ISSN 1349－0605

森林総合研究所
交付金プロジェクト研究　成果集　16

サビマダラオオホソカタムシを利用したマツノマダラカミキリ防除技術の開発

独立行政法人　森林総合研究所
２００７．１２

森林総合研究所　交付金プロジェクト研究　成果集　16
独立行政法人　森林総合研究所

環境保護のため、再生紙を使用しています。

序　　文

松くい虫による被害は、1970 年代末期～80 年代初期のピーク時からは漸減傾向にあるものの、依然として我が国で最も重要な生物被害の一つである。近年では東北地方での被害拡大が顕著であり、今後いっそうの北上も懸念されているところである。松林は海岸における防風、防砂等の機能はもとより、景観や観光の面からも地域経済に大きな位置を占めており、松くい虫の新たな防除手段の開発に対して多くの関心が寄せられている。とりわけ、化学薬剤の使用が厳しい現状においては、天敵を活用した生物的防除に対する期待は高く、その必要性もきわめて大きいと言わなければならない。

平成９年度の「森林病害虫等防除法」改正の国会の付帯決議において、天敵の利用等環境保全に配慮した松くい虫被害に対する新防除技術の研究・開発が求められることとなった。森林総合研究所ではこれを受けて、平成 9～13 年度に「松くい虫被害の生物的防除による総合的研究調査」を行った。その結果、マツノザイセンチュウの伝播者であるマツノマダラカミキリの天敵として、サビマダラオオホソカタムシが防除素材として有望であることが判明し、加えて人工飼料によるその大量増殖法も開発された。

本研究は、こうした先行研究の成果を踏まえ、マツノマダラカミキリの天敵としてサビマダラオオホソカタムシを積極的に用いるにあたり、その有効な放飼法、寄主探索機構、および放飼後の林内定着機構や密度維持法を解明・開発することを目的として行った。さらにその成果をもとに、現行の松くい虫防除体系へサビマダラオオホソカタムシ利用を組み込むためのモデルを提示した。

本研究の成果は、今後松くい虫の天敵による防除を行うに際して、大きな知見を与えるものと考え、ここに広く関係者の参考に供する次第である。

平成 19 年　12 月

独立行政法人　森林総合研究所

理事長　　鈴木　和夫

目　　次

研究の要約・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

第１章　サビマダラオオホソカタムシ放飼法の開発

１．サビマダラオオホソカタムシ野外放飼試験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12

２．サビマダラオオホソカタムシの放飼が標的外昆虫に与える影響・・・・・・・・・・・・20

３．サビマダラオオホソカタムシ網室内羽化脱出調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25

４．性成熟に対する日長・気温の影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28

５．東北地方におけるサビマダラオオホソカタムシの産卵・寄生生態の解明・・・・・・32

６．サビマダラオオホソカタムシ分布調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・35

第２章　サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ探索機構の解明

１．電気生理学的手法による行動制御物質の探索・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・41

２．野外網室における誘引試験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・45

３．孵化幼虫の寄主探索・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・48

第３章　放飼サビマダラオオホソカタムシのマツ林内定着・密度維持法の開発

１．天敵保全箱（金網製カバー）の作製と収納した枯死木を利用した
サビマダラオオホソカムシ増殖法の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・50

２．天敵保全箱からのサビマダラオオホソカタムシの分散試験・・・・・・・・・・・・・・56

３．微害林分におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリ発生状況の調査・・・・・・62

４．サビマダラオオホソカタムシ放飼技術の現行防除体系への組み込み案・・・・・・・67

研　究　の　要　約

Ⅰ 研究年次及び予算区分

研究年次：平成 14～18 年（5 か年）

予算区分：交付金プロジェクト

Ⅱ 主任研究者

主査：田畑勝洋（平成 14 年 4 月 1 日～15 年 3 月 31 日）

松浦邦昭（平成 15 年 4 月 1 日～17 年 3 月 31 日）

牧野俊一（平成 17 年 4 月 1 日～19 年 3 月 31 日）

取りまとめ責任者：森林昆虫研究領域長　牧野俊一

Ⅲ 研究場所

森林総合研究所、本所、東北支所、関西支所、九州支所

Ⅳ 研究目的

平成９年度の「森林病害虫等防除法」改正の国会の付帯決議において、天敵の利用等環境保全に配慮した松くい虫被害に対する新防除技術の研究・開発が求められている。これまで行ってきた天敵についての研究の中で、サビマダラオオホソカタムシ（以下単にホソカタムシともいう）はマツノマダラカミキリ（以下単にマダラカミキリともいう）を限られた地域で高率に捕食しているのが確認され、防除素材として有望であることが判明してきた。また、ホソカタムシの人工飼料による大量増殖法が開発された。このホソカタムシを利用したマダラカミキリ防除技術を開発することを本研究課題の目的とする。

Ⅴ 研究方法

第１章　サビマダラオオホソカタムシ放飼法の開発

１．サビマダラオオホソカタムシ野外放飼試験

滋賀県野洲市および岡山県笠岡市のマツ材線虫病被害林において、枯死アカマツ樹幹にホソカタムシ成虫および卵を放飼し、以下の事項について調査した。①放飼木におけるホソカタムシ寄生率およびマダラカミキリ死亡率の調査、②無放飼木（対照区）における寄生率とホソカタムシの試験地内における移動分散に関する調査、③供試木１本あたりの放飼頭数と寄生率および死亡率の関係、④マダラカミキリ原因不明の死亡個体に関する調査、⑤高さ別放飼試験による供試木の高さと寄生率の関係の解明

２．サビマダラオオホソカタムシの放飼が標的外昆虫に与える影響

①滋賀県野洲市の試験地にマレーズトラップおよびマダラコール、ベンジルアセテートを誘引剤としたサンケイトラップを設置し、カミキリムシ相を調査した。②放飼木樹幹内で実際に寄生の確認されたシラホシゾウ属とヒゲナガモモブトカミキリの幼虫と蛹およびサビカミキリ幼虫について、単独

（非選択）およびマダラカミキリ幼虫との組み合わせによる室内選択放飼試験を行った。③マダラカミキリと同時期に枯損マツの樹幹内に生息する穿孔虫の捕食性昆虫類５種（オオコクヌスト幼虫および蛹、オオツヤハダコメツキ幼虫、ウバタマコメツキ幼虫、ラクダムシ幼虫、ヒゲジロハサミムシ成虫）に対する室内放飼試験を行った。

３．サビマダラオオホソカタムシ網室内羽化脱出調査

2003 年 12 月、関西支所構内で同年秋に枯死し、マダラカミキリが産卵したアカマツ約 20 立木を伐倒、樹幹を長さ１ｍに切断し網室内で保存した。2004 年５月上旬に供試丸太へのホソカタムシ卵放飼を行った。５月下旬に丸太を野外網室に移し、７月中旬から９月下旬まで週１回、すべての丸太の表面を調べ、脱出孔の調査と脱出成虫の採集を行った。その後 12 月中旬までに割材調査を行った。

４．性成熟に対する日長・気温の影響

８通りの温度、日長設定において、プラスチックシャーレ（直径 9.5cm×高さ 2.3cm）に成虫雌雄各１個体と、産卵用角材（1.5cm 角×長さ５cm）、人工飼料、水を入れて飼育し、週１回産卵数と死亡状況を確認した。

５．東北地方におけるサビマダラオオホソカタムシの産卵・寄生生態の解明

岡山産のホソカタムシの寒冷地（東北地方）での定着性および寄生生態を明らかにし、利用の可能性を評価するために以下の試験を行った。①東北地方におけるホソカタムシの越冬および寄生試験、②東北地方における温度、日長を調節した条件下での越冬次世代個体群の産卵調査。

６．サビマダラオオホソカタムシ分布調査

ホソカタムシはこれまで岡山、広島、鳥取の３県でのみマツ林内での生息が確認されており、その他の地域での採集記録は非常に少ない。そこで本種の全国的な分布を明らかにするため、以下の調査を行った。①全国のホソカタムシ分布文献調査、②東北地方における夜間採集およびライトトラップによるホソカタムシ生息確認調査、③関東地方におけるマダラカミキリ穿入丸太からのホソカタムシ羽化調査、④関西地方８県におけるマダラカミキリ穿入丸太からのホソカタムシ羽化調査、⑤九州地方におけるマダラカミキリ穿入丸太、誘引捕獲器およびライトトラップを用いたホソカタムシ生息確認調査。

第２章　サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ探索機構の解明

１．電気生理学的手法による行動制御物質の探索

人工飼育したホソカタムシの触角上に存在する嗅覚感覚子を走査電子顕微鏡により観察した。α-ピネン等、複数の誘引候補物質に対する感覚子の神経応答を、単一感覚子記録法（single sensillum recording）により測定した。それらの物質成分に対して特徴的な応答があるかを解析し、行動制御物質の候補化合物を選定した。

２．野外網室における誘引試験

１において神経応答を引き起こすことが示された物質を砲弾型トラップに設置し、これを野外網室内に成虫 40 頭とともに放置し、一定時間後に成虫がトラップに誘引されるかどうかを調べた。室内風洞にてサビマダラオオホソカタムシのα-ピネンに対する定位飛翔反応を解析した。またホソカタムシにα-ピネン等の樹木由来匂い成分による条件づけを行い、それら条件づけした匂いへの飛翔反応を解析した。

３．孵化幼虫の寄主探索

ホソカタムシ孵化幼虫の寄主探索能力を明らかにするため、直径 9cm、高さ 22mm のシャーレ内にハチノスツヅリガ幼虫 3 頭を約 4cm 間隔に配置し、ホソカタムシ孵化幼虫を 10 頭放し、その後の寄生状況を 4 日間にわたって毎日観察した。

第３章　放飼サビマダラオオホソカタムシのマツ林内定着・密度維持法の開発

１．天敵保全箱（金網製カバー）の作製と収納した枯死木を利用したサビマダラオオホソカタムシ増殖法の開発

ホソカタムシの効果的な放飼と放飼ホソカタムシのマツ林内での定着・密度維持を計るために以下の試験を行った。①ホソカタムシ成虫の出入りは可能であるがマダラカミキリ成虫を逃がさずにマツ枯死木を保存する天敵保全箱（金網製カバー）の開発、②金網製カバーを用いた放飼試験のための、野外網室内でのホソカタムシ産卵状況調査、③マダラカミキリ穿入丸太を用いた網室内での時期別卵放飼試験、④つくば市（本所）の網室内および野外における金網製カバーを用いた卵放飼によるホソカタムシ成虫脱出数の調査、⑤関西支所における金網製カバーを用いた野外放飼による寄生率およびホソカタムシ成虫脱出数の調査、⑥岡山県内における金網製カバーを用いた野外放飼による寄生率およびホソカタムシ成虫脱出数の調査。

２．天敵保全箱からのサビマダラオオホソカタムシの分散試験

天敵保全箱（金網製カバー）で増殖したホソカタムシの野外における分散を明らかにするため、金網製カバーを用いてホソカタムシの林内定着をはかる場合の、カバーからの成虫の分散状況および周囲の枯死木からの成虫のカバー内への集合状況および１齢幼虫の林床における分散能力に関する以下の試験を、関西支所構内の野外網室内で行った。①春季（３月：越冬後の活動開始時期）に網室中央でマーキングしたホソカタムシ成虫 100 頭を放し、四隅に設置した丸太への移動状況を調査した。②秋季（９月：羽化脱出時期）に網室内でマーキングしたホソカタムシ成虫 100 頭を放し、網室内における分散状況および網室中央に設置した丸太への集合状況を調査した。③ホソカタムシ１齢幼虫を網室中央で放し、四隅に設置したマダラカミキリ穿入丸太への到達状況を調査した。

３．微害林分におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリ発生状況の調査

佐賀県虹の松原および鹿児島県川内海岸林において、 2002 年から 2005 年にかけて枯損木探査を実施し、発生箇所の測位と枯損木からのマツノザイセンチュウの検出を行った。虹の松原については、佐賀森林管理署による松くい虫被害木調査の結果も援用した。両マツ林の周辺地域で、主に車窓からの観察による材線虫病被害発生状況調査を行った。川内海岸林の５地点に生け捕り式の誘引捕獲器を設置し、マダラカミキリの捕獲消長と線虫保持状況を調査した。

調査期間中、十分に材線虫病被害の発生が抑制されていた虹の松原について、各年に発生したマツ枯損木（被圧枯死木等を含む）の最近接個体間距離を測定、解析した。解析には、ホソカタムシやその餌となる昆虫の活動時期である夏～秋に発生した枯損木のデータのみを使用した。2002 年のデータは測位情報に不備があったので対象外とした。さらに、ある年に発生した枯損木で生育したホソカタムシやその餌昆虫は翌年に発生する枯損木を利用するという想定の下、2003 年と 2004 年に確認した枯損木については、翌年発生した枯損木との間で最近接個体間距離を測定、解析した。

４．サビマダラオオホソカタムシ放飼技術の現行防除体系への組み込み案

ここまでの研究を総括し、以下の調査および提案を行った。①ホソカタムシ放飼と予防薬剤散布の併用の可能性について検討するための、岡山県の予防薬剤散布の行われているマツ林内でのホソカタ

ムシ寄生率調査、②微害化林分におけるホソカタムシの寄生、分散能力と放飼個体の定着の可能性についての検討、およびホソカタムシ放飼技術を利用した具体的なマダラカミキリ防除法の提案。

Ⅵ 研究結果

研究計画表

課題名	担当	期間
１．サビマダラオオホソカタムシ放飼法の開発	森林総研　森林昆虫研究領域、東北支所、関西支所、九州支所	13～18
２．サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ探索機構の解明	森林総研　森林昆虫研究領域	13～18
３．放飼サビマダラオオホソカタムシのマツ林内定着・密度維持法の開発	森林総研　森林昆虫研究領域、東北支所、関西支所、九州支所	13～18

第１章　サビマダラオオホソカタムシ放飼法の開発

１．サビマダラオオホソカタムシ野外放飼試験

①放飼木におけるホソカタムシのマダラカミキリに対する寄生率は 27.0～59.8%、マダラカミキリ死亡率は 48.4～84.6%となった。どちらの値もすべての放飼区で対照区より有意に大きかった。

②2002 年および 2003 年の無放飼木ではホソカタムシの寄生は認められず､2004 年および 2005 年には無放飼木１本で寄生が認められた。放飼時期におけるホソカタムシ成虫の分散能力は高くはなく、またホソカタムシ放飼個体が試験地内で繁殖している可能性は高いものの、かなり局在する傾向があるものと考えられた。

③供試木１本あたりの放飼頭数を３通りとした結果、20 頭放飼の場合は、40 および 80 頭放飼の場合に比べマダラカミキリ死亡率が低くなった

④マダラカミキリ原因不明死亡 120 個体を検鏡した結果、10 個体でホソカタムシの孵化幼虫、中齢幼虫および繭が確認された。この結果、死亡原因不明とした個体の中には、実際に寄生を受けたものが含まれることが明らかになった。

⑤ホソカタムシの寄生率は樹幹上部で低くなる傾向があったが、樹幹上部ではそれ以外の部位に比べてマダラカミキリの穿入個体数が少ないため、省力化を考慮した場合、胸高部への放飼が最も適していると考えられた。

２．サビマダラオオホソカタムシの放飼が標的外昆虫に与える影響

①2000～2005 年のトラップ調査の結果、マレーズトラップでは 48 種 770 個体、マダラコールでは 29 種 2778 個体、ベンジルアセテートでは 25 種 16639 個体のカミキリムシが捕獲された。ホソカタムシ放飼開始（2002 年）後に種数、個体数ともに減少する傾向は認められなかった。

②標的外３種を単独で用いた室内非選択試験では、ヒゲナガモモブトカミキリ蛹が 90%以上の寄生を受けた他は、寄生率が低かった。マダラカミキリ幼虫との組み合わせによる選択試験ではいずれの組み合わせでもマダラカミキリに対する寄生率が高く、標的外種よりも明らかに寄生を受けやすいことが判明した。

③捕食性昆虫５種の中にホソカタムシの寄生を受け、幼虫が発育したものは存在しなかったこと

から、これらの種はホソカタムシの寄主にはなりにくいものと考えられた。

３．サビマダラオオホソカタムシ網室内羽化脱出調査

成虫が開けたと推定される脱出孔は７月中旬の調査開始時点からすでに認められ、脱出孔数は７月下旬がピークで９月上旬まで認められた。成虫捕獲数は７月中旬から９月下旬まで認められ、８月下旬にピークとなった。網室内で羽化脱出したホソカタムシはそのほとんどが丸太表面で静止した状態で観察され、飛翔などの活発な行動はほとんど行わなかったものと考えられる。

４．性成熟に対する日長・気温の影響

産卵前期間と温度・日長の関係については、温度・日長一定条件下では雌個体により４カ月から２年５カ月まで幅があった。産卵前期間は温度が高いほど短くなった。日長・温度変更区では、変更の２カ月以内にほぼ一斉に産卵開始したことから、日長・温度の変更が産卵開始の刺激になったものと考えられる。産卵期間・間隔と温度・日長の関係については、室温・自然日長下では約１年の周期で３～４カ月間の産卵を繰り返しており、温度日長一定条件でもほぼ類似のパターンで産卵が行われるものと考えられる。同一試験区の産卵期間は雌個体間でほぼ同調するが、個体によっては１回目（１年目）の産卵を行なわず、２年目に産卵開始した．産卵数・寿命と温度・日長の関係については、まずいずれの設定区内でも産卵数には大きな個体差が認められた。低温一定条件下では産卵前期間および産卵の間隔を長くすることで雌成虫は長期間生存する一方、31℃などの高温ではその逆の傾向が認められた。

５．東北地方におけるサビマダラオオホソカタムシの産卵・寄生生態の解明

①マダラカミキリ穿入丸太を用いた岡山産個体の網室内放飼試験（卵および成虫）では、50%以上の寄生率が認められた。またこれらの成虫は東北の野外条件下においても越冬可能であった。

②東北地方に導入したホソカタムシは羽化の翌年あるいは２年後に産卵可能であることが判明した。

６．サビマダラオオホソカタムシ分布調査

①文献調査の結果からは、本種が中国３県を除いて生息密度が低い昆虫であると考えられた。

②東北地方において夜間採集，樹皮下調査，ライトトラップのいずれの方法によっても，ホソカタムシ成虫の生息確認はできなかった。

③関東地方で採取したマツ樹幹からホソカタムシの羽化は認められなかった。

④関西地方の調査において、鳥取では８月７日から 10 月 22 日にかけて合計 100 頭のホソカタムシ成虫が採集された。岡山では網室内の調査で成虫は採集されなかったが、12 月に全供試丸太の表面をチェックし割材したところ、ホソカタムシの脱出孔が確認された。

⑤九州地方で残存アカマツ林で収集した枯損木丸太や残存アカマツ林に設置・回収したマツノマダラカミキリ生息丸太からのホソカタムシの発生は確認できなかった。また誘引捕獲器やライトトラップによってもホソカタムシ成虫を捕獲することはできなかった。

第２章　サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ探索機構の解明

１．電気生理学的手法による行動制御物質の探索

サビマダラオオホソカタムシにおいて、電気生理活性のある匂い成分から行動制御物質を探索するために、樹木由来匂い成分に対する神経応答を解析した。神経は様々な成分に選択的に応答することが示され、そのうち特徴的な応答を示したα-ピネン、β-ピネン、*p*-シメン、ロンジフォレン、テルピノレン、青葉アルコール、青葉アルデヒド、Z-3-ヘキセニルアセテート、テレビン油を行動制御物質

の候補化合物として選定した。

２．野外網室における誘引試験

ホソカタムシの神経応答を引き起こす樹木由来匂い成分は、有意な行動反応を引き起こさなかったことから、誘引性を示す化合物の特定には至らなかった。ホソカタムシ誘致に利用できる匂い物質が存在する可能性は低い。ホソカタムシに樹木由来匂い成分による条件づけを行い、それら条件づけした匂いへの飛翔反応を解析したが、反応が改善、あるいは強化されることはなかった。

３．孵化幼虫の寄主探索

ホソカタムシ孵化幼虫のハチノスツヅリガ幼虫への寄生行動をシャーレ内で観察した結果、寄生率は放飼後４日目で 50%にとどまった。

第３章　放飼サビマダラオオホソカタムシのマツ林内定着・密度維持法の開発

１．天敵保全箱（金網製カバー）の作製と収納した枯死木を利用したサビマダラオオホソカタムシ増殖法の開発

①マダラカミキリ成虫は金網製カバー内を這っているのが観察されたが、成虫が網戸用金網をかみ切って逃亡した形跡はなかった。

②野外網室内でのホソカタムシ幼虫の産卵は３～８月にみられ、これは室内飼育における室温、自然日長個体群の産卵期間とほぼ一致していた。

③網室内の丸太への卵放飼試験におけるマダラカミキリ被寄生率は、３月 15 日から５月 15 日までに卵を放飼した区では 74.6%以上で差がなかったが、羽化したホソカタムシ成虫頭数は５月１日に放飼した区で非常に多かった。

④網室内および野外に設置した金網製カバー内の枯死丸太にホソカタムシを卵放飼した結果、カバーを通過して脱出するホソカタムシ成虫を捕獲できた。捕獲数は網室内に比べ野外の方がやや少なかった。

⑤関西支所構内の野外で上記と同じ試験を行った結果、寄生率は 3.8 および 13.3%と低く、カバーから脱出した成虫数もわずか２頭であった。これは卵放飼の方法問題があったためと考えられた。

⑥岡山県で同様の試験を卵放飼法を改善した上で行った結果、寄生率 38.1%、死亡率 49.7%となった。カバーから通過脱出した成虫数 14 頭であった。

２．天敵保全箱からのサビマダラオオホソカタムシの分散試験

①春季分散試験では、４月終わりから５月初めにかけて気温の上昇とともに成虫の行動が活発化し、分散が開始されることが明らかになった。ホソカタムシ成虫は網室内のマダラカミキリが穿入したマツ枯死丸太に集合する傾向は示さなかった。

②秋季分散試験では、成虫は薄暮活動性を示すことと、10 月中旬までは比較的活発な動きを示すが、その後は枯死木樹幹等に留まる傾向があることが明らかになった。春季試験と同様、ホソカタムシ成虫は網室内のマダラカミキリ穿入丸太に集合する傾向は示さなかった。

③網室内孵化幼虫分散試験の結果、網室に設置した丸太内のマダラカミキリに対するホソカタムシによる明らかな寄生は認められず、孵化幼虫が林床を移動する能力は低いことが推定された。

３．微害林分におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリ発生状況の調査

天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの利用される場面として防除により被害が抑制されたマツ林を想定し、ホソカタムシの生息に有利なように防除を停止することが可能かどうか、また、その

ような場所での枯損木の発生状況はホソカタムシの定着を可能とするものであるかどうかを検討した。佐賀県虹の松原および鹿児島県川内海岸林での枯損木発生状況調査やマツノマダラカミキリの誘引捕獲調査から、材線虫病が終息しつつある虹の松原でもまだ防除停止できる状況にはないこと、被害発生が十分には抑制されていない川内海岸林でマツノマダラカミキリは少ないながらも確実に捕獲されることなどが明らかになった。これらのことから、西南日本のマツ林で防除を停止してもマツ林が維持できる可能性はほぼありえず、被害終息には誘引捕獲されるマツノマダラカミキリがほぼゼロになるような強度の防除が必要であると考えられた。被害発生が十分に抑制された虹の松原に発生する枯損木の最近接個体間距離の解析から、天敵昆虫がこのようなマツ林に定着するには半径 50～100m 程度の移動、探索能力が必要であることが示された。

４．サビマダラオオホソカタムシ放飼技術の現行防除体系への組み込み案

①岡山県の薬剤空中散布が行われている林内において実際にホソカタムシの寄生が確認されたこと、および空散実施時期とホソカタムシ成虫出現時期のずれから、放飼と薬剤散布の両立は可能と考えられた。

②ホソカタムシを被害木上に直接放飼した場合は高い寄生率が期待できるが、分散能力の低さから任意の場所に放飼した個体を定着させることは困難と考えられた。そこで伐倒駆除のコストを軽減し、林内のマダラカミキリ発生数を抑えるために、林分内で発生する枯死木と天敵保全箱を利用して林内で確実なホソカタムシの増殖を行い、この作業を数年間繰り返すことにより、ホソカタムシの林内生息密度を上昇させるという手法を提案した。

Ⅶ 今後の問題点

第１章　サビマダラオオホソカタムシ放飼法の開発

１．サビマダラオオホソカタムシ野外放飼試験

ホソカタムシは成虫の寿命が長く生涯産卵数も多いため、成虫より卵放飼の方が飼育および放飼のコストを下げることができると予想される。しかし本試験では卵放飼は 2006 年に 1 回行ったのみで、まだ手法的に確立されたとは言い難い。したがって今後は卵放飼を中心とした放飼試験を継続する必要がある。

２．サビマダラオオホソカタムシの放飼が標的外昆虫に与える影響

マツ樹幹内でホソカタムシは明らかにマダラカミキリに寄生しやすいことが判明したものの、それがホソカタムシの寄主選好によるのかを確認する必要がある。

３．サビマダラオオホソカタムシ網室内羽化脱出調査

この試験はマダラカミキリ穿入丸太に人為的に寄生させて行ったが、ホソカタムシ土着地域の自然個体群が寄生した材料を用いて同様の調査を行う必要がある。

４．性成熟に対する日長・気温の影響

本試験は現在も進行中のため、すべての結果が明らかになるまで引き続き飼育調査を行う必要がある。また 25℃および 28℃一定区における少ない産卵数が、単にサンプル数の少なさによるものかどうかを検証するために、追加試験が必要と考えられる。

５．東北地方におけるサビマダラオオホソカタムシの産卵・寄生生態の解明

東北地方のマツ材線虫病被害林のように、寄主が分散して低密度に存在する林内において、放飼したホソカタムシが寄主を探索する能力を持つかどうかを明らかにする必要がある。

６．サビマダラオオホソカタムシ分布調査

分布調査全般を通じ，本種を確実に捕獲できる方法を開発する必要性が強く望まれた。野外放飼に際しては当該地域での本種の生息調査（可能なら増殖源としての生存虫の捕獲）が必須となるが，本研究で試みた方法はいずれも本種の生息調査には不適，ないし効率が悪い。今後実験条件下で高効率に本種を捕獲できる手法を開発し，それを野外に適応する必要がある。

第２章　サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ探索機構の解明

１．電気生理学的手法による行動制御物質の探索

嗅覚神経応答特性から行動制御物質の候補化合物は選定できたが、神経応答特性の生理学的解析に関してはデータ量が十分でないので、さらなる実験が必要である。

２．野外網室における誘引試験

当初の目標であるホソカタムシ誘致に利用できる匂い物質が存在する可能性は低いことが明らかになったことから、以後さらなる匂い物質の探索は行わない

３．孵化幼虫の寄主探索

ホソカタムシの本格的な実用化にあたっては幼虫の寄主探索能力をさらに解明する必要がある。

第３章　放飼サビマダラオオホソカタムシのマツ林内定着・密度維持法の開発

１．天敵保全箱（金網製カバー）の作製と収納した枯死木を利用したサビマダラオオホソカタムシ増殖法の開発

林内においては金網製カバー内に積み重ねた丸太表面の湿度が非常に高くなり、放飼卵の孵化率の低下、および孵化幼虫の分散行動が阻害されるおそれがある。したがってこれを回避できるような放飼法を考案する必要がある。

２．天敵保全箱からのサビマダラオオホソカタムシの分散試験

網室内孵化幼虫分散試験ではホソカタムシ幼虫の供試丸太への移動を確認できなかったが、放飼地点と供試丸太の距離を今回より縮めた場合の到達可能性を確認するための試験を行う必要がある。

３．微害林分におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリ発生状況の調査

材線虫病防除を停止できる条件として、現状の虹の松原や川内海岸林よりも高い基準が必要であることが判明したが、この基準を具体的な数値で提示することができなかった。このような数値的な基準として、域内におけるマツノマダラカミキリの発生や域外からの飛来を反映する誘引捕獲データは有望と考えられる。材線虫病被害状況と誘引捕獲数との関係についてさらにデータを蓄積する必要がある。

４．サビマダラオオホソカタムシ放飼技術の現行防除体系への組み込み案

ここで示した手法は１つの防除案の段階であるため、今後は条件にあった試験地を設定した上での実証試験が必要である。ホソカタムシはカミキリムシ類に広く寄生する種であり、実際に中国でゴマダラカミキリの防除に使われたことから、マダラカミキリ以外にも果樹、緑化木および乾材の害虫として知られるカミキリムシの防除に利用できる可能性が高い。また、現在ホソカタムシのマツ林内における生息が確認されているのは岡山、広島、鳥取の３県のみであるため、他地域での採集が困難な場合は、農薬登録申請のための試験も必要となる。

Ⅷ 研究発表

牧本卓史・浦野忠久（2005）サビマダラオオホソカタムシの増殖方法に関する研究．日本林学会関西支部第 56 回大会研究発表要旨集、60.

牧本卓史・浦野忠久（2006）サビマダラオオホソカタムシの野外放飼試験－野外枯損立木への卵放飼試験－．日本林学会関西支部第 57 回大会研究発表要旨集、41.

三浦香代子・阿部剛俊・中島嘉彦・浦野忠久（2003）マツノマダラカミキリ穿入丸太に対するサビマダラオオホソカタムシの野外放飼および成虫の移動分散．日本林学会誌、85、12-17.

中村克典（2004）材線虫病被害発生が抑制された海岸マツ林におけるクロマツの枯損動態．日林学術講要、115、729.

中村克典（2005）佐賀県虹の松原におけるマツノザイセンチュウ根絶の可能性．森林総合研究所九州支所年報、17、39.

小倉信夫（2002）天敵昆虫の利用．森林をまもる（全国森林病虫獣害防除協会編・発行）、13-18.

小倉信夫（2003）サビマダラオオホソカタムシ卵の施用時期と孵化幼虫によるマツノマダラカミキリ捕食．日林学術講要、114、176.

高梨琢磨・中牟田潔（2007）捕食寄生者サビマダラオオホソカタムシの樹木揮発性成分に対する神経応答．第 51 回日本応用動物昆虫学会講演要旨集、 118

高梨琢磨・中牟田潔（2007）マツ材線虫病に関する２話題　(1)マツのキャビテーションに伴う振動及び組織状態の変化　(2)捕食者サビマダラオオホソカタムシの樹木成分に対する神経応答性．第 118 回日本森林学会大会・第 14 回森林昆虫談話会用資料

浦野忠久（2002）サビマダラオオホソカタムシの適応度と寄主ステージおよび寄生個体数との関係．第 113 回日本林学会大会学術講演集、165.

浦野忠久（2002）サビマダラオオホソカタムシのアカマツ野外枯死木への放飼試験．日本林学会関西支部第 53 回大会研究発表要旨集、80.

Urano, T. (2003) Preliminary release experiments in laboratory and outdoor cages of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera: Bothrideridae) for biological control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). Bulletin of FFPRI, 2, 255-262.

浦野忠久（2003）サビマダラオオホソカタムシの関西支所構内における野外放飼試験．森林総合研究所関西支所年報、43、35.

浦野忠久（2003）サビマダラオオホソカタムシ飼育成虫の寿命と産卵数．第 47 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨、12.

浦野忠久（2003）マツノマダラカミキリの捕食寄生者サビマダラオオホソカタムシの生態と野外放飼試験．第 114 回日本林学会大会・第 10 回森林昆虫談話会要旨

浦野忠久（2003）サビマダラオオホソカタムシの野外放飼試験－2003 年放飼試験（２回目）の結果－．日本林学会関西支部第 54 回大会研究発表要旨集、64.

Urano, T. (2004) Experimental release of a parasitoid, *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae), on *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) infesting *Pinus densiflora* in the field. Bulletin of FFPRI, 3, 205-211.

Urano, T. (2004) Experimental release of a parasitoid, *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera: Bothrideridae), on *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). Entomology -Strength in

diversity-, XXII International congress of entomology (CD-ROM)
浦野忠久（2004）サビマダラオオホソカタムシのマツ枯損被害地における放飼試験．森林総合研究所関西支所年報、44、39.
浦野忠久（2004）サビマダラオオホソカタムシの野外放飼試験－2004 年放飼試験（３回目）の結果－．日本林学会関西支部第 55 回大会研究発表要旨集、53.
浦野忠久（2004）サビマダラオオホソカタムシのマツ枯損被害地における放飼試験（２回目）．森林総合研究所関西支所年報、45、37.
浦野忠久・井上牧雄・石井哲・安藤義朗・塩見晋一・軸丸祥大・福井修二・杉本博之・竹本雅晴・稲田哲治（2004）関西地域におけるサビマダラオオホソカタムシの網室内羽化脱出調査．日本林学会大会学術講演集、115、245.
浦野忠久（2005）サビマダラオオホソカタムシ卵放飼丸太における寄生状況および羽化脱出消長．第 49 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨、131.
浦野忠久（2005）サビマダラオオホソカタムシを放飼したアカマツ樹幹内に見られるマツノマダラカミキリ原因不明死亡個体に関する検討．第 116 回日本林学会大会講演要旨集、（CD-ROM）.
浦野忠久（2005）マツ林にすむ小さな狩人たち(1) オオコクヌスト．森林総合研究所関西支所研究情報、76、４.
浦野忠久（2005）マツ林にすむ小さな狩人たち(2) コメツキムシ．森林総合研究所関西支所研究情報、77、４.
浦野忠久（2005）マツ林にすむ小さな狩人たち(3) カッコウムシ．森林総合研究所関西支所研究情報、78、４.
浦野忠久（2005）サビマダラオオホソカタムシの野外放飼試験－2005 年放飼試験（４回目）の結果－．日本林学会関西支部第 56 回大会研究発表要旨集、61.
Urano, T. (2006) Experimental release of adult *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) in a pine stand damaged by pine wilt disease: Effects on *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Bulletin of FFPRI, 5, 257-263.
浦野忠久（2006）サビマダラオオホソカタムシのマツ枯損被害地における放飼試験（３回目）．森林総合研究所関西支所年報、46、36.
浦野忠久（2006）マツ林にすむ小さな狩人たち(4) ラクダムシ．森林総合研究所関西支所研究情報、79、４.
浦野忠久（2006）アカマツ枯死木材内におけるマツノマダラカミキリに対する捕食の実態．第 50 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨、174.
浦野忠久（2006）サビマダラオオホソカタムシの標的外種であるマツ穿孔性昆虫に対する放飼試験．第 117 回日本林学会大会講演要旨集、(CD-ROM).
浦野忠久・牧本卓史（2006）サビマダラオオホソカタムシの野外放飼試験－土着個体の生存するマツ林での成虫放飼試験－．日林関西支要旨、57、40.
浦野忠久（2007）サビマダラオオホソカタムシ飼育個体の産卵と温度、日長の関係．第 51 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨、141.

特許申請

小倉信夫・浦野忠久・阿部豊（2005）穿孔性害虫の防除材および防除方法（特許出願：2005-48827）.

Ⅸ 研究担当者

第１章　浦野忠久・後藤忠男・中村克典・小倉信夫

第２章　中牟田潔・高梨琢磨

第３章　浦野忠久・中村克典・小倉信夫

第１章　サビマダラオオホソカタムシ放飼法の開発

１．サビマダラオオホソカタムシ野外放飼試験

ア　研究目的

サビマダラオオホソカタムシ（*Dastarcus helophoroides* (Fairmaire)、以下単にホソカタムシとも言う）は鞘翅目ムキヒゲホソカタムシ科（Bothrideridae）に属する捕食寄生性昆虫である。寄主はおもにカミキリムシ類の幼虫および蛹である。本種は１年１化で７～９月に羽化し、成虫で越冬した後、翌年４月頃から枯死木の樹皮亀裂内等に産卵する。孵化幼虫は樹幹の寄主孔道内に侵入し、寄主を麻痺させた後、蛆虫型の２齢幼虫へと脱皮し、寄主を外部から摂食する。寄主がマダラカミキリの場合、１個体の寄主に寄生するホソカタムシ幼虫の数は１，２個体の場合が多いが、最大 10 個体前後まで寄生していることがある。成熟した幼虫は繭を作ってその中で蛹化し、成虫が羽化する（図 1-1-1）。

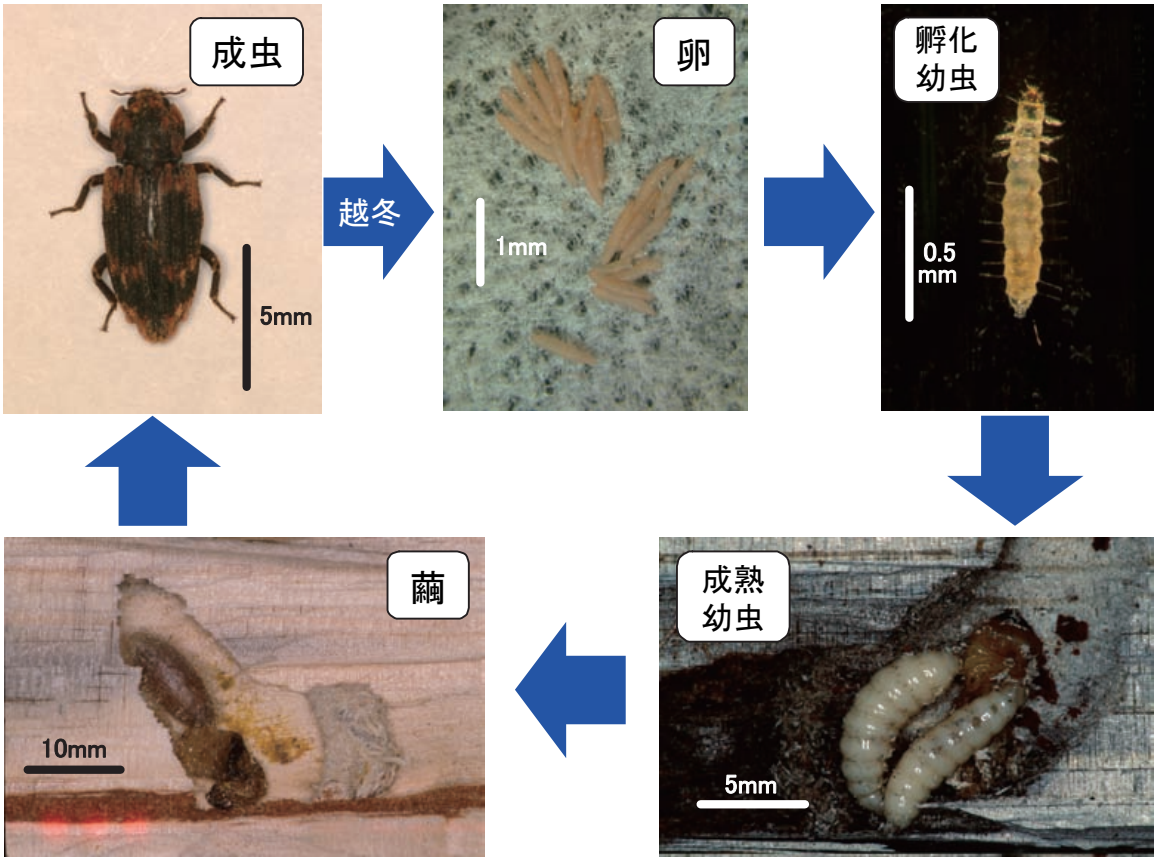

図1-1-1　サビマダラオオホソカタムシの発育ステージ

ホソカタムシがマツノマダラカミキリ（以下単にマダラカミキリとも言う）の有力な天敵であることが判明した後、実験室内（Urano, 2003）、網室内（三浦ら、2000；Urano, 2003）、および野外実験林内（三浦ら、2003、Urano, 2004）においてマダラカミキリ穿入丸太を用いた予備的な放飼試験が行われ、ホソカタムシの殺虫効果が判明した。本節ではホソカタムシを利用して、殺虫剤の使用量の少ないマダラカミキリ防除技術を開発するために、大量増殖したホソカタムシ成虫および卵を材線虫病

被害マツ林内に放飼することで、マツ林でのホソカタムシのマダラカミキリ捕食能力を調査して、最適な放飼法を明らかにすることを目的とした。

イ 研究方法

各年の放飼試験に使用した試験地、供試木、放飼個体に関するデータを表 1-1-1 に示す。試験地は2002～2005 年は滋賀県野洲市（近江富士花緑公園および希望ヶ丘文化公園）、2006 年は岡山県笠岡市のアカマツ林を使用した。滋賀県のマツ林では 1970～80 年代から集団枯損が発生しており、試験開始時点ではコナラおよびヒノキ等の混在する場所が多くを占めた。1999 年末に試験地内の健全なアカマツ 426 本をマーキングし、その枯損経過を追跡調査した結果、2000 年から 2003 年にかけては前年比14～25%、2004～2006 年は前年比６～７%が枯死した。2006 年末における生残木は 151 本であり、６年間の積算枯死率は 65%となった。岡山県のマツ林は従来空中散布による防除が行われていたが、2002 年に空散が中止され、翌 2003 年から集団枯損が発生した。2006 年５月に試験地内の健全木、枯死木、切り株を含む 402 本を調べた結果、枯死率は 75%に達していた。なお、滋賀県の試験地ではホソカタムシ土着個体の生息は確認されなかったが、岡山県の試験地内では土着個体が採集された。

表1-1-1 サビマダラオオホソカタムシ放飼試験に用いた試験地、供試木および放飼個体に関するデータ

年度	試験地	供試本数	樹高(m)	DBH(cm)	放飼ステージ	放飼個体数
2002	滋賀県野洲市	15	4.2-9.7	8.0-11.7	成虫	415
2003	滋賀県野洲市	18	4.2-12.5	6.6-16.2	成虫	1050
2004	滋賀県野洲市	16	4.5-10.9	8.7-16.0	成虫	500
2005	滋賀県野洲市	28	5.7-14.7	7.6-17.9	成虫	1200
2006	岡山県笠岡市	30	7.9-17.5	9.7-19.8	成虫	1200
2006	岡山県笠岡市	10	10.0-14.3	10.7-19.4	卵	約50000

① 放飼木におけるホソカタムシ寄生率およびマダラカミキリ死亡率の調査

４月下旬～５月上旬に前年の枯死木にホソカタムシ成虫および卵を放飼し、６～７月に供試木を割材調査し、寄生率およびマダラカミキリ死亡率を調査した。卵放飼は 2006 年岡山県笠岡市の試験地で行った。室内飼育成虫の産下卵を集め、５月上旬に合計 10 本の供試木に１本あたり約 5000 卵を放飼した。

② 無放飼木における寄生率とホソカタムシの試験地内における移動分散および定着の可能性

供試木の一部は無放飼木（対照区）とした。放飼試験と平行して放飼成虫の立木間における移動分散を、無放飼木における寄生の有無によって調査した。

③ 供試木１本あたりの放飼頭数と寄生率および死亡率の関係

2003 年は１本あたりの放飼成虫数を 50、100、200 頭の３通りとし、2004 年は放飼成虫数を雌雄同数で計 20、40、80 頭の３通りとした。

④ 原因不明の死亡個体に関する調査

2004 年放飼樹幹から採集したマダラカミキリ不明死亡 120 個体を保存し、KOH で処理して実体顕

微鏡下で解剖した。

⑤　供試木の高さと寄生率の関係・高さ別放飼試験

2002～2004 年には放飼木樹幹の地際から１ｍごとの寄生率および死亡率を調べた。2006 年には岡山県笠岡市の試験地において、供試木を伐倒の有無および放飼位置によって４試験区（各５本）に分けて、ホソカタムシ成虫を１本あたり 60 個体放飼した。放飼方法は（a）立木の状態で樹幹の上部（高さ５～８ｍ）に放飼、（b）立木の下部（胸高）に放飼、（c）立木の上部と下部２カ所に放飼、および（d）伐倒して樹幹表面の４，５カ所に放飼、の４通りとした。そして試験区ごとに高さと寄生率、死亡率を調べた。

ウ 結果

①　放飼木におけるホソカタムシ寄生率およびマダラカミキリ死亡率の調査

放飼試験の結果を図 1-1-2 に示した。割材調査の結果、材内蛹室には(A)カミキリ生存個体（脱出孔を含む）、(B)ホソカタムシによる被寄生死亡個体、(C)原因不明死亡個体および(D)その他の原因（オオコクヌストおよびキツツキによる捕食など）による死亡個体が認められた。これらの中から(B)の個体数を(A)+(B)+(C)の個体数で除した数値をホソカタムシによる寄生率、(B)+(C)を(A)+(B)+(C)で除した値をマダラカミキリの死亡率とした。いずれの年においても、寄生率および死亡率を対照区と比較した結果、どちらの値もすべての放飼区で対照区より有意に大きかった。2003 年および 2005 年の供試木ではオオコクヌストおよびキツツキによる捕食の痕跡が数多く認められ、両者の捕食による死亡と判定したマダラカミキリ蛹室数を加えて死亡率を再計算すると、両者の捕食による放飼木でのマダラカミキリ死亡率は 2003 年には 46.9%、2005 年は 68.0%に達した（図 1-1-2C, D）。したがってホソカタムシの放飼以前にこれらの捕食により、材内のマダラカミキリ密度が低下していたものと考えられる。

②　無放飼木における寄生率とホソカタムシの試験地内における移動分散および定着の可能性

2002 年および 2003 年の無放飼木ではホソカタムシの寄生は認められず、マダラカミキリの生存率は高かった（図 1-1-2B）。各無放飼木のそれぞれ最も近い放飼木からの距離は 1.4～660ｍであったが、放飼木がごく近くにある場合でも、移動した成虫による明らかな寄生は認められなかった。2004 年に初めて無放飼木１本において、マダラカミキリに対するホソカタムシの寄生が認められた。この木は最も近い放飼木から 265ｍ離れていた。2005 年にも無放飼木１本においてホソカタムシの寄生が認められた。この木が認められた場所は前年寄生が確認された無放飼木のあった地点に近く、寄生率は 66.7%に達していた。一方この木から 30ｍ以内の地点で伐倒した他の無放飼木２本では寄生が認められなかった。2006 年の調査では野洲市の試験地内でホソカタムシ放飼は行わなかったが、アカマツ枯死木 10 本を割材した結果、ホソカタムシの寄生は認められなかった。

2003 年放飼木の割材調査において、樹皮下にホソカタムシの卵塊（孵化済みの卵殻）を３つ確認した。これにより、ホソカタムシが野外において樹皮下に産卵することを直接確認した。放飼試験終了後の試験地内における調査で、2003 年 11 月 12 日および 21 日に試験地内に放置されたアカマツ枯死伐倒木（枯死２，３年経過）樹幹と切り株の樹皮下より、当年放飼の残留個体と思われる成虫２頭を採集した。これにより、放飼成虫の一部は少なくともその年の冬までは林内で生き残ることが確認さ

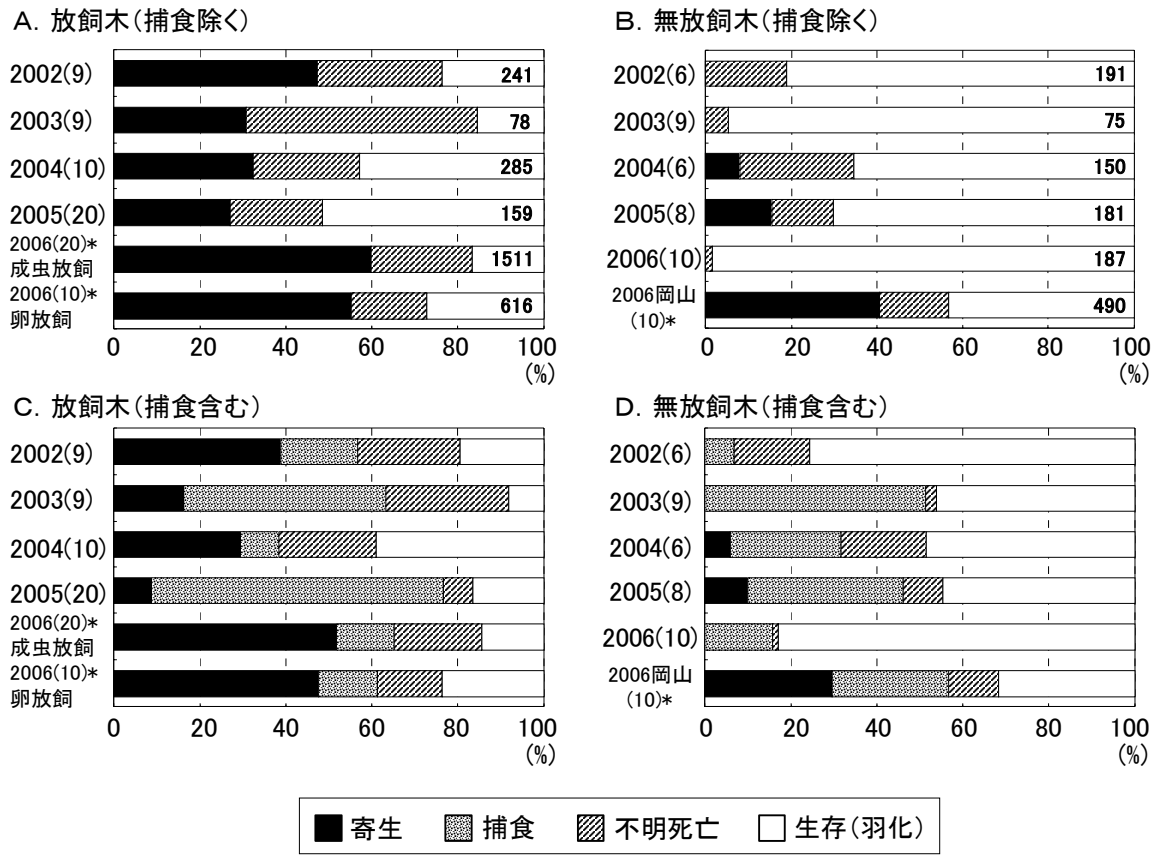

図1-1-2　2002～2006年の放飼試験における放飼木および無放飼木材内でのマツノマダラカミキリ各死亡要因の占める割合。括弧内の数字は供試木の本数、グラフ上の数字は各試験区における合計個体数を示す。寄生はサビマダラオオホソカタムシ、被食はオオコクヌストおよびキツツキによる。＊印は岡山県笠岡市、その他は滋賀県野洲市を試験地とした。

れた。

③　供試木１本あたりの放飼頭数と寄生率および死亡率の関係

供試木１本あたりの放飼頭数を３通りとした結果、2003 年は放飼成虫数間に寄生率および死亡率の

表1-1-2　サビマダラオオホソカタムシ放飼個体数別の寄生率およびマツノマダラカミキリ死亡率

a 2003年

放飼個体数	被寄生	不明死亡	生存（羽化）	寄生率（%）	死亡率（%）
50	4	4	4	33.3	66.7
100	5	9	3	29.4	82.4
200	15	25	9	30.6	81.6

b 2004年

放飼個体数	被寄生	不明死亡	生存（羽化）	寄生率（%）*	死亡率（%）*
20	4	4	19	14.8[a]	29.6[a]
40	50	39	56	34.5[b]	61.4[b]
80	29	37	47	25.7[ab]	58.4[b]

*異なるアルファベットのついた数値はχ^2検定の結果有意差があったことを示す（$P<0.05$）

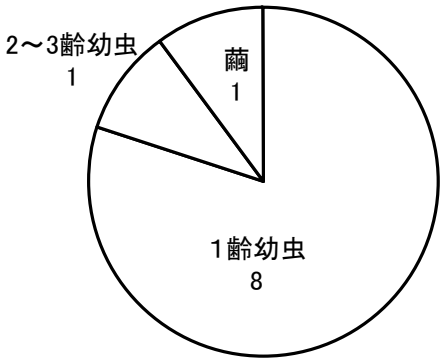

図1-1-3 分離されたサビマダラオオホソカタムシの発育ステージ割合

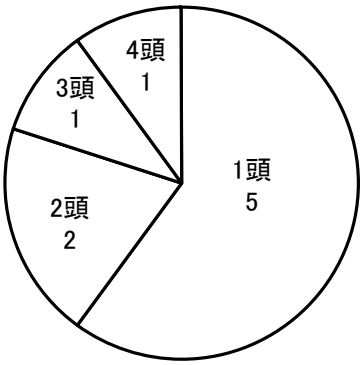

図1-1-4 分離されたサビマダラオオホソカタムシの寄主1頭あたり寄生頭数割合

有意差は認められなかった（表 1-1-2a）。これは同年の捕食による死亡率が非常に高く（図 1-1-2C）、ホソカタムシの寄主となるマダラカミキリの材内密度が低くなったためと考えられる。2004 年には 20 頭放飼の場合は、40 および 80 頭放飼の場合に比べマダラカミキリ死亡率が低くなった（表 1-1-2b）。

④ 原因不明の死亡個体に関する調査

原因不明の死亡率は無放飼木に比べ放飼木で明らかに高いこと（図 1-1-2 A,B）から、この中には寄生を受けた後、何らかの原因でホソカタムシが死亡したものが含まれる可能性が高い。2004 年に不明死亡 120 個体を検鏡した結果、10 個体でホソカタムシの孵化幼虫、中齢幼虫および繭が確認された（図 1-1-3）。この結果、死亡原因不明とした個体の中には、実際に寄生を受けたものが含まれることが明らかになった。1 個体の寄主死骸から最大 4 個体のホソカタムシ幼虫死骸が確認された（図 1-1-4）。

⑤ 供試木の高さと寄生率の関係・高さ別放飼試験

2002 年～2004 年の試験ではホソカタムシ成虫は樹幹の胸高部に放飼したが、高さ別の寄生率および死亡率は下部で高く、樹幹上部では低くなる傾向があった（図 1-1-5）。

2006 年の高さ別放飼試験の結果を図 1-1-6 に示す。胸高部のみに放飼した図 1-1-6 b では、図 1-1-5 と同様に高い位置で寄生率および死亡率が明らかに低下する傾向が見られたが、その他の試験区ではそのような傾向はなかった。また、各試験区における全体の寄生率は 54.9～65.9%、マダラカミキリ死亡率は 74.9～88.0%で、試験区間に差はなかった。

エ 考察

林内放飼試験ではいずれの年においても、寄生率および死亡率を対照区と比較した結果、どちらの値もすべての放飼区で対照区より有意に大きかったことから、ホソカタムシの放飼による防除効果は認められたものと考えられる。また既に土着個体の確認されている岡山の試験地でも成虫および卵放飼によって寄生率、死亡率が上昇したことから、放飼によってホソカタムシの効果が増強されたことが明らかである。

野洲市の試験において、無放飼木への寄生がほとんど認められなかったことから、放飼時期におけるホソカタムシ成虫の分散能力は高くないものと考えられる。一方で 2004 年に最も近い放飼木から

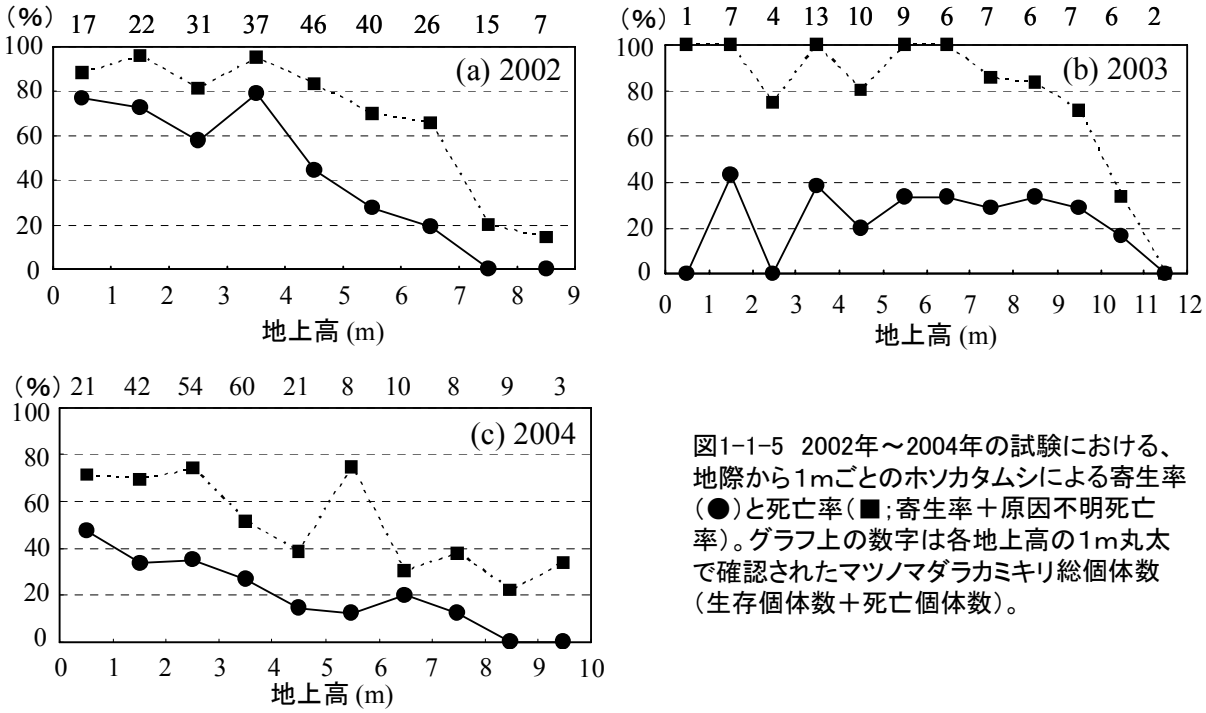

図1-1-5 2002年～2004年の試験における、地際から1mごとのホソカタムシによる寄生率（●）と死亡率（■;寄生率＋原因不明死亡率）。グラフ上の数字は各地上高の1m丸太で確認されたマツノマダラカミキリ総個体数（生存個体数＋死亡個体数）。

265m離れた無放飼木１本において、マダラカミキリに対するホソカタムシの寄生が認められた。前述した放飼成虫の移動能力を考慮すると、同年の放飼成虫が移動して産卵したというより、前年あるいは前々年の放飼残存成虫およびその次世代による寄生である可能性が高い。2005 年にも引き続き無放飼木１本においてホソカタムシの寄生が認められたが、この木が認められた場所は前年寄生が確認された無放飼木のあった地点に近かったことから、ホソカタムシ放飼個体が試験地内で繁殖している可能性は高いものの、かなり局在する傾向があるものと考えられた。ただし 2006 年の調査では無放飼木内にホソカタムシの寄生は認められなかったため、本種の試験地内での定着を確認するためには、さらなる調査を必要とするものと考えられる。

供試木１本あたりの放飼頭数と寄生率および死亡率の関係から適正な放飼個体数を推定することはできなかった。これは野外における放飼成虫による産卵数の個体差と、寄主の樹幹内密度およびオオコクヌスト、キツツキなどの土着天敵の影響などが単木ごと、あるいは年ごとに大きく変動することが原因と考えられる。

図 1-1-2 に見られる原因不明の死亡率は無放飼木に比べ放飼木で明らかに高いことと、原因不明死亡個体の中からホソカタムシ幼虫の寄生が確認されたことから、この中には実際にホソカタムシの寄生を受けた後に、寄主の腐敗等によって死亡したものが含まれていることが明らかになった。

高さ別の放飼試験では放飼位置を高くする、あるいは複数にすることによりある程度樹幹の高い位置での寄生率をあげることはできるが、全体の寄生率が変わらないことからその効果は顕著ではないものと考えられた。また、図 1-1-5 においても寄生率および死亡率が低下する樹幹上部ではそれ以外の部位に比べてマダラカミキリの穿入個体数が少ないため、省力化を考慮した場合、胸高部への放飼が最も適していると考えられる。

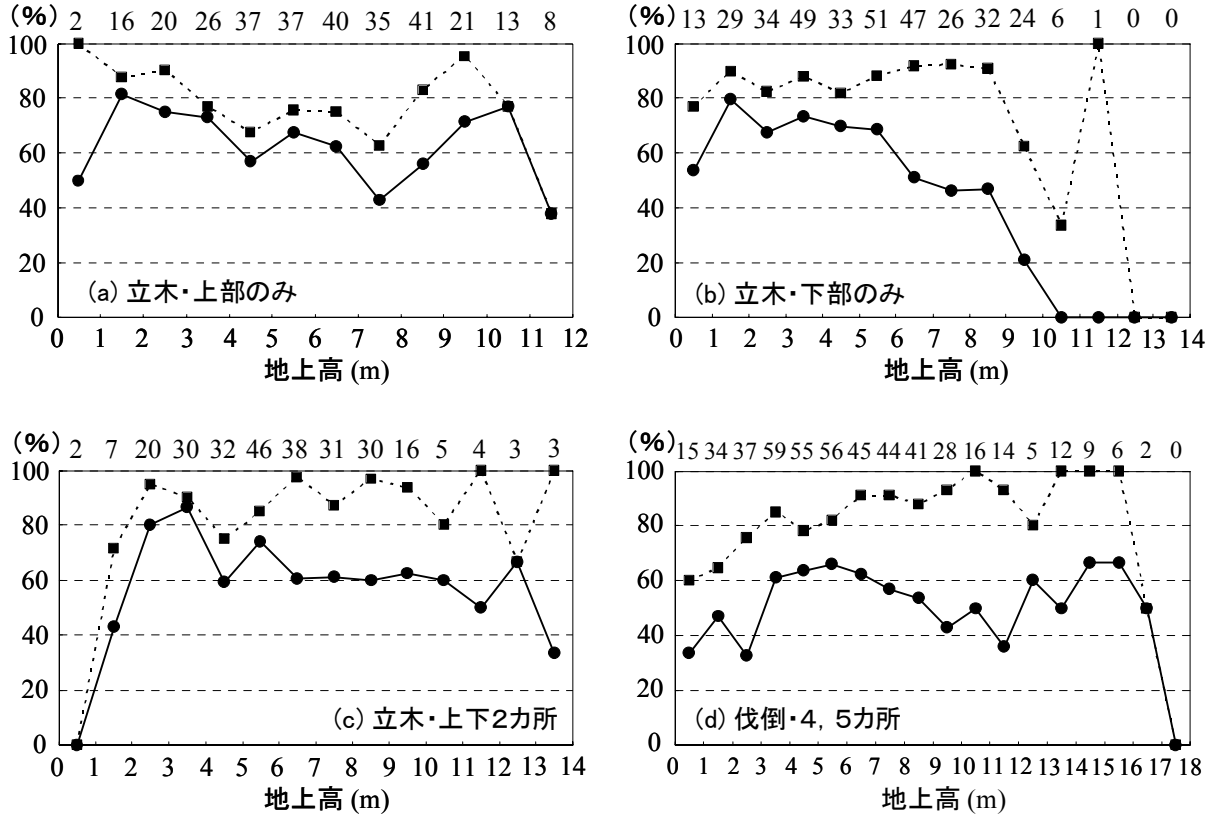

図1-1-6 2006年の試験における、樹幹の伐倒の有無と放飼位置を変えた4つの試験区における地際から1mごとのホソカタムシによる寄生率（●）と死亡率（■；寄生率＋原因不明死亡率）．グラフ上の数字は各地上高の1m丸太で確認されたマツノマダラカミキリ総個体数（生存個体数＋死亡個体数）．

オ 今後の問題点

ホソカタムシは成虫の寿命が長く（井上、1993）生涯産卵数も多い（浦野、未発表）ため、成虫より卵放飼の方が飼育および放飼のコストを下げることができると予想される。しかし本試験では卵放飼は 2006 年に 1 回行ったのみで、まだ手法的に確立されたとは言い難い。したがって今後は卵放飼を中心とした放飼試験を継続する必要がある。

カ 要約

ホソカタムシ成虫および卵を材線虫病被害マツ林内に放飼し、枯死木材内のマダラカミキリに対する高率の寄生を確認した。無放飼木への寄生がほとんど認められなかったことから、放飼時期におけるホソカタムシ成虫の分散能力は高くないものと推測されるが、数年間放飼を継続することによって、試験地内に定着させる可能性が示された。

キ 引用文献

井上悦甫（1993）マツノマダラカミキリの天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシについて．森林防疫，42，171-175．

三浦香代子・岡本安順・阿部剛俊・中島嘉彦（2000）マツノマダラカミキリに対するクロアリガタバチとサビマダラオオホソカタムシの寄生特性．森林防疫，49，225-230．

三浦香代子・阿部剛俊・中島嘉彦・浦野忠久（2003）野外においてマツノマダラカミキリ穿入丸太に放飼したサビマダラオオホソカタムシの寄生率と移動分散．日本林学会誌，85，12-17.

Urano, T. (2003) Preliminary release experiments in laboratory and outdoor cages of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera: Bothrideridae) for biological control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, 2, 255-262.

Urano, T. (2004) Experimental release of a parasitoid, *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae), on *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) infesting *Pinus densiflora* in the field. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, 3, 205-211.

（浦野忠久）

２．サビマダラオオホソカタムシの放飼が標的外昆虫に与える影響

ア　研究目的

サビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）は、広食性の捕食寄生者である。マツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）以外でこれまでに知られている寄主種は表 1-2-1 のとおりである。野外では樹木穿孔性昆虫（カミキリムシ、ゾウムシ）と枯れ枝に営巣する昆虫（クマバチ）、およびカミキリムシの寄生バチに二次寄生する例が知られている。また実験室内での増殖用としてハチノスツヅリガ幼虫が利用されている。このように広い寄主範囲を持つホソカタムシを野外放飼した場合、標的外昆虫への影響が懸念される。そこで本節では、放飼前後における試験地内のカミキリムシ相の変化の調査およびマツ樹幹内に生息する標的外昆虫への接種試験により、標的外の昆虫に対する影響を評価し、より環境に配慮した防除法へと発展させることを目的とした。

表1-2-1　マツノマダラカミキリ以外でサビマダラオオホソカタムシの寄生を受ける昆虫（文献による）

種名	被寄生ステージ	発見場所	文献
シラホシゾウ属	幼虫	滋賀県（放飼試験）	浦野（2006）
サビカミキリ	幼虫	滋賀県（放飼試験）	浦野（2006）
スギカミキリ	幼虫	岡山県	井上（1993）
ヒメスギカミキリ	幼虫	岡山県	井上（1993）
サッポロマルズオナガヒメバチ	幼虫（ヒメスギカミキリに寄生）	岡山県	井上（1993）
シロスジカミキリ	不明	岡山県	井上（1993）
ヒゲナガモモブトカミキリ	幼虫	実験室内（接種）	井上（1993）
ハチノスツヅリガ	幼虫	実験室内（接種）	小倉（2001）
ツヤハダゴマダラカミキリ	幼虫	中国	Xiao (1992)
クワカミキリ	幼虫	中国	Xiao (1992)
″Willow branch cerambycid″（種不明）	幼虫	中国（四川省）	Lieu (1944)
クマバチ	幼虫	中国（上海）	Piel (1938)

イ 研究方法

①　トラップを用いたカミキリムシ捕獲調査

滋賀県野洲市の試験地にマレーズトラップおよびマダラコール、ベンジルアセテートを誘引剤としたサンケイトラップを設置し、カミキリムシ相を調査した。マレーズトラップはタウンズ型（米国 Golden owl 社製、長さ 1.8m、幅 1.2m、前面高さ 1.8m、背面高さ 1.2m）、サンケイトラップはマダラコール用は黒色、ベンジルアセテート用には白色を用いた。これらを試験地内に各４器設置し、10 日間隔で回収した。調査期間は 2000 年と 2001 年は５月中旬～９月下旬、2002 年～2005 年は４月中旬から９月下旬とした。

②　標的外穿孔虫種に対する選好性実験

野外放飼試験において、放飼木樹幹内で実際に寄生の確認されたシラホシゾウ属とヒゲナガモモブトカミキリの幼虫と蛹およびサビカミキリ幼虫について、単独（非選択）およびマダラカミキリ幼虫との組み合わせによる選択放飼試験を行った。非選択試験は角形スチロールケース（6.0cm×4.3cm×1.8cm）に供試虫１頭と、ホソカタムシ孵化幼虫５頭を入れた。選択試験はプラスチックシャーレ（直径 9.5cm×高さ 2.3cm）の中央にケント紙で仕切りを作り、その両側に供試幼虫とマダラカミキリ幼虫

各１頭を入れ、中央にホソカタムシ孵化幼虫５頭を放飼した。すべての供試虫について試験前に生重を計測した。これらはすべて 28℃一定で保存して経過を観察し、ホソカタムシの寄生が行われた場合は寄主摂食終了後に幼虫の生重を計測した。

③　マツ樹幹内に生息する捕食性昆虫に対する接種試験

マダラカミキリと同時期に枯損マツの樹幹内に生息する穿孔虫の捕食性昆虫類５種（オオコクヌスト幼虫および蛹、オオツヤハダコメツキ幼虫、ウバタマコメツキ幼虫、ラクダムシ幼虫、ヒゲジロハサミムシ成虫）に対する放飼試験を行った。角形スチロールケース（上記②と同じ）に供試虫１頭と、ホソカタムシ孵化幼虫 10 頭を入れた。すべての供試虫について試験前に生重を計測した。これらはすべて 28℃一定で保存して経過を観察し、ホソカタムシの寄生が行われた場合は寄主摂食終了後に幼虫の生重を計測した。

ウ 結果

①　トラップを用いたカミキリ捕獲調査

マレーズトラップを用いたカミキリ捕獲調査の結果、2000 年から 2005 年にかけて採集されたカミキリムシの種数および個体数を表 1-2-2 に示した。多く採集された種（表 1-2-3）はトゲヒゲトラカミキリ（174 頭）、アカハナカミキリ（110 頭）、シロオビチビヒラタカミキリ（53 頭）であった。

マダラコールでは種数はマレーズトラップより少なく、個体数は多かった。多く採集された種はクロカミキリ（1504 頭）、マツノマダラカミキリ（752 頭）、サビカミキリ（256 頭）で、いずれもマツ枯損木に穿入する代表的な種であった。とくにクロカミキリは６年間で増加傾向にあった。

ベンジルアセテートではさらに種数は少なく、一方で最も多くの個体が捕獲された。多く採集された種はトゲヒゲトラカミキリ（16528 頭）、エグリトラカミキリ（22 頭）、ツヤケシハナカミキリ（19 頭）であった。トゲヒゲトラカミキリの個体数は全体の 99.3%を占めた。

いずれのトラップにおいても 2000 年と 2001 年は採集期間が１カ月短いが、ホソカタムシ放飼開始（2002 年）後に種数、個体数ともに減少する傾向は認められなかった。

表1-2-2　滋賀県野洲市におけるトラップ採集カミキリムシの種数と個体数

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	合計
マレーズ	種数	21	24	28	32	27	30	48
トラップ	個体数	71	106	127	173	106	187	770
マダラコール	種数	13	12	17	14	21	16	29
	個体数	373	389	413	584	473	546	2778
ベンジル	種数	3	11	10	14	16	10	25
アセテート	個体数	727	984	2724	3533	3724	4947	16639

表1-2-3　各トラップにおける優占上位3種

	マレーズトラップ			マダラコール			ベンジルアセテート		
	種名	個体数	優先度(%	種名	個体数	優先度(%	種名	個体数	優先度(%)
1位	トゲヒゲトラカミキリ	174	22.6	クロカミキリ	1504	54.1	トゲヒゲトラカミキリ	16528	99.3
2位	アカハナカミキリ	110	14.3	マツノマダラカミキリ	752	27.1	エグリトラカミキリ	22	0.1
3位	シロオビチビヒラタカミキリ	53	6.9	サビカミキリ	256	9.2	ツヤケシハナカミキリ	19	0.1

表1-2-4　標的外3種とマツノマダラカミキリを用いた室内接種試験

(a)非選択放飼試験

寄主名 発育ステージ	供試 個体数	生重(mg) (平均±SD)	被寄生個体数 (寄生率)	摂食完了 寄主数(率)*	摂食完了幼虫数 (寄主1頭あたり)	生重(mg) (平均±SD)
シラホシゾウ属						
幼虫	30	33.00±6.18	7 (0.23)	2 (0.07)	2 (1.00)	18.23±4.46
蛹	30	25.83±5.22	6 (0.20)	4 (0.13)	4 (1.00)	11.97±6.24
ヒゲナガモモブトカミキリ						
幼虫	30	81.21±42.41	10 (0.33)	6 (0.20)	15 (2.50)	16.42±6.87
蛹	30	57.19±9.32	28 (0.93)	25 (0.83)	42 (1.68)	15.56±11.78
サビカミキリ						
幼虫	45	330.58±131.58	25 (0.56)	18 (0.40)	38 (2.11)	34.97±19.64
マツノマダラカミキリ						
幼虫	37	509.54±200.42	29 (0.78)	29 (0.78)	80 (2.76)	60.43±30.83
蛹	40	564.85±163.15	40 (1.00)	40 (1.00)	139 (3.48)	75.34±34.90

(b)選択放飼試験

寄主名 発育ステージ	供試 個体数	生重(mg) (平均±SD)	被寄生個体数 (寄生率)	摂食完了 寄主数(率)*	摂食完了幼虫数 (寄主1頭あたり)	生重(mg) (平均±SD)
シラホシゾウ属幼虫	26	35.64±7.26	2 (0.08)	1 (0.04)	1 (1.00)	21.63
マツノマダラカミキリ幼虫	26	428.79±137.78	24 (0.92)	24 (0.92)	73 (3.04)	70.10±33.94
シラホシゾウ属蛹	30	29.01±5.69	3 (0.10)	2 (0.07)	2 (1.00)	3.02
マツノマダラカミキリ幼虫	30	566.01±120.82	30 (1.00)	30 (1.00)	91 (3.03)	65.48±42.09
ヒゲナガモモブトカミキリ幼虫	30	71.82±24.87	7 (0.23)	2 (0.07)	2 (1.00)	34.96±10.19
マツノマダラカミキリ幼虫	30	403.24±115.71	29 (0.97)	28 (0.93)	81 (2.89)	56.04±31.71
ヒゲナガモモブトカミキリ蛹	30	61.56±15.60	15 (0.50)	11 (0.37)	12 (1.09)	27.00±15.96
マツノマダラカミキリ幼虫	30	506.49±173.92	30 (1.00)	29 (0.97)	85 (2.93)	69.82±33.06
サビカミキリ幼虫	28	330.42±154.02	3 (0.11)	2 (0.07)	3 (1.50)	46.84±40.13
マツノマダラカミキリ幼虫	28	647.94±125.17	28 (1.00)	28 (1.00)	84 (3.00)	66.43±37.06

*寄生を受けた寄主の中でホソカタムシ幼虫によるほぼ完全な摂食を受けた個体の数と供試個体数に占める率

②　標的外穿孔虫種に対する選好性実験

標的外３種を単独で用いた室内非選択試験（表 1-2-4a）では、シラホシゾウ属の場合は寄生を受けた個体が幼虫、蛹とも約 20%であったが、ホソカタムシ幼虫が摂食完了までにいたった寄主個体は 10%前後と少なかった。また寄主生重が小さいため摂食完了した幼虫の生重も平均 20mg 未満と小さかった。ヒゲナガモモブトカミキリでは幼虫に対する寄生率は 33%であったが、蛹は 90%以上が寄生を受けた。サビカミキリは平均サイズが前２種より大きく、約半数が寄生を受けたが、摂食完了にいたるまでに死亡する率も比較的高かった。標的種マダラカミキリでは、寄生率、摂食完了幼虫数および

表1-2-5 標的外捕食虫5種を用いた室内接種試験

種名	供試数	生重 (mg)		死亡個体数	被寄生個体数
		平均	最小ー最大		
オオコクヌスト(幼虫)	30	135.47	8.56-346.90	1	0
オオコクヌスト(蛹)	28	139.07	55.8-218.76	1	0
オオツヤハダコメツキ(幼虫)	17	43.76	5.85-139.90	0	0
ウバタマコメツキ(幼虫)	6	14.84	4.91-25.68	0	0
ラクダムシ(幼虫)	24	10.71	1.31-37.62	8	2*
ヒゲジロハサミムシ(成虫)	28	82.97	29.48-153.83	9	0

*寄生したホソカタムシはすべて1齢幼虫の段階で死亡

その生重ともに標的外種を大きく上回った。マダラカミキリ幼虫との組み合わせによる選択試験（表1-2-4b）では、シラホシゾウ属への寄生率は非選択試験よりさらに低く、幼虫、蛹とも 10%以下であった。一方マダラカミキリ幼虫は 90%以上が寄生を受け、シラホシゾウ属よりもマダラカミキリはホソカタムシの寄生を受けやすいことが明らかであった。ヒゲナガモモブトカミキリでは蛹に対する寄生率が非選択試験と比べて大きく低下し、マダラカミキリに対する寄生率は 90%以上であった。サビカミキリに対する寄生率も同様に低下した。

③ マツ樹幹内に生息する捕食性昆虫に対する接種試験

捕食性昆虫５種の中で明らかにホソカタムシの寄生を受けたのはラクダムシ幼虫のみであった（表 1-2-5）。しかもラクダムシはその生重から判断してホソカタムシの発育には明らかに栄養不足であり、寄生の認められた２個体でもホソカタムシ幼虫は１齢の内にいずれも死亡した。その他の種では寄生の認められない死亡個体が少数見られたのみであった。

エ 考察

トラップで捕獲されたカミキリムシ類の変化に関しては、ホソカタムシの放飼以前と開始後の３年間を比較して、特定の種における個体数の顕著な変化などは認められなかった。したがって短期的にはホソカタムシが野外の標的外カミキリムシ類に影響を与えた可能性は低い。これはホソカタムシ成虫の分散能力の低さとも関係があるものと考えられる。

標的外穿孔虫種に対する選好性実験（非選択試験）において、寄主がシラホシゾウの場合、寄主生重が小さいため摂食完了した幼虫の生重も平均 20mg 未満と小さく、羽化率も低いことが予想される。ヒゲナガモモブトカミキリでは幼虫に対する寄生率は 33%であったが、蛹は 90%以上が寄生を受けた。これは蛹がホソカタムシ幼虫の攻撃に対する拒否行動をほとんどとれないためであると考えられる。以上の結果から、シラホシゾウ属はホソカタムシの寄主としては適していないことと、ヒゲナガモモブトカミキリはマダラカミキリの存在しない樹幹では蛹が高率の寄生を受ける可能性があることが推測された。マダラカミキリとの選択試験は、他種に比べマダラカミキリが明らかにホソカタムシの寄生を受けやすい傾向にあったが、ホソカタムシ１齢幼虫はシャーレ内をランダムに動き回り、サイズの大きなマダラカミキリが攻撃を受けやすかったと考えることもできる。したがってホソカタムシがマダラカミキリに対して明らかな選好性を持つと結論することはできない。

オ 今後の問題点

マツ樹幹内でホソカタムシは明らかにマダラカミキリに寄生しやすいことが判明したものの、それがホソカタムシの寄主選好によるのかを確認する必要がある。

カ 要約

３種類のトラップを用いた試験地内におけるカミキリムシ捕獲調査の結果、ホソカタムシ放飼前の２年間と放飼後の３年間を比較して、放飼が試験地内のカミキリムシ相に明らかな影響を及ぼしているといえるような変化は認められなかった。

標的外穿孔虫種に対する接種実験の結果、マダラカミキリ以外の穿孔虫種ではホソカタムシは寄生するものの発育に失敗する確率が高く、明らかにマダラカミキリが寄生を受けやすいことが明らかになった。

マツ樹幹内に生息する穿孔虫の天敵昆虫に関しては、寄生バチがホソカタムシによる二次寄生を受けることがあるが、室内接種試験の結果、捕食虫類はほとんど寄生を受けないことが判明した。

キ 引用文献

井上悦甫（1993）マツノマダラカミキリの天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシについて．森林防疫，42，171-175.

Lieu, K.O.V. (1944) A preliminary note on the colydiid parasite of a willow-branch-cerambycid. Indian J. Entomol, 6, 125-128.

小倉信夫 (2001）天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの産卵前期間．53 回日林関東支論、165-166.

Piel, P.O. (1938) Note sur le parasitisme de *Dastarcus helophoroides* Fairmaire (Col.: Colydiidae). Notes d'entomologie Chinoise, 5, 1-15+figs.

浦野忠久（2006）サビマダラオオホソカタムシの標的外種であるマツ穿孔性昆虫に対する放飼試験．第 117 回日本林学会大会講演要旨集、(CD-ROM).

Xiao, G.（1992）Forest insects of China (2nd edition). China forestry publishing house, Beijing.

（浦野忠久）

３．サビマダラオオホソカタムシ網室内羽化脱出調査

ア　研究目的

マツ林内におけるサビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）土着個体群の分布は中国地方の一部（岡山・広島・鳥取県）に偏っており（浦野ら、2004）野外における本種の生態は不明な点が多い。成虫は目立たず不活発なため、野外での羽化消長は調べられていない。また羽化成虫は自らの繭を食べる性質があるため、成虫脱出後のマツ樹幹においてホソカタムシの寄生があったことを示す証拠となるのは脱出孔のみである。本節ではホソカタムシの寄生した丸太からの成虫脱出数を調査し、野外における成虫の発生時期を明らかにするとともに、供試丸太上における脱出孔の形成状況を明らかにする。

イ 研究方法

2003 年 12 月、関西支所構内で同年秋に枯死し、マツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）が産卵したアカマツ約 20 立木を伐倒、樹幹を長さ１ｍに切断し網室内で保存した。2004 年５月上旬に供試丸太へのホソカタムシ卵放飼を行った。室内で 3000 卵を丸太 52 本に対して放飼した。５月下旬に丸太を野外網室に移し、７月中旬から９月下旬まで週１回、すべての丸太の表面を調べ、脱出孔の調査と脱出成虫の採集を行った。その後 12 月中旬までに割材調査を行った。割材調査では、マダラカミキリの蛹室からホソカタムシの脱出孔が樹幹表面に向かって掘られている状態のものを、マダラカミキリに寄生したホソカタムシが脱出した跡と断定した。

ウ 結果

2004 年の卵放飼丸太から脱出したホソカタムシの脱出孔数と捕獲成虫数の推移を図 1-3-1 に示す。成虫および成虫が開けたと推定される脱出孔は７月中旬の調査開始時点からすでに認められ、脱出孔数は７月下旬がピークで９月上旬まで合計 49 孔が認められたが、割材調査の結果７孔はホソカタムシの脱出孔ではないことが明らかとなった。誤認した穴の内訳はサビカミキリ脱出孔１、同材入孔１，マダラカミキリ脱出孔１，不明４であった。一方網室内の調査で発見されなかった脱出孔が割材調査で 10 孔認められたため、ホソカタムシ脱出孔の合計数は 52 となった。成虫の脱出は７月中旬から９月下旬まで認められ、８月下旬にピークとなり、合計 84 個体が採集された（図 1-3-1）。その内 80 個体は丸太の表面で発見され、網室の側面に静止していたものは１個体で、３個体は地面から採集された。その他割材調査で樹皮下等から採集された成虫が２個体、寄主蛹室内で脱出せずに生存（越冬）していたものが３個体認められた。

ホソカタムシ脱出孔 52 のうち 39 は鉛直方向に長い楕円形の孔であった。そのほか少数ながら水平方向に長い楕円形のものや、円形のものなどがあった。また複数の成虫が同じ孔を使って脱出したために生じたものと考えられるやや変形した脱出孔も認められた。脱出孔の大きさは長径が平均 3.90mm、短径 3.14mm で、成虫自体のサイズに起因すると思われるばらつきがあった。

割材調査ではマダラカミキリ蛹室内で脱出前に死亡したホソカタムシが合計 27 個体認められた。その内 22 個体は繭の段階（幼虫あるいは蛹）で、５個体は成虫の羽化後に死亡していた。

割材調査でホソカタムシの寄生が生じたマダラカミキリ蛹室内の状況を表 1-3-1 に示した。丸太表面に脱出孔の認められた 52 の蛹室の内、48 では内部がほぼ完全に空の状態であった。残りの蛹室では繭の残骸および成虫の死骸が認められた。一方脱出孔は開いていないものの、ホソカタムシの寄生

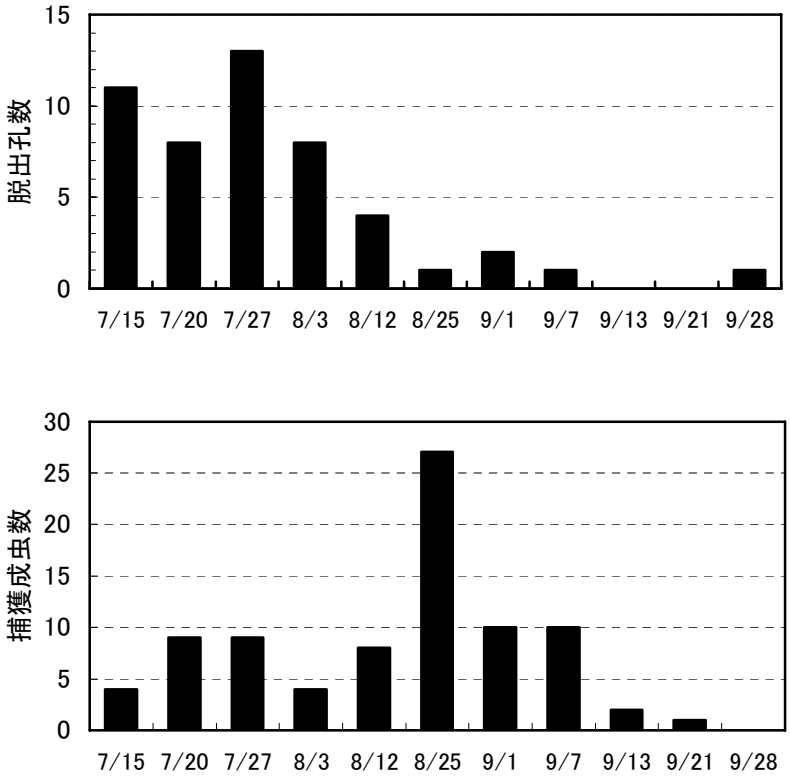

図1-3-1. 卵放飼丸太から脱出したサビマダラオオホソカタムシの脱出孔数と捕獲成虫数の推移（2004年）

があったと推定された蛹室が 30 あった。その内 19 は蛹室内にホソカタムシ繭あるいは成虫の死骸が残っていたが、残り 11 の蛹室は空であった。

エ 考察

網室内で羽化脱出したホソカタムシはそのほとんどが丸太表面で静止した状態で観察され、飛翔などの活発な行動はほとんど行わなかったものと考えられる。この調査では、ホソカタムシが丸太に実際に形成した脱出孔の内、約 80%を発見することが可能であった。また脱出孔が形成されることなく寄生の生じた寄主蛹室も確認されており、この場合ホソカタムシ羽化成虫は寄主が材内孔道に詰めた木屑の中を通過して材入孔から脱出しているものと考えられ（岡本、私信）、このことは後に確認された（浦野、未発表）。

オ 今後の問題点

この試験はマダラカミキリ穿入丸太に人為的に寄生させて行ったが、ホソカタムシ土着地域の自然

表1-3-1 網室内でサビマダラオオホソカタムシ脱出孔の認められたマツノマダラカミキリ蛹室および割材で寄生を受けたと推定された蛹室内の状況

脱出孔のある蛹室			脱出孔のない蛹室		
空	ホソカタムシ繭残骸あり	ホソカタムシ成虫死骸あり	空	ホソカタムシ繭残骸あり	ホソカタムシ繭あるいは成虫死骸あり
48	2	2	11	3	16

個体群が寄生した材料を用いて同様の調査を行う必要がある。

カ 要約

ホソカタムシ卵放飼丸太を野外網室に入れて調査した結果、脱出孔の形成は７月中旬から９月上旬にかけて、成虫の脱出は７月中旬から９月下旬にかけて認められた。脱出孔形成数のピークが７月中下旬であったのに対し、成虫捕獲数のピークは８月下旬と、約１カ月の差があった。寄生の生じた寄主蛹室から、ホソカタムシが脱出孔を形成することなく脱出する例が確認された。

キ 引用文献

浦野忠久・井上牧雄・石井哲・安藤義朗・塩見晋一・軸丸祥大・福井修二・杉本博之・竹本雅晴・稲田哲治（2004）関西地域におけるサビマダラオオホソカタムシの網室内羽化脱出調査．日本林学会大会学術講演集、115、245.

（浦野忠久）

４．性成熟に対する日長・気温の影響

ア　研究目的

サビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）の室内増殖において、温度無調節、自然日長下での成虫飼育を行ってきたが、この飼育個体群は毎年３～４月から９月まで産卵を行い、雌成虫１個体当たり生涯産卵数は 1000 以上であった（浦野、未発表）。７～８月に羽化した成虫は生殖休眠状態で翌年３月以降に産卵を開始するため､自然条件下では産卵前期間に最短７カ月を要することになる。また小倉（2001）は、25℃一定条件下飼育個体が産卵まで約２年を要し、28℃一定下では平均 147 日かかると報じた。このようにホソカタムシの産卵と日長および温度との関係は明らかではなく、これは室内飼育個体の採卵の効率に関わる重要な性質であるため、飼育温度および日長を調節したホソカタムシの個体飼育を行い、産卵前期間、産卵数、死亡経過に関する試験を行った。

イ 研究方法

以下の８通りの温度、日長設定において、プラスチックシャーレ（直径 9.5cm×高さ 2.3cm）に成虫雌雄各１個体と、産卵用角材（1.5cm 角×長さ５cm）、人工飼料、水を入れて飼育し、週１回産卵数と死亡状況を確認した。

① 室温（10－35℃）・自然日長：2005 年７月羽化（10 ペア）
② 19℃ 16L: 2004 年４月羽化（５ペア）
③ 22℃ 16L: 2004 年４月羽化（５ペア）
④ 25℃ 16L: 2004 年４月羽化（５ペア）
⑤ 28℃ 16L: 2005 年１月羽化（５ペア）
⑥ 31℃ 16L: 2005 年４月羽化（６ペア）
⑦ 28℃ 10L: 2004 年４月羽化（５ペア）
⑧ 28℃ 10L: 2004 年４月羽化（５ペア）→28℃ 16L（10 カ月後）
⑨ 28℃ 10L: 2005 年８月羽化（５ペア）→12℃ 10L（４カ月後）→ 28℃ 10L（３カ月後）

ウ 結果

各処理区における飼育雌成虫の産卵および死亡経過を表 1-4-1 に示す。室温・自然日長の個体は経過日数が比較的短いが、羽化の翌年に産卵開始した個体は 10 個体中４個体のみであった。４個体全体では４～８月にかけて産卵が見られたが、個体ごとの産卵期間は同調していなかった。温度、日長一定で飼育した場合、25℃、28℃一定（長日）では、それより低温の個体に比べて産卵数が少なく、寿命も短かった。28℃一定でも短日の方が産卵数は多かった。19℃、22℃といった低温では産卵前期間が長くなる傾向があり､産卵まで２年半を要した個体もあった｡19 度 16L 区で最も多く産卵した（2057 卵）個体の産卵経過を図 1-4-1 に示した。産卵は羽化の翌年と２年後に行われ、その間に７カ月の間隔があった。温度一定区(31℃を除く）で羽化翌年から産卵した個体では、このような産卵パターンが多く見られた。31℃16L 区では他とは異なり、短期間に多く産卵し、寿命、産卵前期間ともに短くなる傾向があった。この区で最も多く産卵した（2204 卵）個体の産卵経過を図 1-4-2 に示した。産卵前期間はわずか４カ月で、３つの産卵期間が約 10 カ月間に連続的に生じ、１年５カ月で死亡した。28℃10L（短日）から 28℃16L（長日）に変更した区では、日長変更後１個体を除いて２カ月以内に多数の産卵が認められた。この区でも寿命は比較的短かった。この中で最大の 4299 卵を産んだ雌個体の産

表1-4-1　温度・日長を調節して飼育したサビマダラオオホソカタムシの産卵、死亡経過（2007年3月1日現在）

処理区	供試雌個体数	飼育開始年月 （経過日数）	生存個体数 （既産卵個体数）	平均生存日数	産卵前期間	平均産卵数 （最小－最大）
室温・自然日長	10	2005年7月 (595)	10 (4)	595	9～11カ月	221 (54-356)
19℃ 16L	5	2004年4月 (1034)	5 (5)	1034	1年7～8カ月（2個体） 2年1～2カ月（3個体）	670 (207-2057)
22℃ 16L	5	2004年4月 (1034)	5 (3)	1034	2年2～5カ月	1011 (699-1602)
25℃ 16L	5	2004年4月 (1034)	2 (3)	963	1年1～3カ月	245 (146-306)
28℃ 16L	5	2005年1月 (772)	3 (2)	722	1年2カ月（1個体） 2年（1個体）	142 (135-149)
31℃ 16L	6	2005年4月 (689)	0 (6)	577	4～11カ月	875 (347-2204)
28℃ 10L	5	2004年4月 (1034)	2 (5)	856	1年2カ月（1個体） 1年9～10カ月（4個体）	485 (18-1274)
28℃ 10L →28℃ 16L（10カ月後）	5	2004年4月 (1037)	0 (4)	689	11カ月～1年	2501 (1240-4299)
28℃ 10L →12℃ 10L（4カ月後） → 28℃ 10L（3カ月後）	5	2005年8月 (569)	5 (5)	569	8カ月	1366 (111-3175)

卵経過を図 1-4-3 に示した。日長変更の約１カ月後に大量の産卵を開始し、産卵期間は２回認められたが、１回目にピークが２つ認められた。また羽化成虫を 28℃10L で４カ月飼育した後 12℃10L に３カ月おき、再び 28℃10L に戻した場合も、温度変更後全個体が同調して比較的多くの産卵を開始することが明らかになった。

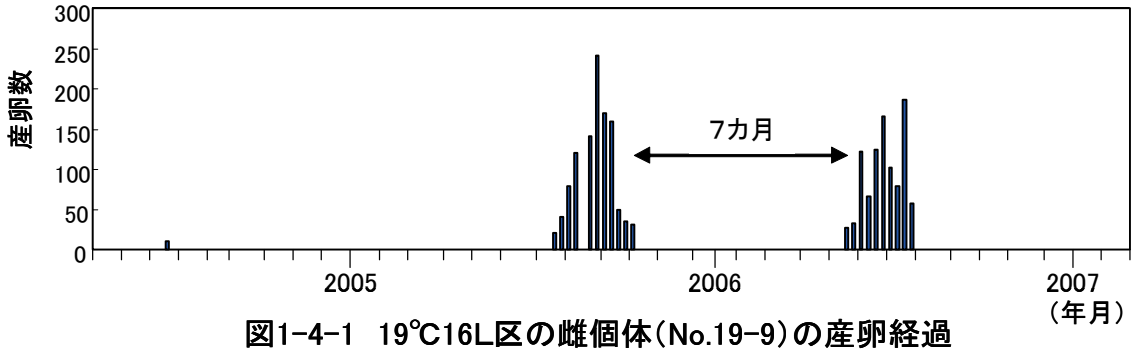

図1-4-1　19℃16L区の雌個体（No.19-9）の産卵経過

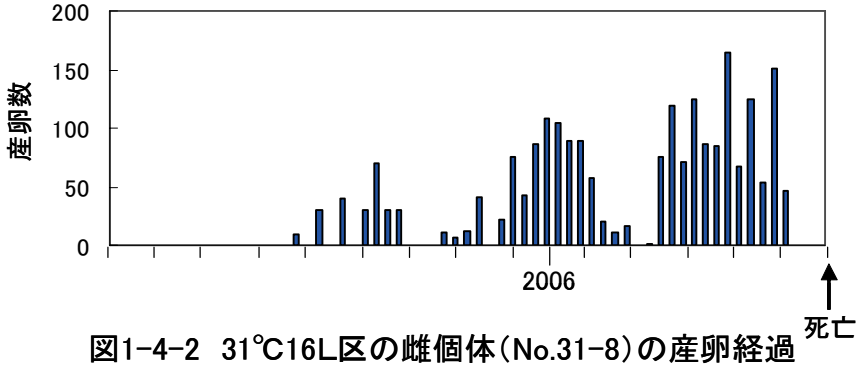

図1-4-2　31℃16L区の雌個体（No.31-8）の産卵経過

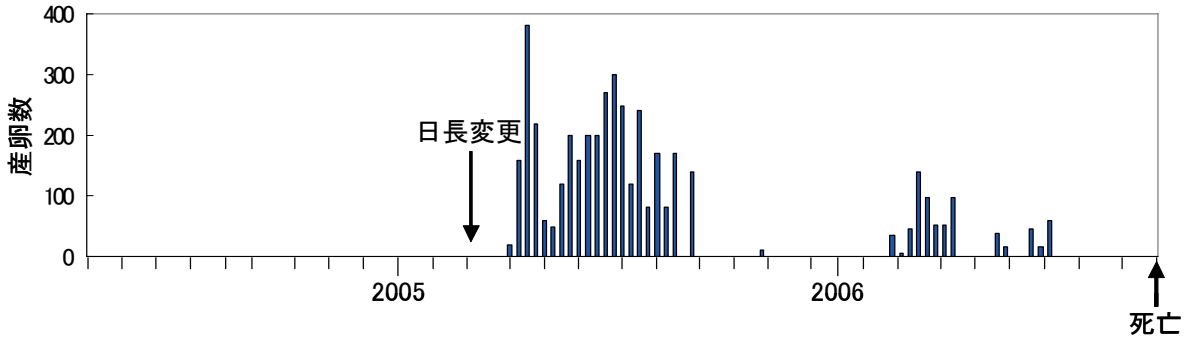

図1-4-3　28℃10L→16L区の雌個体（No.28S-5）の産卵経過

エ 考察

産卵前期間と温度・日長の関係については、温度・日長一定条件下では雌個体により４カ月から２年５カ月まで幅があった。産卵前期間は温度が高いほど短くなり、とくに31℃では４～11カ月と他の試験区より非常に短かかった。日長・温度変更区では、変更の２カ月以内にほぼ一斉に産卵開始したことから、日長・温度の変更が産卵開始の刺激になったものと考えられる。

つぎに産卵期間・間隔と温度・日長の関係については、室温・自然日長下では約１年の周期で３～４カ月間の産卵を繰り返しており、温度日長一定条件でもほぼ類似のパターンで産卵が行われるものと考えられる。ただし条件によって産卵前期間が異なる。また同一試験区の産卵期間は雌個体間でほぼ同調するが、個体によっては１回目（１年目）の産卵を行なわず、２年目に産卵開始した．このことは、室温・自然日長下でも１年目は一部の個体しか産卵しなかったので、同様の傾向と考えられる。31℃区および日長・温度変更区ではこのパターンがくずれ、複数の産卵期間が連続する（２～３の産卵数ピークを持つ）ような産卵経過を示した。この区ではほとんどの個体が一斉に産卵開始したことから、産卵効率が高いと考えることができる。

産卵数・寿命と温度・日長の関係については、まずいずれの設定区内でも産卵数には大きな個体差が認められた。低温一定条件下では産卵前期間および産卵の間隔を長くすることで雌成虫は長期間生存する一方、31℃などの高温ではその逆の傾向が認められた。25℃および28℃という、活動に適して

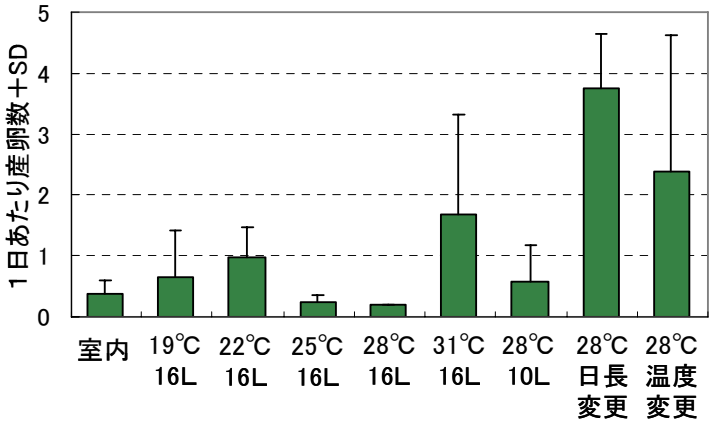

図1-4-4　各試験区の１日あたり産卵数（2007年３月１日現在．31℃区および28℃日長変更区は生涯産卵数に基づく数値を示す．）

いると考えられる温度において産卵数が少なかったことの原因は不明である。

各試験区における雌成虫の 1 日あたり産卵数（個体ごとの総産卵数／生存日数）を図 1-4-4 に示した。室内区（室温・自然日長）の産卵数はグラフでは低い値であるが、現時点で 10 個体中 4 個体しか産卵していないので、2007 年の産卵シーズン以後に増える可能性が高い。本試験では、28℃日長および温度変更区、31℃16L 区で最も効率的な採卵が可能であることが明らかとなった。

オ 今後の問題点

本試験は現在も進行中のため、すべての結果が明らかになるまで引き続き飼育調査を行う必要がある。また 25℃および 28℃一定区における少ない産卵数が、単にサンプル数の少なさによるものかどうかを検証するために、追加試験が必要と考えられる。

カ 要約

室内飼育個体の採卵効率を高めるために、飼育温度および日長を調節したホソカタムシの個体飼育を行い、産卵前期間、産卵数、死亡経過に関する試験を行った。その結果、温度・日長一定条件下では産卵前期間および成虫寿命は低温なほど長くなる傾向があり、産卵数は個体数が大きいものの、25℃および 28℃区で少なかった。31℃区では短期間に多数の産卵を行い、寿命が短い傾向にあった。日長および温度を変更した区ではほとんどの個体が同調して多数産卵したため、産卵効率は高いと判定した。

キ 引用文献

小倉信夫 (2001）天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの産卵前期間．53 回日林関東支論、165-166.

（浦野忠久）

５．東北地方におけるサビマダラオオホソカタムシの産卵・寄生生態の解明

ア　研究目的

現在マツ材線虫病の最先端地となっている東北地方では、マツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）の穿入した被害木の密度が西南日本に比べ非常に低く、温暖な地方と同一基準のもとで防除を行うと多大なコストの浪費を招く恐れがある（小林、2005）。サビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）は現在東北地方のマツ林における生息は確認されていないものの、本種を東北地方のマツ林に定着させることができれば、分散して生息するマダラカミキリに寄生させ、発生を抑える効果を期待することができる。そのための予備試験として、岡山産のホソカタムシを用いて寒冷地（東北地方）での定着性および寄生生態を明らかにし、利用の可能性を評価するための実験を行った。

イ 研究方法

① 東北地方におけるホソカタムシの越冬および寄生試験

東北支所構内の網室内で、2002 年５月 10 日から９月５日にかけて、ゴース袋にマダラカミキリ幼虫が材入した長さ１ｍの試験木を５本入れ、つくばから導入したホソカタムシ（岡山産）を，成虫区では区あたり成虫 30 頭、卵区では 3000 卵接種した。それぞれ４回の繰り返しとした。6 月 17 日には、孵化の始まりつつある卵を雨があたらないように口の開いたビニル袋に入れてガンタッカーで、ゴース袋に入れた試験木の上に固定した。３回の繰り返しとした。この試験では、ふ化が始まっていたため接種卵数は計数しなかった。９月２日～５日に割材によって、寄生数を調査した。この試験で得られた新成虫 24 頭を野外網室内でマツ枯死木に放ち，越冬試験を行った。

2004 年５月７日にマダラカミキリ寄生木（長さ１ｍ、５本）の入ったゴース３袋を準備し、寄生試験２区には、ホソカタムシ 16 雄 16 雌、17 雄 14 雌をそれぞれ放飼し、残りを対照区とした。これらを網室内に保管し、７月 23 日に割材により寄生率を調査した。

② 東北地方における越冬次世代個体群の産卵調査と産卵に影響を及ぼす環境条件の解明

(1) 2002 年の寄生試験で羽化後越冬した成虫 20 頭の産卵を確認するため，2003 年４月から 11 月にかけて，シャーレに入れた成虫に乾燥したマダラカミキリ幼虫死骸を餌として与え，約３～５日おきに吸水させながら野外網室で飼育した。

(2) 2003 年につくば市（本所）で羽化した成虫を 2004 年に盛岡市（東北支所）に導入し、同年寄生試験を行いその後越冬させた。越冬した個体を用いて産卵試験を行った。2005 年４月８日に越冬個体を回収，自然条件下で飼育後５月 16 日にそれぞれ雌雄４組を短日条件（8L16D,23℃）と長日条件（16L8D,23℃）に移し，人工飼料を用いて飼育した。

(3) 上記 2004 年の寄生試験によって得られた個体（2004 年新成虫）について越冬後，自然条件下の雌雄５組および長日条件（16L8D,23℃）下の雌雄４組について産卵試験を行った。越冬個体の回収日，試験設定日は試験(2)と同様。

(4) 2005 年４月につくば市（本所）で羽化した新成虫について産卵試験を行った。長日条件（16L8D,23℃）で飼育されてきた個体を６月２日に盛岡市へ移し，６月３日から８月２日まで全個体短日条件下で飼育した。次に，雌雄５組を長日条件下へ移し，他の雌雄５組はそのまま短日条件で飼育した。

ウ 結果

① 東北地方におけるホソカタムシの越冬および寄生試験

ホソカタムシ卵が産み付けられた紙を直接被害木に貼り付けた卵接種では、４回繰り返しの平均寄生率は 18.7%であったのに対し、成虫接種区（４回繰り返し）では平均 29.3%となった。雨の影響を受けないように接種方法を改良した卵接種（３回繰り返し）では、平均 53.4%となった。

2002 年に羽化後越冬させた新成虫 24 頭の内，2003 年４月 17 日に 20 頭が生存していることを確認した。このことから，寒冷地で越冬できることが明らかになった。新たにつくば市から導入した個体群による寄生試験では、 73.1%、77.3%の寄生率が得られた

② 東北地方における越冬次世代個体群の産卵調査と産卵に影響を及ぼす環境条件の解明

(1) 2002 年の寄生試験で羽化後越冬した成虫 20 頭については、翌 2003 年には産卵を確認できなかった。短日・低温が卵巣成熟に影響している可能性があると思われた。この個体群は、再越冬後 2004 年に産卵を行った。産卵は５月７日に始まり、８月 18 日に終了した。産卵期間は約３カ月で２雌成虫の総産卵数は 3796 卵であり、産卵全期間にわたって孵化も確認された。

(2) 短日条件下では６月から産卵が減少し始め，７月に入ると産卵数は極めて少なくなり、産卵が早期に終息した。それに対し，長日条件下では６月に産卵数が増加し，７月から減少に転じ８月まで産卵した。長日条件下の産卵パターンは自然条件のそれに類似した。また，短日条件下では，最初の産卵が終息して４－５ヶ月後に再び産卵が始まったが,長日条件ではこのような産卵は見られなかった。

(3) 2004 年新成虫は，自然条件下においても越冬後５～６月に産卵を開始し８月まで産卵した。この結果は，越冬後１年目は産卵しなかった(1)の結果とは異なるものになった。長日条件下でも産卵パターンは自然条件下と同様であった。(1)の試験とは餌条件が異なるので，このことが影響したものと考えられる。自然条件下の総産卵数は 5560 卵で，マダラカミキリに寄生可能と考えられる７月中旬までにその 63%が産下された。

(4) ２カ月間の短日を経験したペアでは産卵は見られなかった。継続的に短日条件下にあるペアでは，１組について１月に一時的な産卵（産卵数 108）があったが，残り４組については、８カ月間の短日条件下にあっても産卵が確認されなかった。

エ 考察

2002 年に羽化後越冬した個体が翌年には産卵せず、２年後に産卵を開始したという結果は、前節「性成熟に対する日長・気温の影響」において得られた、低温で産卵前期間が延長するという傾向に一致する。ただし 2004 年の新成虫は羽化翌年に産卵開始しており、2002 年の試験では餌に人工飼料ではなく乾燥したマダラカミキリ幼虫死骸を与えたため、餌条件の違いが影響した可能性もある。越冬および寄生試験の結果からは、寒冷地においても導入個体群の次世代はマダラカミキリに寄生可能であり、個体群を維持できることが明らかになった。②－(2)の試験からは、短日条件になることで産卵が抑制され，一定期間の短日条件にさらされることで次の産卵へのスイッチが入ることが示唆された。②－(4)の試験を前節と比較すると、前節の試験では 28℃10L で 10 カ月経過後に長日に変更して産卵開始を確認したが、本試験では 23℃8L２カ月と短日の期間が短く、温度も低いことによって産卵に到らなかったものと考えられる。

オ 今後の問題点

東北地方のマツ材線虫病被害林のように、寄主が分散して低密度に存在する林内において、放飼したホソカタムシが寄主を探索する能力を持つかどうかを明らかにする必要がある。

カ 要約

ホソカタムシの寒冷地（東北地方）での定着性および寄生生態を明らかにし、利用の可能性を評価するための実験を行った。マダラカミキリ穿入丸太を用いた岡山産個体の網室内放飼試験（卵および成虫）では、50%以上の寄生率が認められた。またこれらの成虫は東北の野外条件下においても越冬可能で、産卵も行うことから、個体群を維持できることが明らかになった。

キ 引用文献

小林一三（2005）松くい虫被害の研究および対策の今昔物語（２）－冷涼な地に適した防除システムの構築に向けて－．林業と薬剤、171、7-10.

（後藤忠男・浦野忠久）

６．サビマダラオオホソカタムシ分布調査

ア　研究目的

サビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）はこれまで岡山、広島、鳥取の３県でのみマツ林内での生息が確認されており、その他の地域での採集記録は非常に少ない。そこで本種の全国的な分布を明らかにするため、文献における本種の採集記録を調査するとともに、東北、関東、関西、九州地方においてホソカタムシ生息確認調査を行った。

イ 研究方法

① 全国のホソカタムシ分布文献調査

文献、インターネット等の情報源から、全国でこれまでに明らかにされているホソカタムシの採集記録を得た。文献調査にあたっては、水野弘造氏（関西甲虫談話会）の協力を得た。

② 東北地方におけるホソカタムシ生息確認調査

岩手県におけるホソカタムシの採集記録（1987 年）がある陸前高田市矢作町の生出小学校の水銀灯において，2003 年９月 10 日～11 日に夜間採集を行った。また，当地の伐採後地で伐倒木の樹皮下調査を 2003 年に行った。2004 年８月５－６日にかけて陸前高田市矢作町生出および陸前高田市内（高田松原）において、燈火採集を行った。

沖縄県でクロサワオオホソカタムシの捕獲に有効であった自動点灯白色 LED を用いたライトトラップによるホソカタムシの捕獲を試みた。2006 年５月～７月に岩手県盛岡市玉山区好摩，奥州市江刺区玉崎，秋田県秋田市河辺，同 下新城，宮城県大衡村大衡のマツ林に各２基のトラップを設置し，以後 10 月まで２～３週間隔で捕獲虫を確認した。

③ 関東地方におけるホソカタムシ生息確認調査

2003 年、マダラカミキリの寄生したマツ枯死木丸太を餌木として東京都八王子市（多摩森林科学園内）の雑木林に置き、土着のホソカタムシ成虫が飛来して産卵するかどうかを調べた。

2003 年 12 月に森林総合研究所千代田試験地（茨城県稲敷郡）の枯死マツを伐倒して丸太（長さ１ｍ）50 本を 10 本ずつ網箱に入れ、2004 年８月までホソカタムシの羽化の有無を観察した。

④ 関西地方におけるホソカタムシ生息確認調査

関西地方８県（兵庫、岡山、広島、鳥取、島根、山口、香川、愛媛）において、表 1-6-1 に示した各地のマツ林で 2002 年に枯死したマツを伐倒し（広島県のみマツノマダラカミキリ強制産卵木を林内放置）、樹幹を約１ｍに玉切りして各県研究機関の構内あるいは所定の位置に設置した野外網室に搬入した。これを表に示した期間、それぞれの頻度で観察し、供試木から羽化脱出したマツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）とホソカタムシを採集した。また岡山県では 2003 年 12 月に供試木のすべてについて丸太表面のホソカタムシ脱出孔の確認および割材調査を行った。

表1-6-1 各県の供試木、調査期間に関するデータ

県名	採取地	樹種	材積（立方m）	伐倒時期	網室搬入時期	網室観察期間	網室観察頻度
兵庫	朝来郡和田山町	アカマツ	約0.5	'03/4/25	'03/5/6	5/10-9/30	5～7日おき
岡山	勝田郡勝央町	アカマツ	0.5	'03/3	'03/4/2	5/19-10/19	週3～5日
広島	三次市志幸	アカマツ	約1.0	'03/4/16*	'03/5/8	5/1-9/30	ほぼ毎日
鳥取	鳥取市末恒	クロマツ	約1.4	'02/10上旬	'02/10/25	5/20-10/31	5～7月毎日、8月以降週1回
	八頭郡郡家町	アカマツ	約0.5				
島根	宍道町佐々布	クロマツ	0.7	'02/9下旬	'02/10上旬		
	江津市敬川町	クロマツ	0.4	'02/9下旬	'03/5/22	5/12-10/27	週1～5日
	平田市野郷町	アカマツ	0.4	'03/5/14	'03/5/22		
山口	山口市大字吉敷		1.59	'03/1-2			
	山口市大字宮野上	アカマツ	0.5	'02/12	'03/5上旬	5/14-10/1	週3～5日
	徳地町大字堀		0.35	'03/5/2			
香川	仲多度郡仲南町	アカマツ	2.21	'03/3上旬	'03/3上旬	5/19-10/1	週1～5日
愛媛	温泉郡重信町	アカマツ	1.11	'02/11-12	'02/12/16	5/6-9/30	週3～5回

＊強制産卵木回収日

⑤ 九州地方におけるホソカタムシ生息確認調査

(1) 2003 年２～５月に，九州圏内のアカマツ残存林分４地点（佐賀県上峰町鳥越，熊本県あさぎり町上村，球磨村神瀬，宮崎県西郷町）でアカマツ・クロマツ枯損木丸太を収集し，網室に収容してホソカタムシの発生の有無を確認した。また，2004 年５月に，熊本県あさぎり町上村，球磨村神瀬でアカマツ枯損木丸太を収集し、ホソカタムシの発生の有無を調査した。

(2) 2003 年３月および 2004 年３月に熊本県球磨村神瀬の林道沿い 40 地点にマダラカミキリ幼虫の生息するクロマツ丸太各１本を置き，５月に回収，網室に収容してホソカタムシの発生の有無を調査した。また，2004 年９月に熊本県球磨村神瀬のアカマツ林２カ所にマダラカミキリ幼虫の生息するクロマツ丸太 15～20 本を置き，2005 年４月に回収して，ホソカタムシの発生の有無を調査した。

(3)2004 年３月～10 月にかけて，熊本県球磨村神瀬，あさぎり町上村，同 深田のアカマツ林にマダラカミキリ用誘引捕獲器各２基を設置し、ホソカタムシの捕獲を試みた。

(4)熊本県林業研究指導所，鹿児島県林業試験場の協力を得て，自動点灯白色 LED を用いたライトトラップによるホソカタムシの捕獲を試みた。2006 年６月に，熊本県球磨村神瀬，鹿児島県霧島市田口のアカマツ林，および奄美大島龍郷町のリュウキュウマツ林に各２基のトラップを設置し，以後 10 月まで２～３週間隔で捕獲虫を確認した。

ウ 結果

① 全国のホソカタムシ分布文献調査

文献等の調査によってこれまで明らかになったホソカタムシの全国における採集記録を表 1-6-2 に示す。マツ林内でマダラカミキリへの寄生が明らかになっているのは岡山、広島、鳥取の３県のみで、それ以外は１～数個体の記録であるが、データが不明なものもある。中国３県以外では、灯火採集と枯死マツの樹皮下から採集された記録が比較的多かった。また、関東、近畿などの採集者人口が比較的多いと思われる地域および神奈川、福井など県単位のまとまった甲虫リストが発行されている県では複数の記録がある一方で、その他の地域での記録が非常に少なかった。

表1-6-2 文献等による全国のサビマダラオオホソカタムシ採集記録（市町村名は記録当時のもの）

府県名	地名	文献・情報源	備考
岩手県	陸前高田市矢作町生出	高橋(1988)	灯火採集
茨城県	水戸市萱場町	高野・大桃(2000)	
東京都	八王子市（高尾山）	Sasaji (1986)	
神奈川県	愛川町仏果山	田尾（1991）	
	厚木市七沢	高橋（1987）	
	津久井郡城山町	渡（2003）	枯れマツ樹皮下から採集
	津久井町鳥屋松茸山	有井・守屋（2004）	
福井県	福井市（文珠山）	Sasaji (1986)	
	南条町（杣山（そまやま））	神谷（1966）	
	南条町平吹	今村（1989）	
	今庄町芋ヶ平	斎藤（1988）	
	武生市日野山	斎藤（1988）	
京都府	舞鶴市高野台	水野・荒田(2005)	灯火採集
	夜久野町	夜久野町（1994）	
大阪府	池田市、能勢町	Sasaji (1986)	
	能勢町妙見山	水野弘造（私信）	標本（F. Takahashi 1951.7.11）
兵庫県	川西市多田	岩田隆太郎（1985, 私信）	標本（R. Iwata 1985.6.8）
	宝塚市売布ガ丘	宝塚市教育委員会（1993）	
岡山県	岡山市、備前市、玉野市、井原市、総社市、津島市、里庄町、日生町、賀陽町、英田町、和気町	井上（1993）、石井（2003）	アカマツ林
	笠岡市	浦野・牧本（2006）	アカマツ林
	吉井町	岡本安順（1998, 私信）	アカマツ林
	勝央町、久米町	井上（1993）	クリ園
	高梁市臥牛山	山地（1978）	
広島県	福山市、尾道市、三次市	竹常（1983）	アカマツ林
	広島市、呉市	比婆科学教育振興会（1997）	
	御調町	板橋正人（2001, 私信）	アカマツ林
鳥取県	鳥取市末恒	浦野ら（2004）	クロマツ海岸林
	八頭郡郡家町	浦野ら（2004）	アカマツ林
香川県	琴平町象頭山	佐野（2001）	灯火採集
長崎県	対馬市	平嶋（1989）	
熊本県	球磨郡球磨村神瀬	Slipinski et al. (1989)	

② 東北地方におけるホソカタムシ生息確認調査

夜間採集，樹皮下調査，ライトトラップのいずれの方法によっても，ホソカタムシ成虫の生息確認はできなかった。また，最初の記録（1987 年）以降，岩手県では本種の記録は無く，採集されていないという情報を得た。

③ 関東地方におけるホソカタムシ生息確認調査

文献的には高尾山でホソカタムシの分布が確認されているが、2003 年多摩森林科学園内雑木林では、ホソカタムシは採集されなかった。2004 年、千代田試験地のマツ丸太からも、ホソカタムシの羽化は確認されなかった。

表1-6-3 関西地方各県のマツノマダラカミキリおよびサビマダラオオホソカタムシ捕獲状況

県名	採取地	樹種	材積（立方m）	マツノマダラカミキリ脱出期間	マツノマダラカミキリ捕獲頭数	サビマダラオオホソカタムシ捕獲頭数
兵庫	朝来郡和田山町	アカマツ	約0.5	6/12-7/23	13	0
岡山	勝田郡勝央町	アカマツ	0.5	6/2-7/31	61	0
広島	三次市志幸	アカマツ	約1.0	6/13-7/12	106	0
鳥取	鳥取市末恒	クロマツ	約1.4	5/28-8/27	986	100
	八頭郡郡家町	アカマツ	約0.5			
島根	宍道町佐々布	クロマツ	1.1	6/11-8/18	898	0
	江津市敬川					
	平田市野郷町	アカマツ	0.4			
山口	山口市大字吉敷					
	山口市大字宮野上	アカマツ	2.44	5/27-7/22	242	0
	徳地町大字堀					
香川	仲多度郡仲南町	アカマツ	2.21	6/11-8/4	99	0
愛媛	温泉郡重信町	アカマツ	1.11	6/13-8/28	54	0

④ 関西地方におけるホソカタムシ生息確認調査

各県におけるマダラカミキリとホソカタムシの羽化脱出状況を表 1-6-3 に示した。すべての県において供試木からマダラカミキリの脱出は認められたが、ホソカタムシの脱出成虫が採集されたのは鳥取県のみであった。鳥取では８月７日から 10 月 22 日にかけて合計 100 頭のホソカタムシ成虫が採集された。鳥取県のホソカタムシにおける羽化消長を図 1-6-1 に示した。採集個体数のピークは９月初旬で、最も多い日には 30 頭が採集された。岡山では網室内の調査で成虫は採集されなかったが、12 月に全供試丸太の表面をチェックし割材したところ、ホソカタムシの脱出孔が３カ所確認された。文献記録のある広島県三次市の供試丸太からは、本種は捕獲されなかった。

⑤ 九州地方におけるホソカタムシ生息確認調査

残存アカマツ林で収集した枯損木丸太や残存アカマツ林に設置・回収したマツノマダラカミキリ生息丸太からのホソカタムシの発生は確認できなかった。また誘引捕獲器やライトトラップによっても

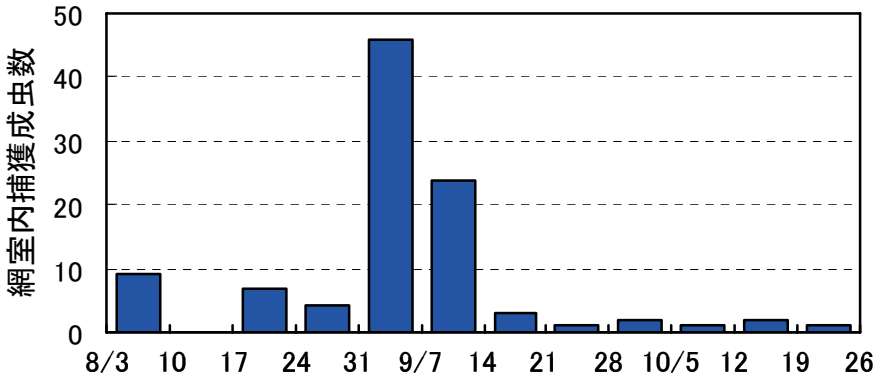

図1-6-1 鳥取県における網室内サビマダラオオホソカタムシ成虫捕獲数の推移（2003年）

ホソカタムシ成虫を捕獲することはできなかった。ライトトラップについては沖縄県でクロサワオオホソカタムシの捕獲に有効であることが判明しているが，奄美大島での調査でこの虫が捕獲されることはなかった。

エ 考察

文献調査の結果からは、ホソカタムシは中国３県を除いて生息密度が低い昆虫であるものと考えられた。また灯火採集と枯死マツの樹皮下から採集された記録が比較的多かったことから、本種が正の走光性を持ち、枯れ木の樹皮下等に潜り込む性質があることが推測される。

岩手県ないし東北地方において本種は定着しておらず偶発的に捕獲されるのみであるか，生息していてもマツ枯損木への依存度は低い可能性が高い。ただし，ライトトラップについては他の昆虫もあまり捕獲されなかったことから，光源の弱さや林冠下での太陽電池の充電不足のため十分な捕獲性能を発揮できなかった可能性が考えられる。

関西地方における調査では､鳥取県において調査前年の 10 月に網室搬入した丸太から成虫が羽化したことから、ホソカタムシの野外における移動分散と寄主木への到達は、羽化脱出直後に行われるものと推測された。また、鳥取で捕獲された成虫は、ほとんどが網室の側面および上面に静止しており、これは岡山産の個体を用いて行った「３．サビマダラオオホソカタムシ網室内羽化脱出調査」での結果と異なるものであった。岡山と鳥取の地域個体群間に飛翔、分散特性の差があるか、あるいは網室の設置場所の環境に差があったとも考えられる。

オ 今後の問題点

分布調査全般を通じ，本種を確実に捕獲できる方法を開発する必要性が強く望まれた。野外放飼に際しては当該地域での本種の生息調査（可能なら増殖源としての生存虫の捕獲）が必須となるが，本研究で試みた方法はいずれも本種の生息調査には不適，ないし効率が悪い。今後実験条件下で高効率に本種を捕獲できる手法を開発し，それを野外に適応する必要がある。

カ 要約

ホソカタムシの全国的な分布を明らかにするため、文献による分布調査および東北から九州までの各地域において生息確認調査を行った。文献調査の結果からは、本種が中国３県を除いて生息密度が低い昆虫であると考えられた。また、各地の生息確認調査では、鳥取、岡山を除いてホソカタムシは捕獲されなかった。

キ 引用文献

比婆科学教育振興会（1997）広島県昆虫誌Ⅰ、636pp.

平嶋義宏（1989）日本産昆虫総目録．九州大学農学部昆虫学研究室・日本野生生物研究センター編、540.

井上悦甫（1993）マツノマダラカミキリの天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシについて．森林防疫，42，171-175.

石井　哲（2003）マツ林の保全に関する総合研究－マツノマダラカミキリの天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの活用－．岡山林試研報、19、17-33

水野弘造・荒田弥五郎（2005）荒田家（京都府舞鶴市高野台）の邸宅内で採集された甲虫類の目録．地域昆虫自然史、１、日本甲虫学会、96．
佐野信雄(2001)四国で採集したホソカタムシ科甲虫．へりぐろ、22、2-4．
Sasaji, H. (1986) Notes on Colydiidae (Col.) of Japan and Formosa. Ent. Pap. pres. Kurosawa, 243-249.
佐々治寛之・斎藤昌弘（1985）甲虫目．福井県甲虫目録（福井県自然環境保全調査研究会・福井県）別刷、245pp.
佐々治寛之・井上重紀・酒井哲弥・斎藤昌弘・陶山治宏（1998）コウチュウ目 COLEOPTERA．福井県甲虫目録（第２版）（福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会）、99-311．
Slipinski, S.A., Pope, R.D. and Aldridge, R.J.W. (1989) A rewiew of the world Bothriderini (Col: Bothrideridae). Polskie Pismo Entomologiczne, 59, 131-202.
高梁市教育委員会・「臥牛山の猿生息地」調査団（1991）平成二年度　高梁市臥牛山昆虫目録．100pp.
高橋泰美（1998）岩手県におけるホソカタムシ科数種の記録．Celastrina、20、27-29．
高野　勉・大桃定洋（2000）茨城県産昆虫リスト．るりぼし、23、水戸昆虫研究会
宝塚市教育委員会（1993）宝塚の昆虫Ⅳ　甲虫目（Ⅱ）．宝塚市文化財調査報告第 30 集、224pp.
竹常明仁（1982）マツノマダラカミキリの天敵サビマダラオオホソカタムシ．森林防疫、12、228-230．
浦野忠久・井上牧雄・石井哲・安藤義朗・塩見晋一・軸丸祥大・福井修二・杉本博之・竹本雅晴・稲田哲治（2004）関西地域におけるサビマダラオオホソカタムシの網室内羽化脱出調査．日本林学会大会学術講演集、115、245.
浦野忠久・牧本卓史（2006）サビマダラオオホソカタムシの野外放飼試験－土着個体の生存するマツ林での成虫放飼試験－．日林関西支要旨、57、40．
渡　弘（2003）城山町でサビマダラオオホソカタムシを採集．神奈川虫報、143、11-18．
夜久野町（1994）夜久野町の生き物　夜久野町の動植物ガイド．57pp.

（浦野忠久・中村克典・小倉信夫・後藤忠男）

第２章　サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ探索機構の解明

サビマダラオオホソカタムシ（以下、ホソカタムシ）がマツノマダラカミキリを発見する際に手がかりとしているマツ由来その他の匂い成分を明らかにして、効果的なホソカタムシ放飼法の開発に役立てる。

１．電気生理学的手法による行動制御物質の探索

ア　研究目的

ホソカタムシはマツノマダラカミキリやゴマダラカミキリ、その他の寄主が生息するマツやポプラ等の樹種に産卵することから(Ogura et al., 1999)、様々な樹木の匂い成分に応答する嗅覚神経を持つと予想される。そこで、樹木由来匂い成分に対するホソカタムシの神経応答を単一感覚子記録法により測定し、神経応答を強く引き起こす匂い成分から行動制御物質の探索をおこなう。植食生甲虫において植物由来の匂い成分に対する神経応答の研究報告がなされているが(例えば Barata et al., 2002)、捕食寄生性甲虫（ホソカタムシ類やツチハンミョウ類）ではなされていない。

イ　研究方法

人工飼育したホソカタムシの触角上に存在する嗅覚感覚子を走査電子顕微鏡により観察した。それらの感覚子の神経応答を、単一感覚子記録法（single sensillum recording）により測定した。感覚子の直下にタングステン電極を刺入させた後に、匂い成分を一定量（刺激用カートリッジ内ろ紙保持量 : 0.1-1 mg / 鉱物油）、0.5 秒間刺激として与え、単一感覚子内の単数・複数の神経の応答（スパイク活動電位）を測定する。用いた匂い成分は、マツ、スギ、ユーカリ由来の精油（テレビン油他）、針葉樹系の匂い成分であるテルペン類（α-ピネン、β-ピネン、リナロール、*p*-シメン、テルピノレン、1,8-シネオール、ロンジフォレン、他６成分）、及び非テルペン類の脂肪族化合物（青葉アルデヒド、青葉アルコール、Z3-ヘキセニルアセテート、1-オクテン-3-オール、他１成分）である。これらの成分に対して特徴的な応答があるかを解析し、行動制御物質の候補化合物を選定した。

ウ　結果

棍棒状の触角の先端側一節目、二節目には多数の嗅覚感覚子（長さ 20-30 μm）が高密度に存在した（図 2-1-1）。

嗅覚感覚子内の神経は様々な化合物に対して選択的に応答することが示された。マツ、スギ、ユーカリ由来の３種の精油（テルペン類が主な複数成分）に対して異なった応答が見られた。針葉樹に多いとされるテルペン類の単一成分（テルピノレン、α-ピネン他）を刺激として与えたとき、以下に示した成分に応答を示す神経が確認された。１）α-ピネン（マツの特徴的成分でマツノマダラカミキリを誘引する）とβ-ピネン（図 2-1-2）、２）1,8-シネオール（ユーカリ精油主成分）単独成分のみ、３）リナロールや*p*-シメン他複数成分（図 2-1-3）、４）ロンジフォレン（セスキテルペン）やテルピノレン（モノテルペン）他複数成分、等であり、応答受容域の狭いものから広いものまで様々であった。また、広葉樹に多い脂肪族化合物に対して、５）青葉アルデヒドに興奮応答をするが Z3-ヘキセニルアセテートには抑制応答をする神経が存在した（図 2-1-4）。さらに、脂肪族化合物とテルペン類に両方に対して、６）Z3-ヘキセニルアセテート、1-オクテン-3-オール、リナロール、青葉アルコールに濃度依存的応答を示す神経と、７）青葉アルコールのみに濃度依存的応答を示す神経が、同一感覚子内

に存在した（図 2-1-5）。

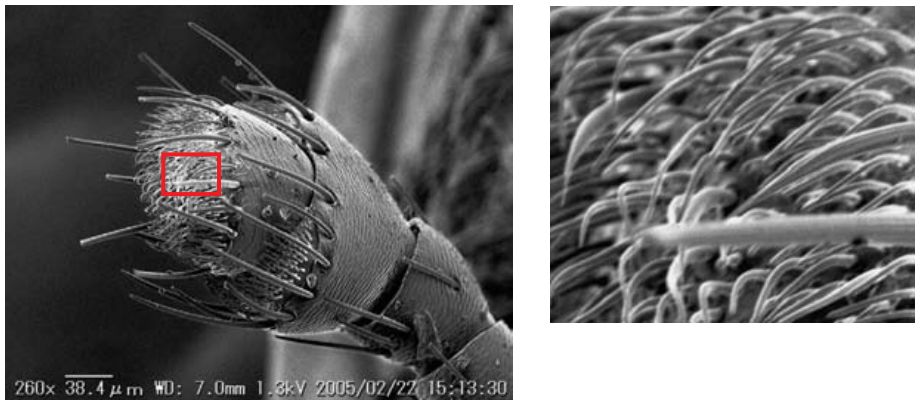

図 2-1-1　触角全体図（左図）と触角上の嗅覚感覚子（右図矢印：左図枠部拡大）。この感覚子の直下に電極を指入させ、匂い成分に応答する感覚子内の神経のスパイク活動電位を記録した。

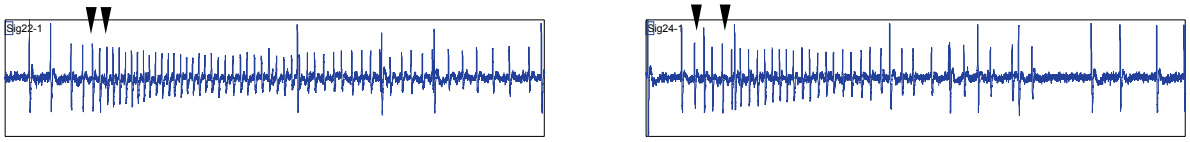

図 2-1-2　β-ピネン（左）と α-ピネン（右）への神経応答。矢印のスパイク小のみが興奮応答を示す。バーは匂い成分の刺激時間（0.5 秒）。

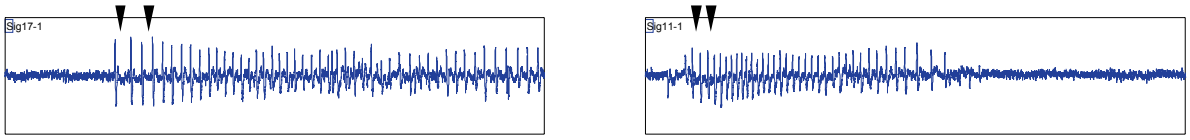

図 2-1-3　リナロール（左）と *p*-シメン（右）への神経応答。スパイク頻度と発火開始時間が両者で異なる。

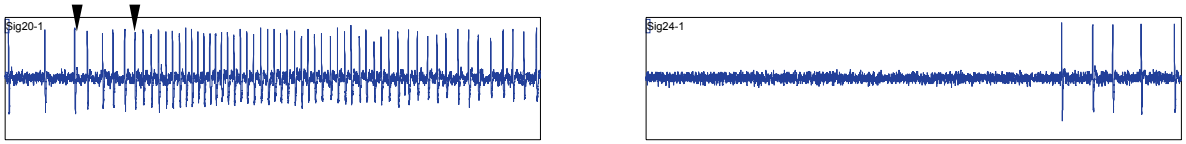

図 2-1-4　青葉アルデヒド（左）と Z3-ヘキセニルアセテート（右）への神経応答。前者は興奮応答（スパイクあり）で、後者は抑制応答（スパイクなし）。

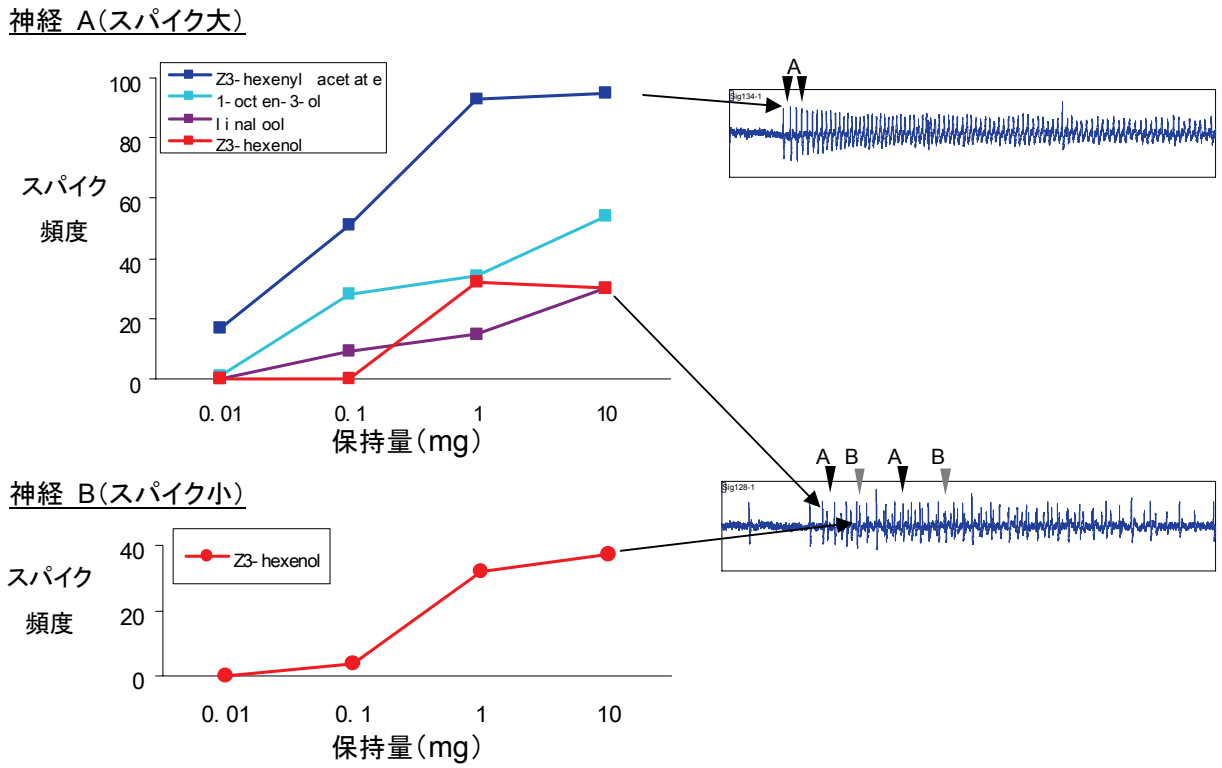

図 2-1-5　Z3-ヘキセニルアセテート、1-オクテン-3-オール、リナロール、青葉アルコールに濃度依存的応答を示す神経 A（スパイク大、黒色矢印）と青葉アルコールのみに濃度依存的応答を示す神経 B（スパイク小、灰色矢印）。神経 A と神経 B は同一感覚子内に存在する。Z3-ヘキセニルアセテート（右上）と青葉アルコール（右下）への神経応答例。

エ　考察

嗅覚神経応答特性から行動制御物質の候補化合物として、マツの精油であるテレビン油、テルペン類であるα-ピネン、β-ピネン、*p*-シメン、ロンジフォレン、テルピノレン、脂肪族化合物である青葉アルコール、青葉アルデヒド、Z-3-ヘキセニルアセテートが選定された。これらの成分を用いて次節の行動誘引性を解析する。

嗅覚神経応答は、テルペン類と脂肪族化合物に対する応答受容域の違いにより、上述した７タイプ以上にわけられる。これらは、単独成分に特異的に応答する神経（２）や、応答受容域が狭い神経（１、５）、応答受容域が広い神経（３、４、６）に区分される。これらの応答性の差異により、ホソカタムシは樹木由来の匂い成分をおおまかに識別し、そして樹種の違いを認識していると考えられる。また、応答タイプは受容する化学構造の違いを反映していると考察された。ホソカタムシと同様、他の植食性甲虫においても神経により応答受容域の違いがあり、化学構造に応じた応答タイプがあること報告されている（Barata et al., 2002）。捕食寄生性甲虫は植食性甲虫に似た神経応答特性を持つと考えることができ、両者の匂い成分に対する行動反応特性を考察する上でも興味深い。

捕食寄生性甲虫のうち、単一感覚子記録法により匂い成分に対する神経応答が特定された種は、サビマダラオオホソカタムシが初めてである。また、単一感覚子記録法は、ホソカタムシの樹木由来の

匂い成分への神経応答の解析に有効な方法であることが示されたので、今後他の森林昆虫にも適用可能である。

オ　今後の問題点

嗅覚神経応答特性から行動制御物質の候補化合物は選定できたが、神経応答特性の生理学的解析に関してはデータ量が十分でないので、さらなる実験が必要である。

カ　要約

サビマダラオオホソカタムシにおいて、電気生理活性のある匂い成分から行動制御物質を探索するために、樹木由来匂い成分に対する神経応答を解析した。神経は様々な成分に選択的に応答することが示され、そのうち特徴的な応答を示したα-ピネン、β-ピネン、*p*-シメン、ロンジフォレン、テルピノレン、青葉アルコール、青葉アルデヒド、Z-3-ヘキセニルアセテート、テレビン油を行動制御物質の候補化合物として選定した。

キ　引用文献

Barata, E. N., Mustaparta, H., Pickett, J. A., Wadhams, L. J. and Araujo, J. (2002) Encoding of host and non-host plant odours by receptor neurones in the eucalyptus woodborer, *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae). J. Comp. Physiol. A, 188, 121–133.

Ogura N, Tabata K, Wang W (1999) Rearing of the colydiid beetle predator, *Dastarcus helophoroides*, on artificial diet. Biocontrol, 44, 291-299.

（高梨琢磨・中牟田潔）

２．野外網室における誘引試験

ア　研究目的

ホソカタムシはマツノマダラカミキリやその他の寄主が生息するマツ等の複数の樹種に産卵することから(Ogura et al., 1999)、それら樹種の匂い成分により誘引されると予想される。前節にて神経応答を引き起こすことが示された樹木由来匂い成分を用いて、野外網室内及び室内風洞にて誘引試験を行い、有意な行動反応を引きおこす匂い物質を探索・特定する。

また、ホソカタムシは材内穿孔性の様々な昆虫に寄生するジェネラリストの捕食寄生者である。一般にジェネラリストの寄生者や捕食者は学習能力があり、経験により匂いへの反応が強化されると言われている（Vet and Dicke, 1992）。そこでホソカタムシに樹木由来匂い成分による条件づけを行い、それら条件づけした匂いへの飛翔反応を解析する。

イ　研究方法

神経応答を引き起こすことが示された樹木由来匂い成分に対する飛翔反応を野外網室内及び室内風洞において解析した。2004 年秋に人工飼育したホソカタムシ成虫 100 匹を網室（4.4 m ×5.8 m）内に放し、誘引源としてα-ピネン、Z-3-ヘキセニルアセテートそれぞれを 10ml 含浸させた綿球をプラスチック容器にいれて砲弾型トラップに設置した（図 2-2-1）。2005 年秋に成虫 40 頭を網室内に放し、その後匂い物質を誘引源とした砲弾型トラップへの飛翔反応を観察するとともにトラップへの誘引数を調べた。用いた化合物は、テルペン類（α-ピネン、*p*-シメン、テルピノレン、α-テルピネン）とマツの精油（テレビン油）の５種である。2006 年秋に成虫 40 頭を用いて、上述５種と新たにβ-ピネン、ロンジフォレン、青葉アルデヒドの試験をおこなった。飛翔の観察は、日没前 30～１時間前から日没後１時間まで行い、翌朝トラップに成虫が誘引されているかどうかを調べた。

室内風洞にてサビマダラオオホソカタムシのα-ピネンに対する定位飛翔反応を解析するため、風上にα-ピネン 5ml を含浸させた綿球をプラスチック容器にいれておき、風下にサビマダラオオホソカタムシ成虫 50 匹を放し（反復数３）、赤色光下で行動を観察した。飛翔の観察は、消灯１時間前から１時間後まで行い、成虫が誘引されているかどうかを翌朝調べた。

ホソカタムシに樹木由来匂い成分による条件づけを行い、それら条件づけした匂いへの飛翔反応を解析した。用いた匂い物質は、触角の嗅覚神経応答を引き起こすことが示されたテレビン油、テルペン類としてα-ピネン、テルピノレン、α-テルピネン、脂肪族化合物として青葉アルコール、青葉アルデヒド、Z-3-ヘキセニルアセテートである。直径 9cm のシャーレ内にホソカタムシ成虫 40 頭を放し、上記化合物を含浸した綿球をおいて４日間匂いに条件づけした。その後、野外網室において条件づけした匂いを誘引源とした砲弾型トラップへの飛翔反応を観察するとともに、トラップへの誘引数を調べた。

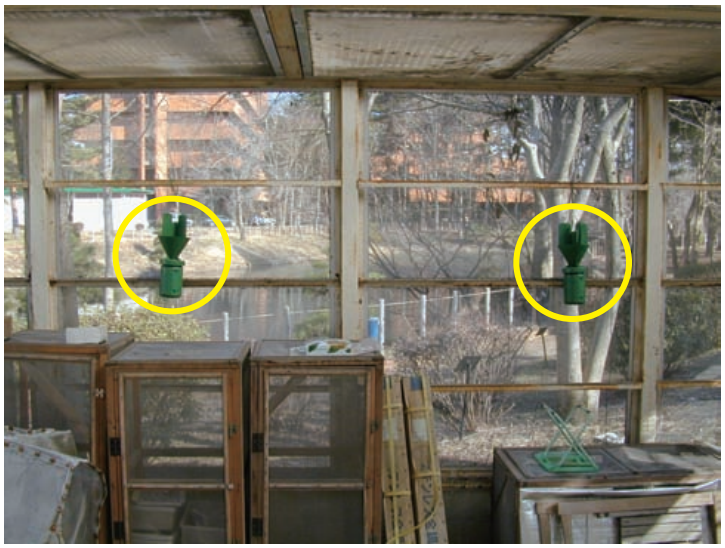

図 2-2-1 野外網室内に設置した砲弾型トラップ（丸印）

ウ　結果

ホソカタムシ触角上の嗅覚感覚器に電気生理活性を引き起こした候補化合物を用いたにも関わらず、風洞および網室内における誘引試験において明確な誘引性を示す化合物は特定できなかった。網室内の試験では、2004 年にα-ピネンを誘引源に用いたトラップに２匹が捕獲されただけで、他の誘引試験では一切捕獲されなかった。成虫のほぼすべてが日没前後に飛びたつことを観察しているので、用いた化合物には単体ではほとんど誘引性がないと考えられる。風洞内の試験でも、ホソカタムシのα-ピネンへの定位飛翔は確認できなかった。

ホソカタムシは条件づけしたいずれの匂いにも誘引されなかったので、経験が匂い化合物への定位を促進することはないと考えられる。

エ　考察

神経応答を示した化合物であるα-ピネン、*p*-シメン、テルピノレン、Z-3-ヘキセニルアセテート、α-テルピネン、テレビン油はいずれも野外網室及び室内風洞においてホソカタムシに対して誘引性を示さなかった。この結果は、ホソカタムシが樹木由来の匂い成分を感覚器レベルでは認識しているが、寄主の生息する樹木を発見する手がかりとしては利用していないことを示唆していると考えられる。

従来昆虫の行動を制御する匂い成分を特定する際には、候補化合物に対する触角の神経応答を調べることにより一次スクリーニングを行い、絞り込んだ化合物に関して室内や野外において誘引試験を行う手法が常套手段として用いられてきた。ホソカタムシの誘引性化合物の特定にもこの手法を用いたが、神経レベルでの応答と行動レベルでの反応の間に明瞭な関係が見られず、誘引性を示す化合物の特定には至らなかった。

電気生理活性があっても誘引性がない可能性があることと、野外における成虫の行動が詳しく解明されていないこと、産卵が４～５月頃の枯損マツに対して行われること、などを考慮すると、マツ及びその他の樹木由来の匂い成分のみがホソカタムシを特異的に誘引する可能性は低いと考えられる。

また、今回の実験条件下ではホソカタムシへの条件づけにより匂いへの定位反応が改善、あるいは強化されることはなかった。

オ　今後の問題点

当初の目標であるホソカタムシ誘致に利用できる匂い物質が存在する可能性は低いことが明らかになったことから、以後さらなる匂い物質の探索は行わない。

カ　要約

ホソカタムシの神経応答を引き起こす樹木由来匂い成分は、有意な行動反応を引き起こさなかったことから、誘引性を示す化合物の特定には至らなかった。ホソカタムシ誘致に利用できる匂い物質が存在する可能性は低い。ホソカタムシに樹木由来匂い成分による条件づけを行い、それら条件づけした匂いへの飛翔反応を解析したが、反応が改善、あるいは強化されることはなかった。

キ　引用文献

Ogura N, Tabata K, Wang W (1999) Rearing of the colydiid beetle predator, *Dastarcus helophoroides*, on artificial diet. Biocontrol, 44, 291-299.

Vet L E, Dicke M (1992) Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. Ann. Rev. Entomol., 37:141-172.

（中牟田潔・高梨琢磨）

３．孵化幼虫の寄主探索

ア　研究目的

ホソカタムシの孵化幼虫は活発に移動して寄主探索をおこない、寄主であるマツノマダラカミキリ等に寄生する。寄生後に幼虫は急に肥大してうじ型の幼虫となり、脚は退化して歩行は困難となる（井上、1993）。したがって、孵化幼虫の寄主探索能力は幼虫の生存、寄生率に大きく影響を与えるので、孵化幼虫の寄生行動を観察する。

イ　研究方法

ホソカタムシ孵化幼虫の寄主探索能力を明らかにするため、直径 9cm、高さ 22mm のシャーレ内にハチノスツヅリガ幼虫３頭を約４cm 間隔に配置し、ホソカタムシ孵化幼虫を 10 頭放し、その後の寄生状況を４日間にわたって毎日観察した。

ウ　結果

孵化幼虫の寄生成功率は、寄主を与えた翌日に約 10%、２日目に約 20%であり、４日目に至って約 50%まで上昇した（図 2-3-1）。シャーレ内での行動を観察していると、寄主となりうるハチノスツヅ

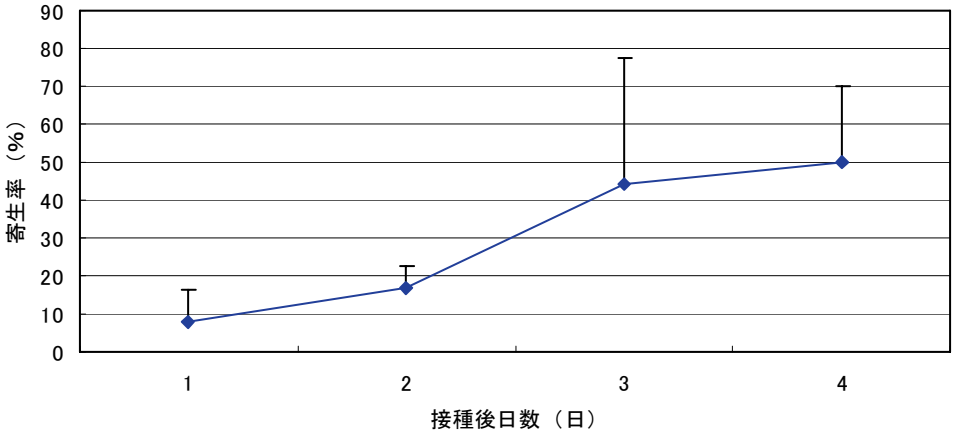

図 2-3-1　ハチノスツヅリガ幼虫に寄生しているホソカタムシ孵化幼虫（上図、円内）と、孵化幼虫の寄生成功率の変化（下図）。

リガのそばを通り過ぎることが幾度となく観察された。

エ　考察

ホソカタムシ孵化幼虫の寄主発見能力はそれほど高くないと推察されるので、卵放飼により効果的な寄生を可能とするためには、卵をできるだけ寄主の近くに放すことを考える必要がある。

オ　今後の問題点

ホソカタムシを実用化する際には幼虫の寄主探索能力をさらに解明する必要がある。

カ　要約

ホソカタムシ孵化幼虫のハチノスツヅリガ幼虫への寄生行動をシャーレ内で観察した結果、寄生率は放飼後４日目で 50%と高くなかった。

キ　引用文献

井上悦甫（1993）マツノマダラカミキリの天敵昆虫－サビマダラオオホソカタムシについて、森林防疫 42:171-175.

（中牟田潔）

第３章　放飼サビマダラオオホソカタムシのマツ林内定着・密度維持法の開発

１．天敵保全箱（金網製カバー）の作製と収納した枯死木を利用したサビマダラオオホソカタムシ増殖法の開発

ア　研究目的

第１章においてサビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）をマツ材線虫病被害林内に放飼することにより防除効果が得られることが明らかになったが、寄生率は単木間で大きく異なるため、実際には相当数のマツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）成虫が脱出している可能性がある。したがって放飼初期の段階では、放飼木からのマダラカミキリの脱出を防ぐとともに、ホソカタムシ次世代の効率的な分散を促すための工夫が必要である。そこでホソカタムシの効果的な放飼法を明らかにするとともに、放飼ホソカタムシのマツ林内での定着・密度維持を計るために、ホソカタムシ成虫の出入りは可能であるがマダラカミキリ成虫を逃がさずにマツ枯死木を保存する金属性網箱（天敵保全箱）を開発した。この天敵保全箱にマダラカミキリ穿入丸太を収納し、コストの低い卵放飼を行った上でのホソカタムシの増殖、および羽化成虫の脱出状況を明らかにすることを目的とした。

イ 研究方法

① 天敵保全箱（金網製カバー）の作製

エキスパンドメタル（編み目菱形模様の金網、５×10mm (SW×LW)；板厚、0.5mm；80×85cm、１枚）、と網戸用金網（目幅 1.3mm、線径 0.2mm）（91×212cm、３枚；91×177cm、２枚；91×132cm、１枚）と結合金具（一筋つまみ金具）246 個を組み合わせてマツ枯死木丸太金網製カバー（165×200×高さ 85cm）（重量 5kg）を作製した（図 3-1-1）。千代田試験地で地面を長方形（160×180cm）にしきって、四隅に枯れた枯死マツの枝で作製した杭（長さ 90cm）を打ち込み、長さ 170cm に切断したマツ枯死木の丸太と枝を縦横高さ 160×180×70cm に積み重ねて、金網製カバーで覆い、カバーの下部 15cm を土中に埋めた。この保全箱へのマダラカミキリの閉じ込め状況を調査するために、2002 年５月から 10 月まで７日毎にマダラカミキリ成虫がカバー外へ飛散した形跡があるかどうかを観察した。

② 野外網室内でのホソカタムシ産卵状況調査

つくば市の野外網室でマツ丸太内のマダラカミキリ幼虫･蛹に寄生して発育し 2002 年７～８月に羽化した成虫 216 頭を飼育ケース（22×30×６cm）に入れ、野外網室に置いて人工飼料と水を与えて飼

図 3-1-1
野外に設置した天敵保全箱（金網製カバー）（左）と、エキスパンドメタル部分の拡大（右）.

育し、産卵状況を調査した。2003 年夏季に羽化したホソカタムシ成虫（88 頭）についても同様にして飼育し、2004 年の産卵状況を調べた。

③ ホソカタムシ卵の放飼可能時期の把握

ホソカタムシ成虫約 500 頭をスチロールケース（22×30cm×高さ６cm）に入れ、人工飼料と水、産卵場所として折りたたんだティッシュペーパー（６×10cm）を与えて、28±0.5℃、16L8D の条件で飼育した。施用する０～７日前に産んだ卵塊を切り取り、ポリプロピレン製網袋（約５×５cm）（網目幅約 1.5mm）に入れて、放飼卵とした。人工飼料で育てたマダラカミキリの終齢幼虫を 2001 年 10 月に、クロマツ丸太（直径７～10cm、長さ 180cm）１本につき９頭ずつ約 18cm 間隔で接種し、野外網室（茨城県つくば市）に垂直に立てた。2002 年３月 15 日、４月 15 日、５月１日、５月 15 日、５月 31 日に丸太１本につき卵 1,000 個ずつを丸太中央部（高さ 90cm）に接種した。７月５日から７月 20 日にかけて順次マツ丸太を割材して、マダラカミキリの被食状況を知るとともに、生育したホソカタムシの蛹と成虫を採集した。蛹から羽化した成虫と採集した成虫の合計頭数を丸太から得られた成虫頭数とした。

④ つくば市における金網製カバーを用いた放飼試験

2002 年～2004 年にかけて､マダラカミキリ穿入丸太にホソカタムシを卵放飼して金網製カバーで覆い、丸太内のマダラカミキリに寄生、発育後カバーを通過して脱出する新成虫を調査した。

(1) 野外網室内において、マダラカミキリ幼虫９頭ずつを接種したクロマツ丸太（直径７～10cm、長さ 180cm）12 本を水平に置き、これを前述の金網製カバーで覆った。2002 年５月 15 日にホソカタムシ卵 1,000 個を入れたポリプロピレン製網袋 30 個をカバー内に分散させて置いた。エキスパンドメタルの上部に布製の袋をかぶせた。施用卵から生じたホソカタムシ成虫がエキスパンドメタルを通り抜けて布製の袋内に入り込んでいるかどうかを６月 27 日からほぼ毎日調べた。

(2) 野外網室内において、直径５～13cm、長さ約 180cm の自然枯死マツの丸太約 12 本を積み重ねて、金網製カバーで覆った。このカバー内へ室内飼育で得たホソカタムシの卵（１カバー当たり約 12,000 個）を 2003 年４月 29 日～５月２日に分散させて置いた。金網製カバーから外部へ脱出してきたホソ

表3-1-1　2002年7･8月に羽化したサビマダラオオホソカタムシ成虫の2003年の産卵状況

年月日	成虫生存数	産卵日	産卵数	孵化日
2003年4月1日	195	4月7日	約40	5月10日
		4月8日	約100	5月11日
		4月9日	約100	5月12日
		4月10日-30日	約200/日	
5月1日	190			
6月1日	183	5月1日-8月4日	約300/日	
7月1日	179			
8月1日	177	8月5日以降	産卵無し	
9月1日	162			
10月1日	149			
11月1日	147			
12月1日	143			

カタムシ成虫数を調べた。３反復行った。
(3) 2004 年、森林総研所内マツ林で、マツ枯死木丸太 16 本（直径８～10cm、長さ約 180cm）へホソカタムシの卵約 32000 個を接種して金網製カバーで覆った。ホソカタムシ成虫のカバーからの脱出状況を調べた。３反復行った。

⑤ 関西支所における金網製カバーを用いた野外放飼試験

2004 年 12 月に関西支所構内の枯死アカマツを伐倒して網室内に保存し、供試木とした。これらの供試丸太（長さ 49－159cm、直径 4.0－19.3cm）65 本を２つの金網製カバーで覆い（Ａ：32 本、Ｂ：33 本）、2005 年４月下旬にホソカタムシ卵をＡに 8500、Ｂに 10300 放飼した。放飼卵は実験室内でマツ材片に産み付けられたものをガラス製幼虫管に入れ、口をナイロン製の網で閉じて丸太の間に横向きに置いた。Ｂの網目の粗い部分に捕虫網の素材で作った袋を取り付け、7 月上旬から 10 月上旬にかけてホソカタムシ成虫の羽化状況を調べた。Ａの丸太は７月下旬に回収し、割材調査を行った。またＢは 10 月下旬に回収、割材した。

⑥ 岡山県内における金網製カバーを用いた野外放飼試験

過去にホソカタムシの土着個体生息が確認されている岡山県林業試験場構内（岡山県勝央町）において試験を行った。構内および岡山県笠岡市で 2005 年秋に枯死したアカマツ丸太（長さ 54－185cm、直径 3.5－15.2cm）を２つの金網製カバーで覆い（放飼区：33 本、対照区：26 本）、2006 年４月 28 日と５月８日、放飼区に 5000 卵を放飼した。放飼法は⑤の試験と同様であるが、雨が侵入しないようにガラス製管瓶の口を下向きにして丸太表面に接触するように置いた。放飼区のカバーには袋を取り付け、7 月上旬から 10 月下旬にかけてホソカタムシ成虫の羽化状況を調べた。対照区の丸太は８月上旬～中旬に割材した。また放飼区の丸太は一部（８本）を８月中旬に、残りを 11 月下旬に割材した。

ウ 結果

① 天敵保全箱（金網製カバー）の作製

マダラカミキリ成虫は金網製カバー内を這っているのが観察された。成虫が網戸用金網をかみ切って逃亡した形跡はなかった。しかし、ハナムグリ等の甲虫が編み目をこじ開けようとして、編み目が若干広がった箇所があった。積み重ねたマツ丸太が崩れ落ちて、内側から外向きに金網に圧力が加わった箇所があり、金網が裂ける可能性があった。金網性カバー内へのマダラカミキリの閉じ込めは成功したが、金網を線径の 0.2ｍｍより太いものに変更する必要があると思われた。

② 野外網室内でのホソカタムシ産卵状況調査

2002 年夏季に羽化した成虫 216 頭は翌 2003 年４月７日に産卵を開始し、同年８月４日頃まで継続して産卵した。４月７日に産下された卵は５月 10 日に孵化した（表 3-1-1）。同年 12 月における生存成虫は 143 頭であった。2003 年から 2004 年にかけて越年した生存虫 86 頭は３月 16 日から８月 20 日にかけて産卵した。性比１：１と仮定して産卵数は雌１頭１日約５個であった。2005 年１月の生存成虫は 31 頭であった。

2003 年夏季に羽化したホソカタムシ成虫 88 頭で越年した生存成虫は 86 頭で、4 月 6 日から８月 15 日まで産卵した。2005 年１月の生存成虫は 81 頭であった。

表3-1-2　異なる時期に卵放飼したサビマダラオオホソカタムシによるマツノマダラカミキリへの寄生（2002年、３反復）

放飼月日	マダラカミキリ被寄生率(%)（範囲）	
3月15日	74.6 (71.0-77.7)	ab*
4月15日	91.5 (85.7-100.0)	ab
5月1日	95.8 (87.5-100.0)	b
5月15日	85.1 (66.6-100.0)	b
5月31日	59.7 (55.5-66.6)	a
対照区	0 (羽化脱出96.3%)	

*異なるアルファベットの付いた処理区間に有意差あり（Tukey HSD, $P<0.05$）

表3-1-3　異なる時期の放飼卵から羽化したサビマダラオオホソカタムシ成虫の個体数（2002年、３反復）

放飼月日	丸太1本あたり羽化個体数（範囲）	
3月15日	22.3 (16-27)	a*
4月15日	30.7 (25-35)	a
5月1日	67.0 (63-70)	b
5月15日	23.0 (17-26)	a
5月31日	15.0 (13.18)	a
対照区	0	

*異なるアルファベットの付いた処理区間に有意差あり（Tukey HSD, $P<0.05$）

③ ホソカタムシ卵の放飼可能時期の把握

マダラカミキリ被寄生率は、３月 15 日から５月 15 日までに卵を放飼した区では 74.6％以上で差が無かったが、５月 31 日に卵を放飼した区では 59.7％で、５月１日と５月 15 日に放飼した区よりも低かった（表 3-1-2）。羽化したホソカタムシ成虫頭数は５月１日に放飼した区で非常に多かった（表 3-1-3）。５月 31 日放飼区ではマダラカミキリの羽化が始まったため、寄生率、羽化成虫数ともに少なかった。

図 3-1-2

④ つくば市における金網製カバーを用いた放飼試験

(1) ８月 15 日、９月１日、９月４日、９月 10 日、９月 15 日、10 月７日にホソカタムシ成虫が１頭ずつ捕獲された。９月 12 日と 10 月 4 日には、それぞれ２および３頭が捕集された（合計 11 頭）。10 月８日以降は捕獲されなかった。成虫は金網製カバーのエキスパンドメタルの網目を通りぬけて脱出可能であることが確認された。

(2) 金網製カバー内のマツ丸太中のマダラカミキリに寄生して発育したホソカタムシ成虫は、１カバー当たり約 40 頭がカバー外へ脱出した。脱出開始は８月 25 日で、もっとも遅いものは 11 月６日であった（表 3-1-4）。つくば市ではホソカタムシは８月中・下旬に移動分散を開始し、翌４月には餌となるカミキリムシ類の生息する樹木で産卵を開始することが示唆された。

(3) ２個の金網製カバーからホソカタムシ成虫 15 頭および 20 頭が８月 11 日から８月 26 日にかけて脱出した。上翅長の平均は 6.5mm（範囲 4.2～7.5mm）で、通常の大きさの成虫であった。１個の金網製カバーからはホソカタムシ成虫は脱出しなかった。マツ枯死木を保管した金網製カバーには 12 月時点で破れ目などは全く無く、使用に耐え得ると判断された。

表3-1-4　2003年に卵を接種した丸太から羽化したサビマダラオオホソカタムシ成虫の天敵保全箱からの脱出状況

No.	保全箱外への脱出期間	脱出数	最多脱出日・個体数
A	9月2日-11月6日	41	9月2日-3日・各5頭
B	8月30日-10月19日	34	9月2日-11日・各5頭
C	8月25日-10月23日	33	9月2日-3日・各5頭

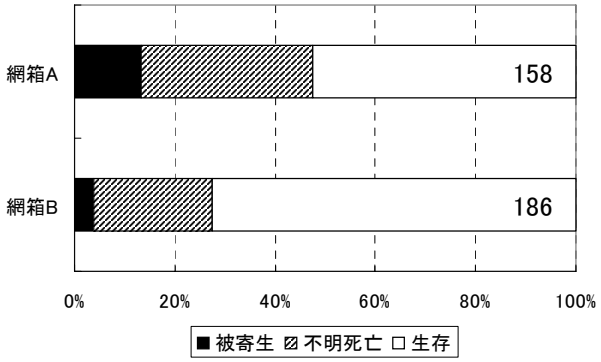

図 3-1-2　2つの金網製カバー（網箱A、B）を用いたサビマダラオオホソカタムシ卵放飼試験における供試木材内でのマツノマダラカミキリ各死亡要因の占める割合. グラフ上の数字は各網箱におけるマツノマダラカミキリ合計個体数を示す.

⑤ 関西支所における金網製カバーを用いた野外放飼試験

放飼試験の結果を図 3-1-2 に示す。Ａではホソカタムシの寄生を受けたマダラカミキリは 21 頭、原因不明死亡個体 54 頭に対し、生存（羽化脱出）個体が 83 頭確認され、寄生率 13.3％、死亡率 47.5％であった。一方Ｂでは、寄生を受けたマダラカミキリは７頭、原因不明死亡個体 44 頭に対し、生存（羽化脱出）個体が 135 頭確認され、寄生率 3.8％、死亡率 27.4％と低かった。Ａの供試木内で採集したホソカタムシの内訳は、寄主蛹室内での生存繭１、死亡繭 20、蛹室内の生存成虫８、死亡成虫２、樹皮表面の生存成虫１であった。一方Ｂの供試木ではホソカタムシの脱出孔５と、寄主蛹室内の死亡繭４が確認され、ホソカタムシ脱出調査用の袋には、８月４日および９月 20 日にホソカタムシ成虫各１頭の脱出が確認された。また８月 26 日にはオオコクヌスト成虫の脱出が確認された。網箱内の寄生率および死亡率が低かったのは、卵放飼の方法に問題があった可能性がある。

⑥ 岡山県内における金網製カバーを用いた野外放飼試験

放飼試験の結果を図 3-1-3 に示す。放飼区ではホソカタムシの寄生を受けたマダラカミキリは 56 頭、原因不明死亡個体 17 頭に対し、生存（羽化脱出）個体が 74 頭確認され、寄生率 38.1％、死亡率 49.7％と、上記試験⑤の関西支所における試験の効果を上回った。一方対照区では、寄生を受けたマダラカミキリは６頭、原因不明死亡個体 31 頭に対し、生存（羽化脱出）個体が 53 頭確認され、寄生率 6.7％、死亡率 41.1％であった。対照区における寄生は土着個体によるものと考えられる。ホソカタムシ脱出調査用の袋には、８月 24 日から 10 月５日にかけて成虫 14 頭の脱出が確認された。

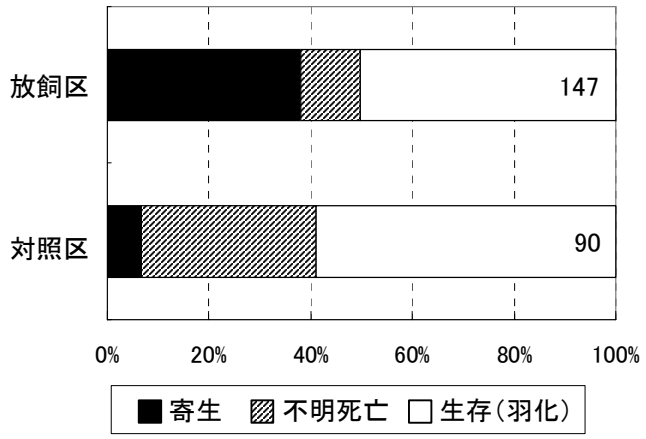

図 3-1-3　岡山県における2つの金網製カバーを用いたサビマダラオオホソカタムシ卵放飼試験における供試木材内でのマツノマダラカミキリ各死亡要因の占める割合. グラフ上の数字は各網箱におけるマツノマダラカミキリ合計個体数を示す.

エ 考察

野外網室内でのホソカタムシの産卵経過は、第１章６「性成熟に対する日長・気温の影響」で示した室温、自然日長個体群とほぼ一致していた。ホソカタムシ卵の放飼可能時期の把握（表 3-1-2、3-1-3）において、寄生率は３月 15 日から５月 15 日までの放飼区間で差がなかったが、成虫羽化数は５月１日放飼区が他より多かった。このことから、卵放飼による寄生は３月中旬でも可能であるが、５月上旬がより適していると考えられた。網室内での金網製カバーを用いた放飼試験（表 3-1-4）では比較的多くの成虫の脱出が確認されたが、岡山県の野外で行った試験では、寄生されたマダラカミキリの数に比べてホソカタムシ脱出成虫数は少なかった。野外では丸太から脱出した成虫がカバー内に留まっていたか、丸太内での寄主摂食以降の死亡率が高くなった可能性がある。

オ 今後の問題点

林内においては金網製カバー内に積み重ねた丸太表面の湿度が非常に高くなり、放飼卵の孵化率の低下、および孵化幼虫の分散行動が阻害されるおそれがある。したがってこれを回避できるような放飼法を考案する必要がある。

カ 要約

ホソカタムシ成虫の出入りは可能であるがマダラカミキリ成虫を逃がさずにマツ枯死木を保存する天敵保全箱（金網製カバー）を開発した。野外でマダラカミキリ穿入丸太を金網製カバー内に収納しホソカタムシを卵放飼した試験では、丸太内のマダラカミキリに対する寄生が認められるとともに、エキスパンドメタル部分を通過して脱出するホソカタムシ成虫を捕獲できたことから、金網製カバーを用いたホソカタムシの増殖および成虫の分散が可能であることが明らかになった。

（小倉信夫・浦野忠久）

２．天敵保全箱からのサビマダラオオホソカタムシの分散試験

ア　研究目的

天敵保全箱（金網製カバー）で増殖したサビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）成虫の野外における分散を明らかにするため、金網製カバーを用いてホソカタムシの林内定着をはかる場合の、カバーからの成虫の分散状況および周囲の枯死木からの成虫のカバー内への集合状況に関する試験を、関西支所構内の野外網室内（６ｍ×６ｍ×高さ２ｍ）で行った。この試験は、野外でホソカタムシの寄生した丸太を金網製カバーに入れて放置した場合の、春期（越冬後）における成虫のカバー外への分散、および秋期（羽化時期）にマツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）の穿入丸太を金網製カバーに入れてホソカタムシの生息する林内に置いた場合のカバー内丸太への成虫の誘引、の２つを明らかにするために行った。なお、前述の金網製カバーは網室内で用いるには大きすぎるので、ほぼ同じ機能を有する小型の網箱を作製し、実験に用いた。

ホソカタムシは成虫に加えて１齢幼虫も移動能力を持つステージであるが、マツ樹幹上以外（林床など）の場所での分散能力については知られていない。１齢幼虫が林床である程度の移動分散能力を持つことが明らかになれば、ホソカタムシ卵を林内に直接放飼して駆除残し枝等に穿入するマダラカミキリに寄生させることが可能となる。そこで上記の網室を用いて１齢幼虫の林床での放飼を模した試験を行った。

イ 研究方法

① ホソカタムシ成虫春期分散試験

2005 年７～８月に羽化したホソカタムシ成虫 100 頭にペイントマーカーで印を付け、長さ 30cm、直径 10cm 内外のアカマツ丸太の内部をくりぬき、脱出用の穴をドリルで空けたもの４本に 25 頭ずつ入れた。2006 年３月９日、これを網室の中央に置き、金網製カバーを模した小型網箱（縦 50cm×横 45cm×高さ 35cm、木枠で側面はナイロン網、上面はホソカタムシ成虫の通過可能な金網）をかぶせた。網室の北東と南西の隅にはマダラカミキリの穿入したアカマツ丸太（長さ１ｍ）を５本ずつ置き、北西と南東の隅には伐倒後約３年経過したヒノキ丸太（長さ１ｍ）を５本ずつ置いた。５月 25 日まで２～６日おきに網室内を調べ、ホソカタムシの分散状況を調査した。なおアカマツ丸太は４月 26 日に剥皮し、樹皮下に潜り込んだホソカタムシ成虫の数を調べた。採集した成虫は再び網室内に放し、新たなアカマツ丸太 10 本を網室内に設置し、これらは５月 25 日に剥皮した。５月 15 日に網室南東隅のヒノキと北西隅のヒノキを交換し、ホソカタムシ成虫の丸太間移動が生じるかどうかを調べた。網室の北東隅にデータロガーを設置し、網室内の気温を計測した。

② ホソカタムシ成虫秋期分散試験

2006 年７～８月羽化のホソカタムシ成虫 100 頭を個体識別できるようにマーキングし、試験①と同様に長さ 30cm の丸太４本に入れた。網室中央に試験①と同じ作りで長さ 120cm×幅 50cm×高さ 50cm の網箱２器を並べて置き、一方の網箱には 2006 年７月、マダラカミキリ成虫に強制産卵させ、幼虫の穿入している長さ１ｍのアカマツ丸太８本を、もう一方には 2005 年に枯死後マダラカミキリの穿入を受け、2006 年夏に成虫が脱出し終えた古いアカマツ丸太（長さ１ｍ）８本を入れた。2006 年９月４日 15 時、網室の４隅に高さ１ｍの台を置き、この上にホソカタムシ幼虫の入った丸太を１本ずつ置いた。設置当日の夕方から 11 月 30 日まで週に１～４回、朝９時台と日没後（17 時から 19 時台）に網室内

を調べてホソカタムシ成虫の分散状況を調査した。網箱内の丸太は９月 19 日と 10 月３日に半数ずつ剥皮し、樹皮下に潜り込んだホソカタムシ成虫の数を調べた。剥皮後の丸太はそのまま網箱に戻し、12 月中旬に割材して材内に潜り込んだホソカタムシ成虫の数を調べた。

③ 野外網室内孵化幼虫分散試験

関西支所構内の野外網室（６ｍ×６ｍ×高さ２ｍ）の４隅に 2005 年秋に関西支所構内で枯死、マダラカミキリの穿入したアカマツ丸太（長さ１ｍ）を５本ずつ、計 20 本置いた。網室の地面を４区画に分け、各区画を(a）土石のみの状態、(b)土石の上にアカマツ落葉を散布、(c)雑草が生えた状態、(d)雑草＋アカマツ落葉散布、とした。2006 年５月 25 日から６月９日にかけて、ホソカタムシ卵 25,750 個体から恒温器内（25℃）で孵化した幼虫を網室の中央に放飼した。放飼幼虫は(a)～(d)のいずれかの区画を通過して網室隅の丸太に到達するようにした。その後丸太は網室内に放置し、７月 27, 28 日に剥皮、割材してマダラカミキリに対する寄生状況を調査した。

ウ 結果

① ホソカタムシ成虫春季分散試験

網室内に放飼したホソカタムシ成虫が確認された場所と個体数の変化を図 3-2-1 に示した。2006 年３月９日に成虫の入った放飼用丸太を網室中央に設置してから４月 10 日まで、90 頭以上が放飼用丸太内と表面、およびその周囲に見られた。その後放飼用丸太周辺で見られる成虫は徐々に減少し、４月 24 日には 72 頭となったが、それ以外の場所では確認されなかった。５月に入ると網室中央に留まる成虫数はさらに減少し、網室４隅の丸太上で見られる成虫数が増加した。この間の気温変化と比べてみると、４月終わりから５月初めにかけてかなりの温度上昇が認められた。分散した成虫はアカマツよりヒノキ丸太上に多く集まる傾向があった。５月 25 日には放飼用丸太付近の成虫数は８頭まで減少した。網室隅に設置した供試丸太を剥皮して採集されたホソカタムシの個体数を表 3-2-1 に示す。４月 26 日に丸太を剥皮したところ、４本の樹皮下から合計 12 頭の成虫が採集された。この時期に網室中央から分散した成虫は樹皮下などの隙間に入り込む傾向が強いものと考えられた。５月 25 日に剥皮した結果、成虫 12 頭が採集されたが、このときはほとんどが樹皮表面から採集され、樹皮下で確認されたのは１頭のみであった。網室四隅の丸太表面に見られたホソカタムシ成虫の推移を図 3-2-2 に示した。５月 15 日に網室南東隅のヒノキと北西隅のヒノキを交換した結果、３日後はほとんど変化はなかったが、７日後には４カ所の丸太上個体数がほぼ同数になり、10 日後には再び南東側が最も多くなった。

表3-2-1 アカマツ丸太剥皮調査の結果採集されたサビマダラオオホソカタムシ成虫数

	4月26日	5月25日
北東アカマツ		
樹皮表面	0	5
樹皮下	12	0
南西アカマツ		
樹皮表面	0	6
樹皮下	0	1

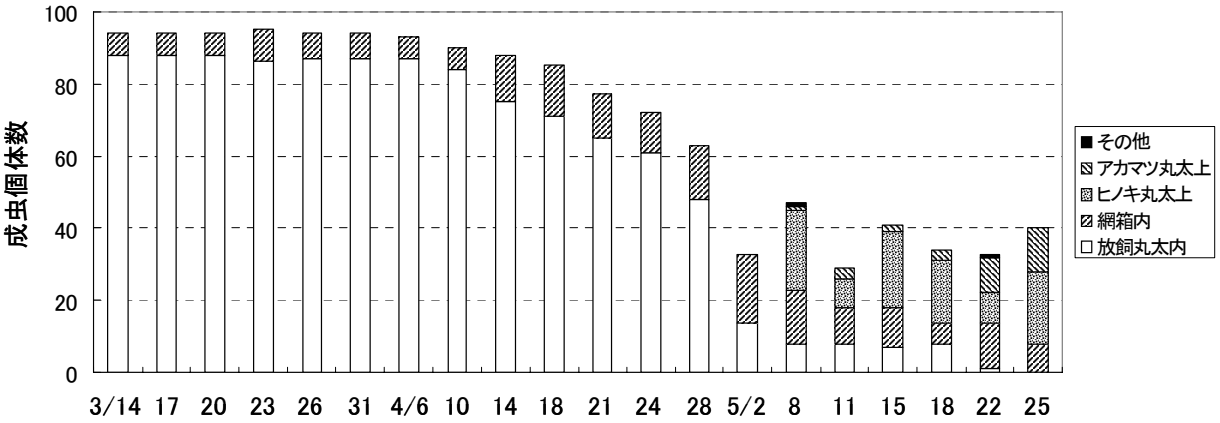

図3-2-1 網室内に放飼したサビマダラオオホソカタムシ成虫が確認された場所と個体数の変化（2006年）

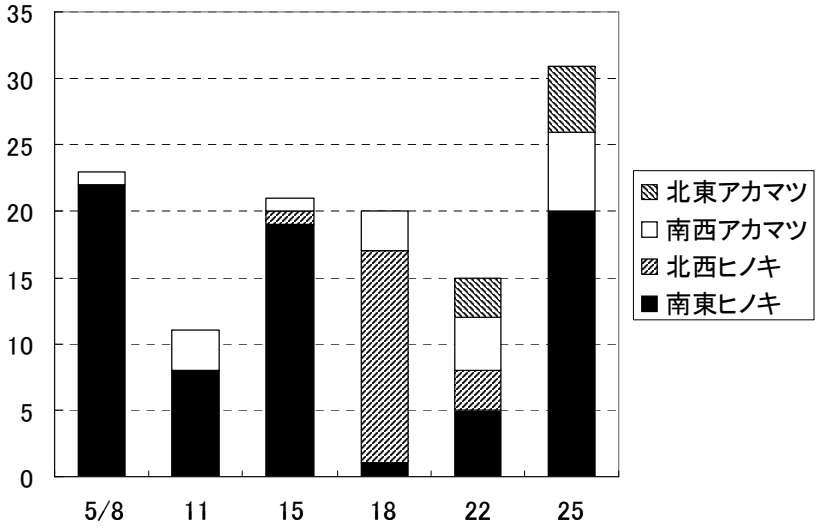

図3-2-2 網室四隅の丸太表面に見られたサビマダラオオホソカタムシ成虫の推移(2006年)．5月15日に南東ヒノキと北西ヒノキを交換した.

② ホソカタムシ成虫秋季分散試験

網室内に放飼したホソカタムシ成虫が確認された場所と個体数の変化を図 3-2-3 に示す。2006 年 9 月 4 日に網室四隅に設置した放飼用丸太（成虫 100 頭入り）を観察したところ、当日日没後の 18:45 頃から成虫が丸太上にほぼ一斉に出現し始め、19:00 頃に一部の個体は飛翔するのが見られた。成虫の動きは活発で、19:15 に丸太内部を確認したところ、残存成虫は８頭のみであった。開始後４日間にわたって網室内で 20～30 頭台の成虫が確認されたが、その後は徐々に減少した。朝よりは日没後の観察で確認される成虫数の方が多かった。10 月中旬までは成虫はほぼ網室の側面および上面のみで確認されたが、その後は網室中央に設置した網箱内の丸太表面で確認された。網箱内で見られた成虫は最大で 10 頭であったが、マダラカミキリ幼虫の穿入した丸太より古い丸太の表面で多く確認された。図 3-2-4 には網室内の側面および上面を１m四方のブロックに区切り、調査期間中に各ブロックで観

察されたホソカタムシ成虫ののべ個体数を示した。成虫は網室の東側側面、とくに南東隅で多く確認されており、この傾向は春の試験と一致した。 9 月 19 日および 10 月 3 日の剥皮調査では、樹皮下から成虫は採集されなかった。12 月の割材で材内から採集された成虫は 1 頭のみであった。網室内における移動距離による個体数の分布を図 3-2-5 に示した。移動距離は調査期間中に各個体が確認された網室上の位置間の直線距離を合計した数値である。放飼後確認された 84 個体の移動距離の平均は 11.5 m、最も多く移動した個体は 36.9mであった。

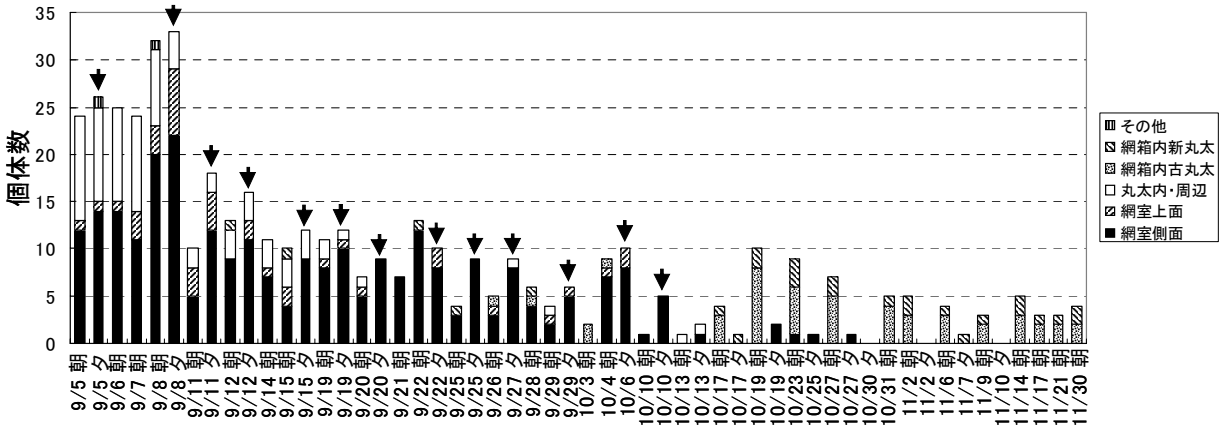

図3-2-3 網室内に放飼したサビマダラオオホソカタムシ成虫が確認された場所と個体数の変化（2006年）. 矢印は成虫がおもに網室側面で観察された時期における夕方の調査記録を示す.

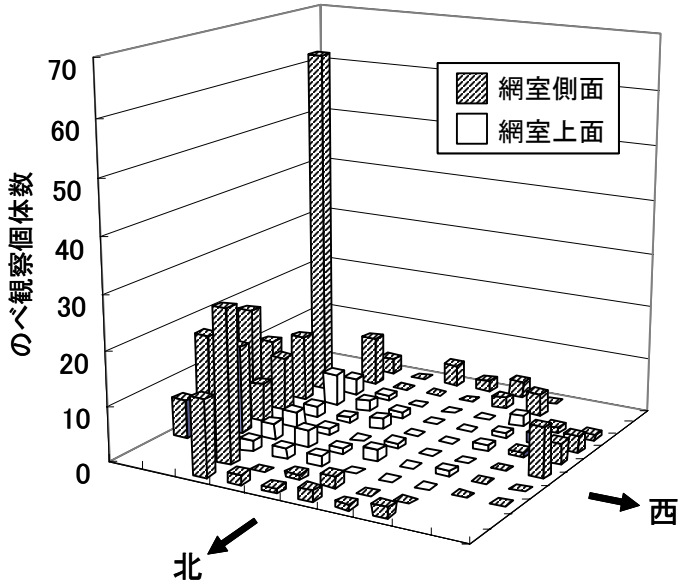

図3-2-4 調査期間中に網室内の側面および上面の各ブロック（1m四方）で観察されたサビマダラオオホソカタムシ成虫ののべ個体数.

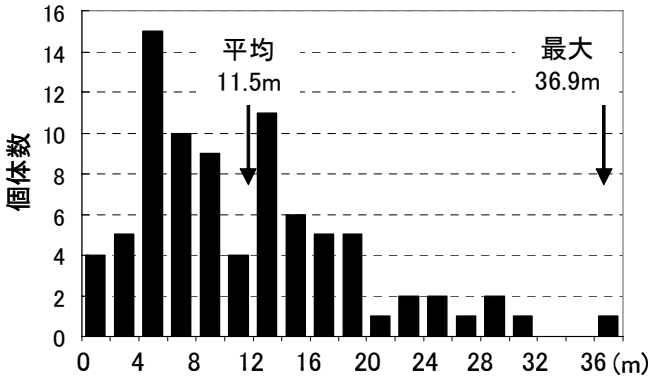

図3-2-5 網室内における
サビマダラオオホソカタムシ
移動距離による個体数の
分布（n=84）

③ 野外網室内孵化幼虫分散試験

20 本のアカマツ丸太を剥皮した結果、マダラカミキリ脱出孔 207、蛹室内生存幼虫１，菌類による死亡個体３，原因不明の死亡個体 15 が認められた。ホソカタムシによる明らかな寄生は認められなかった。この結果、網室中央に放飼したホソカタムシ孵化幼虫が地上を移動して約 4.2m（網室中央から四隅までの距離）離れたマツ丸太に到達し、材内のマダラカミキリに寄生した可能性はきわめて低いものと考えられた。アリによる孵化幼虫の摂食が観察されたが、頻度は高くなかった。

エ 考察

春季分散試験においては、５月に入って網室４隅の丸太上で見られる成虫数が増加したが、４月終わりから５月初めにかけてかなりの温度上昇が認められ、これが成虫の活発化につながったものと考えられた。また、成虫はおよびマダラカミキリの穿入したマツ丸太に誘引される傾向はないものと考えられた。網室内の丸太入れ替え試験（表 3-2-1）における成虫数の推移から、ホソカタムシ成虫は北西から南東のヒノキへ直接移動したというより、網室の側面をアカマツ丸太を中継点にしながらゆっくり移動したものと推定される。したがって網室内でホソカタムシ成虫の移動は飛翔によることは少なく、主に歩行による緩慢なものであった可能性が高い。

秋季分散試験の結果からは、野外で秋期に分散した成虫は薄暮活動性を示すこと、10 月中旬までは比較的活発な動きを示すが、その後は枯死木樹幹等に留まる傾向があること、春季試験と同じくマダラカミキリの穿入丸太に誘引される傾向が低いことが考えられた。春、秋いずれの試験においてもホソカタムシ成虫は網室の南東方向に多く集まる傾向があった。これは網室の設置場所が東と南方向が開けて明るかったために、明るさあるいは温度に対する走性が働いたためと推測された。

オ 今後の問題点

網室内孵化幼虫分散試験ではホソカタムシ幼虫の供試丸太への移動を確認できなかったが、放飼地点と供試丸太の距離を今回より縮めた場合にどうなるかを確認するための試験を行う必要がある。

カ 要約

天敵保全箱（金網製カバー）で増殖したサビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）成虫の

野外における分散能力を明らかにするため、春と秋に野外網室内で成虫の分散試験を行った。春季分散試験では、４月終わりから５月初めにかけて気温の上昇とともに成虫の行動が活発化し、分散が開始されることが明らかになった。秋季分散試験では、成虫は薄暮活動性を示すことと、10 月中旬までは比較的活発な動きを示すが、その後は枯死木樹幹等に留まる傾向があることが明らかになった。いずれの試験においてもホソカタムシ成虫は網室内のマダラカミキリが穿入したマツ枯死丸太に集合する傾向は示さなかった。網室内孵化幼虫分散試験の結果、孵化幼虫が林床を移動する能力は低いことが推定された。

（浦野忠久）

３．微害林分におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリ発生状況の調査

ア　研究目的

マツ材線虫病被害がマツノマダラカミキリの天敵の働きのみで十分に抑制された例はない。サビマダラオオホソカタムシについても、マツノマダラカミキリに対する防除効果は従来の防除手法に代えられるほどに強力なものではないと考えられる。このことを前提とするなら、材線虫病対策としてのホソカタムシの利用は、従来の防除手法により材線虫病の発生が抑制された、あるいはすでにほとんど被害が発生しなくなった状況下で低密度なマツノマダラカミキリを発見、駆除させるような形とするのが現実的である。材線虫病の防除が実施されているマツ林でホソカタムシを利用しようとすると、予防散布薬剤のホソカタムシへの直接影響や枯損木伐倒駆除の結果生じるホソカタムシの生息場所や餌資源（枯損木に生息する穿孔虫類）の消失が問題となる。ここで、防除により被害が十分に抑制されたマツ林で予防散布や伐倒駆除を停止できるなら、ホソカタムシの利用には好都合であろう。さらに、放飼したホソカタムシがマツ林内の枯損木を利用して個体群を維持し、持続的に駆除効果を発揮できるようになれば理想的である。

そこでここでは、防除により材線虫病の発生が抑制されたマツ林について、実際の被害発生状況やマツノマダラカミキリの飛来状況を調査することで、防除停止してもマツ林が維持できる状態に達しているのかどうかを検証した。また、材線虫病の発生が抑制されたマツ林における枯損木の時間・空間的な発生パターンを解析し、ホソカタムシの定着、個体群維持の条件について検討した。

イ　研究方法

佐賀県虹の松原および鹿児島県川内海岸林において、 2002 年から 2005 年にかけて枯損木探査を実施し、発生箇所の測位と枯損木からのマツノザイセンチュウの検出を行った。虹の松原については、佐賀森林管理署による松くい虫被害木調査の結果も援用した。両マツ林の周辺地域で、主に車窓からの観察による材線虫病被害発生状況調査を行った。

川内海岸林の５地点に生け捕り式の誘引捕獲器（中村・曽根、2004；中村ら、1999）を設置し、マダラカミキリの捕獲消長と線虫保持状況を調査した。

調査期間中、十分に材線虫病被害の発生が抑制されていた虹の松原について、各年に発生したマツ枯損木（被圧枯死木等を含む）の最近接個体間距離を測定、解析した。解析には、ホソカタムシやその餌となる昆虫の活動時期である夏～秋に発生した枯損木のデータのみを使用した。2002 年のデータは測位情報に不備があったので対象外とした。さらに、ある年に発生した枯損木で生育したホソカタムシやその餌昆虫は翌年に発生する枯損木を利用するという想定の下、2003 年と 2004 年に確認した枯損木については、翌年発生した枯損木との間で最近接個体間距離を測定、解析した。

ウ　結果

①虹の松原、川内海岸林における枯損木発生状況

2002 年から 2003 年に行った周辺地域の調査により、虹の松原の南側 1km にある鏡山（標高 284m）を除き、両マツ林とも周辺数キロの範囲にまとまったマツ林はなく、ほぼ材線虫病の感染源から隔離された状態にあった。ただし、道路のり面のマツ若齢木などに小規模な感染源が散在していた[1)]。川内海岸林では、域内に小規模な未処理の枯損木集団が見られることがあった。

表 3-3-1　虹の松原で調査された枯損木の外観による区分

枯損木区分	発生年			
	2002年	2003年	2004年	2005年
春枯損				
優勢木	4	2	38	5
劣勢木	4	24	119	5
計	8	26	157	10
夏－秋枯損				
優勢木	23	25	21	43
劣勢木	15	63	38	45
計	38	88	59	88
その他 *	3	13	79	10
合計	49	127	295	108

* 風害折損木、前年確認漏れ枯損木など。

虹の松原での枯損木探査により、2002 年に 49 本、2003 年に 127 本、2004 年に 295 本、2005 年に 108 本の枯損木を確認した（表 3-3-1）。ただし、これらの確認数には風害折損木や調査前年以前の確認漏れ枯損木などが含まれる。また、2002 年は虹の松原全域を調査対象としていなかったため確認数が少なく、2004 年は初夏にも集中的な枯損木探査を実施したため春枯損木の確認数が他の年より多くなった。マツノマダラカミキリやその天敵昆虫が主に利用する夏～秋発生の枯損木数は調査期間を通じ 38～88 本であった。枯損木からのマツノザイセンチュウ検出確認数は年あたり３～６本と少なく、特に 2004 年には調査した全ての木について検出されなかった（表 3-3-2）。マツノザイセンチュウの検出されない枯損木の枯損原因は被圧や加齢による衰弱などと考えられた（中村、2004；2005）。

川内海岸林では、調査を開始した 2002 年には確認された枯損木は 123 本と多くなかったが、翌年には 350 本を越え、以後も増加傾向を示した。虹の松原とは異なり、枯損木の大半は優勢木で、調査した枯損木の多くからマツノザイセンチュウが検出された。

②川内海岸林におけるマツノマダラカミキリ誘引捕獲状況

川内海岸林において、シーズンを通して設置された 12～15 基の誘引器で捕獲された成虫の頭数は 16～58 頭と多くはなかったが（表 3-3-3）、この地域でマツノマダラカミキリが着実に発生ないし飛

表 3-3-2　虹の松原で外観から夏～秋枯損と判定された枯損木からのマツノザイセンチュウ検出状況

区分	発生年			
	2002年	2003年	2004年	2005年
確認枯損木数	38	88	59	88
検出調査木数	38	59	49	70
検出数	6	3	0	6

表 3-3-3　川内海岸林におけるマツノマダラカミキリ誘引捕獲消長とマツノザイセンチュウ保持状況

調査年	誘引器設置地点数	初捕獲日	最多捕獲日	最終捕獲日	捕獲頭数			線虫保持虫数	
					♂	♀	計	(%)	
2002	4	5月30日	9月16日	9月23日	29	7	36	13	(36.1)
2003	5	5月30日	6月26日	10月2日	10	6	16	6	(37.5)
2004	5	5月13日	9月6日	9月21日	13	5	18	2	(11.1)
2005*	5	6月7日	7月5日	10月18日	42	16	58	14	(24.1)

各地点３基のトラップを設置し、３～４日間隔で捕獲虫を回収して破砕、線虫抽出を行った。

＊ 鹿児島県林業試験場による調査。

来している状況が確認された。また、捕獲された成虫の 11%～38%がマツノザイセンチュウを保持していた（中村・佐藤、2004）。

③材線虫病被害が抑制されたマツ林での枯損木の分布

虹の松原に発生した夏～秋枯損木の最近接距離は、50～70m を平均値とする非正規的な分布を示した（図 3-3-1）。2003 年には最近接個体間距離の中央値は 30m であった。すなわち、枯損木の半数以上で 30m 以内に最近接個体が存在したことになる。しかしながら、2004 年、2005 年には最近接個体間距離の中央値は約 60m となった。2003 年および 2004 年に発生した枯損木から翌年発生した最近接枯損木までの距離はさらに遠くなり、中央値が 90m（2003～2004 年）および 75m（2004～2005 年）、平均では 107m（2003～2004 年）および 81m（2004～2005 年）となった。

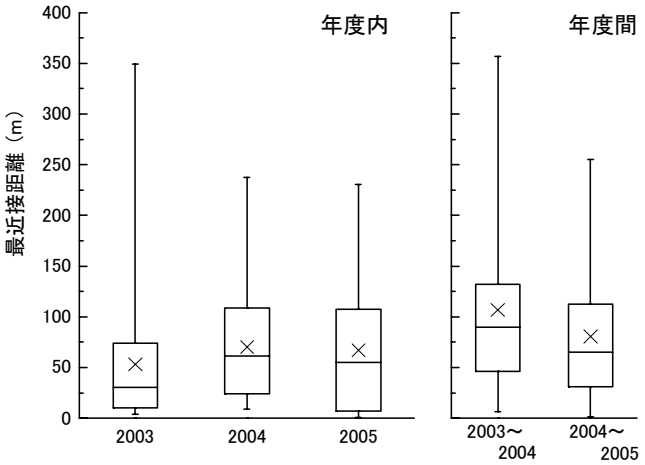

図 3-3-1　虹の松原で外観から夏～秋枯損と判定された枯損木間の最近接距離。ボックスは 25－50－75 パーセンタイル値、バーは最大－最小値を、×は平均値を示す。

エ　考察

①防除により被害発生が抑制されたマツ林で防除停止してもマツ林が維持できる可能性

虹の松原、川内海岸林とも、調査を開始した 2002 年の段階で、防除により被害が著しく減少したマツ林と認識されていた。両マツ林とも、過去の材線虫病被害により周辺のマツ林が崩壊し、そのために周囲には大きな脅威となるような感染源は存在しない状況にあった。

実際、虹の松原では、毎年発生する枯損木数は多くなく、しかもその大半は被圧や加齢など、材線虫病以外の原因で枯死したものと考えられた。したがって、虹の松原では材線虫病の発生が十分に抑制されており、被害は終息しつつあると判断された（中村、2004 ; 2005）。しかしながら、2004 年に一旦マツノザイセンチュウ検出木が消失したものの翌年には少数のマツノザイセンチュウ検出木が出現したという事実（表 3-3-2）は、虹の松原にマツノザイセンチュウをもったマツノマダラカミキリが低密度ながら飛来し続けていることを示唆する。このことは、十分に被害発生が抑制されている虹の松原でも、直ちに防除を停止できる条件にはないことを意味する。

川内海岸林では、毎年多くの優勢木が枯死し、それらからマツノザイセンチュウが普遍的に検出された。したがって、川内海岸林では材線虫病被害が十分に抑制されていたとは言えなかった。このような状況下でマツ林を維持しようとすれば、防除を停止できないのは自明である。一方、誘引捕獲調査によるマツノマダラカミキリの捕獲数は多くなかった。このことから、材線虫病被害を終息させるには、マツノマダラカミキリの誘引捕獲数をほぼゼロにする強度の防除が必要であると結論することができる。

材線虫病の発生が抑制され、周辺感染源からも一定程度の隔離が保たれていると考えられる虹の松原、川内市海岸林のいずれにおいても、現行の防除を停止できる状態にはないことが示された。西南日本のマツ林の多くがこれらのマツ林ほどはよく守られていないことを考えると、西南日本で防除停止してマツ林を維持できるような場所はほとんどないと言うことができる。したがって、マツ枯損被害低減へ向けた天敵昆虫の放飼、定着技術は、現行の防除手法と共存するものとせざるを得ないだろう。

②材線虫病被害が抑制されたマツ林での枯損木の分布

マツノマダラカミキリの天敵となる捕食性昆虫がマツ林内に定着して個体群を維持するにはマツノマダラカミキリ（あるいはその代替となる餌昆虫）の生息する枯損木が適当な密度で存在する必要がある。解析で得られた枯損木間距離は 30～60m（ある年に発生した枯損木で生育したマツノマダラカミキリおよび天敵が翌年に発生する枯損木を利用するという想定の下での解析では 75～90m）であったので、虹の松原レベルの枯損抑制状況下で天敵昆虫が個体群を維持するには半径 50～100m 程度の移動、探索能力が必要となる。対象とする天敵昆虫の移動分散能力が利用可能な最近接の枯損木までの距離より短いならば、繁殖源となる餌昆虫入りの枯損木を人為的に補充するなどして、定着を助ける必要があるだろう。

オ　今後の問題点

材線虫病防除を停止できる条件として、現状の虹の松原や川内海岸林よりも高い基準が必要であることが判明したが、この基準を具体的な数値で提示することができなかった。このような数値的な基準として、域内におけるマツノマダラカミキリの発生や域外からの飛来を反映する誘引捕獲データは

有望と考えられる。材線虫病被害状況と誘引捕獲数との関係についてさらにデータを蓄積する必要がある。

カ　要約

天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの利用される場面として防除により被害が抑制されたマツ林を想定し、ホソカタムシの生息に有利なように防除を停止することが可能かどうか、また、そのような場所での枯損木の発生状況はホソカタムシの定着を可能とするものであるかどうかを検討した。佐賀県虹の松原および鹿児島県川内海岸林での枯損木発生状況調査やマツノマダラカミキリの誘引捕獲調査から、材線虫病が終息しつつある虹の松原でもまだ防除停止できる状況にはないこと、被害発生が十分には抑制されていない川内海岸林でマツノマダラカミキリは少ないながらも確実に捕獲されることなどが明らかになった。これらのことから、西南日本のマツ林で防除を停止してもマツ林が維持できる可能性はほぼありえず、被害終息には誘引捕獲されるマツノマダラカミキリがほぼゼロになるような強度の防除が必要であると考えられた。被害発生が十分に抑制された虹の松原に発生する枯損木の最近接個体間距離の解析から、天敵昆虫がこのようなマツ林に定着するには半径 50～100m 程度の移動、探索能力が必要であることが示された。

キ　引用文献

中村克典（2004）材線虫病被害発生が抑制された海岸マツ林におけるクロマツの枯損動態、日本林学会誌学術講演集、115：729

中村克典（2005）佐賀県虹の松原におけるマツノザイセンチュウ根絶の可能性、森林総合研究所九州支所年報、17：39

中村克典、佐藤嘉一（2004）防除により被害発生の抑制された海岸マツ林におけるマツノマダラカミキリ成虫の活動状況とマツノザイセンチュウ保持状況、森林総合研究所九州支所年報、16：36

中村克典、曽根晃一（2004）捕獲虫の逃亡を抑制するためのマツノマダラカミキリ生け捕り用トラップの捕虫容器の改良、九州森林研究、57：110-112

中村克典、曽根晃一、大隈浩美（1999）サンケイ式昆虫誘引器を改良したマツノマダラカミキリ生け捕り用トラップ、日本応用動物昆虫学会誌、43：55-59

（中村克典）

４．サビマダラオオホソカタムシ放飼技術の現行防除体系への組み込み案

ア 研究目的

ここまでに示した試験調査の結果、サビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）の寄生、分散能力に関しては、マツ枯死木樹幹に直接放飼した場合は樹幹内のマツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリ）に対し高率の死亡をもたらすことができるが、飛翔はあまり行わず、分散能力は高くないことが明らかになった。移動分散能力の低さは、鞘翅目の捕食寄生者に共通した特徴である（Eggleton and Belshaw, 1993）。

マダラカミキリはマツの直接加害者ではなく病原体の運搬者であることから、単に増殖した天敵を林内放飼しても､それによるマダラカミキリの殺虫率は枯損被害の減少率とは必ずしも結びつかない。すなわちある林分内で 80%のマダラカミキリを防除できたとしても､生き残った 20%の個体が高い線虫伝搬能力を持っていれば翌年の被害は減少しないであろう。また当該林分が周囲の被害林からある程度隔離されていなければ、周囲から飛来したマダラカミキリによる被害が発生する。したがって天敵生物のみで被害を抑えるには、マダラカミキリをほぼ絶滅させるほどの捕食・寄生能力を持った生物が必要になる（吉田、2006）。しかしホソカタムシの土着地域である岡山県における最近 30 年間のマツ枯損被害量は、全国の被害量推移と比較してもとくに減少傾向にはない（岡山県松くい虫等森林病害虫防除連絡協議会、2007）ことから、土着個体群が上記のような能力を持つとは言い難い。したがってすでに枯損率の上昇し始めた林分において、単独で被害拡大をくい止めるような能力は期待できないため、予防薬剤散布のような現行防除法で被害が低レベルに抑えられている場所での利用法を考えるべきである。微害化林分に関する調査では、かなり徹底した防除が行われているマツ林においても、現行の予防散布が直ちに中止できる状態にはないことが明らかになった。このことからホソカタムシ放飼は現行の防除法と併用し、補完する形での利用が望ましい。本節ではホソカタムシ放飼と予防薬剤散布の併用の可能性について検討するとともに、マダラカミキリ防除体系の中でホソカタムシをどのように生かすべきかを考察する。

イ 研究方法

① 予防薬剤散布の行われているマツ林内でのホソカタムシ寄生率調査

2006 年放飼試験を行った岡山県笠岡市の試験地は､91ha のアカマツ林の中を南北に高圧線が通過しており、この高圧線の東側（面積で約 1/4）では 2002 年に予防散布を中止し、翌 2003 年から集団枯損が始まった。この区域の枯損率は 2006 年５月時点で 75%に達していた。高圧線の西側は現在も予防散布（空中散布）が行われており、低い枯損率を維持している。2006 年 11 月、薬剤散布区域において、2005 年に枯死したと思われるアカマツ３本を伐倒し、剥皮、割材してマダラカミキリの死亡状況とホソカタムシによる寄生の有無を調べた。

② ホソカタムシ放飼によるマダラカミキリ防除法の提案

ここまでの調査結果を総括して、微害化林分におけるホソカタムシの寄生、分散能力と放飼個体の定着の可能性について検討し、ホソカタムシ放飼技術を利用した具体的なマダラカミキリ防除法について考察する。

ウ 結果

① 予防薬剤散布の行われているマツ林内でのホソカタムシ寄生率調査

空散区域で採取したアカマツ枯死木３本の内１本では、ホソカタムシの寄生が確認された。寄生率は38.6%、マダラカミキリ死亡率は42.9%であった。この結果から薬剤の影響の及ぶ範囲でもホソカタムシは枯死木材内のマダラカミキリに寄生、発育可能であるものと推定された。しかしこの調査で供試木を採取した地点は散布区域の境界から数十m入った場所であり、周囲に枯死木が存在していた。それより奥の林内では枯死木は非常に少なく、これらの枯死木にはマダラカミキリの産卵痕がほとんど認められなかった。したがって今回の試験地のような、対象となるマツ林の周囲にホソカタムシが生存している場所では、周囲からの枯損木の連続的な発生に応じた形でホソカタムシが分布を広げているものと考えられた。また、ホソカタムシ放飼と薬剤散布の時期を比較すると、効果的な放飼時期が４月下旬～５月上旬であるのに対し、予防散布は通常５月下旬～６月上旬と、６月下旬～７月上旬の２回行われることが多い。ホソカタムシの羽化脱出は７月上旬あるいは中旬に始まると推定されるため、５月下旬～７月上旬は幼虫の発育～蛹の時期に相当し、この時期のホソカタムシは材内に存在するため、薬剤の影響を回避することが可能と考えられる。

② ホソカタムシ放飼によるマダラカミキリ防除法の提案

（微害化林分におけるホソカタムシの寄生、分散能力および定着の可能性に関する検討）

現行防除が行われている林分での枯損木の発生は、材線虫病によるものと、被圧枯死木や風害木の２つに分けられた。材線虫病被害木は集中分布し、またいわゆる履歴効果で同じ場所に数年発生が続くことが多い。一方微害化林分に発生する被圧枯死木や風害木は時空間的に分散する傾向が強いが、これらは線虫の発生源にはなりにくいので、防除の対象ではなくホソカタムシ個体群維持のための餌資源としてとらえる必要がある。ホソカタムシ成虫を枯死木に直接放飼することによって、越冬後蛹室内のマダラカミキリに48～85%の死亡をもたらすことが可能である。Togashi（1990）の作成した石川県における枯死木内のマダラカミキリ生命表では、卵から蛹室形成までの死亡率が 50～75%なので、これに上記の放飼死亡率を加えると卵から羽化までの死亡率は74～96%となり、吉田（2005）の「マダラカミキリの増殖率を１にするために必要な死亡率」93%に近づけることが可能である。したがって材線虫病被害木に対しては発生初期に成虫を直接放飼することにより、その後履歴効果で発生する周辺の枯死木に対しても効果を持続させることが期待できる。

微害林分におけるマツ枯損発生状況の調査の結果、虹の松原レベルの枯損抑制状況下で天敵昆虫が個体群を維持するには半径 50～100m 程度の移動、探索能力が必要であることが推定された。これに対して放飼したホソカタムシ成虫の分散能力を考えると、9月初旬～10 月中旬の網室内平均移動距離は11.5m、最大36.9mであった。ただしこれは調査期間中に網室内で各個体が確認された位置間の直線距離を合計した数値なので、実際の移動距離よりも過小評価になっている可能性が高い。また網室内での孵化幼虫放飼の結果からは、孵化幼虫の地上での分散能力は低く、立木間の分散はほぼ成虫に限定されることが想定される。加えてホソカタムシ成虫はマツ枯死木そのもの、および枯死木から発散する化学成分に誘引される性質を持たないものと考えられた。以上のことから、マツ林内で空間的に分散して発生する被圧木などに対しては、任意の場所に放飼した成虫に距離の離れた対象木を探索させることは困難と考えられ、天敵保全箱を用いて初期の餌資源を確保する必要がある。

微害化林分内で小規模に発生する枯死木でホソカタムシが世代を継続させ、個体群を維持すること

ができれば、少ない放飼回数で定着させることが可能である。しかし本課題で調査した滋賀県の試験地（ホソカタムシ未分布）における放飼個体定着に関して、その可能性を示すことはできたが明確ではなかった。また被圧木等は発生時期が一定しないためマダラカミキリの産卵対象とならないことが多い。ホソカタムシはマダラカミキリ以外の穿孔虫でも寄生、繁殖が可能であるが、サイズ等の関係から繁殖能力の高い成虫が得られる見込みは低い。したがって現時点では継続的な放飼が必要と考えられる。また、本課題では環境への影響を考慮していわゆる大量放飼は実施していないが、放飼頭数を増やすことによっても定着の確率を上げることは可能と考えられる。ホソカタムシの林内定着を検証するにはさらなる調査が必要である。

エ 考察

（サビマダラオオホソカタムシ放飼技術の現行防除体系への組み込み案）

ホソカタムシのマダラカミキリ防除体系への組み込み具体案のイメージを図 3-4-1 に示す。ホソカタムシの放飼は、予防散布等の現行防除が行われている微害化林分で行うものとする。林分内に低密度で発生する枯死木は通常伐倒駆除の対象となるが、この中からマダラカミキリの穿入しているものを選んで伐倒後天敵保全箱で覆い、４月下旬から５月中旬にかけてホソカタムシ（成虫あるいは卵）を放飼する。対象木の枯損原因が材線虫病ではなく被圧等である場合は、羽化したマダラカミキリが感染源とはなりにくいので、保全箱を使う必要はないと考えられる。翌年発生する枯死木に関しても同様の処理を行うが、保全箱には耐久性があるので、前年使用したものをそのまま使うことができる。この作業を数年間繰り返すことにより、ホソカタムシの林内生息密度を上昇させることができるであろう。ホソカタムシ成虫の移動能力を考えると、林内定着にはかなり時間のかかることが予想されるが、成虫は寿命が長く生涯産卵数も多いため（井上、1993；小倉、2000b）、枯死木に到達することができれば、自力で繁殖可能と考えられる。以上の手順でこれまで人力に頼っていた伐倒駆除のコストを軽減し、林内のマダラカミキリ発生数を抑えることが当面の目標となる。

図3-4-1 サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ防除体系への組み込み案

オ 今後の問題点

ここで示した手法は１つの防除案の段階であるため、今後は条件にあった試験地を設定した上での実証試験が必要である。ホソカタムシはカミキリムシ類に広く寄生する種であり、実際に中国でゴマダラカミキリの防除に使われたことから、マダラカミキリ以外にも果樹、緑化木および乾材の害虫として知られるカミキリムシの防除に利用できる可能性が高い。また、現在ホソカタムシのマツ林内における生息が確認されているのは岡山、広島、鳥取の３県のみであるため、他地域での採集が困難な場合は、農薬登録申請のための試験も必要となるであろう。

カ 要約

ここまでの調査結果を総括して、ホソカタムシ放飼と予防薬剤散布の併用の可能性および微害化林分におけるホソカタムシの寄生、分散能力と放飼個体の定着の可能性について検討した。岡山県の薬剤空中散布が行われている林内において実際にホソカタムシの寄生が確認されたこと、および空散実施時期とホソカタムシ成虫出現時期のずれから、放飼と薬剤散布は可能と考えられた。ホソカタムシを被害木上に直接放飼した場合は高い寄生率が期待できるが、分散能力の低さから任意の場所に放飼した個体を定着させることは困難と考えられた。そこで伐倒駆除のコストを軽減し、林内のマダラカミキリ発生数を抑えるために、林分内で発生する枯死木と天敵保全箱を利用して林内で確実なホソカタムシの増殖を行い、この作業を数年間繰り返すことにより、ホソカタムシの林内生息密度を上昇させるという手法を提案した。

キ 引用文献

Eggleton, P., and Belshaw, R. (1993) Comparisons of dipteran, hymenopteran and coleopteran parasitoids: Provisional phylogenetic explanations. Biological Journal of Linnean Society, 48, 213-226.岡山県松くい虫等森林病害虫防除連絡協議会 (2007) 松くい虫被害状況および被害対策について．岡山県林政課ホームページ (http://www.pref.okayama.jp/norin/rinsei/rinsei.html).

Togashi, K. (1990) Life table for *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) within dead trees of *Pinus thunbergii*. Jpn. J. Ent., 58, 217-230.

吉田成章（2005）マツ材線虫病の防除にあたって必要な防除率の提案．森林防疫、54、111-115.

吉田成章 (2006) 研究者が取り組んだマツ枯れ防除－マツ材線虫病防除戦略の提案とその適用事例－．日林誌、88、422-428.

（浦野忠久・中村克典）

「交付金プロジェクト」は、平成１３年度に森林総合研究所が独立行政法人となるにあたり、これまで推進してきた農林水産技術会議によるプロジェクト研究（特別研究など）の一部、および森林総合研究所の経費による特別研究調査費（特定研究）を統合し、研究所の運営費交付金により運営する新たな行政ニーズへの対応、中期計画の推進、所の研究基盤高揚のためのプロジェクト研究として設立・運営するものである。

この冊子は、交付金プロジェクト研究の終了課題について、研究の成果を研究開発や、行政等の関係者に総合的且つ体系的に報告することにより、今後の研究と行政の連携協力に基づいた効率的施策推進等に資することを目的に、「森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集」として刊行するものである。

ISSN　1349-0605
森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果集 16
「サビマダラオオホソカタムシを利用したマツノマダラカミキリ防除技術の開発」
発　行　日　平成１９年　１２月　１日
編 集・発 行　独立行政法人　森林総合研究所
〒 305-8687 茨城県つくば市松の里１番地
電話. 029-873-3211 （代表）
印　刷　所　朝日印刷株式会社　つくば支社