

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

年頭所感 林野庁長官 皆川芳嗣 3

総説

「随伴侵入」する微小生物の現状と問題点

[神崎菜摘・升屋勇人・岡部貴美子] 4

論文

サクラ衰弱症樹(根頭がんしゅ病)の樹勢回復技術

[小林紀彦・石井孝昭] 11

丸太に穿入させたカシノナガキクイムシに対するMEPの殺虫効果

[江崎功二郎] 16

プロジェクト報告

菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除技術の開発

[北島 博・阿部正範・杉本博之・川島祐介・石谷栄次・藤林範子・陶山 純・本荘絵未・

岡本武光・薦田邦晃・國友幸夫・西澤 元・宮川治郎・大谷英児] 19

読者の広場：ケヤキの枝枯れを起こすてんぐ巢症状(天野孝之) 28

国有林だより：野生鳥獣との共存に向けた生息環境等整備モデル事業の実施 29

都道府県だより：鳥取県・栃木県 32

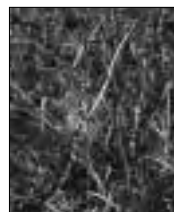
森林病虫獣害発生情報：平成22年10月・11月・12月受理分 35

森林防疫ジャーナル：編集委員会報告

(独)森林総合研究所生物関連人事異動 36



A



B



C

[表紙写真] ハマナスに寄生したツノロウムシ

写真A：自身が分泌するロウ物質に被われたツノロウムシ

写真B：多数のツノロウムシに寄生されたハマナス

写真C：保護柵内に群生する落葉期のハマナス

茨城県鹿嶋市大小志崎の海浜海岸に自生するハマナス (*Rosa rugosa* Thunb.) に寄生するツノロウムシ (*Ceroplastes ceriferus* Fabricius) である。主軸や枝に白くて丸く、径は6~8mm、亀の甲羅のように盛り上がっている部分が虫から分泌されたロウ物質で、内側には橙色をした越冬形態の雌成虫がいる。マサキやツバキなど多数樹種の害虫として報告されているが、ハマナスには記録がないようだ。吸汁により樹体衰弱や枝枯れなどを引き起こし、枝葉にすす病を誘引する。越冬成虫の掻き落とし駆除および薬剤散布が有効である。マサキについてカルホス乳剤とサンヨール液剤ALが農薬登録されているので、それに準じて6月から7月上旬頃の幼虫発生時期に散布を行う。ハマナスはバラ科植物、北海道から東北地方の沿岸部に群落を形成し、灌木性で、茎に多くの棘を有し、5~7月頃に紅色花を咲かせる。海浜海岸の群生地は国指定天然記念物「ハマナス自生南限地帯」(1922年指定)である。波打ち際より60mほど内陸にある2,234㎡の保護柵内の指定地には、高さ0.5~1mのハマナスが群生している。管理者によると、ツノロウムシの寄生が見られるようになったのは近年で、寄生木は指定地の部分にとどまっている。

2005年1月12日撮影

(森林総合研究所 森林微生物研究領域 河辺祐嗣)

年 頭 所 感

林野庁長官 皆川 芳嗣¹



新年を迎え、謹んで年頭の御挨拶を申し上げます。

本年は、国連によって定められた「国際森林年」です。森林の多面的機能の重要性を再認識するとともに、森林・林業・木材産業の再生、発展に向けた取組を一層進めるまたとない機会です。

この記念すべき年に当たって、我が国の林政においても、「森林・林業再生プラン」元年として、多方面にわたって施策を推進していきたいと考えております。

昨年11月には、「森林・林業再生プラン」の推進にあたっての具体的な対策について、最終とりまとめが農林水産大臣に報告されました。この「森林・林業再生プラン」は、昨年6月に閣議決定されました「新成長戦略」において国家戦略プロジェクトの一つに位置付けられております。今後、森林計画制度の見直しやフォレスター制度の創設、路網整備の加速化、施業集約化、搬出間伐の推進に加え、国産材の効率的な加工、流通体制づくりや木材利用の拡大に向けて、大規模物流に対応できる素材の供給体制や品質・性能の確かな製品の安定供給体制の整備、木質バイオマスや公共建築物への利用を含めた木材利用の多角化等に取り組んでまいります。

また、昨年10月に施行されました、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に基づき、今後、政府が率先して木材利用に努めることにより、地方公共団体の主体的な取組と、これらを起爆剤とした一般の住宅や建築物への波及効果が期待されているところであり、「森林・林業再生プラン」の実行のために大きな役割を果たすものと考えております。

さらに、現在伐採量の約半分を占める未利用間伐材等を木質バイオマスとして有効に活用するため、経済産業省と連携して、発電事業用設備に対する「再生可能エネルギーの全量買取制度」の導入に向けた検討を進めていく考えです。

また、昨年12月に公布されました「地域資源を活用した農林漁業者等による新事業の創出等及び地域の農林水産物の利用促進に関する法律」、いわゆる6次産業化法は、農林水産業をさらに活性化させるきっかけとなるものであり、林政においても6次産業化への取組を着実に進めてまいりたいと考えております。このことが、林業・木材産業を含む、「食と農林漁業の再生」にも資するものと信じております。

これらの施策を通じ、10年後の木材自給率が50%以上となるよう努力してまいります。

一方、本年は、国際約束である京都議定書の第一約束期間末を来年に控え、我が国の温室効果ガス削減目標の6%のうち3.8%を森林吸収が占めることから、森林の適正な整備を通じて引き続き森林吸収源対策を着実に推進することも極めて重要であると考えております。

このように、本年は林政の大きな転換点となる1年であり、林野庁は国民の皆様からの御期待に応えられるよう、関係する都道府県や市町村等とも連携を密にさせていただき、着実な施策の展開を図ってまいりたいと考えております。皆様の御理解と御協力をお願いいたします。

結びに、皆様の益々の御健勝と御発展を祈念いたしまして、年頭の御挨拶とさせていただきます。

¹MINAGAWA, Yoshitsugu

総説

「随伴侵入」する微小生物の現状と問題点

神崎菜摘¹・升屋勇人²・岡部貴美子³

はじめに

国際生物多様性年にあたる今年、国際生物多様性条約締結国会議COP10が日本で開催され、各地で生物多様性に関する催し物が開催されるなど、生物多様性に対する国内の関心は今までにないぐらいに高まっている。これに伴い、森林生態系の多様性に関しても、様々な研究が行われ、大きな成果が得られつつある。一方で、生物多様性保全の中で、侵入生物に関する問題はこれまで、あまり注目を集めてこなかった。しかし、侵入生物は生物多様性や遺伝資源の保全を脅かす非常に重大な問題の一つであり、第三次生物多様性国家戦略の中では生物多様性に対する第3の危機として明記されている。我が国の森林生態系も重要な侵入生物に脅かされてきた。我が国で過去最大の森林病害であるマツ材線虫病が侵入病害であることについて、認識している人は実は一般には少ないかもしれない。本病害により、日本のマツ林は大きく変貌してきたことについては周知の事実であろう。また、北米ではクリ胴枯病のような樹木病害が、ランドスケープレベルで影響を及ぼしている。このように侵入生物の影響は非常に大きなものになり得る。それにも関わらず、侵入生物に関する警戒態勢は十分とはいえない。特にマツノザイセンチュウや樹木病原菌のように、森林に大きな被害を与え得る微生物、微小動物の侵入に関しては、肉眼では見えないため、その存在を把握、認識することが困難である。これらの微生物の共通する生態的特性として、別の輸入生物や輸入資材に随伴して侵入するということがある。そのため、これらの微生物の侵入警戒にあたっては侵入生物の現状把握、情報収集を行うとともに、これらの生態的特性を考慮したリスク評価、警戒システムの構築が求められるだろう。

現在、これら随伴侵入生物の実態を明らかにし、環境リスクの評価を行うため、国立環境研究所を中心に、地球環境研究総合推進費による研究課題、「非意図的な随伴侵入生物の生態リスク評価と対策に関する研究」が行われている。最近、この調査の過程で、世界でも最も重要な森林病原体のひとつである *Ophiostoma ulmi*, *O. novo-ulmi* が北海道で発見され、これらは海外からの生物資材に伴い侵入した移入種であると考えられた (Masuya et al., 2009)。幸い、国内原産自生のニレ類は、この病気に耐性があるようで、特に大きな問題とはならなかったが、外来病原体の侵入に関しては今後も引き続きの警戒が必要である。本稿では、生物資材に随伴侵入する生物のうち、森林生態系に大きな影響を与え得る、菌類、線虫類、ダニ類、それぞれについて、現状と問題点について議論する。

随伴菌類の現状と問題点

あまり知られていないが、日本の森林にはすでに数種の侵入病原菌が定着している。例を一覧表に示した (表-1)。日本の森林で重要な侵入菌類としては、スギ赤枯病菌があげられる。この病原体は後になって北米からの侵入菌である可能性が高いと判断された種類であるが (伊藤ら, 1967), 1910~1950年代にスギ苗畑で猛威を振るった病害であることを知るものは少ないかもしれない。明治末期に茨城県下の苗畑で発見されたのが最初の記録で、その後10年足らずで全国の苗畑に蔓延した。林野庁による昭和28年度の被害集計を見ると被害総本数は約4700万本に達し、当時としてはスギ養苗総本数の3~4%にあたるスギ苗が被害を受けていたという (陣野1979)。原因菌は *Cercospora sequoiae* とされ、当初、*C. cryptomeriae* として記載された本病原菌

表-1 日本に定着している侵入病原菌の例

侵入種	宿主	侵入経路	影響	被害リスク
<i>Ophiostoma novo-ulmi</i>	ニレ類	丸太	生態系	不明
<i>Cercospora sequoiae</i>	スギ	苗	苗畑, 林業	大 (防除法確立)
<i>Corticium salmonicolor</i>	複数樹木	不明	生態系, 街路樹	中
<i>Phragmidium mucronatum</i>	バラ類	苗木	生態系, 園芸品	小
<i>Kirramyces epicoccoides</i>	ユーカリ類	不明	緑化樹	小
<i>Pseudocercospora eucalyptorum</i>	ユーカリ類	不明	緑化樹	小
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	ツツジ類他	不明	生態系, 緑化樹	不明
<i>Discula platani</i>	プラタナス	不明	緑化樹	小
<i>Nyssopsora cedrelae</i>	チャンチン	不明	緑化樹	小

が後に北米のギガントセコイア上で記載されている種類と一致したことから、*C. sequoiae*と再同定され、侵入種として認識された。現在はボルドー液等の農薬による防除手法が確立し、被害は抑制されている。

最近、北海道のハルニレ、オヒョウに穿孔しているニレノオオキクイムシ (*Scolytus esuriens*) からニレ類立枯病菌である *Ophiostoma ulmi* と *O. novo-ulmi* が検出された (Masuya et al. 2010)。*O. novo-ulmi* には2つの亜種が報告されており、日本に分布しているのは *O. novo-ulmi* ssp. *americana* であることが明らかとなった。この種類は北米原産であり、これまでにヨーロッパやニュージーランドに侵入して、ニレ類の枯損を引き起こしている種類である。*O. ulmi* と *O. novo-ulmi* は同所的に存在する場合、急速に *O. novo-ulmi* へ置き換わることが知られており (Brasier 私信)、現在日本ではまだ *O. ulmi* と *O. novo-ulmi* の両方が検出されているため、*O. novo-ulmi* は最近になってから日本に侵入してきた可能性が高いと考えられる。日本産ニレ類は欧米のニレ類に比べて枯死し難いため、急速が被害の発生、拡大はないと思われるが、今後の経過を注意深く見守る必要がある。

導入樹木とともに日本に侵入、定着している樹木病原菌もいくつか存在する。例えばバラ類に寄生する *Phragmidium mucronatum* やチャンチンに寄生する *Nyssopsora cedrelae* などのサビ菌類は普通に

存在する。また、様々な樹木に寄生する赤衣病の病原菌 *Corticium salmonicolor* も南方からの侵入種と考えられる。北海道のプラタナスで発生する *Discula platani* も導入樹種とともに日本に定着している樹木病原菌であろう。これらの病原菌のうち宿主特異性が比較的強いものは、日本産樹木への影響は少ない。一方で多犯性の種類は被害拡大の可能性があるので、注意が必要かもしれない。

今後、侵入を警戒する樹木病害として現在重視されている樹木病原菌は世界の様々な植物防疫機関により選定されたものである。*Phytophthora* 属菌のいくつかは多犯性であるため、侵入すれば日本でも重大な被害をもたらす可能性がある。一方で、クリ胴枯病菌のようにアジア原産種が重視されている場合もある。北米、ヨーロッパで問題になっている種類は概してアジア原産種であることが多く、これらをターゲットにする意味はあまりないかもしれない。むしろ北米、ヨーロッパで問題になっていない種類を警戒することの方が重要になるだろう。

侵入生物としての菌類の影響について議論する前に、常に問題となるのが、本当にその種類が侵入種かどうかの判断が難しいということである。現在日本国内では約1万種の菌類が報告されているが、世界で推定150万種と言われている菌類に関して、国内で調査が十分に進んでいるとは言い難い。毎年新種記載が数多くなされる点については、次項の線虫類やダニ類についても同様である。このようにある

種類の起源がよくわからない種をcryptogenic speciesと呼ぶ (Carlton, 1996)。こうしたcryptogenic speciesの存在は侵生物のリスク評価の妨げとなる。楽観論者は今までに国内で報告されていない種類を、今まで分布していたにも関わらず発見されていなかった種類にしたい。一方悲観論者はそのような種類を国外からの侵入種にしたいのである。このような状況で正確にその種類の生態系におけるリスクを評価することは困難であり、影響を予見することは不可能に近い。Cryptogenic speciesに分類される種類を極力減らす努力が今後一層求められる。

随伴線虫の現状と問題点

わが国の森林において最も重要な病原体はマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) であることは論を待たない。これは、その名のとおり、マツ属樹木の材内に侵入して、通水系を破壊し、枯死を引き起こす線虫類の一種であり、木材の人為的移入に伴い、北アメリカから侵入してきたといわれている (Kobayashi et al., 1984; Mamiya et al., 1983)。

昆虫を媒介者として利用する線虫は非常に多く、これらは「昆虫嗜好性線虫 (entomophilic nematodes)」と総称される (Poinar, 1975)。そして、彼らが利用する昆虫は非常に幅広く、これらには、当然ながら「侵入害虫」とされる昆虫も含まれる。これら外来昆虫に随伴して侵入してくる線虫はそれほど多く知られているわけではないが、過去から未来に至るまで多数のものが侵入してきた、もしくは侵入してくる可能性は非常に高いだろう。

しかし、日本国内でも、また世界的にも、森林棲息性線虫に関する基礎情報は絶対的に不足しており、明らかに外来種であると考えられる線虫の報告はほとんどない。すなわち、森林、造園現場で検出されるほとんどの線虫はcryptogenic speciesとされてしまうのが現状である。そのような現状のもと、数少ない例外として、ヤシオオサゾウムシ (*Rhynchophorus ferrugineus*: 以下、ヤシオサ) に随伴して侵入してきたと考えられる線虫を紹介する。

ヤシオサは体長約4 cmにも達する大型種で、インドなどの南アジア原産。英名Asian palm weevil, もしくはred palm weevilともよばれる非常に美しいゾウムシである。日本には、1975年の沖縄県への侵入以後、九州本島、本州でもいくつかの場所で植栽されたフェニックスを中心に深刻な被害をもたらしている。現在では、中東、ヨーロッパにまで広がり、各侵入地で重要害虫として知られる (e.g., 安部・曾根, 2007)。

このゾウムシが含まれる*Rhynchophorus*属は熱帯を中心に、世界中各地でヤシ類の害虫となっているが、なかでも*R. palmarum*はココヤシ赤輪病 (red ring disease) の病原線虫、*B. cocophilus*を媒介することが知られており、世界的にその侵入が警戒されるグループである (Giblin-Davis, 1993)。

日本でヤシオサの被害が起こった際、線虫を専門とする筆者らは*B. cocophilus*, もしくはその近縁未記載種の侵入を疑い、ヤシオサ虫体、枯死したヤシ類の組織などを入手して線虫の分離を試みた。結果から言えば、*Bursaphelenchus*属線虫は検出されず、枯死被害はヤシオサ単独の加害によるものであるという当初からの説は覆らなかったが、この過程でひとつ、面白い線虫が検出された (Kanzaki et al., 2008)。それは、一般的には大きな特徴のない細菌食性自由生活線虫の一種、*Teratorhabditis synpapillara*という種で、最初、ヤシオサの原産地であるインドにおいてヤシオサから報告され (Muthukrishnan, 1971)、続いてインドネシア (バリ島) で堆肥の中からの検出されたという線虫である (Sudhaus, 1985)。また、未発表ながら、イラン、スペインでもヤシオサの侵入個体群から検出されているらしい (Giblin-Davis, 私信)。

*Teratorhabditis*属は多くが昆虫嗜好性線虫として知られており、これまでも、*R. palmarum*, *R. cruentatus*から*T. palmarum*が記載されるなど、*Rhynchophorus*属との便乗関係も深く、種、あるいは属レベルでの媒介昆虫特異性があるものと考えられる (Poinar, 1975; Sudhaus, 1985; Gerber & Giblin-Davis, 1990)。すなわち、日本で検出された

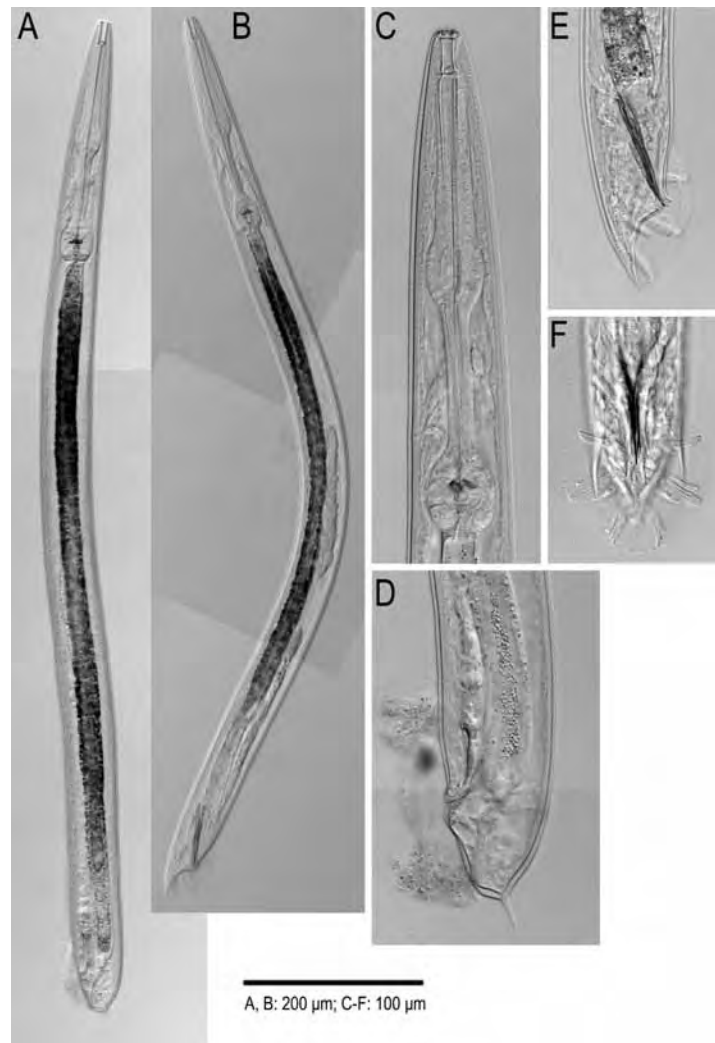


図-1 *Teratorhabditis synpapillata*.

A: 雌成虫; B: 雄成虫; C: 成虫頭部; D: 雌成虫尾部; E, F: 雄成虫尾部

*T. synpapillata*は、ヤシオサの侵入に伴い、同時に日本に侵入してきた種類である可能性が非常に高い。

自由生活線虫に関しては森林や農業に対して顕在化するまでの被害を与えるものは少ないだろうし、それを目的として探索しなければ見つからないものがほとんどである。しかし、われわれの目に付かない部分で生態系にどのような影響を与えるか、与えるか、今後、モニタリングと慎重な影響評価が必要となってくるだろう。

潜在的に森林病害となりうる線虫種の報告はこれまでも各国でなされており（神崎，2008），また，植物防疫検査の現場でも外材からの線虫検出事例が

多数報告されているということを考えれば（相原ら，1980），国内における基礎的情報の積み上げは急務であるといえる。

随伴ダニの現状と問題点

昆虫とともに移入するダニは，寄生や便乗など昆虫の共生関係を示す。昆虫を生物資材とともに移送する場合は，さらに同一の生息場所を共有する「無関係」のダニも移動させることになる。これらの侵入経路と生活史特性を明らかにすることにより，非意図的侵入生物による被害を未然に防ぐ努力が必要である。

1) ペットクワガタとともに侵入するダニ

1999年に外国産クワガタムシやカブトムシ生虫の輸入が解禁になって以来、その輸入個体数は100万頭を超え、依然衰えを見せない。単にペットとしてこれほどの数の昆虫を輸入する国はほかになく、国際的にもきわめて珍しい状況が既に10年以上続いている。ペットクワガタ輸入には二つの異なる視点から問題があることがわかってきた (Goka et al, 2004)。その一つは稀少あるいは珍奇な種を追い求めるあまりに、これらの種が生息する地域でクワガタムシの乱獲が起こっていることである。そしてもう一つはクワガタムシとともに、これまで知られていなかった寄生生物と一緒に日本に侵入してきていることである (Okabe and Goka, 2008)。

クワガタムシにはクワガタナカセと呼ばれる外部寄生性のダニが知られている。コナダニ団のコウチュウダニ科に属するこのダニは、甲虫成虫の体表面にのみ生息する。幼虫上では生きていくことができないので、複数世代が成虫としてオーバーラップするようなクワガタムシ、すなわち、オオクワガタ、コクワガタ、ヒラタクワガタなどにのみ寄生することが可能である。東南アジア産のクワガタからは既に複数種が記載されており、寄主特異性が示唆されてきた (OConnor, 1982; Goka et al, 2004)。日本に輸入されたクワガタムシ成虫をペットショップで購入し、その体表面を調べたところ、多くのダニを発見した。概ね記載通りの寄主-ダニの特性を示したが、中にはペットショップ内における感染と見られる、寄主-ダニの特異性の崩壊も認められた (Okabe and Goka, 2008)。ヒラタクワガタでは、外国産と日本産の間には亜種レベルの違いしかなく、生殖が可能である (Okabe and Goka, 2008)。このことはダニが寄生した外国産ヒラタクワガタが野外に捨てられると、日本産クワガタとの遺伝子汚染が生じるだけでなく、ダニによる汚染も広がる可能性を示唆している。日本産ヒラタクワガタとコクワガタには同種のダニが寄生していること (岡部 未発表)、別種のクワガタ同士のダニのやりとりについて興味があったことから、飼育容器内で外国産ヒ

ラタクワガタのダニと日本産コクワガタのダニの寄主であるクワガタを、それぞれ交換してみた。すると外国産のヒラタクワガタナカセはコクワガタに寄生できたのに対して、コクワガタナカセは外国産ヒラタクワガタに寄生できないことがわかった (Okabe and Goka, 2008)。このことは日本に外国産寄生ダニが広がる可能性を示している。外国産ダニが寄生しても、コクワガタがすぐに死んでしまうということではなかった。しかし寄主と寄生者の間に寄主特異性が見られるということは、お互いが出会って共生が始まってから進化的に長い時間が流れたことを示唆する。この関係が壊れるとき何が起るのか、現在の科学で推測することはできない。

2005年までの日本のクワガタムシ野外サンプルからは、外国産のダニは発見されなかった (Okabe and Goka, 2008)。それから数年の月日が流れ、クワガタムシの輸入量は高め安定を保っている。また野外での外来種の発見報告も相次いでいる (環境省, 2010)。クワガタムシ同士の遺伝子汚染だけでなく、生態が未知のダニが野外で広がってゆく危険性にも目を向ける必要がある。

2) タイワンタケクマバチの移入と共生ダニ

タイワンタケクマバチは2006年に愛知県豊田市、岐阜県安八町で相次いで発見された (神尾, 2007; 矢田, 2007)。日本本土の在来種であるキムネクマバチ (通常は、クマバチと呼ばれる) は雌雄ともに背中が黄色い毛で覆われているが、タイワンタケクマバチメス成虫は全身がほぼ真っ黒である。またキムネクマバチに比べるとやや体サイズが小さい。その名の通り、竹材に自ら穴をうがち、内部の空洞を利用して営巣する。生きた竹を利用することはないので、現在日本では竹林よりも、竹材を取り扱う業者の貯木場などでよく見かける (Okabe et al., 2010)。タイワンタケクマバチという名を冠するものの、台湾にのみ生息するわけではなく、台湾を含む中国からインド近辺にまで広く分布する (Michener, 2000)。

タイワンタケクマバチは先に述べたペットとは異なり意図的に輸入されたとは考えにくいことから、おそらく竹材とともに非意図的に日本に運ばれてき

たものと考えられた。いわゆる生の竹材は植物検疫の対象となるが、乾燥などの処理後の加工材は、非対象である。このクマバチは生きた竹には営巣しないことから、乾燥後の材に営巣したものが日本に運び込まれ、新成虫が羽化したものと推測された (Okabe et al., 2010)。日本に定着したタケクマバチからは、成虫の毛の中に便乗しているダニが見つかり、また豊田市内の自然巣の約7割からダニが発見された (Okabe et al., 2010)。このダニはミトコンドリアDNAによる鑑定の結果、日本産というより台湾産に近いことが明らかとなった (Kawazoe et al., 2010)。しかしダニの毛を精査したところ、台湾に生息するタイワンタケクマバチのダニとは別種で、むしろ中国本土に生息するタイワンタケクマバチの共生ダニと同じ種であることがわかった (Kawazoe et al., 2010)。クマバチが導入されたと思われる2000年代は、日本に輸入される竹のほとんどは中国大陸産だったことから、タイワンタケクマバチはダニとともに、中国本土から来日し定着したと考えられた (Okabe et al., 2010)。

タケクマバチは竹材に穴を開けてしまうため、竹を用いた建築物の害虫となる可能性がある。竹材を扱う業者にとっては、既に害虫といえる。ダニはクマバチ無しには生きてゆけないので、おそらく人の家などに侵入して害虫になることはないだろう。しかし、この外来ダニの生活史はキムネクマバチと共生する在来ダニのそれと類似していたことから、キムネクマバチにホストスイッチすると新たな共生関係が発生するかもしれない (Okabe et al., 2008; Okabe et al., 2010)。そのとき何が起こるかは、前述のクワガタナカセ同様に、我々には予測不能である。

おわりに

ここまで述べたように、生物資材の輸入に伴って非意図的に侵入してくる微生物、微小動物は意外に多い。しかし、これらの多くは重大な病害や環境改変を引き起こすことはなく、その存在自体が認識されることはほとんどない。上に挙げた線虫, *T. synpapillata*

やタケクマバチ便乗ダニの場合も、肉眼的に認識される外来昆虫に便乗するものでなければ検出されることはなかったかもしれない。しかし、生物多様性や遺伝資源の保全を考えた際、これら外来生物の影響を無視することはできない。今後も引き続き外来種の検出、侵入経路の特定やモニタリングといった作業が必要である。

一方で、本稿で挙げたような微生物、物微小動物に関しては、国内でも研究者数が少なく、在来種に関する情報も絶対的に不足している。このため、実際に問題となっている病害でも、病原体の特定や、その起源地の推定も簡単には出来ないことが多い。たとえば、マツ材線虫病では病害の初報告からその病原体の特定まで半世紀以上を要しているし、ナラ類の集団枯損においてもその病原菌、媒介昆虫個体群の原産地推定は簡単な作業ではなかった。すなわち、保全すべき多様性、遺伝資源の全体像がまだまだ明らかにされていないということである。外来種に関する諸問題を明らかにしていくと同様に、在来種に関する基礎情報の蓄積を急ぐ必要がある。

謝辞

本稿に関する調査、採集は上記の地球環境総合研究推進費 (F-81: 非意図的な随伴侵入生物の生態リスク評価と対策に関する研究) によって行われた。

参考文献

- 安部布樹子・曾根晃一 (2007) ヤシオオオサゾウムシの被害と南九州の生活史・生態. 昆虫と自然 42: 32~35.
- 相原孝雄・三枝敏郎・湯原 巖 (1980) 輸入木材材部から検出された *Bursaphelenchus* 属を中心とした線虫. 植防研報 16: 103~107.
- Carlton, J.T. (1996) Biological invasion and cryptogenic species. *Ecology* 77: 1653~1655.
- Gerber, K. and Giblin-Davis, R.M. (1990) *Teratorhabditis palmarum* n. sp. (Nemata: Rhabditidae): an associate of *Rhynchophorus palmarum* and *R. cruentatus*. *J. Nematol.* 22: 337~347.

- Giblin-Davis, R.M. (1993) Interactions of nematodes with insects. In: Nematode Interactions. (ed. By Khan, W.), pp.302~344. Chapman and Hall, London.
- Goka, K., Kojima, H. and Okabe, K. (2004) Biological Invasion Caused by Commercialization of Stag Beetles in Japan. *Global Environ. Res.* 8(1): 67~74.
- 環境省 (2010) 要注意外来種リスト http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/caution/detail_kon.html (2010年6月28日確認)
- 神尾宏司 (2007) 愛知県豊田市におけるタイワンタケクマバチの確認記録について. つねきばち 12: 21~25.
- 神崎菜摘 (2008) マツノザイセンチュウ以外の *Bursaphelenchus* 属樹木病原線虫: 病原性とリスク評価. *森林防疫* 57: 75~86.
- Kanzaki, N., Abe, F., Giblin-Davis, R.M., Kiontke, K., Fitch, D.H.A., Hata, K. and Soné, K. (2008) *Teratorhabditis synpapillata* Sudhaus, 1985 (Rhabditida: Rhabditidae) is an associate of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae). *Nematology* 10: 207~218.
- Kobayashi, F., Yamane, A. and Ikeda, T. (1984) The Japanese pine sawyer beetle as a vector of pine wilt disease. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 115~135.
- Kawazoe, K., Okabe, K., Kawakita, A. and Kato, M. (2010) An alien *Sennertia* mite (Acari: Chaetodactylidae) associated with an introduced Oriental bamboo-nesting large carpenter bee (Hymenoptera: Apidae: Xylocopa) invading the central Honshu Island, Japan. *Entomol. Sci.* 13: 303~310.
- Mamiya, Y. (1983) Pathology of pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 21: 201~220.
- Masuya, H., Brasier, C., Ichihara, Y., Kubono, T. and Kanzaki, N. (2009) First report of the Dutch elm disease pathogens *Ophiostoma ulmi* and *O. novoulmi* in Japan. *New Dis. Rep.* 20: 6.
- Michener, C.D. (2000) The bees of the world. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Muthukrishnan, T.S. (1971) Studies on entomophilic nematodes. Ph.D. Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore. 45: 329~337.
- Okabe, K. and Goka, K. (2008) Potential impacts on Japanese fauna of canestriniid mites (Acari: Astigmata) accidentally introduced with pet lucanid beetles from Southeast Asia. *Biodiversity Conserv.* 17: 71~81.
- Okabe, K., Makino, S. and Endo, T. (2008) Polymorphism in the deutonymph and adult of *Sennertia alfkeni* (Acari: Chaetodactylidae) associated with the large carpenter bee, *Xylocopa appendiculata circumvolans* (Hymenoptera: Apidae). *J. Na. Hist.* 42: 1361~1384.
- Okabe, K., Makino, S., Masuya, H. and Kawazoe, K. (2010) Invasive pathway and potential risks of a bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa tranquebarorum* (Hymenoptera: Apidae), and its micro-associated mite introduced to Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 17: 71~81.
- Poinar, G.O. (1975) Entomogenous nematodes: a manual and host list of insect-nematode associations. E.J. Brill, Leiden.
- Sudhaus, W. (1985) Revision der Untergattung *Teratorhabditis* von *Rhabditis* (Nematoda) und Beschreibung einer neuen Art. *Zool. Jahrb. (Syst)* 112: 207~224.
- 矢田直樹 (2007) 愛知県と岐阜県におけるタイワンタケクマバチの採集記録. *月刊むし* 439: 39~40.
(2010. 8. 30 受理)

論文

サクラ衰弱症樹（根頭がんしゅ病）の樹勢回復技術

小林紀彦¹・石井孝昭²

はじめに

サクラ衰弱症の原因については本誌ですでに報告した。種々検討した結果、京都府立植物園におけるサクラ衰弱症を誘起する大きな原因はナラタケモドキ菌と考えた。その理由の詳細についてはそちらを参考して戴きたい（小林ら，2009）。

筆者が本課題に取り組んだ時期は原因究明研究を開始した時期と同時で、サクラ衰弱症の原因が充分わからないまま着手した。また、当時は衰弱症の原因がしっかりと把握できてない状況で、植物園の職員も衰弱症の判別を地上部診断のみで決定するより方法がなかった。

このような状況で筆者が本課題に取り組もうとしたのは野菜、果樹の土壤病害および「ウメ生育障害の原因究明と樹勢回復技術の開発」（小林，2005）に携わった研究経験則から、本衰弱症の発現も根の生育異常に起因しているものと想定し、筆者が開発し、特許を取得した*Bacillus*菌固定炭資材（小林，1989）処理による樹勢回復効果を検討することとした。

本試験に提供された衰弱樹はナラタケモドキ子実体の発生はみられなかった。そこで、本試験樹を掘り起こして調査したところ、異常に太い根が発達しており、この樹の衰弱は根頭がん腫病菌（*Agrobacterium tumefaciens*）によるものと確認できた。

このように、当時は地上部診断のみで衰弱症の原因を語るのは無理であった。今後、地上部の衰弱症状が何に起因するかを明確にできる地上部診断の技術向上が必要と思われる。

1. 材料と方法

1) 地下部調査

2007年3月6日、試験衰弱樹を中心として周囲5

か所に直径約80cm位幅および深さは根の発達域までを掘り、根の状況を調査した。各タコつぼ孔ともに主根、側根および細根の生育が悪く、根数も少なく貧弱な根群であった（写真-1）。また、樹の西側、南側に位置した2か所のタコつぼ孔からは障害を受けた異常に太い根頭がん腫罹病根が見られた（写真-2）。

これらの太い根は作業等で協力戴いた植物園の職員の話によると、本植物園でみた罹病根の中でも3本の指には入るといふ罹病度の高い根であった。

2) 樹勢回復のための技術

(1) 根の再生のための既根の切断

2007年3月6日に樹勢回復処理を行った。その時点での根の発達状況（写真-1～2）と樹勢回復技術の方法（写真-3～6）ならびに処理1年を経過した2008年2月6日の根の再生調査の結果（写真-7～10）について先に述べることにする。この樹勢回復技術効果については後述する地上部診断の項で理解してもらいたい。

2007年3月6日、試験衰弱樹を中心として周囲5か所に幅約80cm位のタコつぼ孔を掘った。

樹勢回復技術については以下の手順で行った。まず、太い根頭がん腫罹病根を取り除くため、チェーンソーで切り取って取除いた（写真-3）。その後、切口は石灰硫黄剤を塗布して2次感染を防いだ（写真-4）。その他の根は全て20～30cm程度残して切断した（伊藤法）。

(2) *Bacillus* 菌固定炭資材の処理

罹病根を切り出し、他の根の切断等で根を再生させる土壤環境を整えた後、*Bacillus* 菌固定炭資材をタコつぼ孔に投入し、さらに根の下や再生根が進展



写真1～10. 1. 供試サクラ衰弱樹の根 (3/6/2007), 2. サクラ衰弱試験樹の地下部に発生した太い根頭がん腫病根 (3/6/07), 3. 根頭がん腫病根の切断, 取り除き (3/6/07), 4. 根頭がん腫病根の切断面への石灰硫黄剤塗布 (3/6/07), 5. 樹勢回復用*Bacillus*菌固定炭資材処理 (3/6/07), 6. 樹勢回復用*Bacillus*菌固定炭資材処理 (3/6/07), 7. 樹勢回復処理約2年後の根の発達 (2/25/08) 新根が炭資材に引き付けられている, 8. 樹勢回復処理約2年後の根の発達 (2/25/08) 新生分岐根, 9. 樹勢回復処理約2年後の根の発達 (2/25/08) 切断根からの多数の新根発生, 10. 樹勢回復処理約2年目の根の発達 (2/25/08) 切断根からの多数の新根発生



写真-11~20. 11. 樹勢回復処理約21日後の花蕾出現 (3/27/07), 12. 樹勢回復処理約25日後の開花初め (3/31/07), 13. 樹勢回復処理約28日後の満開 (4/3/07), 14. 落花後の幹破裂部不定根からの萌芽 (6/19/07), 15. 樹勢回復処理1年目の地上部の繁茂 (8/24/07), 16. 樹勢回復処理2年目の花蕾出現 (3/26/08), 17. 樹勢回復処理2年目の満開 (4/5/08), 18. 樹勢回復処理2年目の地上部繁茂 (7/18/08), 19. 樹勢回復処理3年目の花蕾出現 (3/24/09), 20. 樹勢回復処理3年目の満開 (4/7/09)

する範囲を予測して本資材を土と混和して切断根と密着するよう手で丁寧に拡げた(写真-5)。

また、他の根も切断部の下に微生物資材を処理し切断根と充分接するよう現地の土と混和して処理した(写真-6)。その後、すべてのタコつぼ孔は現場の土を埋め盛り土したのち、灌水した。

2. 結果と考察

1) 樹勢回復処理1年後の根の生育促進

上述した樹勢回復技術として処理した根の切断や微生物資材処理(2007年3月6日)による根の生育調査を処理約1年後の2008年2月25日に行った。

以下に調査結果を述べる。最初に目についたのは写真-7に示したように、多数の新根が微生物資材の炭に吸い込まれるように発生、密集していた。

また、微生物資材を処理した他の部分でも見事に多数の新根が再生されていた(写真-8)。その上、切断根が微生物資材と接している部分も同様、多数の新根の再生が認められた(写真-9, 10)。

2) 地上部の観察

樹勢回復処理後の地上部の変化を年次ごとに3年間観察した結果を以下に記す。

(1) 2007年3月27日～8月24日(写真-11～15)

写真-11は2007年3月27日に1回目の地上部観察した驚きの写真である。3月6日に樹勢回復処理を行ってから僅か21日しか経っていない本処理樹は既に花蕾が形成され樹全体がややピンク色を呈していた。処理衰退樹がこんなに早く変化するとは思っておらず「様子見がてら」に行きびっくりした。

3月31日には周辺の他のサクラ樹は未だ花蕾状態であったためか、5分咲きのこの処理サクラ樹下で花見客がゴザを敷きなごやかに食事をしていた(写真-12)。これには「すごい」という感想だった!

4月3日には満開となり(写真-13)、その後、落花して葉芽形成時期となり、樹の裂け目の不定根からも萌芽がみられ(写真-14)、炭資材処理(3/6/2007)から約6か月たった本処理樹は見事な葉の繁茂ぶりであった(写真-15)。

(2) 処理1年後の地上部の変化

この樹勢回復処理の効果がいつまで続くかを確かめるため、定期的に処理樹の変化を観察した。

2008年において私がみた花蕾の初発生は3月26日で(写真-16)、外見からみても枝数も増えており、花蕾のピンク色が拡がった感じがした。その時の思いは4月5日の満開時に確信できた(写真-17)。

その後、落花し始めると花見客も少なくなり、園内は閑散となり、暑い夏を迎えることとなる。前報で報告した子実体形成はこの7月からみられた。その時期の葉の繁茂を写真-18に示した。誠に旺盛な地上部生育となった。観察によると年毎にその繁茂は旺盛となり枝数、葉数ともに増加していた。

(3) 処理2年後の地上部の変化

前述したように、今回のような樹勢回復処理効果を評価するには少なくとも3年間程度の経時的な観察が必要と考え続行してきた。その理由とは地上部の生育が地下部の生育に反映されることは自明で、地上部の生育を丁寧に観察することにより樹勢回復効果が判断できる。いずれにしても本樹に対する樹勢回復効果は素晴らしく、最終年とした2009年の地上部の様子を写真-19, 20に示した。処理後は特別な管理もせず自然環境の下での生育である。これらの結果をみると、実験当初の供試サクラ樹は外見満身創痍であったが適切な樹勢回復技術を施せば樹勢を回復させることができると確信した。日頃の丁寧な観察と適切かつ素早い管理の必要性が胸を刺した。

結び

本試験の研究成果で示してきたように、地上部に衰弱症が見られ、根を掘り上げるとその原因は根頭がん腫病菌による根の腐敗であった。その罹病根を取り除き、他の根は切断してその下や周囲に微生物炭資材処理をして新根再生を促進させた。その結果、根を切断して微生物炭資材を土壌混和し、現地の土を埋め戻すのみで土壌消毒は全く必要なく新根の発生は顕著に促進され、「養分、水分の吸収」を高めて見事に樹勢を回復させる生物防除法を現地で実証した。Hagleら(1991)は農薬を使用した防除法を

検討しているが、日本におけるサクラの植栽は公園等の人の集まる場所が多く花見客に農薬の被害をもたらす可能性が大きいことから、小林（1989）が開発した生物防除技術は現場普及への可能性を示している。

前報でも述べたように全国的にみられるサクラ衰弱症の診断は現在、地上部のみを外見的観察で判断されている。それらの診断では今回本報で記した根頭がん腫病菌によるものも含まれており、今後、地上部の症状とその原因となる要因との整合性を高めていく必要がある。そうでなければ次の対策は打てない。それ故、全国のサクラ衰弱症を論ずるとき、地上部診断の面的な把握でなく、土壌診断調査等の結果も加味して原因を洗い出し地上部診断との関連づけが必要と考える。また、筆者は全国的な本症状の対策を熟知していないが、初心者からみるとサクラ対策は行政的な対応ばかりに終始しているように見える。この際、原点に立ち返ってサクラの特性に迫る丁寧な科学的な研究が急務と考える。

なお、最後となったがサクラ衰弱症に大きく関与していると思われるナラタケモドキ菌がサクラに感染すると感染初期に一時的な地上部生育促進する現象がみられることがある（小林・石井ら，2010）。今後、地上部診断するにあたってはこれらの現象も加味した診断技術が必要であると考え。

謝辞

本研究を遂行するに当たりサクラ衰弱樹の提供や作業を手伝って戴いた京都府立植物園、ならびに研

究支援を戴いた環境総合テクノス株式会社に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Hagle, K. S. and Shaw III, C. G. (1991) Avoiding and reducing loss from *Armillaria* root rot disease. (In *Armillaria* root disease), USDA Forest Service Agriculture Handbook 691: 150~156.
- 小林紀彦（1989）土壌病原菌に対する拮抗微生物の定着・固定資材の開発とその防除効果，日植病報 55: 509.
- 小林紀彦（2005）ウメ生育障害の原因究明と樹勢回復技術の開発—植物分野からの検証と実践—，平成2004年度報告書—環境総合テクノス生物環境研究所 p.1~96.
- 小林紀彦・石井孝昭（2009）サクラ衰弱症樹の樹勢回復技術とナラタケモドキ菌に対する拮抗微生物の探索，60回日林関西支部研究発表要旨集学術講：81.
- 小林紀彦・石井孝昭（2010）ナラタケモドキ菌接種ソメイヨシノ苗の自然回復，121回日林学術講：C02.
- 小林紀彦・小倉研二・石井孝昭（2009）京都府立植物園のサクラ衰弱症の主因と考えるナラタケモドキの発生生態とソメイヨシノ苗への病原性，120回日林学術講：G15

(2010.11. 2 受理)

論文

丸太に穿入させたカシノナガキクイムシに対するMEPの殺虫効果

江崎功二郎¹

はじめに

フェニトロチオン乳剤（以下、MEP）は、キクイムシ類防除のために一般樹木の樹幹に散布できる登録農薬である（全国農薬協同組合・全国農薬安全指導者協議会，2006）。MEPはカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）*Platypus quercivorus* (Murayama)の樹幹への穿入防止に効果があり（中村ら，1996；斉藤・中村，2005；江崎，2008a, b），樹皮に残留すると経口毒として作用することが知られている（江崎，2008c）。そのため、MEPはナラ枯損被害の予防農薬として実用されている。

MEP80%の50倍希釈液の予防散布はカシナガの発生直前に実行されることが望ましい（石川県林業試験場，2010）が、実際には天候などが原因で散布日が発生後になることも想定される。その場合には、カシナガが寄主への穿入後に散布が行われることになるが、穿入したカシナガにMEP散布が及ぼす影響について、これまで知られていなかった。そこで、筆者はコナラ丸太にカシナガ♂を穿入させ、その1週間後にMEP処理を行い、カシナガ♂に対するMEP散布の殺虫効果について検討を行った。

1. 材料と方法

コナラの生木から長さ30cmの丸太12本を2007年11月30日に4本および2008年12月2日に8本切り出した。これら12本の丸太の中央直径は 16.2 ± 0.9 cm（平均値±標準偏差）であった。丸太は切り出し後から約40日浸水してから（Kitajima and Goto, 2004ほか），長さを3等分する幅10cm幹周のラインを油性インクで2本描いて、その中央部分を放虫箇所とした。丸太に放虫する♂の穿入を促進するため、放虫箇所にライン上を除き縦横2cm間隔で小型電動

ドリルを使って径1.5mm，深さ5mmの穴を空けた。その後，黒色の網シート（TN-78，トヨネン株）で放虫箇所を覆い，放虫後の個体が逃げないようにライン上をガンタッカーで丁寧に塞いだ。

放虫するカシナガはミズナラおよびコナラ枯死丸太を25℃または28℃の多湿条件で飼育し，脱出後24時間以内の活性が高い個体を使用した。放虫数は放虫箇所100cm²あたり10個体となるように調整した。丸太を立てて置いてから上方のラインに沿って10cmごとに網シートに1cm程度の切れ目を入れ，そこからロートの先につないだチューブの先端を挿入し，カシナガ♂を放虫した。丸太あたり♂放虫数は 51.0 ± 2.9 頭であった。放虫後，網シートの切り口を布テープで塞いだ。放虫箇所の乾燥を防ぐために，水分を含ませたミズゴケを底に十分入れたバケツ容器（サンケイ化学，口径22.5cm，高さ15cm）に丸太を立てて置き，さらに上方の木口面をミズゴケで覆ってから，別のバケツ容器を被せた。そして，上下のバケツ容器ごと円筒のビニールシートで覆った状態で，25℃全暗の恒温器に投入した。カシナガは♂放虫2～4日後に♀を受け入れ可能な坑道が出現することが知られているため（Kitajima and Goto, 2004；Kinuura and Kobayasi, 2006），♂が坑道を十分に完成させたと思われる放虫1週間後まで飼育を行った。その後，丸太から網シートを外し，丸太表面で死亡している個体を刷毛で丁寧に取り除いた。

MEP 80%（ヤシマスミパイン80乳剤，ヤシマ化学産業株製）を50倍に水道水で希釈した1.6%液を丸太散布に用いた。MEP処理丸太と無処理丸太を半数ずつ分け，処理丸太には500cc/m²になるように表面に霧吹きでMEPを散布し，無処理丸太は何

表-1 MEP散布後の死亡数および生存数

処理	本数	死亡数			生存数 (坑道内)	死亡率 (%)
		坑道外	坑道内	計		
無処理丸太	5	1.8±2.0	0.2±0.4	2.0±2.0	6.0±5.8	30.9±41.2
MEP処理丸太	6	8.0±8.4	0.5±0.5	8.5±8.4	1.3±1.9	88.7±12.9

各値はすべて処理区の平均値±標準偏差を示す。
死亡率%は死亡数/(死亡数+生存数)×100によって算出した。

もしなかった。そして、それぞれの丸太を清掃したバケツ容器と円筒のビニールシートで再度覆い、25℃全暗に設定した恒温器で飼育を継続した。24時間の飼育後、丸太の表面やバケツの底で死亡した個体数を数え、丸太の割材によって坑道内の死亡および生存個体数を数えた。

24時間飼育後の調査において、無処理丸太1本でカシナガ個体が確認されなかったため、MEP処理丸太6本および無処理丸太5本の結果について示す。MEP処理による殺虫率はMEP処理丸太および無処理丸太の平均死亡率からAbbotの補正式により算出した。

2. 結果と考察

MEP処理24時間後の調査において、死亡個体の多くはバケツ容器の底で確認されたが、坑道内でも少数が確認された。一方、生存個体はすべて坑道内で確認された。MEP処理丸太6本および無処理丸太5本の平均死亡率はそれぞれ88.7%および30.9%であったため、Abbotの補正式による殺虫率は83.7%を示した(表-1)。この結果により、MEP散布は穿入防止効果のみならず、穿入直後の♂にも高い殺虫効果が認められることを示した。カシナガの未交尾♂は穿入孔の入り口付近のフラスに集合フェロモンを付着させることが知られているため(小林・上田, 2005; Tokoro et al., 2007)、散布したMEPがフラスに残留し、それに接触した個体が死亡したことが推察された。

♂放虫1週間後から24時間の間に無処理丸太の死亡率(30.9%)は比較的高い値を示した。上田ら(2002)は♂放虫20日後の丸太に生存個体が認められなかったことを報告し、Ueda and Kobayashi(2004)は♂放虫3日後から10日後にかけて誘引力が急減したことを示した。♂のみの接種において誘引力が低下する原因は死亡と脱出である(上田・小林, 2003)ため、♂単独の飼育では穿入から1週間程度経過すると生存率が低下する可能性が考えられた。

引用文献

- 江崎功二郎(2008a) フェニトロチオン乳剤の樹幹散布によるカシノガキクイムシの穿入防止効果. 日林誌 90:391~396.
- 江崎功二郎(2008b) MEP乳剤によるナラ枯損被害防止効果と葉害試験. 林業と薬剤 186:9~12.
- 江崎功二郎(2008c) ハトメケージ接種によるカシノガキクイムシの穿入率とMEP乳剤の穿入防止効果. 森林防疫 57:215~218.
- 石川県林業試験場(2010) よくわかる石川の森林・林業技術No.4 改訂版 ナラ集団枯損被害と森林の変化. 石川県林業試験場, 石川.
- Kinuura, H. and Kobayashi, M. (2006) Deth of *Quercus crispula* by inoculation with adult *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Appl. Entomol. Zool. 41: 123~128.
- Kitajima, H., and Goto, H. (2004) Rearing tech-

- nique for the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae), on soaked logs of deciduous oak tree, *Quercus serrata* Thunb. ex Murray. Appl. Entomol. Zool. 39: 7~13.
- 小林正秀・上田 明 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死—被害発生要因の解明を目指して—. 日林誌 87: 435~450.
- 中村人史・斉藤正一・三浦直美・三河孝一・小野瀬浩司 (1996) ナラ類集団枯損におけるカシノナガキクイムシの加害特性と防除に関する一考察. 山形県立林試研報 26: 9~13.
- 斉藤正一・中村人史 (2005) 殺虫剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害の防除法. 公立林業試験研究機関研究成果選集 2: 19~20.
- Tokoro, M., Kobayashi, M., Saito, S., Kinuura, H., Nakashima, T., Shoda-Kagaya, E., Kashiwagi, T., Tebayashi, S., Kim, C.S., and Mori, K. (2007) Novel aggregation pheromone, (1S, 4R)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Bull. FFPRI. 6: 49~57.
- Ueda, A. and Kobayashi, M. (2004) Long-term attractiveness of autoclaved oak logs bored by male *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) to male and female beetles. Bull. FFPRI. 3: 99~107.
- 上田 明・小林正秀・野崎 愛 (2002) カシノナガキクイムシ被害生残木丸太内での未交尾雄の生存と誘引効果. 森林応用研究 11(1): 57~60.
- 全国農薬協同組合・全国農薬安全指導者協議会 (2006) 農薬安全適正使用ガイドブック2007年度版. 700 pp, 全国農薬協同組合, 東京.
- (2010. 10. 14 受理)

プロジェクト報告

菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除技術の開発

北島 博¹・阿部正範²・杉本博之³・川島祐介⁴・石谷栄次⁵
 藤林範子⁶・陶山 純⁷・本荘絵未⁸・岡本武光⁹・薦田邦晃¹⁰
 國友幸夫¹¹・西澤 元¹²・宮川治郎¹³・大谷英児¹⁴

1. はじめに

我が国の栽培きのこ類は、産出額において平成20年に木材生産を追い抜き、林業産出額全体の50.3%を占めるまでになった。栽培きのこ類のなかでは、生シイタケが約30%を占めている。生シイタケのうち菌床栽培で作られる割合を見ると、1994年の25.6%（林野庁，1995）から2009年の78.8%（林野庁，2009）まで急増している。すなわち、菌床シイタケ栽培は近年急速に普及してきたことが伺える。ところが、菌床シイタケ栽培の普及とともに、日本各地の栽培施設でナガマドキノコバエ *Neompheria ferruginea*（写真-1；以下、ナガマドと表記）の異常発生が問題になってきた（岩澤，1999；坂田ら，1999；石谷，2009；川島，2009；矢野，2009）。本種による被害の特徴は、幼虫が菌床や子実体を摂食することに加え（坂田ら，1999；石谷，2009），幼虫が付着した子実体が流通する“異物混入”をもたらす危険性が高いことである。消費者が安全・安心な食生活を求める現在、異物混入を未然に防ぐ作業は生産者にとって大きな負担となっている。

栽培施設内での本種の異常発生を抑える技術を開発するため、㈱森林総合研究所，山口県，徳島県，千葉県，群馬県，みのる産業株式会社，およびカモ井加工紙株式会社は、平成19～21年の農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業において、「菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除技術の開発（No.1958）」を実施した。

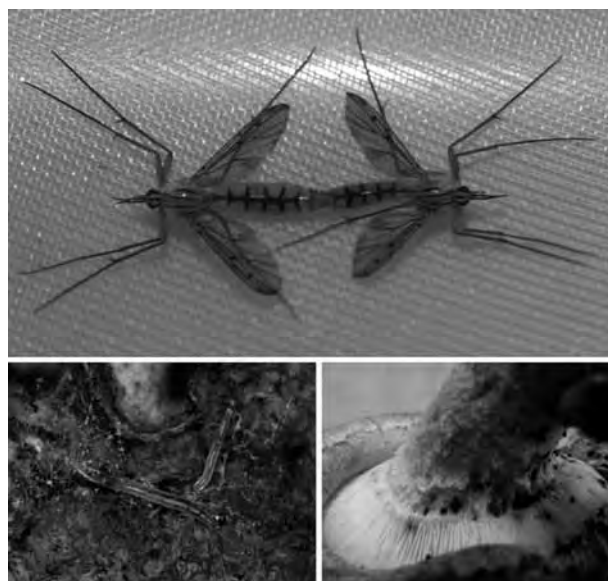


写真-1 ナガマドキノコバエ

上：交尾中の成虫，左下：幼虫，右下：幼虫の食害を受けたシイタケ

本課題は、「中課題1. ナガマドキノコバエ成虫の誘殺器の開発」，「中課題2. 栽培施設における成虫の発生生態の解明と誘殺器の設置法の開発」，「中課題3. ナガマドキノコバエの基礎生態の解明と発生予察法・簡易密度推定法の開発」により構成された。以下では，中課題ごとに研究内容と成果の概略を紹介する。

本文に先立ち，課題の立案・推進にご尽力いただいた㈱森林総合研究所国際連携拠点長の後藤忠男博士，研究推進に有益な助言をいただいた筑波大学院生命環境科学研究科の本田洋教授，および栽培

Development of an environmentally-friendly control method of *Neompheria ferruginea*, a harmful mushroom fly in the sawdust-based cultivation of shiitake, *Lentinula edodes*

¹KITAJIMA, Hiroshi, ㈱森林総合研究所；²ABE, Masanori, 徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所；

³SUGIMOTO, Hiroyuki, 山口県農林総合技術センター；⁴KAWASHIMA, Yusuke, 群馬県林業試験場，現群馬県西部環境森林事務所；

⁵ISHITANI, Eiji, 元千葉県農林総合研究センター森林研究所；⁶FUJIBAYASHI, Noriko, 元千葉県農林総合研究センター森林研究所，

現千葉県中部林業事務所；⁷SUYAMA, Jun, ⁸HONJYO, Emi, ⁹OKAMOTO, Takemitsu, みのる産業株式会社；¹⁰KOMODA, Kuniaki,

カモ井加工紙株式会社；¹¹KUNITOMO, Sachio, 群馬県林業試験場；¹²NISHIZAWA, Hajime, 徳島県立農林水産総合技術支援センター

森林林業研究所；¹³MIYAKAWA, Jiro, 千葉県農林総合研究センター森林研究所；¹⁴OHYA, Eij, ㈱森林総合研究所

施設の研究への利用にご快諾いただいた栽培者の皆様にお礼申し上げます。

2. ナガマドキノコバエ成虫の誘殺器の開発

1) 発光ダイオード (LED) の光源

既存の研究から、ナガマド成虫が光や乳酸発酵液に誘引されることが明らかになっていた。このため、本課題では両者を組み合わせた強力なLED誘殺器の開発を目的とした。誘引源の光としては、発光ダイオード (LED) を用いた。LEDは、消費電力が少ない、特定の波長が簡単に利用できる、防水構造が容易などの特長 (大谷, 2006) がある。そのため、散水、高湿度といった栽培施設の条件下での光源として優れていると考えられる。そこで、誘引効果の高いLEDと誘引剤の選抜、およびこれらの組合せによる誘引効果や、捕虫のため粘着シート、容易なメンテナンスや生産者が扱い易い形状などを検討した。

2) 効果的な誘引光源の解明

効果的な波長を選抜するために、ピーク波長が560nmの黄、405nmの紫、375nmの近紫外線の3種類のLEDを比較した。これらのLEDを用いて、上部にLED照射部、下部に捕虫用水盤を組み合わせた誘殺トラップを作成し、栽培施設内に設置してトラップに捕殺された成虫数を調べた。

その結果、紫LEDと近紫外線LEDの誘殺効果が高いことが判明した (図-1)。一般に多くの昆虫では、紫外線域 (約350nm) から青色域 (約500nm) に対し誘引行動を示すと報告されている (平間, 2005)。また、ショウジョウバエやミツバチは、紫外線域 (約360nm) に対し強い誘引行動を示すとされている (田澤, 2004)。ナガマドについてもこれらの昆虫と同様の性質があると思われる、青よりも波長の短い紫や紫外線の方が、誘引効果が高いと考えられた。近紫外線LEDは紫LEDよりも安価であるため、近紫外線LEDを誘引光源に採択した。さらに、近紫外線LEDは、羽化2日以内の処女メスの97%を誘引でき、シイタケの発生に影響を及ぼさないこともわかった。また、光源の強さは、21mAと3mAで

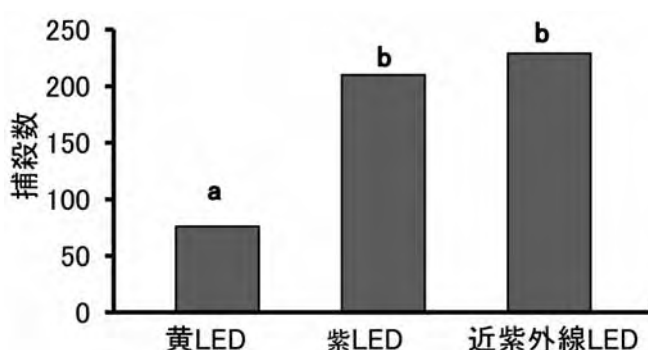


図-1 波長が異なるLEDを誘引源とした時のナガマドキノコバエ成虫捕殺数

異なるアルファベットは有意差があることを示す。

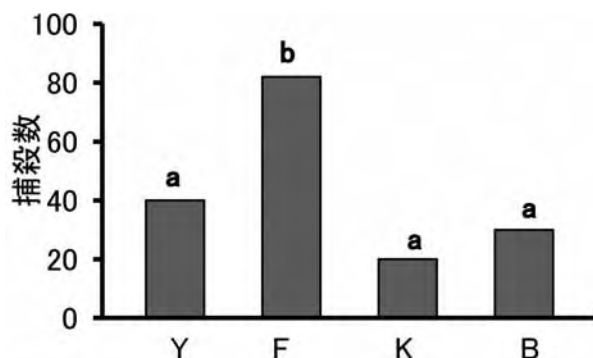


図-2 異なる誘引剤を用いた時のナガマドキノコバエ成虫捕殺数

異なるアルファベットは有意差があることを示す。

Y: 3%砂糖水に3%のドライイースト, F: 畜産用乳酸発酵液, K: コバエ用誘引剤, B: 水道水

誘引効果に差が無かったため3mAとした。

3) 効果の高い誘引剤の選抜

300mlのポリカップの内側に粘着シートを取付けたトラップを作成し、誘引剤として3%砂糖水に市販ドライイーストを3%添加したもの、畜産用乳酸発酵液 (PF-S, カルピス株式会社製; 以下、乳酸発酵液と表記)、水道水を各50ml、およびコバエ用誘引剤 (固形, カモ井加工紙株式会社製) を3個投入し、トラップに捕殺された成虫数を調べた。

その結果、誘引効果は、乳酸発酵液が高いことが判明した (図-2)。ナガマドは、菌床の発酵臭に誘引されると考えられる。ナガマドに対する乳酸菌飲料の誘引効果は新田 (2004) も報告している。坂田ら (1999) は、ハエ用誘引剤プレスメル (バイエ

ル株式会社製)に誘引されると報告している。ナガマドにとって、乳酸発酵液や乳酸菌飲料、ブレスメルの匂いは、菌床の発酵臭と似ているため誘引効果が高いと思われた。以上のことより、誘引剤は乳酸発酵液を採択した。

4) LEDと乳酸発酵液の組合せ

次の3種類のトラップ、L(近紫外線LED+水道水と中性洗剤を入れた捕虫用水盤)、L+F(近紫外線LED+乳酸発酵液を入れた捕虫用水盤)、およびF(乳酸発酵液を入れた捕虫用水盤)を栽培施設内に設置し、各トラップに捕殺された成虫数を調べた。捕殺数はL+Fが、他のトラップに比べて多くなり、近紫外線LEDと乳酸発酵液Fを組み合わせることで、単独使用に比べて誘引効果が向上することが判明した(図-3)。

5) 捕虫器の仕様決定と商品化

近紫外線LEDと乳酸発酵液を組み合わせで作成したLED誘殺器試作器(以下、試作器と表記)は、後述のペットボトルトラップ(写真-3)に比べて約6.5倍の成虫を捕殺できた。さらに、散水される栽培施設内でも漏電の不安無く使用できるように、乾電池を電源として防滴性を高めるとともに、生産者へのアンケート結果を参考に仕様を決定した。

このLED誘殺器は、“LEDキャッチャー”の名称でみのる産業株式会社より販売されている(写真-2)。詳細は、同社ホームページ<http://agri-style.com>を参照されたい。

(取りまとめ：阿部正範)

3. 栽培施設における成虫の発生生態の解明と誘殺器の設置法の開発

1) 栽培施設におけるナガマドキノコバエ成虫捕殺消長

防除を、適期を逃さずに効果的かつ省力的に行うためには、栽培施設内における成虫の発生生態を解明する必要がある。このため、複数の栽培施設において栽培開始前から1栽培工程終了まで誘引トラップを用い捕殺消長を調査した。誘引トラップは、坂田ら(1999)の形状を参考に500mlペットボトルを

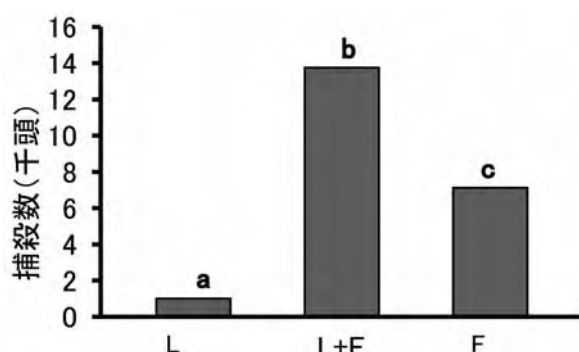


図-3 近紫外線LED、畜産用乳酸発酵液、および両者を誘引源とした時のナガマドキノコバエ成虫の捕殺数

異なるアルファベットは、有意差があることを示す。
L：近紫外線LED+水入り捕虫用水盤、L+F：近紫外線LED+畜産用乳酸発酵液入り捕虫用水盤、F：畜産用乳酸発酵液入り捕虫用水盤

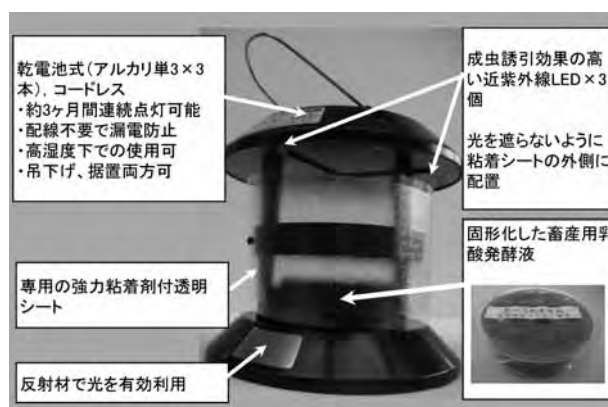


写真-2 近紫外線LEDと畜産用乳酸発酵液を組み合わせで開発されたナガマドキノコバエ用LED誘殺器“LEDキャッチャー”



写真-3 ペットボトルトラップ

表-1 簡易栽培施設の栽培状況とナガマドキノコバエ捕殺消長

調査県	山口県								群馬県						
	全面発生栽培			上面発生栽培					全面発生栽培			上面発生栽培			
除袋日	8/7	8/6	3/26	8/4	8/20	8/20	5/18	3/17	9/16	7/17	6/20	3/25	5/2	5/10	
捕殺開始期間	8/15 -22	8/22 -29	5/7 -13	8/1 -8	8/22 -29	8/29 -9/5	5/28 -6/5	5/20 -28	9/2 -9	7/11 -20	6/17 -25	4/8 -15	6/6 -13	6/1 -15	
子実体採取開始日(月)	10月 下旬	10/10	4月 月上旬	10/19	10/9	9/17	5月 中旬	3/24	9月 下旬	11月 下旬	7月 中旬	4月 月上旬	5/22	6月 月上旬	
施設No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
トラップ回収月と誘引数※	3月											×			
	4月			×			×	×				△	×		
	5月			△			×	△			×	○	×	×	
	6月			◎			△	○		×	△	◎	△	◎	
	7月	×	×	◎	×	×	○	○		○	○	◎	◎	◎	
	8月	△	△	◎	△	△	×	◎	◎	×	◎	○	◎	◎	◎
	9月	◎	○	◎	×	△	△	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎
	10月	○	○	◎	△	△	◎	◎	◎	◎	○	△	△	◎	◎
	11月	○	△	◎	△	○	○	◎	◎	△	○			△	◎
	12月	△	×	△	△	×	△	×	×	△	×				△
	1月	×	△		×	×	×			×	×				×
	2月	×	×		×	×	×			×	×				
	3月	×	×		×		×			△	△				
	4月	○	△		×		○				○				
	5月	◎	◎				◎				◎				

※ トラップ1基当たりの誘引数を, ×: 0頭 △: 1頭以下 ○: 1~5頭 ◎: 5頭以上で示した。色つき部分は子実体収穫期。

用い、一つの小窓の大きさを2cm×2cmとし作成した(写真-3)。また、誘引剤は、岩澤(1999)を参考に乳酸発酵液の2倍希釈液に界面活性剤(2%)を入れたものを70ml使用した。設置高は1.5mとし、誘引剤は概ね1週間ごとに交換した。2007年6月~2008年12月まで群馬、山口両県の簡易栽培施設において、子実体を菌床の上面だけから発生させる上面発生栽培および菌床の全面から発生させる全面発生栽培の2つの栽培方式ごとに調査を実施した。

各施設の栽培方式、除袋日、捕殺開始期間、子実

体採取開始日および捕殺数を表-1に示す。まず、除袋日とナガマド捕殺との関係であるが、除袋前には施設No.9(1頭のみ捕殺)を除いて成虫は捕殺されなかった。3月~5月に除袋した施設(施設No.3, 7, 8, 12, 13, 14)では、捕殺開始まで1ヶ月以上期間を有した(施設No.12を除く)が、6月~8月に除袋した施設(施設No.1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11)では、除袋直後から10日以内(No.2を除く)に捕殺された。除袋と捕殺開始時期の関係から5月下旬~6月上旬に野外個体が発生し、その時期からナガマ

ド発生期間中に除袋する施設では、除袋後すぐに野外から施設に侵入し、増殖していることが示唆された。

次に捕殺消長であるが、地域や栽培方式に関係なく、12月から低密度になり、3月までほとんど捕殺されないが、菌床が施設内に継続的にある施設（施設No.1, 2, 6, 10）では3月下旬～4月中旬にかけて再び捕殺されはじめた。この捕殺個体は、3月上旬～5月にかけて除袋した施設での捕殺状況から考えると、施設内で繁殖したものであると考える。空調施設では、一定温度に管理されているため、1年中ナガマドが発生する可能性があるが、簡易栽培施設では、暖房を用い温度を上げてはいるが、12月～3月にかけて室温が低いため、成育が抑制されていると考えられる。

最後に子実体収穫期とナガマド被害の関係であるが、収穫期は、①秋～冬、②春～秋にかけて、収穫する2つのパターンに分類することができる。前者（施設No.1, 2, 4, 5, 6, 9, 10）は、9月に子実体を収穫する施設を除き、収穫時期にはナガマドが低密度であるため、激害にはならない。9月に収穫する施設（施設No.6, 9）は、ナガマド密度が一時的に高いが、ナガマド発育期間よりも子実体の発生が早いため、子実体に移り移る幼虫は少なくなり、幼虫密度によっては被害が発生しても微害に抑制される可能性が高い。また、群馬県の施設No.10のように子実体発生前の8月に密度が高く、その後、密度が低下している施設がある。これは、菌床表面に皮膜が形成される前の菌糸が表面にむき出しの菌床はナガマドを増加させるが、皮膜があるとナガマドが成育できにくくなるためである。この施設では、8月に密度が増加しても子実体には特に影響はないが、隣接施設への飛込み個体が増加する可能性があるため、皮膜形成前の菌床は注意が必要である。一方、後者は6月から特にナガマドの密度が高くなる可能性があり、特に夏はナガマド発育期間が20日前後と短く、激害化する恐れがある。

簡易栽培施設では、春から夏にかけて子実体を収穫する施設で、特にナガマド被害を注意する必要が

ある。また、収穫時期に関らず、農繁期に重なることや新菌床を入れ替えるまで施設内に廃菌床を放置する施設（施設No.1, 2, 6）が見られたが、ナガマドの密度を増加させる温床になるため、廃菌床は早期の処分が必要である。

（取りまとめ：杉本博之）

2) 誘殺器の効果的な設置法の開発

LEDキャッチャーの効果的な設置方法を開発するために、まず、栽培施設内の成虫の分布様式を調

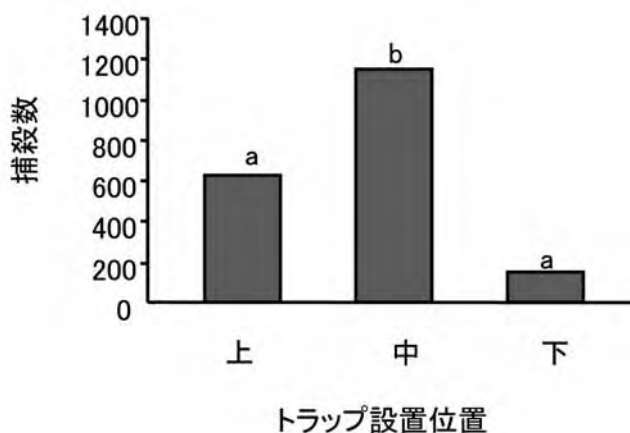


図-4 天井付近に光誘引捕殺器が設置された菌床シイタケ栽培施設において異なる高さに設置されたペットボトルトラップでの成虫捕殺数

異なるアルファベットは有意差があることを示す。
トラップ設置位置：上：栽培棚の上部、中：栽培棚の中段、下：栽培棚の下段

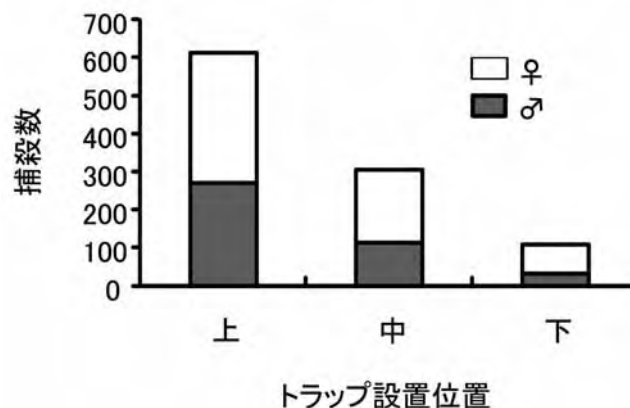


図-5 光誘引捕殺器が設置されていない菌床シイタケ栽培施設において異なる高さに設置されたLED誘殺器試作器での成虫捕殺数

トラップ設置位置：図-4に同じ

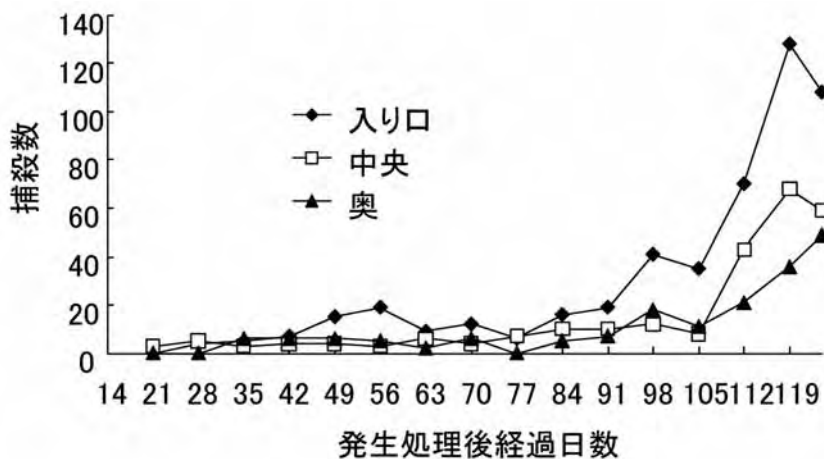


図-6 菌床シイタケ空調栽培施設の入り口付近, 中央, および奥に設置されたLED誘殺器試作器による成虫捕殺数の推移

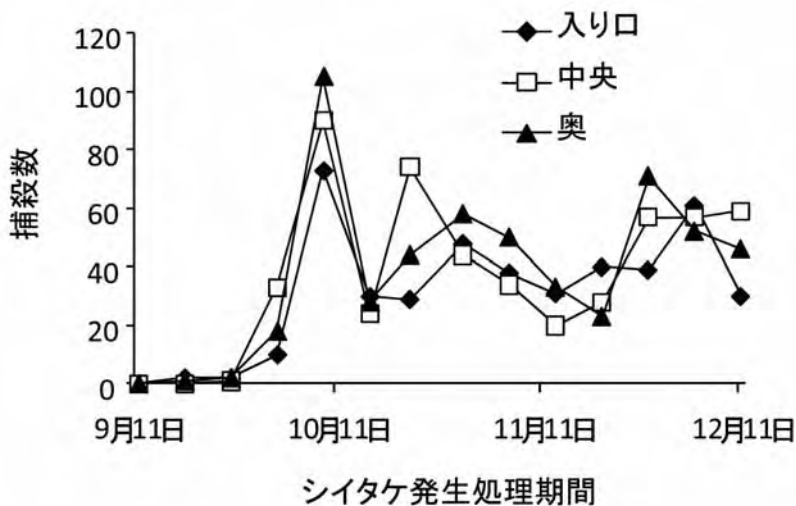


図-7 菌床シイタケ簡易栽培施設の入り口付近, 中央, および奥に設置されたLED誘殺器試作器による成虫捕殺数の推移

べ, 次に最適な設置高や設置密度を検討した。

成虫の垂直分布を, 粘着シートやペットボトルトラップ (写真-3) などの捕虫器を, 地上高20cm~200cm (栽培棚の最下段~栽培棚の上部) に設置して調べた。結果としては, 施設によって高さ別の捕殺数が異なり, 一定の傾向は見られなかった。その原因の1つとして, 既設の捕虫器による影響が考えられた。天井付近に大型の光誘引捕虫器が設置してある施設では, 捕殺数は栽培棚の中段で多く (図-4), そうでない施設では栽培棚上部での捕殺数が

最も多かった (図-5)。栽培棚上部を飛翔する成虫の一部が, 天井付近の捕虫器にも捕殺されるためと考えられた。

成虫の平面的な分布状況は, 栽培施設への成虫の進入経路が大きく関係することが推察された。そこで, 施設の密閉度が高い空調設備のある栽培施設と, 密閉度が低い簡易栽培施設において, 栽培施設の入り口側, 中央, 奥に試作器を設置して捕殺消長を調べた。その結果, 空調栽培施設では入り口側で徐々に捕殺数が増加したが (図-6), 簡易栽培施設で

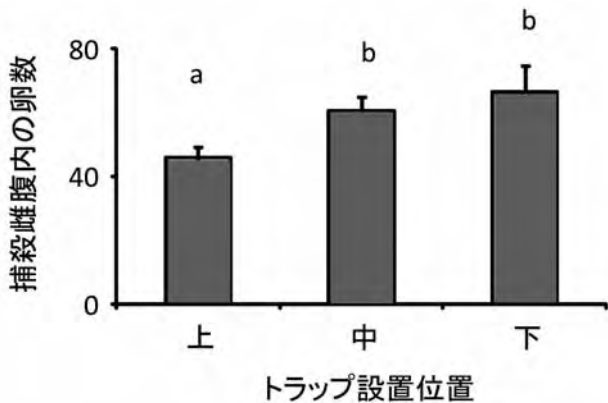


図-8 菌床シイタケ栽培施設内に高さ別に設置されたLED誘殺器試作器で捕殺された雌成虫腹内の成熟卵数

異なるアルファベットは有意差があることを示す。
トラップ設置位置：図-4に同じ

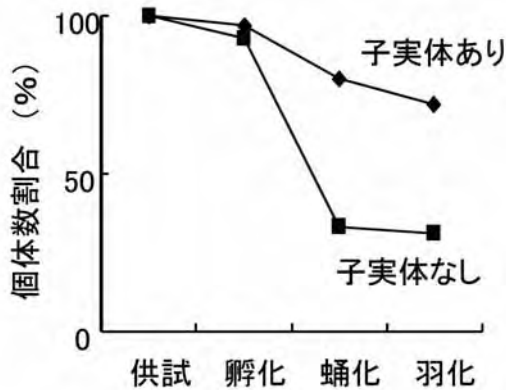


図-9 菌床に発生した子実体を残した菌床と取り除いた菌床におけるナガマドキノコバエの飼育結果

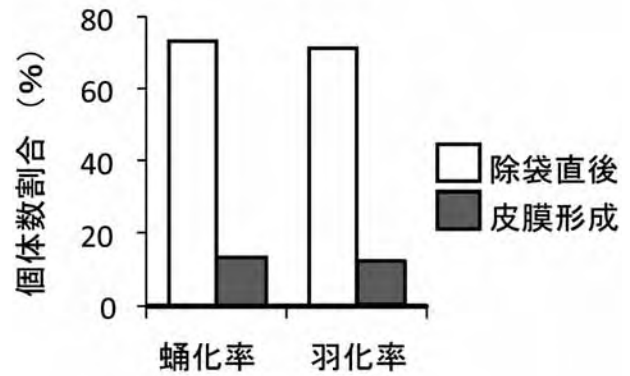


図-10 除袋直後の菌床と表面に皮膜を形成させた菌床を用いた飼育におけるナガマドキノコバエの蛹化率と羽化率

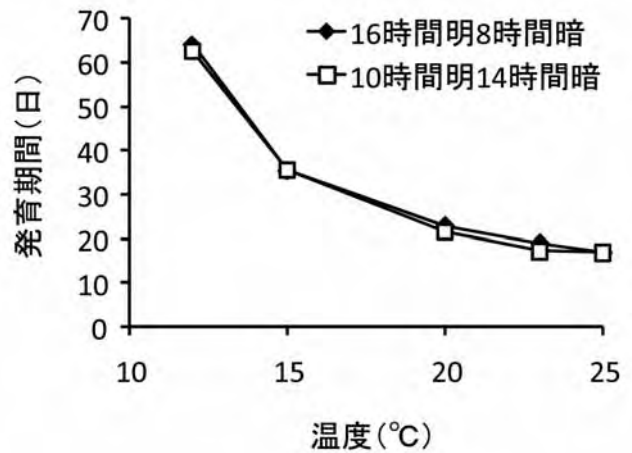


図-11 シイタケ菌床で发育したナガマドキノコバエの卵から成虫までの发育期間と温度との関係

は場所による捕殺数の違いは見られなかった (図-7)。簡易栽培施設では、成虫はどこからでも施設内に進入できるため、平面的な分布の偏りは見られないと考えられた。

LEDキャッチャーの設置高の評価には、捕殺される雌成虫の蔵卵数も考慮した。試作器を異なる高さに設置すると、栽培棚の中段や下段で捕殺された雌成虫の蔵卵数は、栽培棚の上部で捕殺された雌成虫の蔵卵数に比べて有意に多かった (図-8)。捕虫器の設置高別の成虫捕殺数は、既設捕虫器の影響を受ける (図-4, 5)。したがって、天井付近に光

誘引捕虫器がなければ、栽培棚の上部に設置して捕殺数を増やすことも考えられるし、天井付近に光誘引捕虫器があれば棚の中段へ設置して、産卵完了前の雌成虫を捕殺することで防除効果を高められると考えられた。

それでは、LEDキャッチャーはどの程度の密度で設置したらよいのだろうか。約60坪の栽培施設に試作器を1~18個設置して、捕殺数を比較した。しかし、試作器設置数の増加に伴った捕殺数の変化には一定の傾向は見られず、最適設置密度の判断は困難であった。それでも、試作器を9, 12, あるいは15

個設置した時に、試作器あたり捕殺数が一定になる傾向が見られた場合もあったことから、栽培施設あたり9～15個の設置が必要かもしれないと思われた。

研究期間中に試作器を設置させていただいた栽培施設でも、それだけでは成虫の大発生を周年抑制することは困難な事例が見られた。一方、肉眼ではナガマドの存在を確認できなくても、試作器では捕殺できたという栽培者の意見もあった。このようなことから、LEDキャッチャーを防除資材としてだけでなく、発生予察に利用するとともに、菌床の洗浄や浸水などを行い、シイタケ収穫終了までナガマドを低密度で維持することも必要だと考えられる。発生予察の技術、効率的な防除体系については今後の研究が待たれる。

(取りまとめ：川島祐介)

4. ナガマドキノコバエの基礎生態の解明と発生予察法・簡易密度推定法の開発

1) 発生予察法の開発

発生予察に必要な、卵～成虫までの発育速度や有効積算温量を明らかにするため、シイタケ菌床を用いた飼育を以下の手順で行った。産卵基質として、シイタケの柄を与えた。成虫の産卵数や生存期間は、5%砂糖水を与えると増加した。産下卵をピンセツ

トで採集して、湿らせた濾紙片に乗せた。完熟菌床(2.5kg)を半分に切断し、プラスチックケース(19×29×高さ20cm)に入れ、この菌床の上に卵を乗せた濾紙片を置いた。孵化した幼虫は、菌床や発生してくる子実体を食べて発育した。蛹は、菌床表面や子実体の傘裏などに、幼虫の吐糸で固定された状態で作られた。

幼虫の発育は、菌床上に発生する子実体の有無や、菌床表面に形成される皮膜の影響を受けた。菌床上の子実体を幼虫の餌として残した場合は、子実体を取り除いた場合に比べて、羽化率は約2.3倍となり(図-9)、幼虫期間も約0.8倍、蛹幅も約1.2倍になった。また、除袋直後の菌床を用いた場合には、除袋後2ヶ月経過して皮膜が形成された菌床を用いた場合に比べて、羽化率は約5.7倍となり(図-10)、幼虫期間も約0.8倍、蛹幅も約1.2倍になった。

このような方法で、温度が12～25℃、日長が16時間明8時間暗および10時間明14時間暗の条件下で飼育した。その結果、卵～成虫までの発育期間は温度が高くなるに従い短くなり、15℃では35日間程度、20℃では23日間程度、25℃では17日間程度であった(図-11)。この結果から求められた、長日と短日の雌雄の各々で発育零点と有効積算温量は、それぞれ7.0～7.3℃、および280.5～304.3日度の範囲内であっ

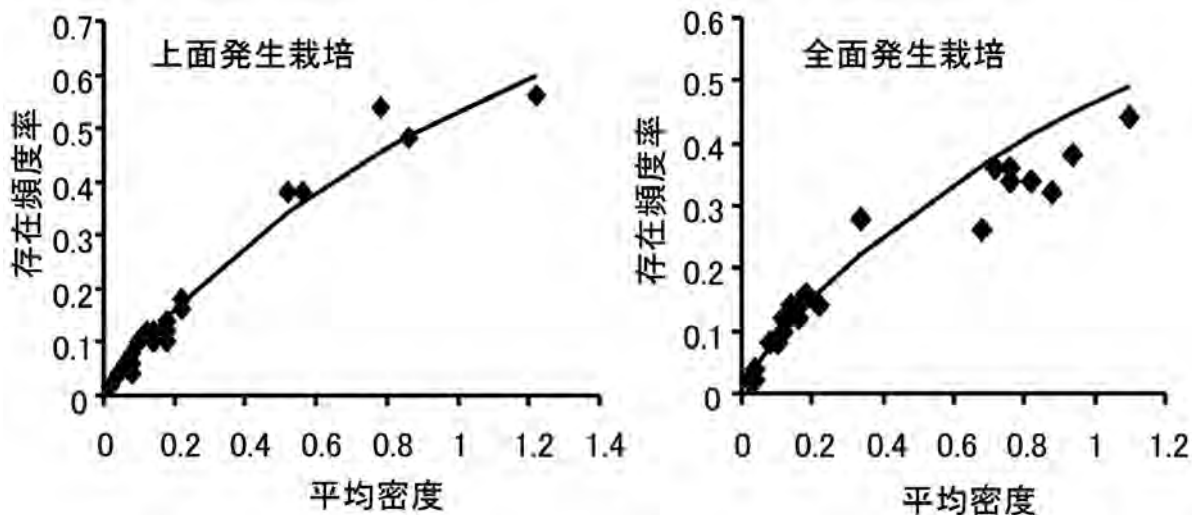


図-12 上面および全面発生栽培のシイタケ菌床上におけるナガマドキノコバエ終齢幼虫の存在頻度率と平均密度との関係

た。これらの値を、栽培施設の温度条件や成虫捕殺消長に当てはめると、簡易栽培施設における成虫捕殺数の最初のピークが除袋後2回繁殖した時と一致し、発育零点と有効積算温量による発生予察が可能であることがわかった。

2) 簡易密度推定法の開発

栽培施設内の生息密度を推定するために、上面発生栽培と全面発生栽培のそれぞれで、終齢幼虫が生息する菌床の割合（存在頻度率）と菌床上に生息する終齢幼虫の密度との関係を調べた。上面発生栽培および全面発生栽培ともに、存在頻度率と密度との間に関係が認められた（図-12）。したがって、菌床上の幼虫数を数えなくても、幼虫が生息する菌床の頻度を調べることで、栽培施設内の幼虫密度を推定できる可能性が示された。今後、精度を高めて、実用性の高い関係式を導く必要がある。

（取りまとめ：北島 博）

5. おわりに

本課題では、成果の一部を取りまとめた2つのパンフレット、「菌床しいたけの害虫ナガマドキノコバエの生態と防除」、および「菌床しいたけ栽培施設で発生する害虫」を作成し、都道府県、生産者、および関連企業に配布した。菌床シイタケ栽培は新しい技術であるため、これまでのきのこ害虫とは異なった新しい害虫が発生してきている。ナガマドキノコバエもそのうちのひとつであった。このような新しい害虫に素早く対応するためには、生産者、都道府県担当者、関連企業、および研究者の情報交換を密にしていくことが重要であると感じた。本稿が、その一助となれば幸いである。

引用文献

- 平間淳司（2005）光線利用（LED光源）による物理的害虫防除装置の開発。農業電化58(5)：2～8。
- 石谷栄次（2009）千葉県における菌床シイタケの栽培形態と確認されたきのこ害虫。関東森林研究60：231～232。
- 岩澤勝巳（1999）菌床シイタケ生産施設に発生したナガマドキノコバエとオオショウジョウバエの捕獲試験。50回日林関東支論。167～168。
- 川島祐介（2009）群馬県における菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの発生活長。関東森林研究60：273～274。
- 新田 剛（2004）菌床シイタケ栽培における害虫問題。林業みやざきNo.483。
- 大谷義彦（2006）LED光源の特長。LED照明ハンドブック（LED照明推進協議会編），pp.28～41。オーム社，東京。
- 林野庁（1995）平成6年特用林産関係資料。林野庁，東京。35pp。
- 林野庁（2009）平成20年特用林産基礎資料。林野庁，東京。113pp。
- 坂田 勉・瀧 謙治・荊尾ひとみ（1999）ナガマドキノコバエによるシイタケ子実体食害とその防除の試み。森林応用研究 8：225～226。
- 田澤信二（2004）光による害虫の物理的防除方法について(1)。IWASAKIテクニカルレポート（http://www.iwasaki.co.jp/tech_rep/technical/15/），2010.4.12ダウンロード。
- 矢野幸一（2009）粘着トラップを利用した菌床シイタケ害虫防除試験。関東森林研究60：269～272。
- （2010. 8. 31 受理）

読者の広場

ケヤキの枝枯れを起こすてんぐ巣症状

天野 孝之¹

奈良県天理市内に在る神社境内の樹齢約300年と言われる、ケヤキ大木に枝枯れが見つかった。地上から双眼鏡等で観察をする限り、枯死枝にはフウランあるいはノキシノブ等が多量に着生していると思われた箇所が随所に観察された。枯れ枝が腐朽落下した場合には人身事故や建造物損壊の恐れがあるため、枯損枝の切り取り作業が行われることになった。2010年2月、これら枯死していると考えられる枝を地上部からの指示により、健全な枝の部分を含め切り落とす作業が行われた。地上に降ろされた枝を観察すると、フウラン等の着生植物は認められず、写真2～3のように「てんぐ巣症状」の小さな枝が叢生していた。

約半年後の8月、地上より観察すると、残された太い枝に、枝が伸びずに小さな葉が多数生育している、いわゆる「てんぐ巣症状」を示していた（写真-4）。また着葉量が極端に少なく、葉色も黄緑色になった枝もみられた（写真-5）。これらの枝は衰退していると考えられ、今後枝枯れが進行して行くことと推察された。神社境内にはケヤキ大木が10本近くあるが、被害を受けているのは地上からの観察ではこのケヤキだけであった。このような症状を示すケヤキは未知のものであったので、「日本有用植物病名目録」や「樹病学大系」で調べたが、該当するような症状を示す病害は見当たらなかった。病名？や対応方法をお教え願いたい。



写真-1 枝上に形成された「てんぐ巣症状」の初期状態と考えられる症状。写真-2 1が成長したと考えられる状態。写真-3 2が大きく成長したと考えられる。写真-4 2010年8月の状態、地上からの撮影。写真-5 4に比べ衰退している枝と考えられる。

国有林だより

野生鳥獣との共存に向けた生息環境等整備モデル事業の実施

九州森林管理局 計画部 指導普及課

1. 事業の目的

九州森林管理局管内においては、シカの生息域が1978年から2003年の25年で1.5倍以上に拡大し、生息頭数も九州全域で27万頭以上、適正頭数の7倍以上と推定されており、近年、シカの生息頭数の増加や生息域の拡大により農林業への被害や、希少種を含む野生動植物の生息・生育地域の減少・劣化・消滅等が進行し、危機的な状況となっています。

このような状況から、九州森林管理局では、早急に対策を講じるため平成21年度からシカの生息・移動状況や生態系の被害状況等を把握した上で、植生の保護・再生方策、シカの個体数調整方策、森林環境保全・整備方策等を含むシカ被害に対する総合的な対策を推進することとしました。

対象地域は、九州中央山地（図-1）及び屋久島

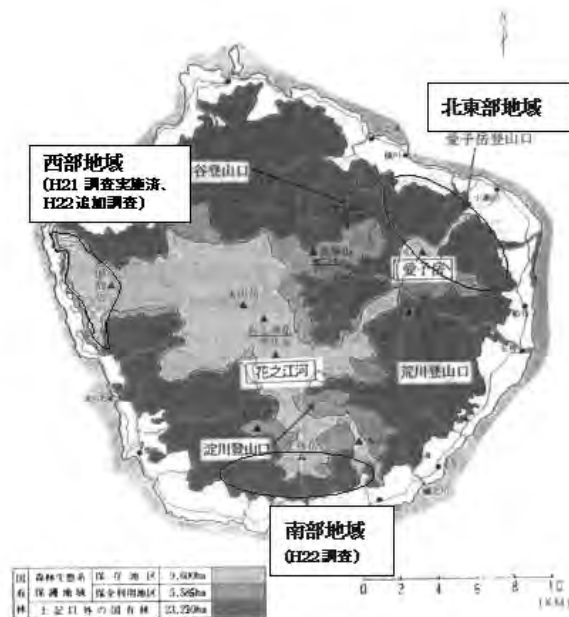


図-2 屋久島地域

(図-2) をモデル地域に指定して本事業を実施しています。



図-1 九州中央山地地域

2. 事業の概要

(1) 九州中央山地での取組み

対象地域は、大分、宮崎県境の祖母山・傾山・大崩山系と熊本、宮崎県境の内大臣・向坂山・国見岳・烏帽子岳・白鳥山・白髪岳の九州中央山系、宮崎、鹿児島県境の霧島山系及び宮崎県の青井岳です。

平成21年度においては、このモデル地域の山頂部を中心としたシカ被害が激しい地域において、植生等への被害状況の調査や糞粒法、糞塊法、ライトセンサー等によるシカの生息状況等の調査などの基礎的調査を実施しました。

平成22年度は、21年度の調査結果等から生息頭数が多い霧島山や被害が激しい白髪岳山頂一帯及び、



写真-1 熊本・宮崎県境 白鳥山 (1997年)
出典：五木・五家荘の自然(熊本生物研究所発行)より転載



写真-2 同左 (2009年)
シカの採食で下層植生が喪失 (小路和彦氏撮影)



写真-3 シカの広域移動規制柵
林道等入口の施錠・案内



写真-4 シカの広域移動規制柵
フェンスや林道等入口の施錠等

被害が比較的少ない青井岳においてGPSテレメトリー(16器)によるシカの移動状況調査や、森林環境・被害実態調査・生息環境調査を行うほか、植生の保護再生方策の検討では早期に保護・再生すべき箇所の抽出を行うこととしています。

また、根本的なシカ対策として個体数の低減が必要なことから、シカの個体数調整方策の検討においては、捕獲手法の検討や捕獲手法の試行・調査、捕獲体制等の詳細調査、個体数調整推進方策の検討に取り組んでいます。

このほか、増えすぎたシカによる農林業や森林に及ぼす危機的な状況等に関する情報の交換・共有化を図る目的で、平成23年2月に宮崎県小林市において、「霧島、増えすぎたシカとこれによる危機を考

える(予定)」をテーマにシンポジウムを開催し、専門家等から講演頂き、シカによる森林生態系や生物多様性の被害の状況と対策の必要性について多くの方々に理解していただく予定です。

(九州中央山地、熊本・宮崎県境の白鳥山におけるシカの採食による被害状況(写真-1, 2))

また、宮崎県下におけるシカの生息地域の拡大防止の取組の一環として、国有林と民有林が一体となって取り組む必要性から宮崎県と連携を図りつつ、宮崎市から都城市地域界においてシカの広域移動規制柵(フェンス)を約2.2km設置する取組を行っています(写真-3, 4)。

(2) 屋久島での取組み

屋久島における対象地域は、厳正な保護を図るべ



写真－5 屋久島地域に関する検討委員会



写真－6 GPSテレメトリー調査作業（データのダウンロード）

き世界遺産地域においてヤクシカの採食等により森林の植生や希少植物の生育等に悪影響が出ている西部地域をはじめとして南部地域及び北東部地域などです。

平成21年度は、屋久島におけるヤクシカの生態、分布、生息状況等の基礎調査、全体調査実施計画の策定の外、世界遺産地域である西部地域を対象地域として糞粒調査・糞塊調査・ライトセンサスによる生息状況調査、森林生態系（植物相）の被害状況、生息環境調査、次年度のGPSテレメトリーによる移動調査の実施に向けた検討、植生の保護対策、個体数管理手法の検討等について学識経験者等で構成される検討委員会（写真－5）の助言の下に取り組んだところです。

平成22年度は、前年度の調査結果を踏まえた補充調査等の外、引き続き西部地域及び現在比較的シカの生息頭数も被害も少ない南部地域を対象地域にして森林環境・被害状況・生息環境等調査、糞粒法・糞塊法・ライトセンサスによる生息状況調査、GPSテレメトリーによるシカの移動状況・行動パターンの調査（写真－6）、個体数管理方策に係る捕獲方法・手法や狩猟者の実情と捕獲体制の調査等個体数調整方策の検討、植生の典型的な垂直分布箇所等における植生保護柵の設置・再生方策の検討等に前述の検討委員会の助言の下に取り組んでいるところです。

なお、このような深刻な状況を打破するために島民をはじめとする多くの方々に状況を理解して頂くとともに、関係者間での情報の共有を図ることを目的に、平成23年3月、屋久島町において「ヤクシカによる被害の現状と共存を考える（予定）」をテーマに、シンポジウムを開催する予定にしているところです。

3. おわりに

現在、国有林・民有林を通じて銃器や捕獲器により狩猟及び有害駆除で捕獲が行われているところですが、今後の狩猟人口の減少や高齢化等により捕獲頭数の大幅な増加は厳しい状況にあると想定される場所です。

管内においてはシカの生息頭数の増加と生息域の拡大による被害の増加から、森林の生物多様性は危機的な状況にあると認識しており、その対策として森林生態系（植物相）の保護柵等の設置に加え個体数の管理・調整が必要となっていますが、早期に個体数を調整するためには効果的・効率的な捕獲方法を具体化することが重要であると考えているところです。

今後、本事業のモデル地域で取り組んだ結果等について、各地域の実態に応じたシカ被害の防止対策にフィードバックできるように取り組んでいくこととしています。

都道府県だより

鳥取県におけるナラ枯れ被害対策について

○被害状況について

鳥取県におけるナラ枯れ被害は、平成3年に県東部の旧福部村（現鳥取市福部町）で最初に確認されました。その後、被害の多くは単木的な枯損で、区域も県東部を流れる千代川以東地域に限られていましたが、平成17年以降被害地域が急速に拡大して県中部にまで西進しているほか、平成21年には県西部の大山町においても飛び火的な被害が確認されています（図-1）。

また、平成22年の被害本数は約26千本で前年度の2.4倍と激増し、県内8市町において被害が発生しています。

○被害対策の考え方

集団枯損がまだ発生していない県西部地域には、本県のシンボリックな存在である大山がそびえますが、周辺のミズナラ林が壊滅的な被害を受ければ、景観

や公益的機能の著しい低下が懸念されるため、県西部への被害拡大を阻止することを本県被害対策の大きな柱としています。

○これまでの取り組みと成果について

本県では平成19年度から薬剤くん蒸による駆除事業を開始するとともに、「県被害対策協議会」を設置し、市町村や国有林との連携を図りながら対策を実施しています。

また、平成21年度からは被害先端区域を設定し、当該区域で駆除事業を実施する市町村へは10/10の補助率で支援するとともに、「被害拡大防止対策プロジェクト会議」を設置するなど当該区域における被害対策を重点化したほか、ヘリコプターとGPSを活用した空中探査により、被害木の所在を座標特定して市町村へ情報提供を行っています。

さらに平成22年度には、本県林業試験場で開発した、健全木への粘着バンド設置によりカシノナガキ

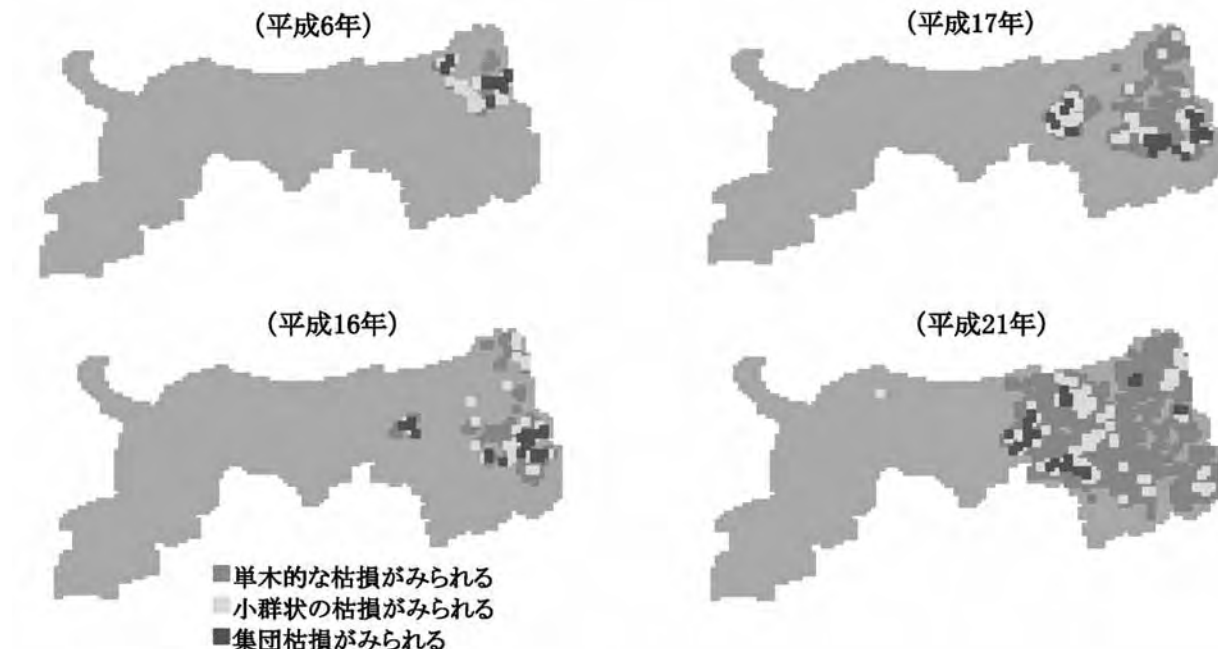


図-1 鳥取県のナラ類集団枯損被害エリアの推移



写真-1 粘着バンドの設置



写真-3 地域住民参加の防除活動（被害木へのしいたけ植菌）



写真-2 粘着バンドで捕殺されたカシナガ

クイムシ（カシナガ）を捕殺する予防事業もメニュー化し、カシナガの密度軽減を図っています（写真-1, 2）。

これらの取り組みにより、被害先端区域周辺では、平成22年の被害はわずかに西側で点的に発生しているものの、その区域、被害量とも小規模であり、被害の西進が最小限に抑えられているものと考えています。

○今後の取り組みについて

平成22年度は、駆除事業等の効果を補完するため

に、地域住民等の参加による防除活動をモデル的に実施しましたが、今後はこの取り組みを拡大し、県民運動へと展開することにより、県民の理解と参加も得ながら被害の西進を阻止したい考えです（写真-3）。

これに加え、飛び火的に被害が発生している大山町の被害地においては、来春までに町による徹底駆除を実施するとともに、その後も被害地から半径2キロメートルの区域内で県・町・地元関係者の連携のもとにモニタリングを実施するなど、当該地における被害の撲滅に向けた取り組みを実施します。

また、現行の薬剤くん蒸による駆除等に加え、樹幹のビニール被覆等新たな手法について実証試験的に取り組む予定にしています。特に岐阜県により有効性が報告されている生物農薬を活用した駆除については、実用化に向けて中国地方5県の試験研究機関による共同試験が既に開始されており、早期の実用化が期待されています。この共同試験は、本県の呼びかけにより平成22年9月に開催した中国地方各県との情報交換会がきっかけとなったものですが、こうした近隣府県との共同研究や情報共有については今後も継続し、広域的な連携を図りながら被害対策を講じていくことにしています。

（鳥取県農林水産部森林・林業総室森林づくり推進室）

栃木県における野生獣による森林被害状況 及び対策について

〇はじめに

栃木県では、近年ツキノワグマ（以下クマ）やニホンシカ（以下シカ）による森林被害が増加しています。クマによる被害は歯や爪で樹皮を剥くもの、シカによる被害は植栽木の枝葉の摂食や角により樹皮を剥くものです。特に、クマによる被害は壮齢林において多く発生し大径木が被害を受けやすい傾向にあり、苗木や幼齢林に被害が多いシカと比べて被害額が格段に高いため、森林所有者への心理的・経済的な影響は大きく、林業経営意欲の減退により施業放棄森林の増加を招き、ひいては公益的機能の低下が懸念されています。

〇被害状況調査及び被害推移

栃木県では、特定鳥獣保護管理計画（シカ・クマ）策定の対象地域である県内11市町のスギ・ヒノキ人工林を対象に被害調査を実施しています。調査は、関係森林組合に委託し森林整備実施箇所及びその周辺について被害が確認された場合に、位置、面積、樹種、林齢、加害獣、被害状況等を調査しています。調査結果によると、栃木県の過去5年間の野生獣による年間森林被害面積は230～320haで推移（図-1）しています。

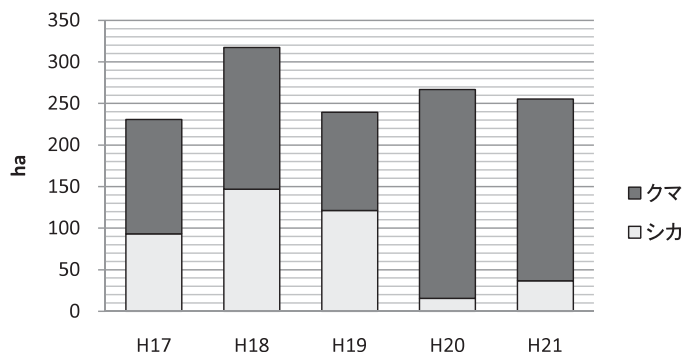


図-1 野生獣による森林被害面積の推移 (民有林)



写真-1 クマによる森林被害状況

平成21年度の森林被害面積は256haであり、クマによる被害が219ha（全体の86%）、シカによる被害が37ha（全体の14%）となっています。クマによる被害（写真-1）は近年増加傾向にあり平成17年度の1.5倍に増加しています。シカによる被害は減少傾向にあり平成17年度の4割となっています。

〇被害防止対策

野生獣による森林被害防止対策は、これまで主に造林事業等により、皮剥被害対策として単木への防獣ネットや防止帯の設置を、植栽木の食害対策として忌避剤塗布等への補助を実施してきました。

また、栃木県では、すべての県民が享受している森林の公益的機能の重要性にかんがみ「元気な森」を次の世代へ引き継いでいくために、平成20年4月から「とちぎの元気な森づくり県民税」（森林環境税）を導入し、スギ・ヒノキの間伐等を推進することとしました。しかし、野生獣による森林被害対策に対する税の活用についても各方面から意見が寄せられたことから、平成21年度からは新たに獣害対策を追加事業を実施しています。平成21年度はとちぎの



写真-2 防獣ネットによる被害対策実施状況

元気な森づくり県民税事業、造林事業等を活用し、防獣ネット等により約600haの対策を実施しました。(写真-2)

〇おわりに

先の被害状況調査では、過去5年間の年間被害面積は250ha程度で推移していますが、近年、森林所有者等からの被害情報は増加しており、調査結果と

実被害面積との乖離が想定されます。そのため、平成23年度は、緊急雇用創出事業を活用した詳細な調査を計画しており、より精度の高い被害状況の把握に努め、効果的・効率的な被害対策を検討する予定であります。

栃木県では、今後、これまで森林の公益的機能の高度発揮を目的に人工林の間伐面積を確保することを主眼として実施してきた施策を転換し、木材生産を主な目的に、皆伐と植栽・保育を繰り返し、人工林として森林資源の循環利用を推進しながら公益的機能の維持増進にも資する森林を整備する「循環の森づくり」と、天然林や、現在は人工林となっているが、人工林不適地である森林で、広葉樹林へ誘導することにより水源かん養機能などの公益的機能の高度発揮に資する森林を整備する「環境の森づくり」の2つを柱とした、新たな「とちぎの森づくり」を進めることとしています。この中で、公益的機能の発揮を主目的とする「環境の森づくり」においては、野生動物の餌資源の増加が期待できる生物多様性に配慮した森林整備についても推進していきます。

(栃木県環境森林部 森林整備課)

森林病虫獣害発生情報：平成22年10月受理分

虫害

〔ナンキンキノカワガ…奈良県 奈良市〕

壮齢ナンキンハゼ天然林、2010年9月27日発見（日本樹木医会・天野孝之）

〔カラマツハラアカハバチ…北海道 紋別郡〕

46～48年生カラマツ人工林、2010年8月25日発見、被害本数約62,000本、被害面積92ha（網走西部森林管理署・片桐勝美）

〔カラマツハラアカハバチ…北海道 紋別郡〕

45～53年生カラマツ人工林、2010年9月3日発見、被害本数約2,400本、被害面積6ha（網走西部森林管理署・片桐勝美）

〔カラマツハラアカハバチ…北海道 紋別郡〕

59年生カラマツ人工林、2010年9月28日発見、被害本数約160本、被害面積1ha（網走西部森林管理署・片桐勝美）
（森林総合研究所 窪野高德／牧野俊一／小泉 透）

森林病虫獣害発生情報：平成22年11月受理分

病害

〔かわうそたけ病…石川県 羽咋市〕

200年生ヤマザクラ（系）ゼンシヨウジ菊桜緑化樹（記念

樹）、2010年10月19日発見、被害本数1本（石川県樹木医会・松枝章）

〔かわうそたけ病…石川県 鳳珠郡〕

250年生エトビガン（御所桜）緑化樹（記念樹），2010年10月19日発見，被害本数1本（石川県樹木医会・松枝章）
〔材線虫病…鹿児島県 さつま川内市〕
若齡クロマツ，2010年11月20日発見，被害本数8本（日本樹木医会・村本正博）

虫害
〔マツノミドリハバチ…鹿児島県 鹿児島市〕
ゴヨウマツ庭木，2010年11月21日発見，被害本数2本（日本樹木医会・村本正博）
（森林総合研究所 窪野高德／牧野俊一／小泉 透）

森林病虫獣害発生情報：平成22年12月受理分

病害
〔材線虫病…新潟県 胎内市〕
105年生アカマツ天然林，2010年発見，被害本数6本，被

害面積0.03ha（下越森林管理署・川内敏郎）
（森林総合研究所 窪野高德／牧野俊一／小泉 透）

森林防疫ジャーナル

編集委員会報告

平成22年12月3日，森林防疫編集委員会が開催され，以下の点について論議されましたので報告します。

1. 「森林防疫」誌名についての検討：

紙面の内容は，より幅広くなることを期待するが，森林病虫獣害を中心とする方向は変わらないので，「森林防疫」の誌名を継続し，サブタイトルとして「森の生物と被害」を表紙に追加する。

2. 森林病害虫等防除活動優良事例コンクール，森林防疫奨励賞の今後について：

防除活動優良事例コンクールは来年以降も積極的に優良事例の募集を行い，森林防疫奨励賞は，名称を森林防疫賞に変更し，賞の形態を若干変え，前年度森林防疫誌に掲載された論文の中から，林野庁長官賞，全国森林病虫獣害防除協会賞，および奨励賞

の3賞を選出することとする。林野庁長官賞および全国森林病虫獣害防除協会賞は，過去の受賞者も対象とする。

3. 森林防疫投稿原稿の状況と今後の計画：

現在の投稿論文の現状と今後の掲載予定について論議した。

4. 全国森林病虫獣害防除協会の事業計画：

減少している購読者，購読機関獲得対策については，本誌の方向付けをさらに検討する必要があるが，当面は現状の内容で，購読者獲得につとめることとした。さらに事業計画の今後の予定について論議した。

5. 森林防疫編集担当の交代について：

23年3月末での現在の編集担当の交代が承認された。

森林総合研究所生物関連人事異動

平成22年10月1日付

新規採用

滝 久智（森林昆虫研究領域・昆虫生態研究室）

平成22年11月30日付

退職

黒田慶子（関西支所地域研究監）

→ 神戸大学大学院農学研究科教授

編集からの重要なお知らせ —全巻の総目次の更新と森林防疫賞の設定—

森林防疫 1 巻（1952年）から昨年発行の59巻までの目次を一つにまとめ、ホームページに載せました。これはExcelファイルとして取り込むことができますので、全巻の目次の検索にご利用下さい。なお、ホームページのアドレスが<http://bojyokyokai.web.infoseek.co.jp/>に変更になりましたが、旧アドレスでも自動的に新しいサイトに転送されます。

さらに、本誌の編集委員会報告にもありますように、昨年まで前年度の掲載論文のなかから森林防疫奨励賞として選考されてきた賞を、森林防疫賞として形態を変更して設定することになりました。授賞規定は決定後お知らせしますが、林野庁長官賞、全国森林病虫獣害防除協会賞は過去の受賞者でも対象となります。

ミスプリントの訂正

森林防疫59巻 6号掲載の森林病虫獣害発生情報：平成22年 9月受理分に、以下のミスプリントがありましたので、お詫びして訂正をお願いします。

〔カシノナガキクイムシ…長崎県 対馬市〕の発見日、**2009**年 9月 2日→**2010**年 9月 2日に訂正。

樹木病害デジタル図鑑（森林総合研究所 森林微生物研究領域／編集）
発売中（ご注文は、E-mailまたはファックスで防除協会まで）

森林防疫 第60巻第1号(通巻第682号)
平成23年1月25日 発行(隔月刊25日発行)

編集・発行人 林 正博
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都港区虎ノ門 5-8-12
☎ (03) 3432-1321

定価 1,302円(送料共)
年間購読料 6,510円(送料共)

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