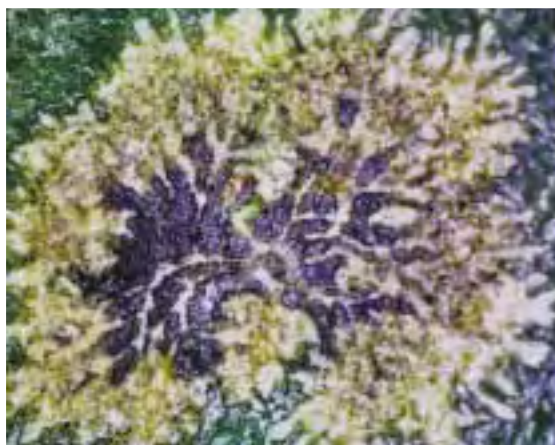
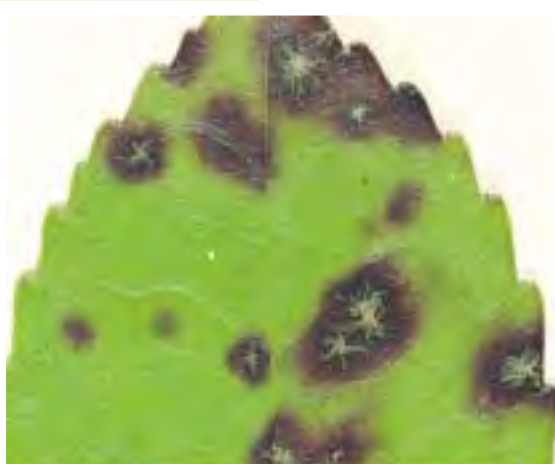


森林

FOREST PESTS

防疫



目次

総説

樹木を侵す気生藻 *Cephaleuros* 属

—わが国で採集される種，その宿主および形態的特徴—

[周藤靖雄・大谷修司] 3

論文

和歌山県におけるホルトノキ萎黄病の被害実態

[河辺祐嗣・法眼利幸・岡谷善博・林 弘一・中口由佳子] 14

宮城県におけるナラ類集団枯損被害の発生と被害分布

[水田展洋・佐々木智恵・小畑新也・佐藤隆之・前田美津雄・粕谷玲子・原田新吾・橋爪有子・細川智雄・伊藤彦紀・木村茂也・成田健一・眞田廣樹・佐々木 淳・佐々木周一・佐藤鉄也・田中一登・千葉朋彦・山田百合子] 21

速報

茨城県でのスギノアカネトラカミキリの記録

[横原 寛・北島 博] 26

学会報告

マツ材線虫病研究世界の動向

—IUFRO 2009 国際マツ材線虫病シンポジウムに参加して—

[市村慶太・新屋良治] 27

資料

トビクサレ被害の低減を図る被害回避策の検証

—材の予定利用高を定めた生枝打ちとトラップの有効利用を中心に—

[小島耕一郎] 34

都道府県だより：大分県 37

森林病虫獣害発生情報：平成22年3月受理分 38

林野庁だより：平成22年度森林病虫害等防除対策等予算額について 39

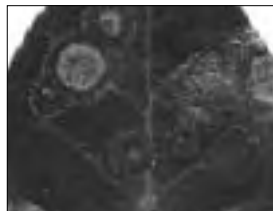
人事異動 39

森林防疫ジャーナル：(独)森林総合研究所生物関連人事異動 40

誌名「森林防疫についての編集委員会からの意見募集」 40



A



B



C



D

[表紙写真] 気生藻 *Cephaleuros japonicus* に侵された葉上の藻体

写真A：ヒサカキ葉に生じた幼若な藻体，周囲の葉組織が紫色に変色する。

写真B：ツバキ葉で成長した藻体。中心部は劣化して白色になり，その周囲に新藻体が拡大する。

写真C：ツバキ葉上の成熟した藻体，縁辺部に隆起した多数の粒は配偶子のう塊。

写真D：ツバキ葉上の藻体に生じた多数の遊走子のう塊。

気生藻である *Cephaleuros* 属は主として常緑広葉樹の葉，ときに緑枝や果実に寄生して，「白藻病」と呼ばれる病害を起こす。緑化樹木では美観を損じ，また激発した場合は早期に落葉することもある。この病原藻としてわが国では *C. virescens* が古くから知られてきた。しかし，調査の結果，わが国において本病を起こす *Cephaleuros* 属は *C. aucubae* (新種)，*C. biolophus*，*C. japonicus* (新種)，*C. microcellularis* (新種) および *C. virescens* の形態的に異なる5種に分けられた。また，これらの種にはそれぞれ限られた宿主または高頻度で寄生する宿主があることが分かった。写真は新種 *C. japonicus* の藻体を示す。本種はわが国に広く分布し，宿主範囲は広いがツバキ，サカキ，ヒサカキ，クロキなどを高頻度に，また激しく侵す。

(写真：周藤靖雄・大谷修司)

樹木を侵す気生藻 *Cephaleuros* 属 — わが国で採集される種, その宿主および形態的特徴 —

周藤靖雄¹・大谷修司²

1. はじめに

気生藻である *Cephaleuros* は多種の樹木の葉、ときに緑枝や果実にも寄生する。本属はおもに熱帯と亜熱帯に広く分布して、チャ、柑橘類、コショウ、カカオ、ナツメグ、ギネアアブラヤシ、バニラなどの特用作物や果樹に成長不良、品質劣化などの被害を与えてきた (Joubert and Rijkenberg, 1971)。わが国では本属の1種 *C. virescens* Kunze による病害のチャ、柑橘類を含む各種常緑広葉樹での発生が古くから知られており (西田, 1914; 鶴田, 1914)、鶴田はこれを「白藻病」と呼んだ。「日本植物病名目録」(日本植物病理学会, 2000) はわが国における宿主として59種の樹木を挙げている。本病による被害は近年ではおもに緑化樹木で問題になり、葉面に成長する藻体とその美観を損じる (小林, 1977; 周藤・小河, 1988)。また、激しく侵された場合には早期に落葉することを筆者らは観察している。

筆者のひとり周藤は島根県林業技術センターに在職中、島根県に発生する緑化樹木の病害を調査した際に本病の発生を多種の樹木上で記録した (周藤, 1975) が、葉上に成長する藻体の形態が多様であることに気づいた。そして、それらのすべてが *C. virescens* であるのか疑問に思った。

そこで、2001~2006年おもに島根県において、またできうる限り他の県においても *Cephaleuros* 属を採集して形態を調査し、その分類学的検討を行った。その結果、採集した藻は形態が明らかに異なる5種に分けられること、またうち3種は新種であることが分かった。この結果はさきに国際藻類学会発行の *Phycologia* 誌に公表した (Suto and Ohtani 2009)。

本稿では、はじめに *Cephaleuros* 属の分類学的位置、分類についての研究経過および形態の概要につ

いて記したい。ついで、わが国で採集した5種について、その宿主と形態を比較しながら解説したい。

2. *Cephaleuros* 属の気生藻とは

1) 分類学的位置

Cephaleuros 属は緑藻門 (Chlorophyta), アオサ藻綱 (Ulvophyceae), スミレモ目 (Trentepohliales), スミレモ科 (Trentepohliaceae) に所属する。スミレモ目はスミレモ科の1科だけしか含まないが、藻体は規則的または不規則的に分枝した1細胞列の糸状体で成長して、それらが叢生したり、また匍匐して密接した偽柔組織を形成したりする。繁殖は特別の形状の細胞内に形成される遊走細胞によって行われ、無性繁殖は遊走子のう内に形成される遊走子、有性繁殖は配偶子のう内に形成される配偶子による。また、生態的には樹木の幹や葉、石垣など空気中の露出したところに生息する淡水藻類で、「気生藻 (aerial algae)」と呼ばれている (山岸, 1999)。

スミレモ科には *Cephaleuros*, *Phycopeltis*, *Printzina*, *Stomatochroon* および *Trentepohlia* の5属が含まれる。これらの属の形態の比較については省略するが、注目されるのはその生活場所である。すなわち、*Phycopeltis* 属は植物の葉、枝などの角皮上に付着するが、*Cephaleuros* 属は植物の葉、緑枝および果実の角皮下、また種によっては表皮細胞下や葉肉組織内にも侵入する。*Stomatochroon* 属は植物の気孔内で成長する。一方、*Printzina* 属と *Trentepohlia* 属は樹幹の外皮、れんが、岩、木工品などの表面に付着する (Thompson and Wujek, 1997)。

植物の生きた組織に生じる *Cephaleuros*, *Phycopeltis* および *Stomatochroon* の3属ではその植物に

与える影響が問題になる。*Cephaleuros*属藻は前記したように多種の植物での寄生や被害が報告されてきた。*Phycopeltis*属藻は着生植物 (epiphyte) であり、わが国では*P. arundinacea* (Mont.) De Toni, *P. epiphyton* Millardetおよび*P. irregularis* (Schmidle) Willeの3種が報告されている (Akiyama, 1961)。このうち*P. epiphyton*は多くの樹木葉上で観察されて葉の美観を損じる場合があり、「粉藻病」(日本植物病理学会, 2000) と呼ばれている。*Stomatochroon*属の藻はわが国からはまだ報告がない。

2) 分類についての研究経過

*Cephaleuros*属はKunze (1827) によって創設されたが、そのタイプ種は南アメリカのスリナムで採集された*C. virescens*である。しかし、このタイプ標本は保管されておらず、またその記述がきわめて簡略であるため、この属の藻の同定にあたって今日まで多くの混乱を引き起こしてきた。多くの種ではその形態が類似していることもあり、これらはすべて*C. virescens*と同定されてきたと思われる。*C. virescens*は古くは*Mycoidea parasitica* Cunningham (1879), *Cephaleuros mycoidea* Karsten (1891) とも呼ばれたが、これらは今日では*C. virescens*のシノニムとされており、筆者らもこれに従った。

本属について最初に分類学的研究を行ったのはKarsten (1891) であり、*C. mycoidea* (= *C. virescens*) に加えて5種の新種を報告した。その後Went (1895), Schmidle (1898; 1902) およびRaciborski (1900) が計7種の新種を報告したが、Printz (1939) はKarstenの報告した種にこれらを加えて12種を本属とし、その後1種を加えている (Printz, 1964)。Thompson and Wujek (1997) はこれまで報告されて有効と判断した7種に彼らが新種とした6種、1変種を加えて13種、1変種を本属とした。これらの藻はすべて東南アジアや中・南アメリカで採集されたものである。

わが国の藻類学の分野では、Molisch (1926) が1種の藻をツバキ、サカキおよびヒサカキ葉上で採集して形態を観察し、これを*Mycoidea parasitica* (= *C. virescens*) として報告した。ついで、末松

は1950~1962年に*C. virescens*について形態、繁殖様式、宿主、病態解剖など多方面の研究を報告したが、それらを1論文 (Suématu, 1962) にまとめた。一方、植物病理学の分野では、西田 (1914) と鶴田 (1914) が各種樹木の葉への*C. virescens*の寄生を病害として報告したが、西田は本藻を地衣類のものと誤解している。その後、江塚・木伏 (1956) は34種の樹木を*C. virescens*の宿主として報告した。このように、わが国には*C. virescens*のみが分布して被害を与えていると報告されてきた。

3) 形態の概要

*Cephaleuros*属藻の形態の概要を記す。なお、組織・器官名などの術語はThompson and Wujek (1997) により、うち遊走子のうに関連する新術語については筆者らの新和訳である (* 印で示す)。

藻体 (thallus) は匍匐する組織と直立する組織に分けられる。匍匐組織では藻の糸状体 (filament) が1細胞列で (open-filamentous growth), また密着して偽柔組織を形成して (pseudoparenchymatous growth) 成長する。糸状体の細胞は円筒形または不規則形で、規則的または不規則的に分枝する。成長した藻体では糸状体の先端部が球形または楕円体に膨大して配偶子のう (gametangium) が形成される。また藻体の裏側には短い糸状体である仮根 (rhizoid) が生じて宿主の表皮細胞層に密着する。糸状体の細胞には円盤状または不規則形の葉緑体を多数含む。また、細胞内にはヘマトクロームがしばしば形成されてオレンジ色を呈する。

直立組織は遊走子のう柄* (sporangiphore) と刺毛 (setae) から成る。いずれも角皮を、種によっては表皮細胞と角皮を貫通して気中に露出する。遊走子のう柄はその先端のみに、また種によってはその側方にも頭部細胞* (head cell) が形成され、これに遊走子のう枝* (sporangiate-lateral) が生じるが、これは遊走子のう (sporangia) とこれを支える支持細胞* (suffultory cell) からなる。刺毛は長くて先細りした淡黄色で多細胞のもの、また種によっては短くて鈍頭でオレンジ色の1~2細胞のものも生じる。

配偶子のう内には頭部に2本のべん毛 (flagellum) を持つ配偶子 (gamete) が多数形成されて、水中に放出される。遊走子のうには遊走子 (zoospore) が多数形成されるが、水中に放出されると頭部に生じたべん毛ははじめ2本であるが遊泳しているうちにそれぞれが2本に分かれて計4本になる。配偶子と遊走子は放出された当初は細胞壁がなく楕円体～紡錘体であるが、水中で活発に遊泳しているうちに次第に球形になり、細胞壁が生じ、べん毛が脱落する。

3. 本邦産 *Cephaleuros* 属の種と宿主

筆者ら採集した *Cephaleuros* 属の標本は979点である。調査の結果、それらは形態的につぎの5種類に分けられ、それぞれを種と判定した。

- 1) *Cephaleuros aucubae* Y. Suto & S. Ohtani (新種)
- 2) *Cephaleuros biolophus* Thompson & Wujek
- 3) *Cephaleuros japonicus* Y. Suto & S. Ohtani (新種)
- 4) *Cephaleuros microcellularis* Y. Suto & S. Ohtani (新種)
- 5) *Cephaleuros virescens* Kunze

2) と5) の2種は既知の種であり、*C. biolophus* はThompson and Wujek (1997) がコスタリカとコロンビアで採集して報告した種、また*C. virescens* は本属で最もよく知られた種である。1), 3) および4) の3種は新種であり、これらの種小名の命名理由はつぎのとおりである。*C. aucubae*: 宿主がアオキに限られるのでその属名を当てた。*C. japonicus*: わが国に広く分布する。*C. microcellularis*: 糸状体や配偶子の細胞が著しく小形である。

これらの宿主は表-1に示したが、20科13属に所属する44種、1変種である。ほとんどが常緑広葉樹であり、常緑針葉樹は1種、また落葉広葉樹は5種に過ぎない。今回の採集地の範囲は種によって異なった。また、各種は限られた樹木に寄生したり、多くの樹種に寄生するが寄生頻度が高い樹種があることが注目された。すなわち、*C. aucubae*は島根県、東京都および鹿児島県で採集されたが、アオキに限って寄生を認めた。*C. biolophus*は島根県、三重県および鹿児島県で採集され、ブナ科の樹木とくにスタジイとウバメガシで多発し、またヤマモモでも寄生を認め、宿主数は7樹種である。*C. japonicus*は採集の北限は新潟県、南限は沖縄県で、21樹種で採集したがツバキ、サカキ、ヒサカキおよびクロキで多

表-1 *Cephaleuros* 属各種の宿主

藻	樹種 (標本採集数 ^a)
<i>C. aucubae</i>	アオキ (42)
<i>C. biolophus</i>	アラカシ (2), シラカシ (1), ウバメガシ (47), ウラジログシ (5), スタジイ (79), マテバジイ (4), ヤマモモ (28)
<i>C. japonicus</i>	ウグイスカグラ (1), ネズミモチ (2), クロキ (161), シャシャンボ (10), アゼビ (1), ツタ (1), セイヨウヒイラギ (1), イヌツゲ (1), モチノキ (1), ソヨゴ (5), クロガネモチ (2), サカキ (39), ヒサカキ (54), モッコク (1), ツバキ (182), サザンカ (9), チャ (17), ゲッケイジュ (1), タブノキ (10), ヤブニッケイ (1), イヌマキ (1)
<i>C. microcellularis</i>	クロキ (78), タブノキ (14)
<i>C. virescens</i>	サンゴジュ (4), テイカズラ (11), トウネズミモチ (1), クロキ (3), シャクナゲ (1), ヤツデ (1), コシアブラ (1), ソヨゴ (2), クロガネモチ (1), タカオカエデ (5), ユズリハ (2), ヒメユズリハ (8), アカギ (1), イスノキ (1), ツバキ (3), チャ (8), ホソバタブ (1), タブノキ (127), タイサンボク (80), イヌビワ (2), イタビカズラ (10), アラカシ (6), アマミアラカシ (1), シラカシ (6), ウラジログシ (2), マテバジイ (3)

太字の樹種では採集数21点以上。

^a 採集数は全部で979点。ただし、1標本に2~3種が寄生したのものもあるので、各樹種での採集の合計はこの値より大きい。

発した。*C. microcellularis*は島根県においてのみ採集され、クロキとタブノキに限って寄生を認めた。*C. virescens*は採集の北限は茨城県、南限は沖縄県で25樹種で採集したが、タイサンボクとタブノキでの寄生が多かった。

採集木での発病葉数の割合や1葉に生じる藻体数から寄生の激しさを記録したが、*C. biolophus*, *C. japonicus*および*C. virescens*ではそれらが多く発生する樹種では寄生程度が概して激しかった。一方、*C. aucubae*のアオキでの、また*C. microcellularis*のクロキとタブノキでの寄生程度は概して軽微であった。

同一の樹種が2種または3種の*Cephaleuros*属に侵される場合があった。すなわち、クロキとタブノキは*C. japonicus*, *C. microcellularis*および*C. virescens*に、ソヨゴ、クロガネモチ、ツバキおよびチャは*C. japonicus*と*C. virescens*に、またアラカシ、シラカシ、ウラジログシおよびマテバジイは*C. biolophus*と*C. virescens*に侵された。これらの宿主では採集地が異なると寄生藻が異なる場合が多いが、1採集地で、ときに1葉上でも2~3種が観察されることがあった。

4. 本邦産*Cephaleuros*属各種の形態比較

本章では*Cephaleuros*属の組織や器官別に観察方法を記し、ついで各種の形態を比較する。計測値など詳しくは表-2を、また写真を参考にされたい。

本属の新しい藻体は*C. aucubae*, *C. biolophus*, *C. japonicus*および*C. virescens*ではおもに当年生葉と前年生葉に、また*C. microcellularis*では3年生以上の古い葉に生じる。8月から発生して11月まで漸次拡大し、越冬後4月から再び拡大する。配偶子のうは*C. microcellularis*では3~5月に、その他の種では5~7月に成熟し、遊走子のうはいずれの種でも6~7月に形成される。8月以降これら繁殖器官が形成された藻体の部位は破壊して脱落または白色化して、新しい藻体とその周囲に成長する(表紙写真B)。藻体は年中認められるが、こうした季節的推移に留意して採集や観察を行う必要がある。

1) 藻体

藻体の外観を肉眼とルーペによって観察する。採集した標本では実体顕微鏡によって詳細に観察する。

藻体は*C. aucubae*, *C. biolophus*および*C. japonicus*では葉の表裏ともに生じる。*C. aucubae*と*C. biolophus*では葉裏での形成は少ないが、*C. japonicus*では葉裏にも多く生じる場合がある。*C. microcellularis*と*C. virescens*では葉表にのみ生じる。*C. japonicus*の藻体はサカキとクロキでは緑枝にも、ツバキでは果実にも生じる。

藻体は*C. biolophus*を除く種では角皮下にのみ拡大する。*C. aucubae*では1) 薄い層, 2) 隆起した粒状の2型があり、いずれも微小なものが多く見つけにくい(写真-1)。*C. biolophus*では角皮下藻体は必ず形成されるわけではなく、また形成されても微小なものが多い。表皮細胞下に拡大する糸状体によって葉表面に微細な放射状の隆起が認められ、これに伴って最大径3~5mm, 紫褐色の病斑が生じる(写真-2, 15)。*C. japonicus*ではほぼ円形, 糸状体が房になって放射状に拡大するが、その房間に割れ目が生じ、縁辺部は細く分裂する(表紙写真A, B; 写真-3)。藻体の最大径は樹種によって異なるが3~18mmであり、クロキ, ツバキ, サカキなどでは8~18mmと大形になる。また、クロキ, サカキ, ヒサカキなどでは藻体周囲の葉組織には桃色~紫色の鮮やかな変色がしばしば生じる(表紙写真-A)。*C. microcellularis*の藻体は円形, 最大径3~5mm, 全縁である(写真-4)。*C. virescens*の藻体は円形, 縁辺が鈍鋸歯状または全縁である。藻体の最大径は樹種によって異なるが1~8mmであり、タイサンボクやタブノキでは5~8mmと大形になる(写真-5)。*C. japonicus*, *C. microcellularis*および*C. virescens*の藻体はしばしば盤状体(disc)の様相を呈する。

藻体の色はその成長する場所によって異なる。新鮮な藻体では日陰に成長するものは灰緑色~緑色, 日照が良好な場所では黄色~オレンジ色になる傾向がある。ときに中心部または全体が白色化した藻体を見かける(表紙写真B)が、これは前記したように劣化したものである。鶴田(1914)は*C. virescens*

表-2 *Cephaleuros* 属各種の形態比較

組織・器官		<i>C. aucubae</i>	<i>C. biolophus</i>	<i>C. japonicus</i>	<i>C. microcellularis</i>	<i>C. virescens</i>
藻体	成長場所	葉表, 葉裏 (少) 角皮下	葉表, 葉裏 (少) 角皮下, 表皮細胞下, 葉肉組織内	葉表, 葉裏; 緑枝, 果実 角皮下	葉表 角皮下	葉表 角皮下
	形	1) 薄層, 2) 隆起し て粒状	円形, 全縁 ^a	ほぼ円形, 割れ目 あり, 縁辺細分裂	円形, 全縁	円形, 縁辺鋸歯状~全縁
	径 (mm)	1) 2.5~4, 2) 1~2.5	1~3 ^a	3~18	3~5	1~8
糸状体	成長様相	おもに1細胞列	偽柔組織 ^a	中心部: 偽柔組織 縁辺部: 1細胞列	偽柔組織	偽柔組織
糸状体細胞	形	短円筒形~不規則	長円筒形 ^a	短円筒形~不規則	短円筒形	長円筒形
	長さ×幅 (μm)	1) 17~70×6~17, 2) 12~48×7~26	17~67×7~20 ^a	7~50×5~19	8~31×5~16	22~79×7~24
刺毛	形	細長 (形成少)	細長 (形成少)	1) 細長, 2) 短小	細長, 束状	1) 細長, 2) 短小
	長さ×幅 (μm)	30~120×4~7	40~50×5	1) 35~90×5~8, 2) 20~35×6~9	100~200×3~6	1) 70~100×4~7, 2) 20~35×6~9
配偶子のう	長さ×幅 (μm)	26~61×23~44	27~48×18~43	26~64×11~50	23~43×14~36	29~58×18~43
配偶子	長さ×幅 (μm)	7.8~12×3.8~7	6~9.8×3.5~5.6	6~9×3.7~5	5~7.5×3~4.5	6.5~9.3×3.2~5.5
	べん毛 (μm)	17~22	17~21	16~21	15~20	15~22
遊走子のう柄	形成場所	葉表 (形成少)	葉裏 (おもに)	葉表	葉表 (形成少)	葉表
	長さ×幅 (μm)	95~240×10~17	100~200×10~18	190~350×13~20	180~200×3~16	70~240×12~14
	頭部細胞の 着生部位	頂端	頂端と側方	頂端	頂端	頂端
遊走子のう	長さ×幅 (μm)	21~24×18~21	14~25×13~22	19~30×14~24	16~23×13~16	17~27×15~21
遊走子	長さ×幅 (μm)	(無調査)	8.5~11.3×4.3~7	8~10.8×4~6	(無調査)	7~11×4.5~6.5
	べん毛 (μm)	(無調査)	18~19	17~21	(無調査)	18~22

^a 角皮下藻体

による病害を「白藻病」と呼んだが、これは「終期に及び灰白色と変ずる」ことによるとしている。しかし、藻体は古くなると破壊して脱落する場合もあるし、また白色化した時点では藻組織は死滅しているので、この状態を病名にしたのは不相当であると考える。

藻体を観察する場合、その地衣化したものに注意する必要がある。筆者らが採集した *C. aucubae*, *C. japonicus*, *C. microcellularis* および *C. virescens* の標本には *Cephaleuros* 属藻が地衣化したもの、すなわち本属を共生藻類 (photobiont) とする *Strigula* 属地衣 (マンジュウゴケ) の発生が藻体だけの成長と同時に認められる場合があった。ときに、葉全体がこの *Strigula* 属地衣に占有される場合もあった。本地衣の地衣体 (thallus) は円形~不規則形、径

1~5 mm, 葉面に隆起し、緑色で艶がある。地衣体上には被子器 (perithecium) と粉子器 (pycnidium) が黒粒点として形成される (写真-6)。本地衣は *S. smaragdula* Fr. に近似した (周藤・大谷, 2004) が、同定についてはなお検討を要する。

2) 糸状体と刺毛

藻体をかみそりの刃で葉面から剥ぎ取り、また藻体の生じた葉の部位の横断切片を作り、光学顕微鏡で観察する。

糸状体は分岐しながら伸長するが、*C. aucubae* では1細胞列または緩く束状に拡大し、小形の偽柔組織を作ることがある (写真-7)。*C. japonicus* では藻体の中心部では糸状体は不規則に分枝して偽柔組織を作るが、縁辺部では糸状体は互いに分離して成長する (写真-8)。*C. biolophus* の角皮下で成

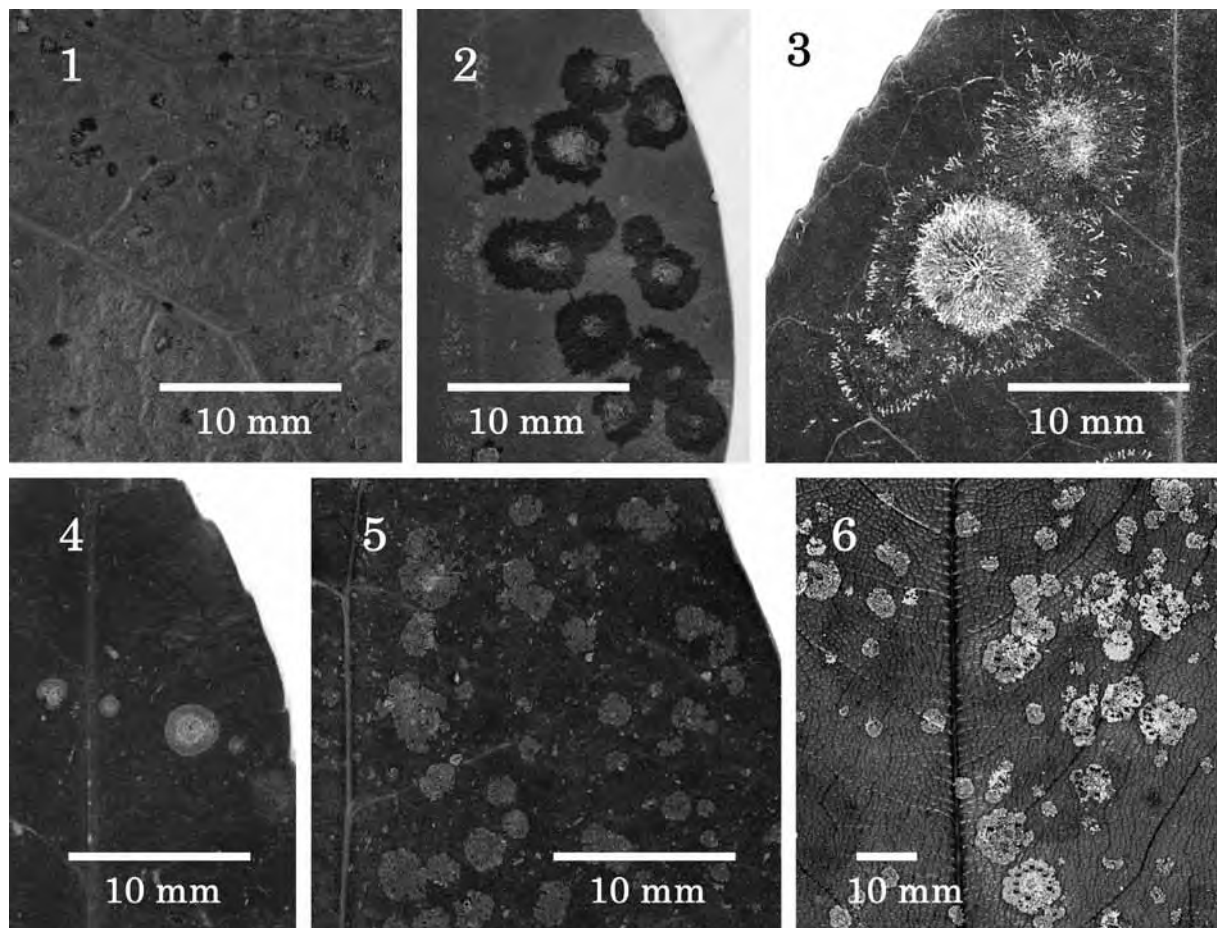


写真-1~5 *Cephaleuros*属の藻体と病斑・写真-6 タブノキ葉面に生じた地衣 *Strigula* sp.

1. *Cephaleuros aucubae* (アオキ上藻体). 2. *C. biolophus* (スダジイ上病斑). 3. *C. japonicus* (ツバキ上藻体).
4. *C. microcellularis* (クロキ上藻体). 5. *C. virescens* (トウネズミモチ上藻体).

長する藻体, また *C. microcellularis* と *C. virescens* では規則的に二又分枝しながら互いに密着して偽柔組織を形成する (写真-9, 10)。

糸状体細胞の形と大きさについては, *C. aucubae* と *C. japonicus* は短円筒形または不規則形 (写真-7, 8) である。*C. microcellularis* は短円筒形で最も小形である (写真-9)。*C. virescens* と *C. biolophus* は長円筒形 (写真-10) であり, また *C. virescens* で最も長い。

刺毛については, *C. japonicus* と *C. virescens* では細長いタイプと短小なタイプがいずれも多数生じる (写真-11, 12)。*C. microcellularis* で他種に比べて長い細長いタイプのものが束になって形成され, これが藻体表面に輪状に生じる。*C. aucubae* と *C.*

biolophus では細長いタイプのものがわずかに観察される。

3) 藻の寄生と葉組織の病変

藻体の生じた葉の部位の横断切片を作り, これを光学顕微鏡によって観察する。

糸状体は *C. aucubae*, *C. japonicus*, *C. microcellularis* および *C. virescens* では角皮下で拡大する。いずれの種でも藻体が成長する直下の表皮細胞と柵状組織の一部または全部が褐色に壊死しているのが観察される。また, 柵状組織の上部や下方に細胞が分裂して生じた木栓防衛層 (protective corky tissue) が形成されることがある (写真-13, 14)。この組織の形成は藻の侵入に対する葉の組織的な抵抗反応と考える。

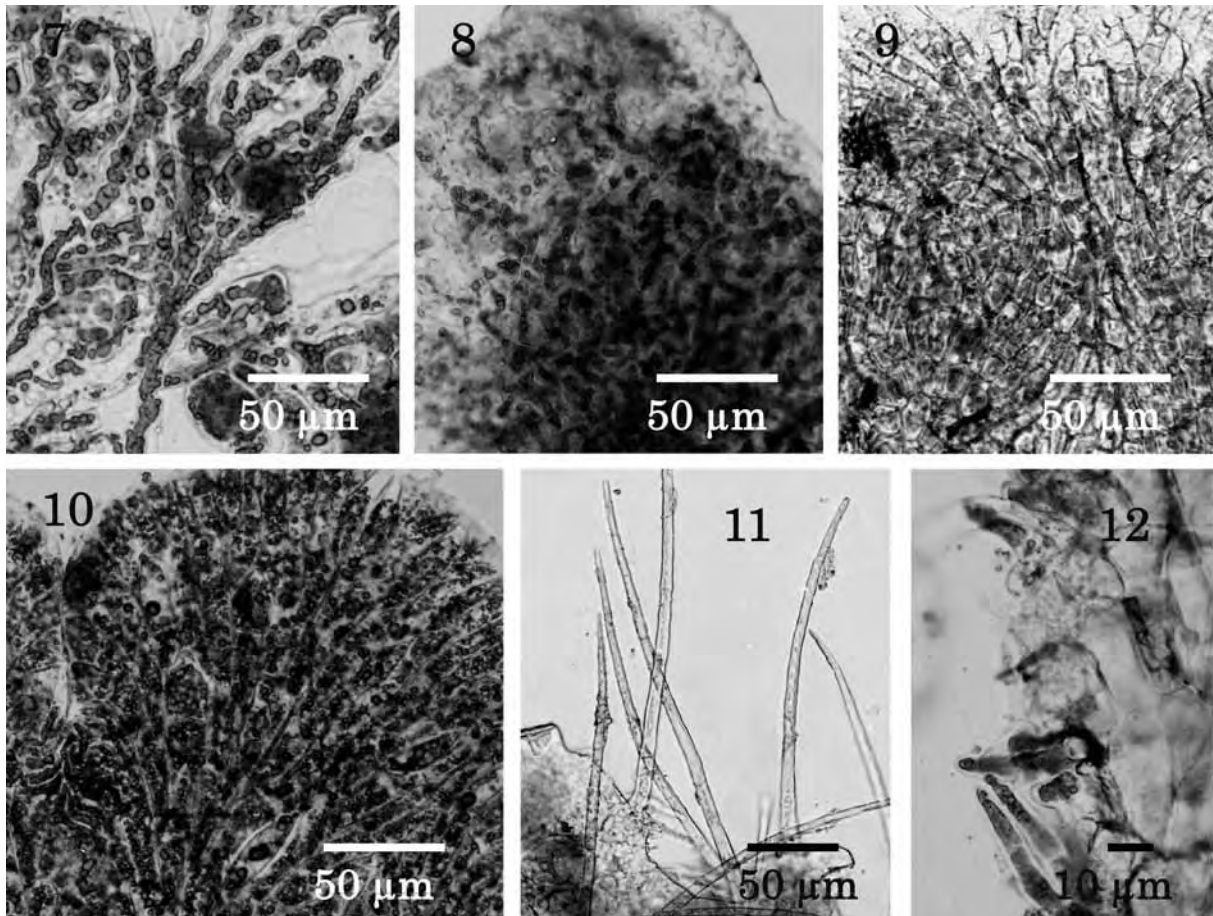


写真-7~10 *Cephaleuros*属の糸状体成長・写真-11~12 *Cephaleuros*属の刺毛

7. *C. aucubae* (アオキ上). 8. *C. japonicus* (ツバキ上). 9. *C. microcellularis* (タブノキ上). 10. *C. virescens* (タイサンボク上). 11. *C. virescens*, 細長型 (ヒサカキ上). 12. *C. virescens*, 短小型 (タブノキ上).

*C. biolophus*では藻体の全部またはその一部が角皮下に成長することもあるが多くは表皮細胞下で拡大して病斑を生じる(写真-15)。さらに柵状組織や海綿状組織などの葉肉細胞の間隙に伸長して、葉の反対側に至った場合はその表皮細胞下でも拡大する。ただし、ヤマモモでは角皮下で成長した後に葉肉細胞間隙に侵入して伸長して表皮細胞下での拡大はほとんど認めない。糸状体が表皮細胞下に拡大した場合、前記したように明らかな病斑が葉面に認められ、表皮細胞と柵状組織の細胞が褐色に壊死する。糸状体が海綿状組織内の細胞間隙に侵入するとその周辺の見綿組織や維管束の細胞も壊死する(写真-16, 17)。葉肉組織内の藻体の成長に伴って葉表または葉裏の表皮細胞に亀裂が生じることがある。

*Cephaleuros*属の侵入に伴う葉組織の壊死については、その原因について詳しい観察と実験は行われていない。本属藻の病原性とその内容については、今後その病理学的な究明が必要である。

4) 配偶子のうと配偶子

配偶子のうは藻体組織内に群状に形成されるが、成熟してその内部に配偶子が形成されると藻体表面が粒状に隆起する(表紙写真C)。まず、この配偶子のうの形成部位と成熟状態を実体顕微鏡によって観察する。ついで、配偶子のう形成部位の剥ぎ取り切片と横断切片を作り検鏡する。配偶子については、成熟した配偶子のう形成部位の切片をスライドグラス上に置いた水滴中に入れて配偶子を放出させる。放出された配偶子は活発に遊泳するが、よう素の結

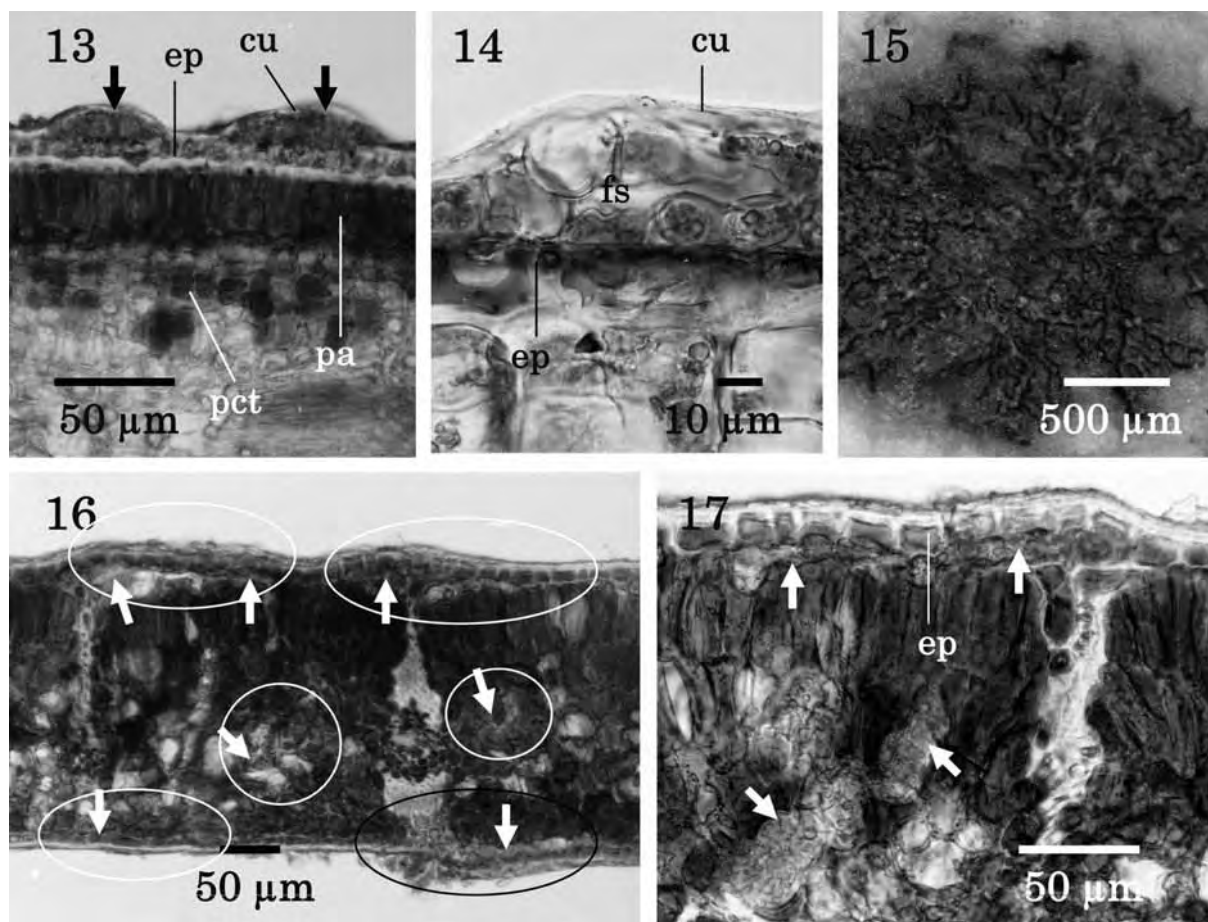


写真-13~17 *Cephaleuros*属藻の寄生と葉組織の病変

13. *C. japonicus* (ツバキ上, 矢印は糸状体, cu: 角皮, ep: 表皮細胞, pa: 柵状組織, pct: 木栓防衛層). 14. *C. japonicus* (クロキ上, fs: 糸状体, cu: 角皮, ep: 表皮細胞). 15. *C. biolophus*による病斑 (スダジイ上). 16. *C. biolophus* (ウバメガシ上, 矢印は糸状体). 17. *C. biolophus* (ウバメガシ上, 矢印は糸状体, ep: 表皮細胞).

晶を入れた容器の口にこのスライドグラスを逆さにして3分間置いて固定した後、検鏡する。サフランOによって染色するとべん毛や核が暗赤色に染まり判別しやすい。

配偶子のうは*C. japonicus*と*C. virescens*では藻体コロニーのおもに縁辺部に形成されるが、*C. microcellularis*では多数の配偶子のう群が輪状の帯を作る。配偶子のうは球形~楕円体で、大きさは種によって大差はない(写真-18~20)。

配偶子は楕円体~紡錘体であり、その頭部に同長の2本のべん毛をもつ。配偶子の大きさは*C. aucubae*が最も大きく、ついで*C. biolophus*, *C. japonicus*および*C. virescens*が大きく、*C. microcellularis*が最も小さい。べん毛の長さはいずれの種ともほぼ同

大である(写真-21~23)。

筆者らが問題としているのは配偶子の行動である。配偶子は接合して接合子を作り、これが発芽することが予想される。Karsten (1891) と末松 (1951) は*C. virescens*の配偶子の接合を認めるが、その発芽については記していない。また、Thompson and Wujek (1997) は*C. solutus* Karstenと*C. virescens*で配偶子の接合を観察したが、それらは分解したと報じている。一方、筆者らが繰り返し行った実験では配偶子の接合はまったく観察されなく、遊走子と同様に発芽して藻体に成長することが確認された(未発表)。この事実からは配偶子といわれてきたものはもはや「配偶子」とはいえないと考えるが、本稿では従来どおりこれを「配偶子」と、またこれを

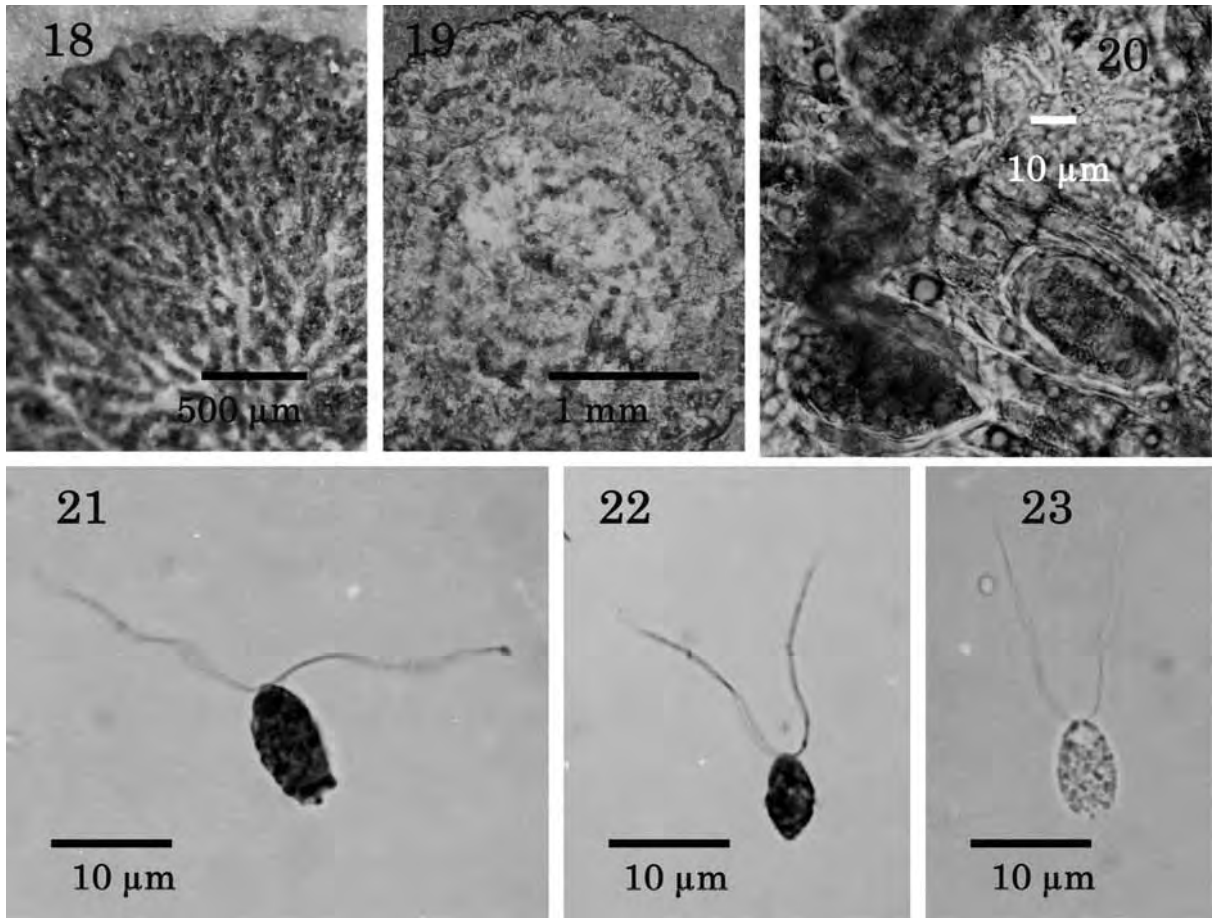


写真-18~20 *Cephaleuros*属の配偶子のう・写真-21~23 *Cephaleuros*属の配偶子.

18. *C. virescens* (タブノキ上). 19. *C. microcellularis* (クロキ上). 20. *C. virescens* (タブノキ上).
 21. *C. aucubae* (アオキ上, サフラニンOによる染色). 22. *C. microcellularis* (クロキ上, サフラニンOによる染色).
 23. *C. virescens* (タイサンボク上, 無染色).

形成する器官を「配偶子のう」と記した。今後、詳しい検討を要する。

5) 遊走子のうと遊走子

遊走子のう柄は藻体表面に、また *C. biolophus* ではおもに病斑の葉裏面に立ち上がって毛羽立ち、これに黄色~オレンジ色の小粒として遊走子のうが形成される(表紙写真D; 写真-24)。まず、この遊走子のう形成と成熟を実体顕微鏡で観察する。ついで、遊走子のう形成部位をかみそりの刃で剥ぎ取って光学顕微鏡で検鏡する。遊走子の放出、固定および観察の方法は4)に記した配偶子の場合と同様である。

遊走子のう柄は *C. japonicus* では長さが他の種に比べて長く、また藻体に埋まった基部細胞が球根状に肥大する。他の種では遊走子のう柄の長さはほぼ同大

である。遊走子のうは遊走子のう柄に生じる頭部細胞に、支持細胞を経て形成されるが、*C. aucubae*, *C. japonicus*, *C. microcellularis* および *C. virescens* では柄の先端にのみ、2~6個遊走子のうが支持細胞を経て形成される(写真-25, 27)。一方、*C. biolophus* では頭部細胞は柄の先端ばかりでなくその側方にも1~5個の頭部細胞が生じる。柄先端の頭部細胞からは4個、側方の頭部細胞からは1~2個の遊走子のうが支持細胞を経て形成される(写真-26)。ただし、遊走子のう柄が葉表の角皮下に成長した藻体から立ち上がったとき、とくにヤマモモでは、柄の先端にしか形成されない傾向がある。遊走子のうは *C. biolophus* では球形に近く、その他の種では楕円体でほぼ同大である(写真-25~27)。*C.*

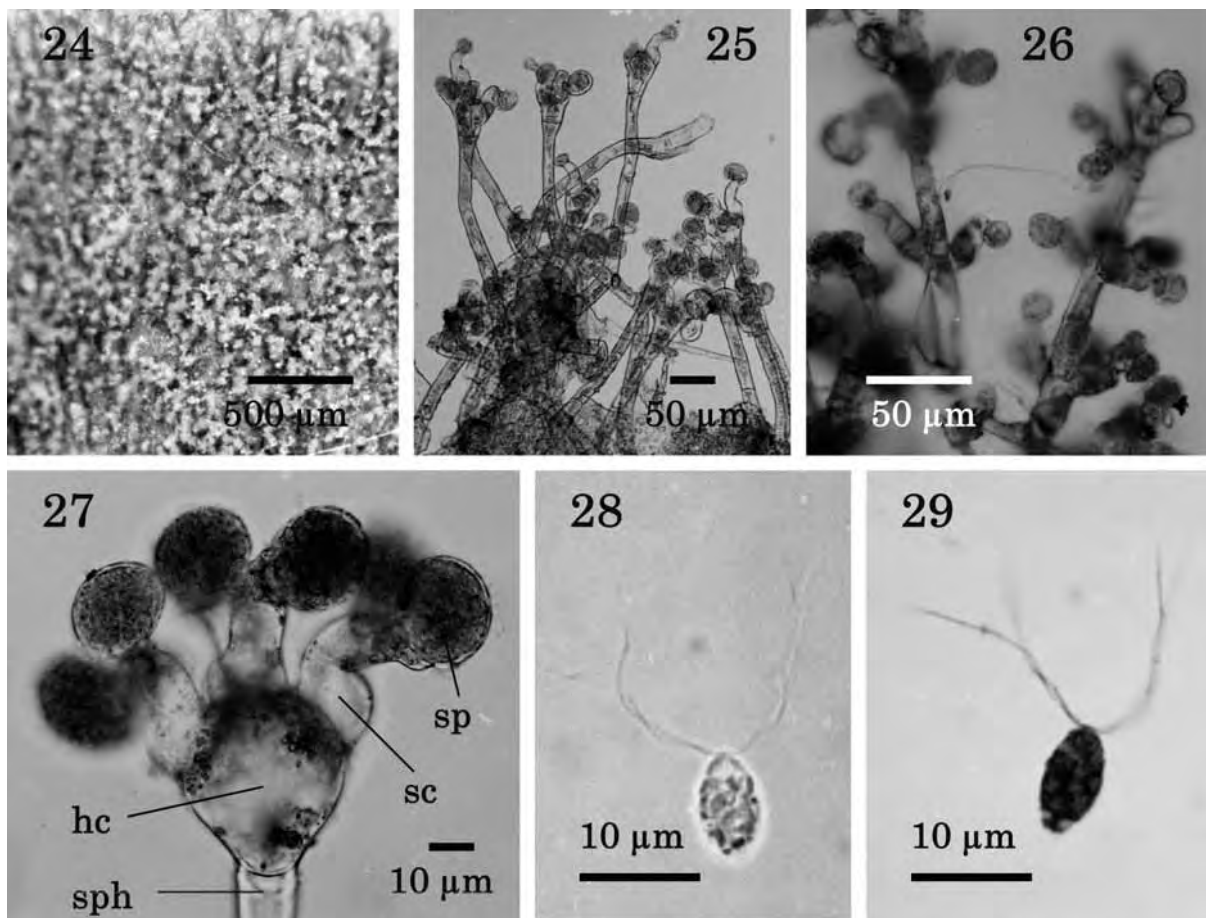


写真-24~27 *Cephaleuros*属の遊走子のう柄と遊走子のう・写真-28, 29 *Cephaleuros*属の遊走子

24. *C. virescens* (タブノキ上). 25. *C. japonicus* (ツバキ上). 26. *C. biolophus* (スタジイ上).
 27. *C. virescens* (タイサンボク上, sph: 遊走子のう柄, hc: 頭部細胞, sc: 支持細胞, sp: 遊走子のう).
 28. *C. virescens* (タブノキ上, 無染色). 29. *C. virescens* (タブノキ上, サフラニンOによる染色).

*aucubae*と*C. microcellularis*では遊走子のう柄と遊走子のうの形成がまれであり、遊走子は観察できなかった。

遊走子は楕円体～紡錘体であり、その頭部に同長の2対で2本ずつ、計4本のべん毛をもつ。遊走子の大きさは*C. biolophus*, *C. japonicus*および*C. virescens*の3種ではほぼ同大であり、また配偶子より大形であり、べん毛の長さは3種とも同大である(写真-28, 29)。

5. おわりに

*Cephaleuros*属の藻に起因する「白藻病」はわが国のとくに南西部ではしばしば発生し、また緑化樹木などで被害が生じているにもかかわらず、病原藻

の種の同定、生態的性質、また病害防除など全般にわたり関心が払われてこなかった。本稿ではわが国に生息する5種についてその形態の特徴を記したが、今後これらの地理的分布や宿主範囲を明らかにするとともに未発見の種の存在についても探索する必要がある。筆者らは、本属についてその培養、染色体数、生態、病原性および共生地衣の研究を進めており、日本藻類学会や日本地衣学会の大会で速報してきたが、まとまり次第論文として報告したい。

引用文献

Akiyama, M. (1961) Aerial and terrestrial algae in San-in region of Honshu, Japan. Bull. Shimane Univ. Natural Sci. 10: 75~88.

- Cunningham, D.D. 1879. On *Mycoidea parasitica*, a new genus of parasitic algae, and the part which it plays in the formation of certain lichens. Trans. Linn. Soc. London, Bot. 2nd Ser. 1: 301~316.
- 江塚昭典・木伏秀夫 (1956) 茶白藻病病原藻の寄主範囲. 茶業技術研究 15: 11~12.
- Joubert, J. J. and Rijkenberg F. H. J. (1971) Parasitic green algae, Ann. Rev. Phytopathology 6: 45~64.
- Karsten, G. (1891) Untersuchungen über die Familie der Chroolepideen. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 10: 1~66.
- 小林享夫 (1977) 緑化樹木の病害虫 (上) 病害とその防除. 日本林業技術協会, 東京.
- Kunze, O. (1827) Weigelt, Surinam Exsccati. (Fries, E. 1829. Systema Mycologicum 3, Graifswaldから引用)
- Molisch, H. (1926) Botanische Beobachtungen in Japan V. *Mycoidea parasitica* Cunningham, eine parasitische und *Phycopeltis epiphyton* Millard, eine epiphyll Alge in Japan. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Biology 1: 111~117.
- 日本植物病理学会 (2000) 日本植物病名目録. 日本植物防疫協会, 東京.
- 西田藤次 (1914) 新編柑橘病害と予防法. 嵩山堂, 東京.
- Printz, H. 1939. Vorarbeiten zu einer Monographie der Trentepohliaceae. Nytt Mag., Naturvidenskaberne 80: 137~210.
- Printz, H. (1964) Die Chaetophorales der Binnengewässer. Hydrobiologia 24: 1~376.
- Raciborski, M. (1900) Parasitische Algen und Pilze Javas. Batavia.
- Schmidle, W. (1898) Über einige von Professor Lagerheim in Ecuador und Jamaika gesammelte Blattalgen. Hedwigia 37: 61~75.
- Schmidle, W., (1902) Notizen zu einigen Süßwasser-algen. Hedwigia 41: 150~163.
- 末松四郎 (1951) 地上藻類 *Cephaleuros*, *Phycopeltis* について II. *Cephaleuros virescens* の動胞子について. 和歌山大学芸部学芸研究, 自然科学 2: 59~63.
- Suëmatu, S. (1962) Morphological and ecological studies on Trentepohliaceae. Bull. Lib. Arts Coll. Wakayama Univ. Nat. Sci. 12: 15~52.
- 周藤靖雄 (1975) 島根県における緑化樹木の被害実態調査. 島根林技研報 25: 39~72.
- 周藤靖雄・小河誠司 (1968) ツバキ・サザンカ(1). 庭木・花木・林木の病害 (小林享夫編), p.108, 養賢堂, 東京.
- 周藤靖雄・大谷修司 (2004) 島根県において樹木葉上に採集した *Strigula* 属地衣. Lichenology 2: 177.
- Suto, Y. and Ohtani, S. (2009) Morphology and taxonomy of five *Cephaleuros* species (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from Japan, including three new species. Phycologia 48: 213~236.
- Thompson, R. H. and Wujek, D. (1997) Trentepohliales: *Cephaleuros*, *Phycopeltis*, and *Stomatochroon*. Morphology, Taxonomy, and Ecology. Science Publishers, Enfield.
- 鶴田章逸 (1914) 茶の白藻病. 病虫雑 1: 162~166.
- Went, F. A. F. C. 1895. *Cephaleuros coffeae*, eine neue parasitische Chroolepidee. Zentralbl. Bakt. Parasit. 1: 681~687.
- 山岸高旺 (1999) 淡水藻類入門. 内田老鶴圃, 東京.
(2009.10.13 受理)

論文

和歌山県におけるホルトノキ萎黄病の被害実態

河辺祐嗣^{1, 6}・法眼利幸²・岡谷善博^{3, 6}・林 弘一^{4, 6}・中口由佳子^{5, 6}

1. はじめに

ホルトノキは、暖地性の常緑広葉樹で、本州では千葉県以西の太平洋側、四国と九州に天然分布し、なかには天然記念物に指定された大木や樹叢が見られる。また、西日本の各地では街路樹や公園樹などの緑化木としてよく植栽されている。それらの天然木や緑化木に発生するホルトノキ萎黄病による衰退枯死被害（河辺ら1999；2000；2001；2008）について、被害情報にもとづく現地調査および生育地における探索調査を行なっている。ここでは和歌山県における被害実態について報告する。

2. 和歌山市の和歌山公園

和歌山市街地にある和歌山公園は、国指定史跡「和歌山城」（1931年指定）とその周辺が整備されたもので、観光や市民の憩いの場となっている。淡路島の洲本城址におけるホルトノキの衰退枯死被害調査の際に、海を隔てた和歌山城址でも枯死木が発生していると聞いていたので、2007年4月17日に、和歌山城市管理事務所の案内で和歌山公園における調査の機会を得た。その際に、樹木の衰退が見られるようになったことに注目し、和歌山公園において樹木枯死調査を行なった報告（田村1995；1996；1997；1998；1999；2000；2001；2003）を紹介された。その調査木は個体毎に番号が付けられ、管理簿と位置図が作成されている胸高幹周長1 m以上の樹木（田村1995）である。その報告によると、1992年から2003年までの12年の調査期間中に、調査当初に常緑樹17種と落葉樹9種からなる合計517本の調査木のうち126本（24.4%）、ホルトノキだけに限ると調査当初に61本あったうちの55本（90.2%）が枯死している（表-1, 2）（田村2003）。調査樹種のうちでホルトノキの枯死木数が最も多く、全調査木の枯

表-1 和歌山公園における1992年から2003年までの枯死木*

常緑樹/落葉樹	樹種**	調査木***	枯死木	枯死木%
常緑樹	ホルトノキ	61	55	90.2
	カゴノキ	35	1	2.9
	クスノキ (植)	31		0
	イヌマキ	28	2	7.1
	アカガシ	13	1	7.7
	ウバメガシ	10		0
	クロガネモチ	9	4	44.4
	サンゴジュ (植)	5	4	80.0
	クロマツ (植)	4	2	50.0
	ナナミノキ	4	2	50.0
	カクレミノ	4	1	25.0
	コノテガシワ (植)	3		0
	ヤブニッケイ	2		0
	タブノキ	1	1	100
	ツバキ	1		0
	ヤマモモ	1		0
	モッコク	1		0
落葉樹	ムクノキ	172	15	8.7
	エノキ	76	28	36.8
	サクラ (植)	31	3	9.7
	ケヤキ	11	5	45.5
	ハゼノキ (植)	8	1	12.5
	イチョウ (植)	3		0
	ニワウルシ	1		0
	アキニレ	1	1	100
	キリ	1		0
	合計		517	126

*田村（2003）から改変引用；**（植）は植栽木，それ以外は天然木；***調査木は胸高幹周長1 m以上の樹木

死木に占めるホルトノキの割合は43.7%を占める。調査年毎のホルトノキ枯死木数（1992～1995を除く）は、0～16本の範囲で違いがあり、1999年の16本が一番多い（表-2）（田村2003）。

2007年の調査では、田村の調査対象であったホルトノキは2本が生き残っており、2004年からさらに

表-2 和歌山公園における1992年から2009年までのホルトノキの枯死木^{*,**}

調査年	枯死木	枯死木累計	枯死木累計%
1992~1995	21	21	34.4
1996	2	23	37.7
1997	6	29	47.5
1998	2	31	50.8
1999	16	47	77.0
2000	5	52	85.2
2001	1	53	86.9
2002	2	55	90.2
2003	0	55	90.2
2004~2007	5	59	96.7
2008~2009	1	60	98.4

*1992~2003年は田村（2003）から改変引用，2004年以降は今回調査
 **1992年に61本があった，調査木は胸高幹周長1m以上のもの

5本が枯死していた（表-2）。残存木のうち1本には枝伸びの劣化，葉の減少，樹冠の透けなどのホルトノキ萎黄病の病徴を示して軽度の衰退が見られ，もう1本にはさらに枝枯れの病徴が加わり重度の衰退が見られた（図-1）。2009年10月23日の調査では，2007年の調査で軽症であったものは枝枯れは発生していないものの葉の黄化が見られ，樹冠の透けの程度が進んで重症化し，重症のものは枯死し伐採されていた。田村の調査対象は1本だけが生き残るが，これもあと数年で枯死すると思われる。2007年の調査では，田村の調査対象ではない小径木の2本にも中度から重度の衰退が見られた。

和歌山公園における樹木衰退の原因については，気象条件の変化や人為による生育環境改変などが複合的に作用したのではないかと推測されている（田村1995；2003）が，多数樹種のうちで特にホルトノキが多数枯死した原因はホルトノキ萎黄病の関与を抜きには考えられない。和歌山公園のホルトノキの絶滅を危惧し，公園内のホルトノキから採取された種子からの苗が公園の一角に植栽されている（田村2003）が，それらもまたホルトノキ萎黄病に罹病する可能性が高いと思われる。

表-3 日前神社におけるホルトノキの衰退枯死被害*

症状	枯死後年数 ^{**}	本数	本数%
枯死	10年程度	8	22.2
	5年程度	14	38.9
	数年程度	1	2.8
合計		23	63.9
重度衰退	—	1	2.8
衰退	—	10	27.8
健全	—	2	5.6

*2009年6月20日調査

**枯れ枝，幹樹皮の割れや剥がれ，幹木部の腐朽の状態から推定

3. 和歌山市の日前神社

和歌山公園より約3kmほど東に位置する日前神社の境内林は，高木としてエノキ，ケヤキ，ホルトノキなどの広葉樹が主に生育しており，近年侵入し繁茂するシュロの駆除，危険回避のために林縁木の枝剪定やまれに伐採が行なわれる以外はほぼ自然状態におかれている。2007年4月17日および2009年6月20日に，許可を得て，踏査可能な境内林の範囲内において調査を行った。なお日前神社から和歌山県林業試験場へホルトノキの衰退枯死被害について以前に問い合わせがあった。

ホルトノキは境内林のほぼ全体に分布しているが，西側に本数が多かった。立木と倒木を合わせて36本（胸高直径は20~60cm範囲）のホルトノキが見つかり，そのうち23本（63.9%）が立木または倒木の枯死木，13本が生立木であった（表-3）。枯れ枝（枝先の枯れや枝の折れ残り程度）や樹幹（樹皮の剥げや木部の腐朽程度）の状態から大まかに枯死木の枯死後の経過年数を推定すると，枯死後数年程度が1本，枯死後5年程度が14本，枯死後10年程度が8本であった（表-3）。生立木13本のうち外観健全と思われる2本以外の11本では，個体により程度に違いがあるものの葉量の減少，葉の黄化，枝伸長の劣化，樹冠の透けなどのホルトノキ萎黄病の病徴（図-2）が見られ，これらの衰退木も早晚枯死に至ると思われる。ホルトノキ枯死木の樹冠部は林内にギャップを形成している（図-3）が，そこには



図-1 (左上) 和歌山公園 (和歌山市) のホルトノキの衰退木 (2007年4月17日)
図-2 (右上) 日前神宮 (和歌山市) のホルトノキ衰退木の枝葉部 (2007年4月17日)
図-3 (左下) 日前神宮 (和歌山市) のホルトノキ衰退木の樹冠部 (2007年4月17日)
図-4 (右下) 箕島神社 (有田市) のホルトノキ衰退木の樹冠部 (2009年6月20日)

枯死木の朽ちつつある主幹や倒木が見られた。神社での聞き取り調査によると、10年程度前から枯死木が発生し始めたということであった。日前神社と和歌山公園は同じ和歌山市内にあるが、日前神社におけるホルトノキ萎黄病による衰退枯死被害の始まりの時期は和歌山公園より約10年位遅いと思われた。

4. 有田市の箕島神社

箕島神社は和歌山市から南南西に約16kmほど離れた有田市にある。箕島神社から地元の樹木医として活動している報告者のひとりへ、本殿の奥に鎮座する御神木のホルトノキ (樹高19m, 目通り幹周囲長302cm) の衰退被害について病害相談があったこと

が調査のきっかけになった。境内は住宅地に囲まれ、御神木のほかにもホルトノキがあり、タブノキやエノキなどともに境内林をなして生育している。

2007年の時点で御神木のホルトノキには、葉量の減少、葉の黄化、枝伸長の減少、樹冠の透けに加えて枝枯れが見られ、ホルトノキ萎黄病による重度の衰退を示していた（図-4）。御神木ではないホルトノキが2007年に1本（目通り幹周囲長180cm）、2009年にまた1本（目通り幹周囲長43cm）枯死した。今のところ御神木を含むホルトノキの生立木が9本あるが、そのうち7本に衰退が見られ、3本の衰退程度は重症であった。御神木のホルトノキはこのまま衰退が進行すれば数年後には枯死すると思われるので、2008年からオキシテトラサイクリン塩酸塩の樹幹注入による治療が試みられている。

5. 湯浅町の深専寺

2007年5月29日の朝日新聞和歌山版に、「枯死」のホルトノキに新芽、の見出しで、有田市の南隣りの有田郡湯浅町にある深専寺の境内に生育する和歌山県指定天然記念物「ほるとのきの老木」（樹高約20m、幹周約6m）についての話題が載った。その記事によると、枯死したと思ったので3月に地上高1mで伐採したが、その伐株に20数本の不定枝が発生したというのである。

その前年、ホルトノキが枯れてしまうのではと地元で樹木医として活動する報告者のひとりに連絡があり、7月に入って最初の現地調査を行った時にはすでに萎れ始めており、9月中頃には葉が着いたまま茶色になり枯れた。このホルトノキは、境内の墓地の中にあり、地際から4～5mまでの樹幹はその半周程度に30cm厚さ程度の木部を残すだけで大きく損傷を受けており、また幹の空隙にはぼう芽から生育したと思われる胸高直径約20cmの主幹が立ち上がっていたが、その両方が枯死した。

7月の調査時に見た樹勢は、樹冠全体に旧葉も少なく良好とは言えないが、衰退程度は重症ではなかった。萎れ始めた後に2か月程度で急激に枯れてしまったのは、樹冠が透け、葉の減少や黄化および枝枯れ

などの病徴を示しながら徐々に樹勢衰退が進行した後に枯死する一般的なホルトノキ萎黄病の症状と異なっていた。しかし、伐株に不定枝が発生したのは、ホルトノキ萎黄病により衰退が重度になると枝や幹に不定枝が発生するのと同様といえる。街路樹において短期間で急激に枯死する例が極まれに見られる（河辺ら未発表）ので、ホルトノキ萎黄病でもこのような枯れ方があるのかもしれないが詳細は不明である。このホルトノキについてはファイトプラズマを検出する機会がなく、ホルトノキ萎黄病による枯死被害とは断定できなかった。

6. 日高郡日高町から西牟婁郡すさみ町までの間にある神社

有田市より南方面でもホルトノキ萎黄病の被害が発生しているのではないかと思われた。そこで、和歌山市からほぼ南に約23kmに位置する日高郡日高町から、さらに南東に約64kmに位置する西牟婁郡すさみ町までの間にとびとびにある5つの神社の境内林において、2007年7月6日に、ホルトノキの衰退枯死被害調査を行った。調査地の案内役で地域の植物に詳しい水野泰邦氏によると、この地域はホルトノキの天然分布域であるが、現在ある程度まとまってホルトノキが見られるのは神社の境内林ぐらいであるとのことであった。5つの神社は北から南へ順に、小中王子神社（日高郡日高町）、切目王子神社（日高郡印南町）、小殿神社（日高郡みなべ町）、熊野三所神社（西牟婁郡白浜町）および春日神社（江須崎明神）（西牟婁郡すさみ町）である。小中王子神社、切目王子神社および小殿神社は田畑や住宅地に囲まれており、その境内林においてホルトノキは常緑広葉樹の1樹種として生育していた。小中王子神社ではホルトノキの本数は少なかった。切目王子神社には町指定天然記念物「切目神社のほるとのき」（複数株立ち木）があり、他にもかなりの数のホルトノキが見られた。小殿神社の境内林は県指定天然記念物「イスノキの純林」であり、その中に数本のホルトノキが見られた。春日神社は、江須崎島の国指定天然記念物「江須崎島暖地性植物群落」内にあ



図-5 熊野三所神社（西牟婁郡白浜町）のホルトノキ衰退木の樹冠部（2007年4月17日）

り、社殿周りにはかなり大きいホルトノキが数本見られた。これら4つの神社では明らかに衰退したホルトノキは認められなかった。それに対して熊野三所神社では、社務所や本殿などがある敷地内のホルトノキにおいて、枯死木の発生こそ見られないが、葉量の減少、樹冠の透けおよび枝枯れなどを示す衰退木が見られ、なかには枝と幹に不定枝が発生する重症のものも見られた（図-5）。熊野三所神社は海水浴場でもある白良浜の突端の権現崎にあり、ホルトノキ、クスノキ、スダジイなどが生育する県指定天然記念物「熊野三所神社の社叢」を有するが、その斜面にも裸木となったホルトノキ大木の枯死木が1本見られるので、社叢にも被害が発生している可能性があると思われた。

7. 衰退木からのファイトプラズマの検出とその識別

各調査か所で衰退木または衰退木がなければ任意木から枝葉を採取し（春日神社では供試なし）、切

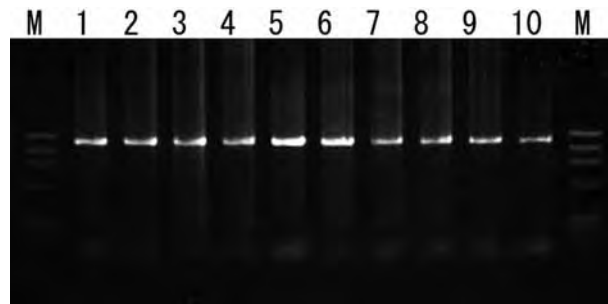


図-6 PCR法により検出されたファイトプラズマ（ファイトプラズマのPCR増幅産物を示す約1200bpの電気泳動像）

1：日前神宮2450，2：日前神宮2452，3：和歌山公園2456，4：和歌山公園2457，5：熊野三所神社2674，6：熊野三所神社2675，7：熊野三所神社2677，8：熊野三所神社2678，9：箕島神社2934，10：箕島神社2935，M：Marker（ ϕ X174/*Hae* III digest，1353，1078，872，603，310，281（bp））

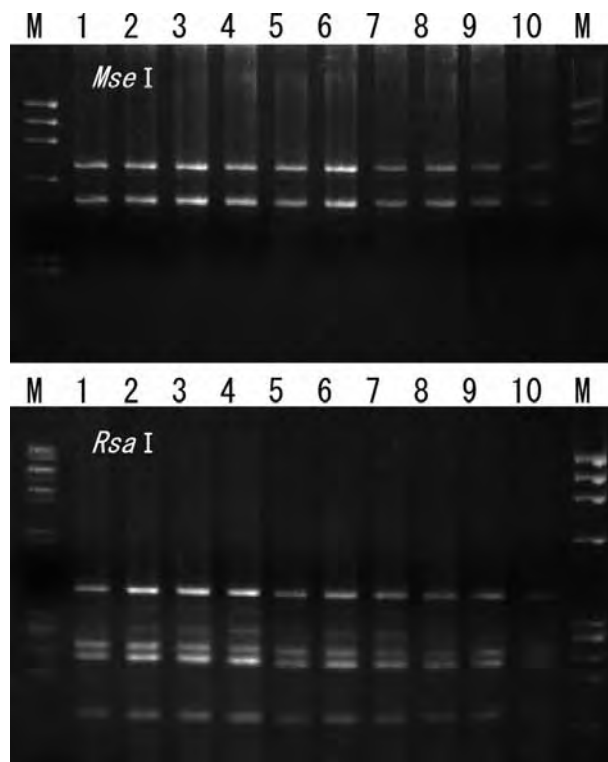


図-7 検出されたファイトプラズマの制限酵素Mse IとRsa IによるPCR-FRLP解析（約1200bpのPCR増幅産物について制限酵素処理により得られたRFLPの電気泳動像パターン）

1：日前神宮2450，2：日前神宮2452，3：和歌山公園2456，4：和歌山公園2457，5：熊野三所神社2674，6：熊野三所神社2675，7：熊野三所神社2677，8：熊野三所神社2678，9：箕島神社2934，10：箕島神社2935，M：Marker（ ϕ X174/*Hae* III digest，1353，1078，872，603，310，281（bp））

り出した葉の主脈部から抽出されたDNAを用いて、PCR法によりファイトプラズマの検出を行なった。また、制限酵素 *Mse* I と *Rsa* I を用いたPCR-FRLP解析により検出されたファイトプラズマの識別を行なった (Lee *et al.* 1993; 1998, Gu-ndersen *et al.* 1996, 河辺ら2001, Wei *et al.* 2008)。和歌山公園、日前神社および箕島神社では、それぞれ衰退木2本についてファイトプラズマが検出され、検出されたファイトプラズマはホルトノキ萎黄病のものと識別された。また、熊野三所神社では5本の衰退木のうち4本について同じ結果が得られた (図-6, 7)。それに対して、衰退木が見られなかった小中王子神社、切目王子神社および小殿神社では2本または3本の外観健全木ではファイトプラズマは検出されなかった。

8. まとめ

和歌山県では和歌山市、有田市および西牟婁郡白浜町において、ホルトノキ萎黄病による衰退枯死被害が発生していることが明らかになった。特に和歌山市の和歌山公園および日前神社ではホルトノキを全滅させる勢いで発生していた。調査地の周辺でもホルトノキ萎黄病が発生している可能性が推測される。

小田原市指定天然記念物「MRAアジアセンター ODAWARAのホルトノキ群」の天然生大木におけるホルトノキ萎黄病の被害では、聞き取り調査と経過調査により、罹病後に衰退が徐々に進行し枯死に至るまでには10年あるいはそれ以上の年数を要したと推測されている (大野ら2002)。それを参考に今回の調査地においてホルトノキ萎黄病の発生が始まった時期を推測すると、和歌山公園では1980年前後頃、日前神社では1990年前後頃、有田市および西牟婁郡白浜町では1990年代後半頃と思われる。その時期と地理的關係を考えあわせて、有田市の被害は和歌山市のほうから発生拡大したのではないかと推測される。

日高郡日高町から西牟婁郡すさみ町の間にある神社境内林の調査では、西牟婁郡白浜町にある熊野三

所神社だけでホルトノキ萎黄病による衰退被害が見つかった。数少ない場所と個体の調査事例ではあるがあえて推測するなら、日高町より南方面へはホルトノキ萎黄病の発生は拡大していないかまたは拡大してもし始めではないかと思われる。この調査地域では半ば保護された社寺林のような林分以外ではホルトノキがあまり見られず、その自然分布が分断されているので、そのような要因が発生の拡大を回避させる要因になっているとも思われる。一方、調査地のうち一番南方面にある西牟婁郡白浜町の熊野三所神社において見つかったホルトノキ萎黄病の衰退被害は、先に和歌山市から有田市への発生拡大を推定したようなものではなく、ホルトノキ萎黄病の罹病木が緑化木として近隣に植栽され、それから病原菌が伝染し発生が拡大しているものではないかと推測される。以上で推測したことは対処を考えるうえで重要であり、さらに検討が必要である。

謝辞

調査にご協力いただいた、和歌山城管理事務所、日前神社、箕島神社宮司の岩本道弘氏ならびに氏子の皆様、深専寺、南紀生物研究会の水野泰邦氏、田辺市役所の愛須誠氏、元田辺市役所の溝口博一氏ならびに野村保氏に感謝します。

引用文献

- Gundersen, D. E. and Lee, I. M. (1996) Ultrasensitive detection of phytoplasma by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathol. Mediterr.* 35: 144~151.
- 河辺祐嗣・菊地泰生・楠木 学・大野啓一郎・加藤貞一・小林元男・小河誠司・宇佐美陽一・伊禮英毅 (2001) ホルトノキ萎黄病による緑化木と天然木の衰弱枯死の被害実態. *日林学術講要* 112: 670.
- 河辺祐嗣・楠木 学・大野啓一郎 (1999) ファイトプラズマによるホルトノキ萎黄病 (新称). *日植病報* 65: 654.
- 河辺祐嗣・楠木 学・大野啓一郎・加藤貞一 (2000) ファイトプラズマによるホルトノキ萎黄病の被害

- 実態. 日林学術講要 111 : 281.
- 河辺祐嗣・大野啓一郎・加藤貞一・法眼利幸 (2008) 天然記念物や史跡関係のホルトノキで発生しているホルトノキ萎黄病の被害実態. 樹木医学会13大会講演要旨.
- 河辺祐嗣・宇佐美暘一・津田城栄・楠木 学・小河誠司・松浦邦昭 (2006) ホルトノキ萎黄病の抗生物質薬剤樹幹注入による治療試験, 日本森林学会講演要旨集, 116 : A13.
- Lee, I. M., Gundersen-Rindal, D. E., Davis, R. E. and Bartoszyk, I. M. (1998) Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 48: 1153 ~1169.
- Lee, I. M., Hammond, R. W., Davis, R. E. and Gundersen, D. E. (1993) Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasma-like organisms. *Phytopathology* 83: 834~842.
- 大野啓一郎・河辺祐嗣・加藤貞一・菊地泰生・楠木学 (2002) ホルトノキ萎黄病による衰弱枯死経過. 樹木医学会 7 大会講演要旨.
- 田村雅弘 (1995) 和歌山の森 近況報告(1)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 24 : 19~24.
- 田村雅弘 (1996) 和歌山の森 近況報告(2)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 25 : 31~42.
- 田村雅弘 (1997) 和歌山の森 近況報告(3)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 26 : 12~16.
- 田村雅弘 (1998) 和歌山の森 近況報告(4)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 27 : 25~30.
- 田村雅弘 (1999) 和歌山の森 近況報告(5)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 28 : 16~20.
- 田村雅弘 (2000) 和歌山の森 近況報告(6)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 29 : 4~9.
- 田村雅弘 (2001) 和歌山の森 近況報告(7)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 30 : 56~58.
- 田村雅弘 (2003) 和歌山の森 近況報告(8)―枯死していくホルトノキ―. 紀州生物 (和歌山県生物同好会々誌) 32 : 9~12.
- Wei, W. W., Lee, I. M., Davis, R. E., Suo, X., and Zhao, Y. (2008) Automated RFLP pattern comparison and similarity coefficient calculation for rapid delineation of new and distinct phytoplasma 16Sr subgroup lineages. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 58: 2368~2377. (2009. 11. 6 受理)

論文

宮城県におけるナラ類集団枯損被害の発生と被害分布

水田展洋¹・佐々木智恵²・小畑新也³・佐藤隆之⁴・前田美津雄⁵
 粕谷玲子⁶・原田新吾⁷・橋爪有子⁸・細川智雄⁹・伊藤彦紀¹⁰
 木村茂也¹¹・成田健一¹²・眞田廣樹¹³・佐々木淳¹⁴・佐々木周一¹⁵
 佐藤鉄也¹⁶・田中一登¹⁷・千葉朋彦¹⁸・山田百合子¹⁹

1. はじめに

近年、本州の日本海側を中心にナラ類集団枯損被害（以下、ナラ枯れ）が発生している。2008年度末時点で、秋田、山形、福島・新潟・長野・石川・福井・岐阜・愛知・富山・滋賀・京都・兵庫・鳥取・島根・山口・三重・和歌山・奈良および広島¹の1府19県で枯死被害が確認されており、2009年度には当県及び岡山・大阪の1府2県で新規に被害が発生した（山形県、2009）。

当県では、2008年度から県庁森林整備課及び林業振興課、県内各地方振興事務所及び地域事務所林業振興部、林業技術総合センターから組織される「ナラ枯れ被害予防対策プロジェクトチーム」を設置し、ナラ枯れ被害に関する研修、被害監視体制・情報収集体制・防除体制の構築、普及啓発用リーフレットやナラ枯れ被害警戒情報図の作成・配布など、被害の早期発見および予防対策に努めてきた。

今回、ナラ枯れ被害を早期に確認することができたことから、本報で当県での被害発見の経緯及び2009年度の被害状況について報告する。

2. 当県におけるナラ枯れ被害初確認

2009年8月20日に、大崎市鳴子温泉地内でナラ枯死木が発生していると県民から情報提供があり、8



写真-1 枯死したコナラ（大崎市鳴子温泉地内）

ところ、コナラが2本（胸高直径59.8cmおよび66.9cm）枯死していることが確認された（写真-1）。枯死木の地際部分には直径2mm前後の穿入孔が多数あり、カシノナガキクイムシのフラスらしきものが大量に排出されていた（写真-2）。

The first confirmation and distribution of mass mortality of Japanese oak trees in Miyagi prefecture

¹MIZUTA, Nobuhiro, 宮城県林業技術総合センター；²SASAKI, Chie, 宮城県林業技術総合センター；

³OBATA, Shinya, 宮城県北部地方振興事務所；⁴SATO, Takayuki, 宮城県大河原地方振興事務所；

⁵MAEDA, Mitsuo, 宮城県仙台地方振興事務所；⁶KASUYA, Reiko, 宮城県林業技術総合センター；

⁷HARADA, Shingo, 宮城県東部地方振興事務所；⁸HASHIDUME, Yuko, 宮城県農林水産部森林整備課

⁹HOSOKAWA, Toshio, 宮城県林業技術総合センター；¹⁰ITO, Yoshinori, 宮城県東部地方振興事務所登米地域事務所；

¹¹KIMURA, Shigeya, 宮城県仙台地方振興事務所；¹²NARITA, Kenichi, 宮城県農林水産部森林整備課；

¹³SANADA, Hiroki, 宮城県大河原地方振興事務所；¹⁴SASAKI, Jun, 宮城県北部地方振興事務所栗原地域事務所；

¹⁵SASAKI, Syuichi, 宮城県北部地方振興事務所栗原地域事務所；¹⁶SATO, Tetsuya, 宮城県農林水産部森林整備課；

¹⁷TANAKA, Kazuto, 宮城県林業技術総合センター；¹⁸CHIBA, Tomohiko, 宮城県農林水産部林業振興課；

¹⁹YAMADA, Yuriko, 宮城県気仙沼地方振興事務所



写真-2 大量に排出されているフラス (大崎市鳴子温泉地内)



写真-3 被害発生地の林相 (大崎市鳴子温泉地内)

表-1 ナラ枯れ現地調査結果 (大崎市鳴子温泉地内)

樹種	DBH±SD (cm)	穿孔の有無 (本)		フラスの有無 (本)		生育状況 (本)		
		有	無	有	無	生存	生存 (葉変色)	枯死
コナラ	37.3±10.9	38	97	37	98	132	1	2
ミズナラ	34.2±8.8	4	57	4	57	61	0	0
カシワ	49.9±14.0	4	5	4	5	8	1	0
クリ	37.6±10.7	0	2	0	2	2	0	0
合計		46	161	45	162	203	2	2

表-2 フラス有無と胸高直径の関係

フラスの有無	DBH±SD (cm)
有	40.1±11.8
無	36.1±10.5

然公園的な利用がされている整備の行き届いた約1.3haの広葉樹二次林で (写真-3), 枯死木以外にもフラスを排出している立木が散見されたため, 林内に生育している立木のうちブナ科樹木を対象に毎木調査を行った。その結果, ブナ科樹木207本中約22%にあたる46本にカシノナガキクイムシによるものと思われる穿入孔が, 45本にフラスの排出が確

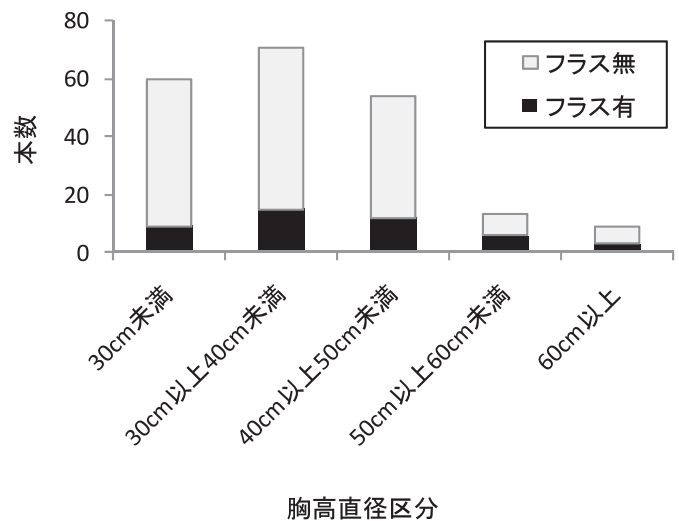
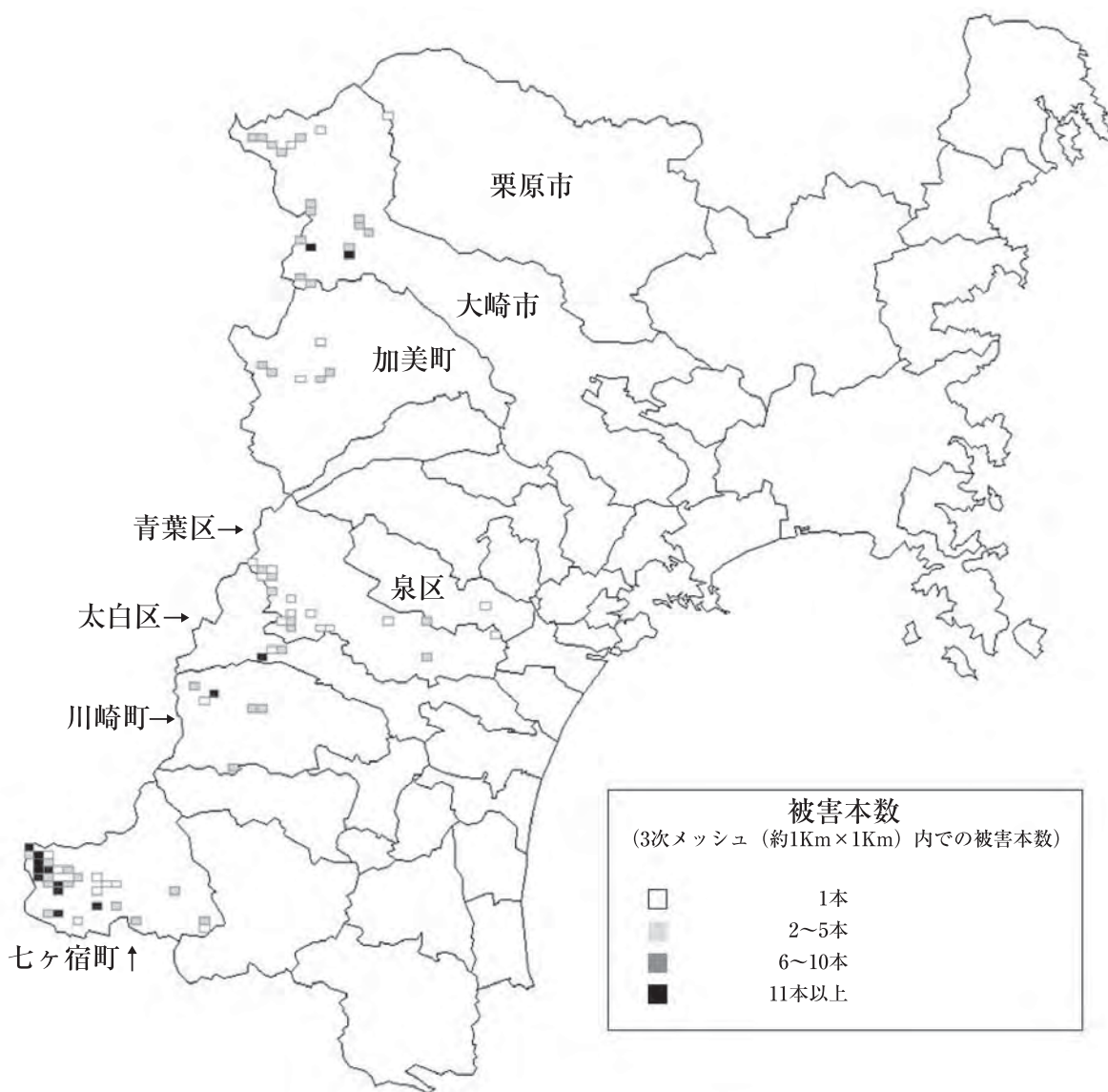


図-1 胸高直径区分ごとのフラス有無



※本図面の3次メッシュには、財団法人 地域地盤環境研究所 村上貴志氏のメッシュデータを使用した。

図-2 宮城県内でのナラ枯れ被害発生位置図

認められた(表-1)。ただ、フラスを排出している45本中枯死にまで至っているものは前述したとおりコナラ2本のみであり、葉が変色しているコナラ1本とカシワ1本があったが、それ以外の41本は外見上は健全であり、この林分内の枯死率は低かった。また、フラスの有無と胸高直径の間には有意差が見られ、比較的太い木に穿入していることが分かった(Mann-Whitney検定, $p < 0.05$) (表-2, 図-1)。これらの調査結果から、枯死原因はナラ枯れであ

るとの疑惑が強まったとして2009年9月2日に枯死木を伐倒して材片を採取し、独立行政法人森林総合研究所へ鑑定を依頼した。その結果、材片からカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) が採取されるとともに、ナラ菌 (*Raffaelea quercivora*) が分離されたため(21森林総研第846号による宮城県農林水産部森林整備課長あて鑑定書)、当県ではナラ枯れと断定し、2009年9月18日に公表した。

3. 当県でのナラ枯れ被害状況

1) 調査方法

ナラ枯れ発生の公表を受け、県内全域を対象に2009年9月～11月にかけてナラ枯れ被害状況調査を実施した。調査方法は山形県で実施している方法に準じ（斉藤・野崎，2008），県内各事務所の林業普及指導員が各管内の一般道・林道などを走行し，ナラ枯れ被害位置及び本数を目視で確認し，図面上に記入していった。ただし，道路近くの場合は被害木について穿入孔・フラスの有無を直接確認したが，道路から遠い場合は被害木までは行かず，葉が褐変しているナラ類はナラ枯れと判断し，道路上で被害位置及び本数を特定した。

直接確認した樹木のうち，ナラ枯れの特徴である多数の穿入孔，フラスの排出など見られず，判断が難しい場合は林業技術総合センター（以下，センター）研究職員と林業普及指導員が協力し，現地で確認を行った。

各事務所での調査結果は県庁森林整備課へ送付され，森林整備課で市町村ごとの被害本数を集計した。また，図面はセンターへ送付され，GISで標準地域メッシュ第3次地域区画（約1km×1kmメッシュ，以下3次メッシュ）単位での被害本数把握及び被害メッシュ図を作成した。

また，国有林部分に関しては県内の森林管理署から本数と位置情報を提供して頂いた。

2) 調査結果

2009年11月末時点で，県内では283本の被害が確認された。市町村別の被害本数は表-3のとおりである。七ヶ宿町での被害が152本と全体の半数以上を占めており，被害箇所が集中していた。

3次メッシュ単位での被害発生位置図は図-2のとおりである。宮城県内総メッシュ数7754に対し，被害位置を含むメッシュは83であり，単純にメッシュ数で県内の被害率を推定すると県土の約1.1%で被害が発生していることになる。被害は主に奥羽山系沿いで発生しており，5本/km²以下のメッシュ数が65メッシュと，被害発生地域の約78%は単一的な被害にとどまっていた。一方，県北西部の大崎市（旧

表-3 市町村別被害本数

市町村	被害本数（本）
栗原市	1
大崎市	65
加美町	11
仙台市	35
川崎町	19
七ヶ宿町	152
合計	283

※記載されていない市町村は被害なし

鳴子町）では最大27本/km²，南西部の七ヶ宿町では最大23本/km²の被害となった区域があるのをはじめ，11本/km²以上の被害となった区域は全て両市町にあり，これらの地域では集団的枯損がはじまりつつあることが示唆された。

また，山形県境から直線距離で26.2km離れた仙台市泉区でもコナラ1本のみの枯死被害が発生し，材片を割材したところカシノナガキクイムシが採取された。

4. おわりに

当初，宮城県ナラ枯れ被害警戒情報図Ver.1.00（宮城県，2009）で試算されたカシノナガキクイムシ飛翔可能範囲等から，数年以内に大崎市（旧鳴子町）と七ヶ宿町で数本単位のナラ枯れ被害が発生するとの想定の下にプロジェクトチームが活動していたが，奥羽山系沿いのほぼ全ての峠付近でナラ枯れが発生し，想定を遙かに超える被害となった。しかし，被害が初めて確認されてから数ヶ月以内に県内全域の被害状況が調査できたことは，プロジェクトチームを設置した効果によるものといえる。特に仙台市泉区での被害など，既被害地から遠く離れた地点での単木被害も発見できたのは，プロジェクトチームによる普及啓発活動が功を奏したものといえるだろう。プロジェクトチームでは，活動で得た情報を防除へ活かすため，「ナラ枯れ被害対策マニュアル」を作成し，活用する予定である。

当県は本州太平洋側に位置し、夏は比較的冷涼であること、広葉樹林はコナラが主体であることなど、近隣の既被害発生県である山形や福島と違う点も多い。仙台市泉区での被害発生原因も分かっておらず、今後どのように被害が拡大していくのか不明である。今後も継続的にナラ枯れ被害を確認し、被害状況の把握に努めていきたい。

謝辞

今回の調査に際し、山形県森林研究研修センターの齊藤正一氏にはナラ枯れの防除方法や被害状況調査方法について多大なご意見を頂いた。また、森林総合研究所東北支所の市原優氏にはカシノナガキクイムシおよびナラ菌の分離、同定方法についてご指導頂いた。宮城北部森林管理署及び仙台森林管理署には、国有林の被害位置・本数についてデータを提

供して頂いた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 宮城県 (2009) 宮城県ナラ枯れ被害警戒情報図Ver. 1.00. 宮城県林業技術総合センターホームページ (<http://www.pref.miyagi.jp/stsc/naramap/nara1.00.html>), 2010.1.29ダウンロード
- 齊藤正一・野崎 愛 (2008) ナラ枯れ被害の把握と対策の進め方. ナラ枯れと里山の健康 (黒田慶子編著), pp.109~133, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 山形県 (2009) ナラ枯れ被害の概要. 山形県ホームページ (<http://www.pref.yamagata.jp/ou/norinsuisan/140023/narahttp.pdf>), 2009.12.28ダウンロード

(2010. 2. 8 受理)

速報

茨城県でのスギノアカネトラカミキリの記録

榎原 寛¹・北島 博²

スギノアカネトラカミキリ *Anaglyptus subfasciatus* Picはスギ、ヒノキ穿孔性害虫の代表であり、その被害はトビクサレとして有名である。北海道南部、本州、四国に分布しているが、成虫の移動能力の低さ（生息スギ、ヒノキ林分から、ほとんど飛び出さない）から、各地域において、生息地はスギ、ヒノキ天然分布地ないしは、その周辺で局所的であることが多い。そして、本州では大半の県に分布しているが、千葉県（榎原，2009）、東京都（石田，1981；渡辺，1980）は成虫が家屋内で捕獲例はあるものの、スギ、ヒノキのトビグサレは認められていない。また、茨城県、山梨県ではトビクサレ被害、成虫の捕獲例も無かった。しかし、2009年茨城県の八溝山（標高1022m）で本種雌成虫が捕獲されたことが水戸昆虫同好会誌「るりぼし」に報告された（公文，2009）。重要な情報であるし、この同好会誌は林業関係者の目に触れることはないと思われるため、ここに紹介する。採集データは次のようである：八溝山標高960m付近，2009年6月27日，公文保幸採集，である。この日の天候は曇りで気温は26℃，ガマズミ花上より採集された，とある。

筆者の一人榎原は1997年10月に八溝山8合目の日輪寺周辺のスギ林のトビグサレ被害調査を行ったが、この時は被害を見つけることが出来なかった。八溝山はスギの造林が盛んであるが、スギ、ヒノキ天然分布地は近くに無い地域である。しかし、八溝山の栃木県側においてスギノアカネトラカミキリは捕獲されている（栃木県立博物館，1986）。本種成虫の捕獲例が少なく、スギの天然分布地でないことと、トビクサレ被害が12年前に見つからなかったことか

ら、スギノアカネトラカミキリの八溝山への侵入はそれほど古くはないと推定された。そしてスギを使った建造物としては頂上付近の八溝山神社と日輪寺だけである。これらのことから、神社の補修の際にスギノアカネトラカミキリ幼虫の入った材が使用された可能性はある。筆者らは2010年4月30日に八溝山神社と日輪寺周辺のスギ林内の倒木を見て回った。その結果、前者はトビクサレらしい痕跡が見られたが、後者ではトビクサレは認められなかった。ただし、これは予備的な調査であり、詳細な調査ではない。今後は八溝山のスギ、ヒノキ林の調査を早急に行い、トビグサレの実態を調べるとともに、本年の5～7月に成虫捕獲調査を実施し、被害林分や本種の生息林分の特定に努める必要がある。本文を草するあたり、資料を提示していただいた独森林総合研究所多摩森林科学園の井上大成博士にお礼を申し上げる。

引用文献

- 石田正明（1981）キオビトラカミキリを東京都杉並区内にて採集. 月刊むし 130：13.
 公文保幸（2009）茨城県におけるスギノアカネトラカミキリの記録. るりぼし 38：71.
 榎原 寛（2009）家屋や人工構造物より発生または被害を与える甲虫類. シロアリ 152：14～27.
 栃木県立博物館（1986）第14回企画展 八溝の自然. 114pp. 栃木県立博物館学芸部自然課，宇都宮市.
 渡辺泰明（1980）スギノアカネトラカミキリを町田市内で採る. 甲虫ニュース 50：6.

(2009. 12. 12 受理)

学会報告

マツ材線虫病研究世界の動向 —IUFRO 2009 国際マツ材線虫病シンポジウムに参加して—

市村慶太¹・新屋良治²

1. はじめに

20世紀初頭、日本で初めてマツ材線虫病（以後、マツ枯れとする）が発生した当時、100年後にこれ程までに被害が世界的に広がることをどれだけの数の人が予測できたであろうか。国内での被害地域は今なお拡大の一途を辿っており、2010年1月には青森県でマツ枯れの発生が初めて確認された。国外では1982年に中国、1988年に韓国でそれぞれ初めて被害が発生し、1999年には東アジアから遠く離れたポルトガルで被害が発生した。その後2008年にはついに隣国のスペインでも被害が発生し、ヨーロッパ地域においても着々とマツ枯れ被害地域の拡大は起きているようである。各国は被害の深刻さからマツ枯れを重要課題と位置付け、その防除のために多額の費用を投入しているが被害は拡大を続けている。このような状況の中、IUFRO（国際森林研究機関連合）International Symposium on Pine Wilt Diseaseが2009年7月20日～23日に中国江蘇省南京市にある南京林業大学にて開催された。本シンポジウムへは開催国である中国をはじめ日本、韓国、ポルトガルなどの他にカナダ、ロシア、フィンランドからマツ枯れ研究者、政府関係者、検疫関係者らが出席した。参加者は開催国である中国が最も多く、日本からは6名が参加した。

2. 7月20日（大会初日）

国際シンポジウムへの参加はおろか筆者（市村）にとっては本シンポジウムへの参加は初めての渡航となった。関西国際空港から上海に渡航し、そこから中国高速鉄道CRH（中国版新幹線：中国国内では「弾丸列車」とも呼ばれるそう）を利用して南京への移動を予定していた。しかし、旅行には思わぬ

トラブルが待ち構えているもので、新幹線で上海から南京へと移動するつもりで上海駅に行ったのだが、まず駅に入ることができなかった。中国では駅に入る前に駅の外で列車のチケットを買う必要があったのだ。不測の事態を見越して、日本で事前に調べておいた券売所の場所に行ったのだが、地図で示している場所に券売所が見当たらない。夏の上海はとても蒸し熱く、当日も30℃半ばの気温であり、炎天下の中、券売所を探しながら大きな荷物を手にして右往左往していた時は、マツ枯れのシンポジウムに参加する前に筆者自身が枯れてしまいそうになっていた。なんとかチケットを手にいれて電車に乗ることができ、南京駅からホテルに向かおうとタクシーに乗り込んだ時にまた困惑してしまった。ホテルへの地図を見せたのだが一向に伝わらないようなのだ。駅とホテルはそれほど離れていなかったのだが、地図が英語表記であったため伝わらなかったのだ。中国語で表記された地図は持ち合わせていなかったのので、日本語でメモ帳にホテル名を書いて伝わった時には日本が中国と同様に漢字文化を持つ国であったことに初めて感謝した。ホテルで登録を済ますと、同夜にオープニングレセプションが開催された。軽く談笑をしていたが、聞くところによると参加者はそれぞれホテルに到着するまで様々な苦労を経験したようである。筆者の経験も本シンポジウムの1つのイベントだったのかもしれないとふと思った。長距離の移動で疲れていたこともあり、部屋に帰ってベッドに飛び込むとすぐに眠りに落ちた。

3. 7月21日（大会2日目）

2日目は朝から南京林業大学にてシンポジウムが本格的に開催されたが、前日よほど疲れていたのか

¹ICHIMURA, Keita, ²SHINYA, Ryoji, 京都大学大学院農学研究科地域環境科学専攻

目覚まし時計に気付かないほど熟睡していた筆者らはいきなり寝過ごしてしまい、朝食も摂らぬままに慌ただしく会場に向かった。シンポジウムはマツ枯れの概況と現状を解説する「招待講演」、6つのテーマ別セッションから成る「一般講演」、そして「ポスターセッション」に分けて発表が行われた。

招待講演では3人の演者らが講演を行なった。最初に二井（日本）がマツ枯れの概論を説明し、日本における宿主マツの病徴進展の概要と媒介者であるマツノマダラカミキリによる伝播様式を紹介した。また、水分や養分を宿主に供給することで知られる菌根菌のマツ枯れに対する耐病性の向上に関する研究が紹介された。マツ枯れは複数の生物が関与する複雑な樹木病害であり、防除対策を考える上で多くの要因を考慮すべきであると提言された。Zao BG（中国）は自身が精力的に取り組んでいるマツノザイセンチュウ（以下、ザイセンチュウとする）の体表面に随伴する細菌とマツ枯れの関係について紹介した。マツ枯れにおける細菌関与説は河津（岡山大学）によって初めて提唱された説である。Zaoは中国各地から試料を集めて細菌の分離を行い、枯死木からのみ細菌が分離されることを発見した。分離した細菌のマツへの病原性を調べたところ、いくつかの株が病原性を示し、特に *Pseudomonas fluorescens* が最も強い病原性を示した。細菌のマツに対する毒性を解明するためGcM5-1 (*P. fluorescens*) 株を用いてバイオアッセイと解析を行い、フラジェリン、cyclo (-Pro-Val-), cyclo (-Pro-Tyr-) を特定した。またザイセンチュウの表面タンパク質を用いた接種試験より、マツ枯れにはザイセンチュウと細菌の双方が関与していることを紹介した。さらにザイセンチュウと近縁であるがマツへの病原性を示さないニセマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus mucronatus*) を用いた接種試験によりザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの病原力の違いに細菌が関与しているという仮説を紹介した。紹介された研究結果は非常に興味深いものであったが、実験手法や日本国内での既存研究との相違が多数存在することに関しては依然として疑問が残り、今後日本国内でも多く

の追試を行い注意深くこれらの仮説を検証していく必要があると感じた。マツ枯れへの細菌の関与は今後日本のマツ枯れ研究者ももっと考慮していくべき要因なのかもしれない。Mota M（ポルトガル）はEUにおけるマツ枯れの現状を報告した。EUではマツ枯れの被害拡大を食い止めるために巨額の費用を投じているが被害は漸進的かつ確実に広がっている。現在考えられる最良の防除策を破って病気が拡大していることから、より効果的な予防策および防除策の開発が強く望まれることを訴えた。

招待講演後は宿泊ホテルにて昼食をとり、午後から一般講演が行われた。以下、それぞれのセッションにおける主な報告を紹介する。

「マツ材線虫病の経済的影響と国際貿易への影響」

本セッションでは各国のマツ枯れへの現在の取り組みとその成果および現状が報告され、世界各地のマツ枯れ被害の現状をリアルタイムで知る上で非常に参考になった。

Shin SCら（韓国）は韓国での取り組みを紹介し、マツ枯れに対しての法整備を行って被害木の移動を制限している事例や被害エリアの設定方法について紹介した。これらに伴って徐々にではあるが被害の軽減が見られることを報告した。Rodrigues JMら（ポルトガル）はポルトガルでの取り組みを紹介した。ポルトガルでは調査、根絶、モニタリング、媒介昆虫のコントロール、森林の視察および監査などに基いて様々な対策を行っていることを紹介した。この他、ポルトガルはEUと防除体制を組み、指定区域の設定および拡大を行っているが（詳しくは本誌55巻10号の記事を参照）、効果をみると十分とは言いきれず、科学的知見に基づいた新たな防除法の確立が望まれることを主張した。Allen E（カナダ）は植物防疫的観点から見たザイセンチュウの重要性を報告した。木材を輸出入する際、北米では病原体のリスク管理法として熱処理が行われているが、ザイセンチュウはその妥当性を評価する1つの指標生物として用いられていることを紹介した。また、リスク管理において重要なのは木材を完全に滅菌する

ことではなく、被害拡大を防ぐレベルまで抑えることのできる処理方法を十分に検討することであると述べた。**Wang MX** (中国) は中国のマツ枯れ被害が333万haに及んでおり、甚大な経済的損失が出ていることを報告した。

「ザイセンチュウの分類と診断」

マツ枯れの拡大を防ぐためにはザイセンチュウを迅速かつ正確に同定することが第一歩となる。本セッションではザイセンチュウの分類とその検出方法をテーマに発表が行われた。

Ryss A (ロシア) はザイセンチュウが属するAphelenchida目線虫の進化様式について紹介した。Aphelenchida目線虫は古代大陸の移動に伴って世界中に分布を広げ、各地の環境に適応するために分散型という独自の生活サイクルを生み出して昆虫との共生関係を築いたのかもしれないと紹介した。

Allen Eら (カナダ) は植物防疫ではザイセンチュウの検出において生存しているザイセンチュウのみを検出することが重要であると述べた。そこで生存ザイセンチュウのみを検出する方法として、ヒートショックタンパク質70AのRT-PCR法による検出方法を紹介した。**Han H**ら (韓国) は韓国各地より*Bursaphelenchus*属線虫を集め、rDNAのITS領域およびD2D3領域の塩基配列によって分類を行った。その結果、7種類の*Bursaphelenchus*属線虫が同定され、ザイセンチュウには種内変異が認められなかったが、ニセマツノザイセンチュウには東アジア型とヨーロッパ型の2種類が認められたことを報告した。**Ge JJ**ら (中国) はPadlock probeとHyperbranched Rolling Circle Amplification (HRCA) によるザイセンチュウの検出法を紹介した。本手法を適用したところ、従来のPCR法による検出よりも検出感度を10倍向上させることに成功したと報告した。**中村**ら (日本) は近赤外線光領域の航空画像解析による罹病木の特定方法を紹介した。また、コンピューターの画面上で特定した罹病木を新たに開発したソフトウェアを利用して小型GPSレシーバーに転送することで、罹病木の位置まで容易に到達できるシステムを紹介した。これにより、従来よりも

低い労力で高い検出能を得られることを報告した。**相川**ら (日本) はLoop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) 法を利用したザイセンチュウの検出方法を紹介した。LAMP法は特別な機器を必要とせず、一定温度条件下で簡便かつ高感度にDNA増幅を行える手法で近年様々な病原体の検出用に開発されてきている。今回ザイセンチュウ検出用に開発されたものでは90分でザイセンチュウの有無を判別できる上に十分な検出能を持つとのことであった。また、色の違いで判別するため特別な知識を必要としない点も利点として挙げられる。本手法はザイセンチュウの検出における従来までの問題をうまく克服しており、今後非常に有用な手法になっていくであろうと印象づけられる報告であった。

講演が詰まった2日目は、英語が苦手な筆者にとっては必死に発表に耳を傾けるだけで瞬く間に時間が過ぎて行き、語学の修練不足を痛烈に感じた1日であった。日頃の怠惰はいざという時に重く押し掛かってくることを改めて感じるようになった。その夜は会場近くのレストランにてバンケットが催された。様々な海外の人々と食事をする機会は初めての筆者から緊張を取り払ってくれたのは中国の酒席だった。中国では乾杯とともにグラスに入ったお酒を飲み干すのがマナーとされるが、乾杯の合図とともに飲んだのが40度近い白酒との初めての出会いであった。白酒は大変おいしく、次々に行われる乾杯によって筆者の緊張も徐々にほぐれ、存分に国際交流を楽しむことができた。

4. 7月22日 (大会3日目)

3日目は引き続き一般講演が行われた。

「ザイセンチュウと微生物との相互作用」

マツ枯れは様々な生物が関与する複雑な現象である。本セッションでは従来のザイセンチュウ、マツおよびマツノマダラカミキリ以外の生物に焦点を当てた発表が行われた。

Abrantes IMOら (ポルトガル) はAmplified Ribosomal DNA Restriction Analysis (ARDRA) とDenaturing Gradient Gel Electrophoresis (DG-

GE) 法を用いてフランスカイガンショウの健全木と罹病木の内生細菌相を比較した。健全木と罹病木の内生細菌相は異なっており、ザイセンチュウの存在が細菌相に影響を及ぼしているのではないかと報告した。富樫ら (日本) はザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの雑種系統を作出し、これら雑種系統の病原性とマツノマダラカミキリへの乗り移り能力を調べることで、病原性と乗り移り能力は核ゲノムもしくは細胞質のどちらに起因する能力なのかを調べた。その結果、乗り移り能力には差がなかったがザイセンチュウの核ゲノムを持つ系統にのみ病原性が見られたことからザイセンチュウの核ゲノムに病原性に関与する遺伝子が含まれていることが示唆されたと報告した。

「媒介昆虫：生物学、生態学およびモデリング」

マツ枯れの防除では媒介昆虫のコントロールは1つの有効策である。本セッションは媒介昆虫について更なる知見を得るため、媒介昆虫の生物学および生態学的特徴に焦点をあてて発表が行われた。また被害の拡大は媒介昆虫の飛翔能力が1つの要因であるが、生物学および生態学的特徴と合わせて被害の拡大様式についても発表が行われた。

Naves PMら (ポルトガル) はポルトガルでは *Monochamus galloprovincialis* がザイセンチュウを伝播させていることを紹介し、その伝播様式がマツノマダラカミキリや北米の *M. carolinensis* に類似していることを報告した。Sousa EMら (ポルトガル) は *M. galloprovincialis* の生態について報告した。*M. galloprovincialis* は主にフランスカイガンショウ上部の樹幹および枝に産卵を行い、他には *Pinus sylvestris*, *P. halepensis*, *P. radiata*, *P. pinea*, *Pseudotsuga menziesii* へ産卵を行うと報告した。Wang HY (中国) は中国におけるマツ枯れの生物地理学および経済地理学的特徴について報告した。中国での被害は標高1000m以下で見られ特に低地で深刻であり、これらの特徴は日本など他の東アジアの被害国の被害の特徴と一致していたと報告した。また被害は東から西へ拡大しており特に経済活動が盛んな地域を中心に広がっていることから、

人間の活動が被害地域の拡大に寄与していることが示唆されると紹介した。

「病因と疫病」

マツ枯れに関与する要因は様々な研究によって明らかにされてきたものの、マツが急激に枯死に至るメカニズムについては未だ全貌が明らかにされていない。本セッションではマツ枯れに関与する要因およびザイセンチュウの病原性に焦点を当てて発表が行われた。

Li SNら (中国) はザイセンチュウ随伴細菌 *P. fluorescens* の GcM5-1A 株からフラジェリンと2種類のペプチドを単離し、これらがマツに対して毒性を示すことを確認した。更に、クロマツ懸濁培養細胞を用いた免疫組織化学染色法および数種のバイオアッセイによってフラジェリンのマツへの影響を調べた。その結果、マツの細胞膜および細胞質の収縮、細胞膜の浸透性の増大、細胞の電気伝導度の増加および核の破壊がフラジェリン処理によって引き起こされることを明らかにし、フラジェリンはマツ細胞に過剰なアポトーシスを引き起こすのではないかと推測した。Kulinich Oら (ロシア) はロシア各地のニセマツノザイセンチュウの病原性を調べた。ニセマツノザイセンチュウは *P. sylvestris* と *P. densiflora* に対して病原性を示さなかったがニセマツノザイセンチュウとザイセンチュウとの病原力の違いを線虫に随伴する細菌の違いによるものではないかと推論した。新屋ら (日本) はザイセンチュウの表面タンパク質についての研究を紹介した。表面タンパク質は粘着や潤滑などの物理的特性だけでなく、寄生生物において宿主との相互作用に密接に関与していると考えられている物質である。増殖型および分散型の全ての発育ステージ別にザイセンチュウの表面タンパク質を調べたところ、レクチンの一種である wheat germ agglutinin (WGA) が特異的に増殖型3期幼虫および卵に結合し、これらは特に強病原性系統のザイセンチュウにおいて高頻度で起こることを明らかにした。さらにレクチンプロットなどの分子生物学的手法によりこれらの分子の特定を試みその結果を報告した。ザイセンチュウの表面タンパ

ク質は宿主および媒介昆虫、さらには随伴細菌との相互作用を明らかにする上でも非常に重要であると考えられる。**Kong LYら (中国)** はザイセンチュウ随伴細菌 *P. fluorescens* の GcM5-1A 株が分泌する細胞外リグニンペルオキシダーゼについて報告した。この毒性を調べたところ、アンモニウムナトリウム画分がクロマツ懸濁培養細胞に対して最も高い毒性を示し、その活性も高かったと報告した。**市村ら (日本)** はザイセンチュウの既存系統内における遺伝的多様性について報告した。既存系統を用いて全兄妹交配を繰り返して純系化した株を作出し、これらの病原力と増殖力を調べた。その結果、これらは様々な異なる病原力と増殖力を示すことが明らかになった。Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) 法を用いてこれらの株を解析した結果、ザイセンチュウの既存系統がヘテロな個体群であることを明らかにしたと報告した。**Li HMら (中国)** はザイセンチュウの病原力検定の方法について報告した。病原力検定は自然状態に近付けるために分散型幼虫を用いるのが望ましいが実用性から困難であると報告した。また病徴の進展速度は検定に用いるマツの樹齢によって異なり、樹齢が若い程病徴の進展速度は速かったと報告した。**Xu Mら (中国)** は *P. fluorescens* の GcM5-1A 株を培養した培養濾液の毒性を検討した。培養濾液は培養開始から4日後に最も強い毒性を示し、バイオアッセイの結果、複数の物質が毒性に関わっていることが示唆されたと報告した。

「病気の管理と制御」

マツ枯れは現在考えうる対策を突破して拡大を続けていることから、従来よりも効果的な新しい防除法の開発が望まれている。本セッションでは病気の管理と防除をテーマに、様々な防除法に関する発表が行われた。

Sung CKら (韓国) および **Wang CYら (韓国)** は韓国のマツ林土壌中の線虫から分離した糸状不完全菌類 *Esteya vermicola* のザイセンチュウへの殺線虫活性を調べた。*E. vermicola* は2タイプの分生子を形成するが、うち三日月型の分生子がザイセン

チュウの表面に付着して感染し、コロニーを形成することを明らかにした。*E. vermicola* は試験に用いたほぼ全てのザイセンチュウに感染し、感染したザイセンチュウは4、5日でほぼ死滅した。また *E. vermicola* を野外で散布したところ、感染したザイセンチュウがマツ実生内より分離されたことから *E. vermicola* はザイセンチュウへの生物防除資材として有用であると報告した。**Jiang JHら (中国)** は中国の土壌から分離した放線菌のザイセンチュウへの殺線虫活性を調べた結果、5株の *Streptomyces* sp. が殺線虫活性を示し、うち1株の培養抽出物から高い殺線虫活性を示す1つの物質を特定したと報告した。**Xu FYら (中国)** は昆虫病原性糸状菌 *Metarhizium anisopliae* とそのベクターとして *Sclerotinia guani* (アリガタバチの1種) を用いたマツノマダラカミキリの防除を検討した。*M. anisopliae* の菌株中マツノマダラカミキリに対して最も高い病原性を示す菌株をスクリーニングし、予めこの菌株の胞子を処理した *S. guani* を室内で大量飼育して被害林に放したところ、5年間で被害は劇的に減少したと報告した。**Tang CSら (中国)** は昆虫病原性糸状菌 *M. anisopliae* を予め処理した *S. guani* による有効性を野外で調べたところ、マツノマダラカミキリ幼虫への感染率は、個々の木へ *S. guani* を直接接種するのが最も高く感染率は約30%であったのに対し、林内に *S. guani* を放出した時の感染率は20%であったと報告した。**Zhang YAら (中国)** はマツノマダラカミキリの放射線による不妊化処理を試みた。不妊化させたマツノマダラカミキリ成虫をマツ枯れ被害林に放し続けたところ、6年後に薬剤処理と同等の防除効果を得られたと紹介した。

3日目は終日一般講演が続いた。筆者は自らの発表が控えていたので気にかかる余裕は皆無であったが、当日は日本の陸地では46年ぶりとなる皆既日食があった。中国で特によく観察できるという予報もあり、皆既日食の予定時間が近づくと会場全体が落ち着かない雰囲気になっていき、カメラを片手に会場の外へ向かう人もいた。皆既日食が起こったのは午前10時前後であったが会場の外は夜のように真っ

暗になり神秘的で、絶妙なタイミングで中国に来ることができたことをとても幸運に感じた。

5. 7月23日 (大会4日目)

前日に引き続いて一般講演が行われた。

Yang Jら (中国) は3種の植物 (*Cynanchum komarovii*, *Tetraena mongolica*, *Helianthemum ordosicum*) 抽出物のサイセンチュウに対する殺線虫活性を調べた。*C. komarovii*のメタノール抽出物が最も高い殺線虫活性を示し、これらの殺線虫活性はサイセンチュウのグルコースやタンパク質の代謝に干渉することで引き起こされるのではないかと推察した。Pan CSら (中国) は灰色カビ病菌*Botrytis cinerea*を利用してサイセンチュウの誘因効果を調べ、主な誘因物質がエタノール溶解性の複数の物質であることを報告した。

一般講演後、各国の代表者によって会議が行われ、代表者以外の参加者は南京の観光を行った。移動中、明時代に建設された世界最大規模の大きさを誇る南京城壁が見られたが、この城壁が南京の中心部をぐるりと取り囲んでいることに気が付いたのは南京に来てから4日目のバスの中であった。南京博物館を観光して昼食をとった後は会議に参加した者も加わり参加者全員で南京近郊のマツ枯れ被害林の視察を行った。現地では林内に設置された研究所に赴き、マツ林の歴史やマツ枯れ被害の現状などについて説明を受けた。その後マツ林にて (写真-1)、昆虫病原性細菌*M. anisopliae*とこれを媒介する*S. guani*を用いたマツノマダラカミキリの防除方法が紹介された。*S. guani*は体長数mm程度の昆虫で、これが数十匹入ったプラスチックチューブを樹皮上に備え付けることで被害木に接種を行っていた (写真-2)。視察時は数人がプラスチックチューブを樹皮上に備え付ける作業を行っていたが、被害林全体に備え付けるとなると相当な労力を要する作業であろうと察するに余りあるものがあった。この防除法を行ったことでマツ枯れ被害は減少しているそうだが、人口が多い中国ならではの海軍戦術を駆使した方法には感心させられるばかりだった。視察後は中華料理店



写真-1 エクスカーションで訪れたマツ林の様子。手前には池があり、対岸にマツが分布している。



写真-2 *Scleroderma guani*とその接種の様子。 *S. guani*は体長数mm程で1つのプラスチックチューブに綿とともに数十匹入っていた。



写真-3 シンポジウムの食事会の様子。数人が1つのテーブルに着いて食事を楽しんだ。

にてシンポジウム最後の食事が催された。食事は1mほどの中華テーブルを中心とした円卓の席が数席用意されており、次々と料理が運ばれてきたために、食べることが追い付かず遂にはお皿の上にお皿が乗る状態となった。筆者も含めて参加者はそれぞれ料理とお酒を楽しみながら交流を深め合った(写真-3)。

6. おわりに

中国で2009年春に新型インフルエンザが流行したことが影響したのか、本シンポジウムは海外からの参加者が比較的少なく、中国からの参加者が約半数を占めていた。本シンポジウムで印象的だったのは細菌関与説が世界的に広く浸透し始めていたことである。日本ではマツ枯れの主因はザイセンチュウであるという考え方が依然として大勢であるが、中国では細菌が重要な要因であるという考え方に基づいた研究が中心を占めており、ポルトガルなどの欧州の研究者においてもこの考え方が徐々に浸透してきているのを感じた。疫病についての一般講演ではザイセンチュウに主眼を置くものが3題(うち2題が日本)に対し、細菌に主眼を置くものが5題であった。多面的に研究を進めることは重要であるが同時に未だに決着のつかないマツ枯れの発病機構の解明の必要性を改めて感じた。

日本からは総勢6人が本シンポジウムに参加したが、参加者全体から見ると少なく感じられた。マツ枯れと最も長く戦ってきた日本の研究者にとって、積極的に海外に赴いてそれぞれの成果を国内のみならず世界に発信することは一つの使命ではなかろうか。

4日間は英語が苦手な筆者には聴講するだけで精一杯であったが海外の研究者との交流は国内だけではなかなかできない経験であり、大変貴重な機会であったと思う。個人的なことで恐縮だが筆者は本シンポジウムが初めての口頭発表の場であり、これ以上無いほど緊張したが、発表の経験は今ではかけがえのない財産になっている。学生であっても気後れせずに、むしろ学生だからこそ海外での発表を積極的に勧めたい。

余談ではあるが、筆者らはシンポジウム終了後に中国観光を行うため、日本で格安ホテルを予約していたが、現地でホテルの所在の確認が取れずに結局急遽別のホテルに宿泊することになってしまった。これも今となっては良い経験といえるのかもしれない。

海外で発表する機会を与えてくださったのと合わせて、英語があまりできない筆者らのためにホテルに掛け合ってくださいました京都大学の二井一禎教授には深く感謝を致します。

(2010. 3. 5 受理)

資料

トビクサレ被害の低減を図る被害回避策の検証 —材の予定利用高を定めた生枝打ちとトラップの有効利用を中心に—

小島耕一郎¹

1. はじめに

長野県におけるスギノアカネトラカミキリ生息域は蒐集家により知られていたが、採集記録例は少ない「日本民俗資料館(1981) 図説長野県のカミキリムシ」。この後、国庫助成による調査・研究に基づく実態調査で確認された被害発生地域は1993年現在16市町村(合併前の旧市町村名)に及んでいるが(小島・片倉, 1994), 地域ごとの被害分布図は作成されていない。

今回、生枝打ちを行えばトビクサレ被害を回避できることを確認した(片倉ら, 1997)。これを契機に幾つかの技術を組み合わせた被害回避策を確立するため、調査・研究で得られた成果を抜粋し、ここに概要を紹介したい。

本研究は1981~1983年「スギ穿孔性害虫の被害防除に関する基礎研究」、1983~1987年の大型プロジェクト研究「スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究」、1988~1992年の大型プロジェクト研究「スギ・ヒノキ材質劣化害虫防除に関する

総合研究」、ならびに1993~1995年の林野庁交付金、林業普及情報活動システム化事業「スギノアカネトラカミキリ防除技術に関する調査」により行った。

2. スギ立木のトビクサレ被害の広がり方

1) 樹齢の高低と被害

被害は樹齢20年ごろから発生し始め、30年ごろになると被害枝に接続した変色箇所、材内に巻き込まれた被害箇所が加わり(小島ら, 1988), 被害箇所は樹齢の高まりに対応して逐次樹幹上方へ移ってゆく(表-1)。これは枯れ枝の発生に伴い樹冠層底部が樹幹上方へ移行していくなか、光に対して正の趨光性のあるスギノアカネトラカミキリ成虫は産卵場所を求めて移っていくことに他ならない。

2) 落枝性の強いスギ立木被害

図-1(表-1を図解)に示した樹齢65年の被害木は他の被害木と比べて枯れ枝本数は少ない。これは落枝性の強い立木で、枝下高は高く(16m)、外観では被害木と判断できなかった。この被害木は枯

表-1 スギ立木の樹齢の高低と被害

樹齢(年)	樹高(m)	胸高直径(剥皮)(cm)	枝の本数(本)		樹幹部に生じた被害箇所数(個)					被害箇所合計(個)
			生枝	枯れ枝	0~5m	5~10m	10~15m	15~20m	20m~	
38	11.9	14.4	74	130	6 10 (40)	6 16 (55)	0 2 (5)			40
60	21.9	26.3	247	197	26 10 (21.1)	26 24 (29.2)	16 29 (26.3)	2 37 (22.8)	0 1 (0.6)	171
62	23.7	48.0	194	198	27 11 (21.3)	27 17 (24.7)	34 22 (31.5)	21 15 (20.2)	0 4 (2.2)	178
65	27.0	28.2	162	138	6 3 (10.5)	15 3 (20.9)	17 6 (26.7)	9 20 (33.7)	0 7 (8.1)	86

(注) 樹幹部の被害箇所のうち、左の数値は材内に巻き込まれたもの、右の数値は被害枝に接続したもの。
()内の数値は、それぞれの樹幹高に生じた被害箇所率。
枯れ枝本数は、折れ枝・死節を含む。

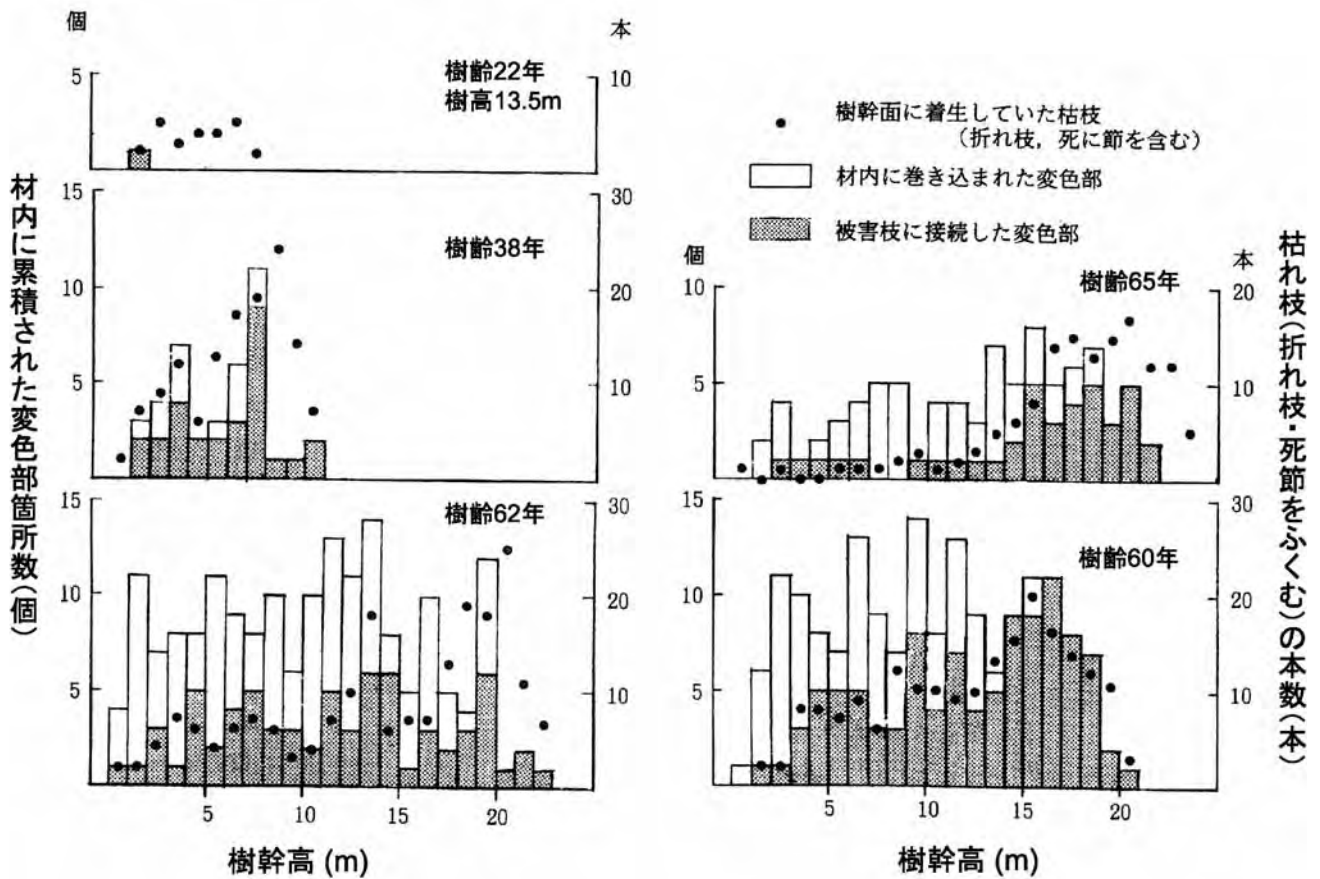


図-1 スギ立木の樹齢の高低と被害

れ枝打ちを行っても被害防除効果は高くなかった調査結果 (片倉ら, 1997) と共通性がある。

3. 枯れ枝打ちによる被害防止効果の検討

1) 調査地と林況

調査地は多雪地帯に位置する山ノ内町平穏 (標高810m) のスギ30年生前後の林分で、1981年に枯れ枝打ちによる被害防止効果を明らかにするため設けたものである。設定時の主な概要は、林齢15~22年、樹高13.5m、胸高直径16.5cm、林分密度1800本/ha、処理本数100本群状である。

2) 調査方法

1981年の枯れ枝打ちは、枝打ち専用鋸で枝座を残し、切断面に被害の前兆が無いことを確認し行い、樹幹高7mまでとした。下部の枯れ枝は葉を失い棒状、上部では褐変葉を着生していた。

1993年9月、これらの立木のうち試料木5本を伐採後、地際から梢端までを10cm間隔で玉切りし、枯れ枝打ち部分は7m高より上部に発生したトビクサレの混入誤認を避けるため0~6m高までの範囲とし、トビクサレ発生やスギノアカネトラカミキリの生息状況を調べた (片倉ら, 1997)。

3) 枯れ枝打ちによる被害防止効果

トビクサレ被害の防除手段として枯れ枝打ちを行っても防除効果は高くなく、試料木5本全てに被害発生が認められ、枯れ枝打ち範囲の発生数は1~9箇所、2本の試料木には幼虫が生息していた (表-2)。これらの結果から、被害を回避させるためには、樹幹面に枯死組織を生じさせない生枝打ちの必要性を確認した。

片倉ら (1997) は、藤森 (1984) が指摘する枝打ち方法を引用し、被害回避策に対応した枝打ちのあ

表-2 枯れ枝打ち12年後のスギ立木におけるトビクサレ発生状況 (片倉ら, 1997)

調査木	樹齢 (年)	樹高 (m)	胸高 直径 (cm)	幹全体 (0 m~梢端)		枯れ枝打ち部 (0~6 m)	
				トビクサレ発生数 (個)	トビクサレ 発生範囲 (m)	トビクサレ発生数 (個)	スギノアカネト ラカミキリ幼虫数 (頭)
1	28	17.5	14.6	20(19)	2.4~13.2	3	1
2	34	19.9	19.5	16(14)	2.6~9.9	4	
3	27	12.9	14.2	14(12)	1.3~9.5	9	2
4	27	13.3	14.0	5(2)	4.5~9.4	1	
5	27	16.4	19.0	31(28)	3.4~14.5	2	

注1 調査木伐採:1993.09.10.

注2 ()内はスギノアカネトラカミキリの脱出孔数

り方を総括している。すなわち、樹冠層は枯れ枝を連続的に発生させながら上昇するため、枝打ちは材の予定利用高に1 m程度を加算した高さまでと限定し、これより上部は高価値材生産対象から除外して考えるべきである。

4. 防除対策あるいは被害回避策

トビクサレ被害と対応する防除策は長期的・全体的展望に立った計画が必要である。幾つかの技術を組み合わせた被害回避策を提言したい。

①生枝打ちを行い産卵場所になり得る死節などを生じさせない枝打ちは、被害を発生させない第一歩になる。

②生枝打ちは材の予定利用高を定めて行う。いざれ間伐される立木も含めたい。

③トラップによる捕獲効果が検証できたため、材の予定利用高より上部の樹幹にトラップ(黄色プラスチック衝突板式容器と固形メチルフェニルアセテートの組み合わせ)を取り付けたい。とりあえず材の予定利用高を樹幹高7 mとすれば、トラップは6 m長アルミ製1本梯子で容易に取り付けられる。この位置は枯れ枝の発生に伴い樹冠層底部が上昇し始める時期で(表-1)、スギノアカネトラカミキリ成虫の生息域と一致するため捕獲効果は高まるであろう。

④成虫は光に対して正の趨光性があるため、トラップの取り付け場所は林縁あるいは林内では明るいところを選びたい。

稿を閉じるにあたり、ある地域において多くの被害木が発生している60年代のスギ林が利用されず放置されている状態を思い起こすとき、地元林業関係者のトビクサレ被害を悪評と恐れ、隠そうとする意識を無くし、地域全体の協力が必要であるという榎原(1987)の一節を思い出す。これは防除の障害となっている重要な要因の一つである。森林に発生する生物災害のなかで特異な位置にあるトビクサレ被害は早急に対策を講ずる必要がある。特に幼齢木を。

引用文献

藤森隆郎(1984) 枝打ち-基礎と応用-。日本林業技術協会, 東京。

片倉正行・小島耕一郎・古川 仁(1997) スギノアカネトラカミキリ防除技術に関する調査。長野県林業総合センター研究報告 11:51~66。

小島耕一郎・片倉正行(1994) スギ・ヒノキ材質劣化害虫防除に関する総合研究。長野県林業総合センター研究報告 8:1~33。

小島耕一郎・三原康義・吉野安里・橋爪丈夫・吉田孝久・武井富喜雄・奥村俊介(1988) スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究。長野県林業総合センター研究報告 4:8~48。

榎原 寛(1987) スギノアカネトラカミキリの被害と防除(わかりやすい林業解説シリーズ84)。林業科学技術振興所, 東京。

(2009.11.6 受理)

都道府県だより

大分県における野生鳥獣被害の現状と被害対策推進体制

○はじめに

平成20年度の大分県における野生鳥獣被害額は3億2000万円、過去5年間では減少傾向にあるものの、鳥獣被害は依然として深刻であり、特に中山間地域では収穫が望めないほど被害を受け、生活を脅かしている（図-1）。

この背景には、高齢化、過疎化等による耕作放棄地の増加や、人手が入らなくなり藪化した森林の拡大などにより、シカやイノシシが人の生活圏の間近に迫ったこと、狩猟を含め野生鳥獣を追い払わなくなったこと、山より里の方が餌の確保が容易になったことなどがある。

特に、シカにおいては近年、農林被害に加えて、高い食圧により不嗜好性植物だけが繁茂する造林地や、植生が消失し土壌が流出した森林が発生している。シカは農林作物被害に限らず国土保全上の問題となりつつある。

○被害対策の考え方

大分県では、イノシシとシカについて特定鳥獣保護管理計画を策定し、防護柵の設置や捕獲を推進してきたが、より一層の被害防止を図るため、平成18年11月に「有害鳥獣対策プロジェクトチーム」を立

ち上げた。「集落環境対策」、「予防対策」、「捕獲対策」を3つの柱に据え、総合的に取り組み、有害鳥獣に強い集落づくりの実現を目指す。さらに、平成20年度には、捕獲したシカやイノシシの有効利用を推進するため「獣肉利活用対策」を加えた。これら対策を強化することにより大分県は、平成21～25年度までの5カ年間に被害額の半減を目指す。

○被害対策推進体制

県の出先機関である振興局毎に、県や市町村、JA、鳥獣保護員などからなる「振興局プロジェクトチーム」を編成し、被害低減に向けた取り組みを協議、計画、実行する。

現地指導は専門的知識を持つ必要があり、県は独自に認定制度を設け、県、市町村、JAなどの職員や集落リーダーを対象に研修会を開催し、2回（防護柵設置研修は必須）受講した者を鳥獣害対策アドバイザーに認定している。平成22年3月現在、227名を認定し、登録した。

平成21年4月からは「振興局プロジェクトチーム」や鳥獣害対策アドバイザーを指導・助言したり、連携して被害集落を指導したりする「鳥獣害対策専門指導員」を新設し、林業と農業の技術者2名が専任で担当している。県下全域を対象に普及指導を担う

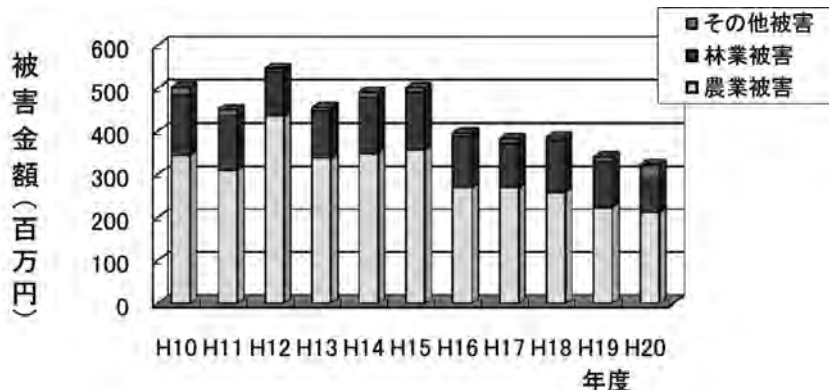


図-1 鳥獣被害金額推移

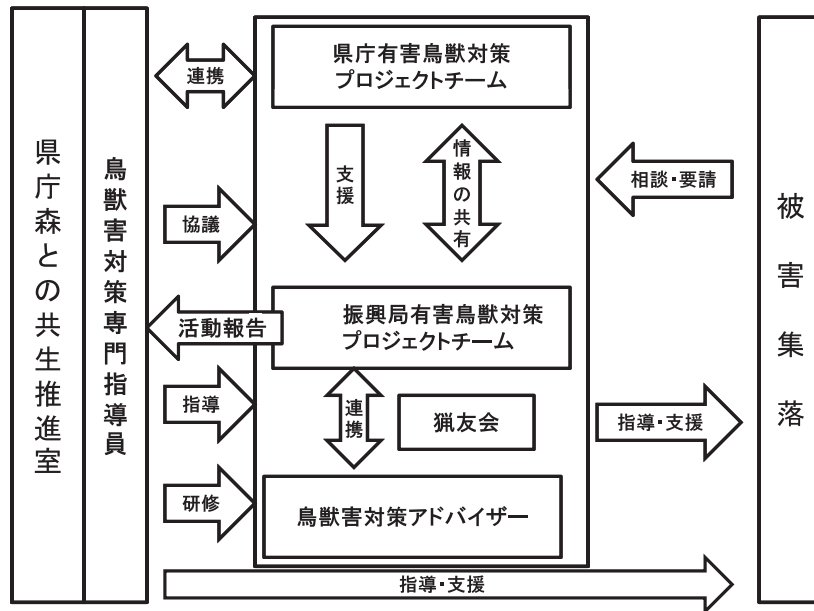


図-2 大分県における被害対策推進体制

広域普及指導員である。

○取り組み

被害集落に対し、鳥獣害対策専門指導員や鳥獣害対策アドバイザーが研修会や集落点検を実施して、効果的な対策を指導・支援している。平成21年度は162集落で実施した。中山間地域等直接支払い交付金や中山間地域総合整備事業など補助事業による防護柵設置にかかる指導が多い。防護柵と地面との隙間をなくす、管理しやすい配置にする、保守点検は

欠かさずに行う、などの点を心がけるように説明している。

○おわりに

大分県では鳥獣害対策マニュアルを作成し、県や市町村、関係団体などに配布した。

また、今年度も鳥獣対策の研修会を12回開催する計画であり、専門的知識を持つアドバイザーを養成する。

(大分県農林水産部森との共生推進室)

森林病虫獣害発生情報：平成22年3月受理分

病害

〔暗色枝枯病…鹿児島県 霧島市〕

32年生スギ人工林、2010年2月10日発見、被害本数6本

(日本樹木医会・村本正博)

(森林総合研究所 窪野高徳／牧野俊一／小泉 透)

林野庁だより

平成22年度森林病虫害等防除対策等予算額について

1 森林病虫害等防除に必要な経費（研究・保全課分）〈非公共〉

(単位：百万円)

区 分	前年度予算額 (a)	22年度予算額 (b)	前年度比 (b/a)
森林病虫害等防除費	942	942	100%
(目) 森林病虫害等防除事業費補助金	744	744	100%
・松くい虫防除費（被害拡大地域対策）	268	268	100%
・環境に配慮した松林保全対策費	341	341	100%
・政令指定病虫害等防除費（他害虫）	134	134	100%
(目) 森林病虫害等防除事業地方公共団体委託費	186	186	100%
・森林害虫駆除事業委託費	151	151	100%
・営巣木等保全整備事業費	35	35	100%
(目) 森林病虫害等防除調査等委託費	10	10	100%
・野生鳥獣被害対策の観点からの生息環境としての森林管理技術開発事業	10	10	100%
(目) 森林病虫害等防除損失補償金	3	3	100%
森林整備推進対策費	158	305	193%
(目) 森林整備・保全費補助金 森林環境保全総合対策事業	の内数	の内数	
・松くい虫被害モニタリング技術高度化事業		—	—
・ナラ枯れ被害の総合的防除技術高度化事業			
・野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業			
・林野火災防止技術向上緊急対策事業			

※単位未満の四捨五入により計が一致しない場合がある。

2 森林・林業・木材産業づくり交付金（研究・保全課分）〈非公共〉

(単位：百万円)

区 分	前年度予算額 (a)	22年度概算決定額 (b)	前年度比 (b/a)
○ 森林環境保全の推進	13,222	7,085	54%
○ 森林資源保護の推進	の内数	の内数	

(林野庁 研究・保全課)

人事異動

平成22年4月1日

岩淵嘉光（森林整備部研究・保全課森林保護対策室
指導係長）

→ 森林保護対策室防除技術専門官

安富健人（森林整備部研究・保全課森林保護対策室

防除係長）

→ 林政部経営課庶務係長

佐藤 晃（林政部経営課経営育成班経営企画係長）

→ 森林保護対策室指導係長

高橋 聡（林政部企画課金融班改善資金係長）

→ 森林保護対策室防除係長

森林防疫ジャーナル

◎森林総合研究所生物関連人事異動

平成22年1月1日付

新規採用

八代田千鶴（野生動物研究領域・鳥獣生態研究室）

平成22年3月31日付

定年退職

福山研二（研究コーディネーター・国際研究担当）

中島忠一（森林昆虫研究領域主任研究員・昆虫管理研究室）

松岡 茂（北海道支所主任研究員・森林生物研究グループ）

平成22年4月1日付

後藤忠男（国際農林水産研究センター林業領域長）

→ 国際連携推進拠点長

山田文雄（関西支所研究調整監）

→ 企画部上席研究員

太田祐子（森林微生物研究領域主任研究員・微生物生態研究室）

→ 企画部男女共同参画室長（森林微生物研究領域・微生物生態研究室併任）

尾崎研一（北海道支所主任研究員・森林生物研究グループ）

→ 北海道支所森林生物研究グループ長

平川浩文（北海道支所森林生物研究グループ長）

→ 北海道支所主任研究員・森林生物研究グループ

関 伸一（九州支所主任研究員・森林動物研究グループ）

→ 関西支所主任研究員・生物多様性研究グループ

新規採用

中下留美子（野生動物研究領域・鳥獣生態研究室）

松浦友紀子（北海道支所森林生物研究グループ）

平成22年度 松保護士講習会受講者の募集について

◎日本緑化センターでは、松保護士講習会受講者を下記の通り募集しますのでお知らせいたします。

○ 応募受付期間：平成22年7月1日（木）～8月2日（月）（締切日消印有効）

○ 募集案内資料の請求方法

(1) ◎日本緑化センターホームページ（<http://www.jpgreen.or.jp/>）からダウンロード可能。

(2) ①返信用封筒〔角2型封筒（240mm×332mm）に、郵便番号、住所、氏名を記載し、140円切手を貼付したもの〕と、②資料代100円分の切手を別封筒に同封し、「◎日本緑化センター松保護士係」（〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル2階）宛に送付。

編集委員会より

誌名「森林防疫」についての読者の皆様からの意見募集

前号でお知らせしましたように、本誌編集委員会では、本誌が森林病虫獣害の問題を中心に扱っていくのは変わりませんが、誌名「森林防疫」についても改名を含めて検討していくことになりました。ただいま読者の皆様からの誌名変更についての意見（①改名した方がいいかどうか、②改名するなら新しい誌名案）を募集しておりますので、森林防疫メールアドレス（shinrinboeki@zenmori.org）へ5月末日までに積極的なご意見をお寄せ下さい。

樹木病害デジタル図鑑

(独)森林総合研究所 森林微生物研究領域／編集

緑化樹・造林樹木の主要病害304種, 897枚の画像を1枚のCDに収納
ひとつの病害について簡潔な症状等の記載と複数の被害・病徴写真で解説
対象: 樹木医, 現場の担当者, 研究者から自然愛好家まで
画像を研修, 講義などにも利用できます

Windows 2000 (Service Pack 3 以上) / XP / Vista, Mac OS X 10.3 / 10.4 日本語版対応
パソコンにInternet Explorerなどのインターネット閲覧ソフトがインストールされていることが必要です

発行: 全国森林病虫獣害防除協会
定価: 3,000円 (消費税込・送料別) (10部以上送料無料)

注文は, ファックスまたE-mailで防除協会まで

森林防疫 第59巻第3号(通巻第678号)
平成22年5月25日 発行(隔月刊25日発行)

編集・発行人 宮崎繁則
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 1,302円(送料共)
年間購読料 6,510円(送料共)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan
〒101-0047 東京都千代田区
内神田 1-1-12(コープビル)
☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726
振替 00180-9-89156
E-mail shinrinboeki@zenmori.org
<http://bojyokyokai.hp.infoseek.co.jp/>