

平成20年度
亜熱帯森林・林業研究会
研究発表 論文集

ジャカラダ(ノウゼンカズラ科) *Jacaranda mimosifolia*(*J. ovalifolia*)

亜熱帯森林・林業研究会

〒905-0017 名護市大中4-20-1
沖縄県企画部森林資源研究センター
☎0980-52-2091 FAX 0980-53-3305

ご挨拶

平成15年3月に本会が誕生し、平成17年8月に第1回の研究発表会が開催され、今回で4回目の発表会となります。この間、会員の皆さんには、多大のご支援・ご協力をいただき、有り難うございました。特に、本会初代会長として基礎固めから方向付けに大きく貢献された篠原先生と、事務局である沖縄県森林資源研究センターに対して、あらためて感謝申し上げます。おかげさまで、県内外の森林・林業関係者の情報交換と会員の親睦を図るという本会の設立趣旨に従い、活動が順調に進展していることを報告できることを嬉しく思います。

さて、今日、地球温暖化に係るCO₂削減問題や世界的な環境やエネルギー問題等が、身近な問題として認識されるようになり、森林の果たす役割や機能に対して、大きな関心と期待が高まっております。

このような中、世界的な森林資源の減少、木材需要の拡大、木材の流通コストの高騰等により、外材の価格が上昇傾向にあり、このことが国産材の競争力を底上げし、国内の林業活動が活性化されることが期待されています。

一方、沖縄県の森林・林業活動を巡る状況は、ヤンバル地域の世界自然遺産登録に向けた動きが着実に進んでおり、県民のコンセンサスも得つつあると感じられますが、林業活動への県民の理解は必ずしも十分とはいえ、低迷したままです。林業活動が森林環境に悪い影響を与えていると見る向きも少なくないのが実情です。しかし、森林の機能を効果的に発揮させるためには、期待される機能に応じた森林の育成・管理が基本であり、これを担う林業者の安定的な活動が保障されることが重要です。

今後は、自然環境の保全と林業生産の調和を図っていくことが最大の課題であり、自然環境への負荷の少ない林業技術の改善が強く求められています。

このような状況の下、関係者が日頃の研究成果や行政上の課題、現場の問題や提案等を持ち寄って議論し、問題意識を共有することは、今後のよりよい発展につながる大変意義深いことだと思います。

発表者の皆さんには、業務多忙の中、報告を取りまとめ、話題を提供していただき心から感謝申し上げます。総会が建設的で、発表会が活気に満ちたものとなり、会員の皆さんの積極的な参画によって、本会の活動がますます有意義なものとなることを期待して、会長挨拶とします。

平成20年9月5日

亜熱帯森林・林業研究会長 安里 練雄

目 次

1. 高性能林業機械による収穫作業に関する調査報告	1
沖縄県宮古支庁農林水産整備課	漢那 賢作
	富永 梢子
沖縄県農林水産部森林緑地課	豊川 智恵子
琉球大学農学部	安里 練雄
2. デイゴ人工林の林分構造と成長特性について	5
沖縄県南部林業事務所	古波蔵みな子
	豊川 善隆
琉球大学農学部	安里 練雄
	仲摩 和寛
	渡邊 岳大
3. フクギ (<i>Garcinia subelliptica</i>) の開花フェノロジーと果実の成長	12
琉球大学農学部	谷口 真吾
琉球大学農学研究科	西原 史子
	中須賀 常雄
4. テリハボク (<i>Calophyllum inophyllum</i>) の花の形態	18
琉球大学農学研究科	西原 史子
琉球大学農学部	中須賀 常雄
	谷口 真吾
5. 日本の矮性型マングローブ林に関する研究	21
琉球大学農学研究科	高橋 遼
琉球大学農学部	中須賀 常雄
	谷口 真吾
6. 仲間川・浦内川流域マングローブ林の状況報告	26
林野庁九州森林管理局西表森林環境保全ふれあいセンター	濱田 辰広
7. デイゴヒメコバチの奄美大島における被害と生態	31
鹿児島県森林技術総合センター龍郷町駐在	岩 智 洋
	関 師 朋 弘
鹿児島県林務水産部森林整備課	穂 山 浩 平
8. 奄美大島における森林土壌を利用した林道切り土法面の吹付緑化	36
鹿児島県森林技術総合センター	下 園 寿 秋
	宮 里 学
鹿児島県森林技術総合センター龍郷町駐在	関 師 朋 弘
	岩 智 洋
鹿児島県林務水産部森林整備課	穂 山 浩 平

高性能林業機械による収穫作業に関する調査報告

沖縄県宮古支庁農林水産整備課 漢那 賢作・富永 梢子

沖縄県農林水産部森林緑地課 豊川 智恵子

琉球大学農学部 安里 練雄

High performance forestry machine a harvest operations concerning a report on an investigation

Kensaku KANNA, Shouko TOMINAGA (Okinawa Prefecture Miyako branch administrative office agriculture forestry and fisheries Maintenance section)

Chieko TOYOKAWA (Okinawa Prefecture Forest and Afforestation Division)

Isao ASATO (Faculty of Agriculture University of the Ryukyus)

1. はじめに

近年、日本の林業は、高性能林業機械の導入により木材生産コストを低減し、林業活動の活性化に向けた取り組みが積極的に行われている。

沖縄県における林業活動は、沖縄本島北部地域に位置する「やんばる」と称される森林資源の豊富な地域を中心に行われ、その中でも特に「国頭村」は森林率が84%と沖縄県内で最も高く、県産材の拠点産地として森林施業が計画的に行われてきた。

一方、北部地域は貴重な動植物が多数生息する生態的価値の高い地域であり、環境に配慮した施業方法が求められている。

沖縄県における伐採収穫作業は、採算性等の問題から主として架線集材による皆伐で行っているが、小面積分散型により可能な限り環境に配慮した伐採を実施してきた。

このような中、今後さらに環境に配慮しつつ持続可能な森林施業の実践を図っていくため、「環境への配慮」と「低コスト化」の両立に向けた課題を検討するため、沖縄県では今回初めて高性能林業機械による収穫作業を委託事業により実施したので、その調査結果について報告する。

2. 調査方法

国頭村に位置する県営林51林班の38年生リュウキュウマツ人工林に斜面に沿って150m×20mの作業区を2カ所設定し、それぞれスイングヤードを用いて皆伐作業（Aライン）、択抜作業（Bライン）による収穫作業を行った。

林分構成は、上層をリュウキュウマツが優占し、中下層は北部地域で一般的に出現する広葉樹が見られ、下層植生を含めて希少種は認められなかった。

収穫作業に係る工程調査は、事業者による作業日報の記録を依頼しその結果を取りまとめた。

収穫地の位置と概要は図1のとおりであり、スイングヤードによる作業工程を示したのが写真1、2である。又、収穫後の状況を写真3、4に示す。

3. 調査結果

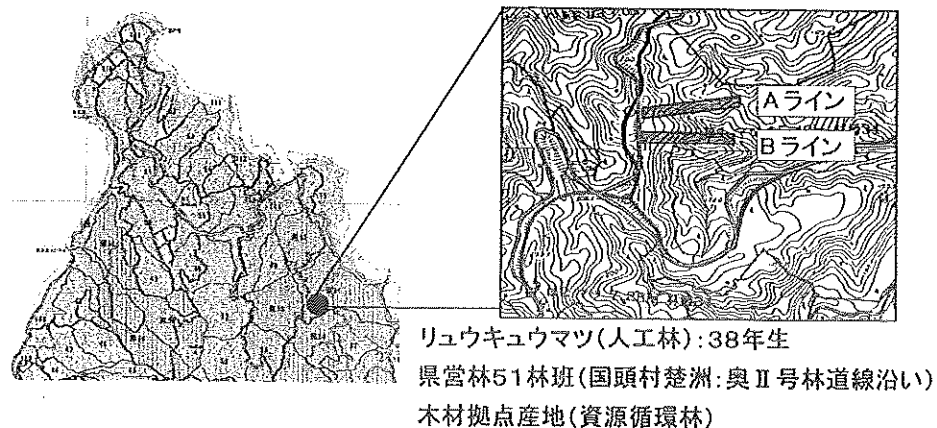
- 1) スイングヤーダによる択伐収穫と皆伐収穫の生産コスト比較 (表1)
- ① 1人1日当たり収穫量 (皆伐: $2.74\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$)、択伐 ($0.93\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$)
 - ② 1m^3 当たり生産費 (皆伐: $15,498\text{円}/\text{m}^3$)、(択伐: $36,252\text{円}/\text{m}^3$)
 - ③ 1日当たり収穫量 (皆伐: $8.09\text{m}^3/\text{日}$)、(択伐: $3.02\text{m}^3/\text{日}$)
- 2) スイングヤーダと架線集材による皆伐収穫の生産コスト比較 (表2)
- ④ 1人1日当たり収穫量は、スイングヤーダの方が架線集材に比較して1.4倍の効率向上
 - ⑤ 1m^3 当たり生産費は、架線集材の方がスイングヤーダに比較して1.7倍のコスト高
 - ⑥ 1日当たり収穫量は、スイングヤーダの方が架線集材に比較して3.2倍の効率向上

4. まとめ

今回の調査結果から次のことが明らかとなった。

- ① スイングヤーダによる皆伐作業と択伐作業の生産コストが明らかになり、今後の実用化に向けた基礎資料を得ることができた。
- ② スイングヤーダは従来の架線集材に比較して低コストで効率性が良く、又環境への配慮として、択伐施業の実施により、林地表土のかく乱・流出の抑制効果が期待できる。
- ③ 択抜については、今回初めての作業であったため、先柱選定、索張等を効率的に行うことが出来なかった事が経費増の主要因と考えられる。
- ④ 一方、皆伐については、作業が比較的単純で、択伐の経験を活かして効率的に作業が進められた。

伐採収穫地の概要



伐採収穫方法と面積

Aライン: 択伐収穫(リュウキュウマツ用材)	↑ 比較 ↓	【0.3ha: 150m × 20m】
Bライン: 皆伐収穫(リュウキュウマツ用材・チップ材、広葉樹チップ材)		

図1 収穫位置と収穫方法の概要

スイングヤーダ収穫作業工程

・スイングヤーダの特徴: 旋回アーム、自走式、小面積・急傾斜地の集材に効率的

収穫作業は中山林業が実施
(中山林業所有のスイングヤーダ)

中山林業 スイングヤーダ仕様			
形式	HBL(m)	幅(m)	バケット容量
TW-252	400	2.8	0.8

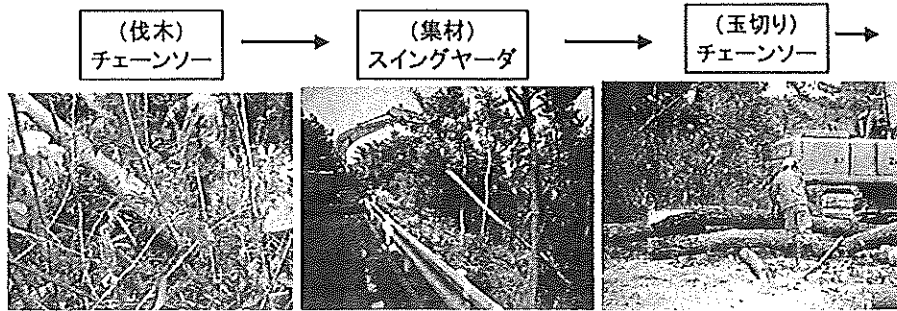
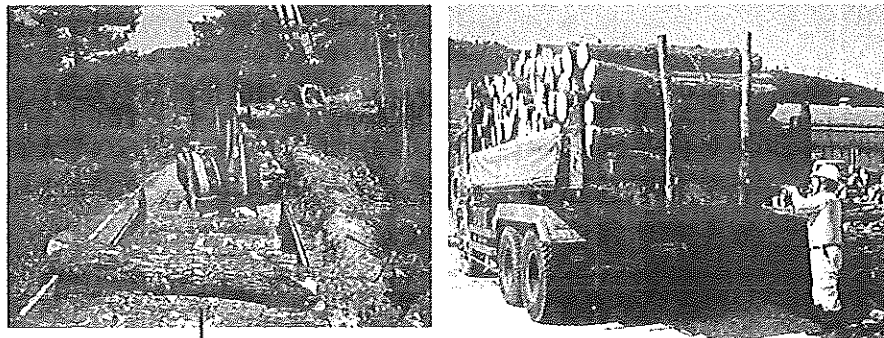


写真1 スイングヤーダによる作業工程

スイングヤーダ収穫作業工程



メリット: 架線集材と違い、スイングヤーダ1台で効率的に積込が出来る(グラップル)

写真2 スイングヤーダによる作業工程



写真3 択伐収穫後の状況



写真4 皆伐収穫後の状況

表1 スイングヤーダによる択伐収穫と皆伐収穫の生産コスト比較

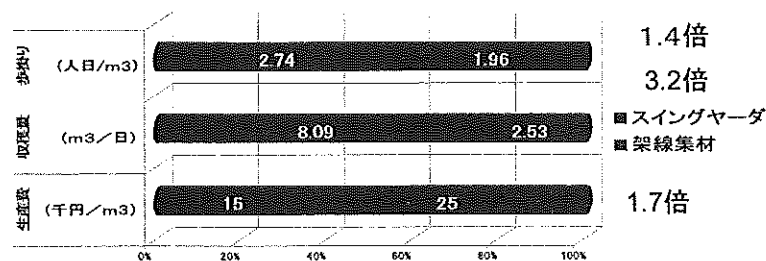
生産コスト集計

	Aライン(択伐)	Bライン(皆伐)	備考
作業日数(A)	6日	4日	
合計作業時間(B)	145.5h	88.5h	
1人1日当たり実作業時間(C)	7.5h/人・日	7.5h/人・日	
1人1日当たり実作業日数(D)÷(A)	3.23人/日	2.95人/日	(D)=(B)÷(C)
1人1日当たり収穫量	0.83m ³ /人・日	2.74m ³ /人・日	(E)÷(D)
収穫量(E)	18.13m ³	32.37m ³	
立木価格(F)	234,910円	202,564円	
生産費(G)	657,241円	501,674円	
利益	△422,331円	△299,110円	(F)-(G)
1m ³ 当たり生産費	36,252円/m ³	15,498円/m ³	(G)÷(E) ※択伐は皆伐の2.3倍増
1日当たり収穫量	3.02m ³ /日	8.09m ³ /日	(E)÷(A) ※皆伐は択伐の2.7倍増

表2 スイングヤーダと架線集材による皆伐収穫の生産コスト比較

生産コスト比較(スイングヤーダと架線集材)

	スイングヤーダ(皆伐)			架線集材(皆伐)		
	時間 (h)	人工数 (人日)	金額 (千円)	時間 (h)	人工数 (人日)	金額 (千円)
設置	1.5	0.20	103	741.0	105.85	1,376
伐採	25.0	3.33	43	154.0	22.00	286
集材	63.5	8.46	356	1,395.0	199.30	2,591
合計	90.0	11.99	502	2290.0	327.15	4,253



デイゴ人工林の林分構造と成長特性

沖縄県南部林業事務所 古波蔵 みな子・豊川 善隆
 琉球大学農学部 安里 練雄・仲摩 和寛・渡邊 岳大

Growth characteristics and forest structure of *Erythrina orientalis* murray plantaion

Minako KOHAGURA, Yoshitaka TOYOKAWA (Nanbu Forestry Office)

Isao ASATO, Kazuhiro NAKAMA, Takehiro WATANABE (Faculty of Agriculture University of the Ryukyus)

1 はじめに

沖縄本島中南部地域の森林は、去る大戦により消失し、ススキ、ギンネムが繁茂している荒廃原野となっているところが多く、復帰後、この荒廃原野を改善するための先駆樹種としてデイゴの造林を積極的に推進してきた。

デイゴ造林は本島中南部において主に昭和53年度から平成12年度まで中城村、西原町、南城市佐敷、知念、与那原町で主に造林している。植栽時にはhaあたり1500本を基本とし、長さが1m程度、元口径が50~150mmの枝を挿木して植栽している。

これまでのデイゴの造林面積は表1のとおりである。多い年では1年に23ha造林しており、これまでのデイゴ造林の総面積は約86ha、また一部のデイゴ造林地においては、平成2年度から上層木をデイゴ、下層木をイヌマキ、イスノキ等とした複層林施業が行われており、複層林施業した総面積は約19haとなっている。

図-1. デイゴの造林面積

造林年度	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1
デイゴ造林面積	3.4	10.94	23.05	12.78	6.96	10.47	4.15	5.82	0.75	0.33	0.62	0
複層林整備面積	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

造林年度	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13~19	合計
デイゴ造林面積	1.43	0	1	0	0	0	0.37	0	2.2	1.5	0.3	0	86.07
複層林整備面積	1	3	2	1	1.1	1	1	1.5	5.4	2	0	0	19

2 目的

デイゴは植栽時から20~30年近く経過し、標準伐期齢25年に達し始めているが、施業指針がないため、造林後の生育状況及び林分構造についての既存資料の整理と平成18年度に

行った林分調査から、今後の収穫や複層林施業地の適正な管理に必要な基礎的データを得ることを今回の目的とする。

3 調査地の概要

与那原町造林地、南城市津波古造林地、南城市佐敷パイロットモデルフォレスト造林地、南城市月代造林地の4箇所において、円形もしくは方形の200m²の調査プロットを設定し、毎木調査を行った。各調査地の概要を表2に示す。

表2 調査林分の概要

プロット	I	II	III	IV
調査地名	与那原町運玉森	南城市佐敷津波古	南城市佐敷パイロット モデルフォレスト	南城市佐敷(月代)
標高(m)	50	50	80~90	70
斜面方位	E	E	N	NW
傾斜角(°)	5°未満	8	20	
局所地形	山腹平衡斜面	山腹凹型斜面	山腹平衡斜面	山腹平衡斜面
土壌型	ジャーガル(未熟土)	ジャーガル(未熟土)	ジャーガル(未熟土)	ジャーガル(未熟土)
造林年	S53 造林	S53 造林	S60 造林	S60 造林
植栽本数	2500本/ha	1500本/ha	1500本/ha	1500本/ha
		複層林施業(H6) (受光伐、樹下植栽 イヌマキ)		複層林施業(H10) (受光伐、樹下植栽 イヌマキ)

プロット1だけは、新植時にhaあたり2500本で新植している。また、プロット2と4については、受光伐と樹下植栽の複層林施業が行われている。

各調査区で、デイゴの胸高直径、樹高、樹冠直径を測定し、デイゴ以外の樹種については、胸高直径、樹高を測定した。胸高直径の測定には直径テープを、樹高の測定には測竿を用いた。

4 調査結果

各調査区での毎木調査結果をまとめたものが表3である。

材積計算については、琉球大学砂川先生調整の材積計算式を適用しデイゴ1本あたりの平均材積を計算した。

表3 デイゴ毎木調査結果

プロットNO.	PLOT I	PLOT II	PLOT III	PLOT IV
プロット面積	200m ²	200m ²	200m ²	200m ²
林齢	28年生	28年生	21年生	21年生
立木総本数	66本	79本	84本	60本
デイゴ立木本数	36本	22本	23本	21本
ha当りのデイゴ立木本数	1800本	1100本	1150本	1050本
平均胸高直径	25.9cm	26.9cm	20.8cm	24.9cm
平均樹高	10.8m	10.5m	9.9m	10.1m
平均材積(m ³ /本)	0.3395m ³	0.3697m ³	0.1920m ³	0.2890m ³
林分材積(m ³ /ha)	611m ³	407m ³	221m ³	303m ³

5 考察

(1)デイゴの成長特性(胸高直径)

沖縄県林業試験場研究報告等の既存資料と今回の林分調査で得たデータからデイゴの

胸高直径成長をまとめ、林齢と平均胸高直径を図1のとおりグラフにして表した。デイゴの平均胸高直径は林齢10年で約11cm、25年で約25cmに達する。

次に他の樹種と比較するため、沖縄県林業試験場資料のリュウキュウマツ、イタジイを主とする天然性広葉樹林の収穫予想表、台湾ハンノキの収穫表データを用い、林齢と平均胸高直径を図2で表した。胸高直径成長に関しては、デイゴが最も優れていることがわかる。標準伐期齢の胸高直径約25cmは、台湾ハンノキの約1.2倍、リュウキュウマツの約1.6倍、イタジイを主とする広葉樹林の約2.8倍に相当する。

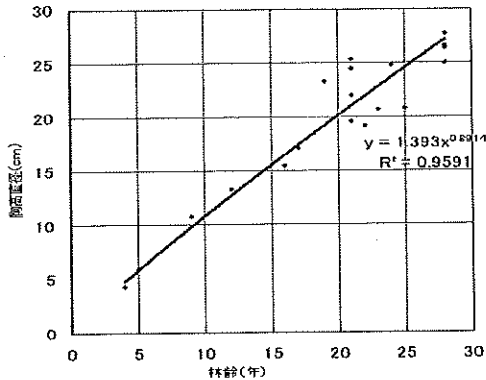


図1 林齢と平均胸高直径

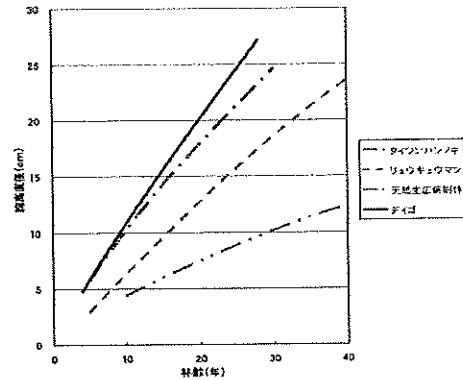


図2 デイゴと他樹種の胸高直径成長比較

(2)デイゴの成長特性 (樹高)

同様にデイゴの樹高成長を図3のとおりグラフにして表すと、デイゴの平均樹高は、林齢10年で約5m、25年で約10mになる。

図4により他の樹種と比較してみると、標準伐期齢25年のデイゴの樹高は約10mであり、台湾ハンノキの約0.6倍、リュウキュウマツの約0.9倍、広葉樹林の約1.4倍に相当する。

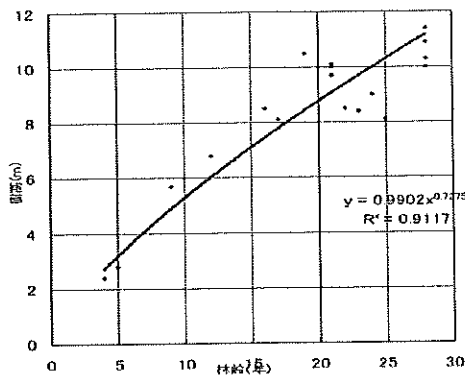


図3 林齢と平均樹高

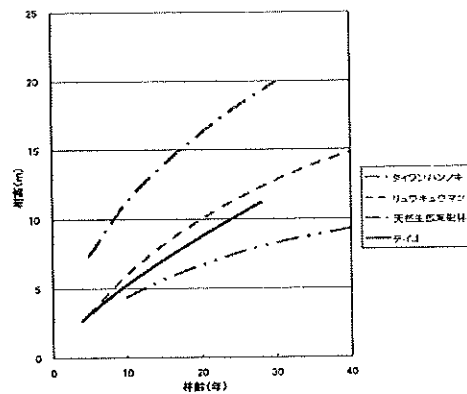


図4 デイゴと他樹種の樹高成長比較

(3)デイゴの成長特性 (材積)

デイゴの一本当たりの平均材積を図5のとおりグラフにしてみると、林齢10年で0.032m³、25年で約0.290m³と増加している。

図6により他の樹種と比較してみると、台湾ハンノキと類似して非常に旺盛な材積

成長を示している。林齢25年での平均材積は、台湾ハンノキとほぼ変わらず、リュウキュウマツの約2.3倍、広葉樹林の約9.8倍となっている。

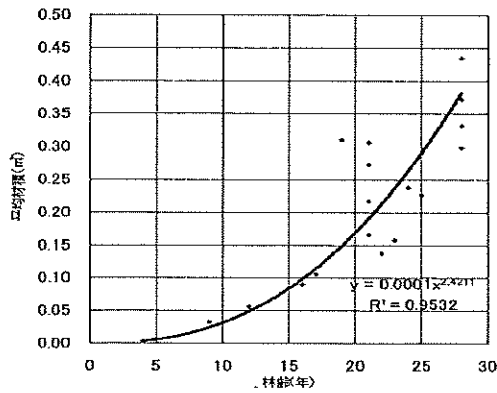


図5 林齢と平均材積

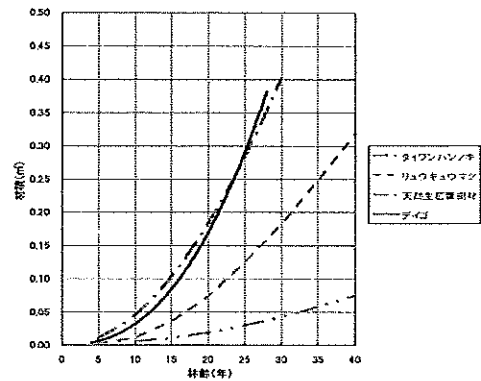


図6 デイゴと他樹種の平均材積成長比較

(4) デイゴの径級構成

デイゴの径級構成を図7-1～4に表した。径級構成では、林齢が同じであるプロットIとプロットIIを比較すると、複層林施業で除伐と一部枝打ちを行っているプロットIIのほうが平均胸高直径が大きく、分布の範囲も右側よりに広がっている。同じ林齢であるプロットIIIとIVでも、除伐、一部枝打ちを行っているプロットIVのほうが、平均胸高直径が

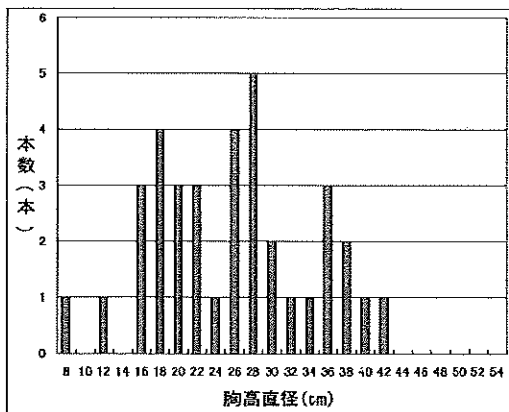


図7-1 プロット1

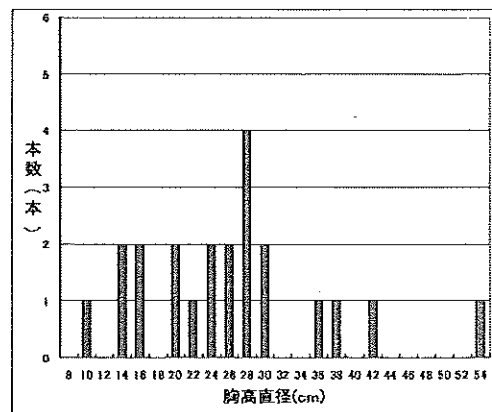


図7-2 プロット2

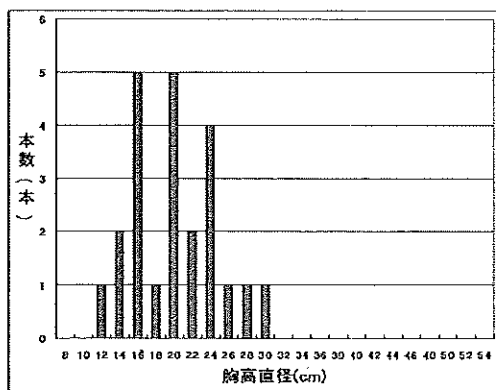


図7-3 プロット3

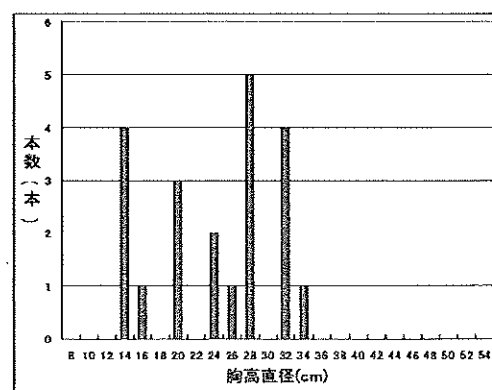


図7-4 プロット4

大きく、分布の範囲も右側よりに広がっている。

(5) デイゴの階層構成

デイゴの階層構成を図8-1～4に表した。

デイゴが主に分布する樹高階級の範囲は林齢28年のプロットIとプロットIIについても、林齢21年のプロットIIIとIVについても分布の範囲はほぼ同じである。

プロットIとIIから樹高12mまでの分布は多いが、13mになると少なくなっている。また、プロットIIIとIVの林齢21年の林分が正規分布に近い形をしているのに対して、28年生の林分は右上がりの分布をしていることから林分の樹高生長がゆるやかになっていることがわかる。

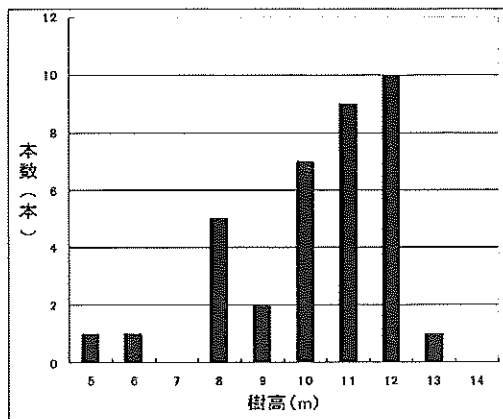


図8-1 プロット1

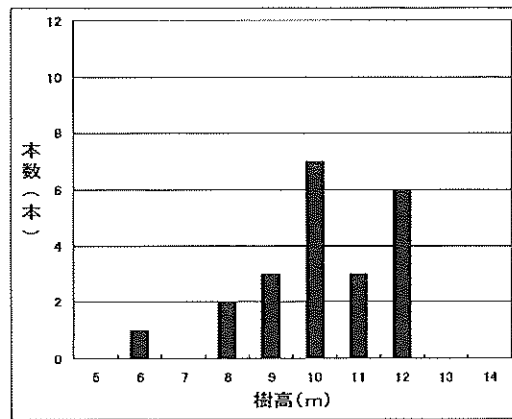


図8-2 プロット2

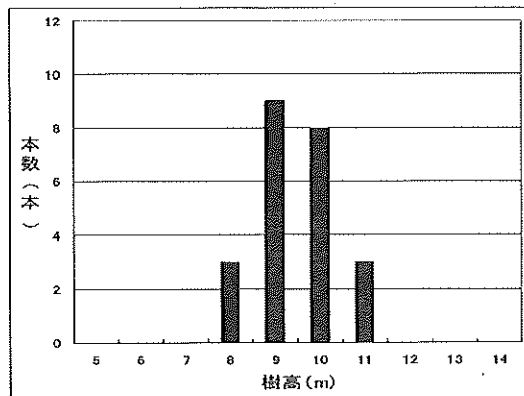


図8-3 プロット3

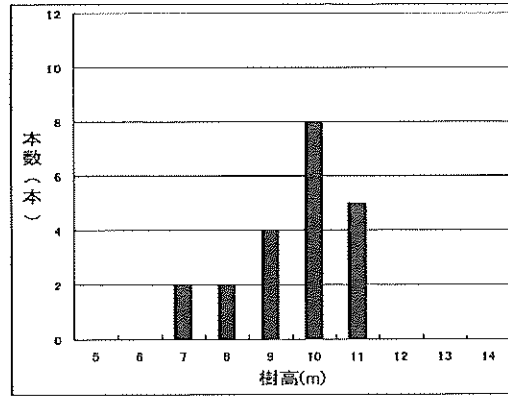


図8-4 プロット4

(6) 立木密度

まず、デイゴのみの相対幹距と全樹種による相対幹距を算出し、表4に示した。デイゴのみの相対幹距では、プロットI 18.27%が最も混んでいる値を示している。

全樹種による林分の相対幹距についてみるとプロットIが13.49%、プロットIIIが13.68%

表-4. 相対幹距

	デイゴのみ	全樹種
プロットI	18.27	13.49
プロットII	24.84	20.92
プロットIII	26.14	13.68
プロットIV	27.21	27.21

直径3cm未満のイヌマキについては除外

でほぼ同等の値となっている。

プロットⅠとプロットⅢの値が低いのはデイゴ以外の樹種が多数存在していることによるものと考えられる。沖縄県の天然性広葉樹林の保育除間伐基準である15%と比べると値は混んではないように思えるが、実際の林分は下層植生が少なく、林内も暗い状況になっている。

6 まとめ

デイゴの林分構造と成長特性の結果をまとめると、

(1) 成長特性

- ① デイゴの成長は極めて旺盛であり、特に胸高直径成長は、リュウキュウマツ、タイワンハンノキ、イゾイを主体とする広葉樹林より大きい値を示す。
- ② 樹高成長は、タイワンハンノキ、リュウキュウマツよりは劣るが、広葉樹林よりは優れている。
- ③ 材積成長は、タイワンハンノキとほぼ同じで、リュウキュウマツ、広葉樹林より大きい値を示す。

(2) 林分構造

- ① 枝打ち、除伐を行っている林分のほうが、胸高直径が大きくなるため、生産目的によっては、枝打ち、除伐が必要である。
- ② 林齢が高くなると樹高成長は緩やかになるため、胸高直径成長も勘案しながら、収穫伐期の検討が必要である。
- ③ 林分の相対幹距については、値が大きいですが、実際の現地は暗く、うっ閉しているため、沖縄県内の育成天然林施業指針で定めている相対幹距の基準とは別にデイゴの除間伐基準を設ける必要がある。

引用文献

- 1) 内閣府沖縄総合事務局 「亜熱帯性早性樹種を活用した沖縄の森林整備の推進方策検討調査報告書」 (平成16年)
- 2) 沖縄県林業試験場研究報告「パイロットモデルフォレスト事業15年目の調査結果について」 (平成11年)
- 3) 沖縄県林業試験場研究報告「デイゴ造林地の生育調査結果」 (平成12年)
- 4) 琉球大学農学部学術報告「沖縄に生育する広葉樹林のbitterlich方による材積推定ならびに収穫予測に関する研究」 (1967年)
- 5) 沖縄県林業試験場資料「沖縄県地方で適応される立木幹材積表および林分材積収穫表」

フクギ (*Garcinia subelliptica*) の開花フェノロジーと果実の成長

琉球大学農学部 谷口 真吾・西原 史子・中須賀 常雄

Flowering phenology and fruits growth of *Garcinia subelliptica*
Shingo TANIGUCHI, Fumiko NISHIHARA and Tsuneo NAKASUGA
(Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus)

1. はじめに

フクギ (*Garcinia subelliptica* Merr.) は雌雄異株性の常緑高木として熱帯、亜熱帯域に広く分布する。沖縄本島を含む亜熱帯島嶼域の防風・防潮林、屋敷林、街路樹、風致林に広く植栽されるフクギは、造林ならびに防災上有用な樹種のひとつとして広く利用される。成長は亜熱帯樹種の中では比較的遅いが海岸砂地での生育は良好であり、材質が堅牢なため建築材として有用である。また、樹皮は黄色系の染料となる。このように有用樹であるフクギの植栽苗木 (一部、直播きされるのでその種子) を安定的に生産するには、持続的な種子の確保が必要である。このため、フクギの種子生産に関する基礎的知見を得る目的で開花から種子生産に至る生殖メカニズムを研究することは有益である。

そこで本報告は、フクギの開花結実習性と果実の発育過程を解明するため、2007年と2008年の両年にわたり、5月の開花から種子が成熟する9月下旬までの期間、個体別に設定したモジュール単位での開花フェノロジー (開花期) と果実の成長過程を調査した。これらの結果をもとに、フクギの生活史、とくに開花結実に関する繁殖戦略としての適応的意義について、いくつかの考察を試みた。

2. 開花結実に関する樹種特性ならびに試験地の概況と調査方法

1) 開花結実に関する樹種特性

オトギリソウ科 (Guttiferae) フクギ属 (*Garcinia* L.) のフクギ (*Garcinia subelliptica* Merr.) について、開花結実に関する先行研究をまとめる。フクギは雌雄異株^{1), 2), 4)}である。花は葉腋の2~3mm長の短枝上 (単枝上¹⁾) に束生^{2), 4)}し、5~6月頃に開花する^{1), 2), 4)}。花の直径は約1.5cm^{1), 2)}、黄白色^{1), 2)}または淡黄緑色⁴⁾である。果実は液果^{2), 4)}であり、8~9月頃^{2), 4)} (8~10月¹⁾) に黄色に成熟する。果実は、球形、扁球形、長さ2.8~4.8cm、直径3.6~6.0cm^{2), 4)}、熟果期に果皮は緑から橙黄色に変色すると熟する⁴⁾。果皮は滑らかで艶があり^{2), 4)}、厚さは1cm内外¹⁾である。種子は径2.5~3.5mm¹⁾の核果^{1), 2), 4)}であり、果実の中に1~4個^{2), 4)}あるいは1~2個¹⁾の種子が生産される。種子は腎臓形^{1), 2)}あるいは長楕円形⁴⁾で長さ2.1~2.6cm^{2), 4)}、直径1.5~2.2cm^{2), 4)}、厚さ1.6~2.0cm⁴⁾であり、種皮の表面は褐色で薄く網状脈^{2), 4)}がある。1kgあたりの種子数は200粒⁴⁾である。

フクギは雄花、雌花の単性花がそれぞれ別々の個体 (雄個体、雌個体) に配置される雌雄異株^{1), 2), 4)}であるが、仲里ほか³⁾は雌雄同株個体の存在とその同株個体 (雄株由来) に両性花と雄花を確認している。本論でも議論するが、筆者らも雄株に両性花の存在を確認した。このため、厳密には「雄性両全性同株」の性表現をもつ個体の存在がうかがわれる。

2) 試験地の概況と調査方法

本論に供試した試験地は2か所であり、国立大学法人琉球大学（沖縄県中頭郡西原町千原1）構内に植栽されたフクギ並木（2か所）と本部町備瀬集落のフクギ屋敷林である。

(1) 開花期に関する調査

試験地は、琉球大学構内2か所に植栽されたフクギ並木である。供試個体は農学部前46本（胸高直径の範囲10～22cm，平均樹高5.2m），第二体育館前32本（胸高直径の範囲12～22cm，平均樹高4.8m）の合計78本であった。双方の個体群はともに1列の列状に植栽され，植栽間隔は約2.0mである。推定樹齢はともに約30年生であった。

2007年は5月13日～9月28日の138日間に33回（平均4日間隔），2008年は5月3日～9月20日の140日間に35回（平均4日間隔），目視により開花期の調査を行った。フクギの花はモジュール構成の基本単位である単枝上（当年以前の伸長枝）の節の部分にいくつものつぼみがひとかたまりに束生する特徴がある。このため，個体別に地上高2.0m以下の単枝上に開花したモジュールごとに，花性ごとの開花期間を記録した。

(2) 花の形態（性表現）と性型の違いに関する調査

フクギは一般的に，雌雄異株^{1),2),4)}であることが知られている。しかし，仲里ほか³⁾が指摘した雌雄同株個体の存在とその個体に両性花と雄花を確認³⁾した先行研究を追認するため，花の形態（性表現）と性型を調査した。試験地は，2007年，2008年の両年とも琉球大学構内2か所のフクギ並木と本部町備瀬集落のフクギ屋敷林である。琉球大学構内のフクギ並木は農学部前46本と第二体育館前32本の合計78本を対象とした。本部町備瀬集落のフクギ屋敷林は集落内の屋敷林からランダムに抽出した89本（胸高直径の範囲10～55cm，平均樹高7.2m）である。調査は，2007年，2008年とも双方の試験地の開花期がピークを迎えた5月下旬～6月中旬の間7日に1回，目視により個体別に花ごとの性型を確認した。

(3) 果実の成長過程に関する調査

琉球大学農学部前のフクギ並木46本のうち，ランダムに選んだ3個体（胸高直径の範囲13～17cm，平均樹高4.8m）を供試した。調査は，2007年6月15日～9月28日（105日間）に15回実施し（平均7日間隔），個体別のモジュールごとに果実を識別して，果実数，果実の高さと幅をノギスで計測した。果実成熟期の判定は，果実内に含まれる種子に発芽力が生じる段階とした。すなわち8月に5回にわたり（3日，12日，17日，24日，31日），調査個体の近隣個体から得た果実内の種子を取り出し（1回の平均調査種子数10粒），種子の両極を通り切断した縦断面の胚の外観的な成長によって判断した。しかし，胚を観察したサンプル数が少なかったため，種子成熟までの確定的な判定は困難であった。そこで，胚の成熟以外に果実外皮の変色と未成熟果実落下の収束状況の2因子を付加して，成熟期を総合的に判断した。

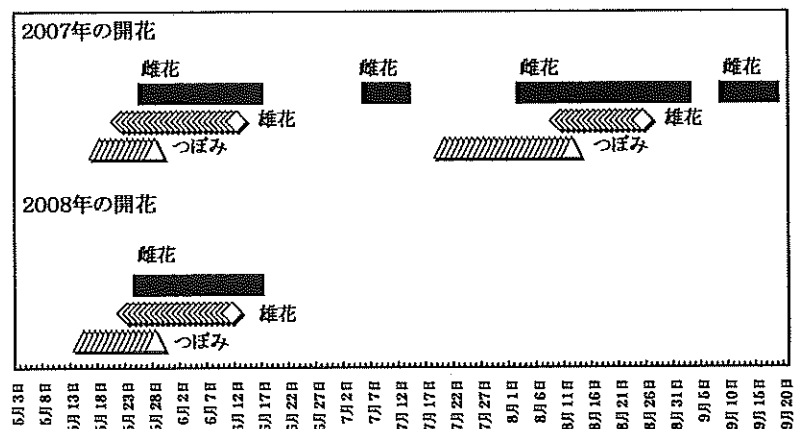
3. 結果と考察

1) 開花期

2007年，2008年の両年にわたり，農学部前と第二体育館前のフクギ並木を個体別に観測した開花期を図-1に示す。2007年は，つぼみの時期が年2回，雄花の開花期が年2回，

雌花の開花期が年4回であった。雄個体(雄花)の開花期は5月下旬～6月中旬と8月中旬～8月下旬の2期間であった。また、雌個体(雌花)の開花期は5月下旬～6月中旬、7月上旬～7月中旬、8月上旬～8月下旬、9月中旬の4期間であった。5月下旬から6月中旬までの開花では、雄花が雌花よりも5日早く開花した。8月上旬から9月上旬の開花では、雌花が雄花よりも4～6日早く開花した。7月上旬と9月中旬の雌花の開花に対応する雄花の開花は認められなかった。2007年は、つぼみの時期は2期間であり、5月下旬から7月中旬までの開花期間に対するつぼみの時期は5月中旬～5月下旬、8月上旬から9月中旬までの開花期間に対するつぼみの時期は7月下旬～8月中旬であった。つまり、つぼみの中には1か月～1.5か月の間、つぼみの状態で雌花(大多数は雌花であったが、一部に雄花も確認できた)としての開花を待つものもあった。2008年はつぼみの時期、雄花、雌花の開花期が年1回であった。雄個体(雄花)の開花期は5月下旬～6月中旬の1期間、雌個体(雌花)の開花期は5月下旬～6月中旬の1期間であり、花の開花時期は2007年の最初の1回目(5月下旬～6月中旬)の開花パターンと変わらなかった。

2007年、2008年とも、雄個体と雌個体では開花の開始期が少しくずれており、5月下旬から6月中旬では、雄個体が咲き始め、少し遅れて雌個体が咲き始めた。しかし、2007年では8月上旬から8月下旬の開花はその逆であった。また、2008年は1回のみ開花期であった。この原因としては、2007年はフクギの果実が豊作であったことも関与すると推察されるが、詳細は不明である。このように2年間の開花現象に対して、現段階では進化的な解釈からの説明はできない。さらに複数年にわたる継続的な観察が必要であると思われる。



図一 琉球大学構内におけるフクギ個体群の開花期の推移

2) 花の形態(性表現)と性型の違い

フクギの性表現は花の形態から、雄個体の雄花は、雄蕊のみであり、雌個体の雌花は、雌蕊と退化した雄蕊で構成される⁵⁾。しかし、本論の調査においても、仲里ほか³⁾が指摘する「両性花」の開花と性表現が確認された。両性花を確認した詳細はつぎのとおりである。2007年は8月4日に琉球大学構内農学部前のフクギ並木46本のうちの雄株1本(両性花4花)と同年6月2日に本部町備瀬集落フクギ屋敷林89本のうちの雄株1本(両性花1花)であった。2008年は6月12日に琉球大学構内第二体育館前のフクギ並木32本のうちの雄株1本(両性花16花)であった。それらの両性花は、すべて雄個体(雄株)の単枝

上に開花した（写真-1の下側2枚）。両性花は、写真-1（下側2枚）のように、正常な形態の雌蕊と雄蕊を有していた。さらに、2008年に琉球大学構内第二体育館前で確認した雄株1本について、両性花16花の果実成熟過程を隣接個体の雌花（雌株）の成熟と比較したものを図-2に示す。果実の高さ、幅は両性花（雄株）の結実果実と雌花（雌株）の結実果実を比べてもほぼ同様の成長曲線であり、果実の高さ、幅の成長パターンに違いはなかった。

フクギの花の性型は、従来報告^{1),2),4)}されてきたように、雄個体の雄花（雄蕊のみ）、雌個体の雌花（雌蕊+退化した雄蕊）の2パターンの性表現と、さらに厳密には「雄性両全性同株」として、雄個体の雄花（雄蕊）と雌株に同時に着生する両性花（正常な形態の雌蕊と雄蕊を有する）を確認することができた。この性表現は仲里ほか³⁾と同様であった。雌雄個体の分化を考察するには、両性花の発現ならびに変動に関与する要因を明確にする必要があるが、確認個数が少なかったことにより両性花が何によって生じるのかは、現段階では結論づけることはできない。しかしながら、両性花は雌花と同様に結実し、果実を發育させた。果実内の種子も外観上は正常であった。ところが、両性花由来の果実から得られた種子数が少なく、発芽率の確認は行えなかったが、両性花からも正常に結実することが確認できた。いずれにしても、フクギの性表現は単純な雌雄異株ではなく、性型は不安定であり、「雄花」、「雌花」、「両性花」の3性の複雑な性表現をもつ不完全性の雌雄異株（性）植物であることが推察された。

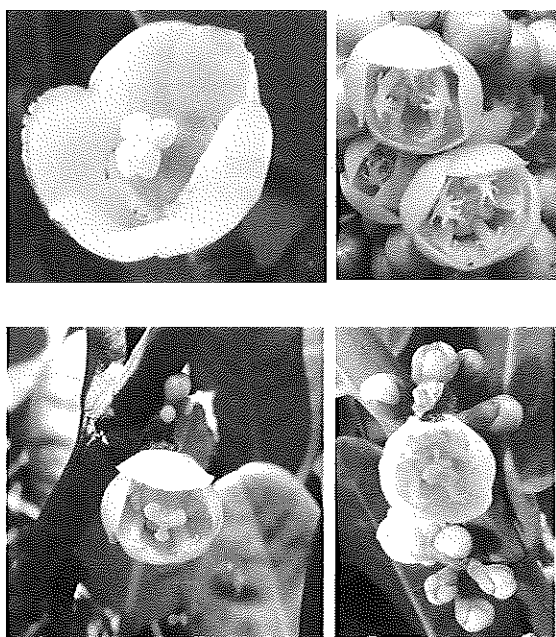


写真-1 雌花（上段左）、雄花（上段右）、両性花（下段の2枚）の状況

上段左は雌株の「雌花」（雌蕊と退化した雄蕊）、上段右は雄株の「雄花」（雄蕊のみ）であり、下段2枚は雄株（雄個体）に開花した「両性花」（発達した雄蕊、雌蕊（双方の花器官とも形態的に正常）がある）

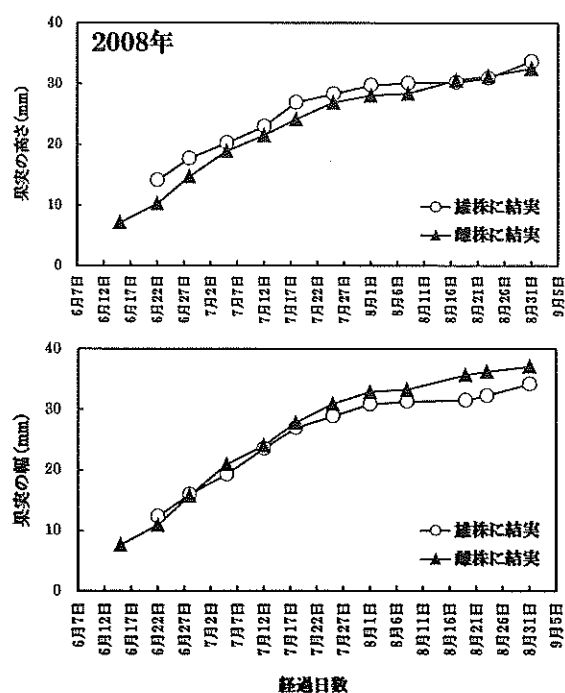


図-2 雌株に着花した両性花由来の果実の成長

フクギの生活史のうち、繁殖戦略の側面から適応的な意義を考察すると、進化的には当初フクギは両性花（株）が由来であったのではないかと推察される。この理由として、現代の雌花、雄花にはともに、それぞれの花に両性の花器官の痕跡が確認できることがあげられる。すなわち、進化的側面からみた適応性を高める経路として、ひとつの花に両性の生殖器官をもつ株（両性花個体）から進化し、次代の性表現として、雌性両全異株（雌株、両性花株）と雄性両全異株（雄株、両性花株）の2パターンの個体群が当初の両性花株から現代の雌雄異株の表現型の中間的な段階として生存していたのではないかという推論である。もちろんこのような2パターンのように性表現的には不安定な性型が次代に固定されることはないが、雌の繁殖成功には雄よりもコストを要するという原則から、2パターンの性表現から現代の雌雄異株（雌株、雄株）の性表現に進化したのではないかと推察している。

3) 果実の成長過程

供試した3個体の果実の生残曲線（生残率）を図-3に、果実の成熟過程（高さ、幅のサイズの推移）を図-4に示す。

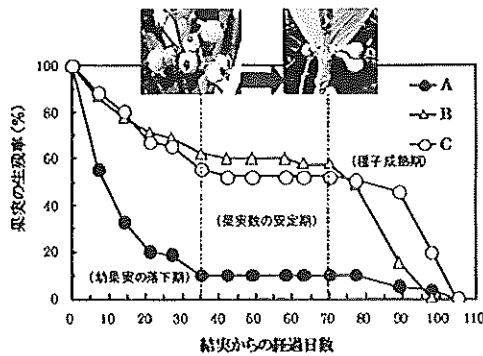


図-3 果実の生残曲線

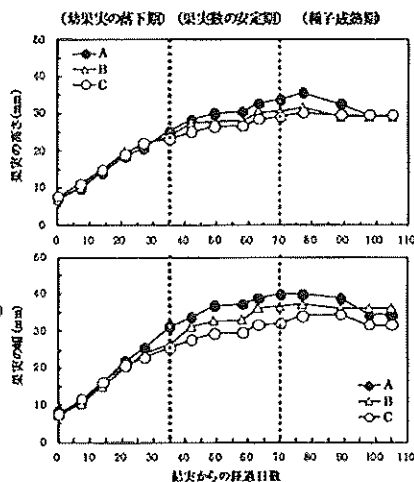


図-4 果実の高さ、幅の変化



3個体とも開花が終わる（雌花の花弁が子房の付け根より1枚ずつ落下する）とともに、子房がふくらみ幼果実に成長した。ところで、果実の成熟期は種子縦断面の胚の成長状況、果実外皮の変色、未成熟果実の落下推移の3因子によって総合的に判断した。果実内種子の胚のわずかな痕跡は、8月3日に確認された。その後8月12日まで胚の輪郭はまだ不明瞭であったが、8月17日、24日の段階で胚は完全に成熟し、明瞭な胚の形成が確認された。果実の外皮は8月12日以降に橙黄色に変色した。さらに未成熟果実の落下は8月17日以降には生じなかった。以上3つの因子による総合的判断により、果実の成熟期は、結実から70日経過後（8月24日）以降とした。種子の成熟期も果実と同様に結実から70日以降となり、70日以前の果実落下は死亡と判断した。

本論ではこの基準を適用し、Kaplan-Meier法により生残率を算出した。その結果、A個

体の生残率は 25.8%，B 個体の生残率は 76.5%，C 個体の生残率は 75.0%であった。つぎに，Logrank test によって 2 個体ごとに生残率の差の検定をおこなったところ，A 個体と B 個体間では 1%水準で有意差が認められた ($P=0.0050(<0.01)$ ， $\chi^2=7.8725$ ， $\chi^2(0.99)=6.6349$)。さらに，A 個体と C 個体間では 1%水準で有意差が認められた ($P=0.0002(<0.01)$ ， $\chi^2=13.8945$ ， $\chi^2(0.99)=6.6349$)。しかし，B 個体と C 個体間では有意差が認められなかった ($P=0.9857(>0.05)$ ， $\chi^2=0.0003$ ， $\chi^2(0.99)=3.8415$)。すなわち，果実の生残パターンには 2 パターンが認められ，種子の成熟時期に至るまでの果実の落下率は 38~90%の範囲であった。

つぎに，果実の生残過程はつぎの 3 パターンに区分できた。すなわち，開花が終わり受粉・受精（結実）後の幼果実の落下時期が 6 月中旬~7 月下旬までの 35 日間（幼果実の落下期），ついで果実数が安定する 7 月下旬~8 月下旬までの 35 日間（果実数の安定期），種子に発芽力が発生し，成熟する 8 月下旬~9 月下旬までの 35 日間（種子の成熟期）であった。結実後 35 日経過（7 月下旬）すると成熟期とほぼ同じ大きさに達した。フクギ果実の成熟過程は，開花後の初期と成熟の後期段階においては比較的緩慢な成長であり，果実数が安定する中期に著しく肥大するパターンであった。

引用文献

- 1) 天野鉄夫：琉球列島有用樹木誌，255pp，1982
- 2) 橋詰隼人ほか：図説実用樹木学，214pp，1993
- 3) 仲里長浩ほか：日本林学会九州支部研究論文集，No.45，35~36，1992
- 4) 澤岨安喜：木の実・木のたね，126pp，1983
- 5) 谷口真吾ほか：日本森林学会九州森林研究，No.61，21~25，2008

テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) の花の形態

琉球大学農学部 西原 史子・中須賀 常雄・谷口 真吾

Morphology of flower in *Calophyllum inophyllum*
Fumiko NISHIHARA, Tsuneo NAKASUGA and Shingo TANIGUCHI
(Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus)

1. はじめに

テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) は沖縄本島や周辺島嶼を含む熱帯、亜熱帯域の海岸部に自生する。葉が硬く、材質が堅牢であるため、耐塩性、耐風性に優れ、防潮、防風林として植栽される。さらに、材に強度があり木目が美しいことから用材としても利用価値があり、家具や装飾材として使われてきた。このように、テリハボクは用途が広く、造林ならびに防災上有用な樹種であるにもかかわらず、種子生産に関与する繁殖生態や生殖器官の形態についての報告はほとんどみられない。

本研究では、両性花をもち雌雄同株であるテリハボクの繁殖生態に関する基礎的知見を蓄積するため、花の形態を計測した。

2. 試験地と調査方法

1) 試験地の位置

調査地は沖縄県うるま市与那城平宮、沖縄石油基地株式会社構内のグラウンドわき緑地帯 (N26° 20' , E127° 58') である。

2) テリハボクの樹種特性

テリハボクはオトギリソウ科 (Guttiferae) で、雌雄同株¹⁾の常緑広葉樹である。樹高は20m¹⁾、直径は1m¹⁾に達する。沖縄本島では6~7月¹⁾と10~11月¹⁾に白い両性花¹⁾が咲き、10~12月¹⁾と4~5月¹⁾に褐色の果実が成熟するという先行研究がある。



写真-1 テリハボクの両性花 (左上), 果実 (左下) と試験地の概況 (右)

3) 調査方法

調査は、繁殖能力が十分備わったと考えられる樹齢に達した樹齢 20 年のテリハボクを用いた。花序の採取時期は、テリハボクの開花期である 2007 年 6 月 24 日から 7 月 31 日, 2007 年 9 月 27 日から 10 月 9 日, 2008 年 7 月 5 日から 7 月 31 日の 3 回である。

それぞれの開花期ごとに 21 花序, 10 花序, 4 花序を採集し, デジタルノギスで花序サイズ (花序長, 花序基部幅, 花柄長) と花器官のサイズ (花幅, 花弁長, 花弁幅, がく片長, がく片幅, 子房長, 子房幅, 花柱長, 柱頭長, 葯長, 花糸長) を測定した。さらに, 花弁数とがく片数, 雄ずい数を数え記録した。

以上の測定結果を示した図-1 と図-2 の図中には, クラスカルウォーリス検定 (Kruskal Wallis test) により有意差が検出された水準間について, Scheffe の方法による多重比較を行い, 有意な差が認められた水準間にアルファベットの異符号をつけた。

3. 結果

1) 花序の形態

花序長は平均 5.2 cm, 花序基部幅は平均 0.3 cm, 花柄長は平均 2.6 cm であった。この 3 つの部位は, 2007 年 9 月のものが最も大きな値を示した。花序長と花序基部幅において有意な差はみられなかったが, 花柄長では, 2007 年 7 月と 2007 年 9 月ならびに 2007 年 7 月と 2008 年 9 月の間に有意な差がみられた。

2) 花器官の形態

花器官のサイズを図-1 に示す。子房長を除くすべての花の器官において, 2007 年 9 月のものが最も大きな値を示した。花幅はどの開花期においても有意な差がみられた。花弁長, 花弁幅では, 2007 年 7 月と 2007 年 9 月ならびに 2007 年 9 月と 2008 年 7 月の間に有意な差を示し, がく片では 2007 年 7 月と 2008 年 7 月ならびに 2007 年 9 月と 2008 年 7 月の間に有意な差がみられた。子房長と子房幅, 葯長では, 2007 年 7 月と 2007 年 9 月ならびに 2007 年 7 月と 2008 年 7 月の間に有意な差がみられた。花糸長においては, 有意な差はみられなかった。

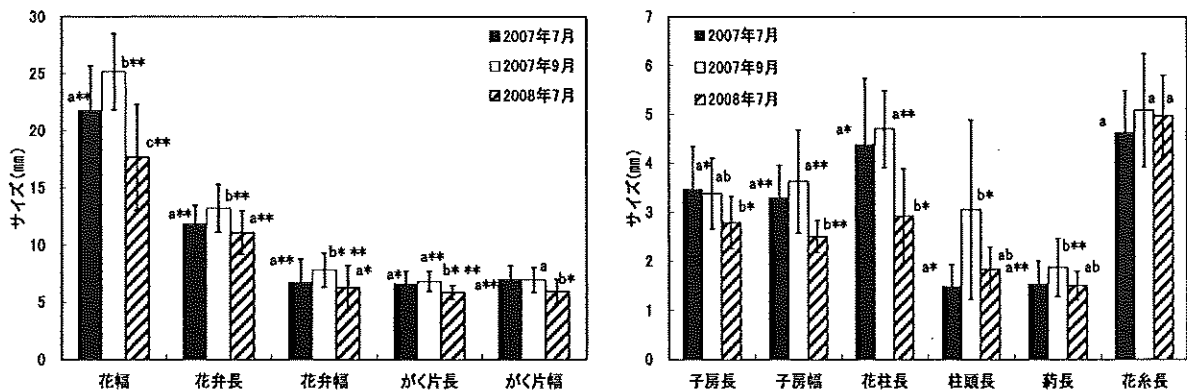


図-1 花器官のサイズ

3) 花弁数とがく片数

花弁は平均6枚、がく片は平均2枚であった。花弁数とがく片数では3つの開花期間において有意な差はみられなかった。

4) 雄ずい数

2007年7月に採取した花の雄ずい数は平均188.7本、2007年9月は平均249.0本、2008年7月は平均193.8本で、2007年9月のものが最も大きな値を示した。すべての開花期において有意な差がみられた。

4. 考察

子房長を除く花序や花の器官のサイズならびに数は2007年9月において最も大きな値を示した。これは、花の生産量との密接な関係が示唆される。すなわち、2007年7月と2008年7月では、2007年9月よりも多くの花が生産されたため、1つの花に投資される資源量が少なかったことが考えられる。

一方、2007年9月に生産された花は7月開花に比べ少なかったことから、花に投資される資源量が多くなり、結果として花序や花の器官のサイズは、2007年7月や2008年7月よりも、2007年9月の方が大きな値を示したものと推察される。

さらに、2007年7月と2008年7月を比較すると、柱頭長と花糸長、雄ずい数を除く2008年の花序や花の器官のサイズならびに数が小さい値を示している。これは2007年において、果実が多く生産されたために、2008年における光合成産物の蓄積量が少なくなったことが原因のひとつと考えられる。

今後とも、2008年9月に生産される花序、花の形態を確認すること、ならびに複数年にわたる変異の幅を検討するため、さらに引き続き調査を行う計画である。

引用文献

- 1) 澤岷安喜：木の実・木のたね，126pp，1983

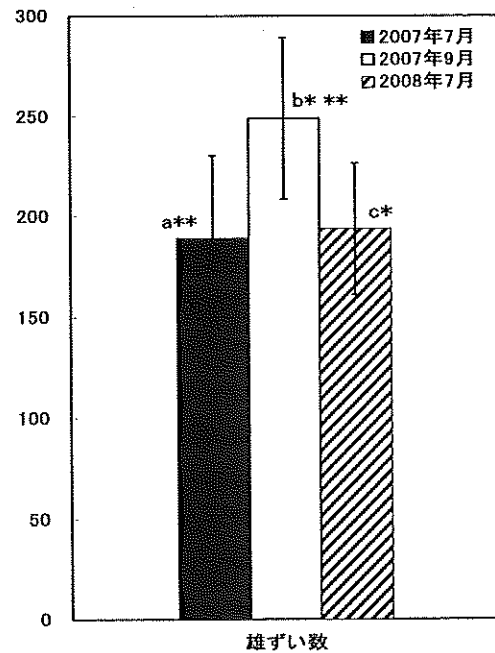


図-2 雄ずい数

日本の矮性型マングローブ林に関する研究

琉球大学農学部 高橋 遼・中須賀 常雄・谷口 真吾

Research of dwarf-type mangrove forest in Japan
Ryo TAKAHASHI, Tsuneo NAKASUGA and Shingo TANIGUCHI
(Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus)

1. はじめに

マングローブとは、熱帯、亜熱帯地方の干潟や河口域など、いわゆる潮間帯に生育する植物群の総称である。日本のマングローブ林は九州南部（鹿児島県）から沖縄にかけて分布する。主なマングローブ林の構成種は、メヒルギ、オヒルギ、ヤエヤマヒルギのヒルギ科3種、ヒルギモドキ（シクシン科）、ヒルギダマシ（クマツヅラ科）、マヤブシキ（ハマザクロ科）、ニッパヤシ（ヤシ科）の計7種である。沖縄本島にはメヒルギ、オヒルギ、ヤエヤマヒルギ、ヒルギモドキ、ヒルギダマシの5種が分布している。マングローブ林は帯状分布することが知られているが、ゾーネーション（帯状構造）²⁾ができるのはマングローブ植物の生育地が海岸や河口、河岸（河口）沿いであり、海水や川の流の影響を受けて土壌ならびに水条件が同じという場所が海岸線に沿って広がり、同じ条件の立地が帯状に発達するからであるとされている²⁾。ところで、これらのマングローブ林構成種の中には、矮性化した群落がある。矮性化した群落は、顕著にはゾーネーション化したマングローブ林の干潟前面や河岸沿い、高塩分地などでみられる。本論では、「矮性」を当年の新条が前年形成の枝基部から発生する低位優勢の側枝形成型成長を行う個体と定義した。日本の矮性型マングローブ林に関して、立地環境、林分構造の側面から若干の考察を試みた。

2. 調査地の概況と調査方法

矮性型マングローブ林の調査地は、種子島大浦、奄美大島西仲間住用川、沖縄本島名護市大浦川、西表島マーレー川、船浦ヤシ川、古見の5か所である。種子島大浦は、高塩分の土壌間隙水がみられる塩田跡地に成立したメヒルギ林である（写真-1）。奄美大島西仲間は、住用川河岸の砂土、泥土に成立するメヒルギ、オヒルギ林である（写真-2）。



写真-1 種子島のメヒルギ低木林

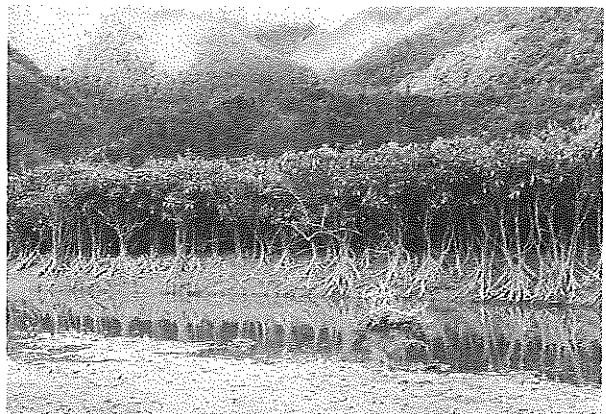


写真-2 奄美大島のオヒルギ低木林

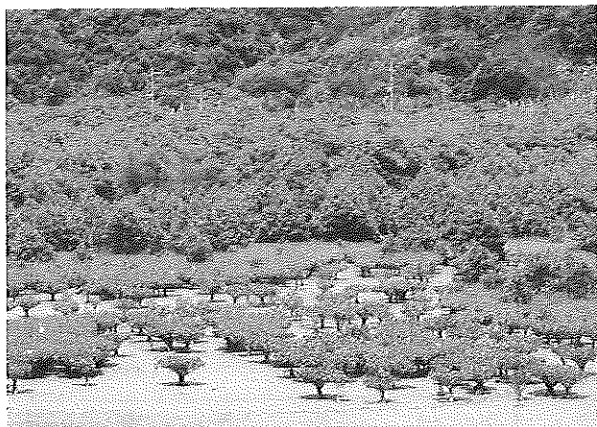


写真-3 沖縄本島のメヒルギ低木林



写真-4 西表島のヤエヤマヒルギ低木林

沖縄本島名護市大浦は、大浦川の河口と河岸の泥土に成立するメヒルギ、オヒルギ林である(写真-3)。西表島ではつぎの3か所である。マーレー川河岸の岩石地に成立するオヒルギ林、船浦のヤシ川浜堤(写真-4)、河口の砂土、乾燥礫に成立するヤエヤマヒルギ林、古見の河岸の土層の浅い砂土に成立するヤエヤマヒルギ林である。調査は、それぞれの調査地内の林分に、プロット(5×5mあるいは10×10m)を設定し、樹種、本数、樹高(H)、直径(地表面から高さ30cm位置の直径 D_{30} あるいはDBH)を記録した。名護市大浦のメヒルギ、オヒルギ林では、汀線側の基点から上流域に延ばしたベルトトランセクト上に25mの間隔で5×5mのプロットを設定し、プロット内の全木の樹高を計測した。

3. 結果と考察

1) 種子島、奄美大島、西表島におけるマングローブ林の林分構造

種子島、奄美大島、西表島の3か所における矮性型マングローブ林のH-D曲線を示す。図-1は種子島大浦のメヒルギ林、図-2は奄美大島西仲間住用川のメヒルギ、オヒルギ林、図-3は西表島マーレー川のオヒルギ林、図-4は西表島船浦ヤシ川、西表島古見のヤエヤマヒルギ林である。

図-1に示す種子島のメヒルギ林は、高木層と低木層が明瞭に二層分化し、低木層のメヒルギは矮性化していた。図-2に示す奄美大島のメヒルギ、オヒルギ林は、高木層をメヒルギが占有し、低木層にはメヒルギとオヒルギが分布していた。メヒルギとオヒルギの低木層ではメヒルギが最下層に位置し、オヒルギはメヒルギよりも階層構造上、高い位置を占有していた。低木層のメヒルギは矮性化していた。図-3の西表島のオヒルギ林は、高木層と低木層が二層に分化し、低木層のオヒルギは矮性化していた。図-4の西表島のヤエヤマヒルギ林は、古見のヤエヤマヒルギが矮性化する傾向にあり、同様に久宇良、平久保のヤエヤマヒルギにおいても、直径サイズの小さい低木層を占有する個体には矮性化するものもみられた。

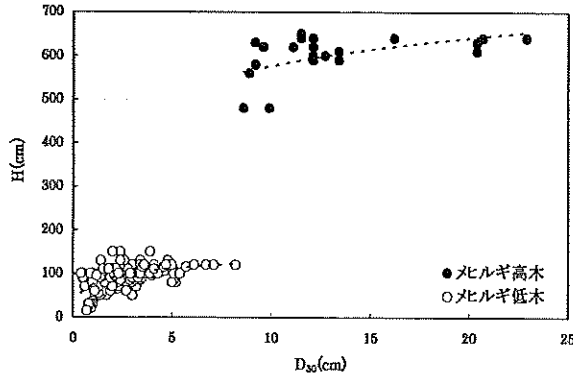


図-1 種子島メヒルギ林のD-H曲線

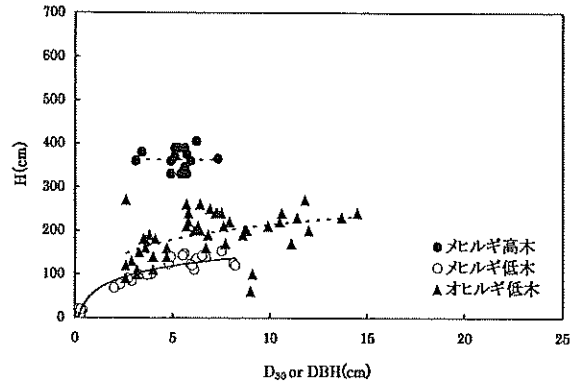


図-2 奄美大島メヒルギ、オヒルギ林のD-H曲線

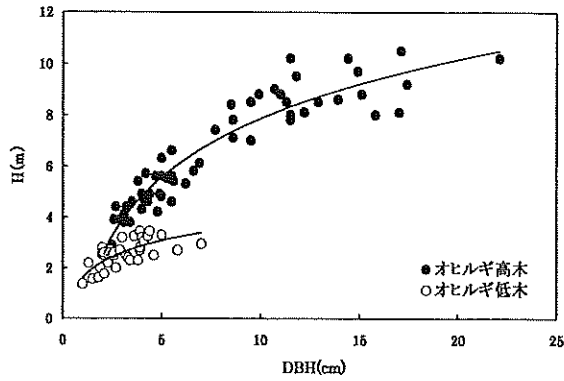


図-3 西表島オヒルギ林のD-H曲線

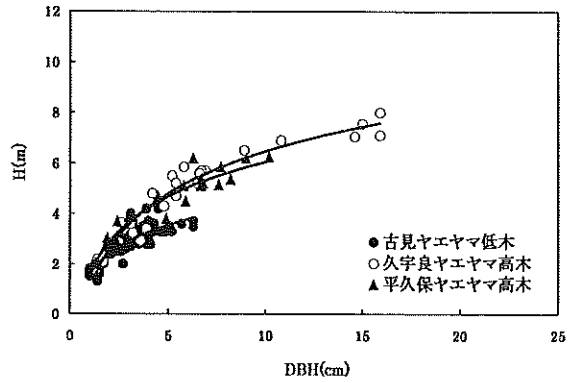


図-4 西表島ヤエヤマヒルギ林のD-H曲線

2) 沖縄本島名護市大浦のメヒルギ、オヒルギ林

矮性型マングローブ林が分布する沖縄本島名護市大浦のメヒルギ、オヒルギ林のH-D曲線を図-5に示す。高木層はメヒルギ、オヒルギが占有し、低木層には矮性化したメヒルギとオヒルギが分布していた。高木層では直径サイズが中庸の領域でメヒルギとオヒルギが混交状態で林分を構成しているが、直径サイズが増加するにつれてオヒルギのみが優占する傾向にあった。低木層はメヒルギが最下層に位置し、オヒルギはメヒルギよりも階層構造上、高い位置を占有していた。低木層のメヒルギは矮性化していた。

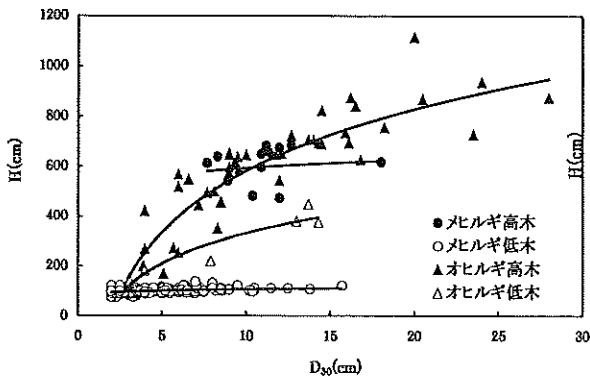


図-5 大浦川のメヒルギ、オヒルギ林のD-H曲線

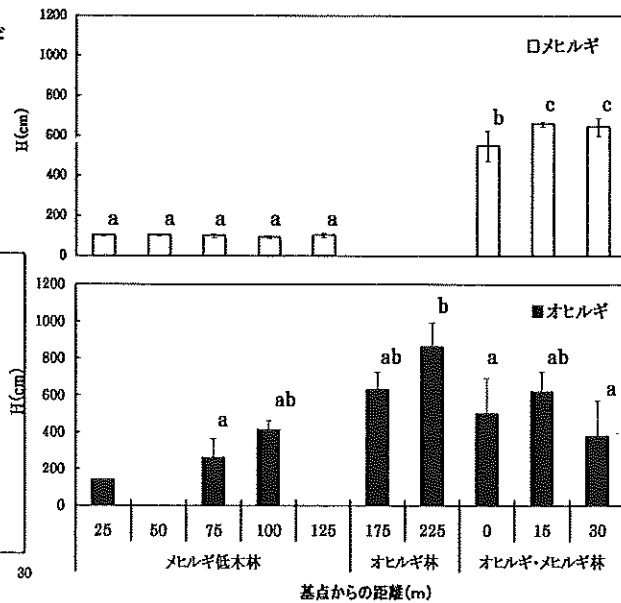


図-6 ベルトトランセクト上の平均樹高の推移

図-6はベルトトランセクト調査の結果を示したものである。汀線側の基点から上流域方向に25~125mまでがメヒルギ低木林、同様に175~225mまでがオヒルギ林であり、基点から225m地点より河川の流れに対して直角方向に設定したベルトトランセクト0~30mはオヒルギ・メヒルギ混交林である。基点から設定したプロット内に成立したオヒルギを黒棒グラフ、メヒルギを白棒グラフで表記した(図中、フリードマン検定

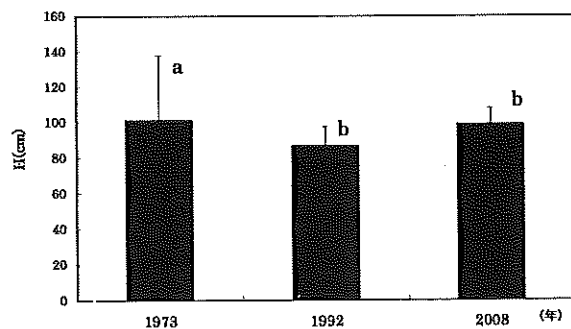


図-7 メヒルギ低木林の樹高の推移

したオヒルギを黒棒グラフ、メヒルギを白棒グラフで表記した(図中、フリードマン検定(Friedman test)により有意差が検出された水準間について、Scheffeの方法による多重比較により有意差の認められた水準間には、アルファベットの異符号を付けた)。大浦川では、河口側から上流方向の陸地側に向けてメヒルギ低木林、オヒルギ林、オヒルギ・メヒルギ混交林と推移し、帯状分布(ゾーネーション)が確認された。汀線近くの河口部の基点から上流に向かって125mまでの間、メヒルギは樹高100cm前後のサイズであったが、メヒルギ・オヒルギ混交林では550~700cmの樹高であり、5~7倍の樹高差があった。オヒルギについても、汀線近くの河口部(25~75m)では樹高300cm以下と矮性化した個体が増加する傾向にあった。目視による観察では、メヒルギ林内の潮位は高く、冠水時間が長い傾向にあった。オヒルギ林はオヒルギ・メヒルギ混交林に比べて、大潮時の冠水時間はほとんど変わらないが、中潮時と小潮時にはメヒルギ林内に比べると長い傾向にあった。

図-7に大浦川におけるベルトトランセクト50~100m付近のメヒルギ個体について、1973年、1992年、2008年の3時点の樹高を測定した結果を示す。この付近のメヒルギ個体は約35年間、平均樹高にほとんど変化がみられなかった。したがって、現在にみられる低樹高のまま個体群が維持されてきたと推定される(図中、フリードマン検定(Friedman test)により有意差が検出された水準間について、Scheffeの方法による多重比較により有意差の認められた水準間には、アルファベットの異符号を付けた)。

4. まとめ

種子島の矮性型メヒルギは地下水の高い塩濃度が矮性化の原因¹⁾とされる。さらに沖縄本島の漫湖に生育するメヒルギは、冠水期間が増加するにつれて樹高が減少したことが報告³⁾されている。本研究では、ヒルギ科3樹種において矮性型と高木型が確認された。さらに、日本のマングローブ分布域の各地において、メヒルギ、オヒルギ、ヤエヤマヒルギの3樹種に矮性型が確認された。とくに矮性型のメヒルギの樹高は1m前後の個体が多く、最大でも1.5mであった。

矮性型マングローブ林の成立する立地環境は河口、河岸、塩田跡地、浜堤などであり、高冠水頻度・高冠水深、土壌間隙水の高塩分、土壌の乾燥といった外的あるいは環境的な特徴が個体(群)の生育(とくに樹高成長の制限)を阻害していることが推察された。矮性型メヒルギは大潮時や中潮時には葉の一部が冠水し、大潮の満潮時に樹高の半分ほどの冠水が確認された。この現象はなんらかの樹木生理的なストレスを受けていることが考えられる。今後、ストレス原因の究明を検討する計画である。

引用文献

- 1) 小滝一夫：マングローブの生態－保全・管理への道を探る－，138pp，1997
- 2) 中村武久・中須賀常雄：マングローブ入門，234pp，1988
- 3) Suwa, R. *et al.* : Wetlands Ecol Manage, No.16, 331～343, 2007

仲間川・浦内川流域マングローブ林の状況報告

西表森林環境保全ふれあいセンター 濱田 辰広

A report of mangrove forest environment on Nakama and Urauti river basins

Tatsuhiko HAMADA (Iriomote Forest Environment Conservation Center)

1. はじめに

西表島には、日本に生育している全種類のマングローブが生育しているが、近年、そのマングローブ林が倒伏枯死する現象が起きている。特に、仲間川河口における被害が著しく、1999年度に環境省が調査を実施した結果、洪水等の自然的要因の他に観光船の曳き波による人的要因も関係していることが明らかになった。

また、西表島西北部の浦内川下流域に発達するマングローブ林は、流域全体をみると健全な状態にあるが、局所的に河岸浸食によるオヒルギ等のマングローブ林の倒伏が発生している。

一方、仲間川では関係機関及び地元関係者からなる「仲間川マングローブ林被害防止対策協議会」が設置され、その協議会でマングローブ林の被害防止には観光船運航で生じる曳き波の波高の低減が重要な課題として取り上げられ、観光船業者において、低速走行の遵守及び急加速・急減速走行の回避等の対策に取り組むようになった。

さらに、2004年2月には、仲間川をフィールドに営業活動している事業者によって「仲間川保全利用協定」が締結され、マングローブ林保全のため、観光船の巡航速度を最高20ノット、徐行区間では5ノット以内に制限するとともに、事業者自らがマングローブ林の状況を定期的にモニタリング（砂泥移動の調査、幼木生長の調査）することとなった。なお、浦内川については、被害対策のための協議会は設置されていないが、仲間川同様にマングローブ林保全のために観光船の最高速度や徐行区間などを自主的に設けて運航されている。

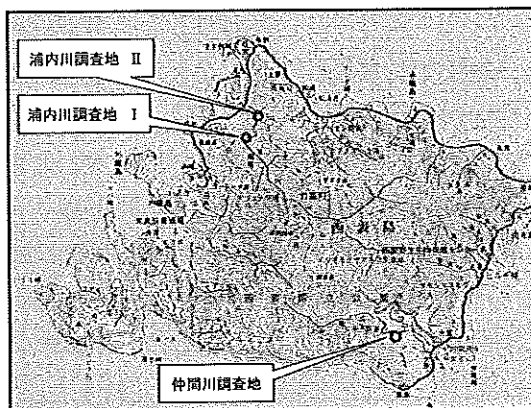


図-1 調査位置

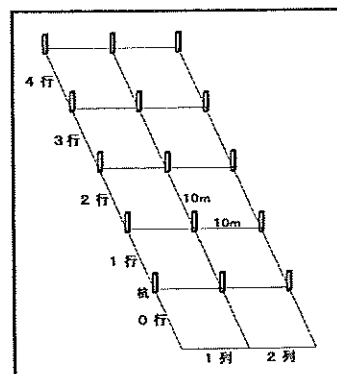


図-2 コドライト模式

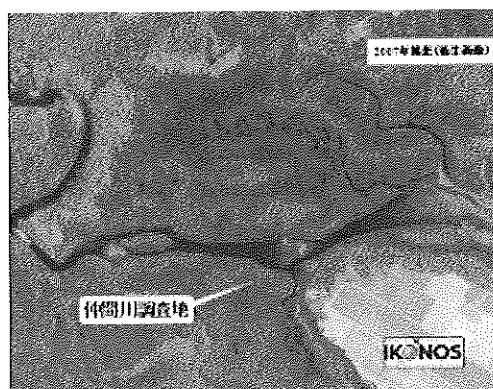


図-3 仲間川調査地

このような現状を踏まえ、仲間川・浦内川流域のマングローブ林がどのような状況にあるのかその実態を調査するとともに、保全・保護活動の基礎資料とするため、2005年度から2007年度まで行ったモニタリングの調査結果を報告する。

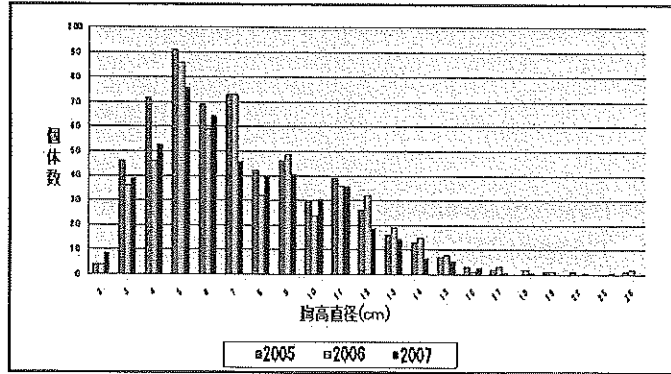


図-4 胸高直径階毎の個体数の推移

2. 調査地の概況

仲間川流域の調査地は、河口より約3 km 地点の中流の右岸（南風見国有林 173 林班い小班内）にある。浦内川流域の調査地は、調査地Ⅰを河口から約4.5km 地点の中流の右岸（上原国有林 103 林班ろ小班内）、調査地Ⅱを河口から約2.5km 地点の支流ウタラ川入り口の右岸（上原国有林 102 林班い小班内）にそれぞれ設定した（図-1）。

なお、仲間川・浦内川の調査地3箇所の周辺植生は、オヒルギ及びバヤエヤマヒルギを主体としたマングローブの群落となっている。

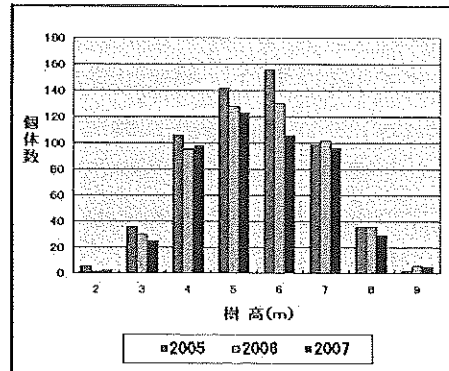


図-5 樹高階毎の個体数の推移

3. 調査方法

マングローブ林の1角に、10 × 10 mのコドラートを10個設置（幅20 m、奥行き50 m）（図-2）し、各コドラート内に生育している個体の胸高直径、樹高及び位置を直径巻尺、伸縮式測高竿及びパーテックスを使用して毎年測定を行った。

4. 結果と考察

1) 仲間川調査地

仲間川マングローブ林の調査地（図-3）における胸高直径階毎の個体数は、枯損被害により減少しているなどの影響は見られるが胸高直径5 cmを中心におおむね均等にそろっている（図-4）。

また、樹高階毎の個体数は、樹高の中心は2005年は6 mであったが、台風による強風の影響を受けて2007年には5 mに下がっている（図-5）。

次に、2005年12月から2007年12月の2箇年にわたる枯損状況（図-6）の調査結果では、全コドラートの調

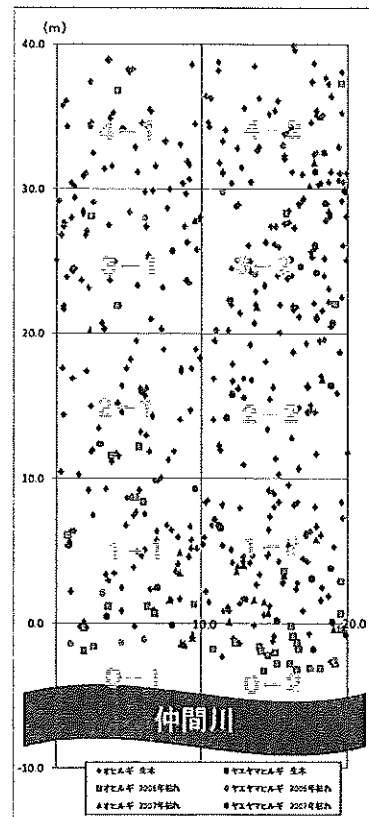


図-6 仲間川の枯損状況

査本数 582 本のうち、92 本が枯れており、16 %の枯損率となった。また、各コドラートの枯損率はコドラート 0 の 2 区画で 70 %、コドラート 1 の 2 区画で 21 %、コドラート 2 の 2 区画で 4 %、コドラート 3 の 2 区画で 7 %、コドラート 4 の 2 区画で 5 % となり、河岸近くで倒伏・枯損が多く発生している。

これは、調査期間中に、猛烈な台風（2006 年 13 号、2007 年 12 号・15 号）の襲来を受けており、倒伏や枝葉の吹き飛ばされによる被害が影響しているものと考えられる。

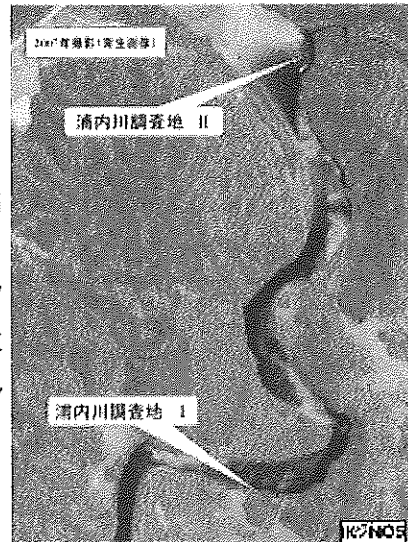


図-7 浦内川調査地

2) 浦内川調査地 (図-7)

(2) 浦内川調査地 I

この調査地は中流部に位置していることから、調査期間中に猛烈な台風（2006 年 13 号、2007 年 12 号・15 号）が襲来したにも関わらず、倒伏などの被害は少なかった。

胸高直径階毎の個体数（図-8）の 2005 年の中心は 5 cm であったが、2007 年では 6 cm となった。また、樹高階毎の個体数（図-9）の 2005 年の中心は 7 m、2006 年で 8 m、2007 年では 7 m となっており、枝葉の吹き飛ばされによって変化したものと考えられる。

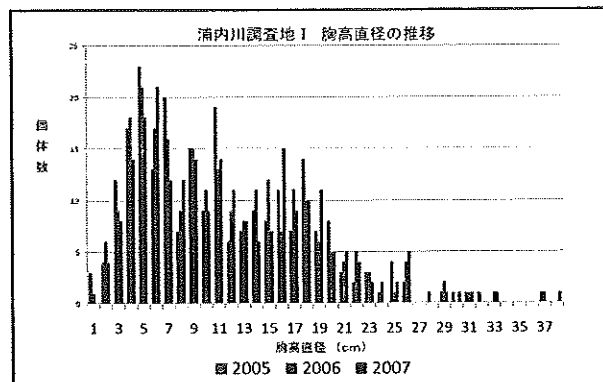


図-8 胸高直径階毎の個体数の推移

次に、2005 年 12 月から 2007 年 12 月の 2 箇年にわたる枯損状況（図-10）の調査結果をコドラート毎に比較すると、コドラート 0 の 2 区画では被害が無く、コドラート 1 の 2 区画で調査区域全枯損本数 9 本のうち 6 本（60 %）が枯れて 11 %の枯損率、コドラート 2 の 2 区画では 2 本が枯れて 5 %の枯損率、コドラート 3 及び 4 の 2 区画では 1 本ずつ枯れてそれぞれ 2 %の枯損率となった。

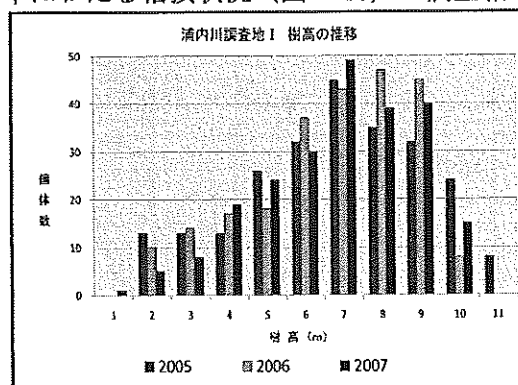


図-9 樹高階毎の個体数の推移

(2) 浦内川調査地 II

この調査地は下流部に位置しており、調査期間中に発生した猛烈な台風（2006 年 13 号、2007 年 12 号・15 号）の襲来により河岸部に倒伏などの被害が多く発生した。

胸高直径階毎の個体数（図-11）の中心は 2005 年から 2007 年まで 4 cm で推移し、樹高階毎の個体数（図-12）の中心では 3 m から 4 m に推移している。

次に、枯損状況（図-13）の調査結果では、全調査本数871本のうち112本（約13%）が倒伏・枯損した。枯損率が大きかったのがコドラート0の2区画で76%の枯損率となった。次にコドラート1の2区画で21%、コドラート2の2区画で11%、コドラート3の2区画で5%、コドラート4の2区画で6%の枯損率となった。大きな被害が生じているのは河岸に近いコドラードであり、内陸の方に向かうに伴い枯損率が低く、枯損は散見的に見られる程度であった。

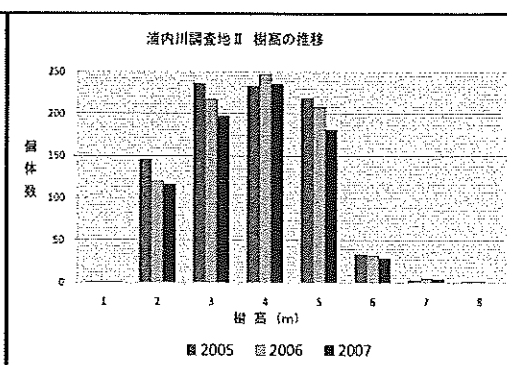
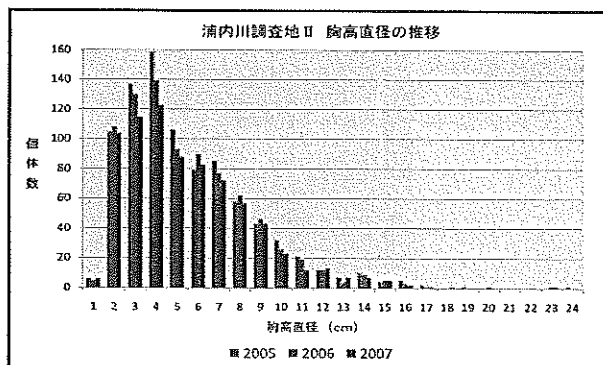


図-11 胸高直径階毎の個体数の推移

図-12 樹高階毎の個体数の推移

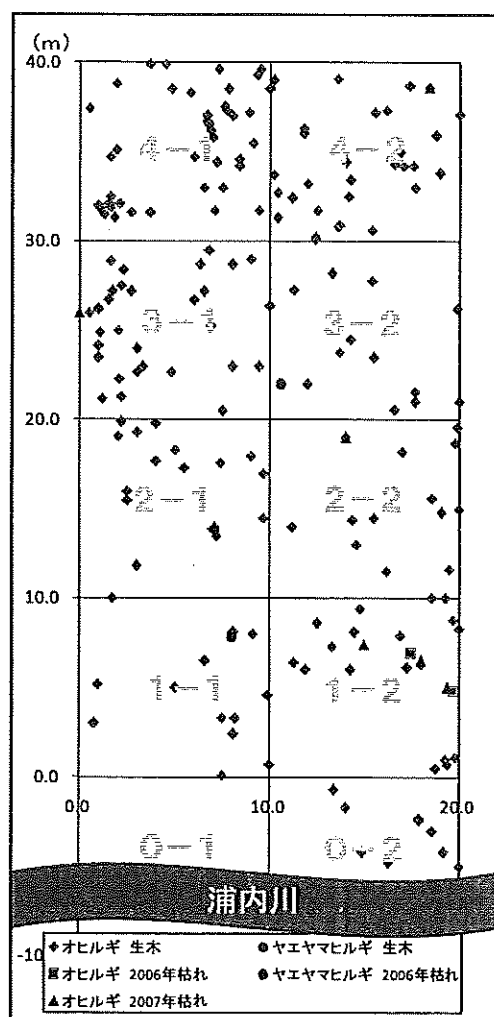


図-10 浦内川調査地Ⅰの枯損状況

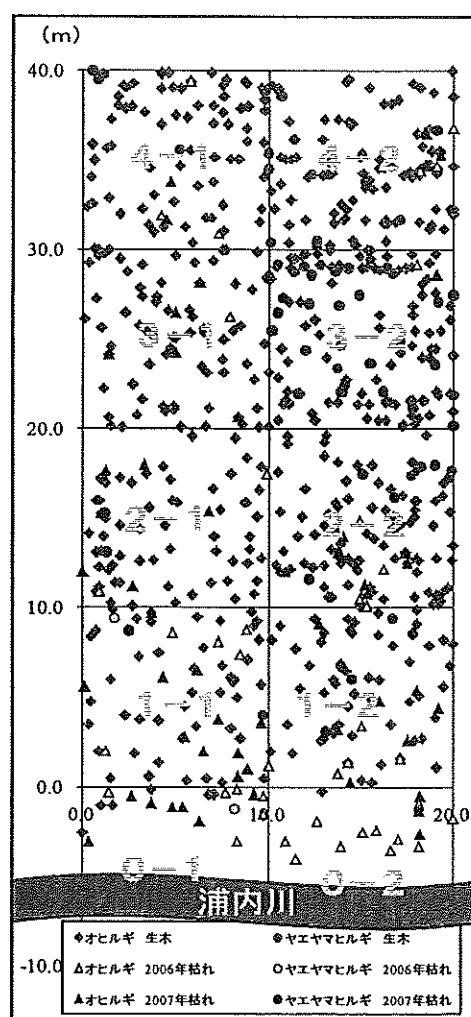


図-13 浦内川調査地Ⅱの枯損状況

5. まとめ

仲間川調査地及び浦内川調査地とも、マングローブ林の倒伏・枯損が連年発生しており、根の浮き上がりや土砂の流出も見られる。特に河岸部では、オヒルギの膝根及び根の露出が見られ、強風により倒伏することが懸念される。

これらの要因として、近年の台風の大型化も一因として考えられる。

また、河川やマングローブ林を長期的に比較すると、浸食や陸地化しているところもあり、今後も引き続きモニタリングを行うことが必要である。

参考文献

- 1) 環境庁自然保護局、(株) 沖縄環境分析センター：仲間川マングローブ林被害防止対策検討調査、1999
- 2) 環境省自然保護局、(財) 国際マングローブ生態系協会：仲間川マングローブ林被害防止対策追跡調査、2002
- 3) 環境省自然保護局、(財) 国際マングローブ生態系協会：仲間川マングローブ林被害防止対策追跡調査、2003
- 4) 特定非営利活動法人国際マングローブ生態系協会：沿岸生態系と海面上昇モニタリングを目的とした沖縄県内のマングローブ分布状況調査、2003
- 5) 九州森林管理局西表森林環境保全ふれあいセンター、特定非営利活動法人国際マングローブ生態系協会：浦内川マングローブ林被害防止対策調査報告書、2005

デイゴヒメコバチの奄美大島における被害と生態

鹿児島県森林技術総合センター龍郷町駐在 岩 智洋・図師 朋弘
鹿児島県林務水産部森林整備課 穂山 浩平

Caused damage by *Quadrastichus erythrinae* and its ecology in Amami Island, Kagoshima Prefecture, Japan.

Tomohiro IWA・Tomohiro ZUSHI (Tatsugou Office Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center)

Kouhei HOYAMA (Forestry Development Division, Kagoshima Prefecture)

1. はじめに

デイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* (以下、ヒメコバチ) は、デイゴ属の5種類とデイゴ1品種を寄主とするハチ¹⁾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、葉脈上のゴールが連なり、捻れるように変形し、ゴールを形成した植物組織は発育が止まる²⁾とされている。

その後、成虫が脱出した後のゴールや周辺の植物組織は枯れ、葉や葉柄の付いている枝ごと枯れ落ちるため、場合によっては木そのものが枯れる²⁾ことも懸念されている。

日本では2005年5月に沖縄県石垣島で初確認され、奄美大島については、2005年12月の調査ではゴールは発見されなかったが²⁾、2006年12月に初確認された。³⁾

そこで本研究では、奄美大島におけるヒメコバチの被害の実態及び生態について調査・試験を行ったので、得られた知見を報告する。

2. 調査方法

1) 被害状況調査

2007年から2008年にかけて、奄美大島の各市町村で、国道58号線・県道名瀬・瀬戸内線などの主要県道沿いに植栽されているデイゴ及びカイコウズの被害調査を行った。(図1)

調査内容は、デイゴ及びカイコウズの若枝や葉脈でゴール形成の有無を目視で確認し、被害本数及び被害率をみた。

なお、調査日時は表1のとおりだが、瀬戸内町の加計呂麻島は、2008年冬から調査を行った。

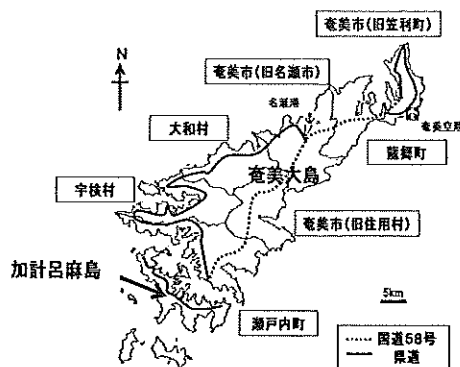


図1 被害調査位置図

表1 被害状況調査の日時

区分	調査日時
2007年冬	2007年1月15日から16日
2007年夏	2007年7月4、6、9、10日、8月8日
2008年冬	2007年12月6、10、11、19日、2008年1月31日
2008年夏	2008年7月2、9、10日

* 加計呂麻島は2008年冬より実施

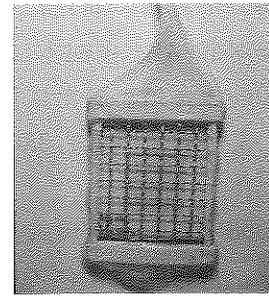


図2 使用したトラップ

2) 発生活長調査

2008年3月19日から奄美市（旧名瀬市）の伊津部小学校（以下、伊津部小）校庭にトラップを設置し発生活長を観察した。トラップは、ITシートイエロー（サンケイ化学）を5cm×5cmに切ったものを、10cm×10cmに切った黄色プラスチック板の中心に貼り、金網箱に入れ、更にみかんネット入れたものを設置した。（図2）

トラップは当初2箇所設置していたが、1箇所のトラップは、設置後2ヶ月経過してもヒメコバチを捕獲することができなかつたため、2008年5月28日に新たにトラップを1箇所追加した。なお各トラップは、約1週間間隔で回収し、雌雄の数を測定した。

3) 低温時成虫発生試験及び低温時成虫耐性試験

奄美大島におけるヒメコバチの越冬の可能性を探るため、低温時のヒメコバチの発生試験と耐性試験を行った。

発生試験の内容は、2008年6月26日に伊津部小で採取したゴールが形成され、脱出孔のない若葉を1枚ずつ500ccビーカーに入れ、上部をストックングで覆い、 $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ に設定した人工気象器（BIOTRON LH300 日本医化器械製作所）に8セット（以下、冷蔵区）6月27日から1週間入れ、その後、人工気象器から取り出し、室内常温下（最低温度 26° 、最高温度 31° 、最低湿度50%、最高湿度74%）で若葉が黒く変色するまで放置し、人工気象器から取り出した後の成虫の発生数を測定した。

なお、設定温度 $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ は、奄美市名瀬の2003年から2007年の過去5年間の日最低気温の平均 7.54° を基準に設定したものである。⁴⁾

耐性試験の内容は、2008年6月26日に伊津部小で採取したゴールが形成され、脱出孔のない若葉をガラス製容器に入れ、上部をストックングで覆い、室内常温下に放置した後、発生した成虫を $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ に設定した人工気象器に入れ、192時間までの24時間ごとの成虫の生死を測定した。

なお実験に供した個体数は、24・48時間後の実験ではオス4メス4、72時間後の実験ではオス8メス8、96・192時間後の実験ではオス12メス12、120・144・168時間後の実験ではオス10メス10である。

3. 結果と考察

1) 被害状況調査

調査結果を表2に示す。2007年冬は、奄美市（旧名瀬市）、宇検村及び瀬戸内町で被害を確認し、調査本数647本中36本に被害があり、被害率は全体で5.6%となった。

2007年夏は、新たに奄美市の旧住用村及び旧笠利町並びに大和村で被害を確認し、調査本数931本中64本に被害があり、被害率は全体で6.9%となった。

2008年冬は、新たに龍郷町で確認されたため、奄美大島全市町村で被害が確認された。また調査本数1,350本中747本に被害があり、被害率は全体で55.3%と急激に高くなった。

2008年夏は、奄美大島全市町村で被害を確認し、調査本数1,588本中957本に被害があり、被害率は全体で60.3%となった。

このことから、2007年冬及び2007年夏までは、被害の中心が瀬戸内町や宇検村など奄美大島南部であったが、2008年冬以降になると、奄美大島北部の奄美市（旧笠利町）や龍郷町でも被害が確認され、奄美大島全体に分布を広げていることが確認された。

表2 奄美大島における被害状況

時期	内容	奄美市			龍郷町	大和村	宇検村	瀬戸内町	合計
		旧名瀬市	旧住用村	旧笠利町					
2007年冬	調査本数	78	91	119	57	12	176	114	647
	被害本数	4	0	0	0	0	19	13	36
	被害率	5.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.8%	11.4%	5.6%
2007年夏	調査本数	184	115	172	70	48	193	149	931
	被害本数	32	2	1	0	3	14	12	64
	被害率	17.4%	1.7%	0.6%	0.0%	6.3%	7.3%	8.1%	6.9%
2008年冬	調査本数	223	118	202	87	56	206	458	1,350
	被害本数	193	112	8	30	42	185	177	747
	被害率	86.5%	94.9%	4.0%	34.5%	75.0%	89.8%	38.6%	55.3%
2008年夏	調査本数	251	149	252	97	61	203	575	1,588
	被害本数	211	138	28	47	56	189	288	957
	被害率	84.1%	92.6%	11.1%	48.5%	91.8%	93.1%	50.1%	60.3%

また、被害状況は林齢や樹高に関係なく確認されており、デイゴやカイコウズの苗木生産は奄美大島では行っていない背景から、被害の拡大の原因は、苗木の移動といった人為的活動ではなく、成虫の飛翔や分散によるものが大きい³⁾と考えられる。

しかしながら、2007年夏から2008年冬までの約半年で、奄美大島全域に急激に被害が拡大した原因や、各市町村の被害状況にばらつきがある原因について明らかにできなかったため、奄美大島上空のヒメコバチの飛翔状況や分散状況について解明していく必要があると考えられる。

2) 発生消長調査

2008年3月26日から7月29日までの発生消長を図3に示す。発生初日は4月16日であり、また、3箇所のトラップの累積発生数は2,078頭（オス1917頭、メス156頭、不明5頭）で、成虫の雌雄比は、♂：♀＝1917：156（≒12：1）であった。これは、Heuらの♂：♀＝7：1⁵⁾の報告と同様、有意にオスに偏っていた（ $\chi^2=46.90$ 、 $P<0.01$ ）が、雌雄の比率については今後精査が必要であると思われる。また7月を過ぎ、顕著に発生数が増大したことが確認されたため、今後も引き続き発生消長を観察し、奄美大島での発生数の推移を追跡したいと考える。

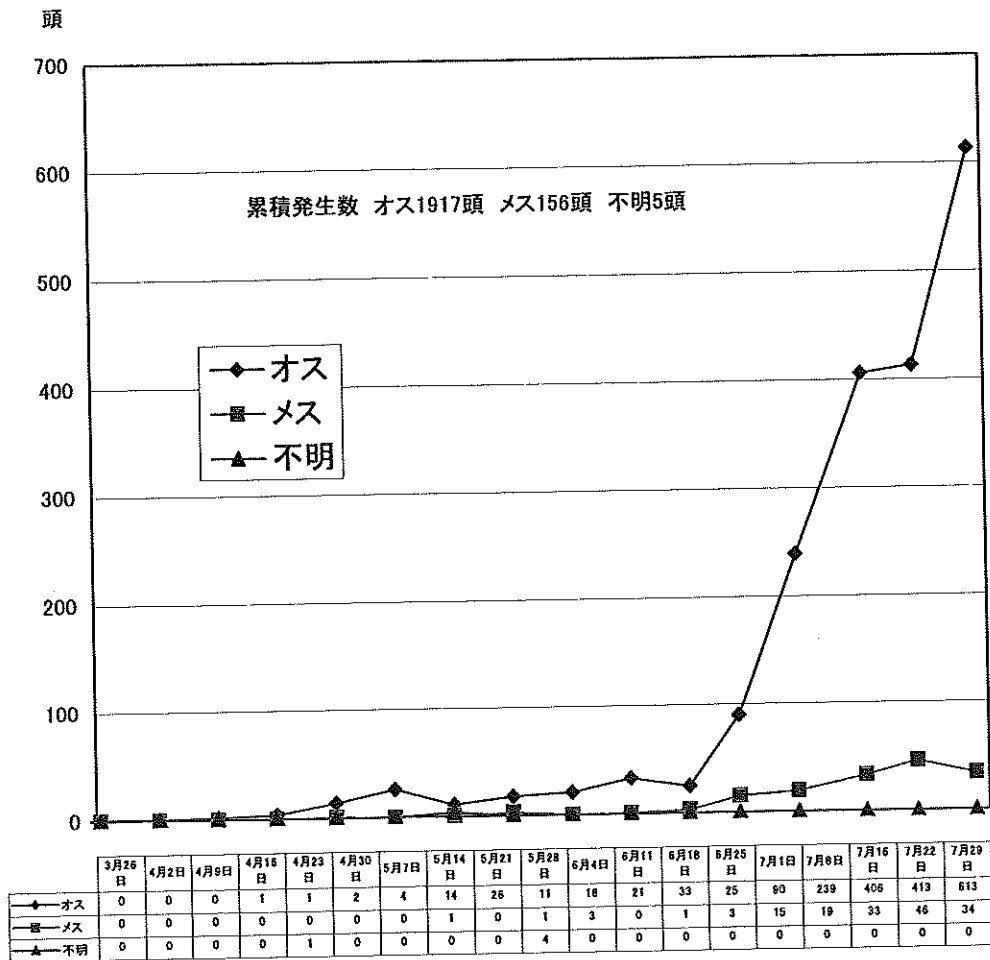


図3 伊津部小における発生数の推移

3) 低温時成虫発生試験及び低温時成虫耐性試験

低温時成虫発生試験の結果を表3に示す。冷蔵区では、6月27日の入庫から7月4日の出庫まで発生はなかったが、出庫後の7月7日に2頭、11日に7頭の成虫が発生した。

一方、室内で常温下に放置した対照区は、7月11日までに96頭発生した。

この結果から、冷蔵区と対照区では、成虫の発生に明確な違いが見られ、 $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ の低温条件下では、成虫の発生に遅れが生じることが確認された。

また、 $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ の低温条件下に1週間置き、その後常温下に戻したところ、成虫が発生したことから、 $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ の低温状態が1週間続いた場合でも、ゴール内ではヒメコバチは死亡せず生存できることが確認された。

次に、低温時成虫耐性試験の結果を表4に示す。時間の経過につれ、オス・メスともに生存率が低くなる傾向を示したが、192時間後でもオス・メスともに生存率17%という結果になった。

これらの実験から、 $8^{\circ}\pm 1^{\circ}$ の条件下ではゴール内で1週間生存し、また、成虫はエサなしでも約1週間は生存することが判明した。

一方、Yangらは、卵から成虫までのサイクルは約20日、成虫はエサなしで3日程度生存し、エサがあった場合、オスで10日メスで6日程度生存可能¹⁾と述べている。

これらのことから、2004年にヒメコバチが新種として記載されて²⁾以降、奄美大島で日最低気温 $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ が5日以上続いたことがない⁴⁾点も考慮して、奄美大島における越冬の可能性はかなり高いと考えられ、引き続きヒメコバチの発生活消長を観察する必要がある。

表3 低温時成虫発生試験の結果

区分	6/27 (入庫)	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2	7/3	7/4 (出庫)	7/7	7/11	合計
冷蔵1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
冷蔵2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
冷蔵3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
冷蔵4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
冷蔵5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
冷蔵6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
冷蔵7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
冷蔵8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	9
対照1	0	0	1	1	2	0	6	8	-	-	18
対照2	0	2	2	2	4	0	10	10	-	-	30
対照3	0	3	2	3	5	0	1	4	-	-	18
対照4	0	0	0	0	1	0	25	4	-	-	30
合計	0	5	5	6	12	0	42	26	0	0	96

表4 低温時成虫耐性試験の結果

	24時間後	48時間後	72時間後	96時間後	120時間後	144時間後	168時間後	192時間後
オス	入庫数	4	4	8	12	10	10	12
	生存数	2	2	2	5	2	3	2
	生存率	50%	50%	25%	42%	20%	30%	17%
メス	入庫数	4	4	8	12	10	10	12
	生存数	1	1	2	6	5	4	2
	生存率	25%	25%	25%	50%	50%	40%	17%

引用文献

- 1) Yang, M. M., G. S., La, Salle, J., and Wu, M. L. (2004) : Outbreak of erythrina gall wasp on *Erythrina* spp. (Fabaceae) in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 46:391-396
- 2) 上地奈美 (2007) : デイゴにゴールを形成するデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae*. 植物防疫第61巻 第9号 : 24-27
- 3) 金井賢一・松比良邦彦・上地奈美・湯川淳一 (2008) : 奄美群島へのデイゴヒメコバチ (ハチ目: ヒメコバチ科) の侵入 日本応用動物昆虫学会誌第52巻 第3号 : 151-154
- 4) 気象庁 (2003~2007) : 気象統計情報
- 5) Heu, R, A. et al. (2006) : <http://www.hawaiiag.org/vhdoa/npa/npa05-03-EGW.pdf>

奄美大島における森林土壌を利用した林道切土法面の吹付緑化

鹿児島県森林技術総合センター 下園 寿秋・宮里 学
図師 朋弘・岩 智洋
鹿児島県林務水産部森林整備課 穂山 浩平

Revegetation on cutting slope of forest road by spraying cultivation method
using forest soil in Amami island.

Hisaaki SHIMOZONO, Manabu MIYAZATO, Tomohiro ZUSHI, Tomohiro IWA (Kagoshima Pref. Forestry Technology Center), Kouhei HOYAMA (Kagoshima Pref. Forestry Development Division)

1 はじめに

鹿児島県奄美大島は貴重な動植物が生息する地域であり、2005年9月には多様な自然との共生を目指した地域づくりの指針としての奄美群島共生プランが策定され、世界自然遺産の候補地ともなっている。このため、固有の自然環境を保全することが、当地域の重要な課題であり、治山・林道等の公共工事においても、周辺環境に配慮した工法が必要となっている。

当地域では、一部の林道で森林土壌を吹付け、その中に含まれる埋土種子を利用した緑化³⁾や島内で採取し養苗した在来種のポット苗(地域性種苗)を植栽した切土法面緑化の施工事例⁴⁾がある。これらの工法は、従来の緑化工法である植生基材吹付工等から比較すると施工単価が高いことが現場から指摘されている。従来工法とのコストバランスも考慮し、かつ地域の自然環境に配慮した緑化ができないか、工法の改善が求められている。

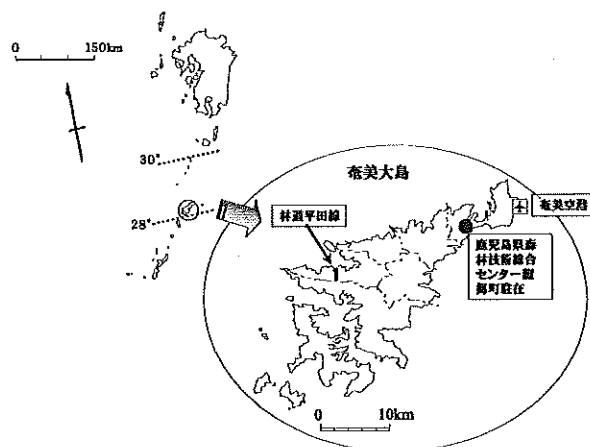
今回、従来工法(植生基材吹付工)による森林土壌や無種子で基盤材等のみを吹付けた緑化試験を実施し、周辺環境に配慮した吹付方法を検討したので、これまでの結果について報告する。

なお、本研究は国土交通省の奄美群島振興開発事業森林資源活用調査により行った。

2. 試験方法

試験は、奄美大島の南西部に位置する大島郡宇検村平田(へだ)に開設されている林道平田(へた)線の2007年度開設区間(延長220m)の切土法面(北緯28度14分86.8秒, 東経129度13分47.1秒)で行った。

法面の標高は160m, 表層地質は砂岩・頁岩互層⁵⁾, 方位はS14°W~S24°Wの南南西, 勾配は1:0.8(51.2°), 法長は1.4m~16.5mである(図一



図一 試験地の位置

表-1 各試験区の概要

試験区名	対照区	土壌区	A ₀ 区	種子なし区
工法	植生基材吹付工 (3cm厚)	種子なし植生基材吹付工 (3cm厚) 基盤材に対し30%の土壌を混合	種子なし植生基材吹付工 (3cm厚) 採取したA ₀ 層を混合	種子なし植生基材吹付工 (3cm厚)
基盤材等の量	6,000リットル/100m ²	4,200リットル/100m ²	6,000リットル/100m ²	6,000リットル/100m ²
吹付種	種子量 (kg/100m ²) 発生期待本数	吹付種子の配合なし 森林土壌1,800リットル/100m ²	吹付種子の配合なし A ₀ 層74リットル/100m ²	吹付種子の配合なし
クレーピングレッドフェスク	0.082 600	-	-	-
パーミューダグラス	0.022 600	-	-	-
ホワイタクローバー	0.045 400	-	-	-
ヨモギ	0.055 1,000	-	-	-
メドハギ	0.250 1,000	-	-	-
ヤマハギ	0.491 400	-	-	-
計	0.945 4,000	-	-	-

1)。

2007年6月、施工地付近の天然生広葉樹林内に20m×20mの方形区を1箇所設置し、階層区分を行い、Braun-Blanquetの被度⁷⁾を調べた。

その後、方形区の中央部に10m×10m区を設置し、吹付けに供する堆積有機物層(以下「A₀層」)を採取した。区内のA₀層を竹製ぼうきで掃き集め、48cm×62cmの土のう袋につめて当センター龍郷町駐在(以下「駐在」。図-1)内に置いた。

工事発注後の2007年8月に吹付用の土壌を採取した。開設区間内の岩石が点在していない場所で採取した。直前に土壌層位を調べたところ、腐植が混ざる暗褐色のA層は地表から深さ10cmまでであったので、地表から深さ10cm弱までの土壌を採取した。大型バックホウ等で下層の土壌が入らないよう色を見極めながら慎重に採取し、大型土のう袋(通称1トン土のう)1袋に入れて現場内に置いた。この中にはA₀層も含まれていた。

当切土法面では、現地調査等により吹付厚3cmの植生基材吹付工が計画されていた。これはピートモス、バーク堆肥等から成る基盤材、法面を安定させる接合剤、肥料等に6種の種子を混ぜて吹付ける工法であり、設計上期待される発生期待本数⁷⁾は4,000本/m²である(表-1)。

本試験では、通常の植生基材吹付工で吹付けた対照区、基盤材と土壌を7:3の割合で混合した種子なしの植生基材吹付工により吹付けた土壌区、基盤材全量と採取したA₀層全量(74リットル)を混合して吹付けたA₀区、種子なしの植生基材吹付工のみを施工した種子なし区の4つの試験区を1箇所ずつ設けた(表-1)。

吹付けは2008年3月に行った。土壌及びA₀層は、すべて篩いにかけて、落葉や石礫をある程度取り除いてから吹付けた。

吹付けに供した土壌及びA₀層は、一部を駐在に持ち帰り、その中に含まれる埋土種子の

表-2 植生調査結果

種名	対照区		土壌区		A ₀ 区		種子なし区	
	被度	区別	被度	区別	被度	区別	被度	区別
イタジイ	B1	3	B2	1	S	1	H	1
オオシイバモチ	B1	1	B2	+	S	+		
サネカズラ*	B1	+	B2	+				
ホルトノキ	B1	1	B2	1				
ムベ	B1	+	H	+				
ヤマモモ	B1	1	B2	+				
ヤンバルアツブキ	B1	1	B2	1	S	+	H	+
リュウキュウマツ	B1	1						
アカミズキ	B2	+	S	+	H	+		
アマミアカシ	B2	1	S	+	H	+		
カクレミノ	B2	1	S	+	H	+		
クチナシ	B2	+	S	1	H	+		
ジャリンバイ	B2	+						
ショクベンノキ	B2	+	S	+				
タブノキ	B2	+	S	+	H	+		
トベラ	B2	+	H	+				
ハゼノキ	B2	1	H	+				
ヒメユズリハ	B2	1	S	+	H	+		
フカノキ	B2	1	S	+	H	+		
イヌビロ	S	1	H	+				
ギョクシカ	S	+	H	+				
シニアケ	S	1	H	1				
ボチボチ	S	+	H	+				
ミズバネ	S	+						
ヤマハハフ	S	+	H	+				
リュウキュウモチ	S	+						
エゴノキ	S	+						
ユビゾク*	S	+						
ソテツ	S	+	H	+				
ヒサカキ	S	+						
ヘクサカズラ**	S	+						
ミズバネ	S	+						
リュウキュウクマノズクサ**	S	+						
アマクサシゲ***	H	+						
サルトリイバラ*	H	+						
シンエンダクホングラシゲ***	H	+						
センリョウ**	H	+						
フタバキ**	H	+						
マンリョウ	H	+						

注1) B1: 苗木径15~18cm, B2: 苗木径5~14cm, S: 苗木径1.2~3m, H: 苗木径1.2m未満
 注2) 被度1: 25~50%, 被度2: 10~25%, 被度3: 10%以下, +: わずか被度をもち少数
 注3) *: 木本性つる類, **: 草本類, ***: シゲ類

発芽試験を行った。

育苗箱 (34cm × 49cm × 9 cm) にさし芽土と赤玉土の 1 : 1 の混合土を 4 cm 厚で入れ、その上に土壌を 2 cm 厚で敷き、駐在内のハウス内に置いた。A₀ 層についても同様に言い、それぞれ 4 回繰り返した。また、ハウス周辺からの侵入種を把握するため、混合土だけの箱も 1 箱置いた。かん水は自動で 10 時と 16 時の 1 日 2 回、各 10 分間言い、2008 年 7 月に出現種別の本数を調べた。

吹付け後、塩ビパイプ (VP - 13) で作成し、直径 3 mm のクレモノロープで 16 等分の基盤目状にした枠内寸法 1 m 四方の方形枠 (以下「調査区」) を各試験区に 2 箇所ずつ設置し、2008 年 4 月から 1 ヶ月おきに調査区内の出現種別本 (株) 数及び被覆率 (%), 調査区外の試験区法面に出現する種を調べた。被覆率は目測⁷⁾で調べた。

3. 結果及び考察

1) 試験地付近の植生調査結果

施工地付近の植生調査結果を表 - 2 に示す。

奄美大島の森林の大部分は、皆伐後のイタジイを主体とする萌芽再生により発達した天然生広葉樹二次林であり⁸⁾、施工地付近も同様であった。高木層は樹高 15 ~ 18m で、イタジイ、オオシイバモチ、ホルトノキ等が優占していた。今回は木本類、草本類、シダ類あわせて 39 種類出現した。

2) 埋土種子の発芽試験結果

2008 年 7 月時点での埋土種子の発芽試験結果を表 - 3 に示す。

ハウス周辺からの侵入種はオニタビラコ、カタバミ、タネツケバナ、チチコグサモドキであったので、それらの本数は除外し、4 回繰り返しの平均値を示した。

「土壌」では帰化草本類 3 種、在来草本類 5 種、木本類 8 種の計 16 種発芽した。「A₀ 層」では帰化草本類 3 種、在来草本類 7 種、木本類 12 種の計 22 種発芽し、本数も「A₀ 層」の方が多かった。植生調査でも現れたのは、「土壌」ではヒサカキ、「A₀ 層」ではクチナシ、マンリョウ、ヤマモモだけであった。また、イイギリ、ウラジロエノキ、ウラジロタラノキ等先駆性樹木や陽地に生える植物の発芽が多かった。

3) 試験区別法面の出現種組成

2008 年 4 月から 7 月までの調査時点での試験区別法面に出現した種類とその数を表 - 4 に示す。

今回吹付けた種類を「吹付種」とし、それ以外は「侵入種」とした。対照区以外の試験区で発生した吹付種についても便宜上「吹付種」に含めた。また、埋土種子からの発生と考えられる種類については「侵入種」に含めた。

表 - 3 発芽試験結果

種名	土壌	A ₀ 層
草本類		
帰化種		
アレチハナガサ		1
オオアレチノギク	1	2
ベニバナボロギク	1	1
ヨウシュヤマゴボウ	1	
計	3	4
在来種		
エノコログサ属sp.		1
カヤツリグサ属sp.	1	3
カラムシ	5	2
コナスビ	6	2
スミレ属sp.	2	1
チヂミザサ		1
フタバムグラ	1	1
計	15	11
木本類		
在来種		
イイギリ	2	4
ウラジロエノキ	1	2
ウラジロタラノキ	1	1
クチナシ*		6
シマイズセンリョウ	2	2
シマグラ		1
シマサルナシ	1	2
ツルマサキ		1
ハマセンダン		1
ヒサカキ*	1	
マンリョウ*		1
ヤマモモ*		3
リュウキュウイチゴ	1	
リュウキュウバライチゴ	7	4
計	16	28
合計	34	43

注1) 帰化種の判別は清水⁹⁾によったが、史前帰化植物⁹⁾は在来種とした。

注2) *を付した種類は植生調査でも出現した種類を示す。

各試験区とも月日の経過と共に種数が増加していた。

吹付種ほどの試験区でも当初から発生していた。これは、吹付機の中に残っていた種子が吹き付けられたり、対照区の吹付け時に吹付種子が他区へ飛来したことにより発生したものと考えられる。

侵入種では帰化草本のベニバナボロギクが全試験区で発生していた。これは埋土種子のほか、実生が多量に発生していたため、既設法面から種子が飛来したことも影響していた。

対照区では帰化草本が多く発生していた。種子なし区では帰化草本はあまり発生していないことから、対照区の帰化草本の大部分は、その種子が吹付種子の中に混ざっていたものと考えられた。

発芽試験で発芽した種類は、土壌区で8種、A₀区で5種と少なかった。

土壌区や A₀ 区でのアカメガシワ、カラスザンショウ、サキシマフヨウ等は4～5月の早い時期から現れており、埋土種子からの発生と考えられた。

7月までの時点で、埋土種子からの発生が最も多かったのは土壌区であり、先駆種や陽地に生える種類が大部分を占めた。

表-4 試験区別に出現した種類とその数

種名	試験区				対照区				土壌区				A ₀ 区				種子なし区					
	4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月		
吹付種																						
クラーピングレッドフェスタ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
バーミューググラス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ホワイトクローバー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ヨモギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
メドハギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ヤマハギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
計	6	6	5	5	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5	5		
侵入種																						
卵化草本類																						
コメビエ			0	0	0	0	0	0	0											0	0	
シヤクチソウバ	0	0	0	0	0																	
トマト			0	0	0																	
ノラコンジシ			0	0	0			0	0	0												
ベニバナボロギク (土, A ₀)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ホナガアネグイトウ			0	0	0																	
ミナトアカギ			0	0	0																	
ヨウシユヤマゴボウ (土)			0	0	0			0	0	0	0											
計	2	8	8	8	2	4	4	4	0	1	1	1	0	1	2	2						
在来草本類																						
イヌホオズキ																			0			
エノキダテ											0											
オオエノコログサ (A ₀)												0			0	0	0					
オヒシバ							0	0	0				0	0	0	0			0	0	0	
カタバミ																						
カラスウリ																				0		
カラムシ (土, A ₀)								0	0													
コナズメ (土, A ₀)							0	0	0													
ツユクサ															0	0	0					
ヒナタノイノメチ			0	0	0											0	0	0				
マツカゼソウ							0	0	0							0	0	0				
メヒシバ		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0							
計	1	2	2	2	1	4	5	6	1	6	6	7	0	2	1	1	0	2	1	1		
在来草本類																						
アオモジ																				0		
アカメガシワ												0	0	0	0							
イイギリ (土, A ₀)								0	0				0	0	0							
ウラジロエノキ (土, A ₀)							0	0	0	0			0	0	0							
ウラジロタラノキ (土, A ₀)							0	0	0	0												
カラスザンショウ							0	0	0	0												
クチナシ (A ₀)																0						
サキシマフヨウ												0	0	0								
シマザルナシ (土, A ₀)																						
タブノキ				0																		
スルダ												0	0	0								
ハゼノキ												0	0	0							0	0
ハマセンダン (A ₀)																			0	0		
計	0	0	0	1	2	7	8	8	1	4	4	5	0	2	2	1	0	2	2	1		
合計	9	16	15	16	11	21	23	24	6	15	15	17	4	11	10	9						

注1) 帰化種の符号は特選選定種^{注2)}日本の原産種数に基づいたが、実生帰化種^{注3)}は在来種とした。
 注2) (土)は土壌の発芽試験で出現した種、(A₀)はA₀区の試験で出現した種、(土, A₀)は両方から出現した種を示す。
 注3) 各月の調査時に採れた種に○をつけている。

表-5 調査区内に出現した植物の成立本数 (単位: 本/m²)

4) 調査区内の成立本数の変化
 調査区内に出現した植物の成立本数の変化を、試験区別に表-5に示す。吹付種、帰化草本類、在来草本類、木本類に区分して2調査区の平均値を示した。

対照区での吹付種は減少傾向であり、発生期待

経過月数	試験区	出現種区分				合計
		吹付種	帰化草本類	在来草本類	木本類	
2008年4月 (1ヶ月経過)	対照区	449				449
	土壌区	58			6	64
	A ₀ 区	4		1	1	6
	種子なし区	2				2
2008年5月 (2ヶ月経過)	対照区	306	1	1		308
	土壌区	80	6	2	6	94
	A ₀ 区	9	4		1	14
	種子なし区	4	5			9
2008年6月 (3ヶ月経過)	対照区	164	2	1		167
	土壌区	65	3	2	6	76
	A ₀ 区	11	59		1	71
	種子なし区	3	52			55
2008年7月 (4ヶ月経過)	対照区	134	2	1	1	138
	土壌区	56	3	2	6	67
	A ₀ 区	11	22	2	1	36
	種子なし区	2	10			12

本数 4,000 本/m² には全く達しなかった。侵入種では帰化草本の増減が激しく、これはベニバナボロギクによるものであった。木本類の本数は A₀ 区より土壌区の方が多かった。

表-6 調査区内の被覆率の変化 (単位: %/m²)

経過月数	試験区	出現種区分				合計
		吹付種	帰化草本類	在来草本類	木本類	
2008年4月 (1ヶ月経過)	対照区	6	0	0	0	6
	土壌区	1	0	0	1	2
	A ₀ 区	1	0	0	1	2
	種子なし区	1	0	0	0	1
2008年5月 (2ヶ月経過)	対照区	88	3	1	0	92
	土壌区	66	6	1	8	81
	A ₀ 区	2	1	0	1	4
	種子なし区	1	2	0	0	3
2008年6月 (3ヶ月経過)	対照区	93	3	1	0	97
	土壌区	64	8	1	19	92
	A ₀ 区	7	2	0	2	11
	種子なし区	1	5	0	0	6
2008年7月 (4ヶ月経過)	対照区	84	1	6	1	92
	土壌区	57	4	2	27	90
	A ₀ 区	21	16	1	3	41
	種子なし区	2	18	0	0	20

5) 調査区内の被覆率の変化

調査区内での被覆率の変化を、試験区別に表-6に示す。出現種区分は表-5と同じであり、2調査区の平均値である。

対照区では、吹付種は6月で最大となり、それ以降減少した。逆に侵入種の帰化・在来草本類は増加していた。土壌区では吹付種による被覆が高かったが、木本類が当初から被覆し始め、徐々に率を増加していた。A₀区でも当初から木本類が被覆していたが、率は土壌区の方が高かった。種子なし区では帰化草本類の被覆率が高く、これは主にベニバナボロギクによるものであった。また、ベニバナボロギクの被覆率は A₀ 区でも高かった。

4. まとめ

林道開設地である森林から採取した A₀ 層、土壌を基盤材等と混合し吹付けた結果、以下のことが明らかとなった。

- ①試験地付近の植生と採取した森林土壌に含まれる埋土種子の発芽試験とは出現種が一致せず、発芽試験では先駆種や陽性の種類が多かった。
- ②法面に発生した種類も発芽試験結果とあまり一致しなかったが、発芽試験では見られなかった種類の中で、埋土種子から発生したと考えられるものもあった。
- ③ A₀ 層より下層の暗褐色の A 層を吹付けた方が成立本数や被覆率が高く、緑化に効果的と考えられた。
- ④森林土壌を吹付けると、法面は先駆種や陽性の植物主体の植生になると考えられた。

引用文献

- 1) 鹿児島県：鹿児島県地質図, 1999
- 2) 村井宏・堀江保夫編：新編 治山・砂防緑化技術, 162, ソフトサイエンス社, 1997
- 3) 中村剛・本田慶司・谷口伸二：奄美大島における土壌シードバンクを利用した緑化の施工事例, 日本緑化工学会誌, Vol. 33(1), 183 ~ 186, 2007
- 4) 清水建美編：日本の帰化植物, 1 ~ 336, 平凡社, 2003
- 5) 清水善和・矢原徹一・杉村乾：奄美大島のシイ林における伐採後の植生回復, 駒沢地理, No.24, 31 ~ 56, 1988
- 6) 下園寿秋・宮里学・函師朋弘・穂山浩平・中村清治：奄美大島における地域性種苗を植栽した林道切土法面の緑化, 日本緑化工学会誌, Vol. 33(4), 596 ~ 600, 2008
- 7) 森林立地調査法編集委員会編：森林立地調査法, 44 ~ 46, 博友社, 1999