

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 193 9. 2010

社団法人 林業薬剤協会



目 次

マツノザイセンチュウ接種木を空中写真で追う……………松浦邦昭・中北 理	1
【松保護士紹介】松保護士を養成する現場から……………野口 淳	9
ナラ枯れ被害および野生鳥獣被害について……………林野庁森林保護対策室	17
～樹木医寄稿～	
樹木・樹林地を維持するために——農薬を上手に利用する——……………小河 誠司	19

● 表紙の写真 ●

マツ樹冠上空を飛ぶ自立航行型無人ヘリコプター

位置情報を入力することで、要防除木（本文1～8頁参照）を自動的に探知、写真撮影を行う。現在は散布装置搭載機はない。搭載されれば人のいけない場所にある被害木の羽化時駆除等に効果を発揮すると期待されている。

（2007年11月秋田県立大学構内にて撮影）

—中北理氏提供—

マツノザイセンチュウ接種木を空中写真で追う

松浦邦昭*・中北 理**

1. はじめに

平成20年の全国のマツ材線虫病（松くい虫）の被害は、63万立米とここ数年60万立米台で推移している。しかし、都道府県別にみれば、寒冷地の岩手県、高標高の長野県、ならびにこれまで空白地であった桜島や奄美大島等の島嶼で被害が激しくなった鹿児島県では、平成20年に被害が増加した（林野庁、2009）。こうした被害の元凶であるマツノザイセンチュウは海外からの侵入者であり、わが国の大多数のマツ類には抵抗性がない。そのため、この線虫の伝搬者であるマツノマダラカミキリが寄生する被害木が林内に放置されたり、材が無被害地に持ち込まれたりすることは、そのまま、被害拡大の危険につながる。

現在、被害拡大を防止するため被害木を伐倒駆除する事業が日本の各地で行われている。通常伐倒駆除に先立っては道路等からの目視による被害木の地上探査が行われる。しかし、地上探査では、被害木が少し奥まった場所にあると見つけにくく、見残しが起きてしまう。見残された被害木が火種となれば、知らない間に被害が拡大したり、なかなか被害が根絶できないことになる。

地上探査によって被害木を見落としなく探査することが困難であるとした時、火種となる被害木を地上探査に代わり探査するにはどうしたらいいのであろうか。その解決策としては、見通しの良い上空から探査した上で、被害木の伐倒駆除を徹

底的に行なえば、見残し木を原因とする被害の発生を一掃できると考えられる。そこで、ヘリコプターと地上とを結ぶ探査法が多くの県で実施されることとなった。しかし、この方法は必ずしも成功していない（青森県森林病虫害等防除センター、2004）。それは飛行中のヘリ機の視界に立ちこちと目に入る被害木の位置を即座に、間違えなく地上に伝えるという人的作業には、自ずと限界があるからである。それに対し、空中写真画像を机上に置き、それに写っている被害木を立体鏡等で判読し、判読個体を写真上にマークする。その情報をGPS搭載の小型携帯端末（PDA）に移し、PDAを頼りに、被害木の立つ場所に到達するというシステムを開発することが考えられた（中北ら、2007）。

このシステム開発上の基礎情報として、マツ材線虫病被害木が空中写真にどう写るのかを確認するため、寒冷地に所在する秋田県立大学（秋田県秋田市）のクロマツ海岸林に試験地を設置し、マツノザイセンチュウを接種したマツの樹冠の変化を地上調査と空中写真で追った（松浦ら、2010）。その結果について紹介したい。

2. 地上調査によるマツノザイセンチュウ接種木樹冠の変化の追跡

マツはマツノザイセンチュウの侵入（感染）を受けると、樹脂流出が停止（発病）する。樹脂流出を停止した木は、針葉変色（枯死）の過程を経て、やがて落葉、腐朽していく。この中で問題となるのは、被害拡大の火種となるマツノマダラカミキリ幼虫の寄生がみられる被害木を外観から知

* 元森林総合研究所（現在、ファイザー（株）技術顧問）
MATSUURA Kuniaki

** 森林総合研究所東北支所・研究調整監
NAKAKITA Osamu

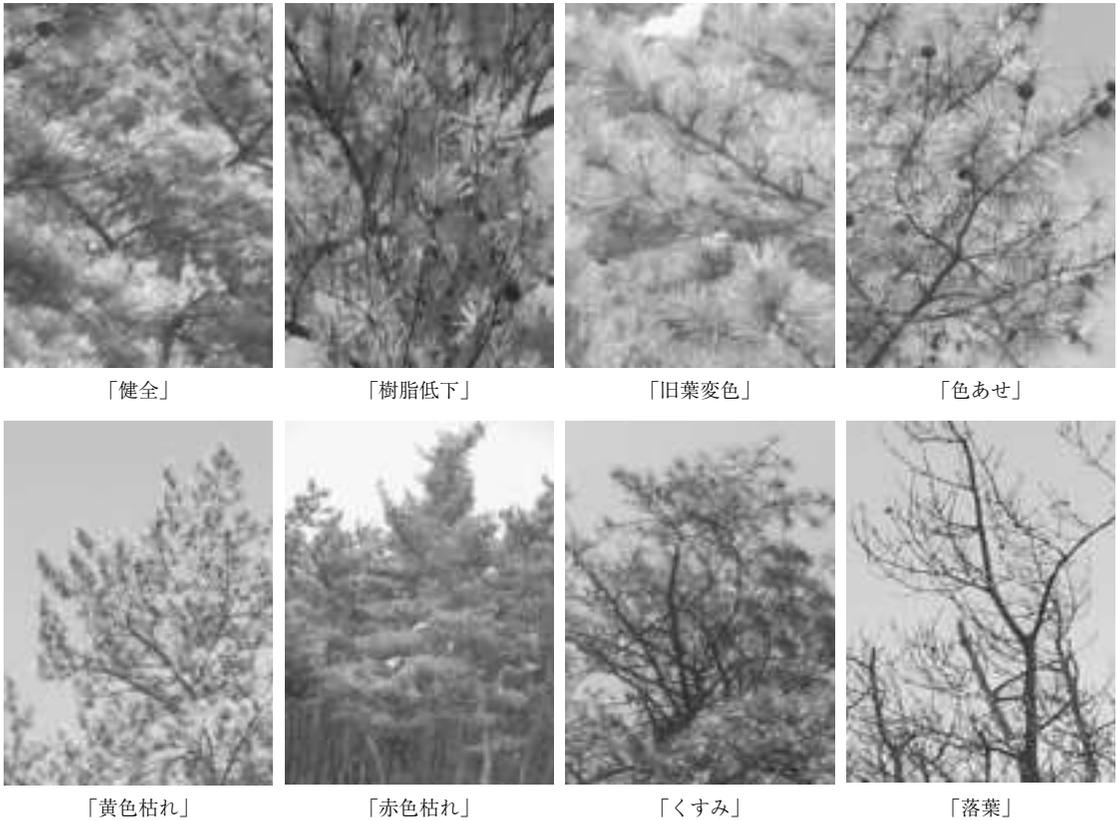


図1 接種木の地上調査に用いた樹冠針葉変化区分 (松浦ら, 2010; 原図はカラー)

「健全」, 「樹脂低下」においては、針葉は緑色, 「旧葉黄化」においては旧葉が黄化したり、落葉する。「色あせ」においては緑色が褪色してうす緑色, 「黄色枯れ」, 「赤色枯れ」は針葉の色あいが変化する。「くすみ」段階では針葉が褐色に黒ずむ。落葉」段階では針葉は脱離する。なお, 「落葉」段階の写真は試験地周辺で2007年2月に、それ以外は試験地、試験期間に撮影したものである。

ることである。そこで、接種木の樹冠の変化を地上調査で記述するための基準, 「樹冠針葉変化区分」を設けた(図1)(松浦ら, 2010; 原図はカラー)。

1) 樹冠針葉変化区分

マツ材線虫病への罹病を外観から判断するための基準はこれまでもあった(小林・中原, 1982)。しかし、それは枝の着葉の変化を指標とするもので、空中写真の解析に必要な各個体の樹冠全体の変化を示すものではない。それに対し、ここで設けた基準は一部の着葉の変化というより樹冠全体についての個体の変化に着目するものである。

健全なマツの針葉は外観では緑色であるが、樹

脂流出が停止した段階でも緑色である。しかし、樹脂流出のあるなしはマツ材線虫病では発病の有無という本質的な大きな違いである。そこで、樹脂流出調査の結果に基づいて。同じ緑色を「健全」と「樹脂低下」とにまず分けることとした。樹脂流出低下後には、目にみえる針葉色の変化が現れる。それらを時期の早い順に「旧葉変色」(ただし、変色後の旧葉の離脱を含む), 「色あせ」(緑色が淡黄緑色に褪色), 「黄色枯れ」, 「赤色枯れ」, 「くすみ」(変色した葉が暗褐色に黒ずむ)とし、その後の脱葉段階を「落葉」とした。これらにより、「樹冠針葉変化区分」の構成は全部で8段階とした。

表1 線虫接種木樹冠針葉の経日変化(地上調査)

線虫 接種日	樹冠針葉 変化区分	調査日					
		6/21	7/10	8/1	8/20	9/21	10/9
6/21	健全	10	2	4	1	1	1
	樹脂低下	0	8	6	0	0	0
	旧葉変色	0	0	0	4	0	0
	色あせ	0	0	0	4	1	1
	黄色枯れ	0	0	0	1	5	0
	赤色枯れ	0	0	0	0	3	6
	くすみ	0	0	0	0	0	2
	落葉	0	0	0	0	0	0
7/10	健全	10	10	8	0	0	0
	樹脂低下	0	0	2	2	1	0
	旧葉変色	0	0	0	5	0	0
	色あせ	0	0	0	2	4	2
	黄色枯れ	0	0	0	1	4	2
	赤色枯れ	0	0	0	0	1	5
	くすみ	0	0	0	0	0	1
	落葉	0	0	0	0	0	0
8/2	健全	10	10	10	6	1	1
	樹脂低下	0	0	0	4	2	0
	旧葉変色	0	0	0	0	4	0
	色あせ	0	0	0	0	2	4
	黄色枯れ	0	0	0	0	1	5
	赤色枯れ	0	0	0	0	0	0
	くすみ	0	0	0	0	0	0
	落葉	0	0	0	0	0	0

* 6/21～8/23は樹冠の地上からの目視による調査。9/21および10/9はデジタルカメラで画像記録。8/1を第1回(7月31日)、8/20を第2回(8月27日)、9/21を第3回(9月15日)、10/9を第4回(10月15日)の空中写真撮影日それぞれに合わせた地上調査日とした。

2) 樹冠針葉変化区分に基づいてのマツノザイセンチュウ接種木の地上での追跡

当地のマツノマダラカミキリ成虫の後食期間(小林, 2007)に当たる2006年6月21日, 7月10日, 8月2日の3回に分けて, マツノザイセンチュウの接種を行った。各接種時期別の接種本数を10本として, 接種後の各個体の外観の変化を樹冠針葉

変化区分に基づき調査したところ, 接種木には表1に示すように, 樹冠針葉変化区分に定めた順の時系列的変化が表れた。

i) 樹脂流出の低下

マツ材線虫病への発病を示す「樹脂低下」の本数をみると, 6月21日接種区では, 接種20日後の7月10日には8本と大部分が「樹脂低下」(発病)だった。7月10日接種区では, 接種21日後の8月1日(第1回空中撮影の翌日)には2本の「樹脂低下」木があった。8月2日接種区では, 接種18日後の8月20日には4本が樹脂流出低下を起こした。接種時期は違っても, 接種後20日程度での発病(樹脂流出低下)が確認された。

ii) 針葉の変色

針葉の変色をみると, 6月21日接種区では, 接種61日後の8月20日に「旧葉変色」4本, 「色あせ」4本, 「黄色枯れ」1本があり, 接種92日後の9月21日に「色あせ」1本, 「黄色枯れ」5本, 「赤色枯れ」3本に移行し, 接種110日後の10月9日には「色あせ」1本, 「赤色枯れ」6本, 「くすみ」2本に移行した。7月10日接種区では, 接種42日後の8月20日に5本の「旧葉変色」, 2本の「色あせ」があり, 73日後の9月21日に「色あせ」4本, 「黄色枯れ」4本, 「赤色枯れ」1本に移行し, 91日後の10月9日には「色あせ」2本, 「黄色枯れ」2本, 「赤色枯れ」5本, 「くすみ」1本に移行した。8月2日接種区では, 接種50日後の9月21日に4本の「旧葉変色」, 2本の「色あせ」, 1本の「黄色枯れ」があり, 68日後の10月9日に「色あせ」4本, 「黄色枯れ」5本に移行した。接種時期は違っても, 接種50～

表2 接種枯損木樹体内のマツノザイセンチュウの検出 (2006.11.6～13 伐倒調査)

6月21日線虫接種区			7月10日線虫接種区			8月2日線虫接種区		
個体番号	検出線虫数		個体番号	検出線虫数		個体番号	検出線虫数	
	根元部	胸高部		根元部	胸高部		根元部	胸高部
772	46	69	776	1	4	779	0	5
773	37	0	777	28	0	780	3	0
774	16	0	778	0	90	781	2	7
775	21	0	783	19	0	782	0	1
784	7	23	790	95	27	796	6	0
785	52	3	791	2	8	797	0	1
786	1	0	792	0	15	798	0	0
787	0	15	793	1	1	799	3	0
788	0	99	794	0	133	800	15	7
789	0	0	795	8	0	801	34	0

* 線虫検出数は線虫数/g材重量

* No.789, 798は試験期間中、健全を保った。

表3 接種枯損木へのマツノマダラカミキリの個体別産卵痕数と幼虫数 (2006.11.6～13 伐倒調査)

個体番号	772		773		774		784		785		786	
樹高 m	11.18		10.70		13.01		10.65		10.60		9.46	
	産卵痕	幼虫	産卵痕	幼虫								
計/木	4	2	6	0	3	3	4	3	164	53	143	6

個体番号	787		788		790		791		792		自然感染	
樹高 m	8.98		10.00		12.93		13.00		11.63		12.93	
	産卵痕	幼虫	産卵痕	幼虫	産卵痕	幼虫	産卵痕	幼虫	産卵痕	幼虫	産卵痕	幼虫
計/木	61	3	33	16	8	0	4	2	1	0	15	0

* 上表で個体番号772, 773, 774, 784, 785, 786, 787, 788は6月21日接種木, 790, 791, 792は7月10日接種木。自然感染は図3に示された自然感染木。

* 上表で産卵痕数は、樹皮上の産卵痕数。

* 上表で幼虫数は、樹皮下幼虫数と材内穿入幼虫数の合計。

60日後には「旧葉変色」に、接種70日前後には「色あせ」となり、接種70～90日ほどで「黄色枯れ」あるいは「赤色枯れ」になった。

iii) 落葉

当試験地では試験木からの被害の発生がないよう、11月の最終調査をもって全供試木を伐倒焼却した。そのため、この試験の調査期間において、落葉した個体はみられなかった。

3) 接種・枯死木樹体内のマツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリ

表2に示すように、最終調査時まで健全だった2本以外のすべてからマツノザイセンチュウが検出された。また、表3に示すように、調査木樹幹からは、マツノマダラカミキリの産卵痕および樹皮下幼虫がみられた。

表4 樹冠針葉変化区分別2種空中写真での樹冠色

樹冠針葉変化区分	ナチュラルカラーでの樹冠色			赤外カラーでの樹冠色		
	緑	黄緑	褐色	赤	中間色	黄白色
健全	28	0	0	28	0	0
樹脂低下	14	1	0	12	4	0
旧葉変色	11	3	0	4	9	2
色あせ	5	14	4	0	16	5
黄色枯れ	0	8	6	0	2	15
赤色枯れ	0	0	15	0	0	15
くすみ	0	0	3	0	0	3

* 本試験期間中に落葉したものはみられなかった。

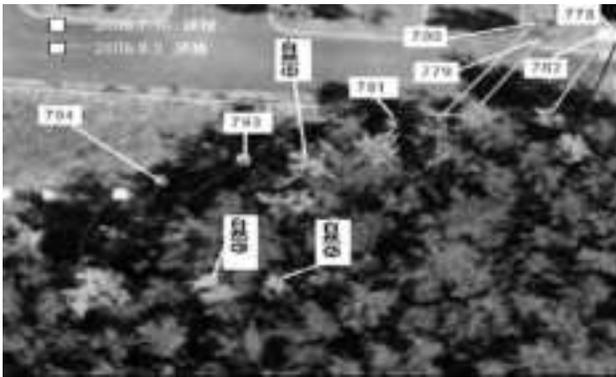


図2 赤外カラー空中写真でみた線虫接種木樹冠 (松浦ら, 2010; 原図はカラー)

図の白色長方形中の数字は接種木の個体番号。番号と結ばれているのは航空標識 (白色小四角形)。航空標識と結ばれているのが接種個体の樹冠。図内には自然感染3本も写っている。本図は2006年10月15日撮影の接種木の赤外カラー空中写真であり、ここでは「黄色枯れ」、「赤色枯れ」及び「くすみ」木に当たる白あるいは黄色に写っている。

3. 樹冠針葉変化区分と2種空中写真における樹冠色

地上調査とは別に試験地を含む空中写真撮影が、2006年7月31日、8月27日、9月15日、10月15日の4回、各回とも午前11時から15時の間の快晴時に標定図に基づく飛行で行われた。空中写真撮影機はセスナ C206G、搭載の空中写真撮影用カメラはウィルド RC30が用いられた。カメラレンズの焦点距離は15cm、撮影高度775m、撮影縮

尺5千分の1であった。使用した写真フィルムは、ナチュラルカラーフィルム (コダック2444) と赤外カラーフィルム (コダック1443、このフィルムでは赤外光を赤、赤光を緑、緑光を青、青光を黒に発色) を用いた。そして、撮影されたナチュラルカラーおよび赤外カラーフィルムは標準処理で現像、焼付けした。そして、焼付けられた写真をスキャナにより読み取った後、撮影時のGPS情報を基に、航路順に写真同士を重ね合わせながらオルソ空中写真が作成された。

このオルソ空中写真に写る接種木の樹冠色には撮影時期に従う変化がみられた。ナチュラルカラー空中写真 (以後、ナチュラルカラー) においては、接種個体の樹冠は主に緑、黄緑、褐色にみえ、赤外カラー空中写真 (以後、赤外カラー) においては主に、赤、赤と白の中間色、黄白色にみえた。地上調査では前述のように経時的に各調査個体の樹冠針葉変化区分を観察記録した。表4に、地上調査での樹冠針葉調査区分と空中写真の種類別の樹冠色との関係を示した。

これによれば、樹冠針葉変化区分の「健全」木の樹冠はすべてナチュラルカラーで緑、赤外カラーで赤ととらえられた。「樹脂低下」木は、発病を示すが、それには「健全」との間に統計的な有意差はなかった。このことは、樹脂流出停止という外観に表れない発病段階においては、地上調査でも、赤外カラー、ナチュラルカラーの2種の空中写真でもその変化がとらえられないことを示している。「旧葉変色」木については、ナチュラルカラーと赤外カラーとでとらえ方の違いがみられた。これは、地上調査で「旧葉変色」とされたものの多数 (15本中11本、73.3%) を赤外カラーでは赤と白の中間色 (9本) および黄白色 (2本) ととらえたことによるもの

で、「樹脂低下」木との間に明確な差がみられた。それに対して、ナチュラルカラーでは、多数を緑ととらえており、「樹脂低下」段階との差はみられなかった。「色あせ」木については、ナチュラルカラーでは地上調査で「色あせ」であったものの多数を黄緑にとらえることで「旧葉変色」と差が生じた。赤外カラーでは「色あせ」としたもので赤ととらえるものはなく、中間色が多かった。そのため、「旧葉変色」との間に統計的な有意差は認められなく、多数を中間色である黄緑ととらえたナチュラルカラーとこの段階でのとらえ方の違いは認められなかった。「黄色枯れ」については、ナチュラルカラーと赤外カラーでとらえ方が異なり、赤外カラーでは「色あせ」とは違い、ほとんどの「黄色枯れ」木を黄白色ととらえたのに対し、ナチュラルカラーでは「色あせ」との有意差はなかった。「赤色枯れ」、「くすみ」については、ナチュラルカラーと赤外カラーで樹冠針葉変化区分間、空中写真種類間で差がなく、ともに最終の色合いであるナチュラルカラーで褐色、赤外カラーで黄白色ととらえた（10月15日の第4回撮影時の赤外カラーの結果の一部を図2（松浦ら、2010；原図はカラー）に示す）。

4. おわりに

1) 地上調査における樹冠針葉変化区分

マツノザイセンチュウ接種木の外観の変化について、樹冠針葉変化区分を設け、地上調査を行ったところ、「健全」から「くすみ」までこの区分順に接種木の外観が時系列的に変化した。そして、それは空中写真での樹冠色の変化に反映した。それらのことは、この区分によってマツ枯れの進行を記述することが妥当であることを示しているといえる。ただし、「くすみ」以後の変化については、調査木を冬までに伐倒駆除したため追跡できなかった。また、地上の針葉の変色の表現は、視覚（人の目）によるもので多分に主観が入るものであることはやむを得ない。将来、葉色等

の外観についての物性値と樹木病態の関係が追跡されることで、視覚に加え客観的な指標によって、樹冠の変化が表現されていくことも考えられる。

2) 要防除木

寒冷地の秋田県下において、マツノマダラカミキリ成虫の後食・産卵活動期間に行った3回の接種において、第4回目の空中写真撮影日の10月15日までに試験木の多くが、枯死した。その内訳は、地上調査で色あせ(23.3%)、黄色枯れ(23.3%)、赤色枯れ(36.7%)、くすみ(10.0%)と判断された。そして、それらは赤外カラーでは赤と白の中間色および黄白色に、ナチュラルカラーでは黄緑および褐色であった。また、樹冠が変色した個体からはマツノザイセンチュウが検出され、同時にその樹幹には(周辺の被害林から飛来した成虫に由来すると思われる)マツノマダラカミキリの産卵痕と孵化幼虫の寄生も確認された。これからは、発病条件さえ合えば寒冷地においても夏型枯損木(被害拡大の火種となるマツノマダラカミキリの幼虫が寄生しているもので、これを要防除木という)は着実に発生するといえる。ただし、寒冷地においては、マツノマダラカミキリの初発生は温暖地より遅いのでマツノザイセンチュウがマツに侵入する時期は温暖地に比べ遅い。その上、樹体内で加害するに適した夏の高温日数は少ない。そのため、発病が遅れる。一方、秋冷が早く訪れるためマツノマダラカミキリ成虫は温暖地より早くその生を終え林内から消失する。こうしたことから、寒冷地では変色が年を越すいわゆる年越し枯れ木が生じるが、それらの多くは要防除木にはならない。結果には示していないが、8月22日の接種区で、年内に枯死した個体はなく、年越しして枯死した個体の中で樹脂流出停止が翌年のマツノマダラカミキリの発生時期と一致した少数の場合(松浦ら、2009)を除けば、夏型枯損の発生はなかった。温暖地においてはもちろん、寒冷地においても、夏型枯損木(要防除木)が黄色枯



図3 携帯型通信端末 (PDA) (写真左) と
3種の BluetoothGPS (写真右)

PDAには探査地のオルソ空中写真、現地誘導ソフトウェアをインストールする。被害木情報の管理や写真判読には被害木情報管理ソフトウェアを使用する。(写真は共立航空撮影(株)竹花衛氏提供)

れ、赤色枯れに進む10月から11月は、赤外カラー(図2)を被害木探査に用いる場合の最適な撮影時期といえる。

3) GPS機能を搭載した携帯型通信端末 PDAによる要防除木の地上探査

ところで、被害木の伐倒駆除事業は国・県等による数あるマツ枯れ防除対策の中でも大きな予算割合をしめる。当然その実施による被害拡大防止効果には大きな期待が寄せられているのであり、費用に見合う高い効果が得られることが課題となる。以下、空中写真による要防除木の探査について述べる。

前項で述べたように、10~11月撮影のオルソ空中写真は要防除木を容易に識別できる。そこで、この時期のオルソ空中写真をPDAにインストールすることで、GPS機能を搭載した携帯型通信端末(PDA、図3)の画面で枯死木の画像と自分の位置情報を確認しながら枯死木に近づくことができるのである。PDAは軽量化、低価格化、高機能化が進んでいることから、それを被害木の探査に導入することで、伐倒駆除の効率化を大幅に図れるといえる。なお、農林水産技術会議予算

で行われたプロジェクト研究「航空写真とGISを活用した松くい虫ピンポイント防除法の開発」ではPDAによる被害木へのナビゲーション、伐倒駆除作業の記録を一体化して運用するシステムの完成をみている。

4) 病害虫獣防除戦略の基礎となる精密オルソ空中写真

現在のマツ材線虫病防除対策をみれば、マツノマダラカミキリ成虫の後食予防剤の樹冠への地上散布や空中散布、マツノザイセンチュウの加害・発病を防止するための薬剤の樹幹注入、被害木材内の伝搬者マツノマダラカミキリ幼虫を殺すための伐倒駆除等があり、それぞれ個別に被害防止に貢献している。しかし、マツノマダラカミキリによる伝播ということを見ると、どこ

にどのように被害が分布しているかを広域で知ることが地域や広域での防除戦略を構築するのに役立つ。また、マツ材線虫病以外の病害虫、例えばブナ科樹木萎凋病等においても、広域での被害分布を知ることは防除対策構築の基本であろう。獣害の調査においても、有害獣にGPS発信機をつけることで移動状況をオルソ空中写真上で知ることができる。

5) 精密オルソ空中写真の公的整備

前述のように、接種木の追跡に用いたのはデジタル化により近年急速に技術的に進歩している精密オルソ空中写真である。精密オルソ空中写真とは、撮影時に取得したGPS/IMU(位置/慣性計測ユニット)のデータを使って空中写真の幾何補正を行い正射写真(オルソ画像)を作成するものである。それにより、遠方になるほど大きくなる木の倒れこみが補正され、今回の場合には同一個体を経時的に追跡するということが可能であった。また、用いた画像の1ピクセルの地上水平解像度は12.5cmと衛星写真では得られない高いものであったことも個体レベルでの追跡に役立った。なお、最近の空中写真はデジタル航空カメラ

を用いるようになった。これは解像度が高いだけでなく、アナログ撮影方式の画像データを大きく上回る色深度を保持していて、従来のフィルム写真に比べ鮮明な写真が得られるとされる(石垣, 2004)。撮影時期によってであるがマツ樹冠の変色がフィルム写真では周辺植生と似てしまい、個別判読できなかったケースもみられたが、そのような問題はこれでは避けられる可能性があると思われる。さらに、最近の3次元立体視装置では立体視も容易となっており、斜面にある立木のように樹冠どうしの重なりのある場合でも個体識別が可能である。また、衛星写真では撮影場所と撮影時期は衛星軌道に制約されるが、空中写真では必要に応じて撮影機を飛ばせるので、必要な時期の、必要な場所、時間の画像を得ることができる。それらの特長は、森林病虫害獣害に用い得るだけでなく、森林の健全性の調査や森林資源調査等にも広く生かせる。このように精密オルソ空中写真の有用性は高いので、現在林野庁で行われている空中写真交付事業(林野庁経営企画課)の拡充・整備が望まれる。

引用文献

- 1) 林野庁森林保護対策室(2009)平成20年度松くい虫被害について。林業と薬剤(189):10.
- 2) 青森県森林病虫害等防除センター(2004)県防災ヘリコプターによる枯死木などの上空からの探査。青森県森林病虫害等防除センターだより(23):2.
- 3) 中北 理・中村克典・松浦邦昭・小林一三・星崎和彦・太田和誠・田代隼人・板垣恒夫(2007)空中写真を活用した松くい虫防除法の開発。日本森林学会大会発表データベース118:699.
- 4) 松浦邦昭・中北 理・小林一三・星崎和彦・太田和誠・田代隼人(2010)マツノザイセンチュウ接種木樹冠の地上調査および空中写真による追跡。日林誌92:72-78.
- 5) 小林一三(2007)寒冷地におけるマツ材線虫病防除の新たなシステム確立のための実践的研究。平成17~18年度研究費補助金基礎研究(c)研究成果報告書。103pp, 秋田県立大学.
- 6) 小林富士雄・中原二郎(1982)マツ枯れを防ぐ一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。157pp. 第一プランニングセンター.
- 7) 松浦邦昭・中北 理・小林一三・太田和誠・真宮靖治(2009)年越し枯れ木が翌年夏にマツノマダラカミキリの産卵を受ける場合。樹木医学研究13(2):145-147.
- 8) 石垣智明(2004)デジタル航空カメラ(DMC)の導入と運用。APA(87-4):31-38.

《好評発売中!!》

第3版 緑化木の病虫害一見分け方と防除薬剤一

定価1300円(消費税込み,送料別)

社団法人林業薬剤協会 病虫害等防除薬剤調査普及研究会 編

- A5版ハンディータイプ, 専門家から一般愛好家までのニーズに対応, 使いやすさ抜群
- 緑化木の病虫害について網羅, その見分け方と防除方法, 最新の使用可能薬剤を掲載
- 試験場等の専門家, 樹木医, 公園緑化担当者等からの要望に応え第3版刊行
- 発売日 平成22年8月1日
- 購入申し込みはFAXまたは電子メールで社団法人林業薬剤協会まで

FAX 03-3851-5332 (TEL 03-3851-5331)

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

【松保護士紹介】

松保護士を養成する現場から

野口 淳*

はじめに

(財)日本緑化センター(以下、センター)では、平成16年度より松の保護に関する専門家を養成する松保護士養成事業を実施しており、今年で7回目を迎えた。松保護士は、残念ながらセンターのもう一つの認定資格である「樹木医」と比べ知名度が低く、あまり知られていないのが現状である。

そのため本稿は、松に関わる様々な人々に「松保護士」の役割を理解してもらうことを目的として寄稿させていただいた。毎年事業の担当者として携わっているため、全く松保護士を知らない人にも参考となるように、担当者の視点から具体的に紹介するよう心がけたつもりである。是非、関心を持っていただき、読者の中から応募を考える方が出てくれれば幸いである。

松保護士とはなにか

松保護士とは、全国で流行して松を枯らしているマツ材線虫病について正しい知識を持ち、被害現場に適した防除対策を考え、実際に作業指導を行なうことのできる専門家のことである。ただし、「松保護士」という名称の示すとおり、松保護士にはマツ材線虫病をはじめ、松の文化的側面や、松の生理・生態の特徴、その他の様々な松枯れなど、松全般についての一定以上の知識が要求される。さらには、一般市民に松の重要性を説いて地域の松の保護活動を推進することのできる人材が望まれる。

平成22年4月1日現在、全国で349名(男性338

* (財)日本緑化センター 研究員 NOGUCHI Atsushi

名、女性11名)の松保護士が活躍しており、その職業別内訳は表1のとおりである。これを見ると造園業・農林業が最も多く、法人と個人経営を合わせて全体の5割強を占めており、次いで森林組合が1割強、薬剤関連の会社が1割弱と続き、これらの合計で全体のおよそ8割を占めている。また、松保護士349名のうち、およそ4割強にあたる150名が樹木医であることも大きな特徴である。

松保護士になるためには

松保護士に応募するためには、「松・松林の保護に関する研究または実務に従事した期間が通算して7年以上あること」が必要である。一見厳しい応募資格に感じられるが、仕事上、樹木や森林に関わる人であれば、当然どこかで松にも関わっているはずである。また、表1で示す松保護士の職業区分が多岐にわたることからもわかるように、事務局としては「松に関連する実務」を幅広く捉えており、応募者の門戸を広く開いていることを強調しておきたい。

ここで、応募から認定までの流れを簡潔に示す。例年、6月上旬から募集案内を配付、7~8月上旬の公募期間を経て、9月上旬に選抜試験(樹木医は免除)を実施。選抜試験の合格者を対象に、11月中~下旬頃、茨城県つくば市で4日間の講習会を開催。講習会最終日の総合試験と面接試験を経て、松保護士認定委員会にて合格者が決定される。合格者は12月中旬頃、登録手続を行ない、認定を受けてはじめて松保護士を名乗ることができる。

なお、松保護士資格は更新制をとっており、5

表1 松保護士職業別内訳（平成22年4月1日現在）

職種区分	人数	構成比
公務員（行政）国	2	0.6%
公務員（行政）都道府県	16	4.6%
公務員（行政）市区町村	5	1.4%
大学・大学校・短大（大学院生を含む）	2	0.6%
小・中・高校・専門学校	2	0.6%
造園業・農林業（自営・個人）	71(4)	20.3%
造園業・農林業（法人）	117(4)	33.5%
組合（森林組合・連合会含む）	49(1)	14.0%
組合（その他）	3	0.9%
団体職員（公益法人、公団・公社含む）	6	1.7%
会社（薬剤関連）	31(1)	8.9%
会社（その他）	20	5.7%
NPO法人	2(1)	0.6%
その他（無職を含む）	23	6.6%
合計	349	100.0%

注. ()内は女性数

年毎にセンターが実施する松保護士更新講習会を受講し、登録を更新する必要がある。ここでは、紙面の都合上、応募から認定までの説明は最小限にとどめたが、詳しい内容を知りたい方は、是非、センター HP「<http://www.jpgreen.or.jp/>」の「松保護士」を参照してもらいたい。

講習会のねらい

松保護士には、松に関する様々な知識が要求されるが、それらの全てを4日間の講習会で網羅するのは限界があるため、講習会では、主に松に関する基本事項のほか、何よりも「マツ材線虫病」について正しい知識を持ってもらうことに力点をおいている。それは、庭木を専門に扱う人でも、マツ材線虫病についての正しい知識がなければ適切な診断は行なえないし、実際に現場作業を行なわない人でも、正しい知識がなければ適切な指示を出すことができないためである。

そのため講習会には、行政担当者や造園業・

農林業を営む人ばかりでなく、森林組合で現場作業を行なう人から、薬剤関連会社で技術指導をする人、松原の保全（森林保護）活動をする人、松原の保全計画を立案する専門家まで、松に関わる様々な人々の参加を募っている。講習会はその点を前提としたカリキュラムとしており、誰でも安心して参加できる内容としているので、実際に現場作業を行なったことのない人でも、応募要件を充たしていれば是非応募を検討して頂きたい。

講習会で学ぶこと

さてここで、松保護士講習会（以下、講習会）では一体どんなことを学ぶのか、21年度に行なわれた講習会を例に取り、以下に詳しく紹介することとする。

講習会は、茨城県の（財）筑波学都資金財団筑波研修センター（以下、つくば研修センター）での講義8コマ、（独）森林総合研究所（以下、森林総研）での実習3コマ、最終日の総合試験と面

表2 松保護士講習会カリキュラム (平成 21 年度版)

	科目ほか	講師ほか
1 日目	マツの文化と松枯れの歴史 松枯れの現状と対策 マツ類の生理と構造及び松林の生態 交流会	小林 富士雄 (大日本山林会名誉会長) 林野庁森林保護対策室長 福田 健二 (東京大学大学院教授) (希望者のみ)
2 日目	マツノマダラカミキリの生態 マツ材線虫病発生のメカニズム マツ材線虫病以外の松枯れ, 抵抗性マツ マツ材線虫病の診断と防除	山根 明臣 (元日本大学教授) 金子 繁 (元 (独) 森林総合研究所関西支所長) 岸 洋一 (東京農工大学名誉教授) 田畑 勝洋 (岐阜県立森林文化アカデミー客員教授)
3 日目	マツノマダラカミキリの観察 マツノザイセンチュウの観察 マツ材線虫病の防除法	山根 明臣 (同上) 金子 繁 (同上) 各種メーカー, 森林総研実験林室員
4 日目	総合試験 環境教育と松林の保護 面接試験	(全員) 石井 誠治 (石井樹木医事務所, 樹木医) (全員)

接試験からなる。講義は1コマ120分であり、「松保護士の手引き (センター発行)」と配付資料等を使つての4日間の集中講義となる(表2参照)。

実際に講習会を受けることのメリットは、マツ材線虫病の発見やメカニズムの解明に実際に尽力された研究者や専門家の生の声を直接聞けることや、おおむねどの講義でも、終了前の15分程度を質問時間に充てているため、講習生は日々の疑問点やあやふやな点を直接尋ねることができる点である。これらは、独学で勉強するだけでは決して得ることのできない貴重な経験となる。

1 日目 (つくば研修センターでの講義)

「マツの文化と松枯れの歴史」では、日本列島におけるマツ属の誕生の歴史や、日本文化と松との関わり、生活の中の松、海岸松林の誕生の歴史、マツ材線虫病の枯損原因究明までの歴史などを学ぶ。

「松枯れの現状と対策」では、わが国のマツ林の現状と被害状況の推移や、松枯れの防除を支援する国の行政施策などを学ぶ。

「マツ類の生理と構造及び松林の生態」では、マツの分類や、マツ類の地史の変移と生活史、マ

ツ類の形態と組織構造、松林の生態などを学ぶ。

1日目の講義終了後には、希望者を募つて1時間程度の交流会を設けている。なにより、松に関わる様々な人々が一同に介するのが講習会の醍醐味である。この場が講習生同士の新たなつきあいのきっかけとなるとともに、資格取得後には情報交流ネットワークとして役立つことも多く、講習生の多くが名刺を一束持参し、次々に名刺交換に励んでいるのが例年の光景である。

2 日目 (つくば研修センターでの講義)

「マツノマダラカミキリの生態」では、マツノマダラカミキリ (以下、カミキリ) の各ステージの生活史や、カミキリのマツノザイセンチュウの保持数、カミキリの発生密度やマツノザイセンチュウを媒介する仕組みなどを学ぶ。

「マツ材線虫病発生のメカニズム」では、マツノザイセンチュウ (以下、センチュウ) の発見の経緯や、センチュウの生活史、松の感染と発病のメカニズム、発病の環境要因、センチュウの変異と世界分布などを学ぶ。

「マツ材線虫病以外の松枯れ, 抵抗性マツ」で



つくば研修センターでの講義の様子

は、マツ材線虫病以外で考えられる松枯れ(昆虫、菌類、気象、人為的なもの)や、抵抗性マツに関する最新の知見などを学ぶ。

「マツ材線虫病の診断と防除」では、マツ材線虫病の診断の方法や、混同しやすい松枯れと年越し枯れ、最新の知見を含めた防除の方法などを学ぶ。この講義は、多くの講習生の実務に直結する内容であることから、毎年様々な質問が飛び交い、講義終了後もなかなか教室から退散しない講習生が非常に多い。

3日目(森林総研での実習)

「マツノマダラカミキリの観察」では、前年の枯損木や実際の被害材を使用して、カミキリの脱出孔と後食痕や産卵痕を観察し、それぞれの見分け方を学ぶ。その後で、被害材を割材してカミキ

リの幼虫や天敵昆虫を採取し、材の中にカミキリの幼虫がうまく入っていれば、希望者はそれを管瓶(小さなサンプル採取用の容器)に入れて持ち帰り、蛹化から羽化するまでの形態の変化を自宅において観察することもできる。

「マツノザイセンチュウの観察」では、実際の被害材からセンチュウをバールマン法で分離・検出する一連の方法を学ぶ。検出した後は、顕微鏡を使ってセンチュウを観察し、雄と雌の見分け方までを学ぶ。一般的には、このような方法でセンチュウを検出・同定してはじめて、その松が「マツ材線虫病」で枯れたと断言できるわけであるが、その事をはじめて知る講習生も少なくない。

カミキリの後食を予防する方法としては、登録のある有効な農薬をマツの樹冠部に散布したり、センチュウがマツの材内で増殖するのを抑制するため、樹幹注入や土壌灌注などを事前に施しておく方法などがある。

「マツ材線虫の防除法」では、無人ヘリを利用して空中散布の様子を見学するとともに、講習生は2種類の樹幹注入剤を使って実際の松にそれぞれ施工を行なう。施工にあたっては、メーカーの担当者と森林総研のスタッフ(実験林室員)に補助を依頼しているため、実際に経験のない講習生も安心して施工手順を学ぶことができる。特に重



被害材観察の様子



マツノマダラカミキリの幼虫



ベールマン法による分離・検出の様子



無人ヘリのデモフライトの様子



マツノザイセンチュウの検鏡の様子



樹幹注入の施工実習の様子

要なのは、メーカーの担当者から、施工を行なう際の留意事項について直接現場サイドの声を聞けることである。

次に、被害材の中のマツノマダラカミキリ幼虫を駆除する方法としては、伐倒処理、伐倒くん蒸処理、チップパーによる破碎処理や、マツノマダラカミキリの天敵微生物であるポーベリア・バシアーナ菌を利用した方法などがある。

この実習では、チップパーによる破碎処理と、ポーベリア・バシアーナ菌による処理の様子を見学するとともに、講習生の中から希望者を募り、伐倒くん蒸処理の施工を体験する。

午後の実習は、実際の施工の煩雑さや苦労を身をもって知ることができるため、施工経験のない

講習生に体験することをお勧めしている。

4日目（つくば研修センターでの講義と試験）

最終日は、先の3日間で学んだ内容の理解度を審査するための総合試験を行なっている。講習生の中には試験と聞くだけで拒否反応を示す人も多いが、この試験は、今後、松保護士という称号を背負って世に出るうえで、最低限知っておかなければならない基本事項を問うものである。特に難解な問題が出題される訳ではないので、講習期間中に予習と復習を欠かさなければ、まずクリアできるであろう。

「環境教育と松林の保護」では、松保護士としてどのように一般の人々に接すればよいかなど、松保護士として求められる知識・技術や心構えに



チップャーによる破碎処理の様子



ボーベリア・バシアーナ菌による処理の様子



くん蒸処理の様子

ついて、松ぼっくりや松の葉などの豊富な教材を見ながら学ぶ。この講義を通して、資格をもつことの重みばかりでなく、様々な材料を使った講義の面白さを知ることができる。

講義終了後は、松保護士としての適性等を判定するための面接試験を行なっている。面接試験となると誰でも緊張するし、何十年も受けたためしがないという講習生も多いが、この面接は一つの正答を求めるものではないので、今までの経験や講習会で学んだことに自信を持って、飾らずに堂々と臨んでもらいたい。

松保護士を目指す人へ

今後、松保護士に挑戦したいと考えている人には、是非事前に「松保護士の手引き (230頁)」を

十分に勉強し、日々の疑問点を整理しておくことをお勧めする。ただし、「松保護士の手引き」は分量が多いので、予習の時間をそれほど取れない人には、「マツ再生プロジェクト (80頁)」という小冊子をお勧めしている。こちらは、「手引き」に比べて薄くて読みやすく、しかも A5 サイズで軽いので、通勤途中の電車の中でも気軽に読むことができる。時間があれば、よく分からないところに線を引いたり付箋を貼っておき、詳しい内容を「手引き」の方で確認するのもよい (いずれの書籍も、センターの HP より入手可能である)。

活躍する松保護士

センターでは、平成18年度より、「日本の松原再生運動」を実施している。この運動は、松原保全の重要性を PR するとともに、保全に取り組む人々を支援し、次代を担う子供たちに松原に親んでもらうことを通して、日本の松原を再生し、ゆくゆくは海岸線を松原で繋げようという壮大な目標を掲げたものである (=日本列島松回廊構想)。詳しい内容を知りたい方は、センターの松専門サイト HP 「<http://www.pinerescue.jp/index.html>」を参照してもらいたい。

この運動の一環である「子供の松原再生運動」は、全国の海岸林に接する市町村を対象として、松原が消失した海岸にもう一度子供たちの手で松を植えてもらうことを通じて、子供たちに松の大



子供達に説明する松保護士の村崎さん（巖島神社）



子供達に説明する松保護士の槇野さん（隠岐の島）

切さを知り、松に親しんでもらうことを目的として行なっている。

平成21年度は全国7カ所で開催し、地域で活躍する多数の松保護士の協力を仰いで、子供たちに松の植え方はもとより、松林の役割やマツ材線虫病の恐ろしさなど、松に関する基礎知識の簡単な説明をお願いした。

これは全国で活躍する松保護士の活動のごく一部に過ぎないが、このような松保護士の小さな一歩が確実に地域に根ざしつつあり、松保護士が新聞で取り上げられるケースも少しずつ増え始めている。確かに松保護士個人でできることは限られているが、それでは松保護士が3人、4人と集まればどうであろう。あるいは松保護士と樹木医が連携したらどうであろうか。実際そうやって、地域の松原の保全活動に積極的に関わり、松原の保全に走り出した松保護士も出てきた。事務局としては、非常にうれしいニュースである。

また、最近少しずつではあるが、「近くの松保護士さんを紹介してほしい」、「松林の管理業務にできれば松保護士に手を挙げてもらいたい」など、松保護士に関する問い合わせも寄せられるようになった。中には担当職員に松保護士の取得を推奨している自治体もあるようである。

松保護士の活躍する場は、人々が松に対する愛着を失わない限り、今後ますます増えるだろう。

松保護士会の活動

松保護士会は、かけがえのない松を保護するとともに、松の歴史や文化を次世代に継承するため、松保護士相互の連携を深め、松に関する知識・技術の向上、広く多方面に情報発信を行なうことを目的として、松保護士有志の呼びかけにより、平成19年2月に結成された。平成22年5月現在、会員数は松保護士全体のおよそ5割強にあたる190名にのぼる。

松保護士会では、会員相互の親睦を図るための交流会や、松に関する実用的な情報の発信を行なっている。中でも、様々なイベントを兼ねた交流会が好評で、今年の5月に滋賀県で行なわれた際には松保護士37名が参加した。この交流会では、「マツ材線虫病に関する最新の知見」と「ウツクシマツ自生地管理方法」についての勉強会を行なった後で、実際にウツクシマツの自生地まで足を運び、夕方は講習生同士の情報交換を兼ねた親睦会が開かれた。

樹木医は、事業をスタートさせてからおおよそ20年が経過し、大勢の樹木医の奮闘も手伝って、近年、新聞やテレビドラマなどで取り上げられたり、数ある資格本への掲載や、はては村上龍氏の「13歳からのハローワーク」にまで紹介されるに至り、一般に広く知れ渡りつつある。



勉強会の様子

その意味で、松保護士の知名度は今後の松保護士の活躍如何であるといえるが、前述したとおり、松保護士個人でできることには限界があるため、松保護士相互の連携を大切に、それぞれが協力して発展させていくことが望まれる。そのため、土壌づくりが松保護士会の役割といえるだろう。

おわりに

「ペスト（黒死病）」とは、中世ヨーロッパで大流行した疫病のことであるが、今日ではこの言葉を知らない人はほとんどいないと思われる。一方、「マツ材線虫病」は、わが国の松林に激害型の枯損を引き起こす極めて恐ろしい疫病であるにも関わらず、日頃から松に関わる仕事をしている人間はともかくとして、それ以外の人にはほとんど知られていないのが実状であろう。

ところで最近「ペスト・コントロール」という言葉を知った。ここでの「ペスト」とは「害虫や有害生物全般」を指しており、それらを「コントロール」、つまり「管理する、制御する」といった意味だそうである。面白いのは、「病害虫防除」を英語で「control of insect pests」あるいは「pest



ウツクシマツ自生地の見学会の様子

control」などと記すケースがあることである。これに習い、マツ材線虫病を「松のペスト」と考えれば、マツ材線虫を防ぐことは、人間が「松のペスト・コントロール」を行なうことにほかならない。一般市民には、「松に大発生するペストをコントロールしなければ、松の大部分が枯れてしまう！」と呼びかけることもできよう。当然、カミキリとセンチュウの共生関係については説明が必要だが、それでもこの呼びかけ方はインパクトが強く、非常に分かりやすいと思う。

松保護士には、表現を工夫することで、一般市民に分かりやすくマツ材線虫病の恐ろしさを伝えていってほしい。そして何より、「松を保護する"士"（さむらい）」の資格を背負うことに誇りを持ってほしいと願っている。

最後に、日頃から松に関わる活動をしている読者の中で、講習会の内容に少しでも興味を持った方は、是非、自身のスキルアップも兼ねて、松保護士の資格取得に挑戦してもらいたい。

本紙に寄稿をご推薦頂いた小林富士雄会長、ならびに本稿に紙面を割いて頂いた社団法人林業薬剤協会の関係者の皆様には厚く御礼申し上げます。

ナラ枯れ被害および野生鳥獣被害について

林野庁森林保護対策室

森林病害虫の被害としては松枯れ被害が最大であるが、本紙においては毎年その状況が報告されているので、ここではナラ枯れと野生鳥獣の被害について報告します。

1. ナラ枯れ被害について

ナラ枯れ被害量の推移は図1のとおりです。

(1) これまでの経過

ナラ枯れ被害は、大量のカシノナガキタイムシがナラ・カシ類等の幹に穿入し、体に付着したナラ菌を樹体内に持ち込むことにより発生する樹木の伝染病です。ナラ・カシ類は、里山等の広葉樹林を構成する主要な樹種であり、これらの樹木が集団で枯損することにより、水源かん養、生物多様性保全、景観・風致の維持等の森林の有する公益的機能が低下することが懸念されています。

古くは昭和初期に宮崎県、鹿児島県で被害が確認されていますが、昭和50～60年代までは日本海側の都道府県を中心に数ha程度の被害報告に止まっていました。最近20年間は増減を繰り返しながら被害が増加傾向にあります。平成14年度に被害は約1,000haに達し、平成17年度の被害量はこれまでで最も多い1,868haとなっています。平成

20年度の被害量は20府県1,445haです。平成21年度は宮城県、大阪府、岡山県で新たに被害が発生するなど、被害は依然として拡大傾向にあります。

ナラ枯れ被害の発生メカニズムが科学的かつ合理的に論証され、学会でも広く認められたのは約10年前のことです。このメカニズムを踏まえて、ナラ枯れの防除技術の開発が進められ、林野庁では防除法に基づく政令指定病害虫等防除事業の中で、平成14年度から駆除措置（被害木の薬剤によるくん蒸または焼却）に、平成19年度からは予防措置（健全木への粘着剤等の塗布、ビニールシート被覆）に対して支援を開始しました。

(2) 平成22年度の被害対策

都道府県、市町村等が実施する防除について、政令指定病害虫等防除として支援します（森林病害虫等防除費補助金）。なお、ナラ枯れの防除技術は発展途上にありますので、順次、実用化された技術から支援対象としており、平成22年度からは新たに殺菌剤の樹幹注入による予防措置を導入しました。

この他、森林・林業・木材産業づくり交付金には、ナラ枯れ防除手法の実証や森林保全管理に係る地域協議会の開催などのメニューを含めており、必要に応じて都道府県や市町村が活用できる仕組みとしています。

2. 野生鳥獣被害について

(1) これまでの経過（図2）

シカやクマなどの野生鳥獣による近年の森林被害は、毎年5～7千ha程度発生しており、このうちシカによる枝葉や樹皮への食

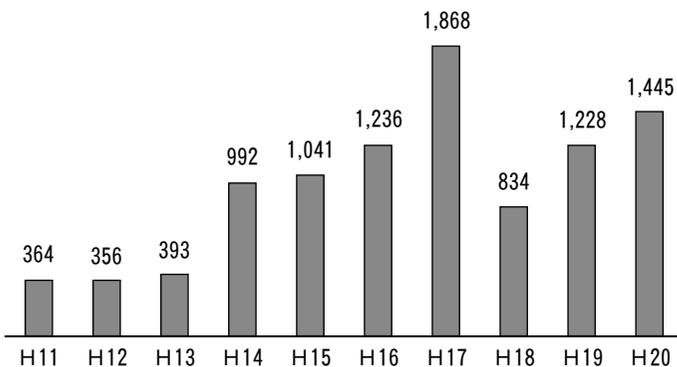


図1 ナラ枯れ被害量の推移 (単位 ha)

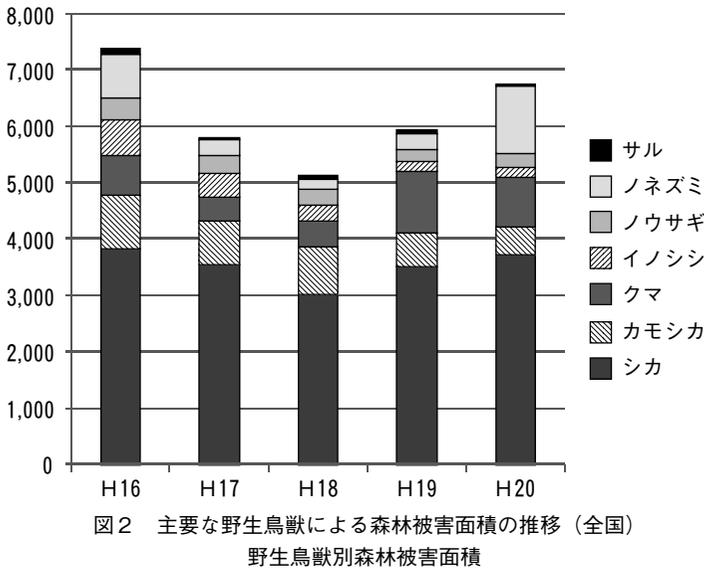


図2 主要な野生鳥獣による森林被害面積の推移 (全国)
野生鳥獣別森林被害面積

害が約6割をしめています。鳥獣被害は中山間地域を中心に農林業に深刻な影響を及ぼしているとともに、シカによる下層植生の食害などによって生物多様性の喪失や、踏み付けによる土壌流出など、森林のもつ公益的機能への影響も懸念されています。

鳥獣類の捕獲については、鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律に基づいて行なわれています。平成11年の法改正では、都道府県知事が必要に応じて保護管理計画を策定し、①捕獲による個体数調整、②防護柵等による被害の防除、③鳥獣との共存に配慮した生息環境管理、を総合的に推進する「特定鳥獣保護管理制度」が創設されました。また、平成20年2月には、鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置法（以下、「鳥獣被害防止特措法」という）が施行され、これにより市町村が各種支援を活用して、地域の実情に即した対策を実施できるようになり、効果的な被害防止が図られるようになりました。

森林への被害対策としては、防護柵等の被害防止施設の整備を中心に、新たな防除技術の開発や防除技術者の養成等も含めて支援してきました。このうち、被害防止施設の整備は、当初は独立し

た防除事業として実施されていましたが、森林整備と一体的に実施することが効率的であることから、現在は基本的には森林整備事業において実施されるようになってきています。

(2) 平成22年度の被害対策

鳥獣保護行政における個体数管理や農地に対する被害対策と連携をとりつつシカ・クマ対策を中心に、次のような被害対策を推進していくこととしています。

まず、森林整備事業において、造林・保育等の森林整備と一体的に行なわれる付帯施設等として、防護柵等の鳥獣被害防止施設等の整備に支援します。

さらに、森林・林業・木材産業づくり交付金では、野生鳥獣被害防除事業として、被害防除の実施、森林被害調査、被害防止・防除活動体制の整備、駆除・防除技術の向上、生息環境整備への取り組み・支援などのメニューを含めており、必要に応じて都道府県や市町村が活用できる仕組みとしています。

年度別森林被害面積

(単位：ha)

	H16	H17	H18	H19	H20
シカ	3,852	3,546	3,031	3,535	3,729
カモシカ	953	784	832	575	515
クマ	684	424	461	1,099	872
イノシシ	659	428	309	180	181
ノウサギ	357	333	265	227	230
ノネズミ	787	257	188	271	1,211
サル	97	39	52	63	37
被害合計	7,388	5,812	5,138	5,950	6,775

注1. 被害合計は、主な鳥獣による森林被害面積の合計
注2. 四捨五入のため、合計は必ずしも一致しない。

～樹木医寄稿～

樹木・樹林地を維持するために —農薬を上手に利用する—

—小河 誠司*

はじめに

樹種にもよりまじょうが、樹齢60年と言えばまだまだ青年でしょう。私ども人間の一生から見れば、最早晩年。何時、倒伏・倒壊し、その身を自然に戻されても文句の言いようがない年齢が近づきつつあると言っても過言ではないでしょう。

さて、皆さんが想像される緑地、自然とはどんな姿なのか。一般的には、人手が加わることなく成育していく緑地や森林を自然な姿と思いつかべられているのではないかなと思っています。

好ましい、心地よい緑地や森林の姿と問えば、答えは、借景を含めて巧妙に手入れされた日本庭園や西洋にあるような、ある程度人の手が加わった緑地帯であり、森林ではないでしょうか。また、原風景としての里山を想像される方もおられるでしょう。

話が飛びますが、生物多様性と言う文言を良く聞くようになりまし、それに向かって私どもの生活環境を誘導することが求められる風潮にもなっています。

しかし、緑を扱う仕事に長年携わってきたにもかかわらず、生物多様性を本質的には理解できていないと思っています。

人々が生まれてこの方、自然は人間に都合の好いように取り扱われてきたと考えますし、繁栄を謳歌した文明社会が、自然に対して過度に関与したことで崩壊したことは多くの先生方が指摘されています。

緑地への対応の仕方が多様化し、持続可能な緑地維持管理手法が模索される中においてもなお、緑地は人為の加わらないように自然にという方が多いように思えます。

しかし、置かれている環境下で成立しうる植生を育成し、その環境下で達成しうる極生相に至る段階で、どの程度生産物を利用させていただけるのか、植生遷移のどの段階を持続的に維持するのがその植生が持つ良さを維持できるのか、それを探るのが樹木を扱う一人としての役目ではないかと40年近く色々の先輩方のお話を伺う中で、感じるようになりました。

このような観点から、これまでに携わった病害虫と農薬について考えてみました。

1 松くい虫（マツの材線虫病）の防除

松くい虫に関する総合的な調査研究が行われていた1967年に福岡県に就職しました。その当時は「松くい虫」に取り組んだら泥沼に足を踏み込みみたいものだ、先輩達に言われるような時期でもありました。

ところが、特別研究グループにより、マツノザイセンチュウ（以下、材線虫）とその運び屋であるマツノマダラカミキリ（以下、カミキリ）が見出されて、松くい虫に関する調査研究は飛躍的に発展し、これまで取られてきた防除方法の正当性を再認識させるとともに、よりの確かな防除対策が取られるようになりました。

材線虫を対象にした土壌施用・樹幹注入剤、カミキリを対象とした予防散布、伐倒駆除剤、天敵微生物を利用した駆除剤等の開発がなされ、材線

* 樹木医



予防試験：無散布区



予防試験：散布区



モデル林分試験用網室
(カミキリの放虫による効果判定)



カミキリの個体飼育状況
(後食痕からの材線虫侵入を確認するために)

虫病発生機作に対応した総合防除技術が確立されてきています。その過程で、印象に残っていることを2～3述べてみます。

非常に斬新な発想の下に始められた薬剤の樹幹注入試験では、有効成分の拡散が思うに任せず溶媒のみが拡散したり、有効成分の拡散が偏ったりで数多くのマツを枯らしました。それでも、樹幹注入薬剤が農薬登録されたときには、本当にほっとしたものです。これからは、これまで以上に、移行性が高く・残効期間が長くて、注入部位の傷みが少ないため4～5年毎の繰り返し施用が可能な薬剤や、樹体内の移行が早く治療にも利用可能な薬剤等が開発されることを切望します。

薬剤の空中散布によるカミキリムシ防除試験では、昭和48年か49年だと思いますが、当時の国立林業試験場保護部長の伊藤一雄先生が福岡県の試

験地を視察され、ふっと笑顔になられて「これで空中散布による薬剤防除が出来るかな」という様な意味合いのことを言われるのを聞いて、大変な試験に参加させていただいているのだなと実感したことでした。

また、現地で無散布区が確保できないため、大型の網室を使用し、カミキリを放虫することで効果を見ようとした予防散布試験では、カミキリの材線虫保持率の把握、後食量把握とそこからの材線虫進入確認作業の大変さと、無散布区のマツが丸坊主に近い状態になったのには手を焼いたものです。しかし、この方法は無散布区が確保しにくい予防試験では、少々手間がかかるものの有効な試験方法ではないかと思っています。

今もなお、より効率的で安全な防除薬剤を求めて模索が続けられていることに、マツ材線虫病

(松くい虫) 防除関係者の熱い思いを感じると共に、利用しやすく安定的な防除効果を発揮する薬剤が開発されることを期待しています。

2 緑化用樹木の病虫害防除

昭和30年代後半から40年代にかけて、大気汚染に対応するための緑地が盛んに造成されるようになり、緑地で発生する病虫害の調査研究が重点的に実施され、樹木に被害を与える多くの病虫害が記録されるとともに、その発生環境や生態が明らかにされています。

最近では、種々雑多な樹種の導入とこれまで利用されてこなかった樹種も利用されるようになって、新たな病虫害が発生するとともに、商品の移動や気候の変動により、これまで特定の地域で発生していた病虫害の拡散と移動地での定着が懸念されています。

また、平成14年に農薬取締り法が改正され、農薬使用の規制が強化されてから、緑化用樹木生産地、緑地や家庭での農薬使用が難しくなりました。

平成10年代に入って、被害の激しい病虫害を対象に生態や生活史に合わせた防除試験が実施されるようになり、樹木・林木を対象とした農薬登録がなされるようになってはありますが、その数は多くありません。

私は、幾つかの病虫害の防除試験に関り、防除試験の難しさを実感しています。病虫害の防除試験では如何に安定して病気や害虫を発生させられるかです。毎年発生していた株が試験を始めると都合よく発生しない場合や、無処理木に選定した株のみ発生が少ないなど、防除価を出すのに四苦八苦ということもありました。

また、病原菌を接種した防除試験では、接種と予防散布時期との兼ね合いが難しく、感染が進行しすぎて予防効果が出にくい場合や、潜在的感染が確認できずに散布時期が遅れて、あるとき急激に病状が進行するなど、防除試験を行うには経験と相当の根気が要ることを実感しました。

樹木医として、病虫害の予防や駆除について相談を受ける場合には、農作物と異なり種々雑多な樹種、多くの病虫害を対象としています。また、防除薬剤について尋ねられるのが常です。耕種の防除を主体に答えるにしても、農薬があればより効果的な防除方法を提示できます。登録農薬は、対象作物が樹木・林木で、多くの病原菌・害虫を含む適用範囲の広い薬剤が望ましいのですが、それは難しいでしょうから、病原菌・害虫は属を単位とし、対象作物が樹木や林木（少なくとも科単位）として登録されていることが望まれます。

また、果樹や家庭菜園で使用されている農薬の適用拡大がなされれば、なお利用しやすいでしょう。

3 天敵微生物

樹木の害虫防除の天敵利用は、古くから検討がなされていたと思います。しかし、それが実用化されてきたのは、平成に入ってからのような気がします。私も *Beauveria* 属菌によるマツノマダラカミキリ、ハラアカコブカミキリの防除試験や昆虫寄生性線虫の *Steinernema* 属線虫を使用したスギカミキリ、ハラアカコブカミキリ、マツノマダラカミキリ、ルリカミキリ、ミノガ類、コガネムシ類等の防除試験に取り組ませていただいたことがあります。実験室内では確実に効果を確認できるのですが、野外試験となると「如何にして使用する菌や線虫の活性を維持し、目的とする害虫に到達させるか」が大きな課題でした。被害材に濡れ筵を載せビニールで被覆したり、散水をしたりと試行錯誤を重ねながら試験を行いある程度の防除効果を得たものの、残念ながら当時は実用化には至りませんでした。今では、色々の場面で天敵微生物の利用がなされているようですが、「菌や線虫等の活性を維持し、効果的に害虫に接触させるか」は、天敵微生物利用の永遠の課題でしょう。また、個人的意見かもしれませんが、これらの天敵微生物は目的とする害虫に防除効果を発揮

した後は、使用場所に定着することが無いような「いわゆる農薬的使用」が望ましいと思えますが、如何でしょう。

おわりに

樹木医として、緑化用樹木の異常に的確に答えるためには、農薬の使用基準を把握していることは必須条件になりますが、相談の内容によっては現在の登録農薬では対応できないことが多く出現します。

特に、材質腐朽を伴う場合には、腐朽を阻止する方策を考えるのは至難の業です。外科的施術を施すにしても、健全境界まで削り取るには材内の菌糸の存在を把握できる簡易な方法が必要であり、現在の技術では殆んど不可能でしょう。膨大な時間を費やし健全部まで削り取れたとしても、新たな材質腐朽菌の感染を阻止することは不可能に近いと思えてなりません。

腐朽部分がある程度削除し、薬剤を削除部分から浸透移行させて腐朽菌を殺菌できればその後の処置もやりやすくなりますが、現実的には不可能に近い状況でしょう。しかし、木材腐朽菌の活性をある程度抑制する薬剤を利用した技術は、今後開発されるべき課題であると思います。

腐朽部分を腐朽菌の活性を抑制する条件に保持しつつ腐朽の進行を抑制して、健全部分の割合を大きくする方策を模索するのは、樹木医としての夢でもあります。そのために、多少行過ぎた化学物質等を使用した腐朽阻止技術が紹介されることもありますが、それは夢への挑戦と受け取り、試験経過をゆったりと見守る態度が肝要だと思います。

いずれにしろ、大小様々な腐朽空間を樹木の生存と周辺に与える危険性の観点から、どのように扱うのかは、樹木医の最も難しい課題であると思います。時には、歴史的価値を有する樹木でも周辺に与える危険を考えれば、その生涯を絶つ決意も必要になるでしょう。

また、危険性が無い樹木では、出来うる限りの保存技術を施し、何処まで生き延びられるのかを検証することも必要なことは言うまでもありません。

林業薬剤協会会員の皆様の努力により、多分経済的には不利な条件ではありましようが、樹木生産現場のみならず緑地造成地における植物管理に於いて、効果的・効率的でより使い勝手の良い薬剤が、数多く登録されることを期待します。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成22年9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

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

URL : <http://www4.ocn.ne.jp/~rinyaku/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 525 円

安心・安全な
樹幹注入式の松枯れ防止剤
グリーンガード®ファミリー
Greenguard® Family



だから
安心です！

グリーンガードファミリーは、樹幹注入剤で唯一、
原体・製品ともに「普通物」「魚毒性A類」に属していますので、
安心してご使用いただけます。



新登場

松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®NEO

Greenguard® NEO



ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木 3-22-7

松枯れ防止に関するホームページ

www.greenguard.jp

松を傷つけない土壌灌注タイプ

農林水産省登録
第 21971 号

松枯れ防止土壌灌注剤

三石・Ⅲ・火気厳禁
飽和ジカルボン酸ジメチルエステル

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 ●

- ★ まつを傷つけずマツノザイセンチュウを防除します。
- ★ 樹の周りに土壌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。

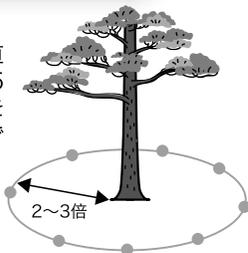


マツノザイセンチュウの写真



機械灌注処理

土壌灌注器(2 MPa, 圧力: 20kg/cm²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穴当り2ℓを目安に等間隔で土壌灌注する。



施用溝処理

- 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壌灌注する。
- ② 灌注後、薬液が土壌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

イシハラ イーナ
0120-1480-57

<http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

【製造】

ISK 石原産業株式会社

本社：大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

【販売】

ISK 石原バイオサイエンス株式会社

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カ月
秋処理 (9～11月)	6カ月
原液をタケ1本ごとに10mℓ	

夏期がチャンスです!
(もっとも早く枯れます)

完全落葉すれば、その後処理竹の根まで枯れます。

* 竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法

適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林地、放置竹林、畑地	竹類	夏～秋期	原液	5～10mℓ / 本	竹稈注入処理



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。

ラウンドアップ
お客様相談窓口

7-11
0120-209374

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



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

これまででも、これからも

農林水産省登録 第11912号

クローートS (粒剤)

農林水産省登録 第12991号

クローートSL (水溶剤)



すぎ、ひのきの下刈りに。

製造



株式会社 **イスター・イバイオテック**
〒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 東京都中央区鍛冶町2丁目9番12号
TEL.03(3256)5561 FAX.03(3256)5570

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【乳管通物】

エコワン3 プロアブル

100~200倍希釈
（1000倍濃縮剤）

エコワンプロアブル

1500~3000倍希釈
（15000倍濃縮剤）



バイオエルクロップサイエンス株式会社
バイオサイエンス事業本部 緑化園芸部
〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5 ☎03-6266-7365

井筒化学産業株式会社
〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5
TEL.03(6266)7365 FAX.03(6266)7365

 Bio-Elk Crop Science

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 291-0122	鹿児島市南郷3丁目9	T 31-0269206-6583
東京本社	T 110-0303	東京都台東区上野3丁目6-11 5F	T 31-0331845-7961
大阪営業所	T 332-0011	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	T 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
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液)
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)

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。

野生動物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、NCS専用ガスバリアシート
ヤシマくん蒸与作シート



ヤシマ産業株式会社

本社 〒104-0045 東京都中央区豊洲1-9-5 アロア豊洲ビル2階
工場 〒308-0007 茨城県筑西市折本540番地

TEL 03-5565-3161 FAX 03-5565-3164
TEL 0296-22-5101 FAX 0296-25-5159

少薬量と殺センチュウ活性で 松をガード。

有効成分は天然物で普通物※
少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が5年間持続

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



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。

新発売
(ノズルなし)

自然圧注入用

移し替え専用

移し替え専用

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード®

農林水産省登録：第20403号

○有効成分：ミルベメクチン…2.0% ○人畜毒性：普通物※
○包装規格：60ml×10×8 180ml×20×2
60ml×10×8(ノズルなし移し替え専用)

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 **エムシー緑化**

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-7-7
TEL 03-6842-8590 FAX 03-6842-8593



三井化学
グループ



(商品写真は平成22年2月以前のものです)