

# 九州の森と林業

独立行政法人 森林総合研究所 九州支所

No.63

## マツノザイセンチュウの2種類の変異について

森林微生物管理研究グループ 秋庭 満輝

### 1. マツ材線虫病とマツノザイセンチュウ

毎年、梅雨が明けて暑い夏になる頃から、クロマツやアカマツが赤く変色して枯れているのを目にするようになります。これはマツ材線虫病という病気にかかってしまったためです。この病気の病原体はマツノザイセンチュウという体長1mmほどしかない線虫の一種です(写真-1、2)。マツノザイセンチュウはもともと日本に存在していたのではなく、北アメリカ大

陸から侵入したことがDNA解析を使った研究から明らかになっています。1904年に長崎市で大量のマツが枯死した記録が残っていますが、これが日本で一番最初のマツ材線虫病の発生だと考えられています。それ以来100年近くが経とうとしていますが、マツ材線虫病は今なお日本のマツ林に大きな被害を与え続けています(写真-3、4)。

マツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリとい



写真-1 マツノザイセンチュウ  
幼虫から成虫まで、様々な大きさのマツノザイセンチュウが見られます。



写真-2 マツノザイセンチュウの雌成虫  
頭部に針(口針)を持ち、針をマツの細胞に突き刺して栄養分を吸収すると考えられています。また、糸状菌(カビ)も重要な栄養源です。



写真-3 材線虫病による被害(桜島)  
現在九州沖縄地域では、鹿児島県桜島と沖縄本島で大きな被害が発生しています。



写真-4 材線虫病によって壊滅的な被害となったマツ林(鹿児島県垂水市)  
被害が激しくなると、この写真のように山全体が赤く見えることもあります。

う昆虫によって、枯れたマツから健全なマツへと運ばれます(写真-5)。6~7月頃にマツノザイセンチュウを体内に持ったマツノマダラカミキリの成虫が健全なマツの枝を摂食する時、マツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリの体内から這い出てきて、摂食によってできた傷跡を通じてマツの枝の中に侵入します。その後マツノザイセンチュウは速やかにマツの木の中を移動してマツ全体に広がり、マツの樹脂が出なくなるなどの病変を起こします。マツは最終的には水切れを起こして枯死してしまいます。病気にかかったマツにはマツノマダラカミキリが産卵します。翌年の初夏、マツノザイセンチュウは枯死したマツの中で成虫となったマツノマダラカミキリの体内に侵入し、新たな健全なマツへと旅立つこととなります。



写真-5 クロマツの枝を摂食中のマツノマダラカミキリ摂食によってできた傷を通してマツノザイセンチュウがマツの中へと侵入します。

マツノザイセンチュウの中にも、病気を起こす力(病原力といいます)が強いものからほとんど病気を起こさないものまで様々なものが存在することが分かっています。つまり、病原力の強さに差(変異)があるということです。また、DNA解析によってもマツノザイセンチュウの中に違い(遺伝的変異)があることが分かりました。ここでは、変異という言葉 키워ドにして九州地域のマツノザイセンチュウについて行われた2つの研究事例を紹介したいと思います。

## 2. DNA解析から見たマツノザイセンチュウ

生物が持っている遺伝情報はDNAと呼ばれる物質の中に書き込まれており、それを調べることによって様々なことが分かります。今では親子鑑定や犯罪捜査

などに用いられるほど、DNA解析技術は一般的に知られたものになっています。今回はマツノザイセンチュウにDNA解析技術を用いてみました。佐賀県の虹ノ松原と鹿児島県の吹上浜の材線虫病によって枯れたマツから分離されたマツノザイセンチュウからDNAを抽出し、それらのDNAがどれだけ似ているかを調べました。すると、同じ地域のマツから分離されたマツノザイセンチュウ同士のDNAは良く似ていたのに対し、虹ノ松原と吹上浜のマツノザイセンチュウは2つのグループに分かれることが分かりました。地域を広げて同様な解析を行ったところ、熊本市のマツノザイセンチュウは虹ノ松原のと、屋久島のマツノザイセンチュウは吹上浜のと同じグループになりました(図-1)。どうやら、DNA解析で見た場合、九州地域のマツノザイセンチュウには少なくとも2つのグループがあるようです。この理由としては次のようなことが考えられます。前述の通りマツノザイセンチュウは北アメリカ大陸から侵入したと考えられていますが、日本のどこかの1カ所に侵入したものがそのまま九州地域に広がったというよりも、いくつかの(少なくとも2つの)グループのマツノザイセンチュウがそれぞれ別の場所に侵入し、それぞれ独自に広まっていったという可能性が考えられます。マツノザイセンチュウは、原産地の北アメリカ大陸から日本へと何回も侵入していたのかもしれませんが。このようなDNA解析の手法を使うことによって、今後日本国内のマツノザイセンチュウの移動経路などが分かるようになるかもしれません。



写真-6 マツノザイセンチュウの接種試験の様子圃場で育成されたクロマツ苗木にマツノザイセンチュウを接種します。マツノザイセンチュウの病原力の違いによって、よく枯れている部分から枯れていない部分までの差が出てきます。



図-1 マツノザイセンチュウが分離された場所

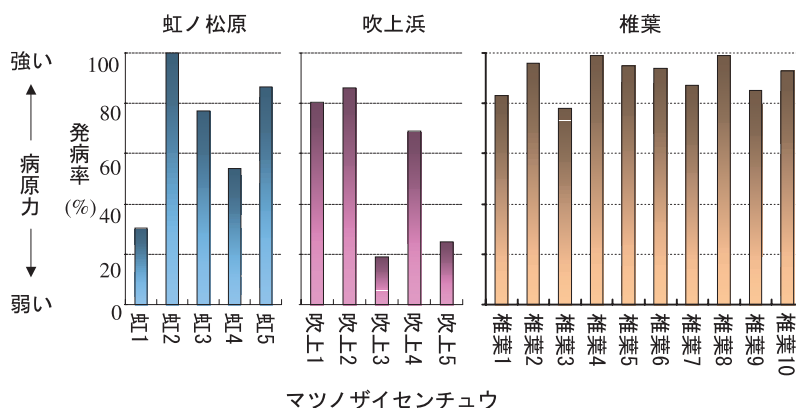


図-2 3つのマツ林のマツノザイセンチュウの病原力の強さ  
虹ノ松原と吹上浜のマツ林の各5つ、椎葉村のマツの10のマツノザイセンチュウについて調査しました。マツノザイセンチュウはそれぞれ1本の枯死したマツから分離されたものです。

### 3. マツノザイセンチュウの病原力

マツノザイセンチュウには病原力の変異があることは先に述べた通りですが、今現在どのような病原力を持ったマツノザイセンチュウが九州のマツ林の中に存在するかは明らかになっていません。材線虫病の新しい防除法の一案として、マツ林内のマツノザイセンチュウを病原力の強いものから弱いものへ置き換えるという考え方があり、研究が進められていますが、そのためにも実際のマツ林でどのような病原力を持ったマツノザイセンチュウが存在するかを知ることは重要であると考えられます。そこで、DNA解析で用いた虹ノ松原と吹上浜のマツノザイセンチュウに加えて、宮崎県椎葉村のマツ林から分離されたマツノザイセンチュウについてその病原力の強さを調べました。マツ林の特徴として、虹ノ松原と吹上浜は古くから材線虫病が侵入しているが近年は防除の成功によって被害が終息しつつあるのに対し、椎葉村は比較的近年に新たに材線虫病が侵入して被害が拡大中であることがあげられます。

マツノザイセンチュウの病原力の強さを判定するためには、マツノザイセンチュウをたくさんのマツに接種してそのうちの何本のマツが病気にかかるのかということ調べます。今回は圃場で育成されたクロマツの苗木にマツノザイセンチュウを接種することによって病原力の判定をしました(写真-6)。その結果、虹ノ松原のマツノザイセンチュウは病原力の強いものから弱いものまで様々であることが分かりました。吹

上浜のマツノザイセンチュウも虹ノ松原のと同様の傾向が見られました。一方、椎葉村のマツノザイセンチュウは病原力の強いものばかりでした(図-2)。今回の例だけではまだ何とも言えませんが、材線虫病による被害が拡大しているマツ林で病原力の強いマツノザイセンチュウだけが存在し、材線虫病の歴史の古いマツ林でマツノザイセンチュウの病原力の強さに幅が出てくるということは興味深いことであると考えています。

### 4. おわりに

さて、DNA解析によって分かる遺伝的変異と接種試験によって分かる病原力の変異というマツノザイセンチュウの2種類の変異について書きました。この2種類の変異はまったく関係がないように思われるかもしれませんが、将来は遺伝的変異によって病原力の変異が説明できるようになるかもしれません。この時こそ、マツノザイセンチュウがなぜマツを発病させるかを遺伝子レベルで説明できる時でしょう。マツノザイセンチュウがマツを枯らす犯人であることが分かってから様々な研究がなされてきましたが、発病のメカニズムなどまだ解明されていない点も残されています。今後、これらの解明を目指した研究を進めたいと考えています。

なお、マツノザイセンチュウの接種試験は独立行政法人林木育種センター九州育種場と共同で行いました。

# 平成14年の九州地域の森林虫獣害発生状況

森林動物研究グループ長 伊藤 賢介  
生物被害担当チーム長 小泉 透

森林や樹木に対する昆虫や獣類の加害に適切に対処するには、どんな昆虫や獣類がいつ、どこで、どれくらいの被害を起こしたのかを監視して、その記録を残しておく必要があります。こうした被害のほとんどは一時的・局所的なものにとどまりますが、時には広い範囲に拡大して各地で激しい被害を引き起こすこともあります。過去の記録に基づいて被害の激しさや拡大範囲を予測することができれば、被害が深刻化する前に防除の必要性を判断して対策を講じる有力な手がかりとなります。

森林総合研究所では、このような林木被害の早期警戒システムの完成をめざして、全国の被害発生情報の収集を続けています。各都道府県の林業試験研究機関、国有林の各森林管理署や日本樹木医会などの協力を仰いで、病虫獣害の発生情報をデータベースとして蓄積しています。情報収集の手段として、従来のハガキ形式の「森林病虫獣害調査票」に加えて、平成13年度からインターネット上に「森林病虫獣害データベース」を開設しています。このホームページでは、被害発見者がただちに発生情報をデータベースに登録することが常時可能です。調査票による情報もこのデータベースに逐次登録しています。こうして収集した情報を本誌や「森林防疫」誌に公表していきます。平成14年に寄せられた情報件数は前年に比べて大幅に減少していますので、一層の御協力をお願いします。

平成14（2002）年に登録された九州地域の虫害情報を表1にまとめてあります。6種6件の登録情報がありました。注目される情報として、鹿児島県霧島町の天然林で発生したミズナラ枯死木にカシノナガキクイムシが穿入しているのが発見されました。本州ではカシノナガキクイムシによるコナラ・ミズナラの集団枯死が各地で発生していますが、九州ではこれまでカシノナガキクイムシによる集団枯死は、シイ・カシ類だけにしか発生していませんでした。これらの集団枯

死の直接の原因は、カシノナガキクイムシの体表などに付着して運搬される *Raffaelea quercivora* という菌だと考えられています。カシノナガキクイムシが木に穿入するときに、この菌も樹幹内に持ち込まれます。菌に感染した樹幹部では通水機能が阻害されるので、大量のカシノナガキクイムシに穿入された木はやがて全体が乾燥・萎凋して枯死するのだと考えられています。霧島で発見されたミズナラの枯死に *Raffaelea quercivora* 菌が関与しているのか分かっていませんが、もしそうだとすれば、九州でもミズナラの集団枯死が拡大する危険があります。

沖縄県の沖縄本島の各地でホウオウボククチバ (*Pericyma cruegeri*) によるホウオウボクの食葉被害が発生し、拡大傾向にあります（写真-1）。この虫



写真-1  
ホウオウボクを食害するホウオウボククチバ幼虫  
(具志堅允一氏画像提供)

はオーストラリア、ボルネオ、スマトラ、フィリピン、ベトナム、台湾などに分布します。国内では1986年に沖縄県石垣島のホウオウボクに大発生したのが初記録となっている侵入害虫です。すでに2000年には沖縄本島的那覇市や浦添市で局地的な大発生が観察されており、沖縄本島に定着してしまったようです。ホウオウボクはマダガスカル原産のメメ科の木で、沖縄県の各地に街路樹や公園樹として導入植栽されています。

2001年に祖母傾山系でウエツキブナハムシによる大規模なブナ食葉被害が発生しましたが、今年の激害地は祖母山頂周辺に限られ、そのほかの地域における食害は軽微でした。祖母傾山系に隣接するブナ生育地として諸塚山と白岩岳・向坂山を調査しましたが、ウエ



写真-2 メタセコイアを食害するクロトンアザミウマ成虫 (吉田成章撮影)

ツキブナハムシの食害は確認されませんでした。

そのほかに、九州支所のメタセコイア並木の葉がクロトンアザミウマに食害されて変色・落葉しました (写真-2)。

クロトンアザミウマは体長が約1.5mmの小さな虫で世界各地に分布し、温室内の害虫として有名です。関東以南では野外でもさまざまな植物に加害し、特にサンゴジュ、カキ、ツツジ、ヤマモモなどを好みます。

以下の虫害情報は、データベースに登録されたものではありませんが、会議資料や学会発表、新聞報道などから得たものです。1999年から2000年にかけて鹿児島県桜島でカシノナガキクイムシによるマテバシイの集団枯死が発生しましたが、これらの枯死木が上に述べた *Raffaelea quercivora* 菌に感染していたことが学会発表されました。2001年に鹿児島県本土の穎娃町・枕崎市で発見されたキオビエダシヤクによるイヌマキ食害がさらに拡大して、指宿市・知覧町・開聞町・山川町・喜入町でも発生が確認されました (写真-3)。約50年前に同じ虫がこの地域で大発生した時には、100万本以上のイヌマキが枯死したことが記録されているので、地元では被害の激化と拡大を警戒しています。宮崎・鹿児島両県におけるヤシオオオサゾウムシによるフェニックスの枯死被害は、懸命の防除対策に



写真-3 キオビエダシヤク成虫 (2003年2月13日開聞町で撮影)

もかかわらず拡大しています。そのほかに、沖縄県石垣島でクスアナアキゾウムシによるシキミ被害が発生しました。

哺乳類による被害は1件報告されました。台湾リスによる森林被害は長崎県福江島で報告されていました (九州の森と林業、47、59号) が、被害は壱岐

島にも飛び火的拡大していることが分かりました。台湾リスは国外から持ち込まれた「外来種」で、かつて東京都伊豆大島で大きな森林被害を引き起こしたことが知られています。生物多様性条約には「生態系、生息地もしくは種を脅かす外来種の導入を防止し、またはそのような外来種を制御しもしくは撲滅すること」(第8条h)と明記されており、これに該当する種では駆除を含む徹底した対策が必要です。また、被害地の拡大を防ぐためには野生化個体を出さないようにする「予防措置」が重要です。「動物の愛護および管理に関する法律」には、ペットや観光施設などの展示動物が野生化するのを防ぐ役割も期待されています。2002年には外来種問題を包括的に扱う『「外来種管理法 (仮称)」の制定に向けての要望書』が日本生態学会で決議されています。

表-1 2002年に報告された虫害

昆虫名	発生地	樹種	被害本数	備考
アザミウマ目				
クロトンアザミウマ	熊本県熊本市	メタセコイア	20本	並木で葉に吸汁害、変色・落葉
鱗翅目				
ホウオウボククチバ	沖縄県名護市・具志川市・嘉手納町・宜野湾市	ホウオウボク	—	庭木や並木で葉に食害、拡大傾向
甲虫目				
ウエツキブナハムシ	祖母山(宮崎県高千穂町、大分県竹田市・緒方町)	ブナ	—	天然林で葉に食害
カシノナガキクイムシ	鹿児島県霧島町	ミズナラ	4本	天然林で枯死木の幹に穿孔害
クワカミキリ (推定)	大分県日田市	ブナ	2本	緑化樹で枝幹に穿孔害
膜翅目				
マツノミドリハバチ	大分県大分市	クロマツ	1本	庭木で葉に食害

表-2 2002年に報告された獣害

害獣名	発生地	樹種	被害本数	備考
台湾リス	長崎県壱岐島	3~50年生スギ・ヒノキ・広葉樹など	57,500本	1998年頃被害を発見、2001年から顕著な被害

# きのこシリーズ (18)

## オニフスベ

秋になると新聞社からきのこについての問い合わせの電話がきます。「大きな白いボールのようなきのこが発生したが、珍しいものでしょうか？」という質問に、すぐにオニフスベだと分かりますが、新聞に載せるほど珍しいわけではありません。このきのこは、球形で直径が20~50cmと大きく、しかも忽然と現れるので、いつも話題になります。藪の中に転がりこんで拾い忘れたバレーボールのように見えますが、ある時、頭蓋骨に間違えられ、大騒ぎになったこともありました。

オニフスベを割ってみると、白く薄い皮の中は綿屑状で、胞子がつまっています。成熟すると表皮が破れ、中の褐色の胞子が、埃が舞い散るように、風で四方に飛ぶ仕組みになっています。まだ未熟のうちは、白いパンのような肉質で、はんぺんや麩のようでもあり、食べることもできます。

このきのこは、土壌中の有機質を分解して栄養にします。そして近縁でより小型のノウタケ、ホコリタケなどと共に、生態系では重要な役割をしています。土壌中にカビ状の本体が伸びていて、夏から秋になると地上に大きなきのこを作ります。

実は昔から知られていて、馬勃の名前で漢方薬としても利用されました。江戸時代の本草学の本では、オニフスベ、ヤブダマ、ヤブタマゴ、イシワタ、イシノワタ（伊予）、ウマノクソダケ、ウマノホコリダケ、ホコリダケ、チホコリ（佐渡）、ミミツブシ（讃岐）、



ツンボダケ、キツネノハイブクロ（若狭）、メツブシ、キツネノチャブクロ（大和）、チトメ、キツネノヒキチャ（伊勢）、キツネビ（南部）、キツネノハイダワラ（越前）、カザブクロ（陸奥）、などの方言を紹介し、「毬のようで西瓜のようでもある。持ち上げると、とても軽い。割ってみると綿のような物がつまっている。叩くと粉が多く出る。」と記しています。

ところで、この大きなきのこに胞子が何個入っているのでしょうか？ とても数えられないのですが、少なく見積もっても数百億はありそうです。こんなにたくさん胞子を作っても、それが発芽して、土壌中で生育し、次代の大きなきのこを作ることができるものは、ごく僅かです。とてつもない無駄なのか？ 自然界の厳しさなのか？ 果たしてどちらなのでしょう。

森林微生物管理研究グループ長 根田 仁

### 連絡調整室から

- 1) 平成14年度九州支所業務報告会を12月12日に行い、今年度の研究の実施状況ならびに研究成果、今後の研究方向について討議しました。
- 2) 九州ブロック技術開発連絡協議会が、1月28日に林木育種センター九州育種場にて開催されました。
- 3) 支所研究評議会を3月7日に3名の評議委員を外部から招いて開催しました。

九州の森と林業 No.63 平成15年3月  
編集 独立行政法人  
森林総合研究所九州支所  
〒860-0862 熊本市黒髪4丁目11番16号  
TEL (096) 343-3168  
FAX (096) 344-5054

URL=<http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/>

