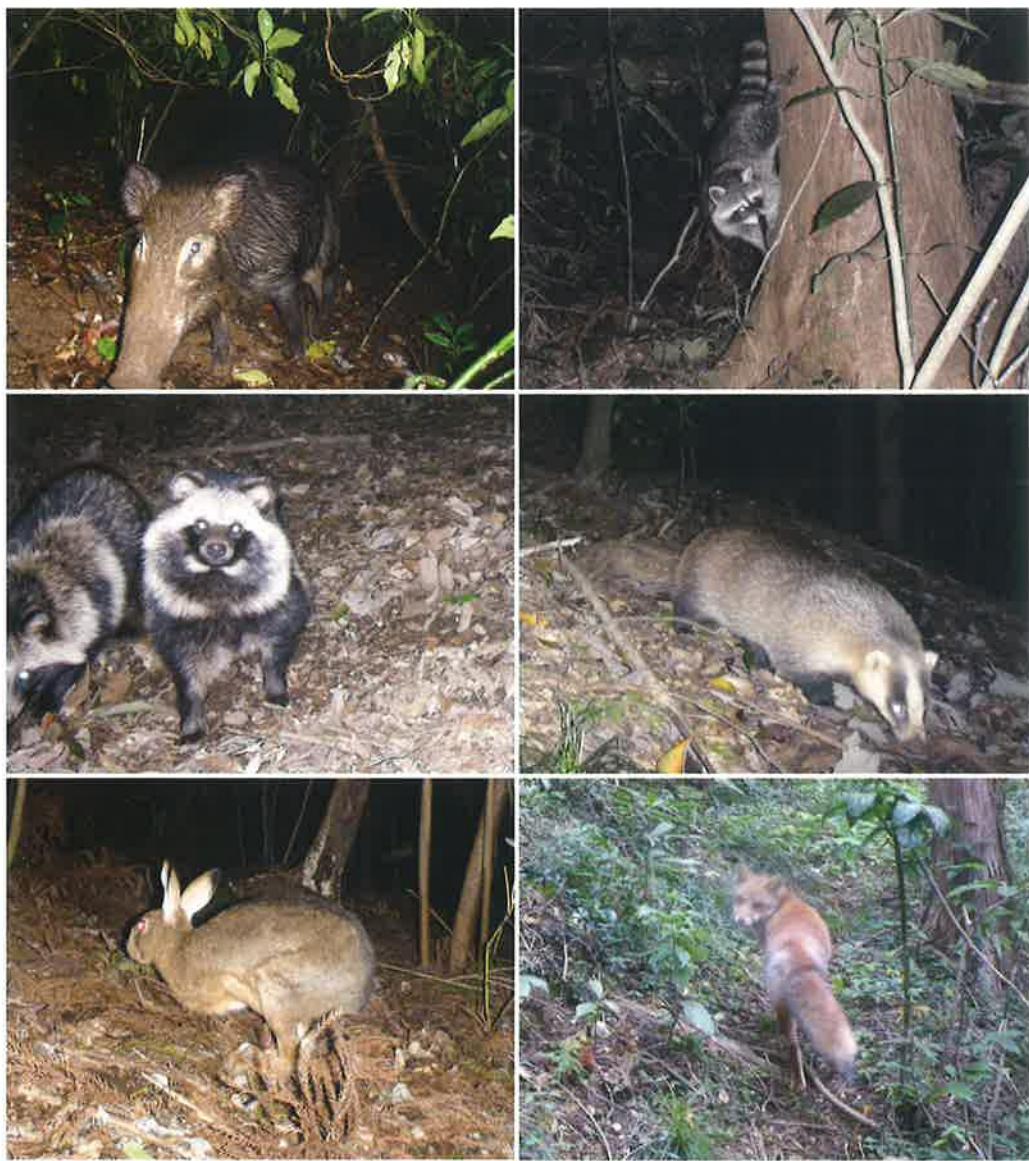


森林防疫

FOREST PESTS

—森の生物と被害—



目次

総 説	
ブナ科樹木萎凋病(ナラ枯れ)の防除法 [小林正秀・吉井 優]	3
論 文	
東京都西部の都市近郊林における哺乳類相の急速な変化 [田村典子・園田陽一]	15
短 報	
ならたけもどき病によるソメイヨシノ枯死木根株の堀取調査から得られた知見 —根株中の病原菌の生存期間と伝染方法— [陶山大志]	19
解 説	
DNAバーコーディング:生物を同定するための新しい道具 [前藤 薫]	23
計 報	
片桐一正博士を偲ぶ [島津光明]	29
都道府県だより:埼玉県	32
協会だより	36
森林病虫獣害発生情報:平成26年1月・2月受理分	37



[表紙写真] 東京都西部の多摩森林科学園に設置された自動撮影カメラ映像

東京都西部に位置する多摩森林科学園では、自動撮影カメラで、イノシシ（A）やアライグマ（B）が頻繁に撮影される。7年前と比較すると、タヌキ（C）やアナグマ（D）の撮影頻度は減少傾向。ニホンノウサギ（E）やキツネ（F）はほとんど撮影できなくなった（本文15ページ参照）。

（独）森林総合研究所多摩森林科学園 田村典子

総説

ブナ科樹木萎凋病（ナラ枯れ）の防除法

小林正秀¹・吉井 優²

1. はじめに

カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) (以下 カシナガ) の穿入を受けた樹木が枯れるブナ科樹木萎凋病 (以下 ナラ枯れ) は、1980年代以降に急速に拡大し (伊藤・山田 1998; 小林・上田 2005)，これまでに33都府県 (東京都の伊豆諸島を含む) で確認されている (図-1)。この被害で樹木が枯れるのは、カシナガによる坑道掘削によって幹が破壊されるだけでなく、カシナガが持ち込こんだ病原菌 (*Raffaelea quercivora*) (以下 ナラ菌) によって辺材部の通水機能が停止するためである (黒田・山田 1996; Kubono and Ito 2002; 小林ら 2008b)。

カシナガによる被害であることが確実な最初の記録は、1934年の南九州での被害であるが (熊本営林局 1941)，同様の被害が長野県で1750年から発生していたことを示す古文書が発見された (井田・高橋 2010)。また、カシナガと推察される虫による被害が栃木県で1880年頃から発生し、福島県や新潟県へと拡大したことを示す文献も見つかった (高畠 2010)。これらのことから、ナラ枯れは江戸時代以前から発生していた可能性が濃厚である。

1980年代以降の被害は、人里から離れた旧薪炭林で主に発生していたが、2000年頃からは都市近郊林でも多発するようになり、「里山放置が原因」という記述が目立つようになった。薪炭林を里山に含め

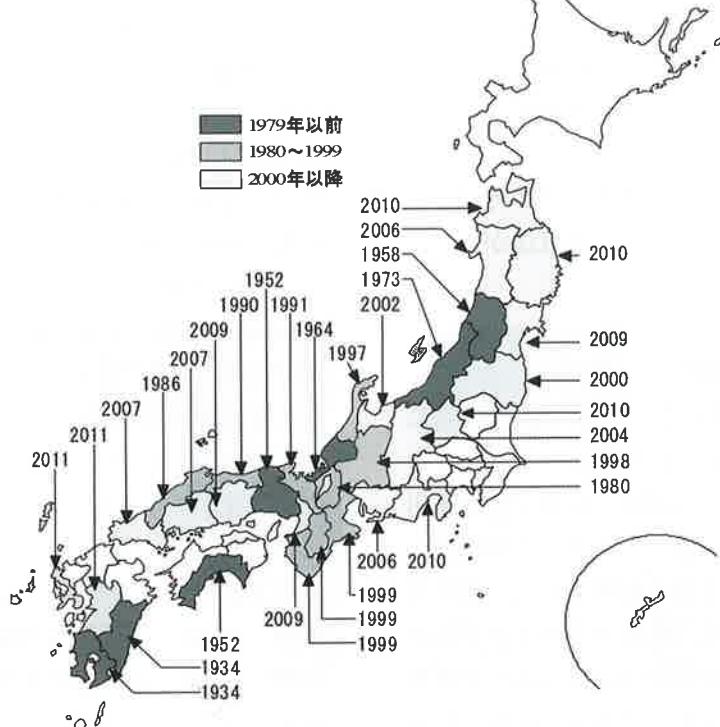


図-1 ナラ枯れの発生確認時期

Methods of controlling oak wilt disease
¹KOBAYASHI, Masahide, 京都府立大学・京都府森林技術センター ; ²YOSHII, Yuu, 大阪府みどり推進課

ているためであろうが、里山という用語を広めた四手井綱英先生は、「薪炭林は里山には含まれない」と明言されている(四手井 2006)。旧薪炭林は人里から離れた奥山に多く、ナラ枯れは、今でもそうした管理されなくなった森林で多発している。

このように、ナラ枯れは奥山や里山の区別無く発生し、大量の樹木が短期間に失われるため、森林の有する公益的機能の低下が危惧されている。具体的には、用材、シイタケ原木、パルプ原料などの資源の喪失(伊藤 1999; 入江 1999; 周藤ら 2001)、林地保全機能や水源かん養機能の低下(伊藤 1999; 斎藤ら 1999)、葉の変色による景観の悪化(斎藤ら 1999)、ブナ科樹木の堅果や葉を食料とする野生動物への悪影響(小林 2004)、社寺仏閣などにおける貴重木の喪失(小林ら 2001)、枯死木の倒伏による人身事故(小林 2010)が指摘されている。このため、各地で様々な方法による防除事業が実施されている。

2. ナラ枯れの防除法

ナラ枯れの防除法として多くの方法が検討され、何度かまとめられてきた(斎藤 2002; 小林 2005; 小林 2008)。これまでに検討された防除法を表-1に示す。予防法にはカシナガの穿入を回避する方法と、ナラ菌の材内での蔓延を防止する方法がある。駆除法には樹体内で繁殖しているカシナガの殺虫法と、野外を飛翔しているカシナガの捕殺法がある。

2.1 予防法

2.1.1 カシナガの穿入回避

カシナガの穿入回避策として開発されたのがビニールシートで幹を被覆する方法である(小林ら 2001)(写真-1左)。この方法は、安価な材料を用いて誰にでも実施できる。また、カシナガが最初に穿入しやすい地際部をしっかりと被覆すれば、数年間は樹木を守ることができる。韓国でもカシナガと同属のナガキクイムシ(*Platypus koryoensis*)が運搬する病原菌による被害が発生しており、両面に粘着物質が塗布された専用シートの被覆が防除の主力に

なっている(韓国森林科学院 Junheon Kim 私信)(写真-1中)。シート被覆は単木的な処理であるが、数百本を被覆することで面的な防除が可能であり、防除の成功例ではシート被覆を併用している場合が多い。シート被覆は各地で実施されているが、白色シートを大量に被覆した場合の光景が異様な印象を与えるため、塗布後に透明な皮膜を作る保護資材(明成化学製マイカコート)も開発されている(小林・伊吹 2006)(写真-1右)。

粘着資材や殺虫剤を単用または併用して幹に塗布することで穿入を回避する方法も検討されており(斎藤ら 2003; 増田 2005; 大橋 2008), 健全木に粘着資材(アース製薬製カシナガブロックなど)や殺虫剤を散布することで効果が得られている。中でも、フェニトロチオン乳剤(スミバイン乳剤)を幹の地上高 6 mまでに年2回散布する方法は効果が高い(江崎 2008)。ただし、被害地は水源林である場合が多く、殺虫剤を使用することに抵抗感を抱く人も多い。また、粘着材を使用する方法は防護服を着用しての作業が重労働な上に、粘着資材が流亡する事例もあり、全国的には普及していない。

カシナガを忌避する成分を幹に塗布することで穿入を回避する方法も検討されている。クレオソートが試された結果、忌避効果は得られたが(小林ら 2001), 発がん性が疑われる成分が含まれていたため、現場での使用例はない。京都府立植物園では市販の樟脳が幹に設置されたが、効果は得られなかった。針葉樹に穿入するキクイムシでは、広葉樹揮発成分を用いた穿入回避が試されている(上田 2007)。広葉樹に穿入するカシナガは、針葉樹揮発成分を忌避する可能性があるため、 α -ピネンなどの針葉樹揮発成分による試験が実施された。その結果、揮発成分が高濃度の場合に忌避効果が認められたが、忌避効果の継続期間は1週間未満であった(小林・上田 2010)。一方、ヒノキの木屑を幹に設置すると、2週間程度の忌避効果が認められた(小林ら 2014)。このため、京都市内の社寺仏閣では、御神木などの貴重木に対してヒノキ木屑(生材から作成した約 1 cm四方のチップ)を梶包した袋を2週間毎

表-1 ナラ枯れの防除法

区分	方 法	実施方法の概略
予防法	シートの被覆	健全木の地上高2m程度までの幹に、ビニールなどのシートを被覆する方法
	保護資材の塗布	健全木の地上高2m程度までの幹に、短時間に透明の皮膜を形成する保護資材（メイカコート）を塗布する方法
	殺虫剤の塗布	健全木の地上高6m程度までの幹に、殺虫剤（スミバイン乳剤50倍液など）を散布する方法
	粘着資材の塗布	健全木の地上高4mまでの幹に、粘着資材（カシナガブロックなど）を塗布する方法
	殺虫剤と粘着資材の併用	健全木の地上高1.5mまでの幹に殺虫剤を散布し、その上部（地上高1.5～2.0m）に粘着資材を塗布する方法、または、健全木の地上高3mまでの幹に、殺虫剤と粘着資材の両方を散布する方法
	忌避剤の設置	健全木の幹に、カシナガの嫌がる臭い成分（針葉樹成分など）を塗布または設置する方法
蔓延防止	殺虫剤の樹幹注入	健全木の幹に、殺虫剤（ケルスケットまたはウッドキングsp）を注入する方法
	抵抗性の誘導	健全木の幹に、ナラ菌を接種したり、薬剤を樹幹注入して傷害心材を形成して抵抗性を高める方法
駆除法	伐倒焼却	カシナガが繁殖している立木を伐倒して焼却または製炭する方法
	立木くん蒸処理	カシナガが繁殖している立木の幹に、ドリルで穴をあけ、NCSを注入する方法
	シイタケ菌の植菌	カシナガが繁殖している立木の幹に、ドリルで穴をあけ、シイタケ菌を植菌する方法
	天敵微生物の接種	カシナガが繁殖している立木の幹に、天敵微生物（Beauveria属菌など）を植菌または塗布する方法
	天敵線虫の注入	カシナガが繁殖している立木の幹に、天敵線虫（Steinernema属線虫）を注入する方法
	資材の挿入	カシナガが繁殖している立木の幹に掘られた穿入孔に、資材（爪楊枝など）を挿入して脱出を阻止する方法
	伐倒くん蒸処理	カシナガが繁殖している立木を伐倒し、玉切りした丸太と伐根に、チェーンソーなどで傷を付けてくん蒸する方法
	伐倒丸太の放置	カシナガが繁殖している立木を伐倒し、短く玉切りした丸太を林内に放置する方法
	伐倒丸太のシート被覆	カシナガが繁殖している立木を伐倒し、玉切りした丸太を生分解性シートで被覆する方法
	スカート型トラップの設置	カシナガが繁殖している立木の根元に、スカート型トラップを設置する方法
	ウレタンの被覆	カシナガが繁殖している立木に、ウレタンを被覆してミスパイン乳剤を染こませ、ストレッチフィルムを被覆する方法
	粘着紙の被覆	カシナガが繁殖している立木に、粘着紙（かしながホイホイなど）を粘着面を幹側にして被覆する方法
カ飛翔ナガでいる捕殺	粘着紙の設置	健全木に、粘着紙の粘着面を表向きに設置して飛来虫を捕殺する方法
	餌木誘殺	健全木から作成した丸太を井桁状に積んで餌木とし、餌木ごと焼却または製炭する方法
	おとり木	数十本の健全木に殺菌剤を樹幹注入し、その中の数本に合成フェロモン剤を設置して飛来虫を誘殺する方法
	ペットボトルトラップの設置	カシナガによる穿入を受け始めた立木に、ペットボトルなどで作成したトラップを設置して飛翔虫を捕殺する方法



ピニール被覆



韓国のシート被覆



メイカコート塗布



ヒノキ木屑の設置



シイタケ菌の植菌



爪楊枝の挿入

写真-1 カシナガの穿入防止法

写真-2 ヒノキ木屑の設置、シイタケ菌の植菌、爪楊枝の挿入

に幹に追加設置することが行われている（写真－2左）。

2.1.2 ナラ菌の蔓延防止法

アメリカ北中部で発生しているナラ・カシ類萎凋病（Oak wilt）では、殺菌剤の樹幹注入が実施されている（Appel and Kurdyla 1992）。これと同様の薬剤が1999年に試された結果、樹幹注入した8本のうち1本が枯死したこと、経費が高いことから、防除法にはならないと判断された（小林 未発表）。しかし、その後、検討を進める中で有効な殺菌剤が開発され、住化グリーン製ケルスケットやサンケイ化学製ウッドキングSPが市販されている（斎藤ら 2006；野崎ら 2008；岡田ら 2008）。この方法は、殺菌剤を入れたアンプルを、幹にあけたドリル穴に差し込んで実施される。大径木の場合は多数のアンプルが必要であり、経費が高額になるだけでなく、多数のドリル穴をあけることが樹木の負担になる。また、大径木や根曲がり木では、殺菌成分が樹体内に分散せず、樹幹注入された樹木が枯れることもある。マツ材線虫病での予防効果の高い樹幹注入剤に比べて、ナラ枯れ用の樹幹注入剤は公的機関による試験でも、注入木の1～2割程度が枯れている場合が多い。樹幹注入の枯死防止効果は100%ではないことを念頭に置いて使用すべきである。

2.2 駆除法

2.2.1 樹体内のカシナガの殺虫

樹体内で繁殖しているカシナガの殺虫法として、かつては伐倒した繁殖木をその場で焼却する伐倒焼却が実施されていた（松本 1955）。しかし、現在では野焼きは法律などで制限されていること、急傾斜地に存在する被害木の伐倒搬出が困難であることから、伐倒焼却は実施が困難になっている。そこで、繁殖木の幹にカーバム剤（住化グリーン製NCS）を注入する方法が開発された（斎藤ら 1999）。この他に、シイタケ菌糸を蔓延させることでカシナガが駆除できる可能性が示唆されていたことから（古川・野淵 1986）、繁殖木の幹に食用きのこを植菌する方

法が検討された。その結果、ナラ菌の菌糸伸張を阻害する能力が高いシイタケ菌を種駒を用いて植菌することでカシナガの脱出がある程度防止でき、子実体も収穫できた（小林・野崎 2001；野崎ら 2001；野崎・小林 2004）（写真－2中）。また、同様の方法で、繁殖木の幹に天敵微生物（*Beauveria*属菌など）を接種する方法も検討されたが、顕著な効果は得られなかった（野崎ら 2007）。

天敵を用いた駆除法として線虫も試されている。カシナガが繁殖に失敗した樹体内で発見された線虫を繁殖木に注入する処理では顕著な効果は得られなかつたが（小林ら 2003），岐阜県では、*Steinernema*属線虫製剤バイオセーフ（エス・ディー・エスバイオテック製）の繁殖木への注入によって駆除できる可能性が示唆された（大橋 2010）。しかし、その後、*Steinernema*属線虫の樹幹注入は、京都府、岡山県、広島県、鳥取県、島根県および山口県でも試されたが顕著な効果は得られなかつた（小林ら 2011；三枝 2012）。このように、天敵を用いた防除法は試されているが、今のところ、実用化に至った方法はない。

これらの他に、新成虫の脱出孔である穿入孔に爪楊枝などの資材を挿入する方法（写真－2右）も試されたが、挿入した爪楊枝をカシナガが削り落したり、爪楊枝を挿入した穿入孔の横に新たな脱出孔が掘られるため、期待した効果は得られなかつた（小林ら 2008a）。

大径木では樹幹上部からもカシナガが脱出することから（小林・野崎 2003），手が届く範囲の幹を対象とした立木くん蒸処理、シイタケ菌の植菌では被害の拡大を阻止することは困難である。そこで、繁殖木を伐倒・玉切りした丸太と伐根にチェーンソーなどで傷を付け、シートで被覆してカーバム剤（住化グリーン製NCS）でくん蒸する伐倒くん蒸が普及している（在原ら 2006；斎藤 2006；岡田ら 2007）（写真－3）。この方法は最も確実な駆除法であるが、枯死した当年の秋に処理しないと、カシナガが材内深くにまで穿入するために駆除効果が低下する（小林ら 2011）。また、被害木は大径木の場合が多く、



伐倒り作業には危険が伴い、経費も高額になる。そこで、玉切りした丸太をそのまま林内に放置する方法（西村ら 2007；在原ら 2009）や、玉切りした丸太をシートや粘着ネットで被覆する方法（松浦・西村 2009；杉本ら 2013）などのより省力化した方法も検討されている。今後、このような薬剤を用いない方法が普及する可能性がある。

伐倒処理を行う際には、カシナガが穿入しても生き残った穿入生存木の扱いが問題となる。穿入生存木は枯死木よりも多いが、葉が変色しておらず、探し出すのが困難であり、穿入生存木からのカシナガの脱出数は枯死木よりも少ない。また、穿入生存木の全てを伐倒すると大きなギャップが生じ、林縁を好むカシナガを呼び込み、被害が助長される。さらに、穿入生存木に穿入したカシナガの多くは繁殖できずに死亡することから、穿入生存木はカシナガの個体群密度を低減させるという効果もある。その上、穿入生存木を伐倒してカシナガの穿入対象木を除去すると、カシナガが穿入対象木を求めて広範囲へと飛散してしまう可能性もある。これらのことから、枯死木の伐倒処理を優先し、穿入生存木はむやみに伐倒すべきではないことが指摘されている（小林ら 2008a）。また、プラス（虫糞と木屑が混じった粉）排出量が多い穿入生存木からは多数のカシナガが脱出するが（小林ら 2013），この脱出を防止するためには伐倒すると、せっかく生き残った樹木を殺すことになる。そこで、穿入生存木を生かしたまま脱出を防止する方法が検討されている。江崎（2002）が開

発したスカート型トラップ（写真-4左）による脱出虫の捕獲や、殺虫剤をしみこませたウレタンシート（写真-4中）をストレッチフィルムで巻き付ける方法が検討された結果、穿入生存木からの脱出はある程度防止できたが、処理木の半数近くが枯死した（小林ら 2013）。粘着紙（アース製薬製かしながらホイホイ）の粘着面を幹側に向けて被覆する方法（写真-4右）では、13本中1本しか枯死せず、今のところ、穿入生存木からの脱出防止法としては本法が最も容易で、処理木が枯れる割合も低くなっている（小林ら 2014）。

2.2.2 カシナガ飛翔虫の捕殺

飛翔しているカシナガの捕殺法としても粘着紙が用いられている。すなわち、健全木に対して粘着面を外向きに設置することでカシナガが捕殺でき、穿入を回避できる（西垣 2012）。また、粘着紙はカシナガを誘引しないことから、カシナガのモニタリング用にも活用されている。ただし、粘着面を外向きに設置する場合は、鳥の捕獲を避けるための処置が必要である（写真-5左）。また、鳥の捕獲を回避するように工夫した粘着紙（シグノード製ナラガード）も検討されている（写真-5右）。

過去に実施されていた餌木誘殺（熊本営林局 1941）も飛翔虫の捕殺法である。これは、健全木の丸太を井桁状に積み上げ（写真-6），それにカシナガを誘引して焼却する方法であり、カシナガの数を減らすと同時に、拡散を防止する効果が期待でき



写真-5 粘着紙の幹への設置



写真-6 京丹波町で実施した餌木誘殺

る。また、餌木を燃料として活用することにもなる。しかし、燃料革命以降、化石燃料や原子力に頼るようになつた日本では、健全木の伐倒や餌木の利用が困難となり、餌木誘殺は実施されてこなかつた。近年、広葉樹の利用を進める動きもあり、今後、利用が進むことが期待される。

餌木誘殺よりも簡便に誘殺するため、集合フェロモンを用いた誘殺法も検討されている。カシナガの雄を穿入させた丸太を誘引源とする捕獲試験によつて、雄が雌雄を誘引する信号を発信していることが証明された (Ueda and Kobayashi 2001)。そして、その信号が集合フェロモンであり、その主成分の構造が解明され、人工合成したフェロモン剤がカシナガを誘引することも確認された (Tokoro *et al.* 2007)。ただし、合成フェロモン剤の誘引力は弱く、これだけを用いた大量誘殺はできなかつた (衣浦ら 2007)。そこで、殺菌剤の樹幹注入と合成フェロモン剤を併用した「おとり木法」が検討されている

(小林 2008; Kinuura *et al.* 2009; 斎藤ら 2009b)。この方法は、数十本の健全木に殺菌剤を樹幹注入し、その中の数本に合成フェロモン剤を取り付けてカシナガを誘殺するものである。樹幹注入したおとり木はカシナガの穿入を受けても枯れることは少なく、カシナガが繁殖に失敗することになる。しかし、実際に現場で試された結果、合成フェロモン剤が高価なこと、合成フェロモン剤だけでは誘引力が弱く、おとり木にうまく穿入しないこと、樹幹注入の枯死予防効果が完全ではないこと、およびカシナガの生息密度が高い場合に、おとり木を含む樹幹注入処理木以外の周辺木が穿入を受けて枯れることなどが問題であった (小林 2012a)。おとり木法に関する試験は、山形県 (斎藤ら 2009a)、新潟県 (布川ら 2007)、長野県 (岡田ら 2010)、岐阜県 (大橋 2009) および島根県 (福井 2010) でも実施されたが、誘殺数は多くても10万頭以下と推定されている (衣浦ら 2011など)。1本の枯死木からの脱出数は数万頭程度であり (小林・野崎 2006)，微害地で40万頭以上を捕殺しても被害が減らなかつた事例もある (小林ら 2013)。10万頭以下の誘殺数では被害を抑えることは困難であると考えられるため、このまま微害地で実施すると、カシナガを激害地から引きずり込むことになりかねない。愛知県では、粘着資材による脱出防止法などと組み合わせた総合防除によって被害が抑えられている (福田ら 2013)。本法を実施する際には、他の防除法と効果的に組み合わせるなどの工夫が必要である。

おとり木法と同じく天然の集合フェロモンを利用してカシナガを誘殺する方法も検討されている (小林・村上 2008; 小林・野崎 2009)。雄が集合フェロモンを発散している穿入孔の直下に置かれた入り口のコップ (写真-7左) では、一晩で1個のコップに200頭以上が捕獲され、天然の集合フェロモンの誘引力の強さが確認された (小林 2012a)。また、ペットボトルで作成した雨どい状の受け皿を幹に螺旋状に設置した試験では (写真-7中), 21基で22,568頭が捕獲された (小林 2012a)。さらに、ペットボトル先端部を30段重ねたトラップ (以下



写真-7 樹木に飛来したカシナガの捕獲法



写真-9 台湾製の既製品 (カシナガトラップKMC)

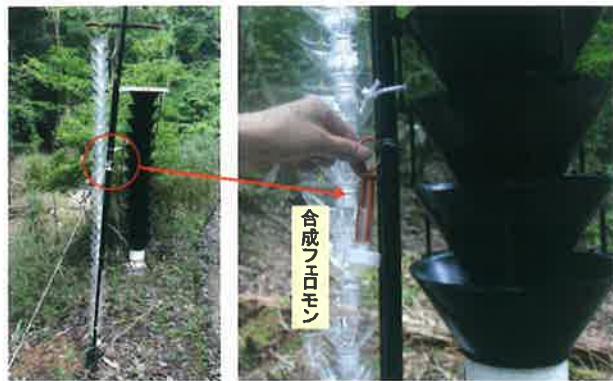


写真-8 既存のトラップとの比較 (6対による試験)

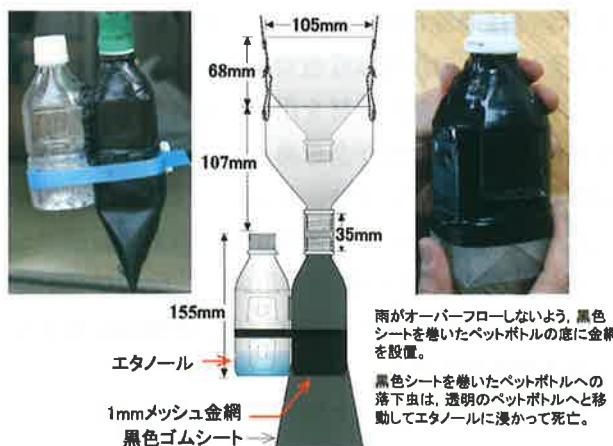


図-2 ペットボトルを利用したトラップ

PT) (写真-7右) は捕獲効率がより高かった (小林 2013)。捕獲虫の腐敗防止のため、捕虫部にエタノールを投入したものでは (図-2), エタノールの誘引効果も加わって捕獲効率がさらに向上し, 60

本の樹木に1基ずつ設置しただけで179,160頭が捕獲された (小林 2013)。また、市販の不透明なトラップ (Lindgren製ファネルトラップ) との比較試験 (写真-8) の結果, PTのほうが15.3倍も捕獲された (小林 2012a)。PTは誰にでも作成でき、安全に設置できる。捕獲虫を数えなければ、トラップの設置と掃除を1週間毎に行うだけなので作業量もさほど多くない。また、ペットボトルの収集とトラップの作成を省力化するため、PTに改良を加えた既製品 (写真-9) も開発されている。

2.3 今後開発が期待される方法

殺菌剤の樹幹注入と同様の効果を狙って、ナラ菌を予め幹に接種したり、薬剤を樹幹注入して傷害心材を人為的に形成する試みも始まっている (上辻ら 2013; 三谷ら 2013)。これらの方法は、穿入生存木は材内が変色して繁殖に不適になり、翌年以降に新たな穿入を受けても枯れにくくなること (小林ら 2008a) に着目した方法である。このような樹木の抵抗性を誘導する方法で効果的な方法が開発できれば、より広域を対象とした面的な防除が可能になる。

天敵を用いた方法は実用化には至っていない。しかし、カシナガのように材内深くに坑道を形成する養菌性キクイムシに対しても、殺虫活性がある *Beauveria* 属菌などの微生物 (野崎ら 2007; 斎ら 2010), *Steinernema* 属線虫 (大橋 2010) および捕食性昆虫のホソカタムシ類、アリなど (梶村 2002;

野崎ら 2007; 衣浦・浦野 2006; 小林 2012b) の天敵を材内深く効率的に送り込む方法が開発できれば、天敵を用いた防除が可能になるかもしれない。

これらの他に、カシナガが穿入した樹木に電気インパルスによる衝撃を加えると通水機能が維持されて枯死が回避できることが示唆されている(大脇ら 2013)。また、カシナガは穿入孔で交尾する際に雌雄が発音するが(Ohya and Kinuura 2001; Kobayashi and Ueda 2002),これを攪乱する音を利用して交尾が阻止できれば、防除法になり得る。

3. 総合防除の重要性

ここで紹介した以外にも防除法は検討されている。酸性物質による樹木の衰弱がナラ枯れの発生要因であるとされていたことから(小川 1996), 京都府内の林地に木炭や消石灰を撒いたが、効果は判然としなかった。しかし、木炭を撒くことでナラ枯れが抑えられたとする報告もある(宮下 2012)。このように、多数の方法が検討されてきたが、防除の成功例は少なく、一つの方法で被害を抑えた事例は報告されていない。防除に失敗するのは実績のない新しい方法に飛びついたり、一つの方法に固執することも要因になっている。ナラ枯れを防除する際も、一つの方法で被害を抑えようとするのではなく、利用可能な全ての手法について経済性を考慮し、適切な手段を組み合わせて講じる総合的病害虫管理(IPM)の考え方方が重要である。

実際に、京都府内では総合防除によって被害を抑えた事例がいくつもある。京丹後市峰山町の権現山や京丹後市弥栄町の農業公園では、被害の初期段階で数本の枯死木を伐倒くん蒸するとともに、林内の加害対象木の大半をシート被覆することで、その後の被害がほぼ完全に抑えられている(小林・萩田 2003)。また、綾部市の2箇所(大社神社と高倉神社)でも、同様の方法で被害が抑えられている。さらに、京都市内でも、上賀茂神社、下鴨神社(糺の森)、京都府立植物園および京都御苑では、枯死木の伐倒破碎処理と、シート被覆またはメイカコートの塗布が実施され、穿入生存木からの脱出を防ぐためにウ

レタン被覆も実施された結果、被害が抑えられている。これらの事例では、枯死木や穿入生存木からのカシナガの脱出を防止した上で、加害対象木の大半をシート被覆することで被害が抑えられてきた。神戸市の六甲山で2010年に発生した被害でも、京都府で経験を積んだ担当者が、同じ方法で被害をほぼ完全に抑えている(神戸市 細井直樹氏 私信)。ただし、加害対象木が多い場合は、カシナガの活動期までにシート被覆を完了することが困難になるため、そのような場所では、PTによる捕殺を主とする総合防除で被害が抑えられている(小林ら 2014)。

4. おわりに

1990~2011年の間の論文や学会発表要旨などを集計すると、ナラ枯れの研究に関わった人は、大学関係者が150名程度、公立試験研究機関が120名程度、森林総合研究所が60名程度、メーカーと行政関係者などが70名程度であった。研究テーマの多くは防除法であり、実際に、多数の防除法が開発された。また、カシナガの生態には謎が多く、その姿を見ることさえ困難であったが、今では、1シーズンで50万頭以上が捕獲できるようになった。これまでの知見を活かせば防除は可能であり、「ナラ枯れには防除法は無い」との指摘は妥当ではない。

京都府では薬剤と資材を用いた総合防除によって被害を抑えた成功例が多数あるが、同様の方法は全国的には普及していない。これは、薬剤による防除法は薬剤メーカーによる普及が図られるが、ビニールシートやPTなどの資材を用いた防除法はメーカーによる普及が行われないことが要因になっていると考えられる。

総合防除では、薬剤と資材は車の両輪であり、どちらか一方では被害を抑えることは難しい。ナラ枯れに対して多くの防除法が開発され、それぞれの方法ごとに必要経費や必要人員が議論されている。しかし、単独の方法では被害が抑えられないことから、確実に被害を抑えることができる防除法の組み合わせや、現場に適合した方法の選択などを議論する必要がある。京都府での防除の成功例では、被害を早

期に発見し、被害が少ないうちに、経費を惜しまずには、あらゆる方法を用いて被害を抑えることを徹底した。こうすることで、結局は、経費や人員も低く抑えられ、より多くの樹木が守られることになった。このことを参考としていただきたい。

引用文献

- Appel DN and Kurdyla T (1992) Intravascular injection with propiconazole in live oak for oak wilt control. *Plant Disease* 76: 1120 ~ 1124
- 在原登志男・松崎 明・齋藤直彦・石井洋二 (2009) ナラ類集団枯損に関する防除技術の開発. 福島県林業研究センター研報 41: 47 ~ 116
- 在原登志男・齋藤直彦・石井洋二 (2006) MEP油剤およびくん蒸剤によるカシノナガキクイムシの駆除. 林業と薬剤 176: 13 ~ 24
- 江崎功二郎 (2002) スカート型トラップによる食材生甲虫類の調査法. 昆虫と自然 37(4): 24 ~ 25
- 江崎功二郎 (2008) フェニトロチオン乳剤の樹幹散布によるカシノナガキクイムシの穿入防止効果. 日林誌 90: 391 ~ 396
- 福田秀志・森川尚季・小堀英和・衣浦晴生 (2013) 愛知県知多半島で行ったナラ枯れの総合防除とその効果 (Ⅲ) -総合防除3年目の成果-. 樹木医学研究 17: 51 ~ 53
- 福井修二 (2010) ナラ類集団枯損の予測手法と環境低負荷型防除システムに関する研究. 島根県中山間地域研究センター平成20年度研究成果概要集: 104 ~ 105
- 古川久彦・野淵 輝 (1986) 栽培きのこ害菌・害虫ハンドブック, 256pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 井田秀行・高橋 勤 (2010) ナラ枯れは江戸時代にも発生していた. 日林誌 92: 115 ~ 119
- 入江淳人 (1999) キクイムシ被害木も変わりなく多発生. 菌草 45: 9 ~ 13
- 伊藤進一郎 (1999) ナラ類集団枯死の原因を探る. 菌草 45: 30 ~ 35
- 伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. 日林誌 80: 229 ~ 232
- 梶村 恒 (2002) 養菌性キクイムシ類の生態と森林被害. 森林科学 35: 17 ~ 25
- 衣浦晴生・浦野忠久 (2006) カシノナガキクイムシ孔道へのサビマダラオオホソカタムシ接種試験. 第57回日林関西支講要: 34
- 衣浦晴生・齊藤正一・岡田充弘・小林正秀・猪野正明 (2007) 振発制御型製剤を用いた合成フェロモンによるカシノナガキクイムシの捕獲試験. 第118回日林講要: P2h23
- 衣浦晴生・齊藤正一・所 雅彦・岡田充弘 (2011) 滋賀県湖西地域におけるおとり木トラップ法によるナラ枯損防除の試み. 第122回日林講要: Pa2-99
- Kinuura H, Tokoro M, Saito S, Okada M, Kobayashi M, Ino M (2009) Control of Japanese oak wilt using aggregation pheromone of *Platypus quercivorus* (Coleoptera, Platypodidae). In Chemical Ecology of Wood-Boring Insects. Nakamura K and Millar JG (eds), pp. 40 ~ 51, Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki
- 小林正秀 (2004) カシノナガキクイムシの穿入に伴うブナ科樹木集団枯死被害の発生機構. 京都府林業試験場研究報告 7: 139pp
- 小林正秀 (2005) カシノナガキクイムシの穿入に伴うブナ科樹木枯死被害の防除法. 森林応用研究 14(1): 55 ~ 58
- 小林正秀 (2008) ブナ科樹木萎凋病被害 (ナラ枯れ) の防除法. 樹木医学研究 12: 73 ~ 78
- 小林正秀 (2010) 止まらないカシノナガキクイムシの大発生. BIOSTORY 14: 90 ~ 95
- 小林正秀 (2012a) 京都府におけるナラ枯れ被害対策. グリーン・エージ 39: 15 ~ 19
- 小林正秀 (2012b) カシノナガキクイムシの天敵. 昆虫と自然 97: 20 ~ 26
- 小林正秀 (2013) カシノナガキクイムシの生態に基づくナラ枯れの防除法. JATAFF ジャーナル1 (5): 23 ~ 28

- 小林正秀・萩田 実 (2003) カシノナガキクイムシのビニールシート被覆による防除法. 森林防疫 52 : 137 ~ 147
- 小林正秀・伊吹 均 (2006) 穿孔性害虫による被害を回避するための樹幹塗布剤の開発. 第57回日林関西支講要 : 35
- 小林正秀・村上幸一郎 (2008) ブナ科樹木萎凋病の防除の実際－京都市東山での事例から－. 森林科学 52 : 46 ~ 49
- 小林正秀・野崎 愛 (2001) 食用きのこによるナラ類病原性未同定菌の菌糸伸長阻害. 森林応用研究 10(2) : 67 ~ 71
- 小林正秀・野崎 愛 (2003) ミズナラにおける地上高別のカシノナガキクイムシの穿入孔数と成虫脱出数. 森林応用研究 12(2) : 143 ~ 149
- 小林正秀・野崎 愛 (2006) カシノナガキクイムシの脱出数と枯死本数の推定. 森林防疫 55 : 224 ~ 238
- 小林正秀・野崎 愛 (2009) ナラ枯れ被害をどう防ぐのか－被害発生のメカニズムと防除法－. 京都府林業試験場研究報告 : 17pp.
- Kobayashi M, Ueda A (2002) Preliminary study of mate choice in *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Appl Entomol Zool 37 : 451 ~ 457
- 小林正秀・上田明良 (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
- 小林正秀・上田明良 (2010) カシノナガキクイムシの穿孔回避を目的とした忌避成分の探索. 第61回日林関西支講要 : 33
- 小林正秀・伊藤進一郎・野崎 愛 (2003) カシノナガキクイムシに随伴するセンチュウについて. 第114回日林講要 : 330
- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田繁 (2001) ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. 日林誌 83 : 328 ~ 333
- 小林正秀・野崎 愛・細井直樹・村上幸一郎 (2008a) カシノナガキクイムシ穿入生存木の役割とその扱い方. 森林防疫 57 : 166 ~ 181
- 小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生 (2008b) カシノナガキクイムシの接種によるブナ科樹木萎凋病の再現. 森林防疫 57 : 264 ~ 276
- 小林正秀・清水広行・藤下良夫・矢尾尋子・吉井優 (2013) 京都府向日市におけるナラ枯れ対策奮闘記. 森林防疫 62 : 198 ~ 210
- 小林正秀・吉井 優・阿部 豊・鶴田英人・田辺博司 (2011) くん蒸剤と生物殺虫剤を用いたカシノナガキクイムシ駆除試験. 林業と薬剤 197 : 7 ~ 17
- 小林正秀・吉井 優・竹内道也 (2014) ペットボトルを利用したカシノナガキクイムシの大量捕獲－京都市船岡山での事例－. 森林防疫 63 : 11 ~ 21
- Kubono T, Ito S (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*. Mycoscience 43: 255 ~ 260
- 熊本営林局 (1941) カシ類のシロスジカミキリ及びカシノナガキクイムシの豫防驅除試験の概要. 51pp, 熊本営林局, 熊本
- 黒田慶子・山田利博 (1996) ナラ類集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌 78 : 84 ~ 88
- 増田信之 (2005) カシノナガキクイムシ被害における液体粘着剤を用いた防除法. 第56回日本関西支講要 : 66
- 松本孝介 (1955) カシノナガキクイムシの発生と防除状況－兵庫県城崎郡西氣村－. 森林防疫ニュース 4 : 10 ~ 11
- 松浦崇遠・西村正史 (2009) 被害木丸太のビニール被覆によるカシノナガキクイムシの防除効果. 第119回日林講要 : Pb2-08
- 三枝道夫 (2012) 昆虫病原性線虫を活用したナラ枯れ対策の可能性について. 第63回応用森林学会講要 : B12
- 三谷果穂・佐藤一輝・光川侑輝・山本福壽・二井一禎・竹内祐子 (2013) 宿主樹木の薬剤処理がナラ

枯れ伝播昆虫の行動・繁殖に及ぼす効果. 樹木医学研究 12: 54 ~ 55

宮下正次 (2012) 野にも山にも炭を撒く. 232pp, 五月書房, 東京

西垣眞太郎 (2012) 粘着トラップによるカシノナガキクイムシ被害軽減の可能性. 森林防疫 61: 14 ~ 18

西村正史・松浦崇遠・高畠幸司・小林裕之 (2007) ナラ類集団枯損を引き起こすカシノナガキクイムシの富山県における生態と防除. 富山県林業技術センター研報 20: 1 ~ 10

野崎 愛・小林正秀 (2004) カシノナガキクイムシ穿入枯死木を用いた食用きのこ栽培. 森林応用研究 13: 115 ~ 121

野崎 愛・小林正秀・藤田博美・芦田 暢・江浪敏夫・柴田 繁 (2001) 集団枯損したミズナラに対する食用きのこの植菌. 森林応用研究 10(2): 61 ~ 66

野崎 愛・小林正秀・衣浦晴生・竹本周平・二井一禎 (2007) カシノナガキクイムシ穿入枯死木に対する各種菌類の植菌. 森林応用研究 16: 1 ~ 9

野崎 愛・小林正秀・斎藤正一・岡田充弘 (2008) 殺菌剤を用いたナラ枯れ被害の防除. 第119回日林講要: P2d05

布川耕市・中島忠一・猪野正明 (2007) 撥発量の異なる合成フェロモンがカシノナガキクイムシの行動に与えた影響. 第118回日林講要: P2h22

Ohya E, Kinuura H (2001) Close range sound communications of the oak platypodid beetle *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Appl Entomol Zool 36: 317 ~ 321

小川 真 (1996) ナラ類の枯死と酸性雪. 環境技術 25: 603 ~ 611

岡田充弘・近藤道治・橋爪丈夫 (2010) ナラ類集団枯損の予測方法と環境低負荷型防除システムの開発. 平成21年度長野県林業総合センター業報: 48 ~ 49

岡田充弘・小山泰弘・山内仁人 (2007) カシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害木の薬剤処理方法の検討. 中部森林研究 55: 57 ~ 58

岡田充弘・斎藤正一・衣浦晴生・野崎 愛・山内仁人・小山泰弘・近藤道治・小林正秀 (2008) カシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害対策の検討. 樹木医学研究 12: 129 ~ 130

大橋章博 (2008) 粘着剤散布によるナラ枯れの予防効果Ⅱ. 第119回日林講要: P2e07

大橋章博 (2009) おとり木トラップによるカシノナガキクイムシの誘引効果. 第120回日林講要: Pb2 - 07

大橋章博 (2010) カシノナガキクイムシ幼虫に対する *Steinernema* 属線虫の防除効果について. 第121回日林講要: c30

大脇琴美・田中延亮・梶村 恒 (2013) 電気インパルスはカシノナガキクイムシ穿入木の通水機能を回復させる - グラニエ法による検証 -. 第124回日林講要: P2 - 058

斉 宏業・王 建国・竹内祐子・遠藤力也・Tarno H・二井一禎 (2010) カシノナガキクイムシ幼虫から分離した微生物の昆虫病原性 - ナラ枯れの生物学的防除因子の探索 -. 第121回日林講要: c09

斎藤正一 (2002) ナラ枯れ被害の防除法. 森林科学 35: 41 ~ 47

斎藤正一 (2006) カシノナガキクイムシ被害木の天幕くん蒸試験. 平成17年度林業薬剤等試験成績報告集: 375 ~ 392

斎藤正一・中村人史・衣浦晴生・所 雅彦・岡田充弘 (2009a) ケルキボロールを装着したナラ類立木トラップによるカシノナガキクイムシの大量誘殺. 第120回日林講要: Pb2 - 05

斎藤正一・中村人史・三浦直美 (2003) 薬剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害における枯死木の新たな防除の試み(1). 林業と薬剤 166: 18 ~ 24

斎藤正一・中村人史・三浦直美・小野瀬浩司 (1999) ナラ類集団枯損の薬剤防除法. 森林防疫 48: 85 ~ 94

斎藤正一・中村人史・中江純一郎・山本克哉 (2006) 防カビ剤の樹幹注入によるミズナラの枯損被害防止. 東北森林科学会誌 11: 92 ~ 96

斎藤正一・中村人史・岡田充弘・小林正秀・衣浦晴

- 生・阿部 豊・所 雅彦 (2009b) 合成フェロモンによるカシノナガキクイムシの大量誘引法. 公立林業試験研究機関研究成果選集 6: 5~6
- 四手井綱英 (2006) 森林はモリやハヤシではない. 277pp., ナカニシヤ出版, 京都
- 杉本博之・薦田邦晃・曾根晃一 (2013) 農薬を使用しないカシノナガキクイムシ成虫駆除の可能性. 樹木医学研究 17: 64~65
- 周藤成次・富川康之・扇 大輔 (2001) 島根県におけるコナラの集団枯死被害とカシノナガキクイムシの寄生・脱出. 島根県林技研報 52: 1~10
- 高畠義啓 (2010) ナラ枯れの被害記録を探る—明治期の記録. 森林総研九州支年報 22: 17
- Tokoro M, Kobayashi M, Saito S, Kinuura H, Nakashima T, Shoda-Kagaya E, Kashiwagi T,

Tebayashi S, Kim CS, Mori K (2007) Novel aggregation pheromone, (1S,4R)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Bulletin of FFPRI 402: 49~57

上田明良 (2007) 忌避物質によるヤツバキクイムシ類の丸太被害防除効果. 第51回応動昆講要: 154

Ueda A, Kobayashi M (2001) Aggregation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) on oak logs bored by males of the species. J For Res 6: 173~179

上辻久敏・岡本卓也・大橋章博 (2013) 酵素処理がコナラ・ミズナラ辺材部の変色形成に及ぼす影響. 第124回日林講要: P1-149

(2013.5.9受付, 2013.7.8掲載決定)

論文

東京都西部の都市近郊林における哺乳類相の急速な変化

田村典子¹・園田陽一²

1. はじめに

東京都西部の多摩地域は、道路の拡充や宅地開発の影響で、この50年間に大きく環境が変わり、それに伴って野生動物の生息状況が変化していることも報告されている（小原ら 1986；曾根・土方 1992；東京都立八王子高陵高校生物部 1999；園田・倉本 2008）。とくに、森林に依存度が高いムササビ (*Petaurista leucogenys*) やニホンリス (*Sciurus lis*) などでは、森林の断片化や孤立化によって移動が阻害され、分布域が後退している（Kataoka and Tamura 2005；岡崎 2010）。一方、タヌキやハクビシンなどは、人間が生活する環境を巧みに利用して生息し続けている（Hirasawa *et al.* 2006；金子ら 2008）。このように、都市化による森林環境の

変化への反応は種類によって異なり（園田・倉本 2008），その結果、都市近郊林の哺乳類相は時代とともに変化することが予想される。本研究では、同一調査地における哺乳類相の変化を自動撮影法によって定量評価する試みを行った。

2. 調査地と方法

調査を行った森林総合研究所多摩森林科学園は、東京都立高尾陣馬自然公園と中央高速道路を挟んで隣接する孤立緑地の一画に位置する（図-1）。多摩森林科学園はこの緑地の東側を占め、総面積約56ha、標高183～287m、サクラ品種を含む各種の樹木から構成される樹木園、スギやヒノキなどの針葉樹実験林、コナラやケヤキなどの広葉樹実験林、

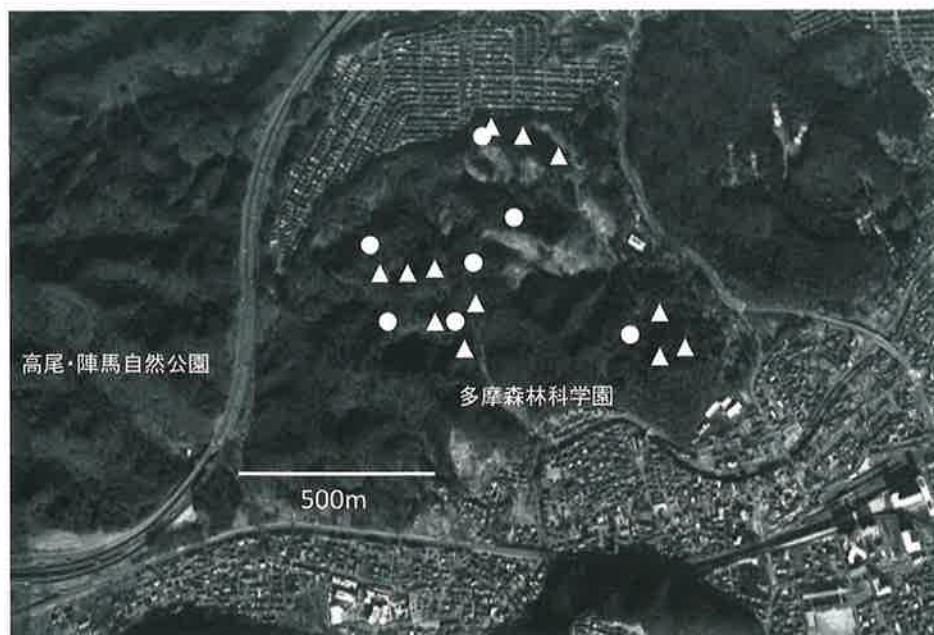


図-1 多摩森林科学園に設置した自動撮影カメラの位置

●印は2005年調査地点、▲印は2012年調査地点を示す。

Recent changes of mammal fauna in the suburban forest at western Tokyo

¹TAMURA, Noriko, (独)森林総合研究所多摩森林科学園；²SONODA, Youichi, (株)地域環境計画

モミやスダジイを含む天然林あるいは放置された二次林などが混在する（勝木ら 2010）。

林内に2005年5月から12月にかけて、7ヶ所に自動撮影カメラ（麻里府商事製 Fieldnote II）を設置し、通過する哺乳類の撮影を試みた。また、2012年3月から2013年2月にかけて、12ヶ所に自動撮影カメラ（麻里府商事製 Fieldnote II または Fieldnote Duo）を設置した（図-1）。カメラの設置個所は森林内の林床とし、特定の位置や植生に偏らないよう留意した。2005年に設置した7ヶ所の林床植生の内訳は常緑低木が4ヶ所、落葉低木が2ヶ所、アズマネザサが1ヶ所であった。2012年の12ヶ所の内訳は、常緑低木が6ヶ所、落葉低木1ヶ所、アズマネザサ1ヶ所、林床植生がほとんど無いものが4ヶ所であった。カメラが作動していた累積日数をカメラごとに求め、それを合計したものを「総カメラ日」とした。また、30分以内に同種個体が撮影された場合は独立ではないとみなし、本調査の解析ではカウントしないこととした。

3. 結果と考察

2005年調査では合計497カメラ日で245回、また、2012年には1248カメラ日で445回、種が特定できる哺乳類が撮影された（表紙写真参照）。2005年にもっとも頻繁に撮影されたのはタヌキ (*Nyctereutes procyonoides*) で、撮影された哺乳類全体の33%を占めた。次がハクビシン (*Paguma larvata*) で29%、アナグマ (*Meles mels*) 21%と続いた。これら食肉目3種で全体の83%を占めた（図-2）。一方2012年には、もっとも頻繁に撮影された種はイノシシ (*Sus scrofa*) で、全撮影回数の32%を占め、以前多かったタヌキが27%、ハクビシンが14%、アナグマは7%に減少した（図-2）。また、撮影回数が少ないため個体数の増減は推定しにくいが、2005年にはみられたキツネ (*Vulpes vulpes*)、ニホンノウサギ (*Lepus brachyrurus*)、ニホンリス (*Sciurus lis*) が2012年にはほとんど撮影されなくなってしまった。一方で、外来生物のアライグマ (*Procyon lotor*) や人間由来のイエネコ (*Felis*

cattus) の撮影回数は増加していた。また、アカネズミ (*Apodemus speciosus*) は2012年の方がやや多い傾向がみられた。総カメラ日あたりの哺乳類撮影総数を比較して見ても、2005年は0.49に対し、2012年は0.36と低くなった。

今回の調査を通して、7年間という比較的短期間で、都市近郊の哺乳類相はかなり変化していることが明らかになった。多摩森林科学園では、1999年頃から確認されるようになったイノシシが著しく増加した。タヌキやアナグマなどの中型肉食類の頻度の低下とイノシシの増加に種間の因果関係があるかどうかは不明である。林床の土壤動物、昆虫、落下種子などを利用する中型肉食獣と雑食性のイノシシの食性は一部で重複している可能性が高い。今後の動向を追跡調査するとともに、都市近郊林におけるそれぞれの種の資源利用を調査する必要がある。

本調査における変化の要因として、調査地そのものの森林環境の継時的变化もあげられる。しかし、それ以上に、この地域全体の森林環境の変化や人間の生活様式が各種哺乳類の生息個体数に影響し、それが反映された結果であると考えられる。すなわち、多摩森林科学園や周囲の森林でも、ここ10～20年間は下層植生の管理が以前ほど行われなくなっている。繁茂した下層は、多様な野生動物の隠れ場所を提供することになる。とくに、イノシシは下層が藪化した林地を頻繁に利用することが知られている（小寺ら 2001）。また、アカネズミは下層が繁茂した環境を好んで利用する（Nishikata 1981）。したがって、林床の管理不足によって、イノシシやアカネズミなどの個体数増加を招いている可能性も考えられる。しかし、同様に藪化した林床環境を好むと言われているタヌキ（園田 2000）が必ずしも増加しているわけではないので、下層管理だけではなく動物種間の問題などいくつかの要因が関わっていると考えられる。

一方、山林を伐採して新たに造林する作業も減っている。河川敷の草原も宅地化によって狭小傾向にある。そのため、本調査地付近では、林縁や開けた環境を好むニホンノウサギやキツネにとって

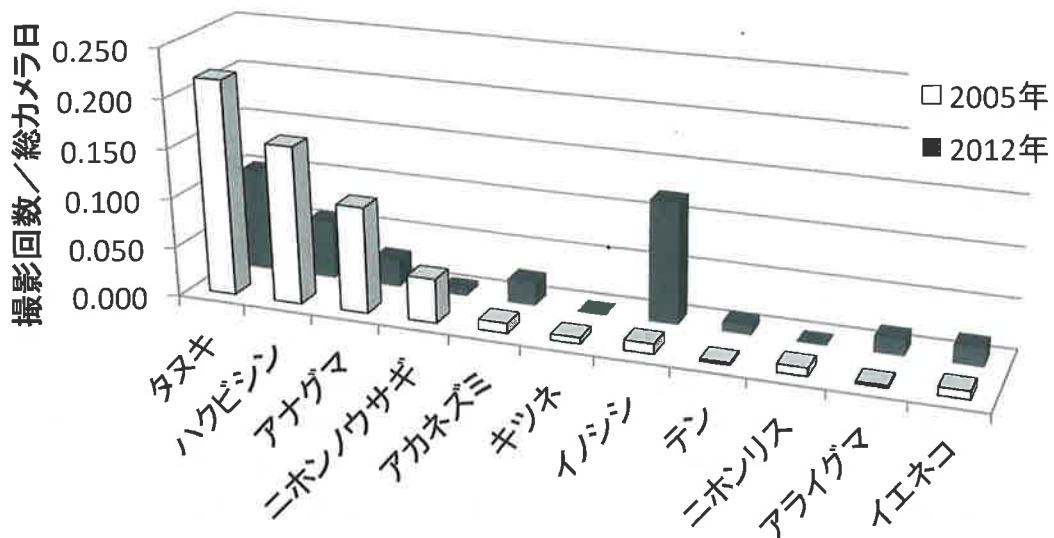


図-2 自動撮影カメラによって撮影された哺乳類各種の撮影回数

適した環境は減っている可能性がある。ニホンノウサギの生息密度は伐採跡地で高いことが知られている（矢竹ら 2003）。キツネは森林性のアカネズミ類よりも草地に生息するハタネズミ類を餌とし、林内よりも草地を頻繁に利用する（Takeuchi and Koganezawa 1992）。山林の際に、農地ではなく住宅が迫っている本調査地のような都市近郊林では、生息環境として林縁を嗜好する種が減少する可能性がある。

また、2005年の撮影で初めて記録された外来生物のアライグマも、2012年には撮影頻度が増加している。アライグマやイエネコといった人間生活に由来する哺乳類の頻度が高くなっていることは、住宅地が森林と密接している都市近郊において一般的に生じやすい現象である。雑食性のアライグマは両生・爬虫類や鳥類など多様な動物を餌として利用するため、地域の生物多様性に与える影響は大きい（金田・加藤 2011）。また、イエネコが森林内に侵入することによって、小型哺乳類、鳥類、爬虫類の生息は危ぶまれる（城ヶ原ら 2003）。都市近郊林は、その奥にある山林と人間生活とのバッファーゾーンとして、外来生物の防除やペットの管理など適切な生態系保全が行われる必要がある。

御厨（1993）によると、多摩森林科学園では1990年前半まではイノシシ、アライグマが確認されていないばかりか、アナグマは1992年、ハクビシンは1981年にそれぞれ初めて確認されるようになった。逆に、1980年代までは見られたニホンジネズミ (*Crocidura dsinezumi*)、ヒメネズミ (*Apodemus argenteus*)、イタチ (*Mustela itatsi*) は現在確認されなくなっている。このように、都市近郊林では数十年の間に生息する哺乳類相がかなり入れ替わっている。そして、本調査によって現在も急速な変化の途上にあることが明らかになった。

近年、自動撮影カメラによる哺乳類相のモニタリング調査は増えてきているが、同一調査地での継続的な変化を追跡している事例はまだ少ない。鹿児島県の山林で自動撮影カメラによって生息する動物を調査した事例では、生息種の変化は顕著ではなかった（高松ら 2005；芦原 2013）。短期間に哺乳類相が変化することは、都市近郊林の特徴の一つであると考えられる。自動撮影調査ではムササビやコウモリ類など樹上や空中を利用する動物の生息確認は難しい。また、小型哺乳類の撮影確率は中大型種に比べて低いことも予想される。痕跡調査や捕獲調査と併用することによって、今後も都市近郊林の現状を

より正確に把握し続けていく必要があるだろう。

引用文献

- 芦原誠一 (2013) 自動撮影カメラを利用した鹿児島大学高陽演習林における野生動物の調査. 鹿児島大学演習林研究報告 40 : 39 ~ 48
- Hirasawa M, Kanda E, Takatsuki S (2006) Seasonal food habits of the raccoon dog at a western suburb of Tokyo. Mammal Study 31: 9 ~ 14
- 城ヶ原貴通・小倉 剛・佐々木健志・嵩原健二・川島由次 (2003) 沖縄県北部やんばる地域の林道と集落におけるネコ (*Felis cattus*) の食性および在来種への影響. 哺乳類科学 43 : 29 ~ 37
- 金田正人・加藤卓也 (2011) 外来生物アライグマに脅かされる爬虫両生類. 爬虫両棲類学会報 2011 (2) : 148 ~ 154
- 金子賢太郎・丸山将吾・永野 治 (2008) 国営昭和記念公園周辺に生息するタヌキの生息地利用について. ランドスケープ研究 71 : 859 ~ 864
- Kataoka T, Tamura N (2005) Effects of habitat fragmentation on the presence of Japanese squirrels, *Sciurus lis*, in the suburban forests. Mammal Study 30: 131 ~ 137
- 勝木俊雄・大中みちる・別所康次・岩本宏二郎・石井幸夫・島田和則 (2010) 森林総合研究所多摩森林科学園の野生植物. 森林総合研究所研究報告 9 : 207 ~ 225
- 小寺祐二・神崎伸夫・金子雄司・常田邦彦 (2001) 島根県石見地方におけるニホンイノシシの環境選択. 野生生物保護 6 : 119 ~ 129
- 御厨正治 (1993) 多摩森林科学園の脊椎動物相. 森林総合研究所研究報告 No.364 : 97 ~ 113
- Nishikata, S (1981) Habitat preference of *Apodemus speciosus* and *A. argenteus*. J Jap For Soc 63: 151 ~ 155
- 小原秀雄・平田 久・奥崎政美 (1986) 都市生態系における人間と動物の動態. 生物科学 38 : 46 ~ 55
- 岡崎弘幸 (2010) 東京都におけるムササビの分布最前線の変遷. 中央大学教育研究 23 : 47 ~ 60
- 曾根晃一・土方康次 (1992) 都市近郊林の野生鳥獣をめぐる諸問題. 森林科学 4 : 27 ~ 33
- 園田陽一 (2000) 里山林とタヌキ—里山における藪の意味とは—. 山林 1485 : 44 ~ 47
- 園田陽一・倉本 宣 (2008) 多摩丘陵および関東山地における非飛翔性哺乳類の種組成に対する森林の孤立化の影響. 応用生態工学 11 : 41 ~ 49
- 高松希望・平田令子・畠 邦彦・曾根晃一 (2005) 赤外線センサーcameraの野生鳥獣調査への応用—野ネズミの採食行動調査を中心として—. 鹿児島大学演習林研究報告 33 : 35 ~ 42
- Takeuchi M, Koganezawa M (1992) Home range and habitat utilization of the red fox *Vulpes vulpes* in the Ashio mountains, central Japan. J Mamm Soc Japan 17: 95 ~ 110
- 東京都立八王子高陵高等学校生物部 (1999) 東京都多摩地区における野生動物の分布と環境評価の試み. 東京都高尾自然科学博物館研究報告 18 : 11 ~ 33
- 矢竹一穂・梨本 真・松木吏弓・竹内 亨・阿部聖哉・島野光司・白木彩子・石井 孝 (2003) 秋田駒ヶ岳山麓における糞粒法とINTGEP法によるノウサギの生息密度の推定. 哺乳類科学 43 : 99 ~ 111

(2013.12.16受付, 2014.1.15掲載決定)

短報

ならたけもどき病によるサクラ ‘染井吉野’ 枯死木根株中の病原菌の生存期間と伝染方法

陶山大志¹

1. はじめに

ならたけもどき病によって緑化樹が衰弱・枯死する被害が本邦各地で発生している（長谷川 2004；長谷川・太田 2003；金子・小河 1983；1998；小林・石井 2010；小野里 2006；坂上ら 2004；佐藤・鈴木 2002；陶山 2011）。このうち松江市城山公園では、2002年以來、本病による‘染井吉野’衰弱と枯死が問題となっている（陶山 2011）。本公園では2002年～2009年の8年間で、調査木に設定した約110本のうち約4割が本病によって枯死する激害が生じている。本病の枯死木の根株は本病の伝染源になると考えられているが（Rhoads 1954），本公園は国の史跡に指定されているため、土壤の掘削や改変には特別な許可が必要で、このため防除に有効と考えられる枯死木の根株の除去（太田 2006；Rhoads 1954）はこれまで行われてこなかった。今回、特に許可が得られ、本病によって枯死したのち約1～9年経過した‘染井吉野’5本の根株を掘取調査することができた。本病の枯死木の根株中では、病原菌のナラタケモドキ (*Armillaria tabescens* (Scopoli) Emel) が蔓延していると推察されるが、根株中で

の本菌の生存期間については明らかでない。そこで本報では、根株中の本菌の生存期間を検討するため、根株から材片を採取し菌分離試験を行ったので、その結果について述べる。また、本病の伝染方法についても知見が得られたので報告する。

2. 調査方法

ならたけもどき病によって枯死した‘染井吉野’5本の根株の掘取調査を行った（表-1）。これら5本の衰弱時には、根元にナラタケモドキの子実体が形成されていた。調査木1, 2についてはそれぞれ2010年12月、2011年3月に、調査木3, 4, 5については2012年1月に調査を実施した。調査木は2002年9月～2009年9月に枯死し、枯死時の樹齢は12～33年生で、枯死後調査時までの経過年数は1年3か月～8年6か月である。掘取調査は地表面から深さ30cmまでとし、根株から半径3mの範囲で行った。掘取後、根株の腐朽状態、ナラタケモドキの白色菌糸膜と根状菌糸束の有無、および隣接するほかの‘染井吉野’から伸長した根への感染の有無について調査した。

表-1 調査木の概要とナラタケモドキの分離結果

調査木番号	胸高直径 (cm)	枯死年月	枯死時樹齢	枯死後経過年数	ナラタケモドキの分離か所数*	
					白色菌糸膜	辺材部
1	12.6	2009年9月	12	1年3か月	10	10
2	40.5	2002年9月	22	8年6か月	9	9
3	45.5	2004年9月	28	7年4か月	3	6
4	65.5	2007年9月	33	4年4か月	7	8
5	35.4	2003年7月	21	8年6か月	1	4

*供試部位数は白色菌糸膜・辺材部各10か所。

Survival period of the pathogen in the stumps of *Cerasus × yedoensis* 'Somei-yoshino' killed by Clitocybe root rot and its infection pattern

¹SUYAMA, Hiroshi, 島根県中山間地域研究センター

各調査木の根株の中心 1か所と根の 9か所から、樹皮を含む 5~10cm 角の材片を採取した。材片の採取位置は互いに 40cm 以上の間隔を空けた。材片は、島根県中山間地域研究センターに持ち帰ったのち、菌分離試験に供試した。採取した材片の辺材部から、滅菌した剪定バサミを用いて 1 材片につき 3mm 角の切片を 10 個採取した。これら切片を 70% エタノールで 30 秒、次亜塩素酸ナトリウム水溶液（有効塩素濃度 1%）で 3 分間浸漬したのち、殺菌水で 3 回洗浄した。これら切片を、ポテトデキストロース寒天（PDA）平板培地に置いて 25℃ 暗黒下で培養した。また、各材片の樹皮を剥皮して、木部表面の白色菌糸膜を滅菌したピンセットで搔き取って、PDA 培地に移植した。樹皮が腐食している場合は、辺材内部から白色菌糸膜を採取した。培養 2 週間後にナラタケモドキの分離の有無を調査した。本菌の同定は陶山（2011）に拠って行った。

3. 結果

いずれの調査木の根株においても白色腐朽が広がっており、腐朽の進んだ部位では木部は著しく軟化し、多量の水分を含んでゼリー状になっているものがあった。腐朽部が腐植化している部位も多く見られた。根株と根あるいはその周辺に、根状菌糸束の形成は認められなかった。根株と根を切断したところ、すべての調査木で腐朽部の周辺に新鮮な白色菌糸膜が認められた（写真-1）。

調査木 2 に隣接して生育する‘染井吉野’から伸長した根が、調査木 2 の腐朽根に接触していた（写真-2）。隣接木は胸高直径 26cm で、調査木 2 から 4.1m 離れていた。接触位置は地表から深さ 10cm~15cm であった。接触部付近で隣接木の根の樹皮を剥ぐと、木部と樹皮の間に白色菌糸膜が広がっていた（写真-3）。この菌糸膜を搔き取って PDA 培地に移植したところ、ナラタケモドキが分離された（写真-4）。菌糸膜のある部位の根の樹皮表面は、菌糸膜のない部位と比較してより濃い黒褐色であった。根の菌糸膜のある部位は最大太さ 18mm で、長さ 55cm に及んでいたが、根の傷等は認められず本菌の

侵入位置は特定できなかった。

菌分離試験の結果を表-1 に示す。すべての調査木で白色菌糸膜と辺材部からナラタケモドキが分離された。枯死後の経過年数が最も短い 1 年 3 か月の調査木 1 では、菌糸膜、辺材部とともにすべての箇所で本菌が分離された。調査木 2~5（枯死後 4 年 4 か月~8 年 6 か月経過）では菌糸膜で 1~9 か所、辺材部で 4~6 か所から本菌が分離された。

4. 考察

枯死後 1 年 3 か月経過した調査木 1 では、白色菌糸膜と辺材部とともに 10 か所すべてからナラタケモドキが分離され、本菌が根株に蔓延しているものと考えられた。また、すべての調査木で菌糸膜と辺材部からナラタケモドキが分離されたことから、枯死後約 9 年と長期間経過した根株中にも本菌が生存できることが明らかになった。

調査木に隣接して生育する‘染井吉野’から伸長した根が、調査木の腐朽根と接触しており、伸長した根は、その接触部で本菌に感染していた。また、根状菌糸束は認められなかったことから、本病は根と根の接触により伝染すると推察された。長谷川・太田（2003）は、ヒマラヤスギならたけもどき病を調査して、根から根へ伝染していたと報告している。なお、本病の枯死木の根株に根状菌糸束の形成が認められなかったとする報告は多い（長谷川・太田 2003; Rhoads 1952; 陶山 2011）。一方、金子・小河（1998）は、感染木から鮮やかなオレンジ色の根状菌糸束が僅かに伸びることがあると報告している。しかし、ナラタケモドキを培養した枝を、ある殺菌剤を含む用土中に埋めた試験では、本菌はナラタケ (*Armillaria mellea*) と同様な、黒褐色で針金状の根状菌糸束を形成した（陶山 未発表）。また、Rhoads（1925）は、ブドウならたけもどき病の枯死木根株からは、やや平坦で、黒色の根状菌糸束が形成されると報告している。ナラタケモドキの根状菌糸束の形態や、形成の条件、生態的な役割については、再検討が必要である。

ナラタケモドキは宿主の枯死後も、根株において

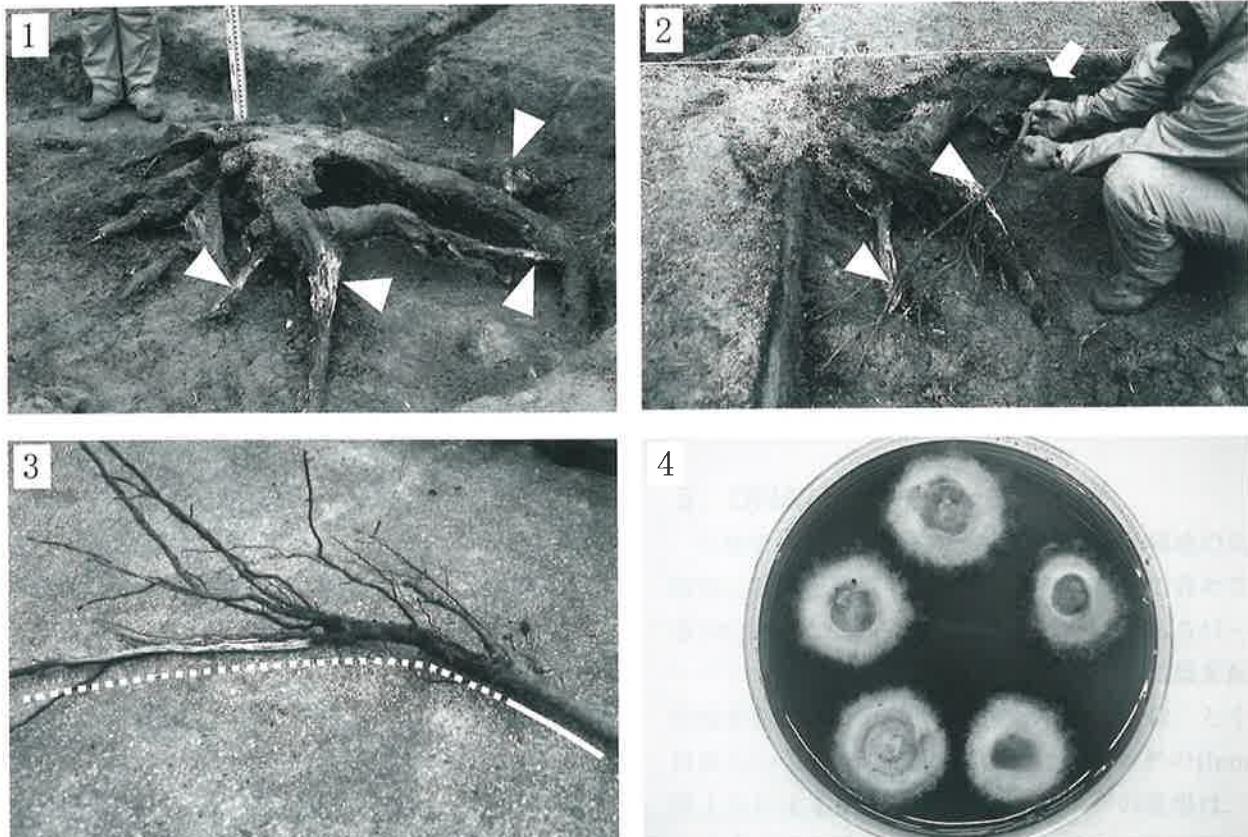


写真-1 土壤が除去された根株（調査木2, 枯死後8年6か月経過）

根株の各所に白色菌糸膜の形成が認められる（▽で示す）。

写真-2 隣接木からの伸長した根が、枯死木の根との接触部でナラタケモドキに感染していた
（→：隣接木からの根、▽：接触位置）

写真-3 ナラタケモドキに感染した根（実線は健全部、点線は感染部）

写真-4 分離されたナラタケモドキの菌そう

長期間生存が可能であること、また枯死木の根株は健全木から伸長してくる根に対して伝染源となることが明らかになった。ならたけもどき病を防除するには、枯死木の根株を除去する必要があることを確認した。

引用文献

長谷川絵里 (2004) 茨城県つくば市のサクラの衰退とナラタケモドキの発生. 日林関東支論 55: 195 ~ 196

長谷川絵里・太田祐子 (2003) ならたけもどき病により枯死したヒマラヤスギ. 114回日林学術講: 763

金子周平・小河誠司 (1983) ナラタケモドキによる

樹木の被害. 森林防疫 32: 120 ~ 121

金子周平・小河誠司 (1998) 福岡県におけるならたけもどき病の発生. 森林防疫 47: 164 ~ 168

小林紀彦・石井孝昭 (2010) 京都におけるソメイヨシノ衰弱症の原因究明. 森林防疫 59: 216 ~ 219

小野里光 (2006) ならたけもどき病による樹木被害. 群馬林試研報 11: 30 ~ 44

太田祐子 (2006) ナラタケ属菌の分類・系統・生態およびならたけ病の防除. 樹木医学研究 10: 3 ~ 11

Rhoads AS (1925) Root rot of the grapevine in Missouri caused by *Clitocybe tabescens* (Scop.) Bres. Journal of Agricultural Research 30: 341 ~ 364

Rhoads AS (1952) The destructiveness of Clitocybe root rot to plantings of Casuarinas in Florida. *Lloydia*. 15: 161 ~ 184

Rhoads AS (1954) Clitocybe root rot found widespread and destructive in Georgia and South Carolina peach orchard. *Plant disease Reporter* 38: 42 ~ 46

坂上大翼・松下範久・鈴木和夫 (2004) 都市樹林地

で数種の広葉樹に発生したならたけもどき病被害と病原菌のジェネット識別. *樹木医学研究* 8: 36
佐藤咲枝・鈴木和夫 (2002) ラカンマキを枯死させたナラタケモドキ. *森林防疫* 51: 40

陶山大志 (2011) 松江市城山公園におけるサクラ類ならたけもどき病の発生と病原菌のジェネット分布. *日林誌* 93: 14 ~ 20

(2013.8.15受付, 2013.10.10掲載決定)

解説

DNAバーコーディング：生物を同定するための新しい道具

前藤 薫¹

1. はじめに

DNAバーコーディングあるいはDNAバーコードという耳慣れない言葉を見聞きすることが増えた。生物多様性の研究に使われる新しい手法のようだが、はたして森林保護の研究や調査にも役立つだろうか。本稿では、DNAバーコーディングの意義や可能性について、私なりの意見を含めて解説したい。

2. さっそく試してみよう

マイマイガ、クワゴマダラヒトリ、ハスモンヨトウなどに寄生する寄生蜂（図-1の右上）の名前を知りたい。新鮮な標本やエタノール浸標本あるいは比較的新しい乾燥標本があれば、DNAバーコーディングを試してみよう。中肢1本を切り取ってDNAを抽出し、ミトコンドリア遺伝子の特定領域を増幅して約650塩基対の配列（DNAバーコード）を解読する。それを同定サイトBOLD SYSTEMSに入力すれば、データベースに登録されている類似したDNAバーコードが返ってくる。その中に高い類似度（通常は98～96%以上）のレコードがあれば、同一種である可能性が高い。この場合、97%以上一致したレコードは全てコマユバチ科の一種*Meteorus pulchricornis*なので、その種（和名 ギンケハラボソコマユバチ）が同定したい寄生蜂だと判断できる（図-1）。

簡単そうに述べたが、標本からDNAを抽出し、バーコードを解読する手順は煩雑であり、なかなか面倒である。しかし、DNAの抽出からデータベース検索までの一切を行なってくれる業者がすでに現れている。現在は食品会社からの混入異物の同定依頼が多いそうだが、DNAの分析費用は年々確実に

安くなっている。DNA分析を専門としない研究者からの外注はもちろん、今後はアマチュア昆虫研究家からの分析依頼も期待しているという。

3. DNAバーコーディングとは

生物を同定するために、特定の遺伝子領域の比較的短い塩基配列（A, C, G, Tの文字列で表わされるDNAバーコード）を利用することをDNAバーコーディングという。ミトコンドリアや核の塩基配列情報を生物の分類や同定に利用することは、とくに目新しいものではない。しかし、カナダのHebert博士らによるDNAバーコーディングの提唱は、二つの点できわめて画期的なものであった（Hebert et al. 2003）。

まず、できるだけ広範な生物群の同定に共通して使える遺伝子領域を、標準バーコードとして利用することである。そのため、同定しようとする生物の分類群が多少違っていても、同じやり方で塩基配列を分析し、データベースにアクセスすることが出来る。昆虫を含めた動物のバーコーディングには、ミトコンドリアCOI遺伝子の部分領域（約650塩基対）の利用が推奨されている。真菌類では核リボソーム遺伝子の複数部分領域の利用が、植物では葉緑体と核リボソームの遺伝子の併用が提案されている。

さらに重要なことは、塩基配列データを取得した証拠標本を公的機関（国内では国立科学博物館や農業環境技術研究所などが登録されている）に保管するというルールである。それまでデータベースに登録された塩基配列データの多くは証拠標本が保管されていないために、DNA抽出標本の同定に疑念が生じても確かめることが出来なかった。しかし、DNAバーコーディングでは証拠標本が必ず保管さ

DNA barcoding: A new tool for biological identification

¹MAETO, Kaoru, 神戸大学大学院農学研究科

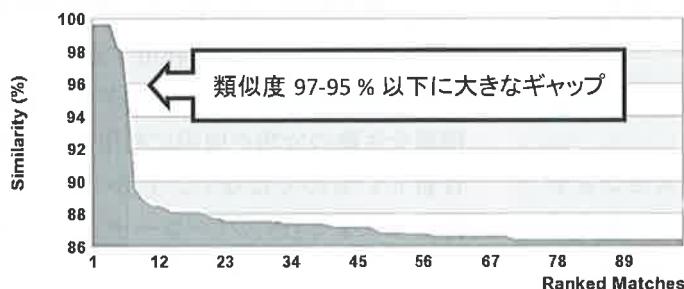
DNAバーコード

```
CITTAATCGTATAGAATTATCTGGTGTGGTAGTTTTAGGTGATGA  
TCAATTATAATAGTATTGTTACAGTCATGCITTTATTATAATT  
TTTATAGITATAACCAATTATAATTGGTGGATTGGAAATTGATTAA  
TCCCTTAATACTAGGAGCTCTGATATGGCTTTCTGATAAAT  
AATATAAGAATTGATTATAGTCCCTCTGTAATAATTATTATAATA  
AGAAGAATTACTAATATAGGGTAGGAACTGGTGAAACAGTTATC  
CTCCCTTATCATTAATGTTAGTCATGGTGTATATCAGTTGATT  
GCTATTCTTACATTTAGCTGGGCTTCGATTAGGGC  
TGAAATTATTAACATTAAATATACATTGATAGTTAA  
ATTAGATAATGTCAGATTATTTGATCAGTTTATTAAACAGCTA  
TTTATTATTATCTTACAGTTAGCAGGGCAATTACTATAC  
TATTAACGTGAAAC
```

BOLD SYSTEMS

.....DNAバーコーディング
同定サイト中肢1本から
DNAを抽出ミトコンドリア CO I
遺伝子部分領域の
塩基配列を解読

Similarity Scores of Top 99 Matches:

塩基配列の類似度、
99番目までの推移97%以上一致する
バーコードは全て、→ *Meteorus*
*pulchricornis*和名 ギンケハラボソ
コマユバチ

Phylum	Class	Order	Family	Genus	Species	Similarity (%)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>pulchricornis</i>	99.62
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>pulchricornis</i>	99.62
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>pulchricornis</i>	99.62
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>pulchricornis</i>	99.62
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>pulchricornis</i>	98.31
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>pulchricornis</i>	97.93
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>dichomeridis</i>	94.16
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>limbatus</i>	89.64
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>Janzen28</i>	89.08
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>Janzen28</i>	88.7
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>abscissas</i>	88.51

<http://www.boldsystems.org/>

図-1 DNAバーコーディングによる寄生蜂の同定

れているので、同定に誤りがあったり分類体系が変更されたりした場合には、分類学的所属を見直すことが可能である。DNAバーコーディングには、分類学と分子同定をとり結ぶデータベースの確実性を担保する、相互参照ルールがあらかじめ組み込まれているのである。

世界では既に数万種の生物種、百万件を超えるバーコードが集積されている。もちろん国内の既知昆

虫種だけでも3万種を超えることを考えれば、まだ実用に耐える規模のデータベースではない。しかし、今後データの集積が進めば、利用者は同定したい標本のバーコードを同定システムに入力して、さまざまな生物学的情報を検索できようになる（図-2、神保 2009）。

DNAバーコーディングの詳細や国内外の状況については、日本バーコードオブライブ・イニシアテ

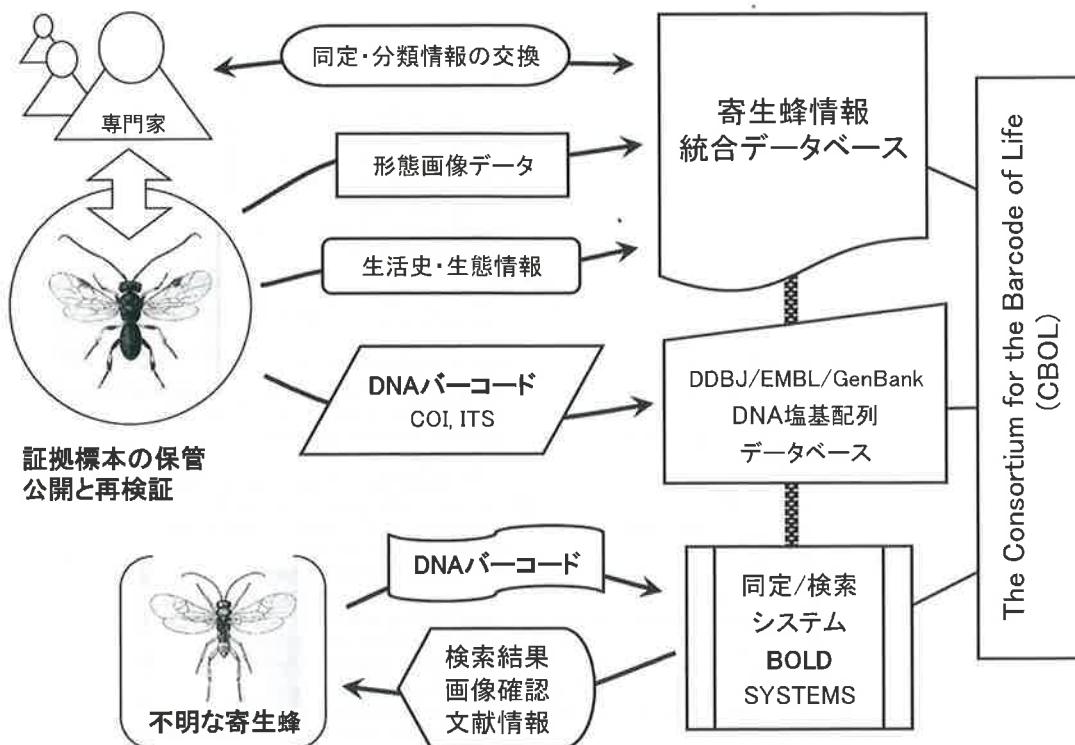


図-2 DNAバーコーディングの仕組み

イブ (JBOL) のサイト <http://www.jboli.org/> を閲覧いただきたい。昆虫のDNAバーコーディングについては、前藤 (2009) も参考になるだろう。また、最近の研究動向は、神保らの総説に良くまとめられている (Jinbo *et al.* 2011)。

4. ミトコンドリアDNAを使うわけ

動物のDNAバーコーディングには、ミトコンドリアのCOIという遺伝子の部分領域が標準バーコードとして利用される。ミトコンドリアDNAは、細胞内に多数のコピーがあるために解読が容易であり、進化速度が適度に速いので、種レベルの同定に適している。多くの高等動物のミトコンドリアDNAは類似した構造なので、分類群が違っていても同じ汎用プライマーを用いてバーコード領域（約650塩基対）を増幅し、分析できる。この領域の塩基配列には通常数パーセント以上の種間差があり、近縁種の識別に使える（図-3）。

もっとも問題が無いわけではない。オサムシ類などのように種間交雑が起きやすい動物群ではミトコンドリアDNAが種の壁をこえて移動することがある（例えば、曾田 2013）。また、卵寄生蜂類のように種分化速度が速い分類群の種差を識別するには、標準バーコード領域の進化速度は遅すぎる。さらに、まれには一個体が複数種類のミトコンドリアDNAをもっていたり、ミトコンドリアDNAの一部が核に移行していたりして分析が難しいこともある。そうした問題に対処するために、標準バーコードだけでなく複数の領域、とくに核のリボソームDNA（28S領域やITS領域）をあわせて分析することが推奨される。クワガタムシのように汎用プライマーによって標準バーコード領域を増幅できない場合には、特別なプライマーを設計する必要があることもある。ただ、こうした不都合の多くは特定の分類群の問題なので、あらかじめ調査して対策を立てておけば良い。また、ミトコンドリアDNAは進化

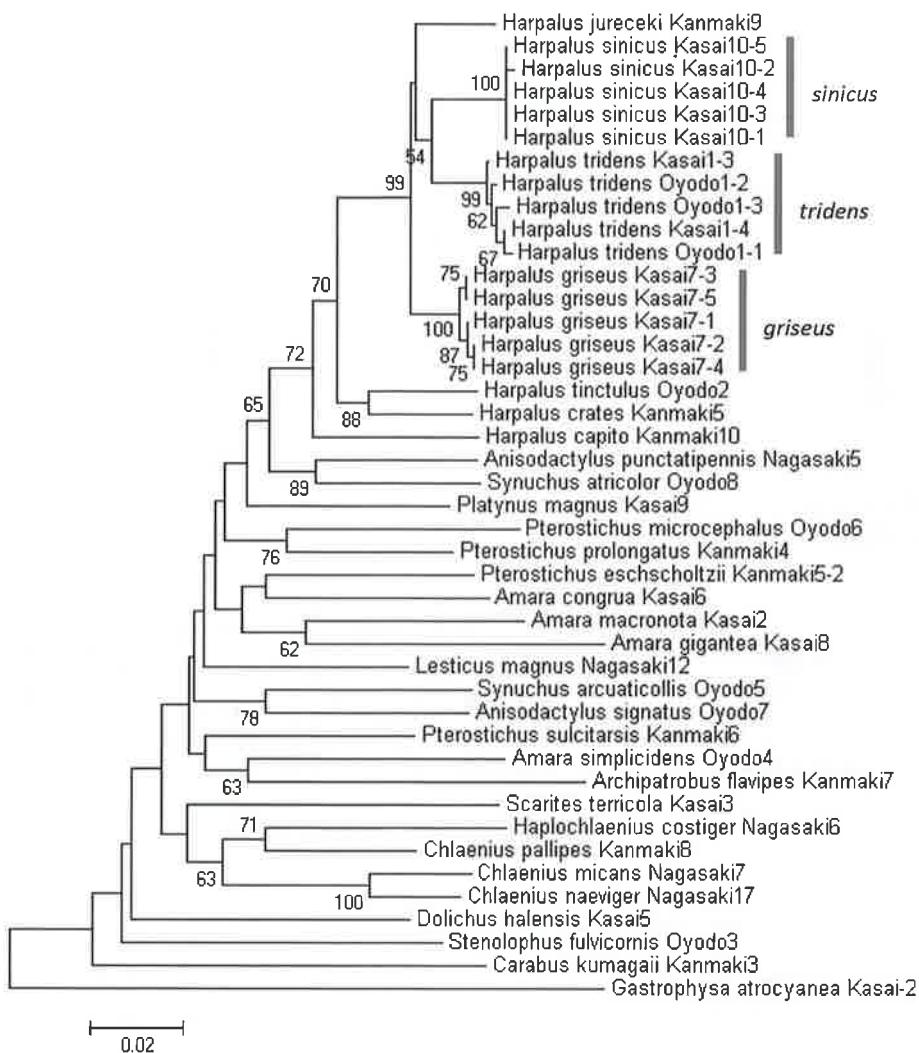


図-3 標準DNAバーコード（ミトコンドリアCOIの部分領域）から作成したゴミムシ類の近縁結合樹（西本篤史ら 未発表）

スケールは遺伝的距離、各枝の数値はブートストラップ信頼度（%）を示す。Harpalus属の近縁3種（*sinicus* ウスアカクロゴモクムシ, *tridens*コゴモクムシ, *griseus*ケウスゴモクムシ）は、どれも種内変異が小さく、他種から確実に区別できる。だが属の多くはまとまっておらず、DNAバーコードが属レベルの同定には使えないことも分かる。

速度が比較的速いので遠縁になると塩基配列の差異が飽和してしまい、高次分類群の同定には適さないことも注意しておきたい（図-3）。

5. 同定の道具であり、分類学の手法ではない

誤解してならないのは、DNAバーコーディングが既に分類されている生物種を同定するための道具であり、生物種を自動分類する手法ではないということである。同一生物種内では核遺伝子が交流して

いる。ミトコンドリアDNAの変異は核遺伝子の交流を反映するものだが、ではどれ位違っていれば別種だと判断して良いのか、それを決まった数値で示すことは出来ない。また、ミトコンドリアDNAがときに交雑によって種間移動することはすでに述べたとおりである。生物種の実態は、外部形態のギャップ、分布域の広がり、さらには様々な生活史特性や行動、遺伝的構造の比較研究によって理解されるものである。総合的な考察によって認知されている

生物種をより簡便に同定するために塩基配列データを利用しようというのが、DNAバーコーディングである。ときにはDNAバーコードの分析から、形態的にきわめて類似した隠蔽種が発見されることもある。しかし、そうしたケースでは、種間比較が形態だけで行なわれていて生活史があまり調査されていなかつたことが多い（昆虫の大半はそうなのだが）。

もっとも、寄生蜂のように種分類が著しく遅れている昆虫群では、DNAバーコードを仮の種名コードとして利用する利便性も大きい。ある害虫からこれまで知られていなかった寄生蜂が脱出したとしよう。寄生蜂の専門家に見せたらAus属の蜂だが種名は分からないと言われた。これまでなら、Aus sp.として記録するしかなく、Aus属に複数の種が含まれている場合、Aus sp.の正体は分からなくなってしまう。だが、Aus sp.に仮の種名としてDNAバーコードを付して記録しておけば、あとあとAus属の他種と比較することができる。

DNAバーコーディングは、「分類学者」ではない研究者が、生物の分類や同定について理解を深めるための絶好の契機にもなる。実は、多くの昆虫「分類学者」は、種レベルの分類を行なうときに形態形質のギャップしか見ていない。形態の種間ギャップは核遺伝子の交流を反映する有用な指標ではあるが、限界があることは言うまでもない。しかも同定を依頼された対象が専門とする分類群でない場合、「分類学者」は自分自身で種間ギャップを確認せず、誰かが作成した検索表をたどって種を同定することになる。対象種の誤同定が致命的な結果をまねく研究において、その同定を「分類学者」に任せておいて良いのだろうか。「分類学者」は専門とする分類群全体の諸情報に通じており、種間の形態差を識別する技能にも優れているだろうから、確かによい相談相手にはなる。しかし、貴方が研究している生物種に最も詳しいのは貴方自身である。よく似た近縁種がいて「分類学者」には違いが分からなくても、貴方なら微妙な振る舞いの違いに気づくかも知れない。研究対象のDNAバーコードを自分自身で分析

しておくことも、対象への理解を深める一助になるだろう。

6. 組織片同定によって広がる可能性

私はドングリに食入するゾウムシ類を研究したことがあるが、北海道では3種のシギゾウムシ属がミズナラの堅果を利用し、幼虫には明瞭な種間形態差がないので、それらを同定して種間関係を調べることは出来なかった。今ならDNAバーコードを利用して、幼虫はもちろん、卵を同定することも難しくない。DNAバーコーディングは、こうした未成熟個体の同定だけでなく、組織片サンプルの同定にも威力を發揮する。

食う者と食われる者の関係を正しく知ることは、生態系のダイナミクスを理解するための基本であるが、従来の形態による同定方法では捕食者の消化管内にある餌生物の組織片を同定することは難しく、複雑な捕食・被食関係の全貌を解明することは困難であった。ある標的害虫を捕食しているか否かだけが問題なのであれば、免疫学的な方法や種特異DNAプライマーを用いて、天敵の消化管内にある標的害虫の組織片の有無を調べればよい（Itou et al. 2013）。しかし、それでは広食性の在来天敵がどのように、「ただの虫」を含む多様な餌資源を利用して、個体群を維持しているのか分からぬ。

捕食者の消化管内容物は、複数種の餌生物の組織片と捕食者自身の細胞が混ざる、多種混合サンプルである。以前であれば多種混合サンプルのDNA解析にはクローニングという面倒な手順が必要であったが、今では超並列DNAシーケンサー（いわゆる次世代シーケンサー）を使ったDNAバーコーディングによって、比較的容易に餌分析を行なうことが可能になっている。寄生蜂も羽化を待つ必要はなく、寄生している寄主丸ごとあるいは脱出殻からDNAを抽出して解読すれば、寄主と一次寄生者ときには二次寄生者まで含む多種系を同時に同定できる（図-4）。まだ多くの技術的課題はあるものの（田辺2013）、超並列DNAシーケンサーは捕食・被食系を分析するための強力な武器になるだろう。

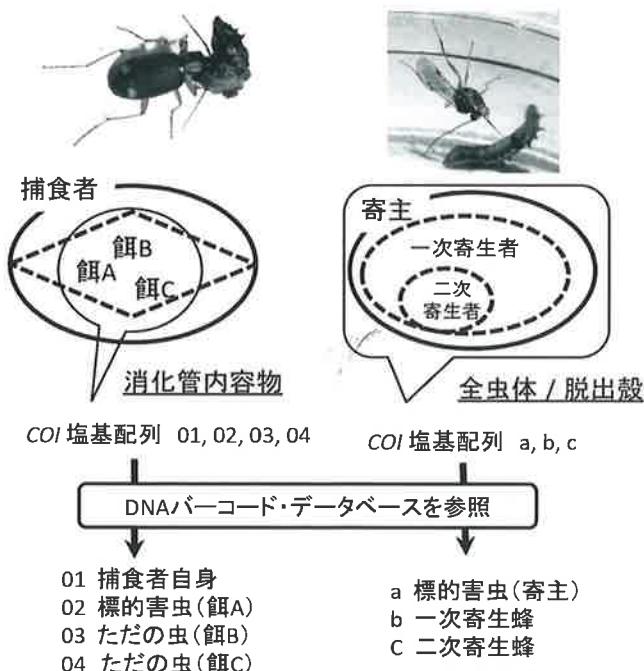


図-4 DNAバーコーディングによる捕食・被食系の分析

7. おわりに

DNAバーコーディングは、森林害虫や天敵類の鑑定にとどまらず、森林生態系の構造や機能を解明するためのツールとして利用できる。そのためには主要な生態系構成種のバーコード情報を集積しておく必要があるのだが、国内ではそうした公共的な知財整備がなかなか進まない。しかし、カミキリムシ類やハナバチ類などでは、多くの支援者に支えられた参加型のバーコーディング・プロジェクトが始動しており、今後の展開を期待したい。

追記

Rougerie *et al.* (Molecular Ecology 20, 179-186, 2011) は、チョウ目に特異的なプライマーを利用して寄生蜂成虫の体内から寄主DNAのバーコード領域だけを増幅したと発表した。その際は少数事例であったが、最近、Wirta *et al.* (PNAS on-line, 2014) はこの手法がチョウ目寄生蜂の寄主同定に広く利用できることを報告している。

引用文献

- Hebert PDN; Cywinska A, Ball SL, deWaard JR (2003) Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society of London, Series B 270: 313 ~ 321
- Itou M, Watanabe M, Watanabe E, Miura K (2013) Gut content analysis to study predatory efficacy of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) by molecular methods. Entomological Science 16: 145 ~ 150
- Jinbo U, Kato T, Ito M (2011) Current progress in DNA barcoding and future implications for entomology. Entomological Science 14: 107 ~ 124
- 神保宇嗣 (2009) DNAバーコーディングの概要と同定支援システム. 昆虫と自然 44(3): 4 ~ 8
- 曾田貞滋 (編著) (2013) 新オサムシ学－生態から進化まで. 北隆館
- 田辺晶史 (2013) 生態学のためのアンプリコンシーケンス解析とDNAバーコーディング. <http://www.fifthdimension.jp/documents/metagenometextbook/metagenometextbook.ja.pdf> 2013.12.16 ダウンロード
- 前藤 薫 (編) (2009) 特集「昆虫のDNAバーコーディング」. 昆虫と自然 44(3): 2 ~ 21
(2013.12.2受付, 2013.12.17掲載決定)

計報

片桐一正博士を偲ぶ

島津 光明¹

元林業試験場調査部長の片桐一正さんは、2014年1月14日、大腸がんのため逝去されました。享年81歳でした。

片桐さんは、昭和7（1932）年6月25日、長野県南佐久郡白田町で生まれ、1955年東京大学農学部林学科を卒業、2年間の研究生の後、1959年東京大学大学院生物系研究科修士課程を修了されました。1960年林業試験場四国支場保護研究室に採用され、当時まだ原因の分からなかった松くい虫の被害に昆虫が関わっているという視点で研究に取り組まれました。1965年林業試験場浅川実験林に移動、1967年浅川実験林天敵微生物研究室長、その後、1978年、筑波移転に伴う組織替えで保護部昆虫科天敵微生物研究室長、1984年調査部企画科長、1988年調査部長を歴任されました。しかし、同年森林総研への組織改変とともに林試を離れて東京大学農学部林学科森林動物学研究室教授に異動され、1993年、退官されました。

森林保護関係者の間では、片桐さんと言えば天敵微生物というイメージで記憶されている方も多いと思います。1967年に浅川実験林に日本初の昆虫の病気を利用した生物防除に関する研究室が創設された当初から、17年間の長期にわたって天敵微生物研究室長を務められ、また重要な業績もその間の仕事が多いからでしょう。私が片桐さんと初めてお会いしたのも、大学の授業の中で林業試験場浅川実験林を見学に行ったときでした。古い木造の飼育室で、ハラアカマイマイという蛾の解説してくださったのを覚えています。また、卒業研究のBt (*Bacillus thuringiensis*という昆虫病原細菌) の密度変動について、片桐さんに相談に伺ったことがあります。

大学を卒業した私は職がなく、アルバイトをしようかと思っていたところ、ちょうど片桐さんの研究室で、Btの分離と計数をする人を探している、という話が大学に来て、私にどうだろうということであ

した。Btの計数は卒論でやっていたことですし、以前から、森に囲まれ環境に恵まれた浅川実験林で仕事ができたらと思っていましたので、お引き受けしました。

片桐さんのもとで実際に働いてみると、親分肌で、内に厳しく一面では怖い室長でした。仕事を始めて1ヶ月もしないうちに、出張でBtの空中散布試験に連れて行ってもらったことがありました。雨で散布が延期され研究員の人は帰ってしまい、私一人が残って散布に立ち会いました。土壌や葉などのサンプルなどは、県林試の方が後から送ってくれるというので、安心して帰って翌日出勤したら、片桐さんから「何ですぐ持って帰らなかつた！持てるものは持ってくる、そうでなければ冷蔵する、微生物を扱うものの常識だ！」と叱られました。当時は宅配便もなく、ましてクール便などというサービスはなく、荷物は、小包か鉄道小荷物で送る時代でした。芽胞細菌でも長く置けば菌数が変わってしまう心配があったのです。しかし、対外的には片桐さんは、全ての責任を全部一人で負って下さる方でした。また、天敵微生物研究室の雰囲気はとても家族的で、非常勤の私に対しても、片桐さんだけでなく、部屋の皆さんにも非常に良くしていただきました。室長の親分肌に加えて、浅川という小さな組織だったことも理由かもしれません。バイト時代、片桐さんには研究者としてのあり方のほか、良くも悪くも公務員としてのなりふりの仕方を教わったと思います。

その後私は、九州農業試験場に採用され、ウンカの病気などを研究していましたが、昆虫の流行病の研究には森林の方が適していると思っていました。ちょうどそんな時、片桐さんから天敵微生物研究室に来てくれないかとのお誘いの電話がありました。



¹ SHIMAZU, Mitsuaki, (独) 森林総合研究所多摩森林科学園

それを受け、1978年、林試の筑波移転に伴い本場保護部に組織替えになった天敵微生物研究室に出向しました。今度は正職員としてふたたび片桐さんの部下となり、改めてその個性に触れる想いでした。研究室運営にあたっての片桐さんの主義は、研究室の仕事は全てみんなが一緒にやる、研究者の独創性を尊重せよと言わせない、得られたデータや記録写真は全部研究室の共有財産である、というものでした。後から思うと驚きですが、当時はそれが普通なのだろうと思っていましたし、皆が和気あいあいとして仕事をしていました。移転直後の天敵微生物研究室には、フランスからの在外研究員や、論文を書きに来た学生も3人いてとても賑やかでした。フランス人の研究者が帰国するとき、林試のニュースレターのような印刷物に、片桐さんを評して「研究室は一つの家庭のようで、父親のような室長」と表現していました。片桐室長の性格をよく表した言葉だと思います。

片桐さんと一緒に仕事をした人は、「家長」のような人柄を思い出すと思いますが、学会などでお付き合いのあった人は、むしろ「個体群病理学」の片桐さんを思い浮かべるでしょう。昆虫の病気を研究する学問を昆虫病理学と呼びますが、日本の昆虫病理学は、カイコの病気についての研究から発展し、今日でも、カイコの病気の研究は一つの重要な方向です。そんな中における林学出身の片桐さんの視点は、全く違ったものでした。それは生態的な視点があるかどうかです。森林というのは一つの大きな生態系で、昆虫もその一員ですが、数が多くないと被害は出しません。だから常に個体群単位でものを考えます。片桐さんの考え方の独創的な点は、病気の発生から終息の流れというものは、個体と同様に個体群単位でも考えることができるとしたことです。個体が感染して体内で病気が増殖し、やがて致死あるいは治癒で終わると同様に、個体群に病気が入ると水平感染で広がってゆき、死滅や免疫で新たに感染するものがなくなると流行は終息します。病気に対する個体群全体の感受性や抵抗力という概念を考えると、それは一定のものではなく、個体群

が大発生に向かっているのか治まりつつあるのかで異なってきます。また、将来、害虫が大発生しそうな場合でも、まだ害虫密度が低い段階で病気が発生すれば、大発生まで至らずにすみます。片桐さんの重要な業績の一つ（林試研報 294, 85-135, 1977）は、それを実験的に証明したことです。東京の高尾山には、天然のモミがたくさんあり、それを食害するハラアカマイマイが何年かに1回大発生していました。その密度をモニタリングしながら、密度が上がり始めた時を狙って、片桐さんは量産したウイルス（核多角体病と細胞質多角体病）を散布しました。通常ならハラアカマイマイはその後大発生に至ったはずですが、ウイルスの導入の結果、大発生が起こる前に流行病が起り、その後も密度は低く保たれたのでした。この成果を中心とした森林害虫の微生物的防除に関する研究により、片桐さんは1983年の日本応用動物昆虫学会の学会賞を受賞されました。

その後、片桐さんは企画科長、調査部長となり直接の研究から離れて行かれました。ご本人は「研究に戻りたいが戻してもらえない」と嘆いておられました。しかし、研究レビューがあったり、林試の改組直前にあたったりして、研究管理部門は特に人材を求めていたと思います。色々な場ではっきりものを言っていた人は、管理方面の仕事をさせられることがよくありますが、片桐さんもそうだったのでした。またその役に応える力がありました。林業試験場は森林総合研究所に改組されましたが、研究所名に「総合」を入れさせたのは自分だった、と片桐さんは言っておられました。

昭和63（1988）年、片桐さんは定年を待たずに林試を離れ、東京大学の森林動物学研究室に異動されました。林試を離れたことであまりお会いする機会がなくなりましたが、プロジェクト研究の推進会議などに外部委員として来られ、昔と変わらずいろいろ厳しいコメントをいただいたことを覚えてています。ただ、東大に行かれた片桐さんは森林動物の教授という立場上かもしれません、それまでとはちょっと離れた研究方向に行かれたように思います。天敵微生物あるいは微生物的防除に関する論文はあ

まり発表されなくなりました。管理職の頃「戻りたい」と言われた研究の世界ですが、学生の指導等で忙しく、自分の好きな研究は東大でも結局できなかったのかもしれません。

西暦2000年、森林総合研究所は独立行政法人となりました。これに伴い「監事」という役職ができ、片桐さんが就任されました。週1回くらいの割で、食堂などでお会いすることがあり感想をうかがうと「どういう仕事をすればいいのかよくわからない」と言っておられました。その頃、私は労働組合の委員長だったので、監事の立場から当局側を少し締め上げてほしかったのですが、残念ながら昔ほど元気が見られませんでした。

昨年の春、片桐さんと電話でお話しする機会がありました。私は退職して再雇用で元の浅川実験林、現在の多摩森林科学園に勤務していました。「たまには古巣においで下さい」と言うと、声はお元気そうではっきりしていましたが「足が具合悪くてねえ」ということでした。それが最後のお話でした。後に奥様からお話を伺ったところ、入退院を繰り返しておられたとのことでしたが、電話の声ではそこまで悪いことに気づきませんでした。今から思うとお見舞いに行くべきだったと後悔しております。

退職した今、改めて振り返ってみると、私は片桐さんから直接の専門分野で教わったことは、そんなに多くないかもしれません。もちろん、天敵微生物の生態については、仕事中でも、あるいは昔は研究

室で5時を過ぎると毎日のように飲み会が行われていた中で、寄主昆虫の密度が低くて流行病が起こらない時期に天敵微生物はどうしているのか?という疑問などについては、よく二人で想像を巡らせて話すことがありました。でも結論は出ませんでしたし、今でもわからない事だらけです。それでも解明の手掛かりとなるような“林分全体の中の病原菌密度”のような概念は、片桐さんと話す中で出てきたもので、空気中や土壤中のボーベリア菌の密度を測る方法を開発できたのも片桐さんのヒントがあったからです。

片桐さんから教わったことは、研究室の管理、研究公務員とはどうあるべきか等々専門以外の方面でたくさんあるように思います。ご本人から見ると不肖の後継ぎだったかも知れませんが、今の私の中には、片桐さんの影響を受けたものも大きく残っています。つくばにいるころ、研究室には、戦前からの野帳（生のデータを記録した研究ノート）が幅2mもある大きな戸棚に詰まって保存されていました。天敵微生物研究室を私が引き継ぎ、やがて組織改編で他の研究室との統合がなされて、上司からはこの野帳を処分して場所を空けるように何回も言われました。しかし、私は退職時まで捨てることはできませんでした。そこにはデータは研究室の共有財産、という片桐さんの教えが残っているからです。

私にとっての大先生が亡くなり、とても残念です。ご冥福をお祈りいたします。

都道府県だより

埼玉県における新方式ニホンジカ防護ネットの効果

○はじめに

埼玉県内のニホンジカによる森林・林業実損被害面積（カモシカ分を含む）は、過去5年間10～30haで推移している（平成24年度被害面積25.5ha）。被害があった地域を平成5～10年度と平成11～24年度で比較すると、秩父地域の5市町からその周辺の15市町村に拡大していることが分かる（農林部森づくり課資料 図-1）。

また、ニホンジカの捕獲実績は、狩猟及び有害鳥獣捕獲の合計で平成20年度以降毎年1,000頭以上で推移している（環境部みどり自然課資料 図-2）。

こうした状況の中で新植地の苗木を食害から守る方法として、周囲を防護ネットで囲む方法と単木防

護方法があり、埼玉県でも両者が行われてきた。しかしながら、設置経費が高額となるため林業の低コスト化を推進する上で課題となっていた。

そこで、埼玉県、（公社）埼玉県農林公社、及びネットの製造・販売を取り扱う大同商事（株）の三者が、簡易構造で安価な新方式防護ネットを共同開発したので設置費用、効果等について報告する。

○従来方式との構造及び設置単価比較

従来方式では、ネットを垂直部とシカのもぐり込みを防ぐため地面の両方に張る。このため断面形状はL型になる。支柱の間隔は2.5mに1本、さらに1本おきに補強用の支柱を斜めに取り付け、支柱1本当たり4か所でネットを結束している。ネットの目



図-1 被害地域の拡大（農林部森づくり課資料を改変）

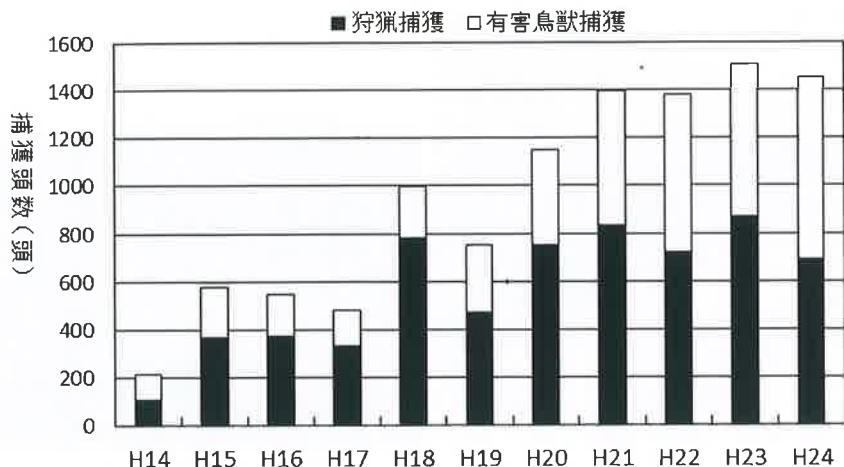


図-2 捕獲実績推移（環境部みどり自然課資料）

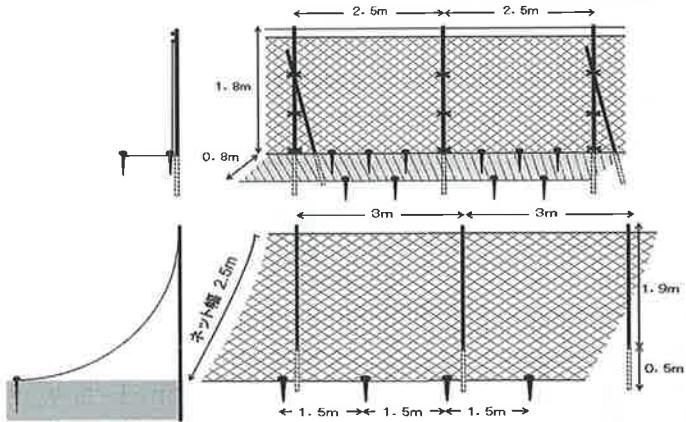


図-3 従来方式（上）と新方式（下）の簡易構造図

合は垂直部が7cm、地面部5cmが一般的である。

新方式では幅2.5mのネットを新しく製造し、支柱の上端から外側に斜めに一気に張る方式とし、結束は上端で1か所、支柱間隔は3mと広く設計した（図-3、写真-1）。ネットの目合はひし形10cmである。この構造は、ニホンジカが侵入を試みると、斜めに浮き上がったネットに四肢が引っかかり侵入を回避したり、ネットに加わった力が左右に分散して壊れにくくなるのでは、という発想から考案したものである。

この方式では構造を大幅に簡素化でき、これに伴い資材量と重量を少なくすることができた（表-1、表-2）。

新方式の設置単価は、秩父市内に試験地（標高約

表-1 資材量の比較（100m当たり）

従来方式	数量	新方式	数量
ネット2段式：2.6m×50m×2、垂直部高さ1.8m（ステンレス線入りPE）+裾張り部幅0.8m	2.2枚	ネット傾斜式：2.5m×50m×2、有結節識PE	2枚
上張りロープ（PE）、1.55kg	2.2巻	ロープ（PE）	4.4巻
下部押さえロープ（PE）、1.55kg	2.2巻	支柱	33本
袖部押さえロープ（PE）、0.45kg	2.2巻	アンカー	66本
支柱	40本	ネット連結紐	2.5m
支柱（控え用）	20本		
アンカー（下部押さえ用）	120本		
アンカー（袖部押さえ用）	80本		

表-2 重量の比較（100m当たり）

従来方式	数量	新方式	数量
ネット	49.764kg	ネット	11.000kg
アンカー	18.000kg	アンカー	4.62kg
支柱	84.000kg	支柱（2.4m）	42.74kg
計	151.764kg	計	58.36kg

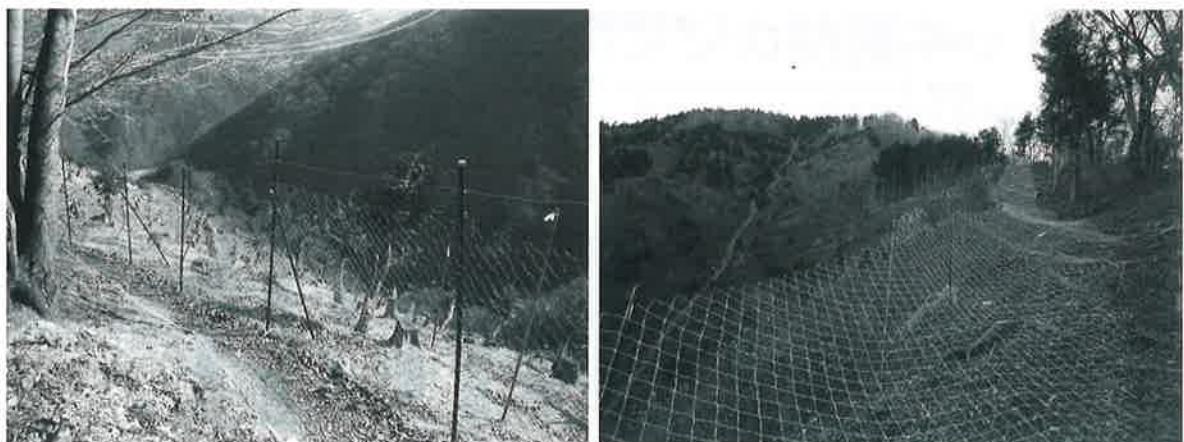


写真-1 従来方式（左）と新方式（右）の設置状況

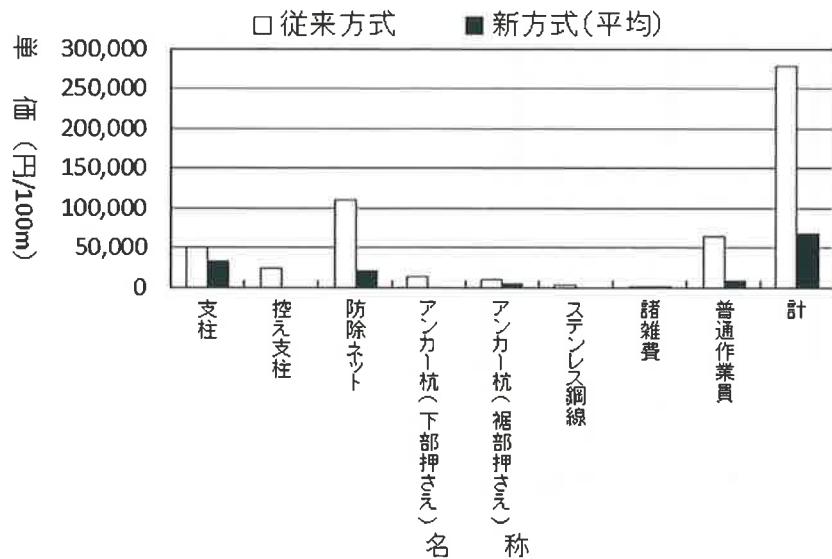


図-4 従来方式と新方式の設置単価比較

700m) を 2か所設定し、各工種別に作業時間を計測し労務費を算出した。この結果、資材費を含めた設置単価は、従来方式が280,000円/100mであるのに対し、新方式では70,000円/100mとなり75%軽減することができた(図-4)。

○新方式防護ネットの効果

新方式の効果を判定するため、再造林地の尾根部や切土法面の防護ネット沿いに赤外線センサーダメラを15台設置し、定点記録された動画を解析した結果、侵入を試みると四肢がネットに引っかかるこ

とで立ち止まったり、向きを変えて回避することが判明した(写真-2、写真-3)。また、ネットに加わった力が左右のネットに分散し、ネットの破れや支柱への影響が少ないことが確認できた。

○新方式ネットが受ける影響の検証

(1) 積雪荷重による影響

新方式ではネットを斜めに張るため、降雪時は積雪荷重の影響を受ける。荷重を受けたネットの力が支柱を曲げるが、積雪40cmまでの場合は融雪とともに支柱の曲がりは元に戻ることが判明した。また、ネ



写真-2 尾根部から植栽地への侵入回避



写真-3 切土法面から植栽地への侵入回避

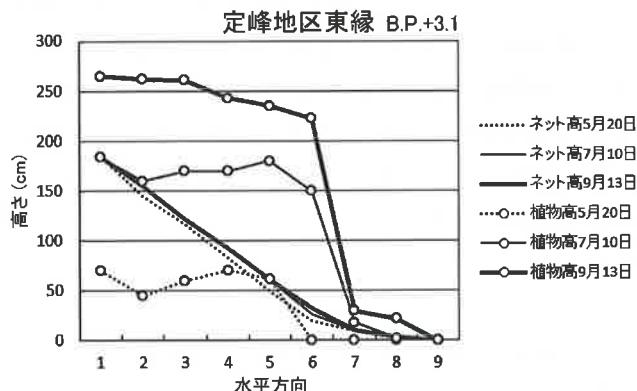
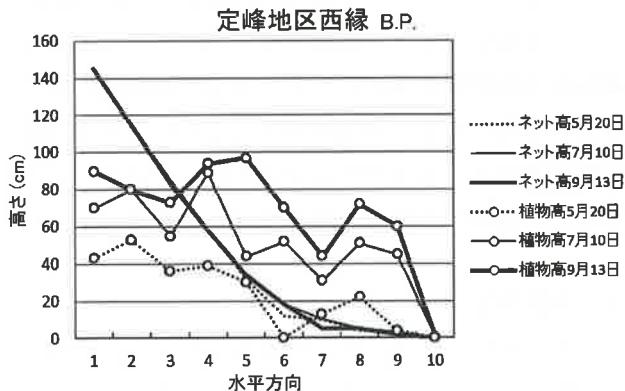


図-5 植物高とネット高の変位（左ススキ優占区、右クマイチゴ優占区）



ットの大幅なずれやアンカーの抜けはなかった。

(2) 植物成長による影響

新方式ではネット下の植物の伸長成長に伴い、ネットの持ち上がりやアンカーの抜けが危惧された。このため調査地域内にススキとクマイチゴをそれぞれ優占種とする調査区を設け、植物の伸長成長とネット高の変異量を経時的に計測したところネット高にほとんど変化はなかった。ススキは細い葉を持つ単子葉植物であること、クマイチゴは茎が伸長してネットを通過した後に葉を展開するためネットに直接影響しないと考えられた（図-5）。

○今後の課題

新方式防護ネットは、既に（公社）埼玉県農林公社が採用し、現地で設置されている。今後、資材の経年的な変化や伸長及び肥大成長を続ける木本植物がネットに与える影響、長期的なメンテナンスのあり方等について従来方式と比較しながら調査を継続し、普及を広めていくことで、ニホンジカによる森林被害の防止に貢献できると考えている。

（埼玉県農林総合研究センター森林・緑化研究所）

協会だより

価格改定のお知らせ

これまで、本誌の定価は送料・消費税（5%）込みで1冊あたり1,302円として参りましたが、本年4月から消費税率の引き上げに伴い、送料・消費税（8%）込みで1冊あたり1,339円とさせていただきます。同様に、年間購読料も6,510円でしたが、4月以降6,696円とさせていただきます。何卒、よろしくご理解のほどをお願い申し上げます。

「平成26年度森林病虫獣害防除活動優良事例コンクール」推薦について

このコンクールは全国森林病虫獣害防除協会設立40周年を機に平成7年度に制定され、本年度で19回目を迎えました。近年、特に、シカ等の被害が増加傾向にあることから、平成26年度に名称を「森林病虫害等防除活動優良事例コンクール」から、「森林病虫獣害防除活動優良事例コンクール」に変更いたしました。表彰対象には、森林病虫獣害の防除事業に貢献した団体（NPO法人、森林組合、協議会、学校等）および個人のほか、森林病虫獣害防除事業の普及、啓発に積極的に努力してきた行政機関ならびに職員も含めております。過去の受賞歴を問わず広く候補を募りますので、関係各位におかれではご準備下さいますようお願い申し上げます。自薦の場合は、都道府県知事の推薦を受けていただきますようお願いいたします。なお、本件につきましては、林野庁研究指導課森林保護対策室と連携をとりつつ進めているところです。

1. 表彰対象

森林病虫獣害等防除活動に積極的に努力し、森林資源の保全に顕著な功績のあった団体および個人（森林病害虫等防除事業の普及、啓発に積極的に努力してきた行政機関ならびに職員も含める）

2. 表彰基準

- (1) 被害量の減少等防除活動の効果が顕著に認められるもの
- (2) 防除事業の必要性を啓発し、地域住民と一体となって組織的取組体制をつくり活発に活動しているもの

3. 被表彰者の推薦、選考および表彰の方法

- (1) 全国森林病虫獣害防除協会会长（以下「会長」という）は、都道府県知事に対し、被表彰者の推薦につき依頼するものとする。
- (2) 都道府県知事は、別に定める「推薦調書」を作成し、会長に推薦するものとする。また、会長もこれに準じて推薦することができるものとする。
- (3) 選考は、会長の委託した委員により構成される「選考委員会」によって行うものとする。
- (4) 「選考委員会」は全国森林病虫獣害防除協会（以下「協会」という）内に設けるものとする。
- (5) 「選考委員会」は推薦調書を参考に会長表彰の被表彰者を選考するとともに、会長が林野庁長官に推薦する長官表彰の被表彰候補者を選考する。
- (6) 表彰は、協会の通常総会の席上において行う。
- (7) 会長表彰は団体、個人をあわせ原則として5件以内とする。

『森林保護業務必携（平成25年度版）』刊行のご案内について

森林保護業務必携につきましては、前回、平成15年度に発刊したところですが、今まで種々の法律等が改正されましたので、平成26年4月1日に『森林保護業務必携（平成25年度版）』を刊行する運びとなりました。

林野庁保護対策室からもご指導いただいているところであり、業務の参考にご活用賜りますようお願い申し上げます。

なお、価格は1冊6,000円（送料・消費税込み）としておりますので、注文書（ホームページに掲載予定）にてお申し込み下さい。

なお、10冊以上の一括申込、一括送付の場合は、1割引とさせていただきますので、何卒よろしくお願い申し上げます。

森林病虫獣害発生情報：平成26年1～2月受理分

病害

なし

獣害

なし

(森林総合研究所 佐橋憲生／伊藤賢介／大井 徹)

虫害

なし

森林防疫 第63巻第2号(通巻第701号)
平成26年3月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 佐藤重芳
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(コーポビル)
☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726
振替 00180-9-89156
<http://bojyokyokai.main.jp/>