

# 森林防疫

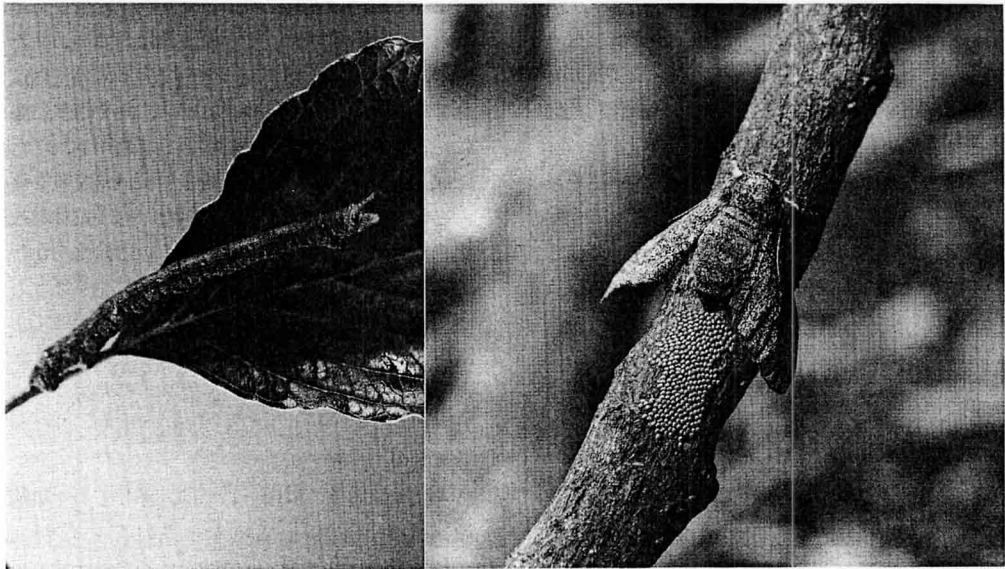
## FOREST PESTS

VOL.48 No.4 (No. 565)

1999

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成11年4月25日発行(毎月1回25日発行)第48巻第4号



### 東京都八丈島で大発生したトビモンオオエダシヤク

中村 健一\*

東京都林業試験場

トビモンオオエダシヤク *Biston robustum* は年1回の発生で、成虫は3～4月に出現し、幼虫は最大90cmに成長する大型のシヤクガである。7月上旬～9月頃蛹化し越冬する。サクラ、ミズキ、ツバキなどの葉を食べる。

このトビモンオオエダシヤクが、1997年3月下旬、東京都八丈島において、道路わきの電柱等に多数産卵しているのが見つかった。その後、孵化した幼虫が大発生し、スダジイの葉を食べ尽くし、樹冠が丸坊主の状態となった。また、オシマザクラやサカキなどの葉も食害した。8月には、その被害面積が637haとなった(詳細は本文参照)。

写真は、1997年6月10日、東京都八丈支庁から送付された終齢幼虫をミズキの葉上で撮影したもので、右は1998年3月5日八丈島においてヒサカキの枝に産卵中の雌成虫である。

\* Ken-ichi NAKAMURA

### 目 次

遺伝子診断を利用した東北地方におけるキリてんぐ巢病の発生調査……………吉川信幸・中村 仁・佐橋憲生…68
東京都八丈島で大発生したトビモンオオエダシヤクの被害……………中村健一・榎戸文男…73
マツ林の保全と松枯れに関する国際シンポジウム……………周藤 靖雄…75
《都道府県だより：兵庫県・岐阜県、林野庁だより》……………79,80

# 遺伝子診断を利用した東北地方におけるキリてんぐ巣病の発生調査

吉川 信幸\*・中村 仁\*\*・佐橋 憲生\*\*\*  
岩手大学農学部 筑波大学農林学系 森林総合研究所東北支所

## 1. はじめに

キリてんぐ巣病はファイトプラズマによる病害(土居ら, 1967)で, わが国をはじめ中国, 韓国, 台湾に広く発生している。本病に罹病したキリ樹 (*Paulownia tomentosa*(Thunb.)Steud.)は, 腋芽が多数分化し, 節間のつまった小枝が叢生したてんぐ巣症状を呈する(写真-1)。罹病枝の葉は黄化ならびに小型化し, 叢生を呈した枝はその年のうちに枯死する例が多い。てんぐ巣症状はキリ樹全体に一斉に現れるというより, 一部の枝で発生し, これが毎年毎年繰り返され, やがて樹全体が衰弱する。

東北地方は岩手の南部桐, 福島の会津桐など全国的に

も有名なキリの産地である。これらの中でも, 岩手のキリは材の光沢に優れ, その材色が紫色を帯びていることから, 「南部の紫桐」として全国的に名高い。またその紫色の清楚な花は「桐の花」として多くの県民に広く愛されている。キリの材は非常に軽く, 熱や湿気に強いために, 古くから箏笛や琴の材料として利用されてきた。また成長が極めて速いため, 農山村地域の貴重な現金収入源として重要な役割を果たしてきた(岩手県林業技術センター)。しかしながら, キリ材の有数の産地をかかえる東北地方では, 現在多数のキリが枯死や枯死といった衰退現象を起こし, 産地は壊滅的な被害を受けており, 栽培上大きな問題となっている(写真-2)。古くから伝統産業としてキリを栽培してきた岩手県や福島県のキリ栽培にとって, この衰退現象の原因の解明と防除対策の確立は緊急の課題である。

キリ衰退現象の原因としては, キリてんぐ巣病とキリ腐らん病が関与しているとされていたが(佐藤, 1990), 東北地方では, 典型的なてんぐ巣症状を呈したキリ樹は一部の地域を除いて認められない。枝の枯死や花芽の奇形がてんぐ巣病の病徴であろうと考えられているが(中村, 1963; 佐藤, 1964; 高村, 作山, 1979), 病



写真-1 キリてんぐ巣病の典型的な病徴  
A: 鳥の巣状に発達する  
B: 病巣は数年以内に枯死し, 枝も枯れる  
写真-2 東北地方で見られる非てんぐ巣症状によるキリの衰退被害—ひどくなると管理を放棄され, そのまま放置されている—

\* Nobuyuki YOSHIKAWA, \*\* Hitoshi NAKAMURA and \*\*\* Norio SAHASHI

微観察だけでキリてんぐ巢病を正確に診断することは難しく、これまで東北地方でのキリてんぐ巢病の発生状況や、キリ衰退現象にてんぐ巢病がどの程度関与しているのかは不明であった。筆者らは、先ずキリてんぐ巢病の診断技術として遺伝子増幅 (PCR) による遺伝子診断法を確立し、これを用いて東北地方におけるキリてんぐ巢病の発生状況を調査した。

## 2. キリてんぐ巢病の遺伝子診断

キリてんぐ巢ファイトプラズマのリボソームタンパク質および16SリボソームRNA (rRNA) 遺伝子の塩基配列 (Yoshikawa et al., 1994) を基にして数種のプライマーをデザインし、キリてんぐ巢病のPCRによる遺伝子診断の可能性を検討した。当初16S rRNA遺伝子を増幅するプライマーを用いて診断を試みたが、まれに健全試料から感染試料のバンドと同一サイズの非特異的なバンドが検出されることがあり、筆者らはリボソームタンパク質遺伝子の一部を増幅するプライマー (rp3 と rp4 の組み合わせ) (図-1) を用いた。その結果、罹病葉試料からのみファイトプラズマ由来の0.75キロ塩基対 (kbp) のDNAが増幅されることが明らかになり、キリてんぐ巢ファイトプラズマを罹病キリ葉から検出できる遺伝子診断法を確立した (Nakamura et al., 1996)。本法では、キリのDNA溶液 (0.1g の罹病キリ葉から抽出したDNAを100 $\mu$ l の緩衝液にけん濁) を3125倍希釈した試料からもファイトプラズマ由来のDNAバンドを検出することができた。

先に述べたように東北地方では典型的な枝のてんぐ巢

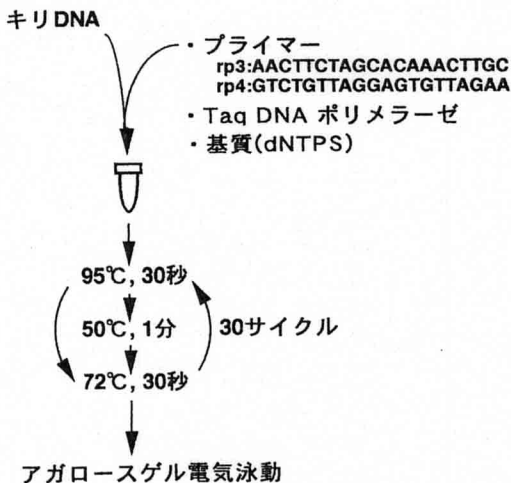


図-1 特異的プライマーを用いたPCR法によるキリてんぐ巢ファイトプラズマの検出法

症状はほとんど観察されない。しかし、夏から秋にかけて形成される花芽に奇形が認められる。健全な花芽はほぼ球形をしているのに対し、奇形花芽は萼片が異常伸長して細長い形をしている。なかにはラッパ状に開いたり亀裂が入ったりしているものも認められる (写真-3)。この奇形花芽がキリてんぐ巢ファイトプラズマによるものかどうかを調べるために、PCRによる花芽からのファイトプラズマの検出を試みた。その結果、外見上正常な球形の花芽 (60試料) からはファイトプラズマのDNAバンドは全く検出されなかったのに対して、奇形の花芽ではすべての試料 (30試料) から0.75kbpのバンドが検出された (Nakamura et al., 1996)。このことから、花芽の奇形の原因がキリてんぐ巢ファイトプラズマであることが強く示唆された。つづいて遺伝子診断を行う場合のキリ樹からの葉の採取時期および診断に必要な1樹あたりの採取葉数について検討した。罹病キリ樹 (10樹, 10~20年生) を供試して、1樹につき病徴の有無にかかわらず無作為に選んだ6本の枝から各1枚の葉を採取し、PCRによるファイトプラズマの検出を行った。その結果、6月に採取した試料からの検出頻度は1樹あたり1/6~2/6であったのに対し、9月採取試料では3/6~6/6と検出頻度が高くなった (表-1, 写真-4)。以上の結果は、6月よりも9月に採取した試料においてファイトプラズマの濃度が高くなっていること、あるいはまた樹体内での分布が拡大していることを示している。また枝や葉の病徴の有無にかかわらず、遺伝子診断によりキリてんぐ巢病の診断が可能であることが明ら

表-1 キリてんぐ巢病罹病樹からのPCRによるファイトプラズマの検出

樹番号	試料採集月 (1994年)	
	6月	9月
1	2/6 <sup>a)</sup>	5/6
2	1/6	3/6
3	1/6	6/6
4	1/6	3/6
5	2/6	6/6
6	1/6	4/6
7	1/6	3/6
8	2/6	3/6
9	1/6	5/6
10	1/6	5/6

<sup>a)</sup>ファイトプラズマが検出された葉数/検定葉数

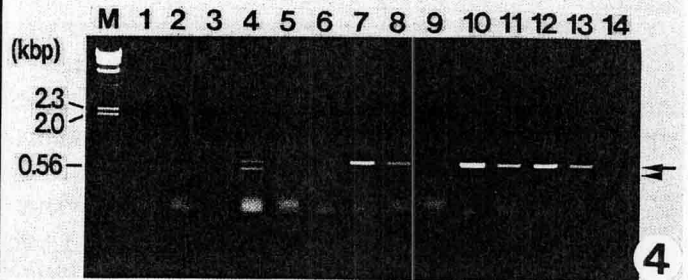
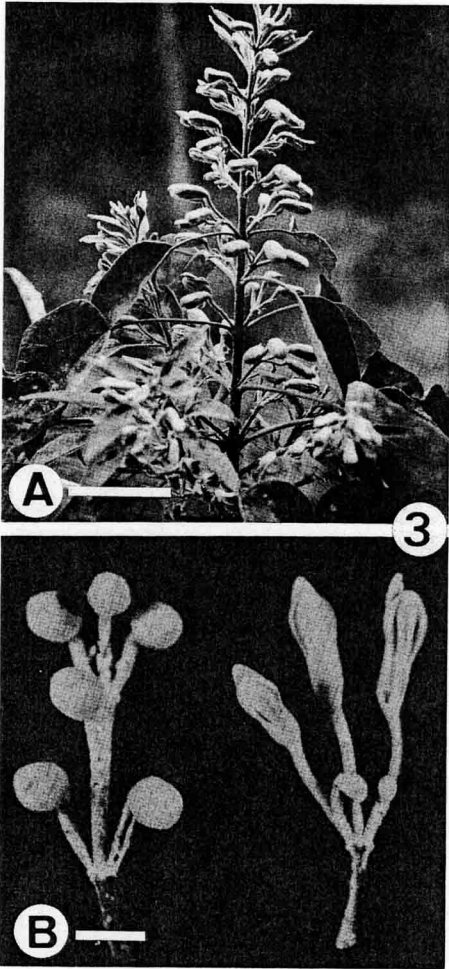


写真-3 キリてんぐ巢病罹病樹に認められる花芽の奇形  
A：奇形花をつけた花序，B：正常花と奇形花の比較（左：正常な花芽，右：奇形を呈した花芽）  
—東北地方では病気にかかっても典型的なてんぐ巢症状にならず，花芽に奇形を呈することが多い—

写真-4 罹病キリ樹からのPCRによるキリてんぐ巢ファイトプラズマの検出  
レーン1から6までは6月に採取した試料で，レーン7から12は9月に採取した葉試料である。レーン13と14はそれぞれ感染および健全葉試料（対照）である。矢印（0.75Kbpのバンド）は増幅されたファイトプラズマのリボソームタンパク質遺伝子の一部を示す。矢印の下バンド（矢頭で示した位置のバンド）は健全試料からも増幅される非特異的バンドで，ファイトプラズマ特異的なバンドとはサイズが異なっている。レーンMはサイズマーカー

かになった。本法は媒介昆虫からのファイトプラズマの検出にも有効と考えられた。

### 3. キリてんぐ巢ファイトプラズマの樹体内での分布と季節的消長

一般に樹木のファイトプラズマは樹体内での分布が不均一で，その濃度が季節により大きく変動することが報告されている（Seemüller et al., 1984；Sinclair et al., 1992；Sahashi et al., 1995）。キリてんぐ巢ファイトプラズマの樹体内での分布の季節的变化を調べるために，罹病樹（10-20年生の5本の樹）を供試して，葉，枝と幹の樹皮および根（葉と枝の樹皮については1樹あたり6本の枝から各1試料，幹の樹皮は地上1.5mの位置で1樹あたり4試料，根については幹から約1m離れた地点で1樹あたり2-10試料）を1995年4月から1996年の

3月まで毎月一回採取し，PCRによるファイトプラズマの検出を行った。

図-2に示したように，葉の試料では6月からファイトプラズマが検出され始め（6月で30%），その後徐々に検出率は増加し，9月では80%の試料から検出された。また，6月や7月の試料に比べて8月と9月の試料では増幅されるDNA量も多かった。一方，枝と幹の樹皮および根の試料においては，いずれの場合にも検出率は0-20%と，葉と比較して低く，また季節的な検出率の変化は認められなかった。

以上の結果から，キリてんぐ巢ファイトプラズマは年間を通して樹皮や根にも分布しているが，主に葉で増殖を繰り返し，夏季から落葉前までは病徴の有無に関わらず罹病樹全体の葉に広く分布していると考えられた（Nakamura et al., 1998）。また，キリてんぐ巢病の遺伝子診断を行う場合に，統計的には，8月では1樹あたり5枚，9月では3枚，11月では6枚の葉を供試すると99%の信頼度で診断でき，9月に採取した葉試料が診断に最も適していることが明らかになった（Nakamura et al., 1998）。

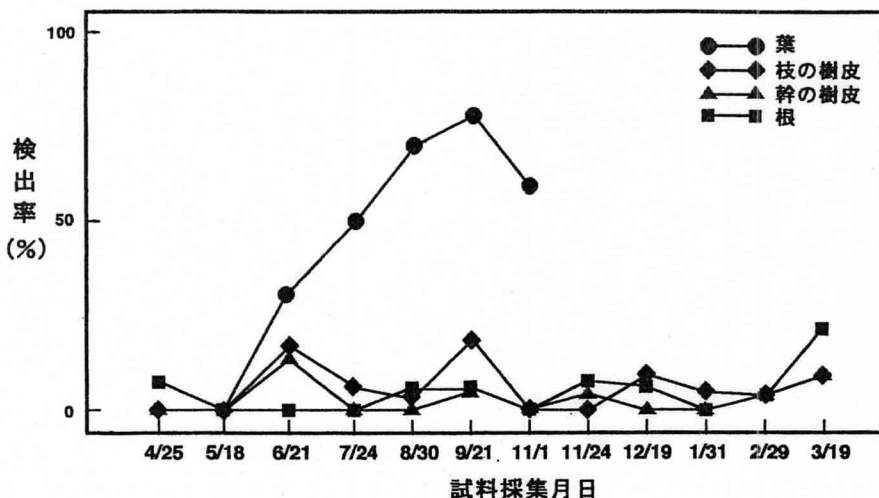


図-2 てんぐ巣病罹病キリの各器官からのファイトプラズマ検出率の季節変動

#### 4. 東北地方におけるキリてんぐ巣病の発生状況

東北地方におけるキリてんぐ巣病の発生状況を明らかにする目的で、岩手、山形、福島県のキリ圃場（計27圃場、表-2）について、花芽の奇形の観察および遺伝子診断によるキリてんぐ巣病の発生状況を調査した。調査方法としては圃場内で無作為に選んだ任意数のキリ樹について花芽の奇形を呈している樹数をカウントした。さらに岩手県と福島県については、圃場内で無作為に選んだ樹（10樹/圃場）について1樹あたり6本の枝から1枚の葉を採取しPCR検定した。

表-2に示したように、調査した圃場のほとんどすべてにおいて花芽の奇形が観察された。花芽の奇形を呈しているキリ樹の割合は圃場ごとに異なっており、岩手県では0~87%、山形県では14~90%、福島県では17~76%であった。PCRによる遺伝子診断においても同様に、ほぼすべての圃場においてキリてんぐ巣病ファイトプラズマの存在が確認された。岩手県の圃場では、全く検出されないのは1圃場のみで、その他の圃場では30~100%の検出率であった。また、福島県では70~100%のキリ樹からファイトプラズマが検出された。PCR検定で得られた検出率は、いずれの場合においても奇形花芽を呈しているキリ樹の割合より高く、例えば岩手県の岩泉町と新里村(B)の圃場での奇形花芽を呈した樹数は14%および20%であったが、同じ圃場の遺伝子診断の結果では、それぞれ80%と100%のキリ樹からファイトプラズマが検出された（表-2）。

以上の調査結果より、東北地方のほとんどの圃場にキ

リてんぐ巣病ファイトプラズマが広く分布していること、また花芽の奇形を呈していない多数のキリ樹にもファイトプラズマが存在していることが明らかになった（Nakamura et al., 1998）。

#### 5. おわりに

キリてんぐ巣病の診断に遺伝子診断を導入することにより、これまで発生状況が正確に把握できていなかった東北地方において、ほとんどの圃場でてんぐ巣病が広く蔓延していることが明らかになった。このことはキリの衰退現象に腐らん病と共にてんぐ巣病が大きく関与していることを強く示唆している。

東北地方では福島県で昭和31年頃から、岩手県では昭和48年にはじめてキリてんぐ巣病の発生が確認された（佐藤, 1964; 高村・作山, 1979）。キリの繁殖には一般的に分根苗を利用する。ファイトプラズマは罹病樹の根にも存在すること、また東北地方では典型的な症状は現れないことから、もしも分根苗の繁殖に用いたキリ樹がもともとてんぐ巣病に感染していたとすれば、その苗はすべて罹病していることになる。表-2に示したほとんどの圃場が分根苗を育成した圃場であり、この分根苗による繁殖が東北地方におけるてんぐ巣病蔓延の一つの原因になったのかもしれない。

ファイトプラズマは種子伝染しないが、実生苗を育成した圃場（表-2の柳津(A)と柳津(B)）においてもキリてんぐ巣病ファイトプラズマが高率に検出されることから、圃場では媒介昆虫による伝搬も起こっていることが推定

表-2 東北地方各地のキリ栽培地におけるてんぐ巢病の発生状況\*

調査圃場		樹齢 (年)	病徴観察	PCR検定
県	市町村		奇形花樹数/観察樹数(%)	検出樹数/検出樹数(%)
岩手	田野畑村(A)	20	7/43(16)	4/10(40)
	田野畑村(B)	20	2/55(4)	3/10(30)
	岩泉町	8	8/56(14)	8/10(80)
	新里村(A)	25-30	2/46(4)	6/8(75)
	新里村(B)	5-10	8/40(20)	10/10(100)
	川井村	20	2/35(6)	6/10(60)
	矢巾町	15-20	3/31(10)	1/10(10)
	雫石町	10-15	0/16(0)	0/10(0)
	石鳥谷町	10-20	4/35(11)	6/10(60)
	大迫町	15	48/55(87)	10/10(100)
	江刺市	15	4/34(12)	3/10(30)
	山形	東根市	15	27/68(40)
尾花沢市		16	19/70(27)	—
村山市		13	29/56(52)	—
羽黒町		15	11/25(44)	—
朝日村		13	17/19(90)	—
西川町		10	20/35(57)	—
寒河江市		10	11/64(17)	—
大江町		15	13/20(65)	—
朝日町		15	10/33(30)	—
中山町		20	2/14(14)	—
福島	柳津町(A)	7-8	17/30(57)	8/10(80)
	柳津町(B)	7-8	9/24(38)	9/10(90)
	柳津町(C)	15-20	19/25(76)	10/10(100)
	柳津町(D)	15-20	7/27(26)	8/10(80)
	金山町(A)	17-18	6/36(17)	7/10(70)
	金山町(B)	17-18	11/31(36)	8/10(80)

\* 病徴(花芽の奇形)観察およびPCR検定のための試料の採取は岩手、福島県においては1994年および10月に、山形県においては1995年10月に行った

される。岩手県では組織培養で育成したフリー苗を植栽すると数年のうちにてんぐ巢病の症状が現れる(作山, 私信)。キリてんぐ巢病は実験的にはクサギカメムシで伝搬されることが報告されている(塩沢, 1986; 中野ら, 1997)が, クサギカメムシも含めて, 圃場での伝搬に関与する媒介昆虫の特定は早急の課題であろう。

本稿で述べたキリてんぐ巢病の遺伝子診断法と東北地方における発生調査の結果がキリてんぐ巢病防除対策を確立する上で一助となれば幸いである。

## 6. 謝辞

本研究を行うにあたり, 岩手大学農学部高橋 壯教授には多くの有益な助言を頂いた。森林総合研究所東北支所の窪野高德博士, 庄司次男博士(当時), 伊藤進一郎博士(当時)には, 様々な調査への協力とともに, 多くの有益な助言を頂いた。また試料の採取, 現地での発生調査にあたっては柳田範久氏(福島県林業試験場, 当時),

作山 健博士(岩手県林業センター), 三浦直美, 斎藤正一両氏(山形県森林研究研修センター)に多大なご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

## 引用文献

- 岩手県林業技術センター: キリ枯損被害の現状と材の利用, 新技術解説シリーズ 7, pp14. (1997)
- 土居養二・寺中理明・奥良 清・明日山秀文: クワ萎縮病, ジャガイモてんぐ巢病, aster yellow感染ベチュニアならびにキリてんぐ巢病の罹病茎葉師部に見出されたMycoplasma様(あるいはPLT様)微生物について. 日植病報 33: 259-266 (1967)
- 中村克哉: 花序に生じたキリてんぐ巢病. 森林防疫ニュース 12: 127(1963)
- Nakamura, H., Ohgake, S., Sahashi, N., Yoshikawa, N., Kubono, T., and Takahashi, T.: Seasonal variation of paulownia witches' broom

- phytoplasma in paulownia trees and distribution of the disease in the Tohoku District of Japan. J. For. Res. 3 : 39-42 (1998)
- Nakamura, H., Yoshikawa, N., Takahashi, T., Sahashi, N., Kubono, T., and Shoji, T.: Evaluation of primer pairs for the reliable diagnosis of paulownia witches'-broom disease using a polymerase chain reaction. Plant Dis. 80 : 302-305 (1996)
- 中野陽子・後藤知昭・夏秋知英・奥田誠一：クサギカメムシにより伝搬されたキリてんぐ巢Phytoplasmaの16SrDNAについて. 日植病報63 : 502 (1997)
- Sahashi, N., Nakamura, H., Yoshikawa, N., Kubono, T., Shoji, T., and Takahashi, T.: Distribution and seasonal variation in detection of phytoplasma in bark phloem tissues of single paulownia trees infeced with witches'-broom. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 61 : 481-484 (1995)
- 佐藤邦彦：東北地方におけるキリてんぐ巢病の発生. 森林防疫ニュース 13 : 53 (1964)
- 佐藤邦彦：東北地方におけるキリてんぐ巢病と腐らん病による衰退. 101回日林論 579-580 (1990)
- Seemüller, E., Schaper, U. and Zimbelmann, F.: Seasonal variation in the colonization patterns of mycoplasmalike organisms associated with apple proliferation and pear decline. Z. Pflkrankh. Pflschutz 91 : 371-382 (1984)
- Sinclair, W.A., Griffiths, H.M., Davies, R.E., and Lee, I.-M.: Detection of ash yellows mycoplasmalike organisms in ditferent tree organs and in chemically preserved specimens by a DNA probe vs. DAPI. Plant Dis. 76 : 154-158 (1992)
- 塩沢広康：クサギカメムシによるキリてんぐ巢病の伝搬 植防研報 4 : 45-50 (1986)
- 高村尚武・作山 健：岩手県に発生したキリてんぐ巢病樹からのマイコプラズマ様微生物の検出. 森林防疫 28 : 7-9 (1979)
- Yoshikawa, N., Nakamura, H., Sahashi, N., Kubono, T., Katsube, K., Shoji T., and Takahashi, T.: Amplification and nucleotide sequence of ribosomal protein and 16S rRNA genes of mycoplasma-like organism associated with paulownia witches' broom. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 60 : 569-575 (1994). (1998・10・13 受理)

## 東京都八丈島に大発生したトビモンオオエダシャクの被害

中村 健一\*・榎戸 文男\*\*

東京都林業試験場 東京都八丈支庁産業課

### 1. はじめに

八丈島(東京都八丈町)は、東京の南方約290kmの伊豆諸島南部に位置する面積69.5km<sup>2</sup>、周囲58.9kmの島である。富士火山帯南帯に属する火山島で、島の南東部を占める三原山と北西部を占める八丈富士により成り立っている。このうち三原山はほとんど密林の様相を呈している。また、高温多湿により植物の成長は旺盛である。

この八丈島の三原山を中心に、1997年トビモンオオエダシャクが大発生し、スグジイの天然生林を中心にヒサカキ等の広葉樹を広範囲にわたって食害したばかりではなく、鑑賞用ヤシなど農作物にも被害を与えた。このような発生および被害状況は、八丈島では今までに例を見ない。本報では、その経過や状況について報告する。

なお、本稿の取りまとめにあたり、種々ご助言をいただいた東京都の関係諸氏にお礼申し上げます。

### 2. 被害状況

トビモンオオエダシャク (*Biston robustum* Butler) はシャクガ科に属する蛾で、成虫は開帳59~70mmになる。雄の触角は櫛歯状、雌は糸状である。雌は雄よりやや大きく、体色は雌が灰白色なのに対し雄はこれよりやや濃い灰褐色を呈する。年1世代で成虫は2~4月に発生する。観察例は少ないが、雌は樹木の細枝などに塊状に産卵するのがみられた(表紙写真右)。幼虫は広雑食性で主に広葉樹の葉を食べ、その体長は90mmになる。シャクガの中では大型の種に属する。幼虫の頭頂が角状に突出する。6~9月に老熟し、土中で蛹化して越冬する<sup>2)</sup>。東京都においては、1990年から91年にかけて伊豆大島

\* Ken-ichi NAKAMURA and \*\* Fumio ENOKIDO

(東京都大島町)の南西部でヤブツバキ、オオシマザクラの林に本種が大発生し、約110haに及ぶ被害が出た<sup>3)</sup>。

八丈島では、1993年頃より成虫の大発生が確認されていたが、山林や農作物への被害は少なかった。しかし1997年4月、最初に三原山南東斜面の標高200~300m付近でトビモンオオエダシヤクの幼虫が大発生し、そこでスダジイの食害が確認された。食害は引き続きその西側へ拡大して、8月にはその面積が637haになった(図-1)。なお、食害は発生地の東側に植林されたスギの人工林との境界で停止した。

三原山の南東部および南斜面で占有率の高いスダジイ

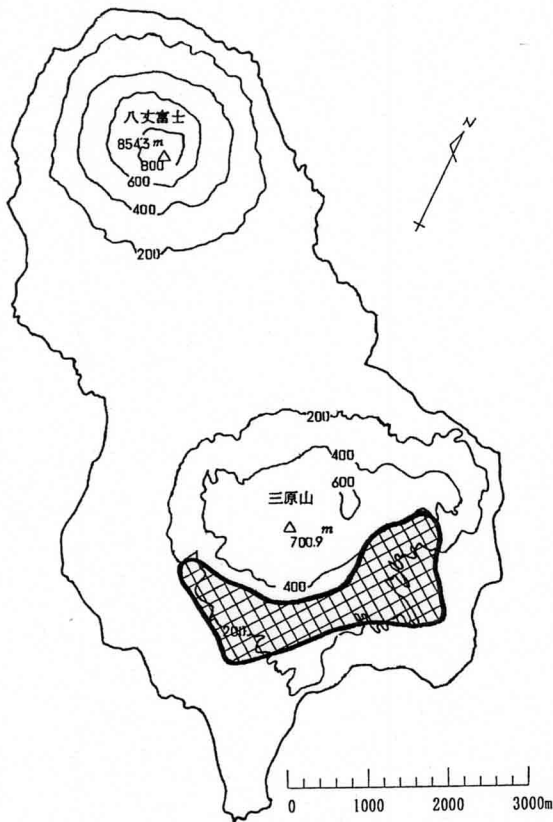


図-1 被害位置図

は全葉が食べ尽くされ、さながら冬の落葉樹林の様相を呈した(写真-1)。これら食害されたスダジイの下には餌不足に陥ったと考えられる幼虫が垂下し、その数は1m<sup>2</sup>(1m×1m)当たり、多いところで約80頭(死亡虫含む)が確認された。また下垂した幼虫は、ヤブツバキ、ヒサカキ、カジイチゴ、ノアザミ、ガクアジサイ、シダ、

ミツバなど多種の低木や草本を食害した。同様に、園芸作物であり島の主要農産物であるフェニックス・ロベニー(鑑賞用ヤシ)も食害した。今回の被害の特徴として、これまでにない広い面積に発生したこと、被害樹種が多岐にわたることなどがあげられる。

### 3. 島内における蛹の分布

蛹の生息状況を蛹の掘り取り調査によって行った。三原山山中の林道沿いに108カ所の調査地を設け、1カ所から1m<sup>2</sup>(1m×1m)の区域を選び、区域内を深さ20cmまで掘ってトビモンオオエダシヤクの蛹の個体数とその生死を調べた。調査期間は、1997年9月12日から10月2日までである。なお、本調査は、八丈町および八丈町農業協同組合と共同で行った。

調査の結果、1m<sup>2</sup>当たり最も多かった区域での個体数は38頭であった。しかし、調査区域全体の合計個体数は、生存虫527頭、死亡虫37頭の計564頭で、調査地1カ所あたり生存虫4.9頭、死亡虫0.3頭の計5.2頭であった。1974年、ハスオビエダシヤクが伊豆諸島の利島において大発生した際に実施した同様の調査<sup>1)</sup>によれば、蛹の個体数は最も食害の激しかった被害地で1m<sup>2</sup>当たり63.3頭、次いで中害地では11.0頭、微害地で3.7頭(いずれも生存虫)であった。種がちがうので一概に比較できないが、この調査と比較すると個体数は少なかった。

表-1 標高別の地中の蛹数

標高(m)	調査箇所数	蛹の総数	調査箇所当たりの蛹数
0~100	10	60	6.0
101~200	39	343	8.8
201~300	34	121	3.6
301~400	16	26	1.6
401~500	5	8	1.6
501~600	4	6	1.5
計	108	564	5.2

注) 1箇所当たり1m<sup>2</sup>の土を掘って得た数、死亡個体を含む

次に、調査地における100mごとの標高別個体数を表-1に示した。この結果、標高101~200mの範囲に個体数が最も多く、300m以上では急速に減少した。また調査地の地勢からみると、南斜面の陽当たりの良い暖かい場所では個体数が多く、沢沿いの風が吹き抜ける場所では個体数が少なかった。さらに、砂質まじりの軟弱質の土壌では個体数が多く、硬強質の土壌では個体数が少



かった。これら蛹が多く発見された場所は、トビモンオオエダシヤクの越冬にとって好適な場所と考えられる。なお、死亡個体を解剖したところ、多くの個体の内部が腐乱していた。これらは餌不足などによって未成熟のま

に、今後予測される大発生に対して対策を構築中である。

伊豆諸島では今回の八丈島のほか、過去においても大島におけるトビモンオオエダシヤクが利島でのハスオビエダシヤクなどシヤクガ類が大発生している。この大発生は、伊豆諸島特有の地勢や植生および気候のほか各種天敵相など多くの要因が関与していると考えられる。今後これらの要因を分析して、大発生のメカニズムを明らかにしていくことが必要であろう。さらに、これら大発生がもたらす被害を少なくするためには、伊豆諸島全体を考慮した総合的な防除対策の確立を急がなければならない。

生は、伊豆諸島特有の地勢や植生および気候のほか各種天敵相など多くの要因が関与していると考えられる。今後これらの要因を分析して、大発生のメカニズムを明らかにしていくことが必要であろう。さらに、これら大発生がもたらす被害を少なくするためには、伊豆諸島全体を考慮した総合的な防除対策の確立を急がなければならない。

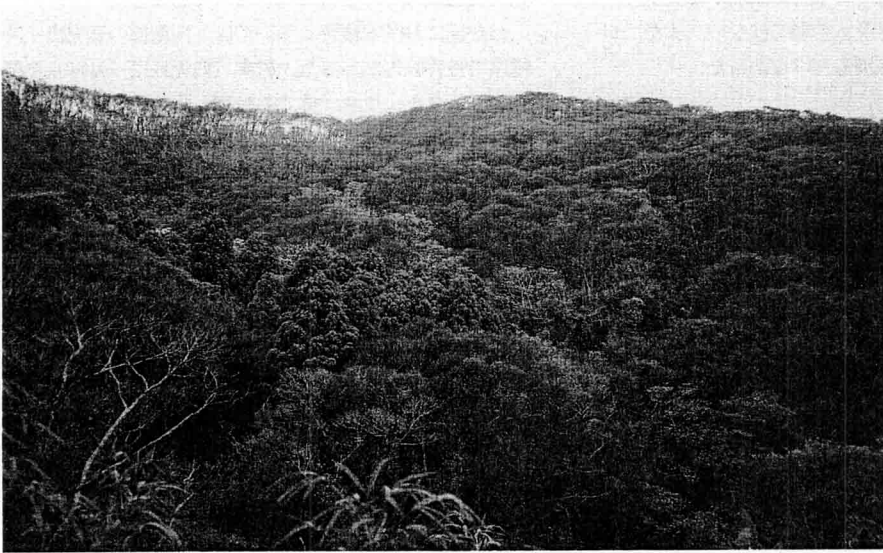


写真-1 食害を受けたスダジイ林

引用文献

ま蛹化したために死亡した個体ではないかと推測される。

- 1) 河合省三・阿部善三郎・堀口武平 (1978) : 伊豆諸島に異常発生したハスオビエダシヤクの生態と防除, 東京農試験研報11, 3-24.
- 2) 小林富士雄・滝沢幸雄 (1991) : 緑化木・林木の害虫, 118.
- 3) 土屋大二 (1992) : トビモンオオエダシヤクの被害とその生態, 東京都林業技術事例集11, 15-19 (1998.9.22受理)

4. まとめ

今回のトビモンオオエダシヤクの大発生に対して、東京都では農林業の行政および研究機関でプロジェクトチームを組み、その防除方法などについて検討を行ってきた。また、八丈町でも行政機関を中心とした「八丈町病害防除対策会議」を設置し、現地での対応にたるとも

マツ林の保全と松枯れに関する国際シンポジウムに参加して

—マツノザイセンチュウについての発表を中心に—

周藤 靖男\*\*

元島根県林業技術センター

1. はじめに

「マツ林の保全と松枯れに関する国際シンポジウム」は平成10年10月26日～30日、東京を中心に開催された。このうち講演とポスター発表による「分科会」は10月27

日～28日、九段会館にて行われた。このシンポジウムは世界のマツ林の衰退とその対策をマツ材線虫病を中心として警告・討論するものである。分科会でも本病についての最近の研究が発表され、また活発な討論が行われた。

本稿では分科会でのマツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) を中

\* Yasuo SUTO

心にした主な発表について、また、マツ類のその他の病害についても発表があったので、それらの概要を筆者の感想を交えて記したい。各発表についての論文は近くまとめて印刷・公表されるので、詳細についてはそれを参考にされたい。なお、本稿での項目は筆者が便宜上分けたもので、会場でのプログラムの順ではない。また、口頭発表とポスター発表の区別もつけなかった。

## 2. マツ材線虫病の被害

わが国近隣諸国に発生している本病の被害推移は大変心配されるところである。大韓民国における被害状況はLaら(韓国)によって述べられた。1988年釜山で発生して以来、駆除と予防薬剤散布によって被害拡大が阻止されていたものの、1997年と1998年に新に南部の3か所に被害が拡大したという。アカマツとクロマツは全土に分布し、またマツノマダラカミキリ(*Monochamus alternatus*)は東・南の海岸沿いに分布するので被害の拡大が恐れられ、徹底した防除が展開されている。

中国の南・中部においてはマツ材線虫病がすでにいくつかの地域で問題になっているが、Yangら(中国)は温暖な気候、媒介昆虫と感受性のマツ類の広い分布によって本病が蔓延する危険性を指摘した。一般に発病枯死木の伐倒焼却による駆除が行われているが、外観してまだ病徴が認められないマツについては、幹に付傷して侵入する樹皮量を観察して診断しているという。ところで、中国に広く分布する台湾アカマツ(*Pinus massoniana*, 馬毛松)はわが国では本病に抵抗性の樹種として知られたきた。Xuら(中国)は40か所(産地)から得た本マツについて接種試験を行い、抵抗性を比較した。その結果、抵抗性の程度を4段階にわけて、抵抗性が強いものからそれぞれ3, 11, 18, 8産地と分けられた。この抵抗性は媒介虫マツノマダラカミキリの後食の程度とは関係がなかった。また、抵抗性のメカニズムについても検討を加えた。

カナダにおける本病被害の実態と研究の実績がSutherland(カナダ)によって紹介された。1983年の発見以来、組織的な調査が行われて本病が広く分布する実態が明かになったが、激害は生じていないという。

ヨーロッパには本病の感受性のヨーロッパアカマツ(*P. sylvestris*)が広く分布するが、本病は発生していない。Magnusson(ノルウェー)はマツノザイセンチュウが*Monochamus*属のカミキリムシの媒介によらずに伝染する危険性を指摘した。すなわち、線虫に汚染されたチップがマツ地際部のマルチに使われたり、汚染された材が建設工事で型枠としてマツに接着して使われた場合、

それらから生立木への線虫の伝染が起こるというものである。さらに、土壌を介しての傷ついた根への伝染、チップへの媒介虫の飛び込みによる保線虫化などの危険性も指摘した。ヨーロッパの研究者がマツノザイセンチュウを大変警戒している気持ちを改めて認識した。

わが国における被害については、西南部の鹿児島・沖縄県で被害報告があった。村本(鹿児島県)は沖永良部島のリュウキュウマツ林での被害と防除の経過を報告した。亀山ら(琉球大学)は琉球列島におけるリュウキュウマツでの本病被害の経過と病徴推移を報告した。発病は5, 6月から翌年の2月にかけて、主として7月上旬に生じるとのことで、本土での発病時期と著しく異なることが注目される。

被害発生を左右する環境条件についてはいくつか報告があったが、福田ら(東大)はアカマツ・クロマツ林の林床での外生菌根の発生状態を調査して、マツ材線虫病が発生していない林分では被害林分に比べて多種の菌根が生じ、また両林分間でその種が異なることを報告した。また、岸(東農工大)はわが国における外来のマツ類の枯死原因について検討して、枯死木に線虫やカミキリが確認されても気象や他の病虫害の発生など他の要因も検討しなければならぬことを指摘した。

## 3. マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの分類学的検討と発病性

マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウ(*B. mucronatus*)、また各種内での分離系統間の類縁関係を明らかにすることは、これら線虫の地域的分布や移動、また進化を推測する資料として重要である。この10年来、これら線虫の遺伝子レベルでの分析—DNA解析が外国で行われていて、いくつもの興味ある結果が公表されている(岩堀英晶・二井一禎氏の総説—日線虫誌25: 1~10, 1995; 真宮靖治氏の解説—本誌45: 48~56, 1966を参考にされたい)。本分科会でもこの手法を用いた線虫分類学的検討についての研究が多数発表された。また、ニセマツノザイセンチュウについては、とくにその病原性について改めて認識する機会が与えられた。

DNA解析についての研究は5編の発表があった。研究者によって用いた材料や手法はそれぞれ異なる。これらの研究結果で共通した点は、マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウは明らかに隔離される点である。種内での類縁関係について注目した発表を挙げれば、岩堀ら(京大)によれば、マツノザイセンチュウについては日本産の強病原性の分離系統と中国やアメリカ産の線虫とは近似し、日本産の弱病原性の分離系統は強病原

性の分離株と若干異なり、カナダ産のものは他の産地のものと異なる。ニセマツノザイセンチュウについては、2グループに分けられ、ひとつは日本と中国に、また他は日本とフランスに分布するという。また、浜口ら（森林総研）によれば、マツノザイセンチュウについては日本を含むアジアに分布するマツノザイセンチュウは北アメリカに分布する線虫と近似して北アメリカ起源であること、またアジア産のものは複数のグループに分かれ、これは北アメリカから複数回侵入してきたことを示とした。また、ニセマツノザイセンチュウについてはアジア産とヨーロッパ産は単一グループであるという。

ニセマツノザイセンチュウはわが国に古くから分布する土着種と推定されているが、広くユーラシア大陸にも分布する。これら種内分化や病原性についても報告された。BollaとWood（アメリカ）はフランス産の*B. xylophilus*とされたもの（形態的にはニセマツノザイセンチュウであることが確かめられている）は分子生物学的、分子化学的、また遺伝的に新種とすべきであるとした。そして、この種はどのようにこの属の種が進化するかを示すひとつのモデルになるとした。

わが国に分布するニセマツノザイセンチュウについては、その病原性について真宮（玉川大）が従来行った接種試験などの結果をまとめ、きわめて微弱であることを強調した。Braasch（ドイツ）らはドイツ、イタリア、ギリシャおよびオーストリアにおける針葉樹、さらにロシアから輸入された材について、*Bursaphelenchus*属線虫の生息とその病原性を検討した。その結果、ニセマツノザイセンチュウはヨーロッパ中部とシベリアに最も普遍

的に見いだされた。その他、*B. sexdentatis*など5種の*Bursaphelenchus*属線虫を検出したという。人工気象室と野外での接種試験によってニセマツノザイセンチュウと*B. sexdentatis*はヨーロッパアカマツ（*P. sylvestris*）など3種のヨーロッパ産のマツ類の苗木に病原性を示した。筆者にとっては初めて学名を聞く数種の*Bursaphelenchus*属が報告されて驚いた。これらは形態的・生態的にどのような線虫であろうか。また、ロシア産のニセマツノザイセンチュウについては、Kulinichら（ロシア）が交配実験によって、フランス産のものとは近似するがカナダ産のものとは異なるとした。

#### 4. マツ材線虫病の発病機構と抵抗性

マツ材線虫病がどのように発病し、それに伴って宿主であるマツがどのように反応し、また抵抗性を発揮するのかについてはさまざまな見地からの研究が報告された。

発病に関する水分生理については、池田（森林総研関西支所）は新しい水分状態の測定法である空気注入法によって、線虫の感染によって幹や根の木部がキャビテーション（空洞形成）を起こしやすくなることを明らかにして、マツ材線虫病発病木でのエンボリズム（塞栓症）の発生と密接な関係にあることを指摘した。また、玉泉ら（九大）はマツの樹幹の縮小を水ストレスの指標として使って、線虫接種後の経過を調査した。

本病の病徴の進展とマツノザイセンチュウの動態については、福田（東大）は材線虫病の病徴進展の生理的な経過を2段階に分けて検討した。そしてこの進行はマツノザイセンチュウの分離系統とマツの樹種との関係が適合



写真-1 マツノザイセンチュウの種分化について発表するDr. Bolla(米国)(写真：相川拓也氏)、  
- 2 樹体内でのマツノザイセンチュウの長期潜在について発表するDr. Bergdahl(米国)(写真：相川拓也氏)

している場合のみ進行して、不適合の場合は形成層において線虫の増殖と侵入を抑制する「形成層の抵抗性(cambial resistance)」が生じるため進行しないとされた。市原ら(東大)はクロマツ苗木に強病原性のマツザイセンチュウを接種して30℃の高温に置いた場合、マツザイセンチュウは皮層の樹脂道や組織、木部の樹脂道に認められ、またこれらの組織は変質してキャビテーションが生じたので、発病の初期にはマツノザイセンチュウが組織細胞を殺し、病徴を発現させているとした。川口ら(九大)はマツに底肥を施すと病徴の進展が促進されることを見いだしたが、これは光合成と蒸散の低下がマツの抵抗性を低下させるためと考えた。そして、マツノザイセンチュウを接種してその侵入、移動および繁殖に及ぼす影響を検討した。河津ら(岡大)はマツ材線虫病の真の病原体をマツノザイセンチュウに随伴する細菌であるとする説を報告しているが、今回の報告ではマツノザイセンチュウの分離株による病原性の強弱を検討して、それはその分離株のマツノザイセンチュウの行動力(mobility)の大小によるとした。

BergdahlとHalik(アメリカ)はヨーロッパアカマツにマツノザイセンチュウを接種して、どれほど長くマツノザイセンチュウが生存するかを試験した。その結果、1試験では10年後までに外見健全な23%のマツが、またほかの試験では3年後までに外見健全な45%のマツがマツノザイセンチュウを保持していたという。なお、健全な材からは材を30℃で30日間保存してからマツノザイセンチュウを分離した。彼らはマツノザイセンチュウは長期間マツを枯らすことなく材に潜在して、緩慢な衰弱をおこすことを推察した。こうした潜在感染の現象はわが国のアカマツやクロマツの被害林でもあり得るのではないか。きわめて示唆に富む発表であったと思う。

発病木では木部には揮発性のモノテルペン類が増加してキャビテーションが生じるとの報告がある。坂上ら(東大)はクロマツ・アカマツの苗木にマツノザイセンチュウを接種してマツ材線虫病におけるモノテルペンの役割を検討した。その結果、モノテルペン類が材の変質や水分減少に与える影響は小さく、また抵抗性との関係も見いだせなかった。

マツ抵抗性に関わる因子や反応については、Zhaoら(中国)はタイワンアカマツの抵抗性が異なる系統ごとにマツノザイセンチュウを接種して、産出されたテルペン類の種類と量を比較して差を認めた。山田(森林総研)はマツ材線虫病に抵抗性のストロブマツ(*P.strobus*)について、マツノザイセンチュウを接種した際に枝に蓄積された抗微生物活性を示す化合物を検出・同定・計量

し、ファイトアレキシンとしての役割を検討した。その結果、5種類の化合物を検出し、うちメチルジヒドロイノシルピンについてはその殺線虫力も確かめた。そして、この化合物がマツ材線虫病の感染によって誘導されてマツザイセンチュウの増殖を抑制し、抵抗性を発揮すると考えた。

清原ら(元森林総研)は長年にわたって弱病原性のマツノザイセンチュウを接種して生じる誘導抵抗性についての研究を行ってきたが、今回は30年生アカマツを使って行った実験結果について報告した。

## 5. 殺線虫剤などによる防除

松浦(森林総研関西)は各種殺線虫剤の樹幹注入と土壌施用によるスクリーニングテストを行い、現在実用化されているメスルフェンホス材(ネマノーン注入剤)、酒石酸モランテル剤(グリーンガード)など7種類の薬剤に防除効果を認めたことを報告した。また、チオナジン剤とメスルフェンホス剤を線虫接種後に施用して治療効果を検討し、その可能性を示した。Changら(中国)は台湾において酒石酸モランテル剤の樹幹注入試験を行い、著しい枯死防止効果を収めたことを報告した。

奥ら(山陽薬品)は酒石酸モランテル剤を注入したマツについて、薬効の持続状態を評価する簡易な方法を検討した。すなわち、小枝を採集して薬剤量を分析する一方、小枝の一端にマツノザイセンチュウを接種して1日後にこれを通じた線虫数を調査する。こうして測定された線虫数と枝での薬剤量とは逆比例して、その有効性が示された。

殺線虫剤の樹幹注入はわが国では多くの試験が行われて本病防除の一つの方法として定着しているが、中国でもその試験が行われ、国際的にも注目されている方法であるとの感を強くした。

また、上脇(九州電力総研)は低電圧インパルスによってマツノザイセンチュウの生存や増殖を抑制して発病を軽減する試験を行い、その可能性を示した。

## 6. マツノザイセンチュウ抵抗性育種

わが国では1979年からアカマツとクロマツのマツノザイセンチュウ抵抗性クローンの選抜育種事業が行われてきたがその経過と成果の概要が戸田・栗延(林木育種セ九州)によって述べられた。選抜されたクローンについては接種園が設定され、種子も生産され始めているが、これから得た苗木も抵抗性であるとの報告であった。抵抗性マツのクローンを組織培養で大量に増殖する技術の開発が望まれる。後藤・佐々木(福岡森林林業技セ)は

クロマツを組織培養してこれに接種試験を行った結果を報告した。

## 7. マツ材線虫病以外の病害によるマツ類の被害

Wingfield (南アフリカ)は南アフリカのマツ類造林地に侵入病害として発生したディプロディア病 (病原菌: *Sphaeropsis sapinea*)と、ノクチリオキバチ (*Sirex noctlio*)が媒介する *Amylostereum areolatum*による枯死の被害を報告した。そして、将来の国際間で人と物の移動がさらに頻繁になる結果として、世界各地のマツ林に新病害が問題になる可能性とそれらの防除に取り組む重要性を指摘した。また、周藤(元島根林技セ)は *Mycosphaerella*属の3種の菌による葉枯性病害—葉枯病 (*M.gibsonii*)、赤斑葉枯病 (*M.pini*) および褐斑葉枯病 (*M.dearnessii*) のわが国における過去と現在の被害状態について報告した。

## 8. おわりに

マツ属 (*Pinus*) は100に余る種を含むが、その林業的重要性は改めて説くには及ばない。ほぼ北半球に自生するが、南半球でも導入されて盛んに造林が行われている。ニュージーランドにおけるラジアタマツの大規模な造林はその成功例であろう。しかし、この重要なマツ類を衰退させる病虫害が大きな脅威である。北アメリカにおけ

る五葉マツ類の発疹さび病の大発生など、過去からいくつかの病虫害の問題が生じた。現在国際的に最も問題視されるのがマツ材線虫病である。本シンポジウムで本病についての最新の研究結果を聞き、また被害と防除を国際的な視野で考える機会が得られて大変意義深かった。聞くところによると、マツ材線虫病についてはIUFRO (国際林業試験研究協議会) のWorking Party (研究会)として発足させる計画であるという。将来とも、国際的な研究成果の討議が行われることを期待したい。

本シンポジウムはマツ材線虫病が中心のテーマであったが、将来マツ類を衰退させる恐れのある他の病害も多い。わが国では材線虫病発生のためにこれらの被害が忘れられた感もある。将来的にみてこれらの病害の発生の動向と対策に今後とも留意する必要がある。

分科会でのわが国からの発表は多くが大学と森林総合研究所の研究者によったが、少数であるが県の林業試験研究機関の研究者の発表もありうれしく思った。地方の試験研究機関でなければできない、現場に密着したマツ材線虫病の発生生態や防除についての大切な研究課題がいくつもあるはずである。このシンポジウムを契機に、それら地方の機関が何をどのように研究すべきかを改めて具体的に考えて、早急に取り組むべきである。

(1998. 12. 18受理)

## 都道府県だより

### ①兵庫県の松くい虫被害対策

#### 1 兵庫県の松くい虫被害

兵庫県の被害は、全国とはほぼ同様の推移をたどり、平成9年度には、ピーク時の18%の約2万2千㎡まで減少しました。この間の9万8千㎡もの被害減少率は、第1位の茨城県、第2位の岡山県に続く全国第3位です。

被害量を県内の地域別にみると淡路地区、東播地区が比較的多くて、これらで全体の約42%を占めます。また、防除区域のみに限れば、淡路地区は、被害量のほぼ半数の48%になっています。

#### 2 平成10年度の被害及び対策

##### ① 被害

平成10年12月末現在の被害量は昨年同月比で約94%にあたる1万9千6百㎡です。年度末には、昨年より少し減少が見込まれています。

昨年の夏は、高温小雨で、被害が再び増加する心配がありました。

一部地域を除いて県内全体に被害が拡がらなかったのは、予防駆除対策を永年続けてきて、防除区域の被害が、ずいぶん減っていることや、周辺区域が、遅ればせながら徐々に樹種転換が進んできて、感染源が少なくなったことなどが考えられます。

##### ② 対策

平成10年度の予防対策は、すでに、特別防

除、地上散布を実施しました。また、環境面などから薬剤散布ができない松林には、2月までに樹幹注入を行いました。

駆除対策は、奨励事業による伐倒駆除量のほとんどを、造林事業の保全松林健全化整備（衛生伐）に振り替えて実施する計画です。事業及び事業量は、地域の被害の実状に応じ、命令事業を含めて効果的に配分します。

特に、淡路地域は、県全体の被害量に大きな影響を及ぼすため、重点的に駆除を行います。

### 3 今後の被害対策

県としては、特別防除などの予防措置、特別伐倒駆除などの駆除措置や、治山事業、造林事業などの関連事業による樹種転換を組み合わせた「松林保全総合対策」は、大きな効果があると考えています。

今後これらの対策を、ねばりづよく続けて行きます。

(兵庫県農林水産部治山課)

## ②岐阜県のニホンカモシカ被害について

岐阜県におけるカモシカによる被害は、昭和40年代の前半から目立ち始め、優良ヒノキ材を生産する代表的林業地帯を中心に広域にわたり、毎年継続して発生しています(表)。

平成9年度の動物被害は実損面積で506haありましたが、なかでもカモシカがもっとも多く、その他はシカ、ノウサギ、ノネズミ、

## 近年のカモシカによる森林被害の推移(民有林)

単位：ha, 百万円

年度	6	7	8	9
区域面積	616	651	765	693
実損面積	210	255	231	237
被害額	301	384	383	392

ツキノワグマの順となっています。

カモシカによる被害は実損面積で237haと動物被害面積の5割を占めており、県下99市町村のうち33市町村に被害が発生しています。

被害対策としては、昭和53年度からカモシカ個体数の調整、忌避剤による防除等を行っていますが、被害は横ばい状態が続いており、抜本的な対策が求められています。

また、昭和54年にカモシカの保護及び被害対策についての国の三庁合意により、特別天然記念物カモシカを種の指定から、保護区域に限った特別天然記念物へと告示変更するため、全国15地域で保護区域を設けることが計画され、保護区域の設定が進められてきました。本州においては保護区域の設定作業がすべて完了し、四国山地地域と九州山地地域2地域の保護区域が残っています。

15地域の設定が完了しない限り、法制度上、生息地域指定への告示変更はできないため、保護区域の早期設定が望まれます。

(岐阜県林政部森林整備課緑化推進係)

## 林野庁だより

### ○人事異動(林野庁、平成11年4月1日付)

片桐達夫(造林保全課森林造成保全専門官)

森林組合課林業労働対策室課長補佐；労働安全衛生班担当

古井繁男(東北森林管理局宮城北部森林管理署長)

造林保全課森林造成保全専門官

益田健太(森林保護対策室保護企画班企画係長、企画課併

任) 企画課企画調整第二班  
企画調整第一係長、企画課併任解除

宮沢一正(企画課制度・経営班経営企画係長、企画保全課併任)

森林保護対策室保護企画班企画係長、造林保全課併任解除

○人事異動(森林総合研究所, 平成11年3月16日)

楠木 学(森林生物部森林微生物科樹病研究室長)  
九州支所保護部長  
竹谷昭彦(森林生物部付) 派遣職員  
(国際協力事業団中国宁夏森林保護計画)

○人事異動(森林総合研究所, 平成11年3月31日)

宮沢有希子(東北支所保護部樹病研究室) 退職

○人事異動(森林総合研究所, 平成11年4月1日)

松浦邦昭(関西支所保護部長) 北海道支所保護部長  
中津 篤(北海道支所保護部長) 関西支所保護部長  
河邊祐嗣(九州支所保護部樹病研究室長)  
森林生物部森林微生物科樹病研究室長  
後藤秀章 森林生物部森林動物科昆虫生態研究室

### 森林保護対策室配置図

代表電話 03-3502-8111  
直通電話 03-3502-1063

課長補佐 保護指導班担当 (宮城)  TEL 6 2 5 5	
森林造成保全 専門官 (古井)	公営防除係長 (井上)
TEL 6 2 5 6	
指導係長 (岡崎)	森林火災対策 係長 (船坂)
TEL 6 2 5 7	

森林保護対策室長 (関)  TEL 6 2 5 2
------------------------------------

課長補佐 保護企画班長 (宿利)  TEL 6 2 5 3	
企画係長 (宮沢)	防除技術専門 官 (岡部)
TEL 6 2 5 4	

**森林防疫 第48巻第4号 (通巻第565号)**

平成11年4月25日 発行 (毎月1回25日発行)

編集・発行人 飯塚昌男

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310円別)

**発行所**

〒101-0047 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

---

現地からの投稿はいきいきした「森林防疫」を作ります

---

**観察記録 ■ 防除事業記録 ■ 質問 ■ そのほか**

枚数自由 ■ 写真もあつたらそえて ■ 採用の分には規定の謝礼をさしあげます

---

**投稿お願い**

- 必ず原稿用紙を用いて下さい。
  - 題名(勤務先・氏名を含む)に英文を希望される場合は、和文の下段へ記入下さい。
  - 別刷は有料で最低100部からうけたまわります。
- 

**表紙の写真**

原則として1枚もの ■ キャビネ ■ モノクロ ■ 採用写真には規定の謝礼をさしあげます

---

送り先 ■ 東京都千代田区内神田1-1-12, コープビル8階 (郵便番号101-0047) / 全国森林病虫獣害防除協会  
「森林防疫」編集事務局あて ■ しめきり / とくに定めておりません

---