

早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業

-ウラジロエノキの生長特性と立地環境に関する研究-

井口 朝道・玉城 雅範

1. 目的

ウラジロエノキは、ニレ科の常緑高木で、沖縄を代表する早生樹の1つであり、今後、ますます需要が見込まれることから、造林樹種としての植栽が増加する傾向にある。

立地環境が生長に及ぼす影響については、未解明なことから本研究を実施することとし、2年目にあたる今年度は、植栽後1年間の生長量と立地環境の影響について評価したので報告する。

2. 材料と方法

調査地、使用苗木、および立地環境調査における調査手法については前報による。生長量調査は、初回計測を行った2020年3月18日以降、約3ヶ月毎に植栽木の苗高及び枯死状況について記録し、最終の計測は2021年3月17日であった。また立地環境調査のうち、土壌堆積含水率および土壌貫入値については、生長量調査と併せて実施し、計5回の平均値を採用した。

3. 試験結果

立地環境調査の結果として、調査区毎の露出度、土壌体積含水率、土壌貫入値を図-1に示す。多重比較(ホルム)の結果、露出度については、前報の通り、調査区1は尾根地形、調査区2、3は、いずれも閉鎖的な斜面下部と同様な環境として位置づけることとした。

他の立地環境調査の結果についても、概ね前報と同様の結果を示し、土壌体積含水率は、調査区1で有意に高い値を示し($p < 0.01$)、土層貫入値については、調査区1、2では、多くの地点で最大の50cmに達し、土層深が厚いのに対し、調査区3では、表層の土層深が有意に薄い結果となった($p < 0.01$)。

次に調査区毎、剪定の有無別の植栽木の現況を表-1に示す。いずれの調査区においても、枯死や枯損(枯死には至っていないが先枯れ等の症状を指す)が多く発生しており、1年間の生長量がプラスとなった個体は、233個体中わずか94個体に留まった。これらの枯損のみられない健全な94個体について、調査区毎、剪定の有無別の1年間の生長量を図-2に示す。生長量に立地環境が及ぼす影響について評価するため、目的変数に年間生長量、説明変数に、露出度、土壌体積含水率、土壌貫入値、さらに剪定の有無を用いて、一般線形モデルにより解析を行った。その結果、土壌貫入値が有意に正の影響を与えている可能性が確認された($p < 0.01$)。また、土壌貫入値と生長量の間でピアソンの積率相関分析を行ったところ、低い正の相関がみられた($p < 0.05$) (図-3)。

立地環境が生長量に与える影響について正確に評価するため、今後も引き続き、植栽木の生長量と併せて、土壌環境についても継続的にデータを収集・蓄積し、解析を実施する予定である。

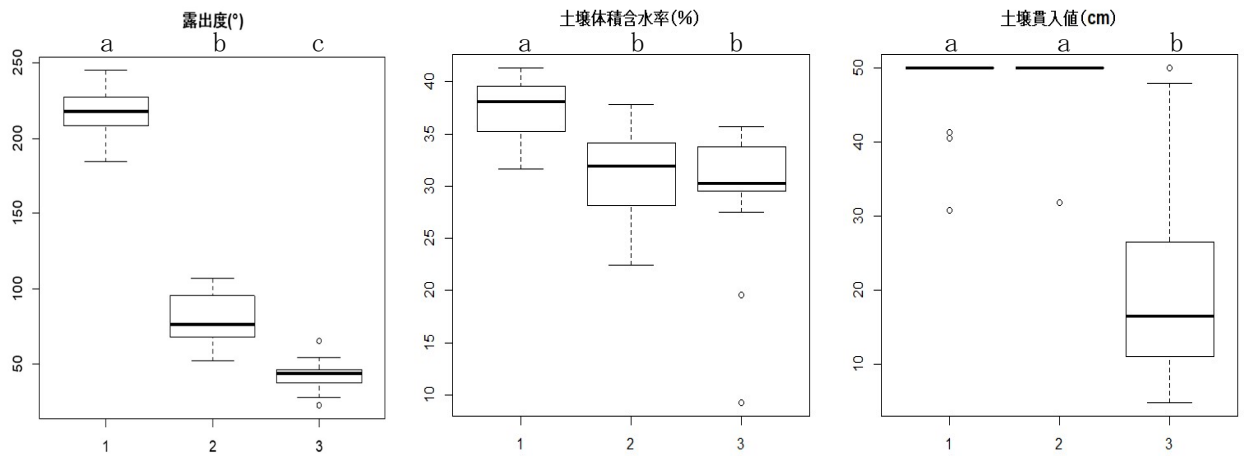


図-1 調査区毎の立地環境

(左から、露出度(°)、土壌体積含水率(%)、土層貫入値(cm))

表-1 調査区毎、剪定の有無別の植栽木の現況

調査区	剪定有・無	当初生存個体	枯死	枯死発生率	枯損含む	枯死・枯損発生率
1	無	79	24	30%	50	63%
	有	8	6	75%	8	100%
	小計	87	30	34%	58	67%
2	無	33	1	3%	16	48%
	有	39	12	31%	17	44%
	小計	72	13	18%	33	46%
3	無	39	7	18%	36	92%
	有	35	3	9%	12	34%
	小計	74	10	14%	48	65%
総計	無	151	32	21%	102	68%
	有	82	21	26%	37	45%
	小計	233	53	23%	139	60%

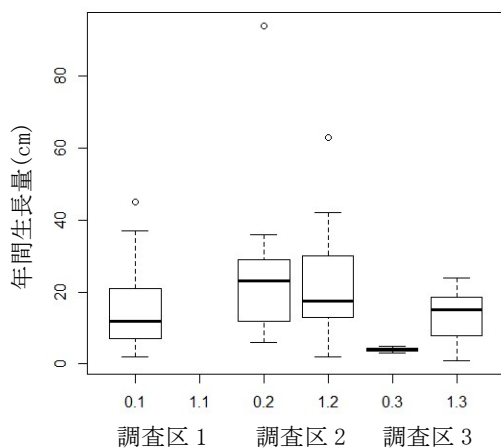


図-2 調査区毎、剪定の有無別の年間生長量(cm)

※調査区番号の前の数字の0、1は剪定の無し、有を表す

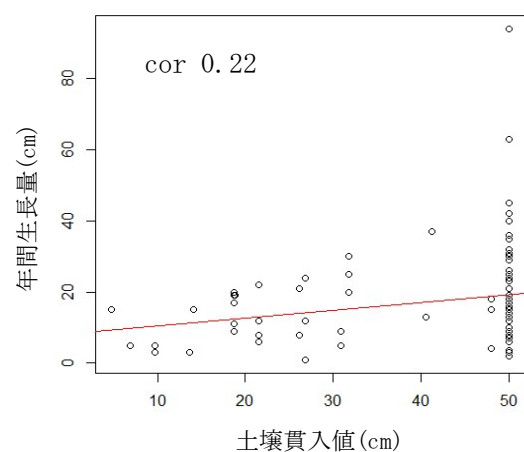


図-3 土壌貫入値と年間生長量の相関

コウヨウザンの生長について

玉城 雅範・井口 朝道

1. 目的

コウヨウザン(*Cunninghamia lanceolata* Hook.)は中国原産の樹種で、生長の早さや萌芽更新が可能であることから造林コストの低減に繋がることが期待され、近年全国的に研究が進められている。一方、沖縄県内では琉球王朝時代に中国福州より渡来し、広葉杉として琉球王国の御用木に指定され、厳重に管理されていた樹種であったが、近年は植栽実績がなく、県内における生長量等の研究成果の蓄積も少ない状況である。

そのような中、沖縄県では、九州森林管理局沖縄森林管理署、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター九州育種場（以下、九州育種場）とコウヨウザン、ウラジロエノキ、ハマセンダン等の早生樹の造林等に係る試験を共同で実施する覚書を令和2年3月に締結し、コウヨウザンの植栽試験を行っているところである。

そこで、今回植栽から6ヶ月目までの活着状況と生育状況について調査を実施したので、その結果について報告する。

2. 材料と方法

供試した苗木は、九州育種場より提供を受けた中国広西自治区由来3系統の実生苗106本、熊本県及び広島県由来の挿し木によるクローン苗102本、合計208本である（表-1）。

植栽地は県営林72林班（名護市源河地内）内の北西斜面からほぼ平坦な地形となる箇所である。試験区は、ha当たり2,000本の間隔で実生苗とクローン苗をそれぞれ箇所を分け、各系統をランダム配置した（図-1）。植栽は2020年3月27日に行い、初期苗高を2020年4月10日に測定した。生育状況については、植栽から約1ヵ月後の2020年5月7日、2ヵ月後の6月5日、6ヵ月後の10月12日に苗高を測定した。

3. 試験結果

調査の結果、植栽2ヶ月目までは家系毎の生存率が100%となり、全て活着していたが、植栽6ヶ月目の生存率は70.0～95.0%となっていた。生存率が下がった要因の一つとして、平坦部の一部において滞水し枯死が確認されたことから、地形的な要因も考えられた（写真-1）。

苗高生長については、実生苗は23.9 cm（±15.7）（以下、平均値（±標準偏差））となり、家系による違いは確認されなかった。クローン苗は16.4 cm（±10.8）となり、実生苗と同様に家系による違いは確認されなかった。また植栽から6ヶ月後で苗高生長しているが、45度より倒れている個体が実生苗で3本、クローン苗で12本確認された（写真-2）。

今後も引き続き、沖縄県内におけるコウヨウザンの生長量等について、長期的に調査していく予定である。

表-1 植栽後6ヶ月目までの生育状況

区分	家系	期首(2020年4月10日)* ¹		植栽1ヶ月目(5月7日)		植栽2ヶ月目(6月5日)		植栽6ヶ月目(10月12日)	
		植栽本数(本)	苗高(cm)	平均生長量* ^{2,3} (cm)	生存率(%)	平均生長量(cm)	生存率(%)	平均生長量(cm)	生存率(%)
実生苗	広西吉安 S	20	39.5 (±6.3)	1.9 ^a (±1.3)	100	4.0 ^a (±1.9)	100	28.7 ^a (±17.6)	70.0
	広西天峨 S	66	40.1 (±8.2)	1.8 ^a (±1.6)	100	3.9 ^a (±2.6)	100	24.7 ^a (±16.3)	81.8
	広西風山 S	20	37.4 (±5.6)	2.2 ^a (±1.1)	100	3.1 ^a (±1.4)	100	18.3 ^a (±9.7)	95.0
	小計	106	39.4 (±7.5)	1.8 (±1.4)	100	3.7 (±2.3)	100	23.9 (±15.7)	82.1
クローン苗	九育菊池	40	46.4 (±11.8)	1.1 ^a (±1.2)	100	2.8 ^a (±1.8)	100	16.7 ^a (±12.1)	90.0
	熊本菊池深葉E259	15	27.1 (±8.3)	1.5 ^a (±1.4)	100	2.7 ^a (±1.7)	100	17.9 ^a (±9.0)	86.7
	熊本菊池深葉E282	15	24.3 (±5.2)	1.2 ^a (±0.9)	100	2.4 ^a (±2.5)	100	16.8 ^a (±9.7)	80.0
	福山県有林D279	32	37.7 (±10.9)	1.6 ^a (±1.6)	100	3.9 ^a (±2.7)	100	15.1 ^a (±9.9)	84.4
	小計	102	37.6 (±13.4)	1.3 (±1.3)	100	3.1 (±2.3)	100	16.4 (±10.8)	86.3

※¹植栽日は2020年3月27日として()内の日付けは調査日

※²先枯れが確認された個体は、平均生長量の解析対象から除外した。

※³図中の異なるアルファベットは処理別で有意差があることを示す(Tukey-Kramer多重比較、p<0.05)。多重比較は実生苗、クローン苗それぞれでおこなった。

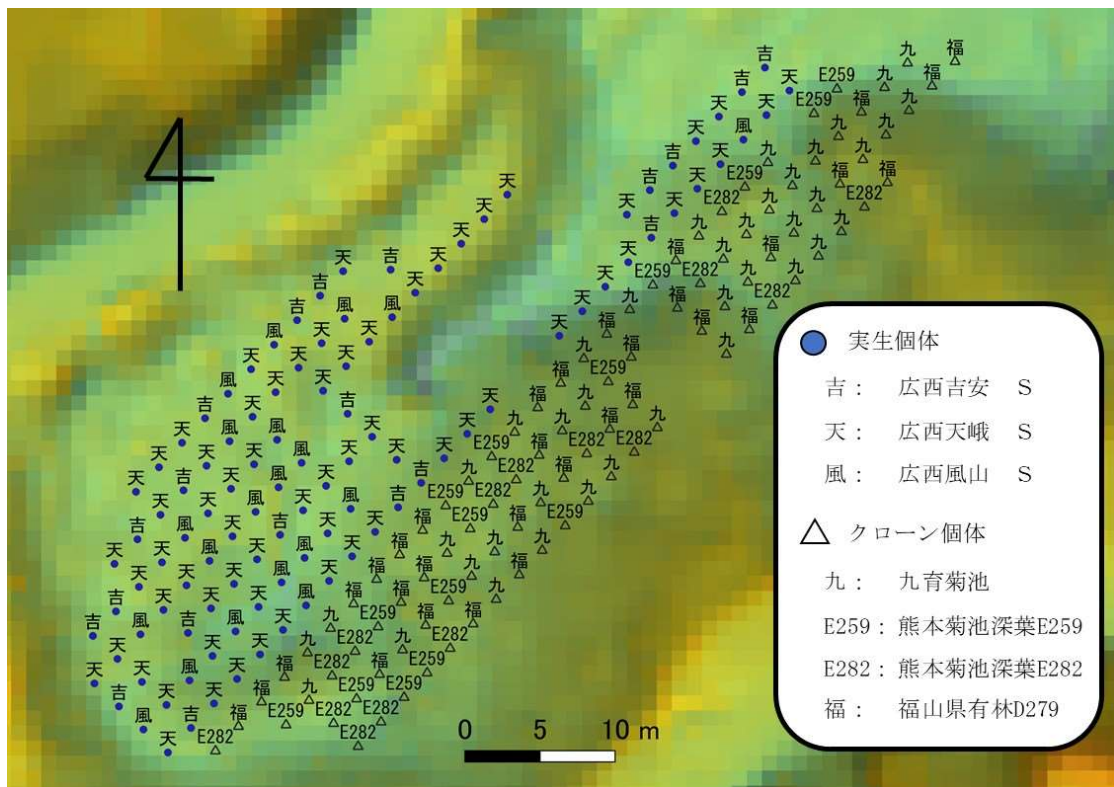


図-1 植栽配置図



写真-1 滞水箇所での枯死個体



写真-2 斜めに倒れている個体

デイゴヒメコバチ天敵防除技術の開発研究

—デイゴカタビロコバチの野外放飼試験Ⅱ—

東江 賢次・大石 毅

1. はじめに

2005年に沖縄全域のデイゴにデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* (以下「EGW」)の加害により、デイゴの樹勢の衰退が引き起こされ、開花率が顕著に低下した。その防除対策としてEGWの寄生性天敵であるアフリカ原産のデイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* (以下「Ee」)を2014年にハワイから導入し、実験室内で増殖と効果試験を行ったところ、Eeは実験室内及び網室内でのEGW防除効果があり、また他の昆虫への影響がないことが認められた。その結果を元に、2017年10月に宮古島市の下地島にてEeの野外放飼試験を実施した。今回はその試験の効果と拡散・定着に関する調査結果について報告する。

2. 材料と方法

(1) EGW及びEeの発生調査

Ee野外放飼は、2017年10月に宮古島市下地島にある2箇所のデイゴを対象に行った(以下「放飼木」)。放飼後はEeの拡散状況と効果を確認するため放飼木とその周辺に位置するデイゴ樹木(以下「周辺木」)から月1回の割合で100g程度の虫こぶを採取し、それから発生するEGW及びEeの数を計測した。

当初は放飼木から比較的近い位置(15.8Km以内)の8箇所のデイゴを調査対象としたが、2018年11月までにそのほとんどでEeの発生が確認できたので、2019年4月以降は新たに10地点に調査木を設定して、宮古島全域で調査することとした(図-1)。ただし、新たに設定した調査木10本については、2020年4月以降は5月と11月の年2回のみの調査とした。

(2) 効果の確認

2018年7月から毎月1回の割合で放飼木及び初期に設定した調査木(以下「既存調査木」)の虫こぶ被害度と着葉量を調査した。なお、虫こぶ被害度は目視により虫こぶが形成された葉の率と形状で次のように区分した。0:0%、1:1~10%、2:11~30%、3:31~50%(葉が変形)、4:51~70%(葉が塊状)、5:71~100%(葉及び葉柄が塊状)、6:枝先端枯死。

3. 結果

(1)Eeは2019年10月に放飼木から東南東24.8Km、2020年5月には放飼木から南東27.4Km地点の調査木からもEeが発生し、Eeは宮古島全域に拡散していると推測できる(表-1)。

(2)既存調査木からのEe発生密度は年々高まっている(表-2)。

(3)既存調査木の平均虫こぶ被害度が3を下回る月は令和元年度(2019年4月~2020年3月)は3回だったが、令和2年度(2020年4月~2021年3月)は10回記録された。着葉量が70%を上回る月は令和元年度はなかったが、令和2年度は6回あった(図-2)。

表-1 調査木と Ee 初回発生

No.	区分	調査地名	方向	距離	Ee初回発生
1	放飼木	サンパリンクス	—	0.0Km	2017年12月
2	放飼木	さしばの里	—	0.0Km	2017年11月
3	周辺木	来間島	SE	14.0Km	2020年1月
4	周辺木	下地多目的公園	SE	15.8Km	2018年11月
5	周辺木	川満	SE	14.0Km	2019年5月
6	周辺木	宮古合同庁舎	ESE	13.2Km	2018年8月
7	周辺木	しみどり推進課	E	14.6Km	2018年11月
8	周辺木	ひらりん公園	E	11.4Km	2018年11月
9	周辺木	下地島空港	NW	1.4Km	2018年9月
10	周辺木	平成の森公園	N	1.6Km	2018年11月
11	周辺木	上野構造センター	SE	17.8Km	2020年3月
12	周辺木	砂川公民館	SE	21.4Km	未発生
13	周辺木	皆福公民館	SE	27.4Km	2020年5月
14	周辺木	城辺総合運動公園	ESE	24.8Km	2019年10月
15	周辺木	介護事業所きゃーぎ	ESE	21.1Km	2019年9月
16	周辺木	県農研支所	ESE	17.6Km	2020年5月
17	周辺木	高野公民館	E	16.6Km	2019年8月
18	周辺木	砂山ビーチ	E	11.6Km	未発生
19	周辺木	宮古南静園	ENE	14.4Km	未発生
20	周辺木	西平安名崎入口	NE	13.4Km	2020年11月

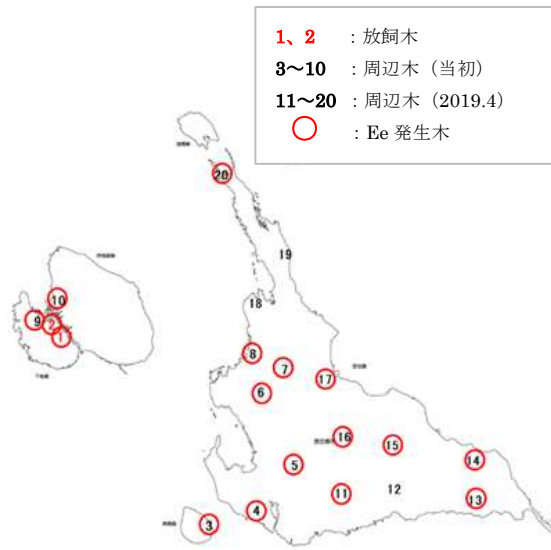


図-1 調査木の位置

表-2 既存調査木虫こぶ 100g 当たり月平均発生頭数

調査期間	EGW	Ee	EGW:Ee	調査本数	Ee発生本数	発生率
2018.4~2019.3	217.5	5.9	37:1	153	29	19%
2019.4~2020.3	361.1	13.2	27:1	156	63	40%
2020.4~2021.3	269.4	24.0	11:1	156	82	53%

※「調査本数」及び「Ee 発生本数」は累計値

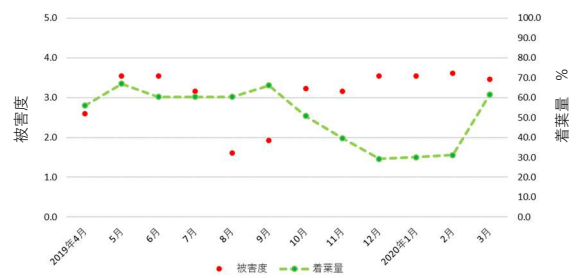


図-2 既存調査木の平均虫こぶ被害度と着葉量

デイゴヒメコバチ天敵防除技術の開発研究

-デイゴカタビロコバチの飛翔習性-

大石 毅・東江 賢次

1. はじめに

2017年10月に宮古島市下地島においてデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* (以下「EGW」) の天敵であるデイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* (以下「Ee」) の野外放飼試験を開始した。放飼から10か月が経過した2018年8月に放飼地点から東南東約13Km、さらに放飼から24か月が経過した2019年10月に東南東約25Kmに位置する宮古島内の調査木からEeの発生が確認された。Eeの拡散は速やかに起こっていると考えられる。そこで今回はEeの拡散速度を推測する基礎資料とするために、Eeの垂直方向(上方)への飛翔習性について調査した。

2. 材料と方法

沖縄県宮古合同庁舎屋上(以下「屋上」)に枝葉を除去したデイゴ挿し木苗5鉢を2020年3月4日に設置した(図-1)。新たな出芽があった4鉢の苗に対して4月8日にゴーズ袋をかけて、それぞれにEGW雌雄30頭ずつを放飼し、デイゴの新芽に産卵させた。2週間が経過した4月22日にゴーズ袋を除去したところ2鉢の苗でEGWによる虫こぶの形成を確認した(図-2)。5月7日に虫こぶにEGWの脱出口が確認できたので、2鉢から合計39.2gの虫こぶを採取し、その後、実験室内で約2か月間に亘ってEGWとEeの羽化脱出を観察した。

なお、屋上のデイゴ苗と直近デイゴの位置関係は斜距離34.7m、垂直距離15.1mである(図-3、図-4)。また、その直近デイゴは2018年8月からEeの発生が確認されている調査木である。

3. 結果

採取した虫こぶからのEGWとEeの羽化脱出は5月22日まで確認され、累計でEGWが155頭(♂63頭、♀92頭)、Eeが62頭(♂41頭、♀21頭)であった(表)。以上のことからEeが垂直方向(上方)約15mの位置まで移動し、EGWに産卵、寄生したことが確認できた。



図-1 屋上に設置したデイゴ苗
(撮影:3月17日)



図-2 新芽に虫こぶが形成されたデイゴ苗
(撮影:4月22日)



図-3 県宮古合同庁舎と直近デイゴ（デイゴ苗の設置は○の箇所）

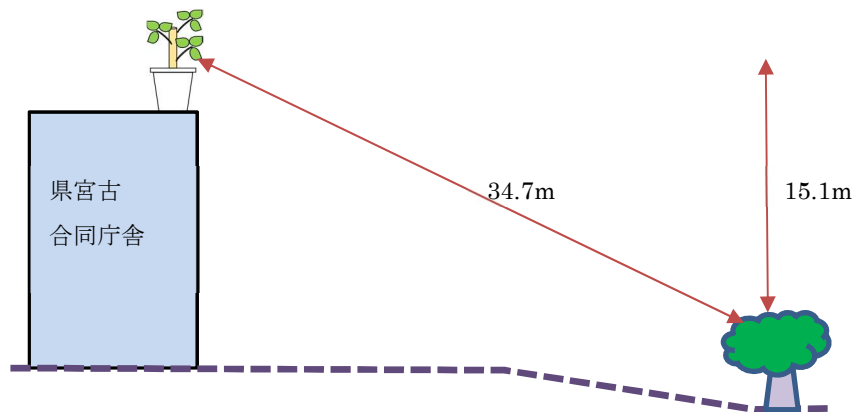


図-4 デイゴ苗と直近デイゴの位置関係模式図

表 デイゴ苗虫こぶからの EGW、Ee 羽化脱出頭数

虫こぶ 採取日	虫こぶ 重量	種類	雌雄	羽化数（頭）				計	合計
				5月12日	15日	19日	22日		
2020年 5月7日	39.2 g	EGW	♂	58	3	1	1	63	155
			♀	60	20	8	4	92	
		Ee	♂	1		9	31	41	62
			♀		2	4	14	1	

松くい虫天敵クロサワオオホソカタムシの大量増殖技術の改良

-沖縄島産キボシカミキリの人工増殖-

東江 賢次・大石 毅

1. はじめに

沖縄県において、マツノマダラカミキリの天敵であるクロサワオオホソカタムシの人工増殖は、幼虫期間は代替餌としてハチノスツヅリガ幼虫を用いている。ハチノスツヅリガ飼育は鱗粉が飛散し、飼育室内が汚染されることや飼育担当者の健康被害が懸念される。また、必要とする大きさに飼育することは容易ではない。そのようなことから、より容易に生産できる代替餌が望まれている。その代替餌の候補としてキボシカミキリ（以下「キボシ」）がある。そこで、今回はクロサワオオホソカタムシの人工増殖において、キボシの餌利用に向けて沖縄島産キボシの大量人工増殖方法を検討するために、人工増殖条件におけるキボシの孵化から羽化までの生育期間を調査した。

2. 材料と方法

2019年4月に今帰仁村内のクワの幹を環状剥皮し、衰弱させてキボシを誘引して自然産卵させた（以下「自然産卵木」）。産卵痕とフラスの排出が確認できたので、2019年12月26日に伐倒・玉切りして、名護市の森林資源研究センター網室に搬入した。網室内で羽化脱出してきたキボシを捕獲し、25℃に設定した実験室内で透明プラスチック容器（口径110mm、高さ100mm、上蓋には網が張られた空気孔あり）に餌および産卵基材としてクワ枝（直径5～10mm×長さ100～140mm）を入れて飼育し、交尾させて、産卵させた（図-1）。

産卵痕が確認できたクワ枝を剥皮し、卵を取り出し、水で湿らせた濾紙を敷いたシャーレ内に移して孵化させた。孵化した幼虫は透明プラスチック容器（口径55mm、高さ35mm）に入れ、人工飼料（インセクタLFS）を与えて飼育し、羽化までの期間を調査した（図-2）。なお、人工飼料は2週間毎に取り替え、蛹化するまで与えた。また、卵から羽化までの期間は25℃に設定したインキュベーターに入れて、午前5時から午後7時まではライトをつけて、14時間の長日条件とした。

3. 結果

自然産卵木からのキボシの羽化脱出は2020年4月13日から始まり、7月20日までに累計124頭であった（図-3）。雄は57頭で雌は65頭、性別不明は2頭であった。

実験室内で卵を採取して飼育し、羽化したキボシの中で雌雄が明らかな50頭について生育期間を調べたところ、雄21頭の平均幼虫期間は77.4日、平均蛹期間は15.5日で合計93.0日であった。雌29頭の平均幼虫期間は70.4日、平均蛹期間は14.6日で合計85.1日であった（表）。雄の方が雌に比べて生育期間は8日長かった。



図-1 キボシ成虫の飼育



図-2 キボシ幼虫の飼育

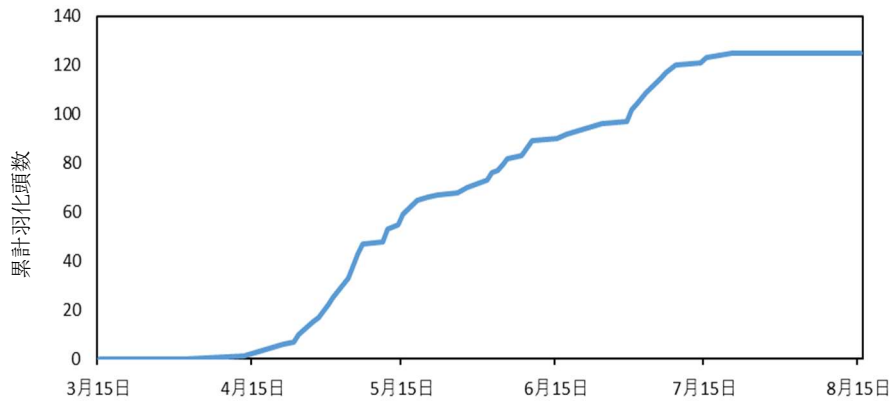


図-3 自然産卵木からのキボシ羽化数の推移

表 人工増殖におけるキボシの生育日数

	個体数	幼虫期間 (日)	蛹期間 (日)	合計 (日)
雄	21	77.4	15.5	93.0
雌	29	70.4	14.6	85.1

表中の期間は平均を示す。

四捨五入のため計と内訳は一致しない

松くい虫天敵クロサワオオホソカタムシの大量増殖技術の改良

-沖縄島産キボシカミキリの蛹の保存方法がクロサワの生育に与える影響-

大石 毅・東江 賢次

1. 目的

これまでマツノマダラカミキリ（以下 マツカミキリ）の天敵であるクロサワオオホソカタムシ（以下 クロサワ）の幼虫飼育には生きたハチノスツヅリガ（以下 ハチミツガ）と人工飼料の2種類の餌を用いて行っている。2種類の餌を用いた飼育方法では餌の維持管理や飼料作成等の作業が複雑であり常時複数名の作業員を必要とすることから、天敵の生産コストが増加する要因の一つとなっている。そのため、作業内容が単純かつ冷蔵または冷凍保存可能な餌を利用した飼育法の検討が求められている。一方、クロサワの近縁種でマツカミキリの天敵であるサビマダラオオホソカタムシ（以下 サビマダラ）ではキボシカミキリ（以下 キボシ）の生きた状態または冷蔵保管した蛹を利用した飼育法が報告されている。そこで今回は、累代飼育した沖縄島産のキボシの生の蛹と冷蔵保存の蛹、さらに冷凍保存の蛹をクロサワの餌として利用した場合の羽化率、成虫の生産性、体サイズ、生育期間について調査した。

2. 材料と方法

クロサワ卵：産卵から7日後の卵を用いた。なお、クロサワ成虫は森林資源研究センターにおいて累代飼育した系統を用いた。

キボシ蛹：蛹化して7日以内の蛹を試験開始7日前に冷蔵庫（設定温度5℃、以下 冷蔵区）および冷凍庫（設定温度-20℃、以下 冷凍区）に保存した。対照として試験当日に蛹化7日以内の生の蛹（飼育温度25℃、以下 生区）を供試した。なお、キボシは2020年5月に今帰仁村の桑の樹から採集した個体を累代飼育した系統を用いた。

卵接種密度：蛹当たりの卵の接種密度を一定にするため、試験直前に蛹の重さを測定し、蛹の重さ0.03g当たりクロサワ卵を1個供試した。接種卵数= 蛹の重さg / 0.03g

飼育方法：飼育容器として容量25mlの自立型遠沈管（ポリプロピレン、VIOLAMO社製）を用いた。飼育容器にキボシ蛹を1頭と所定密度のクロサワ卵を入れ、温度25℃、日照条件をL:D=14:10に設定した低温恒温器（FMU-4041、福島工業社製）に静置した。

調査項目：クロサワの産卵日から羽化までの日数、飼育容器当たりの羽化頭数、成虫の体長（頭部先端から尾部末端の長さ）を調査した。

統計解析：飼育容器あたりの羽化率、餌の効率、体サイズおよび生育期間に対する餌の保存方法の影響についての解析は、これらの応答変数に対して餌の保存方法の種類を説明変数とした一般化線型モデル（GLM）にあてはめて行った。各モデルにおける応答変数の確率分布は、飼育容器あたりの羽化率はbinomial、餌の利用効率と

体サイズについては正規分布、生育期間については poisson をそれぞれ仮定した。その後、餌の保存方法の影響について Tukey 法により多重比較検定を行った。なお、すべての解析は R ver. 3.6.3 (R Core Team, 2013) を用いて行った。

3. 試験結果

羽化率の結果を図 1 に示した。生区では $57.1 \pm 10.2\%$ (平均値 \pm SE)、冷蔵区は $43.9 \pm 5.4\%$ 、冷凍区は $39.2 \pm 7.6\%$ であり、各区間で有意な差は確認されなかった。クロサワ成虫 1 頭当たりの餌の生産性の結果を図 2 に示した。生区では 75.9 ± 20.0 mg (平均値 \pm SE)、冷蔵区は 79.7 ± 17.4 mg、冷凍区は 97.8 ± 19.3 mg であり、各区間で有意な差は確認されなかった。体サイズの結果を図 3 に示した。生区では 5.07 ± 0.64 mm (平均値 \pm SE)、冷蔵区は 5.48 ± 0.12 mm、冷凍区は 5.65 ± 0.12 mm であった。生区の体サイズに比較して冷蔵区 ($p=0.0154$) および冷凍区 ($p<0.001$) は有意に高い値を示した。一方、冷蔵区と冷凍区の体サイズは有意な差は認められなかった ($p=0.5787$)。生育期間の結果について図 4 に示した。生区では 59.22 ± 0.469 日 (平均値 \pm SE)、冷蔵区は 61.51 ± 0.481 日、冷凍区は 63.5 ± 0.535 日であった。生区に比較して冷凍区は有意に生育期間が増加した ($p=0.0341$)。一方、生区と冷凍区の区間 ($p=0.3932$) および冷蔵区と冷凍区の区間 ($p=0.5122$) では有意な差は認められなかった。

以上の結果から、キボシの蛹は冷蔵または冷凍保存した場合でも十分にクロサワ幼虫の餌として利用できることが明らかとなった。今後は餌として利用できる保存期間やキボシの幼虫についても検討する必要があると考える。

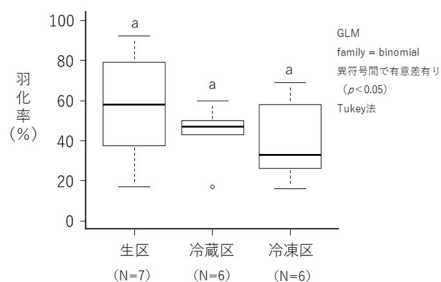


図1 餌の保存方法が羽化率に与える影響

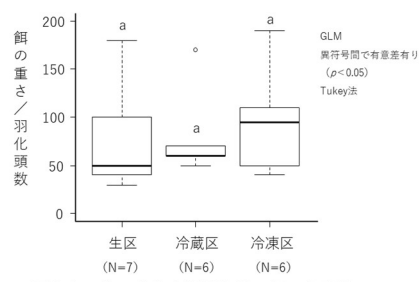


図2 クロサワ成虫 1 頭当たりの餌の生産性

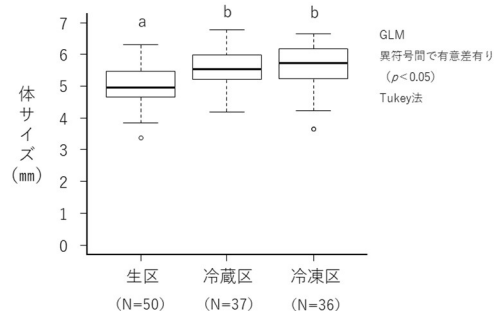


図3 成虫の体サイズに与える影響

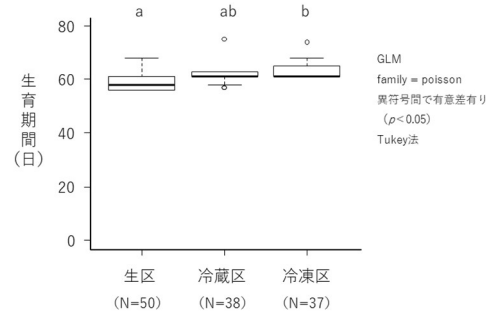


図4 生育期間に与える影響

マツノマダラカミキリに対するマツグリーンⅡの 殺虫および摂食阻害に関する効果

大石 毅・東江 賢次

1. 目的

マツノマダラカミキリ成虫（以下 カミキリ）に対する薬剤防除は4月～5月にかけてマツグリーンⅡを2回散布することで実施されている。アカマツやクロマツに対するマツグリーンⅡの防除効果についての残効期間や接触阻害効果に関する報告はあるが、リュウキュウマツ（以下 マツ）を対象とした報告は少ない。今後、本薬剤を用いた防除事業を推進する上でその効果について詳細な情報を得ることは重要であると考えられる。そのため今回は、雌雄別のマツグリーンⅡの殺虫と摂食阻害の効果に関する残効期間について調査した。

2. 材料と方法

供試農薬：農薬名 マツグリーンⅡ 成分名 アセタミプリド2%

散布方法

と試験区：農薬区として森林資源研究センター敷地内のマツを3樹選定し、本剤の100倍希釈液を動力噴霧器にて十分量を散布した。第1回散布日は2020年4月24日、第2回散布日は2020年5月29日に行った。なお、対照として森林資源研究センター敷地内の農薬を散布しないマツを3樹選定し、無処理区とした。

供試虫：カミキリはすべて森林資源研究センターにおいて飼育した増殖系統を用いた。なお、増殖系統は2019年に名護市内で採集した成虫を親虫とした系統である。

試験方法：第2回の農薬散布から2、4、6、8週間後に各樹から直径5～10mm、長さ70mmの枝を12本採集した。採集した枝は1本ずつ、ろ紙（φ70mm）を敷いたプラスチックカップ（200BL）に入れた。そのプラスチックカップにカミキリを1頭ずつ入れ、7日後に虫の生死と枝の摂食面積を記録した。なお、雌雄ともに樹当たり6頭ずつ供試した。試験は温度25℃、日照条件をL:D=14:10に設定した実験室にて行った。

統計解析：雌雄間の死亡率についての解析は、Fisher 正確確率検定を行った。解析は R ver. 3.6.3 (R Core Team, 2013)を用いて行った。

3. 試験結果

殺虫効果の経時的変化の結果を図1に示した。雌の死亡率は第2回農薬散布から2週間後は72.2±48.1%（平均値±標準偏差）、4週間後は83.3±16.7%、6週間後は44.4±9.6%、8週間後は38.9±19.3%であり、死亡率は6週間後からは低下した。雄の死亡率は、2週間後は77.8±38.5%、4週間後は72.2±19.3%、6週間後は61.1±19.3%、8週間後は72.2±34.7%であり、調

査期間中の死亡率は 61.1%~77.8%で推移した。雌の 6 週間後および 8 週間後の死亡率は雄に比較して低い値を示したが、雌雄間で死亡率に有意な差は確認できなかった。

摂食阻害効果の経時的変化についての結果を図2に示した。雌および雄の無処理区の枝の摂食面積が10mm²以上であった枝は、いずれの週においても6.0±0.0本（平均値±標準偏差）であり、供試した枝はすべて10mm²以上の摂食面積であった。一方、雌の農薬区において摂食面積が10mm²以上であった枝は農薬散布から2週間後は1.3±1.89本、4週間後は2.7±0.47本、6週間後は3.3±0.47本、8週間後は2.7±0.47本であった。また、雄の農薬区において摂食面積が10mm²以上であった枝は農薬散布から2週間後は0.7±0.94本、4週間後は1.3±0.47本、6週間後は1.7±0.94本、8週間後は2.2±0.16本であった。

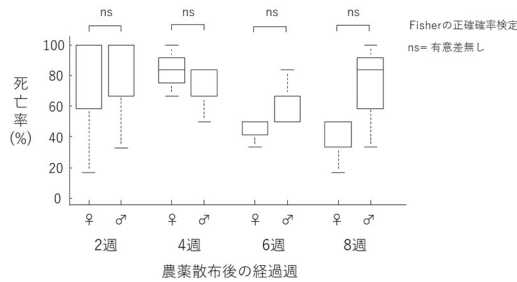


図1. 殺虫効果の経時的変化

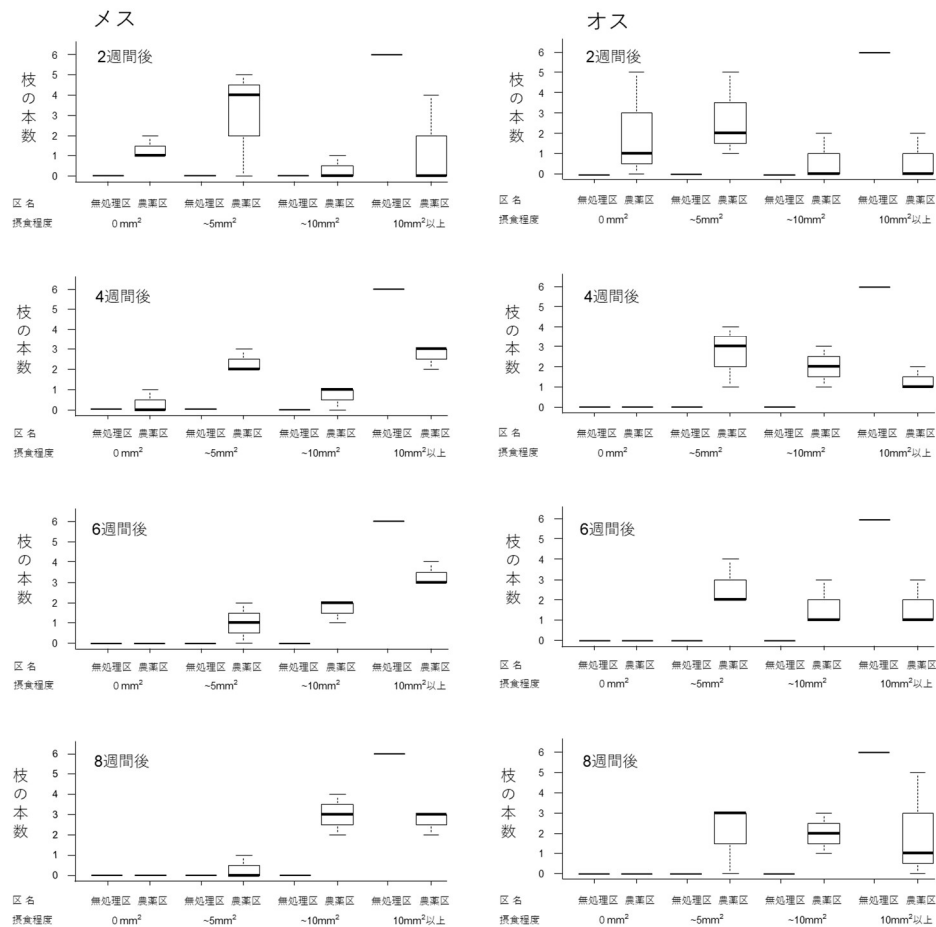


図2. 摂食阻害効果の経時的変化

マツノマダラカミキリの羽化パターンと体サイズ

-2019年と2020年の採集個体群と2020年の飼育個体群-

大石 毅・東江 賢次

1. 目的

害虫の発生パターンを調査、記録することは防除の時期等を検討する上で重要な情報の一つである。そこで今回は、マツノマダラカミキリ（以下、カミキリ）の2019年と2020年の野生個体群および2020年の飼育個体群の羽化パターンおよび体サイズを記録・調査し、防除の基礎資料とする。

2. 材料と方法

試験に用いたカミキリの野生個体群は名護市内においてプラス（カミキリ幼虫の食害により排出される糞や木屑）が観察されたリュウウマツ（以下 マツ）を2019年3月および2020年3月に伐採・玉切り、森林資源研究センターの網室（以下 網室、網室のサイズ=縦×横×高さ=240×335×335cm）に静置し、当年に羽化した個体である。

2020年の飼育個体群は2019年の野生個体群を親虫として2019年に産卵させ、2020年に羽化した個体群である。産卵および飼育の方法は以下のとおり、カミキリの被害を受けていない名護市内のマツを伐採・玉切り、網室内に入れた。その網室に2019年5～6月に羽化した既交尾の個体およそ60ペアを6月に放飼し、産卵させた。交尾は飼育容器内にメスとオスを1頭ずつ入れ、餌としてマツ枝（直径×長さ:10×100mm）を与え、7～10日間飼育し交尾させた。

羽化した個体はすべて回収し、回収日と性別を記録し、体長（頭部から尾部末端までの長さ）を測定した。調査は毎年4～7月の週日に行った。

3. 試験結果

(1) 羽化個体数の推移

2019年の野生個体群のメスの羽化の初確認は2019年4月19日、最終確認日は7月26日、羽化個体数が最も多かった時期は6月8～14日で羽化個体数は49頭であった（図の左上）。2019年の野生個体群のオスの羽化の初確認は2019年4月19日、最終確認日は7月25日、羽化個体数が最も多かった時期は6月1～7日で羽化個体数は47頭であった（図の右上）。2020年の野生個体群のメスの羽化の初確認は2020年4月24日、最終確認日は7月9日、羽化個体数が最も多かった時期は6月15～21日で羽化個体数は36頭であった（図の左中）。2020年の野生個体群のオスの羽化の初確認は2020年5月11日、最終確認日は6月30日、羽化個体数が最も多かった時期は6月15～21日で羽化個体数は28頭であった（図の右中）。2020年の飼育個体群のメスの羽化の初確認は2020年5月4日、最終確認日は7月28日、羽化個体数が最も多かった時期は6月15～21日で羽化個体数は173頭であった（図の左下）。2020年の飼育個体群のオスの羽化の初確

認は2020年5月6日、最終確認日は7月20日、羽化個体数が最も多かった時期は6月15～21日で羽化個体数は162頭であった（図の右下）。

(2)体サイズに関するデータ

2019年の野生個体群のメスの体サイズの最小値は14.3mm、最大値は26.6mm、平均値は 20.9 ± 2.6 mmであった。2019年の野生個体群のオスの体サイズの最小値は17.0mm、最大値は28.0mm、平均値は 21.4 ± 2.2 mmであった。2020年の野生個体群のメスの体サイズの最小値は14.9mm、最大値は27.1mm、平均値は 22.1 ± 2.7 mmであった。2020年の野生個体群のオスの体サイズの最小値は13.8mm、最大値は29.4mm、平均値は 21.0 ± 2.8 mmであった。2020年の飼育個体群のメスの体サイズの最小値は12.7mm、最大値は27.7mm、平均値は 19.8 ± 2.9 mmであった。2020年の飼育個体群のオスの体サイズの最小値は11.2mm、最大値は28.0mm、平均値は 19.7 ± 2.9 mmであった。

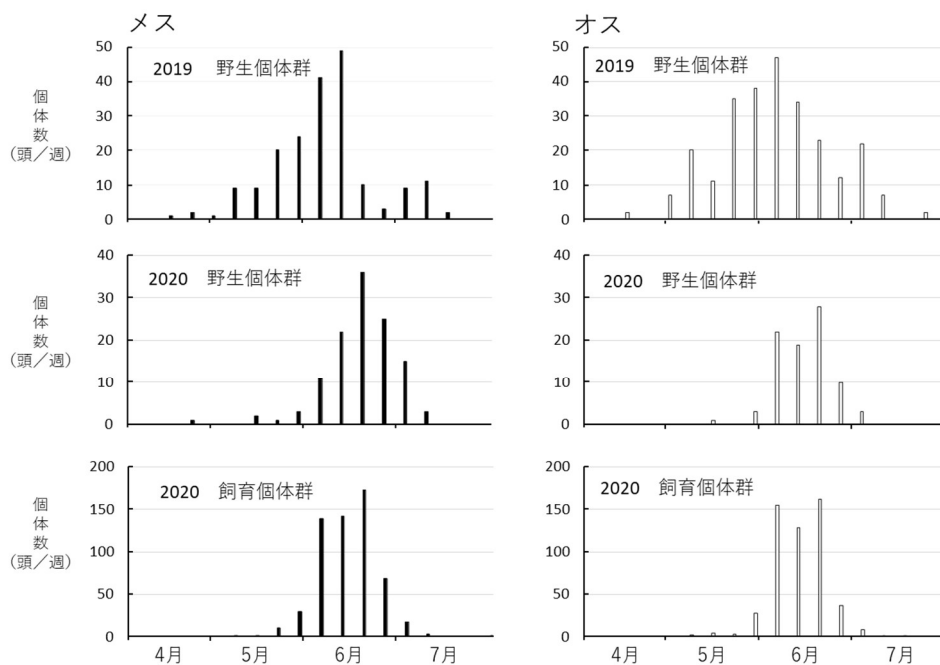


図.羽化個体数の推移（2019・2020年データ）

表.体サイズに関するデータ

調査年	個体群の種類	性別	最小値 (mm)	最大値 (mm)	平均値 ± SD	調査数
2019	野生個体群	メス	14.3	26.6	20.9 ± 2.6	193
		オス	17.0	28.0	21.4 ± 2.2	267
2020	野生個体群	メス	14.9	27.1	22.1 ± 2.7	119
		オス	13.8	29.4	21.0 ± 2.8	86
2020	飼育個体群	メス	12.7	27.7	19.8 ± 2.9	582
		オス	11.2	28.0	19.7 ± 2.9	527

南根腐病簡易防除技術の開発

—温度処理が南根腐病菌の菌糸伸長に及ぼす影響—

酒井 康子

1. はじめに

森林資源研究センターでは、クロルピクリン錠剤（株式会社南海化学）とバスアミド微粒剤（アグロカネショウ株式会社）の土壌中の南根腐病菌の密度を低減する効果を確認し、H31年12月に南根腐病菌に使用可能な農薬として登録された。一方、南根腐病菌による被害は学校や公園など人の往来が多い場所で発生が多く、倒木等による人的または物損被害が発生するリスクが高いことが懸念されている。しかし、登録された薬剤は劇物であるため、使用可能な施設や場所は限られている。そのため、薬剤処理が困難な箇所でも防除が実施できる薬剤以外の防除技術の開発が急務となっている。今回は、薬剤以外の防除の基礎資料とするため、温度処理が南根腐病菌の菌糸生長に与える影響を調べたので報告する。

2. 方 法

試験は試験Ⅰと試験Ⅱの2回実施した。

試験Ⅰは、植菌をそろえて測定する方法とし、事前に培養した菌糸をコルクボーラー（φ4mm）で穿ち、新しいPDA平板培地（φ9cm）の中央に植菌した後、25℃暗黒下で培養した。植菌の48時間後に菌糸伸長量を測定した。測定後25℃暗黒下でさらに24時間培養した後に各温度に設定したインキュベータに移動させ、各保管時間を経た後に菌糸伸長量の調査を行った。各保管時間、温度に8枚のシャーレを供試した。

試験Ⅱは最終の菌糸伸長をそろえて測定する方法とし、各温度で保管する期間を考慮して試験Ⅰと同様に菌糸を植菌し、25℃暗黒化で培養した。48時間後、菌糸伸長量を測定した後、各温度に設定したインキュベータに移動させ、各保管時間を経た後に菌糸伸長量の調査を行った。その後、全試験区のシャーレを25℃に設定したインキュベータに移動させ、72時間培養した後に菌糸伸長量を再度測定した。各保管時間、温度に8枚のシャーレを供試した。

3. 結 果

温度処理による菌糸伸長の結果を表-1、2に示す。試験Ⅰでは菌糸伸長量調査後、24時間の培養期間を経て高温処理に移したため、その間の菌糸伸長を含むが、試験Ⅱでは菌糸伸長調査直後に高温処理に移しているため、高温処理の期間の菌糸伸長を確認することができた（表-1、2）。

試験Ⅰでは、全ての処理で菌糸伸長が確認されたが、46℃および48℃で10h以上の処理を行った場合、44℃で24h以上の処理を行った場合に菌糸が生長しないことが確認された（表-1）。

試験Ⅱでは、3hではほとんどの処理区で菌糸の生長が確認されず、25℃処理でも菌糸の伸びを確認することができなくなったため比較できなかった。6hでは42℃～48℃は菌糸伸長が認められず、

40℃、42℃は25℃に比べて高い生長を示した（表-2）。その他の高温処理では、25℃処理に比べて、0.02~0.11と低い値を示した。高温処理後に25℃の温度条件下で菌糸伸長が回復するか確認したところ、3h、6h処理ではいずれの温度でも回復し、10hでは48℃と46℃、24hと48hでは48℃、46℃、44℃が25℃条件に戻しても菌糸生長に回復が認められないことが分かった（表-3）。

表-1. 南根腐病菌の処理区別の平均生長量と対25℃生長量比（試験Ⅰ）

処理温度	3h		6h		10h		24h		48h	
	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比
48℃	0.51	0.02	0.38	0.02	0	-	0	-	0.55	0.09
46℃	10.32	0.37	0.36	0.02	0	-	0	-	0	-
44℃	20.40	0.73	13.68	0.82	11.73	0.45	0	-	0	-
42℃	25.03	0.90	18.28	1.10	18.03	0.69	9.40	0.34	1.08	0.18
40℃	15.87	0.57	19.52	1.18	23.89	0.92	15.56	0.56	7.90	1.34
25℃	27.76	-	16.60	-	25.97	-	27.74	-	5.90	-

表-2. 南根腐病菌の処理区別の平均生長量と対25℃生長量比（試験Ⅱ）

処理温度	3h		6h		10h		24h		48h	
	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比	平均生長量 (mm)	対25℃生長量比
48℃	0	-	0	-	0	-	0.29	0.02	1.06	0.05
46℃	0	-	0	-	0	-	0.43	0.02	2.07	0.10
44℃	0	-	0	-	1.25	0.25	1.02	0.06	2.31	0.11
42℃	0	-	1.16	1.64	0.47	0.09	0.86	0.05	1.83	0.08
40℃	0.10	-	1.71	2.43	1.50	0.30	2.46	0.14	1.36	0.06
25℃	0	-	0.71	-	4.98	-	17.31	-	21.71	-

表-3. 菌糸生長の回復が確認されたシャーレ数（試験Ⅱ）

処理温度	3h	6h	10h	24h	48h
48℃	2	1	0	0	0
46℃	8	3	0	0	0
44℃	8	8	8	0	0
42℃	8	8	8	8	2
40℃	8	8	8	8	8
25℃	8	8	8	8	8(4)

() はシャーレ外周まで菌糸が伸びきった状態で測定不能だった数

南根腐病簡易防除技術の開発

—温度処理が感染枝からの南根腐病の分離に及ぼす影響—

酒井 康子

1. はじめに

森林資源研究センターでは、クロルピクリン錠剤（株式会社南海化学）とバスアミド微粒剤（アグロカネショウ株式会社）の土壌中の南根腐病菌の密度を低減する効果を確認し、H31年12月に南根腐病菌に使用可能な農薬として登録された。一方、南根腐病菌による被害は学校や公園など人の往来が多い場所で発生が多く、倒木等による人的または物損被害が発生するリスクが高いことが懸念されている。しかし、登録された薬剤は劇物であるため、使用可能な施設や場所は限られている。そのため、薬剤処理が困難な箇所でも防除が実施できる薬剤以外の防除技術の開発が急務となっている。今回は、薬剤以外の防除の基礎資料とするため、南根腐病菌を感染させた枝を使って温度処理による影響を調べたので報告する。

2. 方 法

試験は試験Ⅰと試験Ⅱの2回実施した。

試験Ⅰでは、十分に南根腐病菌が蔓延した感染枝（以下、感染枝）を25℃、40℃、45℃、50℃、55℃、60℃、65℃、70℃にセットしたインキュベータに保管し、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間後に室温に取り出した後、随時分離した（表-1）。感染枝からの菌の分離は各処理区ごとにすべての感染枝の中央部から長さ2~4mmの切片を10個切り出して、切片の表面を火炎滅菌した後にベノミル入り（5ppm）のPDA培地上に静置し、暗黒下25℃で7日間培養した。感染枝は試験区に3本ずつ供試した。

試験Ⅱでは、25℃のインキュベータに移す6時間、10時間、24時間、48時間前に感染枝を25℃、40℃、42℃、44℃、46℃、48℃のインキュベータに保管し、25℃のインキュベータに移した後、7日後に菌の分離作業を行った（表-2）。分離方法は試験Ⅰと同様とした。

試験Ⅰと試験Ⅱともに感染枝にはトクサバモクマオウの枝（φ3~5cm、長さ10cm）を菌床用バッグに入れて高温高圧滅菌（121℃、90分）した後、南根腐病菌（KPN-92（森林総合研究所所有菌株））を植菌し、約2ヶ月培養したものをを用いた。

南根腐病菌の分離の有無については、分離した切片の周囲に南根腐病特有の褐変した菌糸が発生するかを確認した（図-1）。

3. 結 果

温度処理による結果を表-1、2に示す。

今回の試験において48℃以上の温度では試験Ⅰと試験Ⅱとも南根腐病菌は再分離されず、48℃以上の温度を3時間以上処理することで南根腐病菌は再分離されなかった（表-1、2）。一

方、45℃や46℃では分離される処理区もみとめられ、効果は一定では無かった。



図-1. 南根腐病菌の分離の状況
(左：再分離されなかった場合、右：再分離された場合)

表-1. 南根腐病菌の処理区別の再分離率（試験Ⅰ）

処理	3h			6h			12h			24h			48h		
	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率
25℃	3	3	100	3	3	100	3	3	100	3	3	100	3	3	100
40℃	3	3	100	3	3	100	3	3	100	3	3	100	3	3	100
45℃	3	3	100	3	2	66.7	3	2	66.7	3	3	100	3	0	0
50℃	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
55℃	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
60℃	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
65℃	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
70℃	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0

表-2. 南根腐病菌の処理区別の再分離率（試験Ⅱ）

処理	6h			10h			24h			48h		
	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率	処理数	分離数	分離率
25℃	5	3	60.0	5	5	100	5	5	100	5	5	100
40℃	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	3	60.0
42℃	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	2	40.0
44℃	5	1	20.0	5	5	100	5	0	0	5	1	20.0
46℃	5	3	60.0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
48℃	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
50℃	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0

除湿機を用いたリュウキュウマツの材料保管技術

井口 朝道

1. 目的

リュウキュウマツ (*Pinus luchuensis* Mayr) は、トカラ列島から先島諸島にかけて分布する南西諸島の固有種であり、マツ科マツ属に属する常緑の高木である。沖縄県の県木に指定されており、沖縄を代表する樹種の1つである。また、その木目の美しさなどから、材木としての需要も高く、家具やフローリング等をはじめとする内装材として、幅広く活用されている。しかし、リュウキュウマツは、いわゆる青変菌と呼ばれる複数の変色菌類によって引き起こされる材の変色の被害を受けることが知られている。青変菌による材の汚染は、表面に留まらず、材内部まで到達し、色味が損なわれるため、用材としての価値は著しく低下する。そのような中、これまで、様々な機関において、青変菌被害の発生機構の解明や防止技術についての研究がなされ、丸太の保管方法としては、感染経路の1つであるキクイムシ対策としての防虫剤の散布、さらには、防かび剤の散布や水中貯木等により、青変菌防止の一定の効果があることが報告されている。

丸太の状態では青変菌による汚染を免れた材については、通常、製材後すぐに人工乾燥を行い、含水率を十分に低下させることで、それ以降の青変菌による汚染を防止することが出来るが、経営規模や技術的な条件などにより、高額な木材乾燥機を所有していない場合は、天然乾燥に頼らざるを得ず、乾燥の過程で青変菌による被害を受けることがある。そこで、青変菌被害の防止を目的に、より安価な除湿機を用いた板材の材料保管技術について検討を行ったので報告する。

2. 材料と方法

供試木は、森林資源研究センター敷地内(名護市)に自生するリュウキュウマツ2個体(No76, 77)である。気温が上昇する夏場では、青変菌の汚染は免れないと判断し、2020年11月10日に伐採し、それぞれ地上部から2m×3玉に造材して計6玉を供試した。昨年度の結果から、伐採後から製材までの丸太状態での保管期間が材の汚染状況に大きく影響を及ぼすことが想定されたため、丸太保管期間として、1日(以下、1day)、2週間(以下、2week)、1ヵ月(以下、1mon)の3水準を設けた。なお、丸太は、当研究センター内の、日中は扉を開放した屋内倉庫で保管した。製材は、企業組合キンモク(金武町)において、保管期間毎に2玉ずつ製材した。また、材厚による材の汚染への影響についても把握するため、6cm、4.5cm、3cmの3種類の厚さで製材した。

製材後は、長さを約半分の90cmにして、片方を湿度55%に設定した除湿機を設置した空間(以下、除湿空間)、もう片方を通常の、日中は扉を開放した屋内倉庫(以下、通常空間)に積積して保管した。それぞれ1時間毎に温湿度を測定しつつ、2021年2月15日までの期間、週1回の頻度で重量を計測し、併せて青変菌の被害の有無について目視で確認を行った。乾燥区分、乾燥方法及び材厚毎の供試数を表-1に示す。

3. 試験結果

試験期間中の、通常空間、除湿空間それぞれの温湿度について図-1 に示す。これは、1 時間毎の数値を日当たりの平均値に換算した値である。除湿機によって、湿度が一定程度制御できていることが確認された。乾燥区分毎の製材時点での青変菌の汚染状況については、1day、2week では全く発生しなかったが、1mon では半数以上で汚染が確認された(表-2)。フィッシャーの正確確率検定を用いて多重比較を行った結果、乾燥区分 1day-1mon、2week-1mon 間で有意差が確認され ($p < 0.01$)、丸太の状態での 1 月保存することは、青変菌の汚染防止の観点から好ましくないことが判明した。

製材時点で材の汚染が確認されなかった乾燥区分 1day、2week の材における、その後の乾燥方法および材厚毎の汚染の状況を表-3 に示す。除湿空間で保管した 3cm の材には、まったく汚染が確認されなかった。目的変数に青変菌の汚染状況(あり、なし)、説明変数に乾燥方法(徐、通)と材厚(t)を用いて、Firth の方法によるバイアスを修正した一般化線形モデル(ロジスティック回帰)による解析を行った。その結果、乾燥方法および材厚のいずれも青変菌の汚染の発生に有意に影響を及ぼしていることが確認され ($p < 0.01$)、11 月に伐採した場合には、除湿機を用いた保管方法により、一定程度青変菌の汚染の発生を低減できることが明らかとなった。

表-1 乾燥区分、乾燥方法及び材厚毎の供試数

保管期間	乾燥方法	材厚 (cm)			総計
		3	4.5	6	
1day	除湿	4	2	4	10
	通常	4	2	4	10
2week	除湿	4	2	4	10
	通常	4	2	4	10
1mon	除湿	4	2	4	10
	通常	4	2	4	10
総計		24	12	24	60

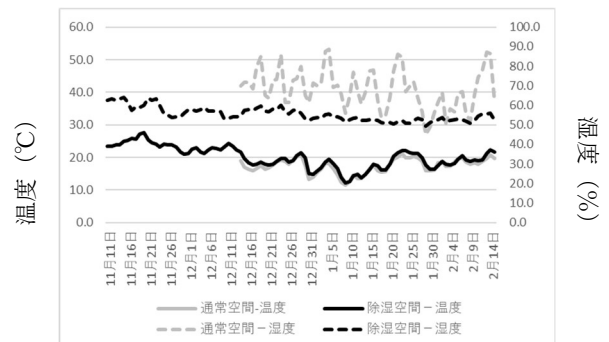


図-1 試験期間中の通常空間および除湿空間における温湿度(°C, %)

表-2 保管期間毎の製材時点の青変菌汚染状況 (枚数)

	保管期間			総計
	1day	2week	1mon	
青変菌 なし	20	20	5	45
青変菌 あり	0	0	15	15
総計	20	20	20	60

表-3 乾燥方法および材厚毎の青変菌汚染の状況 (枚数)

(除湿空間)

	材厚 (cm)			
	3	4.5	6	総計
青変菌 なし	8	3	4	15
青変菌 あり	0	1	4	5
総計	8	4	8	20

(通常空間)

	材厚 (cm)			
	3	4.5	6	総計
青変菌 なし	1	0	0	1
青変菌 あり	7	4	8	19
総計	8	4	8	20

早生樹の材質特性の把握および乾燥スケジュールの確立に向けた研究

-ウラジロエノキ強度試験①(曲げ試験)-

井口 朝道

1. 目的

ウラジロエノキはニレ科の常緑高木で、沖縄を代表する早生樹の1つである。材は軽く、加工性に優れている。また、乾燥も早く、割れも比較的少ないとされ、家具や学童机の材料として利用されている。一方で、木材の基本的な性質の1つである強度性能については、データの蓄積が不十分であることから、ウラジロエノキの今後の更なる利用に寄与するべく本研究を実施した。

本報では、ウラジロエノキの基本的な強度を示すため、無欠点小試験体を用いた曲げ試験を行ったので報告する。

2. 材料と方法

試験には森林資源研究センター(名護市)内の4個体(伐採日:2020/10/27)(以下、center)、国頭村字辺土名に位置する既存造林地内の4個体(伐採日:2021/1/21)(以下、hentona)、企業組合キンモクから購入した材(生育地、伐採日は共に不明)を供試した(以下、kinmoku)。

試験はJIS Z 2101に準拠して行うこととし、試験材の寸法は、20(R)×20(T)×320(L)mm、スパン長は280mmとした。なお、centerとhentonaの供試体については、髄からの距離が40mm、80mm、120mmとなるよう採材を行った。試験機は、オートグラフAG-X plus100kN(島津製作所、最大容量100kN)を用い、変位計CDP-50(東京測器研究所)を試験体中央下部に設置し、荷重とスパン中央部のたわみを測定した。また、荷重方向については柁目面とした。曲げ試験から得られた、荷重-たわみ曲線から、曲げ強さ(以下、MOR)(N/mm²)及び見掛けの曲げヤング係数(以下、MOE)(kN/mm²)を算出した。

なお、強度試験を行う前に、非破壊検査として、FFTアナライザーCF-4500(小野測器)を用いて、固有縦振動数を測定し、①式により、縦振動ヤング係数(以下、Efr)を算出した(一次波の場合)。

また、試験体は、事前に温度20℃、湿度65%に設定された恒温恒湿機で標準状態となるよう調湿し、試験終了後には、全乾法により含水率(以下、MC)を測定した。

$$Efr(KN/mm^2)=4 \times L(mm)^2 \times fr^2(Hz) \times \rho(kg/m^3) \times 10^{-15} \quad \text{①式}$$

3. 試験結果

地域別の曲げ試験の結果の概要を表-1に、さらに地域毎のMOR、MOEを図-1に示す。多重比較(ホルム式)の結果、MOR、MOEのいずれも全ての地域間で有意な差が確認され(p<0.01)、地域間差が大きいことが示唆された。

次に、非破壊検査から算出したEfrと実際のMOEの関係を図-2に示す。ピアソンの積率相関分

析の結果、相関係数(以下、cor)が 0.98 と非常に強い有意な正の相関が確認された(p<0.01)。

MOE と MOR(cor:0.87)、及び密度と MOE (cor:0.80)では、いずれも有意な正の相関が確認された(p<0.01) (図-3、図-4)。

center、hentona の供試材を用いて、髄からの距離が MOR に及ぼす影響について把握するため、個体間差を考慮し、二元配置分散分析を行ったところ、髄に近い材ほど有意に強度が低下する傾向が確認された(p<0.01) (図-5)。

表-1 地域別曲げ試験結果の概要

地域	供試数	密度 ρ (kg/m ³)	MC (%)	平均Efr (kN/mm ²)	MOE (kN/mm ²)		MOR (N/mm ²)	
					平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
center	92	399	14.1%	6.23	5.71	1.06	52.1	7.1
hentona	77	361	14.8%	5.26	4.60	0.91	38.7	6.5
kinmoku	9	495	13.9%	8.99	8.02	0.56	71.2	6.5
総計	178	387	14.4%	5.95	5.35	1.28	47.3	10.9

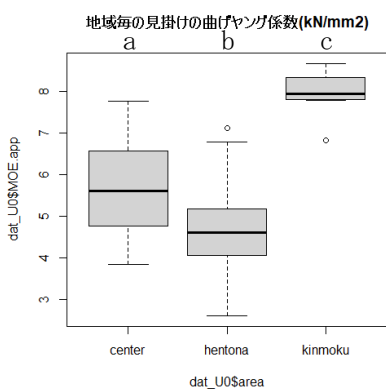


図-1 地域毎の曲げ性能 (左から、MOE、MOR)

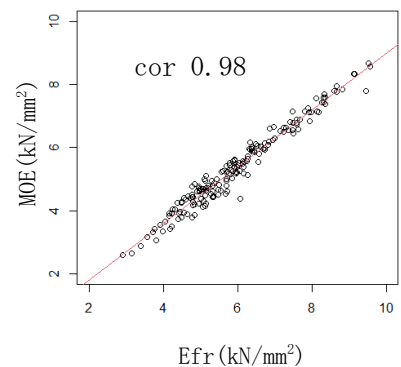
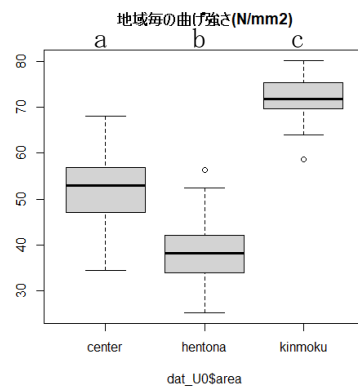


図-2 Efr と MOE の関係

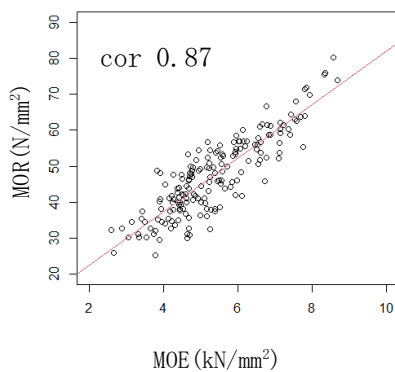


図-3 MOE と MOR の関係

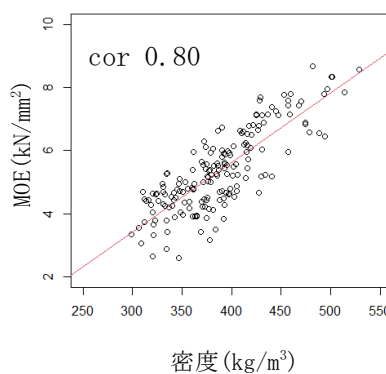


図-4 密度と MOE の関係

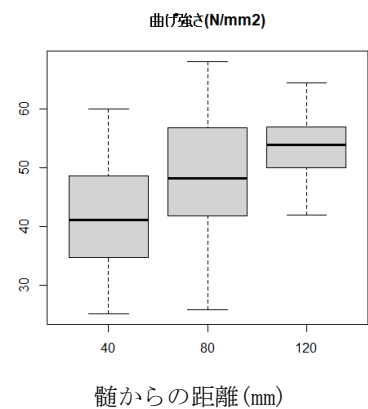


図-5 髄からの距離毎の MOR