

# 森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



## 目次

### 論文

- 都市近郊林におけるシカ・イノシシ侵入防止柵の設置効果と維持管理作業の1事例  
[田村典子・竹下実生・高山夏鈴・岡 輝樹・小泉 透] . . . . . 3

### 解説

- デイゴ(*Erythrina variegata*)の枯死原因はデイゴヒメコバチ(*Quadrastichus erythrinae*)ではなく*Fusarium solani*種複合体に属する菌である  
[黒田慶子・中馬いづみ・高階空也・亀山統一] . . . . . 12

### 学会報告

- 森林昆虫研究最近の動向 ー第129回日本森林学会大会よりー  
[松本剛史] . . . . . 21

都道府県だより：宮城県・徳島県 . . . . . 29

森林病虫獣害発生情報：平成30年7月・8月受理分 . . . . . 32



A



B



C

### [表紙写真] ニホンジカによる自然林への影響

写真A：ニホンジカは農林業被害だけでなく自然植生への過大な影響も引き起こし、全国的に問題となっている。日光連山最高峰の日光白根山（標高2577.6m）もニホンジカの侵入によって植生に影響が目立つようになって久しい。標高約2300mにあるこのダケカンバ林は、草本層の草と口の届く範囲の木の葉が食われたため、林の向こう側まで見通せてしまう。7月の撮影にもかかわらず花はほとんど見られない。

写真B：ハクサンシャクナゲはニホンジカがあまり食べないため花をつけている。他にこの付近で目につく花はマルバダケブキとハンゴンソウだが、いずれもニホンジカがあまり食べないため増えた種類である。

写真C：山頂付近で見た雌のニホンジカ。

（堀野真一 森林総合研究所 日光白根山（栃木県日光市）において、2014年7月に撮影）

## 論文

# 都市近郊林におけるシカ・イノシシ侵入防止柵の設置効果と維持管理作業の1事例

田村典子<sup>1</sup>・竹下実生<sup>2</sup>・高山夏鈴<sup>3</sup>・岡 輝樹<sup>4</sup>・小泉 透<sup>5</sup>

## 1. はじめに

1970年代頃よりニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下シカとする) およびイノシシ (*Sus scrofa*) の個体数増加、分布拡大が各地で報告されている (環境省 2016)。これら獣類による農林業被害および自然植生への影響が問題となってきた (田村ほか 2005; 高田ほか 2010; 梶 2014など)。こうした被害を軽減するために、特定鳥獣保護管理計画に基づき、各地で適正個体数を維持するように捕獲が進められている (農林水産省生産局 2014; 永田ほか 2016)。ただし、捕獲による個体数管理は長期的、広域的な視点で行われるため、短期的あるいは局所的な視点で農林業被害・生態系被害を減らすためには防護柵などの直接的な防御手段を併用する必要がある。シカやイノシシの侵入を防止するために、金属ネット柵、非金属ネット柵、電気柵およびこれらの組み合わせなどの設置が試みられてきた (山梨県農政部 2007; 長崎県農林部農政課 2012など)。また、設置方法、設置場所、柵の高さ、維持管理方法などのマニュアルも提示されている (農林水産省生産局 2014)。柵の設置によって、シカからの食害を免れ、林床植生が保全されている事例も報告されている (田村 2010; 大澤ほか 2015)。また、電気柵設置によって、イノシシの被害を減少させる事例も報告されている (清水ほか 2013)。多くの設置現場では、設置後の管理は十分に行われておらず、柵の効果は短期的あるいは局所的であることが指摘されている (北澤ほか 2011) が、破損の原因、とくに動物由来の破損、について調査した事例は少ない。

近年、これまでに分布しなかった都市近郊の林においても、シカやイノシシが出現するようになった (小笠原・本郷 2002)。都市近郊では山間地と異なり、

交通事故、人身被害、感染症など、これまでとは異なる問題が生じているが、その対策は十分に検討されてはいない。都市近郊の森林では銃器を用いた捕獲手法が制限されるため、捕獲による個体数管理はより困難である。都市近郊では森林が道路などによって分断され、小さな規模の林が多い (Kataoka and Tamura 2005)。このため、大きな行動圏をもつ獣類が森林間を移動し、道路や人間生活の場に侵入する頻度が高いことが予想される。一方で、都市に生活する人間は野生獣類へのなじみが薄く、正確な理解や認知を有しているとは限らない (福江ほか 2002; 園田・倉本 2004)。したがって、都市近郊では、獣類が道路や人間生活の場にできるだけ侵出しないように、防護柵を効果的に利用することが重要となってくる。

本研究では東京都西部の森林において、シカやイノシシが市街地へ侵出することを防ぐ目的で設置した各種防護柵の効果と維持管理作業の事例を報告する。

## 2. 調査地と方法

調査は東京都八王子市にある国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園において行った (図-1, 以下 多摩森林科学園)。多摩森林科学園は総面積約56ha, 標高183~287m, サクラ品種 (*Cerasus* spp.) を含む各種の樹木から構成される樹木園とサクラ保存林, スギ (*Cryptomeria japonica*) やヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) などの針葉樹実験林, コナラ (*Quercus serrata*) やケヤキ (*Zelkova serrata*) などの広葉樹実験林, モミ (*Abies firma*) やスダジイ (*Castanopsis sieboldii*) を含む天然林あるいは放置された二次林などが混在する



図-1 調査地における各種防護柵およびカメラの設置位置（東京都八王子市，多摩森林科学園）  
多摩森林科学園の外周は点線で示した。二重線，実線，破線は，それぞれ電気柵，金属柵，樹脂ネット柵の位置を示す。また白丸は自動撮影カメラを設置した位置を示す。



写真-1 電気柵と立ち止まるオスのシカ



写真-2 電気柵と下をくぐり抜けるキツネ

(勝木ほか 2010)。多摩森林科学園の西側は都立高尾陣馬自然公園の山塊と接している。山塊との間には高速道路が縦断しているが，架橋部分やカルバートを通して野生獣類が移動することが確認されている（田村 未発表）。一方，多摩森林科学園の北側，南側，東側は道路を隔てて住宅地と面している。多摩森林科学園内の東側は一般市民に公開されている（図-1）。

1999年10月にこれまで記録がなかったイノシシが調査地の西側を占める非公開区域で確認された。また，2013年6月に西側の非公開区域で初めてシカが確認された。2014年1月に一般公開区域や市街地にシカが侵入することを防ぐ目的で，林道に沿って延長約1 kmの電気柵を設置した（図-1 二重線部分，写真-1，2）。支柱は50mm×50mm×180mm（幅×奥行×高さ）の絶縁木製で，5.0m以内の間隔とした。



写真-3 樹脂ネット柵をかじって穴をあけるイノシシ成獣



写真-4 樹脂ネット柵の杭を抜いて下をくぐり抜けるイノシシ成獣



写真-5 扉部分の下にある隙間を通り抜けるアナグマ



写真-6 扉部分の下にある隙間を通り抜けるノウサギ

電線は高張力鋼線フェンシングワイヤー製で5段張りとした。調査開始の時点で、シカは東側公開区域には出現していなかったが、イノシシはすでに多数出現していた。しかし、2015年9月に、シカが周辺から公開区域に侵入していることが確認されたため、2016年3月に金属柵および非金属柵(樹脂ネット製)によって、西側の全ての経路を遮断するように防護柵を設置した(図-1実線および破線部分)。比較的平坦な部分には、総延長約400mにわたり金属柵を設置した。20mm×30mmの金属支柱を高さ2.0m、3.0m間隔で打ち込み、高さ2.0m、上部目合50mm×150mm、下部目合50mm×75mmの金属網を設置した。また、裾部の500mmをL字型に柵外側に張り出させ、

動物が地際部から侵入しないようにした。一方、急斜面には金属柵が設置できないため、20mm×30mmの金属支柱を高さ2.0m、4.0m間隔で打ち込み、軽量の樹脂ネット(長さ約2.5m、網目100mm×100mm)を総延長約800mにわたり設置した(写真-3,4)。樹脂ネットは高さ約2mに張り、樹脂ネットの下部を杭(プラスチック製ペグ)で固定し、金属柵同様の残りの約500mmを外側に張り出させた。ただし、人間の出入りを確保するために柵には合計14ヶ所の扉が設置されており、扉下部には約50mmの隙間がある(写真-5,6)。

2016年4月から2017年3月までの1年間合計2.2kmの柵に沿って、毎月2~4回、合計38回、見回

り作業を行った。558本の支柱には番号を付し、獣類による柵の破損を発見した場合には最寄りの支柱番号と柵下の掘り起こし、ペグ引き抜きなどの破損状況を記録し、支柱番号ごとに破損の発生頻度を集計した。柵の破損は、発見の都度修復した。柵の設置に伴う動物の出現状況の変化を自動撮影カメラ(Ltl-Acorn 6210MC)によって記録した。公開区域2地点、非公開区域西側2地点、非公開区域南側2地点、それぞれにカメラを設置し(図-1)、動物の動きを検知したのち20秒間動画で撮影した。作動インターバルは3分間に設定した。撮影された動画から、出現した種を同定し、1カメラ・日あたりの撮影頻度を2016年4月から7月(第1期)、2016年8月から11月(第2期)、2016年12月から2017年3月(第3期)ごとに集計して比較した。柵類による動物の移動制限を検討するために、動物種ごとに公開区域と非公開区域の撮影頻度の実測値が期待値と有意に異なるかどうかFisherの正確確率検定によって検定した。期待値は公開区域と非公開区域における全種の撮影頻度の比率を元に算出した。

### 3. 結果と考察

#### (1) 各種の柵の破損状況

柵タイプごとに破損状況の推移を図にまとめた(図-2)。地形の凹凸によって、電気柵の電線と地面との間には、約150mmから250mmの隙間があいている。電線の下に、土を掘った痕跡がところどころ見られた。しかし、それによって電気柵そのものが破損することはなく、また、電線と地面の隙間が250mm以上になることはなかったため、イノシシ成獣、シカなどの大きな動物が移動できる状況にはならなかった(写真-1, 2)。

金属網では、設置直後に網の下部を掘ろうとする痕跡が認められたが、金属網がL字型に設置してあることから掘り下げによって通過できない。その後、網に穴をあけたり、掘り起こしたりという事例は認められず、金属柵を通過しようとする試みはなくなった。

樹脂ネット柵では動物が通り抜けようとする痕跡

が頻繁に認められた。設置から2週間は掘り起こしてネットの下から潜り抜けようとする痕跡が多くみられた。その後、樹脂ネット自体をかじって穴をあける被害が出はじめた。樹脂ネットにはステンレス製の針金が編み込まれているが、これをイノシシがかみ切って穴を大きくすることが確認された(写真-3)。さらに、設置から2ヶ月以降、ネットを固定している杭を抜く事例が見られるようになった。とくに11月以降はかみ切りや掘り起こしよりも杭抜きによって通路を確保する行動が増えた(写真-4)。ネットは見回りのたびに、穴を補修し、杭を打ちなおす作業を繰り返した。イノシシは同じ行動を繰り返すのではなく、試行錯誤し、時間経過とともに、通過方法を変化させていくことが明らかになった。ただし、通過する場所はおおむね決まっていた、補修した場所を繰り返し破壊したり、あるいはその近くを破壊するといった行動が見られた。

扉部分では、設置後すぐに地面を掘り下げて扉下部との隙間を約150～200mmに広げて動物が通過する痕跡ができ、その後も同じ場所を繰り返し通過したが、同じ場所をより深く掘り下げたり新たな場所で掘り起こすことはなかった(写真-5, 6)。

#### (2) 動物の撮影頻度

全てのカメラを合計した撮影総数は1170件で、このうち648件(公開区域の2台のカメラでは合計194件、非公開区域南側に設置した2台では合計108件、非公開区域西側に設置した2台では合計346件)において哺乳類の種が判別できた。残りの522件のうち、185件は風雨や太陽光による作動、112件は人の通行による作動、49件はクモ類や昆虫類による作動、17件は哺乳類であるが種が判別できなかったもの、8件は鳥類による作動、151件は作動原因が不明であった。全区域を合計すると、撮影された動物種はシカ、イノシシのほか、ニホンザル(*Macaca fuscata*)、ニホンノウサギ(*Lepus brachyurus*)、キツネ(*Vulpes vulpes*)、タヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)、アライグマ(*Procyon lotor*)、イエネコ(*Felis catus*)、テン(*Martes melampus*)、ニホンアナグマ(*Meles anakuma*)、ハクビシン(*Paguma larvata*)の11種であった(表

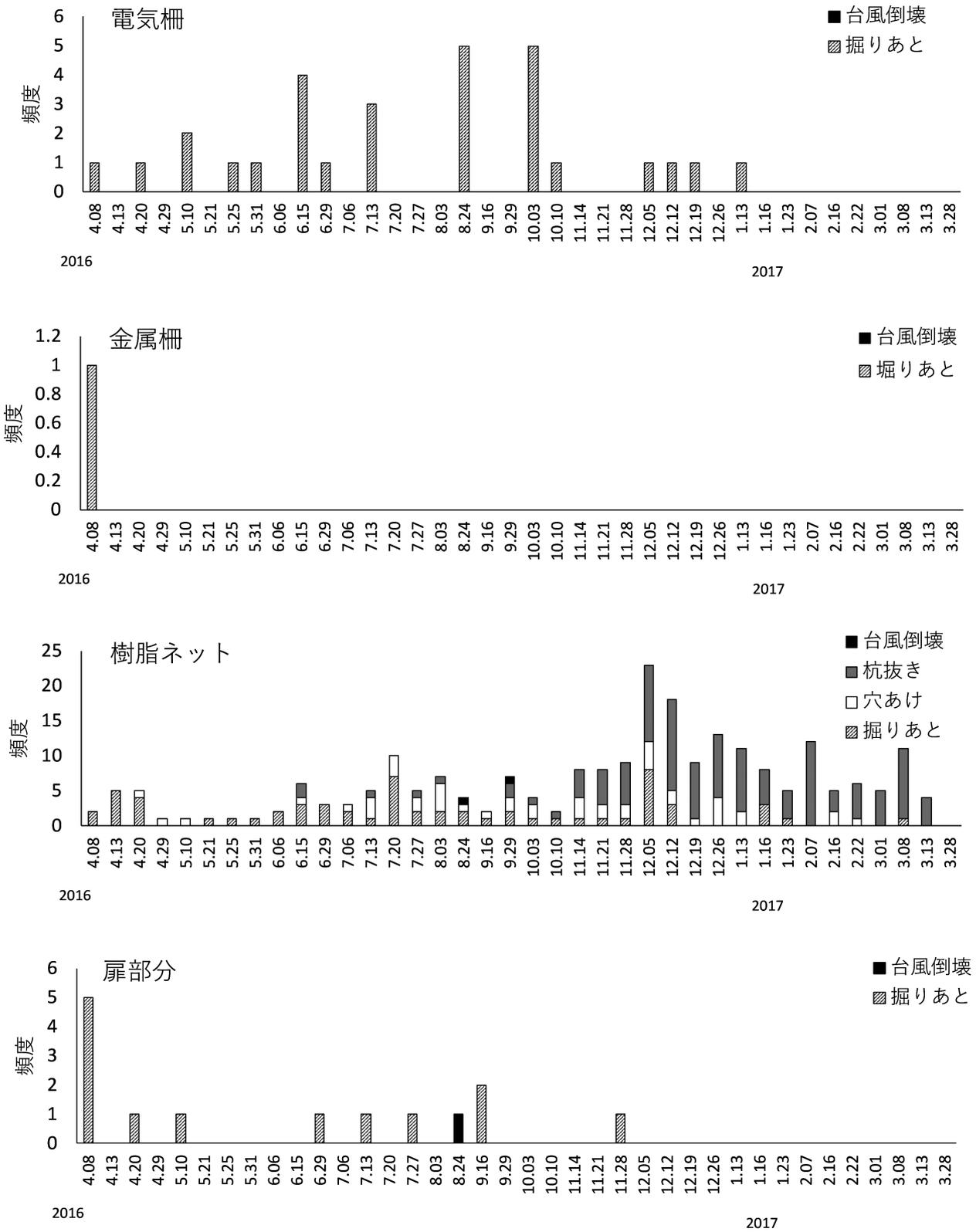


図-2 2016年4月から2017年3月までの防護柵の破損頻度

見回りを行った日ごとに新たに発見された破損個所の数を示す。

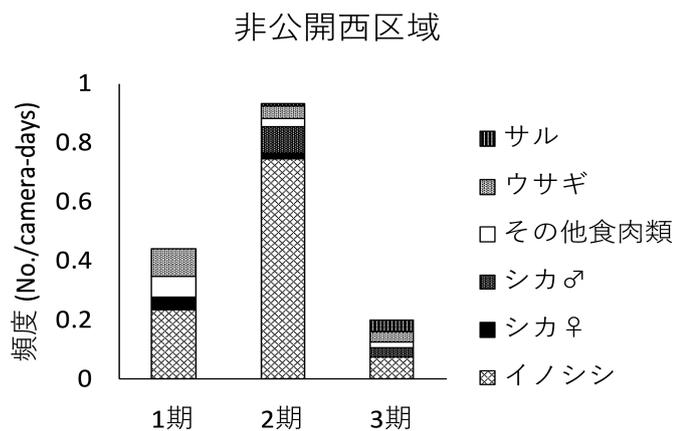
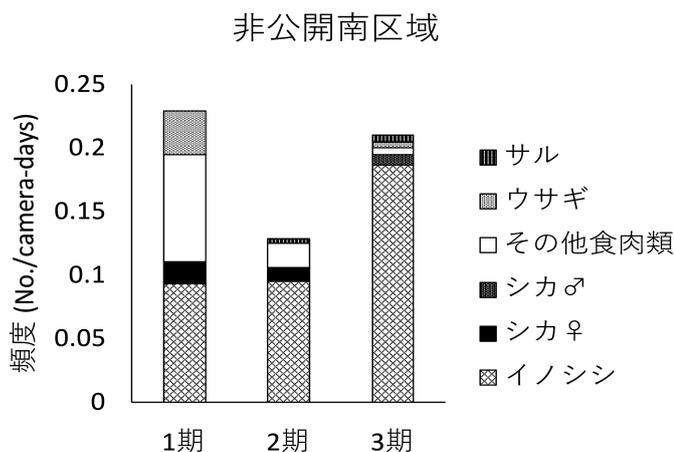
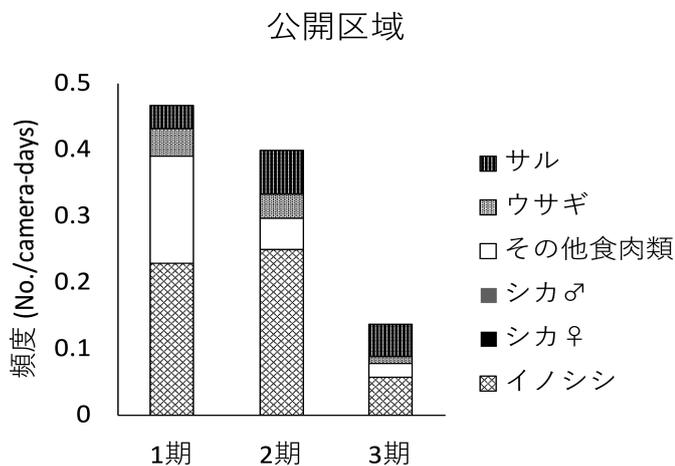


図-3 自動撮影カメラで撮影された各種動物の撮影頻度  
 撮影頻度は各期間の撮影個体数をカメラ台数(2台)と撮影日数で割り、  
 1日1台当たりの撮影数に換算した。

- 1)。このほか本調査地に生息することが分かっているヒミズ (*Urotrichus talpoides*), アズマモグラ (*Mogera imaizumii*), アブラコウモリ (*Pipistrellus abramus*), アカネズミ (*Apodemus speciosus*), ニホンリス (*Sciurus lis*), ムササビ (*Petaurista leucogenys*), ニホンイタチ (*Mustela itatsi*) などの小型種はカメラの設置場所, 検知能力の限界などの理由で撮影されなかった(園田・田村 2014)。

公開区域と非公開区域における各種哺乳類の撮影頻度を比較した(表-1)。食肉類7種(キツネ, タヌキ, アライグマ, イエネコ, テン, ニホンアナグマ, ハクビシン)は撮影頻度が低かったため, 全種まとめて検定を行った。その結果, シカ, サル, 食肉類において, 公開区域と非公開区域では撮影頻度に有意差が認められた。このうち, シカは柵の外側の非公開区域では頻繁に撮影されたが, 柵の内側である公開区域では撮影されていない。したがって, 防護柵はシカの侵入を阻止していると考えられる。サル, 食肉類は公開区域で多く撮影される傾向があったが, これは移動の制限というより, 環境利用選択の結果であると考えられる。一方, イノシシについては, 非公開区域, 公開区域ともに高頻度で撮影されており, 柵の内外を移動していることが推察される。したがって, シカ以外の哺乳類では, 非公開区域に比べて, 公開区域で撮影頻度が低い種は認められていない。これらの種では, 柵によって移動経路が限定される可能性はあるが, 扉下部の約150~200mmの隙間やイノシシが掘った樹脂ネットの下や穴をあけた樹脂ネット柵の隙間を使って移動しているため移動がすべて不可能になっているとは考えられなかった。

柵類を設置した後の継時的変化を見るためにカメラ台数・日数あたりに換算した撮影頻度を3期間で比較した(図-3)。撮影頻度は柵の影響だけではなく, 繁殖や冬眠など各種の生活史の影響で季節変化すると考えられる。たとえば, ニホンアナグマは3期には冬眠するため撮影されない。これにより, 食肉類の撮影件数がこの時期に減少する傾向があった。また, 産仔数が多いイノシシが幼獣とともに

表-1 公開区域と非公開区域（南側と西側を合計）における各哺乳類種の撮影頻度

動物種名		ニホンザル	ニホンノウサギ	キツネ	タヌキ	アライグマ	イエネコ	テン	ニホンアナグマ	ハクビシン	食肉類合計	ニホンジカ	イノシシ
動物学名		<i>Macaca fuscata</i>	<i>Lepus brachyurus</i>	<i>Vulpus vulpes</i>	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	<i>Procyon lotor</i>	<i>Felis catus</i>	<i>Martes melampus</i>	<i>Meles anakuma</i>	<i>Pagma larvata</i>		<i>Cervus nippon</i>	<i>Sus scrofa</i>
撮影総数	公開区域	33	18	4	6	2	6	0	13	5	36	0	107
	非公開区域	14	36	2	14	4	0	1	10	4	35	54	316
	合計	47	54	6	20	6	6	1	23	9	71	54	423
	%	7.2	8.3	0.9	3.1	0.9	0.9	0.2	3.5	1.4	10.9	8.3	65.2
撮影頻度 (撮影総数/カメラ)	公開区域	16.5	9.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	6.5	2.5	18.0	0.0	53.5
	非公開区域	3.5	9.0	0.5	3.5	1.0	0.0	0.3	2.5	1.0	8.8	13.5	79.0
	$\chi^2$	8.47	0.11								4.11	11.31	0.96
	$p$	<0.01	0.74								<0.05	<0.01	0.33

数字は、1年間の撮影総数および、カメラ当たりで割った撮影頻度を示す。各種の公開区域と非公開区域における撮影頻度をFisherの正確確率検定によって検定した。ただし、食肉類の各種の撮影頻度が少なかったため、全種合計して統計検定を行った。

表-2 シカ・イノシシ防護柵3タイプの設置および管理コストの比較

種別	資材費 (1 km)	施工日数 (1 km)	施工人工 (1 km)	設置環境	維持管理コスト	中小型種 への影響
撮影総数	1,300,000円	約7日	約28	かなり限定	毎月1回点検・下刈り	少ない
樹脂ネット	2,000,000円	約10日	約40	幅広い	毎週1回点検・補修	並
金網柵	4,000,000円	約15日	約60	やや限定	毎月1回点検	大きい

資料提供：サージミヤワキ(株)

動する2期にはイノシシの撮影件数は多くなった。また、シカは交尾期である2期にとくにオスが多くの撮影される傾向があり、アナグマは交尾期である1期に頻繁に撮影された。ただし、公開区域と非公開区域で同調しない頻度の変化もある。柵の内側にある公開区域では第2期に比べて第3期で、イノシシの出現数が減少した。網の補修を繰り返していることがイノシシの移動を制限し、ある程度、侵入防止に効果をもたらした可能性がある。

### (3) 柵の効果とコスト

柵タイプごとに、設置コスト、破損状況、見回りコストなどを比較した(表-2)。電気柵は単位距離当たりの資材単価は最も安く、設置日数が短く設置費用が安い。設置環境は平坦な地形で倒木や落枝が少ない林縁や広い林道沿いに限定される。電気柵の下の草を刈りはらう作業を定期的に行う必要があるが、動物による破損がない。維持管理は必要だが、その作業量は現実的な範囲である。また、シカ

やイノシシ成獣などの大型獣は移動できないが(写真-1), キツネなど比較的大きめの食肉類も移動可能であるため(写真-2), 他種への行動の影響は少ない。

金属網は資材費, 設置コストがともに高い。設置環境は電気柵ほどではないが, やや限定される。ただし, 一度設置すれば, 動物による破損はほとんどなく, 維持管理が容易な柵である。一方で, 細かい金属製の網目を通過できる種はかなり小型種に限定されるため, イノシシやシカ以外の動物の移動についても制限する可能性が高い(高山ほか 未発表)。

樹脂ネットの利点は, 設置環境が比較的限定されないことである。資材そのものが軽量で, 急斜面にも対応できるため, 新植地の保護には樹脂ネットを用いた防護柵が広く設置されている。本調査地でも, 林道には電気柵, やや平坦で開けた部分は金属柵, それらが設置できない傾斜地に樹脂ネットを設置した。また, シカ用樹脂ネット柵の仕様はイノシシの侵入防止にも効果が期待されているが, 樹脂ネットに対するイノシシによる破損が想像以上に激しく頻繁に起こることが明らかになった(写真-3, 4)。イノシシによる破損跡は中型動物の通路として利用されている(高山ほか 未発表)ことから, シカの進入口となる可能性がある。本調査では, 1~2週間ごとに見回りを行い, 破損箇所を頻繁に補修することによってイノシシの移動を制限できる可能性があることが明らかになったが, 通常はこのような高頻度で保守を行うことは現実的ではない。イノシシが生息する山林にシカ侵入防止用の樹脂ネットを設置する場合にはワイヤーメッシュによる補強(竹内・江口 2007) またはけもの道をふさがないブロックディフェンス(森林整備センター関東整備局 2015)を検討する必要がある。

## 謝辞

本研究を行うにあたり, サージミヤワキ(株) 蔵本卓哉氏に柵類の設置計画にご助言いただき, その費用対効果についての資料を提供していただいた。また, 柵類の維持管理を多摩森林科学園業務課にご

協力いただいた。本研究は森林総合研究所運営費交付金プロジェクトの一部として行われた。

## 引用文献

- 福江佑子・金子弥生・佐伯 緑・神崎伸夫・丸山直樹(2002) 首都圏近郊都市住民が共存を望む野生哺乳類とその要因. 野生生物保護 7: 83 ~ 97
- 梶 光一(2014) ニホンジカの分布拡大と生態系へのインパクトについて. 森林野生動物研究会誌 39: 29 ~ 31
- 環境省(2016) 環境省ホームページ報道発表資料添付資料<http://www.env.go.jp/press/102196.html>. 2018.3.11 参照
- Kataoka T, Tamura N (2005) Effects of habitat fragmentation on the presence of Japanese squirrels, *Sciurus lis*, in the suburban forests. Mammal Study 30: 131 ~ 137
- 勝木俊雄・大中みちる・別所康次・岩本宏二郎・石井幸夫・島田和則(2010) 森林総合研究所多摩森林科学園の野生植物. 森林総研研報 9: 207 ~ 225
- 北澤哲弥・浅田正彦・東出 満(2011) 里山における野生鳥獣の保護管理と生態系サービス. ちばの里山里海サブグローバル評価最終報告書 105 ~ 123
- 長崎県農林部農政課(2012) 長崎県イノシシ対策虎の巻. 長崎県農林部
- 永田純子・明石信廣・小泉 透(2016) シンポジウム: シカと森林の管理. 哺乳類科学 56: 215 ~ 224
- 農林水産省生産局(2014) 野生鳥獣被害防止マニュアル-イノシシ, シカ, サル(実践編)-平成26年3月版
- 小笠原輝・本郷哲郎(2002) 地方都市近郊集落における土地利用の変遷と野生サル, イノシシとの接触. 民族衛生 68: 36 ~ 42
- 大澤剛士・井下原元・伊藤千陽・道又静香・杉山大樹(2015) 植生保護柵を利用したシカによる林床植生変化の早期検出. 保全生態学研究 20: 167 ~ 179
- 清水晶平・望月翔太・山本麻希(2013) イノシシ (*Sus*

- scrofa*) の分布拡大時における水稲被害の地理的発生要因. 景観生態学 18: 173 ~ 182
- 森林整備センター関東整備局 (2015) シカの進入リスク低減に向けた防護柵. 季刊森林総研 31: 24 ~ 25.
- 園田陽一・倉本 宣 (2004) 都市域における野生哺乳類との共存と生息環境の創出に対する住民の意識. ランドスケープ研究 67: 779 ~ 784
- 園田陽一・田村典子 (2014) 東京都西部の都市近郊林における哺乳類相の急速な変化. 森林防疫 63: 66 ~ 69
- 高田まゆら・鈴木 牧・落合啓二・浅田正彦・宮下直 (2010) 景観構造を考慮したニホンジカによる水稲被害発生機構の解明とリスクマップの作成. 保全生態学研究 15: 203 ~ 210
- 竹内正彦・江口祐輔 (2007) イノシシから農地を守る「金網忍び返し柵」効果的で設置が容易な防護柵の開発. 農林水産技術研修ジャーナル 30: 15 ~ 18
- 田村 淳 (2010) ニホンジカの採食により退行した丹沢山地冷温帯自然林における植生保護柵の設置年の差異が多年生草本の回復に及ぼす影響. 保全生態学研究 15: 255 ~ 264
- 田村 淳・入野彰夫・山根正伸・勝山輝男 (2005) 丹沢山地における植生保護柵による希少植物のシカ採食からの保護効果. 保全生態学研究 10: 11 ~ 17
- 山梨県農政部 (2007) 獣害防止対策の手引き - 防護柵の設置と管理 -. 山梨県農政部農業技術課 (2018.5.24受付, 2018.6.25掲載決定)

解説

# デイゴ (*Erythrina variegata*) の枯死原因はデイゴヒメコバチ (*Quadrastichus erythrinae*) ではなく *Fusarium solani* 種複合体に属する菌である

黒田慶子<sup>1</sup>・中馬いづみ<sup>2</sup>・高階空也<sup>3</sup>・亀山統一<sup>4</sup>

## 1. はじめに

マメ科デイゴ属 (*Erythrina*) の樹木は世界に約110種存在し、沖縄県花のデイゴ (*E. variegata*) は江戸時代にマレーシアかインドから琉球に導入されたとされる。街路樹や防風林、防潮林として公園や学校、海岸等に植栽され、4～5月には赤い花を咲かせて沖縄県の景観構成種となっているほか、琉球漆器の木地にも用いられてきた。一方熱帯アジアや中南米では、コショウの支柱 (Faizal *et al.* 2006)、コーヒーやカカオのShade tree (遮光木) としてデイゴその他の同属樹種が使われている (Kass 1998)。このデイゴ属樹木の衰弱被害が2000年代から東南ア

ジア、東アジア、北米、南米の広域で報告されるようになり (図-1)、日本では2000年代後半から不開花や枯死被害が多発するようになった (上地 2007)。沖縄島では国道沿いなどで隣接するデイゴが順々に枯死するなど、植栽木の衰退枯死は毎年発生している。不開花と衰退の原因は、同時期にデイゴで見つかったデイゴヒメコバチ (*Quadrastichus erythrinae*) の寄生であるとされ、それが定説となった (Kim *et al.* 2004)。沖縄県石垣島のデイゴで2005年に虫こぶ形成が発見され (Uechi *et al.* 2007)、鹿児島県奄美大島では2006年に寄生が発見されている (金井 2008)。しかし、葉や葉柄への虫こぶ形成に

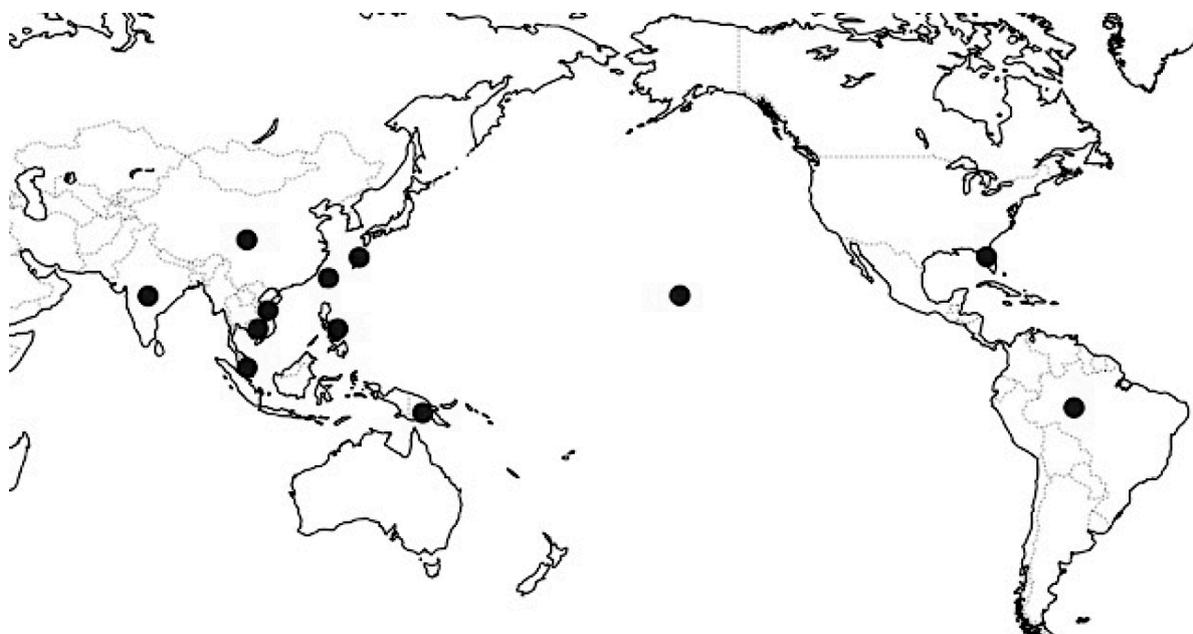


図-1 デイゴ属 (*Erythrina* spp.) 樹木の衰退発生地

The mortality of coral tree *Erythrina variegata* is not caused by a gall wasp *Quadrastichus erythrinae* but by a fungus belonging to *Fusarium solani* species complex

<sup>1</sup>KURODA, Keiko, 神戸大学大学院農学研究科; <sup>2</sup>CHUMA, Izumi, 帯広畜産大学人間科学研究部門;

<sup>3</sup>TAKASHINA, Kuya, 神戸大学大学院農学研究科; <sup>4</sup>KAMEYAMA, Norikazu, 琉球大学農学部

よって大木が急激に枯死することは論理的な説明がつかず、他の要因が枯死に関わる可能性があった。枯死前に「軟腐症状」と呼ばれる樹皮の腐敗（異臭）と剥落が常に起こる点（亀山 2007）からも、単なる虫害とは言い難い現象である。

真の原因解明のための筆者らの研究（Kuroda *et al.* 2017, 木原ら 2016, 2017）によって、デイゴの軟腐症状と枯死は特定の菌による萎凋病（新病害）であることが判明した。昆虫が原因とする古い定説にとらわれず、菌類病害という概念での被害防止策が必要であり、本稿ではその点を解説したい。

## 2. 衰退現象と本研究の必要性

デイゴヒメコバチはアフリカ原産といわれる侵入昆虫で、デイゴの葉や葉柄に産卵し、虫こぶを形成する。虫こぶが多発した新梢では花芽形成が不全になり開花しなくなると説明されてきた（上地 2007）。沖縄県では殺虫剤アトラックの樹幹注入によって、デイゴヒメコバチの幼虫を殺虫できることを確認しているが（喜友名 2008）、衰退～枯死に対して十分な抑制効果は得られず、殺虫剤施用だけでは枯死は阻止できないことが示された。

本研究に取り組む前には、「デイゴ衰退の原因は解明済み」と認識されていた。しかし、沖縄県ではデイゴヒメコバチの被害が目立たなかった2000年以前にも同様のデイゴの枯死が発生して原因不明とされていたこともあり（亀山 私信）、デイゴ保全の関係者や研究者には「軟腐症状と枯死に関しては、虫こぶとのつながりが不明」という認識があった可能性がある。筆者はナラ枯れやイチジク株枯病などの樹木萎凋病の研究の過程で、急激な萎凋・枯死に先立って樹幹における通水停止が起こることを共通の現象として把握していたことから（Kuroda 2001, Kajii *et al.* 2013, 森田ら 2016, 隅田ら 2016）、衰退過程のデイゴ樹幹の病理解剖と微生物の探索による原因の再検討が必要と考えていた。なお、本州・九州に広く植栽されている別種のアメリカデイゴ（*E. crista-galli*）についても今後の被害発生が懸念される。

以上の経緯と、デイゴ属衰退被害の広域的な短期間の増加から（図-1）、積極的な対策を行わなければ本属樹種の維持は難しいと考え、本研究の目的を「デイゴの衰退枯死現象の原因について定説の論理的矛盾を追及し、真の原因を究明する」として、さらに被害軽減対策の検討を進めている。

なお、ハワイではデイゴ属の固有種を守るために、デイゴヒメコバチの天敵であるデイゴカタビロコバチ（*Eurytoma erythrinae*）を原産地のアフリカ大陸から導入して生物的防除に利用しているが、成功と不成功の両意見があり、評価は定まっていない（Reimar 2007, Yalem *et al.* 2009）。沖縄では導入リスクが無いことを十分に検証したとして、現在この天敵の野外放飼試験が実施されているが、外来生物による生態系攪乱の危険性は予想がつかない。デイゴヒメコバチへの対策のみでデイゴの枯死防止が可能かという検証が必要である。

## 3. 衰退木の解剖と微生物の探索

2014年より沖縄県沖縄島の琉球大学構内（中頭郡西原町）、平和祈念公園（糸満市）、国頭郡恩納村の道路沿いで、外見健全な個体、葉量減少および虫こぶ形成のある個体、萎凋直前と推定される個体から主幹や大枝の木部、樹皮、壊死部、虫こぶのある枝先などを採取した。一部の個体は地際から伐倒して先端までの試料を得た。樹木細胞の壊死や枯死過程における組織の変化や通水停止に注目して、葉・枝・主幹の断面の観察、顕微鏡観察を行った。また、各供試木の枝や幹組織の複数部位を無菌培養し（写真-1）、微生物の探索と遺伝子解析を行った。観察対象には、デイゴヒメコバチの虫こぶ形成部位と、虫こぶのない葉、未寄生の実生苗も含めた。

すでに枯死した個体では種々の微生物が副次的に感染し繁殖しているため、発病メカニズムの研究では枯死前の試料が極めて重要である。本研究では、琉球大学構内の多数の植栽木から試料を採取できた。また、沖縄県および沖縄県森林資源研究センター等の協力で、糸満市の平和祈念公園、恩納村の国道沿いなどの植栽デイゴについて伐倒を伴う試料採取を

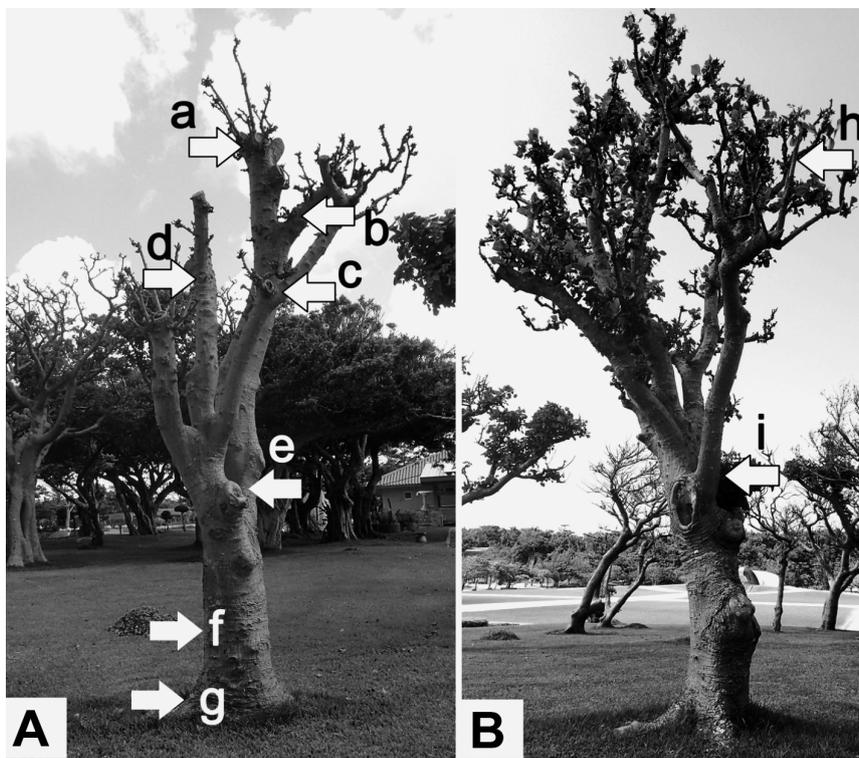


写真-1 デイゴ (*Erythrina variegata*) 衰退木

A: 激害木 (個体:P2), B: 微害木 (個体:P3), a~i: 解剖と菌分離試料の採取位置.  
2015年7月29日に平和祈念公園 (沖縄県糸満市) において試料採取

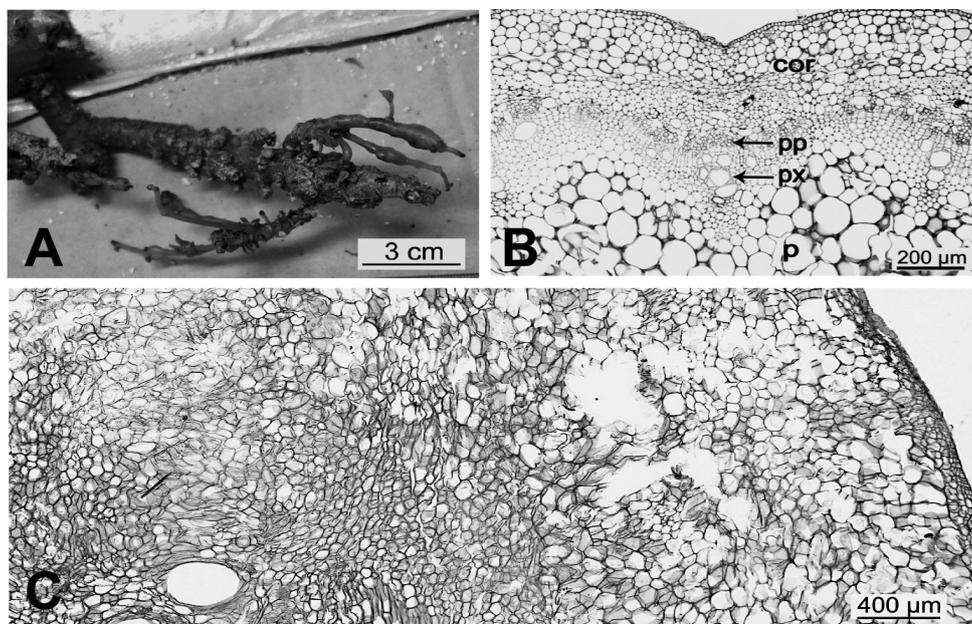


写真-2 デイゴヒメコバチ虫こぶの形状と組織

A: 寄生のある葉柄, B: 正常葉柄の横断面, C: 虫こぶ形成部(A)の横断面. 虫こぶのある組織 (C)では, 正常葉柄に見られる皮層(cor), 一次師部(pp), 一次木部(px), 髓(p)の境界が不明瞭, 葉柄細胞の壊死は認められない (B, C, 光学顕微鏡観察).

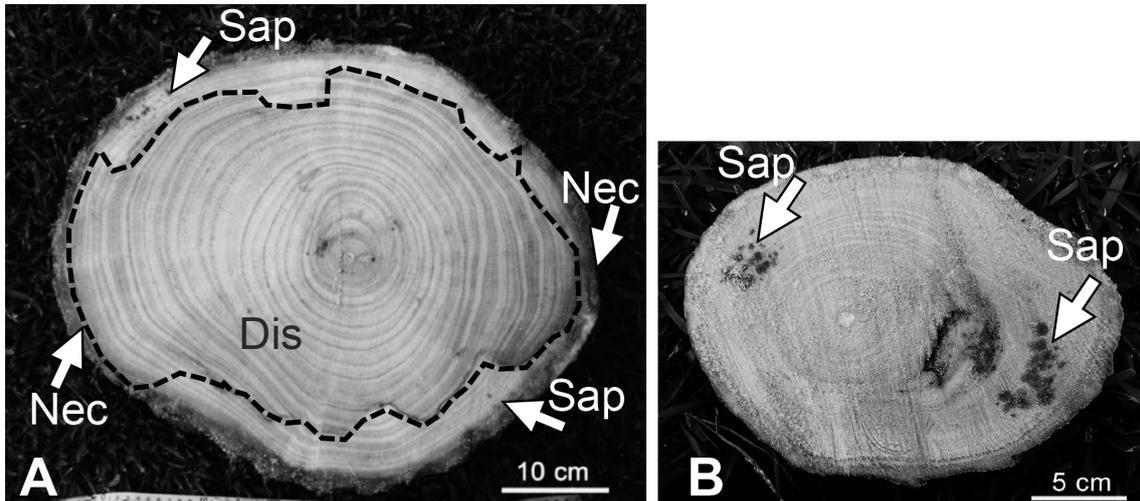


写真-3 衰退デイゴ樹幹における通水阻害と木部変色 (2015年7月29日採取, 写真-1 参照)

A: 激害木(写真-1 A, P2)に認められた木部変色(Dis: 点線内部), 師部と形成層の壊死(Nec), および樹液流動の低下(矢印Sap). B: 微害木(写真-2 B, P3)における樹液流動の継続(矢印Sap). 水分通導状況は, 伐倒前3時間の酸性フクシン水溶液吸入により確認した。

実施できた。これらの試料を用いて, まず自然衰退・枯死木の組織内で起こっている現象を検証した。

葉柄に形成された虫こぶ組織(写真-2)では樹木細胞の増生と肥大が起こっていたが, 細胞の壊死はなく, 微生物感染による異常も認められなかった。虫こぶから検出された糸状菌*Fusarium equiseti*をデイゴの健全苗に接種したが, 宿主細胞には変色や細胞壊死は起こらず, 病原性は認められなかった。虫こぶのあるシュート先端の壊死およびそこからの枯れ下りはみられなかった。

葉量が減少した激害木(写真-1 A)では樹幹内に木部変色が認められた(写真-3 A, Dis)。とくに樹幹基部では横断面全体に変色が広がっていた(写真-3 A)。伐倒前の立木樹幹に色素液(酸性フクシン水溶液)を注入したところ, 変色が広がった激害木では通水がほぼ停止しており(写真-3 A, 矢印Sap), 葉量の多い微害木の通水(写真-3 B, 矢印Sap)とは異なっていた。変色部からは虫こぶの*F. equiseti*とは別種の*F. solani*種複合体(以下FSSCと略記)に属する菌が優占的に検出され, 変色組織内には顕微鏡下で菌糸の分布が観察された。また, 木部の変色が形成層まで拡大した部位では師部の壊死が発生しており(写真-3 A, Nec), そ

れが腐敗臭のある軟腐症状となっていることを発見した。樹木組織からの菌の分離・培養によってFSSCの分布範囲は木部の変色および軟腐症状部位と重なることがわかった。光学顕微鏡では, 変色部には二次代謝物質の蓄積(傷害心材化, Hillis 1987)が観察され, 菌の活動に対する木部細胞の防御反応であることと, 変色範囲での水分通導停止が確認された。この段階で, デイゴでは変色域の拡大につれて水分通導が低下していること, 枯死は主幹部の通水停止および水分不足による現象であることが判明した。樹木萎凋病の例では, このような変色域で水分通導が停止していることが従来から知られている(黒田・山田 1996, 森田ら 2016, 隅田ら 2016)。

虫こぶが多数形成されている葉柄や枝先の組織は壊死しておらず, 一方, 激害木では樹幹下部を中心に変色が広がって水分通導が停止し, 軟腐症状を経て枯死していることから, デイゴヒメコバチとデイゴの枯死の間には直接的な関係が認められないことが判明した。また, 虫こぶから病原性の菌が検出されないことから, デイゴヒメコバチは病原菌の媒介者ではないことも判明した。

樹幹変色部位からFSSCに属する菌株が常に検出されたことから, 枯死には菌類が関与している可能性が

高いと推測した (Kuroda *et al.* 2017)。*Fusarium*属菌は土壌経由の感染が多いことと、デイゴの主幹下部でFSSCに属する菌の検出範囲が広がったことから、根や主幹基部からの感染が疑われた。隣接木が順々に枯死する事例については土壌経由の伝播が疑われ、現在、被害木の地際付近から土壌を採取して、菌類の調査を行なっている。

#### 4. 優占的に検出された*Fusarium solani* 種複合体(FSSC)の病原性と発病メカニズム

FSSCに属する菌で、衰退木からの検出頻度がほ

ぼ100%のStrain Aと、同じく高率で検出されて Strain AとはITS領域の1塩基のみ異なるStrain B (写真-4)を接種源とし、健全なデイゴ苗木(1~2年生)に対して病原性の確認を行った(写真-5)。Strain Aについては1)水耕栽培の苗の根を少し切断し、胞子懸濁液を加えて根からの感染を起こさせる, 2)主幹下部にドリルで螺旋状に4か所穴を開け、菌糸を付着させた爪楊枝を差し込んで主幹に直接感染させる, という2種類の接種を行った。

いずれの接種方法でも、葉の下垂および落葉, 萎凋へと病徴が進展し, 3~5週間程度で高率で枯死

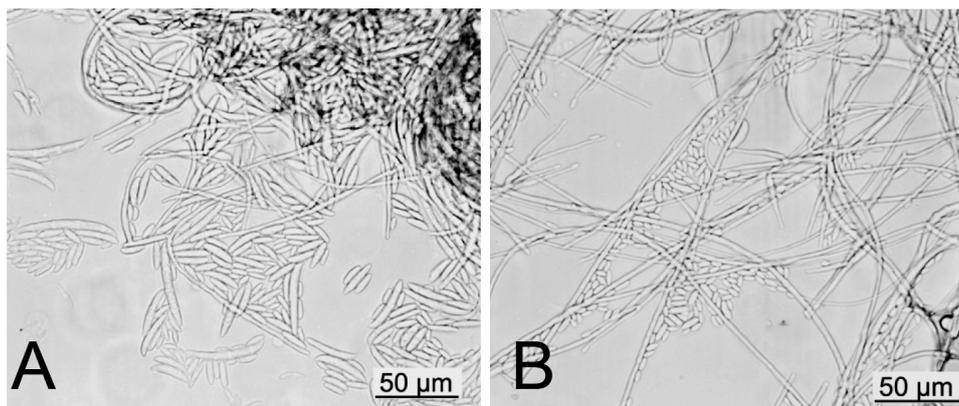


写真-4 衰退木から高率で検出された*Fusarium*属菌の菌糸および分生子

A: Strain A (P2-f11), B: Strain B (P2-g21), カッコ内の菌株名は写真-1 Aのfとgに対応する。

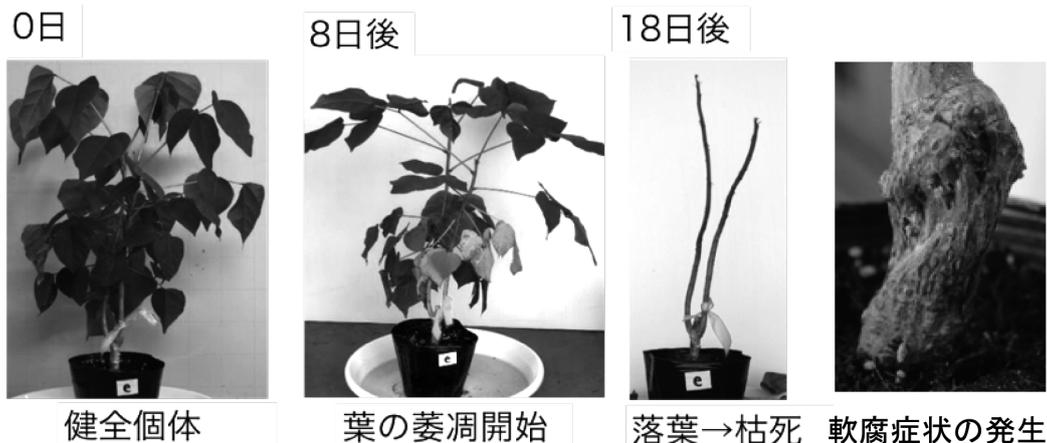


写真-5 病原菌の候補菌株を接種したデイゴ苗の病徴進展

菌株: Strain A (P2-f11) 沖縄島起源, 接種日: 2016年7月20日. 典型的な病徴について代表的な例を示した。

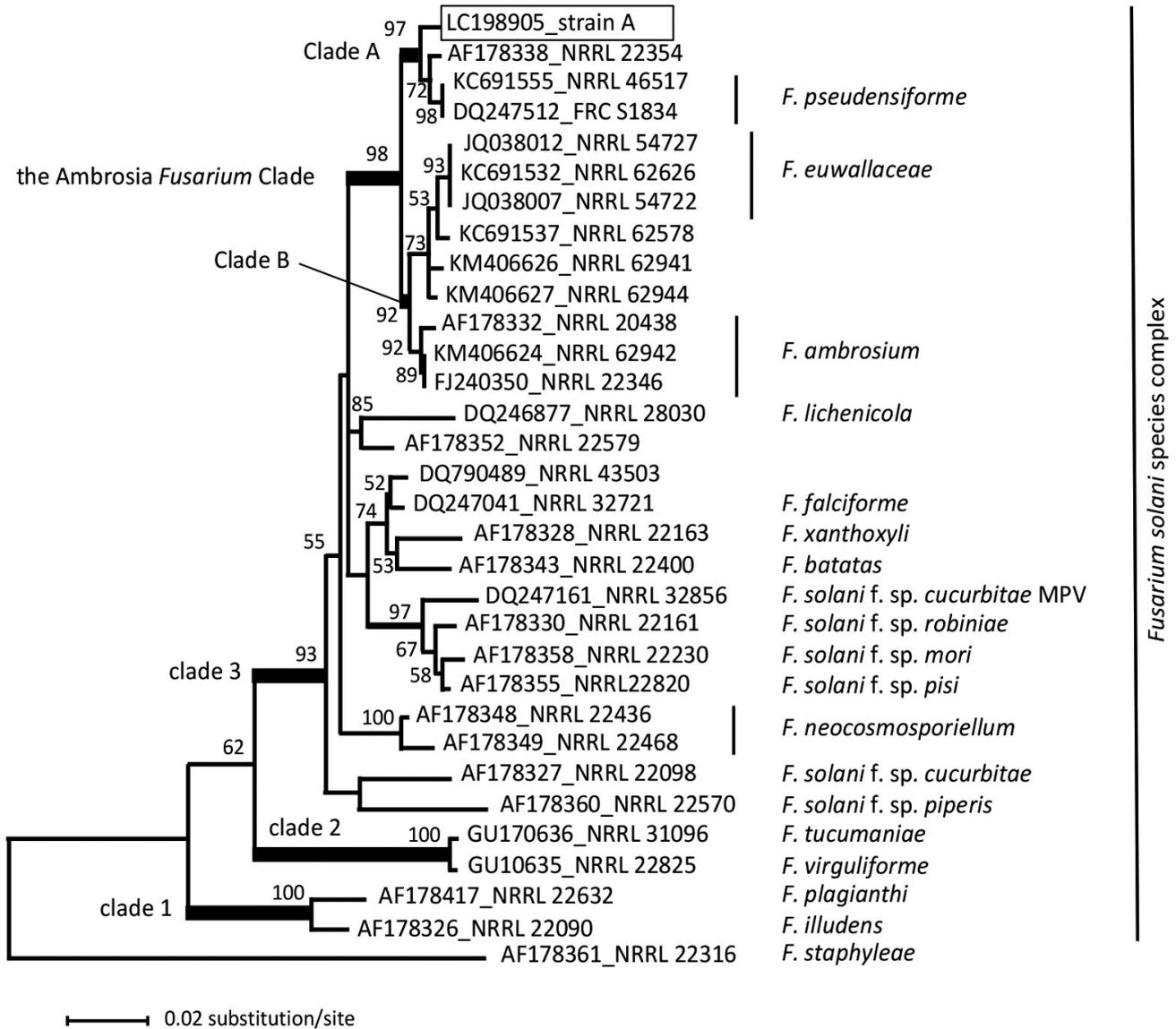


図-2 EF-1  $\alpha$  nucleotide sequencesに基づいて推定したStrain AのML系統樹

した（写真-5）。枯死に先立って主幹下部に師部の壊死と液体の浸出および腐敗臭の発生があり、軟腐症状が認められた。外部病徴の進展から枯死までの経過途中で接種苗の解剖を行ったところ、菌の感染部位では菌に対する防御反応として木部の変色が発生しており、自然感染木の変色部と同様に、道管の通水が停止していることが判明した。病徴進展過程では木部の通水機能が低下しており、葉への水分供給が停止し枯死に至ったと判断した。これは、ナ

ラ枯れやイチジク株枯病などの菌類による萎凋病に共通する現象であった（Kuroda 2001, Kajii *et al.* 2013）。病徴発現および枯死苗の病患部から、接種菌の再分離に成功した。したがってStrain Aはコッホの原則を満たしており、病原性があると判定した。

Strain Bについては、沖縄島および石垣島から得られた2株を用いて接種実験を行ったところ、落葉から枯死への病徴進展はStrain Aと同一であり、デイゴ苗に対して病原性を有することが確認された

(黒田ら 2018)。Strain AのDNAの塩基配列 (ITS およびEF-1 $\alpha$ 領域) データから、本菌はFSSCのClade3に属することが判明したが(図-2)、既報告の種とは塩基配列は一致しなかった(Aoki *et al.* 2014)。これらの結果から、デイゴの衰退・枯死はFSSCに属する菌(種名は未同定)による萎凋病(新病害)であると判断した。この他にも塩基配列の一部が異なる近縁のFSSCが数点検出されており、病原性を今後確認する。

## 5. 病原菌の分類, 地理的分布と伝播経路

2014年度当初の計画では、デイゴの衰退・枯死現象はデイゴヒメコバチの寄生に関連するという前提で研究を進める予定であった。しかし研究の途上で、枯死原因としてはFSSCに属する菌が関わる可能性が高く、枝先に虫こぶを作るデイゴヒメコバチは衰退の主因でないことが判明した。そのことからFSSCに属する菌株の地理的分布や検出菌株の遺伝的多様性の解析など、病原菌に関する情報を得るための研究に重点を移した。

沖縄島では、距離が琉球大学から17km離れた平和祈念公園、52km離れた恩納村のデイゴからStrain AおよびBと塩基配列が同一の菌が検出された。さらに、沖縄島から400km離れた石垣島伊原間でもこのStrain AとBが検出されたことから、広域でデイゴに病原菌の感染が起こっていることが推測された。DNA解析によって、このStrain AはFSSCの中でAmbrosia *Fusarium* Cladeに含まれ、養菌性キクイムシと共生するグループ“Ambrosia *Fusarium*”(Eskalen *et al.* 2012)に属する菌であることがわかった(図-2)。養菌性キクイムシであるナンヨウキクイムシ*Euwallacea fornicatus*は、Strain Aと近縁の菌であるアボカド病原菌(*F. pseudensiforme*)の媒介者として知られている(Eskalen *et al.* 2012)。石垣島と沖縄島のデイゴからナンヨウキクイムシなど*Euwallacea*属キクイムシ数種を発見しており、今後は甲虫との共生関係の解明を含めた伝播経路の調査が必要である。なお、ナンヨウキクイムシはマンゴの害虫として認識されている(山口 2012)。

マンゴの枯死枝にナンヨウキクイムシの生息と木部変色が認められており(未発表)、デイゴと共通あるいは近縁の菌による病気の可能性がある。

## おわりに：今後の研究の発展方向

4年間の研究によって*Fusarium*属の特定の菌株に病原性があることや、その菌が広域に分布することが判明し、樹木萎凋病の新病害として報告した(Kuroda *et al.* 2017)。しかしながら、デイゴヒメコバチを枯死原因とする定説は国内外で強く信じられており、現行の被害防除は虫害対策となっている点が今後の課題である。殺虫剤の施用によりデイゴの開花が良くなるとされているが、デイゴ衰退枯死の主因は菌類であることから、枯死被害への対策としては、殺菌剤の樹幹注入が効果を期待できる方法である。

デイゴヒメコバチの寄生がデイゴの衰退・枯死に全く関わらないのかどうかは、判明していない。虫こぶ形成によってデイゴに生理的異常が発生して病原性*Fusarium*属菌の活動が促進される可能性、また逆に、病原菌が感染して衰退し始めた個体にデイゴヒメコバチの寄生が増加する可能性もあり得る。生物間の相互作用に関しては、樹木生理学の研究によって明らかにする必要がある。

Kuroda *et al.* (2017)の報告以降、石垣島から地理的に近い台湾、パキスタンやインド(Faizal *et al.* 2006)のデイゴ衰退木においても*F. solani*が検出されたという情報が届いた。DNAによる検証はされていないが、この菌の近縁種は極めて広域に分布している可能性が示唆される。なお、FSSCには60種以上が含まれており、植物病原菌が多数存在する。本研究のStrain A、Bのように未同定の菌が検出され、Ambrosia *Fusarium*は遺伝子解析によっても命名が困難なグループとされる。そのような研究困難な部分はあるが、病原性のAmbrosia *Fusarium*と養菌性キクイムシと樹木(デイゴ、マンゴ、アボカド等)の関係について、国外を含めて広域で調査を進めることにより、研究の大きな発展が期待できる。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費 JP15K14757の助成を受け、また沖縄県の委託研究として実施したものである。養菌性キクイムシの分類については名古屋大学の梶村恒博士、Ambrosia *Fusarium*の分類に関しては農業生物資源研究所の青山孝之博士、森林総合研究所の升屋勇人博士の助言を受けており、お礼申し上げます。また、神戸大学の森林資源学研究室および植物病理学研究室で本研究にたずさわった学生諸氏に、深く感謝する。

## 引用文献

- Aoki T, O'Donnell K, Geiser DM (2014) Systematics of key phytopathogenic *Fusarium* species: current status and future challenges. *J Gen Plant Pathol* 80: 189 ~ 201
- Eskalen A, Gonzalez A, Wang DH, Twizeyimana M, Mayorquin JS, Lynch SC (2012) First report of a *Fusarium* sp. and its vector tea shot hole borer (*Euwallacea fornicatus*) causing *Fusarium* dieback on avocado in California. *Plant Dis* 96: 1070
- Faizal MH, Anith KN, Prathapan KD, Stephen R and Faseela KM (2006) Beetle-fungus association leads to the death of gall wasp infested *Erythrina* trees, *Insect Environment*, 12 (3): 117 ~ 118
- Hillis WE (1987) Heartwood and tree exudates. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Tokyo
- Kajii C, Morita T, Jikumaru S, Kajimura H, Yamaoka Y, Kuroda K (2013) Xylem dysfunction in *Ficus carica* infected with wilt fungus *Ceratocystis ficicola* and the role of the vector beetle *Euwallacea interjectus*. *IAWA J* 34: 301 ~ 312
- 亀山統一 (2007) 九州・沖縄地区から：デイゴヒメコバチの侵入。樹木医学研究 11 : 140 ~ 141
- 金井賢一・松比良邦彦・上地奈美・湯川淳一 (2008) 奄美群島へのデイゴヒメコバチ (ハチ目：ヒメコバチ科) の侵入。応動昆 52 : 151 ~ 154
- Kass DL (1998) *Erythrina* species—pantropical multipurpose tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM (eds) Forage tree legumes in tropical agriculture. Tropical Grassland Society of Australia, Inc., Queensland.
- 木原健雄・村上 翼・中馬いづみ・亀山統一・黒田慶子 (2016) デイゴ (*Erythrina variegata*) の軟腐症状および枯死要因の病理解剖学的研究。樹木医学研究 20 : 95 ~ 96
- 木原健雄・高階空也・村上 翼・平岡大輝・中馬いづみ・黒田慶子 (2017) デイゴ枯死被害における *Fusarium solani* species complexの病原性の検討。樹木医学研究 21 : 211 ~ 212
- Kim IK, Delvare G, La Salle J (2004) A new species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae): a gall-inducing pest on *Erythrina* (Fabaceae). *J Hymenoptera Res* 13(2): 243 ~ 249
- 喜友名朝次 (2008) 樹幹注入によるデイゴヒメコバチの防除効果。沖縄県森林資源研究センター研究報告 50 : 10 ~ 14.
- Kuroda, K. (2001) Responses of *Quercus* sapwood to infection with the pathogenic fungus of a new wilt disease vectored by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*. *J Wood Science* 47: 425 ~ 429
- Kuroda K, Chuma I, Kihara T, Murakami T, Takashina K, Hiraoka D, Kameyama N (2017) First report of *Fusarium solani* species complex as a causal agent of *Erythrina variegata* decline and death after gall formation by *Quadrastichus erythrinae* on Okinawa Island, Japan, *J Gen Plant Pathol* 83: 344 ~ 357, DOI 10.1007/s10327-017- 0738-3
- 黒田慶子・中馬いづみ・高階空也・亀山統一・梶村恒・名田勝貴・後藤千明 (2018) 沖縄のデイゴ衰退枯死に関わる*Fusarium*属菌の分布と病原性の検討。第129回日本森林学会大会学術講演集 P2-242

- 黒田慶子・山田利博 (1996) ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌 78 : 84 ~ 88
- 森田剛成・軸丸祥大・黒田慶子 (2016) 株枯病菌を接種したイチジク苗木における病徴の進展過程 (1)木部の通水障害と萎凋症状の関係. 日植病報, 82 : 301 ~ 309
- Reimar NJ (2007) Field release of *Eurytoma* sp. (Hymenoptera: Eurytomidae), for biological control of the *Erythrina* gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulohidae), in Hawaii. Draft Environmental Assessment, p8
- 隅田臯月・梶井千永・森田剛成・黒田慶子 (2016) 株枯病菌を接種したイチジク苗木における病徴の進展過程(2) 宿主細胞の防御反応と内部病徴に関する解剖学的検討. 日植病報, 82 : 310 ~ 317
- 上地奈美 (2007) デイゴにゴールを形成するデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae*. 植物防疫 61 : 24 ~ 27
- Uechi N, Uesato T, Yukawa J (2007). Detection of an invasive gall - inducing pest, *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae), causing damage to *Erythrina variegata* L. (Fabaceae) in Okinawa Prefecture, Japan. Entomol Sci 10: 209 ~ 212.
- Yalemar J, Nagamine W, Ramadan M, Bautista R (2009) Managing the *Erythrina* gall wasp problem in Hawaii by classical biological control. Presentation of State of Hawaii Department of Agriculture, Honolulu, p.27
- 山口卓宏 (2012) マンゴーの害虫とその防除法. 植物防疫 66 : 612 ~ 618  
(2018.8.5受付, 2018.8.13掲載決定)

## 学会報告

# 森林昆虫研究最近の動向

## — 第129回日本森林学会大会より —

松本剛史<sup>1</sup>

### 1. はじめに

第129回日本森林学会大会は、2018年3月26日～29日に高知県立県民文化ホールと高知大学朝倉キャンパスで開催された。森林昆虫に関する研究発表は27日と28日の口頭発表とポスター発表がおこなわれ、29日には関連研究集会である第24回森林昆虫談話会「話題の樹木害虫 クビアカツヤカミキリを徹底的に語る—バラ科樹木への深刻な被害報告と対応について—」が開催された。ここでは、動物・昆虫部門を中心に森林昆虫（小動物含む）関連の発表の概要について紹介する。なお、全ての発表を聴講できなかったため、一部は学術講演集からの紹介になることをご容赦いただきたい。

### 2. クビアカツヤカミキリ

サクラなどバラ科樹木に深刻な被害をもたらす侵略的外来種クビアカツヤカミキリ（以下 クビアカ）関連の発表については、昨年度第128回大会では発表がなかったが、近年のクビアカによる被害の拡大を受けて今年の森林学会大会では4件の発表があった（第24回森林昆虫談話会での話題提供は後述する）。加賀谷悦子ら（L10）は、クビアカ被害木の樹脂浸出によるクビアカ幼虫の生死について調査したところ、樹脂浸出が激しい箇所孔道でも多くのクビアカ幼虫が生存していることを明らかにし、幼虫の駆除の必要性について論じた。松本剛史ら（P2-214）は、クビアカ雄成虫の出す集合・性フェロモンを誘引源としたサンケイトラップに捕獲されたクビアカ以外の13目1,570頭の昆虫類の組成について調査し、カナブンの幼虫類が多く捕獲されたことを明らかにした。所雅彦ら（P2-215）は、クビアカ雄成虫が発する集合・性フェロモンを誘引剤としたト

ラップでクビアカ雌雄成虫を誘引できることを明らかにし、寄主木のカイロモンを模した糖酢液と併用することでフェロモンとの協力作用がみられたことを示した。北島博（P2-216）は、クビアカの寄主木となりうる樹種を探索するために、クビアカ孵化幼虫を様々な樹種の細枝に接種して幼虫の生育を調べ、バラ科樹木でも幼虫の成長が異なること、またバラ科以外の樹種でもクビアカ幼虫が生育できることを示し、クビアカの潜在的寄主範囲について論じた。

### 3. カシノナガキクイムシおよびナラ枯れ関連

ブナ科樹木萎凋病（以下 ナラ枯れ）を引き起こす *Raffaelea quercivora*、および各種随伴菌を媒介するカシノナガキクイムシ（以下 カシナガ）関連の研究は10件の発表があった。Pham Duy Long *et al.* (P1-224) は、カシナガ寄主木の葉から放出される揮発性成分のカシナガに対する誘引性について生物検定等で調べたところ、葉の採取からの経過時間によってカシナガに対する誘引性が異なることを明らかにし、寄主木の葉の枯れ具合によってカシナガ雌雄の誘引性が異なり、寄主木の葉からの揮発性成分が寄主選好の1つとして利用している可能性を示した。末吉智秀ら（P1-225）は、宮崎県の照葉樹林におけるナラ枯れ被害地において、被害木と関連する要因について調査したところ、コジイ等6種全てのブナ科樹種に穿孔するが、樹種によって穿孔程度や枯れにくさに違いがあり、胸高直径が大きい個体がより被害を受けることを明らかにした。また、被害木の空間的自己相関分析をおこなったところ、カシナガの寄主選択に樹種が大きな因子であることを示した。石野貴大ら（P1-226）は、カシナガのフェロモンであるケルビボールの濃度によるカシナガの飛翔程度を調

表-1 第129回日本森林学会大会における森林昆虫関連の発表演題

発表部門	講演番号	演題	発表者
動物・昆虫	L1	マツノマダラカミキリ産卵健全木の出現と林内分布	江崎功二郎(石川県農林総合研究セ)
	L2	青森県南西部におけるマツノマダラカミキリ幼虫の3年間の穿入密度動態	伊藤昌明(青森県産業技術セ)ら
	L3	粘着・被覆資材によるマツノマダラカミキリ逸出抑制法の寒冷地への適用	杉本博之(山口県農林総合技術セ)ら
	L4	マツノマダラカミキリ逸出抑制法へのサビマダラオオホソカタムシの適用試験	浦野忠久(森林総研)ら
	L5	天敵微生物製剤バイオリサマダラを事業的に施用した際の防除効果	佐藤大樹(森林総研)ら
	L6	<i>Bursaphelenchus doui</i> 4アイソレイトのマツノマダラカミキリへの乗り移り	前原紀敏(森林総研東北)ら
	L7	線虫のクチクラ構造と生活史特性の関係	浴野泰甫(佐賀大学)ら
	L8	抗生物質処理によるビロウドカミキリ体内のボルバキアの除去	相川拓也(森林総研東北)ら
	L9	トドマツノキクイムシの寄主選好性とその地理的変異	高木悦郎(首都大学東京)
	L10	樹液流出が著しいサクラ樹幹内におけるクビアカツヤカミキリ幼虫の生存	加賀谷悦子(森林総研)ら
	L11	カシノナガキクイムシの穿孔被害を受けたミズナラの生残動態	山崎理正(京都大学)ら
	L12	KMCトラップによるナラ枯れ防除事例	西 信介(鳥取県林業試験場)
	L13	ナラ枯れによるコナラ枯死木を利用したシイタケ栽培	田中正臣(奈良県森林技術セ)
	L14	PCR-RFLP法によるカシノナガキクイムシの系統識別	濱口京子(森林総研関西)ら
	L15	東アジアにおけるルリクワガタ <i>Platycerus</i> 属の遺伝的分化(II)	朱 雪姩(東京大学)ら
	L16	日本産ルリクワガタ <i>Platycerus</i> 属とその共生酵母の共進化	久保田耕平(東京大学)ら
	P1-221	コナラ倒木の直径と腐朽段階に沿った無脊椎動物の利用パターン	森戸航平(東京農工大学)ら
	P1-222	Micro-CT scan of adult female <i>Euwallacea interjectus</i> (Coleoptera: Scolytinae) and its mycangial fungi	Ziru JIANG(名古屋大学)ら
	P1-223	Branch dieback of maples and related ambrosia beetles	Syaiful Saragih(東京大学)ら
	P1-224	Behavioral responses of the ambrosia beetle <i>Platypus quercivorus</i> to chemical volatiles from host leaves	Pham Duy Long(京都大学)ら
	P1-225	緩照葉樹林におけるナラ枯れ被害木の空間分布パターン	末吉智秀(宮崎大学)ら
	P1-226	集合フェロモン濃度変化がカシノナガキクイムシ飛翔特性に及ぼす影響	石野貴大(兵庫県立大学)ら
	P1-227	ヨツボシモンシデムシの個体密度に及ぼす植生タイプの影響	井上翔太(高知大学)ら
	P1-228	虫害を模した養葉がカラマツ属2種のコンテナ苗成長に与える影響	藤田早紀(北海道大学)ら
P1-229	画像上の特徴によるトビムシのグループ分けと個体数カウントの自動化	後藤和明(兵庫県立大学)ら	
P1-232	ニホンヤマビルの宿主動物の同定	森嶋佳織(東京農工大学)ら	
P2-210	粘着被覆資材によるナラ枯れ防除法の施工資材経費削減効果	千葉のぞみ(山口県農林総合技術セ)ら	
P2-211	伊豆諸島におけるスダジイ集団枯損終息後のカシノナガキクイムシ個体群動態	後藤秀章(森林総研九州)ら	
P2-212	種分布モデルを用いた国内におけるマツ枯れ潜在発生域の予測	松橋彩衣子(森林総研)ら	
P2-213	マツ材線虫病被害先端地における線虫媒介昆虫種の3年間の空間的・時間的変化	柳澤賢一(長野県林業総合セ)ら	
P2-214	クビアカツヤカミキリの合成フェロモントラップで捕獲された昆虫類の組成	松本剛史(森林総研)ら	
P2-215	侵入害虫クビアカツヤカミキリ防除に向けた信号化学物質の探索	所 雅彦(森林総研)ら	
P2-216	クビアカツヤカミキリ孵化幼虫の細枝による飼育	北島 博(森林総研)	
P2-217	サカキを加害する新たなヨコバイの生態	坂本 淳(和歌山県林業試験場)ら	
P2-218	スギ原木への各種資材の散布処理による穿孔性害虫の穿入防止効果	松浦崇遠(富山県農林水産総合技術セ)ら	
P2-219	薬剤樹幹注入したヒノキにおけるスギアカネトラカミキリの生育3	衣浦晴生(森林総研関西)ら	
P2-220	北海道東部で発生したカラマツの大量枯死	徳田佐和子(北海道立総合研究機構)ら	
P2-221	フタモントンボキノコバエによるシイタケ被害の年変動とその生態	加藤 徹(静岡県農林技術研究所)ら	
P2-222	熱帯林の土壌呼吸の空間変動にもたらすアリとシロアリの影響	大橋瑞江(兵庫県立大学)ら	
P2-223	北海道のトドマツ人工林とカンバ二次林におけるカミキリムシ類の種構成	佐藤重徳(森林総研北海道)ら	
P2-224	トドマツ人工林での保残伐施業実証実験における伐採後の地表性甲虫類の変化	山中 聡(森林総研北海道)ら	
立地	P1-137	森林土壌のカルシウム可給性はミミズによる難分解性炭素生成を変化させるか	河上智也(北海道大学)ら
立地	P2-200	キシヤヤスデによる土壌リン動態の変化	豊田 鮎(香川大学)ら
微生物	P2-238	カシノナガキクイムシから検出された細菌群集	鳥居正人(東京大学)ら
S3 <sup>4</sup>	S3-4	冷温帯林の高木において温暖化が植物と昆虫の相互作用に与える影響	中村誠宏(北海道大学)
S12 <sup>2</sup>	S12-1	マツノマダラカミキリの駆除をさらにすすめるために何ができるのか?	中村克典(森林総研東北)ら
S14 <sup>3</sup>	S14-7	高濃度オゾン環境下におけるシラカンバの食害傾向とBVOCの関係性	増井 昇(北海道大学)ら
S14 <sup>3</sup>	S14-8	ハルニレ稚樹の成長に及ぼす高オゾンと窒素沈着の影響-虫害に注目して-	小池孝良(北海道大学)ら
第24回森林昆虫談話会 <sup>4</sup>		クビアカツヤカミキリが日本にきた: 5年間で起こったこと	加賀谷悦子(森林総研)
		クビアカツヤカミキリ <i>Aromia bungii</i> の現状: その分類・分布・生理・生態	岩田隆太郎(日本大学)
		関東圏におけるクビアカツヤカミキリに対する防除活動と被害・分布について	桐山 哲(日本大学)
		関西におけるクビアカツヤカミキリの被害、および防除と捕獲試験	衣浦晴生(森林総研関西)ら
		モモで被害を拡大した徳島県内の状況とその対策について	中野昭雄(徳島県農林水産総合技術支援セ)ら
		クビアカツヤカミキリを飼育してわかったこと	浦野忠久(森林総研)

<sup>1</sup>: 企画シンポジウム「薬剤使用の制約を見越して松食い虫被害対策を考える」

<sup>2</sup>: 企画シンポジウム「冬の森林生態学-気候変動への示唆-」

<sup>3</sup>: 企画シンポジウム「環境変化にともなう森林の生産性と分布の予測」

<sup>4</sup>: 「話題の樹木害虫 クビアカツヤカミキリを徹底的に語る-バラ科樹木への深刻な被害報告と対応について-」

べるために、回転式フライトミルと合成フェロモンを用いて生物検定をおこなった結果、合成フェロモン区で最大34km飛翔することを示し、合成フェロモン濃度がカシナガの飛翔距離に影響をおよぼすことを明らかにした。山崎理正ら (L11) は、ナラ枯れ収束に大きく貢献しているカシナガ穿入生存木の生残動態について詳細に調べたところ、ミズナラでは穿入生存木でもその後は徐々に衰弱し枯死していくが、コナラおよびクリではミズナラほど衰弱せず穿入生存木が枯死する割合はミズナラより低いことを明らかにした。西信介 (L12) は、連結漏斗型KMCトラップ (カシナガトラップ) を用いた鳥取県大山周辺でのカシナガ防除事例について報告をおこない、ナラ類334本に1,197基のKMCトラップを設置したところ約199万頭のカシナガが捕獲され、KMCトラップを設置した地域では設置していない地域よりもナラ枯れ被害が減少する傾向がみられたが、KMCトラップ設置木やその周囲で枯死木が発生した例などを紹介し、行政として実施するカシナガ駆除事業の効率化について議論した。田中正臣 (L13) は、ナラ枯れで発生する枯死木の処理方法の一環として、シイタケ原木として利用する方法を模索し、ドラム缶を用いた加熱処理によって材内のカシナガを殺虫することができ、被害材の部位によってシイタケ子実体の発生量が異なることを明らかにし、ナラ枯れ被害材がシイタケ原木、試験的にナメコ原木として有効利用できることを示した。濱口京子ら (L14) は、国内のカシナガの大きな2つの系統である日本海型と太平洋型のカシナガを、核DNAのPCR-RFLPといくつかの制限酵素を用いた手法によって識別できることを示した。また、mtDNAではCytb領域を特異的なプライマーを用いることでも大きく識別できることを明らかにした。千葉のぞみら (P2-210) は、薬剤を用いないカシナガ防除方法を模索する一環として、粘着被覆資材を用いたカシナガ成虫逸出抑制方法について調査したところ、地際部のみの被覆でも高い逸出抑制効果であることを明らかにし、高価な粘着資材を効率的に利用できたことを示した。後藤秀章ら (P2-211) は、伊豆諸島で発生したスダジ

イの集団枯損について、カシナガの個体群を長期に調べることによって、必ずしもカシナガ成虫の個体数の増加がナラ枯れを引き起こしているのではなく、カシナガ個体数が少なくてもスダジイの集団枯損が増加する年もあったことを示した。鳥居正人ら (P2-238) は、カシナガが随伴する細菌群集を調査するためにカシナガ雌成虫のマイカンギアから得られた細菌群について高速シーケンサーによる解析をおこなった。その結果、放線菌が高頻度で検出され、またカシナガの採取地によって優占する細菌の群集構造が異なることを明らかにした。

#### 4. マツノマダラカミキリおよび松くい虫関連

マツノマダラカミキリ (以下 マダラ)、マツ枯れを引き起こすマツノザイセンチュウをはじめとする線虫類に関する基礎知見、およびマツ枯れ被害地の拡大など、松くい虫関連の研究は9件の発表があった。中村克典ら (S12-1) は企画シンポジウム「薬剤使用の制約を見越して松くい虫被害対策を考える」の冒頭でマダラの総合的害虫管理として各種駆除方法を紹介し、対費用効果や駆除の効果などを論じた。また近年のバイオマス利用の広がる情勢の中での松くい虫被害材の燃料利用にも触れ、自家消費から木質バイオマス発電まで様々な利用形態を紹介し、それぞれの利点・欠点を踏まえた上で松くい虫被害材の燃料利用には課題が多いことを示した。松くい虫被害の抑制と被害材の利用の両輪を機能させることによって、伐って使う松くい虫被害対策の重要性について議論を深めた。江崎功二郎 (L1) は、マダラが産卵はしているものの、外見や樹脂流出は良好である「産卵健全木」の林内での存在と分布について紹介し、健全木の周囲に餌木の配置すること、あるいは健全木の近くに衰弱木があると産卵健全木が出現することを明らかにし、マダラによる後食がなくても産卵行動によってマツノザイセンチュウが媒介される可能性を示した。伊藤昌明ら (L2) は、青森県における松くい虫被害について3年間の動態を、既存の調査方法の他にドローンや航空写真を用いて調査をおこなったことを紹介し、DNAを用い

た検出方法によって被害木内にマダラ幼虫の他にヒゲナガカミキリ幼虫が存在していることを明らかにした。また平均気温が低かった年にはマツ枯れの被害が減少することを示した。**杉本博之ら (L3)** は、羽化成虫の逸出防止の粘着資材が2年1化のマダラが発生する寒冷地にも適応できるか調査したところ、タヌキやカラス等によってシートが破壊されてしまう例が見られたこと、また日射が当たる日向区では熱によって資材の粘着性が落ちる一方、シート内の熱によってマダラの材内死亡率は上昇することを示し、シートの補修をおこなえば寒冷地でも粘着資材が使える可能性を明らかにした。**浦野忠久ら (L4)** は、マダラの捕食寄生者であるサビマダラオオホソカタムシを被覆シート内に導入して、ビニール被覆および粘着資材を用いた逸出抑制法の効率を上げる試みをおこなった結果、サビマダラオオホソカタムシが粘着資材に捕まる例もみられたものの、マダラへの寄生率を上げることが可能であることを示した。また2年1化である寒冷地の試験では、導入の翌年に放飼した成虫とシート内で羽化した新成虫の両者がみられ、2年1化のマダラが発生する寒冷地においてもシート内への天敵導入は有効であることを示した。**佐藤大樹ら (L5)** は、マダラに適用できる天敵微生物製剤バイオリサマダラの効果を詳細に検証するために、燻蒸区・薬液区と比較したところ、天敵微生物製剤は燻蒸区とほぼ同等の防除効果を示すことを明らかにした。**前原紀敏ら (L6)** は、マツノザイセンチュウ近縁種が、広葉樹から針葉樹へと寄主転換した際に媒介昆虫が関与したと予想し、マツノザイセンチュウ近縁種 *Bursaphelenchus doui* と針葉樹・広葉樹の両者を寄主とするピロウドカミキリおよびヒメヒゲナガカミキリとの親和性について調べた。*B. doui* のアイソレイトによって親和性が異なり、いくつかのカミキリ種の媒介によってマダラとマツノザイセンチュウの組み合わせへと進化した仮説を支持する結果を得られた。**松橋彩衣子ら (P2-212)** は、マツ枯れ発生と被害拡大に関わる環境因子について分析することによって、マツ枯れの潜在的発生域を予測し、より効果的な防除対策を実

施できる可能性を示した。**柳澤賢一ら (P2-213)** は、マツ材線虫病被害先端地における媒介昆虫を調査したところ、激害地ではマダラが優占していたものの被害先端の寒冷な地域では在来のカラフトヒゲナガカミキリが媒介する割合が上昇し、マツの枯損率も低下することを明らかにした。

## 5. 穿孔性昆虫

穿孔性昆虫による被害およびその生態に関しては5件の発表があった。**高木悦郎 (L9)** は、モミ属を加害するトドマツノキクイムシは生息する地域によって寄主選好性が異なるという仮説を実証するために、北海道と長野県に4種の寄主木丸太を設置してトドマツノキクイムシによる穿孔を調査した。その結果、両地域でトドマツよりもシラビソを好んで穿孔した。シラビソが自生しない北海道における試験でもトドマツよりシラビソを好んだ。また幼虫の穿孔が失敗しやすいモミにも成虫は好んで穿孔し、成虫の選好性と幼虫の生存が一致しない結果となった。**Ziru Jiang et al. (P1-222)** は、*Euwallacea interjectus* (アイノキクイムシ) の体構造をMicro-CTで非破壊的に調べると同時に、部位による随伴菌の違いを調べたところ、一対のマイカンギアは頭部にあることが示され、*E. interjectus* は植物病原性の菌類は随伴していないこと、本種に特異的な随伴菌として *Fusarium euwallaceae*, *Meyerozyma guilliermondii* が頭部マイカンギアに存在していることを明らかにした。**Syaiful Saragih et al. (P1-223)** は、2種の養菌性キクイムシ (*E. fornicatus* および *E. interjectus*) がオオモミジの枝枯れにどのように関与するか調査するために、木の状態による選好性および穿孔程度を調べることによって、この2種が生木を摂食する一次性種であるか、衰弱枯死木を摂食する二次性種であるか調査した。**松浦崇遠ら (P2-218)** は、山土場で穿孔性昆虫に加害されるのを防止するため、殺虫剤等の資材による加害抑制効果を調査した。その結果、MEP処理区では穿孔性昆虫による加害がほとんどなかったが、消石灰処理区ではゾウムシ類やマスダクロホシタマムシに加害され、また木酢液処

理区では無処理区とほぼ同様の加害を受け、木酢液には穿孔性昆虫による加害予防効果がみられなかったことを示した。衣浦晴生ら (P2-219) は、材にトビクサレ変色害をもたらすスギノアカネトラカミキリによる被害軽減手法の1つとして、殺虫剤の樹幹注入試験をおこなった。その結果樹幹注入による材変色も起きてしまい、薬剤の樹体内分散も個体によりばらついてしまった。樹幹注入によりスギノアカネトラカミキリ幼虫の駆除は認められたが、施用量との明確な傾向は認められず、スギノアカネトラカミキリによる被害軽減は枝打ちが効果的であることが示唆された。佐藤重穂ら (P2-223) は、トドマツ人工林と主伐後地がき処理をおこなった二次林での生物多様性の違いを評価するために森林性昆虫を代表する一群であるカミキリムシ類の種構成について調査した。その結果トドマツ林区、混交林、疎林でカミキリムシ種数には違いが認められなかったが、個体数では針葉樹食のカミキリ種の効果によりトドマツ林区で有意に多いことが示された。また、標高と種数に負の相関、広葉樹林率と林冠高に正の相関が認められることが明らかとなった。

## 6. その他昆虫類

企画シンポジウム「冬の森林生態学－気候変動への示唆－」において中村誠宏 (S3-4) は、数十年の時間スケールである地球温暖化と、非成長期である冬期における植物を介した間接効果を、標高勾配調査と操作試験によって調査した。冬期に枝および土壌をヒーターで加温したダケカンバの葉の成分を調べたところ、枝のみ加温した場合は無処理区と同様に植食性昆虫による食害を受けたが、土壌を加温すると葉に含まれる防御物質の一群である縮合タンニンおよび総フェノール量が減少し、より食害を受けようになった。また、展葉パターンが異なるダケカンバとブナでの比較では、防御応答が異なり被食防衛の戦略が種によって違うことを示した。

企画シンポジウム「環境変化にともなう森林の生産性と分布の予測」において増井昇ら (S14-7) は、大気汚染物質の1つであるオゾンを経験的に暴露さ

せたシラカンバのハンノキハムシによる食害について調べたところ、室内試験ではオゾン暴露区を好んで摂食したが、野外のオゾン暴露区では食害率が下がるという矛盾した結果が得られた。これについてシラカンバ葉からの揮散される揮発性成分に注目して調べたところ、ハンノキハムシ成虫はオゾンそのものには忌避も誘引もされなかったが、オゾン暴露した葉から揮散される揮発性成分に誘引されることが明らかとなった。また、オゾン暴露濃度によってハンノキハムシの誘引性が異なったことから、誘引には複数の成分が関与している可能性を示した。小池孝良ら (S14-8) は、光合成機能を低下させるオゾンおよび大気中の窒素化合物濃度によって、ニレがどのような応答を示すか調べたところ、窒素化合物暴露区でニレハムシの食害が増えることを示した。またオゾン暴露区および窒素化合物暴露区では葉の縮合タンニン量、総フェノール量が減少することが明らかとなった。しかしニレチュウレンジ幼虫の食害率は窒素化合物暴露区で上昇し、大気汚染物質の種類と植食者の種によって食害パターンが異なることを示した。

立地部門では2件の森林小動物に関連する発表があった。河上智也ら (P1-137) は、北方林土壌においてミミズが団粒化に影響をおよぼす交換性カルシウム量と、ミミズの餌となり得る有機炭素量について室内操作試験によって調べたところ、有機炭素および交換性カルシウム添加区でミミズの現存量の増加を介して団粒化が進むことを示し、また交換性カルシウム量の少ない土壌では有機炭素量が多いほど団粒化が進み、土壌における有機炭素を安定化させる方向に働くことを明らかにした。豊田鮎ら (P2-200) は、主に土壌表層に生息するキシヤヤスデによる、落葉から土壌への栄養成分の動態について室内試験で調べたところ、ヤスデ－ミズナラ区では土壌中の有機物含有量が上昇し、ヤスデが落葉から土壌へと有機炭素を分解することを示した。また、ヤスデ－カラマツ区では土壌のリン量が増加したが、ヤスデ－ミズナラ区では増加しないことを明らかにした。

動物・昆虫部門では森林昆虫（小動物・微生物含む）に関連する発表が14件あった。**浴野泰甫ら (L7)** は、様々な生活史を持つ線虫種において、その種を特徴付ける因子を調べるために、系統樹解析およびクチクラ微細構造の観察をおこなった。その結果捕食種では菌食種よりも厚い黒化層が発達し、共食い回避機構が発達していることが示された。また植食性種および昆虫寄生性種では乾燥ストレス耐性の低下と思われる構造が見られることが明らかとなった。**相川拓也ら (L8)** は、雄の雌化、雄殺し、単為生殖化、細胞質不和合などの生殖操作を引き起こす細胞内共生微生物であるボルバキアの働きを調べる上で、ボルバキア非感染系統のピロウドカミキリ成虫の人工的作出方法を模索した。その結果人工飼料に1%テトラサイクリンを加えた抗生物質処理をおこなうことによってボルバキアを除去できることを明らかにした。**森戸航平ら (P1-221)** は、森林の多様な生物の生息地となる枯死木の利用パターンを調べたところ、利用パターンを決定する因子として材の腐朽段階が重要であることを示した。また、腐朽段階において利用する生物種が異なり、シロアリおよびゴキブリ類は腐朽程度に関わらず利用したが、ゾウムシ・カミキリムシ・クチキムシ類は腐朽があまり進んでいない材をよく利用し、腐朽程度が進むとミミズ類が利用するようになること、直径の大きい材ではより多くの生物種が利用できることを明らかにした。**井上翔太ら (P1-227)** は、様々な樹種が点在しているパッチ状植生が生物種に与える影響を評価するために、ヨツモンシデムシを指標として調査した。その結果皆伐区・人工林区に比べて広葉樹区ではヨツモンシデムシの捕獲頭数が有意に多かった。また、広葉樹区から50m以内では皆伐区や人工林区でも捕獲個体数が多く、比較的近隣に広葉樹林があればパッチ状植生でもヨツモンシデムシは活動できることを示した。**藤田早紀ら (P1-228)** は、近年北海道の針葉樹を食害するカラマツハラアカハバチによる苗木への影響を評価するために、虫害を模した摘葉処理で各種針葉樹のコンテナ苗木の成長への影響を調査した。その結果、カラマツでは90%摘葉区

で地際直径に負の効果を与えた。その一方カラマツ-グイマツF1雑種では地上部への影響は認められなかった。またF1雑種では摘葉処理で地下部重量のみ負の影響を受けたことより、カラマツと比較してF1雑種では光合成産物を根系ではなく地上部に投資していることを示した。**後藤和明ら (P1-229)** は、土壤環境把握の一環としてトビムシの個体数・体サイズ調査における省力化のための自動処理スキームを開発した。サンプリングした土壌から下処理をおこない、市販のスキヤナとパブリックドメインの画像処理ソフトを用いたスキームを開発し手動カウントと88%の一致率で個体数を算出することが可能となった。**森嶋佳織ら (P1-232)** は、ヤマビル消化管内の血液塊から、核DNAおよびmtDNAの特定の領域を解析することによって宿主動物の同定をおこなう手法を開発した。宿主動物としてはシカをはじめとする哺乳類5種、両生類5種を同定した。またヤマビル吸血液の遺伝情報はヤマビル自身の地理的系統と対応することが明らかとなった。**朱雪姦ら (L15)** は、ルリクワガタには形態的特徴として前胸背板が鋭いタイプ (S型) と丸いタイプ (R型) があり、日本ではS型とR型が遺伝的に分離しているが、中国のルリクワガタ類14種では遺伝系統的にS型とR型が混在していることを明らかにし、約800万年前に種が分離したと推測した。また、日本産ルリクワガタでは外部形態で上位分類まで分けることができたが、世界においては外部形態だけでは上位分類まで説明できないことを明らかにした。**久保田耕平ら (L16)** は、日本産ルリクワガタ全10種15分類群の腹部菌嚢から共生酵母を分離し、寄主クワガタと共生する酵母のそれぞれの遺伝的距離を調べた結果、それぞれの距離間に有意な相関関係が認められたことを示した。また、日本産ルリクワガタの多くがその種独自の酵母を保持していることを示し、日本固有種であっても種それぞれに共進化してきたものであり、種全体の保全が重要であることを提唱した。**坂本淳ら (P2-217)** は、神事に重要な特用林産物サカキを加害する新属新種のオビヒメヨコバイ族について被害状況を報告しその生態を調査した。

その結果、発生は1年を通してみられ、明瞭な発生ピークはみられないものの二山型の発消長を示すこと、また被害は枝の下方から上方へと広がっていくことを明らかにし、今後の被害抑制技術の開発について提言をおこなった。**徳田佐和子ら (P2-220)**は、北海道東部でのカラマツ枯死被害について報告し、被害調査を小型無人航空機と踏破によっておこない、航空写真による調査の整合性を調べた。その結果、既存の枯死木が多い場所ほど新規枯死木が多く、直接の枯死の原因はキクイムシの穿孔とならたけ病感染によるもので、両者の相乗効果によって枯死被害が激化したものと考えられた。また、小型無人航空機による航空写真撮影では54,174本のカラマツが収集できた。1枚の撮影で600本程度は判別が可能ではあるが、航空法の飛行禁止高度である150m未満の高さからの撮影が効率の良い情報収集方法であることが示された。**加藤徹ら (P2-221)**は、栽培シイタケを加害するフタモントンボキノコバエの静岡県における被害について報告した。2015年には激害となり最も激しい時期では82%の被害率であったが、2016年には15%、その翌年には被害率2%と沈静化していったこと、寄生蜂など天敵は確認されず沈静化のメカニズムは不明であるが、その要因を調べることで本種による被害の軽減が可能になることを示唆した。また本種は野外でも確認できて、被害発生は11月であることを示した。**大橋瑞江ら (P2-222)**は、熱帯林におけるCO<sub>2</sub>放出のホットスポットであるアリ・シロアリの巣に注目しCO<sub>2</sub>放出量を測定した。その結果、マレーシア熱帯林ではアリ・シロアリ巢からのCO<sub>2</sub>放出量は10mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>であり、土壌呼吸量の倍以上の放出が認められた。またCO<sub>2</sub>放出量はアリ・シロアリの種間でも異なり、個体サイズが大きいと放出量も大きくなる傾向を示した。熱帯林では生態系における炭素循環の2番目を占める大きいフラックスを持って影響を与えていることを示した。**山中聡ら (P2-224)**は、トドマツ保残伐施業地における地表徘徊性昆虫のオサムシ類について調査し伐採程度がオサムシ類の種構成に与える影響を評価した。その結果、44種21,106個体のオサムシが採集さ

れ、単木保残区では保残量が多いほど森林性種の減少が抑制されることが示され、群状保残では森林性種の増加が認められ、伐採前の生息環境を維持できることを明らかにした。

## 7. 第24回森林昆虫談話会

近年、サクラをはじめとするバラ科樹木に深刻な被害を与えているクビアカに関して「話題の樹木害虫 クビアカツヤカミキリを徹底的に語る－バラ科樹木への深刻な被害報告と対応について－」という内容で6件の発表があった。会場の座席数を越えた50名以上の参加者と演者らの活発な意見交換、質疑応答がおこなわれ、クビアカに関する関心の高さを反映するものであった。著者は森林昆虫談話会の幹事の1人でもあり、時間配分の不手際から十分な質疑応答の時間が取れなかった。この場を借りてお詫び申し上げる。

**加賀谷悦子**はクビアカに関する近年の研究、行政や民間団体の対応について研究と被害対策に関する総合的な報告をおこなった。従来クビアカは2012年に愛知県ではじめて被害が確認され個体確認がされていたとされていたが、実際は、その1年前の2011年に埼玉県での採集記録があったことを報告した。またクビアカの被害抑制には初動が大切であり、情報共有・担当連携・地元との協力や理解が、クビアカ防除に大きな役割を果たしている一方、被害樹種が街路樹のサクラ、果樹園のバラ科樹木など自治体によって対応に大きな違いがあり、そのことが被害軽減に大きな枷になりうると問題提起をおこなった。**岩田隆太郎**はクビアカの分類・分布・生理・生態について包括的な紹介をおこない、原産地のモンゴルから東アジア・ヨーロッパまでクビアカが広まっていること等の現在の情勢から、クビアカの生活史、各地の防除根絶方法についてクビアカの現状について幅広い報告をおこない、まだ同時に防除の難しさや防除事業の実施に関する問題点についても問題提起をおこなった。**桐山哲**は関東地方におけるクビアカの発生と被害、またその対応について報告をおこなった。関東地方で初めて激しいクビアカ被害が出た

2013年の埼玉県草加市の防除事例、2015年の東京都福生市およびあきる野市の事例、同じく2015年の群馬県館林市での事例に触れ、2017年時点で東京都、埼玉県、群馬県、栃木県と被害が広範に拡大したことを示し、クビアカ被害の押さえ込みが成功している埼玉県草加市のように、クビアカ防除には初動が大切であることを改めて示した。衣浦晴生らは関西地方におけるクビアカの被害および防除試験について報告をおこなった。関西地方では2015年で大阪府大阪狭山市にサクラ、ウメの被害が確認されて、そこから同心円状に被害が拡大し、2017年時点では大阪府の被害は6市町村へと拡大したことを報告した。周辺府県では2017年の和歌山県で、軽トラックの幌からクビアカ成虫が捕獲されたが、周辺自治体ではクビアカ被害がまだ発見されていないことを報告し、人為的拡大の可能性を示した。京都府・奈良県・兵庫県ではフラス排出の疑いが報告されたがクビアカ以外によるものであると確認された。またクビアカ成虫を誘引源としたルアートラップ試験の結果、寄主であるサクラ枝下に配置すると雌雄成虫がより多く捕獲されることを明らかにし、クビアカ成虫が放出する集合・性フェロモンと、寄主サクラから揮散されるカイロモンとの協力作用によって、誘引活性が高まることを示した。中野昭雄らは徳島県の果樹園におけるクビアカ被害について報告をおこなった。徳島県では2015年から成虫の発見およびモモ・スモモ園の被害が確認されていたが、2013年に徳島県の別の市町村で成虫の採集記録があることを報告した。徳島県における防除対策はクラウドファンディングも用いて、「とる」：成虫を1頭500円で買い取る制度を作ったところ1シーズンで1,423頭の成虫を捕獲できたこと、「やる」：殺虫剤・フェロモン等使える薬剤は使って駆除する、「きる」：放棄果樹園がクビアカ発生の温床となるので伐倒すること、という

包括的な防除方法について報告した。浦野忠久はクビアカの人工飼育の方法について報告をおこなった。クビアカ雌成虫の産卵数は0～1,715個とばらつきはあるものの平均300～400個程度とカミキリムシ類ではかなり産卵数が多いことを示した。また人工飼育に必要な温度条件等について報告した。

## 8. おわりに

以上、第129回日本森林学会大会における森林昆虫関連の発表について概要を報告した。新たな侵略的外来害虫であるクビアカの被害報告が今年から発表があったことをはじめ、各地で被害報告が続くナラ枯れ・マツ枯れ、その他多種にわたる森林昆虫関連の報告があり、口頭発表会場では活発な議論を三鈴で打ち切られることも多く、ポスター会場では議論を交わす声で会場の体育館が熱気に包まれた。今後も基礎的研究から緊急性を要する実用的研究までますます進展し、次回の新潟大会でも森林昆虫関連の発表と議論が活発におこなわれることを期待している。なお、次回の第130回日本森林学会大会は、2019年3月20～23日に新潟県新潟市の新潟コンベンションセンター「朱鷺メッセ」で開催される予定である。

各発表のより詳細な内容については、日本森林学会のホームページにて学術講演集の内容が公開されているのでそちらを参照されたい (<https://www.forestry.jp/meeting/files/129abstract.pdf>)。また学術講演要旨集はJ-STAGEにも公開されているので、こちらも参照されたい ([https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jfsc/129/0/\\_contents/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jfsc/129/0/_contents/-char/ja))。

最後になるが、著者の私事によって本報告の掲載が9月号に遅れてしまったことを、この場をお借りしてお詫び申し上げます。

(2018.8.13受理)

# 宮城県における森林病虫害防除について

## 〇はじめに

宮城県内における近年の森林病虫害による森林被害は「松くい虫」と「ナラ枯れ」が主なものです。

松くい虫被害については、昭和50年の発生以来、防除事業を継続しており、被害量のピークであった平成8年度の28,986㎡から減少傾向へと転じ、平成22年度には15,199㎡まで減少しました。

しかしながら、平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、2年間特別防除（空中散布）を中止せざるを得なかったことなどから、平成25年度の被害量は17,355㎡まで増加しました。

その後、被害対策を強化した結果、長期的には減少傾向にあるものの、平成29年度は高温多雨の気象条件から14,935㎡（対前年比109%）と増加しています（図-1）。

ナラ枯れ被害については、主にコナラやミズナラが被害を受け、平成21年度に県内西部の奥羽山脈沿いで初確認されたのち、年々被害区域を東部に拡大しています。

平成29年度の被害量は4,084㎡（前年比298%）と大幅に増加しており、全県的に被害が発生しています（図-2）。

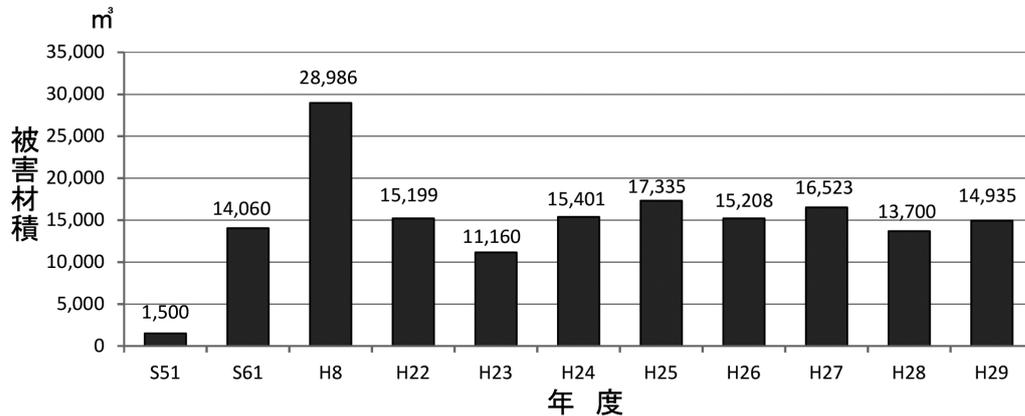


図-1 民間林における松くい虫被害量の推移

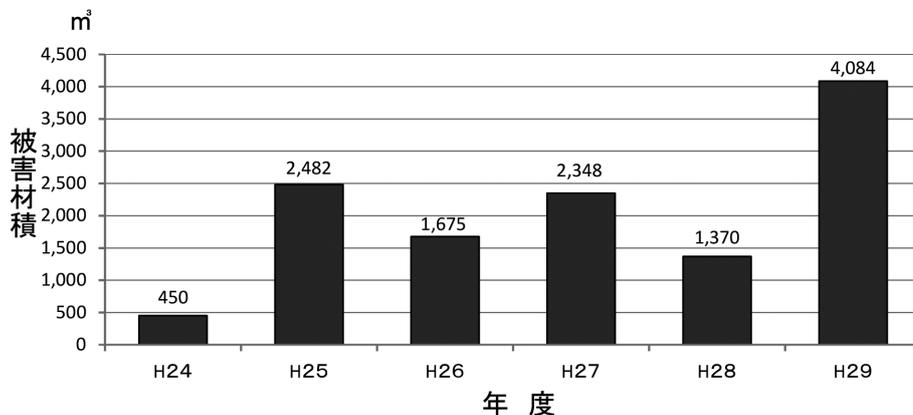


図-2 民有林におけるナラ枯れ被害量の推移

## ○被害対策

松くい虫については、平成25年度から特別防除(空中散布)を再開するとともに、地上散布、伐倒駆除や樹幹注入により防除事業の強化を図ってきました。

また、日本三景の一つである特別名勝「松島」地域においては、重点的に被害対策に取り組んでおり、特別防除や地上散布、伐倒駆除をはじめ、ヘリコプターによる被害材の搬出や樹幹注入を実施しています。

宮城の豊かな環境を適切に保全し、次の世代へ引き継いでいくためには、様々な環境施策を一体的・複合的に展開する必要があります。そのため、県では新たに実施又は拡充を図る環境施策に充当する財源として、県民税均等割の超過(上乘せ)課税(みやぎ環境税)を導入しています(県 HP <https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kankyo-s/kankyousei4.html>参照)。この「みやぎ環境税」等を活用し、くん蒸処理後の被害材の搬出や、マツが枯損した離島の被害跡地では、県の林業技術総合センターで開発した抵抗性マツ(クロマツ、アカマツ)の苗木を砂地にはクロマツ、ほかの土地にはアカマツを植栽するなど、自然景観の保全に努めています(写真-1, 2)。

ナラ枯れについても、主にみやぎ環境税を活用し、松くい虫対策と同様に伐倒駆除やくん蒸処理による防除を実施しています。

## ○おわりに

このように、昭和50年の被害発生から40年にわたり、松くい虫防除事業を実施しているところです。



写真-1 抵抗性マツの植栽前



写真-2 抵抗性マツ植栽後

また、平成21年度にはナラ枯れの被害も発生するなど、森林病虫害等防除事業は様々な要因で広がりを見せています。

今後も、引き続き森林病虫害等防除事業の推進に取り組んでまいります。

(宮城県農林水産部森林整備課森林病虫害防除事業担当)

# 再造林時のシカによる被害対策について

## ○はじめに

徳島県では、主伐から再造林といった森林サイクルを循環させることにより、県産材の生産・消費量を増加することを目的とした「新次元林業プロジェクト」を展開している。そうした中で伐採後の再造林を成功させるなどし、森林を適切に更新すること

は当該プロジェクトにとって欠かせないことであるが、大きな隘路として立ちはだかっているのが再造林時のシカによる植栽木被害である。本県では平成に入ってからシカによる植栽木被害が拡大した。発生当時は県南部地域のみであったが、徐々にシカの生息域や生息密度は拡大し、現在では徳島県全域で、被害対策無しに苗木を植栽できる地域はなくなって

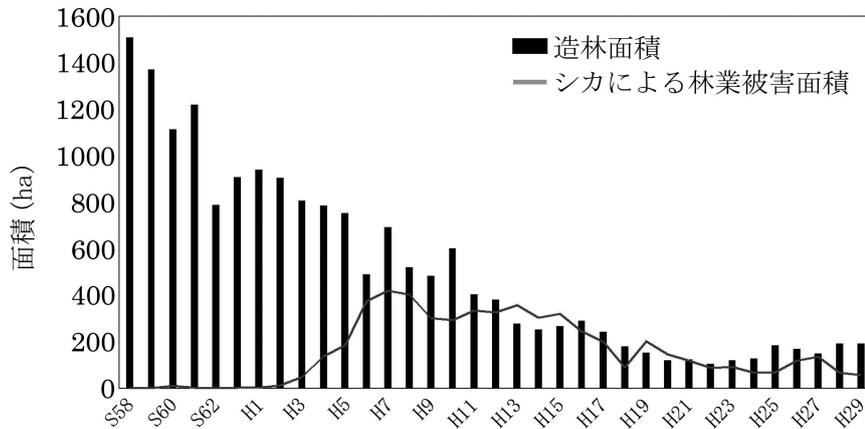


図-1 徳島県のシカ被害森林面積と造林面積の推移  
徳島県農林水産部林業戦略課

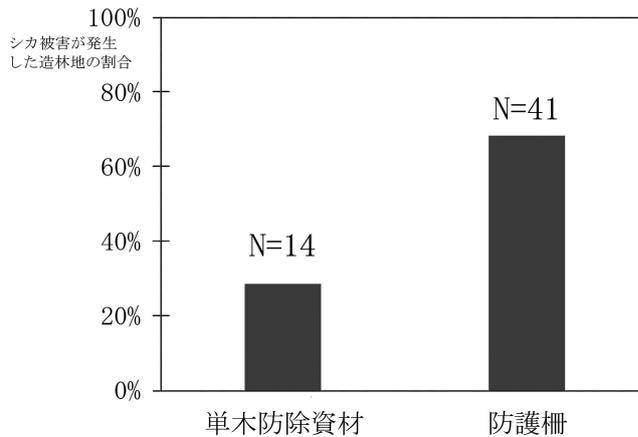


図-2 平成26年度徳島県ニホンジカ被害調査  
植栽後5年以内、0.3ha以上の造林地が対象

いる。図-1にはシカ被害森林面積と造林面積の推移を示している。シカ被害森林面積は大きく減少しているように見えるが、被害森林面積は造林面積の推移と連動していることと、被害発生初期は被害対策が実施されていなかったことが要因であり、シカの生息密度の減少や被害対策が十分であるということの意味しているものではない。近年ではシカの生息密度が各地域で高まっており、図-2のように被害対策を実施しても、被害が発生する造林地も少ない状況となっており、これまでの経験を踏まえて被害対策を見直すことが必要となっている。

### ○必要な被害対策の考え方

鳥獣害対策の基本的な考え方として、①個体数管

理、②生息地管理、③被害防除が重要であると挙げられている。これを造林地で行うとすれば、①造林地に出没するシカの個体数管理、②下刈り省力による雑草木の管理（餌資源の管理と植栽木遮蔽効果）、③防護柵の設置および管理をより充実させることが重要であると考えている。考え方を整理すると、まずは出来る限り適切な防護柵を設置することが第一である。“出来る限り”という表現は、造林地は急峻であり、運搬や傾斜の問題から、農地同様の堅牢な柵を設置することは困難であり、斜面の崩壊や倒木の発生（写真-1）など避けることが難しい被害が発生する。こうした被害をいち早く発見するための管理（見回り）が必要になる。人里から離れた造林地を頻繁に見回することは困難であるから、見回り



写真-1 倒木により倒壊する防護柵

境界が尾根筋となる事が多く、隣接林と距離を取ろうとすると、急傾斜地になり、隣接する立木周辺に防護柵を設置せざるを得ないケースが多い。

に行くまでの間、②の雑草木管理で植栽木の被害発生にタイムラグを作ることが出来る。また、①の個体数管理によって造林地の加害者出没頻度が軽減されればされるほど、防護柵破損後に発生する植栽木の被害発生にタイムラグを作ることが出来る。造林地で確実と言える被害対策を実施することは難しく、森林施業との組み合わせに配慮し、複数の対策を実行せざるを得ない。

### ○具体的な取り組み1 - 防護柵について -

平成28年度および29年度に県内に設置する防護柵について、約3万mで被害の発生頻度や支柱、ネットの状態について詳細な調査を行った。現在、結果を整理中であるが、例えば、網目10cmではシカがネットに引っかかることがあり、それが原因でネットが破損し侵入路に繋がることがあった。網目5cmのネットではシカが引っかかる可能性は小さいが、移動した表層土が堆積し、ネットが傾くことがあった。

こうした結果を整理して、条件に応じた適切な仕様を検討することが必要である。

### ○具体的な取り組み2

#### - 造林地に出没する加害個体の個体数管理 -

平成26年度から28年度の共同研究（森林総研交付金プロジェクト）によって、造林地での捕獲に関するマニュアル（徳島農技セ 2017）を作成し、平成28年度からの実証事業（林野庁 シカによる森林被害緊急対策事業）によって林業者による造林地での捕獲に取り組んでいる（藤井 2018）。捕獲を実施するには市町や地元猟友会との連携・調整が不可欠であり、このようなことに配慮出来る施策を検討しつつ、平成31年度以降の普及を目指している。

### ○今後に向けて

シカ被害対策を抜本的なものにするには課題が多く、こうしたことに対応するための調査研究には多大な労力を要している。防護柵の設置・管理や個体数調整に関連する技術開発は県単独では非効率的であることから、多くの機関での情報共有や共同した体制でマニュアルを作成するなどの体制整備が望まれる。

#### 引用文献

- 藤井栄（2018）再造林を目的とした民有林での被害対策の取り組みと課題，ワイルドライフフォーラム，22(2)：9～11
- 徳島県立農林水産総合技術支援センター（2017）再造林地におけるシカ捕獲技術マニュアル  
（徳島県農林水産部林業戦略課 森林企画担当）

## 森林病虫獣害発生情報：平成30年7～8月受理分

### 病害

なし

### 虫害

なし

### 獣害

なし

（森林総合研究所 服部 力／佐藤大樹／岡 輝樹）

**森林防疫** 第67巻第5号(通巻第728号)  
平成30年9月25日発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 村松二郎  
印刷所 松尾印刷株式会社  
東京都豊島区東池袋5-45-5  
ASビル

☎ (03) 5944-9853  
定価 1,339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/>