

森林防疫

FOREST PESTS

VOL.45 No.3 (No. 528)

1996

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成8年3月25日発行(毎月1回25日発行)第45巻第3号



岩壁にたたずむニホンカモシカ

大石 守広*

静岡県中川根町役場産業課

南アルプス赤石山系の南端に位置する静岡県中川根町内のニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) 棲息数は、平成4年の調査で約360頭(38頭/ha)と推定されている。ひと昔前までは地域住民がカモシカを目にするのは減多になく、国有林で作業をする営林署員が時に目撃する程度であった。それが現在では町内いたるところに出没し、カモシカの姿を知らない住民はいないといってよい。彼らの棲息域が広がるにつれ、林産物への被害範囲も年々広がり、地元では深刻な問題となっている。これといった天敵のいないカモシカは、人間を見ても恐れることなく悠然と見つめて動かない。その様はまるで置物のように錯覚させられる。そろそろ人間の手によってカモシカを管理していく時期にきているのではなからうか。

写真は林道南赤石線に沿った岩壁で遭遇したニホンカモシカ成獣。1993年11月午後4時頃撮影。

* Morihiro ÔISHI

目 次

ヒノキカワモグリガの防除法の研究—九州地区	宮島 淳二	43
マツノザイセンチュウの種をめぐる最近の研究	真宮 靖治	48
野生および希少導入樹木の病名・病原目録(1)	小林 享夫	56
《林野庁だより、都道府県だより—東京都・熊本県》		57, 58
《森林防疫ジャーナル：平成7年度SP(森林保護)資格試験》		59

ヒノキカワモグリガ防除法の研究

－九州地区林試協ヒノキカワモグリガ分科会共同研究より－

とりまとめ責任者 宮島 淳二*
熊本県林業研究指導所

1. はじめに

ヒノキカワモグリガ(以下本種と呼ぶ)は現在、材質劣化害虫としてスギザイノタマバエとともに九州地方のスギ・ヒノキ人工林で、特に問題となっている。このことから、九州7県では国庫課題で、大型プロジェクト研究の「スギ・ヒノキ材質劣化害虫の防除に関する研究(1988～1992)」に参加し(長崎県のみ県単事業で参加)、共同して本害虫の防除法に関する研究を開始した。この期間中に実施した研究の成果をとりまとめ、1995年3月に、「ヒノキカワモグリガ防除法の研究」として報告書を発行したので、その概要を報告する。本報告書をとりまとめるにあたり、森林総合研究所九州支所吉田成章保護部長、牧野俊一昆虫研究室長、同佐藤重穂研究員から多くの助言をいただいた。ここに、厚くお礼申し上げます。

なお、各県の研究実施機関及び担当者は次のとおりである。

- 福岡県林業試験場*1)：大長光 純
- 佐賀県林業試験場：灰塚敏郎・竹下晴彦
- 長崎県総合農林試験場：貞清秀男・宮崎 徹
- 熊本県林業研究指導所：宮島淳二・久保園正昭
- 大分県林業試験場：高宮立身・千原賢次
- 宮崎県林業試験場*2)：黒木逸郎・讃井孝義・服部文明
- 鹿児島県林業試験場：末吉正秋・田代 卓・谷口 明・片野田逸朗

2. 被害分布調査

本種は、九州地方では、沖縄県を除く各地に生息していることが、以前から知られていた¹⁰⁾。しかし、詳細な分布についてはあまりわかっていなかった。このことから九州7県が共同して、九州全体の詳細な分布状況を調査した。

調査方法は、5万分の1の地形図1枚当たり5点を目標として、本種の生息の有無を虫糞、成虫、蛹、幼虫および外見的な樹幹上の食痕により確認することになった。

調査結果は、図-1に示した。福岡県では、本種は県下全域に分布しているが、全般的に被害程度は軽い。ただし、八女地方を中心とした県下でも比較的林業の歴史が古い地域で、激害林が確認された。

長崎県では、調査した694箇所中171箇所被害が確認され、このうち大半は対馬での被害であった。

佐賀県では、調査した369箇所のうち197箇所被害を確認した。被害は県下全域に分布しているが、県北の脊振山系に比較的被害の大きな林分がみられた。また武雄市周辺の西部丘陵では、道路や河川を境にして、被害程

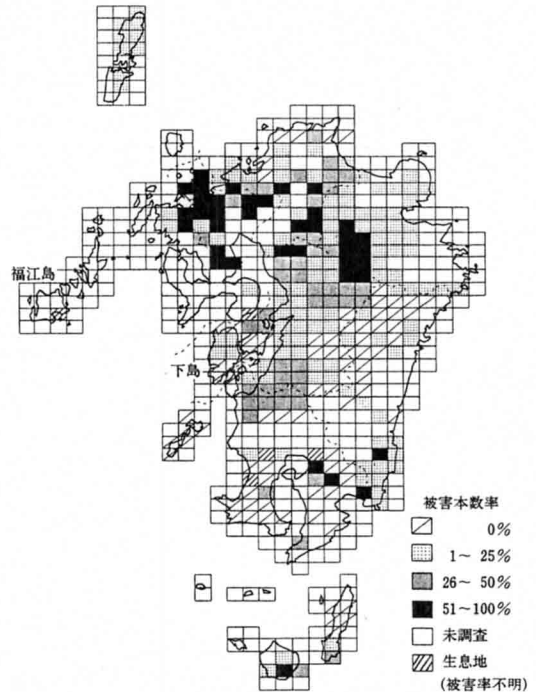


図-1 九州におけるヒノキカワモグリガの被害分布

*1) 現福岡県森林林業技術センター

*2) 現宮崎県林業総合センター

* Junji MIYAJIMA

度に著しい差がみられた。

熊本県では、674箇所を調査した中で、226箇所被害を確認した。被害は県下全域に分布しているが、特に県東北部の福岡県、大分県境に激害林分が多く分布していた。また、天草諸島の下島でも被害が確認された。

大分県では、被害は県下全域に分布しており、人工林率が高い日田、玖珠地域に激害林が多く、人工林率が低い日出、宇佐地域では激害が少ない傾向があった。

宮崎県では、調査した96箇所のうち、42箇所被害を確認した。被害林分は県南部の飫肥地域に集中しており、県央から県北部にかけてはほとんど被害が認められなかった。

鹿児島県では、調査した91箇所のうち、28箇所被害を確認した。被害は屋久島および種子島も含む県下各地に分布しているが、被害の程度は概して軽い。

以上の結果から、九州における本種の被害林は、各県で比較的古くから造林が行われていた飫肥・日田・小国・八女・背振山系などの有名林業地^{15),22)}に集中し、特に激害林の多くがこの地域に集中していることがわかった。また被害林の特徴としては、①同一の地域でも、森林が分断されると被害の程度に著しい差がみられる。②神社・仏閣の古木に被害が認められるのに、周囲の若齢木には被害が認められない場合がある。③他の地域では被害が多い品種でも、別の地域ではほとんど被害が確認されない林分もある。④孤立林分では被害が認められない場合が多い、などがあげられる。また各県の調査から、被害林は標高100m以下の平地から、1,000mの高地にかけての、スギ・ヒノキ人工林が存在する地域に分布することが確認された。また、対馬・五島・屋久島・種子島・天草下島などの島嶼でも生息していることがわかった。

(とりまとめ：黒木逸郎)

3. 標準羽化発生期地図

現在、本種の防除については、幼虫が樹皮下に潜入しているため薬剤を散布しても効果が期待できないことから、成虫を対象とした防除法が検討されている。したがって、成虫の羽化発生を適確に把握することは、本種の防除法を確立する上で、最も重要なことである。このことから、各地における本種成虫の羽化発生状況を調査し、標準羽化発生期地図を作成することを今回の共同研究における最重要項目として、参加全県で取り組んだ。

調査は1983～1993年にかけて、九州7県の48箇所を実施した。成虫の発生状況は、夜間誘蛾灯を点灯し、それに飛来する成虫を捕獲して計数する方法によった。なお、成虫誘殺法としては、①元森林総合研究所九州支所

表一 1 標高と成虫発生時期との関係に関する報告

掲載文献	調査期間	1 標高差	2 標高差
大長光 ¹⁷⁾	1989～1990	550 m	32～34 m
灰塚 ¹³⁾	1990～1992	400	24
高宮 ²⁰⁾	1983～1992	730	25
宮島 ¹⁶⁾	1990	812	40

注) 1 標高差：調査地間の標高差

2 標高差：成虫の発生時期が1日ずれるのに対応する標高差

主任研究官倉永善太郎氏考案の倉永式ライトトラップ¹¹⁾を使用したもの、②森林総合研究所九州支所吉田成章保護部長考案の吉田式ライトトラップ²⁹⁾を使用したもの、③カーテン法によるもの、の3つの方法を採用した。

大長光¹⁷⁾、宮島¹⁶⁾、高宮²⁰⁾、灰塚¹³⁾は発生調査の結果から、標高によって発生時期が異なることを報告し、貞清¹⁹⁾は緯度による発生時期のズレを示唆している。

まず、標高と発生期との関係について検討する。前述の標高と発生期との関係についての報告を整理して、表一1に示す。この表から、成虫の発生が1日ずれるのに対応する標高差は24～50mとかなり隔たりがあるが、佐賀県中原町(北緯33° 23', 標高320m)、熊本県御船町(北緯32° 45', 標高720m)、宮崎県北郷町(北緯31° 42', 標高200m)の3地点での過去3～4年の50%羽化日を比較検討した結果、標高差24mで1日ずれるとするのが妥当であるという結論を得た。

次に、緯度と発生期との関係について検討した。前述の佐賀県中原町と宮崎県北郷町の2地点での標高0mにおける初発日(前述の標高と発生時期との関係から算出した。)を比較すると、この2地点間で16.2日の差があり、緯度は101'の差があった。このことから、発生時期が1日ずれる緯度差は、101' / 16.2日 = 6' となった。これをもとに九州全体にあてはめて、図一2に示すとおり標準羽化発生期地図を作成した。

(とりまとめ：灰塚敏郎)

4. 主要挿し木スギ品種の抵抗性の評価

九州地方で植栽されているスギの大半は、挿し木で増殖されたもので、成長・材質・諸害に対する抵抗性も品種によって異なると考えられている。このことから、品種別抵抗性を明らかにするため、品種毎に本種による被害の多少を調査した。

調査の方法は、挿し木スギの品種別見本林あるいは次代検定林において、地際から地上2mまでの樹幹表面に形成された食痕数を計数して、品種ごとの食痕数の多少を比較することによった。

調査の結果は、図-3に示した。被害の程度や調査した品種が調査林分によって異り、食痕数そのものでは比較できないため、調査林分の全食痕数に対する各品種毎の食痕数の占める割合の平均値で比較した。挿し木スギの品種別の被害程度については、大長光ら¹⁸⁾および灰塚⁴⁾によって報告されているが、今回の調査結果もこれらとほぼ同様で、食痕が多い順にヤブクグリ>アカバ>

ホンスギ>アヤスギ>ヤマグチ>シチゾウ>メアサ>フジスギ>キウラ>ヤイチ>ウラセバル>オオノスギ>ヒノデ>クモトオシ>コガ>イワオスギ>オオアチボ>ネジカワ>チバスギ>シヤカイン>実生スギ>キジン>ヒコサン(コバノウラセバル*)>コバノウラセバルとなっていた。この結果、従来どおり、被害が多い品種としては、ヤブクグリ、アカバ、ホンスギ、アヤスギなどがあ

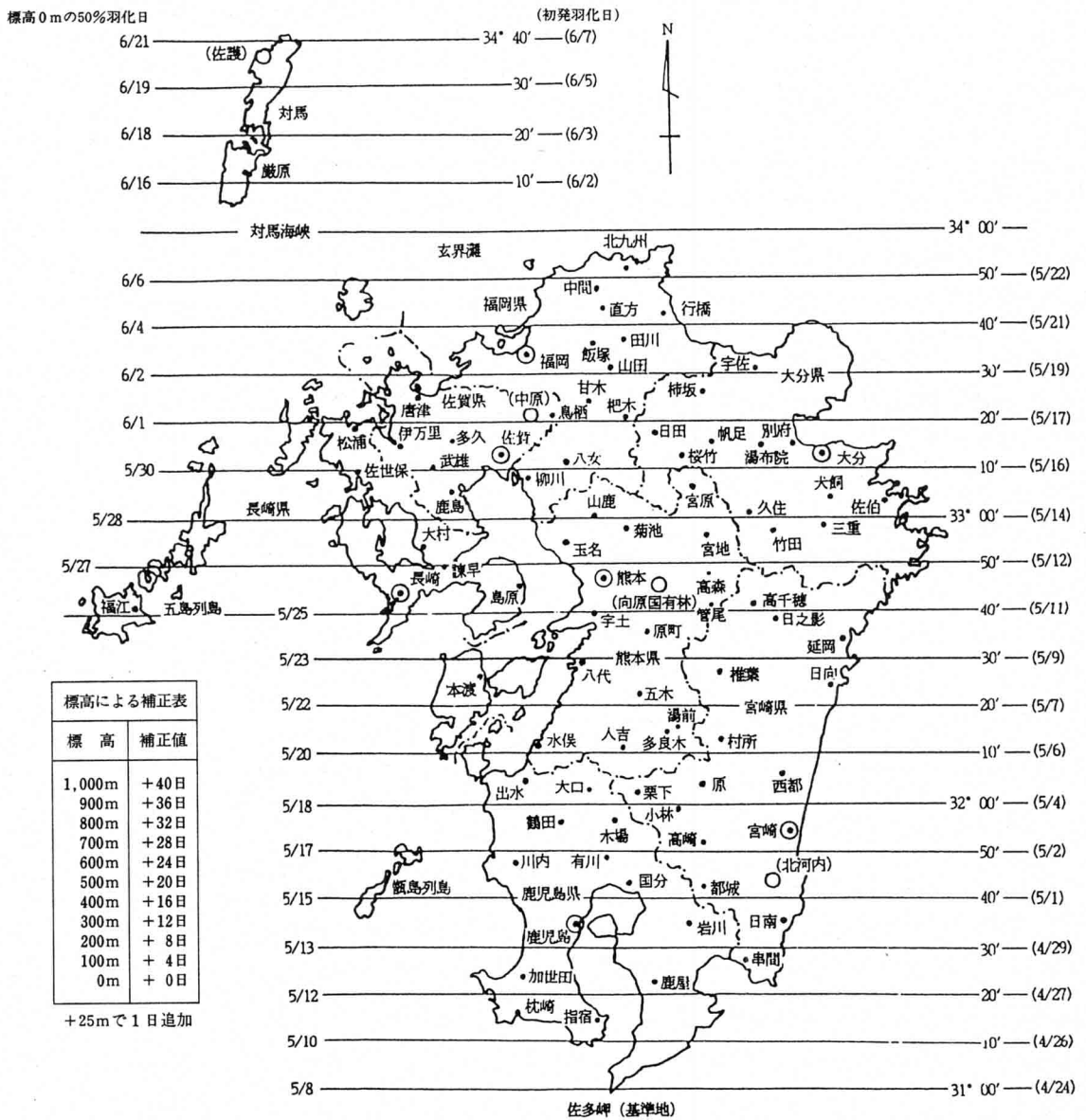


図-2 九州地方におけるヒノキカワモグリガ成虫の標準羽化発生期地図

り、シヤカイン、実生スギ、キジン、ヒコサン(=コバノウラセバル*)、コバノウラセバルなどが被害が少ない品種であった。また宮崎県特有のオビスギ群について、黒木ら¹³⁾が報告している。すなわち図-4に示したとおり、食痕が多い順にマアカ(=オビアカ*)>エダナガ>チリメン(=チリメンドサ*)>ガリン>タノメアサ(=タノアカ*)>ミゾロギ>オビアカ>トサアカ>トサグロ>カラツキ>ヒダリマキ>アラカワ>ヤマダクロ>ハラ>クロであった。この結果、オビスギ群の中で被害が多い品種としては、マアカ(=オビアカ*)、エダナガなどがあり、被害が少ない品種としては、ヤマダクロ、ハラ、クロなどであることがわかった。高宮²¹⁾や片野田ら⁵⁾は、全幹の食痕の分布調査の結果から、全幹の高さによる分布状況は品種によって異なるため、上記の調査方法で食痕数の多少(=被害の多少)を判定するのはかならずしも正確ではないことを示唆している。したがって、今後はこのようなことも考慮にいれて、本種による被害量の品種間差を調査する必要がある。

(とりまとめ：片野田逸朗)

5. 防除試験

1) 枝打ちによる防除試験

本種は、若齢幼虫期に枝で活動しており、齢を経るにしたがって徐々に樹幹へと活動の場を変えるとされている²⁴⁾。このことから、幼虫が枝で活動している時期に枝打ちを実施して、被害防止効果があるかを検討した。試験の方法は、まず被害林分で枝打ちを実施し、数年後に枝打ち実施木および対照木(枝打ち無実施木)を伐倒・割材して、材内に形成された本種幼虫による食害痕数の枝打ち前後の増減を比較・検討した。なお枝打ちの程度、時期、対象の品種などは各県で異なっている。試験結果は次のとおりであった。

福岡県では、アカバとホンスギの被害林で枝打ちを実施した。アカバの林分では、一斉に同程度の枝打ち(強度と弱度)を実施し、ホンスギの林分では単木で枝打ち程度を変えて実施した。なお、枝打ちの時期は冬季(2月)である。枝打ち3年後に調査した結果、アカバの林分では枝打ち前後の食害痕数の増加率が、対照区>強度枝打ち区>弱度枝打ち区の順となった。またホンスギの林分では、枝打ち率と食害痕数の増加率との間に一定の関係は認められなかった。

佐賀県では、枝打ち率を50%、25%の2通りとし、秋

季(11月)に実施した。枝打ち4年後に調査した結果、枝打ち前後の食害痕数の増加率が25%枝打ち区>50%枝打ち区>対照区の順となった。また、枝打ち実施木の新食害痕の分布状況を調査したところ、枝下高が6m以上あってもほとんど地際付近でも確認され、幼虫が6m以上も降下することが確認された。

熊本県では、アヤスギの被害林分で、枝打ち率30%とし、冬季(2月)と秋季(9月)に実施した。枝打ち3年後に調査した結果、枝打ち前後の食害痕数の増加率を冬季枝打ち区と対照区とで比較したところ、有為な差は認められなかった。

宮崎県では、オビスギの被害林分で、枝打ち率30%、40%、50%の3段階の枝打ち区および対照区の試験林を設定した。なお、枝打ちは冬季(12月)に実施した。枝打ち4年後に調査した結果、枝打ち前後の食害痕数の増加率が40%枝打ち区>50%枝打ち区>対照区>30%枝打ち区の順となった。

鹿児島県では、メアサの16年生および27年生被害林分で、枝打ち率30%、50%の2段階の枝打ち区および対照

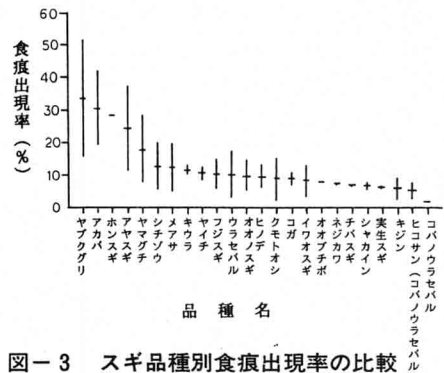


図-3 スギ品種別食痕出現率の比較

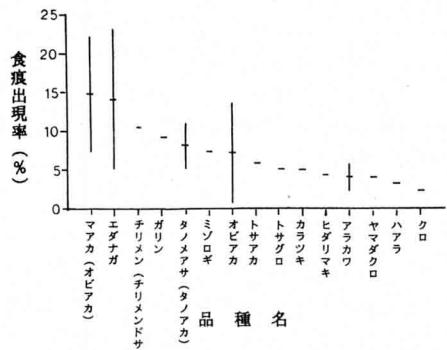


図-4 スギ品種別食痕出現率の比較(オビスギ群の場合)

*の品種名は、『九州のスギとヒノキ』(宮島1989)により統一を図るため、各県の記述に(=)を付記した。

表-2 くん煙剤の散布によって受け布に落下・死亡した成虫数

散布方式	散布年	散布時期	回数	散布量	落下成虫数
従来方式の散布	1986年	6/16~7/28	4回	3缶/回	1.4頭
	1987	6/10~7/18	4	3	1.6
	1988	6/13~7/8	4	3	0.8
	1989	6/26~7/14	4	2	1.5
集中散布	1990	6/17~6/27	4	3	3.8
	1991	6/18~6/24	3	2	3.0

注) 落下成虫数は、受け布1枚当りの落下成虫数

区の試験林を設定した。なお、枝打ちは春季(3月)に実施した。

枝打ち3年後に調査した結果、枝打ち前後の食害痕数の増加率は、16年生の林分では、いずれの区とも似通った傾向を示し、27年生の林分では、いずれの処理区でも増加傾向を示し、枝打ちによる食害回避効果は確認できなかった。

以上の結果、いずれの県でも枝打ちによる食害回避効果は確認できなかった。(とりまとめ:大長光純)

2) 薬剤による防除試験

(1) くん煙剤による防除(詳細は、森林防疫

Vol.42, No.11, 17~20, 1993)

本種成虫を対象として、すでに防除効果が確認され^{1),2),6),7),8),9),12),23)}、農薬登録されているダズバンくん煙剤(主成分クロルピクホス15%)を使用した防除法の効果をより高めるため、成虫発生最盛期をねらって集中的に散布する試験を実施した。

試験は、1990年および1991年の2年間にわたって実施した。1990年には、6月17、20、23、27日の4回、1991年は、6月18、21、24日の3回、いずれも夕刻(18:00~19:00)の風のおさまった時期に散布した。なお、殺虫効果を確認するために、林内に受け布を張り落下死亡した成虫を回収・計数する方法と、散布区・無散布区に設置したライトトラップ²⁵⁾で誘殺された成虫数の変化を比較する方法とによった。その結果、受け布に落下死亡した成虫数は表-2に示すとおりであった。1990年には、20枚の受け布に76頭の成虫落下が、また、1991年には、75枚の受け布に224頭の成虫落下が確認された。これらを過去の集中散布をしていない場合の成虫落下数と比較すると、過去の落下数が受け布1枚あたり、平均1.6頭であったのに対し、集中散布の結果では、1990年で落下数が受け布1枚あたり、平均3.6頭、1991年で落下数が受け布1枚あたり、平均3.0頭となっていた。また、ライトトラップによる成虫誘殺を比較しても、くん煙剤散布前には、散布区・無散布区ともかなり誘殺されたにもか

かわらず、散布後はほとんど誘殺されず、散布効果が確認された。(とりまとめ:宮島淳二)

(2) MEP剤の空中散布による防除

成虫発生期に、MEP剤の航空散布を実施し、成虫または若齢幼虫の防除効果を検討した。

試験は、農林水産航空協会の委託試験として、1988~1991年の間、大分県および鹿児島県で実施した。1988年は若齢幼虫を対象とし、成虫発生直後に1回散布した。1989~1990年は成虫を対象とし、成虫の発生期に1回散布した。1991年は成虫対象とし、成虫の発生初期および最盛期の2回散布した。散布の効果の判定は、枝についた幼虫・虫糞数を散布林・無散布林で比較する方法および誘蛾灯による成虫誘殺数の変化を散布・無散布林で比較する方法、試験林内の立木を伐倒・割材して材内の食害痕数の増減を散布・無散布林で比較する方法などによった。

その結果、初年度は実施した2県で異なる結果となり、最終年度には幼虫・虫糞数および成虫誘殺数の比較法では効果が認められ、材内の食害痕数の比較法では効果が認められなかった。以上のことから、空中散布の効果は認められなかった。(とりまとめ:宮島淳二)

3) バンド法

被害木の樹幹にスギカミキリ捕殺用粘着バンド(幅8cm、長さ50cm、商品名カミキリホイホイ)を巻きつけ、枝条から樹幹を降下してくる本種成虫を捕殺しようという防除法で、大分県と宮崎県で試験を行った。

大分県では、4月にバンド(幅4cmに切ったもの)を巻きつけ(1、2、3枚の3段階-バンド間は20cm間隔)、同年9月に回収して、バンドに付着した虫糞・蛹数を調査するとともに、樹幹表面に形成された当年の食害痕数を調査した。

宮崎県では、2月に供試木1本につき5枚を約1m間隔で巻きつけた。同年5月に回収して、さらに、巻きつけた被害木を伐倒剥皮し、樹幹に残った幼虫・蛹の数を調査して、バンドによる捕殺率を求めた。

調査した結果、大分県では、巻きつけるバンドの枚数が多いほど捕殺率が高くなること、当年の食害痕数も同様の傾向がみられた。宮崎県では、40%前後の捕殺率となった。
(とりまとめ：千原賢次)

6. まとめ

以上、九州地区林試協ヒノキカワモグリガ分科会で実施した共同研究の報告書の概要をのべたが、報告書にはこれに続いて参加各県が、共同研究期間中に日本林学会大会講演集および日本林学会九州支部研究論文集として発表したヒノキカワモグリガに関する文献を掲載した。この共同研究をとおして、本種の防除法について、かなりの部分を解明することができた。

しかし、まだまだ未解明の部分も多く存在しているので、関係者のさらなる努力が求められる。今後は、この成果を踏まえて、本格的な防除技術の開発に取り組む必要がある。

引用文献

- 1) 麻生賢一ら：日林九支研論 37, 195~196, 1984
- 2) ————：同上 38, 211~212, 1985
- 3) 灰塚敏郎：日林九支研論 46, 171~172, 1993
- 4) ————：同上 47, 157~160, 1994
- 5) 片野田逸朗・谷口 明：日林九支研論 45, 152~153, 1992
- 6) 久保園正昭：日林九支研論 40, 185~186, 1987
- 7) ————・宮島淳二：同上 41, 155~156, 1988
- 8) ————・—————：同上 42, 183~184, 1989
- 9) ————・—————：同上 43, 149~150, 1990
- 10) 倉永善太郎：森林防疫 34(11), 2~7, 1989
- 11) ————：林業試験場九州支場年報 28, 48, 1985
- 12) ————ら：林業と薬剤 95, 12~16, 1985
- 13) 黒木逸郎ら：日林九支研論 45, 135~136, 1990
- 14) 宮崎 徹・貞清秀男：日林九支研論 46, 161~162, 1993
- 15) 宮島 寛：九州のスギとヒノキ。九州大学出版会, 1989
- 16) 宮島淳二：日林九支研論 44, 139~140, 1991
- 17) 大長光純：第102回日林論：289~290, 1991
- 18) ————・倉永善太郎：日林九支研論 42, 49~50, 1989
- 19) 貞清秀男：日林九支研論 44, 143~144, 1991
- 20) 高宮立身：日林九支研論 46, 157~158, 1993
- 21) ————ら：同上 43, 137~138, 1990
- 22) 地域林業研究会：都道府県別林業総覧。地球出版, 1967
- 23) 千原賢次ら：日林九支研論 42, 181~182, 1989
- 24) 山崎三郎・倉永善太郎：ヒノキカワモグリガの生態と防除。林業技術振興所, 東京, 1988
- 25) 吉田成章・佐藤重穂：日林九支研論 43, 147~148, 1990

(1995・9・19 受理)

マツノザイセンチュウの種をめぐる最近の研究

真宮 靖治*
玉川大学農学部

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) はマツ枯れの病原体としてこのうえない被害をわが国のマツにもたらしてきた。日本のマツの受難は、どうやら外来性病原体のもたらした悪疫によるというのが真相のようである。その渡来起源が北米大陸であることを示す証拠が固められつつある。アメリカ、カナダでは原産のマツがいずれも抵抗性であるため、広い分布を示すこの線虫も悪疫をもたらすことなく土着種としての存在である。マツノザイセンチュウが分布していないヨーロッパでは、原産のマツ類が感受性であることから、こ

の線虫の侵入を厳しく警戒している。1984年、フィンランドではマツノザイセンチュウに汚染したマツ材チップが見つかったことをきっかけに、線虫が分布する国からのマツ材輸入禁止措置がとられた(フィンランドの措置にスウェーデン、ノルウェーがつづいた)。一方、ヨーロッパではニセマツノザイセンチュウ (*B. mucronatus*) が生息分布していて、マツノザイセンチュウとの関連でこの線虫の正体をみきわめる必要がでてきた。北米でも、ヨーロッパでのマツ材の輸入禁止措置は、業界への打撃も大きく深刻であった。アメリカ、カナダでのマツノザイセンチュウ研究は、この問題への対応が中心となった。北アメリカに広く分布するマツノザイセンチュウの

* Yasuharu MAMIYA

地理的変異の程度、それらのヨーロッパのニセマツノザイセンチュウとの類縁関係の究明は、輸入禁止措置の妥当性の判断や、線虫侵入後の危険性の予測などに関わる重要な研究課題として取り上げられた。このような背景において、本稿の主題となる「種をめぐる最近の研究」は、ほとんどがヨーロッパやアメリカ、カナダの研究者によるものである。そこで、これらの研究の成果を紹介することで、マツノザイセンチュウの種の問題を整理してみたいと思う。

とくにDNA解析の手法による研究の進展は目ざましく、すでにある程度の結論が得られたとの感もある。しかし、わが国の場合についていえば、今後、DNAレベルでの各地線虫分離系統の整理によって、病気の侵入・拡大の経過を追跡したり、さらには将来の推移を予測するうえで有効な情報が得られるとの期待がかかる。

1. マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの世界的な分布状況

マツノザイセンチュウ：マツを枯らす病原体として発見された線虫は、*Bursaphelenchus lignicolus*の種名で新種記載がなされた(Mamiya & Kiyohara, 1972)。その後、アメリカでもマツ枯死木から同じ線虫が検出され、さらには全国的な広い分布が明らかにされた(Dropkin & Foudin, 1979)。同時に、その分布がマツの被害を伴っていないこともわかり、この線虫が抵抗性のアメリカ産マツ類との均衡のうちに永続してきたアメリカにおける土着種であると推測された。これを裏付けたのが、マツノザイセンチュウが古くから分布していたことを示す標本の再発見と、それにもとづく種の再記載であった(Nickleら, 1981)。その結果、*B. lignicolus*は*B. xylophilus*のシノニムとされ、以後、マツノザイセンチュウには後者の学名が用いられることになった。マツノザイセンチュウの北米大陸における分布は、カナダでの生息確認(Knowelsら, 1983)をもって、あらためてその広がりを明確にした。カナダ政府はカナダ全土において組織的な調査を行い、東部諸州各地をはじめ、太平洋沿岸地域まで、広い範囲にわたる分布を明らかにした。カナダでもマツノザイセンチュウの検出は、他の原因により衰弱枯死したマツ科樹木からであった。最近、メキシコでの分布が明らかにされた(Dwinell, 1994)。

1982年に南京で、マツノザイセンチュウによるクロマツの被害が報告されて、中国における分布が初めて知られた。1987年まで、中国全土広く行われたその後の調査でも、マツノザイセンチュウの分布は、南京からその北東75kmの鎮江までの周辺地域に限定されていた(Yang

& Wang, 1989)。このように線虫の分布が限られていて、そこでは侵入病原体による感受性マツ(導入樹種としてのクロマツ)の被害拡大の様相がみられたことから、マツノザイセンチュウは中国にとっても外来種と推測された。中国ではその後、山東省、安徽省、浙江省、広東省、さらには香港での被害発生の情報がある(遠田・竹谷, 1992)。最近では、クロマツだけでなくタイワンアカマツなど中国原産のマツの被害もでているようである。台湾でも、リュウキュウマツの造林木の被害(遠田, 1988)、また韓国では、釜山周辺でのクロマツの被害(遠田, 1989)が報じられ、これらはいずれもマツノザイセンチュウの新たな導入によるものであることが推測できる被害発生であった。

ニセマツノザイセンチュウ：日本各地のマツ枯死木からマツノザイセンチュウによく似た線虫が分離検出されていたが、これに対してはニセマツノザイセンチュウ(*Bursaphelenchus mucronatus*)として種の記載が行われた(Mamiya & Enda, 1979)。本種は、マツノザイセンチュウとは幼虫および雌成虫の尾端形状の違い(突起=mucroを有する)を形態上の唯一の相違点として区別される。生態的には、マツ材組織内での生息、媒介者とのかかわりなどにおいてマツノザイセンチュウと同じである。ただ、マツに対する病原性がきわめて弱いため、二次的な寄生者として、媒介者の選択する限定された対象を生息域として分布する。つまり、マツノザイセンチュウのような積極的な分布拡大とはならない。交配実験から両者の間には生殖隔離も認められ、別種とする根拠になった。ニセマツノザイセンチュウについては、日本のマツ類に対する病原性や分布実態、あるいは生態などから、かなり古くから日本に分布していた土着種と推定することができる。

1970年代末にフランスで、マツノザイセンチュウ発見が報じられたが、この線虫は形態的にニセマツノザイセンチュウと一致していて、これによりヨーロッパでの本種の生息が初めて確認された。しかし、当初はこの線虫の扱いにおいて、ニセマツノザイセンチュウをマツノザイセンチュウの同一種(異名)であるとしたうえで、フランスの線虫をマツノザイセンチュウとするとの論文(Baujard, 1980)が発表されるなどの混乱があった。その後、マツノザイセンチュウ再記載の論文(Nickleら, 1981)で、ニセマツノザイセンチュウの種としての有効性が再確認された。その後、ヨーロッパではノルウェー(McNamara & Stoen, 1988)、スウェーデン(Magnusson & Schroeder, 1989)、フィンランド(Tomminenら, 1989)でニセマツノザイセンチュウの分布が確認され

た。また、ロシアでもシベリアでの分布が報告された (Kulinichら, 1994)。なお、シベリアでの分布に関しては、シベリアからの輸入木材に対する検疫活動の過程で、カラマツ材から本種が検出されたことで早くから推測されていた (相原ら, 1980)。アメリカ、カナダでは、ニセマツノザイセンチュウの生息・分布を直接示した報告はこれまでにない。しかし、尾端形状において類似した特徴をもつ線虫は検出されていて、それらはm型 ("m"-form) として、マツノザイセンチュウの突起のない典型的な尾端形状、r型 ("r"-form) と対比させている。もちろん、m型とr型との間には連続的な形態 (尾端) の変異があることも認められている。

中国では、ニセマツノザイセンチュウは国内に広く分布することが示唆されている (Yang & Wang, 1989)。韓国や台湾を含め、その他アジア地域での本種の分布はまだ明らかでない。

ニセマツノザイセンチュウと形態的に近似した種として、*Bursaphelenchus fraudulentus* がかねて注目されていた。ドイツでは、マツノザイセンチュウ分布調査の過程で、本種の分布が確認された (Schauer-Blume, 1987, 1992)。Rhüm (1956) による本種記載の type locality で採集した線虫標本の比較検討から、本種が再確認された。この線虫は、バラ科、カバノキ科、ブナ科などの広葉樹からもっぱら検出されていて、針葉樹での生息は認められていない。

「マツノザイセンチュウの種をめぐる研究」は、マツノザイセンチュウ、ニセマツノザイセンチュウそして *B. fraudulentus* の3種について、種内変異をも含めた相互関係の解明に向けて進められてきている。

2. 種内変異

マツノザイセンチュウについては、アメリカにおける土着種としての広い分布が明らかにされると、地理的隔離や媒介者の寄主選好などによって、いろいろな変異の生じることが推測された。ミネソタ州でバルサムモミから分離された線虫は、接種実験の結果バルサムモミには病原性を示すが、その他のマツ類には病原性を示さないことが明らかにされた。この線虫はニセマツノザイセンチュウのように尾端に突起を有するが、マツノザイセンチュウの変異と考えられた (Wingfieldら, 1983)。Bollaら (1986) は、マツノザイセンチュウについて、ミズーリ州でヨーロッパアカマツから分離した線虫、バーモント州でストロブマツから分離した線虫について病原性を調べた結果、それぞれが分離された樹種に対してのみ感染・発病をもたらすこと、つまり、マツノザイセンチュウ

におけるパソタイプ (pathotype) の存在を明らかにした。病原性の変異に関しては、さらに、分離線虫の個体群、すなわち培養系統 (分離系統、アイソレート) ごとに大きな変異の存在することが実験的に明らかにされた (清原, 1989, Kiyohara & Bolla, 1990)。その変異は、地理的に離れた林分間だけでなく、同じ林分の異なるマツ枯死木からそれぞれ分離された個体群間でもみられた。接種実験による病原性の変異の幅は、枯死率で0から100%にまで及んだ。同じマツノザイセンチュウのなかに、強い病原力をもつ線虫と、病原力の弱い線虫が系統として存在していることになる (形態的な差異は認められていない)。このような病原力の変異については、系統間の交配の結果から、強い病原力が優性として次世代に伝わることも明らかにされている (清原, 1989, Kiyohara & Bolla, 1990, Bolla & Tamura, 1989)。

ニセマツノザイセンチュウはマツ類に対する病原性をほとんど示さないことがマツノザイセンチュウとの区別点とされている。ヨーロッパ産のニセマツノザイセンチュウについて、その病原性がマツノザイセンチュウおよび日本産ニセマツノザイセンチュウと比較された (Schauer-Blume, 1990)。フランス産、ノルウェー産のニセマツノザイセンチュウは、ヨーロッパアカマツに対して、条件によってはマツノザイセンチュウと変わらない病原性を示した。一方、日本産ニセマツノザイセンチュウには病原性がみられなかった。日本産とフランス産線虫の交配によるニセマツノザイセンチュウの繁殖個体群が病原性を示したという実験結果がでている (Rigaら, 1991)。また、Rigaら (1991) はマツノザイセンチュウのm型とr型の間では病原性の差のないことを示した。

3. マツノザイセンチュウの種をめぐる分類学的検討

これまでに各国、各地でマツ枯死木あるいは媒介者から分離され、培養維持されてきたマツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの多くの分離系統 (アイソレート) を対象に、系統間あるいは種間の類縁関係を明らかにすべく、分類学的検討が行われてきている。そのための手法としては、分離系統間の交配実験、電気泳動法による酵素アイソザイムの分析、そして遺伝子レベルでの比較を可能にするDNA解析などが取り上げられている。以下に、それぞれの手法に基づく研究の成果を追っていくことにする。

酵素の電気泳動法によるアイソザイム分析: フランスのランド地方で、フランスカイガンショウの枯死木から検出された線虫は、形態的な特徴においてニセマツノザイセンチュウと一致した。この線虫の分類的位置づけを明

確にするため、日本で分離されたマツノザイセンチュウ、ニセマツノザイセンチュウとの比較で酵素が調べられた(de Guiranら, 1985)。エステラーゼとリンゴ酸脱水素酵素について、これら3分離系統の線虫はそれぞれ異なるパターンを示し、表現型の違いが認められた。Kiyohara & Bolla (1990)は数種の酵素について、日本産のマツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウそれぞれ数系統のアイソザイム・パターンを比較した。その結果によると、明瞭な種間の差異を示す酵素もあったが、種内系統間の変異が、種間の変異幅をこえる場合もあって、アイソザイム分析だけに頼る分類学的検討の困難さをうかがわせた。

交配実験：遺伝的な差異があつてはじめて起こる生殖隔離は、種や亜種の独立を示すてかかりとされている。日本産のマツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウについては、それぞれ複数の分離系統を用いた交配実験の結果から、両者の生殖隔離が確認された(Mamiya, 1986)。de Guiran & Brugier (1989)は日本産マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウ、フランス産ニセマツノザイセンチュウ、さらにはミネソタ州のバルサムモミから検出された尾端突起を有するアメリカ産マツノザイセンチュウ(MAbと略記する)の4分離系統につき、系統相互間の交配実験を行った。交配の結果は、日本産マツノザイセンチュウと日本産ニセマツノザイセンチュウ、日本産ニセマツノザイセンチュウとアメリカ産マツノザイセンチュウ(MAb)、フランス産ニセマツノザイセンチュウとアメリカ産マツノザイセンチュウ(MAb)、それぞれの組合せでは不稔性であり、生殖隔離が認められた。一方、日本産とアメリカ産のマツノザイセンチュウ(MAb)、日本産とフランス産のニセマツノザイセンチュウ、日本産マツノザイセンチュウとフランス産ニセマツノザイセンチュウ、それぞれの交配は成立した。フランス産の線虫は、日本産のニセマツノザイセンチュウだけでなくマツノザイセンチュウとも交配すること、また、バルサムモミから検出の線虫(MAb)とは交配しないことが注目される。この線虫(MAb)がニセマツノザイセンチュウと交配しないことは、Wingfieldら(1983)の実験結果でも示されていた。このような結果から、de Guiran & Brugier (1989)はマツノザイセンチュウ、ニセマツノザイセンチュウの相互関係について、supura-speciesの概念を提案した(共通の祖先から分化して、生殖隔離がまだ完全に成立していないグループを含む生物群)。

その後行われた日本産、アメリカ産、カナダ産マツノザイセンチュウ、また、日本産、フランス産のニセマツ

ノザイセンチュウ相互の交配実験でも(Rigaら, 1992)、同様な結果がえられている。この実験では、マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの雌雄の組合せによっては稔性の次世代が生じている。また、日本産とフランス産のニセマツノザイセンチュウの交配でも、稔性のF₁の有無は雌雄の組合せで異なった。このような結果は両種が共通の祖先に由来することを示すものとした。

ドイツでもマツノザイセンチュウの生息・分布調査が進められていたが、マツノザイセンチュウ、ニセマツノザイセンチュウはともに分布が未確認に終わっている。一方、ドイツとオーストリア、ハンガリーを含む各地で、各種広葉樹の枯死木から線虫を検出し、*B. fraudulentus*と同定された(Schauer-Blume, 1992)。この線虫は各地からの分離系統相互間では、交配が可能であったが、日本産、フランス産、ノルウェー産のニセマツノザイセンチュウ、また日本産マツノザイセンチュウそれぞれとの間では、交配は成立しないことが確認された。Schauer-Blume(1992)は、フランス産およびノルウェー産ニセマツノザイセンチュウは日本産のニセマツノザイセンチュウおよびマツノザイセンチュウのいずれとも交配が成立することを確認した。

Bolla & Boschert (1993)は日本産、アメリカ産、カナダ産のマツノザイセンチュウ、日本産、フランス産のニセマツノザイセンチュウ、それぞれについて地理的に離れたより多くの分離系統を供試して交配実験を行った。これら分離系統の相互関係をさらに明確にするため、それぞれの染色体数や、また病原性が平行して調べられた。他の研究成果と大きく違うのは、フランス産ニセマツノザイセンチュウが、日本産ニセマツノザイセンチュウとマツノザイセンチュウのいずれとも交配しないという結果が示されている点である。フランス産ニセマツノザイセンチュウは、染色体数と病原性からは、マツノザイセンチュウにより近く、日本産ニセマツノザイセンチュウとは別種ともいえる位置関係にあると推定している。さらには、フランス産分離系統の新種の可能性を想定した。このような結果に基づき、マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウは共通の祖先から派生した2つのグループとして明らかに区別されるとした。その他、マツノザイセンチュウのm型、r型は相互に交配が可能であること、どちらもニセマツノザイセンチュウとは交配しないことなどの知見も加えられた。しかし、カナダ・ケベック州でバルサムモミから分離したm型の系統については、交配はしないか染色体数からニセマツノザイセンチュウのグループに属するものとした。Har-

表 マツノザイセンチュウのDNA解析

研究者	実験方法	供試線虫 (分離系統数)	結果	付記
Bolla <i>et al.</i> (1988)	ゲノムDNAのRFLP分析 分離システムのいずれかのDNAを ハイブリット形成プローブ として用い、サザンプロッ ト法で分析	BxA (4) BxC (2) BmJ (1)	BxA & BxC ≠ BmJ BxC (CQAb) ≠ BmJ	パソタイプ間には 遺伝子レベルでの 差あり CQAb ("m" form) は Bxの変異
Webster <i>et al.</i> (1990)	リボゾーム遺伝子の塩基配 列分析 BxとBmの種特異的プローブ を用いてサザンプロット法 によるハイブリット形成 ドットプロットテスト	BxJ (2) BxA (2) BxC (8) BmJ (2) BmF (1) BmNo (1)	Bx group Bm group Bm → BmJ subgroup BmF = BmNo subgroup	PWNSCは2つのグル ープに分かれる Bmは日本産とヨー ロッパ産のサブグ ループに分かれる
Abad <i>et al.</i> (1991)	反復性DNA配列のRFLP分析 <i>C. elegans</i> 由来のunc-22 遺伝子プローブを用いて サザンプロット法による ハイブリット形成	BxJ (2) BxA (2) BmJ (1) BmF (1) BmNo (1) BfHun (1)	Bx group Bm group Bf Bm → BmJ BmF = BmNo	BxJとBxAの密接な 関係 → 日本産のオ リジンを示唆 BxA (MAB) はBxの形 態の変異とする根拠
Tares <i>et al.</i> (1992)	ゲノムDNAの制限酵素断片 分析 BxJから得たDNAプローブを 用いてサザンプロット法に よるハイブリット形成	BxJ (2) BxA (5) BxC (2) BmJ (1) BmF (1) BmNo (1) BfHun	Bx group Bm group Bf Bx → BxA = BxJ BxC Bm → BmJ BmF = BmNo	BxJとBxAとの類似 性 → 日本産の起源 BxA (MAB) はBxの範 ちゅう BfはPWNSCとは別 グループ
Beckenbach <i>et al.</i> (1992)	PCR増幅法の応用 直接的なDNAシーケンシ ング	BxJ (1) BxA (3) BxC (7) BmJ (1) BmF (2) BmNo (1) BmSw (1) BmFin (3)	Bx → 5 types Bm → 4 types BxJ = BxA Bx group BmJ group BmEurope group	BxJはアメリカ東 部産BxAと一致 BmJとヨーロッパ 産Bmは別種の可能性
Riga <i>et al.</i> (1992)	ゲノムDNAのRFLP分析 リボゾーム遺伝子プローブ を用いたサザンプロット法 によるハイブリット形成	BxJ (1) BxA (1) BxC (3) BmJ (1) BmF (1)	Bx group Bm group Bm → BmJ BmF	BxとBmの種として の独立性 BmJとBmFは別種の 可能性
Harmey & Harmey (1993)	BxJの反復性DNAをハイブリ ット形成プローブとして用 い、サザンプロット法で DNAフィンガープリント解析 ゲノムDNAのPCR増幅による フィンガープリント解析	BxJ (2) BxA (4) BxC (3) BmJ (1) BmF (1) BmNo (1) BfHun (1)	Bx group Bm group Bf group Bm → BmJ BmF = BmNo	BfはPWNSCと別グ ループ Bx分離系統間にも DNAに差あり CQAb ("m"-form) は Bmと同定 → 北米に おけるBmの分布

Bx: マツノザイセンチュウ, Bm: ニセマツノザイセンチュウ, Bf: *Bursaphelenchus fraudulentus*, J: 日本産, A: アメリカ産, C: カナダ産, F: フランス産, No: ノルウェー産, Sw: スウェーデン産, Fin: フィンランド産, Hun: ハンガリー産, MAb: BxA分離系統(バルサムモミから), CQAb: ケベック州からの分離系統

me y & Harmey (1993)もDNA解析の結果からこのカナダ産の線虫をニセマツノザイセンチュウと同定している。これらの結果から、ニセマツノザイセンチュウの北米大陸における分布が示されたことになる。

マツノザイセンチュウ、ニセマツノザイセンチュウそれぞれの各国産、あるいは地理的隔離が考えられる分離系統について、種間あるいは種内での交配実験は、雌雄の組合せによって生殖力を有するF₁産生の有無が変わるなど、相互関係の複雑な側面もみせている。地球レベルで各地分離系統について広く交配実験を行う必要があり、そのような研究がいま進められている(清原, 未発表)。

DNA解析: 遺伝子レベルでの種の比較が、分子生物学分野の発展とともに技術的進歩をともなって分類学的手法として取り入れられてきている。線虫についてもすでに、DNA解析の手法はいろいろな場面で応用されている。マツノザイセンチュウの種をめぐる研究においても、この最新の手法を用いて種や系統間の相互関係解明のための研究が進んでいる。マツノザイセンチュウに関連しては、フランス、カナダ、アメリカなどの研究グループが、DNA解析の手法にそれぞれ若干の違いをみせながら種や分離系統の分類学上の位置づけに取り組んできた。実験機器の急速な進歩・改善にともなう精度の向上は、対象とするDNAのより精密な分析を可能とした。一連の研究については、それぞれがより精度を高めながら、先立つ研究の成果をうらづけてきた経過がたどれる。これら研究の成果をとりまとめて表に示す。

DNA解析に基づく研究成果は、マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウ両種間、あるいはそれぞれの地理的分布を異にする系統間の相互関係について、ほぼ同じ結論に達しているともみることができる。

まとめ

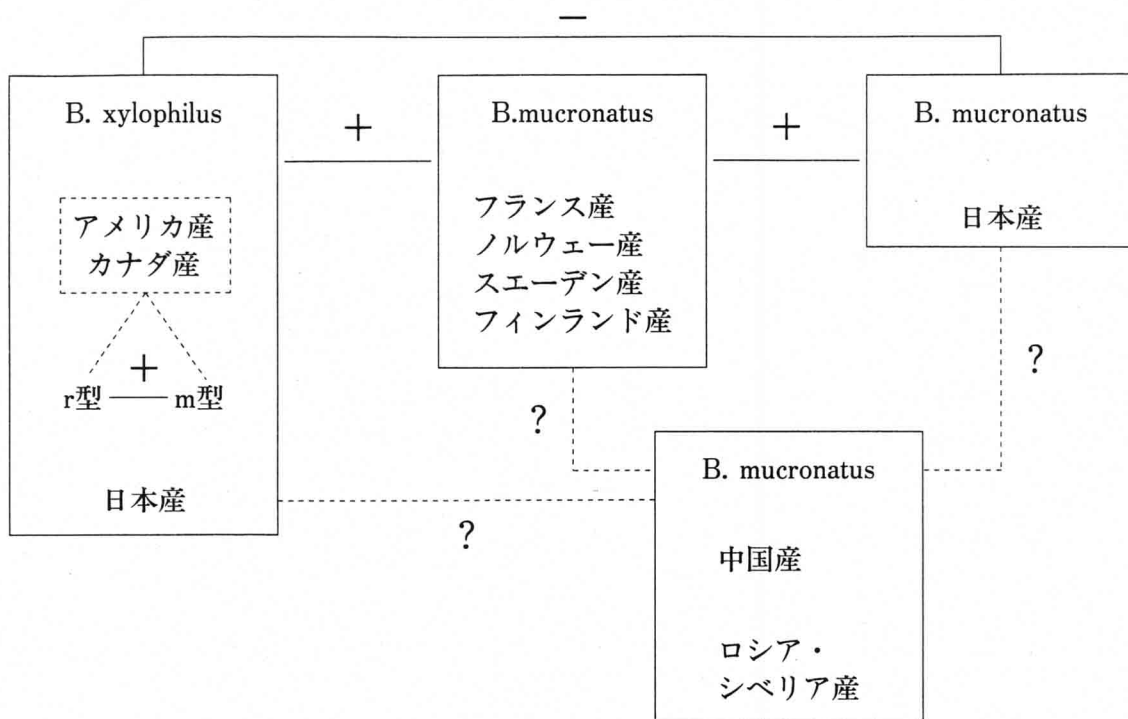
マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウとの種間関係、あるいはそれらの地理的分布を異にする分離系統(アイソレート)間の相互関係の解明については、交配試験やDNA解析によって、これまでかなりの進展がみられた。その関係は、共通の祖先から分化し、地理的な分布の広がりの中に分化は進んだが、いまだ不完全な生殖隔離にとどまる生物群としての姿がとらえられる。すなわち、"supraspecies"の概念である(de Guiran & Brugier, 1989)。また、マツノザイセンチュウに対するニセマツノザイセンチュウ2グループの相互関係から、全体として相互に遺伝子交換可能なグループの存在、すなわちPWNSC(the pinewood nematode

species complex)が提唱された(Websterら, 1990)。このような概念のもと、マツノザイセンチュウをめぐる種の問題はおおよそ次のように整理できる。PWNSCは、大きくマツノザイセンチュウ、日本産ニセマツノザイセンチュウ、ヨーロッパ産ニセマツノザイセンチュウの3グループに分けられる。ヨーロッパ産ニセマツノザイセンチュウは、*B. mucronatus*とは別種になる可能性がある。日本産マツノザイセンチュウはアメリカ東部産のマツノザイセンチュウとの深い類縁関係がみられ、渡来の起源を示唆している。シベリアや中国に分布するニセマツノザイセンチュウの分類的位置づけは、残された課題であり、PWNSCの地球規模での分布実態を明らかにするうえで興味深い。*B. fraudulentus*はPWNSCのグループには入らないことがはっきりと示された。

本稿は1995年4月開催の第106回日本林学会大会における森林昆虫談話会シンポジウムで話題提供した内容をもとにまとめたものである。原稿をちょうど書き上げた頃に、本稿と同様な趣旨で書かれた総説が日本線虫学会誌にあらわれた(岩堀・二井, 1955)。DNA分析の結果を中心とした解説であり、より専門的な内容となっている。マツノザイセンチュウ研究におけるDNA分析技術応用の展望も記され、この分野で出遅れているわが国の研究の今後の進展が期待される。

引用文献

- Abad, P., Tares, S., Brugier, N. and de Gurian, G. 1991. Characterization of the relationships in the pinewood nematode species complex (PWNSC) (*Bursaphelenchus* spp.) using a heterologous unc-22 DNA probe from *Caenorhabditis elegans*. *Parasitology* **102**: 303-308.
- 相原孝雄・三枝敏郎・湯原 巖. 1980. 輸入木材材部から検出された*Bursaphelenchus*属を中心とした線虫. *植防研報* **16**: 103-107.
- Baujard, P. 1980. Trois nouvelles especes de *Bursaphelenchus* (Nematoda; Tylenchida) et remarques sur le gene. *Revue Nématol.* **3**: 167-177.
- Beckenbach, K., Smith, M. J. and Webster, J. M. 1992. Taxonomic affinities and intra- and interspecific variation in *Bursaphelenchus* spp. as determined by polymerase chain reaction. *J. Nematol.* **24**: 140-147.
- Bolla, R. I. and Boschert, M. 1993. Pinewood



+ : 交配成立 - : 交配不成立
 ? : 生物学および分子生物学的な種の位置づけについては未検討

図 マツノザイセンチュウ類(PWNSC)の相互関係

- nematode species complex: Interbreeding potential and chromosome numbers. *J. Nematol.* **25**: 227-238
- Bolla, R. I. and Tamura, H. 1989. Mating potential and chromosome number of some Japanese and U. S. populations of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *日線虫研誌* **19**: 7-12.
- Bolla, R. I., Weaver, C. and Winter, R. E. 1988. Genomic differences among pathotypes of *Bursaphelenchus xylophilus*. *J. Nematol.* **20**: 309-316.
- Bolla, R. I., Winter, R. E., Fitzsimmons, K. and Linit, M. J. 1986. Pathotypes of the pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. *J. Nematol.* **18**: 230-238.
- De Guiran, G. and Brugier, N. 1989. Hybridization and phylogeny of the pine wood nematode (*Bursaphelenchus* spp.). *Nematologica* **35**: 321-330.
- De Guiran, G., Lee, M. J., Dalmaso, A. and Bongiovanni, M. 1985. Preliminary attempt to differentiate pinewood nematodes (*Bursaphelenchus* spp.) by enzyme electrophoresis. *Revue Nématol.* **8**: 88-90.
- Dropkin, V. H. and Foudin, A. S. 1979. Report of the occurrence of *Bursaphelenchus lignicolus*-induced pine wilt disease Missouri. *Plant Dis. Rept.* **63**: 904-905.
- Dwinell, L. D. 1994. First record of pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) in Mexico. *Pl. Dis.* **77**: 846.
- 遠田暢男. 1988. 台湾におけるマツ材線虫病の被害. *森林防疫* **37**: 161-166.
- 遠田暢男. 1989. 韓国におけるマツ材線虫病の現状と対策. *森林防疫* **38**: 148-152.
- 遠田暢男・竹谷昭彦. 1992. 中国におけるマツ材線虫病の被害と対策. *森林防疫* **41**: 106-111.
- Harmey, J. H. and Harmey, M. A. 1993. Detection and identification of *Bursaphelenchus* species

- with DNA fingerprinting and polymerase chain reaction. *J. Nematol.* **25** : 406-415.
- 岩堀英晶・二井一禎. 1995. 線虫の分類におけるDNA分析技術の利用. *日線虫誌* **25** : 1-10.
- 清原友也. 1989. マツ材線虫病の病原学的研究. *林試研報* **353** : 127-176.
- Kiyohara, T. and Bolla, R. I. 1990. Pathogenic variability among populations of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Forest Science* **36** : 1061-1076.
- Knowels, K., Beaubien, Y., Wingfield, M. J., Baker F. A. and French, D. W. 1983. The pinewood nematode new in Canada. *For. Chron.* **59** : 40.
- Kulinich, O. A., Kruglic, I. A., Eroshenko, A. S., and Kolosova, N. V. 1994. Occurrence and distribution of the nematode *Bursaphelenchus mucronatus* in the Russian Far East. *Russian J. Nematol.* **2** : 113-119.
- Magnusson, C. and Schroeder, L. M. 1989. First record of a *Bursaphelenchus*-species (Nematoda) in *Monochamus* beetles in Scandinavia. *Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz.* **62** : 53-54.
- McNamara, D. and Stoen, M. 1988. A survey for *Bursaphelenchus* spp. in pine forest in Norway. *EPPO Bulletin* **18** : 152-154.
- Mamiya, Y. 1986. Interspecific hybridization between *Bursaphelenchus xylophilus* and *B. mucronatus* (Aphelenchida : Aphelenchoididae). *Appl. Ent. Zool.* **21** : 159-163.
- Mamiya, Y. and Kiyohara, T. 1972. Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n. sp. (Nematoda : Aphelenchoididae) from pine wood and histopathology of nematode-infested trees. *Nematologica* **18** : 120-124.
- Mamiya, Y. and Enda, N. 1979. *Bursaphelenchus mucronatus* n. sp. (Nematoda : Aphelenchoididae) from pine wood and its biology and pathogenicity to pine trees. *Nematologica* **25** : 353-361.
- Nickle, W. R., Golden, A. M., Mamiya, Y. and Wergin, W. P. 1981. On the taxonomy and morphology of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1934) Nickle 1970. *J. Nematol.* **13** : 385-392.
- Riga, E., Sutherland, J. R. and Webster, J. M. 1991. Pathogenicity of pine wood nematodes isolated and hybrids to Scots pine seedlings. *Nematologica* **37** : 285-292.
- Riga, E., Beckenbach, K. and Webster, J. M. 1992. Taxonomic relationships of *Bursaphelenchus xylophilus* and *B. mucronatus* based on inter-specific and intraspecific cross-hybridization and DNA analysis. *Fundam. appl. Nematol.* **15** : 391-395.
- Rühm, W. 1956. Die Nematoden der Ipiden. *Parasitol. Schriftenr.* **6**, 437p.
- Schauer-Blume, M. 1987. *Bursaphelenchus "mucronatus"* (Nematoda, Aphelenchoididae) an Laubbaumen in Deutschland. *Nachrichtenbl. Deut. PflSchutz D(Braunschweig).* **39** : 152-154.
- Schauer-Blume, M. 1990. Preliminary investigations on pathogenicity of European *Bursaphelenchus* species in comparison to *Bursaphelenchus xylophilus* from Japan. *Revue Nématol.* **13** : 191-195.
- Schauer-Blume, M. 1992. Crossing experiments with *Bursaphelenchus*-isolates from Europe and Japan. *J. Pl. Dis. Protec.* **99** : 304-310.
- Tares, S., Abad, P., Burgier, N. and de Guiran, G. 1992. Identification and evidence for relationships among geographical isolates of *Bursaphelenchus* spp. (pinewood nematode) using homologous DNA probes. *Heredity* **68** : 157-164.
- Tomminen, J., Nuorteva, M., Pulkkinen, M. and Vakeva, J. 1989. Occurrence of the nematode *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya & Enda 1979 (Nematoda : Aphelenchoididae) in Finland. *Silva Fennica* **23** : 271-277.
- Webster, J. M., Anderson, R. V., Baillie, D. L., Beckenbach, K., Curran, J. and Rutherford, T. A. 1990. DNA probes for differentiating isolates of the pinewood nematode species complex. *Revue Nématol.* **13** : 255-263.
- Wingfield, M. J., Blanchette, A. and Kondo, E. 1983. Comparison of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* from pine and balsam fir. *Euro. J. Forest Pathol.* **13** : 360-373.

Yang, Baojun and Wang, Qouli. 1989. Distribution of the pinewood nematode in China and susceptibility of some Chinese and exotic pines to the

nematode. Can. J. For. Res. 19: 1527-1530.
(1995・10・17 受理)

野生および希少導入樹木の病名・病原目録(1)*

わが国で記録された樹木類(木本植物)の病気の病名や病原については、日本植物病理学会編集になる「日本有用植物病名目録 I (特用作物), III (果樹), IV (針葉樹・竹笹), V (広葉樹: 林木・観賞樹木)に分けて取められている。しかし、有用植物のタイトルが示すように、ここでは日本に存在する野生・植栽のすべての植物が取り上げられている訳ではない。いわゆる雑草や野生樹木類はこの目録には含まれず捨ておかれているのが現状である。諸外国のこの種の目録は、たいてい“Index of plant diseases”であり、野生種も栽培種も導入種も含むすべての植物に記録された病気のリストになっている。有用植物の範囲は時代によって移り変わりがあり、できれば日本産のすべての植物の病名目録が編まれることが望ましい。時間が経てば経つほど、明治の時代まで遡る文献調査が難しくなると思われるので、現在の日本有用植物病名目録に載せられていない野生樹木や導入樹木の上に、1995年までに発表された病害について、まとめておくことにする。

なお、植物和名のついていない導入樹木などもあるので、掲載は樹木の学名のアルファベット順とした。それぞれの樹種の中では病名のアルファベット順に並べた。*印を付した病名はここで仮に名付けたものである。また病名目録にならって、日本産で病名のあるものを先に記載し、病名未記載や海外で日本人研究者によって命名されたものを、付録として後にまとめた。

Abutilon striatum Dicks.(シヨウジョウカ)

付録

白絹病 shirakinu-byô Southern sclerotium blight

Sclerotium rolfsii Saccardo

沢田兼吉: 台湾農試特別報 2: 23, 1911(明 44)

〔備考〕台湾。

Alangium platanifolium var. *trilobum* Nakai(ウリノキ)

さび病* sabi-byô Rust

Aecidium alangii Hiratsuka et Yoshinaga
平塚直秀・吉永虎馬: 鳥取高農学術報 3(2): 329, 1935(昭 10)

Alsophila mertensiana (マルハチ)

付録

Laschia pezizaeformis Berkeley et Curtis

エナシラッシタケ

伊藤誠哉・今井三子: 札幌博物学会報 16(3): 124, 1940(昭 15)

〔備考〕病名未記載。

Pleurotus cyatheae Ito et Imai へゴシロカタハ

伊藤誠哉・今井三子: 札幌博物学会報 16(1): 13, 1939(昭 14)

〔備考〕病名未記載。

Ampelopsis brevipedunculata Trautv.(ノブドウ)

べと病* beto-byô Downy mildew

Plasmopara viticola (Berkeley et Curtis) Berlese et de Toni

田中延二郎: 植物学雑 4: 380, 1890(明 23)

斑点病 hanten-byô

Cercospora vitis-heterophyllae Hennings

山本和太郎・前田巳之助: 兵庫農大研報農生編 4(2): 78, 1960; Hennings, P.: Engler's Bot. Jahrb. 37: 166, 1906(明 39)

環紋葉枯病 kanmon-hagare-byô Zonate leaf spot (白葉枯病)

Cristulariella moricola (Hino) Redhead [*Cristulariella pyramidalis* Waterman et Marshall, *Sclerotium cinnamomi* Sawada]

周藤靖雄: 植物防疫 30(12): 497, 1976(昭 51); 伊藤武夫: 森林防疫ニュース 10(9): 178, 1961(昭 36)

* 小林享夫編(東京農業大学農学部国際農業開発学科)

輪斑病 rinhan-byô Zonate leaf spot

Acrospermum viticola Ikata [= *Gonatophragmium mori* (Sawada) Deighton]

高橋幸吉・寺峰 孜：日植病報 50(3)：413, 1984(昭59)；高橋幸吉・寺峰 孜：日植病報 52(3)：406, 1986(昭 61)

さび病 sabi-byô Rust

Phakopsora ampelopsidis Dietel et Sydow [= *Phakopsora vitis* (Thümen) Sydow ; *Uredo vialae* Lagerheim ; *Uredo vitis* Thümen]

南部信方：病虫雑 2(2)：193, 1915(大 4)；平塚直治：植物学雑 14(161)：89, 1900(明 33)；伊藤誠哉：日本菌類誌 2(2)：146, 1938(昭 13)

〔備考〕テリハノブドウ (*A. brevipedunculata* var. *hancei*)、ケノブドウ (*A. brevipedunculata* var. *ciliata*)、ウドカズラ (*A. leeoides*) にも発生。

小角斑病 shô-kakuhan-byô

Kmetia ampelopsidis Sawada

沢田兼吉：台湾農試報 85：126, 1943(昭 18)；香月繁孝：植研雑 28(9)：288, 1953(昭 28)

すす点病 susuten-byô Greasy spot, Fly speck

Zygothiala jamaicensis Mason

那須英夫・藤井新太郎：植物防疫 40(2)：77, 1986(昭 61)

うどんこ病 udonko-byô Powdery mildew (裏白渋病)

Uncinula necator (Schweinitz) Burr

平田幸治・和田久美子：菌草研報 10：493, 1973(昭48)；松村任三：植物図鑑，陰花植物：178, 1904(明37)

付録

葉枯病 hagare-byô

Dendrodochium ampelopsidis Sawada

沢田兼吉：台湾農試報 87：93, 1944(昭 19)

〔備考〕台湾。

さび病 sabi-byô Rust

Pucciniostele hashiokai (Hiratsuka) Cummins [= *Cerotelium hashiokai* Hiratsuka ; *Pucciniostele ampelopsidis* Sawada]

沢田兼吉：台湾農事報 38(9)：703, 1942(昭17)；平塚直秀：植研雑 13(4)：248, 1937(昭 12)；平塚直秀：植研雑 27(4)：112, 1952(昭 27)

〔備考〕台湾。タイワンウドカズラ (*A. cantoniensis*) に寄生。

うどんこ病 udonko-byô Powdery mildew

(1) *Ovulariopsis ampelopsidis-ciliatae* Sawada

和田久美子・平田幸治：新潟大農研報 29：94, 1977(昭 52)；沢田兼吉：台湾中研農業報 49：48, 1930(昭 15)

〔備考〕台湾。ケノブドウ (*A. heterophylla* var. *ciliata*) に発生。

(2) *Ovulariopsis ampelopsidis-heterophyllae* Sawada

和田久美子・平田幸治：新潟大農研報 29：94, 1977(昭 52)；沢田兼吉：台湾中研農業報 49：47, 1930(昭 15)

〔備考〕台湾。

葉脈紡錘病 yômyaku-bôsui-byô

Colletotrichum ampelopsidis Sawada

沢田兼吉：台湾農試報 87：64, 1944(昭 19)

〔備考〕台湾。病菌の分類学所属は再検討を要す。

Coniothyrium fuckelii Saccardo

白井光太郎：植物病理学(下)：238, 1894(明 27)

〔備考〕病名未記載

Septoria ampelopsidis-heterophyllae Miura

三浦密成：満蒙植物誌 III, 陰花植物・菌類：457, 1928(昭3)

〔備考〕満州。病名未記載。

林野庁だより

松林保全対策懇談会の開催について

松くい虫被害対策については、森林病害虫

等防除法(昭和25年法律第53号),松くい虫被害対策特別措置法(昭和52年法律第18号)等に基づき,総合的な被害対策を推進してきた結果,徹底した防除を実施している保全する松林については微害化が進んできている。しかしながら,周辺松林の樹種転換の遅れ等から,いまだ終息には至っていない状況であり,また,総被害量もピーク時(昭和54年度)の半分以下にまで減少しているが,なお100万立方メートル水準の被害の発生をみている。

このため,松林保全対策懇談会を開催し,松林の保全対策について広く意見を求め,今後の対策の推進に資することとした。

懇談会は,6回程度開催され,松くい虫被害対策の現状と問題点,今後の松くい虫被害対策等松林の保全方策等について検討を行い,今月7月を目途にとりまとめを行う予定となっている。

第1回松林保全対策懇談会は,平成8年1月28日に麻布グリーン会館において開催され,委員の中から福島康記林業経済研究所理

事長が座長に選出され検討がはじめられた。

懇談会委員は次の通りである。

(敬称略,五十音順)

石川 哲	北里大学医学部長
今岡 康彦	島根県農林水産部長
岡島 成行	読売新聞社解説部次長
奥富 清	(助)日本自然保護協会理事長
小澤 普照	農林漁業信用基金副理事長
梶原 敏宏	(社)日本植物防疫協会理事長
小林富士雄	(社)日本林業技術協会顧問
鈴木 和夫	東京大学農学部教授
館 正知	労働福祉事業団医監
田村久仁夫	(助)国民休暇村協会常務理事
鎮西 迪雄	農業者年金基金理事長
塚本こなみ	樹木医
早坂みどり	Sylvan編集委員会代表
福島 康記	(助)林業経済研究所理事長
水谷 光男	三重県伊勢市長
安田 達男	本州四国連絡橋公団理事
山本 博人	全国森林組合連合会専務理事

(林野庁森林保護対策室)

都道府県だより

①熊本県の松くい虫及びシカの被害対策

熊本県における松林面積は,約12千haで民有林の約3%を占めています。この松林の9割が阿蘇地域,あるいは県南部の八代・球磨・天草地域に分布しています。このなかでも阿蘇,天草地域は,阿蘇・くじゅう国立公園及び雲仙天草国立公園に属するとともに,球磨地域の松林は保安林に指定されるなど,風致景観あるいは国土保全等の維持のうえから欠くことのできないものとなっています。

このように重要な役割を担ってきた松林が,松くい虫による被害を受け,その被害は一部の山間部を除き,県下全体に及んでいます。

本県における松くい虫被害対策については,これまで各種対策の推進に努めてきた結果,被害量は昭和52年の22,800m³に比較し1割程度まで減少してきています。

このような中,平成2年度から4年度にかけて,県単独による抵抗性松種苗木育成強化事業に取り組み,現在,天草森林組合による抵抗性松の苗木の供給体制を確立し,被害跡地等の造林に用いています。

また平成5年度より,県内の景勝地,観光地等の風致及び景観を維持するうえで重要な松林を被害から未然に防止するため,県単独で樹幹注入剤による事業を行い,松林の保全に努めています。

この他,本県におきましては,シカによる被害が大きな関心となっています。

シカによる被害は県境の九州山脈を中心に隣接県にまたがっており,森林所有者にとっても深刻な状況となっています。現在,有害鳥獣駆除,忌避剤の散布等により防除にあっていますが,抜本的な防除には至っており

ません。今後は熊本営林局並びに九州各県と連絡協調し、更なる防除に努めていきます。

(熊本県森林整備課みどり推進室)

②東京都島しょ地区での松くい虫被害と防除事業

東京都における松林は、伊豆七島に多く分布し、島民生活に密着した要所や海岸線に沿って、貴重なクロマツが623ha生育しています。これらのマツは防風、防潮等の働きと、名勝地の形成に欠かせない観光資源として重要な働きをもっています。

この地区での松くい虫の被害は、昭和20年代と昭和40年代及び昭和60年前後に発生のピークが記録されています。その被害は、最も早かった昭和20年代から発生した新島、八丈島では、マツの大径木はほとんど枯れ、その後生育したクロマツが新たに枯れ始めた状況です。昭和40年代から発生した神津島、式根島では、発生初期に徹底した防除をしたため、神津島では昭和50年代から平成2年まで10年余被害の発生が無く過ぎましたが、平成3年より再び発生してしまいました。式根島では、昭和50年代後半に徹底した防除が行われ、現在では稀に被害がみられる程度となり、防除が成功した島となりました(写真1)。

一方、被害の発生が最も遅かった大島(昭和58年発生)と三宅島(昭和62年発生)では、被害が発生して約5年で島全域に蔓延しています。特に大島での被害は、平成6年と平成7年の夏季の高温少雨の気象条件により被害が激化し、マツの生育は絶滅の危機に瀕しています。

東京都における防除対策は、現在では島しょ地区が中心で、事業費全体の71%を占めています。事業の内訳は、平成7年度の国庫補



写真-1 式根島の海岸線に残された松林

助事業「森林病虫害等防除事業」で地上散布(38ha)と伐倒駆除(594m³)を実施しています。

東京都の単独事業として「松くい虫被害特別対策事業」を島しょ地区を対象に、伐倒駆除(1,740m³)と樹幹注入(490m³)を実施しています。しかし、この防除経費だけでは満足な防除数量に至らず、被害は拡大する傾向を示し、町村による自主防除も欠かせないものとなっています。

大島町の町単独事業の例をみると、伐倒駆除(焼却)のほか、樹幹注入・空中散布・地上散布・スプリンクラーによる散布等予防措置と抵抗性クロマツ等による樹種転換などあらゆる手法を取り入れ、被害の軽減に努力していますが、十分な防除成果があげられない状況です。

島しょ地区の場合、隔離された環境であるため、良好な防除効果が期待できると考えられますが、現在では式根島で成功例があるだけで、松くい虫の防除がいかに難しいかを痛感しています。

(東京都農林水産部林務課)

森林防疫ジャーナル

○平成7年度林業専門技術員(森林保護)資格試験について

1. 平成7年度林業専門技術員の資格試験は、次の日程

で行われました。

5月12日 資格試験実施の案内(官報公告)

6月14日 願書受付締め切り

8月15日 審査課題報告締め切り

11月 6日 筆記試験

11月7,8日 口述試験

12月 7日 合格発表(官報公告)

2. 森林保護の専門項目に出願した者は18名でした。この18名全員が審査課題の提出を行い、筆記試験、口述試験に臨みました。最終的に17名の方が合格されました。

福島：柳田範久 栃木：井上喜典 新潟：保莉洋一
山梨：大澤正嗣 長野：三石和久 長野：岡田充弘
長野：太田篤志 岐阜：大橋章博 奈良：白井 実
島根：井ノ上二郎 島根：金森弘樹 岡山：武用康男
岡山：藤野和博 広島：杉野利弘 山口：田戸裕之
香川：松原 宏 大分：高宮立身

3. 試験問題の概略は次の通りです。

1) 書類審査の審査課題

「あなたが森林病虫獣害あるいは森林生物管理に関して経験した防除活動、普及活動、調査・研究活動の中から1つを選び、その内容と今後の課題について技術的観点から具体的に述べなさい。」

2) 筆記試験の共通問題(論文式)

「森林を保全しながらこれを有効に利用していくための知恵やその結晶としての技術、制度及びこれらを基礎とした生活様式を端的に「森林文化」と呼ぶこととします。森林文化を担う林業、木材産業、山村の現状を踏まえ、今後の森林文化の新たな展開方向を述べなさい。」

3) 筆記試験の専門分野の問題

森林保護の問題は、樹病関係、森林昆虫関係、森林動

物関係の3分野から出されており、この傾向は6年度と同様でした。出題の内容は、平成6年8月に全国林業普及指導職員協議会が発行した「林業専門技術員資格試験の手引き・問題集」に掲載されている過去問に類似の問題もありましたが、国際化が進んでいることを反映して、近隣諸国の森林病虫害の状況、生物多様性条約等に関連した出題もありました。

4. 受験に当たって留意すべき事項

1) 審査課題は、受験者の経験に基づく活動内容を技術的な視点から審査するものです。報告書の作成に当たっては、自分の体験の内容と今後の課題を技術的な視点から6何原則(誰が、何時、何処で、何のために、どのような方法で、誰に対し、何をしたか。)に従って簡潔に取りまとめることが必要です。

2) 筆記試験の共通問題(論文式)について

共通問題は年々の林政の重要な課題や話題から出題される傾向にあります。対策に当たっては、少なくともその年の林業白書の要点を予め整理しておくのも有効です。

なお、論文試験には字数制限がありますので、限られた時間内に必要な内容を制限字数内におさめることが肝要です。7年度は八百字以内、80分で行われました。

3) 筆記試験の専門分野の問題について

専門分野は過去問を参考に傾向をつかみ対策を練るのが効果的です。また、既に述べたように出題の範囲が広がる傾向にありますので動植物の保護や環境問題等に関する国際問題等の新聞記事にも注意を払っておくことが必要です。

(資料提供林野庁研究普及課、文責森林病虫獣害防除協会)

お詫びと訂正

森林防疫45巻1号に下記の誤りがありました。お詫びとともに訂正いたします。

①山田房男氏論文

3頁著者所属 日本大学農学部→日本大学農獣医学部

〃 左段下2行 superans→spectabilis

5頁右段下10行 (発育零点以下の)→発育零点より高い

〃 右段下9行 温熱を受け→温熱を受ける

②44巻(1995年)(平成7年)総目次

3頁第10号2行 樹木の病気と水分生理 ……………
……………池田武文

〃 〃 3行目追加

島根県吉田村におけるヒノキ漏脂病の被害と材質劣化 ……………大國隆二

森林防疫 第45巻第3号(通巻第528号)

平成8年3月25日 発行(毎月1回25日発行)

編集・発行人 佐藤清吉

印刷所 松尾印刷株式会社

東京都港区虎の門 5-8-12 ☎(03)3432-1321

定価 620円(送料共)

年間購読料 6,200円(送料共、消費税186円別)

発行所

〒101 東京都千代田区内神田1-1-12(コープビル)

全国森林病虫獣害防除協会

電話 03-3294-9719, FAX 03-3293-4726

振替 00180-9-89156