

# 森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



## 目次

### 論文

#### ホルトノキの輪紋葉枯病

【齊藤真由美・讃井孝義・福里和朗】…………… 3

#### カシノナガキクイムシが排出するフラスのタイプと宿主樹木の好適性

【山崎理正・ハグスタルノ・二井一禎】…………… 9

### 解説

#### “ナラ菌” だけではないカシノナガキクイムシの共生菌

【遠藤力也】…………… 15

### プロジェクト報告

#### ハイリスク港指定解除に向けたマイマイガ密度管理方法の開発

【島津光明・国見裕久・東浦康友・原 秀穂・軸丸祥大・亀井幹夫・高務 淳】…………… 19

### 資料

#### 寄主選択の観点からみたスギノアカネトラカミキリの産卵場所にならなかったクマスギ枯れ上がり枝を考える

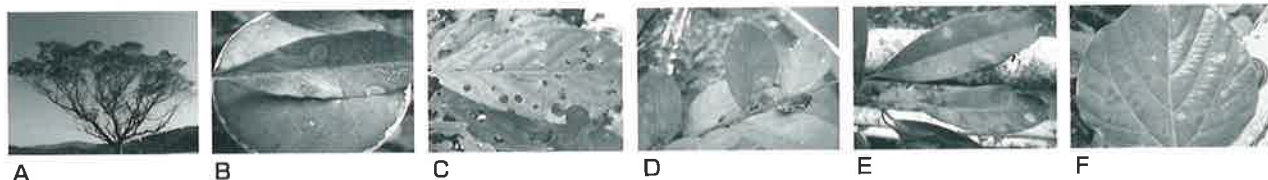
【小島耕一郎】…………… 27

都道府県だより：島根県・神奈川県…………… 30

森林病虫獣害発生情報：平成24年3月・4月受理分…………… 33

林野庁だより：平成24年度森林病害虫等防除対策等予算額について…………… 34

森林防疫ジャーナル：（独）森林総合研究所生物関連人事異動…………… 35



【表紙写真】 ホルトノキの輪紋葉枯病

写真A：輪紋葉枯病に感染したホルトノキ。落葉は樹冠下部が激しく、樹冠上部には緑葉が確認できる。また、落葉が激しい個体では、当年生の葉は小型である。

写真B：輪紋葉枯病の感染により落葉したホルトノキの葉。葉上には、多数の分散体（きのこ型の菌糸塊）が確認できる。

写真C、D：輪紋葉枯病に感染したホルトノキの周辺に植栽されてあるサクラ（C）、サルスベリ（D）。輪紋葉枯病と思われる病徴が確認される。

写真E、F：輪紋葉枯病に感染したホルトノキの樹下に自生していたタブノキ（E）、アカメガシワ（F）。葉上には、ホルトノキから落下したと思われる分散体が多数付着するものもあり、輪紋葉枯病と思われる病徴が確認される。他にも、輪紋葉枯病と思われる病徴が確認される樹種があった。

詳細は本文3ページ参照。

（宮崎県林業技術センター 齊藤真由美）

## 論文

## ホルトノキの輪紋葉枯病

齊藤真由美<sup>1</sup>・讃井孝義<sup>2</sup>・福里和朗<sup>3</sup>

## 1. はじめに

2008年7月頃から、宮崎県日南市内(図-1)の国道222号線の街路樹として植栽されているホルトノキ(*Elaeocarpus sylvestris* var. *ellipticus*)の落葉が観察されるようになった。その中には、殆どが落葉した個体(写真-1)やシュートが枯死した



写真-1 激しく落葉した個体



図-1 被害地位置図

個体も見られた。病葉には、数mm~4cm程度の円状の病斑が生じ、その表面に目視できる大きさの多数のきのこ状の菌糸塊が付着していた(写真-2, 3)。

ホルトノキの落葉性病害としては萎黄病が知られている(河辺ら, 1999)。しかし、本病徴は萎黄病とは異なり、輪紋葉枯病と酷似していたが、これまでホルトノキでは輪紋葉枯病は報告がなかった。そこで、病葉を独立行政法人森林総合研究所に送付し同定を依頼したところ、*Haradamyces foliicola*による輪紋葉枯病であると同定された。サザンカなどに発生する本病は、激しい葉枯れと早期落葉を引き起こし、それが繰り返されると樹勢衰退から枯死に至る場合もあり(陶山, 2007)、今後、ホルトノキの重大な病害となりうる可能性がある。

そこで今回、被害地の状況、ホルトノキ以外の樹種への発病度調査及び接種試験を行ったので、概要を報告する。

Zonate leaf blight of *Elaeocarpus sylvestris* var. *ellipticus*

<sup>1</sup>SAITOU, Mayumi, 宮崎県林業技術センター, 現在, 宮崎県西臼杵支庁; <sup>2</sup>SANUI, Takayoshi, 元宮崎県林業技術センター;

<sup>3</sup>FUKUZATO, Kazurou, 宮崎県林業技術センター, 2012年3月退職



写真-2 ホルトノキ病葉上の病斑と分散体（菌糸塊）

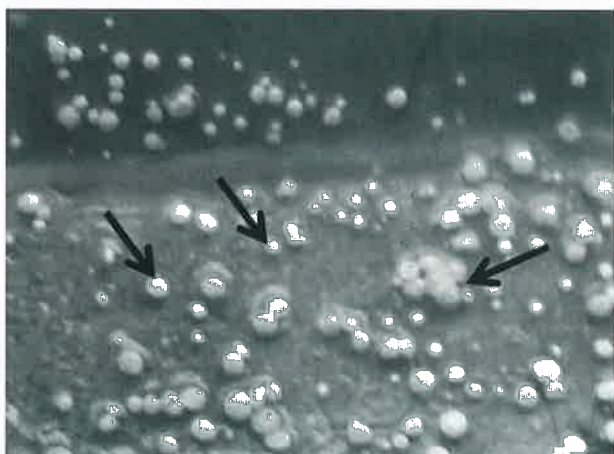


写真-3 分散体（矢印）の拡大

## 2. 調査方法

### 1) 被害区分とエリア区分調査

2010年6月末、国道沿い約3kmに渡り植栽されているホルトノキの全木を対象に被害状況を調査した。調査の方法は、目視により、健全(0)、落葉は少ない(1)、1/3が落葉(2)、2/3が落葉(3)、及び殆ど落葉(4)の5区分とした。

また、被害区分3、4が集中している場所があり、被害がそこを中心に拡大している可能性があるため、植栽木の位置と被害程度の間関係を調査した。最も西側に植栽してある個体から、500mごとに、0~500m(以下500mエリア)、501~1,000m(1,000mエリア)、1,001~1,500m(1,500mエリア)、1,501~

2,000m(2,000mエリア)、2,001~2,500m(2,500mエリア)、2,501m以上(以下3,000mエリア)の6エリアに区切り、エリアごとの被害状況を調べた。

### 2) 樹種ごとの発病度調査

樹種ごとの発病の差異を知るため、これまでに輪紋葉枯病被害樹種として報告されているエノキ、シキミ、サザンカ、イタヤカエデ、ミズキ、ガマズミ及びホルトノキの健全な苗木を対象に、発病度調査を行った。2010年4月22日、被害の進んだホルトノキの樹下に上記の健全なポット苗をそれぞれ3本ずつ設置した。なお、予め各苗木の健全な葉22~50枚にナンバリングをした。

約2ヶ月後の6月29日にナンバリングした各葉を調査し、発病率(病葉数/全葉数×100)、落葉率(落葉した病葉数/全葉数×100)及び、発病度を調査した。発病度は、1枚の葉に占める病斑部の面積割合から発病程度を0~5に区分し、 $[\sum(\text{発病程度別葉数} \times \text{発病程度}) / (5 \times \text{全葉数})] \times 100$ で求めた。なお、発病程度は、無発病を0、病斑面積が25%未満を1、25~50%未満を2、50~75%未満を3、75%以上を4、及び落葉を5とした。

### 3) 接種試験

調査地のホルトノキ被害木から分散体(菌糸塊)が形成された病葉を持ち帰り、当林業技術センター(美郷町西郷区)のガラス温室内で接種試験を行った。

輪紋葉枯病は病原菌の繁殖と水分条件が深く関係していることが報告されている(野中, 1974; 村本ら, 1986; 黒木ら, 2006)ことから、散水区(毎日17時から30分散水、ただし7月13~20日は雨天のため野外に移動)と無散水区を設けた。供試樹種は、前記2)と同じ7樹種とし、各試験区ごとに1株ずつ用いた。なお、常温で管理し温度調整は行っていない。

接種方法は、まずそれぞれの苗木の健全な葉30枚にナンバリングし、一枚ごとに昆虫針を10本束ねたもので10回程度葉の表面を軽く突いて傷をつけた。次に、病葉から分散体(菌糸塊)を10個程度筆で採

取し、傷跡に乗せた。その後、3週間被害の進展状況を観察し、病葉数、落葉数から、発病率と落葉率の推移を調査した。

### 3. 結果と考察

#### 1) 被害区分とエリア区分調査

調査地には、3~881m間隔で樹高3~14mのホルトノキが91本植栽されていた。そのうち全体の74%にあたる67本で発病を確認し(表-1)、被害程度は、被害区分1が38本(42%)と最も多く、次いで2及び4が11本(12%)、3が7本(8%)であった。

エリア別の被害状況を表-2及び図-2に示す。500mエリアでは、植栽木28本中健全木が19本(68%)、被害木が9本(32%)で、平均被害程度は0.4であった。1,000mエリアでは、24本中健全木が3本(13%)、被害木が21本(87%)で、平均被害程度

表-1 被害区分ごとの本数と割合

単位：本 (%)

被害区分	本数	割合 (%)
0	24	(26.4)
1	38	(41.8)
2	11	(12.1)
3	7	(7.7)
4	11	(12.1)

(注) 0：健全，1：落葉は少ない，2：1/3が落葉，3：2/3が落葉，4：殆ど落葉

表-2 エリアごとの平均被害程度

エリア	平均被害程度	標準偏差	検定結果
500m	0.4	± 0.6	A ( a )
1,000m	1.1	± 0.9	B ( b )
1,500m	2.0	± 1.1	B ( c )
2,000m	3.4	± 0.8	C ( d )
2,500m	—	—	—
3,000m	1.5	± 0.9	B ( b, c )

(注1) 大文字の同ジアルファベットは、エリア間で平均被害程度に有意差(1%水準)がなかった事を示す。

(注2) 小文字の同ジアルファベットは、エリア間で平均被害程度に有意差(5%水準)がなかったことを示す。

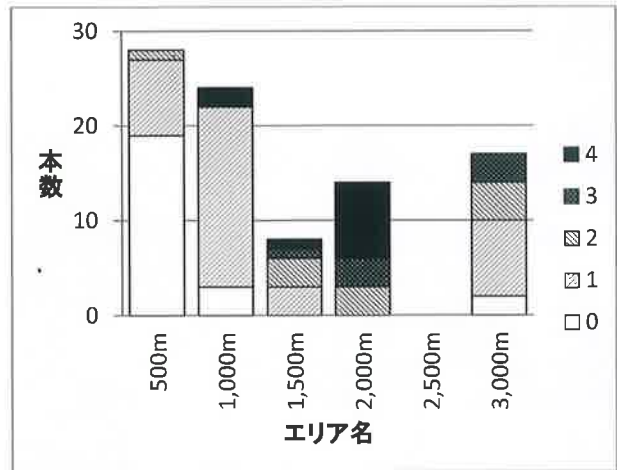


図-2 エリアごとの被害木本数

(注) 0：健全，1：落葉は少ない，2：1/3が落葉，3：2/3が落葉，4：殆ど落葉

度は1.1であった。1,500mエリアでは、8本全木が被害木(100%)で、平均被害程度は2.0であった。2,000mエリアでは、14本全木が被害木(100%)で、平均被害程度は3.4であった。2,500mエリアにはホルトノキは植栽されていなかった。3,000mエリアでは17本中健全木が2本(12%)、被害木が15本(88%)で、平均被害程度は1.5であった。また、エリア間の被害程度を多重比較検定(Fisherの最小有意差法)した結果、500mエリアが他のエリアより有意(1%水準)に低く、2,000mエリアが他のエリアより有意(1%水準)に高かった。1,000mエリア、1,500mエリア及び3,000mエリアを比較すると、1,000mエリアと1,500mエリアでは有意差(5%水準)がみられたが、1,000mエリアと3,000mエリア及び1,500mエリアと3,000mエリアでは有意差はなかった。

以上のことから、被害中心地といえる激害木が集中しているエリア(2,000mエリア)があり、ここからの距離が遠くなるに従い(1,500mエリア $\geq$ 3,000mエリア=1,000mエリア>500mエリア)、被害の程度は軽くなる傾向が見られた。これは、野中ら(1974)や陶山(2007)が考察したように、本病の分散体(菌糸塊)が大型のため、近距離での集中的な分散が行われたためと思われる。

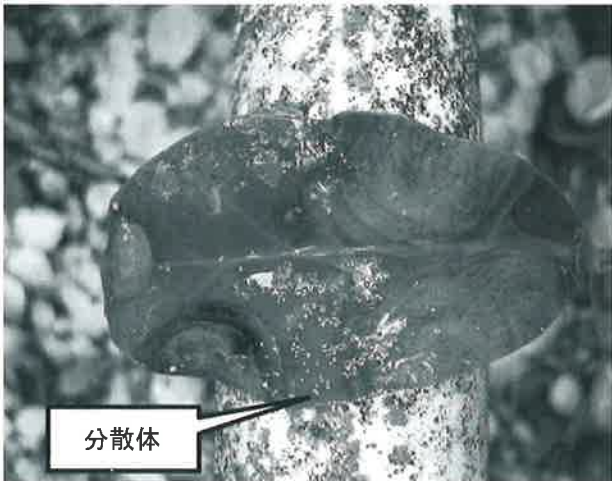


写真-4 供試葉上に落下したホルトノキ輪紋葉枯病の分散体(菌糸塊)

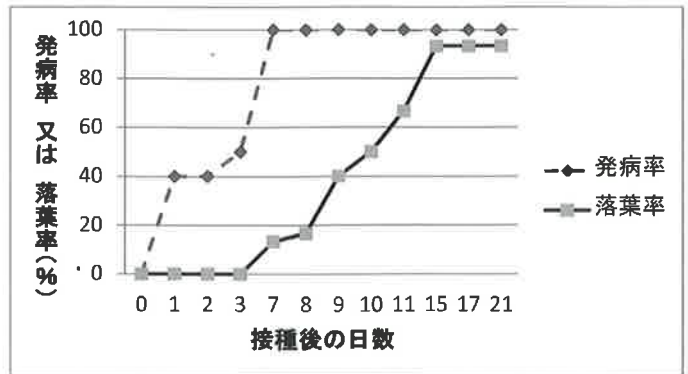


図-3 散水区におけるホルトノキの発病率と落葉率の推移

表-3 発病度調査における樹種ごとの発病率、落葉率及び発病度

樹種	供試本数 (本※)	供試枚数 (枚)	発病率 (%)	落葉率 (%)	発病度
エノキ	3	150	98.0	0.0	40
シキミ	3	71	87.0	16.2	42
サザンカ	3	124	1.3	0.0	0
イタヤカエデ	3	136	100.0	32.7	79
ミズキ	3	119	100.0	16.2	71
ガマズミ	3	150	91.3	0.0	19
ホルトノキ	3	133	100.0	100.0	100

※供試本数は、設置したポット苗の本数

## 2) 樹種ごとの発病度調査

調査日(6月29日)は病原菌の感染が起りやすい梅雨時期ということもあり、被害木の病葉には多数の分散体(菌糸塊)が観察された。また、設置した苗木にはホルトノキの病葉から雨滴と共に落下したと思われる分散体(菌糸塊)が多数付着していた(写真-4)。

表-3に樹種ごとの発病率、落葉率及び発病度を示す。全ての樹種で発病を確認し、発病率はホルトノキ、イタヤカエデ、ミズキで100%となり、また落葉率はホルトノキが100%、イタヤカエデ33%、ミズキ及びシキミ16%と、ホルトノキが発病率、落葉率のいずれも高かった。

発病度は、ホルトノキが100、イタヤカエデ79、ミズキ71、エノキ、シキミ及びガマズミが42以下となった。一方、サザンカに対しては輪紋葉枯病菌が強い病原性を示すと報告されている(周藤, 1978)が、今回の発病度は0.4と低かった。

以上のことから、本病の発病度は樹種ごとに異なること、強い病原性を示すとされている樹種でも発病度が低い場合があることが示唆された。

## 3) 接種試験

散水区のホルトノキでは、接種翌日から茶褐色で半径2mm程度の円形の水浸状の病斑が現れ、7日目には発病率100%となるとともに落葉が発生し(図-3)、9日目には病葉上に多くの分散体(菌糸塊)

表-4 接種試験における樹種ごとの発病率と落葉率

樹種	散水区		無散水区	
	発病率	落葉率	発病率	落葉率
エノキ	10.0	0.0	3.3	0.0
シキミ	16.7	0.0	0.0	0.0
サザンカ	0.0	0.0	0.0	0.0
イタヤカエデ	100.0	20.0	20.0	0.0
ミズキ	40.0	0.0	40.0	0.0
ガマズミ	20.0	0.0	0.0	0.0
ホルトノキ	100.0	93.3	0.0	0.0

が発生した。その後も落葉が続き、3週間後の落葉率は93%となった(表-4)。その他の樹種の3週間後の発病率は、イタヤカエデ100%、ミズキ40%、エノキ、シキミ及びガマズミが20%以下、サザンカにおいては発病は確認されなかった。

以上の結果は、2) 樹種ごとの発病度調査の結果と同様な傾向が見られた。すなわち、ホルトノキ、イタヤカエデ、ミズキでは激しく、エノキ、シキミ、ガマズミでは中庸程度に発病し、サザンカでは殆ど発病は見られず、樹種により発病に差異があった。

無散水区では、エノキ、イタヤカエデ、ミズキ3樹種で発病を確認したが、残りのシキミ、サザンカ、ガマズミ、ホルトノキの4樹種では発病は確認できなかった。3樹種で発病した原因としては、散水区との距離が十分確保できていなかったことから散水区の水滴が影響したことが考えられた。そこで、発病確認後に散水区との距離を十分とったところ、それ以降の被害の進行は認められなかった。このことから、菌の感染が水滴を介していること、菌の繁殖には一定以上の水分が必要であることが伺える。

以上のことから、接種翌日から病斑が現れるなどその病原性は非常に強いこと、さらに、自然状態では本病の発病には降雨が大きく関わる可能性が高いことが示唆された。

#### 4. おわりに

輪紋葉枯病は、多犯性の葉枯性病害として知られており、25科48種で感染が報告されている(堀江, 1982)。

しかし、病原菌は、胞子が確認されていなかったため、長い間所属不明とされてきた。近年、DNA分析による系統学的な検討および形態学的な比較から、ハナミズキの輪紋葉枯病菌は菌核菌科Sclerotiniaceaeに所属することが明らかとなり、*Haradamyces foliicola*と命名された(Masuya *et al.*, 2009)。森林総合研究所の同定結果及び、病斑の中心に古い分散体が残る病徴が菌核菌科でよく見られる典型的な病徴を示すこと、病斑上に形成された目視できる大きさのきのこ型の菌糸塊が分散体の役割をしていると考えられることから、今回のホルトノキの異常落葉を輪紋葉枯病と判断した。

ホルトノキは、1960年代以降、街路樹として各地で植栽されたが、土壌に対する要求度が高い(荏住, 2000)ことから、多くの植栽地で植栽柵の大きさや土壌環境の悪化、萎黄病の感染などによる衰退、枯死が報告されている(河辺, 2000; 檜崎ら, 2008)が、本調査地では比較的良好な成長を示している。ただ、これまでホルトノキで感染が確認されている病気に加え、新たに激しい落葉から樹勢衰退を引き起こす輪紋葉枯病に感染することが判明したため、健全に生育していると思われる個体でも、罹病する可能性のあることが分かった。

対策としては、病葉の除去などの物理的防除、及び登録農薬の散布による化学的防除が考えられる。しかし、本調査地のように広域的かつ多数植栽されている場合には、これらの対策は多くの手間と費用がかかる。また、本病は多犯性病害であり樹種間感

染により常に周辺の樹木から感染する可能性が有るため、完全な防除には限界がある。このような場所では、できる限り抵抗性のある樹種への改植も検討が必要であろう。

最後に、本病原菌の同定にあたっては独立行政法人森林総合研究所森林微生物研究領域森林病理研究室佐橋室長及び升屋主任研究員にご協力をいただいた。ここに記して厚く感謝申し上げる。

## 引用文献

- Masuya, H., Kusunoki, M., Kosaka, H. and Aikawa, T. (2009) *Haradamyces foliicola* anam. gen. et sp. nov., a cause of zonate leaf blight disease in *Cornus florida* in Japan. *Mycological Research* 113: 173~181.
- 堀江博道 (1982) 輪紋葉枯病の新しい宿主植物. 森林防疫 31. 27~30.
- 荻住 昇 (2000) 新装版樹木根系図説. 新装第4刷: 924.
- 河辺祐嗣・楠木 学・大野啓一郎 (1999) ファイトプラズマによるホルトノキ萎黄病 (新称). 日植病報 65: 654.
- 河辺祐嗣・楠木 学・大野啓一郎・加藤貞一 (2000) ファイトプラズマによるホルトノキ萎黄病の被害実態. 日林学術講 111: 281.
- 黒木逸郎・岩切裕司 (2006) サザンカ輪紋葉枯病の薬剤防除試験. 九州森林研究 59: 215~217.
- 村本正博・本地良彦・脇本幸夫 (1986) ハマヒサカキ輪紋葉枯病について. 森林防疫 35: 204~205.
- 榎崎康二・津田城栄 (2008) ホルトノキ萎黄病防除技術に関する研究. 福岡県森林研報 9: 21~24.
- 野中寿之・植原一雄 (1974) 茶の輪紋葉病に関する研究. 第1報 発生状況, 病徴および病原菌の分離について. 九州農業研究 36: 115~117.
- 野中寿之・植原一雄 (1974) 茶の輪紋葉病に関する研究. 第2報 発病条件について. 九州農業研究 36: 118~120.
- 周藤靖雄 (1978) サザンカ輪紋葉枯病 (新称). 森林防疫 27: 167~169.
- 陶山大志 (2007) 島根県のサカキ栽培園で発生した輪紋葉枯病の被害. 森林防疫 56: 42~47. (2011. 12. 14 受理)



## 論文

# カシノナガキクイムシが排出するフラスのタイプと宿主樹木の好適性

山崎理正<sup>1</sup>・ハグス タルノ<sup>2</sup>・二井一禎<sup>3</sup>

## 1. はじめに

現在日本各地で問題となっているブナ科樹木の集団枯死（ナラ枯れ）は、ナガキクイムシ科に属するカシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus*（以下、カシナガ）が病原菌 *Raffaelea quercivora* を媒介することで引き起こされている。カシナガは最初に穿孔した雄が集合フェロモンを分泌し、これに誘引された多数の雌雄によってマスアタックが生じ、集中的な穿孔を受けた樹木個体は枯死してしまう。韓国でもカシナガと同属の *P. koryoensis* が *Raffaelea* 属の病原菌を媒介し、ブナ科樹木の枯死被害が発生している (Kim *et al.*, 2009)。

カシナガは宿主範囲が広く、九州ではマテバシイ、本州ではミズナラ・コナラ・クリ・スダジイなどのブナ科樹木で被害が報告されている。感受性は樹種によって異なり、ミズナラのように激害を被っている樹種もあれば、クリのように穿孔されても枯死率が低い樹種もある。京都府東部のナラ枯れ被害林分で2008年から3年間行った調査では、カシナガに穿孔された個体の枯死率はミズナラで41%、クリで15%だった (山崎, 未発表データ)。このような感受性の違いは何に起因するのだろうか。

樹皮下穿孔性キクイムシの場合、宿主選択は三つの段階を経ることが知られている。すなわち、宿主樹木を探索して着地し、樹皮上で接触によって宿主樹木を評価し、最後に宿主として受け入れるかどうかを決めていると考えられている (Schoonhoven *et al.*, 2005)。カシナガの場合、雄が探索と接触による評価の段階で (Yamasaki and Futai, 2008)、雌が宿主として受け入れるか否かの段階で (Kobayashi and Ueda, 2002)、それぞれ宿主選択に関わっていることが知られている。好適な樹種では、カシ

ナガは上記三つの段階を全て経て繁殖成功に至るが、不適な樹種ではどこかの段階でそれ以上進まないのだと考えられる。

本研究では、カシナガが排出するフラスに注目した。フラスとは、キクイムシが樹木に穿孔した際に排出する、木屑と糞が混じり合ったものである。坑道の長さや排出されるフラスの質と量は、キクイムシの活動と宿主の好適性の指標となる。そこで、まずフラスの排出量と坑道の長さに関係があるかどうかを調べた。次にどのようなタイプのフラスがどのような時期に排出されるのかを調査した。最後に、5樹種の丸太にカシナガを穿孔させ、排出されるフラスの質と量から各樹種のカシナガにとっての好適性を判定しようと試みた。なお、本稿は *Journal of Forest Research* に掲載された論文 (Tarno *et al.*, 2011) の骨子を日本語で解説するものである。

## 2. 材料と方法

実験に供した成虫は、2007年にカシナガの穿入によって枯死した京都府京都市伏見区のコナラから得た。枯死木は2008年5月16日に伐倒し、50cmに玉切りにした丸太を実験室内で黒いビニールシートで覆い、羽化トラップを設置した。これを20°C, 16L8Dの明暗条件の恒温室に保持し、6月上旬より羽化トラップに捕捉されたカシナガを回収し、実験に供した。

実験に供した丸太は、ミズナラ、コナラ、クリ、ウラジロノキ、スギの5種である。ミズナラとコナラとクリは、カシナガが宿主として利用可能なブナ科樹種である。ウラジロノキは野外ではカシナガが宿主として利用していないバラ科の広葉樹、同様にスギはカシナガが利用しない針葉樹である。それぞ

Types of frass produced by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* and host suitability for the beetle

<sup>1</sup>YAMASAKI, Michimasa, 京都大学農学研究科; <sup>2</sup>TARNO, Hagus, University of Brawijaya (Indonesia);

<sup>3</sup>FUTAI, Kazuyoshi, 京都大学農学研究科, 現在, 京都大学名誉教授

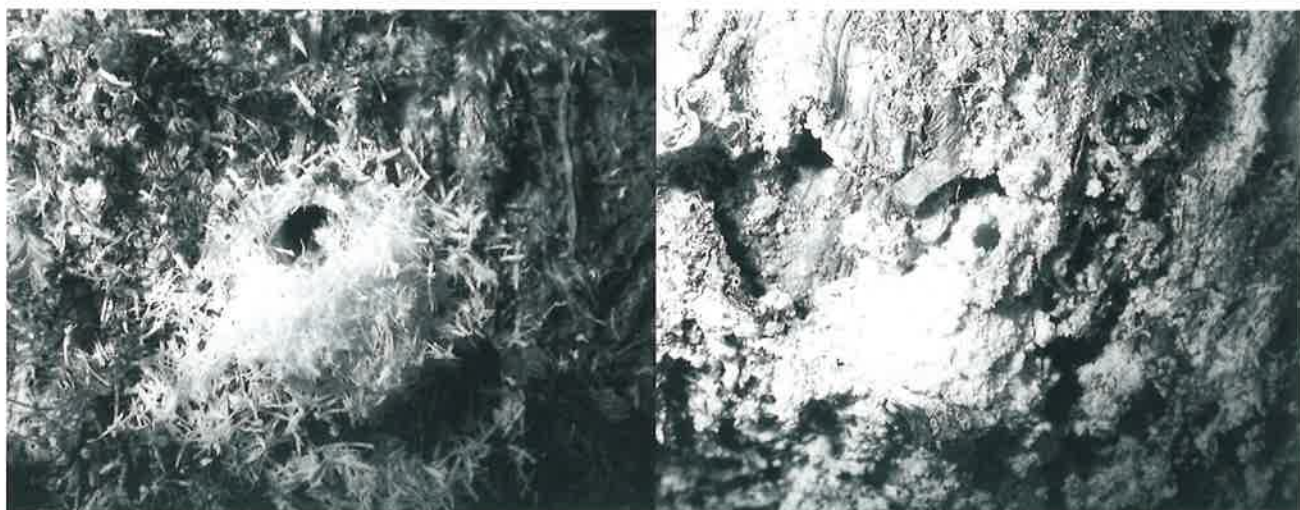


写真-1 カシナガキクイムシが排出する繊維状のフラス（左）と粉末状のフラス（右）。穿入孔の直径は約2mm.

れ健全木1個体から、2008年6月から7月にかけて5本の丸太を切り出して使用した。丸太の長さは55cmで、直径は5.2~16.7cmだった。ミズナラについては、既にカシナガが穿孔した立木（以下、被害ミズナラ）からも5本の丸太を切り出して使用した。被害ミズナラも含め全ての切り出した丸太は、実験に供する前に水道水に5日間浸けおいた。

各丸太に直径3mm、深さ5mmの穴を10cm間隔で5個開け、これにピペットチップを差し込み、チップの中から丸太へカシナガの雄を導入した。1~11日後、雄によるフラスの生産を確認した後雌を導入した。雌雄ペアの導入後の丸太は、長さ70cm、幅40cm、高さ30cmのプラスチック製のコンテナに入れ高湿度状態を保った。

各丸太の穴から排出されるフラスについて、毎日その生重とタイプを記録した。カシナガが排出するフラスのタイプは繊維状と粉末状の2タイプがあり（写真-1）、二つのタイプは簡単に識別可能である。フラスの生重はタイプ毎に分けず、その総重量を測定した。坑道の長さは雌導入の30日後、60日後、75日後に丸太を割材し、針金もしくは糸を用いて測定した。排出フラス量と坑道の長さが樹種間で異なるかどうかを分散分析と多重比較で検定した。また、排出フラス量と坑道の長さの関係を調べるために、樹種毎に相関関係を調べた。

ミズナラ、コナラ、クリ、ウラジロノキ、スギのカシナガ宿主としての好適性を評価するため、二つの段階についてカシナガの行動を比較した。カシナガの場合も樹皮下穿孔性キクイムシの場合と同様に、宿主内で繁殖成功に至るまでには複数の段階を経ていると考えられる。すなわち、宿主を探索して着地する段階（定位）、樹皮上で接触によって宿主を評価し坑道を掘るかどうかを決定している段階（定着・穿孔）、最後に坑道内で産卵し次世代幼虫の発育に至るまでの段階（繁殖成功）である。まず二つ目の定着・穿孔の段階について、人工的に開けた5個の穴（直径3mm、深さ5mm）のうち、何個が雄によって掘削が開始されたかを樹種間で比較した。次に三つ目の繁殖成功の段階について、雌導入の30日後、60日後、75日後に丸太を割材し、坑道の長さ、排出されたフラスの量と質、坑道内の各ステージの次世代虫数を樹種間で比較した。

### 3. 結果

統計的に有意な差はなかったが、未被害のミズナラと被害ミズナラから排出されたフラスの量は他の樹種に比べて多かった。また、坑道の長さは、未被害ミズナラ・被害ミズナラ・スギにおいてクリより有意に長かった。コナラとウラジロノキにおける坑道の長さはミズナラよりも有意ではないが短い傾向

表-1 カシノナガキクイムシを導入した5樹種の丸太における次世代虫の数。日数は雌成虫を導入してからの日数

	30日後				60日後				75日後			
	卵	幼虫	蛹	成虫	卵	幼虫	蛹	成虫	卵	幼虫	蛹	成虫
被害ミズナラ	2	0	0	0	1	0	0	0	15	11	0	0
ミズナラ	34	15	0	0	16	1	0	0	43	134	0	3
コナラ	4	2	0	0	0	0	0	0	2	19	0	0
クリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ウラジロノキ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スギ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表-2 カシノナガキクイムシを導入した5樹種の丸太における坑道の長さ。日数は雌成虫を導入してからの日数。単位はcm。

	30日後	60日後	75日後
被害ミズナラ	21.8	23.5	35.2
ミズナラ	26.8	14.1	91.6
コナラ	11.8	8.7	19.0
クリ	8.5	6.8	3.0
ウラジロノキ	19.7	11.4	4.7
スギ	10.6	28.6	7.1

であった。どの樹種においても、フラスの量と坑道の長さには有意な正の相関関係が認められた。

雄の穿入初期には、繊維状のフラスしか観察されなかった。さらに交尾後雌が産卵し幼虫が孵化した後も、坑道の中に観察されたのは繊維状のフラスのみだった。活発な幼虫が材内で観察されるようになって初めて粉末状のフラスがみられるようになった。つまり、粉末状のフラスは常に繊維状のフラスよりも後に生産された。成虫と幼虫の口器の形態から、繊維状のフラスは成虫によって、粉末状のフラスは幼虫によって生産されることが示唆された。

カシナガが宿主内で繁殖成功に至るまでに経ていると考えられる複数の段階のうち、本研究では定着・穿孔の段階と繁殖成功の段階に注目し、カシナガの行動を異なる樹種間で比較した。まず定着・穿孔の段階については、各丸太に人工的に開けた5個の穴のうち、何個が雄によって掘削が開始されたかを比

べることによって評価した。雄によって掘削が開始された数はウラジロノキ（平均4.67個）とコナラ（平均4個）で多く、スギ（平均2.33個）で少なかった。また、被害ミズナラでは平均で3.67個、未被害ミズナラでは平均で3.33個、クリでは平均で3.67個の穴が雄によって掘削が開始された。

次に繁殖成功の段階については、坑道内の各ステージの次世代虫数、坑道の長さ及び排出されたフラスの量と質から評価した。ミズナラとコナラにおいてのみカシナガの繁殖成功、すなわち次世代幼虫がいる坑道が観察された（表-1）。スギでは卵は観察されたものの孵化はせず、産卵までは成功するものの繁殖成功には至らないことが示唆された（表-1）。クリとウラジロノキでは卵も観察されなかった（表-1）。未被害ミズナラでは被害ミズナラと比べても他の樹種と比べても産卵数が多く、次世代が成虫にまで発育したのが観察されたのは未被害ミズナラの

表-3 カシナガクイムシを導入した5樹種の丸太から排出されたフラスの生重。日数は雌成虫を導入してからの日数。単位はmg。

	30日後	60日後	75日後
被害ミズナラ	369.3	305.3	375.1
ミズナラ	353.3	154.1	2058.6
コナラ	159.5	120.3	476.5
クリ	124.3	89.3	28.8
ウラジロノキ	248.7	131.5	34.1
スギ	52.3	220.7	49.4

表-4 カシナガクイムシを導入した5樹種の丸太から排出されたフラスのタイプ。日数は雌成虫を導入してからの日数

	30日後	60日後	75日後
被害ミズナラ	繊維状	繊維状	繊維状+粉末状
ミズナラ	繊維状+粉末状	繊維状+粉末状	繊維状+粉末状
コナラ	繊維状	繊維状	繊維状+粉末状
クリ	繊維状	繊維状	繊維状
ウラジロノキ	繊維状	繊維状	繊維状
スギ	繊維状	繊維状	繊維状

みだった(表-1)。コナラでも産卵はみられたが、発育は幼虫までしか認められなかった(表-1)。

カシナガは交尾後雌が坑道を伸長し、さらに幼虫が拡張し、フラスは協力して出口方向に運んで、最終的に雄がフラスを坑外に排出する。最も長い坑道が観察されたのは未被害ミズナラで、その長さは雌導入から75日の段階で91.6cmだった(表-2)。被害ミズナラで75日目に観察された35.2cmの坑道が2番目に長い坑道だった(表-2)。同様に、フラスの排出量も未被害ミズナラと被害ミズナラで他の樹種より多かった(表-3)。

各樹種の丸太から排出されたフラスのタイプを表-4に示す。クリ、ウラジロノキ、スギからは繊維状のフラスしか排出されなかったのに対し、ミズナラとコナラからは繊維状と粉末状の両方のタイプのフラスが排出された(表-4)。特に未被害ミズナラでは、雌導入の30日後から両方のタイプのフラスの

排出が確認された(表-4)。

#### 4. 考察

樹種に関わらず、フラスの排出量と坑道の長さには相関関係が認められた。つまり、フラスの排出量さえ定量できれば、坑道の長さを推定することが可能である。

未被害ミズナラと被害ミズナラでは、坑道の拡張様式に差が認められた。雄の穿入初期には被害丸太からより多くのフラスが排出されたが、雌の導入交尾後はフラス排出量は未被害丸太からの方が多かった。産卵数と孵化数も未被害丸太の方がはるかに多く、未被害ミズナラの方が被害ミズナラよりもカシナガの雌にとって宿主として好適な状態にあることが示唆された。野外ではカシナガの雄は感染木には飛来はするが穿孔はしない傾向があることが示されている(Yamasaki and Futai, 2008)。

カシナガが排出するフラスは、生産するのが成虫か幼虫かによってそのタイプが異なっていると考えられているが、本研究の結果は強くこれを示唆するものであった。5樹種の丸太にカシナガを導入した実験では、全ての樹種の丸太から繊維状のフラスが排出されたものの（表-4）、粉末状のフラスはミズナラとコナラからしか排出されず、これは坑道内の次世代幼虫の有無と対応していた（表-1）。繊維状のフラスは最初に坑道を掘削し始める成虫が、粉末状のフラスはその後坑道を拡張する幼虫が生産していると考えられる。

他の養菌性キクイムシと同様に、カシナガ成虫の口器は、上唇、一對の大顎、一對の小顎、下唇からなり、菌食性の甲虫に特有の形態をしている。大顎は硬化した顎で、小顎は食物を保持したり嚙んだりするときに補助的な役割を果たす。小顎肢と下唇肢は食物を口に運び、大顎が嚙んでいる間食物を保持する。これら口器が、とくに大顎・小顎・下唇が成虫と幼虫の間で異なることによって、フラスのタイプ、すなわち繊維状か粉末状かが決められていると考えられる。成虫の口器は大きくて強力な大顎、上唇、完全に硬化した小顎と下唇からなっていて、このような構造は木材繊維を引き抜くのに適応しており、成虫が坑道を掘ると繊維状のフラスが排出されると考えられる。これに対して3~4齢幼虫の口器は、上唇と大顎は発達して硬化しているが、小顎と下唇はまだ硬化してなくてやわらかいままである。幼虫は坑道を掘るためにシャベルのように大顎を使い、その結果粉末状のフラスが排出されると考えられる。

また、繊維状のフラスは、*Platypus*属のキクイムシの成虫にとって重要な役割を果たしている。カシナガと同属の*P. koryoensis*の場合、未交尾の雄成虫によって生産された繊維状のフラスは集合フェロモンを含んでいることが明らかになっており (Kim *et al.*, 2009), *P. mutatus*の場合は性フェロモンが (Audino *et al.*, 2005), カシナガの場合は集合フェロモンが (Tokoro *et al.*, 2007), 雄成虫によって生産された繊維状のフラスから検出されている。

カシナガでは雄成虫が腹部末端から出した液滴を穿入孔外縁に堆積した繊維状フラスに付けることが行動観察で確認されている。このように、*Platypus*属のキクイムシにとって、繊維状のフラスはフェロモンを付ける場所として重要な役割を果たしているのである。

人工的に5樹種の丸太にカシナガを導入した実験により、雄は樹皮上で接触によって宿主を評価する段階では宿主適合樹種と宿主非適合樹種を区別できていないことが示唆された。導入後雄によって掘削が開始された穴の数は本来の宿主ではないウラジロノキで最も多く、同様に宿主ではないスギでも数は少ないが掘削が開始された。このような行動は適応度を低下させるので、実際の野外ではカシナガの雄はこれより前の段階、すなわち定位段階で宿主を選択していると考えられる。

これに対して、繁殖段階においては、宿主適合樹種と宿主非適合樹種で明らかな差が認められた。実験に供した5樹種の中では、宿主適合樹種であるミズナラとコナラにおいてのみカシナガの次世代の発育が認められた（表-1）。宿主適合樹種ではないウラジロノキでは産卵は見られず、スギでは産卵が観察されたが、孵化はしなかった。カシナガの場合、樹木に穿孔した後に、好適宿主かどうかを見極めているのは主に雌ではないかと考えられる。樹皮下穿孔性キクイムシ *Pityogenes bidentatus* を用いた実験では、本来の宿主ではない樹種には穿孔しようとしないうし、穿孔した場合でも繁殖は成功しないことが示されている (Byers *et al.*, 2004)。

本研究により、カシナガの穿入孔から排出されるフラスからは二つの重要な情報が得られることが分かった。まずフラスのタイプによって、カシナガの発育段階を知ることができる。たとえば、繊維状のフラスが排出されていれば、雄と雌が次世代生産の初期段階にあることがわかる。この段階では、雄は単純な坑道を掘って雌と交尾し、雌は坑道の終端付近で産卵して、新しい分岐坑を掘りその終端で産卵、という行動を繰り返している。また、粉末状のフラスは、成虫がするように幼虫が坑道を掘り続けて、

繁殖のための坑道を拡張し新しい分岐坑を作っている証拠となる。

つぎに排出されたフラス、とくに粉末状のフラスの量によって、坑道内の幼虫の数が推定できる。掘りはじめてから時間がたった坑道では幼虫によって多くの粉末状のフラスが生産され、その量は初期に雄雌の成虫によって生産される繊維状のフラスよりもはるかに多い。成虫によって掘られた単純な坑道は、幼虫の掘削によってどんどん複雑になっていく。フラスの排出量と坑道の長さには相関関係があるので、被害木を伐倒して割材しなくても排出されるフラスの量さえ調べていれば、材内の様子をうかがい知ることができるのである。

#### 引用文献

- Audino, P.G., Villaverde R., Alfaro R., Zerba E. (2005) Identification of volatile emissions from *Platypus mutatus* (= *sulcatus*) (Coleoptera: Platypodidae) and their behavioral activity. *J. Econ. Entomol.* 98: 1506~1509.
- Byers, J.A., Zhang Q.-H., and Birgersson G. (2004) Avoidance of nonhost plants by a bark beetle, *Pityogenes bidentatus*, in a forest of odors. *Naturwissenschaften* 91: 215~219.
- Kim, J., Lee S.G., Shin S.C., Kwon Y.D., and Park I.K. (2009) Male-produced aggregation pheromone blend in *Platypus koryoensis*. *J. Agric. Food Chem.* 57: 1406~1412.
- Kobayashi, M. and Ueda A. (2002) Preliminary study of mate choice in *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). *Appl. Entomol. Zool.* 37: 451~457.
- Schoonhoven, L.M., Van Loon J.J.A., and Dicke M. (2005) *Insect-Plant Biology*, Second Edition, Oxford University Press, New York.
- Tarno, H., Qi H.Y., Endoh R., Kobayashi M., Goto H., and Futai K. (2011) Types of frass produced by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* during gallery construction, and host suitability of five tree species for the beetle. *J. For. Res.* 16: 68~75.
- Tokoro, M., Kobayashi M., Saito S., Kinuura H., Nakashima T., Shoda-Kagaya E., Kashiwagi T., Tebayashi S., Kim C.S., and Mori K. (2007) Novel aggregation pheromone, (1*S*,4*R*)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Bull. For. For. Prod. Res. Inst.* 6: 49~57.
- Yamasaki, M. and Futai K. (2008) Host selection by *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) before and after flying to trees. *Appl. Entomol. Zool.* 43: 249~257.

(2011. 12. 31 受理)

## 解説

# “ナラ菌” だけではないカシノナガキクイムシの共生菌

遠藤 力也<sup>1</sup>

## 1. はじめに

本邦において近年最も対策が求められている樹木病害といえば、ブナ科樹木萎凋病（ナラ枯れ）とマツ材線虫病（マツ枯れ）であろう。2011年8月に林野庁が発表したプレスリリースによると、2010年度のマツ枯れとナラ枯れの被害材積はそれぞれ58万<sup>m</sup>（前年度から1万<sup>m</sup>減）、33万<sup>m</sup>（同10万<sup>m</sup>増）だった（林野庁、2011a）。特にナラ枯れに関して近年の被害材積量の急激な増大と被害区域の拡大は、各種メディアでも頻繁にとりあげられるところとなっており、ナラ枯れを媒介するカシノナガキクイムシ（*Platypus quercivorus*、以下、カシナガ）の知名度はここ数年で急速に高まった。

1990年代にナラ枯れ被害木の変色域、カシナガの坑道壁、カシナガ成虫の体表およびマイカンギアから高頻度に分離される糸状菌の存在が報告された（伊藤ら、1993；伊藤ら、1998）。“ナラ菌”と通称されてきたこの糸状菌は2000年代に入ってから新種として記載され、学名*Raffaelea quercivora*が与えられた（Kubono and Ito, 2002）。カシナガが属するコウチュウ目ナガキクイムシ科（Coleoptera, Platypodidae）の昆虫は、菌類を育ててそれを餌にする養菌性キクイムシ（Ambrosia beetles）とされる。カシナガの食餌菌は酵母類であると考えられていたが、その正体は長く不明だった。2000年代中盤になってミズナラ（*Quercus crispula*）に穿孔されたカシナガ坑道壁の菌類相解析が行われ、坑道奥部から分離される菌種は酵母2種（*Ambrosiozyma* sp.および*Candida* sp.）、*R. quercivora*（ナラ菌）、*Raffaelea* sp.の計4種であることが報告された（升屋ら、2005）。しかし、先述の升屋ら（2005）が指摘したように、被害材の採集地が被害林分一ヶ所

（山形）のみであることからこの結果が安定したものであるかどうか検討の余地があった。また、分離された酵母の詳細な分類学的検討が課題であった。

筆者らは升屋ら（2005）の研究を参考に、京都府内でナラ枯れ被害材を採取し、坑道壁の菌類相を培養法・非培養法を併用して解析した。本稿では筆者らの近年の研究成果について概説するとともに、カシナガの生態に密接に関わる菌類について、特に酵母類を中心に取り上げて紹介する。

## 2. カシナガの共生菌

筆者らは2006年から2009年にかけて京都府内でミズナラ、コナラ（*Quercus serrata*）、コジイ（*Castanopsis cuspidata*）、ローレルガシ（*Quercus laurifolia*）、ヨーロッパナラ（*Quercus robur*）と5樹種のナラ枯れ被害材を採取し、升屋ら（2005）と同様の方法を用いて坑道壁の菌類を分離した。すなわち、繁殖に成功しているカシナガ坑道を切り出し、表面を火炎で焙った後、材片を滅菌水中に浸してよく攪拌した。この浸漬液を用いて、定法の希釈平板法により菌類を分離した。ミズナラ、コナラ、コジイ、ローレルガシ、ヨーロッパナラからそれぞれ4, 3, 11, 11, 5と計34の材片を供試した。なお升屋らは材片を浸漬する滅菌水に300ppmのクロラムフェニコールを添加したが、筆者らの操作では添加しなかった。

その結果、供試した5樹種から共通して分離されたのは2種の*Candida*属酵母とナラ菌の3種のみという明快な結果が得られた。また、蛹室など主に幼虫が往来する坑道奥部では2種の*Candida*属酵母が圧倒的に優占しており、頻度も100%だった（ただし、樹皮直下の穿入口付近の坑道では分離されない

Not only *Raffaelea quercivora* — the symbiotic fungi of *Platypus quercivorus* uncovered

<sup>1</sup>ENDO, Rikiya, 樹森林総合研究所 学術振興会特別研究員PD, 現在, 樹理化学研究所 バイオリソースセンター 微生物材料開発室

こともあった)。一方、*Ambrosiozyma*属の酵母はコナラやローレルガシの坑道から分離されたものの、優占している傾向は認められなかった。

ここで注目すべきなのは、ローレルガシ、ヨーロッパナラといったヨーロッパに自生するナラ類でもミズナラやコナラと坑道壁の菌類群集は類似しており、カシナガが旺盛に繁殖していた、ということだ。これは、気候等の条件次第でカシナガはヨーロッパでも潜在的には繁殖可能であることを示唆する。

また、非培養法 (Terminal-RFLP法) によって同様にカシナガ坑道壁の菌類相を群集解析したところ、培養法で分離された2種の*Candida*属酵母が検出されたのに加えて、2種の*Ambrosiozyma*属酵母も培養法に比べて高頻度に検出された。

カシナガ坑道壁で優占していた2種の*Candida*属酵母のうち1種は、宿主虫の通称“カシナガ”に因んで*Candida kashinagacola*と命名・記載した (Endoh *et al.*, 2008b)。また、本研究で分離された*Ambrosiozyma*属の酵母は詳細な解析の結果2種存在することが判明し、ともに新種として記載した (Endoh *et al.*, 2008a)。

ここまでカシナガ坑道壁の菌類相について解析した結果を概説したが、やや複雑な結果であるため以下で菌種ごとに生物学的特徴・分子系統・カシナガとの関わりをまとめて記す。

なお本稿では割愛するが、出現した菌類の同定、分子系統解析、培養・非培養法による菌類群集解析等の詳細な方法と結果についてはEndoh *et al.* (2011)を参照されたい。

### *Candida kashinagacola*

カシナガ坑道奥部で優占する主要共生酵母の1種と考えられる。栄養学的な証明やバイオアッセイはなされていないが、特に幼虫の食餌源として寄与している可能性がある。升屋ら (2005) が報告した*Candida* sp.は本種と推測される。分子系統学的には*Ambrosiozyma*属酵母と近縁である。サッカロミセス綱に含まれる子囊菌系の酵母で、有性世代は知られていない。1000ppm程度のクロラムフェニコールには耐性がある。ポテトデキストロース寒天培地

(PDA) 上で特徴的な膜質のコロニーを形成する。

### *Candida* sp.

カシナガ坑道奥部で優占する主要共生酵母の1種と考えられる。*Candida kashinagacola*と同様に証明はなされていないが、幼虫の食餌源として寄与している可能性がある。升屋ら (2005) が報告した*Candida* sp.とは別種と考えられる。つまり、本種は100ppm程度のクロラムフェニコールで生育が阻害されるため、升屋ら (2005) の操作では分離できなかった可能性が高い。有性世代は知られていない。子囊菌系の酵母と考えられるが、近縁種がほとんど知られていない。*Candida*属に含まれるが分子系統学的には*C. kashinagacola*や*Ambrosiozyma*属菌とはかけはなれている。YM寒天培地上で特徴的な粉質で崩れ易い小さなコロニーを形成する。

### *Ambrosiozyma* spp.

カシナガ坑道からは2種の*Ambrosiozyma*属酵母*A. kamigamensis*と*A. neoplatypodis*が低頻度に分離された。坑道壁におけるこれら2種の生細胞の存在量 (希釈平板法を用いてコロニー形成単位から算出) は、*Candida*属酵母に比べると少ないことが示唆されるデータも得られている。しかし、非培養法による坑道壁の菌相解析では前者が14サンプル中12サンプルで、後者が14サンプル中7サンプルで検出された。非培養法によって坑道壁での存在は確認できるものの培養法であまり分離されない理由は定かではないが、主要*Candida*属酵母2種に比べて坑道壁に存在する生細胞数が極めて少ないため、定法の希釈平板法では見逃された、といった可能性が考えられる。*Ambrosiozyma*属菌が虫の食餌源となっているかは不明だが、カシナガ成虫の体表からは高頻度に分離されることが判っている (遠藤, 未発表)。

*Ambrosiozyma*属は海外で他のナガキクイムシからの分離報告が多く、ナガキクイムシの生態に密接に関与している可能性が指摘されている (van der Walt, 1972)。*Ambrosiozyma*属酵母がカシナガの相利共生者 (Mutualist) かどうかはさらなる検討が必要だが、少なくとも共生者 (Symbiont) ではないかと考えられる。*Ambrosiozyma*属菌は (既知種 1



種を除いて) 典型的な二型性真菌であり, 真正菌糸態が存在する。このことから, YM寒天上では酵母とも糸状菌とも判断がつかないようなコロニーを形成することがある。一方, ナラ菌も二型性真菌であり液体培地中での振盪培養により容易に酵母態が出現する(畑ら, 2004)。こういった性質の類似が宿主虫との関わりに起因するものなのかは不明だが, 菌類生態学的には興味深いテーマと考えられる。

### その他の酵母

上記の他にも複数の *Candida* 属, *Saccharomyces* 属, *Wickerhamomyces* 属等の酵母が低頻度ながら繰り返し分離されている。これらは多くの場合, 先述の *Candida* 属酵母 2 種に比べて坑道壁での存在量は少ないというデータが得られているが, ときに *Candida* 属酵母のいずれかよりもコロニー形成単位 (Colony forming unit) で判定する限り優占している場合もあった。「なぜ 2 種の *Candida* 属酵母がカシナガの坑道奥部で圧倒的に優占できるのか」という謎を解き明かすためには主要共生者と非共生者の比較は欠かせない。また, カシナガの個体群や穿孔した樹木の水分条件等が違えば坑道壁で優占する酵母が違う可能性も否定できない。こういった理由から, 主要共生者と見られる *Candida* 属酵母 2 種, *Ambrosiozyma* 属酵母とともにその他の酵母類についてもその生態を追究することに学術的な意義は十分あるだろう。

### ナラ菌以外の *Raffaelea* 属菌

筆者らの研究ではナラ菌以外にも *Raffaelea* 属菌と疑われる糸状菌が 3 種分離された (Endoh *et al.* (2011) 中では *Ophiostomataceae* sp. 7, *Ophiostomataceae* sp. 8, *Ophiostomataceae* sp. 9)。一方, 升屋ら (2003, 2005) もナラ菌以外の *Raffaelea* 属菌が菌囊 (マイカンギア) や坑道から分離されたことを報告している。これらの未同定菌がどのような機能をもつのか, あるいはコンタミなのか, さらなる検討が必要である。

## 3. おわりに

埼玉県南部から東京都多摩北部にかけて, 「トト

ロの森」と呼ばれ親しまれる狭山丘陵が広がる。狭山丘陵にはコナラ・クヌギ・アカマツ等が優占する雑木林が点在し, 周辺住民の憩いの森林となっている。2010年度までにナラ枯れの被害区域は30都府県に及んだ (林野庁, 2011b)。関東地方では東京都に属する御蔵島などの島嶼部, 群馬県利根郡みなかみ町で被害が確認されており (群馬県, 2011), ごく近い将来関東地方の平野部にナラ枯れ被害が拡大する可能性がある。ドングリを豊かに実らせるトトロの森をナラ枯れから守れるかどうか, この先数年が正念場となりそうだ。

2, 3 年前, ある林業関係の研究者が「カシナガの行動についてはかなり研究が進んで判ってきた。一方でカシナガの坑道はまだ魑魅魍魎の世界だ」と指摘していたのは印象深い。カシナガの成虫を見たことはあっても, 坑道の表面を顕微鏡で観察したことがある方は極めて少ないのではないだろうか。カシナガの生態研究で共生微生物との関係に着目したものはまだ少ない。しかし, 本稿で紹介したように, カシナガは酵母だけをとっていても複数種と密接な関係をもっていることは明らかである。カシナガの共生菌といえばナラ菌が代名詞のようにになっているが, ナラ菌だけに着目してはカシナガの真の生き様は見えてこないだろう。

カシナガの大繁殖は, 材内で餌となる共生酵母の生育によって下支えされているといえる。逆に, 酵母が生育できなければカシナガの繁殖は抑制される可能性がある。カシナガの生態に密接に関与するその酵母と宿主虫との生物間相互作用を追究することで, ナラ枯れ防除に向けた新たな作用点の発見につながるかもしれない。病害虫であるカシナガの生態に関して, 微生物との関わりという切り口から研究すべきことはまだまだ山ほどあると言っているだろう。

### 謝辞

本稿執筆にあたり筆者として推薦していただいた京都大学の二井一禎教授に感謝申し上げる。本稿に引用した研究の一部は日本学術振興会科学研究費補

助金（特別研究員研究費No.21・1976およびNo.2011 05496）の補助を受けて行った。

## 引用文献

- Endoh, R., Suzuki, M., and Benno, Y. (2008a) *Ambrosiozyma kamigamensis* sp. nov. and *A. neoplatypodis* sp. nov., two new ascomycetous yeasts from ambrosia beetle galleries. *Antonie van Leeuwenhoek* 94: 365~376.
- Endoh, R., Suzuki, M., Benno, Y., and Futai, K. (2008b) *Candida kashinagacola* sp. nov., *C. pseudovanderkluftii* sp. nov. and *C. vanderkluftii* sp. nov., three new yeasts from ambrosia beetle-associated sources. *Antonie van Leeuwenhoek* 94: 389~402.
- Endoh, R., Suzuki, M., Okada, G., Takeuchi, Y., and Futai, K. (2011) Fungus symbionts colonizing the galleries of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*. *Microb Ecol* 62: 106~120.
- 群馬県 (2011) ナラ枯れ被害について. 群馬県ホームページ (<http://www.pref.gunma.jp/04/e30000041.html>), 2011.12.29ダウンロード.
- 畑 邦彦・大楠美佐子・竹尾漢治・曾根晃一 (2004) 養菌性キクイムシ坑道由来の真菌類 *Raffaelea quercivora* 及び *Hormoascus* sp. の液体培地及び寒天培地上における二型性. *九州森林研究* 57: 117~119.
- 伊藤進一郎・黒田慶子・山田利博・三浦由洋・井上重紀 (1993) ナラ類の集団枯損被害に関連する菌類. 第59回日本植物病理学会報: 290~291.
- 伊藤進一郎・窪野高德・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害に関連する菌類. *日林誌* 80: 170~175.
- Kubono, T., and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). *Mycoscience* 43: 255~260.
- 升屋勇人・市原 優・窪野高德 (2003) 無視された *Raffaelea* 属菌. 第114回日林学術講: 64.
- 升屋勇人・市原 優・窪野高德 (2005) カシノナガキクイムシ孔道から分離される菌類. 第116回日林学術講要: 359.
- 林野庁 (2011a) プレスリリース「平成22年度森林病虫害被害量実績」について. 林野庁ホームページ (<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hogo/110811.html>), 2011.12.29ダウンロード.
- 林野庁 (2011b) ナラ枯れ被害. 林野庁ホームページ (<http://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/naragare.html>), 2011.12.29ダウンロード.
- van der Walt, J.P. (1972) The yeast genus *Ambrosiozyma* gen. nov. (Ascomycetes). *Mycopathol. Mycol. Appl.* 46: 305~316.

(2012. 1. 5 受理)

## プロジェクト報告

## ハイリスク港指定解除に向けたマイマイガ密度管理方法の開発

島津光明<sup>1</sup>・国見裕久<sup>2</sup>・東浦康友<sup>3</sup>・原 秀穂<sup>4</sup>  
軸丸祥大<sup>5</sup>・亀井幹夫<sup>6</sup>・高務 淳<sup>7</sup>

## 1. はじめに

平成20～22年度の農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業で、マイマイガの密度管理技術についての研究を行い、平成23年3月で終了した。本稿の著者の一人、島津が研究総括を務めたので、記憶が薄れないうちにその背景と成果をここに報告したい。

内容に入る前に、マイマイガについて簡単に触れておこう。マイマイガ (*Lymantria dispar*) はドクガ科に属する蛾で、もともとはアジア、ヨーロッパ、北アフリカに分布する。幼虫は、多くの広葉樹のほか、カラマツ、ときにはイネなど100種以上の植物の葉を食害し、しばしば大発生する。世界的に森林、緑化樹、果樹の害虫として知られており、本誌でも大発生についてたびたび取り上げられている(中原, 1952; 井上, 1954; 見城ら, 1967; 赤祖父, 1973; 古田・東浦, 1974; 伊藤, 1978; 井上・有沢, 1984; 尾崎, 1990)。マイマイガという一つの名前で呼ばれているが、最近では、いくつかの亜種と近縁種に細分されることが多い(Pogue and Schaefer, 2007)。大別すると、日本をはじめとしてロシアを含むアジアに生息するアジア型マイマイガ (Asian gypsy moth, 略してAGM) とヨーロッパに生息するヨーロッパ型マイマイガ (European gypsy moth, 略してEGM) に分けられる。北米大陸には19世紀終わりにEGMが侵入定着し、分布を拡大している。AGMとEGMはいろいろな点で異なり、EGMの雌成虫は飛翔しないとされているのに対し、AGMの雌は飛翔が可能で、体も大きい。そのため、もしAGMが北米に侵入すると、大きな被害をもた

らし、また急速に拡大することが懸念されている。侵入は、船舶や積み荷に産下された卵塊によって起こる可能性が最も高いので、アメリカ、カナダの両政府は1992年からロシアの一部の港を、また、2007年から、マイマイガの密度が高い日本の一部の港をハイリスク港として指定した。この指定を受けると、その港に寄港した船が北米に入港しようとする場合は、定められた民間検査機関で事前に検査を受け、マイマイガの卵塊が付着していないという不在証明書を取得することが求められる。不在証明書がない場合には、沖合に泊めおかれ、船体に卵塊が付着していないことの検査(沖合検査)を受けることが義務づけられている(農林水産省, 2007)。

このため、ハイリスク港の指定を受けた港を抱える広島県などの港湾関係者や行政機関から研究機関に対して、マイマイガの成虫を減らしてハイリスク港の指定を解除させてほしい、との要望が寄せられていた。これらの要望に応えるため、島津はマイマイガと昆虫病理の研究者に声をかけて「ハイリスク港指定解除に向けたマイマイガ密度管理方法の開発」という研究プロジェクトを立案し、上記事業に採択された。この研究は、1. マイマイガ防除対象地域の特定、2. マイマイガの天敵微生物の動態解明と利用、3. 物理的防除技術の改善、の3つの研究課題と、それらの成果を総合したとりまとめの課題「マイマイガハイリスク港指定解除への提言」の、合わせて4つの中課題により構成され、ハイリスク港周辺におけるマイマイガの密度を環境負荷の少ない方法を用いて低下させ、ハイリスク港の指定を解除させる方策を提示することを目的とした(表-1)。

Control methods of gypsy moth density for releasing specification of the high risk ports

<sup>1</sup>SHIMAZU, Mitsuaki, 独立行政法人森林総合研究所; <sup>2</sup>KUNIMI, Yasuhisa, 国立大学法人東京農工大学;

<sup>3</sup>HIGASHIURA, Yasutomo, 学校法人東京薬科大学; <sup>4</sup>HARA, Hideho, 地方独立行政法人北海道立総合研究機構林業試験場;

<sup>5</sup>JIKUMARU, Shota, 広島県立総合技術研究所農業技術センター; <sup>6</sup>KAMEI, Mikio, 広島県立総合技術研究所林業技術センター;

<sup>7</sup>TAKATSUKA, Jun, 独立行政法人森林総合研究所

表-1 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「2049・ハイリスク港指定解除に向けたマイマイガ密度管理方法の開発」 課題構成

研究課題	担当研究機関
1. マイマイガ防除対象地域の特定	
(1) 雌成虫の飛翔距離の推定	北海道林試, 広島総技研, 東葉大
(2) フェロモントラップによる雄成虫の誘殺範囲の解明	北海道林試, 広島総技研, 東葉大
2. マイマイガの天敵微生物の動態解明と利用	
(1) マイマイガ低密度発生地における天敵微生物の動態解明	森林総研, 広島総技研, 農工大
(2) 天敵微生物の導入法の開発	森林総研, 農工大
3. 物理的防除技術の改善	
(1) 効率的捕殺方法の開発	北海道林試, 広島総技研, 東葉大
(2) マイマイガ幼虫の餌にならない緑化樹の特定	北海道林試, 広島総技研
4. マイマイガハイリスク港指定解除への提言	森林総研

平成22年度で研究期間が終了したのを機会に、ここに研究成果を報告する。なお、このプロジェクトの推進中に、アメリカの規制が強化され、2012年からは、日本、中国（上海以北）及び韓国の全ての港にマイマイガが飛翔する期間に寄港した船舶が、不在証明書の提出対象となり、新たな問題となっている。

## 2. どの範囲を防除すればよいか

産卵をして問題を起こすのは、周辺から船舶に飛来する雌成虫である。一般に、害虫が作物等を直接加害する場合には、その作物を対象として防除作業を行えばよい。しかし、港湾に飛来して問題となる成虫は、雄も雌も近所の樹木を食べて成長したものではありません。どこから来るものか特定できない。言い換えれば、港で問題となるマイマイガの密度を下げるために幼虫に対して殺虫剤をまくにしても、どこにまけばよいかかわからなかった。そこで、この研究の第1の中課題では、雌成虫の飛翔距離を明らかにすることで、これまで定まっていなかった防除対象地域を特定する研究を行った。アメリカやカナダが恐れているAGMの侵入の源は、船体や積荷に付着した卵である。産卵する雌成虫は、当然のことながら飛翔可能距離内の範囲に由来すると考えられ、この距離がマイマイガ密度を低下させるべき範囲の指針となる。一方、アメリカとカナダによるハイリスク港の指定は、港湾内のフェロモントラッ



写真-1 放飼後に移動し産卵している雌成虫

プに誘殺される雄成虫数に基づいている。アメリカ製のフェロモントラップが使用されており、これは日本の雄も強く誘引するが、もともとEGMを対象として開発されたフェロモンであり、どの範囲までのAGMの雄を誘引できるかは知られておらず、この点も明らかにした。

AGMの雌成虫は、一旦産卵を開始するとその場所から動かずに産卵を続ける性質がある。この性質

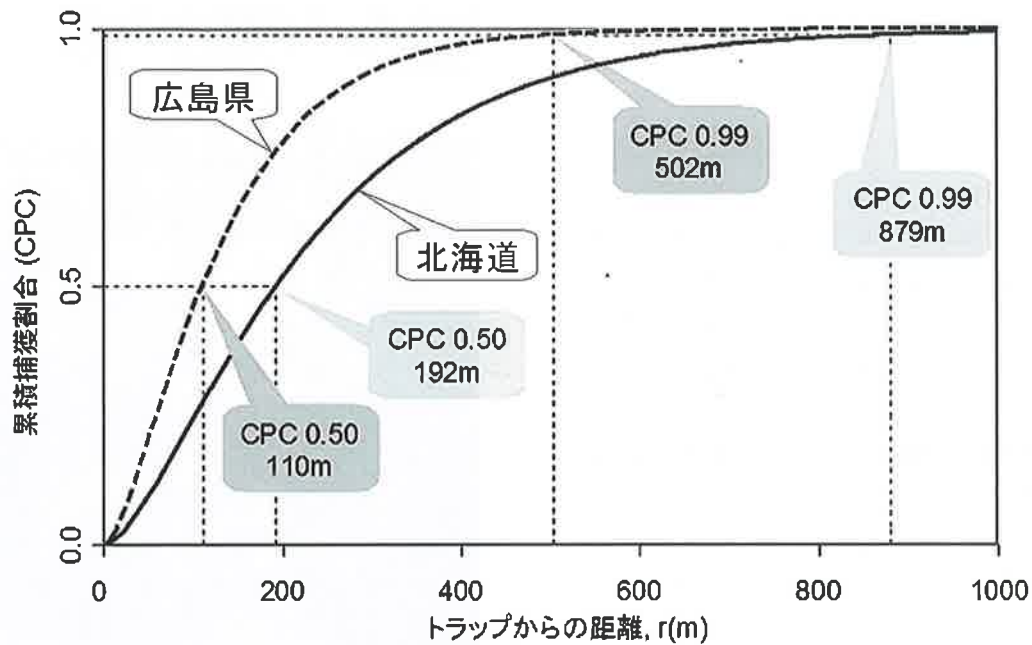


図-1 フェロモントラップによる雄の距離別の累積捕獲割合

を利用すれば、雌を放して飛翔・分散させ、産卵しているところを見つけることで飛翔距離を測ることができる。そこで、幼虫を飼育して得られた雌成虫の翅にフェルトペンでマークをして放飼し、約一週間後に産卵中の雌を捜索して放虫地点からの距離を計測して移動距離とした。実験は北海道美幌市、青森県三沢市、長野県松本市で行った（写真-1）。その結果、平均飛翔距離は北海道では32m、青森では39m、松本では14mであり、最大で150m程度であった。雌成虫は交尾してから別の場所まで飛翔して産卵するものと、交尾前に飛翔あるいはその場で交尾し産卵するものとがほぼ半々であった。雌は夜行性で、夜に飛翔する姿はビデオでも撮影された。

さらに、雌の潜在飛翔能力をフライトミルによって測定した。フライトミルは、アームに未交尾雌成虫をつり下げ、飛翔動作でアームが回転するようにしてあり、アームの半径と回転数から飛翔距離を計測する装置である。実験の結果、ほとんどの供試個体で飛翔が確認され、連続して飛べる距離（最長継続飛翔距離）は多くが500m以下であった。しかし、休みながら飛んだ距離の合計（総飛翔距離）では1,000m以上の個体が多く、最大6,174m飛翔した個

体があった。

実験の成果をまとめると、港湾に飛来する雌の多くは数十m以内に由来すると考えられた。雌の飛翔能力から防除範囲を考えると、数百m以内の範囲を対象とすれば、港湾に飛来するマイマイガ密度を大きく下げることができる。ただし、その密度を完全にゼロまで下げるためには、防除範囲をさらに広げる必要があると考えられた。

一方、雄成虫について、アメリカ製フェロモントラップによる誘引範囲を推定した。広島県広島市と北海道上川郡新得町でそれぞれ、フェロモントラップを調査空間内に一様に配置して、その中央からあらかじめマークを付けた雄成虫を放し、再捕獲されたトラップまでの距離を雄成虫の誘引距離とした。270頭（北海道）、343頭（広島）の雄を放飼して、76頭（北海道）、60頭（広島）の雄が捕獲され、平均誘引距離は、北海道での試験で239m、広島での試験で136mとそれぞれ推定された。また、トラップに捕獲された雄成虫がどこから移動してきたかを推定するため、累積捕獲割合（CPC）を推定した。マイマイガの分布密度は一定とすると、トラップで捕獲された雄成虫のうち50%の雄成虫は、トラップ

から192m（北海道）、または110m（広島）以内から、99%の雄成虫は879m（北海道）、または502m（広島）以内から移動してきたと推定された（図-1）。これらのことから、AGM雄成虫の平均誘引距離は100~300m程度と推定された。指定解除の要件となるトラップ捕獲数は年間50頭以下であることから、実施する防除の効果が十分に高ければ、数百mの範囲を防除することにより指定解除となる捕獲数まで減らすことが可能であることを提示した。

### 3. 化学殺虫剤を使用しないマイマイガ幼虫の防除法

マイマイガを防除すべき港湾は市街地に近いことが多く、防除には化学殺虫剤よりも環境負荷の低い方法が要求されている。化学殺虫剤を使用しない防除手段としては、微生物的防除法や物理的防除法が考えられる。そこで防除技術の中課題を2つ設定し、一つでは微生物的防除技術を、もう一つでは物理的防除技術を検討した。

#### (1) 微生物的防除技術

日本でマイマイガの幼虫が大発生すると、病気が自然に流行し、大発生は3年程度で終息するのが普通である（小山, 1954; Aoki, 1974）。この中課題では、流行病の病原体（天敵微生物）の生態を明らかにすること、および天敵微生物を効率よく働かせてマイマイガを防除する技術の開発をおこなった。

マイマイガの流行病は低密度の時には見られず、その間、天敵微生物がどうしているのかは明らかではない。一般的に天敵微生物は非流行時には、環境条件の安定した土壤中にいると考えられている。そこで、マイマイガの大発生履歴のある森林から採集した土壌とマイマイガ幼虫を一緒に飼育して、土壌中に存在している天敵微生物の釣り出しと、天敵微生物の活性化過程の解明を行った。また、防除資材として利用する病原体を確保するため、実際にマイマイガの大発生地で流行病を起こしている微生物を採集した。

過去に大発生履歴のある森林の土壌や落葉とマイマイガ幼虫を一緒に飼育すると、幼虫期の死亡率が



写真-2 *Entomophaga maimaiga*に感染したマイマイガ終齢幼虫

高く、蛹まで成育したものは少なかった。それらの死体から、*Isaria fumosorosea*（赤きょう病菌）、*Aspergillus* sp.（コウジカビ類）が得られた。大発生中のマイマイガ個体群に実際に病気を起こしている病原微生物としては、岩手県北部から、LdNPV（マイマイガ核多角体病ウイルス）、Lyman NPV（カシワマイマイ核多角体病ウイルス）、*Entomophaga maimaiga*（マイマイガ疫病菌、写真-2）、および*Isaria javanica*（硬化病菌の一種、和名なし、本邦およびマイマイガからは初記録）が、また広島県北部と北海道道東からLdNPVと*E. maimaiga*（広島は本州最西端の記録）が得られた。

*Entomophaga maimaiga*は、短命だが他個体に感染性のある分生子と、環境耐性が高く長命だが普段は休眠状態にある休眠胞子、という2種類の胞子を作り分けており、休眠胞子が休眠から覚めて活性化する過程は、その生態を明らかにする上でも利用の面からも重要である。*E. maimaiga*の休眠胞子を、落葉に混ぜて野外の雑木林の林床で越冬させ、

その後、落葉とマイマイガ幼虫をカップと一緒に入れて飼育した結果、7サンプル中3サンプルで10～40%のマイマイガ幼虫に感染させることができ、休眠が打破され活性化されたと考えられた。また、活性化に伴うと考えられる内部形態の変化も観察された。

分離した天敵微生物の病原力検定をおこなった。*I. javanica*の分生子をマイマイガ幼虫に接種した結果、4齢の補正死亡率(対照区の死亡を除去)は、 $1 \times 10^8$ /mlの接種で58～100%、 $10^7$ /mlでは25～35%であった。岩手県ではマイマイガと同時にカシワマイマイ (*Lymantria mathura*)も大発生しており、そこから分離したNPVの寄主特異性を調べたところ、LdNPVは、本来の寄主ではないカシワマイマイの幼虫には感染しないが、LymaNPVは低率ながら本来の寄主ではないマイマイガにも感染し、野外でもLymaNPVに感染したマイマイガ幼虫が低率で認められた。北海道のマイマイガ幼虫あるいは本州亜種のマイマイガ幼虫に、北海道(LdNPV-H)、岩手(LdNPV-I)およびアメリカ(LdNPV-A)で分離されたLdNPVを接種したところ、供試した幼虫の系統にかかわらず、3系統のウイルスの病原力はほぼ同じであった。LdNPV-Aはアメリカにおいて農薬登録されているウイルス製剤(Gypchek)に使用されているウイルス株であることから、Gypchekは日本で発生しているマイマイガ幼虫にも有効であることが明らかとなった。しかし、実際に野外で使用するためには、日本での農薬登録が必要であり、3年間というプロジェクト期間中に登録はできなかった。

一方、日本で登録済みの微生物農薬がマイマイガに有効であれば、即戦力として利用できる。すでに登録済みのBT剤(*Bacillus thuringiensis*という昆虫病原細菌の製剤)は、多くのチョウ目の幼虫に殺虫効果があるので、マイマイガ幼虫にも有効な可能性がある。そこで日本で市販されている3種のBT剤を葉に散布して、マイマイガ幼虫に添食試験を行ったところ、供試した製剤のいずれも500～1000倍で2～3日でほぼ100%の殺虫力があり、この濃度の



写真-3 アラカシの葉裏に産卵されたマイマイガの卵塊

BT剤が利用できることがわかった。この結果に基づき、BT剤は樹木ケムシ類としてマイマイガ用に登録拡大(エスマルク：平成23年5月、ゼンターリ：平成23年8月)された。

## (2) 物理的防除技術

プロジェクトでは、物理的防除技術に関して2つの小課題を設定した。小課題1では産卵場所選択に関わる要因の解明と、シート巻きなどによる幼虫や蛹を捕殺する方法の開発、また小課題2では各種樹種のマイマイガ幼虫の餌としての適性を解明し、港の緑化に好適な木と不適な木のリスト化を行った。

マイマイガは一年の大半を卵として過ごし、卵は500個くらいが一つの卵塊になっているため、防除には卵塊の除去が最も効果的である。卵塊を効率的に発見・除去するには、雌成虫の産卵場所選択に関わる要因を明らかにすることが重要である。そこで北海道と広島県で、実際に産卵されている場所の特性と卵塊数を調査した。その結果、北海道では明るい色の樹皮を持つ樹の樹幹下部に多いこと、広島県では樹幹ではなく、常緑広葉樹とくにアラカシの葉裏に産卵するものが大部分であることを発見した(写真-3)。これまで、マイマイガは壁や樹皮などに産卵すると考えられていたので、葉への産卵は新知見であった。

マイマイガの幼虫は、3齢までは1日中枝や葉の上で餌を食べながら過ごす、大きくなると樹幹に降りて、日中は幹の割れ目などに隠れるようになり、

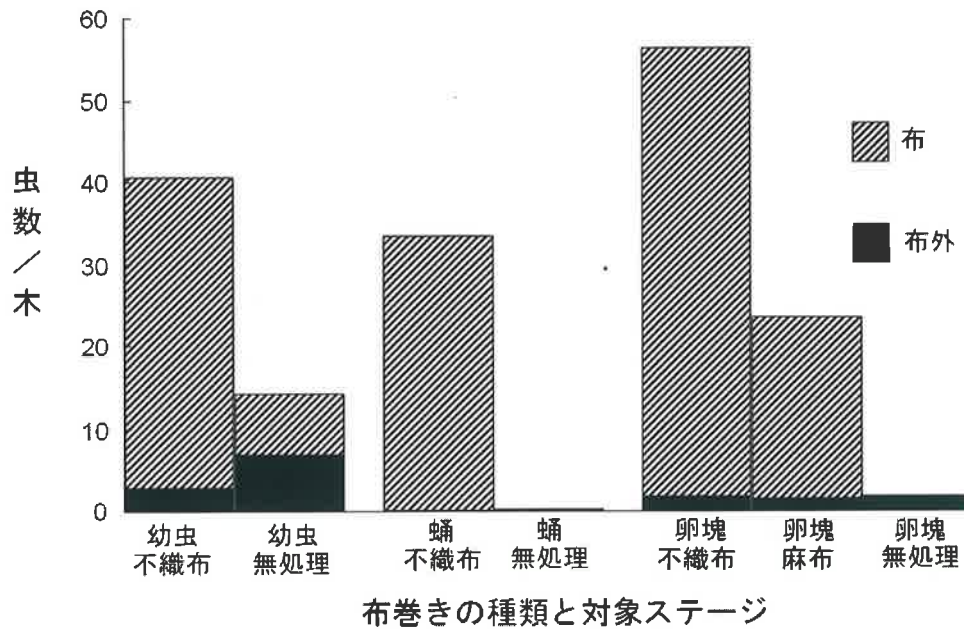


図-2 布巻きによるマイマイガの集中状況 (幹の高さ0~2mの範囲を調査)

表-2 マイマイガの餌として好適な樹種・不適な樹種 (森林総合研究所, 2011より引用, 改変)

成長段階	樹種	好適性
1 齢のまま, 生存率 0%	アキニレ, アジサイ, イチイ, イチョウ (広), イヌエンジュ, カイツカイブキ, キョウチクトウ, クロガネモチ, クロマツ, コウヤマキ, センダン, ナツツバキ, ナンキンハゼ, ノリウツギ, ハリギリ, ヤマグワ	好まない
同50%未満	イヌツゲ, ガマズミ, コマユミ, サワラ, スギ, ハクサンシャクナゲ, ハコネウツギ, ヒバ, ムラサキシキブ, モンタナマツ	
同50%以上	タニウツギ	
2 齢に到達, 生存率50%未満	イチョウ (北), エゴノキ, カンボク, キタコブシ, キタゴヨウ, シラカシ, ソメイヨシノ (広), タブノキ, トチノキ, ヒノキ, プラタナス, マテバシイ, メタセコイア, ヤチダモ, ヤマザクラ, ライラック	あまり好まない
同50%以上	アカエゾマツ, アキグミ, アメリカフウ, アラカシ, ウバメガシ, ウメエゾイタヤ, エゾシモツケ, エゾノクロウメドキ, エゾマツ, エゾムラサキツツジ, エノキ, オオヤマザクラ, オニグルミ, オノエヤナギ, カツラ, カラマツ, クスノキ, ケヤキ, コジイ, コナラ, コマガタケスグリ, シナノキ, シラカンバ, ズミ, ソメイヨシノ (北), トウカエデ, トドマツ, ナナカマド, ニオイヒバ, ハリエンジュ, ハシドイ, ハマナス, ハルニレ, ハンノキ, ヒラドツツジ, ヒロハヘビノボラズ, フウ, フジ, ブナ, ポプラ, マルバマンサク, ミズキ, ミズナラ, ミヤマビャクシン, ヤマモモ	好む

・野外で1 齢幼虫が発生する時期に調査。  
 ・( )内は地域 (北:北海道, 広:広島) によって好適性が異なるもの。



また、蛹化にもそのような場所を好む。そのため、幹に人為的に隠れ場所を作ると、幼虫や蛹を集中させて一網打尽にすることができる。樹幹に麻布や不織布を巻きつけ、マイマイガ幼虫の集中状況を調査したところ、老齢幼虫、蛹ともにその隙間や裏側に潜り込み、顕著な集中が認められた。また、蛹の捕殺試験を進める過程で、北海道では雌成虫も布の内側に集まり、好んで産卵もするという新たな性質がわかり、卵塊も物理的に効率的に集めることが可能であった(図-2)。

マイマイガ幼虫の餌にならない樹種を港湾およびその周辺の緑化樹とすることが望ましいので、港周辺の市街地と自然林の樹木の分布を調査し、胸高断面積合計から優占する木本種を選んで幼虫の摂食試験を行った。また、北海道では草本も含めた摂食試験を行った。その結果、アジサイ、クロガネモチなどがマイマイガの成育に不適當な植物であり、ケヤキ、カラマツなどが好適な食樹であることが判明した(小野寺・原, 2011; 表-2)。

#### 4. マイマイガハイリスク港指定解除への提言

プロジェクトでは、上記の成果をまとめてハイリスク港指定解除を目指す提言を行う中課題を設けた。全体の成果としては、マイマイガの防除対象とすべき範囲、使用すべき微生物的防除法、物理的防除法が決定されたので、これに現行の防除技術を組み合わせ、低コストで効果的な総合防除法を示した。

成果の公表としては、一般向けに研究成果発表会の開催と、港湾関係者向けにパンフレットの作成をおこなった。研究成果発表会では、各研究担当者が、本研究で得られた防除範囲、微生物的防除法、物理的防除法についての成果を発表した。更に、北米の規制措置の現状と日本の対応について農林水産省植物防疫所の担当官による講演も行った。また、パンフレットには、マイマイガの解説とハイリスク港問題の解説を載せた上、本研究で得られた結果と現行防除技術を組み合わせた新防除技術を示した(森林総合研究所, 2011)。

#### 5. おわりに

最初に述べたように、アメリカ・カナダ両政府による規制措置の見直しにより、本プロジェクト終了後の2012年以降は、特定のハイリスク港を指定するのではなく、日本全体の港が同列に対象とされることになってしまった。農林水産省では、沖合検査・不在証明提出を回避するための措置として、北米向けの船舶が接岸する埠頭周辺地域をリスク管理地域として設定し、管理地域と周辺地域で防除措置を講じて、管理地域でのマイマイガを著しい低密度にすることをアメリカ、カナダに提案している(農林水産省, 2011)。この目標は、飛来源のマイマイガを低密度にして船舶への付着リスクをなくし、不在証明の取得を不要にすることである。

アメリカ・カナダ両政府の対応がこれまでと変わり、国内でのマイマイガ発生に基づいて国単位でハイリスクの指定をされることになったので、個別の港でマイマイガ密度を低下させて指定を解除するために本研究成果を活用することができなくなってしまったことは残念であった。しかし、このプロジェクトで得られた成果は、今後のマイマイガの密度低下の足がかりとなることは間違いなく、また我が国としても、マイマイガの密度を低下させることで、密度の低い港は「ローリスク港」として、規制の対象とならないことをアピールしていけるものと思う。

#### 引用文献

- 赤祖父愷雄(1973) 高岡市におけるマイマイガの異常発生について—発生予察と防除—。森林防疫 258, 214~217.
- Aoki, J. (1974) Mixed infection of the gypsy moth, *Lymantria dispar japonica* Motchulski (Lepidoptera: Lymantriidae), in a larch forest by *Entomophthora aulicae* (Reich.) Sorok. and *Paecilomyces canadensis* (Vuill.) Brown et Smith. Appl. Entomol. Zool.9, 185~190.
- 古田公人・東浦康友(1974) 北海道富良野市周辺におけるマイマイガの発生(1)。森林防疫 270, 168~170.

東浦康友 (1974) 北海道富良野市周辺におけるマイマイガの発生(2). 森林防疫 270, 170~172.

井上元則 (1954) 北海道に大発生したマイマイガ. 森林防疫ニュース27, 289~292.

井上重紀・有沢修二 (1984) 福井県今庄町およびその周辺におけるマイマイガの大発生とスギ林の被害. 森林防疫 386, 84~87.

伊藤 巖 (1978) 岩手県におけるマイマイガ類の発生経過とその防除について. 森林防疫 319, 169~173.

見城 卓・塩原右治・吉田尚仁 (1967) 群馬県下に発生したマイマイガの被害について. 森林防疫ニュース180, 62~65.

小山良之助 (1954) マイマイガの二大流行病. 森林防疫ニュース27, 296~298.

農林水産省 (2007) 米国及びカナダにおけるアジア型マイマイガ侵入防止のための船舶検査の導入について. 農林水産省ホームページ [http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/pdf/senpak\\_donyu.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/pdf/senpak_donyu.pdf) ダウンロード2012.02.23.

農林水産省 (2011) 米国及びカナダへの日本の港湾におけるAGMリスク管理措置提案及び平成23年度における調査の実施について. 農林水産省ホームページ

ムページ [http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k\\_yusyutu/agm/pdf/110427\\_agm\\_risk\\_control2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_yusyutu/agm/pdf/110427_agm_risk_control2.pdf) ダウンロード2012.02.23.

中原 (二郎) (1952) マイマイガ大発生—石川. 森林防疫ニュース1, 14.

小野寺賢介・原 秀穂 (2011) アジア系統マイマイガ北海道個体群幼虫の餌としての植物各種の適合性. 北海道林業試験場研究報告 48, 47~54.

尾崎研一 (1990) 北海道におけるマイマイガの大発生. 森林防疫 463, 198~201.

Pogue, M. and Schaefer, P.W. (2007) A review of selected species of *Lymantria* Hubner [1819] including three new species. USDA Forest Service FHTET-2006-07, 223pp <http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/45484/1/CAT30992165.pdf> ダウンロード2012.02.23.

森林総合研究所 (2011) 港湾におけるアジア型マイマイガ (AGM) の生態と防除. 森林総合研究所ホームページ <http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/2nd-chuukiseika27.pdf> ダウンロード2012.02.23.

(2012. 2. 24 受理)

## 資料

# 寄主選択の観点からみたスギノアカネトラカミキリの産卵場所にならなかつたクマスギ枯れ上がり枝を考える

小島耕一郎<sup>1</sup>

## 1. はじめに

長野県においてスギ・ヒノキ材質劣化害虫スギノアカネトラカミキリ *Anaglyptus subfasciatus* に関する調査・研究を10年余に及び取り組んできたが、奇しくもクマスギにはスギノアカネトラカミキリ幼虫による摂食痕は認められず、加えてトゲヒゲトラカミキリ *Demonax transilis* はスギ、ヒノキ、ヒバなどの他、多くの広葉樹を寄主とするが、伏条性のスギであるクマスギに寄生しないという事例に出合った。しかし、これを検証できる資料を欠いていたため、クマスギにはスギノアカネトラカミキリの産卵を回避する阻害要因があるか。幼虫が育たなくなる摂食阻害作用をもつ物質があるかなどを考え、展開は止まっていた (小島, 2009)。

今回、京都府の北部地方に自生しているアシウスギの存在を知り、これは新潟県糸魚川市などに自生地があるクマスギと共通点が多いことから、これら地域品種とスギノアカネトラカミキリの寄生状況について関係機関の協力が得られ、調査・研究が進展すれば、長野県で未解決になっているクマスギもその真偽は何れかに分かれ解決できるものと考えられ、ここに解決策の一端を提言する次第である。

## 2. 伏条性のあるスギ地域品種に対するスギノアカネトラカミキリの寄生状況の検証

日本海側に分布域のあるスギのなかで中井猛之進博士により命名されたアシウスギがある。アシウスギは暗い林の中でも育ち、下枝が枯れずに残り伏条更新をするなど (渡辺, 1970)、クマスギの特性と比べて共通点が多く、京都府南丹市美山町に位置す



写真 枝張り幅の狭い地域品種クマスギの外観 (長野県林業総合センター小山泰弘氏提供, 長野県須坂市・県営米子採種園)

る京都大学芦生演習林の構内に自生地があり、構内にはスギノアカネトラカミキリの採集記録例もある (渡辺, 1963)。クマスギは古来から信越地方一帯の多雪地域に分布し、伏条・萌芽性があり、耐寒・耐雪性に強く、枝張り幅が狭く耐陰性に強いなどの特性がある (今井ら, 1971)。枝張り幅の狭い状態は写真に示した。そして新潟県糸魚川市などには自生地があり、この地域にはスギノアカネトラカミキリによる被害地も存在している (布川ら, 1997)。したがって、アシウスギやクマスギを太平洋側に分布

A few remarks on the host selection of *Anaglyptus subfasciatus* (Coleoptera, Cerambycidae) for natural pruning of Kumasugi (*Cryptomeria japonica*, geographical variety) in northern Nagano

<sup>1</sup>KOJIMA, Koichiro, 一般社団法人日本樹木医会, 長野県林業大学校講師

域のあるスギと対峙させた調査・研究が展開されれば、スギノアカネトラカミキリに対する日本海側に分布域のあるスギの寄生特性は明らかになる。

### 3. 蓄積してきた調査・研究資料に基づく考察

#### (1) 産卵行動の対象になる枯れ枝の性状

スギノアカネトラカミキリの産卵対象となるスギ枯れ枝は、枯れ始めた直後のものと推定されている(楨原, 2002)。しかし、長野県北部地方で樹齢22年から34年の樹幹高6m未満に残存していた枯れ枝のうち、スギノアカネトラカミキリ幼虫による摂食痕が認められた主な枯れ枝は、枯れ葉を残存していない棒状の枝で、黄褐色葉あるいは赤褐色葉のある衰弱枝では摂食痕は認められなかった(小島・三原, 1989)。したがって、耐陰性にすぐれ伏条性のあるアシウスギやクマスギでは、枯れ葉を残存していない棒状の枯れ枝を精査し、スギノアカネトラカミキリによる寄生の有無を確認したい。なお、枯れ枝の年輪数(元口)と被害の関係を実生スギでみると、被害枝628本のうち、2年輪から6年輪で多く、4年輪の105本(16.7%)を最大値としている(小島・三原, 1989)。

#### (2) 枯れ枝の性状と被害の発生

クマスギと実生スギ(地スギ, アカスギともいう)が隣接している須坂市仁礼および塩野(クマスギ林業の中心地)、また須坂市豊丘の奈良川流域のクマスギ、何れの地域でもクマスギを対象にした調査ではスギノアカネトラカミキリによる摂食痕は認められなかった(小島, 2009)。調査した枯れ枝は枯れ葉を残存していない棒状の枝であった。外観的に同じに見える枯れ枝も、スギノアカネトラカミキリ雌成虫がクマスギに飛来(林縁と考えたい)したとしても探している産卵場所はクマスギにはなかったことになる。

矢頭(1965)は、表日本系スギの下枝は下垂することなく早く枯死して落ちてゆくが、裏日本系スギの下枝は下垂して永く残り、伏条となって新幹をつくることがあると記している。つまりスギノアカネトラカミキリ雌成虫は早く枯死して落ちてゆく枝を

産卵場所とし、下垂して永く残る枝は産卵に適していないものと判断したい。これは今後の調査・研究により明らかにされるはずである。

#### (3) クマスギ林業地域におけるスギノアカネトラカミキリ捕獲個体数

長野県北部地方にはスギノアカネトラカミキリによる被害地は多く、被害程度は広域・激害。ここから10km余離れた位置にクマスギ林業地域は存在するが、被害は微害である(小島・片倉, 1994)。微害地域を裏付ける資料として、1987年、黄色プラスチック製衝突板式とbenzyl acetateを組み合わせたトラップ1器ずつを取り付けたところ捕獲されたスギノアカネトラカミキリ個体数は、須坂市塩野(標高650m)では5個体(トゲヒゲトラカミキリ1867個体)、須坂市豊丘(標高740m)では1個体(トゲヒゲトラカミキリ135個体)であった(小島・三原, 1989)。これらは実生スギ(アカスギ)から飛来してきたものであろう。

微害地域になり得た原因は今後の調査に待ちたい。つまり被害状況調査は地元の要請に応じて行ってきたため、激害地域と微害地域の間に位置する地域の被害程度は途切れている。これを補うため、クマスギ林業地域へ連なるスギ林の分布、被害拡大の温床になりやすい老齢大径木の存在、スギ林にブナ林などが介在し、スギ林の連続性が断ち切れ緩衝地帯が存在しているかどうか、これらそれぞれにトラップを取り付け捕獲個体数の多少を調べたい。加えて、日本海側の秋田スギはスギノアカネトラカミキリによる被害が非常に少ないが、梢端部の細い枯れ枝には被害があると言われている(楨原・私信)。このご指摘に基づきクマスギの特性を検証するため、クマスギ林に近い地域の実生スギ林でトラップによる捕獲例があれば、クマスギ林内の樹冠層にトラップを取り付け、トゲヒゲトラカミキリを含めた生息状況調査を行いたい。

#### (4) スギノアカネトラカミキリやトゲヒゲトラカミキリの飛翔行動

クマスギにスギノアカネトラカミキリの摂食痕が認められない。トゲヒゲトラカミキリはクマスギを

寄主としない。これらの原因を明るさと暗さの相反する関係に基づいて考察すると、直射日光を好むトゲヒゲトラカミキリとクマスギ林の暗さが相互に反発し合っているのではないか。スギノアカネトラカミキリは正の趨光性はあるが、直射日光を嫌う習性がある。これらを合わせ考えると、カミキリムシ類の飛翔行動を阻んでいる環境はクマスギ林の暗さが影響を及ぼしていると判断できる。これは次に示すトラップによる捕獲例から明らかで、楨原（1987）が指摘する既知の資料と一致する。すなわち訪花樹種の花がスギ林外に咲いていても10m～15m以上離れていればスギ林を離れた他の環境へ飛び出すことはない。

1990年、長野県北部地方に位置する小谷村の中谷川流域（標高650～680m）のスギ林とカワヤナギ群落が隣接している地域に黄色プラスチック製衝突板式とmethyl phenylacetateを組み合わせたトラップ4器ずつを取り付けたところ、スギノアカネトラカミキリはスギ林で18個体（このうち12個体は林縁）を捕獲、カワヤナギ群落では捕れなかった。トゲヒゲトラカミキリはスギ林で1915個体、カワヤナギ群落で518個体が捕獲された（小島・片倉，1994）。これらの結果から、トゲヒゲトラカミキリは林内の暗いクマスギへ飛翔してゆく可能性は極めて少なく、スギノアカネトラカミキリはスギ林を離れて暗い環境へ飛翔することは難しいと判断したい。

稿を閉じるにあたり、トビクサレ被害と対応する防除策は長期的・全体的展望に立った計画が必要である。スギ林に閉じこもるスギノアカネトラカミキリを誘き出す手法はトラップであるが、秋田スギの梢端部の細い枝の被害事例に接したとき、一筋縄ではいかない昆虫（ここでは害虫と言いたくない）と認識し、スギノアカネトラカミキリの生活力に深い

感動を受けると共に思い込みや先入観を払拭した慎重を期した調査・研究の大切さを痛感した。

## 引用文献

- 今井元政ら（1971）クマスギ林業，長野県林業指導所，1～99，付表，写真。
- 小島耕一郎・三原康義（1989）スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究，長野県林業総合センター研究報告 4，8～35。
- 小島耕一郎・片倉正行（1994）スギ・ヒノキ材質劣化害虫防除に関する総合研究，長野県林業総合センター研究報告 8，1～33。
- 小島耕一郎（2009）裏日本系スギの一品種クマスギを寄生回避した広食性のトゲヒゲトラカミキリに関する考察—スギノアカネトラカミキリのクマスギに対する寄生は可能か—森林防疫 58，70～71。
- 楨原 寛（1987）スギノアカネトラカミキリの被害と防除（わかりやすい林業解説シリーズ84）林業科学技術振興所，東京。
- 楨原 寛（2002）スギノアカネトラカミキリ—これまで明らかになったことと今後の問題点。森林をまもる—森林防疫研究50年の成果と今後の展望—，pp.171～181，全国森林病虫獣害防除協会，東京。
- 布川耕市・武田 宏・伊藤信治（1997）新潟県におけるスギノアカネトラカミキリの被害分布。森林防疫 46，188～193。
- 渡辺弘之（1963）タンナサワフタギ花上のスギノアカネトラカミキリ。森林防疫ニュース 12，141。
- 渡辺弘之（1970）京都の秘境・芦生—原生林への招待—，ナカニシヤ書店，京都。
- 矢頭献一（1965）図説樹木学—針葉樹編—，朝倉書店，東京。

（2011. 11. 21 受理）

都道府県だより

# 神奈川県におけるブナハバチのブナ食害状況と対策について

## ○はじめに

神奈川県の北西部に鎮座する丹沢山地は標高1,673mの蛭ヶ岳を最高峰とする約4万haの山塊です。標高約800m以上にはブナの原生林が広がり、多様な動植物の生息環境であると同時に県民の水源地としての役割を果たしています。

現在、丹沢のブナ林では高標高域の稜線部を中心に衰退が生じています。ブナ林の衰退は、ブナを中心とする高木が衰弱により樹冠が小さくなるとともに、枯死により林冠ギャップが拡大することで進行しています。健全な森林では高木が枯死した後に若木が育ちギャップを埋めるのが一般的ですが、丹沢のようにニホンジカ密度が高い森林ではシカの採食により若木が育たずギャップが埋まりにくくなります。このため、衰退が進むにつれてブナ林はシカの採食に強いミヤマクマザサやシカ不嗜好性植物の繁茂する草地に取って代わります。

ブナ林の衰退履歴を解析すると1970年頃には一部で衰退が生じていますが、衰退が顕在化したのは

1990年代に入ってからです。1990年代以降の衰退原因は2004～2005年に実施された丹沢大山総合調査によりオゾン、水ストレス及びブナハバチの複合影響が指摘されています。特にブナハバチについては、大量発生した幼虫により繰り返し被食を受けたブナの枝先枯れなどの衰弱や枯死症状が観察されています。ブナ林の衰退を少しでも食い止めるため、ブナハバチによる被食の軽減対策が急務となっています。

## ○ブナ葉の食害状況

丹沢山地においてブナハバチの大量発生は1993年にはじめて確認されました。それ以前に大量発生の目撃例はなく、発生していたとしても小規模で局所的であったか、頻度が低かった可能性が考えられます。1993年以降は広域的あるいは局所的な発生が繰り返し確認されています。なかでも広域の大規模な葉の食害は1993年、1997年、1998年、2007年に生じた後、昨年2011年にも再び発生しました。葉食被害は加入道山（標高1,418m）や大室山（標高1,588m）、



図-1 丹沢山地における2011年のブナハバチ被食発生状況。丸の大きさが大きいほど被食量が多いことを示す。



図-2 ブナハバチが大量発生した檜洞丸山頂付近のブナ林の状況 (2011年8月8日撮影)  
葉色の明るい木はブナハバチの被食により全失葉後に再展葉したブナである。

檜洞丸 (標高1,601m)、蛭ヶ岳などの山頂付近で激しくなる傾向がありました (図-1)。葉食被害により6月下旬に全失葉したブナは8月に入ると再展葉するため、被害の激しい地点では真夏にもかかわらず新緑のブナが多数観察されました (図-2)。ブナハバチの被食は同じブナ個体で繰り返し生じる傾向があるので、再度被害を受けたブナでは今後の衰弱や枯死が懸念されます。

### ○防除対策の試み

このようにブナハバチは近年のブナ林衰退に関与することから、被食軽減のための防除対策が求められています。ブナハバチが新種として記載されたのが2000年と比較的最近のため生態に不明な点が多いのが現状ですが、これまでの調査により判明した生態を踏まえた対策の取り組みを進めています。

まず、発生予察のための繭及び成虫のモニタリングです。大規模な被食が発生する地点では繭が高密度化することが確認されています。本種による被食は突発的に生じる傾向があり、繭密度が高いからといって必ずしも毎年被害が発生する訳ではありませんが、繭密度の経年変化を継続的に監視することにより潜在的な被食発生リスクを評価することができ



図-3 粘着シートによるブナハバチ幼虫の大量捕獲

ます。あわせて、4～6月に成虫の発消長をモニタリングします。成虫モニタリングの際には、産卵対象となる展開途中の若葉の消長も同時にモニタリングします。若葉の出現時の雌成虫発生量から当年の被食発生リスクを評価します。

発生予察とあわせて防除法を検討しています。対象地域には国定公園の特別保護地区が含まれることから、農薬散布のように環境負荷のかかる方法は慎重に検討する必要があります。そこで、環境負荷の小さい物理的防除法として粘着トラップによる幼虫の大量捕殺を試みています。これまでに樹上で摂食を完了した幼虫がいったん地上に落下し、土に潜り繭を形成する前に幹などをよじ登る生態が判明しています。そこでこの生態を利用し、ブナの樹幹地際部に粘着シートを粘着面が外側になるように設置することで幹をよじ登る大量の幼虫を捕獲できます (図-3)。この防除法は摂食を完了した幼虫を対象とするので当年の被食軽減に繋がらないのが難点ですが、次世代の密度低下には寄与するものと考えられます。

### ○終わりに

以上のようなブナハバチ対策の取り組みはまだ始まったばかりです。今後は、例えば農薬を使用するにしても環境負荷を抑えることができる樹幹注入を試みるなど、本種の生態と発生場所に適した防除法を検討していきます。また、丹沢山地では現在、植生保護柵や土壌保全工、ニホンジカ保護管理といった自然再生事業が実施されています。これらの事業によりかつてのブナ林の植生や土壌環境が再生することで生態系も復元することが期待されます。生態

系が復元し天敵が増えればブナハバチの密度が抑制される可能性があります。現在、これら事業による

ブナハバチの防除効果検証に取り組んでいます。  
(神奈川県自然環境保全センター 研究連携課)

## 島根県におけるナラ枯れ被害防除対策について

### 〇はじめに

本県の広葉樹は古くから「たたら製鉄」に必要な燃料（薪炭林）として積極的に利用されてきましたが、燃料革命以降はほとんど利用されなくなり、高齢級のコナラ、ミズナラが林内に放置されナラ枯れ被害を受けやすい森林となっています。

### 〇島根県のナラ枯れ被害状況について

本県のナラ枯れ被害は、昭和61年に県西部に位置する益田市美都町で確認され、その後県西部を中心に被害が拡大し、平成21年度には県東部の出雲市や松江市でも被害が確認されました（図）。

平成23年度の被害本数は11,767本で、対前年と比較して45%となったものの、今後の被害未発生地域への拡大が懸念されます（表）。

### 〇ナラ枯れ被害に向けた体制づくり

平成20年度から市町村・国有林・県の関係者で構成する「島根県ナラ枯れ対策連絡会議」を開催し、ナラ枯れ被害の把握、被害対策の検討、防除技術の普及等について協議をしています。

また平成22年度からは県の出先機関単位で市町村・県・森林組合・素材生産業者による「ナラ枯れ地域対策会議」を開催し、被害状況の確認や情報の共有、防除技術の研修を行っています。

さらに、県において「ナラ枯れ被害対策方針」を策定し、関係機関がそれぞれの役割を明確化すると共に、関係者が連携を図りながら被害対策を進めることとしています。

### 〇ナラ枯れ被害対策について

ナラ枯れの防除は被害発生に応じて必要な対策を

組み合わせて実施します。

#### ①単木的防除事業

地域のシンボルツリーや景観的に重要森林を対象

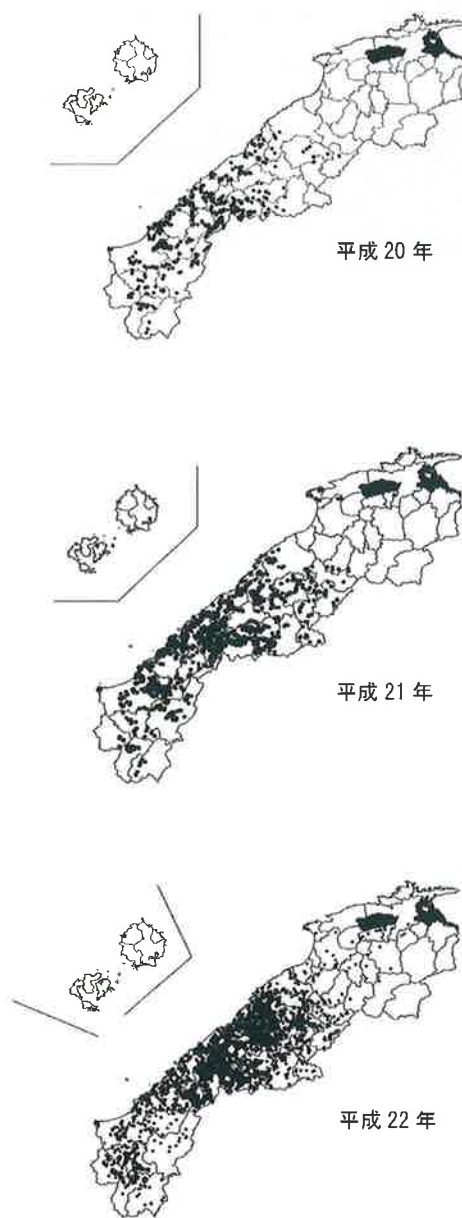


図 ナラ枯れ被害区域の推移



表 島根県のナラ枯れ被害本数の推移

単位：本

市町村	年 度								
	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23
東部					3	3	130	462	1,313
県央部					30	287	2,795	10,029	4,841
西部	165	368	935	1,376	2,283	3,022	4,111	15,721	5,613
隠岐									
県計	165	368	935	1,376	2,316	3,312	7,036	26,212	11,767

として、健全木への殺菌剤注入による予防、被害木の伐倒駆除（くん蒸）・立木処理（くん蒸、粘着剤噴霧）による虫の生息密度の低減を図ります。

②面的伐採事業

高齢級の木は虫の穿孔を受けやすく、また枯死することが多いことから、面的伐採（皆伐）や更新伐を行い、萌芽更新による若い林分へ改良していきます（写真）。

県はこれらの事業を実施する市町村・事業体の支援を行い、ナラ枯れ被害の終息を目指します。



写真 ナラ枯れ被害木の萌芽更新（伐採後3か経過）

○今後の取り組みについて

ナラ枯れの防除は高齢林を面的に伐採利用することにより、若い林分に誘導することが有効ですが、伐採後の萌芽更新の状況や、近接する広葉樹の被害

状況について調査したデータはほとんどありません。

このことから、面的伐採の有効性を検証し、被害木の積極的な伐採が図られるために必要なデータを収集する調査を実施する予定です。

（島根県農林水産部森林整備課森林育成・間伐グループ）

森林病虫獣害発生情報：平成24年3～4月受理分

病害

なし

〔キオビエダシャク…沖縄県 名護市〕

25年生イヌマキ人工林，2012年2月20日発見，被害本数30本（沖縄県森林資源研究センター・喜友名朝次）

虫害

〔タイワンキドクガ…沖縄県 八重山郡竹富町〕

デイゴ人工林，2012年3月15日発見，被害本数300本（沖縄県森林資源研究センター・喜友名朝次）

〔クスクダアザミウマ…宮崎県 宮崎市〕

15～30年生クスノキ緑化樹，2011年11月10日発見，被害本数500本（日本樹木医会・讃井孝義）

〔コシロモンドクガ…沖縄県 国頭郡〕

20年生デイゴ緑化樹，2011年4月5日発見，被害面積0.5ha，被害本数30本（沖縄県森林資源研究センター・喜友名朝次）

獣害

〔エゾシカ…北海道 登別市〕

5年生ミズナラ人工林，2011年7月発見，被害面積0.31ha，被害本数750本（北海道森林管理局森林整備第1課・津山藍）

〔コシロモンドクガ…沖縄県 八重山郡竹富町〕

若齢デイゴ人工林，2012年3月14日発見，被害本数300本（沖縄県森林資源研究センター・喜友名朝次）

（森林総合研究所 佐橋憲生／伊藤賢介／小泉 透）

林野庁だより

平成24年度森林病虫害等防除対策等予算額について

1 森林病虫害等防除に必要な経費（研究・保全課分）〈非公共〉

（単位：百万円）

区 分	前年度予算額 (a)	24年度予算額 (b)	前年度比 (b/a)
森林病虫害等防除費	885	877	99%
(目) 森林病虫害等防除事業費補助金	707	677	96%
・松くい虫防除費（被害拡大地域対策）	253	253	100%
・環境に配慮した松林保全対策費	312	239	77%
・政令指定病虫害等防除費（他害虫）	142	184	130%
(目) 森林病虫害等防除事業地方公共団体委託費	167	197	118%
・森林害虫駆除事業委託費	167	197	118%
(目) 森林病虫害等防除調査等委託費	9	—	—
・野生鳥獣被害対策の観点からの生息環境としての森林管理技術開発事業	9	—	—
(目) 森林病虫害等防除損失補償金	2	2	100%
森林整備推進対策費	267	167	63%
(目) 森林整備・保全費補助金 森林環境保全総合対策事業	の内数	の内数	
・ナラ枯れ被害の総合的防除技術高度化事業			
・野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業			
・林野火災防止技術向上緊急対策事業			

※単位未満の四捨五入により計が一致しない場合がある。

2 森林・林業・木材産業づくり交付金（研究・保全課分）〈非公共〉

（単位：百万円）

区 分	前年度予算額 (a)	24年度概算決定額 (b)	前年度比 (b/a)
○ 森林環境保全の推進	1,610	623	39%
○ 森林資源保護の推進	の内数	の内数	

（林野庁 研究・保全課）

人事異動（平成24年4月1日）

- 中村 毅（森林整備部研究・保全課 森林保護対策室長）
  - 東北森林管理局 森林整備部長
- 寺川 仁（大臣官房政策課調査官兼林野庁国有林野部経営企画課）
  - 森林整備部研究・保全課 森林保護対策室長

- 久保芳文（森林整備部研究・保全課課長補佐（保護指導班担当））
  - 国有林野部業務課課長補佐（財産管理班担当）
- 原啓一郎（森林整備部研究・保全課森林ボランティア企画官）
  - 森林整備部研究・保全課課長補佐（保護指導班担当）

## 森林防疫ジャーナル

### 独 森林総合研究所生物関連人事異動

平成24年4月1日付

窪野高德 (森林微生物研究領域長)

→ 企画部研究評価科長

佐橋憲生 (森林微生物研究領域・森林病理研究室長)

→ 森林微生物研究領域長, 森林病理研究室長事務取扱

太田祐子 (企画部男女共同参画室長, 森林微生物研究領域微生物生態研究室併任)

→ 森林微生物研究領域チーム長 (木材腐朽菌類担当)

松本和馬 (森林昆虫研究領域・昆虫生態研究室長)

→ 東北支所産学官連携推進調整監

伊藤賢介 (森林昆虫研究領域長)

→ 森林昆虫研究領域長, 森林昆虫研究領域昆虫生態研究室長事務取扱

河邊祐嗣 (森林微生物研究領域チーム長 (広域病害担当))

→ 森林微生物研究領域主任研究員・森林病理研究室

### お知らせ

森林防疫編集委員は次の通りです (平成24年4月1日現在)。

佐橋憲生 森林総合研究所森林微生物研究領域長

伊藤賢介 森林総合研究所森林昆虫研究領域長

小泉 透 森林総合研究所野生動物研究領域長

田端雅進 森林総合研究所微生物生態研究室長

北島 博 森林総合研究所広葉樹害虫担当チーム長

大井 徹 森林総合研究所鳥獣生態研究室長

島津光明 全国森林病虫獣害防除協会技術顧問

**森林防疫** 第61巻第3号(通巻第690号)  
平成24年5月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 林 正博  
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 1,302円(送料共)  
年間購読料 6,510円(送料共)

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.web.infoseek.co.jp/>