

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

論文

広葉樹林におけるカツラマルカイガラムシの大発生 —山梨県での発生から終息まで—
[大澤正嗣] 3

ケヤキの結実による広域的な葉枯れ現象
[松浦崇遠・窪野高德] 12

子のう菌 *Rosellinia necatrix* によるウルシの白紋羽病
[竹本周平・中村 仁・佐々木厚子・市原 優・相川拓也・小岩俊行・田端雅進] 15

解説

菌床シイタケ害虫の発生消長と子実体被害について
[坂田春生] 20

ナラ枯れの病原菌 *Raffaelea quercivor* の病原力 —新鮮丸太を使った菌株間差の検出—
[楠本 大・升屋勇人・鎌田直人] 25

学会報告

第45回森林野生動物研究会大会記録
[江崎功二郎・有本 勲] 30

都道府県だより：東京都 33

森林病虫獣害発生情報：平成25年1月・2月受理分 37

協会だより 37



[表紙写真] しょうこうびょうまん 猩紅病菌によりカツラマルカイガラムシが死滅することによって実ったクリ

写真では判別が難しいが、クリの枝一面にカツラマルカイガラムシが付着している。クリは、カツラマルカイガラムシにより激しい被害を受けやすく、通常、これだけの数のカイガラムシが寄生すると夏に激しい枝枯れをおこす。しかし、この木は、カツラマルカイガラムシが猩紅病菌の寄生を受けて死滅したため、枝枯れを起こさず、それどころか立派な実を付けた。猩紅病菌に寄生されたカツラマルカイガラムシからは、オレンジ色の子実体（分生子座，スポロドキア）が発生している。自然でみられる生物的防除の一コマ（山梨県北杜市のクリ園にて）。詳細は本文3ページ参照。

(山梨県森林総合研究所 大澤正嗣)

論文

広葉樹林におけるカツラマルカイガラムシの大発生 —山梨県での発生から終息まで—

大澤 正嗣¹

1. はじめに

カイガラムシは、虫体被覆物を分泌し体表を覆うものや、さらに被覆物で介殻を作るものが多く、昆虫としては少し変わったグループである。このグループは、アブラムシと共によく知られた吸汁性害虫で、多くの種類に分化し、果樹や庭園木では特に頻繁に見られ、大きな問題を起こすこともしばしばである。

カツラマルカイガラムシ [*Comstockaspis macroporana* (Takagi)] は1956年北海道で発見され、その後東京都でも1964年に見つかっている (河合 1980)。1966年から1970年代にかけて、西日本、特に九州、四国、中国地方で、本種によるクリ園の被害が多発した (井上 1994)。その後大きな被害はなかったが、最近になって東日本で激しい被害が出始め、山梨県がこの地域で最初の被害発生地となった (大澤 2010)。クリ園も大きなダメージを受けたが、コナラ、クリ、シデ類等を中心とした里山林でも広大なエリアが被害地となった。また少し遅れて、長野県 (岡田ら 2012)、富山県 (松浦 私信)、新潟県 (齊藤ら 2009)、福島県 (齋藤・在原 2007)、宮城県 (佐々木 2009)、山形県 (上野・齊藤 2007)、岩手県 (小澤 2010)、栃木県 (野沢 私信) でも林木に被害が発生し、今後被害はさらに拡大する可能性がある。

2. 山梨県での被害

私が初めてこの害虫と出会ったのは今から20年前の、1992年、山梨県におけるクリ園での被害であった。枝枯れの原因究明の依頼を受け、ほぼ全ての葉が枯れているクリ園に到着した。原因がなかなか分からず、枯葉に近づくと木に登ろうとしたところ、幹を掴んだ手がズルッと滑った。樹皮と見えていた部分が、一面についたカイガラムシだった。私はそ

のカイガラムシを山梨県果樹試験場に持ち込んだ。害虫を担当している経験豊富な初老の研究者は、ルーペで観察後、サンホーゼカイガラムシ (ナシマルカイガラムシ) と教えてくれた。これがカツラマルカイガラムシであることに気が付くのは、もっと後になってからである。このカイガラムシの発生は当時山梨県では認知されていなかったと思われ、これが初めての本県発生記録かもしれない。その後、山梨県におけるカツラマルカイガラムシは当初予想しなかった大発生となった。1960~70年代に関西地方のクリ園で大きな被害を与えていたという報告に、一部2次林に広がったことも書かれていた (石井 1977)。しかし広葉樹の被害報告は少なく (井上 1994)、被害が広葉樹林に拡大しつづけ、大被害になることを予測することはできなかった。1970年代に西日本の森林病虫害防除研究の第一線で活躍されていた諸先輩方が既に皆退職されてしまっており、直接情報を得ることも困難な状況だった。

カツラマルカイガラムシが山梨県の森林に広がり始めたのは1999年で、コナラ等の雑木林での被害だった。2004年には森林被害の累計が304haとなり、翌年2005年には爆発的な大発生となり、被害は800haを超えた。大面積の森林が褐色に変わり、遠くからでも山の異変が目立ち、新聞でも取り上げられ大きな問題となった。しかし、2006年以降は被害が急速に減少し、2008年にはほぼ終息した。毎年の被害面積を正確に把握できていないが、山梨県を約3×2.4 kmのプロットに区分した場合の、被害発生地を含んだプロット数の変化を、被害量変遷の目安として図-1に示した。

Outbreak of a scale insect, *Comstockaspis macroporana*, in broad-leaved forests — from its beginning to end in Yamanashi Prefecture —

¹OHSAWA, Masashi, 山梨県森林総合研究所

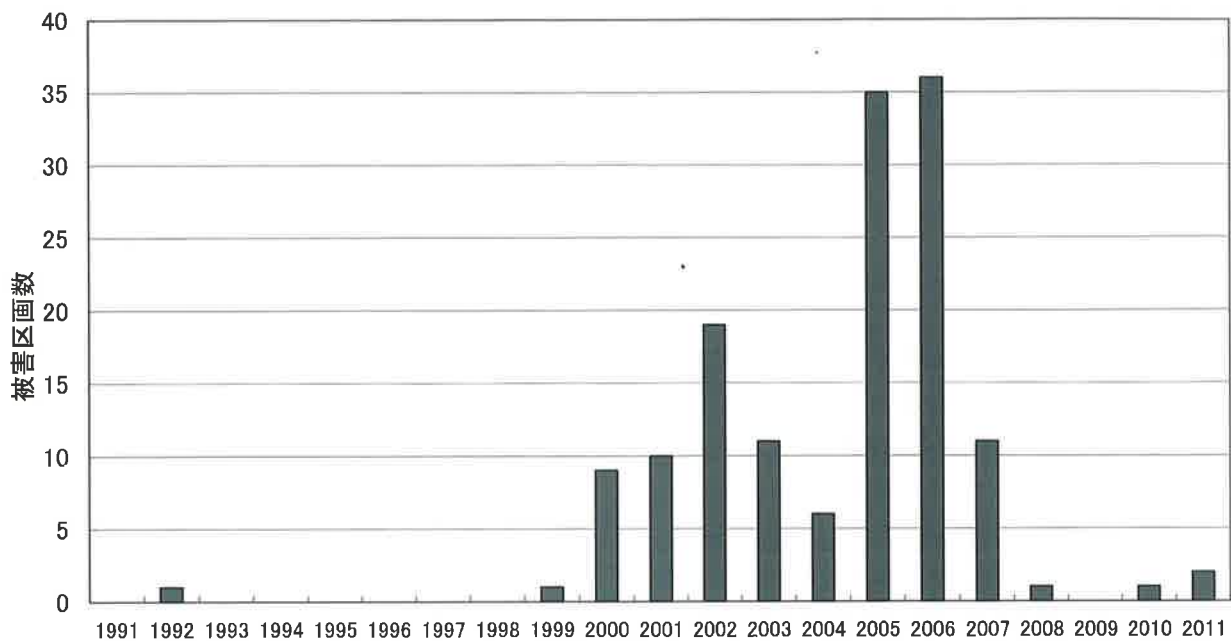


図-1 山梨県におけるカツラマルカイガラムシ被害量の変化 (被害地を含む区画数の変化：一区画 約3×2.4km)

3. カツラマルカイガラムシとその近縁種

カツラマルカイガラムシはマルカイガラムシ科の害虫で、殻の直径は2mm程度で円形(写真-1)、オスの殻はやや細長い。極めて似た種類に果樹の害虫で知られるナシマルカイガラムシがある。ナシマルカイガラムシが主にバラ科に寄生するのに対し、カツラマルカイガラムシはブナ科の樹種を中心に寄生する。カツラマルカイガラムシが山林で広がり始めたのを受け、山梨県で寄主の調査を行った。山梨県甲州市での寄主調査(広葉樹対象)の結果を表-1に示す。被害は多くの広葉樹で発生し、とくにクリ、コナラ、シデ類、カエデ類、カンバ類、アオハダで被害が激しかった(表-1で、10本以上調査し、被害の平均が2.5以上あったもの)。他にケヤキ、ブナ、ニセアカシア等でも被害が広がり、調査本数の少ない木を除けば、被害が全く発見されなかった樹種はリョウブだけだった。特筆すべきはバラ科のフジザクラで寄生が認められたことだ。バラ科には寄生しないと言われていたため、山梨県果樹試験場にて、害虫の担当者と2人で顕微鏡下で観察したが、第3扁長板の特徴からカツラマルカイガラムシで間違いないと思われた(写真-2)。果樹王国の山梨では、



写真-1 クリの枝一面に寄生するカツラマルカイガラムシ

スモモ、モモ、サクランボ等バラ科果樹への被害が懸念されたが、これらに被害が出ることはなく、森林内に自生するサクラ類への被害も少なかった(表-1では、サクラ類の被害が高くなっているが、これ

表-1 各調査林分における樹種別被害*

樹種	林分1		林分2		林分3		林分4		林分5		林分6		林分7		総合	
	本数	被害	本数	被害	本数	被害	本数	被害	本数	被害	本数	被害	本数	被害	本数	被害
コナラ	20	4.0	10	3.6	56	2.7	35	3.5	61	1.4	45	2.6	32	1.0	259	2.7
ミズナラ	0		0		0		9	3.1	9	1.2	0		0		18	2.2
クリ	10	4.1	5	4.0	6	4.2	0		0		0		3	1.0	24	3.3
クヌギ	0		0		0		0		0		21	1.8	0		21	1.8
エノキ	0		2	1.5	0		0		0		0		0		2	1.5
クマシデ	5	4.0	34	4.9	1	5.0	0		0		22	4.0	14	1.0	76	3.8
シラカバ	0		7	2.6	0		2	4.5	0		0		0		9	3.5
カンバsp.	0		0		0		7	3.1	0		0		0		7	3.1
ヤマハンノキ	0		0		0		1	3.0	0		0		1	1.0	2	2.0
イロハカエデ	14	5.0	0		0		0		0		0		1	1.0	15	3.0
ウリハダカエデ	0		0		0		2	2.5	1	1.0	0		11	1.0	14	1.5
エンコウカエデ	0		0		0		0		0		1	1.0	4	1.0	5	1.0
カジカエデ	4	4.8	0		0		0		0		0		0		4	4.8
ヒナウチワカエデ	0		0		0		1	3.0	0		0		0		1	3.0
コハウチワカエデ	0		0		0		9	3.1	0		0		0		9	3.1
オニグルミ	0		0		2	2.0	0		0		3	3.0	0		5	2.5
キリ	0		1	1.0	0		0		0		0		0		1	1.0
サクラ類	2	3.0	3	3.3	3	4.3	1	2.0	12	1.3	0		12	1.0	33	2.5
ウワミズザクラ	0		0		0		0		0		1	1.0	1	1.0	2	1.0
ホオノキ	0		2	1.0	0		3	3.0	0		0		1	1.0	6	1.7
アオハダ	8	3.8	0		3	2.0	22	3.2	4	1.0	0		0		37	2.5
アブラチャン	0		0		0		0		0		5	1.0	0		5	1.0
アワブキ	0		16	2.4	1	5.0	0		0		0		0		17	3.7
ノリウツギ	0		0		0		0		0		0		1	1.0	1	1.0
ウツギsp.	0		0		0		0		0		0		1	1.0	1	1.0
エゴノキ	0		0		26	3.3	1	3.0	1	1.0	0		0		28	2.4
ガマズミ	0		0		0		0		0		1	2.0	5	1.0	6	1.5
クマノミズキ	0		0		0		0		0		0		8	1.1	8	1.1
クロモジ	0		2	1.0	0		0		0		0		0		2	1.0
コブシ	0		0		0		0		13	1.0	0		0		13	1.0
ダンコウバイ	3	2.0	3	1.7	1	1.0	0		0		0		1	1.0	8	1.4
ネジキ	0		0		0		0		0		0		1	1.0	1	1.0
ハシバミ	0		0		1	2.0	0		0		0		0		1	2.0
ヒメシャラ	0		0		0		7	1.9	0		0		0		7	1.9
フジキ	7	3.1	0		1	1.0	0		0		0		1	1.0	9	1.7
ミズキ	0		1	1.0	0		0		0		0		0		1	1.0
ヤマナラシ	0		9	4.7	0		0		0		0		0		9	4.7
リュウブ	23	1.0	5	1.0	1	1.0	10	1.0	9	1.0	0		5	1.0	53	1.0
本数	96		100		102		110		110		99		103		720	
平均被害度		3.3		3.5		3		3		1.2		2.7		1		2.5

*被害：1：無被害；2：微害(低頻度の葉枯れ，枝先枯れ)；3：中害(高頻度の枝先枯れ～枝枯れ)；
4：激害(高頻度の枝枯れ～半枯れ状態)；5：枯死

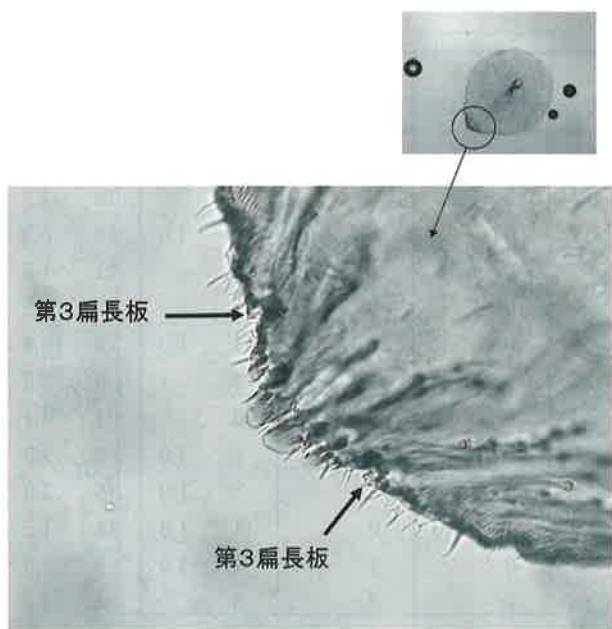


写真-2 フジザクラに寄生していたカツラマルカイガラムシ（第3扁長板が三角状）

はこの調査が秋に行われ、落葉の早いサクラ類の被害が実際より高く評価されていた)。関西地方の被害では、クリ園に比べ林木へのカツラマルカイガラムシの被害報告は少ないが、島根県で広葉樹67種への被害が確認されている（石井 1977）。

4. カツラマルカイガラムシの発生生態

(1) 分布の拡大

カツラマルカイガラムシ1齢幼虫には脚があり歩行する。歩行距離を測ってみると最長でも1m前後であり、これでは木から木へ移動することさえままならない。しかし本種は急速に広がるため、風による拡散を疑った。そこで被害木のまわりに粘着板を立てたところ、多数の有脚1齢幼虫が捕捉され、1齢幼虫が風で飛散していることが示された（大澤 2010）。その後、鉢植えポット苗を置き風で飛散している幼虫がポット苗に定着するかどうか調査したが、既に幼虫発生期が終盤で、思ったような結果を出すことが出来なかった。しかし周囲への拡散速度を考えると、また多数の有脚幼虫が風で飛散していることから、風により被害地が拡大していることはほぼ間違いないものと思われた。

もう一つ重要な伝播方法が明らかとなった。山梨県内の広葉樹新植地での発生調査を県全域で行い、被害が出ている林について再調査を行ったが、植栽後1～3年しか経っていない幼齢林での発生がしばしば認められた。さらに、県内でもまだカツラマルカイガラムシが発生していない地域に植栽された幼齢木にも発生が認められた。このため、カイガラムシ寄生苗木の山への植栽が疑われた。そして、山に植栽前のポット苗に既にカツラマルカイガラムシが寄生していることが判明し、伝播は寄生苗木によっても起こっていることがわかってきた。このことから、寄生苗木の移動および山への植栽を行わない様、十分注意する必要があることがわかった。

有脚幼虫は歩行開始後1～3日で枝上に定着する。密度が低い内は葉の付け根に定着することが多いが、密度が高まれば枝一面に寄生する。6月上旬～7月中旬に発生したメス幼虫は3齢（成虫）まで急速に成長し、8月下旬～10月中旬に体内で孵化した幼虫が発生（卵胎生）、この幼虫は1齢で越冬し、春に再び成長、6、7月に次世代が発生する。この様に、カツラマルカイガラムシは1年2化であり、人為による移動を除けば、年に2度歩行あるいは風により分散し、分布を拡大する。

(2) 被害の発生と終息

被害はカツラマルカイガラムシが盛んに吸汁している春～秋に起こっていると考えられる。外観的に最も激しい被害が出るのは夏～初秋で、寄生された樹木は、カイガラムシの吸汁および暑さで、水分不足をきたして枝枯れを起こすと思われる。6～7月に発生した世代が梅雨明け頃から急速に成長し、吸汁するため、葉が萎凋、褐変し、続いて枝枯れが起こり、大発生の場合は、広葉樹林全体が褐色となり遠くからでも目立つようになる。被害が激しいと枯死する木も多くなる。生き残った被害木は、多くの枯れ枝を付け、さらに幹からの萌芽枝が伸び、樹形が大きく崩れる。

カツラマルカイガラムシが森林に侵入してからどのぐらいで被害が大発生するのかわかっていない。

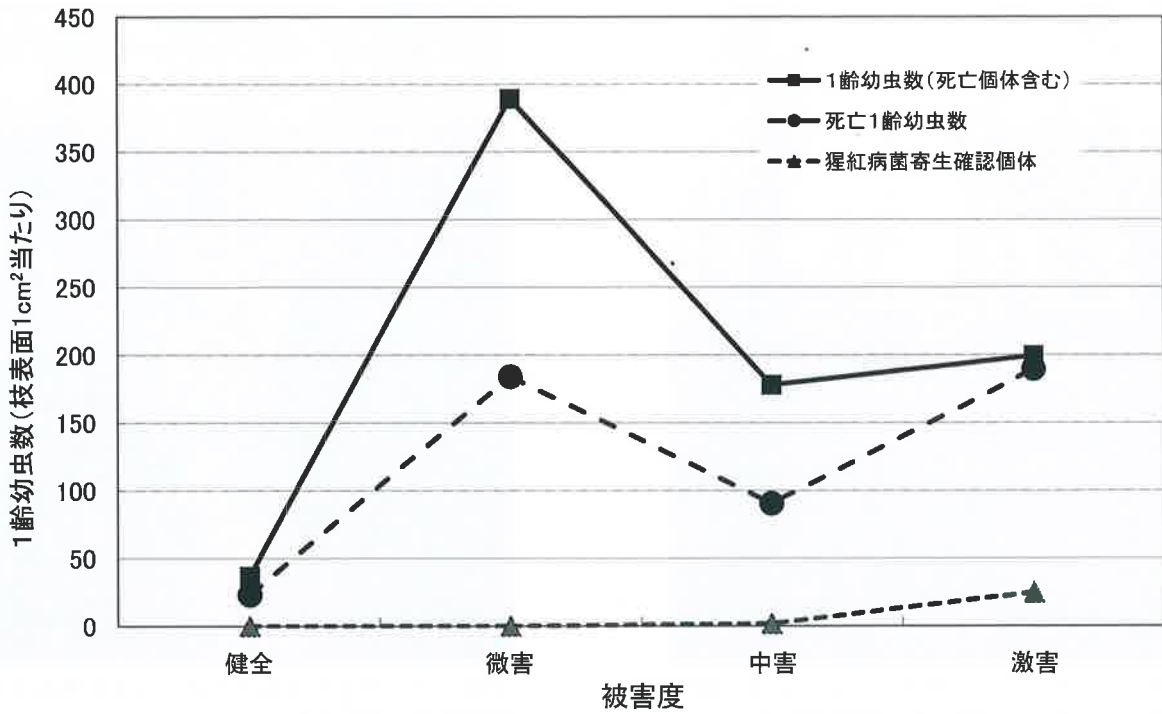


図-2 各被害状況における1 齢幼虫数 (微害：低頻度の葉枯れ，枝先枯れ；中害：高頻度の枝先枯れ～枝枯れ；激害：高頻度の枝枯れ～半枯れ状態)

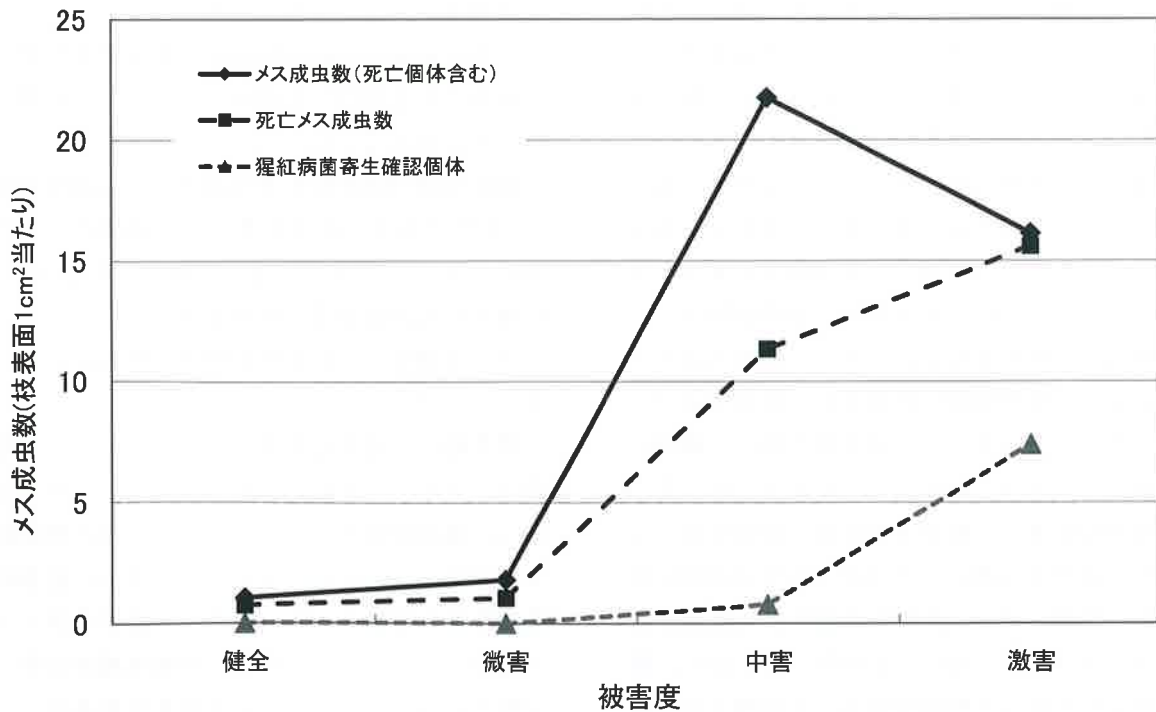


図-3 各被害状況におけるメス成虫数 (被害度については図-2 参照)



写真-3 カツラマルカイガラムシにより被害を受けたコナラ林の枝枯れと萌芽の状況

今回の調査で、全く被害が出ていない広葉樹林でも被害地に比較的近いところでは、枝を複数持ち帰り実体顕微鏡で観察すると、ごく低密度であるが本種が生息しているのが認められるケースが複数あった。被害が外観的に表れた場合は、まだ微害の状態でも、カイガラムシの1齢幼虫数はかなり多くなっている。それにより被害は中害へと進行し、そこでメス成虫の数がピークをむかえる。激害林では死亡率が大変高くなり、生きたカイガラムシ数が極端に減少する(図-2, 3)。その後、1~2年程で被害は終息し、生存個体は見られなくなる。こうして被害が認められてから3~5年で被害は終息する。被害を受けやすいクリやコナラを主とした雑木林で激しい被害を受けた場合は、かなりの数の木が枯死するが、多くは被圧木や幼齢木で、優勢木は枝枯れ被害は受けるが、多くの場合生き残る。生き残った木は翌年に萌芽するが(写真-3)、被害後に発生した萌芽にはカイガラムシは寄生しないことが多い。しかし、萌芽し一時は生き残った木の中から、4年間ぐらいは枯れる木が散発し、調査した激害林では最終的に40%ほどの木が枯死した。

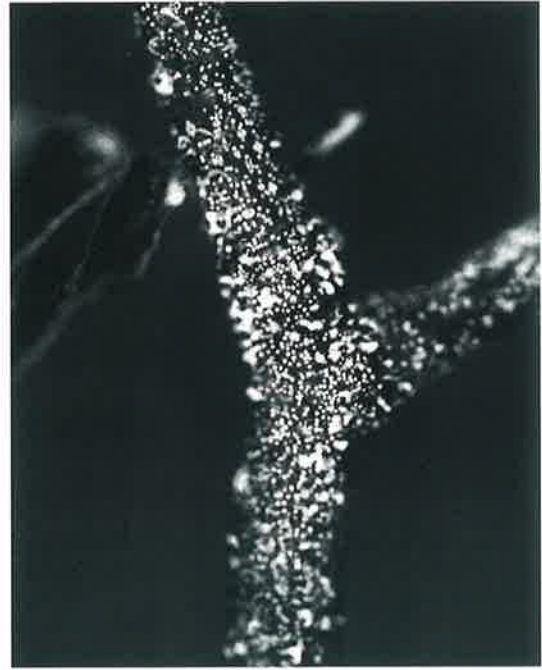


写真-4 カツラマルカイガラムシに寄生する猩紅病菌(分生子座)

5. 天敵

被害の消長には、天敵が大きな働きをしていると思われる。中でも、猩紅病菌(しょうこうびょうきん; *Fusarium coccophilum*) および寄生蜂の一種が観察される頻度が圧倒的に高く、大きな働きをしていると考えている。

猩紅病菌は雨が続きと橙色または赤色の分生子座(スポロドキア)をカイガラムシの殻の上に形成するのでよく目立つ(写真-4 および表紙写真)。枝に寄生したほぼ全てのカイガラムシからこのスポロドキアが発生しているのを野外で頻繁に観察している。

寄生蜂による死亡個体も相当数に上る。主な寄生蜂は、ツヤコバチ科の一種(写真-5)で、大変小さく、成虫脱出時にカイガラムシの殻に穴が開くので、寄生による死亡個体を判別できる。山梨県では、本寄生蜂が観察され始めてから、カイガラムシ被害が県全体で終息したため、この寄生蜂の天敵としての働きが高いのではないかと考えているが、これについても今後詳細な調査が必要である。



写真-5 カツラマルカイガラムシの寄生蜂、ツヤコバチ科の一種

6. 大発生の原因とプロセス

カツラマルカイガラムシは東日本にも分布していたが(河合 1980), 過去には大きな被害が発生しなかった。しかし, 近年この地域で激しい被害が見られるようになった。その原因として次のことが考えられる。

- 本種の森林樹木に大きな被害を出す系統あるいは増殖速度の速い系統が, 東日本へ持ち込まれたため
- 松くい虫被害で枯死したマツに替わり, 本種の被害を受けるナラ属の森林面積が増えたため
- クリ園が放置され, 本種大発生の温床となったため
- 広葉樹造林に伴って苗木に寄生した本種が山に持ち込まれるケースが多くなったため

これらの要因の一つあるいは複数が影響しあって, カツラマルカイガラムシの大発生を起した可能性があるが, 中でも, 本種の寄生する苗木の移動が重大な原因と考えている。近年, 山に針葉樹を植栽し過ぎた反省から, 広葉樹の植栽も行われるようになった。この時, カツラマルカイガラムシ寄生苗木が森林に持ち込まれ, 急速に被害が広がったのではないかと考えられる。なぜなら, 苗畑の育苗段階ですでに本カイガラムシが寄生していることが複数県の苗畑で発見されており, また, そのような(カイガラ

ムシ付きの)苗木が植えられたと思われる現場が山梨県に複数箇所見つかったためである。さらに植栽直前にカツラマルカイガラムシの寄生が発見されたケースもあった(大澤 2010)。カツラマルカイガラムシ被害地が東日本の複数箇所はかなり独立して発生したこと, またこれらがここ最近の短い期間内で発生してきたことなども, 寄生苗木の移動による被害拡大を示唆していると思われる。森林に植栽される苗ばかりでなく, クリ園に植栽されるクリ苗についても, 寄生苗木が流通している可能性があり, 注意が必要である。

苗木とともに森林に持ち込まれたカツラマルカイガラムシは, そのまま大きく拡大することなく終息してしまうケースもあるが, その植栽場所で急激に広がったものが, 現在の各地における被害となっているのではないかと考えられる。未発生地に持ち込まれるため天敵からフリーになったり, あるいは気象条件や周辺の樹種の状況などが適していたため大発生となったと推測される。関西地方ではクリ園での被害がメインで, 広葉樹林への被害が稀だったのに対し, 東日本では山奥の広葉樹林にも激しい被害が及んでいるのは, 広葉樹植栽で山へ寄生苗木が持ち込まれたことによる可能性がある。カツラマルカイガラムシの有脚幼虫は風により飛散するため, これにより被害地は急速に周囲に拡大すると思われる。しかし, やがて天敵(猩紅病菌および寄生蜂)による死亡率が上昇する。それでもカイガラムシはしばらくの間周囲へと広がるが, やがてこれらの天敵によりほぼ全滅し, 被害地は萌芽により回復を始める。このような林では再被害が確認される場合もあるが広範囲には及ばず, 天敵により再び終息する。

このようになった森林では, 天敵が定着しているのか再び激しい被害にならない。現在の山梨県はこのような状態であるが, その後3箇所ではカツラマルカイガラムシの新たな発生が確認された。どれも部分的な被害で, 周囲には拡大しなかった。1箇所は植栽数年後のコナラ幼齢林で, 持ち主は被害木をすべて切り捨てた。2箇所目は庭のベニカナメモチに発生し, 薬剤散布を指導した。3箇所目は, 採石場

の跡地で緑化のため最近植栽したヤマハンノキに発生しており、対策を指導した。1箇所目と3箇所目の苗木は県外から来たもので、寄生苗木が入ってきた可能性がある。

7. カツラマルカイガラムシへの対策

カツラマルカイガラムシの防除に有効な薬剤はすでに何種類か開発され登録されている。冬季にはマシン油系、活動期には、メチダチオンやブプロフェジンを成分とする薬剤に登録されているものがある。樹幹注入剤としてネオニコチノイド系殺虫剤も研究されている（斉藤ら 2009；斉藤・上野 2011；岡田ら 2010）。ナシマルカイガラムシの防除を果樹園で行っているように、クリ園、庭園木および公園木でも、これらの薬剤を正しく施用すれば高い効果を得られるだろう。しかし、広大な山林の被害に対しては、費用や労力、および環境への影響から農薬散布は難しく、即効性のある対策は見当たらない。山梨県では、侵入したカイガラムシはかなりの面積まで被害を拡大させたが、やがて天敵によって死滅し、森林は回復した。まず、森林は回復するということを念頭に置き、必要以上に心配する必要がないことを理解すべきである。また本種による被害は、山梨県の場合標高1100m以上では激しくならず、高標高では被害が発生しにくいことがわかった。一方本種は多犯性であるが、樹種によって被害程度に差があること（表-1 および石井（1977））は、被害に対処するための重要な情報になるだろう。また、無被害地への侵入を防ぐことが肝心で、そのためには、寄生した苗木を植栽することがないよう十分注意する必要がある。苗畑での薬剤散布、苗出荷時の点検等をしっかりし、苗の購入側も十分チェックするようにしなければならない。本種は小さく色も目立たないので、定着しやすい部位である脇芽や葉の付け根を中心に苗をよくチェックする必要がある。

クリはこのカイガラムシに弱く、クリ園での被害は甚大となる。カイガラムシ発生初期に薬剤散布を行い駆除する必要がある。近くの森林で本種による被害が発生しているときは、被害がなくてもすでに

少数寄生している可能性があるため、予防散布を行うことが望ましい。山梨県では、被害を受けたクリ園は天敵の働きにより回復したが、被害が甚大で回復までには5～10年程度を要したため、天敵による密度低下を待っているのは経営的には全く成り立たないだろう。前述したように本種が寄生したクリ苗が流通している可能性もあり、注意が必要である。

8. おわりに

以上山梨県における被害を報告したが、大発生の原因についてはまだ十分な確証が得られたわけではなく、今後更なる研究が必要である。山梨県の大被害は既に収まっており、恐らく今後カツラマルカイガラムシは他のカイガラムシと同様、ときどき小規模に発生する程度の害虫に収まるのではないかとと思われるが、他の地域では本種による被害が更に未発生地へ広がる可能性がある。本種の被害発生から終息までの様子は侵入害虫の様相を呈していたが、広葉樹に対する寄生性の強い系統、あるいは繁殖力の旺盛な系統が東日本に侵入してきたのかについて検討の余地が残されている。天敵とカツラマルカイガラムシの関係を調査し、森林では天敵を利用した被害軽減法をさらに検討するとともに、特に寄生苗木の移動、持ち込みには十分注意する必要がある。

引用文献

- 井上悦甫（1994）カツラマルカイガラムシ。（森林昆虫 総論・各論. 小林富士雄・竹谷明彦 編著, 養賢堂）pp.513～515
- 石井卓爾（1977）クリの害虫, カツラマルカイガラムシの発生の仕方と防除法. 島根の植物防疫 18: 2～11
- 河合省三（1980）日本原色カイガラムシ図鑑. 全国農村教育協会, 東京
- 岡田充弘・近藤道治・小山泰弘・山内仁人（2012）カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害に関する研究. 長野県林業総合センター研究報告 26: 1～16
- 岡田充弘・斎藤正一・小山泰弘・佐藤淳司（2010）

- 樹幹注入剤によるカツラマルカイガラムシ防除法の検討. 樹木医学研究 14:110~112
- 大澤正嗣 (2010) カツラマルカイガラムシの移動・分散方法に関する考察. 山梨県森林総合研究所研究報告 29:1~4
- 小澤洋一 (2010) 岩手県におけるナラフサカイガラムシとカツラマルカイガラムシによる森林被害の発生. 第121回日本森林学会大会学術講演集 Pc1-48 (CD-ROM)
- 齋藤直彦・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 56:122~129
- 斉藤正一・上野 満 (2011) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害の特徴とクリへの殺虫剤の樹幹注入効果. 林業と薬剤 195:8~16
- 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 187:1~14
- 佐々木知恵 (2009) 宮城県におけるカツラマルカイガラムシの発生記録. 東北森林科学会大会講演要旨集 14:36
- 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被害状況. 森林防疫 56:157~165
(2012.12.6 受理, 2013.1.9 掲載決定)

論文

ケヤキの結実による広域的な葉枯れ現象

松浦崇遠¹・窪野高德²

1. はじめに

2011年に、富山県の東西にわたる広い範囲において、ケヤキの葉が初秋に褐変する現象が発生した。樹冠の変色は山地と市街地の双方で観察されたが、社叢や庭園に植栽されたものを中心に、発生の要因や樹勢への影響に関する多くの問い合わせがあった。また、同時期に、一部の個体からケヤキ褐斑病やアカシノミゾウムシによる被害が報告されたため、この広域的な現象が病虫害に起因するものではないかと懸念された。

富山県においてケヤキが紅葉する時期を調査した事例はないが、石川県の事例では10月から11月にかけて紅葉が進行する様子を撮影した記録があり（矢田 私信）、本県でもほぼ同時期に該当すると推定された。これに対して、本県中央部での聞き取りによ

れば、2011年には樹冠の変色が8月末から目立ち始め、9月上旬から中旬にかけて、各地で見られるようになった。

本稿では、樹冠の変色が発生した時期と越年後の開葉した時期に調査を実施したので、その結果を報告する。

2. 材料と方法

(1) 調査地

富山県富山市（旧大沢野町・婦中町・八尾町・大山町）および立山町内の社叢・庭園・二次林から、踏査によって樹冠の変色が確認されたケヤキのある20地点を選び、各調査地から調査木1ないし2個体、計26個体を抽出した。調査地の位置を図-1に示す。各調査地は最大で、南北方向に約7km、東西

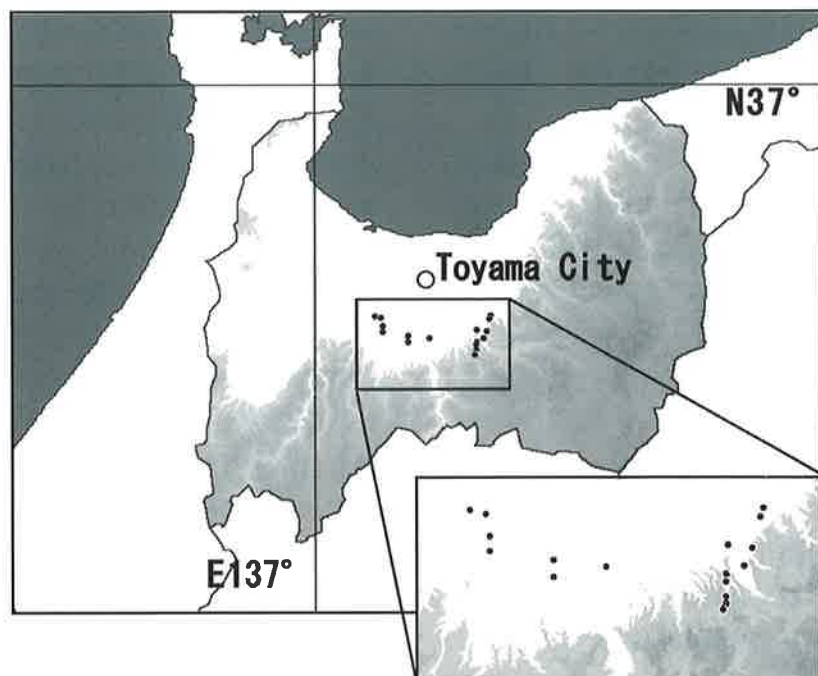


図-1 調査地の位置

表-1 調査木の個体数とサイズ*

調査項目	本数	樹高(m)	胸高直径(cm)
樹冠	26	21.0(11.0~30.5)	63.2(25.7~111.1)
枝	5	19.0(11.0~22.8)	48.6(25.7~ 76.0)

* 枝を調査した個体は樹冠を調査した個体にも含まれる。

方向に約20km離れていた。また、調査地は標高40~280mの範囲に分布しており、年間の平均気温は12~14℃、降水量は2,500~2,900mmと推定された(石田 1991)。

(2) 調査方法

2011年9月29日と2012年5月1~2日に、調査木の樹冠の状態を調査した。樹冠の状態について、9月の時点では樹冠の変色および変色していない葉の有無、5月の時点では開葉の有無を調査した。また、5月の時点では合わせて、調査木の樹高と胸高直径、地表に落下した種子と当年生実生の有無を調査した。調査木の概要を表-1に示す。調査木の平均樹高は21m、平均胸高直径は63cmであった。

また、2011年9月29日と10月27日に、調査地のうち富山市(旧大山町)の4地点と立山町の1地点から、調査木のうち5個体を抽出し、葉と葉柄を含む枝の一部について、その形態を観察した。さらに、10月27日に調査を実施した2個体から、褐変が進行している葉を採取して、病虫害の痕跡を探索した。病害に関しては、褐変壊死した部位をナイフで切り出し、70%エタノールおよび0.1%昇汞水によって表面殺菌を行い、PDA寒天平板培地に静置した。その後、20℃で約2週間培養し、出現した菌株を光学顕微鏡によって同定した。

3. 結果

2011年9月の時点では、調査木の樹冠にほとんどの葉が残存していた。食葉性害虫が摂食した痕跡は明らかでなかった。調査木26個体の全てにおいて、樹冠の一部もしくは大部分に変色が観察されたが、樹冠全体が変色した個体は見られなかった。また、緑色の葉は梢端部分に多く、一部の個体では二次開



写真-1 果実が着生した枝の形態 (9月29日)
Fr: 果実。

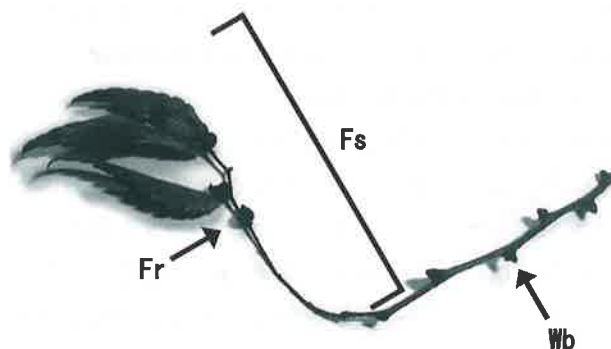


写真-2 果実が着生した枝の形態 (10月27日)
Fr: 果実, Fs: 結果枝, Wb: 冬芽。

葉が認められた。

調査木の枝の形態を写真-1, 2に示す。2011年9月の時点では、5個体の全てにおいて、緑色または褪色した果実が観察された。

10月の時点では、落葉が始まったものの、依然として樹冠に多くの葉が残存していた。5個体の全てにおいて、褪色した果実が観察された。果実が着生した枝では葉の多くが褐変し、枝の先端にも萎凋が認められた。また、これらの枝には冬芽が形成されていなかった。一方、果実が着生した枝が繋がる、果実が着生していない部位には冬芽が認められた(写真-2)。

10月の時点で、褐変した葉に虫害の痕跡は見られなかった。葉の表面に子実体の形成は認められず、培養の結果、ケヤキ褐斑病菌 (*Pseudocercospora*

zelkowae) などの病原菌も分離されなかった。

2012年5月の時点では、調査木26個体の全てにおいて、樹冠全体に開葉が観察された。また、腐朽や折損などその他の要因による萎凋や衰弱は認められなかった。さらに、樹冠下には当年生の実生稚樹が高密度に発生しており、表土が薄く露出した場所では、落下した種子が固まって残存していた。

4. 考察

ケヤキは果実が着生する結果枝を形成し（小山 1922）、風によって種子を結果枝ごと飛散させる（星野 1990；吉野 1994）。観察された枝の形態について、星野（1990）の報告に述べられた結果枝の特徴のうち、果実の着生が見られたこと、冬芽が形成されていなかったこと、葉と枝の先端は褐変していたが、枯損は部分的であったことが一致した。また、枯損の要因となる特定の病虫害は確かめられず、翌年には枯損の影響は認められなかった。以上のことから、富山県において発生したケヤキの広域的な葉枯れ現象は、通常の結実によるものと推定された。

小山（1922）は、結果枝の葉が黄化し始める時期が、果実が着生していない枝のそれに比べて早かったことを報告している。また、星野（1990）は、結果枝が落下した後も葉が枝から離脱しにくい状態であったことを指摘している。本稿の事例では、結果枝の葉が早期に褐変し、さらに長期にわたって樹上にとどまったため、周辺から注目される機会が増加したと考えられた。

ケヤキは樹体サイズが小さいと着果の少ないものが増加し、種子の稔性も低下するとされている（谷口 1997）。調査木の全てにおいて、胸高直径は25cmを超えており、正常な結実が可能であったと考えられた。

ケヤキの結実における豊凶の変動は大きいとされており（石井 1978）、全国的に豊作であったことが

記述された年には、1988年（吉野 1994）や1995年（谷口 1997）が挙げられるものの、長期かつ広い範囲にわたって調査された事例はない。富山県においても結実の履歴を示す記述はなく、2011年の結実が周期的なものか特異的なものかは不明である。ケヤキの結実における豊凶の周期や広域的な同調性に関しては未解明の部分が多く、研究に一層の進展が期待される。

謝辞

本稿のとりまとめに当たり、石川県農林総合研究センター林業試験場の小谷二郎博士および矢田 豊研究主幹、(株)花と緑の銀行の西村正史博士、富山県農林水産総合技術センター森林研究所の長谷川幹夫博士には、貴重な御助言をいただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 星野義延（1990）ケヤキの果実散布における風散布体としての結果枝. 日生態会誌 40：35～41
- 石田 仁（1991）富山県における気候値メッシュファイル（気温・降水・積雪深）の特性. 日雪氷誌 53：45～51
- 石井幸夫（1978）ケヤキ種子採取の時期と方法. 日林誌 60：209～212
- 小山光男（1922）けやき種子ノ後熟ト発芽ニ就テ. 林業試験場報告 22：1～30
- 谷口真吾（1997）兵庫県におけるケヤキの結実について(I) - 豊作年の着果度, 種子品質, 形質および稔性 -. 森林応用研究 6：95～98
- 吉野 豊（1994）ケヤキ - 有用広葉樹の開花結実特性に関する調査 -. 平成元年度・平成2年度林業試験研究報告書 33：4～5 林野庁
(2013. 1. 23 受付, 2013. 1. 31 掲載決定)

論文

子のう菌 *Rosellinia necatrix* によるウルシの白紋羽病竹本周平¹・中村 仁²・佐々木厚子³・市原 優⁴
相川拓也⁵・小岩俊行⁶・田端雅進⁷

1. はじめに

ウルシはウルシ科に属する落葉広葉樹である。ウルシから採取される漆液は、漆芸作品・重要文化財などの制作や補修に欠かせないばかりか、漆器生産など多様な用途に利用されてきた(宮本・角田 2008)。このことから、ウルシは経済・文化的に重要な樹木であるといえる。

日本における漆液の主産地は岩手県二戸市である。この二戸市のウルシ植栽地において、2010年8月上旬、ウルシが集団的に枯損する被害が見出された(写真-1)。当該植栽地は標高430~450mの北西斜面であり、斜度は14~21度である。植栽密度はヘクタールあたりおよそ2100本、樹齢は2~3年生であった。このうち10%以上が衰退症状を示しており、枯死木が伐倒され空き地になった場所も散見された。



写真-1 白紋羽病により集団枯死したウルシ

衰退枯死木の切り株には、しばしば黒色の菌糸層が見られ、周囲に白色の菌糸束が伸び出しているものもあった。また樹皮下にはしばしば扇状菌糸束が観察された。このような病徴や標徴は、*Rosellinia necatrix* Pril. (ロセリニア・ネカトリクス) によるウルシの白紋羽病の記述(岸 1998)と一致した。しかしながら、これまでにウルシから得られた分離菌を本種と同定した報告はなく、接種試験による病原性の確認も行われていなかった。また近年、本種と形態的に酷似する近縁種の存在も報告されており(Takemoto *et al.* 2009; 竹本ら 2009)、病原菌の種同定には正確を期すべきと考えられた。このため、ウルシの集団枯死の病原菌について詳細に調査を進め、その記載を行った。

2. 罹病根上に形成された分生子器の形態と得られた菌株の同定

被害地において、互いに300m離れた枯死木2本から罹病根を採集した。樹皮を剥ぐと、材表面に白色の扇状菌糸束が広がっていた。そこから2mm角の材組織片を切り出し、テトラサイクリン塩酸塩を200 μg/mlの濃度で含む1%麦芽エキス寒天培地上で菌の分離を試みた。各々の罹病根から得られた菌株W1108およびW1112は異なる菌糸融合群に属した。

分離に供した残りの罹病根試料を湿室におくと、20日後には黒色の菌糸層上に散生する分生子柄束が得られた。これらの2試料は森林総合研究所の標本庫(TFM)に寄託した(TFM-FPH-8092, 8093)。黒色の分生子柄束(写真-2左)の上部には、膝折状で孢子分離痕が顕著な分生子形成細胞が形成された

White root rot disease of the lacquer tree *Toxicodendron vernicifluum* caused by an ascomycetous fungus *Rosellinia necatrix*
¹TAKEMOTO, Shuhei, 樹森林総合研究所 森林微生物研究領域; ²NAKAMURA, Hitoshi, 樹農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所 品種育成・病害虫研究領域; ³SASAKI, Atsuko, 樹農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所 品種育成・病害虫研究領域; ⁴ICHIHARA, Yu, 樹森林総合研究所 東北支所; ⁵AIKAWA, Takuya, 樹森林総合研究所 東北支所; ⁷TABATA, Masanobu, 樹森林総合研究所 森林微生物研究領域

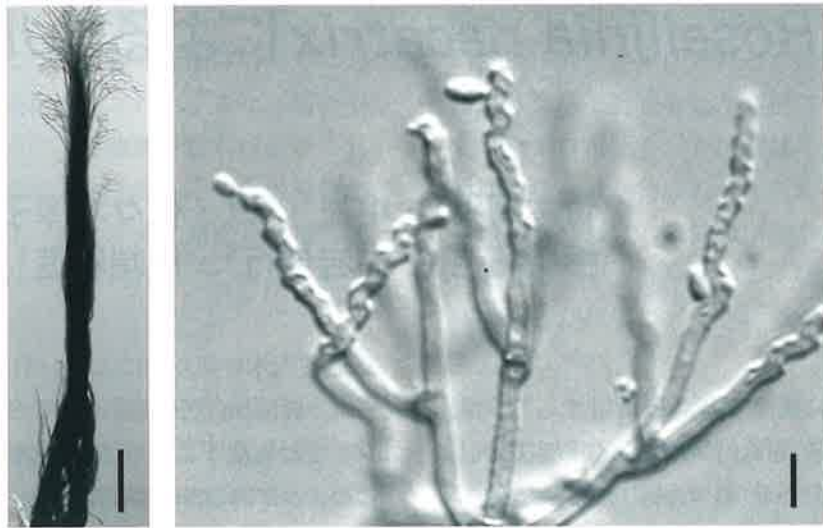


写真-2 *Rosellinia necatrix*の分生子柄束（左；スケール:200 μ m）と分生子形成細胞・分生子（右；スケール:5 μ m）

表-1 ウルシ枯死木から採取した*Rosellinia necatrix*菌の形態計測値（平均 \pm 標準偏差）（Takemoto *et al.* 2012のTable 1を改変）

標本番号 ^a	菌株	分生子柄束 ^b	分生子 ^b		菌糸隔壁近傍の洋梨状の膨らみ ^c
		長さ(mm)	長さ(μ m)	幅(μ m)	幅(μ m)
TFM-FPH-8092	W1108	1.6 \pm 0.4	3.8 \pm 0.3	2.5 \pm 0.3	6.2 \pm 1.7
TFM-FPH-8093	W1112	1.8 \pm 0.4	3.9 \pm 0.3	2.6 \pm 0.2	6.1 \pm 1.2

^a標本は森林総合研究所の標本庫（TFM）に寄託した

^b標本における計測値

^cPDA上で培養した菌株における計測値

（写真-2右）。分生子はシンポジオ型に形成され、無色、楕円形で基部は切形であった。培養菌糸の隔壁近傍には洋梨状の膨らみが見られた（Takemoto *et al.* 2011）。こうした形態的特徴は*R. necatrix*（Petrini 1992）および近縁の*R. compacta* Takemoto（ロセリニア・コンパクト；Takemoto *et al.* 2009）のアナモルフのものと一致した。標本および対応する菌株の情報を表-1に示す。

W1109菌株とW1112菌株について、rDNAの5.8Sサブユニットを含むITS領域の部分塩基配列を常法により決定した。ここでW1109菌株は、前述のW1108菌株が感染していた罹病樹に隣接する樹から得られ

た菌株であり、W1108菌株と同じ菌糸融合群に属したことから、当該菌株と同じクローンであるとみなした（Aimi *et al.* 2002; Ikeda *et al.* 2005）。W1109菌株とW1112菌株の塩基配列は既存の*R. necatrix*のものと99%以上一致し、近縁種とは明確に区別された。以上の結果から、W1108およびW1112菌株を*R. necatrix*と同定した。

3. ウルシ苗への病原性の確認

W1108およびW1112菌株のウルシに対する病原性を接種試験により評価した。駄温鉢（高さ15cm、上端の直径18cm）に苗畑の土を用いて植え込んだ2

表-2 *Rosellinia necatrix* および近縁種 *R. compacta* の子のう器の形態計測値の比較 (Takemoto *et al.*, 2009のTable 5を改変)

菌種および文献	子座 (mm)		子のう胞子 (μm)	
	計測値の範囲	平均	計測値の範囲	平均
<i>Rosellinia necatrix</i>				
Khan(1959)	ND	約1.5 ^a	31-47×5-7	ND
渡辺(1963)	1.2-2.6×1.1-2.2	ND	30-46×5-7	40×6
Sivanesan and Holliday(1972)	ND	ND	30-50×5-8	ND
江塚ら(1973)	0.8-2.0 ^a	1.6 ^a	36-48×5-8	42×6
Francis(1985)	1.0-1.5 ^a	ND	36-46×6	ND
Petrini(1992)	1.1-1.3×1.0-1.5	ND	30-47×6-8	38×7
Gonzalez and Rogers(1995)	ND	ND	(35-)38-46×7-8	ND
Nakamura <i>et al.</i> (2000)	ND	ND	38-60×5-9 ^b	48×6 ^b
Pérez-Jiménez <i>et al.</i> (2003)	2.0-2.3×1.5-1.9	2.2×1.6	31-50×5-10	37×7
Takemoto <i>et al.</i> (2009)	0.9-2.4×1.2-2.0	1.8×1.6	31-56×5-10	42×7
<i>R. compacta</i>				
Takemoto <i>et al.</i> (2009)	1.1-1.7×1.0-1.4	1.4×1.2	(34-)44-63×5-11	52×8

^aND 引用文献にデータなし

^a引用文献に直径のみ記載

^bのちにTakemoto *et al.*(2009) によって *R. compacta* と再同定された2標本を含む

年生分根苗を各菌株につき4本供した。苗は接種に先立ちガラス室内で5週間馴化した。苗は高さ21~38cm, 地際直径3~7mmであった。接種源には、滅菌したウルシの切枝に供試菌株の菌糸を蔓延させたものを用いた。接種は5月中旬, 接種源を苗の地際部に密着させるように埋め込むことで行った。なお、対照には無菌の切り枝を同様に用いた。苗には1週間に一度灌水し, 日平均気温20~30℃のガラス室内で続けて管理した。W1108およびW1112菌株を接種した苗には, 小葉の黄化と萎凋がみられるようになり, やがて小葉は脱落し, 最終的には水分が失われて梢端が萎凋するに至った (Takemoto *et al.* 2011)。一方, 対照の苗はそのような病徴を示さず, その葉は緑色を保っていた。いずれの菌株を接種したのも, 2ヶ月後には4本中2本が枯死したが, その主根は完全に腐敗していた。生存した残りの2本も主根が部分的に腐敗していた。菌を接種したすべての苗は, 主軸の地際と主根が灰色~暗緑褐色の

綿毛状~くもの巣状の菌糸に覆われ, しばしば白色の菌糸束が走出していた。また, 側根と細根はほとんど枯死, 腐敗して黒褐色になっていた。主根の樹皮下には白色の菌糸膜が広がり, 典型的には羽毛状を呈していた (扇状菌糸束)。壊死組織からは *R. necatrix* が再分離された。

4. まとめ

ウルシ科の樹種に関しては, マンゴー (Szteinberg 1980), ハゼノキ (岸 1998; 渡辺 1963), ヤマウルシ (伊藤・中村 1984), ウルシ (岸 1998) に *R. necatrix* が白紋羽病を引き起こすとする報告がある。また日本において, ハゼノキとウルシは *R. necatrix* の宿主植物とみなされている (日本植物病理学会 2004)。しかしながら, ウルシ科植物上に発生した本菌の子実体の形態を記載した例は筆者らの研究以前にはなく, 病原菌の正確な種同定が期されたかどうか判断することができなかった。さらに, ウルシ属に関し

では接種試験による病原性の確認も行われていなかった。

本研究では、白紋羽病に罹病したウルシ上に発生した分生子器の形態を初めて記載した。罹病根から分離した菌株は、岸 (1998) に記述のある典型的な病徴・標徴を、分根苗に対する接種試験において再現した。また塩基配列の解析からも、分離菌は *R. necatrix* と同定された。これらの結果から、二戸市のウルシ植栽地におけるウルシの集団枯死は、*R. necatrix* の引き起こす白紋羽病によるものと結論した。

5. 近縁種との識別

比較のため、本菌および近縁種 *R. compacta* の子の器の形態を表-2 に示す。主な識別点としては、*R. compacta* と比較して *R. necatrix* では子座の直径が大きく (一標本の平均値 ± 標本間の標準偏差: $1.6 \pm 0.2 \text{ mm}$)、子のう胞子が短い (一標本の平均値 ± 標本間の標準偏差: $41.8 \pm 1.1 \mu\text{m}$) ことが挙げられる (Takemoto *et al.* 2009)。その他の形態的特徴は互いに酷似している。被害を受けた植物から子のう器が得られない場合も多いが、その場合にはDNAの塩基配列の差異に基づく簡易な識別法も利用可能である (Takemoto *et al.* 2011; Shishido *et al.* 2012)。

R. compacta はこれまで日本国内において3例しか発見例がなく、それらのいずれも農耕地ではなく森林で得られたものである。こうした発見状況をふまえると、農耕地における白紋羽病の主要な病原菌は *R. necatrix* であると考えてよい (Takemoto *et al.* 2011)。しかし、新病害を報告する場合など病原菌の正確な種同定を期すべきときには、*R. compacta* などの近縁種の存在も念頭に置いていただきたい。

引用文献

- Aimi T, Kano S, Yotsutani Y, Morinaga T (2002) Telomeric fingerprinting of the white root rot fungus, *Rosellinia necatrix*: a useful tool for strain identification. FEMS Microbiol Lett 217: 95~101
- 江塚昭典, 笠井久三, 木伏秀夫 (1973) チャ白紋羽病菌の完全時代. 茶業研究報告 40: 26~30
- Francis SM (1985) *Rosellinia necatrix*—fact or fiction? Sydowia 38: 75~86
- Gonzalez FSM, Rogers JD (1995) *Rosellinia* and *Thamnomycetes* in Mexico. Mycotaxon 53: 115~127
- 宮本真希・角田 新 (2008) 「国宝」を創った男 六角紫水展. 広島県立美術館, 広島
- Ikeda K, Nakamura H, Matsumoto N (2005) Comparison between *Rosellinia necatrix* isolates from soil and diseased roots in terms of hypovirulence. FEMS Microbiol Ecol 54: 307~315
- 伊藤進一郎, 中村宣子 (1984) 小石川樹木実験圃場における白紋羽病の被害と発生環境. 日林誌 66: 262~267
- Khan AH (1959) Biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl Biologia 5: 199~245
- 岸 國平編 (1998) 日本植物病害大事典. pp179~180, 全国農村教育協会, 東京
- Nakamura H, Uetake Y, Arakawa M, Okabe I, Matsumoto N (2000) Observations on the teleomorph of the white root rot fungus, *Rosellinia necatrix*, and a related fungus, *Rosellinia aquila*. Mycoscience 41: 503~507
- 日本植物病理学会編 (2004) 日本植物病名目録. 日本植物防疫協会, 東京
- Pérez-Jiménez Zea-Bonilla T, López-Herrera CJ (2003) Studies of *Rosellinia necatrix* perithecia found in nature on avocado roots. J Phytopathol 151: 660~664
- Petrini LE (1992) *Rosellinia* species of the temperate zones. Sydowia 44: 169~281
- Shishido M, Kubota I, Nakamura H (2012) Development of real-time PCR assay using TaqMan probe for detection and quantification of *Rosellinia necatrix* in plant and soil. J Gen Plant Pathol 78: 115~120

Sivanesan A, Holliday P (1972) *Rosellinia necatrix*. In: Kew, Surrey, UK: Commonwealth Mycological Institute, CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria Set 36. No352

Sztejnberg A (1980) Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. *Plant Dis* 64: 662~664

竹本周平, 出川洋介, 中村 仁 (2009) 神奈川県下で発見された白紋羽病菌類似の未記載種. *樹木医学研究* 13: 79~80

Takemoto S, Nakamura H, Sasaki A, Shimane T (2009) *Rosellinia compacta*, a new species similar to the white root rot fungus *Rosellinia necatrix*. *Mycologia* 101: 84~94

Takemoto S, Nakamura H, Sasaki A, Shimane

T (2011) Species-specific PCRs differentiate *Rosellinia necatrix* from *R. compacta* as the prevalent cause of white root rot in Japan. *J Gen Plant Pathol* 77: 107~111

Takemoto S, Nakamura H, Tabata M, Sasaki A, Ichihara Y, Aikawa T, Koiwa T (2012) White root rot disease of the lacquer tree *Toxicodendron vernicifluum* caused by *Rosellinia necatrix*. *J Gen Plant Pathol* 78: 77~79

渡辺文吉郎 (1963) 白紋羽病菌の生態ならびに防除に関する研究. 農林省指定試験(病害虫)3. 農林水産技術会議事務局・茨城県農業試験場, 東京・水戸

(2012. 1. 8 受付, 2013. 2. 4 掲載決定)

解説

菌床シイタケ害虫の発消長と子実体被害について

坂田 春生¹

1. はじめに

群馬県の生シイタケ生産量は、広葉樹おが粉に米ぬか等の栄養剤を混合した人工培地を使用した、菌床栽培が7割を超えている。このうち、中山間地域の気候を活かし省エネ・省コストを図れる、パイプハウス型の簡易栽培施設を利用した栽培形態が多数を占めている。さらに、複数のハウスを所有し、最小限の冷暖房を併用しながら、季節に応じた品種を組み合わせることで、周年栽培を実施している生産者も多い。こうした施設では、間断なく栽培が行なわれているため、一つのハウスで害虫が発生すると施設全体に拡大するおそれがある。自然環境への依存度が高く半開放的な簡易栽培施設は、害虫の侵入を完全に封鎖することが困難であり、本県でも、菌床栽培が増加したここ数年で、ムラサキアツバ、ナガマドキノコバエ等の害虫によるシイタケの食害や異物混入による被害が顕在化し、収量の減少ばかりでなく選別コストの増大に生産者は頭を悩ませている。

その一方で、菌床栽培シイタケはもとより、きのこ栽培においては、発生したきのこばかりでなく菌床やほだ木といった栽培資材についても、使用できる登録農薬はほとんどない。また、残留農薬、産地偽装問題、さらに東京電力福島第一原発事故による放射性物質の汚染により、食品の安全・安心に対する消費者の関心は高まっており、農薬に類する化学的防除方法の使用は一生産者にとどまらず産地全体のイメージダウンとなり、現状の厳しい産地間競争下では致命傷となりかねない。

そこで、簡易栽培施設での防除方法を検討するうえでの基礎資料とするために、菌床シイタケ栽培施設において害虫の発消長を調査した(坂田ら 2012)ので、その結果について概要を報告する。

2. 調査方法

菌床シイタケ栽培施設内の害虫の発消長を把握するために、2008～2012年度に県中部の施設A及び県西部の施設Bの2か所において、乳酸発酵液を誘引剤としたペットボトルトラップ(写真-1、以下「トラップ」)を用いた捕獲調査を実施した。各年度とも、子実体を発生させるために、栽培袋から菌床の上部だけ露出させる作業を3月に行い、その後春から夏にかけて子実体を収穫するハウスを調査対象とした(写真-2)。調査期間は害虫が活動を開始する5月中旬頃から、秋に菌床が廃棄されるまでの間とし、毎週トラップの交換・回収を行った。なお、この間シイタケは芽出しから収穫の栽培工程を2～3週間毎に7～8回繰り返し、さらに一度に集中発



写真-1 ペットボトルトラップ(太枠は誘引窓)

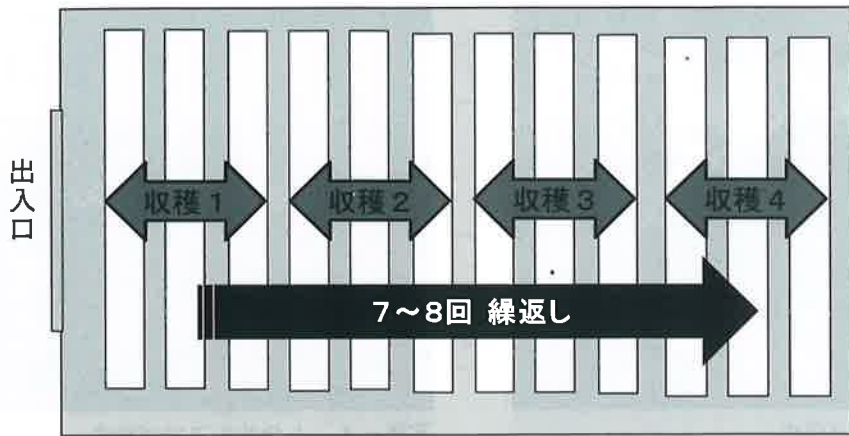


図-1 ハウス内の収穫時期調整イメージ



写真-2 菌床シイタケ栽培状況

生しないようにハウス内を数棚毎のブロックに区分し順次発生操作を行った(図-1)。回収したトラップは実験室に持ち帰り、捕獲された成虫を種別に分類し捕獲頭数を数えた。

トラップの仕様は次のとおりである。

容器：清涼飲料用500mlペットボトルの側面に2.5cm×2.5cmの切り込みを入れて誘引窓とした。誘引窓は側面に3か所設置した。

誘引剤：乳酸発酵液と蒸留水を等倍で希釈したものに、家庭用中性洗剤を0.5%添加した。

容器に誘引剤を70ml注入し、ペットボトル用キャップで閉栓した。

トラップは、ハウス内の入口付近、中央、奥の水平方向3か所に設置し、菌床栽培棚の最上段(H=180cm)に吊り下げた。

3. 結果および考察

(1) 捕獲された虫等の種類と被害状況

トラップに捕獲された成虫について分類したところ、菌床シイタケ栽培の害虫として報告があるムラサキアツバ (*Diomea cremata*, ヤガ科; 写真-3, 4; 以下「アツバ」), ナガマドキノコバエ (*Neoempheria ferruginea*, キノコバエ科; 写真-5, 6; 以下「ナガマド」), クロバネキノコバエ類 (以下「クロバネ」), ショウジョウバエ類 (以下「ショウジョウ」), ガガンボ類 (以下「ガガンボ」) の5害虫類 (以下「5害虫」) がほとんどであった。その他として、上記以外のチョウ目・ハエ目類, 小型甲虫類, キリギリス類, 小型クモ類, ナメクジ類等が捕獲されたが、頭数はわずかであった。

5害虫によるシイタケ加害形態の概要を表-1に示す。生産者は、個々のシイタケについて、収穫時もしくはサイズ選別時に食害や異物混入の有無を判別し、市場への流出を防いでおり、家族主体の中小規模経営下でコスト増の大きな要因となっている。また、幼虫による菌床への潜入や食害は、菌床の健全性が低下し、菌床の使用期間が縮小するばかりでなく、発生するシイタケの品質低下にも影響を及ぼしている。シイタケ子実体の食害による生産量の低



写真-3 ムラサキアツバ成虫



写真-4 ムラサキアツバ幼虫

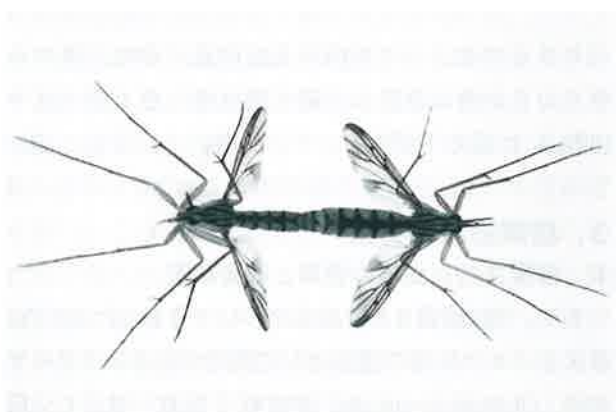


写真-5 ナガマドキノコバエ成虫



写真-6 ナガマドキノコバエ幼虫

表-1 5害虫による菌床シイタケへの加害形態

区分	成虫	幼虫
子実体	傘の巻込み部分やひだへの異物混入 (クロバネ)	傘の巻込み部分やひだへの異物混入 (アツバ, ナガマド, ガガンボ) 内部への穿孔・食害 (クロバネ, ショウジョウ, ガガンボ) 表面の食害 (アツバ, ナガマド)
菌床	産卵 (全種)	ふ化～羽化までの棲処 (全種) 内部への穿孔・食害 (クロバネ, ガガンボ) 表面の食害 (アツバ, ナガマド, ショウジョウ)
その他	大量発生による作業性の低下 (全種)	

表-2 5害虫の捕獲数

施設名	年度	アツバ	ナガマド	ショウジョウ	クロバネ	ガガンボ
施設A	8	513				
	10	552	250	368	1188	10244
	11	731	159	1058	1313	18590
施設B	9	1322				
	10	2035	4125	1530	8503	9652
	11	1787	2969	4686	17763	25890

全トラップ捕獲数の合計
8および9年度はアツバのみ調査を実施

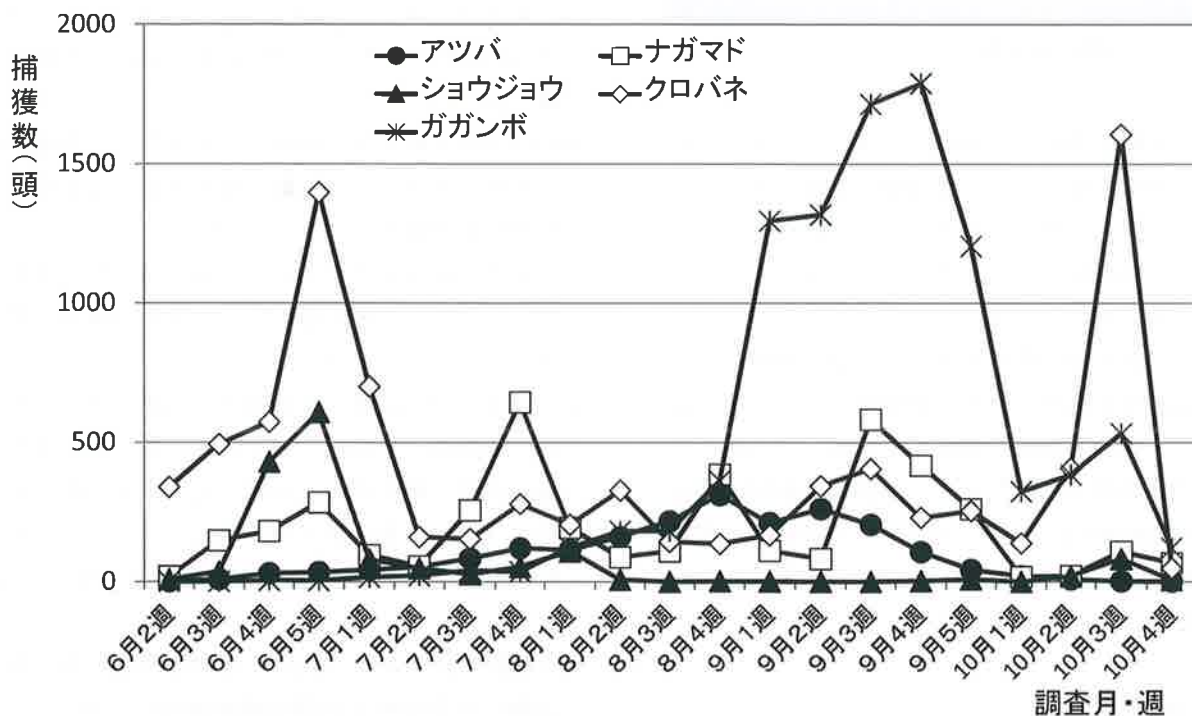


図-2 5害虫の発生活消長

減率について、今回は調査を実施していないが、生産者への聞き取りでは、多い時期で1割程度になるのではないかと、という見解であった。

(2) 5害虫の発生活消長

5害虫の捕獲総数を表-2に示す。両施設はほぼ同様の栽培形態をとっているものの、気候や地理的条件が異なるため捕獲数に大きく差がみられた。種毎の同一施設の年度間の捕獲数の変動要因は、今回の調査ではわからなかった。

次に、5害虫の発生活消長について、代表的な事例(施設B 2010年度調査)を図-2に示す。発生ピークは、梅雨期のクロバネ、ショウジョウに始まり、梅雨明け期のナガマド、盛夏期のアツバ、初秋期のガガンボと順次現れた。ハウス内は、害虫の餌となる菌床や子実体が豊富にあることに加えて、シイタケの生育に適するよう遮光、通風、散水等が施され温度や湿度が保たれており、害虫の成長にも好ましい環境であると推察される。各害虫は、気温の上昇

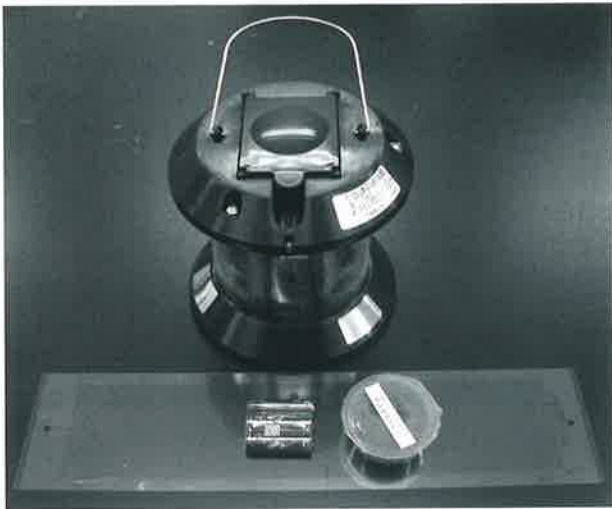


写真-7 LED誘引捕虫器

によって活動を開始した後にハウス内へ侵入し、好環境下で繁殖を繰り返し、個体数が増加し各ピークが出現したものと考えられる。なお、同一施設内のトラップの設置箇所別の調査結果からは、害虫の分布特性はみられなかった。

また、各種の発生期間が重なり、調査期間を通じて常に複数種が捕獲された。繁殖期には、目視でも一菌床上で異種の幼虫が棲息しており、さらに、このなかでも判別が容易なアツバは異なる齢級の幼虫が同時期に確認された。以上から、ハウス内では様々な種や齢級の害虫が混在している状況であることがわかった。

4. おわりに

今回、菌床シイタケ栽培施設内における害虫（成虫）の発生消長について調査したところ、これまで発生事例や防除方法の報告がある（堀田ら 1996；井戸・大橋 2005；村上・山下 2007；矢野 2009；川島・國友 2010；北島ら 2011）5種類の害虫がハウス内で混在していることがわかった。こうした既報を参考にして、効能が異なる防除資材を併用することが有効な手法である。あわせて、繁殖期には、近年ナガマド用に開発されたLED誘引捕虫器（写真-

7）のような専用器を集中的に使用することでより効果的に防除できるものと考えられる。

さらに、前述のとおり、菌床や子実体に実害を及ぼすのは幼虫類であることに留意し、今回得られた調査結果をもとに、発生初期に侵入した成虫が産卵する前から防除対策を講じたり、目に付いた幼虫を確実に捕殺することで、以後の急激な増加や被害の拡大を抑制できるものと期待できる。

引用文献

- 堀田義昭・岩澤勝巳・石谷栄次（1996）千葉県におけるオオキバネヒメガガンボ（*Metakimnobia bifasciata*）の発生と防除試験. 48回日林関東支論：83～84
- 井戸好美・大橋章博（2005）シイタケの上面発生時に多発するキノコバエ類の浸水処理による防除. 岐阜県森林研研報 34：33～36
- 川島祐介・國友幸夫（2010）菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの生態と防除に関する研究. 群馬林試研報 15：1～15
- 北島 博・阿部正範・杉本博之・川島祐介・石谷栄次・藤林範子・陶山 純・本莊絵未・岡本武光・薦田邦晃・國友幸夫・西澤 元・宮川治郎・大谷英児（2011）菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除技術の開発. 森林防疫 60：19～27
- 村上康明・山下和久（2007）きのこ栽培における害虫類の生態解明と防除技術の開発(I)ーキノコバエ等の防除方法ー. 大分県きのこ研業務年報 19：43～47
- 坂田春生・川島祐介・國友幸夫（2012）菌床シイタケ栽培施設における害虫の発生消長. 群馬林試研報 17：25～36
- 矢野幸一（2009）粘着トラップを利用した菌床シイタケ害虫防除試験. 関東森林研究 60：269～272
（2012. 11. 30 受付, 2012. 12. 25 掲載決定）

解説

ナラ枯れの病原菌 *Raffaelea quercivora* の病原力 — 新鮮丸太を使った菌株間差の検出 —

楠本 大¹・升屋勇人²・鎌田直人³

1. はじめに

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が関与するナラ類やカシ・シイ類の枯損（以下、ナラ枯れ）は、過去には1934年に鹿児島県と宮崎県で発生したという報告があるが、1980年代後半以降は集団的な枯損被害が目立つようになり（伊藤・山田 1998）、現在でも日本海側を中心に被害域が拡大している。ここ数年はマスコミでも取り上げられるようになり、一般にもよく知られるようになってきた。被害のある樹種としてはミズナラ、コナラの被害が大きいとされているが、落葉のクヌギやクリ、常緑のアカガシやマテバシイなど、ブナ属を除くブナ科樹木に広く被害が報告されている。

ナラ枯れが発生する直接的な原因としては、カシナガが木の幹に多数穿孔し、その際、病原菌である *Raffaelea quercivora*（以下、ナラ菌）を辺材の中に持ち込むことで、幹の水分通導が停止することにある（黒田・山田 1996；Kuroda 2001, Kinuura and Kobayashi 2006）。一方、枯れやすさという点においても様々な要因が関与しており、立木の直径や樹種によるカシナガの選好性（小林・柴田 2001；Kamata *et al.* 2002；赤石ら 2006）、カシナガやナラ菌に対する抵抗性の個体間や樹種間の差（Urano 2000；Murata *et al.* 2005；2007；2009）、辺材率の個体間や樹種間の差（井上ら 2011）等によって同一林分内でも個体間あるいは樹種間で枯れたり枯れなかったりすることがあるとされている。また、立木の大径化（小林・上田 2005）や温暖化（Kamata *et al.* 2002）が地域レベルでの枯死の発生に影響している可能性が指摘されている。

さらにもう一つ枯れやすさに関与する要因として、ナラ菌の病原力が挙げられる。単純に考えても、病

原力の強いナラ菌と弱いナラ菌では、強いナラ菌の方が少ないカシナガの穿孔数でも枯らすことができると想像できる。しかしながら、ナラ菌の病原力の菌株間や地域間の差は明らかにされていなかった。そこで著者らはナラ菌の菌株間の病原力を比較する方法として丸太を使った方法を考案し、比較的簡便に且つ明確に差を検出することができた（Kusumoto *et al.* 2012）。本稿ではナラ枯れの枯死メカニズムを概説するとともに、ナラ菌の病原力の検定のために行った接種試験について解説する。

2. ナラ枯れの発病機構

ナラ枯れで樹木が枯れる仕組みとしては、まず初夏に発生したカシナガが木の幹に多数穿孔すること（マサアタック）が必須である。マサアタックの発生は、最初に雄成虫が立木に穿入し寄主として適当と判断すると、集合フェロモンを分泌し、雌雄のカシナガを多数誘引することによる（Ueda and Kobayashi 2001；小林・上田 2003；Tokoro *et al.* 2007）。雌雄つがいとなったカシナガは辺材部に十数cmの水平坑道を掘るが、その際、雌の菌嚢内や体表にいたナラ菌が坑道内に移行し、坑道周辺に辺材変色と通水阻害を引き起こす（図-1）（Kinuura 2002）。ただ、ナラ菌は辺材中を水平方向へ分布を拡大する能力は強くないため（西垣ら 1999；黒田・高畑 2002）、ナラ菌が辺材の水平面全体に蔓延するためには、カシナガのマサアタックと水平坑道の伸長によって辺材の多くの箇所になら菌が持ち込まれることが必要となる（黒田・山田 1996；Kuroda 2001；Kinuura and Kobayashi 2006）。カシナガのマサアタックと水平坑道の拡大によって辺材変色と通水阻害の範囲はさらに増加し、最終的に幹の通水機能が停止す

Virulence of *Raffaelea quercivora*, the pathogen of Japanese oak wilt: detection of its difference among fungal isolates by inoculation to fresh logs

¹KUSUMOTO, Dai, 東京大学田無演習林；²MASUYA, Hayato, 独森林総合研究所；³KAMATA, Naoto, 東京大学秩父演習林

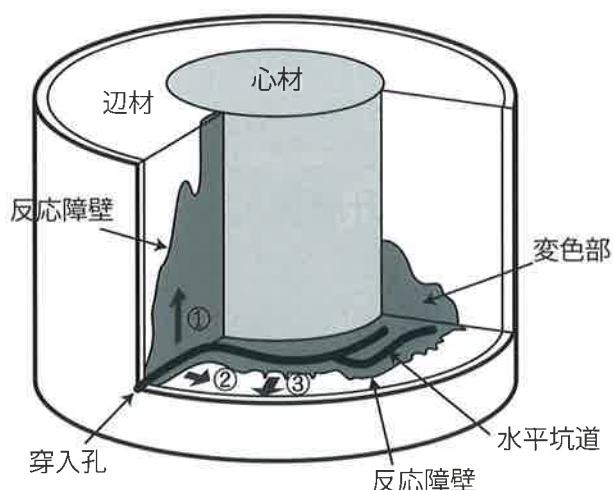


図-1 カシナガの坑道とナラ菌による辺材変色および樹木の防御反応として形成される反応障壁の位置関係

カシナガの坑道内に移行したナラ菌は周囲の辺材内に広がって材変色を引き起こす。その際、垂直方向（矢印①）へは道管を通じて広がるので変色は大きく、接線方向（矢印②）へは柔細胞や木繊維など多数の細胞を通過しないと広がることのできないため、変色の広がりは小さくなる。放射方向（矢印③）へは、放射方向に長い放射柔組織を通過するので接線方向よりも変色はやや大きくなりやすい。

ることによって枯死に至る（黒田・山田 1996）。

3. 通水障害に対するナラ菌の影響

ナラ枯れの被害木を切断してみると、辺材部は黒褐色に変色している。被害木の下部から木部に色素液を吸わせても変色域は染色されないことから、変色域は水分通導機能を失っていることが分かる（黒田・山田 1996）。変色域では道管や放射柔組織内にナラ菌の菌糸が侵入し、変色域と健全辺材との境界付近では仮道管や小径道管に放射柔細胞から分泌された黄褐色の物質が蓄積しているのが観察されている（黒田・山田 1996；Kuroda 2001）。このような物質はフェノール性物質やリグニン様物質、脂質物質等の抗菌性物質を含んでおり、菌の伸長を抑制すると予想されている。分泌物が辺材内で変色部と健全部の境界に壁のように広がって蓄積することで、ナラ菌の分布範囲を変色域内に制限していると考えられている（山田 2008）。このような防御層のことを反応障壁と呼ぶ（図-1）。また、大径道管では

隣接する柔細胞が道管内に引き込まれ、風船のように膨らんで道管を閉塞させる現象が起こっている。このような風船状の構造をチロースと呼ぶ。これらの現象は木部に傷を付けたときにも起こる一般的な広葉樹の防御反応であり、チロースや抗菌性物質による通水組織の閉塞がナラ枯れで樹木が萎凋枯死する原因と考えられている（黒田・山田 1996；Kuroda 2001）。一方、変色の起こっていない範囲では通水機能は維持され、菌糸も分布していないことが観察によって明らかにされている（黒田・山田 1996；Kuroda 2001；Murata *et al.* 2007）。また、ニレ立ち枯れ病のような枝の道管の黒変はなく、菌の胞子が道管内の水流によって枝の上部に移動した形跡はみつかっていない（黒田・山田 1996）。菌の分離試験を行っても、ナラ菌は変色範囲からしか分離されない（升屋 未発表）。以上のように、ナラ菌は変色範囲内に分布し、変色範囲外では木部通水機能はほぼ維持されていることから、ナラ枯れでは「菌の分布範囲」≒「辺材の変色範囲」≒「通水停止範囲」とみなしても差しつかえないといえる。

4. ナラ菌の分布拡大を抑制する仕組み

ナラ菌の接種試験を行った場合、辺材変色の範囲は垂直方向には数cmから十数cmほど広がるが、水平方向には数mmほどしか広がらない（Murata *et al.* 2007；Takahashi *et al.* 2010；Kusumoto *et al.* 2012）。これは、ナラ菌が垂直方向には道管という開口部を通して伸長できるのに対し、水平方向には放射柔組織などの生きた細胞の中を通過しなければいけないためと考えられる（黒田・高畑 2002；Takahashi *et al.* 2010）。接種後3～4日目までは菌糸が材内を伸長するが、それ以降は菌糸の伸長速度は著しく低下する（Takahashi *et al.* 2010；村田ら 2011）。樹木は接種後7日目頃からナラ菌の分布拡大に先回りする形で、菌の存在する範囲よりも少し遠くにフェノール性物質やリグニン様物質、脂質物質などで構成される反応障壁を形成する（Takahashi *et al.* 2010；村田ら 2011）。ナラ菌はその後反応障壁までは伸長するが、反応障壁を突破して伸長す

ることはできない。そのため、菌の分布範囲は反応障壁の形成がある程度完了する2~4週間後には固定され、以降は変色範囲と通水阻害域の拡大は起こらないと考えられている (Takahashi *et al.* 2010; 村田ら 2011)。

5. ナラ菌の病原力とは

カシナガの坑道の周囲はナラ菌の関与によって、単純な傷で起こる変色よりも幅広い変色が起きている (黒田・山田 1996; Kuroda 2001)。このような変色を拡大する能力はどのような菌でも持っているものではなく、例えばアオカビ (*Penicillium* sp.) を接種しても傷の変色と差がなかった (Kusumoto *et al.* 投稿中)。つまり、ナラ菌の病原性とは、この変色を押し広げる能力に由来するといえる。では、ナラ菌の病原力の強弱とは何かということ、つまりは、ひとつの坑道に繁殖したナラ菌が通水を止める方向 (つまり水平方向) にどのくらい変色を引き起こすかということになるだろう (山田 2008)。変色範囲の大きい菌の方が変色範囲の小さい菌に比べて少ない接種数で枯れることは想像に難くない。実際、ナラ枯れに対するブナ科樹種の感受性に関しては、ミズナラやコナラなどの被害の多い樹種の方がナラ菌接種に対する変色範囲が大きくなることが指摘されている (Murata *et al.* 2007, 2009)。また、欧米産コナラ属樹木にナラ菌を接種したときも、変色が大きく表れる樹種が枯死にいたっている (鳥居ら 2012)。

6. 丸太接種による病原力の比較

ナラ菌の病原力が樹木の枯れやすさに影響するというのであれば、菌株間の病原力にどのくらい差があるのか、被害の多い地域では強病原力の菌株が多く存在するのか、分子系統的な影響を受けているのかなど、今日のナラ枯れの被害実態を理解する上で助けになる可能性がある。そこで、接種試験を試みるわけだが、菌株間の比較をするためには菌株毎に数反復の接種をし、変色範囲を比較しなければならない。そのためには多数の接種木が必要となるが、それほどたくさんの立木を確保することは現実的に

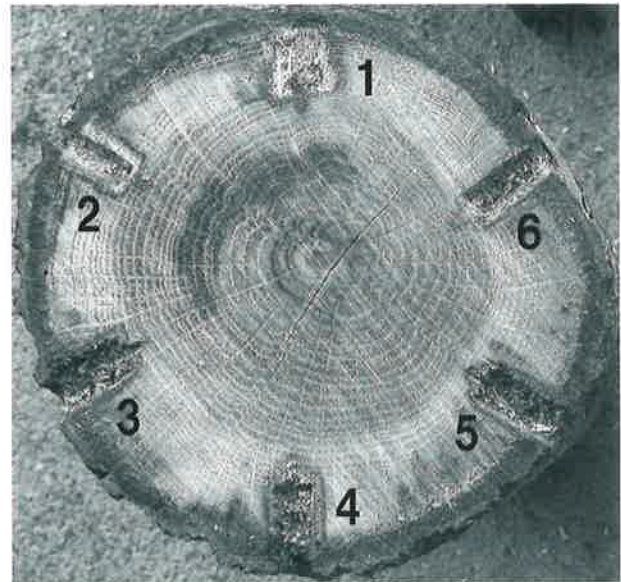


写真-1 コナラ丸太へのナラ菌接種によって生じた辺材変色の一例

ナラ菌接種には、秋田県 (1, 3)、鹿児島県 (2, 4)、沖縄県 (5) で採取したカシナガの体表から分離した菌株を用いた。6は無菌接種。

困難である。この解決手段として、筆者らは新鮮丸太を用いることができないか検討することにした (Kusumoto *et al.* 2012)。

まず、菌株の準備であるが、全国各地で採集したカシナガの体表からナラ菌を分離し、さらに単孢子分離を行うことで純系統の菌株を得た。今回の試験では、秋田県産2菌株、鹿児島県産2菌株、沖縄県産1菌株の5系統を用いた。それぞれの菌株を米ぬか・ふすま培地で25℃、1週間培養し、十分に攪拌して菌が均質に混ざったものを接種源として使用した。次に、接種丸太の準備であるが、カシナガが飛翔する時期の7月上旬に樹高12m、胸高直径18cmのコナラ生立木を伐倒し、地際から枝下まで1m長の丸太を6本採取した。切り口は伐倒直後にパラフィンで塞ぎ、丸太の乾燥を防いだ。丸太の中央に6方向から直径8mm、深さ2cmのドリル穴を開け、5系統の培養物と無菌培地の計6種の接種源をそれぞれの穴に充填した。こうすることによって、全ての菌株をほぼ同じ条件で繰り返し接種でき、立木の個体差や立地環境の影響を排除することができた。接種後の丸太は、キクイムシやその他の昆虫が加害しな

いように目の細かい金網で一本ずつ覆い、野外の比較的涼しい日陰に静置しておいた。

8週間後、割材して変色を確認すると、変色の接線方向の幅は菌株間で有意に異なっていた。最も変色が大きかったのは秋田県の1菌株で接線方向に6.1mm、最も小さかったのが秋田県の別の1菌株と沖縄県の菌株で接線方向に2.4mmで、約2.5倍の開きがあった(写真-1)。また、同じ秋田県産でも菌株間に病原力の差があることがわかった。ミズナラ苗木に対する接種と比較しても、変色サイズの菌株の順位は丸太接種とほぼ同じであった。しかし、苗木の接種試験で起こる変色は、材組織が若いせい、幅が1mm以下であることが多いのに対して(Takahashi *et al.* 2010; Kusumoto *et al.* 2012)、丸太ではミリメートル単位で変色が広がり、菌株間の比較がしやすい。自然感染木の変色幅にも近いように思われた。このように、菌株間の変色範囲の比較は丸太を用いても十分に可能であることがわかった。

その後も同様の試験を行っているが、これらの試験からは、複数の立木から丸太を採取しても立木の個体間のばらつきは同一個体の丸太間のばらつきの範囲内にほぼ収まることが分かっており、丸太を準備するときに立木の個体差をあまり気にしなくてもよさそうである。また、丸太のサイズに関しては、直径10cm、長さ50cm程度の丸太につまようじ接種、変色の確認は接種後3週目でも十分に変色が形成されること、病原力の強弱は翌年の接種でも大きく変化しないことが確認されている(楠本ら 未発表)。

7. 今後の展開

ナラ菌の病原力の強弱と野外でのナラ枯れの被害発生量との関係性は今のところ全く分かっていない。今回の丸太接種では、現在ナラ枯れ被害が拡大している秋田県から採取された菌株の一つが強い病原力を持つことを示したが、同等の菌が被害の少ない地域にも存在する可能性はまだ残っている。ナラ菌の病原力が被害の急激な拡大に関与しているか否かを明らかにするためには、日本各地からさらに多くの菌株を集めて、接種試験を行う必要がある。ただ、

同一地域におけるナラ菌の遺伝的変異は地域間の変異よりも大きいことが予備的な調査で判明しており(升屋 未発表)、各地から相当数の菌株を収集、比較する必要があると思われる。その際には、丸太接種のようなできるだけ簡便な方法を取らなければ実現は難しい。

引用文献

- 赤石大輔・鎌田直人・中村浩二(2006) コナラ・アベマキ二次林におけるカシノナガキクイムシの初期加害状況. 日林誌 88: 274~278
- 井上 淳・澤田晴雄・鎌田直人(2011) コナラの直径-辺材率関係の地域間比較. 中部森林研究 59: 253~256
- 伊藤進一郎・山田利博(1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. 日林誌 80: 229~232
- Kamata N, Esaki K, Kato K, Igeta Y, Wada K (2002) Potential impact of global warming on deciduous oak dieback caused by ambrosia fungus *Raffaelea* sp. carried by ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) in Japan. Bull Entomol Res. 92: 119~126
- Kinuura H (2002) Relative dominance of the mold fungus, *Raffaelea* sp., in the mycangium and proventriculus in relation to adult stages of the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera; Platypodidae). J For Res. 7: 7~12
- Kinuura H, Kobayashi M (2006) Death of *Quercus crispula* by inoculation with adult *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Appl Entomol Zool 41: 123~128
- 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: 73~78
- 小林正秀・上田明良(2003) カシノナガキクイムシによるマス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 (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
- Kuroda K (2001) Responses of *Quercus* sapwood to infection with the pathogenic fungus of a new wilt disease vectored by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*. J Wood Sci 47: 425~429
- 黒田慶子・山田利博 (1996) ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下。日林誌 78: 84~88
- 黒田慶子・高畑義啓 (2002) ナラ類の集団枯損機構の解明—*Raffaelea*属菌感染に対する樹幹組織の生理的反応—。森林総研所報 11: 8~9
- Kusumoto D, Masuya H, Ohmura K, Kamata N (2012) Virulence of *Raffaelea quercivora* isolates inoculated into *Quercus serrata* logs and *Q. crispula* saplings. J For Res 17: 393~396
- Murata M, Matsuda Y, Yamada T, Ito S (2009) Differential spread of discoloured and non-conductive sapwood among four Fagaceae species inoculated with *Raffaelea quercivora*. For Pathol 39: 193~199
- Murata M, Yamada T, Ito S (2005) Changes in water status in seedlings of six species in the Fagaceae after inoculation with *Raffaelea quercivora* Kubono et Shin-Ito. J For Res 10: 251~255
- Murata M, Yamada T, Matsuda Y, Ito S (2007) Discoloured and non-conductive sapwood among six Fagaceae species inoculated with *Raffaelea quercivora*. For Pathol 37: 73~79
- 村田政穂・山田利博・松田陽介・伊藤進一郎 (2011) *Raffaelea quercivora*を接種したブナ科樹木4種の菌糸分布と防御反応の比較。東大演報125: 11~21
- 西垣眞太郎・井上牧雄・西 信介・鳥越淳子 (1999) ナラ類集団枯損木から分離されたナラ菌の接種による菌の分布と菌の進展程度。第110回日林学術講要: 692
- Takahashi Y, Matsushita N, Hogetsu T (2010) Spatial distribution of *Raffaelea quercivora* in xylem of naturally infested and inoculated oak trees. Phytopathology 100: 747~755
- Tokoro M, Kobayashi M, Saito S, Kinuura H, Nakashima T, Shoda-Kagaya E, Kashiwagi T, Tebayashi S, Kim C, Mori K (2007) Novel aggregation pheromone, (1S,4R)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Bull FFPRI 6: 49~57
- 鳥居正人・松下知世・松田陽介・伊藤進一郎 (2012) *Raffaelea quercivora*の接種による外国産コナラ属1樹種の枯死。樹木医学研究 16: 119~122
- Ueda A, Kobayashi M (2001) Aggregation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) on oak logs bored by males of the species. J For Res 6: 173~179
- Urano T (2000) Relationships between mass mortality of two oak species (*Quercus mongolica* Turcz. var. *grosseserrata* Rehd. et Wils. and *Q. serrata* Thunb.) and infestation by and reproduction of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). J For Res 5: 187~193
- 山田利博 (2008) 病原菌からみたブナ科樹木萎凋枯死被害(ナラ枯れ)研究の最前線。樹木医学研究 12: 67~72
 (2013. 1. 10 受付, 2013. 1. 24 掲載決定)

学会報告

第45回森林野生動物研究会大会記録

江崎功二郎¹・有本 勲²

森林被害の防除と害獣の生態に関する研究の推進を目的として、毎年、大会を実施している。第45回は平成24年9月8日(土)と9日(日)の両日、石川県野々市市にある石川県立大学(第一大講義室)を会場として開催した。初日の8日(土)は、午前中に研究報告会を行い、午後の公開シンポジウム「北陸地方における森林動物の分布拡大とその影響」は石川県哺乳類研究会との共催で行った。翌9日(日)の現地見学会では、白山自然保護センターブナオ山観察舎および中宮展示館を見学した。

参加者は会員17名、一般50名、会員以外のシンポジウム演者3名であった。今回は午前の研究報告会から一般公開で行ったため、県内外(岐阜県、富山県、福井県)を含め多数の参加者があった。現地見学会には11名の参加があった。

研究報告会

研究報告会では7件の発表があった。

金子与止男(岩手県立大学)らは「新潟県の澁海川流域にノジコは何羽いるか」の演題で、環境省のレッドデータブックで準絶滅危惧種に指定されているノジコについて、個体数の多い地域のひとつである新潟県の中越地方を流れる澁海川流域における生息個体数の推定について発表を行った。永田陽介(石川県立大学大学院)らは「里山における野生動物による農作物被害の防止と景観づくり～小松市のイノシシによる獣害被害」の演題で、石川県小松市の調査で林道長や落葉広葉樹林率などの環境要因がイノシシ被害の重要な発生要因であることを明らかにした。渡邊和哉(金沢大学大学院)らは「金沢市郊外の放置里山における中大型哺乳類相～赤外線カメラ調査による人間活動地域での出現地形・出現時間帯の考察」の演題で、金沢市郊外の放置里山に設

置した18台の自動撮影カメラに野生哺乳類4目14種が撮影され、多様な哺乳類が市街地周辺の郊外に生息していることを明らかにした。八神徳彦(石川県農林総合研究センター林業試験場)は「石川県におけるクマ剥ぎ被害」の演題で、白山麓のクマ剥ぎ調査により、クマの本来の餌である高茎草本や漿果の代替食でなく、通常食としてスギを利用・加害するクマが出現したことや、加害クマの子どもは剥皮する習慣を習得し、子の分散により新たな被害地が発生することを推測した。有本 勲(石川県白山自然保護センター)らは「日本海側多雪地帯における春のツキノワグマ観察時期に影響する要因」の演題で、石川県のブナオ山観察舎の11年間の調査において、ブナオ山におけるクマ初見日に影響する要因を解析した。その結果、消雪日が遅い年ほどクマ初見日が遅くなること、初見日は単独個体の方が親子よりも早いことを明らかにした。水谷瑞希(福井県自然保護センター)らは「クマ大量出没の予測を目的とした広域的なブナ科樹木の豊凶モニタリング調査について」の演題で、北陸地域では高標高域に分布するブナ、ミズナラの豊凶には大きな年変動があり、大量出没年には極端な凶作となっていたことから、広域的なブナ、ミズナラの凶作に起因する山地の餌不足が、クマ大量出没の引き金になっていたと推察した。山田文雄(森林総合研究所)らは「超低密度状態の特定外来生物マングースを根絶させるための新たな技術開発」の演題で、低密度化したマングースの根絶には、捕獲効率低下や忌避個体の残存、および増加しつつある在来種との混獲回避が課題となるため、新たな防除方法の開発として避妊ワクチン、簡易の侵入防止策、DNAによる種・性・個体判別および混獲防止策について検討したことを示した。

シンポジウム「北陸地方における森林動物の分布拡大とその影響」

石川県ではツキノワグマの大量出没により人身被害が発生している。平成23年はブナ堅果の大豊作年であったため今年度（平成24年）は凶作が予測されており、大量出没が懸念されていた。そのため、クマの生態を広く理解するためにクマに詳しい2名の専門家に講演をお願いした。続いて、石川県では80年前に絶滅したニホンジカを目撃や狩猟数が近年になって増加しており、平成24年度に第1期石川県ニホンジカ保護管理計画の策定が計画されている。そのため、シンポジウムの後半ではシカに詳しい2名の専門家に講演をお願いした。

野崎英吉（石川県立大学大学院／石川県環境部）は「石川県におけるツキノワグマの分布拡大について」の演題で講演を行った。石川県でのツキノワグマの分布拡大の経緯、大量出没とブナ科堅果の豊凶との関係について説明し、「クマと人の住み分け」を進めていくには、適切な捕獲によって分布や生息数を安定的に維持し、クマが住む森の環境を整え、どのように被害が発生しないようにしていくかという3つの分野に分けて考える必要があると述べた。大井 徹（森林総合研究所）は「ツキノワグマの生態と分布拡大」の演題で講演を行った。ドングリなどが結実不良年のツキノワグマの大量出没が、クマの分布拡大の契機となっている場合があり、どうし

てこのような行動が生じるのかについてクマの生理、行動などの生物学的な特徴を述べ、樹上性で雑食性という類似の採食生態をもつニホンザルと対比した。酒田真澄美（福井県総合グリーンセンター）は「福井県におけるシカによる森林被害について」の演題で講演を行った。福井県におけるニホンジカの分布拡大の経緯の詳細について説明し、嶺南地域では広葉樹林の下層植生がほとんど見られない「衰退度が高い林分」が広がっており、嶺北地域でもほとんどの林分でシカの食痕が見られ、今後の生息密度動向を注視する必要があると述べた。梶 光一（東京農工大学）は「シカの分布拡大と生態系へのインパクトについて」の演題で講演を行った。古い記録をたどるとシカはもともと多雪地域にも分布していたことや、積雪地帯では冬季には大きな群れをなすため植生に強度の被害を与えることを示し、シカの嗜好性の高い植物がなくなると従来見向きもしない植物まで採食され、最終的には落ち葉だけでも高密度を維持すると述べた。

現地見学会

冬期のみ開館する白山自然保護センターの野生動物観察施設であるブナオ山観察舎を特別に開館していただき、対岸のブナオ山斜面に出没するニホンザル、イノシシ、カモシカやツキノワグマ、上空を滑走するイヌワシやクマタカの映像や写真をみながら、



写真-1 公開シンポジウム



写真-2 現地検討会（白山自然保護センターブナオ山観察舎）

施設見学を行った。その後、白山スーパー林道の入り口に位置する中宮展示館で、白山の自然や文化に関する映像やジオラマを見学し、現地見学会を終了した。

<森林野生動物研究会>

森林野生動物研究会は、ノウサギ他による激しい森林被害の防除と害獣の生態に関する研究の推進を目的として、昭和45年（1970年）に発足した「野兎研究会」が平成3年（1991年）に改名した研究会で

す。森林に生息する野生動物の生態、森林被害とその防除、生息環境の保全、生物種多様性の保全等に関係する研究会誌を発行するとともに、年1回の大会を行っています。動物から昆虫に至るまで野生動物に関心のある方の入会をお待ちしております（年会費 正会員3,500円、学生会員1,000円）。

森林野生動物研究会事務局（〒368-0034 東京都荒川区西尾久7-12-16 創文印刷工業株式会社）

（2013. 1. 22 受付, 2013. 1. 30 掲載決定）

都道府県だより

人とシカが共存する多摩の豊かな森づくりをめざして～東京都のシカ対策～

○はじめに

「東京都」と聞いてシカの被害を連想する方は、東京都の山を歩いた経験がある方か、シカ対策に従事されている方くらいではないでしょうか。そもそも東京都にシカがいるのか疑問に思う方もいるかもしれません。

写真は、2011年に都レンジャー^(※)が設置したセンサーカメラで撮影された画像で、写真-1では少なくとも4頭のシカが休んでいます。また、写真-2のシカは、立木で角研ぎをしている様子が撮影されました。東京には確かにシカが生息し、増えすぎたシカによる被害が起きているのです。

昭和40年代、シカは東京ではほとんど見ることのできない希少な動物でした。しかし、その後の狩猟禁止措置や積雪量の減少による死亡率の低下等により、シカの生息数は急増し、その影響は、農林業被害、自然植生の喪失など多方面に及びました。また、平成16年には、シカの食害による森林の裸地化が原因となり土砂の崩壊流出が発生し、下流の水道施設が土砂被害を受ける事故が起きました。こうした状況を踏まえ、東京都は平成17年度に鳥獣保護法に基



写真-2 角研ぎの現場（雲取山荘）

づく特定鳥獣保護管理計画「東京都シカ保護管理計画」を策定して、保護管理を開始しました。

ここでは、取り組み開始から7年が経過した東京のシカ対策の現状について報告します。

○第3期シカ保護管理計画について

東京都では、鳥獣保護法に基づく特定鳥獣保護管理計画を策定しており、平成24年4月からは「第3期シカ保護管理計画」の下で対策を行っています。

◆第3期計画の概要◆

(1)計画期間

平成24年4月1日～平成29年3月31日

(2)計画区域

八王子市の一部、青梅市、あきる野市、日の出町、檜原村及び奥多摩町

(3)目標

- ①森林生態系の回復・保全
- ②農林業被害の軽減

東京都のシカは関東山地シカ地域個体群の一部です。都内のシカの生息域は、計画区域の6市町村に



写真-1 くつろぐシカ（仙元峠）

^{*} 都レンジャー：東京都専門委員。自然公園の保護や適正利用を図るために活動している。



図-1 計画区域

またがっており（図-1）、奥多摩町の多摩川北岸から徐々に青梅市や多摩川南岸へと広がってきました。捕獲により生息密度は低下傾向にあります。分布域は拡大している状況です。

目標を達成するため、個体数管理や生息環境管理、被害防除対策を実施しています。シカの生息状況やシカによる被害の状況については、継続的にモニタリング調査を実施し、専門家の意見を取り入れながらシカの保護管理を進めています。

○被害状況と取り組みの成果

(1) 農林業被害の状況

被害防止ネットを設置して、奥多摩の特産品であるワサビ等の食害を防いでいます。また、スギやヒノキの苗木の先端の葉が食べられたり、苗木の幹をかじられたりといった被害が生じており、被害防除のために防護柵やネット等の設置を行っています。

(2) 自然植生への影響

主に、林床の下草や樹皮への食害が生じています。また、マルバダケブキなどシカが嫌う植物だけが繁茂する場所も多く見られ、森林生態系の変質や生物多様性の低下が危惧されています。植生保護柵を設置して、柵内の植生保護を図っています。

(3) 推定生息密度の低下

計画に基づいて、適正な生息数にコントロールする管理捕獲を実施してきました。都では区画法により継続的に推定生息密度を調査していますが、計画対象地域全域における推定生息密度は平成14年に11.6 ± 12.5頭/km²であったものが、平成22年には2.9頭 ± 2.7頭/km²と大幅に減少した結果が得られています。

(4) 多摩の裸山みどり復活プロジェクト

シカによる過度の食害や踏み荒らしにより立木や植生が被害を受け、山肌や岩石が露出した「裸山」（写真-3）にみどりを復活させるため、重点的に対策を行いました。その結果、激甚的な被害地は解消し、裸山にも植生回復の兆しが見受けられます（写真-4）。しかし、未だ一部の地域では、造林木の食害や剥皮等の被害が発生しています。

(5) シカの栄養状態

これらの対策を行ってきた結果、シカの食性や栄養状態も改善しています。

平成17年と平成21年に奥多摩で捕獲された個体の胃内容物を比較すると、冬期の枯葉の割合が大幅に減少していました。また、対策を行う前後の腎脂肪指数を比較したところ、特にメスについて冬期の指数が改善されていました（図-2）。これらの結果から、対策の成果としてシカの密度が低下し、食料条件が改善されたと推察されます。



写真-3 施工前

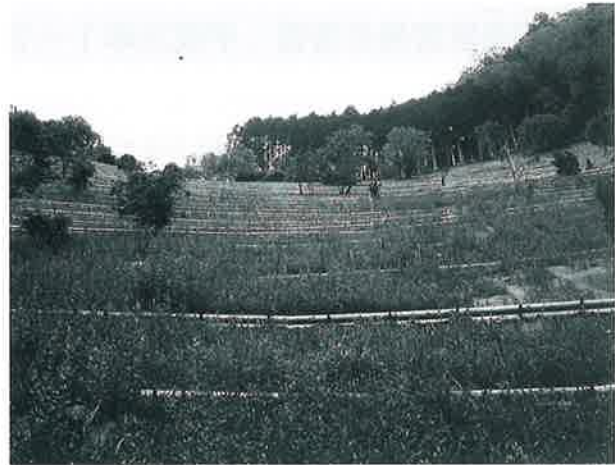


写真-4 施工後

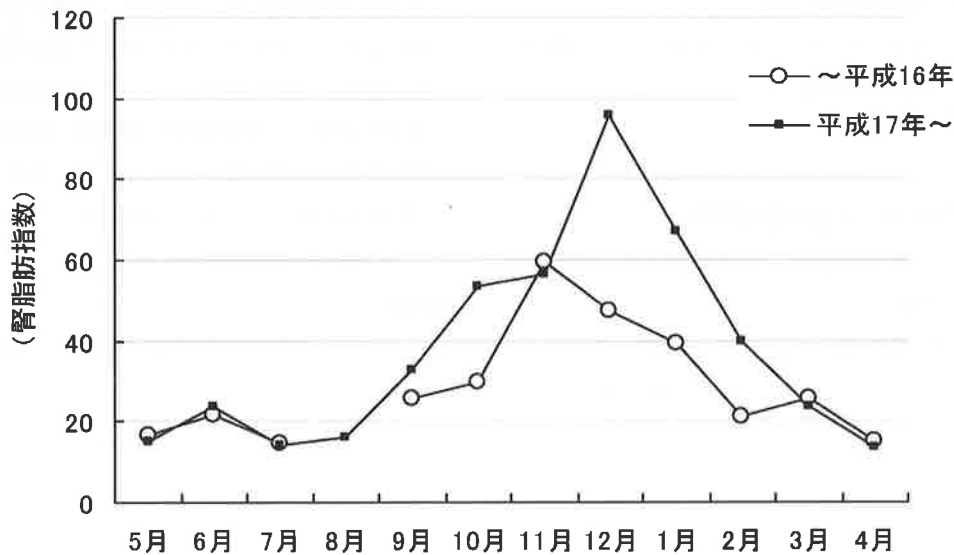


図-2 奥多摩のシカの腎脂肪指数の月変化 (2歳以上メス)

○今後の課題

狩猟者の減少や高齢化が進んでおり、このままでは従来どおりの捕獲が行えなくなる恐れがあります。これは東京都だけの問題ではなく、全国的に同様の傾向です。今年度は新規狩猟免許取得者を増やすための普及啓発を試みました。

シカの生息が過密になることは、人にとっても、シカやシカをとりまく森林生態系にとっても大きな負担となります。対策開始以前の状態に戻ってしまうことだけは避けなければなりません。

シカの被害は農林業や自然植生など多方面に渡り、

また、都県を越えて広域に及びます。今後も、国や他県、市町村など庁内外の関係する各機関と連携して必要な対策を進めていくことが重要だと考えます。

○おわりに

生態系がバランスを保ちながら存続することが、人間を含めた全ての生物の生存の基盤となります。

シカが森林生態系の構成員として健全な状態で生息続けると同時に人との軋轢を軽減し、人とシカとが共存する豊かな森づくりを目指して、これからも着実に対策を進めていきます。

(東京都環境局自然環境部計画課森林再生係)

森林病虫獣害発生情報：平成25年1～2月受理分

病害

〔ごま色斑点病…熊本県 菊池市隈府〕

壮齡カナメモチ庭木，2012年4月発見（熊本県林業研究指導所・馬把正美）

〔葉ふるい病…熊本県 熊本市〕

壮齡クロマツ庭木，2012年8月発見，被害本数1本（熊本県林業研究指導所・馬把正美）

〔マツ材線虫病…熊本県 玉名郡長洲町〕

壮齡クロマツ人工林，2012年11月発見，被害本数1本（熊本県林業研究指導所・馬把正美）

〔こぶ病…福岡県 久留米市山本町〕

コナラ緑化樹，2012年11月28日，被害本数1本（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

虫害

〔ウバタマムシ…熊本県 上益城郡山都町〕

壮齡アカマツ，2012年5月発見，被害本数1本（熊本県林業研究指導所・馬把正美）

〔トサカフトメイガ…福岡県 久留米市山本町〕

3年生ハゼ苗木，2012年10月4日発見，被害本数多数

（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

〔トサカフトメイガ…福岡県 久留米市山本町〕

サワグルミ緑化樹，2012年10月4日発見，被害本数2本（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

〔モンクロシャチホコ…福岡県 久留米市山本町〕

20年生サクラ緑化樹，2012年7月20日発見，被害本数1本（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

〔アメリカシロヒトリ…福岡県 大野城市川久保〕

アメリカフウ緑化樹，2012年5月31日発見，被害本数多数（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

〔サクラヒラタハバチ…福岡県 久留米市山本町〕

20年生サクラ緑化樹，2012年5月24日発見，被害本数5本（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

〔オオトビモンシャチホコ…福岡県 朝倉市馬田〕

イチイガシ，2012年5月24日発見，被害本数5本（福岡県森林林業技術センター・檜崎康二）

獣害：なし

（森林総合研究所 佐橋憲生／伊藤賢介／小泉 透）

協会だより

記事をお待ちしております

森林の病虫獣害あるいは生物多様性に関する記事の原稿を募集しております。本誌は、皆様が投稿して下さる記事で成り立っておりますので、ぜひ原稿をお寄せください。記事の種類には、論文、総説、学会報告、記録、読者の声などがあります。それらに当てはまらない記事の種類についてもご相談に応じます。最近の本誌記事をご参照の上、下に書きました投稿規定に従って原稿をお送りください。

皆様の写真で本誌の表紙を飾りませんか？

森林生物が作り出す自然の美、重要な森林被害、珍しい森林生物の情景など、本誌の表紙を飾るのにふさわしい写真がありましたら、本誌の表紙を飾ってみませんか？表紙写真は、森林生物や森林被害に関連するものであれば、記事と関係なく募集しておりますが、記事と同時に関連する写真を同じ号に掲載することもできます。表紙写真の投稿は、写真とともに300～500字の解説文もお送り下さい。

森林防疫投稿規程（2012.6改訂）

本誌「森林防疫」は各都道府県の森林病虫獣害防除協会を中心として、山林所有者をはじめ林業・林産・木材産業関係者、林業技術の指導・研究関係者、学校教職員・学生、行政機関の関係者等、各層の会員を対象として、森林・林業の維持・発展に資するため、森林病虫獣害の防除および森林における生物多様性の保全に関する総合誌となるよう編集に努めています。

1. 原稿の種類

論文（速報、短報を含む）、総説、学会報告、記録、新刊紹介、読者の声、病虫獣害発生情報、林野庁だより、都道府県だより、および表紙写真とその解説など。

2. 審査委員会

各分野8名の専門家よりなる審査委員会を設け、論文ならびに総説の審査にあたります。原稿は原則として2名の審査委員（主1、副1）が審査にあたります。審査委員会の意見により、著者に原稿の変更をお願いする場合があります。

3. 著作権

本誌記事の著作権は、全国森林病虫獣害防除協会に属します。本誌記事の電子ファイルを転載、公開、商用利用、二次情報の作成（データベース化など）などを行う場合には、利用許諾の申請をお願いします。

4. 印刷・別刷

本文の印刷は原則として白黒ですが、ご希望の場合は割増料金にてカラー印刷も可能です。別刷をご希望の方は、実費にて100部単位で受け付けます。別刷を御購入の方には、論文のPDFファイルが無償で差し上げますが、PDFファイル単体での分譲はいたしません。

5. 執筆要領

皆様の投稿を歓迎いたします。執筆に当たりましては、幅広い読者に対し、わかりやすく、読みやすく、見やすく記述していただきますようお願いいたします。

- 1) 原稿は横書きとし、最初の1枚目に表題と連絡先住所・所属・氏名(ローマ字つづり)を記載し、別刷希望部数および写真・図表等資料の返送の要・不要を記入した表紙をつけていただき、本文は2枚目からとします。なお、原則として論文および総説の表題には英文タイトルを併記下さい。また、E-mailアドレスをお持ちでしたら連絡用として表紙にご記入ください(非公開)。
- 2) 本誌は横書き2段組みで、1段は23字39行です。1ページの字数は文字だけで1,794字です。原稿の2段組みは不要ですが執筆の目安にしてください。投稿1題の長さは通常刷り上り10頁以内としますが短編の記事も歓迎します。
- 3) 写真・図表については鮮明なものを用い、可能ならデジタル化してください。
- 4) 用語等については、原則として次のとおりです。
 - ①常用漢字、現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述してください(ただし専門用語はこの限りではありません)。
 - ②樹種・草本類・病虫獣等の標準和名は、カタカナで表記します。
 - ③樹齢の表わし方は満年齢とする(当年生, 1年生, …, 20年生)。
 - ④単位は記号を用いてください(例:m, cm, mm, ha, %等)。
 - ⑤年月日の表記は原則として西暦表記とします(2003年1月21日)。
 - ⑥図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。
- 5) 文献は引用個所に「(著者姓 2003) 複数の場合は(著者性 2003; 著者姓 2004; …)」のように記し、文末に引用文献を列記してください。引用文献が複数ある場合は著者名のアルファベット順、同著者は年代順とします。同一著者、同一年の場合は、2004a, 2004b…と記してください。

記載例

論文引用

森林太郎(2003) 松くい虫の生態について. 日林論 107: 215-217

Dettman JR, Jacobson DJ, Taylor JW (2003) A multilocus genealogical approach to phylogenetic species recognition in the model eukaryote *Neurospora*. *Evolution* 57:2703-2720

単行本部分引用

森林太郎(2003) マツの材線虫病について. 森林総合防除(森林二郎ら編), pp.52-67, 現代社, 東京

Hood IA (1991) *Armillaria* in planted hosts. In: *Armillaria root disease* (ed. By Shaw CG and Kile GA), pp.122-149. Forest Service, USDA, Washington, D.C.

単行本全体引用

松下山一(1990) 森林の病虫獣害. 森林出版, 大阪(ページ数記載不要)

ホームページ引用

内閣府(2004) 森林と生活に関する世論調査. <http://www.cao.go.jp>..., 2004.10.1ダウンロード

6. 表紙写真

表紙写真はカラーとし、2~4枚の組写真が最適です。写真は高画質のデジタル写真、スライド、プリントとし、電子ファイルではできるだけ圧縮はしないで下さい。写真の解説は300~500字程度とします。

7. 原稿の送付

原稿はできればE-mail添付ファイルでお送り下さい（ワード，一太郎；エクセル，テキストファイル，写真はJEPGファイル等）。難しい場合は，プリントアウトした原稿とファイルを保存したCD等も併せて送付下さい。容量の大きい表紙写真もCD等で送付下さい。

なお，大きなファイルを添付した場合，稀にメールにトラブルがありますので，原稿を送付した旨を記した別便のメールも必ずお送り下さい。

送付先

全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当 島津光明
〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12（全森連内）
E-mail（投稿用）：boujo@zenmori.org

購読，刊行物購入のお申し込み

雑誌森林防疫の購読ほか刊行物のお申し込みは，下記にお願いいたします。

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12 コープビル

TEL：03-3294-9719

Fax：03-3293-4726

振替：00180-9-89156

E-mail（購読・刊行物購入用）：itokawa@zenmori.orgまたはshimizu@zenmori.org

森林防疫 第62巻第2号(通巻第695号)
平成25年3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/>