

# 森林防疫

FOREST PESTS

## — 森の生物と被害 —



## 目次

### 論文

#### カシナガトラップによるナラ枯れ防除

[三枝道生] ..... 3

### 論文

#### 九州大学宮崎演習林で発生したスギ暗色枝枯病の被害と発生誘因 —高標高地における壮齡林での被害例—

[扇 大輔・村田秀介・山内耕司朗・中村琢磨・井上幸子・周藤靖雄] ..... 14

### 新刊紹介

#### 樹木医学入門

[佐橋憲生] ..... 23

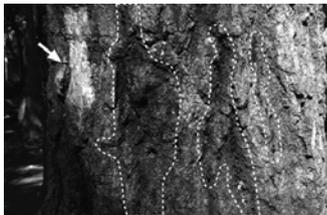
都道府県だより：山口県・熊本県 ..... 24

協会だより：

購読料改定のお知らせ ..... 30

協会だより：

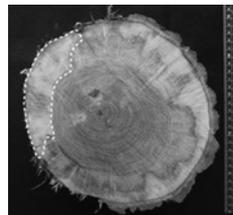
どなたでも投稿できます！ ..... 31



A



B



C



D

[表紙写真] つくば市の公園で発生したナラタケモドキ

写真A：ナラタケモドキの感染による樹液漏出（破線枠内）がみられるコナラ。樹皮下には白色の菌糸膜（矢印）がみられる

写真B：樹皮下に形成された白色扇状のナラタケモドキ菌糸膜（矢印）

写真C：カシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの穿孔を受けた、ならたけもどき病罹病木の横断面。青いピンの間のエリア（破線枠の樹皮側）はナラタケモドキの菌糸膜が蔓延していた箇所、辺材部（破線枠内）の防御反応が顕著でない。青いピンの外側（破線枠外）のエリアは、キクイムシの穿孔を受け、辺材部の変色が認められる

写真D：粘着シートによるカシノナガキクイムシ捕獲処理木に発生したナラタケモドキの子実体。粘着シートの隙間を破って子実体が発生していた（写真提供 服部友香子）

ナラタケモドキは、根株を侵す病原菌で、生態的な特性や形態がナラタケに似ることから、ナラタケ属 *Armillaria* の一種とされ、広義のナラタケ類として扱われてきた。ナラタケモドキは子実体につばがないのが特徴で、つばのあるナラタケ類とは形態的に区別できる。2017年にナラタケモドキ属 *Desarmillaria* として再編された。ならたけもどき病の宿主となる樹木は、カエデ類、カシ類、クリ、サクラ類、ナシ、モモ、ブドウ、コウヨウゼンが記録されているが、多くの公園や街路樹等でナラタケモドキによる衰退枯死被害が発生しており、実際の宿主はかなり広いものと推測される。ならたけもどき病罹病木は、樹皮下に白色の菌糸膜が形成され、形成層が壊死することで、衰退枯死する。罹病木は枝葉が透けるなどの樹勢の低下や、幹からの樹液の漏出などの異常がみられる。急激に萎凋枯死することもあるため、ナラ類の被害ではナラ枯れと誤認されることもある。フラスが認められる場合でも、先にならたけもどき病に罹病して衰退した樹木に、後からカシノナガキクイムシやヨシブエナガキクイムシが穿孔して枯死に至ったケースもある。

(国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 高橋由紀子)

論文

# カシナガトラップによるナラ枯れ防除

三枝道生<sup>1</sup>

## 1. はじめに

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が媒介して発生するブナ科樹木萎凋病（以下、ナラ枯れ）は、1980年代以降に日本各地で拡大した（伊藤・山田 1998；小林・上田 2005；小林・吉井 2014）。岡山県では、2009年に県の北部で確認されて以降、徐々に拡大し、2019年までに8市町村で確認されており（図-1, 2）（岡山県治山課 2019）、今後、被害が南下する恐れがあることから、有効な対策の実施が求められている。

これまで、岡山県では伐倒燻蒸処理や立木燻蒸処理など、薬剤による対策が主に実施されてきた。しかし、入山者の多い観光地や、森林認証制度により薬剤の使用が制限される森林など、薬剤による対策が困難な地域でも被害が発生しているため、薬剤を用いない対策が求められている。また、被害の増加に伴い、対策の担い手の確保が困難になってきていることから、限られた労力で実施できる効率のよい手法が求められている。

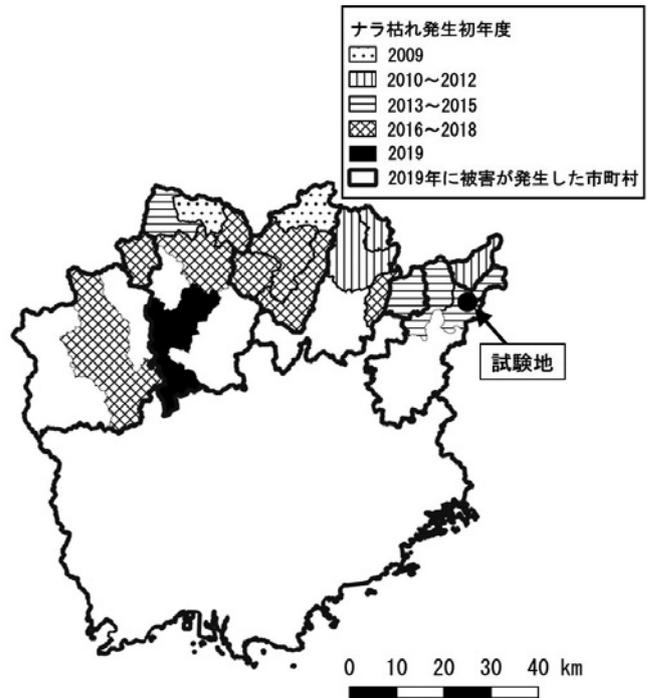


図-1 岡山県のナラ枯れ発生地域（2019年時点）

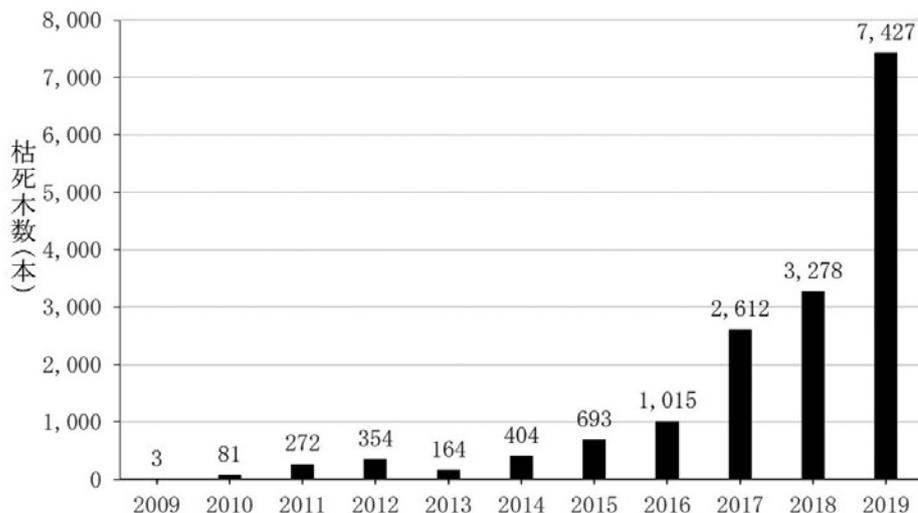


図-2 岡山県のナラ枯れによる枯死本数の推移



写真-1 カシナゴトラップの設置状況

カシナゴの穿入を受けて枯れた木では、材内でカシナゴが繁殖し、翌年、その木から脱出したカシナゴによって被害が拡大する。一方、カシナゴの穿入を受けても生き残った木（以下、穿入生存木）ではカシナゴは繁殖が困難であり、しかも、翌年以降は穿入生存木に穿入したカシナゴの多くは死亡する（小林ら 2008）。カシナゴトラップ（写真-1）（以下、トラップ）は、こうしたナラ枯れの特長に着目した、穿入生存木を多く作ることによってナラ枯れを抑制する防除資材で（小林 2013；小林 2020）、25段の衝突部と捕虫部で構成され、カシナゴのオスが木に穿入した後に発散する集合フェロモン（Ueda and Kobayashi 2001）によってカシナゴを誘引・捕殺する装置である。

この手法については、トラップと同様の構造を有するペットボトルトラップを用いた総合防除（IPM）によって、寺社林の保全に成功した事例が報告されており（小林ら 2014）、トラップは、2019年までに11都府県で延べ1万基以上が使用されている（小林 2020）。

岡山県内におけるナラ枯れ対策では、伐倒燻蒸処理と立木燻蒸処理を6年間継続的に実施することで被害が沈静化した事例がある（三枝ら 2015）。しかし、こうした対策では、ひとつの地域の防除に長期間にわたる労力と経費を要するため、広域な被害地でくまなく実施することは困難であるが、短期間に穿入生存木が増えることにより被害が早期に終息すれば、防除実施期間が短縮できるため、より広域での対策が可能になる。そこで、トラップの設置による被害抑制効果を検証したので、その結果を報告する。

## 2. 材料と方法

### (1) 試験地と対象木

試験は、岡山県美作市江ノ原のコナラ、アベマキ、シラカシ、ヤマザクラおよびヒサカキなどが混在する広葉樹林で実施した（図-1）。試験地の標高は250～320m、面積は6,015㎡で、尾根筋の先端に位置し、中央に谷部を有する地形である。ここでは、2014年にナラ枯れが初確認され、試験開始時における岡山県での被害先端地の一つであった。

林内のブナ科樹木の位置をレーザー距離計TRUPULSE360（LASER TECHNOLOGY社製）で計測するとともに、胸高直径とカシナゴによる穿入の有無を記録した。試験地内の胸高直径7cm以上のブナ科樹木のうち、2014年に立木燻蒸処理された13本を除く265本を対象木とした。対象木の樹種別の本数と胸高直径を表-1に、その位置を図-3に示す。対象木の内訳は、コナラ（36%）、シラカシ（32%）、アベマキ（26%）が多く、それ以外に、クリ、クヌギ、ツクバネガシおよびアラカシが点在していた。平均胸高直径は、コナラは20.6cm、クリとクヌギは30cmを超え、シラカシとアラカシは20cm未満で、

表-1 対象木の樹種別の本数と胸高直径

樹種	本数	胸高直径 (cm)		
		平均	最大	最小
コナラ	96	20.6	42.5	7.7
シラカシ	83	18.7	65.1	7.6
アベマキ	70	25.0	52.4	10.1
クリ	11	33.5	58.1	15.8
クヌギ	2	35.1	41.4	28.7
ツクパネガシ	2	28.1	31.6	24.5
アラカシ	1	17.0	17.0	17.0
計	265	21.9	65.1	7.6

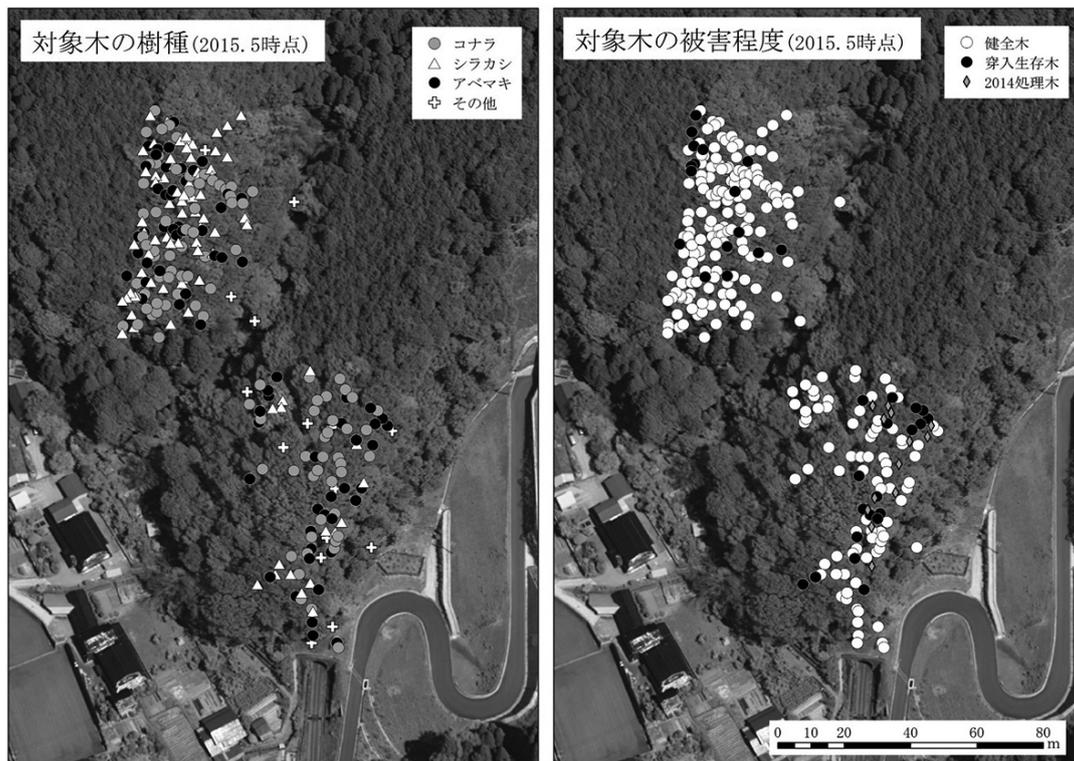


図-3 対象木の樹種と被害程度

対象木全体では21.9cm（最大65.1cm，最小7.6cm）であった。カシナガによる穿入が確認されたのは36本で，その全てが穿入生存木であった。

## (2) トラップの設置

### 1) 2015年

トラップ設置木は，対象木のうち胸高直径が10cm以上のコナラで，ナラ枯れ被害初期の試験地で大半を占める過去に穿入を受けていない木（以下，健全

木）から選定した。カシナガは明るい場所に集まりやすく（Esaki *et al.* 2002；Igeta *et al.* 2004），大きな木に穿入しやすいことから（衣浦 1994；小林・上田 2002），林縁部など明るい場所に分布する木のうち，周辺木に比べて大きな個体をトラップ設置木とした。同条件の木が隣接している場合は，林縁部の個体を選定し，トラップ設置木が集中しないように配置した。

トラップ設置は6月3日に実施し，6本の木に15

基（トラップ設置木あたり2～3基）を設置した。カシナガの穿入が始まって間もない木では、カシナガのオスは交尾しておらず、穿入孔からは繊維状の木屑が排出されるが、その後、次世代虫が孵化して活動を開始すると、穿入孔からは顆粒状のフラスが排出される（小林・野崎 2009）。そのため、顆粒状フラスの排出が多い木では、穿入した個体のペアリングが完了して、集合フェロモンの発散量が少なくなり、それ以降の効率的な捕獲が見込めず、逆に繊維状の木屑だけが排出している木は、まだペアリングしておらず、集合フェロモン発散量が増加して誘引効果が高まることが見込めると考えた。そこで、限られたトラップ数で、より多くの穿入生存木を作出するため、トラップ設置木のうち、穿入孔からの排出物が概ね顆粒状のフラスになった木のトラップを全て取り外し、繊維状の木屑だけを排出している木に付け替える作業を行った。付け替えは、7月1日に1本、7月8日に3本、7月15日に4本、7月28日に1本、8月4日に5本および8月11日に3本で実施した（コナラ9本、その他8本）。

## 2) 2016年

トラップ設置木の選定基準は2015年と同じとした。これに加えて、2015年に捕獲数が多かった木は前年の穿入生存木の周辺に多く、これらの木はカシナガが試験地に侵入しやすいルート上にあると考えられたため、2015年に捕獲数が多かった穿入生存木にもトラップを設置した。また、多くのトラップを一度に設置する場合、相応の労力が必要とするため、試行として、まず、5月18日に15本の木にトラップを1基ずつ設置し、木あたりの1週間の捕獲数が100頭以上となった時点で残り2基を追加設置して木あたりのトラップ設置数が3基となるようにした。トラップを追加設置した時期は、設置後2週目（6月1日）が2本、3週目（6月8日）が2本、4週目（6月15日）が11本で、結論としてはほぼ4週目に付け替え時期が集中したため、有効な労力分散方法とはいえなかった。トラップの付け替えは、2015年と同様の基準で、7月20日に2本、8月3日に3本行い、3基すべて付け替えた（コナラ3本、その他

2本）。

また、8月24日に実施した調査で、健全木が若干残存していることを確認した。そのため、これらを穿入生存木に転換させることを目的として、8月31日に、設置しているトラップを全て取り外し、その時点でカシナガが穿入していない健全木に1基ずつ設置した（45基を45本の健全木に設置した）。トラップの捕虫部には捕獲した虫の腐敗防止のためにエタノールを使用している。エタノールは、ナガキウムシ科の昆虫を積極的に誘引するものではないが（小林・萩田 2000）、一方で集合フェロモン剤の協力物質としてカシナガを誘引する有効性が確認されている（林・福井 2014）。試験地内には既に穿入生存木が多数あり、試験地内全域に集合フェロモンが存在すると考えられるため、本来の使用方法ではないが、トラップを設置することで、エタノールによる集合フェロモン剤の協力物質として、カシナガの誘引効果を期待し試行した。

## (3) トラップによる捕獲数の把握

トラップは、25段の衝突部と捕虫部から構成されている（写真-1）。本試験では、捕虫部にエタノール（アルコール濃度75%以上）を100ml程度入れた捕虫用ペットボトルを取り付け、1週間間隔で交換してカシナガ捕獲数をトラップ設置木毎に集計した。また、ペットボトルの交換と合わせて、トラップの性能を維持するための管理作業を行った。衝突部に落ち葉等のゴミが混入した場合、捕獲機能に支障が生じるため、見つけた場合は除去した。なお、試験期間中に日本に接近・上陸した台風（気象庁 2021）は、2015年が15個（うち、岡山県上陸1個）、2016年が11個（同0個）であったが、トラップの破損は、鳥獣等による持ち去り等を含めて発生しなかった。

カシナガの捕獲数は、回収した捕虫用ペットボトル内のエタノールを濾紙でこし取り、カシナガと、カシナガ以外の昆虫やゴミを選別し、カシナガの総重量を求めた後、その中から4g程度（カシナガ約800頭相当）を無作為に抽出し、それに含まれるカ

表-2 対照区における対象木の樹種別の本数と胸高直径

樹種	本数	胸高直径 (cm)		
		平均	最大	最小
コナラ	23	32.6	49.0	17.5
アベマキ	16	32.3	56.0	18.0
シラカシ	3	17.7	21.5	13.0
クヌギ	1	21.8	-	-
計	43	30.5	56.0	13.0

シナガを雌雄別に計測し、重量比によって捕獲総数を推定した。

#### (4) トラップ設置木の被害状況調査

2015年9月28日及び、2016年10月19日に、それぞれ全てのトラップを取り外して調査を終了し、対象木毎にカシナガ穿入の有無と、被害程度（健全木、穿入生存木および枯死木に分類）を確認した。

#### (5) トラップ設置による防除効果の検証

試験地から約100mに位置するナラ枯れ被害地（本試験期間中に被害対策を実施していない被害地）を対照地とし、2017年6月14日、試験地と対照地の被害状況の比較からトラップ設置による防除効果を検証した。なお、対照地は、試験地と同じ尾根の上方に位置し、標高は380～420m、面積は3,741㎡で、コナラ、アベマキ、シロダモ、ノグルミなどが混在する広葉樹林である。試験地と同様に2014年にナラ枯れが初確認され、その被害木（枯死木1本、穿入生存木15本）は、試験地と同様に立木燻蒸処理が実施された。対象木の樹種別の本数と胸高直径を表-2に示す。対象木は43本で、平均胸高直径は30.5cm（最大56.0cm、最小13.0cm）であった。

### 3. 結果と考察

#### (1) トラップによる捕獲数

カシナガ捕獲数の推移を図-4に示す。なお、途中でトラップの付け替え等を行っており、捕獲環境が変化しているため、カシナガの期間中における発生消長は示していない。2015年は、試験開始2週目の6月10日に捕獲が始まり、試験を終了した9月28

日まで捕獲が継続した。初捕獲の翌週から7月中旬までは毎回約1～2万頭（1基あたり約650～1,300頭/週）が捕獲され、その後は減少した。総捕獲数は116,056頭で、ピークは7月22日の21,234頭/週（1基あたり1,416頭/週）であった。トラップの付け替えは、7月中では、7月15日の4本が最多で、その翌週の7月22日の捕獲数が最多になった。一方、8月中に付け替えた場合は、その後の捕獲数に顕著な増加は認められなかった。

2016年は、試験開始翌週の5月22日に捕獲が始まり、試験を終了した10月19日まで捕獲が継続した。すべてのトラップ設置木に3基のトラップを設置し終えた6月15日の翌週に捕獲数が急増し、その後8月下旬まで徐々に減少した。総捕獲数は263,950頭で、ピークは6月22日の38,728頭/週（1基あたり861頭/週）であった。トラップの付け替えは、7月20日に2本、8月3日に3本で実施したが、総捕獲数の増加は見られなかった。1基あたり捕獲数は、1本あたり3基設置した期間（5月18日～8月31日）のうち、全期間設置した10本で537.4頭/週、途中で取り外した5本で299.8頭/週、途中で取付けた5本で318.8頭/週であり、途中で取り外した木での捕獲数は、全期間設置した木に比べて有意に少なかった（Mann-WhitneyのU検定、 $p=0.0275$ ）。途中で取り付けた木での平均捕獲数が318.8頭/週と多かったが、5本のうちの1本で平均捕獲数が1,088.3頭/週と全トラップ設置木で最多であったことが影響した。8月31日に45本に1基ずつトラップを設置した結果、新たに穿入を受けた木は13本あったが、1基あたり捕獲数は6.9頭/週と少なかった。

2015年は、付け替えの翌週にカシナガ捕獲数が増

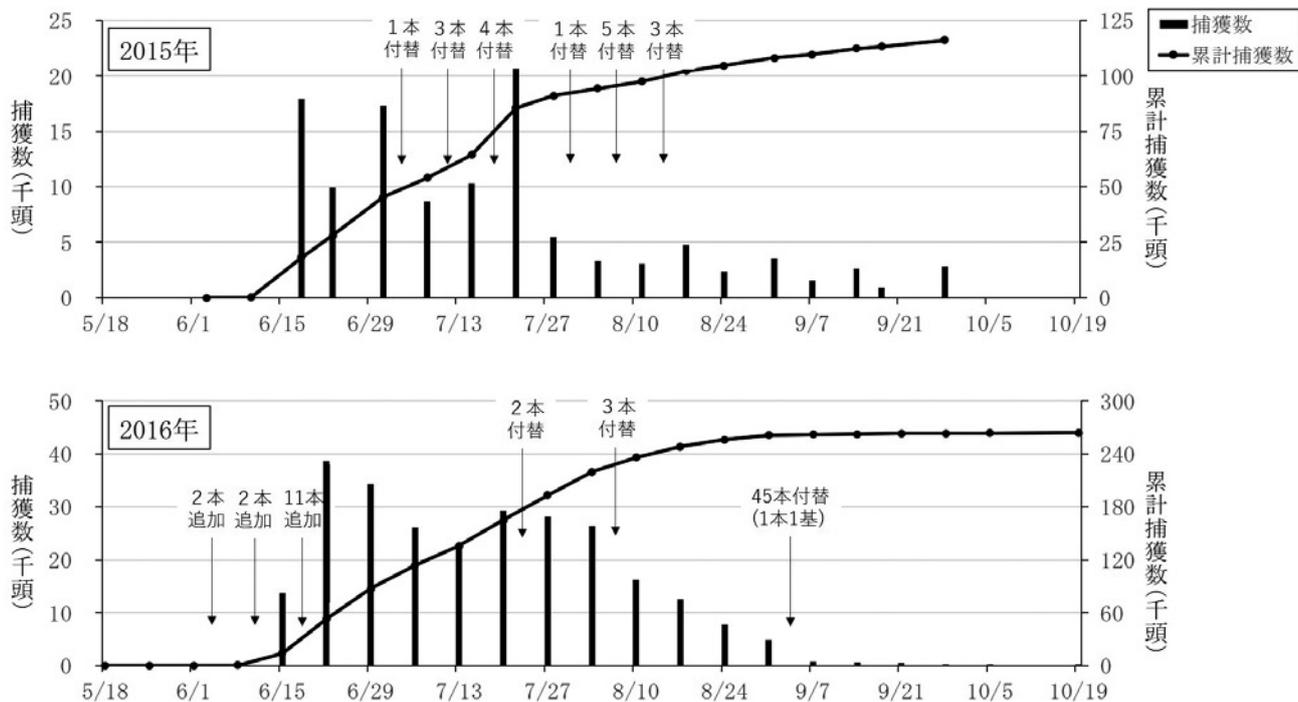


図-4 2015年(上段)と2016年(下段)のカシナガ捕獲数の推移

加した。また、2016年では、途中で取り付けた木において多数のカシナガが捕獲された。これらのことから、トラップを同じ木に継続的に設置するよりも、捕獲数が減った場合は、別の木に付け替えることが有効であると考えられた。ただし、本試験地では、カシナガの捕獲数が多いのは7月下旬までであり、8月以降の付け替えでは、穿入生存木を増やすことはできても、捕獲数の増加にはつながらなかった。その他、試験開始時に設置した木でも捕獲数が少ない場合があり、適切な木を選木することの重要性が示唆された。これらを総合すると、カシナガが集まりやすい環境にある木にトラップを設置し、管理作業により捕獲可能な状態を維持しながら捕獲量の推移を観察し、周辺のトラップ設置木の捕獲数が多くなっても捕獲数が増えない場合や、捕獲数が急減した場合は、繊維状の木屑だけが排出されているカシナガの穿入が始まって間もない木に付け替えることで、より多くのカシナガが捕獲でき、特定の本にマスアタックするリスクを軽減できると考えられた。

(2) トラップによる穿入生存木への誘導

2015年の試験開始時、2015年の試験終了時および2016年の試験終了時における、健全木、穿入生存木および枯死木の本数を表-3に、その位置を図-5に示す。2015年には、枯死木1本(コナラ、胸高直径34.8cm)と部分枯死1本(アベマキ、株立ちした3本のうち1本(胸高直径26.5cm)が枯死したもの)が発生した。また、2016年には、折損による枯死木が5本(シラカシ4本、アベマキ1本:平均胸高直径12.9cm, 最大15.4cm, 最小10.0cm)発生した。本試験地ではシカによる剥皮被害が多発しており、剥皮による露出部から腐朽が進行して折損したと推察された。これら5本の折損木にはカシナガによるマスアタックの痕跡がなく、ナラ枯れ以外による枯死であった。つまり、本試験地では、ナラ枯れで完全に枯れた木は2年間で1本だけであった。

穿入生存木は、2015年試験開始時は試験地全体に散在しており、その本数は36本(13.6%)であったが、2015年試験終了時点では140本(52.8%)、2016年試験終了時点で216本(81.5%)に増え、2年間で対

表-3 時期別の対象木の被害状況別の本数

	2015年		2016年		
	試験開始時 (5/27)	試験終了時 (9/28)	試験開始時 (5/18)	健全木付替直前 (8/24)	試験終了時 (10/19)
健全木	229	124	124	56	43
穿入生存木	36	140	140	203	216
ナラ枯れによる枯死木	0	1	1	1	1
ナラ枯れ以外の枯死木	0	0	0	5	5

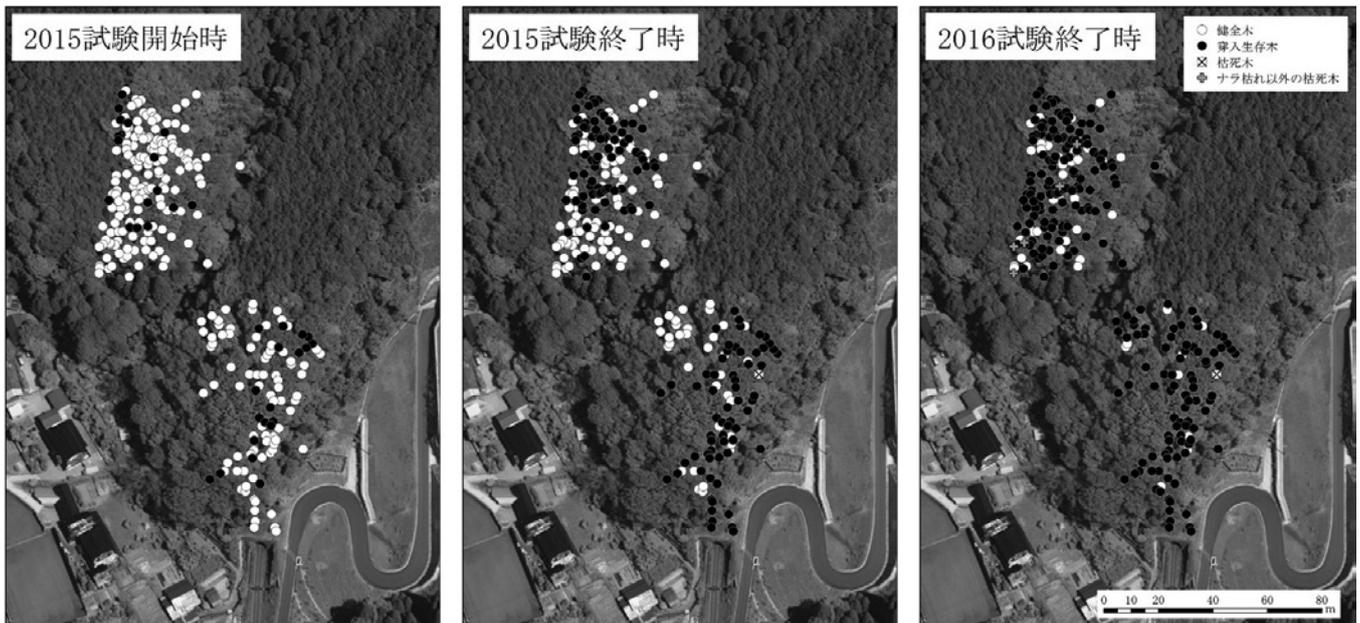


図-5 時期別の対象木の被害状況

象木の8割以上が穿入生存木になった。

2015年度試験終了時点で、カシナガの穿入を受けた141本(穿入生存木140本、枯死木1本)のうち、トラップ設置木以外で新たに穿入を受けた木は87本(穿入生存木86本、枯死木1本)だった。これらの木とトラップ設置木の距離を計測したところ、平均6.1m(最大14.3m、最小1.0m)であり、健全木(124本、平均9.1m、最大30.9m、最小2.5m)と比較して有意に近かった(T検定、 $t=4.882$ ,  $p<0.001$ )。トラップの付け替えは、付け替え条件を満たした際に随時行っており、取り付け期間が定まっていないため当初の設置位置と付け替え位置との比較ができないが、トラップ設置木周辺でカシナガの穿入も増え

ていることから、カシナガトラップの付け替えは穿入生存木の増加に有効であると考えられた。

2016年試験終了時における、健全木と、穿入を受けた木(ナラ枯れ以外の枯死木5本は除外)の本数を表-4に示した。胸高直径による比較では、胸高直径20cm以上の対象木のうち穿入を受けた割合は96.2%(128本/133本)で、胸高直径20cm未満の木の71.2%(89本/127本)に比べて有意に高かった(カイ2乗検定、 $p<0.001$ )。ナラ枯れでは、直径が大きい木ほど穿入されやすいが(衣浦1994)、本試験でも同じ傾向が確認された。樹種別では、健全木43本のうち、シラカシが24本と最も多く、穿入を受けた割合は、シラカシが69.6%(55本/79本)で、コナ

表-4 2016年試験終了時における健全木と穿入を受けた木の本数

胸高直径(cm) 以上 未満	健全木(本)			計	穿入を受けた木(本)	合計 (本)
	コナラ	シラカシ	アベマキ			
10	3	2	0	5	2	7
10 15	8	11	4	23	37	60
15 20	1	8	1	10	50	60
20 25	0	2	0	2	48	50
25 30	0	0	0	0	30 (部分枯死1)	30
30 35	1	1	1	3	27 (完全枯死1)	30
35	0	0	0	0	23	23
計	13	24	6	43	217	260

※ナラ枯れ以外の枯死木5本は除外

ラの86.5% (83本/96本) やアベマキの91.3% (63本/69本) と比較して有意に低かった (カイ2乗検定, シラカシvsコナラ;  $p=0.0066$ , シラカシvsアベマキ;  $p=0.0011$ )。カシナガには樹種選好性があるが (小林 2000), シラカシでの穿入率が低かったのは, 樹種選好性だけでなく, シラカシの胸高直径が小さかったことも影響したと推察される。小林ら (2016) は, 6年間で調査を実施した林分内のナラ枯れがほぼ終息したと報告したが, その際の穿入率はコナラが85%, アベマキが84%で, 今回の穿入率83.5% (217本/260本) は, それと同等であり, 穿入生存木の割合が, ナラ枯れが終息するほどの高率に達したと考えられる。また, 2016年の試験終了時の健全木は, カシナガが飛来しにくい場所 (林冠が閉鎖した暗い場所) に分布しており, かつ胸高直径が小さな木が多かった。このことから, これらの健全木は, 今後も枯死につながるようなマスマタックを受ける可能性は低いと考えられた。

(3) トラップ設置による防除効果

2017年6月14日時点の試験地と対照地の被害状況を図-6に示す。

健全木, 穿入生存木および枯死木 (ナラ枯れ以外の枯死木を除く) の割合は, 試験地ではそれぞれ16.5% (43本), 83.1% (216本), 0.4% (1本) であったのに対し, 対照地ではそれぞれ39.5% (17本), 53.5% (23本), 7.0% (3本) で, 試験地の穿入生存木の占める割合は, 対照地に比べて有意に高く (カ



図-6 2017年6月14日時点の試験地と対照地の被害状況

イ2乗検定,  $p<0.001$ ), ナラ枯れによる枯死率は, 有意に低かった (カイ2乗検定,  $p<0.001$ )。本試験における主要構成木の平均胸高直径 (表-1, 2) は, 対照地が試験地と比べて, コナラで12.0cm, シラカシで-1.0cm, アベマキで6.7cm大きかった。また, 試験開始前年度に処理された被害木は, 試験地が13

本 (4.68% : 13 / 278本), 対照地が16本 (27.12% : 16 / 59本) であり, 単純に比較することは難しいが, 同じ尾根に位置し, 同時期にナラ枯れが発生していることから, 他の条件の林分よりも類似した被害進行が見込められると思われる。これらの立地条件と調査結果を鑑み, トラップを使用した本試験での手法は短期間で穿入生存木を増やすことができ, それによってナラ枯れ被害を抑制できる可能性が示唆された。

#### 4. まとめ

今回の試験では, ナラ枯れ初期被害地で2年間, トラップを設置し, 付け替え及び管理作業を行った結果, 265本の対象木のうち8割以上を穿入生存木にすることができ, 対策を実施しなかった隣接地に比べて穿入生存木の割合を増やすことができた。また, 試験期間中にナラ枯れで枯れた木は1本のみで, 隣接地より少なかった。これらのことから, トラップを使用した手法は, 短期間で穿入生存木の割合が

増加させることで, ナラ枯れ被害を抑制できる可能性が示唆された。

ナラ枯れは, 単年で対策を完結させるのは困難であり, 伐倒燻蒸処理や立木燻蒸処理は長期間継続して実施する必要がある (三枝ら 2015)。これに対して, トラップを用いる対策は, 適正に実施すれば, 数年間で対策が完了することが期待できる。単年で考えると, 資材費やトラップの設置, 設置後の管理作業などを要するため, 必ずしも低経費, 低労力で実施できる手法ではないと思われるが, トータルとしては経費や労力の軽減に繋がる可能性があり, トラップを採用する現場が増えている (小林 2020)。また, 入山者の多い観光地や, 水源地などの薬剤を使用しづらい箇所の制約を解消できる点でも有効な手段のひとつと思われる。

トラップ設置木の選定については, トラップの性能を発揮するために極めて重要であると考え。本試験では, カシナガが集まりやすいとされている林

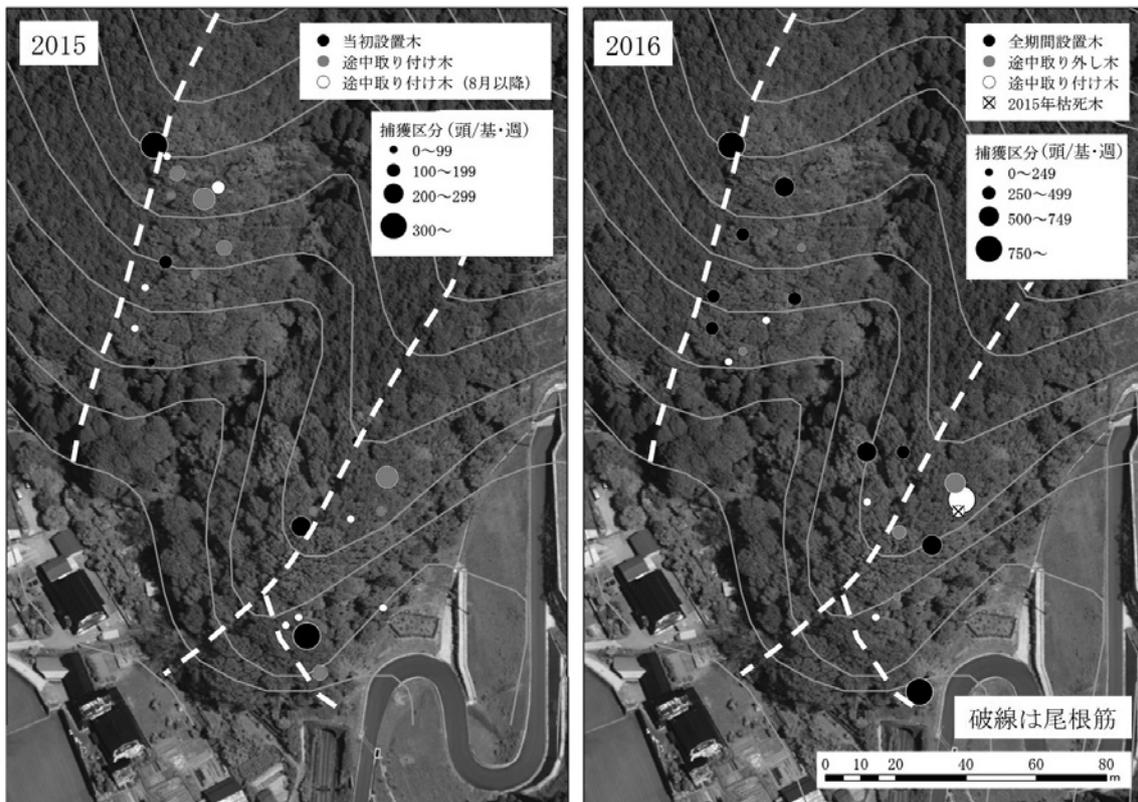


図-7 トラップ設置木の立地とカシナガ捕獲数の関係

縁部など明るい場所にある周辺木に比べて大きな個体をトラップ設置木としたが、捕獲数が少ない場合があった。そこで、2015年と2016年のトラップでの捕獲数を図示したところ(図-7)、標本数が少なく、統計解析はできなかったが、尾根の比較的平坦な場所(等高線の間隔が広い場所)で、両年とも捕獲数が多い傾向が見られた。カシナガは、明るい場所の大径木に飛来しやすいため、そのような木に設置することは重要であるが、それ以外に、木が立地する地形も考慮する必要があることが示唆された。

今回実施したトラップの付け替えを伴う手法は、面積が比較的狭く、トラップ設置数が少ない場合、管理作業も容易で、公園や寺社林、地域の重要な林分など限られた範囲のナラ枯れ対策として有効な手法であると考えられる。一方、多くのナラ枯れ被害地は広い場合が多く、資材の付け替えを実施することが困難であると考えられるため、広域における防除では、周辺木をシートで被覆してカシナガの穿入を遅延させることによりトラップ設置木の誘引効果を高める(小林 2020)など、他手法との組み合わせ等を検討する必要があると考える。

## 6. 謝辞

本試験を実施するにあたり、京都府森林技術センターの小林正秀博士に多くの助言と協力をいただいた。美作市森林政策課(当時)の黒藪竜二氏には試験地の決定にあたり尽力いただいた。当研究所の田中英夫氏、福田逸良氏、杉山良文氏には調査の実施に協力をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

Esaki K, Kamata N, Kato K (2002) A sticky screen trap for surveying aerial populations of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Appl Entomol Zool* 37: 27 ~ 35

林 晋平・福井修二 (2014) 集合フェロモン剤を利用したナラ枯れ防除. 島根中山間セ研報 10: 41 ~ 46

Igeta Y, Esaki K, Kato K, Kamata N (2004) Spatial distribution of a flying ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) at the stand level. *Appl Entomol Zool* 39: 583 ~ 589

伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. 日林誌 80: 229 ~ 232

衣浦晴生 (1994) ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態. 林業と薬剤 130: 11 ~ 20

気象庁 (2021) 台風経路図. [www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route\\_map/](http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/), 2021.2.10参照

小林正秀 (2000) カシノナガキクイムシの各種広葉樹丸太への穿孔. 森林応用研究 9(2): 99 ~ 103

小林正秀 (2013) カシノナガキクイムシの生態に基づくナラ枯れの防除法. *JATAFFジャーナル* 1 (5): 23 ~ 28

小林正秀 (2020) トラップとシート被覆を組み合わせたナラ枯れ防除法. 公立林業試験研究機関研究成果集 NO.7: 25 ~ 26

小林正秀・萩田 実 (2000) ナラ類集団枯損の発生経過とカシノナガキクイムシの捕獲. 森林応用研究 9(1): 133 ~ 140

小林正秀・野崎 愛 (2009) ナラ枯れ被害をどう防ぐのか-被害発生のメカニズムと防除法-. 京都府林業試験場編

小林正秀・野崎 愛・細井直樹・村上幸一郎 (2008) カシノナガキクイムシ穿入生存木の役割とその扱い. 森林防疫 57: 166 ~ 181

小林正秀・上田明良 (2002) 京都府内におけるナラ類集団枯損の発生要因解析. 森林防疫 51: 62 ~ 71

小林正秀・上田明良 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死-被害発生要因の解明を目指して-. 日林誌 87: 435 ~ 450

小林正秀・吉井 優 (2014) ブナ科樹木萎凋病(ナラ枯れ)の防除法. 森林防疫 63: 54 ~ 65

小林正秀・吉井 優・竹内道也 (2014) ペットボトルを利用したカシノナガキクイムシの大量捕獲-京都市船岡山での事例-. 森林防疫 63: 11 ~ 21

小林徹哉・上森真広・土井裕介・幸田良介・辻野智

之・馬場玲子 (2016) 大阪府におけるナラ枯れ被害初発地の被害状況の推移. 森林応用研究 25(2): 13 ~ 16

岡山県治山課 (2019) ナラ枯れ被害拡大防止対策チラシ. [https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/411749\\_5955280\\_misc.pdf](https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/411749_5955280_misc.pdf), 2020.12.4参照

三枝道生・池田知弘・牧本卓史 (2015) 岡山県におけるナラ枯れ対策 - 鏡野町上齋原地域における事

例 - . 第66回応用森林学会大会研究発表要旨集 : 20

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

(2021.7.6受理)

論文

# 九州大学宮崎演習林で発生したスギ暗色枝枯病の被害と発生誘因 —高標高地における壮齡林での被害例—

扇 大輔<sup>1</sup>・村田秀介<sup>2</sup>・山内耕司朗<sup>3</sup>・中村琢磨<sup>4</sup>  
井上幸子<sup>5</sup>・周藤靖雄<sup>6</sup>

## 1. はじめに

2018年3月、九州大学農学部附属演習林宮崎演習林（以下、宮崎演習林）のスギ造林地において、樹冠が赤変する枯死木の発生が目立ち、その樹幹には筋・溝状の陥没またはがんしゅ症状が多数生じていた。また、林内には生立木でも枯死木と同様に樹幹にこのような症状を呈する林木を多数認めた。これらの木を伐倒・鋸断したところ、その材には樹幹の陥没・がんしゅ状の部位を中心に褐色ないし暗褐色の著しい変色と腐朽が生じていた。このような症状と病原菌の調査から、本被害はスギ暗色枝枯病（病原菌：*Guignardia cryptomeriae* Sawada）（小林 1957a；伊藤 1973）によるものと診断した。本病は関東地方以西で発生して、九州・四国地方での激しい発生が知られている（小林 1957b；徳重 1963；陳野ら 1967；山田ら 1984；正木 1985；小林ら 1988；河井・周藤 1999；讃井 2002）。これらの多くは低海拔地における幼齡・若齡林での被害である。

本病の宮崎演習林での発生確認は今回が初めてであり、また標高1,000～1,100mに位置する高標高地における樹齡51年生の壮齡林での被害であることが注目される。そこで、本被害発生林での被害程度と患部の形成状態、および患部の形態と菌類について調査した。さらに、本被害の発生に及ぼした土壌や気象などの環境条件を検討した。

## 2. 調査地と調査方法

### (1) 調査地の概要

宮崎演習林は宮崎県東臼杵郡椎葉村にあり、宮崎県北部の九州脊梁山地に位置する。被害は宮崎演習林内の東方に位置する第21林班ち小班内の51年生のスギ造林地で発生した。造林地全域7.78haのうち、被害木が発生した西向き斜面の1.88haを調査地とした。調査地は斜面の中腹から下部にかけての場所で、標高は1,000～1,110m、傾斜度は25～35°で下部にかけて大きく、小尾根と沢が入り組む（図-1）。

### (2) 被害調査

枯死木が多数発生した場所（Ⅰ）、それと隣接する枯死木が少数発生した場所（Ⅱ）の2か所に調査区画を設けた。また、調査地内の上部1か所、中部2か所、下部1か所に100本の立木を囲む範囲で4か所（Ⅲ～Ⅵ）に調査区画を設けた（図-1）。調査は2018年11月～2020年5月に行った。

調査区画内の全ての立木について、外観から樹幹上の筋・溝状の陥没またはがんしゅ症状患部の有無を観察した。発病程度は患部数1～2個の場合を軽害、3個以上の場合を激害と分けた。また、枯死を認めた木については枯死木と梢端のみ枯死した梢端枯死木に分けたが、これらでは3個以上の患部が生じており、また、患部には本病原菌の菌体を認めた（後述）ので本病による枯死と判定した。なお、樹幹の高い場所に生じた患部は双眼鏡を用いて計数した。

Damage caused by the *Guignardia dieback* on *Cryptomeria japonica* and its predisposing factors at Miyazaki Research Forest, Kyushu University -Damage at a mature stand at a high elevation-

<sup>1</sup>OHGI, Daisuke, 九州大学農学部附属演習林; <sup>2</sup>MURATA, Shusuke, 九州大学農学部附属演習林; <sup>3</sup>YAMAUCHI, Kohshiro, 九州大学農学部附属演習林; <sup>4</sup>NAKAMURA, Takuma, 九州大学農学部附属演習林; <sup>5</sup>INOUE, Sachiko, 九州大学農学部附属演習林; <sup>6</sup>SUTO, Yasuo, 元島根県林業技術センター

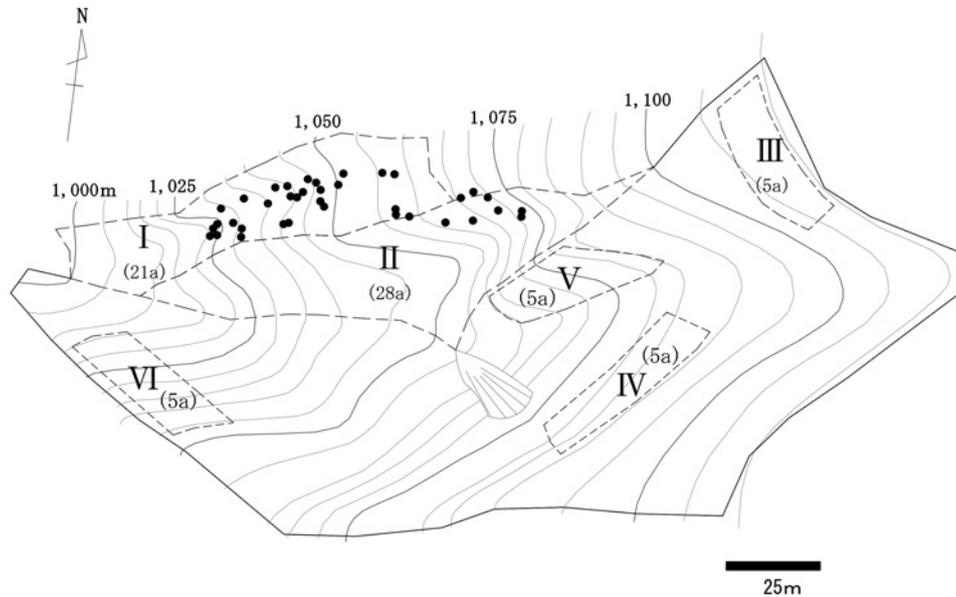


図-1 スギ暗色枝枯病の被害調査地と枯死木の分布

●枯死木, [---]調査区画, ( )の数値は調査区画面積

### (3) 発病木の伐倒調査

患部の形態と菌類の調査：2019年6, 7, 10, 11, 12月, 2020年6, 7月の各月1回, 計7回, 各回1～3本, 調査区画IとII内で計13本の激害木(梢端枯死木2本を含む)を伐倒して樹幹, 枝および針葉について枯死, 変形, 変色が認められる部分を切り取り, その形態を観察した。樹幹については鋸断, 割材して観察した。また, 患部に生じた菌類をルーペを用いて探し出して, その形態を実体顕微鏡で観察した。菌の子実体が形成されていた場合, 断面の切片を作成して, その形態を光学顕微鏡によって観察した。

患部の数, 大きさおよび高さの調査：2018年6, 8月と2019年6, 7, 11月, 調査区画IとIIで発生した枯死木12本と激害の生立木6本を伐倒して, 患部の数と大きさを調査し, 患部中心部の地上高を計測した。また, これらの伐倒木は患部を10cm間隔にチェーンソーで鋸断して, 材の変色と腐朽の進展状態を観察した。

### (4) 気象環境との関連調査

本病の患部形成年については, 患部中心部の肥大

成長が停止した位置の年輪数を数えることによって推定できる(讀井 2002)。そこで, 2018年と2019年に伐倒して, 患部数と大きさを調べた18本の供試木について, 患部中心部の樹幹円盤から患部での肥大成長が停止した年を判定した。本病の発生には夏季の高温と乾燥がおもな誘因となることが報告されている(陳野ら 1967; 山田ら 1984; 正木 1985; 河井・周藤 1999)。そこで, 本調査地における夏季6～8月の気象環境と患部形成との関連を検討した。気象環境の測定値は調査地から直線距離で約3km離れた宮崎演習林事務所(標高600m)の観測値を採用した。

## 3. 調査結果と考察

### (1) 被害の程度, 分布および成長との関係

発病率は調査区画IとIIではほぼ50%ときわめて高かったが, III, IV, VおよびVIでは21%以下に留まった。また, IとIIでは枯死木と梢端枯死木がそれぞれ6%と2%の調査木で生じていた(図-1, 写真-1)。一方, 調査区画III, IV, VおよびVIでは枯死木と梢端枯死木は生じていなかった。激害木はIとIIではそれぞれ15%と17%であったのに対して, IV, VおよびVIでは2～7%に留まり, IIIでは

表-1 スギ暗色枝枯病の被害概況

調査区画	面積 (a)	調査本数	発病本数 (発病率%)				計
			軽害木	激害木	梢端枯死木	枯死木	
I	21	547	145 (26.5)	84 (15.4)	3 (0.5)	28 (5.1)	260 (47.5)
II	28	635	214 (33.7)	108 (17.0)	3 (0.5)	9 (1.4)	334 (52.6)
III	5	100	5 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (5.0)
IV	5	100	5 (5.0)	4 (4.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	9 (9.0)
V	5	100	14 (14.0)	7 (7.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	21 (21.0)
VI	5	100	8 (8.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (10.0)

軽害木：患部1～2個，激害木：3個以上。

表-2 スギ暗色枝枯病の発病程度別成長

調査区画	平均胸高直径 (cm)			
	健全木	軽害木	激害木	枯死木 梢端枯死木
I・II	18.8	a 20.1	ab 21.7	ab 23.4

軽害木：患部1～2個，激害木：3個以上。

調査本数 I 547本，II 635本。

<sup>a</sup> Steel Dwassの検定により，健全木との間に有意水準0.05で有意差を認めた。

<sup>b</sup> 軽害木との間に有意水準0.05で有意差を認めた。

生じていなかった（表-1）。

調査区画IとIIでは発病木は区画内全体に散在していたが，うち枯死木は区画Iの谷沿いとそれに接続する区画IIの斜面に集中して生じた。また，区画Vでは発病木は谷部の底に集中して生じたが，III，IVおよびVIでは散在していた。

調査区画IとIIでは，胸高直径が軽害木，激害木，枯死木・梢端枯死木とも健全木に比べて大きく，また激害木と枯死木・梢端枯死木が軽害木に比べて大きかった。Steel Dwass検定の結果，これらの間には有意水準0.05で有意差があった（表-2）。

スギ暗色枝枯病は九州地方や四国地方の温暖な地域での被害発生が顕著である（小林 1957b；徳重 1963；陳野ら 1967；正木 1985；讚井 2002）が，関西地方，中国地方および千葉県での発生も報告されている（山田ら 1984；小林ら 1988；河井・周藤 1999）。これらの被害地の多くは概して低海拔地で

あるが，高知県におけるスギ・ヒノキの暗色枝枯病とキトスポラ胴枯病（病原菌：*Valsa abietis* Fr.）による集団枯損は海岸地域から標高600mの奥地山間部に及んでいる（正木 1985）。これらの被害は造林地における幼齢林と若齢林に生じているが，本病は苗木の葉枯・枝枯を起こす病害としても知られている（伊藤ら 1952；周藤 1970b）。今回の宮崎演習林での本病の被害発生は標高が1,000～1,100 mと高い林地での，また樹齢51年生の壮齢林での発生として注目される。

## (2) 患部の形態と患部に生じる菌類

患部形態と菌類観察用に供試した13本の激害木では，本発病木の患部は枯枝の基部を中心に樹幹が紡錘形ないし筋状にくぼんでいたが，患部とその周辺からは少量の樹脂が滲出することもあった（写真-4，5）。内樹皮と形成層が壊死して肥大成長が停止



写真-1～3 スギ暗色枝枯病による被害

1：枯死木（矢印）。2：木部が露出した患部（矢印）。3：腐朽と変色をともなう患部。

し、その周囲の形成層が巻き込み、がんしゅ症状を生じていたほか、木部が筋状に露出することもあった（写真-2）。また、形成層が巻き込んで樹幹の外観上には大きな変形を認めない場合もあった。樹脂滲出部では内樹皮に樹脂のうを生じて、その樹脂は外樹皮の割れ目を通して樹幹表面に流出していた。枯死木や梢端枯死木では内樹皮と形成層が広い範囲で壊死していた。材は患部を中心に灰褐、暗褐色ないし赤褐色に変色していた。この変色は幹の上下方向では筋状に伸長していたが、木口面では複数の患部が関わって不規則に拡大しているように見える場合があった。変色域の外縁はその内部に比べて濃色であった（写真-6）。樹幹が溝状に陥没する本病の類似の病害として「溝腐病」（病原菌：*Passalora cryptomeriae* (Ellis & Everh.) Y.L.Guo & W.H.Hsieh）（伊藤 1974；安藤・升屋 2020）があるが、その患

部は1～2年生の緑色茎の枝分岐部から生じて、本病のようにかなり年数を経た時点で枯枝の基部に生じるのとは異なる。樹幹横断面でみて患部の陥没したくぼみは溝腐病では髓に食い込み深いのに対して、暗色枝枯病では浅い。また、溝腐病、暗色枝枯病とも苗木時代からの発生が知られているが、溝腐病が壮齢林でも発生するとの報告（吉田・石田 2008）もあるので診断には注意を要する。

供試した13本の患部試料では、患部の外樹皮下の内樹皮上に黒色粒状、径130～300 $\mu$ mの小隆起が群状に観察された（写真-7）。本菌体はその形と大きさからスギ暗色枝枯病菌*G. cryptomeriae*の子のう殻または分生子殻と推定したが、調査した試料ではその内腔は空になっているか破壊されていた。古い殻内には楕円形、20～25 $\times$ 5～7 $\mu$ m、単胞、無色の子のう胞子または分生子がごく少数残存した試

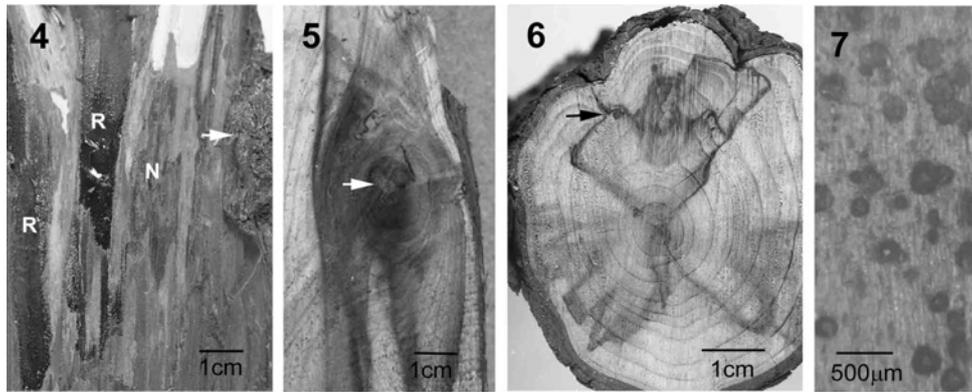


写真-4~7 スギ暗色枝枯病の患部と菌体

- 4：新しい患部での内樹皮からの樹脂滲出（R）と壊死（N），矢印は枯枝痕。  
 5：枝基部（矢印）に生じて辺材が変色する患部。  
 6：発病木の木口面，枯枝基部付近（矢印）から生じた変色，変色域の外縁は内部に比べて濃色。  
 7：内樹皮表面に生じた黒色粒状の菌体（子のう殻や分生子殻）。

料もあった。2本の患部試料では，黒色の殻の内腔に短桿形， $3\sim 5 \times 1 \mu\text{m}$ ，無色の精子（spermatia）が多数詰まっているものを認めた。

暗色枝枯病の菌体は発病初期に内樹皮の上に黒色の菌体（子のう殻や分生子殻）が群状に形成されると報告されている（正木 1988；讚井 2002）。本調査の試料では患部の内樹皮上に本病原菌の子のう殻または分生子殻と疑われる黒色粒状の菌体を見つけた。しかし，精子は観察できたものの，多数の子のう胞子や分生子を形成した菌体を認めることができなかった。本被害は壮齢木での発生であり，調査した患部は多くが数年前に生じた古いものであったため，子のう胞子または分生子はすでに多くが放出されていて新鮮なものは確認できなかったと考える。河井・周藤（1999）は5年前の枝打痕に生じた本病の患部には本病原菌の菌体の形成は認められなかったことを報告している。

### (3) 患部の数，大きさおよび高さ

伐倒した枯死木12本と激害の生立木6本で計数した患部形成数は1本当たり4～15個であった。患部は枯枝基部を中心に筋状・溝状に生じていたが，患部がときに隣接して生じた場合があり，それらは互いに癒合して不規則な形状を呈していた。また，大形の患部では木部が露出して，材の腐朽が観察で

きた。患部の大きさは単独に生じた場合は長さ（垂直方向） $30\sim 100\text{cm}$ ，幅（水平方向） $6\sim 8\text{cm}$ のものが多く，最大で長さ $3.0\text{m}$ ，幅 $15\text{cm}$ に及んでいた。また，複数の患部が癒合した場合は幅が $10\text{cm}$ 以上，最大 $25\text{cm}$ に広がっていた。患部の材縦断・横断面には枯枝跡の中心部から褐色，赤褐色ないし暗褐色の変色が伸長していた。変色は幹の垂直方向に向かって上下に伸長し，その大きさは患部によってばらつきがあるが，最大で筋や溝と同じ長さまで至る場合もあった（写真-3）。とくに木部が露出する患部では変色域が大きく，材の軟化，破壊の腐朽症状を示す部位もあった（写真-2，3）。

供試木の樹高は $14.2\sim 19.2\text{m}$ であったが，樹高 $16\text{m}$ 未満の木では樹幹の高さ $10\text{m}$ まで，また樹高 $16\text{m}$ 以上の木では高さ $13\text{m}$ までに患部が形成されていた。患部形成数は樹幹下部に多い傾向があり，最大値は樹高 $14.2\sim 16\text{m}$ ， $16\sim 18\text{m}$ ， $18\sim 19.2\text{m}$ のそれぞれで， $1\sim 2$ ， $1\sim 2$ ， $4\sim 5$ の高さで見られた（図-2）。また，患部の形成年ごとにその高さをみると，樹齢が増すにつれ高所で形成される傾向があった（図-3）。

樹幹上の患部発生の高さは高知県における8年生の林木では $1\text{m}$ までに多く（陳野ら1967），宮崎県における19年生と千葉県における25年生の林木では $3\text{m}$ までに多い（讚井 1987；小林ら 1988）と報告

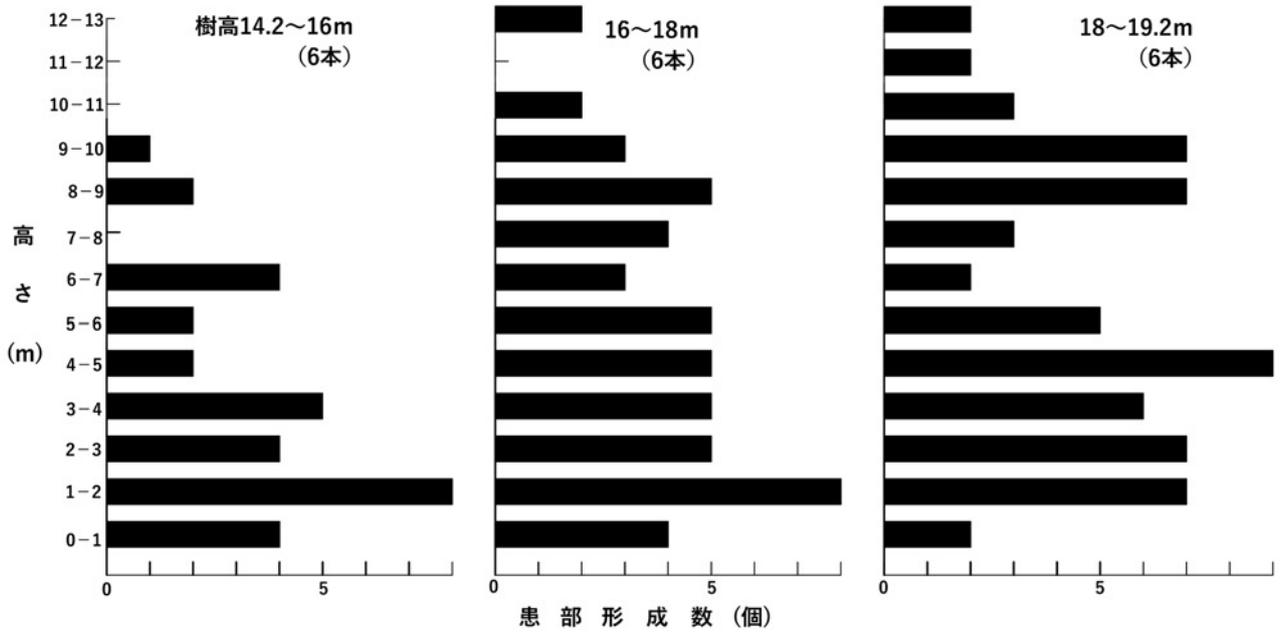


図-2 スギ暗色枝枯病患部の高さ

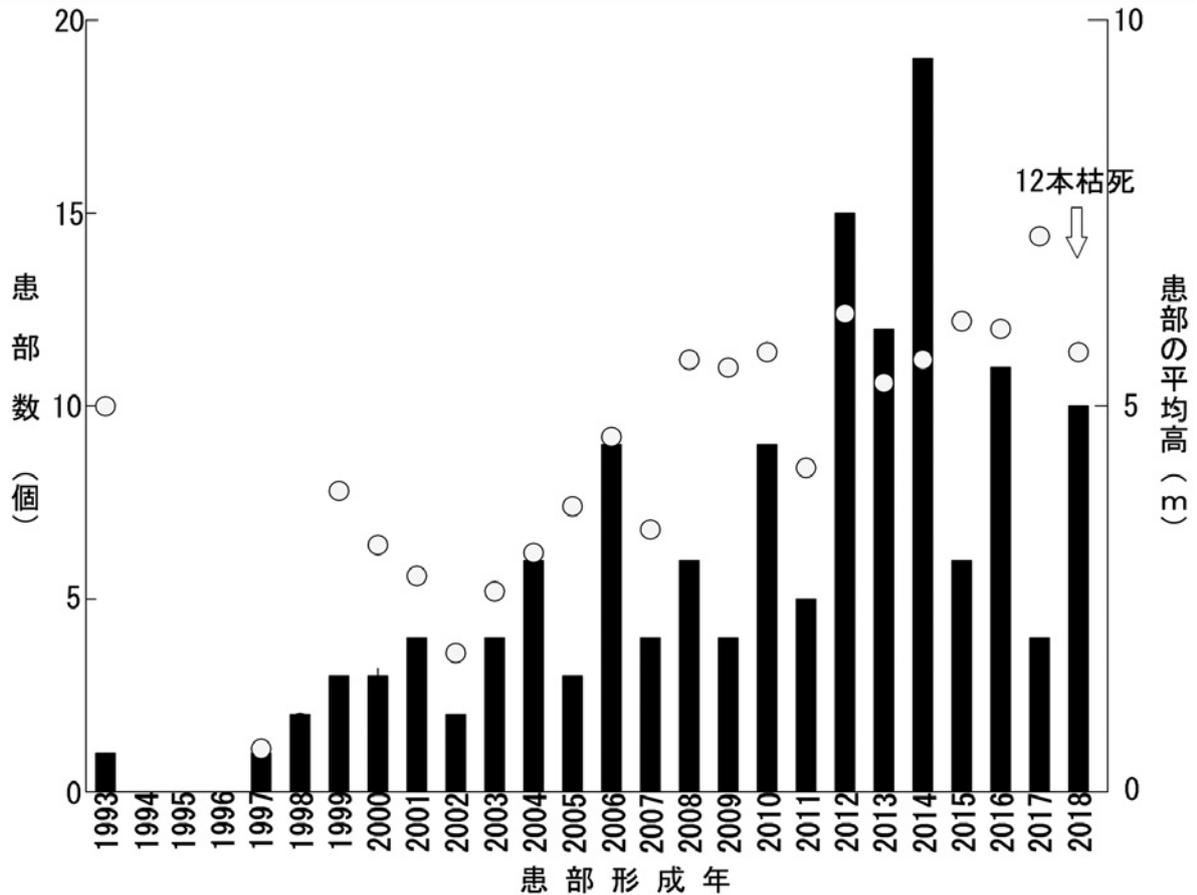


図-3 スギ暗色枝枯病患部の形成年と高さ

されている。また、島根県の17年生の林木では、3mまでの枝打痕に形成されている（河井・周藤 1999）。本被害林は51年生の林であったが、患部の形成は樹幹の低い位置での形成が高い位置での形成に比べて多いものの、10m以上にまで形成された。このように樹齢とともに樹高が高くなると、それに応じて本病患部も高所に形成されることが分った。また、この傾向は患部の発成年ごとにその高さをみても明らかであった（図-3）。

本病によって林木は枯死するばかりでなく、生立木の患部では材に著しい変色と腐朽の材質劣化が生じる。この材質劣化は本病の実質的被害として重大視すべきである（河井・周藤 1999；讚井 1987, 2002）。また、本調査では激害木では患部が10m以上の高所にも生じることが分かった。このことは壮齢林での被害の場合、従来問題視された一・二番玉に相当する部位のみならず、発病木では採材できないことが示唆された。

#### (4) 環境と被害

発病の激しかった調査区画ⅠとⅡは傾斜35°の急傾斜と小尾根に囲まれた狭い谷地形であった。Ⅰにおいて枯死木が集中した場所では、土壌が流亡して岩石が露出し、石礫が堆積し、また下層植生はほとんど認めなかった（写真-8）。また、区画Ⅴでは

発病木は谷部底に集中して生じた。一方、それ以外の調査区画では、比較的緩やかな山腹地形であり、著しい土壌の流亡や石礫の堆積は認めなかった。

急傾斜でかつ土壌が流亡して石礫が堆積する谷部での本病の被害が多いことについては多くの報告がある（徳重 1963；陳野ら 1967；河井・周藤 1999；讚井 2002）。讚井（2002）はこの現象について、「スギに発生するストレス（環境ストレス）に対する耐性が、水分条件に恵まれていることが多い谷間で小さいためと推測される」と記している。また、本調査で胸高直径が大きな林木がより激しい被害を受けたのは、このような成長良好な林木が水分ストレスを受け易かったためと推測する。水分ストレスと本病発生との関係については生理学的・病理学的な究明が必要である。

調査区画ⅠとⅡでの2018年と2019年の伐倒木18本に発生した計145個の患部について、肥大停止年数から患部の形成年を推定したが、患部は1993年から形成され、2004年からは多くの年で5個以上形成され、2014年の患部形成数は19個と最大になった。また、2018年は生立木での患部形成数は10個であったものの12本の枯死木が生じた（図-3）。なお、全期間を通して特定の発病木で数多く患部を形成することはなく、患部形成の多い年には多くの個体で患部を形成していた。気象環境をみるとこれらの本病



写真-8 スギ暗色枝枯病の激害地  
石礫が堆積して下層植生がほとんど生じない急斜面。

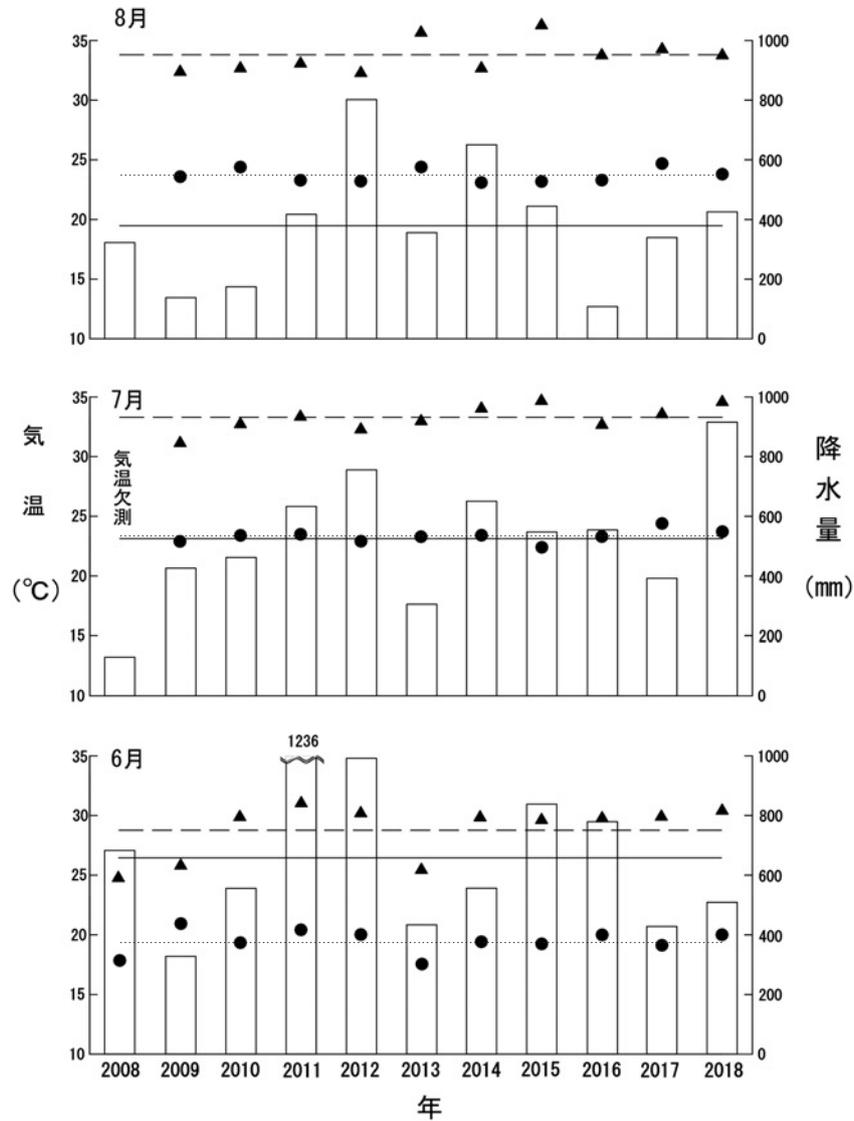


図-4 2008～2018年6～8月の気温と降水量（宮崎演習林事務所観測値）

▲ 最高気温, ● 平均気温, □ 降水量.

--- 11年間の平均最高気温, ..... 11年間の平均気温, —— 11年間の平均降水量.

激発年の前年である2013年と2017年の降水量は6、7月連続して少量であり、例年に比べて降水量は6月で65～67%、7月で58～75%に留まり、空梅雨であった。また、この両年の7、8月の月平均・最高気温は平年並みか若干高温であった（図-4）。こうした干ばつが発病を促進し、また従来生じていた患部の拡大によって巻き枯らしを促進して枯死が生じたと推測する。讚井（2002）は本調査と同様な気象環境と患部形成年についての結果から、「恒常

的な被害発生林分」と干害によって誘発される「突発的被害林分」があると報告している。本被害林分では1993年以来連続的に患部が発生しているが、干害が発病を促進した年もあることから「恒常的な被害発生」に「突発的被害」が加わる型の林分と推察する。陳野ら（1967）は高知県において1966年に発生した本病によるスギ・ヒノキ幼齢木の集団的枯損と枝枯症状は当年夏季の干ばつが影響したと報告している。また、河井・周藤（1999）は島根県におい

て1995年に症状が明らかになった17年生スギの本病による患部発生は前年の干ばつが影響したと報告している。他の病害については、周藤(1970a)は1968～1969年島根県の三瓶山山麓において枝や幹の枯死が大発生したクロマツ幼齢林の皮目枝枯病(病原菌:*Cenangium ferruginosum* Fr. ex Fr.)について、前年のとくに夏季の干ばつが発病を促進した要因の一つとしている。

#### 4. おわりに

本調査でも明らかなように、本病の患部は枝の分岐部から生じる。したがって、干ばつの影響の出やすい林地では、枝打ちをして蒸散を抑えるという提言もある(正木 1988)。しかし、枝打痕が侵入門戸となる場合もあり(讚井 1989; 河井・周藤 1999)、また枝打により本病の侵入門戸になる後生芽が生じやすいとの指摘もある(讚井 2002)。本調査を行った林分は50年生を超える壮齢林であり、今後の防除に関しては効果的な方策はない。伐採後に再造林を行う場合には、本病を回避する観点から、調査区画Ⅰ、Ⅱのような急傾斜で土壌が流出して岩石が露出し、礫が堆積する場所では、谷筋であってもスギ、ヒノキ以外の樹種を検討することが必要である。

#### 謝辞

本調査をご指示いただき、また本稿を校閲して頂いた宮崎演習林長久米朋宣博士、スギ暗色枝枯病の資料を提供していただいた宮崎県林業技術センター育林環境部井上万希氏に厚くお礼を申し上げます。

#### 引用文献

- 安藤裕萌・升屋勇人(2020)スギ赤枯病研究の現状と課題. 日林誌 103: 44～53  
伊藤一雄(1973)スギ暗色枝枯病. (樹病学大系Ⅱ. 農林出版). 192～194  
伊藤一雄(1974)スギ溝腐病. (樹病学大系Ⅲ. 農林出版). 220～222  
伊藤一雄・渋川浩三・小林亨夫(1952)スギ赤枯病に関する病原学的並に病理学的研究(Ⅰ), 赤枯

症状部に認められる菌類の形態及び病原性. 林試研報 52: 79～152

河井美紀子・周藤成次(1999)島根県におけるスギ暗色枝枯病の被害発生事例. 森林応用研究 8: 179～182

小林亨夫(1957a)スギ暗色枝枯病に関する研究. 林誌研報 96: 17～36

小林亨夫(1957b)九州地方のすぎ枝枯性病害3種について. 森林防疫ニュース 6: 100～103

小林亨夫・林 弘子・伊藤進一郎・田端雅進・中川茂子・窪野高德(1988)千葉県におけるスギ暗色枝枯病の集団発生. 99回日林論: 527～528

正木幹人(1985)高知県下に発生したスギ・ヒノキ集団枯損の原因調査. 森林防疫 34: 104～111

正木幹人(1988)暗色枝枯病(庭木・花木・林木の病害. 小林亨夫編, 養賢堂). 171

讚井孝義(1987)暗色枝枯病に伴う生立木の腐朽. 森林防疫 36: 105～110

讚井孝義(1989)暗色枝枯病の発生誘因. 日林九支研論 42: 149～150

讚井孝義(2002)針葉樹暗色枝枯病(樹木をまもる. 全国森林病虫獣害防除協会編・発行) 137～148

周藤靖雄(1970a)マツ皮目枝枯病被害調査. 島根県の三瓶山山麓における被害について. 島根林試研報 21: 271～286

周藤靖雄(1970b)スギおよびヒノキ苗のギクナルディア菌による病害. 森林防疫 19: 115～118

徳重陽山(1963)スギの幹腐病(仮称)の発生初期状態について. 74回日林講: 298～300

吉田和弘・石田 朗(2008)スギ壮齢林におけるスギ溝腐病による被害実態. 樹木医学研究 12: 193～194

山田利博・峰尾一彦・田村弘忠・鈴木和夫(1984)関西地方に多発したスギの枝枯性病害. 35回日林関西支講: 139～142

陳野好之・西村英昭・宇賀正郎(1967)高知県に発生したスギ暗色枝枯病. 森林防疫ニュース 16: 126～128

(2021.7.28受理)

## 新刊紹介

### 樹木医学入門

著者：福田健二（編著）

出版社：朝倉書店

発行日：2021年4月3日

仕様：B5判、210頁

定価 1,800円（税別）

ISBN 978-4-254-47059-8

昨年（2020）は樹木医制度発足30年、また本年（2021）は樹木医の方々に組織する（一社）樹木医会発足30年と樹木医関係者にとっては節目の年である。このような時期に、「樹木医学入門」という樹木医関係者にとっては必読の書が出版された。

従来、森林、公園・学校などの緑化樹や街路樹、寺社林、果樹などを「健全に管理するための知識や技術」は、対象によって森林保護学や造園学、園芸学といった様々な学問分野で扱われてきた。樹木医学はこれらの知見や技術を整理・統合し、一つの学問分野として体系化した（しようとする）ものであり、病虫獣害や気象害、樹木（森林）と環境の相互作用など、扱う対象も多岐にわたる。樹木医学は、我が国では1995年の樹木病害研究会（後の樹木医学会）発足を一つの契機として、それ以降に発展してきた学問分野で、歴史も浅くいわば発展途上にあると言える。このような状況の中、樹木医学で取り扱う基本的な事項（基礎樹木医学）に関する入門書の必要性が叫ばれていた。

本書は、樹木医学を学ぶために必須な基本的事項を広範に解説した入門書であり、13章からなる。はじめに樹木医学に関連する分野やそれらの歴史、樹木医学の発展経過や目指す方向性が簡潔に纏められている（1章、樹木医学とは）。概ね前半部分は、基本となる樹木に関する解説（分類と生活史・生理生態と組織構造、2章、3章）を含め、樹木と気象環境（4章）、樹木と土壌環境（5章）、樹木と微生物、菌類の生態と分類（6章、7章）などの基本的事項の解説に割かれ、後半では樹木の病虫害や腐朽（8章、9章、11章）、樹木の診断と治療（12章）など実際の現場で役に立つと思われる事項について解説されているほか、少し専門的になるが、樹木の防御反応（10章）について詳細かつ平易に解説されている。最後に樹木の保護管理制度や樹木医制度（13章）について簡潔に記述されている。比較的若手の研究者が専門分野に応じてそれぞれの章を執筆して



おり、最近の知見もほどよく取り入れられている。また、各所に最近の話題やトピックからなるコラムが配されており、楽しく読み進めることができる。個人的な感想になるが、防御反応の詳細な記述は特筆すべき点である。防御反応は病気等に対する感受性／抵抗性や症状の伸展などに直接あるいは間接的に関係しているため、その本質的な理解や知識の習得は、現場で診断や治療などを行う技術者にとっても不可欠である。

樹木医制度が発足して以来、これまでに3千名弱の方が樹木医として認定され、様々な分野で活躍されている。樹木医など、現場で樹木や森林の管理や病虫害の防除、治療に携わる技術者は、経験豊富であり高い技術を持っておられる方も多い。しかし一方、経験や勘にたより過ぎることも多く、科学的知見に基づいた基本的な知識が不足している場合も多い。

地球規模の温暖化やそれに伴う異常気象（局地的な豪雨など）による樹木の被害、いわゆる里山の衰退（劣化）、新たに侵入した害虫や病気などが大きな問題となりつつある。したがって、樹木医はこれまで扱ったことのない困難な問題に対処しなければならない。そのためには科学的根拠に基づく基礎的な知識の習得は大きな力となる。樹木医の方々や若手の研究者、今後樹木医学を学ぼうとする学生は、ぜひ本書を読んで、樹木医学に関わる基本知識を習得して欲しい。

（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 佐橋憲生）

都道府県だより

# 山口県における薬剤を使用しないナラ枯れ被害防除法の開発

## ○はじめに

山口県では、平成28年度から5年間、ナラ枯れ被害先端地における防除法の検証試験を行ってきました。今回、単木及び面的な防除効果について、検証結果をとりまとめましたので、紹介します。

## ○防除方法

本防除法は、被害木に粘着資材を貼付し、その上から農業用POフィルム（以下、シート）で被覆して、被害木から羽化脱出するカシナガキクイムシ（以下、カシナガ）をシート内部に効率的に留めるものです。元々は伐倒・集積したマツ枯れ被害木からマツノマダラカミキリが逸出するのを抑制するために開発されたもの（杉本 2014）で、これをナラ枯れ被害に応用し、新たな防除法として開発することにしました。

ナラ枯れ被害は、大径木が穿孔されやすいこと、根元付近に穿孔が集中すること、穿孔されても生き残る木が一定割合あることが特徴です。

当県の主要被害樹種であるコナラは、林分の3～5割が枯れるとされています。穿孔されても生き残った木（以下、穿入生存木）は、翌年、カシナガの発生源となるため防除が必要ですが、以後しばらく

は穿孔されず枯れにくいいため、景観保持等の観点から残存が望まれる場合もあります。

そのため、被害木（コナラ）を立木のまま防除する方法として、30cm幅の粘着資材を根元に一周巻き、地際から高さ1.5m程度までの幹をシートで被覆する方法を考案しました。シートの両端はホチキスで留め、上部はテープで幹に密着させて閉じ、下部は土や枝等で隙間を覆います。また、粘着資材がシートに付着しないように、周辺から採取した枝条を幹に立て掛け、粘着資材とシートの間に空間を設けません（図-1）。

## ○単木の防除効果

単木の防除効果については、施工木と対照木のそれぞれに捕虫器付きスカート型羽化トラップを取り付け、当年のカシナガ発生からシーズン終了まで捕獲を行いました。

捕虫器の捕獲頭数（逸出頭数）と粘着資材の捕獲頭数から、逸出抑制率<sup>\*</sup>を算出して比較しました。  
<sup>\*</sup>逸出抑制率(%) = 粘着資材捕獲頭数 ÷ (粘着資材捕獲頭数 + 捕虫器捕獲頭数) × 100

平成28～30年度試験の結果、対照木（計10本）から平均4,021頭のカシナガが逸出した一方、本法

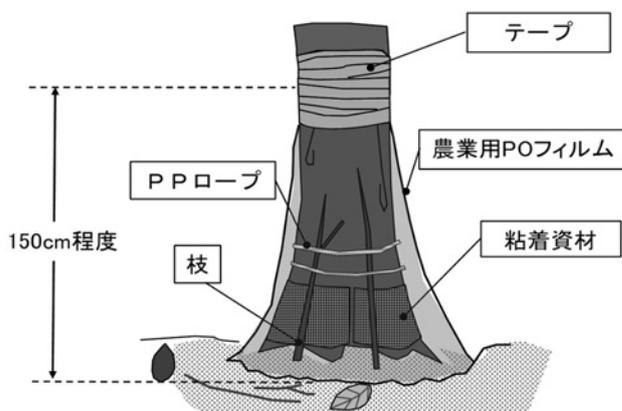


図-1 ナラ枯れ被害木への逸出抑制法  
 左：イメージ図 右：施工木

施工木（計12本）からは平均283頭と有意に少なくなりました（図-2）。施工木における粘着資材捕獲頭数は平均6,700頭、逸出抑制率は平均96.1%でした。

実用化に向けて、管理の簡素化や資材の低コスト化の検討も必要と考え、設置中に野生鳥獣等によってシートが破損したと仮定した場合の防除効果を検証しました。

施工後、シート上部と下部に6.5cm×7.5cmの穴をあけ、当年の発生からシーズン終了まで穴から逸出するカシナガを捕獲しました。穴の位置は、フラスが最も堆積している方向を選び、縦に一直線上に並ぶように配置して、本法施工木とシート被覆のみの施工木（以下、被覆木）とで逸出頭数及び逸出抑制

率を比較しました。

平成30年度試験の結果、逸出頭数は、施工木（計6本）が平均428頭に対し、被覆木（計6本）が平均1,313頭となり、施工木からの逸出は被覆木の約3割に抑えられました。また、施工木の平均逸出抑制率は91.9%となりました。

以上のことから、カシナガの逸出抑制に粘着資材が有効であり、シートに破損が生じてても、ある程度の大きさまでは逸出抑制効果を維持でき、頻繁な保守点検は行わなくて良いと分かりました。

さらに、資材の低コスト化については、使用したシートの破損状況を回収時に調査し、補修や洗浄をせず再利用後、破損の進行度合を確認するとともに、逸出抑制率を算出しました。

令和2年度試験の結果、破損数及び破損面積計は、前回使用（新品）の4倍、1穴の大きさは1.7倍でした。破損数に比例して破損面積も増えましたが、1穴の大きさは平均22mmに留まりました。また、平均逸出抑制率は95.1%と新品使用と同程度でした。

以上の結果を基に防除マニュアルを作成し、防除費用は約12,000円/本となりました。

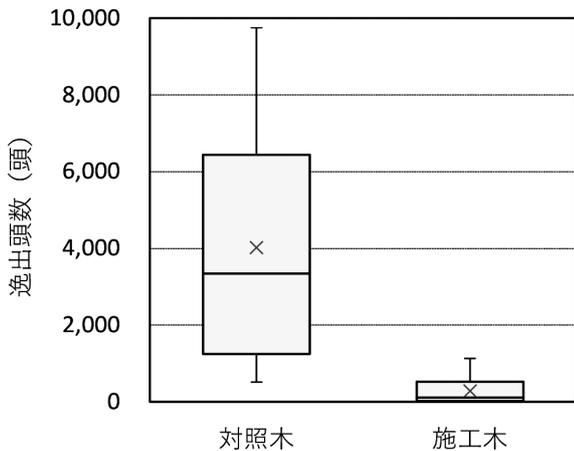


図-2 对照木と施工木の逸出頭数の比較

### ○面的な防除効果

面的な防除効果については、試験地に成立するコナラ313本を対象に、毎年枯損調査を行い、その推

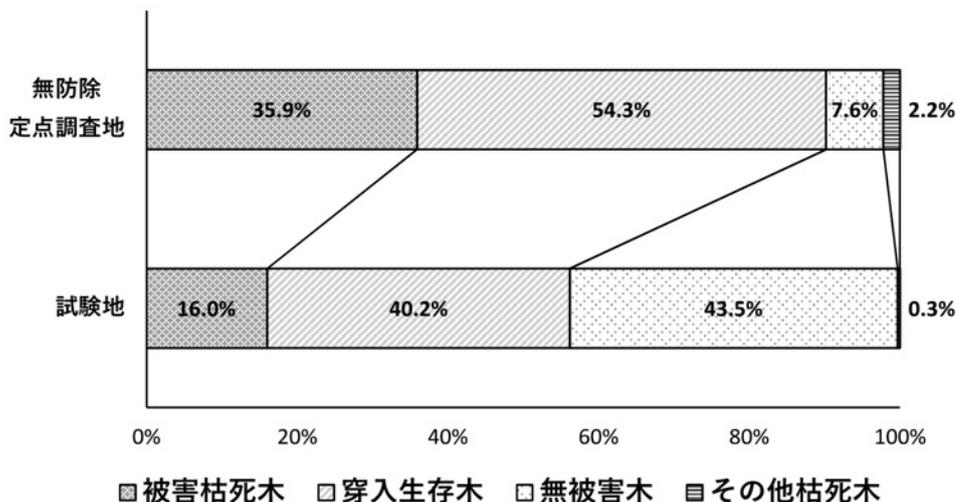


図-3 無防除定点調査地及び試験地における7年目の被害状況

移を県内の無防除定点調査地と比較しました。

試験地は標高約350mの山林で、平成26年に飛地的に被害が発生した場所です。試験地の7年目の累積枯死率は16.0%、穿入生存木率は40.2%、無被害木率は43.5%となり、無防除定点調査地では、順に35.9%、54.3%、7.6%でした(図-3)。本法によって試験地の枯死率は半分以下になり、被害が抑制されていると考えられます。ナラ枯れ被害は発生から5年程度で終息すると言われていたことから、無被害木が穿入生存木である可能性を含め、このまま被害が終息するかを追跡調査していく予定です。

### ○おわりに

薬剤使用に対する安全意識が高まる中、公園や森

林認証制度など薬剤使用を制限している森林等において、今回、紹介した防除法が、ナラ枯れ被害防除の一助になればと考えています。

### 引用文献

杉本博之(2014)世論の動きに対応したマツノマダラカミキリ駆除法の開発に向けて。森林科学 71: 35~38

### 参考資料

一般社団法人日本森林技術協会(2015)ナラ枯れ被害対策マニュアル改訂版

### マニュアル掲載URL

<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a17201/nougyou/kikaku/manyuaru.html>

(山口県農林総合技術センター 林業技術部)

## 熊本県におけるニホンジカによる森林・林業被害の軽減に向けた捕獲対策への生息モニタリング調査結果の活用について

### ○はじめに

熊本県では、ニホンジカの生息数の増加や生息域の拡大により、造林木の剥皮や枝葉採食被害による木材価格の低下、下層植生の消失等による森林の公益的機能の低下など様々な問題が生じており、ニホンジカによる森林・林業被害の軽減は喫緊の課題となっています。被害対策にあたっては、糞粒法という手法を用い、県全域におけるニホンジカの生息密度、生息頭数の推定、生息分布の変化を把握したうえで、熊本県森林・林業・木材産業基本計画や鳥獣保護管理事業計画を策定し、各種施策を講じているところです。被害対策のうち捕獲対策を実施する森林内は、季節や森林施業など様々な要因によって環境が変化し、それに伴い、ニホンジカの行動も変化していきます。捕獲対策では、ニホンジカの行動を把握したうえで捕獲場所を選定することが、高い捕獲率や捕獲効率に繋がります。

このため、平成30年度から令和2年度まで、被害

発生森林内(狭域)でニホンジカの生息モニタリング調査で有効と思われる既存の簡易な調査手法を用い、捕獲対策の実施区域選定や対策の効果検証への活用の可能性について検証するため「シカ生息モニタリング調査技術の活用に関する研究」に取り組みましたので、その内容と結果について報告します。

### ○試験方法

試験地は、糞粒法の調査地点と生息密度を考慮し、水俣市湯出及び猿渡地域内(図-1, 2)を選定しました。試験地内にある2つの調査路線(路線A: 3.82km, 路線B: 4.0km)でシカの行動把握調査に有効と考えられる以下の3つ(空中センサス, ライトセンサス, カメラトラップ)の調査手法の検証を行いました。

#### 1) 空中センサス

赤外線カメラを搭載したドローンで調査路線の上空を、日中、1m/sで空撮しました。

※当該検証は、一般財団法人熊本県ドローン技術振



図-1 試験地位置図



写真-1 シカ撮影画像 (カメラトラップ)

・調査期間：2020年7月～2021年3月

### 3) カメラトラップ

ニホンジカの痕跡調査結果を基に、調査路線沿いの林内にセンサーカメラ（路線A：11台、路線B：7台）を設置し、定点観測を行いました（写真-1）。

・調査期間：2019年11月～2021年3月

・撮影条件：撮影時間10秒/回、撮影間隔60秒

## ○結果と考察

空中センサスは、日中、赤外線カメラを搭載したドローンの空撮により、一定の条件下でニホンジカの個体識別が可能であることが分かりましたが、上空閉鎖率の高い森林（常緑）内における行動把握は難しく、課題が残る結果となりました。このため、今後、赤外線カメラによる日中の空撮が可能である特性を踏まえ、上空閉鎖率の高い造林地等で個体を識別し、防鹿柵の点検箇所の選定や新植地周辺での加害個体の侵入経路の把握に要する事前調査の省力化に向けた活用を検討していきます。

ライトセンサスは、ニホンジカの目撃地点（図-3, 4）は直近の生息拠点に近い可能性が高いと考えられますので、被害発生直後、短期に集中して捕獲対策を講じる場合、当該手法を用いて生息情報を把握することにより、くくりわなによる捕獲場所の選定（図-2）に有効であると考えられます。また、得られた調査データから生息密度の算出ができることから、捕獲対策の効果検証への活用も考えられます。

カメラトラップは、事前の痕跡調査にある一定程

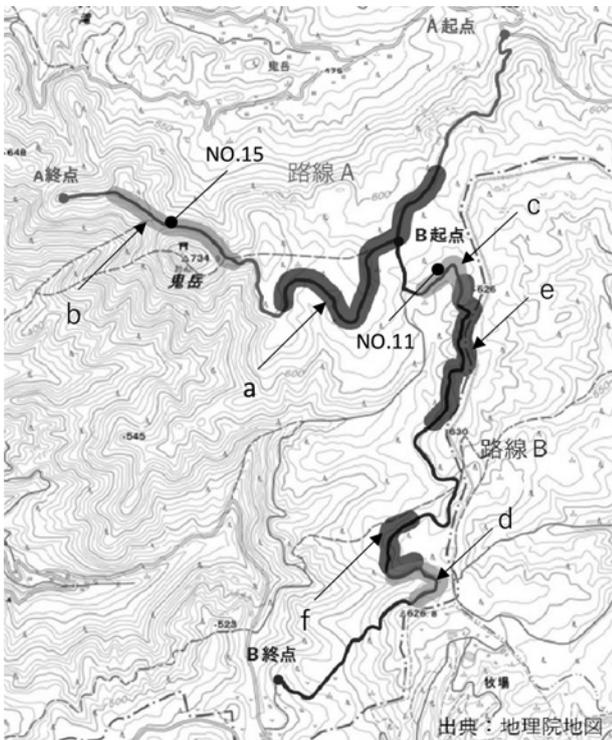


図-2 試験地

興協会のご協力により実施しました。

・調査期間2021年1月～3月

### 2) ライトセンサス

調査路線を時速10km以下で走行するトラックから林内をスポットライトで照らし、目撃したニホンジカをカウントしました。

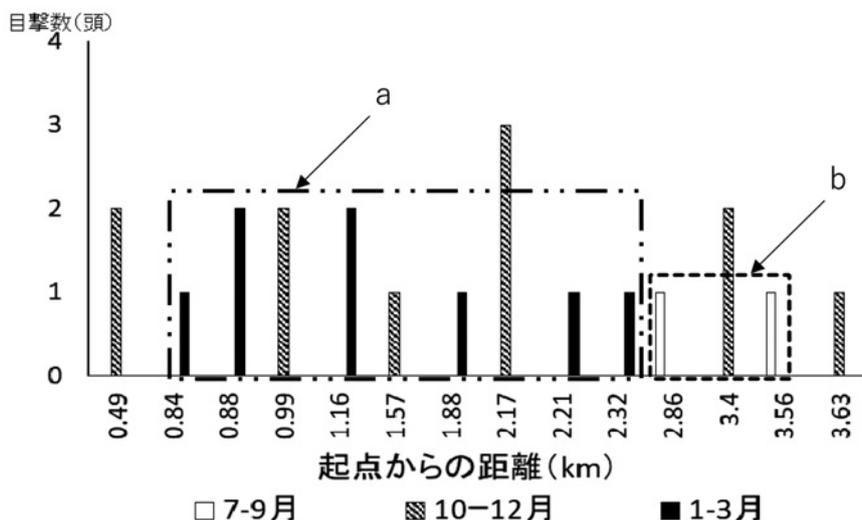


図-3 ライトセンサス・起点からの目撃地点 (路線A)

a ; 1~3月 (雌の妊娠期) に目撃された地点. b ; 7~9月 (交尾時期前) に目撃された地点.

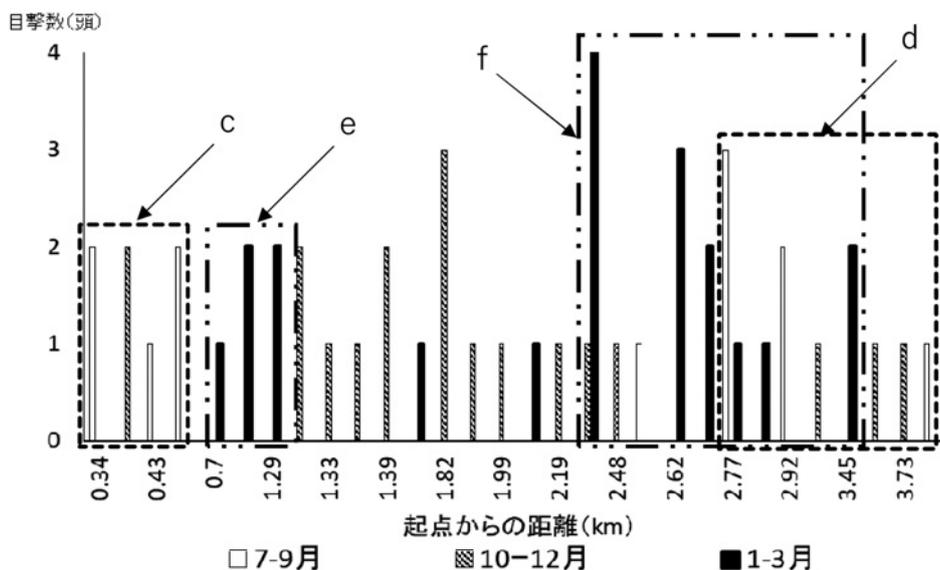


図-4 ライトセンサス・起点からの目撃地点 (路線B)

c, d ; 7~9月 (交尾時期前) に目撃された地点. e, f ; 1~3月 (雌の妊娠期) に目撃された地点.

度の知識が必要ですが、3つの調査手法の中で、最もニホンジカの行動をきめ細やかに把握することが可能と考えられます。得られたデータからニホンジカの撮影頻度 (図-5, 6) を算出・活用することで、くくりわなによる捕獲場所の選定 (図-2) への活用が考えられます。得られた調査データを基に速やかに捕獲対策を実施する場合、調査期間は約1ヶ月程度でも充分であると考えられ、ニホンジカの時季

による行動変化の把握や被害対策の効果検証へ活用する場合、捕獲対策の実施前から対策終了後最低1ヶ月程度の調査期間を設けることで、有用なデータの取得ができると考えられます。

### ○今後の計画

当該試験地となった水俣市に当該成果を報告し、地元の同意が得られれば、くくりわなによる捕獲場

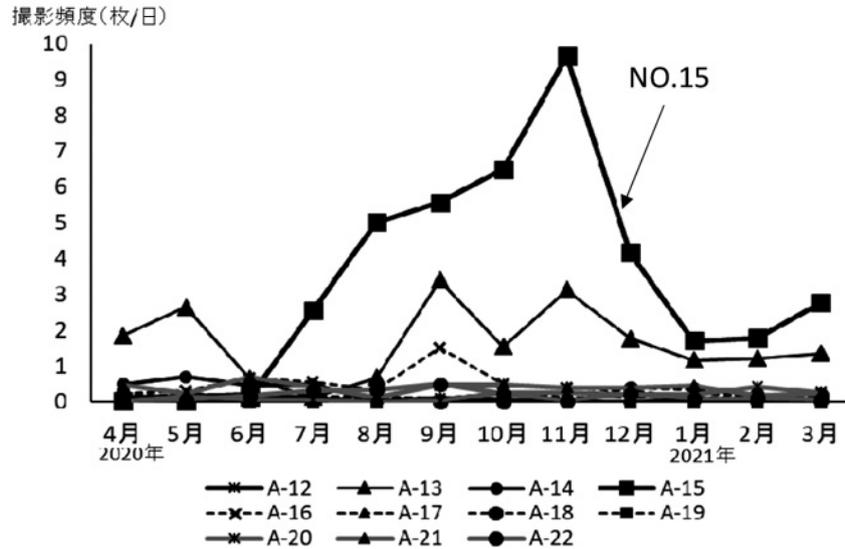


図-5 撮影頻度 (路線A)

A-12～22は、路線Aに設置したカメラ番号。  
 NO.15は撮影頻度が2020年7月～2021年3月までの期間、試験地内に設置したカメラの中で最も高い値となっていた。

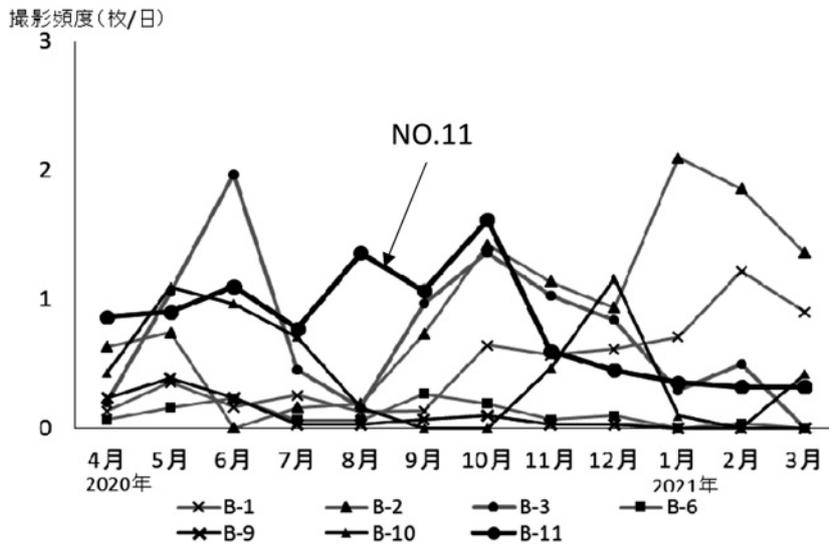


図-6 撮影頻度 (路線B)

B-1, 2, 3, 6, 9～11は、路線Bに設置したカメラ番号。  
 NO.11は2020年4月～10月までの期間、撮影頻度が1回/日前後の値で推移していた。

所の選定を行い、捕獲実践後、その効果を検証したいと考えています。また、捕獲の実践は、高度な知識と技術を要するため、捕獲の失敗により学習した個体(捕獲しにくい個体)を増やさないう、今年度より「シカの確実な捕獲に向けた技術に関する研究」に取り組んでおり、今後もニホンジカによる森林・林業被害の軽減に繋がる研究を継続することと

しています。

最後に、本研究の実施にあたり、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所 安田雅俊博士、九州森林管理局、熊本県森林組合連合会、株式会社自然環境研究所など、多くの関係機関の皆様からご協力いただきました。感謝申し上げます。

(熊本県林業研究・研修センター 育林環境部)

## 協会だより

購読者各位

### 購読料改定のお知らせとお願い

平素より機関紙『森林防疫』をご購読いただき厚くお礼申し上げます。

本誌購読料につきましては、平成7年4月以来、27年間据え置いておりますが、近年の印刷費、人件費、郵便料金などの上昇で運営は年々厳しさを増しております。この間、徹底した経費削減の努力を重ねてきましたが、本誌刊行維持のためには購読料引き上げに踏み切らざるを得ないと判断いたしました。

読者の皆様にご負担をお願いするのは誠に心苦しい限りですが、何卒ご理解・ご協力いただきたくお願い申し上げます。

本誌は令和4年5月号から本体価格を206円引き上げ、現在の税込み購読料1,364円から1,570円に改定させていただきます（年間購読の場合は6,820円⇒7,850円）。

今後とも誌面の充実及び経費の縮減に努力していく所存ですので、従前通りのご愛読をいただきますよう何卒よろしくお願い申し上げます。

全国森林病虫獣害防除協会

## 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えます。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>伐倒木用くん蒸処理剤 <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70巻第6号(通巻第747号)  
令和3年11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/>