

平成28年度

# 業 務 報 告

第28号

沖縄県森林資源研究センター

〒905-0012 沖縄県名護市字名護4605-5

TEL.0980-52-2091

FAX.0980-53-3305

# 目 次

## I 研究業務

南西諸島の環境・生物相に配慮した森林管理手法に関する研究	1
ー森林構造調査ー	企画管理班 新垣 拓也
多面的機能に配慮した海岸防風林の造成技術	3
	企画管理班 新垣 拓也・田口 司
デイゴヒメコバチ天敵防除技術に関する研究	5
ーデイゴヒメコバチ <i>Quadrastichus erythrinae</i> と天敵デイゴカタビロコバチ <i>Eurytoma erythrinae</i> の目合い別防虫ネットの通過可能性ー	育林・林産班 安田 慶次・清水 優子・喜友名 朝次
デイゴヒメコバチ天敵防除技術に関する研究	7
ーデイゴヒメコバチ <i>Quadrastichus erythrinae</i> と天敵デイゴカタビロコバチ <i>Eurytoma erythrinae</i> の虫こぶからの羽化脱出孔サイズの比較ー	育林・林産班 安田 慶次・清水 優子・喜友名 朝次
フクギの黄化衰退に関する研究	9
ーPCR産物のDNAシーケンスー	企画管理班 伊藤 俊輔
フクギの黄化衰退に関する研究	11
ーフクギファイトプラズマ媒介昆虫の探索 (V) ー	育林・林産班 清水 優子 企画管理班 伊藤 俊輔
松くい虫天敵増殖に関する研究	13
ークロサワオオホソカタムシ卵の簡易集計の検討 (I) ー	育林・林産班 喜友名 朝次
松くい虫天敵野外定着・密度維持法の研究	15
ーフタモンコメツキの誘引方法II ー	育林・林産班 喜友名 朝次
松くい虫天敵放飼技術に関する研究	17
ークロサワオオホソカタムシ産卵材の選抜ー	育林・林産班 喜友名 朝次
松くい虫天敵放飼技術に関する研究	19
ークロサワオオホソカタムシ孵化幼虫の移動距離ー	育林・林産班 清水 優子

松くい虫天敵放飼技術に関する研究	21
ークロサワオオホソカタムシ幼虫の移動能力ー	育林・林産班 清水 優子
松くい虫に強いリュウキュウマツ品種の選抜	23
ー伝統的な松並木の保全・再生に向けてー	育林・林産班 玉城 雅範
リュウキュウマツの遺伝的多様性と進化的位置の解明	25
ーリュウキュウマツ針葉のサンプリングー	育林・林産班 玉城 雅範
DNA解析によるフクギ雌雄判別技術の確立及び有用形質に関する遺伝的解析	27
ー果実と種子特性ー	育林・林産班 玉城 雅範
DNA解析によるフクギ雌雄判別技術の確立及び有用形質に関する遺伝的解析	29
ー性比についてー	育林・林産班 玉城 雅範
ニッケイの増殖及び優良個体の検討	31
ー成長フェノロジーー	育林・林産班 玉城 雅範
タンゲブの育苗栽培技術の開発	33
ー用土別播種試験ー	企画管理班 中村 智恵子
タンゲブの育苗栽培技術の開発	35
ー圃場栽培におけるタンゲブ苗の植付期別生長ー	企画管理班 中村 智恵子
ハウビカンジュの基礎的栽培方法に関する検討	37
ー遮光率による活着および新芽発生への影響調査ー	企画管理班 田口 司
アラゲキクラゲ栽培に関する研究	39
	企画管理班 伊藤 俊輔
オオシロアリタケ栽培に関する基礎研究	41
	企画管理班 伊藤 俊輔
	育林・林産班 喜友名 朝次
沖縄県産木材の水中貯木に関する研究	43
	育林・林産班 伊波 正和
リュウキュウマツの改質による高機能化に関する研究	45
ー難燃剤処理による燃焼性試験ー	育林・林産班 伊波 正和

沖縄県産木材を用いた沖縄そばマカイの開発研究 .....	47
育林・林産班	伊波 正和

## II 関連業務

松くい虫発生予察事業 .....	49
育林・林産班	清水 優子

樹木食葉性害虫3種の有望薬剤の探索 .....	51
育林・林産班	清水 優子



# 南西諸島の環境・生物相に配慮した森林管理手法に関する研究

—森林構造調査—

企画管理班 新垣 拓也

## 1. 目的

本研究課題では様々な施業履歴を持つ森林内で微気象観測を行うため、林内微気象環境変動調査サイトを設置し、継続観測を行った。しかしながら、時間の経過と共に各施業の影響や森林成長に加えて、台風等の自然インパクトが発生しており、これらの影響により、現在の林分構造及び植生構成、被度分布など、包括的な現状の把握が必要となった。そこで、林内微気象環境変動調査サイトにおいて詳細な林分・植生・被度分布・樹冠量などの地上植生に関する調査を実施した。

## 2. 研究方法

2009年に沖縄県国頭郡国頭村の森林地域において、施業方法や施業年度の異なる森林12カ所に林内微気象環境変動調査サイトを設置した。今回、これらの調査サイトの中から、皆伐施業を実施した6つのサイトを対象に森林の現況調査を実施した(図-1)。6サイトの造林樹種、施業年度を表-1に示す。これらの調査サイトに20m×20mの正方形の調査プロットを設定した(図-2)。プロット内の樹高1.2m以上のすべての立木・植生について、5×5mの小セル毎に樹種、胸高直径(cm)、樹高(m)、枝下高(m)を計測した。

## 3. 結果

調査を行った皆伐0、皆伐5、皆伐10、皆伐35、皆伐39、皆伐52の6サイトについて、基本的な林分構造を表-2に示した。

皆伐0、皆伐5、皆伐10は、皆伐施業後20年未満の林分である。皆伐0は林冠が閉じ始めており、造林樹種のイジュとホルトノキの樹高成長は全体平均より高かった。皆伐5はススキの繁茂が著しく、造林樹種のクヌギを始め、イタジイの萌芽木やエゴノキ等の在来樹種も被圧を受け、haあたりの立木本数、材積共に皆伐0よりも低い値となった。皆伐10は造林樹種であるイジュがha当たりの立木本数、材積共に全体の50%以上を占め、林冠を形成するまでに成長していた。皆伐35、皆伐39は共にリュウキュウマツ造林地であるが、皆伐35は松くい虫被害によりリュウキュウマツの衰退が起こり、多様な広葉樹が侵入していた。皆伐39は被害が少なく、平均胸高直径、材積共に皆伐35を大きく上回った。皆伐52は、施業後50年以上が経過した壮老齡林分の二次天然林として観測サイトに設定したが、台風による梢端枯れ、風倒木が多数発生した(平成24年、台風16号、17号)。そのため、光環境が劇的に変化し、下層部の立木本数が増加したことで、下層形成木の値が非常に大きくなった。

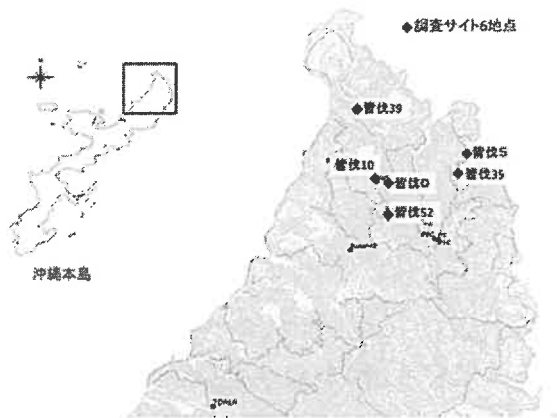


図-1 調査サイト位置図(6地点)

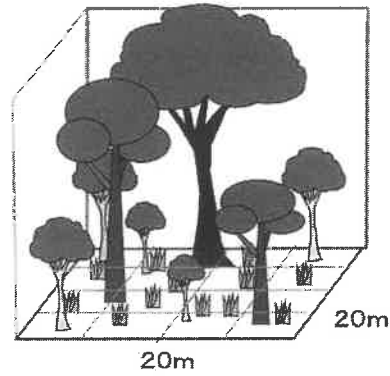


図-2 調査プロットイメージ

表-1 調査サイトの概要

調査プロット名	施業年度	施業種類	微気象観測開始時(平成22年)の経過年数	林分調査時(平成28年)の経過年数	造林樹種
皆伐0	平成22年	皆伐	0	6	ホルトノキ、クスノキ、センダン、イジュ
皆伐5	平成17年	皆伐	5	11	クスギ
皆伐10	平成12年	皆伐	10	16	イジュ
皆伐35	昭和50年	皆伐	35	41	リュウキュウマツ
皆伐39	昭和46年	皆伐	39	45	リュウキュウマツ
皆伐52	昭和33年	皆伐	52	58	不明:二次天然林化

表-2 各調査サイトの林分構造

プロット名	計測区分	平均樹高(m)	平均胸高直径(cm)	本数(/ha)	材積(m <sup>3</sup> /ha)
皆伐0	全立木	2.5	2.1	15625	53
	造林:イジュ	2.8	3.2	1425	3
	造林:ホルトノキ	3.3	3.5	2375	7
皆伐5	全立木	3.9	4.9	3800	23
	造林:クスギ	3.9	4.9	1500	10
皆伐10	全立木	7.5	9.7	3475	163
	造林:イジュ	11.2	8.2	1650	95
皆伐35	全立木	6.6	7.1	8575	264
	造林:リュウキュウマツ	20.2	12	625	121
皆伐39	全立木	9.4	13	1800	267
	造林:リュウキュウマツ	16.3	25.1	600	229
皆伐52	全立木	3	2.6	27225	338
	上層形成木	23.5	12.4	725	257
	中層形成木	4.6	4.5	7975	76
	下層形成木	1	2	18757	5

# 多面的機能に配慮した海岸防風林の造成技術

企画管理班 新垣 拓也・田口 司

## 1. 目的

沖縄県は四方を海に囲まれた島嶼環境下であり、台風や季節風等、強風の多い地域であるため、防風林は重要な設備である。しかしながら、沖縄県の各離島においては、石灰岩が滞積・隆起して生まれた島という環境であるため、海岸線付近では十分な土壌深度や土壌環境が確保できず、恒久的に防風機能を発揮できていない海岸防風林が多く見られる。そこで、海岸防風林を造成する際に、十分な土壌深度と土壌環境になるように盛土を行った箇所の防風林機能効果を確認するため、4種の防風林造成樹種について、植栽後2年1ヶ月の状況を調査した。

## 2. 研究方法

与那国島久部良地区の海岸防風林造成地に追跡調査プロットを設置し、平成27年2月2日～6日に植栽された樹種を供試木とした(図-1)。この造成区は保安林改良事業として、2区画(A・B区画)に高さ60cmの盛土を行い、クロヨナ、コバテイシ、モンパノキ、テリハボクの4種を1m×1m間隔で植栽している。植栽配置は図-2のとおりである。周囲は高さ1.8mの木製パネル式防風工により囲まれている。4樹種の、植栽後の生育について、平成27年2月23日、平成29年3月22日に樹高(cm)、地際径(mm)を計測した。なお、モンパノキは、枝が広く張った状態で枝葉が密に茂っており、樹木を損することなく地際径を計ることが困難であったため、計測を行わなかった。

## 3. 結果

A区画・B区画に植栽された4樹種について、2年1ヶ月後の生存率と樹高成長量および地際径肥大成長量を図-3に示した。区画別の樹種生存率は、A区画で61%、B区画で80%であり、樹種別ではA区画ではコバテイシが、B区画ではテリハボクが最も低くなった。しかしながら、いずれの種も50%以上の生存率を示している。枯死木は外周部に多く、これは台風により木製防風工が破損し、下敷きになった物や、修繕時に誤伐されたものも含まれており、情報の整理とその後捕植された個体の追跡調査が必要であると思われる。樹高成長量はA・B区画ともコバテイシ、モンパノキ、クロヨナ、テリハボクの順で大きくなっていった。モンパノキは平成27年に台風被害により幹折れが多発したが、現在は萌芽により再生し、樹高が高い値を示した。コバテイシ、クロヨナ、テリハボクの地際径もそれぞれ2cm以上の成長量を示した。



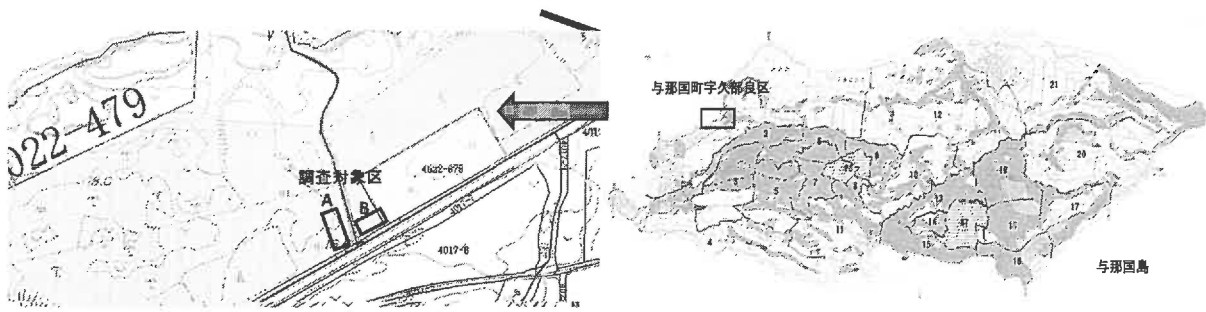


図-1 試験地位置図

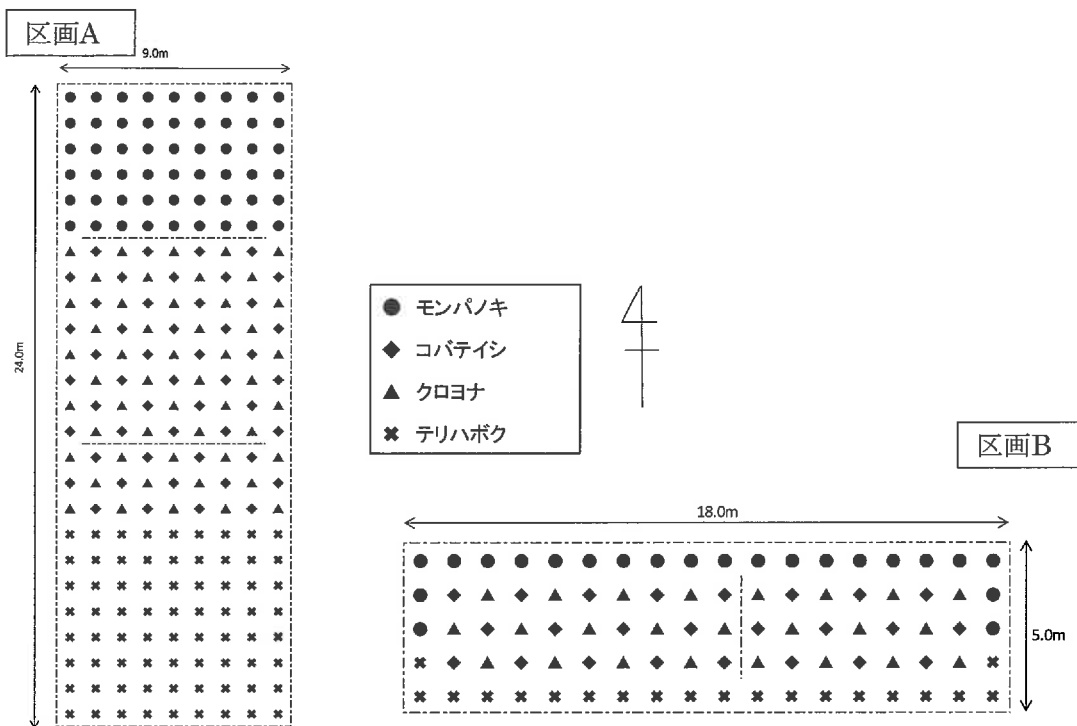


図-2 試験地の区画別の樹種配置図

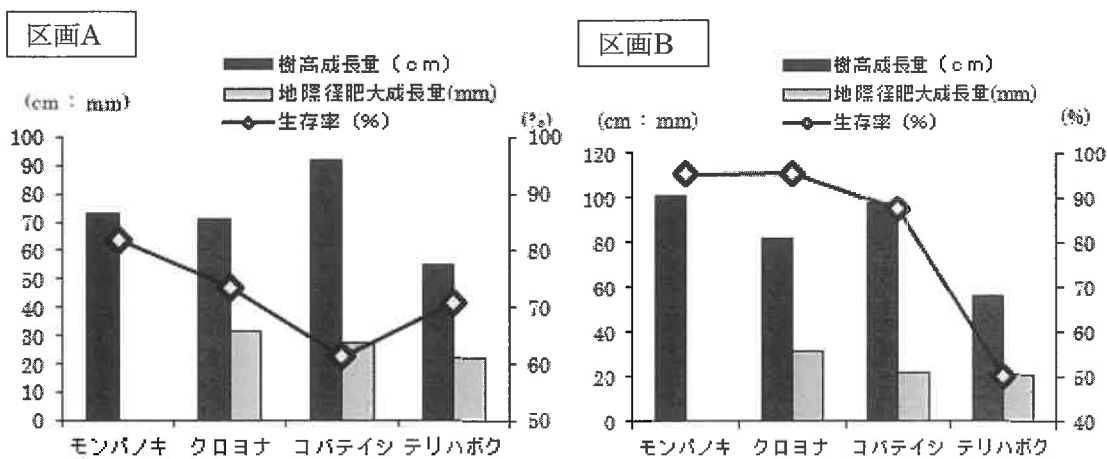


図-3 区画毎の植栽樹種別の樹高成長量 (cm)、地際径肥大成長量 (mm) と生存率 (%)

# デイゴカタビロコバチによる防除技術の開発研究

## —デイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* と天敵デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* の目合い別防虫ネットの通過可能性—

育林・林産班 安田 慶次・清水 優子・喜友名 朝次

### 1. はじめに

2005年5月に石垣島のデイゴに発生した虫こぶから羽化したコバチが、2004年に新種として記載されたデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* (以下 Qe) であると同定され、その後全県下に広がった。本種の侵入により、デイゴの開花率が顕著に低下し、樹勢の衰退が引き起こされた。沖縄県の県花であるデイゴを守るため、樹幹注入薬剤による防除方法が確立され、防除事業に活用されているところである。しかし、樹幹注入による防除は毎年施用する必要があることや、高価であるため、施用する本数が限られる。そのため、恒久的な対策として、ハワイで成功したアフリカ原産の天敵デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* (以下 Ee) を防除に用いるために、その飼育法や寄主に関する調査を行っているところである。

今回は、両種の増殖法の開発や防除効果の調査を室内および野外網室で行うため、増殖環境に適し、かつ、両種が通過しない最大目合いについて検討したので報告する。

### 2. 調査方法

#### 1) 成虫の頭幅の測定

沖縄県森林資源研究センターで室内飼育をした Qe と Ee の雌雄成虫各 30 頭の最大頭幅を測定した。測定はデジタル顕微鏡 (SONIC BS-D8000Ⅲ) を用い、0.001mm まで記録した。

#### 2) ネットの目合い別通過可能性試験

ネットにはポリエチレン+ポリプロピレン製 (ダイオ化成ダイオサンシャイン<sup>®</sup>) を供試した。目合いには 0.2、0.4、0.6、1.0mm を供試し、これに対照区として網を張らない区を設けた。各目合いのネットを透明のアクリル管 (長さ 12.5cm、内径 1.4cm) に張り、成虫を雌雄別に各 20 頭入れ、それをアクリル製昆虫飼育用容器 (幅 7.2cm x 7.2cm、高さ 20cm (連結時)、上部メッシュ付、図-1) に入れ、24 時間後にネットを通過した成虫を数えた (図-2)。

### 3. 結果

#### 1) 成虫の頭幅の測定

Qe と Ee の成虫の頭幅の測定結果を表-1 と図-3 に示す。頭幅は最小の Qe 雄の 0.220mm から最大の Ee 雌の 0.767mm の幅が認められた。Qe 雄の平均値は 0.310mm、雌は 0.382mm で雌が有意に大きかった ( $t$  検定、 $p = 8.71E-11$ )。Ee では雄の平均値は 0.527mm、雌は 0.566mm で雌が大きかったが、ばらつきが大きく有意差は認められず ( $t$  検定、 $p > 0.05$ )、雄で 0.369-0.717mm、雌で 0.406-0.767mm と個体間の差が大きかった。両種の頭幅はかなりの部分が重なったが、0.5mm を境にそれ以上はすべて Ee であった。

2) ネットの目合い別通過可能性試験

目合い別通過試験の結果を図-4に示す。Qeでは雌が0.4mmで一部の個体が通過したが、雄は通過しなかった。これは網目を積極的に通過しようとする行動は雌の方が強い可能性が示唆されたが、今後さらに詳しい調査が必要である。Eeは0.4mmを雌雄ともに通過できなかった。

両種の頭幅はかなりばらついたが、最小のQe雄でも0.220mmで、0.2mm目合いのネットを通過できないと考えられた。



図-1. 目合い別通過可能性試験のようす

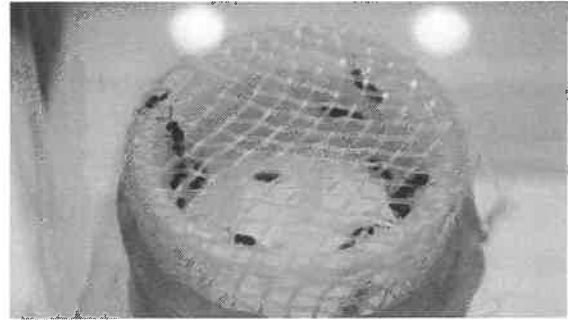


図-2. ネットを通過するデイゴカタビロコバチ

表-1. 成虫の頭幅(mm)の測定結果

n	Qe		Ee	
	雄	雌	雄	雌
30	30	30	30	30
平均値	0.310	0.382	0.527	0.566
標準偏差	0.032	0.038	0.082	0.075
最小値	0.220	0.290	0.369	0.406
最大値	0.353	0.453	0.717	0.767

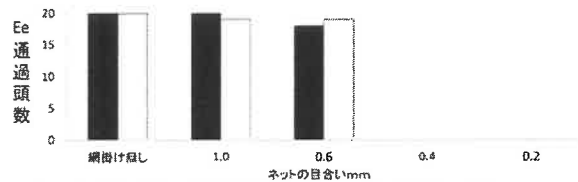
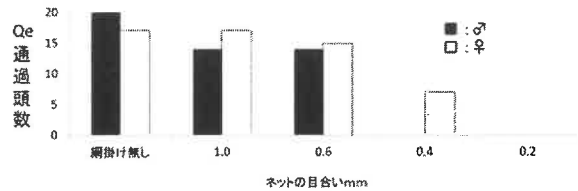


図-4. 放した20頭のうち24時間以内に各自合いのネットを張ったアクリル管を通過した頭数

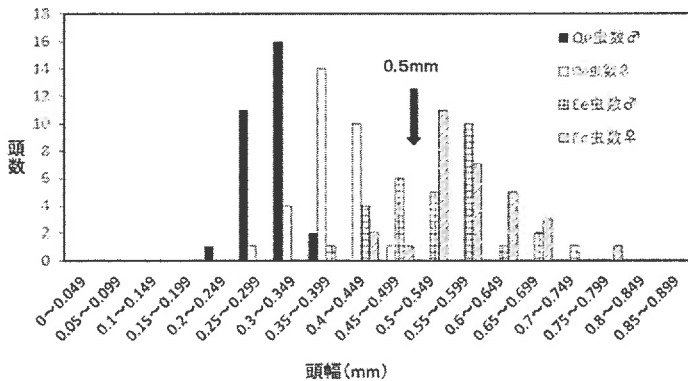


図-3. QeとEeの頭幅の頻度分布

# デイゴカタビロコバチによる防除技術の開発研究

## —デイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* と天敵デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* の虫こぶからの羽化脱出孔サイズの比較—

育林・林産班 安田 慶次・清水 優子・喜友名 朝次

### 1. はじめに

ハワイで成功例がある (Juliana and Renato, 2011) アフリカ原産の天敵デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* (以下 Ee) を用いた防除効果や環境影響のための寄主に関する調査を行っているところである。天敵 Ee の野外放飼後の定着を確認する方法として、成虫の採集や虫こぶの保管調査があるが、前者は虫が微小のため、低密度の場合、野外での発見は難しく、後者は多量の虫こぶを採集するため、多くの時間と労力を必要とする。そのため、虫こぶに形成される羽化脱出孔の大きさ、形状により、Ee 発生の有無が現場確認できれば、調査が容易となることから、両種の羽化脱出孔サイズの比較を行ったので報告する。

### 2. 調査方法

#### 1) 虫こぶ上の成虫脱出孔サイズの測定

室内飼育でデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* (以下 Qe) 及び Ee によって虫こぶ上に形成された羽化脱出孔の直径を種別に測定した。測定にはデジタル顕微鏡 (SONIC BS-D8000Ⅲ) を用いた。

#### 2) 成虫脱出孔の直径による Ee の有無確認の検討

前項の測定結果から直径 0.6mm 以上は Ee のみが形成すると推察されたことから (図-1)、Ee が存在しない野外の虫こぶ上に形成された脱出孔数と、その中で直径 0.6mm 以上の孔数を調べた。また、Ee と Qe が混ざる室内飼育の虫こぶ上の羽化脱出孔で同様な調査を行い、孔の直径による Ee の有無確認の可能性を検討した。なお、調査は先端部を調整した竹串を孔に差し込み、孔へ竹串が入るかどうかで判断した (図-2)

### 3. 結果

#### 1) 虫こぶ上の成虫脱出孔サイズの測定

虫こぶ上の成虫脱出孔の直径は、Qe の 0.204mm から Ee の 0.881mm (各雌雄不明) の幅が認められた (表-1)。両種の脱出孔サイズに重なりがあったが、0.6mm を境にそれ以上はすべて Ee であった。(図-3)

#### 2) 成虫脱出孔の直径による Ee の有無確認の検討

カタビロが存在しない野外の虫こぶ上の羽化脱出孔の直径は、調査した 237 個すべてが 0.6mm より小さかった (表-2)。両種が存在する室内飼育の虫こぶでは羽化脱出孔 201 個

中、直径 0.6mm より大きい孔が 13 個あり、それらは Ee が形成したと考えられた。また、その際の Ee の羽化虫数は 18 頭であったことから、直径 0.6mm 未満の脱出孔のうち 5 個は Ee の脱出孔と考えられた。

他にデイゴに孔を形成する昆虫として、キクイムシ類があるが、木質化した部分に孔を形成するだけで、虫こぶ上に孔を形成することはない。また若い茎にはオオエグリノメガ *Terastia subjectalis* が寄生するが、その脱出孔は 7mm 以上と大きく、明確に Qe、Ee の脱出孔とは区別ができる。これに加えて Ee の脱出孔は Qe の脱出孔と比較して深いため（安田未発表）、直径 0.6mm 以上の脱出孔をもつ虫こぶのみを解剖することで、より確実に Ee 定着の有無が判断できると考えられた。

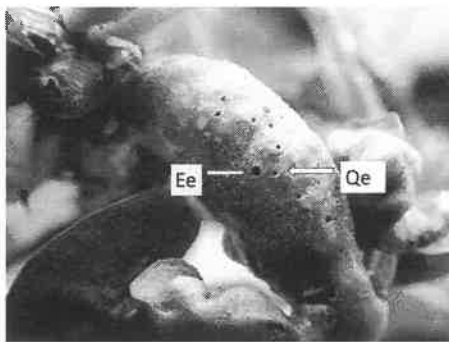


図-1. Ee と Qe の成虫脱出孔



図-2. 竹串による調査

表-1. 虫こぶ上の脱出孔の直径(mm)

	Qe	Ee
n	99	54
平均値	0.376	0.604
標準偏差	0.081	0.136
最小値	0.204	0.325
最大値	0.588	0.881

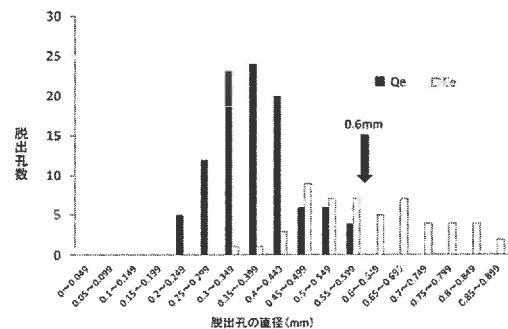


図-3. QeとEeの成虫羽化脱出孔の直径の頻度分布

表-2. 虫こぶ上に見られた羽化脱出孔のうち直径0.6mm未満と以上の孔数

	0.6mm未満	0.6mm以上
野生虫こぶ	237	0
室内飼育虫こぶ	188	13(18)*

\* ( ) は飼育容器内に確認したEeの羽化虫数

# フクギの黄化衰退に関する研究

— PCR 産物の DNA シークエンス —

企画管理班 伊藤 俊輔

## 1. はじめに

フクギは、古来屋敷防風林として沖縄の景観を形成すると共に、生活に密着した樹木である。近年このフクギに、黄化衰退し枯死する個体が見つかった。フクギの黄化衰退の原因は、ファイトプラズマによると考えられている。ファイトプラズマの存在を確認することは困難であるため、フクギがファイトプラズマに感染しているか否かは、PCRを経て判定する必要がある。前報までの試験の結果、最も効率よくDNA抽出、PCRが行える条件でPCR反応を行いDNAシークエンスを行った。

## 2. 方法

フクギ葉からのDNAの抽出は、キアゲンのキット「DNeasy Plant Mini Kit」を活用し、抽出の手順はキット添付の説明そのとおりに行った。PCR反応はNested-PCRとした。1回目のPCRは、プライマーセットP1とP7で、反応条件はプレヒート 95℃ 10分間、熱変性 94℃ 30秒、アニーリング 60℃ 60秒、伸展 72℃ 90秒とし、サイクル回数を35回とした。2回目のPCRは、プライマーセットR16F2とR16R2で、反応条件はプレヒート 95℃ 10分間、熱変性 94℃ 1分、アニーリング 55℃ 2分、伸展 72℃ 3分とし、サイクル回数を35回とした。得られたPCR産物は、電気泳動により明瞭なバンドパターンが得られていることが確認できたサンプルのみを未精製のままシークエンスに供した。PCR産物のシークエンスは、その全ての工程を株式会社ベックスに外部委託した。

## 3. 結果

PCR産物の電気泳動の結果を図-1に示す。図-1のとおり1200bp付近（2回目のPCR反応で選択したプライマーセットで増幅されるDNA断片長）に明瞭なバンドシングルが確認できた（図中の矢印）。

DNAシークエンスの結果、図-2上側は波形パターン情報の上に塩基配列が示されていないのに対して、下側は塩基配列が示されていることから、フクギ由来のPCR産物からは明瞭な解析結果が得られなかった。PCRの過程でも阻



図-1 電気泳動結果

害物質の影響が指摘されていたが、DNAシーケンスでも明瞭な解析結果が得られなかった原因は不明であった。

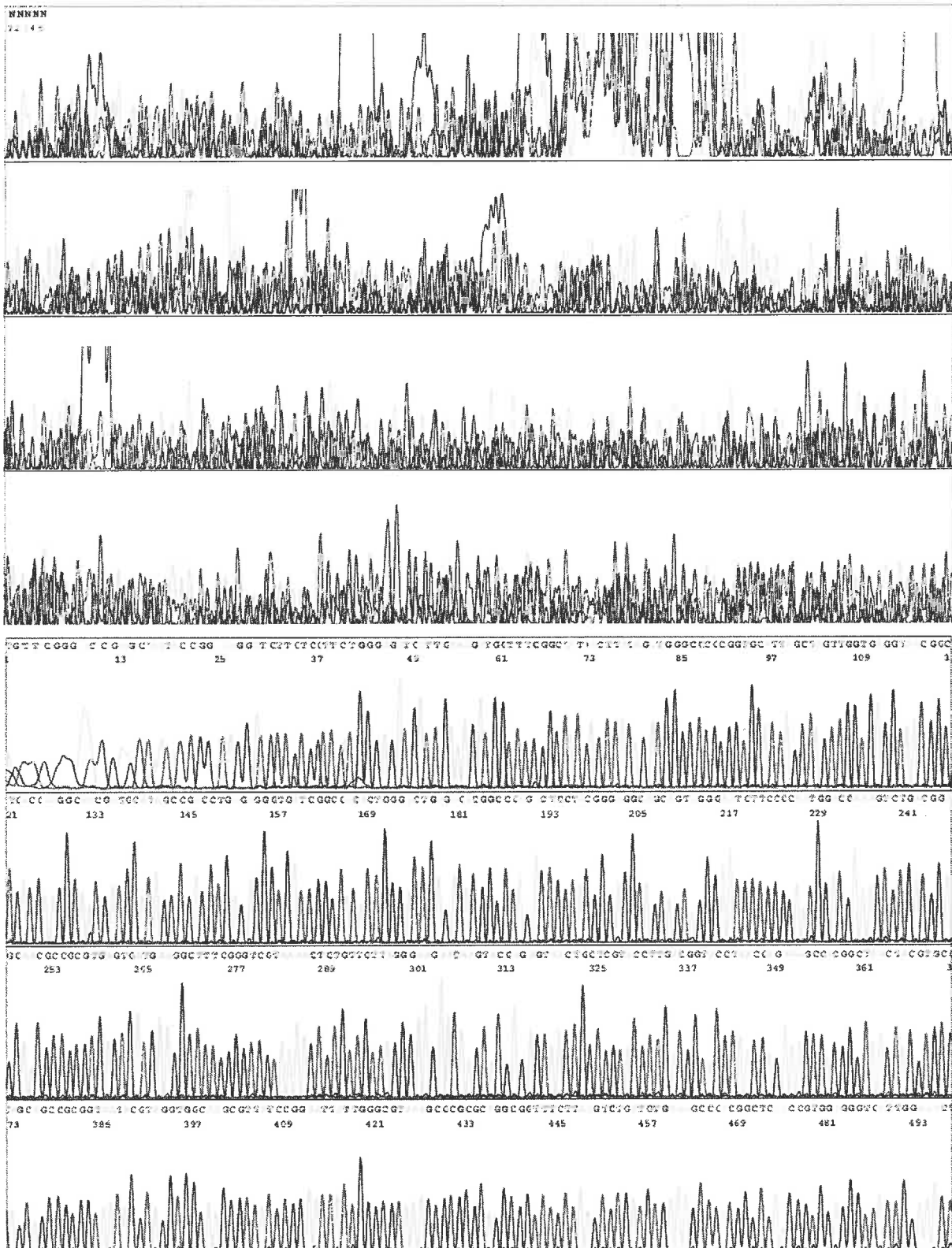


図-2 PCR産物のDNAシーケンス結果（上：フクギ由来のPCR産物、下：吸汁性昆虫由来のPCR産物）

# フクギ黄化衰退に関する研究

—ファイトプラズマ媒介昆虫の探索 (V) —

育林・林産班 清水 優子

企画管理班 伊藤 俊輔

## 1. はじめに

フクギは、屋敷防風林や防潮林として沖縄の景観を形成する重要な樹種である。2000年頃から一部地域の屋敷防風林でフクギが黄化衰退し、枯死に至る被害が発生した。これまでの調査結果において、黄化衰退フクギからファイトプラズマが検出されたため、衰退被害の原因としてファイトプラズマ病が推測された。ファイトプラズマ病はヨコバイ類やカメムシ類の昆虫が媒介昆虫として報告されている。

今回の試験では、フクギ黄化衰退症状に関与する媒介昆虫を探索するため、被害地域で黄色粘着トラップをフクギに設置し、捕獲されたヨコバイ類およびカメムシ類の個体からファイトプラズマの検出を試みた。

## 2. 試料・方法

黄色粘着トラップ (10×20cm) を恩納村仲泊集落内において黄化衰退している4本のフクギを供試木とした (図-1、図-2)。地上高3m程度の枝部に2016年6月30日から2017年3月7日まで設置した。黄色粘着トラップは月2回程度の頻度で交換した。回収された粘着シートは冷蔵庫もしくは冷凍庫でDNA抽出作業まで保管した。捕獲個体数は、粘着シート上のヨコバイ類およびカメムシ類の個体を実体顕微鏡で計数した。DNA抽出用サンプルは、粘着シートの捕獲個体をそれぞれキシレンに60分程度浸漬して粘着シートから剥離した後、滅菌水で洗浄、風乾した。DNA抽出にはQIAGEN社のDNeasy Blood & Tissue Kitを使用した。ファイトプラズマの検出で常用されているNasted PCRを行い、1回目のプライマーセットをP1/P7、2回目がR16F2n/R16R2を使用した。PCR反応条件は2回とも、はじめに94℃5分間熱変性を実施した後、94℃1分、53℃1分、72℃1分30秒を35サイクル実施した。ファイトプラズマの確認は、電気泳動法によりDNAバンドの有無によって行った。

## 3. 結果

調査期間中に、黄色粘着トラップには、ヨコバイ目が187個体、カメムシ目が11個体捕獲された。ヨコバイ類では、オサヨコバイが成虫および幼虫が45頭と最も多く捕獲され、他にクワキヨコバイ、ホシヒメヨコバイ、ヨツモンヒメヨコバイが捕獲されたが個体数は少なかった。カメムシ目ではツチカメムシが1頭捕獲された他は、カスミカメムシ類がほとんどであったが同定できなかった。捕獲されたヨコバイ目およびカメムシ目の中から、それぞれ94個体および11個体合計105個体についてDNA検定を実施した結果、すべての個体でファイトプラズマと判断できるバンド



は確認できなかった。



図-1. 黄色粘着トラップの設置地図

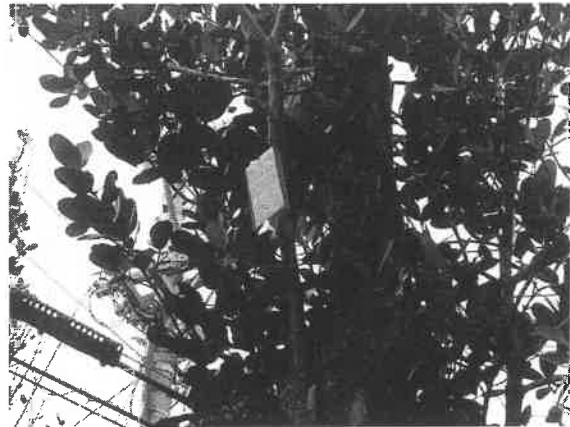
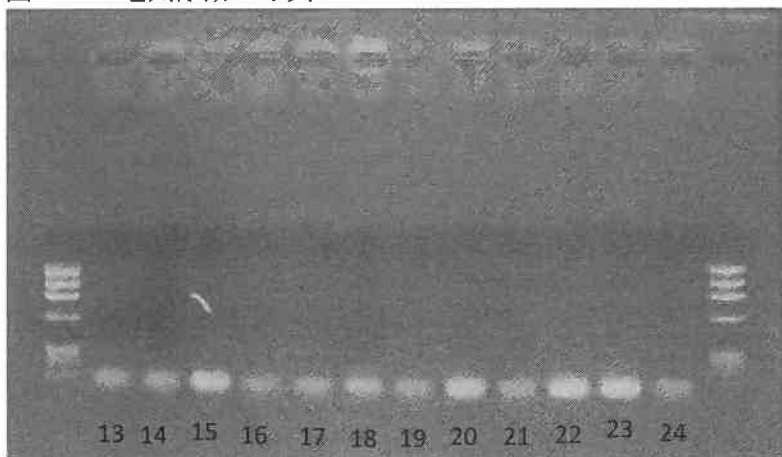


図-2. フクギに設置された黄色粘着トラップ

表-1. 黄色粘着トラップに捕獲されたヨコバイ類およびカメムシ類の検定結果

目	個体数	検定数	ファイトプラズマ陽性数	
ヨコバイ目	187	94	0	
アブラムシ類	7	0	0	
ウンカ類	5	5	0	
キジラミ類	92	8	0	
セミ類	マルツノゼミ	4	4	0
ヨコバイ類	オサヨコバイ成虫	41	41	0
	オサヨコバイ幼虫	4	3	0
	クワキヨコバイ	2	1	0
	ホシヒメヨコバイ	4	4	0
	ヨツモンヒメヨコバイ	2	2	0
	その他ヨコバイ類	26	26	0
カメムシ目	11	11	0	
	ツチカメムシ	1	1	0
	その他カメムシ類	10	10	0
合計	198	105	0	

図-3 電気泳動の写真



下段数字は検定個体の番号

# 松くい虫天敵増殖に関する研究

## 一 クロサワオオホソカタムシ卵の簡易集計の検討 (I) 一

育林・林産班 喜友名 朝次

### 1. 目的

県内におけるマツノマダラカミキリ（以下、カミキリという）の天敵クロサワオオホソカタムシ（以下、ホソカタムシという）の卵を被害枯死丸太へ接種するとカミキリに対して高い寄生率が確認できている。

今後、天敵卵を利用した松くい虫防除研究に向け大量の天敵卵が必要となるが、ホソカタムシの卵（長さ 0.9mm × 幅 0.2mm）は小さく、年間約 1,000 万個以上産卵するため、大量の卵を整理・カウントすることは実質的に困難である。

そこで、産み付けられた産卵材の卵を視覚的に判断して卵数を予測できれば、大量の卵でも簡易に整理集計出来ると考えられたため、肉眼による区別方法と実際の卵数について調査を行った。

### 2. 材料と方法

試験は2016年11月から2017年3月に行った。

羽化後80日齢から120日齢のホソカタムシ成虫が雌雄混在して3万頭入った飼育容器（SHINWA TAGBOX 56L(635\*439\*326)）3箱に1箱あたり10枚の産卵材（ティッシュ 19.4×21.5cm）を2日間設置し（写真-1）、3日目に回収すると同時に新たな産卵材と入れ換える作業を10回繰り返した。

ホソカタムシの卵（写真-2）は主に40個程度の円形～楕円の卵塊（径5～8mm）や、卵数の多い帯状の卵塊が確認されることから（写真-3）、卵塊数と卵塊サイズ及び卵塊の分布を指標とし、産卵材を回収した後に卵塊の付き具合を肉眼によって5段階に選別した。

選別した産卵材の各区の卵を数え、計数後ホソカタムシ卵のふ化率65%の積数を最終的な卵数とした。

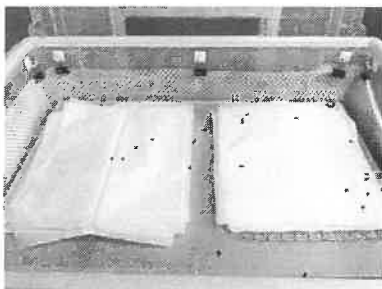


写真-1 飼育容器に設置した産卵材



写真-2 ホソカタムシ卵



写真-3 卵塊

### 3. 結果

累計300枚の産卵材の卵数による区分および各区分の産卵材の枚数は表-1のとおりとなり、産卵されている②~⑤の産卵分布を図-1のようにモデル化した。

また、産卵材のタイプ②~⑤の産卵数は表-2の結果となった。

表-1 産卵材の区分方法と回収出来た枚数

ホソカタムシ産卵数別区分内容	回収枚数
①産卵なし	13枚
②卵塊が5箇所未満	40枚
③卵塊が15箇所未満	88枚
④卵塊が30箇所未満で帯状の卵塊も確認出来る	88枚
⑤卵塊が50箇所未満で帯状の卵塊が2箇所以上確認出来る。	71枚

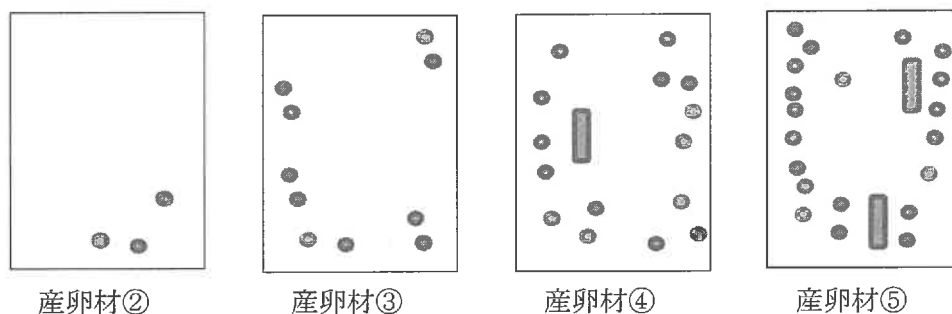


図-1 産卵数別に区分けした産卵材のモデル図

表-2 産卵材別平均産卵数

	産卵材②	産卵材③	産卵材④	産卵材⑤
平均	201.0	848.3	1291.9	1814.2
平均×65%	130.7	551.4	839.7	1179.2
S D	61.55	126.15	367.24	320.23

# 松くい虫天敵野外定着・密度維持法の研究

## － フタモンコメツキの誘引方法Ⅱ －

育林・林産班 喜友名 朝次

### 1. 目的

オオフタモンウバタマコメツキ（以下、コメツキという）は、マツ材線虫病を媒介するマツノマダラカミキリ（以下、カミキリという）を多く捕食する天敵である。しかし、人工増殖が困難なことから野外における個体を被害マツに誘導し、被害地の天敵密度を高める方法を検討している。

昨年に引き続き、誘引トラップによる捕獲調査とカミキリ幼虫が寄生する丸太に誘引物を設置した場合の一定期間後の蛹室数に対するカミキリ幼虫数を調査したので報告する。また、穿入孔に対するカミキリ幼虫の生存率を調査するため、試験地と対照区において枯死マツの伐倒・割材調査を行った。

### 2. 材料と方法

試験は名護市宇古我知嵐山試験地のマツ林で2016年4月から2017年3月の期間行った。

試験に供したトラップはサンケイ式昆虫誘引器の捕虫用器部を黒色の植木鉢（上部径230mm、深さ280mm）に替え、捕獲した昆虫の逃亡防止のために鉢の上部にロート（ポリスチレン透明板、厚さ0.5mm）をはめ込んで作成した。

処理区は、誘引物質として① $\alpha$ -ピネン（サンケイ化学）、②泡盛100mlあたりに35gの黒糖を添加した溶液（以下、黒糖酒という）、誘引物質なし（無処理）の3区とした。

黒糖酒は脱脂綿に含ませて透明容器（ $\phi$ 45mm $\times$  $\phi$ 38mm $\times$ h40mm）に入れ、 $\phi$ 3mmの穴が10箇所開いたフタで閉じて捕虫容器部の底に設置した。

各トラップを健全なマツの地上5mの枝に設置した。トラップの間隔は50mとなるようにした。

同年8月に異なる箇所から採取した枯死マツの枝と幹（径5～15cm）から1m丸太を30本用意し、丸太10本ずつを1山とし、それぞれ50m間隔で配置した。各丸太の山に① $\alpha$ -ピネン、②黒糖酒の入った容器を中央に設置し、対照区として③無処理を加えた3区において3ヶ月後のカミキリの生存数を調査した。

さらに、嵐山試験地から10km離れた名護市名護に発生した枯死木3本を伐倒、割材し、穿入孔に対するカミキリ幼虫の生存率を調査した。

### 3. 結果

コメツキの捕獲数の推移を図-1に示した。コメツキは4月から10月まで確認された。捕獲したコメツキは $\alpha$ -ピネンが累計8頭、黒糖酒が累計13頭、無処理区1頭であった。

カミキリ幼虫が寄生する丸太への誘引試験では、黒糖酒区でコメツキ等の天敵を確認できたが、

α-ピネン設置区及び無処理区の方が生存するカミキリ数が少なかった（表-1）。

また、枯死木では試験地でコメツキが多い傾向であったが、カミキリ幼虫の生存率への影響は明らかにはならなかった（表-2）。

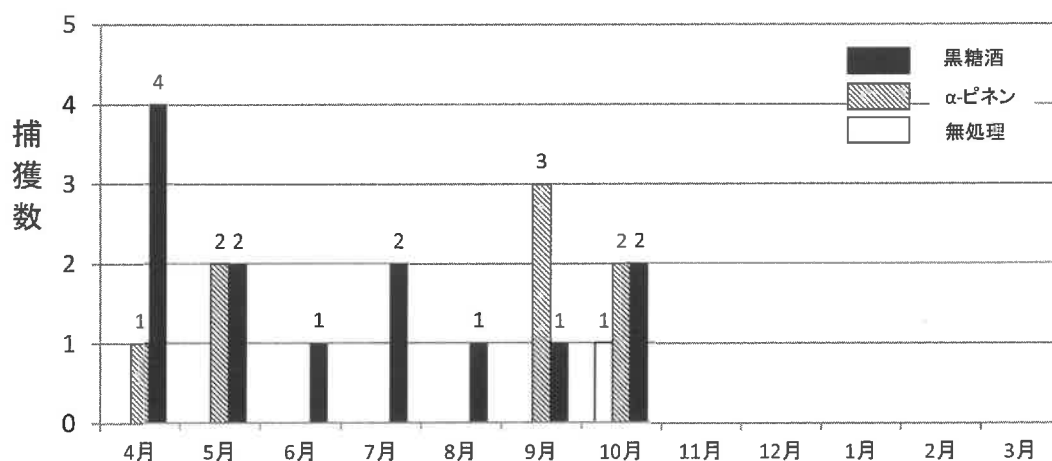


図-1 オオフトモンコメツキの捕獲数の年間推移

表-1 異なる誘引物を設置した1丸太当たりカミキリ幼虫の生存率

	穿入孔数	カミキリ蛹室状況		生存率 (幼虫数/穿入孔数)	フタモンコメツキ 捕獲数
		生存数	空洞数		
黒糖酒	13.0	5.3	7.4	40.8%	0.6
α-ピネン	14.8	5.4	9.4	36.5%	0.2
無処理	12.8	4.3	8.5	33.6%	0.3

表-2 嵐山試験地と名護市名護におけるカミキリの生存率とコメツキ捕獲数

	材積	穿入孔数	カミキリ蛹室状況		生存率 (幼虫数/穿入孔数)	フタモンコメツキ 捕獲数	クロサワオオホソ カラムシ
			生存数	空洞数			
呉我no.1	0.09	35	18	17	51.4%	3	2
呉我no.2	0.35	601	232	415	38.6%	6	8
呉我no.3	0.06	126	16	109	12.7%	10	1
名護no.1	0.1	186	14	171	7.5%	4	1
名護no.2	0.06	98	37	61	37.8%	1	0
名護no.3	0.05	128	41	86	32.0%	0	1

# 松くい虫天敵放飼技術に関する研究

一 クロサワオオホソカタムシ産卵材の選抜 一

育林・林産班 喜友名 朝次

## 1. 目的

クロサワオオホソカタムシ（以下、ホソカタムシ）は沖縄に生息するマツノマダラカミキリ（以下、カミキリ）の天敵であり、その卵を被害丸太へ接種することでカミキリ幼虫に寄生できることが分かっている。

ホソカタムシは雌1頭が年間約800個産卵し、人工増殖によって大量に飼育できるため成虫を放飼するよりも卵を利用する方が安価で、より多くの被害マツへ処理することが期待できる。

しかしながら、野外の被害マツは、形状や樹皮表面が個体毎に異なるため、卵の接種方法も現場に対応した選択枝を準備しておく必要がある。

本報では、被害マツへ簡易に放飼することが可能なひも型資材を選抜するため、ホソカタムシの産卵選好性、ふ化率、カミキリ幼虫への寄生調査を行ったので報告する。

## 2. 材料と方法

### 1) ひも型産卵材の選好試験

試験は2016年7月20日から9月8日の期間に行った。

供試するひも型産卵材はビニールひも、麻ひも、紙ひもを10cmに調整し使用した。

日齢が90～180日の累代成虫約1万頭の飼育容器に各ひも型産卵材を40本ずつ重ならないように床に敷き7日後に回収し、それぞれに産卵された卵を数えた。

### 2) カミキリ幼虫への寄生調査

今帰仁村の枯死マツから採取したカミキリ幼虫をろ紙を敷いたシャーレに1頭入れ、同時にひも型産卵材を1本設置した。同じ処理をしたシャーレを各ひも型産卵材ごとに22枚処理し、4週後にカミキリ幼虫へ寄生の有無とホソカタムシ幼虫の寄生数を数えた。

### 3) 丸太材へのひも型産卵材設置による材内カミキリの寄生率調査

試験は2016年10月14日から12月26日にかけて行った。

前試験で産卵数の最も多いひも型産卵材を300本用意し、1)と同じ方法で産卵させた。丸太は名護市の健全なマツの枝（径5～15cm）を青切りし、長さ1mに玉切って調整し1ヶ月経過したものを使用した。

丸太の5箇所電動ドリルで径10mmの穴を深さ10cmあけ、今帰仁村の枯死マツから採取したカミキリ幼虫を穴に入れ、フラスをカミキリ幼虫が作るまで丸太を立てて放置した。

フラスを確認後、丸太の上中下部に産卵材をたこ糸で結び、1本の丸太に300卵設置区と500卵設置区と無処理区を各5本ずつ用意し2ヶ月後に寄生の有無を調査した。

### 3. 結果

3種類のひも型産卵材の中ではホソカタムシは紙ひもへ多く産卵することが分かった。また、カミキリ幼虫への寄生調査では、死亡が不明なカミキリを除けば、紙ひもを設置した区が平均20.8頭と最も寄生数が多かった。

紙ひも産卵材による丸太接種試験では300卵設置区、500卵設置区とも高い寄生率を示した。

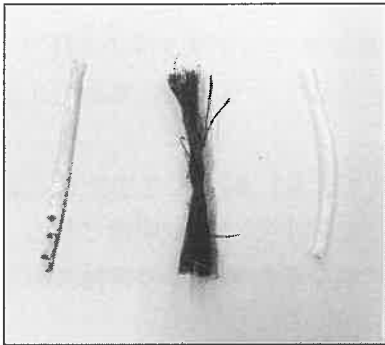


写真-1 ひも型産卵材左から  
ビニール、麻、紙素材

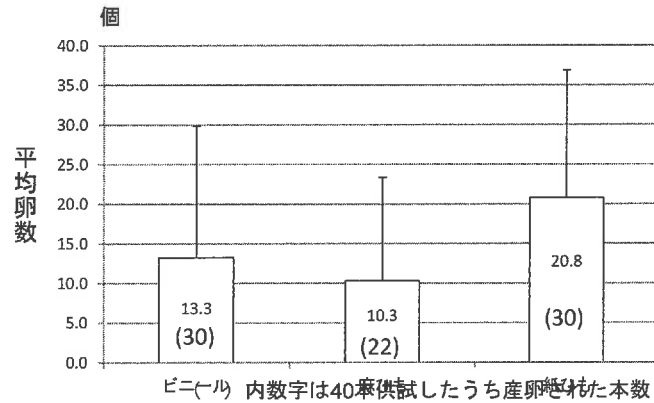


図-1 ひも型産卵材別1本当たり平均産卵数

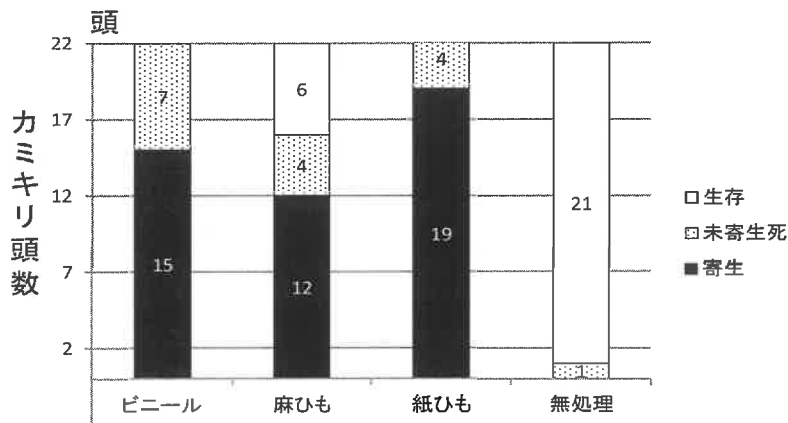


図-2 ひも型産卵材別カミキリ寄生数

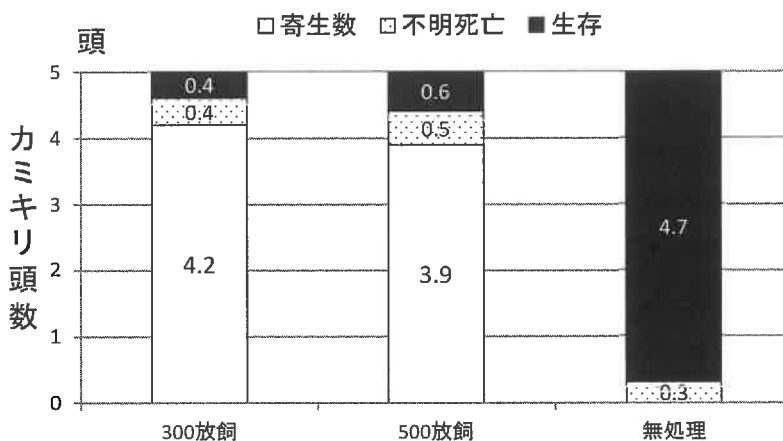


図-3 ひも型産卵材別カミキリ寄生数

# 松くい虫天敵放飼技術に関する研究

—クロサワオオホソカタムシ孵化幼虫の移動距離—

育林・林産班 清水 優子

## 1. はじめに

クロサワオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）は、マツ材線虫病を媒介するマツノマダラカミキリ（以下カミキリ）に寄生する在来天敵である。これまでに、本種の卵を被害松に放飼することでカミキリ幼虫の死亡率が高くなることが明らかになったため、卵を利用した松くい虫防除研究が進められている。

ホソカタムシの孵化幼虫は被害松材内のカミキリ幼虫まで移動し、寄生するため、孵化幼虫の移動できる能力および生存日数を把握することは野外放飼の際に必要な卵数や放飼場所などの放飼条件を設定する上で重要である。また、ホソカタムシは孵化率および寄主探索期の生存日数に湿度が強く影響することがわかっているため、加水条件下におけるホソカタムシ孵化幼虫のホソカタムシの寄生可能な移動範囲を推定した。

## 2. 材料・方法

ホソカタムシの卵をフィルムケール（φ25×50mm）に入れ、28℃に設定した全暗のインキュベーターで保管し、孵化した0日齢の幼虫を試験に供した。外径10mm、内径8mm、長さ50cmの亚克力管をゴムチューブで連結させ、長さ2mと6mに調整した測定具を作成した。幼虫は小筆を使って測定具の片端の管内に20～30頭を導入した。亚克力管の連結部には2mm角の寒天を置き、乾燥を防いだ。移動距離を1日または3日後に記録した。なお、データには死亡個体も含めた。

1.5mlマイクロテストチューブに孵化幼虫と2mm角寒天をいれ、吸水区とした。無吸水区には孵化幼虫のみを入れた。幼虫の生存日数を各区50個用意して毎日調査した。

## 3. 結果

2mの亚克力管における1日の移動距離は平均41.8cmで、最長2mを移動した個体はいたが、多くの個体が50cm以内にとどまっていた（図-1）。6mの亚克力管での3日間の移動距離は平均80.9cmで、最長6mに達した個体が2頭いたが、多くの個体が50cm以内にとどまっていた。孵化幼虫の生存日数は、無吸水区で1.8日、吸水区で8.4日となり、水があれば比較的長く生存できることがわかった（図-2）。最大生存日数は無吸水区では3日、吸水区では15日であった。



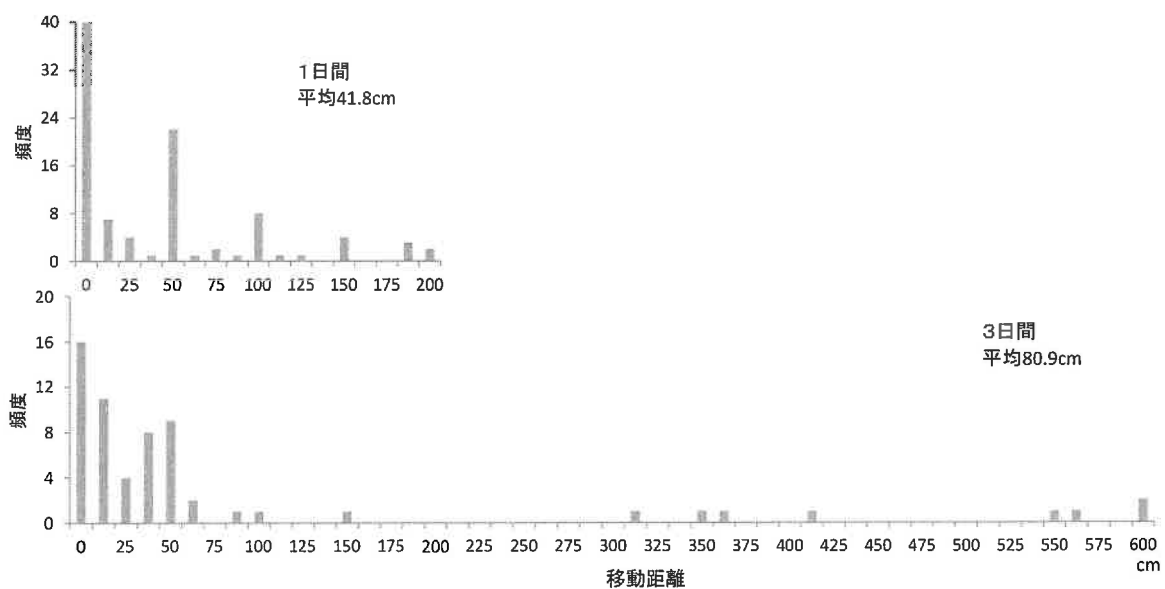


図-1. アクリル管におけるホソカタムシ孵化幼虫の距離移動

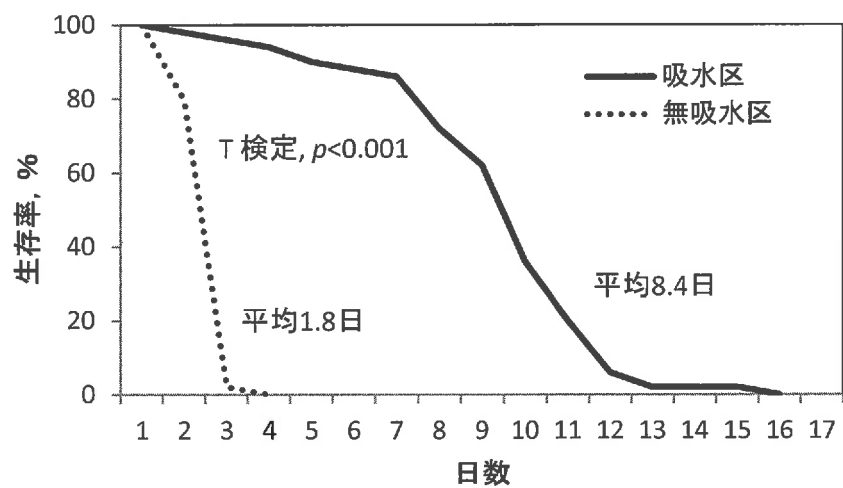


図-2. 水有り区・無し区でのホソカタムシ孵化幼虫の生存率

# 松くい虫天敵放飼技術に関する研究

—クロサワオオホソカタムシ幼虫の移動能力—

育林・林産班 清水 優子

## 1. はじめに

クロサワオオホソカタムシ（以下ホソカタムシ）は、松くい虫の伝搬者であるマツノマダラカミキリ（以下カミキリ）に寄生する在来天敵の一種である。森林資源研究センターではこの天敵を利用した松くい虫防除技術の開発を行ってきた。これまでに、本種の卵を放飼することにより、被害松内のカミキリに寄生し、カミキリの生存率を低下させる効果があることがわかっている。

松林上空より天敵の卵を被害松に放飼すると、孵化したホソカタムシ幼虫が被害材内移動し、カミキリ幼虫に寄生させる方法が検討されている。そのため、ホソカタムシの幼虫が寄生に至るまでの移動能力を明らかにすることは天敵卵放飼の手法を考える上で重要である。

本研究では、実験室内において餌に寄生させた場合と寄生させない場合とで日齢毎の移動能力を試験した。また、移動能力に関与すると考えられる外部形態（脚長と体長）を測定した。

## 2. 材料・方法

ホソカタムシ卵を28℃、全暗のインキュベータで容器（フィルムケース）に入れて孵化まで保管した。孵化幼虫が入った容器にハチノスツヅリガもしくは水のみ（2mm角寒天）を入れた。孵化後0日、2日、3日、6・7日の幼虫を小筆で一頭ずつ観察用アクリルケース底面の中央部に入れ、半径10cmの円周上に60分以内に到達した時間と個体数を記録した（図-1）。1回の試験で9～11個体を同時に観察し、処理毎の供試数は20～51個体であった。試験中に死亡した個体はデータから除いた。試験した個体はエタノールに保存し、後日実体顕微鏡で体長および脚長（後脚）を測定した。

## 3. 結果

孵化幼虫に水のみを与え、寄生させなかった処理区では、孵化後0日、2日、3日、6・7日における到達率および到達時間に有意な差はなかった（図-2）。ハチノスツヅリガに寄生させた区では到達率が孵化後0日が最も高く、日齢が進むにつれ低くなった。

一方、到達時間は孵化後0日が最も短く、日齢が進むにつれて長くなった。孵化後3日からは処理毎に到達率および到達時間に有意な差が認められた。試験した個体の体サイズに対する脚長比は、寄生有り区では日齢が進むにつれて小さくなったが、寄生無し区では孵化後2日から6・7日まで有意差は認められなかった（図-3）。

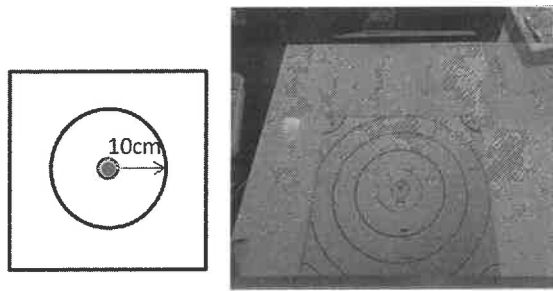


図-1. 観察用アクリルケース

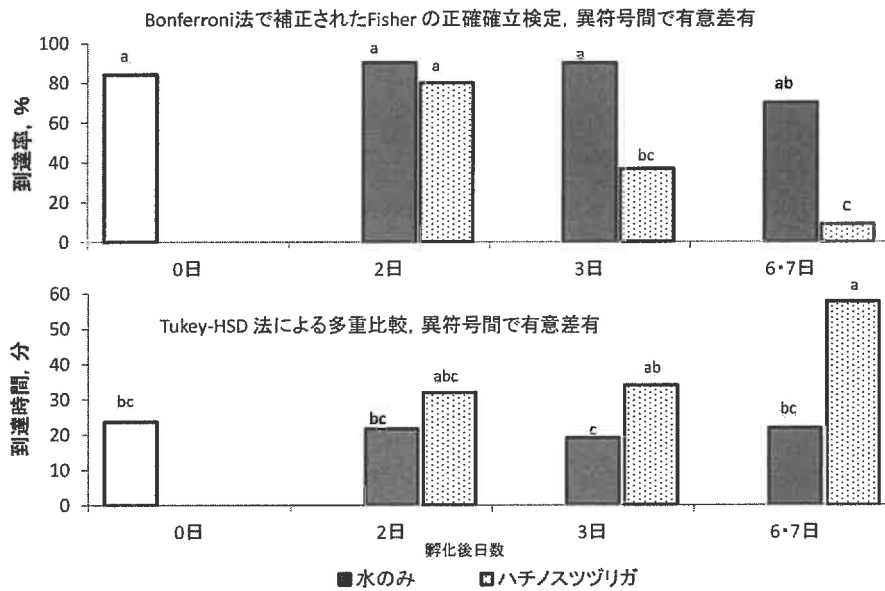


図-2. ハチノスツヅリガへの寄生の有無による移動能力の違い

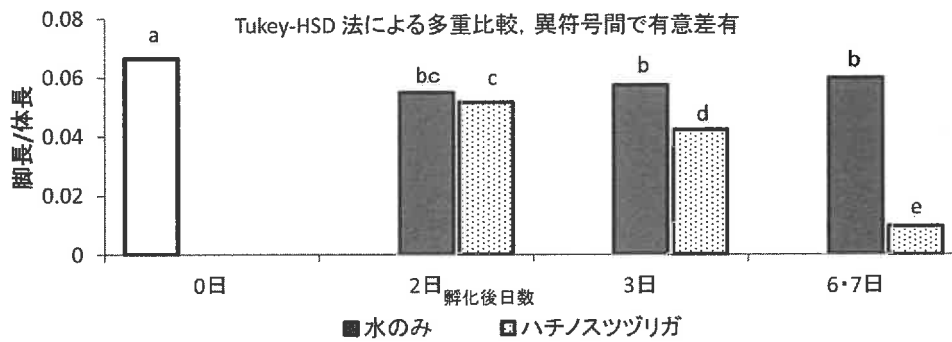


図-3. ハチノスツヅリガへの寄生の有無による体サイズに対する脚長比の違い

# 松くい虫に強いリュウキュウマツ品種の選抜

—伝統的な松並木の保全・再生に向けて—

育林・林産班 玉城 雅範

## 1. はじめに

マツノザイセンチュウに対し抵抗性の高い個体を選抜するため、2006年から抵抗性候補木由来の実生苗に対する線虫接種検定を実施し、11家系を抵抗性候補木として選抜してきたところであり、今後は、これら抵抗性候補木等から抵抗性品種開発を行っていく予定である。

一方で、リュウキュウマツの抵抗性品種開発には、品種開発実施要領の策定が必要となる。現在、抵抗性の評価基準となる対照系統としてクロマツ抵抗性家系が考えられている。しかし、沖縄におけるクロマツの育苗情報が不足していることから、クロマツの発芽試験を時期別を実施したので報告する。

## 2. 試料・方法

試験には、(国研) 森林総合研究所林木育種センター九州育種場から提供されたクロマツ5家系(三崎90、颯娃425、波方37、田辺54、吉田2)とリュウキュウマツ混合家系(2015年8~12月播種:精312、No2412、仲里り-10、仲里り-15、AI-1、2016年1~7月播種:精306、No2412、仲里り-10、AI-3、AI-18)を用いた(表-1)。2015年8月から2016年7月まで、毎月1回播種した(表-2)。用土は赤玉土(小粒)、バーミキュライト及び混合土(振るいにかけた国頭マージ:腐葉土:ゼオライト=4:2:1、体積比)を使用した。各月とも各用土への播種数はクロマツ家系30粒、リュウキュウマツ50粒とした。種子は前処理として70%エタノールで精選し、播種試験前日にベンレート1,000倍希釈水溶液に1晩漬けた。播種後は、森林資源研究センターガラス室で、遮光ネット下においた。灌水は、用土が湿り気を保つ程度に適宜ミストで行った。

発芽調査は、播種後約1ヵ月後に行った。

## 3. 結果

クロマツの発芽調査の結果を図-1に示す。赤玉土ではクロマツの平均発芽率は2015年9月以外、72.7~96.0%となり1年間を通して高い発芽率となった。バーミキュライトでは、2015年9月および2016年7月以外、72.4~94.7%と高い発芽率であった。混合土では、2015年8月、2016年6月、2016年7月で低い値となった。

表－1. 供試した種子の採種年月及び採種場所

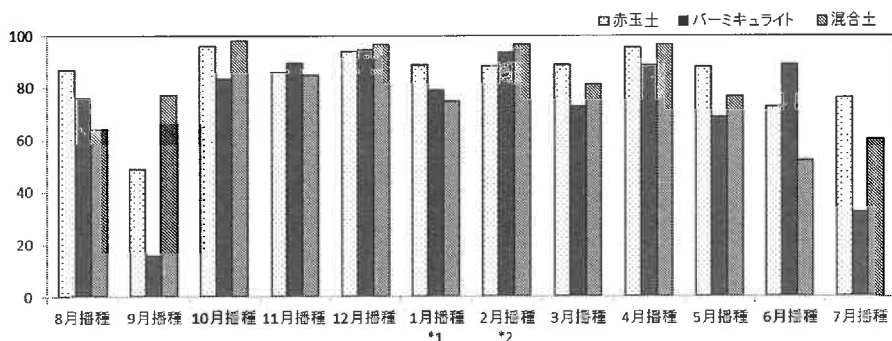
家系名	採種年月	採種場所	備考
三崎90		熊本県合志市（九州育種場内）	
穎娃425		〃	
波方37		〃	
田辺54		〃	
吉田2		〃	
精312	2013年11月	沖縄県名護市	2015年8～12月播種
No. 2412	2014年11月	沖縄県恩納村	〃
仲里り-10	2013年11月	沖縄県名護市	〃
仲里り-15	2013年11月	〃	〃
AI-1	2014年11月	〃	〃
精306	2015年10月	〃	2016年1～7月播種
No. 2412	2015年10月	沖縄県恩納村	〃
仲里り-10	2015年10月	沖縄県名護市	〃
AI-3	2015年10月	〃	〃
AI-18	2015年10月	〃	〃

表－2. 播種日及び発芽調査日

区分	2015年 8月播種	2015年 9月播種	2015年 10月播種	2015年 11月播種	2015年 12月播種	2016年 1月播種
播種日	2015/8/28	2015/9/25	2015/10/28	2015/11/27	2015/12/22	2016/1/21
調査日	2015/9/25	2015/10/28	2015/11/25	2015/12/25	2016/1/22	2016/2/23

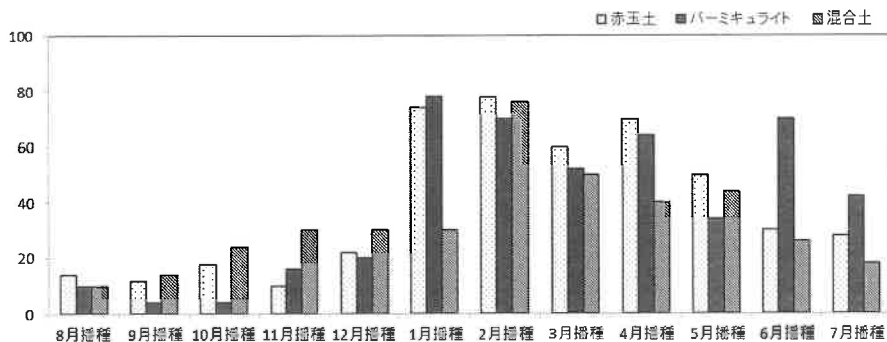
  

区分	2016年 2月播種	2016年 3月播種	2016年 4月播種	2016年 5月播種	2016年 6月播種	2018年 7月播種
播種日	2016/2/24	2016/3/24	2016/4/28	2016/5/31	2016/6/27	2016/7/27
調査日	2016/3/24	2016/4/27	2016/5/30	2016/6/27	2016/7/28	2016/8/31



※1 2016年1月バーミキュライトの吉田2は14粒を播種  
 ※2 2016年2月播種は穎娃425と田辺54の2家系のみ

図－1. クロマツの月別用土別平均発芽率



※2015年8～12月は精英樹系統(精312)、激害地選抜(No2412)、強制接種家系(仲里-10、仲里-15、AI-1)  
 2016年1～7月は精英樹系統(精306)、激害地選抜(No2412)、強制接種家系(仲里-10、AI-3、AI-18)

図－2. リュウキュウマツの月別用土別平均発芽率

# リュウキュウマツ遺伝的多様性と進化的位置の解明

## ーリュウキュウマツ針葉のサンプリングー

育林・林産班 玉城 雅範

### 1. はじめに

リュウキュウマツは、中国大陸・台湾から日本へマツ属植物が分布域を拡大する過程で種分化したと考えられる。しかし、島嶼群に点在するリュウキュウマツを対象とした集団遺伝学的研究はこれまでに本格的に実施されていないことから、リュウキュウマツ全体が保有する遺伝的多様性のレベルや島嶼間の遺伝構造の有無については不明な点が多い。また、東アジアに分布するマツ属植物の系統学的観点に基づく研究事例も少なく、リュウキュウマツとアカマツ及びクロマツとの進化的関係が明らかにされていない。そのため、DNAマーカーを利用してリュウキュウマツの遺伝的多様性および琉球列島等島嶼群間の遺伝構造の解明、さらに、リュウキュウマツの葉緑体全ゲノムを決定し、NCBI 等公共データベースに登録されたアカマツ及びクロマツを含む東アジアのマツ属植物の情報と比較することで、リュウキュウマツの進化的位置を解明することを目的とし、これまでの学術研究から集積された基礎的知見と現存の資源量を踏まえて、リュウキュウマツ遺伝資源保全戦略を構築することとしており、平成28年度から九州大学との共同研究に取り組んでいるところである。本報告では、当該研究の一環として、DNA分析に必要なリュウキュウマツ針葉のサンプリングを行ったので、その方法等について報告する。

### 2. 試料・方法

沖縄本島、宮古島および石垣島において、老齢とされているリュウキュウマツ林を抽出し、各林分から老齢木30本程度を選抜し、針葉を採取した（写真－1）。針葉は各個体から約10g採取し、DNA分析用に4℃で保存した。

### 3. 結果

沖縄本島においては辺戸蔡温松並木保全公園（国頭村）から17本、仲原馬場（今帰仁村）から30本、座喜味城趾（読谷村）から32本、浦添ようどれ（浦添市）から14本の合計93本のサンプリングを行った。宮古島においては、大野山林（宮古島市）から31本のサンプリングを行った。石垣島においては、平久保普通母樹林（石垣市）から32本、パンナ公園（石垣市）から34本、川平地内県道79号線沿い（石垣市）から33本の合計99本のサンプリングを行った（表－1）。



辺戸蔡温松並木  
保全公園（国頭村）



仲原馬場（今帰仁村）



座喜味城趾（読谷村）



浦添ようどれ（浦添市）



大野山林（宮古島市）



平久保普通母樹林（石垣市）



バナナ公園（石垣市）



川平地内県道79号線沿い（石垣市）

写真－1．試料採取箇所

表－1．試料採取結果

区分	採取箇所	市町村	推定林齢	採取本数	採取日
沖縄本島	辺戸蔡温松並木保全公園	国頭村	300年	17	2016年2月25日
〃	仲原馬場	今帰仁村	300年	30	2016年10月31日
〃	座喜味城趾	読谷村	不明	32	2016年2月26日
〃	浦添ようどれ	浦添市	不明	14	2016年2月26日
宮古島	大野山林	宮古島市	不明	31	2016年10月20日
石垣島	平久保普通母樹林	石垣市	不明	32	2016年10月18日
〃	バナナ公園	〃	150～200年	34	2016年10月18日
〃	川平地内県道79号線沿い	〃	250年	33	2016年10月19日
	合計			223	

# DNA解析によるフクギ雌雄判別技術の確立及び有用形質に関する 遺伝的解析

—果実と種子特性—

育林・林産班 玉城 雅範

## 1. はじめに

フクギは、インド西海岸やスリランカを原産とする樹木で、防潮、防風、防火等の機能に優れおり、沖縄県では、古くから屋敷や集落を守る防護(ホーグ)として植栽されている。

しかし、フクギの成長は、他樹種に比べて遅く、防風林を造成する上では欠点となっている。そのため、苗木段階で成長の早い個体を選抜することが求められている。

本課題では、初期成長の優れた個体の特性を明らかにするために、果実と種子の体積、播種後約6ヵ月後までの発芽率と初期成長の関係を検討した。

## 2. 試料・方法

果実は2016年9月1日及び9月14日に結実が確認出来た9個体(饒平名地区(名護市)6個体、沖縄県平和創造の森公園(糸満市)3個体)を用いた。採取した果実はデジタルノギスにより長径・短径・高さを測定後、果肉と種子を分離し、各果実の種子数及び種子の大きさを果実と同様の方法で測定した。

測定した種子は、2016年9月23日～10月4日に1粒ずつポットに播種し、森林資源研究センターガラス室内で管理した。6ヵ月後の2017年3月24日に発芽率の確認と苗高の測定を行った。解析にあたって、果実及び種子の体積は楕円体の体積の公式により求めた。種子の体積と苗高の関係については、発芽してから苗高測定日までのおおよその期間を揃えるために、11月中に発芽した個体のみを用いた。

## 3. 結果

各個体から得られた果実及び種子の調査結果を表-1に示す。今回、採取出来た果実は230粒(饒平名地区166粒、創造の森64粒)であった。1果実中の平均種子数、種子の平均体積とも、家系による違いは確認されなかった。一方で、発芽率については、播種から6ヵ月後の時点で、未発芽及び4%未満の家系が6家系であったのに対して、饒平名地区No221が46.7%となり、他の家系に比べ発芽率が高くなっていった(表-1)。11月中に発芽した29本の約6ヵ月後の平均苗高は11.2cmであった。種子の体積と苗高の関係は図-1のとおりとなり、種子の体積と苗高間に関係は認められなかった。



表-1. 果実及び種子調査結果

項目	鏡平名地区						平和創造の森			総計
	No109	No158	No198	No212	No217	No221	No358	No461	採種NO.1	
調査果実個数 (個)	31	30	30	30	15	30	7	30	27	230
果実の平均体積 (cm <sup>3</sup> )	4.2	3.6	2.3	3.9	3.9	3.1	4.1	2.7	3.5	3.4
1果実中の 平均種子数 (個)	1.7	1.8	1.7	1.6	1.6	2.0	1.9	1.7	2.4	1.8
種子の平均体積 (cm <sup>3</sup> )	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.4
種子の平均重量 (g)	6.8	6.2	5.3	7.0	7.8	5.6	7.3	4.0	4.4	5.8
発芽本数 (本)	0	2	1	0	6	28	0	1	9	47
発芽率 (%)	0.0%	3.6%	2.0%	0.0%	25.0%	46.7%	0.0%	2.0%	13.6%	11.1%

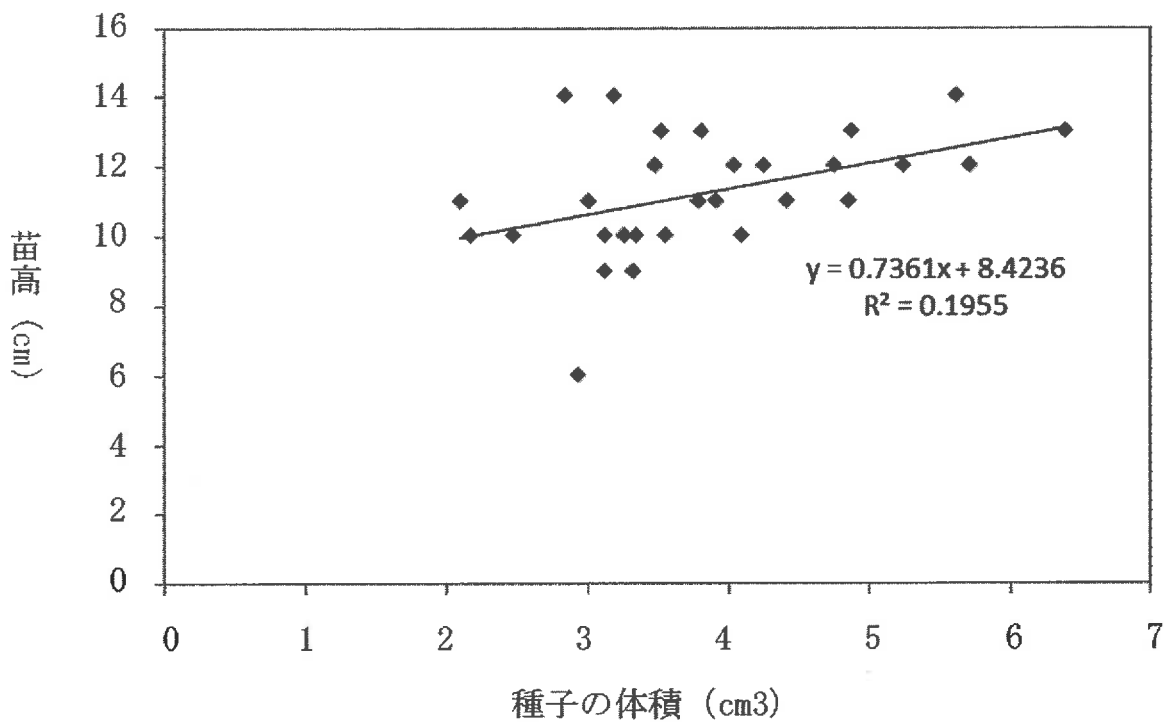


図-1. 種子の体積と苗高の関係

表-2. 種子の体積と苗高の平均値、最小値及び最大値

項目	平均値	最小値	最大値
種子の体積 (cm <sup>3</sup> )	3.82	2.08	6.38
苗高 (cm)	11.2	6.0	14.0

# DNA解析によるフクギ雌雄判別技術の確立及び有用形質に関する 遺伝的解析

—性比について—

育林・林産班 玉城 雅範

## 1. はじめに

フクギは、インド西海岸やスリランカを原産とする雌雄異株の樹木で、防潮、防風、防火等の機能に優れている。沖縄県では、古くから屋敷や集落を守る防護(ホーグ)として植栽され、県民の身近にある樹木であり、琉球列島に広く分布している。一方で、フクギの実は、腐敗すると、独特の臭いを拡散させ、不快害虫を誘引するため、道路や公園等への植栽の際には、実をつけない雄株の要望が高い。

本課題では、雌雄判別の基礎となるフクギの開花特性について調査を行っており、今回は性比を調査したので報告する。

## 2. 試料・方法

調査は2016年5月16日から8月9日にかけて名護市屋我地島饒平名地区の屋敷林、及び糸満市の沖縄県平和創造の森公園で行った。饒平名地区では、樹齢70年以上の192本、平和創造の森公園は樹齢約25年の208本の計400本を供試した。供試個体毎に雄花、雌花、両性花(写真-1~3)であるかを確認し、調査地区別にこれらの発生割合を調査した。

## 3. 結果

饒平名地区では、開花が確認出来たのは59本で雄個体36本、雌個体21本、両性個体2本であり、平和創造の森公園では110本で開花が確認され、雄個体75本、雌個体35本であった(表-1)。両地区の性比は雄個体数が雌個体数よりも多く、雄個体数は雌個体の1.7倍と2.1倍と雄個体の比率が高くなる傾向を示した(図-1)。

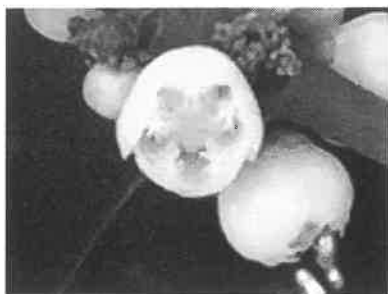


写真-1. 雄花

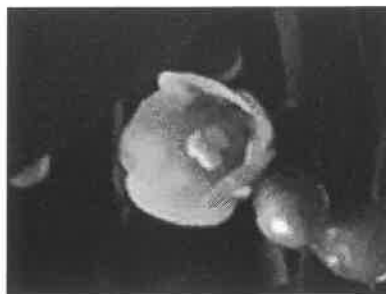


写真-2. 雌花



写真-3. 両性花

表-1. 開花調査結果

調査箇所	調査個体数	単位:本			
		雄	雌	両性	未開花・未確認
饒平名地区	192	36	21	2	133
平和創造の森公園	208	75	35	0	98

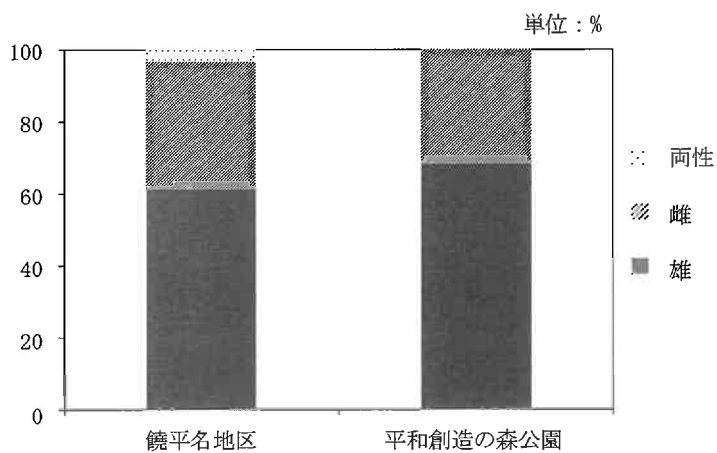


図-1. 地域別雌雄及び両性花の割合

# ニッケイの増殖及び優良個体の検討

—成長フェノロジー—

育林・林産班 玉城 雅範

## 1. はじめに

ニッケイは、自生している固有種として菓子の香料や健胃薬等の薬用、そして環境緑化木として有望であり、種子による繁殖および山取りによって苗を確保している。しかし、大量にかつ安定的に苗木を生産するためには、種子からの増殖が有効であるが、本県では個体数が少ないことなどから大量の種子採取が困難である。そのため、挿し木等による増殖技術の確立が急務である。一方で、挿し木の成績に影響を与える要因の一つに採穂時期がある。これまでの研究により、生育停止期に採取した挿し穂は腐敗しにくく、親木の新芽開じょ期に採取した挿し穂は腐敗しやすいことが明らかになっている。そのため、今回、生育停止期や新芽開じょ期等の成長フェノロジーを把握するために調査を行ったので報告する。

## 2. 試料・方法

調査は2015年6月から2016年6月までの間、約1ヵ月毎に国頭村比地地内の国頭村森林組合苗畑に生育する約30年生の個体1本を対象に行った(表-1)。調査開始時の個体サイズは胸高直径が30cm、樹高が8mであった。調査方法は、対象個体を日当たりの最も良い南東、日当たりの悪い北、両方向の間隔的な日当たりである南西の三方向に分け、健全に生育している3分枝までを各方位で選び調査した(図-1、表-2)。測定は枝先の1分枝から3分枝までの全枝を対象に分枝元から2cmの箇所をデジタルノギスにより長径と短径を計測した。測定された長径と短径は、2方向の平均値を月別の枝の太さとした。各枝について、月別で成長量を算出し、前月の枝の太さに対する成長率を求めた。各枝で求めた成長率は分枝別に平均し、三方位の平均成長率としてまとめた。なお、枝の長さが2cmに満たない場合は枝の中央部を測定した。

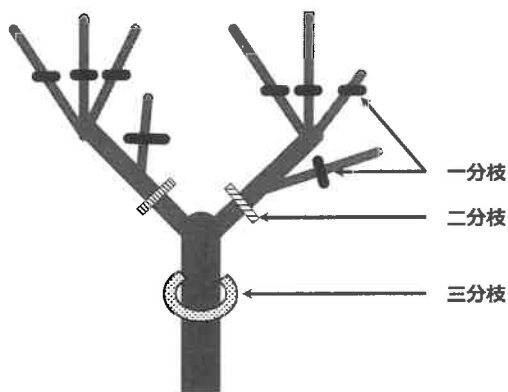
## 3. 結果

方位別分枝別直径の測定値を表-2に示す。2015年6月から7月にかけては全方位全分枝で成長していた。7月から8月にかけては全方位全分枝で成長していなかったものの、8月から10月にかけては、一部の分枝を除いて方位や分枝によって時期は異なるが成長していた。10月から11月にかけては、ほとんどの分枝で成長していなかった。11月から4月にかけては、全方位全分枝で成長していなかった。4月から5月までは方位や分枝でバラツキはあるものの全分枝全方位で成長し、5月から6月にかけても同様な傾向にあった。

新芽の月別発生本数を表-3に示す。方向別では南東方向が48本、南西方向が25本、北方向が16本となっており、日当たりがよい方向が発生本数が多い傾向にあった。時期別では、2016年5月、6月で特に発生していた。

表－1. 成長フェノロジー調査日

項目	2015年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2016年 1月	2月	3月	4月	5月	6月
測定日	6月1日	7月13日	8月1日	9月1日	10月8日	11月5日	12月3日	1月6日	2月17日	3月14日	4月6日	5月9日	6月24日



図－1. フェノロジー調査対象部位の模式

表－2. 方位別分枝別直径値

測定方位	測定部位	測定本数	単位：cm												
			2015年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2016年 1月	2月	3月	4月	5月	6月
南東	1分枝	14	2.6±0.4	3.1±0.6	3.1±0.6	3.2±0.8	3.2±0.8	3.3±0.9	3.3±0.9	3.3±0.9	3.3±0.9	3.3±0.9	3.3±0.9	4.1±1.4	4.4±1.7
	2分枝	4	4.7±1.6	5.2±2.1	5.2±2.1	5.4±2.3	5.5±2.4	5.6±2.5	5.6±2.5	5.6±2.5	5.6±2.5	5.6±2.5	5.6±2.5	6.9±3.3	7.3±3.8
	3分枝	1	9.1	10.3	10.3	10.6	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	13.2	15.2
南西	1分枝	13	2.5±0.3	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.4	3.3±0.6	3.4±0.7
	2分枝	5	3.5±0.9	4.3±1.2	4.3±1.2	4.4±1.3	4.4±1.3	4.4±1.3	4.4±1.3	4.4±1.3	4.4±1.3	4.4±1.3	4.4±1.3	4.9±1.6	4.9±1.6
	3分枝	1	7.5	8.3	8.3	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	9.4	10.0
北	1分枝	13	3.1±0.5	3.6±0.7	3.6±0.7	3.6±0.7	3.7±0.7	3.7±0.7	3.7±0.7	3.7±0.7	3.7±0.7	3.7±0.7	3.7±0.7	3.8±0.8	3.9±0.9
	2分枝	4	4.6±1.3	5.5±1.6	5.5±1.6	5.5±1.6	5.6±1.7	5.6±1.7	5.6±1.7	5.6±1.7	5.6±1.7	5.6±1.7	5.6±1.7	5.9±1.7	6.0±1.8
	3分枝	1	9.3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	11.3	11.3
三方向の 平均	1分枝	40	2.7±0.5	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	3.7±1.0	3.9±1.2
	2分枝	13	4.2±1.3	4.9±1.6	4.9±1.6	5.0±1.7	5.1±1.7	5.1±1.8	5.1±1.8	5.1±1.8	5.1±1.8	5.1±1.8	5.1±1.8	5.8±2.2	6.0±2.5
	3分枝	3	8.6±1.0	9.6±1.1	9.6±1.1	9.8±1.1	10.1±1.3	10.1±1.3	10.1±1.3	10.1±1.3	10.1±1.3	10.1±1.3	10.1±1.3	11.3±1.9	12.2±2.7

※平均±標準偏差

表－3 新芽の月別発生本数

測定方位	2015年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2016年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	合計
南東			8									40		48
南西													25	25
北								1	1			14		16
合計			8					1	1			54	25	89

# タンゲブの育苗栽培技術の開発

## －用土別播種試験－

企画管理班 中村 智恵子

### 1. はじめに

沖縄の森林は多様な植物が多く、商品的価値を有する植物も多く存在する。この調査は、林業および山村地域の振興を促進するため、未利用資源植物の中から食品価値および機能性を有するタンゲブに着目し、新たな特用林産物の生産に資することを目的として平成27年度から「タンゲブの育苗栽培技術の開発」と題して研究を開始した。

これまでの調査では、タンゲブの種子形態や貯蔵別発芽率が明らかにされているが、これ以外にタンゲブの育苗栽培に関する研究はほとんど行われていないことから、今回は、播種床に適した用土について基礎的調査を行ったので報告する。

### 2. 材料および試験方法

2016年2月15日に、クチャ、赤土、鹿沼土、海砂、川砂、腐葉土の6種類の土を128穴のセルトレー（8マス×16列）に詰め、種子が含まれている果汁をセルトレーに全面散布することにより播種した。

供試種子は、2016年2月に採取した果実（液果）を水の入ったボウルに入れて砕き、目の細かい網で濾して得られた種子を用い、同密度になるよう播種した。タンゲブ種子の平均的形状は短径0.074mm、長径0.097mmと微粒であることから（知念, 2017）、種子サイズ以上のノズル穴径の散布器を用いて播種した。

播種したセルトレーは森林資源研究センター構内のガラス室内で管理した。

播種3ヵ月後の2016年5月10日と4ヵ月後の6月10日、5ヵ月後の7月8日に、用土別にセルトレーの1セル毎の発生本数と個体サイズを調べた。個体サイズは、双葉の長さとした。

### 3. 結果

結果を図－1、2に示す。

2016年7月8日の発生本数は、クチャ（平均60.17本）、鹿沼土（平均53.75本）、川砂（平均36.92本）、赤土（平均21.33本）、海砂（平均17本）、腐葉土（平均5.2本）の順に多かった（図－1）。また、個体サイズは、クチャ（平均22.88mm）、川砂（平均20.39mm）、腐葉土（平均9.9mm）、海砂（平均8.88mm）、赤土（平均4.87mm）、鹿沼土（平均4.38mm）の順であった（図－2）。

これらの結果から、タンゲブの播種に用いる用土としては、クチャが適していることが分かった。

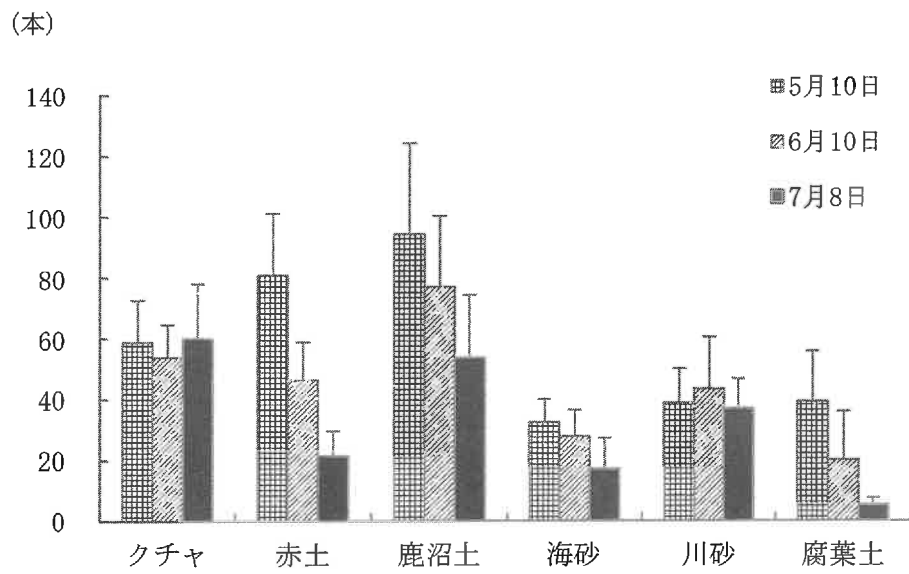


図-1 用土別発生本数

エラーバーは標準偏差

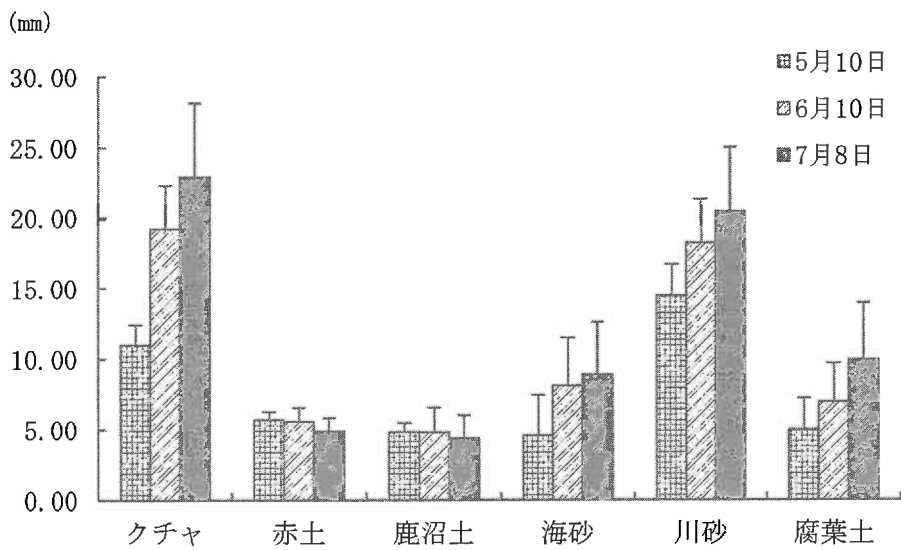


図-2 用土別発芽個体サイズ

エラーバーは標準偏差

# タンゲブの育苗栽培技術の開発

## —圃場栽培におけるタンゲブ苗の植付期別生長—

企画管理班 中村 智恵子

### 1. はじめに

沖縄の森林は多様な植物が多く、商品的価値を有する植物も多く存在する。この調査は、林業および山村地域の振興を促進するため、未利用資源植物の中から食品価値および機能性を有するタンゲブに着目し、新たな特用林産物の生産に資することを目的として平成27年度から「タンゲブの育苗栽培技術の開発」と題して研究を開始した。

これまでの調査では、タンゲブの種子形態や貯蔵別発芽率が明らかにされているが、これ以外にタンゲブの育苗栽培に関する研究はほとんど行われていないことから、今回は、圃場栽培におけるタンゲブ苗の植付期別生長について基礎的調査を行ったので報告する。

### 2. 材料および試験方法

供試するタンゲブ苗は、2015年5月に播種し、同年10月に鉢上げしたポット苗（PPポット10.5cm規格）を使用した。ポット苗は、春・夏・秋・冬の時期別にそれぞれ15本を圃場に移植した（表－1）。試験は、森林資源研究センター構内にある山地近くの整地圃場で行った。茎長が長く、茎の分枝数が多くなるほど果実の量が多くなる傾向にあることから、茎長及び分枝数を測定項目とした。

圃場にポット苗を植付した後、植付後の苗の茎長と茎の分枝数を1ヵ月毎に測定した。なお、茎長については最も長い茎の長さを測定し、茎の分枝数については1株当たり30本を超えるとカウントが難しくなることから、30本を超えている場合の分枝数は30本として測定した。

### 3. 結果

結果を図－1、2に示す。

植付時の平均茎長は、春、冬、夏、秋の順であったが、3ヶ月後は、夏（平均41.1cm）、春（平均39.7cm）、冬（平均33.6cm）、秋（平均30.4cm）の順で、夏期移植が最も茎長が長かった（図－1）。また、植付時の平均分枝数は、春、夏、秋、冬でほとんど差がなかったが、3ヶ月後は、春（平均30本）、夏（平均18.6本）、冬（平均17.9本）、秋（平均6.7本）の順で、春期移植が最も分枝数が多くなった。

表－1 移植日および移植本数

	春期	夏期	秋期	冬期
移植日	2016/5/24	2016/9/20	2016/11/25	2017/2/28
移植本数	15本	15本	15本	15本



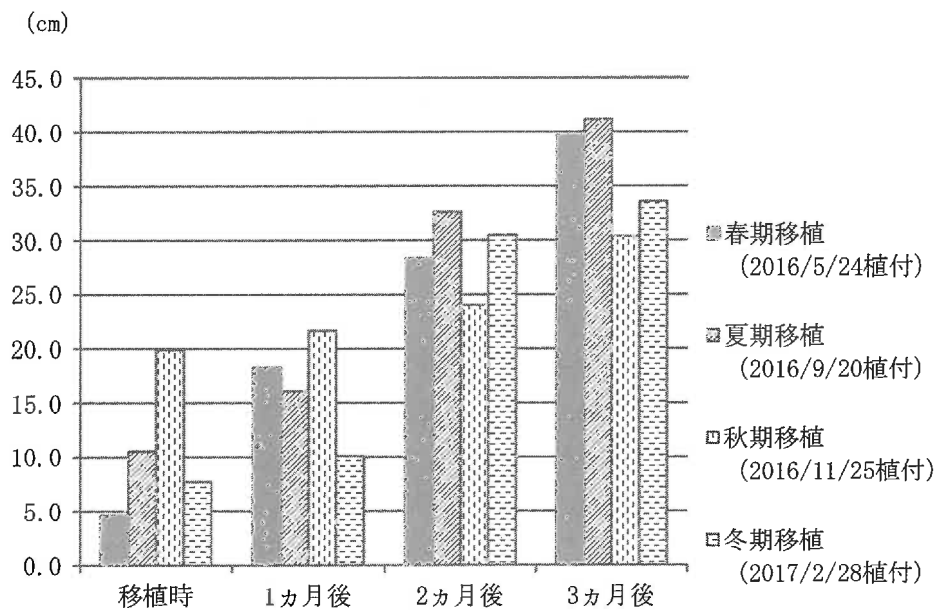


図-1 移植時期別の苗の平均茎長

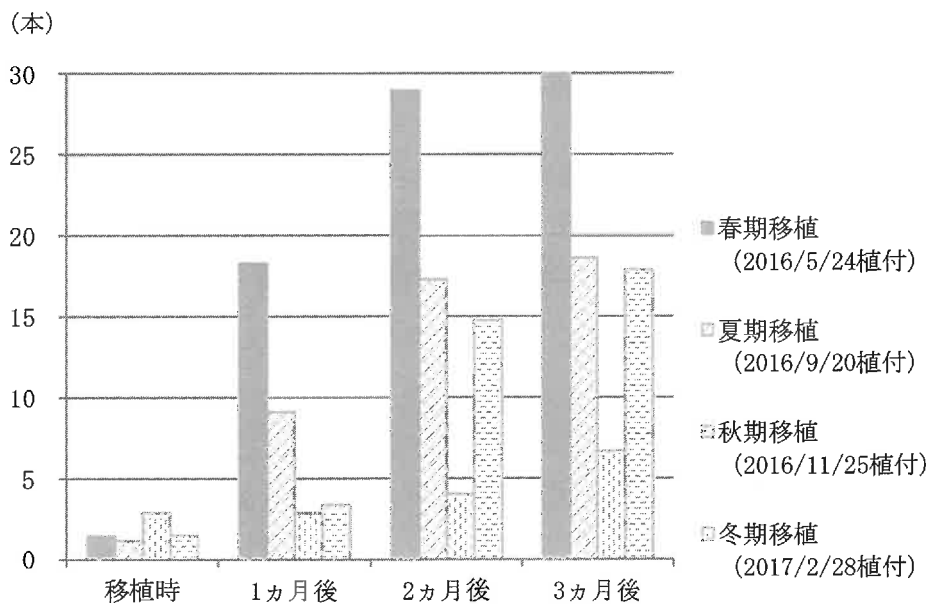


図-2 移植時期別の苗の平均分枝数

# ハウビカンジュの基礎的栽培方法

—遮光率による活着および新芽発生への影響調査—

企画管理班 田口 司

## 1. はじめに

ハウビカンジュ (*Nephrolepis biserrata*) は、トカラ列島以南の南西諸島に分布しているツルシダ科の常緑多年生のシダで、宮古地域では、新芽部分が食用として利用されており、「宮古ぜんまい」の名称で流通している。

近年、需要が高まり、山野に自生するものを採取するだけでは需要に応えられない状況にある。そのため、本研究では、ハウビカンジュを特用林産物として利用していくための栽培技術の確立を目指して試験を行っており、今回は、圃場栽培において遮光率の違いがハウビカンジュの活着および新芽の発生に与える影響について検討したので報告する。

## 2. 試験方法

2016年6月15日に森林資源研究センター内の畝立てした圃場に、1試験区(5m×0.5m)に50cm間隔で10株ずつ植栽し、1畝に4試験区とし、3畝で12試験区を設置した。試験区は、遮光ネット無し区・遮光率50%・65%・75%ネット設置区を2区画ずつ、遮光率86%ネット設置区のみ4区画をランダムで配置した。植栽株は、林道奥Ⅱ号線沿いの群生地より、2016年6月14日に採取した株を使用した。

活着は、2017年3月29日時点で生存し、かつ葉が茂っているものを計数した。新芽本数と葉本数は、植栽した株において2週毎に計数した。

## 3. 結果

活着率は、遮光率75%区が最も良く植栽株の70% (14株) が活着し、次いで遮光率65%区で植栽株の65% (13株) が活着しており、遮光率65%区と75%区がほぼ同等であった(表-1)。

各試験区の新芽は、植栽2ヶ月後から発生が始まる。また、葉本数は、植栽後約2ヶ月は減少するものの、新芽の発生に伴い増加していく。活着株当たりの新芽累計本数および葉本数は、ネット無し区が最も多いが、活着株が1株のみであったことから、活着状況を考慮すると、遮光率65%区が活着株当たりの新芽累計本数(13.2本)および葉本数(15.5本)ともに多くなった(図-1、2)。

表-1 遮光率別活着試験結果

試験区	植栽株数	活着株数	活着率	新芽累計本数	活着株当たりの新芽累計本数	葉本数	活着株当たりの葉本数
ネット無し	20	1	5%	24	24.0	22	22.0
50%	20	9	45%	81	9.0	93	10.3
65%	20	13	65%	171	13.2	201	15.5
75%	20	14	70%	109	7.8	134	9.6
86%	40	18	45%	73	4.1	91	5.1
計	120	55	46%	458	8.3	541	9.8

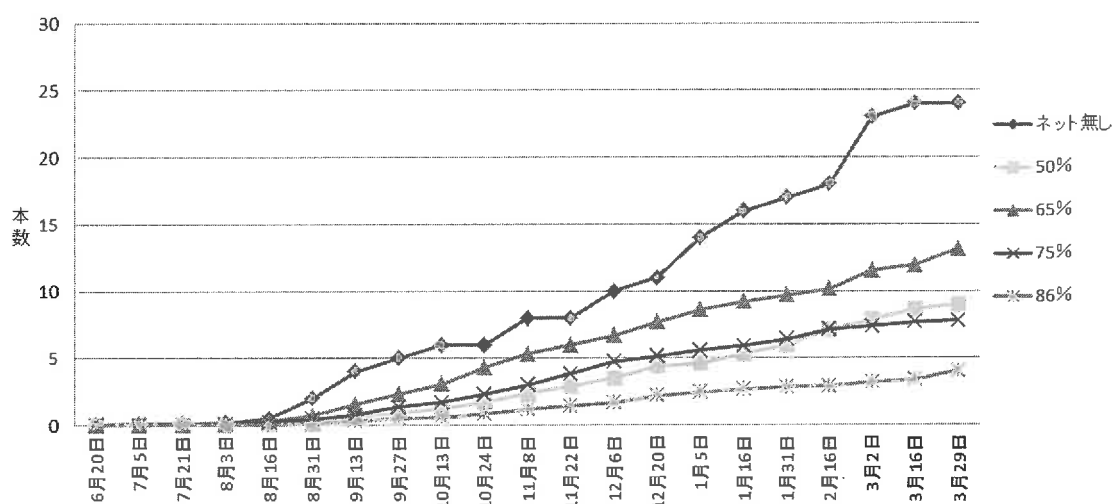


図-1 活着株当たりの新芽累計本数の推移

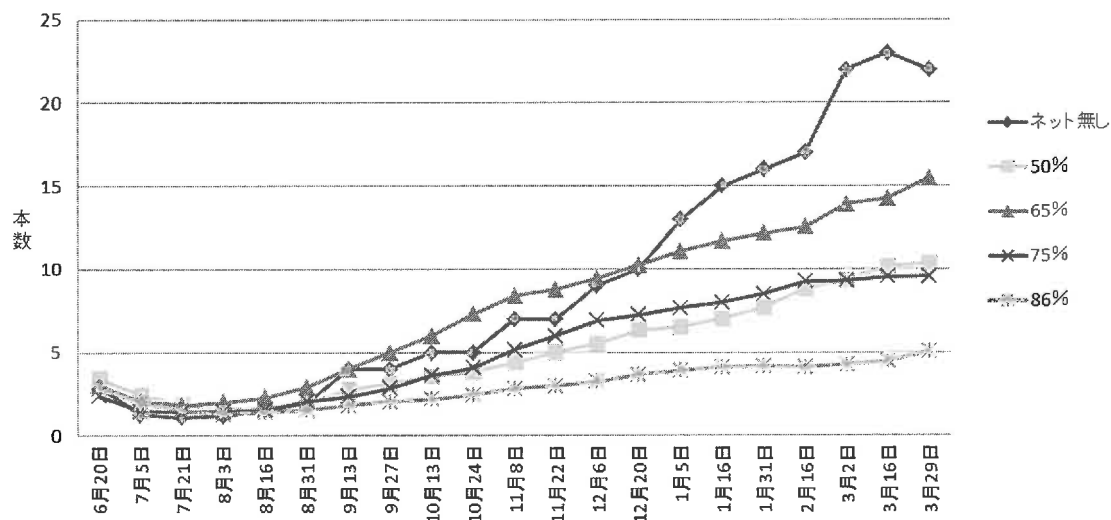


図-2 活着株当たりの葉本数の推移

# アラゲキクラゲ栽培に関する研究

企画管理班 伊藤 俊輔

## 1. はじめに

沖縄におけるアラゲキクラゲの生産量は、ピーク時の2005年には19.6tの生産量があった。その後、害菌・害虫等の被害により生産量が低下し2012年時点で3.0tの生産量まで減少した。本研究では、菌床シイタケ栽培の夏場対策用きのことしてアラゲキクラゲの簡易施設栽培技術の確立を目指して栽培試験を行った。今回の報告では、フスマとpH調整剤の添加割合について検討を行ったので報告する。

## 2. 方法

菌床の作成は、2016年3月3日に行い、種菌の接種は3月5日に行った。培地基材はイタジイ主体の広葉樹おが粉とした。栄養剤はフスマとし、培地への添加割合は絶乾重比で、10、20、25%とした。pH調整剤は、食品添加物用の水酸化カルシウム（内藤商店製）とし、培地への添加割合は絶乾重比で、0.1、0.5、1.0%とした。培地の含水率は65%となるようにpH調整剤を添加した水道水を予めおが粉に注水・攪拌しなじませた。翌日、袋詰め直前にフスマを添加した。袋へのつめ量は、1.5kgとした。滅菌は121℃で90分間行った。供試種菌は、あらげきくらげ89号（森産業）とし、接種量は60ml程度とした。菌床の培養は5月13日までの71日間とした。発生処理は7月27日に、菌床の長い側面の片側に5cm間隔で縦方向に5cmのスリットをクッターナイフで3本入れた。収穫は1日1回行い、子実体が発生しなくなった8月28日までとした。供試菌床数は、4～6菌床とした。

培地pHの測定は、種菌接種用とは別に準備したpH測定用培地の滅菌後以下の手順で行った。1. 培地の一部をコニカルビーカーに採取。2. 培地重量の5倍量のイオン交換水を添加し攪拌。3. 6時間静置後、pHを測定（卓上pHメーターF-74、スタンダード ToupH 電極 9615S-10D、HORIBA製）

収穫は1日1回行い、測定は収穫後直ちに行い、測定項目は生重とした。

## 3. 結果

pH調整剤1.0%、フスマ25%をそれぞれ添加した区は、害菌汚染により全量が欠測となった。

培地pH測定結果を図-1に示す。pH調整剤を1.0%添加することで、培地pHを6.5程度に調整することができた。

最も収穫量が多かった区はpH調整剤1.0%・フスマ10%添加区の955.8±60.7g/菌床で、同1.0%・同20%添加区の946.4±60.7g/菌床が続いた（図-2）。分散分析（危険率5%）の結果、pH調整剤添加0.1%と0.5%間では、差がなかったのに対して、pH調整剤添加1.0%は他の区に対して有意に収穫量が多かった。また、フスマ添加量25%、20%区が10%添加区に対して

有意に収穫量が多くなった。

Turkey-Kramerによる多重比較検定（危険率5%）の結果、pH調整剤添加1.0%区が最も短くなった。

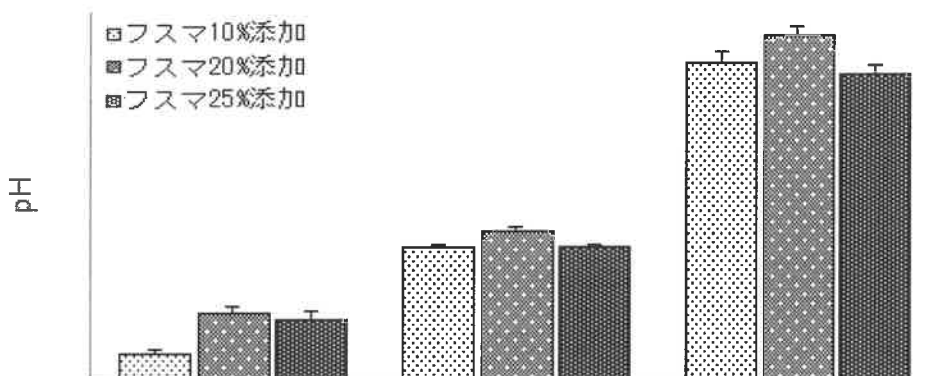


図-1 pH調整剤・フスマ添加割合別の培地pH

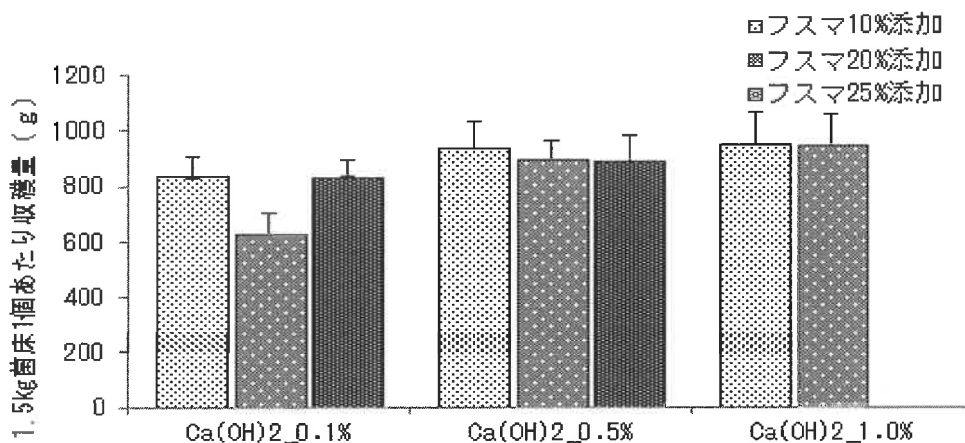


図-2 菌床1個あたり収穫量

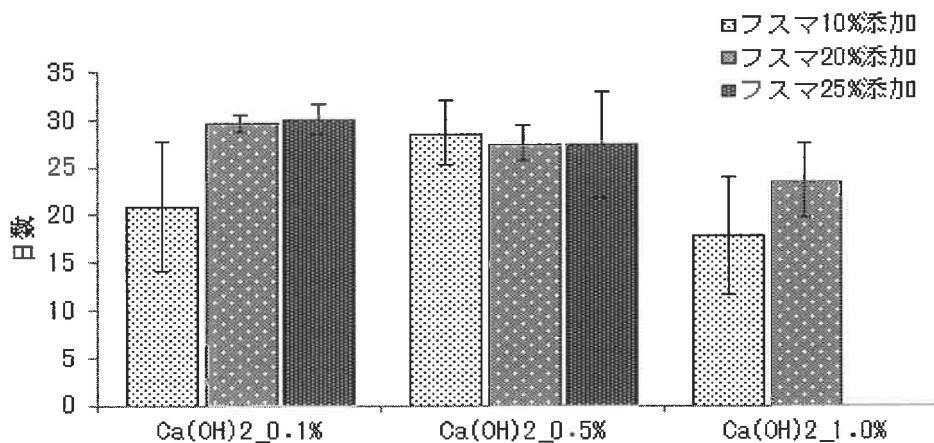


図-3 発生処理から初回収穫までに要する日数

# オオシロアリタケ栽培に関する基礎的研究

企画管理班 伊藤 俊輔  
育林・林産班 喜友名朝次

## 1. はじめに

オオシロアリタケ (*Termitomyces eurhizus*) は、台湾シロアリ (*Odontotermes formosanus*) が栽培する食用キノコで、美味であることが知られている。しかし、人工培養が困難で、培養に成功した事例はない。森林資源研究センターでは、人工栽培に向けた基礎的研究をおこなっており、今回は、石垣島で採取したオオシロアリタケの巣を菌床作成の際の参考資料するために分析を行った。

## 2. 方法

### (1) オオシロアリタケの巣の採取

台湾シロアリの巣（以下「シロアリの巣」と表記）は、2016年11月1日に石垣市内の県営林内で2個採取した（乱獲防止のため詳細な場所については記載しない）。オオシロアリタケは、台湾シロアリが巣を放棄した場合に発生する。今回採取したシロアリの巣についても放棄された巣であった。

採取したシロアリの巣は実験室に持ち帰り風乾後、ビニール袋に入れ分析まで保管した。

### (2) ICP発光分光分析装置による他元素同時分析

試料の前処理は次の手順で行った。1. 風乾状態で保管していたシロアリの巣を絶乾、2. 絶乾状態のシロアリの巣 100mgを 2.0mlマイクロチューブに精秤、3. 同チューブにイオン交換水を 1.0ml注入、4. レッチェ製のミルサーMM400で 20Hz、1分間震盪、5. KUBOTA製マイクロ冷却遠心分離機 3500で 20,000RPM、1分間遠心分離、6. 上清を分析用試料として供試した。土壌についても同様の手順で分析用試料を調製した。

分析には、ICPE-9000（島津製作所製）で行った。分析手法は、装置の内部データベースを活用した分析である定性分析を行った。

## 3. 結果

表-1にシロアリの巣と表-2に巣の周辺土壌の分析結果を示した（表には検出した主な元素を）。シロアリの巣の分析の結果、Ca（カルシウム）が 6.3mg/L、S（イオウ）が 1.1mg/Lであった。巣に含まれるCaについては、土壌の 37 倍高濃度であった。また、Sについては、25 倍高濃度であった。また、巣に含まれるI、K、Mg、Mn、Pについても土壌よりそれぞれ 6、10、23、81、12 倍高濃度であった。シロアリの巣に含まれるカルシウムやイオウの含有濃度が「mg/L」オーダーであったのに対して、土壌中に含まれるそれぞれの元素の濃度は「μg/L」オーダーであった。このことは、台湾シロアリによって選択的に集められた又は、代謝により蓄積したもの

であると示唆された。

一方で、周辺土壌にはAl（アルミニウム）が510  $\mu\text{g/L}$ 含まれるのに対して、巣には97  $\mu\text{g/L}$ と5分の1程度の含有に留まった。

今後、分析結果の普遍性の向上には、サンプル点数を増やす必要がある。

表・1 シロアリの巣から検出された元素とその濃度一覧

元素名	濃度 (mg/L)	元素名	濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )	元素名	濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )
Cs	6.3	Al	97 ※	Mn	270
S	1.1	B	3.5	Na	67
		Ba	1.0	P	160
		Fe	12	Sc	1.8
		I	50	Si	23
		K	240	Sr	21
		Mg	680		

※表中の※印は検出下限以下であったことを示す

表・2 シロアリの巣の周辺土壌から検出された元素とその濃度一覧

元素名	濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )	元素名	濃度 (ng/L)
Al	510	Mn	3.3
B	1.2	Na	32
Ca	170	P	13 ※
Ba	0.39 ※	S	44
Fe	74	Sc	44
I	7.7 ※	Si	30
K	23	Sr	1.5
Mg	92		

# 沖縄県産木材の水中貯木に関する研究

育林・林産班 伊波 正和

## 1. 目的

木材の水中貯木については昔から行われてきた方法であるが、その有効性についての詳細なデータは少ない。沖縄県でも、古くは、海岸の砂浜に埋め、潮に洗われた木材や水田に埋める等した木材を使用したとされている。さらに近年では、水中貯木したは変形が少ないと言われている。

このようなことから、水中貯木により木材の物性或化学性が変化するかについて明らかにし、県産木材の貯蔵方法として有効性を検討する必要がある。

今回は、沖縄県産木材10樹種について、水中貯木無し、1年間水中貯木の比較を行ったので報告する。

## 2. 試験方法

樹種はリュウキュウマツ、オキナワウラジロガシ、センダン、クスノキ、イタジイ、アカギ、ホウオウボク、シマナンヨウスギ、イジュ、ガジュマルの10樹種を供試し、直径250mm～350mm、長さ400～500mm程度の通直な丸太材をサンプリングした。その際、同一樹種試験材は同一丸太からのサンプリングを行った。

曲げ強度は、JIS Z 2101 木材の試験方法 曲げ試験に準じて行った。試験材は湿度65%以内に調製した保管庫で十分に養生して試験に供した。寸法は半径方向20mm×接線方向20mm×繊維方向320mmの2方桁とした。スパンは280mmとし集中荷重をスパンの中央部に加えた。荷重面は桁目面とし荷重速度は50mm/minで行った。試験機はオートグラフAG-100N PLUSを用いた。

膨潤率の測定には、半径方向30mm×接線方向30mm×繊維方向30mmの2方桁の試験片を1樹種につき5個作成し、温度20℃、湿度65%の恒温恒湿器内で恒量となるまで養生した試験片を用いた。試験片を105℃の乾燥機内に入れ水分を完全に除去し、シリカゲルデシケーターで室温に冷やしたのを全乾状態とし、半径方向、接線方向、繊維方向の寸法を測定した。全乾状態から気乾状態（温度20℃、湿度65%の恒温恒湿器内に10日以上置いた）に戻した後、試験材を水に沈め、減圧常圧を繰り返して飽水状態にした。その飽水状態の寸法を測定して膨潤率（全乾時基準）を求めた。

抽出試料は、各供試材を粉砕器（ウィリーミル）で細粉し、ふるいをを用いて約40～100メッシュでふるいにかけてのものを用いた。

抽出は、冷水、熱水、NaOHにより抽出した。冷水抽出の方法は、精秤した試料約2gに、蒸留水300mlを加え、時々攪拌しながら25℃に48時間放置し、ガラス・フィルターで濾過後蒸留水で洗浄した。抽出残渣の入ったガラス・フィルターを秤量びんに移し、105℃で4時間乾燥後デシケーター中で放冷し秤量した。冷水抽出率（%）は試料の全乾重量を基準に求めた。

温水抽出の方法は、精秤した試料約2gに蒸留水100mlを加え、フラスコに環流冷却器を取り付けて3時間静かに煮沸し、ガラス・フィルターで濾過後、温水で洗浄した。抽出残渣の入っているガラス・フィルターを秤量びんに移し、105℃で恒量になるまで乾燥し秤量した。温水抽出



率 (%) の求め方は、冷水抽出物の場合と同様である。

1%NaOH水溶液による抽出は、精秤した試料約2gに、100mlの1%水酸化ナトリウム水溶液を加えて、フラスコに冷却管をとり付け、時々かく伴しながら湯浴中で1時間煮沸した。その後、直ちにガラスフィルターで吸引濾過し、熱水(150ml)、10%酢酸水溶液(50ml)、熱水(150ml)で順に洗浄した。ガラス・フィルターを秤量びんに移し、105℃で恒量になるまで乾燥し秤量した。アルカリ抽出率 (%) の算出方法は、冷水抽出の場合と同様である。

### 3. 試験結果

試験結果を表1に示す。曲げ強度と膨潤率は水中貯木前と1年間貯木したのでは明らかな違いは判別できない。抽出物では冷水抽出物(図1)については水中貯木した場合はしない場合より抽出物の量が少なくなっていることが分かる。他のデータについては傾向が明らかでないので、これについては2年間の水中貯木の結果を待って考察したい。

表1 水中貯木する前と水中貯木1年後の測定結果

No	樹種名	水中貯木	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	曲げ強さ (N/mm <sup>2</sup> )	膨潤率 (%)			抽出物 (%)		
					半径	接線	繊維	冷水	温水	NaOH
1	リュウキュウマツ	前	0.73	102.30	7.35	9.15	0.78	1.13	2.00	7.61
		1年	0.74	86.30	2.05	3.90	1.64	1.22	1.95	9.92
2	オキナワウラジ ロガシ	前	0.84	140.90	4.44	12.27	0.90	2.67	3.25	15.4
		1年	0.81	124.10	4.37	12.76	0.46	2.70	3.60	16.29
3	センダン	前	0.56	69.00	5.01	8.08	1.30	1.64	2.23	10.97
		1年	0.57	69.50	4.81	8.68	0.59	1.16	1.37	12.36
4	クスノキ	前	0.54	85.80	4.39	8.56	1.26	4.09	4.70	13.14
		1年	0.56	86.10	4.60	8.55	0.57	3.37	4.30	13.14
5	イタジイ	前	0.74	125.20	5.74	13.53	1.18	7.86	9.42	19.20
		1年	0.73	114.50	5.34	12.86	0.50	6.68	8.18	16.82
6	アカギ	前	0.62	72.20	4.70	10.26	1.42	2.10	2.95	19.48
		1年	0.66	85.30	5.98	15.03	0.43	0.87	2.00	19.56
7	ハウオウボク	前	0.46	59.50	2.13	5.53	2.28	5.07	6.01	16.70
		1年	0.43	55.60	2.16	5.20	0.98	4.00	4.81	15.21
8	シマナンヨウスギ	前	0.53	86.00	3.90	6.76	1.67	2.03	2.38	11.10
		1年	0.53	65.80	4.13	5.97	0.64	0.82	1.27	5.81
9	イジュ	前	0.61	88.10	6.05	14.62	1.48	2.37	2.62	16.65
		1年	0.60	90.70	5.29	12.12	0.99	1.84	2.16	13.95
10	ガジュマル	前	0.65	88.60	3.90	7.70	1.07	3.72	4.83	17.57
		1年	0.70	96.90	3.82	8.31	0.83	3.64	4.08	15.19

# リュウキュウマツの改質による高機能化に関する研究

－難燃剤処理による燃焼性試験－

育林・林産班 伊波 正和

## 1. 目的

リュウキュウマツは沖縄県産材の中で資源量が多く、木目も美しいため建築の内装材として利用されているが、台所等の火元周りでは、燃焼性が問題となっている。

一般に、木材の燃焼を防止するために難燃処理剤を処理する方法が一般的であるが、これまでリュウキュウマツには利用されていなかった。そこで、市販の難燃剤のリュウキュウマツ材に対する燃焼防止効果について検討したので報告する。

## 2. 試験方法

JIS A 1322による試験、建築材料のうち主として厚さ5mm未満のボード、シート、フィルム、厚手布地等の平板な材料を試験にそれらの難燃性を確認するものに準じて試験を行った。

試料はリュウキュウマツの無垢材を $\approx 260\text{mm}$ （繊維方向） $\times 100\text{mm} \times 10\text{mm}$ に調整したものを使用した。

使用難燃剤には、一般的に使用されている市販の薬剤4種を使用した（表1）薬剤の処理方法は含侵と浸漬とし、含侵は小型真空加圧含侵装置（株式会社ヤスジマ製）を用いた。はじめに $-0.090\text{Mp}$ で20分間真空とした後に加圧して含侵処理を行った。加圧スケジュールは、 $0.030\text{Mp}$ で20分、 $0.600\text{Mp}$ で30分、 $0.800\text{Mp}$ で30分とした。浸漬は、JERICO-MFのみで処理薬剤に15分間浸漬した。試験材の注入の直前と直後の重量を測定し薬剤の注入量は算出した。注入の終えた試験材は1ヶ月間室内で静置した後、 $50^\circ\text{C}$ の温風乾燥機で乾かし、シリカゲルデシケーター内で養生した。

燃焼試験は、スガ試験機株式会社 FL-45MC  $45^\circ$  燃焼性試験器を用いメッセルバーナー法で行った。試験体を燃焼試験箱内に $45^\circ$ に傾斜して設置し、加熱時間を120秒にセットして試験した。試験の繰り返し数はすべて5個とした。

表1

会社名	試薬名	主要成分	処理液
K. K. 三和ケミカル	アピノン101	グアニジン系（粉体）	10倍に希釈した水溶液
〃	アピノン303	〃	〃
丸菱油化K. K.	ノンネンW-200	リン・チッソ化合物（液体）	薬剤：水＝60：40
K. K. エフテック	JERICO-MF	磷酸アンモニウム・硫酸アンモニウム・その他	原液 (固形分10～15%の水溶液)

## 3. 試験結果

表2に試験結果を示し、写真1に処理後の試験材の写真を示す。

含浸処理した4種の難燃剤は全て難燃性の向上が認められた。JERICO-MFの浸漬処理では、含浸に比べて薬剤の注入量が少なく、難燃の効は小さかった。

処理木材の表面に白粉が吹き出る白亜化が認められたり、材表面が濡れる潮解現象があらわれた。実用化においては、白亜化や潮解現象の対策が必要である。

表2 難燃性試験の結果

難燃剤	処理	注入量 (g)	着炎 (%)	炭化長 (mm)	炭化面積 (cm <sup>2</sup> )	残炎時間 (秒)	残じん時間 (秒)	備考
無処理			100	112.5	58	24.58	111.375	
アピノン101	含浸	154.8	0	63	19.8			白粉
アピノン303	〃	145.4	0	66	21			〃
ノンネンW-200	〃	164.0	0	65	20.3			湿
JERICO-MF	〃	160.4	0	65	20.3			〃
〃	浸漬	13.6	60	95	47.5	73	91	〃

白粉：試験終了後室内放置した試験材の表面に白い粉が吹き出していた。

湿：表面がぬれていた。

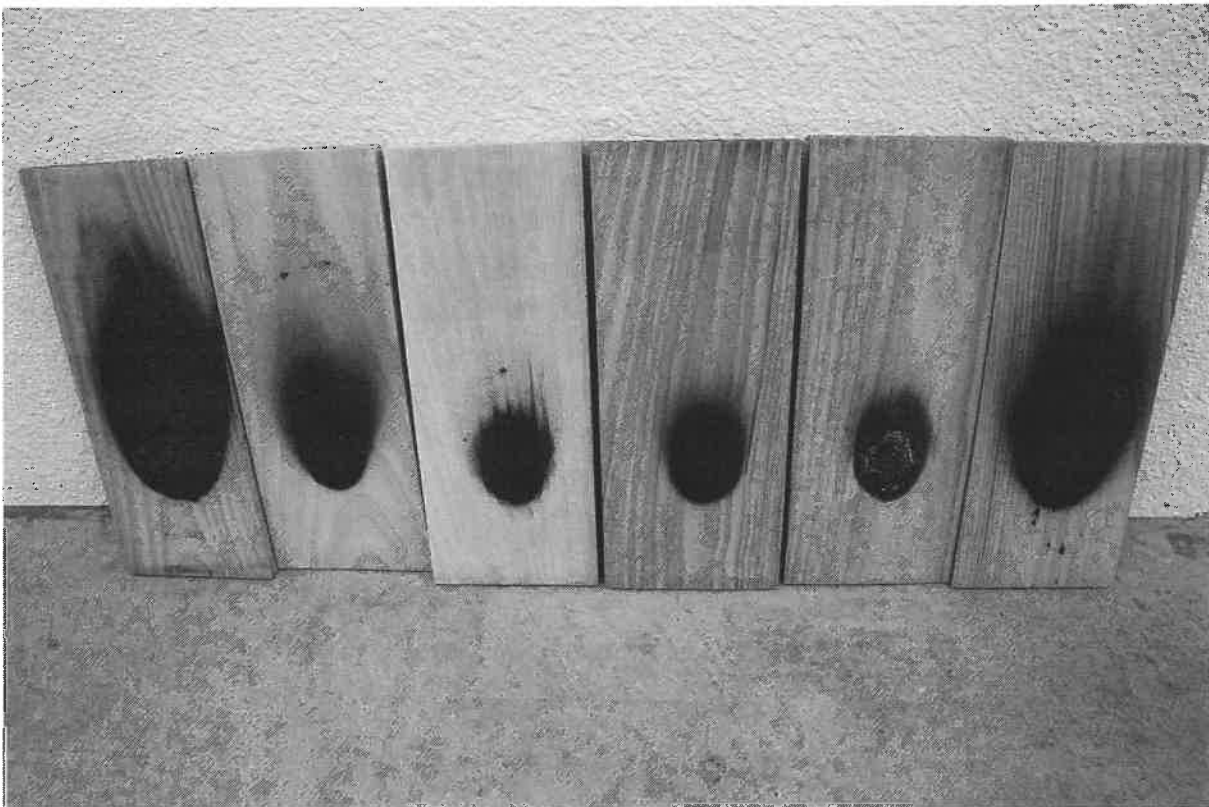


写真1 燃焼試験終了後の試験材

左から無処理、アピノン101、アピノン303、ノンネンW-200、JERICO-MF含浸、JERICO-MF浸漬

# 沖縄県産木材を用いた沖縄そばマカイの開発研究

育林・林産班 伊波 正和

## 1. 目的

近年、県産木材は加工技術の開発により幅広く利用されることが期待されているが、依然として県外からの移入木材が多く利用されている状態にある。

沖縄を代表する食材である沖縄そばは全国的に知名度が高いが、その椀（マカイ）は、ほとんどが陶磁器であり木製品は見かけない。沖縄県産木材の有効活用と用途拡大を目的として、沖縄産木材を用いた沖縄そばマカイの開発を行っており、今回は、リュウキュウマツとイタジイを使用して、塗装方法の検討を行ったので報告する。

## 2. 試験方法

試験片は、製材後、自然乾燥した材を木取りし、プレーナー加工したものをを用いた。寸法を100mm×50mm（繊維方向×10mm）にし、試験片の角はトリマー（留めビット）とポータブルサンダー（＃100）で滑らかにした。塗装には食品衛生法に合格した市販の塗料（表1）を使用し、調合割合などはメーカーの標準使用方法にもとづいて処理した（表2）。

異なる塗装方法で作成した試験片を耐水試験と耐湯試験に供した。各塗装方法につき繰り返し数は5回とした。耐水試験では、試験片の長辺の（100mmの方向）を縦にビーカー内のイオン交換水に入れ、試験片の下方から30mmの箇所まで浸し、室内に48時間静置後、増加した重量により吸水量を求めた。耐湯試験では耐水試験終了直後の試験片をビーカー内のイオン交換水が下方から32mmにして、ビーカーを湯煎にかけ、92℃±1に昇温し、30分間静置した後、湯煎から取り出した。室内条件下で2時間30分冷却後に、試験片をビーカーから取り出して、耐水試験と同様の方法で吸水量を求めた。

## 3. 試験結果

耐水、耐湯試験の吸水量及び塗膜厚の平均値と試験終了後の試験片の外観を表3に示す。

リュウキュウマツ試験片については塗装方法の漆④以外は耐湯試験においてヤニの噴出が認められる。ガラス①については吸水量も突出して大きい。

イタジイ試験片はすべて安定した試験結果を示し、ウレタン①、ウレタン②、ウレタン③、漆①漆、②、漆③、漆④が耐水・耐湯試験において吸水量も少なく試験後の試験片に異常は認められないが、ガラス①についてはリュウキュウマツ同様に水分が試験片に浸み込んでいる。

漆塗膜においては塗膜厚の厚い刷毛塗りの漆④はリュウキュウマツ、イタジイともが分吸水量が小さくなっているが変色が見られる。また、リュウキュウマツのヤニの噴出も見られない。漆は試験片作成後1ヶ月間の養生期間において試験したが漆④については塗膜が厚い分乾燥が十分でなかったため変色が出たと思われる。

表1 使用塗料

塗料メーカー	商 品 名
寿化工株式会社	木固めエース、目止剤、DXクリヤー、DX7分消クリヤー
斉藤株式会社	Σ 1010 ウッドシーラー、B2010 サンディングシーラー、Σ 30255 分消クリヤー
株式会社箕輪漆行	中国産生漆、MR-S 上素黒目漆、
大阪塗料工業株式会社	YT 水ガラスコート BN

表2 塗装工程

塗装方法	内 容
ウレタン①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木固めエースを刷毛塗りし乾かす。</li> <li>・2回目の木固めエースを刷毛塗りし、エースが乾かないうちに目止剤をすり込みむ。余分な目止剤は拭き取る。・空研ぎ</li> <li>・DXクリヤー(スプレー) ・空研ぎ ・DX7分消クリヤー(スプレー)</li> </ul>
ウレタン②, ③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Σ 1010ウッドシーラー(ウレタン②はスプレー塗装、ウレタン③は刷毛塗り) ・空研ぎ</li> <li>・B2010サンディングシーラー(スプレー) ・空研ぎ ・Σ 3025 5分消クリヤー(スプレー)</li> </ul>
漆 ①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生漆を樟脳油で2倍に希釈し刷毛塗り ・空研ぎ</li> <li>・生漆をすり込み拭き取る(①は空研ぎすり込み拭き取りを5回、②は10回繰り返す)</li> </ul>
漆 ③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MR-S上素黒目漆を樟脳油で2倍に希釈し刷毛塗り ・空研ぎ</li> <li>・MR-S上素黒目漆をすり込み拭き取る(空研ぎすり込み拭き取りを5回繰り返す)</li> </ul>
漆 ④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MR-S上素黒目漆を樟脳油で2倍に希釈し刷毛塗り ・空研ぎ</li> <li>・MR-S上素黒目漆(刷毛) ・空研ぎ ・MR-S上素黒目漆(刷毛)</li> </ul>
ガラス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木固めエース(刷毛) ・空研ぎ ・YT水ガラスコート(たんぼすりを3回繰り返す)</li> </ul>

表3 耐水試験、耐水・耐湯試験の吸水量と試験片の塗膜厚

塗装方法	リュウキュウマツ				イタジイ			
	吸水量 (g)		塗膜厚 (mm)	外観	吸水量 (g)		塗膜厚 (mm)	外観
	耐水試験	耐湯試験			耐水試験	耐湯試験		
ウラタン①	0.105	<b>0.575</b>	0.050	ヤニ 5/5	0.147	<b>0.506</b>	0.052	
ウレタン②	0.550	<b>2.331</b>	0.055	ヤニ 5/5	0.216	<b>0.402</b>	0.088	
ウレタン③	0.247	<b>0.587</b>	0.055	ヤニ 3/5	0.205	<b>0.445</b>	0.064	
漆 ①	0.829	<b>1.495</b>	0.014	ヤニ 5/5	0.779	<b>1.375</b>	0.016	
漆 ②	0.391	<b>1.019</b>	0.012	ヤニ 5/5	0.255	<b>0.588</b>	0.015	
漆 ③	0.235	<b>0.754</b>	0.027	ヤニ 1/5	0.281	<b>0.901</b>	0.028	
漆 ④	0.058	<b>0.176</b>	0.056	変色 5/5	0.025	<b>0.101</b>	0.077	変色 5/5
ガラス	1.904	<b>4.173</b>	0.011		1.724	<b>2.712</b>	0.016	

# 松くい虫発生予察事業

育林・林産班 清水 優子

## 1. はじめに

この調査は、材内におけるマツノマダラカミキリ（以下、カミキリムシ）成虫の発生活長を調査することにより、カミキリムシ成虫の羽化脱出時期と気象条件との相関からカミキリムシ成虫の羽化脱出時期を推定し、薬剤散布時期の決定等に役立てることを目的とする。

## 2. 方法

カミキリムシ幼虫が生息しているマツ枯死木を伐倒・玉切りして、3月上旬までに森林資源研究センター内に設置した網室に搬入し、以後、カミキリムシ成虫の羽化脱出消長を調査した。

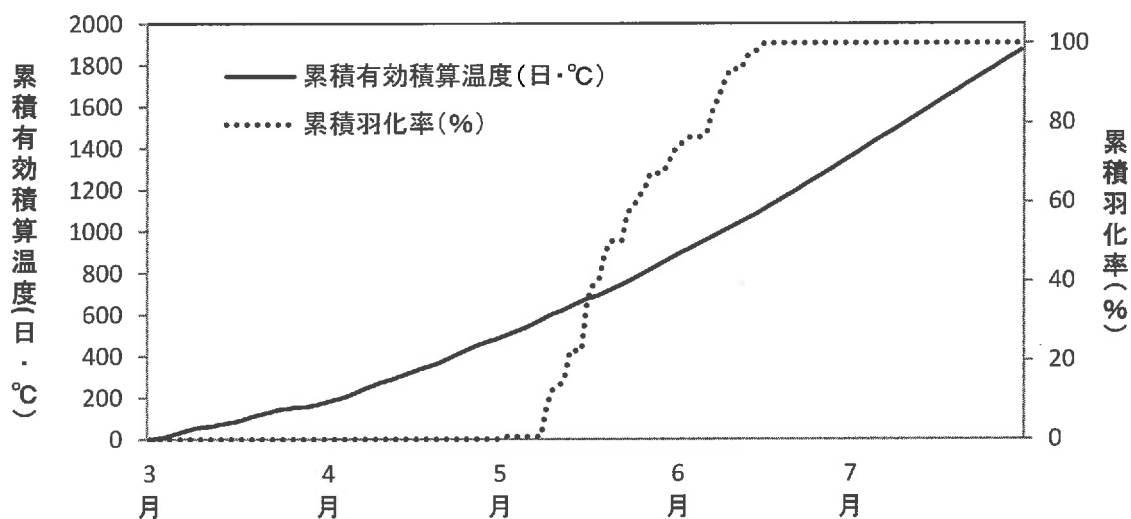
## 3. 結果

カミキリムシ成虫の発生活長調査の結果を図-1に示した。総発生数は、152頭で、羽化脱出初日は2016年5月2日、50%羽化日は2016年5月20日、羽化脱出狩猟日は2016年6月16日であった。2015年に比べて羽化脱出初日は16日遅く、50%羽化日は16日早く、羽化脱出終了日17日早かった（表-1）。

また、発育限界温度 $12.5^{\circ}\text{C}$ とし、3月1日を起算日とした有効積算温度は、羽化脱出初日が $501.3^{\circ}\text{C}$ 、50%羽化日は $717.7^{\circ}\text{C}$ 、羽化脱出終了日は $1106.4^{\circ}\text{C}$ であった。

なお、有効積算温度の算出に用いた気象データは、名護測候所のデータによる。

羽化数:152頭、 発育限界温度:12.5°C



羽化脱出初日:5月2日  
 50%羽化日:5月20日  
 羽化脱出終了日:6月16日

図-1 マツノマダラカミキリの発生消長

表-1 当年および過去12年のマツノマダラカミキリ成虫の羽化脱出初日、50%羽化日、羽化脱出終了日

年	羽化脱出初日	50%羽化日	羽化脱出終了日
2016	5月2日	5月20日	6月16日
2015	4月16日	6月5日	7月3日
2014	4月22日	6月16日	7月17日
2013	4月15日	5月21日	6月30日
2012	4月21日	6月8日	6月30日
2011	5月10日	6月14日	7月17日
2010	4月19日	6月19日	7月23日
2009	4月14日	5月20日	5月29日
2008	5月2日	6月10日	7月10日
2007	4月14日	6月3日	7月17日
2006	4月10日	5月20日	7月12日
2005	4月22日	5月11日	7月6日
2004	4月14日	5月30日	8月9日

# 樹木食葉性害虫3種の有望薬剤の探索

育林・林産班 清水 優子

## 1. はじめに

緑化樹木において食葉性害虫による被害が県内各地で問題になっている。特に、タイワンキドクガ、ベニモンノメイガ、ホウオウボククチバによる被害に対する県民からの苦情は多いものの、防除対策に必要な登録薬剤は少ないか、無い状態である。現場では強剪定等による物理的な対策がとられているが、樹勢を著しく低下させ、枯死する樹木も確認されている。このため、既に樹木類で登録されている薬剤について、これら3種への殺虫効果について試験した。

## 2. 材料・方法

使用した薬剤および適用を表-1に示す。タイワンキドクガは、野外から雌成虫を採集し産卵させ、中齢～老齢になるまで飼育して試験に使用した。ベニモンノメイガおよびホウオウボククチバの幼虫は、野外（ベニモンノメイガ：名護市；ホウオウボククチバ：那覇市）から中齢～老齢幼虫を採集し、試験に供試した。薬剤を農薬登録された範囲の濃度に希釈し、それぞれの寄主植物の葉を（タイワンキドクガ・ベニモンノメイガ：デイゴ；ホウオウボククチバ：ホウオウボク）30秒間浸漬した後、1～2時間程度風乾した。無処理区は水道水を処理した。各処理区毎にプラスチックカップ（860ml）に1～3の葉と、5～11頭の幼虫を入れ、処理1、2、3、5日後の生存および死亡個体を調査した。この時、麻痺して正常に前進できない個体は死亡と判断した。

表-1. 供試薬剤の詳細

農薬の種類	農薬の名称	薬剤系統	適用作物	主な適用病害虫	登録濃度	試験濃度
①MEP	スミパイン乳剤	有機リン	樹木	ドクガ類	1000～1500	1000
②ペルメトリン	アディオン乳剤	ピレスロイド	樹木	ケムシ類	4000～8000	4000
③テブフェンジド	ロムダンフロアブル	IGR系	樹木	ケムシ類	2000～3000	2000
④BT剤	ゼンターリ顆粒水和剤	BT	樹木	ケムシ類	1000	1000
⑤スピノサド	スピノエース顆粒水和剤	スピノシン	樹木	ケムシ類	5000	5000
⑥ジノテフラン	アルバリン顆粒水和剤	ネオニコチノイド	樹木	ケムシ類	2000	2000
⑦フルベンジアミド	ステインガーフロアブル	ジアミド	樹木	ケムシ類	8000	8000
⑧クロラントタニリプロール	シンジェンタアセルプリン	ジアミド	樹木	ケムシ類	10000～20000	10000
⑨エマメクチン安息香酸	アフーム乳剤	マクロライド	野菜など	オオタバコガ	2000	2000

## 3. 結果

タイワンキドクガに対する幼虫の薬剤試験結果を図-1に示す。ペルメトリン及びスピノサド区では処理3日後に生存率が0%となった。クロラントタニリプロール、ジノテフラン、スピノサド、フルンジアミド処理区では処理5日後に生存率が0%となった。エマメクチン安息香酸塩



区では処理5日後の生存率が2.2%であった。MEP区では、処理5日後の生存率が20%となった。無処理の水道水区では、処理5日後の生存率は90%以上であった。

ベニモンノメイガに対する結果を図-2に示す。MEPおよびスピノサド区においては処理1日後にすべての個体が死亡した。テブフェノジド、クロラントタニリプロール、スピノサド、エマメクチン安息香酸塩の区で、処理3日後に生存率が0%となった。ペルメトリン処理区では、処理3日後の生存率が22.0%、処理5日後の生存率が10.0%となった。無処理の水道水区では、生存率が処理3日後の生存率が90%以上であったが、5日後には74.5%となった。

ホウオウボククチバに対する幼虫の薬剤試験結果を図-3に示す。ペルメトリンおよびエマメクチン安息香酸塩の薬剤処理区では、処理1日後に全て死亡した。MEP、デブフェノジド、クロラントタニリプロール、スピノサド、フルベンジアミド区において、生存率が0%となった。ジノテフラン区では処理5日後の生存率が2.6%であった。BT剤区では処理3日後の生存率が66.7%、5日後で57.7%となり、他の薬剤に比べて生存率が高かった。無処理の水道水区では、処理3日後の生存率が88.9%以上で、処理5日後で80.6%となった。

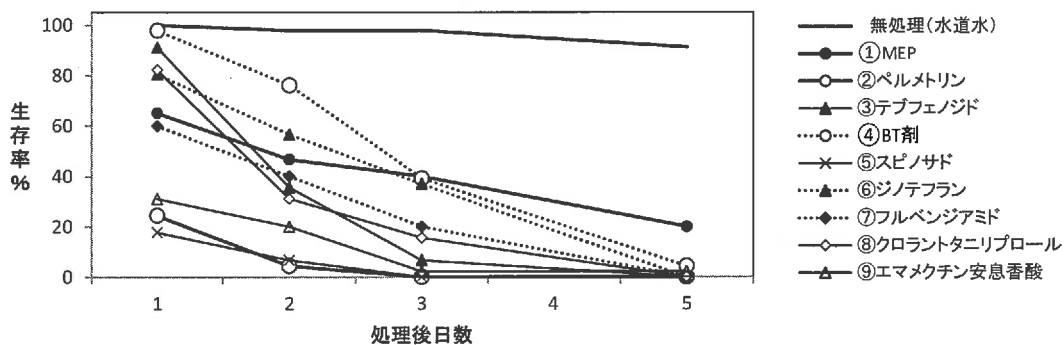


図-1. タイワンキドクガにおける散布薬剤の殺虫効果試験の結果

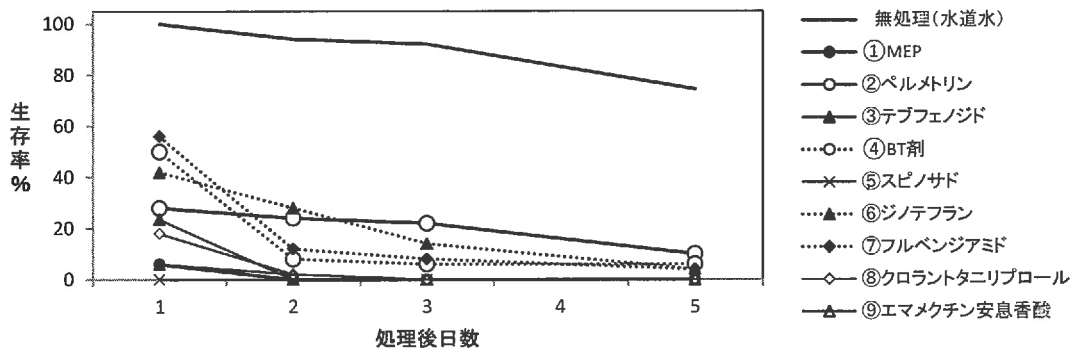


図-2. ベニモンノメイガ幼虫における散布薬剤の殺虫効果試験の結果

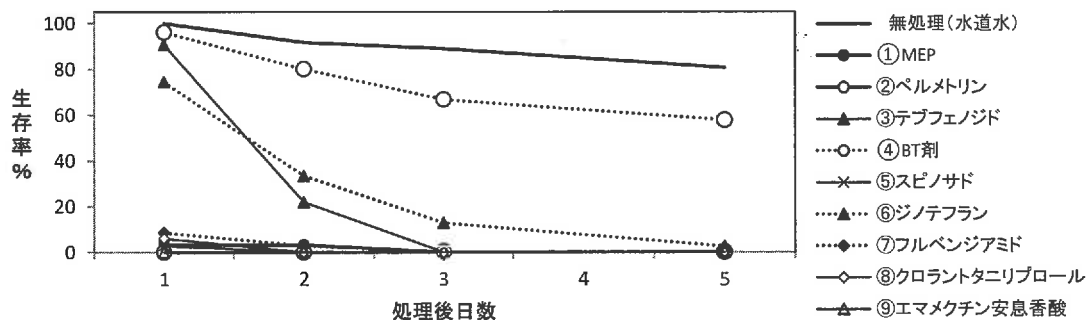


図-3. ホウオウボククチバ幼虫における散布薬剤の殺虫効果試験の結果

## 平成28年度 業務報告

---

平成30年3月発行

編 集 沖縄県森林資源研究センター  
〒905-0012 沖縄県名護市字名護4605-5  
TEL.0980-52-2091 FAX.0980-53-3305

発 行 沖縄県森林資源研究センター  
〒905-0012 沖縄県名護市字名護4605-5  
TEL.0980-52-2091 FAX.0980-53-3305

---