

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 247 3. 2024

一般社団法人

林業薬剤協会



目 次

「牧野富太郎先生の事」(下)	小山 鐵夫	1
天狗巢病とは何か (その 12)	田中 潔	6
スギ黒点病菌 <i>Sydowia japonica</i> を用いたスギ花粉飛散防止剤の 果樹を含む樹木類 10 種と蔬菜類 12 種に対する暴露試験	高橋 由紀子	22
スギ赤枯病の被害軽減に向けた取り組み	安藤 裕萌	31
北海道のカラマツ幼齡木に対するニホンジカ忌避剤の 効果的な使用法	南野 一博	37
今さら聞けない生物学入門		
6. 恒常性の維持	福山 研二	43

● 表紙の写真 ●

「エゾシカとカラマツ」

カラマツは北海道における主要な造林樹種のひとつですが、エゾシカの食害を受けやすい樹種でもあります。しかし、カラマツは食害を受けてもすぐに枝葉を伸ばし成長を続けます。

写真上：カラマツ植栽地に出没したエゾシカの群れ（2022年 8 月
23日自動撮影カメラにより撮影）

写真下：梢頭部にエゾシカの食害を受け、新たに枝葉を伸ばした
カラマツ（2022年 9 月21日撮影）

北海道勇払郡厚真町

—南野一博氏撮影—

「牧野富太郎先生の事」(下)

—— 小山 鐵夫*

牧野富太郎先生と小山鐵夫の因縁。—— 岐阜大垣の田舎の中学一年生が、日本植物分類学の第一人者で、七十二歳も年上の牧野先生の既知を得、後に師弟関係に発展する、話。

有名な植物学者「牧野富太郎」の名前をご存知無い方がたも多いので、本誌の前号で大まかに先生の説明をさせて頂いた。この牧野先生の活動をドラマ化したNHK朝ドラの「らんまん」で出会った先生の植物学者としての一生は、朝ドラの様な楽しい、安易なものではなく、実は苦勞のしつづけで、先生を良く理解されて、一生良妻として先生の良い伴侶の寿衛夫人と娘さんの鶴代さんの研究に対する理解が有ったからこそ、先生は、日本一まで登られた。

先生と私の出会いはそう簡単な事では無かった。当時昭和20~23年ごろは、日本敗戦直後、物資は無く、旅行もままならず(軍、公務以外は幹線の列車の乗車券すら買えない時代だった。)私は東京の家が米軍焼夷弾で全焼して岐阜県大垣に疎開し、先生はその頃、疎開先の山梨県から東京に戻られたと、後で伺った。

父母に依ると、私は変はった子供だった由、静かで、あまり語らず、動かず、親戚の会合に連れて行っても、隅っこに一人で静かに座っていて、大きな声も挙げ無いので、何処へでも、連れて行ったそうだ。そんな私は、近所の子供達と友達にならず、祖母の天眼鏡を借りて、毎日、庭の草木を見る生活だった。草木を見れば其れ等の名前

が知りたい。初めの先生は、春と晩秋に庭の植物を care に来てくれる植木屋さんで彼の後を着け回し、大きな落葉樹のケヤキ、中型常緑樹のツバキ、サンゴジュ、ヤツデ、アオキ等から、細いナンテン、草のハラン、ミョウガ等々を教はっていた。本好きの父はその頃、皇紀2600年記念に出版された「牧野日本植物図鑑」を買ってくれて、私は大喜び、綴じが崩れる迄に毎日、牧野図鑑の図を見て、記載を読んだ。図鑑の図と同じ雑草を庭に見つけた時の私の喜悦を御想像願いたい。

これらの青山の家の植物の中で、一生忘れ難いものが一種有る。図1に示したユリ科のハランと云う大型の草である。幅の広い葉が茂り、庭の岩陰などに植えて良く match し、また、折り詰め

の寿司の境に使う。3歳くらいの或る日、庭のハランを見たら、大きな葉の根元、地面スレスレに、花が咲いているではないか!(図1)其れ迄、花は茎の上部や、枝の先に咲くものと思っていた3歳くらいの私には、地面の上、葉柄の付け根に咲く花とは、全く shocking の至りで、それが私の植物形態学への興味をそそった。そう言えば、沖縄で、枝では



図1 ハラン

(説明) ハランの花は地中を横に匍う根茎から咲く。茎様の細く立ち上る部分は葉柄である。(安江尚子図)

* 元職：日本国連代表部代表顧問；NY 市立大学教授；
ハワイ桜親善協会理事長，現：高知県立牧野植物園名誉
園長 KOYAMA Tetsuo

なく、太い幹にぶる下がった、大きな chocolate の木の实（幹生果／花）も興味深かった。

丁度その頃、戦災で丸焼けになった名古屋の視察を兼ねて、昭和天皇が爆撃を受けた大垣にも寄られ、私の南小学校にもご来臨賜り、そこで私は六年生の全生徒を代表して、陛下の御下問にお答えする拝謁の chance を得た。陛下は学校が無事であった事を喜ばれ、東京から来て、何か不自由ですか？との御下問、私のお答えは、学校が焼け残って毎日授業が受けられる幸と、「大垣には東京と違う草木が沢山あり、楽しいです。」とお答え申し上げてしまった。大垣にはその頃未だ畑も有り、色々な作物や雑草を見るのが一番楽しく、そう正直にお答えしてしまったのだ。

13歳のその年、大垣中学校（旧制）に進学、週末には一人で、大垣近郊の養老山や、石灰岩地の美濃赤坂などに植物採集に行き、標本を沢山作り、上の牧野図鑑で同定をしていた。中学校には生物の先生が居られ、牧野図鑑で見つからない植物は学校に持って行き、放課後に生物の先生に同定を乞うた。先生は、「君と一緒に同定しよう」と言はれ、牧野図鑑の他にも、村越先生の植物総覧等を持ち出し、二人で教員室に遅くまでいた日も良くあった。その内生物の先生と伊吹山へも植物採集に行き、他に私は東海道線の大垣と米原の間の垂井、醒ヶ井、近江長岡で下車し、その辺りの杉林や常緑樹林内の植物を沢山集めた。ところが、伊吹山やその周辺には牧野図鑑の範囲を超えるので、同定できない植物が多かった。（養老山で採った植物は大体同定出来たのであったが、）。その頃、牧野先生は、「牧野植物混録」と題された個人雑誌の刊行を始められ、私も一人の購読者になった。ある日、その後づけに先生の練馬のお宅のご住所を見つけた。この時とばかり、先生にお便りを差し上げようか？、と思い、悩んだ。私は田舎の中学一年生、先生は72歳も年長の日本の学者さんである。父にこの idea を打ち明けたら、「あんな有名な忙しい先生が、田舎の中学

一年生の手紙に、お返事など賜る時間などお持ちで無いし、もっと大事な専門の学者とのお付き合いも大変だろうし、お返事など到底期待できないよ、」との advise だった。本音は父は、私を堅気の会社員に、母は私を日本の外交官にしたかったので、幼少のころからフランス語と英語を教えた。父は、更に、先生の御著書の「植物記」、「続植物記」、「牧野植物随筆」などを良く読んで、日本の学者生活の大変さを良く考へなさい、と諭した。それでも私は植物を見て、構造等を研究するのが何より楽しく、好きだったので、こっそり先生にお便りを差し上げてしまった。同定出来ない標本、私が牧野先生紛いに描いた植物図、牧野流の植物記載等も一緒に。その後、思いも寄らず、昭和22年7月に、私にとっては雲の上人の牧野先生から、細かい直筆のお返事を頂戴し（写真2）、色々な大垣近郊の植物の話しも、伊吹山やその周囲に、キバナノレンリソウ、ダイオウ、チクセツニンジン等外国の薬草（漢方蘭方素材）が生えているのは、織田信長時代に伊吹山に薬草園を作った時、長崎経由で伊吹山に植えた薬草が、近辺に逸出したものと、御説明賜った。同時に、父宛にも所信を下され、息子さんは、植物に取り組む才能を持たれていると見られるので、是非、その道へ進ませて下さい、と云う趣旨の事が書いて有り、これで両親共、私が植物分類学を専攻する行き方に賛成するに加えて、おおいに support, push してくれる様になった。私は、私より頭が良く、活発な弟に家督を委ね、毎日、好きな植物を観る事が出来る様になって、幸福其の物であった。

こう進展して、父は急ぎ従来の東京の銀行に転任、マッカーサー司令部のCILC（閉鎖機関整理委員）も兼ね、家族全員が東京の北の浦和市に戻り、私が牧野先生を直直お尋ねする便を図ってくれた。浦和市に戻り、最初に行った事の一つは、早速、父の同行で牧野先生にご挨拶に上がった事であった。それから私は毎週二日くらいの頻度で

牧野邸にお邪魔して記載植物学の勉強に励んだ。そのうち、先生は私の植物線画がお気に召した様で、旧制浦和中学二年生の時、牧野図鑑の増補の図数点を描くよう、私に依頼された。ほぼその頃、先生は年は72歳も違っても、する事は大同小異だから、と仰言って、私を正式に牧野の個人弟子にしてくださいました。その後、私は、牧野式記載分類学を辿る専門家と片や学生と云う身分の二重生活を送り、植物界ではあまり他では見ない、扱い難い日々を過ごす事になるが、これについては、また何時かご披露する事にしよう。

現職：高知県立牧野植物園名誉園長。

元職：日本大学教授，米国NY市立大学教授；NY植物園上席研究官，玉川大学及びデンマーク国立オールフス大学客員教授，国立台湾大学客座教授；他。



写真1 浦和に越して、御挨拶に参上した頃の牧野先生。



写真2 牧野先生よりの御返信（左）とその封筒（右）

追記、植物記述とその精密図

私共、牧野先生の followers は植物分類基礎研究中の基礎学即ち「同定」と云って、扱っている植物に正しい名前をつける事から始まる。その過程の研究で、植物形態観察、記載文作り、精密写生図作成で、牧野先生の其れ等に何処迄近づけるか？を弟子として思った。

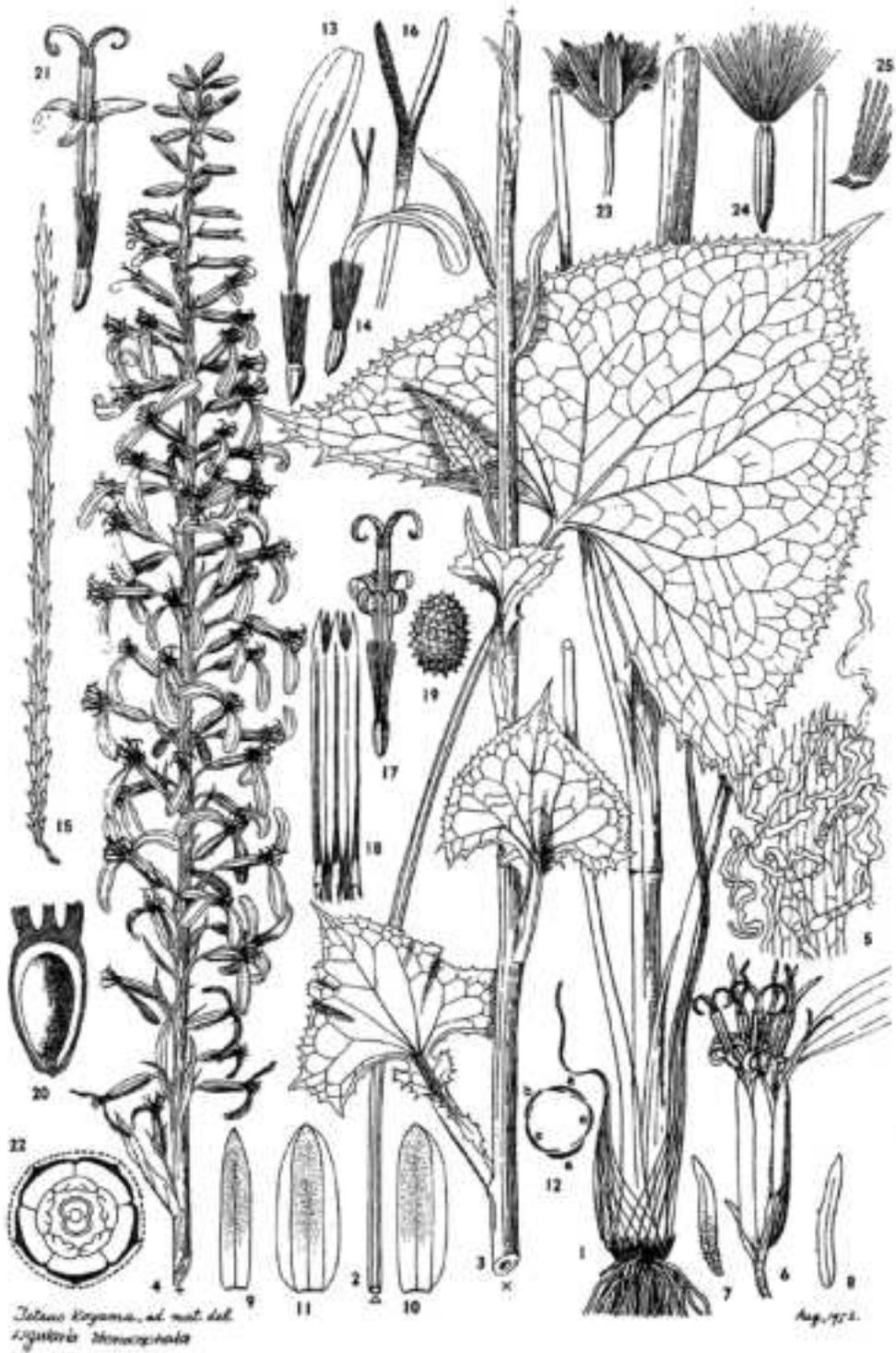
牧野先生の記載文は長く、細かく、特に、新種記載に於いて、左様だったので、曾て東大で“牛の小便の様に長い”との批判を買った由であるが、先生の牧野式植物全般写生図はこの完全無欠な記載際にも相当し、目的植物の全型や葉や花を着けた枝全部を中央に置き、その周りの余白を full に利用して、記載文に出て来る大小全ての器官を網羅して、色々な方向から観た処から、必要に応じて拡大図も入れて居られる。(前号のムジナモの図参照) 私は中学高校時代から、先生の記載や精密図を参考にして、その精度に近い物を書き、または描く習慣を付け、出来た物の先生の校閲を得て来た。牧野先生ご自身の図鑑その他の増補作図のご依頼もお受けしたが、私自身の論文を illustrate したり、私が出版のお手伝いをした大井先生の日本植物誌初版に図が無かったので、数枚の牧野式全形精密図 (full-page plates) や部分的カット図を書いて差し上げた。私は画家の家に生まれたので、絵や写生図を描く事や所謂「絵心」は遺伝的に天才として恵まれて居て、好きでも

有ったので、この面では、植物分類学専攻を非常に扶ける結果になったが、描画や写生の不得手な方々にはこれは、一つの障壁になる。然し、牧野先生のみならず、例えば、中井先生や早田先生も、その障壁を乗り越えられて居り、努力次第でかなり達成出来る。

元々、描画や作図が不得手な方々や、本職の絵描きさん方が植物の精密写生図に challenge される時には、先ず、色々な植物の大小の形態を学ばれる要が有る。これは、御所望を実現する当たっては避けて通れない道である。葉や花や包と呼ばれる、小さな葉の枝への着き方や並び方には規則が有り、写生する植物の実物か標本を良く観て、この点を掌握する。そうすれば、美術の flower art の世界から科学の botanical art の世界に乗り込める。元来 drawing の technique/ 絵心の有る方々なので、上達は早い。その域に達した botanical artists の方々を牧野先生は「画工」と呼ばれて居られた。

植物分類学研究者で描画が不得意の方々が、botanical arts に挑戦するのは、上記に比べて相当難しい。数多くの植物やその標本を先ずは鉛筆で写生して、植物画が得意な専門家に視て貰い、マーマーでも良いから、OK が出たら pen と ink で「墨入れ」をして、図を完成させる。Pen は「細い丸 pen」が使い易く、紙は Kent 紙が良い。

私の如き植物研究者兼画工の一人が、牧野先生に挑戦して、どこまで近づけられるかを示す為、次ページに私の満足作、キク科のメタカラコウの図を提供させて頂く。



図版の部分図の説明：1 植物体の基部。2 根葉。3 花茎の中部。4 花序。花茎の軟毛。6 頭花。7, 8 小苞の外面（7）と内面（8）。9, 10, 11 総苞片の外面。12 総苞片の排列。13, 14 舌状花。15 冠毛。16 舌状小花の柱頭附近。17 管状小花。18 集葯。19 花粉粒。20 卵子。21 異型の管状花。22 花式図。23 果時の頭花。24 瘦果。25 瘦果の冠毛基部の一部。

天狗巣病とは何か（その12）

田中 潔*

第10章 日本産 *Taphrina* 属菌の分類 (まとめにかえて)

10-1. 目的

Kramer (1973) は Mix (1949) の *Taphrina* 属菌のモノグラフの中で、カエデ科 *Acer* 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌とブナ科 *Quercus* 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌では、種を分類するコンセプトが一定していないと指摘している——たとえば、*Acer* 属樹木では寄主により細かく種を分け、11種を独立種としている。一方、*Quercus* 属樹木50種に寄生する *Taphrina* 属菌は、それぞれの寄主ごとに形態的な違いがあるにもかかわらず、*T. caerulescens* 1種に統合している。

第1章において、Mix (1949) の *Taphrina* 属菌のモノグラフでは、天狗巣に関する考え方も一致していないことをあげた。

Taphrina 属菌の分類では器官癭形成菌(天狗巣形成菌)であるか、あるいは、組織癭形成菌(生じた奇形が組織の肥大・肥厚にとどまるか)は、重要な区別点である(Laubert, 1928: Tubeuf, 1897)。本報では、広葉樹に寄生する日本産 *Taphrina* 属菌について、第9章で提唱した「新しい天狗巣の定義」に照らして器官癭形成であるか組織癭形成であるかを判定し、その結果から、それぞれの菌について分類学的所属を明確にすることが目的である。

10-2. 器官癭形成菌と組織癭形成菌

本報で扱った、*T. truncicola* Kusano (ミヤマザクラに寄生)、*T. pruni* (Fuck.) Tul. (スモモに

寄生)と、*T. deformans* (Berk.) Tul. (モモに寄生)の3種は、天狗巣を形成しないことから、いずれも組織癭形成菌である。一方、枝の叢生程度が高い天狗巣を形成する *T. betulicola* Nishida (ダケカンバに寄生)、*T. wiesneri* (Ráthay) Mix (サクラ類に寄生)、及び、*T. nana* Johans. (シラカンバに寄生)の3種は器官癭形成菌である。

T. epiphylla Sadeb. (ケヤマハンノキに寄生)と、*T. betulina* Rostrup (ウダイカンバに寄生)が形成する天狗巣は、枝の叢生程度が低い病巣であるため、外見上からは天狗巣であるかどうかの判定が難しい。しかし、新しい天狗巣の定義——健全枝と比べて、頂部優勢の弱化による枝下部からの長枝形成数増——が両者の罹病枝上には明確に存在するので、この2種も器官癭形成菌である。とくに、ウダイカンバに寄生する *T. betulina* は、単位長当たりの長枝形成数(分枝率)の増加傾向が、最も枝の叢生程度が高い天狗巣を形成した *T. nana* (シラカンバ天狗巣病菌)とほぼ同じであった(第7章)。寄主であるウダイカンバのもともと有する低い分枝率(表7・2)のため、形成された天狗巣の枝の叢生が目立たないだけである。

T. mume Nishida は、ブンゴウメに1年生の天狗巣を形成することが明らかになった(第2章)ので、器官癭形成菌の一種である。しかし、その天狗巣形成はめったに起きない事象であり、常に見られる病徴は、葉ぶくれと幼枝変形という組織の肥大・肥厚である。枝の叢生程度が高い典型的な天狗巣を形成する器官癭形成菌においても、葉ぶくれ、縮葉、罹病枝の肥大・肥厚などの組織癭形成が付随して現れる。そこで、より特徴的で、かつ、普遍的な病徴を中心として菌の種類

*一般社団法人林業薬剤協会

TANAKA Kiyoshi

を分けるという視点から、本論文では *T. mume* を組織癭形成菌と判定する。

10-3. ウダイカンバ縮葉病の病名変更

田中 (1983a) はウダイカンバに発見された *Taphrina* 属菌による新病害に対して、枝下部からの長枝形成数増は認められるものの、典型的な天狗巣がないことから、病名として「ウダイカンバ縮葉病」を提唱した。第7章においてウダイカンバに寄生する *T. betulina* は、天狗巣形成菌であることが明らかになった。また、毎年おびただしい数の全シュート感染枝 (whole shoot infection) が形成され、枯れ残った2年生枝には下位における長枝形数の上昇 (分枝率の上昇) が明確に認められることから、より特徴的な本病の病徴は天狗巣形成にある。従って、*T. betulina* は器官癭形成菌であり、本報において病名を変更し「ウダイカンバ天狗巣病」としたい。

10-4. 広葉樹に寄生する日本産 *Taphrina* 属菌一覧

表10・1に、西田 (1911) がまとめた広葉樹に寄生する日本産 *Taphrina* 属菌の一覧表を示す。西田 (1911) は新種4種を含め、19種を記載した。

伊藤誠哉 (1964) は西田 (1911) 以後の知見を加え、広葉樹に寄生する日本の *Taphrina* 属菌をまとめた。伊藤誠哉 (1964) は、Mix (1949) が日本で採集された標本から記載した *T. orientalis* Mix [新種、ナシ (*Pyrus lindleyi* Rehd.) に寄生] と、*T. cerasi-microcarpae* (Kuschke) Laubert [新寄主・新産地、ユスラウメ (*Prunus tomentosa* Thunb.) に寄生] を、日本産の *Taphrina* 属菌として新たに加えた。さらに Mix (1949) の意見に従い、西田 (1911) のリスト (表10・1) の中から、*T. alni-japonicae* Nishida (ハンノキ葉腫病菌) と、*T. insititiae* (Sadeb.) Johans. (ミヤマザクラ天狗巣病菌) を削除するとともに *T. alni-incanae* (Kühn) Sadeb. (ハンノキ類ふくろ実病菌)

の学名を *T. amentorum* (Sadeb.) Rostrup へ変更した。その結果、広葉樹に寄生する日本産 *Taphrina* 属菌は、19種 + 疑問種2種 [*T. populina* Rostrup 及び *T. betulae* (Fuck.) Rostrup] となった。

伊藤一雄 (1974) と池上 (1983) も日本産 *Taphrina* 属菌を整理しているが、ほぼ伊藤誠哉 (1964) の意見に沿ったものである。また最近、長尾 (1993) がまとめた日本産 *Taphrina* 属菌のリストの中では、広葉樹に寄生する種類は (田中, 1983a: 1983c) の報告した2種 (*T. betulina* と *T. fagicola*) を付け加え21種となっている。

本報で明らかにした日本産 *Taphrina* 属菌 (25種 + 疑問種2種) のリストを表10・2に掲げる。また、次にこれらの種について、それぞれ器官癭形成菌であるか組織癭形成菌であるかを検討した。

10-5. ヤナギ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

ヤナギ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は2種知られている。

10-5-1. ヤナギ科ヤマナラシ属 (*Populus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Populus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は2種。

【1. *T. johansonii* Sadeb.】

本菌は組織癭形成菌で、ヤマナラシ (*Populus sieboldii* Miq.) にふくろ実を起こす。森林総合研究所北海道支所構内では、ほぼ毎年発生する。大発生年は個体間にほとんど差がなく、また、写真128のようにふくろ実がびっしりとつく。

【形態】

子のう：60~145 μ × 12~27 μ 。測定値は Mix (1949) による。

子のうの下部 (全長の約1/3) を深く葉組織内に挿入する。脚胞はない。そのため、出芽した胞子が子のうの下部まで充満する (写真129)。

表10・1 広葉樹に寄生する日本産
Taphrina 属菌 (西田 1911)

-
- 【1. *T. johansonii* Sadeb.】
ヤマナラシに寄生。ふくろ実
 - 【2. *T. coryli* Nishida (新種)】
ハシバミ, ツノハシバミに寄生。葉ぶくれ。
 - 【3. *T. betulicola* Nishida (新種)】
ドスガンピ (註; ダケカンバの別名) に寄生。天狗
巢形成。
 - 【4. *T. epiphylla* Sadeb.】
ケヤマハンノキに寄生。天狗巢形成
 - 【5. *T. alni-japonicae* Nishida (新種)】
ハンノキに寄生。天狗巢形成。
 - 【6. *T. japonica* Kusano】
ハンノキに寄生。天狗巢形成。
 - 【7. *T. alni-incanae* (Khun.) Magnus】
ハンノキに寄生。膨鱗 (ふくろ実)。
 - 【8. *T. kusanoi* Ikeno】
シイに寄生。葉ぶくれ。
 - 【9. *T. caelurescense* (Mont. et Desm.) Tul.】
多数のコナラ属樹木に寄生。葉ぶくれ。
 - 【10. *T. bullata* (Berk. et Br.) Tul.】
ナシに寄生。葉ぶくれ。
 - 【11. *T. piri* Kusano】
アズキナシに寄生。葉ぶくれ。
 - 【12. *T. pruni* (Fuck.) Tul.】
スモモに寄生。ふくろ実と幼枝変形。
 - 【13. *T. mume* Nishida (新種)】
ウメ, ブンゴウメに寄生。葉ぶくれ, 縮葉, 幼枝変形。
 - 【14. *T. deformans* (Berk.) Tul.】
モモ, アンズ, ズバイモモに寄生。縮葉, 幼枝変形。
 - 【15. *T. truncicola* Kusano】
シロザクラ (註; ミヤマザクラの別名) に寄生。ふ
くろ実。幼梢肥大・変形。
 - 【16. *T. insititiae* (Sadeb.) Johanson】
シロザクラ (註; ミヤマザクラの別名) に寄生。天
狗巢形成。
 - 【17. *T. cerasi* (Fuck.) Sadeb.】
多くのサクラ類に寄生。天狗巢形成。
 - 【18. *T. farlowii* Sadeb.】
シウリザクラに寄生。ふくろ実。
 - 【19. *T. nikkoensis* Kusano】
カジカエデに寄生。葉ぶくれ。
-

表10・2 広葉樹に寄生する日本産
Taphrina 属菌 (田中 2024)

-
- 【1. *T. johansonii* Sadeb.】
ヤマナラシに寄生。ふくろ実 (心皮黄金肥大)。
 - 【2. *T. populina* Rostrup】
セイヨウハコヤナギに寄生。葉ぶくれ。
 - 【3. *T. coryli* Nishida】
ハシバミ, ツノハシバミに寄生。葉ぶくれ。
 - 【4. *T. betulicola* Nishida】
ダケカンバに寄生。天狗巢形成
 - 【5. *T. betulina* Rostrup】
ウダイカンバに寄生。縮葉, 天狗巢形成。
 - 【6. *T. nana* Johanson】
シラカンバに寄生。天狗巢形成。
 - 【7. *T. carnea* Johanson】
ダケカンバ, シラカンバに寄生。葉ぶくれ。
 - 【8. *T. epiphylla* Sadeb.】
ヤマハンノキ, ケヤマハンノキに寄生。天狗巢形成。
 - 【9. *T. amentorum* (Sadeb.) Rostrup】
ハンノキ, ヤマハンノキ, ケヤマハンノキに寄生。
膨鱗 (ふくろ実)。
 - 【10. *T. japonica* Kusano】
ハンノキに寄生。天狗巢形成。
 - 【11. *T. kusanoi* Ikeno】
スダジイに寄生。葉ぶくれ。
 - 【12. *T. caelurescense* (Mont. et Desm.) Tul.】
多数のコナラ属樹木に寄生。葉ぶくれ。
 - 【13. *T. fagicola*】
ムラサキブナに寄生。葉枯れ。
 - 【14. *T. bullata* (Berk. et Br.) Tul.】
ナシに寄生。葉ぶくれ。
 - 【15. *T. orientalis* Mix】
ナシに寄生。葉ぶくれ。
 - 【16. *T. piri* Kusano】
アズキナシに寄生。葉ぶくれ。
 - 【17. *T. pruni* (Fuck.) Tul.】
スモモに寄生。ふくろ実と幼枝変形。
 - 【18. *T. mume* Nishida】
ウメ, ブンゴウメに寄生。葉ぶくれ, 縮葉, 幼枝変形。
 - 【19. *T. deformans* (Berk.) Tul.】
モモ, アンズ, ズバイモモに寄生。縮葉, 幼枝変形。
 - 【20. *T. cerasi-microcarpae* (Kuschke) Laubert】
ユスラウメに寄生。ふくろ実。
 - 【21. *T. truncicola* Kusano】
ミヤマザクラに寄生。ふくろ実。幼梢肥大。
 - 【22. *T. wiesneri* (Rathay) Mix】
多くのサクラ類に寄生。天狗巢形成。
 - 【23. *T. farlowii* Sadeb.】
シウリザクラ, エゾノウワミズザクラに寄生。ふく
ろ実, 幼枝変形。
 - 【24. *T. nikkoensis* Kusano】
カジカエデに寄生。葉ぶくれ。
 - 【25. *T. polyspora* (Sorok) Johans.】
カラコギカエデに寄生。葉枯れ, 縮葉。

【国内発生が疑問の種】

- 【1. *T. betulae* (Fuck.) Johans.】
 - 【2. *T. insititiae* (Sadeb.) Johans.】
-



写真128 ヤマナラシふくろ実病（子のう菌 *Taphrina johansoni*）
雌性花序にふくろ実（心皮黄金肥大）がびっしりと付く。天狗巣形成はない。



写真129 ヤマナラシふくろ実病菌の子のう
子のうは葉の裏面に形成される。葉肉内へ深く穿入。
脚胞はない。黄金肥大は子のう内にある黄色い油滴の色。

【2. *T. populina* Rostrup】

本菌は典型的な組織癭形成菌で、葉ぶくれを起こす。

T. populina は、森林総合研究所北海道支所構内(札幌市)では数年おきに、セイヨウハコヤナギ(*Populus nigra* var. *italica* Moench)に発生する(写真130)。

[形態]

子のう：30~122 μ × 13~30 μ 。脚胞：4~27 μ × 8~23 μ 。測定値は Mix (1949) による。

脚胞を有する子のうと、脚胞がない子のうが混在する。子のうは葉の裏面に形成される(写真131)。



写真130 ポプラ(セイヨウハコヤナギ)葉ぶくれ病の子のう菌 *Taphrina populina* 径1~2cmの黄色い葉ぶくれ斑が形成される。天狗巢形成はない。



写真131 ポプラ葉ぶくれ病菌の子のう葉の裏面に形成される。脚胞があるものと、ないものが混在する。

10-6. カバノキ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

カバノキ科樹木には、8種+疑問種1種の *Taphrina* 属菌が寄生する。

10-6-1. カバノキ科ハシバミ属 (*Corylus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Corylus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は1種。

【3. *T. coryli* Nishida】

ハシバミ (*Corylus heterophylla* var. *thunbergii* Blume), ツノハシバミ (*C. sieboldii* Blume) に寄生し、葉ぶくれを起こす組織癭形成菌である。

[形態]

子のう：20~24 μ × 8~12 μ 。脚胞：8~12 μ × 8~16 μ 、測定値は西田(1911)による。

子のうは、はじめ葉の表面に形成され、後に葉の裏面にも形成される(西田1911)。

10-6-2. カバノキ科カバノキ属 (*Betula*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Betula 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は7種。

【4. *T. betulicola* Nishida】

本種はダケカンバに寄生し、天狗巢を形成する器官癭形成菌である。西田(1911)は、アカカバ(学名不詳)に天狗巢を形成する *Taphrina* 属菌も、本菌ではないかとしている。シラカンバにも天狗巢の存在が報告された(浜, 1960; 伊藤一雄, 1973; 農林水産省森林総合研究所北海道支所保護部, 1985)が、その病原菌についての詳しい調査は行われることなく、本菌であろうとされてきた(田中1995)。

[形態]

子のう：36~42 μ × 14~22 μ 。脚胞：8~20 μ × 20~26 μ 。子のうの横幅よりも、脚胞の横幅の方が広い場合がある。子のうは葉の裏面に形成される。

【5. *T. nana* Johans.】

田中(1995)は、シラカンバに天狗巢を形成す

る器官癭形成菌の分類学的所属を詳しく検討し、ダケカンバに寄生する *T. betulicola* とは明らかに違う種と認め、シラカンバに寄生する菌を *T. nana* と同定した。

〔形態〕

子のう：18～31 μ × 8～14 μ 。脚胞：6～16 μ × 11～22 μ 。ダケカンバとウダイカンバに寄生する *Taphrina* 属菌に比べて、子のうと脚胞が著しく小さい。子のうは葉の裏面に形成される。

【6. *T. betulina* Rostrup】

田中(1993a)は、ウダイカンバに天狗巣を形成する器官癭形成菌を *T. betulina* と同定した。こ

の結果、ダケカンバ、シラカンバ、ウダイカンバの天狗巣形成菌はそれぞれ別種となった(田中, 1995)。

〔形態〕

子のう：34～76 μ × 12～32 μ 。脚胞：10～31 μ × 12～34 μ 。ダケカンバとシラカンバに寄生する *Taphrina* 属菌に比べて、子のうが長大。脚胞の横幅は、子のうの横幅とほとんど同じである(田中 1995)。子のうは葉の裏面に形成される。

【7. *T. carnea* Johans.】

ダケカンバには、本菌による葉ぶくれ病がある(田中, 1984)(写真132)。天狗巣形成はなく、典



写真132 ダケカンバ葉ぶくれ病(子のう菌 *Taphrina carnea*)
葉の表面側に膨らむ時と、葉の裏面側に膨らむ場合がある。白～黄～赤色。天狗巣形成はない。



写真133 ダケカンバ葉ぶくれ病菌の子のう
葉の表面または裏面に形成される。脚胞はない。子の
うの底辺は平で、葉の組織内に入り込むことはない。

型的な組織癭形成菌である。50cm以下の稚樹に発生する。北海道全域のダケカンバに普遍的である。本病はシラカンバにも発生する(写真134)。

〔形態〕

子のう： $30\sim 86\mu \times 10\sim 26\mu$ 。測定値は Mix (1949) による。

脚胞はない。子のうの底は平たく、葉組織内へ穿入することはない。子のうは葉の表面または裏面に形成される(写真133)。

【疑問種：*T. betulae* (Fuck.) Johans.】

典型的な組織癭形成菌で、葉ぶくれを起こし、天狗巣形成はない。既述の *T. carnea* はカバノキ

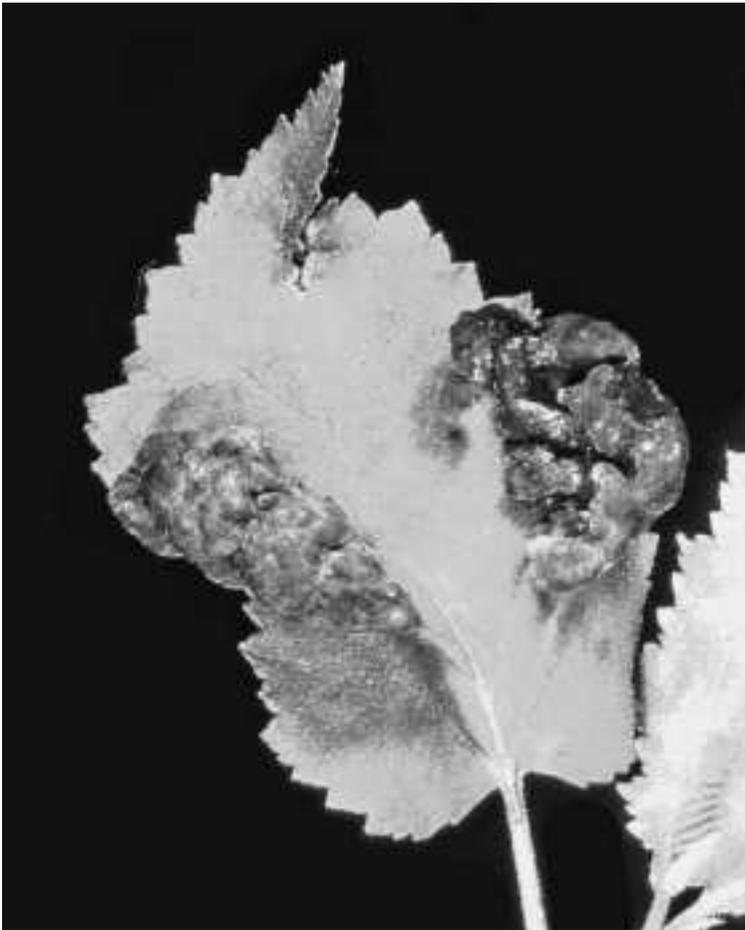


写真134 シラカンバ葉ぶくれ病(子のう菌 *Taphrina carnea*)
シラカンバの病斑はダケカンバよりも小型で、赤味が強い。天狗巣形成はない。

属樹木に、同様な葉ぶくれを起こすが、脚胞がない。*T. betulae* には脚胞があり、明らかに別種である。

伊藤誠哉 (1964) は本菌を疑問種としている。この菌は Watson (1964) が *Taphrina* 属菌の窒素化合物の利用性を研究した際に、Mix 氏から東京産の菌株の分与 (分離者は椿啓介氏) を受けたことになっている。椿氏に確認したところ、東京で Mix 氏と一緒に採集した記憶があるという。高名な菌学者二人の同定に間違いはないと思われるが、その後の採集記録がないので、日本産 *Taphrina* 属菌としては、ここでは疑問種としておく。

10-6-3. カバノキ科ハンノキ属 (*Alnus*)

樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Alnus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は3種。

【8. *T. epiphylla* Sadeb.】

本菌はケヤマハンノキに天狗巣を形成する器官癭形成菌である。北海道内では、きわめて普遍的に存在する。また本菌は、タニガワハンノキ (*Alnus inokumae* Murai et Kusaka, 新寄主) にも全シュート感染を起こす。

ケヤマハンノキには、夏の間、天狗巣病罹病枝 (whole shoot infection) とは別に葉ぶくれ病が発生する (写真135)。森林総合研究所北海道支所構内では、天狗巣病と葉ぶくれ病が混在する個体と、葉ぶくれ病だけが発生する個体がある。

葉ぶくれ病を起こす菌は、組織癭形成菌であることを理由に、器官癭形成菌である *T. epiphylla* から種を分離され、*T. klebahnii* Wieben と命名された (Mix, 1949)。北海道で普通に見られるケヤマハンノキの葉ぶくれ病菌も、その形態的特徴から、*T. klebahnii* と同定できる。しかし、Mix (1949) は *T. klebahnii* を *T. epiphylla* の夏感染型 (summer form) であるとし、両菌を同一種としているので、ここではその見解に従っておく。

〔形態〕

子のう：27~47 μ × 13~24 μ 。脚胞：7~25 μ × 16~34 μ 。

子のうの上部は平たく、T字状に広がることもある。脚胞は縦よりも著しく横幅が広い。子のは葉の両面に形成される。

【9. *T. japonica* Kusano】

ハンノキ (*Alnus japonica* Sieb. et Zucc.) に寄生し、天狗巣病を起こす菌は、Kusano (1904) により *T. japonica* として新種の記載がなされた。Mix (1949) は本菌を検討した結果、shoot system の変更は認められるが、真の天狗巣ではないとし、アメリカにおける *A. rubra* Bong. 上の葉ぶくれ病 (*T. macrophylla* Ray) と同一の組織癭形成菌であるとした。その上で先名権から、*T. japonica* を正式名として採用している。

草野 (1904) は、ハンノキの天狗巣病罹病枝について次のように述べている——水平に出たる健枝上に直立したる主軸を出し細長き側枝を有して一見尋常の枝ならざるを示すべし——本論文の新しい天狗巣の定義に従えば、この罹病枝の状況は明らかに天狗巣への発達過程を示している。したがって *T. japonica* は器官癭形成菌であり、Mix (1949) の処置は訂正の必要がある。

西田 (1911) は、ハンノキに葉ぶくれ病を起こす *Taphrina* 属菌を、形態的な差はないものの、天狗巣を形成しない (すなわち、器官癭形成菌ではない) という理由で、*T. japonica* から分離し、*T. alni-japonicae* Nishida (新種) として記載した。ところが Mix (1949) は、*T. japonica* と *T. alni-japonicae* はともに天狗巣形成菌ではなく、葉ぶくれ病菌 (すなわち、組織癭形成菌) と認め、その点から両者を同一菌であるとした。*T. japonica* は器官癭形成菌と考えられるので、この2種の相互関係は、ケヤマハンノキに寄生する *T. epiphylla* (天狗巣病形成菌) と、*T. klebahnii* (葉ぶくれ病菌 = 夏感染型) との関係と同じであろう。従って、Mix (1949) より、*T. japonica* の異名として取り扱われたために消滅した、アメリカ



写真135 ケヤマハンノキ天狗巣病菌による葉ぶくれ病（子のう菌 *Taphrina epiphylla*）
夏の間、葉の表面に、白色～黄色の円形の葉ぶくれが生じる。天狗巣形成菌による夏型病斑（*Taphrina klebhni* タイプ）。

産の *T. macrophylla* は、葉ぶくれ病菌（組織瘦形成菌）として復活させる必要がある。

〔形態〕

子のう：33～92 μ × 13～33 μ 。測定値は草野（1904）による。脚胞はない。子のうの下部は上部よりもふくらむ。子のうは葉の両面に形成される（草野 1904）。

【10. *T. amentorum* (Sadeb.) Rostrup】

Alnus 属樹木の球果鱗片を著しく肥大させる組織瘦形成菌である。肥大した鱗片は赤色を呈する。

〔形態〕

子のう：27～48 μ × 11～19 μ ，測定値は Mix（1949）による。脚胞がない。

10-7. ブナ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌
ブナ科樹木には次の3種が寄生する。

10-7-1. ブナ科シイ属 (*Castanopsis*) 樹木
に寄生する *Taphrina* 属菌

Castanopsis 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌
は1種。

【11. *T. kusanoi* Ikeno】

Castanopsis 属樹木に寄生する組織癭形成菌で、葉ぶくれを起こす。

〔形態〕

子のう：36～80 μ × 12～20 μ ，測定値は西田(1911)による。脚胞はない。子のうは葉の裏面に形成される(西田, 1911)。

10-7-2. ブナ科コナラ属 (*Quercus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Quercus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は1種

【12. *T. caerulescens* (Desm.) Tul.】

多くの *Quercus* 属樹木に寄生する組織癭形成菌で、葉ぶくれを起こす(写真136)。森林総合研究所北海道支所構内の樹木園では、モンゴリナラ [*Quercus mongolica* Fish. ex Turcz. : 新宿主] にも発生した。

〔形態〕

子のう：30～120 μ × 11～34 μ 。測定値は Mix(1949)による。脚胞はない。子のうは著しく長大で、子のう形成があった病斑部は、白い毛が生えたように見える。葉組織内に穿入した子のうの底部は波型になる。子のうは葉の裏面に形成される(写真137)。



写真136 ミズナラ葉ぶくれ病 (子のう菌 *Taphrina caerulea*)

葉の裏面に白色の斑点が点在する。病斑は大きなものから、小さいものまで、色々。天狗巣形成はない。

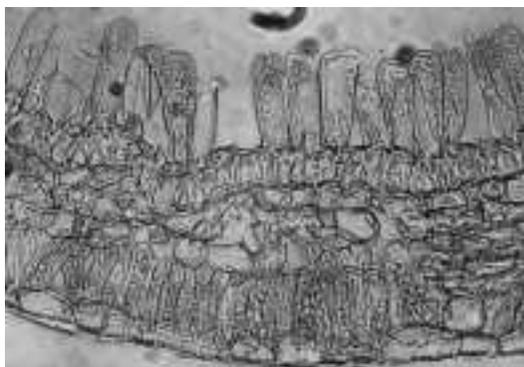


写真137 ミズナラ葉ぶくれ病菌の子のう
子のうは葉の裏面に形成される。長大なため、白いカビが生えたように見える。脚胞はない。

10-7-3. ブナ科ブナ属 (*Fagus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Fagus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は1種。

【13. *Taphrina fagicola*】

田中(1983c)は、ムラサキブナ (*Fagus sylvestris* var. *atropunicea* West.) に、縮葉・葉ぶくれ・葉枯れを起こす *Taphrina* 属菌を発見し、*T. fagicola* の名前を付した(写真138)。器官癭形成菌ではなく、組織癭形成菌である。現在までの調査では、北海道大学植物園に植栽されているムラサキブナ1本だけに毎年発生する。鮫島・辻井は『北海道の樹(1979)』の中で、ムラサキブナの葉脈間には紫色の筋が入るとしているが、この本の写真に現れている葉脈間の筋は、本菌の子のう形成部位に紫色の色素が沈着したものである。

〔形態〕

子のう：26～43 μ × 9～23 μ 。脚胞：4～13 μ × 10～28 μ 。子のうと脚胞は葉の両面に形成される(写真139)(田中, 1983c)。



写真138 ムラサキブナ葉ぶくれ病（子のう菌 *Taphrina fagicola*）
葉の葉脈間に紫色の帯が形成される。天狗巣形成はない。

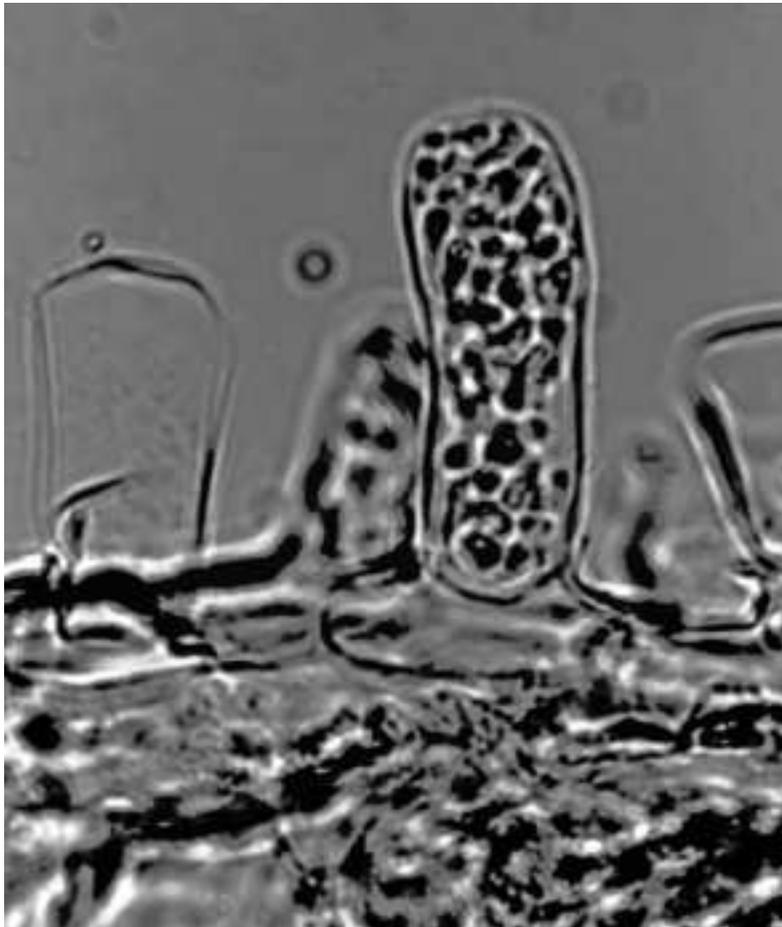


写真139 ムラサキブナ葉ぶくれ病菌の子のう
子のうは葉の裏面に多く、表面にもわずかながら形成される。脚胞は平べったく、子のうの横幅よりも横に広い。

10-8. バラ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌
 バラ科樹木には、9種 + 疑問種1種の *Taphrina* 属菌が寄生する。

10-8-1. バラ科ナシ属 (*Pyrus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌
Pyrus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は2種。

【14. *T. bullata* (Berk. et Br.) Tul.】

ナシ (*Pyrus lindleyi* Rehd.) に寄生し、葉ぶくれを起こす組織癭形成菌である。

[形態]

子のう：23~36 μ × 8~15 μ 。脚胞：8~17 μ × 5~13 μ ，測定値は Mix (1949) による。子のうは葉の裏面に形成される。

【15. *T. orientalis* Mix】

ナシに寄生し、小さな葉ぶくれを起こす組織癭形成菌である。

[形態]

子のう：22~46 μ × 8~17 μ ，脚胞なし。測定値は Mix (1949) による。子のうは葉の裏面に形成される。

10-8-2. バラ科ナナカマド属 (*Sorbus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Sorbus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は1種。

【16. *T. piri* Kusano】

アズキナシ (*Sorbus alnifolia* Sieb. et Zucc.) に寄生し、斑点 (小さな葉ぶくれ) を起こす組織癭形成菌である。

[形態]

子のう：23~42 μ × 8~13 μ ，測定値は西田 (1911) による。脚胞はない。子のうは葉の裏面に形成される (西田, 1911)。

10-8-3. バラ科サクラ属 (*Prunus*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Prunus 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は6種。

【17. *T. pruni* (Fuck.) Tul.】

スモモ (*Prunus salicina* Lindl.) に、ふくろ実と幼枝変形を起こす組織癭形成菌である。

[形態]

子のう：18~41 μ × 7~13 μ 。脚胞：7~18 μ × 7~15 μ 。

【18. *T. mume* Nishida】

ウメ [*Prunus mume* (Sieb. et Zucc.)], ブンゴウメ (*P. mume* var. *bungo* Makino) に、葉ぶくれ、縮葉、幼枝変形を起こす組織癭形成菌である。先発枝の同時枝化による1年生の天狗巣が形成されるが、この病巣は1年以内に枯死するため、多年生の天狗巣はない。

[形態]

子のう：19~34 μ × 8~15 μ 。脚胞：7~14 μ × 8~17 μ 。子のうは葉の両面に形成される。

【19. *T. deformans* (Berk.) Tul.】

モモ (*Prunus persica* Batsch), アンズ [*P. anzu* (Maxim.) Komar], ズバイモモ [*P. anzu* var. *nectarina* (Miller) D. A. Webb] に縮葉を起こす、組織癭形成菌である。

[形態]

子のう：26~45 μ × 9~16 μ 。脚胞：6~20 μ × 7~15 μ ，測定値は西田 (1911) による。子のうは葉の表面の方が多いが、葉の裏面にも形成される。

【20. *T. farlowii* Sadeb.】

シウリザクラ (*Prunus ssiiori* Fr.Schm.) に寄生し、ふくろ実 (写真140) を起こす組織癭形成菌である。エゾノウワミズザクラ (*Prunus padus* L.) にも発生 (写真141)。

[形態]

子のう：20~33 μ × 8~12 μ ，脚胞：12~20 μ × 8~12 μ ，測定値は西田 (1911) による。脚胞



写真140 シウリザクラふくろ実病 (子のう菌 *Taphrina farlowii*)
花ははじめ、萼と雄ずいが肥大し、スカートを円形に広げたようになり、やがて、子房が徳利状に肥大する。天狗巣形成はない。

は細長く、子のうの全長の約1/3。

【21. *T. cerasi-microcarpae* (Kuschke) Laubert]

ユスラウメ (*Prunus tomentosa* Thunb.) に寄生し、ふくろ実 (写真142) を起こす組織癭形成菌である。北海道大学植物園にあるユスラウメを、1981年から13年間連続して観察した結果では、ふくろ実が発生したのは1992年だけであった。幼枝変形は観察されなかった。

〔形態〕

子のう：26~46 μ × 7~10 μ 。脚胞：26~46 μ × 7~11 μ 。測定値は伊藤誠哉 (1964) による。

【22. *T. truncicola* Kusano]

ミヤマザクラ (*Prunus maximowiczii* Rupr.) に寄生し、幼枝変形 (赤ぶくれ) とふくろ実を起こす組織癭形成菌である。北海道・支笏湖のオコタンベでは、毎年赤ぶくれ病が激発するが、ふくろ実病は発生しなかった。支笏湖のポロピナイの林内では両者が混在し、同一の個体にも両者が発生する。花序が侵された場合には、ふくらんだ花柄 (赤ぶくれ病) の先にふくろ実病が形成されることがある。

森林総合研究所北海道支所構内では、毎年ふくろ実病しか発生しない個体と、両者が混在して発生する個体は分かれている。



写真141 エゾノウワミズザクラふくろ実病（子のう菌 *Taphrina farlowii*）

本邦初産。1980年代のほぼ10年間、鶴の目鷹の眼で探したが見つからなかった。2022年からは、札幌市と美瑛市内では、毎年のように、発生する木には発生することが判明した。

[形態]

子のう：28~46 μ × 8~13 μ 。脚胞10~25 μ × 6~12 μ 。

【23. *T. wiesneri* (Ráthay) Mix】

多くのサクラ類 (*Prunus* 属 *Cerasus* 亜属) に寄生し、枝の叢生程度が高い典型的な天狗巣病を形成する器官癭形成菌である。オオシマザクラ (*Prunus speciosa* (Koidz.) Makino) には、縮葉・葉枯れ症状だけを起こす (天狗巣形成を伴わない) *Taphrina* 属菌 (組織癭形成菌) がある (写真143)。この組織癭形成菌に対しては、かつて、器官癭形成菌である *T. wiesneri* から分離されて *T.*



写真142 ユスラウメふくろ実病（子のう菌 *Taphrina cerasi-microcarpae*）

子房が大きく膨らむ。幼枝変形はあるが、天狗巣形成はない。



写真143 オオシマザクラ葉枯れ病（子のう菌 *Taphrina wiesneri* ?）

葉枯れ症状だけが発生し、天狗巣形成はない。サクラ類天狗巣病菌と同一菌かどうか、分類学的検討が必要。

minor Sadeb. の学名が与えられたが、Mix (1949) は *Taphrina* 属菌のモノグラフの中で、両者を同一菌としているので、ここでは Mix (1949) の見解に従っておく。

【形態】

子のう：17～46 μ × 6～14 μ 。脚胞：6～18 μ × 5～12 μ 。子のうは葉の裏面に形成される。

【疑問種：*Taphrina insititiae* (Sadeb.) Johanson】

西田 (1911) より、ミヤマザクラに寄生し天狗巣を形成する器官癭形成菌は *T. insititiae* (Sadeb.) Johans. とされた。しかし、伊藤誠哉 (1964) が指摘するように *T. insititiae* はスモモ亜属 (*Prunophora*) に寄生する菌である。*Prunus* 属に寄生する *Taphrina* 属菌は、亜属ごとに別種となっているので (Mix, 1949)、ミヤマザクラ [(サクラ亜属 (*Cerasus*))] 上の *Taphrina* 属菌を *T. insititiae* とするのは問題がある。

苫小牧国有林丸山森林区管内には、ミヤマザクラの天狗巣病が点在する (写真144)。13年間、数十回にわたり子のう形成の有無を観察したが、子



写真144 ミヤマザクラ天狗巣病（子のう菌 *Taphrina insititiae* ?）

ミヤマザクラには、枝の叢生程度が高い典型的な天狗巣病がある。原因菌は分類学的検討が必要。

のう形成は認められなかった。天狗巣病罹病枝の先端部には赤ぶくれ病 (病原菌：*T. truncicola*) が発生することがあった。しかし、*T. truncicola* (組織癭形成菌) による天狗巣形成は考えにくい。

病巣の形態は *T. wiesneri* によるものとよく似ている。また、ミヤマザクラはサクラ類と同一の亜属であり、西田 (1911) の記載した子のうの大きさもほとんど重なることから、病原菌は *T. wiesneri* であろうと推定しているが、ここでは疑問種：*Taphrina* sp. として取り扱っておく。

10-9. カエデ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

カエデ科樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は2種である。

10-9-1. カエデ科カエデ属 (*Acer*) 樹木に寄生する *Taphrina* 属菌

Acer 属樹木に寄生する *Taphrina* 属菌は2種。

【24. *T. nikkoensis* Kusano】

本菌はカジカエデ (*Acer diabolicum* Blume) に寄生し、葉ぶくれ病を起こす組織癭形成菌である。

【形態】

子のう：40～50 μ × 10～13 μ 。脚胞：10～15 μ

×10~15 μ ，測定値は西田（1911）による。子のうは葉の裏面に形成される（西田，1911）

【25. *T. polyspora* (Sorok.) Johans.】

カラコギカエデ (*Acer ginnala* Maxim.) に寄生して，葉枯れ，縮葉，葉ぶくれを起こす組織癭形成である（新寄主：田中，未発表）。

T. polyspora による葉枯れ縮葉病（病名：新称）は，北海道立林業試験場道北支場構内（中川町）では，毎年激しく発生する。森林総合研究所北海道支所構内（札幌市）では，1981年から14年間で，一度だけ（1994年）発生した。その後，美唄市内でも発見した（写真145）。

〔形態〕

子のう：26~60 μ × 8~23 μ ，測定値は Mix（1949）による。脚胞はない（写真146）。

10-10. 天狗巣を形成する日本産 *Taphrina* 属菌は6種

Taphrina 属菌のうち，日本産の天狗巣形成菌すなわち器官癭形成菌は，以下の6種である。

- 【1. *T. betulicola* Nishida】
- 【2. *T. nana* Johans.】
- 【3. *T. betulina* Rostrup】
- 【4. *T. epiphylla* Sadeb.】
- 【5. *T. japonica* Kusano】
- 【6. *T. wiesneri* (Ráthay) Mix】



写真145 カラコギカエデ葉枯れ病（子のう菌 *Taphrina polyspora*）

円形または細長い葉枯れ，縮葉を起こす。組織の肥大はほとんどない。天狗巣形成はない。

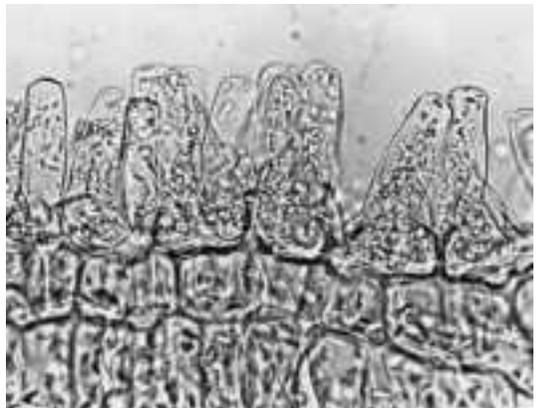


写真146 カラコギカエデ葉枯れ病菌の子のう
脚胞はない。子のうの下部は上部に比べ，広がる傾向が強い。

スギ黒点病菌 *Sydowia japonica* を用いたスギ花粉飛散防止剤の 果樹を含む樹木類10種と蔬菜類12種に対する暴露試験

高橋由紀子^{1*}・鳥居正人^{1,2}・窪野高徳¹

はじめに

近年、スギ花粉症が社会的、経済的に大きな問題となっており、スギ花粉の飛散抑制が求められている。これまでに、その対策としてスギ人工林の伐採やその材の利用推進、無花粉・少花粉スギへの改植が進められているが、これらの効果が現れるまでには多くの時間が必要とされる。そのため、即効性のある対策として、スギ雄花に選好的に寄生し、その雄花を枯死させるスギ黒点病菌 *Sydowia japonica* (以下シドウシア菌) を用いたスギ花粉飛散抑制技術が開発された (窪野 2014, 森林総合研究所 2017)。この技術は、シドウシア菌の分生子懸濁液と保護材の役割を果たす大豆油と乳化剤としての大豆レシチンを含むスギ花粉飛散防止剤 (以下、防止剤) を、雄花が成熟する10月～11月頃に十分量付着させることで、翌春の開花時期までに雄花を枯死させるものである (森林総合研究所 2017)。この防止剤を用いて、これまでに、動力噴霧機を用いた地上散布と無人ヘリコプターを用いた空中散布によりスギ林縁部の雄花を枯死させることに成功した (森林総合研究所 2017)。さらに改良を重ね、コストを抑えながらも調合時に水に混ざりやすいという特性を持った新しい乳化剤の開発を進めるとともに、より広範囲のスギ林へ本技術を適用させるために、無人及び有人ヘリコプターによる効果的な空中散布法の開発が進められている。

防止剤の実用化に当たっては、効率的な散布手法を確立するのと並行して、微生物農薬としての農薬登録が必要である。微生物農薬の登録申請に必要な試験の一つに「植物影響試験」が挙げられており (農林水産省 2019b)、農薬の標的外植物に対する暴露試験方法の指針が提示されている (農林水産省 2019a)。そのため、防止剤の農薬登録に向けて、標的であるスギ以外の植物への影響を評価する必要がある。農薬散布、特にヘリコプターによる散布が行われる場合、意図せず散布対象地域外に農薬が飛散することがある (例えば市川ら 2009)。マツ材線虫病の予防を目的としたヘリコプターによる農薬散布では、周辺環境への影響を懸念する声が上がリ、散布中止となる場合もある (中村 2017)。防止剤が散布される際にも同様の懸念があがることが想定されるため、あらかじめ防止剤が人体や周辺環境へ与える影響、特にスギ以外の植物への影響を評価しておくことは、農薬登録に関わる試験としてだけでなく、本技術の実用化やその後の運用推進において有用な情報となると考えられる。防止剤はスギ人工林への施用を想定しており、その周囲で農作物が栽培されている可能性があることから、防止剤の標的外植物として蔬菜類に対する影響評価が必要である。

本稿では、現在開発中の新しい防止剤の微生物農薬としての安全性を検証することを目的として、“微生物農薬の安全性評価に必要な資料を作成するに当たっての指針” (以下、安全性評価の指針) (農林水産省 2019a) に基づいて実施した蔬菜類と果樹を含む樹木類に対する防止剤の暴露

* 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
TAKAHASHI Yukiko

1 きのこ・森林微生物研究領域 2 東北支所

試験について報告する。

材料と方法

安全性評価の指針（農林水産省 2019a）では、微生物農薬の使用方法や使用場所による暴露の可能性、標的生物との近縁関係等を十分考慮して、供試植物を選定するように示されている。供試植物種数としては、経済的に重要な植物の中から4科6種以上の双子葉植物、2科4種以上の単子葉植物を供試し、それとは別にシドウィア菌も該当すると考えられる植物病原微生物に近縁の微生物農薬については、標的植物に密接に関連する植物の中から経済的あるいは生態系の維持に重要な植物を2種以上供試するように示されている。そこで、林地におけるヘリコプターを用いた防止剤散布の際にドリフトによって暴露する可能性がある

ものとして果樹を含む樹木と蔬菜類を対象とし、その中から上記の条件を満たすように植物種を選定し、暴露試験に供試した（表1）。

陽性対照樹種としてスギを供試するとともに、スギと同様に主要造林樹種であるアカマツ（林野庁 2018）と、常緑針葉樹林の主要構成種であるモミ、常緑広葉樹林の主要構成種であるタブノキとスダジイ、林地で優占することがあるヤマザクラとイロハモミジを供試した（表1）。これらのうち、針葉樹3樹種は森林総合研究所構内（茨城県つくば市）に植栽された成木、広葉樹4樹種は森林総合研究所第2樹木園（茨城県つくば市）に植栽された成木を用いた。果樹として、国内で広く栽培されており、収穫面積や収穫量、出荷量が多いウンシュウミカン、ニホンナシ、カキノキ（農林水産省 2018a）を供試した（表1）。これらは、

表1 供試した植物種とその分類

		科	属	植物種	品種		
樹木 (果樹以外)	裸子植物 (針葉樹)	ヒノキ科	スギ属	スギ	—		
		マツ科	マツ属	アカマツ	—		
		マツ科	モミ属	モミ	—		
	被子植物 (広葉樹)	双子葉植物	クスノキ科	タブノキ属	タブノキ	—	
			バラ科	サクラ属	ヤマザクラ	—	
			ブナ科	シイ属	スダジイ	—	
ムクロジ科			カエデ属	イロハモミジ	—		
果樹	被子植物	双子葉植物	カキノキ科	カキノキ属	カキノキ	富有	
			バラ科	ナシ属	ニホンナシ	幸水	
			ミカン科	ミカン属	ウンシュウミカン	(早生温州)	
蔬菜類	被子植物	双子葉植物	アブラナ科	アブラナ属	キャベツ	金系201号	
			アブラナ科	ダイコン属	ダイコン	猷夏青首	
			キク科	ゴボウ属	ゴボウ	ダイエット	
			キク科	アキノノゲシ属	レタス	エムラップ231	
			セリ科	オランダミツバ属	セロリ	コーネル	
			セリ科	ニンジン属	ニンジン	金港四寸	
			ヒユ科	ホウレンソウ属	ホウレンソウ	アトラス	
			ヒルガオ科	サツマイモ属	サツマイモ	ベニアズマ	
			単子葉植物	サトイモ科	サトイモ属	サトイモ	土垂
				ヒガンバナ科	ネギ属	タマネギ	アサヒ極早生
				ヒガンバナ科	ネギ属	ニラ	大葉ニラ
				ヒガンバナ科	ネギ属	ネギ	九条(葉ネギ)

各植物種の分類（科と属）は、The Plant List version 1.1. (<http://www.theplantlist.org/>) を参照した。

森林総合研究所構内の苗畑に地植えした市販の苗木を約6か月間育苗して用いた。野菜類については、消費量が相対的に多いまたは多くなることが見込まれる、全国の作況調査（農林水産省 2019c, d）の対象となる野菜類のうち、防止剤散布の最適時期とされる10月～11月頃（雄花の成熟が完了する時期）（廣岡ら 2013）に栽培される、キャベツ、ダイコン、ゴボウ、レタス、セロリ、ニンジン、ハウレンソウ、サツマイモの5科8種の双子葉植物と、サトイモ、タマネギ、ニラ、ネギの2科4種の単子葉植物の計12種を用いた（表1）。いずれも市販の種子、苗、または挿し穂から育苗を行い、森林総合研究所内の苗畑またはプランターで育成した。播種および追肥の方法と時期は、種苗購入時に付属の栽培マニュアルやタキイ種苗（2019）、サカタのタネ（2019）を参照し、苗畑は畑土を、プランターはプランター培土（イセキ関東）を用い、追肥としてはマイガーデン（植物全般用、住友化学園芸）を用いた。播種や植え付け直後には十分灌水を行い、晴天が続く場合にも適宜灌水を行った。植物種の栽培開始時期によって育苗期間は異なるが、播種または植え付けから約1～6か月間育苗したものを試験に供試した。

暴露処理は安全性評価の指針（農林水産省 2019a）をもとに実施した。この指針では、処理区として対象薬剤の最大表示使用濃度の10倍濃度を処理し、展着剤を添加する場合は展着剤のみを処理する区も設けるように示されている。現在開発中の新しい防止剤は、原体として 1.0×10^6 個/mL（最終濃度）のシドウィア菌分生子と、分生子の乾燥防止と水との混和性向上を目的とした10%食品用乳化剤が含まれる。本研究では、通常の10倍濃度の分生子を含む防止剤処理区（シドウィア菌最終分生子濃度 1.0×10^7 個/mL、10%食品用乳化剤）と乳化剤のみの処理区（10%食品用乳化剤；以下、乳化剤処理区）、無処理区の3つの処理区を設けた。防止剤処理区では、原体とし

てシドウィア菌 FFPRI 411086株（Hirooka et al. 2013）を使用した。前培養した菌株を Czapek Dox-Yeast extract 液体培地（Masuya et al. 2013）で20℃、120rpmで1週間振とう培養し、遠心分離して培養液を除去した分生子に、食品用乳化剤と滅菌水を添加して調整した。

暴露試験は、針葉樹は2018年12月13日、広葉樹は2018年12月7日、果樹と野菜類は2018年11月15日に行った。散布量は、無人ヘリコプターによる空中散布マニュアル（森林総合研究所 2017）における散布量（スギ林の側面5m×5mに対し6L（=240mL/m²）散布）のおよそ1/10量がドリフトとして暴露したと想定し、防止剤と乳化剤の各散布処理区でそれぞれを25mL/m²となるように、ハンドスプレー（ダイヤスプレー swings 500, FURUPLA）で散布した。果樹を除く樹木に対しては、各樹種とも成木3～5個体の枝先端部20～50cm×20～50cmの範囲に散布を行い、各個体の3本の枝をそれぞれ防止剤処理区と乳化剤処理区、無処理区とした。果樹では、苗木の上部からみると樹冠が30cm×30cmの範囲内にあったため、その範囲に上部から苗木全体に散布し、各樹種とも各処理3個体を供試した。野菜類のうち、プランターで育苗を行ったものはプランターの植え升の大きさに合わせて散布を行い、各処理とも3株以上を供試した。苗畑で育苗を行ったサツマイモとサトイモでは、上部からみた葉を含めた栽培面積に合わせて散布を行い、サトイモでは各処理5株、サツマイモでは各処理4つの挿し穂由来のものを供試した。

暴露後の評価法として、安全性評価の指（農林水産省2019a）では、植物の生育状況、病徴等を定期的に観察し、枯死及び影響が認められた場合には、農薬微生物の感染の有無等を調べるとされている。症状観察としては、植物の生育状況、病徴等を定期的に観察し、試験中に枯死及び影響が認められた場合には、病理検査として農薬微生物の感染の有無等を調べるとされている。果樹を含

む樹木のなかには落葉性のももあり、継続的な葉の外観観察が難しいものもある。また、防止剤散布の最適時期とされる11月頃（森林総合研究所2017）では、多くの樹種で冬芽が形成されていた。そこで、樹木への影響評価としては冬芽に着目し、散布範囲内にあった冬芽が開芽したかどうかを2019年6月5～7日に観察し、総冬芽数に占める開芽冬芽数の割合を開芽率として算出した。ただし、スギでは雄花が形成されていたため、2019年5月9日に雄花開花の有無を観察し、着花雄花序数に占めるすべての雄花が開花した雄花序数の割合を開花率として算出した。ウンシュウミカンでは1～3月に花芽や葉芽が分化し、春に新梢を発生させる。そこで、各個体の3本の側枝先端部約5cmの範囲を対象とし、新梢の発生数を2019年6月5日に調査した。蔬菜類においては、症状観察として無処理区と比較し、防止剤処理区と乳化剤処理区で葉の変色や枯死といった違いが発生するかどうか、外観的観察を1週間ごとに実施した。また、農林水産省（1997）では、試験期間は原則として暴露後3週間とされているため、散布直後に収穫期を迎えるものがあったが、最低でも散布後3週間まで外観的観察を継続した。タマネギとニラ以外の蔬菜類10種は、散布3週間後まで外観的観察を行い、散布後4週目に収穫を行った。タマネギとニラは散布後25週目に収穫した。収穫した蔬菜類は、最終的な栽培結果を把握するために主な食用部位の重量を測定した。測定には、水道水で洗浄後に数日間風乾させたものを用い、供試株数が多い蔬菜類ではランダムに選んだ株で測定を行った。ただし、サツマイモとサトイモでは1つの挿し穂由来または1株あたりのイモ数が多かったため、サツマイモでは各処理区で収穫された全イモ数を記録するとともに、収穫したものからランダムに選んだ10個のイモで重量を測定した。また、サトイモでは各株で種イモを除く全イモ重量とイモ数を記録し、各株のイモ1個あたりの重量を算出した。対照区と乳化剤処理区、

防止剤処理区の重量の対比較のために、R ver. 3.5.1（R Core Team 2018）を用いて Welch の t 検定を行った。

結果と考察

果樹を含む樹木類8種における冬芽の開芽率を調べたところ、いずれの樹種においても、無処理区で開芽率が高く、乳化剤処理区や防止剤処理区で低いといった傾向はみられなかった（図1）。また、ウンシュウミカンの発生新梢数をみても、そのような傾向はなかった（図2）。スギ雄花の開花率は、乳化剤処理区の雄花序1つで枯死が確認されたが、その他の処理、枝で雄花の枯死は確認されなかった（図3）。スギ雄花を枯死させるためには、枝から滴る程度の防止剤の散布が必要であるとされているが（森林総合研究所2017）、今回の散布量は散布マニュアル上の散布量の1/10量であったことから、雄花を枯死させるためには不十分であったと考えられた。

いずれの蔬菜類においても枯死した個体はなかったが、収穫までに外葉や下葉の枯死（葉全体が変色）が確認された。その他にも葉の部分的な変色が確認されたものもあったが、それら葉の枯死や変色は無処理区でも発生しており、無処理区と乳化剤処理区や防止剤処理区間で外観的違いは観察されなかった。食用部位の重量は、ゴボウでは無処理区と比較して、乳化剤処理区と防止剤処理区で有意に大きかった（図4）。乳化剤の主成分である大豆油は、農業における有機資材としての利用可能性が示唆されている（樋口・栗原1980）。そのため、両処理区で共通して重量の増加がみられたのは、大豆油が肥料として働いたのかもしれない。ニラでは、無処理区よりも乳化剤処理区でその重量が有意に大きかった（図4）。また、ネギでは無処理区と比較し、乳化剤処理区でその重量が有意に小さかった（図4）。もし乳化剤がこれら2種の収量に影響を与えるのであれば、乳化剤を含む防止剤処理区でも同様の結果が得られると

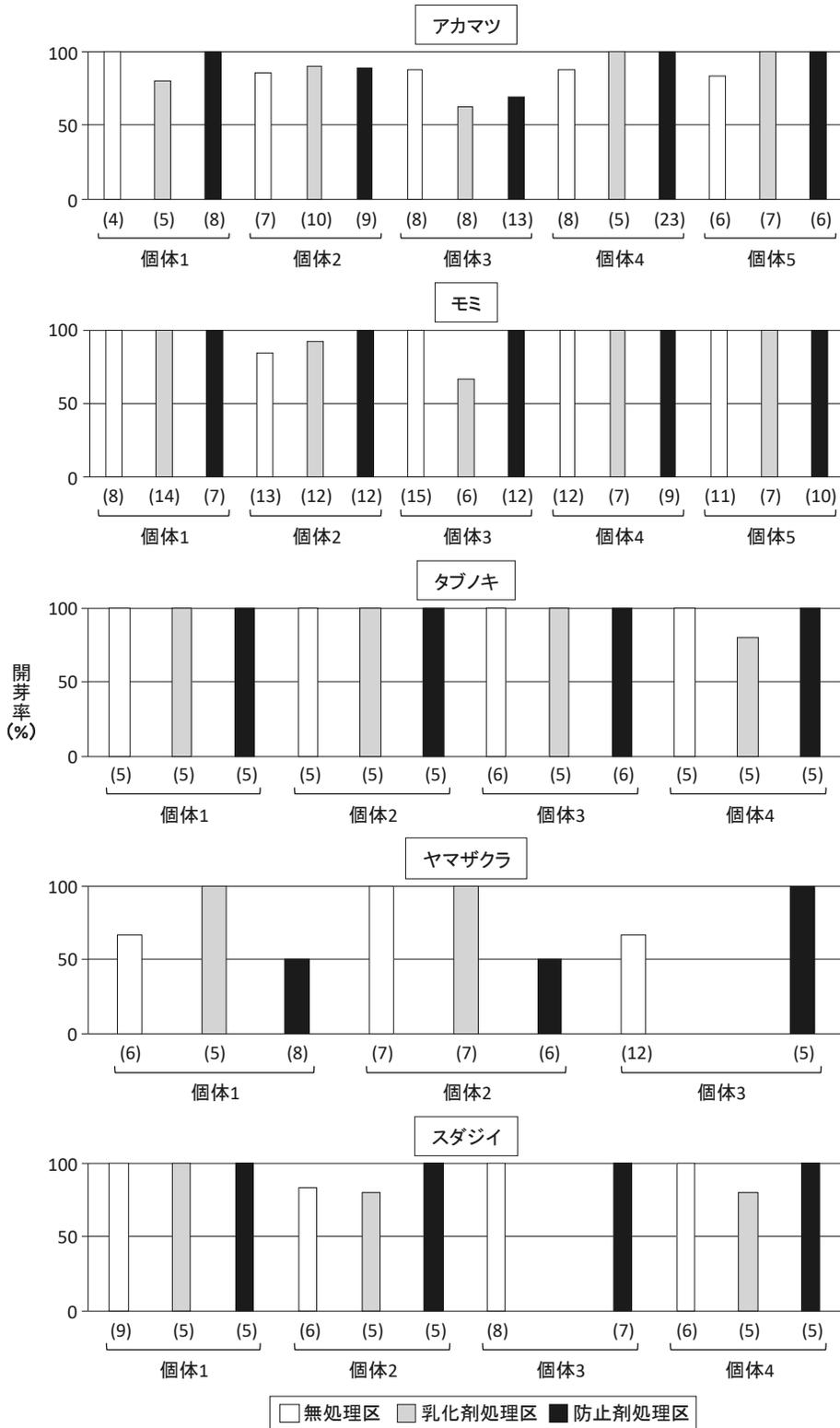


図1 樹木類における開芽率

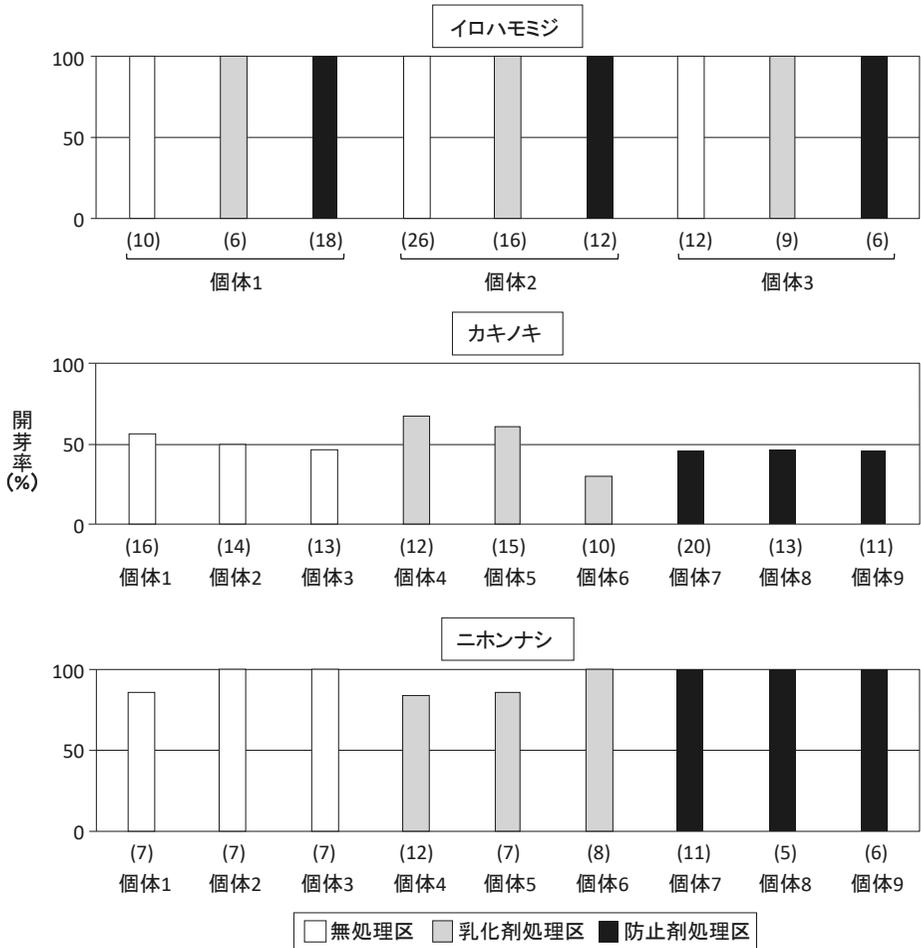


図1 樹木類における開芽率（つづき）

各個体各処理で観察した総冬芽数は各値の下の括弧内に示した
ヤマザクラ個体3とスダジイ個体3の乳化剤処理区では枝折れにより評価できなかった

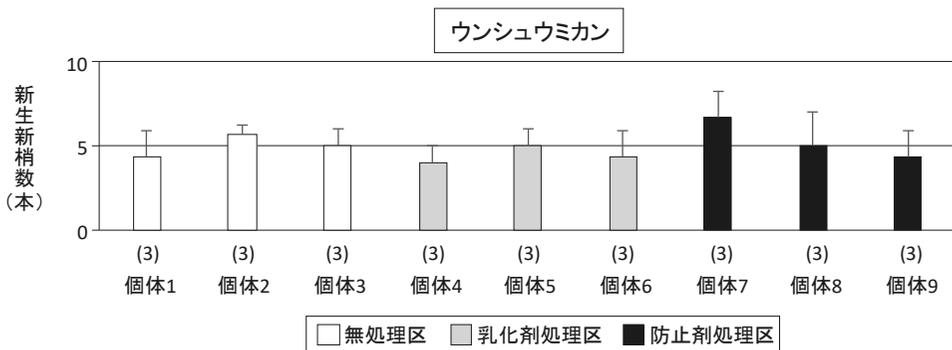


図2 ウンシュウミカンの発生新梢数

それぞれの値は、3本の側枝上における平均値±標準偏差で示した

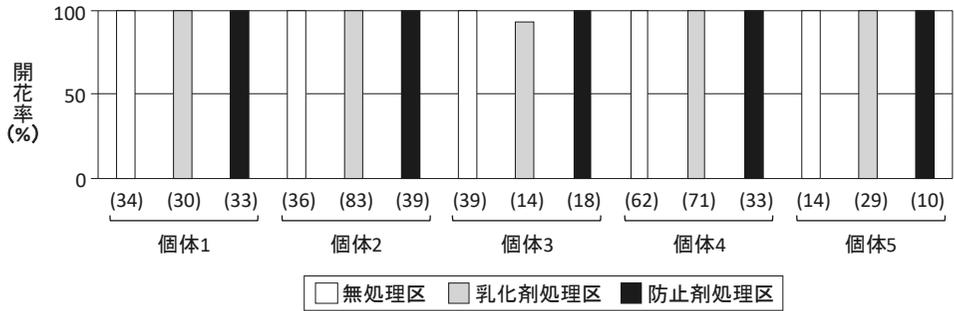


図3 スギ雄花の開花率
各個体各処理で観察した雄花序数は各値の下の括弧内に示した

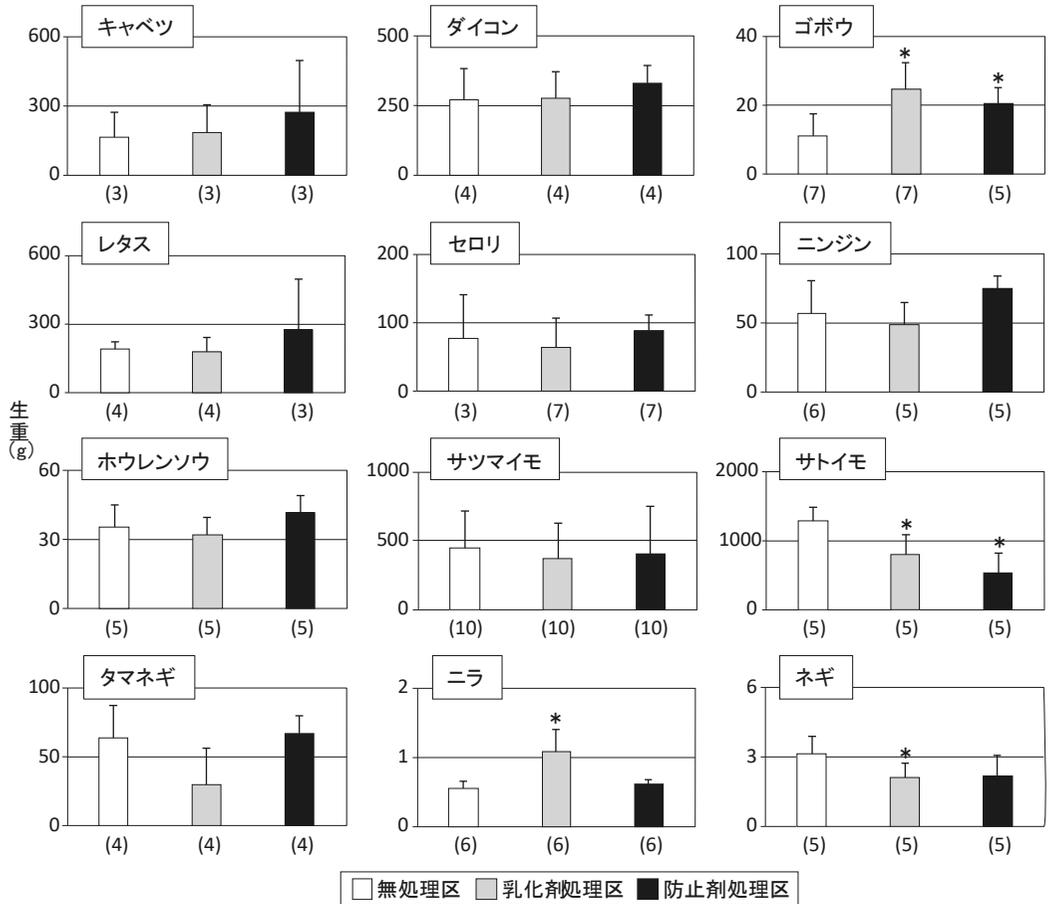


図4 育苗した蔬菜類12種の可食部重量

各値は1株あたりの平均値±標準偏差を示し、n数を各値の下に示した。ただし、サツマイモでは各処理でランダムに選んだイモ1個あたりの値を示した。各蔬菜類で、無処理区と乳化剤処理区、防止剤処理区との対比較を行い、有意差が認められたものにはアスタリスクを付した (Welch の t 検定, $p < 0.05$)。

考えられるが、2種とも無処理区と防止剤処理区との間に有意差は認められなかった。そのため、これらの違いには生育環境の微細な違いといった処理以外の要因が影響したのかもしれない。サトイモでは、無処理区と比較し、乳化剤処理区と防止剤処理区でその重量は有意に小さかった(図4)。1株あたりの平均イモ数(n=5, 平均値±標準偏差)は、無処理区では24.0±5.5個, 乳化剤処理区で17.0±7.6個, 防止剤処理区で11.6±5.4個であり、各株のイモ1個あたりの重量でみると、処理間で有意差は認められなかった(図5)。そのため、収穫されたイモ数が異なったため、1株あたりのイモ総重量に差がみられたと考えられる。一般的に、サトイモにおいて新たなイモが形成される時期は夏季であり、11月に行った散布が処理間のイモ数の違いに影響を与えるとは考えにくい。サトイモは苗畑で処理区ごとにまとめて育苗を行っていたため、日射や水分条件の違いといった環境条件によって収穫されたイモ数が異なったのかもしれない。その他の野菜類では、無処理区と乳化剤処理区や防止剤処理区との間に有意差は認められなかった(図4)。サツマイモにおける各処理でのイモ総数は無処理区では39個, 乳化剤処理区で42個, 防止剤処理区で44個であり、無処理区で他の処理区よりも少なくなる傾向にはなかった。

以上のように、シドウィア菌を用いた防止剤の

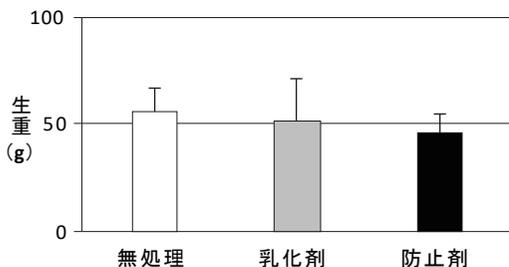


図5 サトイモにおける各株のイモ1個あたりの重量。各値は各処理区での平均値(n=5)±標準偏差を示した。無処理区と乳化剤処理区, 防止剤処理区との間に有意差は認められなかった(Welchのt検定, p>0.05)。

野菜類10種と果樹を含む樹木12種に対する暴露試験を行った結果、いずれにおいても、防止剤あるいは乳化剤散布による明らかな外観の変化や収量の低下、冬芽の開芽率の低下、発生新梢数の低下といった負の影響があると判断される変化は認められなかった。このことから、林地に生育する針葉樹3樹種と広葉樹4樹種、果樹3樹種、野菜類12種に対し、防止剤散布が明瞭な負の影響を与える可能性は低いと考えられた。農薬の飛散量や距離は、散布器具や散布法といった内的要因と環境条件、特に風向や風速といった外的要因によって変化する(日本植物防疫協会2010)ため、ヘリコプターによる空中散布法の開発段階で厳密な飛散距離は定義できないが、スギ林に隣接して野菜類や果樹を栽培している場所では、林縁部に散布を行わない緩衝帯を設置する等の対策を講じることが望ましいと考えられる。

謝辞

本研究は林野庁平成30年度、令和元年度花粉発生源対策推進事業のうち「スギ花粉飛散防止剤の実用化試験」の一部として実施された。

引用文献

樋口太重・栗原淳(1980)有機物の形態と施肥窒素の行動に関する研究(第5報)油脂化合物の分解性と硫酸窒素の有機化。土肥誌, 51, 31-35.

Hirooka, Y., Masuya, H., Akiba, M. and Kubono, T. (2013) *Sydowia japonica*, a new name for *Leptosphaerulina japonica* based on morphological and molecular data. Mycol. Prog., 12, 173-183.

廣岡裕吏・秋庭満輝・升屋勇人・市原優・高畑義啓・壽田智久・山本茂弘・矢田豊・窪野高徳(2013)スギ花粉の飛散を抑える *Sydowia japonica* の感染機構。樹木医学研究, 17, 11-12.

市川有二郎・佐々木碧・田畑勝洋・本山直樹(2009)秋田県潟上市天王浜山地区で無人ヘリコプターにて松林に散布されたフェニトロチオンMCの飛散状況。日本農業学会誌, 34, 45-56.

窪野高徳(2014)菌類を活用したスギ花粉飛散防止法の

実用化に向けて. 山林, 1565, 56-62.

Masuya, H., Hirooka, Y., Akiba, M. and Kubono, T. (2013) Mass production of conidia of *Sydowia japonica*, a candidate of male-strobilus specific biocontrol agent for preventing the pollen dispersal of *Cryptomeria japonica*. Bulletin of FFPRI, 12, 165-170.

中村克典 (2017) 海岸林講座第4回: 海岸林におけるマツ材線虫病対策. 樹木医学研究, 21, 37-43.

日本植物防疫協会 (2010) 農薬飛散対策技術マニュアル, http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_nouyaku/manual/pdf/all.pdf

農林水産省 (2019a) 微生物農薬の安全性評価に必要な資料を作成するに当たっての指針 (9農産第5090号 農林水産省農産園芸局植物防疫課長通知, 30消安第6280号), <https://www.acis.famic.go.jp/shinsei/9-5090b.pdf>

農林水産省 (2019b) 微生物農薬の登録申請に係る安全性評価に関する試験成績の取扱いについて (9農産第5090号 農林水産省農産園芸局長通知, 30消安第5412号), <https://www.acis.famic.go.jp/shinsei/9-5090b.pdf>

農林水産省 (2019c) 平成29年産作物統計 (普通作物・飼料作物・工芸農作物), http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/index.html

農林水産省 (2019d) 平成29年産野菜生産出荷統計, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html

R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

サカタのタネ (2019) 失敗しない栽培レッスン (野菜), <https://sakata-tsushin.com/oyakudachi/lesson/vegetable/>, (参照 2019-06-06).

森林総合研究所 (2017) スギ花粉症対策に向けた新技術—菌類を活用して花粉の飛散を抑える—. 森林総合研究所, 12pp.

タキイ種苗 (2019) 家庭菜園 野菜栽培マニュアル, <http://www.takii.co.jp/tsk/manual/>, (参照 2019-06-06).

The Plant List (2013) The Plant List: a working list of all plant species, <http://www.theplantlist.org/>



スギ赤枯病の被害軽減に向けた取り組み

安藤裕萌*・小坂肇¹，佐橋憲生¹

1. はじめに

スギ赤枯病は、子囊菌類の一種 *Passalora sequoiae* (過去には *Cercospora sequoiae* と扱われていた) を病原とするスギ苗木において最も警戒すべき病害である。約70年前の拡大造林期には、国内の苗木生産圃場で大きな損失を及ぼしたことから (林野庁森林害虫防除室 1953)、林木の病害の中ではよく知られている。一方で、苗木生産量の低下と共に本病の被害報告は徐々に無くなったことから、現在でも赤枯病の被害が出るのかと疑問に思う人もいるかもしれない。しかしながら、本病の被害は現在でも発生しており、特に近年では、再造林に向けたスギ苗木の需要の高まりに伴って本病の再流行が懸念されている (安藤・升屋 2020)。

本病の防除には、薬剤の予防散布が必須である。現在、本病に対して農薬登録の取れている薬剤は3種類あるが (2024年1月時点)、いずれも農薬の系統は有機硫黄殺菌剤に含まれ、作用機構分類 (FRACコード) はグループM (多作用点接触活性化化合物) のM3 (ジチオカーバメート類) に区分されている (表-1)。また、年間の使用回数にも制限があり、これらの薬剤を組み合わせで散布した場合でも、1年間に散布できるのは合計12回までとなっている。スギ赤枯病菌の胞子飛散時期は、地域によって異なるものの、概ね4月下旬から11月上旬の期間とされている。従って、この期間中に月2回の薬剤散布を行うとした場合、年間で14回程度の散布が必要になる。また、

化学構造や作用機構が類似した農薬を連続して使用すると薬剤耐性を獲得した病原菌が出現し、農薬の有効性が低下する危険性があるなどの問題点が挙げられる。

一方で、現行の薬剤とは異なる有効成分・作用機作を有する薬剤の中には、本病に対してより効果的なものが含まれている可能性がある。従って、スギ赤枯病のより持続的で効果的な防除方法を構築するためには、新たな薬剤の追加が必要と考えられる。本報では、スギ赤枯病の被害軽減に向けた取り組みの中で、有効成分の異なる数種薬剤のスギ赤枯病に対する有効性を評価するために行ったスクリーニングとその結果を踏まえた有効薬剤の苗畑における赤枯病防除試験について紹介する。

2. スギ赤枯病菌分生子の人工形成誘導の試み

スギ赤枯病菌に対して有効な薬剤のスクリーニングを行うには、人為的な接種試験による室内実験で評価するのが効率的である。また、病原菌の胞子接種を行うことができれば、より自然条件に則した安定的なデータが得られると期待できる。しかし、スギ赤枯病菌は培養下では胞子を形成しなかったため、拡大造林期に本病が問題になった際には、有効な薬剤のスクリーニングを行うために多くの時間と労力が割かれていた。この問題を解決するために、スギ赤枯病菌の胞子形成誘導についての検討が行われ、多量の胞子形成の誘導に成功した (陳野 1979)。

その方法は、大きく3つの工程 (①接種源の培養、②菌核様体の作出、③菌核様体上の分生子形

* 森林総合研究所九州支所 ANDO Yuhō
1 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

表-1 スギ赤枯病に対して登録の取れている農薬

登録番号	農薬の系統	農薬の種類	農薬の名称	本剤の使用回数	使用方法	作用機構分類 (FRACコード)
10557	有機硫黄	マンネブ	エムダイファー水和剤	8回以内	散布	M3
21504	有機硫黄	アンバム	兼商ステンレス	2回以内	散布	M3
22345	有機硫黄	マンゼブ	ジマンダイセン水和剤	2回以内	散布	M3

成)に分けられる。

- ①接種源の培養では、ポテトデキストロース寒天 (PDA) 培地で25℃・約15日培養させた菌株に滅菌水を注ぎ、白金耳で菌叢を軽くこすって菌糸を細断して菌糸浮遊液を作成する。この菌糸浮遊液を PDA 平板培地に流し込み、25℃・10～15日間培養する。すると、細断された菌糸片から伸長した直径 2～3 mm 程度の小型コロニーが形成される。
- ②菌核様体の作出では、液体培地 (ポテトデキストロースブロス) 100mL が入った500mL 容振盪フラスコに切り出した小型コロニーを10～15個を移植し、25℃・15～20日間の往復振盪培養 (100回/分) を行う。すると、移植した小型コロニーが発達して黒色、球状、表面平滑で硬く、光沢のある菌核様体が出来上がる。
- ③菌核様体上の分生子形成では、菌核様体を液体培地から取り出して洗浄・乾燥させ、湿室 (3% 素寒天平板培地) で保持して、コイトロン KB- 型 (室内、25℃、5日間) または恒温器

(25℃、前半2日間40W 蛍光灯照射、後半3日間暗黒) で維持することで菌核様体上に多量の分生子が形成されるという手順である。これにより、菌核様体 1 個あたりから $2 \sim 5 \times 10^5$ 個ほどの分生子が得られるという。

我々も同様の手順で分生子の人工形成を試みたところ、多数の菌核様体の形成に成功した (図-1)。しかしながら、菌核様体を湿室 (3% 素寒天平板培地) で保持し、恒温器 (25℃、前半2日間40W 蛍光灯照射、後半3日間暗黒) で維持したものの、菌核様体からは菌糸が伸長するのみで分生子の形成には至らなかった。これには、使用した培地のメーカーの違い等、若干の異なる条件が影響を及ぼしている可能性がある。

3. 培養下における薬剤感受性試験

スギ赤枯病菌の分生子の人工形成が出来なかったため、分生子を用いない方法で薬剤感受性試験を行った。その方法は、供試薬剤の有効成分を異なる濃度で寒天培地に添加し、スギ赤枯病菌の生育の可否によって薬剤の有効性を評価するという内容である。本試験では、有効成分および作用機作の異なる6種類 (マンゼブ剤、無機銅剤、チオファネートメチル剤、アゾキシストロビン剤、ポリオキシシン剤、プロベナゾール剤) の薬剤を供試した。各供試薬剤の有効成分の最終濃度を6段階 (1 ppm, 10ppm, 100ppm, 500ppm, 1000ppm, 2000ppm) に調整し、スギ赤枯病菌を植菌して25℃で約1ヵ月間培養し、生育の有無、菌糸伸長に及ぼす薬剤の影響を確認した。

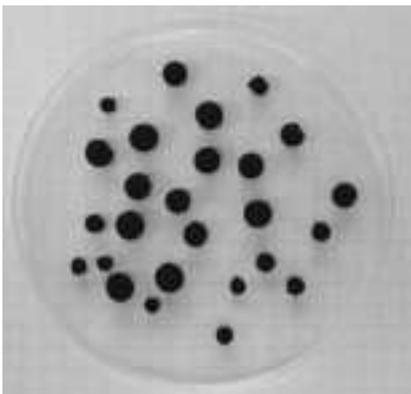


図-1 振盪培養で形成された菌核様体

その結果、薬剤ごとにスギ赤枯病菌の菌糸伸長を抑制させる濃度は異なり、無機銅剤では全ての濃度でスギ赤枯病菌の菌糸伸長が認められたものの(図-2C)、チオファネートメチル剤およびマンゼブ剤ではそれぞれ低濃度(1 ppm および 10 ppm)で菌糸伸長を抑制する効果が確認された(図-2A, B)。薬剤の種類によっては、今回の試験方法では十分に効果が評価できていないものも含まれている可能性はあるが、少なくとも菌糸伸長を抑制した薬剤については本病原菌に対して有効性が期待できると考えられた。

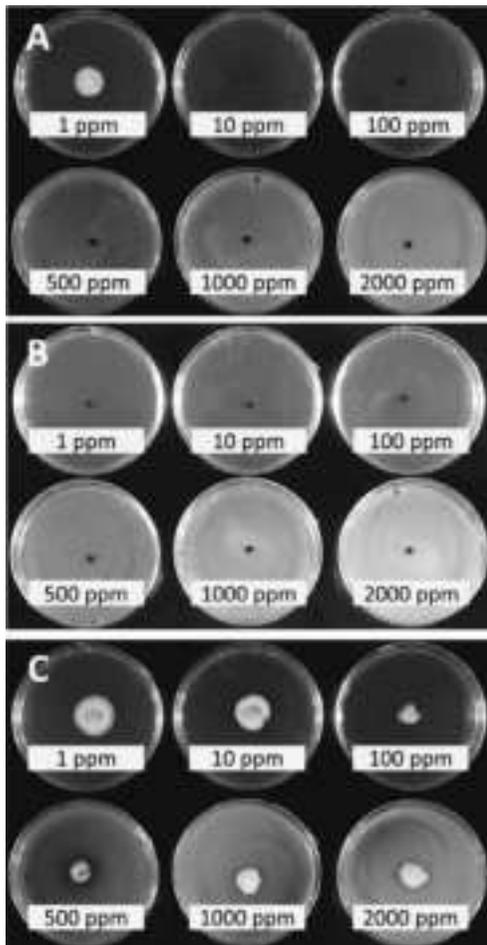


図-2 培養下における薬剤感受性試験

A: マンゼブ剤試験区。1 ppm の濃度でのみ菌糸伸長が認められた。B: チオファネートメチル剤試験区。全ての濃度で菌糸伸長が認められなかった。C: 無機銅剤の試験区。全ての濃度で菌糸伸長が認められた。

4. 接種試験による薬剤の有効性評価

スギ赤枯病菌の分生子を用いた接種試験の代替試験として、スギ苗木に対する本病原菌の菌糸懸濁液の接種方法を確立するとともに、各供試薬剤の防除効果を評価した。接種試験は次の手順で行った。

- 1) 病原菌接種の5日前に、被接種苗木へ薬剤を散布
- 2) PDA 培地上で培養した赤枯病菌(PDA 培地で25℃・1ヵ月間培養)を乳鉢で破碎後、滅菌水に懸濁して二重ガーゼで濾過し、菌糸懸濁液を作製(有効菌糸濃度: 約 5×10^4 菌糸断片/mL)
- 3) 菌糸懸濁液を苗木に噴霧接種(約30mL/鉢)
- 4) 湿度を維持するために少し水を張ったコンテナボックスに接種苗木入れ、蓋をして恒温室(23℃, 明14時間: 暗10時間)で維持
- 5) 接種2ヵ月後に、接種苗木の樹高と罹病葉数を計測し、発病度および防除価を算出

発病度は、陳野(1979)の評価方法に準じて「発病度 = 罹病総葉数 / 樹高」で求め、防除価は、「防除価 = (1 - (試験区の発病度の平均 / 薬剤無散布区の発病度の平均)) × 100」で求めた。

以上の方法で接種試験を実施し、薬剤無散布の



図-3 接種試験によって発病した苗木(薬剤無散布) 矢印の部分に病徴が認められる。

条件において発病を確認した(図-3)。各供試薬剤の防除効果を評価した結果、マンゼブ剤、チオファネートメチル剤、およびアゾキシストロビン剤が防除価90以上(それぞれ100, 94.03, および91.04)となり、高い防除効果を示した。

今回の接種試験では、寒天培地での培養株を破碎して得られた菌糸断片を接種しているため、本来の感染源である分生子を接種した場合と必ずしも結果が一致しない可能性がある。また、接種した菌糸懸濁液の有効菌糸濃度は、菌糸懸濁液の一部を素寒天培地に塗布し、数日後に形成されたコロニー数を計測して有効菌糸濃度を算出している。従って、使用する菌糸懸濁液の有効菌糸濃度を算出できるのは接種後になるため、毎回の接種試験を同一の有効菌糸濃度で行うことは困難であるなどの実験上の問題点もある。これらの点は今後、分生子の多量形成を誘導することが出来れば、同一の条件下で比較が可能になるため、改めて分生子の形成誘導方法を確立して分生子を用いた接種試験を行うことで、有効薬剤のスクリーニングがより効率的に行えると考えられる。

5. 苗畑における薬剤散布による赤枯病防除試験

室内実験(薬剤添加培地での培養および菌糸懸濁液の接種試験)による有効薬剤のスクリーニング試験では、チオファネートメチル剤は両試験においてスギ赤枯病菌に対する高い抑制効果を示したことから、現行の薬剤とは異なる作用機作を持つ薬剤として期待された。しかしながら、室内実験で高い防除効果が示された場合でも野外で同じ傾向が示されるかは分からないため、本剤の有効性を示すには実際に圃場での防除効果も確認する必要があった。今回、野外試験によるチオファネートメチル剤の有効性を検証する機会を得ることが出来たため、その試験内容について報告する。なお、前号の北野(2023)の報告と同様の試験を群馬県の他に茨城県つくば市でも行ったた

表-2 薬剤散布日と気象条件

薬剤散布	散布日	天気	散布後6時間以内の降雨量(mm)*
1回目	2022. 6. 9	曇り一時雨	0.5
2回目	2022. 6.24	晴れ	0
3回目	2022. 7.12	曇り時々晴れ	0
4回目	2022. 7.29	晴れ	0
5回目	2022. 8.17	晴れ	0
6回目	2022. 9. 2	曇り	0
7回目	2022. 9.21	晴れ	0
8回目	2022.10.11	曇り	0

*降雨量は森林総合研究所(つくば市)苗畑気象観測装置のデータ

め、当試験における試験区の設置状況(図-4)と薬剤散布日と気象状況(表-2)は、北野(2023)の報告と若干の違いはあるものの、試験方法(供試薬剤・対象樹種・試験区の設置・処理方法・調査方法)は同様である。

- 1) 試験地
(国研)森林総合研究所 所内苗畑(茨城県つくば市松の里1)
- 2) 供試薬剤
試験薬剤 [トップジン M 水和剤(農林水産省登録:第11573号)], 対照薬剤 [エムダイファー水和剤(農林水産省登録:第10557号)]
- 3) 試験区の設定
試験薬剤散布区・対照薬剤散布区・薬剤無散布区の3区を設け、スギ赤枯病の被害が発生している苗畑に隣接するように無病徴のスギ苗木(1年生)を25cm間隔で植栽し、試験区を設置した。各試験区に15本のスギ苗木を植栽し、3反復の試験区を設けた。供試苗木本数は、合計135本(15本/試験区×3試験区×3反復)である。また、各試験区の間、スギ赤枯病罹病木を25本植栽した(図-4)。
- 4) 処理方法
2022年6月9日にスギ赤枯病の被害が発生している苗畑に隣接するように、無病徴のスギ苗木(1年生苗)を植栽した。供試苗木植栽後、試

験薬剤散布区および対照薬剤散布区に定期的に薬剤を噴霧器で散布し、薬剤無散布区には水を噴霧器で散布した。薬剤または水の希釈倍数と散布量は、トップジン M 水和剤 (1000倍希釈・1050mL / 試験区 3 反復分)、エムダイファー水和剤 (500倍希釈・450mL / 試験区 3 反復分)、水 (1050mL / 試験区 3 反復分) で行った。散布は、概ね18日間隔で行い、計 8 回散布した。

5) 調査方法

2022年 8 月から11月中旬まで、およそ 1 ヶ月ごとに各試験区において供試苗木の苗高と根元径を計測し、罹病した苗木の発病指数を野原 (1956) の指標に準じて調査して各試験区の発病度 (発病指数の平均) を求めた。防除価は、「防除価 = (1 - (試験区の発病度 / 薬剤無散布区の発病度)) × 100」で算出した。

茨城県つくば市における11月の被害調査 (図-5) の結果、試験薬剤散布区 (トップジン M 水和剤)、対照薬剤散布区 (エムダイファー水和剤)、および薬剤無散布区の発病度はそれぞれ「0.56」, 「0.60」, 「2.09」であった。試験薬剤散布区と対照薬剤散布区の防除価はそれぞれ「73.2」と「71.3」を示し高い防除効果が認められ、トップジン M 水和剤は、エムダイファー水和剤と同程度の防除

効果があることが示された。以上の結果から、群馬県における試験結果 (北野 2023) と同様に、茨城県つくば市での調査においてもトップジン M 水和剤はスギ赤枯病の予防に有効であると考えられた。

おわりに

室内実験でのスクリーニングにおいて有効性が示されたチオファネートメチル剤 (トップジン M 水和剤) は、野外での散布試験でもその有効性が確認された。一方で、トップジン M 水和剤とエムダイファー水和剤は薬剤を散布しない場合と比較して高い防除効果を示したものの、完全に発病を抑えるまでには至らなかった。これは、周囲を赤枯病罹病苗で取り囲むように試験区を設置したため、病原菌の密度が高い環境にあったことが要因の一つと考えられる。従って、本病の防除には薬剤散布だけではなく、日頃から苗畑の衛生管理に目を配り、罹病苗木は即刻除去するなど圃場衛生に努め病原菌の密度を高めないことが重要であることを示している。

また、近年ではマルチキャビティコンテナを用いた苗木生産 (コンテナ苗) が注目されている。コンテナ苗は、これまでの裸苗生産に比べて省スペースで育苗でき、短期間で山出し苗を作出できるなど生産性に優れている。さらに、植栽時・植栽後のコストも軽減できることから低コスト再造

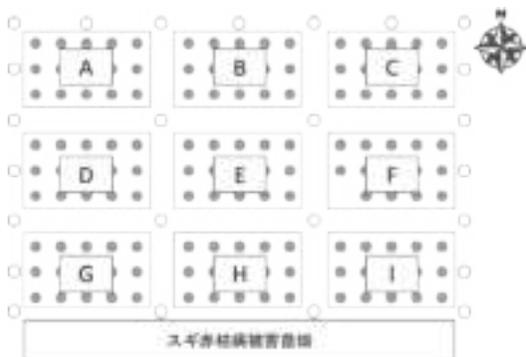


図-4 設置した試験区

A, F, H : 薬剤無散布区, B, D, I : 対照薬剤散布区 (エムダイファー水和剤), C, E, G : 試験薬剤区 (トップジン M 水和剤)

● : 供試スギ苗木 (1年生), ○ : スギ赤枯病罹病木



図-5 試験区の状況 (2022年11月)

林の基盤として期待されている。一方で、コンテナ苗生産現場における病害の発生とその被害の広がり方についてはまだ十分な知見が得られていない。頻りに散水を行うコンテナ苗の生産体制では、薬剤散布を行ってもその流出が早く、薬剤の効力が持続しにくいなどの問題も懸念される。造林用苗木の安定供給のためには、赤枯病に限らず現在の育苗管理体制の中で問題になっている病害情報を収集し、生産体制に則した防除方法を検討していく必要がある。

引用文献

- 安藤裕萌, 升屋勇人 (2020) スギ赤枯病研究の現状と課題. 日林誌102: 44-53
- 北野皓大 (2023) スギ赤枯病薬剤登録試験. 林業と薬剤246: 6-10
- 野原勇太 (1956) 実験スギ赤枯病の防除. 農林出版
- 林野庁森林害虫防除室 (1953) 発刊一週ンを迎えて—赤枯病特集. 森林防疫ニュース 13: 79-94
- 陳野好之 (1979) スギ赤枯病菌分生胞子の人工形成に関する研究. 林試研報302: 1-77.



北海道のカラマツ幼齢木に対するニホンジカ忌避剤の効果的な使用法

—南野 一博*

1. はじめに

北海道において森林に被害をもたらしている主な哺乳動物は、エゾヤチネズミ、エゾユキウサギ、エゾシカの3種である。なかでもエゾシカによる林業被害が最も深刻であり、令和4年度の被害実面積は1,822haに達している（北海道水産林務部林務局森林整備課資料）。被害の内訳をみると、樹種別ではカラマツ類（カラマツ、グイマツ、雑種F₁）が78%と最も多く、被害齢級ではI齢級が42%を占めている。また、I齢級の林分では、被害の85%が枝葉の食害であることから、エゾシカによるカラマツ幼齢木への枝葉の食害は、北海道における重要な獣害の一つであり、この対策が課題となっている。

カラマツ造林地へのエゾシカの食害は、主に春から秋にかけての生育期に発生している（外崎1997）。カラマツが生育期に食害を受けると、食害を受けた付近から新たに新芽を伸ばすが（写真-1）、繰り返し食害を受けることで、多数の枝が密生し、盆栽のような樹形不良（写真-2）になることが知られている（明石ほか2006）。1990年代以降、エゾシカが急増した釧路管内では、このような盆栽状の樹形をしたカラマツ造林地が各地で確認されるようになり、その対策として忌避剤の散布が実施されてきた（坂東1998）。

忌避剤による防除は、少人数で比較的安価に実施できることや、防護柵や保護ネットなどのように資材の設置や撤去が不要なことが利点としてあげられる（松本1993, 柳澤2020）。一方で、樹木



写真-1 エゾシカによるカラマツ枝葉の食害
梢端部が食害され①、その後伸長した枝葉が再び食害を受け②、さらにそこから新芽が伸長している③。



写真-2 エゾシカの食害を受け盆栽状になったカラマツ

* 北海道立総合研究機構林業試験場

MINAMINO Kazuhiro

の生育期に忌避剤を散布する場合には、そのタイミングが難しいことが指摘されている（明石ほか2012）。すなわち、散布時期が早いと散布後に伸長した枝葉に食害を受けてしまい、遅いと散布前に食害を受けてしまうため十分な効果が得られない可能性がある。そのため、忌避剤の散布時期や複数回散布による効果的な散布方法について検討されてきた（Akashi 2006, 明石ほか2012, 雲野ほか2015）。そこで本報では、カラマツ幼齢木に対してニホンジカ忌避剤を6月と8月の2回散布した場合の食害防止効果について紹介するとともに、カラマツ幼齢木のエゾシカ食害に対する忌避剤の効果的な使用法について考えたい。

なお、この報告は、一般社団法人林業薬剤協会からの受託試験「ニホンジカ忌避剤効果試験(KW-10)」の成果が含まれている。

2. 試験地と方法

1) 試験地の概要

試験は、北海道勇払郡厚真町幌内地区の町有林内にあるカラマツ造林地（当時2年生）で行った。厚真町は、平成30年北海道胆振東部地震により大規模な林地崩壊が発生し、森林や林業・木材産業に深刻な被害を受けた。現在は、被災した森林の復旧作業が進められているが、植栽した苗木にエゾシカの食害を受けるなどの問題が生じている（蓮井ほか2020）。

2) エゾシカの出没状況

試験地に出没するエゾシカを把握するため、2022年6月20日から9月21日までの期間、試験地内に3台の自動撮影カメラを設置した。自動撮影カメラには、ハイクカム SP108-J（株式会社ハイク、旭川市）を使用し、撮影モードは静止画、撮影間隔を5分、感度レベルはノーマルで設定した。

3) 忌避剤の種類と散布方法

忌避剤は、KW-10（10倍希釈液）とコニファー水和剤（3倍希釈液）の2種類を使用し、KW-10を1回処理する1回散布区と2回処理する2回散布区、コニファー水和剤を1回処理する対照薬剤区、及び無処理区を設定した。供試木は、積雪による幹折れや枝枯れのある個体、極端に小さい個体を除外し、30本（10本×3列）を1処理区とし、3反復をランダムに配置した。

薬剤処理区については、6月20日に手動噴霧器を用いて供試木全体に付着するよう薬剤を散布した。KW-10の2回散布区については、1回目の散布から45日後の8月4日に2回目の散布を行った。なお、薬剤散布日の天候は晴れ、または曇りであり、散布日に降水は観測されなかった。

4) 樹高成長量と食痕の調査

6月20日に期首樹高（当年枝基部の高さ）と試験開始時点での樹高（期首樹高+当年枝の伸長量）を測定するとともに（図-1）、エゾシカによる食痕の有無を調査した。

薬剤散布から15日後（7月5日）、30日後（7月20日）、45日後（8月4日）、60日後（8月19日）、93日後（9月21日）に当年枝の伸長量を再測定するとともに、9月21日に測定していた枝に限らず最も高かった枝の高さ（期末樹高）を測定した。また、各計測日に供試木に食痕が確認された場合は、食害部を油性ペイントマーカーで着色し、食

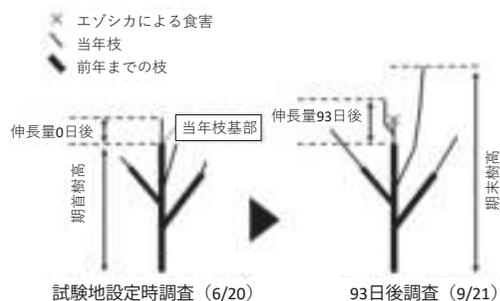


図-1 樹高及び伸長量の測定方法

表-1 食害程度の区分

区分	食害状況
-	食害が全く認められない
I	苗の先端一部をわずかに食害
II	苗の10%前後の枝の先端を食害
III	苗の20%前後の枝の先端を食害
IV	苗の30%前後の枝の先端を食害
V	苗の全葉を食害

害状況を表-1のとおりに区分して記録した。

3. 結果と考察

1) エゾシカの出没状況

図-2に自動撮影カメラによって撮影されたエゾシカの撮影頭数の推移を示した。エゾシカは、試験期間中を通して撮影されたが、出沒状況は季節によって違いがみられた。試験開始から45日後の8月4日までは、エゾシカが撮影されない日が続くなど出沒頻度は少なく、期間中の撮影頭数は0.33頭/台・日であった。しかし、その後、エゾシカの出沒頻度や頭数が増加し、8月5日から9月21日までの撮影頭数は1.14頭/台・日に上昇した。

今回、自動撮影カメラの撮影間隔を5分に設定していたが、同じ個体が連続して撮影されることは少なく、また、単独もしくは親子のシカが撮影されていることが多かった(写真-3)。これらのことから、本試験地においてエゾシカは、小さ

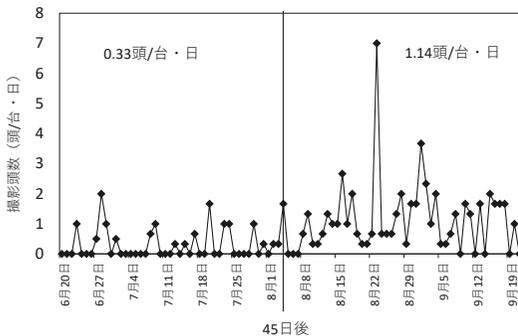


図-2 試験地におけるエゾシカの撮影頭数の推移



写真-3 自動撮影カメラで撮影されたエゾシカ

な群れで出沒し、長時間滞在することなく移動しながらカラマツを食害していたと考えられた。なお、1枚の画像に撮影されたエゾシカの最大頭数は、8月23日の13頭であった。

2) エゾシカによる食害の発生状況

エゾシカによる食害の発生本数は、6月20日に無処理区で1本、7月5日については2本のみであり、薬剤散布区では食害が確認されなかった。1回目の散布から45日経過した8月4日には、食害本数が供試木全体で15本となり、処理区間で各苗木の食害区分の割合を比較するとKW-10の1回散布区及び対照薬剤区と無処理区の間で統計的な有意差がみられた(図-3, Steel-Dwass検定, $p < 0.05$)。しかし、食害の程度は、区分I「苗の先端一部をわずかに食害」のみと軽微な被害だけであった。薬剤散布から60日後の8月19日には、食害本数が無処理区を中心に76本に増加し、1回散布区及び2回散布区と無処理区との間に統計的な有意差がみられた(Steel-Dwass検定, $p < 0.05$)。さらに93日後の9月21日には、供試木の大半が食害を受け、1回散布区、対照薬剤区及び無処理区の間で差はみられなくなった(図-4)。

以上の結果から、本試験地ではコニファー水和剤は散布から45日間、KW-10については60日間、

食害を軽減する効果があったと推察された。しかし、6月のみ1回薬剤を散布した場合には、生育期を通じてエゾシカの食害を防除することは難しいと考えられた。

一方、2回散布区では、8月4日にKW-10の2回目の散布を実施すると、散布から48日が経過した9月21日には他の処理区との間で食害程度に差が認められた(図-4, Steel-Dwass 検定, $p < 0.05$)。これらのことから、KW-10を2回散布することで生育期を通じてエゾシカの食害を一定

程度軽減できると考えられた。

3) 樹高成長及び当年枝の伸長量

試験開始時点における当年枝の伸長量は、全処理区で平均4.3cmであり、処理区間で生育状況に多少のばらつきがみられたものの、期首樹高(平均82.1cm)に統計的な差は認められなかった(図-5)。その後、各処理区ともに当年枝は順調に伸長しており、9月21日の伸長量は、平均46.9cm、期末樹高は平均130.2cmに達し、処理区

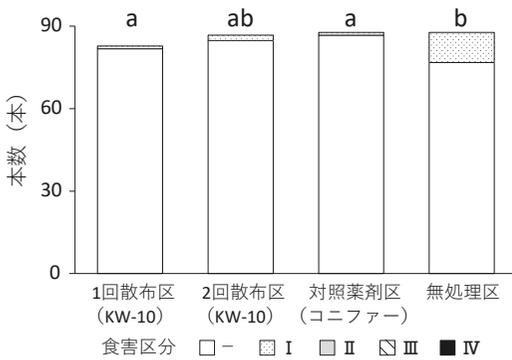


図-3 薬剤散布から45日後(8月4日)の各処理区における食害の発生状況

同じアルファベットを付したものは、Steel-Dwass 検定において5%水準で各苗木の食害区分の割合に有意差がないことを示す。

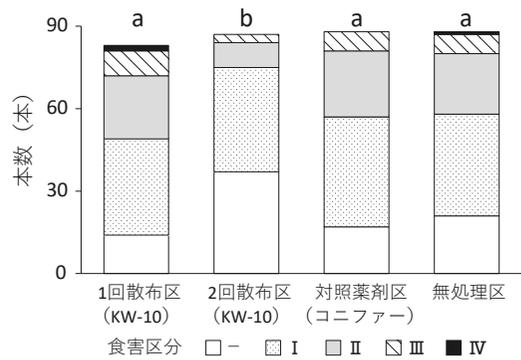


図-4 薬剤散布から93日後(9月21日)の各処理区における食害の発生状況

同じアルファベットを付したものは、Steel-Dwass 検定において5%水準で各苗木の食害区分の割合に有意差がないことを示す。

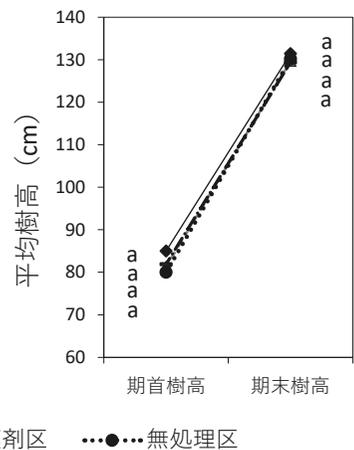
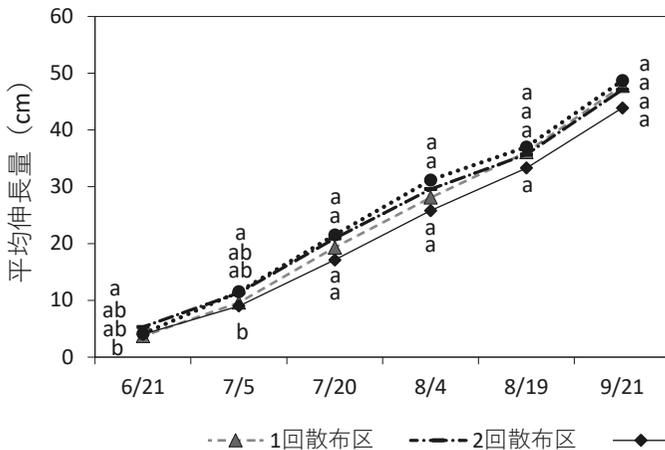


図-5 各処理区における平均伸長量と平均樹高

反復をランダム効果とする線形混合モデル、Tukey-Kramer 法による多重比較を行った。同じアルファベットを付したものは、5%水準で有意差がないことを示す。

間で樹高や伸長量に違いはみられなかった (Tukey-Kramer 法, $p > 0.05$)。つまり, 本試験地では, 忌避剤の散布により食害を軽減する効果は認められたものの, それによる樹高や当年枝の伸長量への効果は確認できなかった。この要因の一つとして, 試験地におけるエゾシカの採食圧がそれほど高くなかったことが考えられる。無処理区では, 供試木の76%に食害が確認されたが, それらは被害の軽微な区分 I が多くを占めていたため (図-4), 食害による樹高成長への影響は少なく, 処理区間で差が生じなかったと考えられる。

薬剤と食害の発生状況についてみると, 6月20日に薬剤を散布したときの当年枝の伸長量は平均4.3cmであったが, 薬剤はこの部分に付着しており, その後伸長した部分には付着していないことになる。KW-10を1回散布した処理区と無処理区では, 散布から60日が経過した8月19日にも食害の発生状況に差がみられた。そのとき, 当年枝の伸長量は平均35.5cmであり, 当年枝の大部分には薬剤が付着していなかった。このような傾向は, 他の試験においても報告されている (明石・南野2022)。KW-10は, 硫黄が有効成分であり, その忌避効果は味覚だけでなく嗅覚にも作用するとされており, 薬剤が付着している枝葉だけでなく, 苗木全体に対する忌避効果があった可能性が考えられる。

一方, コニファー水和剤については, 散布から45日間, 食害が軽減されており, そのときの当年枝の伸長量は平均25.8cmであった。コニファー水和剤の有効成分はジラムであり, 味覚による忌避効果があるとされているが, KW-10同様, 薬剤が付着していない部分についてもエゾシカは忌避していた可能性が示唆された。

4) カラマツ幼齢木における忌避剤の効果的な 使用法について

本試験地では, 多くのカラマツに食害が発生し

たが, 軽微な被害が多かったこともあり伸長量や樹高成長への影響は確認されなかった。このことは, 食害が少ない地域で忌避剤を散布することは, あまり効果的ではないことを示唆している。それではエゾシカの生息数が多く, 採食圧の高い地域の場合はどうだろうか。

明石ら (2006) は, 1990年代にエゾシカが激増した釧路管内において, 盆栽状になったカラマツ造林地の10年後の状況について, 現地調査と樹幹解析の結果を報告している。1996年当時, 阿寒町 (現釧路市阿寒町) の5年生カラマツの樹高は, エゾシカによる食害により1mあまりにとどまっていたが, 2005年の現地調査では, 平均樹高が10mを超えており, 防護柵内のカラマツと樹高や直径に顕著な違いはみられなかった。樹幹解析により成長過程を調べると, 頭梢部がシカの食害を受けない高さ達した後, 毎年1m以上の成長を示していた。これらの結果から, 盆栽状となったカラマツ造林地では, 複梢や多枝などの欠点のある個体がみられたものの, 間伐や枝払いなど適切に管理することで回復可能であると述べている。

多くの広葉樹は, エゾシカの多い地域に苗木を植栽すると樹高の低下や枯損が発生するが (明石ほか2012, 雲野ほか2015), カラマツは食害を受けても回復し, さらに食害により枯死することが少ないとされている (Akashi 2006)。このようなことから, カラマツはエゾシカの食害に強く, 幼齢期に枝葉を食害されたとしてもいずれ成林する可能性が高いと考えられる。

林業における生産性の向上が課題となっている昨今, 獣害についてもより効果的な対策が求められている。忌避剤の散布が有効と考えられる例として, 食害により樹高成長が見込めない林分において, 忌避剤を散布することで下刈り期間の短縮など保育作業の軽減が図られ, その効果が防除コストを上回ると想定される場合が考えられる。しかし, カラマツ幼齢木に対するエゾシカの食害に

については、防除にかかる経費とその効果を考慮すると積極的に対策が必要な林分はそう多くはないのではないかと考えている。

3. おわりに

カラマツはエゾシカの食害に強く、積極的な防除は必要ないと指摘したが、エゾシカによる被害は、枝葉の食害だけでなく、樹高が2mを超える頃になると、幹に対する樹皮剥ぎや角こすり(写真-4)が発生するようになる。特に角こすり被害は、形質不良や材の腐朽をもたらすだけでなく、枯死してしまうこともある。しかし、現在、このようなカラマツ幼齢～若齢木の角こすりに対する防除は、物理的な防護以外に確立されていない。



写真-4 カラマツ幼齢木の角こすり被害

本試験で供試した薬剤は、嗅覚に作用することで植栽木全体を忌避する効果があることが確認されたが、このような効果を利用し、角こすり被害を軽減することはできないだろうか。今後の忌避剤の開発に期待したい。

試験地の設定にあたり、便宜をはかって頂いた厚真町役場産業経済課の渡辺洋平主幹に感謝申し上げます。

引用文献

- Akashi,N. (2006) Height growth of young larch (*Larix kaempferi*) in relation to the frequency of deer browsing damage in Hokkaido, Japan. J. For. Res. 11: 153-156.
- 明石信廣・南野一博(2022)ニホンジカ忌避剤効果試験. 令和3年度林業薬剤等試験成績報告集68-78.
- 明石信廣・南野一博・坂東忠明・池ノ谷重男(2006)盆栽状のカラマツはどうなったか?—エゾシカに食害されたカラマツの生育状況—. 北方林業58: 31-35.
- 明石信廣・雲野明・対馬俊之・鈴木春彦・長田雅裕・大野葵(2012)広葉樹のエゾシカ食害に対する忌避剤の効果的な適用時期. 北林試研報49: 97-107.
- 坂東忠明(1998)民有林におけるシカ被害の調査と防除技術の課題. 北方林業50: 197-200
- 蓮井聡・佐藤創・速水将人・中田康隆(2020)平成30年北海道胆振東部地震からの森林再生の取り組み. 砂防学会誌72: 74-77.
- 松本勇(1993)安価で作業が簡単な忌避剤. 現在林業327: 14-15.
- 外崎則夫(1997)釧路西部地区におけるエゾシカの食害傾向と忌避剤の散布時期. 森林保護260: 31-32.
- 雲野明・明石信廣・対馬俊之・中田圭亮・長田雅裕・森浩信(2015)広葉樹に対するエゾシカ忌避剤の効果的な適用時期の検証. 北林試研報52: 1-10.
- 柳澤賢一(2020)獣害忌避剤の最新情報と可能性. 林業と薬剤232: 9-16.

今さら聞けない生物学入門

6. 恒常性の維持

福山 研二*

はじめに

このシリーズでは、生命の原料から生命の基本である細胞の仕組み、生きるためのエネルギーや運動に仕組み、細胞分裂と遺伝について述べてきた。

次に述べなければならないことはたくさんあってなかなか選べないのだが、一応ここで最終回としなければならなくなったため、私としては、生命が安定して続いていく仕組みについて述べておこうと思う。

シリーズの初めの方でも述べたように、地球の環境は生命によって大きく変化をし、生命にとっても安定的に生活できるように維持されている。では、誰が維持しているかといえば、神様ではなく、地球にあまねく生息している生物が維持していると言っても過言ではないのである。

最近では、その環境の安定的な維持が難しくなってきたことは、賢明な読者諸氏には、感じておられると思う。特にここ数年の異常気象などを見ると、地球環境がもはや生命によって安定的に維持できなくなっているのではないかと危惧される。

単細胞と違って我々人間を含めた、多細胞生物は、多くの細胞が集まって一つのシステムとして活動している。個々の細胞が勝手なことをしてしまうと生命体としての維持ができなくなってしまう。そのためには、それぞれの細胞や器官同士が情報をやり取りする情報伝達システム必要であ

る。

そこで、多細胞生物の中でも特に複雑な高等動物の代表として、我々人間の生体の情報システムについて述べよう。

1. 神経とホルモン

生体内での情報伝達といえば、真っ先に思い浮かぶのは、神経系であろう。特に、我々人間は、その神経の集まり（中枢神経）である脳の働きが、他の生物に比べてかなり特異的に発達しているので、生体の維持に脳の働きが主なものではないかと思っているかもしれない。

神経は、神経細胞と呼ばれるものでなりたっており、その中の電気的な変化と神経末端のシナプスと呼ばれる部分から分泌される情報伝達物質により、情報を伝えている（図1）。

生体内における神経というものは、人間社会で言えば、電話に例えることができよう。

電話は、電話番号を入力することにより、特定の受話器にだけ通じるようになり、直接情報を伝えることができ、非常に正確で確実な方法である。神経線維は、電話線であり、シナプスが交換機として機能し、必要な部位にだけ情報を伝える。

しかし、神経にも弱点はあり、一度に体全体に伝えようと知ると膨大な神経連絡網を作らなければならなくなるし、神経繊維や途中の中継機であるシナプスが故障すると、連絡は届かなくなってしまう。

そこで、一度に体全体に情報を伝える方法として編み出されたのが、ホルモンによる情報伝達で

*自然環境研究センター客員研究員 FUKUYAMA Kenji

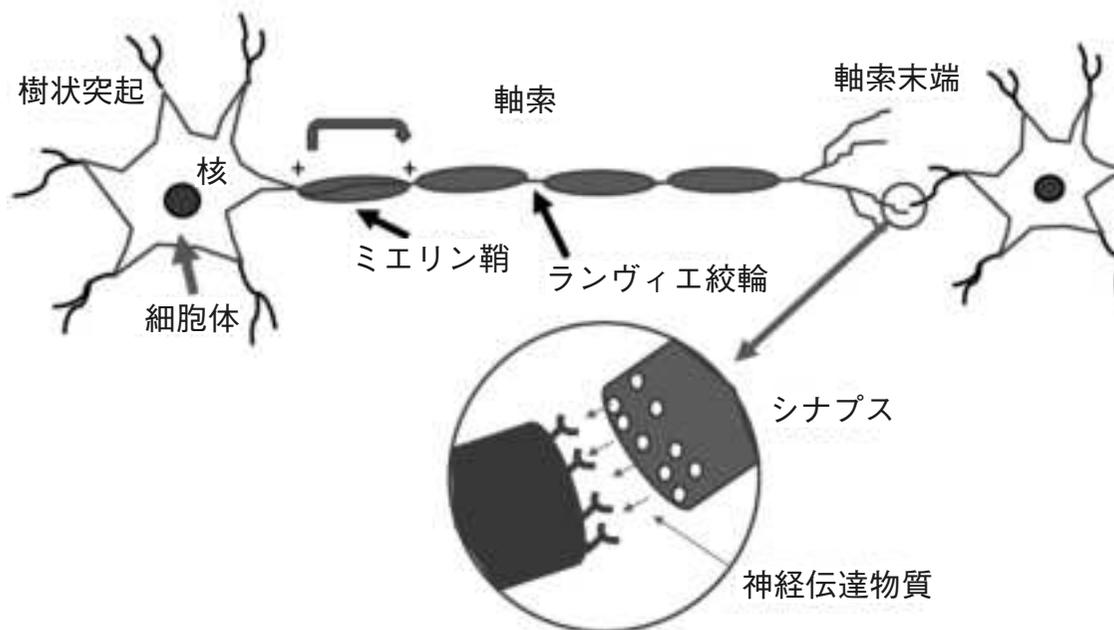


図1 神経細胞の構造

ある。

神経が電話連絡であるのと同じように、ホルモンは、人の社会では、ラジオ放送のようなものである。ラジオの情報は、電話と違ってラジオ受信機さえ持っており、周波数を合わせることでさえできれば、誰でもが同じ情報を同時に得ることができる便利な方法である。

そして、ホルモンの場合、放送局に当たるのが、ホルモンを分泌する器官であり、ラジオ受信機に当たるのが、細胞や器官にあるホルモンの受容体である。また、電波の役割をするのが、血液やリンパ液などの体液である。

多くのホルモンは、タンパク質で構成されており、その特定の部位が鍵のような構造をしており、これが受容体の鍵穴にうまく入った場合に、情報が伝わるのである。それは、ちょうどラジオで周波数を合わせるようなものである。

実際は、神経とホルモンは相互に密接に関係しており、神経を通じて特定のホルモンを分泌させたり抑制したりしている。つまり、電話によって

放送局に指示を出して、特別な番組を放送させているわけである。神経と神経で伝達する物質もホルモンと言えらる。

2. 神経伝達の仕組み

神経は電氣的に情報を伝えているということは、感覚的にはご存知の方も多いと思われるが、電線に電気が流れるように伝わっているわけではない。

神経というものは、細胞体に樹状突起というのがでており、そこに情報を受容するシナプスがあり、そこが情報を受け取ると、軸索という長く伸びたところに電気刺激が伝わり、その軸索の内部と外部の電荷がプラスとマイナスが反転しながら、波のように伝わっていくのである。そのため、電線に比べるとはるかに伝達速度は遅い。

それを解消するために、軸索には、電線の被覆のような、ミエリン鞘という構造があり、プラスとマイナスの波がこのミエリン鞘のつなぎ目(ランヴィエ絞輪)の間を飛び越えて、情報が伝わる

ため、格段に速くなる。

そして、神経細胞同士の情報を伝達するのが、シナプスという場所で、ここでは、電気刺激ではなく、アセチルコリンやセロトニンなどの情報伝達物質というホルモンが分泌され、それを別の神経細胞側にある受容体が受け取って刺激を伝えるのである。

この樹状突起にあるシナプスは、その形状や位置、数などを変化することが知られており、それが学習や記憶などに関係していると言われている。例えば、盛んに情報が伝達されるシナプスでは、シナプスの数が増え、より強い刺激となるだろうし、あまり伝達されないと、シナプスがなくなって、忘れ去られていくのかもしれない。

現在は、脳科学が進み、この辺の仕組みもさらに詳しくわかっていくことが期待されている。

3. アクセルとブレーキ（交感神経と副交感神経）

生命体を定常状態に維持するためには、活動を活発にするアクセルと抑えるブレーキの働きが必要になる。アクセルに当たるのが、交感神経でありブレーキに当たるのが副交感神経と呼ばれるもので制御されている場合が多い。

交感神経が活発に刺激されるとアドレナリンというホルモンが分泌されることは、多くの方がご存知だろう。

アドレナリンが多く分泌されると、心拍数が増え血圧が上昇し、皮膚の毛細血管が収縮するなどの変化がみられる。よくテレビの医療ドラマなどでは、心臓が止まった患者に、アドレナリンを処方して刺激を与えて、心拍を復活させるような場面が出てくるので、ご存知の方は多いであろう。

アドレナリンは、副腎と呼ばれる、腎臓の上にくっついている小さな臓器から分泌されるが、実は他の場所でも分泌されていることが分かっており、副腎がなくなってもアドレナリン自体がなくなることはない。しかし、副腎から分泌されるの

は、アドレナリンだけではなく、生命維持に大変重要なコルチゾールというホルモンが分泌されており、これはストレスから体を守り、血糖や血圧を正常に保つ。さらに、アルドステロンというホルモンは、塩やカリウム、水など、代謝系にとって重要な成分の調節に関与しており、小さい臓器ではあるが副腎はとても大切だということがわかる。

このアクセルの働きをするホルモンに命令を出しているのが、交感神経系である。この神経は、残念ながら自律神経と呼ばれる通り、自分勝手に動いており、人間が意識的に働かせようと思っても働いてはくれないのである。もっとも、このように自分勝手に働いてくれるからこそ、我々は安心して眠ったり、仕事をしたり考え事をしたりできるわけで、常に意識して息をしたり、心拍数を調節などしていたら、疲れ果ててしまうだろう。

まあ、これは、会社の社長と社員のようなもので、社長は大まかな方針を与えれば、社員はそれに沿って勝手に仕事をしてくれるのである。まあ、たまには社員に背かれて倒産したり、大損をしてしまうこともあるがそれは、人間においても体調管理が悪いと病気になるようなものである。気をつけたいものである。

一方、ブレーキの働きをするのが、副交感神経系であり、心拍数をへらし毛細血管を開き、消化を促進し、排尿排便を促すなど、リラックスした時に適応した状態を生み出す。

このアクセル（交感神経）とブレーキ（副交感神経）がバランスよく働くことによって、我々はうまく生きていくことができるのである。

4. ホルモンを分泌する主な器官

我々の体には、様々な器官からホルモンが分泌されている。

まず、脳の中心部分の脳下垂体前葉というところからは、成長ホルモン、甲状腺刺激ホルモン、副腎皮質刺激ホルモン、性腺刺激ホルモンなどが

分泌されている。成長ホルモン以外は、刺激ホルモンという名がついてるように、他の器官を刺激してそのホルモンを分泌させる司令塔のような働きをしていることがわかる。これは、やはり脳という中枢神経系の働きと関係しているのであろう。また、同じ脳下垂体でも後葉からは、愛情ホルモンとも呼ばれるオキシトシンが出ている。

次に有名なのは、甲状腺であろう。バセドー病など甲状腺が肥大することによる病気は、甲状腺ホルモンの異常によると言われていた。甲状腺からは、チロキシンという体の代謝を活発にするホルモンが出ており、それが出すぎると、体が休むことができずに消耗してしまうことになる。

副腎からは、すでに述べたように、アドレナリンやコルチゾールが分泌されている。

その副腎の近くにすい臓があるのだが、そこから非常に重要なホルモンである、インシュリンが出ています。インシュリンは、ご存知の通り血糖値を下げる働きがあり、これが欠乏すると糖尿病となり、血糖値が異常になり、身体中の臓器や血管に障害を起し、失明や腎臓病、心不全、脳梗塞など非常に重大な病気を引き起こす。すい臓からは、血糖値を下げるインシュリンとともに血糖値を上げるグルカゴンというホルモンも分泌されており、こちらは血糖値を上げる働きがある。ここにも、絶妙なアクセルとブレーキが存在しているのである。

血糖値を下げるのは、血液の中の糖（主にブドウ糖）をグリコーゲンにして肝臓などに蓄えることによって行っている。逆に血糖値を上げるのは、肝臓のグリコーゲンを分解してブドウ糖にして血液中に放出しているのである。

通常、我々が食事をとると、消化された炭水化物は、ブドウ糖などの糖となって、小腸などから吸収され、血液中を巡る。そのため、食後に急速に血糖値が上がる人が多いのである。しかし、通常であれば、血糖値が高くなるとすい臓からインシュリンが分泌され、血液中の糖は、肝臓でグ

リコーゲンに変えて蓄えられるのだが、その働きが悪いと血糖値が安定しなくなるので、場合によっては、低血糖で昏睡状態になることもあるのである。

幸い、インシュリンを適正に注射することにより、血糖値を維持する処方が開発されている。

残るは、精巣や卵巣からは、生殖に関連したホルモンが出ており、男性ホルモンのテストステロンなどは、スポーツでのドーピングで有名になっているので、ご存知の方も多であろう。卵巣からは、卵胞ホルモンや黄体ホルモンなど、女性の妊娠に関わるホルモンが出ている。

これらのホルモンは、大体の働きはわかっているのだが、受ける側の器官によって異なる反応を起こす場合があり、まだまだ全てがわかっているわけではない。

5. インターネットと体内のシステム

インターネットで目を悪くする話ではない。ここまで述べてきた、ホルモンの話は、もちろん大変に重要なのだが、最近の研究によれば、これらの重要なホルモン分泌器官以外でも、一見何もしていないようであり、重要なホルモンを分泌していることがわかってきた。そしてそれはほぼ身体中のすべての細胞と言っても良いのかもしれない。

その典型的な例が、腸である。腸は第二の脳とも呼ばれるほど、体全体に影響を及ぼしていることがわかってきている。体の好不調、気分の良し悪しなども実は腸の状態を反映していることが多いのである。

腸からは、セロトニンという、神経伝達物質が生産されており、これが内臓の状態に影響を与えているほか、間接的に、脳の働きにも影響を与えている。セロトニンは、幸せホルモンと言われるように、神経系の伝達をスムーズにして幸せな感情を生み出す働きがあるそうである。ただし、腸で生産されたセロトニンは、血液脳関門という関

所によって脳にはいかないようにっており、直接脳には働かないが、間接的には影響を与えているであろう。

それにしても、この血液脳関門というのは、すごいシステムだと感心してしまう。同じホルモンを脳と体では、別の働きをさせることができるわけで、巧妙な仕組みと言わざるをえない。

もちろん、腸だけではなく、血管や筋肉、骨など身体中の細胞からも様々な情報物質が放出され、身体中を駆け巡っているのである。

中枢神経系が電話システムであり、主要なホルモンがラジオ放送だとすると、このシステムは、インターネットの世界に似ている。

つまり、これまで受身だけだった一般視聴者（身体中の細胞）もインターネットで、個人の意見を発表できるように、個別の細胞がホルモンを分泌することによって、意見を述べており。最終的には、これらの多くのホルモンのバランスによって体は維持されているようなのだ。

6. 最後に

さて、6回にわたって、今さら聞けない生物学と称して、生物学の基礎的な話をしてきた。もちろん、これだけで全てが語り尽くせたわけではないが、これほど複雑な、生命というものも、煎じ詰めれば、基本的な仕組みやシステムは共通しているということはわかっていただけたと思う。単細胞のゾウリムシも我々人間も基本的には同じ成分と仕組みで動いており、人間だけが持っている生命の特別な仕組みなど何もないのである。

よく、生命はロウソクの炎にたとえられる。多くの生物は、単純に言えば、酸素を吸収して体内の有機物（糖）をもやして、そのエネルギーで動いたり、体を作ったり代謝を行い、二酸化炭素を出しているわけで。ロウソクも、ロウソクを作っている炭化水素が酸素によって燃焼し二酸化炭素

を排出しながら熱エネルギーを出している。それは、ロウがつきるか酸素がなくなるまで継続する。

そして、その炎は、同じように見えるけれども、常に揺れ動いており、中身はどんどん入れ替わっているのである。この状態を動的平衡というのだが、生命の研究者である、福岡伸一氏は、生命の本質はまさに、ロウソクの炎のような動的平衡という状態にあるのだと述べている。そういう意味では、生命は、物質ではなく時間の上に浮かんでいる状態と言ってもいいだろう。

このシリーズの初めの方で述べたように、生命の材料は、地球上のどこにでもある元素であり、大部分は大気の中に存在している。だからといって、それを集めただけでは、生命は発生しない。それが、様々な偶然によって、アミノ酸が結合し、リン脂質やヌクレオチドなどが影響しあい、ちょうどロウソクに火がともるように生命という炎が燃え始めたのであろう。

もちろん、生命の場合は、酸素が熱によって有機物を酸化させる燃焼とは異なり、様々な酵素が触媒として介在しながら、ゆっくりと反応を進めている。この酵素によるゆっくりとした反応こそが、生命の本質なのかもしれない。

人類は、今や過去に生命が蓄積したエネルギーを急速にときはなち長い時間をかけて維持してきた環境を急激に変動させてしまっている。

これまでは、多様で複雑な生命がより集まって、地球の生態系という地球環境も含めた生息圏を作っていたが、そのなかのただの1種類の人類という種が、これまでの生命の基本的な仕組みに基づかない新しい地球環境を作ってしまった。果たして、人類は、今後も地球環境を恒常的に維持していけるのであろうか。それは、みなさんにゆだねられている。

(おわり)

機関誌「林業と薬剤」休刊のお知らせ

皆様には、日頃より格別のご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、前号 (No.246) でお知らせしましたが「林業と薬剤」は、本号— No.247 (3.2024) をもって休刊いたします。

本誌は、「林業薬剤の試験研究を進め、その利用技術研究と普及をはかり森林生産力の増強に寄与する」ため設立された林業薬剤協議会の機関誌として、1962年(昭和37年)7月にNo.1号が発刊されました。以来、60年以上にわたり、当初の「末端の薬剤使用者の指導書」としての役割に留まらず、病虫獣害防除等健全な森林の保全、林業生産性の向上、持続可能な森林経営、地球環境の保全等幅広い分野の情報を発信して参りました。

この度、諸般の事情により、刊行継続が困難となりましたことから、休刊の決定に至りました。62年間、御支援・御協力を頂きました皆様に、心より厚く御礼申し上げます。

一般社団法人林業薬剤協会 会長 田中 潔

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

令和6年3月20日 発行

編集・発行／一般社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-5 神田北爪ビル2階

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

E-mail : rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

URL : <https://www.rinyakukyo.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 550 円

すぐれた効果

豊富なデータの裏付けで
薬剤持続期間7年を実現。

高い安全性

人体および水産動植物への
高い安全性。

充実の フォローアップ

薬剤濃度検査
サービスの実施。

培った技術力

蓄積したノウハウで最適な
アドバイスを行います。

信頼のブランド

1982年の発売以来、
永きにわたり、全国の松を
守っております。

松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

農林水産省登録 第22023号

マツノマダラカミキリの
後食防止剤

マツグリーン®液剤

農林水産省登録第20330号

普通物

マツグリーン®液剤2

農林水産省登録第20838号

- ①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。
- ②樹木害虫にも優れた効果を発揮。
- ③新枝への浸透性に優れ、効果が安定。
- ④車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。
- ⑤環境への影響が少ない。
- ⑥周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

剪定・整枝後の
傷口ゆ合促進用塗布剤

トップジンM® ペースト

農林水産省登録第13411号

作物名	適用病害名・使用目的
樹木類	切り口及び傷口のゆ合促進
きり	腐らん病
さくら	てんぐ巣病
ぶな(伐倒木)	クワイカビ類による木材腐朽



株式会社ニッソーグリーン

www.ns-green.com

全卵粉末水和剤

ニホンジカ専用忌避剤 農林水産省登録 第22312号

有効成分
全卵粉末
80%

ランテクター[®]

樹木・花き類を
ニホンジカの食害から守ります。

- ランテクターの有効成分（80%）全卵粉末を使用しています。
- ランテクターは年間の使用回数に制限がありません。被害の発生状況に合わせて使用できます。
- 樹木類、花き類・観葉植物に使用できます。

● 適用範囲及び使用方法

作物名	使用目的	希釈倍数	使用用量
樹木類	ニホンジカによる 食害防止	10倍	1本当り10～50ml
花き類・観葉植物			100～300g/10a
使用時期	本剤の使用回数	使用方法	全卵粉末を含む農薬の総使用回数
食害発生前	—	散布	—

※スギ・ヒノキや広葉樹への散布も可能です。（広葉樹の新芽が枯損するなどの心配がありません）

● 有効成分

全卵粉末	鉱物質微粉等
80.0%	20.0%

販売

DDI 大同商事株式会社

本社 〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号
TEL:03-5470-8491 FAX:03-5470-8495

製造



保土谷アグロテック株式会社

〒105-0021 東京都港区東新橋1-9-2

◎ 保土谷アグロテック株式会社の登録商標です。

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケンジー[®]

農林水産省登録
第22571号

医薬用外劇物

① 作業が簡単！

孔をあける

1ml (8～10cm間隔)、または
2ml (10～15cm間隔)を注入

直後に穴をふさぐ

② 注入容器をマツに装着しない！

注入・チェック・回収などで、現場を何度も
回らずOK。

③ 作業現場への運搬が便利で、 廃棄物の発生も少ない！

250mlの容器1本で20～25本のマツの処理が
可能（φ30cmの場合）しかもジャバラ容器の
使用により使用後の容器容積が小さくなる。

④ 水溶解度が高く、分散が早い！

作業時期が、マツのマダラカミキリ成虫の発生期
近くまで広がる。

有効成分：塩酸レバミソール液剤 … 50.0% その他成分：水等 … 50.0%
性状：赤色透明水溶性液体

洞注にもお勧めです

注入容器でこんなに便利！



保土谷アグロテック株式会社 東京都港区東新橋1-9-2 TEL 03-6852-0510



特定外来生物「クビアカツヤカミキリ」防除は
殺虫剤

®は日本農業(株)の登録商標
農林水産省登録
第22461号

① アクセル[®] フロアガル

そのさくら、**アクセルが
守ります!!**



高濃度の
希釈液を樹幹に
しっかり散布!

サイン、無視していませんか?



虫糞(フラス)

クビアカツヤカミキリの
被害断面

樹皮下を
食い荒らす

登録作物や使用方法、
その他の詳細情報はコチラ



虫糞(フラス)噴出始め~成虫発生期の散布で
高い効果を発揮!(5月下旬~8月上旬)

幼虫の加害抑制効果と
殺成虫効果で防除!

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載内容以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届くところには置かないでください。
- 使用後の空容器等は圃場などに放置せず、適切に処理してください。



日本農業株式会社
東京都中央区京橋1丁目19番8号
カスタマーサービス TEL. 03-6361-1414

マツノマダラカミキリの後食防止剤

殺虫剤 モリエート[®]sc

農林水産省登録 第21267号

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。

1,000倍使用で
希釈性に優れ
使いやすい
(水ベースの液剤タイプ)



製造:住友化学株式会社

販売:サンケイ化学株式会社 レインボー薬品株式会社

計画散布で雑草、竹類・ササ類を適切に防除しましょう!



題名
放置竹林から里山を守る!

信頼のブランド

《竹類・ササ類なら》

コロートS (粒剤)

農林水産省登録 第11912号

《開墾地・地ごしらえなら》

コロートSL (水溶剤)

農林水産省登録 第12991号

※すぎ、ひのき、まつ、ぶなの
地ごしらえ、又は下刈りの雑草防除
でも使えます。

〈製造〉



株式会社 **イスデー・イス バイオテック**
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 COI東日本橋ビル
TEL.03(5825)5522 FAX.03(5825)5501

〈販売〉



丸善薬品産業株式会社

SINCE 1895
東京 東京都千代田区鍛冶町2-9-12(神田徳力ビル) ☎03-3256-5561
大阪 大阪府中央区道修町2-4-7 ☎06-6206-5531
福岡 福岡市博多区奈良屋町1-4-18 ☎92-281-6650
札幌 札幌市中央区大通西8-2-38(ストーク大通ビル) ☎11-261-9024
仙台 仙台市青葉区大町1-1-8(第3青葉ビル) ☎22-222-2790
名古屋 名古屋市中区丸の内1-5-28(伊藤忠丸の内ビル) ☎52-209-5661

松くい虫防除薬剤 / 地上散布・空中散布・無人航空機散布・駆除

エコワン[®]3フロアブル

【有効成分：チアクロプロド3.0%】

®:エコワンは井筒屋化学産業㈱の登録商標です。

- ◆低薬量で高い効果が長期間持続します。
- ◆不快臭・刺激臭がないので、薬剤調製時や散布時に作業者や周辺住民に不快感を与えません。

松くい虫防除薬剤 / 樹幹注入

井筒屋

ショットワン・ツー[®]液剤

【有効成分：エマメクチン安息香酸塩2.0%】

®:ショットワン・ツーはシンジェンタジャパン㈱の登録商標です。

- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆有効成分は、強力な殺センチュウ活性を有しています。

マツガード[®]

【有効成分：ミルベメクチン2.0%】

®:マツガードは三井化学アグロ㈱の登録商標です。

- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆土壌放線菌から分離された有効成分を有し、環境にもやさしいです。

緑化樹害虫防除薬剤 / 樹幹注入

アトラック[®]液剤

【有効成分：チアトキサム4.0%】

®:アトラックはシンジェンタジャパン㈱の登録商標です。

- ◆薬剤が速やかに葉まで分散し、葉を食害するケムシ等に対して内側から高い殺虫効果を発揮します。
- ◆薬剤の飛散がなく、散布が難しい場所でも安心して使用できます。



井筒屋化学産業株式会社

〒860-0072 熊本県熊本市西区花園1丁目11番30号
TEL (096)352-8121 FAX (096)353-5083

樹幹注入剤(殺虫剤)

ウッドスター

ナラ枯れ防止用樹幹注入剤

ウッドキング DASH

伐倒木・枯損木用くん蒸処理剤

キルパー40

- ・ケムシ・吸汁性害虫・クビアカツヤカミキリ幼虫に効果
- ・小径孔での注入で樹木への負担が小さい
- ・公園、街路樹でも安全に処理が可能

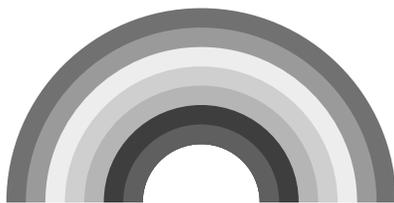
- ・ナラ枯れに対して高い予防効果
- ・2年間の残効
- ・微量の注入で省労力

- ・ガスが拡散し材内部まで消毒
- ・ナラ枯れ・松くい虫・クビアカツヤカミキリの防除に
- ・切株処理でザイセンチュウの根系感染防止

サンケイ化学株式会社

本社	〒891-0122	鹿児島市南榮2丁目9	(099)268-7588
東京本社	〒110-0005	東京都台東区上野7-6-11 第1下谷ビル3F	(03)3845-7951
東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6新大阪第2ビル	(06)6305-5871
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808

効率的な緑地管理に!



家庭園芸薬品、ゴルフ場・森林関連薬剤はレインボー薬品へご相談ください。



SCC GROUP
住友化学 アグログループ



緑地管理の未来をひらく

レインボー薬品株式会社

東京都台東区上野1-19-10

☎ 03(6740)7777 FAX 03(6740)7000

少薬量と殺センチュウ活性で 松をガード。

少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が6年間持続



有効成分のミルベメクチンは微生物由来の天然物で普通物[※]
「有機JAS」(有機農産物の日本農林規格 農林水産省)で使用が認められた成分です

[※]「毒物および劇物取締法」(厚生労働省)に基づく、特定毒物、毒物、劇物の指定を受けない物質を示す。

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード[®]

農林水産省登録 第20403号

- 有効成分：ミルベメクチン・・・・・・・・・・・・ 2.0%
- 60mL×10×8 ○180mL×20×2
- 60mL×10×8(ノズルなし移し替え専用) 容量×入数

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。

