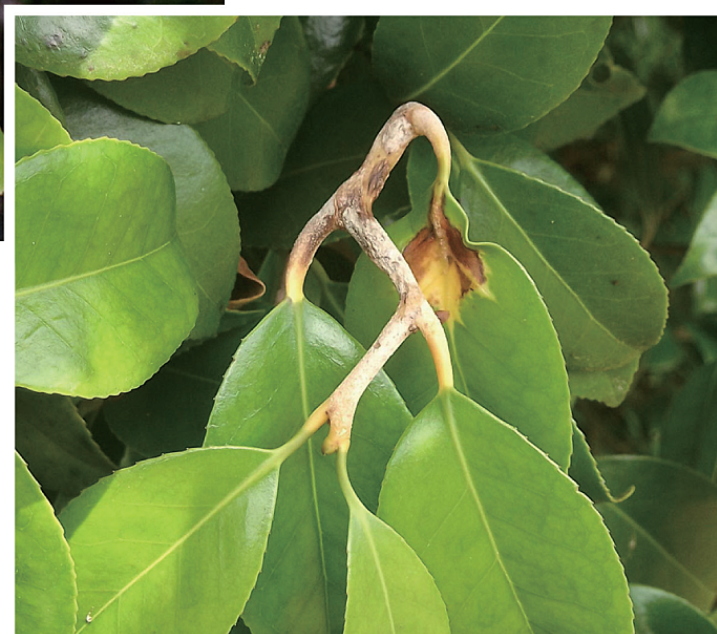


森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

年頭所感 独立行政法人森林総合研究所理事長 鈴木和夫 3

総説

放置竹林の拡大・侵入被害とその駆除
[鳥居厚志・奥田史郎] 4

論文

ペットボトルを利用したカシノナガキクイムシの大量捕獲—京都市船岡山での事例—
[小林正秀・吉井 優・竹内道也] 11

鳥取県大山町におけるナラ枯れ防除
[宮本和則・西垣眞太郎・有吉邦夫] 22

樹木病害観察ノート(10)
[周藤靖雄] 30

解説

アコースティックエミッションの継続的測定によってマツ材線虫病感染木の
通導阻害を検出する
[黒田慶子] 39

都道府県だより：大阪府・青森県 69

協会だより 50

森林病虫獣害発生情報：平成25年11月・12月受理分 51

林野庁だより：人事異動（平成26年1月） 51



A



B

[表紙写真] ツバキ粉もち病

写真A：葉に生じた患部。病斑は類円形，直径1～3（-4）cm，黄色に膨れる。病斑は裏面に向かってくぼむ場合と表面に向かって隆起する場合がある。裏面は子実層を生じて白色粉状になる。

写真B：葉柄と新梢に生じた患部。葉柄に生じた場合は太さが健全のもの2～2.5倍に膨れ，長さ1.5～2倍に長くなる。子実層は葉柄の全周囲に形成される。新梢に生じる場合は，太さが健全なもの2～2.5倍に膨れる。子実層は葉柄や新茎の全周囲に形成される。

鳥根県においてツバキには3種類のもち病—もち病(病原菌：*Exobasidium camelliae* Shirai)，粉もち病 (*E. nudum* (Shirai) S. Ito) およびふくろもち病 (*E. giganteum* S. Hirata) が発生する。このうち粉もち病はその患部の肥大が著しくないためか，従来被害としてあまり注目視されて来なかった。しかし，毎年多く発生する。松江市における発病は6月上～下旬，若い展開葉，葉柄および新梢に発生した。葉に発生する場合は普通であるが，葉柄のみに生じる場合，葉と葉柄に生じる場合，また葉，葉柄および新梢に生じる場合があった（本文33～37ページ参照）。

（鳥根県松江市 周藤靖雄）

年 頭 所 感

独立行政法人森林総合研究所理事長 鈴木 和夫¹



新年を迎え、新春のお慶びを申し上げます。

わが国は、科学技術創造立国を目指して平成7年に科学技術基本法が定められ、昨年6月には科学技術イノベーション総合戦略が閣議決定されました。総合戦略の基本的な考え方には、1) 時間軸と目標、2) 木を見て森を見ない政策とならない、3) 川上から川下までの研究戦略、4) 産学官の連携、5) 政策手段の連携と組み合わせ、6) PDCAプロセス、という6つの原則が掲げられています。考え方だけを見れば、わが国の科学技術イノベーション総合戦略が森林に譬えて立てられているようにも思われます。イノベーションとは、新たな価値が生まれて社会が豊かになることです。科学技術イノベーションは新たな価値を明確にして、社会に何が貢献できるのかを追究することが大切です。とくに、森林・林業では、木材生産以外の機能は市場が成立せずそのサービスに対して対価の支払いが行われない外部経済（市場外で何らの対価を支払わずにプラスを与える経済活動）ですので、生物多様性の保全や炭素循環への寄与などの目に見えないものの価値への認識は不可欠です。

平成23年3月11日の東日本大震災は、人々に自然が目には見えない強大な力を持っていることを思い知らせ、人間と自然の関係性を問うことになりました。昭和8年の東北日本太平洋岸の津波について、漱石の門下で物理学者の寺田寅彦は、「同じような現象は、歴史に残っているだけでも過去において何編となく繰り返されている。(略) こんなにたびたび繰り返されるならば、当該地方の住民は、とうの昔に何かしら相当な対策を考えてこれに備え、災害を未然に防ぐことが出来ていても良さそうに思われる。これは、この際誰しもそう思うことであろうが、それが実際はなかなかそうならないというのがこの人間界の人間的な自然現象であるようにみえる。(略) 罹災民は「二十年も前のことなどこのせちがらい世の中でとても覚えてはいられない」という。」(昭和8年、鉄塔)と、人々の日常の生活と森羅万象を織りなす自然の時間軸の違いを指摘しています。

昨年12月、日本学術会議公開シンポジウム「明治神宮の森、これまでとこれからの100年」が開かれました。大正9年(1920年)、日比谷公園の設計者として知られる本多静六らによって明治天皇を奉祀するために造られた明治神宮の森は、2020年に鎮座百年を迎えます。原野ノ如キ観ヲ有シタ70haの土地に、日本各地から献木された樹木9万5千本余を植栽して造られた人工の森を、本多静六は「永遠の杜」として、森の50年後、100年後を予想して、「林苑ノ創設ヨリ最後ノ林相ニ至ルマデ変移ノ順序」の図を残しています。植栽された常緑樹、落葉広葉樹、常緑広葉樹のその後の長い時間軸を視野に入れて設計された人工の森でした。そして50年後には、本田正次(東京大学名誉教授)らによって明治神宮境内総合調査が報告され、90年余を経た現在、100年には多少早いものの上記の第2次明治神宮境内総合調査が報告されました。このような50年、100年という長時間軸の視点は、日常では目に見えないものを見る化させるよい機会を与えています。

新しい年を迎えて、目に見えないものの価値がイノベティブに見える化され、森林・林業の再生に貢献する年であることを祈念したいと思います。

¹ SUZUKI, Kazuo

総説

放置竹林の拡大・侵入被害とその駆除

鳥居厚志¹・奥田史郎²

1. 竹林の拡大は大迷惑

西日本を中心に各地の里山地域で竹林の拡大現象が顕著である（鳥居・井鷲 1997；鳥居 1998など）。タケ類は、もともとタケノコや竹材を収穫するために植栽されたので、どちらかと言えば竹林は「畑」のイメージが強かった。そのため自然に分布を拡大することは想定外であった。しかし温帯生タケ類の生態学的特徴を考えれば、地下茎を伸ばしてその先で新稈を発生させるというスタイルは「雑草」そのものである（写真-1）。かつては竹林の所有者が不要なタケノコを除去し、タケが周囲に拡がらないように管理していたが、1970年代頃から放置が進み（写真-2, 3）、同時に周囲に拡大するようになった。



写真-1 タケの地下茎の伸長によって凸凹になったアスファルト舗装

竹林拡大の直接的な悪影響は、何と言っても「邪魔」なことである。人工林、二次林、耕作地、庭園や公園、墓地など、各地でタケの侵入に頭を痛めている個人・団体は多い。それは景観の変化をもたらすだけでなく、耕作地や人工林では農林業の妨げになる（写真-4, 5, 6）。また経済的価値の低い二次林でも、生物多様性の低下を招く（瀬嵐ほか 1989）。

このような竹林拡大が増加した背景には、竹林が放置されただけではなく、経済的価値の低下や人手不足から二次林や人工林、耕作地も放置されがちになってきたという事情が絡んでいる。すなわち里山全体に人手が入りにくく放置状態になるケースが目立ってきた。タケも、隣接する植生も放置された結果、両者の生態的競争が起こる。一般に、タケノコは前年に蓄積した貯蔵養分に依って成長し、春先の数ヶ月の間に一人前のサイズに達する。暗い林内でも成長できるため、発筍箇所の光環境に影響されることはない。その結果、周囲の植物よりも高い位置に素早く枝葉を拡げることが可能で、他の植物を被陰下に追いやりながら分布を拡大している。これ



写真-2 きれいに整備された管理竹林



写真-3 枯れ稈が目立つ放置竹林

が里山で起こっている竹林の分布拡大現象である (Isagi and Torii 1998)。

このように、里山全体が放置されがちなこと、生態的競争シーンで多くの場合タケが有利なことなどの事情から竹林は拡大を続けている。そして、自然にタケが消滅するか、または他の植生に置き替わった例が殆どないことを加味すると、人為的に拡大を抑制しない限り、これらの事情が反転する可能性は小さく、今後も拡大が続くと予想される。

なお、日本の山野には、大型のタケとしておもにモウソウチク、マダケ、ハチクの3種が生育しているが、分布拡大が問題視されているのは、おもにモウソウチクである。本文中での「タケ」「竹林」という語は、基本的にモウソウチクに関する記述であると考えて頂いて差し支えない。

またマダケに関しては、各地で天狗巣病の被害が確認されており (橋本ほか 2008)、モウソウチクとは逆に衰退が顕著であるとされている。



写真-4 耕作地に侵入したタケを伐採した現場



写真-5 ヒノキ人工林に侵入したタケ



写真-6 二次林に混生するタケ

2. 伐採しても再生する

冒頭に、タケの生活スタイルは「雑草」に近いと述べたが、超大型の雑草が毎年新稈を発生させ数年で藪を形成するので、侵入される側にとってはたまったものではない。一般家庭の庭でも庭園や公園で



写真-7 竹稈伐採後に発生する「小竹」

も、日常的な頭痛の種は草取りではないかと思うが、タケの駆除や拡大の抑制は基本的には草取りに似た問題である。おそらく遙か昔から、雑草の駆除を効率的に行うために知恵を絞ってきたのではないかと想像できるが、科学の発達した現在でも安価で手軽で安全な方法があるわけではない。

邪魔なタケを駆除したいとき、まず思いつくのは「稈を伐採する」ことである。しかし雑草の茎や葉を引き抜こうとしても途中でちぎれて地中に根系が残ってしまうことが多いが、タケの地上部を伐採する行為もこれと同じである。地上部を伐採しても生き残った地下部から新稈や小竹（ごく細いササ状の竹稈、写真-7）が再生する（河原ほか 1987；藤井ほか 2005）。竹林を消滅させるためには、最低でも3～5年間皆伐を継続する必要があるとされている（藤井・重松 2008；佐渡・山田 2008）。しかも、見かけ上新稈の発生が無くなったようでも、ごく一部でも地下部が生き残っていれば再生の可能性がある、止め時の判断は難しい。

タケの栄養生理特性から考えると、伐採する季節は新稈が伸びきって新葉を展開する頃がよい（旧稈の葉替わり期でもある）。前年度の貯蔵養分を使い、当年度の新葉による光合成を開始する前で、最も再生力が弱まっている時期と考えられるからである。しかしそれは梅雨～盛夏の時期であり、残念ながら全く屋外作業には適していない。伐採した竹稈の利用を前提とするなら、含水率の低下する秋～冬期がよいと一般的に言われている。

なお、稈の高切り（地面から1m程度の高さで伐採、写真-8）がタケの駆逐に効果的であるとのレポート（現代農業編集部 2009, 2011）がある。高切りすることで、春先に稈が水を吸い上げ腐れが入りやすく地下茎まで枯死させることができると推察メカニズムを解説している。しかし福岡県や石川県での試験（いずれも未発表）では好結果は得られておらず、新稈が多数発生した。ただし成功例がある以上、どのような条件下で好結果が得られるのか探究する価値はあろう。



写真-8 竹稈の高切り

3. 拡大を防ぐには

ここまでは、基本的にタケ群落を丸ごと消滅させる想定で伐採法を述べた。一方、竹林そのものは残し、周囲への拡大だけを抑止する場合を考えてみよう。その場合元のタケ群落は栄養繁殖を続けるので、周囲に発生するタケノコの除去や稈の伐採を半永久的に継続しなければならない。「タケノコの除去」という行為は、比較的簡便で労力も要しないと思わ



写真-9 地下茎の伸長を阻止する遮蔽板



写真-10 地下茎の伸長を阻止するコンクリート壁

れがちだが（実際、稈を伐採するよりはラクだが）、タケノコは3ヶ月以上にわたってぼつりぼつりと発生するし、タイミングが遅れるとタケノコではなくタケになってしまう。居住地の周囲の小面積地ならともかく、経済的に見合わない作業をこまめに継続することは容易ではない。まして不在村地主が増えた現状では地権者の竹林整備はとても期待できない。

一方、地中に地下茎の伸長を抑止するための遮蔽板などを埋設する方法は有効であると考えられる（写真-9, 10）。トタン板やU字溝を用いた試験では、遮蔽板の耐久性や埋設の深さなど細かい点で検討の余地はあるものの、一定の効果が確認されている（林野庁 2004；野中 2003b）。一般的には、地中50cm程度の埋設で十分な効果が得られるが（写真-11）、遮蔽板に隙間があればそこから境界を越え（写真-12）、あるいは地下茎が地上へ出るケース（写真-13）にも要注意である。この手法の問題点は労力や経費である。公共工事として行う場合はともかく、個人レベルでは容易ではない。

ユニークな竹林拡大抑止法として京都府などでは竹林の周囲での牛の放牧が行われている（京都府畜産技術センター 2010）。これは、竹林と耕作地などとの境界領域を柵で囲い、柵の内側に牛を放牧する



写真-11 遮蔽板に遮られ、遮蔽板に沿って内側（手前左側）に発生する小竹



写真-12 遮蔽板の隙間から地下茎が伸長し、外側（左側）に発生した小竹

方法である。頭数密度を調節することで、牛は柵内に発生する筍を食べ尽くし（もちろん柵内の草本も食べる）、竹林の拡大阻止に有効である旨検証されている。大都市近郊では必ずしも現実的とは言えず、地形的な要因の制約もあるが、畜産振興地域では検討の価値はあろう。

また、北九州地域や香川県では穂先筍の生産を通じて（野中 2003a）竹林の拡大抑止に努めている例がある。穂先筍とは、高さ数m程度に伸びた筍の柔らかい先端部だけを折り取り食用に供するもので、先端部の無くなった竹程は枝葉を展開できないので伐採と同じ効果が得られる。タケの利用を推進することで結果的に拡大を抑止しようとするスキームはモチベーションの点で大いに有望である。

4. 除草剤の使用は有効

タケを駆除するのに最も確実な方法は重機で土壌層を掘り返し、根系を根こそぎ除去することである。竹林を消滅させて、跡地を宅地などに転用する場合などに用いられる。一方、この方法は植生の制御と



写真-13 地上に出たタケの地下茎

いうよりも土木工事なので経費が高み、また表土を剥ぎ取ってしまうことになるので拡大竹林を森林や耕作地に戻す場合には適していない。また防災の見地から斜面では用いにくい。

一般的に、雑草を駆除したい場合、「引き抜く」に次いで多く用いられる方法は除草剤の使用である。林業現場でもササ類などの駆除には除草剤を使用してきた経緯がある。ただし従来はタケを枯殺対象とした林業用の除草剤がなかったこと、そもそもかつてはタケを駆除する必要もなかったことから、タケの駆除に除草剤が用いられることはなかった。しかし、タケによる森林被害が顕著になって以後は除草剤使用のニーズが高まり、現在では複数の商品が農業登録されている（野中 2003b；江崎ほか 2012）。

一般にタケは人里に多いこと、耕作地と接しているケースも多いことなどから、ボランティア活動などの現場では除草剤の使用に対する心理的抵抗感は根強い。しかしタケ枯殺用として市販されている除草剤のうち一連のグリホサート系のもの（商品名ラウンドアップハイロードなど）は根系まで枯らし、土壌中では微生物に分解されて残留性が低い点をメリットとして挙げており、科学的には過度な残留懸念は不要であろう。省力的なタケ駆除の選択肢の一つとして検討に値する。除草剤の使用に際しては、商品毎に使用場所や使用方法に制限があるが、幾つか



写真-14 除草剤で枯死した竹林



写真-15 除草剤で枯死した竹稈

例を挙げる。

グリホサート系除草剤は、もともと多様な種類の雑草の駆除に用いられ、希釈液の葉面散布を基本としている。しかしタケの場合、林冠は人の背丈よりもずっと高い位置なので葉面散布は現実的ではない。また土壌中では微生物に分解されてしまうので地面への散布では効果が得られない。そこでタケの場合には竹稈にドリル等で穴を開け、スポイト等で注入するよう使用方法が指定されている。各竹稈は地下茎で繋がっており、養分や水分は地下茎を通じて移動するので、1本の稈に注入すれば周囲の稈にも薬剤が行き渡るのではないかと期待されたが、残念ながらそこまでの効果はなく、基本的に注入稈にしか効かないようである。

塩素酸系除草剤（商品名 クロレートS）は竹林の地面に散布して使用することができ、また竹稈注入による使用も登録申請中である。粒剤を地面に散布する方法は、作業としては最も容易で労力も少ないが、タケ以外の林床植物も枯らしてしまうので、林床植物を活かして植生誘導を図る場合には適さない。

除草剤による枯殺は、効果は絶大で稈の再生もほぼ防げると考えられるが、稈に薬剤を注入する方法は手間がかかり、枯死後の景観には見苦しい面もある（写真-14, 15）。また、跡地の利用のためには枯れた稈を伐採しなくてはならないが、立ち枯れした稈は乾燥が進み、堅くて伐りにくい。つまり、除草剤を用いるにしても、伐採作業は避けられない。そこで、まず生稈を伐採しその後発生した小竹に除草剤を用いるという方法も考えられる。現在のところグリホサート系除草剤をタケの葉に散布する方法は認可されていないが、比較的作業が容易であり、メーカーの動きに期待したい。

5. おわりに

以上のように、タケの駆除や拡大の抑制は容易な問題ではない。土地利用や地形条件、作業に要する経費や労力との兼ね合いを考慮しながら、適切な方法を選ぶ必要がある。大都市近郊を中心に、ボランティアグループなどが増え過ぎたタケを伐採する動

きも少なくないが、作業量には限界があり、また伐ったタケの処理に頭を痛めているケースも多い。竹炭や竹粉の製造、繊維の利用など技術的には多様な用途が考えられるが、事業として成り立っている例は極めて少ない。しかし、里山全体の放置が竹林の拡大を招いた点を考えると、利用こそが最大の拡大防除法であるとも言える。伐採しても自然に再生するという点では、たいへん優れた資源である。タケが里山の優良資源となるように、上手に共存する道を探りたいものである。

引用文献

- 江崎功二郎・千木 容・八神徳彦・石田洋二・北村 里外史・柳場英代・末野正俊・高田一郎・間明弘光 (2012) 塩素酸系除草剤によるモウソウチクの駆除. 林業と薬剤 201: 14 ~ 19
- 藤井義久・重松敏則・西浦千春 (2005) 北部九州における竹林皆伐後の再生過程. ランドスケープ研究 68: 689 ~ 692
- 藤井義久・重松敏則 (2008) 継続的な伐竹によるモウソウチクの再生力衰退とその他の植生の回復. ランドスケープ研究 71: 529 ~ 534
- 現代農業編集部 (2009) 現代農業2009. 4月号: 108 ~ 109
- 現代農業編集部 (2011) 現代農業2011. 5月号: 242 ~ 246
- 橋本佳延・服部 保・岩切康二・田村和也・黒田有寿茂・澤田佳宏 (2008) タケ類天狗巣病による西日本の竹林の衰退. 保全生態学研究 13: 151 ~ 160
- Isagi Y, Torii A (1998) Range expansion and its mechanisms in a naturalized bamboo species, *Phyllostachys pubescens*, in Japan. Journal of Sustainable Forestry 6: 127 ~ 141
- 河原輝彦・加茂皓一・井鷲裕司 (1987) 伐採後のモウソウ竹林の再生過程. Bamboo Journal 5: 63 ~ 74
- 京都府畜産技術センター (2010) 肉用繁殖牛の放牧による皆伐後の竹林の再竹林化の防止. <http://www.pref.kyoto.jp/chikken/documents/2010bamboo2.pdf>, 2013.06.25ダウンロード
- 林野庁 (2004) 林業普及情報活動システム化事業「森林生態系に配慮した竹類の侵入防止法と有効活用に関する調査」報告書, 47 ~ 66
- 野中重之 (2003a) 竹の侵入と対策(1). 林業と薬剤 163: 20 ~ 24
- 野中重之 (2003b) 竹の侵入と対策(2). 林業と薬剤 164: 14 ~ 19
- 佐渡靖紀・山田隆信 (2008) 竹林適正管理技術の開発 - モウソウチク林皆伐継続調査. 山口県林業指導センター平成18年度研究報告: 1 ~ 4
- 瀬嵐哲夫・丸真喜子・大森美紀・西井武秀 (1989) 竹林群落の構造と遷移の特性: 雑木林の竹林化. 金沢大学教育学部紀要・自然科学編 38: 25 ~ 40
- 鳥居厚志・井鷲裕司 (1997) 京都府南部地域における竹林の分布拡大. 日本生態学会誌 47: 31 ~ 41
- 鳥居厚志 (1998) 空中写真を用いた竹林の分布拡大速度の推定. 日本生態学会誌 48: 37 ~ 47.
(2013.6.27受付, 2013.7.12掲載決定)

論文

ペットボトルを利用したカシノナガクイムシの大量捕獲 –京都市船岡山での事例–

小林正秀¹・吉井 優²・竹内道也³

1. はじめに

カシノナガクイムシ (*Platypus quercivorus*) (以下、カシナガ) に穿入された樹木が枯れるブナ科樹木萎凋病 (ナラ枯れ) が各地で拡大している。様々な防除法が開発されているが (小林・吉井 2014), 成功例は少ない。防除に失敗するのは、実績のない新しい防除法に飛びついたり, 単一の方法に固執することも要因になっている。防除を成功させるためには, 利用可能な全ての手法について経済性を考慮し, 適切な手段を組み合わせる総合防除 (IPM) の考え方が重要である。

京都府内では総合防除によって被害を抑えることに成功した事例がいくつもある (小林・吉井 2014)。京都府立大学周辺 (図-1) で被害が抑えられているのも, 被害の初期段階で総合防除を実施したから

である。上賀茂神社, 下鴨神社 (糺の森), 京都府立植物園および京都御苑では, 枯死木の伐倒処理と健全木樹幹部のビニールシート被覆 (以下 シート被覆) を主とする総合防除が実施されている。このように, 伐倒処理によって林内におけるカシナガの脱出を防止した上で, 健全木の大半をシート被覆してカシナガの穿入を防げば, 被害は抑えられる。ただし, この方法で被害を抑えるためには, 被害を初期段階で発見し, 翌年のカシナガの活動開始前に伐倒処理とシート被覆を完了する必要がある。一方, 被害の発見が遅れた場合や, 早期に発見しても予算や人員が確保できない場合は, カシナガの活動開始前に伐倒処理とシート被覆を完了するのが難しく, したがって被害を抑えることも難しくなる。また, 林内にブナ科樹木の本数が多くて, その一部し

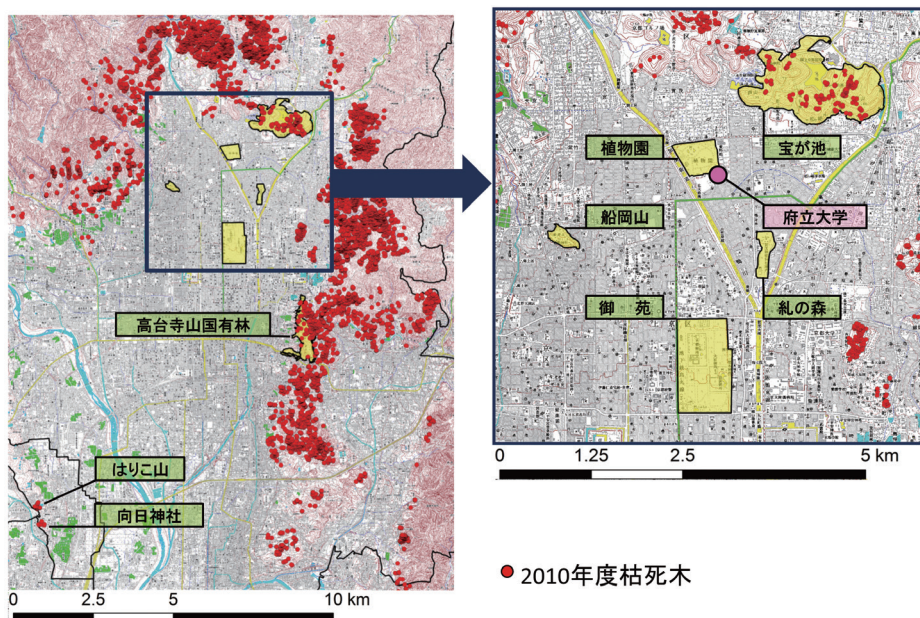


図-1 京都市市街地周辺で総合防除を実施した場所

Mass capture of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Curculionidae: Platypodinae) using plastic bottles -The example at Funaoka Mountain, Kyoto City-

¹KOBAYASHI, Masahide, 京都府立大学・京都府森林技術センター; ²YOSHII, Yuu, 大阪府みどり推進課;

³TAKEUCHI, Michiya, 京都市林業振興課

シート被覆できない場合も被害を抑えることは難しい。2009年に筆者らが初期段階で被害を発見した船岡山（図-1）でも、ブナ科樹木が多くて全木のシート被覆は困難であった。そこで、ペットボトルで作成したトラップ（小林ら 2013）（以下 PT）を併用した総合防除を実施した結果、被害を抑えることに成功した。これは、シート被覆を主体とせず、面的な防除に成功した初めての事例であるため、その概要を報告するとともに、他の場所で実施する場合の留意点を指摘する。

2. 船岡山の概要

船岡山は京都市北区に位置する面積約7.7haの小山である（図-1、写真-1）。ここには帰化植物がほとんど侵入しておらず、京都盆地特有の樹相がよく保たれ、樹種も豊富な貴重な森として京都の自然200選に選ばれている。神社周辺にはヒノキが多いが、それ以外の場所にはカシナガの加害樹種であるブナ科樹木が多い。主要樹種は、スダジイ、アラカシ、コナラで、ブナ科樹木の総数は1千本を上回っていると推察される。巨樹も多く、胸高直径99.9cmのシラカシは神社の御神木となっており、胸高直径73.2cmのスダジイは京都市の北区・区民の誇りの木に指定されている。

3. 2010年と2011年の対策

船岡山では2009年12月15日に5本の穿入生存木を

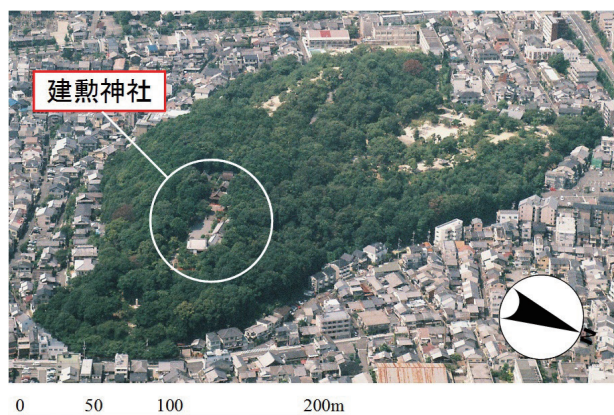


写真-1 船岡山の全景

発見した。このうち3本の地際部にはフラス（虫糞と木屑が混じった粉）が堆積しており、翌年に大量のカシナガが脱出することが予想された。そこで、2010年6月8日、この3本にウレタン被覆（小林ら 2013）を実施した。すなわち、地際から地上2.0m程度までの樹幹に被覆したウレタンにスミパイン乳剤50倍液を散布して染みこませ、その上を低密度ポリエチレン製ストレッチフィルム（幅30cm、厚さ15 μ m）で被覆した（スミパイン乳剤50倍液の樹幹散布は農薬登録されている方法であるが、ウレタンにしみこませて用いる方法は登録外になる可能性がある）。しかし、2010年秋までに新たに10本以上の樹木がカシナガの穿入を受けた。このまま放置すれば、多数の枯死木が発生してカシナガの供給源となってしまう、船岡山の周辺で行っている総合防除の効果を低下させることが危惧された。そこで、2011年にはPTを主とする総合防除を船岡山で実施することとした。

2011年5月、PTの材料となるペットボトル約3千本をスーパーなどの協力を得て収集し、ペットボトル先端部30個を糸で繋げてPTを作成した。次に、PTを設置する候補木を選木した。カシナガが穿入しやすいとされる明るい場所に立つ大径木（小林・柴田 2001；小林・上田 2001）を候補木とした。ただし、範囲が広すぎるとPTの見回りや捕獲虫の回収の労力が過大となるので、東部の60本のみを候補木とした（写真-2）。そして、6月16日～7月16日の間に、カシナガの穿入状況を確認し、穿入を受け始めた候補木に、順次1本につき2～3基、合計34本に90基のPTを、地上2.0m程度の樹幹から吊り下げて設置した（写真-3）。

捕獲虫の回収は週に1～3回実施した。PTの捕虫部には、捕獲虫の腐敗防止のために食品用アルコール製剤（甘槽化学産業株式会社製アマノール80-M：エタノール濃度74.6%）を約50ml入れた。捕獲虫は、エタノールごとザルに移してエタノールをこしとり、ピンセットなどを用いて1頭ずつ数えた。汚れが少ないエタノールは再利用した。

カシナガはヒノキ生材のチップを忌避する（吉井

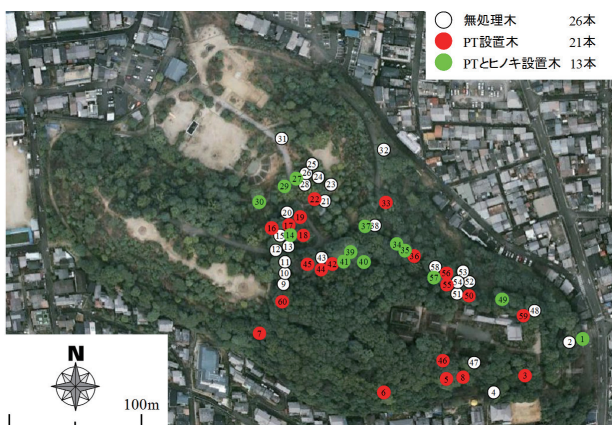


写真-2 PT設置候補木 (2011年)



写真-3 PTの設置

ら 2011)。そこで、PT設置木のうち、貴重木や枯れた場合に処理に困る大径木 (合計13本) には、カシナガの飛来を防ぐために、ナイロンネット製の袋に入れたヒノキ木屑を併設した (写真-2, 写真-4)。すなわち、御神木のシラカシと、区民の誇りの木に指定されているスダジイについては、6月17日にヒノキ木屑を設置し、6月26日と7月21日にも追加した。他の11本には6月26日に設置し、7月21日にも追加した。

その他に、カシナガによる多数の穿入を受けた20本 (うち10本はPT設置木) では、穿入虫数がそれ以上増えるのを防ぐために地際から地上2.0m程度までの樹幹を1mmメッシュの防虫ネット (日本ワイドクロス社製ニューサンサンネットEX-2000, 縦1.8m×長さ100m) で被覆した (防虫ネットを用い



写真-4 貴重木へのヒノキ木屑の設置

たのは、PT設置木を被覆しても雄による集合フェロモンの発散が阻害されず、PTによる捕獲が継続するからである)。

2011年の秋までに、激しい穿入を受けてフラスを排出する樹木が41本発生した。フラス排出は多数の幼虫が樹体内で育っている証拠であり、これを放置すれば枯れてしまう危険性が高いので、これら41本には、地上2.0m程度までの穿入孔に噴霧機を用いて高圧でスミパイン乳剤50倍液を注入した。さらに、これら41本のうち衰弱が進んだ10本については、穿入虫数がそれ以上増えるのを防ぐためと、シート被覆によってフラス排出を阻害してカシナガの死亡率を増加させるため (小林ら 2001), 地際から地上2.0m程度までの樹幹をストレッチフィルムで被覆した。

このような総合防除の結果、PTで297,342頭を捕獲した (図-2)。最多の捕獲数は胸高直径53.3cmのシラカシでの31,764頭であった。樹種別の捕獲数を表-1に示す。樹木当たりの平均捕獲数は、ヒノキ木屑を設置しなかった場合は、スダジイ、シラカシおよびアラカシで、それぞれ、11,531頭、15,100頭および14,796頭と大差がなかったが、胸高直径が小さかったウバメガシでは6,033頭と少なかった。一方、ヒノキ木屑を設置した場合は、スダジイとシラカシで、それぞれ3,284頭と2,029頭で、ヒノキ木屑を設置しなかった場合よりも少なかった。ヒノキ木屑の設置開始時期は、カシナガの穿入開始時期よりも遅く、既に穿入を受けている樹木からは集合フェロモンが発散されていたはずである。また、ヒノ

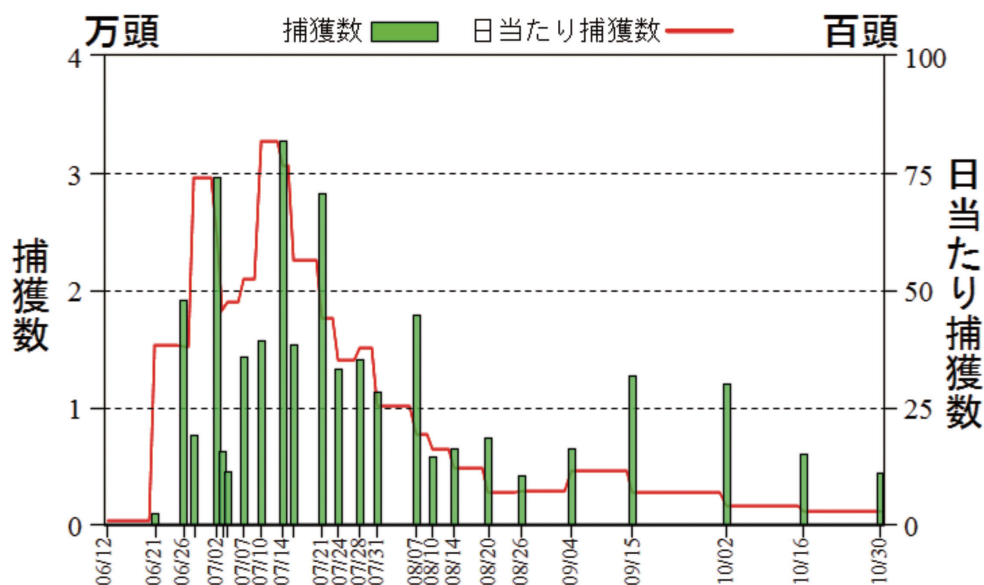


図-2 PTによる捕獲経過 (2011年)

表-1 樹種別のPTによる捕獲数 (2011年)

樹種	ヒノキ設置の有無	本数	PT設置数	平均胸高直径 (cm)	捕獲数		
					合計	樹木当たり	PT当たり
スダジイ	無	14	42	56.9	161,434	11,531	3,844
	有	11	23	64.2	36,127	3,284	1,571
シラカシ	無	3	9	48.7	45,301	15,100	5,033
	有	2	4	79.6	4,058	2,029	1,015
アラカシ	無	3	9	44.2	44,389	14,796	4,932
ウバメガシ	無	1	3	22.0	6,033	6,033	2,011
合計		34	90	57.7	297,342	8,745	3,304

キ木屑の忌避効果は10日間程度持続するが (吉井ら 2011), 今回の設置間隔は6月26日と7月21日の間は24日間もあいていた。その上, ヒノキ木屑は, カシナガの穿入を受けやすい大径木に設置した。それでも, ヒノキ木屑を設置した場合は, PTでの捕獲数が大幅に減少した。今回は樹木当たりのPT設置数を統一しなかったので統計解析はできないが, ヒノキ木屑の設置は樹木を守る方法として有効であると考えられるので, 厳格な試験設計と検定法を用いて効果を確かめる必要がある。

2011年の総合防除の結果, PTを設置した34本の他に103本が穿入を受け, 枯死木3本 (2本は前年の穿入による枯死) と, 樹冠部の9割以上の葉が

萎凋した衰弱木3本が発生した (写真-5)。PT設置木以外の穿入木は, PT設置木の周辺では少なく, PT設置候補木を配置しなかった林縁部や西部で多発し, 枯死木や衰弱木もそうした場所で発生した (写真-5)。穿入木からは集合フェロモンが発散され, それに誘引されたカシナガが次々に穿入し, 短期間に集中攻撃 (マスアタック) を受けた樹木が枯死する (上田・小林 2001; 小林・上田 2003)。また, 穿入数には上限があり, 上限に達した穿入木に飛来したカシナガは周辺木に穿入するため, 穿入木は同心円状に増えていく (小林ら 2000; Esaki *et al.* 2004)。PT設置木では飛来虫の多くがPTに捕獲されて穿入できないので, 集中攻撃の開始が遅延さ

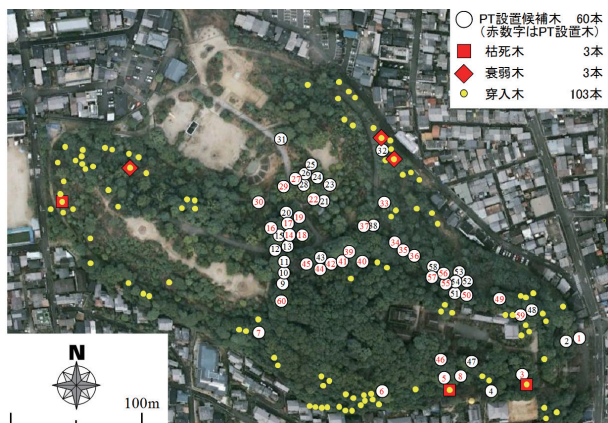


写真-5 2011年の穿入木と枯死または衰弱木の位置

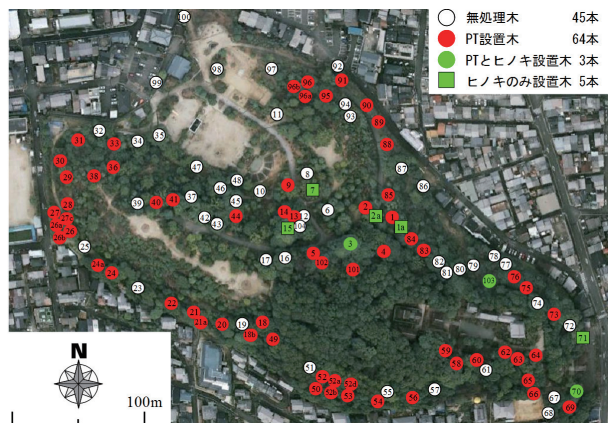


写真-7 PTまたはヒノキ木屑設置木 (2012年)



写真-6 粘着紙 (かしながホイホイ) の設置

れ、樹木の枯死が回避できる。また、穿入数が上限に達するまでの時間も延長されるため、周辺での穿入木の発生も抑えられる。一方、PT設置候補木を配置しなかった場所では、PTを設置しなかったために、短期間に集中攻撃を受ける樹木が発生し、その一部が衰弱または枯死したと考えられた。また、穿入数が上限に達した穿入木の周辺で、新たな穿入木が次々に発生したと考えられた。これらのことから、PT設置候補木を広範囲に配置し、カシナガの穿入を見逃すことなくPTを設置すれば、衰弱木や枯死木の発生をより少なくできると考えられた。

4. 2012年の対策

2012年は、まず最初に、カシナガの脱出を防止するため、前年に発生した枯死木3本と衰弱木3本を5月10日までに伐倒・搬出した。また、5月13日と

5月26日に、前年の穿入生存木137本のうち、フラス排出量が特に多かった13本に粘着紙(アース製薬製かしながホイホイ)の粘着面を幹側に向けて地際から地上2.0m程度までに設置した(写真-6)。さらに、前年と同様に、御神木などの大径木8本にヒノキ木屑を設置した(写真-7)。ヒノキ木屑は、カシナガの穿入が始まる前の5月30日に設置し、その後8月7日まで、ほぼ2週間ごとに合計5回追加設置した。PTの設置についても前年の反省点を活かした。2011年は、PT設置候補木を東部だけに配置したため、候補木がない場所ではカシナガによる穿入を見逃し、PTの設置が遅れた樹木が枯死または衰弱した。そこで、2012年は、PT設置候補木を船岡山の全域に分散させ、候補木とその周辺木へのカシナガの穿入の有無に応じてPTまたはヒノキ木屑を設置した(写真-7)。ただし、広範囲に候補木があると見回りに労力を要するため、候補木には粘着紙を設置して、これにカシナガが粘着捕獲された候補木にPTを設置することにした。すなわち、明るい場所に立つ大径木104本をPT設置候補木として選木し、粘着紙(26cm四方、676cm²)の粘着面を外向きにして設置した。粘着紙の設置位置はカシナガの飛来が多いとされる樹幹下部(地上30cm程度)の日射が当たりやすい部位(上田・小林 2000)とし、鳥が粘着されるのを防ぐために金網の覆いを取り付けた(写真-8)。こうして設置した粘着紙を5月下旬~10月下旬の間、ほぼ1週間毎に見回り、カ



写真-8 カシナガ飛来モニタリング用の粘着紙の設置



従来型

新型

マジック型

写真-9 2012年に用いたトラップ

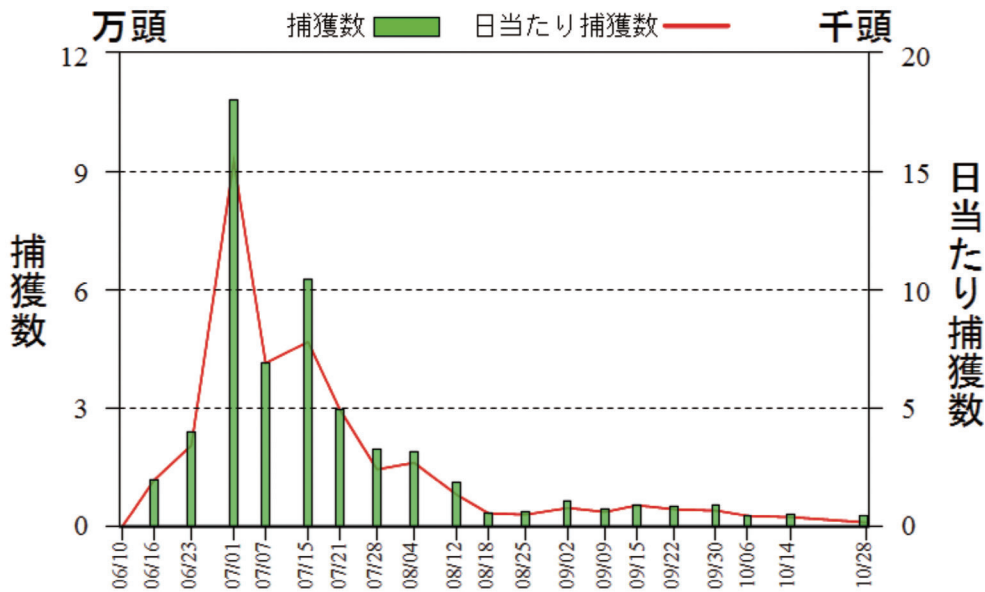


図-3 PTによる捕獲経過 (2012年)

シナガが粘着捕獲されたPT設置候補木と、その周辺で穿入を受けている樹木にPTを1本につき2～4基ずつ設置した。PTによる捕獲虫は、2011年と同様の方法で回収して数えた。

PT作成の労力を軽減するため、2012年は、2011年に使用した従来型のPTの他に、業者が作成した漏斗を糸でつないだ新型PTと、その漏斗をマジックテープつないだマジック型PTを使用した(写真-9)。マジック型は、2cm四方に切断したマジックテープ凸をホッチキスで漏斗に取り付け、幹に垂らしたマジックテープ凹にこの漏斗を7.5cmごとに

表-2 トラップのタイプ別の捕獲数

トラップのタイプ	トラップ設置数	総捕獲数	トラップ当たり捕獲数
従来型	23	99,890	4,343.0
新型	9	23,950	2,661.1
マジック型	163	247,996	1,521.4
合計	195	371,836	1,906.9

取り付けた。6月10日～7月7日の間に、これら3タイプのPT(合計195基)を67本に設置した。なお、カシナガによる穿入の開始時期が遅い樹木は枯れにくく、穿入生存木になりやすいことから(小林ら

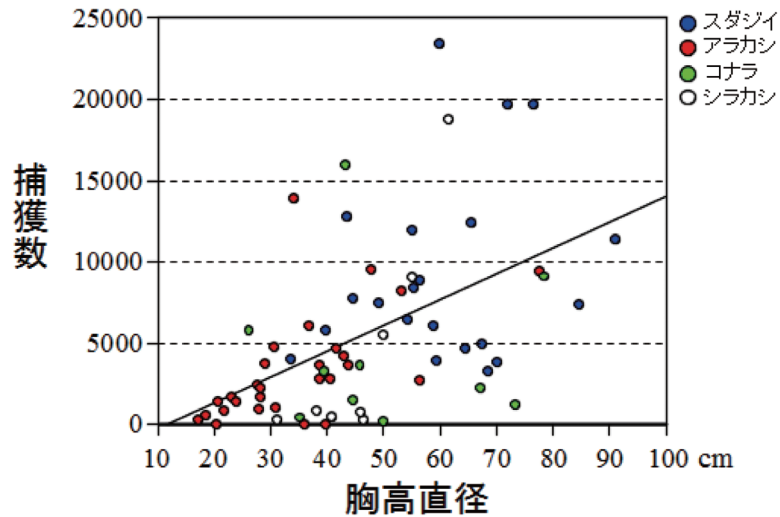


図-4 PT設置木の胸高直径と捕獲数の関係

表-3 樹種別のPTによる捕獲数 (2012年)

樹種	ヒノキ設置の有無	本数	PT設置数	平均胸高直径 (cm)	捕獲数		
					合計	樹木当たり	PT当たり
スダジイ	無	19	59	57.5	176,037	9,265	2,984
	有	2	7	87.9	18,806	9,403	2,687
アラカシ	無	27	73	33.2	86,552	3,206	1,186
	有	1	3	77.7	9,481	9,481	3,160
コナラ	無	10	29	50.2	44,637	4,464	1,539
シラカシ	無	8	24	46.1	36,323	4,540	1,513
合計		67	195	46.5	371,836	5,550	1,907

2008), 7月8日以降に穿入を受けたPT設置候補木やその周辺木(合計33本)に対しては, PTを設置せずに地際から地上2.0m程度を防虫ネットで被覆した。こうすることで, PTの設置数を抑え, 捕獲虫の回収やPTの掃除の労力を低減した。

このような総合防除の結果, PTによって371,836頭を捕獲した(図-3)。最多の捕獲数は胸高直径59.8cmのスダジイでの23,422頭であった。PTのタイプによって捕獲数に差があり, PT当たりの捕獲数は, 従来型に比べて, 新型とマジック型では少なかった(表-2)。業者が作成した漏斗は, 口の部分に段差があり, そこにゴミが溜まったために捕獲数が減少したと考えられる。

PT設置木の胸高直径が大きいほど捕獲数が多く

(図-4), 両者間に有意な正の相関関係が認められた(回帰直線: $r=0.515$, $P<0.0001$)。樹木当たりの捕獲数やPT当たりの捕獲数はスダジイが多かったが(表-3), これはスダジイが他樹種よりも大きかったためと考えられる。

ヒノキ木屑を設置した樹木では, PTを併設した3本のうち2本がカシナガの穿入を受け, PTによる捕獲数も多かった(表-3)。一方, PTを併設しなかった5本は, いずれも穿入を受けなかった。カシナガは, カップにあけた小さな穴から揮発する少量のエタノールへの反応は弱い(小林・萩田2000), 腐敗防止のためにPT捕虫部に入れたエタノールがペットボトルから直接, 大量に揮発する場合には強く誘引される(小林・吉井2014)。このため,

PTを併設した樹木ではエタノールの誘引効果がヒノキ木屑の忌避効果を上回りカシナガを誘引して穿入を受けたが、PTを併設しなかった樹木では、ヒノキ木屑の忌避効果だけが発揮されて穿入を受けなかったと考えられる。

2012年の総合防除の結果、2012年11月時点で枯死したのは2本のみで（うち1本は粘着紙で被覆した前年の穿入生存木）、樹冠部の9割以上の葉が萎凋した衰弱木も1本のみであった。2012年は船岡山周辺での枯死本数が前年よりも増えたにもかかわらず、船岡山で発生した枯死本や衰弱木は前年よりも少なかったことから、PTを主体とする総合防除で面的な防除が可能なが実証できた。

5. PTを用いた総合防除の利点

この方法は、林内を定期的に見回る必要があるが、穿入を受けた樹木だけを対象とするので、少ない労力で安全に実施できる。ペットボトルの収集と加工に大きな労力を要するが、「カシナガトラップKMC」の商品名で正和商事株式会社から販売されている既製品（小林・吉井 2014）を利用すれば、労力を大幅に軽減できるだろう。この方法の最大の利点は、いつまでも継続しなくてよいことである。次に書くとおり、林内の樹木のほとんどが穿入生存木になれば、その後は防除対策の必要性がなくなるのである。

ナラ枯れでは、林内に生存木が残っているのに被害が終息するが、この原因は、繁殖に適さない樹木が被害発生経過とともに林内に増加するためと考えられる（森ら 1995；井上ら 2000；Urano 2000）。カシナガの穿入を受けた樹木の樹体内には、カシナガの繁殖を阻害するフェノール類を含む変色域が形成されることから（笠井ら 2003；小穴ら 2003）、穿入生存木はカシナガの繁殖に不適になると考えられる（井上ら 2000；加藤ら 2001, 2002）。また、穿入生存木の穿入孔からは樹液が流出している場合が多く、樹液を流出している穿入孔ではカシナガが繁殖に成功する確率は低い（小林ら 2004）。これらのことから、穿入生存木がカシナガの個体数を減ら

す役割を果たしていると考えられる（小林ら 2008）。樹木にPTを設置して枯死を防ぎながら穿入生存木を増やす方法は、この知見を活かした方法である。船岡山では、PT設置を主とする総合防除を2年間実施した結果、既に400本以上が穿入を受けた。この方法をもう1年継続すれば、ほとんどの樹木が穿入生存木となって被害は終息し、防除対策が不要になると考えられる。

6. PTを用いた総合防除の進め方

まず、PT設置前に、カシナガが繁殖している樹木からの脱出を防止する処理を実施する（表-4）。そうしないと、穿入を受ける樹木が次々に発生し、PT設置が間に合わなくなるからである。前年に枯死した樹木からは大量のカシナガが脱出するので、これらを伐倒処理（伐倒くん蒸やチップ化など）する。伐倒木の伐根や、フラス排出量が多い穿入生存木からも多数が脱出するので、粘着紙の粘着面を幹側に向けて地際から地上2.0m程度まで被覆する（粘着面を幹に密着させるとカシナガが食い破って脱出してしまうので、幹との間に空間を設ける）。この作業は、カシナガの脱出が始まる前に終える。

次に、PTを設置する候補木（以下 候補木）を選ぶ。カシナガは、明るい場所に立つ大径木に飛来しやすい（小林・柴田 2001；小林・上田 2001）、そのような樹木を候補木とする。その際、防除対象範囲内に候補木をまんべんなく配置する（互いの距離を10m以上離す）。また、多数のカシナガが脱出する可能性のある枯死木や伐根、フラス排出量が多い穿入生存木が残っている場合には、それらの近くにも候補木を配置する。

候補木に対するカシナガの飛来状況を把握するため、候補木の幹に粘着紙の粘着面を外向きにして画鋲などで固定する。樹幹下部ほどカシナガの飛来数は多いが、粘着紙を地際部に設置すると雨で跳ねた土が付着して粘着力が低下するので、地上15cm程度より上の朝日が当たる面に設置する。また、カシナガが飛来しやすいように、粘着紙を設置した周辺の下草を刈り払う。粘着紙は、カシナガの脱出が始ま

表-4 カシナガトラップを用いた総合防除の進め方

時期	作業内容
5月まで	カシナガの脱出防止 (枯死木の伐倒処理, 穿入生存木への粘着紙被覆)
5月上旬まで	カシナガの飛来を観察する樹木の選定
5月下旬まで	カシナガの飛来を観察する樹木への粘着紙の設置
6月上旬～7月下旬	1週間ごとに粘着紙の見回り, カシナガトラップの設置と掃除, 捕獲虫の回収
8月～10月	1～2週間ごとに粘着紙の見回り, 捕獲虫の回収, 防虫ネットの被覆

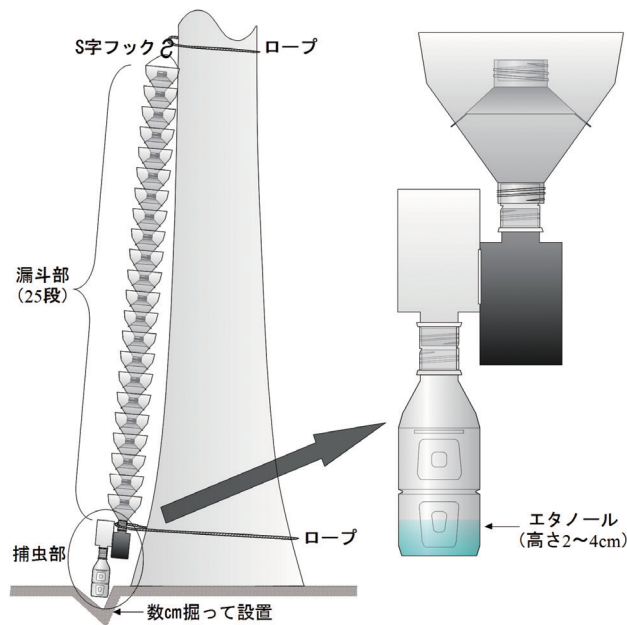


図-5 カシナガトラップの設置方法

る直前に設置し、1ヶ月を目安に交換する。

その後、カシナガの脱出最盛期には候補木を1週間に1度程度の頻度で見回る。粘着紙にカシナガが捕獲された場合は、その周辺木（10m範囲内の樹木）についても幹を観察して穿入の有無を把握する。また、PT設置木からはカシナガの集合フェロモンが発散されるため、PT設置木の隣接木も穿入を受けやすいので幹を観察する。

粘着紙にカシナガが捕獲された候補木や、カシナガの穿入を受けているその他の樹木にPTを設置する（図-5）。設置数は1樹当たり3基であるが、胸高直径が20cm以下の小径木は2基、80cm以上の大径木は4基にしてもいい。漏斗部に衝突したカシナガ

は、捕虫部の黒色ボトルに落下し、透明ボトルへと移動する。約50mlのエタノールを入れたペットボトルを透明ボトルに付けておけば、エタノールに浸かって短時間で死亡する。樹幹下部ほどカシナガの飛来数が多いことから、捕虫部にセットするペットボトルは背が低いもの（350ml以下）を用いる。また、設置場所の土を掘って捕虫部を地中に設置すれば、より低くPTを設置できる。

見回りと同時に、設置済みのPTでの捕獲虫を回収し、PTを掃除する。捕獲虫をザルなどでこし取って計数する（捕獲虫の容量または重量によって捕獲数を推定してもいい）。前回の捕獲数に比べて極端に減った場合は、ゴミが溜まっていたりPTが正

しく設置できていない可能性があるので調整する。PT設置数が多くなると捕獲虫の回収やPTの掃除が困難になる。その場合は、PTの追加設置は終了し、それ以降に穿入を受けた樹木は防虫ネットで被覆する。

カシナガの穿入孔から多量の樹液が流出している場合、この樹液を求めてスズメバチが群がることがある。このような樹木にPTを設置するのは危険であり、穿入したカシナガは樹液によって死亡し、樹木も枯れないのでPTを設置する必要はない。さらに、8月以降にカシナガの穿入が始まった樹木は枯れる可能性が低いので（小林ら 2008）、このような樹木にもPTを設置する必要はない。

PTは、雄が穿入孔から集合フェロモンを発散して同種の雌雄を誘引する生態を利用し、樹木に2基以上設置することでカシナガを大量捕獲して集中攻撃および樹木の枯死を防止する方法である。このため、PT設置木は枯れる可能性は低いが、カシナガの穿入は受ける。御神木などの貴重木や枯れた場合に伐倒できない大径木などは、保護（危険から守る）ではなく保全（危険がない状態にする）する必要がある。すなわち、カシナガを寄せ付けないようにすべきである。殺菌剤の樹幹注入はカシナガの穿入を防止する方法ではなく、穿入を受けた樹木の枯死を防ぐための方法であるが、枯死を確実に防止できるわけではない。また、防虫ネットやビニールシートで幹の地上高4mまでを被覆しても、その上部が穿入を受けて枯れることがある。今のところ、ヒノキ木屑を設置して2週間毎に交換するのが最も効果的であると考えられる。

7. おわりに

京都市では、2005年以降、毎年、ヘリコプターを用いて上空からナラ枯れの被害状況を監視している。上空から眺めると、総合防除を実施している京都府立大学周辺（図-1）だけで枯死木がほとんど発生していない状況が確認できる。他の場所で被害が抑えられないのは、「ナラ枯れは防除できない」と諦めて、根本的な対策を実施していないことが影響し

ている。

ナラ枯れは放置しても全ての樹木が枯れるわけではなく、5～10年で被害は終息する。このため、「ナラ枯れは防除する必要がない」と考える人も増えている。しかし、このような考え方がありせいで、監視がおろそかになり、被害が放置され、放置された被害が新たな火種となって、被害が拡大している。ナラ枯れは伝染病であり、放置すれば拡大していくのだから、火災と同じ対応（監視、予防、鎮静）が必要である。このことが共通認識になっている地域では、PTを用いた総合防除が開始されている。

ナラ枯れの拡大が止まらない要因は他にもある。ナラ枯れを防除するためには、大径木を伐倒・搬出するといった高度な林業技術が要求されるが、そうした作業を担う技術者が不足している。PTの設置には高度な技術は不要であるが、広範囲を見回り、多数のPTを設置するには人員が必要である。こうした防除作業に支払われる賃金は少なく、船岡山のような貴重な森を守る活動は、ボランティアに支えられているのが現実である。ナラ枯れを抑えるためには、高度な林業作業が可能な担い手や、PTの設置のような作業を担うボランティアに対し、その労力に見合う対価を支払うことも重要である。

引用文献

- Esaki K, Kato K, Kamata N (2004) Stand-level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adults and patterns of incidence of new infestation. *Agr For Ent* 6: 1～11
- 井上牧雄・西垣真太郎・西 信介 (2000) ナラ類生立木へのカシノナガキクイムシの穿入. *森林応用研究* 9(1): 127～131
- 笠井美和・光永 徹・伊藤進一郎・鎌田直人 (2003) カシノナガキクイムシの被害を受けたミズナラの抽出成分に関する研究 - *Raffaelea quercivora* のタンナーゼによる抽出成分の変化 -. *中森研* 51: 195～198
- 加藤賢隆・江崎功二郎・井下田寛・鎌田直人 (2001) カシノナガキクイムシのブナ科樹種4種における

- 繁殖成功度の比較 (予報). 中森研 49: 81 ~ 84
- 加藤賢隆・江崎功二郎・井下田寛・鎌田直人 (2002) カシノナガキクイムシのブナ科樹種4種における繁殖成功度の比較Ⅱ-過去の穿入履歴が繁殖成功度に与える影響について-. 中森研 50: 79 ~ 80
- 小林正秀・萩田 実 (2000) ナラ類集団枯損の発生経過とカシノナガキクイムシの捕獲. 森林応用研究 9(1): 133 ~ 140
- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田繁 (2001) ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. 日林誌 83: 328 ~ 333
- 小林正秀・野崎 愛・細井直樹・村上幸一郎 (2008) カシノナガキクイムシ穿入生存木の役割とその扱い方. 森林防疫 57: 166 ~ 181
- 小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生 (2004) 樹液がカシノナガキクイムシの繁殖に及ぼす影響. 森林応用研究 13: 155 ~ 159
- 小林正秀・柴田 繁 (2001) ナラ類集団枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(I)-京都府舞鶴市における調査結果-. 森林応用研究 10(2): 73 ~ 78
- 小林正秀・清水広行・藤下良夫・矢尾尋子・吉井優 (2013) 京都府向日市におけるナラ枯れ対策奮闘記. 森林防疫 62: 198 ~ 210
- 小林正秀・上田明良 (2001) ナラ類集団枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(II)-京都府和知町と京北町における調査結果-. 森林応用研究 10(2): 79 ~ 84
- 小林正秀・上田明良 (2003) カシノナガキクイムシによるマサアタックの観察とその再現. 応動昆 47: 53 ~ 60
- 小林正秀・上田明良・野崎 愛 (2000) 倒木がナラ類集団枯損発生に与える影響. 森林応用研究 9(2): 87 ~ 92
- 小林正秀・吉井 優 (2014) ブナ科樹木萎凋病 (ナラ枯れ) の防除法. 森林防疫 63 印刷中
- 森 健・曾根晃一・井手正道・馬田英隆 (1995) 高限演習林におけるカシノナガキクイムシの生立木へのアタック. 鹿児島大演習林報 23: 23 ~ 32
- 小穴久仁・垣内信子・江崎功二郎・光永 徹・伊藤進一郎・御影雅幸・鎌田直人 (2003) ミズナラ辺材中の加水分解型タンニン関連物質に対するカシノナガキクイムシの応答. 第114回日林学術講要: 177
- 上田明良・小林正秀 (2000) カシノナガキクイムシの飛翔と気温・日照の関係. 森林応用研究 9(2): 93 ~ 97
- 上田明良・小林正秀 (2001) 生立木へのカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの飛来消長. 日林誌 83: 77 ~ 83
- Urano, T. (2000) Relationships between mass mortality of two oak species (*Quercus mongolica* Turcz. var. *grosserrata* Rehd. et Wils and *Q. serrata* Thunb.) and infestation by reproduction of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). J For Res 5: 187 ~ 193
- 吉井 優・野口貴士・小林正秀 (2011) 京都市宝ヶ池で実施したナラ枯れ対策. 第62回応用森林学会講要: 202
(2013.5.22受付, 2013.7.16掲載決定)

論文

鳥取県大山町におけるナラ枯れ防除

宮本和則¹・西垣眞太郎²・有吉邦夫³

1. はじめに

近年、本州の日本海側を中心として各地でナラ枯れと呼ばれるナラ類の集団枯損被害が発生している。この被害はカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が、ナラ・シイ・カシ類の生立木に多数穿入し、ナラ菌と呼ばれる*Raffaelea quercivora*を媒介することで生じる（小林ら 2008b）。鳥取県においても1991年に県東部の鳥取市福部町（旧岩美郡福部村）で枯死被害が初確認された。その後、徐々に西・南へ被害が拡大し、2012年11月現在では県東部全域と県中部の湯梨浜町、三朝町、倉吉市に被害が生じている。2009年には、これまで被害がなく、最も近い被害地から約32km離れている県西部の西伯郡大山町羽田井地区で飛び地的に枯死被害が生じた。翌2010年も同地区で枯死被害が生じ（図-1）、さらに同町殿河内地区で穿入生存木が発見された。被害地の南方には国立公園に指定されている中国地方最高峰の大山があり、その広大なミズナラ林への被害拡大が懸念された。そのため、鳥取県はこの大山町でのナラ枯れを徹底的に防除する方針とし、被害木の駆除や殺虫剤の散布、粘着シートトラップを用いた周辺林分のモニタリングを行った。その結果、2011、

2012年には枯死被害が生じず、被害拡大を防ぐことができたため、その経過について報告する。

2. 羽田井地区の被害と防除

(1) 2009年度

2009年8月、大山町羽田井地区においてナラ枯れ被害が初めて確認され、約2.9haの林分内でコナラ枯死木22本、コナラ・スダジイ穿入生存木51本が生じた。鳥取県西部ではこれまでナラ枯れ被害が確認されたことはなく、この被害が同町南部に位置する大山隠岐国立公園の広大なミズナラ林に拡大することが懸念された。そのため、2010年3月に73本の被害木のうち、伐採・搬出が困難な9本（枯死木5本、穿入生存木4本）を除いた64本（枯死木17本、穿入生存木47本）を被害木の駆除として伐採した。伐採後、地上高10cmより上部は搬出してチップ化処理し、残存する伐根は(株)ヤシマ産業製ヤシマNCS（以下、NCS）でくん蒸した。NCSの注入孔は斉藤(2002)と同様に、径10.5mmのドリルで10cm間隔の千鳥状に深さ5cmで穿孔し、木口・根張りを含む地上部全体を処理した（写真-1）。NCSを注入孔が満たされ



図-1 2010年度鳥取県内のナラ枯れ被害状況



写真-1 伐根とNCS注入孔

るまで注入し、枯死木17本の伐根は速やかにビニールシートで被覆した。また、伐採・搬出が困難であった9本（枯死木5本、穿入生存木4本）は、高さ1.5mまで立木の状態でくん蒸（以下、立木くん蒸）した。この場合も、注入孔の穿孔およびNCSの注入方法は斉藤（2002）と同様とした。

(2) 2010年度

前年度に枯死木・穿入生存木を伐採・搬出し、伐根をくん蒸したにもかかわらず、2010年夏には新たに枯死木8本、穿入生存木72本が生じた。斉藤（2002）は、立木くん蒸でNCSを注入した部分ではカシナガを完全に殺虫できるが、それ以外の部分では殺虫率が低下すると報告している。このため、伐採せずに立木くん蒸した被害木9本のNCS注入部分以外からカシナガが脱出したことが原因ではないかと考えられた。一方、2010年度のアラカサ枯れ被害材積は全国で前年比約1.4倍（林野庁 2012）と増加し、鳥取県でも前年比約2.1倍と急増したが、この羽田井地区では穿入生存木は増加したものの枯死木が前年の半数以下に減少した。周辺林分に多くのコナラ・スダジイが存在し、さらなる被害の拡大が予想される被害初期段階にもかかわらず、枯死被害が減少したことから、前年度の防除対策に一定の効果があつたと考える。

2011年2月に枯死木と穿入生存木の全木合計80本を伐採した。地上部は搬出してチップ化処理し、伐根は同年3月に2009年度と同様の方法でくん蒸した。

(3) 2011年度

くん蒸による被害木内のカシナガ駆除について、これまで多くの試験がなされてきた（斉藤ら 1999；斉藤 2002；西村ら 2007；在原ら 2008；岡田ら 2010）。しかし、伐根のカシナガ駆除効果を調査した例は少なく、くん蒸処理後のカシナガ成虫の脱出数を調査し、地下部の駆除効果を評価したのは在原ら（2008）の1例のみである。在原ら（2008）は、伐根をビニールシート被覆後、ビニールシート内空間1㎡あたり11のNCSを散布した場合、カシナガ駆除効果は9割以上であると報告している。このことから、羽田井地区で2009、2010年度に実施したく



写真-2 伐根への木枠の取り付け



写真-3 伐根に設置した羽化トラップ

ん蒸方法は在原ら（2008）とは異なるものの、伐根のくん蒸によるカシナガ駆除効果は100%でなく、翌年にカシナガ成虫が脱出する可能性が考えられた。そこで、2009、2010年度にくん蒸した伐根合計144本のうち、木口にカシナガの孔道や材の変色が見られない31本を除いた103本に対して、2011年5月に羽化トラップを設置し、カシナガ成虫が脱出した場合でも捕獲できるようにした。羽化トラップは江崎（2002）のスカート型トラップを基本形とし、伐根を被覆するシートとシート押さえには日本ワイドクロス（株）の防草アグリシートと黒丸君を使用し、明かり

表-1 NCS注入後の伐根における羽化トラップでのカシナガ捕獲状況

被害年度	被害状況	樹種	羽化トラップ を設置した伐根 本数(本)	カシノナガキクイムシが 捕獲された伐根本数(本)		カシノナガキクイムシ 総捕獲頭数(頭)	
				2011年	2012年	2011年	2012年
2009	枯死	コナラ	17	9	0	10210	0
	穿入生存	コナラ	24	4	0	1014	0
	穿入生存	スダジイ	4	0	0	0	0
2010	枯死	コナラ	8	6	0	17215	0
	穿入生存	コナラ	28	22	2	45076	2180
	穿入生存	スダジイ	10	8	1	1161	91
	穿入生存	シラカシ	8	1	0	58	0
	穿入生存	アラカシ	3	1	0	21	0
	穿入生存	タブノキ	1	1	0	2	0
合計			103	52	3	74757	2271

取りおよび捕獲容器は500mlのペットボトルを使用した。今回は伐根への設置であり、羽化トラップ内にカシナガが飛翔する空間を設けるため、伐根の木口に直方体の木枠を釘で打ち付け(写真-2)、その上から防草アグリシートで被覆した(写真-3)。6月9日から捕獲頭数が0頭となった9月13日まで週1回捕獲用ボトルを交換し、捕獲されたカシナガを計数した。

2009年度と2010年度における羽化トラップのカシナガ捕獲数を表-1に示す。伐根合計103本のうち、52本から合計74757頭のカシナガを捕獲し、駆除できた。くん蒸処理したにもかかわらず複数の伐根からカシナガが脱出した原因は明らかでないが、くん蒸時期が3月であることから、岡田ら(2010)が指摘するように気温が低いことでくん蒸の効果が低減したこと、くん蒸のガスが届かない地下深くの根にもカシナガが穿入していることが予想される。また、2009年度被害木伐根は被害から2年経過となるが、45本中13本から合計11224頭のカシナガが捕獲された。この原因についても明らかでないが、根系部分が生存していることによって2010年にカシナガの穿入・繁殖があったのではないかと推測される。これらについては、今後の課題として追求していきたい。

2011年度は羽田井地区の2009, 2010年度被害林分とその周辺のコナラ・クヌギ・スダジイ・クリが生

育する5林分でカシナガによる被害木を探索したが、枯死木・穿入生存木ともに発見されなかった。このことから、伐採・搬出・伐根のくん蒸・羽化トラップの設置によって被害拡大を防ぐことができたと言える。

(4) 2012年度

2011年に羽化トラップを設置した伐根は、くん蒸したにもかかわらずいくつか萌芽が確認された。伐採木の約8割が穿入生存木であり、大径木が多いことから、ドリル穿孔によるくん蒸は伐根が枯死するほどのダメージでなかったと考えられた。このように、生存している伐根があったことから、羽化トラップ内でカシナガが再穿入し、2012年に再びカシナガが脱出する可能性が考えられた。このため、2012年度も羽化トラップを継続して設置することとした。2011年に設置した羽化トラップのうち、冬季の積雪や強風で破損したものについては、2012年5月に補修・交換した。2012年度の調査は、6月7日から捕獲頭数が0頭となった9月13日まで週に1回、捕獲用のボトルを交換し、捕獲されたカシナガを計数した。

さらに、カシナガの穿入から枯死に至るまでの間に迅速に駆除対策を実施するため、また、被害地周辺林分のカシナガ生息密度を把握するために、カシナガの飛来および穿入状況をモニタリング調査した。調査地は羽田井被害地およびその周辺林分5箇所の

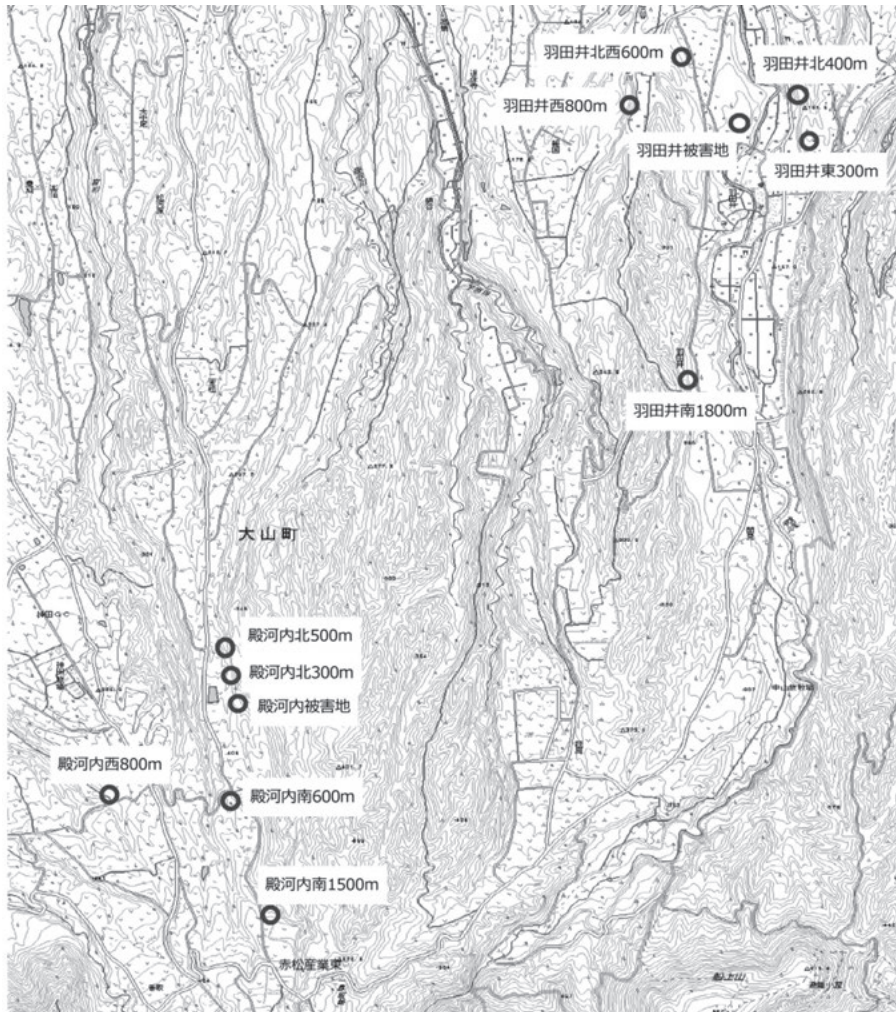


図-2 2012年度モニタリング調査地位置図

計6箇所設定した(図-2)。カシナガの飛来状況把握のため、粘着シート(株アース製薬製かしながホイホイ)を用いて飛来するカシナガを捕獲することでモニタリングした。粘着シートは、立木の地上高50cmと100cm位置の2箇所それぞれ樹幹1周分巻き付けて設置した(写真-4)。大径木ほどカシナガ穿入数が多い(衣浦1994)ことから、胸高直径がなるべく大きく、地形的な偏りがないようにコナラ・クヌギ・スダジイ・クリ立木を選木した。調査本数は1林分につき原則20本としたが、羽田井被害地は未被害のコナラ・スダジイが少ないため8本、羽田井東300mは林分の面積が小さいため10本とし、合計98本選木した。粘着シートのカシナガ捕獲数と



写真-4 粘着シートを設置した立木

表-2 羽田井地区における2012年度カシナガキクイムシモニタリング調査結果

調査林分	調査本数 (本)	樹種 (本)	平均 胸高直径 (cm)	平均 根元直径 (cm)	捕獲数 (頭)	穿入木 (本)
羽田井被害地	8	コナラ4, スダジイ2, クリ2	39.8	57.1	1	0
羽田井北西600m	20	コナラ18, クスギ2	30.9	45.3	0	0
羽田井西800m	20	コナラ20	29.7	45.5	0	0
羽田井北400m	20	コナラ16, スダジイ2, クリ2	28.4	40.8	0	0
羽田井東300m	10	コナラ4, クリ6	26.6	35.5	0	0
羽田井南1800m	20	クリ20	27.0	37.2	0	0
合計	98				1	0

立木への穿入状況の調査は、カシナガの脱出・飛来がピークとされる6～7月は週2回、徐々に少なくなるとされる8月以降は週1回おこなった。

被害から3年経過となる2009年度被害木伐根からカシナガは捕獲されなかったが、2010年度被害木根株3本からは合計2271頭のカシナガが捕獲された(表-1)。これは、2011年に脱出したカシナガが羽化トラップ内で伐根に再穿入し、繁殖したものと考えられた。このことから、伐根に羽化トラップを設置した場合、設置1年目の秋季に伐根のカシナガの再穿入および繁殖をフラスの排出状況等で確認し、2年以上継続して設置する必要があるかを判断する必要があると考えられた。

モニタリング調査結果を表-2に示す。被害地を含めた6林分でカシナガの捕獲は羽田井被害地の1頭のみであり、羽田井地区のカシナガ生息密度はかなり低いと推測された。また、枯死木・穿入生存木ともに発生しなかったことから、被害拡大を防ぐことができたと考える。

3. 殿河内地区の被害と防除

(1) 2010年度

2010年9月に羽田井被害地から約5.4km離れた大山町殿河内の山林内で、枝の一部が枯れ、樹幹からフラスが出ているコナラが発見された。この枝枯れしたコナラは地上高約20cmで二股に分かれており、枝が枯れている方の幹を伐採し、地上高20cmから70cmまでの長さ50cmの丸太を採取し、鳥取市にある鳥

取県農林総合研究所林業試験場に持ち帰った。採取した丸太をビニール袋に入れて14日間放置したところ、カシナガ成虫8頭の脱出が確認されたため、カシナガによる被害と判断した。周辺立木の被害状況を調査したところ、約0.9haの林分内でさらに11本の穿入生存木が確認され、殿河内地区の穿入生存木は合計12本となった。穿入生存木の伐採は被害を助長する可能性がある(小林ら 2008a)ことから、この12本は伐採せず、翌2011年春に羽化トラップを設置することとした。

(2) 2011年度

2010年度穿入生存木12本について、2011年5月に立木の状態で羽化トラップを設置した(写真-5)。羽化トラップの材料は前述の伐根の場合と同じとし、樹高1.5m位置まで防草アグリシートで被覆し、上



写真-5 立木に設置した羽化トラップ

表-3 2010年度殿河内地区被害生存木からの2011年度カシナガキクイムシ捕獲数

穿入木No.	胸高直径 (cm)	根元直径 (cm)	捕獲総数 (頭)
1	27.4	52.8	5604
2	21.6	39.5	89
3	29.0	55.1	365
4	40.4	82.1	87
5	14.8	22.3	254
6	25.7	48.4	1984
7	48.0	100.9	290
8	21.9	72.6	896
9	38.0	56.0	1813
10	31.5	44.6	1314
11	26.5	44.6	846
12	21.0	31.8	1
平均	28.8	54.2	1128.6
合計			13543

端はビニール紐で樹幹に縛り、隙間がないようにガムテープで樹幹に巻き付けて固定した。捕獲用ボトルは6月14日から捕獲数が0頭となった8月30日まで週1回交換し、捕獲されたカシナガを計数した。

羽化トラップのカシナガ捕獲状況を表-3に示す。6月28日に初めてカシナガが捕獲され、その後全ての穿入生存木から合計13543頭のカシナガが捕獲された。このことから、捕獲した頭数分のカシナガ脱出を防ぐことができたと考える。

このように穿入生存木からのカシナガ拡散を極力防いだが、2011年7月に被害木周辺のコナラ立木13本でカシナガの穿入が確認された。穿入したカシナガの駆除と今後のマスアタック防止のため、被害地とその周辺のコナラ林合計約1.3haのコナラ全木に対して(株)井筒屋化学産業製スミパイン80乳剤を地上散布した。散布にあたっては、江崎(2011)の報告と同様に有効成分MEPが1.6%となるように水で50倍に希釈(以下、MEP)し、散布量は樹幹表面積1㎡あたり500mlとした。MEP散布後は、散布前の穿入木13本に新たなフラスの排出は確認されなかった。また、散布区域内のすべての立木に新たなカシナガの穿入は確認されず、MEPによるカシナガ殺虫・忌避効果があったと考えられた。

殿河内被害地でのMEP散布は、散布以降に飛来

してくるカシナガに対しては忌避効果があるとも考えられ、カシナガが周辺の林分に拡散し、新たな穿入木が生じている可能性が考えられた。そのため、2011年10月に殿河内被害地から半径約2km以内のコナラ林について道沿いや尾根を中心に穿入木の探索を行った。その結果、殿河内被害地以外ではカシナガの穿入木は発見されなかった。

2011年度に飛来したカシナガは、立木羽化トラップの捕獲漏れか、別の場所から飛来したものは不明だが、防除策を講じたにもかかわらず新たに穿入生存木が生じたため、この穿入生存木13本を伐採することとした。また、2010年度の穿入生存木12本も、立木羽化トラップ内で再穿入が確認されたため伐採する方針とした。これらの穿入生存木合計25本を2012年3月に全木伐採し、伐根は羽田井地区と同様にくん蒸した。

(3) 2012年度

伐採後くん蒸した伐根に、2012年5月に羽化トラップを設置した。羽化トラップの捕獲用ボトルは6月7日から9月13日まで定期的に交換し、カシナガを計数した。伐採後の地上部は搬出が困難であったため、殿河内被害地林内で直径10cm以上の樹幹は長さ約1mの丸太に玉切り、チェーンソーで深さ約5cmのノコ目を3本ずつ表裏2方向に斜めに入れた。

表-4 殿河内地区における2012年度カシナガキクイムシモニタリング調査結果

調査林分	調査本数 (本)	捕獲数 (頭)	MEP1回目 散布前 (7/30) 穿入木 (本)	MEP1回目 散布後 (8/9) 穿入木 (本)	MEP2回目 散布後 (8/16) 穿入木 (本)	MEP3回目 散布後 (8/30) 穿入木 (本)
殿河内被害地	20	171	6	3	1	1
殿河内北300m	20	28	3	1	0	-
殿河内北500m	20	172	8	4	3	3
殿河内南600m	20	0	0	-	-	-
殿河内西800m	20	0	0	-	-	-
殿河内南1500m	20	3	1	0	-	-
モニタリング 調査木以外	-	-	16	1	1	1
合計	120	374	34	9	5	5

丸太を複数箇所に極積みし、それぞれビニールシートで被覆した後、シート内体積に対してNCSを1L/m³の濃度でくん蒸処理した。

また、殿河内被害地とその周辺のコナラ林分5箇所において、羽田井地区と同様に1林分につき20本、合計120本のコナラ立木に粘着シートを設置し(図-2)、カシナガのモニタリングを行った。粘着シートの設置方法、調査頻度についても羽田井地区と同様とした。

羽化トラップでカシナガが捕獲された伐根は25本中1本のみで1447頭捕獲された。カシナガが捕獲されなかった伐根はカシナガが繁殖していなかったか、くん蒸による殺虫効果があったかは不明であるが、カシナガが脱出した伐根があったことから、くん蒸処理した場合でも伐根ではカシナガの殺虫効果は完全でないことが示唆された。

モニタリング調査結果を表-4に示す。カシナガの初確認は6月18日で、殿河内被害地、殿河内南300m、殿河内南500mの3箇所で合計11頭捕獲された。その後、他のモニタリング調査地でも9月6日までに40本の立木から合計374頭のカシナガが捕獲された。カシナガが捕獲されたのは、殿河内地区のモニタリング調査地全6箇所中4箇所で、2011年の殿河内被害地と殿河内北500mにとくに多かった。カシナガによるフラスも7月12日までに立木18本から確認され、モニタリング調査木以外のコナラから

もフラスが確認された。このことから、7月下旬に各モニタリング地周辺のコナラ類についてカシナガの穿入木を探索したところ、新たに16本見つかった。これら合計34本のカシナガ穿入木は、7月31日にMEP50倍液を地上高2mまで散布した。散布量は2011年度と同様に樹幹表面積1m²あたり500mlとした。散布後にもフラスが再び生じている穿入木は再度MEPを散布した。MEP散布後に新たなカシナガの穿入はなく、2012年8月下旬には、フラスの生じている穿入木は5本となった。このことからMEP散布によって穿入したカシナガの大半を駆除できたと考える。今後もこの穿入生存木5本に対してカシナガ駆除を実施し、被害を終息させるために対策をとっていきたい。

4. おわりに

羽田井地区では、被害木の伐採、伐根のNCSくん蒸と羽化トラップの設置によってカシナガの拡散防止を図った。被害地と周辺林分のモニタリング調査でも2012年におけるカシナガの捕獲数はわずか1頭であり、2011、2012年にカシナガによる穿入木は1本も生じなかったことから、羽田井地区で飛び地的に生じたナラ枯れ被害を終息させることができた。殿河内地区では、被害木の伐採、羽化トラップの設置、カシナガ穿入後のMEP散布によって枯死被害を防止できた。2012年の穿入生存木は19本生じたが、

MEP散布後にカシナガのフラスが確認されたものはわずか5本であった。

これらのことから、鳥取県大山町では、被害初期に様々な方法を組み合わせた徹底的な防除対策をとることで、ナラ枯れ被害の拡大を防止できた。今後もモニタリング調査を継続し、適宜防除対策を講じることで大山町での被害終息を目指していきたい。また、薪炭林の放置によってナラ類が大径化したことがナラ枯れ被害が拡大する要因の1つである（小林・上田 2005）ことから、シイタケ原木等でナラ類を利用し、ナラ林の更新を図ることも防除対策の1つとして進めていきたい。

謝辞

本事業をおこなうにあたり、現地での防除対策について大山町役場中山支所農林水産課の山下一郎氏、三谷輝義氏、鳥取県農林水産部森林・林業総室の植木一孔氏、谷口千葉留氏、鳥取県西部総合事務所農林局の田中寛貫氏、川谷昌氏には有益なご助言を賜り、多大なるご協力をいただいた。また、カシナガのモニタリング調査では、鳥取森林管理署、鳥取県農林水産部森林・林業総室森林づくり推進室、鳥取県生活環境部公園自然課自然公園担当、鳥取県西部総合事務所農林局農林業振興課林業振興室、鳥取県西部総合事務所生活環境局生活安全課動物・自然公園係のみなさまにはご多忙の中、現地調査にご協力いただいた。この場を借りて深謝申し上げる。

引用文献

在原登志男・松崎 明・齋藤直彦 (2008) 被覆資材をガスバリアシートまたは非ガスバリアシートとした場合におけるくん蒸剤の施用量と丸太や伐根に生息するカシノナガキクイムシの駆除効果。林業と薬剤 184: 8～12

江崎功二郎 (2002) スカート型トラップによる食性甲虫類の調査法。昆虫と自然 37(4): 24～25

江崎功二郎 (2011) フェニトロチオン乳剤の2回散布によるカシノナガキクイムシの穿入防止効果。日林誌 93: 58～63

衣浦晴生 (1994) ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態。林業と薬剤 130: 11～20

小林正秀・野崎 愛・細井直樹・村上幸一郎 (2008a) カシノナガキクイムシ穿入生存木の役割とその扱い方。森林防疫 57: 166～181

小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生 (2008b) カシノナガキクイムシの接種によるブナ科樹木萎凋病の再現。森林防疫 57: 20～32

小林正秀・上田明良 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死－被害発生要因の解明を目指して－。日林誌 87: 435～450

西村正史・松浦崇遠・高島幸司・小林裕之 (2007) ナラ類集団枯損を引き起こすカシノナガキクイムシの富山県における生態と防除。富林技研報 20: 1～10

岡田充弘・武田芳夫・山内仁人 (2010) カシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害木処理方法の検討(II)。中森研 58: 11～12

林野庁 (2012) 森林被害対策の推進。平成23年版森林・林業白書 (林野庁編), pp.92～93, 社団法人日本林業協会, 東京

斉藤正一・中村人史・小島永裕・小林正秀 (1999) カシノナガキクイムシ防除試験 (くん蒸)。平成10年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集: 25～41

斉藤正一 (2002) ナラ枯れ被害の防除法。森林科学 35: 41～47

(2013.3.11受付, 2013.7.22掲載決定)

論文

樹木病害観察ノート(10)

周藤 靖雄¹

28. 苗木と幼齢木でも発生したクロマツ褐斑葉枯病

マツ褐斑葉枯病（病原菌：*Lecanosticta acicola* (Thüm.) H. Sydow）は島根県ではクロマツの庭園木に発生して美観を損じ、発病が毎年連続すると枝枯が発生することがある。本病はその発生がわが国では初めて島根県雲南市三刀屋町で認められ（周藤・扇 1997；Suto and Ougi 1998）、後に松江市でも発生を記録した（周藤 2001）。さらに、陶山（2007）は島根県東部において本病が広く分布していることを報告した。しかし、これまで本病が苗木や幼齢木で発生した報告はない。

筆者は2001～2004年、松江市においてクロマツの3苗畑での本病発生を観察した。これらの苗畑は造林用苗木または花木用苗木の育成苗畑であり、2、3年生の苗木であった（写真-1）。また、2011年、これらのうちの1苗畑で、畑に据え置いて7年生に成長した幼齢木の針葉が本病に激しく侵されているのを観察した（写真-2）。

発病苗木の診断依頼を受けたのは9～12月であったが、聞き取りでは9月頃から発病が目立った。当年葉には褐色の小病斑が生じて、これが拡大して針葉先端部の1/3～1/2が褐色に枯死する。前年葉は全面的に褐色に枯死するものが多く、多くが落葉した。病斑には表皮細胞層を破って小黒点状に塊状物（病原菌の子座）が露出する（写真-3）。病斑の横断切片を作成して病原菌の顕微鏡観察を行った。マツの表皮細胞層下に幅200～400 μ m、高さ100～200 μ mの灰緑色の菌糸塊からなる子座が成長して、これに生じる分生子柄に分生子が形成される（写真-4）。分生子は暗褐色、表面に小さいぼを生じて紡錘形、19～48 \times 3～3.5 μ m、1～3隔壁を有した（調査した3標本での範囲）（写真-5）。この形態

から本菌は褐斑葉枯病菌 *L. acicola* であることを確認した。本病原菌のテレオモルフは *Mycosphaerella dearnesii* Barr である（Evans 1984）が、わが国ではまだ採集されておらず（周藤 2000）、今回の調査でも観察されなかった。

本病の病徴と標徴は *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morlet に起因するマツ赤斑葉枯病に類似する。診断における両者の判別は、(1)病斑の色は褐斑葉枯病が褐色、赤斑葉枯病が赤褐色であること、(2)島根県における当年葉の発病時期は褐斑葉枯病が8月、赤斑葉枯病が11月であることによって区別できる。両病害は最終的には病葉上に形成される分生子の形態で区別できる。すなわち、赤斑葉枯病菌の分生子は無色、糸状であり、大きさは12～36 \times 1.5～3.5 μ mと褐斑葉枯病菌に比べて小形である（周藤 2000）。

本病はこれまでクロマツの庭園木でのみ被害の発生をみてきたが、クロマツの苗木、また幼齢木での被害も発生することが明らかになった。以上の観察から、庭園木ばかりでなく苗畑でも本病の発生に注意しなければならない。また、本病の発生は現在までのところ島根県のほかに宮崎県（伊藤ら 2000）でしか報告されていないが、全国的に注意する必要がある。

本病の発病と伝染の季節的推移についてはすでに報告した（周藤 2002a）。本病の苗畑における防除については、病原菌は発病葉で越冬するので、第一次伝染を防ぐために冬期に伝染源となる発病苗木の除去・焼却が必要である。また、殺菌剤の予防散布も必要であるが、有効薬剤や適正な散布方法の試験が必要である。外国ではボルドー液、TPN剤およびマンネブ剤の散布が推奨されている（Ivory 1987）。

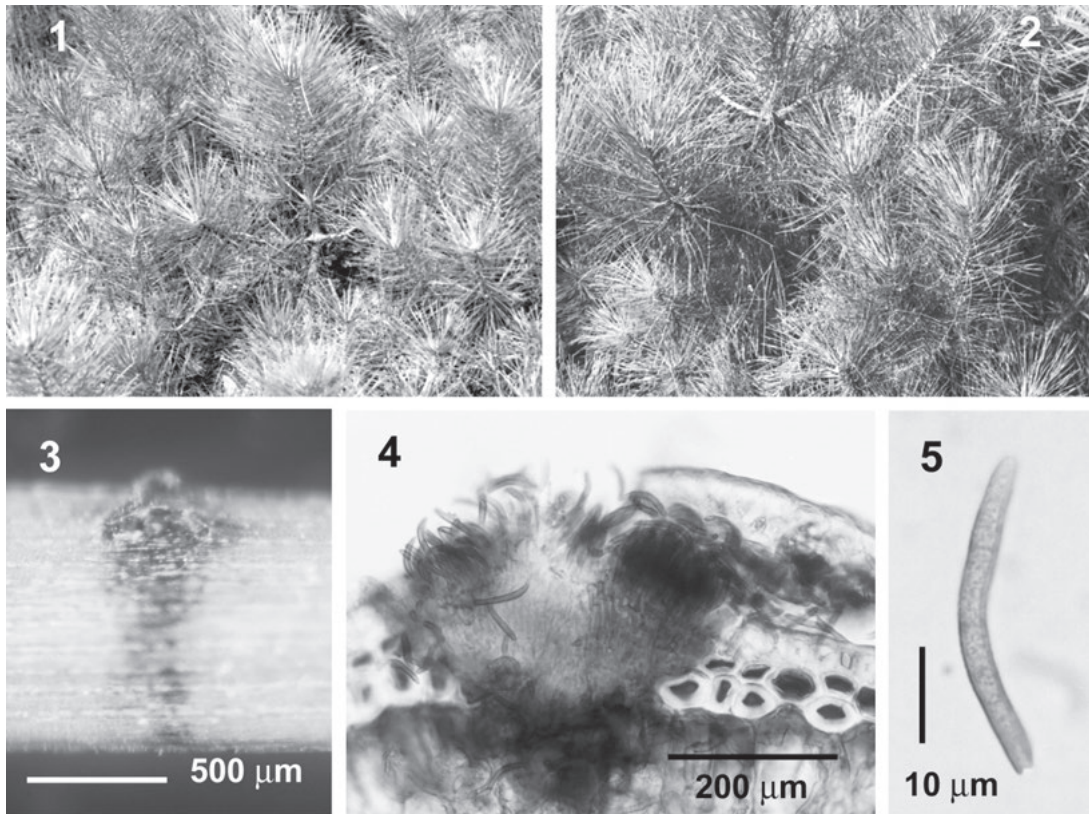


写真-1～5 クロマツ苗木・幼齢木に生じた褐斑葉枯病とその病原菌

1. 3年生苗木での発病（白色に見えるのが発病葉）。2. 7年生幼齢木での発病（白色に見えるのが発病葉）。3. 病斑の表皮上に露出する病原菌の子座。4. 子座の断面。5. 分生子。

29. ソヨゴの葉に生じる斑点性病害—「斑点病」

島根県松江市の山林に生じるソヨゴにしばしば発生する斑点性病害について観察した。葉表に円形、径1～3mm、紫褐色、縁辺は少し隆起した濃紫色帯で区切られる病斑が生じて、その周囲の葉組織は狭く紫色に着色する。病斑の葉裏は褐色である。病斑はときにゆ合して大きく、不規則形になる（写真-6, 7）。発病は11月に認められて、病葉は翌年1～5月に継続的に落葉する。葉表・裏面とも病斑の中心部には微細な黒色点（病原菌の偽子のう殻）が群状に形成される。

病原菌の偽子のう殻は葉の両面に生じるが葉表面に多く、単生、黒色、表皮細胞層下に生じて成熟すると露出して、球形～亜球形、幅80～90 μm 、高さ70～80 μm 。子のうは束状に生じて卵形～楕円体、二重壁、8胞子を含み、35～40 \times 5.5～7 μm 、子の

う胞子は二列に並び、無色、卵形、中央部に1隔壁、7～10 \times 1.9～2.7 μm （写真-8, 9, 10）。

病原菌はその形態的特徴から *Mycosphaerella* に所属すると考える。ソヨゴの *Mycosphaerella* による斑点性病害としては、原（1923, 1927）が報告した褐点病があり、病原菌を *Mycosphaerella illicis* (Ellis) Johanson としている。原の報告した病斑の形態は「円径、大き六乃至一一耗あり、上面灰色、縁辺紫色を呈し、小黒粒点を散布す、下面赤褐色を呈す」。これと比較して、筆者が観察した病害では病斑が円形で縁辺が濃紫褐色であることは一致するが、その大きさは小さい。一方、その病原菌の形態は *M. illicis* とは異なる。すなわち、*M. illicis* では子のうの大きさは40～55 \times 7.5～11 μm 、子のう胞子は13～15 \times 3 μm と記されているが、筆者が観察した菌はこれに比べて明らかに小形である。

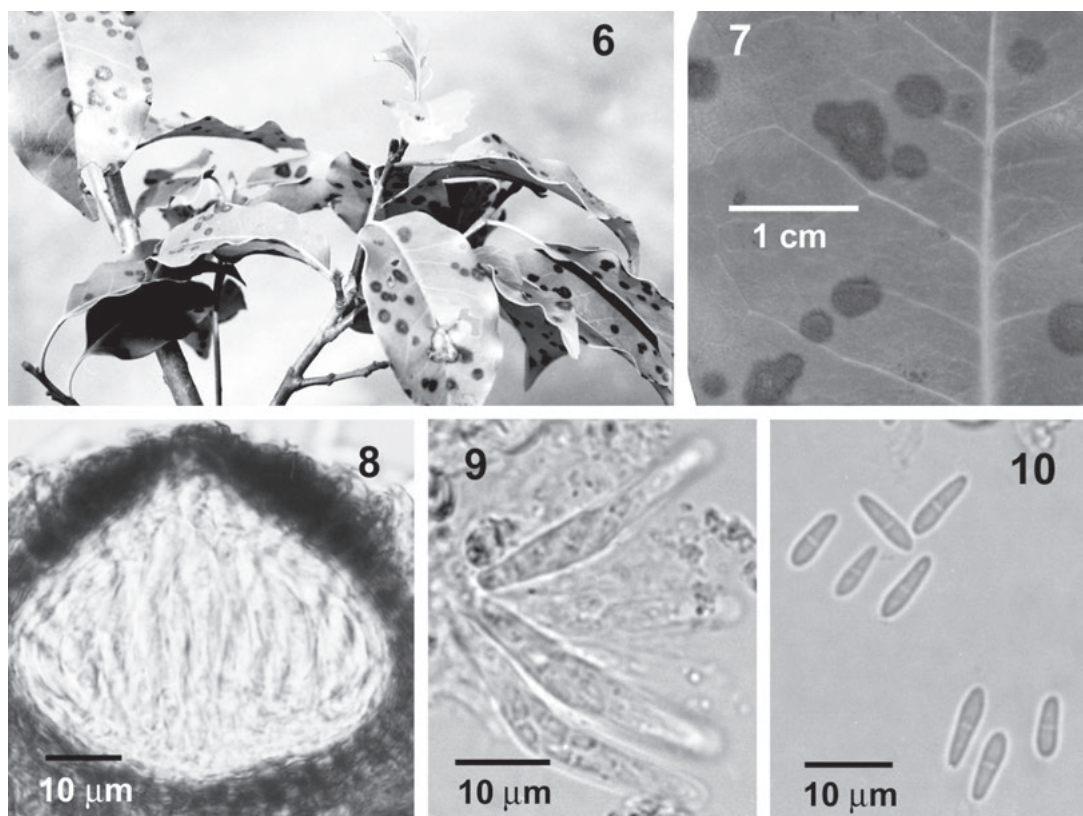


写真-6～10 ソヨゴ斑点病とその病原菌

6. 多数の病葉をつけた枝. 7. 葉上の病斑. 8. 病原菌の偽子のう殻断面. 9. 子のう. 10. 子のう胞子.

しかし、原のこの病害についての記述にはつぎの疑問点がある。1) 病名について：「樹病学各論」(原 1923) では「そよごノ褐点病」とするが、「実験樹木病害篇」(原 1927) では「ソヨゴの斑点病」とする。「有用植物病名目録」(日本植物病理学会 2000) では前者の病名を採っている。2) 宿主について：ソヨゴの他にネズミモチを宿主とする。ネズミモチはソヨゴの所属するモチノキ属 (*Ilex*) の樹木ではないので、宿主となりうるかは疑問である。「有用植物病名目録」(日本植物病理学会 2000) では、宿主をモチノキ・ソヨゴとしている。3) 病原菌について：*M. illicis* は Ellis (1883) がアメリカ合衆国において *Ilex glabra* (L.) A. Gray の葉上に生じる菌を *Shaerella* (のちに *Mycosphaerella* に転属) に所属する *S. illicis* Ellis として報告したのが最初である。原が記した病原菌の形態は Ellis の記述をそのまま引用しており、原が日本産のソヨゴ上の菌の形態を観察

して記したのではない。したがって、原が採集した菌の正確な形態は不明である。

ソヨゴの葉に斑点を生じる病害としては、他に褐斑病(病原菌：*Phyllosticta azevinhi* Torrend) (Kobayashi 1974) と褐紋病(病原菌：*Leiosphaerella illicis* Katumoto) (Katumoto 1981) がある。いずれも円形の病斑が生じるが、大きさと色は前者では 10～15mm、褐色、後者は 4～8mm、褐色～灰褐色、周囲は赤褐色と記されており、筆者が今回観察したものに比べて病斑が大きく、また色が異なる。

Corlett (1991) によれば、モチノキ属 (*Ilex*) 上には 5 種の *Mycosphaerella* - *M. illicella* (M. C. Cooke) Feltgen, *M. illicicola* (Maublanc) Morlet, *M. illicis*, *M. illicis-canariensis* Petrak および *M. yaku-insularia* T. Kobayashi が知られている。筆者が観察したソヨゴに生じる *Mycosphaerella* について

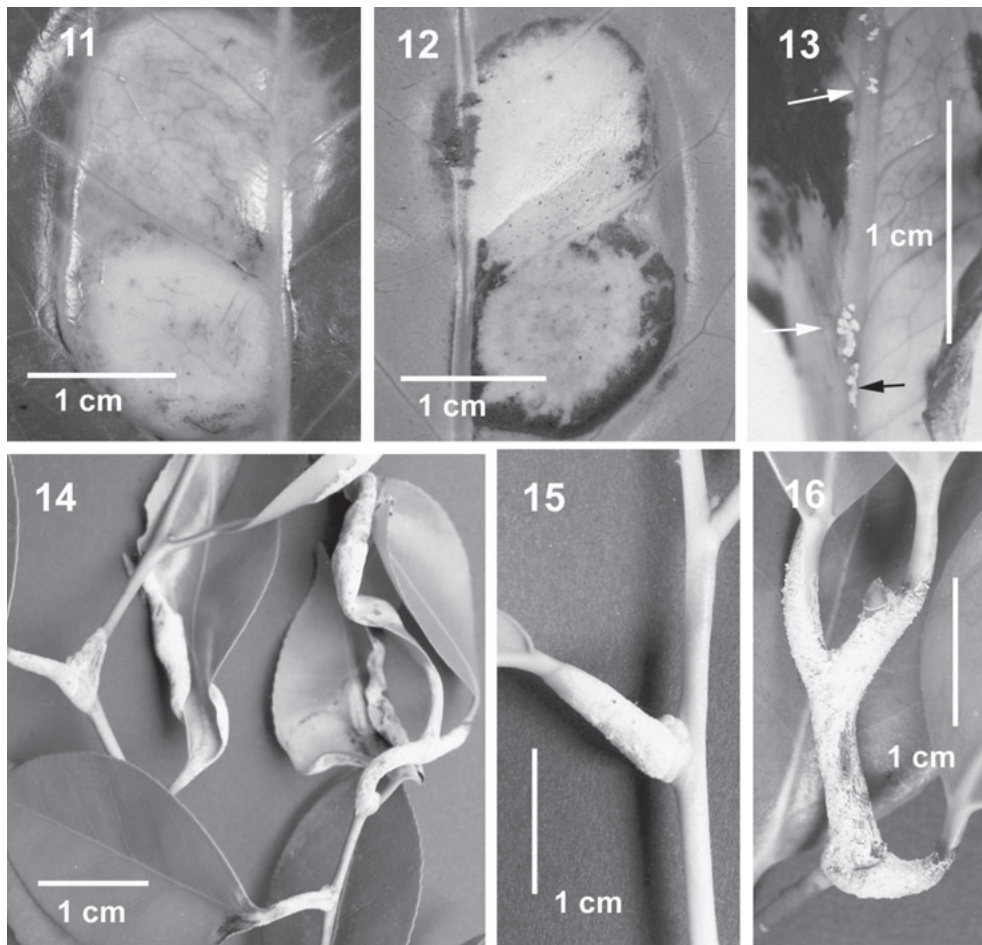


写真-11～16 ツバキ粉もち病の患部

11. 葉に生じた患部（葉表に膨らむ）。12. 11の葉裏（子実層を白色粉状に形成）。13. 葉表の中央脈上に形成された子実層（矢印）。14. 新梢と葉柄に生じた患部。15. 葉柄に生じた患部。16. 新梢と葉柄に生じた患部。（14～16では子実層を白色粉状に形成）

は、これらの菌との異同を調査する必要がある。また、その病原性を確認することが必要である。本病が原の報告した「褐点病」と病徴が近似し、また病原菌が同じ *Mycosphaerella* に所属することから、とりあえず、本病を「褐点病」として、その病原菌を *M. illicis* に次ぐ 2 番目の菌として *Mycosphaerella* sp. とすることを提案する。

30. ツバキ粉もち病の観察

島根県においてツバキには 3 種類のもち病—もち病（病原菌：*Exobasidium camelliae* Shirai）、粉もち病（*E. nudum* (Shirai) S. Ito）およびふくろもち病（*E. giganteum* S. Hirata）が発生する（周藤

1975, 1997, 2002b, 2011）。このうち、粉もち病はその患部の肥大が著しくないためか、従来被害としてあまり注目視されなかった。しかし、毎年多く発生するので、2011年と2012年、松江市の西川津町と大庭町の 2 か所の山林で、その病徴と標徴、病原菌および患部組織を調査した。

調査地からは 8 点の患部の標本を健全部とともに採集したが、患部と健全部の大きさは全標本で計測した範囲で示す。葉、葉柄および新梢の各 1 点の標本（患部と健全部を含む）について、その横断面の徒手切片を作成して、各組織の大きさは解剖顕微鏡で、またそれらを構成するいくつかの種類の細胞の大きさは明視野顕微鏡で観察した。それらの健全部

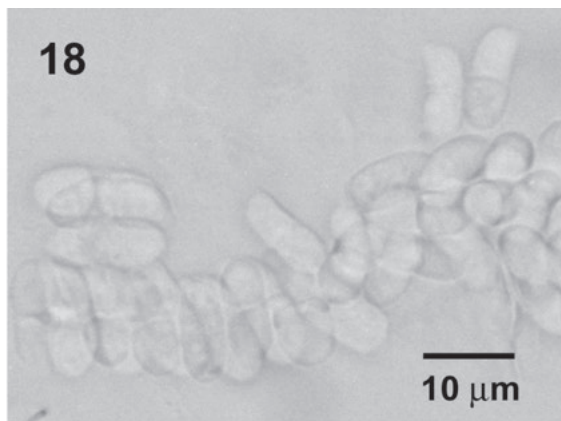
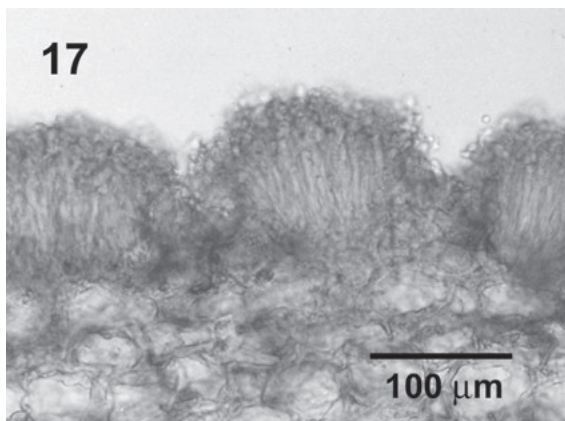


写真-17～18 ツバキ粉もち病の病原菌

17. 葉の裏面に生じた子実層. 18. 担子胞子の塊.

との大きさの比較は、計測値平均の割合で示す。なお、各器官の細胞は無作為に30個を選んで計測して、*t* 検定で有意差を調べた。

1) 病徴と標徴

各調査林で数本のツバキに発病を認めたが、それらは推定樹齢20年生の樹高2～3mの自生木である。松江市におけるツバキの新葉の展開は4月下旬～5月上旬であるが、発病は6月上～下旬、当年展開した葉、その葉柄および当年伸長した茎に発生した。葉のみに発生するケースが多いが、葉柄または茎のみに生じる場合、葉と葉柄に生じる場合、また葉柄と茎に生じる場合があった(表紙写真)。

葉に生じる場合は、病斑は類円形、直径1～3(-4)cm、黄色に膨れる。江塚(1990)によると、患部は「下面に向かってやや凸出し、上面はこれに伴ってやや凹陷する」としているが、表面に向かって隆起する場合もしばしば見られた。葉の厚さは健全葉で0.35mmであるが、患部では0.5～0.65mmとなり、1.5～2倍に膨れる。裏面は子実層を生じて白色粉状になる(写真-11, 12, 19)。また、子実層は葉表の中央脈上にもときに生じる(写真-13)。

葉柄に生じる場合は、健全のもの太さは2～2.8mmであるが、発病したものは4～7.3mmになり、2～2.5倍に膨れる。その長さも健全なものは7～10mmであるが、発病したものは15mmとなり、1.5～2倍に長くなる。多くは葉身に1～3cm食い込む形

で発病し、子実層は葉柄の全周囲に形成された患部が葉身に食い込む形で発病すると子実層は葉裏と葉表の中央脈上にも生じた。病葉柄の新梢の基部が発病すると、その片側または全周が膨大して子実層が形成された(写真-14, 15, 16, 21)。

新梢に生じる場合は、健全のもの太さは2～2.3mmであるが、発病したものは4～7.5mmとなり、2～2.5倍に膨れる。患部は普通1個、ときに2～5個の葉柄基部を含む形で発病し、葉柄も同時に発病する場合もあり、その長さは1.8～8cmであった。子実層は茎の全周囲に形成された(写真-14, 16, 22)。

いずれの部位の患部とも7月には黒変して乾燥し、破壊または脱落する。

2) 病原菌

子実層は表皮細胞層直下に生じて、これを破って塊状に露出する。担子器は密生し、無色、棍棒状円柱形、長さ約100 μ m、頂部の幅5～8 μ m、頂端に4個の小柄を有する。小柄は長円錐形、長さ4～5 μ m、各1個の担子胞子を着生する。担子胞子は無色、平滑、長倒卵形、先端円筒、基部は斜向して鈍端、大きさ11～18.5 \times 4.5～6 μ m、はじめ単胞、のち1～3の隔壁を生じる(写真-17, 18)。これらの形態的特徴は*E. nudum*についての既往の報告(伊藤・大谷 1958; 江塚 1990)とほぼ一致した。

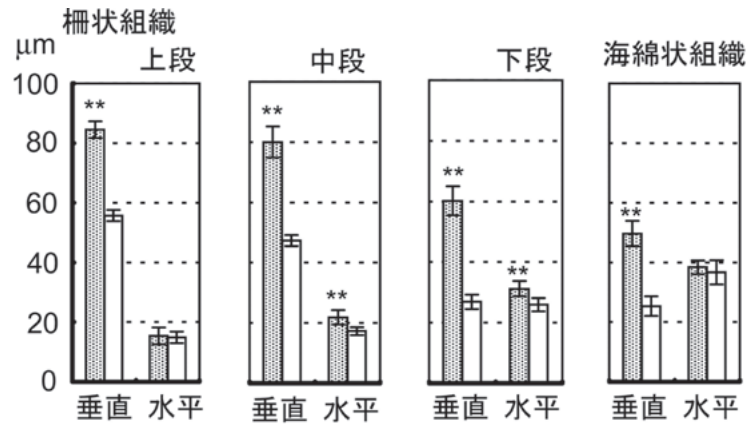


図-1 ツバキ粉もち病の患部と健全部の細胞の大きさの比較—葉
各細胞を葉面に対して垂直方向と水平方向に計測. ** 有意水準1%で差あり.

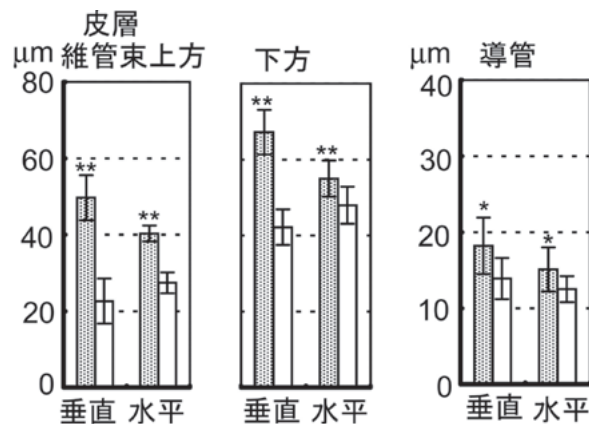


図-2 ツバキ粉もち病の患部と健全部の細胞と導管の大きさの比較—葉柄
皮層細胞は維管束より上方（葉表側）と下方（葉裏側）に分けて調査。細胞と導管を葉面に対して垂直方向と水平方向に計測. ** 有意水準1%で差あり, * 有意水準5%で差あり.

3) 患部組織

(1) 葉

葉の網状組織は3段からなるが、患部の細胞は健全部に比べて葉面に対して垂直方向に上段で1.5倍、中段で1.7倍、下段で2.2倍に膨れた。水平方向へは最大1.3倍で大きくは膨れなかった。海綿状組織の細胞は健全部に比べて垂直方向に2倍に膨れたが、水平方向には膨れなかった。また、その垂直方向への細胞数は患部、健全部に相違はなく8～10個であった（図-1、写真-19、20）。

(2) 葉柄

皮層の細胞は患部では健全部に比べて維管束の上

方（葉表側）で葉面に対して垂直方向に2.2倍、水平方向に1.6倍に膨れた。維管束の下方（葉裏側）では垂直方向に1.6倍に膨れたが、水平には1.1倍にしか膨れなかった。またその垂直方向への細胞数は患部、健全部とも相違はなく、維管束上方で30～33個、下方で17～22個であった。維管束は健全部に比べて垂直方向に1.8倍、水平方向に1.6倍に、篩部と木部は垂直方向にそれぞれ1.5倍、2.2倍に拡大した。患部の導管の径は健全部に比べて放射方向に1.3倍に、接線方向に1.2倍に膨れた。また、その放射方向への細胞数は患部、健全部とも相違はなく、8～11個であった（図-2、写真-21、23、24）。

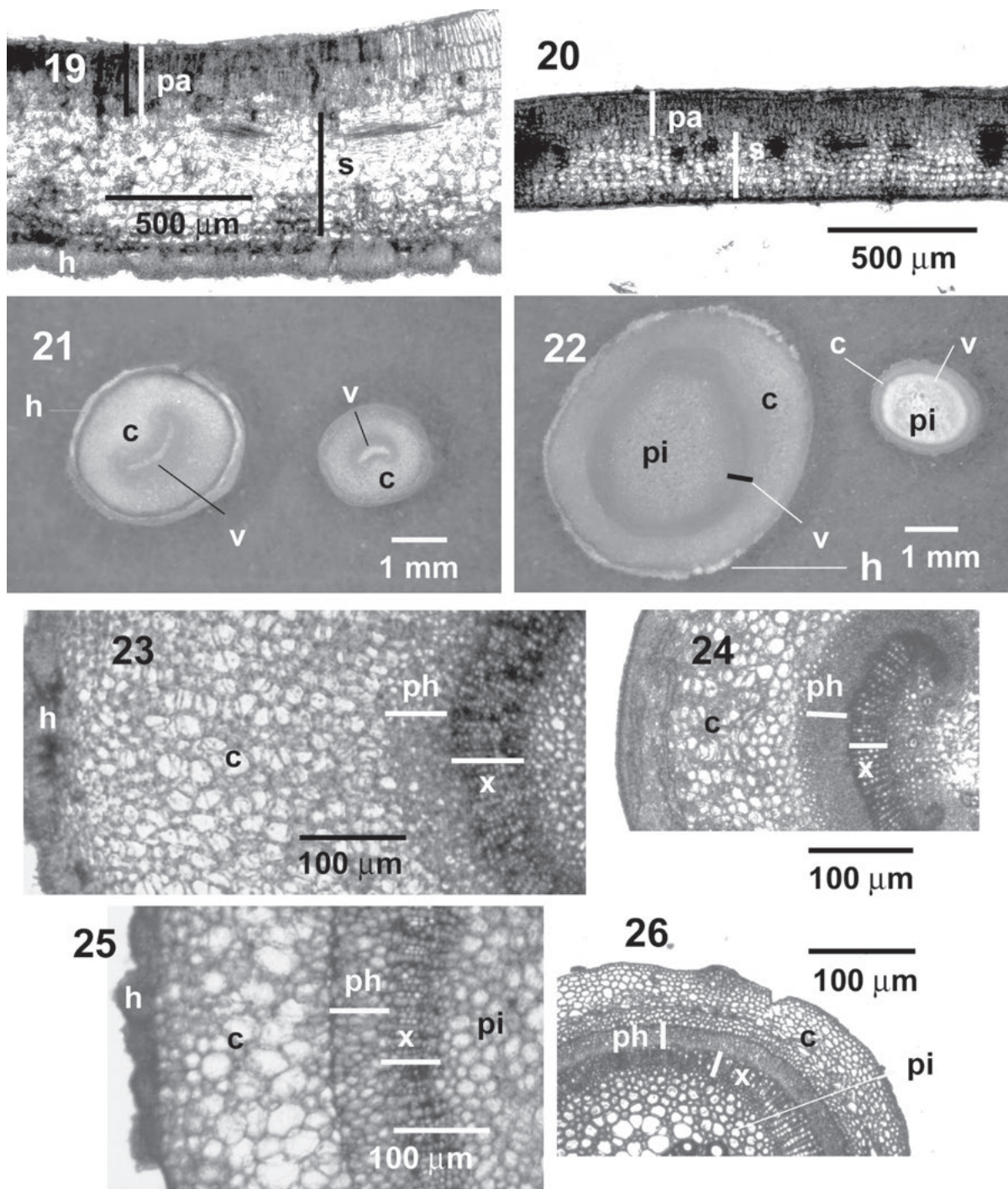


写真-19～26 ツバキ粉もち病の患部と健全部の組織

19. 葉の患部の断面. 20. 健全葉の断面. 21. 葉柄の断面, 左: 患部, 右: 健全部. 22. 新梢の断面, 左: 患部, 右: 健全部. 23. 発病葉柄の断面. 24. 健全葉柄の断面. 25. 発病新梢の断面. 26. 健全新梢の断面.
 c: cortex, 皮層; h: hymenium, 子実層; pa: palisade tissue, 柵状組織; ph: phloem, 篩部; pi: pith, 髓; s: spongy tissue, 海綿状組織; v: vascular, 維管束; x: xylem, 木部.

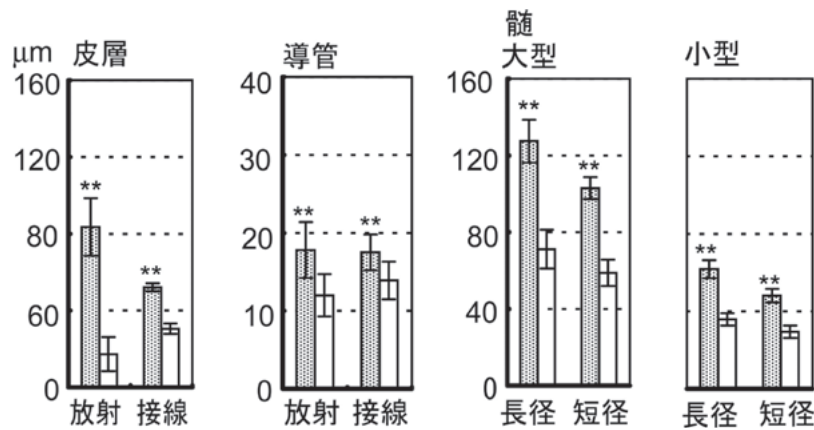


図-3 ツバキ粉もち病の患部と健全部の細胞と導管の大きさの比較-新梢
皮層細胞は横断面の放射方向と接線方向に、導管と髓の細胞は長径と短径を計測。 ** 有意水準 1 %
で差あり。

(3) 新梢

患部の皮層細胞は健全部に比べて放射方向に4.8倍、接線方向に1.7倍に膨れた。維管束は輪状に生じたが、直径で2.0倍に、節部と木部は放射方向にそれぞれ2.4倍、1.3倍に拡大した。患部の導管の径は健全部に比べて放射方向に1.5倍に、接線方向に1.3倍に膨れた。また、その放射方向への細胞数は患部、健全部とも相違はなくそれぞれ6～13個であった。髓の直径は健全部に比べて2.7倍に膨れた。髓には明らかに判別できる大・小2型の細胞が認められたが、その径は1.6～1.8倍に膨れた。また、その直径の細胞数は患部、健全部とも相違はなく、25～33個であった(図-3、写真-22, 25, 26)。

(4) 所見

本病の葉、葉柄および新梢に生じた患部の組織の変異については赤井(1940)の報告がある(病原菌の種小名が明らかにされていなかったので「種名未定の*Exobasidium*属菌」と記されている)。赤井は本病の患部では「本菌の寄生組織に及ぼす影響は被害部全体に於ける細胞の肥大現象にして、増生は殆ど認め難く、細胞層数には変化なきものの如し。構造の変化例えば組織新生の如きは認むることを得ず」としたが、本観察でもその事実を再確認した。また、赤井は葉柄については「維管束の如きはその状態全く健全葉柄と同一にして変化を認めがたし」とし、新梢でも同様であるとしている。しかし、本

観察では維管束は葉柄や新梢においても明らかに拡大しており、また導管の径でも膨大を認めた。

ツバキの他の膨腫性病害-もち病やふくろもち病に侵された葉は奇形を呈し、また巨大になるが、これらの病害組織の細胞は肥大するばかりでなく増生し、また柵状組織と海綿状組織は区別できない(赤井 1939; 江塚 1990; 周藤 2011)。本病の患部がこれらの病害のように奇形・巨大化しないのは、患部組織細胞の肥大のみに留まり、細胞数は増加しなく、また組織分化に変化がないためと考える。

本病を含む多くのもち病菌の生活史の詳細については分かっていないが、発病経過からみて患部に形成された担子胞子が生葉または芽に侵入潜在して越冬すると推察され(小林 1977)、翌春新梢や新葉が展開する時期に発病が生じる。本病において、発病部位が異なる原因は明らかではない。しかし、すでに考察したように(周藤 2002a)、同一の木で葉、葉柄、茎とも発病する場合があること、また同一の場所でも年によって異なる部位の発病が認められることから、病原性の変異によるものでなく、宿主側の部位別の生理的な感受性の差によるものと推察する。

引用文献

赤井重恭(1939)もち病菌ニ因ル椿肥大芽の解剖学的研究. 植物学雑 53:118～124

- 赤井重恭 (1940) 種名未定の *Exobasidium* 属菌に因る樺の罹病葉柄及び葉の病態解剖に就きて. 日植病報 10: 104 ~ 109
- Corlett M (1991) An annotated list of the published names in *Mycosphaerella* and *Sphaerella*. Mycologia Memoir No. 18, J Cramer, Berlin
- Ellis JB (1883) New species of North American fungi. Amer Naturalist 17: 316 ~ 319
- Evans HC (1984) The genus *Mycosphaerella* and anamorphs *Cercoseptoria*, *Dothistroma* and *Lecanosticta* on pines. Mycol Pap No.153, CMI, London
- 江塚昭典 (1990) 日本産 *Exobasidium* 属菌の観察記録(I). 日菌会報 31: 375 ~ 388
- 伊藤賢介・佐藤憲生・小泉 透 (2000) 森林病虫獣害発生情報: 九州地方. 森林防疫 49: 127 ~ 128
- 伊藤誠哉・大谷吉雄 (1958) *Exobasidium* の2新種について. 日菌報 1(8): 3 ~ 4
- 原 摂祐 (1923) 樹病学各論. 吉見書店, 静岡
- 原 摂祐 (1927) 実験樹木病害篇. 養賢堂, 東京
- Ivory MH (1987) Diseases and disorders of pines in the tropics. A field and laboratory manual. 92pp. Burgens & Son Lid. Abingdon
- Katamoto K (1981) Notes on some plant-inhabiting Ascomycotina from western Japan(2). Trans Mycol Soc Japan 22: 27 ~ 46
- 小林享夫 (1977) 新版緑化樹木の病害虫, (上) 病害とその防除. 日本林業技術協会, 東京
- Kobayashi T (1974) Notes on new or little-known fungi inhabiting woody plants in Japan VI. Trans Mycol Soc Japan 15: 370 ~ 383
- 日本植物病理学会 (2000) 日本植物病名目録. 日本植物防疫協会, 東京
- 周藤靖雄 (1975) 島根県における緑化樹木の病害実態調査. 島根林試研報 25: 39 ~ 72
- 周藤靖雄 (1997) ヤブツバキふくろもち病. 森林防疫 46: 181
- 周藤靖雄 (2000) *Mycosphaerella* 属菌によるマツ類の葉枯性病害 - 被害, 診断, 生態および防除. 森林防疫 49: 4 ~ 11
- 周藤靖雄 (2001) 樹木病害観察ノート(2). 森林防疫 50: 189 ~ 196
- 周藤靖雄 (2002a) 樹木病害観察ノート(4). 森林防疫 51: 103 ~ 108
- 周藤靖雄 (2002b) クロマツ褐斑葉枯病の発病と病原菌分生子の形成・分散の推移. 森林応用研究 11-1: 17 ~ 22
- 周藤靖雄 (2011) 樹木病害観察ノート(8). 森林防疫 60: 45 ~ 50
- 周藤靖雄・扇 大輔 (1997) クロマツ褐斑葉枯病(新称)の発見. 森林防疫 46: 206 ~ 210
- Suto Y and Ougi D (1998) *Lecanosticta acicola*, causal fungus of brown spot needle blight in *Pinus thunbergii*, new to Japan. Mycoscience 39: 319 ~ 325
- 陶山大志 (2007) 近年の鑑定記録から注目した樹木病害 - クロマツ褐斑葉枯病. 島根病害虫研究会会報 32: 16
- (2013.7.8受付, 2013.7.24掲載決定)

解説

アコースティックエミッションの継続的測定によってマツ材線虫病感染木の通導阻害を検出する

黒田 慶子¹

はじめに

なぜマツノザイセンチュウ（以下、線虫）感染木の水分通導を測るのか、その背景として、まずマツ材線虫病の発病メカニズムの概要がわかるまでの経過に触れておきたい。樹木生理学や機能解剖学分野からマツ材線虫病を眺めると、葉の変色や萎凋の前に水分通導、つまり根から梢端への水の流れが滞っていることが推測され、清原・徳重（1971）はマツ枯れの病原体を発見した段階で、「水分欠乏による枯死である」と判断している。しかし25年ほど前までは、「線虫がマツの組織を食い荒らして枯らす」あるいは、「線虫が樹脂道や仮道管に詰まって通水が止まる」のような誤った解釈も通用していた。これは線虫感染木の組織や機能に関する研究や理解が不十分なために起こったものであった。

表-1に、感染から枯死までの外部病徴と組織内部で起こる現象の概要をまとめた。1990年頃には、感染後数週間で急速に進行する樹幹木部の通水阻害

および枯死への過程について研究が進み（Kuroda 1989, 1991；Kuroda *et al.* 1988）、発病メカニズムの概要が解説できる成果が得られていた（黒田 1990a, b）。しかしその後、「通水阻害は、いつどのように発生するのか」が難題であった。というのも、線虫を接種した供試木を伐って採取すると、その個体では観察が続けられないためである。感染木における水ストレス検出のための水ポテンシャルの計測では、値に変化が出るのは病気が進行してからであり、感染初期の変化を追跡する手法としては有用ではなかった。線虫接種から数日程度で接種部周辺の細胞の状態に変化が観察され（市原 2000；Kuroda 1991）、感染後の早い時期の変化が発病に関わるといふ推測も、この頃からではないだろうか。

発病メカニズムの解明のためには、伐らずに測る・診るといふ技術が非常に重要である。樹液流の変化を非破壊的に観察する技術の一つとして、Tyree and Sperry（1989）が使用し始めたのが超音波ア

表-1 マツノザイセンチュウを接種したクロマツ若齢木に見られる外部病徴と組織内部の変化

病気の発達段階	感染初期		病徴進展期	
	1	2	3	4
宿主の変化				
外部病徴	なし	→	旧葉の変色	当年葉の変色 → 枯死
樹脂分泌	正常	→	分泌低下	～ 停止へ
柔細胞類の変化	二次代謝 の変化	→	部分的壊死	→ 広域で壊死
木部の通導状態	正常	→ 通導阻害 の開始	→ 通導能力の 低下	→ 通導の停止
線虫の密度	低密度	→	増殖	→ 著しい増殖
感染からの時間 の目安	1週目	2週目	3週目	4週目以降

(Kuroda 2008より改変)

Detection of xylem dysfunction by the continuous monitoring of acoustic emission in *Pinus thunbergii* inoculated with the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*

¹KURODA, Keiko, 神戸大学大学院農学研究科

コースティックエミッション (AE) である。池田 (1994) はその手法をマツ材線虫病感染木に応用し、水分通導阻害の発生を検出することに成功した。非破壊的な計測法としては他に、核磁気共鳴画像法 (MRI) によって樹幹内の水分分布を検出する手法が開発されており (Kuroda *et al.* 2006), マツ材線虫病への適用例としては Umebayashi *et al.* (2011) による報告がある。

本稿では AE 法を用いた通導阻害発生の日変化の検出 (Kuroda 2012) に焦点を絞り、健全木樹幹内での一時的、部分的な通導停止や、罹病木における水分通導阻害の進み方について解説したい。

樹木の木部樹液と水分通導

根から吸い上げられた水は、木部 (材) の通導組織の中を葉に達する。針葉樹では仮道管が通導要素であり (写真-1), 木部の90%以上を占めている。大半の広葉樹では主に道管が通導を担う。通導組織内の水を木部樹液と呼び、ほとんど純粋な水である。一方、光合成産物の多糖類を含む液は、篩部 (内樹皮) の中を葉から下方に流れ、篩液あるいは篩管液と呼ばれる。甲虫類やスズメバチがクヌギ等の幹に来て舐めるものも「樹液」と呼ばれるが、これは篩液の多糖類も含んでいる。木部樹液とは異なることに注意が必要である。

木部樹液は主に蒸散によって引き上げられる。広葉樹の場合は根圧による吸水があると言われ、ヘチ

マ水のように葉がなくても水が揚がる場合があるが、針葉樹は蒸散のみに依存した通導であると言われている。樹幹の通導組織内 (写真-1, 仮道管) の水は水分子の凝集力によりつながっている。長いストローの中を水が揚がっていく様子を想像して欲しい。樹木の根から葉まで、道管や仮道管が水で満たされて一続きになったものを「水柱」と呼ぶ。蒸散で水が葉から出ていくと、仮道管の水柱には張力 (テンション) が発生し、水分子の凝集力によって水は途切れずに上昇して、梢の先まで達することができる。この概念は1980年代に「凝集力説」(cohesion-tension theory) として確立された (Zimmermann 1983)。なお、物理学的には、毛管内の水は地上10 m以上は上昇できないと言われながらも、樹高数十 mの樹木は多数ある。高木の梢端まで水を運ぶには、樹木組織内に未知のシステムがあるのだろうと推測され (Milburn 1996), 研究が続けられている。

超音波アコースティックエミッション (AE) で何が測れるのか

仮道管におけるエンボリズムと排水 (気体により水が追い出され、仮道管が空になった状態) は健康な樹木でも、日常的に一部の仮道管で発生している。日照が強く蒸散が活発な時間帯には、樹幹の通導組織内の水柱を上から引っばる力が強くなる。水分子間のつながりがその張力 (テンション) に耐えられなくなると、木部樹液中に気泡が発生 (図-1), あるいはすでにある小さな気泡が突然大きくなり、道管や仮道管などの通導要素から水が抜けてしまう。図-1に示すような仮道管内の気泡発生をエンボリズムと呼び、通導組織が排水して気体で満たされる現象はキャビテーションと呼ばれる。大抵の樹木では、日没後や曇天時の蒸散の停止や、降雨による土壌水分の増加にともなってテンションが緩和され、空になった仮道管や道管内にはまた水が満たされる。そのお陰で樹木は簡単には枯れないのである。

エンボリズムが発生するときアコースティックエミッション (AE) という音が発生し、それを AE センサーで検出することができる。Kuroda (2012)

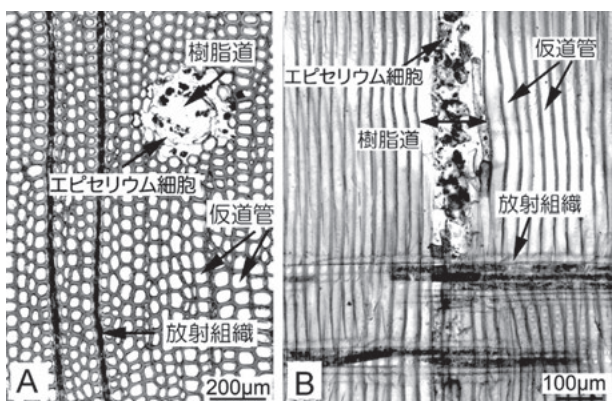


写真-1 クロマツ木部の組織構造 (顕微鏡観察)

A: 横断面, B: 放射断面

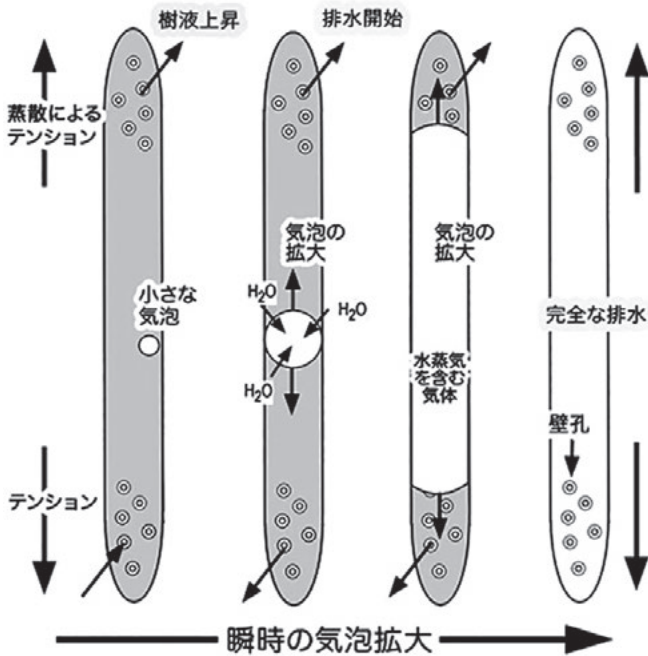


図-1 健全木仮道管のエンボリズムと排水の模式図

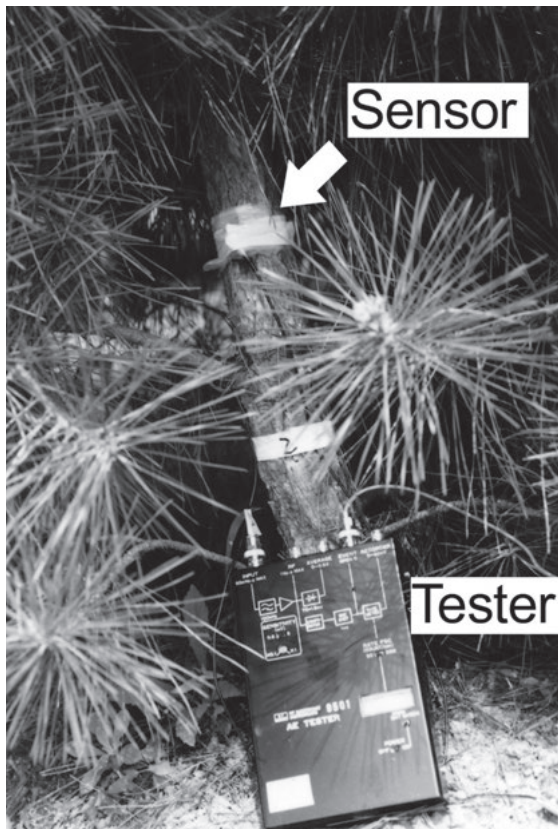


写真-2 樹幹に設置した簡易タイプのAEセンサーとテスター

の研究では、エンボリズムの発生タイミングを把握するために超音波領域のAE (140kHz) を測定した。センサーの信号をAEテスター (NF回路設計ブロック社製) (写真-2) を通してカウントし、データロガー (LOG電子) に蓄積した。なお、AE測定の技術面については、京都大学大学院農学研究科の藤井義久教授より助言を得た。用いた機器は木材の破壊試験などを本来の用途とする安価な市販品である。超音波領域のAEを測定したのは、葉のざわめきのような可聴音の雑音を除くためである。健全なクロマツ若齢木の樹幹下部にAEセンサーを設置し、連続的に計測したうちの1日の値を図-2に示す。夜明けの数時間後からAEの検出が始まり、晴天の場合は、蒸散が強くなる午後2時頃にカウント数 (発生頻度) が最高値となる。曇天や雨天時および日没近くから夜間にはAEは検出されない。

AEは必ずしも樹幹内を直進しないので、迂回した音を再度カウントする可能性がある。従ってAEのカウントはAEの実際の発生数と同一ではないが、測定値の変動はエンボリズムの発生頻度と関連性が高いと推測されている (Tyree and Sperry 1989)。なお、降雨がなく土壌が乾燥している時期には健全木のAE発生頻度は日々低下し、降雨の後に高い値を示した。つまり、夜間に水柱へのテンションが弱まっても、土壌水分が十分でない場合は、排水した仮道管全てが水で満たされるわけではないことが示唆された。

樹幹組織内での気泡発生については直接証拠を得ることができない。しかし何とか視覚的に把握したいという動機から、50~70 μ m程度の厚い木部切片 (放射断面) を作製し、顕微鏡下で水分を蒸発させながらエンボリズムを発生させて、AE測定を行った。AEを可聴音に変換した音と気泡発生の映像を同時に記録し (Kuroda et al. 2000)、その動画は<http://www2.kobe-u.ac.jp/~kurodak/embolism.html>に掲載している。以上のような手順で超音波AEの特性を把握したうえで、線虫接種木におけるAEの検出を進めた。

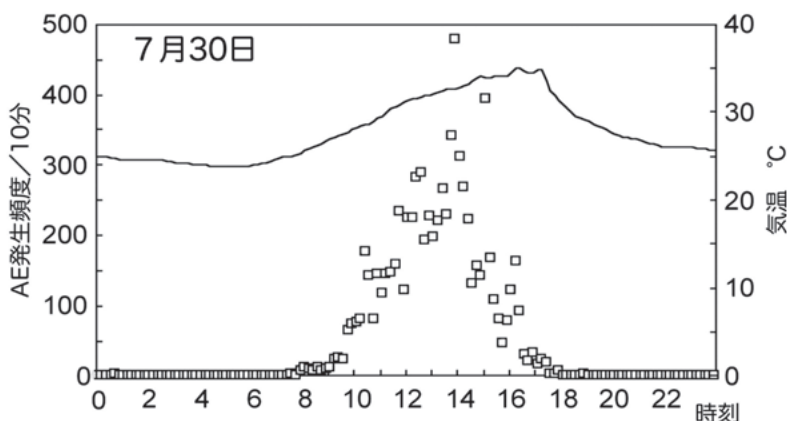


図-2 健全なクロマツ樹幹における晴天時のAE発生の日変化
□：10分単位のAE発生頻度積算。

マツ材線虫病罹病木における通導阻害発生経過の検出

マツ材線虫病罹病木の通導阻害部位は、形成初期には木部の小さな白い斑点として見えることがわかっている (Kuroda *et al.* 1988 ; 黒田1990a, 1996)。その斑点、つまり排水して空になった仮道管が増える時期を把握するために、苗畑植栽のクロマツやアカマツ若齢木 (4~9年生) の主幹下部にAEセンサーを設置し、計測を進めた。Kuroda (2012) の研究では測定機器 (写真-2) を10個体以上の接種木に設置することによって、個体差を把握できるようにし、また、AE頻度が上昇した段階で一部の供試木の採取を可能にした。AEの10分単位の積算値を、線虫接種前から1.5~2ヶ月間連続的に記録し、経日変化だけでなく、1日の経時変化や小さな変動を把握できるようにしたことも本研究の特徴である (図-2 参照)。AE発生頻度/日は、個体差があるものの、クロマツの場合は2週目と3~4週目ごろに値が高くなる傾向が認められた。池田(1994)もAEの発生頻度が2度上昇した後に枯死すると報告している。

AE発生の変動は多数の個体で計測した結果、以下のような傾向が認められた。図-2~4と写真-3は代表的な事例を示している。接種から約1週間ほどの個体も健全木と同様のAE発生頻度であり (図-3)、水分通導には目立った変化は無いと推測さ

れた。その後、最初のAE発生頻度の上昇は接種2週目を中心に突然起こる。図-3, 4に示す個体では接種8日後 (8月8日) である。AE発生は日没前に一度停止するが、同日の深夜、つまり通導組織の水柱にかかるテンションが緩和されている時間帯に発生が再開する。さらに翌日 (8月9日) の昼間には前日までの値の10倍以上の頻度でAEが検出されるようになる (図-4)。この高頻度の発生時期は2~3日継続するが (図-3, I), その後にはほぼ通常の値に戻る。ピークIの直後に供試木を採取すると横断面 (写真-3B) では「仮道管が排水し、気体が入っている部分」が白い斑点状に見える。この部位は、高頻度で異常なAE発生との関連性が高いと推測した。さらに、2度目のAE発生頻度上昇が接種から3週目を中心に発生する。1度目より発生頻度の最大値は低く、3日程度続く特徴がある。図-3に示す個体では8月14日からである (図-3, II)。この時期に採取した供試木断面では、排水のために白く見える部分の断面積が拡大しており (写真-3C)、通導阻害の進行が確認された。

2度目のAE発生増加後、3週目半ばごろから葉の黄変という最初の病徴が見られるようになる (図-3)。この時期以降は木部の通導がほぼ停止して含水率が低下し、柔細胞類や形成層の壊死が進む。しかし外見では葉の変色や先端の萎れがようやく見られる段階で、樹木全体が枯れたと判断できるまで

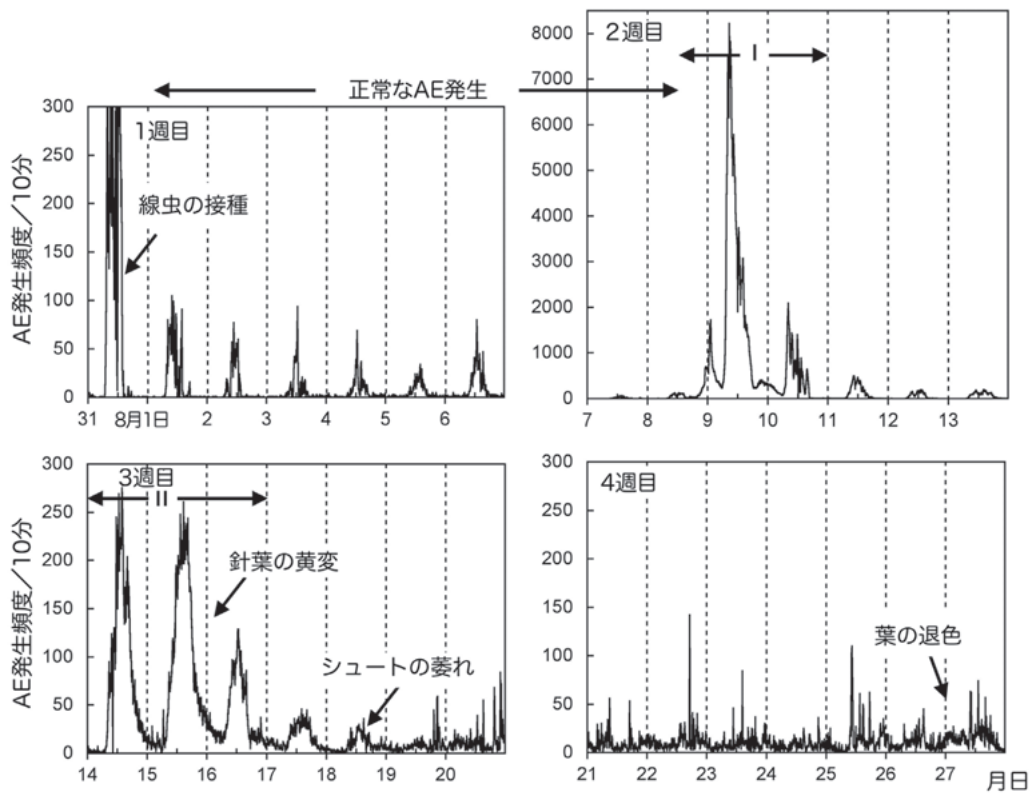


図-3 線虫接種後のAE発生頻度の4週間の推移と外部病徴との関係

供試木：クロマツ，AE発生頻度は10分単位の積算，I：最初のAE頻度上昇期，II：2回目の頻度上昇期。

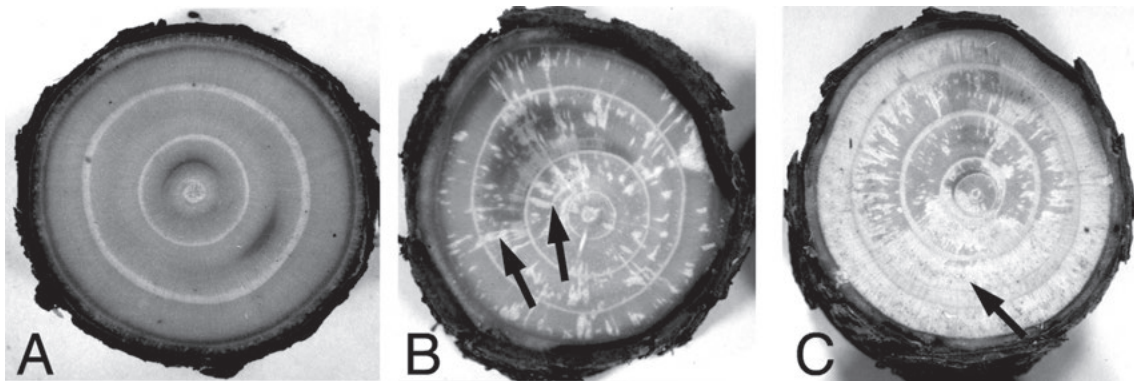


写真-3 クロマツ健全木(A)および線虫接種木のAE発生ピークI直後(B)とピークII直後の断面(C)

矢印：排水部位。

さらに日数がかかる。萎凋病は「突然枯れた」と表現されることが多いが、実際には外見上の枯れよりもかなり前に、樹幹内部では形成層始原細胞や、重要な代謝を担っている柔細胞類が壊死し、樹体は「ほぼ死亡した」状態となっている(表-1)。従って、

この段階で感染木が生き返ることは不可能と言える。薬剤注入などの対策を葉の変色が進んだ段階で実施している例があるが、効果は期待できない。

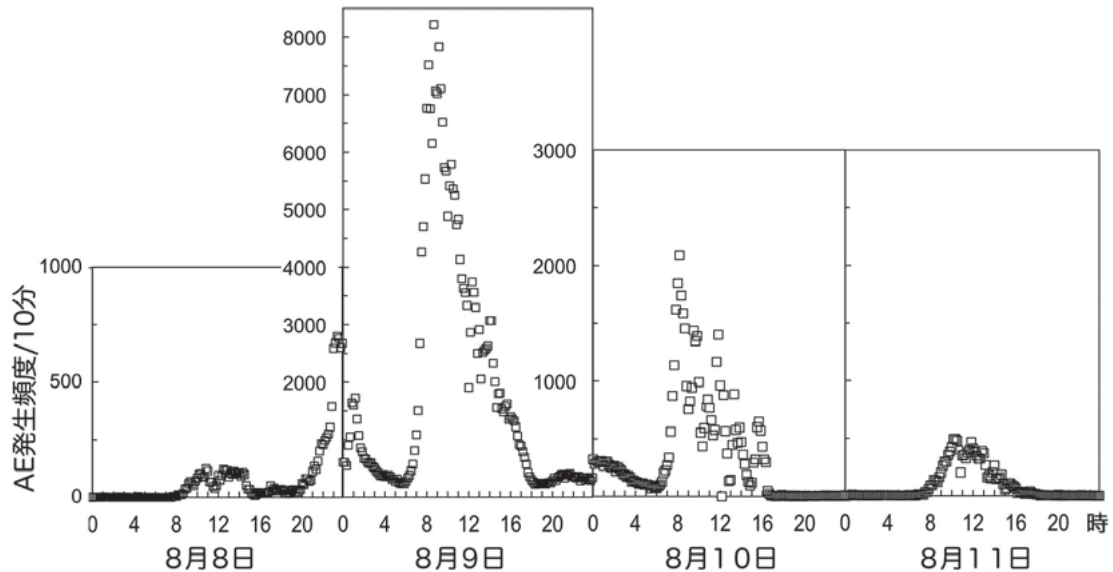


図-4 接種後2週目に起こったAE発生頻度上昇日の特徴

図-3, 1の拡大.

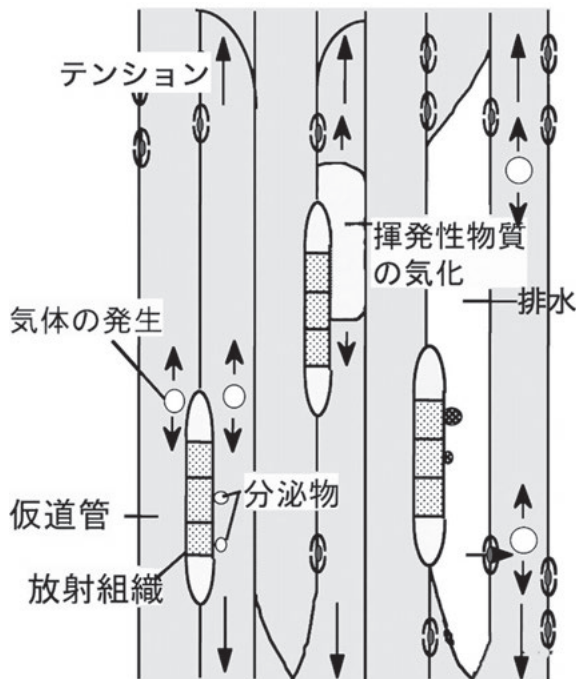


図-5 萎凋病における回復不能エンボリズムの仮説木部の接線断面.

感染木のエンボリズムの特徴

線虫接種木に見られるAE発生頻度の極端な上昇や夜間の上昇は健全木（線虫非接種木）では認められない現象である。健全なマツ類の樹幹では、仮道

管にエンボリズムが起こっても通常は再度水の流入があり、通導機能は低下しないので、この健全木で見られる現象は「回復可能なエンボリズム」と解釈できる。他方、線虫接種木ではエンボリズムによる排水の後に水は再流入せず、エンボリズムの頻度が高まると共に排水して通導しなくなった部位の拡大が進む。これは「回復不能のエンボリズム」で、健全木のエンボリズムとは区別すべきものである。ただし、健全な樹木でも長期間渇水状態に置いた場合には、木部の乾燥や細胞の壊死が起って枯死に向かうことは起こりうる。

接種2週目と3週目ごろに起こるAE発生頻度の2度の上昇は、どちらも排水と通導障害につながる現象ではあるけれども、発生頻度やパターンの違いから推測すると、異なった生理現象に起因する可能性がある。樹木では病原体感染に対する抵抗反応として感染初期にモノテルペン類の生産が増加する(Kuroda 1989, 1991)。アルコールのように表面張力の低い物質が木部樹液に混入すると、エンボリズムが発生しやすくなることが実験的に確認されており (Sperry and Tyree 1988), 揮発性のテルペン類も表面張力の低い物質である。木部樹液への混入物が水の凝集力を低下させる役目を果している可能

性がある。一方、接種3～4週間後の時期には柔細胞類から油滴状の物質が分泌されて仮道管壁に付着している様子が顕微鏡で観察される (Kuroda *et al.* 1988)。油性で疎水性の分泌物が壁孔膜に付着すると物理的に樹液の流動を妨げ、また、エンボリズムにより排水した仮道管に再度水が流入するのを阻害し (Kuroda *et al.* 2000)、通導阻害部位の拡大 (写真-3C) に寄与する可能性がある。以上の推測から、通導阻害の発生メカニズムについては図-5に示すような仮説がたてられる。

おわりに

本研究 (Kuroda 2012) では、AEの計測によって、マツ材線虫病感染木内部で起こった生理的变化のタイミングを把握した。マツ材線虫病は二段階で進み、第二段階 (表-1の病徴進展期) からは回復しないという推測 (Fukuda 1997; 鈴木1992) については、本研究の結果から次のように説明できる。(1)感染初期段階のAE発生頻度上昇期には、エンボリズムの発生頻度が突然上昇し、夜間も発生が持続する。その際に仮道管の排水がまとまって起こった部位は、肉眼で白く小さい斑点として認められるようになる。(2)2回目のAE頻度上昇とエンボリズムの発生は病徴進展期に起こり、木部ではこの時期から通導停止部位の拡大と含水率低下が進む。死亡しつつある柔細胞類から放出された物質により仮道管の塞栓 (目詰まり) が進むのであろう。シュート先端や形成層では細胞の壊死が進むため、樹木の健康回復の可能性はほぼ無い。

線虫感染木で「異常な気泡発生と排水が起る原因」については、まだ研究途上である。仮道管内の水流を切れやすくする物質は何か (図-5)、なぜ夜間にAE発生が続くのかという疑問については、今後の研究進展に期待したい。

引用文献

Fukuda K (1997) Physiological process of the symptom development and resistance mechanism in pine wilt disease. *J For Res* 2: 171

～181

- 市原 優 (2000) マツノザイセンチュウの通り道. 森林総合研究所東北支所たより 462: 1～4
- 池田武文 (1994) 樹木に発生するキャビテーションのアカコースティック・エミッション法による検出. *日林誌* 76: 364～366
- 清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種実験. *日林誌* 53: 210～218
- Kuroda K (1989) Terpenoids causing tracheid-cavitation in *Pinus thunbergii* infected by the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *日植病報* 55: 170～178
- 黒田慶子 (1990a) マツ材線虫病の発病および病徴進展に関わる通水阻害. *日本農芸化学会誌* 64: 1258～1261
- 黒田慶子 (1990b) 特集: 線虫学(5)マツノザイセンチュウ感染によるマツの枯損機構. *植物防疫* 44: 539～542
- Kuroda K (1991) Mechanism of cavitation development in the pine wilt disease. *Eur J For Path* 21: 82～89
- 黒田慶子 (1996) 樹病: 病原微生物の感染戦略と樹木の反応. *木材保存* 22: 205～214
- Kuroda K (2008) Part V: Host Responses and Wilting Mechanisms, Introduction, Physiological Incidences Related to Symptom Development and Wilting Mechanism. "Pine Wilt Disease" Zhao, Futai, Sutherland, Takeuchi (Eds.), Springer, 202～222
- Kuroda K (2012) Monitoring of xylem embolism and dysfunction by the acoustic emission technique in *Pinus thunbergii* inoculated with the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *J For Res* 17: 58～64
- Kuroda K, Kanbara Y, Inoue T, Ogawa A (2006) Magnetic resonance micro-imaging of xylem sap distribution and necrotic lesions in tree stems. *IAWA Journal* 27: 3～17

- Kuroda K, Kuroda H, Lewis AM (2000) Detection of embolism and acoustic emissions in tracheids under a microscope: Incidence of diseased trees infected with pine wilt. *New Horizons in wood Anatomy*, ed. by YS Kim, Chonnam Nat'l Univ Press, Kwangju, Korea, 372 ~ 377
- Kuroda K, Yamada T, Mineo K, Tamura H (1988) Effects of cavitation on the development of pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *日植病報* 54: 606 ~ 615
- Milburn JA (1996) Sap ascent in vascular plants: Challengers to the cohesion theory ignore the significance of immature xylem and the recycling of much water. *Annals of Botany* 78: 399 ~ 407
- Sperry JS, Tyree MT (1988) Mechanism of water stress-induced xylem embolism. *Plant Physiol* 88: 581~587
- 鈴木和夫 (1992) マツ枯損に関する萎凋枯死機構. *森林防疫* 41: 59~64
- Tyree MT, Sperry JS (1989) Characterization and propagation of acoustic emission signals in woody plants: towards an improved acoustic emission counter. *Plant Cell Environ* 12: 371~382
- Umebayashi T, Fukuda K, Haishi T, Sotooka R, Zuhair S, Otsuki K (2011) The developmental process of xylem embolisms in pine wilt disease monitored by multipoint imaging using compact magnetic resonance imaging. *Plant Physiol* 156: 943 ~ 951
- Zimmermann MH (1983) *Xylem structure and the ascent of sap*. Berlin: Springer-Verlag
(2013.7.6受付, 2013.7.20掲載決定)

都道府県だより

大阪府におけるナラ枯れ被害への取り組み

○大阪府の被害状況について

近年、カシノナガキクイムシによる被害（いわゆるナラ枯れ）が全国各地で発生しており、森林の公益的機能の低下が危惧されています。大阪府においても、平成21年に京都府に接する高槻市、茨木市と島本町で初めて被害が確認されました。全国的にも大きな被害となった平成22年には生駒山系に位置する四條畷市や大東市でも確認され、平成23年には前年の被害地の周辺で被害が拡大し、平成24年には能勢町や池田市でも確認されました（図-1）。現在までに府内10市町で被害が確認されており、被害量も年々増加しています（表-1、図-2）。府の南部での被害はまだ報告されていませんが、今後被害が発生する恐れがあり、注意が必要です。

○ナラ枯れ被害の周知に向けて

大阪府では、被害が拡大する中で伐倒くん蒸により確実にカシノナガキクイムシを駆除し、被害の蔓延を防ぐ事業を行っています。このような駆除事業

表-1 ナラ枯れ被害発生市町村

年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度
被害発生市町村	茨木市 高槻市 島本町	高槻市 島本町 箕面市 枚方市 交野市 四條畷市 大東市	茨木市 高槻市 島本町 箕面市 枚方市 交野市 四條畷市	茨木市 高槻市 島本町 箕面市 枚方市 交野市 池田市 能勢町

※下線は新規の被害地を表す。

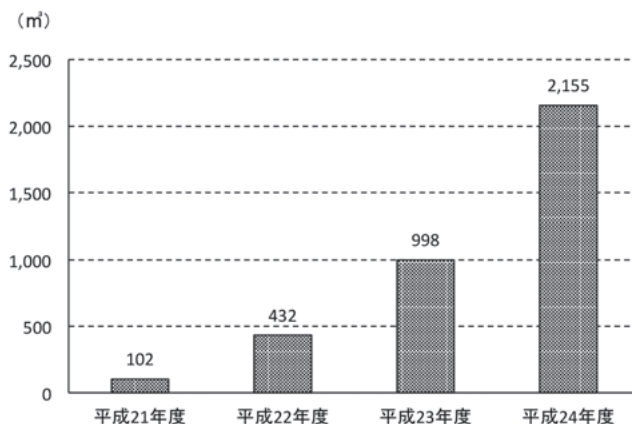


図-2 ナラ枯れ被害量の推移

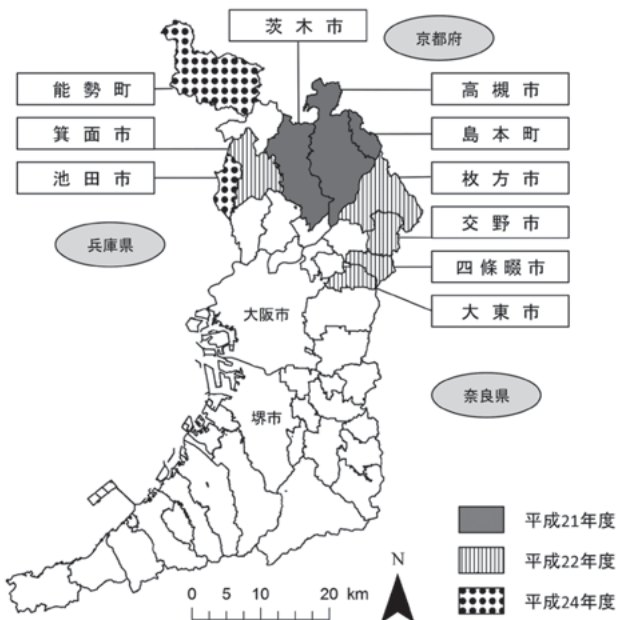


図-1 大阪府におけるナラ枯れ被害の拡大経過

と併せて、被害の早期発見、早期防除が被害の拡大防止に対する有効な手段です。そこで、ナラ枯れに関する知識の普及や、まだ被害が確認されていない府南部での被害の早期発見を目的に、平成25年10月29日に大阪府箕面市においてナラ枯れ研修会を開催しました。研修会では森林の保全・管理に精通し、山地パトロールを行う大阪府森林保全員や自然環境の保全・巡視を行う大阪府自然環境保全指導員を中心に約40名を対象とし、ナラ枯れのメカニズムや防除法についての研修を実施しました。

○ナラ枯れ研修会

研修会では府職員により、府で行われている防除事業の他に、被害地や被害量を正確に把握するために、行政や市民の目で被害を監視し、被害の早期発見につなげることの重要性について講義を行いました。さらに、ナラ枯れの被害拡大の防止については、



写真-1 講義の様子



写真-2 現地研修の様子（被害木の判断方法）



写真-3 現地研修の様子（粘着シートに捕獲されたカシナガの観察）

早期発見が有効であることから、地方独立行政法人大阪府環境農林水産総合研究所職員により、カシノナガキクイムシの特徴、ナラ枯れの発生するメカニズム、被害の特徴や効果的な防除法についてナラ枯れに関する基礎知識の向上のための講義を行いました。

また、ボランティアでナラ枯れ防除活動を行っている、NPO法人みのお山麓保全委員会より講師をお招きし、現場での活動についてお話いただきました。同委員会では平成22年に「ナラ枯れ被害防止対策プロジェクトチーム」を発足し、被害の早期発見を目的とした巡視活動や防除活動を行政との協働の取り組みの中で行っています。研修会では委員会で行ってきたボランティア活動のノウハウや苦労など、現場での活動について、防除活動に用いる道具や活動の様子の写真を用いながらご紹介いただき、

ナラ枯れ被害防止対策プロジェクトチームの里山管理の活動地であり、ナラ枯れ被害が発生している「しおんじ山」で現地研修を行いました。ナラ枯れ被害木の特徴、被害木の判断方法、伐倒くん蒸などの防除現場の説明や被害木の割材の実演などを行い、質問を受け付けながら参加者に現場の様子を肌で感じてもらいました。現地研修では、粘着シートに捕まったカシノナガキクイムシを見て、こんなに小さな虫が、という声や、材から這い出て元気に動くカシノナガキクイムシの幼虫を見て驚く声が聞こえました。また、市街地からではナラ枯れの被害木は赤く見えるため発見しやすいのに対し、林内では樹冠が見えなくなるため被害木の位置を特定することが困難になることや、穿入孔やフラスの有無が被害木か否かを判断する材料になることを知り、ナラ枯れに関する正確な知識が大切だということを学んでいただきました（写真-1～3）。

○今後について

府内のナラ枯れ被害は拡大傾向にあり、まだ被害が確認されていない地域での発生が見落とされればさらなる拡大を招き、貴重な森林資源を失うこととなります。府内のナラ枯れに関する正確な知識の周知を徹底し、蔓延を食い止めることが急務だと考えています。

（大阪府環境農林水産部 みどり・都市環境室みどり推進課）

青森県における松くい虫被害対策

○はじめに

青森県は、三方が海に囲まれ総延長が約796kmにも及ぶ長い海岸線を有しています。このため、海から吹き付ける季節風や冷湿性偏東風（ヤマセ）などから農地や集落を守るために古くからクロマツによる海岸防災林が造成され、これまでに民有保安林の約1割に当たる約5,400haが飛砂防備保安林や防風保安林に指定されており、本県の保安林において重要な位置を占めています。

特に日本海側に位置する屏風山は、今から約300年以上も前の藩政時代から植林に取り組み、東西約4km、南北約30kmにも及ぶ広大なクロマツ林におおわれており、社団法人日本の松の緑を守る会による「日本の白砂青松100選」にも選定されています（写真-1）。

○松くい虫被害の現状

これまで被害のなかった本県においても、平成22年1月に陸奥湾に面した蓬田村で、また、平成23年9月及び平成25年6月と9月（写真-2）には日本海側で秋田県と接する深浦町において被害が発生しました。

被害木については、発見後ただちに伐採し、くん蒸処理を行うとともに、周辺林分の毎木調査や感染



写真-1 屏風山のクロマツ海岸防災林

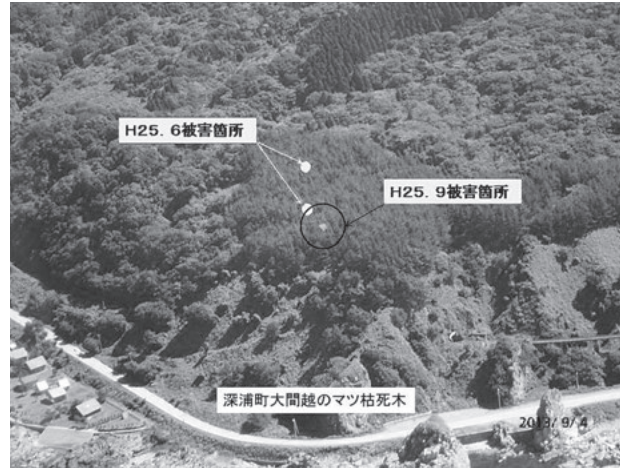


写真-2 深浦町大間越のマツ材線虫病被害木

源となる衰弱木等の処理を行いました。現在、被害発生地点を含め県内全域で監視を継続していますが、今のところ新たな被害は確認されていません。

○松くい虫被害対策

平成18年7月、秋田県八峰町において本県との県境から約250mの地点で被害が確認されたことから、本県に被害が拡大するのでは、との危機感が一気に高まりました。

県では、本県への被害拡大を阻止するため、専門家の指導・助言や関係機関との協議を経て、秋田県との県境から北側約6kmに位置する津梅川までの区間を「特別予防監視区域」（図-1）に設定し、津梅川から南へ2kmの区間を1号防除帯、県境から北へ1kmの区間を2号防除帯として、マツノマダラカミキリの繁殖場所となるアカマツやクロマツを標高約200mまで全て伐採する措置を講じました。秋田県は県境から南へ1kmにわたる防除帯を設置しているので、合わせて2kmの防除帯が2箇所設置されることとなります。

特別予防監視区域を設定する以前は、監視区域内のマツノマダラカミキリ生息調査（3箇所）での捕獲頭数（合計）が、多い年で9頭、年平均3.2頭（H7～H18）となっていました。設定後の多い年で

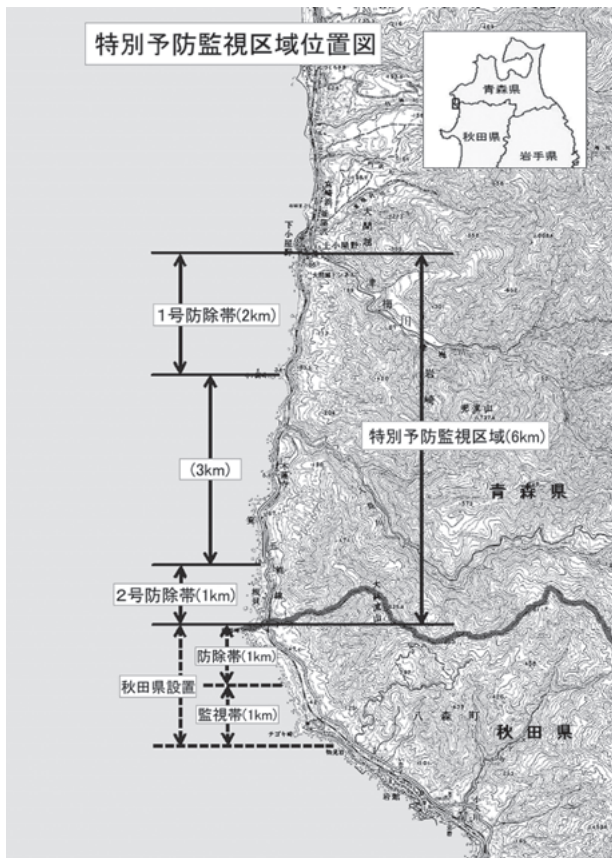


図-1 特別予防監視区域

4頭、年平均1.3頭（H19～H25）となり、捕獲数の減少が確認されています。また、深浦町で発生した被害は、すべて特別予防監視区域内で確認されており、当区域での集中的な監視活動と、被害の早期発見、早期駆除により、被害の北上を抑制できてい

るため、一定の効果が発揮されていると認められます。

この特別予防監視区域においては、毎年継続してマツノマダラカミキリの繁殖源となる衰弱木や枯損木を事前に除去し監視を容易にすることと、林内環境を整え健全な松林を維持するため、除伐や間伐を実施しています。

監視は上空からも行っており、毎年6月と9月の2回、県の防災ヘリコプターで県や産業技術センター林業研究所の担当者が被害の有無を確認しているほか、平成24年度から被害木判定が容易にできる航空機による近赤外線写真撮影を実施しています。

さらに県内一円において、マツノマダラカミキリ生息調査や松くい虫防除監視員による監視活動を実施し、被害の早期発見に努めています。

○おわりに

三方を海に囲まれ、気候が厳しい本県でも被害が広範囲にまん延することになれば、海岸防災林や自然公園、里山の景観を形成するマツに大きなダメージを与え、農林水産業をはじめとする産業・経済、さらには自然景観や観光資源など、県民生活に大きな影響を与えることが懸念されます。

松くい虫被害から森林を守るため、県では、国や秋田県、市町村、森林組合などの関係機関と連携し、情報を共有しながら、引き続き対策を進めていくこととしています。

（青森県 農林水産部 林政課）

協会だより

価格改定のお知らせ

明けましておめでとうございます。日頃より「森林防疫」をご愛読いただきましてありがとうございます。お礼を申し上げますとともに、本年もよろしくご愛読いただきますよう、お願い申し上げます。

これまで、本誌の定価は送料・消費税（5%）込みで1冊あたり1,302円として参りましたが、本年4月から消費税率の引き上げに伴い、送料・消費税（8%）込みで1冊あたり1,339円とさせていただきます。同様に、年間購読料も6,510円でしたが、4月以降6,696円とさせていただきます。何卒、よろしくご理解のほどをお願い申し上げます。

森林病虫獣害発生情報：平成25年11～12月受理分

病害

〔マツ材線虫病…石川県 海岸線一円〕

2013年10月8～9日発見, (石川県樹木医会・松枝 章)

若齢・壮齢シンジュ・センダン, 2013年11月発見, 被害
本数2,000本 (石川県樹木医会・松枝 章)

虫害

〔シタベニハゴロモ…石川県 小松市・加賀市・能美市〕

獣害

なし

(森林総合研究所 佐橋憲生/伊藤賢介/大井 徹)

林野庁だより

人事異動 (平成26年1月1日付)

吉村麻美 (森林整備部 研究指導課)

→ 森林整備部 研究指導課 保護指導班指導係長

森林防疫 第63巻第1号(通巻第700号)
平成26年1月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 佐藤重芳
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都港区虎ノ門5-8-12
☎ (03) 3432-1321

定価 1,302円(送料共)
年間購読料 6,510円(送料共)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan

〒101-0047 東京都千代田区
内神田 1-1-12(コープビル)

☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726

振替 00180-9-89156

<http://bojyokyokai.main.jp/>

マツクイムシ防除に多目的使用が出来る

スミパイン[®] 乳剤

マツクイ虫被害木伐倒駆除に

パインサイド[®] S 油剤C 油剤D

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー[®]40

松枯れ防止樹幹注入剤

伐倒木くん蒸用分解性シート

パインシート ビオフレックス

グリーンガード[®]・NEO

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール[®]



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	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

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新枝への浸達性に優れ、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/>