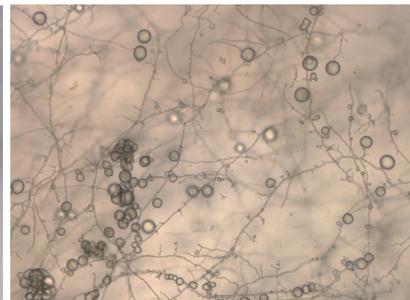


森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

年頭所感 林野庁長官 本郷浩二 3

論文

菌床シイタケ害虫コクガの発育零点と有効積算温度
[北島 博・向井裕美] 6

総説

日本の樹木における*Phytophthora cinnamomi*の被害の現状と課題
[升屋勇人] 11

都道府県だより：沖縄県・岩手県・福井県 22

協会だより：事務所移転及び電話番号等の変更について 28

協会だより：どなたでも投稿できます！ 29

森林病虫獣害発生情報：令和2年11月・12月受理分 31

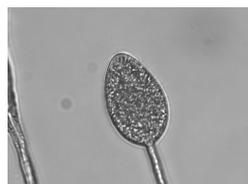
訂正について 32



A



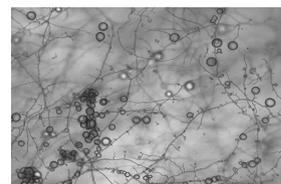
B



C



D



E

[表紙写真] 樹木疫病による被害と原因菌*Phytophthora cinnamomi*

- 写真A： *P. cinnamomi*によるウルシ林の衰退
- 写真B： *P. cinnamomi*によるヒノキ幼樹の枯死
- 写真C： *P. cinnamomi*の遊走子嚢
- 写真D： *P. cinnamomi*の造卵器
- 写真E： *P. cinnamomi*の厚膜胞子

*Phytophthora cinnamomi*は原生生物界のストラメノパイル類卵菌綱フハイカビ目フハイカビ科の1種で、いわゆる植物疫病菌の仲間である。侵略的外来種ワースト100に入る世界的にも有名な樹木病原菌であり、日本においてはパイナップル芯腐病として知られていたが、シャクナゲやブルーベリー、ローソンヒノキに被害を引き起こし、最近ではウルシ林の衰退にも関与していることが明らかになっている(写真A)。また、クロマツやヒノキ稚樹(写真B)の枯死被害も引き起こすことから、今後、被害拡大を警戒する必要がある。本菌は他の*Phytophthora*属菌と同様に、遊走子を遊走子嚢内(写真C)で形成し、水中を泳いで、基質にたどり着いた場合に感染する。また、異なる交配型株と交配することで、有性胞子として卵胞子を造卵器(写真D)内に形成する。さらに、*Phytophthora cinnamomi*の場合は特に豊富に厚膜胞子(写真E)を形成し、遊走子による水分散よりも土壌伝染が中心となっているようである。

(森林総合研究所 升屋勇人)

年頭所感

林野庁長官 本郷浩二¹



新春を迎え、謹んで新年の御挨拶を申し上げます。

昨年は、令和2年7月豪雨をはじめとする自然災害により、全国各地で甚大な被害が生じました。亡くなられた方々の御冥福をお祈りするとともに、被災された全ての方々にお見舞い申し上げます。また、現場で復旧・復興に御尽力されている関係者の皆様方に心から御礼を申し上げるとともに、一日も早い復旧・復興に向けた支援等に林野庁といたしましても全力で取り組んでまいります。

近年は、毎年のように大規模な山地災害や風水害等が頻発するようになっており、森林の有する山地災害防止機能や水源涵養機能により国民の皆様方の生命と生活を守ることの重要性が一層増しております。林野庁といたしましても、被災地での災害調査に職員を派遣するなど技術支援を行うとともに、防災・減災、国土強靱化のため森林整備や治山対策等の加速化に引き続き取り組み、災害に強い森林づくりを図ってまいります。

加えて、昨年は新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、経済活動全体の停滞の影響から国内外での木材需要が低下するなど、森林・林業・木材産業においても甚大な影響が生じました。これらの影響に対しては、昨年に引き続き木材需給の動向を注視しながら、原木生産を伴わない森林整備、木材の消費拡大、林業者の経営継続等の支援に取り組んでまいります。

こうした状況にありながら、積極的に前進していく話題も多数ございます。

先般成立いたしました森林組合法の一部を改正する法律については、本年4月から施行されるところであります。組合間の多様な連携手法の導入、事業の執行体制の強化により、地域の林業経営の担い手である森林組合系統組織の経営の発展を実現し、山元への一層の利益還元が図られるよう必要な支援を行ってまいります。

そして、先ほども述べましたとおり新型コロナウイルス感染拡大に伴い国内外における木材需要が停滞したものの、国内ではウッド・チェンジ・ネットワークの参加企業が店舗の木造化を実行するなど民間建築物等における木材利用が着実に進展しつつあるほか、輸出については1月から10月までの累計で前年の木材輸出額の水準を回復するなど、堅調に推移しているところです。昨年末には農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略がとりまとめられたところであり、引き続き製材・合板などの付加価値の高い木材製品の輸出拡大に取り組み、輸出目標の実現を目指してまいります。また、都市部を中

¹HONGO, Koji

心にテレワーク等の「新しい生活様式」が広まる中、ワーケーションや地方移住への関心の高まりが見られるとともに、「3密」でない森林空間での楽しみ方として「ソロキャンプ」をはじめ様々な利用方法も注目を集めました。林野庁としては、健康、観光、教育等の多様な分野で森林空間を活用し、新たな雇用と収入機会を生み出す「森林サービス産業」の創出・推進に取り組んでいるところであり、人生100年時代のあらゆるステージにおいて、森林とのふれあいや森の恵みを享受しながら、健康で楽しく心豊かに暮らすことを目指すライフスタイル「フォレスト・スタイル」の推進に引き続き取り組んでまいりたいと思います。

こうした明るい兆しを踏まえ、また、人工林の多くが本格的な利用期を迎えている現在、この豊富な森林資源を「伐って、使って、植える」という形で持続的に循環利用することを通じ、林業の成長産業化と森林の適切な管理を両立していくことが重要と考えています。

このため林野庁では、高性能林業機械の導入、林業従事者等の確保・育成のほか、スマート林業の推進、自動化機械の開発、木質系新素材の開発等の「林業イノベーション」の取組や、木材加工流通施設の整備、都市建築の木造化、CLT等の木質建築資材の利用拡大、木材製品の輸出拡大など、川上から川下までの取組を総合的に支援いたします。さらに、間伐や主伐後の再造林等の森林整備とその基盤となる強靱な幹線林道等の路網整備や、近年の地球温暖化に伴い激甚化・同時多発化のリスクが増大する山地災害等に対する治山対策を一層強化いたします。また、森林環境譲与税が導入から2年目を迎えており、全国各地で地域の実情に応じた様々な活用が進んできているところですが、優良事例の横展開を図るなど、一層しっかりと取り組んでいくとともに、地域の林業経営体の育成を図るため昨年4月から施行された国有林の樹木採取権制度についても、新型コロナウイルス影響下の木材需給の動向を踏まえつつ慎重に対応していく考えです。

最後に、本年のトピックを四点、ご紹介いたします。

まず、森林・林業基本計画の変更です。森林・林業基本計画は、森林・林業基本法に基づきおおむね5年ごとに見直すこととなっており、現行計画に基づく施策の実績や森林・林業・木材産業の現状を踏まえつつ、6月頃の閣議決定に向け鋭意検討を行っているところです。見直しに当たっての主な論点として、再造林の推進など森林資源の適切な管理、持続的な林業・木材産業の実現、都市等における木材利用の促進など木材需要の拡大等を考えており、新時代にふさわしい明るい展望を描ける計画となるよう検討を進めてまいります。

二つ目に森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法の一部改正です。本改正では、高齢級化が進む我が国の人工林において森林吸収量が長期的に減少傾向にあることから、引き続き間伐等を確実に実施するために同法に基づく支援措置の期限を延長することはもとより、エリートツリー（特定母樹から育てた苗木）を積極的に活用した再造林を促進することで森林の若返りを進めるなど、パリ協定の目標達成や、「カーボンニュートラル」の実現に貢献できるよう所要の措置を講じることを検討してまいります。

三つ目に林業・木材産業におけるDX（デジタルトランスフォーメーション）の推進です。

本年は、デジタル庁の発足を契機として、政府一体となったDXの実現に向けた動きが本格化していく年であります。国内の人口減少が進む中で、林業・木材産業の成長産業化を実現するためには、需要に即して木材を安定的に供給することが不可欠となることから、林業・木材産業の皆様とともに、川上から川下までを最新のデジタル技術でつなぎ、データ連携により新しい価値を創造する「林業DX」の実現に向けて一層力を入れて取り組んでまいります。

最後に、前述でも触れましたとおり、2050年までに温室効果ガス排出を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」の実現に向けた取組です。この壮大な目標を達成するために森林・林業・木材産業が果たす役割は非常に重要なものであると認識しており、林野庁が担う責務も重いものと考えております。再造林等の森林の若返りに資する森林整備や民間建築物等における木材利用の拡大などを着実に推進しこの目標の実現に貢献するとともに、我が国に暮らす全ての皆様が森林の恵みを末永く享受できるよう、全身全霊をもって日々邁進していく所存です。林業・木材産業に携わっておられる皆様、そして国民の皆様の御協力もお願いいたします。

結びに、現在直面している未曾有の課題を打破し、本年が皆様一人ひとりにとって、実り多き素晴らしい一年になりますよう、心よりお祈り申し上げます。

論文

菌床シイタケ害虫コクガの発育零点と有効積算温度

北島 博¹・向井裕美²

1. はじめに

日本の平成30年(2018年)林業産出額5,020億円のうち、栽培きのこ類産出額は約半分となる2,257億円を占め、木材産業に匹敵する産業となっている(農林水産省 2020)。なかでもシイタケ *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler は主要な栽培品目であり、平成30年(2018年)の栽培きのこ類産出額の30.7%(693億円)を占めている(農林水産省 2020)。シイタケは原木栽培と菌床栽培で生産されるが、令和元年(2019年)には菌床栽培が生シイタケ生産額の91.5%を占めている(特産情報編集部 2019)。菌床栽培の普及にともない、ナガマドキノコバエ類 *Neoempheria* spp., ムラサキアツバ *Diomea cremata* (Butler, 1878) など、原木栽培では激しい被害が見られなかった害虫が、菌床栽培では問題視されるようになってきた(森林総合研究所 2020)。

コクガ *Nemapogon granella* (Linnaeus, 1758) は、日本ではシイタケガと呼ばれる場合もあるほどの、乾シイタケの重要害虫である(古川・野淵 1996; 増田・田原 2011)。世界的には貯穀害虫として知られているほか(古川・野淵 1996)、貯蔵中のニンニク(Hrudová and Šafránková 2017)や、ワインのコルク(Trematerra and Lucchi 2014)への加害も報告されている。栽培中のきのこにおいても、薬用きのこであるレイシ *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex. Fr.) Karst への加害に加え(Blaeser *et al.* 2006)、菌床シイタケ栽培において幼虫が菌床を食害すること、それにより菌床の劣化が早まること、幼虫はまれに生の子実体へも穿孔することが報告されている(森林総合研究所 2020)。被害が激しい菌床シイタケ栽培施設では、夕方に成虫が乱舞する様子が観察できる(北島・向井 未発表)。

ナガマドキノコバエ(北島ら 2012)(Sueyoshi

(2014)によればリュウコツナガマドキノコバエ *Neoempheria carinata* Sueyoshi, 2014 と同定される)やムラサキアツバ(北島ら 2016)では、卵から成虫までの発育零点と有効積算温度が解明され、発育における温度反応から両種ともに施設内で世代を繰り返して大発生に至ると考えられている(北島ら 2016; 森林総合研究所 2020)。これらのような害虫では、個体数の増加をモニタリングしつつ、適切な時期に防除を行うことが重要である。

一方、常時空調をしない栽培施設内のコクガの個体数は、菌床を春に除袋して秋までシイタケを収穫して菌床を廃棄する夏-秋栽培では秋に、夏に除袋して翌年の初夏までシイタケを収穫して菌床を廃棄する秋-冬栽培では秋と越冬後の春に増加する(森林総合研究所 2020)。夏-秋栽培では、コクガは菌床の除袋後から繁殖を始め、収穫を終了するまでに個体数を増加させている。しかし、個体数の増加が世代の繰り返しに起因するものかは明らかではない。そこで、夏-秋栽培期間中のコクガの世代数を推定するために、コクガの卵から成虫までの発育日数と温度との関係を調べ、発育零点と有効積算温度を求めた。

本文に先立ち、供試虫の採集にご協力いただいた茨城県の菌床シイタケ栽培者の皆様にお礼申し上げます。また、コクガを同定していただいた大阪市立自然史博物館の長田庸平博士にお礼申し上げます。

2. 材料と方法

茨城県阿見町の菌床シイタケ栽培施設において、2018年8月31日、9月29日、および11月29日にコクガの成虫を採集し、森林総合研究所(茨城県つくば市)に持ち帰った。成虫30~50個体を性を区別せずに、約2×3cmに割った乾シイタケの傘10~15

Temperature thresholds and thermal requirements for the development of *Nemapogon granella*, pest moth in sawdust-based shiitake cultivation

¹KITAJIMA, Hiroshi, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林昆虫研究領域;

²MUKAI, Hiromi, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林昆虫研究領域

枚程度と一緒にポリカップ（直径129×高さ58mm、以下ポリカップと表記）に入れて、温度調節のない自然採光の室内条件下で1日間産卵させた。乾シイタケ上に産下された卵を確認した後、乾シイタケを5個のポリカップに割り振った。それぞれのポリカップに幼虫の餌として新たな乾シイタケを約10 g入れて、16, 19, 22, 25, または28℃の恒温条件で飼育した。日長条件は、明期16時間、暗期8時間とした。飼育期間中、餌とした乾シイタケには、吸水して柔らかくなった状態が保たれる程度に蒸留水を霧吹きで散布した。また、幼虫の摂食状況を見ながら、新たな乾シイタケを適宜追加した。成虫の羽化を毎日観察し、羽化成虫を直ちにポリカップから取り出して性を調べた。すべての温度条件下で、最後の個体の羽化が見られてから30日目まで観察を続けた。ポリカップ内の乾シイタケが雑菌で汚染されて幼虫の発育が見込めなかった場合は、飼育を中止した。最終的に、16, 19, 22, 25, および28℃の温度で、それぞれ2カップずつから羽化成虫を得た。

各温度条件における卵から羽化までの発育日数のデータから、発育零点と有効積算温度を不偏長軸法 (Ikemoto and Takai 2000; 池本・高井 2001) により求めた。得られた発育零点と有効積算温度、および阿見町の栽培施設内の2018年の夏-秋栽培時における温度データを用いて、栽培施設内で理論的に可能な世代数を計算した。なお、栽培施設内の温度は、菌床を除袋して子実体の収穫作業が始まった2018年5月22日から、収穫作業が終了した同年9月18日まで、温湿度ロガー（おんどとり Jr. RTR503, T&D コーポレーション製）を用いて1時間ごとに計測した値を日平均値に換算して用いた。

統計解析にはR version 3.6.3 (R Core Team 2020) を用いた。目的変数を卵から羽化までの発育日数、説明変数を性、温度、およびこれらの交互作用とし、負の二項分布を仮定した一般化線形モデルをあてはめた後、パッケージcarのAnova関数による分散分析 (Type II) を行った。さらに、パッケージmultcompのglht関数によりTukeyの方法で多重比較を行った。

3. 結果と考察

目的変数を卵から羽化までの発育日数、説明変数を性、温度、およびこれらの交互作用とし、負の二項分布を仮定した一般化線形モデルをあてはめた時に、説明変数に交互作用を用いた時のAIC（赤池情報量基準：値が小さいほどモデルの当てはまりが良いとされる）は4129.6、用いなかった時のAICは4314.4となり、交互作用の寄与は大きくないと考えられた。このため、説明変数を性と温度として分散分析を行った。その結果、性間 ($\chi^2=3.1$, $df=1$, $p=0.077$) には有意差は認められなかったが、温度間 ($\chi^2=3414.5$, $df=4$, $p<0.0001$) において有意差が認められた。

図-1に、雌雄を合わせた温度と卵から羽化までの平均発育日数との関係を示した。卵から羽化までの発育日数は、16℃から25℃にかけては温度の上昇につれて短くなったが (Tukeyの方法, $p<0.0001$)、25℃と28℃との間には統計的な差は見られなかった (同, $p=0.415$)。このことは、28℃では高温障害が発生することを示す。そこで、16℃～25℃の発育日数を用いると、温度 (x) と発育速度 (y) との間には有意な相関が見られ ($r^2=0.963$, $p<0.05$)、以下の関係式が得られた。

$$y = 0.00097x - 0.0095$$

また、発育零点は10.5℃、卵から羽化までの有効積算温度は961.7日度と算出された。

図-2に、阿見町の菌床シイタケ栽培施設内の2018年夏-秋栽培時の累積有効積算温度の推移を示した。累積有効積算温度からは、夏-秋栽培時の栽培施設内の温度ではコクガは2化できないことが示された。

菌床シイタケ害虫の長日条件下での飼育で求められた発育零点と有効積算温度として、リュウコツナガマドキノコバエでは雄で7.2℃と293.6日度、雌で7.3℃と304.3日度 (北島ら 2012)、ムラサキアツバでは雄で11.2℃と429.0日度、雌で11.3℃と418.6日度 (北島ら 2016) などが報告されている。両種の25℃における卵から羽化までの発育日数は、リュウコツナガマドキノコバエでは雄で16.4日と雌で17.4日 (北

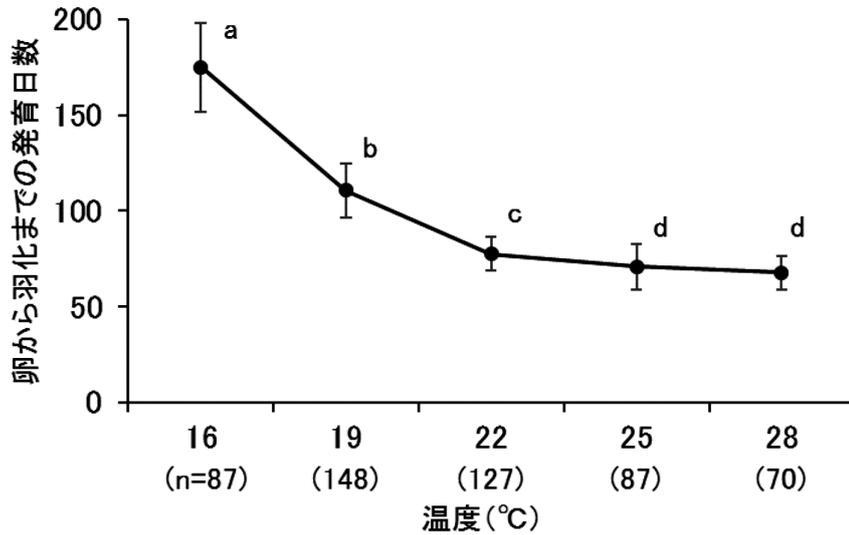


図-1 異なる温度におけるコクガの卵から羽化までの平均発育日数

バーは標準偏差を，異なる小文字のアルファベットは Tukey の方法 ($p < 0.05$) で有意差が見られたことを示す。

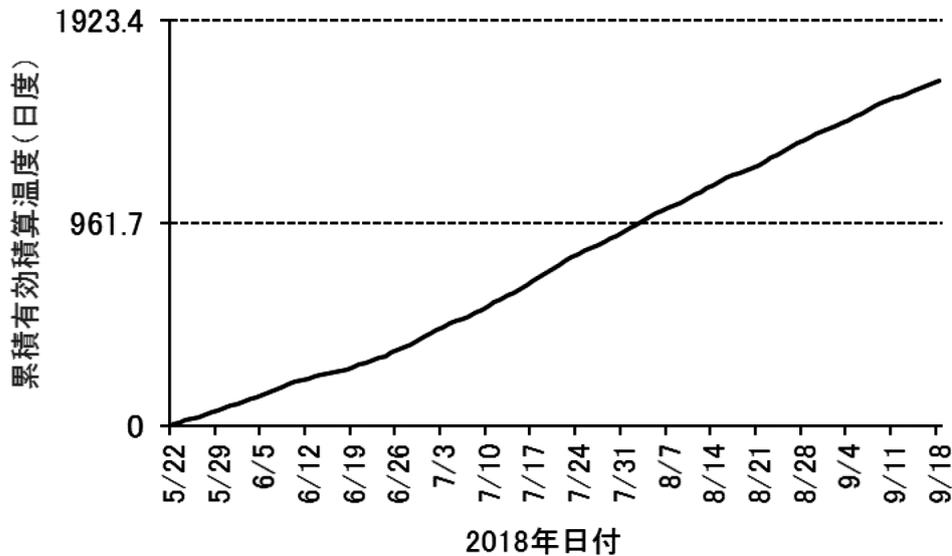


図-2 阿見町菌床シイタケ栽培施設内の 2018 年夏-秋栽培時の累積有効積算温度の推移

縦軸の目盛りはコクガの卵から羽化までの有効積算温度とした。

島ら 2012), ムラサキアツバでは雄で29.9日と雌で30.2日(北島ら 2016)と短く, 栽培施設内で世代を繰り返すことで個体数を激増させている(森林総合研究所 2020)。これらに比べると, コクガの有効積算温度が961.7日度と大きいことが, 栽培施設内で世代を繰り返さない原因だと考えられた。

以上のようにコクガは, 理論的には夏-秋栽培で

は2化できないことが分かったが, それでも秋に大発生が見られることがある。その原因の1つとして, 発育の早い個体では2世代目の成虫が出現できる可能性が考えられる。そこで, 卵から羽化までの発育日数の四分位数ごとに発育零点と有効積算温度を求めて, 2018年夏-秋栽培時の累積有効積算温度からコクガの世代数を推定した(表-1)。その結果,

表-1 コクガにおける卵から羽化までの発育日数の四分位数ごとの発育零点, 有効積算温度, 栽培終了時の累積有効積算温度, および夏-秋栽培期間中の推定世代数

	卵から羽化までの発育日数の四分位数					
	0%	25%	50%	75%	100%	
発育日数	16℃	135	156	172	196	221
	19℃	87	102	106	116	163
	22℃	67	71	75	82	123
	25℃	49	61	71	78	102
発育零点 (℃)	10.7	10.5	10.4	10.8	8.4	
有効積算温度 (a)	727.7	853.4	940.2	992.4	1692.7	
栽培終了時の累積有効積算温度 (b)	1615.3	1639.3	1651.3	1603.3	1891.3	
夏-秋栽培期間中の推定世代数 (b/a)	2.2	1.9	1.8	1.6	1.1	

最も発育が早い四分位数0%の場合だけ, 栽培期間中に2世代目の成虫が出現する可能性が示された。このことから, 通常の夏-秋栽培ではコクガが2世代を経過して大発生するのは稀であると考えられた。これ以外の原因としては, 以下の3点が考えられる。①栽培施設内への成虫の侵入が継続的に行われることで栽培施設内の個体数が増加する, ②雌成虫の産卵数が多いため1世代目の成虫数が多くなる, ③菌床を餌として発育した場合には発育日数が顕著に短くなる。①では, コクガが発生している栽培施設が複数隣接していれば可能性として考えられるが, 成虫の移動の有無については検証が必要である。②では, 雌成虫の生涯産卵数の解明が必要である。③では, コクガと同様な貯穀害虫であるスジコナマダラメイガ *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Seyedi *et al.* 2017) やノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Johnson *et al.* 1995) では, 餌の種類で発育日数が変わることが報告されている。したがって, 乾シイタケと菌床中のシイタケ菌糸での発育の差について, 今度検証が必要である。これらに加えて, スジコナマダラメイガでは幼虫密度が高いと, 幼虫期間が長くなることが報告されている (Bhavanam *et al.* 2012)。今回の試験ではポリカッ

ブごとの幼虫密度を揃えなかったため, コクガで同様な反応があるかどうかは不明である。これらのように, 餌の質や幼虫密度によっても発育日数が大きく変わる可能性があることから, 今後はより栽培施設に準じた状態での発育試験が必要であると考えられた。

引用文献

- Bhavanam SP, Wang Q, He XZ (2012) Effect of nutritional stress and larval crowding on survival development and reproductive output of Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller. *New Zealand Pl Prot* 65: 138 ~ 141
- Blaeser P, Sengonca C, Lelley JI (2006) European grain moth *Nemapogon granellus* L. (Lepidoptera, Gelechiidae)-A new potential pest to the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (Ling Zhi, Reishi). *Int J Med Mushr* 8: 91 ~ 94
- 古川久彦・野淵 輝 (1996) 栽培きのこ害虫・害虫ハンドブック増補・改訂版. 全国林業改良普及協会, 東京
- Hrudová E, Šafránková I (2017) *Plodia interpunctella*

- (Hübner, 1813) and *Nemapogon granellus* (Linnaeus, 1758) – uncommon pests on stored garlic (*Allium sativum* L.) in the Czech Republic. Acta Univ Agric Silvicol Mendel 65: 1167 ~ 1173
- Ikemoto T, Takai K (2000) A new linearized formula for the law of total effective temperature and the evaluation of line-fitting methods with both variables subject to Error. Environ Entomol 29: 671 ~ 682
- 池本孝哉・高井憲治 (2001) 有効積算温度法則パラメータの新しい推定法. 植物防疫 55: 311 ~ 315
- Johnson JA, Wofford PL, Gill RF (1995) Developmental thresholds and degree-day accumulations of Indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae) on dried fruits and nuts. J Econ Entomol 88: 734 ~ 741
- 北島 博・大谷英児・川島祐介 (2012) ナガマドキノコバエの発育に及ぼすシイタケ菌床, 日長および温度の影響. 応動昆56: 1 ~ 7
- 北島 博・坂田春生・國友幸夫・川島祐介 (2016) ムラサキアツバ (チョウ目: ヤガ科) の発育に及ぼす温度の影響. 応動昆60: 205 ~ 209
- 増田一弘・田原博美 (2011) コクガ. きのご害虫防除マニュアル (きのご害虫分科会監修), pp.35 ~ 37, 九州地区林業関係試験研究機関連絡協議会, 熊本
- 農林水産省 (2020) 平成30年林業産出額. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/ringyou_sansyutu/attach/pdf/index-14.pdf, 2020.5.15参照
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Seyedi H, Mehrkhou F, Noori F (2017) Type of cereal flours as factors affecting biological and physiological characteristics of *Ephesia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. J Crop Prot 6: 273 ~ 285
- 森林総合研究所 (2020) しいたけ害虫の総合防除改訂第2版. 森林総合研究所, つくば
- Sueyoshi M (2014) Taxonomy of fungus gnats allied to *Neoempheria ferruginea* (Brunetti, 1912) (Diptera: Mycetophilidae), with descriptions of 11 new species from Japan and adjacent areas. Zootaxa 3790: 139 ~ 164
- 特産情報編集部 (2019) 特集2018年 (平成30年) の特産林産物生産動向 (きのご編). 特産情報484: 8 ~ 15
- Trematerra P, Lucchi A (2014) *Nemapogon granellus* (L.) pest on corks of wine bottles stored for aging. Proc 11th Int Work Con Stored Prod Prot: 885 ~ 893 (DOI: 10.14455/DOA.res.2014.140)
- (2020.11.11 受理)

総説

日本の樹木における *Phytophthora cinnamomi* の被害の現状と課題

升屋 勇人¹

1. はじめに

樹木に病害を引き起こす生物は非常に様々であるが、その種類については十分には明らかになっていない。これまでに日本国内だけでも数多くの病原菌が記載、報告されてきたが (Kobayashi 2007), 宿主植物の種類以上に多様な樹木病原菌が存在することから、今後も膨大な数の新たな病原菌が見つかると思われる。そのような中、最近になって世界的に急速にその報告数を伸ばしてきているのが樹木疫病菌として知られる *Phytophthora* 属菌である。

Phytophthora 属は植物疫病菌とも認識される植物病原菌の 1 グループである。菌とは言いながらも系統分類学的には菌類界には含まれず、植物病原菌としても知られる *Pythium* 属とともに、ストラメノパイルという系統群の中の 1 群である卵菌類に含まれる (Simpson and Roger 2004)。その形態は球形～卵型の有性胞子と糸状体であり、糸状菌とも類似することから、過去に菌類の 1 グループとして扱われてきた経緯があり、現在でも菌類学の分野で研究が進められている。本グループが原因となる病害のうち、特に有名な病害はジャガイモ疫病である。原因菌は *Phytophthora infestans* であり、日本にも分布しているが、19世紀以降世界的に分布を拡大し、世界のジャガイモ類の生産に大打撃を与えている。1884年から1885年の間にはアイルランドのジャガイモが本病害により全滅し、深刻な食糧危機をもたらしたとされ、それにより約100万人が死亡し、約150万人がアイルランドから移住したという (Hammond-Kosack 2014)。本病害は当初気象害やその他の被害と混同され、原因について激しい議論がなされた。正確な原因の特定についての一連の研究や議論は、植物病理学発展の歴史において重要な試金石になっ

ている。このように *Phytophthora* 属菌は重要病害を含むことから、古くから作物を中心に、分類と生態、病原性についての研究が進められてきた。

近年、世界の森林が気候変動やオーバーユースにより急速に荒廃してゆく中、*Phytophthora* 属菌は、こうした環境変化に呼応するかのよう to 顕在化し、特に20世紀後半から森林において大きな被害を引き起こしてきた。現在では、世界的に特に重要な樹木病害として認識され、これまでに世界4大樹木病害として知られていた、ニレ類立枯病、五葉松発疹さび病、クリ胴枯病、マツ材線虫病をも凌ぐ勢いで、森林衰退、集団枯損を引き起こしている。

一方、これまで日本国内の森林においては、*Phytophthora* 属菌による被害はほとんど認識されてこなかった。Kobayashi (2007) によれば、日本国内ではこれまでに少なくとも12種類以上の *Phytophthora* 属菌が樹木の枯死に関与することが報告されているが、そのほとんどが柑橘などの果樹に報告が集中している。そのため、特に森林関連の樹木病害としての認知度は低く、重要性は認識されていない。しかし、*Phytophthora* 属菌のいくつかは広い宿主範囲を持ち、世界で様々な種類が実際に樹木に衰退、枯死被害を引き起こしていることから、日本においても現状把握は急務となっている (升屋 2018)。

樹木疫病菌の中で、特に世界的に有名な種類として *Phytophthora cinnamomi* があげられる。本種は非常に広い宿主範囲を持ち、約5000種以上の植物に被害を引き起こしている (Hardham and lackman 2018)。世界の侵略的侵入生物ワースト100にも名を連ね、当初は熱帯地域でパイナップル、ゴムノキなどで被害を引き起こしていたが、ヨーロッパ、オ

Current status and issues on the tree diseases caused by *Phytophthora cinnamomi* in Japan.

¹MASUYA, Hayato, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域

ーストラリアでは深刻な森林衰退を引き起こしている (Jung *et al.* 2018)。特にオーストラリアでは、国立公園の固有植物2000種が潜在的に宿主になると考えられている。実際に多くの固有種が絶滅の危機に瀕しており、原生林だったエリアが本病害により荒廃地へと変貌している場所もあるという (Shearer *et al.* 2004)。そこでオーストラリア政府では、*Phytophthora*属菌は森林生態系への大きな脅威の一つと考え、被害対策の専門部署を設立し、国を挙げて対応に当たっている。一方、日本における本病害の被害はあまり知られていないが、実際には以前からいくつかの樹木で知られていた。桂 (1971) によれば南西諸島産、沖縄県産パイナップルの疫病が本菌によるものと報告されている。また、スダジイ、シヤクナゲ、ローソンヒノキ、ブルーベリーにおいても被害の発生が報告されている (田盛・大嶺 1978; 萩原・竹内 1978; 鐘ヶ江ら 2011; 保坂ら 2018)。

最近、ウルシ林において本病による衰退、枯死被害の発生が認められた (升屋ら 2019)。全国のウルシ植栽地のうち、北海道や岩手県などの寒冷地を除く各地で、ウルシが枝先から枯れてゆく、いわゆるDiebackが発生しており、当初は病徴の類似性から、最近記載報告されたウルシ胴枯病菌 (*Diaporthe toxicodendri*) による被害と捉えられていた。しかし、実際の土壌採取、接種試験により、*P. cinnamomi* による被害であることが明らかとなった (升屋ら 2019)。この発見は国産ウルシ増産の機運が高まる昨今の状況に水を差すものであり、早急に対応すべき案件であるが、日本における本病害の現状については、まだ十分に理解できてはいない。本稿では*P. cinnamomi* について解説するとともに、現時点での日本国内におけるウルシとそれ以外の宿主における被害について述べ、今後の分布拡大と課題について議論する。

2. *Phytophthora cinnamomi* の分類、宿主範囲と生態

Phytophthora cinnamomi は、先に述べたように、樹木疫病菌の中でも世界的に非常に有名な種類で最

も破壊的な*Phytophthora*属菌の一つである。本病はRand (1922) によりスマトラ島でクスノキ属に枯死を引き起こす病原として初めて記載、報告された。またWhite (1930) により、ツツジ類において本病による被害が報告され、Milburn and Gravatt (1932) はクリ類の疫病としてニホングリ、アメリカグリ、シナグリへの病原性を確認した。以降、膨大な数の宿主植物が記録され、1980年代後半には900種類程度であった宿主が、現在までに約5000種報告されている (Hardham and Blackman 2018)。寄生性の分化までは明らかになっていない。

形態的には他の*Phytophthora*属菌と大きな違いはなく、遊走子嚢、遊走子、蔵卵器、卵胞子という繁殖のための器官を形成する (図-1 a, b)。ただし、最も特徴的なのは、ブドウの房状に形成される厚膜胞子を形成することである (図-2)。ニンジンエキスを寒天培地上では厚膜胞子を豊富に形成するが、他の胞子の形成誘導は難しい場合がある。遊走子嚢、遊走子の形成は雨水、もしくは土壌懸濁液を濾過滅菌して、その中に菌を浸すことで誘導される。蔵卵器、卵胞子は有性生殖器官であり、*P. cinnamomi* の場合は異なる交配型の菌株同士を掛け合わせることでのみ形成され、単独の菌株のみでは形成誘導はされない (Erwin and Ribeiro 1996)。

遊走子嚢からは遊泳性で鞭毛を持つ胞子(遊走子)が放出されるが、それらは通常は根の先端部以外の個所に付着して感染する。土壌中にこうした病原体が存在するかどうかを目視で判断する方法はないが、土壌に水を入れ、新鮮な葉を浮かべて3日間静置することで、菌を釣り上げることができる (図-3)。*P. cinnamomi* は根内で成長し、根部組織を破壊することで、宿主は水や栄養素が吸収できなくなる。遊走子は、特に土壌が湿っていて暖かい時に遊走子嚢の中で産生され、土壌中に放出される。その結果、遊走子の数は急速に増加する。遊走子は水中を泳いで移動し、隣接する植物、特に最初に感染した場所よりも低い斜面にある植物に感染する。遊走子の分散手法としては、雨水、排水、土壌、農機具、履物、重機等乗り物などに付着することがあげられる。さ

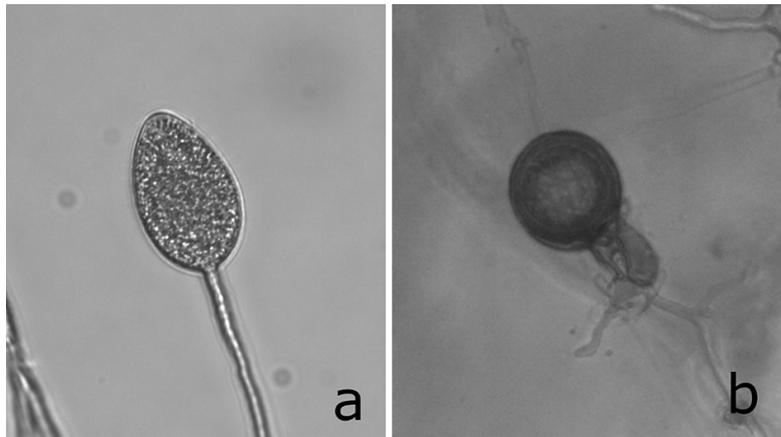


図-1 *Phytophthora cinnamomi*の形態
a. 遊走子嚢, b. 蔵卵器

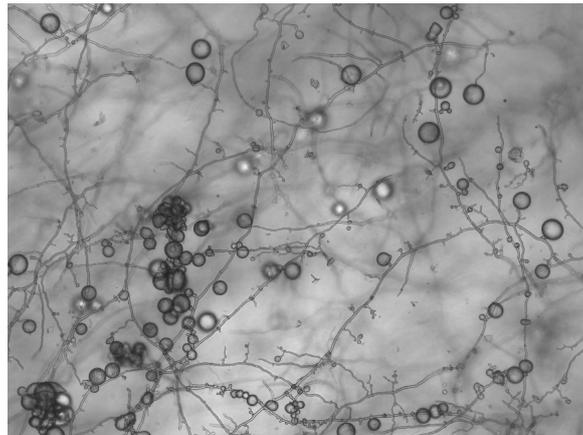


図-2 *Phytophthora cinnamomi*の厚膜孢子



図-3 *Phytophthora*の釣菌法

容器に土壌を入れて水に浸し、新鮮な若葉を浮かべる。3日後に葉に形成された壊死斑を切り出し、選択培地において培養する。詳細は升屋ら（2019）を参照。

らに、厚膜胞子と卵胞子の2種類の胞子が産生され、これらの胞子は、食糧源が枯渇したときや低温や干ばつなどの好ましくない状況になったときに産生される。また、これらの胞子は長期間生存することができ、好条件になると発芽して生活史を更新する。これにより、*P. cinnamomi*は枯れた植物組織の中で何年も生き延びることができるという。湿った土壌中であれば6年ぐらい生存できるという報告もある (Zentmyer and Mircetich 1966)。

枯死被害の頻度と環境要因との関係を解析したところ、湛水により*P. cinnamomi*の活性が高まり病害が重症化すると考えられている (Fagg *et al.* 1986)。また、接種時または接種後に湛水を行うと、*P. cinnamomi*による病斑の長さが有意に増加するという報告がある (Davison and Tay 1987)。ただし、湛水とそれに伴う低酸素状態は、*P. cinnamomi*の菌糸体の成長と胞子の生産を減少させることが報告されている (Davison and Tay 1986)。よって、湛水をもたらし大雨と夏の干ばつの組み合わせが順次作用することが、*P. cinnamomi*による被害が大きくなる要因となっている可能性がある。一方で、*P. cinnamomi*による病害の発生は寒い冬に強く抑制されることが示されている (Robin *et al.* 1992; Marçais *et al.* 1996)。また、Delatour (1986) は、霜の影響は病原体に対して致命的であり、これが*P. cinnamomi*によるヨーロッパにおけるナラ類枯死の発生範囲を制限する主要因であるという仮説を提唱している。

3. *Phytophthora cinnamomi* による樹木の枯死被害

*Phytophthora cinnamomi*は最も破壊的な*Phytophthora*属菌の一種であり、林業、観賞用、果実用の種の他、900種類もの他の木質多年生植物の種の衰退に関係している (Erwin and Ribeiro 1996)。世界の被害状況をみると、本病害はアフリカ大陸で大きな被害をもたらしており、南アフリカのアボカド果樹園では、根腐れを引き起こし、アボカドの収量を大幅に減少させる最も被害の大きい病害として報告されている (Bezuidenhout *et al.* 1987)。イタリアでは、

*P. cinnamomi*の感染が頻繁に報告されており、当初はクリ、ツツジ科樹木各種で被害が発生していたが、最近ではクリ成木でインク病を引き起こし、*Chamaecyparis*属樹木の苗畑で大きな被害を出している (Robin *et al.* 2001)。また、アボカド、ナラ類、クルミ、ブルーベリー (*Vaccinium corymbosum*)での感染が報告されている (Robin *et al.* 2001)。*P. cinnamomi*のナラ類への感染能力の高さから、地中海地域で一般的にみられるナラ類の深刻な衰退には、*P. cinnamomi*が関与しているのではないかとの憶測もある (Robin *et al.* 2001)。さらに懸念されるのは、*P. cinnamomi*がオーストラリアの在来種に与える影響である。オーストラリアのタスマニアではこれまでに181種の植物が*P. cinnamomi*の宿主として記録されている。タスマニアの絶滅の危機に瀕している植物種のうち、少なくとも39種が*P. cinnamomi*に対して感受性が高く、本病害が侵入した地域では在来種が急速に死滅し、再生できなくなる可能性がある。また、オーストラリアの国立公園内でも大きな被害を引き起こしており、森林生態系における大きな脅威として捉えられている (Sheare and Smith 2000; Commonwealth of Australia 2001)。

*Phytophthora cinnamomi*は、カリフォルニアからアパラチア山脈までの北アメリカの原生林で重大な被害を引き起こしており、カリフォルニア州シエラネバダ砂漠やアパラチア山脈の森林など多様な生態系に影響を与えている。シエラネバダ山脈の麓に分布する酸性土壌でしか生育していない固有の常緑低木であるツツジ科の*Arctostaphylos myrtifolia*は絶滅が危惧される植物であるが、最近の研究で、枯死の原因が*P. cinnamomi*によるものであることが明らかになっている。本種により萎凋、葉の枯れ、根の壊死が引き起こされており、すでに絶滅の危機に瀕している*A. myrtifolia*の保全に大きな影響を与えると考えられている (Swiecki *et al.* 2003)。また、*P. cinnamomi*は、カリフォルニアのホッジス湖周辺における森林地帯の在来種にも影響を与えており、*Quercus agrifolia*の27%が衰退症状を示しており、

本病害に感染している疑いがある (Garbelotto *et al.* 2006)。北米東部のアパラチア山脈の森林では、クリ林の再生が困難な状況にあり、その原因の一つは *P. cinnamomi* の存在であるという。北米のクリを大量枯死により壊滅状態に追い込んだのは *Cryphonectria parasitica* (クリ胴枯病菌) であるが、現在、クリ林の再生を阻んでいるのは、*P. cinnamomi* をはじめとする *Phytophthora* 属菌であり、実際にアパラチア山脈の森林で最近植えられたクリの苗は、*Phytophthora* 属菌、特に *P. cinnamomi* により、ほとんどが枯死している (Rhoades *et al.* 2003)。

4. *Phytophthora cinnamomi* の病徴と診断

P. cinnamomi による被害は主に根腐れからくる地上部の衰退である。地際における初期病徴は、地際から幹の上方に向かって形成層の壊死が広がる。病状は樹脂流出を伴う典型的な幹の癌腫症状であり、まるでインクが染みだしているように見えることから、“インク病”とも呼ばれている (図-4)。ただし同じような症状はバクテリアによっても引き起こされ、ならたけ病でも菌糸膜が樹皮下を侵害することにより、樹幹において樹脂流出が生じることもあ

る。*P. cinnamomi* は辺材部ではなく、内樹皮組織に侵入して形成層を破壊するため、ナラ類などでは過去の感染の痕跡が形成層の壊死の形で記録される。一方、宿主の種類によっては根の腐敗に終始し、地上部の衰退が急速に進む場合には、壊死斑は地際部まで拡大しない場合がある。この場合、地上のみでの診断は困難であり、根の壊死を確認する必要がある。しかし、本病による根の壊死に特徴的な標徴はないため、それのみによる診断もまた困難である。

感染後、根内の菌糸体の成長速度は、宿主の防御機構や様々な環境要因によって制御されるため、バンクシア (*Banksia* spp.) のような高感受性樹種では数週間で枯死するが、ジャラー (*Eucalyptus marginata*) のような中度感受性樹種の場合は、感染後1年以上経過するまで枯死しないこともある (Shearer and Tippett 1989; Shearer *et al.* 2013)。中度～強度抵抗性樹種では、菌糸の樹体内でのさらなる広がり防ぐために、防御壁を形成して拡大を防ぐ能力を持っているが、その強度は樹種により様々である (Cahill *et al.* 1989)。このため感染しても発病しない場合や枯死しない場合があり、外観上での *P. cinnamomi* による衰退かどうかの診断を困難にしている。



図-4 *Phytophthora cinnamomi* によるインク病の症状

実際に感染していても検出できない事例もある。特にHuberli *et al* (2000) の報告は本病害の検出頻度の調査において、深刻な問題を提起している。彼らは実際に*P. cinnamomi*を*Eucalyptus marginata*の苗木に人工的に接種し、接種後3～6ヶ月で病徴を呈するサンプルから接種菌の再分離を試みたところ、半分からは*P. cinnamomi*を再分離できなかったという。また、逆に無病徴のサンプルの30%から*P. cinnamomi*が再分離された。このことは、コッホの原則を忠実に再現しようとする、本病害の場合は失敗する可能性があることを示している。こうした現象が起こる原因として、接種後に組織内で厚膜胞子のような休眠体で存在しているか、組織内の菌に対して静菌作用を有する物質を植物体が持っている、それが作用した可能性があるらしいが、詳細については十分には検討されていない。

5. 日本における*Phytophthora cinnamomi*の分布と被害拡大リスク

日本における*P. cinnamomi*の分布は、沖縄県、南西諸島産のパイナップルにおける本菌の検出事例が、パイナップル芯腐病として最初にあったが(桂1971)、樹木の衰退、枯死被害についての報告は1978年以降である。田盛・大嶺(1978)はパイナップル芯腐病に関する調査の中で、被害発生地に隣接するスタジイの根において本病原体を確認しており、その分布は沖縄県、西表島、石垣島に及んでいたことから、南西諸島にはすでに広く分布していると報告した。同時期に、萩原・竹内(1978)はツバキ、ヤブツバキ、セイヨウシャクナゲをはじめとする*Rhododendron*属7種について、本病原体の存在を確認した。またこの分布については、新潟県、福井県、静岡県、愛知県、三重県、島根県で確認しており、当時から本州でも広く分布していることが報告された。1980年には小玉らが奈良県においてキャラボク衰退木から*P. cinnamomi*を検出し、本病害によるものと診断した(小玉ら1980)。千葉県下では、ローソンヒノキの苗が集団的に枯死し、その原因として*P. cinnamomi*の発生が報告された(鐘ヶ江ら

2011)。また、群馬県において、ブルーベリーの枯死に*P. cinnamomi*が関与していることが明らかとなった(保坂ら2018)。これまで樹木における被害報告は植物病理学会を中心になされていたためか、樹病学分野における本病害の認知度は高くなかった。しかし、実際には日本国内に広範囲に分布しつつあり、被害も様々な地域で発生していることが分かる。そして最近、全国各地のウルシ林において衰退現象が確認され(図-5a)、その原因として本病原体が確認された(升屋ら2019)。現在、その被害分布は山形県から兵庫県に及んでいる(升屋ら2019)。また筆者らは、未発表ながら、クロマツ実生(図-5b, c)、ブルーベリー(図-5d)、ヒノキ稚樹(図-5e)における被害も確認している。これらの分布報告が、苗木の移動等、人為的な分散による局所的な発生なのか、より面的な被害発生につながるかについては今後詳細な調査が必要である。

筆者のこれまでの採集地データ、および過去の報告における採集地から*P. cinnamomi*の樹木被害の分布県について地図上で示した(図-6)。それによれば19の府県において本種による樹木の枯死被害があり、日本国内では本病原体はすでにかなり広域に分布していることが分かる。ここに示されている地域とその周辺地域では、どこでも本病害による被害が発生し得るといえる。また、気温と湿度の関係でいえば、九州地方では普通に分布している可能性は高い。実際の分布を規定する気象要因の一つである気温については、山形県以南であれば、高山、亜高山地域以外どこでも分布可能かもしれない。冬の気温が分布を規定する上で重要であると考えられ、0℃以下での樹幹など植物組織内の生存に影響することに基づいた分布モデルが作成されている(Marçais *et al.* 2004)。日本においても同様のモデルを作成することは可能と思われる、今後ハザードマップの作成等を予定している。

本病害の被害は、日本国内においては今のところ、ウルシ人工林やシャクナゲ植栽地など苗畑や植林地など人為的な影響が強いエリアに集中しており、自然林での被害は報告されていない。よって今後、人

工林周辺や苗畑等，苗木生産の現場を中心とした被害が発生する可能性がある。また，苗木の移動に伴い，被害地の拡大も懸念される。一方で，被害は確認されていないものの，高知県，岐阜県のブナ科樹木を中心とする自然林内にすでに分布していること，沖縄県の自然林内にも分布していることが，最近の

調査で明らかになってきた（著者ら，未発表）。こうした状況は，今後，森林生態系への影響を考える上で注視すべき点であり，検出した場所における樹木の生育状況について調査する必要がある。またそうした場所における森林衰退という最悪の結果に至る可能性について，より詳細な検討が必要である。

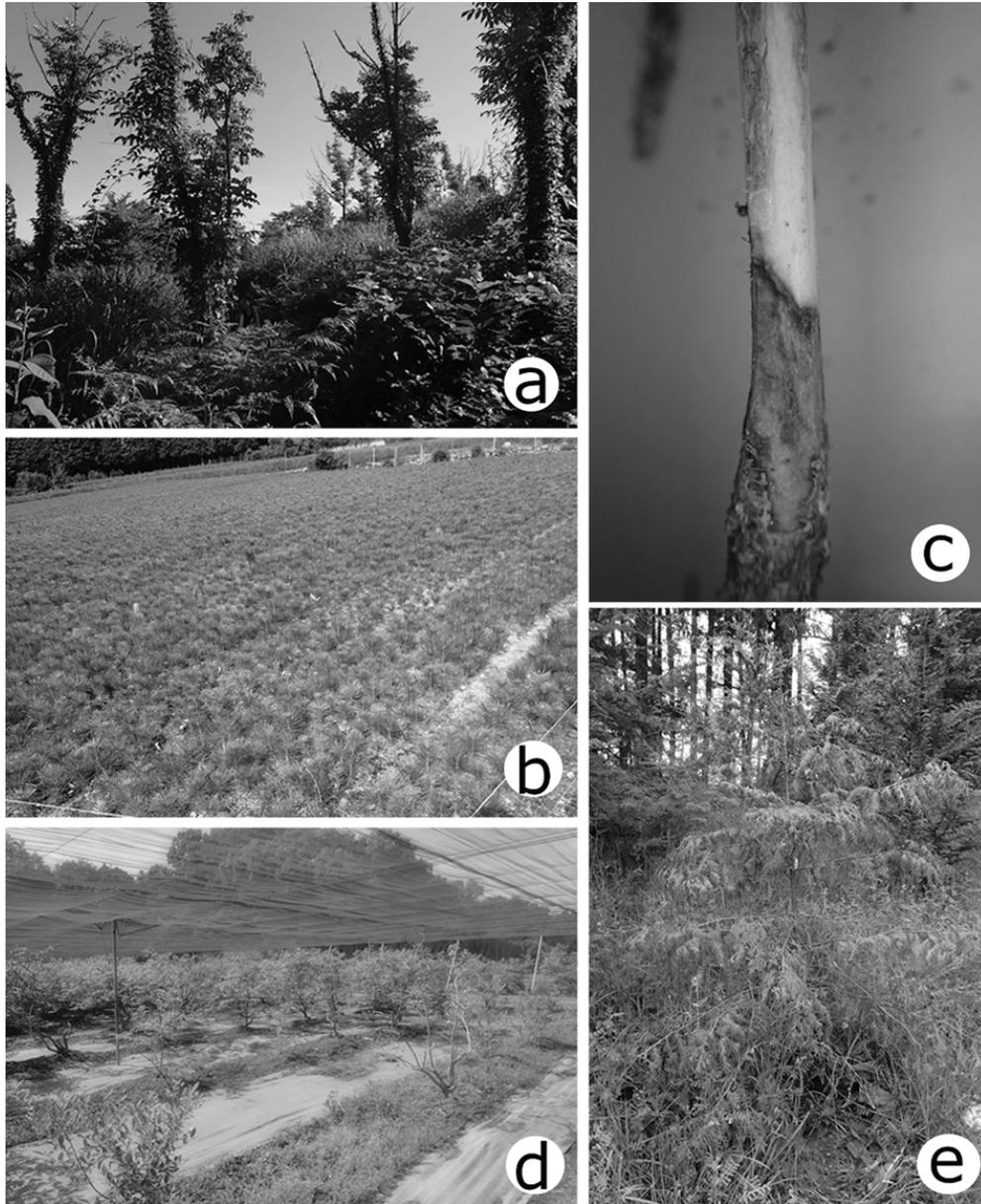


図-5 *Phytophthora cinnamomi* による被害

- a. ウルシ林の衰退. b. 被害を受けたクロマツ苗畑，手前の苗が衰退，枯死.
- c. クロマツ苗地際における形成層の壊死. d. ブルーベリー園での被害.
- e. ヒノキ稚樹の枯死.

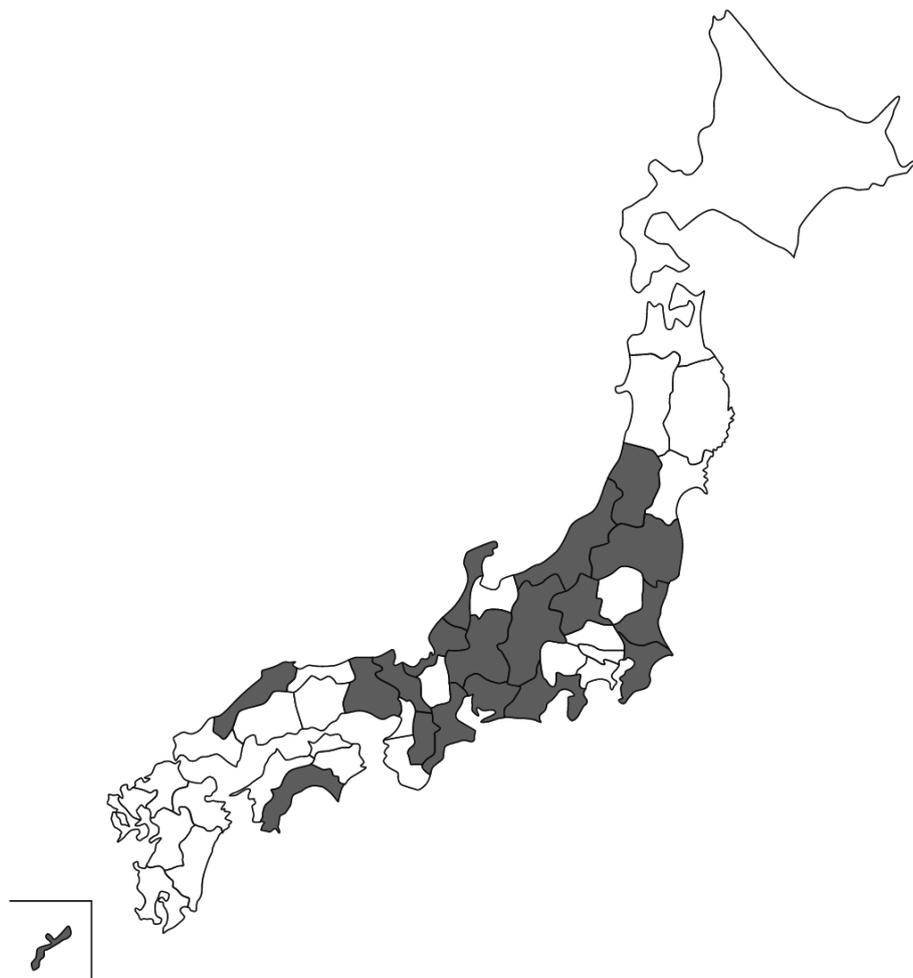


図-6 *Phytophthora cinnamomi*の分布確認県

筆者のこれまでの採集地データ，および過去の報告（田盛・大嶺 1978，萩原・竹内 1978，鐘ヶ江ら 2011，保坂ら 2018）における採集地に基づき作成。

さらには，人為的な移動による更なる被害の拡散を抑制するために，汚染土壌やそれらの付着した靴や重機等の移動制限や規制など，様々なレベルでの取り組みが今後必要と思われる。

6. まとめ

筆者とその共同研究者らの最近の調査で，予想以上に*P. cinnamomi*が日本に広く分布していることが明らかになってきた。実際に圃場や人工林における被害が発生している地域は複数存在する。また，一部は自然林でも検出されてきている。幸い自然林における衰退被害は発生していないように見えるが，

地下部でゆっくり進行している可能性がある。また，そうした地域に立ち入ることで，非意図的に本病原体を随伴してしまい，苗畑や自然林に新たな被害地を作り上げてしまうかもしれない。よって本病害については現在の詳細な分布について調査するとともに，今後注意深く動向を把握してゆく必要がある。一方で，*P. cinnamomi*以外の*Phytophthora*属菌も日本には多く分布しており，樹木における被害では*P. castaneae*によるクリの急速な衰退，枯死，*Phytophthora* sp.によるイチヨウの枯死被害，*P. cambivora*によるブナ，クリの衰退が筆者らにより確認されている（筆者ら 未発表）。こうした樹木疫

病による被害は、ヨーロッパや北米同様に、気候変動による長雨や気温上昇などにより、一層深刻な状況になる可能性があり、更なる実態解明が必要である。また、侵入病害としての*Phytophthora*属菌も世界で大きな被害を引き起こしており、*P. kernoviae*はナラ類の枯死、*P. ramorum*などはナラ、カラマツの集団枯死を引き起こすことから、日本においても最重要種として侵入が警戒されている（横浜植物防疫所 2007）。これらの分布や起源については諸説あるが、重大な被害を引き起こす種類は基本的にその被害地ではない場所が起源であることから、病原体の起源探索は被害対策の策定において重要な情報となる。また侵入病害なのか土着の病害なのかの判断は、侵入病害の適切かつ迅速な被害対策において非常に重要である。よって病原体の分布調査という基礎的な調査自体の重要性もここで強調したい。

謝辞

本稿に関連する筆者の一連の研究は科研費「日本における樹木疫病菌被害の発生リスク評価」の中で行われた。共同研究者である森林総合研究所関西支所の市原 優博士、岐阜大学流域圏科学研究センターの景山幸二博士、秋田県立大学の古屋廣光博士、戸田 武博士、東京農工大学の森山裕充博士、植松清次博士に深謝する。

引用文献

Bezuidenhout JJ, Darvas JM, Toerien JC (1987) Chemical control of *Phytophthora cinnamomi*. Proceedings of the First World Avocado Congress. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 106 ~ 108

Cahill D, Legge N, Grant B, Weste G. (1989) Cellular and histological changes induced by *Phytophthora cinnamomi* in a group of plant species ranging from fully susceptible to fully resistant. Phytopathology 79: 417 ~ 424

Commonwealth of Australia (2001) Threat abatement plan for dieback caused by the root-

rot fungus *Phytophthora cinnamomi*. <http://www.ea.gov.au/biodiversity/threatened/tap/phytophthora> (2020年7月7日現在)

Davison EM, Tay FCS (1986) The Effect of aeration on colony diameter, sporangium production and zoospore germination of *Phytophthora cinnamomi*. New Phytol 103: 735 ~ 744 doi: 10.1111/j.1469-8137.1986.tb00848.x

Davison EM, Tay FCS (1987) The effect of waterlogging on infection of *Eucalyptus maginata* seedlings by *Phytophthora cinnamomi*. New Phytol 105: 585 ~ 594

Delatour C (1986) Le problème du *Phytophthora cinnamomi* sur le chêne rouge (*Quercus rubra*). EPPO Bull 16:499 ~ 504

Erwin DC, Ribeiro OK (1996) *Phytophthora* Diseases Worldwide. St Paul, MN: APS Press.

Fagg PC, Ward BK, Featherston GR (1986) Eucalypt dieback associated with *Phytophthora cinnamomi* following logging, wildfire and favorable rainfall. Australian Forestry 49:36 ~ 43

Garbelotto M, Hüberli D, Shaw D (2006) First Report on an Infestation of *Phytophthora cinnamomi* in natural oak woodlands of California and its differential impact on two native oak species. Plant Disease 90: 685

萩原 広・竹内昭士郎 (1978) シャクナゲ類およびツバキの根腐症状と*Phytophthora cinnamomi*との関連. 日本植物病理学会報 44 : 376

Hammond-Kosack KE (2014) Biotechnology:Plant Protection. In: Smithers G. ed. Encyclopedia of Agriculture and food systems. Elsevier Inc. 2014. DOI: 10.1016/B978-0-444-52512-3.00248-5p.134 ~ 152

Hardham AR, Blackman LM (2018) *Phytophthora cinnamomi*. Molecular Plant Pathology 19: 260 ~ 285

保坂若南・三木静恵・奈良知春・戸田 武・酒井 宏・池田健太郎・藤 晋一・古屋廣光 (2018) *Phytophthora cinnamomi*によるブルーベリー根腐疫

- 病（新称）の発生. 日本植物病理学会報 84 : 209
- Huberli D, Tommerup IC, Hardy GE St Jr (2000) False-negative isolations or absence of lesions may cause mis-diagnosis of diseased plants infected with *Phytophthora cinnamomi*. Australasian Plant Pathology 29: 164 ~ 169
- Jung T, Pérez-Sierra A, Durán A, Jung MH, Balci Y, Scanu B (2018) Canker and decline diseases caused by soil- and airborne *Phytophthora* species in forests and woodlands. Persoonia 40: 182 ~ 220
- 鐘ヶ江良彦・田中千華・海老原克介・植松清次・柴田忠裕・渡邊照和・景山幸二 (2011) ローソンヒノキ (*Chamaecyparis lawsoniana*) に発生した疫病（新称）. 日本植物病理学会報 77 : 166.
- 桂 琦一 (1971) 植物の疫病 - 理論と実際 -. 誠文堂新光社. 東京
- Kobayashi T (2007) Index of fungi inhabiting woody plants in Japan -Host, Distribution and Literature-. Zenkoku-Noson-Kyoiku Kyokai Publishing co. Ltd.
- 小玉孝司・馬場日出夫・芳岡昭夫 (1980) キャラボクから分離された *Phytophthora cinnamomi* RANDS について. 関西病虫害研究会報 22 : 58
- Marçais B, Dupuis F, Desprez-Loustau ML (1996) Modelling the influence of winter frosts on the development of the ink disease of oak, caused by *Phytophthora cinnamomi* Rands. Ann. Sci. For. 53:369 ~ 382
- Marçais B, Bergot M, Pérarnaud V, Levy A, Desprez-Loustau, ML (2004) Prediction and mapping of the impact of winter temperature on the development of *Phytophthora cinnamomi*-induced cankers on red and pedunculate oak in France. Phytopathology 94: 826 ~ 831
- 升屋勇人 (2018) 外来生物による森林の変化と菌類, 森林科学シリーズ森林と菌類 (升屋勇人編), 共立出版 東京. 173 ~ 210
- 升屋勇人・田端雅進・市原 優・景山幸二 (2019) *Phytophthora cinnamomi*によるウルシ林の衰退 - 国産漆の新たなる脅威 -. 日本森林学会誌 101 : 318 ~ 321
- Milburn M, Gravatt GF (1932) Preliminary note on a *Phytophthora* root disease of chestnut. Phytopathology 22: 977 ~ 978
- Rands RD (1922) Streepkanker van Kaneel, veroorzaakt door *Phytophthora cinnamomi* n. sp. Medd. Inst. Plantenziekten 54: 41
- Rhoades CC, Brosi SL, Dattilo AJ, Vincelli P (2003) Effect of soil compaction and moisture on incidence of *Phytophthora* root rot on American chestnut (*Castanea dentate*) seedlings. For Ecol Manag 184: 47 ~ 54
- Robin C, Desprez-Loustau ML, Delatour C (1992) Spatial and temporal enlargement of trunk cankers of *Phytophthora cinnamomi* in red oak. Can J For Res 22:367 ~ 366
- Robin C, Capron G and Desprez-Loustau ML (2001) Root infection by *Phytophthora cinnamomi* in seedlings of three oak species. Plant Pathology 50: 708 ~ 716
- Shearer BL, Smith IW (2000) Disease of eucalypts caused by soilborne species of *Phytophthora* and *Pythium*. In: Keane PJ, Kile GA, Podger FD, Brown BN (eds) Diseases and pathogens of eucalypts. CSIRO Publishing. Australia 259 ~ 291
- Shearer BL, Crane CE, Cochrane JA (2004) Quantification of the susceptibility of the native flora of the South West Botanical Province, Western Australia, to *Phytophthora cinnamomi*. Australian Journal of Botany 52: 435 ~ 443.
- Shearer BL, Crane CE, Cochrane JA (2013) Variation in susceptibility of *Banksia* (including *Dryandra*) to *Phytophthora cinnamomi*. Australasian Plant Pathol 42: 351 ~ 361.
- Shearer BL, Tippet JT (1989) Jarrah Dieback: The Dynamics and Management of *Phytophthora cinnamomi* in the Jarrah (*Eucalyptus marginata*)

- Forest of South-western Australia. Research Bulletin No. 3. Department of Conservation and Land Management, Como, Western Australia
- Simpson AGB, Roger AJ. (2004) The real kingdoms of eukaryotes. *Current biology* 14:693 ~ 696
- Swiecki TJ, Bernhardt, EA, Garbelotto M (2003) First Report of Root and Crown Rot Caused by *Phytophthora cinnamomi* Affecting Native Stands of *Arctostaphylos myrtifolia* and *A. viscida* in California *Plant Disease* 87: 1395
- 田盛正雄・大嶺和子 (1978) 沖縄におけるパインアップル root rot wilt (仮称: 根腐萎ちょう病) の発生状況. *日本植物病理学会報* 44: 376
- White RP (1930) Two *Phytophthora* diseases of rhododendron. *Phytopathology* 20: 131
- 横浜植物防疫所 (2007) *Phytophthora ramorum* および *P. kernoviae* に関する病害虫危険度解析報告書. <https://www.maff.go.jp/j/syouan/keneki/kikaku/pdf/sod-pra.pdf> (2020年7月14日現在)
- Zentmyer GA, Mircetich SM (1966) Saprophytism and persistence in soil by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology* 56: 710 ~ 712
- (2020.12.08 受理)

都道府県だより

沖縄県における松くい虫の戦略的防除について

○はじめに

リュウキュウマツ（以下、マツと言う）は、琉球列島の固有種で沖縄を代表する樹木であり、県木にも指定されています。琉球王朝時代から各地で松並木が造成され、当時の面影は今帰仁村仲原馬場（写真-1）などの史跡に見ることができます。リュウキュウマツは古くから県民に親しまれてきた樹木であり、スギやヒノキの生育に適していない沖縄県で



写真-1 今帰仁村仲原馬場

は重要な木材資源となっています。

沖縄県の松くい虫被害は、昭和48年に沖縄本島北部地域で初めて確認され、その発生源は県外から持ち込まれた土木建築用資材であると考えられています。マツは森林面積（民有林 約75千ha）のうち約1/4を占め、白砂青松と例えられる海岸松林だけでなく、山地や米軍基地内も含めた沖縄本島全域にわたって松が点在しているのが特徴で、孤立化している松林は少なく被害が全域に伝播しやすいことから松くい虫の防除を難しいものとしています。

○これまでの被害状況と防除対策

松くい虫被害については、昭和55年に干ばつや台風の影響もあって被害は沖縄本島全域に広がり、昭和57年に約17千㎡の被害を記録したため、特別防除や伐倒駆除等の防除を徹底的に実施し、被害は一旦沈静化しましたが、平成2年から気象条件等の影響を受け再び増加し、平成5年には本島北部を中心に約42千㎡に激増しました。そこで県では、国道58号

松くい虫被害量の推移(過去15年間)

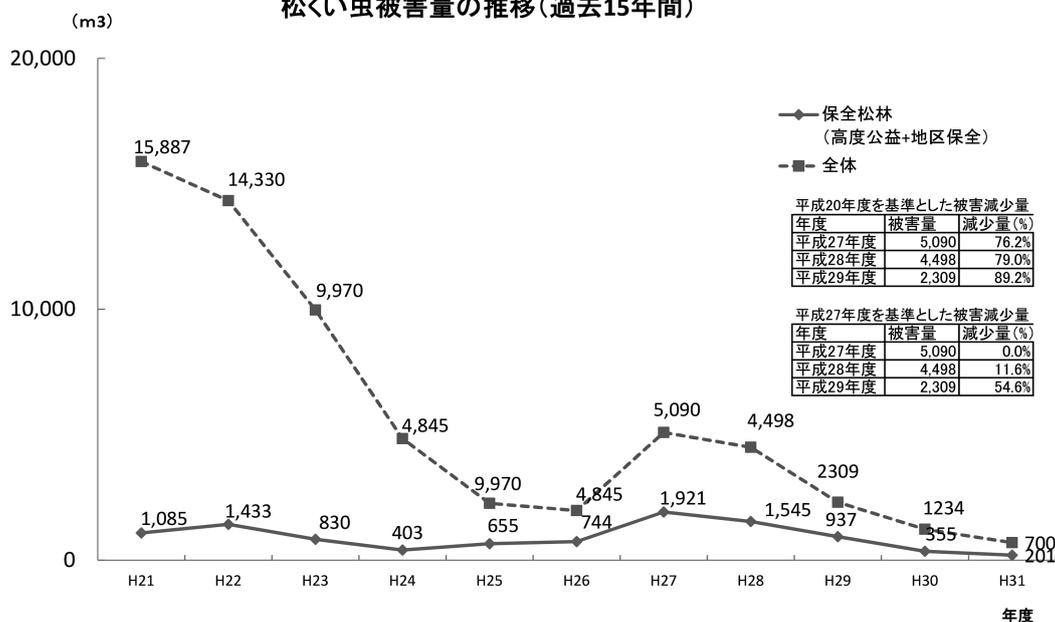


図-1 松くい虫被害量の推移グラフ

東側の地域を重点的に防除を実施した結果、平成6年から被害は減少に転じました。

しかしながら、平成12年から再び被害が拡大し、平成15年には高温少雨の気象条件も重なり、被害量は過去最大となる約44千㎡に達しました。県では「沖縄県松くい虫の防除に関する条例」の下、国、市町村、米軍及び関係機関・団体等が連携した取り組みを展開し、平成16年以降被害は毎年減少傾向にあります。現在は、水源かん養や土砂流出防備などの公益的機能が低い保全対象松林（2,364ha）において、徹底した伐倒駆除と、薬剤地上散布又は樹幹注入による予防を組み合わせた選択と集中による重点的な防除対策を実施しています。また、沖縄振興特別交付金を活用して保全対象松林以外の松林においても伐倒駆除及び樹幹注入による防除事業を実施し、令和元年には700㎡まで被害量を抑えることができ、ピーク時の約2%まで減少させることができました（図-1）。

○今後の展望と取組

沖縄本島最北端にある国頭村は、リュウキュウマツの造林地が数多く存在するほか、歴史的・文化的価値の高いリュウキュウマツが多く残されています。

国頭村は、平成15年頃までは年間約5千㎡～8千㎡の松くい虫被害が発生していましたが、関係者の努力と徹底した防除対策により、現在は年間5㎡程度まで被害を減少させることができましたが、近年、国頭村の南方側で被害が増加傾向にあり、当該地域への被害の再侵入、被害拡大が懸念されているところです。

このため県では、北端防除ライン（以下、「防除

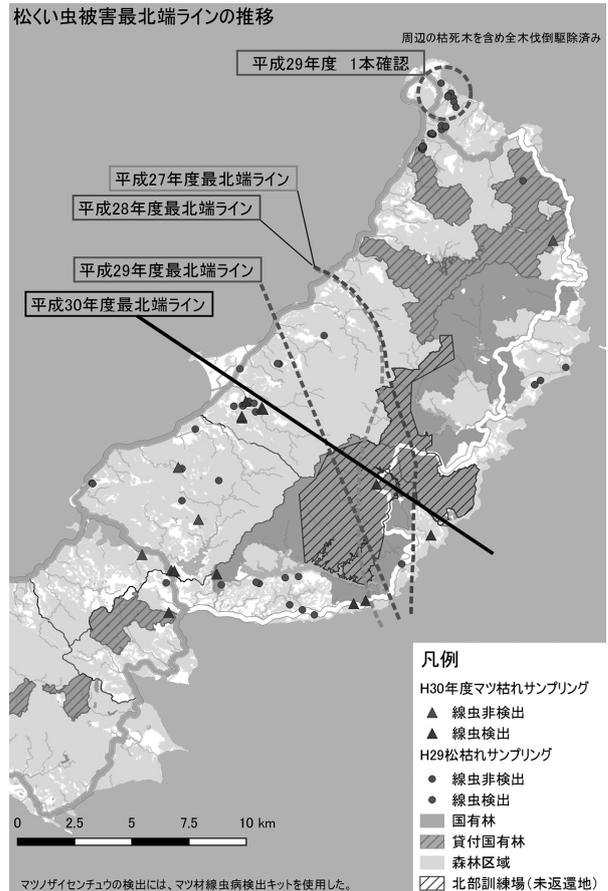


図-2 沖縄本島北部森林地域被害封じ込め防除ライン「防除ライン」という。図-2)を設定し、防除ライン以北で、ドローン等を活用した被害の重点監視を行うとともに、線虫罹病木の分布状況及びマツ林分布状況等を考慮した効率的・効果的な防除対策を関係機関・団体等と連携しながら実施しています。

松くい虫被害を再び拡大させないため、美ら島のマツを保全するため、今後も関係者一丸となって松くい虫対策に取り組んでまいります。

(沖縄県農林水産部 森林管理課)

岩手県における森林病害虫被害の状況と対策について

○はじめに

本県のアカマツは県全域に分布し、資源量、素材生産量ともに全国1位の量を誇っており、木材資源

のほか、マツタケの生育地、毛越寺や碓石海岸等の文化財の景観を成す樹木として重要な資源です。

また、ナラ等を含む広葉樹は民有林面積の約半分を占め、パルプチップ、木炭、しいたけなどの地域

の産業と深い関わりを持っております。

しかしながら、松くい虫及びナラ枯れ被害が確認されて以降、被害は継続・拡大傾向にあります。

今回はこれらの被害の状況と対策について紹介します。

○松くい虫被害の状況

本県で初めて松くい虫被害が確認されたのは昭和54年で、宮城県に隣接した一関市から国道4号沿いに県北部の市町村まで被害が確認されました。この時の被害は、徹底的に駆除が行われ、縮小しましたが、昭和58年から再び増加に転じ、平成15年には5万4千㎡と被害のピークを記録しました。

令和元年度の被害量は2万8千㎡と減少傾向となっているものの、被害地域は拡大し、被害最先端地域での被害量は増加傾向にあります（図-1, 2）。

○松くい虫被害対策

被害最先端地域での監視の強化や、被害地域から

未被害地域への被害材の移動禁止、被害地域においては6～9月の伐採を避けること等を定めた「アカマツ伐採実施指針」の遵守により被害の拡大を防いでいます。

被害最先端地域では、ドローンを活用するなど、監視を強化するとともに、伐倒くん蒸により全量駆除に努めています。

被害まん延地域では、重要マツ林での薬剤散布や樹幹注入による防除対策を実施するとともに、「アカマツ林の広葉樹林化事業」（いわての森林づくり県民税）を活用し、樹種転換やバイオマス発電施設での被害材の利用を促進しています。

○ナラ枯れ被害の状況

本県のナラ枯れ被害は平成22年に奥州市の国有林で初めて確認されて以降、平成25年度からは主に沿岸地域において被害が拡大、北上しています。平成29年度は過去最高の6,231㎡を記録しましたが、平成30年度は2,145㎡と大幅に減少しました。

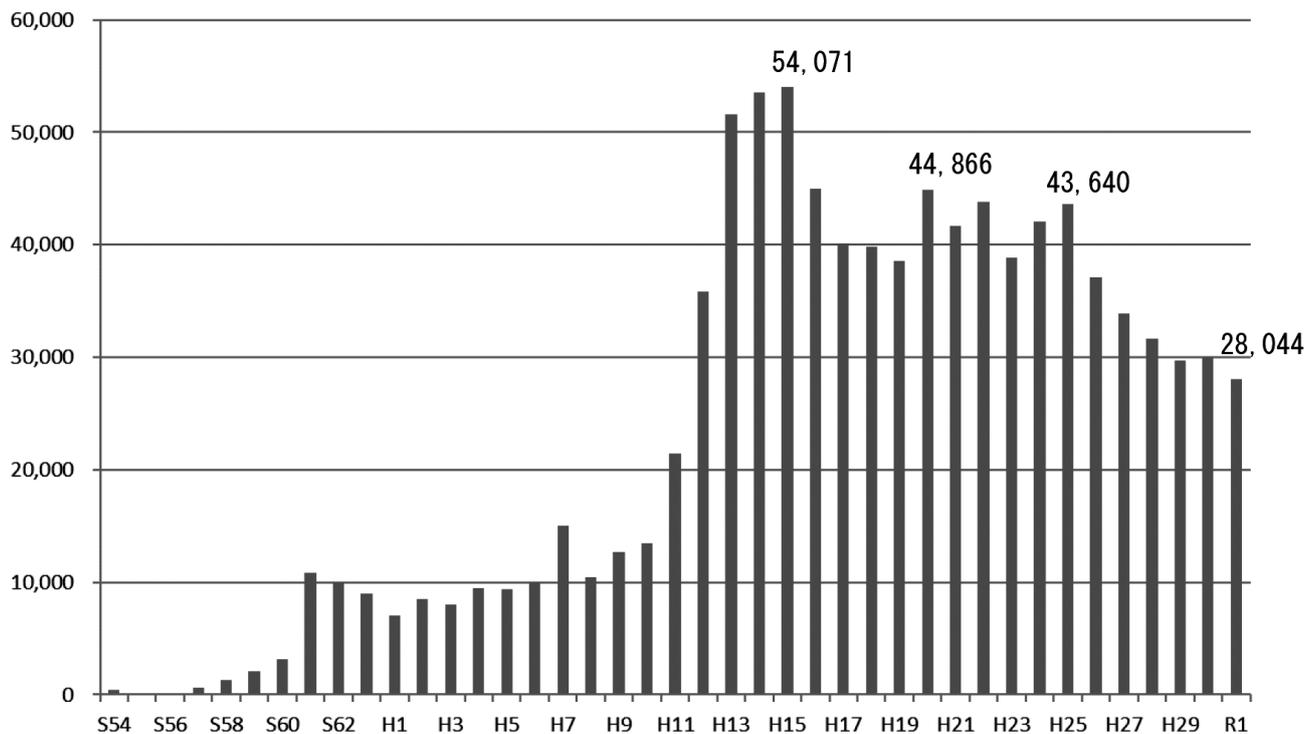


図-1 岩手県の松くい虫被害量の推移

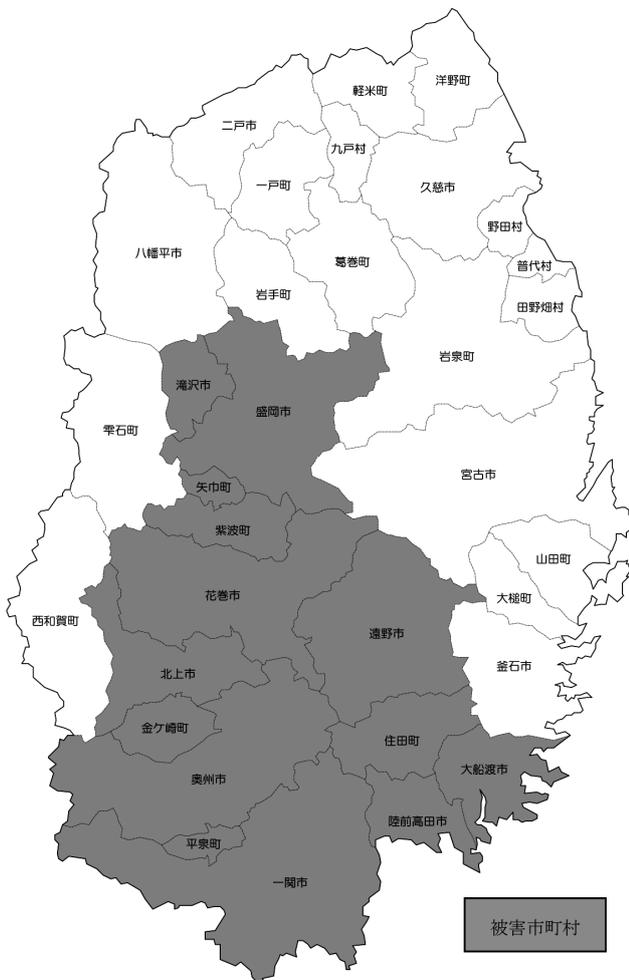


図-2 岩手県の松くい虫被害地域図（令和元年度）



図-3 岩手県のナラ枯れ被害地域図（令和元年度）

令和元年度の被害量は2,854㎡、対前年比133%と増加し、沿岸部では久慈市まで被害が確認されているところであり、今後は沿岸部の被害が内陸側に拡大することが懸念されています（図-3）。

○ナラ枯れ被害対策

被害の最先端地域では、ドローンを活用するなど監視を強化するとともに、伐倒くん蒸により全量駆除に努めているほか、急傾斜地では立木くん蒸を実施し、カシノナガキクイムシの密度低下に努めています。また、被害地域から半径30km以内の隣接地域においては、平成28年度から「ナラ林健全化促進事業」（いわての森林づくり県民税）を活用し、ナラ類等を含む広葉樹の伐採利用によるナラ枯れ被害を

受けにくい広葉樹林への若返りを促進しています。

○おわりに

岩手県では、被害材の利用駆除や移動等に関するガイドラインを定め、マツノマダラカミキリやカシノナガキクイムシの繁殖期の被害地域内のマツ及びナラ類の伐採等を避けるよう素材生産業者等に周知しています。被害の拡大防止には、関係者の協力が不可欠であることから、引き続き被害拡大防止に向けた普及啓発に努めていくとともに、市町村、森林組合、国有林等の関係者と被害情報及び駆除方針を共有するなど、連携して被害対策を講じていきます。

（岩手県農林水産部 森林整備課）

福井県のシカによる森林被害の現状と対策について

○県内のシカ被害の状況

本県のシカによる森林被害は平成6年ごろから発生が目立ち始め、県の南部（嶺南地域）を中心にスギなど人工林を中心とした樹幹への角研ぎ等による剥皮被害や、幼齢木の枝葉食害が年々増加するとともに、森林内の下層植生がシカの食圧により急速に衰退し、生物多様性の低下や土砂の流出などの被害も発生しています（図-1）。

被害面積については平成14年度に500haまで増加

しましたが、平成15年度以降は減少に転じ、平成18年度には51haとピークの10分の1まで減少して以降はほぼ横ばいに推移しています（図-2）。しかしながら、近年は被害区域が県の北部（嶺北地域）にまで広がっており、県全域への被害拡大が懸念されています。なお、県内のシカ推定生息数は、糞塊密度調査等の生息状況モニタリング調査結果から、平成27年度現在で嶺北地域が約27,000頭、嶺南地域が約32,000頭と推計されています。

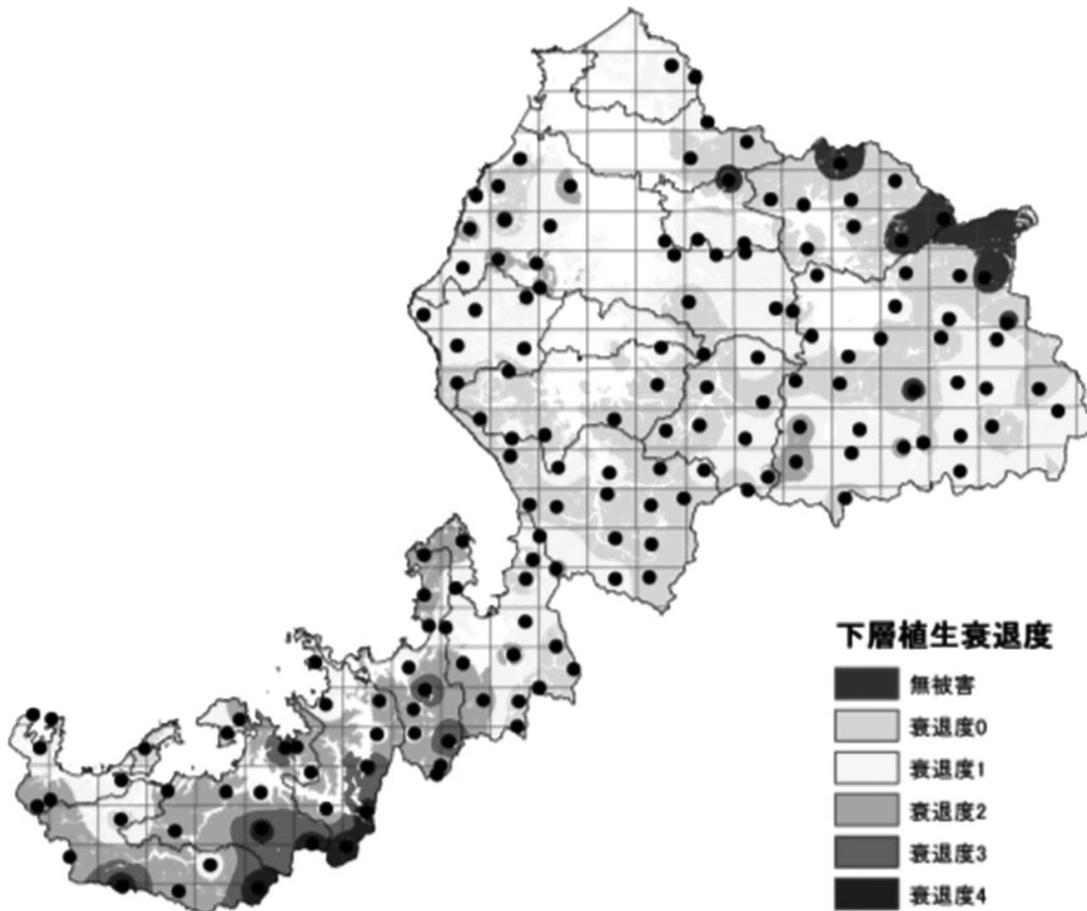


図-1 県内の下層植生衰退度 (H27)

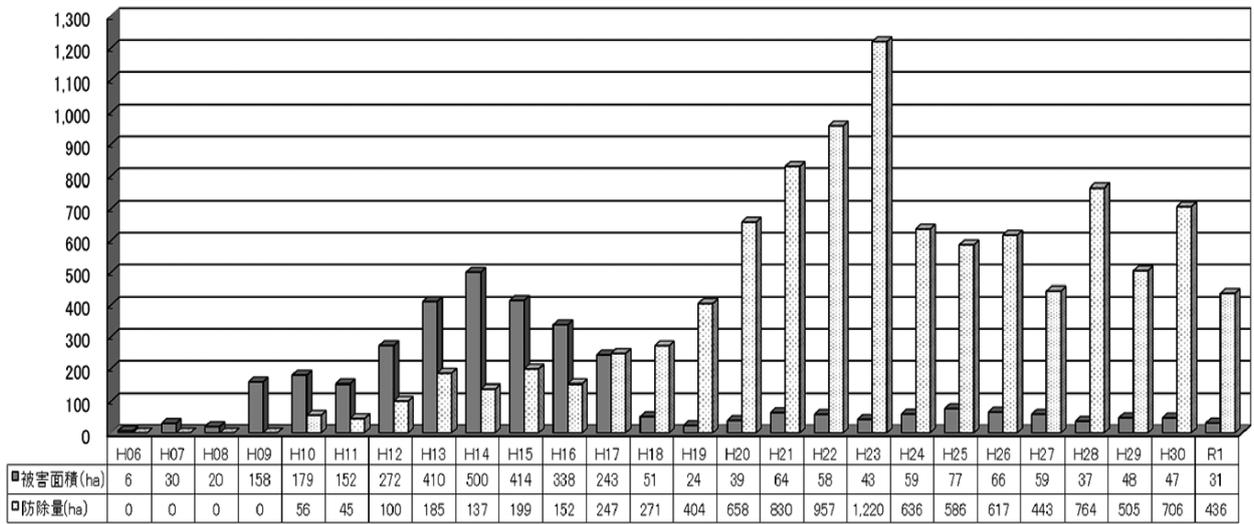


図-2 シカによる森林被害面積と森林防除面積の推移

○被害対策

本県の森林被害対策は、壮齢木を中心にクマやシカによる剥皮予防対策として、テープ巻きや生分解性のネット巻きなどの単木対策を中心に実施しており、実施面積としては平成10年頃から増加し、現在は年間約500ha程度を実施しています（図-2）。

また、シカは農業にも甚大な被害を及ぼしている

ため、農林行政が一体となってシカ被害防止に向け、現在「第4期第二種特定鳥獣管理計画」により、狩猟期間の延長、オスジカ狩猟制限頭数の解除、市町の連携による広域的な有害駆除の実施、猟友会と市町が連携した研修会等における捕獲技術の向上、獣肉の有効利用などを推進しており、有害駆除および狩猟による捕獲数については増加傾向にあります（図-3）。

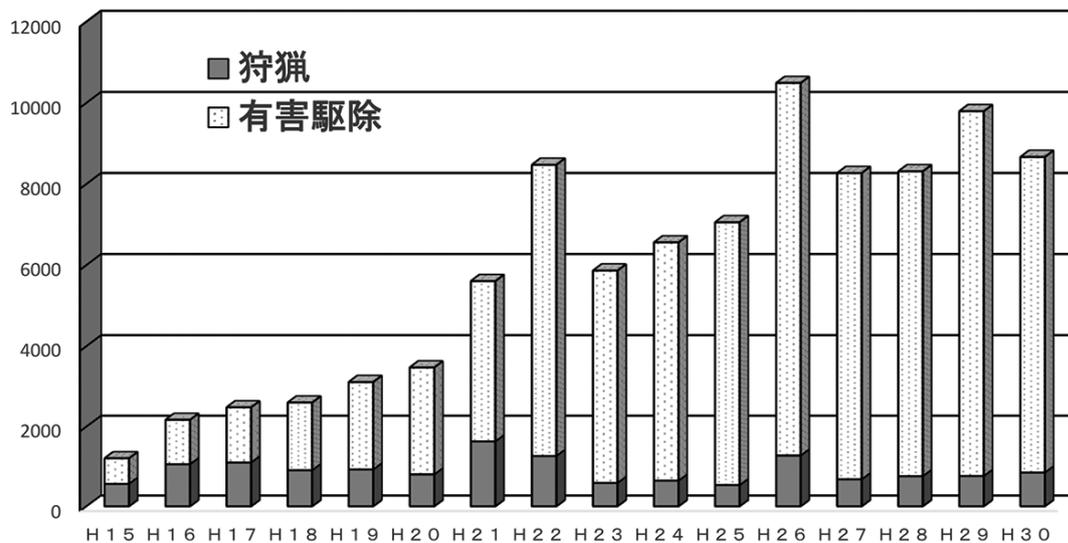


図-3 シカ捕獲頭数の推移



写真-1 ICTを活用した囲いわなによる捕獲



写真-2 ふくい型獣害管理道

林業でのシカ捕獲については、県内の森林組合が各地域の鳥獣害対策協議会と連携して森林施業箇所付近での捕獲を実施しており、猟友会による指導や効率的な捕獲に向けた研修等を通じて捕獲技術の向上を図ることで、捕獲数は年々増加傾向にあります。

そのほか、林内での効率的な捕獲を進めるため、ICTを活用した囲いわなや小林式誘引捕獲など新たな捕獲技術の普及を推進するとともに、間伐材搬出用の山ぎわ作業道や歩道等に獣害防護柵を設置することで森林と防護柵の管理を適正に行う「ふくい型獣害対策管理道」の整備も合わせて進めており、平成27年からの5か年で約40kmを整備しています(写真-1, 2)。

○おわりに

本県では、充実しつつある森林資源の積極的な利用に向け、昨年度末に策定した「ふくいの森林・林業基本計画」に基づき主伐・再生林を推進していくこととしており、今後は再生林後の幼齢木に対するシカの食害対策についても強化していく必要があります。計画を着実に実施していくため、コストと耐雪に主眼を置いた予防対策について今後試験研究で進めていくこととしています。

(福井県農林水産部 森づくり課)

協会だより

事務所移転及び電話番号等の変更について

この度、弊協会の事務所はビル建替え工事に伴い、令和2年12月14日に移転しましたので、お知らせいたします。

1. 新住所：〒101-0044

東京都千代田区鍛冶町1丁目9番16号

丸石第2ビル6階

2. 新電話番号：03-6700-4735

3. 新FAX番号：03-3258-5611

どなたでも投稿できます！本誌に投稿してみませんか？

最近、「森林防疫」への投稿が少なくなっています。何年か前から原稿料を差し上げられなくなってしまい、ご多忙の中、本誌への原稿を書いてくださる執筆者の方々には大変申し訳ない状態です。それが投稿が少ない大きな要因とっております。自分の文が伝統ある雑誌に掲載される喜び、論文は2名のレフェリーによる査読付き、そんなものが執筆される皆様の支えになっているのかもしれない。

研究者の皆様にとっては、オリジナリティの高い研究成果を「森林防疫」に掲載するのはもったいない、というお考えもあるかと思えます。それも理解できますが、本誌の読者は研究者だけではありませんし、研究者でも専門から離れた学会の論文を読む機会は少ないのではないのでしょうか？国際誌に英語の論文で出した成果を、一般の読者に分かりやすく解説する日本語の雑誌、また、身近な観察の中から得られた貴重なデータを公表する場にもなります。本誌はそんな役割も果たせると思っています。

記事ばかりでなく、表紙写真の原稿もお待ちしております。

下に投稿規定を掲載しますので、どうぞ皆様、奮ってご投稿をお願いいたします。

森林防疫投稿規定 (2015. 3改訂)

本文記事

1. 原稿の種類

本誌記事の原稿の種類には、論文（速報、短報を含む）、総説、解説、学会報告、記録、新刊紹介、読者の広場、病虫獣害発生情報、林野庁だより、および都道府県だより等があります。

2. 審査委員会

各分野8名の専門家よりなる審査委員会を設け、1件の原稿につき原則として2名の審査委員（主1，副1）が審査にあたります。審査委員会の意見により、著者に原稿の変更をお願いする場合があります。

3. 著作権

本誌記事の著作権は、全国森林病虫獣害防除協会に属します。本誌記事の電子ファイルを転載、公開、商用利用、二次情報の作成（データベース化など）などを行う場合には、利用許諾の申請をお願いします。

4. 印刷

本文の印刷は原則として白黒ですが、ご希望の場合は割増料金にてカラー印刷も可能です。別刷をご希望の方は、実費にて100部単位で受け付けます。別刷を御購入の方には、論文のPDFファイルを無償で差し上げますが、PDFファイル単体での分譲はいたしません。

5. 執筆要領

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

1) 原稿はできるだけ汎用性のあるソフトを用いて作成した電子ファイルによる投稿をお願いします。本文と図表、写真は原則として別ファイルとして下さい。

2) 本文はできるだけMicrosoft Wordで作成してください。本文の最初の1枚目は、原稿の種類、表題（和文と英文）、連絡先住所・所属・氏名（ローマ字つづり）、E-mailアドレス（非公開、著者との連絡用）、別

刷希望部数および写真・図表等資料の返送の要・不要，カラー印刷希望の有無について書き，実際の内容は2枚目から書き始めて下さい。1ページ46字×39行にすると，本誌の1ページと同じ字数になります。本文ファイルには，図表の張り付けはせず，説明文のみを本文末尾に付けて下さい。なお，本誌誌面は2段組みですが，原稿は段組みなしに設定して下さい。記事1件の長さは，通常刷り上り10ページ以内としますが，短編の記事も歓迎します。

- 3) 写真・図表もできるだけ電子ファイルで作成して下さい。それぞれ本文とは別ファイルで，望ましいファイル形式は，表はMicrosoft Excel (.xlsx)，写真はJPEG，図はイラストであればJPEGまたはPDF，グラフであればMicrosoft Excelのグラフ (.xlsx) です。
- 4) 用語等については，次の点に留意をお願いします。
 - ①常用漢字，現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述して下さい（ただし専門用語はこの限りではありません）。
 - ②生物の標準和名はカタカナで，学名はイタリック体で表記します。
 - ③樹齢の表わし方は満年齢です（当年生，1年生，2年生，40年生等）。
 - ④単位は記号を用いて下さい（例：m，cm，mm，ha，%等）。
 - ⑤年の表記は原則として西暦ですが，行政上の文書や施行に言及するような場合は，元号で構いません。
- 5) 本文の構成にはとくに既定しませんが，例えば論文であれば1. はじめに，2. 材料と方法，3. 結果，4. 考察，等の見出しを付けることをお勧めします。また，必要に応じてその下に中見出し(1)，(2)，…，小見出し1)，2)，…を付けて下さい。
- 6) 図表の見出しは，表-1，図-1，写真-1…とします。図表の説明文は，原稿本文の最後（引用文献の後）にページを改めて付けて下さい。
- 7) 文献は引用個所に「(著者姓 年号)」あるいは複数の場合は「(著者姓 年号；著者姓 年号；…)」のように記し，本文末に引用文献リストを付けて下さい。本文中の引用文献の著者名は，2人までは全員の，また3人以上は筆頭著者の後を「ら」あるいは「*et al.*」として省略します。引用文献リストでは著者名は全員の名前を書きます。引用文献リストの文献の順番は，著者名のアルファベット順，同一著者については年代順とします。同一著者で同一年の場合は，2004a，2004b，…のように記して下さい。アルファベットの著者名では，イニシャルのピリオドは省略します。また，誌名の略し方はNLM方式で，分からない場合は<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>でお調べ下さい。文献リストは，次の記載例を参考にしてお書き下さい。

論文引用

清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する線虫*Bursaphelenchus* sp.の接種試験. 日林誌 53: 210 ~ 218

Sepideh MA, Clement KM, Colette B (2009) Multigene phylogeny of filamentous ambrosia fungi associated with ambrosia and bark beetles. Mycol Res 113: 822 ~ 835

単行本部分引用

吉田成章 (1993) ヤツバキタイムシ. (森林昆虫 総論・各論. 小林富士雄・竹谷昭彦編, 養賢堂). 171

～ 178

Shimazu M (2008) Biological control of the Japanese pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus*. In: Pine wilt disease. Zhao BG, Futai K, Sutherland JR, Takeuchi Y (eds) Springer, 351 ~ 370

単行本全体引用

岸 洋一 (1988) マツ材線虫病-松くい虫-精説. トーマス・カンパニー, 東京 (ページ数記載不要)

ホームページ引用

内閣府 (2004) 森林と生活に関する世論調査. <http://www.cao.go.jp>..., 2004.10.1参照 (閲覧日を記入)

表紙写真

1. 表紙写真の種類

森の生物と被害に関係し、表紙を飾るにふさわしい写真を募集いたします。カラー写真で、単写真でも組写真でも結構です。内容は、本文記事との関連の有無はどちらでも構いません。写真の原画は出来るだけ高解像度・低圧縮率の方が高画質できれいな表紙にできます。写真はJPEG形式のファイルとして下さい。

2. 表紙写真説明文

表紙写真には300～500字の説明文が必要です。説明文の最後には、投稿者の所属と氏名をカッコ内に入れて記して下さい。

原稿の送付

本文記事、表紙とも原稿はなるべくE-mail添付で、boujo@zenmori.org宛てにお送り下さい。なお、大きなファイルをメール添付した場合、稀にトラブルがありますので、添付ファイル送信時には、原稿を送付したことを、別便のメールにてご連絡下さいますようお願いいたします。

ファイルサイズが大きく、添付が難しい場合は、ファイルをCDあるいはDVDに保存し、郵便などで次の宛先にお送り下さい。

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-16 (丸石第2ビル6階)

全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当宛

森林病虫獣害発生情報：令和2年11～12月受理分

病害

なし

獣害

なし

(森林総合研究所 服部 力/佐藤大樹/岡 輝樹)

虫害

なし

○訂正

本誌69巻6号(2020年11月発行)の都道府県だより「沖縄県における松くい虫の戦略的防除について」の記事におきまして、見出しのタイトル及び挿入位置にまちがいがありました。お詫びいたしますとともに本誌70巻1号に再掲載いたします。

マツクイ虫防除に多目的使用が出来る サンケイ スミパイン [®] 乳剤	樹木のケムシ退治に ディプロレックス [®] 乳剤
松枯れ防止樹幹注入剤 グリーンガード [®] ・NEO	ナラ枯れ予防用樹幹注入剤 ウッドキング [®] DASH
少量注入でケムシや吸汁性害虫を防除 ウッドスター [®]	伐倒木用くん蒸処理剤 キルパー 40 [®]
伐倒木くん蒸用分解性シート ビオフレックス	マツクイ虫被害木伐倒駆除に パインサイド [®] S油剤D

 **サンケイ化学株式会社** <説明書進呈>

本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588
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3F	(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

森林防疫 第70巻第1号(通巻第742号)
令和3年1月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 村松二郎
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都豊島区東池袋5-45-5
ASビル
☎ (03) 5944-9853
定価 1,240円(送料込, 消費税別)
年間購読料 6,200円(送料込, 消費税別)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan
〒101-0044 東京都千代田区
鍛冶町 1-9-16(丸石第2ビル6階)
☎ (03) 6700-4735 FAX (03) 3258-5611
<http://bojyokyoikai.main.jp/>