

# 森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



## 目次

### 論文

桜島におけるマツ材線虫病—被害状況とマツノマダラカミキリの生息状況やセンチュウ保有状況との関係 [曾根晃一・畑 邦彦] . . . . .	3
クロカミキリの1世代に要する年数 [楨原 寛・北島 博] . . . . .	15
静岡県におけるニホンジカの管理捕獲—メスジカ捕獲の動機付けの試み— [山田晋也・大野文敬・山口 亮・石川圭介・大竹正剛・牧 文典・大場孝裕] . . . . .	20
大阪府の低地林に設置したタオルトラップよる冬期間のカシノナガクイムシ成虫の捕獲 [今城香代子・江崎功二郎] . . . . .	23
<b>新刊紹介</b>	
植物医科学実験マニュアル—植物障害の基礎知識と臨床実践を学ぶ [金子 繁] . . . . .	29
都道府県だより：兵庫県・島根県 . . . . .	30
森林病虫獣害発生情報：平成28年1月・2月受理分 . . . . .	35
協会だより . . . . .	35



A



B



C



D

[表紙写真] クロカミキリの成虫と幼虫

- 写真A：ポリカップ内で交尾する成虫
- 写真B：幼虫による樹皮の摂食痕
- 写真C：材部に穿孔する幼虫
- 写真D：蛹室内の幼虫

クロカミキリ *Spondylis buprestoides* は、枯損したマツ類の根を食す、最も普通に見られるカミキリムシの1つである。分布は、ヨーロッパからロシア、日本、朝鮮、蒙古、中国北部のように旧北区全域であるが、奄美諸島、沖縄諸島のように亜熱帯気候の地域や、東南アジアからも記録されている。雌成虫は、枯木ないしは衰弱木の根や、地上に落ちた枝に産卵すると考えられている。ふ化直後の幼虫は樹皮下を食し、粉状のフラスを出す。その後、心材内まで穿孔し、糸くず状のフラスを出す。餌がなくなると地中を掘り進み、餌となる他の根等を探す。この時に、地下埋設の電話線を傷つけた被害が報告されている。1世代には3年ないし数年を要するとされてきたが、産卵後1年目に羽化脱出する個体がいることが新たにわかった。(本文15~19ページ参照)

((研)森林総合研究所 北島 博・楨原 寛)

## 論文

# 桜島におけるマツ材線虫病－被害状況とマツノマダラカミキリの生息状況やセンチュウ保有状況との関係－

曾根晃一<sup>1</sup>・畑 邦彦<sup>2</sup>

## 1. はじめに

鹿児島県の錦江湾内に位置する桜島は、周囲約55 km、面積約73km<sup>2</sup>の火山島で、文明8年(1446年)、安永8年(1779年)、大正3年(1914年)、昭和21年(1946年)の大噴火の際火口から流れ出た溶岩が広い地域を覆い、そこでは溶岩の年代に応じて、様々な林齢のクロマツ林が成立していた(曾根ら2002a)。

桜島でも、以前からマツ材線虫病は発生していたが、生育するクロマツのサイズが小さかった、または被害木を燃料として早々に伐採していたためか、被害量はそれほど多くなく、鹿児島県の統計によると、1970年代の終わりから1980年代の初めの被害量は毎年10m<sup>3</sup>以下にすぎなかった。その後も1986年までは被害量は低レベルで推移し、1987年から1993年までは全く被害は発生しなかった。ところが、1994年に島内の北部と西部のマツ林でマツ材線虫病が再発し、2000年までに島内ほぼ全域のマツ林に被害は拡大した(曾根ら2002a)。マツ材線虫病によるクロマツの枯死は、大径木から始まり、大径木の多くが枯死した後は、小径木に移行した。1994年に35m<sup>3</sup>であった被害量は、1995年度は18m<sup>3</sup>とやや減少したものの、1996年度以降増加に転じ、1996年度は101m<sup>3</sup>、1997年度は317m<sup>3</sup>、1998年度は527m<sup>3</sup>、1999年度は1,260m<sup>3</sup>、2000年度は2,000m<sup>3</sup>と増加し続け、2001年度は13,400m<sup>3</sup>と1万m<sup>3</sup>を超えた。被害量はその後も増加し続け、2004年度には最大となった(25,800m<sup>3</sup>)。その後は毎年緩やかに減少し、2009年度には12,400m<sup>3</sup>とピーク時の約1/2となった。ところが、被害量は2010年度に突如550m<sup>3</sup>まで激減し、その後も2011年度は100m<sup>3</sup>、2012年度は22m<sup>3</sup>、2013年度は11m<sup>3</sup>と毎年減少し続けた(鹿児島県調べ)。

以上のことから、1994年以降の桜島のマツ材線虫病被害は、被害材の持ち込みと大隅半島からのカミキリの飛来による侵入・定着期(1994～1998年)、島内のクロマツ林に被害が拡大した拡大期(1999～2002年)、被害量が最大となり、クロマツ大径木の多くが枯死し、小径木の被害が見られ始めたピーク期(2003～2006年)、被害の主体が小径木に移行し、被害量が減少し続けた減退期(2007～2009年)、そして被害量が急激に減少し、枯死がほとんど見られなくなった終息期(2010年以降)の5つのステージに区分できる(曾根ら2015a)。

マツ材線虫病は、マツノザイセンチュウ(*Bursaphelenchus xylophilus*) (以下センチュウ)がマツ類の樹体内に侵入することで発病する萎凋病で(清原・徳重1971)、センチュウがマツノマダラカミキリ(*Monochamus alternatus*)成虫(以下カミキリ)により健全な寄主に運ばれることで被害は拡大する(Mamiya and Enda 1972)。マツ材線虫病の被害レベルには、センチュウの運び屋であるカミキリの生息状況やセンチュウ保有状況のほかに、センチュウの病原力、寄主のマツ材線虫病に対する抵抗性、各種の防除手段の効果、夏の気象条件とそれにより寄主が受けるストレスの程度など、多くの要因が関わっている(Mamiya 1972; 小林 1979; 鈴木 1984; 岸 1988)。それらの中で、カミキリの生息状況とセンチュウ保有状況は、最も重要なマツ材線虫病の被害レベルの決定要因の一つで、マツの枯損率はカミキリやセンチュウの密度に対比して変動し、激害林分で採集されたカミキリのセンチュウ保有率は高く、保有センチュウ数も多い傾向が認められている(岸 1988)。また、遠田ら(1981)によると、激害林分では微害林分よりカミキリの発生数が多い。

鹿児島大学農学部森林保護学研究室では、鹿児島県林業試験場（現鹿児島県森林技術総合センター）の田實秀信、佐藤嘉一、（独）森林総合研究所九州支所の中村克典（現（研）森林総合研究所東北支所）とともに、桜島の被害が拡大し始めた1997年に、桜島におけるマツ材線虫病に関する調査を開始し、被害がほぼ終息した2013年まで、島内各地のクロマツ林分でのマツ材線虫病による被害状況とそれに影響を与えると考えられる要因について、継続して調査を行ってきた。そして、これまでに、桜島に生育するクロマツのマツ材線虫病に対する抵抗性（曾根ら 2010）、センチウの病原力（曾根ら 2002b, 2015b）、桜島特有の要因である火山活動の影響（曾根ら 2015a）、殺虫剤（MEP-MC）散布の効果（曾根ら 2009）などについて報告してきた。本稿では、17年間の桜島のクロマツ林分におけるカミキリの生息数とセンチウ保有状況の変化について報告し、これらの決定要因や被害の年変動との関係について考察する。そして、これまで報告してきた調査結果も加えて、桜島における今回のマツ材線虫病の侵入・定着から終息に至る経緯とそれに係る要因について述べる。

## 2. 調査地の概要

調査は、桜島島内の鹿児島大学農学部附属演習林桜島溶岩実験場（以下 実験場）、碩原、黒神溶岩、黒神、長谷、赤生原、湯之平（図-1）の7カ所のクロマツ林分で実施した。各調査地の調査開始時と調査期間中の概要は以下の通りであった。

**実験場：**大正3年の大噴火で山腹から流れ出した溶岩上に成立したクロマツ林分である。溶岩が至るところで露出し、土壌の発達が悪く、林冠は疎開していた。植生は遷移の初期段階にあり、調査を開始した1997年には、最高約40年生のクロマツの他に、シャシャンポ、シャリンバイ、ヒサカキ、ノリウツギ、ヤマハゼ、イヌビワ、ススキ、イタドリ、タマシダなどが生育していた。

**碩原：**桜島南西部の山腹から海岸に向かって広がっていたクロマツ林分で、マツ材線虫病発生以前は、大径木により林冠はほぼ閉鎖していたが、被害の進

行などにより2007年以降は林冠が著しく疎開した。その後は、クロマツ大径木はほとんど見られず、僅かに生育しているクロキ、クスノキ、タブノキの高木の下に、クロマツの幼樹や実生、ヒサカキ、シャリンバイ、ハクサンボク、ナワシログミ、ススキ、クズなどが密生していた。

**黒神溶岩：**桜島の南東部に位置する鍋山火口から島の東側に流れ出た大正溶岩台地上に成立したクロマツ林分で、調査地は溶岩台地の谷間とそれにつながる平坦地に位置し、火山灰が厚く堆積していた。そのため、周辺の溶岩台地上のクロマツよりサイズの大きい、樹高10～15m、胸高直径15～30cmの個体が多数生育していた。中、下層にはシャリンバイ、ヒサカキ、ヤマハゼ、ヌルデ、アカメガシワなどが見られた。2000年以降発生した枯死木の伐倒処理により、林冠は著しく疎開した。クロマツ以外の中、下層木もそれに併せて伐採され、全体としては開放的な空間となった。

**黒神：**桜島の東部の黒神地区に位置し、1997年の調査開始時には、上層はクロマツのみから成る、閉鎖した林分であった。林床には火山灰の上にリターが最大10cmほど堆積し、土壌は形成されつつあった。ヤブニッケイ、ヤブツバキなどの亜高木や、タブノキ、シャリンバイ、ヤシヤブシなどの低木がわずかに存在し、下層はススキが優占していた。2013年の時点では、クロマツの大径木は残っておらず、実生から成長した幼樹が多数生育し、旺盛な成長を示していた。

**長谷：**桜島の北西部の長谷川に沿って成立していたクロマツ林分で、1997年当時は樹高15～20m、胸高直径15～35cmのクロマツが生育していた。これらの大径木は、2006年までに全て枯死した。長谷川の堤に生育していた小径木も2009年までに全て枯死し、幼樹数本のほかは、樹高1.5m以上のクロマツは見られなくなった。かつてのクロマツ林分は、ヤブツバキ、ヤマハゼ、マテバシイ、シロダモ、クスノキなどからなる広葉樹林に変化した。

**赤生原：**大正3年の大噴火の際に形成された溶岩台地の先端部に成立したクロマツ林分で、民家や果樹



図-1 調査地

園と隣接している。クロマツが上層を占め、中、下層にはヤマハゼ、イヌビワ、ヒサカキなどが、そして林床はススキが優占していた。2000年以降多くのクロマツが枯死し、林冠は疎開した。

**湯之平:** 桜島島内で最も標高の高い場所に成立した、林冠のほぼ閉鎖したクロマツ林分の一つであった。2004年から被害が急激に拡大し、それに伴い林冠の疎開度も大きくなった。2007年までにほとんどのクロマツ大径木は消失した。2013年の時点では、点在する樹高10m以下のタブノキ、ヒサカキ、シャシャンボなどの下に、ネズミモチ、ハクサンボク、ススキなどが群生していた。それらに交じって、クロマツの幼木が生育していた。

### 3. 調査方法

(1) カミキリ成虫の生息状況とセンチウ保持状況  
被害程度とカミキリの生息数の関係を明らかにするため、クロマツ林分内に生け捕りに改良したサンケイ式カミキリ誘引器（中村ら 1999；中村・曾根 2004）（以下 トラップ）を設置し、トラップで捕獲されたカミキリ個体数で、カミキリの生息状況を推

定した。

各調査地に、林分の状態に応じて、10～30m間隔で3基のトラップを地上2～10mの高さに設置し、カミキリを捕獲した。実験場、黒神、長谷、湯之平では1997年から、碩原、黒神溶岩及び赤生原では、被害が見られ始めた2000年から調査を行った。調査は、被害がほぼ終息した2013年まで継続した。トラップは毎年5月初旬に設置し、2週間連続してカミキリが捕獲されなくなるまで、原則として毎週2回捕獲状況を確認した。

各調査日で、トラップごとに捕獲数、捕獲個体の性、捕獲個体を生きたまま回収するために餌として入れた3年生までのクロマツの生枝（以下 餌木）上の後食痕や産卵痕の有無を記録した。今回の調査では、成虫が捕獲されていなかったにもかかわらず餌木に後食痕がみられた場合や、雌成虫が捕獲されていなかったにもかかわらず餌木に産卵痕が確認された場合があった。前者は、性は不明だが成虫が1個体以上、後者は雌成虫が1個体以上捕獲されたが、捕獲されたカミキリは捕獲状況を確認するまでにトラップから逃亡したことを意味している。そこで、

これらの事例のみられたトラップ数と実際に捕獲された成虫の個体数の和を捕獲数とした。

捕獲したカミキリを研究室ですり潰し、ベールマン法により一昼夜かけてセンチウを抽出し、計数した（保有センチウ数）。各年度で、センチウが抽出された個体の割合（以下センチウ保有率）を求め、トラップあたりの捕獲数の平均値（以下平均捕獲数）とセンチウ保有率の積を、トラップあたりのセンチウを保有したカミキリ成虫の捕獲数（以下センチウ保有個体数）とした。

7調査地を込みにした場合の平均捕獲数、保有センチウ数、センチウ保有個体数、1,000頭以上のセンチウを保有したカミキリ個体数の被害ステージ間での比較には、一元配置の分散分析を用いた。ステージ間での変動が有意であった場合はBonferroniの方法を、有意な傾向が見られたが値の等分散性が担保されなかった場合にはWelch検定を用いて、各ステージ間の値を比較した。

#### (2) 被害状況

被害量（材積）は被害木のサイズと本数の影響を受けるので、被害が大径木から小径木へ移行した桜島では、被害量の減少が必ずしも被害木数の減少と一致するとは限らない。そこで、毎年、捕獲調査終了後の11月下旬から12月中旬にかけて、各調査地で、設置したカミキリ成虫捕獲トラップの周囲約100mの地域内の枯死木を計数した。枯死木数は、樹高10m以上でなおかつ胸高直径15cm以上の個体（以下大径木）と、樹高10m未満で胸高直径10cm未満の小径木に分けて記録した。今回の調査では、大径木と小径木の定義に当てはまらないクロマツはほとんど無かった。

## 4. 調査結果

### (1) カミキリの捕獲状況

表-1に、1997年から2013年にかけてのカミキリの捕獲状況を示す。1997年から2010年までは、多くの年で、カミキリは5月中、下旬から9月上旬ないしは下旬まで捕獲された。しかし、2011年以降は、捕獲数の減少が関係したのか、カミキリの捕獲開始

はそれまでより半月以上遅くなり、捕獲終了は半月以上早くなった。その結果、捕獲期間は2010年までに比べ短くなった。

カミキリの捕獲数は、調査地間と調査地内のトラップ間で、ばらつきが大きかった。平均捕獲数は、1997年から1999年にかけて減少した後増加に転じ、2003年には僅かに減少したが、2004年には再び増加し、調査期間中最大の $25.0 \pm 23.1$ 頭/トラップとなった。その後、2005年から2008年にかけては、10～14頭/トラップの間で推移し、2009年に半減した。2010年以降はさらに少なくなり、2010年と2011年はトラップあたり1頭余り、2012年と2013年は1頭に満たなかった。ステージ間の平均捕獲数の変動は有意で（ $F=4.246$ ,  $P=0.023$ ）、終息期の平均捕獲数の年平均値（ $0.8 \pm 0.6$ 頭/トラップ）は、ピーク期（ $16.5 \pm 5.5$ 頭/トラップ）に比べ有意に小さかった（Bonferroni法による比較  $P<0.01$ ）。

### (2) カミキリのセンチウ保有状況

表-2に、トラップで捕獲されたカミキリのセンチウ保有状況を示す。センチウ保有率は、侵入・定着期の1997年から拡大期の最初の年の1999年まで18.0～19.5%で推移した。その後2010年までは、センチウ保有率は、2001年をのぞき30%以上で、2002年と2006年の保有率は、それぞれ60.2%と62.7%と特に高かった。2011年と2012年にはセンチウ保有率は再び低くなり、2013年は捕獲された3頭のうち1頭のみがセンチウを保有していた。

センチウ保有個体数は、1997年から1999年にかけて、1.42頭/トラップから0.45頭/トラップに減少した。その後、2000年から2006年まではそれまでより多くなり、2002年と2004年、そして2006年に、特に多かった。そして、2007年以降は一貫して減少し続けた。センチウを保有した捕獲成虫のうち、半数近くまたは半数以上の個体で保有センチウ数は1,000頭未満であった。1,000頭以上のセンチウを保有していた個体数は、センチウ保有個体数と同様の年次変動を示し、2004年と2006年は調査期間を通し特に多かった。10,000頭以上のセンチウを保有していたカミキリは、2004年と2006年から2009年

表-1 マツノマダラカミキリの捕獲状況

ステージ	年度	捕獲期間	捕獲数 (ノトラップ)	
			平均	SD
侵入・定着期	1997	5/17 ~ 9/11	7.3	3.5
	1998	5/12 ~ 9/10	6.4	4.1
拡大期	1999	6/3 ~ 9/9	2.5	2.7
	2000	5/29 ~ 9/18	10.2	11.7
	2001	5/24 ~ 9/13	13.3	12.9
	2002	5/16 ~ 9/17	23.8	21.8
	2003	5/12 ~ 9/22	17.2	19.4
ピーク期	2004	5/24 ~ 9/24	25.0	23.1
	2005	5/23 ~ 9/22	10.2	7.9
	2006	5/31 ~ 9/25	13.7	10.5
減退期	2007	5/17 ~ 10/9	11.0	10.7
	2008	5/26 ~ 9/25	12.9	11.4
	2009	5/25 ~ 8/17	5.2	6.9
終息期	2010	5/31 ~ 9/1	1.5	1.4
	2011	6/13 ~ 8/18	1.3	2.2
	2012	7/12 ~ 9/6	0.3	0.5
	2013	7/15 ~ 7/29	0.1	0.5

表-2 マツ材線虫病の推移に伴うマツノマダラカミキリのセンチウ保有状況の年次変動

ステージ	年度	調査数	保有センチウ数別頻度 (%)						保有数 (年度別)		センチウ保有個体数 (ノトラップ)	
			0	~ 9	~ 99	~ 999	~ 9,999	10,000 ~	平均	SD	A	B
侵入・定着期	1997	77	80.5	0.0	0.0	7.8	11.7	0.0	1,740	1,156	1.42	0.85
	1998	74	81.1	1.4	1.4	5.2	6.9	0.0	876	889	1.21	0.44
拡大期	1999	50	82.0	2.0	6.0	8.0	2.0	0.0	602	791	0.45	0.05
	2000	235	65.5	0.9	4.7	17.4	11.5	0.0	1,373	2,080	3.52	1.17
	2001	292	81.8	2.1	8.9	3.8	3.4	0.0	693	1,617	2.42	0.45
	2002	477	39.8	14.5	19.7	19.9	6.1	0.0	399	910	14.33	1.45
ピーク期	2003	372	64.0	4.6	11.3	17.2	2.9	0.0	364	614	6.19	0.50
	2004	484	59.1	4.6	10.5	12.0	13.0	0.8	1,205	2,431	10.03	3.45
	2005	221	58.8	5.9	13.1	14.0	8.2	0.0	613	1,098	4.20	0.84
	2006	260	37.3	9.2	9.2	14.3	25.0	5.0	2,754	5,517	8.59	4.11
減退期	2007	172	53.5	13.4	7.0	9.3	14.5	2.3	2,358	4,634	5.12	1.85
	2008	276	62.3	3.6	8.4	15.2	9.4	1.1	1,176	2,159	4.86	1.35
	2009	155	58.7	3.9	16.1	5.8	12.9	2.6	3,958	13,663	2.15	0.81
終息期	2010	31	58.1	12.9	19.4	3.2	6.4	0.0	556	1,169	0.63	0.10
	2011	28	78.6	7.1	7.1	0.0	7.1	0.0	416	615	0.28	0.09
	2012	8	75.0	0.0	12.5	12.5	0.0	0.0	162	202	0.08	0
	2013	3	66.7	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0	243	-	0.03	0

A : センチュウ保有個体数 B : 1,000頭以上のセンチウを保有した個体数

にかけて捕獲された。

センチウ保有個体数と1,000頭以上のセンチウ保有個体数のいずれも、ステージ間で異なる傾向がみられた(それぞれ、 $F=2.493$ ,  $P=0.099$ と $F=2.639$ ,  $P=0.086$ )。終息期のセンチウ保有個体数 ( $0.3 \pm 0.2$  頭/トラップ) は、ピーク期 ( $7.3 \pm 2.2$  頭/トラップ)

や減退期 ( $4.0 \pm 1.3$  頭/トラップ) に比べ有意に少なかった (Welch検定 それぞれ,  $t=3.416$ ,  $P=0.021$  と  $t=4.473$ ,  $P=0.023$ )。また、終息期の1,000頭以上のセンチウ保有個体数 ( $0.1 \pm 0.1$  頭/トラップ) も、ピーク期 ( $2.2 \pm 1.6$  頭/トラップ) や減退期 ( $1.3 \pm 0.4$  頭/トラップ) に比べ有意に少なかった (Welch

検定それぞれ  $t=2.253$ ,  $P=0.050$  と  $t=4.678$ ,  $P=0.021$ 。

センチウ保有個体あたりの平均保有センチウ数は、年次変動が大きく、明確な年変動のパターンは認められなかった。減退期はほとんどの年で、平均保有センチウ数は1,000頭以下で、終息期の平均センチウ保有数はさらに少なくなった。保有センチウ個体数も被害ステージ間で異なる傾向が見られ ( $F=3.127$ ,  $P=0.056$ ), 終息期の値 ( $344 \pm 153$ 頭) は、減退期 ( $2,497 \pm 1,140$ 頭) より少ない傾向が認められた (Welch検定  $t=2.655$ ,  $P=0.059$ )。

### (3) 被害状況

表-3に、各調査地での1997年から2013年までの被害状況を示す。調査地間で被害の発生開始時期に数年またはそれ以上の差がみられ、大径木の枯死数の増加時期も異なった。大径木の枯死は、2005年度までに全ての大径木が枯死した黒神溶岩と長谷を除き、2008年度に激減し、それ以降はほとんど見られなくなった。小径木の枯死は、2004年まではまったく見られなかった。2005年に初めて確認された後は、枯死木数は2006年から急激に増加した。2007年から2008年は、長谷を除き、まだ多くの小径木が枯死したが、2009年と2010年に枯死木数は著しく減少し、2011年以降は極めて少なくなった。

### (4) 枯死木数とセンチウ保有個体数との関係

平均捕獲数とセンチウ保有個体数は、同様の年変動を示した。そこで今回は、平均捕獲数とセンチウ保有率より計算されたセンチウ保有個体数と枯死木数との関係を吟味した。今回、被害とセンチウ保有個体数の年変動の同調性には、クロマツ林分間で差がみられたので、被害の発生から終息まで継続して調査できた3つの調査地、すなわち、大正溶岩台地上の土壌の発達が悪い実験場、土壌が比較的発達した黒神、そして今回の調査地のうち最も標高の高い場所にある湯之平での枯死木数とセンチウ保有個体数の年次変動を図-2に示した。

実験場では、大径木の枯死は1997年から2002年までは少なかった。枯死木数は、2003年にわずかに増加した後、2004年と2005年に急増し、2005年に最大

となった(317本)。その後2006年と2007年は2005年の約1/5、そして2008年は約1/30にまで減少し、大径木の枯死は2009年以降見られなくなった。小径木の枯死は、2006年から発生した。2006年に180本であった枯死木数は、2007年にはその約3倍にまで急激に増加した。その後2008年は2007年の約1/2、2009年は約2/5まで減少した。枯死木数の減少は2010年以降も著しく、2013年には枯死は発生しなかった。センチウ保有個体数は、1997年から1999年までは、0~1.1頭/トラップと少なかった。その後は、2008年まで増減を繰り返した。センチウ保有個体数は、2004年が24.0頭/トラップと最も多く、次いで2006年が19.1頭/トラップ、2002年が11.0頭/トラップであった。2008年以降は毎年減少し、2011年と2012年は0頭であった。2003年までは、ほとんどの個体のセンチウ保有数は1,000頭未満であった。2002年以降の大径木の枯死数の増加は、センチウ保有個体数の増加に比べ1~2年遅かった。一方、2008年以降の小径木の枯死数の減少とセンチウ保有個体数の減少は同調していた。

黒神での大径木の枯死数は、1997年から1999年までは0本であった。2000年に初めて10本が枯死した。その後、2004年に157本まで増加し、2005年にピークに達した(167本)。そして、2006年と2007年に激減し、2008年以降大径木の枯死は見られなくなった。小径木の枯死は、2006年に初めて発生した(111本)。枯死木数は2007年と2009年は約150本であったが、2009年以降は減少し、2012年と2013年は0本であった。センチウ保有個体数は、1997年から2001年までは低いレベルで増減を繰り返した。2002年から2008年にかけては、2003年と2007年を除き、6~10頭/トラップと多かった。2009年以降センチウ保有個体数は少なく、そのうえ毎年減少した。そして、2011年から2013年は0頭であった。2000年以降発生した大径木の枯死数の増加とセンチウ保有個体数の増加はほぼ同調していた。また、2008年以降の小径木の枯死数の減少は、センチウ保有個体数の減少とよく同調していた。

湯之平での大径木の枯死数は、1997年から1999年



表-3 各調査地における枯死木数の年次変動  
大径木

	年 度	実験場	碩 原	黒神溶岩	黒 神	湯之平	長 谷	赤生原
侵入・定着期	1997	1	—	—	0	0	50	—
	1998	2	—	—	0	0	42	—
拡大期	1999	2	—	—	0	0	17	—
	2000	6	36	50	10	1	9	30
	2001	6	14	65	32	3	7	8
	2002	1	38	189	58	1	10	21
ピーク期	2003	13	232	139	40	4	12	139
	2004	64	141	12	157	32	16	45
	2005	317	51	30	167	41	5	262
	2006	60	31	0	43	12	0	122
減退期	2007	51	116	0	3	46	0	175
	2008	10	81	0	0	6	0	25
	2009	0	10	0	0	0	0	1
終息期	2010	0	0	0	0	0	0	0
	2011	0	0	0	0	1	0	0
	2012	0	1	0	0	0	0	0
	2013	0	0	0	0	0	0	0

## 小径木

	年 度	実験場	碩 原	黒神溶岩	黒 神	湯之平	長 谷	赤生原
侵入・定着期	1997	0	—	—	0	0	0	—
	1998	0	—	—	0	0	0	—
拡大期	1999	0	—	—	0	0	0	—
	2000	0	0	0	0	0	0	0
	2001	0	0	0	0	0	0	0
	2002	0	0	0	0	0	0	0
ピーク期	2003	0	0	0	0	0	0	0
	2004	0	0	0	0	0	0	0
	2005	0	0	22	0	0	11	0
	2006	180	0	27	111	37	22	50
減退期	2007	501	60	14	158	11	0	230
	2008	264	108	21	147	77	0	168
	2009	193	71	106	55	35	1	52
終息期	2010	34	30	17	11	11	0	3
	2011	11	8	1	10	1	0	1
	2012	2	10	2	0	0	0	0
	2013	0	1	2	0	0	0	0

碩原, 赤生原, 黒神溶岩では, 1997年から1999年まで大径木の枯死は確認されなかった。

までは0本で, 2000年から2003年までも1~4本と少なかった。2004年から2007年にかけて, 12~46本が枯死し, 枯死木数は全体的には増加傾向を示した。2007年のピーク後, 2008年に著しく減少し(6本), 2009年以降は, 2011年に1本枯死しただけであった。小径木の枯死は2006年に初めて発生した(37本)。枯死木数は, 2007年に減少したが, 2008年に再び増加し, 最大となった(77本)。その後は2011年まで減少し続け, 2012年と2013年には枯死木は発

生しなかった。センチウ保有个体数は, 2001年までは少なく, 2002年(9.4頭/トラップ)と2006年(11.7頭/トラップ)の2つのピークを示した。2007年以降は一貫して減少し, 2010年と2011年はそれぞれ0.7頭/トラップと0.3頭/トラップで, 非常に少なかった。また, 2012年と2013年にはカミキリは捕獲されなかった。1997年から2002年までは, 毎年センチウ保有个体数は比較的多かったにもかかわらず, 大径木の枯死数は少なかった。センチウ保有个体

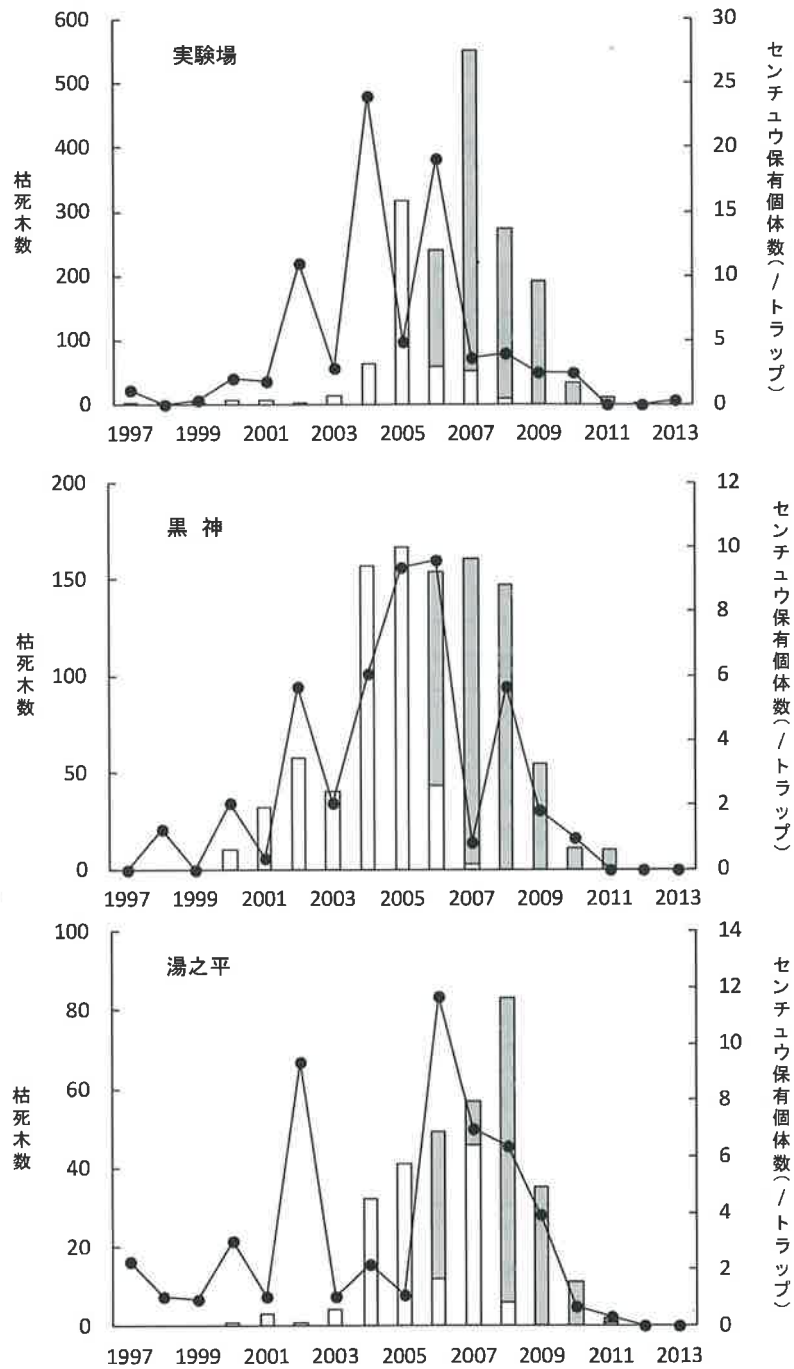


図-2 実験場, 黒神, 湯之平調査地でのマツの枯損木数とトラップあたりのセンチウ保有個体数の年次変動

□ : 大径木, ■ : 小径木, ● : トラップあたりのセンチウ保有個体数

数と大径木の変動に明らかな同調性は認められなかったが、2008年以降の小径木の枯死数の減少とセンチウ保有個体数の減少はよく一致していた。

### 5. 考察

トラップで捕獲された個々のカミキリの捕獲までの履歴は不明なので、センチウ保有率や保有センチウ数が、脱出直後のカミキリのセンチウ保有

状況をどの程度正確に示しているかは不明である。しかし、毎年ほぼ同じ条件で調査を実施したので、今回の調査結果から、カミキリの生息状況やセンチチュウ保有状況の年変動の傾向はある程度推測可能であろう。

桜島では、1994年に再発したマツ材線虫病の進行過程において、大径木の枯死数は、被害の侵入・定着期からピーク期に向かって増加し、それ以降減少した(表-3)。一方、小径木は、被害により大径木が少なくなったピーク期後半から枯死し始めた。枯死木数は減退期にピークになり、終息期に激減した(表-3)。トラップあたりのカミキリの捕獲数、センチチュウを保有したカミキリの捕獲数、そして1,000頭以上のセンチチュウを保有したカミキリの捕獲数も、侵入・定着期からピーク期にかけて増加し、減退期に減少した後、終息期には激減した。ところが、保有センチチュウ数は、侵入・定着期からピーク期には一貫した増加傾向は見られず、減退期に最大となり、終息期に激減した(表-2)。マツ材線虫病による島内の全被害量(材積)とカミキリの捕獲数、センチチュウを保有したカミキリの捕獲数の年変動は同調していたことが報告されている(曾根ら2015a)。これらのことから、カミキリ、とりわけセンチチュウを保有したカミキリの生息数が、桜島でのマツ材線虫病被害の重要な決定要因の一つで、侵入・定着後の大径木の被害は、センチチュウを保有したカミキリの増加により激しくなると推察される。これは、マツ材線虫病がセンチチュウにより引き起こされ、センチチュウの新しい寄主への伝播にカミキリが深く関わっている(Mamiya and Enda 1972)ことを考えると当然の結果といえる。

それに対し、小径木の枯死数は、減退期に最も多かった。これは、(1)クロマツ大径木の生育数が著しく減少し、カミキリは繁殖のために小径木を利用せざるを得なくなったこと、(2)カミキリの生息数は、ピーク期ほどは多くなかったが、まだ高レベルで維持されていたこと、そして(3)カミキリの保有センチチュウ数が最も多く、多数のセンチチュウを保有していたカミキリが多かったことによるのではないかと考

えられる。そして、2010年以降カミキリ、そしてセンチチュウを保有したカミキリの生息数や保有センチチュウ数が激減したことが、終息期での小径木の枯死の激減の要因の一つであろう。

しかし、調査地ごとにみると、被害の激化とセンチチュウ保有個体数の増加の関係に差が見られた。黒神では、大径木の枯死数がセンチチュウ保有個体数とともに増加していたのに対し、実験場や湯之平では、センチチュウ保有個体数に比べ枯死木数の増加は遅れていた。大正溶岩が至る所で露出し、土壤の発達が悪かった実験場では、菌根菌相は豊富であった(榊原2002)。溶岩台地のような厳しい環境下では、クロマツ実生の定着には、菌根菌との共生は不可欠である。一度定着した実生や稚樹の生長は良好で、センチチュウを接種しても枯れにくかったが、菌根菌との共生で獲得したと考えられる抵抗性も、枯死を数年間ほど遅らせるものにすぎなかった(曾根ら2010)。クロマツが菌根菌との間で相利的な共生関係を構築できていたことが、センチチュウ保有個体数に比べ大径木の枯死数の増加が1~2年ほど遅れた原因であろうと思われる。それに対し、有機物が厚く堆積し、土壤が形成されつつあった黒神では、菌根菌相は貧弱で、センチチュウを接種したクロマツ稚樹の枯死率は95%以上と高かった(榊原2002)。したがって、黒神では、クロマツは菌根菌との共生やそれによる抵抗性の獲得が十分でなく、センチチュウ保有個体数の増加がすぐに被害の激化につながったのではないかと推察される。湯之平での土壤の発達は黒神と実験場の中間で、そこに生育しているクロマツの稚樹には、菌根菌と共生しているものが頻繁にみられた(曾根 未発表)。菌根菌との共生に加え、標高が高い場所に位置しているといった地理的な条件も、枯死木数とセンチチュウ保有個体数の増加の時間的なずれの原因になったかもしれない。

今回、桜島でのマツ材線虫病被害に重要な影響を与えていたと考えられたセンチチュウ保有個体数は、カミキリの生息数とセンチチュウの病原力により決定されるであろう。カミキリの個体数は、繁殖の資源となる枯死木や衰弱木の量に左右される。マツ材線

虫病の侵入・定着期から増加期、そしてピーク期にかけては、マツ材線虫病に対し強い抵抗性を持たないクロマツ大径木が多数生育していたので、マツノマダラカミキリはセンチユウにより枯死した大径木を利用して繁殖し、個体数を増加させることができた。ピーク期以降は大径木の多くが枯死してしまっていたので、小径木を利用して繁殖せざるを得なくなった。小径木の樹幹内での死亡率は高く、繁殖用の資源としての価値は大径木よりも劣ると考えられた(曾根ら 2015c)。したがって、小径木のみで繁殖せざるを得なくなった減退期以降は、繁殖率は次第に低下し、その効果が蓄積して、個体数は着実に減少していったと推察される。このように、カミキリ生息数は、繁殖の資源となる衰弱木や枯損木の数のみならず、質にも左右されていたことがわかる。一方、夏の気温や降水量、そして桜島特有の要因である火山活動は、被害量(繁殖のための資源量)に影響を与えていたとは言えなかった(松尾 2012; 曾根ら 2015a)。

桜島では、マツ材線虫病が再発した1994年以降被害材の伐倒駆除が毎年実施され、2001年以降は殺虫剤の空中散布(特別防除)や被害木周辺のスポット散布が毎年実施されている。しかし、1994年以降被害地は拡大し、2004年までは被害量も増加した。殺虫剤の空中散布により、散布地とその周辺では、そこに生息していたカミキリ成虫の60~75%近くが死亡したと推定された(曾根ら 2009)。しかし、2004年以降全く防除手段を講じていない地域(例えば黒神)においても、2007年以降平均捕獲数とセンチユウ保有個体数は減少していた(図-2)。これらのことから、講じられた防除手段のカミキリ生息数抑制効果は十分ではなかったことがわかる。また、カミキリの捕獲数が前年の半数以下にまで減少した2009年に捕獲数が激増したオオコクヌスト(曾根未発表)による捕食が、減退期から終息期にかけてのカミキリ個体数の減少が加速された可能性がある。

一方、保有センチユウ数やセンチユウ保有率は、センチユウの病原性に影響されることが知られてお

り、強病原性系統のセンチユウは、樹体内での繁殖力や移動力に優れ、多くの個体がカミキリに乗り移り、健全なマツに侵入するのに対し、弱病原性系統のセンチユウは、健全なマツへの侵入力、健全マツ内での繁殖力と移動力は劣り、カミキリへの乗り移りも少ないことが報告されている(Kiyohara and Bolla 1990; Ichihara *et al.* 2000; Aikawa *et al.* 2003)。拡大期には強病原性系統Ka-4と比べて著しく劣ることがなかった桜島のセンチユウの病原性が、終息期に大きく低下したこと(曾根ら 2015b)は、クロマツの枯死木数の減少を通して直接的に、そしてカミキリのセンチユウ保有率や保有数の減少を通して間接的に、カミキリが繁殖できる資源(枯死木や衰弱木)の減少を引き起こした可能性が高い。

以上の結果から、(1)カミキリ、特にセンチユウを保有したカミキリの生息数は、桜島における被害量の経年変化の重要な決定要因で、(2)カミキリの生息数の変動には、繁殖のための資源であるクロマツの枯死木と衰弱木の量と質の変化が大きく関わっており、(3)両者は、互いに影響しあいながら変化したと結論づけることができる。そして、センチユウのマツへの侵入が可能となるカミキリ成虫の活動期間やセンチユウの病原力の変化も、センチユウを保有したカミキリの生息数に影響を与えていたと推察される。さらに、個々のクロマツ林分での被害は、センチユウを保有したカミキリの生息数のみならず、そこに生育するクロマツの活力、そして林分の地理的条件の影響を受けていたと考えられた。

## 6. まとめ(桜島におけるマツ材線虫病の進行とそれに係る要因ならびに今後の予想)

本論文とこれまで報告してきた桜島におけるマツ材線虫病に関連する様々な調査結果をもとに、1994年に再発し2013年にはほぼ終息した桜島におけるマツ材線虫病の変遷とそれに係る要因は、以下のよう

に要約できる。  
桜島でのマツ材線虫病の再発の原因は、1994年の島内への被害材の持ち込みと、1997年から1998年にかけての隣接する大隅半島からのカミキリの飛来

であった。その当時、桜島ではクロマツの大径木が至る所に大量に生育していたことや、カミキリが保有していたセンチュウの病原性も低くなかったために、マツ材線虫病は桜島に定着してしまった。カミキリが枯死したクロマツ大径木を利用して繁殖を繰り返した結果、カミキリの生息数とセンチュウを保有したカミキリの生息数が増加した。そして、カミキリの高い分散能力により、被害は2000年までに島内全域に拡大した。カミキリの生息数とこれに伴う枯死した大径木数の増加は、大径木の多くが枯死するまで続き、被害は高いレベルで推移した。

大径木の多くが枯死した2006年以降、被害は小径木に移行した。小径木はカミキリの繁殖のために資源としての価値は低く、カミキリ個体群の繁殖成功は低下し、カミキリ生息数も減少し始めた。しかし、保有センチュウ数はマツ材線虫病発生期間を通して最大で、しばらくの間は小径木が多数枯死した。その後、小径木での低繁殖率の影響が毎年蓄積されただけでなく、センチュウの病原力が低下し、センチュウ保有率と保有センチュウ数も著しく低下した。その結果、センチュウを保有したカミキリの生息数の減少が枯死の減少を引き起こし、それがさらなるカミキリの生息数の減少を引き起こすことになった。

現在、桜島でのマツ材線虫病被害は極めて軽微で(2014年度は5㎡、2015年度は2㎡、鹿児島県調べ)、マツ材線虫病はほぼ終息しているが、カミキリやセンチュウが全くいなくなったわけではない。さらに、加害を免れた多くのクロマツ稚樹や幼樹が至る所で毎年旺盛な成長を示し、カミキリにとっての資源的価値が高まっている。したがって、近い将来桜島ではマツ材線虫が再び拡大する可能性が高いと考えている。今回の轍を踏まぬためにも、被害が拡大し始めた時の適切な防除手段の実施が望まれる。

## 引用文献

- Aikawa T, Togashi K, Kosaka H (2003) Different developmental responses of virulent and avirulent isolates of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae), to the insect vector, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ Entomol* 32: 96 ~ 102
- 遠田暢男・池田俊弥・小田勝夫 (1981) マツノマダラカミキリ成虫の密度推定 (I) マツの枯損量と羽化脱出数. 92回日林論: 367 ~ 368
- Ichihara Y, Fukuda K, Suzuki K (2000) Early symptom development and histological changes associated with migration of *Bursaphelenchus xylophilus* in seedling tissues of *Pinus thunbergii*. *Plant Dis* 32: 675 ~ 680
- 岸 洋一 (1988) マツ材線虫病-松くい虫-精説. 292pp. トーマス・カンパニー, 東京
- Kiyohara T, Bolla RI (1990) Pathogenic variability among populations of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *For Sci* 36: 1061 ~ 1076
- 清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する *Bursaphelenchus* sp. の接種試験. 日林誌 53: 210 ~ 218
- 小林一三 (1979) 関西地方における2年連続の異常気象と松くい虫被害の激化. 森林防疫 28: 80 ~ 84
- Mamiya Y (1972) Pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya and Enda, as a causal agent of pine wilting disease. *Rev Plant Prot Res* 5: 46 ~ 60
- Mamiya Y, Enda N (1972) Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Nematologia* 18: 159 ~ 162
- 松尾俊幸 (2012) 桜島におけるマツ材線虫病の変遷とそれに関わる要因. 平成23年度鹿児島大学大学院農学研究科生物環境学専攻修士論文 45pp
- 中村克典・曾根晃一 (2004) 捕獲虫の逃亡を抑制するためのマツノマダラカミキリ生け捕り用トラップの捕虫容器の改良. 九森研 57: 110 ~ 112
- 中村克典・曾根晃一・大隈浩美 (1999) サンケイ式昆虫誘引器を改良したマツノマダラカミキリ生け捕りトラップ. 応動昆 43: 55 ~ 59

榎原あおい (2002) 桜島におけるクロマツ外生菌根菌とマツ材線虫病の関係. 平成13年度鹿児島大学大学院農学研究科生物生産学専攻修士論文 38pp

曾根晃一・松尾俊幸・畑 邦彦 (2015a) 桜島におけるマツ材線虫病-火山活動は被害量変遷の決定要因か? -. 森林防疫 64: 204 ~ 213

曾根晃一・畑 邦彦・佐藤嘉一・中村克典 (2002a) 桜島におけるマツ材線虫病の侵入, 拡大とその蔓延. 森林防疫 51: 141 ~ 146

曾根晃一・宮田晃志・朝田清子・畑 邦彦 (2015b) 桜島におけるマツ材線虫病終息期におけるマツノザイセンチュウの病原性と誘導抵抗性. 九森研 68: 51 ~ 56

曾根晃一・安田奈津子・大隈浩美・福山周作・永野武志 (2010) 桜島の溶岩台地に生育するクロマツのマツ材線虫病に対する抵抗性. 鹿大演研報 37:

29 ~ 39

曾根晃一・畑 邦彦・永野真一郎・中野寛之・林崎泰・森田 茂 (2009) MEP-MCの空中散布によるマツノマダラカミキリ成虫死亡率の推定. 日林誌 91: 377 ~ 381

曾根晃一・北田義幸・榎原あおい・田中幸紀・畑 邦彦・佐藤嘉一 (2002b) 桜島で捕獲されたマツノマダラカミキリから抽出されたマツノザイセンチュウの病原性. 鹿大演研報 30: 1 ~ 7

曾根晃一・富吉啓太・大久保恵介・林崎 泰・平田令子・畑 邦彦 (2015c) クロマツ小径木のマツノマダラカミキリの繁殖にとっての資源的有効性. 鹿大演研報 42: 1 ~ 8

鈴木和夫 (1984) マツの水分生理状態と材線虫病の進展. 林試研報 325: 97 ~ 126

(2015.10.16受付, 2015.12.18掲載決定)

## 論文

## クロカミキリの1世代に要する年数

榎原 寛<sup>1</sup>・北島 博<sup>2</sup>

## 1. はじめに

クロカミキリ *Spondylis buprestoides* は日本を含む旧北区に広く分布し、枯損したマツ類の根を食す、最も普通に見られるカミキリムシの一種である。本種の1世代に要する年数については、産卵後4年目に羽化脱出するという報告があり(中島・清水1951)、ロシアでも3年(Cherepanov 1979, 1988)、ないしは数年(Švacha and Danilevsky 1987)であると報告されている。一方、本種成虫からはマツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus xylophilus* が少ないながら検出されている(遠田1993)。マツノザイセンチュウが、マツ材線虫病で枯損後2年目以降の木から見つかることは非常に少ないので、クロカミキリは産卵後1年目に羽化することもありうると考えられていた。このように、本種の1世代に要する年数はいまだ明確にされていない。

そこで筆者らは、本種が1世代に要する年数を明らかにする目的で、枯損したアカマツ *Pinus densiflora* の伐根を掘り取り、そこからの羽化脱出経過や、そこに生息する幼虫のサイズを調べた。

なお、調査にあたり、伐根掘り取り作業に尽力していただいた森林総合研究所企画部研究管理課実験林室の荒井和徳、根本和也の両氏に厚くお礼を申し上げる。本研究は、JSPS科研費26450217の助成を受けている。

## 2. 調査方法

## (1) 枯損年の違いによる羽化脱出消長調査

森林総合研究所千代田苗畑(茨城県かすみがうら市)において、2014年5月21日、マツ材線虫病により2年前の2012年以前に枯損したアカマツ(以下2012年以前枯損木と表記)と、1年前の2013年に枯損したアカマツ(以下2013年枯損木と表記)の伐

根を、パワーショベル(0.25m<sup>3</sup>)を用いて、各3本ずつ掘り取った。2012年以前枯損木伐根の木口の長径と短径は、11×11, 15×15, 15×15cm, 2013年枯損木のそれらは15×15, 20×20, 27×27cmであった。本種幼虫は、枯れたマツ類の根や地面に落ちた枝を摂食することから(Gressitt 1942)、成虫は衰弱あるいは枯損したマツ類に産卵すると考えられる。マツ材線虫病による衰弱、枯損は急激に進行するため、掘り取った伐根へのクロカミキリの産卵は枯損当年に行われたと考えられる。

2014年6月4～10日に、これらの伐根を数個に切り、木毎にキングタライ((株)サンコープラスチック製, 110L)に入れ、森林総合研究所(茨城県つくば市)構内の雑木林内に、タライの上面が地表面と同じになるように埋め込んだ。タライの中には、伐根以外からの本種幼虫の混入を防ぐために、広葉樹林の土を入れた。タライの上面を白色寒冷紗で覆い、その中に50cm程度の支柱を立ててテント状の空間を設け、50%のプロピレングリコール1Lを入れた黄色のバケツ(直径25×高さ15cm)を置いた。原則として10日おきに9月まで、バケツ内に入ったクロカミキリ成虫数を調べた。2015年は5月20日～8月10日まで、同様に調査した。

## (2) 当年部分枯損木からの羽化脱出調査

上記と同所、同日に、葉が緑であったが幹の一部が枯損して、マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* の食害が認められたアカマツ(以下2014年部分枯損木と表記)1本を伐倒し、上記同様に根を掘り取った。枯損部にはヒトクチャタケ *Cryptoporus volvatus* が認められ、マツノマダラカミキリ幼虫の天敵昆虫であるオオコクヌスト *Trogossita japonica* も見られた。根元の木口径は、40×40cmであった。地下30cmの部位で2つに切り分け、それぞれ別のタ

Life span of *Spondylis buprestoides* (Coleoptera, Cerambycidae)<sup>1</sup>MAKIHARA, Hiroshi, (研)森林総合研究所森林昆虫研究領域; <sup>2</sup>KITAJIMA, Hiroshi, (研)森林総合研究所森林昆虫研究領域

ライに入れて、上記と同様の調査を行った。

### (3) 枯損年の違いによる幼虫サイズの頻度分布

上記の伐根を掘り取る間に、樹皮が剥がれて出てきてしまった幼虫を、2012年以前枯損木、2013年枯損木、および2014年部分枯損木の地下30cmより上部において、それぞれ6、45、および36個体を採集し、75%エタノールの液浸標本にして頭幅を測定した。

### (4) 幼虫の食害形態と発育経過

森林総合研究所構内において、2014年5月22日に、2013年に枯損したアカマツを伐倒し、根を掘り取った。このアカマツ枯損木は、樹高13m、木口径38×31cmで、横に張る根は少なく、直根が主で、地下2mの深さに達していた。この根を割材し、幼虫の食害形態、フラスの状態を調べた。また、幼虫22個体を割り出し、体重を測定した。幼虫をそれぞれ、新鮮なアカマツの枝(径2~4cm、長さ8cm程度)に作った溝に収め、濾紙で溝を塞いでからガムテープで固定した。この枝を角型ポリカップ(14.5×14.5×高さ6cm)に入れ、同研究所内の直射日光の当たらない場所に置いた。その後、2014年は11月まで約10日ごとに成虫の脱出の有無を調べた。2015年4月1日に割材して幼虫の生死、蛹室形成の有無を調べ、生存幼虫の体重を計測した後、新しいアカマツ枝に収めて飼育を継続した。その後、同年5~10月まで成虫の脱出の有無を調べた。

## 3. 結果

### (1) 枯損年の違いによる成虫脱出消長

#### 1) 性比

2014年には51個体で雄27個体、雌24個体、2015年には32個体で雄18個体、雌14個体を捕殺した。両年とも、やや雄が多かったが、統計的な有意差は認められなかった( $\chi^2$ 検定、2014年： $\chi^2=0.176$ 、 $p>0.05$ 、2015年： $\chi^2=0.5$ 、 $p>0.05$ )。

#### 2) 脱出消長

図-1に、枯損年の異なるアカマツ伐根におけるクロカミキリ成虫の捕殺消長を示した。2012年以前枯損木からは、2014年(産卵後2年目以上)には6月19日から7月23日までの短期間に成虫が脱出し、

2015年(産卵後3年目以上)の脱出はなかった。2013年枯損木からは、2014年(産卵後1年目)には6月19日から8月20日まで長期間にわたって成虫が脱出したが、2015年(産卵後2年目)には6月10日から同月30日までの短期間に脱出した。

### 3) 当年部分枯損木からの成虫脱出消長

2014年部分枯損木では、成虫は地下30cmより上部の根から、2014年には7月2日と7月10日に各雌1個体ずつ、2015年には6月20日に雄1個体が脱出した(図-1)。地下30cmより下部の根からは、脱出個体は見られなかった。

### 4) 枯損年の違いによる幼虫サイズの頻度分布

図-2に、枯損年の異なるアカマツ伐根から得られたクロカミキリ幼虫の頭幅の頻度分布を示した。2012年以前枯損木では、幼虫の頭幅は4.2~6.9mmで、大きい個体が多く、分布の幅も小さかった。これに対して、2013年枯損木では2.0~7.0mmと分布の幅が大きかった。さらに、2014年部分枯損木では、幼虫の頭幅は1.8~5.6mmであり、特に大きい個体はなく、分布は小さい方に偏っていた。

### 5) 幼虫の食害形態と発育経過

幼虫の食害は、地下2mの直根部まで達していた。直根部は太くて樹皮、木部もしっかりしているので、幼虫が食い進みやすかったと思われる。調査時には、地表に近い地下部分には小さい幼虫が多く、根が細く深くなる部分に大きい幼虫が多く感じられた。幼虫は、地表に近い地下部の樹皮下を食害している時には、細かいフラスを出していた(表紙写真B)。一方、材内を食害すると、マツノマダラカミキリなどのフトカミキリ亜科Lamiinaeの幼虫のように、糸くず状のフラスを出していた(表紙写真C)。

飼育に供試した22個体のうち、14個体(♂9、♀5)が羽化脱出した。脱出は2014年には見られず、2015年6月10日に12個体、同年6月20日に2個体が脱出した。羽化しなかった個体では、2014年5月29日に1個体、2015年4月1日に3個体、同年5月30日に2個体、同年10月20日に2個体が幼虫で死亡しているのを確認した。

幼虫の体重(平均値±標準偏差(最小値—最大値))



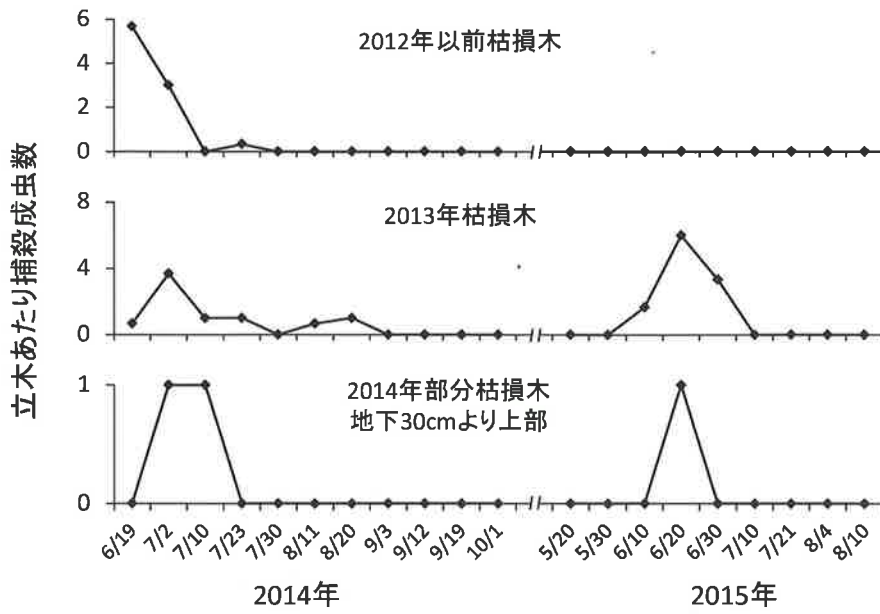


図-1 枯損年の異なるアカマツ伐根におけるクロカミキリ成虫の捕殺消長

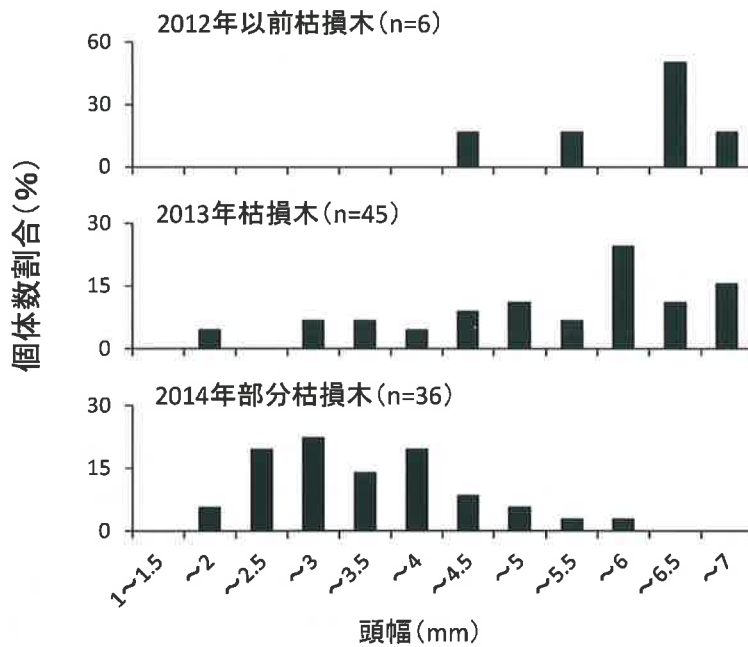


図-2 枯損年の異なるアカマツ伐根から得られたクロカミキリ幼虫の頭幅の頻度分布

は、2014年5月22日では $173.4 \pm 172.4$  (32-683) mgとバラツキが大きかった。これらは、2015年4月1日には、 $409.6 \pm 183.6$  (226-914) mgと増加した。この時点で蛹室を形成していたのは3個体で、これらの体重は552, 695, 914mgと大きかった(表紙写真D)。羽化に至った個体の、この時点での体重は

$415.4 \pm 184.6$  (226-914) mgであり、小さい幼虫でも羽化に至った。

#### 4. 考察

脱出成虫の性比は、調査年に関わらず雌雄同等であったことから、性により発育期間が異なることは

ないと考えられた。

伐根からの成虫の脱出は、産卵後1年目と2年目に見られた(図-1)。本種の発育期間は複数年であることが報告されているが(中島・清水 1951; Cherepanov 1979, 1988; Švacha and Danilevsky 1987), 産卵後1年目でも羽化できることが明らかになった。一方, 今回の試験では, 産卵後3年目の羽化は見られなかった(図-1)。しかし, 2012年以前枯損木には2011年以前の枯損も含まれている可能性があること, 2013年枯損木から2016年に脱出する可能性もあることから, 調査の継続が必要である。

成虫の脱出消長では, 産卵後1年目には長期にわたって成虫が脱出したが, 産卵後2年目には短期間で脱出した。産卵後2年目の羽化脱出期間が短いのは, 飼育個体でも同様であった。この原因として, 2013年枯損木(産卵後1年目)では幼虫サイズのばらつきが大きい, 2012年以前枯損木(産卵後2年以上)では大きい幼虫ばかりであったことから(図-2), 産卵後1年目には幼虫の発育に合わせて順次羽化脱出していたため, 脱出消長が長期にわたったことが考えられた。

幼虫サイズの頻度分布は, 枯損年により異なった(図-2)。2012年以前枯損木の幼虫が大きかったのは, 幼虫期間が長いために考えられた。他方, 2014年部分枯損木の幼虫が2013年枯損木の幼虫よりも小さかったのは(図-2), 部分枯損が遅れたためにクロカミキリ成虫の産卵時期が遅れ, 幼虫期間が短くなったためと推測される。2014年部分枯損木からは, 地下30cmより下部の根からの成虫の脱出がなかったことも, 成虫の産卵が遅かったために, 伐根採集時までには幼虫が下方に食いすすむことができなかったことを示唆している。

また, 本種成虫の生態について倉永ら(1970)は, 鹿児島県川内市で1970年6月19日に誘引剤を用いて得られた164個体のうち, 成熟卵と未成熟卵を92個体(56%)が有し, 残りが全て未成熟卵のみを持っていたことを報告した。このことは, 雌成虫の産卵が脱出直後だけではないことを示している。さらに, 同地での成虫の標識再捕獲調査から, 成虫は

少なくとも1週間は生存することが明らかにされている(森本ら 1970)。ロシアでも, 6月から9月まで(7月が最盛期)成虫の活動が確認されている(Cherepanov 1988)。筆者の一人, 槇原は, 福島県只見町では7月下旬にならないと成虫が出現しないことを確認しており, また, 屋久島では10月に成虫を採集している。さらに, 日本全土で見ると, 5~11月が成虫の活動期とされている(大林・新里 2007)。これらのことから, 成虫の生存期間ははっきりとはしていないものの, 出現期間は, 地域によって異なるが, かなり長いことは明らかである。産卵数は100卵以上であるが, 卵塊で産下するわけではないので(Cherepanov 1988), 産卵期間も長いことが想像される。これらを総合しても, 2014年部分枯損木では, 徐々に枯損が進み, かなり遅い時期までクロカミキリの産卵を受けた可能性が高いと考えられる。

本種の幼虫が蛹化に必要な温度は, 実験室内の結果だが, 15.4~21.6°C (18.1±0.5°C)であり, 幼虫の体重が933mgであれば100%, 866mgで92.8%, 654mgで70.1%の蛹化率であったと報告されている(Cherepanov 1988)。このことから, 幼虫の大きさが蛹化に関係していることも考えられる。しかし, 今回の試験では, 体重の軽い幼虫でも蛹化, 羽化していることから, 幼虫の大きさ以外に蛹化, 羽化を決定する要因が存在することも考えられた。

幼虫のフラスは, 地表に近い地下部の樹皮下を食害している時には細かく, 材内を食害すると糸くず状になった。地表に近い部分では幼虫サイズが小さく, 材内を食害している幼虫は大きかったことも関係があるかもしれない。しかし, 同じクロカミキリ亜科Spondyliinaeでマツ類を加害するサビカミキリ *Arhopalus coreanus*は, どの部分を食してもフラスは粉状であり, 種による違いは明らかとなった。

## 5. まとめ

今回の試験では, アカマツ枯損木の伐根掘り取り調査から, 次のことが明らかになった。

- (1) 枯損後1~2年目の伐根から成虫が羽化脱出

する。

(2) 産卵後1年目に脱出する成虫は、2年目に脱出するもの比べて脱出期間がより長い。

(3) 幼虫が出すフラスは、根の樹皮下を食べている時は粉状であるが、木部を食しているときは糸くず状となる。

今後は、産卵後3年目の脱出個体の有無を確認する必要がある。また、蛹化、羽化を決定する要因を含めた、生活史調節機構の解明が必要である。

### 引用文献

Cherepanov AI (1979) Usachi severnol Azil [Longicorn beetles of North Asia] I. Prioninae, Disteniinaem Lepturinae, Aseminae. Nauka, Novosibirsk

Cherepanov AI (1988) Cerambycidae of Northern Asia I. Prioninae, Disteniinaem Lepturinae, Aseminae. Oxonian Press Pvt. LTD., NewDelhi, Calcutta

遠田暢男 (1993) マツノマダラカミキリ. (森林昆虫 総論・各論. 小林富士雄・竹谷昭彦編, 養賢堂). 148 ~ 153

Gressitt JL (1942) Destructive long-horned beetle borers at Canton, China. Lingnan Natural History survey and Museum, Lingnan University, Canton, China

倉永善太郎・森本 桂・岩崎 厚 (1970) 誘引剤によるクロカミキリの日周活動と蔵卵数調査. 日林九州支研論 24: 189 ~ 190

森本 桂・岩崎 厚・倉永善太郎 (1970) マーキング法によるクロカミキリの密度推定. 日林九州支研論 24: 181 ~ 182

中島 茂・清水 薫 (1951) 地下電話cableに障害を與えるむねまるくろかみきり *Spondylis buprestoides* Linnaeusに関する調査研究. 熊本営林局・九州電気通信局, 熊本

大林延夫・新里達也編著 (2007) 日本産カミキリムシ. 東海大学出版会, 神奈川

Švacha P, Danilevsky ML (1987) Cerambycid larvae of Europe and Soviet Union (Coleoptera, Cerambycidae). Part I. Acta Univ. Carolinae - Biologica 30 (1986): 1 ~ 176

(2016.11.26受付, 2016.1.5掲載決定)

## 論文

# 静岡県におけるニホンジカの管理捕獲 —メスジカ捕獲の動機付けの試み—

山田晋也<sup>1</sup>・大野文敬<sup>2</sup>・山口 亮<sup>3</sup>・石川圭介<sup>4</sup>  
大竹正剛<sup>5</sup>・牧 文典<sup>6</sup>・大場孝裕<sup>7</sup>

近年、ニホンジカ (*Cervus nippon*) が高密度化し、農林産物被害や自然植生への影響が深刻化しており、その対策としてニホンジカの低密度化を図ることが急務とされている (環境省 2013)。これまで、静岡県伊豆地域のニホンジカは2004年度から特定鳥獣保護管理計画に基づき個体数削減を進めてきたが、依然として高密度な状態であり効率的な対策が求められている (静岡県 2012)。

低密度化には、個体数削減に効果の高いメスジカの捕獲比率を高める施策が必要であり、(環境省 2013, 静岡県 2012) その一つとして、メスジカの捕獲報奨費をオスジカよりも高く設定し、メスジカの捕獲を促進させる方法が挙げられる。これまでは捕獲個体の雌雄確認は捕獲者の報告に基づくものであったが、雌雄の捕獲報奨費に差額を付ける場合は、雌雄確認を行政側も実施する必要がある。しかし、捕獲個体の中には雌雄確認が難しい損傷個体が存在することや、雌雄確認を現地で行政が実施するには労力が掛かる等の課題がある。その他の確認方法として、写真報告があるが容易に不正可能であることから問題があると考えられる。また、子宮などの生殖器を送付する方法は、捕獲者にとって負担が大きい。

これまで、静岡県自然保護課では、所管する野生鳥獣緊急対策事業において、メスジカの捕獲を促進するため、メスの捕獲報奨費をオスより高額に設定することを検討してきた。しかし、前述のとおり捕獲個体の雌雄確認は捕獲者に委ねられており、客観的に判別を行う方法がなく、2013年度までは捕獲報奨費をオス・メス同額にし、頭数確認試料 (下顎や

耳) を一箇所に集め捕獲頭数の確認を行うにとどまっていた。そのため、性別の現地確認にともなう労力の緩和、適正な報奨費の支払いのため、自己申告による性別情報のチェック機能として、提出される頭数確認試料を用いた簡易な雌雄性判別手法の開発が求められていた。我々は、畜産分野で実用化されている牛受精卵の性判別方法 (陰山 2004) がニホンジカの雌雄判別に応用できないか検討を行い、ニホンジカの体毛1本から性判別する技術を確立した (山田ら 2015)。この技術は、ニホンジカの毛根細胞からDNAを抽出し、Y染色体上にあるSRY遺伝子とX染色体上にあるZFX遺伝子の塩基配列を、LAMP法 (Notomi *et al.* 2000) を用いて一定温度で迅速かつ特異的なDNAの増幅を行い判別するものである。LAMP法は、温度条件が単純であるため、一般的な遺伝子検査で使用する理化学機器を必要としない。また、抽出したDNAに対象の遺伝子配列が存在すれば、試薬が白濁または蛍光発色する簡単な仕組みであるため現場での実施に適している。この結果を基に株式会社ニッポンジーンが製品化を進め、2014年5月21日に「シカ雌雄判別キット」の販売が開始された。この技術により、静岡県では2014年度からオスジカとメスジカの捕獲報奨費に差額を付けた事業を実施している。

そこで本研究では、静岡県において捕獲報奨費に差額を付け、雌雄確認を「シカ雌雄判別キット」を用いて実施し、メスジカ捕獲促進を試みたところ、新たな知見を得たので報告する。

Management capture of sika deer for motivation of female capture in Shizuoka prefecture

<sup>1</sup>YAMADA, Shinya, 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター; <sup>2</sup>OHNO, Fuminori, 静岡県くらし・環境部自然保護課;

<sup>3</sup>YAMAGUCHI, Akira, 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター; <sup>4</sup>ISHIKAWA, Keisuke, 静岡県農林技術研究所 森林・

林業研究センター; <sup>5</sup>OHTAKE, Masayoshi, 静岡県畜産技術研究所 中小家畜研究センター; <sup>6</sup>MAKI, Fuminori, 株式会社ニッポンジーン;

<sup>7</sup>OHBA, Takahiro, 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

## 方法

2014年5月から2015年2月までの間、静岡県自然保護課が所管する野生鳥獣緊急対策事業において、2013年度は雌雄同額の10,000円としていた報奨費をオスジカ8,500円、メスジカ12,500円と変更して静岡県猟友会へ捕獲業務を委託した。捕獲地域は、静岡県沼津市、富士宮市、富士市、御殿場市、裾野市、駿東郡小山町、伊東市、伊豆市、伊豆の国市、賀茂郡東伊豆町、賀茂郡河津町、賀茂郡南伊豆町、下田市、賀茂郡松崎町、賀茂郡西伊豆町である。

捕獲した個体の下顎と性別等を記した用紙は受託者から静岡県農林技術研究所森林・林業研究センターへ送付され、シカ雌雄判別キット（ニッポンジーン）による雌雄確認を実施するまで冷凍庫に保管した。

受託者から送付されたメスジカ申請の個体は全てシカ雌雄判別キットを用い、プロトコールにしたがって雌雄確認した。また、8月から10月に捕獲された受託者の申告に基づくオスジカとメスジカの全てをシカ雌雄判別キットで雌雄確認した。サンプル数が多い場合の温度管理は、サーマルサイクラー GeneAmp® PCR system 2700（ライフテクノロジーズジャパン株式会社）を用いた。2015年度のメスジカとオスジカの捕獲比率は受託者の報告に基づくものではなく、メスジカの検査結果を反映させて集

計した。捕獲個体の性比割合の対照は、2010～2013年に実施した野生鳥獣緊急対策事業の捕獲情報を用いることとした。

## 結果および考察

2014年度に野生鳥獣緊急対策事業で管理捕獲されたニホンジカの総数は4,441頭であった。キットによる雌雄確認の結果、メスジカとして申請された2,159個体のうち192個体（約9%）がオスジカと判定された。判定結果を反映した捕獲数はメスジカ1,967頭、オスジカ2,474頭で割合は4.4:5.6であった（表-1）。

8月から10月に捕獲された全個体についてキットによる雌雄確認を実施した結果、メスジカとして提出された211頭中12頭（6%）がオスジカであり、オスジカとして提出された344頭中34個体（10%）がメスジカであった。捕獲個体の誤報告は、同日に捕獲したオスジカとメスジカの取り違えや、オスジカをメスジカと誤判定、また特定の狩猟者によるものだが多数の捕獲したシカを全てオスジカと記録したものと考察される例があった。

2013年度の捕獲結果と比べ、2014年度の性比は有意にオスジカの割合が多い結果となった。この理由として、第1に、一部の捕獲者への聞き取りから、捕獲報奨費が捕獲者にとってメスジカを積極的に獲

表-1 捕獲個体数と捕獲個体性比率

捕獲年	捕獲個体数 <sup>※</sup>			捕獲個体性比率	
	メスジカ	オスジカ	合計	メスジカ	オスジカ
2010年	1103	1154	2257	49%	51%
2011年	1158 ▲	1127 ▼	2285	51%	49%
2012年	1623 ▲	1622 ▼	3245	50%	50%
2013年	1636	1764	3400	48%	52%
2014年 <sup>1)</sup>	1967 ▼	2474 ▲	4441	44%	56%
2014年 捕獲者申告結果	2159	2282	4441	49%	51%

※ $\chi^2$ 検定で ▲有意に多い ▼有意に少ない  $p<0.05$

1) 捕獲者がメスジカ申請したものは、全てキットによる雌雄確認を行い、結果を反映した。

ただし、オスジカ申請したものはキットによる雌雄確認を全て実施していないため捕獲者の申請数をそのまま反映している。

る動機付けに足りる金額ではなかったこと、捕獲報奨費に差額があることが末端の捕獲者まで伝わっていなかったこと、受託者から手数料が引かれ末端の捕獲者の手元に捕獲報奨費が届くまでに単価差が縮小されている構造的な問題があることが考えられる。これについては、今後周知と実施体制の検討をしていくことで改善されると考えられる。第2として、捕獲手法が挙げられる。管理捕獲における実際の捕獲手法は、猟友会会員の経験に委ねられており、捕獲者が捕獲しやすい集落周辺での捕獲回数が多く、捕獲困難な奥地での捕獲が少なかったことが考えられる。既報ではニホンジカの生息分布における性比は、分布の端にオスジカが多く、メスジカは分布の中心に多いとされる（浅田 2013）。このため、空白地域になった集落周辺の捕獲場所が分布端と同様のメカニズムで、先駆的に侵入したオスジカが捕獲されることで、結果的にオスジカの性比が高まった可能性が考えられる。このことは、メスジカの捕獲を促進するためには、報奨費を上げてオスジカとの差額をさらに大きくすることに加え、メスジカが多いと推測される捕獲困難な奥地での捕獲を促進させる必要があることが重要と考えられ、そのためには、捕獲場所に応じた明確な報奨費の差別化も重要であると考えられる。今後は、管理捕獲を実施する側が捕獲場所を定め、捕獲頭数による報奨費の支払いではなく、捕獲作業そのものに対する報奨費の支払いが有効なのではないかと考えられる。

このように、現行の雌雄の報奨費の差額では、捕獲者は積極的にメスジカを獲らないことが考えられた。ただし、雌雄に単価差をつけた取組みの1年目の結果であること、様々な要因が絡んだことにより効果が見えていないことも考えられた。また、効率的なメスジカの捕獲には、報奨費の差別化に、性別だけでなく捕獲地域の選択が必要であることも示唆された。

本結果を踏まえ、静岡県では2015年度の管理捕獲ではメスジカの確認検査を抽出で実施することで、検査費用を捕獲費用へ当てることとした。また、捕獲単価差についても広く狩猟者へ周知するために積極的な情報提供を実施した。予定では2016年度の管理捕獲までメスジカ捕獲報奨費をオスジカより高額にし捕獲個体の性比率をモニタリングする計画である。

## 謝辞

本研究を実施するにあたり、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター大平陽子氏並びに古溝恵美氏には実験の補助をして頂いた。ここに謝意を表する。

## 引用文献

- 浅田正彦 (2013) ニホンジカとアライグマにおける低密度管理手法「遅滞相管理」の提案. 哺乳類科学 53: 243 ~ 255
- 陰山聡一 (2004) 新規遺伝子増幅法 (LAMP法) による牛受精卵性判別キットの研究開発. 畜産技術 S84: 73 ~ 79
- 環境省 (2013) ニホンジカの保護管理に関するレポート. 環境省, pp18, 環境省, 東京
- Notomi T, Okayama H, Masubuchi H, Yonekawa T, Watanabe K, Amino N, Hase T (2000) Loop-mediated isothermal amplification of DNA. Nucleic Acids Research 28: e63
- 静岡県 (2012) 特定鳥獣保護管理計画第3期 (ニホンジカ). 静岡県, pp62, 静岡県, 静岡
- 山田晋也・山口 亮・石川圭介・牧 文典・大竹正剛・大橋正孝・片井祐介・大場孝裕 (2015) LAMP法を用いた毛根からのニホンジカ雌雄判別法. 野生生物と社会 2: 19 ~ 22

(2016.1.12受付, 2016.2.17掲載決定)

## 論文

## 大阪府の低地林に設置したタオルトラップによる冬期間のカシノナガキクイムシ成虫の捕獲

今城香代子<sup>1</sup>・江崎功二郎<sup>2</sup>

## 1. はじめに

ブナ科樹木萎凋病（以下 ナラ枯れ）は、カシノナガキクイムシ（以下 カシナガ）*Platypus quercivorus* が樹木に病原菌 *Raffaelea quercivora* を媒介する伝染病である。ナラ枯れは、1980年以前は散発的に発生し数年で終息する傾向があったが、1990年以降になると本州日本海沿いに継続して流行し、ミズナラを中心に大きな被害をもたらした（伊藤・山田 1998；小林 2010；小林ら 2008a）。さらに、2000年以降は本州の太平洋側にも被害が拡大し、本州で被害が発生していない県は関東に残されたのみとなった（鎌田ら 2013）。大阪府におけるナラ枯れ被害は2009年に高槻市ではじめて発生し、その後、徐々に拡大して2012年には10市2町で発生した（村井ら 2010）。

太平洋側の都市公園などにおいて被害木が発生すると、枯死した立木に伐倒駆除が実施される。しかし、枯死に至らなかった立木（以下 穿入生存木）においては被害の拡大防止のために、カシナガの穿入孔に爪楊枝を挿入したり、樹幹をビニールシートでカバーしたりしてカシナガ成虫の脱出防止が試みられている（福田ら 2011；小林・村上 2008）。その一方で、著者らの先行研究（今城・江崎 2013）において、カシナガの穿入孔が分布する枯死木や穿入生存木の樹幹表面に、濡らしたタオルを設置するだけで成虫が捕獲できるタオルトラップが開発された。このタオルトラップは、カシナガの穿入孔を濡らしたタオルで覆うことによりカシナガの成虫が捕獲可能な簡易式トラップである。このトラップによって樹幹表面の穿入孔からタオル内へ坑道が延長され、成虫が捕獲される。その性比は極端に雄に偏る傾向にあるが、子世代と共に親世代も捕獲される特

徴をもつ。

今回、先行研究（今城・江崎 2013）の調査木における捕獲を3月まで延長したデータおよび2013～2014年に新たに設置した調査木から得られたデータのうち、これまでは報告のない冬期間の捕獲に注目して、その特徴を示した。すなわち、2012～2014年に大阪府の都市公園などで発生した被害木に、タオルトラップを翌年3月まで継続して設置し、12月～翌年2月の冬期間における成虫捕獲状況について明らかにした。

## 2. 材料と方法

## (1) 調査地

大阪府豊中市の大阪大学豊中学舎構内の待兼山（標高77.3m, 約6ha）、池田市の五月山（標高315.3m, 約500ha）および大阪府立園芸高等学校実習庭園（標高23.9m, 約2ha）を調査地とした。待兼山は市街地に孤立したコナラが優占する広葉樹林で、コナラのほかにアベマキ、クヌギやマツ類などが生育し、下草はササが優占している。五月山は北摂山地の南西端にある池田市内の公園でコナラ、クヌギ、エノキやヤマザクラなどの落葉広葉樹林がある。北摂山地では2009年に高槻市、2010年に茨木市と箕面市でナラ枯れが確認されており、五月山は箕面市の明治の森箕面国定公園と隣接している。五月山の市民の森は待兼山の北北西に位置し直線で3.5kmの距離にあり、その間は住宅地が密集していて分断されている。一方、大阪府立園芸高等学校の実習庭園は待兼山の西1.5km、五月山の市民の森の南3kmに位置する市街地に作られた針葉樹や広葉樹などの多様な樹木が植栽された人工林である（図-1）。

各調査木に関するデータを表-1にまとめた。待

Catching adults of the oak borer *Platypus quercivorus* with towel traps in lowland forest of Osaka pref. in winter season

<sup>1</sup> IMAJO, Kayoko, 池田・人と自然の会；<sup>2</sup> ESAKI, Kojiro, 石川県白山自然保護センター

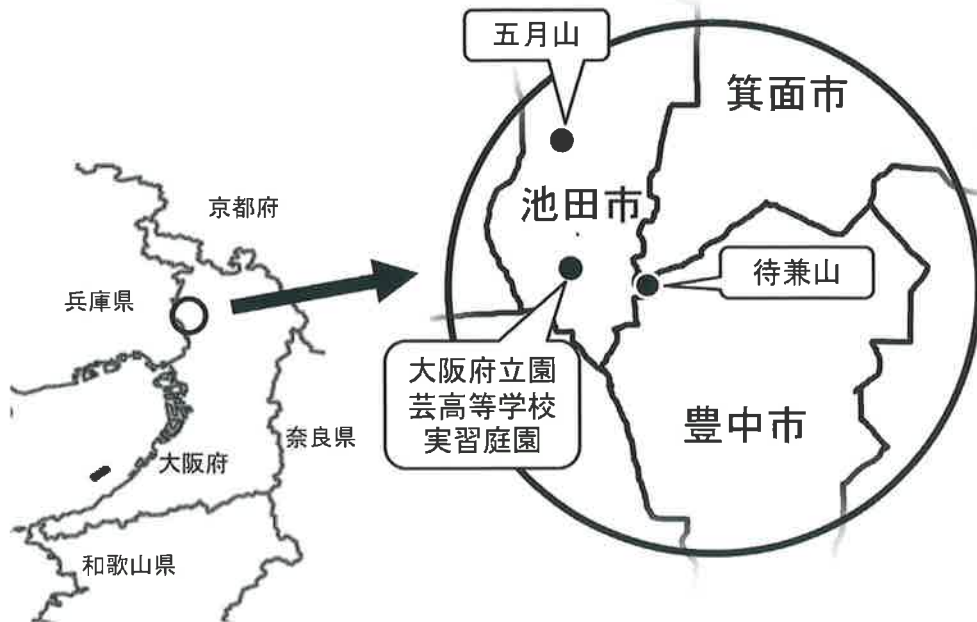


図-1 調査地（豊中市待兼山，池田市五月山および府立園芸高等学校実習庭園はそれぞれ3.5km以内に位置する）

表-1 調査木

調査木	調査地 <sup>**</sup>	設定年	樹種	DBH(cm) <sup>**</sup>	生死	変色菱凋	フラス
1	TM	2012年	コナラ	40	枯死木	樹冠全体が変色	中
2	TM	2012年	コナラ	52	穿入生存木	一枝変色，翌夏枯死	少
3	TM	2012年	コナラ	52	穿入生存木	樹冠の半分が変色	多
4	TM	2013年	コナラ	76	枯死木	樹冠全体が変色	多
5	TM	2013年	コナラ	16	穿入生存木	樹冠の半分が変色，半分が菱凋	中
6	TM	2013年	コナラ	24	穿入生存木	菱凋，変色なし	中
7	IS	2013年	コナラ	67	穿入生存木	一枝変色，翌夏枯死	多
8	IS	2013年	コナラ	64	穿入生存木	菱凋，変色なし，翌夏枯死	多
9	IS	2013年	コナラ	35	穿入生存木	樹冠の1/4が変色	中
10	IE	2014年	ナラガシワ	58	枯死木	樹冠全体が変色	多
11	IE	2014年	ナラガシワ	46	枯死木	樹冠全体が変色	少
12	IE	2014年	ナラガシワ	57	穿入生存木	変色，菱凋なし	少

※TM, IS及びIEは豊中市待兼山，池田市五月山及び府立園芸高等学校実習庭園を示す。  
 ※※DBHは胸高直径を示す。

兼山において2012年8月8日から10月30日の間に、遊歩道沿いでカシナガの穿入痕および地際部にフラスが観察できた穿入木は、コナラ10本、アベマキ1本およびクヌギ2本で、このうちコナラ8本が枯死木であった。これらのうち3本のコナラを調査木1～3（調査木1, 2および3は、順に今城・江崎(2013)

の枯死木，穿入生存木aおよび穿入生存木bと同じ）とした。調査木1および3は2013年3月19日に伐倒処理されたため，3月13日までのデータを示した。2013年7月11日の調査において，調査木2から3m離れたコナラを調査木4とした。また，これに隣接したコナラを調査木5および6とした。2013年8月





写真-1 タオルトラップの設置

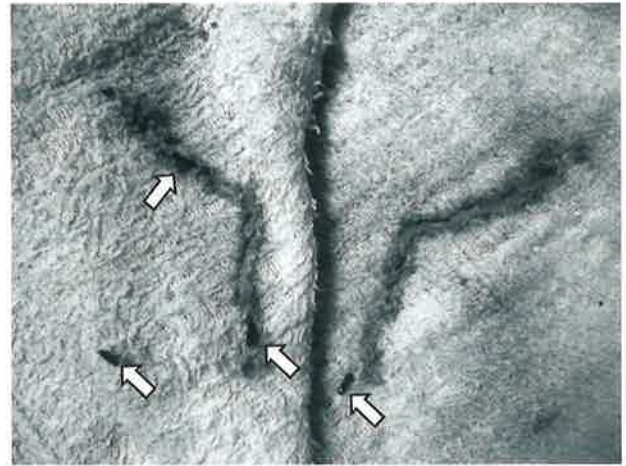


写真-2 タオルトラップによって捕獲されたカシナガ成虫

表-2 タオルトラップの設置期間および捕獲成虫数

調査木	設定期間	日数	捕獲数	数/日
1	2012/10/18 - 2013/3/13	146	209	2.90
2	2012/10/8 - 2013/3/31	174	772	8.67
3	2012/10/30 - 2013/3/13	134	341	4.74
4	2013/7/15 - 2014/3/31	259	212	2.38
5	2013/8/10 - 2014/3/31	233	415	4.66
6	2013/8/10 - 2014/3/31	233	78	0.88
7	2013/9/6 - 2014/3/27	202	422	4.96
8	2013/12/12 - 2014/3/27	105	126	1.48
9	2013/12/20 - 2014/3/27	97	11	0.13
10	2014/10/1 - 2015/3/25	175	1244	14.99
11	2014/10/1 - 2015/3/25	175	265	3.19
12	2014/10/1 - 2015/3/25	175	92	1.11

8日の調査において、五月山の市民の森で発見したコナラ穿入生存木を調査木7, 8および9とした。さらに、2014年8月28日の調査において、府立園芸高等学校実習庭園で発見したナラガシワを調査木10, 11および12とした。

(2) タオルトラップの設置

カシナガ成虫を捕獲する目的で、樹幹表面に分布するカシナガ穿入孔に水で濡らしたタオルを密着させた。各調査木の地際部を調査範囲とし、十分に水を含ませて湿らせたタオルで幹周囲または一部（調

査木4のみ）を覆った。使用したタオルは、一般に市販されている白色のフェイスタオル（約30×80cm, 重さ50～60g）である。このタオルを縦横に1回ずつ折り、4分の1のサイズ（約15×40cm, 厚さ約7mm）にした。そして、タオル1枚あたり200～250ccの水を含ませてから、幹表面にできるだけ密着させ、両端の隙間が無いように重ねて調査範囲全体をカバーした。調査木あたりのタオル枚数は調査範囲にあわせて3～12枚になった。設置したタオルの乾燥を防ぐために、タオルを無色透明ビニール

シート（厚さ0.02～0.05mm）でカバーし、ポリプロピレンの荷造りひもで固定した（写真-1）。各調査木でのタオルトラップの設置期間および捕獲成虫数を表-2に示した。トラップに捕獲されたカシナガ（写真-2）を雌雄別に数え、 $\chi^2$ 検定によって成虫の性比を1：1と比較した。また、前肢の跗節第2節より先の部分を観察し、完全に欠損している個体を親世代、左右いずれか、または両方ともに残っている個体を子世代とし、 $\chi^2$ 検定によって親世代と子世代割合を1：1と比較した（江崎・鎌田2011）。

### 3. 結果と考察

タオルトラップ設置日から翌年3月の間に調査木1～12において11～1,244頭のカシナガ成虫が捕獲され、日あたり捕獲数は0.13～14.99頭であった（表-2）。10月30日～12月22日の遅い時期にトラップを設置した調査木3, 8および9を除くと、トラップ設置直後から捕獲数が急増し、その後、緩やかに増加する変化を共通して示した（図-2）。また、

穿入年12月～翌年2月までの冬期間に0～174頭の成虫が捕獲され、日あたり捕獲数は0.00～2.02頭であった（表-3）。その捕獲個体の性比は有意にオスに偏り、さらに子世代成虫に偏った（表-4）。

これまでも、温暖な九州の鹿児島県では、穿入年内にカシナガの子世代成虫が出現することが報告されていた（谷口・末吉1990；Sone *et al.* 1998；曾根ら2000）。ナラ枯れ被害が流行・拡大している本州日本海側においては、年内の子世代成虫の発生に関する確かな報告はなかったが、江崎・鎌田（2011）の研究によって子世代成虫の発生が明らかにされた。江崎・鎌田（2011）は、年内の子世代成虫の発生は単純に産卵されてからの積算温量に依存していると推測している。今回行った近畿地方の低地林は温帯に位置するため、本州日本海側のミズナラ林よりも温暖な地域である。そのため、この温帯地域において一部の子世代成虫が温度依存的に発生し、トラップに少しずつ捕獲されたことが考えられる。

今城・江崎（2013）は、タオルトラップによって

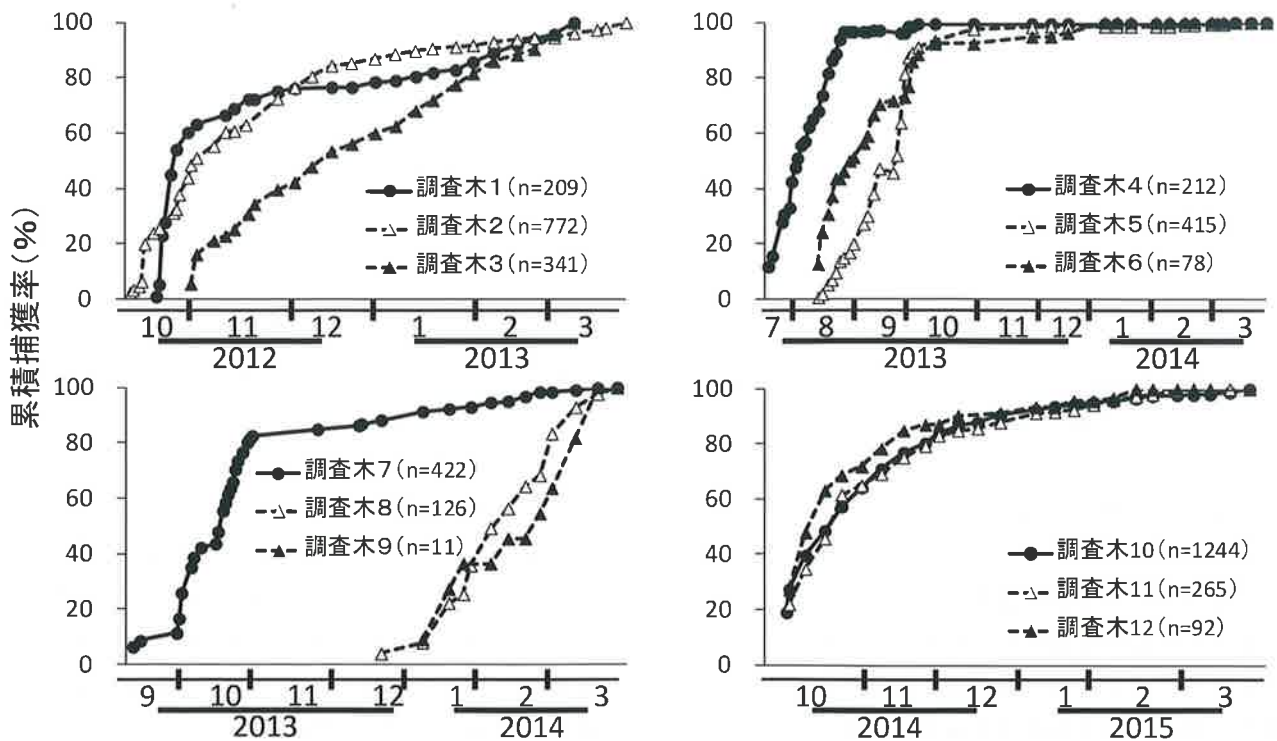


図-2 カシナガ成虫の累積捕獲率の変化

表-3 タオルトラップによる冬期(12~2月)の捕獲成虫数

調査木	設定期間	日数	捕獲数	数/日
1	2012/12/6 - 2013/2/27	83	37	0.45
2	2012/12/6 - 2013/2/27	83	138	1.66
3	2012/12/6 - 2013/2/27	83	164	1.98
4	2013/12/10 - 2014/2/22	74	0	0.00
5	2013/12/10 - 2014/2/22	74	2	0.03
6	2013/12/10 - 2014/2/22	74	4	0.05
7	2013/12/11 - 2014/2/28	79	51	0.65
8	2013/12/12 - 2014/2/28	78	105	1.35
9	2013/12/20 - 2014/2/28	70	7	0.10
10	2014/12/3 - 2015/2/27	86	174	2.02
11	2014/12/3 - 2015/2/27	86	43	0.50
12	2014/12/3 - 2015/2/27	86	12	0.14

表-4 冬期(12~2月)捕獲成虫の性比および子世代割合

調査木	雌雄別				世代別			
	雄	雌	不明	雌比	親	子	不明	子世代割合
1	32	5	0	0.10 **	1	34	2	0.97 **
2	113	23	2	0.17 **	26	110	2	0.81 **
3	146	17	1	0.10 **	24	126	14	0.84 **
4	0	0	0		0	0	0	
5	2	0	0	0.00	0	1	1	1.00
6	2	1	1	0.30	0	1	3	1.00
7	41	9	1	0.18 **	1	43	7	0.98 **
8	94	7	4	0.07 **	1	89	15	0.99 **
9	6	1	0	0.10	0	5	2	1.00
10	152	17	5	0.10 **	17	147	10	0.90 **
11	29	13	1	0.31 *	2	36	5	0.95 **
12	10	2	0	0.20 *	0	12	0	1.00 **
計	627	95	15	0.13 **	72	604	61	0.89 **

表中の\*および\*\*は有意差 ( $p < 0.05$ および $p < 0.01$ ,  $\chi^2$ 検定)を示す。

10~12月までに捕獲された成虫の性比は全体としてオスに偏っており、さらに12月に捕獲されたオス成虫は子世代に偏る傾向を示した。今回の調査においても、冬期の捕獲成虫はオスおよび子世代に大きく偏っており、12~2月の冬期間の捕獲について

も今城・江崎(2013)の研究と同様の傾向が示された。この捕獲について、今城・江崎(2013)は穿入孔をタオルトラップまで延長したオス親やオスに偏って脱出する子世代が捕獲されたため、このような傾向が示されたと推察している。

これまでトラップを使用した調査では冬期間の成虫の発生は確認されていなかった (Urano 2000; 上田・小林 2001; Esaki *et al.* 2004; ほか)。カシノナガは主に5齢幼虫で越冬するが、北陸地方の調査では坑道内に蛹以外の様々なステージが存在し子世代成虫もわずかに確認される (江崎 未発表)。これらの成虫は低温にさらされているため野外の坑道内では動かないが、取り出して暖かい室内に安置すると速やかに動き出す。近畿地方の低地林は、日本海側などの先行研究 (例えば Urano 2000; 上田・小林 2001; Esaki *et al.* 2004) の調査地と比較して冬期間の平均気温が高いため、穿入木が日光に温められると坑道内に留まっている成虫がすぐに動き出し、トラップに捕獲されたことが推察される。冬期に発生した子世代成虫は野外活動に十分な温度が得られず、発生個体数も少ないために、枯損被害拡大に及ぼす影響はないと考えられる。

## 引用文献

- Esaki K, Kato K, Kamata N (2004) Stand-level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adults and patterns of incidence of new infestation. *Agr For Ent* 6: 71 ~ 82
- 江崎功二郎・鎌田直人 (2011) 本州日本海側におけるカシノナガキクイムシの第1世代成虫の発生と性比. *森林防疫* 60: 108 ~ 112
- 福田秀志・小堀英和・衣浦晴生 (2011) 知多半島におけるブナ科萎凋病の現状と防除活動の効果. *中森研* 59: 249 ~ 252
- 今城香代子・江崎功二郎 (2013) タオルを利用したカシノナガキクイムシのオス成虫捕獲. *日林誌* 95: 312 ~ 314
- 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
- 鎌田直人・後藤秀章・楠本 大・濱口京子・升屋勇人・江崎功二郎・平尾聡秀 (2013) ナラ枯れ流行の原因を探る旅. *北方林業* 65: 56 ~ 60
- 小林正秀 (2010) 止まらないカシノナガキクイムシの大発生. *BIOSTORY* 14: 84 ~ 89
- 小林正秀・村上幸一郎 (2008) ブナ科樹木萎凋病の防除の実際 - 京都市東山での事例から -. *森林科学* 52: 46 ~ 49
- 小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生 (2008a) カシノナガキクイムシの接種によるブナ科樹木萎凋病の再現. *森林防疫* 57: 20 ~ 32
- 村井和夫・山田倫章・馬場玲子 (2010) カシノナガキクイムシ調査中間報告. 大阪府立環境農林水産総合研究所試験研究発表会要旨集 (農林分野) 平成22年度
- Sone K, Mori T, Ide, M (1998) Life history of the oak borer, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). *Appl Entomol Zool* 33: 67 ~ 75
- 曾根晃一・宇都一輝・福山周作・永野武士 (2000) カシノナガキクイムシの繁殖成功度に与える坑道作成開始時期の影響. *応動昆* 44: 189 ~ 196
- 谷口 明・末吉政秋 (1990) カシノナガキクイムシに関する研究(II) - 成虫の発生活動・加害時期・加害量の推定 -. *日林九支論集* 43: 155 ~ 156
- 上田明良・小林正秀 (2001) 生立木へのカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの飛来消長. *日林誌* 83: 77 ~ 83
- Urano T (2000) Relationships between mass mortality of two oak species (*Quercus mongolica* Turcz. var. *grosseserrata* Rehd. et Wils. and *Q. serrata* Thunb.) and infestation by and reproduction of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). *J For Res* 5: 187 ~ 193

(2015.12.25受付, 2016.2.26掲載決定)

## 新刊紹介

### 植物医科学実験マニュアル

—植物障害の基礎知識と臨床実践を学ぶ—

第Ⅰ編 植物医科学実験の基礎知識 第Ⅱ編 植物医科学実験の実際

編著：堀江博道／橋本光司／西尾 健 504頁

2016年1月30日発行，B5判，定価7,222円（税別）

ISBN 978-4-86518-054-1

発行元：一般財団法人農林産業研究所

発売元：(株)大誠社

本書は法政大学生命科学部植物医科学センターから出された「植物医科学叢書」シリーズのNo. 2にあたる。しかし、一般的な実験テキストとは異なり、植物医科学専修の学部教育として、開始以来取り組んできた実験実習の内容を、忠実にとりまとめたものである。とり上げた実験手法は、伝統的な植物病理学の基本技術だけではなく、植物医科学を試験研究してゆくための基礎から、植物障害の防除対策試験方法まで、詳細な実験手法が記載されている。特に、現場観察の視点が根底にあるのが感じられる。しかし、PCR、シーケンシングやクローニングなど、近年この分野でも絶対に欠かすことができない、ゲノム科学分野で用いられる詳細な技術も豊富に含まれている。

まず第Ⅰ編では、法政大学植物医科学専修での学生実験の細かな注意事項、ルールなどの記述に始まり、様々な器具の使い方、写真撮影、スケッチの意義と実際、培地の種類と培養方法、菌類、細菌類、ウイルスなど病原体の生理的性質に関する試験、生育障害の診断方法、主要害虫の概略、標本の作り方、病原体の分離・接種方法、被害解析方法、発生生態調査方法、防除試験のやり方、生理障害の概略、植物医科学の関連事業と社会的役割、さらにレポートの作成方法や卒業研究の課題例などが細かく記述されている。また各実験と関連して、「ポイントQ」というコラムで、設問形式で実験のポイントを理解させたり、「ミニ実験」というコラムでは、特に基盤の技術について解説したり、あるいは「ノート」というコラムで、本文の流れを補足するような解説



などが適宜挿入され、学生が知識を吸収し、意義を学びやすくなっている。第Ⅱ編では、医科学専修の1年次での具体的基礎実験の事例と詳述、ならびに2, 3年次に実施されている「応用実験」「専門実験」の事例が詳述されている。それらは第Ⅰ編で記載された項目のさらに具体的実験方法の実際例や応用例と言える。さらに、巻頭に40ページにわたり示されている病原体や病徴の豊富なカラー図版も明解であり、本文中の病原体の図なども、既往の主要文献から引用されているものが多いので、第一線の研究者によって描かれたもので、非常に理解しやすい。

もし自分が少し若かったら、このような実験方法を学べる大学に入り直し、当時は全く考えもつかなかったDNA解析技術などの指導を受け、菌学の実験をやり直してみたいものだと思った。また、本書があれば、学生実験の指導者は余り苦勞せずに指導にあたるのではないかと感じた。本書は、植物医科学分野の単なる実験書ではなく、最新の研究成果もとりいれられた、現場での使用に耐える技術書としても活用できるだろう。以上から、本書は関連分野の学生、都道府県、企業などの農業関係技術者・研究者、中学・高校の理科等の教員の方々にとって非常に参考になる本と思われる。

(元 (独)森林総合研究所 金子 繁)

都道府県だより

# 兵庫県における森林病虫害対策（マツ枯れ、ナラ枯れ）について

## ○はじめに

兵庫県は、北は日本海、南は瀬戸内海から太平洋に面する広大な面積を有しており、多様な気候、風土の地域からなっていることから、日本の縮図とも言われています。

今回は兵庫県における森林病虫害被害の歴史と被害対策の状況について、紹介させていただきます。

## ○被害状況

### 〈松くい虫被害〉

本県におけるマツ枯れは、明治21年に山陽鉄道（現JR西日本）の鉄道敷設工事が舞子ヶ浜（現神戸市舞子公園）マツ林内で行われたことが、糸口になったとされる記録に始まります（兵庫県大百科事典）。

その後、大正3～4年頃に赤穂城跡の老松が枯死し、大正10年頃には、赤穂郡那波町（現相生市）の八幡神社の並木の老松が全滅し、この頃から松くい虫被害が注目され始めたことと記録にあります。兵庫県赤穂市の花岳寺には、昭和2年にマツ枯れにより枯損した「名残の松」（大石内蔵助が1691年に植えたと言われるマツ）の幹が境内に残されています。

また、昭和3年に明石城（兵庫県明石市）の老松が枯死したことから、被害が次第に広がって行ったことが窺えます。

全国的な松くい虫被害の拡がりのなか、昭和25年に整備された「森林病虫害等防除法」を始めとする法制度に基づき、被害木の伐倒・剥皮・焼却などの駆除対策が徹底的に行われた結果、昭和25年に県内で5万㎡あった被害量が、昭和34年には4千㎡に減少しました。

これには、戦後の深刻な燃料不足により、マツ枯損木は薪炭材として取引され、焼却されたことも大いに貢献したと考えられます。

一旦終息に向かった松くい虫被害でしたが、燃料革命による里山の放置などの社会要因等の影響もあってか、その後、昭和37年頃から徐々に増え始め、昭和53年には10万㎡の大台を超え、昭和54年には12.1万㎡と被害のピークに至りました。

昭和46年になってようやく国立林業試験場によりマツ枯れの原因が、マツノザイセンチュウとその運び屋のマツノマダラカミキリによることが分かり、昭和50年代から本格的に、この枯れのメカニズムを念頭に置いた防除事業を開始しました。

その結果、被害量は昭和54年をピークに減少し、平成15年度以降1万㎡程度（ピーク時の8%程度）で推移しています（図-1）。

### 〈ナラ枯れ被害〉

本県におけるナラ枯れは、昭和23年に城崎郡西気村栗栖野（現豊岡市日高町）で被害が初めて記録さ

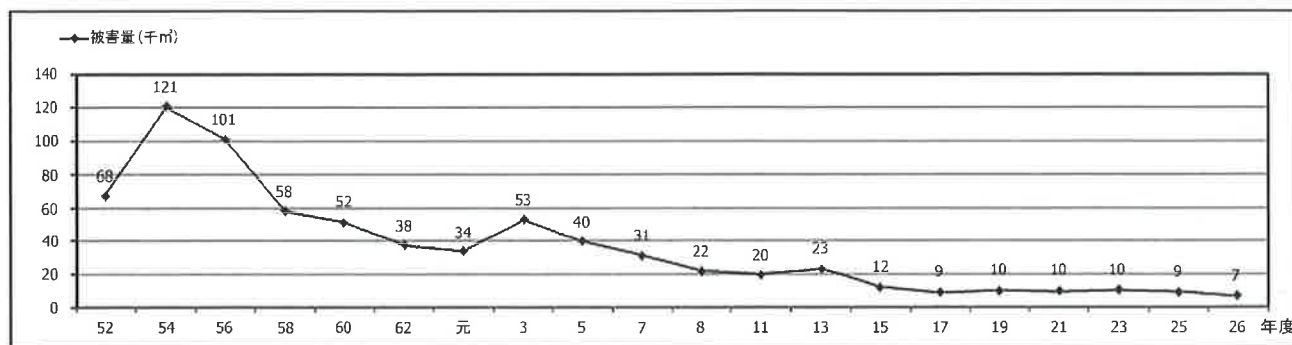


図-1 兵庫県における松くい虫被害量の推移 (S52～)

表-1 兵庫県におけるナラ枯れ被害量の推移

	H4	H11	H15	H19	H22	H23	H24	H25	H26	H27.9現在
材積 (m <sup>3</sup> )	451	413	156	700	2,688	1,947	977	329	494	2,429
市町数	3	4	5	6	10	9	12	11	14	18
市町名	発生市町		新たな被害発生市町							
	豊岡市 香美町 新温泉町	養父市	朝来市	丹波市	神戸市 川西市 宍粟市 篠山市	△川西市 (※1)	西宮市 川西市 多可町	宝塚市 △香美町 △新温泉町	芦屋市 神河町 香美町 新温泉町	三田市 猪名川町 西脇市

※1 △は被害が未発生となった市町。

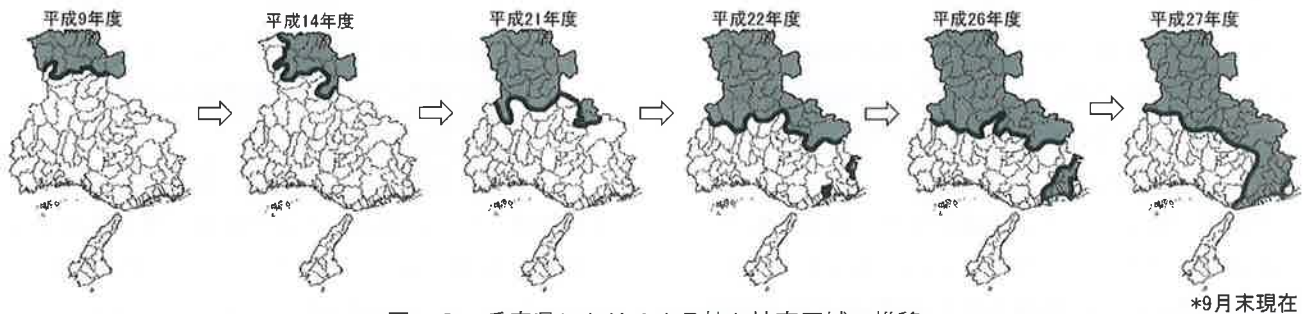


図-2 兵庫県におけるナラ枯れ被害区域の推移

れています。その後、昭和27年から昭和29年までにコナラ、ミズナラなどの老齢広葉樹を中心に被害面積約400ha、1,350本の枯死、昭和49年には城崎郡竹野町（現豊岡市竹野町）で400haの被害記録があります。

近年の被害は、昭和60年頃に県北部に位置する但馬地域で確認され、日本海側を中心に被害が発生していましたが、被害の範囲は年々南下の様相を呈し、平成19年度には但馬地域を越えて兵庫県中部の丹波市で、平成21年度は宍粟市で、平成22年度には県南部の神戸市、川西市や篠山市で被害が発生し、被害発生市町数は10市町、被害材積2,688m<sup>3</sup>と、これまでで最も多い被害量、被害発生市町数となりました。

その後、被害量は減少傾向にあったものの、平成26年度までに被害発生市町数は15市町と拡がり、また被害先端地の一部では激害化の傾向も見受けられ、平成27年度の被害量は26年度と比べて大幅に増加する見込みです（表-1、図-2）。

### ○被害対策

〈松くい虫被害対策〉

森林病虫害等防除法等に基づき、保安林、その他公益的機能の高い森林で県が定める区域を「高度公益機能森林」に、当該森林への被害拡大を防止する区域を「被害拡大防止森林」に指定し、これらの指定区域の中で被害対策を実施しています。

市町においても、地区実施計画を策定し、高度公益機能森林と一体となって保全を図る必要のある優良マツ林等で市町が定める区域を「地区保全森林」に、当該森林への被害拡大を防止する周辺区域を「地区被害拡大防止森林」に定め、被害対策を実施しています（図-3）。

〈ナラ枯れ被害対策〉

コナラ、ミズナラを初めとしたナラ類は、里山林を構成する主要な樹種であり、里山の重要な景観を形成するとともに、防災機能や野生動植物の生息環境に重要な役割を担うなど多様な公益的機能を有しています。

そのため、被害拡大によるこれらの機能の低下を防止するとともに、景観形成の維持を図ることを目的として、「ナラ枯れ被害対策実施方針」を平成22年度に作成しました。

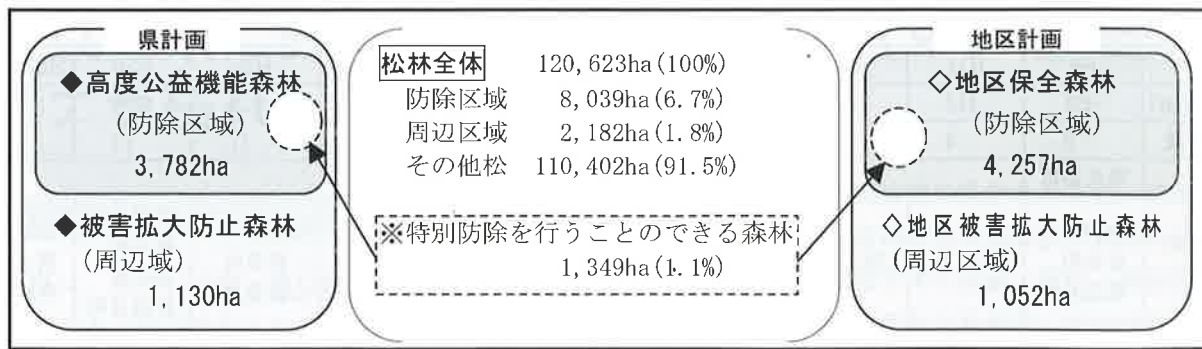


図-3 マツ林指定区域の概念図

被害対策の実施にあたっては、効果的かつ迅速な対策を実施するため、その年度の被害概要が把握できた直後の毎年10月に「兵庫県ナラ枯れ被害対策連絡会議」を開催しています。

会議では構成員である学識経験者や関係市町及び兵庫森林管理署等と、被害対策の実施方針の確認や防除手法等について協議を行う等、関係機関が連携・協力して、被害先端地域や保安林等公益的機能の高い地域を優先して取り組むこととしています。

また、より広範囲な被害情報の収集と被害対策の連携を図るため、「近畿府県ナラ枯れ被害対策連絡会議」による情報交換も行っています。

### ○おわりに

本県の松くい虫被害は、気象的な条件にも左右されますが、長年の地道な防除の積み重ねの結果、平成26年度被害量は6,901㎡と昭和54年の被害ピーク時以降で最少の被害量となりました。平成27年度も同様の傾向で、近年は減少傾向が続いています。

しかし、被害が減ったからといって気を緩めることなく、引き続きこれまでの取り組みを継続していきたいと考えています。

一方、ナラ枯れの被害は近年、県北部地域から県南部地域へ徐々に拡大してきた結果、被害先端地域の拡大と既被害箇所の激害化といった要素もあり、平成26年度から再び増加傾向に転じています。ナラ枯れは突発的で広範囲に散在するため、奥地や急傾斜地等の現場条件によっては、駆除が困難となるケースもあります。また、被害地の森林所有者の特定に時間を要することや森林所有者にナラ枯れに対する防除意識が十分浸透していない等の理由から、迅速な防除に支障を来す場合も見受けられます。このような現状を改善するためには、国や他府県と連携した効率的・効果的な防除方法の開発・普及とあわせ、ナラ枯れ防除の重要性について、県民へ更なる普及啓発を強化していく必要があります。

(兵庫県農政環境部 環境創造局 森林保全室)

## 島根県におけるニホンジカ対策の現状

### ○はじめに

島根県では、ニホンジカは、かつて隠岐諸島を除く県内全域に生息していましたが、明治期以降の狩猟等による捕獲圧の増により、集団的生息地は島根半島西部に位置する出雲北山地域のみとなりました。

ニホンジカの減少は全国的な問題でもあり、国は昭和23年からメスジカを狩猟により捕獲することを禁止しました。島根県では、これに加えて昭和47年に出雲北山地域をオスジカ捕獲禁止区域に指定し保護施策を講じてきましたが、昭和58年頃から、農林作物や造林木への被害が顕著になり、農林家の生産





写真-1 被害対策(枝条巻き付け)



写真-2 ヒノキ剥皮被害

意欲の減退にもつながる深刻な問題となったことから、保護管理のあり方について再検討を行い、現在では、積極的な個体数調整を実施しています。

### ○ニホンジカ被害の状況

こうした経緯から、島根県でのニホンジカによる被害は島根半島西部に集中しており、この地域（森林面積：約6,173ha，うち針葉樹面積：1,710ha）での造林木被害額は、平成元年以降、累計で約3億2千8百万円に達しています。最近では、ニホンジカの捕獲が進み、新たな被害の発生は少なくなりましたが、過去からの被害の積み重ねにより森林の状況はかなり深刻です（写真）。



写真-3 剥皮被害林

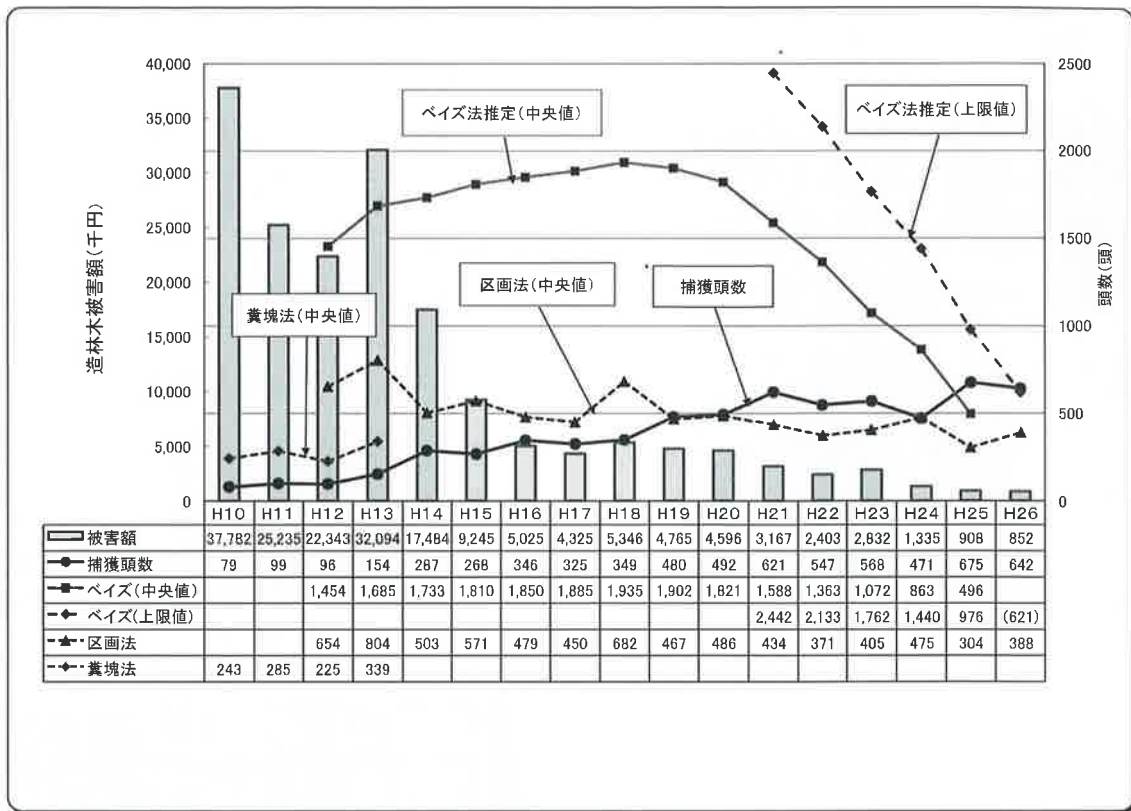
### ○出雲北山地域での個体数管理

出雲北山地域におけるニホンジカの生息頭数の把握に当たっては、昭和60年度から糞塊法による調査を実施し推定頭数を200頭程度としてきましたが、被害の拡大など地域住民などから調査結果が過少との指摘を受け、平成12年度には区画法による調査を導入し検証を行い、平成13年度から区画法による調査結果の804頭を推定生息頭数として個体数管理を進めました。

しかし、積極的な捕獲により捕獲頭数が増加する中で、平成20年度以降区画法による生息頭数の推計を超える捕獲が翌年度に記録されるなど、数値的な齟齬が生じたため再び生息頭数の推計方法の検証に迫られました。

新たな手法として、過去の糞塊法や区画法の調査結果、捕獲実績などの数値をもとに統計処理を行うベイズ法推計を取り入れ、平成22年度と平成25年度に生息頭数の見直しを行いました。

この結果、平成22年度の生息頭数は1,044頭～



図表 被害額・生息頭数等の推移

2,133頭（中央値：1,363頭）と推定され、平成23年度からは捕獲目標を引き上げるとともに、平成25年度からは捕獲奨励金を3万円とするなど捕獲対策を強化しました。

こうした対策の強化により、捕獲数が増え被害額も減少傾向にあります。捕獲数の推移をみると実際の生息頭数はベイズ推計の上限値に近いのではないかと推測されます。

このようにニホンジカの生息頭数の推定は簡単ではありませんが、ベイズ推計により見直しを行いながら個体数管理に取り組み、出雲北山地域のニホンジカの個体数を管理目標の180頭に近づけていくこととしています（図表）。

### ○湖北地域での取組み

出雲北山地域のニホンジカは島根半島を東に向けて広がり、県道を挟んだ東側の湖北地域に生息域が拡大しています。平成14年度にシカの拡散を防止す

るために出雲北山地域の境界に金網防護柵を設置しましたが、湖北地域に定着したシカは増加を続け、平成25年度に実施したベイズ推計では生息頭数は893頭～1,977頭（中央値：1,315頭）と推計されました。こちらの湖北地域においても捕獲の状況から生息数は上限値に近いと推測しています。今後とも出雲北山地域と同様に積極的な捕獲を進めていくこととしています。

### ○中国山地での取組み

中国山地においても目撃や捕獲が増加傾向にあり、近年は森林被害も確認されています。

しかし、生息密度が低く捕獲が困難なため、今年度からGISを使った生息実態の把握を進めるとともに、効率的捕獲に向けセンサー付き捕獲オリの現地実証を始めたところ。また、シャープシューティングについても現地実証を進める予定です。

（島根県農林水産部 森林整備課）

## 森林病虫獣害発生情報：平成28年1～2月受理分

### 病害

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

72～106年生アカマツ人工林，2015年10月発見，被害面積0.04ha，被害本数13本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

62～121年生アカマツ天然林，2015年10月発見，被害面積3.59ha，被害本数231本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

23年生アカマツ人工林，2015年10月発見，被害面積0.93ha，被害本数42本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

7～95年生クロマツ人工林，2015年10月発見，被害面積0.47ha，被害本数338本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

122年生アカマツ天然林，2015年10月発見，被害面積0.80ha，被害本数48本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・

川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

62年生アカマツ人工林，2015年10月発見，被害面積0.02ha，被害本数12本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

121年生アカマツ天然林，2015年10月発見，被害面積1.07ha，被害本数60本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

#### 〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

15年生クロマツ人工林，2015年10月発見，被害面積0.94ha，被害本数42本（下越森林管理署村上支署村上森林事務所・川内敏郎）

### 虫害

なし

### 獣害

なし

（森林総合研究所 佐橋憲生 / 尾崎研一 / 堀野眞一）

## 協会だより

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

## 森林防疫投稿規定（2015. 3）

### 本文記事

#### 1. 原稿の種類

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

#### 2. 審査委員会

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

### 3. 著作権

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

### 4. 印刷

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

### 5. 執筆要領

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

- 1) 原稿はできるだけ汎用性のあるソフトを用いて作成した電子ファイルによる投稿をお願いします。本文と図表、写真は原則として別ファイルとして下さい。
- 2) 本文はできるだけMicrosoft Wordで作成してください。本文の最初の1枚目は、原稿の種類、表題（和文と英文）、連絡先住所・所属・氏名（ローマ字つづり）、E-mailアドレス（非公開、著者との連絡用）、別刷希望部数および写真・図表等資料の返送の要・不要、カラー印刷希望の有無について書き、実際の内容は2枚目から書き始めて下さい。1ページ46字×39行にすると、本誌の1ページと同じ字数になります。本文ファイルには、図表の張り付けはせず、説明文のみを本文末尾に付けて下さい。なお、本誌誌面は2段組みですが、原稿は段組みなしに設定して下さい。記事1件の長さは、通常刷り上り10ページ以内としますが、短編の記事も歓迎します。
- 3) 写真・図表もできるだけ電子ファイルで作成して下さい。それぞれ本文とは別ファイルで、望ましいファイル形式は、表はMicrosoft Excel (.xlsx)、写真はJPEG、図はイラストであればJPEGまたはPDF、グラフであればMicrosoft Excelのグラフ (.xlsx) です。
- 4) 用語等については、次の点に留意をお願いします。
  - ①常用漢字、現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述して下さい（ただし専門用語はこの限りではありません）。
  - ②生物の標準和名はカタカナで、学名はイタリック体で表記します。
  - ③樹齢の表わし方は満年齢です（当年生、1年生、2年生、40年生等）。
  - ④単位は記号を用いて下さい（例：m, cm, mm, ha, %等）。
  - ⑤年の表記は原則として西暦ですが、行政上の文書や施行に言及するような場合は、元号で構いません。
- 5) 本文の構成にはとくに既定しませんが、例えば論文であれば1. はじめに、2. 材料と方法、3. 結果、4. 考察、等の見出しを付けることをお勧めします。また、必要に応じてその下に中見出し(1), (2), …, 小見出し①, ②, …を付けて下さい。
- 6) 図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。図表の説明文は、原稿本文の最後（引用文献の後）にページを改めて付けて下さい。
- 7) 文献は引用個所に「(著者姓 年号)」あるいは複数の場合は「(著者姓 年号; 著者姓 年号; …)」のように記し、本文末に引用文献リストを付けて下さい。本文中の引用文献の著者名は、2人までは全員の、また3人以上は筆頭著者の後を「ら」あるいは「*et al.*」として省略します。引用文献リストでは著者名は全員の名前を書きます。引用文献リストの文献の順番は、著者名のアルファベット順、同一著者については年代順とします。同一著者で同一年の場合は、2004a, 2004b, …のように記して下さい。アルファベットの著者名では、イニシャルのピリオドは省略します。また、誌名の略し方はNLM方式で、分からない場合は<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>でお調べ下さい。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 (1994) ヤツバキクイムシ. (森林昆虫 総論・各論: 小林富士雄・竹谷昭彦編, 養賢堂). 171 ~ 178  
 Shimazu M (2008) Biological control of the Japanese pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus*. In: Pine wilt disease. Zhao BG, Futai K, Sutherland JR, Takeuchi Y (eds) Springer, 351 ~ 370

**単行本全体引用**

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

**ウェブサイト引用**

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

**表紙写真**

1. 表紙写真の種類

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

2. 表紙写真説明文

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

**原稿の送付**

本文記事, 表紙とも原稿はなるべくE-mail添付で, [boujo@zenmori.org](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。

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

<p><b>森林防疫</b> 第65巻第2号(通巻第713号)                  平成28年3月25日 発行(奇数月25日発行)</p> <p>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</p> <p>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)</p>	<p>発行所 全国森林病虫獣害防除協会                  National Federation of Forest Pests Management Association, Japan</p> <p>〒101-0047 東京都千代田区                  内神田 1-1-12(コープビル)</p> <p>☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726                  振替 00180-9-89156  <a href="http://bojyokyoikai.main.jp/">http://bojyokyoikai.main.jp/</a></p>
--	--