

# 森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



## 目次

### 総説

#### 丹沢山地におけるブナハバチの大発生と防除法の開発

〔谷脇 徹〕・・ 3

### 論文

#### 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齢木樹皮摂食害とその防除

〔尾崎真也〕・・ 12

#### 樹木病害観察ノート(11)

〔周藤靖雄〕・・ 21

### 解説

#### 栃木県奥日光地区におけるモバイルカリングによるニホンジカ捕獲の試行

〔丸山哲也・高橋安則〕・・ 27

都道府県だより：群馬県・長野県・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35

森林病虫獣害発生情報：平成27年7月・8月受理分・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

林野庁だより・・ 39



A



B



C



D

〔表紙写真〕 ニホンジカによるスギ壮齢木樹皮摂食害

写真A：谷側の根張り部分を樹皮摂食されたスギ。

写真B：剥皮直後のスギ地際部分。外樹皮が根元に散乱している。

写真C：繰り返し摂食され剥皮部分が拡大したスギ。

写真D：剥皮部分で幹折れしたスギ。

ニホンジカによる林業被害のなかでも樹皮摂食害は、樹皮の剥皮痕から木材腐朽菌が侵入して材に変色や腐朽が生じて、材価が極端に低下するので林業経営上の深刻な問題となっている。兵庫県のシカによるスギ壮齢木の樹皮摂食害は6～8月の夏季に発生する。シカは、スギの根張り部分を谷側から摂食剥皮する。根張り部分の樹皮摂食を受けた被害木は繰り返し摂食され、剥皮部分が樹幹へ拡大していく。剥皮が樹幹全周に拡大すると枯死する。全周剥皮されなかったスギはそのまま生き残るが、露出した剥皮部分が大きいと、長い年月をかけて腐朽が進行して強度が弱くなり幹折れして倒壊に至る。剥皮部位が大きい被害木は、危険回避の観点からも早めに伐採、収穫することが望ましい。(本文12ページ参照)

(兵庫県丹波県民局 尾崎真也)

## 総説

## 丹沢山地におけるブナハバチの大発生と防除法の開発

谷脇 徹<sup>1</sup>

## 1. 背景

神奈川県北西部にある丹沢山地はおよそ4万haの山塊である(図-1)。ブナ(*Fagus crenata* Blume)は標高800mから最高峰の蛭ヶ岳(標高1,672m)山頂付近まで分布している。ここでは主稜線部を中心に、ブナを中心とする高木が集团的に枯死して草地・裸地化する森林の衰退現象が生じている(写真-1)。ブナの枯損は標高1,000m以上にまとまっており、丹沢山、蛭ヶ岳、檜洞丸の各山頂付近などに多いとされる(越地ら 1996)。ブナ林の衰退は1970~1980年代以降から目立ち始め、1990年代以降になると草地・裸地の増加と広葉樹林の減

少傾向が明瞭になった(山根・鈴木 2012; 鈴木・山根 2013)。

衰退要因として1980年代までは、二酸化硫黄などの大気汚染物質や、シカ食害による林床植生の退行に伴う水ストレスの増加が考えられている。1990年代以降はブナハバチ(*Fagineura crenativora* Vikberg & Zinovjev)(写真-2)の大規模な葉食被害(写真-3)が目立つようになり、衰退要因としてオゾンなどの大気汚染物質と水ストレスの増加、およびブナハバチ食害の複合影響が指摘されている(山根ら 2007)。実際、丹沢山(山上ら 2007)や檜洞丸(越地ら 2006, 2008, 2012)などにおい

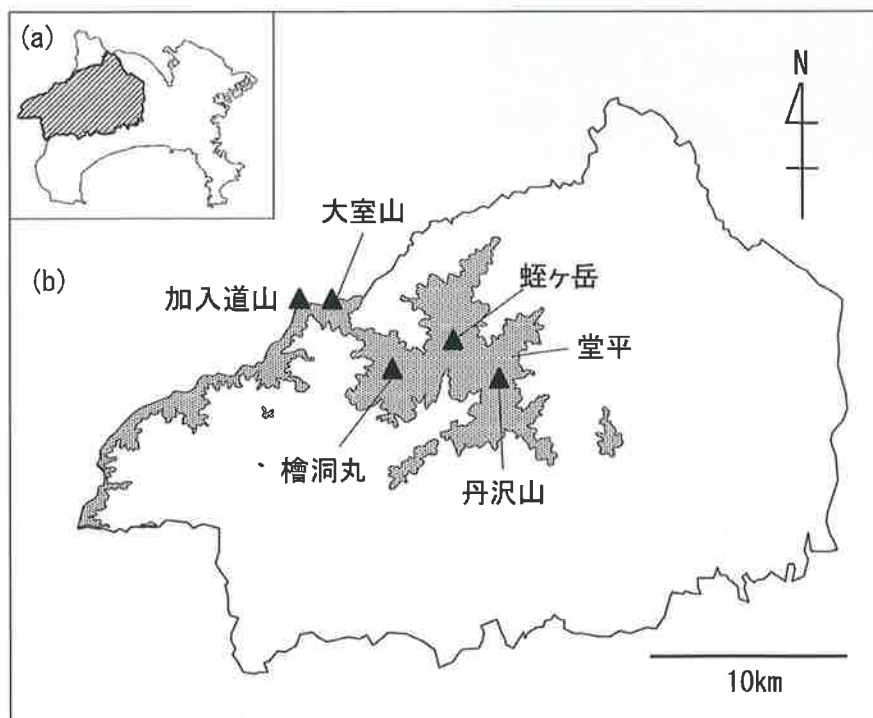


図-1 調査地の位置図

(a)神奈川県の丹沢山地を含む市町村(斜線部), (b)調査地の位置。網掛け部は標高1,000m以上, ▲は山頂を示す。



写真-1 集団的に枯損したブナ (2014年7月檜洞丸)



写真-3 ブナハバチの食害で失葉したブナ (2013年6月大室山)



写真-2 葉を食害するブナハバチ幼虫 (2007年6月丹沢山)

てブナハバチの食害を受けて枯死・衰弱するブナが多く観察されていることから、ブナハバチは1990年代以降のブナ林衰退に強く関与していると考えられる。そして、現存するブナを保全するため、食害を回避・軽減するための効果的な防除法の開発が求められている。

ブナハバチは2000年に新属新種として記載され (Shinohara *et al* 2000), それまで生態はほとんど不明であった。その後、15年にわたり様々な調査が行われるなかで生態や食害の発生様式が徐々に明らかとなり、防除法についてはここ数年で開発が急速に進められてきた。そこで本稿では防除法の開発状況を中心に、これまでに明らかになった食害や生態

の概要をあわせて紹介する。

## 2. 食害の状況

ブナハバチは北海道、本州、四国、九州に生息する日本固有種である (Shinohara *et al* 2000)。これまでに東京都三頭山 (桃澤 1999), 栃木県高原山 (野澤 2009; 福沢ら 2014) や日光足尾方面 (野澤 2009), 宮崎県西臼杵郡 (上田ら 2014) などで食害が確認されている。そのなかでも度重なる食害により顕著な枯死・衰弱症状が観察されているのは丹沢山地のみである。

丹沢山地では1993年以降、ブナハバチの食害が断続的に生じ、特に1997年と1998年、2007年、2011年、2013年は大規模な食害が広域で確認された (谷ら 2012a, 谷脇未発表含む)。食害には明らかな周期性は見られず、ほとんど被害のない年から重篤な被害の年まで食害の度合いは突発的に大きく変動する傾向が認められた (谷ら 2012a)。食害の中心は1997年と1998年は山地東部の丹沢山や堂平であったが、2007年、2011年、2013年は加入道山、大室山、檜洞丸へと西方向に緩やかに移っている (谷ら 2012a, 谷脇未発表含む) (図-1)。檜洞丸の南向き斜面の衰退地では、林冠ギャップ周辺のブナがブナハバチの食害の影響で枯死することでギャップが拡大していることが観察されている (越地ら 2012)。食害を

受けると年輪幅の減少(越地ら 2005, 2006)や枝先枯れが生じ(桃澤 1999; 越地 2002), 複数回の食害で枯死・衰弱する事例が多い(山上ら 2007; 越地ら 2012)。ただし食害を受けても衰弱症状が現れない個体もある(越地ら 2012)。オゾンや水ストレス影響のある丹沢山地の高標高のブナ林では、ブナハバチによる早い時期の食害がブナに極度の養分の不足や水不足を生じさせることで枯死や衰弱に至らしめている可能性がある。

### 3. ブナハバチの生態

丹沢山地の高標高域におけるブナハバチの生活環は以下のとおりである。

メス成虫は5月中～下旬を中心に土中の繭から羽化し、展葉途中の若葉の葉裏葉脈沿いに1卵ずつ産卵する。メス成虫の食物は、ブナ当年枝などに大あごで傷をつけて滲出する樹液であり、これを摂取することで卵生産と生存日数が増加し、本種本来の繁殖力が発揮されやすくなることが示唆されている(谷脇 2014a, b)。

5月下旬～6月上旬に孵化した幼虫は葉を食べて成長し、6月中～下旬に摂食を完了して終齢幼虫となり、土中に潜って繭を形成する。幼虫の大発生時の食害による失葉は、幼虫の体サイズの大きくなる6月中～下旬に一気に進行し、幼虫の消失する7月上旬までには終息する。

大規模な食害は、繭が高密度化した地点で、産卵期にあたる展葉期に大量のメス成虫が発生した場合に生じると考えられている(谷脇ら 2012, 2013)。また、林分内でも展葉時期には個体差があり、展葉の遅い個体は、若葉の出現を待ち構えるメス成虫の産卵を受けやすいとされる(田村ら 2005; 山上ら 2007)。これは、展葉の早い個体から樹液を摂取し、卵巣を発達させたメス成虫が、展葉の遅い個体の展葉初期から産卵するためと考えられている(谷脇 2014b)。

繭形成後は越冬して翌春か2回目以降の春に蛹化・羽化して成虫となる。ブナハバチには長期休眠の生態があり、その出現率は年により大きく異なる

ため、毎年同じ密度の繭が加わったとしても成虫の羽化数が3倍近く異なる場合があり得る(谷ら 2012b)。本種の突発的な大量発生は、長期休眠による繭の蓄積とそれら蓄積繭の一斉羽化により生じている可能性が指摘されている(谷ら 2008)。

### 4. 防除対策

基本的な防除の考え方は、対象地域が丹沢大山国定公園の特別保護地区などの自然度が高いブナ林であることから、農薬散布のように環境負荷が大きい防除法は原則として避けるべきとされる(谷脇ら 2012)。また、山岳地であるためアクセスが悪く、資器材の使用が制限されやすい。したがってブナハバチの防除に当たっては、環境負荷が小さく、省力的でありながら効果的な方法の開発が必要となる。このことを踏まえ、筆者らはブナハバチの生態に応じた防除対策の手法開発を進めている(谷脇ら 2012)。

具体的には、ブナハバチ成虫は黄色の衝突板トラップに誘引される(谷脇 2013)ことから、このトラップを用いた発生予察と効果的な成虫捕獲試験を行っている。また、樹上で葉を摂食し終えた幼虫はいったん落下してから樹幹などをよじ登る行動をとる(山上ら 2001)ことから、樹幹に粘着シートを設置する幼虫捕獲試験を行っている。さらに、樹上の幼虫を防除するため、薬剤の樹幹注入試験にも取り組んでいる。以下に各手法について紹介する。

#### (1) 発生予察

ブナハバチのメス成虫は展葉途中の若葉に産卵することから、展葉期のメス成虫発生量が当年の食害量に反映されると考えられている(谷脇ら 2013)。そこで、2010年以降、黄色の衝突板トラップによるメス成虫の捕獲数に加え、ブナの展葉フェノロジー調査を行った(表-1)。表-1ではあわせて調査した卵密度も示した。2013年に食害量の事前予測を試みたところ、展葉期のメス成虫捕獲数と卵密度は、大規模な食害が発生した2011年を大きく上回ったことから大規模な食害が予測された。この予測結果か

表-1 檜洞丸における黄色衝突板トラップによる展葉期のブナハバチのメス成虫捕獲数、卵密度と、2013年以降の食害予測および実際の食害状況

項目	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
メス成虫捕獲数	92 ± 38	226 ± 87	93 ± 29	451 ± 234	95 ± 32
卵密度 (個 / 100葉)	24 ± 30	35 ± 31	23 ± 16	80 ± 71	20 ± 19
食害予測	-	-	-	大	小~中
実際の食害状況	中	大	小	大	小

数値は平均値 ± 標準偏差

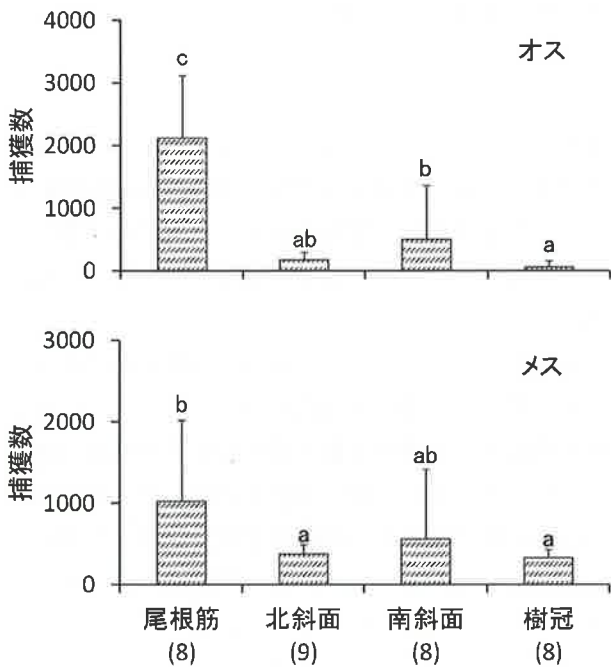


図-2 2013年檜洞丸における異なる設置環境下での黄色の衝突板トラップによるブナハバチ成虫捕獲数

棒線は標準偏差, 異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを示す (Steel-Dwass test). 樹冠以外は高さ1.5mに設置した, カッコ内はトラップ数を示す.

ら, 後述する樹幹粘着シートによる緊急防除事業を実施することができた。また, 2014年のメス成虫捕獲数と卵密度は2010年および2012年と同程度であったことから, 小~中規模の食害が予測された。これらの予測結果は実際の食害状況と概ね一致したことから, 比較的高い精度で予測できる可能性があることが分かった。

(2) 成虫の誘引捕獲

黄色の衝突板トラップ (サンケイ化学㈱製昆虫誘引器) を用いた成虫の効果的な捕獲法についても検討した。2013年に33個のトラップを檜洞丸の尾根筋と南北斜面の高さ1.5m, および尾根筋と南斜面のブナ樹冠に設置したところ, 捕獲数は尾根筋 > 南斜面 > 北斜面 > 樹冠の順に多かった (図-2)。この結果から, トラップを尾根筋に設置することで効果的に捕獲できることが分かった。

また, 結果から成虫は樹冠よりも地表付近に多く滞在することが示唆された。メスは好天の昼間に開葉中のブナ芽吹きを求めて飛び交い, 産卵するとされる (山上ら 2007)。林床植生などで待機するメスが好天時に産卵のために飛翔して樹冠を訪れると推測される。またオスは樹冠での捕獲数が著しく少なく, 交尾が主として地表付近で行われていると考えられる。

33個のトラップの捕獲数合計はオスが23,026個体, メスが18,603個体, 合計41,629個体であった。1メスあたり産卵数は平均25卵 (谷脇 2014b) や35卵 (山上ら 2005) が報告されており, メスの捕獲数に単純に乗じると47万~65万個の産卵を回避した計算になる。しかし, 設置範囲周辺で激害木が多数発生したことから, 食害を回避するには不十分な捕獲数であることが分かった。今後, 効果的な捕獲が可能な尾根筋を中心として, 食害の回避に効果的なトラップ数を検討していく必要がある。

(3) 幼虫の樹幹粘着シート捕獲

2013年の大規模食害の事前予測を受けて, 緊急防



写真-4 ブナハバチ幼虫捕獲のための樹幹粘着シート設置状況 (2013年6月大室山)

除事業として大室山、檜洞丸、丹沢山の3地点で合計548本のブナに粘着シート（幅20cmのロール状粘着シート、アース製薬(株)製虫むしホイホイ）を設置した（写真-4）。捕獲数の推定に当たっては粘着面にプリントされた格子模様を用いて効率的で精度の高い推定方法を検討し、以下の推定式を作成した。

$$\begin{aligned} \text{推定捕獲数} &= \text{推定捕獲密度} \times \text{粘着シート面積} \\ \text{推定捕獲密度} &= 0.0657 \times 1 \text{ 区画あたり平均捕獲数} \\ &+ 0.0185 \end{aligned}$$

（傾き0.0657と切片0.0185は、捕獲数の全数調査により算出した1本あたり捕獲密度と、1区画あたり平均捕獲数との回帰分析により算出）

$$\text{粘着シート面積} = \text{幅}20\text{cm} \times \text{樹幹周囲長}$$

そのうえで作業の省力化のためデジタルカメラで

4方向の画像を撮影し、捕獲密度との相関が高く計測が省力的な下から3行目の区画を各画像で2回ずつ、1本あたり合計8回サンプリングして推定捕獲数を算出した。その結果、合計捕獲数は75万個体と推定された（表-2）。

この防除効果を評価するため、卵密度を調査し、予め調査しておいた密度推移データから幼虫数を以下の式で推定し、それに対する捕獲数の割合を算出した。

$$\text{ブナ1本の幼虫数} = \text{葉1枚あたり幼虫数} \times \text{ブナ1本あたり葉枚数}$$

$$\text{葉1枚あたり幼虫数} = \text{EXP}(-2.8203 + 1.7541 \times \text{葉1枚あたり卵数})$$

$$\text{葉1枚あたり卵数} = \text{樹冠3箇所から採取した葉の産卵数} / \text{葉数}$$

$$\text{ブナ1本あたり葉枚数} = 1005.4 (\text{葉}/\text{m}^2) \times \text{樹冠面積}$$

その結果、防除効果は檜洞丸では8.5%、丹沢山では11.8%と評価された。本手法は摂食完了後の幼虫を捕獲するため、当年の食害の回避・軽減への効果は期待できないが、次世代の密度低減には一定の寄与が期待される。

山岳地のブナ135～213本で必要となる作業量（のべ人数）は設置4～8人日、撤去4人日と省力的であった。ただし、同様の防除事業を目立った食害の生じなかった2014年にも檜洞丸で実施したところ、推定捕獲数は8,141個体と2013年の1.8%に留まった。2014年ではブナハバチ幼虫の捕獲数が少なくても、

表-2 2013年の樹幹粘着シートによるブナハバチ緊急防除事業の結果

項目	丹沢山	檜洞丸	大室山
粘着シート設置本数（調査不可本数）	135 (4)	200 (20)	213 (7)
設置・撤去の作業に要したのべ人数	7・4人日	4・4人日	8・4人日
樹冠の半分以上被食されたブナ本数割合	23.7%	66.7%	76.9%
推定捕獲数の合計	51,141	458,763	242,889
推定捕獲数の平均±標準偏差（範囲）	387±528 (23～3,051)	2,549±2,391 (15～12,638)	1,179±1,135 (27～6,688)

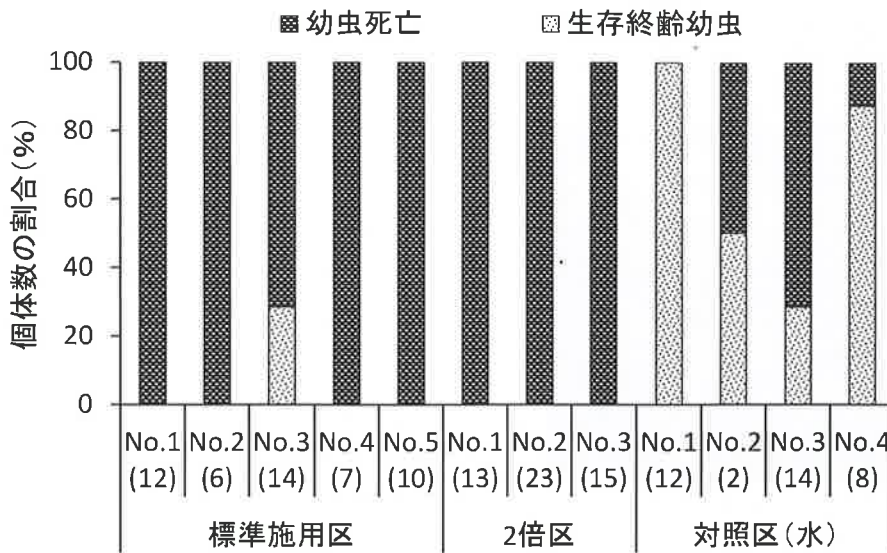


図-3 2012年に薬剤注入した樹高1.5mのブナ苗木におけるブナハバチ幼虫死亡率  
カッコ内は幼虫数を示す。

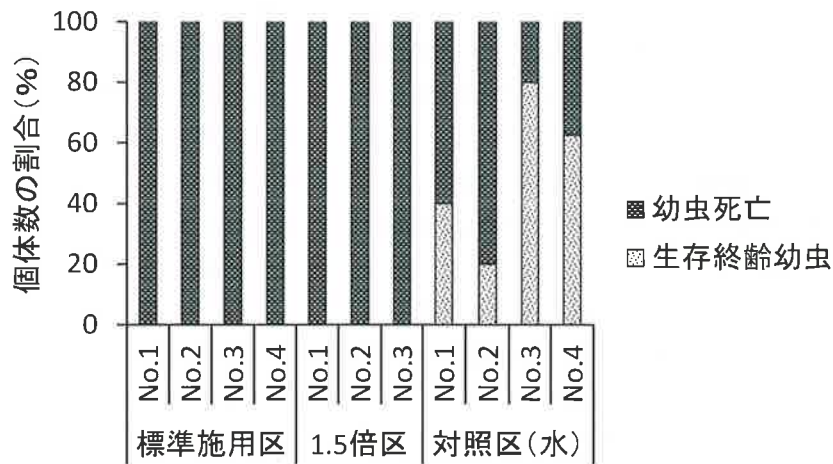


図-4 2013年に薬剤注入した樹高10mのブナにおけるブナハバチ幼虫死亡率  
各区の幼虫数は10個体。

他の様々な昆虫等が捕獲された。これを極力回避するには、粘着シートの使用は大発生時に限定するとともに、粘着面の全面で捕獲され次第早期に撤去するなど、設置期間を短期にしたほうがよいと考えられる。

#### (4) 薬剤の樹幹注入

この手法は樹幹に穴を空けて少量の薬剤を注入し、水の吸い上げに伴い葉に到達した薬剤によって

食葉害虫を防除する。薬剤の効果を樹体内に限定するため、散布するのとは比べて環境負荷を格段に抑えることができるかと期待される。そこで幼虫を対象として2012年に室内苗木試験、2013年に苗畑試験を実施した。用いた薬剤はジノテフラン液剤であり、製品名ウッドスターとして農薬登録されている（登録番号第23624号、サンケイ化学株）。

2012年は神奈川県自然環境保全センターの室内に置いた素焼きポットに植えた樹高1.5mのブナ苗木



の展葉期に袋がけしてメス成虫を放虫し、幼虫が孵化したのを確認してから薬剤を注入した。試験区は0.5mlの標準施用区、その2倍区および0.5mlの水を注入する対照区とした。供試した幼虫数は1本あたり2～23個体であり、平均11個体であった。終齢までの死亡率は標準施用区では71～100%、2倍区では100%、対照区では0～71%となり(図-3)、注入木で高い防除効果があることが分かった。

そこで2013年は、神奈川県厚木市七沢にある同センター苗畑で生育する樹高10mのブナの展葉開始直前に薬剤を注入し、展葉後に別途飼育しておいた3齢幼虫を袋がけして放虫した。試験区は胸高直径8～10cmで2ml、11cmで3ml、12cmで4ml注入するのを標準施用区、その1.5倍区と標準施用区と同量の水を注入する対照区とした。放虫した幼虫数は1本あたり10個体とした。その結果、終齢までの死亡率は標準施用区、1.5倍区ともに100%、対照区が20～80%であり(図-4)、室内苗木試験と同様に高い防除効果が認められた。2014年には苗畑で、注入木の展葉途中の若葉に袋がけして成虫を放虫し、卵と幼虫に対して高い防除効果が確認されている(谷脇ら2015)。それぞれの苗畑試験において葉の変色や萎凋症状や樹皮の巻き込み異常などの薬害症状は観察されていない。このようなことから、薬剤の樹幹注入は現地地のブナ成木においても樹体影響が問題になることなく、高い防除効果を発揮することが期待される。今後、現地地のブナ成木で防除効果に加え、樹体影響や環境負荷を見極めながら試験を進めていく必要がある。

## 5. おわりに

以上のように、ブナハバチの生態と食害の発生様式が徐々に明らかとなり、それを踏まえた防除対策の手法開発が進められてきた。今後は対策事業への展開を視野に入れた実証事業により、予測される食害の規模に応じた各手法の組み合わせによる総合的な防除対策の実施方法を検証していくことになる。

また、大規模な食害地では繭の高密度化が生じている。繭の密度が高いということは、毎年成虫が大

量羽化するわけではないにしろ、潜在的には大量発生が起こりうる状態にあることを意味する(谷脇2012)。繭の高密度化の原因は明らかではないが、そのヒントはすでに示されている。それは、近年の環境の劣化(ブナの衰退、シカ食害による林床植生の退行など)により生態系の均衡が変化し、これが繭の高密度化につながっている可能性があるという指摘である(越地ら2006;山上ら2007)。このことについて、現在天敵類の生息状況調査を進めており、捕食寄生蜂であるヒメバチ科の11種とセイボウ科の1種がブナハバチ繭から羽化し(谷脇・渡辺2012)、出現割合の高いトガリヒメバチ亜科の2種が土壌中に潜って繭を探索し産卵する(谷脇・渡辺2014)ことが明らかとなっている。今後これら天敵類の生息状況と森林環境との関係を明らかにしていく必要がある。また、室内実験では土壌含水率が低いほどブナハバチの繭形成前後の生存率が上昇することから、土壌が乾燥化するとブナハバチの死亡率が低下すると考えられている(谷脇ら2014)。植生被覆の減少がリター流出を引き起こす結果、植生とリター双方の蒸発抑制効果の低下により土壌乾燥化が生じ、死亡率が低下している可能性がある(谷脇ら2014)。

衰退の進む丹沢ブナ林では植生保護柵や土壌保全工、シカ管理といった自然再生事業が進められている。これら取り組みによる森林環境の復元に、ブナハバチの密度抑制効果を期待できるかもしれない(谷脇ら2012)。たとえば、生物的防除の一種である環境改良法として土着天敵の有効性を高める効果が考えられる(森・村上1981)。今後、環境劣化の連関で生じるブナハバチの高密度化の仕組みを明らかにし、密度抑制のための効果的な自然再生事業の実施方法を模索する必要がある。

## 謝辞

本研究にあたり、共同研究を行っている東海大学の山上 明名誉教授と谷 晋教授、桜美林大学の伴野英雄教授には有益な助言を頂きました。また、樹幹粘着シート試験では正和商事(株)の鈴木玲氏に多大

なるご協力を頂きました。薬剤の樹幹注入試験は長野県林業総合センターの岡田充弘主任研究員およびサンケイ化学(株)の猪野正明氏と鶴田英人氏、捕食寄生蜂相調査は神奈川県生命の星・地球博物館の渡辺恭平博士との共同研究として実施しました。神奈川県自然環境保全センター研究連携課の各位とは、ブナ林衰退機構解明プロジェクトにおいて本研究に共同で取り組みました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

福沢朋子・山路貴大・谷脇 徹・逢沢峰昭・大久保達弘 (2014) 栃木県高原山尚仁沢のイヌブナ・ブナ天然林における4年間のブナハバチ被害の発生状況. 宇都宮大学農学部演習林報告 50: 79 ~ 83

越地 正 (2002) 丹沢山地におけるブナハバチ大発生の経過とブナの被害実態. 神奈川県自然環境保全センター研究報告 29: 27 ~ 34

越地 正・鈴木 清・須賀一夫 (1996) 丹沢山地における森林衰退の調査研究(1)ブナ, モミ等の枯損実態. 神奈川県森林研究所研究報告 22: 7 ~ 18

越地 正・田村 淳・山根正伸 (2006) 丹沢山地におけるブナハバチの加害と影響に関するブナ年輪幅変動の解析. 神奈川県自然環境保全センター報告 3: 11 ~ 24

越地 正・谷脇 徹・相原敬次・山根正伸 (2012) 檜洞丸におけるブナハバチの大発生によるブナの衰弱枯死. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 95 ~ 104

越地 正・谷脇 徹・田村 淳・山根正伸 (2008) 丹沢山地における2007年に大発生したブナハバチ被害とこれまでのブナの衰弱枯死経過. 神奈川県自然環境保全センター報告 5: 3 ~ 9

越地 正・山根正伸・藤澤示弘・齋藤央嗣・田村 淳・内山佳美・笹川裕史 (2005) 丹沢山地産ブナ苗に対する摘葉処理の影響. 日林関東支論 56: 221 ~ 222

桃澤邦夫 (1999) 三頭山ブナ林における昆虫被害とその影響について. 日林関東支論 50: 87 ~ 88

森 樊須・村上陽三 (1981) 生物的防除における捕食・寄生性天敵の役割と利用. (昆虫学最近の進歩, 石井象二郎編, 東京大学出版会). 279 ~ 295

野澤彰夫 (2009) 栃木県におけるブナハバチによるイヌブナの食葉被害. 関東森林研究 60: 221 ~ 223

Shinohara A, Vikberg V, Zinovjev A, Yamagami A (2000) *Fagineura crenativora*, a new genus and species of sawfly (Hymenoptera, Tenthredinidae, Nematinae) injurious to beech trees in Japan. Bull Natl Mus Nat Sci Ser B Bot 26: 113 ~ 124

鈴木 透・山根正伸 (2013) 空中写真からわかるブナ林の衰退 (ブナ林の衰退—丹沢山地で起きていること—). 森林科学 67: 6 ~ 9

田村 淳・越地 正・山根正伸・藤澤示弘・齋藤央嗣・内山佳美・笹川裕史 (2005) 丹沢山地におけるブナの展葉時期の違いが葉食昆虫(ブナハバチ)の摂食に及ぼす影響. 日林関東支論 56: 223 ~ 224

谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2008) 丹沢山地におけるブナハバチの大量発生の再発とその食害状況について. 東海大学総合教育センター紀要 28: 55 ~ 61

谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2012a) 丹沢山地におけるブナハバチ幼虫のブナ葉への食害状況の経年変化 (2008-2011). 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 91 ~ 94

谷 晋・山上 明・伴野英雄 (2012b) ブナハバチ雌の前蛹期における休眠期間. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 105 ~ 109

谷脇 徹 (2012) ブナハバチの大発生の秘密を探る. (丹沢の自然再生. 木平勇吉ら編, (株)日本林業調査会). 223 ~ 224

谷脇 徹 (2013) 衝突板トラップの色によるブナハバチ成虫の誘引効果の差異. 昆虫 (ニューシリーズ) 16: 159 ~ 165

谷脇 徹 (2014a) ブナハバチ成虫の生存と卵生産に及ぼす温度および食物の影響. 昆虫 (ニューシリーズ) 17: 1 ~ 7

- 谷脇 徹 (2014b) ブナハバチ成虫で観察されたブナ樹液摂取行動. 日本環境動物昆虫学会誌 25: 147 ~ 151
- 谷脇 徹・猪野正明・鶴田英人・齋藤央嗣・相原敬次・岡田充弘 (2015) ブナ若木へのジノテフラン樹幹注入によるブナハバチの防除効果. 樹木医学研究19: 139 ~ 148
- 谷脇 徹・渡辺恭平 (2012) 神奈川県丹沢山天王寺尾根で確認されたブナハバチ捕食寄生蜂相. 昆虫 (ニューシリーズ) 15: 2 ~ 14
- 谷脇 徹・渡辺恭平 (2014) 捕食寄生蜂2種のブナハバチ繭への寄生生態. 昆虫 (ニューシリーズ) 17: 131 ~ 134
- 谷脇 徹・山根正伸・伴野英雄・谷 晋・山上 明 (2014) ブナハバチの繭形成期の死亡に及ぼす土壌条件の影響. 日本環境動物昆虫学会誌 25: 75 ~ 80
- 谷脇 徹・山根正伸・田村 淳・相原敬次・越地 正 (2012) 丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 81 ~ 89
- 谷脇 徹・山根正伸・田村 淳・相原敬次・越地 正・谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2013) ブナハバチ雌成虫の発生とブナ展葉の同時性が被食量に及ぼす影響. 昆虫 (ニューシリーズ) 16: 218 ~ 224
- 上田明良・小坂 肇・高畑義啓・矢部恒晶 (2014) 平成25年の九州地域の森林病虫獣害発生状況. 九州の森と林業 108: 4 ~ 5
- 山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2001) 丹沢のブナを食い荒らすブナハバチ. 国立科学博物館ニュース 382: 5 ~ 7
- 山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2005) ブナハバチの性比と産卵数 (予報). 東海大学総合教育センター紀要 25: 47 ~ 54
- 山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2007) ブナハバチ食害によるブナ枯死とブナ林の衰退. (丹沢大山総合調査学術報告書. 丹沢大山総合調査団編, (財)平岡環境科学研究所). 256 ~ 268
- 山根正伸・相原敬次・鈴木 透・笹川裕史・原慶太郎・勝山輝男・河野吉久・山上 明 (2007) ブナ林の再生に向けた総合解析. (丹沢大山総合調査学術報告書. 丹沢大山総合調査団編, (財)平岡環境科学研究所). 703 ~ 710
- 山根正伸・鈴木 透 (2012) 丹沢山地におけるブナ衰退の時空間的特性. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 13 ~ 21  
(2015.3.31受付, 2015.4.24掲載決定)

論文

# 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齡木樹皮摂食害とその防除

尾崎真也<sup>1</sup>

## 1. はじめに

2009年に国の森林・林業再生プランが策定され、林業政策が保育間伐中心から搬出間伐へシフトし、兵庫県においても最近では多くのスギ、ヒノキ丸太が木材市場等へ出荷されるようになった。一方で、兵庫県ではニホンジカ (*Cervus nippon* 以下シカと略す) による森林被害が激化し、丸太の中には、シカによる樹皮摂食剥皮に伴う腐朽が確認されるものがある (写真-1)。材に腐朽があると、材価が極端に低下するので樹皮摂食害は林業経営上の深刻な問題である。

これまでシカの剥皮害について、角こすり害対策として樹幹に様々な障害物を巻きつけて被害軽減する試みが行われてきた (金森ら 1998; 池田ら 2001)。しかし、樹皮摂食害対策としては、佐野・金田 (2009) による樹幹へのテープ巻きつけ試験の事例があるが、あまりみあたらない。現在、スギ、ヒノキ壮齡林は伐期を迎えており、樹皮摂食害の効

果的な防除方法の検討が求められている。

筆者は、2001年に兵庫県神河町のスギ43年生林分で発生したシカによる樹皮摂食害について、被害調査を行った。その結果、シカは林分のなかでも大径木の地際部分を谷側から摂食剥皮すること (写真-2)、シカ道沿いで発生すること、被害は6~8月にかけて発生することなどが明らかになった (尾崎 2004)。シカによる樹皮摂食害は、ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) による樹皮摂食害、いわゆる「クマハギ」と被害形態がよく似ていることから、「クマハギ」防除法に準じた被害防除試験と経過観察を2001年から2011年にかけて行った。また、2014年に



写真-1 シカによる樹皮摂食害を受けたスギ丸太木口に剥皮による材の腐朽、変色が確認される。



写真-2 シカによって樹皮を食害されたスギ2001年に兵庫県神河町で行った被害調査時に撮影。



図-1 試験地の位置図

は当被害林分で搬出間伐が行われたので伐根に残っている剥皮痕から被害の年次変化を調査した。その結果、若干の知見を得たので報告する。

## 2. 試験地と試験方法

### (1) 試験地

試験地は、兵庫県神河町川上字砥峰（とのみね）地内のスギ壮齢林である（図-1）。林齢は2001年当時で43年生である。土壌はBld型、標高は約900m、北東向きの平衡斜面で傾斜は約20度である。

### (2) ポリエチレンテープ、防風ネットによる被害防除試験

筆者が2001年に被害調査（尾崎 2004）を行った同一林分のスギ樹幹にテープ、ネットを巻き付けて被害回避効果を検証した。すなわち、等高線沿いに幅45m、斜面方向に長さ50mのプロットを設定して、それを幅で3等分し、15×50mのサブプロットを東

から順に無処理区、防風ネット区、テープ区とした。防風ネット区は、4mm目のポリエチレン製青色防風ネット（商品名：スカイラッセル）を高さ1m×長さ2mにカットし、樹幹の地際から約1mの高さまで巻き付けて、上端と下端を付属ヒモで結んで止めた。テープ区は、青色で幅5cmのポリエチレン製の荷造り用テープ（商品名：スズランテープ）を樹幹に巻き付けた。巻き付け方法については、山中ら（1993）がクマハギ防除で行っている方法に準じて、地上高約130cmの位置でくくりつけ、下に向かってらせん状に5周程度回し、根張りの上から逆に巻き上げて、元の結び目にテープの末端を結びつけた。試験区の設定は2002年4月30日に行った。2002年、2003年の5月から9月にかけて、毎月中旬から下旬に新たな樹皮摂食害の有無を記録した。

### (3) 生分解性ネット、枝条集積による被害防除試験

シカによる樹皮摂食害は地際部分から発生する

(尾崎 2004)。また、樹幹への資材の巻き付けは時間が経過すると肥大成長により結束部分が材に食い込むことも懸念される。そこで、地際の根張り部分の保護と資材を樹幹に食い込ませないことに着目して試験を行った。石川県などが開発した生分解性ネット（商品名：アミティー剥皮防止ネット）は伸縮性があり、使用後の撤去がいらぬ利点がある（八神ら 2006）。そこで、これを選び巻き付けて生分解性ネット区とした。生分解性ネットは1枚160×150 cmの大きさで、根張り部分を覆うように約1 mの高さまで巻き付けて、針金でネットの両端を5カ所結束した。根張りが大きくネットの幅が不足する場合は2枚使用して巻き付けた。また、資材を使わない方法として、林床のスギ枝条を約50 cmの高さまで全周をドーナツ状に積み上げた。これを枝条集積区とした。試験区は、前述したポリエチレンテープや防風ネットによる被害防除試験を実施したプロットでそれらを取り外して設定した。試験区の配置は、無処理木、生分解ネット巻き付け木、枝条集積木が隣り合わないよう設置し、各試験区とも60本ずつとした。

試験区の設定は2005年5月30日に行い、2005年8月9日と2007年8月10日および2011年9月24日にそれぞれ当年度に発生した新たな樹皮摂食害の有無を記録した。あわせて、生分解性ネットのずり落ちと枝条集積の崩れを観察した。

#### (4) 被害の年次変化調査および被害木の経過観察

2014年7月に、当調査林分（林齢56年生時）の斜面中腹から下部にかけて搬出間伐が行われた。そこで、伐根の剥皮痕の観察から、樹皮摂食害の年次変化を調査した。斜面下部の等高線沿いに幅4 m、長さ100 mのプロットを設定し、プロット内に出現した伐根26株について伐根の最短部と最長部の直径を計測し、平均して伐根径とした。また、伐根に残っている剥皮痕を観察し、巻き込んだ年輪を計測して剥皮発生年を算出した。調査は、間伐直後の2014年7月20日に行った。さらに、林分内を踏査し、被害木の経過観察を行った。

### 3. 結果と考察

#### (1) ポリエチレンテープ、防風ネットによる被害防除試験

テープ、ネットによる被害防除試験区の設定状況を表-1に、被害発生状況を図-2に示した。設定本数は80～92本、平均胸高直径は約28 cmであった。無処理区での被害発生は、2002年、2003年ともに6～8月に認め、被害発生ピーク時の7月で2002年は5.9%、2003年は10.7%であった。テープ区は2002年の7月に10.0%の被害率を認め、防風ネット区も2002年の7月に1.2%の被害率を認めたが、2003年はテープ区、防風ネット区ともに被害発生は認めなかった。2002年にテープ区で発生した被害は、写真-3にみられるように地際の露出した根張り部分で発生していた。テープ巻きの場合、佐野・金田(2009)も指摘しているように露出した根張り部分の被害回避には効果が不十分であることがわかった。2002年に防風ネット区で発生した被害本は1本(1.2%)のみであったが、被害部位を観察すると根張り部分がわずかに露出した部分で発生していた。シカは根張り部分を起点にして樹皮摂食剥皮を行うと推察されることから、根張り部分を保護すれば被害防除が可能と考えられる。

#### (2) 生分解性ネット、枝条集積による被害防除試験

生分解性ネット、枝条集積による被害防除試験結果を表-2に示した。無処理区において2005年は2本(1.2%)、2007年は12本(20.0%)の被害が発生した。生分解性ネット区では、2007年に1本(1.7%)根張り部分で被害が発生した。枝条集積区では全く被害の発生がなかった。枝条集積区は、写真-4に

表-1 テープ、ネットによる被害防除試験区の設定状況(2002年設定、林齢44年生)

試験区	本数	胸高直径 (cm)
	(本)	平均値 (範囲)
無処理区	84	28.7 (16.8～44.8)
テープ区	80	28.3 (17.3～43.3)
防風ネット区	92	28.0 (16.2～41.3)

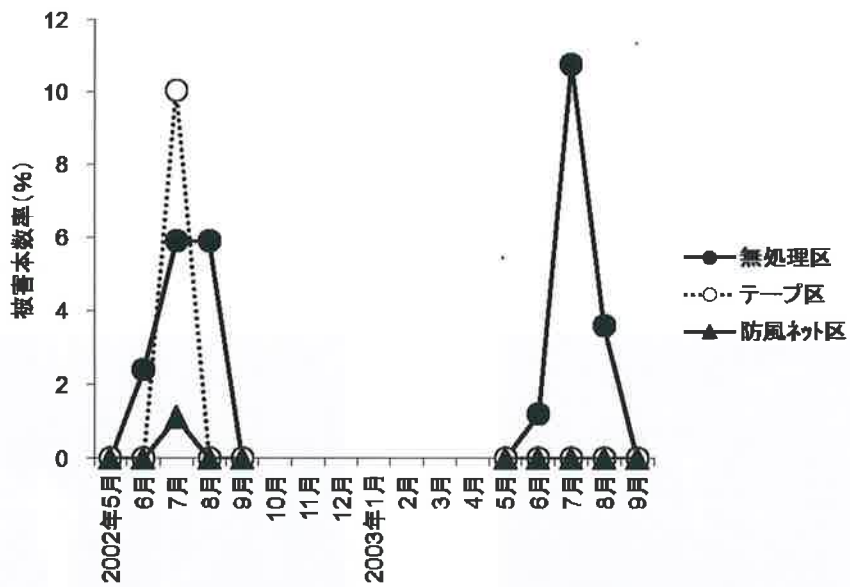


図-2 テープ, ネット区における被害発生状況



写真-3 テープ, 防風ネット設置状況とテープ区の被害状況  
地際の露出した部分から食害している。

みられるようにドーナツ状に根張り部分が隙間なく覆われているが、生分解性ネット区は、傾斜が急になると谷側の根張り部分の支持根が発達して少し隙間ができる(写真-5)ため、シカに剥皮されたと推察する。

2011年は、いずれの試験区でも被害の発生がなく、

効果の判定ができなかった。このことから、シカの樹皮摂食害は、年次変化があることがわかった。

八神(2007)は、クマハギ防除資材として樹幹へのネット巻き付けが有効であることを報告している。そのなかで、ネット処理をしたにもかかわらず被害が発生するケースとして根張りや根曲がり

表-2 生分解性ネット、枝条集積による被害防除試験区の状況 (2005年設定, 林齢47年生)

試験区	本数 (本)	胸高直径 (cm) 平均値 (範囲)	2005年 8月	2007年 8月	2011年 9月
			被害本数 (%)	被害本数 (%)	被害本数 (%)
無処理区	60	29.5 (14.7 ~ 44.8)	2 (1.2%)	12 (20.0%)	0 (0.0%)
生分解性ネット区	60	28.1 (18.3 ~ 40.0)	0 (0.0%)	1 (1.7%)	0 (0.0%)
枝条集積区	60	27.7 (16.2 ~ 41.5)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)



写真-4 生分解性ネット区, 枝条集積区の状況

大きい立木のネット下方の開いた部分が剥皮され、ネット下高が30cm以上開いていると剥皮されやすいと述べている。シカの樹皮摂食害防除においても、地際部分の隙間をなくすることが重要である。ネット資材を樹幹へ巻き付ける際には、八神 (2007) も指摘しているように開いているネット下部と樹幹の地際部分を傘釘などで固定する方法も今後検討していく必要がある。

生分解性ネットのずり落ちは、設置2年目で21本が半分程度のずり落ちを認め、設置6年目には34本が根元までずり落ち、6本のネットが外れていた(表-3)。八神ら (2006) は、生分解性クマハギ防護ネットのずり落ちについて、経時変化によってネットの収縮性が低下して2年目からずり下がってくるネットが見られるようになり、3年目にはほとんどのネットがずり落ちたことを報告している。その対策として、ネットの最上部をロープ等で樹幹に固定



写真-5 生分解性ネットの設置状況

傾斜が急になると斜面下側の根張り部分に隙間ができる。

する必要があるとした。シカの樹皮摂食害は根張り部分から始まる (尾崎 2004)。前述したように、シカは根張り部分を起点にして樹皮摂食剥皮を行うと推察されることから、ネットの巻き付けは樹幹の高い部分までは必要がなく、根張り部分だけの保護でも被害防除が可能と考えられる。根張り部分だけのネット巻き付けを行う場合、根張り部分は形状がいびつである。このため、ネット最上部を根張り部分に固定する方法としてはネット下部ともにロープより傘釘などでネットを直接、根張り部分に固定する方法が効果的であると考え (写真-6)。



表-3 生分解性ネットのずり落ちと枝条集積の崩れの状況

区分	2007年 8月	2011年 9月
	設置 2年目	設置 6年目
生分解性ネットのずり落ち		
ずり落ちがない	7	0
一部がずり落ちている	32	5
半分程度ずり落ちている	21	15
根元までずり落ちている	0	34
ネットが外れている	0	6
枝条集積の崩れ		
崩れない	1	0
一部が崩れている	14	0
根張り部分まで崩れている	45	14
根張り部分がむき出しになっている	0	46



写真-6 生分解性ネット設置木と被害木  
ネットはずり落ちているが根張り部分を保護している。

枝条集積による防除は、根張り部分が保護されるためシカ被害防除に有効な方法である。しかし、傾斜が急な場所では、時間経過とともに枝条が崩れて

根張り部分がむき出しとなることが考えられる。クマハギ防除法として、根元への枝条の集積が効果的であるが、枝条堆積物が時間経過とともに減少していくので、有効期間は5年程度といわれている(齊藤 2000)。

今回、枝条集積を行った林分は2005年5月に設定したが、前年の2004年8～10月にかけて台風16, 18, 21, 23号と台風が連続4回上陸し、強風により樹幹から大量の枝条が林床へ落とされていたため、容易に枝条を根元にかき集めることができた。しかし、通常は壮齡林で林床の枝条をかき集めるのは容易ではない。壮齡林では、間伐作業が行われる際に伐倒木の枝払い作業で林床に大量の枝条が発生する。枝条集積による防除作業は、間伐施業の伐倒木枝払いとあわせて残存木の根元に集積すれば効果的と考えられる。被害調査の結果、シカは林分内でも成長のよい優勢木を剥皮していた(尾崎 2004)。そこで、間伐時に将来に収穫する個体を決めておき、収穫予定の個体のうち、林分内でも根張りの発達した太い個体の根元に優先的に枝条集積することがより効果的であると考えられる。

(3) 被害の年次変化調査および被害木の経過観察  
伐根調査の結果を表-4に示した。プロット内で

表-4 伐根調査の結果 (2014年調査, 林齢56年生)

区分	個体数 (本)	伐根径 (cm)
	(剥皮カ所)	平均値 (範囲)
剥皮株	18 (32カ所)	33.8 (23.5 ~ 48.0)
無被害株	8	27.8 (19.5 ~ 39.0)
全体	26	31.9 (19.5 ~ 48.0)



写真-7 剥皮部分が大きい個体の伐根の状況  
巻き込みができず, 露出した剥皮部分から内部に腐朽が進行している。

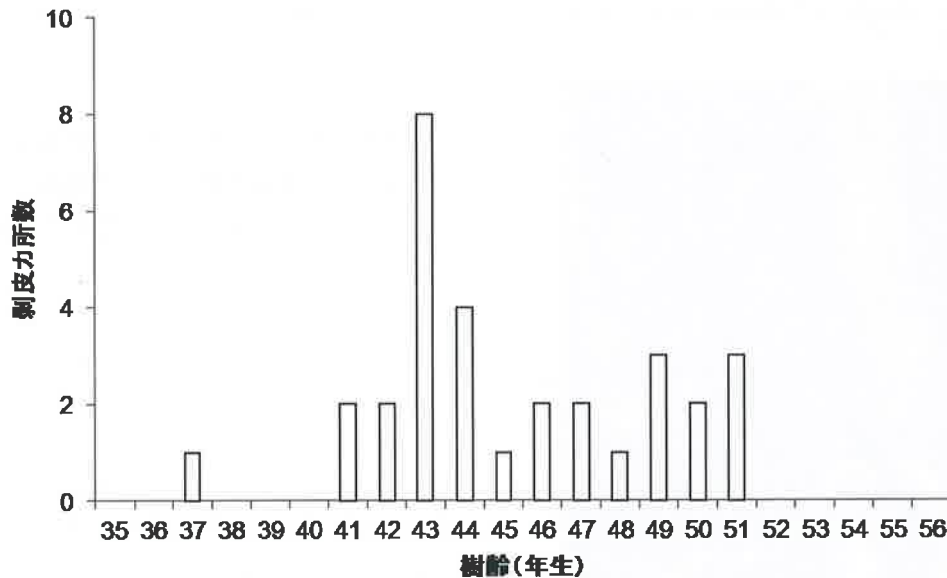


図-3 樹齢別剥皮カ所数の分布

伐採された本数は26本, 残された本数は36本と計62本で, 間伐率は約40%であった。調査した26株のうち, 剥皮を認めた株は18株と約70%もあった。伐根を観察すると, 剥皮部分から内部に腐朽が進行していることが確認された (写真-7)。平均伐根径をみると, 剥皮株は, 無被害株に比べ6cmも大きかった。剥皮株と無被害株の伐根径平均値の差を  $t$  検定したところ, 5%水準で有意差が認められた。2001年に行った外観での被害林分調査 (尾崎 2004) と

同様に, 大きな個体が剥皮されやすい傾向を示した。

剥皮株18株に認めた剥皮痕は全体で32カ所であった。この剥皮痕から樹齢別剥皮カ所数の分布を表したのが図-3である。撤出間伐が行われ, 伐根調査を行ったのは2014年の樹齢56年生時である。剥皮は樹齢37年に始まって6年後の樹齢43年に集中して発生し, 樹齢51年生まで8年間剥皮は継続して発生した。シカの樹皮摂食剥皮は, 樹齢37年生から51年生まで15年間の被害期間のなかで年次変化が認めら



写真-8 地際の剥皮部分から幹折れしたスギ

れ、特に被害林分調査を行った2001年の樹齢43年生時に剥皮が急激に多くなってピークに達していることが特徴的である。今回の調査で剥皮の被害期間はかなり長期間にわたることが明らかになった。樹齢52年生から56年生までは剥皮は発生していない。筆者が砥峰試験地に隣接するコナラ林でシカの樹皮摂食害の調査を行ったところ、シカは7月にリョウブの樹皮を激しく摂食していた（尾崎 2006）。リョウブは広葉樹のなかでも樹皮がうすく物理的に剥ぎやすいと考えられる。スギの40～50年生は、根張りが発達してきて肥大成長も旺盛な年代である。スギ壮齢林においてもコナラ林のリョウブと同様に物理的な剥ぎやすさから剥皮を行った可能性があるかと推察する。スギの樹齢が50年生以上となって剥皮が発現しなくなった理由としては、林齢が大きくなるにつれて外樹皮がだんだんと厚く、堅くなって剥皮がしにくくなった可能性があると考えられる。今後、被害が終息に至ったかについて注視していく必要がある。

調査林分の踏査で、剥皮部分から腐朽が進行し、根元近くで幹折れしている個体を確認した（写真-8）。剥皮部分の巻き込み状況から、約10年以上前に激しい剥皮を受けた個体と推察された。剥皮に伴う腐朽部分が樹幹根元部分の広い範囲にわたっていた。シカによる樹皮摂食害を受けた個体は、10年以上の長い年月をかけて腐朽部分が拡大していき幹折

れして倒壊に至る可能性が示唆された。剥皮部分が大きい被害木は、腐朽部分が拡大して、いつ幹折れが起こるかわからない可能性がある。車や人が通行する付近の剥皮部分が大きい被害木は、危険回避の観点からも早めに伐採、収穫することが望ましいと考える。

#### 4. おわりに

シカの樹皮摂食害は根張り部分から発生するため、防除方法として根張り部分を地際から保護するネット巻きと枝条集積は効果があることがわかった。枝条集積を行う場合、急傾斜地では谷側部分の枝条は集積しにくく、すぐに崩れて谷側に隙間ができてしまう。シカは谷側から剥皮する（尾崎 2004）ので、急傾斜地ではネット巻きを行うなど現場によって防除法を使い分けるなど配慮が必要である。今回行った伐根の剥皮痕調査では、シカの樹皮摂食害は15年間と長期間にわたって発現したことから、どちらの防除方法も設置してからの維持管理が必要となる。防除資材の維持管理を効果的に行うには、従来の間伐施業と併せて防除資材の点検や補修を行うなど、育林施業体系のなかで防除作業を位置づけていくことが重要である。

筆者が2001年に兵庫県内の森林組合にシカによるスギ、ヒノキ壮齢林樹皮摂食害のアンケート調査を行った結果、被害は播磨地域北部から但馬地域南部にかけての県中南部の限られた地域で発生していた（尾崎 2004）。しかし、現在ではシカの生息分布の拡大に伴い（尾崎ら 2013b）、兵庫県北部地域でもシカによる樹皮摂食害の発生を確認している（尾崎ら 2013a）。今回行った伐根の剥皮痕調査の結果では、樹齢37年生時に初めて剥皮されてから6年後の樹齢43年生時に集中して剥皮され、被害が激化している。このことから、シカ道沿いで剥皮が目立ち出すなどの前兆が現れたら収穫予定の立木の根張り部分にネット巻き、枝条集積などで防除していくことが有効であると考えられる。

シカにより地際の根張り部分を剥皮されたスギは、元玉部分の材に変色や腐朽が広がって経済的な

損失が大きい。また、腐朽が進行すると根元で幹折れすることもある。今後、根張り部分を保護することにより適した防除資材の開発や効果的な設置方法について検討していく必要がある。

## 引用文献

- 池田浩一・小泉 透・矢部恒晶・宮島淳二・讚井孝義・吉岡信一・吉本喜久雄・住吉博和・田實秀信 (2001) 九州におけるニホンジカの生態と被害防除. 森林防疫 50:167~184
- 金森弘樹・井ノ上二郎・周藤靖雄 (1998) 樹幹への障害物巻きつけによるニホンジカ角こすり剥皮害の回避試験. 島根林技研報 49:23~32
- 尾崎真也 (2004) 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齢林の樹皮摂食害の実態. 森林応用研究 13:69~73
- 尾崎真也 (2006) 兵庫県大河内町砥峰の天然林におけるニホンジカが及ぼす植生被害の実態. 森林応用研究 15:41~46
- 尾崎真也・稲葉一明・森下克好 (2013a) 兵庫県東中国山地において初確認したスギのクマハギ被害. 森林防疫 62:192~197
- 尾崎真也・永井英司・宮田和男 (2013b) 兵庫県豊岡市絹巻神社スタジイ林で発生したニホンジカによる植生被害. 森林防疫 62:25~35
- 齊藤正一 (2000) ツキノワグマによるスギ剥皮害の防除技術. 山形県森林研究研修センター研究報告 28:11~21
- 佐野 明・金田英明 (2009) ニホンジカによるスギ剥皮害に対するテープ巻きの防除効果. 森林防疫 58:11~13
- 八神徳彦・山本 孝・奥村 航 (2006) 生分解性クマ剥ぎ防護ネットの分解特性. 石川県林試研報 38:1~4
- 八神徳彦 (2007) クマ剥ぎ防護ネットの効果と特性. 森林防疫 56:85~89
- 山中典一・高柳 敦・川那辺三郎 (1993) クマハギ被害とその防除の試み—京都大学芦生演習林での取り組み—. 森林防疫 42:125~129  
(2015.3.2受付, 2015.4.27掲載決定)

## 論文

## 樹木病害観察ノート(11)\*

周藤靖雄<sup>1</sup>

## 31. クロキ葉上にいぼ状黒色子座を生じる病害の観察

島根県松江市の自然公園において、クロキ (*Symplocos lucida* Sieb. et Zucc.) の葉にいぼ状の黒色子座が生じる病害が発生した。発病葉は病斑が生じたり枯死したりはしないが、子座が長く葉に付着するために美観を損じた(写真-1, 2)。標本を採集して病原菌を調査した結果、多くの標本は *Dermatodothis japonica* Katumoto による「クロキいぼ黒点病」(Katumoto 1983) であった。また、一部の標本はクロキと同じハイノキ属 (*Symplocos*) に所属するミミズバイ (*S. glauca* (Thunb.) Koidz.) とカンザブロウノキ (*S. theophrastaefolia* Sieb. et Zucc.) を宿主とする *D. zeylanica* Syd. による「黒点病」(Katumoto 1983) であった。*Dermatodothis* は子のう菌門、小房子のう菌綱、クロイボタケ目、プレオスポラ科 (Pleosporaceae) に属する糸状菌である。また、*Dermatodothis* の重複寄生菌として知られている *Hendersonula symploci* (Berk. & Broome) Sutton & Dyko (Sutton and Dyko 1989) が生じた標本もあった。これら3種の菌の発生状態について

調査し、その形態や生態を観察した。

本研究を進めるに当たっては、山口大学農学部植物病理学研究室保管の *D. japonica* と *D. zeylanica* の標本、また森林総合研究所保管の *Trematosphaeria yakushimensis* Kobayashi (= *D. zeylanica*) の標本を借入して調査した。標本を貸与いただいた山口大学農学部田中秀平博士と森林総合研究所河辺祐嗣氏に厚くお礼申し上げます。

## 1) 発生状態

2001～2013年、つぎの2調査地において本病害の標本を採集した。菌体に繁殖器官が観察される時期を予測して、採集はおもに温暖な4～9月に行った。

調査林A：松江市西川津町，楽山公園，標高20～40m。

調査林B：松江市大庭町，いずもかんべの里，標高30～50m。

両調査林はほぼ南北方向に約6km離れている。採集場所はいずれもツバキ、クロキ、スダジイ、タブノキなどの常緑広葉樹を主とする林である。

調査林Aでは22標本、調査林Bでは60標本、計82

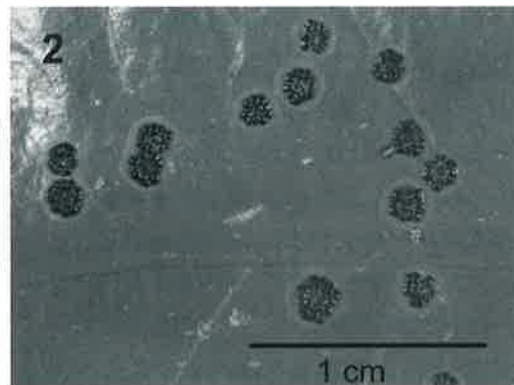
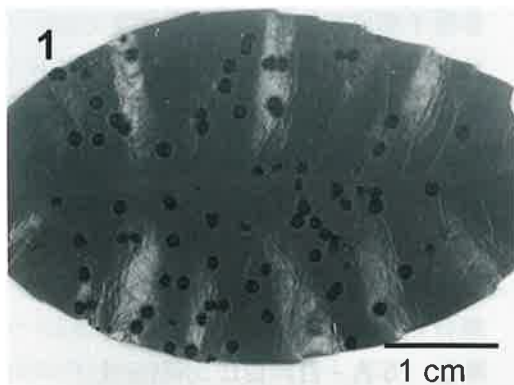


写真-1～2 クロキの葉に生じるいぼ状黒点

1. 激発葉, 2. いぼ状黒点子座.

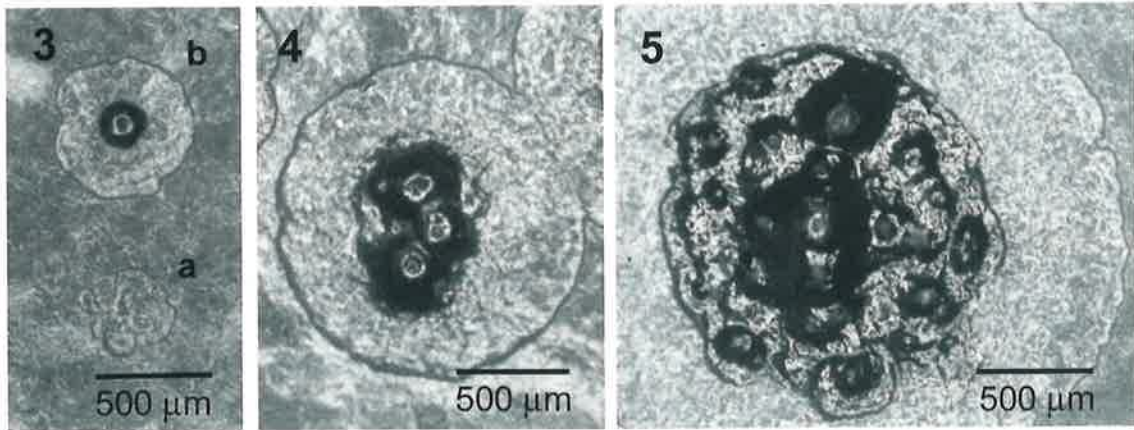


写真-3~5 いぼ黒点病菌子座の発達

3. 当年生葉上の子座 (a 淡緑色, 盤状の隆起のみ, b 黒色子座の形成), 4. 2年生葉上の子座, 5. 3年生葉上の子座.

標本を採集した。各標本について5葉以上で菌体形成部の横断切片を作ってスライドガラス上に置き、Shear液でマウントして病原菌の形態を明視野顕微鏡で観察して同定した。

調査林Aではすべての標本がいぼ黒点病菌であった。一方、調査林Bでは35標本にはいぼ黒点病菌のみを、4標本には同一標本にいぼ黒点病菌と*H. symploci*を認めた。また、6標本には黒点病菌と*H. symploci*を、15標本には*H. symploci*のみを認めた。黒色子座の形態はいずれの菌を認めた場合とも外観しただけでは区別できなかった。

## 2) いぼ黒点病菌 (*Dermatothothis japonica*) の観察

子座の発達状態を11月に葉齢別に観察すると、当年生葉では葉表に円形、径1~5mm、薄い盤状で淡緑色の隆起が生じて、まれにその中央部に径0.2mm、黒色の子座が1個形成された。2年生葉(前年生葉)では子座は径0.3~0.8mmになり、表面に5~10個のいぼが生じた。3年生葉では子座は径0.8~1.5mmになり、20~30個のいぼが生じた。子座の断面を作成して観察すると、これらのいぼは本菌の子のう室(偽子のう殻)または分生子殻の所在を示すことが分かった。2・3年生葉に生じた子座の周囲には薄い盤状で淡緑色の隆起が幅0.5~1mmの帯状に伴った(写真-3~5)。子座は2~3個が癒合して大形になることがあった。葉上に生じる盤状、淡緑色の隆起は厚さ10~15μm、角皮下に幅2.5~5μmの

無色の菌糸が互いに密着して伸長した。子座の表面は平滑で艶があり、断面をみると偽柔組織構造、黒褐色、厚さは上部20~50μm、底部5~10μm、頂部に円形、径20~30μmの孔口を開く。

子座に埋まって生じる子のう室は半球形~円錐形、幅230~370μm、高さ150~200μm。子のうは二重壁、円筒形、先端は円頭、大きき120~150×9~12μm、子のう胞子はほぼ一列に並ぶ。子のう胞子は楕円~長楕円形、両端円頭、無色、無隔膜、大きき14.5~20.5×5.5~6.5μm(写真-6~8)。子のう胞子は子のうから離脱して発芽する前に、淡褐色化して中央に1隔壁が生じる場合があった。子座内にはしばしば大・小2型の分生子の形成を認めたが、小型のものは「小型分生子」と呼ぶことにする。分生子を形成する分生子殻は幅100~150μm、高さ60~90μm。分生子形成細胞は円筒形、大きき10~13×2~3μm、無色。分生子は楕円形、大きき8~16×5.5~8μm、無色、単胞(写真-9, 10)。この分生子世代は子のう室が生じた子座中に生じることから、本菌のアナモルフと推定する。小型分生子を形成する分生子殻は幅80~140μm、高さ40~90μm。分生子形成細胞は糸状、大きき10~16×1μm、無色。小型分生子は桿(かん)状、大きき5.5~7×1.3μm、無色(写真-11, 12)。小型分生子は単細胞できわめて小形であること、また発芽を認めないことから本菌の精子と推定する。

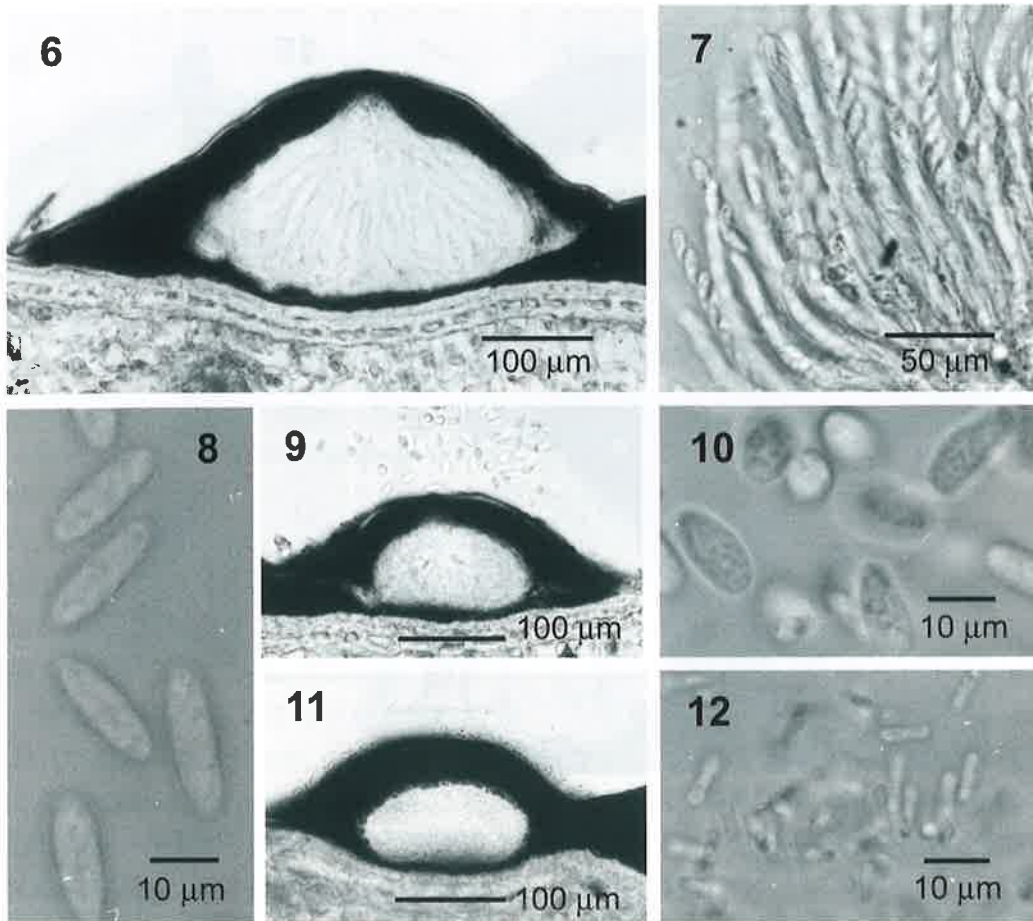


写真-6~12 いぼ黒点病菌

6. 子のう室, 7. 子のうと子のうの胞子, 8. 子のう胞子, 9. 分生子殻, 10. 分生子, 11. 小型分生子を形成する分生子殻, 12. 小型分生子.

子のう室内には3月から子のうの形成を始めて、子のう胞子の形成を認めたのは5月上旬、多数の子のう胞子は5月下旬~6月下旬に形成された。7月以降、子のう胞子を放出した後の室内は褐色~黒色化した。Katamoto (1983) は本菌の子のう胞子は越冬後子のう内に単細胞、半透明の状態でも長期間経過して、6~7月に緑褐色化、1隔壁が生じて分散すると報告している。分生子は3~9月に形成され、5~6月に形成量が多かった。一方、小型分生子は2~9月に形成され、5~9月に形成量が多かった。

本菌はKatamoto (1983) が山口県において採集して *Dermatoothia* の新種として報告したが、本調査で島根県でもその分布を確認した。山口大学から本菌の5標本を借用したが、2標本-YAM23570

(正基準標本) とYAM23577で菌体が良好に保存されていて、それらの観察からつぎの点に注目した。(1)Katamoto (1983) は本菌の子のう室の大きさを「直径100~120 $\mu\text{m}$ 」と記していて、筆者の計測値に比べてきわめて小さく疑問であった。しかし、借用標本の菌について筆者が計測したところ、子のう室の大きさは幅200~350 $\mu\text{m}$ 、高さ130~220 $\mu\text{m}$ であり、島根県産の菌の子のう室の大きさとほぼ一致した。(2)前述したように、Katamoto (1983) は成熟した「子のう胞子は緑褐色化、1隔壁を生じる」としているが、今回観察した子のう胞子はすべて無色、単胞であった。(3)Katamoto (1983) は「少数の分生子殻が形成され、楕円形、6~7.5 $\times$ 2.5~3 $\mu\text{m}$ 、無色、単胞の分生子が生じるが、これが本菌のアナモルフ

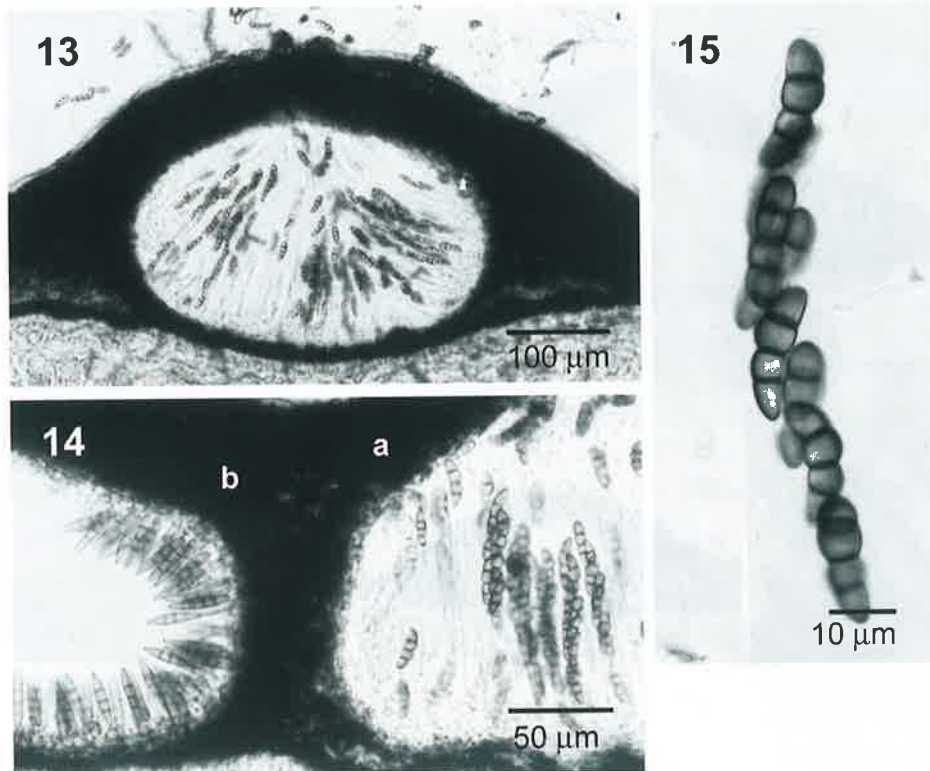


写真-13～15 黒点病菌

13. 子のう室, 14. 子のう室 (a)に*Hendersonula symploci*の分生子室 (b)が隣接,  
15. 子のうと子のう胞子.

か重複寄生菌かは不明」としている。この分生子は筆者が観察したものとは形態が異なる。借用標本ではこのような分生子を観察することはできなかった。しかし、1標本 (YAM23577) では、島根県産菌で生じたと同様な分生子が少数認められ、その分生子殻は幅 $130\mu\text{m}$ 、高さ $80\mu\text{m}$ 、分生子は大きさ $9\sim 9.5\times 2.5\sim 3\mu\text{m}$ であった。

### 3) 黒点病菌 (*Dermatosphaeria zeylanica*) の観察

子座は葉表の角皮下に生じ隆起し、扁平な半球形～円錐形、上面にはいぼがあり、径 $0.5\sim 2\text{mm}$ 、艶のある黒色。子座の組織形態は*D. japonica*と同様であった。子座の断面を作成して観察すると、これらのいぼは本菌の子のう室の所在を示すことが分かった。子座に埋まって生じる子のう室は半球形、幅 $200\sim 300\mu\text{m}$ 、高さ $130\sim 200\mu\text{m}$ 。子のうは二重壁、円筒形、先端は円頭、 $65\sim 105\times 9.5\sim 11\mu\text{m}$ 、8個の子のう胞子を2列に含む。子のう胞子は紡錘形、 $14.5\sim 20\times 4\sim 5.5\mu\text{m}$ 、両端円頭、褐色、4細胞、

隔膜部でくびれる (写真-13～15)。子のう胞子は4～6月に採集した標本で観察された。*D. zeylanica*の子のう室には後述する重複寄生菌*Hendersonula symploci*の分生子殻がしばしば隣接して生じた (写真-14)。

本菌はSydow (1923) がスリランカでハイノキ属樹木の葉上で発見して新種として記載したものである。わが国では、Katamoto (1983) が本菌を山口県、鹿児島県、宮崎県、高知県および広島県においてミミズバイとカンザブrouノキの葉上で採集しているが、本調査で島根県でもクロキ葉上で採集された。なお、Kobayashi (1976) が鹿児島県の屋久島においてカンザブrouノキの葉上に寄生している菌を*Trematosphaeria*の新種、*T. yakushimensis* Kobayashiとして報告したが、Katamoto (1983) はこれを*D. zeylanica*と同一菌として、そのシノニムとした。

山口大学から借用した*D. zeylanica*の4標本では子のう室の組織が破壊していた。しかし、ミミズバ



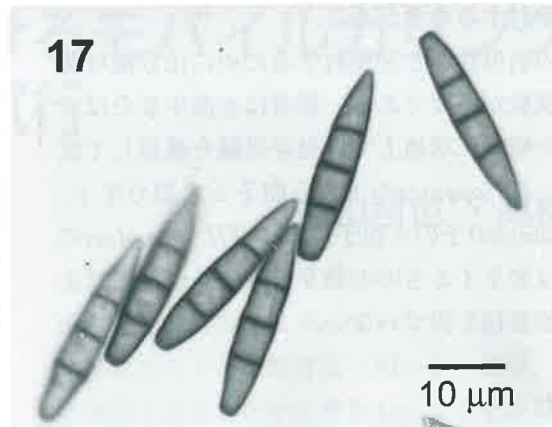
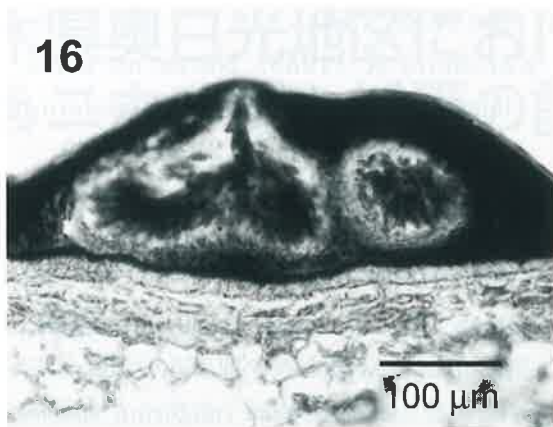


写真-16～17 重複寄生菌*Hendersonula symploci*  
16. 分生子殻, 17. 分生子.

イ上で採集された1標本(YAM23581)では,*D. japonica*が形成する子座が観察されて注目した。森林総合研究所から借用した*T. yakushimensis*(=*D. zeylanica*)の標本(TM4450)でも子のう室の組織が破壊していて観察できなかった。

#### 4) 重複寄生菌*Hendersonula symploci*の観察

分生子室は半球形～円錐形, 黒色の子座に埋まって生じ, 幅130～300 $\mu$ m, 高さ70～170 $\mu$ m。分生子形成細胞はびん形, 無色, 大きさ6～11 $\times$ 1.5～3 $\mu$ m。分生子は紡錘形, 褐色, 4細胞, 先端は鈍頭形または円錐形, 基端は切断形, 大きさ14.5～25.5 $\times$ 4～5 $\mu$ m(写真-16, 17)。

Kobayashi(1976)はカンザブロウノキに生じた*T. yakushimensis*(=*D. zeylanica*)のアナモルフを*Hendersonula yakushimensis* Kobayashiとして記載した。Katamoto(1983)は*D. zeylanica*を採集した標本中に*Hendersonula* sp.をしばしば観察したが, その分生子殻は*D. zeylanica*の子のう室に生じたので, アナモルフではなく重複寄生菌であるとしている。Sutton and Dyko(1989)は*Hendersonula*の分類学的再検討を行い, Berkeley and Broome(1873)が報告したスリランカでハイノキ属樹木の葉上に生じた菌である*Hendersonia symploci* Berk. & Broomeを*Hendersonula*に転属させて*H. symploci*(Berk. & Broome) Sutton & Dykoとした。また, Kobayashi(1976)が*H. yakushimensis*とした菌もその標本を

観察した結果, 本菌のシノニムとした。彼らは本菌を*Dermatodothis*の重複寄生菌としている。

山口大学から借用した*D. zeylanica*の4標本のうち2標本ではこの菌に重複寄生したと思われる*Hendersonula*菌を認めた。また, 森林総合研究所から借用した*T. yakushimensis*の標本ではそのアナモルフとされた*Hendersonula*菌を認めた。これらの菌を調査した結果, 筆者が島根県で採集した菌と同一の形態であり, *H. symploci*であった。

#### 5) 今後の研究課題など

- (1) クロキ葉上にいぼ状黒色の子座が生じた場合, いぼ黒点病または黒点病のいずれか, また重複寄生菌*H. symploci*が寄生している場合があった。診断の際には, 子座内部を検鏡して病原菌または重複寄生菌を調査すべきである。
- (2) いぼ黒点病菌はミミズバイにも, また黒点病菌はクロキにも寄生することが分かった。各病害はハイノキ属の他の樹木も侵す可能性があり, 各菌の宿主範囲の調査が必要である。
- (3) 子座にはアナモルフと推定される分生子も形成されることが分かった。したがって, 本病は子のう胞子ばかりでなく分生子によって感染すると考えられるので, 伝染環を再検討する必要がある。
- (4) いぼ黒点病菌と*H. symploci*が同一標本で認められる場合があった。*H. symploci*が黒点病菌ばかりでなくいぼ黒点病菌の重複寄生菌にもなり得

るかを検討する必要がある。

- (5) 各菌の病原性などを検討するためには分離培養と接種試験が必要である。筆者は水滴中または2%ブドウ糖寒天培地上での発芽実験を繰り返して試みたが、*D. japonica*の子のう胞子と大型分生子、*D. zeylanica*の子のう胞子、および*H. symploci*の分生子は発芽するものの発芽管の伸長が途中で止まり、培養株を得ていない。

## 引用文献

- Berkeley MJ, Broome CE (1873) Enumeration of the fungi of Ceylon. Part II. Containing the remainder of the Hymenomycetes, with the remaining established tribes of Fungi. J Linn Soc 14: 29 ~ 140
- Katumoto K (1983) Notes on some plant-inhabiting Ascomycotina from western Japan (3). Trans mycol Soc Japan 24: 259 ~ 269
- Kobayashi T (1976) New fungi parasitic to woody plants in Yaku Island. Mem Natn Sci Mus, Tokyo 9: 85 ~ 94
- Sutton BC, Dyko, BJ (1989) Revision of *Hendersonula*. Mycol Res 93: 466 ~ 488
- Sydow H (1923) Novae fungorum species XVIII. Annal Mycol 21: 342 ~ 344
- (2015.3.23受付, 2015.5.8掲載決定)

解説

# 栃木県奥日光地区におけるモバイルカリングによるニホンジカ捕獲の試行

丸山哲也<sup>1</sup>・高橋安則<sup>2</sup>

## 1. はじめに

日光国立公園の中心地域である栃木県日光市の奥日光地区(図-1)では、1980年代後半からニホンジカ(以下シカ)の個体数増加と分布拡大による自然植生の衰退が確認されている(長谷川 1994; 小金澤・佐竹 1996)。栃木県では、1994年より任意計画としての栃木県シカ保護管理計画を開始し、奥日光地区でのシカの管理捕獲に着手しており、現在に至るまで主に巻き狩りによる捕獲を行ってきた。捕獲数は、計画当初の1997年、98年には200頭程度かそれ以上のこともあったが、2001年以降は100頭程度かそれ未満で推移している(図-2)。その結果、計画当初の1996~1998年に13頭/km<sup>2</sup>程度であった生息密度が2006年前後にはいったん5頭/km<sup>2</sup>前後まで低下したものの、近年は微増傾向が続き、10頭/km<sup>2</sup>程度まで増加している(栃木県 2015)。このため、林内にはシカの不嗜好性植物が優占し、依然として

自然植生の回復には至っていない(栃木県 2015)。

同地区の千手ヶ原付近(図-1)には、融雪に伴い南部の足尾地区から移動してくる季節移動個体が存在していることが知られていたが、近年の調査に



図-1 位置図

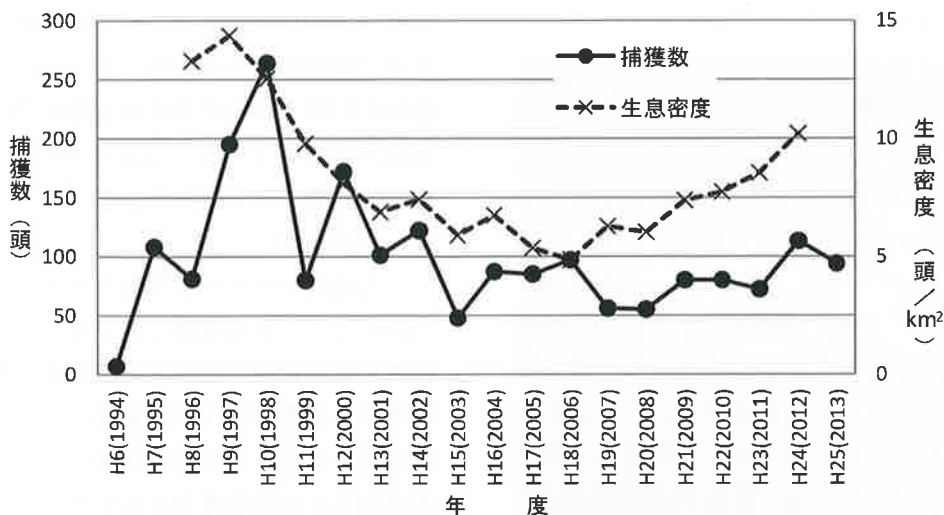


図-2 奥日光地区における個体数調整によるシカ捕獲数と生息密度の推移  
捕獲手法は主に巻き狩りによる。生息密度は区画法によるもので(栃木県2015)、3年間の移動平均。

A deer capture experiment of mobile culling in Oku-Nikko, Tochigi Prefecture.

<sup>1</sup>MARUYAMA, Tetsuya, 栃木県林業センター; <sup>2</sup>TAKAHASHI, Yasunori, 栃木県林業センター

より、非積雪期に千手ヶ原付近に定住する個体と、さらに遠方へ移動する個体の2種類が存在していることが判明している（環境省関東地方環境事務所 2014）。移動個体の多くは、北西約30kmに位置する尾瀬国立公園内を非積雪期の生息地としており（環境省関東地方環境事務所 2014）、湿原植生に与える影響が顕著となっている（尾瀬国立公園シカ対策協議会 2009）。そのため、移動個体の通過地点であるとともに定住する個体もいる千手ヶ原で捕獲することで、シカの個体数調整を効率的に行う必要があると考えられた。しかし、千手ヶ原付近は歩道が多く、かつ比較的平坦な地形であることから流れ弾での人身事故発生の危険があり、入山者への安全性を考慮して巻き狩りでの捕獲が実施されていなかった。

近年、車両を用いた流し猟であるモバイルカリングが北海道や静岡県で実施されている（山中ら 2013；大橋 2013；鈴木・角田 2014）。モバイルカリングは、道路沿いでシカの出没が多い地域において、車両を用いてシカを探索しながら順次射撃していくものであり、高い捕獲効率が期待される手法であるが、実施条件や捕獲効率は現場により異なると予想される。千手ヶ原を通行する日光市道1002号線沿線ではシカが度々目撃されていることから、今回は新たな試みとしてモバイルカリングを実施したので、実施体制、捕獲効率や事業としての実施の可能性について記載する。

## 2. 実施箇所と方法

### (1) 実施箇所

日光市道1002号線は国道120号線を起点とし、小田代原、弓張峠を經由して中禅寺湖岸の千手ヶ原に至る約10kmの舗装路である（図-1）。道路外への車の乗り入れを防ぐため、1993年4月より一般車の通行が禁止されている。入山者は徒歩や自転車のほか、毎年4月26日から11月30日まで運行している低公害バスを利用している。本路線のうち国道と接続する起点から小田代原までは、環境省が設置した大規模防鹿柵の内側であることから、その先の弓張峠～千手ヶ原間（4.8km）を捕獲実施箇所とした。

沿線は比較的平坦な地形で、ミズナラ天然林もしくはカラマツ植林地が主体となっている。下層植生は、以前はスズクエヤクマイザサが優占していたが、シカの影響により1990年代前半に衰退しており（長谷川 1996；丸山ら 2003）、現在はシカの不嗜好植物であるシロヨメナやイケマが優占している。これらのことより、道路からの見通しは比較的よい状況にある。

### (2) 予備調査

シカの出没状況を確認するため、捕獲予定1年前の2013年4月22日、24日、26日のいずれも17時より、弓張峠から千手ヶ原までセンサスを行った。日没前であることからスポットライトは使用せず、低速で走行する車両から運転手を含めた4名が探索し、シカ発見時には時刻、道路の左右、スタート地点からの走行距離、グループ構成、シカまでの距離を記録した。この調査に関し、沿線での餌付けは行わなかった。

### (3) 捕獲実施時期の検討

本地域はシカの非積雪期の生息地であるため、融雪後の4月中旬から、降雪が始まる12月中旬までが捕獲の適期となる。一方で、低公害バスが運行している時間帯は、入山者が存在する可能性が高いと考えられる。そこで、①バス運行期間前の2014年4月22日から24日の16時から18時20分まで、②バス運行期間中の2014年11月19日から21日の6時半から8時まで（始発のバス運行前）と、③バス運行期間後の2014年12月1日から3日の15時から16時半に捕獲を実施することとした（以下①を「春捕獲」、②と③を「秋捕獲」と記述）。

### (4) 実施体制

日光地域のシカの個体数管理を共同で行うことを目的として、日光地域シカ対策共同体（環境省日光自然環境事務所・林野庁日光森林管理署・栃木県東西環境森林事務所及び林業センター・日光市農林課及び各総合支所）が組織されていた。今回の捕獲は、同共同体との共催事業として行った。なお、秋捕獲については、林野庁森林鳥獣被害対策技術高度化実証事業の一環として行った。

(5) 事前調整と許認可

道路の使用については、管理者である日光市の了解を得た。道路の目的外使用について、県警本部交通規制課において、実施日時や手法、安全管理体制について説明の上、了解を得た。また、銃刀法では公道上での発砲が禁じられていることから、県警本部生活安全企画課において、完全に閉鎖した道路上での発砲であること、矢先の確認は射手のほか運転手と記録員もあわせて行うことを説明の上、了解を得た。

捕獲許可は、日光市がすでに実施している個体数調整の一環として行うこととし、改めて取得しなかった。道路交通法に基づく道路使用許可と荷台乗車許可を、日光警察署に申請した。また、当該路線は一般車の通行が禁止されていることから、使用する車両の通行禁止道路通行許可申請を、日光警察署に行った。

さらに、安全確保のために、捕獲の実施について、地元自然関係施設、自治会長、旅館組合、観光協会等23団体に対し、文書またはファックスにて事前に周知を行った。

なお、上記協議や許可申請は、春捕獲と秋捕獲それぞれについて行った。

(6) 餌付けとセンサーカメラの設置

春捕獲については捕獲実施13日前の4月9日から13カ所で、秋捕獲については13日前の11月6日から10カ所で、ハイキューブと食塩、一部は鉾塩も加えた餌付けを行った。餌付けの頻度は、捕獲1週間前までは3～6日に1回程度、それ以降は毎日とした。餌付け地点のうち5カ所（春捕獲と秋捕獲は同一箇所）にセンサーカメラを設置し、シカの誘引状況を確認した。

(7) 捕獲の実施

射撃は、トラックの荷台に設けた射台に1名の射手が乗車し、低速で走行しながらシカ発見時に停車、エンジン停止の後に発砲する体制とした。射台は既存の2トントラックにあわせ、自作した（写真-1、2）。射撃車両には運転手（総指揮）、記録員、射手の3名が乗車し、無線機によりシカの位置、発砲の



写真-1 自作した射台



写真-2 射撃状況（日光森林管理署提供）



写真-3 捕獲個体の方向や距離を示す目印

表-1 モバイルカリング当日の役割と必要人数

役割	班名	作業	必要人数
通行規制	本部兼弓張規制班		1
	千手規制班	・通行規制区間の車両等進入防止	1
	西ノ湖規制班		1
広報班	広報班	・入山者への広報	1
		・運転手（総指揮）、記録員、射手	
捕獲	捕獲班	・捕獲の実施 ・捕獲個体を示す目印の設置	3
回収	回収班	・捕獲班から数百メートル後方を走行 ・捕獲班の連絡により捕獲個体を回収	6-8

可否、発砲順序について連絡をとった。記録員はシカを発見した場所、群れ構成、発砲数、捕殺数、逃走数を記録した。射撃車両とは別に捕獲個体回収用のトラックを用意し、捕獲班の数百メートル後方を走行しながら無線を受け、捕獲班が残していった目印（写真-3）を参考に、回収を行った。

銃器は、射撃の精度や発砲音を考慮し、狩猟で使用できる最も小口径の6mmライフルを使用することとし、地元猟友会から推薦のあった、いずれも射撃大会での上位入賞者である2名の射手が1日ごとに交代で従事した。また、銃撃を回避するように学習してしまったスレジカを削減するため、出沒した群れの全個体を捕獲することを目標とした。そのため、頭部狙撃により即倒させることと、群れサイズが5頭以内の時のみ発砲することを原則とした。

捕獲時の安全管理として、車道閉鎖地点両端及び林道分岐点には人員を配置したほか、市道に合流する歩道には規制線を張ることにより通行止めとした。これらの規制地点には、1週間前から予告の表示を設置した。また、捕獲当日（早朝に実施した11月の捕獲を除く）には、午前中から弓張峠に人員を配置し、入山者に捕獲実施を知らせるチラシを配布した。

各班の必要人員をまとめると、表-1のとおりとなる。射手以外の人員は、日光地域シカ対策共同体の構成機関から参加した。

### 3. 結果と考察

#### (1) 予備調査

シカの出沒状況は図-3のとおりであり、各日も全路線で比較的まんべんなく現れていた。出沒群れサイズの平均は3.5頭であり、総出沒イベント46回中35回（76%）が5頭以内の出沒であった。また、路肩から出沒個体までの平均距離は39.9m（0～103m）であった。調査時に模擬銃を持参し、車両の窓からシカに向けて構える動作や銃の機関部の解放・閉鎖を何度か繰り返したが、警戒する様子はみられなかった。これらのことから、本地域はモバイルカリングの実施に適していると考えられた。

#### (2) 捕獲当日のシカ出沒状況

シカの出沒状況を図-4及び表-2に示した。4月22日と23日以外は千手ヶ浜に到着後折り返し、往復での捕獲を実施している。出沒群れサイズの平均は、春捕獲が3.2頭、秋捕獲が2.5頭であった。春捕獲は、総出沒イベント41回中34回（83%）が5頭以内の出沒であり、秋捕獲は32回中29回（91%）が5頭以下の出沒であった。多くは今回5頭とした射撃可能出沒数の範囲内であり、かつ全路線で比較的まんべんなくみられた。

出沒群れサイズが5頭以内の群れの合計出沒個体数は、春捕獲は3回の実施（うち2回は片道）で85頭であったが、秋捕獲では6回の実施（すべて往復）で57頭であり、大きく減少していた（表-2）。また、群れ発見後にシカが移動を開始してしまい、発砲に至らない場合があった。春捕獲では移動個体は2頭（1イベント）であったが、秋捕獲では20頭（12イベント）と増加する傾向であった。これらのことに

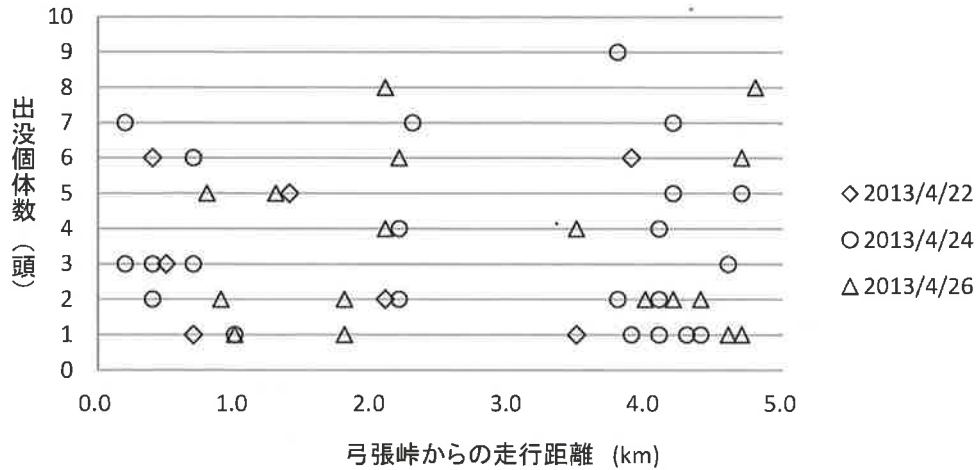


図-3 予備調査における地点別シカの出没状況

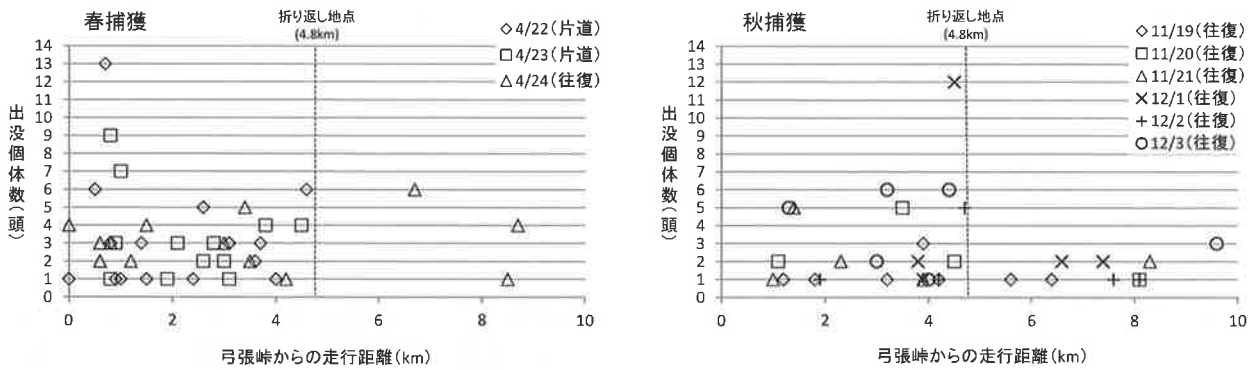


図-4 地点別シカの出没状況

発砲しなかった群れも含む。

より、秋捕獲は発砲機会が大きく減少する結果となっていた。餌場に設置したセンサーカメラによると、春は餌付け後急激に撮影頻度が増え、捕獲後まで大きく変わらなかったが、秋は餌付け後増加した撮影頻度が11月15日前後から減少していた。捕獲実施路線の南側に位置する千手ヶ原では、15台の定点センサーカメラにより、5月から12月にかけてシカの撮影を継続して実施している（丸山・矢野 2014）。2014年の秋は、11月中旬に減少を始めて12月中旬にはゼロに近くなっており、この時期に季節移動が集中していたと予想される（図-5）。秋捕獲はちょうどこの時期に行われたため、出没数が減少していたほか、この場所への執着が低く、移動個体が多か

った可能性が考えられる。捕獲の適期としては11月上旬が考えられることから、今後は入山者の動向も見ながら、実施時期の前倒しも検討すべきであろう。

捕獲は3日ずつ連続して行ったため、シカの警戒心への影響をみることを目的として3日間で出没数に変化するかどうか検討した。総出没数は、大きな群れの出没の有無により左右されるため、5頭以内出没数のみで比較すると、春捕獲は25頭、24頭、26頭（4/24は往路のみの値）、秋捕獲は11月が9頭、10頭、11頭、12月が7頭、9頭、11頭と、大きな変化が認められなかった（表-2）。今回の捕獲は、シカの出没に大きな影響を与えていないと予想されるが、今後毎年捕獲を継続する場合警戒心が変化する可能

表-2 シカ出没状況と捕獲実施結果

実施日	総出没数 (頭 (イベント数))	5頭以内 出没数 <sup>1</sup>	発砲 対象数 <sup>2</sup>	発砲数 (発)	捕殺数 (頭)	命中率 (%)	逃走数 <sup>3</sup> (頭)	所要時間 (分)	捕獲効率 (頭/h)
4/22 (片道)	50 (15)	25 (12)	25 (12)	21	14	66.7	11	70	12.0
4/23 (片道)	40 (12)	24 (9)	23 (9)	18	10	55.6	13	82	7.3
4/24 (往復)	42 (14)	36 (13)	41 (13)	21	11	52.4	30	121	5.5
春捕獲計	132 (41)	85 (34)	89 (34)	60	35	58.3	54	273	7.7
11/19 (往復)	9 (7)	9 (7)	7 (5)	6	3	50.0	4	83	2.2
11/20 (往復)	10 (4)	10 (4)	7 (2)	3	2	66.7	5	89	1.3
11/21 (往復)	11 (5)	11 (5)	3 (2)	2	1	50.0	2	89	0.7
12/1 (往復)	19 (5)	7 (4)	16 (3)	4	4	100.0	12	90	2.7
12/2 (往復)	9 (5)	9 (5)	7 (3)	3	3	100.0	4	78	2.3
12/3 (往復)	23 (6)	11 (4)	21 (5)	5	5	100.0	16	88	3.4
秋捕獲計	81 (32)	57 (29)	61 (20)	23	18	78.3	43	517	2.1

1: 総出没数のうち、発砲対象である5頭以内のグループのみの頭数

2: 総出没数のうち、発砲を行った対象数 (発砲後に6頭以上であることが判明したグループを含む)

3: 2のうち、逃走した数

性も考えられるため、出没状況は引き続きモニタリングしていく必要がある。

### (3) 捕獲結果と捕獲効率

命中率 (捕殺数/発砲数) は、春捕獲が約6割、秋捕獲が約8割と、高い値であった (表-2)。射手の技量もあるが、射台からベンチレストを用いて正確に狙えるという条件が、高い命中率につながっていると考えられる。

一方、春捕獲では54頭、秋捕獲では43頭の逃走個体があった。出没群れサイズ別にみると、群れ全頭捕獲成功率は群れサイズが大きくなるほど減少し、4頭以上ではゼロであった (図-6)。シカの警戒心が高まることを防ぐため、今回は発砲対象群れサイズを5頭以内としたが、逃走数を減らすためにはさらに引き下げることも検討すべきである。春秋合わせ、総出没イベント73回中5頭以内の出没は63回 (86%)、3頭以内の出没が52回 (71%) であることから、発砲対象群れサイズを3頭に引き下げても捕

獲総数はさほど減少しないと予想される。一方で、上述のとおり、3日間の連続捕獲による出没数の減少はみられなかったことから、逃走個体の警戒心についての評価を行いつつ、発砲対象群れサイズを判断すべきである。また、発見時は5頭以内と判断して発砲したところ、実際は6頭以上の群れであった例が、春捕獲では1例、秋捕獲では3例 (うち1例は12頭の群れ) あった。地形や植生の影響で、このような例を完全に排除することは困難であるが、運転手や記録員も協力して、注意深く群れサイズを判断すべきである。

春捕獲では35頭、秋捕獲では18頭を捕獲し、1時間あたりの捕獲効率は、春捕獲は7.7頭/時、秋捕獲は2.1頭/時であった (表-2)。1人1日あたり15頭 (1時間あたり0.2頭、2015年2月~3月に日光地区で行われた個体数調整実績) である巻き狩りに比べ、高い値であった。射手以外の必要人員も含めて検討すると、当日の人員が15名×0.5日 (表-1)、



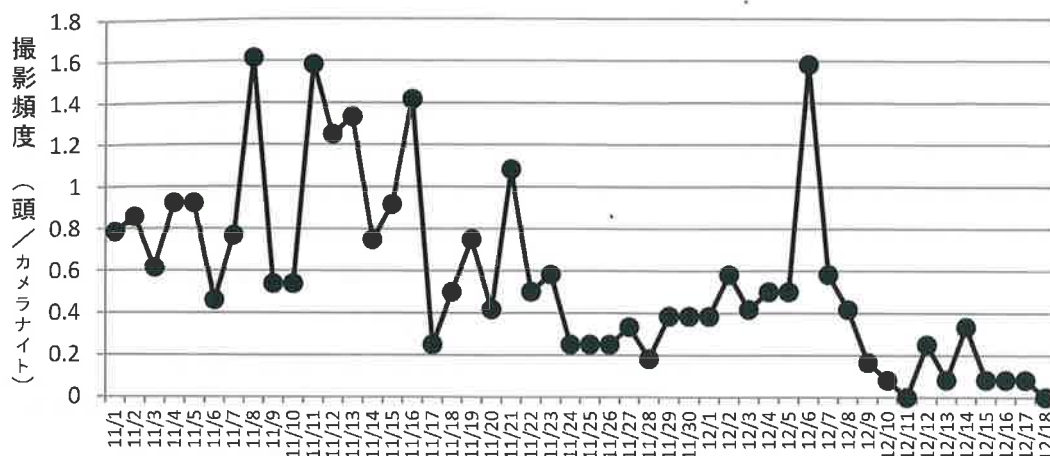


図-5 千手ヶ原のセンサーカメラによるシカ撮影頻度の推移  
2014年11月1日から12月18日の値で、15台のカメラの平均値。

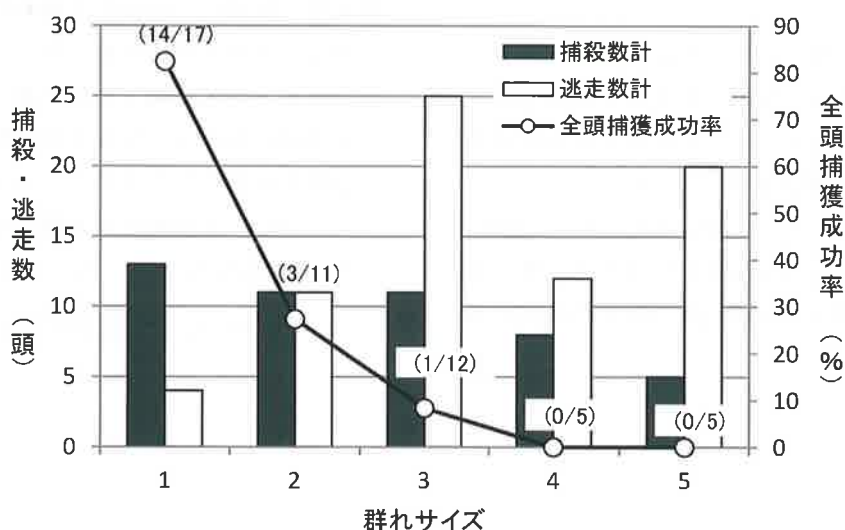


図-6 出没群れサイズ別の捕殺、逃走数の合計と全頭捕獲成功率  
図中の数字は、(全頭捕獲イベント数/総イベント数)を示す。  
発砲を行った群れのための集計。

事前餌付けが春捕獲では8回、秋捕獲では15回でそれぞれ1名×0.5日となり、捕獲効率は春捕獲が1.3頭/日、秋捕獲が0.3頭/日と計算され、巻き狩りと同等もしくはそれよりも低い値となった。今回は餌付けに1週間以上かけているが、春秋ともに餌付け後数日でシカが誘引されていることから、餌付け期間の短縮も可能である。また、秋捕獲も春同様に回収班の人員を用意したが、秋の捕獲数は少なかつ

たことから、結果的には半分の人員でも実施可能であった。これらの見直しにより、捕獲効率の上昇が見込まれる。

本地域で実施したモバイルカリングは、高い捕獲効率が得られることが判明した。射手以外にも様々な人員が必要であるが、これらは狩猟免許を有する必要がないことから、今回のように行政機関の職員が従事することも可能である。狩猟者が高齢化・減

少傾向にあるなかで、狩猟者と行政が協力して捕獲を実施できる有効な手法と考えられる。なお、本技術の成否は路線沿いのシカの出没状況に左右されることから、実施予定時期、時間での事前調査を行ったうえで、昼間の出没が少ない、あるいは車両に対する警戒心が強い個体が生息する地域については、わな等別の捕獲手法を検討すべきである。

## 引用文献

- 長谷川順一 (1994) 鹿により荒廃する日光の自然。フロラ栃木 3:1~10
- 長谷川順一 (1996) 鹿の食害による奥日光のササの枯死。フロラ栃木 5:23~29
- 環境省関東地方環境事務所 (2014) 平成25年度尾瀬国立公園及び周辺域におけるニホンジカ移動状況把握調査業務報告書
- 小金澤正昭・佐竹千枝 (1996) 奥日光におけるニホンジカの植生に及ぼす影響と生態系の保護管理。(第5期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書, (財)日本自然保護協会)。52~64
- 丸山哲也・廣澤正人・京谷 昭・野尻清隆 (2003) 奥日光におけるシカ個体数増加に伴うササ類分布の衰退。野生鳥獣研究紀要 29, 栃木県民の森

管理事務所:11~17

- 丸山哲也・矢野幸宏 (2014) 自動撮影法を用いたニホンジカ個体群モニタリングの試みⅡ。野生鳥獣研究紀要 39, 栃木県林業センター:31~38
- 大橋正孝 (2013) 効率的な捕獲技術の開発。ニホンジカ低密度化のための管理技術の開発, 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター, 40~41
- 尾瀬国立公園シカ対策協議会 (2009) 尾瀬国立公園シカ管理方針
- 鈴木正嗣・角田裕志 (2014) シャープシューティングを円滑に実施するための体制整備に関する検討。環境省環境研究総合推進費「支笏洞爺国立公園をモデルとした生態系保全のためのニホンジカ捕獲の技術開発」終了成果報告書 (吉田剛司), 24~41
- 栃木県 (2015) 平成25年度栃木県ニホンジカ保護管理モニタリング結果報告書。
- 山中正実・石名坂豪・増田 泰 (2013) 知床世界遺産地域におけるエゾシカ個体群管理のための公道道路を利用したシャープシューティング法の適用について。革新的なシカ捕獲を目指して (小泉透), 哺乳類科学 53:174~175  
(2015.4.8受付, 2015.4.24掲載決定)

## 群馬県における病虫害と試験研究の取り組み

### ○はじめに

群馬県では、平成22年に県北部でナラ枯れ被害の発生が確認され、ナラ枯れ対策がスタートしました。ナラ枯れについては、すでに西日本や日本海側を中心に被害が広がっていたため、そうした対策の先進県から情報を入手したり、直接指導を受けるなどして、県や町など関係者と協力して対策に取り組んできました。

群馬県林業試験場では、ナラ枯れ対策以外に、サクラとツツジに関する試験研究にも現在取り組んでいます。群馬県は、歴史的・文化的な、あるいは自然に溢れた数多くの観光名所を有していますが、これらの観光名所でサクラやツツジの開花が芳しくなく、あるいは枯れや衰退が目立つといった状態が見られ、関係者を非常に心配させています。こうした観光名所から林業試験場に相談をいただいたことをきっかけに、昨年度から対策に向け研究課題として取り組むことになりました。

### ○群馬県のナラ枯れ被害とその対策

群馬県内におけるこれまでのナラ枯れの被害状況は、図のとおりです。

本県での被害発生後には、試験場としてまず「ナ

ラ枯れ被害対策マニュアル」の作成に協力するとともに、ナラ枯れについての対策会議や公開講座、現地検討会などで積極的に関係者への情報提供に努めました。また、被害の疑いがある情報に対しては、現場に出かけ調査を行っています。

さらに、効果的・効率的な防除方法を検討するとともに、毎年カシノナガキクイムシの発生予測日を調べて行政機関に報告し、森林総合研究所の協力を得て被害予測図（ハザードマップ）を提供するなど、関係者間の情報共有を図ってきました。

対策マニュアルに基づき、被害木の伐倒くん蒸、立木くん蒸などを実施したところ、本県のナラ枯れ被害は初年度の被害量43m<sup>3</sup>をピークに減少傾向で、5年目となる平成26年度は被害が全く確認されませんでした。

### ○サクラ及びツツジについての試験研究

現在、主に調査を行っている観光名所は、館林市にある「つつじが岡公園」と、下仁田町にある森林公園「さくらの里」です。

つつじが岡公園ではツツジの衰退が問題となっており、公園の管理を行っている館林市が、平成25年4月につつじ保護育成対策会議を立ち上げ、林業試験場はその一員として協力することになりました

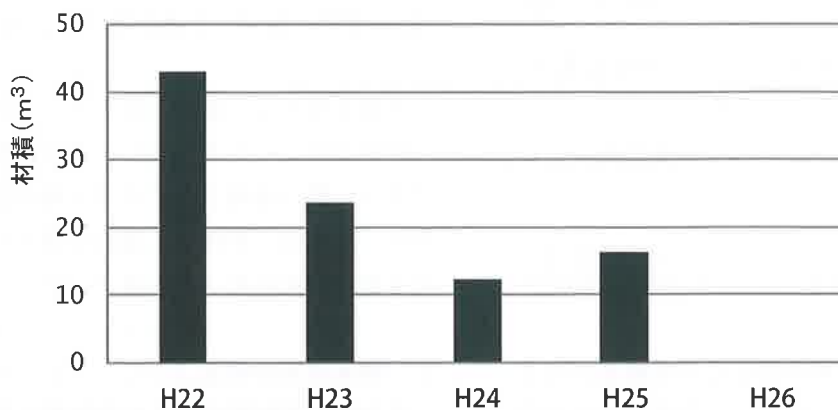


図 群馬県のナラ枯れ被害材積



写真 枝枯・衰退したサクラ（‘関山’）

が、同時に、館林市及び森林総合研究所と協力しながら、どのような被害があるのか、どのくらい被害が広がっているのか詳細な調査を進めています。開花の問題に対しては、気象条件・土壌水分・虫害等いろいろな要因が考えられますが、開花の状況や前年の花芽の形成・分化についても調査を始めました。また、園内で子実体が数多く確認されている木材腐朽菌、チャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae*) について、被害実態を調査するとともに、接種試験によりツツジの衰退との関係を明らかにします。

一方、さくらの里は‘染井吉野（そめいよしの）’、オオヤマザクラ、‘関山（かんざん）’を中心に40種類以上の特徴の異なるサクラを集めた公園で、昭和58年の開園以来すでに30年を迎えています。サクラに関する病気は非常に多く知られていますが、園内ではサクラの種類や場所によって衰退の状況に少し違いがあるようです。こうしたことから、衰退と関係している病害と虫害それぞれについて、まず明らかにしていく予定です。

### ○おわりに

本県では、昨年度幸いなことにナラ枯れ被害はありませんでしたが、再びカシノナガキクイムシのマスアタックによる被害が発生する可能性もあり、今年度はまだ予断を許さない状況であると認識しています（平成27年7月現在）。また、サクラとツツジに関する試験研究もまだ始まったばかりで、具体的な対策についてはこれからという状況です。引き続き、関係市町村や行政機関と連携を取って、対策に結びつく試験研究を進めていきたいと考えています。

（群馬県林業試験場 森林科学係）

## 長野県における森林被害の現状と対策

### ○はじめに

長野県における主な森林被害は、マツ材線虫病（以下 松くい虫）によるアカマツの枯損と、ニホンジカによる森林の食害であり、これらの被害状況と対策について紹介します。

### ○松くい虫被害

#### 1 被害の状況

長野県では、昭和56年初めて松くい虫被害が確認され、その後被害は徐々に拡大し、平成7年には約57,000㎡の被害量となった後、一旦減少傾向にあり

ましたが再び増加に転じ、平成25年度は約79,000㎡（被害市町村数50）と過去最大を記録しました。（図-1）

平成25年度は、夏季の高温等により高標高地域への被害が拡大したと考えられ、当年枯れの増加などにより一部の地域ではアカマツ林の被害が激害化し、全山（ひと山）枯損する場所が発生するなど予断を許さない状況となっています。

#### 2 被害対策の概要

本年度の長野県の松くい虫対策に係る事業概要は表-1のとおりです。

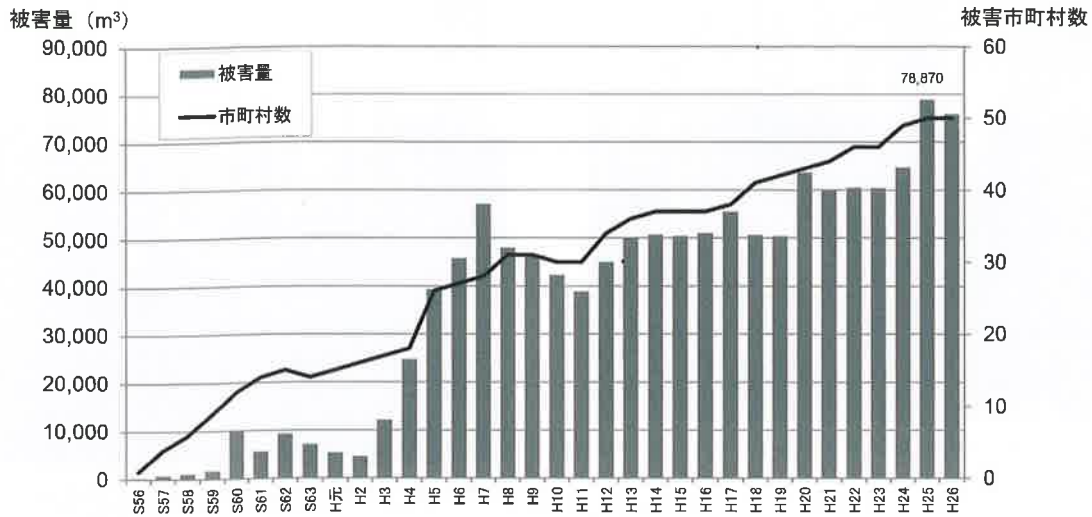


図-1 松くい虫被害量と被害市町村数の推移

表-1 長野県松くい虫対策事業概要

(単位：千円)

区分	事業内容	事業主体	補助率	予算額	
推進	松くい虫による被害木の調査及び駆除指導等	県	-	353	
予防	守るべき松林における松くい虫被害の予防			37,974	
	薬剤散布	道路沿い等での地上散布 (国庫) (43.44ha)	市町村	3/4以内	3,967
		道路沿い等での地上散布 (県単独) (34.73ha)		1/2以内	2,115
		無人ヘリコプターによる空中散布 (69.50ha)		3/4以内	7,573
		有人ヘリコプターによる空中散布 (特別防除) (270ha)		3/4以内	10,185
		(新規) 有人・無人ヘリ散布に係る薬剤散布効果検証等 (13市町村)		3/4以内	1,463
	安全確保推進対策	特別防除による環境影響調査 (1箇所)	県		5,000
薬剤の安全確認調査 (204検体)		市町村	3/4以内	5,608	
樹幹注入剤利用松林保全対策	特に重要な守るべき松の殺線虫剤の注入 (210本)	市町村	3/4以内	2,063	
駆除	守るべき松林への被害拡大防止のための駆除			213,394	
	通常駆除	松くい虫による被害木の伐倒駆除 (国庫) (7,854m³)	市町村	3/4以内	130,309
		松くい虫による被害木の伐倒駆除 (県単) (3,978m³)		1/2以内	44,850
	松くい虫被害緊急対策	伐倒駆除 (国庫) 地域以外での緊急的な伐倒駆除 (3,041m³)		1/2以内	37,235
被害材等の利用促進	樹種転換等による被害材等の利活用の推進 (1地区)	市町村等	1/2以内	1,000	
計				251,721	

薬剤散布等の予防と、被害木の伐倒駆除を組み合わせた対策を総合的に進めることとしており、この他に「公共造林事業」を活用し、守るべき松林での被害木・不用木の除去（保全松林健全化整備）、守るべき松林の周辺でのアカマツ以外の樹種への転換

（松林保護樹林帯造成）に対する経費への助成を行い、必要に応じ、公共造林事業の「更新伐」も導入し、被害木の除去を行いながら多様な森林づくりに取り組んでいます。

松くい虫被害は、外来の病原体であるマツノザイ



写真-1 剥皮被害を与えるニホンジカ



写真-2 林木の剥皮被害と下層植生の衰退

センチウと、繁殖力・分散能力の優れた在来の媒介者であるマツノマダラカミキリが結びつくことで被害が劇的に蔓延するため、被害を完全に撲滅することは難しく、被害の拡大・蔓延を出来る限り抑えることが重要となります。このため、被害状況や地域の状況に応じ、「守るべき松林」とその「周辺松林」(対策対象松林)を的確に定め、それぞれに適した防除方法を組み合わせた総合防除対策を進める必要があります。

本年度は、これら対策対象松林の絞り込みを行うとともに、可能な限り優先順位付け等に取り組み、各地域の出先機関に配備している森林保護専門員が中心となり、地域での検討や対策の話し合いを積極的に進めてまいります。

## ○ニホンジカ被害

### 1 被害の状況

本県のニホンジカによる農林業被害は、平成25年度現在で約4億1千万円となっています。

そのうち農業被害は1億8千万円程度であり、国の支援等を受け、農地周辺あるいは集落を囲むような形での侵入防止柵の整備が進み、平成26年度の総延長が1,800kmに達するまでとなった結果、平成21年の約3億9千万円から減少を続けています。

一方林業被害も、平成19年度の約4億2千万円をピークに減少傾向にはあるものの、農地が防除されることで、逆に林地内にシカを囲い込む結果となり、

新植地の被害だけでなく、既に収穫期を迎えた林木の皮むき被害等も各地で見られるようになりました(写真-1, 2)。

県内でも成熟期を迎えた森林資源の活用を推進する中で、今後主伐に伴う再生林の増加が想定され、シカの食害対策の費用が造林費用を押し上げることで、森林所有者が、主伐を躊躇するのではないかとの意見も聞かれ、数字に表れない形での影響が出ているとの見方もあります。

### 2 個体数管理の取組み

本県では、平成22年度策定の第3期特定鳥獣保護管理計画により、ニホンジカの年間の捕獲目標を3万5千頭に定め、平成25年度、26年度には、4万頭に迫る捕獲を達成するなど、一定の成果を挙げております。

しかしながら、ニホンジカの頭数に大きな影響を与えるメスジカの捕獲実績は、捕獲の中心がワナによるもののため、メスを優先して捕獲することが難しく、平成26年度の目標2万6千頭に対して、91%の2万3千7百頭余りに留まっている状況です。

県では平成27年度の捕獲目標を4万頭(内メスジカを2万9千頭)に引上げ、そのため、前年度から上乗せとなった5千頭については、県自らが事業主体となって、昨年度の鳥獣保護管理法の改正で新たに導入された、指定管理鳥獣捕獲等事業を活用し、

集落からの距離が遠いなどこれまで捕獲の対象となりづらかった、地域や他県との県境付近での捕獲に取り組むこととしております。また、餌付け等により誘引されたシカを狙撃するなど高度な捕獲技術の活用により、捕獲作業の効率化にも取り組めます。

いずれにしても、今後ともニホンジカの生息密度を低下させる取組は、継続しなければならず、本県では、本年度ニホンジカの生息状況調査を行うと共に、第4期となる第二種特定鳥獣管理計画の策定に取り組んでまいります。

平成22年度には、県内の推定生息頭数が約10万5千頭と見積もられたニホンジカですが、県内では、最も生息密度が高かった県南部地域で、ニホンジカの姿が以前に比べて減ったという声も聞こえる一方で、生息密度の低かった地域では、生息の区域や密度が増えているとも考えられることから、今回の調査結果でどのような数字が出るか興味深いところです。

(長野県林務部森林づくり推進課)

## 森林病虫獣害発生情報：平成27年7～8月受理分

病害：なし

獣害：なし

(森林総合研究所 佐橋憲生／伊藤賢介／堀野眞一)

虫害：なし

## 林野庁だより

人事異動（平成27年8月1日）

馬場敏郎（森林整備部研究指導課森林保護対策室長）

→ 近畿中国森林管理局計画保全部長

森山昌人（大臣官房環境政策課総括班担当課長補佐）

→ 森林整備部研究指導課森林保護対策室長

**森林防疫** 第64巻第5号(通巻第710号)  
平成27年9月25日発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 佐藤重芳  
印刷所 松尾印刷株式会社  
東京都港区虎ノ門5-8-12  
☎ (03) 3432-1321

定価 1,339円(送料込, 消費税込)  
年間購読料 6,696円(送料込, 消費税込)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会  
National Federation of Forest Pests Management  
Association, Japan

〒101-0047 東京都千代田区  
内神田 1-1-12(コープビル)

☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726

振替 00180-9-89156

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