

# 森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



## 目次

### 論文

- ハラアカコブカミキリの累代飼育  
 [小坂 肇・高畑義啓] ..... 3
- 集落ぐるみでのニホンザルの出没対策の効果  
 [澤田誠吾・大谷浩章] ..... 8
- 山形県におけるウエツキブナハムシによるブナ林の被害推移  
 [斎藤正一・上野 満・高橋 文・箕口秀夫] ..... 13

### 解説

- マツノサイセンチュウの潜在感染木における病徴進展とマツノマダラカミキリ  
 によるそれらの木の利用の関係  
 [前原紀敏・相川拓也・神崎菜摘] ..... 20

### 総説

- チャアナタケモドキによる樹木病害—サンプスギの非赤枯性溝腐病とその他の  
 樹種の病害について—  
 [太田祐子] ..... 25

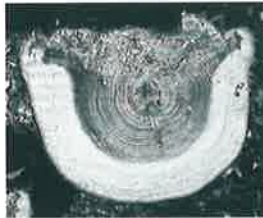
- 都道府県だより：滋賀県・宮崎県 ..... 34
- 森林病虫獣害発生情報：平成27年3月・4月受理分 ..... 39
- 林野庁だより：人事異動（平成27年4月1日） ..... 39
- 森林防疫ジャーナル：(独)森林総合研究所生物関連人事異動（平成27年4月1日） ..... 39
- 協会だより ..... 40



A



B



C

[表紙写真] スギ非赤枯性溝腐病菌チャアナタケモドキ

写真A：スギ樹幹に形成したチャアナタケモドキの若い子実体（京都市）。森林総合研究所 服部力氏撮影。  
 写真B：サンプスギ林外観（千葉県山武市）。挿し木品種であるため同一樹齢の場合樹高や形状がきれいに揃う。  
 写真C：チャアナタケモドキに感染した20年生スギの断面（京都市）。辺材部分が激しく腐朽している。森林総合研究所  
 服部力氏撮影

スギ非赤枯性溝腐病は、「チャアナタケモドキ」という硬質菌の仲間のキノコにより引き起こされる辺材腐朽病害である。これまで本病は千葉県と茨城県南部の限られた場所に発生する地域的な病害で、サンプスギという特定の挿し木品種に多発する病害であると考えられていたが、本病原菌は本州から九州まで広範囲に分布し、サンプスギだけでなくナシやコウヤマキなど多種多様な樹種に様々な症状の病害を引き起こすことが明らかになった（本文25ページ参照）。

(国立研究開発法人森林総合研究所 太田祐子)

## 論文

## ハラアカコブカミキリの累代飼育

小坂 肇<sup>1</sup>・高畑義啓<sup>2</sup>

## 1. はじめに -累代飼育の必要性とハラアカコブカミキリ-

累代飼育の目的として特殊な系統の作成や維持、あるいは希少種の保存などが考えられる。我々がハラアカコブカミキリの累代飼育を試みた理由は、必要な時にいつでも供試虫を得たい、また、研究対象として新しく扱うことになったこのカミキリの特徴をできるだけ詳しく知りたいと考えてのことであった。2011年に開始した累代飼育が5世代目を迎え、ハラアカコブカミキリを安定して継続的に飼育する技術を確認したと考えた。そこで、このカミキリの累代飼育の経緯を報告する。なお、本報告の一部は第124回日本森林学会大会で発表した(小坂・高畑2013)。

ハラアカコブカミキリはシイタケほだ木の害虫として知られ、その基本的生態は1980年代までに明らかにされていた(藤本1978;堀田・高橋1981a, b, c;大長光・金子1988, 1990)。これらによると、その生活史は成虫が夏から秋に羽化して脱出し、越冬後に交尾、産卵、死亡する年1化であるが、2年1世代となるとときもある。近年、幼虫用の人工飼料が開発され(Kosaka 2011)、この飼料で成虫の飼育も可能であった(小坂2012)。この人工飼料は、クヌギおが屑25%、蚕用人工飼料20%、乾燥酵母5%、蒸留水50%からなり、各素材をよく混ぜて25gを容量100mlの三角フラスコに固め入れてオートクレーブで121℃、20分間滅菌して使用した。

## 2. 累代飼育

## (1) 第1, 第2世代(2011-2012年)

熊本県内で2011年6月にハラアカコブカミキリ成虫(第1世代)を採集した。そのうち雄雌5頭ずつを90Lのポリバケツを利用した野外網箱(小坂



写真-1 大型バケツを利用した網箱

蓋の一部を切り取って金属製の網を張り、底には水抜き用の穴を開けてある。小坂(2012)の写真を再掲した。

2012, 写真-1, 以下 網箱とする)に餌となるクヌギ枯れ枝(直径2cm以下が目安)数本と産卵用のクヌギ丸太10本(長さ平均48.7cm, 直径平均6.4cm)とともに入れた。当年秋に脱出してきた第2世代の成虫も枯れ枝と産卵用丸太を換えずにそのまま網箱で飼育した。10月24日には雄7頭, 雌11頭が生存していた。これらを供試虫にして網箱での越冬を試みた。ハラアカコブカミキリの越冬中の成虫はしばしば落葉層や浅い土壌中あるいは切り株の腐朽部で確認される(堀田・高橋1981b;大長光・金子1988)。これらを参考にして1つの網箱にはクヌギのチップ(一般的なチップパーで作ったもの)を厚さ5cmほど敷きその上にクヌギの落葉を入れ、もう1つの網箱にはクヌギ落葉だけを入れた。クヌギ落葉は厚さが3cm程度になるくらい入れた。どちらの網箱にも成虫の餌としてクヌギの枯れ枝も入れた。チップ入りの網箱には雄4頭, 雌7頭を、チップなしの網箱には雄3頭, 雌4頭を入れた。なお、第2世代成虫の脱出数は、翌年に脱出孔を調べたところ93

Successive rearing of the oak longicorn beetle, *Moehotypa diphysis* (Coleoptera: Cerambycidae)

<sup>1</sup>KOSAKA, Hajime, 国立研究開発法人森林総合研究所九州支所;

<sup>2</sup>TAKAHATA, Yoshihiro, 国立研究開発法人森林総合研究所九州支所



頭であった。

2012年3月22日に網箱内の成虫の状態を調べたところ、チップを入れた網箱では雄雌4頭ずつの生存を確認できたが、チップを入れなかった網箱では動いている成虫を確認できなかった。どちらの網箱とも動いていない成虫を4月11日まで観察したが、動き出す成虫はなく越冬中に死亡したと判断した。これらからハラアカコブカミキリを網箱で越冬させる場合、落葉を敷くだけでは不十分である可能性が考えられた。動いていた成虫を調査当日に別の網箱に移し、8本の産卵用丸太（長さ平均50.4cm、直径平均5.4cm）を入れて2011年と同様に飼育した。

(2) 第3世代 (2012-2013年)

第3世代のハラアカコブカミキリ成虫は2013年8月7日から10月11日まで合計56頭が脱出した。脱出した成虫を採集し、人工飼料を用いて11月1日までは25℃自然日長で、その後は自然日長で空調せずに換気した室内（薄暗く野外とほぼ同じ気温で土間に近い環境、以下土間とする）で飼育して越冬させた。飼育には容量100mlの三角フラスコの他、容量320mlの広口瓶も用い（写真-2）、飼育容器内で単独で飼育することを原則とした。三角フラスコには20gの人工飼料を固め入れ、広口瓶には50gの人工飼料を団子状に丸めて入れ、高圧滅菌後に使用した。成虫の飼育には幼虫の飼育を試みたものの幼虫

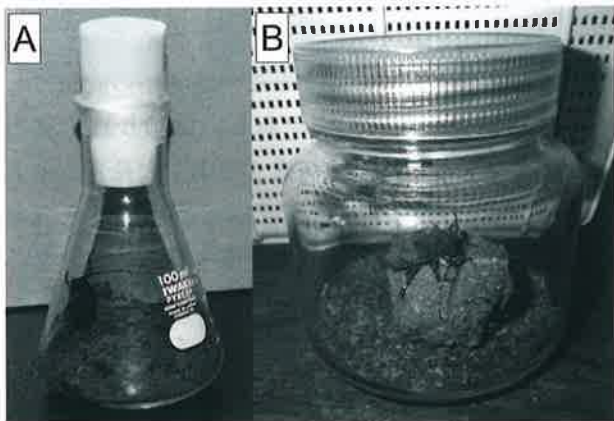


写真-2 ハラアカコブカミキリ成虫の人工飼料による飼育

A: 容量100mlの三角フラスコを利用し、20gの人工飼料を入れた。B: 容量320mlの広口瓶を利用し、50gの人工飼料を入れた。

が飼料への食い付きに失敗して初期死した飼料を再びオートクレーブで滅菌したものも利用した。この場合も、新しく作った飼料と同様に飼育できた。幼虫がある程度成長してから死亡した飼料の再利用はしなかった。なお、Kosaka (2011) では幼虫1頭の飼育に25gの人工飼料を用いていたが、食べ残しが見られたため、2012年以降は20gとした。飼料にカビが発生した場合、しばらく経緯を観察した。その結果、カビが発生しても成虫がただちに死亡することはなかったが、やがて多くの個体が死亡した。このことを確認して以降、カビが発生した場合は飼育している成虫を飼料の入った新しい飼育容器に適宜移すようにした。蚕用人工飼料には成分や組成は不明なもの抗菌剤が含まれている。そこで、広口瓶を利用した場合、抗菌効果を期待して飼料のクヌギの割合を20%に減らし、蚕用人工飼料の割合を25%に増やした。また、単独での飼育の他、飼育の効率化のために2頭、あるいは3頭を同じ容器で飼育することも試みた。その結果、飼料の組成を変えても問題なく飼育できたが強い抗菌効果はうかがえなかった。また、複数の成虫を同一容器で飼育すると壁面で滑って仰向けになった成虫が起き上がれなくなり、通りかかった他の成虫に絡みついで噛み合うことがあった。飼育箱で枯れ枝を餌にしてハラアカコブカミキリの成虫を飼育する場合、かなりの高密度で飼育しても互いに噛み合うことはほとんどない（小坂 未発表）。しかし、瓶を用いてハラアカコブカミキリ成虫を飼育する場合には、複数の個体を同一の容器に入れると噛み合うので単独で飼育する必要があることが分かった。

ハラアカコブカミキリ成虫を野外で越冬させるために人工飼料で飼育していた成虫の一部を10月24日に網箱に移した。網箱にはチェーンソーのご屑（クヌギ）を敷き、その上に2011年と同様に枯れ枝と落ち葉を入れた。1つの網箱には雄5頭、雌8頭を入れ、もう一つには雄5頭、雌7頭を入れた。

網箱では2013年3月22日に雌成虫1頭の生存を確認し、第4世代繁殖用の網箱に移した。4月18日まで成虫の越冬を試みた網箱を観察したが、動き出す

表-1 第3世代成虫の飼育

結果	数	%
越冬前死亡 <sup>a</sup>	12 <sup>b</sup>	21.4
越冬中死亡 <sup>a</sup>	8	14.3
越冬成功 <sup>a</sup>	9 <sup>c</sup>	16.1
野外越冬試験に供試	25	44.6
別実験に供試	2	3.6
脱出成虫合計	56	100

<sup>a</sup> 人工飼料で飼育して土間で越冬させた場合で、便宜的に12月から3月を越冬期間とした

<sup>b</sup> うち3頭噛み合いで死亡

<sup>c</sup> うち5頭第4世代繁殖に利用

表-2 第4世代および第5世代の成虫脱出数

世代	親の数	飼育丸太の数 (平均の長さ, 直径)	脱出数
第4	♂3 ♀3	8 (48.8cm, 5.6cm)	64 <sup>a</sup>
第5(1)	♂6 ♀7 <sup>b</sup>	9 (49.6cm, 4.9cm)	28
第5(2)	♂3 ♀3 <sup>c</sup>	9 (50.8cm, 5.8cm)	0

<sup>a</sup> うち1頭は2年1世代

<sup>b</sup> 2014年4月4日に網箱に入れた

<sup>c</sup> 2014年5月28日に網箱に入れた

成虫はいなかった。網箱を詳しく見ると落ち葉とのこ屑の間に複数の成虫が死亡していた。第3世代の成虫が1頭を除いて野外で越冬できなかった理由は分からなかったが、のこ屑はチップより越冬に不適な素材なのかもしれない。土間で飼育を続けた場合、雌雄合計で9頭が越冬に成功した。そのうち雄3頭、雌2頭の成虫を4月18日に野外で越冬に成功した雌1頭を入れた第4世代繁殖用の網箱に入れた。

第3世代成虫の飼育結果を表-1に示した。便宜的に12月から3月を越冬期間とした。

(3) 第4, 第5世代 (2013-2015年)

第3世代の飼育法と同様に2013年に第3世代の越冬成虫を用いて第4世代の、2014年には第4世代の越冬成虫を用いて第5世代の成虫の繁殖を試みた(表-2)。第4世代の脱出成虫数は64頭でそのうち1頭は2年目に脱出した。第5世代は網箱2つを用いて繁殖を試みた。1つの網箱から28頭の成虫が脱出し、もう1つの網箱からは次世代成虫が脱出しな

表-3 第4世代成虫の飼育 (2015年2月現在)

結果	数	%
越冬前死亡 <sup>a</sup>	0	0 <sup>d</sup>
越冬中死亡 <sup>a</sup>	11	17.5 <sup>d</sup>
越冬成功 <sup>a</sup>	51	81.0 <sup>d</sup>
死亡時期不明 <sup>b</sup>	1	1.6 <sup>e</sup>
越冬中 <sup>c</sup>	1	1.6 <sup>e</sup>
脱出成虫合計	64	100

<sup>a</sup> 人工飼料を用いて土間で飼育し、便宜的に12月から3月を越冬期間とした

<sup>b</sup> 年1化した成虫で記録ミスによる

<sup>c</sup> 2年1世代

<sup>d</sup> 年1化した成虫における比率

<sup>e</sup> 全脱出数における比率

表-4 第5世代成虫の飼育 (2015年2月現在)

結果	数	%
越冬前死亡 <sup>a</sup>	0	0
越冬中死亡 <sup>a</sup>	1	3.6
越冬中 <sup>a</sup>	27	96.4
脱出成虫合計	28	100

<sup>a</sup> 人工飼料を用いて土間で飼育し、便宜的に12月から3月を越冬期間とした



写真-3 少量の人工飼料での飼育

飼料にカビが発生した場合、頻繁に交換するのに便利である。

かった。成虫が脱出しなかった網箱の産卵用の丸太を確認したところ、僅かな数の産卵痕しか確認できなかった。何らかの原因で網箱に入れた雌成虫が短期間で死亡したものと思われた。

脱出した第4, 第5世代の成虫は全て土間で容量



写真-4 土間で越冬中のハラアカコブカミキリ成虫

100mlの三角フラスコを用いて人工飼料で飼育した(表-3, 4)。これまで利用した飼料の他に5g程度の人工飼料を入れた飼育容器も用意して(写真-3), 飼料にカビが発生した場合はなるべく早めに交換するようにした。このように飼育すると越冬前に死亡する個体はなかった。また, 気温が低下する12月には, フラスコ壁面で滑って仰向けになることを防止するためキムワイプ1枚を無殺菌のまま飼育容器に入れた(写真-4)。

### 3. まとめ

このようにしてハラアカコブカミキリを5世代続けて飼育することに成功した。ただし, 第5世代の脱出成虫数はそれ以前の世代に比べ少ない傾向にあり, 近交弱勢が生じている可能性も考えられた。そのため, 今後, この飼育系統に新たに野外から採集する個体を導入することや, 全く新しい飼育系統を作ることも検討している。

ハラアカコブカミキリの飼育のポイントとして以下の2点を強調したい。

1. 次世代繁殖のための越冬後の成虫の飼育は複数の網箱で行う。第5世代繁殖のときのように何らかの原因で成虫が脱出しない場合があった他, 網箱で飼育中の成虫に昆虫病原菌(ポーベリア)による死亡もしばしば見られたので, 危険を分散

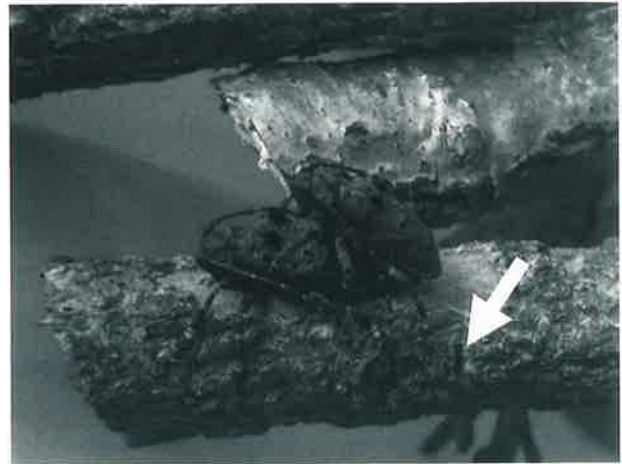


写真-5 越冬前の交尾行動と産卵痕様の咬み跡(矢印)  
2012年11月22日撮影。

する必要がある。

2. 脱出した次世代成虫は人工飼料で飼育してほぼ外気温で飼育して越冬させる。第3世代の成虫は合計25頭を野外の網箱で越冬させたが, 越冬に成功したのは1頭だけであった。一方で, 土間で人工飼料を与えたまま越冬させるとより高率で越冬可能であった。これらから現時点では土間で越冬させるほうが無難である。ただし, 累代飼育とは別にして, 様々な状態の網箱を用意してハラアカコブカミキリを越冬させ, 自然状態での越冬場所や条件をより詳しく解明する必要があるだろう。

累代飼育を続ける中で興味深い現象も確認した。網箱に入れた成虫を観察していると越冬前に交尾行動を示す場合があり, 産卵痕様の咬み跡も確認した(写真-5)。後日, この咬み跡を剥皮したが産卵されていなかった。越冬前のハラアカコブカミキリは卵巣・精巣とも発育が不十分なので交尾行動を示しても受精はできないと考えられている(大長光・金子1990)。一方で, 生殖攪乱によるハラアカコブカミキリの防除を考えた場合, 交尾の時期は極めて重要な要因となるので, 越冬前に交尾をするのかしないのか, 交尾した場合には雌成虫が越冬後に産卵しないかどうか, 今後, 実際に確認する必要がある。これらを確認することにも, ここに紹介した累代飼

育技術を活かすことができると考えている。

### 謝辞

ハラアカコブカミキリの飼育には森林総合研究所九州支所の鏝 三佳氏と連絡調整室業務係（実験林）の各氏にご助力いただき、ここに感謝する。本研究は科学研究費補助金24580234の助成を受けた。

### 引用文献

- 藤本幸夫（1978）しいたけほた木害虫としてのハラアカコブカミキリと、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）9：12～35
- 堀田 隆・高橋和博（1981a）ハラアカコブカミキリの生態に関する研究Ⅰ－産卵と羽化の関係－。大分県林業試験場研究時報 2：1～5
- 堀田 隆・高橋和博（1981b）ハラアカコブカミキリの生態に関する研究Ⅱ－成虫の行動－。大分県

林業試験場研究時報 2：6～12

- 堀田 隆・高橋和博（1981c）ハラアカコブカミキリの生態に関する研究Ⅲ－密度効果－。大分県林業試験場研究時報 2：13～17
- Kosaka H (2011) Artificial diets for the larval oak logicorn beetle, *Moechoitypa diphysis* (Coleoptera: Cerambycidae). Appl Entomol Zool 46: 581～584
- 小坂 肇（2012）ハラアカコブカミキリの幼虫用人工飼料の開発。森林防疫 61：203～207
- 小坂 肇・高畑義啓（2013）ハラアカコブカミキリの通年飼育。第124回日林学術講演集：125
- 大長光 純・金子周平（1988）ハラアカコブカミキリ。林業と薬剤 106：1～12
- 大長光 純・金子周平（1990）福岡県におけるハラアカ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  
(2015.3.3受付, 2015.3.13掲載決定)



論文

# 集落ぐるみでのニホンザルの出没対策の効果

澤田誠吾<sup>1</sup>・大谷浩章<sup>2</sup>

## 1. はじめに

島根県内には、49群、1,730頭のニホンザル (*Macaca fuscata*, 以下「サル」) が生息する。被害金額は減少傾向にはあるものの、群れが分布するほとんどの地域で家庭菜園を中心とした農作物への被害が深刻な問題となっている。しかし、これまでの対策は、場当たりの捕獲に偏っていたために、効果がほとんど認められなかった。そのため、本県ではサルの適正な保護管理が求められている (澤田・金森 2010)。被害対策は、カキなどの果実や残飯など集落内に放置され魅力ある餌としてサルを集落に誘引している物を適切に処理した上で、集落ぐるみでの徹底した追い払いと効果のある防護柵の設置を行う必要がある (室山 2003; 井上 2008)。そこで、本県では2008～2012年度にサル対策のための「鳥獣被害緊急対策モデル事業」を実施した。本稿では、

モデル地域の川本町中倉集落において、住民が一体となって実施したサルを集落に引き寄せない取り組みと追い払い活動による出没抑制の効果について報告する。

## 2. 合意形成

島根県の中央部に位置する川本町中倉集落 (山林を除いた集落面積0.2km<sup>2</sup>, 標高175m, 16戸) は、65歳以上の住民が55%を占める小規模・高齢化集落である (図-1)。ここでは、約20年前から群れによる農作物への被害が発生していたが、主な対策は有害捕獲であった。しかし、被害はまったく減少しなかったことから、対策については諦めムードが強かった。そうしたところ、2008年に行われた集落での行政座談会において、サルの被害が深刻であるとの多数の意見があった。そこで、町役場はこの集落へ



図-1 川本町中倉集落の位置





写真-1 集落点検 (中倉集落)

地域住民が一体となって、サルを集落に引き寄せない取り組みと追い払い活動を主体とする島根県のモデル事業の導入を図った。本事業の説明会では、「放棄野菜や果実を除去するにも限界がある」、「追い払ってもすぐにサルはやってくる」、「駆除をしないとだめだ」などの否定的な意見も多くて、実施に向けてまとまらなかった。このようなモデル事業は、集落内での合意形成がないままに行政主導でスタートすれば、失敗する可能性が高い。そこで、県と町の鳥獣行政担当者（以下は「担当者」と記載）が集落へ通って代表者と話し合った。また、集落の定例会に参加して、被害対策についての研修会を行った。

合意形成が大きく進展したきっかけは2008年11月に行われた集落点検であった。集落点検では、住民12人と担当者4人が被害の発生場所や集落内の誘引物などの気づいたことを記録した。この点検にはカラー印刷した航空写真を使用した。家や農地の位置が明確で記入し易かった。そして、参加者全員で気づいたことをA0版に拡大した地図に記入した。すると、サルの出没が集中している場所や水田に捨てられたクズ野菜5か所、稲のヒコバエ4か所、カキなどの果樹6本などの誘引物の存在が明らかになった(写真-1、図-2)。この集落点検によって、多くの誘引物がサルを集落に引き寄せていることを住民に気づいてもらうことができた。その後、次のような被害対策について具体的な計画を住民と一緒に



図-2 集落点検で明らかになった誘引物 (中倉集落, 農地一筆マップ)

に考えた。①誘引物を可能な限り取り除き、新たな誘引物は作らない。果実は早めに収穫する。②サルが出没した際には、ロケット花火などで徹底的に追い払う。集落点検マップの作成は、住民と被害対策を進めていくツールとして有効であった。

### 3. 対策の実行と検証

#### (1) 誘引物の適正な処理

2008年12月から毎月1~2回、集落内での放棄作物などの誘引物の有無を調査した。水田へのクズ野菜の投棄はなくなって、またカキなどの果実も早期に収穫された。ただし、稲のヒコバエは放置されていた場所があった。その後、5年間に渡って、この取り組みを概ね継続することができた。

#### (2) 追い払いの実施と効果

2009年5月~2013年3月、追い払いによる出没抑制への効果をみるために、集落の各戸に配布した出没調査票に出没日時、出没頭数、追い払いの有無、追い払い方法(ロケット花火、人が脅す、その他)および被害発生状況を記入してもらった。また、2009年9月には、ほ場一筆単位で現状地目等をGISで地図化する農地一筆マップ(田中2007; 図-2)を作製した。

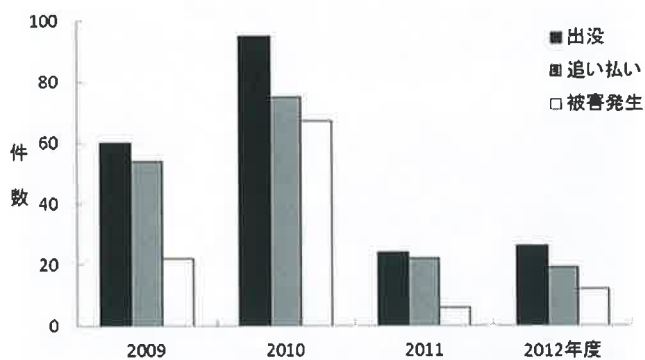


図-3 出沒, 追い払いおよび被害発生件数の推移 (中倉集落)

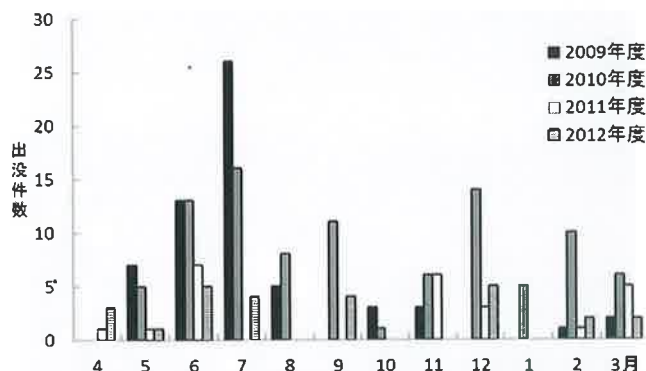


図-4 月別の出沒件数の推移 (中倉集落)

集落内へのサルの出沒は、2009、2010年度は60～95件と多かったが、2011、2012年度は各30件以下へと減少した(図-3)。月別には、2009年度は7月までは増加したが、8月以降は減少した。2010年度はほぼ1年中多かった。そして、2011、2012年度はいずれの月も少なかった(図-4)。

出沒調査票を分析した結果、この集落には1群れのサルが出沒していることが明らかになった。この群れはK1群と名付けられた。K1群は集落へほとんど一年中出沒していたが、追い払えば逃げる状態であった(澤田・金森 2010)。追い払いは、K1群の出沒に対して70～90%の高い割合で実施された。その方法は、ロケット花火57%、人が脅す37%および爆竹・車のクラクション6%であった。追い払いを行ったのは、活動が可能な住民のうち19人(40%)で、このうち代表者を含む7人が主体となって、山際まで群れについて行って追い払った。その多くの場合で、ロケット花火の音に気づいた近所の2～3人が追い払いに加わった。そして、被害発生も出沒と同様に2009、2010年度は22～67件と多かったが、2011、2012年度は6～12件へと減少した(図-3)。被害は、農作物や果実などへの食害であり、ほとんどが家庭菜園での加害であった。春期のタマネギ、ジャガイモ、夏期のトウモロコシ、スイカ、秋期のナス、冬期の芽キャベツ、ブロッコリーなどへの被害が激しかった。被害発生場所を農地一筆マップに入力してみると、山際の畑に集中していた。

中倉集落へのサル群れの出沒件数の減少によっ

て、集落ぐるみでの取り組みにより出沒が抑制されることが明らかになった。とくに、ロケット花火による追い払いにはサルが慣れる場合もあるが、ここでは山際まで行って追い払ったことによって高い効果を得たと考える。

(3) 群れの行動域と接近警報システムの導入

群れの行動域を正確に把握し、追い払いを効果的に行うとともに、対策の効果を評価するために、2011年2月にK1群のメスサルに発信器(サル用発信器LT-01、(株)サーキットデザイン)を装着した。目視による群れの全頭カウントはできなかったが、住民による出沒調査票から20～30頭の群れであると推測した。最外郭法によって推定したK1群の行動域は7.2km<sup>2</sup>で、そのうち広葉樹・マツ林67%、針葉樹人工林28%、人家・耕作地5%であった。したがって、K1群を山林内へ追い払っても餌となる植物などは十分にあると考えられた。そして、行動域内には、中倉集落に隣接した市井原、日向および因原集落も含まれることが明らかになった(図-5)。

2012年3月、群れの追い払いを効率的に実施するために、町役場が県の事業を利用して中倉集会所にアンテナを設置し、ここを中心に半径400m以内に発信器を装着したサルが侵入すれば、警報音と警告灯で接近を知らせる接近警報システム(青電舎製、商品名「猿人善快」)を導入した。導入から半年後にはシステムの故障があったものの、住民が警告音によって被害が発生する前に追い払いを行うことが可能となった。

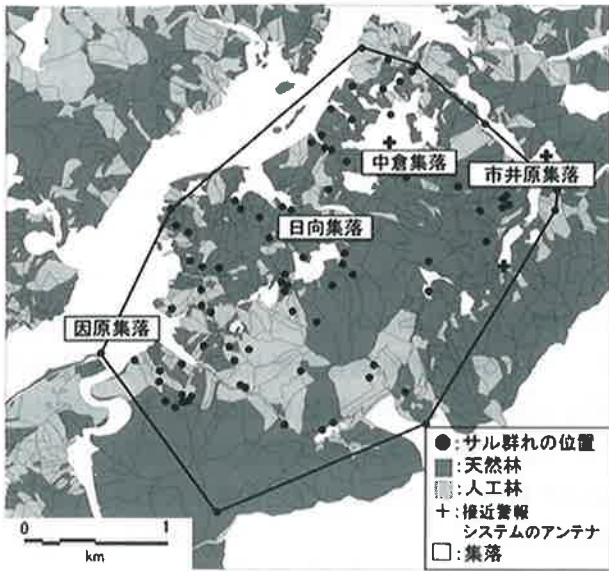


図-5 K1群の行動域と生息環境

(4) 電気柵の設置と効果

2010年8月には、被害発生が集中した山際のほ場1か所に電気柵を設置した。電気柵（高さ165cm、周囲75m）は、下部が40cmのワイヤーメッシュで、その上部に7段の電線を張った構造で、四隅の支柱はスギの間伐材、他の支柱は19mmの直管パイプに弾力性のあるFRPポールを差し込んだ。電気柵の資材費は850円/m（電牧器は除く）、設置労力は3人・日であった。なお、このほ場では、トムロコシやニンジンなどを栽培していた。

電気柵の設置4か月後の2010年12月には、隣接した畑にあったイノシシ対策用のトタン柵を足場にして下部の電線間から1頭のサルが侵入して、ニンジンへの食害が発生した。このトタンの撤去後は、電気柵の周囲でサルは目撃するものの、侵入はなかった。そのため、被害が発生しやすい山際のほ場には、電気柵の設置が有効であった。

(5) フィードバックミーティング

これらのサル対策の取り組みの再確認や成果などについて、住民とのフィードバックミーティングを毎年1～2回行った。2010年は、「みんなで対策を行ったのにサルの出没が多くなった」、「この取り組みは効果があるのか」などの意見もあったが、「ここで諦めずに、みんなで取り組んでいけば、必ず効

果は出る」と励ました。そして、2011、2012年には、住民から「サルの出没が少なくなった」、「クリを久しぶりに収穫できた」などの声が出て、この取り組みによる成果を実感した。住民が定期的なミーティングによって、この取り組みを確認し合ったことが、対策を継続していくモチベーションの維持につながった。

4. 近隣集落への波及

中倉集落からの追い払いによって、隣接する市井原集落（山林を除いた集落面積0.15km<sup>2</sup>、標高82m、20戸）でのK1群の滞在日数が多くなった。そのため、市井集落から町役場へ被害の苦情が多くなった。そこで、担当者は、市井原集落へも集落ぐるみのサル対策を勧めた。ここでの合意形成は、中倉集落での取り組みが前例としてあったことから順調に進んだ。2010年6月には、集落点検を実施して集落点検マップを作成した。そして、中倉集落と同様の取り組みが始まった。また、2013年3月に接近警報システムを導入した。

この取り組みの効果を把握するために出沒調査票を各戸に配布した。出沒は、2010年度は211件と多かったが、2011年度は61件へと減少した。しかし、2012年度は124件へとやや増加した。ただし、出沒回数に対する被害発生割合は減少した（図-6）。これは接近警報システムの導入によって、被害が発生する前に群れを待ち伏せて追い払いができたことによると考えられた。追い払いは、出沒回数に対し

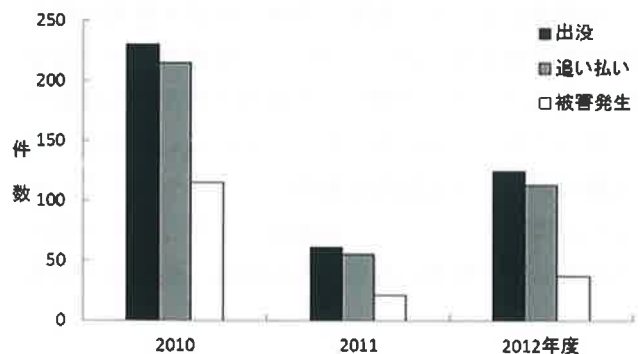


図-6 出沒、追い払いおよび被害発生件数の推移 (市井原集落)



て90%以上の高い割合で実施していたが、その内訳はロケット花火43%、人が脅す24%、電動ガン14%およびパチンコ・爆音機19%であった。今後は、K1群の行動域内にある日向と因原集落へもこの取り組みの導入が必要である。

## 5. リーダーとファシリテーターの重要性

中倉集落と市井原集落では、集落ぐるみのサル対策によって、出没と被害発生を減少できた。これは、集落内での合意形成によって、誘引物の除去と徹底的な追い払いの意識と行動をみんなで統一してできたこと、また、自らの農地だけでなく、代表者を中心に複数の住民が群れを追い払うことによって、サルの警戒感を高めた効果であったと考える。とくに、代表者は合意形成を図るための集落内の意見調整、追い払いへの積極的な参加、報告会の開催などでリーダーシップを発揮して、その存在は大きかった。

山端(2010)は、行政による集落内での合意形成を進めるリーダーの育成やファシリテーターの派遣などの人的なサポートの必要性を指摘している。現在、地域づくり活動を進めるために「地域おこし協力隊」の配置が各地で増加している(藤田 2014)。地域おこし協力隊は、地域や隊員の特性によって多様な活動を展開していることから、集落ぐるみでの鳥獣害対策を推進するためのファシリテーターのひとつとして期待したい。

## 6. おわりに

本調査によって、集落ぐるみでのサル対策の取り組みの手順を明らかにできた。①集落内での合意形成と集落リーダーの選定、②集落点検とサル対策の計画づくり、③誘引物の除去と追い払いの徹底、電気柵の設置、④定期的な集落でのミーティングによる住民のモチベーションの維持。ただし、サル群れの人慣れ度や集落の地形、人口構成、慣習などは異

なるので、その集落に適した対策をみんなで考えて実施することが重要である。

## 謝辞

本調査において川本町中倉集落と市井原集落の皆様には、サル出没調査にご協力をいただいた。また、川本町の担当者、鳥根県西部農林振興センター県央事務所林業部鳥獣スタッフと高田 光氏、塩冶隆彦氏(当時鳥根県西部農林振興センター県央事務所農業普及部)および中山間地域研究センター鳥獣対策科の皆様には、各種の調査や集落との調整などにご協力を頂いた。ここに記して、厚くお礼を申し上げる。

## 引用文献

- 藤田容代(2014) 地域おこし協力隊の制度設計および事業展開. 鳥根県中山間セ研報10: 57~62
- 井上雅央(2008) これならできる獣害対策. 社団法人農村漁村文化協会, 東京
- 室山泰之(2003) 里のサルとつきあうには. 京都大学学術出版会, 京都
- 澤田誠吾・金森弘樹(2010) 鳥根県におけるニホンザルの生息実態調査(V)-2001年と2007年の生息・被害および対策の実態-. 鳥根県中山間セ研報 6: 1~12
- 田中 互(2007) 農地一筆マップを活用した総合的な土地利用計画づくり. (平成18年度農業競争力強化対策民間団体事業, 鳥獣害防止広域対策事業報告書, 中国地方中山間地域鳥獣被害対策協議会). 59~62
- 山端直人(2010) 集落ぐるみのサル追い払いによる農作物被害軽減効果. 農村計画学会誌28: 273~278

(2015.3.2受付, 2015.3.24掲載決定)

論文

# 山形県におけるウエツキブナハムシによるブナ林の被害推移

齊藤正一<sup>1</sup>・上野 満<sup>2</sup>・高橋 文<sup>3</sup>・箕口秀夫<sup>4</sup>

## 1. はじめに

近年、山形県では、ナラ枯れ被害（齊藤・柴田 2012）やカツラマルカイガラムシによる被害（齊藤・上野 2014）など、広葉樹林において集団的な枯死を伴う被害が発生している。さらに、ブナ林では2007～2014年までウエツキブナハムシ（*Chujoa uetsukii*；写真-1）による食葉害があり、その他、広葉樹林を中心にガ類やハムシ類を主とした食葉害が毎年発生している。このように山形県内の広葉樹林では、持続する被害とともに突発性の森林被害も一般県民から通報があるほどのレベルで発生している。

こうした状況下にあって、ブナの食葉害をもたらすウエツキブナハムシの被害は、ミズナラを主とした大量枯死をもたらしたナラ枯れを連想させるものであるため、詳細な被害調査を実施し、被害記録として今回報告することとした。さらに、ハムシなどの被害は1～3年で終息することが知られているが（農林水産省林業試験場北海道支場 1985）、今回のウエツキブナハムシによるブナの食葉害は8年も継



写真-1 ウエツキブナハムシ成虫

続して発生した。

ウエツキブナハムシは、1952～1957年に岡山県で発生したのが日本で最初の記録である（植月 1955, 1956）。ウエツキブナハムシの成虫は、体長6.5mm内外、体形は両側がやや平行で細長く、体色は濃黄褐色で黄色の短毛がある。ウエツキブナハムシの生活史は、図-1に示すとおりで、年1化の昆虫で、落葉内などで老熟幼虫は越冬し、5月下旬～6月上旬

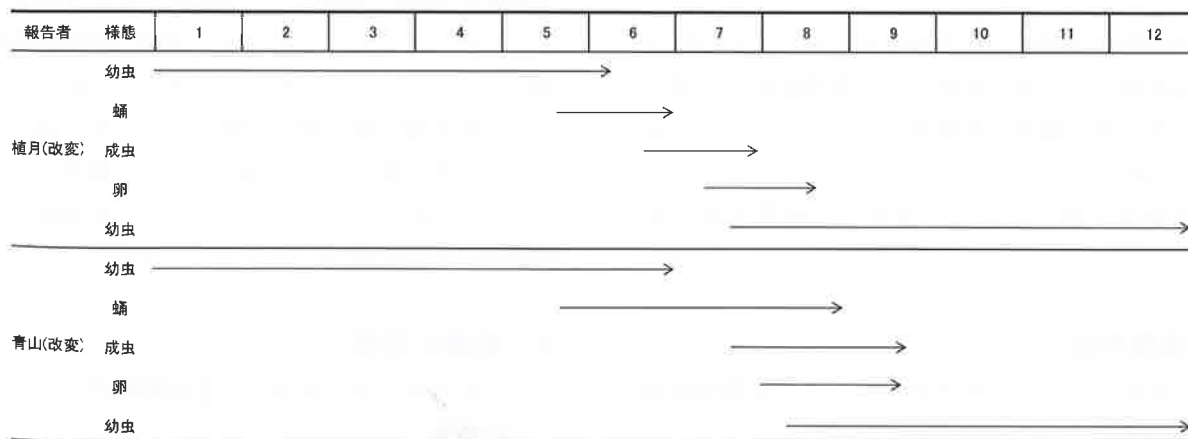


図-1 ウエツキブナハムシの生活史（植月 1955, 青山 2009を改変）

Damages of the beech forests in Yamagata Prefecture by *Chujoa uetsukii* (Coleoptera: Chrysomelidae)  
<sup>1</sup>SAITO, Shoichi, 山形県森林研究研修センター・新潟大学；<sup>2</sup>UENO, Mitsuru, 山形県森林研究研修センター；  
<sup>3</sup>TAKAHASHI, Aya, 山形県森林研究研修センター；<sup>4</sup>MIGUCHI, Hideo, 新潟大学



写真-2 *Beauveria bassiana*に感染して死亡したウエツキブナハムシ成虫

に蛹化し、6月下旬～7月上旬に羽化して成虫になる(植月 1955)。また、食害は葉全体に及ぶとされている(竹谷・小林 1994)。しかし、2007年から被害が発生した山形県の月山山麓での飼育結果では、幼虫の食害は8月中旬～9月中旬まで継続し、9月上～中旬に土中で蛹室を作り、老熟幼虫は其中で越冬、翌年初夏に蛹になり、7月末から8月に成虫が羽化・産卵するとされている(青山 2009)。このように岡山県と山形県では緯度に差があり、これが温度差に反映されるため、両県でのウエツキブナハムシの生活史には違いがある。また、山形県では、6～9月に土中から出た成虫が*Beauveria bassiana*(以下*B. bassiana*)によって死亡し、体外に菌が出てくることを青山(2009)が観察している(写真-2)。

今回山形県で発生したウエツキブナハムシの被害の激化と終息は、岡山県などでの被害傾向とは異なると考えられ、被害の推移などについて、とくに成虫の発生期間にあたる6～9月の20℃以上の日平均気温の合計日数に注目して解析した結果を報告する。

## 2. 調査方法

### (1) 山形県でのウエツキブナハムシによる被害経過の調査

ウエツキブナハムシによるブナの食葉害の調査

は、山形県においてはブナ林の多くが国有林を中心に発生しているため、2007～2014年に東北森林管理局が中心にすすめられた。筆者らは国有林の調査結果と民有林での調査結果を合せて5倍地域メッシュ(2次メッシュ=1/25,000の地形図の縦・横ともに2分割したもの)をベースとして被害位置図をメッシュ図として作成した。目視による調査であるため、メッシュ図への被害の有無の表示については、被害木が1本でも発見された場合は付近にも被害木がある可能性があるため、こうした場合も被害地のメッシュを塗りつぶした。被害面積は、1メッシュの大きさ、158haを単位としてメッシュ数を乗じた数値を各年の被害面積とした。被害経過については、現地での調査結果をもとに被害市町村と被害状況について記録した。

### (2) ウエツキブナハムシによる森林被害と気温の推移

山形県は、日本ではじめてウエツキブナハムシの被害が報告された岡山県よりはかなり北方に位置し、緯度の違いによる温度差もあるため、土壌への幼虫の移動時期、蛹の時期、成虫の初発時期についてずれが生じる可能性があるものと考えられた。そこで、成育などに関係すると考えられる温度条件を知るために、気象庁アメダスデータのうち、被害の中心になった月山山麓にある山形県西村山郡西川町大井沢の大井沢観測所(北緯 38度23.4分、東経 139度59.6分、標高440m)の日平均気温を月別に整理した。日平均気温は、月山山系のブナ林の平均的な標高が700mであるので、100m標高が上昇すると0.55℃低下することとし(和辻 1961, 齊藤ら 2003)、大井沢のアメダスデータから1.43℃を差し引いた値を被害地での日平均気温とした。日平均気温のデータは被害前年の2006年から、被害がほぼ終息した2014年の日平均気温を計算し、年変動と被害の関係について検討した。

## 3. 結果と考察

### (1) ウエツキブナハムシによる山形県での森林被害の経過

山形県内におけるウエツキブナハムシによる被害



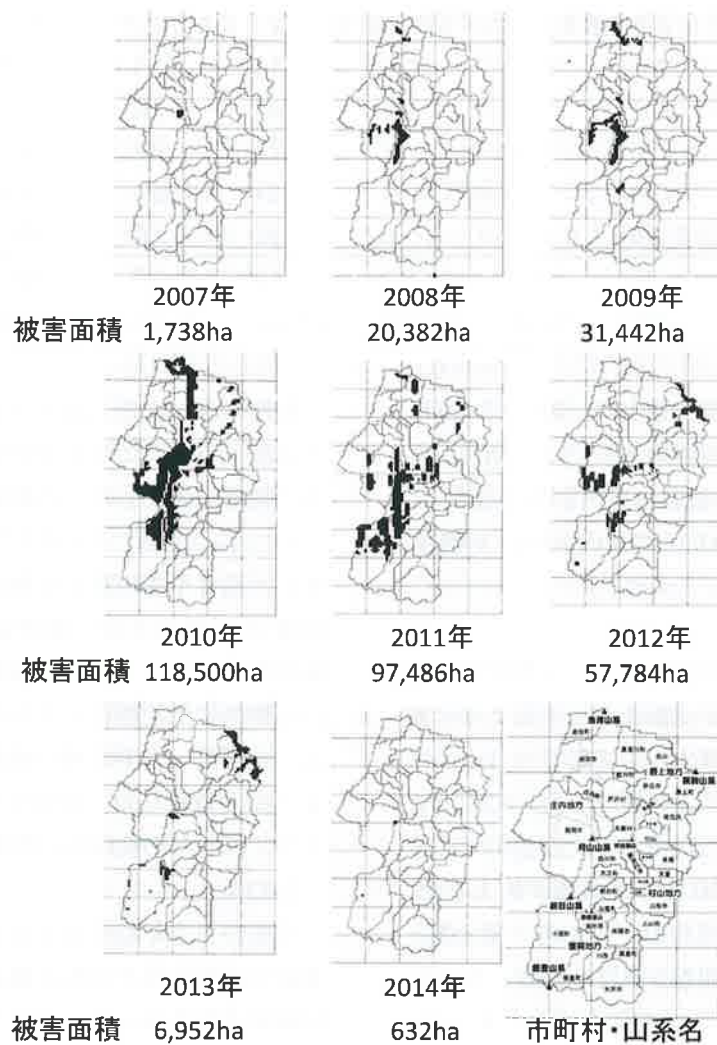


図-2 山形県におけるウエツキブナハムシによる被害面積と被害位置

面積を併記した被害位置図を図-2, 地域別の被害メッシュ数を表-1に示す。年次ごとの被害経過は次のとおりである。

・2007年

月山山系北西の鶴岡市(旧朝日村)の国有林内にある黒森山周辺で約1,738haの被害が発生した。

・2008年

月山山系の鶴岡市(旧朝日村)の国有林内における被害は周辺に爆発的に拡大し、黒森山周辺の他、虚空蔵岳周辺、湯殿山周辺から月山南西麓、八久和ダム周辺、大鳥川周辺、大井沢周辺におよび、鳥海山での被害も観察され被害面積も20,382haに急増した。

・2009年

被害3年目の月山山系の庄内地方、2年目の鳥海山系と月山山系の内陸地方では、被害が激化・増大した。村山地方では村山葉山を中心とした村山市・大石田町での被害が発生した。西置賜地方では、置賜葉山を含む朝日山系の長井市で被害が発生した。被害は県内全域に広がる兆候を見せ、被害面積も31,442haに増加した。

・2010年

被害4年目の月山山系の庄内地方、3年目の鳥海山系と月山山系の内陸地方では、被害がさらに激化・増大した。村山地方では村山葉山を中心とした村山市・大石田町での被害が拡大した。最上地方は国有

表-1 ウエツキブナハムシによる食害を受けたメッシュ図(図-2)におけるメッシュ数

地域/年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
庄内		11	74	127	362	148	115	0	1
村山		0	55	61	172	198	88	5	2
置賜		0	0	11	124	214	43	8	1
最上		0	0	0	92	57	120	31	0
メッシュ合計	0	11	129	199	750	617	366	44	4
被害面積	0	1,738	20,382	31,442	118,500	97,486	57,784	6,952	632

林内で、真室川町・金山町・最上町・新庄市・舟形町で被害が観察された。西置賜地方では、朝日山系において被害が拡大した。被害は県内全域に広がり、被害面積は118,500haと2007～2014年の最大の被害に達した。

・2011年

被害5年目の月山山系の庄内地方、4年目の鳥海山系で集団葉枯れの程度が沈静化してきたように観察された。それに対し、被害から4年目の月山山系の内陸地方では、被害が拡大・激化した。村山地方では村山葉山を中心とした村山市・大石田町での被害も激化し、東根市・寒河江市でも被害が拡大した。最上地方は、2010年に真室川町・金山町・最上町・新庄市・舟形町で被害が観察されていたが、2011年は金山町・最上町の国有林での発生にとどまった。西置賜地方では、朝日山系では被害が激化し、国道113号線の南側＝飯豊山系の一部でもわずかな被害が観察された。その他、長井市・飯豊町の低山帯のブナでも被害が見られた。被害地は、月山・鳥海山系で終息のきざし、村山葉山と朝日山系は激化、飯豊山系のふところまで被害が迫る状況で、全県に拡大した被害は、初めて減少傾向になった。2011年の被害は97,486haであり、2010年よりはやや減少した。

・2012年

被害6年目の月山山系の庄内地方、5年目の鳥海山系で若干のブナの葉の食害はあったが集団葉枯れは確認されなかった。しかし、被害から5年目の月山山系の内陸地方では、被害は沈静化してきたものの継続して発生した。村山地方では村山葉山を中心とした被害も沈静化したが、寒河江市では被害が若

干観察された。最上地方は2011年に減少したが2012年は最上町・金山町などの県境付近を中心とした地域で被害が激化した。西置賜地方では、朝日山系では2011年と比較すると被害はかなり沈静化したが白鷹町・長井市での被害は継続した。一方、2011年に国道113号線の南側＝飯豊山系の一部、小国町の横根や飯豊山麓でもわずかな被害が観察された。被害は全体的には沈静化してきたように見えたが、宮城県・秋田県・岩手県境の栗駒山系では、被害が数県またいで激化した。2012年の被害面積は57,784haであり、2011年の約60%に激減した。

・2013年

発生から7年目を迎える月山山系の庄内地方、6年目の鳥海山系で食害は確認されたが、集団葉枯れは確認されなかった。しかし、発生から6年目の月山山系の内陸地方では、被害は沈静化してきたものの月山第一トンネル付近で継続して発生した。月山山系では沈静化の傾向が加速した。村山地方の村山葉山では無被害であった。最上地方は、2012年に最上町・金山町などの県境付近を中心とした地域で被害が激化した。2013年は宮城・秋田・岩手の県境付近にある真室川町・最上町・金山町・新庄市での被害が継続して発生した。西置賜地方では、朝日山系の長井市・白鷹町、および2011年から微害が継続する飯豊山系の小国町において、被害が若干確認された。山形県全体では被害が沈静化してきたように見えるが、宮城県・秋田県・岩手県境の栗駒山系では被害が数県にまたがった形で激化している。2013年の被害面積は6,952haで、2012年の約12%であり、2011年からの激減傾向が継続した。

・2014年

被害8年目の月山山系の庄内地方で、ブナの葉の食害が若干確認される程度であった。また、被害から7年目の月山山系の内陸地方では、食害は無く、月山山系での被害はほぼ終息した。村山地方の村山葉山を中心とした地域でも無被害が2年続いた。最上地方は2013年に宮城・秋田・岩手の県境付近にある真室川町・最上町での被害が減少しながらも継続したが、2014年は確認されず、一気に被害は終息したものと考えられた。西置賜地方では、朝日山系では2年継続して観察されなかったが、2014年は荒川流域の一部でわずかに被害が確認された。山形県における被害はほぼ終息したものとみられた。また、2013年まで被害が激化していた宮城県・秋田県・岩手県境の栗駒山系では2014年に被害は確認されず、岩手県の奥羽山系の一部で被害が確認された程度で、東北地方の被害は沈静化の傾向にある。2014年の被害面積は、632haで2013年の約9%に減少した。

以上が2007～2014年までの被害状況の経過である。ウエツキブナハムシによる森林被害が月山山系では8年、鳥海山系・朝日山系では5年にわたって継続した。この間、県内の被害地においてブナの枯死木は観察されなかった。ハムシ類の被害は突発的な場合が多く、1～3年で終息するケースが多いが(農林水産省林業試験場北海道支場 1985)、今回のようにウエツキブナハムシによるブナの食害が8年間も

継続した例はないものと考えられる。

(2) ウエツキブナハムシによる森林被害と気温の推移

ウエツキブナハムシによる被害が長く継続した月山山系における温度変化について、山麓の西川町大井沢観測所(標高440m)における2004～2014年の4～10月の月平均気温のアメダスデータを図-3に示した。

観測所の大井沢は標高が440mで標高400～1,000mのブナ帯の最下部にあたる。アメダス観測所での4～10月の温度変化は、年度ごとに差があるものの、ほぼ一定で推移し8月に20℃以上のピークに達する(図-3)。昆虫病原菌の菌糸成長の最適温度は、一般的には20～25℃であるが、ウエツキブナハムシの自然感染が知られている(青山 2009) *B. bassiana*の生育適温は、それよりも高いことが多く(佐藤ら 1993; Shimazu 2004)、25℃よりも30℃の方が菌糸成長は良いという報告がなされている(Shimazu 2004)。大井沢で、25℃を越える温度範囲に該当するのは年度による差はあるものの8月に数日あるか全くない場合もある(図-4)。今回の推定した気温の結果だけでは、*B. bassiana*の最適温度とウエツキブナハムシの山形県のブナ帯における被害の増減は直接結び付けられなかった。

その他、温度条件とウエツキブナハムシの関係については、ウエツキブナハムシが羽化して地上に出てくる期間にあたる6～9月の日平均気温を見ると

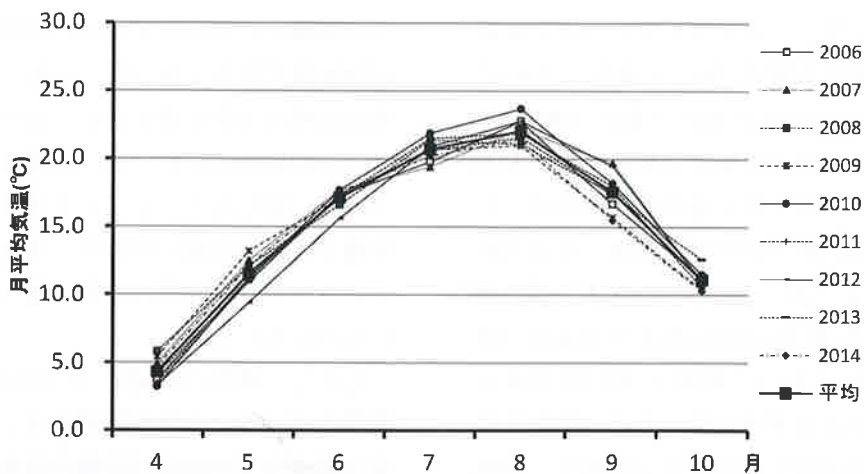


図-3 山形県西川町大井沢アメダス観測地点における4～10月の月平均気温(2006～2014年)



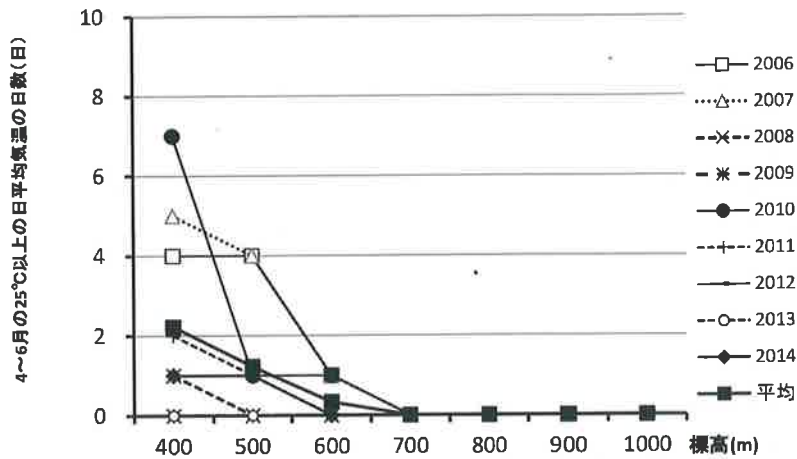


図-4 山形県西川町大井沢アメダス観測地点における日平均気温から標高別に換算した25℃以上の日数(2006~2014年)

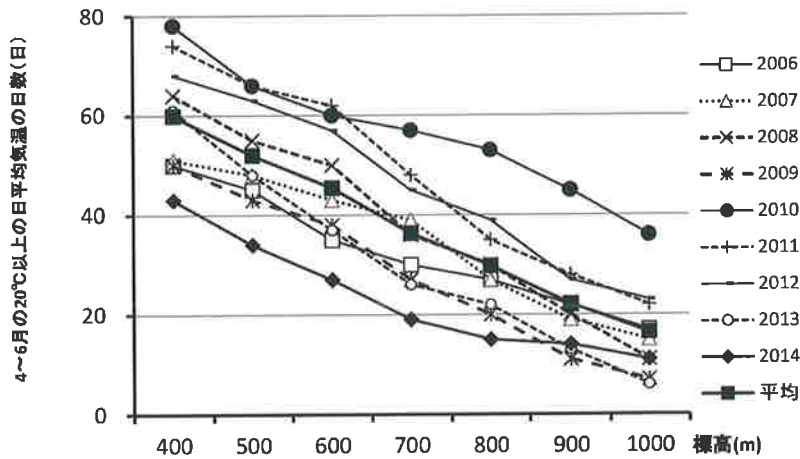


図-5 山形県西川町大井沢アメダス観測地点における日平均気温から標高別に換算した20℃以上の日数(2006~2014年)

20℃以上である事が多い。ウエツキブナハムシ成虫の生育と温度の関係は未解明だが、山形県において成虫が地上で生活する時期の報告(青山 2009)から、20℃以上の日平均気温の合計日数に注目することにした。20℃以上の日平均気温の合計日数は、年度ごとに差があり標高が上がれば、寒冷になるため減少する傾向がある(図-5)。山形のブナ帯の標高は400~1,000mで、平均が700m程度であるが(斉藤 2004)、標高700mにおいて2006~2014年で6~10月に20℃以上になる日平均気温の合計日数を見ると、9年間の平均36.3日を下回るのは2006年・2008年・2009年・2014年であり、最も少なかったのは被害が激減した2014年で19日、次は被害が急増する前の2009年で27日であった。一方、平均を上回るのはそれ以外の5年で最も多かったのは被害がピークになった2010年の57日、次いで翌年の2011年の48日であった。20℃以上になる日平均気温の合計日数は9年間でも大きな違いがあり、ウエツキブナハムシが土から出てくる時期の生育に何らかの影響を与えているのかもしれない。

しかし、被害の増減については、その他の要因も関与していることが予想される。たとえば、被害を受け続けたブナは自己防御のために何らかの忌避物質や忌避効果を発現して被害を軽減していく可能性

もある。清野ら (2012) は、化学的防御に関わる物質として縮合タンニンと総フェノール、物理的防御として葉の硬さを指標としてブナの開花と被害についての関係を報告している。ブナの樹幹内で生産される化学物質は被害の忌避にはなりにくいものの、葉の硬さの違いで硬い葉は食害が忌避されやすいとしており (清野ら 2012), *B. bassiana* のみならず、ブナ自身が持つ防御反応とも被害の全体量の増減は関係がある可能性がある。

今回の被害の増加や終息の原因を決定的に説明する要因を特定することは困難だが、気象に由来する生物相互間のズレによってもたらされる場合もあり、今後も調査を進めていく必要がある。

#### 4. まとめ

本研究では、2007～2014年に山形県内で発生したウエツキブナハムシの食葉被害について、被害経過と被害内容の記録、およびその原因に関して一考察を行い報告した。

こうした被害は、再度発生する可能性が高いため、今回の調査記録が次代の参考になることを期待する。調査は今後も継続され、激害になり生立木で枯死が発生したり、現状の被害では成林が望めないと判断される場合は、順次、適切な既往の防除方法を活用して対応したり、新たな防除技術の開発も必要であると考えられる。

本調査は、2009～2014年度の林野庁林業普及情報活動システム化事業によって実施した。本論文の執筆にあたっては、森林総合研究所東北支所の前原紀敏博士のご助言を賜ったので感謝申し上げます。また、本調査にあたっては、東北森林管理局、山形県内の林業普及指導員、被害が発生した森林行政担当の市町村職員からお世話になったので感謝申し上げます。

#### 引用文献

青山一郎 (2009) 朝日山地森林生態系保護地域周辺におけるウエツキブナハムシの被害発生状況について。平成20年度東北森林管理局森林・林業技術

交流発表集：32～36

農林水産省林業試験場北海道支場 (1985) 北海道樹木病虫害獣図鑑。北方林業会、札幌

斉藤正一 (2004) 山形県の主要植生図。山形県森林研究研修センター、CD-ROM

斉藤正一・中村人史・後藤 徹 (2003) 山形県におけるカシノナガキクイムシの初発日の予測。東北森林学会誌 8：99～101

斉藤正一・柴田銃江 (2012) 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の様態。日本森林学会誌 94：223～228

斉藤正一・上野 満 (2014) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害の温度上昇に伴う被害予測と予防方法。林業と薬剤 No. 207：7～16。

佐藤大樹・三橋 渡・島津光明 (1993) 硬化病菌3種の培養温度特性。第44回日林関東支論：103～104

清野陽介・小山浩正・高橋教夫 (2012) ブナに対するウエツキブナハムシの被害程度と開花頻度の関係—防御と繁殖のトレード・オフ—。平成22年度東北森林管理局森林・林業技術交流発表集：114～119

Shimazu M (2004) Effects of temperature on growth of *Beauveria bassiana* F-263, a strain highly virulent to the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*, especially tolerance to high temperatures. Appl Entomol Zool 39: 469～475

竹谷昭彦・小林富士雄 (1994) 森林昆虫総論・各論。養賢堂、東京

植月景雄 (1955) ウエツキブナハムシの形態経過習性に関する調査。森林防疫ニュース 4：240～243

植月景雄 (1956) ウエツキブナハムシの被害について。森林防疫ニュース 5：73～74

和辻清夫 (1961) 気象の事典。東京堂、東京  
(2015.3.17受付, 2015.4.3掲載決定)

## 解説

# マツノザイセンチュウの潜在感染木における病徴進展とマツノマダラカミキリによるそれらの木の利用の関係

前原紀敏<sup>1</sup>・相川拓也<sup>2</sup>・神崎菜摘<sup>3</sup>

## 1. はじめに

マツ材線虫病を引き起こす病原体は、マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) である。マツノザイセンチュウは、マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus*) 成虫によって、初夏にマツ類枯死木から健全木へと伝播され、夏から秋にかけてその木を枯死させる。この病徴の進展は、夏の高温や乾燥によって促進されるといわれている。マツノザイセンチュウの健全木への感染時期が晩夏以降にずれ込んだ場合や、寒冷地で夏の気温が低い場合には、マツノザイセンチュウに感染した木が感染年には発病せず、翌年以降に枯死することがしばしば起こる。このように、マツノザイセンチュウに感染しているにもかかわらず、外見上健全に見える(顕著な発症や病変を伴わない)木を潜在感染木と呼ぶ (Bergdahl and Halik 1999; Futai 2003)。

マツノマダラカミキリ成虫は、マツ類枯死木や衰弱木から放出されるモノテルペン類やエタノールのような揮発性物質に誘引される (Ikeda *et al.* 1980; Ikeda and Oda 1980)。このような揮発性物質の放出は、マツノザイセンチュウに感染しつつ病徴を示さなかった潜在感染木でも確認されており (Takeuchi *et al.* 2006)、マツノマダラカミキリ成虫が潜在感染木に誘引され、産卵した例もある (Futai 2003)。しかし、潜在感染木への産卵後、孵化したマツノマダラカミキリ幼虫は発育できるのか、仮に発育できたとしても、翌年の夏に脱出してくるマツノマダラカミキリ成虫はマツノザイセンチュウをどの程度保持しているのかという情報がなく、潜在感染木が本病の感染源になるのかどうかを判断することができなかった。そこで、著者らは、潜在感染木が本病の被害拡大に及ぼす影響を明らかにする

ために、クロマツ (*Pinus thunbergii*) 成木にマツノザイセンチュウを接種して人工的に潜在感染木を作出し、マツノマダラカミキリ成虫の産卵、幼虫の発育、次世代成虫のマツノザイセンチュウ保持数について調べた。そして、その結果を日本応用動物昆虫学会の英文誌 *Applied Entomology and Zoology* に報告した (Maehara *et al.* 2015)。ここでは、その論文の内容を紹介する。

## 2. 方法

### (1) 線虫の接種

2005年8月24日に茨城県つくば市にある森林総合研究所苗畑の約10年生のクロマツ6個体(個体番号:T1~6, 胸高直径8.3~11.5cm)にマツノザイセンチュウ強病原力株(S10)を10,000頭ずつ接種した。接種位置は、樹幹の高さ1mの部分とした。この接種では、接種当年に枯死させず潜在感染とするため、接種時期を遅めに、接種頭数を少なめに設定した。対照として、マツノザイセンチュウを接種しないクロマツ3個体(胸高直径7.2~13.5cm)も設けた。さらに、2006年6月20日に別の約10年生クロマツ3個体(個体番号:T11~13, 胸高直径7.8~9.3cm)にS10を30,000頭ずつ接種した。この接種では、接種当年に枯死させるため、接種時期を早めに、接種頭数を多めに設定した。

### (2) 外部病徴、樹脂滲出、線虫の分離

T1~5とT11~13については2007年5月27日まで、T6と対照木については2007年9月8日まで、2週間に1回(時には1か月に1回)針葉の色調と樹脂滲出を調べた。調査時に全ての当年生針葉が変色していた場合、枯死と判断した。樹脂滲出調査では、Futai (2003)の方法にしたがって、ダルマ型

Relationship between pine wilt disease development in asymptomatic carrier trees of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) and their use by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae)

<sup>1</sup>MAEHARA, Noritoshi, 国立研究開発法人森林総合研究所東北支所; <sup>2</sup>AIKAWA, Takuya, 国立研究開発法人森林総合研究所東北支所; <sup>3</sup>KANZAKI, Natsumi, 国立研究開発法人森林総合研究所



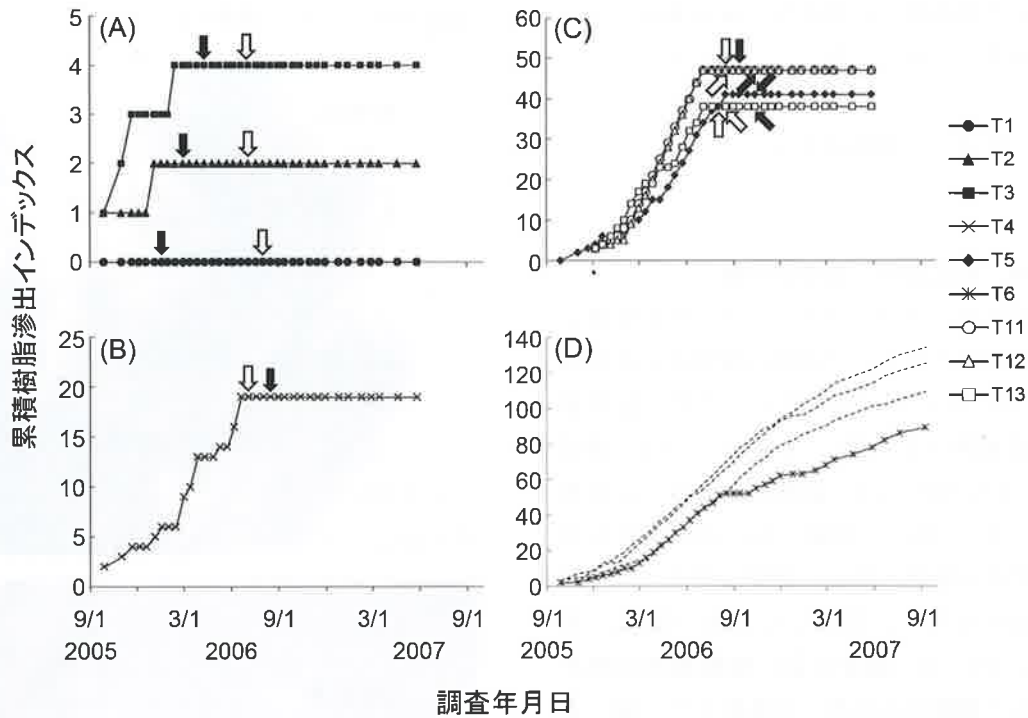


図-1 マツノザイセンチュウ強病原力株 (S10) を接種した10年生クロマツにおける累積樹脂滲出曲線  
 T1～6は2005年8月24日に、T11～13は2006年6月20日にマツノザイセンチュウを接種した。これらのクロマツは、(A) 2006年1月から4月に、(B) 2006年8月に、(C) 2006年9月から10月に枯死、または (D) 2007年9月の調査終了時まで生き残った。点線は、マツノザイセンチュウを接種していない対照木3個体の曲線を表す。黒塗りの矢印はクロマツが枯死した日、白抜き矢印はマツノマダラカミキリの産卵痕が初めて見られた日を表す。Maehara *et al.* (2015) を改変。

画鋸 (針の長さ25mm) を各個体の幹に突き刺し、2週間後 (時には1か月後) にそこから滲出する樹脂の量を5段階 (0: 滲出なしの場合、1: 樹脂が画鋸の穴の中にたまっているか、画鋸の針に樹脂による粘りが付着した場合、2: 少量の樹脂が画鋸の穴から滲出しているが、流れ落ちてはいない場合、3: 樹脂が画鋸の穴から10cm未満流れ落ちている場合、4: 樹脂が画鋸の穴から10cm以上流れ落ちている場合) に分けて記録し、累積した。結果 (図-1) では、これを累積樹脂滲出インデックスとして表す。T6と対照木については、2006年10月13日と2007年9月8日に、当年枝1本の長さを目視で比較した。T5、T12、T13については、枯死後伐倒して、2007年5月27日に当年枝と1年枝の長さをそれぞれ1本ずつ測定した。

全ての個体について、2007年5月27日まで月に1回、下枝もしくは樹幹の下部から直径11mmの電気ド

リルで材片を採取し、ベールマン法でマツノザイセンチュウを分離した。T6については、2007年9月13日に、樹幹の接種点付近、その上下80cmの部分、及び下枝から材片を採取し、ベールマン法でマツノザイセンチュウを分離するとともに、マツ材線虫病診断キット (株式会社ニッポンジーン) を用いてマツノザイセンチュウを検出した (繰り返し3)。

(3) マツノマダラカミキリの産卵、フラスの排出、マツノマダラカミキリの保持線虫数

外部病徴と樹脂滲出を調べた際に、樹幹 (高さ0～2m) 上のマツノマダラカミキリの産卵痕、及び幼虫が材外に排出するフラスの有無も調べ、フラスが多く排出されている場合に材内で幼虫が成育していると判断した。2007年5月27日に、それまでに枯死していたT1～5及びT11～13を伐倒し、1mに玉切った。同じ木由来の丸太を1つのポリバケツ (90L) に入れ、金網をかぶせた。合計8個のポリ

バケツを、同じ森林総合研究所内にある網室に入れた。2007年6月から8月にかけて、各枯死木から脱出してき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の数を調査した。

### 3. 結果

#### (1) 外部病徴，樹脂滲出，線虫の分離

2005年8月24日にマツノザイセンチュウを接種したクロマツ6個体のうち、3個体は接種後1か月以内に樹脂滲出が低下し、2006年1月17日（個体番号：T1，線虫接種5か月後），2月28日（T2，接種6か月後），4月10日（T3，接種8か月後）に枯死した（図-1A）。別の1個体（T4）は2006年の初春から樹脂滲出が低下し始め、初夏に停止し、8月16日（接種12か月後）に枯死した（図-1B）。さらに1個体（T5）は、2006年夏に樹脂滲出が停止し、10月13日（接種14か月後）に枯死した（図-1C）。これら5個体は、接種年には潜在感染となり、翌年に枯死したことになる。残りの1個体（T6）は、2006年夏に樹脂滲出が停止したが、約6週間後に回復した（図-1D）。2006年10月13日（接種後14か月）時点で、T6の当年枝の長さは対照木の当年枝の長さに比べて短く（写真-1A）、さらに2007年の春から9月8日（接種25か月後）にかけて、T6の当年枝はほとんど伸びなかった（写真-1B）。T6の当年葉は、2006年10月31日（接種14か月後）までに部分的に黄化したが、調査終了の2007年9月8日（接種25か月後）まで枯死せずに生き残った。

2006年6月20日にマツノザイセンチュウを接種したクロマツ3個体は、接種後すぐに樹脂滲出が低下し、1個体（T11）は同年の9月12日（接種後3か月）に、残り2個体（T12とT13）は10月13日（接種後4か月）に枯死した（図-1C）。すなわち、これら3個体は接種当年の枯死である。T5，T12，T13は同じ日（2006年10月13日）に枯死したが、接種翌年に枯死したT5の当年枝（13cm）は、接種当年に枯死したT12とT13の当年枝（それぞれ92cmと62cm）より短かった。一方、T5，T12，T13の1年枝の長さは、それぞれ79cm，104cm，80cmで、違いは見ら

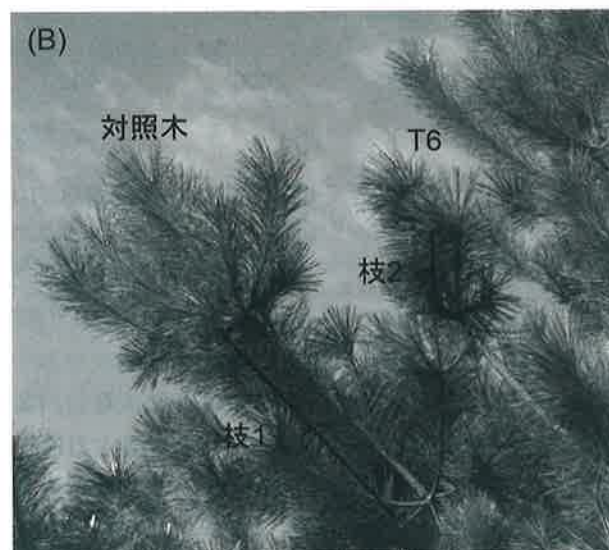
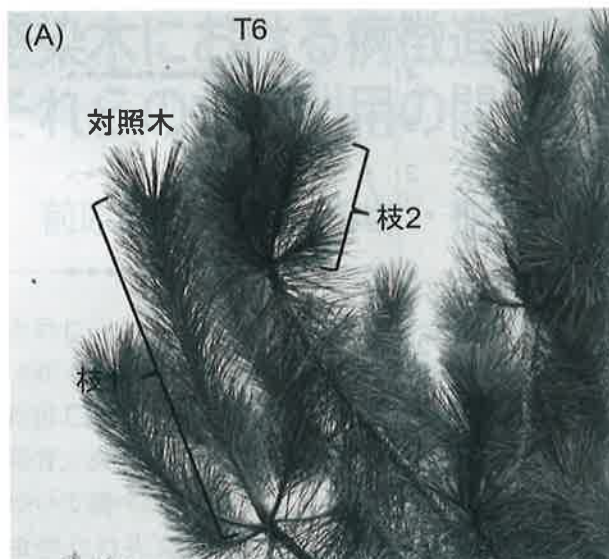


写真-1 マツノザイセンチュウ強病原力株（S10）を接種した10年生クロマツにおける当年枝の伸長成長（A：2006年10月13日，B：2007年9月8日）

T6は2005年8月24日にマツノザイセンチュウを接種し、対照木はマツノザイセンチュウを接種していない。AとBにおいて、枝1と枝2はそれぞれ同一の枝を表す。Maehara *et al.* (2015) を改変。

れなかった。対照木3個体は、調査期間を通じて、樹脂滲出の低下や外部病徴は見られなかった（図-1D）。

ベールマン法により、T1～4，T11，T12からは多数の、またT5からはごく少数のマツノザイセンチュウが分離された。T6，T13，対照木3個体からは、調査期間全体にわたってマツノザイセンチュウ

表-1 2007年夏にクロマツ枯死木から脱出したマツノマダラカミキリ成虫のマツノザイセンチュウ保持数

クロマツ個体番号 <sup>a</sup>	脱出成虫数	成虫の保持線虫数 <sup>b</sup>
T5	2	0 ± 0
T11	3	2027 ± 2493
T12	3	1029 ± 1555
T13	4	64 ± 100

<sup>a</sup> T11～13は線虫接種年（2006年）に枯死した。T5は線虫接種年（2005年）に潜在感染になり、翌年に枯死した。T1～4からはマツノマダラカミキリ成虫は脱出しなかった。

<sup>b</sup> 値は平均値±標準偏差を表す。

Maehara *et al.* (2015) を改変。

は分離されなかった。T6については、2007年9月13日（接種後25か月）に、マツ材線虫病診断キットによりマツノザイセンチュウが検出された。繰り返し3に対する検出率は、樹幹の接種点付近、その上80cmの部分、その下80cmの部分、下枝において、それぞれ1/3, 2/3, 1/3, 0/3であった。

(2) マツノマダラカミキリの産卵、フラスの排出、マツノマダラカミキリの保持線虫数

2006年夏（接種翌年の夏）に、T1, T2, T3の樹幹上に、マツノマダラカミキリの産卵痕がそれぞれ2, 6, 10個見られた（図-1A）。しかし、その産卵痕からフラスは排出されなかった。T4の樹幹上には、多くの産卵痕が見られたが（図-1B）、フラスは排出されなかった。そのため、材内で幼虫は成育していないと考えられた。T5（接種翌年の夏）、T11～13（接種当年の夏）の樹幹上には、産卵痕が多く（図-1C）、フラスも多く排出され、材内で幼虫が成育していると判断された。T6と対照木3個体には、産卵痕は見られなかった（図-1D）。

2007年6月6日から7月11日にかけて、T5とT11～13からマツノマダラカミキリ成虫が合計12頭脱出した。排出されたフラスの量の多さに比べ脱出成虫数が少なかったのは、材内幼虫の多くがキツキに摂食されてしまったためである。マツノマダラカミキリ成虫12頭が保持するマツノザイセンチュウ数は、0～4,900頭であった。このうちT11とT12から脱出した成虫のマツノザイセンチュウ保持数は多く、T13から脱出した成虫のマツノザイセンチュウ保持数は少なかった（表-1）。一方、T5から脱出

した成虫は、マツノザイセンチュウを全く保持していなかった。T1～T4からは、マツノマダラカミキリ成虫は全く脱出しなかった。

#### 4. 考察

2006年夏に、T1～5（2005年8月24日接種）及びT11～13（2006年6月20日接種）の樹幹上に、マツノマダラカミキリの産卵痕が見られた。2006年の冬から春にかけて枯死したT1～3では産卵痕は少ししか見られず（図-1A）、これらの個体はT4, T5, T11～13と比べてマツノマダラカミキリ成虫の誘引力は弱いと考えられた。2006年初春から樹脂滲出が低下し始め、夏に枯死したT4には多くの産卵痕が見られたが（図-1B）、幼虫は成育せず、2007年夏に成虫は脱出しなかった。すなわち、この個体は、成虫を誘引して産卵痕を付けられたものの、実際には産卵されなかったか、もしくは産卵されたがその後の成育に不適な状態になっていた、と考えられる。他方、2006年秋に枯死したT5とT11～13には多数の産卵痕（図-1C）と幼虫の成育が見られ、2007年夏に成虫が脱出した。T11～13から脱出した成虫はマツノザイセンチュウを保持していたが、T5から脱出した成虫はマツノザイセンチュウを保持していなかった（表-1）。これは、T5の材内のマツノザイセンチュウ密度が低かったためであると考えられる。線虫接種の翌年に枯死したT5は、マツノマダラカミキリ成虫を誘引し、幼虫の成育にも好適であったが、マツノザイセンチュウの増殖には不適であったと考えられる。T6は線虫接種年



(2005年)には潜在感染となり、翌年の夏に樹脂滲出が停止したが、約6週間後に回復し、マツノマダラカミキリ成虫の産卵を受けなかった(図-1D)。T6は2007年9月の調査終了時まで生き残り、またベールマン法ではマツノザイセンチュウが分離されなかったが、2007年9月時点でマツ材線虫病診断キットによりマツノザイセンチュウが検出され、当年枝の伸長抑制も見られた(写真-1B)ため、T6にはマツノザイセンチュウが潜在感染していたと判断した。潜在感染木における当年枝の伸長抑制は、これまでもいくつか報告されている(例えば、古野・二井 1983; 市原ら 2006)。また、T5、T12、T13は同日(2006年10月13日)に枯死が確認されたが、接種翌年に枯死したT5の当年枝は、接種当年に枯死したT12とT13の当年枝より短かった。当年枝の伸長成長におけるこの違いは、ある木が枯死した際に、その木へのマツノザイセンチュウの感染時期が当年か前年以前かの判断材料になりうると考えられる。

マツノマダラカミキリ成虫は、マツノザイセンチュウの感染の当年に枯れたか、線虫感染年には潜在感染になり翌年に枯れたか、にかかわらず、夏から秋に枯死した木に誘引され、産卵した。このことは、Futai (2003)の結果と一致している。さらに、T4とT5の結果から、線虫感染の翌年に枯死した木では、マツノマダラカミキリの産卵を受けても、幼虫がうまく成育できなかつたり、成育できた場合でも、その木から脱出した成虫はあまり多くのマツノザイセンチュウを保持できなかつたりする可能性がある。もしそうなら、線虫感染の翌年に枯死した木は、マツ材線虫病の感染源としての役割は小さいことになる。本研究では、クロマツ成木を用いたため、苗木を使った通常の試験と比較して、十分な数の調査木を供試できなかった。そのため、本研究の結果を基に、潜在感染木がマツ材線虫病の被害拡大に及ぼす影響を今後さらに調べる必要がある。

## 引用文献

Bergdahl DR, Halik S (1999) Inoculated

*Pinus sylvestris* serve as long-term hosts for *Bursaphelenchus xylophilus*. In: Futai K, Togashi K, Ikeda T (eds) Sustainability of Pine Forests in Relation to Pine Wilt and Decline. Proceedings of international symposium, Tokyo, 27-28 October, 1998. Shokado, Kyoto, pp 73 ~ 78  
古野東洲・二井一禎 (1983) マツノザイセンチュウ接種マツ属の生育, とくに接種後3年間の生育について. 京大農演報 55: 1 ~ 19

Futai K (2003) Role of asymptomatic carrier trees in epidemic spread of pine wilt disease. J For Res 8: 253 ~ 260

市原 優・窪野高德・升屋勇人・小岩俊行 (2006) 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

Ikeda T, Oda K (1980) The occurrence of attractiveness for *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) in nematode-infected pine trees. J Jpn For Soc 62: 432 ~ 434

Ikeda T, Enda N, Yamane A, Oda K, Toyoda T (1980) Attractants for the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). Appl Entomol Zool 15: 358 ~ 361

Maehara N, Aikawa T, Kanzaki N (2015) Relationship between pine wilt disease development in asymptomatic carrier trees of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) and their use by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Appl Entomol Zool 50: 33 ~ 39

Takeuchi Y, Kanzaki N, Futai K (2006) Volatile compounds in pine stands suffering from pine wilt disease: qualitative and quantitative evaluation. Nematology 8: 869 ~ 879

(2015.2.20受付, 2015.2.26掲載決定)

## 総説

# チャアナタケモドキによる樹木病害—サンプスギの非赤枯性溝腐病とその他の樹種の病害について—

太田祐子<sup>1</sup>

## 1. はじめに

スギ非赤枯性溝腐病は、「チャアナタケモドキ」という硬質菌の仲間のキノコにより引き起こされる辺材腐朽病害である。「チャアナタケモドキ」の学名はこれまで *Fomitiporia punctata* とされていたが、分類学的に混乱があり再検討を必要としていた。最近ようやく、日本全国から収集された多数の本病原菌と、本病原菌の形態的類似種および近縁種を網羅した分子系統学的解析が行われ、その結果、本病原菌が *Fomitiporia torreyae* Y.C. Dai & B.K. Cui であることが確定した (Ota *et al.* 2014)。また、これまで本病は千葉県と茨城県南部の限られた場所に発生する地域的な病害で、サンプスギという特定の挿し木品種に多発する病害であると考えられていたが、本病原菌は本州から九州まで広範囲に分布し、サンプスギだけでなくナシやコウヤマキなど多種多様な樹種に様々な症状の病害を引き起こすことも明らかになった。本稿はスギ非赤枯性溝腐病とその原因菌であるチャアナタケモドキについて最近の知見を概説し、さらに本菌を病原菌とするその他の樹木病害について紹介する。

## 2. スギ非赤枯性溝腐病とは

スギ非赤枯性溝腐病は、茨城県南部に植栽されたサンプスギから1960年に初めて報告され (今関 1960)、続いて1964年に千葉県からも報告された (青島ら 1964)。千葉県でも1960年頃から溝腐病が確認されていたという (青島ら 1964; 今関 1960)。サンプスギを用いた挿し木造林は千葉県において少なくとも160年以上前から実施されている (青沼 1993) が、今関 (1960) 以前に非赤枯性溝腐病によると思われる激害の報告はないことから、本病は



写真-1 サンプスギの幹に形成された溝腐症状

1960頃に顕在化した病害であると考えられる。

非赤枯性溝腐病という病名は、*Cercospora sequoia* Ellis & Everhart を病原菌とする「スギ赤枯病」から区別するためにつけられたものである。「スギ赤枯病」は1909年に茨城県で発見され、その後全国的に蔓延したスギ苗の葉の病害であり、海外からの侵入病害であると考えられている。「赤枯病」に感染した苗を山だしすると、後に溝腐れ症状に進展し、スギの「溝腐病」となることが知られている (伊藤 1974)。

スギの非赤枯性溝腐病の病徴は以下の通りである。幹の側面に縦長の溝が形成され、最大で長さ5～6m、深さは3～5cmに達することもある (写真-1)。腐朽がすすむと溝の中央部の樹皮は剥がれて腐朽部を露出する。この溝部分の辺材は白色腐朽を起こし、腐朽材には褐色の細い雲形の線模様の特徴的な帯線が形成される。腐朽材からは薄茶色の菌叢をもつ菌が分離される。非赤枯性溝腐病の溝腐れ症状と、「赤枯病」由来の「溝腐病」の違いは、赤

Trunk rot on "Sanbu-sugi" and diseases on other trees caused by *Fomitiporia torreyae*  
<sup>1</sup>OTA, Yuko, 国立研究開発法人森林総合研究所森林微生物研究領域

枯病由来の溝腐病の場合は、幹の溝部分は凹凸が激しく奇形になり、腐朽はみられないのに対し、非赤枯性溝腐病の場合は、縦にまっすぐな溝が形成され材が腐朽することにあり、これによって両者を区別することができる（伊藤 1974）。

非赤枯性溝腐病は、初期症状において溝の中心部に枯れ枝痕が必ずみられたことから、病原菌は枯れ枝や枯れ枝痕から侵入し形成層を壊死させ、その結果溝が形成されると推測された（今関 1960）。通常、植栽後約20年経過してから特徴的な溝が確認できる（小田 1986）。本病の分離菌株を用いて接種試験が行われた結果、接種後4年8ヶ月後に溝症状が再現されたと報告されている（阿部ら 1991）。溝の形成には、形成層の壊死と巻き込みが関係するため、自然条件下での胞子による感染と、種駒に菌を蔓延させたものを接種源とした接種試験とでは、感染源の菌体量が大きい接種試験において溝の形成が早いと考えられる。

### 3. サンプスギ

サンプスギは、1760年代の江戸中期ごろから千葉県山武地域に広まった挿し木造林の品種とされ（岩井 1986）、遅くとも1850年頃には確立されていた品種（青沼 1993）であり、千葉県の山武地域を中心に千葉県内で広く植栽されている。千葉県農林水産部林務課が1995年に行った調査によると、千葉県におけるサンプスギ植栽面積は1995年当時で7734.7 haで県内スギ林の17.8%を占め、最もサンプスギの多い山武地域においては44.7%にも達する（幸ら 2014a）。

山武地域のサンプスギを用いた挿し木造林は、「山武林業」として知られる。山武地域は、スギの産地としては珍しく標高50m以下の平地で、他の著名な林業地に比較し年降水量が極めて少ないうえに（1500mm以下）、夏季に乾燥する。土壌は、通気性や透水性が不良である。年平均気温は14℃程度だが冬場の季節風が強いことから低温、土壌凍結などにより凍霜害を受けることも多い。このようにスギの適地とは言い難い地域において悪条件を克服し優良材

を生産するために、山武地域では挿し木スギを用いた特色ある施業法が生まれた（岩井 1986）。例えば、「マツスギ二段林仕立て」では、まず乾燥に強いマツを保護樹として植栽する。場所によってはマツ植栽前に数年間畑作をする「木場作」を行い、土壌の物理性の改良をはかったという（青沼 1993）。一段目のマツがある程度成長した後、下木として耐陰性のサンプスギを育てた。早生系にもかかわらず、サンプスギの優良形質のひとつとされている緻密な材は、このように形成されたものであった。その後、スギの成長に伴いマツを伐採し、ヒノキを植栽してスギーヒノキ（とサワラ）の混交林へと誘導する。スギは需要に応じて択伐し、長伐期施業へと移行した。このような施業法は地面の露出を避け、地力を損なわないためのものであったという。また、サンプスギを別名「カンノウスギ（閑農杉）」と呼ぶことからわかるように、山武林業は農閑期に農家が行う農家経営林業であり、平地林を生かした混農林業を行うことも特徴であった（青沼 1993；岩崎・福原 1961；岩井 1986）。なお「カンノウスギ」という呼称は山武市松尾町金尾に由来する「金尾杉」という説もある。

サンプスギは、幹は通直完満で断面は正円に近いこと、心材は淡紅色で材色が美しい、樹高に対して直径は小さい、樹冠は円錐形で専有面積が小さい、耐寒性、耐陰性が高い（耐凍性は弱い）、発根性がよい、枝の枯れ上がりが早く、初期成長が早い早生型である、さらに雄花が少ない少花粉品種であるなど、優良な形質を多く有している（幸ら 2014a）。病害虫に関しては、スギ赤枯性溝腐病には強いが、非赤枯性溝腐病には弱いことが知られる。

サンプスギは、山武地域のみならず千葉県全域に広く植栽され、他県へも苗が出荷された（青沼 1993）。1961年当時、樹齢20年を超えるサンプスギ林は茨城・栃木・群馬・埼玉・神奈川・愛知県に存在した（岩崎・福原 1961）。

### 4. サンプスギの非赤枯性溝腐病による被害

千葉県においてサンプスギの非赤枯性溝腐病の罹



病率は県全体で平均40%を超え、最も被害の激しい地域においては90%を超える(小田 1986)。しかし、千葉県外での非赤枯性溝腐病被害については、茨城県南部のサンプスギ林で90%にも及ぶ高い罹病率で発生した事例(今関 1960)を除き、報告はない。1970年代初めに福島県の21年生サンプスギ林と、栃木県の51年生サンプスギ林を調査した事例では、非赤枯性溝腐病の発生はなかったと報告されている(真板ら 1970; 1971)。これらの林分は山武地域と比較して気象・土壌条件ともに良いスギの適地であることに加え、丁寧に保育がなされていたという(真板ら 1970; 1971)。

千葉県内のサンプスギ林においては、地域によって罹病率が異なることが報告されている(小田 1986)。一般に北部地域(山武地域)では罹病率が高く、南部においては低い。千葉県においては、北部はスギの造林に適さない黒ボク土が多く、南部は褐色森林土が多いこと、また、北総地域では夏に少雨であることから、スギの成長が著しく悪いことが影響していると考えられている(小田 1986)。

## 5. 品種間の抵抗性の差と、サンプスギ以外のスギ品種における被害について

スギの品種間の非赤枯性溝腐病抵抗性の差については、千葉県内のスギ品種試験林において実施された品種ごとの罹病率調査によって明らかにされた(岩澤・中川 1995)。千葉県北総地区で特に本病の罹病率が高かった3箇所(林齢28～33年)の試験林において、サンプスギよりも統計的に罹病率の高い品種(鬼目2号、鬼目9号、周南2号)があることが明らかになり、また、全く罹病しない品種(キジン、アラカワ、周南1号、鬼目8号)もあった。

品種間での非赤枯性溝腐病の再現性の違いについて、サンプスギを含む6品種(サンプスギ、クモトオシ、郷台、キジン、日南2号、日の出3号;クモトオシ、郷台、キジンはサンプスギより罹病率が低い品種(岩澤・中川 1995)。後の2品種の罹病率は不明)について接種試験が行われ、その結果、溝の形成率と長さ、その部分からの菌の再分離率、腐朽



写真-2 ダイスギの溝腐れ症状

部の広がり、接種部の辺材の巻き込み状態に、サンプスギとその他の品種との間には大きな違いがあった(阿部ら 1991)。また、幸ら(2014b)は、サンプスギを含む7品種(周南2:サンプスギより罹病率高い、周南1号、鬼目8号、北三原3、ボカスギ、鬼目10:サンプスギより罹病率が低い)において接種試験を行い、岩澤・中川(1995)の報告したそれぞれの品種の罹病率と、接種後の腐朽面積には相関があることを明らかにしている。

実生スギとの相違については、サンプスギ林と在来実生スギ林が隣接している箇所、サンプスギ林の罹病率は62.9%であったのに対し、在来実生スギ林では14.7%であったと報告されている(岩澤・中川 1995)。

サンプスギ以外の品種からの非赤性溝腐病の報告は、これまで千葉県外からはなかったが、2012年に、京都市にある森林総合研究所関西支所桃山実験林においてサンプスギとは全く関係のない品種から激しい被害が発見された(太田ら 2013)。また、茨城県つくば市にある森林総合研究所構内に植栽された台杉にも激しい溝腐症状が見られ(写真-2)、菌を

分離同定したところチャアナタケモドキによる非赤枯性溝腐病であることが明らかになった(太田 未発表)。従って非赤枯性溝腐病は、千葉、茨城以外の地域においても発生していること、サンプスギ以外のスギ品種も罹病することが明らかにされた。

## 6. 病原菌「チャアナタケモドキ」

チャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae*) は担子菌門のタバコウロコタケ科 *Fomitiporia* 属に属する菌である。現在 *Fomitiporia* 属とされているグループは、かつては *Phellinus* 属 (広義) の一部とみなされていた。この仲間は形態的な特徴に乏しく、子実体の外観および顕微鏡的形態においてもよく似た種が多いことから、形態による分類が困難なグループとして知られ、今でも分類学的再検討の途上にある仲間である。非赤枯性溝腐病菌であるチャアナタケモドキの学名についても、当初は *Fuscoporia punctata* として発表され (青島ら 1964)、その後、命名法上の異名である *Phellinus punctatus*、そして *Fomitiporia punctata* が用いられた。しかし、もともとヨーロッパで記載された *Fomitiporia punctata* は広葉樹を宿主とすることや (Ryvarden and Gilbertson 1994)、日本でも、北海道や山梨県の富士山麓などの冷温帯域において広葉樹を宿主とする *Fomitiporia punctata* とされる菌が報告されていた (伊藤 1955; 山口 2012) ことから、暖温帯以南が主な分布域で針葉樹 (スギ) の病原菌である本菌が、これらと同一種かどうかについては疑問視されていた。最近、本病原菌の分類学的位置について、海外産の既知種、日本の冷温帯地域産 *F. punctata*、サンプスギの非赤枯性溝腐病菌、さらにサワラ、コウヤマキ、ナシ、ツツジなどから分離された多数の *Fomitiporia* 属菌を用いて、分子系統学的解析を行った結果、スギ、サワラ、コウヤマキ、ナシ、ツツジから得られた菌は、*F. punctata* ではなく、中国で記載された (Dai and Cui 2005) *F. torreyae* と同一種であることが明らかになったのである (Ota et al. 2014)。

チャアナタケモドキの子実体は、目立たないので

見つけにくい。実際、罹病率の高いスギ被害林内でも立木上に見られることはほとんどない (幸ら 2014a)。子実体は、傘を作らない完全な背着生で、樹皮に張り付くように形成され、管孔の表面は茶色である (表紙写真参照)。本種は、従来形態分類上重要と考えられていた形質に、ある程度のバラツキがある。子実体は1年生または多年生で、スギとサワラでは1年生の子実体が多いが、ナシとコウヤマキでは多年生になることが多い。また、孔口のサイズは4~6個/mmから7~8個/mmと幅広く、剛毛体の発生頻度にもバラツキが認められた (Ota et al. 2014)。

チャアナタケモドキは、東北から九州まで、主に暖温帯を中心に広く分布する (中村 2013; Ota et al. 2014)。宿主も幅広く、Ota et al. (2014) に引用された子実体標本の宿主には、スギ、サワラ、コウヤマキ、チョウセンマキ (イヌガヤの品種)、イヌマキ、ナシ、ツツジ、ユキヤナギ、アセビ、ボダイジュ、ヒトツバタゴ、ウメ等が記載されている。

チャアナタケモドキの生活環は、次のように考えられる。新しい子実体あるいは子実層は5月から6月頃に形成される (中川 1993)。胞子形成と胞子飛散時期はおおむね6月から11月であり (中川 1993; 金子ら 2014)、胞子は20~30℃の温度条件下で飛散し、降雨のない日が継続すると飛散を中断する (金子ら 2014)。飛散した胞子は、枯枝や枯枝痕等に付着し発芽し成長して1次菌糸となる。チャアナタケモドキの交配様式は4極性ヘテロリズムであることから (金子ら 2012)、1次菌糸同士が交配することによって2次菌糸が形成される。2次菌糸が材の腐朽を引き起こし、スギでは溝腐症状、ナシにおいては萎縮症状等の原因となる。数年のちに罹病木上に子実体を形成する。子実体の形成には一定の菌体量と栄養分、適度な湿度が必要である。人工的に子実体を形成させた実験では、直径10cm×長さ30cmのクリ材に3年間菌を培養し蔓延させた後、半年から2年間半日陰の野外に放置したところ子実体が形成されたと報告されている (金子ら 2012)。

## 7. サンプスギの非赤枯性溝腐病被害の拡大要因と被害を回避するための管理手法

小田 (1986) は、千葉県下約360カ所のサンプスギ林を調査し、林齢25～60年生サンプスギ林190カ所の1986年当時の罹病率と、様々な要因 (年降水量, 気候区, 地質, 土壌, 微地形, 表層地質, 斜面方位, 間伐, 枝打ちなど管理状況) との相関について解析を行った。その結果, 調査時において, 罹病率と明瞭な相関がみられたのは土壌のみであり, 黒色土 (主に北総地区に多い) では罹病率が高く褐色森林土 (南総地区に多い) ではおおむね低いと報告した。罹病率と年降水量については, 年降水量が1600 mmを超える地域では低い傾向にあったが, 黒色土の場所について降水量の低い北総地区と降水量の多い南総地区とでは罹病率に有意差はないこと等を明らかにした。これらを総括し, サンプスギの非赤枯性溝腐病が1960年ごろから急激に拡大した要因について, 「罹病率が高いのはこうした適地でないところに植栽され, しかも施肥法が変化した, この2要因の相乗的な結果といえる」と述べている。1940年代ごろには, 戦中戦後の伐採の後を埋めるために, 伝統的造林技術を用いることなく, 主にサンプスギを用いた単純一斉林の造成が行われたことが, 被害を大きくしたと思われる。つまり, 一斉造林を行うにあたって, 木場作や2段林仕立てによる土壌物理性の改良や肥培および乾燥対策がなされず, さらに伝統的にはサンプスギの植林が行われてこなかったいわゆる不適地にも植林されたことから, 宿主側の物理的防御 (傷の巻き込み) が弱まったと考えられること, チャアナタケモドキは枯枝や枯れ枝痕が菌の侵入口とされていることから枝打ち等の保育が以前のように行われなくなったことによって菌の侵入門戸が増加したことなどが影響したと考えられる。

防除法として枝打ちの有効性については, 1960年以後いくつかの調査が行われたが, 枝打ちの回数と被害率の関連性や枝打ちなどによる管理の良否が被害率に及ぼす影響は認められなかった (中川 2000; 小田 1986)。その理由として, サンプスギは枝が細く枯れあがりも早いので, 枯れ枝が形成され

てから枝打ちを行ったものや, 患部の溝が形成されたあとに枝を落としたもの等, 病原菌の侵入口を塞ぐ「予防」目的とした枝打ちには相当しないものも含まれていたと考えられる (中川 2000)。また, 巻き込まれた枝の付け根から発病している例もあることから, 「半枯れ」状態で感染する可能性も疑われていた (松原ら 2009)。予防を目的に, 厳密に早期の強枝打ちを行った場合の効果は, 松原ら (2009) により明瞭に示された。強度の枝打ちを5回 (5, 7, 10, 15, 18年) 行った場合の被害の発現割合を調査した結果, 地上高5 mまでの本数被害率は, 強度枝打ち林分は11.5%, それに対して対照林分が90%であったと報告した。患部の数も, 強度枝打ち林分では多くが1箇所であったのに対し, 対照林分では3～8箇所のものが多いことを示した。従って, 強度の枝打ちは, 本病の予防に有効である。実際, 山武地方で行われてきた枝打ち法は, 「成長の良好な林分では, 植え付け後3～4年で稚児枝を採る。10年後全樹高の約2分の1の枝を下ろす。成長中以下の所の第1回の枝打ちは, 植え付け後7～8年頃, 第2回目は20年頃行う。枝打ちの程度は第1回目において, 樹高の3分の1, 第2回目2分の1, 第3回目3分の2～4分の3の枝を下ろす」 (千葉県農林水産技術会議 1975) とされ, かなり強度の枝打ちが実施されてきたと考えられる。

千葉県により発表されたサンプスギの標準技術体系一覧では (千葉県農林水産技術会議 1975) では主伐を35年としている。サンプスギは, 樹齢が高くなると成長量が低下する早生系であるうえ, スギ非赤枯性溝腐病にかかりやすいことから長伐期施業には適さない (千葉県農林水産技術会議 2013)。「山武スギは5, 60年ごろになると成長が遅くなりその頃には乾材に腐朽が出る」「山武地方でも百年以上の老齢保残木の多くはI型 (ポッテリスギ) で山武スギは残っていない」という記録もあり (田中 1957), 用途としても「柱材, 建具材, 船材の外装」 (青沼 1993) とされていることから, 非赤枯性溝腐病罹病率が現在のように高くなる前から, 長伐期施業には使われていなかった可能性もある。



非赤枯性溝腐病の伝搬は孢子飛散によって行われる。したがって、感染源である子実体を取り除くことは重要な予防手段となる。これまで、罹病率の非常に高い林分においても立木には子実体の形成はほとんど見られなかったが、近年になって、林地に集積された材（林地残材）に子実体が多く発生することが明らかになった（岩澤・幸 2011）。林地残材は適切に処理する必要がある。

非赤枯性溝腐病の患部は、林齢50年以下では多くが地上高5m以下に形成され、病状が進行すると心材部まで腐朽が進むことから、被害材を構造材等に利用することは困難である。山武市ではサンプスギの被害材や間伐材の有効活用と森林整備推進のために、平成16年に「千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクト」に参入し、平成17年度および20年度に「山武市地域新エネルギービジョン」、「山武市バイオマスタウン構想」を策定した（山武市 2015a, b）。被害材をチップ化し、パルプ原料、ウッドバイオマスプラスチックや木質ペレット等、新しい形での利用を探っている。

## 8. ナシ萎縮病

ナシ萎縮病は、主に20年生以上の成木に発生し、春先の展葉直後の葉の波打ちや小型化、葉縁の黒変、幼果の小型化や奇形を引き起こし、症状が激しくなると木全体の枯死に至る病害である（佐久間ら 1993）。ナシ産地において、春先に葉が萎縮する症状は古くから知られ、当時はウイルスを病原とする萎縮病であるとされたが接ぎ木接種によりウイルスでないことが明らかになり、その後罹病木からの菌の分離とその接種試験により、病原菌は *Phellinus igniatus* に類似する菌であると推察された（佐久間ら 1993）。このときの観察でも、本病原菌の侵入口は、大枝の分岐部分や、若木時代の切り返し部分、主軸から側枝を切除した痕と報告されている。2011年に *Fomitiporia* sp. が病原菌であることが明らかとなり（塩田ら 2010；金子ら 2011）、さらに、上述の通り、サンプスギの非赤枯性溝腐病菌などと一緒に解析した結果、ナシ萎縮病の病原

菌は *Fomitiporia torreyae* と確定された（Ota *et al.* 2014）。本病の発生はナシの中でも特に幸水が多いが、豊水、新高、二十世紀などの他の品種でも報告がある。これまで本病の発生状況を全国規模で調査した例はないが、中村（2013）によると、2012年に開催されたナシ萎縮病診断ワークショップにおいて、各地で採取された萎縮症状を示した枝葉サンプルの診断が行われた結果、サンプルの6割以上が本病によるもので、発生品種の7割以上が幸水であった。東北から九州地方の少なくとも24県で発生が確認されたという。千葉県では、14市町21樹の萎縮病の症状を示す主枝から菌を分離し同定したところ、本菌が検出され、千葉県の主要ナシ産地に広く分布することが明らかになった（金子ら 2013）。

ナシ萎縮病について、現時点では有効な防除法は確立されていない。感染源となる子実体の除去をおこない、感染を防ぐために剪定後などの傷口を保護し、樹勢の維持と回復をはかる等の耕種的対策による予防が主である（中村 2013）。

## 9. その他の樹種におけるチャアナタケモドキによる病害

近年、スギやナシ以外にも、チャアナタケモドキを病原菌とする樹木病害は報告されている。コウヤマキの枝枯れおよび全身枯れ症状（Hattori and Ota 2010；服部ら 2011）は、奈良県と和歌山県のコウヤマキ植林地で2010年ごろに発見された。コウヤマキは、庭木として用いられるだけでなく、西日本では切り枝を仏事の供花として利用するため重要な林産物である。コウヤマキの病徴としては、まず一本の枝枯れからはじまり、近接する枝全体の枯れへと進展し、辺材は白色腐朽する。複数箇所には枝枯れが生じた時は全木の枯死にいたる場合もある（写真-3）。枯死枝の下側にはチャアナタケモドキの子実体がしばしば発見された。コウヤマキの材から分離された菌を用いた接種試験により、コウヤマキに病徴が再現され、チャアナタケモドキが本病の病原菌であることが確認された（服部ら 2011）。

また、群馬県においてはツツジの名勝におい





写真-3 コウヤマキの枝枯れ症状 (森林総合研究所 服部力氏撮影)

て、推定樹齢500年を超える古木を中心にチャアナタケモドキによる衰退枯死が報告された (伊藤ら2014)。

サワラの溝腐れ症状においても、腐朽部よりチャアナタケモドキが分離されている。

## 10. おわりに

スギ非赤枯性溝腐病の病原菌チャアナタケモドキは、サンプスギだけではなくナシ、コウヤマキ、サワラ、ツツジなど広範な樹種に、枝枯れ、溝腐れ、縮葉症状などを引き起こす樹木病原菌であることが明らかになった。被害の大きいサンプスギ、ナシ (特に幸水) については、1) 両品種とも本病原菌に感受性の高い品種であり、感受性クローンがまとまって大量に植栽されている環境、2) 子実体発生に適切な環境 (罹病木を長期間放置する、あるいは罹病した材を林地残材とする) が確保され、感染源の胞子を大量に飛散できる状況、かつ3) 枯枝や枯れ枝痕、剪定痕など、病原菌の感染に不可欠な侵入口が確保されている状況にあり、樹木病害発生条件が満たされているといえる。

千葉県は、サンプスギの植栽面積が全国一であるだけでなく、ナシの収穫量・出荷量でも全国一位である (農林水産省 2015)。幸水の千葉県における結果樹面積は、1973年に81haであったのが2007年には832haで約10倍になっている (総務省統計局 2015)。ナシの産地とスギ造林地は必ずしも重ならないが、感染が孢子飛散によって行われることを考えると、千葉県がサンプスギと幸水の産地であることは、本病原菌の密度を高める結果になっているかもしれない。本病原菌による病害の防除 (予防) と管理手法の確立のためには、地域の連携と、分野を超えた取り組みが必要不可欠であると考えらる。

## 謝辞

本稿に写真 (写真-3) をご提供くださいました森林総合研究所 服部 力氏にお礼申し上げます。また、貴重な文献をご提供頂きました千葉県農林総合研究センター森林研究所 幸由利香氏、小林沙希氏にお礼申し上げます。

## 引用文献

- 阿部恭久・服部 力・小林 正 (1991) スギ非赤枯性溝腐病菌のスギ6品種への接種試験. 日林論 102: 323 ~ 324
- 青沼和夫 (1993) 再考山武林業. グリーン企画, 東京
- 青島清雄・林 康夫・米林俵三・近藤秀明 (1964) サンプスギの非赤枯性溝腐病. 日林講 75: 394 ~ 397
- 千葉県農林水産技術会議 (1975) サンプスギ育苗林標準技術体系. 千葉県
- 千葉県農林水産技術会議 (2013) 農林水産技術会議技術指導資料 平成25年3月 長伐期施業の進め方
- Dai Y-C, Cui B-K (2005) Two new species of Hymenochaetaceae from eastern China. Mycotaxon 94: 341 ~ 347
- Hattori T, Ota Y (2010) Umbrella pine dieback caused by *Fomitiporia* sp. The International Forestry Review 12: 399

- 服部 力・田中正臣・栗生 剛 (2011) チャアナタケモドキによるコウヤマキ枝枯症状. 日林講 122 : Pb053
- 今関六也 (1960) 山武スギの新しい病気, 赤枯性の溝腐れ病とその生態的防除論. 森林防疫ニュース 9 : 240 ~ 245
- 伊藤一雄 (1974) 樹病学体系Ⅲ. 農林出版, 東京
- 伊藤誠哉 (1955) 日本菌類誌. 2巻第4号 養賢堂, 東京
- 伊藤英敏・中村精一・大森路子・田端雅進・服部 力・太田祐子 (2014) 群馬県館林市におけるツツジ属植物の衰退. 日林講 125 : L09
- 岩井宏寿 (1986) 山武林業. 森林航測 148 : 20 ~ 24
- 岩崎厚美・福原楯勝 (1961) 山武林業. 林業技術 231 : 40 ~ 45
- 岩澤勝巳・幸由利香 (2011) 林地残材におけるスギ非赤枯性溝腐病菌の子実体発生. 日林講 121 : D36
- 岩澤勝巳・中川茂子 (1995) 千葉県精英樹におけるスギ非赤枯性溝腐病抵抗性のクローン間差. 日林 関東支論 47 : 57 ~ 58
- 金子洋平・中村 仁・塩田あづさ・鈴木 健・服部 力・太田祐子・安田文俊・幸由利香・牛尾進吾 (2011) ナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. の同定および定義づけ. 日植病報 77 : 168
- 金子洋平・中村 仁・塩田あづさ・鈴木 健・鈴木達哉・幸由利香・牛尾進吾 (2014) ナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. の担子胞子の飛散消長. 日植病報 80 : 3 ~ 10
- 金子洋平・中村 仁・牛尾進吾 (2012) ナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. におけるヘテロタリズム. 日植病報 78 : 159 ~ 168
- 金子洋平・塩田あづさ・鈴木 健・鈴木達哉・幸由利香・牛尾進吾 (2013) 千葉県内におけるナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. の感染実態および分布状況. 関東東山病虫害研究会報 60 : 67 ~ 70
- 真板秀二・青沼和夫・岩井宏寿 (1970) 県外 (福島県いわき市) のサンプスギ生育状況調査. 千葉林試報 5 : 71 ~ 77
- 真板秀二・榎本善夫・岩井宏寿 (1971) 県外のサンプスギ生育状況調査(Ⅱ) - 日光市小来川におけるサンプスギの生育状況 -. 千葉林試報 6 : 20 ~ 24
- 松原 功・石川栄次・藤林範子・中川茂子 (2009) 予防を目的に強度に枝打ちを行ったサンプスギ林におけるスギ非赤枯性溝腐病の発現割合. 関東森林研究 60 : 215 ~ 216
- 幸由利香・寺嶋芳江・岩澤勝巳・福島成樹・遠藤良太 (2014a) 非赤枯性溝腐病と病原菌チャアナタケモドキに関する最近の知見. 千葉農林総研研報 6 : 125 ~ 131
- 幸由利香・寺嶋芳江・太田祐子・服部 力・佐橋憲生・金子洋平 (2014b) スギ精英樹等の苗木を用いた非赤枯性溝腐病に対する抵抗性評価. 関東森林研究 65 : 245 ~ 248
- 中川茂子 (1993) スギの病虫害の生態と防除に関する研究 - スギ非赤枯性溝腐病の発生生態と防除法の解明 (チャアナタケモドキの担子器発生時期). 千葉県林業試験報告 28 : 35
- 中川茂子 (2000) 早期枝打ちによるスギ非赤枯性溝腐病の予防効果. 森林防疫 49 : 204 ~ 209
- 中村 仁 (2013) 最近話題となっている病虫害 ナシ萎縮病. 植物防疫所病虫害情報 99 : 6
- 農林水産省 (2015) 農林水産統計. [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kazyu/pdf/syukaku\\_ninasi\\_14.pdf](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/pdf/syukaku_ninasi_14.pdf), 2015.2.23参照
- 小田隆則 (1986) サンプスギの非赤枯性溝腐病の発病に係る環境要因の解析. 千葉県農林技術会議60年度試験研究成果発表資料 : 4 ~ 18
- Ota Y, Hattori T, Nakamura H, Terashima Y, Lee SS, Miyuki Y (2014) Taxonomy and phylogenetic position of *Fomitiporia torreyae*, a causal agent of trunk rot on Sanbu-sugi, a cultivar of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) in Japan. *Mycologia* 106: 66 ~ 76
- 太田祐子・木村 恵・服部 力・幸由利香 (2013) サンプスギ以外のスギ品種における非赤枯性溝腐病の発生. 日林講 124 : P2-055

Ryvarden L, Gilbertson RL (1994) European polypores 2. *Meripilus-Tyromyces*. Synopsis Fungorum 7, Oslo Fungiflora

山武市 (2015a) 地域新エネルギービジョン. <http://www.city.sammulg.jp/soshiki/14/new-energy.html>, 2014.3.12参照

山武市 (2015b) 山武市バイオマスタウン構想. <http://www.city.sammulg.jp/soshiki/14/biomass-town.html>, 2014.3.12参照

佐久間勉・高村尚武・落合政文・小林 正・阿部恭久・田中寛康・高梨和雄 (1993) ニホンナシに発生するヒポキシロン幹腐病(新称)と萎縮病. 果樹試報 24 : 45 ~ 59

塩田あづさ・金子洋平・鈴木 健・中村 仁・服部力 (2010) ナシ萎縮病は *Fomitiporia* sp. によって引き起こされる. 日植病報 76 : 156

総務省統計局 (2015) 果実生産出荷統計. 長期累年統計表一覧. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001014187&cycode=0>, 2015.2.15参照

田中波慈女 (1957) 山武林業と山武杉を批判する. 林業技術 183 : 15 ~ 18

山口岳広 (2012) *Fomitiporia punctata* 接種によるエゾヤマザクラの辺材腐朽と枯死. 日林講 123: Pb041

(2015.2.23.受付, 2015.3.23掲載決定)



都道府県だより

# 滋賀県におけるニホンジカによる林業被害とその対策状況

## ○はじめに

滋賀県におけるニホンジカによる林業被害面積は、年間250ha程度を推移している。成熟期にあるこれらの森林を守るために、森林病虫害等防除事業や造林事業等により積極的に防除を実施し、また、琵琶湖森林づくり県民税等を活用して年間約1万頭を超えるニホンジカを捕獲している。

## ○生息状況と被害状況について

滋賀県におけるニホンジカの生息数は約4万7千頭～6万7千頭（平成22年度）と推定されている。また、林業被害面積は、図-1のように平成11年頃から急増し始め、近年では年間250ha程度を推移している。

林業被害は、写真-1のように幹の剥皮被害が主となっており、被害を受けた林分は、今後の健全な成長は不可能であり、材としての利用も見込めない。

また、写真-2のように、地上から1.5m程度までの葉が食害にあい、ブラウジングラインを呈し、



写真-1 剥皮被害の状況

下層植生は食べ尽くされ裸地化している地域も多く見られ、土砂流出など林地保全上の問題が危惧されている。

## ○被害防除について

防除においては、森林病虫害等防除事業や造林事業によってテープ巻きや防護柵等を実施している

実損面積(ha)

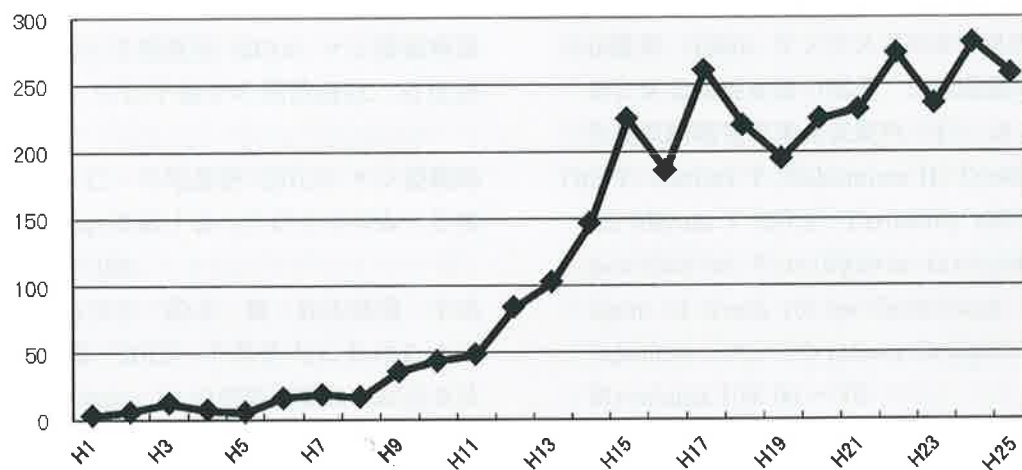


図-1 滋賀県内のシカによる林業被害面積（実面積）の推移（幼齢木食害・剥皮被害）

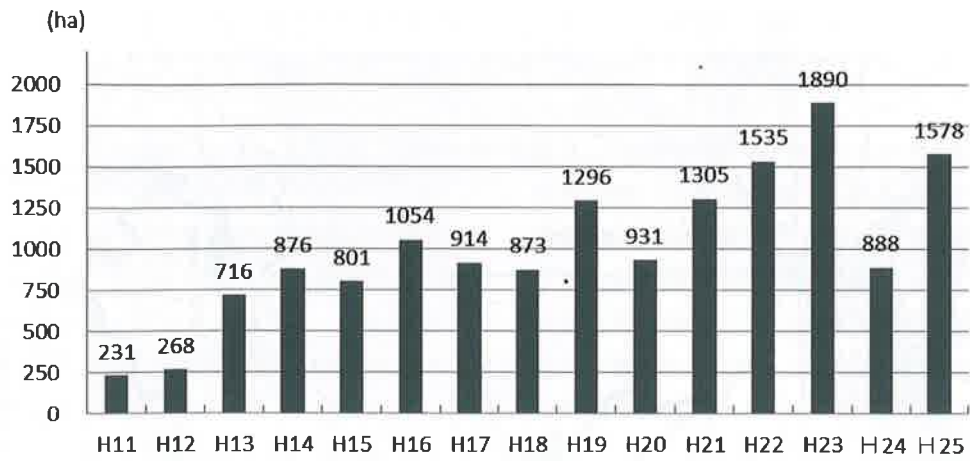


図-2 滋賀県のテープ巻きの実績推移

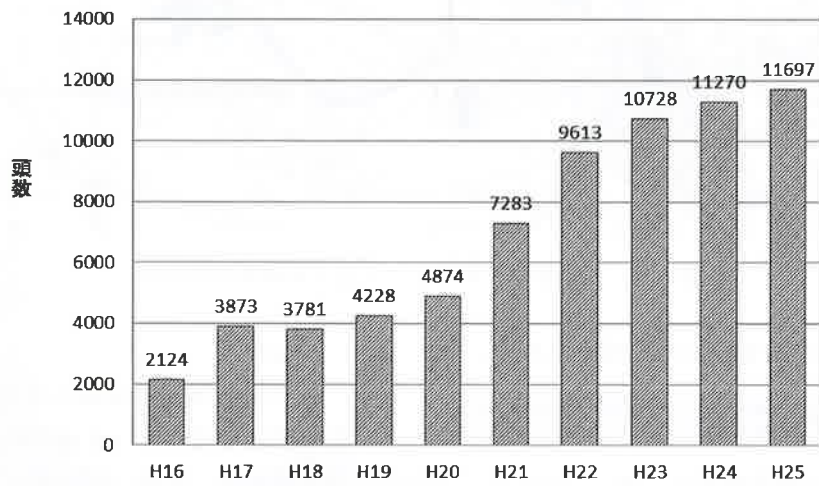


図-3 滋賀県のニホンジカ捕獲実績推移



写真-2 ブラウジングライン



写真-3 実施状況

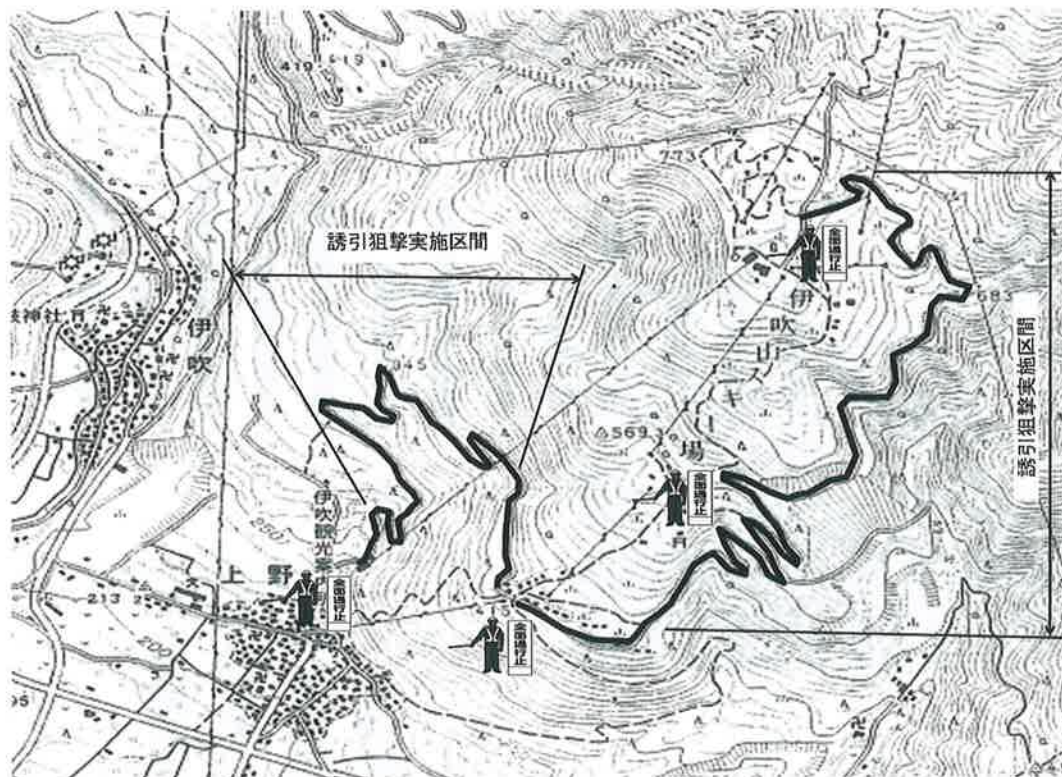


図-4 誘引狙撃を実施した林道（米原市の伊吹山）

(図-2) が、完全に被害を防ぐのは困難である。

### ○個体数管理について

本県のニホンジカの捕獲頭数は、図-3のように近年では約1万頭を超えている。また従来の捕獲方法に加え「ニホンジカの流し猟式誘引狙撃」を新たに実施する等捕獲数の増に取り組んでいる。

#### ◇流し猟式誘引狙撃の概要

林道沿いに給餌場を作ってシカを誘引し、群れが給餌場に馴れたら林道を巡回する車両からシカを狙撃する。

#### ◇誘引狙撃の実施について

狙撃個体が逃走すると、つられて他の個体も逃走し、警戒心が高いシカが増加することになるため狙撃時に即倒させる必要がある。また、群れの個体関係を考慮して狙撃を行う個体の順番を決定するなどシカについての生態学的知識が必要とされるため、高度な狙撃技術、高い専門知識を持った射手が狙撃を行った。(写真-3)

#### ◇安全対策

誘引狙撃実施中は林道を通行止めにするほか、狙撃開始1時間前に交通整理員を配置し、パトロールを実施。車両、登山者を完全に排除してから狙撃を開始した。また、林道以外の場所には、要所に立ち入り禁止であることを示す看板を設置し注意喚起を図った(図-4)。

#### ◇捕獲実績

平成25年度4頭

平成26年度16頭

### ○対策の成果と今後の課題

林業被害に対しては前述のとおり「被害防除」および「個体数管理」により対策を講じているが、現在のところ、被害が減少傾向にあるとはいえない。

今後、モニタリング調査を実施しながら、適正な個体数管理と健全な森林を維持するための積極的防除を継続していく必要がある。

(滋賀県琵琶湖環境部森林保全課)



# 宮崎県における松くい虫被害

## ○被害の推移

宮崎県の潮害防備保安林は、総延長400kmの海岸線に約1,600haが広がっており、潮風、飛砂防止等の上で重要な役割を担っています。また、近年では、南海トラフ巨大地震に対する防災・減災効果の面での海岸林の果たす役割も再認識されているところです。

「宮崎県林業史」(1997年)によると、本県における松くい虫被害は、昭和14年に日南市で発見されたのが最初であり、長崎県からパルプ原木として移入した被害木が発生源といわれています。発生7年目の昭和21年には18万㎡、24年には27万㎡の被害量と

なり、全国の被害量の約20%を占め、県北の一部の地域を除いて県下全域で猛威をふるいました。昭和30年代になると被害は3万㎡以下で推移し沈静化しましたが、昭和40年代には拡大造林によるマツが大きくなるにつれて再び被害が増加し、5万㎡を超えることもありました。その後、山間部におけるマツ林の減少もあり、徐々に被害量は減少しています(図-1)。しかし、高度公益機能森林においては、平成15～20年まで500㎡前後で推移していた被害量が、25年には2,000㎡程度にまで増加し、26年においても被害は収束せず、海岸防災林としての機能の維持が困難なところも出てきています(写真-1)。

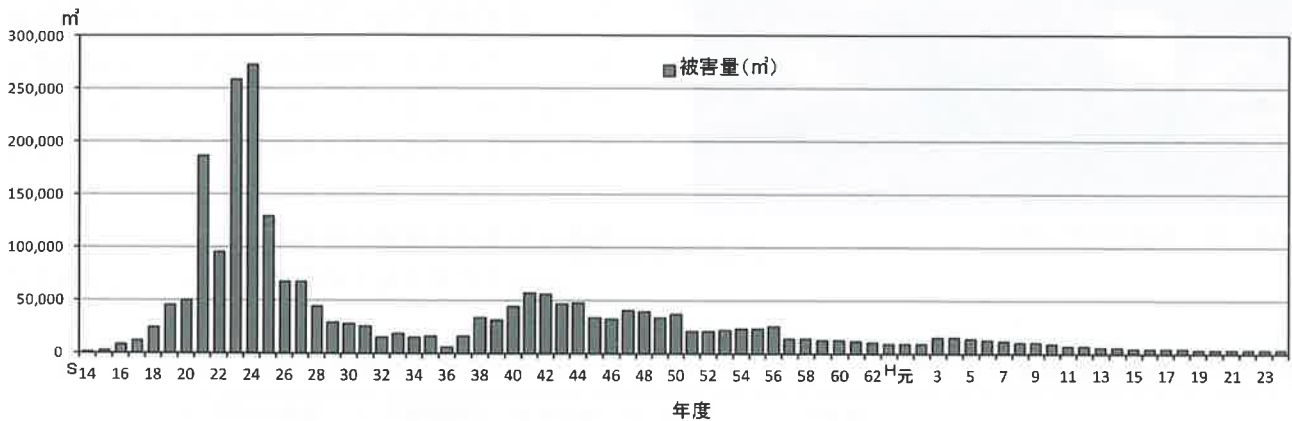


図-1 宮崎県における松くい虫被害量の推移



写真-1 海岸マツ林の被害 (上：枯損木は年越枯れ, 下：1年7ヶ月後)

### ○被害対策

民有林における松くい虫被害対策については、海岸クロマツ林を中心に、これまで空中散布、地上散布、伐倒駆除、樹幹注入を実施してきましたが、平成25年には夏季の高温、少雨の影響により被害が増大し、五月雨的に年越枯れも多数発生しました。また、26年も枯損木の発生が多いことから、激害地においては特別伐倒駆除を実施し、枝を含めてチップ化(写真-2)、焼却することで、マツノマダラカミキリ(以下、カミキリ)幼虫の駆除を図っています。



写真-2 被害材のチップ化

### ○抵抗性クロマツの被害

県内の海岸クロマツ林で実施されている松くい虫被害対策について、防除薬剤や防除方法などの違いによる枯損状況を明らかにし、効果的な防除につなげることを目的に、枯損状況調査を平成23年から実施しています。

表-1に結果を示します。調査開始からわずか4年で、各調査地200本程度設定した調査木のほとんどが枯損しました。特に枯損木が平成23年0本、24年4本であったNo.5調査地の抵抗性クロマツは、地上散布を実施していたにもかかわらず、25、26年で計140本が枯れました。

平成25年にNo.5調査地の周囲から、長さ約1mの伐倒駆除丸太50本を集めて網室に入れ、カミキリの羽化脱出数を調べたところ、88頭が羽化脱出しました。これを幼虫の穿入孔数179で割ると約50%が羽化したことになり、伐倒駆除の効果が半分程度だったことがわかりました。(表-2)。このほか、被害林内では2cm程度の枝にも脱出孔(写真-3)が見られたことから、放置枝からも相当数のカミキリが発生したものと推測されました。

このようにカミキリの発生数が多いことが被害増

表-1 枯損状況調査結果

No.	区分	薬剤	調査木 本数(本)	林 齢	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	立木密度 (本/ha)	枯損木本数(本)				枯損率	
								H23	H24	H25・26	計		
1	クロマツ	空中散布	A	200	61	8.4	13.3	1200	26	44	112	182	91.0
2	クロマツ	地上散布	B	200	41	7.6	7.6	1900	29	6	161	196	98.0
3	クロマツ	無散布	-	200	19	4.5	7.1	3600	16	5	44	65	32.5
4	抵抗性クロマツ	無散布	-	232	9	4.7	5.1	2600	54	81	48	183	78.9
5	抵抗性クロマツ	地上散布	B	200	10	4.1	5.6	5600	0	4	140	144	72.0

林齢、樹高、胸高直径、立木密度は、H26年時点

表-2 伐倒駆除丸太からのマツノマダラカミキリの羽化脱出

丸太本数 (本)	羽化数 (頭)	穿入 孔数	羽化率 (%)
50	88	179	49



写真-3 放置枝のマツノマダラカミキリ脱出孔

加の原因と考えられ、さらにNo.5調査地では、周辺に防除されていない保全対象外のマツがあることか

ら、これらも発生源になったと考えられました。

### ○おわりに

松くい虫被害を最小限に抑えマツ林を維持していくためには、徹底した予防・駆除を行うとともに保全対象外のマツをどう処理するかが重要といえます。また、伐倒駆除の効果が半分であったことや、枝の未処理問題など、行政の担当者、防除従事者は、マツ枯れの仕組みやマツノマダラカミキリの生態等を今一度理解し、防除の方法、処理時期、作業の手順などを改めて確認する必要があると考えています。（宮崎県林業技術センター 育林環境部）

## 森林病虫獣害発生情報：平成27年3～4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／堀野真一）

虫害：なし

### 林野庁だより

人事異動（平成27年4月1日）

原啓一郎（森林整備部研究指導課保護指導班課長補佐）

→ 林政部林政課人事第2班課長補佐

武部 広（近畿中国森林管理局石川森林管理署次長）

→ 森林整備部研究指導課保護指導班課長補佐

### 森林防疫ジャーナル

名称変更（平成27年4月1日）

（独立行政法人森林総合研究所）

→ 国立研究開発法人森林総合研究所

森林総合研究所生物関連人事異動

（平成27年3月31日）

鈴木和夫（理事長）

→ 退職

大河内勇（理事（研究担当））

→ 退職

大井 徹（野生動物研究領域長）

→ 退職

大谷英児（森林昆虫研究領域昆虫生態研究室長）

→ 退職

平川浩文（北海道支所森林生物研究グループ主任研究員）

→ 退職

松本和馬（東北支所産学官連携推進調整監）

→ 退職



(平成27年4月1日)

窪野高德 (森林微生物研究領域長)

→ 多摩森林科学園長

小泉 透 (研究コーディネータ (生物多様性・森林被害研究担当))

→ 森林微生物研究領域長事務取扱

堀野眞一 (野生動物研究領域鳥獣生態研究室長)

→ 野生動物研究領域長

田端雅進 (森林微生物研究領域微生物生態研究室長)

→ 東北支所産学官連携推進調整監

加賀谷悦子 (森林昆虫研究領域昆虫生態研究室主任研究員)

→ 企画部研究企画科企画室長 (森林昆虫研究領域昆虫生態研究室併任)

浦野忠久 (森林昆虫研究領域昆虫管理研究室主任研究員)

→ 森林昆虫研究領域チーム長(生物的制御担当)

佐藤大樹 (森林昆虫研究領域チーム長 (生物的制御担当))

→ 森林昆虫研究領域昆虫生態研究室長

岡 輝樹 (野生動物研究領域チーム長 (野生動物管理担当))

→ 野生動物研究領域鳥獣生態研究室長

石橋靖幸 (関西支所チーム長 (野生鳥獣類管理担当))

→ 北海道支所チーム長 (野生動物管理担当)

松浦友紀子

→ 採用 (北海道支所森林生物研究グループ主任研究員)

お知らせ

森林防疫編集委員は次の通りです (平成27年4月1日現在)。

佐橋憲生 森林総合研究所樹木病害担当チーム長

服部 力 森林総合研究所森林病理研究室長

伊藤賢介 森林総合研究所森林昆虫研究領域長

北島 博 森林総合研究所広葉樹害虫担当チーム長

堀野眞一 森林総合研究所野生動物研究領域長

岡 輝樹 森林総合研究所鳥獣生態研究室長

島津光明 全国森林病虫獣害防除協会技術顧問

## 協会だより

「平成27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年度に制定されました。昨年度より名称を「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」に変更し、本年度で21回目を迎えました。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、関係各位におかれてはご準備をお願いいたします。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。

### 森林病虫獣害防除活動優良事例コンクール実施要領 (H27.4.1更新)

#### 1. 目的

森林病虫獣害の防除活動に取り組んでいるNPO法人、森林組合、協議会、学校等の団体、個人を広く顕彰することにより、森林病虫獣害防除事業等の一層の推進を図る。

#### 2. 表彰対象

森林病虫獣害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及び個人 (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る)

### 3. 賞

林野庁長官賞 一件  
 全国森林病虫獣害防除協会会長賞 一件  
 奨励賞 若干

### 4. 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

### 5. 被表彰者の推薦、選考及び表彰の方法

- (1) 全国森林病虫獣害防除協会会長（以下会長という）は、都道府県に対し、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被表彰者を選考する。
- (6) 表彰は、協会の通常総会の席上において行う

**森林防疫** 第64巻第3号(通巻第708号)  
 平成27年5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/>