

ISSN 1882-1855

# 研 究 報 告

No.59

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

## 研究報告

- 松くい虫天敵昆虫防除技術開発 ..... 1  
喜友名朝次
- ニッケイの成長フェノロジーおよび月別挿し木について ..... 10  
玉城雅範
- アラゲキクラゲ栽培試験 ..... 14  
伊藤俊輔

## 資 料

- 南西諸島の環境・生物相に配慮した持続可能な森林管理手法に関する研究事業 ..... 19  
新垣拓也
- 重要害虫防除技術開発による沖縄らしい景観の保全 ..... 25  
ーデイゴヒメコバチ天敵防除技術に関する研究ー 安田慶次

# クロサワオオホソカタムシを活用したマツノマダラカミキリ 防除技術の開発

喜友名 朝次

## 1. はじめに

マツ材線虫病については沖縄県では、昭和48年に侵入が確認されて以来、被害量の増減を繰り返しながら継続しており、現在も薬剤散布や樹幹注入、被害木野駆除が実施されている。

しかし、薬剤散布は、環境への影響を配慮して散布地域が限られていることから、薬剤を使用しない天敵を活用した防除技術の開発が求められている。

これまでに、サビマダラオオホソカタムシについては、中国でポプラを加害するゴマダラカミキリの防除試験が実施されており、(小倉 2000)、国内でもマツノマダラカミキリ(以下、カミキリ)等の天敵資材として多数の試験が報告されている(森林総合研究所 2007)。

一方、クロサワオオホソカタムシ(以下、ホソカタムシ)は、サビマダラオオホソカタムシの近縁種で、南西諸島に生息するカミキリの天敵であり、増殖技術の開発が行われてきた。

ホソカタムシの成長期間は約2ヶ月で、羽化後1ヶ月頃から産卵を開始するため、大量増殖に適した天敵である(喜友名 2009)。また、年間800個以上産卵すること(喜友名 2011)、生存日数が280日と長いこと等から人工的に年間6万頭超の増殖が可能となっている。

さらにカミキリ幼虫が寄生する被害丸太へ卵を接種することによりカミキリ幼虫の生存率が低下することを確認されていることから(喜友名 2010)、野外における実用

化に向け、卵を用いた天敵放飼技術の開発研究を行った。

また、天敵昆虫を野外に放飼する際には環境影響調査を実施する必要があるため、市販のカブトムシ幼虫を用いてホソカタムシにより寄生の有無を調査したので報告する。

## 2. 材料と方法

### 1) 被害立木への成虫放飼試験

名護市名護のマツ林内で、2012年から2014年にかけてホソカタムシ成虫の野外枯死木への放飼効果試験を実施した。

2012年には8月までに発生したリュウキユウマツの被害枯死木(以下、被害マツ)6本を放飼区に設定し、そこから約50m離れた被害マツ8本を無放飼区とした。同年8月14日に放飼区で被害マツ1本当たりホソカタムシ成虫を1,000頭放飼した。

2013年には放飼区として被害マツ10本を、無放飼区に8本を供試し、9月17日に成虫を放飼した。

2014年には、放飼区に5本、無放飼区に5本設定し、9月19日に成虫を放飼した。

放飼する際には厚紙性の箱(15cm×20cm×5cm)に雄と雌(1:1)成虫を入れ、地際から1.2mの高さに箱の開口部を被害マツに付けてホチキスで留めた。

放飼した成虫は日齢80から120日で、前胸背面後翅の右上に赤い油性インクで径3mmの印を付けて放飼した。

放飼後4月から6月の期間に割材調査を行い、樹皮下と材内のカミキリ生存数を数

えると同時にホソカタムシ及び他の天敵昆虫についても調査した。

また、天敵成虫放飼による効果の判定は、被害マツに確認されるカミキリ蛹室数に対するカミキリ幼虫が存在しない蛹室数の割合とした。

## 2) 被害マツへの天敵卵接種試験

名護市呉我のマツ林内で、2013年と2014年にかけてホソカタムシ卵の被害マツへの放飼効果試験を実施した。

各年8月までに発生した被害マツを対象とし、2013年には処理区に20本の被害マツを供試し、処理区から40m～70m離れた12本を無処理区に供試した。ホソカタムシの卵の放飼は9月10日に行った。2014年には処理区に9本の被害マツを供試し、処理木から20m～40m離れた被害マツ8本を無処理区に供試した。ホソカタムシの卵の放飼は9月24日におこなった。

放飼方法は、産卵材に付いた卵約5,000個を厚紙で作った箱(10cm×5cm×3cm)に入れ、地上3mから5mの被害マツ樹皮にホチキスで付けた。また、直射日光と降雨から守るために、表面がアルミ蒸着フィルム性の発砲ポリエチレンシート(50cm×30cm×5mm)で箱を覆い、樹皮にホチキスで留め、シートの上辺部と樹皮の隙間をカットパスで閉じた。

卵放飼後4月から5月の期間に割材調査を行い、樹皮下と材内のカミキリ生存数を数えると同時にホソカタムシ及び他の天敵昆虫についても調査した。

また、卵放飼による効果の判定は、被害マツに確認されるカミキリ蛹室数に対するカミキリ幼虫が存在しない蛹室数の割合とした。

## 3) 卵放飼に向けた放飼資材の検討

### (1) 水溶紙産卵材からの卵分離・収集お

よびふ化率への影響

機密印刷用に販売されている水溶紙(大直社製、B5無地、紙厚0.1mm)をシュレッダーで10×20mmに細断し、2枚重ねた紙片を霧吹の水で接着したものを産卵材(以下、水溶産卵材と言う)として使用した。

ホソカタムシ成虫100頭を入れた透明飼育容器(207×136×42mm)に水溶産卵材を30枚入れ、ホソカタムシが産卵するかを調べた。産卵が確認出来た水溶産卵材を50mlの蒸留水の入った透明遠沈管に1枚ずつ入れ、1分後に攪拌し、素材と卵が分離するまで15分待った。

分離した卵(卵塊)はアルミ製のネット(0.5mm)で濾して100個ずつ集め、ろ紙を敷いたシャーレ(径90mm)に入れてフタを閉じ、幅15mmのマスキングテープで隙間を閉じ、2週から3週経過までふ化幼虫を数えた。

水分離した卵への影響を確認するため、対照区として従来の産卵材(ティッシュペーパー)と比較した。

### (2) 水溶産卵材から分離した卵のカミキリ幼虫への寄生試験

2015年11月16日から2016年2月19日の期間に、(1)と同じ方法で集めた卵30個をろ紙を敷いたシャーレに入れ、同時に沖縄島今帰仁村の被害マツから捕獲したカミキリ幼虫を1頭ずつ設置し、フタを閉じた後、隙間をマスキングテープで密閉した。

対照区に従来の産卵材に産み付けられた卵30個を入れた。

試験サンプルは28℃下のインキュベーターに3週間保管後、寄生の有無を調査した。各区10枚のサンプルを同時に行い、4回繰り返した。

### (3) 被害丸太への水分離卵放飼によるカミキリ幼虫の殺虫試験

2016年9月に名護市呉我にある被害マツ

2本を伐倒し、枝と幹から長さ1mに調整した直径5cmから20cmの丸太を用意した。

丸太は上下断面の中心にボルトを打ち込み、垂直に固定具（図-1）に設置した。

ボルトには粘着剤（タングルフット）を付け、天敵ふ化幼虫の丸太外への移動率も調べた。

水分離した卵塊（卵塊当たりの卵は約50個）を水の中からピペットで吸い取り、丸太の樹皮内に注入した。卵塊を注入する丸太は10本、無放飼区を5本設置した。

処理50日から60日後に割材し、カミキリ幼虫へのホソカタムシ寄生数、空の蛹室数、ホソカタムシ以外の天敵による寄生数を調査した。

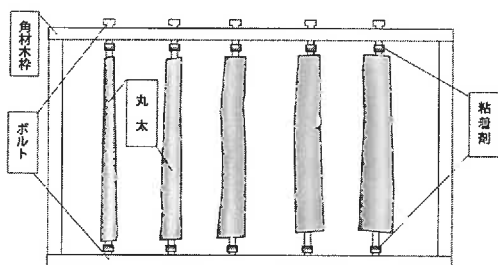


図-1 被害丸太放飼実験図

#### 4) ひも型産卵材による放飼の検討

##### (1) ホソカタムシによる選好試験

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麻ひも、ビニールひも、紙ひもを10cmに調整し使用した。

日齢が90~180日の累代飼育虫の成虫約1万頭が入った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) ひも型産卵材によるシャーレ内のカミキリ幼虫への寄生調査

卵の付いたひも型産卵材（麻ひも、ビニールひも、紙ひも）をろ紙を敷いたシャ

ーレに各区1本ずつ設置し、今帰仁村の枯死マツから採取したカミキリ幼虫を同時に1頭ずつ入れた。各区22枚用意し、4週後にカミキリ幼虫の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、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ケ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、フラス腔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卵区と500卵区と無処理を各5本ずつ用意し2ヶ月後に寄生の有無を調査した。

##### 5) ホソカタムシによるカブトムシ幼虫への影響

2015年7月1日から10月15日、および2016年7月1日から9月15日に実験室内において、透明飼育容器（21\*21\*36cm）に市販の培土を3L入れ、平手で培土を押して適度に圧縮させた産卵床へ交尾させたカブトムシ成虫の雌を1頭ずつ約7日間飼育した。

容器内にカブトムシ幼虫を確認後、培土を交換しながら終齢になるまで飼育した。試験開始時にカブトムシ幼虫は5L容器に3頭ずつ、56L容器（43.9\*63.5\*32.6cm）に15頭ずつ入れ、翌日に産卵材に付いた天敵卵300個を培土の上に設置し、3週後に容器内のカブトムシ幼虫へのホソカタムシ

による寄生の有無を確認した。

### 3. 結果と考察

#### 1) 被害立木への成虫放飼試験

ホソカタムシ成虫放飼後の被害マツ内の蛹室の状態を表-1に示した。

2012年における全蛹室数に対するカミキリが不在する割合（以下、不在率）は、放飼区が67.7%であったのに対し、無放飼区は60.6%であった。放飼区の穿入孔数は2,528箇所存在し、うち幹に522箇所、枝に2,006箇所確認された。幹部では不在率は80.8%と高いが、幹では64.2%に留まっている。

一方、無放飼区では全蛹室数は1,179箇所存在し、うち幹に863箇所、枝に316箇所あった。幹のカミキリ不在率は59.4%で、枝は63.6%となっていた。

2013年における全蛹室数に対する不在率は放飼区は52.0%で無放飼区は54.6%であった。放飼区の幹部の全穿入孔数は1,242箇所、うち幹部は895箇所、不在率46.7%、枝部は347箇所、不在率65.8%である。

無放飼区では全穿入孔数570箇所のうち、幹が366箇所、不在率56.0%、枝で204箇所、不在率52.0%である。

2014年における放飼区の不在率は77.1%、無放飼区70.4%である。放飼区の幹では2,595箇所、そのうち幹部に1,162箇所、不在率78.6%、枝部は1,433箇所、不在率は75.9%であった。無放飼区では903箇所の穿入孔数のうち幹部が426箇所、不在率は60.3%、枝部は穿入孔数は477箇所、不在率は79.5%であった。

ホソカタムシによる寄生は2012年の樹皮下で6頭、材内で90頭であったのに対し、無放飼区では樹皮下5頭、材内1頭となっており、放飼区でのカミキリ幼虫へ寄生するホソカタムシ数が多くなる傾向だが、カ

ミキリ不在率は両区との差は著しいとはいえなかった。

同様に2013年、2014年でも放飼区ではホソカタムシの寄生数は対無放飼区に比べわずかに寄生している程度で、成虫放飼によるカミキリ不在率への関係で明確な効果は確認出来なかった（表-1）。

#### 2) 被害立木への天敵卵放飼試験

結果を表-2に示した。2013年度における卵接種区のカミキリ不在率は77.0%に対して無処理区では68.2%と卵接種区の方が高いが極端な差は確認出来なかった。ただし、卵接種区の穿入孔数は5,406箇所と無処理区の1,060箇所と比較してカミキリの寄生数は多いものの、カミキリ不在率は無処理区よりも低い。また、2014年では卵接種区が79.2%に対して64.1%となっているが、穿入孔数を見ても両区でほぼ等数であるが、卵接種区の不在率は無処理区よりも10%以上差があった（表-2）。

卵接種試験では2カ年続けて無処理区よりも不在の蛹室数に差が確認されており、成虫放飼と比較しても処理区が高い傾向であった。

野外では天然のホソカタムシや、コメツキ類等の影響もあること、また羽化したホソカタムシは自ら形成する繭も摂食することもあり、寄生の痕跡を確認することが難しくなる。今回の試験では不在の蛹室数を効果の指標とした。

本技術が目標とする微害林を維持するために必要な吉田（2005）が試算するカミキリ死亡率93%には到達しておらず、カミキリの生息密度を低くする手法については、今後更なる放飼技術の改善が必要となる。

成虫放飼に関しては、放飼地点から近い蛹室でホソカタムシのマユが確認されたが、放飼地点から離れた蛹室では極端に少なくなり、放飼後の成虫が供試木に滞在す

表-1 成虫放飼による枯死立木のカミキリ蛹室の幼虫不在率

2012年	供試木 材積 m <sup>3</sup>		樹皮下					材 内					蛹室空・ カミキリ死亡率 (B+H+I)/ (A+F)		
			カミキリ幼虫		ホソカタ ムシ	フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ	全蛹 室数	カミキリ幼虫			ホソカタ ムシ		フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ
			生	死					生	死	不在				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
処理区	6本 3.1m <sup>3</sup>	幹	0	0	0	10	0	522	107	11	411	12	3	0	80.8%
		枝	4	1	6	0	1	2,006	678	9	1,281	78	28	0	64.2%
		計	4	1	6	10	1	2,528	785	20	1,692	90	31	0	67.7%
無処理	8本 2.5m <sup>3</sup>	幹	2	4	1	33	0	863	355	0	510	0	6	0	59.4%
		枝	22	2	4	2	0	316	66	2	211	1	2	0	63.6%
		計	24	6	5	35	0	1,179	421	2	721	1	8	0	60.6%

2013年	供試木数 材積		樹皮下					材 内					蛹室空・ カミキリ死亡率 (B+H+I)/ (A+F)		
			カミキリ幼虫		ホソカタ ムシ	フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ	全蛹 室数	カミキリ幼虫			ホソカタ ムシ		フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ
			生	死					生	死	不在				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
処理区	10本 1.5m <sup>3</sup>	幹	8	1	6	31	0	895	449	4	417	0	17	0	46.7%
		枝	1	0	0	4	0	347	113	1	228	2	2	6	65.8%
		計	9	1	6	35	0	1,242	562	5	645	2	19	6	52.0%
無処理	7本 2.5m <sup>3</sup>	幹	0	0	1	11	0	366	148	2	203	0	17	0	56.0%
		枝	0	0	0	5	0	204	87	0	106	0	12	0	52.0%
		計	0	0	1	16	0	570	235	2	309	0	29	0	54.6%

2014年	供試木 材積 m <sup>3</sup>		樹皮下					材 内					蛹室空・ カミキリ死亡率 (B+H+I)/ (A+F)		
			カミキリ幼虫		ホソカタ ムシ	フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ	全蛹 室数	カミキリ幼虫			ホソカタ ムシ		フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ
			生	死					生	死	不在				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
処理区	5本 4.1m <sup>3</sup>	幹	3	0	16	73	0	1,162	245	10	906	7	54	0	78.6%
		枝	2	0	11	9	0	1,433	344	6	1,083	2	8	0	75.9%
		計	5	0	27	82	0	2,595	589	16	1,989	9	62	0	77.1%
無処理	5本 1.7m <sup>3</sup>	幹	2	0	1	5	0	426	168	2	256	0	7	0	60.3%
		枝	0	0	1	5	0	477	98	11	368	1	9	0	79.5%
		計	2	0	2	10	0	903	266	13	624	1	16	0	70.4%

表-2 天敵卵放飼による枯死立木マツのカミキリ蛹室の空・カミキリ死亡率

2013年	供試木 材積 m <sup>3</sup>		樹皮下					材 内					蛹室空・ カミキリ死亡率 (B+H+I)/ (A+F)		
			カミキリ幼虫		ホソカタ ムシ	フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ	全蛹 室数	カミキリ幼虫			ホソカタ ムシ		フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ
			生	死					生	死	不在				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
処理区	20本 6.6m <sup>3</sup>	幹	24	0	0	81	0	3,022	431	8	2,351	0	61	0	77.4%
		枝	2	0	0	14	0	2384	442	10	1814	5	26	0	76.4%
		計	26	0	0	95	0	5,406	873	18	4,165	5	87	0	77.0%
無処理	12本 2.1m <sup>3</sup>	幹	8	0	0	71	0	655	222	3	415	1	14	0	63.0%
		枝	0	0	0	0	2	405	95	0	310	0	0	0	76.5%
		計	8	0	0	71	2	1,060	317	3	725	1	14	0	68.2%

2014年	供試木 材積 m <sup>3</sup>		樹皮下					材 内					蛹室空・ カミキリ死亡率 (B+H+I)/ (A+F)		
			カミキリ幼虫		ホソカタ ムシ	フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ	全蛹 室数	カミキリ幼虫			ホソカタ ムシ		フタモン コメツキ	ウバノメ コメツキ
			生	死					生	死	不在				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
処理区	9本 2.7m <sup>3</sup>	幹	12	0	0	68	0	2,156	408	12	1,736	2	102	0	80.6%
		枝	7	0	1	6	0	2407	524	18	1865	12	18	0	78.0%
		計	19	0	1	74	0	4,563	932	30	3,601	14	120	0	79.2%
無処理	8本 2.4m <sup>3</sup>	幹	11	0	1	69	0	1,285	623	1	661	1	7	0	51.1%
		枝	2	0	0	0	2	2,936	884	6	2046	0	5	0	69.8%
		計	13	0	1	69	2	4,221	1,507	7	2,707	1	12	0	64.1%

る時間は短かく、飛翔して別の被害マツへ移動する可能性が考えられた。そのため無放飼木との差がなかったと思われた。

供試した成虫には赤いインクで印をしていたが、割材調査においては2個体のみが再捕獲回収されただけであった。

卵接種でも直近の蛹室で寄生したマユ（天敵の蛹）が確認されるが成虫同様に卵接種地点から離れた蛹室では殆ど寄生は確認出来なかった。ふ化幼虫は他の場所へ移動する範囲は短いため死亡する個体が多かったためか、あるいはふ化幼虫の移動能力の問題があったのかもしれない。

### 3) 卵放飼に向けた放飼資材の検討

#### (1) 水溶紙産卵材からの卵分離・収集およびふ化率への影響

水溶紙片には累計113枚に産卵していることが確認でき、1枚当り産卵数は平均26個であった（表-3）。

表-3 産卵された水溶紙片数と卵数

シヤール 番号	成虫数		産卵が確認できた水溶紙片数					累計卵数	1水溶紙片 当り卵数	
	♂	♀	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目			計
A	5	5	3	4	1	5	2	15	328	21.9
B	5	5	7	1	5	2	7	22	280	12.7
C	5	5	4	7	2	5	6	24	594	24.8
D	5	5	7	8	4	6	6	31	965	31.1
E	5	5	2	2	8	7	2	21	801	38.1
合計			23	22	20	25	23	113	2,968	26.3

これらの卵は水に入れて攪拌することによって卵塊が容易に分離出来ることが分かり、ふ化率は水分離しない卵とほぼ同等であった（図-2、写真-1）。

また、水分離した卵設置区におけるカミキリ幼虫への寄生数は40頭中36頭（90.0%）、であったのに対し、従来の産卵材区は37頭（92.5%）であった（図-3）。

なお、寄生が確認出来なかったカミキリ幼虫は全て死亡しており、死因は不明であった。

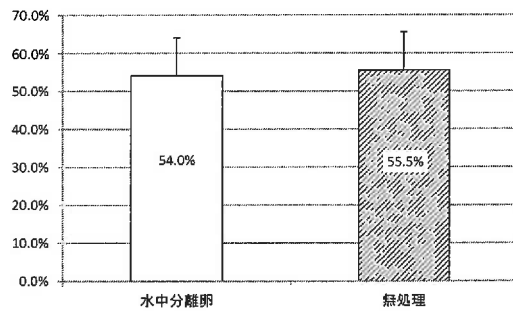


図-2 水中分離した天敵卵のふ化率

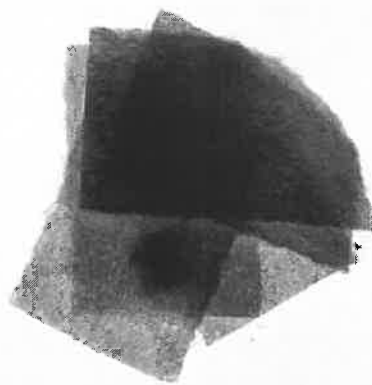


写真-1 水溶紙のホソカタムシ卵

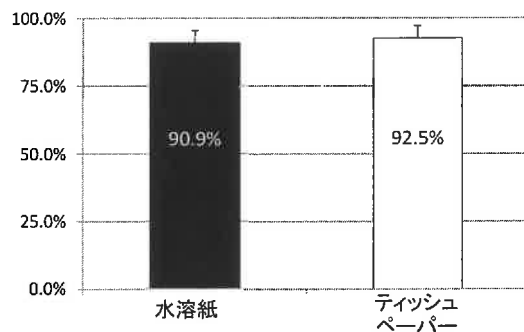


図-3 水分離卵によるカミキリ幼虫への寄生率

以上のことから、水分離処理による卵への影響は少ないと思われる。

さらに水分離処理した卵を被害マツ丸太の樹皮内に上部から注入した後のカミキリ幼虫への寄生率を表-4に示した。

卵放飼することによって差が確認された



表-4 ホソカタムシ卵接種による寄生率

蛹室・カミキリ幼虫の状態	丸太1本当たり蛹室数	
	処理区	無処理区
丸太本数	10	5
生存	0.2 ( 3.6%)	1.4 ( 25.0%)
空洞 <sup>iii)</sup>	2.3 ( 40.5%)	2.7 ( 48.8%)
寄生 コメツキ <sup>ii)</sup>	1.2 ( 21.4%)	0.9 ( 16.7%)
寄生 ホソカタムシ	1.9 ( 34.5%)	0.0 ( 0.0%)
全蛹室数	5.6	5.1

のは、カミキリ幼虫の生存する蛹室数とホソカタムシによる寄生が確認される蛹室数であった。

処理区では生存するカミキリのいる蛹室は全体の3.6%に対し、無処理区では25.0%であった。また、ホソカタムシの寄生は処理区のみで確認され、34.5%と比較的高い死亡要因となっていた(表-4)。

野外の被害マツではオオフトモンウバタマコメツキ幼虫によるカミキリ幼虫の捕食は、コメツキ幼虫が蛹室内でカミキリ幼虫を捕食する場面や、コメツキ幼虫の脱皮殻を蛹室内で発見することで判断できる。

野外ではコメツキ類等の天敵の自然圧に加えてホソカタムシ卵を人工的に接種することで被害マツのカミキリ幼虫死亡率が向上できることが示唆された。

#### (2) ひも型産卵材による放飼の検討

ヒモ型産卵材設置後のホソカタムシ成虫による試験結果は図-4のとおりとなり、供試した各資材40本中に産卵された本数および卵数をみると、紙ひもに対する選好性が示された。

また、各資材を設置したシャーレ内のカミキリ幼虫寄生数は図-5のとおりとなっ

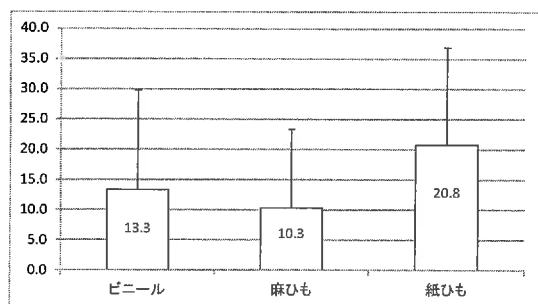


図-4 ひも型産卵材別平均産卵数

た。最も多く寄生したのは紙ひもで、次いでビニールひも、麻ひもであった。なお、この試験では、ホソカタムシ幼虫が寄生せずに死亡するカミキリ幼虫が無処理区を含めて全区で確認されたが、これは割材捕獲時に何らかの傷を負わせたためかと考えられた。

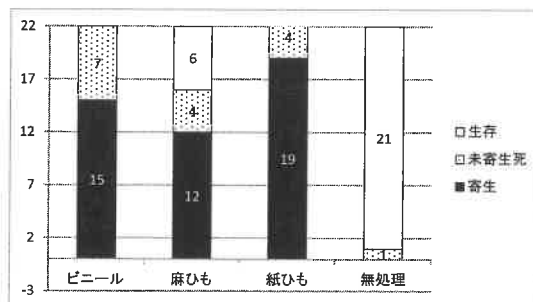


図-5 ひも型産卵材別シャーレ内カミキリ幼虫への寄生数

ホソカタムシの産卵材はティッシュペーパーを使用しており、紙ひもに近い材質であることや、縄のような形状のため隙間に産卵管を伸ばし産卵しやすいことも要因と考えられる。

死因が不明なカミキリを除きビニールひもと紙ひもは全てのカミキリ幼虫へ寄生できている。これらの材の密閉した隙間にある卵は比較的安定して保護されており、麻ひもに於いては細かな繊維の束がほどけやすい状態であったため、その際に卵が傷ついたと考えられる。

野外放飼に向けては、自然界で分解が期待できる紙ひも産卵材が有望であるが、今後も新たな産卵放飼資材について実験し、最適な資材の検討は必要である。

#### (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

紙ひも産卵材を付けた被害マツ丸太内のカミキリ幼虫への寄生数の結果を図-6に示す。

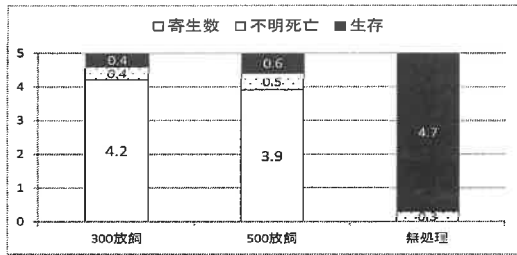


図-6 ひも型産卵材別丸太放飼によるカミキリ幼虫への平均寄生数

寄生が確認できたカミキリ幼虫は、300卵放飼区では平均4.2頭、500卵放飼区では3.9頭であり、無処理区と比べ高い効果が確認された。

卵数を多く放飼した場合、寄生数も高くなると期待したが、両区ともほぼ等しい結果となった。これは、比較する卵数の差を倍以上する必要があったか、あるいはふ化幼虫の移動能力が低い可能性があると考えられた。

#### 4) ホソカタムシによるカプトムシ幼虫への影響

カプトムシ幼虫へ寄生したホソカタムシは確認できず、カプトムシは全て生存していた(表-5)。

ホソカタムシによるカプトムシ幼虫への寄生は見られなかった。ホソカタムシの1回の産卵数は30個から50個であるが、それを大幅に超える300卵をカプトムシ幼虫直近へ放飼しても寄生は確認できないことから、自然界でのホソカタムシによるカブ

表-5 ホソカタムシによるカプトムシへの幼虫への寄生結果

調査日	処理区	容量	カプトムシ幼虫数	ホソカタムシ卵数	カプトムシ幼虫生存数	ホソカタムシ寄生数
2015年	飼育容器01	5L	3	100	3	0
	飼育容器02	5L	3	100	3	0
	飼育容器03	5L	3	100	3	0
7月1日	飼育容器04	5L	3	100	3	0
	飼育容器05	5L	3	100	3	0
10月15日	飼育容器06	54L	15	1,000	15	0
	飼育容器07	54L	15	1,000	15	0
2016年	飼育容器01	5L	3	300	3	0
	飼育容器02	5L	3	300	3	0
	飼育容器03	5L	3	300	3	0
9月15日	飼育容器04	54L	15	1,000	15	0
	飼育容器05	54L	15	1,000	15	0

トムシへの影響は極めて少ないと推測される。

しかしながら、ホソカタムシはカミキリ幼虫のみに寄生するスペシャリストではなく、シャーレ内の実験で柑橘類等の穿孔性害虫ゴマダラカミキリに対しても多くのホソカタムシ幼虫が同時に寄生することを確認している。また、カミキリ幼虫との選択寄生試験で1/10以下の数ではあるがサビカミキリやウバタマムシの幼虫へ寄生する。

サビカミキリとウバタマムシはカミキリと同じ枯死マツ内に存在するが、野外でホソカタムシによる寄生は確認出来ていないことから、ホソカタムシに何らかの選好性があるのかもしれない。

本種は産卵数が多く、大量増殖では年間約1,800万個産卵すると試算している。仮に1㎡あたりに5,000個の卵で防除できるとした場合、現時点で3,600㎡もの被害枯死マツの防除技術として利用できる可能性がある。

今後、実用化に向けて卵を利用する方が低コストで現実的であると考え。また、今後の課題として、ホソカタムシ卵の無人航空機を活用した放飼技術開発が課題となってくる。

#### 4. 引用文献

- 1) 小倉 信夫 (2000) 砂漠のみどりを守る天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシ, 研究ジャーナル23 (3): 25~26.
- 2) 喜友名 朝次 (2009) 松くい虫天敵昆虫防除技術開発研究, 沖森研報52: 12~15.
- 3) 喜友名 朝次 (2010) 松くい虫天敵昆虫防除技術開発-天敵卵の枯死マツ丸太への試験-, 沖森業報22: 7~8.
- 4) 喜友名 朝次 (2011) 松くい虫天敵昆

虫防除技術開発－異なる温度下における成虫の生存期間と生涯産卵数－，沖森業報23：7.

- 5) 森林総合研究所 (2007) 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，成果選集16：1～70，独立行政法人 森林総合研究所.
- 6) 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 (6)：111～114.

# ニッケイの成長フェノロジーおよび月別挿し木について

玉城 雅範

## 1. はじめに

ニッケイ (*Cinnamomum sieboldii* Meissn.) は、沖縄県内に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。大量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。ニッケイの挿し木については、松田ら (1996) が採取部位別で検討を行ったが最終の発根率は26%に止まっている。また近藤・平田 (1997) が用土等の検討を行い高い発根率を示しているが、供試本数が少なく、更なる検証が必要である。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。落葉樹である青島トゲナシニセアカシヤや常緑樹のヤマモモなどの11樹種を対象に、挿し床の地温、土壤水分等の挿しつけ環境条件を年間を通して一定にし、採穂時期のみを変えた時期別挿し木試験において、各樹種とも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著しく腐敗しており、採穂時期によって挿しつけ後の腐敗率が影響を受けることが明らかにされている (森下, 1964)。そのため、挿し木の適期を明らかにするためには、採穂時期が重要であり、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必要がある。また、大量に苗木生産を行うためには、効率的に挿し穂を調整することが望まれる。松永ら (2009) の研究では、クロマツの挿し穂の太さも発根率に影響していることが明らかにされている。そのため、挿し穂の太さ別で発根率を明らかにすることで、調整する挿し穂を事前に選別するこ

とができ、挿し穂を調整する労力の省力化を図ることが期待される。そのため、本研究ではニッケイの挿し木発根率向上に向け、沖縄県内に生育するニッケイについて、成長フェノロジーを把握し、時期別挿し木試験を行うことによって、成長フェノロジーと発根率の関係性から、挿し木の適期を明らかにするとともに、挿し穂の太さと発根率との関係性から、最適な挿し穂の太さを明らかにする。

## 2. 材料と方法

### 1) 成長フェノロジー調査

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、両方向の中間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)。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

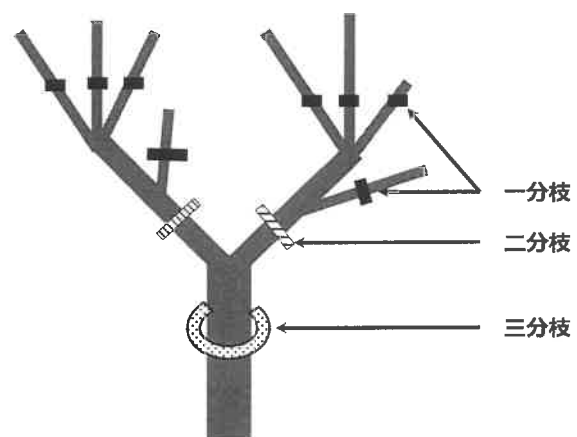


図-1. フェノロジー調査対象部位の模式図

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	1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

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2 cmに満たない場合は枝の中央部を測定した。

## 2) 時期別挿し木試験

採穂した母樹は国頭村辺野喜由来の宜野座村惣慶の民家に生育する約15年生1個体とし、2014年2月から2015年3月までの期間中、約2~3ヶ月毎に穂木を採取した。採取した穂木は、緑色の木化していない枝を穂長10 cm前後、葉面積の1/3から1/2に調整した葉を2~3枚程度残し、基部を返し切りし挿し穂とした。発根促進処理として、挿しつけ直前に挿し穂基部をオキシベロン液剤2倍希釈液（ベイエルクロップサイエンス株式会社製、インドール酪酸IBA:19.7mM、0.4%）に10秒間浸漬した。用土は、鹿沼土（微粒）とパーミキュライトを容積比5:1で混合した土を使用した。挿しつけ後は、直射日光および温度上昇を抑えるため、遮光ネットを用い、ガラス室内で用土が湿り気を保つよう適宜ミスト装置で灌水を行った。発根調査は、挿しつけから7~12ヵ月後に根系を傷つけないよう挿し穂を掘り取り、カルス形成（未分化細胞の塊）および発根有無を調べた。なお、全てで枯れが認められた場合は確認された時点で調査を行った。また、挿し穂の太さは、挿し木試験時に挿し穂の中央をデジタルノギスで測定し、太さとした。測定された挿し穂は、発根調査時に直径階別で発根本数を確認した。

## 3. 結果と考察

### 1) 成長フェノロジー調査

方位別分枝別直径の測定値を表-2に、分枝別の平均成長率を図-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、1分枝の平均成長率が18.5%、2分枝が19.0%、3分枝が11.6%であったが、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。8月から10月にかけては、南西方向の1分枝と北方向の3分枝以外は方位や分枝によって時期は異なるが成長していたが、6月から7月に比較して低い成長率であった。10月から11月にかけては、南東方向の1分枝と2分枝でそれぞれ3.1%と1.8%の成長率が確認されたが、それら以外の分枝では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、1分枝の平均成長率が12.1%、2分枝が13.7%、3分枝が11.9%となっていた。5月から6月においても方向や分枝によって成長率は異なるが、南西方向の2分枝と北方向の3分枝以外は成長していた。

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、2015年8月、2016年1月、2月、5月、6月に新芽が発生していた。発生本数は2016年5月、6月、2015年8月、2016年1月および2月の順で多くなっていたが、2016年1月および2月は1本のみで他時期と比べて少なくなっていた。

### 2) 時期別挿し木試験

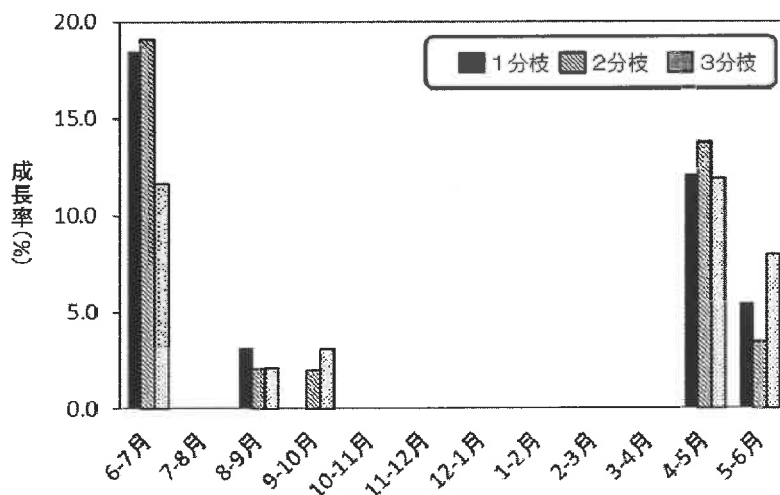
月別の挿し木試験の結果を表-4に示す。その結果、カルス形成では2月、3月、10月、12月挿しの順で高い割合を示した。一方で、4月、7月挿しではほとんどカルスが形成されていなかった。発根は4月、7月挿しで全く発根しなかったのに対して、2月、3月、10月、12月挿

表一 2. 方位別分枝別直径値

単位: cm

測定方位	測定部位	測定本数	2015年												2016年					
			6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	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	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	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	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	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	4.4±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	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	3.7±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	5.6±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	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	3.2±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	5.1±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	10.1±1.3	11.3±1.9	12.2±2.7				

※平均±標準偏差



図一 2. 分枝別平均成長率

表一 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

しでは発根率に有意な差は無く同程度であった。4月、7月挿しで全く発根しなかった要因として、成長フェノロジー調査の結果より、4月は成長が開始し、新芽の発生をむかえていく時期の可能性があり、森下(1964)が指摘したように新芽開じょう期の1~2ヵ月前頃から挿し穂が腐敗しやすい状態になっている可能性がある。また、7月は5月や6月に発生した新芽が成長段階にある可能性があり、森下(1964)が指摘したように若い未熟な細胞が多く、さし穂作成後もこの未熟な細胞に養分が消費されることや病原菌に侵されやすいことなどが影響し

たのではないかと考えられる。一方で10~3月が同程度の発根率を示した要因として、10月は、方位によって異なるが、一年の成長を終える時期の可能性があり、1月と2月に新芽は発生しているが、3月までは成長が停止している状態にある可能性があり、貯蔵炭水化物等が充実した新芽から採穂できるためと考えられる。

挿し穂径別の発根率を表一5に示す。その結果、直径が1~6mmでは発根率が50%以上であったのに対し、7mm以上では発根率が20%と低くなった。

表- 4. 月別挿し木のカルス形成・発根本数及び割合

区分	試験日	供試本数	カルス形成		発根		検定結果	発根調査日
			本数	割合	本数	割合		
2月挿し	2014. 2. 22-23	32	32	100.0	22	68.8	a	2015. 2. 22-23
3月挿し	2015. 3. 3	77	65	84.4	50	64.9	a	2016. 3. 16
4月挿し	2014. 4. 26	36	9	25.0	0	0.0	b	2015. 2. 23
7月挿し	2014. 7. 21	20	0	0.0	0	0.0	b	2015. 2. 23
10月挿し	2014. 10. 7	40	28	70.0	27	67.5	a	2015. 10. 13
12月挿し	2014. 12. 23	30	16	53.3	16	53.3	a	2015. 12. 24

※検定はsteel-Dwass test,  $p < 0.05$

表- 5. 挿し穂径別の発根率

区分	供試本数 (本)	発根率 (%)	検定結果
1mm	16	100.0	a
2mm	41	56.0	b
3mm	60	63.3	b
4mm	32	53.1	b
5mm	13	69.2	ab
6mm	12	91.6	ab
7mm以上	5	20.0	-

※検定はsteel-Dwass test,  $p < 0.05$

※7mm以上は供試本数が5本で少なかったため検定の対象外とした。

### 3. おわりに

今回の結果よりニッケイの挿し木適期は 10～3月がよいことが示唆されたが、発根率が高くても 68%程度である。大量に苗木生産していく上では更なる発根率の向上が求められる。今回の研究で用いた用土は、鹿沼土（微粒）を主体としたバーミキュライトとの混合土であるが、近藤・平田（1997）の研究でピートモスを主体とした鹿沼土（小粒）との混合土で高い発根率を示していることから、今後の課題として、挿しつけ時期を考慮した上で、最適な用土を検討していく必要がある。また、今回の試験では、供試本数が少なかった 7mm 以上の挿し穂についても発根率との関係を検討する必要がある。更に、今回は単年の単木のみ成長フェノロジーであったため、今後は複数年の複数個体の成長フェノロジー調査を行い、本結果の蓋然性を明らかにして行く必要がある。

### 引用文献

- 近藤博夫・平田功（1997）主要造林樹種の育苗技術の確立ーニッケイ、オガタマノキの挿し木試験ー. 沖縄県林試研報 40: 74- 82
- 町田英夫（1974）さし木のすべて. 誠文堂新光社
- 松田辰美ら（1996）主要造林樹種の育苗技術の確立ーニッケイの挿し木試験ー. 沖縄県林試業報 7: 17- 18
- 松永孝治ら（2009）さし穂サイズと採穂台木の形態的要因がクロマツさし木苗の生産効率に与える影響. 日林誌 91: 335-343
- 森下義郎（1964）さし木の腐敗とその防止および回避. 林業試験場研究報告 165: 1- 277

# アラゲキクラゲ栽培に適した培地基材について

伊藤 俊輔

## 1. はじめに

沖縄県内でのきのこ類主要産地である沖縄島北部地域の平均気温は、年間を通して15℃以上の日が340日程度で(2011年~2015年の平均)、菌糸の生長が停止する10℃以下(関谷、2016)の日はなく、アラゲキクラゲ(*Auricularia nigricans*)栽培に適している(図-1)。1990年以降の県内のアラゲキクラゲ生産量は、2005年のピーク時には19.6tの生産量があった(図-2)。しかし、生産量は害菌被害が広がったことなどが原因で安定しなかった。

2012年から県内産おが粉による栽培が開始されアラゲキクラゲの生産量は増加傾向にある(図-2)。しかし、県内のアラゲキクラゲ生産は菌床による生産開始当初から、県外産菌床に頼っており、アラゲキクラゲ栽培に適したおが粉樹種や培地組成についての情報の蓄積が少ない。そこで、アラゲキクラゲ栽培に適した培地基材を検討するための栽培試

験を実施した。

## 2. 方法

### (1) 2015年栽培試験

供試した培地基材は台湾ハンノキ(*Alnus japonica* var. *formosana*)、アカギ(*Bischofia javanica*)、イタジイ(*Castanopsis sieboldii*)、ブナ(*Fagus crenata*)、コーンコブとした(培地の略記号は順にAj、Bj、Cs、Fc、Ccと記す)。培地基材として台湾ハンノキは早生樹であること、イタジイは沖縄島北部地域の主要樹種であること(沖縄総合事務局、1998)、アカギは金城ら(1989)による菌糸生長試験により上記2樹種よりも菌糸生長量が大きかったことから上記3樹種を選定した。ブナ、コーンコブは県外産であるが参考基材として選定した。アラゲキクラゲ種菌は、あらげきくらげ89号(森産業株式会社)を使用した。

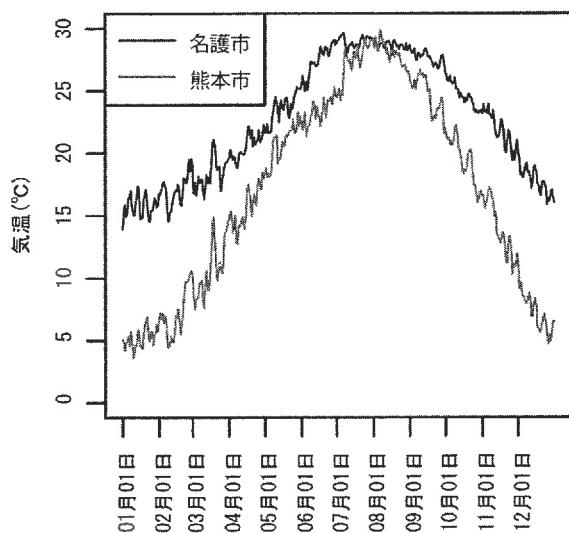


図-1. 2011年から2015年までの名護市と熊本市の平均気温(気象庁より)

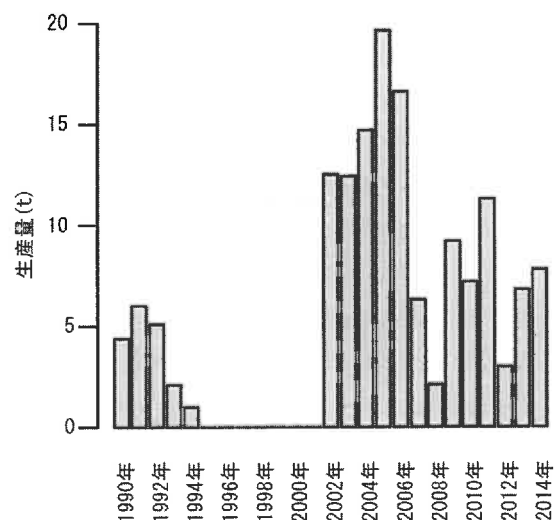


図-2. 沖縄県のアラゲキクラゲ生産の推移(特用林産物生産統計調査より)



培地含水率は 65%となるように培地基材へ  
予め注水し混合した。翌日の 2015 年 5 月 26  
日、袋詰め直前にフスマを加え、よく混合し、  
菌床の作成・滅菌を行った。種菌の接種は 5  
月 27 日に行った。フスマの添加割合は絶乾重  
比でおが粉：フスマ=9：1とした。袋へのつ  
め量は、1.5kg とした。滅菌は株式会社平山  
製作所製オートクレーブ HG-133 により 121℃  
で 90 分間行った。滅菌完了後培地をビーカー  
に 10g 量り取り、イオン交換水を 25ml 注ぎ、  
24 時間 5℃のインキュベータに静置後、pH  
を測定 (F-74、株式会社堀場製作所製) した。

菌床の培養は空調機器の設定温度を 23℃  
に設定し、暗黒条件とした実験室内で行った。  
培養期間は 5 月 28 日から 7 月 27 日までの 61  
日間とした。子実体の発生は外側の上面に遮  
光ネット張り、内側にビニールハウスを設置  
した簡易施設内で行った。子実体発生期間中  
の散水は 6 時間おきに 4 分間ミスト散水を行  
った。発生処理は 7 月 27 日に、菌床の長い側  
面の片側に 5 cm 間隔で縦方向に 5 cm のスリ  
ットをカッターナイフで 3 本入れた (写真-  
1)。収穫は 1 日 1 回行い、子実体が発生しな  
くなった 12 月 14 日まで行った。生重の測定  
は収穫後直ちに行った。各試験区の供試菌床  
数は、アカギ区のみ 8 個で、それ以外の区は  
10 個とした。



写真-1 子実体発生処理

## (2) 2016 年栽培試験

培地基材はコーンコブをイタジイで 0、25、  
50、100%置換し供試した (略号は順に Cc100、  
Cs25、Cs50、Cs100 と記す)。種菌は、あらげ  
きくらげ 89 号 (森産業株式会社) を使用した。

培地含水率は 65%となるように培地基材へ  
予め注水した。その際、上水道水に pH 調整剤  
として消石灰を培地重量の 0.5%添加した。  
翌日の 2016 年 3 月 4 日、袋詰め直前にフスマ  
を加えた。フスマの添加割合は絶乾重比でお  
が粉：フスマ=4：1とした。袋へのつめ量は、  
1.5kg とした。滅菌及び滅菌完了後の pH を測  
定は、2015 年栽培試験と同様の方法で行った。  
種菌の接種は 3 月 5 日に行った。菌床の培養  
条件は、2015 年栽培試験と同様とした。培養  
期間は 5 月 13 日までの 71 日間とした。子実  
体の発生条件は 2015 年栽培試験と同様とし  
た。発生処理は 5 月 13 日に、2015 年栽培試  
験と同様の方法で行った。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。生重の測定は収穫後直ちに行った。  
各試験区の供試菌床数は、Cc100 区のみ 4 個  
で、それ以外の区は 6 個とした。

収穫量の統計解析は、2015 年、2016 年栽培  
試験共に「R ver. 3.2.5」、パッケージ  
「multcomp ver. 1.4-6」を使用し、Tukey 法  
による多重比較検定 (危険率 5%) により行  
った。

累積収穫量は、それぞれの試験区の総収穫  
量を供試菌床数で除した統計量の当該収穫日  
までの合計とした。

## 3. 結果及び考察

### (1) 2015 年栽培試験

各培地基材での菌床 1 個あたり収穫量は、  
図-3 のとおりであった。Tukey 法による多重  
比較検定の結果、Cc 培地が他の全ての培地に  
対して収穫量が有意に多かった (図-3 左)。

また、沖縄島北部地域の主要樹種である

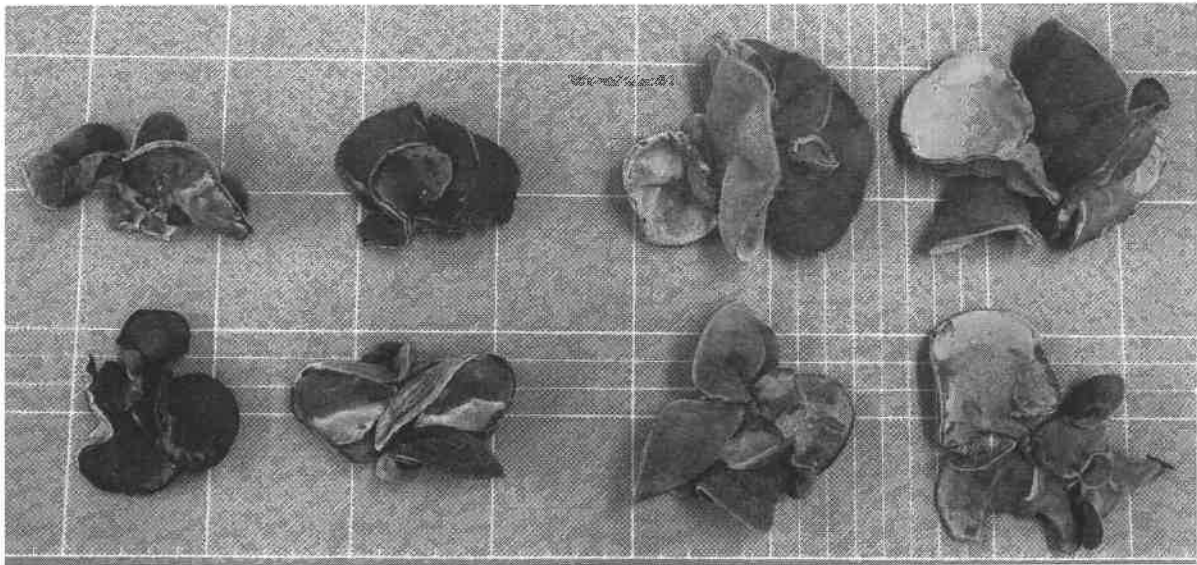


写真-2 収穫した子実体 (左側 Cc 培地、右側 Cs 培地)

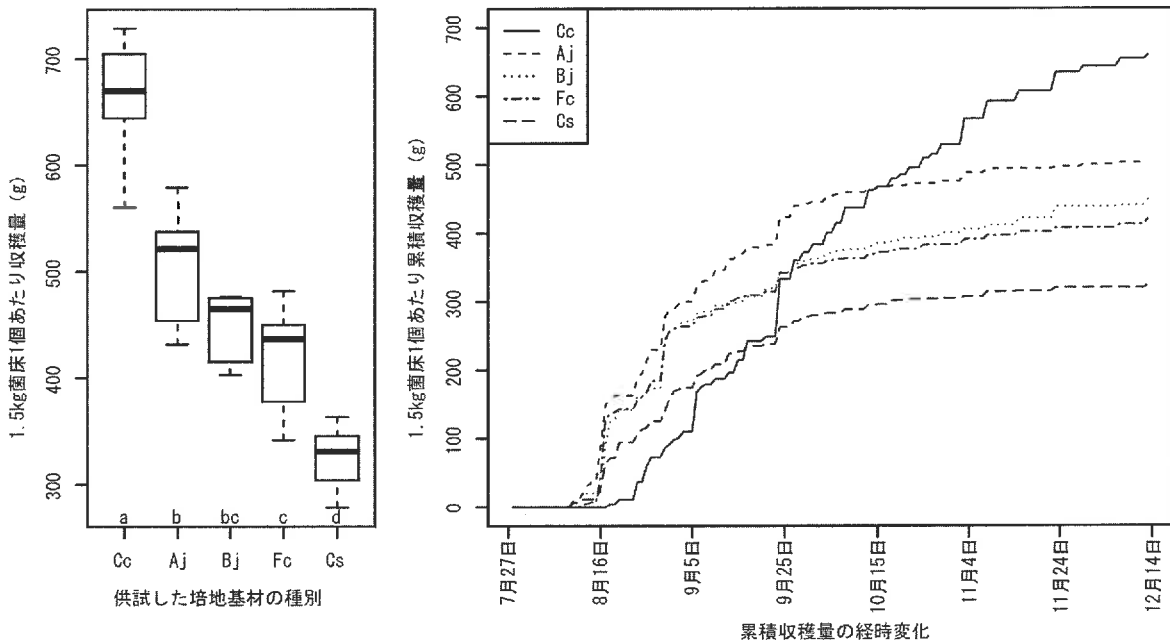


図-3. 培地基材別収穫量と累積収穫量(2015年栽培試験)

箱中の太線が中央値、箱の下端が第一四分位、箱の上端が第三四分位、ヒゲの両端が箱の長さの1.5倍以内にある最大値および最小値。異なるアルファベットは5%の危険率で有意差あり。

Cs 培地が他のすべての区に対して収穫量が有意に少なかった (図-3左)。

各培地の pH はそれぞれ Cc:4.69、Aj:4.86、Bj:5.13、Fc:4.88、Cs:4.54 であった。培地 pH を矯正することによって収穫量の改善が見込まれると思われた。

各培地基材での累積収穫量(図-3右)には、以下の特徴があった。最も収穫量が多かった

Cc は発生処理から収穫初日までに要する日数が最も長く、収穫期間後半まで子実体を収穫することができた。一方で、他の培地は発生処理から収穫初日までは、同程度であった。また、Cc 培地は発生処理日から 70 日目(発生期間の中間点)における収穫量は全収穫量の 6 割に留まった。他の培地については、70 日目までで、8~9 割の収穫量があった。ま

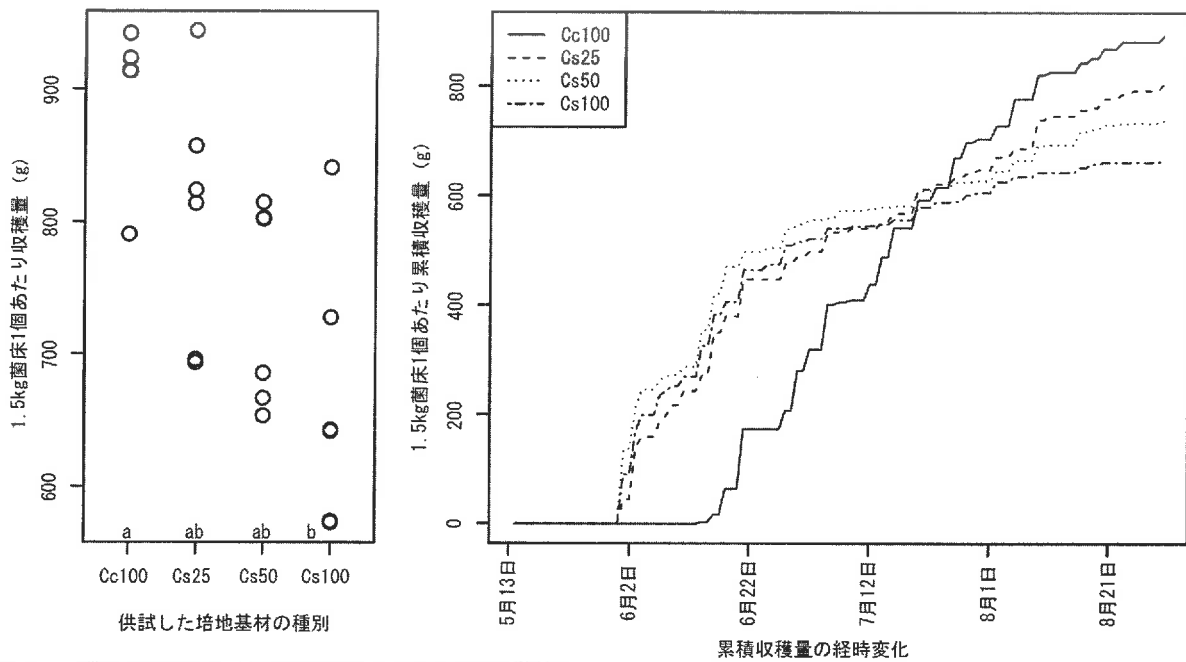


図-1. 培地基材別収穫量と累積収穫量 (2016年栽培試験)

アルファベットの説明は図-3に準ずる。

た、発生初期の子実体サイズを比較すると Cc 培地でやや小さく、Cs 培地でやや大きい傾向があったものの、子実体発生期間全体を通して明瞭な差は認められなかった。(写真-2)。

## (2) 2016 年栽培試験

各培地基材での菌床 1 個あたり収穫量は、図-4 のとおり、イタジイおが粉の割合が増え

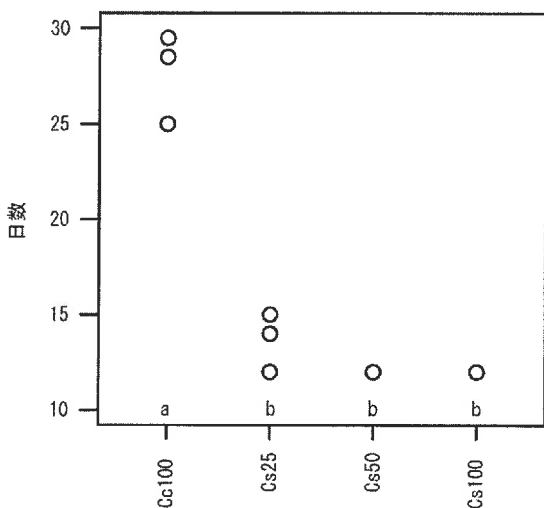


図-5. 発生処理から初回収穫にまで要した日数

アルファベットの説明は図-3に準ずる。

るに連れて収穫量が減少する傾向となった。Tukey 法による多重比較検定の結果は図-4 のとおりとなった。各培地の pH はそれぞれ Cc100:5.73, Cs25:6.28, Cs50:5.85, Cs100:6.11 であった。Cs100 の平均収穫量は 666.8g/菌床となり、Cc100 の 893.0g/菌床と比較して有意に少なかった (図-4 左)。各培地基材での累積収穫量は、2015 年栽培試験と同様の傾向にあった (図-4 右)。すなわち、Cc100 培地は発生処理から収穫初日までに要する日数が 27.5 日間、イタジイを混合した培地では約 12 日間と、Cc100 培地が有意に長かった (図-5、Tukey 法による多重比較検定)。Cc100 培地は収穫量が最も多かったものの、発生処理から初回収穫までに要する日数が最も長いデメリットがあった。しかし、このデメリットもイタジイを 25% 混合することで同等程度の収穫量を確保しつつ、初回収穫にまで要する日数を短縮できることが明らかになった。

一方で、原材料の地産地消の機運が高まりつつあるため、今後は、沖縄島北部地域の主要樹種であるイタジイを主体とした菌床の収

穫量を最大化するための技術開発が求められる。

#### 引用文献

金城一彦ら（1987）琉球大学農学部学術報告  
34:89-94

気象庁過去の気象データ検索、  
<http://www.daa.jma.go.jp/obd/stats/etm/index.php>（2016年10月24日利用）

農林水産省特用林産物生産統計調査、  
[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokuyo\\_rinsan](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokuyo_rinsan)（2013年12月2日、2016年10月24日利用）

沖縄総合事務局（1998）イタジイを主体とする広葉樹林の施行の推進に関する調査報告書、97pp、沖縄総合事務局、沖縄

関谷敦（2016）九州森林研究 69:153-154

# 資 料



# 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

新垣 拓也

## 1. はじめに

沖縄島北部地域の森林は、我が国でも数少ない亜熱帯性気候の常緑広葉樹林が存在し、島嶼環境と相まって、世界的にもヤンバルクイナやノグチゲラ等の固有種を始め、希少動植物が生息する森林地域である。平成28年9月に本地域は国立公園に指定され、自然環境保全と共に世界自然遺産登録に向けた気運が高まっている。

一方で、沖縄島北部地域の森林は、本県の民有林(7.4万ha)の60%以上が集中する林業の中心地であると共に、貴重な水資源の生産・貯蓄地域でもある沖縄県の森林林業2016、やんばる型森林業の推進2013)。このようなことから、当該地域では多様な森林機能の確保、野生生物の保護、森林環境の保全等に配慮すると同時に、森林資源の活用・維持管理等持続的な森林施業を確立することが重要である。しかしながら、森林施業の在り方を模索する上で、森林施業が森林環境へ与える影響や、資源循環林の配置等、多様な問題について科学的な検証が少なく、判断材料に乏しい状況にある。

そこで、本研究では、亜熱帯性島嶼地域の森林が有する多様な公益的機能を明らかにするため、温暖化等の気候変動や人為インパクトによる影響を観測データに基づいて評価すると共に、森林伐採が森林環境や生物相に及ぼす影響について調査し、森林伐採の適正なエリアや手法について検討を行った。さらに、これらの調査結果と、デジタル空中写真、対象地域の森林蓄積量の算出結果とを連携した森林施業地の抽出と地図化を行った。

なお、本研究は、内閣府の沖縄振興特別推進交付金を活用した「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事業(平成24年度～28年度)」として実施されたものである。なお、研究内容が非常に多岐に渡ることから手法や結果について概要をまとめた。

本研究における研究手法、より詳細な考察については、各課題の担当者が取りまとめた「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事業報告書」(沖縄県2017)に取りまとめている。

## 2. 調査地および調査方法

本研究では課題を大きく3つに分けて調査・解析を実施した。3つの課題は以下の通りである。

課題1. 亜熱帯島嶼域森林環境の変動監視システムに関する研究

課題2. 小面積皆伐等の森林施業が生物相へ及ぼす影響の解明

課題3. 環境保全に配慮した森林管理手法に関する研究

調査対象エリアは、沖縄本島の北部に位置する沖縄県国頭群郡国頭村で、通称やんばるの森と呼ばれる森林地域である。本地域における調査サイトを図-1に示す。

課題1では、当該地域の公益的機能や森林環境の変動を評価するため、気象観測露場等の森林気象観測システム(図-2)を整備し、継続観測データを蓄積すると共に、森林の生態系や水環境を評価する上で重要な森林の蒸発散量について、蓄積されたデータからペンマン式による可能蒸発散量を算出した。

また、育成天然林施業地と造林後25年、35年、52年経過した様々な森林において調査サ

イトを設置し、写真-1に示す測器を用いて林内の微気象を観測した。

さらに、伐採前後の森林気象環境の変動を評価するために施業面積の異なる皆伐施業地P1・P2(1.0ha)、P3(3.5ha)において、微気象観測を皆伐施業前から開始し、皆伐施業後も継続観測を実施した。加えて、伐採地の立地環境を評価するため、伐採地と隣接する林内の双方で、土壌物理特性調査(土砂移動量調査、侵食・堆積量調査等)や含水率の調査を実施した。



写真-1 林内微気象観測機器

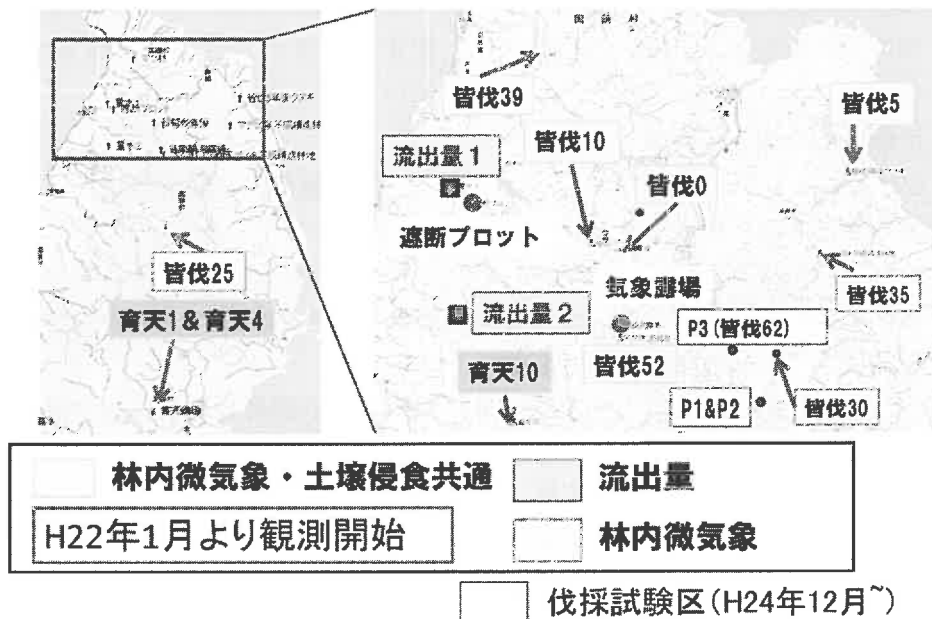


図-1 試験対象エリア及び各調査地位置図

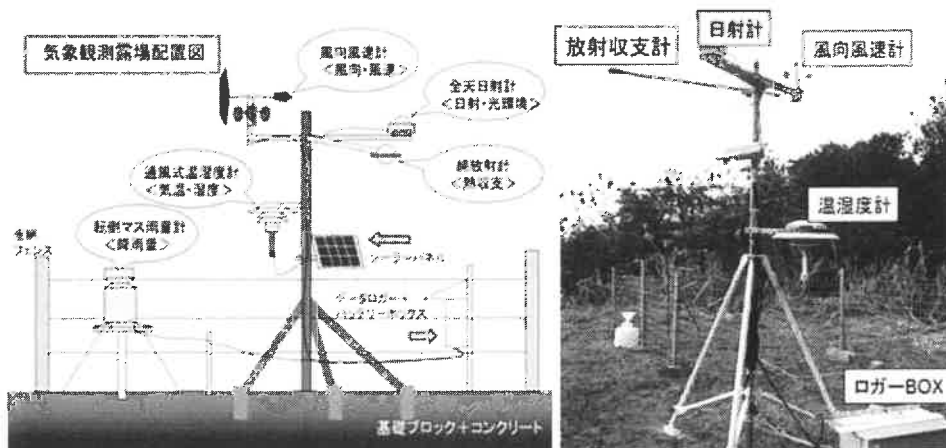


図-2 気象観測露場配置図および現場写真



課題2では、伐採のサイズや形状が森林環境や生物相に及ぼす影響を明らかにし、生物相に配慮した森林施業のガイドライン策定等に資することを目的として、伐採試験地P1・2とP3に20m間隔で格子状にイタジイの丸太（以下、餌木）を設置し（写真-3、図-3）、昆虫相（主にノグチゲラの餌となる穿孔性昆虫：カミキリムシ等）と鳥類相（主にノグチゲラ）の動態を調査した。

課題3では、森林環境の保全に配慮した森林管理手法作成に資することを目的に、その基礎資料となる広域の森林蓄積量をより正確に推定する手法と、小面積造林技術の改善・開発について検討を行った。広域の森林蓄積量の推定について、より精度の高い値を算出するため、デジタル空中写真と固定試験地内の計測結果より、広域の森林蓄積量の推定手法の改良を行った。小面積造林技術の改善・開発については、イジユ、リュウキュウマツの不成績造林地等においてその除間伐施業を実施し、作業従事者の意見・感想を取りまとめた。

また、リュウキュウマツ不成績造林地では、広葉樹林化（森林再生）に繋がる可能性を調べるため、地かき等による林床攪乱を行った後の当年性実生の発生状況を調査した。

本研究による研究成果や法的制限等の情報はGISにより地図化し、資源面、制度面、環境面を考慮した伐採適地マップの作成を行った。また、持続的森林施業推進の観点からその実効性を検証するため、社会・経済的側面からの検討を行った。

### 3. 結果と考察

課題1では、気象観測露場の整備および継続観測の結果から、ペンマン式による可能蒸発散量を算出した（図-4）。

また、様々な施業履歴を持つ森林サイトにおいて林内微気象観測を継続した結果、森林内気象環境を裸地的環境、遷移的環境、森林



写真-2 餌木および穿孔性昆虫捕獲トラップ

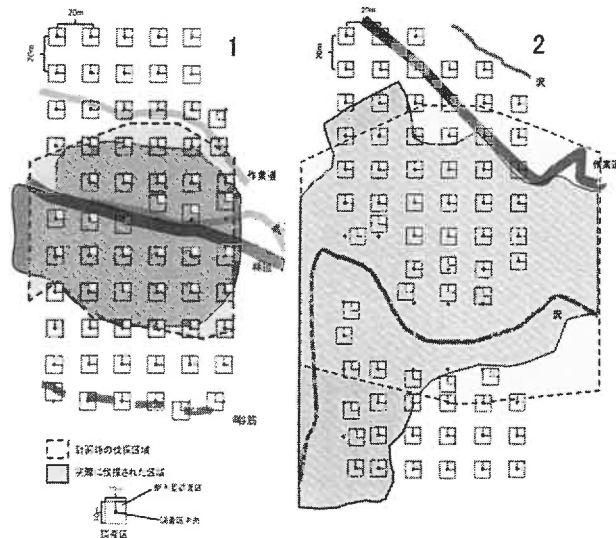


図-3 P1・2（左）およびP3（右）の餌木

的環境に大別し、森林環境の変遷を図-5のように評価した。伐採地の立地、土壌の環境については、森林施業の種類や経過年数別の土砂移動量調査、侵食・堆積量調査の結果、植生や施業履歴に関わりなく急傾斜地で侵食が大きいことが分かった。

また、集材方法では谷頭斜面等に重機が入ると林床攪乱が大きく、林床回復に時間がかかることが確認された。重機の使用には対象地の地形考慮が必要と考えられる。

課題1では対象とした森林域の可能蒸発散量の算出および施業形態や施業後の経過年

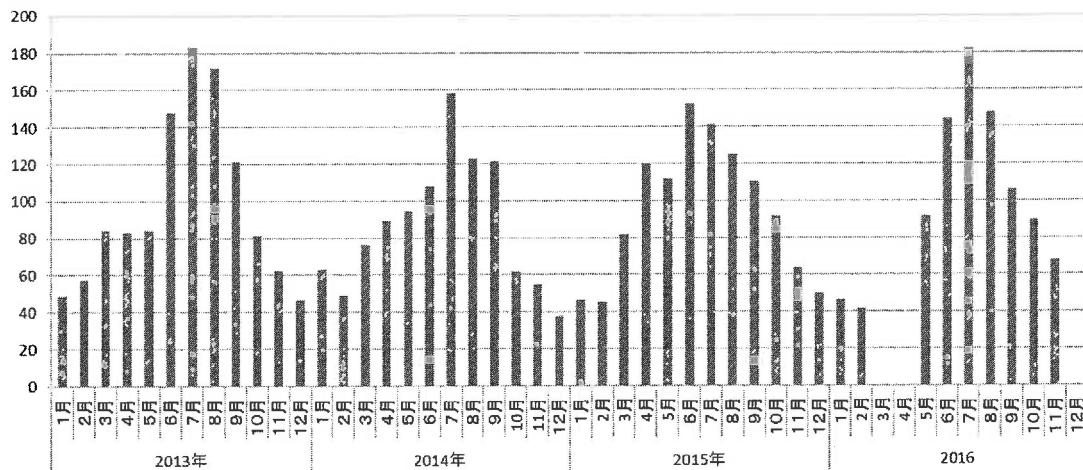


図-4 気象観測露場データを用いた月毎のペンマンの可能蒸発散量 (mm/month)

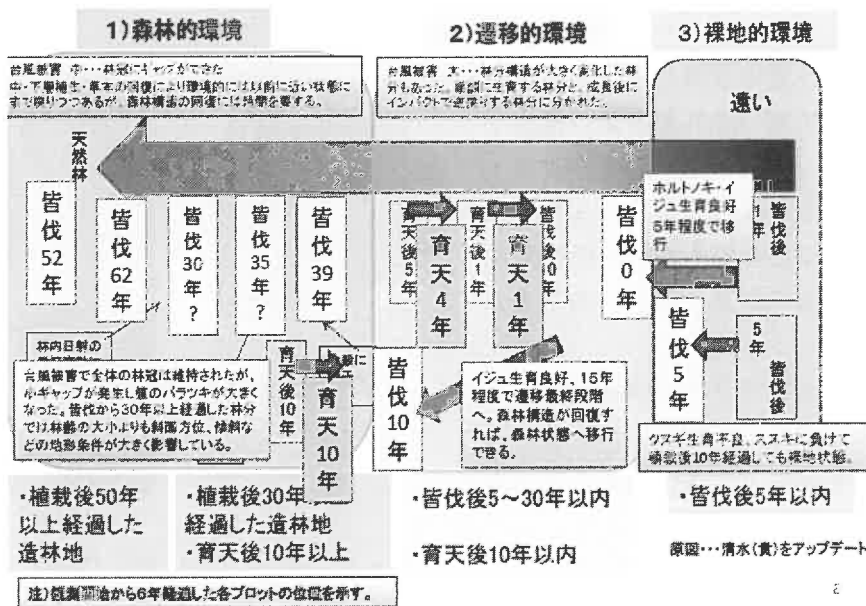


図-5 林内微気象観測データに基づく森林の施業履歴と林内気象環境の類型化

数による林内微気象の変動について明らかにしており、森林の気象環境や水循環を評価する基礎データとなる。伐採や自然（台風）インパクトについて気象・立地環境を評価し、その成果は環境に配慮した伐採計画へ活用できる。

課題2の調査では、カミキリムシを指標として、倒木量との関係を検討した結果、広葉樹の倒木発生量は胸高断面積合計との間に優位な相関があり、皆伐・植林後の林分は広葉樹の倒木発生量を指標として未施業林分とも

区別できることが分かった（表-1）。

また、ノグチゲラの採餌行動と林縁からの距離の関係は、伐採の形状により異なり、伐採面が小規模であれば餌木の利用率は伐採面の全面でほとんど変化しないが、伐採面が大きいと、伐採面の中心近くで利用率が低下した。このデータから、伐採面の中心が林縁から一定距離を超えないような形状（例えば魚骨状等）が望ましいと考えられた（例、図-6）。これらの調査結果は、ノグチゲラ等の穿孔性昆虫を餌資源とする生物相への影響を

表-1 カミキリムシとその利用する倒木を指標とした森林タイプの分類

森林タイプ	倒木の発生量と、それを利用するカミキリムシの特徴
未施業林の天然林	広葉樹倒木が継続的に発生し、カミキリムシの多様性が高く、その種数・個体数は*2に従う。
皆伐後3年程度の林分	広葉樹倒木が大量に存在し、カミキリムシの多様性が高いが、その種数、個体数は*1に従う。
皆伐後5~10年の林分	倒木がほとんど存在・発生せず、カミキリムシがほとんど発生しない。
皆伐後10年以上の広葉樹二次林	広葉樹倒木が発生し、カミキリムシの多様性は低い。その種数、個体数は*1に従う。
不成積マツ造林地	広葉樹倒木が広葉樹二次林と同程度に発生し、カミキリムシの多様性は低い。その種数、個体数は*1に従う。マツ倒木の発生量は少ないが、マツのみを利用するカミキリムシが発生する。
成林したマツ造林地	広葉樹倒木が広葉樹二次林と同程度に発生し、カミキリムシの多様性は低い。その種数、個体数は*1に従う。マツ倒木の発生量は多く、マツのみを利用するカミキリムシが発生する。
育成天然林施業後3年程度の林分	倒木が大量に存在し、カミキリムシの多様性は一時的に著しく高い。その種数、個体数は*2に従う。
育成天然林施業後4~10年程度の林分	広葉樹の倒木がわずかに発生し、カミキリムシの多様性は低い。その種数、個体数は*2に従う。
育成天然林施業後10~30年の林分	倒木がわずかに発生し、カミキリムシの多様性は低い。皆伐後の林分よりは高い。一般に未施業林と比べると倒木の発生量は少ないが、場所によっては未施業林と同程度の倒木が発生する。その種数・個体数は*2に従う。

\*1 種数:  $y=1.534+2.127x$ 、個体数:  $y=0.2307+28x$   
 \*2 種数:  $y=1.1149+27.21x$ 、個体数:  $y=-31.43+404.7x$

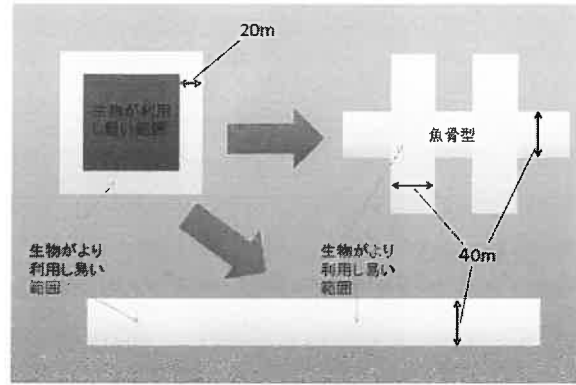


図-6 生物相に配慮した伐採施業イメージ案

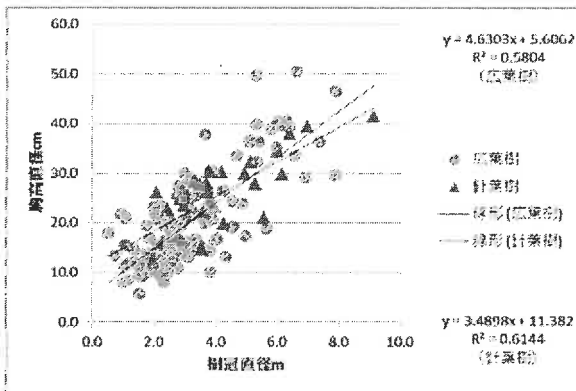


図-7 樹冠径と胸高直径の関係(相関式)

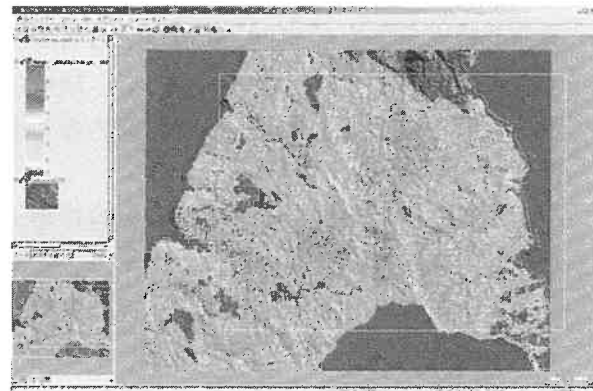


図-8 精度を向上させた新材積マップ(10mメッシュ)

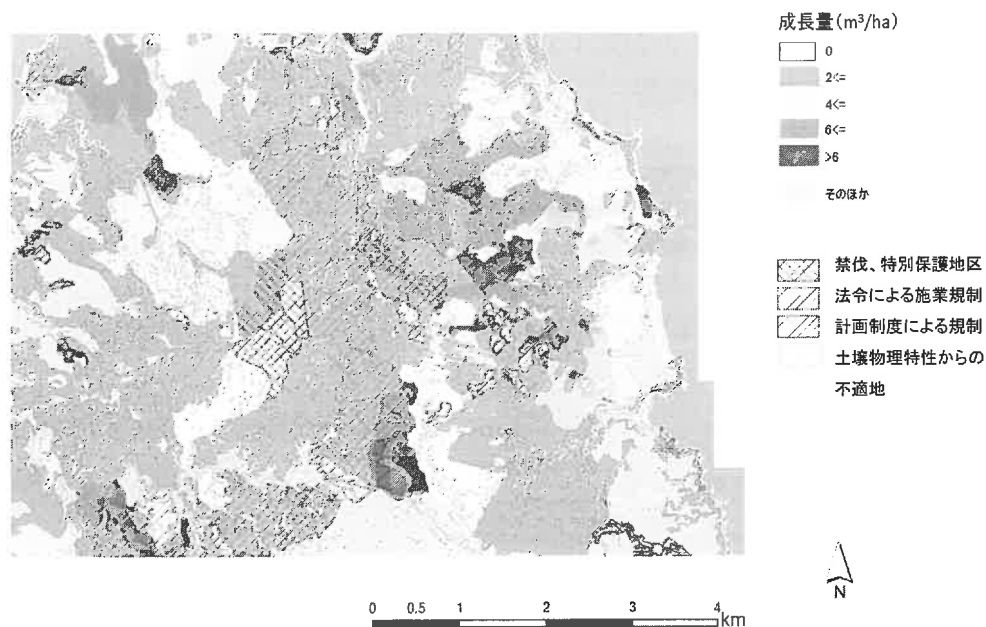
軽減する上で重要な指標となると考えられる。

課題3では、広域の森林蓄積量の推定について、デジタル空中写真と、固定試験地内から得られた林冠を形成する上層木の樹冠径(長径・短径)及び胸高直径の測定データを用いて、樹冠径と胸高直径の関係を求め(図-7)、広域の森林蓄積量の推定式が得られたことで、より精度の高い材積マップ(図-8)を作成した。

小面積造林技術の改善・開発については、間伐遅れのイジュ人工林に関して相対間距離15%程度を目安に管理すること、除間伐作業効率は平均で0.33 ha/人日となることが推

定された。林分密度が疎になっているリュウキュウマツ人工林では、やんばる国立公園の誕生に伴い、保護レベルの高いエリアやその周辺に位置するこのようなマツ林において、広葉樹林化(森林再生)する価値・必要性が高まったことから、更新が進む二次林の稚樹、埋土種子の種構成を把握し、マツ林において欠落している樹種の更新補助等の必要性を示した。

本研究事業による研究成果や法的制限などの情報はGISにより地図化し、資源面、制度面、環境面を考慮した伐採適地マップの作成を行った(図-9)。また、持続的森林施業



図－9 研究成果や法的制限を反映させた伐採適地・不適地マップ

推進の観点からその実効性を検証するため、社会・経済的側面からの検討も行い、地域の森林管理主体が備えるべき必要労働力等の条件も提示した。

本課題より、森林蓄積量や地位の解析等から許容伐採量の目安が得られた。また、各研究成果を反映させた伐採適地マップの精緻化・改訂および、各課題の成果を基に本地域の望ましい森林取扱手法をとりまとめた。

これらの成果は今後の森林計画において伐採箇所の選定に活用できる。そして、森林施業において地域の森林管理主体が備えるべき必要労働力等の条件の参考として活用できる。

#### 4. まとめ

本研究事業において、森林気象観測露場の整備、および施業履歴の異なる森林における林内微気象観測の実施により、亜熱帯島嶼森林環境を評価する上で重要な基礎データを蓄積することができた。加えて、施業履歴の異なる森林や、皆伐前後の林内微気象観測や土壌物理特性の調査結果より、伐採等の人為的インパクト、そして台風等の自然インパクト

が森林環境への遷移状況へ与える影響についても評価することができた。生物相への施業インパクトについては、沖縄県の固有種であるノグチゲラとノグチゲラの餌資源となる穿孔性昆虫の動態について調査し、林縁からの距離を20mに抑える施業方法等を提示することができた。最後に、本地域の蓄積量についてより詳細な算出、GIS マップへの反映を実施し、保護区や伐採制限地区はもちろん、気象、土壌物理性等の森林立地環境も反映させた伐採適地GISマップを作成すると共に、経済的な観点から森林施業を行っていく上での必要労働力について取りまとめることができた。

#### 5. 引用文献

沖縄の森林・林業（2016）：沖縄県農林水産部森林緑地課  
 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事業・報告書（2016）：沖縄県農林水産部森林資源研究センター P193  
 やんばる型森林業の推進～環境に配慮した森林利用の構築を目指して～（2015） 沖縄県農林水産部森林緑地課

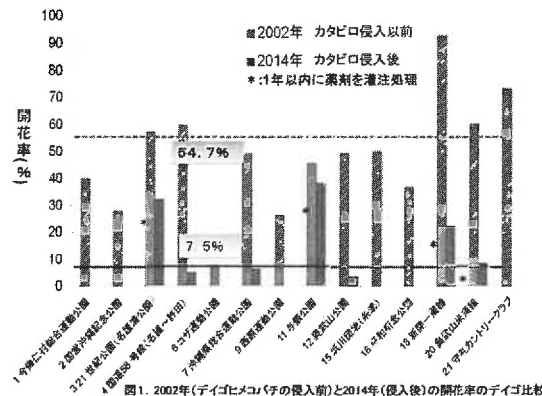
# デイゴヒメコバチに対する生物的防除の検討

安田 慶次・喜友名 朝次・玉城 雅範・清水 優子

## 1. デイゴの不開花

デイゴ *Elythrina variegata* は、マメ科デイゴ属に属するインド原産の木で、沖縄では街路樹・公園・学校等に植栽されるほか、琉球漆器の生地や用材として植栽され、さらに県花として県民に親しまれている重要な花木である。しかし、2005年5月に石垣島で、デイゴヒメコバチ *Quadrastichus elythrinae* (写真1)によって加害を受け、若枝や葉がこぶ状となった虫こぶ(写真2)が発見された (Uechi et al. 2007)。

その後、沖縄本島でも同様な枝葉が次々と発見され、被害は拡大した。特に新芽が加害されるため開花率が著しく低下すると共に、数年間激しく加害されると枯死する木も現れた (写真3)。2002年にデイゴヒメコバチ侵入前に行われた沖縄本島でのデイゴ開花率調査では54.7%を示した (渡嘉敷 2003) のに対し、侵入後9年が経過した2014年には開花率は7.5%にまでに低下した (図1)。さらに、この間の枯死によってデイゴの数が15.5%減少した。また若木での被害がひどく、植え付けても新芽が虫こぶとなって加害されるため成長せず、そのまま枯死することも多い。対策として実施した樹幹注入による防除効果が功を奏し、デイゴの開花が確認できるようになった (安田 2015) (写真4)。



## 2. デイゴの害虫—デイゴヒメコバチについて

2004年に新種として記載されたデイゴヒメコバチ(上地 2007)は、デイゴ属 5種類とデイゴ1品種に寄主するハチで、葉や葉柄、新梢に虫えい(以下ゴール)を形成し、ゴールが多数形成されると、新梢や葉柄、若葉のゴールが連なり、大きくコブのように変形するため発育は止まり、さらに被害が進むと枝の先端部が枯死してしまう(Heu et al. 2006)。デイゴメコバチは、世界各地でほぼ同時期に多発発生しており、2003年に台湾、2005年にインド、ハワイ、ベトナム、2006年にフロリダでの発生が確認され、また、香港、タイ、フィリピン、サモア、グアムでも確認されている。日本では、2005年5月に初めて沖縄県石垣島で発見された(Uechi et al. 2007)。その2年後には沖縄本島で急速に被害が拡大し健全なデイゴは確認できなくなった

(喜友名 2017)。デイゴヒメコバチの原産地はまだ知られていないが、アフリカ南部のデイゴ類で同じ虫こぶが発見されていることや、この種に特異的に寄生する寄生蜂がアフリカで採集されていることなどから、アフリカであると考えられる。

体長はオスで1.0-1.15mm、メスで1.45-1.6mm。メスはほぼ全身が濃褐色で、目を除く頭部、胸部などが黄色(写真1)。オスはメスの濃褐色の部分より淡く、特にメスの黄色の部分は白色から淡い黄色をしている。性比はオス対メスが7対1で雄が多く、その原因はまだ判っていない。デイゴヒメコバチのメスは、羽化1日目ですでに約60個の卵を保有しており、生涯では約320個の卵を保有し、デイゴの新芽、若い葉や茎に卵を産卵する。孵化した幼虫は虫こぶを形成し、その中で成長し約20日で成虫となる。成虫の寿命は室内で10日、野外では2-3日と思われる。

## 3. 薬剤防除の課題

森林資源研究センターでは、デイゴヒメコバ

チの緊急防除のため、殺虫効果試験を実施し、これまで広葉樹に一般的に使用されてきたネオニコチノイド系のチアメトキサム(樹幹注入剤)とイミダクロプリド(散布剤)の殺虫効果が高いことを明らかにした(喜友名 2007)。その結果、2008年に上記2種類の薬剤が適用拡大され、防除事業への利用が可能となった。薬剤の量は、他の広葉樹において使用されている一般的な薬量を用いたため、1樹あたり5-6万円と高額になった。そこで、森林資源研究センターでは、コスト削減に向けた低薬量による防除効果研究を行った(喜友名、前出)ところ、常用されていた薬量の半分の量で、同等の効果があることを明らかにした。樹幹注入法では、直径が30-40cmの大きさの場合、樹幹株に2-6箇所の穴を開け、そこへ浸透移行性の殺虫剤をガスの圧力により注入する。本法では、孔を樹幹に穿つため、樹への負担は大きくなる。薬剤施用は毎年必要であることから、薬剤処理を行えるデイゴは県下に植栽されているデイゴの10分の1程度に限られると思われる。また、国立環境研究所の研究でネオニコチノイド系を発達期に曝露されると脊椎動物では発達障害を引き起こすことが懸念されている(Sano et al. 2016)。

さらにデイゴの植栽が公園内や歩道沿い等の人が多く集まる場所に多いため、劇物指定の薬剤の使用に関しては注意が必要である。

## 4. ハワイにおける生物的防除

ハワイ大学のレイラ コーフマン博士の報告(Kaufman, 2013)により、ハワイ州は導入天敵によりデイゴヒメコバチの防除を行っていることを知った。デイゴヒメコバチの侵入は、ハワイにおける在来デイゴ属の一種 *E. sandwicensis* を絶滅の危機に陥れた。薬剤による防除も行われたが、大面積を防除するのは困難である。そこで米国政府農務省、ハワイ大学らの研究者が中心となって有望な天敵の探索がアフリカでおこなわれ、いくつかの天敵が採集された。ハワイ州農務省における昆虫隔離施設でその防除効

果や厳格な環境生物へのリスク評価をおこなった。2008年11月に、最も有望な天敵カタビロコバチ科の一種 *Eurytoma erythrinae* (デイゴカタビロコバチ) はデイゴヒメコバチをコントロールするため野外への放飼が承認された。

ハワイ在来デイゴ属の一種を加害するデイゴヒメコバチに対する生物農薬としての効果を評価するために、天敵放飼前および放飼後の比較調査が始められた。定期的な調査とデイゴヒメコバチのゴールの分解調査の結果は、天敵が放飼6か月以内に定着したことを示した。

天敵放飼後のモニタリング調査結果は天敵が多くの場所の葉においてデイゴヒメコバチをうまく防除していることを示した。一方、デイゴヒメコバチの密度がまだ高い場所では花の咲き方が良くない地域が残っている。現在、生き残った在来デイゴ属の一種 *Wiliwili* 木は、デイゴヒメコバチの被害から回復しつつある。

この報告を知り、沖縄県はハワイ州農務局へ情報の提供と導入への協力をお願いし、デイゴカタビロコバチの沖縄への導入を試みた。そこでまず、天敵の餌となるデイゴヒメコバチの増殖システムを開発し、導入に備えた。

## 5. 天敵デイゴカタビロコバチについて

デイゴカタビロコバチ (カタビロ) *Eurytoma erythrinae* (Gates & Delvare, 2008) (写真5) は2006年にタンザニアで発見され、デイゴヒメコバチの天敵として2008年に記載された。雌は



写真5. デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* (天敵) の雌成虫

平均体長 2.43mm、雄は 1.9-2.3mm のカタビロコバチ科のハチである。ハワイの報告で最短で卵期間は3日、幼虫期間は11日、蛹期間は4日、成虫の寿命は  $40.4 \pm 2.2$  日である。沖縄での飼育では11月には成虫を産卵セット後30日、12月には35日頃から虫こぶからの羽化脱出が認められた。雌成虫はヒメコバチの虫こぶの上から幼虫や蛹に産卵する(写真8)。また、雌成虫自身もヒメコバチの幼虫を捕食することがハワイで観察されている。さらに孵化後、カタビロの幼虫は虫こぶの中の複数のヒメコバチの幼虫及び蛹を外部から捕食し、一生で4-10匹程度を捕食すると言われている。沖縄での事前の網掛け放飼試験でも虫こぶ内のデイゴヒメコバチを50%程度捕食することが明らかとなっている。

## 6. 外国産の天敵を放すこと

害虫が外国から侵入した場合、土着の虫達(天敵)がこれを迎え撃ち、多くの場合大発生するのを防ぐ。しかし、デイゴヒメコバチの場合、侵入後十数年を経過しても有力な土着天敵は現れず、大発生が続いている。そのため、デイゴヒメコバチの原産地で有力な天敵の導入を検討した。

外国から天敵を導入の際にクリアすべき3点は、①検疫有害動植物に該当しないこと(植物防疫法)、②特定生物として指定されていないこと(外来生物法)、③輸入元の公的機関の了解(ハワイ州農務省)である。寄生性の天敵の場合、寄主の害虫が混ざることがあり、輸入に際し農林水産大臣特許が必要で、さらに事前に隔離施設に対する審査に合格しなければならない。これ以外にも多くの事前調整、書類の提出がある。試験で用いる際は例外として認められているが、防除に使用する際には農薬登録が必要である。安全性の評価、中でも在来生物相への評価は重要で、近縁種の存在、固有希少種、有用昆虫、土着天敵等の標的外生物種に対する影響を十分に評価し、導入の可否を慎重に

検討する必要がある。沖縄県は、昆虫学や害虫防除に関する学識経験者、環境省担当者らによる検討委員会を設け、その中で指摘や指導を受けながら調査を行った。同時に、天敵導入に関する講演会やアンケート調査を実施し、天敵ダイゴカタビロコバチの野外放飼に7割の県民の支持を得ていることがわかった。

## 7. 環境影響調査

ダイゴカタビロコバチの放飼前に、在来生物相への影響を十分に評価し、導入の可否を検討する必要から、日本の関係する多くの研究者の協力を得て、影響評価対象の昆虫の選定を行った。まず同じ属のカタビロコバチ *Eurytoma* 属の寄主範囲を調査し、特に虫こぶを形成するタバエ科 *Asphondylia* 属やハモグリバエ科とその寄生蜂など、県内に分布する14種について影響を与えそうな昆虫の候補として選定した。調査はダイゴに形成されたダイゴヒメコバチの虫こぶと評価対象昆虫の虫こぶをシャーレ内に入れて選択実験で行った。また、評価対象の虫こぶに網掛してEe雌成虫を放し、産卵行動を観察し、解剖して産卵の有無を調べた結果、Ee雌成虫はダイゴの虫こぶのみに産卵行動を示した。さらに在来種との交雑試験、外部形態やDNA塩基配列の比較から、交雑の可能性はないと考えられた。これらの結果から、沖縄県ダイゴヒメコバチ天敵放飼試験評価委員会は在来種への影響は極めて小さいと判断し、離島での放飼実験を承認した。

このことを踏まえて、行政機関との調整後、放飼の実施を決定した。試験放飼は、宮古島市下地島で2017年10月26日に行われた(写真6、7、8)。そこで十分な評価と安全性が確認された上で、農薬登録、今後の防除への利用となる。



写真6. 下地島での放飼

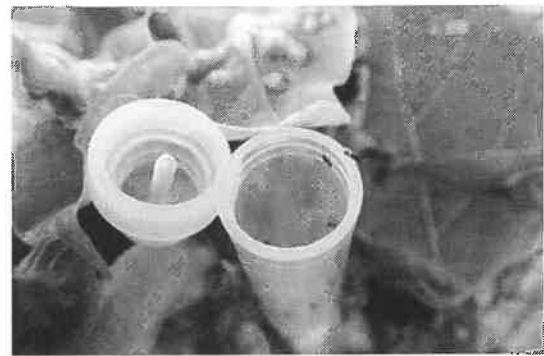


写真7. 放飼容器から飛び立つダイゴカタビロコバチ



写真8. 放飼直後に虫こぶに産卵するダイゴカタビロコバチ雌成虫

## 8. 終わりに 一天敵に期待すること

現在、当研究センターでは厳重な隔離の下、増殖を行っている。また、一部は厳重な管理下にある民間の天敵増殖施設で増殖を行い、県下に天敵を撒く体制を整備しつつある。予備的な試験では半分程度に害虫のダイゴヒメコバチを減らせることが確認されている。また、これまでのところ、天敵のダイゴカタビロコバチが害虫のダイゴヒメコバチ以外の他の昆虫を食べる報告はなく、われわれの実験でも沖縄の昆虫を



食べたりすることは確認されていない。仮に沖縄のデイゴに天敵を放飼し、定着して害虫のデイゴヒメコバチを食べ続けてくれれば、薬剤にあまり頼らずに、これまで以上に安価で多くのデイゴを守ることができるだろう。さらに最近の調査で、ネオニコチノイド系殺虫剤の灌注は、ベニモンノメイガのリサージェンシス（他の害虫の2次的な多発性）を引き起こす可能性が示唆されている。

長い間咲かなかった沖縄県のデイゴが、元気に花を咲かせることを期待して、調査研究に励んでいる。

### 謝辞

本研究においてデイゴカタビロコバチに関する有益な情報及び野外での採集にご協力頂いたハワイ州農務部生物的防除担当の Julinana Yalemare 博士、Renato Bautista 博士ならびに環境影響調査、試験方法、野外からのタマバエ類の採集において湯川淳一博士、松尾和典博士（九州大学）、徳田誠博士（佐賀大学）、上地奈美博士（農林水産省農研機構果樹茶部門）、喜久村智子氏（沖縄県農林水産部北部農林水産振興センター農業改良普及課）から多くの助言とご協力をいただいた。また、実験に供するデイゴカタビロコバチの増殖を引き受けていただいた琉球産経（株）の我喜屋拓氏、清水徹博士に感謝する。最後に、実験や本稿の執筆を手伝っていただいた春日大輔氏、宮里貴子氏に御礼申し上げます。

### 引用文献

- Heu, R. A., D. M. Tsuda, W. T. Nagamine, J. A. Yalemare and T. H. Suh  
(2006) State of Hawaii Department of Agriculture, New Pest Advisory 05-03. pdf  
喜友名朝次 (2007) 沖縄県森林資源研究センター研究報告 50: 10-14.

- 喜友名朝次 (2013) 九州森林研究 66: 71-73.  
喜友名朝次 (2017) 林業と薬剤219: 7-12.  
Kaufman, L., Juliana Y., Cynthia K., Mark W., Kaufman A. (2013) American Society for Horticultural Science.  
Sano, K., Isobe, T., Jiaxin Yang, Tin-Tin Win-Shwe, Yoshikane, M., Nakayama, S., Kawashima, T., Suzuki, G., Hashimoto, S., Nohara, K., Tohyama, C., Maekawa, F. (2016) *In utero* and lactational exposure to acetamiprid induces abnormalities in socio-sexual and anxiety-related behaviors of male mice. *Frontiers in Neuroscience* 10:228  
渡嘉敷正彦 (2003) 熱帯花木の着花促進に関する技術開発, 沖縄県一級造園施工管理技士会, 1-5pp.  
Uechi, N., Uesato T. and Yukawa J. (2007) *Entomol. Sci.* 10: 209-212.  
安田慶次 (2015) 沖縄県森林資源研究センター業務報告26, 9-10.

## No.59 研究報告

---

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

---