

# 森林防疫

## FOREST PESTS

VOL.39 No.1 (No. 454)

1990

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成2年1月25日発行(毎月1回25日発行)第39巻第1号



マイマイガの産卵

遠田 暢 男\*

農林水産省森林総合研究所森林生物部主任研究官

1987年の春は近年になく暖かく、虫の活動も例年より早かった。ウワミズザクラとアカマツ樹幹の根元から30~150cmのところに卵で越冬したマイマイガ *Lymantria dispar japonica* Motschulsky のふ化は、サクラの新葉が展開する4月11日に2卵塊、18日に1卵塊観察された。

ふ化後数日は気温が低く、幼虫が移動分散したのは11日後の4月22日で、この期間は全く摂食しないで卵塊上で静止していた。幼虫は約3か月間摂食した後、7月23日にモミジの根元に産卵中の成虫が観察され、産卵に5日間費し、大きな卵塊を作って死亡した。

\*Nobuo ENDA

### 目 次

新年を迎えて.....	小林富士雄	2
石川県の巨樹・名木の腐朽菌被害(II).....	赤井 重恭	3
昆虫寄生性線虫と害虫防除.....	真宮 靖治	8
第18回国際昆虫学会に参加して.....	大河内 勇	16
《森林病虫獣害発生情報》.....	田端 雅進	19
《新刊紹介》.....	伊藤 一雄	20

## 新年を迎えて

—国際的視野の必要性—



小林 富士雄\*  
森林総合研究所長

1990年を迎えるにあたり、森林防疫関係者の日頃のご尽力に対し敬意を表します。長い間森林防疫と係わり続けてきた私にとって今も愛読誌である本誌のご発展を切に祈念するものです。

最近の本誌で特徴的なことの一つは、国外あるいは国際的な病害虫の記事が多くなっていることです。例えば、フィリピン等の樹木病害、タイのチークポーラー、南スマトラのマホガニーしんくい虫とアルビジアかみきりむし、ペルーのマホガニーしんくい虫、台湾、韓国のマツノザイセンチュウなど枚挙にいとまなしという状況です。そのいずれもが文献解題ではなく現地調査報告であることは、日本の技術研究協力が森林病害虫の分野でも軌道にのってきたことを物語っています。

一昨年8月、京都での国際植物病理学会議林業部門に日本人研究員が活躍した様子は本誌で詳細に報じられ、さらには昨年8月森林総合研究所で開催されたユフロ集会「東北アジアにおける森林保護」の盛会をみるにつけ、日本も次第に世界の森林防疫関係者の舞台になりつつあることがわかります。

一昔前は国外の森林病害虫国際集会に参加する日本人は限られていたのが、今は若い研究員が続々と出かけて国際集会で堂々の論陣を張るようになってきました。中国や韓国など近隣諸国からはマツ材線虫病の防除対策を求めての来日が頻りですし、欧米諸国からもこの情報入手のための来訪があとを断たない状況です。

昨年の夏から秋にかけて私は二つの国際会合に出席しましたが、その一つにアジア太平洋諸国林業研究専門家会議があります。これはタイに事務所をおくFAO(国際食糧農業機構)地域事務局が主催した林業試験場長会議ともいうべきもので、会議の目的はアジア太平洋地域内での林業研究のネットワークをつくることです。具体的には主として熱帯林の開発と保全に関する研究を対象とした研究ネットワークが動き出すことになり、そのなかで日本は主要な役割を果たすことが求められています。

わが国が人や物や情報を通じて外国とこれだけ広く交流し合う時代はかつてなかったと思います。ひとり林業のみ国際交流の枠外にとどまることはできないし、まして国境のない病害虫の問題を取り扱う人々にとって国外の情報に対して敏感でなければならないことは、マツ材線虫病問題からも学んできたところです。

このように考えてきますと、森林防疫の分野においても、国外の情報を的確に把握し、さらに国際的な連携協力を進める心構えが益々必要な時代に入ってきたといえましょう。

\* Fujio KOBAYASHI

## 石川県の巨樹・名木の腐朽菌被害 (II)

赤井重恭\*

京都大学名誉教授・前石川県農業短期大学学長・農博

### 2 広葉樹

#### (39) 上之屋の大栗

鳳至郡柳田村五十里上之屋の源 洋兆氏方の裏、やや小高い丘に「上之屋の栗」として知られ、樹高15m、幹周3.6mの大栗がある。柳田村はこれを天然記念物に指定(昭和37年11月)している。しかし、残念なことに、樹幹は裂け、心材を露呈している。クリ材は耐朽性といわれているが、この樹の心材は腐朽し、かつ虫害を受けて惨めな姿をさらしている。

#### (40) 宗寿寺のスタジイ

加賀市大聖寺神明町(山ノ下町)にある日蓮宗、宗寿寺の境内に、樹高約19m、幹周5.5mの巨樹がある。これは単独の樹木でなく、スタジイやスギなど7種類の異なる樹木の集合体であるという。しかし、一見したところ、1本の樹に見え、樹幹は苔むして緑色を呈し、枝葉もかなり茂っている。根は多少露呈しているが、それがどの樹の根であるのかは判断し難い。心材部には腐朽はあるものと思われるが、外部からはわからない。

#### (41) 中谷家(能登天領庄屋)のスタジイ

鳳至郡柳田村黒川の中谷家は、昔、能登天領の庄屋を勤めた家柄の旧家であるが、同家の門を潜ると左手に、樹高約22m、幹周4.2mのスタジイの老樹がある。柳田村はこれを天然記念物に指定(昭和37年11月)しているが、衰弱がはなはだしく、枝葉の繁茂程度も悪い。樹幹の腐朽もひどく、腐朽型は白色腐れで、恐らくコフキタケ(*Elfvigina applanata*)の侵害によるものであろう。

#### (42) 善正寺のスタジイ

羽咋市柳田町、眞宗善正寺には、本堂の左横にスタジイの老樹が植えられている。羽咋市はこれを天然記念物に指定(昭和47年1月)している。樹高は約15m、幹周は5.2mの巨樹で樹齢は凡そ400年かといわれている。この樹を見ると、主幹を中心に周囲に多数の蘗が着生して生

育したもののように思われる。根はかなり露出しているが、多くは蘗の根のようである。枝葉はよく繁茂しており、樹勢も旺盛であるが、心材は恐らく腐朽しているものと思われる。

#### (43) 里の與兵衛家のスタジイ(図-11)

輪島市里町の與兵衛家には巨大な椎(スタジイ)の老樹がある。これは同家の敷地内の草深い処にあり、樹高は約24m、幹周は8.2mで、よく分岐し、枝幅は25mに及び、枝葉も一応は繁茂しているが、枯損枝も多く、衰弱に向かっているようである。樹幹の心材は腐朽しており、その一部に外科手術が施してあるが、不十分である。輪島市はこれを保存樹に指定(昭和44年7月)しているが、もう少し保護管理に留意してほしいものである。

#### (44) 狭野神社の大椎

能美郡寺井町佐野の狭野神社には、社殿の横に樹高約17m、幹周6.9mのスタジイの巨樹がある。地上2mで4幹に分かれ、よく繁茂して樹勢は旺盛であるが、樹幹に多数の瘤が見られる。心材は腐朽し、空洞化しているが、腐朽菌は不明。

#### (45) 八幡神社(倉重)のスタジイ(図-12)

能美郡辰口町倉重の八幡神社に最近移植(昭和57年8月)されたと思われるスタジイがある。樹高約18m、幹周は3.1mで、樹幹心材はアイカワタケ(*Laetiporus sulphureus*)の侵害を受けて腐朽しており、基部は空洞化していた。太い枝の切断面にはアイカワタケの子実体が生じていた。

#### (46) 堂形のスタジイ

金沢市広坂、石川県庁々舎前に左、右1株ずつのスタジイの老樹がある。それを「堂形の椎」と呼んでおり、国は天然記念物に指定(昭和18年8月)している。外観は蘗の生長によって、こんもりとお椀を伏せたような形をしており、それを生垣が取り囲んでいるので、幹は外部からほとんど見えない。しかし、生垣の中を覗いて見ると、外観とは全く異なり、主幹はアイカワタケ

\* Shigeyasu AKAI

(4)



図-11 里の與兵衛家のスゲジイ  
—輪島市里町 與兵衛家—

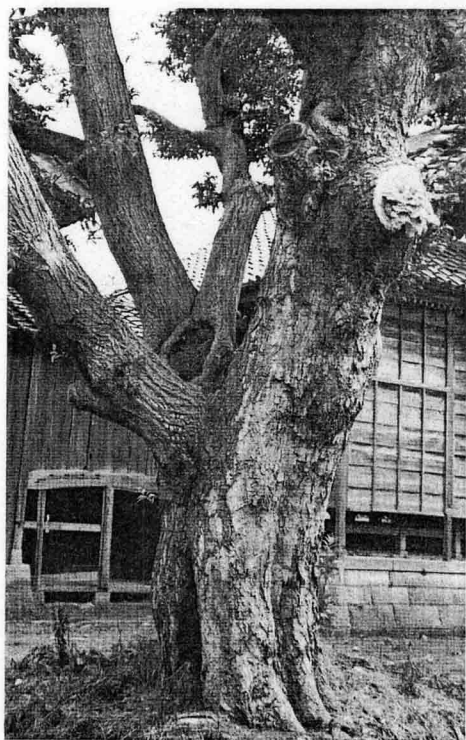


図-12 八幡神社(倉重)のスゲジイ  
—辰口町倉重 八幡神社—

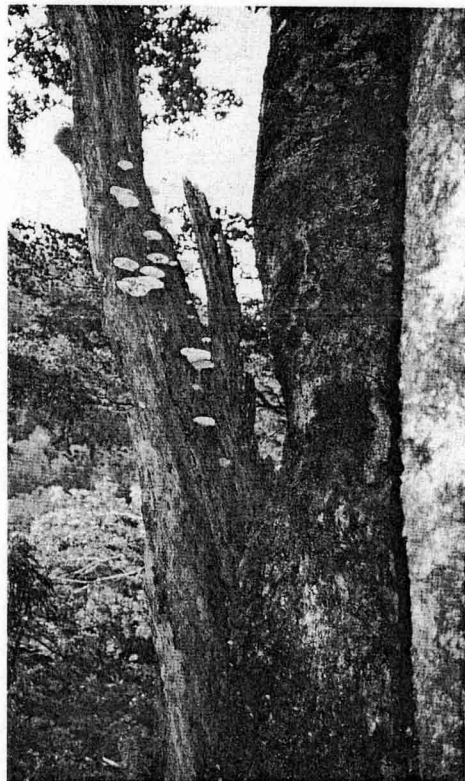


図-13 ツクバネガシ枯幹上のホウロクタケ  
—辰口町坪野 八幡神社—



図-14 日吉神社(根上町)の榎  
—根上町福島 日吉神社—

(*Laetiporus sulphureus*) に侵されて褐色に腐朽した心材を露呈して、惨な姿になっていた。聞くところによると、昭和56、7年頃、樹幹心材の防腐処理を行ったというが、その後放置したので、このような有様になったのであろう。

(47) 若宮八幡宮のカシワ群

松任市石同新町、若宮八幡宮の境内、南側の原生叢林中にカシワの老樹があり、樹高約16m、幹周1.8~2.2m、樹齢は凡そ150~180年である。いずれも樹幹心材はコフキタケ (*Elfvigia applanata*) の侵害を受けて白色腐朽し、空洞化しており、コフキタケの茸を生じているものも認められた。

(48) 八幡神社 (坪野) のツクバネガシ (図-13)

能美郡辰口町坪野に鎮座する八幡神社の境内は、スギを主体とした森を形成しているが、それらの中にツクバネガシの巨樹がある。樹高約20m、幹周2.5mで、2分岐し、一方の枯死幹にはホウロクタケ (*Trametes dickinsii*) の子実体が生じていた。

(49) 御木神社のアベマキ

加賀市三木町の御木神社境内には3株のアベマキがある。樹高は20~29m、幹周は2.7~3.5mで、樹幹は苔むして緑色を呈しており、心材の腐朽がはなはだしい。白色腐れを呈して空洞化し、枯損枝も多く、衰弱の徴が著しい。腐朽菌は未確認であるが、コフキタケ (*Elfvigia applanata*) かも知れない。

(50) 日吉神社 (根上町) の榎 (図-14)

能美郡根上町福島の日吉神社は「田圃の神様」とも呼ばれ、大山咋神 (比叡山の守護神) を祀る社で、境内にエノキの老樹がある。根上町はこれを保存樹に指定 (昭和57年3月) し、注連縄を張って神木として崇めている。樹高は17m、主幹は根元付近で2分岐し、地際の幹周は4.4m、各支幹はさらに分岐しながら枝葉を繁らせている。樹皮は粗造で、樹幹心材は腐朽 (白色腐れ) し、空洞化している。コフキタケの侵害によるものであろう。

(51) 犀川神社の榎

金澤市中央通り町にある犀川神社の境内にエノキの巨樹2株がある。樹高は15~20m、幹周は2.4~4.0mで、樹幹基部および根部に大きな瘤を生じている。樹幹心材はコフキタケの侵害を受けて、腐朽・空洞化し、小形の茸を生じている。

(52) 吉光の一里塚の木、榎の老樹

能美郡寺井町吉光と粟生との境の畦間に今尚大きく枝を拡げている一里塚の木、エノキの老樹がある。これは慶長年間、江戸幕府が東海、東北、北陸などの官道に1里毎に植えさせたもので、石川県下では唯一つ残ったも

のである。このエノキは畦間の少し小高い処に植えられており、枝葉を繁らせている。根は洗われてかなり露出しているが、あまり傷は認められない。心材は恐らく腐朽していると思われるが、腐朽菌名は不明。石川県はこれを史跡に指定 (昭和14年3月) している。

(53) 飯川の大榎

七尾市飯川町、飯川神社は往古から神明社と呼ばれており、境内の一隅にケヤキの巨樹がある。七尾市はこれを天然記念物に指定 (昭和40年10月) している。樹高は約25m、幹周は7.5mで、樹幹心材はコフキタケの侵害を受けて腐朽しているが、樹幹は空洞化することなく、腐朽心材が詰まっている。枝梢部にはコフキタケの子実体が認められた。

(54) 久保市乙剣宮の榎

金沢市尾張町の久保市乙剣宮は「久保市さん」と呼ばれて親まれている。境内の奥、社殿の右横にケヤキの巨樹がある。金沢市はこれを保存樹に指定 (昭和55年3月) している。樹高約22m、幹周は4.1mで、樹齢は凡そ400年といわれ、よく枝葉を伸ばして発育旺盛である。

(55) 「寺中の杜」の榎

金澤市寺中町、大野湊神社の社叢は「寺中の杜」と呼ばれ、ケヤキその他の老樹からなっており、金沢市はこれを保存樹林に指定 (昭和57年3月) している。樹高10~25m、幹周3.0m~5.0mのケヤキの巨樹が繁るが、ほとんどすべてがコフキタケ (*Elfvigia applanata*) の侵害を受けて、心材は腐朽、空洞化している。

(56) 親王塚の榎

鹿島郡鹿島町小田中に親王塚と呼ばれる古墳がある。平家物語に「寿永2年 (1183) 木曾義仲が能登国小田中親王塚の前に列陣す」とあるのはこれである。この塚の前、道路の傍にケヤキの老巨樹がある。樹高12m、幹周囲は6.5m、樹齢は凡そ600年といわれ、樹幹は空洞化し、処々に枝の痕が孔となって残っている。恐らくコフキタケの侵害によるものであろう。

(57) 日吉神社 (三口新町) の榎

金澤市三口新町の日吉神社境内にケヤキの巨樹がある。樹高は約32m、幹周は5.6mで、金沢市はこれを保存樹に指定 (昭和55年3月) している。樹幹心材の腐朽がはなはだしく、恐らくコフキタケの侵害によるものであろう。なお心材腐朽に対して手術が施されているが、填充物と樹幹との間に間隙を生じており、至急に補修を要する。

(58) 神明の大榎 (図-15)

金澤市野町神明坂、神明宮境内に、樹高約36m、幹周8.2m、地際周9.3m、樹齢は凡そ900~1000年といわれている老ケヤキの巨樹がある。金沢市はこれを保存樹に指

(6)

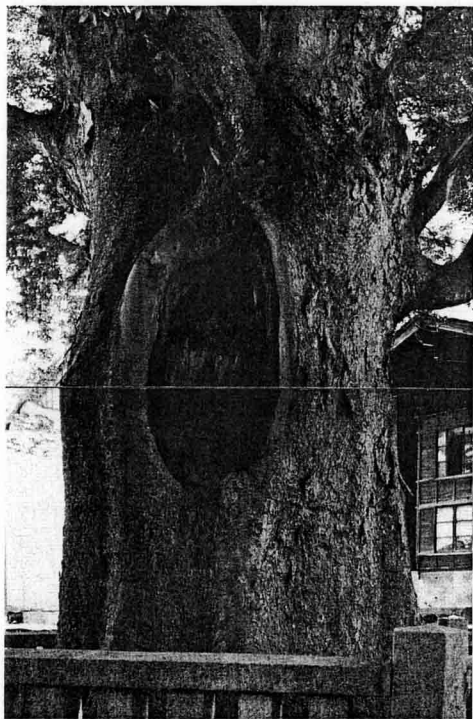


図-15 神明の大樫（西北面）  
—金澤市野町神明坂 神明宮—



図-16 白山神社（柳田）の樫  
—柳田村柳田 白山神社—

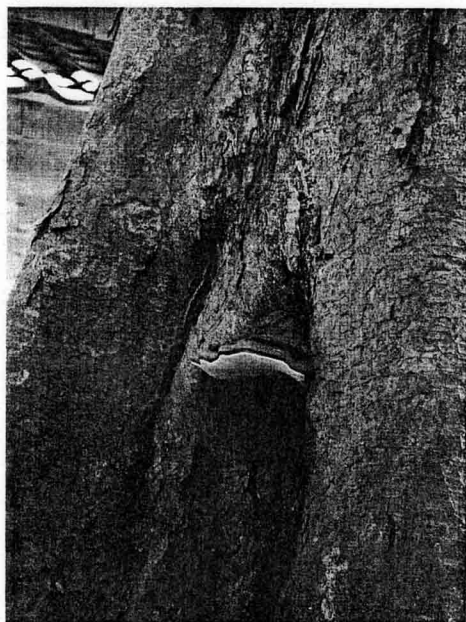


図-17 井口の樫  
樹幹に生じたコフキタケの子実体  
—鶴來町井口 林 孫吉郎氏方—

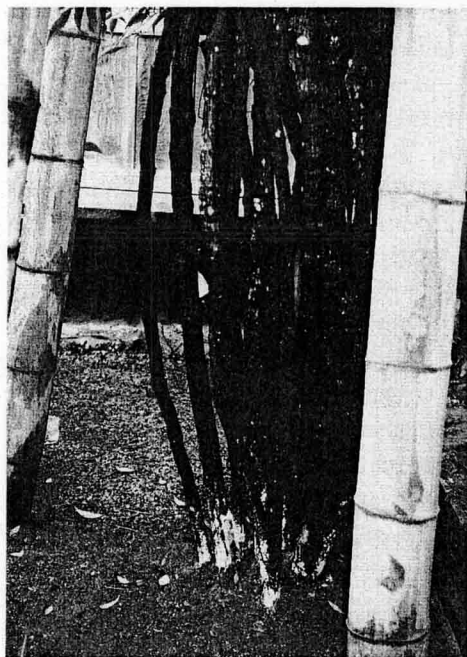


図-18 妙法輪寺の南天  
幹の地際部に白いかびを  
生じて枯死（昭和61年4月）  
—押水町麦生 妙法輪寺—

定(昭和55年3月)している。樹幹心材は腐朽がはなはだしく、大きな空洞となっており、外部に窓のように開いている。その周縁はよく巻き込んでおり、内部には汚白色のササクレ状になった腐朽心材が認められ、さらに空洞内部にこぶ状の肥厚物も認められる。空洞内の壁面は紫褐色であるが、汚白色の腐朽心材が見えることから、これは白色腐れと考えられ、恐らくコフキタケ(*Elfvigia applanata*)に因るものであろう。

(59) 山崎山の樺

金澤市兼六園内小立野口に近い山崎山(紅葉山)の北麓に樹高約20m、幹周6.8m、樹齢凡そ500年といわれるケヤキの巨樹がある。コフキタケの被害を受けて、大きな茸を生じている。外科手術を施してあるが、すでにかなりの時日を経過して破損しているため、修復が必要である。

(60) 白山神社(輪島市)の大樺

輪島市尊利地町、白山神社拝殿の右側にケヤキの巨樹がある。樹高は約25m、地際周は7.8m、樹齢は凡そ600年といわれており、輪島市はこれを保存樹に指定(昭和59年12月)している。地上約1mで2幹に分かれ、一方の支幹はすでに枯死し、心材はコフキタケの被害を受けて白色腐れを呈している。生き残っている主幹も衰弱気味であり、樹幹上には瘤を生じている。

(61) 猿丸神社の樺

金澤市笠舞3丁目の猿丸神社は三十六歌仙の一人である猿丸大夫縁りの社であるが、境内は昔は昼尚暗いケヤキの林であった由である。しかし、今は明るくなって、わずかに9株のケヤキ巨樹が残っておりのみで、それらはすべてコフキタケの被害を受けて心材は腐朽し、空洞化している。

(62) 白山神社(柳田)、玉橋の大樺(図-16)

鳳至郡柳田村柳田、白山神社の境内は広く、その入口、小川に掛かる玉橋の傍にケヤキの巨樹がある。柳田村はこれを天然記念物に指定(昭和37年11月)している。樹の頂部はすでに折損消失し、樹高わずかに12m、数本の細枝を伸ばすのみであるが、幹周は5.9mで、心材は腐朽して大きな空洞となり、樹幹の基部と根部には大きな瘤状突起が生じている。これもコフキタケの被害によるものであろう。

(63) 福正寺の大樺

鳳至郡柳田村合鹿にある真宗、福正寺は明応3年(1494)の建立といわれているが、山門を潜った右側に樹高21m、幹周5.7m、根回り5.8mのケヤキの巨樹がある。柳田村はこれを天然記念物に指定(昭和37年11月)している。老樹であるため、かなり衰弱しており、樹幹

は苔むし、基部と根部には大きな瘤状突起を生じており、心材は腐朽して空洞となっている。恐らくコフキタケの被害によるものであろう。

(64) 井口の樺(図-17)

石川郡鶴來町の林 孫吉郎氏方にケヤキの巨樹がある。樹高約30m、幹周6.6mで、鶴來町はこれを天然記念物に指定(昭和53年2月)している。樹幹を見ると、縦に大きな亀裂が走っており、かつコフキタケの子実体が生じていた。この亀裂の成因は聞いていないが、コフキタケの被害を受けていることから、いつか材の強度が弱まって、割裂することがあるかも知れないので注意を要する。

(65) 笠笠中宮神社の桂

石川郡吉野谷村中宮、笠笠中宮神社には、樹高約27m、根回り10.6mのカツラの巨樹があり、吉野谷村はこれを保存樹に指定している。地上1.6mで2幹に分かれ、一方はすでに枯死しているが、葉も数本生じている。樹幹心材は腐朽しているが、腐朽菌は不明。

(66) 妙法輪寺の南天(図-18)

羽咋郡押水町麦生の日蓮宗寺院、妙法輪寺の内庭に、押水町の天然記念物(昭和36年7月指定)であり、県の指定(昭和58年5月)をも受けている老南天がある。根元から28本に分かれ、高さ7.5m、根回り99cm、本邦最大のものといわれていたが、最近(昭和61年4月)、地際に白い黴(*Fusarium* sp. か。未同定)を生じて衰弱し、ついに枯れたようである。

(67) 水野の化タブノキ

金澤市兼六元町、石田政明氏方の庭、道路沿いの一角に大きな老タブノキがある。樹高約18m、幹周3.9mで、樹齢は200~300年といわれている。

この樹木はよく日の当る処にあって、枝葉を繁らせているが、枯損枝も多く、太い枝が伐られて、その断面で樹皮部と樹幹心材との間に局隙を生じているものもある。

これは藩政時代、藩士水野邸にあって、幽霊がでるといわれて、「水野の化タブノキ」と恐れられていたらしく、今も根元に魔除けの獅子頭が置いてある。

(68) 日室の鎌祭り

七尾市日室町の諏訪神社に伝わる神事で、七尾市の無形民俗文化財に指定(昭和57年12月)されている「日室の鎌祭り」がある。毎年8月27日、2丁の鎌を神前に祭った後、諏訪山の神木、タブノキまたはシロダモに打ち込んで、風を鎮め、豊漁を祈願するものである。樹は、その鎌をしだいにカルスで包み込んでしまうさまは、樹の生命力の強さを示している(未完)。

(1989・6・13 受理)

## 昆虫寄生性線虫と害虫防除

真宮靖治\*

農林水産省森林総合研究所東北支所保護部長・農博

### はじめに

一般に、線虫は人間や家畜、また農作物に対する有害生物として研究対象となっている。そうしたなかで、昆虫に寄生する線虫が生物的防除における有力な手段として注目され、その研究は近年急速に進展してきた。

線虫の昆虫とのかかわり方については、生活史の一部を昆虫に依存するものと、昆虫体内で栄養摂取、発育、成長を行うものとに分けられる。前者には、昆虫を運び屋として利用するグループが含まれ、これらは昆虫嗜好性線虫と呼ばれ、マツノザイセンチュウがその例である。後者が昆虫寄生性線虫で、それには虫体内だけでなく、体外でも世代を繰り返す生活史を持つものと、栄養摂取、発育は虫体内だけに限定されるものがある。任意寄生性と絶対寄生性である。線虫の寄生は宿主昆虫に発育の遅れ、生活活動の減退、異常な行動など何らかの影響を及ぼすが、宿主の生存に関していえば、ほとんどが無害である。

線虫とのかかわりをもつ昆虫の種類について、1975年に Poinar<sup>38)</sup>はそれまでの報告や記録をまとめて3,142種のリストを作った。昆虫寄生性線虫の分類上の位置づけは4目13科に及んでいる<sup>40)</sup>。昆虫寄生性線虫のなかでも、有望な生物的防除手段として研究が集中的に進められているのは、寄生後短時間のうちに宿主を殺す能力を持つ線虫である。それらは Steinernematidae 科、Heterorhabditidae 科および Mermithidae 科に限られている。例外的に Neotylenchidae 科の線虫 *Deladenus* が森林害虫キバチの生物的防除成功例として知られている<sup>4)</sup>。この場合は殺虫力にもとづくものではなく、生殖活動阻害による密度抑制の効果である。最近、マツノマダラカミキリに対する施用試験、また根切虫(コガネムシ類幼虫)によく効く、つまり強い殺虫力を示す線虫(クシダネマ)の発見などで、林業でも昆虫

寄生性線虫の利用に関心が寄せられるようになった。本文では有力な生物的防除手段として、とくに注目を集めている Steinernematidae 科と Heterorhabditidae 科の線虫に焦点をあわせることにする。

本来が食細菌性である Rhabditida 目に属している絶対寄生性の線虫には、虫体内での養分摂取に当たり、細菌には全く依存しないような生活に進んだものと、依然として細菌に頼っているものがある。前者では、宿主から直接養分を摂取するための分解酵素を発達させている。後者の線虫は、自らが細菌を保持して宿主体内に持ち込み、繁殖した細菌を餌として発育、成長する。この時、細菌は宿主に敗血症を引き起こして、速やかな死をもたらす。このような細菌との共生的關係において寄生性を示すという特異なグループが、Steinernematidae, Heterorhabditidae 両科の線虫である。この共生細菌 *Xenorhabdus* は自然界でこれらの線虫とのかかわりにおいてのみ検出されている。

### (1) 分類学上の問題点

Steinernematidae 科の線虫については、現在分類学上の対立があり、属名の呼称に混乱を生じている。Woutsら<sup>47)</sup>はそれまでの2属について、一方を無効として1属にまとめた。つまり、*Neoplectana* 属を *Steinernema* 属のシノニムとし、同時に20種記載されていた種を4種に整理した。これに対し Poinar<sup>38)</sup>は *Neoplectana* 属が有効であることを主張した。また、この属の種については普遍性のある4種を残し、その他の種は再検討の必要ありとした<sup>39)</sup>。

この対立によって、同じ線虫について別々の属名あるいは種名が使われることになり、例えば同一学会誌上でこの二つの学名が同居するというような奇妙な事態が起きている。こうした混乱を收拾するため、1986年開催された第4回国際無脊椎動物病理学会議のワークショップ「昆虫寄生性線虫の分類」でこの問題がとりあげられた

\* Yasuharu MAMIYA



(Nematology Newsletter, Vol. 32 (4), 27-28)。この会議での討論の結果, "Steinernema", "Neoplectana" 両派それぞれに対し, 今後タイプ標本などについて詳細な検討を行って, いずれの属が有効なのかの結論をだすよう要請が行われた。なお, わが国では, *Steinernema* がほぼ統一的に使われている。

*Steinernema* 属線虫は広く世界各地で検出されてきており, 種としてもそれぞれが広い分布を示している。例えば, 本属中もっとも一般的な *S. feltiae* (= *Neoplectana carpocapsae*) については, 検出された地名を strain 名として多くが記録されている (Mexican, Czechoslovakian, Italian など)。その他, 発見者の名前をつけたもの (All), また記号となっているもの (DD-136, P 7, N55 など) もある。日本でも *S. feltiae* の自然分布が最近確認され<sup>27)</sup>, いずれ strain 名が付くことになろう。

現在, 整理されて残った種については, いずれも生標本が維持されているということが重要な点である。商業ベースでの培養生産に供されているものは当然ながら, いずれについても世界各地の研究室などで培養維持されていて, そのことが種の有効性の証明につながっている。今後新しい種が数多く発見される可能性は, 世界的な研究推進の気運大なることから予想され, 線虫の維持管理が重要な問題となってくる。上記のワークショップでもこのことが取り上げられていて, 例えば世界のどこか1箇所でも集中的に管理することの必要性が提案されたりしている。特性を生かした生物的防除素材としての活用の道を開く上からも重要なことである。現在, このことについては, まず情報収集を行ってデータベース化しようという方向が国際的に固まりつつある。

*Heterorhabditis* が *Heterorhabditidae* 科唯一の属で, 現在5種が記載されている。Akhurst は世界各地で検出されていた本属線虫について, 電気泳動法による各種酵素の分析結果から, 3~8種の存在を示唆している<sup>2)</sup>。本属については, 分類上の特徴を示すことが難しいため, 多くが種の同定にいたらなくなっていた。Akhurst の研究はこの事態の解決を目指したものである。形態分類はもちろん, アイソザイムや遺伝子の DNA 解析などを通じて, 種を明確にすることの必要性を強調している。

## (2) 生活史

*Steinernema* 属および *Heterorhabditis* 属線虫の発育は, 基本的には卵, 4期にわたる幼虫期, そして成虫という生活史をたどる。自然条件下, 昆虫の体外で過ご

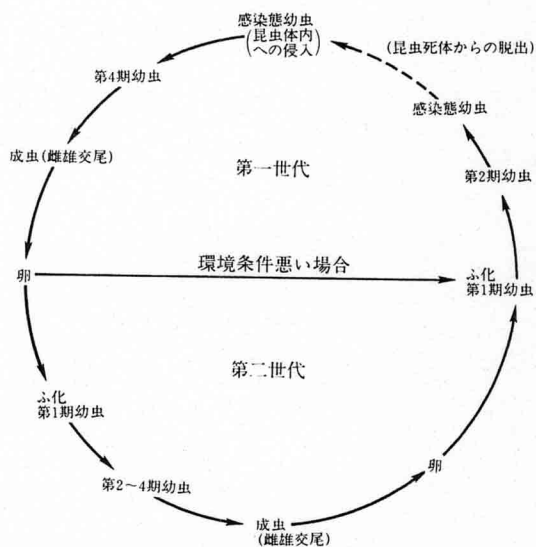


図-1 *Steinernema* 属線虫の生活環  
(実線は昆虫体内, 点線は昆虫体外)

すのは感染態幼虫で, 3期幼虫に相当し, 2期幼虫の脱皮殻を被鞘している。これは環境耐性を備えたステージで, 新しい宿主への寄生の機会を待つ。生物防除で利用するのは, この感染態幼虫(以下  $J_{III}$ )である。 $J_{III}$ の宿主探索能力については, 物理的あるいは化学的な面から追及されてきている。 $J_{III}$ は口や肛門などから昆虫体内に侵入したあと, 脱鞘して血腔へと入る。この時, 保持していた共生細菌を放出する。細菌の急速な繁殖で敗血症となった昆虫は, 多くの場合2日以内に死亡する。虫体内に繁殖した細菌を摂食して,  $J_{III}$ は大型(3~5 mm)の第一世代成虫へと成長し, 雌雄交尾して産卵する。雌成虫による大量の産卵で個体数が増え, 次世代の成虫はより小型である(1~3 mm)。その幼虫が  $J_{III}$ へと進む。このように, 虫体内では2世代目に  $J_{III}$ が出現するというのが一般的経過である。しかし, 最近発見されたクシダネマ (*Steinernema kushidai*) では, 第一世代の幼虫が直接  $J_{III}$ になることが多く, 第二世代の出現は稀である<sup>28)</sup>。

宿主死亡から7日ほど経つと  $J_{III}$ が出現し始め, 死亡後10日も過ぎると虫体内は  $J_{III}$ だけとなる。体内の  $J_{III}$ の数は線虫の種類や宿主の大きさなどによっても異なるが, 多くて20万頭以上になる。最後に  $J_{III}$ は虫体から脱出する。以上は25°Cでの経過をみたものであるが, 温度条件によって当然影響を受ける。*S. feltiae*の場合, 15°Cでは  $J_{III}$ の出現まで40日かかり, 10°Cではまったく発育しない。

*Heterorhabditis* 属線虫では虫体侵入後の  $J_{III}$ はすべて雌成虫になり, 単為生殖で生じた第二世代で雌雄に分

かれる。そして、交尾、産卵、幼虫発育の経過でJ<sub>III</sub>への移行となる。

### (3) 大量培養

*Steinernema*, *Heterorhabditis* どちらの線虫も、その広い宿主範囲から線虫増殖・J<sub>III</sub>生産に適した昆虫を容易に選ぶことができる。しかし、昆虫を利用しての大量培養は人手がかかり、経済的でない。一方、共生細菌の存在で、これらの線虫は人工培養が可能であり、早くから大量培養のための方法が検討されてきた。

どのような生物であっても、生物的防除手段としての有効な利用は、適当な価格で大量の供給が可能かどうかにかかっている。*Steinernema*, *Heterorhabditis* 両属線虫は現段階ですでに商業ベースでの生産も可能となっている。最も有力な方法として、ニワトリやブタの内臓粉砕物を、細切りにしたポリウレタンスポンジに染み込ませた培地での培養法がある<sup>3)</sup>。J<sub>III</sub> 100万頭の生産コストは1セント以下であるという。生産された線虫は、清浄なポリウレタンスポンジに再び染み込ませ(250~500万頭/100gのスポンジ)、容器に通気しながら低温で保管される。

能率的、経済的な大量培養法開発の努力はなお続けられていて、液体培養の実現なども主要な目標となっている。また効果的な施用を目指して、“剤型”についての開発も進められている。例えば、アルギニン酸カルシウムによるJ<sub>III</sub>のカプセル化などがそれである<sup>19)</sup>。

実験室規模での線虫の維持培養には、ドッグフードをベースとして培地が調製法も簡単に広く使われている。近藤・石橋<sup>22)</sup>は国内で市販されている数種ドッグフードについて線虫の発育経過と増殖を比較検討し、培養上の指針を示した。

### (4) 宿主範囲

共生細菌による敗血症の進行が急速なため、宿主昆虫は線虫侵入に対する防衛反応を示す間もなく死にいたる。*Steinernema* 属および *Heterorhabditis* 属線虫を特徴づけるその広い宿主範囲は、この共生細菌の働きによるものである。

*S. feltiae* については、11目にわたり75科250種以上の昆虫が宿主としてあげられている<sup>37)</sup>。もっとも、その範囲のほとんどはシャーレ内での感染実験の結果から導かれたもので、自然感染を確認した例は少ない(10種以下)。自然条件下では環境による生態や行動への影響が大きく、宿主への侵入が制約を受ける。野外での施用試験の結果が室内実験の結果と食い違いをみせる原因でもあ

る。

線虫の種類や strain (系統) によって昆虫に対する殺虫力に差がみられる。つまり、どの昆虫に対しても常に強い殺虫力を示すというような線虫はいない。従って、実際の施用に当たっては、防除対象とする特定の昆虫について、それに対する殺虫力を持った線虫を選ぶ必要がある<sup>6)</sup>。例えば、クシダネマはコガネムシ類の幼虫に対して特異的な効果を示すが、マツノマダラカミキリにはほとんど効かない<sup>26)</sup>。

### (5) 免疫と抵抗性

宿主範囲の広いことや、また感染後の急速な致死効果などに関連しては、昆虫の側に共生細菌に対する自然の、あるいは獲得した抵抗性が存在しないためであると考えられることができる<sup>40)</sup>。J<sub>III</sub>の感染によって、昆虫は短時間のうちに死亡するため、抵抗性個体とその系統が生まれる余地がないともいえる。

ある種のバクテリアをあらかじめ昆虫体内に注入して、共生細菌 *Xenorhabdus* を接種した場合、昆虫の死亡に必要な細菌数はバクテリアを事前接種しなかった場合の1,000倍であったという実験結果がある<sup>12)</sup>。このことは、共生細菌に対しても免疫機構が存在することを示唆している。しかし、線虫はその機構の発現を阻止するように働くと考えられている<sup>40)</sup>。線虫が共生細菌を宿主の免疫機構から守っているということである。

昆虫と線虫との組み合わせにおいて、線虫の種間でみられる殺虫力の違いや、宿主範囲のずれなどについては不明な点も多いが、その原因の一つには共生細菌の差異が考えられている。種は同属線虫で各種共通となっているが(*Steinernema* 属では *X. nematophilus*, *Heterorhabditis* 属では *X. luminescens*)、線虫の種類別に若干の差異も認められ、亜種が設定されている<sup>1)</sup>。殺虫力との関連の解明は今後に残された課題である。

### (6) 施用効果に影響する要因

昆虫寄生性線虫を利用した害虫防除の最初の試みは、1930年代アメリカ東部における *S. glaseri* のマメコガネ幼虫に対する野外施用である。初期の試験では高い殺虫効果をあげたものの、やがて効果がみられなくなった。このことについては、線虫の培養条件に原因があったこと、つまり共生細菌の育成を阻害するような条件下での培養であったことが後に指摘された<sup>37)</sup>。当時は共生細菌の存在が知られていなかったため、抗生物質の入った培地が使われていた。

その後20年ほどの空白において、*S. feltiae* (= *N.*

*carpocapsae*) を利用した野外施用試験が始まった。多くの害虫に対する施用試験が実施され、この線虫は他の天敵生物と比べても、生物的防除手段として最もよく試験されたものの一つにあげられる。Poinar<sup>40)</sup>は、*Steinernema* 属および *Heterorhabditis* 属線虫について、1984年までに行われた野外施用試験の結果をまとめているが、それには78の事例があげられていて、そのうち67例が *S. feltiae* によるものである。なお、森林害虫についても8例が示されている。

当初、試験対象として食葉性害虫が多く選ばれた。被害が目立つことや、地上部で施用が容易であることなどがその理由である。しかし、一定した殺虫効果は得られず、むしろ効果のみられない例が多かった。温度、湿度、太陽光線などいずれも線虫にとって厳しい環境となる植物の地上部、しかも葉面では、線虫施用の効果はあまり期待できないということである。とくに湿度の影響は大きく、散布後の早い乾燥で J<sub>III</sub> は死滅してしまう。乾燥防止剤の添加などで効果を高める試みも多くなされているが、十分に有効な防止剤をみつけるまでにはいたっていない。

*Steinernema*, *Heterorhabditis* いずれも本来が土壌に生息する線虫であるから、土壌に対する施用では環境条件に関する問題点は少ない。また、生活の一部を土壌中で過ごす害虫も多いことから、防除試験としての関心は土壌施用へと移っていった。いろいろな土壌害虫に対する試験で多くの成功例がみられているが、一方で施用効果のふれも認められる。土壌中では、J<sub>III</sub> は急激な環境変化にさらされることもなく、宿主を見つけるまで長期間の生存も可能で、施用後数か月以上の生存が確かめられている<sup>13)</sup>。しかし、土壌表面に施用した場合には、太陽光線や乾燥にさらされることになる。J<sub>III</sub> の宿主を求めての移動は、このような環境の影響を避けられるほど速くないという<sup>11)</sup>。土壌表面に対する施用試験の多いことが、殺虫効果におけるふれの原因であると考えられている<sup>11)</sup>。土壌水分の多少は線虫の行動に大きく影響するので、殺虫効果を左右する要因となる。水分が少ないと土壌粒子表面の水の膜の形成が不十分で、線虫は移動できなくなる<sup>46)</sup>。また水が多すぎても行動は妨げられ、宿主探索ができなくなる。土壌の含水率を35~40%にした時、ドウガネブイブイに対するクシダネマの殺虫率は最も高く、30%、50%では大きく低下するという<sup>35)</sup>。土壌中では、他生物による環境汚染、捕食、生息空間の占拠などの生物的要因が線虫の個体数や活動を制御することの影響が考えられる<sup>14)</sup>。

線虫利用が期待されているのは穿孔性害虫に対してで

ある。昆虫が生息するのは直接外気にさらされない、湿度も比較的高く、極端な環境変化のない場所である。そこは、線虫の生存が保証されることに加えて、探索行動によって宿主への到達も可能である。薬剤の及ばない場所での防除効果ということで有利にもなる。従来の線虫施用の試験を見ると、穿孔性害虫に対しては良い結果の得られている場合が多い。例えば、クロスグリのさし木用の茎に穿入している currant borer (*Synanthedon tipuliformis*) に対する *S. bibionis* の施用ではほとんど完全に近い防除効果をあげている<sup>5)</sup>。さし木用茎を対象とした商業ベースでの施用により、無虫のさし木園造成が可能となっている。これなどは、昆虫寄生性線虫利用による生物的防除成功の一例である。

### (7) 林業害虫に対する施用

先に述べた Poinar のリスト<sup>40)</sup>では林業害虫に対する施用試験として8例があげられている。その最初はカラマツハラアカハバチ (*Pristiphora erichsonii*) を対象とした1960年の報告である。*S. feltiae* (= *N. carpocapsae*) の地上部への施用では感染・死亡は起こらず、樹幹下の湿地に施用した場合に幼虫への感染が確認されている。Schmiege (1963) はシンクイムシ、マイマイガ、ゾウムシ類、ハバチ類など12種の林業害虫について、室内実験で *Neoplectana* 属線虫の致死効果を調べ、生物的防除への利用の可能性を示した<sup>44)</sup>。以下、これらの先駆的な仕事に続いた林業害虫に対する線虫施用の試みをたどってみることにする。

*S. feltiae* の土壌施用でヨーロッパアカマツ加害の sawfly (*Cephalcia lariciphila*) の前蛹に対し、約60%の致死効果を得たことが Poinar のリストにみることが出来る。チェコのモミ林では sawfly (*Cephalcia abietis*) がしばしば大発生し、重要害虫とされている。こうした被害発生地において、1975年に *S. kraussei* の自然分布が確認され、さらにこの線虫がモミ林に普遍的に分布していることも明らかにされた。そこで、大発生の前後における被害林内の線虫の動態を調査して、土壌中における sawfly の休眠幼虫の数との関連で生物的防除における役割の評価を行った。その結果から、線虫が大発生の鎮静化に大きくかかわっていることを明らかにした<sup>7)</sup>。さらに、林内における休眠幼虫の線虫感染率の調査や、また線虫の施用試験の結果などからこのことを裏付けた<sup>31)</sup>。施用試験では90%以上の死虫率をあげている。実用的な見地から *S. kraussei* の林内導入試験も行われている<sup>32)</sup>。

スウェーデンではヨーロッパアカマツの新植地でマツ

アナアキゾウムシ (*Hylobius abietis*) の被害が問題になっている。苗木地際部の樹皮がかじられるのである。この虫は伐倒木の伐根に産卵することから、この伐根への線虫施用試験が行われた<sup>8)</sup>。樹皮と形成層の間に線虫を注入した結果は、66%の死虫率であった。さらに、効果的な方法を目指しての試験として、林地への直接施用、植え付け前における苗木の根の線虫懸濁液への浸漬処理などが試みられた<sup>41)</sup>。前者では目立った結果は得られなかったが、浸漬試験では無処理での枯死率64%に対し、21%にとどまる結果であった。虫の個体数も89%減少していたという。

アメリカ南部でマツの重要害虫とされているキクイムシ (southern pine beetle: *Dendroctonus frontalis*) に対して、*S. feltiae* の施用試験が行われた<sup>33)</sup>。キクイムシ穿入のマツ丸太表面に線虫懸濁液を散布し、殺虫効果を追跡している。線虫は短時間で宿主に到達して殺虫効果を示した。線虫施用による致死率は40~50%であった。この試験で、穿孔性害虫に対する線虫の宿主探索能力が確認された。イタリアでは、穿入孔入口に線虫 (*H. bacteriophora*) を注入する方法でマツノキクイムシの感染・死亡を認めている<sup>45)</sup>。ニレ立枯病を媒介するキクイムシ (*Scolytus scolytus*) に対しても線虫施用が試みられた<sup>9,10)</sup>。ニレの丸太に線虫懸濁液を散布した結果から、殺虫効果が確認されたが、致死率にはふれがみられている。

スカシバガ科の幼虫に対する施用試験も行われている。ポプラとカバノキで穿入孔に直接線虫を注入した結果、90%以上の致死率であった<sup>18)</sup>。また、プラタナス、ハンノキでは86~93%であり、樹幹表面への施用では77~84%となった<sup>16)</sup>。

食葉性害虫に対する施用としてはマイマイガや western spruce budworm (*Choristoneura occidentalis*) に対する試験がある<sup>17,20,42)</sup>が、いずれの場合も効果は小さい。幹に巻き付けたナイロンのバンドに線虫を施用したり、また、蛹化が行われる腐植層に線虫を散布したりする方法も試されている。

テーダマツの shoot moth (*Rhyacionia frustrana*) に対して行った *S. feltiae* のマツ梢端部分への散布では、ほとんど効果がなかった<sup>34)</sup>。苗畑での土壌害虫防除にも線虫施用が試みられている<sup>43)</sup>。*H. heliothidis* の施用は、コントロールマツ苗木を害するゾウムシ類 (*Otiorhynchus sulcatus*) に対して、ダイアジノンよりもよい結果をもたらした。

わが国でも、林業害虫防除に線虫を利用することを旨とした研究が続けられてきている。まず最初に取り組ま



写真-1 マツノマダラカミキリ幼虫体内で増殖した *Steinernema feltiae*



写真-2 *Steinernema kusidai* の第一世代雌成虫 (体長約3mm) とふ化幼虫

れたのは、マツノマダラカミキリに対する試験である(写真-1)。材内に穿入しているカミキリ駆除のため、線虫の施用効果(丸太表面への散布や穿入孔への注入による)が試験された。この場合、施用時期が春期になるので、殺虫効果に関しては気温の低いことが制限要因となった。温度を高めたり、またなるべく春遅くという条件のもとで行った試験の結果は、殺虫率が50~85%であった<sup>15,28,29,30</sup>。

いろいろな農作物、茶樹や果樹、芝生、そして林木苗木などで問題になっている土壌害虫としてのコガネムシ類幼虫に対して、殺虫効果のある線虫が調べられてきた。しかし、既往の線虫には満足すべきものが見いだせなかった。こうしたとき、静岡県 の畑土壌で発見された *Steinernema* 属線虫のコガネムシ類幼虫に対する特異的ともいえる強い殺虫力は注目された<sup>23,24</sup>。ドウガネブイブイを対象とした野外施用試験の結果も、生物的防除手段として有望であることを示した<sup>21</sup>。3年にわたる効果の持続も認められて、施用後の線虫の定着が推測された。この線虫は新種として記載された<sup>25</sup>。 *Steinernema kusidai* Mamiya (クシダネマ) がそれである(写真-2)。

#### あとがき

*Steinernema* 属および *Heterorhabditis* 属線虫は多くの害虫に対する生物的防除において、今最も有望な手段として期待されている。それは、広い宿主範囲、優れた宿主探索能力、強い殺虫力、宿主に抵抗性の生じないこと、感染態幼虫の環境耐性、そして大量培養の容易なことなどによる。しかし、実用化に当たっては解決しなければならない問題も多い。

生物的防除に共通した安定しない効果か、まず第一にあげられる。これには、施用技術の向上をもって当たるほか、線虫の生態を環境要因とのかかわりにおいて十分に把握することも重要である。感染態幼虫が各種農薬に耐性を持つので、総合防除体系における混合施用などが一つの方向として検討されている。

両属の線虫については、世界的な広い分布が知られていることから、遺伝的な選抜や改良により目的にかなった系統を作出することも可能であろう。また、自然環境のなかで新たな線虫の探索もこの目的にそった手近な課題である。

#### 引用文献

1) Akhurst, R. J. (1983). Taxonomical study of *Xenorhabdus*, a genus of bacteria symbiotical-

ly associated with insect pathogenic nematodes. *Int. Syst. Bact.* **33**: 38-45.

- 2) Akhurst, R. J. (1987). Use of starch gel electrophoresis in the taxonomy of the genus *Heterorhabditis* (Nematoda: Heterorhabditidae). *Nematologica* **33**: 1-9.
- 3) Bedding, R. A. (1984). Large scale production, storage and transport of the insect-parasitic nematodes *Neoaplectana* spp. and *Heterorhabditis* spp. *Ann. Appl. Biol.* **104**: 117-120.
- 4) Bedding, R. A. & Akhurst, R. J. (1974). Use of the nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. *J. Aust. ent. Soc.* **13**: 129-135.
- 5) Bedding, R. A. & Miller, L. A. (1981). Disinfecting black currant cuttings of *Synanthedon tipuliformis*, using the insect parasitic nematode, *Neoaplectana bibionis*. *Environ. Entomol.* **10**: 449-453.
- 6) Bedding, R. A., Molyneux, A. S. & Akhurst, R. J. (1983). *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp., and *Steinernema kraussei*: interspecific differences in infectivity for insects. *Exp. Parasitol.* **55**: 254-257.
- 7) Bednarek, A. & Mracek, Z. (1986). The incidence of nematodes of the family Steinernematidae in *Cephalcia falleni* Dalm. (Hymenoptera: Pamphilidae) habitat after an outbreak of the pest. *J. Appl. Ent.* **102**: 527-530.
- 8) Burman, M., Pye, A. E. & Nojd, N. O. (1979). Preliminary field trial of the nematode *Neoaplectana carpocapsae* against larvae of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Fennici* **45**: 88.
- 9) Finney, J. R. & Walker, C. (1977). The DD-136 strain of *Neoaplectana* sp. as a potential biological control agent for the European elm bark beetle, *Scolytus scolytus*. *J. Inv. Pathol.* **29**: 7-9.
- 10) Finney, J. R. & Walker, C. (1979). Assessment of field trials using the DD-136 strain of *Neoaplectana* sp. for the control of *Scolytus scolytus*. *J. Inv. Pathol.* **33**: 239-241.

(14)

- 11) Gaugler, R. (1988). Ecological considerations in the biological control of soil-inhabiting insects with entomopathogenic nematodes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **24** : 351-360.
- 12) Gotz, P., Boman, P. & Boman, H. G. (1981). Interactions between insect immunity and an insect-pathogenic nematode with symbiotic bacteria. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B.* **212** : 333-350.
- 13) Harlan, D. P., Dutky, S. R., Padgett, G. R., Mitchel, J. A., Shaw, Z. A. & Bartlett, F. J. (1971). Parasitism of *Neoapectana dutkyi* in white-fringed beetle larvae. *J. Nematol.* **3** : 280-283.
- 14) 石橋信義 (1986) 昆虫寄生性線虫による害虫防除. *化学と生物* **24** : 5-7
- 15) 片桐一正・真宮靖治・島津光明・村田弘忠・串田保 (1984). 昆虫寄生性線虫 *Steinernema feltiae* のマツ被害丸太への施用とマツノマダラカミキリ幼虫に対する致死効果. 95回日林論 : 479-480.
- 16) Kaya, H. K. & Brown, L. R. (1986). Field application of entomogenous nematodes for biological control of clear-wing moth borers in alder and sycamore trees. *J. Arboriculture* **12** : 150-154.
- 17) Kaya, H. K., Hara, A. H. & Reardon, R. C. (1981). Laboratory and field evaluation of *Neoapectana carpocapsae* against the elm leaf beetle and the western spruce budworm. *Can. J. Ent.* **113** : 787-793.
- 18) Kaya, H. K. & Lindegren, J. E. (1983). Parasitic nematode controls western poplar clearwing moth. *Calif Agr.* **37** : 31-32.
- 19) Kaya, H. K. & Nelsen, C. E. (1985). Encapsulation of steinernematid and heterorhabditid nematodes with calcium alginate: A new approach for insect control and other applications. *Environ. Entomol.* **14** : 572-574.
- 20) Kaya, H. K. & Reardon, R. C. (1982). Evaluation of *Neoapectana carpocapsae* for biological control of the western spruce budworm, *Choristoneura occidentalis*: Ineffectiveness and persistence of tank mixes. *J. Nematol.* **14** : 595-597.
- 21) Koizumi, C., Kushida, T. & Mitsuhashi, J. (1988). Preliminary field tests on a white-grub control by an entomogenous nematode, *Steinernema* sp. *J. Jpn. For. Soc.* **70** : 417-419.
- 22) 近藤栄造・石橋信義 (1984). 素寒天培地, 肉エキス培地および数種ドッグフード培地上での昆虫寄生性線虫 *Steinernema feltiae* (= *Neoapectana carpocapsae*, DD-136) の発育と増殖. *日線虫研誌* **14** : 40-48.
- 23) 串田保・真宮靖治・三橋淳 (1986). 昆虫寄生性線虫 (*Neoapectana* sp.) の分離とその殺虫性. 37回日林関東支論 : 163-164.
- 24) 串田保・真宮靖治・三橋淳 (1987). 静岡県下畑土壌から検出された昆虫寄生性線虫 *Steinernema* sp. のコガネムシ類幼虫に対する殺虫性. *応動昆* **31** : 144-149.
- 25) Mamiya, Y. (1988). *Steinernema kushidai* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae) associated with scarabaeid beetle larvae from Shizuoka, Japan. *Appl. Ent. Zool.* **23** : 313-320.
- 26) Mamiya, Y. (1989). Comparison of the infectivity of *Steinernema kushidai* (Nematoda: Steinernematidae) and other steinernematid and heterorhabditid nematodes for three different insects. *Appl. Ent. Zool.* **24** : (印刷中)
- 27) 真宮靖治・小倉信夫 (1989). Steinernematidae 科および Heterorhabditidae 科線虫についての各地土壌の検索 (予報). 33回応動昆大会講演要旨集 P.49.
- 28) 真宮靖治・庄司次男 (1985). 昆虫寄生性線虫 *Neoapectana carpocapsae* のマツノマダラカミキリに対する施用効果. 36回日林関東支論 : 135-136.
- 29) 真宮靖治・庄司次男 (1987). 昆虫寄生性線虫 *Steinernema feltiae* のマツ材線虫病被害材に対する施用法の検討. 38回日林関東支論 : 179-180.
- 30) 真宮靖治・田村弘忠 (1983). 昆虫寄生性線虫 *Steinernema feltiae* のマツノマダラカミキリに対する寄生性と致死効果. 35回日林関東支論 : 163-164.
- 31) Mracek, Z. (1986). Nematodes and other factors controlling the sawfly, *Cephalcia abietis* in Czechoslovakia. *Forest Ecology and Man-*

- agement 15 : 75-79.
- 32) Mracek, Z. & David, L. (1986). Preliminary field control of *Cephalcia abietis* L. (Hymenoptera : Pamphilidae) larvae with steinernematid nematodes in Czechoslovakia. J. Appl. Ent. 102 : 260-263.
- 33) Moore, G. E. (1970). *Dendroctonus frontalis* infection by the DD-136 strain of *Neoaplectana carpocapsae* and its bacterium complex. J. Nematol. 2 : 341-344.
- 34) Nash, R. F. & Fox, R. C. (1969). Field control of the Nantucket pine tip moth by the nematode DD-136. J. Econ. Ent. 62 : 660-663.
- 35) 小倉信夫・小坂 肇 (1989). 人工培養クシダネマのコガネムシ類幼虫に対する殺虫活性. 33回応動昆虫大会講演要旨集 P.48.
- 36) Poinar, Jr., G. O. (1975). Entomogenous nematodes. A manual and host list of insect-nematodes associations. Leiden, E. J. Brill. 317 pp.
- 37) Poinar, Jr., G. O. (1979). Nematodes for biological control of insects. CRC Press, Boca Raton, Florida, 277pp.
- 38) Poinar, Jr., G. O. (1984). On the nomenclature of the genus *Neoaplectana* Steiner, 1929 (Steinernematidae : Rhabditida) and species *N. carpocapsae* Weiser, 1955. Revue Nematol. 7 : 199-200.
- 39) Poinar, Jr. G. O. (1986). Recognition of *Neoaplectana* species (Steinernematidae : Rhabditida). Proc. Helm. Soc. Wash. 53 : 121-129.
- 40) Poinar, Jr., G. O. (1986). Entomophagous nematodes. Fortshritte der Zoologie, Bd. 32 : 95-121.
- 41) Pye, A. & Pye, N. (1985). Different applications of the insect parasitic nematode, *Neoaplectana carpocapsae* to control the large pine weevil, *Hylobius abietis*. Nematologica 31 : 109-116.
- 42) Reardon, R. C., Kaya, H. K., Fusco, R. A. & Lewis, F. B. (1986). Evaluation of *Steinernema feltiae* and *S. bibionis* (Rhabditida : Steinernematidae) for suppression of *Lymantria dispar* (Lepidoptera : Lymantriidae) in Pennsylvania, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment 15 : 1-9.
- 43) Rutherford, T. A., Trotter, D. & Webster, J. M. (1987). The potential of heterorhabditid nematodes as control agents of root weevils. Can. Ent. 119 : 67-73.
- 44) Schmiede, D. C. (1963). The feasibility of using a neoaplectanid nematode for control of some forest insect pests. J. Econ. Entomol. 56 : 427-431.
- 45) Triggiani, O. (1983). Susceptibility of *Tomicus (Blastophagus) piniperda* L. (Col. Scolytidae) to nematodes of the family Steinernematidae and Heterorhabditidae. Entomologica 18 : 215-223.
- 46) Wallace, H. R. (1958). The influence of pore size and moisture content of the soil on the migration of larvae of the beet eelworms, *Heterodera schatii* Schmidt. Ann. Appl. Biol. 46 : 74-85.
- 47) Wouts, W. M., Mracek, Z., Gerdin, S. & Bedding, R. A. (1982). *Neoaplectana* Steiner, 1929, a junior synonym of *Steinernema* Travassos, 1927 (Nematoda : Rhabditida). Systemic Parasitology 4 : 147-154.

(1989・6・12 受理)

## 第18回国際昆虫学会に参加して

大河内 勇\*

農林水産省森林総合研究所九州支所昆虫研究室

いささか旧聞に属するが、1昨年(1988年)7月、カナダのバンクーバーで開かれた第18回国際昆虫学会に出席した印象を報告したい。すでに「植物防疫」などにその模様が書かれているが、大きな学会で多数の部門に分かれているため、その印象は一人一人異なるので、バンクーバー周辺への小旅行とあわせ報告いたしたい。

今回の参加に関しては鹿児島大学の湯川淳一先生に大変お世話になったので厚くお礼を申しあげる。また、いろいろとご尽力いただいた農林水産省林業試験場(現森林総研)の関係者各位にも深く感謝する。

会議はブリティッシュコロンビア大学(UBC)で行われたが、構内には木造の建物が結構あるのに驚いた。庭園にはいろいろな木があり、スギやコウヤマキさえある。長年の習性で、つい、陰に隠れてスギの皮をはいでザイタマ(スギザイノタマバエ)を探してしまう。遅れて参加申し込みをしたため、ほかの日本人とは離れて別の宿舎を与えられた。おかげで発表前にだいふ英語の練習をさせられた。英文で書かれた230ページのプログラム、500ページの要旨集と格闘して聞きたい講演を選び、広い大学のどこにどの会場があるのか探すのはなかなかの苦行であった。

今回はスギザイノタマバエの研究をタマバエ分科会で発表するので、主として虫えい関係の分科会に出席して、森林害虫の方はあまり聞けなかった。Gagne博士、Sylvén博士、Roskam博士、Rohfritsch博士、Harris博士、Fernandes博士らの著名なタマバエ学者と初めて会えて感激ではあったが、同時にかなりあがってしまった。どうにか発表をこなして最も恐れていた質疑応答になったが、筆者の語学力不足をみんなわかってくれたためか、簡単な英語で質問してくれたので何とかあった。タマバエは研究者が少ないためか、厳しい討論もあったものの、全体には研究を盛り上げていこうという暖かい



写真-1 タマバエ分科会出席者

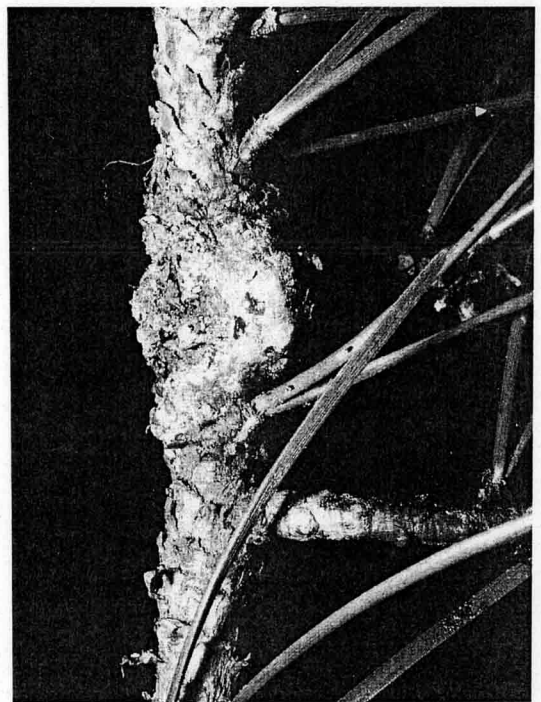


写真-2 中央部のヤニの中に  
*Cecidomyia*(タマバエの1種)が住む

\* Isamu OHKOCHI



雰囲気があって、とてもよい印象をうけた。

特に筆者が興味を引かれた発表はタマバエはどのようにして摂食しているか、という点についてであった。スギザイノタマバエの加害機構にも関連していて、日頃応用面の成果を多く求められがちな当所でも、こういう基本的な部分に力を入れなければならないことを痛感した。タマバエ分科会には湯川先生のほかに、曾根博士、巢瀬博士の参加もあり、日本勢がかなり多い。これはタマバエ分科会に限らず、全体の傾向で、本部前のポールには参加最多のアメリカ、第2位のカナダとともに、第3位の日本の日の丸がひるがえっていた。しかし、森林昆虫関係の参加者は決して多くはなく、国・県合わせて10名にも満たなかったと思われる。どなたか参加されるか全く知らなかったもので、皆さんに会えたときは嬉しかった。多くの方が自費で参加しており、この点では諸外国の実状に遠く及ばない。大会では、以前日本に来て知己の多い McClure 博士一家とも久しぶりに会えた。

会期中は半日しか自由時間がなかったので、UBCの



写真-3 パシフィック フォレストリー センター

中にある人類学博物館へさえ行き損なった。せいぜい、昼休みに学内の本屋をうろついただけである。まず目についたものに、フォレストサービスの無料の本がある。例えば、「コンテナで育てた針葉樹苗の *Botrytis gray mould* を制御する殺菌剤の効果と植物への毒性」といったリプリント程度の小冊子であるが、いざ支払いの段になって値段を見ると \$0.00 と書いてある。州発行であるから、例えば熊本県林業研究指導所が「くまもとの緑化樹病虫害と防除のしおり」を発行しているのと同じことかもしれないが、その種類の多さと大学の本屋に置いてあるというオープンなところに国情の違いが感じられた。これに比べ、わが森林総研の広報関係紙の一般への浸透はまだまだだと思われた。昆虫関係の本はあつという間

に売り切れていったが、森林・林業関係の本が多いのを見て、カナダは林業国であることを実感した。

カナダフォレストサービスの Duncan 博士の好意で、バンクーバー周辺のタマバエ現地観察会とフォレストサービスのパシフィックフォレストリイセンターを訪れることができた。バンクーバー周辺の森林を巡ったと



写真-4 未記載のタマバエで枯れた *Chamaecyparis nootkatensis* (アラスカヒノキ) の芽(中央変色部)

きは冷たい雨だった。例年、夏には雨の降らないこの地方としては異常気象だという。しかし、多くのタマバエ学者の熱気で、雨もぬかるみもそれほど気にならなかった。さまざまなタマバエ(未記載種も多い)を見せていただいたが、なかでも感激はマツの樹脂に住む *Cecidomyia* であった。スギヤニタマバエそっくりなその生活型を見ると、太平洋をはさんだ平行進化の歴史が思いめぐらされた。

カナダフォレストサービス・パシフィックフォレストリイセンターは対岸のビクトリアにある。きれいな建物であるが、外観から予想されるよりは研究室は狭かった。しかし、機能的に作られていて、標本室は完全空調で、研究室からドア一つで行ける。仕事は、データと共に送られてくるサンプルの同定がかなりの比重を占めているようで、発生情報収集がしっかり行われている。

ビクトリアで、筆者らは重要な害虫の話聞いた。それは *Chamaecyparis nootkatensis* (アラスカヒノキ) につく未記載のタマバエである。ヒノキカワモグリガで



写真-5 オカナガン谷周辺で  
採集中の筆者

いわれる”赤穂”のように、小枝の寄生した部分から先きを枯らしてしまう。採種園でこの被害を見たが、かなり密度が高く、種子生産に与える打撃も大きいようである。もしも、この害虫が *Chamaecypris obtusa* (ヒノキ) にも寄生し、しかも日本に侵入したらどうなるのであろうか。日本のヒノキに与える影響を考えると、不安をぬぐえない。

大会は一週間で終わり、ようやく緊張も時差ぼけもとれ、筆者の英語が通じないことにもめげなくなったところで、フィールドトリップとしてオカナガン谷へのバスツアーにでかけた。バスツアーは意外と少人数で、バス1台、40人程度であった。なんと、タマバエ学者の Sylven 博士夫妻、Roskam 博士、Harris 博士が一緒に、タマバエ分科会の続きのようであった。また、宿舎で知り合った USDA (アメリカ農務省) の田中誠二博士や、弘前大学の正木進三博士など、日本人も多少おられた。ガイド役の研究者が緊張して声がうわずっているのを見て、京都大会の時の日光へのツアーを思いだして、当時の関係者の苦勞がしのばれた。

ダグラスファーの優勢な海岸から、山を登るにつれて樹種が変わり、ヒノキ属、トウヒ属、モミ属など様々な針葉樹からなる森林となる。ところが、山を越えるとあたりは急に乾燥していき、マツ類の林となり、ついにポンドローサマツとサボテンとセージブッシュの半砂漠地帯にいたる。どこを見ても U 字谷で、目的地ベンティク

ションにはオカナガン湖という氷河湖がある。バスは所々で休憩するが、そのたびに日本の高山蝶と見まがうきれいな蝶に会った。その中で、なんといってもパルナシウスが最高であった。

キクイムシ類による集団枯損も遠望できた。枯れ方は日本の松くい虫のそれとは異なり、かなり群状に近い。これは両者の枯損機構の違いに由来するのではないだろうか。山火事の跡もなかなか多いし、広いのは乾燥しているためだろうか。ポンドローサマツを別とすれば、どの林も驚くほど通直で細長い木からなっている。九州だったら台風か湿雪でひとたまりもないだろうと思われた。それにしてもなにもしないでこれだけ通直な木が生えるというのはアンフェアではないだろうか。

野性動物も多く見ることができた。シロイワヤギ、ナキウサギ、マーモット2種、ジリス2種、シマリス、ナットクラッカー (鳥) などである。特にマーモットとジリスは人間を恐れず楽しかった。日本でも林業に害を与えない動物とはもっと仲良くつき合えないものかと思った。もっとも、シマリスやナキウサギは北海道大雪山で見たものよりも臆病なくらいで、種の持つ性質の違いも大きいようであるが。

半砂漠地帯で一日中歩き回って、完全に干上がってしまったあとで、いつまでも沈まない陽光の中、冷たい氷河湖で泳いで体を冷やし、バンクーバー産の立派な生ガキをつまみに冷たいビールを飲んで生き返った気分になったのも、楽しい思い出である。緯度が高いのでこういう芸当ができるのであろう。

この会議で得たものは、行く前に予想していたものよりはるかに大きかった。うまくいい表せないが、個別樹種の個別害虫の個別地域の応用研究をしていたとしても、研究の底辺では世界のそれとつながっており、そう考えることで新たな可能性が開けてくるように思えた。次回はずっと近い中国で開催されることでもあり、森林昆虫研究者が一人でも多く参加できることを願うものである。

(1989・6・1 受理)

森林病虫獣害発生情報

平成元年8～11月に報告された病害

表は平成元年(1989年)8～10月に報告された病害をとりまとめたものである。受理した調査票は51件で、そのうち10件が病因不明であった。今回は四国・東北・北海道地方からの病害発生情報はなかった。

調査表をお寄せくださったのは以下の方々である(敬

称略)。

- 九州地方 県：黒木逸郎(宮崎), 高宮立身(大分)
- 中国地方 県：北脇 毅, 佐々木正好, 周藤靖雄, 直江正夫, 内藤達也, 和田 剛(島根), 竹下 努(鳥取)
- 近畿地方 県：大塚 秀一(滋賀)
- 中部地方 県：佐野信幸(静岡), 大澤正嗣, 馬場勝馬(山梨)
- 関東地方 県：川島祐介(群馬), 中川茂子, 松原 功(千葉), 飯村和徳(茨城), 井上喜典(栃木)

(農林水産省森林総合研究所森林生物部 田端 雅進)

表 平成元年8～10月に報告された病害

樹種	病名	発生地(面積ha)
アカマツ	赤斑葉枯病	山梨*
	葉さび病	山梨*
アラカシ	紫かび病	千葉*
イチイ	すす病	群馬*
カナメモチ	ごま色斑点病	島根*
カラマツ	先枯病	山梨*
〃	根株心腐病	山梨(0.90)
カリン	赤星病	千葉*
キリ	灰色こうやく病	群馬*
クコ	うどんこ病	千葉*
クロマツ	赤斑葉枯病	千葉*
〃	葉枯病	千葉*
〃	葉ふるい病	千葉*
サクラ類	葉枯病	東京*
〃	幼果菌核病	山梨*
スギ	赤枯病	島根*
〃	暗色枝枯病	宮崎*、島根*
〃	灰色葉枯病	静岡(0.20)
〃	フォマ葉枯病	島根*
〃	ベスタロチア病	島根(0.01)
〃	林地根腐病	島根(2.20)
スダジイ	黄色胴枯病	島根*
シラカシ	紫かび病	茨城*
ツバキ	もち病	宮崎*
ヒサカキ	白藻病	千葉*
ヒノキ	くもの巣病	栃木*
〃	苗立枯病	千葉*
〃	ならたけ病	島根(0.60)
〃	葉ふるい病	鳥取*
〃	ヒポデルマ枝枯病	島根(0.02)
〃	漏脂病	茨城(5.50)
ホソイトスギ	樹脂胴枯病	東京*
ボブラ類	マルゾニノ落葉病	山梨*
モモ	縮葉病	島根*

注) \* : 単木的に発生

新刊紹介

香川繁孝・飯塚慶久 共著  
後藤宗玄・数加山靖

農薬便覧(第7版)

A 5判 1098ページ, 定価4,900円

1989年 5月31日発行

発行所(社) 農山漁村文化協会

〒107 東京都港区赤坂7-6-1

電話 (03) 585-1141(代)

振替 東京 2-144478

本書は昭和34年(1959年)初版発行以来30年を閲し、その間多くのの人々によって好評裡に利用され、登録農薬全般を知るのに極めて便利な書としてすでに定評のあるものである。

第6版を出した昭和58年から4年を経過した昭和62年度には有効登録農薬数が6,018件に達し、この4年間に増えた数だけでも716件に及んでいる。今回は増加分を収録するのが主たる目的であるが、これらの中で除草剤、殺菌剤および殺虫殺菌剤の増加が特に目立つ。平成

と改元された記念すべき年に新版を世に出す運びになったことは、限りない喜びである、と著者を代表して香月博士は述べている。

本書には現在市販されている有効登録農薬のすべてを網羅しているが、その目次のあらましを次に記す。

本書の使い方について 殺菌剤 殺虫剤 殺虫殺菌混合剤 除草剤 植物生育調整剤 その他の農薬付録

(全国森林病虫獣害防除協会 伊藤 一雄)

森林防疫 第39巻第1号(通巻第454号)

平成2年1月25日 発行(毎月1回25日発行)

編集・発行人 堀 格 太 郎

印刷所 松尾印刷株式会社

東京都港区虎の門 5-8-12 ☎(03)432-1321

定価 600円(送料共)

年間購読料 6,000円(送料共)

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 東京 (03) 294-9719番

振替 東京 8-89156番

# 松を守って自然を守る!

マツクイ虫防除に多目的使用ができる

## スミパイン® 乳剤

マツクイ虫被害木伐倒駆除に

## パインサイド® S 油剤C・油剤D

松枯れ防止樹幹注入剤

## グリーンガード

®は住友化学の登録商標です。

®はサンケイ化学の登録商標です。

### サンケイ化学株式会社 <説明書進呈>



本社  
東京事業所  
大阪営業所  
福岡営業所

〒890 鹿児島市郡元町880  
〒101 東京都千代田区神田司町2-1神田中央ビル  
〒532 大阪市淀川区西中島4丁目5番1号新栄ビル  
〒810 福岡市中央区西中洲2番20号

TEL (0992) 54-1161  
TEL (03) 294-6981  
TEL (06) 305-5871  
TEL (092) 771-8988