

# 森林防疫

FOREST PESTS

## — 森の生物と被害 —



## 目次

年頭所感 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 理事長 中静(浅野)透 ..... 3

### 解説

松くい虫・ナラ枯れ被害最北地域の現状について  
【伊藤昌明】 ..... 5

### 論文

あめ玉式伐倒くん蒸処理法の手順と作業時間  
【江崎功二郎】 ..... 17

### 読者の広場

「死をもたらしたハチ」を新聞で調べる  
【牧野俊一】 ..... 23

都道府県だより：宮城県・徳島県 ..... 27

協会だより：

どなたでも投稿できます！ ..... 31



A



B

【表紙写真】 2種類の伐倒くん蒸処理法

写真A：上面被覆式（かぶせ式）

写真B：全面被覆式（あめ玉式）

マツ材線虫病の主要なベクターであるマツノマダラカミキリを駆除するために、伐倒くん蒸処理が全国の被害地で広く実施されている。伐倒くん蒸処理は伐倒・玉切りした被害材を気密性のシートで被覆し、ガス化する殺虫剤（くん蒸剤）を投入して、材内に生息するマツノマダラカミキリの幼虫を殺虫する方法であり、一定期間、被覆シートで被害材を密閉する必要がある。そのため、シートの剥がれや破損があった場合には駆除効果が低下する可能性がある。伐倒くん蒸処理では、被害材の集積後に上面からシートで被覆し、シートの裾を土中に埋設する施工法、上面被覆式（写真A）が全国に広く普及している。これに対して、あらかじめシートを地面に広げてその上に被害材を集積し、シートの裾を持ち上げて被害材の全面を包み込む施工法、全面被覆式も一部の地域で採用されてきた（写真B）。上面被覆式は集積した被害材の上からシートをかぶせるため「かぶせ式」、全面被覆式は、集積した被害材をあめ玉の包装のように包み込むため「あめ玉式」と呼ばれることもある。前者はシート1枚当たりの処理材積を最大化できるが、後者は物理的に溝を掘れない岩場や地面を掘ることが好まれない公園等でも施工可能であり、双方にメリットがある（本文参照）。

（石川県農林総合研究センター林業試験場 江崎功二郎）

## 令和四年 年頭所感

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 理事長 中静(浅野)透<sup>1</sup>



2020年、2021年と新型コロナウイルスの感染拡大で、さまざまな活動の制限が続き、大きな影響を受けられた方も多かったのではないかと思います。改めてお見舞い申し上げるとともに、新しい年は事態が落ち着いて各方面での前進を望めることを期待しています。

新型コロナウイルスのような人獣共通感染症のリスクは近年増加していますが、その原因には、新しい病気の出現が増加する条件と、その感染を拡大する条件の2つがあり、その両方が人間活動によって大きくなっていると言われていています。後者の条件は、人口の増加と同時に大都市のような密度の高い生活と、地球全体を移動する人とモノの増加と高速化が大きな要素ですが、これに対しては、ワクチン・薬の開発や移動の制限などが対策となります。私たちも、この2年間、ロックダウンや外出・集会・旅行の自粛などで、社会的にも大きな影響を受けました。その結果、働き方の見直しやリモートワークやオンライン会議などが進んだ面もあります。

もう一方の、新しい病気の出現に関しては、森林をはじめとして地球の生態系や生物多様性の変化も大きくかかわっていると言われるようになってきました。家畜や人間の個体数が大きく密度が高く、多様性の低い状態になっていることや、森林などの自然生態系が少なくなると、野生動物と家畜や人間の接触機会が増加することによって、本来野生生物だけに感染する病原にスピルオーバーが起り、家畜はその温床になっていると言われていています。もともとの地球には人間や家畜はほとんどいない状態だったのに、現在では地球上の哺乳類全体のバイオマスのうち、家畜が約60%、人間が36%を占め、野生動物はわずか4%に過ぎないと言われていています。そのためウイルスなどの病原が家畜に感染すると大量に増殖して変異も増えることになるわけで、スピルオーバーの起りやすい状況になっています。単一の種の個体が増えれば、特定の病気も増えやすく、変異も起りやすいのは生物の本質ですし、生物多様性の考え方の重要な部分です。なので、人間の病気も、生態系や野生生物、家畜などと切り離して考えることができないという、「ワンヘルス」の考え方が重要視されるようになってきました。

一方で、人口密度の高い大都市を避けた自律分散型の社会のほうが、こうしたパンデミックのリスクを避けやすいことから、新型コロナウイルスからの復興にあたっては、森林などの生態系を保全して自然資本を保ち、移動を抑制した社会経済へと移行するべきだという考えも出てきました。そのほうが、同時に温室効果ガスの排出量を減らし、気候変動の緩和にもつながるなど、他の環境問題の対策にもつながるという「グリーンリカバリー」の考え方で、SDGsとも整合性が高い方向性を持っています。もともと、森林をはじめとする生態系には生物資源の生産だけでなく、二酸化炭素の固定や防災・

<sup>1</sup> NAKASHIZUKA(ASANO), Toru

減災、リクリエーションの場などの多面的な機能があることが知られていました。今回の新型コロナウイルスの一件は、新たに人間の健康という面からも、その効用を実感させてくれたという言い方ができるかもしれません。こうした考え方にたつと、生態系を基盤としてさまざまな社会問題を解決するNbS (Nature based Solution) という概念も生まれてきます。新型コロナウイルスのパンデミックで開催が延期された生物多様性条約のCOP15でも、この考え方が重視され、愛知目標に替わる新たな目標が設定されようとしています。

2050年のカーボンニュートラルも含めてこうした動向を見てくると、森林に対しても新たな期待が生まれつつあると思いますし、貿易も含めてそのための森林や木材の利用・管理なども工夫する必要があるのではないかと思います。新型コロナウイルスの問題に収束してもらいたい2022年はこうした新しい出発の年になるかもしれません。

## 解説

## 松くい虫・ナラ枯れ被害最北地域の現状について

伊藤昌明<sup>1</sup>

## 1. はじめに

近年、マツ材線虫病（松くい虫被害）及びブナ科樹木萎凋病（ナラ枯れ被害）は寒冷な東北地方でも被害が拡大している。2015年から2019年の全国の被害量における東北地方の割合は、松くい虫被害では27.8～34.2%（林野庁 2021 a），ナラ枯れ被害では26.8～55.4%（林野庁 2021 b）となっている。本州最北端の青森県でも、2015年以降松くい虫被害が、2016年以降ナラ枯れ被害が継続して発生するようになってきている。本稿では、青森県における松くい虫及びナラ枯れ被害の現状とこれまでに実施された被害対策について紹介する。なお、本稿において「被害木」は、松くい虫被害においてはマツノザイセンチュウの感染が確認されたマツ類とする。また、ナラ枯れ被害においてはカシノナガキクイムシの穿孔

が確認されたナラ類及び同一地域においてカシノナガキクイムシによるものと思われるフラスの排出が確認されたナラ類とする。青森県では被害木をシーズン単位で取りまとめており、1シーズンを7月1日から翌年6月30日までとしている。これは、青森県内のマツノマダラカミキリの初発日予測（土屋ら 2015）及びカシノナガキクイムシの初発日予測（斉藤ら 2012）が6月上旬～7月上旬になるためであり、6月末を区切りとして採用している。

## 2. 松くい虫被害

## (1) 被害の推移

青森県における松くい虫被害は2010年1月に陸奥湾に面した東津軽郡蓬田村瀬辺地地区で初めて確認された（図-1）。この被害は1本のみであり、2021

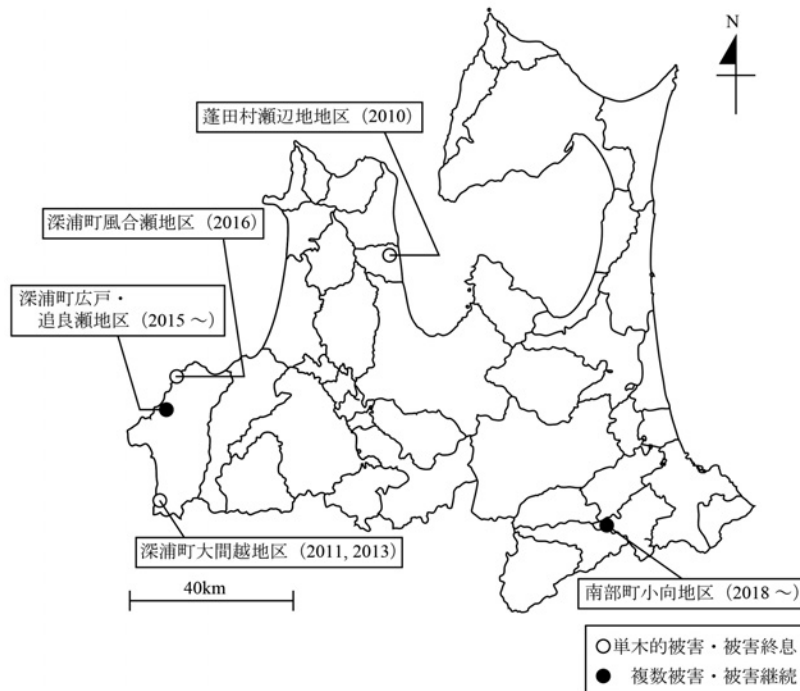


図-1 青森県の松くい虫被害地

表－1 継続被害地における松くい虫被害木の発生推移

被害シーズン*	深浦町広戸・追良瀬地区	南部町小向地区
2015年シーズン	68	－
2016年シーズン	67	－
2017年シーズン	30	－
2018年シーズン	52	6
2019年シーズン	56	5
2020年シーズン	84	2
合 計	367	13

\*シーズンは当年7月1日～翌年6月30日までを示す。

年6月現在まで、新たな被害木は確認されていない。その後、2011年9月に日本海に面した西津軽郡深浦町の秋田県境にある、大間越地区において2本の被害木が確認された(図－1)。この地区では2013年5月に2本、9月に1本の被害木が確認されたが、それ以降、被害木は確認されていない。

青森県において継続的な被害が確認されたのは2015年7月以降である。秋田県境から約24km北上した深浦町広戸・追良瀬地区において、2015年7月から2016年6月までに68本の被害木が確認された(図－1)。その後もこの地区においては被害木が確認され続けており、毎シーズン30～84本の被害木が発見されている(表－1)。また、2016年シーズンにおいては、広戸・追良瀬地区から約10km北上した深浦町風合瀬地区においても3本の被害木が確認された(図－1)。しかし、風合瀬地区においては2016年シーズン以降、被害木は見つかっていない。

これまでの被害は青森県日本海沿岸部が中心であったが、2018年には太平洋側の三戸郡南部町小向地区においても、被害木が確認された(図－1)。この地区においてはシーズン中の被害木が2～6本であり、広戸・追良瀬地区と比較して少ないものの、現在も被害が継続中である(表－1)。

## (2) 広戸・追良瀬地区の被害推移

広戸・追良瀬地区における被害木の分布を図－2に示す。本地区における被害木は、地区の北を流れる追良瀬川と南を流れる吾妻川に挟まれた海岸段丘上のマツ林に分布している。また、2015年シーズンの被害木分布の中心から半径2km以内に、全被害木

の98.6%が見つかっている。

被害木の分布の特徴から、本地区を以下の4つの区域に分割した。

- ・中心部…被害地の中心から約半径500m圏内に分布するマツ林
- ・北 部…被害地北部の牧場及び水田周辺のマツ林
- ・南西部…被害地南西部の集落及び水田周辺のマツ林
- ・その他…上記3区域から外れたマツ林

各シーズンにおける4区域の被害木の分布を図－3に示す。

2015～2016年シーズンでは、被害木は主に中心部で見つかっており、その数はシーズン中の被害木の68.7～76.5%を占めていた(表－2)。また、南西部及びその他では被害木の発生割合が3.0～6.0%と低い傾向がみられた。一方、北部では、2015年に被害木の発生割合が11.8%、被害木本数が8本だったものが2016年シーズンには発生割合が22.4%、被害木が15本となり、被害の増加傾向が観察された。

2017年シーズンは被害木が30本で、最も少なく、4つの区域における発生割合も13.3～40.0%であり、これまでよりも被害木の分布に偏りがみられなくなった(表－2)。

2018～2019年シーズンは被害木が50本台に増加しており、特に南西部で発生割合が35.7～50.0%と高くなった(表－2)。また、北部は26.8～30.8%、その他は5.8～7.1%であり、両区域では、2シーズン間で大きな変化はみられていない。一方で、中心

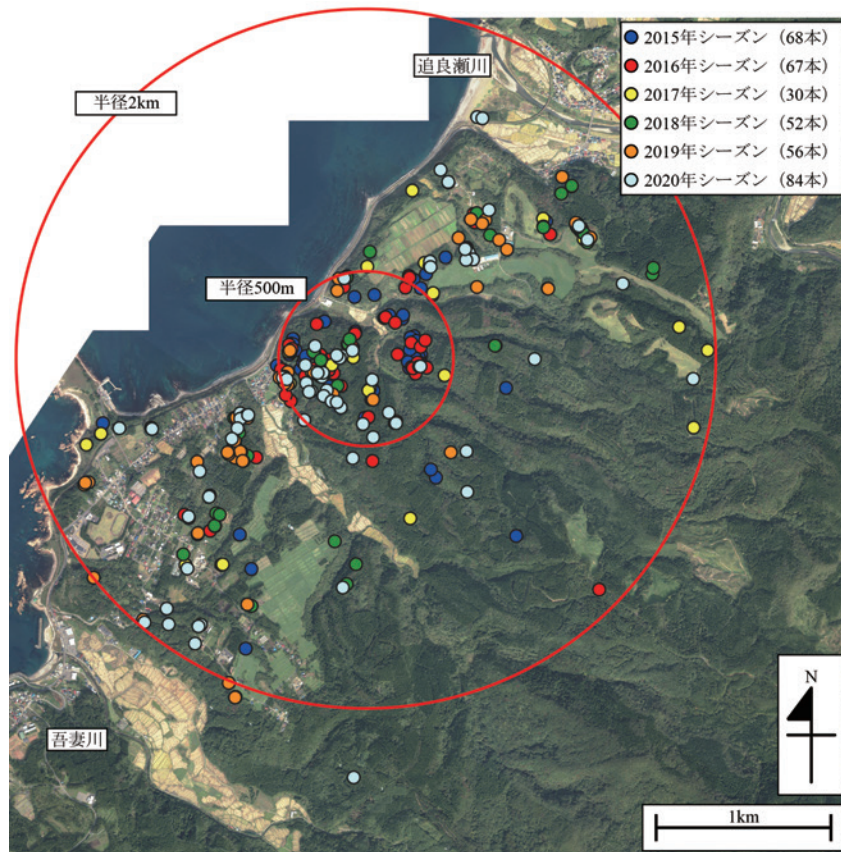


図-2 広戸・追良瀬地区の松くい虫被害木位置図

表-2 広戸・追良瀬地区における松くい虫被害木の発生推移

被害シーズン*	中心部	北 部	南西部	その他	合 計
2015年シーズン	52 (76.5)	8 (11.8)	4 (5.9)	4 (5.9)	68 (100.0)
2016年シーズン	46 (68.7)	15 (22.4)	4 (6.0)	2 (3.0)	67 (100.0)
2017年シーズン	12 (40.0)	8 (26.7)	6 (20.0)	4 (13.3)	30 (100.0)
2018年シーズン	7 (13.5)	16 (30.8)	26 (50.0)	3 (5.8)	52 (100.0)
2019年シーズン	17 (30.4)	15 (26.8)	20 (35.7)	4 (7.1)	56 (100.0)
2020年シーズン	30 (35.7)	25 (29.8)	20 (23.8)	9 (10.7)	84 (100.0)
合 計	164 (45.9)	87 (24.4)	80 (22.4)	26 (7.3)	357 (100.0)

\*上段は被害木の本数を，下段（括弧内）はシーズン内の被害木の発生割合（%）を示す。

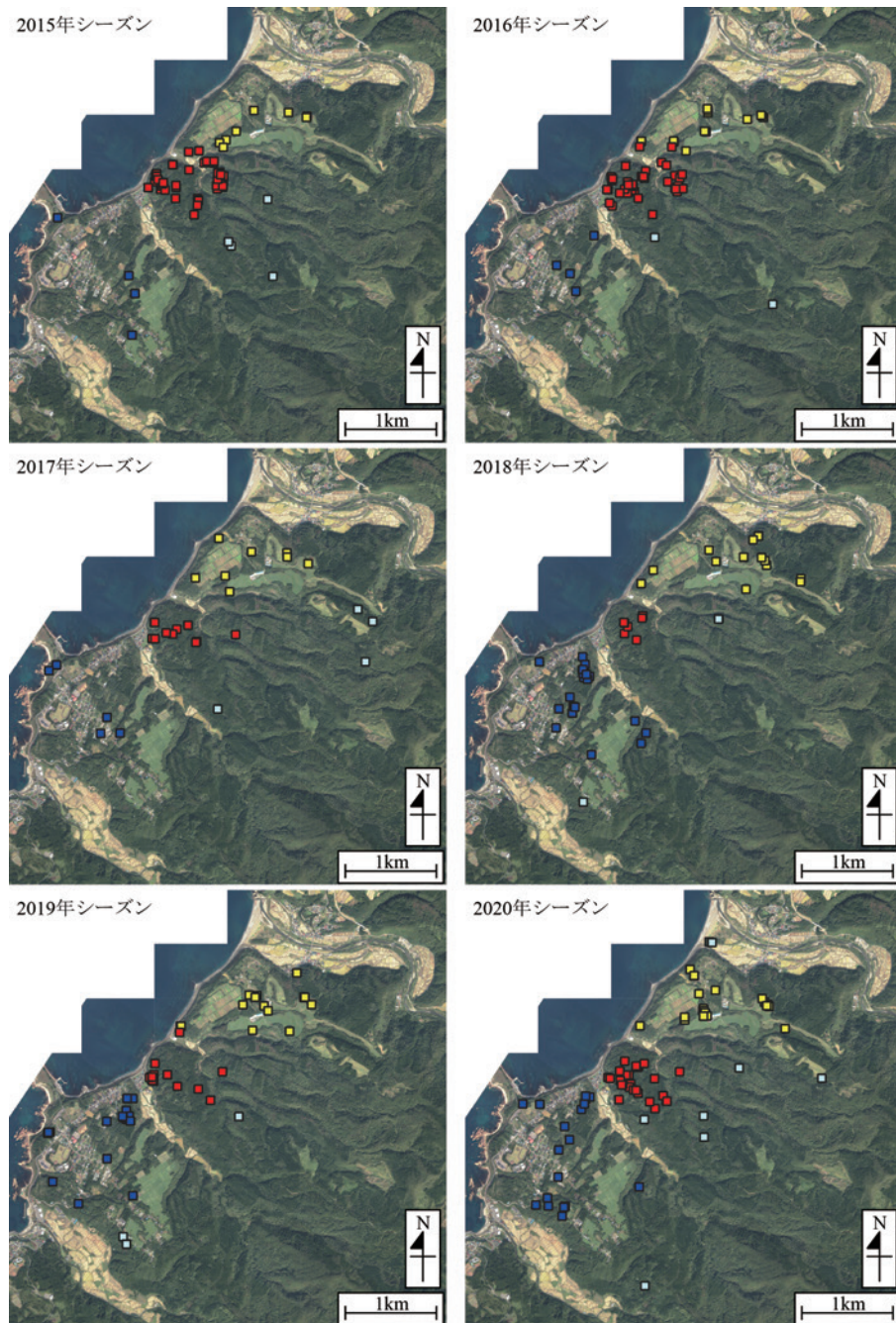


図-3 広戸・追良瀬地区の松くい虫被害木の分布変遷

赤色の四角は中心部、黄色の四角は北部、青色の四角は南西部、水色の四角はその他の被害木を示す。

部は2018年シーズンの13.5%から2019年シーズンには30.4%に発生割合が上昇しており、被害木の本数も7本から17本に増加した。

2020年シーズンは被害木が84本となり、これまでで最も多くなった(表-2)。また、南西部が2019

年シーズンと同様の20本だったのを除いて、3区域とも大きく増加した。被害木の発生割合は中心部が35.7%、北部が29.8%、南西部が23.8%であり、中心部の割合がやや高いものの被害木の分布は3区域で偏りが小さくなった。



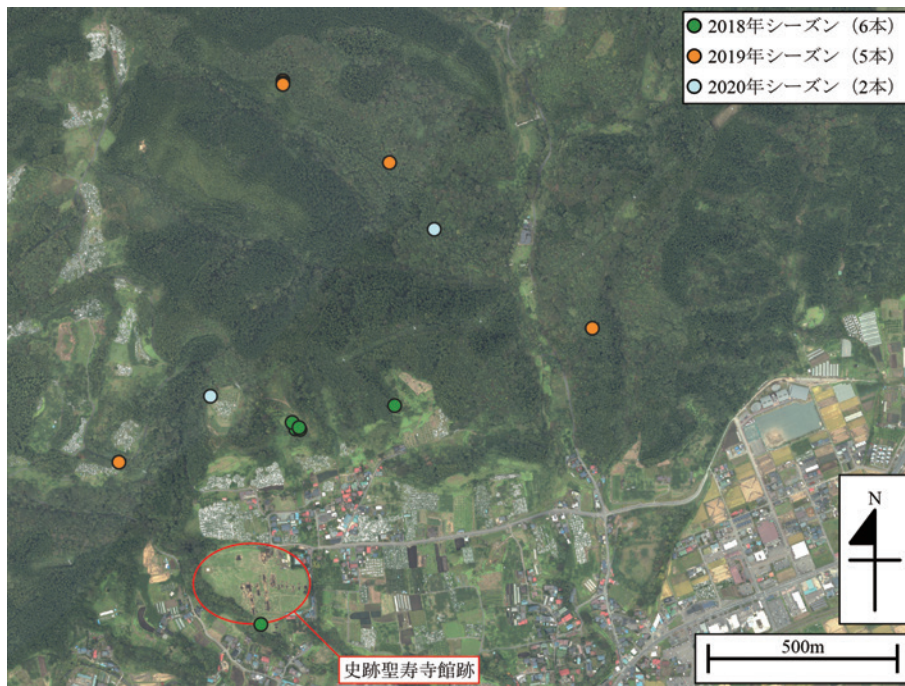


図-4 小向地区の松くい虫被害木位置図

### (3) 小向地区の被害推移

小向地区における被害木の分布を図-4に示す。本地区における被害木は、史跡聖寿寺館跡の北部に広がるアカマツ林に分布しており、半径約750mの範囲内で見つかっている。

2018年シーズンの被害木は本地区の南西部に集中しており、聖寿寺館周辺のアカマツ林で6本が見つかった。2019年シーズンは5本の被害木が見つかったが、2018年シーズンの被害木から0.5～1km程度離れた林分において、単木的に発生した。2020年シーズンは2本の被害木が見つかった。2本ともこれまでの被害木の発生地点の近くに分布しており、被害は継続しているものの、横ばいまたは縮小傾向にあると考えられる。

### (4) 松くい虫被害対策方法

#### ① 探査

青森県ではマツ類の枯死木を早期に発見するために、各種の上空探査及び地上探査を行っている。

上空探査はデジタル航空写真探査、ヘリコプター(ヘリ)探査及びドローン探査の3種類を実施している。デジタル航空写真探査はセスナ機に搭載した

デジタルカメラにより、地上を撮影する方法である。撮影する写真は赤外カラー写真とナチュラルカラー写真の2種類で、双方の写真を用いて、マツ類の枯死木や針葉の変色には至っていない衰弱木を検出している。また、すべての写真はオルソ化されるため、検出された枯死木及び衰弱木の位置情報を正確に把握することができ、それらの位置情報を基に地上探査が行われている。デジタル航空写真探査は秋季に1回行われており、その範囲は鱒ヶ沢町及び深浦町の沿岸部の202km<sup>2</sup>と八戸市、三戸町及び南部町の122km<sup>2</sup>の2地域である。

ヘリ探査は搭乗員の目視により、枯死木等を探査する方法である。目視により発見した枯死木等はデジタルカメラで撮影し、写真と衛星写真等の地形情報から、位置情報を割り出している。位置情報の取得後はデジタル航空写真探査と同様である。ヘリ探査は春季、夏季及び秋季に実施している。春季はつがる市、鱒ヶ沢町及び深浦町の沿岸部で1回、八戸市及び南部町を中心とした地域の主要幹線道路沿いで1回実施している。夏季は深浦町南部の沿岸部及び弘前市、西目屋村及び平川市の秋田県境沿いで1

回、秋季は春季のつがる市等と同じルートで1回実施している。

ドローン探査はドローンを用いた空撮により、枯死木等を探査する方法である。探査範囲はこれまでの2つの方法に比べて狭く、被害地内で1回の探査業務当たり約90～400haを調査している。枯死木等の位置情報の取得及びその後の地上探査については、これまでの方法と同じである。ドローン探査は春季及び秋季に広戸・追良瀬地区及び小向地区で1回ずつ実施している。

地上探査は地上目視調査とヤニ打ち調査の2種類を行っている。地上目視調査には森林巡視活動業務員によるものと特別巡視員によるものがあり、前者は全県で4～11月に定期的に行われており、後者は被害が発生している地域を重点的に調査するために積雪期を除いて、実施されている。ヤニ打ち調査は被害木の半径100m範囲を対象に実施しており、春または秋に1回行っている。本調査は針葉の変色が見られないマツ類に対して行うもので、樹皮を皮ポンチでくり抜き、樹脂の滲出状況から異常を判断する方法である。異常の判断には小田（1967）による判定方法を用いており、異常ありと判断されたマツ類（異常木）を駆除の対象としている。

## ② 駆除

青森県における駆除は伐倒くん蒸処理を基本としている。駆除対象は被害木だけではなく、マツノザイセンチュウの感染が確認されなかった枯死木、衰弱木及び異常木の全てとしている。これは、被害木以外でもマツノマダラカミキリが繁殖できるためであり、被害の拡大を防ぐことを目的にこれらの非健全木を全量処理している。また、広戸・追良瀬地区の調査から、マツノマダラカミキリの幼虫が枝条部や樹幹上部に集中して穿入していることが明らかになっている（例えば、伊藤ら 2020）。そのため、駆除処理するマツ類の部位は幹及び枝条部の全てとしている。

土屋ら（2015）により、青森県におけるマツノマダラカミキリの初発日に関する有効積算温量が報告されている。それに基づくと、被害地周辺では6月上旬から中旬に初発日となる年が多い。このことか

ら、被害木等の駆除は5月末までの完了を目安に実施されている。

## ③ その他の対策

青森県では、被害木等の全量駆除を実施することで、松くい虫被害の根絶を目指している。一方で、被害地周辺のマツ林を皆伐し、樹種転換を図ることで、被害を早期に終息させる試みも行われている。

周辺マツ林の皆伐は2018年に小向地区で初めて実施された（図-5）。この時は、被害木の周辺の半径100m圏内にあるアカマツ林を皆伐した。なお、伐採したアカマツは全てチップ化された。その後、2020年には、さらに広い範囲において、皆伐を実施することになった。対象となったマツ林は広戸・追良瀬地区の3か所のマツ林（合計1.95ha）（図-6）と小向地区の2か所のアカマツ林（合計12.08ha）（図-5）である。皆伐はマツノマダラカミキリの活動時期を避けて実施され、その誘引に十分に配慮して行われている。今後、広戸・追良瀬地区においてはスギ等を、小向地区においてはカラマツ等を植栽する計画となっている。

青森県産業技術センター林業研究所では、マツノマダラカミキリの定着の危険性に基づいた「温量によるマツ材線虫病ハザードマップ」を2013年に公開し、2021年に更新した（図-7）。このハザードマップでは、五十嵐（1985）による東北地方のマツノマダラカミキリが生活史を全うできる有効積算温量に基づき、その積算温量を達成した年数（頻度）によって危険性を評価している。なお、対象とした期間は2010～2019年である。ハザードマップから、マツノマダラカミキリの定着が可能な地域が日本海沿岸、津軽平野、青森平野及び馬淵川沿いの地域などに広がっていることが明らかとなった。このような情報は被害対策協議会等の会議や研修会などで活用され、注意喚起や被害対策への理解の一助となっている。このハザードマップを含む「マツ材線虫病（松くい虫被害）の監視・防除対策～対策の手引き～」（青森県産業技術センター林業研究所2021）が林業研究所のホームページで公開されているので御参照いただきたい。

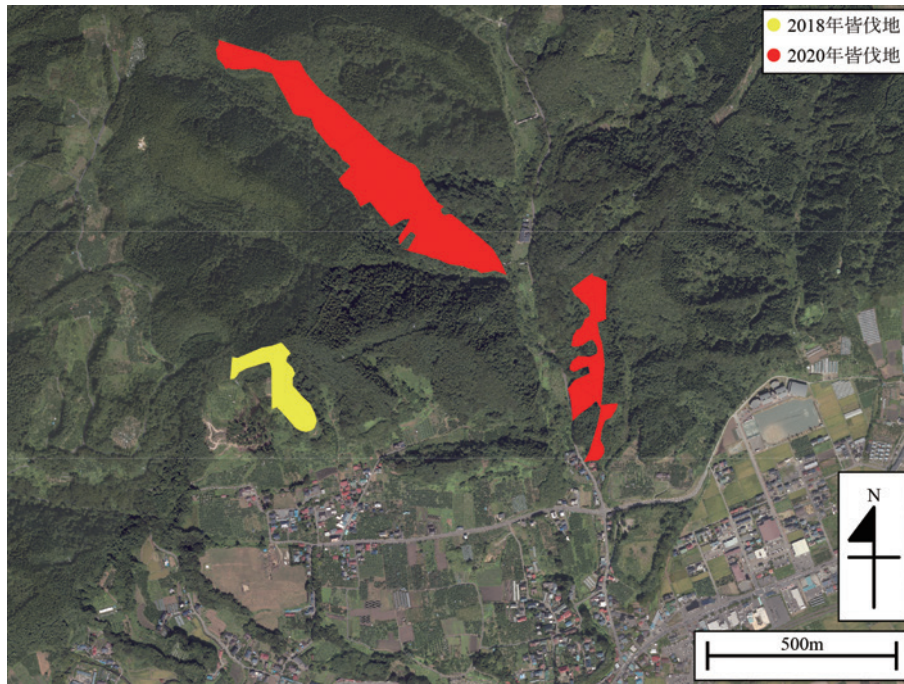


図-5 小向地区のマツ林皆伐地

青森県農林水産部林政課が作成し，林業研究所が一部改変.

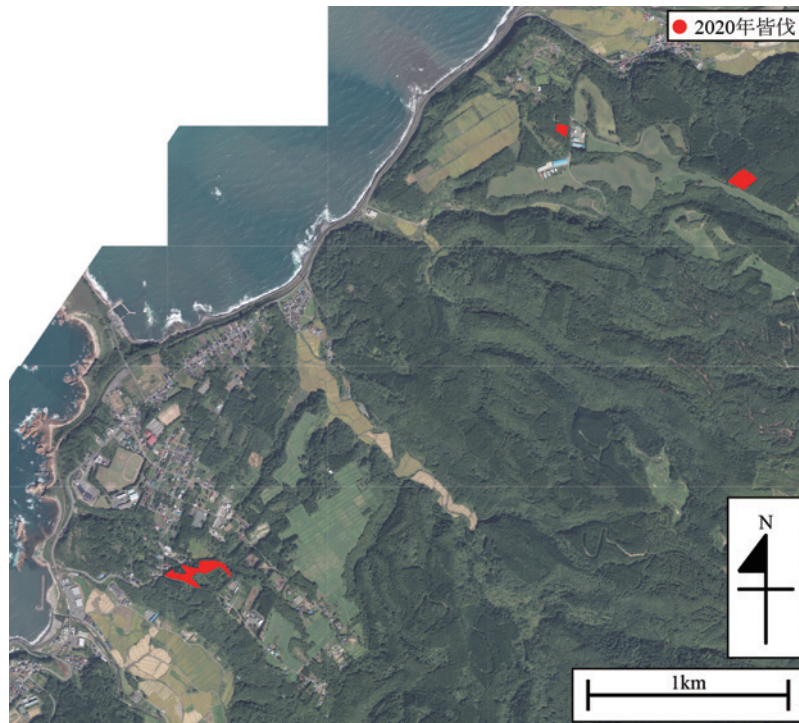


図-6 広戸・追良瀬地区のマツ林皆伐地

青森県農林水産部林政課が作成し，林業研究所が一部改変.

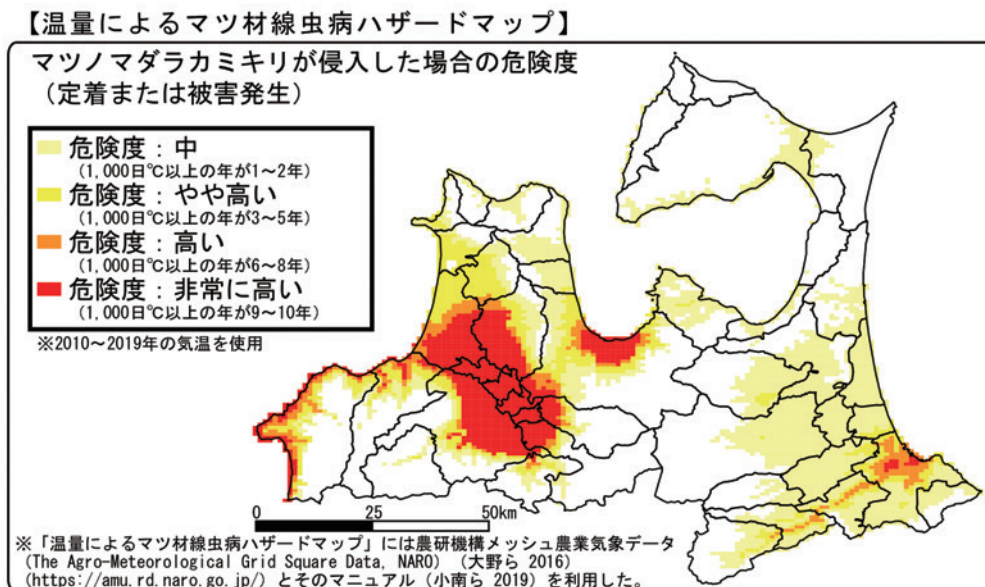


図-7 温量によるマツ材線虫病ハザードマップ  
 青森県産業技術センター林業研究所 (2021) より引用。

### 3. ナラ枯れ

#### (1) 被害の推移

青森県におけるナラ枯れ被害は2010年12月に深浦町大間越地区において確認された2本が初めてである。この被害木の確認時には、最も近い被害地が秋田県の男鹿半島であり、60km以上離れていた。また、被害は1年で終息し、2011年以降はしばらく被害木が発生しなかった。

青森県において継続的な被害木の発生がみられるようになったのは2016年以降である。2016年シーズンは深浦町内で85本の被害木が発生し(表-3)、その多くは2010年に被害木が発生した大間越地区に集中していた。一方で、秋田県境から約30km北上した深浦町麩木(トドロキ)地区においても単木的な被害が発生しており、被害の著しい北上がみられた(図-8)。

2017~2018年シーズンはそれぞれ、2,031本及び2,409本であり(表-3)、その約90%が深浦町南部に位置する旧岩崎村管内で発生した。また、その被害は2016年シーズン以前と異なり、面的被害となった(図-8)。深浦町北部の旧深浦町管内では、2016年シーズンよりも多くの地区で被害木が発見さ

れた。しかし、いずれの地区においても単木的な被害が中心であり、旧岩崎村管内でみられたような面的被害は確認されていない。

2019年シーズンは14,179本の被害木が発生した(表-3)。このシーズンにおいても、被害木の約90%が旧岩崎村管内で見つかっており、同管内での面的被害の進行が確認された(図-8)。一方、旧深浦町管内においても、発見される被害木本数は増加しており、地区によっては面的被害への移行が懸念された。なお、2019年シーズンもすべての被害木は深浦町内のみで確認されている。

2020年シーズンは、これまでで最も多い42,474本の被害木が発生した(表-3)。また、本シーズンにおいて、初めて深浦町以外の市町村でも被害木が確認された(図-8)。この中で、深浦町では42,150本の被害木が発生し、特に、旧岩崎村管内における被害の激害化が顕著であった。また、面的被害の発生地も大きく北上し、旧深浦町管内南部及び中部まで拡大した。さらに、これまで被害が確認されなかった旧深浦町管内北部においても、単木的ではあるものの、被害木が確認された。

深浦町以外の発生市町村は弘前市、中津軽郡西目

表-3 ナラ枯れ被害木の発生推移

被害シーズン	深浦町	弘前市	西目屋村	五所川原市	つがる市	鱒ヶ沢町	中泊町	合計
2016年シーズン	85	-	-	-	-	-	-	85
2017年シーズン	2,031	-	-	-	-	-	-	2,031
2018年シーズン	2,409	-	-	-	-	-	-	2,409
2019年シーズン	14,179	-	-	-	-	-	-	14,179
2020年シーズン	42,150	10	14	13	33	197	57	42,474

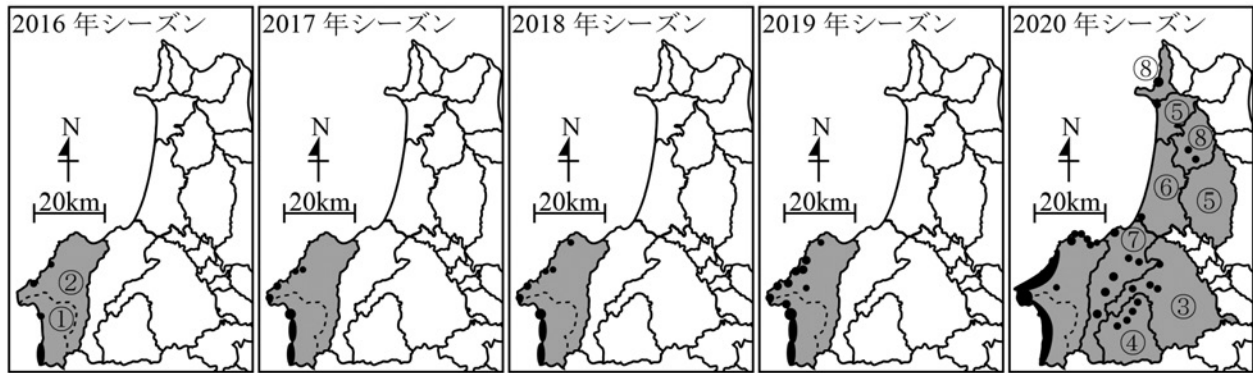


図-8 ナラ枯れ被害の変遷

ナラ枯れ被害が確認された市町村を灰色で示す。黒色で塗られた場所は被害地を示す。黒色の面積が大きい場所は面的な被害が発生したことを示す。地図中の①～⑧は次の市町村を示す。①：深浦町（旧岩崎村）、②：深浦町（旧深浦町）、③：弘前市、④：西目屋村、⑤：五所川原市、⑥：つがる市、⑦：鱒ヶ沢町、⑧：中泊町。

屋村、五所川原市、つがる市、西津軽郡鱒ヶ沢町、中泊町の6市町村である。この中で、深浦町と隣接する鱒ヶ沢町では、197本の被害木が確認されており（表-3）、新規被害市町村の中では最も多かった。それ以外の5市町村では、被害木は10～57本であり、いずれも単面的な被害だった。一方で、中泊町の被害地は、これまでの最北端の被害地であった深浦町風合瀬地区から50km以上も北上して発生した。これまでも20～30km程度の飛び火的な被害は報告されており（例えば、小林・上田 2001；布川 2007；大橋 2008；福沢ら 2013；吉井・小林 2016）、台風の影響によって、40km以上被害が拡散する事例もある（在原ら 2008）。青森県においても、2010年の被害木は最も近い被害地まで60km以上離れており、2016年シーズンは30km以上の被害の北上が確認されている。ナラ枯れの飛び火的な被害は衰弱木等が誘引源となり発生するが（吉井・小林 2016）、2020年シーズンの飛び火的な被害も衰弱木等の誘引源と気

象要因が影響したのかもしれない。

## (2) ナラ枯れの被害対策方法

### ① 探査

ナラ枯れ被害探査は上空探査としてデジタル航空写真探査及びヘリ探査、地上探査として地上目視調査を実施している。

ヘリ探査及びデジタル航空写真探査は松くい虫被害対策で述べた方法の中で、八戸市、南部町及び三戸町を対象としたもの以外と合わせて実施している。また、地上探査も松くい虫被害対策と同様に、森林巡視活動業務員によって実施されている。ナラ枯れでは、特に9月を「ナラ枯れ被害調査強化月間」としており、これらの探査を重点的に行っている。

### ② 駆除

被害の根絶を目的に伐倒・くん蒸処理を基本として、駆除が実施されている。しかし、急傾斜地等の伐倒作業が困難な被害地もあることから、立木くん蒸処理も合わせて行われている。また、くん蒸剤の

使用が難しい被害地においては、被害木立木のビニール被覆処理も行っている。

駆除作業は「青森県ナラ枯れ被害対策基本方針」にしたがって、被害木の全量駆除を基本としている。しかし、被害量の増加に伴い、全量駆除が困難になる恐れがあることなどから、被害密度に応じて、被害発生初期（被害木10本/ha程度未満）と被害発生中期以降（被害木10本/ha程度以上）の2段階に分けて対応している。後者では、駆除以外にカシノナガキクイムシの誘引捕殺や植栽や樹種転換等による森林整備も実施されている。

### ③ その他の対策

2019年シーズンの被害が旧岩崎村管内では被害発生中期以降となったため、おとり丸太法（斉藤ら2015）による誘引捕殺が実施された。調査地は旧岩崎村管内の3か所であり、2020年5月に伐採したナラ類の丸太を6～10月まで設置した。おとり丸太設置効果は、集積した丸太への穿入個体数の推定値とナラ枯れ被害木1本あたりの穿入個体数の推定値を比較し、効果を検証した。ナラ枯れ被害木の穿入個体数推定値は、斉藤ら（2015）による山形県の推定値である1,000個体/本及び旧岩崎村管内における穿入孔調査結果に基づく推定値である308個体/本（伊藤昌明 未発表）を用いた。また、旧岩崎村管内の穿入孔数の推定値が斉藤ら（2015）を大きく下回ったことから、斉藤ら（2015）の5割である、500個体/本でも評価した。結果は表-4のとおりであ

り、集積地1か所当たり297,663～844,984個体の穿入が推定された。これを被害木1本あたりの穿入個体数と比較した結果、おとり丸太の効果として、447～2,744本のナラ類の枯損を防止できたことと、大量捕獲により、カシノナガキクイムシの周辺林分への拡散が抑制されたことが報告された（青森県農林水産部林政課 2020）。

樹種転換等による森林整備も2019年以降実施されており、初年度は旧深浦町管内の6.01haの広葉樹林において更新伐が行われた。この事業における成果は「ナラ枯れ被害の未然防止に向けた広葉樹更新伐の解説」（青森県西北地域県民局地域農林水産部林業振興課 2021）として取りまとめられた。

ナラ枯れの発生を受けて、林業研究所では2011年からカシノナガキクイムシの生息調査を実施している。深浦町大間越地区の4か所、弘前市沢田地区、小栗山地区、葉師堂地区及び平川市広船地区のそれぞれ1か所のナラ林に、エタノールチューブ（サンケイ化学）を誘引剤として取り付けした昆虫誘引器（透明）（サンケイ化学）を4器ずつ設置し、毎年6～9月にかけて、モニタリングを行っている。2016年以降のナラ枯れ被害の拡大を受けて、トラップの設置林分を増加または移設し、2021年現在も、2020年と同一の、14か所のナラ林等で調査を継続している（図-9）。これまでのカシノナガキクイムシの捕獲結果を表-5に示す。2015年まで、8か所の調査地において、カシノナガキクイムシはほとんど捕獲さ

表-4 おとり丸太法の調査結果†

地区名	被害区分	標高(m)	微地形	方位	丸太実体積(mi)	推定誘引虫数		設置の立地環境評価	枯損防止できた本数*		
						穿入虫数/集積	穿入虫数/mi		1,000個体/本	500個体/本	308個体/本
松神	激害 ◎**	95	海岸段丘上の平坦地 ○**	SE132 日陰 ◎	33.1	446,852	13,513 中害レベル	やや適合	447 南東北レベル	894 半分レベル	1,451 調査結果参考
黒崎	激害 ◎	100	海岸段丘上の平坦地 ○	W256 日なた ×**	27.3	297,663	10,889 激害跡レベル	やや適合	298 南東北レベル	596 半分レベル	967 調査結果参考
大間越	激害 ◎	96	海岸段丘上の平坦地 ○	W268 日陰 △**	38.7	844,984	21,883 激害レベル	適合	845 南東北レベル	1,690 半分レベル	2,744 調査結果参考

\*一般に南東北地方では、1本のナラ枯れ被害木に1,000個体のカシナガが穿入するが、青森県では約3割の穿入で枯死する。

\*\*おとり丸太の設置場所の適合性：◎最も効果が高い、○効果が高い、△やや効果が高い、×効果が低い。

†令和2年度ナラ枯れ被害対策検討会配布資料（青森県農林水産部林政課, 2020）より。

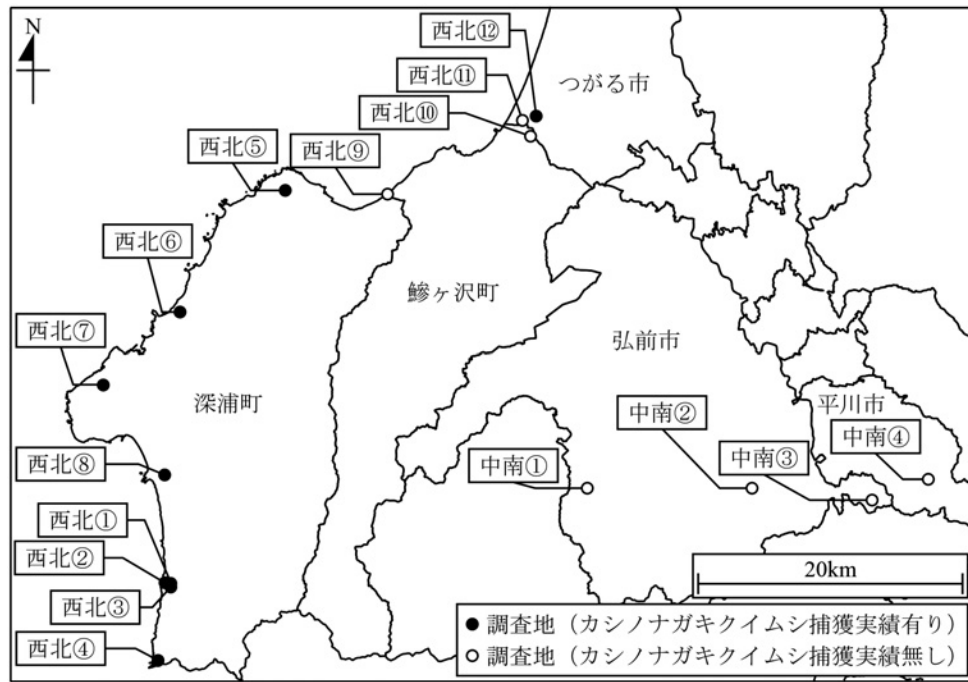


図-9 カシノナガキクイムシの生息調査地

表-5 カシノナガキクイムシ生息調査における捕獲個体数

調査地	番号	調査年										合計		
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
深浦町	大間越	西北①	0	1	0	0	0	2	1	12	21	-	37	
		西北②	0	0	0	0	0	1	37	13	255	268	574	
		西北③	0	0	0	0	1	19	6	2	0	-	28	
		西北④	0	0	0	0	0	45	57	49	120	264	535	
	田野沢	西北⑤	-	-	-	-	-	-	0	0	0	7	7	
	広戸	西北⑥	-	-	-	-	-	-	12	13	32	641	698	
	横磯	西北⑦	-	-	-	-	-	-	0	19	1	39	59	
	松神	西北⑧	-	-	-	-	-	-	0	1	1	4	6	
鱒ヶ沢町	姥袋	西北⑨	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	
		北浮田	西北⑩	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
つがる市	越水	西北⑪	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
		西北⑫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
弘前市	沢田	中南①	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		小栗山	中南②	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		薬師堂	中南③	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平川市	広船	中南④	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計			0	1	0	0	1	67	113	109	430	1,224	1,945	

れなかった。しかし、2016年以降、ナラ枯れ被害が拡大するのに合わせて、捕獲個体数も増加し、2020年には1,224個体が捕獲された。また、調査地の追加、変更があるものの、2020年には捕獲調査地の北端であるつがる市越水でもカシノナガキクイムシが捕獲

された。一方で、中南①～④については、10年間で1個体も捕獲されておらず、その周辺では、被害木の発生も確認されていない。これらから、カシノナガキクイムシの捕獲と被害木の発生の関係を示唆する結果となった。

#### 4. おわりに

これまでに、青森県における松くい虫被害及びナラ枯れ被害の現状と対策について解説してきた。本県はこれら被害の最北端地であり、また、被害が全県に及ぶ状況には至っていない。これらの被害が拡大することなく、縮小し、終息することが期待されている。今後も、それに向けた被害対策が継続される。

#### 引用文献

青森県農林水産部林政課 (2020) 検討資料1: 2. 被害対策; 2.2 被害対策実施状況. 予防対策: おとり丸太法pp.19. (令和2度青森県ナラ枯れ被害対策検討会)

青森県産業技術センター林業研究所 (2021) 改訂版 マツ材線虫病 (松くい虫被害) の監視・防除対策～対策の手引き～. [https://www.aomori-itc.or.jp/docs/2021022400010/files/pine\\_disease\\_manual2020\\_2.pdf](https://www.aomori-itc.or.jp/docs/2021022400010/files/pine_disease_manual2020_2.pdf)

青森県西北地域県民局地域農林水産部林業振興課 (2021) ナラ枯れ被害の未然防止に向けた広葉樹更新伐の解説. 青森県西北地域県民局地域農林水産部林業振興課

在原登志男・松崎 明・齋藤直彦・石井洋二 (2009) ナラ類の集団枯損に関する防除技術の開発. 福島県林業研究センター研究報告 41: 47～116

福沢朋子・逢沢峰昭・大久保達弘 (2013) 栃木県周辺地域におけるナラ枯れの分布状況. 宇大演報 49: 1～8

五十嵐正俊 (1985) 東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態上の特徴. 林業試験場東北支場年報 26: 103～112

伊藤昌明・相川卓也・高木佑太 (2020) マツ材線虫病初期被害林におけるマツノマダラカミキリ幼虫の罹病木穿入密度. 第131回日本森林学会学術講演集: 298

小林正秀・上田明良 (2001) ナラ枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(II) - 京都府和知町と京北町における調査

結果 - 森林応用研究 10: 79～84

小南靖弘・佐々木華織・大野宏之 (2019) メッシュ農業気象データ利用マニュアルVer.4. 農研機構: 67pp.

布川耕市 (2007) 新潟県におけるナラ類集団枯損被害の地域分布と拡大経過. 新潟県森林研研報 48: 21～32

小田久五 (1967) 松くい虫の加害対象木とその判定法について. 森林防疫ニュース 16: 263～266

大橋章博 (2008) 岐阜県におけるナラ類枯損被害の分布と拡大. 岐阜県森林研研報 37: 23～28

大野宏之・佐々木華織・大原源二・中園 江 (2016) 実況値と数値予報, 平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象 16: 71～79

林野庁 (2021a) 都道府県別松くい虫被害量 (被害材積) の推移 (総数) (平成27～令和元年度) [https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/naragare\\_R2-10.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/naragare_R2-10.pdf), 2021.7.27参照

林野庁 (2021b) 都道府県別ナラ枯れ被害量 (被害材積) の推移 (総数) (平成27～令和元年度). [https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/matukui\\_R2-5.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/matukui_R2-5.pdf), 2021.7.27参照

斉藤正一・箕口秀夫・加賀谷悦子 (2015) 丸太の大量集積によるカシノナガキクイムシの誘引効果. 日林誌 97: 100～106

斉藤正一・長岐昭彦・新田響平・春日勝年・小笠原信幸 (2012) 秋田県におけるカシノナガキクイムシの初発日の予測. 東北森林科学会誌 17: 16～20

土屋 慧・伊藤昌明・木村公樹・今 純一 (2015) 青森県におけるマツノマダラカミキリの発生予測について. 青森県産業技術センター林業研究所報告 66: 10～22

吉井 優・小林正秀 (2016) ナラ枯れはどのような場所で最初に発生しやすいのか? 森林応用研究 25: 7～14

(2021.9.29受理)



## 論文

## あめ玉式伐倒くん蒸処理法の手順と作業時間

江崎功二郎<sup>1</sup>

## 1. はじめに

マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* (以下、本種) は、マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus xylophilus* の主要なベクターである (Mamiya and Enda 1972; 森本・岩崎 1972)。マツ材線虫病の防除では、本種を駆除するための手法として伐倒駆除があり、その手法のひとつである伐倒くん蒸処理が全国の被害地で広く実施されている (例えば、吉田ら 1997; 吉田 2006; Kamata 2008; 中村 2019)。伐倒くん蒸処理は伐倒・玉切りした被害材を気密性のシートで被覆し、ガス化する殺虫剤 (くん蒸剤) を投入して、材内に生息する本種幼虫を殺虫する方法であり (図-1)、一定期間、被覆シートで被害材を密閉する必要がある。そのため、シートの剥がれや破損があった場合には駆除効果が低下する可能性がある (井ノ上ら 1989; 斉藤ら 2001)。

伐倒くん蒸処理では、被害材の集積後に上面からシートで被覆し、シートの裾を土中に埋設する施工法 (以下“かぶせ式”とする) が全国に広く普及し

ている (田畑ら 1997)。これに対して、あらかじめシートを地面に広げてその上に被害材を集積し、シートの裾を持ち上げて被害材の全面を包み込む施工法も一部の地域で採用されてきた (図-2)。被害材を包み込んだシートの両端をしばった形状が昭和によく見られたあめ玉の包装に似ていることから、この方法は“あめ玉式”と呼び慣わされている。

石川県における海岸砂浜松林での伐倒駆除作業では、投入薬剤の土壌への浸透・逸出を防止するという考えのもと、あめ玉式が主方式として採用されてきた。一方、全国的にはかぶせ式が広く普及するに至っているが、その最大の理由はシート1枚当たりの処理材積が多いことにあると思われる。くん蒸用シートにはポリエチレン製のものから生分解のものまで様々あるが、1㎡あたり100～150円以上と高価である。材積が大きい大径のマツが多く枯れていた時代には、シート1枚当たりの処理材積を最大化できることは大きなメリットであった。しかし、現在では比較的若齢のマツが主な駆除対象になっている被害地も多く、このメリットが発揮されない場

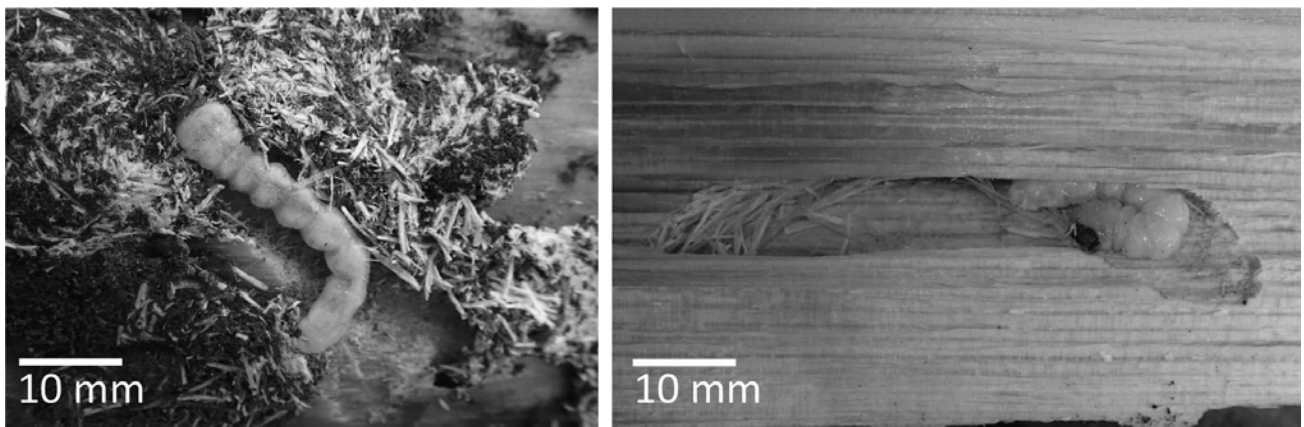


図-1 伐倒くん蒸処理によって殺虫されたマツノマダラカミキリの樹皮下幼虫 (左) と材内幼虫 (右)

くん蒸後の割材調査では、外見だけでは生死の判断が難しい個体が出現する (江崎ら 2021)。

The work procedure and operation time of the complete wrapping methods for fumigation treatment of pine logs to eradicate the pine sawyer beetle (*Monochamus alternatus*)

<sup>1</sup> ESAKI, Kojiro, 石川県農林総合研究センター林業試験場

所が増えている。このような場所での伐倒くん蒸処理では、あめ玉式を導入することで作業を効率化できる可能性がある。

そこで本報告では、全国的にはほとんど採用されて来なかったあめ玉式の作業手順を示し、その作業時間をかぶせ式と比較することで作業効率について検討した。そして、それぞれの方式のメリットについて考察した。

## 2. 材料と方法

### 1) 調査地

石川県内の2箇所のマツ材線虫病被害林で調査を行った。

内灘町室は海岸防風林として2007～2010年に5千本/ha植栽されたクロマツ林である。2014年頃からマツ材線虫病と見られる枯損被害が発生し、毎年、伐倒駆除を実施している。調査林分は傾斜がほとんどない砂質土上にあり、ススキなどの多年生草本がギャップや林縁で繁茂していた。

加賀市片野は天然アカマツ林が分布する海岸丘陵地で、毎年マツ材線虫病による枯損被害が発生し、伐倒駆除を実施している。砂質土でやや傾斜がある場所が多く、林床の灌木や下草は少なく、アカマツ

の天然更新が見られた。

### 2) 作業手順

本調査では被覆方式に関わらず、1集積山あたり1枚の透明ポリエチレンシート(0.1mm厚、3.6×4.0m)を用い、被覆内容積1m<sup>3</sup>あたり500mlのカーバムアンモニウム剤(液剤)(商品名:ヤシマNCS)を使用した。以下に、石川県で一般的に行うあめ玉式およびかぶせ式の作業手順を示す(図-2)。

あめ玉式の設置には、地面が平らで灌木が少ない場所を選ぶが、簡単に整地した後に設置することもある。地面にくん蒸用シートを広げ、集積作業の際に長靴などでシートを踏まないように、一部は広げずにまとめておく(図-2①)。シートの上に処理対象の材を集積し、集積山を作る(図-2②)。薬剤の飛散がないようにするため、シートの裾の1辺を持ち上げ、集積山の上から薬剤を散布する(図-2③)。シートの2辺を合わせ、10cm程度の折幅で3回折り曲げ、大型のステープラー(針:肩幅11.5mm、足長6.0mm)で5～10cm間隔で張り合わせる(図-2④、⑤)。シートの両端から空気を抜きながら捻じり、ロープで固定し、完成させる(図-2⑥、⑦)。

かぶせ式の設置には、切り株や根が張っている場所は避け、溝を掘りやすい場所を選ぶ。材の集積が

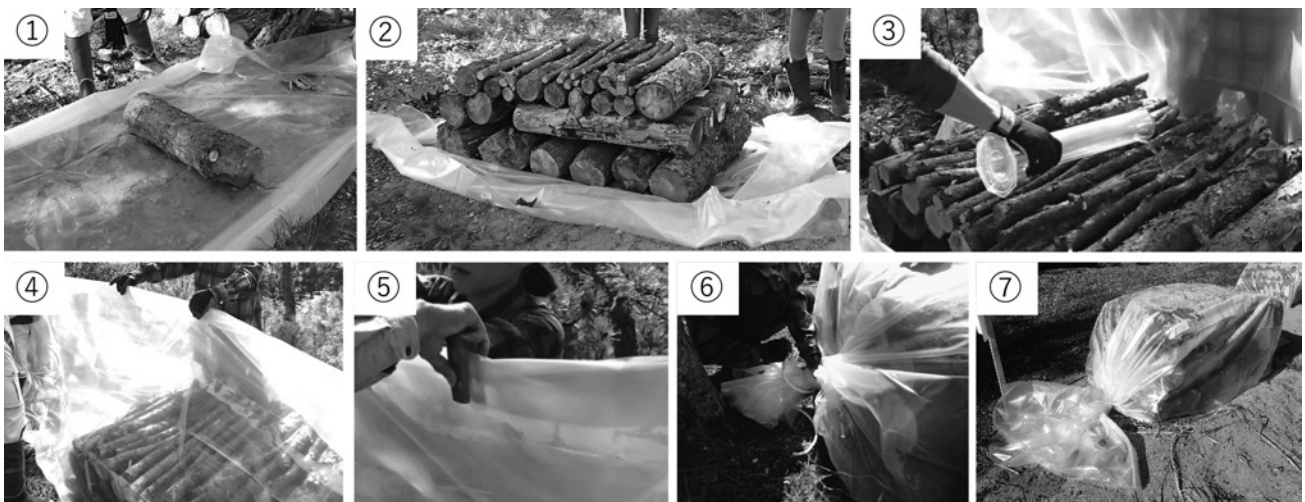


図-2 あめ玉式の手順

①地面にシートを広げる、②被害材をシートの上に積む、③シートの1辺を持ち上げ、薬剤を散布する、④シートの2辺を合わせ、3回折り曲げる、⑤ステープラーで張り合わせる、⑥シートの両端を捻じり、ロープで固定する、⑦完成(外観)。

表-1 伐倒くん蒸処理の作業

作業区分	内容
伐倒作業（共通）	伐倒，玉切り，枝払い，整枝，丸太・枝寄せ
くん蒸作業（共通）	丸太・枝集積，整枝，くん蒸剤の散布
あめ玉式専用作業	地拵え（集積する場所を地拵えする），シート作業（地面にシートを広げる，シートの2辺を持ち上げて被害材を包み込み，ステープラーで貼り合わせる，シートの両端を捻じりロープで固定する）
かぶせ式専用作業	溝掘り（集積山の周囲の溝を掘る），シート作業（被害材の上にシートを被せ，その端を溝に埋める）
その他（共通）	選木，下刈り，作業道具のメンテナンス，休憩

終わったら，深さ20cm程度の溝を集積山の周囲に掘る。集積山の上から薬剤を散布し，シートを山の上から被せ，シートが膨らまないようにそれぞれの裾を溝に押し込み，十分な土を被せて足で押し固める。

### 3) 作業時間解析

2020年10月27日に内灘町室，2021年1月21日に加賀市片野の海岸マツ林で2方式によるマツ材線虫病被害木の伐倒駆除を実施した。いずれの調査地でも，同じ作業班が午前と午後にそれぞれあめ玉式とかぶせ式を1.5～2.5時間の範囲で実施した。この作業を1調査地あたり2機のビデオカメラを用いて，すべての作業員が写るように適宜移動しつつ撮影した。2方式間で作業時間を比較できるように作業内容を以下のように区分し，ビデオ映像から個々の作業員の作業時間を秒単位で計測し，作業区分ごとに全作業員の作業時間の総計を求めた（表-1）。

まず，チェーンソーによる枯死木の伐倒，伐倒木の枝払い，玉切りおよび整枝，並びに手作業で行う枝寄せ，丸太寄せは，どちらのくん蒸方式でも行う「伐倒作業（共通）」に区分した。そして，集積場所への丸太・枝集積（手作業），チェーンソーによる整枝，集積後の薬剤散布は，同様に「くん蒸処理作業（共通）」とした。これとは別に，あめ玉式に特化した作業として，集積する場所の地拵え，シートを地面に広げ，シートの2辺を持ち上げて被害材を包み込む作業，それらを合わせてステープラーで貼り合わ

せる作業，シートの両端を捻じりロープで固定する作業を「あめ玉式専用作業」に区分した。また，かぶせ式に特化した作業として，集積山の周囲の溝掘り，被害材にシートを被せる作業，その端を溝に埋める作業を「かぶせ式専用作業」に区分した。選木，下刈り，作業道具のメンテナンス，休憩といった，上記のどれにも分類されない項目をまとめて「その他（共通）」とした。

## 3. 結果と考察

内灘町室での作業にあたった作業班A（計4名）の構成は以下の通りである；現場担当責任者（40代，経験年数10年以上），作業員ア（40代，経験年数4年以上），作業員イ（40代，経験年数2年以上），作業員ウ（10代，経験年数1年未満）。この作業班はかぶせ式の作業経験がなかったため，当日，著者が作業前に指導した。

午前中は30本のマツ被害木から6個の集積山をあめ玉式で処理した。午後は25本の被害木から3個の集積山をかぶせ式で処理した（表-2）。この調査地では被害木の幹や太枝だけでなく，枝条や葉などすべての部位を処理対象とした。1山あたりの被覆材積は，あめ玉式とかぶせ式でそれぞれ0.16m<sup>3</sup>および0.15m<sup>3</sup>となり，2方式間でほぼ同等であった。このマツ林は若齢林であったため，被害木1本あたりの材積は小さく，2方式で合計55本を処理したが総材積は1.5m<sup>3</sup>に満たなかった。このような現場では，

表-2 作業時間解析に係る作業実績

実績	内灘町室		加賀市片野	
	あめ玉式	かぶせ式	あめ玉式	かぶせ式
作業人数	4	4	2	2
処理本数	30	25	11	12
平均胸高直径 (cm)	11.5	9.3	16.0	19.0
処理材積 (m <sup>3</sup> )	0.97	0.44	1.15	1.99
集積山数	6	3	3	3
1山あたり処理材積 (m <sup>3</sup> /山) *	0.16	0.15	0.38	0.66

\*内灘町室では被害木のすべての部位を処理対象としたが、加賀市片野では直径3cm以上の枝または幹のみを処理対象とした。

表-3 被覆方式別の作業時間の比較

作業区分	内灘町室				加賀市片野			
	あめ玉式		かぶせ式		あめ玉式		かぶせ式	
	時間 (hr)	%	時間 (hr)	%	時間 (hr)	%	時間 (hr)	%
伐倒作業 (共通)	2.81	34.5	1.16	21.9	2.25	69.5	2.64	70.5
くん蒸作業 (共通)	3.82	46.9	2.26	42.5	0.45	14.0	0.51	13.6
各被覆式専用作業	1.51	18.5	1.89	35.6	0.53	16.5	0.60	15.9
小計	8.14	100.0	5.32	100.0	3.23	100.0	3.75	100.0
その他 (共通)	1.85		1.27		0.31		0.45	
合計	10.00		6.59		3.55		4.20	

処理材を運搬・集約して1山あたりの処理材積を多くするよりも、1山あたりの処理量を小さくし山数を増やすと作業効率がよく、あめ玉式での処理に適していると考えられる。

作業時間は4人の総計で、あめ玉式(午前)10.00時間、かぶせ式(午後)6.59時間であった(表-3)。“その他(共通)”を除いた伐倒くん蒸処理に係る作業時間は、それぞれ8.14時間および5.32時間であった。このうち、あめ玉式およびかぶせ式の専用作業に要した時間は1.51時間および1.89時間で、伐倒くん蒸処理に係る作業時間の18.5%および35.6

%に相当した。このことは、あめ玉式でかぶせ式より作業効率が高かったことを示すが、作業班Aはあめ玉式に慣れており、不慣れなかぶせ式の作業にはより多くの時間を要した可能性を考慮する必要がある。

加賀市片野での作業にあたった作業班B(計2名)の構成は以下の通りである；作業員E(60代, 経験年数30年以上), 作業員オ(60代, 経験年数10年以上)。この作業班は県営や市営事業はあめ玉式で行うことが通例であるが、国有林事業においてかぶせ式の経験も十分に有する。

午前中は11本のマツ被害木から3個の集積山をあめ玉式で処理した。午後は12本の被害木から3個の集積山を作り、かぶせ式で処理した(表-2)。この調査地では、マツの幹や直径3cm以上の太枝のみを処理対象とした。1山あたりの被覆材積はそれぞれ0.38m<sup>3</sup>および0.66m<sup>3</sup>で、かぶせ式の被覆材積はあめ玉式の約2倍であった。

あめ玉式およびかぶせ式の作業時間は、2人総計で3.55時間および4.20時間であった(表-3)。“その他(共通)”を除いた伐倒くん蒸処理に係る作業時間は、それぞれ3.23時間および3.75時間であった。このうち、あめ玉式およびかぶせ式の専用作業に要した時間は0.53時間および0.60時間で、伐倒くん蒸処理に係る作業時間に対する割合は16.5%および15.9%であった(表-3)。作業班Bでは両方式の専用作業に要する作業時間に違いがなく、作業効率には差が見られなかった。

伐倒くん蒸処理では、土壌条件や被覆方式(あめ玉式およびかぶせ式)の違いに関わらず、適切に作業されれば十分な駆除効果があることが確認されている(江崎ら 2021)。今回の調査において、あめ玉式の作業効率はかぶせ式と同等かそれ以上であった。ただし、今回の調査地は海岸砂地であったため溝が掘りやすく、より土壌が堅密な条件下であればかぶせ式での溝掘りに時間がかかり、作業効率が低下するものと考えられる。あめ玉式では、1集積山あたりの最大処理材積量はかぶせ式より劣るが、地面を掘って溝を作ったり、土を被せたりという作業が不要となるため、物理的に溝を掘れない岩場や地面を掘ることが好まれない公園等でも施工可能であるというメリットがある。また、かぶせ式で施工ミスの要因となる強風によるシートをめくれ上がり(斉藤ら 2001)は、あめ玉式では完全に排除することができる。現在、全国的には施工されることが少なくなっているあめ玉式ではあるが、上記のようなメリットを勘案し、防除現場の状況に応じてかぶせ式を補完する手法として活用することで、効率的かつ効果的な伐倒駆除の実現に資するものと考えられる。

## 謝辞

本研究の実施に際して、向出 壮氏、西嶋 強氏に現地調査の協力を頂いた。相川拓也氏、千葉のぞみ氏、川口エリ子氏、前原紀敏氏、中村克典氏、小澤壮太氏、斉藤正一氏、杉本博之氏、米森正悟氏に貴重なご助言をいただいた。厚くお礼申し上げる。本研究は国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所交付金プロジェクト(課題番号 201902)により実施した。

## 引用文献

- 江崎功二郎・川口エリ子・中村克典・前原紀敏・相川拓也・小澤壮太・米森正悟(2021) 上面および全面被覆式による伐倒くん蒸処理でのMITC濃度の経過とマツノマダラカミキリ幼虫の殺虫効果. 日林誌 103: 186 ~ 191
- 井ノ上二郎・金森弘樹・周藤靖雄(1989) カーバム剤のくん蒸によるマツノマダラカミキリ駆除試験. 島根林技研報 41: 51 ~ 57
- Kamata N (2008) Integrated Pest Management of Pine Wilt Disease in Japan. Pine Wilt Disease. Zhao BG, Futai K, Sutherland JR, Takeuchi Y (eds). Springer, 304 ~ 322
- Mamiya Y, Enda N (1972) Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Nematologica 18: 159 ~ 162
- 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
- 中村克典(2019) マツ枯れ防除技術の現状と展望. (森林保護と林業のビジネス化. 中村克典・大塚生美編, 日本林業調査会). 97 ~ 107
- 斉藤正一・佐藤豊治・高橋幸治(2001) 環境保全のための生分解性シートを用いたマツ材線虫病丸太のくん蒸処理. 林業と薬剤 158: 1 ~ 10
- 田畑勝洋・島津光明・埴田 宏(1997) 防除対策. (松くい虫(マツ材線虫病)-沿革と最近の研究-.

全国森林病虫獣害防除協会). 122 ~ 167  
吉田成章 (2006) 研究者が取り組んだマツ枯れ防除  
- マツ材線虫病防除戦略の提案とその適用事例  
-. 日林誌 88 : 422 ~ 428  
吉田成章・中村克典・埴田 宏 (1997) 実用化され

た防除手法の評価とマツを取り巻く環境等の検  
証. (松くい虫 (マツ材線虫病) - 沿革と最近の  
研究 -. 全国森林病虫獣害防除協会). 95 ~ 121  
(2021.9.29受理)

# 「死をもたらしたハチ」を新聞で調べる

牧野俊一<sup>1</sup>

厚生労働省が毎年発表する「人口動態統計」は、調査地域を日本とした、人間の詳細な生命表といふべきもので、出生率、年齢別死亡率といった基礎的な数字はもとより、系統的に分類された死因が掲載されているのだが、そのなかにハチ刺傷による死亡数がある。ハチ刺されに関する報道や研究には必ずと言って良いほど参照される数字である。

さてこのハチによる死亡だが、その多くはスズメバチ類によると考えられている。だが実際に死をもたらしたハチを示した資料は意外と少ない。危険生物としてのハチについて考える場合、個々の死亡の原因がどの種類のハチなのかを知るのは重要である。ハチによって生態が異なる以上、予防法も調査法もそれによって変わってくるからだ。そこで、死をもたらしたハチを新聞記事から調べてみようというのがこの小文の目的である。むろん後述のようにこの方法にも問題があるが、一つの試みと見なして頂きたい。

## 1. 問題となるハチ

人口動態統計のハチ刺傷による死亡は、正確には「スズメバチ、ジガバチまたはミツバチとの接触」を原因とした死亡として分類されている。これは世界保健機関（WHO）の国際疾病分類（ICD）における"contact with hornets, wasps and bees"の和訳と思われるが、wasps（ハチ目細腰亜目のうち、ハナバチとアリを除いた部分）をジガバチとするのは誤りだし、beesにはミツバチ以外のハナバチも含まれる。正確かつ簡潔に訳すのは意外と難しいが、それはさておき、日本の場合、刺傷による死亡をもたらすハチは、狩りバチ類のスズメバチ類（3属17種）とアシナガバチ類（3属12種）、およびハナバチ類のミツバチ類（1属2種）、マルハナバチ類（1

属15種）である。いずれも真社会性で、巣の防衛用に毒針と攻撃性を有し、毒液中に多様なアレルゲン（抗原）を含む。もとより「刺されると痛いハチ」は単独性ハチにも多いものの、わが国のハチ由来の死亡はこれら真社会性種にほぼ限られると言って良い。

スズメバチ類とアシナガバチ類では、働きバチの数は前者が圧倒的に多く攻撃性も強い。前者は種によって土中や樹洞から樹枝や軒先など様々な場所に営巣するが、後者はほとんどが明るい場所の灌木類や人家等に営巣する。ミツバチ類としてはセイヨウミツバチとニホンミツバチが含まれ、外来種の前者はほぼ養蜂に限られるが、野生在来種である後者は樹洞などに営巣する。マルハナバチ類は主に土中に営巣し、働きバチ数はミツバチに比べればはるかに少ない。

刺傷の頻度を見ると、たとえば佐久総合病院（長野県）のハチ刺傷外来患者（1997～2004年の受診者1912人）が刺されたのは、アシナガバチ51%、スズメバチ40%、その他9%である（小口 2005）。各地の民有林や国有林での刺傷歴調査（松浦ら、2005；小川原 2019）でも、アシナガバチとスズメバチとにほぼ同頻度で刺されている一方、ミツバチによる刺傷頻度はこれらに比べると少ない。刺傷の多くは巣に気づかず刺激するのが原因だが、ミツバチではその事態は生じにくいだろう。マルハナバチ類の刺傷は多くの報告に出てこないが、アンケートの選択肢に含まれていないため「ミツバチ」や「その他」として回答された可能性や、マルハナバチそのものが認識されていない可能性もある。

## 2. 死亡記事に出現するハチ

朝日新聞、読売新聞、毎日新聞のオンラインデー

Fatalities from hymenopteran stings reported by newspaper articles

<sup>1</sup>MAKINO, Shun'ichi, 国立研究開発法人 森林総合研究所 非常勤研究職員

表-1 新聞に掲載されたハチ刺傷による死亡記事 (1995-2019年)

ハチ種類 <sup>1)</sup>	山菜採り <sup>2)</sup>	草刈 <sup>3)</sup>	家屋内 <sup>4)</sup>	農作業	土木・建設作業	山林施業 <sup>5)</sup>	散策等 <sup>6)</sup>	巣駆除・採取	庭作業等 <sup>7)</sup>	ミツバチ飼育	不明	合計
スズメバチ	23	18	3	8	6	2	5	4	3		9	81
スズメバチ/アシナガバチ	2	9	2	1	1	2			7		1	25
アシナガバチ		1		1		3			2			7
ミツバチ										2		2
スズメバチ/ミツバチ										1 <sup>8)</sup>		1
不明	1						2				4	7
合計	26	28	5	10	7	7	7	4	12	2	14	123

1) どちらの可能性もある場合は「/」で示した; 2) 合計のうち11件はきのこ採り; 3) 下刈りを含む; 4) 納屋や倉庫等の巣; 5) 枝打ち, 伐採等; 6) 路上, 登山道等; 7) 庭木剪定, 除草等; 8) 飼育ミツバチに飛来したスズメバチを駆除中の事故

データベース (それぞれ「聞蔵Ⅱ」,「ヨミダス」,「毎索」) を用い, 1995 ~ 2019年 (25年間) の期間で, 本文や見出しに「ハチ (バチ)」と「死」の両方の単語が出現する記事を抽出した。いずれも全国紙だが, データには地方面の記事も含まれている。これらの両単語が出てこない死亡事故はあったとしてもまれであると仮定した。この期間を選んだのは, 人口動態統計が1995年以降インターネットで公開されており, 記事との照合を行いやすいからである。

ハチ刺傷関連死であることが確認できた記事は123件あった。三紙で重複するものも, 一紙のみに掲載のものもある。これらの他に, 巣を駆除 (採取) するときやハチから逃げるときに高所から転落したり, 防護用に被ったビニール袋で窒息したり, 伐採作業中にハチの巣を見つけて慌てたため伐倒木の下敷きになるなど, ハチが間接的に関与した死亡事故が7件あった。ハチへの恐怖や, 逆に特殊な関心が思わぬ事故をもたらすことをよく示している。

刺傷による死亡事故123件の内訳について, 原因と推定されるハチの種類と, そのときの作業内容を表-1に示す。人口動態統計によればハチとの接触による同期間の死亡は544件なので, 新聞記事の事故がすべてそれらに含まれるとすれば, 記事は死亡例の23%をカバーしていることになる。上記のように真社会性ハチ類は日本に8属46種生息するが, 記

事から種を推定するのは不可能かつ危険である。ここでは, スズメバチ類, アシナガバチ類, ミツバチ類, マルハナバチ類に分けることとし, 決めかねる場合は, 例えば「スズメバチ/アシナガバチ」などとした。このカテゴリー分けは, 当人や近くにいた人の証言, 営巣場所, 時期, 作業内容などに関する記事内容をもとに, 私が以下のように判断した。

最も多かったのはやはりスズメバチ類で, 状況からスズメバチ属 *Vespa* とクロスズメバチ属 *Vespula* が大部分と思われるが, ホオナガスズメバチ属 *Dolichovespula* が含まれる可能性もある。これらの大多数では, 「現場近くにスズメバチの巣が存在した」, 「大型のハチに襲われた」という本人や目撃者の証言がある。アシナガバチ類はこれよりはるかに少なく, やはり本人の証言がある場合や, 現場にアシナガバチの巣があることなどから判定した。アシナガバチ属 *Polistes* とホソアシナガバチ属 *Parapolybia* の可能性があり, 後者は前者に比べてやや暗い林内などに多い。単に野外作業中にハチに刺された, といったことしかわからないケースでは, スズメバチ, アシナガバチ両方の可能性がある。ハチ類を可能性から排除した理由は, 野生にしる飼育にしる, これらの事故が起こった状況 (草刈り等, 庭木の剪定等が多い) から考えてミツバチに刺される可能性は小さいこと, マルハナバチ属は土中



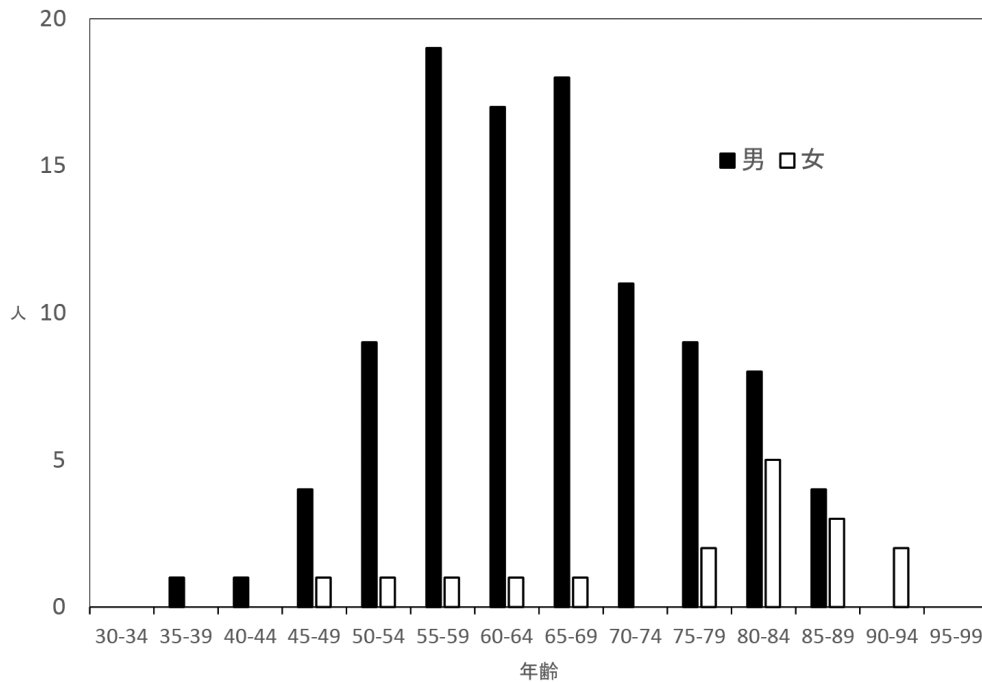


図-1 ハチ刺傷の死亡記事における年齢構成 (1995-2019)

に営巣し、巣を刺激して刺される可能性はあるものの、上記のように巣の規模等において、刺傷の危険はスズメバチ類よりはるかに小さいと考えられるためである。ミツバチが原因の死亡が明らかだったのは、飼育ミツバチの管理作業中に多数の刺傷を受けた事故である。

刺されたときの状況としては、山菜（きのこを含む）採集と草刈りが圧倒的に多く、いずれも地下や下層植生に作られた巣を刺激しやすい作業である。なお死亡者の性別と年齢構成は図-1に示すとおり、男女とも高齢者が多いが、女性のほうがより高齢に偏っていた。また、ハチ刺されによる死の多くは、よく知られているようにハチ毒に含まれる抗原に対する急激なアレルギー反応によるアナフィラキシーショックによるが、一度に多数刺された場合には、毒に含まれる酵素等による多臓器不全で死亡する場合もある (Perkins and Yates 2017)。今回参照した記事には、刺傷箇所が少なく、かつ刺されてから死亡までが短時間の例が多く、これらは前者の可能性が極めて高いが、100箇所以上刺されたために死亡した後者の事例も数例あった。ハチ刺傷による死

亡はアナフィラキシーショックのみが原因でないことは知っておく必要がある。

### 3. 考察と問題点

以上のように、新聞記事から判断すると「人口動態統計のハチによる死亡の大部分はスズメバチ類による」という、従来からの一般的解釈を変更する必要はないと考えられる。刺傷による死亡をもたらしたハチに関しては、国有林・民有林での記録がある。1980～2004年に生じた14件の死亡事故のうち、スズメバチ類8件、アシナガバチ類1件、不明5件であった (松浦ら2005)。状況からスズメバチの可能性が高い不明の1件も加えると、その割合は9/14件 (65%) となり、新聞記事におけるスズメバチ類の割合66%に近い。林野作業という特定の業種であるとはいえ、やはりスズメバチ類が多いことがわかる。上記の様にアシナガバチ類に刺される頻度はスズメバチと大差ないと思われるものの、死亡に到るのはスズメバチ類の刺傷が圧倒的に多い。

新聞記事を資料に用いることには当然問題もある。人口動態統計の死因は、各地の医師が作成する死亡

診断書に基づいて分類されるが、死亡事故が記事になるかどうかは、記者や編集者の情報網やニュースバリューにもよるので何らかのバイアスがかかる可能性は否定できない。たとえば死亡者の性比が人口動態統計では男：女=4.2：1であるのに対して、新聞記事では6.2：1とより男性に偏っているが、原因はわからない。さらに、今回はオンラインデータベースを持つ全国紙3紙しか見ていないのも問題である。地方面もそれらに含まれてはいるものの、地域の情報網は地方紙にかなわない。縮刷版等で地方紙も探せば、カバー率も上げられると思う。こうした問題はあるにせよ、ある程度多数の事例に基づいて、ハチ刺傷の原因となるハチを確認できたのはひとつの成果であった。

最後にこの小文を書く契機を与えて頂き、人口動態データに関してご助言いただいた森林総合研究所

の滝久智、小黒芳生の両氏にお礼申し上げます。

## 引用文献

- 松浦 誠・大滝倫子・佐々木真爾 (2005) 蜂刺されの予防と治療 (改訂版). 林業・木材製造業労働災害防止協会, 東京
- 小口真司 (2005) 蜂刺傷患者の治療について. (蜂刺されの予防と治療 (改訂版). 松浦誠ら編著, 林業・木材製造業労働災害防止協会). 269 ~ 274
- 小川原辰雄 (2019) 人を襲うハチ. 山と溪谷社, 東京
- Perkins, JB, Yates, AB (2017) Pathologic findings in Hymenoptera sting fatalities. In: Stinging insect allergy. Freeman, TM, Tracy, JM (eds.) Springer, 101 ~ 108

(2021.12.8 受理)

都道府県だより

# 宮城県におけるICTを活用した松くい虫被害対策の取組について

## 〇はじめに

本県には、日本三景である特別名勝松島やリアス式海岸が広がる三陸復興国立公園等の景観形成に寄与するマツ林のほか、地元住民の生活を守る海岸防災林など、多様な役割を担う重要なマツ林が数多く存在しています。

本県の松くい虫被害は長期的に減少傾向となっておりますが、被害木駆除による本数密度の低下に伴い景観が悪化しているマツ林の再生や、東日本大震災により被災し再生を図っているマツ林の予防対策の実施等、これまでになかった新たな課題への対応も必要になっていきます（図-1）。

一方で、各自治体の予算は減少しており、効率的な被害対策の実施が必要なことから、県ではICT（情報通信技術）を活用した新しい取組を進めています。

## 〇取組概要

本県では、ICTを活用した取組の一つとして、ドローンを活用した空中撮影による被害木調査の実証を進めています。こうした取組は、国や他県でも進められていますが、条件や目的によって、使用する機体やカメラ、撮影方法などが異なるため、最適な方法を見い出すため独自の検証を進めています。

具体的には、1. 広葉樹と混交するマツ林での被害木の特定手法、2. 現地踏査を省略した被害木材積の推定手法等を検証しています。

### 1. 広葉樹と混交するマツ林での被害木の特定

本県には、長年の被害対策の実施により、被害木処理跡地に侵入した広葉樹との混交林化が進んでいるマツ林が多いため、空中撮影した樹木がマツか広

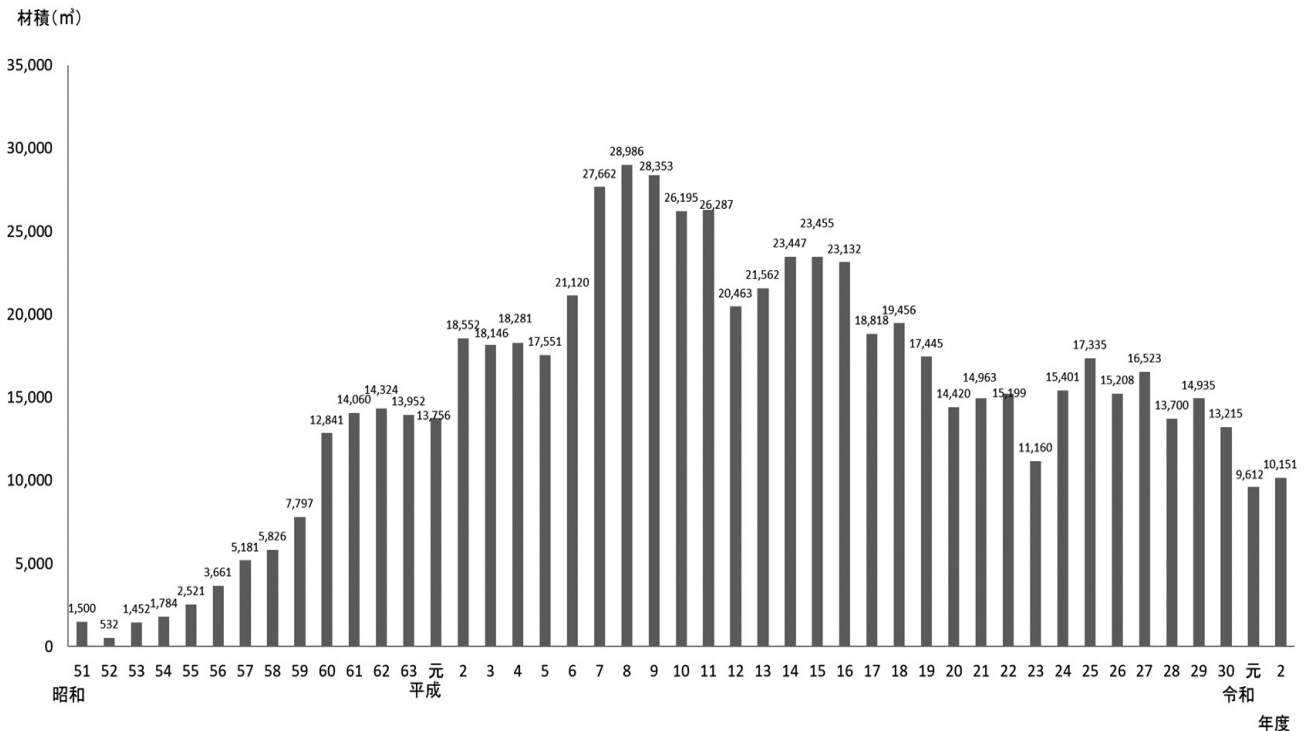


図-1 宮城県民有林松くい虫被害量の推移

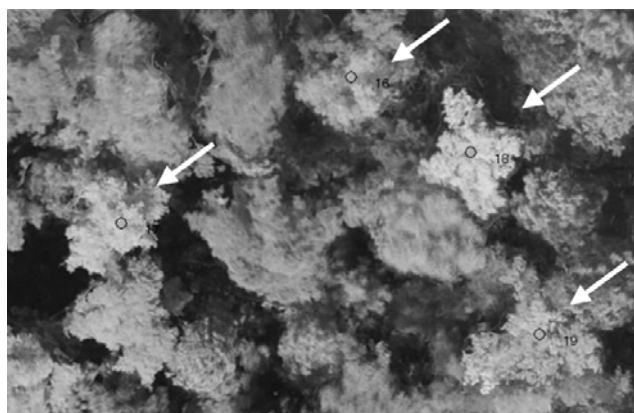
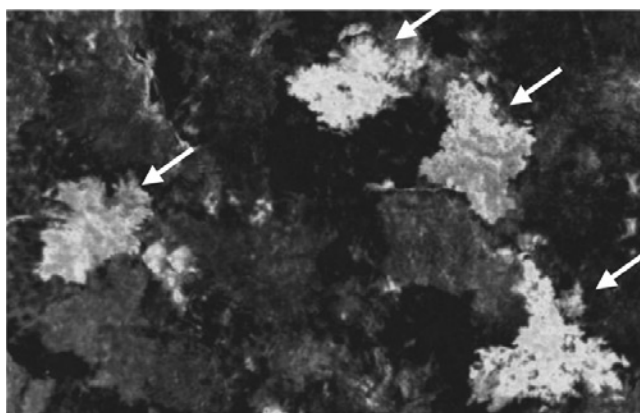


写真-1 マルチスペクトルカメラによる色彩の変化  
左図；正規化植生指数を反映させた画像，右図；通常のカラー画像  
被害木：矢印（→）

葉樹かを判別することが、難しい状況にあります。

昨年の10月にマルチスペクトルカメラ（P4 MULTISPECTRAL）による撮影を実施し、色の違いにより、被害木の樹種判別が可能かを検証しました（写真-1）。その結果、色彩の変化が見られた樹木が、今年枯れたマツなのか、過去に枯れたマツなのか、或いは落葉した広葉樹なのかといった判別が困難であることがわかり、被害木を適切に判別するためには結局、現地確認やオルソ画像（ひずみを修正した空中写真画像）による判読技術が必要という結果となりました。

将来的な運用に当たっては、経験の浅い市町村担当者でも実施できる方法や体制が求められてくることから、今年度は、(1)枯れる前（6～7月）、(2)枯れ発生後（9～10月）、(3)広葉樹落葉後（12～1月）の3回に分けて撮影を実施し、その変化を確認することにより、①マツがどこに配置されているか、②当年度に枯れたマツはどれかを把握することとしました。

検証は現在進行中ですが、(1)と(2)の色彩の変化により②当年度枯れマツの特定、(3)により①マツの配置状況を把握できると考えられ、この方法で判別できれば、広葉樹と混交するマツ林でも被害木の判別が可能となります。また、初年度にマツの位置を特定すれば、翌年度以降の撮影回数は縮減が可能と考えられます。

## 2. 被害木材積の推定

1機のドローンを用いた空中撮影による被害木調査は、被害木の特定までであり、実際に伐倒駆除事業を実施するためには材積を求める必要があることから、現地調査が必要な状況となっています。

このため、ドローンによる空中撮影により被害木の材積を推定することができれば、現地調査を省略することができ、更なる省力化につながることから、現在、レーザー測量機能を有するカメラ（ZENMUSE L1）を搭載したドローン（使用機体：MATRICE 300 RTK）により撮影を行い、樹形の把握から材積を算出する方法について検証を行っています（写真-2）。通常のドローンによる撮影では、真下の撮

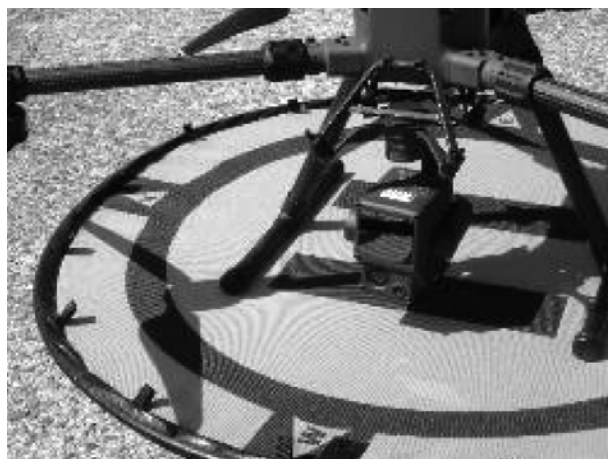


写真-2 レーザー測量機能を有するカメラを搭載したドローン

影により、樹高の特定までは行うことができますが、材積の把握には胸高直径の推定が必要となります。レーザー測量機能を有するカメラでは、カメラの角度を付けて撮影することができるため、より高精度な3次元画像を作成することができ、樹形の把握による、材積の推定が期待できます。

### ○今後の課題

ドローンの活用については、機体によってできる内容が変わることから適材適所の利用が必要であるとともに、可能であれば汎用性の高いドローンを使った被害木調査手法の確立が必要であると考えます。マルチスペクトルカメラによる撮影では、オルソ画像では見分けられない変化も把握できるため、漏れの無い被害木の把握につながる一方、一定の高さで撮影するため、標高差のある地形での空中撮影や測量に

課題があります。当県で実用しているPHANTOM 4 RTKやMATRICE 300 RTKでは、地形に沿った飛行が可能のため測量等への汎用性は高いものの、マルチスペクトルカメラのように判別することが難しく、より精度の高いオルソ画像の作成が求められるため、判読しやすい撮影高度等について検証していくことが重要です。

今後どのようにドローンを運用していくか、検証を重ね整理していく予定です。また、ドローンによる空中撮影によって、被害跡地の管理も可能となることから、補植計画などマツ林再生に向けた取組にもつなげていくとともに、アクセス困難な島しょ部へのマツの播種等他の取組にもドローンを組み合わせたICTの活用を検討していきたいと考えています。

(宮城県水産林政部 森林整備課)

## 徳島県のナラ枯れ被害対策について

### ○はじめに

徳島県の森林面積は約31万5千haと総面積の約75%を占めており、全国でも有数の森林県です。約94%が民有林であり、そのうち約60%が人工林となっています。またスギの素材生産が盛んで森林に占

めるスギ人工林面積の割合は全国でも1番です。

本県の森林病虫害被害は、昭和55年から昭和60年に松くい虫による甚大な被害が見受けられ、平成初期まで被害材積が1万m<sup>3</sup>程度で推移していました。その後平成12年頃から徐々に減少し始め、現在ではピーク時の10分の1程度となっています。

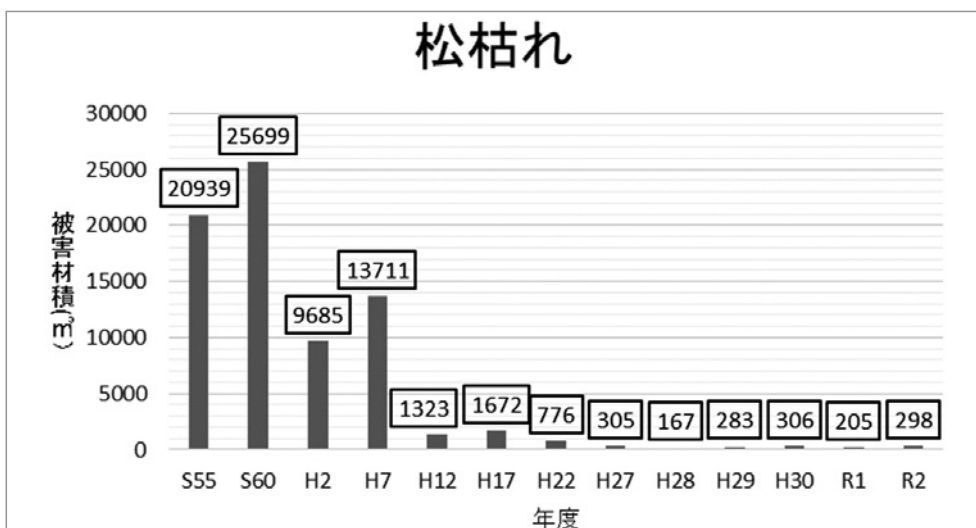


図-1 松枯れ被害量の推移

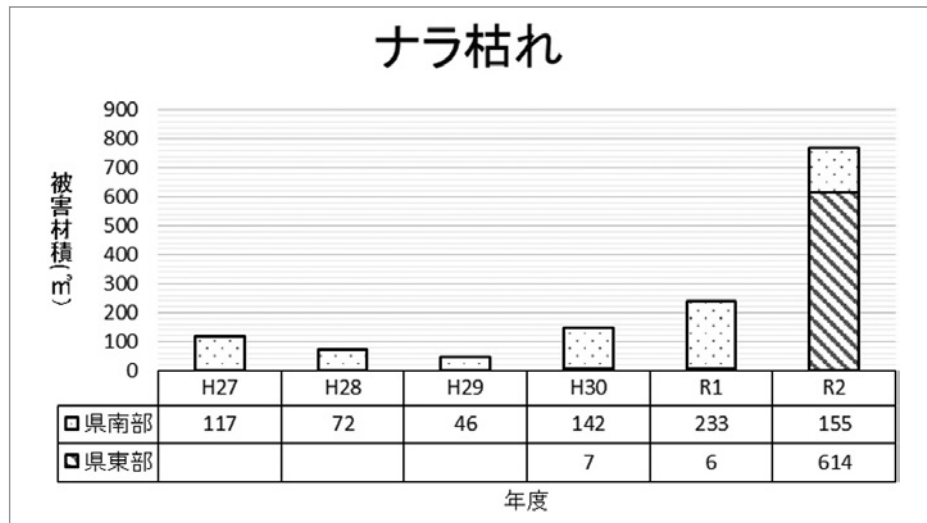


図-2 ナラ枯れ被害量の推移

また、ナラ枯れに関しては、平成27年に県南部で被害が初確認されました。その後数年間、被害は横ばいで推移していましたが、令和2年に県東部で新たに10市町村において被害が初確認されました。県南部の被害量を鑑みると、カシノナガキクイムシの生息域は北上傾向であると考えられます。(図-1, 図-2)

### ○ナラ枯れ被害対策

平成27年9月、県南部の海岸周辺の広い範囲において、ウバメガシ、シイ等が枯損しており、ナラ枯れ被害が初確認されました。被害蔓延防止のため、予防・駆除事業を行うことが重要でしたが、当時は作業手法や積算方法などが確立できていなかった



写真-1 立木の被覆による予防

め、ナラ枯れ被害対策を検討する実証事業から始めました。立木被覆や集積燻蒸など様々な手法を検討し、作業内容や歩掛かりを明らかにしました。(写真-1, 2)

その後、県南部では国庫補助事業等を活用し、市町村が主体となり、被害対策を実施してきた結果、被害量は減少傾向となりました。しかし令和2年度に県東部で被害が拡大したことを受け、本県では緊急に対策が必要と判断し、県の単独事業で新たに「ナラ枯れ被害緊急対策事業」を創設し、更なる被害対策を推進しています。

### ○今後の展開

ナラ枯れ被害対策は、行政機関と林業事業者等が



写真-2 被害木の集積燻蒸



写真-3 「ナラ枯れ」被害対策連絡会議（県南部）



写真-4 「ナラ枯れ被害」連絡会議（県東部）

被害状況を共有し、今後の方針を検討することが重要です。県南部では被害が初確認された平成27年、県東部では令和2年度に国の研究機関や市町村、また事業者等を構成員とした、ナラ枯れ被害報告や防除対策等を検討する連絡会議を設置しています。今年度も県南部・東部ともに連絡会議を開催し、各関係機関が意見交換を行って、被害対策の方向性を確

認しました。（写真-3、4）

最後に、本県のナラ枯れ被害は近年、増加傾向であることから、引き続き徹底した注意喚起を行うとともに、予防や駆除など被害対策事業を効果的に実施し、被害が抑制できるように取り組んで参ります。

（徳島県農林水産部 スマート林業課）

## 協会だより

**どなたでも投稿できます！本誌に投稿してみませんか？**

「森林防疫」はその前身となる「森林防疫ニュース」として、林野庁森林害虫防除室の編集によって1952年（昭和27年）に発刊されました。1963年には、編集発行主体が「全国森林病虫獣害防除協会」に移り、誌名が現在の「森林防疫」に変わった（1969年）ものの、森林保護事業及び研究の普及・技術解説情報月刊誌として、1号の欠号もなく発行されてきました。このように、本誌は半世紀以上にわたり、森林や緑化樹の病虫獣害防除、並びに生物多様性などに関連した情報を発信し続けてきた伝統ある雑誌ですが、最近、「森林防疫」への投稿が少なくなっており、毎号の発行に苦慮しているところです。

研究者の皆様にとっては、オリジナリティの高い研究成果を「森林防疫」に掲載するのはもったいない、というお考えもあるかと思いますが、それも理解できますが、本誌の読者は研究者だけではありません。また、研究者でも専門から離れた学会の論文を読む機会は少ないと思います。国際誌に英語の論文で出した成果を、一般の読者に分かりやすく解説する日本語の雑誌、また、身近な観察の中から得られた貴重なデータを迅速に公表する雑誌、本誌はそんな役割も果たせると考えております。さらに、本誌に投稿された「論文、総説及び解説」は2名のレフェリーによる査読によって、学術的価値が認証されます。ご自分の研究が半世紀以上続く、伝統ある雑誌に掲載される喜びを味わってみませんか？

記事ばかりではなく、表紙写真の原稿もお待ちしております。表紙写真はカラー印刷となり、無料で掲載できます。被害写真や原因となる生物をカラー写真で掲載したい方は是非、表紙写真として投稿ください。下に投稿規定を掲載しますので、どうぞ皆様、奮ってご投稿をお願いいたします。

## 森林防疫投稿規定 (2021. 6改訂)

### 本文記事

#### 1. 原稿の種類

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

#### 2. 審査委員会

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

#### 3. 著作権

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

#### 4. 印刷

本文の印刷は原則として白黒ですが、ご希望の場合は割増料金にてカラー印刷も可能です。別刷をご希望の方は、実費にて100部単位で受け付けます。別刷を御購入の方には、論文のPDFファイル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、原則刷り上り10ページ以内とし、それを超えるページについては相談に応じます。

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とし、ファイル形式は、Microsoft Excel, Word, Power Point, JPEG, PDFとして下さい。

4) 用語等については、次の点に留意をお願いします。

- ①常用漢字、現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述して下さい（ただし専門用語はこの限りではありません）。
- ②生物の標準和名はカタカナで、学名はイタリック体で表記します。
- ③樹齢の表わし方は満年齢です（当年生、1年生、2年生、40年生等）。
- ④単位は記号を用いて下さい（例：m, cm, mm, ha, %等）。
- ⑤年の表記は原則として西暦ですが、行政上の文書や施行に言及するような場合は、元号で構いません。

5) 本文の構成にはとくに既定しませんが、例えば論文であれば1. はじめに、2. 材料と方法、3. 結果、4. 考察、等の見出しを付けることをお勧めします。また、必要に応じてその下に中見出し(1), (2), …, 小見出し1), 2), …を付けて下さい。



6) 図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。図表の説明文は、原稿本文の最後（引用文献の後）にページを改めて付けて下さい。

7) 文献は引用個所に「(著者姓 年号)」あるいは複数の場合は「(著者姓 年号; 著者姓 年号; …)」のように記し、本文末に引用文献リストを付けて下さい。本文中の引用文献の著者名は、2人までは全員の、また3人以上は筆頭著者の後を「ら」あるいは「*et al.*」として省略します。引用文献リストでは著者名は全員の名前を書きます。引用文献リストの文献の順番は、著者名のアルファベット順、同一著者については年代順とします。同一著者で同一年の場合は、2004a, 2004b, …のように記して下さい。アルファベットの著者名では、イニシャルのピリオドは省略します。また、誌名の略し方はNLM方式で、分からない場合は<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>でお調べ下さい。文献リストは、次の記載例を参考にしてお書き下さい。

#### 論文引用

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

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

#### 単行本部分引用

吉田成章 (1993) ヤツバキクイムシ. (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)

#### ホームページ引用

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

## 表紙写真

### 1. 表紙写真の種類

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

### 2. 表紙写真説明文

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


## 原稿の送付

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

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

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-16 (丸石第2ビル6階)

全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当宛

<p>マツクイ虫防除に多目的使用が出来る サンケイ <b>スミパイン</b><sup>®</sup> 乳剤 <small>スミパイン®は住友化学(株)の登録商標</small></p> <p>松枯れ防止樹幹注入剤 <b>グリーンガード</b><sup>®</sup>・NEO <small>グリーンガード®は日本曹達(株)の登録商標</small></p> <p>少量注入でクビアカツヤカミキリや ケムシ、吸汁性害虫を防除 <b>ウッドスター</b><sup>®</sup></p> <p>伐倒木くん蒸用分解性シート <b>ビオフィレックス</b><sup>®</sup> <small>ビオフィレックス®はアキレス(株)の登録商標</small></p>	<p>松枯れ防止と庭木の害虫防除に <b>マツグリーン</b><sup>®</sup>液剤2 <small>マツグリーン®は日本曹達(株)の登録商標</small></p> <p>ナラ枯れ予防用樹幹注入剤 <b>ウッドキング</b><sup>®</sup> <b>DASH</b></p> <p>伐倒木くん蒸処理剤 <b>キルパー</b>40<sup>®</sup> <small>キルパー®はバックマンラボラトリーズ(株)の登録商標</small></p> <p>マツクイ虫被害木伐倒駆除に <b>パインサイド</b><sup>®</sup>S油剤D</p>																
<p> <b>サンケイ化学株式会社</b> &lt;説明書進呈&gt;</p>																	
<table border="0"> <tr> <td>本社</td> <td>〒891-0122</td> <td>鹿児島市南栄2丁目9</td> <td>(099)268-7588</td> </tr> <tr> <td>東京営業部</td> <td>〒366-0032</td> <td>埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1</td> <td>(048)551-2122</td> </tr> <tr> <td>大阪営業所</td> <td>〒532-0011</td> <td>大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F</td> <td>(06)6305-5871</td> </tr> <tr> <td>九州北部営業所</td> <td>〒841-0025</td> <td>佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3</td> <td>(0942)81-3808</td> </tr> </table>		本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588	東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122	大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F	(06)6305-5871	九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808
本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588														
東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122														
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F	(06)6305-5871														
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808														

**森林防疫** 第71巻第1号(通巻第748号)  
令和4年1月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 中崎和久  
印刷所 松尾印刷株式会社  
東京都豊島区東池袋5-45-5  
ASビル

☎ (03) 5944-9853

定価 1,364円(送料込, 消費税込)  
年間購読料 6,820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

〒101-0044 東京都千代田区  
鍛冶町 1-9-16(丸石第2ビル6階)

☎ (03) 6700-4735 FAX (03) 3258-5611

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