3	100	3					
	ミズキ	1	1	100	1					
	ヤマボウシ	1	1	100	1					
	コブシ	2	2	100	2					
	コシアブラ	2	2	100	2					
	ソメイヨシノ	2	2	100	2					
	オオヤマザクラ	1	1	100	1					
タカオモミジ	2	2	100	2						
平均			100						4.96	
計	26	26		25	1					
比率			100%	96%	4%					
100倍区	コナラ	7	7	100	6	1				
	クリ	1	1	100	1					
	ケヤキ	1	1	100	1					
	ハリギリ	2	2	100	2					
	ヤマボウシ	1	1	100	1					
	コブシ	1	1	100	1					
	コシアブラ	1	1	100	1					
	ソメイヨシノ	2	2	100	2					
	タカオモミジ	1	1	100	1					
	平均			100						4.94
計	17	17		16	1					
比率			100%	94%	6%					

表-4 試験地2における樹幹注入成功率と4週後の薬害状況

試験区	樹種	供試本数	24時間注入		4週後までの薬害状況					平均評価値
			終了本数	注入成功率%	正常 5	一部萎凋 4	半分萎凋 3	全部萎凋 2	枯死 1	
50倍区	コナラ	86	86	100	86					
	ミズナラ	67	67	100	67					
	アベマキ	5	5	100	4	1				
	クリ	3	3	100	2	1				
	ブナ	2	2	100	2					
	ホオノキ	18	18	100	18					
	ハリギリ	1	1	100	1					
	アオギリ	1	1	100	1					
	ヤマボウシ	1	1	100	1					
	イタヤカエデ	7	7	100	7					
	ウリハダカエデ	14	14	100	14					
	ヤマモミジ	9	9	100	9					
	アズキナシ	2	2	100	2					
	キタコブシ	1	1	100	1					
	コシアブラ	1	1	100	1					
	タカノツメ	2	2	100	2					
	平均			100						4.99
計	220	220		218	2	0	0	0		
比率			100%	99%	1%	0%	0%	0%		

表-5 試験地3における樹幹注入成功率と4週後の薬害状況

試験区	樹種	供試本数	24時間注入		4週後までの薬害状況					平均評価値
			終了本数	注入成功率%	正常 5	一部萎凋 4	半分萎凋 3	全部萎凋 2	枯死 1	
50倍区	コナラ	33	33	100	33					
	ミズナラ	5	5	100	5					
	平均			100						5.00
	計	38	38		38	0	0	0	0	
比率			100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	

い枯死を1として評価した。

①希釈倍率の違いによる薬害の状況(試験地1)

試験地1は希釈倍率を10倍、50倍、100倍として薬害の状況を観察した。各試験区の供試木数は順に、16本・26本・17本・合計59本で、樹種はコナラ、クリ、ケヤキ、ソメイヨシノ、タカオモミジなど合計10種類であった。

薬害の様態を示す評価数値の比率は、正常の5から枯死の1の順に、10倍区では31%・19%・44%・6%・0%で平均3.75であり、50倍区では96%・4%、評価3以降は0%で平均4.96、100倍区は94%・6%、評価3以降は0%で平均4.94であった。10倍区では評価数値の平均が3.75であり

樹冠の半分～一部の葉が薬害を起こしている状況で、多様な樹種に注入するには不適切な希釈倍率だと考えられた(写真-5)。

一方、50倍区、100倍区の評価数値の平均は4.96と4.94で酷似しており、ほぼ薬害が発生せず健全な状況だと考えられた。特に昨年液剤2の10倍注入によりモミジ類やサクラ類で薬害が確認されたが、50倍以上では薬害はなく、50倍以上の希釈が適切という結果になった(表-3、写真-6)。

②希釈倍率50倍における多数の供試木に施用した薬害の状況(試験地2・3)

試験地2と3は多様な樹種を対象に多数の立木に施用した場合の薬害状況を確認した。





写真一五 液剤10倍液注入による供試木の葉害（葉全体または葉の先端部が褐変・萎凋する）  
左から タカオモミジ、ソメイヨシノ、コナラ （試験地1：天童市舞鶴山）



写真一六 液剤50倍・100倍液注入による供試木の葉害（葉は緑色を保ち正常）  
左から タカオモミジ、ソメイヨシノ、コナラ （試験地1：天童市舞鶴山）

試験地2ではコナラ立木86本を初めとして、ミズナラ67本、ホオノキ18本、ウリハダカエデ14本など合計220本、16種類の立木に樹幹注入を実施した。

葉害の様態を示す評価数値は、正常の5から枯死の1の順に、99%・1%で評価数値3以降は0%で平均4.99であった。アベマキとクリの葉の一部がわずかに褐変した程度で葉害は認められなかった。

希釈倍率50倍による多樹種および多数の施用においても葉害が発生しなかったことから、希釈倍率50倍以上による施用は葉害がない倍率として適切と判断された（表一4）。

試験地3ではコナラ33本、ミズナラ5本合計38本の立木に樹幹注入を実施した。葉害の様態を示す評価数値は、すべて正常の5であった（表一5）。

以上、春季に樹幹注入した3試験地において、希釈倍率50倍による多樹種および多数の施用で葉害が発生しなかったことから、希釈倍率50倍以上による施用は葉害がない倍率として適切と判断され

た。

(3) 施用効果

カツラマルカイガラムシによる無処理の葉の萎凋は、例年どおり7月中～下旬より始まった。そこで、8月末～9月に供試木の樹冠における葉の状況と樹幹下部（地上4～8mまで）の枝や葉におけるカイガラムシの有無と枯れの有無について観察した。なお、樹冠における葉の状況の評価については葉害調査と同様に5段階で行った。

①希釈倍率の違いによる施用効果（試験地1）

試験地1における希釈倍率別の注入施用木における様態の評価数値の比率は、正常の5から順に10倍区では35%・18%・47%で評価数値2以降は0%で数値平均3.88であった。50倍区と100倍区では、それぞれ正常の5が100%であり評価数値は5であった（表一6）。

また、地上4～8mの位置で枝と葉を採取してカイガラムシの生死を確認したが、供試木の全てでカイガラムシは死亡していた。50倍区、100倍区で様態を示す平均評価値が5であり、葉害調査

表一六 試験地1における希釈倍率別の8週以降の樹勢と枝との状況

試験区	樹種	供試本数	8週以降の樹冠の葉と樹勢の状況					平均評価値	地上4-8mから採取した枝と葉の状況					平均評価値			
			正常 5	一部枯れ 4	半分枯れ 3	全部枯れ 2	枯死 1		調査本数	カツラマルカイガラムシ		葉の状況					
										有り	無し	生	死		5:正常	4:一部枯れ	3:全部枯れ
10倍区	コナラ	6	2	2	2			6	6	0	0	6	4	1	1	4.44	
	クリ	1		1				1	1	0	0	1		1			
	ケヤキ	1			1			1	1	0	0	1		1			
	ハリギリ	2	1		1			2	2	0	0	2	1	1			
	コシアブラ	2			2			2	2	0	0	2		2			
	ヤマボウシ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	ソメイヨシノ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	タカオモミジ	1			1			1	1	0	0	1		1			
	計	16	6	3	7	0	0	3.88	16	16	0	0	16	8	7		1
	比率		35%	18%	47%	0%	0%							50%	44%		6%
50倍区	コナラ	9	9					9	9	0	0	9	9		5.00		
	クリ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	ケヤキ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	ハリギリ	3	3					3	3	0	0	3	3				
	ミズキ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	ヤマボウシ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	コブシ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	コシアブラ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	ソメイヨシノ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	オオヤマザクラ	1	1					1	1	0	0	1	1				
タカオモミジ	2	2					2	2	0	0	2	2					
計	26	26	0	0	0	0	5.00	26	26	0	0	26	26				
比率		100%	0%	0%	0%	0%							100%				
100倍区	コナラ	7	7					7	7	0	0	7	7		5.00		
	クリ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	ケヤキ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	ハリギリ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	ヤマボウシ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	コブシ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	コシアブラ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	ソメイヨシノ	2	2					2	2	0	0	2	2				
	タカオモミジ	1	1					1	1	0	0	1	1				
	計	17	17	0	0	0	0	5.00	17	17	0	0	17	17			
比率		100%	0%	0%	0%	0%							100%				

の状況と一致した。加えて、アタックしたカイガラムシが死んでいた結果から判断すると、10倍区の施用効果確認調査時における、一部から全部葉が枯れていた様態はカイガラムシの吸汁による被害ではなく、葉害を反映したものと考えられた（表一6）。

よって、液剤2の樹幹注入によるカイガラムシに対する予防効果は希釈倍率に関係無く認められるが、供試木が薬剤によって褐変・萎凋する10倍の希釈倍率は不適切で50倍以上が適切と判断された。

なお、試験地と隣接する無処理の林分0.1haに

はカイガラムシの吸汁による葉枯れ被害が24本中19本に発生し、24本全てでカイガラムシの生息を確認した。

②希釈倍率50倍における多数の供試木に施用した効果（試験地2・3）

試験地2における多様な樹種に多数施用した場合の供試木の様態に関する評価数値の比率は、正常の5から順に99%・1%で評価数値3以降は0%で数値平均4.99であった。各樹種から枝と葉を採取したが、カイガラムシは確認されなかった（表一7）。試験地の林縁でカイガラムシに寄生されたコナラ立木が見つかったが、本試験地にはカ

表一七 試験地2における供試木の8週以降の樹勢と枝と葉の状況

試験区	樹種	供試本数	8週以降の樹冠の葉と樹勢の状況					平均評価値	地上4-8mから採取した枝と葉の状況							平均評価値
			正常 5	一部 萎凋 4	半分 萎凋 3	全部 萎凋 2	枯死 1		調査 本数	カツラマルカイガラムシ		葉の状況				
										有り	無し	生	死	5: 正常	4: 一部枯れ	
50倍区	コナラ	86	86					9	0	9	0	0	9			
	ミズナラ	67	66			1		7	0	7	0	0	7			
	アベマキ	5	4	1				2	0	2	0	0	2			
	クリ	3	2	1				2	0	2	0	0	2			
	ブナ	2	2					2	0	2	0	0	2			
	ホオノキ	18	18					2	0	2	0	0	2			
	ハリギリ	1	1					1	0	1	0	0	1			
	アオギリ	1	1					1	0	1	0	0	1			
	ヤマボウシ	1	1					1	0	1	0	0	1			
	イタヤカエデ	7	7					2	0	2	0	0	2			
	ウリハダカエデ	14	13	1				2	0	2	0	0	2			
	ヤマモミジ	9	9					2	0	2	0	0	2			
	アズキナシ	2	2					2	0	2	0	0	2			
	キタコブシ	1	1					1	0	1	0	0	1			
	コシアブラ	1	1					1	0	1	0	0	1			
タカノツメ	2	2					2	0	2	0	0	2				
計	220	216	3	0	0	1	4.99	39	0	39	0	0	39			5.00
比率		99%	1%	0%	0%	0%										

表一八 試験地3における供試木の8週以降の樹勢と枝と葉の状況

試験区	樹種	供試本数	8週以降の樹冠の葉と樹勢の状況					平均評価値	地上4-8mから採取した枝と葉の状況							平均評価値	
			正常 5	一部 萎凋 4	半分 萎凋 3	全部 萎凋 2	枯死 1		調査 本数	カツラマルカイガラムシ		葉の状況					
										有り	無し	生	死	5: 正常	4: 一部枯れ		3: 全部枯れ
50倍区	コナラ	33	17	16				3	3	0	0	3	3				
	ミズナラ	5	4	1				2	2	0	0	2	2				
	計	38	21	17	0	0	0	4.55	5	5	0	0	5	2	3	0	4.40
比率		55%	45%	0%	0%	0%								40%	60%	0%	
無処理区 (被害地隣 接緩衝帯)	コナラ	39	2	2	11	23	1		2	2	0	2	0	1	1		
	ミズナラ	3		1	2				1	1	0	1	0	1			
	計	42	2	3	13	23	1	2.58	3	3	0	3	0	0	2	1	3.67
比率		5%	7%	31%	55%	2%								0%	67%	33%	
未被害区 (50倍区 隣接地)	コナラ	26	26						2	0	2	0	0	2			
	ミズナラ	4	4						1	0	1	0	0	1			
	計	30	30	0	0	0	0	5.00	3	0	3	0	0	3	0	0	3.67
比率		100%	0%	0%	0%	0%								100%	0%	0%	

イガラムシの寄生がほとんど無いようであり、試験地2における結果は、葉害の程度を判断するにとどまった。来年度以降の効果調査を継続していきたい。

試験地3は、被害地と隣接する未被害の区域(幅約15m、長さ約80m)に立木38本の無処理の緩衝帯を作り、その外側の未被害地に立木42本へ50倍液を施用した試験区(幅約15m、長さ約80mの帯状施用)を配置している。

無処理区のコナラ38本の様態に関する評価数値

の比率は、正常5から順に、5%・7%・31%・55%・2%で数値評価の平均は2.58で、供試木は樹冠の半分以上が萎凋状況であり枯死木もあった。

一方、処理区のコナラ42本の様態に関する評価数値の比率は、正常5から順に、55%・45%で評価数値3以降は0%で数値評価の平均は4.55であり他の試験地同様にはほぼ正常な樹冠の状況であった(表一八)。

カイガラムシの生死については、無処理区で3本、処理区で5本を対象に枝と葉を採取したとこ

ろ、無処理区のコナラのカイガラムシは全て生存し、処理区ではカイガラムシが全て死亡しており、樹冠の様態はカイガラムシの寄生状況を反映しているものと考えられた。なお、処理区の外側にある未処理・未被害区では、葉枯れ被害は無く、カイガラムシの寄生も確認されなかった(表一八)。

よって、数値評価のとおり、処理区では液剤2の50倍液の樹幹注入は、供試木はほぼ正常な様態のままカイガラムシを殺虫する予防効果があったと判断された。

③帯状施用の効果(試験地1・2・3)

試験地1は、カイガラムシの密度が非常に高い公園内に2007年の帯状試験地に隣接して2008年の帯状試験地を設置し、合計の幅が約60m長さ約30mに達した(図一三)。2007年、2008年の試験地内の供試木でカイガラムシの付着は確認されたが、その全ては死亡しており、帯状施用地の外側にあり、これまで未被害の林分では被害は発生せず、カイガラムシの寄生も認められなかった。このように、帯状施用地を連結させて防除帯を拡大していけば、虫密度の高い区域では連年に渡って被害拡大防止の効果が期待される。

試験地2は、稜線に幅約20m、長さ約200mで220本16種類の立木に樹幹注入処理をして、対面300mにある被害地からの被害拡大に備えた(図一四)。しかし、カイガラムシは試験区外の林縁のコナラ1本で確認されただけで試験地内では確認

されておらず、帯状施用の効果を判断するには至らなかった。来年度以降、注意深く観察する必要がある。

試験地3は、被害地と隣接する未被害の区域(幅約15m、長さ約80m)に立木38本の無処理の緩衝帯を作り、その外側の未被害地に立木42本へ50倍液を施用した試験区(幅約15m、長さ約80mの帯状施用)を配置している(図一五)。被害地に直接隣接する無処理区では、42本の立木の95%が萎凋や褐変、枯死という状況であった。一方、この無処理区に隣接する処理区ではカイガラムシの付着は確認されたものの、寄生したカイガラムシは死亡していて集団的な葉枯れ症状はなく、さらに処理区の外側にある無処理の未被害区におけるコナラ等の立木は葉の萎凋や褐変、枯死は発生せず、確実に谷から尾根にかけて配置した液剤250倍液の帯状施用が被害拡大防止に対して効果があったものと考えられた。

2) 秋季注入試験

試験地4において、海岸のクロマツを主とする森林内に生育するコナラを主とする多様な樹種6種類96本に液剤2の50倍液を10月に注入した。

薬剤は、春季注入と同様に24時間以内に全量注入された。また、注入4週後の葉害調査では、様態に関する評価数値は全て5であり、葉害は起こっていない(表一九)。

表一九 試験地4における樹幹注入成功率と4週後の葉害状況(秋季処理)

試験区	樹種	供試本数	24時間注入		4週後までの葉害状況					平均評価値
			終了本数	注入成功率%	正常 5	一部萎凋 4	半分萎凋 3	全部萎凋 2	枯死 1	
50倍区	コナラ	86	86	100	6	68	12			
	ミズナラ	1	1	100		1				
	クリ	3	3	100		2	1			
	カシワ	4	4	100	1	2	1			
	スルデ	1	1	100		1				
	ヤマモミジ	1	1	100		1				
	平均			100						3.92
計	96	96	100	7	75	14	0	0		
比率			100%	7%	78%	15%	0%	0%		

表一〇 液剤2の50倍液を樹幹注入後の地上高別に採取した試料(木屑)からのアセタミプリドの検出結果の推移 (単位: ppm)

地上高 (m)	1 週後	2 週後	4 週後	8 週後
10	0.029	0.004	0.003	0.006
5	0.000	0.020	0.011	0.110
2	0.058	0.000	0.070	0.200
1	0.121	0.019	0.084	0.023
0.5	0.778	0.506	0.042	0.372

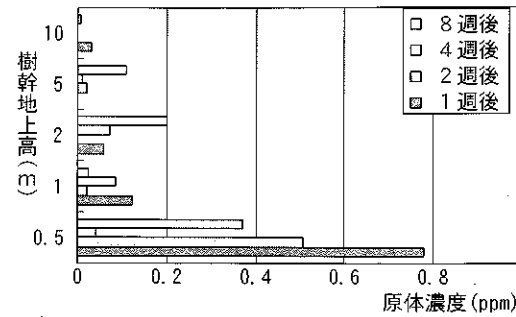
今後は、来年の被害が明確になる8月末～9月かけて数年間、効果調査する必要がある。

里山の二次林を主に構成するコナラやミズナラ・クリ、公園に人工植栽される事が多いモミジ類やサクラ類に対して、液剤2の50倍液の樹幹注入は、春季(5～6月)・秋季(9～10月)を問わず100%の注入成功率であり、葉害は発生しない事がわかった。また、被害を面的に軽減する方法としては、被害地に隣接して、未被害木に対して液剤2を樹幹注入した立木をある一定の幅と長さを持った処理区域で帯状に配置すれば、被害の拡大を面的に防止する事が可能であると判断された。

## 2. 殺虫剤を樹幹注入した立木内でのアセタミプリドの動態調査

2008年に液剤2の50倍液を樹幹注入した立木から地上高別に樹幹の辺材から試料を注入1週後、2週後、4週後、8週後に採取し、樹幹内におけるアセタミプリドの残存状況を定量した結果を表一〇と図一七に示す。

薬剤注入孔直上にあたる地上0.5m位置に注目すると1週後は0.778ppm、2週後0.506ppm、4週後0.042ppm、8週後0.372ppmで4週後の値は低いが、時間の経過とともに検出量減衰傾向が見られた。さらに、地上1m、2m、5m、10mでの検出量に注目すれば時間の経過とともにほぼ0.1ppm以下ではあるが、原体が注入孔よりも上部に移動するような形で樹幹全体から検出されてお



図一七 液剤2の50倍液を樹幹注入後の地上高別に採取した試料(木屑)からのアセタミプリドの定量結果の推移

り、薬剤の注入後4週間経過すれば樹幹の下部から梢端部まで0.05ppm程度の薬剤が樹幹内にいきわたる事が明らかになった。

また、2007年には調査時から2年前の2005年と1年前の2006年の春季に液剤2100倍液を注入した供試木から秋季に試料を採取し原体の定量を試みた。採取した試料の重量は、2008年の調査の10倍以上であるため濃度の絶対値による比較は意味が無いが、原体の樹幹内での動態を考えるには十分な資料になる。この調査の結果、注入孔の部位で2年前に注入した供試木では0.99ppm、1年前に注入した供試木では10.3ppmと濃度が大きく異なり、年数が経過すると注入孔付近では原体濃度が減少しながらも、殺虫剤は樹幹内において注入孔付近に滞留し、樹液の流動とともに梢端部に移行して、梢端にアタックするカイガラムシに対して最低2年以上は殺虫効果を持つと考えられる結果を得ている<sup>(7)</sup>。

2007年、2008年の結果を総合すれば、液剤2の希釈液は、樹幹下部の薬剤注入孔から当年の4週のうちには施用効果が期待される梢端部を含む樹幹内全体に拡散し、一部は注入孔付近で滞留しながら、樹液の流動とともに翌年も樹幹内に原体を移行させ、最低2年以上は樹幹内に留まってカイガラムシの殺虫に効果を発揮するものと考えられた。

## IV. まとめと今後の課題

近年被害が拡大しているカツラマルカイガラムシ被害の軽減のため、吸汁性害虫に効果のあるアセタミプリド製剤＝液剤2の樹幹注入試験を多様な樹種を対象に実施した。液剤2の50倍液の樹幹注入は、自然圧で完全注入ができ、葉害が発生せず、多様な樹種に施用効果がある事が明らかになった。また、液剤2の50倍施用立木を谷から峰などの地形を利用して、幅15～60m、長さ30～80mなど帯状に被害地と隣接して未被害地に施用すれば、施用地の外側にある未被害地での被害拡大を2～3年防げる事が明らかになった。

また、薬剤の樹幹注入による原体の検出量の分析結果では、薬剤が注入孔付近に滞留して、樹液の流動により樹幹内に拡散して施用後2年以上はカイガラムシの殺虫に有効な原体が注入部位に残存して梢端部に移動することで効果があると推察された。

本調査結果から、液剤2の50倍希釈液は、樹幹注入剤として高い性能と適正を有することが明らかになった。今後は、多様な樹種にこの適正であると判断された倍率での施用が可能になるよう、実証試験をさらに進め、樹幹注入による処理方法での実用化を早急に図る必要がある。

## 謝 辞

2008年度の試験実施にあたっては、多数の方々のご協力を得て実施した。

試験地1では、天童市役所農林課矢萩治男副主幹・秋葉政和主任には試験地の設定と注入作業・試験地の管理をしていただいた。

試験地2では、山寺立石寺副住職清原正田氏には試験地設定について御快諾いただき、山形市役所森林整備課酒井定幸課長・海谷善和課長補佐・吉田浩治主幹他、森林整備課職員の方および村山総合支庁の深瀬雅和指導員には試験地の基礎調査や注入作業・試験地の管理をしていただいた。ま

た、山寺観光協会の方々には注入作業を手伝っていただいた。

試験地3では、置賜総合支庁の大築和彦課長補佐・志斎和貴指導員・伊藤志津指導員には試験地の基礎調査と注入作業および試験地の管理をいただき、置賜農業高校の木村和彦教諭および2年生の安藤弥樹、飯澤 眞、伊藤清人、塩澤 悟、高橋 誠、我妻孝信、渡部貴弘の学生諸氏には注入作業と試験地の調査をしていただいた。

試験地4では、庄内総合支庁の尾形俊成主査・遊佐町役場農林水産振興課の伊藤まり子主事には試験地の基礎調査や設定・注入作業・試験地の管理をしていただき、北庄内森林組合の鈴木孝志支所長および酒田地区の多数の方々には注入作業を手伝っていただいた。

あらためて、皆様に心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- (1) 河合省三 (1973) 樹木を加害するカイガラムシの見分け方 (3), 森林防疫 22, 277-282.
- (2) 河合省三 (1994) 吸汁性害虫 カツラマルカイガラムシ (森林昆虫, 小林富士雄, 竹谷昭彦編, 養賢堂), 427.
- (3) 大澤正嗣・名取 潤 (2005) カツラマルカイガラムシの生態の解明と天敵を利用した被害軽減法の検討. 山梨県森林総合研究所事業報告 (平成16年度), 16-17.
- (4) 斎藤直彦・在原登志男 (2007) 福島県の広葉樹林で発生したカツラマルカイガラムシ被害. 森林防疫 56(4): 9-16.
- (5) 斎藤正一・上野 満・世儀一清・阿部 豊 (2007) カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対するネオニコチノイド殺虫剤の樹幹注入による防除の試み. 林業と薬剤 180: 17-22.
- (6) 上野 満・斎藤正一 (2007) 山形県におけるカツラマルカイガラムシ被害林の林分構造と更新状況. 森林防疫 56(5): 3-11.
- (7) 斎藤正一・上野 満・小澤道弘・世儀一清 (2008) カツラマルカイガラムシによる広葉樹林の集団葉枯れに対するネオニコチノイド殺虫剤の樹幹注入による防除の試み (2). 林業と薬剤 184: 1-7.



【No.186 再掲】

平成19年度松くい虫被害について

林野庁

林野庁は去る8月12日、平成19年度の松くい虫被害量を発表した。

1. 平成19年度の全国の松くい虫被害量は、前年度と比較して約2万立方メートル減の約62万立方メートルとなり、平成15年度以来5年連続で減少した。
2. 被害の発生地域は、前年度と同様、北海道及び青森県を除く45都府県となっており、その内訳は別表のとおりである。
3. 全国的には、前年度に引き続いて被害量が減少したところであるが、一部の地域では、夏期の高温少雨による被害の増加、高標高地域などこれまで被害が発生していなかった松林における新たな被害の発生等により被害が増加している。

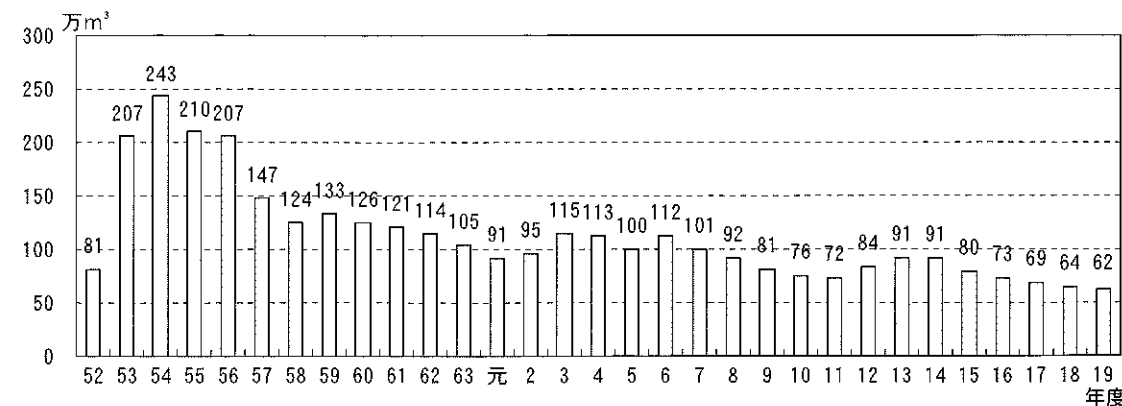
都道府県別松くい虫被害量（被害材積）

単位：千m<sup>3</sup>

区分	年度		区分	年度		区分	年度	
	平成18	平成19		平成18	平成19		平成18	平成19
民有林	北海道	—	民有林	山梨	11.5	民有林	香川	13.7
	青森	—		長野	50.6		愛媛	6.4
	岩手	39.8		岐阜	6.4		高知	0.3
	宮城	19.5		静岡	19.4		福岡	1.4
	秋田	26.3		愛知	9.5		佐賀	0.5
	山形	25.7		三重	6.1		長崎	6.9
	福島	57.6		滋賀	4.4		熊本	0.9
	茨城	4.5		京都	26.1		大分	1.1
	栃木	12.8		大阪	3.2		宮崎	3.8
	群馬	15.4		兵庫	8.1		鹿児島	30.3
	埼玉	0.5		奈良	2.3		沖縄	29.7
	千葉	4.2		和歌山	1.5		計	605.2
	東京	0.1		鳥取	17.2		国有林	38.7
	神奈川	0.7		島根	26.8		合計	643.9
	新潟	9.0		岡山	21.1			
	富山	0.4		広島	25.5			
	石川	7.2		山口	32.3			
	福井	13.5		徳島	1.1			

- (1) 民有林については、都道府県からの報告による。
- (2) 国有林（官行造林地を含む）については、森林管理局からの報告による。
- (3) 都道府県ごとに単位以下第二位を四捨五入した。

全国の松くい虫被害量（被害材積）の推移



菌類によるマツ材線虫病の微生物的防除

—病原体とその媒介者を対象に—

前原紀敏\*・島津光明\*\*

I. はじめに

マツ材線虫病の病原体は言わずと知れたマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) であり、その病原体をアカマツやクロマツ（以下マツと略記）の枯死木から健全木へと伝播するのがマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus*) の成虫である。そのため、本病の防除対象としては、病原体「マツノザイセンチュウ」と媒介者「マツノマダラカミキリ」が考えられる。またその方法は、大きく「予防」と「駆除」に分けられる。

本病を防除するために通常行われているのは、あらかじめ健全木の樹冠部に殺虫剤を散布しておくことで枝を摂食する（これを幼虫期の摂食と区別して後食（こうしょく）と呼ぶ）ために飛来したマツノマダラカミキリの成虫を殺す方法（予防散布）と枯死木材内のマツノマダラカミキリの幼虫を殺虫剤や燻蒸剤によって殺す方法（伐倒駆除）である。殺虫剤による防除は、効果が早く速い反面、生態系内の他の生物への悪影響や環境汚染を引き起こす可能性がゼロではない。また、燻蒸剤は効果と安全性は高いが、被害材をシートで密閉する必要があり手間がかかるとともに、急斜面などでは適用できないこともある。このような現行の防除法の問題点に加え、少しでも環境への影響が少ない防除法が求められるという背景の下で、生物的防除法の開発が望まれてきた。そこで、筆者らは昆虫病原菌 *Beauveria bassiana* を利用し

てマツノマダラカミキリの幼虫および成虫を防除するための研究を行ってきた。

一方、マツノザイセンチュウに対する予防措置として、健全木への薬剤の樹幹注入がある。予防効果が高く、環境への悪影響の心配もないが、薬剤を注入するために空けた穴から腐朽菌が侵入してしまうことがある、また高価なため大面積での実施には不適であるという欠点もある。マツノザイセンチュウの駆除措置に関しては、枯死木材内のマツノマダラカミキリ幼虫に対して用いる殺虫剤や燻蒸剤に殺線虫効果もあることが分かっているが、先に述べたような問題点がある。そのため、筆者らは菌類を用いてマツノザイセンチュウを防除するための研究も併せて進めてきた。

II. 菌類によるマツノマダラカミキリの微生物的防除

1. 天敵微生物の探索

まず各地のマツノマダラカミキリの死体から昆虫病原菌を分離し、それらの菌を培養して接種試験を行うことで、マツノマダラカミキリに有効な天敵微生物を探索した。そして、熊本県のマツノマダラカミキリ幼虫の死体から分離した *Beauveria bassiana* の F-263株を、病原力が強く胞子形成も良好であるため選抜した（島津・串田, 1983）。この菌の病原力は、成虫より幼虫に対する方が強い。

2. 菌類によるマツノマダラカミキリ幼虫の防除  
マツ枯死木の樹皮下にいるマツノマダラカミキリ幼虫を駆除するために、樹皮外から *B. bassiana*

\* 森林総合研究所東北支所 MAEHARA Noritoshi  
\*\* 森林総合研究所 SHIMAZU Mitsuaki

F-263の孢子懸濁液を散布したところ、効果が不十分であった(島津・串田, 1980)。これは、病原力は強いのに、樹皮下の幼虫に菌が接触しにくいからであった。この問題の解決のためには、①菌を樹皮下に施用する、あるいは②樹皮外からより大量の菌を施用することが考えられた。①として、枯死木の樹皮下を摂食するキロコキタイムシ (*Cryphalus fulvus*) に菌を運ばせる(例えば、遠田ら, 1989)、また種駒を枯死木に施用する(Shimazu et al., 1992)という方法が開発されたが、前者は効果が近傍に限られ、後者は有効だが労力を要し実用には不向きだった。そこで②として、孢子懸濁液の濃度を上げるには限界があるため、培地を染みこませた不織布に菌を培養して大量に孢子を形成させた上で枯死木に施用したところ、種駒以上に高い殺虫率を得ることができた(Shimazu et al., 1995)。今のところ、この菌をマツノマダラカミキリ幼虫の駆除に利用するには不織布を用いた方法が最良だと考えられているが、幼虫の材入後は効果が低いため、マツの枯死後できるだけ早い時期に施用しなければならないという問題点が残されている(Shimazu and Sato, 2003)。

3. 菌類によるマツノマダラカミキリ成虫の防除

一方マツノマダラカミキリ成虫に対しては、マツ枯死木に *B. bassiana* F-263の孢子懸濁液を散布してそこから羽化脱出する成虫に感染させる(駆除)(島津ら, 1982)、また健全木にあらかじめ孢子懸濁液を散布しておくことで摂食に来る成虫を殺す(予防)(島津ら, 1983)という方法を試みたが、いずれも殺虫率が不十分な上に殺虫にかかる時間も長く、そもそもこの菌の成虫に対する病原力は幼虫に対する病原力ほど強くないこともあって成虫防除の役には立たないと考えられてきた。しかし、菌を培養した不織布上を枯死木から羽化脱出した直後の成虫に歩かせると、短い潜伏期間で高い死亡率が得られることが近年分かっ

た(興津ら, 2000; 岡部ら, 2001; Shimazu, 2004; 興津ら, 2005)。さらに、菌を接種された成虫は後食量が減り、死亡前数日は摂食しなくなる(図1)(Maehara et al., 2007)。そのため、対照区では、成虫から離脱したマツノザイセンチュウが成虫の後食によって枝に付いた傷(後食痕)を通じて健全枝へと侵入するのにに対し(図2)、菌の接種区では後食痕を通じたマツノザイセンチュウの健全枝への伝播が妨げられることが確認された(図3)(Maehara et al., 2007)。すなわち、

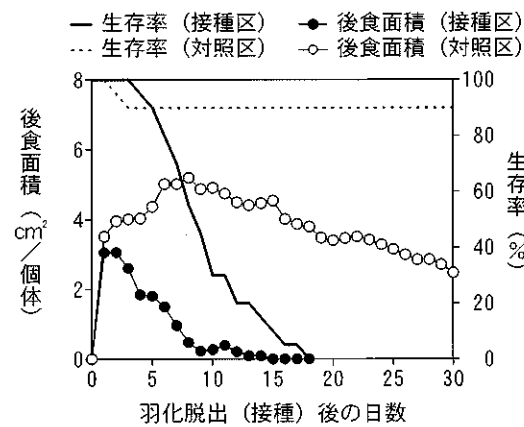


図1 *Beauveria bassiana* を接種されたマツノマダラカミキリ成虫の生存率と後食面積 (Maehara et al. 2007 を改変)

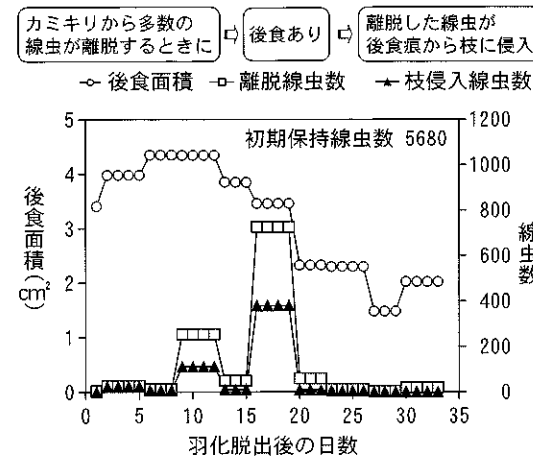


図2 対照区のマツノマダラカミキリ成虫が伝播するマツノザイセンチュウ数の一例 (Maehara et al. 2007 を改変)

なく、作業が簡単であるという利点もある。さらに、この菌はカイコにも病原性はあるが不織布から数十メートル離せばほぼ感染の危険性はないこと(Shimazu et al., 2002b)、この菌は細菌、放線菌、真菌に影響しないこと(Shimazu et al., 2002a)など標的外生物への菌の影響が調べられた。それらの結果をもとに、この菌の不織布製剤は2007年2月に農薬登録され、2008年4月から製造販売されている(写真1)(島津・樋口, 2008)。

III. 菌類によるマツノザイセンチュウの微生物的防除

1. マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数

マツノマダラカミキリ成虫によってマツ枯死木から健全木へとマツノザイセンチュウが伝播されることでマツ材線虫病が生じることはすでに述べたが、マツノマダラカミキリが保持するマツノザイセンチュウの数が皆無かあるいは非常に少ない場合には、マツは枯死しない。実際に、1本のマツ枯死木から羽化脱出してくるマツノマダラカミキリの中にも、膨大な数のマツノザイセンチュウを保持しているものもいれば、全く保持していないものもいることが明らかにされている。

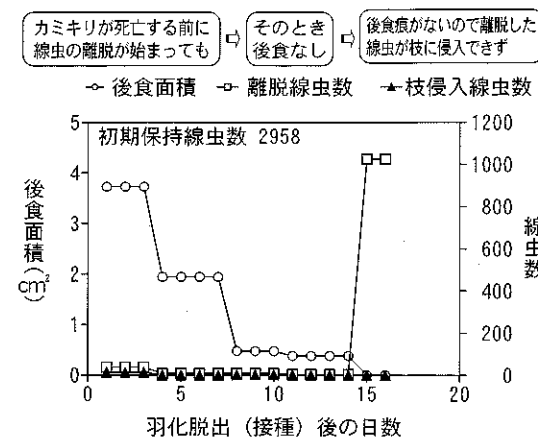


図3 *Beauveria bassiana* を接種されたマツノマダラカミキリ成虫が伝播するマツノザイセンチュウ数の一例 (Maehara et al. 2007 を改変)

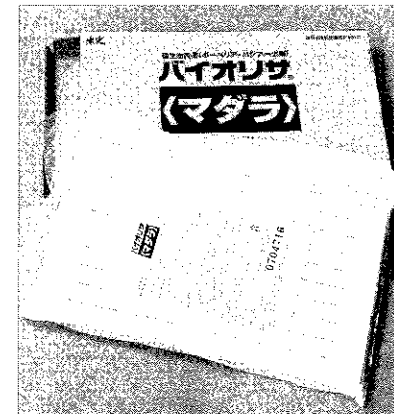


写真1 *Beauveria bassiana* 不織布製剤

この菌は産卵可能時期までに成虫を死亡させることで次世代の発生を抑制するだけでなく(岡部ら, 2002)、病原線虫の伝播を防ぐ観点からも有効であることが分かった。そこで、伐倒集積した枯死木の上にこの菌を培養した不織布を設置し、遮光性のビニールシートで被覆することで、その枯死木から羽化脱出してきた成虫が菌に触れるようにする方法(駆除)を開発したところ、多くの場合、脱出後15日以内に90%以上の高い死亡率が得られた。被覆の目的が光を求めて歩く成虫が不織布に接触しやすくするためなので、薬剤による薫蒸のようにシートを周囲の土に埋めて密閉する必要が

含水率が高すぎる、あるいは低すぎる材から脱出したマツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数は少ない、体サイズの大きいマツノマダラカミキリほど多くのマツノザイセンチュウを保持している、また、マツノザイセンチュウの病原力(マツを枯死させる能力)が強いほど、マツノマダラカミキリに多く保持されるという報告がある(岸, 1988; 相川, 2006)。しかし、これらの要因だけで、マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数の大きなばらつきを説明することはできない。

枯死木中のマツノザイセンチュウは、蛹室で羽化したばかりのマツノマダラカミキリに乗り移る。そのため、マツノマダラカミキリがマツノザイセ

ンチュウを多数保持するために必要な条件は、その蛹室にマツノザイセンチュウが多数集中して、羽化したマツノマダラカミキリに多数乗り移ることである。さらにさかのぼって考えてみると、まず枯死木材内でマツノザイセンチュウがよく増殖していなければならないことになる。

2. マツノザイセンチュウと菌類

マツノザイセンチュウが属するアフェレンクス目 (Aphelenchida) の線虫は、元来、菌食性線虫であり、菌類を餌として増殖する。マツノザイセンチュウも、灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) を餌として容易に培養できることから分かるように、菌食性の性質を持つ。マツノザイセンチュウは、さらにマツという高等植物に対して寄生性を持ち、これを加害する。マツノザイセンチュウは、菌類だけではなく、マツのカルス (Tamura and Mamiya, 1979; Iwahori and Futai, 1990) や無菌クロマツ稚苗内 (黒田・真宮, 1986) でも増殖でき、さらにマツ柔細胞に多い不飽和脂肪酸がマツノザイセンチュウの生活に有利にかかわっていること (Mamiya, 1990)、および柔細胞摂食を予測させる組織解剖観察の結果も示されているので、この線虫はマツ柔細胞からも栄養分を摂取することができると考えられている。そして、植物寄生性や菌食性の性質を持つ一般的な線虫と同様に、マツノザイセンチュウも口針を持ち、それを相手に突き刺してその細胞内容物を吸収することが知られている (田中, 1974)。

マツノマダラカミキリ成虫によって後食時にマツ健全木へと運ばれたマツノザイセンチュウは、後食痕から樹体内に侵入し、そのうちの一部が速やかに分散移動する。そしてその頃には、柔細胞を摂食すると考えられている。一方、健全なマツの樹体内にも、量的にはあまり多くはないが菌類が存在しているので、マツノザイセンチュウはこれらの菌類も餌として利用している可能性がある (小林ら, 1975)。

外観的な病徴であるマツの針葉の変色や萎凋が見られる頃になると、マツノザイセンチュウは柔細胞を餌として利用することができなくなる。一方、材内の菌相は大きく変化し、その量も著しく増加する。すなわち、健全木の中に存在した *Pestalotiopsis* 属菌などに代わり、材を青黒く変色させる青変菌 (*Ophiostoma* 属菌など) や材の黒変を引き起こす *Macrophoma* 属菌などが優占するようになる (小林ら, 1974, 1975)。マツに外観的な病徴が現れる頃、マツノザイセンチュウの数は爆発的に増加するが、それと時期を合わせるように青変菌も樹体内に広がっており、この時期のマツノザイセンチュウの餌として、この青変菌が重要な役割を果たしていると考えられている (黒田・伊藤, 1992)。さらに、マツが完全に枯死した後も、マツノザイセンチュウは青変菌などの菌類を摂食している。ただし、材内には、青変菌のようなマツノザイセンチュウの増殖にとって好適な (餌になる) 菌類ばかりではなく、マツノザイセンチュウの増殖にとって不適な (餌にならない) 菌類も存在する (Fukushige, 1991; Maehara and Futai, 2000)。また、マツノザイセンチュウを殺す能力のある線虫寄生菌も検出されている (三井, 1992)。

3. マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数に及ぼす菌類の影響

このようにマツ枯死木材内でのマツノザイセンチュウの増殖に青変菌が重要な役割を果たしていることが明らかになった。そこで、筆者らがマツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数に及ぼす青変菌の影響を枯死木で調べたところ、マツノマダラカミキリの蛹室に青変菌がよく繁殖している場合に、蛹室周辺のマツノザイセンチュウの数が多くなり、そこから羽化脱出したマツノマダラカミキリが保持するマツノザイセンチュウの数も多くなること明らかになった (表1) (Maehara et al., 2005)。

表1 1本のアカマツ枯死木から羽化脱出したマツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数に及ぼす蛹室壁の青変菌の影響

蛹室壁での青変菌の繁殖度合*	調査虫数	カミキリの保持線虫数**	蛹室周辺に集まった線虫数**
0		0	—
1		4	139.0 ± 168.6
2		12	1522.8 ± 4662.5
3		33	4247.3 ± 7329.5

\*数字が大きいほど、青変菌がよく繁殖していることを表す。 \*\*値は平均値±標準偏差を表す。 Maehara et al. (2005) を改変。

さらに、筆者らは、マツノザイセンチュウのマツノマダラカミキリへの乗り移りを再現できる人工蛹室 (マツ材片に蛹室に相当する穴を空け、高圧蒸気滅菌した後に、菌類、線虫、カミキリムシの老熟幼虫または蛹をその穴に接種し共存培養する方法) を考案して、マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数に及ぼす菌類の影響を調べた (Maehara and Futai, 1996, 1997)。その結果、①材内に1種類の菌だけが存在する場合：線虫の餌になる青変菌の一種 *Ophiostoma minus* の存在下では、線虫が非常に多く増殖し、マツノマダラカミキリの保持線虫数も非常に多くなった。一方、線虫の餌にならない菌である *Trichoderma* sp. 3 が存在すると、線虫の増殖が悪く、マツノマダラカミキリの保持線虫数も非常に少なくなり、また線虫寄生菌の一種 *Verticillium* sp. の存在下では、線虫が増殖できなくて、マツノマダラカミキリの保持線虫数はゼロになった。さらに、②材内に2種類の菌が存在する場合：*O. minus* と *Verticillium* sp. の組み合わせでは、接種の順序にかかわらず *Verticillium* sp. 単独接種の場合と同様に、マツノマダラカミキリが保持する線虫の数はほとんどゼロであった。*O. minus* と *Trichoderma* sp. 3 の組み合わせについては、マツノマダラカミキリの保持線虫数は、*O. minus* を先に接種した実験区では *O. minus* 単独接種の場合と同様に多くなったが、逆の接種順序と同時接種の実験区では少なくなった。

以上のように、マツノザイセンチュウに対する好適性が異なる菌類間で見られる相互作用の結果、枯死木材内で広く優占する菌が何であるかによって、マツノザイセンチュウの増殖の良し悪しが影響を受け、さらにはマツノマダラカミキリがその枯死木から運び出すマツノザイセンチュウの数が強く影響を受けることが明らかになった。

4. 菌類によるマツノザイセンチュウの防除

以上の知見をもとに、筆者らは、夏にマツ材線虫病でマツが枯れると、秋に様々な菌類 (線虫の餌にならない菌類) を種駒でその枯死木に接種して線虫の餌となる青変菌の繁殖を抑制することで材内の線虫密度を低下させ、翌年の夏にマツノマダラカミキリがそこから運び出すマツノザイセンチュウの数を減少させる方法を試みた (Maehara et al., 2006; Maehara, 2008)。マツノザイセンチュウを直接殺すのではなく、餌をなくすことによって増殖を抑える、すなわち線虫を「兵糧攻め」にするという発想に基づいている。また、線虫寄生菌を接種してマツノザイセンチュウを直接殺すことで、材内の線虫密度を低下させる方法も試みた。いずれの方法も、マツノザイセンチュウの駆除措置に相当する。その結果、前述の *Trichoderma* sp. 3 (ここでは兵糧攻め菌と呼ぶことにする) および *Verticillium* sp. (線虫寄生菌) に、マツノマダラカミキリが保持するマツノザイセンチュウの数を減少させる効果が見られたので、結果の

表2 マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数に及ぼすアカマツ枯死木に接種した菌類の影響の一例

接種菌 (接種点数/長さ25cmの丸太)	調査虫数	カミキリの保持線虫数*
<i>Trichoderma</i> sp.3 (4点) (兵糧攻め菌)	11	333.5±408.0
<i>Verticillium</i> sp. (2点) (線虫寄生菌の一種)	15	442.8±644.1
<i>Trichoderma</i> sp.2 (2点)	16	687.2±1232.4
<i>Trichoderma</i> sp.3 (6点)	16	700.6±1841.8
ヒラタケ (2点)	11	736.4±1489.0
ヒイロタケ (2点)	20	1085.0±1911.9
<i>Trichoderma</i> sp.3 (2点)	12	2723.6±6201.9
対照区 (接種菌なし)	11	3917.1±7695.8

\*値は平均値±標準偏差を表す。  
Maehara et al. (2006) を改変。

一例を表2に示す。ただし、兵糧攻め菌と線虫寄生菌には、速く伸長できるが青変菌より先に広がらなければ効果がない、伸長速度が遅いという欠点それぞれあり、いずれもマツの枯死後早い時期に接種する、あるいは労力の軽減を含めて種駒よりさらに良い接種方法を検討する必要がある。

IV. おわりに

現在、筆者らは、媒介者マツノマダラカミキリに対する昆虫病原菌 *B. bassiana* と、病原体マツノザイセンチュウに対する兵糧攻め菌および線虫寄生菌の併用について、相乗効果を得るべくさらに研究を進めている。

また、マツ材線虫病の防除を成功させるためには、枯死木の駆除とともに健全木への予防が欠かせない。しかし、マツノマダラカミキリに対する *B. bassiana* 不織布製剤は駆除の利用に限られ、現在のところ予防的に使える天敵微生物は見付かっていない。また、マツノザイセンチュウに対する兵糧攻め菌および線虫寄生菌に関しても、今考えられているのは駆除の利用方法である。病原体および媒介者のそれぞれに関して、予防的に利用できる菌類あるいは他の微生物を探索することが今後の課題となっている。

引用文献

相川拓也 (2006) マツノザイセンチュウの伝播機構—どのように媒介昆虫へ乗り移りそして離脱するのか—。日林誌 88: 407-415。  
 遠田暢男・五十嵐正俊・福山研二・野淵輝 (1989) キイロコキクイムシを伝播者としたポーベリア菌によるマツノマダラカミキリの防除 (予報)。100回日林論: 579-580。  
 Fukushima, H. (1991) Propagation of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) on fungi growing in pine-shoot segments. Appl. Entomol. Zool. 26: 371-376。  
 Iwahori, H. and Futai, K. (1990) Propagation and effects of the pinewood nematode on calli of various plants. Jpn. J. Nematol. 20: 25-36。  
 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。  
 小林享夫・佐々木克彦・真宮靖治 (1974) マツノザイセンチュウの生活環に関連する糸状菌 (I)。日林誌 56: 136-145。  
 小林享夫・佐々木克彦・真宮靖治 (1975) マツノザイセンチュウの生活環に関連する糸状菌 (II)。日林誌 57: 184-193。  
 黒田慶子・伊藤進一郎 (1992) クロマツに侵入後のマツノザイセンチュウの動きとその他の微生物相の変遷。日林誌 74: 383-389。  
 黒田慶子・真宮靖治 (1986) マツノザイセンチュウの無菌クロマツ稚苗内における行動。97回日林論: 471

-472。  
 Maehara, N. (2008) Reduction of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae) population by inoculating *Trichoderma* spp. into pine wilt-killed trees. Biological Control 44: 61-66。  
 Maehara, N. and Futai, K. (1996) Factors affecting both the numbers of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae), carried by the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae), and the nematode's life history. Appl. Entomol. Zool. 31: 443-452。  
 Maehara, N. and Futai, K. (1997) Effect of fungal interactions on the numbers of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae), carried by the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Fundam. Appl. Nematol. 20: 611-617。  
 Maehara, N. and Futai, K. (2000) Population changes of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae), on fungi growing in pine-branch segments. Appl. Entomol. Zool. 35: 413-417。  
 Maehara, N., Hata, K., and Futai, K. (2005) Effect of blue-stain fungi on the number of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) carried by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Nematology 7: 161-167。  
 Maehara, N., He, X., and Shimazu, M. (2007) Maturation feeding and transmission of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) inoculated with *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). J. Econ. Entomol. 100: 49-53。  
 Maehara, N., Tsuda, K., Yamasaki, M., Shirakawa, S., and Futai, K. (2006) Effect of fungus inoculation on the number of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) carried by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Nematology 8: 59-67。

Mamiya, Y. (1990) Effects of fatty acids added to media on the population growth of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae). Appl. Entomol. Zool. 25: 299-309。  
 三井 康 (1992) 線虫寄生菌の生態とその利用。(線虫研究の歩み。中園和年編、日本線虫研究会、茨城)。262-266。  
 岡部武治・中嶋清明・高井一也・鈴木敏雄・樋口俊男 (2001) *Beauveria bassiana* を培養したシート型不織布製剤によるマツノマダラカミキリ成虫駆除。日林九支研論 54: 115-116。  
 岡部武治・高井一也・鈴木敏雄・樋口俊男 (2002) *Beauveria bassiana* を培養したシート型不織布製剤によるマツノマダラカミキリ成虫駆除 (II) —雌成虫の産卵に及ぼす影響—。日林九支研論 54: 115-116。  
 興津真行・岸 洋一・高木よし子 (2000) *Beauveria bassiana* を培養したシート型不織布帯の施用によるマツノマダラカミキリ成虫の制御。日林誌 82: 276-280。  
 興津真行・谷脇 徹・大田都夫・岸 洋一 (2005) ポーベリア菌培養不織布帯を施用したマツ丸太から羽化脱出したマツノマダラカミキリ成虫の野外条件下における高い死亡率。応動昆 49: 223-230。  
 Shimazu, M. (2004) A novel technique to inoculate conidia of entomopathogenic fungi and its application for investigation of susceptibility of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*, to *Beauveria bassiana*. Appl. Entomol. Zool. 39: 485-490。  
 島津光明・樋口俊男 (2008) カビを利用した松くい虫防除剤について。山林 1484: 55-61。  
 島津光明・串田 保 (1980) 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—被害材の処理—。32回日林関東支論: 93-94。  
 島津光明・串田 保 (1983) 昆虫病原糸状菌各株のマツノマダラカミキリに対する病原力。35回日林関東支論: 165-166。  
 島津光明・串田 保・片桐一正 (1982) 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—脱出直前の被害材の処理—。93回日林論: 399-400。  
 島津光明・串田 保・片桐一正 (1983) 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—成虫後食期の散布—。94回日林論: 485-486。

Shimazu, M., Kushida, T., Tsuchiya, D., and Mitsuhashi, W. (1992) Microbial control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) by implanting wheat-bran pellets with *Beauveria bassiana* in infested tree trunks. J. Jpn. For. Soc. 74: 325-330.

Shimazu, M., Maehara, N., and Sato, H. (2002a) Density dynamics of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) introduced into forest soil, and its influence on other soil microorganisms. Appl. Entomol. Zool. 37: 263-269.

Shimazu, M. and Sato, H. (2003) Effects of larval age on mortality of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) after application of nonwoven fabric strips with *Beauveria bassiana*. Appl. Entomol. Zool. 38: 1-5.

Shimazu, M., Sato, H., and Maehara, N. (2002b) Density of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) in forest air and soil. Appl. Entomol. Zool. 37: 19-26.

Shimazu, M., Tsuchiya, D., Sato, H., and Kushida, T. (1995) Microbial control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) by application of nonwoven fabric strips with *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on infested tree trunks. Appl. Entomol. Zool. 30: 207-213.

Tamura, H. and Mamiya, Y. (1979) Reproduction of *Bursaphelenchus lignicolus* on pine callus tissues. Nematologica 25: 149-151.

田中 潔 (1974) マツノザイセンチュウの菌糸摂食行動. 85回日林講: 247-249.

「平成20年版森林・林業白書」  
を発行しました

平成20年版森林・林業白書は、森林・林業・木材産業の現状を詳細に分析するとともに、今後のあるべき施策の方向を示しています。特に、「平成19年度森林及び林業の動向」では、『林業の新たな挑戦』を特集して、国産材の安定供給を支え、健全な森林を将来へと引き継ぐ林業経営の確立を図るべく新たな林業に向けた胎動について述べ、このことが地球温暖化防止をはじめ、森林のもつ多様な機能を持続的に発揮し、一方、木材産業や関連産業との持続的な関係を強固なものとしていく上で極めて重要なものであることを訴えています。

本年も引き続きご購入いただきますようお願い申し上げます。

社団法人 日本林業協会

〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル3F  
TEL: 03-3586-8430 FAX: 03-3586-8434

定価 1部2,100円(税込み、送料実費)

(10部以上の購入は1部2,000円(消費税込)で、送料を当方負担とします。)

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成21年3月20日 発行

編集・発行/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

印刷/株式会社 スキルプリネット

定価 525円



松枯れ防止に関するホームページ

www.greenguard.jp

樹幹注入剤で唯一  
原体・製品ともに  
「普通物」、「魚毒性A類」

...だから安心



松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®・エイト

Greenguard® Eight

ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7  
TEL (03) 5309-7900

# 松を傷つけない土壤灌注タイプ

農林水産省登録  
第21971号

三石・Ⅲ・火気厳禁  
難燃ジカルボン酸ジメチルエステル

## 松枯れ防止土壤灌注剤

# ネマバスター

ホスチアゼート………30%

毒性：劇物 魚毒性：A類相当

### ● 特 長 ●

- ★ まつを傷つせずマツノザイセンチュウを防除します。
- ★ 樹の周りに土壤灌注処理する簡便な薬剤です。
- ★ 浸透移行性に優れており、根系から樹体内に速やかに吸収移行し、マツノザイセンチュウの運動を阻害し、増殖を阻止します。
- ★ まつの樹脂量に影響を受けず処理ができます。
- ★ 庭園松等の強剪定された松に対しても使用できます。
- ★ 本剤の効果持続期間は1年まで確認されています。

マツノザイセンチュウの写真

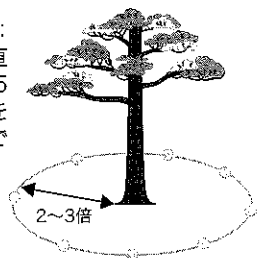


機械灌注処理

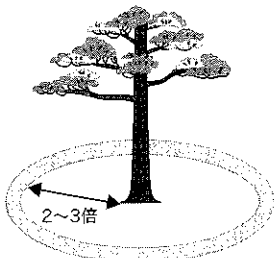


施用溝処理

土壤灌注器(2MPa,圧力:20kg/cm<sup>2</sup>目安)を用い胸高直径の約2~3倍離れた、深さ15~20cmの位置に所定薬量を1穴当たり2ℓを目安に等間隔で土壤灌注する。



- ① 胸高直径の約2~3倍離れた位置に深さ15~20cm、幅20cm程度の溝を掘り、所定薬量をジョウロ、柄杓などで均一に土壤灌注する。
- ② 灌注後、薬液が土壤に浸透した事を確認し溝を埋め戻す。



石原テレホン相談室

0120-1480-57

T&N推進部:06-6444-1456 <http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

【製造】ISK 石原産業株式会社 【販売】ISK 石原バイオサイエンス株式会社  
本 社：大阪市西区江戸堀1丁目3番15号 本 社：東京都千代田区富士見2丁目10番30号

# 竹を枯らせませす!

ラウンドアップ マックスロードが  
竹類へ登録拡大! **竹稈注入処理**

**使い方 [注入処理方法]**

処理適期：6~8月

- 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。

夏期がチャンスです!  
(もっとも早く枯れます)

### 処理時期

夏処理(6~8月) 完全落葉までの期間 2~5カ月	秋処理(9~11月) 完全落葉までの期間 8~11カ月
---------------------------------	-----------------------------------

**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

作物名	適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林木、畑作物	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 枯らす力が大幅にUP!

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。

ラウンドアップ  
お客様相談窓口

0120-209374

携帯電話ウェブサイトからラウンドアップ マックスロードの  
【作物別使用方法】が確認いただけます。  
携帯電話から <http://www.roundupjp.com>





安全、そして人と自然の調和を目指して。

**幅広い適用害獣**

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果が認められた初めての散布タイプ忌避剤です。

**散布が簡単**

これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥ぎ被害に予防散布が行えます。

**長い効果**

薬液は素早く乾燥し、降雨による流亡がなく、食害を長期にわたって防止します。

**安全性**

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用されてきた低毒性薬剤で普通物です。



**野生草食獣食害忌避剤**

農林水産省登録第17911号

**ユニファース水和剤**

造林木を野生動物の食害から守る

販売

ODS 大同商事株式会社

本社/〒105-0013 東京都港区浜松町1-10-8 野田ビル

☎03-5470-8491

製造



株式会社ニッソーグリーン

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

松の葉を食む病の防除に!!

**ドウグリン** 水和剤

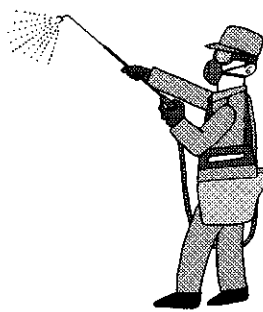
効果が高く、調合の手間もいらず、しかも最も薬害の少ない銅剤です。



**使用方法**  
1,000倍  
新葉生育期と9月頃  
10~15日おきにていねいに散布



アグロ カネショウ株式会社  
〒359-0024 埼玉県所沢市下安松852  
TEL:04-2003-6900 FAX:04-2944-8251



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

**マツグリーン** 液剤2 普通物

- 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/>

新発売

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

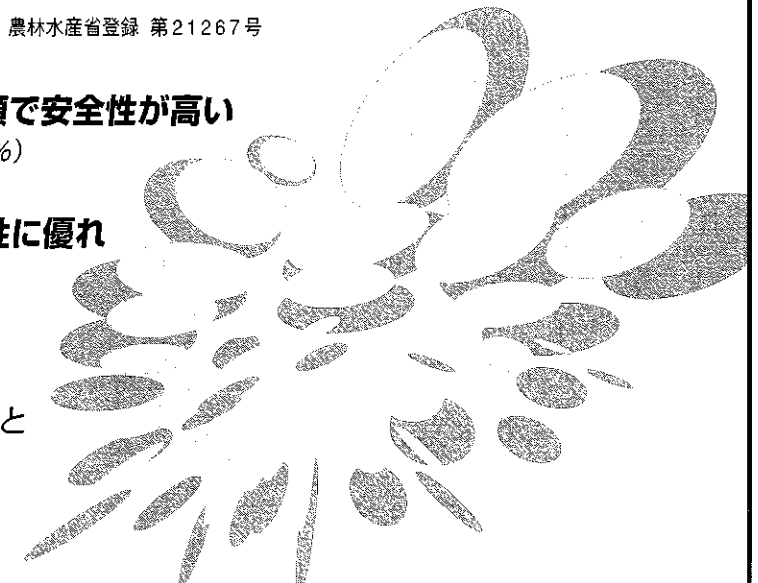
殺虫剤 **モリエート** SC

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 ヤシマ産業株式会社

農林水産省登録 第11912号

農林水産省登録 第12991号

# クロレートS (粒剤)

農林水産省登録 第12991号

# クロレートSL (水溶剤)



すぎ、ひのきの下刈りに。

製造 **株式会社 エスデー・エス 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 アグリ事業部**  
〒101-0044 東京都中央区銀座2丁目9番12号  
TEL.03(3256)5561 FAX.03(3256)5570

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

頼れる松枯れ防止用散布剤

### モリエート<sup>®</sup>sc

マツノマダラカミキリ誘引剤

### マダラコール<sup>®</sup>

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

### アカネコール<sup>®</sup>



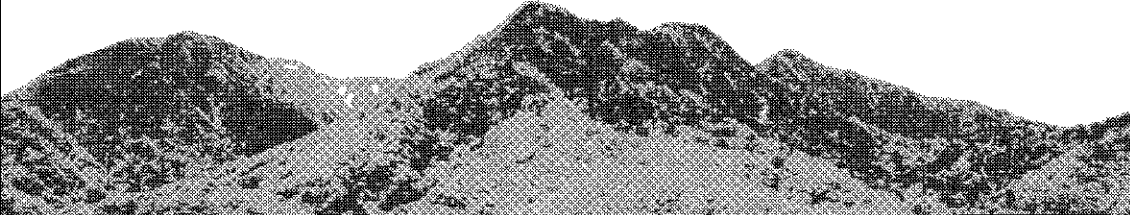
## サンケイ化学株式会社

〈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 佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	TEL (0942)81-3808

# 緑豊かな未来のために

人や環境にやさしく、大切な松をしっかりと守ります。



マツノマダラカミキリに高い効果

新発売 【普通物】

## エコワン3<sup>®</sup>フロアブル

農林水産省登録 第20897号

100~200倍希釈 (チアクロプリド水和剤3%)



## エコワンフロアブル

農林水産省登録 第20696号

1500~3000倍希釈

(チアクロプリド水和剤40.0%)

バイエルクロップサイエンス株式会社  
エンバイロサイエンス事業本部 緑化製品部  
〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5 ☎03-6266-7365

Bayer Environmental Science

井筒屋化学産業株式会社

本社/熊本市花園1丁目11番30号  
7860-0072 TEL.096-352-8121(代) FAX.096-353-5083

大切な日本の松を守る  
ヤシマの松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤  
モリエート SC (クロチアニジン懸濁剤)  
マツグリーン液剤 (アセタミプリド液剤)

○有機リン系殺虫剤  
ヤシマスミバイン乳剤  
スミバイン MC

松くい虫駆除剤

パークサイド F、オイル (油剤)  
ヤシマ NCS (くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノック L (巣退治用)  
ハチノック S (携帯用)

作業性の向上に

あわけし (消泡剤)

**Yashima**  
豊かな緑を次代へ

# 自然との調和

私達は、地球的視野に立ち、  
つねに進取の精神をもって、  
時代に挑戦します。

皆様のご要望にお応えする、  
環境との調和を図る製品や  
タイムリーな情報を提供し、  
全国から厚い信頼をいただいております。

野生獣類から大切な植栽木を守る

ツリーセーブ  
ヤシマレント

くん蒸用生分解性シート

ミクスト HG、守護森  
くん蒸与作シート

ヤシマ産業株式会社

本社 〒213-0002 神奈川県川崎市高津区二子 6-14-10 YTTビル4階 TEL.044-833-2211 FAX.044-833-1152  
工場 〒308-0007 茨城県筑西市折本 540 番地 TEL.0296-22-5101 FAX.0296-25-5159

# 低薬量と高い効果で 松をガード。

普通物で環境にやさしい天然物（有効成分）  
少量の注入で効果抜群  
効果が長期間持続（4年）



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

マツガードは、三共（株）が開発したミルベメクチンを有効成分とする松枯れ防止樹幹注入剤です。

 **株式会社 三共緑化**

〒113-0033 東京都文京区本郷4-23-14 三共春日ビル4F  
TEL.(03)5844-2030 FAX.(03)5844-2033

®登録商標

