

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

速報

千葉県におけるハラアカコブカミキリの発生初確認

〔福原一成〕・・・3

論文

林地における白紋羽病菌の発生実態

〔中村 仁〕・・9

大阪府におけるシカ・イノシシの生息状況の経年変化—出猟カレンダーによるモニタリング調査—

〔幸田良介・虎谷卓哉〕・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20

鹿児島県におけるマツカレハ大発生によるマツ壮齢木の枯死

〔久保慎也・東 正志〕・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29

解説

東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの30年間の分布変遷

〔市原 優〕・・35

都道府県だより：愛媛県・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・43

協会だより・・45

森林病虫獣害発生情報：平成27年1月・2月受理分・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・47



A



B



C

〔表紙写真〕 マツカレハの大発生によるマツ壮齢木の枯死

写真A：マツカレハ幼虫により全葉を食害されたクロマツ林内状況（2012年5月 志布志湾岸地域，調査区A）。

写真B：マツカレハ幼虫の食害を受けたリュウキュウマツ林。ほぼ全て集団的に枯死した（2011年10月徳之島徳和瀬地域）。

写真C：マツカレハ幼虫の食害を受けたクロマツ林。ほぼ全て集団的に枯死した（2011年12月志布志湾岸地域）。

海岸線に植栽された松林は、白砂青松としてすばらしい景観を見せるとともに、その背後にある民家や農地などを海から吹き付ける風や砂などから守るために重要な森林である。しかし、その松林において、食葉性害虫であるマツカレハ幼虫がしばしば大発生することがある。本種幼虫の食害を受けた被害木が枯死することは少ないと言われているが、鹿児島県では近年、リュウキュウマツとクロマツの壮齢林において、本種幼虫が大発生し、被害木が集団的に枯死した地域が複数見られた。その地域の一つである志布志湾岸地域で被害木の経過を調査した結果、本種の幼虫による全葉食害の防止と新葉の塩害発生が非常に重要であることが示された。（本文29ページ参照）

（鹿児島県森林技術総合センター 久保慎也）

速報

千葉県におけるハラアカコブカミキリの発生初確認

福原一成¹

1. はじめに

ハラアカコブカミキリ (*Moechotypa diphysis* (Pascoe)) は、シイタケ原木の害虫として知られており、幼虫は原木の内樹皮を食害してシイタケ菌の伸長を阻害し、シイタケ収量を低下させる。

成虫の背面には、鞘翅に黒い長毛が密生した一対のコブ状の部位があり (写真-1)、腹面は赤褐色の細毛が斑点状となっている (写真-2) のが特徴である。また、一般に雄は雌より触角が長い (藤本 1978)。幼虫は内樹皮を浅く食害し、細長いフラスを出す (写真-3)。蛹室は材内ではなく、内樹皮をスプーン状に食害して形成される (写真-4)。

日本には対馬のみに生息していたが、薪およびシイタケ原木の移動に伴い1970年代に九州本土で確認されるようになった。近年ではさらに西日本全域に生息域を拡大しつつある (檀原 2007)。一方、東日本では1993年に埼玉県で採集された1個体 (村田 1995) が唯一の確認事例であったが、2014年8月、千葉県茂原市、市原市、長南町のシイタケほど



写真-2 ハラアカコブカミキリの腹側



写真-3 ハラアカコブカミキリの幼虫

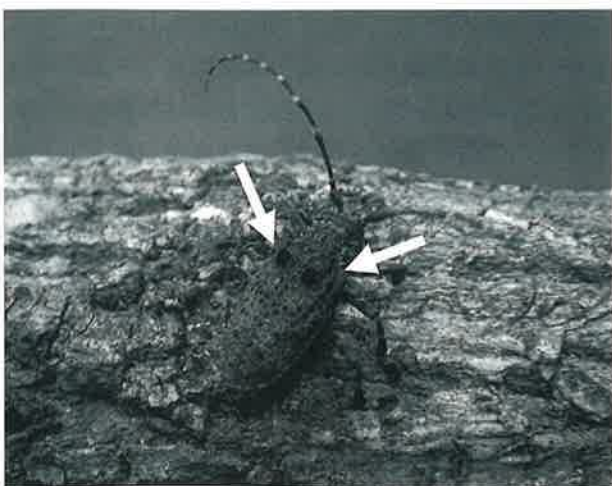


写真-1 ハラアカコブカミキリ成虫、鞘翅に黒い2つのコブ状の部位がある (矢印)



写真-4 ハラアカコブカミキリの蛹室 (周囲を着色してある)



図-1 ハラアカコブカミキリの幼虫が確認されたほだ場

木でハラアカコブカミキリの発生が初めて確認された(図-1)。県では直ちに発生の経緯を明らかにするとともに、過去の知見を活用して初期防除を行ったので報告する。

2. ハラアカコブカミキリ発生の背景

千葉県において生しいたけは主要な特産林産物であり、2011年の原木シイタケ生産量は298t、全国11位の生産高(千葉県農林水産部森林課 2011)であったが、原木の多くは東北地方からの供給に頼っていた。

ところが、2011年3月に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、東日本の広範囲に放射性物質が拡散し、各地で原木が林野庁の定めた当面の指標値を超える箇所が生じた。このため、東日本一帯でシイタケ原木の供給に大きな影響が出た。

千葉県では、シイタケ原木の自給率が震災当年の

2011年は43%であった。翌2012年は他県からの原木供給が減少したため68%と高くなったが、原木伏込数は前年の61%にとどまった。さらに2013年になると、県内での確保は困難となり、自給率は22%、原木伏込数は前年比88%に落ち込んだ(千葉県農林水産部森林課 2014)。

このような情勢の下、近県からの原木供給はより困難な状況となり、2013年からは一部の生産者が共同で西日本から原木を購入するようになった。なお、原木の供給元はハラアカコブカミキリの生息が確認されている地域であるが、2013年購入の原木からはハラアカコブカミキリの発生は確認できなかった。


3. ハラアカコブカミキリ確認の経緯と対応

2014年7月23日に県内の原木シイタケ生産者の1名から、「西日本から4月に購入した原木の中に何らかのカミキリ幼虫がいる」との連絡が県の北部林業事務所に入った。直ちに千葉県農林総合研究センター森林研究所と北部林業事務所の職員が現地へ赴き、幼虫を採集した。この原木の供給元の地域では、ハラアカコブカミキリによる被害が問題となっていることから、原木とともに移入した可能性があると考え、幼虫の同定を(独)森林総合研究所に依頼した。

同定が出るまでの間、森林研究所、県庁森林課および林業事務所が共同で、発見されたカミキリがハラアカコブカミキリである場合を想定した知見の収集および防除法の検討、原木を同時に購入した他の生産者への聞きとり調査、注意喚起のリーフレット作成(図-2)などを行った。さらに、ハラアカコブカミキリの発生が確認されている地域から購入した原木を所有する生産者のほだ場の現地調査を実施した。その結果、ハラアカコブカミキリと推定される幼虫が発見されたのは、2014年に購入した原木のうち、現地の積雪により伐採が遅れたため4月以降に納入されたクヌギ3,160本で、3名の生産者が保有していることが確認できた。また、いずれのほだ場においてもほだ木から幼虫ないし蛹が確認された。これを受け、生産者同士でもハラアカコブカミキリであった場合の対応を話し合い、事前に情報共有を行った。

**県内でハラアカコブカミキリと疑われる
幼虫が見つかっています**


平成 26 年 8 月 11 日
千葉県農林水産部森林課




ハラアカコブカミキリ成虫

1.5~2cm程度

毛の生えた黒いコブが特徴



ハラアカコブカミキリと疑われる幼虫



ハラアカコブカミキリと疑われる蛹

ハラアカコブカミキリは、九州・四国・本州に分布(千葉県には分布していない)するカミキリ虫で、幼虫がクスギ、コナラなどしいたけ原木・ほだ木(枯れ木)を食害することによってしいたけの発生を減少させる害虫です。

ハラアカコブカミキリの生態(1年生)

- ・成虫でほだ木と地面の隙間や集積された腐ほだ木の隙間、倒木・落葉下などで越冬する。
- ・成虫が春期、3月ごろから出現し、交尾後、4月(早い場合は3月下旬)から7月に、小径木(概ね8cm以下)の枯れ木に産卵し、成虫は死亡。⇒小径木のほだ木が要注意
- ・孵化した幼虫が樹皮下、材部表面を食害して成長する。その年の8月中旬(概ね9月以降)~10月に羽化し、成虫として脱出する。⇒現在は出現の間際
- ・脱出した成虫は広葉樹の樹皮を後食した後、成虫として冬眠。

ハラアカコブカミキリが千葉県で定着してしまうと、原木・ほだ木が食害され、しいたけの発生量が低下するなどの被害が発生する危険性があります。

県では現在、ハラアカコブカミキリの侵入状況を調査しています。
ほだ木・ほだ場を確認し、「ほだ木の中で幼虫が材を食べているような音がする」「ほだ木から木くずが出ている」「写真と同じカミキリ虫がいる」などの状況がありましたら、至急、管轄の林業事務所、または森林課林業振興室まで御連絡ください。

お問合せ先	千葉県北部林業事務所 (香取、海匠、山武、長生地域)	電話 0476 (82) 3121
	千葉県北部林業事務所印旛支所 (市原市を除く千葉、東葛飾、印旛地域)	電話 043 (483) 1130
	千葉県中部林業事務所 (市原市、君津地域)	電話 0439 (55) 4970
	千葉県南部林業事務所 (夷隅、安房地域)	電話 04 (7092) 1318
	千葉県農林水産部森林課林業振興室	電話 043 (223) 2966

図-2 注意喚起のリーフレット

その後、8月14日に(独)森林総合研究所により幼虫は、頭部の明瞭な縦溝、2個の尾端突起、3裂の肛門等の特徴(藤本 1978; 大林ら 1992)からハラアカコブカミキリと同定された。これにより、「千葉県ではハラアカコブカミキリを初めて確認した」と県内の関係者に報告を行った。また、該当する生産者には、予め検討を行っていた防除法を直ちに実施するよう指示した。

防除は8月14日から開始され、8月20日には生産者のほだ場からほだ木を持ち帰り、森林研究所内で発生消長調査を行った。

さらに、(独)森林総合研究所を訪問し、ハラア

カコブカミキリ幼虫の同定について教示を受けるとともに、防除法の検討を行った。これによって、以後ハラアカコブカミキリ疑い例が生じた場合は県レベルで判別ができるようになり、速やかな初期の防除が可能となった。

4. 防除

ハラアカコブカミキリは8~11月にかけて羽化するとの報告(藤本 1977; 福井 2009; 堀田・高橋 1981b)が多いことから、幼虫発見の7月下旬時点では、羽化開始までに時間がないと考えられた。そこで、今回はハラアカコブカミキリの発生を極力防



写真-5 薬剤散布の状況



写真-6 原木をシートで覆った状況

止する手段を優先し、当該ほだ木は利用しない方針とした。

防除は、最初にフェニトロチオン乳剤（スミパイン乳剤，MEP80%）のほだ木表面への散布を行った（写真-5）。MEP散布の効果については、ハラアカコブカミキリに対して有効性が報告されている（藤本 1978；堀田・高橋 1980；金子・大長光 1982；主計・金子 1980）ことから、農薬登録で規定された350倍希釈液をほだ木から滴り落ちる程度まで十分な量を動力噴霧器で散布した。なお、後述のとおり薬剤散布は効果が認められた。

次に、羽化した場合に成虫の拡散を防止するため、薬剤を散布したほだ木の隔離を行った。ハラアカコブカミキリの被害が生じている地域では、ほだ木の

食害を防止するためネットで覆う方法が開発されており（黒木ら 1980；主計・金子 1980），これをハラアカコブカミキリの封じ込めに応用した。ほだ木をほだ場から移動させ、全体を農業用ビニール，遮光ネット，防草シート等で覆った（写真-6）。被覆資材は緊急を要していたため，各生産者の手持ちの資材を利用した。これらの作業は8月中に完了させた。当初は隔離したほだ木を冬季に焼却する計画であったが，隔離後に羽化した成虫がシートの中で越冬している可能性があり成虫が拡散する恐れがあること，原発事故の賠償を受けるため，額の算定に必要なほだ木を保管しなければならないことから密封したまま管理中である。

初期の防除は完了したが，成虫は越冬前後にクヌギなどの枯れ枝や幹の外皮を後食する（萩原ら 1979；小坂 2012）ため，シートの中で成虫が発生した場合，保管中のほだ木が餌の供給元となる恐れがある。さらに，越冬後の2～5月にかけて産卵を行い（藤本 1977），2～3年前のほだ木でも繁殖が確認された事例（堀田・高橋 1981a；上村ら 1979）もあることから，ハラアカコブカミキリの新たな発生源となることも考えられる。したがって，2015年の発生を防止するためには，引き続き密封を続けるか，越冬成虫が死亡し新成虫が羽化するまでの7～8月前半までに焼却又は破碎処理を行う，あるいは再度スミパイン乳剤を散布する必要がある。この点については，越冬成虫の有無の確認を含め今後対策を検討し，実施を指導する予定である。

5. 発生消長

8月20日に，防除を実施中の茂原市のほだ場から，薬剤を散布したほだ木3本，無散布のほだ木2本を持ち帰り，切断して金属ケージに入れ発生消長を調査した（写真-7）。ケージは空調を行っていない実験室内に置いた。なお，いずれのほだ木もクヌギで，末口径は5～6cmである。その結果，薬剤散布ほだ木，無散布ほだ木ともに成虫の初発生日は8月25日，終発生日は9月4日であった。

各供試木における羽化数は，薬剤散布ほだ木から



写真-7 発生予察用のケージ

は平均5.7頭/本(計17頭), 無散布ほだ木が12.0頭/本(計24頭)であった。薬剤散布ほだ木は15頭が脱出したが, 全ての個体が1日以内に死亡した。また, 蛹室内で死亡していた羽化日不明の成虫が2頭あった。一方, 無散布ほだ木から羽化した成虫は, 材内で死亡していた1頭以外は23頭の全てが生存していた。これにより, スミパイン乳剤の散布は, 材内にいる蛹には直接の作用が少ないものの, 薬剤の付着した表皮に脱出孔を開ける際に殺虫効果が発揮されると考えられた。

雌雄の別は, 全体で♂23頭, ♀18頭であった。同時に体長も測定したところ, ♂は18.3~23.4mm (20.6±1.29; 平均値±SD, 以下同じ), ♀は18.0~22.7mm (20.3±1.48)であった。

今回の調査では供試木を無作為に選んだが, ほだ木は末口径が10cm以下のものがほとんどであった。ハラアコブカミキリの産卵は小径木に多いとの報告(福井 2009; 日高・安藤 1981; 井ノ上ら 1992; 大長光・金子 1990)がある。今回調査したほだ木1本当たりの平均発生数は8.2頭, 防除の対象になったほだ木の本数は3,160本で, 全て同様のほだ木であったと仮定すると, 全体では約26,000頭となることから, かなりの数が生息していたと推定された。

6. おわりに

今回の事例では, ハラアコブカミキリの発生が

確認された地域からのシイタケ原木の移動に伴い, ハラアコブカミキリが発生した場合の効果的な対策が示された。すなわち, 事前の防除対策の検討と, 正確な同定による薬剤散布および被覆による防除によって, ハラアコブカミキリのその後の成虫発生と被害拡大を抑制できた。したがって, 今後同様の事例が生じた場合も, 今回の対策が活用できるものと考えられる。

また, 研究機関, 行政機関および生産者が一体となって対策に取り組んだ結果, 新たに発生した害虫に対し速やかに対応ができた。しかし, 防除実施からハラアコブカミキリの発生までに時間的な猶予がなかったことから, 防除実施前に羽化脱出した個体があった可能性は否定できない。したがって, 引き続きハラアコブカミキリの発生を注視していくとともに, 今後もこのような事例に対応できるような体制を整えていきたい。

謝辞

今回の報告に当たり, 元(独)森林総合研究所の榎原 寛博士, (独)森林総合研究所の北島 博博士には, ハラアコブカミキリ幼虫の同定のほか判別法について多くのご教示をいただいた。現地調査に当たっては千葉県北部林業事務所の浅井主任首席普及指導員, 中部林業事務所の今関主任首席普及指導員には大変お世話になった。ここに厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 千葉県農林水産部森林課(2011)特用林産物の現状。平成23年千葉県特用林産物統計: 1
- 千葉県農林水産部森林課(2014)特用林産物の生産状況。平成25年度千葉県森林・林業統計書: 129
- 藤本幸夫(1977)しいたけほた木の害虫防除(I)-カミキリの産卵調査-。日林九支論 30: 307~308
- 藤本幸夫(1978)しいたけほた木害虫としてのハラアコブカミキリと, その防除法に関する研究。長崎県総合農林試験場研究報告(林業部門) 9: 12~31

- 福井修二 (2009) 島根県におけるハラアコブカミキリ被害拡大と *Beauveria brongniartii* による成虫駆除試験. 島根中山間セ研報 5: 49 ~ 55
- 萩原幸弘・黒木隆典・河室雄二郎・桑野 功・友成明夫・佐藤真一・上村豊治・堀田 隆・高橋和博・吉富清志 (1979) 大分県におけるハラアコブカミキリの生態並びに防除の試み(II)-生活史-. 日林九支論 32: 385 ~ 386
- 日高忠利・安藤正武 (1981) シイタケほた木の害虫ハラアコブカミキリの被害実態. 日林九支論 34: 271 ~ 272
- 堀田 隆・高橋和博 (1980) ハラアコブカミキリムシの防除に関する研究(2). 日林九支論 33: 129 ~ 130
- 堀田 隆・高橋和博 (1981a) ハラアコブカミキリの生態に関する研究 I. 大分県林業試験場研究時報2: 1 ~ 5
- 堀田 隆・高橋和博 (1981b) ハラアコブカミキリの生態に関する研究 II. 大分県林業試験場研究時報2: 6 ~ 12
- 井ノ上二郎・平佐隆文・遠田 博 (1992) 島根県におけるハラアコブカミキリによるシイタケほた木被害. 日林関西支論 1: 289 ~ 290
- 上村豊治・萩原幸弘・友成明夫・佐藤真一・織田泰昌・小野裕一・黒木隆典・河室雄二郎・桑野 功 (1979) 大分県におけるハラアコブカミキリの生態並びに防除の試み(1)-定着・繁殖の確認と分布現況-. 日林九支論 32: 383 ~ 384
- 金子周平・大長光純 (1982) シイタケほた木の害虫に関する研究(III)-MEP乳剤によるカミキリムシ産卵防止試験-. 日林九支論 35: 223 ~ 224
- 小坂 肇 (2012) ハラアコブカミキリの幼虫用人工飼料の開発. 森林防疫 693: 3 ~ 7
- 黒木隆典・萩原幸弘・桑野 功・緑 政美・織田泰昌・友成明夫・児玉唯光・上村豊治 (1980) 大分県におけるハラアコブカミキリの生態並びに防除の試み(6)-被害状況と防除効果について-. 日林九支論 33: 175 ~ 176
- 楨原 寛 (2007) ハラアコブカミキリ属 Tribe CROSSOTINI Thomson, 1964. (日本産カミキリムシ. 大林延夫・新里達也共編, 東海大学出版会). 608
- 村田元彦 (1995) ハラアコブカミキリの埼玉県における採集例. 月刊むし 298: 27
- 大長光純・金子周平 (1990) 福岡県におけるハラアコブカミキリの発生消長と防除に関する研究. 福岡県林業試験場時報 37: 1 ~ 58
- 大林延夫・佐藤正孝・小島圭三編 (1992) 日本産カミキリムシ検索図説. 東海大学出版会, 神奈川県
- 主計三平・金子周平 (1980) ハラアコブカミキリに関する研究(III)-ハラアコブカミキリの産卵防止試験-. 日林九支論 33: 363 ~ 364
(2015.2.13受付, 2015.2.17掲載決定)

林地における白紋羽病菌の発生実態

中村 仁¹

1. はじめに

白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix* Pril.; 子のう菌類) は、日本各地に分布し、多くの草本・木本植物に白紋羽病を引き起こす土壌生息性の植物病原菌である。本菌は、宿主植物の根上を菌糸や菌糸束によって伸長した後、根樹皮組織に侵入して腐敗させ、さらに木部を腐朽させる。罹病部が地際部全周あるいは冠根全体に及ぶと、地上部の生育が悪くなり、葉の小型化や黄葉が認められたのち、早期に落葉する。果樹類では、当年枝の生育不良や結実不良が認められる。病勢が進むと罹病植物は衰弱し枯死に至るため、ナシ、リンゴやブドウなどの果樹類に大きな被害を与えており、果樹栽培では防除対策が必須である (福島 1998; 井手 2009; 金谷ら 1998)。

白紋羽病は公園の植栽樹や街路樹にも発生することが知られるが、林地での発生は少ないとされる (小林ら 1986; 久保村 1987; 岡部 1956)。しかし、林地を開墾して造成した果樹園等で本病が発生して被害を与える場合が多い (荒木 1965; 福島 1998; 久保村 1987)。これまで林地における白紋羽病菌の発生に関する広範な調査報告はないことから、農耕地における白紋羽病の被害を予見するためには、林地における白紋羽病菌の発生実態を明らかにすることが重要である。

本研究では、林地において白紋羽病菌の探索を行い、見出された白紋羽病菌に関わる発生状況について、子実体形成や分離結果を含めて果樹園における発生状況と比較しながら考察した。また、林地との比較のために、公園等においても白紋羽病菌の探索と発生状況の調査を行った。これは、人為的な環境改変を加えられている公園等では林地とは異なる生育環境・土壌環境となっていると推測したためである。なお、本研究においては、自然林地、植林地お

よび森林公園といった地域を総称して林地と呼ぶこととし、また、市街地やその近傍に位置する森林公園以外の各種公園および各種施設内に設けられている緑地を総称して公園等と呼ぶこととした。

2. 材料および方法

(1) 白紋羽病菌の探索と採集

1998年10月から2002年9月にかけて、23都道府県88地点の、自然林地、植林地および森林公園といった林地、市街地やその近傍に位置する各種公園 (都市公園、運動公園、植物園、樹木園等) および各種施設内の緑地といった公園等において、林木や花木などの樹木類を対象として、そこに着生している白紋羽病菌の探索を行った (表-1)。探索場所については、樹木が生育している土地の総面積が5a以上ある場所を1地点として示した。各探索場所あたり100本以上の樹木を調査した。探索は、各場所において衰弱あるいは枯死した樹木について、地際部における *Rosellinia* 属の子実体、すなわち子座 (1子のう殻を含む) あるいは分生子柄束の形成を含め、白紋羽病の標徴である根部樹皮下における扇状菌糸束の形成を認めた場合、白紋羽病菌とみなして試料を採集した。試料として、子実体を形成している樹木を抜根・伐採、あるいは子実体を含む樹皮片および扇状菌糸束が形成されている根片を採取し、同時に当該樹種を始めとする発生状況を記録した。なお、探索に携わった人数は、各地点につき1~5人で、延べ222人、1地点あたり平均約2.5人であった。

(2) 分離

栄養菌糸からの分離については、子実体 (子座、分生子柄束) が形成されている部位あるいは罹病根表面を削り、露出した内樹皮や形成層部で扇状菌糸束が伸長している部分を分離源として用いた。当該

表-1 白紋羽病菌を探索および採集した地点・場所

探索地	探索地点 総数	採集地点 総数	採集試料 総数	探索地点・採集地点・採集試料各総数の内訳								
				林地 ¹						公園等 ¹		
				探索地点数	採集地点数	採集試料数	採集場所の状況別試料数 ²			探索地点数	採集地点数	採集試料数
			未攪乱・ 非干渉	攪乱・ 干渉	不明							
北海道	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
青森県	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
秋田県	4	1	1	3	1	1	0	1	0	1	0	0
岩手県	14	1	1	13	1	1	1	0	0	1	0	0
山形県	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
宮城県	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
茨城県	15	8	9	6	2	3	0	3	0	9	6	6
栃木県	9	1	2	7	1	2	0	1	1	2	0	0
群馬県	5	1	1	2	0	0	0	0	0	3	1	1
埼玉県	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
千葉県	11	6	11	6	3	6	2	0	4	5	3	5
東京都	1	1	7	0	0	0	0	0	0	1	1	7
神奈川県	2	1	2	2	1	2	0	2	0	0	0	0
長野県	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
岐阜県	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
静岡県	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
三重県	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
和歌山県	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
滋賀県	4	1	1	4	1	1	0	1	0	0	0	0
京都府	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
兵庫県	2	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0
宮崎県	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
鹿児島県	2	1	3	1	1	3	0	3	0	1	0	0
計	88	26	42	58	13	21	3	13	5	30	13	21

1 林地: 自然林地, 植林地および森林公園といった地域の総称; 公園等: 市街地やその近傍に位置する各種公園および各種施設内に設けられている緑地の総称

2 未攪乱・非干渉: 自然攪乱や人為的な干渉が加えられていない場所; 攪乱・干渉: 自然攪乱や人為的な干渉が加えられている場所; 不明: 自然攪乱や人為的な干渉が加えられているか不明の場所

部分から1~2mm角の組織片を切り出し, 200 μ g/ml (力価) ストレプトマイシンを含む2%素寒天培地に置いた。暗黒下20~25 $^{\circ}$ Cに静置し, 3日~1週間後に伸長してきた単一の菌糸を抗生物質を含まないブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天 (PDA) 培地に移植し, 単菌糸分離菌株を得た。

子のう胞子からの分離は以下の手順で行った。子座を木片ごと切り出し, 軽く水道水で洗浄した後, 滅菌蒸留水で湿らせたろ紙を敷いたシャーレに入

れ, 20~25 $^{\circ}$ Cで一晩静置した。子座の先端部分から粘液状物質とともに噴出してきた子のう胞子を実顕微鏡下で柄付き針で掻き取り, 200 μ g/ml ストレプトマイシンを含むPDA培地あるいは2%素寒天培地上で画線を引き置床した。暗黒下20~25 $^{\circ}$ Cで静置し, 2日~数日後に発芽の有無を確認するとともに発芽した単一の子のう胞子を抗生物質を含まないPDA培地に移植した。

得られた菌株は, PDA培地を用いて20~25 $^{\circ}$ C,

暗黒下で継代し、長期間供試しない場合は4℃で保存した。

(3) 同定

子実体（子座，分生子柄束）が形成されている場合は，子座および子のう胞子，あるいは分生子柄束および分生子の形態観察を行い，その特徴に基づいて *R. necatrix* と同定した（中村 2009, 2012）。子実体が形成されていない場合は，分離菌株をPDA培地上で培養して得られた菌糸を顕微鏡観察し，菌糸隔壁近傍の洋ナシ状の膨潤部の存在によって同定を行った。なお，日本においては，*R. necatrix* に形態的に類似し，植物病原性を有する近縁の別種，*R. compacta* Takemoto が分布することが報告されており（Takemoto *et al.* 2009），菌糸形態ではこれら2菌種を明確に区別できないため，暫定的な同定とした。得られた試料のうち一部については，分離菌株を用いたrDNA ITS領域の塩基配列情報（Takemoto *et al.* 2009）および特異的プライマーによるPCR検定（Takemoto *et al.* 2011）により同定した。

3. 結果および考察

(1) 白紋羽病菌の発生頻度

23都道県88地点で探索を行った結果，衰弱・枯死し，白紋羽病菌の子実体（子座あるいは分生子柄束）あるいは扇状菌糸束が形成されていた樹木は，林地においては10県13地点で21本，公園等においては6都県13地点で21本が認められ，計42本であった（表-1）。各樹木より採取された試料について同定を行ったところ，42試料のうち40試料は *R. necatrix* と特定され，残る2試料（試料No.29, No.41）については菌糸形態によって暫定的に *R. necatrix* と同定した（表-1, 2, 3；写真-1）。なお，暫定同定した2試料が *R. necatrix* に類似する *R. compacta* である可能性は残されるが，ここでは *R. necatrix* とみなして以降の考察に加えた。

白紋羽病菌の全探索地点における発生地点の頻度について，林地における発生地点率は約22.4%（13発生地点/58探索地点）で，公園等においては約43.3%（13発生地点/30探索地点）と林地における

発生地点率は公園等の約1/2となった。果樹園における白紋羽病の発生頻度のこれまでの調査例については，青森県および群馬県におけるリンゴ白紋羽病の発生園率はそれぞれ20.3～34.7%および28.9%（福島 1998；農林水産省 2002），長崎県におけるビワ白紋羽病では概ね20%（内川敬介 私信）とされており，発生場所（地点，園）率においては，林地では果樹園と同等であった。

今回行った探索の際には各場所少なくとも100本を調査したことから，各地点の調査本数を100本として白紋羽病菌の発生樹率を算出すると，林地では約0.36%（東北地方のみでは約0.1%），公園等では約0.7%（東北地方のみでは約0.3%）となる。発生樹率においても，林地における発生地点率は公園等の約1/2であった。果樹園における白紋羽病の発生樹率については，白紋羽病の被害の小さい東北地方（青森県，秋田県）のリンゴ園で0～0.5%（農林水産省 2002），白紋羽病の被害の大きい千葉県のナシ園で概ね1～2%（激発園では10%に至る場合もある）とされている（塩田あづさ 私信）。しかし，青森県のリンゴ園での発生樹率は3.8～5.5%とする調査結果もあり（福島 1998），また，今回の調査本数を少なく見積もっていることを考慮すると，果樹園における白紋羽病（菌）の発生樹率よりも林地における発生樹率はおおむね低いものと考えられる。紫紋羽病菌が日本各地の林地で多数発生することについては知られており（中村・赤平 2008），紫紋羽病は林地で発生するが，白紋羽病は林地での発生をみないとしている既報（小林ら 1986；岡部 1956）と合致する。

今回の調査によって，公園等における白紋羽病菌の発生場所率は果樹園より高く，発生樹率も果樹園と同等であることが示された。後述するように，公園等では攪乱を受けたことにより少なくとも林地と比べると白紋羽病菌が発生しやすい土壌環境にあることに加え，果樹園よりも管理が行き届かないために罹病枯死した樹木が放置されやすいことが要因と考えられる。そのため，今回の結果をもって果樹園よりも公園等で白紋羽病菌の発生が多いとは結論で

表-2 林地で採集された白紋羽病菌試料

試料No.	採集地	採集地点No.	採集場所の状況 ¹	宿主植物 ²		子実体形成 ⁴	分離 ⁵	
				属・種名	地際部直径 (cm) ³		栄養菌糸	子のう胞子
1	秋田県上小阿仁村	1	D	不明	(5<)	子座	+	+
2	岩手県矢巾町	2	F	不明	3	子座	-	NT
3	茨城県つくば市	3	D	ヤブムラサキ	3	子座	+	NT
				<i>Callicarpa mollis</i>				
4	茨城県つくば市	3	D	不明	1.5	子座	+	+
5	茨城県城里町	4	D	不明	6	子座	+	+
6	栃木県茂木町	5	U	不明	ND	子座	+	+
7	栃木県茂木町	5	D	クロモジ*	ND	分生子柄束	+	
				<i>Lindera umbellata</i>				
8	千葉県君津市	6	U	コナラ属*	3	子座	+	+
				<i>Quercus</i> sp.				
9	千葉県君津市	6	F	不明	3	子座	-	NT
10	千葉県君津市	7	U	不明	ND	子座	+	+
11	千葉県君津市	7	U	不明	ND	分生子柄束	+	
12	千葉県君津市	7	U	タニウツギ属*	ND	分生子柄束	+	
				<i>Weigela</i> sp.				
13	千葉県鴨川市	8	F	不明	3	子座	+	-
14	神奈川県清川村	9	D	不明	2	子座	+	-
15	神奈川県清川村	9	D	不明	(<5)	子座	+	NT
16	静岡県熱海市	10	D	不明	(<5)	分生子柄束	+	
17	滋賀県甲賀市	11	D	不明	(5<)	子座	+	NT
18	兵庫県豊岡市	12	D	不明	(5<)	子座	+	+
19	鹿児島県霧島市	13	D	ネズミモチ*	ND	分生子柄束	+	
				<i>Ligustrum japonicum</i>				
20	鹿児島県霧島市	13	D	不明	(5<)	子座	+	NT
21	鹿児島県霧島市	13	D	不明	ND	子座	+	NT

1 D, 自然攪乱や人為的な干渉が加えられている場所; F, 自然攪乱や人為的な干渉が加えられていない場所; U, 自然攪乱や人為的な干渉が加えられているか不明の場所

2 白紋羽病菌が基質として利用していた植物を宿主植物として示し, 種名は米倉・梶田 (2003 ~) に準じた.

*, 日本植物病名目録 (日本植物病理学会 2004) に宿主植物として掲載されている樹種・樹種群.

3 (5<): 現地における観察によって地際部直径5cm以上と判断されたもの; (<5): 現地における観察によって地際部直径5cm以下と判断されたもの; ND: 地際部直径が不明なもの

4 採集された試料上で形成されていた子実体

5+: 菌株が分離できたもの; -: 菌株が分離できなかったもの; NT: 分離を行わなかったもの. 空欄は, 分離に供試する試料が得られなかったものを示す.

きないが, 公園等では白紋羽病菌を見つけやすいという判断は可能と思われる。

(2) 白紋羽病菌の発生場所の状況

小林ら (1986) は, 樹病分野における白紋羽病の発生場所として, 緑化樹養成畑, 庭園・緑地を挙げている。林地は含まれていないことから, 本研究に

おいて, 林地との比較のために, 公園 (都市公園, 運動公園, 植物園等) や施設内緑地などの公園等についても白紋羽病菌の発生状況を調査した。これは, 公園等では何らかの人為的な環境改変が行われ, また日常的に管理作業が加えられることから, 林地とは異なる土壌環境となり, むしろ農耕地に近い状況

表-3 公園等で採集された白紋羽病菌試料

試料No.	採集地	採集地点No.	宿主植物 ¹		子実体形成 ³	分離 ⁴	
			種名	地際部直径 (cm) ²		栄養菌糸	子のう胞子
22	宮城県仙台市	14	アオキ* <i>Aucuba japonica</i> var. <i>japonica</i>	(<5)	子座	+	+
23	茨城県つくば市	15	イチョウ* <i>Ginkgo biloba</i>	(<5)	子座	+	NT
24	茨城県つくば市	16	シャリンバイ* <i>Raphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i>	(<5)	子座	+	NT
25	茨城県つくば市	17	シロダモ* <i>Neolitsea sericea</i>	2.5	子座	+	NT
26	茨城県つくば市	18	ユキヤナギ <i>Spiraea thunbergii</i>	(<5)	分生子柄束	+	
27	茨城県つくば市	19	ユキヤナギ <i>S. thunbergii</i>	(<5)	子座	+	+
28	茨城県茨城町	20	不明	ND		+	
29	群馬県前橋市	21	不明	(5<)	子座	+	NT
30	埼玉県和光市	22	ミズキ* <i>Cornus controversa</i>	(<5)		+	
31	千葉県君津市	23	ヒトツバタゴ* <i>Chionanthus retusus</i>	(5<)		+	
32	千葉県君津市	23	ヒトツバタゴ* <i>Ch. retusus</i>	(5<)		+	
33	千葉県君津市	23	ヒトツバタゴ* <i>Ch. retusus</i>	(5<)		+	
34	千葉県佐倉市	24	ユキヤナギ <i>S. thunbergii</i>	(<5)	分生子柄束	+	
35	千葉県長南町	25	アジサイ属* <i>Hydrangea</i> sp.	3	子座	+	+
36	東京都文京区	26	イタヤカエデ* <i>Acer pictum</i>	ND	分生子柄束	+	
37	東京都文京区	26	イヌガシ <i>Neolitsea aciculata</i>	ND	分生子柄束	+	
38	東京都文京区	26	イヌビワ <i>Ficus erecta</i> var. <i>erecta</i>	ND	分生子柄束	+	
39	東京都文京区	26	イヌビワ <i>F. erecta</i> var. <i>erecta</i>	ND	分生子柄束	+	
40	東京都文京区	26	カクレミノ* <i>Dendropanax trifidus</i>	(5<)	子座	+	+
41	東京都文京区	26	ボダイジュ <i>Tilia miqueliana</i>	ND		+	
42	東京都文京区	26	ムラサキシキブ* <i>Callicarpa japonica</i>	(<5)	分生子柄束	+	

1 白紋羽病菌が基質として利用していた植物を宿主植物として示し、種名は米倉・梶田 (2003 ~) に準じた。

*: 日本植物病名目録 (日本植物病理学会 2004) に宿主植物として掲載されている樹種・樹種群。

2 (5<): 現地における観察によって地際部直径5cm以上と判断されたもの; (<5): 現地における観察によって地際部直径5cm以下と判断されたもの; ND: 地際部直径が計測できなかったもの

3 採集された試料上で形成されていた子実体

4 +: 菌株が分離できたもの; NT: 分離を行わなかったもの。空欄は、分離に供試する試料が得られなかったものを示す。

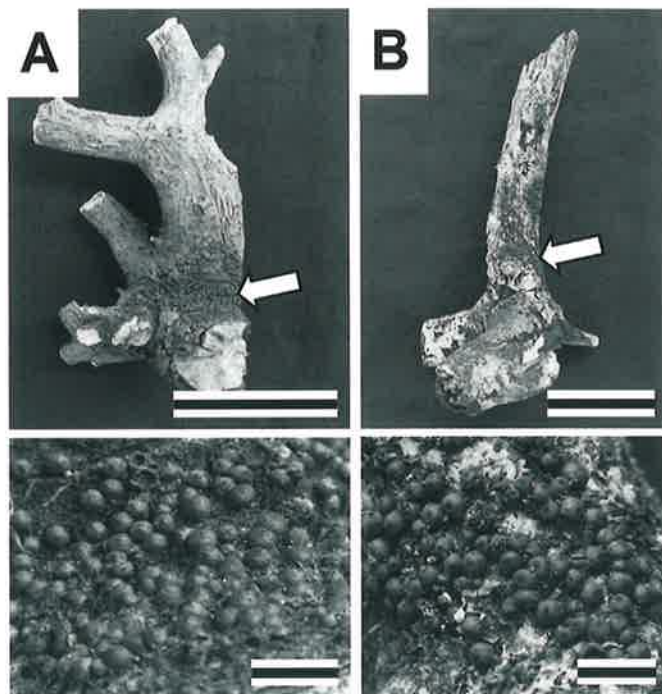


写真-1 林地で採集された白紋羽病菌の子座試料

A, 試料No. 2 (2000年8月, 岩手県にて採集); B, 試料No. 9 (2000年4月, 千葉県にて採集)

いずれも, 上は試料全体 (矢印は子座形成部を示す), 下は子座形成部を拡大したものを示し, バーの長さは上は5cm, 下は5mmを示す。

になると推測されたためである。結果として、上述したように公園等では林地に比べて発地点率および発生樹率ともに約2倍の値を示し、白紋羽病菌の発生には環境による影響が大きいと言える。

白紋羽病菌の発生が環境により影響を受けることは、林地においても当てはまると考えられる。本研究における林地とは林地地域にある土地全体を指しており、そこには林道・山道やその造成に伴う人為的干渉などが加えられることがあり、また崖崩れや大雨による沢の氾濫など小規模な自然攪乱が起こっている。そこで、林地において白紋羽病菌の発生が認められた（試料が採集された）場所について、自然攪乱や人為的干渉を受けている（攪乱・干渉）場所とそれらを受けていない（未攪乱・非干渉）場所を区別した（表-1, 2, 3）。ここでは、自然攪乱や人為的干渉として、古くは崖崩れや林道・山道造成など数十年前に受けたもの、新しいものでは小規模な崖崩れや最近行われた造成など数年前に受けた

もの、また沢の小規模氾濫や過去に造成された林道・山道の際部の伐採作業など毎年継続して続くものなど1年～数十年前に生じたものを対象とした。その結果、林地で確認された白紋羽病菌の発生場所においては、未攪乱・非干渉の場所は14.2%（3/21, 採集試料数/全採集試料数）、攪乱・干渉を受けていた場所が62%（13/21）、攪乱・干渉の有無が不明な場所が23.8%（5/21）となった。攪乱・干渉を受けていた場所は、沢敷や土手部の法面、山道・林道との際部や法面、涸沢との際部、増水による浸食箇所、そして施設造成地との際部であった（写真-2）。これらの場所では、土壌表面が露出している、あるいは、樹木（林内の上層木・下層木、道際の低木など）が伐採されているなど、林地であっても公園や施設内緑地と同様に攪乱を受けた土壌環境となっていたと考えられる。したがって、攪乱の見られない林地で発生していた白紋羽病菌は探索した58地点のうち3地点で計3本の樹木でのみ認められたことに



写真-2 林地の攪乱を受けた場所での白紋羽病菌の発生

上：潤沢との際部で白紋羽病菌の子座が形成されていた樹木（樹種不明；矢印）
 下：地際部における子座の形成（試料No.18；矢印）
 いずれも2000年4月，兵庫県で撮影（荒川征夫 原図）。

なり，これを基にすると林地における発生地点率は約5.1%，発生樹率は約0.05%となることから，果樹園（発生園率20～28.9%，発生樹率0～2%）と比べて攪乱の見られない林地における発生場所率は低く，また発生樹率も低い傾向にあると思われる。

(3) 白紋羽病菌が発生した樹木の状況

探索中，白紋羽病菌の子実体あるいは扇状菌糸束が形成されていた樹種について記録したが，林地においては多くの樹木が枯死後に長期間を経ていたために樹種が判明したものは少なかった。林地および公園等で樹種が判明したのものについては，その約3/4に相当する樹種が既に宿主として報告（日本植



写真-3 果樹園で発生した白紋羽病

上：白紋羽病によって衰弱したリンゴ大径樹（2000年9月，群馬県で撮影）
 下：白紋羽病の発生によりパッチ状に欠株が生じたナシ園（2007年6月，長野県で撮影）

物病理学会 2004) されている植物種・種群であった（表-2, 3）。紫紋羽病菌について行った同様の調査では，林地あるいは非農耕地で認められた子実体発生樹種のうち，約1/3に相当する樹種のみが宿主として報告されている植物種・種群であった（中村・赤平 2008）。多犯性とされる白紋羽病菌であるが，紫紋羽病菌と比較すると林地において宿主となる植物は多くなく，結果として土壤中を伸展しにくい，あるいは病気が拡大しにくい状況にあることが推測される。このことは，上記において林地における白紋羽病菌の発生樹率が果樹園と比べて低いとされたことの一要因となっているものと思われる。

白紋羽病菌が発生した樹木について，その大きさを把握するために地際部直径を計測した。実測値が得られなかったものについては，5cmを目安としておおよその大きさを示した（表-2, 3）。その結果，データが得られた樹については，林地，公園等とも

に、地際部直径が5 cm以下のものが約2/3を占めた。伊藤・中村(1984)は、樹木実験圃場における白紋羽病による枯死樹の80%が地際部直径2 cmの幼樹であったことから、光量不足等による樹勢低下が被害拡大要因と推定しており、本研究で認められた樹木も同様であったことが示唆される。また、調査期間中、白紋羽病菌が発生した樹で地際部直径が20 cmを超えるような大径木は認められなかった。ナシやリンゴの果樹園では、移植後間もない幼木のみならず30年生以上の地際部直径20cmを優に超えるような樹が白紋羽病によって被害を受けることは通常の状態である(荒木 1965; 福島 1998)(写真-3)。果樹類では果実収穫に伴う樹体へのストレスにより樹勢が弱まっていることも要因であるが、林地において大径樹であるからといって白紋羽病菌による感染を受けないということは考えにくく、感染を受けたとしても結果として土壤中を伸展しにくい、あるいは病気が拡大しにくい状況にあったことも、大径の感染木が衰弱・枯死という形で観察されなかった要因の1つと推測される。

(4) 白紋羽病菌の子座の形成および採集試料からの分離の可否

白紋羽病菌の子座の形成はまれとされている(小林ら 1986; Pérez-Jiménez 2006)。しかし、本研究において林地では採集された21試料中16試料で、公園等では21試料中8試料で子座の形成が認められた(表-2, 3)。つまり、白紋羽病によって衰弱・枯死した樹木では多くの場合で子座の形成が行われていることになる。それにも関わらず子座形成がまれとされた理由としては、白紋羽病菌の子座は形成しにくいのではなく、植物に感染してから子座を形成するまでに長期間(約2年以上)を要するために見過ごされているためと考えられる(Nakamura *et al.* 2000; Teixeira de Sousa and Whalley 1991)。果樹園で採取した罹病根を保湿しながら樹陰など日光の当たらない場所に放置しておく、翌年以降、まず分生子柄束が形成され、その後子座の発達が認められる(Lee *et al.* 2003; 中村 2012; Nakamura *et al.* 2000)、したがって、期間は要するが、実際には比

較的容易に子座が形成されるものと推測される。果樹園では、感染源となることを避けるために白紋羽病によって枯死した樹を園内から速やかに除去することが結果として子座の観察をまれないものになっていると思われる。

本研究で採集された42試料について栄養菌糸(罹病組織)からの分離を試みた結果、雑菌の混入が激しく分離できなかったものが2試料あった。また、子座を形成した試料24試料のうち13試料の子座内の子のう胞子からの分離を試みたところ、2試料では胞子の発芽が認められず、分離できなかった(表-2, 3)。これらの試料では子座内の内容物が少なく、また乾燥していたことから、既に多くの胞子は噴出した後であり、残った胞子も死滅していたものと推測される。これらのことおよび試料の採集時には宿主植物体の腐朽が激しく植物種を判別できなかったことから、本研究で白紋羽病菌が発生した植物体は枯死後3年以上を経ているものが多かったと判断すべきと思われる。上述した果樹園における白紋羽病の発生園率や発生樹率は、それぞれ当年中に新たに発生した罹病樹を観察することによって得られた数値である。したがって、本研究で得られた数値は果樹園における調査での数値と単純に比較できるものではなく、実際の数値に近づけるには少なくとも子座を形成していた試料を除外した上で比較する必要があるだろう。仮に、子座を形成していた試料を除外し、分生子柄束のみ、あるいは子実体の形成がみられなかった試料に限定すると、探索した58地点のうち4地点で計5本の樹木でのみ認められたことになり、林地における発生地点率は約6.9%、発生樹率は約0.09%となる。さらに、そのうち未攪乱・非干渉の場所で採集されたものに限ると発生地点率・発生樹率ともに0%となる。

(5) 白紋羽病菌の発生と土壌環境

上述したように、白紋羽病菌は林地より公園等で発生が多く、林地においては攪乱・干渉を受けている場所で発生しやすいこと、そして、林地および公園等では小径木での発生にとどまることが示された。これらのことから、白紋羽病菌の発生およびそ

の拡大には土壤環境が関与することが示唆される。

果樹園では、白紋羽病菌のある特定の系統が隣接樹を侵しながらパッチ状に広がることを示されており（中村 2008；中村ら 2000）（写真-3）、菌糸が罹病根や土壤を介して隣接樹に伸展・感染すると考えられる。本研究において、隣接あるいは近接していた複数の樹で白紋羽病菌の発生が認められたのは、林地においては1採集場所（攪乱・干渉を受けていた場所；採集地点No.13）のみで、公園等においても2採集場所（採集地点No.23, No.26）に過ぎなかった。前項目において森林では枯死後3年以上を経ているものが多いとされたことを考慮すると、本来であれば枯死樹を抜根していないために根上の菌体量は増大しているはずであるが、それにもかかわらず枯死樹に隣接した樹に白紋羽病菌の伸展がほとんど見られなかったことになる。したがって、白紋羽病菌は、林地では白紋羽病が多発している果樹園のように1地点内に蔓延して数～数十本の樹に被害を及ぼすことはないものと考えられた。この理由として、林地では他の土壤微生物の存在によって土壤中あるいは罹病根上の白紋羽病菌の伸展が妨げられていることが推察されている（荒木 1965）。それを裏付けるように、森川ら（1998）は、土壤の細菌群集の多様性が高いほど白紋羽病菌に対する生育抑制力が高いことを報告している。

以上から、林地における白紋羽病(菌)の発生には、土壤微生物相の多様性が大きく関与していると考えられる。攪乱によって林内の土壤生息性糸状菌の種数が減少することも報告されており（Cabello and Arambarri 2002; Persiani *et al.* 1998）、本研究において攪乱や人為的な干渉が加えられた場所で白紋羽病菌の発生が多いことが示されたことと合致する。リンゴ白紋羽病においては、林地を開墾した直後は発生が少ないが、開墾後の年数が長く老園化した園地では多発するとの報告がある（荒木 1965；福島 1998；岡部 1956）。果樹園などでは、単一の植物の長期栽培や管理作業によって土壤微生物相の多様性が失われた結果、白紋羽病菌が伸展しやすい土壤環境に変化し、白紋羽病の多発に繋がったものと思わ

れる。

4. まとめ ～最近の事例を踏まえて～

本研究で白紋羽病菌の探索を行った結果として、白紋羽病菌は林地より公園等で発生が多く、林地においては攪乱・干渉を受けている場所で発生しやすいことが示された。また、果樹園と異なり、林地・公園等では小径木での発生にとどまること、隣接する複数樹に発生することは少ないことが明らかにされた。これらのことは土壤環境による影響を受けた結果と考えられ、同時に、果樹園の土壤環境と比べると林地・公園等の土壤環境は白紋羽病菌に対して抑制的に働くものと推測された。以上のことを総合的に判断すると、林地では白紋羽病菌が発生しにくい環境条件にあると結論することが妥当と考えられる。これは、これまで白紋羽病は林地での発生が少ないとされてきたこと（小林ら 1986；久保村 1987 岡部 1956）を裏付けるものである。

しかし、最近、岩手県二戸市の栽培ウルシ林に白紋羽病が多発生したことが報告された（Takemoto *et al.* 2012；竹本ら 2013）。ウルシ白紋羽病の発生場所における衰弱樹の発生樹率は10%を超え、その多くが本病に罹病していると仮定すると、白紋羽病が激発している果樹園における発生頻度と同等と思われる。ウルシ林で白紋羽病が多発した理由として、林床植物の中に白紋羽病菌によって大きな被害は受けないが感染源として機能すると考えられる多くの植物種が存在すること（Takemoto *et al.* 2014）、草刈り程度ではあるが人為的な干渉が加えられていること、そしてウルシ科植物が地表面近くを横方向に広がる水平根を有していること（荻住 2011）が想定される。実際、現地においてウルシの根の分布を調べてみると、地下30cm以内の浅い場所を横方向に伸長して隣接する樹に到達している状況であった（森林総合研究所 2013）。その他に、伊藤・中村（1984）が樹木実験圃場における白紋羽病の多発生要因に未分解有機物の圃場への大量投入を挙げているように、造成時に放置された伐採樹根などが感染源になった可能性も考えられる。したがって、管理作業が

土壤微生物相に影響を及ぼしたことに加え、感染源が多く存在することと根が浅く横方向に伸びる樹種であったことにより白紋羽病菌が伸展しやすい状況となったため、大きな被害を与えることになったものと思われる。

以上から、林地における白紋羽病（菌）の発生は少ないが、対象樹種の生育特性や林の構成樹種・草種、人為的干渉による土壤環境の変化などが影響することによって林地においても白紋羽病が多発生することは十分あり得る。本研究で探索した場所においても、衰弱・枯死は起こらないが、根部では白紋羽病菌による感染を受けていた樹種が存在した可能性がある。したがって、将来、土壤環境の変化により白紋羽病による被害が広がる危険性も否定できず、本研究で調査した林地では白紋羽病菌が伸展する条件を満たしていないだけと考えるべきかもしれない。

今後、林地における発生要因あるいは発生抑制要因を詳細に明らかにすることで、林地のみならず農耕地における被害の発生を予見することが可能となると考えられる。また、林地における発生抑制要因は農耕地における被害軽減対策に活用できる可能性もあろう。将来の農林業の発展のため、白紋羽病菌の発生の少ない林地であるが、その発生を見逃さず、発生要因を調べていくことが重要である。

謝辞

本研究において白紋羽病菌の探索にご協力頂いた、赤平知也、荒川征夫、星野裕子、池田健一、小岩俊行、久我ゆかり、升屋勇人、松本直幸、松下範久、森永力、長縄俊明、岡部郁子および島津康の各氏に深謝申し上げます。

引用文献

荒木隆男 (1965) 紫紋羽病, 白紋羽病の発生と土壤条件. 農技研報C 21: 1 ~ 110
Cabello M, Arambarri A (2002) Diversity in soil fungi from undisturbed and disturbed *Celtis tala* and *Scutia buxifolia* forests in the eastern

Buenos Aires province (Argentina). Microbiol Res 157: 115 ~ 125

福島千万男 (1998) リンゴ紫紋羽病と白紋羽病の発生環境と防除に関する研究. 青森りんご試報 30: 1 ~ 101

井手洋一 (2009) ナシ白紋羽病に対するフロンサイドSC (フルアジナム) の予防効果と根接ぎ処理による樹勢回復効果. 植物防疫 63: 36 ~ 39

伊藤進一郎・中村宣子 (1984) 小石川樹木実験圃場における白紋羽病の被害と発生環境. 日林誌66: 262 ~ 267

金谷元・伊達寛敬・那須英夫 (1998) ブドウ白紋羽病に対するフルアジナム水和剤の防除効果. 日植病報64: 139 ~ 141

菊住昇 (2011) 最新樹木根系図説. 誠文堂新光社, 東京

小林享夫・佐藤邦彦・佐保春芳・陳野好之・寺下隆喜代・鈴木和夫・楠木学・大宜見朝栄 (1986) 新編樹病学概論. 養賢堂, 東京

久保村安衛 (1987) クワ紋羽病の発生生態と制御. 植物防疫 41: 112 ~ 116

Lee JS, Han KS, Park JH, Choi YM, Matsumoto N (2003) Formation of teleomorph of the white root rot fungus, *Rosellinia necatrix*, and the potential role of its ascospores as inocula. Plant Pathol J 19: 152 ~ 158

森川千春・佐藤健司・横山和成・松本直幸 (1998) 土壤被覆培養法による土壤の微生物性簡易診断. 土と微生物 52: 89

中村仁 (2008) いわゆるモンパ病菌. 日本生物資源学会誌24: 111 ~ 116

中村仁 (2009) 紫紋羽病菌・白紋羽病菌. 微生物遺伝資源利用マニュアル(27). (独)農業生物資源研究所, つくば

中村仁 (2012) 土壤病害の見分け方: ナシ・リンゴ. 植物防疫特別増刊号 15: 55 ~ 61

中村仁・赤平知也 (2008) 林地で見出された紫紋羽病菌. 森林防疫 57: 9 ~ 18

Nakamura H, Uetake Y, Arakawa M, Okabe

- I, Matsumoto N (2000) Observation on the teleomorph of the white root rot fungus, *Rosellinia necatrix*, and a related fungus, *Rosellinia aquila*. Mycoscience 41: 503 ~ 507
- 中村 仁・植竹ゆかり・荒川征夫・岡部郁子・松本直幸 (2000) 果樹類白紋羽病菌VCGの圃場分布. 日植病報 66 : 100
- 日本植物病理学会 (2004) 日本植物病名目録. 日本植物防疫協会, 東京
- 農林水産省 (2002) 近年の気候変動の状況と気候変動が農作物の生育等に及ぼす影響に関する資料集. 農林水産省, 東京
- 岡部光波 (1956) 土壤伝染性病害発生桑園の実態調査 (第3報) 発生の地域性について. 群馬蚕試報 31 : 1 ~ 18
- Pérez-Jiménez RM (2006) A review of the biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* - the cause of white root rot disease of fruit trees and other plants. J Phytopathol 154: 257 ~ 266
- Persiani AM, Maggi O, Casado MA, Pineda FD (1998) Diversity and variability in soil fungi from a disturbed tropical rain forest. Mycologia 90: 206 ~ 214
- 森林総合研究所 (2013) ウルシの健全な森を育て, 良質な漆を生産する. (独)森林総合研究所, つくば
- Takemoto S, Nakamura H, Sasaki A, Shimane T (2009) *Rosellinia compacta*, a new species similar to the white root rot fungus *Rosellinia necatrix*. Mycologia 101: 84 ~ 94
- Takemoto S, Nakamura H, Sasaki A, Shimane T (2011) Species-specific PCRs differentiate *Rosellinia necatrix* from *R. compacta* as the prevalent cause of white root rot in Japan. J Gen Plant Pathol 77: 107 ~ 111
- Takemoto S, Nakamura H, Tabata M, Sasaki A, Ichihara Y, Aikawa T, Koiwa T (2012) White root rot disease of the lacquer tree *Toxicodendron vernicifluum* caused by *Rosellinia necatrix*. J Gen Plant Pathol 78: 77 ~ 79
- 竹本周平・中村 仁・佐々木厚子・市原 優・相川拓也・小岩俊行・田端雅進 (2013) 子のう菌 *Rosellinia necatrix*によるウルシの白紋羽病. 森林防疫 62 : 56 ~ 60
- Takemoto S, Nakamura H, Tabata M (2014) The importance of wild plant species as potential inoculum reservoirs of white root rot disease. For Pathol 44: 75-81
- Teixeira de Sousa AJ, Whalley AJS (1991) Induction of mature stromata in *Rosellinia necatrix* and its taxonomic implications. Sydowia 43: 281 ~ 290
- 米倉浩司・梶田 忠 (2003 ~) BG Plants 和名-学名インデックス (YList). http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html, 2014.9.1参照 (2014.11.9受付, 2015.2.11掲載決定)

論文

大阪府におけるシカ・イノシシの生息状況の経年変化—出猟カレンダーによるモニタリング調査—

幸田良介¹・虎谷卓哉²

1. はじめに

近年日本各地で多くの野生鳥獣がその分布域を著しく拡大させており、それに伴う農林業被害や人身被害、森林植生や生態系への影響など様々な問題が顕在化している（環境省 2010b）。その中でもとりわけ被害が深刻化しているのが、日本各地に分布するニホンジカ（*Cervus nippon*, 以下シカ）と（環境省 2010c）、西日本を中心に生息するニホンイノシシ（*Sus scrofa leucomystax*, 以下イノシシ）である（環境省 2010a）。例えば、2012年度の全国の農作物被害金額は、シカが約82億円と最も多く、イノシシが約62億円とこれに続いており、両者で全体の6割以上を占めている（農林水産省 2014）。野生

鳥獣による農林業被害や森林生態系への影響などの対策を講じるため、都道府県知事が鳥獣保護法に基づき策定する「特定鳥獣保護管理計画」の策定数も、2014年4月1日時点でシカが40計画と最も多く、次いでイノシシが38計画と多くなっており（環境省 2014）、被害の深刻さがうかがえる。加えてシカの採食圧による森林の下層植生の衰退や植生の単純化、森林更新の阻害が全国的に問題視されている（湯本・松田 2006；Takatsuki 2009；環境省 2010c）。シカによる植生への影響は森林生態系の様々な側面に直接的・間接的に波及するため（Rooney and Waller 2003）、森林における生物多様性の保全のためにも被害対策を進めていくことが喫緊の課題とな

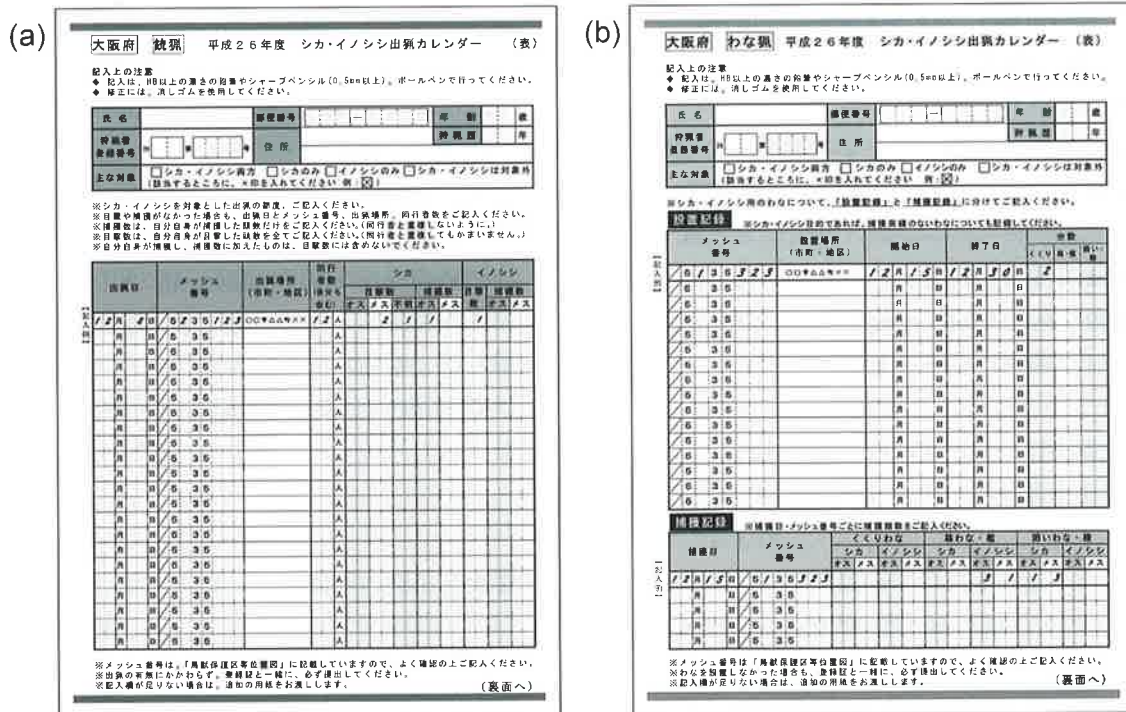


図-1 大阪府で使用している (a) 銃猟用と (b) わな猟用の出猟カレンダー

っている。

大阪府でもシカやイノシシによる農林業被害が深刻化しており、森林植生の衰退も生じ始めている(大阪府 2012a, b; 幸田ほか 2014)。そのため大阪府では農林業被害の半減を目標とした大阪府シカ保護管理計画(第3期)(大阪府 2012b)および大阪府イノシシ保護管理計画(第2期)(大阪府 2012a)が策定され、対策が進められている。計画が目指す科学的管理や総合的管理のためには、シカやイノシシの生息密度とその空間分布、被害の状況をモニタリングし、モニタリング結果に応じて対策や計画をたえず点検・修正していくフィードバック管理を行うことが必要である(環境省 2010b)。そこで本研究では、大阪府におけるシカやイノシシの生息密度や空間分布の経年変化を明らかにすることを目的として調査を行った。大阪府内で狩猟を行う狩猟者に「出猟カレンダー」と呼ばれる調査票(図-1)を配布し、全国的にシカやイノシシの生息密度の指標として使用されている目撃効率や捕獲効率を算出することで、シカ・イノシシ生息密度の経年変化や空間分布を解析した。

2. 調査方法

大阪府内で狩猟を行う狩猟者に「出猟カレンダー」を配布し、出猟状況やシカ・イノシシの捕獲数および目撃数の情報を収集した。出猟カレンダーは銃猟用(図-1a)とわな猟用(図-1b)をそれぞれ用意し、銃猟では出猟日、出猟場所、シカ・イノシシの目撃数(捕獲分を除く)と捕獲数を、わな猟ではわな種(くくりわな、箱わな、囲いわな)ごとに設置場所、設置期間、シカ・イノシシの捕獲数をそれぞれ調査した。調査期間は、銃猟については2006～2013年度の8年間、わな猟については2010～2013年度の4年間とした。なお、本来の狩猟期間は11月15日～2月15日の3ヶ月間であるが、イノシシについては2007年度から(大阪府 2012a)、シカについては2008年度から(大阪府 2012b)1ヶ月の延長が実施されており、3月15日までの4ヶ月間が狩猟期間となっている。

出猟カレンダーの情報を年度ごとに集計後、銃猟の目撃効率と、わな猟の捕獲効率を算出した。本研究では銃猟の目撃効率を、1人日あたりの目撃数とし、

$$\text{目撃効率} = \frac{\text{目撃数} + \text{捕獲数}}{\text{出猟人日数}}$$

として計算した。

また、わな猟の捕獲効率を、100台日あたりの捕獲数とし、わな種ごとに

$$\text{捕獲効率} = \frac{\text{捕獲数} \times 100}{\text{わな設置台数} \times \text{わな稼働日数}}$$

として計算した。

現在のところ、イノシシは大阪府全域に生息している(大阪府 2012a)のに対し、シカの生息は淀川以北のみに限られている(大阪府 2012b)。そのため、淀川以北は淀川以南に比べて相対的に出猟数やわな数が多くなりやすく、結果的に目撃効率や捕獲効率が淀川以南よりも小さく算出されやすい。そのため、イノシシについては出猟カレンダーの情報を淀川以北(北部地域)と淀川以南(中南部地域)で区分し、それぞれについて計算や解析を行うこととした。なお、狩猟期間外の出猟日が記載されたものは計算から除外した。

各年度の目撃効率と捕獲効率を計算後、シカおよびイノシシの生息密度の経年変化を明らかにするために、 χ^2 検定による解析を行った。北部地域のシカ、北部地域と中南部地域のイノシシについて、目撃効率と捕獲効率をそれぞれ年度間で比較した。検定後の多重比較にはBonferroni補正を用いた。なお、本報告書の全ての統計解析には、R 2.15.2(R Core Team 2012)を用いた。

また、シカおよびイノシシの生息密度の空間分布を明らかにするために、目撃効率や捕獲効率を約5km四方の狩猟メッシュごとに計算し、それぞれの分布図を作成した。メッシュごとの計算の場合、単年度のみでは出猟数やわな数が少なく計算が困難なメッシュが多いため、2年間のデータを合算して各メ

ツシユの平均値をそれぞれ算出し、分布図を作成した。なお、2年間合計で銃猟出猟人数が10人日未満のメッシュや、わな稼働台日数が100台日未満のメッシュは分布図からそれぞれ除外した。また、囲いなどは実施メッシュが一部に限られるため分布図は作成せず、経年変化の解析のみを行った。

隣接する兵庫県では、シカ目撃効率の高い地域でイノシシ目撃効率が低くなる傾向が報告されている(坂田ほか 2008)。大阪でも同様の傾向がみられるか確認するために、一般化線形混合モデルによる解析を行った。解析にはシカとイノシシが共に生息する北部地域において、2年ごとに算出した各メッシュの目撃効率のデータを使用した。イノシシ目撃効率を目的変数、シカ目撃効率を説明変数とし、正規分布を誤差構造に用いた。ランダム効果は調査年とし、解析にはRのnlmeパッケージ (Pinheiro *et al.* 2012) を使用した。

3. 結果

(1) 銃猟目撃効率

図-2にシカ目撃効率の経年変化を示す。シカ目撃効率は2008年度が0.52と最も低く、2013年度が0.86と最も高くなっていった。 χ^2 検定の結果、シカ目撃効率は年度間で有意に異なっていた ($P<0.001$)。シカ目撃効率は2008年以降徐々に増加しており、2013年度と2012年度は共に他のどの年度よりも有意

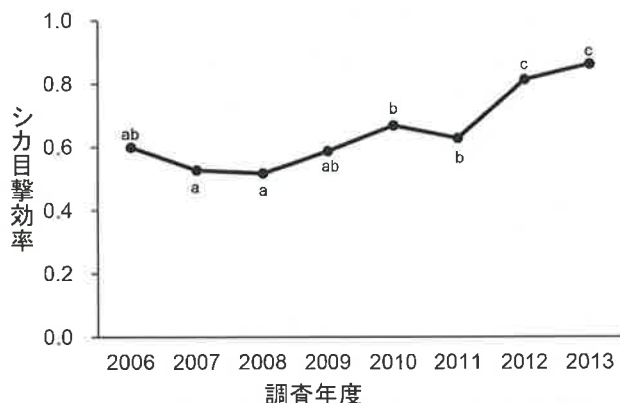


図-2 銃猟によるシカ目撃効率の経年変化

異なる文字の付いた値はそれぞれBonferroni補正を用いた χ^2 検定で有意に異なることを示す。

に高い値を示していた。

図-3に地域ごとのイノシシ目撃効率の経年変化を示す。 χ^2 検定の結果、イノシシ目撃効率は北部地域 ($P<0.001$)、中南部地域 ($P<0.001$) とともに年度間で有意に異なっていた。変動パターンは地域によってやや異なっており、北部地域では2009年度に0.30と最も高く、2011年度に0.16と最も低くなっていった。2009年度以降でみるとやや減少傾向とも言えるものの、全体としてはほぼ一定範囲での変動となっていた。中南部地域では、2008年度に0.25と最も低くなっていった以外には年度間に有意な差はみられず、全体としてはほぼ一定水準で推移していた。

図-4に2年ごとのシカ目撃効率の分布図を示す。シカ目撃効率が減少傾向にあるようなメッシュは特に認められず、目撃効率1.5以上の高い値のみみられるメッシュ数が徐々に増加していた。高い値のみみられるメッシュの場所は年度によってやや変動するものの、概ね北西部の能勢町のメッシュでよくみられた。

図-5に2年ごとのイノシシ目撃効率の分布図を示す。北部地域、中南部地域ともに、明確な増加傾向や減少傾向がみられるメッシュは特に認められなかった。北部地域では、2006～2009年度には目撃効率0.3以上のメッシュが複数みられた一方で、2010年度以降は2メッシュずつのみしか認められなかった。年度による変動はあるものの、北部地域の

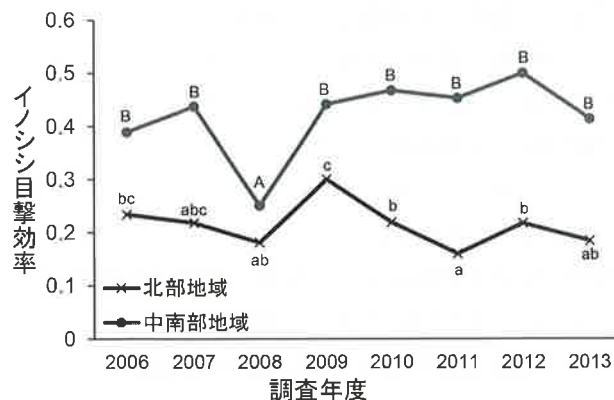


図-3 銃猟による地域ごとのイノシシ目撃効率の経年変化

異なる文字の付いた値はそれぞれBonferroni補正を用いた χ^2 検定で有意に異なることを示す。

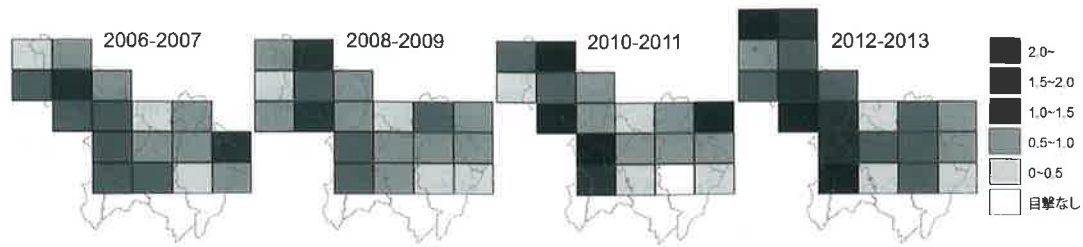


図-4 2年ごとの銃猟によるシカ目撃効率の分布図

銃猟出猟人数が10人日未満のメッシュは分布図から除外した。

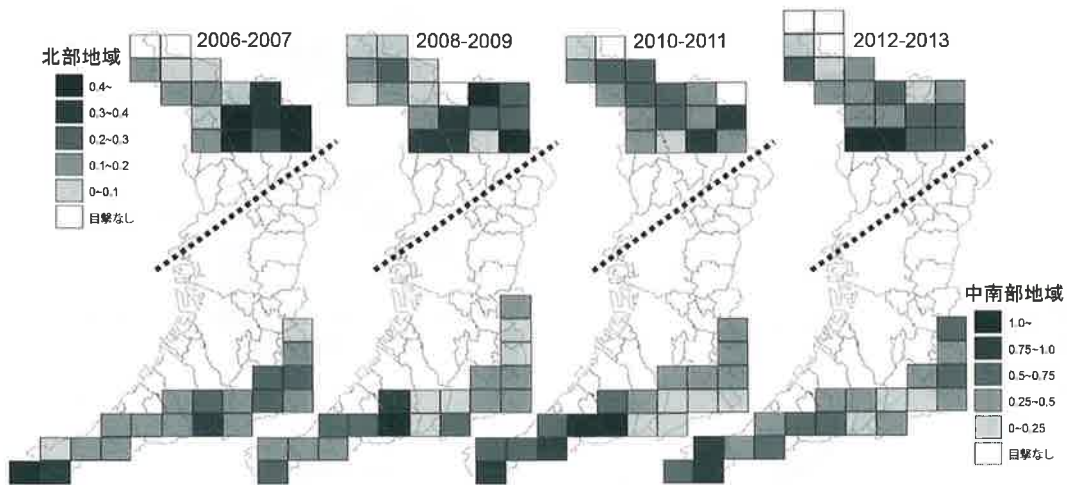


図-5 2年ごとの銃猟によるシカ目撃効率の分布図

破線は北部地域と中南部地域の境界線を示す。銃猟出猟人数が10人日未満のメッシュは分布図から除外した。

中では南東部の茨木市から島本町のメッシュで高い値が得られることが多かった。中南部地域では高い値を示すメッシュは毎年度継続的にみられており、南西部の岬町から岸和田市のメッシュで高い値がみられることが多かった。一般化線形混合モデルによる解析の結果、シカとイノシシの目撃効率の間には以下のような有意な関係が得られ ($P=0.03$)、シカ目撃効率の高い場所ではイノシシ目撃効率が低くなる傾向が認められた。

$$\text{イノシシ目撃効率} = -0.05 \times \text{シカ目撃効率} + 0.25$$

(2) わな猟捕獲効率

図-6にわな猟によるシカ捕獲効率の経年変化をわな種ごとに示す。くりわなでの捕獲効率は年度間で有意に異なっており ($P=0.025$)、2013年度

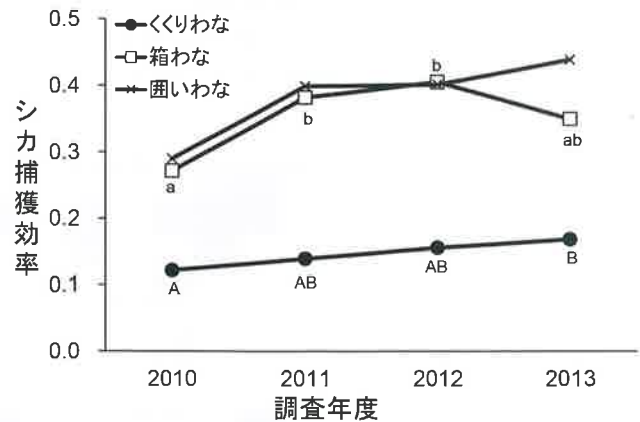


図-6 わな種ごとのシカ捕獲効率の経年変化

異なる文字の付いた値はBonferroni補正を用いた χ^2 検定で有意に異なることを示す。

にかけて徐々に増加する傾向がみられた。箱わなでの捕獲効率も年度間で異なっており ($P=0.004$)、2010～2012年度にかけて増加したのち2013年度に

やや減少に転じる傾向がみられた。囲いわなでの捕獲効率には統計的に有意な差はみられなかったものの ($P=0.34$), 2013年度にかけて徐々に増加する傾向を示していた。

図-7に地域ごとのわな猟でのイノシシ捕獲効率の経年変化をそれぞれ示す。捕獲効率の変動パターンは、北部地域と中南部地域で概ね一致していた。くくりわなでは北部地域 ($P=0.11$), 中南部地

域 ($P=0.32$) ともに年度間に有意な差はみられず、大きな変動傾向はみられなかった。一方で箱わなと囲いわなでは北部地域, 中南部地域ともに年度間に有意な差がみられ ($P<0.001$), 概ね減少傾向がみられた。

図-8にくくりわなと箱わなによる2年ごとのシカ捕獲効率の分布図をそれぞれ示す。くくりわな, 箱わな共に、高い値を示すメッシュ数が増加してい

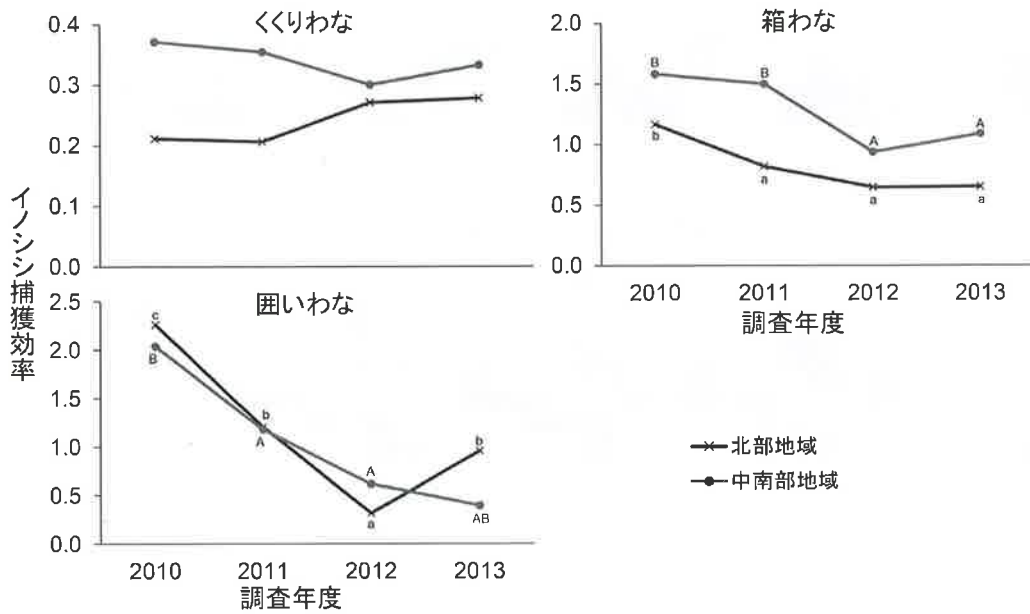


図-7 わな種ごとのイノシシ捕獲効率の経年変化

異なる文字の付いた値はBonferroni補正を用いた χ^2 検定で有意に異なることを示す。

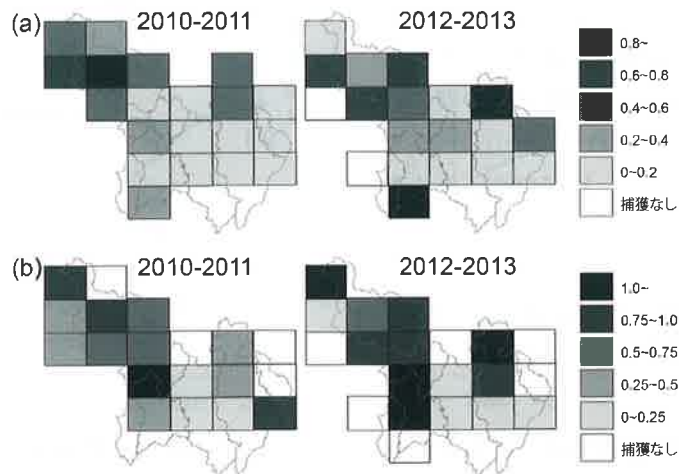


図-8 (a)くくりわなと (b)箱わなによる2年ごとのシカ捕獲効率の分布図

わな稼働台日数が100台日未満のメッシュは分布図から除外した。

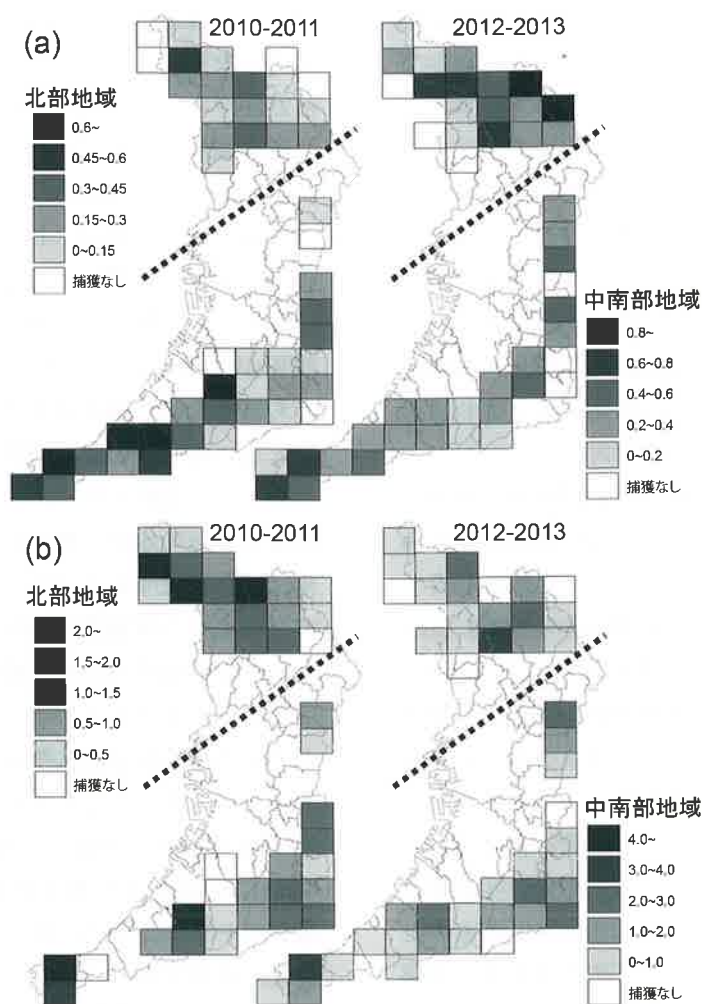


図-9 (a)くくりわなと (b)箱わなによる2年ごとのイノシシ捕獲効率の分布図

破線は北部地域と中南部地域の境界線を示す。わな稼働台日数が100台日未満のメッシュは分布図から除外した。

た。高い値を示すメッシュの位置は年度によってやや異なっていたものの、銃撃目撃効率と同様の北西部の能勢町に加えて、南西部の箕面市や北東部の高槻市のメッシュでも認められた。

図-9にくくりわなと箱わなによる2年ごとのイノシシ捕獲効率の分布図をそれぞれ示す。北部地域での高い値を示すメッシュ数は、くくりわなでは増加していた一方で、箱わなでは減少していた。高い値を示すメッシュの位置は年度やわな種によって異なっており、明確な傾向は認められなかった。中南部地域では、くくりわな、箱わなともに銃撃目撃効率と同様の南西部のメッシュで高い値がよくみられたが、2012年度にかけてともに減少する傾向がみら

れた。また、銃撃が禁止されており銃撃目撃効率のデータが利用できない北東部の四条畷市から八尾市にかけてのメッシュでは、くくりわな、箱わなともに2012年度にかけて増加する傾向がみられた。

4. 考察

目撃効率や捕獲効率は、シカ生息密度やイノシシ生息密度の指標として多くの地域でモニタリングに使用されている(宇野ほか 2007; 坂田ほか 2008)。シカについては、区画法や糞粒・糞塊法(岩本ほか 2000; 濱崎ほか 2007; Koda *et al.* 2011)などの手法が確立されており、その一つである糞塊密度と目撃効率との間に有意な正の相関がみられるなど(濱

崎ほか 2007), 捕獲効率や目撃効率の有用性が確認されている (Uno *et al.* 2006)。イノシシについては目撃効率や捕獲効率の有用性ははっきりとは確認されていないものの, 他の生息密度のモニタリング手法が確立されていないため, 現在のところ最も現実的で有効な方法の一つとして利用されている (坂田ほか 2008)。そのため, イノシシの目撃効率や捕獲効率の変動の解釈にはやや注意が必要であるものの, 本研究ではシカと同様に概ね生息密度の変動を反映する指標として利用できるものと考え, 以下の考察を進めることとする。

シカの銃猟目撃効率は2008年度以降徐々に増加しており, わな猟捕獲効率でも全体的に増加傾向がみられていた。1997～2010年度にかけて行われたライトセンサスによる調査や (石塚ほか 2012), 2002～2011年度にかけて行われた糞粒調査でも (石塚・川井 2012), それぞれシカ目撃頭数や糞粒数の増加傾向が示されている。本研究の結果はこれらの結果と矛盾しないものであることから, 大阪府におけるシカ捕獲頭数は年々増加しており対策が強化されているものの (大阪府 2012b), シカ生息密度は減少に至っておらず, 依然として増加傾向にあるものと考えられる。また, メッシュごとの目撃効率や捕獲効率の分布から, シカ生息密度は大阪府北部地域の中でも北西部の能勢町や, 南西部の箕面市, 北東部の高槻市で高い傾向にあると考えられる。この3地域は, シカが非常に少なかった1980年代にもシカが生息していたとされる地域 (大阪府 2007) とよく一致している。そのため, 大阪府におけるシカの分布拡大は, これらの3地域を中心として増加したシカが, 周辺域に拡散することで生じたのではないかと推測される。森林の下層植生衰退度の分布状況を調べた調査結果では, これらの3地域を中心に下層植生の衰退が進んでいることが示されている (幸田ほか 2014)。以上のことから, シカによる森林植生被害や農林業被害の軽減のためには, これらの3地域はもちろん, 分布拡大が進む周辺域を含めて対策を強化していくことが必要であると考えられる。

イノシシの銃猟目撃効率やくくりわなでの捕獲効

率は, 北部地域, 中南部地域共にほぼ一定範囲での変動となっており, 大きな増減傾向は認められなかった。一方で, 箱わなや囲いわなでの捕獲効率は共に減少傾向を示していた。イノシシは学習能力が高いものの (江口 2013), くくりわなでは減少傾向がみられないことから, わなへの警戒心の高まりが捕獲効率減少の主要因であるとは考えにくい。減少傾向のみられた箱わなや囲いわなは比較的大掛かりな設置が必要であり, 車でのアクセスの容易さが求められるため (農林水産省生産局 2014), 農地や人里に近い場所での設置が多くなりやすい。以上のことから, 大阪府でのイノシシ生息密度は2006年度以降ほぼ一定の水準に保たれているものの, 農地や人里付近に出没するイノシシ生息密度はやや減少傾向にあるという可能性が指摘できる。大阪府におけるイノシシの捕獲では有害捕獲の割合が徐々に増加して半分以上を占めるに至っており (大阪府 2012a), こうした取り組みが人里周辺への出没の減少につながっているのかもしれない。ただし, イノシシは潜在的な繁殖能力が高く (環境省 2010a), 捕獲数が4.5倍に増加しても被害が減少しないという事例も報告されているため (江口 2008), 引き続き適正な管理が必要であろう。イノシシの場合, 個体数調整による被害軽減効果はシカに比べて小さいことも示唆されている (坂田ほか 2008)。個体数管理は被害対策の一つの柱として重要ではあるものの, 捕獲圧だけに頼ることは危険であり (環境省 2010a), 被害防除や生息環境の管理を含めた対策を進めていくことが必要であろう。

メッシュごとの目撃効率や捕獲効率の分布から, 北部地域では南東部で, 中南部地域では南西部でイノシシの生息密度が高い傾向にあると考えられる。北部地域でイノシシ目撃効率が高かったメッシュでは, シカ目撃効率が比較的小さい傾向にあり, 実際に一般化線形混合モデルによる解析では, 両者の間に有意な負の関係が認められている。この関係は, 兵庫県での報告 (坂田ほか 2008) と一致するものであり, 少なくとも関西地域ではよくみられる傾向なのかもしれない。この原因としては, シカによる

森林下層植生の衰退がイノシシの生息に負の影響を与えていることや(坂田ほか 2008), 両者の好む環境がやや異なっていることが考えられる。詳細な解析には更なる研究が必要であるが, 被害対策を進める上でもシカとイノシシの間接的な関係の可能性を考慮しておく必要があるだろう。

また, 中南部地域のうち, 北東部の四条畷市から八尾市にかけてのメッシュではわな猟でのイノシシ捕獲効率が増加してきていた。このことから, 本地域ではイノシシの生息密度が増加し, 分布が拡大しつつあるのではないかと推測される。一方で, 本地域は全域が鳥獣保護区や銃猟禁止区域となっており(大阪府 2013), 銃猟での目撃効率のデータと比較することができない。本地域以外にも大阪府では, 鳥獣保護区や銃猟禁止区域が広範囲に分布しており(大阪府 2013), 目撃効率の使用には制約が多い。また, シカやイノシシの分布するメッシュの多くが府県境界をまたいでおり, 狩猟者からのデータ数が少なくなりやすい。これらの要因は出猟カレンダーによるモニタリングの大きな課題であると言える。今後は出猟カレンダー以外の手法でも並行してモニタリングを進めると共に, 近隣府県とのデータの共有化など, 出猟カレンダーによるモニタリングの精度を向上させるような取り組みを進めていくことが必要であろう。

5. 謝辞

本研究の実施に際して, 公益社団法人大阪府猟友会のみなさまには出猟カレンダーの配布の面で多大なるご助力をいただいた。また, 大阪府立環境農林水産総合研究所環境研究部および大阪府環境農林水産部動物愛護畜産課のみなさまには, データの解析および本稿の執筆の面で大変お世話になった。ここに記して厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 江口祐輔 (2008) 農業被害対策. (日本の哺乳類学 第2巻. 高槻成紀・山際寿一編, 東京大学出版会). 401 ~ 426
- 江口祐輔 (2013) イノシシの行動研究にもとづく被害対策. 哺乳類科学 53: 141 ~ 143
- 濱崎伸一郎・岸本真弓・坂田宏志 (2007) ニホンジカの個体数管理にむけた密度指標(区画法, 糞塊密度および目撃効率)の評価. 哺乳類科学 47: 65 ~ 71
- 石塚 譲・川井裕史 (2012) 糞粒調査と狩猟および有害鳥獣捕獲データによる大阪府の野生ジカ生息動向. 近畿中国四国農業研究 21: 29 ~ 32
- 石塚 譲・川井裕史・山田倫章・伊藤孝美・大谷新太郎 (2012) 大阪北摂における野生ジカライトセンサス調査. 近畿中国四国農業研究 20: 41 ~ 44
- 岩本俊孝・坂田拓司・中園敏之・歌岡宏信・池田浩一・西下勇樹・常田邦彦・土肥昭夫 (2000) 糞粒法によるシカ密度推定式の改良. 哺乳類科学 40: 1 ~ 17
- 環境省 (2010a) 特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン(イノシシ編). 環境省, 東京
- 環境省 (2010b) 特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン(共通編). 環境省, 東京
- 環境省 (2010c) 特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン(ニホンジカ編). 環境省, 東京
- 環境省 (2014) 特定鳥獣保護管理計画の作成状況. <http://www.env.go.jp/nature/choju/plan/pdf/plan3-1b.pdf>, 2015.2.9参照
- Koda R, Agetsuma N, Agetsuma-Yanagihara Y, Tsujino R, Fujita N (2011) A proposal of the method of deer density estimate without fecal decomposition rate: a case study of fecal accumulation rate technique in Japan. Ecol Res 26: 227 ~ 231
- 幸田良介・虎谷卓哉・辻野智之 (2014) ニホンジカによる森林下層植生の広域分布状況. 大阪府立環境農林水産総合研究所研究報告 1: 15 ~ 19
- 農林水産省 (2014) 全国の野生鳥獣による農作物被害状況について(平成24年度). http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h24/index.html, 2014.12.5参照
- 農林水産省生産局 (2014) 改訂版野生鳥獣被害防止

- マニュアルーイノシシ・シカ・サル (実践編)ー.
農林水産省生産局, 東京
- 大阪府 (2007) 大阪府シカ保護管理計画 (第2期).
大阪府, 大阪
- 大阪府 (2012a) 大阪府イノシシ保護管理計画 (第
2期). 大阪府, 大阪
- 大阪府 (2012b) 大阪府シカ保護管理計画 (第3期).
大阪府, 大阪
- 大阪府 (2013) 平成25年度大阪府鳥獣保護区等位置
図. <http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/2659/00084659/Osaka-hogoku.pdf>, 2014.12.1参照
- Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D, R Core
Team (2012) nlme: Linear and Nonlinear Mixed
Effects Models. R package version 3.1-105
- R Core Team (2012) R: A Language and
Environment for Statistical Computing. R
Foundation for Statistical Computing, Vienna,
Austria
- Rooney TP, Waller DM (2003) Direct and indirect
effects of white-tailed deer in forest ecosystems.
For Ecol Manage 181: 165 ~ 176
- 坂田宏志・鮫島弘光・横山真弓 (2008) 目撃効率か
らみたイノシシの生息状況と積雪, 植生, ニホン
ジカ, 狩猟, 農業被害との関係. 哺乳類科学 48:
245 ~ 253
- Takatsuki S (2009) Effects of sika deer on
'vegetation in Japan: A review. Biol Conserv 142:
1922 ~ 1929
- Uno H, Kaji K, Saitoh T, Matsuda H, Hirakawa H,
Yamamura K, Tamada K (2006) Evaluation of
relative density indices for sika deer in eastern
Hokkaido, Japan. Ecol Res 21: 624 ~ 632
- 宇野裕之・横山真弓・坂田宏志・日本哺乳類学会シ
カ保護管理検討作業部会 (2007) ニホンジカ個体
群の保全管理の現状と課題. 哺乳類科学 47: 25
~ 38
- 湯本貴和・松田裕之 (2006) 世界遺産をシカが喰う,
シカと森の生態学. 文一総合出版, 東京
(2015.1.8受付, 2015.2.11掲載決定)

鹿児島県におけるマツカレハ大発生による マツ壮齢木の枯死

久保慎也¹・東 正志²

1. はじめに

マツカレハ *Dendrolimus spectabilis* (Butler) は、幼虫がマツ林でしばしば大発生し、全葉を食いつくすこともある重要な森林害虫である。大発生によりマツ類が集団的に枯死した例は、アカマツ林（佐藤ら 1987a, 1987b）やストロブマツ林（里見ら 1997）で報告されているが、それほど多くはない。また、食害を受けた立木が、その後マツ材線虫病やニトベキバチの加害によって枯死に至ることが推測されているが（佐藤ら 1985, 1987b）、枯死に至る経過については報告例がみあたらない。

鹿児島県では近年、リュウキュウマツとクロマツの壮齢林において本種幼虫が大発生し、被害木が集団的に枯死した地域が複数見られた。そこで、当県における過去の大発生を防除記録から推測するとともに、近年の大発生地の被害概況や激害であったクロマツ林における被害木の経過を調査した。

本稿をまとめるにあたり、ご助言とご校閲を賜った森林総合研究所森林昆虫研究領域チーム長北島博氏に厚くお礼申し上げます。

2. 鹿児島県におけるマツカレハ大発生の状況

(1) 鹿児島県におけるマツカレハの生活史

マツカレハは、普通年1回の発生であるが、当県では年2回の発生がみられることが報告されている（五十嵐 1994；古城 1974；谷口 1991, 1992）。

室内飼育の結果によると、年1回発生する個体は、7月上旬に孵化した幼虫が6月中旬から11月末まで摂食を続け、12月に入ると摂食活動はきわめて少なくなり7～8齢で越冬する。その後翌年3月になると摂食活動が盛んとなり10齢で6月上旬から繭をつくり羽化する（古城 1974）。一方、年2回発生する

個体は、6月中旬に孵化した幼虫が6～7齢となった8月中旬から繭をつくり、羽化して（夏期世代）産卵する。その後、9月下旬に孵化した幼虫が4～5齢で越冬し、6～7齢となった4月中旬から繭をつくり羽化（越冬世代）する（谷口 1991, 1992）。暖かい地方ほど、摂食を止めて越冬に入る時期が遅く、越冬後に摂食を開始する時期が早いことや、針葉上で越冬する幼虫がいることから、本県でも特に温暖な南方島嶼では冬期でも針葉上に多くの幼虫が見られる。また、生活史と被害との関係では、鹿児島県口之永良部島では年2世代の性質をもつ個体群の優先度がかかなり高いことが、本島で食害が多い一因だと考えられている（谷口 1991）。

(2) 防除事業面積の記録より推定した過去のマツカレハの大発生

当県では、マツカレハ幼虫の大発生による被害が見られた時には、薬剤散布等の防除を行ってきた。このため、事業が行われた面積は、幼虫大発生の面積を反映していると考えられる。そこで、記録が残されていた1952年～2008年までの防除事業面積の推移を、図-1に示した。

防除事業面積は、1963年が12,236haと最も多く、その後は増減を繰り返してきたが、1973年から急減した。その要因として、当年から本格的に始まったマツ材線虫病の防除薬剤空中散布事業で散布している薬剤がマツカレハ幼虫にも効果があり、マツカレハの個体数が減少したことが考えられる。

ところが、近年、当県内では複数の地域においてマツカレハ幼虫が大発生し、枯死木が発生した被害も見られた。これらの被害地を図-2に示すとともに、被害の概況を次に述べる。

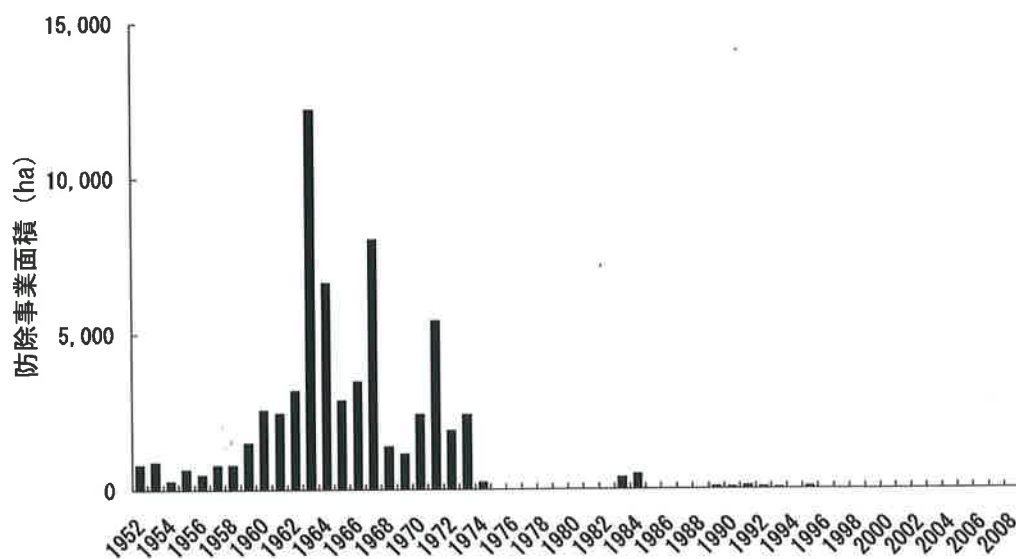


図-1 鹿児島県におけるマツカレハ幼虫の防除事業面積の推移 (鹿児島県森づくり推進課調べ)

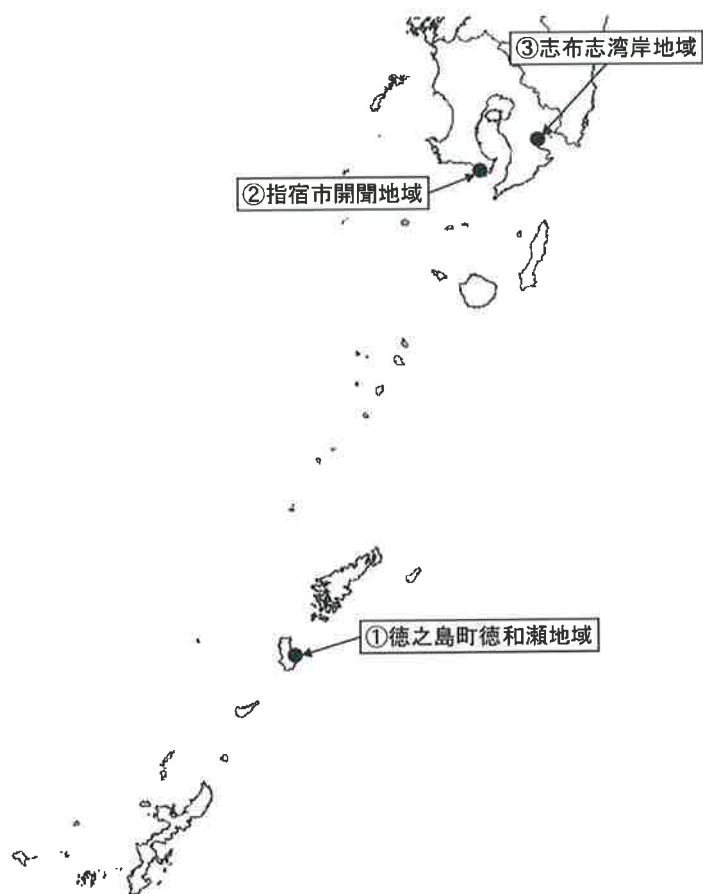


図-2 鹿児島県における近年のマツカレハ幼虫の大発生地

(3) 近年の大発生地と被害の概況

①徳之島町徳和瀬地域

被害地は、徳之島西部にある幹線道路や製糖工場等に隣接する、樹高約18m、54年生リュウキュウマツ林の約4haである。林分の樹冠の一部が褐変し、幼虫の大発生が確認されたのは2010年12月で、幼虫は既に終齢近くになっていた。そのままでは全葉が食害されることが予想されたため、殺虫剤の地上散布を試みたが、樹冠まで届かせることができなかった。また、隣接している精糖工場等への影響も考慮した結果、散布の継続を断念せざるを得なかった。

その後、予想どおり2011年3月にはほぼ全葉を食害される激しい被害を受けた。同年4月末には一部の被害木に新葉が見られ、回復も期待された。ところが、同年5月末に当被害地を通過した台風による塩害によって新葉が枯れ、その後は新たな新葉は出なかった。さらに、同年9月頃には、樹幹の目視可能な範囲でオオゾウムシなどの穿孔性害虫の加害が確認されたが、マツノマダラカミキリの産卵痕は確認できなかった。同年10月頃から樹皮が剥皮し始め、被害木の全てが集団的に枯死するに至った（表紙写真参照）。

これまで徳之島西部ではマツ材線虫病は確認されていないため、マツカレハによる全葉食害と塩害による新葉の枯れが枯死の原因と考えられた。

②指宿市開聞地域

被害地は、薩摩半島南部にある開聞岳の麓の登山道入口付近にある、樹高約16～20m、45～60年生クロマツ林の約10haである。林分の樹冠の一部が褐変し、幼虫の大発生が確認されたのは2011年5月で、幼虫は既に終齢であった。被害地の一部では有機リン系殺虫剤（スミパイン乳剤）の地上散布を行ったが、隣接する登山道や耕作地への影響を考慮した結果、被害地全域への散布はできなかった。

その後、2012年5月頃まで発生を繰り返し、被害地の半分に当たる約5haでは、ほぼ全葉を食害される激しい被害を受けた。さらに、同年8月には樹幹の目視可能な範囲でオオゾウムシやマツノマダラカミキリなどの穿孔性害虫の加害が確認され、激害

木のほぼ全てが集団的に枯死するに至った。

なお、当被害木の中でマツノマダラカミキリ幼虫の穿孔木2本から採取した材片をベールマン法により線虫の分離を行ったが、マツノザイセンチュウは検出されなかった。このため、マツ材線虫病によらない枯損もあったと考えられる。

③志布志湾岸地域

被害地は、大隅半島東部にある国定公園内で、志布志湾を望む海岸線にある樹高約9～20m、29～130年生クロマツ林の約330haである。このクロマツ林は国有林と民有林で構成され、このうち民有林約34haにおいて、2011年8月に幼虫の大発生と食害による樹冠の約40%の減少が確認された。この時点で幼虫は終齢であり、隣接する国有林も同様の食害を受けていた。その後、民有林では2011年10月と12月、2012年3月と4月に有機リン系殺虫剤（スミパイン乳剤）の地上散布を実施した。散布薬剤が樹冠まで届いた区域では全葉食害は免れたが、海風の影響で薬剤が届かなかったと考えられる最も海岸に近い約4haの区域では、全葉が食害される激害に至った。この激害地では、最終的に被害木の約80%が枯死した。この民有林内において、被害木が枯死に至るまでの経過を調査したので次に述べる。

3. 志布志湾岸地域激害林における枯死木の発生経過

(1) 調査地の林況

志布志湾岸地域の上述した民有林4haのうち、全葉を食害された区域に調査区Aを、全葉の食害を免れた区域に調査区Bを、2012年5月24日に設置した（図-3）。両調査区とも10×10mとした。各調査区におけるクロマツの本数、平均胸高直径、および平均樹高は、調査区Aでは15本、19cm、および9m、調査区Bでは13本、20cm、および10mであった。両調査区とも、クロマツは29年生であった。

(2) 調査方法

調査区内の各クロマツ立木を対象に概ね1ヶ月毎に、着葉状況および穿孔性害虫の加害の有無を調査した。着葉状況については、調査開始時の2012年5

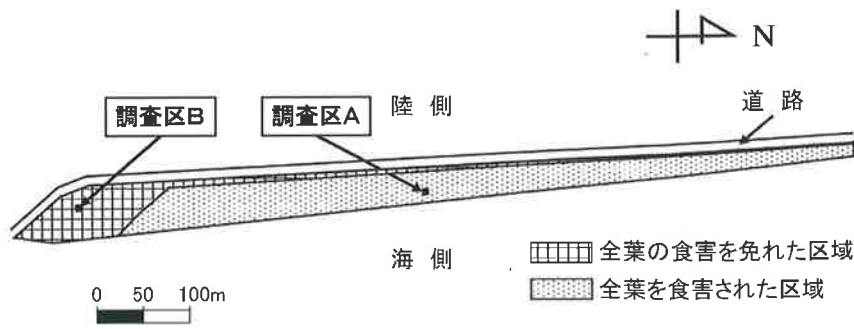


図-3 志布志湾岸地域に設定した調査区AとBの位置図

表-1 着葉度によるクロマツ食害程度の区分

着葉度	2012年5月の食害状況		2012年6月以後の着葉割合*
	旧葉	新葉	
0	ない	ない	0%
1	ない	僅かにある	10%未満
2	僅かにある	僅かにある	10～30%
3	ある	ある	30%以上

*近隣無被害木の着葉量との比較

月には旧葉と新葉の食害程度を、同年6月以後は近隣無被害木と比較した着葉割合を双眼鏡を用いて調査し、着葉度として表-1に示した4段階に区分した。なお、調査開始時の各着葉度における着葉割合は、2012年6月以後の各着葉度における着葉割合と同等であった。また、穿孔性害虫の加害については、地上2mまでの樹幹を目視で調査した。さらに、調査開始時と最終調査時には、全立木の樹皮を直径2cmの穴開けポンチで抜き、樹脂の流出量を観察して生死を判断した(日塔ら1966)。

(3) 結果

①調査区Aの被害木の経過

調査区Aの被害木の経過を、図-4に示した。調査開始時の2012年5月には、着葉度0が40% (6本)、全葉食害後に新葉が僅かに出ていた着葉度1が60% (9本)であった。全立木で樹脂の流出が確認され、穿孔性害虫の加害もなかったことから、枯死木はないと判断した。

着葉度0の6本では、1本だけ6月に新葉が出た

が、残りの5本は最終調査日まで新葉が出ることはなかった。その後、新葉が出ていた立木は、8月と9月に襲来した台風によって新葉が塩害を受けた。このうち、9月から10月にかけて6本の立木で新葉が全て枯れたため、着葉度0の割合が増加した。これらの立木では、その後も新葉は出なかった。一方、塩害で全ての新葉が枯れなかった立木では、10月以降の新葉の伸長により着葉量が回復するものも見られた。

穿孔性害虫の加害については、着葉度0の立木において8月から樹幹表面にキクイムシ類やゾウムシ類と思われる孔やフラスが確認され、その本数は徐々に増加した。一方、マツノマダラカミキリの産卵痕やフラス、ニトベキバチの産卵によるヤニの流出は確認できなかった。

最終調査時には、着葉度2の立木では樹脂の流出があり生存が確認できたが、着葉度0の立木では樹脂が流出しない上、形成層も褐変していたことから、枯死したと判断した。

②調査区Bの被害木の経過

調査区Bの被害木の経過を、図-5に示した。調査開始時には、着葉度2が77% (10本)、着葉度3が23% (3本)であった。また、全立木で樹脂の流出が確認され、穿孔性害虫の加害もなかったことから、枯死木はないと判断した。

その後、8月には着葉度2の立木では、新葉の伸長が見られ、着葉度3の割合が増加した。また、台風による塩害も、調査区の内側にある旧葉が残っていたクロマツの防潮効果によって、ほとんど生じな

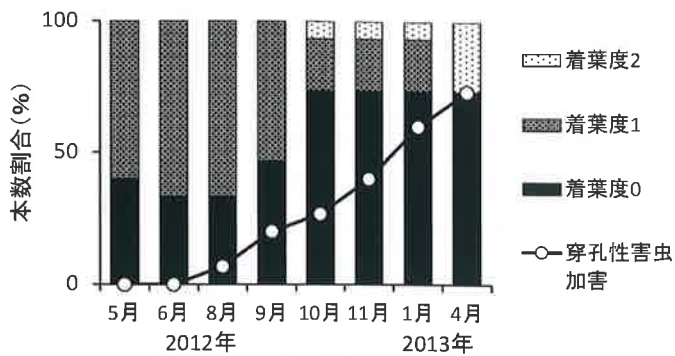


図-4 志布志湾岸地域調査区Aのマツカレハ被害木の経過 (着葉度は表-1を参照)

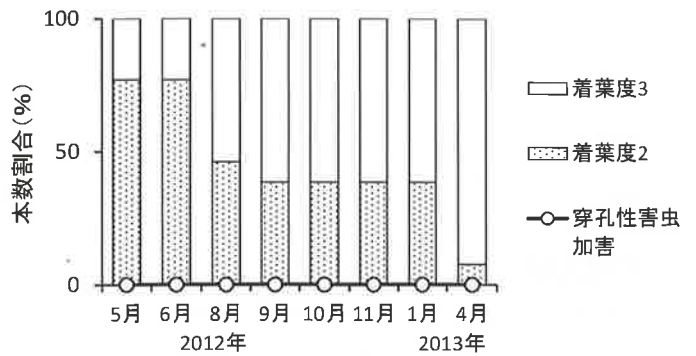


図-5 志布志湾岸地域調査区Bのマツカレハ被害木の経過 (着葉度は表-1を参照)

かった。さらに、穿孔性害虫の加害も調査期間中、全立木で見られなかった。最終調査時にも、全立木で樹脂の流出が見られ、枯死は発生しなかったと判断した。

(4) 考察

クロマツ幼齢林については、マツカレハ幼虫の食害により8月から10月に全葉を失うと枯死するという報告がある(古野 1968)。しかし、クロマツ壮齢林における失業時期と枯損との関係は明らかではない。

一方、マツカレハ大発生後のマツの枯死においては、マツ材線虫病やニトベキバチの関与を考慮する必要がある(佐藤ら 1985)。今回の調査では、調査区A、Bともに、地上2mまでの樹幹には、調査期間を通じてマツノマダラカミキリの加害や、ニトベキバチの産卵によるヤニの流出は確認できなかった。さらに、今回の調査区外ではあるが、この激害地において、2012年12月に7本の枯死木から材片を採取し、バールマン法により線虫の分離を行ったが、マツノサイセンチュウは検出されなかった。これらのことから、今回の調査区内での枯死木の発生は、二次的な害虫の加害によるものではなく、マツカレハ幼虫による全葉食害が主要因であるものもあったと推察できる。

調査区Aでは、マツカレハ幼虫による全葉の食害を受けた後、新葉が出ることなく枯死した立木5本と、新葉が出たものの塩害を受けたため枯死した立

木6本があった。前者については、マツカレハ幼虫の全葉食害で枯死に至り、また、後者については全葉食害後に出た新葉が塩害で枯れたため枯死したと考えられる。

一方、調査区Bのように、マツカレハ幼虫によって全葉の70～90%を食害されても、その後に出葉する新葉が順調に伸長し、マツノマダラカミキリやニトベキバチの加害を受けなければ、枯死は発生しないことがわかった。

これらのことは、海岸林における本種の被害では、幼虫による全葉食害の防止と新葉の塩害の発生が非常に重要であることを示している。

4. おわりに

本報で述べた3地域では、マツカレハの大発生による全葉食害が主要因となり、リュウキュウマツとクロマツの林分で集団的に枯死木が発生したことが考えられた。枯死木の発生を防ぐには、全葉を食害される前の防除が必要である。今回、激害が発見された時には幼虫は終齢か終齢近くまで発育していた。本種幼虫では、葉の全摂食量の9割が終齢前および終齢期間であることから(古野 1963)、全葉食害は終齢前あるいは終齢の幼虫が引き起こしたと考えられる。全葉食害後に終齢幼虫を駆除しても、枯死の発生を完全に防げない可能性もある。このため、大発生につながる若齢幼虫の早期発見と、速やかな駆除が重要となる。本種幼虫の出現時期は、地

域の気候によって異なることが知られている（五十嵐 1994）。したがって、当県のように九州本土から南方島嶼までの広範囲で大発生が見られる場合には、地域ごとの幼虫発生予測や被害早期発見の技術を確認する必要がある。

引用文献

- 古野東州（1963）マツカレハ幼虫の摂食量について。日林誌 46：368～374
- 古野東州（1968）クロマツの生育におよぼす摘葉の影響。京大農演報 40：16～25
- 五十嵐豊（1994）マツカレハ。（森林昆虫 総論・各論。小林富士雄・竹谷昭彦編著，養賢堂），263～269
- 古城元夫（1974）鹿児島県におけるマツカレハの生育経過。日林誌 56：185～188
- 日塔正俊・小田久五・加藤幸雄・山根明臣・遠田暢男（1966）マツ類の穿孔虫に関する研究－穿孔虫の産卵加害の対象木についての一考察－。日林講 77：376～379
- 里見昌紀・山本博一・高田功一・古田公人（1997）大発生時のマツカレハの食害が北海道のストロウブマツ高齢木の成長に与える影響。日林誌 79：9～13
- 佐藤平典・緑川末蔵・中村勝義（1987a）岩手県におけるマツカレハの大発生(I)－被害経過と防除－。森林防疫 36：13～17
- 佐藤平典・緑川末蔵・中村勝義（1987b）岩手県におけるマツカレハの大発生(II)－被害の予察と枯死木の発生－。森林防疫 36：44～49
- 佐藤平典・作山 健・小林光憲（1985）マツカレハ被害後のマツ枯損およびマツ材線虫病とのかかわり。日林東北支誌 37：223～224
- 谷口 明（1991）年2化性マツカレハの発育状況(I)－越冬世代の発育について－。日林九支誌 44：161～162
- 谷口 明（1992）年2化性マツカレハの発育状況(II)－夏期世代の発育について－。日林九支誌 45：147～148

(2015.2.5受付, 2015.2.20掲載決定)

解説

東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの30年間の分布変遷

市原 優¹

1. はじめに

東北地方におけるマツ材線虫病は、1975年に宮城県石巻市で確認された（早坂ら 1976；庄司ら 1976）。以来本病の分布が精査され、宮城県のみならず福島県でも被害が確認された（在原 1976）。その後、1979年に山形県と岩手県でも被害が確認され（斉藤 1980；作山・佐藤 1979）、1982年に秋田県へと分布を拡大し（野村 1984）、さらに2009年に青森県でも自然感染木が発生し、東北6県で被害が認められる。本病は日本に分布していなかったマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle) が、マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* Hope) によって伝搬され（森本・岩崎 1972）、アカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) とクロマツ (*P. thunbergii* Parl.) の萎凋枯死を引き起こす（清原・徳重 1971）。本病はマツノザイセンチュウを付随したマツノマダラカミキリの分布拡大に伴って西日本から東日本へと被害分布が拡大した（小林 1976）。現在では東北地方を分布北限としているが、分布北限地域ではさらに北上傾向にあるため分布拡大阻止のために防除努力がなされている。しかし、防除が行き届かないほどの広大な被害地であることに加え、寒冷地特有の年越し枯れや（市原ら 2006a, b；陳野ら 1987）、マツノザイセンチュウが何年も潜在感染した後に枯死するマツがあること（長岐・金澤 2005）、枝枯れや被圧木が伝染源になること（作山ら 1988；佐藤ら 1988a）、また媒介昆虫については、マツノマダラカミキリが2年1化になることや（佐藤・作山 1984）、カラフトヒゲナガカミキリ (*M. saltuarius* Gebler) が媒介者となること（滝沢 1985）など、伝染環を複雑にする様々な要素があるため、防除は

困難を極めマツ材線虫病の北上を許している状況にある。

東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会（旧保護専門部会）では、1979年の会議の際にマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布について、東北6県の詳細な情報を集めることに決定した（東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 1984）。以来、福島県、宮城県、山形県、岩手県、秋田県、および青森県の担当者により、マツ材線虫病とマツノマダラカミキリの毎年度の分布が森林保全部会に報告され、これら6県の資料を東北全体の分布図として森林総合研究所東北支所生物被害研究グループ（旧樹病研究室）で作成し、毎年、森林保全部会での情報交換資料に用いられてきた。この分布図は、その一部について公表されて以来（東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 1984, 1986）、森林保全部会の内部資料として用いられ公表されてこなかった。各県毎の分布変遷は報告されているが（在原・田久保 1988；藤岡 1991；小林ら 1988；小岩・高橋 2005；大津ら 1992；尾山 1993）、広域でとりまとめることで本病の国内における分布拡大過程をより明確に把握できる。また、東北地方で調べられてきた詳細な分布拡大情報は、外来の侵入病害の分布拡大過程の記録として科学的に貴重である。そこで、凡例を統一して1980年度から2011年度分まで公表した（東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 2008, 2014）。本稿では既報で報告した1980年から2011年の東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布の変遷と、本会で話題になった近年の東北地方におけるマツ材線虫病に対する課題等を紹介する。

Changes in the distributions of pine wilt disease and the vector beetle *Monochamus alternatus* in the Tohoku region of northern Japan between 1980 and 2011

¹ ICHIHARA, Yu, (独)森林総合研究所関西支所

2. 分布図の作成方法

(1) 調査方法

東北6県の森林・林業試験研究機関において、1980年から2011年の間に主に保護部門の研究担当者によって行われた調査結果を基に、マツ材線虫病の被害木分布図およびマツノマダラカミキリの分布図を作成した。マツ材線虫病の被害木分布は、アカマツとクロマツの区別をせずにマツ材線虫病による枯死木本数で、市町村毎に被害本数1～10本、11～100本、および101本以上の3段階に分けて記録した。マツノマダラカミキリの分布は、トラップや被害木調査等により確認されたマツノマダラカミキリ頭数を元に、市町村毎におおむね低密度と高密度の2段階として作図した。年度の区切りは、4月から翌年3月となっている。

(2) 調査結果のとりまとめ

東北6県の分布調査結果は、毎年度毎に森林総合研究所東北支所生物被害研究グループ(旧樹病研究室)において東北地方全体図にまとめられ、東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会の「東北地方におけるマツノザイセンチュウおよびマツノマダラカミキリの分布図」として用いられている。本報告では森林保全部会の配付資料の分布図を元データとして、1980年度から2011年度のマツ材線虫病被害とマツノマダラカミキリの分布変遷図としてとりまとめた。各点のカテゴリーは、市町村毎に、分布初確認、および以前に分布が確認されたが当年度未確認に分け、被害本数とマツノマダラカミキリ密度を点の大きさで分けて示した。なお、市町村合併により既存の複数市町村毎の被害データが一つにまとめられている年度がある。また、2011年3月11日の東日本大震災に伴う原子力発電所事故による立ち入り制限のため、詳細な調査ができなかった福島県の一部の市町村については、福島県担当者が立ち入った際の目視により被害量と密度を推定し、分布図に示した。

3. 結果と考察

(1) マツ材線虫病被害木とマツノマダラカミキリの分布拡大の概要

1980年度から2011年度の東北地方におけるマツ材線虫病による被害木の分布(図-1)と、マツノマダラカミキリの分布(図-2)を約10年おきの年度毎に示す。日本海側の地域では1980年までに山形県鶴岡市で被害木があったが、その後日本海沿岸で連続的に分布拡大した。1990年代には秋田県の内陸地域と沿岸の青森県境付近まで拡大し、マツノマダラカミキリもほぼ平行して拡大した。未被害県であった青森県では、当初トラップ調査で確認されていなかった西部地域の日本海沿岸でも1995年に捕獲され、2000年代は継続して捕獲された。この間マツノマダラカミキリは捕獲されるものの被害木の発生はなかったが、2011年に被害木が発生した(青森県農林水産部林政課2014)。青森県ではこの被害発生に先行して、2008年に津軽半島の陸奥湾側外ヶ浜町で、被害地域から持ち込まれたクロマツ植栽木が枯死し、さらに翌2009年度(2010年1月)に隣接する蓬田村でクロマツが自然感染により枯死した(木村ら2011)。

福島県は、阿武隈山地と奥羽山脈が縦断しており、これによって分けられた地域を太平洋側から浜通り、中通りおよび会津地方に区分している。福島県では分布図作成当初から浜通りと中通りに被害が認められていたが、1980年代に会津地域まで拡大した。

また、1980年代に宮城県の太平洋側地域から岩手県南部に認められていた被害とマツノマダラカミキリは、2006年には宮城県全域に、アカマツ林の多い岩手県内陸の北上川沿いで2009年に盛岡市まで被害が北上し、また北上山系の遠野市にも侵入し、主に北上川東側で被害が拡大し続けている。太平洋沿岸地域では岩手県沿岸南部の大船渡市の旧三陸町まで被害が拡大し、さらに大船渡市の旧三陸町の北側に隣接する釜石市で、2010年に被害木が発見された。岩手県ではやませの影響で夏季に低温になりやすい太平洋沿岸に比べ、内陸の低地の方がより北方まで被害が拡大した。一方、2011年の東日本大震災に伴う津波により海岸マツ林が被害を受け、倒伏や塩害、山火事による枯死木の発生により、本病の被害把握

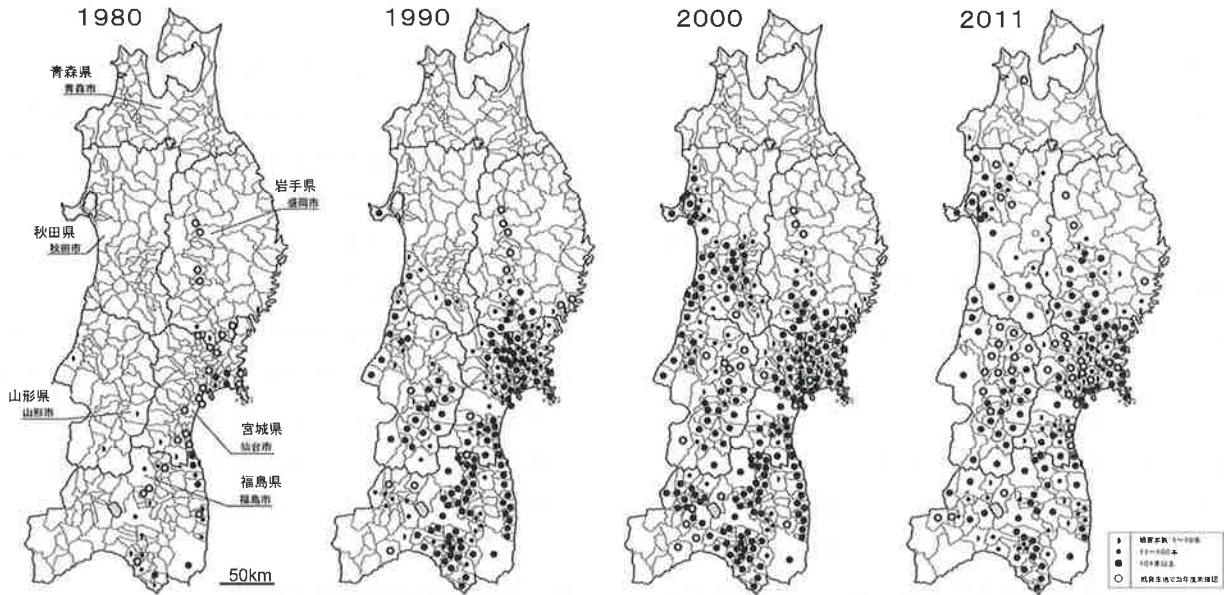


図-1 東北地方における市町村別のマツ材線虫病の年度毎の被害分布

被害本数を1~10本(半円), 11~100本(小円), および101本以上(大円)に分けて示す。黒色は分布初確認地点、白抜丸は以前に分布が確認されたが当年度未確認であった地点を示す。

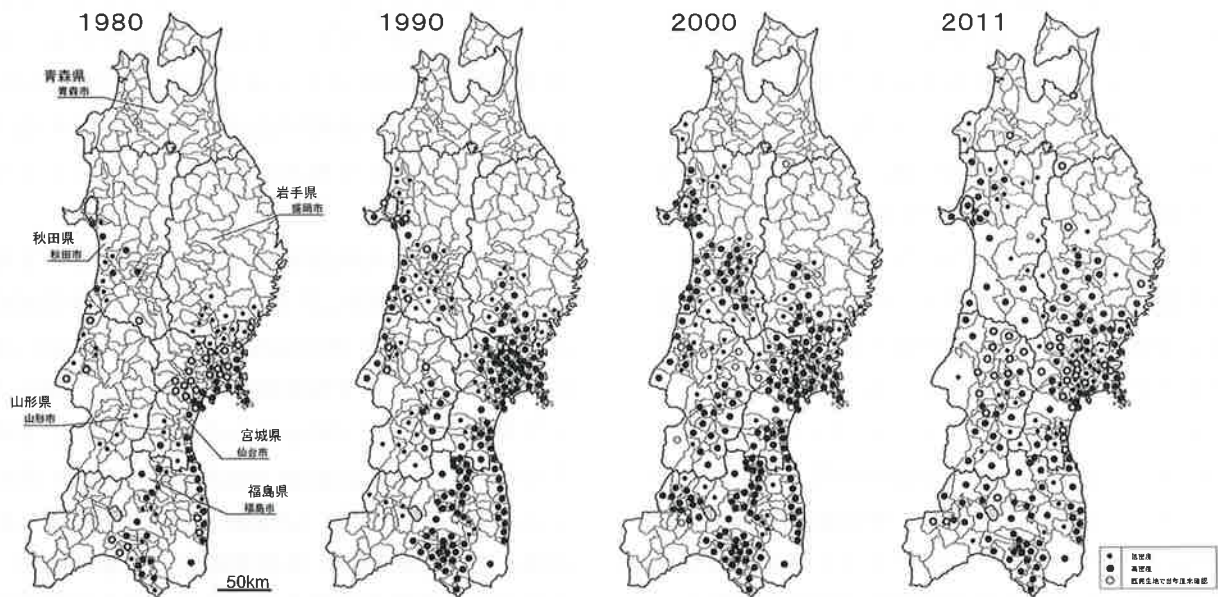


図-2 東北地方における市町村別のマツノマダラカミキリの年度毎の分布

マツノマダラカミキリの密度を小円(低密度)と大円(高密度)で示す。黒色は分布が確認された地点、および白抜丸は以前に分布が確認されたが当年度未確認であった地点を示す。

が困難になった。

(2) 分布拡大の変遷

マツ材線虫病が東北地方のごく一部で確認されていた1970年代に、マツノマダラカミキリとニセマツノザイセンチュウ (*B. mucronatus* Mamiya and Enda, マツノザイセンチュウにもっとも近縁な種)の分布は、東北地方の未被害地に広く確認されていた(早坂ら 1976, 1980; 庄司ら 1976)。東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会(1984)は、1982年頃までに生息確認された地域以南に、マツノザイセンチュウの侵入以前の土着のマツノマダラカミキリが広く分布していたと考えている。本病は媒介昆虫の生息可能域で発生し定着すると考えられることから、マツノマダラカミキリ生息域全体に被害が拡大することが危惧されていた(東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 1984)。その後マツ材線虫病の被害は、その予想通りマツノマダラカミキリの分布域に拡大した。

さらにその後、1982年頃に把握されていた分布域を越えてマツノマダラカミキリが捕獲されるようになり、それに伴ってマツ材線虫病の被害も拡大していった。福島県の会津地方ではマツノマダラカミキリの分布は確認されていなかったが、マツノマダラカミキリの分布とマツ材線虫病被害がほぼ平行して拡大した(在原・橋内 1995; 在原・田久保 1988)。秋田県と岩手県では、1982年頃に把握されていた分布の北限よりもさらに北部の市町村でマツノマダラカミキリが捕獲されるようになったことから、北へ分布が拡大した可能性が考えられる。なお、山形県の被害は他地域から被害材が持ち込まれたことが発端である可能性が考えられている(齊藤 1982)。

1989年以降の秋田県沿岸北部や1987年以降の岩手県内陸部を見ると、マツ材線虫病の被害発生に先行してマツノマダラカミキリの分布が拡大した傾向が認められる。このマツノマダラカミキリが被害地から飛来したものか、または低密度で検出されなかった土着のものかどうかは、今後の被害分布拡大過程を把握する上でも明らかにする必要がある。また青森県西部の秋田県との県境に近い日本海沿岸地域で

はマツノマダラカミキリは捕獲されていなかったが、被害発生地が近づくにつれてマツノマダラカミキリがトラップにより頻繁に捕獲されるようになり(今 1996)、被害木発生の有無や捕獲されたマツノマダラカミキリがマツノザイセンチュウを保持しているかどうかを危機感を持って調査されたが(青森県農林部治山課森林保護班 1998)、2011年に被害木が発生した。この被害は、これまで日本海側を北上してきた被害が拡大したものと思われる。一方、青森県津軽半島の陸奥湾側の蓬田村で発生した自然感染被害は、マツノマダラカミキリの人為的持ち込みによる可能性が指摘されており(木村ら 2011)、この被害発生後周辺での被害拡大が危惧され数年にわたり精査されたが、新たな被害は発生せずに終息している。

(3) 現在も拡大中の被害分布

被害の最前線においては、一度発生した被害があったん終息した市町村がある。岩手県では国道4号線沿いにマツ材線虫病の発生が飛び火的に認められたことから、最前線では持ち込みによる拡大があったと考えられているが、その後は初期防除の効果や温度不足などによりマツノマダラカミキリが定着せず、被害が拡大しなかったと考えられていた(東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 1984)。しかし、それらの市町村はほとんどが2000年頃までには面的に拡大した被害分布の中に入ってしまった。

侵入生物による昆虫媒介性樹木萎凋病害の分布拡大の例は、樹皮下穿孔性キクイムシが媒介する病原菌 *Ophiostoma ulmi* (Buism.) Nannf.と *O. novo-ulmi* Brasierによるニレ立ち枯れ病(Pomerleau 1961)や、ノクチリオキバチ (*Sirex noctilio* Fabricius) が媒介する病原菌 *Amylostereum areolatum* (Fries) Boidinによるラジアータマツ (*Pinus radiata* D. Don) 集団枯損(Morgan 1989)などがあり、分布拡大の一途をたどった実態が示されている。それらと同様に本報告のマツ材線虫病の分布変遷図では、防除により拡大速度が抑えられながらも分布拡大してきたことが認められる。東北地方における本病の被害分布は

温度依存的に拡大限界域まで拡大していく可能性が示されているが(五十嵐 2007; 鎌田 1997; 小林 1988; 庄司ら 1980), 現在はまだその限界域には達していないと考えられる。

(4) 寒冷地特有の被害発生様式

防除を実施したにもかかわらず被害が継続して発生している場合が多い。微害林における枯損木の見落としもあると指摘されているが(在原・橋内 1995), 一方で, 東北地方の寒冷地では様々な病徴進展過程があることが明らかにされてきており(市原ら 2006a, b; 陳野ら 1987), これに伴って伝染環が複雑になっている。このような複雑な伝染環に対応した防除方法として, マツノマダラカミキリの産卵対象木が限定的になっている(中村ら 2010, Ohta *et al.* 2012) ことを利用し, 産卵された夏期の枯死木のみを駆除対象にして省力化を図る秋田方式や(星崎ら 2005; 小林 2004, 2005), 潜在感染木やマツノマダラカミキリ産卵対象木を除去する「山そうじ」等が考案されている(藤岡 1987; 小岩ら 2004; 佐藤ら 1988b)。また, 散在する枯死木に林内の作業者がたどり着くのは困難なため, 航空写真により枯死木を判別し, 作業者をGPSで枯死木へと誘導するシステムが考案されている(竹花ら 2008)。

一方, 寒冷地のマツ枯れ被害地では, 一般的に枯死木中のマツノザイセンチュウの密度が低く分離されにくいこと(作山・小林 1988), 他の昆虫に付随すると考えられている別の*Bursaphelenchus*属線虫が比較的頻繁に分離されること(藤岡・宮野 1987, 作山・佐藤 1979)が感染木を特定するための障害となっている。このような枯死木がマツ材線虫病に感染していたかどうかを診断するため, マツ材線虫病診断キットが開発され(相川ら 2010), 簡易で迅速な診断が可能になっている。特に, 被害先端地域では感染が疑われる枯死木がマツ材線虫病であるかを診断する必要があり, この診断キットが感染木を特定する手法として有用と考えられる。

各被害地にはそれぞれ, 完全駆除, 微害を維持する駆除, および守るべきマツだけ守る駆除等の防除

目標があり, 今後も各被害地の防除目標と被害状況, 立地環境, 及び植生分布等に合わせ, 伐倒駆除や殺線虫剤の樹幹注入, 殺虫剤空中散布, また生物農薬や捕食鳥類・昆虫による生物防除, 抵抗性マツの導入など様々な防除方法を組み合わせた総合防除が必要とされる。

(5) モニタリングの必要性

近年の市町村合併に伴い, 2011年度の分布図に認められるようにモニタリング結果が粗く提示される地域が多くなることが予想される。しかし, 防除対象の現状を正確に把握することが防除の第一歩であることから, 今後もモニタリングを継続し本病の拡大を監視する必要がある。特に最先端地域など根絶を目標とする地域では十分な野外モニタリングを行い, 単木レベルで被害木の分布とマツノマダラカミキリおよびマツノザイセンチュウの分布についてデータ管理することが必要である。

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う津波被害によって, 海岸マツ林は甚大な被害を被った。幹折れや根返り, 海水による塩害のために(中村ら 2012), 大量の枯損木が発生し, 本病の伝染源になることが危惧された。実際に, 津波被害による枯死木から線虫を付随したマツノマダラカミキリが脱出することが確認され(相川ら 2013), 伝染源防除が必要とされている。また, 震災に伴う原子力発電所事故による立ち入り制限区域では, マツ材線虫病のモニタリングの実施が困難となっている。被害地の拡大や震災により東北地方のマツ枯れ防除は困難な状況にあるが, 防除対象の現状を正確に把握することが防除の第一歩であることから, 今後もモニタリングを継続し本病の拡大を監視する必要がある。

引用文献

- 相川拓也・神崎菜摘・菊地泰生(2010) マツノザイセンチュウのDNAを利用した簡易なマツ材線虫病診断ツール“マツ材線虫病診断キット”について. 森林防疫 59: 60~67
- 相川拓也・中村克典・市原 優・前原紀敏・水田展洋(2013) 同一マツ枯死木から脱出したマツノマ

- ダラカミキリ成虫が保持するマツノザイセンチュウ数の変異—津波被害によって発生した枯死木の事例—. 森林防疫 62: 130 ~ 134
- 青森県農林水産部林政課 (2014) 青森県における松くい虫被害対策. 森林防疫 63: 49 ~ 50
- 青森県農林部治山課森林保護班 (1998) 青森県の松くい虫侵入防止対策. 森林防疫 47: 141 ~ 142
- 在原登志男 (1976) マツノザイセンチュウ被害調査. 福島林試報 8: 33 ~ 35
- 在原登志男・橋内雅敏 (1995) 福島県会津地方における松くい虫被害の推移と防除対策. 森林防疫 44: 113 ~ 116
- 在原登志男・田久保 昌 (1988) 福島県におけるマツノザイセンチュウの年次分布と地区別の被害発生量の特徴. 日林東北支誌 40: 188 ~ 189
- 藤岡 浩 (1987) マツ材線虫病防除に対する除・間伐の効果. 森林防疫 36: 181 ~ 186
- 藤岡 浩 (1991) 秋田県におけるマツ材線虫病の現状とその防除対策. 森林防疫 40: 109 ~ 114
- 藤岡 浩・宮野順一 (1987) 被圧枯死木におけるマツノマダラカミキリの寄生と材内線虫の検出状況. 日林東北支誌 39: 177 ~ 179
- 早坂義雄・小原憲由・斎藤錦也・文屋勝衛・大友統一 (1976) 宮城県におけるマツの材線虫病等の実態調査. 日林東北支誌 28: 208 ~ 212
- 早坂義雄・尾花健喜智・勝又敏彦 (1980) 宮城県におけるマツノマダラカミキリの分布 (第3報). 日林東北支誌 32: 191 ~ 194
- 星崎和彦・佐野さやか・桜庭秀喜・田淵範子・吉田麻美・及川夕子・蒔田明史・小林一三 (2005) 被害木の炭化によるマツ材線虫病の防除: 媒介昆虫抑制のための戦略と秋田の海岸マツ林における取り組み. 東北森林科学会誌 10: 82 ~ 89
- 市原 優・窪野高徳・升屋勇人・小岩俊行 (2006a) マツ材線虫病の年越し枯れ過程における水ポテンシャルと蒸散速度の変化. 東北森林科学会誌 11: 7 ~ 13
- 市原 優・窪野高徳・升屋勇人・小岩俊行 (2006b) 寒冷地のマツ材線虫病枯死過程における水分生理状態. 森林総研東北支所研究情報 6(2): 1 ~ 6
- 五十嵐正俊 (2007) 「松くい虫」の被害は青森県にも達するのだろうか?. 森林防疫 56: 116 ~ 121
- 木村公樹・相川拓也・山本貴一・前原紀敏・市原 優・今 純一・中村克典 (2011) 青森県蓬田村に発生したマツ材線虫病被害木におけるマツノザイセンチュウの検出および媒介昆虫の加害状況. 東北森林科学会誌 16: 7 ~ 11
- 鎌田直人 (1997) 最先端地域におけるマツ材線虫病の動向と将来. 森林総研東北支所たより 422: 1 ~ 6
- 清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験. 日林誌 53: 210 ~ 218
- 小林一三 (2004) 東北寒冷地におけるマツ材線虫病対策. グリーンエージ 364: 18 ~ 21
- 小林一三 (2005) 松くい虫被害の研究および対策の今昔物語(2)—冷涼な地に適した防除システムの構築に向けて—. 林業と薬剤 171: 7 ~ 10
- 小林光憲 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果(II) メッシュ気候情報システムを利用したマツノマダラカミキリ生育適地の推定. 岩手県林試報 20: 13 ~ 20
- 小林光憲・作山 健・佐藤平典 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果(I)被害発生の経過とマツノマダラカミキリの分布. 岩手県林試報 20: 1 ~ 12
- 小林享夫 (1976) マツノザイセンチュウの地理的分布. 森林防疫 25: 167 ~ 168
- 小岩俊行・高橋健太郎 (2005) 岩手県におけるマツ材線虫病の推移と防除対策—平成2 (1990) 年から15 (2003) 年までの状況. 林業と薬剤 171: 14 ~ 24
- 小岩俊行・高橋健太郎・小林静夫・外館聖八朗 (2004) 岩手県における松くい虫被害北端地域の被害と防除の取り組み. 東北森林科学会講要 9: 4
- 今 純一 (1996) マツ材線虫病の媒介昆虫に関する研究. 青森県林試報平成7年度: 81
- Morgan FD (1989) Forty years of *Sirex noctilio* and *Ips grandicollis* in Australia. New Zealand J

- For Sci 19: 198 ~ 209
- 森本 桂・岩崎 厚 (1972) マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割. 日林誌 54: 177 ~ 183
- 長岐昭彦・金澤正和 (2005) 寒冷地におけるマツ材線虫病が潜在感染から発病するまでの過程. 東北森林科学会誌 10: 95 ~ 99
- 中村克典・小谷英司・小野賢二 (2012) 津波被害を受けた海岸林における樹木の衰弱・枯死. 森林科学 66: 7 ~ 12
- 中村克典・長岐昭彦・小澤洋一・高橋健太郎・田代隼人・板垣恒夫・太田和誠・星崎和彦 (2010) 要防除木特定のためのマツノマダラカミキリ生息数確認調査－はしごによる樹幹調査の有効性と限界－. 東北森林科学会誌 15: 51 ~ 57
- 野村繁英 (1984) 秋田県に発生したマツ材線虫病について. 森林防疫 33: 117 ~ 123
- Ohta K, Hoshizaki K, Nakamura K, Nagaki A, Ozawa Y, Nikkeshi A, Makita A, Kobayashi K, Nakakita O (2012) Seasonal variations in the incidence of pine wilt and infestation by its vector, *Monochamus alternatus*, near the northern limit of the disease in Japan. J For Res 17: 360 ~ 368
- 大津正英・大泉雅春・荒井正美 (1992) 山形県におけるマツ材線虫病の被害推移とその防除対策. 森林防疫 41: 103 ~ 106
- 尾山郁夫 (1993) 宮城県におけるマツ材線虫病の被害推移と防除対策. 森林防疫 42: 10 ~ 19
- Pomerleau R (1961) History of the Dutch elm disease in the province of Quebec, Canada. Forestry Chronicle 37: 356 ~ 367
- 斉藤 諦 (1980) 山形県におけるマツ類の枯損状態について. 日林東北支誌 32: 254 ~ 255
- 斉藤 諦 (1982) 山形県におけるマツの材線虫病について. 森林防疫 32: 32 ~ 34
- 作山 健・小林光憲 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果(III)線虫分離用の材片の採取方法. 岩手県林試報 20: 21 ~ 26
- 作山 健・佐藤平典 (1979) 岩手県におけるマツ材線虫病の発生. 森林防疫 28: 226 ~ 227
- 作山 健・佐藤平典・小林光憲 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果(V)枝枯れ木・健全木の枯れ上がり枝にマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが生息していた事例. 岩手県林試報 20: 37 ~ 43
- 佐藤平典・作山 健 (1984) 岩手県におけるマツノマダラカミキリの2年1世代の出現及び線虫保持数. 日林論 95: 461 ~ 462
- 佐藤平典・作山 健・小林光憲 (1988a) マツ材線虫病に関する研究成果(IV)枯損被害木以外の感染源・増殖源. 岩手県林試報 20: 27 ~ 36
- 佐藤平典・作山 健・小林光憲 (1988b) マツ材線虫病に関する研究成果(VI)事例調査による防除方法の検討. 岩手県林試報 20: 51 ~ 60
- 庄司次男・滝沢幸雄・五十嵐正俊・早坂義雄・小原憲由・高橋 勉 (1976) 宮城県石巻市とその周辺におけるマツ類材線虫病の分布実態調査. 森林防疫 25: 53 ~ 56
- 庄司次男・早坂義雄・在原登志男 (1980) 宮城・福島両県のマツ類材線虫病の分布と東北地方におけるそのまん延の可能性. 森林防疫 29: 122 ~ 126
- 竹花 衛・田代隼人・黒川朝子・高橋由起夫・板垣恒夫・中村克典・中北 理 (2008) GPS内蔵型携帯端末を利用したマツ材線虫病被害木の現地誘導システム. 日林北支論 56: 115 ~ 116
- 滝沢幸雄 (1985) 東北地方におけるカラフトヒゲナガカミキリ－生態とマツ材線虫病の媒介者としての役割－. 林業試験場東北支場たより 279: 1 ~ 4
- 東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 (1984) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布. 森林防疫 33: 26 ~ 30
- 東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 (1986) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布(II)－1982年から1984年の経過－. 森林防疫 35: 199 ~ 204
- 東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会

(2008) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布変遷. 森林総合研究所研究報告 7: 139 ~ 158
東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会
(2014) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布変遷 - 2007年度 ~ 2011年度の分布変遷 -. 森林総合研究所研究報告 13:

335 ~ 343

陳野好之・滝沢幸雄・佐藤平典 (1987) 寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法. わかりやすい林業研究解説シリーズ 86, 林業科学技術振興所, 東京

(2015.2.13受付, 2015.2.19掲載決定)

都道府県だより

愛媛県における森林被害の現状と対策

○はじめに

愛媛県における主な森林被害は、松くい虫とニホンジカによる被害です。カシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害およびハラアカコブカミキリによるシタケ原木被害は現在のところ確認されていません。

○松くい虫被害

1-1 松くい虫被害の現状と対策

本県の松林は、瀬戸内海および宇和海沿岸部並びに島しょ部を中心に、約24千ha分布しています。松くい虫被害は昭和21年に被害が確認された後、昭和48年頃から増加し、ピークは昭和55年で被害材積は86千 m^3 でした。以後被害は減少に転じ、平成5年には10千 m^3 を下回り、平成25年は6千 m^3 で近年では横ばい傾向にあります。被害対策としては、森林病虫害等防除法および同法に基づき国が策定した防除実施基準並びに愛媛県防除実施基準等に基づき、被害防止対策を推進しています。

1-2 県民参加の松林保全活動の支援

本県では地域主体の松林保全活動を推進するため、平成17年度に導入した「森林環境税」を活用し、ボランティア団体が行う抵抗性クロマツの植栽活動に対し支援しています。以下その事例を紹介します。



写真-1 今治市立桜井中学校 (少年式記念植樹)

・今治市における取り組み

今治市立桜井中学校は、昭和54年度から少年式記念行事として国指定名勝「志島ヶ原」で抵抗性クロマツの植樹を行っています (写真-1)。また、平成15年度からは学校行事として松枯れの状況調査や地元で採取した種子からクロマツの苗を育てるなど、松林を保全する活動に(社)志島ヶ原保護協会や県も連携して積極的に取り組んでいます。こうした取り組みが評価され、同中学校は平成21年度の森林病虫害等防除活動優良事例コンクールにおいて林野庁長官賞を受賞しました。

・上島町での取り組み

上島町弓削地区の有志で設立されたNPO法人「グリーンキャンドゥ」は、県指定名勝「法王ヶ原」の松林を保全するため、地元の中学校・高等学校に働きかけ、少年式や卒業記念に抵抗性クロマツを植樹するなど、地元と一体となった活動を行っています (写真-2)。こうした取り組みが評価され、同団体は平成23年度の森林病虫害等防除活動優良事例コンクールにおいて、森林病虫害獣害防除協会会長賞 (二席) を受賞しました。

○ニホンジカ被害の現状と対策

本県のニホンジカによる被害森林面積は増加傾向にあり、平成25年では約180haとなっています。このため、第2次愛媛県ニホンジカ適正管理計画 (計



写真-2 県立弓削高等学校 (卒業記念植樹)

画期間H24. 4. 1～H29. 3.31) においては年間捕獲目標頭数を前回計画の1,300頭から3,500頭に増加し、目標頭数の捕獲に努めているところです。現在のところほぼ計画どおりに捕獲が進んでいます。

一方、ニホンジカ被害を減少させるためには、捕獲と並行して食害を防除することも必要と考えています。そこで、林家や事業体の方に食害防除資材を知っていただくため、平成25年度に苗木や樹皮の食害防除資材のほか侵入防止柵など10種類の資材を展

示する施設を林業研究センターに設置しました(写真-3, 4)。農林水産参観デーや林研グループの研修会などで多くの方に見学していただいています。また、今年度から食害防除資材の防除効果及び資材設置に伴う樹形異常の発生等に関する調査、生息密度と現地植生の関連に関する試験研究を開始しました。今後も行政と試験研究機関が連携してニホンジカ被害対策を進めていくこととしています。

(愛媛県農林水産部 森林局森林整備課)



写真-3 苗木の食害防除資材



写真-4 食害防除資材

協会だより

本誌「森林防疫」は、各都道府県の森林病虫獣害防除協会を中心に、山林所有者をはじめ林業・林産・木材産業関係者・林業技術の指導・研究関係者・学校教職員・学生、行政機関の関係者等、各層の会員を対象として、森林・林業の維持・発展に資するため、森林病虫獣害の防除および森林における生物多様性の保全に関する総合誌となるよう編集に努めています。本誌には、どなたでも投稿できますので、この目標にふさわしい本文記事、表紙写真とその解説の投稿をお待ちしております。投稿規定を改変しましたのでお知らせいたします。

森林防疫投稿規定 (2015. 3)

本文記事

1. 原稿の種類

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

2. 審査委員会

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

3. 著作権

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

4. 印刷・別刷

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

5. 執筆要領

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

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

2) 本文はできるだけMicrosoft Wordで作成してください。本文の最初の1枚目は、原稿の種類、表題（和文と英文）、連絡先住所・所属・氏名（ローマ字つづり）、E-mailアドレス（非公開、著者との連絡用）、別刷希望部数および写真・図表等資料の返送の要・不要、カラー印刷希望の有無について書き、実際の内容は2枚目から書き始めて下さい。1ページ46字×39行にすると、本誌の1ページと同じ字数になります。本文ファイルには、図表の張り付けはせず、説明文のみを本文末尾に付けて下さい。なお、本誌誌面は2段組みですが、原稿は段組みなしに設定して下さい。記事1件の長さは、通常刷り上り10ページ以内としますが、短編の記事も歓迎します。

3) 写真・図表もできるだけ電子ファイルで作成して下さい。それぞれ本文とは別ファイルで、望ましいファイル形式は、表はMicrosoft Excel (.xlsx)、写真はJPEG、図はイラストであればJPEGまたはPDF、グラフであればMicrosoft Excelのグラフ (.xlsx) です。

4) 用語等については、次の点に留意をお願いします。

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

記載例

論文引用

清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験. 日林誌 53: 210 ~ 218
Sepideh MA, Clement KM, Colette B (2009) Multigene phylogeny of filamentous ambrosia fungi associated with ambrosia and bark beetles. Mycol Res 113: 822 ~ 835

単行本部分引用

吉田成章 (1994) ヤツバキクイムシ. (森林昆虫 総論・各論. 小林富士雄・竹谷昭彦編, 養賢堂). 171 ~ 178
Shimazu M (2008) Biological control of the Japanese pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus*. In: Pine wilt disease. Zhao BG, Futai K, Sutherland JR, Takeuchi Y (eds) Springer, 351 ~ 370

単行本全体引用

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

ウェブサイト引用

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

表紙写真

1. 表紙写真の種類

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

2. 表紙写真説明文

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

原稿の送付

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

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

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12 (全森連内)
全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当宛

森林病虫獣害発生情報：平成27年1～2月受理分

病害：なし

虫害：なし

獣害：なし

(森林総合研究所 窪野高徳／伊藤賢介／大井 徹)

森林防疫 第64巻第2号(通巻第707号)
平成27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 1,339円(送料込, 消費税込)
年間購読料 6,696円(送料込, 消費税込)

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
<http://bojyokyokai.main.jp/>