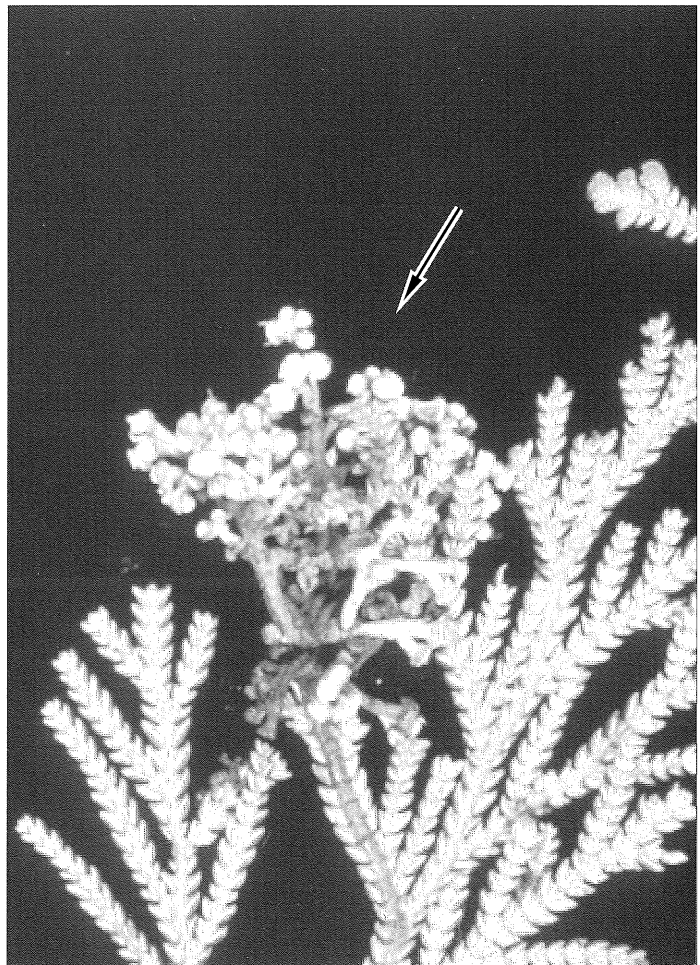


ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 168 6. 2004

社団法人 林業薬剤協会



マツ類の主な病害虫

1. 針葉の病害

(1) 葉さび病

金子 繁*

目 次

マツ類の主な病害虫 1. 針葉の病害 (1)葉さび病.....	金子 繁	1
ナラ類集団枯損被害を引き起こす病原菌と感染様式.....	窪野 高德	7
[参考] 森林病害虫等防除対策の概要について	林 野 庁	14
[参考] 平成15年度 森林及び林業の動向に関する年次報告		
——第1部 森林及び林業の動向 抜粋——.....	林 野 庁	15
新農薬紹介		
マツノマダラカミキリの後食防止薬剤「モリエート®SC」.....	土屋 亨	17

● 表紙の写真 ●

アスナロてんぐ巣病

さび病菌の一種によって起こされる伝染病で、はじめは針葉に円筒状、針の頭状の小突起が多数現われる(矢印)。患部は次第に大型化し、てんぐ巣を形成する。病巣はやがて枯死し、樹体を弱める。

—陳野好之氏提供—

はじめに

本誌 No. 159号(2002年3月発行)で述べたような理由から、さきに当薬剤協会が行ったアンケート結果(本誌 No. 155号)を踏まえてサクラ、マツ類の主要な病害虫の特徴と防除の現状とその課題等について順次解説することとした。サクラについては前号ではほぼ終了したので本号からはマツ類の主要病害虫について解説をつづける。但し材線虫病(いわゆる松くい虫による被害)については除いたのでお含みいただきたい(社林業薬剤協会、編集者)。

葉さび病

1. 本病の特徴

マツ類の病害の中でさび菌類(Uredinales)の *Coleosporium* 属菌に起因する葉さび病は、庭木のマツを含む様々な場所のマツに発生するが、特に苗畑あるいは若い造林地に発生した場合は被害がはなはだしく、重要病害の一つである。その大部分は、*Coleosporium* 属菌のさび孢子世代によって起こり、春期に当年の針葉が伸び始める頃に、旧葉に黄色、嚢状のふくらみ(写真1-3, 6)が出現するのが特徴である。旧葉に発生するのは、感染が前年に起きているためである。

これらのさび孢子葉さび病菌には中間宿主があり、中間宿主によって病原菌の種も異なるため、多数の種が存在する。

現在はマツ類の苗畑、造林も少ないが、過去にアカマツ(浜, 1972; 作山, 1980)、クロマツ(陳野, 1975)、および北米から導入されたストロブマツ(写真1-6)(陳野ら, 1965; 陳野・千葉, 1967; 佐保, 1968)などで大きな被害が報告されている。

以上のさび孢子葉さび病菌とは異なっていて、冬孢子世代の寄生による冬孢子葉さび病も存在するが、アカマツで1種、ハイマツで1種(写真2-1)知られているだけである。このうち、ハイマツに寄生する *C. pini-pumilae* は高山帯ではよく見かけるが、アカマツに寄生する *C. pini-densiflorae* の発生は極めて希である。

2. 病徴・標徴と葉さび病菌の生活史

中間宿主からマツへの感染は、夏から秋にかけて起こる。マツへの感染後早い場合には20日後ぐらい、遅い場合には翌春、感染葉のやや黄変した部位に黄橙色から黄赤色の小さな隆起が現れ、蜜状の精子滴(写真1-1)を滲出するようになる。この部分の表皮下には病原菌の精子器(写真1-2)が形成されている。この精子器の中に多量の精子が形成されており性を異にする精子器間の精子と受精毛との間で“受精”が起こると、精子滴の滲出は停止し、精子器は黒変してくる。その後およそ20~30日で精子器周辺に橙黄色のしゅう子のう(嚢子嚢)(写真1-3)が発達する、しゅう子のうは護膜に包まれ、中に黄色のさび孢子が鎖状に形成されている(写真1-4)。やがて、このしゅう子のう先端部の護膜が破れ、さび孢子

*前森林総合研究所関西支所

KANEKO Shigeru

(写真1-7)が風で飛散し、再び中間宿主への感染が起こる。しゅう子のうの形成は本州中・西部では4月下旬から5月にかけて盛んであるが、本州中部の標高の高い地域や本州北部、北海道ではその形成は更に遅れ、時には感染後翌々年の春、つまりおよそ1年半の潜伏期間をおいて葉さび病の発生が起こることもある。さび胞子が飛散した後も、護膜は白い膜として夏ぐらゐまで患部に残る(写真1-5)。激しく感染を受けた針葉は全体に褐変して枯死し、1~2カ月後に落葉する。さび胞子の感染を受けた中間宿主の葉上には、10~15日後に夏胞子堆(写真1-8~10)が形成され冬胞子が形成される時期まで夏胞子による感染が繰り返される。中間宿主の生理状態が悪くなると、主として表面の表皮下に冬胞子が層状に形成される。

中間宿主葉に形成された1細胞の円筒型の冬胞子は、成熟後直ちに4細胞の内生子担子器となり、浸潤条件下で各細胞から担子胞子(写真1-11)を形成し、再び幼弱な針葉に感染する。中間宿主葉上の冬胞子は宿主の落葉・枯死とともに発芽力を失うため、冬胞子による越冬の可能性はない。

冬胞子世代だけを持っている冬胞子葉さび病菌は、マツ針葉上の冬胞子から形成される担子胞子が再びマツに感染すると考えられ、実際にハイマツに寄生する *C. pini-pumilae* において接種試験で生活史が証明された(Kaneko, 2000)。

マツでのさび胞子世代による葉さび病の発生は、必ず中間宿主上の担子胞子による感染を経なければ発生しないが、中間宿主の上では、夏胞子世代で越冬する場合もあり、その場合はマツへの感染なしに1年を過ごしていることになる。本州中部でも中間宿主のロゼット葉上における夏胞子世代による越冬が希に認められる。近年、北米からの帰化植物であるセイタカアワダチソウなどの *Solidago* 属植物や切り花として売られている園芸種に、*Coleosporium* 属菌が激しく発生しており、(写真2-2)、この菌はもともと北米に分布し

ている *C. solidaginis* と考えられるが、日本でのマツに葉さび病を起こしているかはまだ不明で、接種試験でも日本のマツへの感染は確認されていない。この菌が冬胞子世代をつくるのは希であり、セイタカアワダチソウなどの上で夏胞子世代で越冬している可能性が高い。

3. 日本産葉さび病菌の種類

現在までに、*Coleosporium* 属菌の精子・さび胞子世代による葉さび病として、アカマツ・クロマツなどの二・三葉マツ類には12種、ヒメコマツ、あるいは北米から導入されたストロブマツなどの五葉マツ類には7種の、葉さび病菌が知られている(表-1)。その他に、既述のように *Coleosporium* 属菌の冬胞子世代の寄生による葉さび病菌が、アカマツ、およびハイマツ・ストロブマツでそれぞれ1種ずつ知られている。

アカマツ・クロマツの葉さび病では、キハダを中間宿主とする *C. phellodendri* (写真1-8)、センニンソウなどを中間宿主とする *C. clematidis* (写真1-9)、ツリガネニンジンなどを中間宿主とする *C. lycopi*、ノコンギクなどの *Aster* を中間宿主とする *C. asterum* (写真1-10)、サンショウなどを中間宿主とする *C. xanthoxyli* などの発生が多い。五葉マツ類ではヒヨドリバナなどを中間宿主とする *C. eupatorii* の発生が多い。

知られている発生樹種が、二葉マツ類のうちアカマツかクロマツの一方に限られている種もあるが、試験が進むにつれて両方のマツに寄生することが明らかになるのではないかと考えられるものも多い。しかし、サンショウ属を中間宿主とする *C. xanthoxyli* は、接種試験によってもアカマツにはしゅう子のうを形成せず、陳野も同様の報告をしている。また、二葉マツ類の病原菌が、五葉マツ類に寄生することは全くない。たとえば、ヒゴタイ属 (*Saussurea*) のホクチアザミなどを中間宿主とするアカマツなどの葉さび病菌 *C. pedunculatum* が存在するが、五葉マツ類のハイマツ

表-1 日本産マツ葉さび病菌と宿主

精子・さび胞子世代宿主	夏胞子・冬胞子世代宿主の科	夏胞子・冬胞子世代宿主	葉さび病菌の種類
	キンボウゲ科	センニンソウなど ボタンヅルなど	<i>C. clematidis</i> <i>C. clematidis-apiifoliae</i>
	ミカン科	キハダなど サンショウなど	<i>C. phellodendri</i> <i>C. xanthoxyli</i>
	シソ科	ヤマハッカなど	<i>C. plectranthi</i>
	ゴマノハグサ科 ¹⁾	ママコナなど	<i>C. tussilaginis</i>
二・三葉マツ類	キキョウ科	ツルニンジンなど ツリガネニンジンなど	<i>C. horianum</i> <i>C. lycopi</i>
	キク科	ノコンギクなど シラヤマギク ホクチアザミなど	<i>C. asterum</i> <i>C. pini-asteris</i> <i>C. pedunculatum</i>
	ラン科	シランなど	<i>C. bletiae</i>
	キンボウゲ科	サランナショウマなど	<i>C. cimicifugatum</i>
	ミツガシワ科	イワイチョウ	<i>C. fauriae</i>
	アカネ科	ヘクソカズラ	<i>C. paederiae</i>
五葉マツ類	キク科	ヒヨドリバナなど ヨブスマソウなど タカネヒゴタイなど アキタブキなど	<i>C. eupatorii</i> <i>C. neocacaliae</i> <i>C. saussureae</i> <i>C. yamabense</i>
なし	マツ科	アカマツ ハイマツ・ストロブマツ	<i>C. pini-densiflorae</i> ²⁾ <i>C. pini-pumilae</i> ²⁾

1) その他キキョウ科、キク科などの、広い宿主範囲を持つ
2) 冬胞子世代だけがある

には同種のタカネヒゴタイなどを中間宿主とする *C. saussureae* が発生する。これら2種はマツに対する寄生性は完全に異なり、形態的にも全く異なる種である。

同種の中でも、中間宿主の種ごとに、夏・冬胞子世代における寄生性の分化が明瞭に認められる種も多い。特に、*C. plectranthi*、*C. tussilaginis*、*C. cimicifugatum*、*C. neocacaliae*、*C. saussureae* などの種は、過去に形態的には識別できない異なる種を同種としてまとめた経緯があり(Kaneko, 1981)、今後は種内での遺伝的な解析も必要であろう。

4. 防除対策

葉さび病を防ぐには、他の異種寄生種によるさび病の場合と同様に、下刈りの徹底などによって、中間宿主となる植物を除去することが大きな効果がある(陳野ら, 1965; 佐保, 1968; 浜, 1972)。また、マツの造林面積の大きい北アメリカでも同様の方法が提唱されている(Ziller, 1974)。この場合、苗畑や造林地周辺の状況から、何が中間宿主であるかは見当がつくことが多いが、不明な場合もある。この場合は、マツに発生した葉さび病菌の形態を基に菌の種を同定し、中間宿主を推定することができる(金子, 1980)、さび胞子世代の形態で容易に判別できる種は少なく、一般的な種の同定には形態学的な詳細な観察が必要となる。

発生が激しい場合には、薬剤による防除も必要になり、作山 (1979) は担子孢子による感染時期 (8月中旬から10月初旬) に、マンネブダイセン M、およびモノックス500倍液散布の効果が顕著であると報告している。

引用文献

浜 武人 (1972) 林試研報 247:1-13.
金子 繁 (1980) 植物防疫 34:73-78.

Kaneko, S. (1981) Rep. Tottori Mycol. Inst. 19:1-159.
Kaneko, S. (2000) Rep. Tottori Mycol. Inst. 38:1-5.
佐保春芳 (1968) 東大農演習林報 64:59-148
作山 健 (1979) 日林東北支部会誌 31:174-175.
作山 健 (1980) 岩手県林試成果報告 13:19-28.
Zillar. W. G. (1974) The tree rusts of western Canada. Victoria, Canada.
陳野好之 (1975) 日林誌 57:369-374.
陳野好之・千葉 修 (1967) 日林誌 49:321-327.
陳野好之ら (1965) 日林誌 47:263-270.

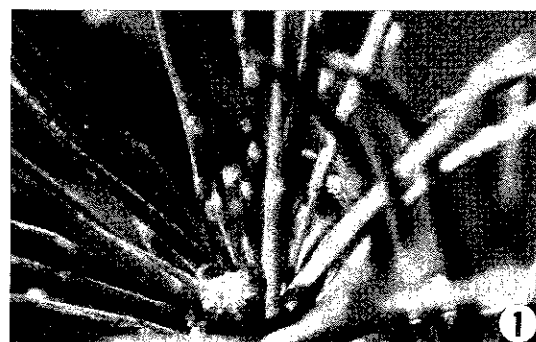


写真1-1 担子孢子による感染で、アカマツ針葉に現われた精子滴 (多量の精子を含む甘い滲出液)

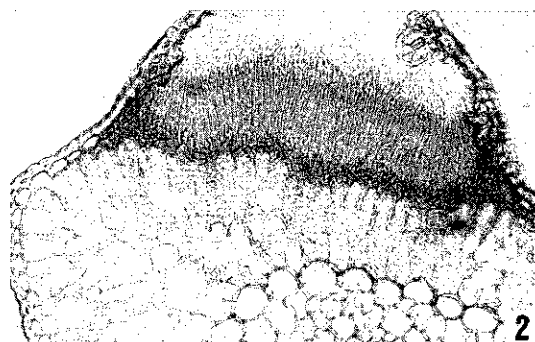


写真1-2 精子器断面

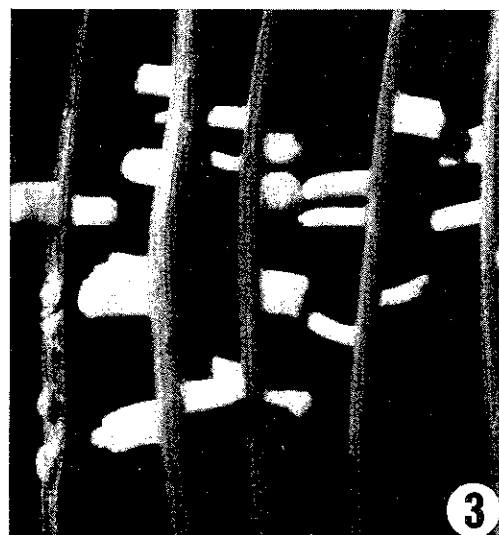


写真1-3 アカマツ針葉に形成されたしゅう (銹) 子のう

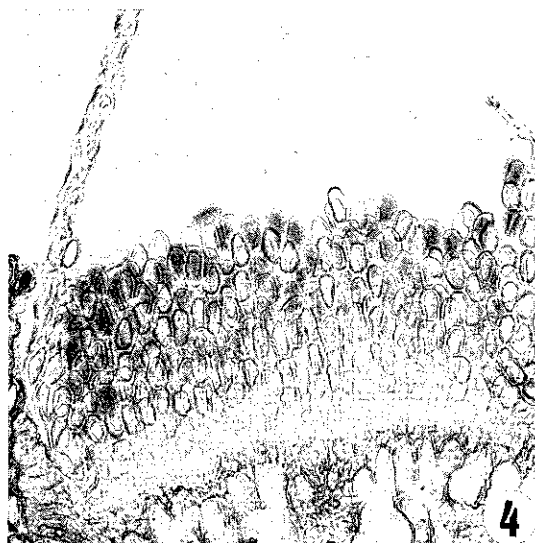


写真1-4 しゅう (銹) 子のう断面、鎖状にさび孢子が形成されている。



写真1-5 さび孢子が飛散後に白く残った護膜



写真1-6 ストローブマツ葉さび病

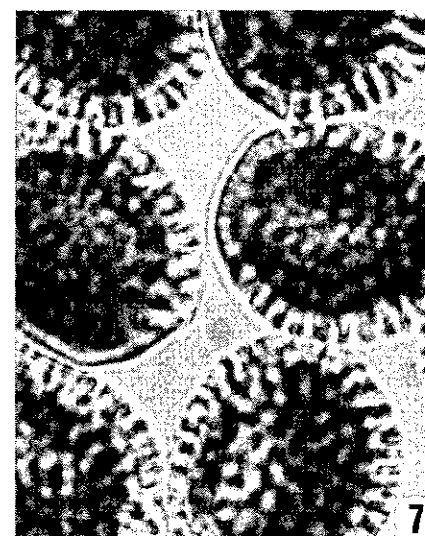


写真1-7 アカマツ葉さび病菌 *C. asterum* のさび孢子



写真1-8 アカマツ葉さび病菌 *C. phellodendri* の中間宿主キハダに形成された夏孢子堆

ナラ類集団枯損被害を引き起こす病原菌と感染様式

窪野高徳*

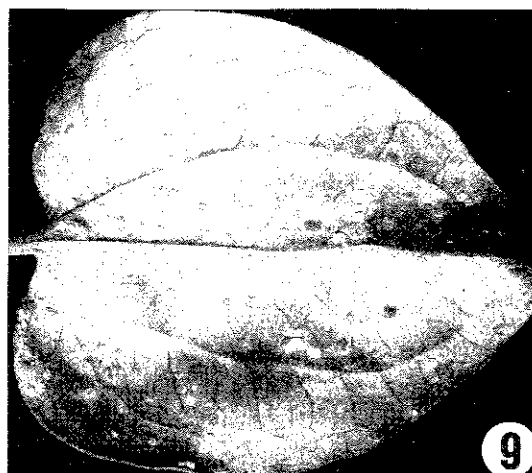


写真1—9 アカマツ葉さび病菌 *C. clematidis* の中間宿主センニンソウに形成された夏孢子堆と冬孢子堆

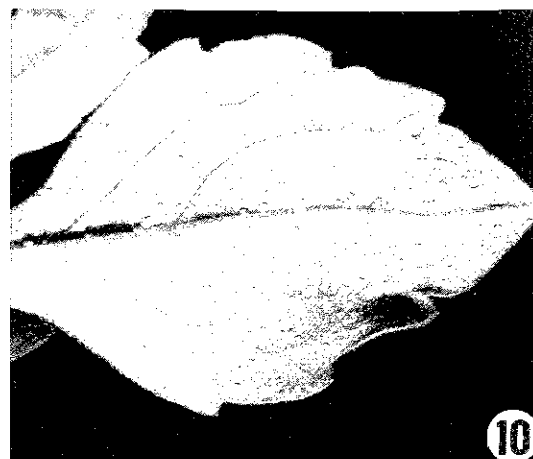


写真1—10 アカマツ葉さび病菌 *C. asterum* の中間宿主ノコンギクに形成された夏孢子堆

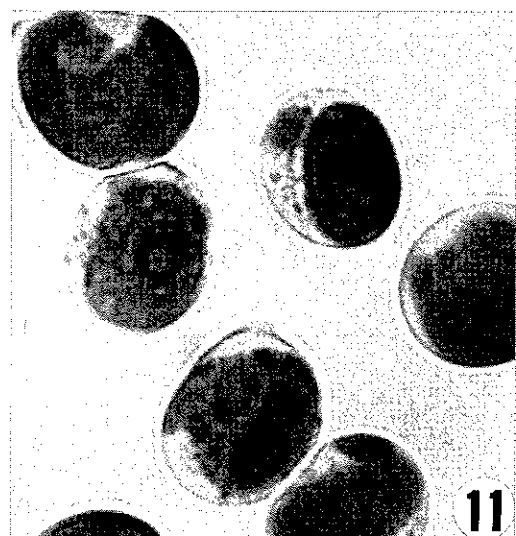


写真1—11 *C. asterum* の冬孢子から形成された担子孢子

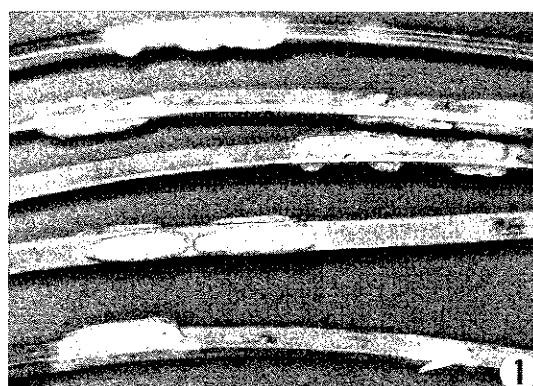


写真2—1 中間宿主のない *C. pini-pumilae* の寄生によるハイマツの冬孢子葉さび病



写真2—2 セイタカアワダチソウに発生した *C. solidaginis* (日本ではマツの宿主は不明)

1. はじめに

1980年以降日本海側の地域において、ナラ類(主に、コナラ・ミズナラ)の集団的な枯損が発生し、激しい被害が続いている(伊藤・山田, 1998; Ito et al., 2000)。被害地域は、山形県、福島県、新潟県、富山県、岐阜県、石川県、福井県、滋賀県、三重県、京都府、奈良県、和歌山県、兵庫県、鳥取県及び島根県の1府14県で確認されており、被害は依然それぞれの地域で増加傾向にある。本被害の発生は主に里山林に集中していることから、里山林を構成するナラ類の消失は有用広葉樹の損失、林地保全あるいは景観上の問題としても大きく、早急に原因究明と防除法の確立が求められている。

これまでに実施された研究の結果、被害木には例外なく甲虫類の一種であるカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus* MURAYAMA) が穿孔しており、本甲虫が被害発生と密接に関与していることが示唆された(Kinuura, 2002; 布川, 1993; Urano, 2000)。しかし、本昆虫は一般には「衰弱木や枯死木に穿入・加害する昆虫類」とされていることから(野淵, 1993)、カシノナガキクイムシが健全なナラ類に集団枯死を引き起こす「真の原因」になるとは考え難い。また、体長わずか4mmのカシノナガキクイムシの加害だけで、ナラの大木が枯死に至るとは考えられない。以上の理由により、カシノナガキクイムシ以外による他の真の原因が存在することが推察され

た。そこで、伊藤らによる病原菌の解明に関する精力的な研究が行われた。すなわち、「被害木からの菌類分離試験」及び「分離された菌の病原性を確かめる接種試験」が行われた結果、ナラ類集団枯損を引き起こす病原糸状菌が特定された(伊藤, 1998; 伊藤ら, 1998; 伊藤, 2000; 奥田ら, 2000)。その後、本糸状菌の所属と菌名を決定するための分類学的研究が進められたが、光学顕微鏡レベルでは本菌の明確な孢子形成様式が確認されず、菌名の同定が困難であった。そのため、本菌は、しばらくの間、「仮称: ナラ菌」と呼称されていた(伊藤ら, 1998)。

2002年、以上のような研究状況を踏まえて、著者らは走査型電子顕微鏡を駆使してナラ菌の孢子形成様式を詳細に観察した。その結果、ナラ菌はアンブロシア菌類(キクイムシと共生関係にある菌類の総称)に属する *Raffaelea* 属の1種であることが判明した。これまでに学会誌等で報告されている *Raffaelea* 属は10種存在した。そこで、ナラ菌の形態を記載文献等によって慎重に比較検討したところ、これまでに報告された *Raffaelea* 属10種(Arx and Hennebert, 1965; Guerrero, 1966; Batra, 1967; Funk, 1970; Scott and du Toit, 1970; Sutton, 1975; Morelet, 1998)の形態と一致するものが見あたらなかったことから、ナラ菌を *Raffaelea* 属の新種と断定し、*Raffaelea quercivora* (ラファエレア・クエルシボーラ)と命名した(Kubono and Ito, 2002)。

本稿では *Raffaelea quercivora* の形態学的特徴を紹介するとともに、「ナラ類集団枯損を引き起こす病原菌がどのように伝搬されるか?」と言っ

*森林総合研究所東北支所

KUBONO Takanori

た伝染様式、及び「ナラの大き木がなぜ枯死するのか?」と言った枯死機構についても言及したい。

2. 病原菌の形態と特徴

山形県、福井県、滋賀県及び鳥取県から採取した「ミズナラ枯死木の変色辺材部」及び「カシノナガキクイムシの孔道壁」から高頻度で分離される菌株(ナラ菌)を、詳細に調べた。また、カシノナガキクイムシの成虫体表面及び菌嚢(孢子貯蔵器官)から常に高頻度で分離されるナラ菌も同

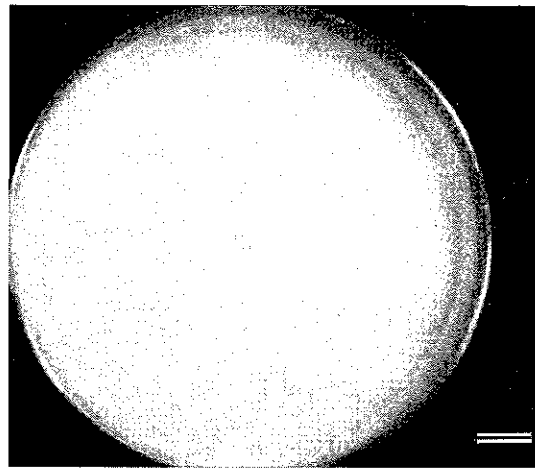


図-1 PDA培地上に生育した *Raffaelea quercivora* の菌叢, Bar: 1 cm.

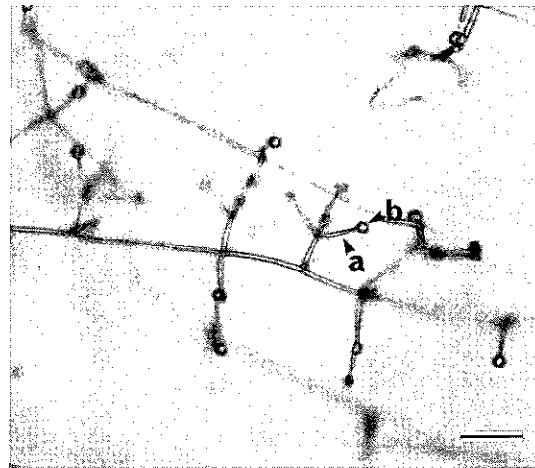


図-2 実体顕微鏡で観察された分生子柄(矢印 a)と分生子塊(矢印 b), Bar: 20 μm



図-3 光学顕微鏡で観察された分生子柄(矢印 a)と分生子塊(矢印 b), Bar: 20 μm

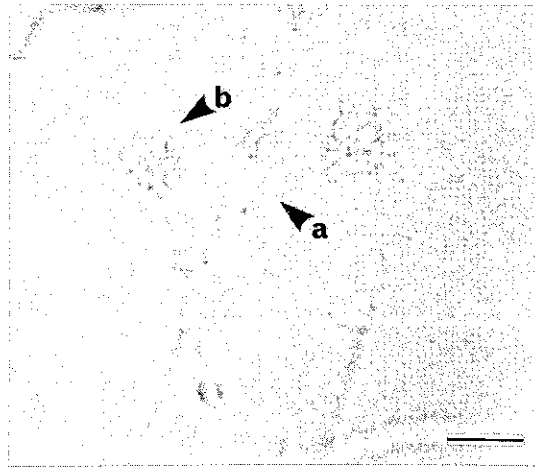


図-4 微分緩衝顕微鏡で観察された分生子柄(矢印 a)と分生子塊(矢印 b), Bar: 10 μm

分生子形成細胞からはシンポジオ型分生子(図-5; A, B)が形成された。この分生子の大きさは、縦3.1~4.7 μm, 横2.0~2.4 μmで、比較的小型の無色透明の孢子であった。また、分生子形成細胞には、分生子が脱落した痕(あと)にできる「はん痕状(いは状の傷痕, 図-5; C, D)」が認められた。これらの形態的特徴は、1965年に Arx & Hennebert が創設した *Raffaelea* 属菌の特徴と一致する(Arx and Hennebert, 1965)。現在までに *Raffaelea* 属には10種が報告されているが、ナラ菌はこれら10種のどの菌種よりも「細く長い分生子柄を持ち、また、小型の倒卵形~洋なし形のシンポジオ型分生子を有すること」で区別された(表-1)。これらの結果から、ナラ菌は *Raffaelea* 属菌の新種と判断し、*Raffaelea quercivora* Kubono et Shin. Ito, sp. nov.と命

名記載した(図-6)。これまでに報告されている *Raffaelea* 属の10種は、ほとんどがキクイムシ類の孢子貯蔵器官や枯死丸太の孔道壁から分離されたもので、樹木に病原性を示す「種」は含まれていない(Kubono and Ito, 2002)。本菌がナラ類に対し、病原性を持つに至った経緯や枯死を引き起こすメカニズムについては、今後の重要な研究課題である。

3. 伝染様式

数年に及ぶ被害地実態調査の結果、被害木には幾つかの特徴があることが判明した。すなわち、ナラ類集団枯損被害の特徴は、

- ① 枯死木には例外なく大量のカシノナガキクイムシの穿入があること。
- ② 辺材部にはカシノナガキクイムシの孔道に沿っ

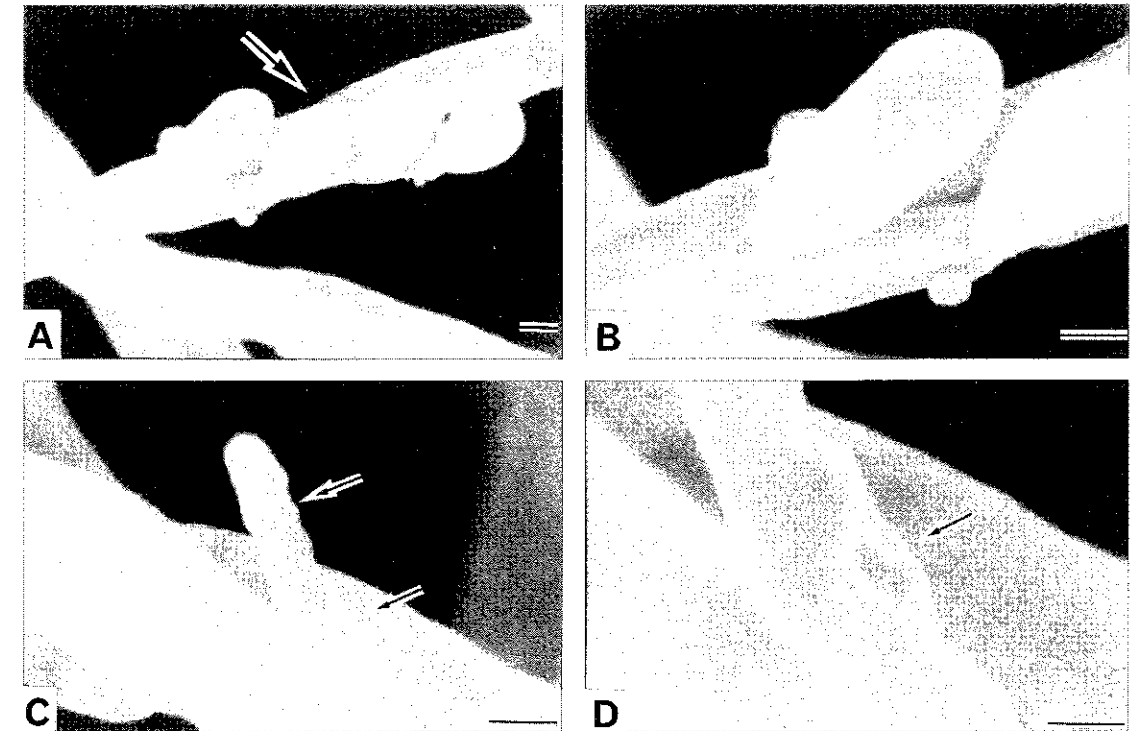


図-5 走査型電子顕微鏡で観察された分生子と分生子形成様式。

A: シンポジオ型(ジグザグ状)に形成された分生子(矢印), Bar: 1 μm。

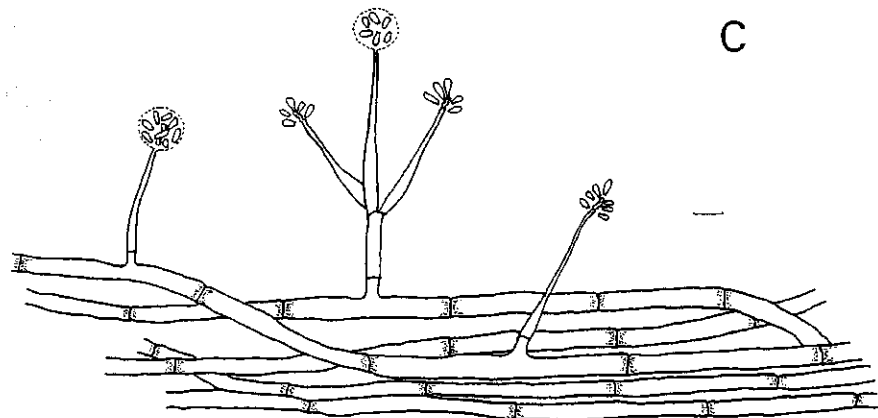
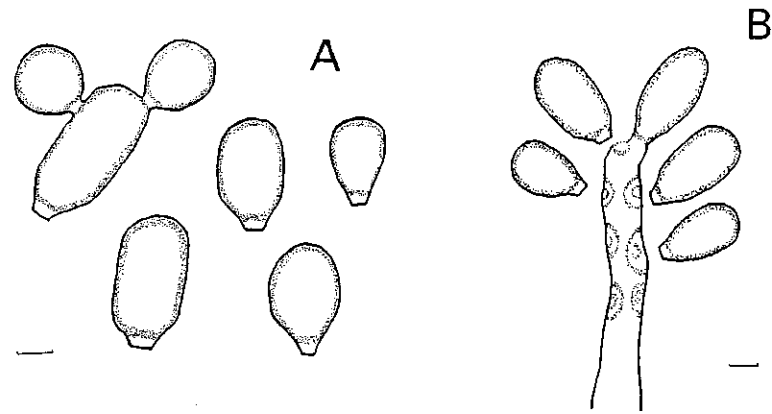
B: 倒卵形~洋梨型を呈する分生子, Bar: 1 μm。

C, D: シンポジオ型分生子が脱落した痕にできる分生子形成細胞上のはん痕。Bar: C; 1 μm, D; 0.5 μm。

表一1 *Raffaelea* 属における種の形態学的比較

種	分生子座の形態	分生子柄の size (μm) (長さ X 幅)	分生子の size (μm) (長径 X 短径)	分生子の形状
<i>Raffaelea quercivora</i> ^{a)}	束状	16.5-22.5 X 0.9-1.5	3.1-4.7 X 2.0-2.4	倒卵形 ~ 洋梨形
<i>R. albimanens</i> ^{b)}	濃密	(-600) X 2.5	4-6 X 3-4	倒卵形
<i>R. ambrosiae</i> ^{c)}	表在性	70-150 X 5-9	5-9 X 4-6	倒卵形 ~ 三角形
<i>R. arxii</i> ^{b)}	融合性	(-750) X 3-4	8-12 X 4-6	倒卵形 ~ 洋梨形
<i>R. canadensis</i> ^{d)}	希	30-110 X 1.5-3.0	5-6.5 X 8-13	洋梨形 ~ 球形
<i>R. hennebertii</i> ^{b)}	束状	18-36 X 2.5-3.8	3-5 X 2-4	倒卵形 ~ 細長形
<i>R. montetyi</i> ^{e)}	* ⁱ⁾	* ⁱ⁾	6.6-13 X 3-6.6	倒卵形 ~ 棍棒状
<i>R. santoroi</i> ^{f)}	conidia produced with chain structure		* ⁱ⁾	* ⁱ⁾
<i>R. sulcati</i> ^{g)}	* ⁱ⁾	150-275 X 4-6	4-7 X 2-4	倒卵形 ~ 円錐形
<i>R. tritirachium</i> ^{g)}	束状	6-15 X 3-5	5-10.4 X 1.5-2.5	球形
<i>R. variabilis</i> ^{h)}	融合性	19-32 X 2.5-4.5	4-16 X 2.5-7.5	洋こま形 ~ くさび形

a) The authors; b) Scott and Du Toit (1970); c) Arx and Hennebert (1965); d) Batra (1967); e) Morelet (1998); f) Guerrero (1966); g) Funk (1970); h) Sutton (1975); i) *: 記載なし。



図一6 *Raffaelea quercivora* の記載模式図

A. 分生子 (Bar; 1 μm), B. 分生子形成細胞, シンポジオ型分生子及びはん痕状 (Bar; 1 μm), C. 菌体全体図 (Bar; 5 μm)

て褐色の変色が形成されていること。

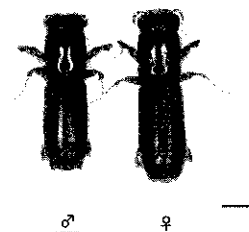
③枯死過程は急激な萎凋 (しおれて枯れる) を呈すること。

の3点である (伊藤, 2000)。これらは, すべての被害地で共通する特徴である。したがって, カシノナガキクイムシがナラ類集団枯損被害に深く関与している可能性が推察された。そこで, カシノナガキクイムシの行動に着目して, 病原菌の伝染ルートを明らかにする目的で以下の2つの実験を行った。

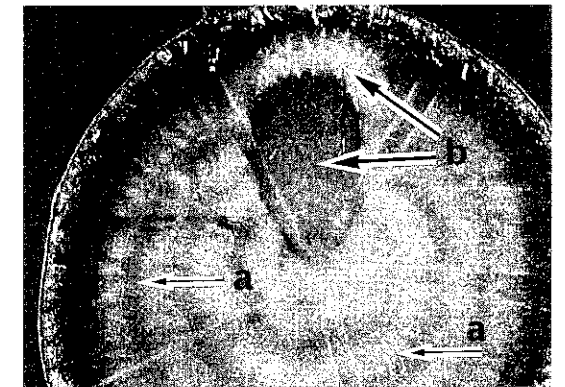
実験1; 春季5月, 山形県朝日村の被害地より前年萎凋枯死したミズナラ被害木を伐倒して, 東北支所に持ち帰り, 材内に生息したカシノナガキクイムシを取り出し, 体表面 (♂・♀成虫) 及び孢子貯蔵器官 (♀成虫) から菌類の分離試験を行った (図一7)。その結果, 枯死木から取り出された脱出直前のカシノナガキクイムシの♂成虫, ♀成虫, 及び蛹と幼虫のそれぞれの体表面及び孢子貯蔵器官から *Raffaelea quercivora* が高い頻度で分離された。また, 蛹や幼虫が生息していた孔道壁からも高い頻度で *Raffaelea quercivora* が分離された (表一2)。

実験2; カシノナガキクイムシ成虫が生息する被害丸太を健全なミズナラに括り付ける「丸太接

種試験」を行い, 人工的にカシノナガキクイムシ成虫を穿孔させる接種試験を実施した。丸太接種の結果, カシノナガキクイムシの穿孔が確認されてから1週間後の接種木から, 同一孔道内にいた♂成虫と♀成虫を取り出し, 体表面及び孢子貯蔵器官から菌類分離試験を行った結果, 両成虫とも *Raffaelea quercivora* が分離され, また, 同一の孔道壁からも *Raffaelea quercivora* が分離され, 本菌の定着が確認された。さらに, ♀成虫のイニシャルアタック (健全木に対する最初の穿孔) であり, ♀成虫が飛来する以前の状態の孔道壁及び成虫体表面からも *Raffaelea quercivora* が分離された (表一3)。以上の実験結果から, 病原菌は前年枯死したミズナラから脱出したカシノナガキクイムシの♂及び♀成虫の両者によって運ばれること, そして, カシノナガキクイムシが新たに穿孔した健全なミズナラにおいて, 穿孔後, 数日という短期間の内に, 病原菌が定着・繁殖することが判明し, *Raffaelea quercivora* の進展力の早さが認められた。また, ♀成虫が穿孔する以前の孔道, すなわち, ♀成虫のイニシャルアタックである孔道壁及び♂成虫体表面から *Raffaelea quercivora* が分離されたことから, ♀成虫のみならず♂成虫も *Raffaelea quercivora* を伝搬す



図一7 カシノナガキクイムシ成虫 (Bar: 1 mm)



図一8 接種試験結果 (8年生ミズナラ), 変色域の形成と水分通道阻害。
矢印 a: 水分が通っている部位
矢印 b: 水分が通っていない部位 (接種部位)

表一2 前年枯死したミズナラに生息したカシノナガキクイムシと孔道壁からの *Raffaelea quercivora* の分離

分離材料	♂成虫	♀成虫	蛹	幼虫	卵	蛹生息孔道壁	幼虫生息孔道壁	♂♀成虫生息孔道壁
分離有無	+	+	+	+	N.T.	+	+	+

(注) + : 分離される, N.T. : not tested, 分離日; 成虫脱出直前の5月下旬。

表一3 丸太接種によって健全木に侵入したカシノナガキクイムシと穿孔孔道壁からの *Raffaelea quercivora* の分離

分離材料	接種約1週間後 (7月10日)	接種約2週間後 (7月17日)	接種約4週間後 (7月31日)
カシナガ♂成虫 ^{a)}	+	+	+
カシナガ♀成虫 ^{b)}	+	+	+
カシナガ♂成虫 ^{c)} (イニシャルアタック)	+	+	N.T.
♂♀生息孔道壁	+	+	+
♂のみ生息孔道壁 ^{d)} (イニシャルアタック)	+	+	N.T.

(注) a); ♀♀が同室した♂の体表面より分離。b); ♀♀が同室した♀の体表面及び胞子貯蔵器官より分離。

c); ♀が飛来する以前の孔道内に生息した♂の体表面より分離。d); ♀が飛来する以前の♂が生息した

孔道壁より分離。+; 分離される。N.T.; not tested.

ることが明らかとなった。

カシノナガキクイムシは、自身で共生菌を培養し餌として生活する養菌性キクイムシである (Kinuura, 1994; 中島, 1999)。Kinuura はカシノナガキクイムシの前胃より本菌を分離することに成功し、カシノナガキクイムシが *Raffaelea quercivora* を摂食していることを指摘した (Kinuura, 2002)。これらのことから、カシノナガキクイムシは *Raffaelea quercivora* と共生関係にあり、絶えず体表面及び胞子貯蔵器官に保持していることが示唆され、結果的に本菌の伝搬者としての役割を担っていることが判明した。したがって、「ナラ類の集団枯損被害」は、カシノナガキクイムシによって運ばれる *Raffaelea quercivora* によって引き起こされた伝染性病害であることが判明した。しかしながら、野外調査の結果、カシノナガキクイムシが数十頭樹体内に穿孔しただけでは、ナラの大木は枯死しないことが見出されている。1本のナラが萎凋枯死する場合は、数百頭という大量のカシノナガキクイムシが集中的に穿孔し、多量の病原菌が樹体内に持ち込まれた場合に限られるのではないかと推察される。また、萎

凋枯死現象は病原菌だけによって引き起こされるものではなく、カシノナガキクイムシが孔道を通る際に、水分通道を司る木部を物理的に破壊する行為も大きな枯死要因になっているものと推察される。

4. 萎凋枯死

カシノナガキクイムシは6月下旬より前年枯死したミズナラから脱出し、健全なミズナラに穿孔アタックする。マス・アタック (集中加害) を受けたミズナラは、7月下旬から8月にかけて急激に萎凋し赤褐色に立枯れることから、水分通道系に何らかの影響を受けている可能性が指摘された (黒田・山田, 1996)。そこで、健全なミズナラに対し、「米ぬか+ふすま培地」に培養した *Raffaelea quercivora* を人工接種したところ、病原菌が繁殖した部位に水が通らない現象 (水分通道阻害) が確認された (図一8)。これらの結果から、ナラが萎凋枯損する原因は、木部の通水機能の低下であることが示唆された。しかし、病原菌が侵入した後、どのようなメカニズムで水分通道が阻害されるか? と言った萎凋枯死機構は依然不明で

あり、今後の重要な研究課題である。

5. まとめ

2002年に農林水産技術会議特別研究によるナラ類集団枯損に関する研究プロジェクトが終了した。4年に及ぶ研究によって、これまでにない多くの新しい知見が得られた (農林水産技術会議, 2002)。中でも、ナラ類集団枯損を引き起こす病原菌が決定されたこと、及びその病原菌はカシノナガキクイムシという昆虫によって運ばれることの2点を明らかにしたことは、大きな成果である。現在、これらの研究結果を基に、本被害を防ぐ防除手法の開発研究が幾つかの研究機関で行われている。中でも、京都府林業試験場によって実施された「ビニールシート被覆による防除」 (小林ら, 2001) 及び山形県森林研究研修センターが取り組んでいる、「NCSを用いたくん蒸処理法」 (斉藤ら, 2000) や「接着剤を利用した防除法」 (斉藤ら, 2004) は高い効果を上げている。佐藤 (1986) は、「森林に発生した病害を防ぐ最良の方法は、伝染経路の一部を遮断することである。」と指摘している。ナラ類集団枯損の場合は、「バクター (運び屋) であるカシノナガキクイムシを伝染経路から除去する」ことが、最良の防除方法となる。今後の研究では、「カシノナガキクイムシを効率的に排除する手法を考案・開発」し、本被害に対する的確な防除手法を早急に確立することが急務であると考える。

引用文献

- Arx, J. von. and Hennebert. G. L. (1965) Deux champignons ambrosia. Mycol. Mycopath. Appl. 25: 309-315.
 Batra, L. R. (1967) Ambrosia fungi: a taxonomic revision and nutritional status of some species. Mycologia 59: 979-1017.
 Funk, A. (1970) Fungal symbionts of the ambrosia beetle *Grathotrichus sulcatus*. Can. J. Bot. 48: 1445-1448.
 Guerrero, R. T. (1966) Una nueva especie de hongo

inperfecto asociado con el coleoptero *Platypus sulcatus* Chapius. Revista Investigaciones Agropecuarias, Ser. 5 Patol Veg 3: 97-103.

- 伊藤進一郎 (1998) ナラ類の集団枯死被害とそれに関連する菌類. 林業と薬剤 145: 1-8.
 伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯死被害の分布と拡大. 日林誌80: 229-232.
 伊藤進一郎・窪野高徳・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯死被害に関連する菌類. 日林誌80: 170-175.
 伊藤進一郎 (2000) ナラ類, シイ・カシ類枯死被害の現状. 山林1392: 60-68.
 Ito, S., Kubono, T. and Yamada, T. (2000) Mass mortality of oak tree in Japan. "Forest protection in Northeast Asia" 3rd regional workshop of Inter. Union of Forest Research Organization (IUFRO). Forest Health Working Party S 7.03-08, Chiayi, Taiwan, 182-185.
 Kinuura, H. (1994) Life history of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). In behavior, population dynamics and control of forest insects. Inter. Union of Forest Research Organization (IUFRO), joint conference of S2.07-05 (Integrated Control of Scolytid Bark Beetles), S2.07-06 (Population Dynamics of Forest Insects) and S2.07-11 (Integrated Management of Forest Defoliating Insects). Hawaii, USA, pp. 373-383.
 Kinuura, H. (2002) Relative dominance of the mold fungus, *Raffaelea* sp., in the mycangium and proventriculus in relation to adult stages of the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae), J. For. Res. 7: 7-12.
 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田 繁 (2001) ビニールシート被覆による防除. 日林誌 83: 328-333
 Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). Mycoscience 43: 255-260.
 黒田慶子・山田利博 (1996) ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌78: 84-88.
 Morelet, M. (1998) Une espece nouvelle de *Raffaelea*, isolee de *Platypus cylindrus*, coleoptere xylomycetophage des chenes. Ann. Soc. Sci. nat. Archeol. Toulon, var 50: 185-193.
 中島敏夫 (1999) 図説・養菌性キクイムシ類の生態を探る—ブナ材の中のこの小さな住民たち—. 学会出版, 東京, 90pp.
 野淵 輝 (1993) カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要 (I). 森林防疫42: 85-89

農林水産技術会議 (2002) ナラ類の集団枯損機構の解明と枯損防止技術の開発. 農林水産技術会議事務局, 研究成果400, 90pp.

布川耕一 (1993) 新潟県におけるカシノナガキクイムシの被害とその分布について. 森林防疫42: 210-213.

奥田章子・吉橋秀典・万木 豊・武田明正・伊藤進一郎 (2000) ナラ類の集団枯死被害に関する研究—分離菌の培養諸性質—. 中部森林研究48: 157-159.

斉藤正一・中村人史・三浦直美 (2000) ナラ類集団枯損被害立木へのNCS注入によるカシノナガキクイムシとナラ菌の防除法の改良. 林業と薬剤 152: 1-11.

斉藤正一・中村人史・三浦直美 (2004) ナラ類集団枯損被害の接着剤を利用した防除法. 日林学術講115: 724.

佐藤邦彦 (1986) 樹病学概論, 養賢堂, 東京, 297pp.

Scott, D. B. and Du Toit, J. W. (1970) Three new *Raffaelea* species. Trans. Br. Mycol. Soc. 55: 181-186.

Sutton, B. C. (1975) Two undescribed hyphomycetes from Malaysia. Antonie van Leeuwenhoek 41: 179-184.

Urano, T. (2000) Relationships between mass mortality of two oak species (*Quercus mongolica* Turcz. var. *grosseserrata* Rehd. et. Wils. and *Q. serrata* Thunb.) and infestation by and reproduction of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). J. For. Res. 5: 187-193.

[参考]

森林病虫害等防除対策の概要について

林野庁 森林保全課 森林保護対策室

平成16年度森林病虫害等防除対策予算の新規・拡充事項は、以下の通りです。

事業名	新規・拡充の概要
法定森林病虫害等防除事業	松くい虫被害の拡大が顕著な東北地方などの地域において、被害の抑制とまん延防止を図るため、寒冷地における駆除効果の高い、くん蒸処理による駆除事業量を拡充する。
森林資源保護事業	<p>森林保全自衛体制整備モデル事業</p> <p>松林保全における地元住民の参加の重要性・有効性を啓発し、地域密着型の低コストな松林保全自衛事業の全国的な展開を図るため、地元住民が主体となり、駆除及び松林の手入れを自分たちの手で一体的に行う新たな事業をモデル的に実施する。</p> <p>森林病虫害防除事業</p> <p>カシノナガキクイムシ被害の予防手法の確立に向けて、カシノナガキクイムシ付着防止のためビニール被覆及び、樹皮表面でカシノナガキクイムシを捕捉殺虫する接着剤の塗布を行う実証事業を新たに実施する。 また、駆除については、法定森林病虫害等防除事業の政令指定病虫害等防除事業で実施することとし、駆除の徹底を図る。</p> <p>野生鳥獣被害防除事業</p> <p>近年の、獣害地域の拡大や狩猟者の減少・高齢化に対処するためモデル的に、 ①森林組合等を対象とした捕獲技術者の養成 ②広域的な捕獲組織の核となる「ふるさと森林自警団」の防除活動への支援 ③誘導型捕獲装置の設置 を実施する。</p>

[参考]

平成15年度 森林及び林業の動向に関する年次報告

—第1部 森林及び林業の動向 抜粋—

Ⅲ 森林の整備・保全と国際貢献

2 我が国の森林整備・保全の動き

(病虫害、獣害の防除と森林火災)

松くい虫の被害区域は全国各地に及んでおり、現在は北海道と青森県を除く全国で被害が報告されている。松くい虫による被害材積は昭和54年度の243万 m³をピークに、平成14年度にはピーク時の3分の1程度にまで減少している。近年、全国的な被害は横ばいで推移しているものの、東北地域では全国の被害量の2割を占めるまでに被害が急増している(図Ⅲ-10)。これは、被害が発生していなかった地域に新たに被害が拡大したことなどが要因である。このため、被害先端地域である東北地域の被害状況の監視を強化すると同時に、的確な防除の実施や地域住民の参加による防除体制整備等の総合的な対策を実施することが重要である。

また、平成14年度の鳥獣による森林被害は71百haであり、前年より2割減少したものの、依然と

して深刻な状況となっている。主な害獣はニホンジカであり、ニホンジカによる被害量は全体の6割にのぼる。このような野生鳥獣による被害を防止するため、防護柵の設置や被害の監視、捕獲の実施、野生生物の生息地となる広葉樹林の造成といった対策を総合的に実施している。しかし、野生鳥獣の個体数が著しく増加している地域があることに加え、有害鳥獣の捕獲従事者の減少や高齢化が問題となっており、捕獲従事者の育成や有害鳥獣の捕獲体制の整備等を実施していく必要がある。

—(森林火災については省略させていただきます。)—

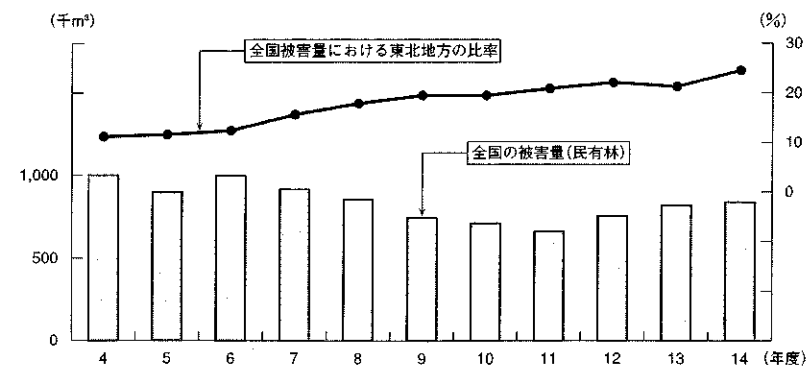
(花粉症対策の推進)

近年、スギやブタクサ等の花粉に対し、身体の免疫システムが過剰反応を起こす花粉症患者が増加し、大きな社会問題となっている。文部科学省の「スギ花粉症克服に向けた総合研究」(第I期:平成9~11年度)の推計によると、スギ花粉症の患者数は、国民の10%に当たる13百万人を超えている。花粉症発症の仕組みについては、食生活等

生活習慣の変化や大気汚染による影響も指摘されているが、完全には解明されていない。

花粉症対策は発症の原因究明、予防や治療、発生源に関する対策を総合的に行っていくことが必要であり、関係省庁である文部科学省、厚生労働省、林野庁、環境省、気象庁が連携して対応して

図Ⅲ-10 全国の松くい虫被害量と東北地方の占める比率

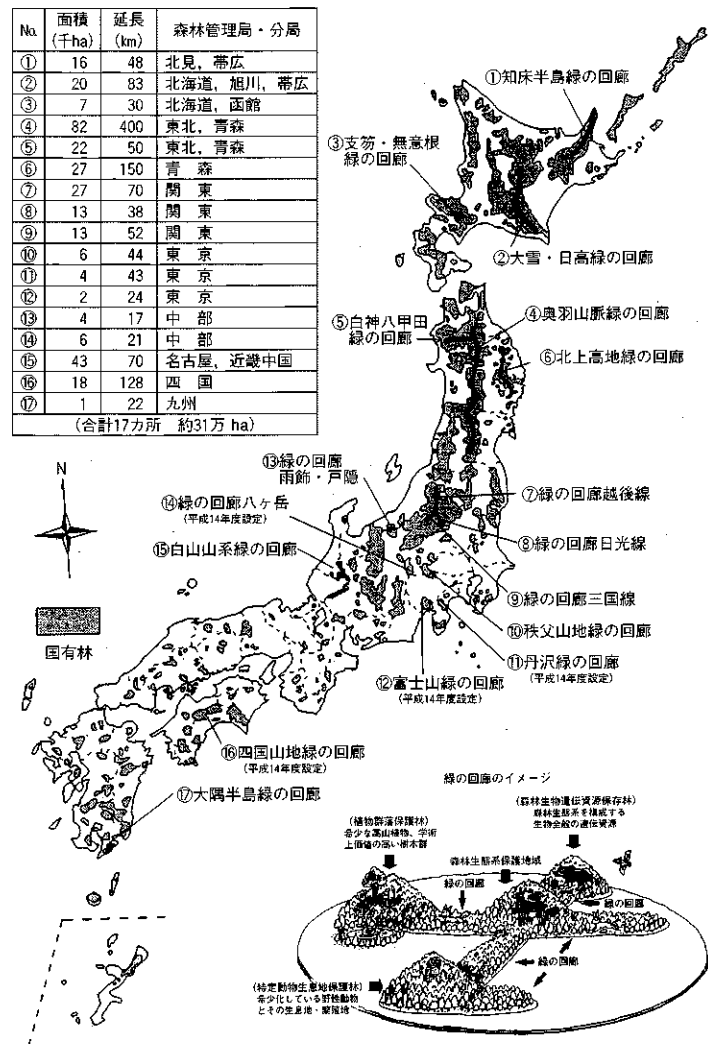


資料: 林野庁業務資料

いる。森林・林業分野での対策として、①花粉を発生させる雄花の着花量に着目した抜き伐り等の促進、②花粉の少ない品種の選定・供給体制の整備、③花粉症対策の普及啓発、④花粉生産量予測手法を確立するための調査等を推進している。

今後とも、都市周辺におけるスギ人工林等を対象とした効果的な抜き伐り等の実施や、花粉の少ないスギ品種（花粉生産量が一般のスギに比べ約1%以下の112品種を開発済み）の採種（種）圃の造成と種苗の供給体制の整備を着実に推進していくこととしている。

図V-4 緑の回廊の位置（平成15年4月1日現在）



V 国有林野事業における改革の推進

2 「国民の森林」に向けた取組

(2) 貴重な森林の維持・保存

国有林野事業では、大正4年から保護林制度を設けるなど、原生的な森林生態系や貴重な動植物を有する森林の保全・管理に努めている。

平成14年度には、山形・新潟県境にまたがる朝日山地を森林生態系保護地域に設定するなど新たな保護林の設定や拡充を行った結果、平成15年度期首の保護林面積は62万2千haとなった。

さらに、保護林同士を連結し野生動植物の生息・生育地のネットワークを形成するための「緑の回廊」の設定を進めている。これは、野生動物の移動経路を確保し相互交流を促進すること等により、個体群の分断を防ぎ、遺伝的多様性を確保するなど、生物多様性の保全を進めるものである。

平成14年度には新たに4カ所、3万haの国有林野において設定した結果、平成15年度期首までに緑の回廊は17カ所、約31万haとなった。(図V-4)。

また、隣接する民有林においても緑の回廊が設定されるなど、民有林との連携が進んでいる。

なお、これらの保護林や緑の回廊を含めた優れた自然環境を有する森林の管理経営について、地域住民やNPO等との連携にも努めている。

新農業紹介

マツノマダラカミキリの後食防止薬剤「モリエート®SC」

土屋 亨*

はじめに

モリエート®SCは、まつの主要害虫であるマツノマダラカミキリを防除することを目的に開発した新規殺虫剤です。有効成分であるクロチアニジンとは、優れた殺虫活性により、既に農業分野では「ダントツ」の名前で幅広く使用され、好評を博しています。モリエート®SCは、有効成分、製剤ともに「普通物」で、安全性の高い薬剤です。また、容器排出性、希釈性に優れ、希釈作業の省力化が可能です。さらに、モリエート®SCは、1,000倍の高希釈倍液を散布するので、作業効率や容器回収の簡素化も可能です。

モリエート®SCは、2000年よりS-1165の試験コードで、(株)林業薬剤協会を通じて各県の公的試験研究機関で薬効薬害試験を実施し、マツノマダラカミキリに対する優れた殺虫効果と高い後食防止効果および枯損防止効果を示すことが確認されました。これらの薬効薬害試験と安全性試験に基づき農業登録申請を行い、2004年4月7日付けで農業登録を取得しました(農林水産省登録第21267号)。

®は住友化学工業株式会社の登録商標

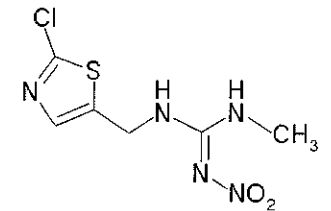
I. 成分・性状

商品名; モリエートSC
種類名; クロチアニジン水和剤
試験コード; S-1165

*住友化学工業株式会社アグロ事業部開発普及部

TSUCHIYA Toru

有効成分; クロチアニジン 30.0%
化学名; (E)-1-(2-クロロ-1,3-チアゾール-5-イルメチル)-3-メチル-2-ニトログアニジン
性状; 類白色水和性粘稠懸濁液体
構造式;



包装規格; 500ml × 20本

II. 安全性

1. 原体

人畜; 普通物
ラット急性経口 LD₅₀; >5,000mg/kg (♂♀)
ラット急性経皮 LD₅₀; >2,000mg/kg (♂♀)
ウサギ刺激性 (眼, 皮膚); なし
モルモット皮膚感受性; なし

水棲動物; A 類

コイ LC₅₀ (96hr); >100ppm
オオミジンコ EC₅₀ (48hr); 40ppm

2. 製剤

人畜; 普通物
ラット急性経口 LD₅₀; >2,000mg/kg (♀)
ラット急性経皮 LD₅₀; >2,000mg/kg (♂♀)
ウサギ刺激性 (眼, 皮膚); なし
モルモット皮膚感受性; なし

水棲動物; A 類

コイ LC₅₀ (96hr) ; 800ppm
 オオミジンコ EC₅₀ (48hr) ; 680ppm
 藻類 EC₅₀ (0-72hr)* ; 140ppm
 * ; 72時間曝露, 生長曲線下面積の比較

III. 特長

- ・新しいタイプのネオニコチノイド系化合物であるクロチアニジンを有効成分とする新規殺虫剤です。他のネオニコチノイド系化合物(クロロニコチニル系)にない化学構造(クロロチアゾール環)を有しています。
- ・有効成分は普通物, A 類で, 極めて安全性の高い殺虫剤です。
- ・低薬量で優れた殺虫効果と後食防止効果を示し, 松枯れを防止します。高濃度では速攻的な致死効果を示し, 致死量に至らない低濃度では虫体を麻痺・痙攣させることによりマツノマダラカミキリ成虫の後食活動を阻害します。
- ・経口的作用, 経皮的作用いずれも認められますが, 経口的作用が強い薬剤です。
- ・水ベースの液剤タイプなので取扱いが安全で, 速やかに溶解, 薬液の調整も容易です。また, 1,000倍使用のため, 単位面積当たりの製剤使用量が少なく, 作業の効率化が可能です。
- ・ヒノキ等の樹木や周辺農作物に薬害の心配がほとんどありません。

IV. 適用害虫の範囲及び使用方法

使用方法 ; 散布

作物名	まつ (生立木)
適用害虫名	マツノマダラカミキリ成虫
希釈倍数	1,000倍
使用液量	3 ℓ / 本 (樹高10m)
使用時期	成虫の発生初期及び発生最盛期直前
本剤の使用回数	4 回以内
クロチアニジンを含む農薬の総使用回数	4 回以内

V. 効果・薬害等の注意

- ・使用前にはよく振って使用してください。
- ・使用量に合わせて薬液を調製し, 使いきってください。
- ・激しい降雨の予想される場合は使用をさけてください。
- ・本剤によるマツノマダラカミキリ成虫防除は後食防止を目的とするものであり, 成虫の発生直後又は発生初期に時期を失しないように散布し, 更に20日後(成虫発生最盛期直前)にもう一度散布すると効果的です。
- ・散布液量は, 樹高10mのまつ1本当たり3ℓを標準とし, 木の大きさにより適宜増減し, 樹冠部を中心に全面に散布してください。
- ・本剤の使用に当たっては, 使用量, 使用時期, 使用方法を誤らないように注意し, 特に初めて使用する場合は, 病害虫防除所等関係機関の指導を受けてください。

VI. 安全使用上の注意

- ・蚕に対して影響があるので, 桑に付着する恐れがある地域では使用しないでください。
- ・ミツバチを放飼している地域では使用を避けてください。
- ・散布器具, 容器の洗浄水は河川等には流さず, 空容器等は環境に影響を与えないよう適切に処理してください。

VII. 上手な使い方

マツノマダラカミキリ成虫による後食を抑え, 松枯れを防止するには, 散布適期に撒きむらのないよう薬液を散布することが非常に重要です。
 薬液の調整 ; 1,000 ℓ タンクに, モリエート SC を 1 ℓ (500ml ボトルを 2 本) 溶かすと 1,000倍液が調整できます。
 散布方法 ; マツノマダラカミキリ成虫は梢端

部の当年~2年枝を好んで後食します。梢端部を中心に撒きむらのないよう散布することが重要です。
 散布時期 ; 松枯れを防ぐためには, マツノマダラカミキリ成虫の発生初期(累積発生率5%)と発生最盛期直前(累積発生率50%)に散布すると効果的です。

VIII. マツノマダラカミキリ成虫に対する効果試験

1. 基礎殺虫試験

【試験方法】アカマツ(3~5年枝)を所定濃度に希釈した薬液に1秒間浸漬処理し, 風乾後プラスチックカップ内に固定・設置した。供試虫を放飼し, 所定期間後に殺虫活性を調査した。なお, 供試枝から離れ, 動きが正常でない個体や, ノックダウン症状を示した個体は苦悶虫とした。

【結果概要】表-1

・無処理区では, 供試虫は供試枝上で後食し続け, 処理区と比較して明らかに大きな後食痕を残した。放飼24時間後の後食面積は1.6~5.2cm²/区で, 平均3.4cm²/区であった。

・モリエート SC は, マツノマダラカミキリ成虫に対して低濃度においても高い殺虫活性と後食防止効果を示し, 対照の同じネオニコチノイド系薬剤である A 及び B 剤に優る速効性と後食防止効果を示した。
 ・モリエート SC は高濃度では速効的な致死効果を示し, 低濃度では遅効的ながらも, 虫体を麻痺・痙攣させることにより, 後食を阻害した。

2. 作用特性試験

【試験方法】所定濃度に希釈した薬液(1 μℓ / 成虫1頭)を供試虫の所定の部位にマイクロシリンジアプリーケーターを用いて処理した。処理虫は, 無処理のアカマツ2年枝を固定・設置したプラスチックカップ内に放飼し, 所定期間後に殺虫活性を調査した。なお, 供試枝から離れ, 動きが正常でない個体や, ノックダウン症状を示した個体は苦悶虫とした。

【結果概要】表-2

・無処理区では, 供試虫は供試枝上で後食し続け, 処理区と比較して明らかに大きな後食痕を残した。放飼148時間後までの後食面積は17.8cm²/区であり, 24時間当たりの平均後

表-1 モリエート SC のマツノマダラカミキリに対する基礎殺虫試験

	濃度 (ppm)	処理後日数 — 死虫率 (苦死虫率)					平均後食面積 (cm ²)	食痕数
		1日後	2日後	3日後	5日後	7日後		
モリエート SC	1.25	0.0 (83.3)	0.0 (83.3)	50.0 (50.0)	83.3 (83.3)		2.5	9.3
	2.5	0.0 (66.6)	33.3 (83.3)	83.3 (100.0)			0.5	2.2
	5.0	0.0 (83.3)	0.0 (100.0)	66.7 (100.0)			0.4	2.7
A 剤	1.25	0.0 (66.7)	16.7 (50.0)	16.7 (50.0)	33.3 (33.3)	50.0 (66.7)	6.3	6.7
	2.5	0.0 (100.0)	0.0 (100.0)	33.3 (83.3)	83.3 (100.0)		0.8	3.8
	5.0	0.0 (83.3)	0.0 (100.0)	16.7 (100.0)	50.0 (100.0)		0.6	4.0
B 剤	1.25	0.0 (100.0)	0.0 (66.7)	0.0 (33.3)	0.0 (66.7)	16.7 (66.7)	9.6	5.3
	2.5	0.0 (100.0)	0.0 (83.3)	16.7 (33.3)	50.0 (83.3)	83.3 (100.0)	5.0	6.5
	5.0	0.0 (83.3)	0.0 (83.3)	33.3 (100.0)	83.3 (100.0)		0.9	4.7

処理日 : 2001年9月7日
 観察日 : 1, 2, 3, 5, 7日後
 供試虫 : マツノマダラカミキリ成虫 (♂ : 3頭, ♀ : 3頭, 計6頭)
 供試植物 : アカマツ 3~5年枝 (直径0.8~1.2cm, 長さ8.0cm)
 試験方法 : 枝浸漬処理 (1秒)

食面積は2.9cm²であった。

- ・モリエートSCは、口器に処理された場合に、右後足に処理された場合と比較して、明らかに高く、速効的な殺虫活性を示した。
- ・モリエートSCは、右後足先端に処理されただけでも、遅効的ながらも、高い殺虫活性を示した。本剤は、経口的な作用が強いものの、経皮的にも作用すると判断された。

3. 残効性試験

【試験方法】各供試薬剤を所定濃度に希釈後、露地植えクロマツ（樹高80~150cm）に、肩掛式噴霧器にて散布処理した（300ml/樹）。所定日に処理2年枝を長さ10cmに切り揃えて採取

し、プラスチックカップに押しピンで固定後、供試虫1頭を放虫した。

【結果概要】表-3

- ・モリエートSCの1,000倍区は、散布8週間後まで100%と高い苦死虫率を示した。8週間後まで100%と高い殺虫率を示したスミパインMC（50倍）に比べるとやや劣るものの、同じネオニコチノイド系薬剤であるA及びB剤には優る効果であった。
- ・8週間後までの平均後食量も、無処理区に比べて少なく、長期間にわたる高い後食防止効果を示した。

表-2 モリエートSCのマツノマダラカミキリに対するトピカル処理による作用特性

	処理部位	希釈倍数	濃度 (ppm)	処理後時間 — 死虫率 (苦死虫率)					平均後食面積 (cm ²)
				1時間後	6時間後	24時間後	72時間後	148時間後	
モリエートSC	口	1,500倍	200	0.0 (100.0)	50.0 (100.0)	100.0 (100.0)			0.00
モリエートSC	右後足 先端	1,500倍	200	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (16.7)	33.3 (33.3)	83.3 (83.3)	4.50

試験日：2001年7月10日
 観察日：1, 6, 24, 72, 148時間後
 供試虫：マツノマダラカミキリ成虫（♂：3頭，♀：3頭，計6頭）
 供試植物：アカマツ 2年枝
 試験方法：局所施用（1μl/成虫1頭）

表-3 モリエートSCのマツノマダラカミキリに対する残効性試験

	処理2週間後放虫		処理4週間後放虫		処理6週間後放虫		処理8週間後放虫	
	死虫率 (苦死虫率)	平均後食面積 (cm ²)	死虫率 (苦死虫率)	平均後食面積 (cm ²)	死虫率 (苦死虫率)	平均後食面積 (cm ²)	死虫率 (苦死虫率)	平均後食面積 (cm ²)
モリエートSC (1,000倍)	100.0 (100.0)	0.2	100.0 (100.0)	0.7	80.0 (100.0)	1.4	91.7 (100.0)	1.3
A剤 (3,000倍)	100.0 (100.0)	0.3	77.8 (77.8)	0.8	60.0 (70.0)	1.1	30.0 (70.0)	2.3
B剤 (1,000倍)	100.0 (100.0)	0.2	100.0 (100.0)	1.2	90.0 (90.0)	1.8	27.3 (45.5)	3.3
スミパインMC (50倍)	100.0 (100.0)	0.2	100.0 (100.0)	0.0	100.0 (100.0)	0.4	100.0 (100.0)	0.6
無処理	0.0 (0.0)	9.7	10.0 (10.0)	9.0	0.0 (0.0)	9.0	0.0 (0.0)	7.1

処理日：2002年6月10日
 放虫日：2002年6月25日，7月9日，7月23日，8月6日
 観察日：放虫7日後
 供試虫：マツノマダラカミキリ成虫
 供試植物：クロマツ（樹高80~150cm，処理2年枝を供試）
 試験方法：樹散布処理（300ml/樹）

4. 林業薬剤協会委託試験

①基礎試験（2000年 福岡県森林林業技術センター）

【試験場所】福岡県久留米市山本町豊田

【供試立木】クロマツ（7年生）

【散布日】2000年5月26日散布

【散布量】滴下をみる直前まで採集枝全面に均一散布した。

【試験方法】飼育試験：飼育枝は、散布後2, 3, 4, 6, 8週目に、立木数本から適宜1~2年枝を採取し（1年枝2本，2年枝1本/区），飼育容器に入れて、各試験区毎に10頭ずつ個体飼育した。針葉はそのまま、枝の切断面も何の処理もせずを使用した。

【調査方法】飼育虫の生・麻痺（歩行困難）・死（飼育枝に掴れない状況の麻痺虫を含む）を飼育開始7日後まで調査した。供試枝の後食状況は、後食長，最大幅をmm単位で計測し、後食面積は、後食長×最大幅で求めた。

【結果概要】表-4

・試験期間中の気象は、7月上中旬の気温が高く、降水量が極端に少なかった。散布処理して風乾した後に、降雨があった。

・飼育7日後の累積死虫率では、各薬剤散布後経過日数とも薬剤区と無散布区との間で明らかな差が認められた。

・モリエートSCは7日間飼育後の累積死虫率で見ると、8週間は効果が認められるが、散布後日数経過とともに後食量が大きくなる。平均後食面積も、薬剤区と無散布区との間で明らかな差がある。

②適用試験・モデル林分試験（2002年 林業薬剤協会）

【試験場所】鹿児島県始良郡蒲生町上久徳 鹿児島県林業試験場内

【供試立木】クロマツ（3年生），10本/区

【散布日】2002年6月25日（第1回），7月30日（第2回）

【散布方法】蓄圧式噴霧器を用い、薬剤が滴下をみるまで樹冠全面に均一に散布した。

表-4 モリエートSCの基礎試験

（2000年 福岡県森林林業技術センター）

供試薬剤名 (希釈倍数)	散布後経過日数	供試虫数			放飼7日後 累積死虫率 (%)	平均後食面積 (cm ²)
		計	♂	♀		
モリエートSC (1,000倍)	14	10	8	2	100.0	0.33
	21	10	5	5	100.0	0.51
	28	10	6	4	100.0	0.83
	35	10	6	4	100.0	0.99
	42	10	4	6	90.0	0.76
	56	10	6	4	100.0	1.00
スミパイン乳剤 (180倍)	14	10	8	2	100.0	0.14
	21	10	7	3	100.0	0.30
	28	10	6	4	100.0	0.39
	35	10	6	4	100.0	0.38
	42	10	4	6	100.0	0.24
	56	10	6	4	100.0	1.29
無処理	14	10	4	6	10.0	25.85
	21	10	6	4	0.0	26.02
	28	10	6	4	0.0	36.28
	35	10	9	1	10.0	31.01
	42	10	6	4	10.0	29.94
	56	10	6	4	20.0	21.76

【処理区】モリエートSC区 (1,000倍), スミ
 パイン乳剤対照区 (180倍), 無処理区

【試験方法】各散布直後と1, 2, 3, 4週目
 に各区5頭の成虫を10回放虫した。放虫は雌
 雄の合計がほぼ等しくなるようにし, 網室は
 横2.0m×縦2.0m×高さ2.3mのものを使用し
 た。

【調査方法】後食量については, 放虫後7日目
 に各処理区毎の供試木における後食量を後食
 長×最大幅で求めた。また, カミキリの生死
 についても観察した。なお, 枯死供試木につ
 いてはマツノザイセンチュウの有無を調査し
 た。

【結果概要】表-5

・散布前に降雨があったが薬剤散布用の供試木
 は室内に置いてあり十分乾燥していたため,
 雨の影響はなかったと考えられる。

・放虫されたカミキリの生存状況を調査した結
 果, モリエートSC区では全試験期間を通し
 て放虫後7日間生存したカミキリはなかった
 (表-5)。無散布区では7月9日(第1回散
 布2週間後)で放虫10頭中9頭生存した。な
 お, 以降は供試木の後食が激しく放虫を中止
 した。

表-5 モリエートSCの適用試験・モデル林分試験

(2002年 林業薬剤協会)

①生存虫数

放虫日	6/25	7/2	7/9	7/16	7/23	7/30	8/6	8/13	8/20	8/27
調査日	7/2	7/9	7/16	7/23	7/30	8/6	8/13	8/20	8/27	9/3
放虫数*1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
モリエートSC (1,000倍)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スミパイン乳剤 (180倍)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
無処理区*2	5	9	8	7	6	6	2	0	0	0

*1; ♀3+♀2もしくは♂2+♀3の計5頭を放虫

*2; 後食量計測不能のため7/9以降は放虫中止

②平均累積後食面積と枯死本数

処理区	調査本数	平均累積後食面積 (8月27日調査)	枯死本数 (10月7日調査)
モリエートSC (1,000倍)	10	0.32cm ²	0
スミパイン乳剤 (180倍)	10	0.98cm ²	0
無処理区	10	21.88cm ² (14日目)	10

・70日目(第1回散布10週間後)の平均累計後
 食量面積は, モリエートSC区が0.32cm²,
 スミパイン乳剤区が0.98cm²であり, 無散布
 区(14日目, 第1回散布2週間後)の21.88
 cm²と比較し極端に少なかった。モリエート
 SC区では後食防止効果が認められ, スミパ
 イン乳剤散布区と比較しても, 累計後食面積
 は有意に少なかった。

・最終的な枯損調査(10月7日)の結果, モリ
 エートSC区に枯損は確認されなかった。こ
 れに対し, 無散布区では全木が枯損し, うち
 8本からマツノザイセンチュウが確認された。

③適用試験・林分試験 (2002年 岩手県林業技
 術センター)

【試験場所】岩手県江刺市稲瀬

【供試立木】アカマツ (推定35年生)

【散布時期】2002年6月12日(第1回), 7月
 4日(第2回)

【散布区】

散布区	モリエートSC区	無処理区
希釈倍数	1,000倍	-
面積	0.076ha	0.044ha
平均樹高	約14m	約14m
供試本数	158本	70本
散布液量	2.86ℓ/本	-

表-6 モリエートSCの適用試験・林分試験

(2002年 岩手県林業技術センター)

供試薬剤名 (希釈倍数)	調査日 (散布後日数)	供試本数	死虫数 (%) *1			平均後食面積 *2 (mm ²)
			1日後	2日後	3日後	
モリエートSC (1,000倍)	6/26 (第1回散布2週間後)	5	1 (20)	2 (40)	2 (40)	97
	7/4 (第1回散布3週間後)	5	5 (100)	5 (100)	5 (100)	2
	7/17 (第2回散布2週間後)	10	9 (90)	10 (100)	10 (100)	4
	8/5 (第2回散布4週間後)	5	3 (60)	5 (100)	5 (100)	15
	8/19 (第2回散布6週間後)	5	1 (20)	2 (40)	4 (80)	8
	8/30 (第2回散布8週間後)	5	3 (60)	5 (100)	5 (100)	20
無処理	6/26 (第1回散布2週間後)	1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	338
	7/4 (第1回散布3週間後)	5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	374
	7/17 (第2回散布2週間後)	5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	449
	8/5 (第2回散布4週間後)	未調査	-	-	-	-
	8/19 (第2回散布6週間後)	5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	233
	8/30 (第2回散布8週間後)	5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	341

*1; 死亡した個体と麻痺した個体の合計

*2; 各処理の総後食面積を各処理の供試個体の延べ生存日数で除した値 (生存1日・1頭当たり後食面積の平均)

【散布方法】動力噴霧器で梢端と同程度の高さ
 まで薬液が届くように散布した。

【調査方法】第1回散布2週間後(14日目),
 約3週間後(22日目), 第2回散布約2週間
 後(13日目), 約4週間(32日目), 約6週間
 後(46日目), 約8週間後(57日目)に散布
 区内の任意の立木(各回1本)から枝を採取
 した。無処理区の枝は岩手県林業技術センター
 構内アカマツ苗(7年生)から採取した。円
 筒形のガラス瓶(直径12cm, 高さ17cm)にこ
 れらの枝6本程度を入れてマツノマダラカミ
 キリを個体飼育した。各調査回とも5もしく
 は10頭を飼育し, 毎日生死を調査した。調査
 は最長7日目まで行ったが, 7日以前に散布
 区の枝を供餌したマツノマダラカミキリがす
 べて死亡した場合は, その時点で無処理の飼
 育も中止した。飼育終了後に後食面積を測定
 した。

【試験結果】表-6

・採取した枝をマツノマダラカミキリに供餌し
 たところ, 本薬剤のかかった枝では, 第2回
 散布8週間後まで明らかな後食量の減少と殺

虫効果が認められた。ただし, 第1回散布2
 週間後に殺虫および後食抑制効果が低かった
 ことから, 散布むらが発生していた可能性が
 ある。十分な注意のもと散布むらなく薬剤を
 散布できれば, 本薬剤はマツノマダラカミキ
 リの後食抑制効果によりマツノザイセンチュ
 ウの発生を予防できると考えられる。

・第2回散布8週間後の1頭・1日当たりの後
 食量(20mm²)は散布直後に比べて若干増え
 るものの, 殺虫効果, 後食抑制効果とも十分
 であると考えられる。また, 当該区のカミキ
 リは供餌半日後には枝上に虫体を保持できず
 落下したり, 異常な歩行を示すなど, 目で見
 てははっきりとわかる徴候を示した。

・下層植生に対する薬害の発生は認められなかつ
 た。

IX. 各種作物に対する薬害

モリエートSCの1,000倍液を以下の作物に十
 分量散布したが, いずれも薬害は認められなかつ
 た。

作物分類	作物名 (品種名)
樹木	アカマツ, アオキ, イチイ, イチヨウ, イヌツゲ, ウリハダカエデ, ウワミズザクラ, エノキ, カイツカイブキ, カラマツ, クスノキ, クリ, クロマツ, ゲッケイジュ, ケヤキ, ゴヨウマツ, サザンカ, サンショウ, シイノキ, シラカシ, スギ, ソメイヨシノ, タラノキ, ツツジ, ツバキ, ドウダンツツジ, ニセアカシア, ネズミモチ, ハウチワカエデ, ヒノキ, ヒマラヤスギ, マダケ, マテバシイ, モウソウチク, モミ, ヤエザクラ, ヤマダマ, ヤマザクラ, ヤマモミジ
野菜類	キャベツ (グリーンボール), なす (千両二号), きゅうり (相模半白節成胡瓜)
豆類	だいず (サチユタカ)
イネ科	稲 (日本晴)

X. 墓石・車の塗装に対する影響試験

【供試薬剤】 モリエートSC (500倍)

【対象物】 御影石製墓石および車の塗装 (白色及びシルバーメタリック)

【試験場所】 茨城県下館市折本540 ヤシマ産業株式会社研究開発部研究室

【試験期間】 2002年8月5日~12日

【処理日】 2002年8月5日

【試験方法】 墓石および車の塗装に対し、モリエートSCの500倍液をピペットを用いて滴下し、真夏の直射日光が当たる圃場に雨を避けて放置した。一週間後、水道水とスポンジを用いて軽くこすりながら洗浄した。

【結果概要】 表面が光沢加工されている御影石及び墓石表面が無加工の墓石に対し、500倍液を処理した場合、水で洗浄すると薬液の痕跡は全く残らなかった。また、車の白色およびシルバーメタリック塗装についても、500倍液で処理した場合、水で洗浄した後に何ら痕跡は認められなかった。

謝辞

本剤の基礎及び適用試験等を実施するに当たり、多大なご指導とご協力を賜りました各県林業試験場、(株)林業薬剤協会、サンケイ化学株式会社ならびにヤシマ産業株式会社の皆様に心より深謝申し上げます。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成16年6月20日 発行

編集・発行/社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町2-18-14 藤井第一ビル8階

電話 03(3851)5331 FAX 03(3851)5332 振替番号 東京00140-5-41930

印刷/株式会社 スキルブリネット

定価 525円

松枯れ防止に関するホームページ
www.greenguard.jp

樹幹注入剤で唯一 原体・製品ともに 「普通物」「魚毒性A類」

...だから安心

松枯れ防止・樹幹注入剤
グリーンガード・エイト
Greenguard® Eight

ファイザー株式会社
 〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7
 農産事業部 TEL(03) 5309-7900

安全、そして人と自然の調和を目指して。

幅広い適用害獣

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果が認められた初めての散布タイプ忌避剤です。

散布が簡単

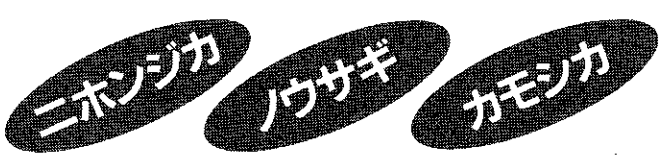
これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥ぎ被害に予防散布が行えます。

長い効果

薬液は素早く乾燥し、降雨による流亡がなく、食害を長期にわたって防止します。

安全性

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用されてきた低毒性薬剤で普通物です。



野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

ゴニファー®水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売

DDS 大同商事株式会社

本社/〒105-0013 東京都港区浜松町1-10-8 野田ビル
☎03-5470-8491

製造



株式会社ニッソーグリーン

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

林野庁補助対象薬剤

新発売

林野庁補助対象薬剤

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

普通物で使いやすい

マツグリーン®液剤

農林水産省登録第20330号

マツグリーン®液剤2

農林水産省登録第20838号

- マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果があります。
- 使いやすい液剤タイプで、薬液調製が容易です。
- 散布後、いやな臭いや汚れがほとんどなく、薬液飛散による車の塗装や墓石の変色・汚染がほとんどありません。

- ミツバチや魚介類に影響が少なく、土壌中や河川水中でも微生物等で速やかに分解され、周辺環境への影響も少ない薬剤です。



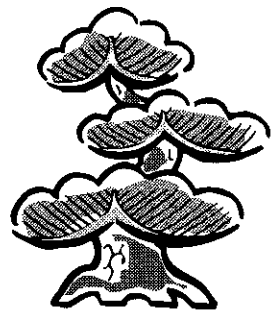
株式会社ニッソーグリーン

〒110-0005 東京都台東区上野3丁目1番2号 TEL.(03)5816-4351
●ホームページ <http://www.ns-green.com/>

松の葉ふるい病の防除に!!

ドウグリーン®水和剤

効果が高く、調合の手間もいらず、しかも最も薬害の少ない銅剤です。

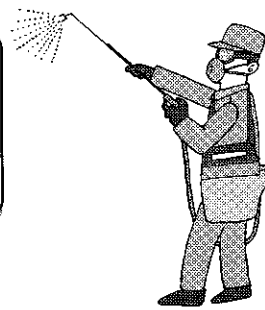


使用方法

1,000倍

新葉生育期と9月頃

10~15日おきに3回ずつ散布



アグロ カネショウ株式会社
東京都港区赤坂4-2-19

【ご案内】

改訂 林木・苗畑の病虫獣害 ——見分け方と防除薬剤——

林木と苗畑の主要病害や害虫・害獣を対象として、その被害の見分け方、生態などをわかりやすく解説し、それぞれの防除方法と登録された薬剤の名前と使用方法をあげてあり、病虫獣害と防除薬剤に関連させた特色のある図書であります。また、農薬についての知識も平易に記載されております。

平成8年2月20日初版の第1刷とその後増刷を発行し、多くの関係各位にご利用いただきましたが、増刷分の在庫もなくなり、ご不便をお掛けしました。このたび、初版後、病虫獣害によって登録薬剤の変動（新規の登録または取り止め）を加えて改訂版を刊行いたしました。

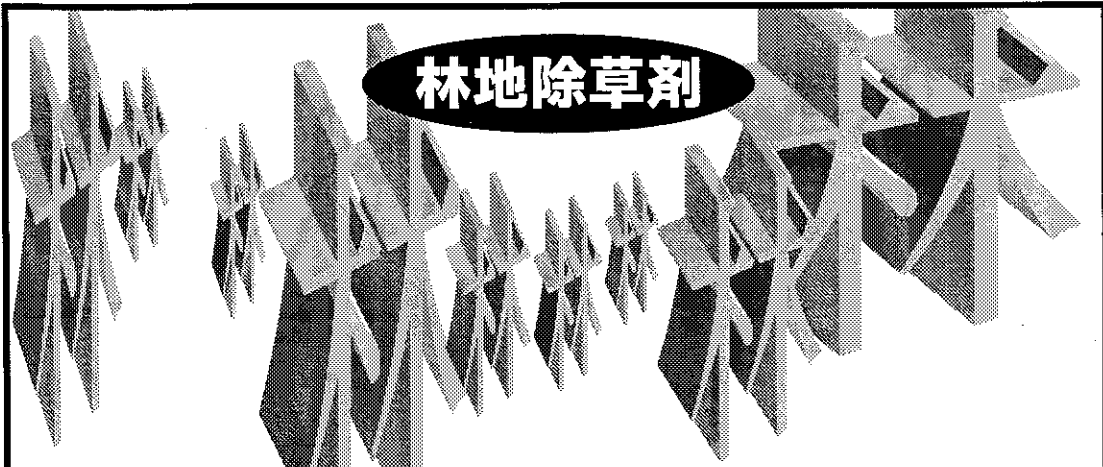
森林保護に従事されている人はもちろん、樹木に関係されている方々にも、きっとお役に立つと思います。

A5版 118ページ（索引含む）写真-64、表-27（領価1,000円 送料実費）

発行：社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町2-18-14 藤井第一ビル
☎ 03-3851-5331 FAX 03-3851-5332

林地除草剤



すぎ、ひのきの下刈りに。

シタガリン[®]T 粒剤

製造 株式会社 **イスデー・イスバイオテック** 販売 丸善薬品産業株式会社 大同商事株式会社

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミパイン[®] 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード[®]・エイト**
メガトップ[®] 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー[®]

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール[®]

林地用除草剤

ザイトDJ^{*} 微粒剤

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール[®]

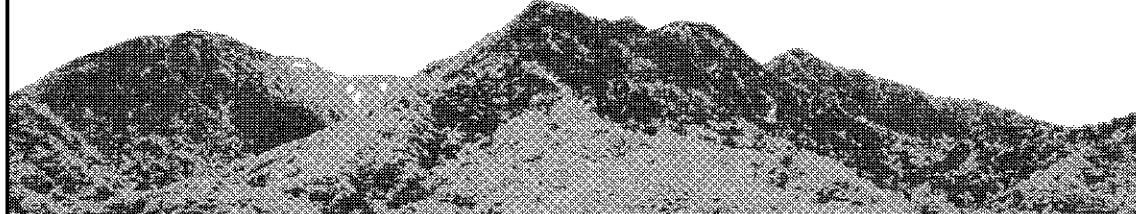
 **サンケイ化学株式会社**

〈説明書進呈〉

本社	〒891-0122 鹿児島市南栄2丁目9	TEL (099)268-7588
東京本社	〒110-0015 東京都台東区東上野6丁目2-1	信興上野ビル TEL (03)3845-7951(代)
大阪営業所	〒532-0011 大阪市淀川区西中島4丁目5-1	新栄ビル TEL (06)6305-5871
九州北部営業所	〒841-0025 佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	TEL (0942)81-3808

緑豊かな未来のために

人や環境にやさしく、大切な松をしっかりと守ります。



マツノマダラカミキリに高い効果

新発売 (普通物)


エコワン3 100~200倍希釈
フロアブル
農林水産省登録 第20897号 (チアクロプリド水和剤3%)



エコワンフロアブル 1500~3000倍希釈
農林水産省登録 第20696号 (チアクロプリド水和剤40.0%)

井筒屋化学産業株式会社
本社/熊本市花園1丁目11番30号
〒860-0072 TEL.096-352-8121(代) FAX.096-353-5083

バイエルクロップサイエンス株式会社
エンバイロサイエンス事業本部 緑化製品部
〒108-8572 東京都港区高輪4-10-8 緑化部 ☎03-3280-9379

 Bayer Environmental Science

野生獣類から大切な
植栽木を守る

ツリーセーブ
ヤシマレント
ヤシマアンレス

蜂さされ防止

ハチノックL (巣退治)
ハチノックS (携帯用)

大切な日本の松を守る
ヤシマの林業薬剤

ヤシマスミパイン乳剤
グリーンガードエイト
パークサイドF
ヤシマNCS

くん蒸用生分解性シート

ミクスト


Yashima
豊かな緑を次代へ

自然との調和

私たちは、地球的視野に立ち、
つねに進取の精神をもって、
時代に挑戦します。

皆様のご要望にお応えする、
環境との調和を図る製品や
タイムリーな情報を提供し、
全国から厚い信頼をいただいております。



 **ヤシマ産業株式会社**

本社 〒203-0002 神奈川県川崎市高津区二子6-14-10 YTTビル4階 TEL.044-833-2211 FAX.044-833-1152
工場 〒308-0007 茨城県下館市大字折本字板堂540 TEL.0296-22-5101 FAX.0296-25-5159 (受注専用)

低薬量と高い効果で松をガード!



施工作业が
いっそう楽に
なります。

マツガード®

180ml 加圧注入器用

加圧注入器に移しかえてご使用ください。

松枯れ防止/樹幹注入剤

マツガード®

マツガードは、三共(株)が開発したミルベメクチンを有効成分とする松枯れ防止樹幹注入剤です。ミルベメクチンは、開発当初から生物活性や殺センチュウ活性の高いことが知られており、その作用性、化学構造の新規性、環境での分解の早さ、そして天然化合物であることなどの理由から多方面で注目を集めています。

普通物で環境にやさしい天然物(有効成分)。
少量の注入で効果抜群。
効果が長期間持続(4年)。



販売元
株式会社 三共緑化
東京都千代田区神田佐久間町4丁目20番地
TEL 03(5835)1481 / FAX 03(5835)1483

®:登録商標



60ml