

# 森林防疫

# FOREST PESTS

VOL.53 No.10 (No. 631)

2004

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成16年10月25日発行（毎月1回25日発行）第53巻第10号



樹幹中央で折れたスギ被害木

竹谷 昭彦\*

日本林業技術協会主任研究員

種子島の一部でスギにゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca* の被害が発生した。ゴマダラカミキリは果樹や街路樹を加害するカミキムシとして有名であるが、林業樹種を加害するのはほとんど記録がない。果樹や街路樹の場合、加害場所は地際に近いところ、ほとんどは1.5m以内のところであるが、種子島で発見されたスギの被害の場合は樹幹の高い位置の被害が多かった。

被害は局所的であったので発見されていなかったが、強風によって被害箇所を中心に折れているのが多数発見された。その折損木を調査することによってゴマダラカミキリ被害であることがわかった。

\* TAKETANI, Akihiko

## 目次

ヤナギ類水紋病を例として「材の病理学」を考える .....	坂本泰明	209
ヤチダモがんしゅ病の病態解剖 .....	坂本泰明	214
ヤクスギカミキリとマツノマダラカミキリ日本亜種について .....	横原 寛	221
《森林病虫獣害発生情報：平成16年8月受理分》 .....		224
《都道府県だより：鳥取県、福島県》 .....		224

# ヤナギ類水紋病を例として「材の病理学」を考える

坂本 泰明<sup>1</sup>

## 1. はじめに

1993年8月、大雪湖周辺域において、葉が赤褐色化・下垂し枝枯れや萎凋症状を呈しているヤナギ類 (*Salix* spp.) を見いだした。症状の程度は様々で、中には症状が樹冠全体に及ぶものや、落葉が進み、ついには小集団的に枯死している罹病木も観察された。調査、研究の結果、本病はイギリスやオランダなどで報告されていたヤナギ類の watermark disease (水紋病) (Day, 1924; Lindeijer, 1931; Dowson, 1937) と同一の病害であることをつきとめた (坂本 1998; Sakamoto *et al.*, 1999)。

葉の赤褐色化や下垂、枝枯れや萎凋症状といった外部病徴に加え、本病には「watermark (水紋)」と呼ばれる特異的な内部病徴が観察される (写真-1, 2)。この水紋は、通水機能を失った材組織であると同時に (Sakamoto and Sano, 2000)、周辺の組織よりも多湿な状態にある、いわゆる wetwood (多湿材) でもあるため (Sakamoto and Kato, 2002)、「罹病材の病理学的変化」を観察する上で、たいへんに興味深い病害である。そこで本紙面をお借りし、いままでに得られた研究結果について、その概要をご報告したい。

## 2. 水紋とは何か?

本病に罹病し、葉の赤褐色化や下垂、枝枯れや萎凋症状を呈している枝や幹を切断し、その横断面を観察すると、辺材部の年輪に沿ってリング状あるいは弧状の褐色の変色部が形成されているのがわかる (写真-1)。これが水紋と呼ばれる罹病材で、病状が進むと心

材部にまで拡大する (写真-2)。水紋は水浸状を呈しており、空気に触れると表面がす

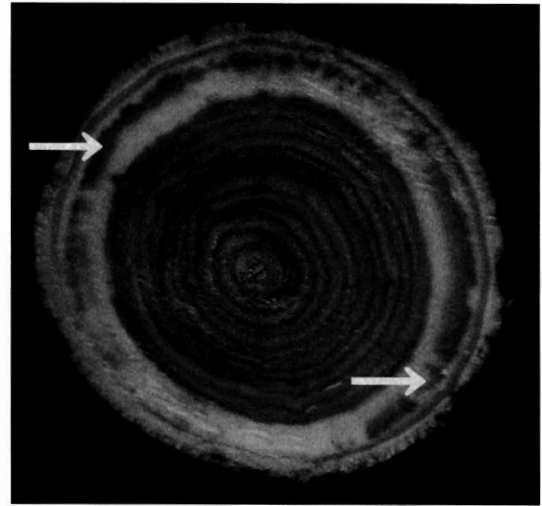


写真-1 辺材部にリング状に形成されている水紋 (矢印)。

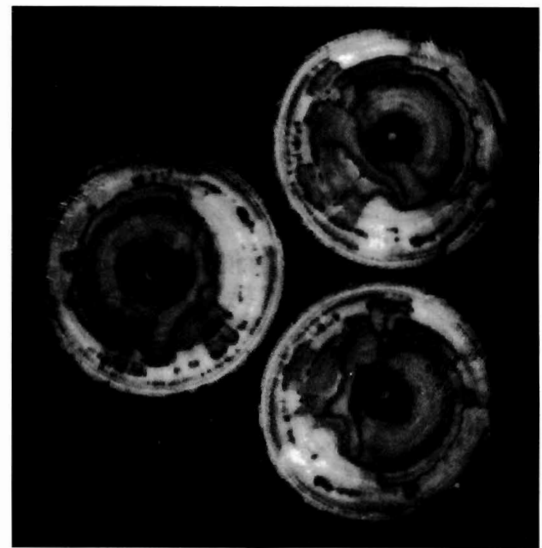


写真-2 心材部にまで拡大している水紋。

<sup>1</sup>SAKAMOTO, Yasuaki, 獨森林総合研究所北海道支所

ぐに酸化して暗黒化する。

### 3. 罹病木の通水阻害機構の解明

本病は萎凋病害である。したがって、その発病機構においては何らかの通水阻害要因が働いているはずである。その要因を探り、本病における萎凋枯死症状のメカニズムを明らかにするため、水紋の病態解剖と立木染色法による試験を実施した。

滑走式ミクロトームにより、水紋の切片(20~25 $\mu$ m)を作成、光学顕微鏡下で観察したところ、柔細胞は黄色~褐色に変色しており、フェノールなどの二次代謝物の生産・酸化が示唆された。また、原形質分離を起こし、壊死している柔細胞も観察された(写真-3)。また、病原細菌は導管内に生息していたが、すべての導管が細菌塊で塞がれていたわけではなかった(写真-4)。つまり、単純に病原細菌塊によってすべての導管が閉塞したために、通水機能を失ったわけではなかったのである。

立木染色法とは、試験木の樹幹部に穴をあけ、そこから色素液(今回は赤系のサフラン水溶液を使用)を吸い上げさせる試験で、この方法により、通水機能を有する導管は色素液により染色されることになる。したがって、試験木を伐倒後、樹幹内部の染色状態を

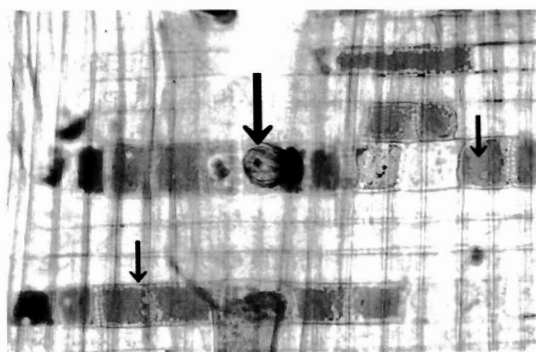


写真-3 水紋の放射断面。大矢印は原形質分離をおこした柔細胞、小矢印は壊死した柔細胞を示している。

観察することにより、通水部分を把握できるのである。この試験により、水紋はまったく染色されることがなく、したがって通水機能を失っている材組織であることが明らかとなった。

以上のことから、水紋はdiscolored woodやwound woodと呼ばれる病理組織と同様のものであると考えられた。Discolored woodやwound woodとは、樹木の辺材部が負傷したり、微生物等の感染を受けた場合、その防御反応として形成されるもので、心材形成と類似の現象、すなわちフェノールなどの二次代謝物の生産後、それらが酸化・重合することにより褐色化、柔細胞が壊死、そして通水機能を失った組織であるとされている(Shigo and Hillis, 1973; Bauch, 1984; Shigo, 1984)。(黒田・山田 1996)は、現在本州の日本海側で発生しているナラ類の萎凋病害においても、本病のような通水機能を失い、変色した罹病材を見いだしており、それを「傷害心材」と呼称している。この傷害心材も、discolored woodやwound woodと意味するところは同じである。

したがって病状の進展にとまない、通水機能を失った水紋(=discolored wood or wound wood)が拡大し、全体として辺材部の通水

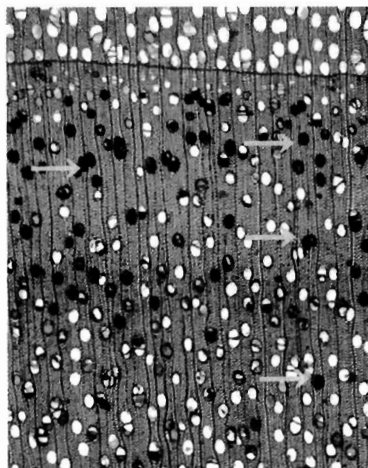


写真-4 水紋の横断面(矢印：病原細菌塊)。

性が低下、やがては樹体内のある部分での通水が停止するため、樹体が萎凋枯死症状を呈するとの結論が導き出された。

#### 4. 罹病材の多湿化要因の解明

先に述べたとおり、水紋は水浸状を呈している。そこで、罹病木断面の水分分布状況を可視化するため、軟X線による写真解析を行った。木材円盤に軟X線を照射した場合、透過率の低い軟X線は水によって吸収され木材円

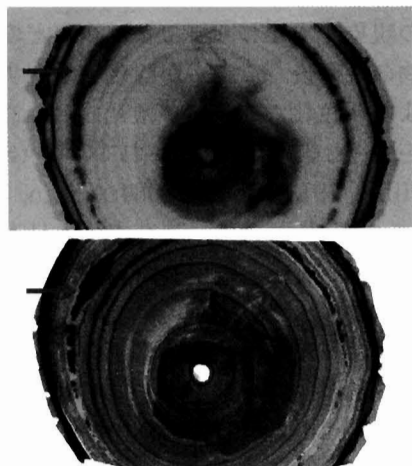


写真-5 軟X線写真解析。  
上：通常の白黒フィルム写真（矢印：水紋）。  
下：軟X線写真。水紋と多湿部（黒色部）が一致している。

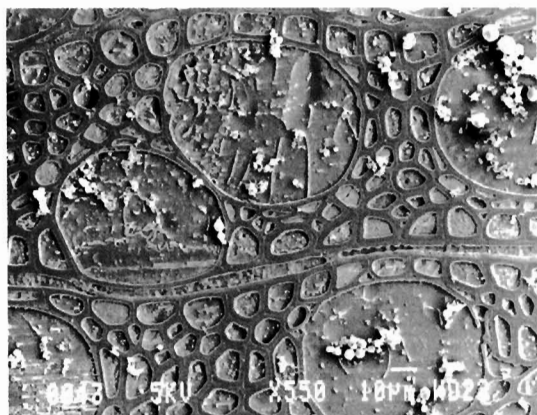


写真-6 cryo-SEM写真。水紋のすべての細胞間隙が氷（自然条件下では水）で満たされていた。

盤を通過できないため、写真上でその部分は黒く写ってしまう。この原理を応用し解析したところ、水紋はその周辺の辺材部よりも含水率の高い多湿状態にあることが確認された（写真-5）。また、試料を凍結させたまま観察できるcryo-SEM（冷凍走査型電子顕微鏡）により水紋を観察したところ、導管や木繊維の内こうは氷（自然条件下では水）で満たされていることが明らかとなった（写真-6）。このように、周辺の組織よりも多湿状態にある材組織はwetwood（多湿材）と呼ばれる（Panshin and de Zeeuw, 1980）。Wetwoodは幹の凍裂の原因となる他、伐採後の材の乾燥を困難にするなど、様々な問題を引き起こす現象である。その形成機構については諸説あり、ある種の細菌感染との関連性が指摘されるものも報告されており（Hartley *et al.*, 1961; Ward and Pong, 1980; Ward and Zeikus, 1980）、それらはbacterial wetwoodと呼ばれている（Murdoch and Campana, 1983）。そこで、水紋を病原細菌（*Erwinia salicis*）の感染によって生じるbacterial wetwoodとしてとらえ、その多湿化要因の解明を試みた。

まず、走査型電子顕微鏡（SEM）により、水紋を詳細に観察したところ、道管と放射柔細胞、および木繊維間を結ぶ有縁壁孔膜が崩壊、または欠損しており、その部分が水の移動経路となりうる状態となっていた（写真-7, 8）。またサイクロメーターによる測定の結果、水紋の浸透圧（平均-0.34MPa）は、その周辺の辺材部（平均-0.06MPa）や、健全木の辺材部（平均-0.04MPa）より低い状態にあることが明らかとなった。

植物病原細菌を高濃度のサッカロースを含む培地（Dye, 1968）に生育させると、多量の菌体外多糖類を生産することがある。本病原細菌も、培地上で多量の菌体外多糖類を生産することが明らかとなった。もし、水紋内でもこの菌体外多糖類が生産されているとす

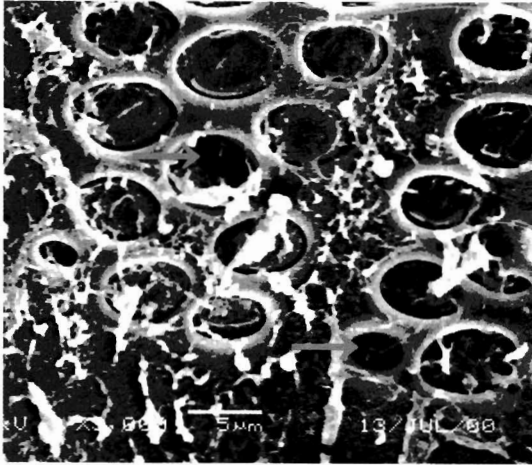


写真-7 SEMによる導管壁の観察。導管と放射柔細胞をむすぶ有縁壁孔が破壊されていた(矢印)

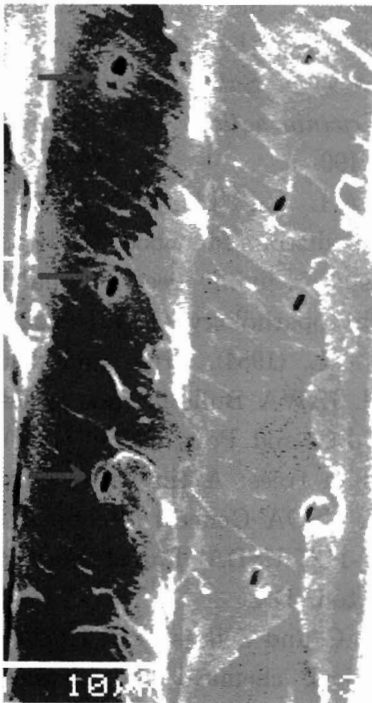


写真-8 SEMによる木部繊維の観察。有縁壁孔が欠損していた(矢印)。

れば、水紋の浸透圧を低下させる大きな要因となる。そこで、培地上で生産された菌体外多糖類、健全な辺材部および水紋から抽出された多糖類画分を $^{13}\text{C}$ -NMRスペクトルによ

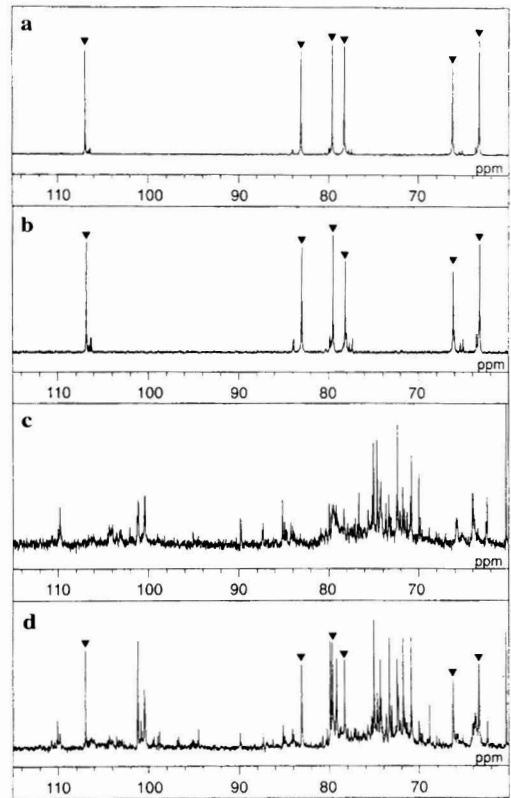


図-1  $^{13}\text{C}$ -NMRスペクトル分析

- 試薬として市販されている levan.
  - 病原細菌の培養中に培地上で生産された多糖類.
  - 健全な辺材から抽出された多糖類.
  - 水紋から抽出された多糖類.
- 矢印がlevanのシグナルを示している。

り分析したところ、病原細菌は水紋中でも菌体外多糖類の一種である levan を生産していることが確認された(図-1)。したがって、病原細菌による levan の生産・蓄積が水紋の浸透圧を低下させる要因となり、その浸透圧の低下によって崩壊・欠損している有縁壁孔膜等を通して周辺の辺材部からの水が移動するため、水紋は多湿化しているものと考察された。

## 5. おわりに

水紋病の研究は、罹病材の病理学的変化を探る上で、興味深い知見を得るケースとなったと同時に、他の樹種における萎凋病害の通

水阻害機構, およびbacterial wetwoodの形成機構を探る上でも, たいへん有効な知見を与えるものとなった。

最後になったが, 本研究を遂行するにあたって, 北海道大学大学院農学研究科・佐野雄三博士, 森林総合研究所・加藤厚博士にご指導とご協力をいただいた。ここに深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- Bauch, J. (1984). Discolouration in the wood of living and cut trees. IAWA Bulletin new series 5, 92~98.
- Day, W.R. (1924). Watermark disease of the cricket-bat willow. Oxford Forestry Memoirs No.3, 1~30.
- Dowson, W.J. (1937). *Bacterium salicis* Day, the cause of the watermark disease of the cricket-bat willow. Annals of Applied Biology 3, 528~545.
- Dye, D.W. (1968). A taxonomic study of the genus *Erwinia*. I. The "amylovora" group. New Zealand Journal of Science 11, 590~607.
- Hartley, C., Davidson, R.W. and Crandall, B.S. (1961). Wetwood, bacteria, and increased pH in trees. USDA Forest Products Laboratory Report No. 2215. USDA Forest Service, Washington, D.C.
- 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. 日林論 78, 84~88.
- Lindeijer, E.J. (1931). Een bacterie-ziekte van de wilg. Tijdschrift v. Plantenziekten 37, 63~67.
- Murdoch, C.W. and Campana, R.J. (1983). Bacterial species associated with wetwood of elm. Phytopathology 73, 1270~1273.
- Panshin, A.J. and de Zeeuw, C. (1980). Textbook of wood technology, 4th edition. McGraw-Hill, New York.
- 坂本泰明 (1998). 北海道において新たに発生した *Erwinia salicis* によるヤナギ類水紋病. 森林防疫 47, 183~186.
- Sakamoto, Y., Takikawa, Y. and Sasaki, K. (1999). Occurrence of watermark disease of willows in Japan. Plant Pathology 48, 613~619.
- Sakamoto, Y. and Sano, Y. (2000). Inhibition of water conductivity caused by watermark disease in *Salix sachalinensis*. IAWA Journal 21, 49~60.
- Sakamoto, Y. and Kato, A. (2002). Some properties of the bacterial wetwood (watermark) in *Salix sachalinensis* caused by *Erwinia salicis*. IAWA Journal 23, 179~190.
- Shigo, A.L. and Hills, W.E. (1973). Heartwood, discolored wood, and microorganisms in living trees. Annual Review of Phytopathology 11, 197~222.
- Shigo, A.L. (1984). Trees and discolored wood. IAWA Bulletin new series 5, 99.
- Ward, J.C. and Pong, W.Y. (1980). Wetwood in trees: A timber resource problem. USDA General Technical Report PNW-112. USDA Forest Service, Washington, D.C.
- Ward, J.C. and Zeikus, J.G. (1980). Bacteriological, chemical and physical properties of wetwood in living trees. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Frost-Holzwirtschaft. 131, 133~168. (2004. 3.11 受理)

# ヤチダモがんしゅ病の病態解剖

坂本 泰明<sup>1</sup>

## 1. はじめに

*Nectria galligena* Bres. によって引き起こされる「がんしゅ病」は、広葉樹における深刻な永年性病害として知られている。欧米において、このがんしゅ病は *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Juglans*, *Malus*, *Populus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Salix*, *Sorbus*, *Ulmus* 等の多数の属の樹種での発生が報告されている (Flack & Swinburne 1977; Sinclair *et al.* 1987)。北海道においては、ヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*) のがんしゅ病が全道的に発生している (佐々木, 1979)。発病によって枝枯れや樹形の著しい変形やゆがみが生じ、罹病部分の物理的強度は低下し、時には強風等で簡単に折れてしまうこともある。

国内外を合わせ、*N. galligena* によるがんしゅ病に関しては、菌学・疫学的、あるいは薬剤による防除に関する研究は多数存在するものの (e.g. Blanchard & Tattar 1997; Cooke 1999; Flack & Swinburne 1977; 佐々木 1979; 佐々木 1986; Swinburne 1971a,b; Welch 1934a,b), がんしゅ部の解剖学的な試験・観察例となると、極端に少なくなる (e.g. Crowdy 1949; Zalasky 1968)。佐々木 (1983) は、ヤチダモのがんしゅ病に関し、若干の解剖学的見地からの試験を行ったが、がんしゅ形成過程のメカニズムや、病原菌の罹病組織内における病理学的な挙動については、なお不明な点が多く残されたままである。以上のことを明らかにするため、ヤチダモがんしゅ病の詳細な病態解剖学的観察を行ったので (Sakamoto *et al.* 2004), 本誌面をお

借りし、その概略を紹介したい。

## 2. 試験方法

### 病態解剖観察

美深と苫小牧の天然林において、*N. galligena* の自然感染により発生したがんしゅ部を多数採取した。がんしゅ部の外観と、横断面および放射断面の観察は実体顕微鏡下 (x 8-40) で行った。

光学顕微鏡観察のため、試料は FAA (ホルマリン:50%酢酸:50%エタノール=5:5:90) による固定後に脱水、セロイジン (cedukol, Merck) によって包埋処理した。その試料を滑走式マイクロームで 12~25 $\mu$ m の切片 (横断・放射断面) とし、サフラニン O とファーストグリーンによって二重染色した後に観察した。

また、形成層の詳細な観察のため、エポキシ樹脂に包埋した試料を、ウルトラマイクロームにより 1 $\mu$ m の切片 (横断面) にした。

### がんしゅ部の通水機能の観察

がんしゅ部の通水機能を明らかにするため、立木染色試験を行った。がんしゅが複数形成された罹病枝をサフラニン O 水溶液に約 90 分挿しておいた後、師部を剥がし、染色された部分 (通水機能を有し、サフラニン O で赤く染まった導管部分) を観察した。その後、12 $\mu$ m の切片 (横断面) を作成、光学顕微鏡下で通水機能を有していた導管 (内壁が赤く染まった導管) の分布状況を調べた。

### 接種試験によるがんしゅ部の形成

*N. galligena* の培養菌糸を用い、ヤチダモの苗木 (4~6 年生) に接種試験を行い、約 2 年間に渡って経時観察と試料採取を行った。

<sup>1</sup>SAKAMOTO, Yasuaki, 佃森林総合研究所北海道支所

採取した試料は、先に述べたのと同様の方法を用いて処理後、光学顕微鏡により観察した。

#### ヨウ素による柔細胞の染色

柔細胞中のデンプン質を染め、組織内における柔細胞の分布状況を明らかにするため、切片をヨウ素とヨウ化カリで染色 (Miyazaki *et al.* 2002) した後、光学顕微鏡下で観察した。

### 3. 結果

#### 自然感染によるがんしゅ部の観察

典型的ながんしゅ部は、同心円状に形成された罹病材のリングによって構成されているため、あたかも射撃的のような形状を呈していた (写真-A)。このようながんしゅ部の横断面を観察すると、形成層帯は壊死しており、露出した材は変色、時には腐朽していることもあった (写真-B)。

罹病材は著しく変形すると同時に、罹病師部も健全部と比較して厚くなっており、壊死した師部は容易に崩壊した。また、罹病材の同心円状のリング1つ分が、そのままがんしゅ部横の材の1年輪分と連続・対応していた。

罹病材の幅は、それに隣接するがんしゅ部横の材よりも広く、同心円状のリングの形成は、継続的な形成層帯の壊死によるものであることが確認できた (写真-B)。

幅広の罹病材は、主に軸方向の柔細胞と木部繊維より構成され、形成されている導管の数は少なかった (写真-C)。大口径導管の口径は健全部のそれよりも口径が狭く、導管内には、しばしば菌糸が観察されることもあった。放射・軸方向柔細胞や導管、木部繊維の方向性は、健全部と比較し、激しく乱れていた (写真-D, E)。

ヨウ素で染色された軸方向柔細胞の数は、罹病部ではその数が著しく増加すると同時に、その配列も激しく乱れていた (写真-F, G)。ヤチダモの軸方向柔細胞には、随伴散在・周囲・ターミナル・散在と4つのタイプが存在

することが報告されているが (石田と大谷 1986)、罹病材においては、このような規則性はもはや失われていた。

がんしゅ部付近の形成層帯では、その細胞の層状構造が乱れ、厚い壁を有する成熟した細胞と、薄い壁しかもため未成熟の細胞が混在していた (写真-H)。そしてがんしゅ中心部に達すると、もはや形成層帯としての連続性も失われていた。

病態解剖学的な異常は、がんしゅ部横の木部においても観察できた。すなわち、その年輪幅は健全部のものよりも狭く、小口径の導管が少数形成されていたのみであった。

がんしゅ部の罹病師部を観察したところ、柔細胞とスクレイドの数が著しく増加していた。軸方向柔細胞と放射柔細胞を区別することはもはや困難であり、スクレイドは大きな塊となっていた (写真-I)。

#### がんしゅ部の通水機能

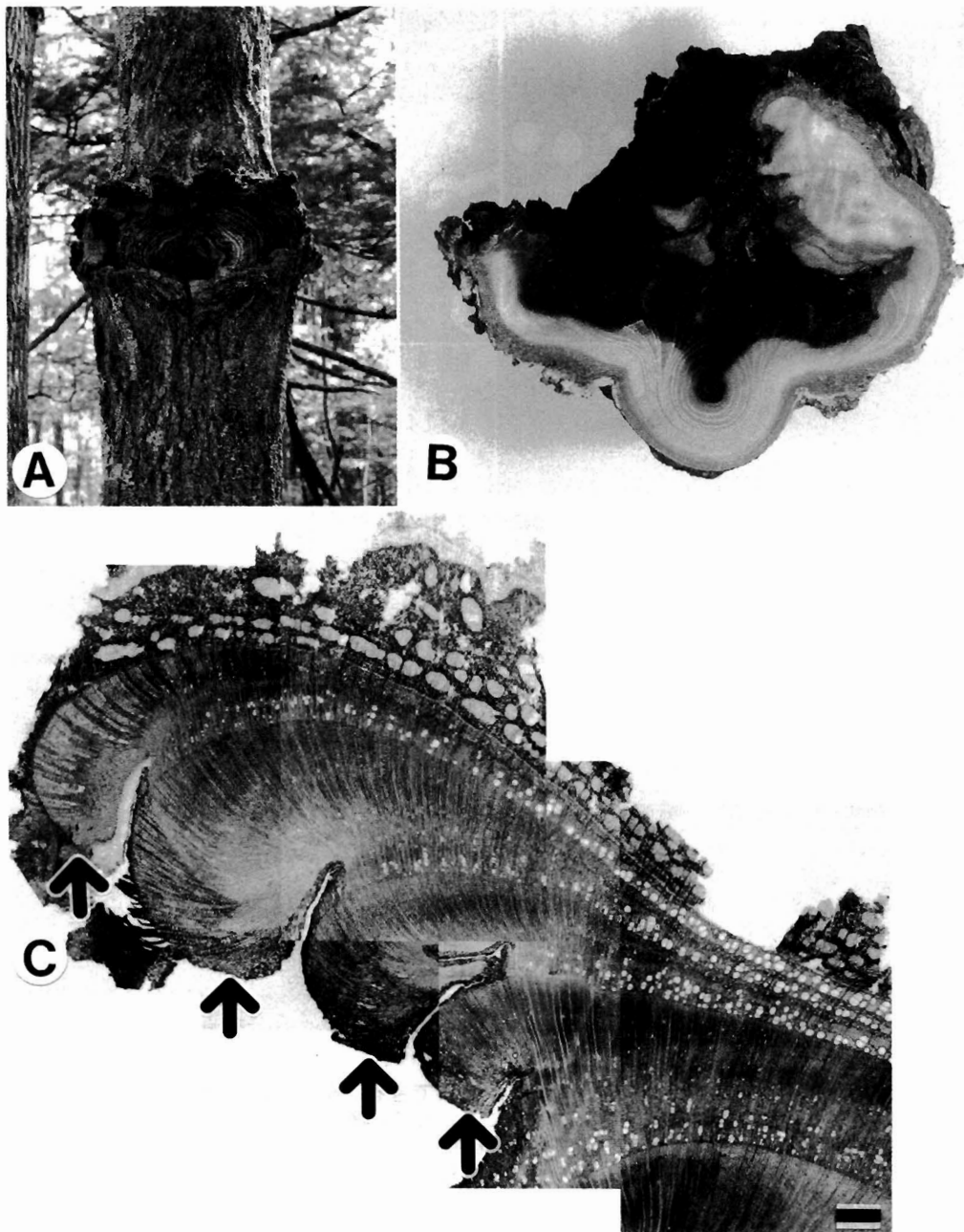
通水機能を有していた導管 (赤く染まった導管) は、材が露出しているがんしゅ部を迂回するように蛇行していた。

また光学顕微鏡観察により、通水していた (赤く染色されていた) 導管は、その年に形成された大口径導管のみであったのに対し、がんしゅ部横の材においては、その年に形成された大口径導管に加え、前年に形成されていた小口径導管も通水機能を有していた。

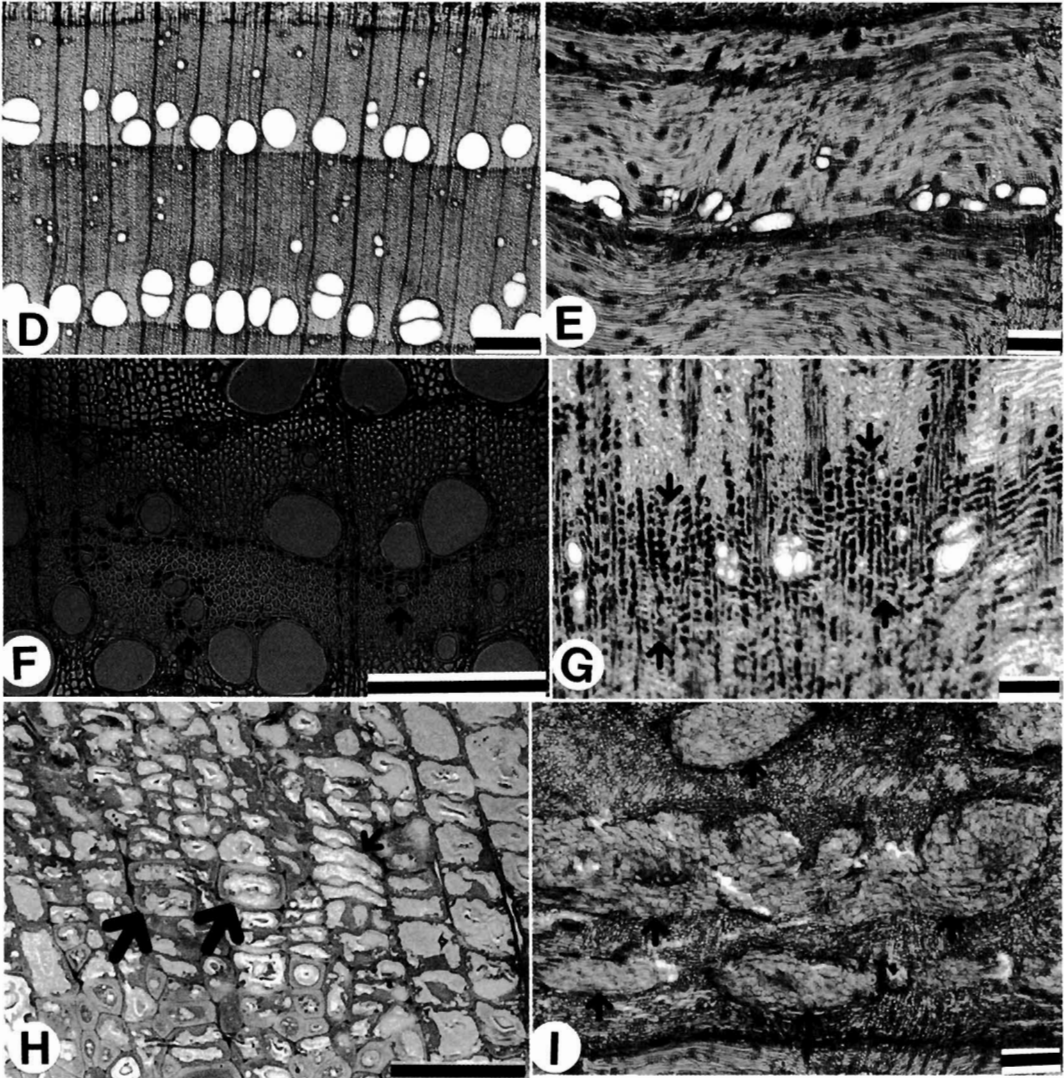
#### 接種試験によるがんしゅ部の形成

接種後約1ヶ月目で顕著な変化、すなわち接種点付近の組織が肥大し、外樹皮が裂けるといった症状が観察できた。経時観察中、接種点は肥大を続け (秋から冬にかけては停止したが)、2年後にはほとんどの接種点に顕著ながんしゅ部が形成されていた (写真-J)。光学顕微鏡による解剖学的所見は、自然感染によるがんしゅ部とほぼ同様で、接種2年後には、幅が広く、口径の狭い導管を少数しか形成していない罹病材 (的状の病斑を形成するリング) が、はっきりと確認できた (写真-K)。





A : 典型的な病的状のがんしゅ部。  
B : 典型的ながんしゅ部の横断面。  
C : がんしゅ部の横断面。矢印は、病的状がんしゅにおける同心円状のリングを示している。  
Scale bar = 500 $\mu$ m.



D：健全材部の横断面。Scale bar = 500  $\mu$ m.

E：罹病材部の横断面。構成要素の方向性の乱れが観察できる。Scale bar=500 $\mu$ m.

F-G：ヨウ素染色。柔細胞中のデンプンは紫色に染まっている。

F：健全材部の横断面。矢印は柔細胞を示す。Scale bar=500 $\mu$ m.

G：罹病材部の横断面。数が増大し、配列の乱れた柔細胞に注目（矢印）。Scale bar=500 $\mu$ m.

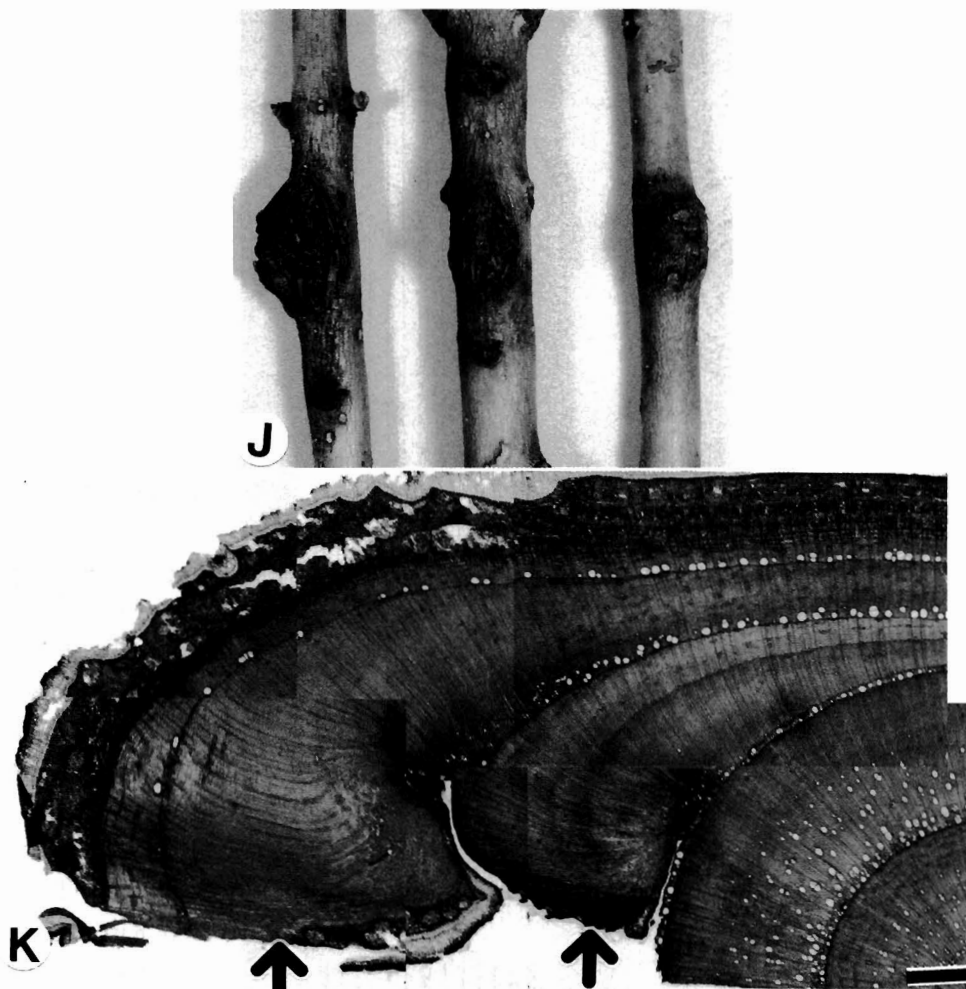
H：がんしゅ部の形成層帯。厚い壁を有する成熟細胞（大矢印）と薄い壁しかもたない未成熟細胞が混在していることに注目。Scale bar=50 $\mu$ m.

I：罹病師部の横断面。矢印は塊となったスクレレイドを示している。Scale bar=500 $\mu$ m.

#### 4. 考察

がんしゅ部の特異的な同心円状のリングの顕在化は、がんしゅ部付近で毎年繰り返される師部組織と形成層帯の壊死が引き起こしているものと推察された。つまり、がんしゅ部

付近の組織は師部・木部とも同時に肥大するが、その後師部の一部は壊死によって崩壊するため、罹病材が毎年繰り返し露出される。これがリング形成のパターンである（写真-L）。



J : 接種試験によって形成されたがんしゅ部（接種後約2年後）。  
 K : 接種試験によって形成されたがんしゅ部（接種後約2年後）の横断面。  
 矢印は病的状がんしゅを形成するリングを示している。Scale bar=500 $\mu$ m.

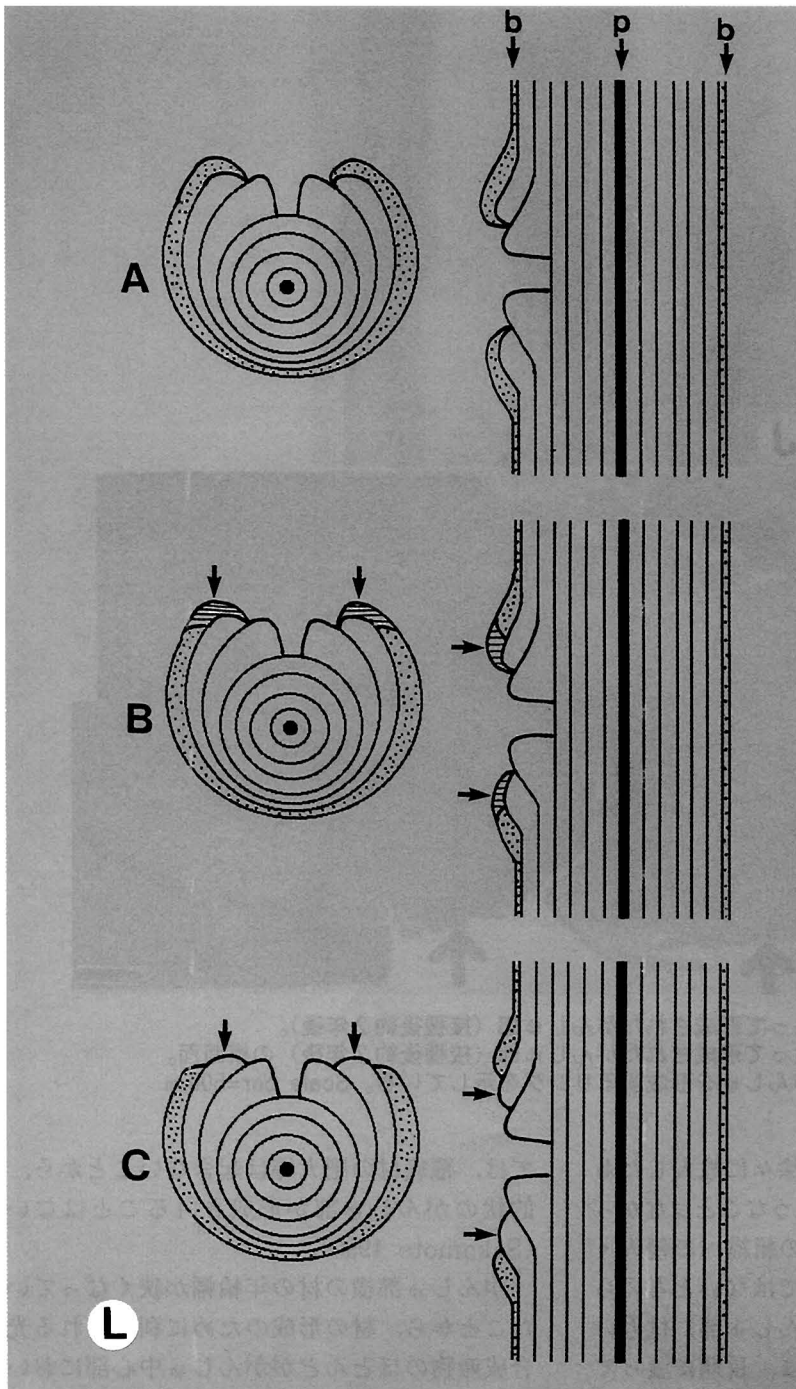
接種試験により、病斑は徐々に拡大したものの、急に大きく拡大するようなことはなかった。このことから、病原菌の組織への侵入・伝搬力はそれほど強いものではないと考えられた。しかし、接種部（がんしゅ部）付近の材や形成層帯などの組織内に、長期に渡って生存し、組織学的な異常を起こし続ける能力を有していることが確認できた。

組織が壊死し、罹病材が露出したがんしゅ部は、イヌエンジュがんしゅ細菌病においても観察されるものの、がんしゅ細菌病におい

ては、罹病材の肥大等は起きないことから、病的状のがんしゅ部が形成されることはない（Sakamoto 1999）。

がんしゅ部横の材の年輪幅が狭くなっていたことから、材の形成のために利用される光合成産物のほとんどががんしゅ中心部において消費されたと考えられた。

通水機能という側面から考察すれば、がんしゅ部における口径が狭く、しかも数のすくない導管形成は、非常に不利なものと言える。理論的な導管における水分通過率は、その口



L：的状がんしゅ形成過程の概念図。

－A：罹病材と罹病師部の肥大（幅の拡大）が同時に引き起こされる。

－B：肥大した師部の縁が壊死する（矢印）。

－C：肥大した罹病材が露出してくる（矢印）。

b = 外樹皮と師部； p = 髓。

径の4乗に比例するとされている (Zimmermann 1983)。したがって、がんしゅ部における水分通道率は、著しく減少していることになるのである。つまり、がんしゅ部横の材においては当年生の大口径および前年生の小口径の導管が通道しているとはいえ、多数のがんしゅ部が形成されている枝や幹においては、全体としての通道率の著しい低下により、時には水分ストレスによる枯損が起きる可能性も考えられた。

機械的な傷害によって、形成される導管の口径が狭くなったり、その数が減少する事例は、数種類の広葉樹においても報告されている (Bauch *et al.* 1980; Kuroda & Shimaji 1985; Kuroda 1986; Lev-Yadun & Aloni 1993)。ヤチダモの場合、凍裂による傷害部付近における、口径が狭く、その数も少ない導管形成が確認されている (佐野 1996)。したがって、口径が狭く、その数も少ないという導管形成は、がんしゅという病害に特有の現象というよりは、傷害に対する樹体反応のひとつであると考えられた。

本研究の結果は、ヤチダモがんしゅ病の構造と

その病態解剖学的特徴を詳細に明らかにするものとなったが、解剖学的変化に対する生理学的側面等、不明な点も残されている。例えば、キョウチクトウ (*Nerium oleander* L.) のこぶ病 (細菌病) においては、病原細菌によって生産されるオーキシシン (indole-3-acetic acid) がこぶの形成に作用しているとの報告がある (Smidt & Kosuge 1978)。また、Aloni (1991) は、環孔材を有する *Melia azedarach* における導管の口径は、NAA ( $\alpha$ -naphthaleneacetic acid) の施用により変化しうることを発見した。また、Yamamoto ら (1987) は、エチレンの誘導体であるエスレルをニレ (*Ulmus americana* L.) の苗木に施用することにより、師部の厚さや、導管の口径や数、放射柔細胞の幅などの解剖学的特徴を、著しく変化させることに成功している。したがって、ヤチダモががんしゅ病においても、植物ホルモン等の生産ががんしゅ形成において重要な役目を果たしていることが考えられるが、この点に関しては、今後の課題であろう。

## 5. おわりに

本報告は、山田祐子氏 (元・北大大学院農)・佐野雄三博士・玉井裕博士 (北大大学院農)、そして船田良博士 (東京農工大) との共同研究に基づいたものである。

## 参考文献

- Aloni, R. (1991). Wood formation in deciduous hardwood trees. In: A.S. Raghavendra (ed.), *Physiology of trees*: 175~197. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Bauch, J., A.L. Shigo & M. Starck (1980). Wound effects in the xylem of *Acer* and *Betula* species. *Holzforschung* 34, 153~160.
- Blanchard, R.O. & T.A. Tattar. (1997). Field and laboratory guide to tree pathology (2nd ed.). Academic Press, San Diego.
- Cooke, L.R. (1999). The influence of fungicide sprays on infection of apple cv. Bramley's seedling by *Nectria galligena*. *Eur. J. Plant Pathol.* 105, 783~790.
- Crowdy, S.H. (1949). Observation on apple canker. III. The anatomy of the stem canker. *Ann. Appl. Biol.* 36, 483~495.
- Flack, N.J. & T.R. Swinburne (1977). Host range of *Nectria galligena* Bres. and the pathogenicity of some Northern Ireland isolates. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 68, 185~192.
- 石田茂雄・大谷譚 (1989). おもな道産材の構造 - 6. ヤチダモ *北方林業* 41, 163~166.
- Kuroda, K. (1986). Wound effects on cytodifferentiation in the secondary xylem of woody plants. *Wood Research* 72, 67~118.
- Kuroda, K. & K. Shimaji. (1985). Wound effects on cytodifferentiation in hardwood xylem. *IAWA Bull. n.s.* 6, 107~118.
- Lev-Yadun, S. & R. Aloni. (1993). Effect of wounding on the relations between vascular rays and vessels in *Melia azedarach* L. *New Phytol.* 124, 339~344.
- Miyazaki, Y., T. Hiura, E. Kato & R. Funada. (2002). Allocation of resources to reproduction in *Styrax obassia* in a masting year. *Ann. Bot.* 89, 767~772.
- Sakamoto, Y. (1999). Anatomy of bacterial canker on *Maackia amurensis* var. *buergeri*. *J. For. Res.* 4, 281~285.
- Sakamoto, Y., Y. Yamada, Y. Sano, Y. Tamai & R. Funada (2004). Pathological anatomy of *Nectria* canker on *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*. *IAWA J.* 25,

- (165~174).
- 佐野雄三 (1996). 樹木の凍裂発生要因の研究. 北大農学部紀要 19(8), 565~648.
- 佐々木克彦 (1979). *Nectria galligena* Bresadolaによるヤチダモのがんしゅ病. 日林北支講 28, 170~172.
- 佐々木克彦 (1983). ヤチダモがんしゅ病—接種試験および解剖所見—. 94回日林論 547~548.
- 佐々木克彦 (1986). *Nectria*属菌による広葉樹のがんしゅ病—病原菌の分類学的検討—. 日林北支論 35, 68~70.
- Sinclair, W.A., H.H. Lyon & W.T. Johnson (1987). Diseases of trees and shrubs. Cornell Univ. press. Ithaca and London.
- Smidt, M. & T. Kosuge. (1978). The role of indole-3-acetic acid accumulation by alpha methyl tryptophan-resistant mutants of *Pseudomonas savastanoi* in gall formation on oleanders. *Physiol. Plant Path.* 13, 203~214.
- Swinburne, T.R. (1971a). The infection of apples, cv. Bramley's Seedling, by *Nectria galligena* Bres.. *Ann. Appl. Biol.* 68, 253~262.
- Swinburne, T.R. (1971b). The seasonal release of spores of *Nectria galligena* from apple cankers in Northern Ireland. *Ann. Appl. Biol.* 69, 97~104.
- Welch, D.S. (1934a). Range and importance of *Nectria* canker on hardwoods in the Northeast. *J. For.* 34, 997~1002.
- Welch, D.S. (1934b). *Nectria* canker of hardwoods in the Northeastern United States. *Plant Dis. Repr.* 18, 21~22.
- Yamamoto, F., G. Angeles & T.T. Kozlowski. (1987). Effect of ethrel on stem anatomy of *Ulmus americana* seedlings. *IAWA Bull. n.s.* 8, 3~9.
- Zalasky, H. (1968). Penetration and initial establishment of *Nectria galligena* in aspen and peachleaf willow. *Can. J. Bot.* 46, 57~60.
- Zimmermann, M. H. (1983). Xylem structure and the ascent of sap. Springer-Verlag, Berlin.

(2004. 3. 16 受理)

—論文—

## ヤクスギカミキリとマツノマダラカミキリ 日本亜種について<sup>1</sup>

榎原 寛<sup>2</sup>

屋久島のスギカミキリをヤクスギカミキリ *Semanotus yakushimanus* Makihara, 日本産のマツノマダラカミキリを日本亜種 *Monochamus alternatus endai* Makihara として分類学的な整理を行ったので (Makihara, 2004), ここにその内容を紹介する。

### 1. ヤクスギカミキリ

スギカミキリ *Semanotus japonicus* Lacordaire は九州北部, 壱岐, 四国, 本州, 佐渡, 隠岐, 冠島, 淡路島から記録されている (日本鞘翅学会編, 1984)。屋久島からスギカミキリの被害報告は少なく, ヤクスギの年輪上

<sup>1</sup>Information on *Semanotus yakushimanus* Makihara, 2004 and *Monochamus alternatus endai* Makihara, 2004; <sup>2</sup>MAKIHARA, Hiroshi, 榎森林総合研究所海外研究領域

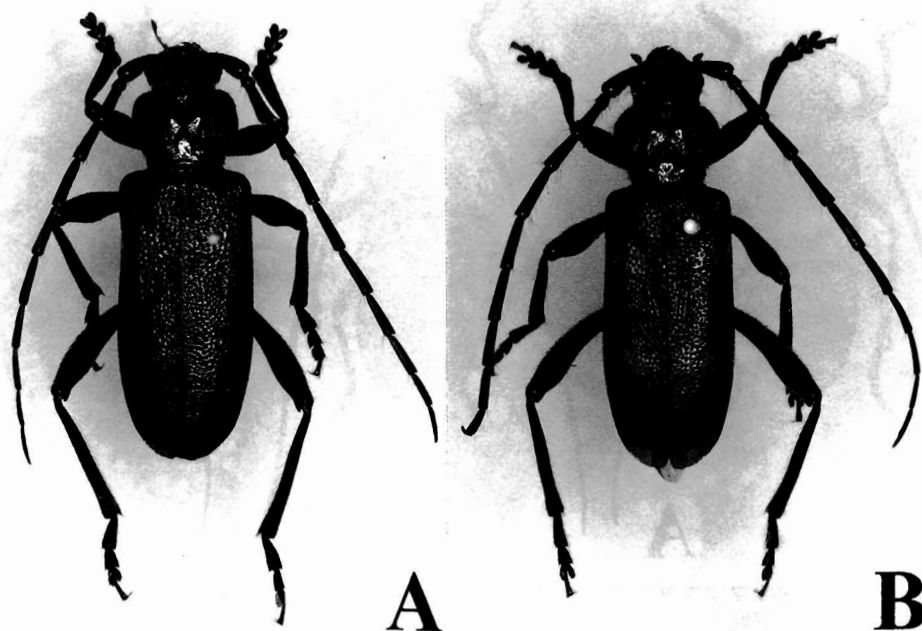


図-1 ヤクスギカミキリ(A)とスギカミキリ(B), どちらも雄で体長20mm (Makihara, 2004)

に表れた食痕(福山, 1986)や若い人工林には被害がなく, 林齢の高い, いわゆるヤクスギにのみ被害痕が認められる程度であることなどが報告されているにすぎない(横原, 1988a)。スギの天然分布のなかった九州には, もともとスギカミキリは分布してなくて, 北部九州のスギカミキリは本州からの人為的な侵入種である(横原, 1988b)。すなわち, スギカミキリの分布は大きくみると本州, 四国, 屋久島ということであった。本州, 四国のスギカミキリには地理的変異が認められ, それに関する研究も多面的に進められている。(中村・藤下1968; 横原1988b; 加賀谷, 2004)。このような研究の中で, 屋久島産のスギカミキリだけは比較標本が少ないこともあり, 形態, 生態的な面を含めても, 筆者による簡単な報告しかなかった(横原, 1988b)。しかし, 筆者の手に雄が2個体しかない状態ではあったが, 日本産各地と屋久島産の標本(図-1)を詳しく比較検討し, 口器の小あごひげ(図-2), 前胸背, 雄交尾器の形状

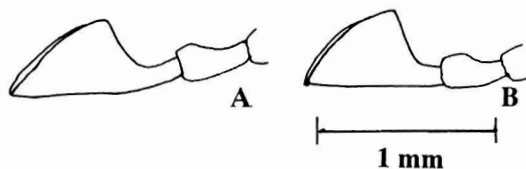


図-2 小あごひげ先端節の形状, ヤクスギカミキリ(A)とスギカミキリ(B) (Makihara, 2004)

に大きな違いが認められた。これらの形質については上翅斑紋や色彩などに地理的変異の認められる本州, 四国産の個体でも安定的で一定していた。そこで, 筆者はスギカミキリの分布, 形態変化などから総合的に判断して, 屋久島産は本州, 四国産とは分けるべきだと結論づけ, 新種の記載を行った(Makihara, 2004)。

## 2. マツノマダラカミキリ日本亜種

マツノマダラカミキリは中国の周山列島から, 記載された種である。日本産と中国産,

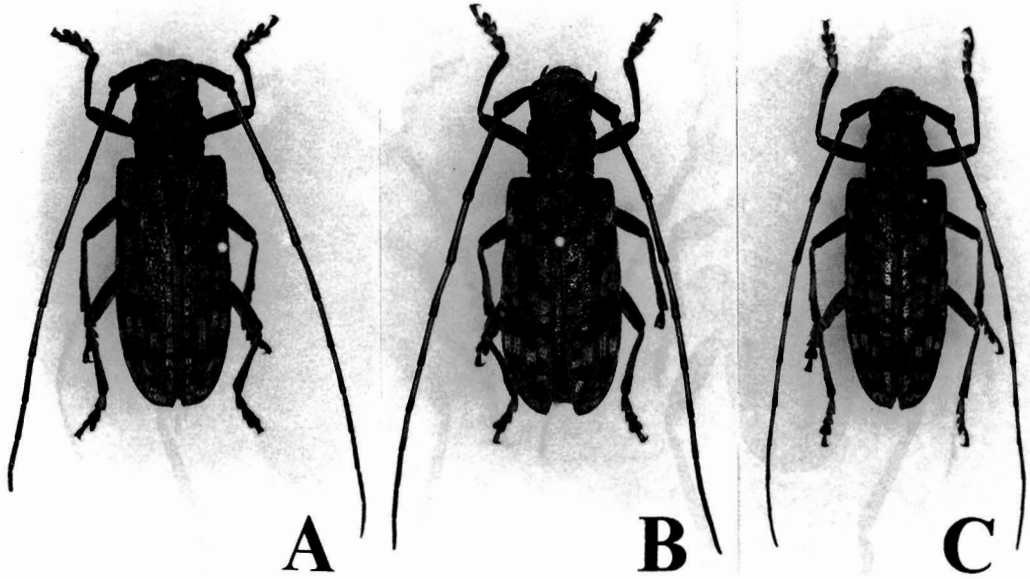


図-3 各地のマツマダラカミキリ, ♀. 中国産(A), 23mm, 韓国済州島産(B), 22mm, 日本茨城産(C), 22mm (Makihara, 2004)

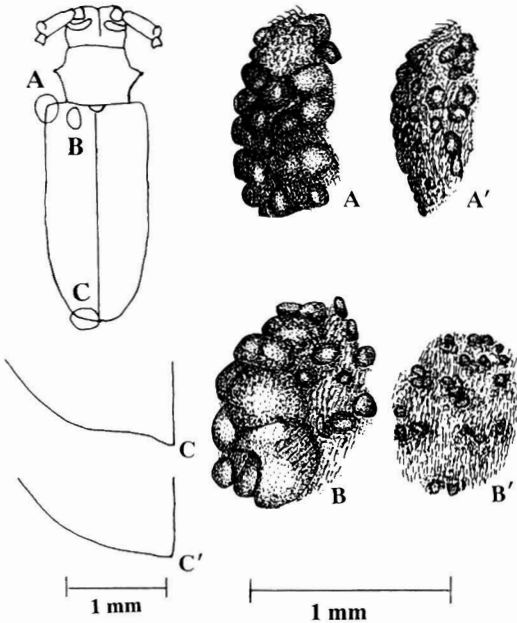


図-4 マツノマダラカミキリ上翅形状の比較, 原亜種(A, B, C)と日本, 韓国亜種(A', B', C')

キリにab. *coeruleogriseus* “青みを帯びた灰色の変性種”という名前が付いたことがある (Breuning, 1944)。しかし, この名前は命名規約45. 6. 2. により, 亜種より低位であると見なされるため採用されない (国際動物命名規約第4版, 2000)。そして, 中国, 台湾産と日本, 韓国産のマツノマダラカミキリは色以外にも上翅の形状に大きな違いが認められた (図-4)。さらに台湾産は蛹化に際し, 低温を必要としない非休眠タイプが存在し, 発育零点も高く, 日本産と生理的に異なっている (遠田・北島, 1990)。これらの点を総合的に考慮し, 日本産を新亜種としたのである。なお, 日本産の亜種名 *endail* は, 長年, マツノマダラカミキリ研究に従事された元森林総合研究所昆虫生態研究室長である遠田暢男氏の功績をたたえ, 命名したものである。

参考文献

動物命名法国際審議会 (日本学術会議動物科学  
研究連絡会委員会 日本語版監修: 野田  
泰山・西川輝昭 日本語版編集) (2000)。

台湾産とでは色彩がやや異なり (図-3),  
そのため, かつて日本産にマツノマダラカミ



- 国際動物命名規約第4版(日本語版). XV  
III+133pp., 日本動物学会連合.
- 遠田暢男・北島 博(1990). 人工飼料による台湾産マツノマダラカミキリの飼育. 日  
林論, 101, 503~504.
- 福山研二(1986). 屋久杉に残されていたス  
ギカミキリの食痕. 森林防疫 35, 107~108.
- 加賀谷悦子(2004). 形態と遺伝子から見た  
スギカミキリの地理的変異. 森林防疫 53,  
23~29.
- 槇原 寛(1988a). 屋久島のスギカミキリ  
とその被害実態. 森林防疫 37, 32~34.
- 槇原 寛(1988b). スギカミキリの地理的  
変異. 昆虫と自然, 23(5), 2~8.
- Makihara, H. (2004). Two new species  
and a new subspecies of Japanese Ce-  
rambycidae (Coleoptera). Bull. FFPRI,  
3(1), 15~24.
- 中村慎吾・藤下(1968). スギカミキリの鞘  
翅斑紋変異. 昆虫学評論, 21, 39~45.
- 日本鞘翅学会編(1984). 日本産カミキリム  
シ大図鑑, 565pp., 講談社, 東京.  
(2004. 3. 30 受理)

森林病虫害発生情報：平成16年8月分受理

病害

○マツ材線虫病

福島県 会津若松市, 32~101年生アカマツ  
天然林および人工林, 2004年5月24日および  
7月12日発見, 被害本数333本(会津森林管  
理署業務第二課・須藤秋夫)

福島県 耶麻郡, 55年生アカマツ人工林, 2004  
年8月9日発見, 被害本数134本(会津森林  
管理署業務第二課・須藤秋夫)

虫害

○マツカレハ

山口県 光市, 3~4年生クロマツ人工林,  
2004年8月2日発見(山口県農林部森林整備  
課・石田英士)

○プラタナスグンバイ

埼玉県 熊谷市, 5~20年生プラタナス緑化  
樹, 2004年7月発見, 被害は県下全域と思わ  
れる(埼玉県樹木医会・宮崎保博)

○ニセビロウドカミキリ

石川県 石川郡, 山間部における250年生イ  
チイ庭木, 被害本数6本(石川県樹木医会・  
松枝章)

(森林総合研究所 楠木 学/牧野俊一/川路則友)

都道府県だより

①鳥取県における松くい虫被害対策の見直し  
について

1. 鳥取県の被害状況

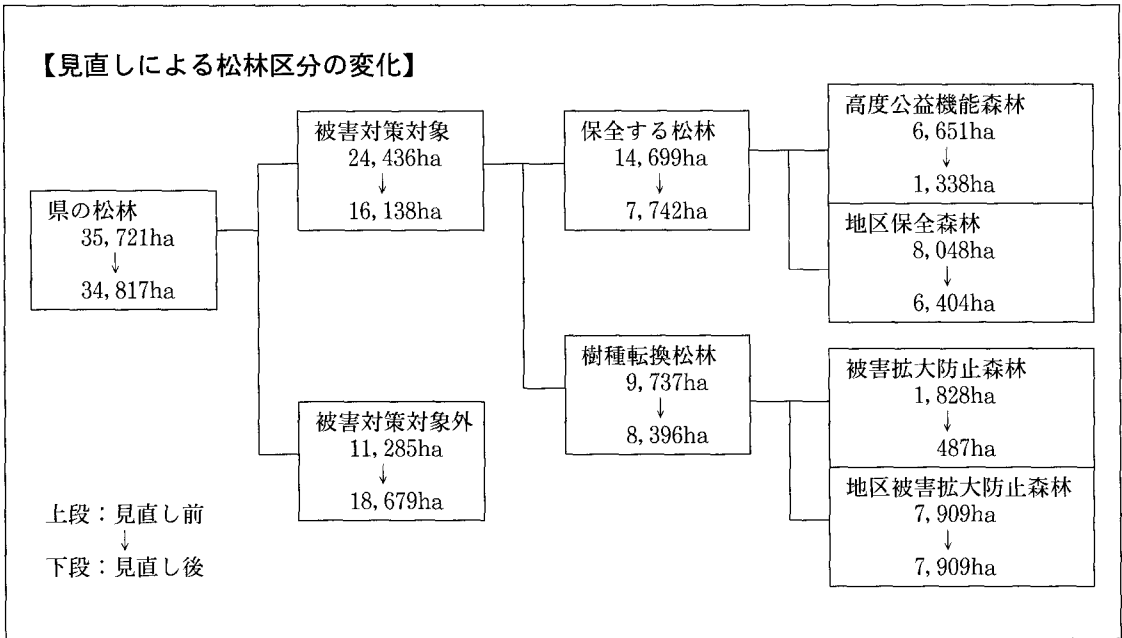
鳥取県の松林は, 森林面積の約16%にあた  
る約3万5千ヘクタールで, このうち保安林  
等の重要な松林約7千7百ヘクタールを保全  
松林に指定し, 防除対策を実施しています。

(1)被害の推移

本県の被害は, 昭和54年度に約12万㎡とピー  
クを迎えたあと減少傾向となり平成元年度か  
らは約3万㎡程度の被害で現在まで推移して  
おります。(平成15年度被害量: 28,823㎡)

(2)被害対策

現在, 松くい虫被害対策は, 予防措置とし  
て特別防除, 地上散布及び樹幹注入を行って  
おり, 駆除措置として伐倒駆除, 特別伐倒駆



除，緊急防除を行っております。

## 2. 松くい虫被害対策の見直し概要

昭和53年度から実施している特別防除を含め，鳥取県では30年以上も被害対策を実施しておりますが，景観や生活環境の保全に密接に関わっている海岸松林を中心に被害の継続が見られるため，平成15年度に，現在まで実施してきた被害対策の問題点の整理と見直しを図ることとしました。

### 【問題点】

- ①保全区域が広範囲にわたることから，保全松林内で発生する被害の全量駆除が困難。
- ②県の保全区域内でも市町村が防除事業を実施するなど，被害対策の実施における県と市町村の責任の所在が不明確。
- ③被害対策とは特別防除であるという誤った認識があり，特別防除しか行わない区域が存在。
- ④環境問題，農薬使用，食の安全に対する意識の高まりなどから，特別防除に対する批判。

### 【改善策】

- ①保全松林を被害の全量駆除できる規模への見直し。
- ②県と市町村の役割分担の明確化。などの被害対策の計画変更を行いました。その結果，保全松林を次図が示すように大幅に絞り込むとともに，県が行う特別防除を中止し高度公益機能森林内で行う駆除事業のみを実施することとしました。
- (3)おわりに  
今回の被害対策の計画変更では，市町村の指定する地区保全松林等の十分な絞り込みができていないこと，県が行う対策（駆除事業）の効果を対外的に示すことなどいくつか課題が残っております。今後さらに被害対策の充実を図れるよう引き続き検討を行っていきたいと考えております。

(鳥取県森林保全課)

## ②福島県におけるカシノナガキクイムシの被害の現状と対策について

### 1 被害の現状

カシノナガキクイムシ（以下カシナガ）に



写真-1 伐根への「立木くん蒸」



写真-2 樹幹部の「ビニール被覆」

よるナラ類の集団枯損は、本県では平成12年度に会津地方西部の地域で初めて確認されて以来、昨年度までに7町村で被害が発生し、その被害量は平成15年度で760㎡となっています。今年度については会津地方を中心とした18の市町村で被害が確認され、本県の観光地である裏磐梯・猪苗代地区にも被害が及ぶという状況となっています。

このように被害が急激に拡大したことは過去に事例がなく、昨年までの被害先端地と今年度の被害箇所が最遠部で約40kmと、従来言われてきたカシナガの年間移動距離6kmをは

るかに上回り、被害区域の拡大は想定を超えるものとなりました。

また、被害箇所の標高についても、昨年度までは概ね500m以下であったものが、今年度は1,000m付近にも被害木が確認されています。

## 2 被害対策の状況

被害対策としては、被害発生翌年度（平成13年度）から国庫補助と県単独事業により保安林等の重要な森林及び被害先端地における被害木の駆除を実施しております。

駆除の方法については、本県の被害木ではカシナガの9割が生息する部位が地上高0～7mとの調査結果があることから、既存の「立木くん蒸」のみで対応することができないため、被害木の状況に応じて伐採を行い伐根への「立木くん蒸」と穿入孔が確認される樹幹部の「ビニール被覆」を組み合わせ駆除を行っています。

しかし、主な被害木であるミズナラの分布が広範囲に及んでおり、急傾斜等の地形的な条件から駆除作業が困難な被害地も多く、被害木の全量駆除は不可能な状況となっています。

さらに、今年起きたような広範囲での被害の発生が突発的なものではなく、恒常的に起こり得る現象であれば、カシナガに対する効果的な予防対策はかなり難しい状況になると考えられます。

現在、本県の林業研究センターにおいてもカシナガの効果的な防除法の確立を図るため調査・研究を行っているところですが、今後は、防除が困難な箇所で被害木を放置せざるを得ない場合、林地の保全にどのような影響を与えるのか等についての検討も必要になると考えています。

(福島県農林水産部森林整備グループ)

投稿規程 (2004年)

本誌「森林防疫」は各都道府県の森林病虫獣害防除協会を中心として、山林所有者をはじめ林業・林産・木材産業関係者・林業技術の指導・研究関係者・学校教職員・学生、行政機関の関係者等、各層の会員を対象として、森林・林業の維持・発展に資するため、森林病虫獣害の防除および森林における生物多様性の保全に関する総合誌となるよう編集に努めております。

1. 原稿の種類

論文(速報、短報を含む)、総説、学会報告、記録、読者の声、病虫獣害発生情報、林野庁だより、都道府県だよりなどで構成されています。

2. 審査委員会

各分野6名の専門家よりなる審査委員会を設け、論文ならびに総説の審査にあたります。

原稿は原則として3名の審査委員(主1、副2)が審査にあたります。

3. 執筆要領

皆様の投稿を歓迎いたします。執筆に当たりますは、幅広い読者に対し、わかりやすく、読みやすく、見やすく記述していただきますようお願いいたします。

1) 原稿は横書きとし、最初の1枚目に表題と連絡先住所・所属・氏名(ローマ字つづり)を記載し、別刷希望部数(別刷は実費、100部以上で、100部以上は50部単位)および写真・図表等資料の返送の要・不要を記入した表紙をつけていただき、本文は2枚目からとします。

なお、原則として論文および総説の表題には英文タイトルを併記ください。また、E-mailアドレスをお持ちでしたら連絡用として表紙にご記入ください(非公開)。

2) 本誌は横書き2段組みで、1段は20字40行です。1頁の字数は2×20×40字で、1600字(表題、小見出し、図表等のスペースを含む)です。執筆の目安にしてください。投稿1題の長さは刷り上り8頁以内としますが短編の記事も歓迎します。

3) 写真・図表については鮮明なものを用い、原稿の余白に挿入箇所を明示してください。

なお、デジタル化は400DPI以上のものなら可です。

4) 用語等については、原則として次のとおりです。

① 常用漢字、現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述してください(ただし専門用語はこの限りではありません)。

② 樹種・草本類・病虫獣等の標準和名は、カタカナで表記します。

③ 樹齢の表わし方は満年齢とする(当年生、1年生、…、20年生)。

④ 単位は記号を用いてください(例:m, cm, mm, ha, %等)。

⑤ 年月日の表記は原則として西暦表記とします(2003年1月21日)。

⑥ 図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。

5) 文献は引用個所に「(著者姓, 2003)複数の場合は(著者性, 2003; 著者姓, 2004; …)」のように記し、文末に引用文献を列記してください。

引用文献が複数ある場合は著者名、年代のアルファベット読み順にならべてください。なお、同一著者、同一年の場合は、2004a, 2004b…と記してください。

文献の記載例をあげますと、  
森林太郎(2003). 松くい虫の生態について. 森林害虫防疫52(12), 215~217.

また、単行本などからの引用については  
森林太郎(2003). マツの材線虫病について. 森林総合防除, pp. 52~67, 森林社, 東京.  
欧文等については

Shinrin, Taro(姓, 名です)(2004). 同上.

6) 審査委員会の意見ならびに編集の都合により、著者に一部原稿の変更をお願いする場合があります。

7) なお、ワープロ等ご使用の場合はプリントアウトした原稿とフロッピーディスク等(CD, MO可)も併せて同封いただきますようお願いいたします(一太郎, ワード, テキストファイル等)。

8) 問い合わせ

原稿ご執筆上、ご不明な点がございましたら、下記へお問い合わせください。

全国森林病虫獣害防除協会

森林防疫編集担当: 竹谷昭彦

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12  
コープビル8階(全森連内)

電話: 03-3294-9719

ファックス: 03-3293-4726

Email: shinrinboeki@zenmori.org

**新刊!**

森林防疫50周年記念出版

# もり 森林をまもる

## —森林防疫研究50年の成果と今後の展望—

### 第一部 森林病虫獣害防除新技術

I. 病害虫複合害, II. 材質劣化病虫害, III. その他の主な病虫害, IV. 獣害

### 第二部 森林生物多様性の研究—森林防疫21世紀への展望

I. 総論, II. 森林生物多様性の研究, III. 野生動物の保全と管理

### 第三部 森林防疫制度史続編

I. 森林防疫制度の変遷, II. 鳥獣保護法の改訂と野生鳥獣防除および共存への道程

### 第四部 森林防疫1～50巻総目次つき全内容(DVD-ROM)・添付

森林総合研究所, 公立林業試験研究機関, 国公立大学, 林野庁森林保護対策室に席を置く, 現役48名の方々による, 最新情報を加えた解説。

森林病虫獣害防除, 森林生物多様性の保全, 野生鳥獣保護にたずさわる研究者, 行政官, 技術者必携の書。

2002年2月発行 B5版500ページ, 定価8,000円(消費税込み)(送料別)  
10冊以上の一括申し込み: 10%OFF(7,200円)および送料免除(協会負担)

森林防疫 第53巻第10号(通巻第631号)

平成16年10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

東京都港区虎ノ門 5-8-12 ☎(03)3432-1321

定価 651円(送料共)

年間購読料 6,510円(送料共)

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

National Federation of Forest Pests Management Association, Japan

電話 03-3294-9719, FAX 03-3293-4726

振替 00180-9-89156

E-mail shinrinboeki@zenmori.org