

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 191 3. 2010



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（４）斉藤 正一・上野 満・小澤 道弘・西川 博昭	1
地球環境問題と虫害.....福山 研二	8
マツ材線虫病診断キットの開発.....菊地 泰生・相川 拓也・神崎 菜摘	12

● 表紙の写真 ●

ボーベリア菌の一種に感染し死んでしまったウエツキブナハムシ
(写真下はウエツキブナハムシ (*Chujoa uetsukii*))

山形県中央部の月山山系では、ウエツキブナハムシが2007～2009年にかけて大発生し、9月に入るとブナが褐変して異様な風景になる被害が続いています。被害を受けたブナは枯死しませんが、山一面のブナが紅葉時期よりかなり前に葉を落とすので、訪れた人たちを驚かせています。成虫を採取し飼育箱で飼うとボーベリア菌の一種に感染している事が多く、1週間以内に死んでしまう事が多いです。
—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（４）

齊藤正一*¹・上野 満*²・小澤道弘*³・西川博明*⁴

I. はじめに

近年、カツラマルカイガラムシ (*Comstockaspis macroporana*^(1,2); 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。2009年度までの広葉樹林における被害は、山形県、福島県、長野県、山梨県、新潟県、宮城県であり^(3,4,6,8)、2009年に岩手県で新規被害が確認されており（岩手県林業技術センター小澤洋一氏私信）、被害は拡大分散する傾向にある。

山形県における被害面積と被害位置の推移を表一と図一に示したが、2006年がピークで378ha、2007年は240ha、2008年は311ha、2009年が243haであり、累積被害面積はすでに1,226haを超え、被害地域が広域的に拡大する状況にある。

山形県におけるカイガラムシによる被害様態は、6月下旬に羽化した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。カイガラムシは比較的低標高では1年2化、冷夏や高標高では1年1化だが、激害化した林分があると、被害は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^(5,6,7,8)。

被害林のダメージは、被害が激化する林分において枯死木数が増大する事である（図二）。カイガラムシは被害発生から約3年間は被害林内で

生息するため（図三）、吸汁被害の特徴を反映していて、徐々に森林が衰退していくという危惧もあって、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⁽⁵⁾。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葉害が発生する事が分かった⁽⁷⁾。さらに、2008年は多様な樹種に対して、効果が発揮できる希釈倍率は50倍程度であることを報告した⁽⁸⁾。2009年度は希釈倍率50倍による防除効果の再現性を確認し、これまでの試験地における供試木の様態をもとにした防除効果についても調査したので報告する。

なお、本試験研究の一部は、森林総合研究所交付金プロジェクト事業「天然広葉樹林の大量被害をもたらず昆虫の拡大予測と早期防除法の開発」及び、林業普及情報活動システム化事業（国庫交付金）「突発性森林病虫獣害の調査」で実施した。

II. 材料と試験方法

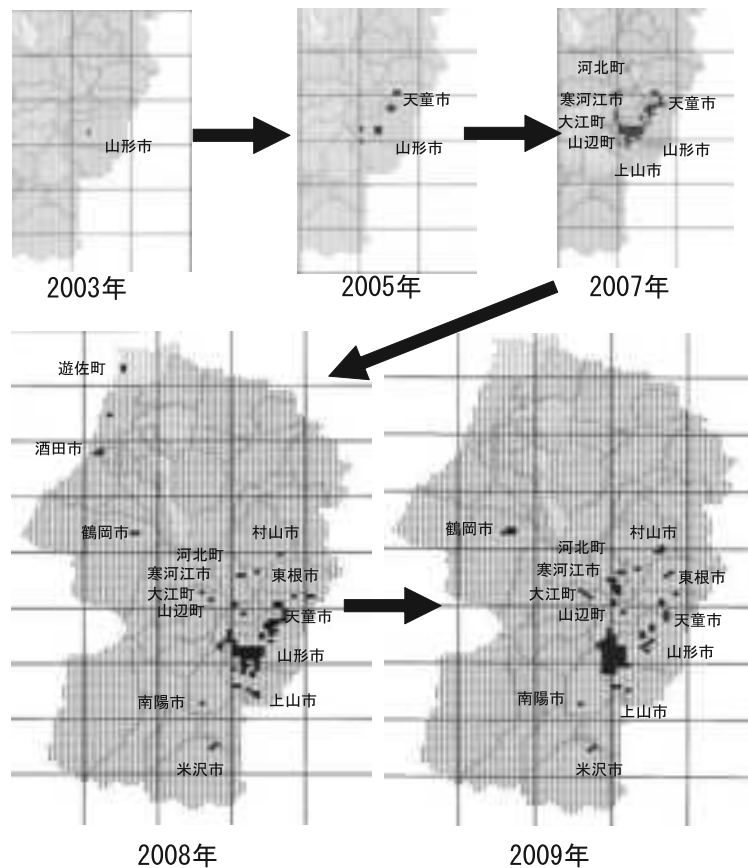
1. 使用した薬剤

筆者らは、使用する殺虫剤としてアセタミプリドを有効成分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2（有効成分2%、以下「液剤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。

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

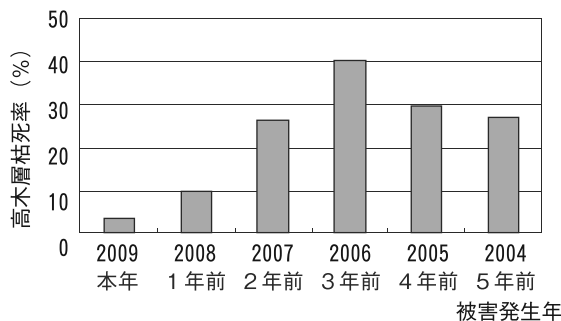
表一 山形県におけるカツラマルカイガラムシによる広葉樹の葉枯れ区域面積の推移 (ha)

市町名	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	合計
山形市	5.92	10.74	57.85	320.07	198.73	80.32	111.52	785.15
天童市		2.30	13.64	50.25	1.72	14.94	0.74	83.59
上山市			0.44	5.43	7.55	62.38	49.38	125.18
山辺町				1.50	28.13	47.26	14.00	90.89
中山町				0.48	0.00	3.77	0.66	4.91
寒河江市				0.05	1.40	18.07	40.08	59.60
河北町				0.11	0.03	5.09	0.81	6.04
大江町					2.40	4.80	1.26	8.46
村山市						4.79	2.77	7.56
東根市						8.04	4.37	12.41
米沢市						13.00	16.00	29.00
南陽市						0.79	0.60	1.39
鶴岡市						0.10	1.20	1.30
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	243.39	1226.48



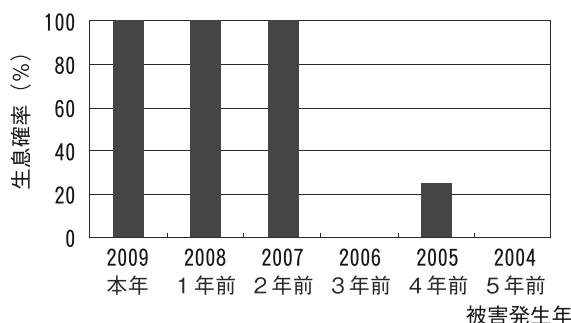
■は被害位置 (メッシュサイズ 横 1.36km × 縦 1.13km)

図一 山形県におけるカツラマルカイガラムシによる広葉樹葉枯れ被害位置の推移



図一 被害の経過に伴う被害林の高木層の枯死率の推移

年	生息率	生息	調査数	高木層枯死率	調査地 1	調査地 2	調査地 3	調査地 4
2009	100.0	2	2	2009	3	0	6	
2008	100.0	1	1	2008	10	19	0	
2007	100.0	1	1	2007	26	26		
2006	0.0	0	2	2006	40	42	38	
2005	25.0	1	4	2005	29	38	25	21
2004	0.0	0	2	2004	27	1	52	33
				平均	13			



図三 被害の経過に伴うカツラマルカイガラムシの被害林での生息状況

2. 多様な広葉樹への殺虫剤の樹幹注入試験

1) 試験地

●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、2007年の試験地内には2006年から発生したタカオモミジの部分枯れ被害木が1本生存した。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横幅40m 谷から峰方向に30mの面積0.12haの帯状施用区を2007年・2008年ともに隣接して配置し

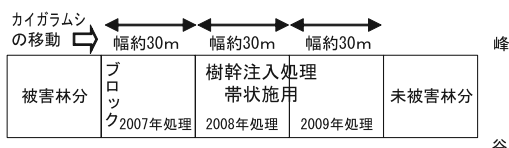
た。2009年の試験は、試験区をこれと隣接して設置し、供試木はこれまで同様に試験地内の未被害立木とした。そして、希釈倍率別の薬害・効果調査を2007・2008年の試験地での施用効果と併せて調査した(図一4・5)。

●試験地 2：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2009年の試験地は、北東斜面において被害地と隣接する注入試験地と隣接した未被害林分に



図一4 2009年の試験地位置図



図一5 天童市舞鶴山の試験地



図一6 米沢市戸塚山試験地位置図

において、2008年の試験地に隣接して幅約15m、長さ約80mで帯状に設けた(図一4・6)。

2) 試験方法

2009年の樹幹注入に供試した薬剤は、液剤2であり、希釈液200mlを注入用ノズル付きアンプルに前日充填した。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、25



写真一1 ノズル付きアンプルによる薬剤の樹幹注入

倍・50倍液(水で希釈)を樹幹注入した。また、試験地2の米沢市戸塚山は希釈倍率50倍液のみの施用で防除効果の再現性をみることにした。

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(写真一1)。

薬剤の樹幹注入は、天童市舞鶴山は2009年5月18日、米沢市戸塚山は6月25日に実施した。

3) 試験の評価

注入成功率は、1日後の注入状況を確認して薬剤の残量を測定し、注入成功率を求めた。薬害状況は、注入1週間後、4週間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(5:正常, 4:一部葉枯れ, 3:半分葉枯れ, 2:全部葉枯れ, 1:枯死)。

3. 殺虫剤の樹幹注入試験地における防除効果の経過観察

1) 試験地

試験地は、前述の試験地1天童市舞鶴山(2007, 2008, 2009年に試験実施)、試験地2米沢市戸塚

表一2 2009年度 天童市舞鶴山試験地の結果

樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	供試 本数	希釈倍率 (倍)	注入成功 率 (%)	薬害状況		4か月後		
							1週間後	4週間後	効果	虫の有無	虫の生死
コナラ	27.7	14.0	5.6	7	25	100	5	5	5	全て有り	全て死
ミズキ	20.2	15.3	5.7	3	25	100	5	5	5	全て有り	全て死
ホオノキ	20.2	16.7	2.3	3	25	100	5	5	5	全て有り	全て死
平均	22.7	15.3	4.5	計13本		100	5	5			
コナラ	36.0	17.3	5.3	8	50	100	5	5	5	有5本,無3本	有全て死
ミズキ	24.0	14.0	3.7	3	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
ホオノキ	14.7	9.3	4.0	3	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
クリ	18.1	14.0	7.0	1	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
ウワミズザクラ	19.3	11.5	5.1	8	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
ソメイヨシノ	19.6	12.3	5.5	6	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
オクチョウジザクラ	14.0	10.0	5.0	1	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
タカオモミジ	10.5	7.0	2.0	1	50	100	5	5	5	全て有り	全て死
平均	19.5	11.9	4.7	計31本		100	5	5	5		

表一3 2009年度 米沢市戸塚山試験地の結果

樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	供試 本数	希釈倍率 (倍)	注入成功 率 (%)	薬害状況		4か月後		
							1週間後	4週間後	効果	虫の有無	虫の生死
コナラ	23.6	12.6	5.7	9	50	98	5	5	4.0	全て有り	全て死
ミズナラ	21.1	13.9	4.8	3	50	100	5	5	3.6	全て有り	生1,他全て死
その他	27.3	12.3	5.1	31	50	100	5	5	4.7	全て有り	全て死
平均	24.0	12.9	5.2	計43本		99.3	5	5	4.0		

山(2008年, 2009年に試験実施)の他, 2006年に液剤2の10倍・100倍の樹幹注入試験を実施した山形市蔵王半郷⁽⁵⁾と2008年に液剤2の50倍の樹幹注入試験を実施した遊佐町菅里⁽⁸⁾とした(図一4)。

2) 調査方法

各試験地において, 被害状況が安定する10月に葉の状況を観察して, 5段階(5:正常, 4:一部葉枯れ, 3:半分葉枯れ, 2:全部葉枯れ, 1:枯死)で防除効果を評価した。

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) 注入状況

注入成功率は, 試験地1では100%, 試験地2では平均99.3%であった(表一2・3)。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の完全注入がほぼ可能であった。

2) 薬害の状況

1週間後と4週後の外観調査は, 樹冠の緑葉の状況に応じて, 5区分して, 正常を5, 様態が最も良くない枯死を1として評価した。

液剤2の25倍区, 50倍区の評価数値は, 試験地1・2ともに5.0であり, 薬害が発生せず健全な状況であった。2007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⁽⁷⁾, 25倍と50倍では薬害はなく, 50倍などの希釈倍率が適切という結果が再現できた⁽⁸⁾(表一2・3, 写真一2)。

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, 注入4か月後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薬害調査と同様に5段階で行った。

様態の評価数値は, 試験地1が5.0で正常な葉が無被害のままであった。一方, 虫の密度が著し



ソメイヨシノ



タカオモミジ



コナラ



クリ

写真一 2 注入4週後の供試木の状況

く高まった試験地2は4.0で葉の一部で萎凋が発生する状況であったが、全体葉枯れを起こすような状態ではなかった(表一2)。

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。試験地1については、供試木44本のうち本にカイガラムシを確認し、41本すべてでカイガラムシは死亡していた(表一2)。試験地2では、供試木43本すべてでカイガラムシが確認され、そのうち1本だけ生存が確認されたが、その他42本では死亡していた(表一3)。薬剤の樹幹注入によるカイガラムシの殺虫効果についてもこれまでの試験^(7,8)と同様に結果を再現できた。

以上のことから、液剤2の希釈倍率を25~50倍にして自然圧で樹幹注入すれば、注入成功率が高く、多様な樹種に注入しても葉害が発生しない。また、薬剤の施用によってカイガラムシは死亡

し、葉の一部が萎凋する場合がまれにあるが、ほぼ健全な状態を維持できる事がわかった。

2. 殺虫剤の樹幹注入試験地における防除効果の経過

2006~2009年までの液剤2の樹幹注入試験地4カ所における供試木の様態の調査を9月に実施して5段階で評価したところ、山形市蔵王半郷では2006年注入試験地は4.3~5.0、天童市舞鶴山では2007年試験地が3.8~4.9、2008年試験地は4.8~5.0、2009年試験地は5.0であり、米沢市戸塚山では2008年試験地が4.6~4.8、2009年試験地が4.0、遊佐町菅里では2008年試験地が3.9~4.8であった。最高4年前から本年までの試験地を観察した結果は、供試木は、注入試験当時は若干の葉の萎凋はあるものの回復して正常な葉の状況になる傾向が確実に認められた(表一4)。

表一 4 マツグリーン液剤2の樹幹注入試験地における供試木の様態の経過

市町名	地区名	設置 年度	供試 本数	樹種	供試木の様態			
					2006	2007	2008	2009
山形市	蔵王半郷	2006	28	コナラ	4.3	4.8	5.0	5.0
天童市	舞鶴山	2007	40	コナラ他		3.8	4.9	4.9
		2008	59	コナラ他			4.8	5.0
		2009	44	コナラ他				5.0
米沢市	戸塚山	2008	38	コナラ他			4.6	4.8
		2009	46	コナラ他				4.0
遊佐町	菅里	2008	96	コナラ他			3.9	4.8

筆者らはこれまでに、液剤2の希釈液の樹幹内における有効成分の分析を行ったが、有効成分は最低でも2年間は樹幹にあって、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、カイガラムシの殺虫に効果を発揮する事を確認している^(7,8)。カツラマルカイガラムシはおよそ被害林分に3年は生育する(図一3)ため、殺虫剤を樹幹注入すれば、カイガラムシの吸汁に対応した被害防除が可能である事が、試験地での観察結果と併せてみると明らかになった。

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25倍液・50倍液の樹幹注入は、自然圧でほぼ完全注入ができ、被害が発生せず、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を注入した供試木は施用後薬剤の効果が継続するので、被害を2~4年防げる可能性がある事が明らかになった。

本調査結果から、液剤2の25倍・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、農薬登録を早急に図る必要がある。

謝辞

2009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・蜂谷幸太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、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3年生の安藤弥樹、飯澤真、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。あらためて、皆様に心から感謝申し上げる。

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) 斉藤正一・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系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・斉藤正一(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56(5): 3-11.
- (7) 斉藤正一・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系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.
- (8) 斉藤正一・上野満・小澤道弘・世儀一清(2009) 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). 林業と薬剤187: 1-13.

地球環境問題と虫害

福山 研二*

はじめに

昨年は、気候変動枠組み条約締約国会議 COP15がコペンハーゲンで開催された。近年のアメリカの姿勢の転換により、大きな進展が期待されたが、なかなか思うようにはいかなかったようである。一方、今年是我が国で生物多様性条約締約国会議の COP10が名古屋で開催される。それに合わせて、2010年は生物多様性年とされ、世界中で生物多様性保全についての活動が行われる。地球温暖化をはじめとする地球環境変動問題は、その現象が明確であり、世界中の人が直接影響を受け、肌身に感じることができるため、比較的理解されやすい。それに対して、生物多様性問題は、希少種の絶滅や外来種問題など基本的には、地域の問題であり、その現象は、地域ごとに様々であるため、一つの現象として理解することが難しい。しかし、生物多様性問題は、現象は地域ごとであるが、それが世界中で同時に進行しており、人間活動と密接に結びついているという意味では、まさに地球環境問題なのである。温暖化問題は過去の生物が蓄積した化石燃料を燃したことが原因であり、生物多様性問題は、これからの地球の生き物をどうするかということなのである。

近年は、森林に対する国民の期待として、木材生産よりも水土保全や温暖化緩和、生物多様性保全に傾いている。特に我が国では、外材が容易にはいることから、林業そのものが不活発となり、林業に対する期待が非常に低下してしまった。そ

のため、木材生産に支障を来す害虫などの森林保護の問題は、なおざりにされている。そのかわりに生物多様性の保全や評価についての研究が一世を風靡している。しかし、だからといって害虫や病害がなくなったわけではなく、依然として発生している。いや、むしろ温暖化や外来種などにより、増大していると言っても過言ではない。今後は、森林保護の問題は、林業ばかりでなく、温暖化や生物多様性などとの関連として重要になって行くであろう。ここでは、地球環境問題として現在注目されている温暖化問題と生物多様性問題のうち外来種問題に絞って害虫との関係についてお話ししたい。

地球温暖化と森林

昨年あたりから、本気で二酸化炭素の排出削減に向けた世界的な努力目標が提案され、我が国も2020年までに25%の削減目標を掲げた。しかし、現実問題として産業界の努力による削減は、なかなか進まないため、森林などの吸収源としての期待が高まっている。しかし、森林は無限に二酸化炭素を吸収することはできず、成熟すれば吸収と排出はほぼ平衡してしまう。しかし、世界の温暖化ガス排出の20%は、実は森林が焼かれたり伐採されたりして減少したことによると言われている。そのため、現状の森林減少を食い止め、さらに森林面積を増大することにより、大きな温暖化緩和効果が期待できるのである。これを温暖化緩和策として活用しようとしているのが、「森林の減少・劣化による排出削減」Reduced Emissions from Deforestation and forest Degradation

* 独立行政法人森林総合研究所 FUKUYAMA Kenji

(REDD)である。これは、とくに広大な森林を保持し、急速に森林が失われている途上国などに対して、森林減少や劣化を食い止めるインセンティブとして、削減が科せられており、自国だけでは削減目標が達成できない先進国などが、支払うという仕組みである。これは、途上国にとってもおもしろい話であり、クリーンデベロプメントメカニズム(CDM)と比べても様々な利点を持っている制度である。

吸収源としての森林と森林害虫

このように、森林は木材生産ばかりでなく、炭素を蓄積して保持していくという温室効果ガス排出削減の騎手として期待されはじめた。しかし、森林が人間の思うように育ち、維持されていくとは限らないことは、本誌の読者である森林保護関係者にはよくおわかりのことと思う。特に、我が国の森林の4割になろうとする人工林では、様々な病虫害に悩まされてきている。

実は、カナダでは、大規模な森林害虫の発生により、山火事によるよりも広大な森林が失われており、森林による二酸化炭素吸収を評価することをあきらめたのである。北米大陸では、以前からキクイムシ類の大発生が頻発しており、様々な要

因が取り上げられている。その中でも、最近では温暖化による樹木の抵抗性の減退などが大きくクローズアップされている。キクイムシなどの害虫は、健全な樹木は加害できず、何らかの要因で衰弱したもののしか加害出来ないことが常識であった。

森林害虫は、農業害虫とは異なり、その発生頻度は低く、薬剤により防除の必要性はあまりなかった。これは、森林では害虫となる昆虫には多くの天敵がいることと、樹木自体に抵抗性機構が存在している事による。古田(1984)はこれらを総称して環境抵抗と呼んだ。山口(1989)は、森林害虫をその発生パターンから「恒常発生型」「突発発生型」「特異発生型」に分けた。恒常発生型というのは、農業害虫のように、作物を作れば常に発生するような害虫であり、樹木ではまれであるが、アブラムシ類など吸汁害虫でみられる。これは、天敵類や樹木の抵抗力がほとんどない、つまり環境抵抗がもともとないために起こるもので、通常は個体数が非常に少ないものを人為的に大面積で植栽した場合などにあたり、北海道のトドマツ人工林の大害虫であるトドマツオオアブラムシ(写真1)がこの典型例である。突発発生型というのは、マイマイガ(写真2)などの葉を食べる害虫で見られ、通常では天敵などにより非常に低い密度で維持されており、気候条件の変動などにより、天敵類の働きや抵抗機構が弱まったときに爆発的に数を増やす。幸い、樹木が枯死する

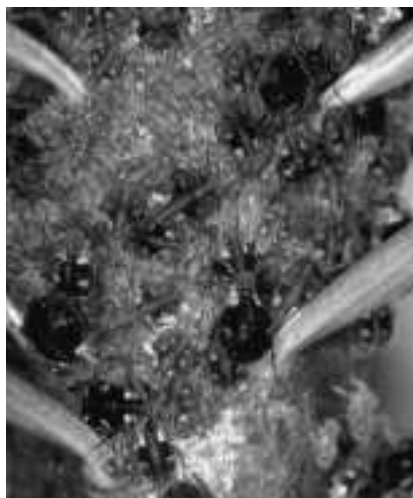


写真1. 恒常発生型の代表トドマツオオアブラムシ(森林総合研究所 HP より)



写真2. 突発発生型のマイマイガ幼虫(森林総合研究所 HP より)



写真3. 特異発生型のヤツバキイムシ成虫（森林総合研究所 HP より）

ことは少ないので、吸収源としての問題はそれほど起こらないかもしれない。問題は「特異発生型」である。これは、キクイムシ類などに見られ、通常は樹木の生理的抵抗機構により、被害を免れているが、台風被害等により、衰弱木や枯死木が大量に発生するとそれを温床として爆発的に数を増やす。これにより、残った木も枯れてしまうことが多い。このように、特異な条件が起こったときに発生するものを「特異発生型」と呼ぶのである。

北米大陸で温暖化が原因であるとして起こっている害虫の発生は、キクイムシ類であり、「特異発生型」といえる（写真3）。つまり、この特異な現象が、風害ではなく、温暖化であるということである。その意味で、今後温暖化に伴って被害が発生する可能性があるものとしては、「特異発生型」に属するキクイムシなどの害虫が考えられる。

しかし、天敵類など環境抵抗機構も温暖化によって大きな影響を受ける可能性がある。樹木は、一旦定着すると自身で移動することができない。そのため、少々環境が変わっても枯れることはなく、しかも長寿命である。これに対して、これに依存している昆虫などは、移動能力が高い上に、増殖力も大きく、世代も短い。そのため、樹木は例えば温暖化が進んだ場合には、生育不適地に長期間生育していることになり、枯死はしな

いまでも生理的に弱ってくる。そうすると、抵抗機構としてのヤニや有毒物質の生産もできなくなる。そうしたところにこれまでは気候条件の関係で生息できなかった昆虫が移動ってきて新たな害虫となることがある。その場合、その害虫を制御していた天敵類は、すぐには追いついてこないため、環境抵抗機構が崩れてしまうことが予想される。

こうしたことから、温暖化緩和策として森林に吸収源としての機能を期待するならば、森林保護の視点からの森林の健全性を維持する努力が必要となり、温暖化が進むほどに、その健全性が失われる可能性が高いことをよく理解しておく必要がある。

外来種問題と森林保護

最近では、アルゼンチンアリやアカスジゴケグモなど、世間を騒がせる外来種が多くなっている。これは、飛行機や船などによる移動が盛んな現代においては、ある意味避けられない問題かもしれない。外来種問題は、小笠原や沖縄、奄美などの島嶼生態系の保全上重大な問題を起こしており、多くの研究プロジェクトが実施されている。しかし、実は森林保護の問題から見ても、外来種は最も深刻な問題を生むのである。

我が国の森林病虫害上の最大の問題といえば、マツ材線虫病に尽きるであろう。これが実は典型的な外来種であることを認識している人はそれほど多くはない。元々枯れかかったマツに依存していたマツノマダラカミキリは、マツ材線虫という外来種に出会うことによって、強力な武器を手に入れた。自分では木を枯らすことができないため、時々発生する枯れそうな木で細々と生きていたものが、元気な木でもかじれば枯らすことができ、どんどん卵を産むことができるようになったわけで、鬼に金棒となったのである。マツノマダラカミキリ自体は病原体であるマツ材線虫を運んでいるだけなので、それほど多くの個体数がい

なくても病気を蔓延させることができることと、日本のマツでは、ほとんど材線虫に抵抗力がないため、人間が防除をしない限りはけっして収まることはない被害となった。これに類したのものとしては、アメリカにヨーロッパから侵入したニレの胴ガレ病や日本から侵入したクリ胴枯れ病がある。これら外来性の病害は世界4大病害に含まれており、未だにアメリカでは野生のニレやクリが復活していないことでもことの深刻さがわかる。マツ材線虫病にしても、最終的な解決法は、樹木に抵抗機構をつけることしかないのである。

国際間の問題だけでなく、例えば、北海道に導入されたカラマツなどは、地域的に見れば外来種であるため、害虫も外来性である場合が多く、当然被害も発生しやすい。また、人為的に作った人工林も地域的には外来種のようなもので、環境抵抗機構が発達せず、被害が出やすい。

天然林は、人工林に比べて、天敵類などが多様でありストレスも受けにくいことから、環境抵抗が発達しているとされている(古田1984)。そのため、これまで天然林ではそれほど深刻な、森林病虫害の発生はなかった。しかし、過去の害虫発生の経過を調べてみると、天然林での発生が多くなっている傾向が読み取れる(Fukuyama2000)。実際、近年では、カシノナガキクイムシにより伝搬されるナラ菌によるミズナラやコナラ天然林での被害(ナラ枯れ)が激発しているほか、多くの広葉樹類にまたがってカツラマルカイガラムシという新たな害虫が出てきている。ナラ枯れは、キクイムシと病原菌の共同加害であるが、大きな要因としては、それまで短伐期で伐採をしていた薪炭林が使われなくなり、老齢化したこともあげられている。これと似たようなものとしては、アメリカなどのキクイムシの被害が温暖化ばかりでなく、山火事の発生を抑えたため老齢化したためであるという考え方と似ており、森林被害の理解は単純には行かないことを示している。カツラマルカイガラムシの被害は、まだその原因がはっきり

はしないが、見かけ上は侵入害虫の被害のような状況である。ただし、本種は以前から全国に生息しており、侵入害虫というわけではない。しかし、同種でも違う形質を持ったものが外国から侵入した可能性もあり、早急の原因説明が待たれる。いずれにしても、このように本来は健全なはずの天然林ですら、害虫が多発するようになったことは、温暖化や人間の管理不足などの多くのストレスが関係している可能性がある。

温暖化にしる、外来種にしる、今後も引き続き問題は発生することは避けられないであろう。森林病虫害の発生は、林業などへの影響ばかりでなく、森林の二酸化炭素吸収能の阻害という重大な問題を産むことから、それに対して、それなりの体制を整えることも、地球環境問題への重要な対応であると信じる。

参考文献

- Fukuyama, K. (2000) Global Warming and Forest Insect Pests An Example from Hokkaido, In A Threat to Life-The Impact of Climate Change on Japan's Biodiversity, eds. Domoto, A et al. IUCN, 76-82.
- 古田公人(1984) 森林をまもる－生態系と動物の自然制御, 培風館, pp194.
- 山口博昭(1989) 森林昆虫の生活史, 創文, pp185



写真4. カツラマルカイガラムシによる被害(枝枯れ状態となる)

マツ材線虫病診断キットの開発

菊地 泰生・相川 拓也・神崎 菜摘*

1. はじめに

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) による松枯れは日本および東アジアで深刻な被害をもたらしている (図—1, 2)。1998年には本線虫がヨーロッパへ侵入し、本病に対する関心は世界的にも高まってきている (Jones et al., 2008)。本病の効果的な防除には、検疫所において未侵入地域への新たな侵入を防ぎ、被害地において被害木を適切に処理することが重要である。したがって、感染木を見落とすこ



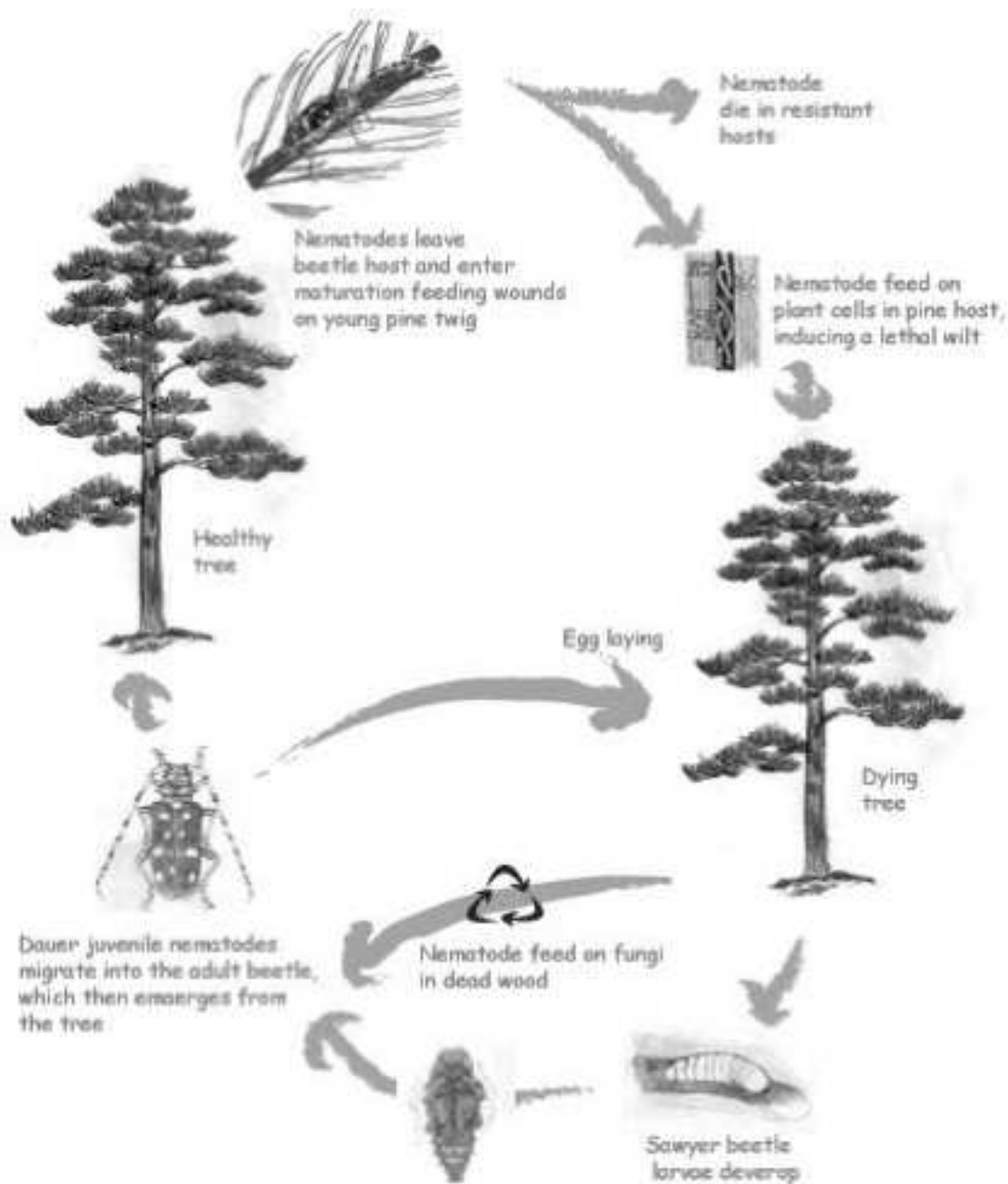
図—1 マツ材線虫病で枯死したアカマツ

となく確実に発見することが防除の上で極めて重要である。

本病の診断では、枯れたマツからマツノザイセンチュウの検出が行われる。これまでの一般的な検出方法はベールマン法と呼ばれる方法で、枯死木から材片を採集し、その材片を水中に沈めて材中にある生きた線虫類を材から分離した後、顕微鏡下でマツノザイセンチュウの存在を確認するという手順で行われてきた (真宮ら, 2004)。しかし、この方法には、実体顕微鏡や光学顕微鏡などの特殊機器が必要であり、線虫の形態に関する専門的な知識が不可欠である (図—3)。さらに材片中の線虫を分離し同定するまでに数日を要し、マツノザイセンチュウの成虫でしか同定できない (幼虫や卵では同定できない) などの制約が多々ある。そのため、マツ材線虫病の診断は主にこれらの機器や人材を備えた専門研究機関に頼らざるをえなかった。このような状況が感染木の早期発見を困難にさせていたと考えられる。本病の専門家だけではなく、実際にマツ林を管理する現場の担当者でも本病の診断ができる、簡易な診断技術は以前から切望されていたところである。

そのような社会的なニーズを受け、筆者らは従来の診断法よりも簡易なマツ材線虫病の診断技術を開発した。この診断法では、従来の診断で不可欠であった線虫に関する専門的な知識や顕微鏡などの特殊機器を必要としないいうえ、診断時間が大幅に短縮される (約90分で診断が完了する) など、多くの面で改善が図られている。この新しい診断技術は、株式会社ニッポンジーンから“マツ材線虫病診断キット”として2009年の6月に発売され

* 森林総合研究所森林微生物研究領域 KIKUCHI Taisei
AIKAWA Takuya
KANZAKI Natsumi



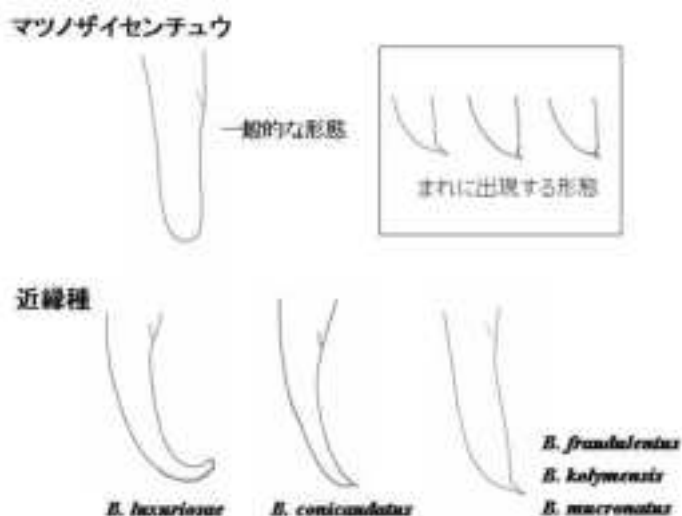
図一 2 マツ材線虫病の伝染環。病原体であるマツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリによって運ばれる。

た (<http://nippongene-analysis.com/>) (図一 4)。

本稿では本キットの紹介を兼ねて、キットの原理、使用法、適用範囲について記述したい。

2. マツ材線虫病診断キットの原理

本診断技術では、枯れたマツから生きたマツノザイセンチュウを検出するかわりに、マツノザ



図一三 マツノザイセンチュウとその近縁種の尾端の形態。見分けるのは極めて難しい。



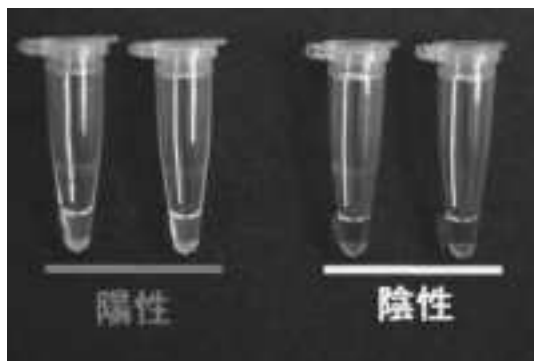
図一四 マツ材線虫病診断キット (96テスト用)。写真：(株)ニッポンジーン提供

イセンチュウのDNAを検出する。以下、手順に沿って本キットの原理・特徴を簡単に説明する。

まず、材からマツノザイセンチュウのDNAを溶かし出す操作を行う。この操作には線虫の体を効率よく溶かすための、酵素、還元剤などが含まれた溶解液を用いる。

次に、溶かし出されたDNAに対して、マツノザイセンチュウに特異的なDNA部位を増幅する

反応を行う。すなわち、マツノザイセンチュウのDNAがあればDNAが大量に増幅されるが、マツノザイセンチュウのDNAが存在しなければ増幅は起こらない。一部のDNAを増幅する反応はPCR (polymerase chain reaction) 法と呼ばれ、分子生物学では一般的に使われているが、PCR法では(95C) → (53C) → (72C)、といった温度サイクルを使用するため、温度を正確



図一五 DNA 増幅処理を終えた検査チューブ。
陽性のチューブでは反応液が白濁する。

に上げ下げさせる高価な機械を必要とする。本キットで使用されている技術は Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) 法 (Tomita et al., 2008) と呼ばれ、温度の上げ下げを必要とせず、一定温度下で特定の遺伝子配列の増幅が可能となっているため、サーマルサイクラーの代わりに恒温器で反応ができる。

増幅反応が終了したら、DNA が増幅されたかどうかを確認する作業を行う。DNA は目では見えないため、分子生物学の実験室では電気泳動という作業で確認する。電流を高純度の寒天内に流し、その中で DNA を移動させる方法である。移動させた DNA はエチジウムブロマイドなどの溶

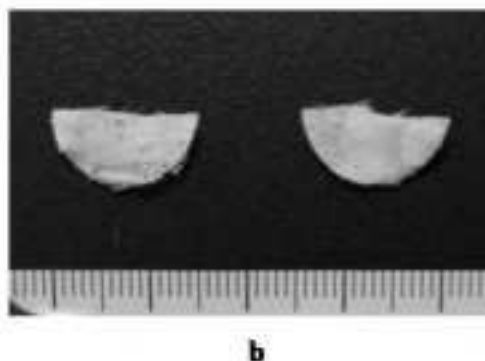
液で処理して UV 照射下で見ることによってようやく DNA の存在を確認できる。本キットでは特殊な蛍光試薬を用い、増幅された DNA を反応チューブ内で溶液の色の変化によって確認できるようになっている (図一五)。

3. マツ材線虫病診断キットの使用法

本診断キットによる診断法は、以下の4つの工程で構成される。すなわち、1) マツ枯死木からの材片の採取、2) 材片からの DNA の抽出、3) マツノザイセンチュウの DNA の増幅、4) 陽性・陰性の判定、である。

1) マツ枯死木からの材片の採取

電動 (手動) ドリルを使って枯死木から材片を採取する。ドリルの刃の大きさは様々なものがあるが、本キットでは径15mm の刃を推奨している。これ以上大きくなると、次の DNA 抽出の工程で用いる専用のチューブに材片が入らなくなり、また逆に小さすぎると、材片を DNA 抽出チューブに入れる際非常に扱いにくい。採取方法は、ドリルの下にビニール袋をあてがい、削り取られた材片がその袋に入るようにする (図一六 a)。材片の入った袋は持ち帰り、すぐに検査に用いるか、あるいは検査する時まで冷蔵庫に保管しておく。長期間の保存はあまり好ましくないの



図一六 ドリルを使って枯れたマツから材片を採取する (a)、1 テストに用いる材片 2 枚 (直径 15mm の半円形)。スケールバー：10mm (b)

で、できるだけ早めに検査する。

2) マツ材片からの DNA の抽出

キットに添付されている DNA 抽出液 (Bx 抽出液) は、10ml ごとに小瓶に小分けされており、冷凍保存が必要である。使用する際は 1 テスト分の Bx 抽出液 (800 μ l) を付属の DNA 抽出チューブに分注して使用する。検査を行う度に小瓶の抽出液を溶解し、チューブに分注していたのでは時間的にも労力的にも非常に手間がかかるので、一度小瓶の中の液を完全に溶かし、付属の DNA 抽出用チューブにすべて分注した状態で冷凍保存しておく、後で必要な分だけ取り出せばよいので非常に便利である。1 チューブにつき半円状の材片を 2 枚使用し (図-6b)、取り扱いにはピンセットで行う。材片を多く入れ過ぎると検出率が低下することがあるので (特に線虫密度が極端に低い場合) 3 枚以上入れるのは避けた方がよいと思われる。材片は 1 枚ずつチューブに入れ、抽出液に材片が確実に浸かるようにする。この際、材片を落とさないよう注意する。落とした材片はコンタミ (ここでは DNA による汚染を意味する) による誤診断の原因となるので決して検査に用いてはならない。落とした材片は廃棄し必ず新しい材片を検査に用いる。異なるサンプルをいくつも検査する場合は、サンプルが変わるごとに必ずピンセットの先端をアルコールでよく拭き、アルコールランプ等で念入りに加熱する。この処理によって、ピンセットの先端部に付着している前サンプルの材片や DNA を除去し、サンプル間のコンタミを防ぐことができる。材片を入れたチューブはしっかりとふたを閉め、55 $^{\circ}$ C で 20 分間保温、次いで 94 $^{\circ}$ C ~ 100 $^{\circ}$ C で 10 分間保温する。この処理によって、材片内の線虫が溶解し液体中に線虫の DNA が溶け出す。

3) マツノザイセンチュウの DNA の増幅

この工程では、2) の工程を終えた抽出液の中に含まれるマツノザイセンチュウの DNA を増幅させる。検査用反応液は、キットに付属の 3 種類

の試薬 (B.x 検査液, 酵素液, 蛍光発色液) を混合し作成する。これらの試薬も Bx 抽出液と同様、通常は冷凍庫に保管しておく。1 テストに要する各試薬の量は、B.x 検査液: 16.4 μ l, 酵素液: 0.8 μ l, そして蛍光発色液: 0.8 μ l の計 18 μ l である。大きめのチューブ (0.5ml や 1.5ml など) に必要なテスト分の反応液をまとめて作成し、その後、キット付属の検査用チューブに分注するのがよい。たとえば、5 テスト分検査したい場合は、B.x 検査液 82 μ l, 酵素液 4 μ l, 蛍光発色液 4 μ l を大きめのチューブ内で混合して反応液を作り、その後、18 μ l ずつ 5 つの検査用チューブに分注する。反応液の分注が完了したら、その中に 2) の工程で得られた Bx 抽出液を 2 μ l 加えよく混ぜる。すべての検査用チューブにそれぞれ Bx 抽出液を入れ終えたら、それらのチューブを約 63 $^{\circ}$ C で 60 分間保温する。ウォーターバス, エアインキュベーターなどで保温する場合は、保温中に反応液が蒸発し液量が減少しないようキットに付属のミネラルオイルを 20 μ l 重層してから保温する。

4) 陽性・陰性の判定

3) の保温処理終了後、速やかに判定を行う。検査チューブを黒い紙, あるいは黒い実験台の上に置くなど、背景を黒くした状態で反応液の色を確認する。反応液の色が緑色の蛍光色を示していれば陽性 (マツ材片の中にマツノザイセンチュウの DNA が存在する), 液体の色が反応前と全く変わらず無色であれば陰性 (マツ材片の中にマツノザイセンチュウの DNA は存在しない) を意味する (図-5)。また、この陽性の蛍光発色は UV を照射することでより強くなるため、取扱説明書では 240-260nm あるいは 350-370nm の波長の UV 照射による判定を推奨している。しかし、上記以外の波長では陰性サンプルでも蛍光発色しているように見えることがあるため注意が必要である。筆者らは通常、黒い実験台の上に検査チューブを並べ、自然光下での判定を行っている。

マツ材線虫病診断キットの適用範囲

本キットは従来の手法に比べて、検出感度が高いことが示されている (Kikuchi et al 2009, 相川ら, 2010)。従来のベールマン法で全くマツノザイセンチュウが検出されない場合でも、キットで検出できることがよくある (相川ら, 2010)。この結果は、既往の方法では検出しきれずに陰性と判断されていたようなサンプルでも、本キットを使用することで、より高感度な検出が可能になることを示している。しかし、キット1テストで使用する材片は半円の材片2枚 (約0.12g) と非常に少量であることから、材内のマツノザイセンチュウ密度が極端に低い場合には検出できない心配がある。そのため、筆者らは1つのサンプルにつき2テスト以上の検査を行うことを推奨する。もしくは、最初にすべてのサンプルについて1テストだけ行い、陰性だったサンプルについてはもう一度テストするという方法でもよいだろう。さらに高い検出感度を求めるのであれば、より多くのテスト数が必要である。

おわりに

今回のキット開発は

①容易な操作で、②高価な装置を必要とせず、③明確に判別が可能で、誰でも簡単に使えるマツノザイセンチュウ判定法を開発することを目標に進められた。そのためにプロトコル、パッケージ、仕様について何度も検討を行い、誰もが容易に使用できるような改変を行ってきた。発売されているキットは、従来の手法と比べて容易で高感度なものに仕上がった。従来の診断法では、マツ材内に生きたマツノザイセンチュウがいなければ、しかも成虫が分離されなければ診断することができなかったが、本キットによる診断では、マツノザイセンチュウの発育ステージには全く影響されない。それだけでなく、マツ材内に生きたマツノザイセンチュウがいなくても、DNA さえ残ってい

れば検出できるという点が大きな特徴となる。そして、反応液の色で判定できるので線虫の形態に関する専門的な知識は一切不要であり、また、マツノザイセンチュウ以外の線虫のDNAには反応しないため (Kikuchi et al., 2009)、他の近縁な線虫種を誤同定する心配もない。したがって、本病をほとんど扱ったことのない初心者の方でも診断が可能である。

一方で、本キットの使用において最も注意しなければならないことは、コンタミ (汚染) である。本キットで使用している LAMP 法は高感度な DNA 増幅技術であるため、検査環境がマツノザイセンチュウの DNA で汚染されると (たとえば、実験台の上にマツノザイセンチュウが感染している材片が散乱している、材片を触った手でそのままピペット操作をするなど)、以降、正確な検査を行うことが困難になる (本来陰性であるべきサンプルが陽性になることがある)。したがって、実験台やマイクロピペットは次亜塩素酸ナトリウム (1%) をしみ込ませたペーパータオルなどでこまめに拭き取り、検査環境が DNA で汚染されないよう心掛ける必要がある。また、異なるサンプルの材片を扱う時は必ずピンセットを加熱処理すること、そしてマイクロチップは使い回すことなく1サンプル毎に使い捨てとすることが必要である。

前述したように、本キットは誰でも簡単に使えるマツノザイセンチュウ判定法を開発することを目標に進められた。これまでのトラディショナルな診断法や実験室で行われる分子生物学的診断法に比べると、要する時間やテクニックはかなり軽減されている。しかし、実際に森林管理署や樹木医など現場に近い環境で使用するにはまだ多少ハードルが高いことも否めない。特に温度制御できる恒温器は高価で各現場単位で容易に入手できるものではないかもしれない。この点については最近、伊藤ら (2010) によって「家庭にある材料と診断キットによるマツ材線虫病診断」として実

験室レベルでなくとも診断できる可能性を示した論文が書かれているので参考にさせていただきたい。また、より細かい原理、実験方法については Kikuchi et al. (2009)、相川ら (2010) も参考にさせていただきたい。

マツ材線虫病診断キットは e-Genome order (<http://genome.e-mp.jp/products/matsu.html>) から購入できる。

引用文献

Jones, J.T., Moens, M., Mota, M., Li, H., and Kikuchi, T. (2008). *Bursaphelenchus xylophilus*: opportunities in comparative genomics and molecular host-parasite interactions *Mol Plant Pathol* 9, 357-368.

Tomita, N., Mori, Y., Kanda, H., and Notomi, T. (2008). Loop-mediated isothermal amplification

(LAMP) of gene sequences and simple visual detection of products. *Nature Protocols* 3, 877-882.

Kikuchi, T., Aikawa, T., Karim, N., Oeda, Y., and Kanzaki, N. (2009) A rapid and precise diagnostic method for detecting the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* by loop-mediated isothermal amplification (LAMP). *Phytopathology* 99, 1365-1369.

真宮靖治, 二井一禎, 小坂肇, 神崎菜摘 (2004) 材線虫. (線虫学実験法. 日本線虫学会編, 日本線虫学会, 茨城) 134~153.

相川拓也, 神崎菜摘, 菊地泰生 (2010) マツノザイセンチュウの DNA を利用した簡易なマツ材線虫病診断ツール “マツ材線虫病診断キット” について. 森林防疫2010/3

伊藤英敏, 神崎菜摘, 菊地泰生 (2010) 家庭にある材料と診断キットによるマツ材線虫病診断. 森林防疫 2010/3

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成 22 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

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 ●

- ★ まつを傷つせ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。

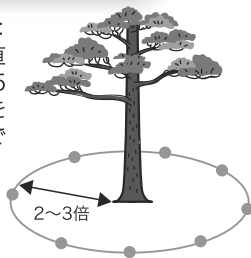


マツノザイセンチュウの写真



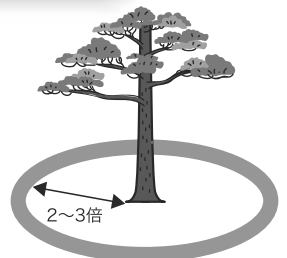
機械灌注処理

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ヵ月	秋処理(9～11月) 完全落葉までの期間 8～11ヵ月

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600㎖

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】をご確認いただけます。
携帯電話から <http://www.roundupjp.com>



安全、そして人と自然の調和を口指して。

幅広い適用害獣

ノミ科、マダコ科、シロフネ科の害獣、
野鳥、哺乳動物の害獣にも効果的。

散布が簡単

水で薄めた水溶液で散布、ノミ科害獣-
野鳥の害獣が被害に自害を防ぎます。

長い効果

効果的害獣駆除、予防に効果が長く、
臭いを残さず効果的に防止します。

安全性

有害成分が少なく、安全に使用して被害-
防止の効果が持続的に効果を発揮。



野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

ユニファアグ水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

株式会社

DOO 大同商事株式会社

本社：〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三會堂ビル3F
03-3586-8430

株式会社



株式会社日本クリーンアンドガーデン

〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三會堂ビル3F

「平成21年版森林・林業白書」

を発行しました

平成21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20年度森林及び林業の動向」では、『低炭素社会を創る森林』を特集して、地球温暖化防止に果たす森林の役割や温暖化防止に向けた取組として、京都議定書の目標達成のための森林整備、木材・木質バイオマスの利用拡大、先進的な技術を活用した用途開発、排出量取引やカーボン・オフセット等について述べ、更に、低炭素社会実現に果たす森林の役割の重要性について明らかにしています。

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 三會堂ビル 3 F
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。）

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
 番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

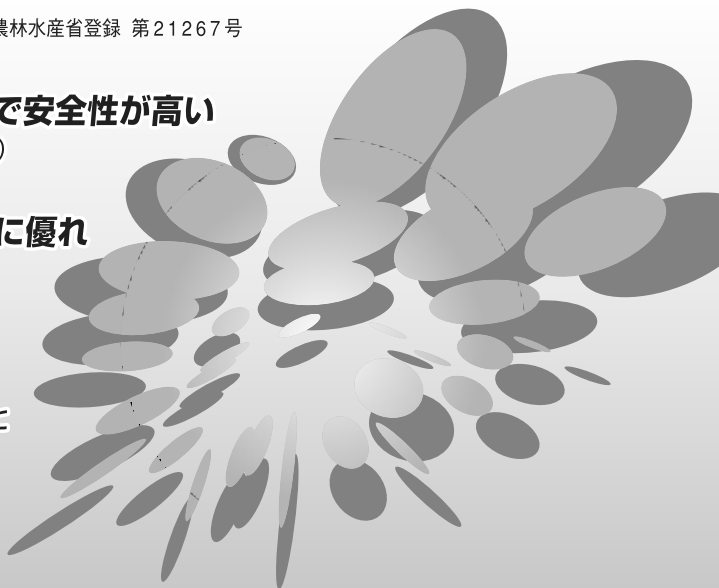
有効成分は普通物・A類で安全性が高い

(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 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 【普通物】

エコワン3 フロアブル
100~200倍希釈
(チアタロプリド水和剤3%)

農林水産省登録 第200007号

エコワン フロアブル
1500~3000倍希釈
(チアタロプリド水和剤40.0%)

農林水産省登録 第200006号



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

井藤屋化学産業株式会社

本社/東京都目黒区三軒が通3-11番20号
〒150-8542 TEL.03(562-8121)(F) FAX.03(562-8100)



Bayer Environmental 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

揺れる松枯れ防止用散布剤

モリエート[®]sc

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	TEL (099) 268-7588(代)
東京本社	〒110-0005	東京都台東区上野7丁目6-11 第一下谷ビル	TEL (03) 2845-7951(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
A州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	TEL (0942) 81-3808

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、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

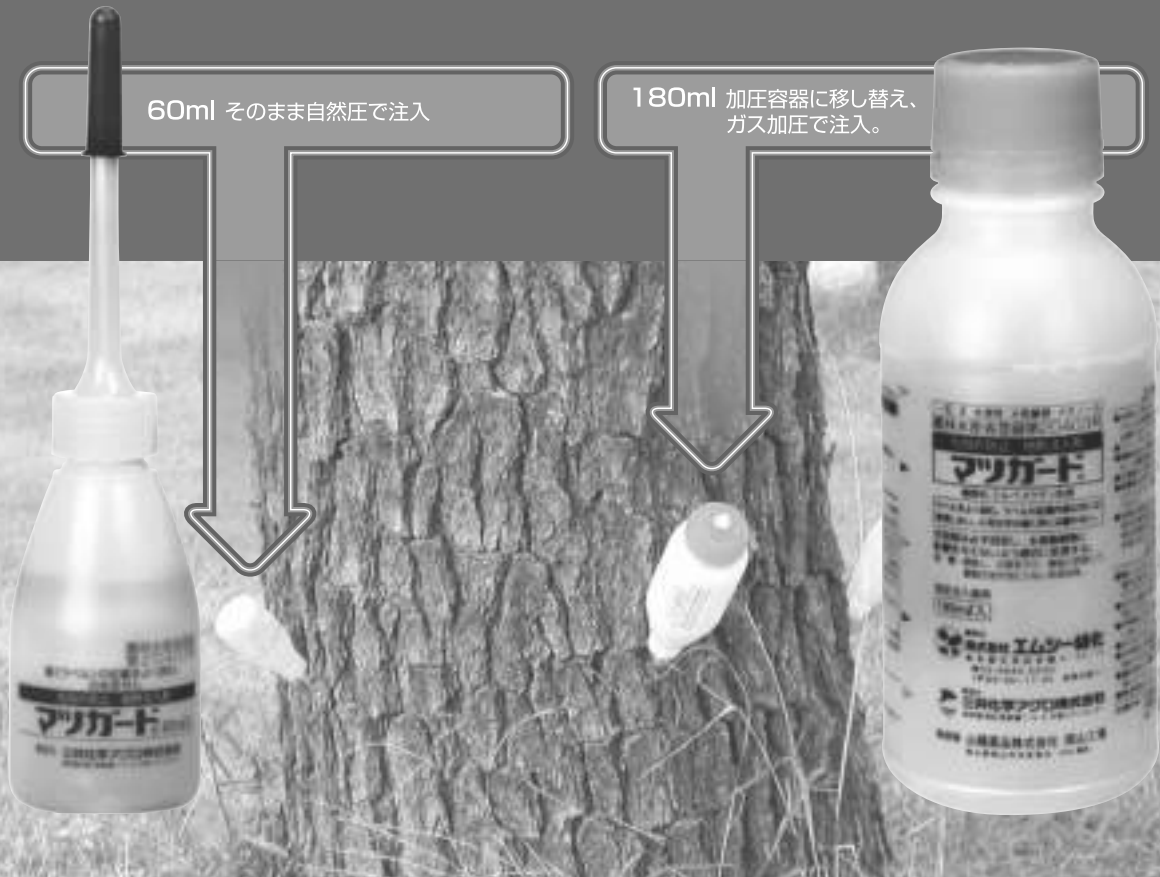
本社 〒104-0045 東京都中央区築地1-9-6 アロア築地ビル2階
工場 〒308-0007 茨城県筑西市折本540番地

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

Yashima
誰かお話を次代へ

低薬量と高い活性で 松をガード。

普通物で環境の負荷が小さい天然物(有効成分)
少量の注入で効果を発揮
効果が4年間持続



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1月以前のものです)