

ISSN 1882-1855

研 究 報 告

No.56

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

デイゴヒメコバチ低コスト防除技術研究	1
	喜友名 朝次
沖縄における菌床シイタケ栽培技術	5
	伊藤 俊輔
沖縄県産木材の高度利用に関する研究 ー曲げ加工試験ー	21
	伊波 正和
沖縄県産木材の高度利用に関する研究 ー耐蟻性試験ー	25
	伊波 正和

デイゴヒメコバチ低コスト防除技術研究

喜友名 朝次

1. はじめに

デイゴの新芽や新葉に虫えい害を生じさせ、最終的にデイゴを落葉させるデイゴヒメコバチが 2005 年に石垣島で発見されて以降¹⁾、県内のデイゴは急激に著しく被害を被り開花が出来ないような状態となっていたが、2008 年に適用拡大されたチアメトキサム 4% の樹幹注入技術によりデイゴの虫えい害を明確に押さえることが可能となった²⁾。

樹幹注入処理を実施したデイゴには正常葉が繁茂し、開花する個体が確認できるようになった。

しかし、県内で管理されているデイゴのうち樹幹注入処理の普及率は約 10% に留まっており（沖縄県森林管理課調べ）、その理由として経費が高いという声が多く聞かれた。

ところで、デイゴの葉は出芽からおよそ 3～4 週間で濃緑に展開するが、生長した葉にデイゴヒメコバチの寄生は認められないため防除する部分は新芽や若葉に絞られる。また、デイゴヒメコバチの発生初期である 3～5 月では寄生数が少なく、数カ所脱出孔痕を残すも正常に展葉できることが今までの調査で確認されている。

このことから、デイゴヒメコバチの発生が少ない状態を維持できるレベルまで薬量

を減らせばデイゴの葉は繁茂することが期待でき、同時に薬量の減少と環境影響の低減に繋がると考えられた。

本試験では 2011 年度から 2013 年度の期間に、通常施用量の半分の薬量で樹幹注入した場合のデイゴヒメコバチの殺虫効果とデイゴの樹冠に対する着葉割合の調査結果を報告する。なお、本試験の一部（2011 年度）の結果は、九州森林研究で報告したものである³⁾。

2. 材料と方法

試験地は名護市宮里にある 21 世紀の森公園で行った。当地は海岸近くの平坦な場所で、クロキやフクギなどの防風防潮林で囲まれた中心に約 60 本のデイゴが植栽されている。使用した薬剤はチアメトキサム 4%（商品名：アトラック液剤）をである。

試験区として通常施用の半分の薬量を樹幹注入した A 区、通常施用量で樹幹注入した B 区、無処理を C 区とし、各区 5 本ずつのデイゴ成木（樹齢 20～30 年）を供試した。供試木の概要と注入量は表 1 のとおりである。

表 1 供試木概要

2011年				2012年				2013年									
処理区分	樹高 (m)	胸高直径 (cm)		施用量 (ml)	処理区分	樹高 (m)	胸高直径 (cm)		施用量 (ml)	処理区分	樹高 (m)	胸高直径 (cm)		施用量 (ml)			
1/2施用区	3.24	14.6	18.4	120	1/2施用区	496	26.1	90	1/2施用区	502	28.0	120	1/2施用区	527	30.5	32.0	300
	5.59	34.0	180	512		33.3	180	639		43.0	240						
	4.23	24.8	150	521		31.8	180	595		33.8	21.8	300					
	5.79	19.7	33.5	16.5		15.5	360	627		42.6	240	595		33.8	21.8	300	
	5.75	31.2	35.0	360		555	30.3	120		469	20.2	20.5		28.0	210		
標準施用区	4.01	12.1	14.1	240	標準施用区	590	33.8	360	標準施用区	578	35.0	27.0	600				
	3.63	20.5	17.0	240		539	40.4	360		555	33.0	40.5	720				
	4.84	42.0	43.5	600		504	19.5	120		547	19.5	25.5	360				
	5.57	24.6	180	635		33.4	360	446		27.5	22.5	360					
	4.41	23.8	14.9	17.5		420	581	31.4		360	603	28.5	240				
無処理区	3.35	16.7	24.2	0	無処理区	571	34.8	0	無処理区	550	35.0	0					
	3.52	13.0	12.0	0		565	28.4	0		546	29.0	30.0	0				
	3.77	16.2	9.8	20.0		23.0	0	582		28.3	0	340	26.0	12.7	0		
	5.46	21.0	0	402		22.1	0	423		31.0	0						
	5.77	27.4	27.7	11.3		17.6	0	374		25.5	0	425	16.5	18.5	0		



写真-1 デイゴへの樹幹注入

樹幹注入処理は電動ドリル（経6.5mm）で深さ10cmの注入孔を斜め下方向にあげ、専用容器により薬剤を加圧注入した（写真-1）。

デイゴヒメコバチの虫えいを4カ所の枝（30cm）から採集し、計量してから喜友名（2007）と同じ方法で20日間羽化まで保管し成虫を数えた。着葉率は樹冠枝に占める展開葉の割合とし、調査毎に目視で観察した。

試験期間は2011年度から2013年度までの3年間継続した。樹幹注入処は2011年7月4日、2012年7月23日、2013年7月24日に行った。そのうち2011年度は7月から翌年6月まで実施しているが³⁾、今回は年次別比較のため8月から翌年3月のデータを比較検討した。

3. 結果と考察

1) 虫コブ重量とデイゴヒメコバチ成虫の発生数

2011年度は7月に連続した台風が通過した事や、食葉性害虫の多発生により7月から9月まで葉が殆ど無かったため、デイゴヒメコバチの虫コブが確認できなかった。10月から採集された虫コブ重量は3月までの累計は、A区336.3g、B区199.6g、C区53.8gとなった。

2012年度は、A区が212.3g、B区が198.2g、C区1,046.3gとなり、処理したデイゴよりも無処理のデイゴが約5倍の虫コブ重量であった。

2013年度は、A区69.2g、B区73.9g、C区255.7gであり、処理した区よりも無処理区のデイゴの虫コブが約3.5倍の虫コブ重量であった（表-2）。

次に、デイゴヒメコバチの成虫発生数を調べたところ、結果は表-3のとおりであった。2011年度の7月～3月の累計発生数はA区0頭、B区0頭、C区189頭であり、無処理の発生数が多く、処理区では発生していない。

2012年度は、A区68頭、B区54頭、C区3,969頭、また2013年度ではA区12頭、B区11頭、C区608頭といずれの年度も処理区の発生数は極めて少なかった。

表-2 デイゴ（枝30cm×4本）当たりが発生した虫コブ重量の推移（g）

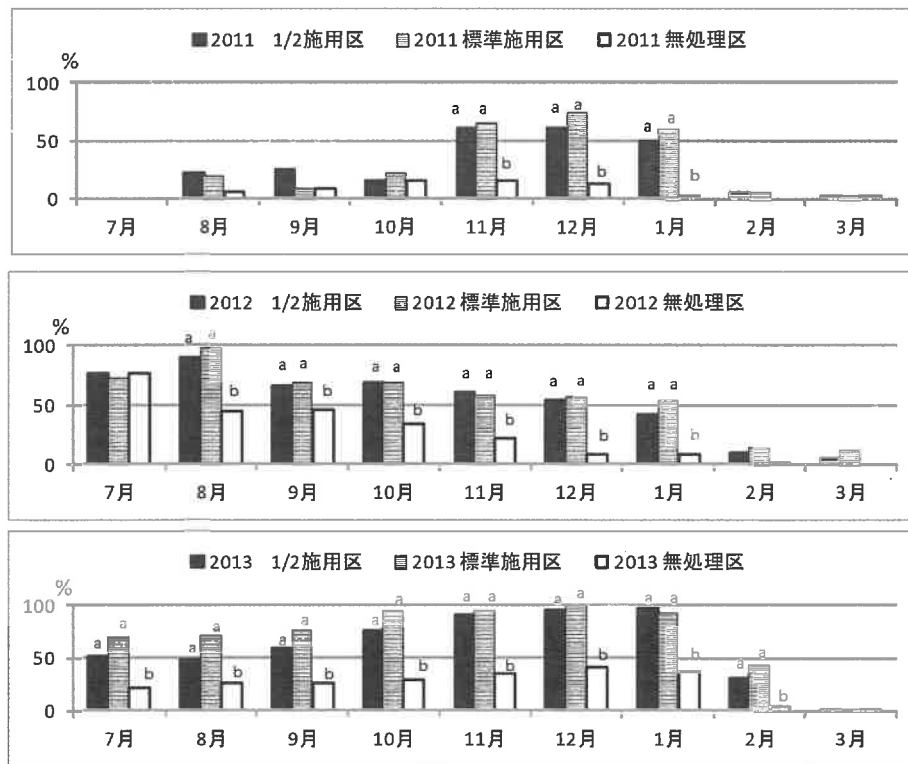
実施場所:名護市	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	累計
2011年度 1/2施用区	-	-	-	0.0	198.9 ^b	131.0 ^b	6.4	0.0	0.0	336.3
2011年度 標準施用区	-	-	-	0.0	136.0 ^a	57.2 ^a	6.4	0.0	0.0	199.6
2011年度 無処理区	-	-	-	0.0	32.2 ^a	21.6 ^a	0.0	0.0	0.0	53.8
2012年度 1/2施用区	80.5	66.0 ^a	25.9 ^a	13.1 ^a	18.1 ^a	8.7 ^a	0.0	0.0	0.0	212.3
2012年度 標準施用区	90.8	41.4 ^b	10.8 ^a	34.7 ^a	15.9 ^a	4.6 ^a	0.0	0.0	0.0	198.2
2012年度 無処理区	71.6	215.2 ^c	310.5 ^b	177.9 ^b	200.0 ^b	66.5 ^b	4.6	0.0	0.0	1,046.3
2013年度 1/2施用区	36.4	0.7	0.0	2.5	20.9	8.7	0.0	0.0	0.0	69.2
2013年度 標準施用区	37.1	0.0	0.0	5.7	19.9	5.1	6.1	0.0	0.0	73.9
2013年度 無処理区	55.6	29	4.8	46.4	85.7	30.8	3.4	0.0	0.0	255.7

異符号間に有意差有り(多重比較 Steelの方法, p<0.05)

表-3 虫コブから羽化したデイゴヒメコバチ成虫数の推移 (頭)

実施場所:名護市	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	累計
2011年度 1/2施用区	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
標準施用区	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
無処理区	-	-	-	0.0	82.0	107.0	0.0	0.0	0.0	189.0
2012年度 1/2施用区	61.0 ^a	7.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0	68.0
標準施用区	28.0 ^a	8.0 ^a	2.0 ^a	5.0 ^a	11.0 ^a	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0	54.0
無処理区	172.0 ^b	1611.0 ^b	1235.0 ^b	635.0 ^b	246.0 ^b	63.0 ^b	7.0	0.0	0.0	3,969.0
2013年度 1/2施用区	12.0 ^a	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0	12.0
標準施用区	7.0 ^a	0.0 ^a	0.0	4.0	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0	11.0
無処理区	102.0 ^b	85.0 ^b	42.0	54.0	246.0 ^b	75.0 ^b	4.0	0.0	0.0	608.0

異符号間に有意差有り(多重比較 Steelの方法, $p < 0.05$)



異符号間に有意差有り(多重比較 Steelの方法, $p < 0.05$)

図-1 年度別、樹冠当たりの着葉割合

2011年度では虫コブ重量は処理区が無処理区よりも多かったが、これは前述した台風や多発した食葉性害虫の影響で無処理区のデイゴのダメージが処理区よりも強かったのかもしれない。比較的樹勢のあった処理区A、Bでは新芽が多く発生したため、デイゴヒメコバチの虫コブも生じやすかったと考えられる。また、2012年度と2013年度のデータからはデイゴヒメコバチの虫コブ害は樹幹注入することにより抑制できることが分かった。

いずれの年度でも、発生した虫コブから羽化脱出した成虫数は処理区で極めて少なくなっており、また、通常施用と通常施用よりも半分の薬量間では有意差が無く同等の効果が見られた(多重比較 Steelの方法, $p < 0.05$)。

2) 樹冠当たりの着葉割合の推移

樹冠当たりの着葉割合の推移を図-1に示した。2011年度は台風や食葉性害虫の影響を強く受けたため、7月～10月まで

着葉割合は低く、樹冠割合は明確な差は確認できなかった。11月～翌年1月は処理区Aと処理区Bは殆ど差は無く、一方、無処理のC区と比べ有意に多かった（多重比較 Steel の方法, $p < 0.05$ ）。2～3月は落葉期のため葉は殆ど無く差は見られなかった。

2012年度は樹幹注入処理開始の7月ではダイゴヒメコバチの発生数が低かったこともあり、各区の着葉割合は7割近く茂った状態で全ての区で有意な差は無かった。しかし、ダイゴヒメコバチが突発的に多発生した8月から処理区A, Bと無処理C区間で有意な差が1月まで続いた。また2～3月では落葉期のため差は無かった（多重比較 Steel の方法, $p < 0.05$ ）。

2013年度は7月から翌年2月まで処理区と無処理区間で有意な差が続いた（多重比較 Steel の方法, $p < 0.05$ ）。着葉割合は、処理区と無処理区で有意に差が生じたが、A区とB区間では差は生じていないことから、通常施用量の半分の薬量でも通常施用量と同等の効果があることが分かった。

4. 引用文献

- 1) Uechi, N. *et al.* (2007) *Entomological Science* 10:209-212.
- 2) 喜友名 (2007) 沖森研報 50: 10-14.
- 3) 喜友名 (2013) 薬量を減らした樹幹注入によるダイゴヒメコバチの殺虫効果. 九州森林研究, no.66:71-73.

沖縄における菌床シイタケ生産技術

伊藤 俊輔

1. はじめに

沖縄県内における生シイタケ生産は、1970年台初頭に数名の篤志林家により原木生シイタケ栽培として開始されたのが始まりである(8)。その後、原木シイタケの生産技術については、「シイタケ栽培のしおり」(9)や「しいたけ栽培技術の手引き」(10)にまとめられ普及していった。一方で、菌床シイタケについては、(1)による菌床シイタケ栽培試験があるのみで、栽培技術の蓄積はなかった。

沖縄県における菌床シイタケ栽培は、1990年台初頭に一部の生産者が試験的に開始したが(1)、その後試みは途絶えていた。2007に一部の生産者により再び試験的に菌床シイタケの栽培が開始され、原木シイタケ生産者が菌床シイタケ栽培へ転向するケースが相次ぎ、生産者・生産量共に拡大し、現在に至っている。原木から菌床栽培への転向者は、原木シイタケの生産施設を流用する形で、栽培を開始した。流用された生産施設は空調を使わない施設であった。そのため、空調を使わずに菌床シイタケを生産する技術を確認する必要があった。原木栽培では、イタジイ (*Castanopsis sieboldii*) が原木として主に使用されてきたが、菌床栽培では、原木供給地である沖縄島北部地域の主要構成樹種(2)であるイタジイ、イジュ (*Schima wallichii*)、ヒメユズリハ (*Daphniphyllum teijsmannii*) といった樹種が混入する。沖縄で持続的な菌床シイタケ栽培には、おが粉樹種の選抜、種菌の選抜、栽培スケジュール等の基礎的な栽培手法についての情報を蓄積する必要があった。

そこで、本研究では、既存の原木シイタケ生産者が保有している施設を転用した空調設備が

ない簡易施設で菌床シイタケが生産できる技術を開発することを目的に試験を行った。

試験は以下の5項目について行った。(1) おが粉の粒径の検討、(2) 菌床シイタケ栽培に適したおが粉樹種の選抜、(3) 培地重量の検討、(4) 沖縄の栽培条件に適した種菌の選抜、(5) 菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエ対策。以上の項目についての詳細を述べる。

2. 方法

(1) おが粉の粒径の検討

試験区は、種菌3種類、オガ粉の粒径3種類の二元配置とした(表-1)。供試したオガ粉は、A:粗おが粉、B:沖縄おが粉(国頭村森林組合から購入したイタジイを主体とした広葉樹おが粉)、C:粗と細を2対1で混合(以下粗+細おが粉)の3種類とした(表-1)。栄養剤はフスマのみで、添加割合は10%(体積比)とした。含水率は65%程度とした。培地はポリプロピレン製バッグに2kg詰めた。滅菌は121℃で60分間行い、翌日に植菌を行った。

菌床は、2008年5月26日~30日にかけて作成・接種した後、12月3日(187日間)まで培養した。菌床の培養期間中・子実体発生期間

表-1. 供試した種菌とおが粉粒径

種菌	子実体発生適温
北研73号	18-28℃
北研600号	10-22℃
北研607号	13-23℃
おが粉呼称	粒径(縦、横、厚さ±標準偏差) n=150
粗	7.9 ± 2.93, 4.78 ± 1.33, 1.09 ± 0.37
細	3.24 ± 1.05, 2.1 ± 0.7, 0.79 ± 0.29
沖縄	6.99 ± 2.78, 1.98 ± 1.07, 0.93 ± 0.57

中をとおして空調管理は行わなかった。培養を終えた菌床は、除袋後、氷水に4時間程度浸水した。その後、散水管理と浸水を適宜行い、子実体を発生させ収穫した。子実体の測定項目は、傘径（直行2方向）と重さとし、収穫日についても記録した。測定は収穫後直ちに行った。気温の測定は「おんどとり TR72U（ティアンドディ社製）」で行った。

（2）菌床シイタケ栽培に適したおが粉樹種の選抜

おが粉樹種選抜試験は、2010年と2011年に行った。

本試験では、イタジイ、イジュ、アカギ (*Bischofia javanica*)、台湾ハンノキ (*Alnus japonica* var. *formosana*)、モルッカネム (*Paraserianthes falcataria*) からおが粉を作成し菌床シイタケの栽培を行った。イタジイおよびイジュは、沖縄島北部地域の森林を構成する樹種のうち材積で60.69%を占める主要構成樹種（2）であることから栽培試験の対象とした。また、イタジイ、イジュは原木シイタケ栽培でも活用されてきた実績のある樹種である。アカギ、台湾ハンノキ、モルッカネムはいわゆる早生樹種で、生長が早く植栽から早期に収穫することができる。収穫までの期間が短く、小面積で効率的におが粉生産が行える樹種として本試験の対象樹種とした。おが粉の作成は、各樹種

表 - 2. 供試したおが粉樹種と種菌

樹種	種菌	発生適温
2010年		
アカギ	北研 607号	10-25℃
イタジイ	北研 608号	15-28℃
台湾ハンノキ	森産業 XR1号	13-23℃
	森産業 XR18号	13-23℃
2011年		
アカギ	森産業 XR1号	13-23℃
イジュ		
イタジイ		
台湾ハンノキ		
モルッカネム		

の原木を名護林業生産加工販売組合に持ち込み加工した。加工を終えたおが粉は、ブルーシート上に広げ風乾させ試験までビニール袋の中で保管した。

菌床は、各種おが粉に栄養剤としてフスマを供試した。各種おが粉とフスマの混合割合は、体積比で9：1とした。これらの培地をよく混合し、含水率が約63%（2011年は65%）となるように上水道水を加えた。培地は、ポリプロピレン製バッグに2kg詰めた。滅菌は、121℃で60分間（2011年は90分間）行い、翌日に植菌を行った。菌床の作成・植菌は2010年5月14日-17日に行い、同年10月25日（162日間）まで培養した。2011年の菌床の作成・植菌は、同年4月19日-22日に行い、同年11月1日（194日間）まで培養した。供試した種菌は、表-2のとおりとした。菌床の培養期間中・子実体の発生期間中をとおして空調管理は行わなかった。除袋後は散水管理と浸水を適宜行い、子実体を発生させ収穫した。子実体の収穫は、午前と午後の2回行った（休日は正午頃の1回とした）。子実体の測定項目は、傘径（直行2方向）と重さとし、収穫日についても記録した。測定は収穫後直ちに行った。気温の測定は「おんどとり TR72U（ティアンドディ社製）」で行った。なお2010年9月11日-10月1日までの気温は機器の設定不備で欠測した。

（3）培地重量の検討

沖縄における菌床シイタケ栽培は、生産者サイドの技術の蓄積が少なく、シイタケの発生量も安定しない。さらに、1菌床当たりの発生量は、九州の生産者と比較して少ないのが現状である。沖縄での菌床シイタケ生産再開当初から、菌床の重量は2.0kgであった。しかし、九州地方では、2.5kg程度の重量が主流で、沖縄においてはどちらの重量が適しているのか不明であった。そこで本試験は、菌床重量を2.0kg区と2.5kg区を設定し、さらにそれぞれの区について培養期間中に散水する区と散水しない区を設けた。

イタジイおが粉とフスマの混合割合は、絶乾重比で9:1とした。これらの培地をよく混合し、含水率が約63%となるように上水道水を加えた。培地は、ポリプロピレン製バッグに所定の重さとなるように詰めた。滅菌は、121℃で90分間行い、翌日に植菌を行った。種菌は、森産業XR1号とし、接種量は30ml程度とした。菌床の作成・植菌は2012年5月1日-3日に行い、10月31日(186日間)まで培養した。菌床の培養期間中・子実体の発生期間中をとおして空調管理は行わなかった。除袋後は散水管理と浸水を適宜行い、子実体を発生収穫した。子実体の収穫は、午前と午後の2回行った(休日は正午頃の1回とした)。子実体の測定項目は、傘径(直行2方向)と重さとし、収穫日についても記録した。測定は収穫後直ちに行った。菌床内部温度の測定方法は、ポリプロピレン製バッグの一部を圧着シーラーで圧着し、シリコン栓を固定した。シリコン栓を固定したポリプロピレン製バッグに培地を入れ成形した。培地の成形後、固定されたシリコン栓の中央部に千枚通しで穴を開け、全長約60cmの温度測定用のプローブ(TR-5106 ティアンドデイ社製)を挿入し、プローブ先端を培地の中心付近まで差し込んだ。菌床をプローブごとオートクレーブで滅菌し(予めプローブが121℃のオートクレーブ後正常に正常に動作することを確認した)、翌日、種菌を接種した。温度の記録は「おんどとり Jr (ティアンドデイ社製)」で行った。

(4) 沖縄の栽培条件に適した種菌の選抜

沖縄県の菌床シイタケ生産者は、原木シイタケからの転向者が多く、簡易な施設を保有していた。このような簡易な施設を流用し、春先に菌床を作成し、秋口から子実体を発生させることができる種菌の選抜が求められていた。そこで、亜熱帯という気候のもと簡易施設で培養・子実体発生を行うことができる種菌の選抜を目的に栽培試験を2010年から2012年にかけて行った。おが粉は、国頭村森林組合から購入し

たイタジイを主体とした広葉樹おが粉を用いた。栄養剤は、フスマを供試した。供試菌株は表-3のとおりとした。

おが粉とフスマの混合割合は、体積比で9:1とした(2012年からは絶乾重比で9:1とした)。これらの培地をよく混合し、含水率が約63%となるように上水道水を加えた(2012年は65%とした)。培地は、ポリプロピレン製バッグに2kg詰めた。滅菌は、121℃で60分間(2011年以降は90分間)行い、翌日に植菌を行った。種菌の作成は、2010年は5月14日-17日に行い、10月25日(162日間)まで培養、2011年は4月19日-22日に行い、11月1日(194日間)まで培養、2012年は5月1-3日に行い、10月31日(186日間)まで培養した。菌床の培養期間中・子実体の発生期間中をとおして空調管理は行わなかった。除袋後は散水管理と浸水を適宜行い、子実体を発生収穫した。

表-3. 供試した種菌と子実体発生適温

種菌	子実体発生適温
2010年	
北研603号	13-25℃
北研607号	10-25℃
北研608号	15-28℃
北研703号	13-23℃
森産業5K-16号	13-20℃
森産業KV-92号	13-23℃
森産業XR1号	13-23℃
森産業XR18号	13-23℃
2011年	
北研600号	10-20℃
北研607号	10-25℃
北研705号	13-23℃
森産業5K-16号	13-20℃
森産業KV-92号	13-23℃
森産業XR1号	13-23℃
キノックスKX-S055号	10-26℃
2012年	
北研600号	10-20℃
森産業XR1号	13-23℃
森産業もりの富富	10-20℃
キノックスKX-S055号	10-26℃

子実体の収穫は、午前と午後の2回行った（休日は正午頃の1回とした）。子実体の測定項目は、傘径（直行2方向）と重さとし、収穫日についても記録した。測定は収穫後直ちに行った。気温の測定は「おんどとり TR72U（ティアンドディ社製）」で行った。なお2010年9月11日-10月1日までの気温は機器の設定不備で欠測した。

(5) 菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエ対策

本項の内容は2012年10月27日に開催された九州森林学会で口頭発表し、九州森林研究第66号に掲載された（伊藤 2013）。

菌床シイタケ栽培が始まった当初から、他県と同様（6, 7）にナガマドキノコバエ（*Neompheria ferruginea*）（以下ナガマド）による被害が確認されており（5）、その実態調査が求められている。

そこで、本研究では、ナガマド成虫の消長と、ナガマド幼虫による菌床への被害実態を明らかにすることを目的に調査を行った。

ナガマド成虫の誘引捕獲消長調査は、2011年5月から翌年4月にかけて沖縄島北部の名護市、東村、大宜味村の生産施設で行った（図-1）。LED誘引捕獲器は、みのる産業株式会社製の「LEDキャッチャー」を用い、発生施設中央

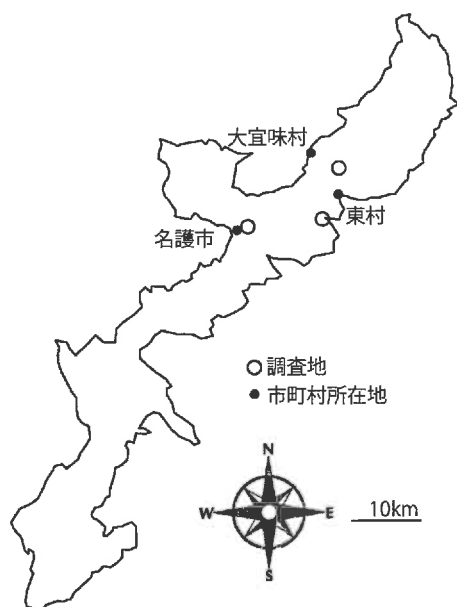


図-1 ナガマドキノコバエ調査位置図

の菌床シイタケ発生棚最下段と、生産施設から100 m程度離れた林縁部の高さ0.3 m（名護、東）と1 m（大宜味）程度の位置にそれぞれ1基ずつ設置した。粘着シートの回収は週1回とした。誘引ゼリーの交換は、月に1回とし、表面に発生したカビは薬さじでシート回収時に取り除いた。

ナガマド幼虫のシイタケ菌床への付着状況調査は、東村の生産施設で、2011年12月から翌年3月26日までの2週間毎に計11回行った。ナガマドによる被害は商品への幼虫の混入と菌床への被害と考えられたため、菌床や子実体に1頭でもナガマド幼虫の付着が確認できれば被害とした。調査対象は、棚最下段の菌床としたため毎回調査対象の菌床個数が異なった。調査を行った生産施設では、ドラム缶程度の大きさの浸水槽で約24時間の浸水処理が行われていた。1回に浸水できる菌床数は、約40個であった。

表-4に調査対象の生産施設の概要を示す。これらの生産施設は簡易栽培を行っており、栽培方式は全面発生であった。菌床からのシイタケ発生期間は、概ね10月下旬から翌年の5月下旬までであった。名護市の生産施設は、施設下部に設けられた通風口が防風ネットで被われ密閉性が高かった。一方で、東村の生産施設は、施設下部に設けられた通風口は閉じられておらず10cm程度の隙間が施設を1周し、密閉性は低かった。大宜味村の生産施設は、太陽光の直射と雨滴を防ぐことができるだけの構造で、ほぼ開放状態であった。

表-4. 各シイタケ生産施設の概要

所在地	密閉性	生産タイプ	発生期間
名護市	高い	簡易	11月-翌5月
東村	低い	簡易	10月下旬-翌5月
大宜味村	開放	簡易	10月下旬-翌5月

3. 結果及び考察

(1) おが粉の粒径の検討結果

培養期間中の気温を沖縄県名護市と福岡県福岡市で比較すると(図-2)、沖縄の気温は6月のはじめから平均気温が25℃を超え、10月上旬まで平均気温が25℃以上の日が続いた。夏季は一日の大半が30℃を超える日が続き、夏季の最低気温は約27℃であった。シイタケの菌糸成長の適温は25℃~27℃であることから、培養期間中はこの適温を超える日が続いた。培養段階で空調を使わずに菌床シイタケを栽培することは不利であるといえる。

子実体発生期間中の気温を沖縄県名護市と福岡県福岡市で比較すると、沖縄の気温は、子実体発生期間中15℃を下回ることはほとんどな

かった。一方で沖縄と同じ期間を福岡の温度と比較すると15℃を下回る日がほとんどで5℃を下回る日もあった。子実体発生期間中、沖縄では加温の必要がなく有利な気温条件であった。

おが粉の粒径別の収穫量を比較すると、粗おが粉区は、541.5g、沖縄おが粉区は450.6g、細おが粉区は395.2gで、多重比較検定(Tukey-Kramer法 有意水準5%)の結果すべての組み合わせで収穫量に有意な差があった(図-3、表-5)。また、種菌は、北研607号は603.6g、北研600号は411.3g、北研73号は378.3gで(表-5)北研607号が有意に多かった(検定法同上)。北研607号と粗おが粉の組み合わせが、他の種菌-おが粉の組み合わせより有意に収穫量が多

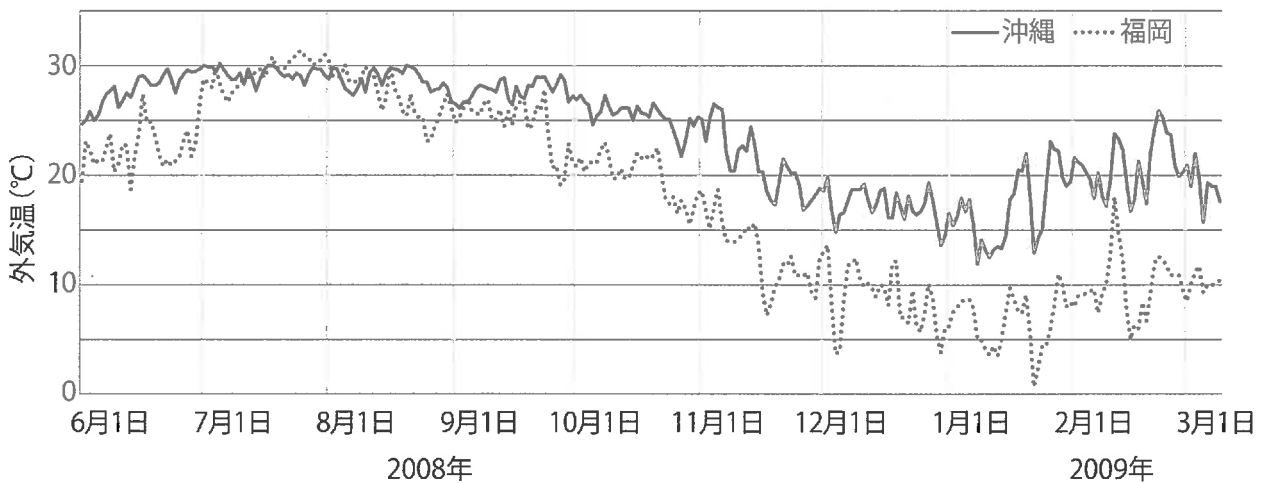


図-2 培養期間中および子実体発生・収穫期間中の外気温

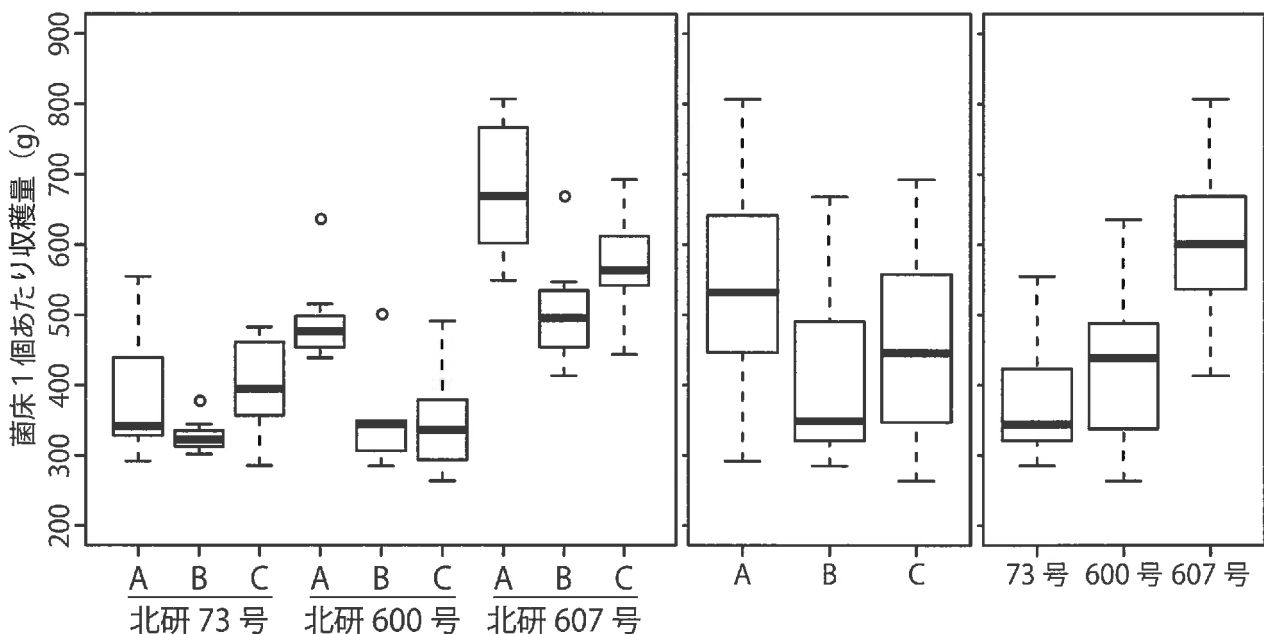


図-3 おが粉粒形別収穫量



図-4 栽培に使用したおが粉の形状

写真左から粗おが粉、沖縄おが粉、細おが粉。図中のバーは1 cmを示す

表-5 おが粉粒形別収穫量と多重比較検定の結果

試験区分	収穫量±標準偏差	
北研 607号 A	683.1 ± 86.84	a
北研 607号 C	570.9 ± 69.71	b
北研 600号 B	507.6 ± 86.59	bc
北研 600号 A	489.7 ± 56.42	bc
北研 73号 C	400.2 ± 65.05	cd
北研 73号 A	394.6 ± 99.95	cd
北研 600号 B	354.8 ± 75.72	d
北研 600号 C	347.9 ± 79.9	d
北研 73号 B	327.2 ± 23.67	d
種菌別		
北研 607号	603.6 ± 106.84	a
北研 600号	411.3 ± 96.39	b
北研 73号	378.3 ± 75.46	b
おが粉粒径別		
A:粗おが粉	541.5 ± 148.19	a
B:沖縄おが粉	411.3 ± 96.39	b
C:粗+細おがこ	378.3 ± 75.46	c

かった（検定法同上）。粗おが粉を使うことで沖縄おが粉の場合よりも収穫量は、1.2倍になった。

沖縄でシイタケの菌床栽培を行う場合は、粗おが粉が最も適している。

おが粉の形状を見ると（図-4）、沖縄おが粉は針状に尖った形状のおが粉が含まれるのに対して、粗おが粉は全く含まれていない。沖縄おが粉のようなおが粉で作成した培地を袋つめ機で詰めると、栽培袋にピンホールが開く可能性が高まり、害菌に汚染されるリスクが高くなる。害菌汚染は生産者の収益性を圧迫するだけでなく、生産意欲の減退にも繋がる。しかし、現状

では、粗おが粉と同等のおが粉を県内で調達することはできない。今後おが粉製造機の整備が必要である。

（2）菌床シイタケ栽培に適したおが粉樹種の選抜

2010年度のおが粉樹種選抜結果

イタジイ、台湾ハンノキ、アカギおが粉

表-6 おが粉樹種選抜の結果（2010年）

試験区分	収穫量±標準偏差	
イタジイ-XR1号	661.6 ± 113.34	a
イタジイ-607号	619.8 ± 71.10	ab
イタジイ-XR18号	597.3 ± 104.83	ab
台湾ハンノキ-XR1号	579.4 ± 115.67	ab
イタジイ-608号	570.3 ± 66.6	ab
台湾ハンノキ-607号	536.0 ± 119.13	b
台湾ハンノキ-XR18号	531.9 ± 104.35	b
台湾ハンノキ-608号	497.0 ± 58.08	b
アカギ-608号	231.2 ± 105.21	c
アカギ-XR1号	193.9 ± 101.07	cd
アカギ-XR1号	110.6 ± 95.89	cd
アカギ-XR18号	104.0 ± 47.06	d
おが粉樹種別		
イタジイ	613.8 ± 98.04	a
台湾ハンノキ	536.6 ± 104.38	b
アカギ	152.5 ± 99.79	c
種菌別		
XR1号	524.9 ± 227.19	a
608号	447.9 ± 172.72	b
607号	422.2 ± 245.19	b
XR18号	395.8 ± 244.33	b

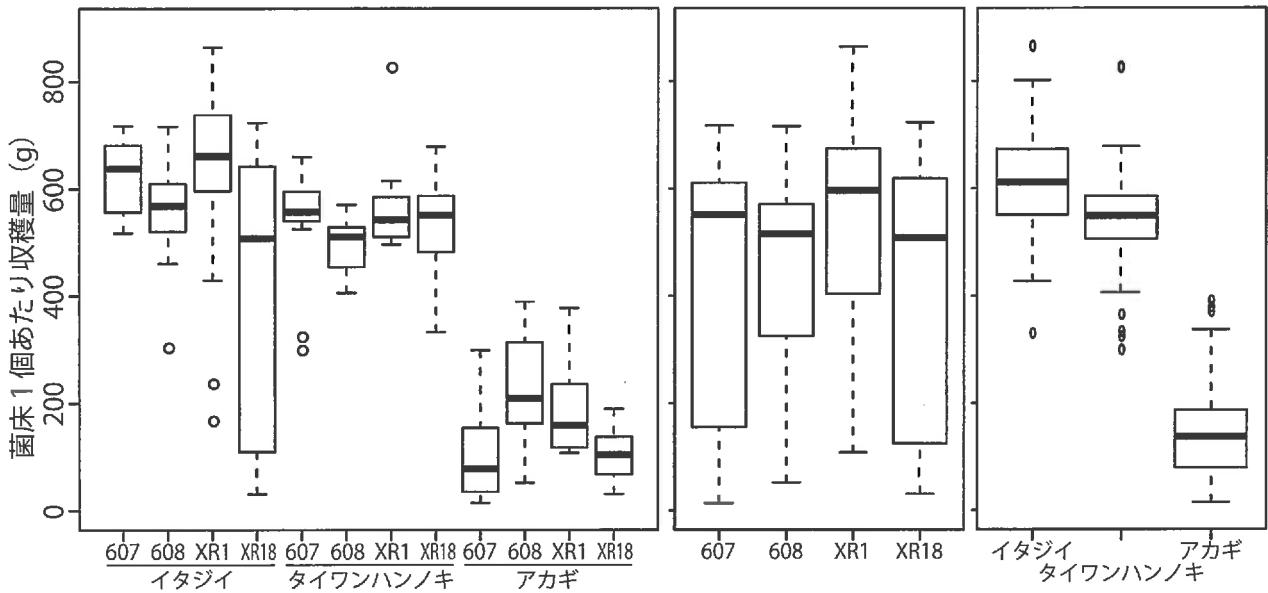


図-5 樹種別・種菌別収穫量 (2010年)

を使用した菌床での収穫量を比較すると、すべての組み合わせで有意な差があった (Tukey-Kramer 法 有意水準 5%)。原木栽培での利用実績のあるイタジイが最も収穫量が多い結果となった (表-6、図-5)。

種菌について比較すると、森産業 XR1 号は 524.9g、北研 608 号は 447.9g、北研 607 は 422.2g、森産業 XR18 号は 395g で森産業 XR1 号のみが他の種菌に対して有意に収穫量が多かった (検定法同上、図-6)。他の種菌間では差があるとはいえなかった。種菌とおが粉の組み合わせ間で比較すると、上位 5 番目までは有意な差はなかった。2010 年時点では、イタジイおが粉と森産業 XR1 の組み合わせが最も収穫量が多かった。また、種菌の種類を選ぶことで台湾ハンノキもイタジイと遜色のない収穫量があることが明らかになった。

種菌とおが粉による二元配置の分散分析を行った結果、交互作用があると認められた。しかし、アカギおが粉の収穫量が少なすぎることから、アカギおが粉の収穫量データを除外し、再度二元配置の分散分析を行った結果交互作用は認められなかった。この結果から、おが粉樹種の選抜では、種菌を一種類に固定しても問題ないと判断した。

2011 年度のおが粉樹種選抜結果

台湾ハンノキおが粉区、アカギおが粉区の収穫量は、他のおが粉区と比較して有意に収穫量が少なかった (図-6、表-7、Tukey-Kramer 法 有意水準 5%)。アカギおが粉の収穫量は、2 年連続して収穫量が少なく、菌床シイタケ栽培には不適であるとの結論に至った。

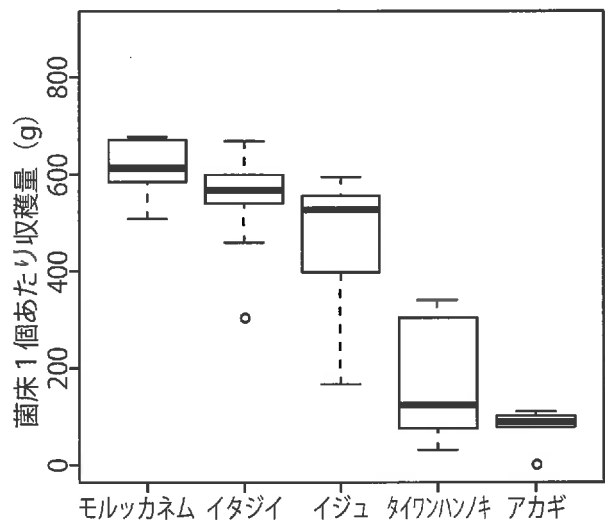


図-6 樹種別収穫量 (2011年)

表-7 おが粉樹種選抜の結果 (2011年)

樹種	収穫量 ± 標準偏差	
モルッカネム	615.8 ± 62.53	a
イタジイ	577.9 ± 62.41	ab
イジュ	515.2 ± 66.56	b
台湾ハンノキ	324.5 ± 16.86	c
アカギ	78.3 ± 36.23	d

一方で、台湾ハンノキおが粉区の収穫量は、前年度と同じ森産業XR1号を栽培下にもかかわらず、イタジイおが粉区よりも有意に少なかった（検定法同上）。今後さらに検討が必要である。台湾ハンノキおが粉を使用しなければならない場合は、イタジイおが粉と混合するなどの工夫が必要である。

モルッカネムおが粉区は、イタジイおが粉区と同等以上の収穫量があった。また、イジュおが粉区についてもイタジイと同程度の収穫量があった（検定法同上）。モルッカネム、イジュ共に、菌床シイタケ栽培に適した樹種である。

(3) 培地重量の検討

2.5kg・W区の収穫量が最も多く657.5gで、2.0kg・W区や2.0kg・D区よりも有意に多くなった（表-8、図-7、Tukey-Kramer法 有

意水準5%）。2.5kg区と2.0kg区を比較すると、2.5kg区の収穫量が有意に多くなった（検定法同上）。菌床重量の差から当然の結果となった。それぞれの区の収穫量を菌床1kgあたりに換算し、多重比較検定を行うと差はなくなった（検定法同上）。2.0kg菌床と2.5kg菌床の栽培施設

表-8 培地重量別・菌床管理別収穫量

試験区分	収穫量±標準偏差
試験区分別	
2.5kg・散水	657.5 ± 115.49 a
2.5kg・乾燥	590.1 ± 98.87 ab
2.0kg・散水	536.7 ± 92.44 bc
2.0kg・乾燥	501.0 ± 72.99 c
重量別	
2.5kg	622.2 ± 111.13 a
2.0kg	517.9 ± 83.67 b
散水あり/なし	
散水	598.6 ± 120.25 a
乾燥	546.6 ± 97.24 b

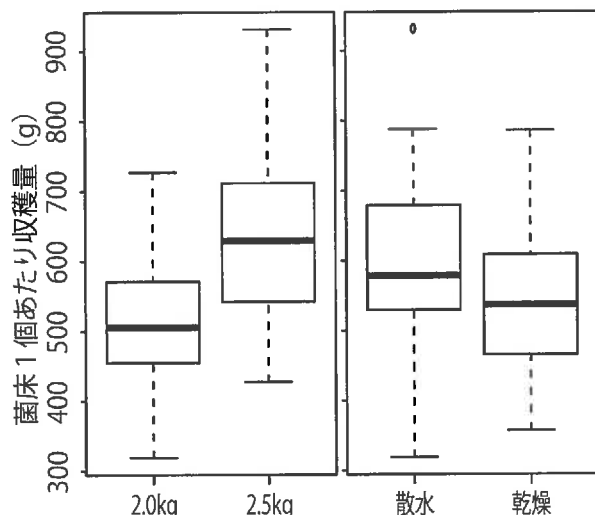
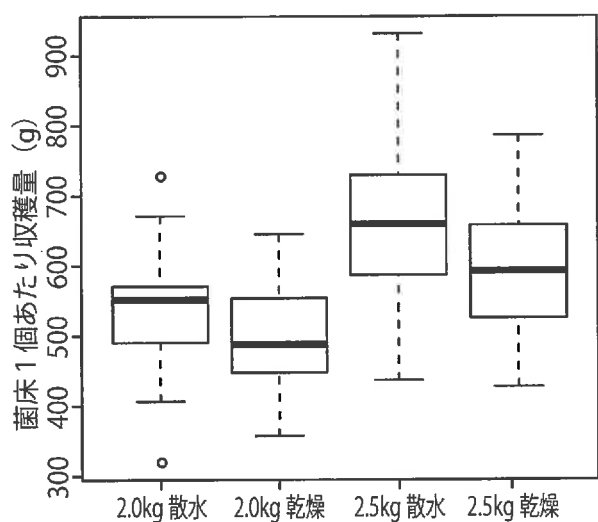


図-7 菌床重量別・菌床管理別収穫量

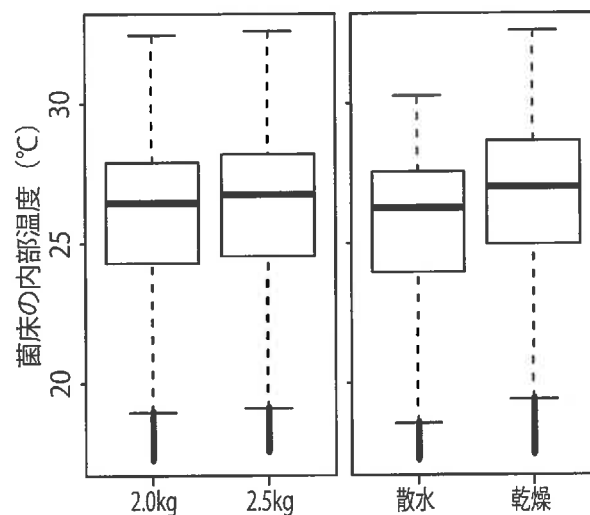
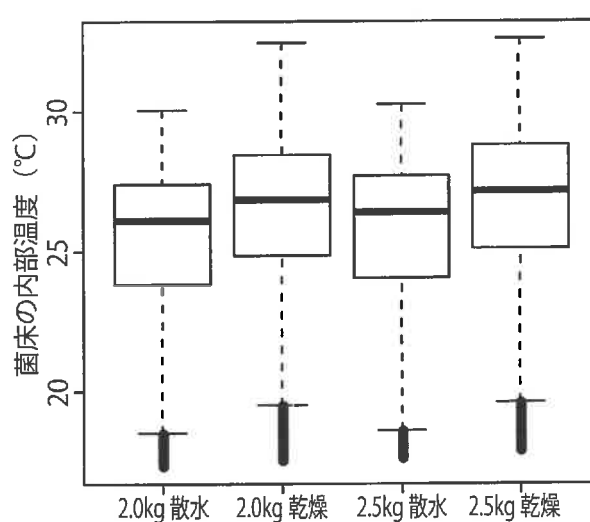


図-8 菌床重量別・菌床管理別の菌床内部温度

内での1菌床あたりの設置面積は、同じであるため、栽培施設単位面積あたりの収穫量は、2.5kg菌床の方が多くなる。

次に培養中に散水管理を行った場合は、有意に収穫量が多くなった(表-8、図-7、検定法同上)。培養中に散水管理を行うことで菌床の内部温度を有意に下げることができた(表-8、図-8)。具体的には、2.0kgと2.5kg菌床の内部温度を比較した場合、2.5kg菌床の方が有意に温度が高かった(Steel-Dwass法 有意水準5%)。同様に培養期間中に散水あり/なしを比較した場合、散水なしの法が有意に内部温度が高かった(検定法同上)。散水をした区の方が菌床内部の温度を有意に低く抑えることができ、収穫量も有意に多くなった。培養期間中の散水は、

沖縄における簡易栽培における有効な手段であると思われた。しかし、培養期間中の散水管理を行った場合、フィルター部分が常に湿潤な状態になることから、害菌による汚染のリスクが高くなるとおもわれる。特に菌糸生長が早く、爆発的に増殖するアカパンカビには十分な警戒が必要となる。

(4) 沖縄の栽培条件に適した種菌の選抜 2010年の選抜結果

森産業KV92号が最も収穫量が多く726.2gで、森産業KV92号と同程度の収穫量があったのは、北研703号、北研603号、森産業XR1号であった(Tukey-Kramer法 有意水準5%)。これらの4種類の種菌の中でM、L寸の占める

表-9 種菌選抜の結果(2010年)

種菌	収穫量(g) ±標準偏差		M、L寸の割合(%)	M、L寸の重さ(g)
森産業KV92号	726.2 ± 73.96	a	82.9	601.9
北研703号	715.3 ± 101.01	ab	80.8	577.7
北研603号	690.2 ± 95.47	a c	86.9	530.6
森産業XR1号	676.7 ± 113.34	a d	87.3	591.0
森産業5K-16号	658.6 ± 106.03	cd	66.0	434.94
北研607号	619.8 ± 71.1	cd	80.6	499.6
森産業XR18号	598.8 ± 126.56	cd	86.3	516.9
北研608号	576.5 ± 66.68	d	78.8	454.7

表-10 種菌選抜の結果(2011年)

種菌	収穫量(g) ±標準偏差		M、L寸の割合(%)	M、L寸の重さ(g)
森産業XR1号	672.6 ± 87.77	a	79.58	535.7
北研600号	613.5 ± 71.57	ab	57.46	352.8
森産業KV92号	598.3 ± 79.81	bc	66.56	398.0
北研705号	563.5 ± 87.98	bc	73.74	415.9
北研607号	530.9 ± 92.26	cd	68.76	365.1
森産業5K-16号	489.0 ± 61.61	d	82.73	301.3
キノックスS055号	603.7 ± 73.7	e	81.52	250.3

表-11 種菌選抜の結果(2012年)

種菌	収穫量(g) ±標準偏差		M、L寸の割合(%)	M、L寸の重さ(g)
森産業XR1号	718.8 ± 138.25	a	65.13	468.2
森産業富富	436.3 ± 87.41	b	67.01	292.1
北研600号	371.7 ± 99.6	b	61.05	227.1
キノックスS055号	123.4 ± 105.44	c	90.26	111.0

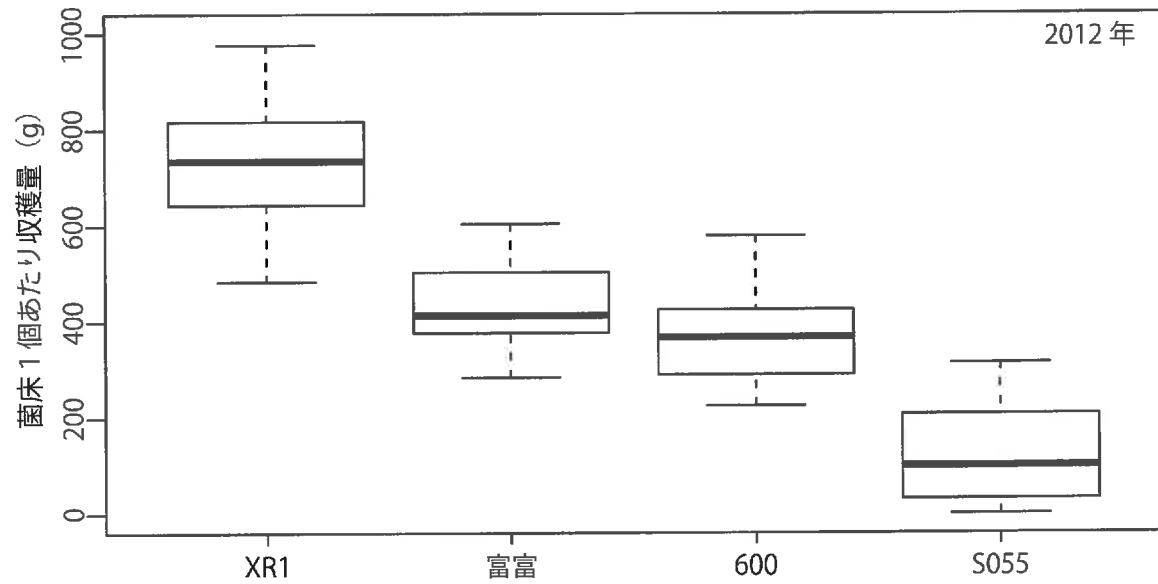
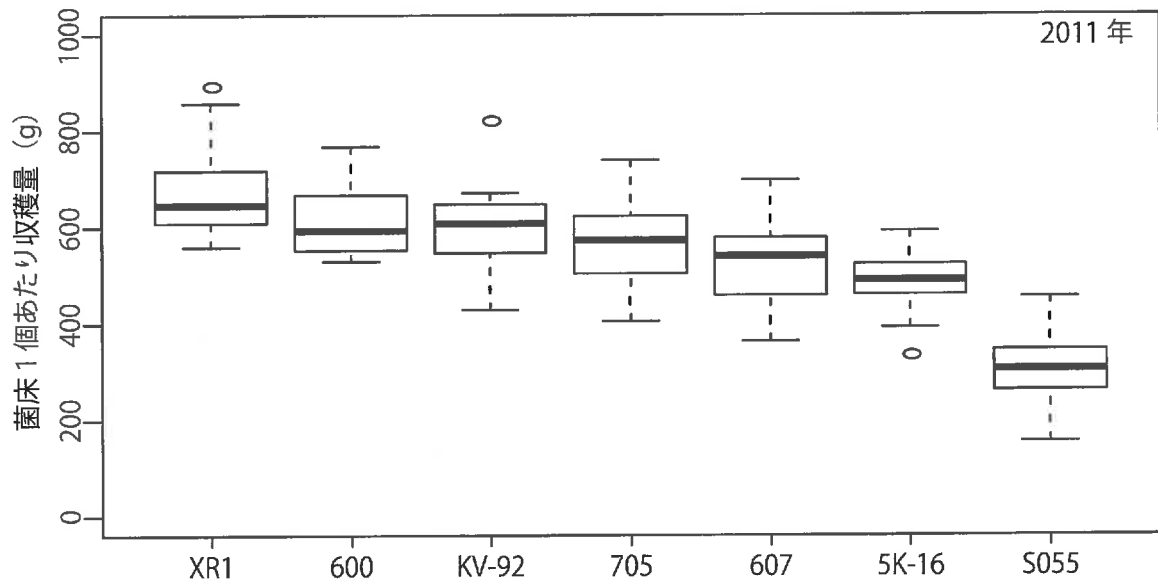
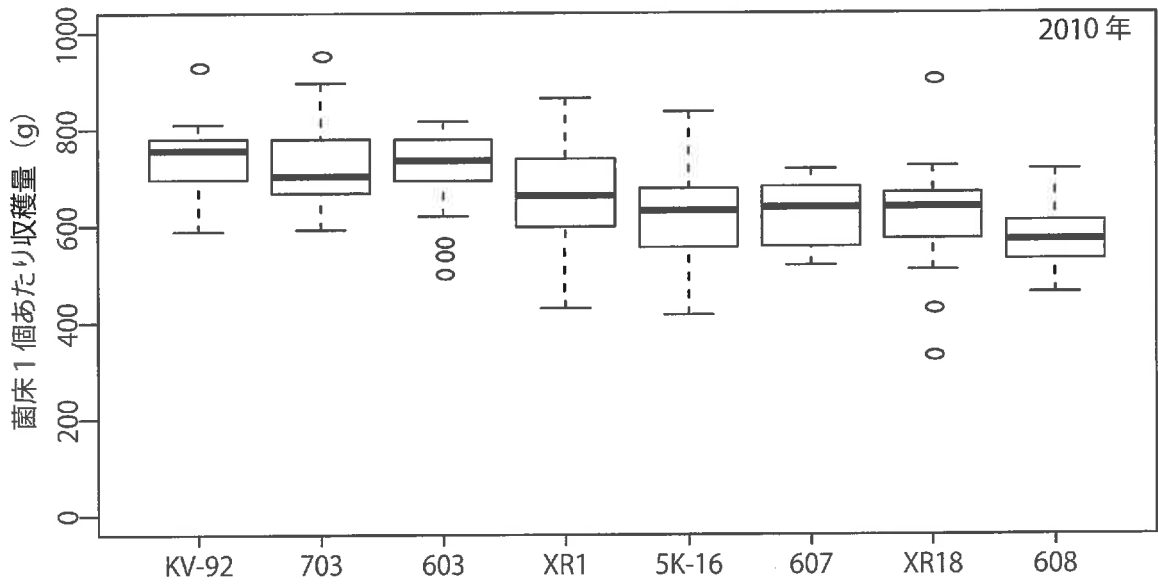
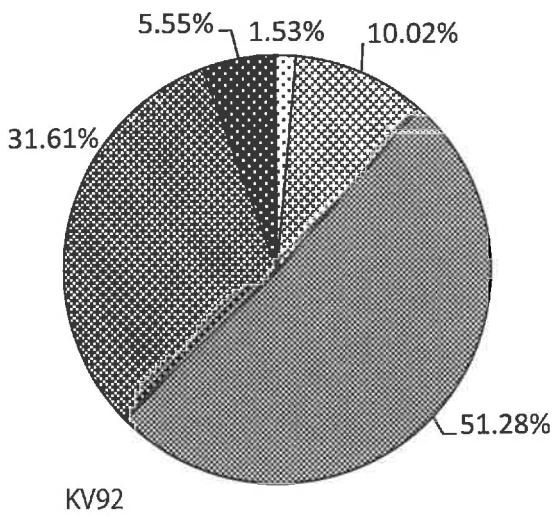
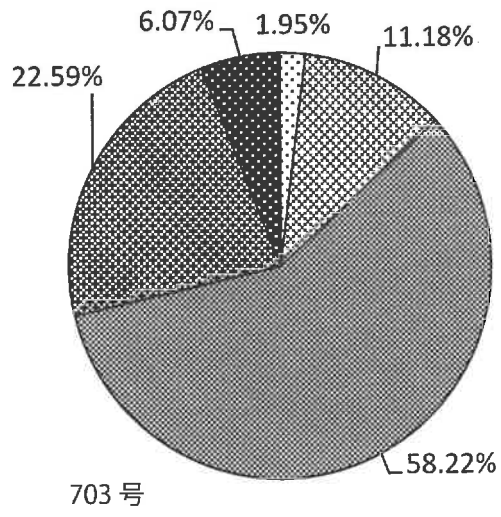


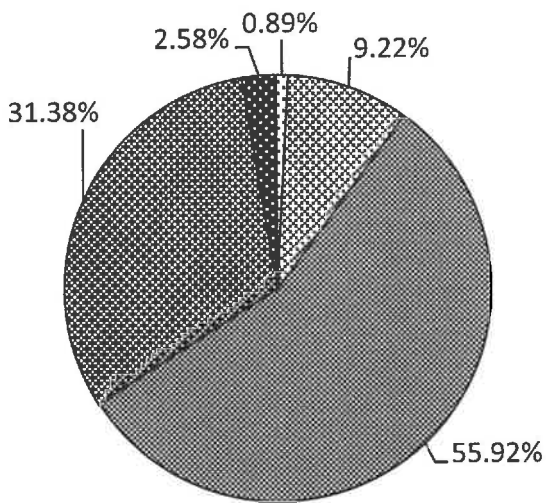
図-9 年度別種菌選抜の結果



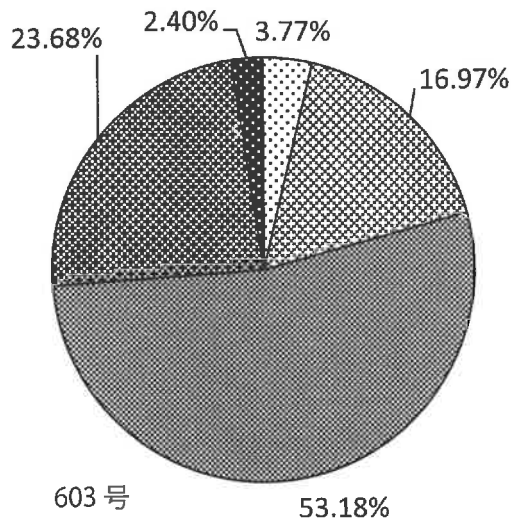
KV92



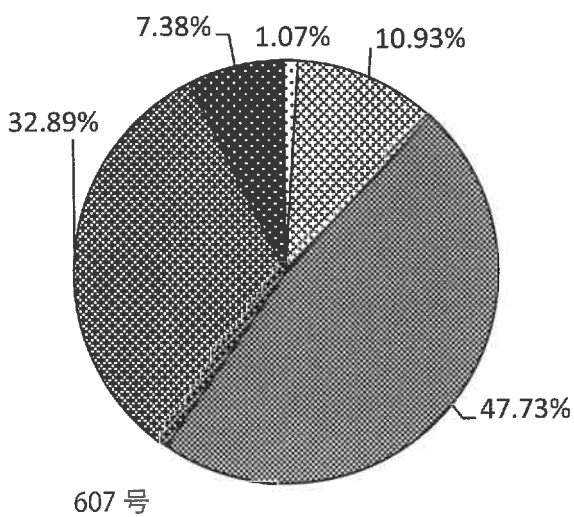
703号



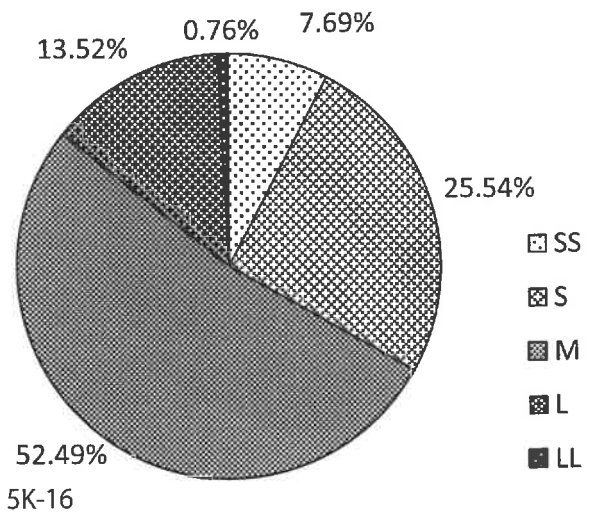
XR1



603号



607号



5K-16

- SS
- ▨ S
- ▩ M
- ▧ L
- LL

図-10 規格別割合 (2010年)

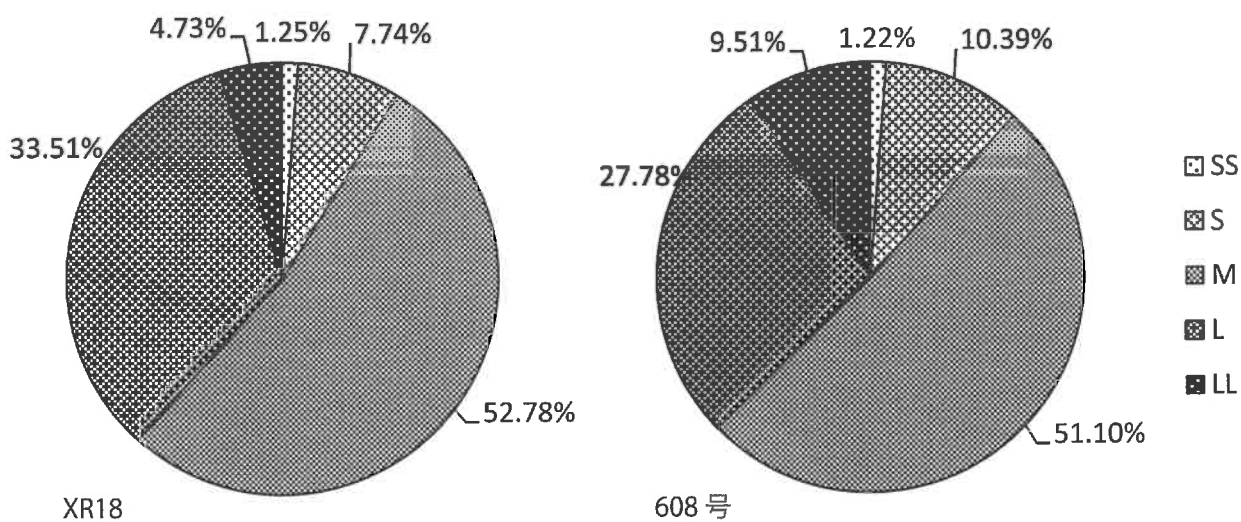


図-10 規格別割合 (2010年) つづき

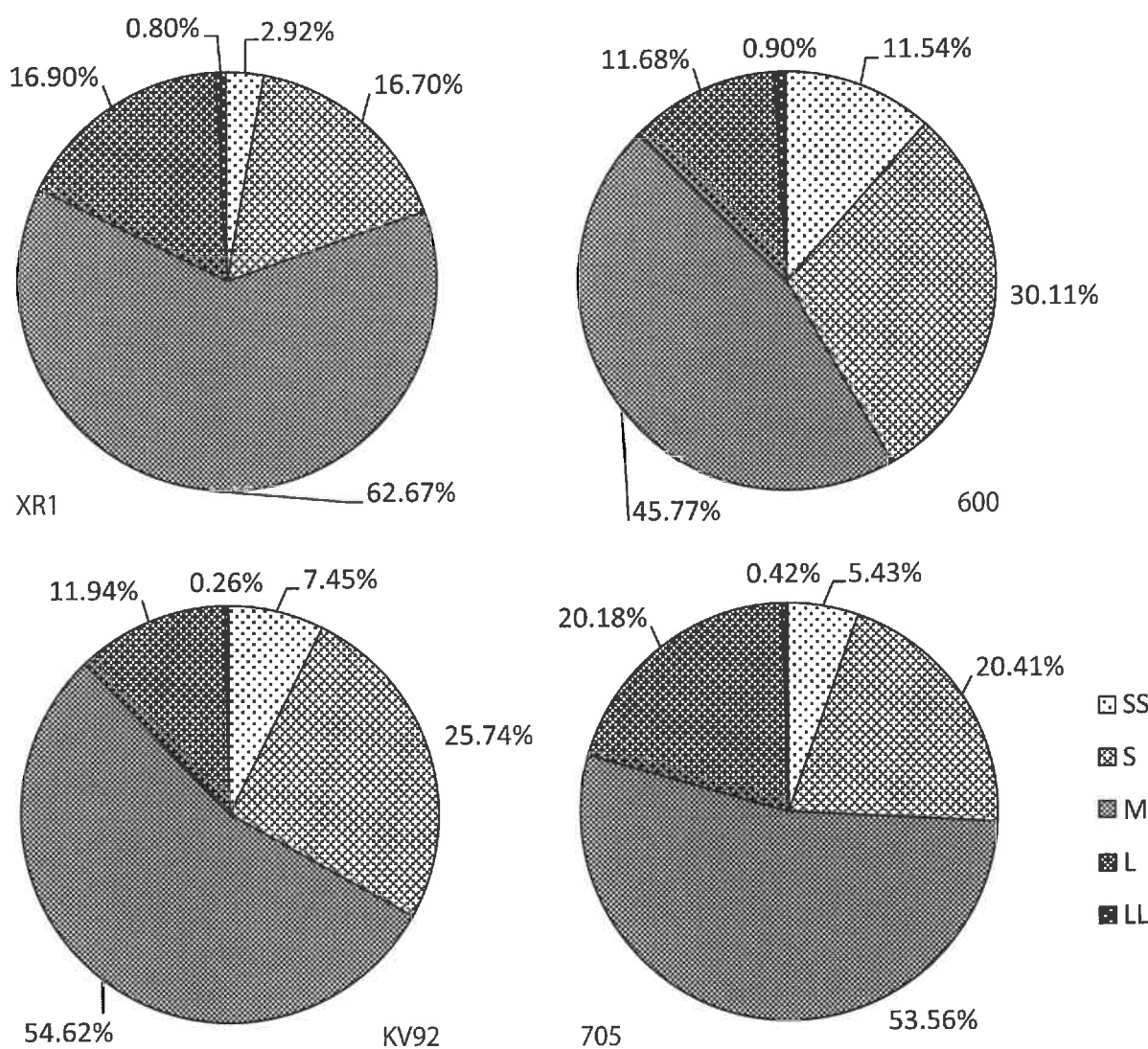


図-11 規格別割合 (2011年)

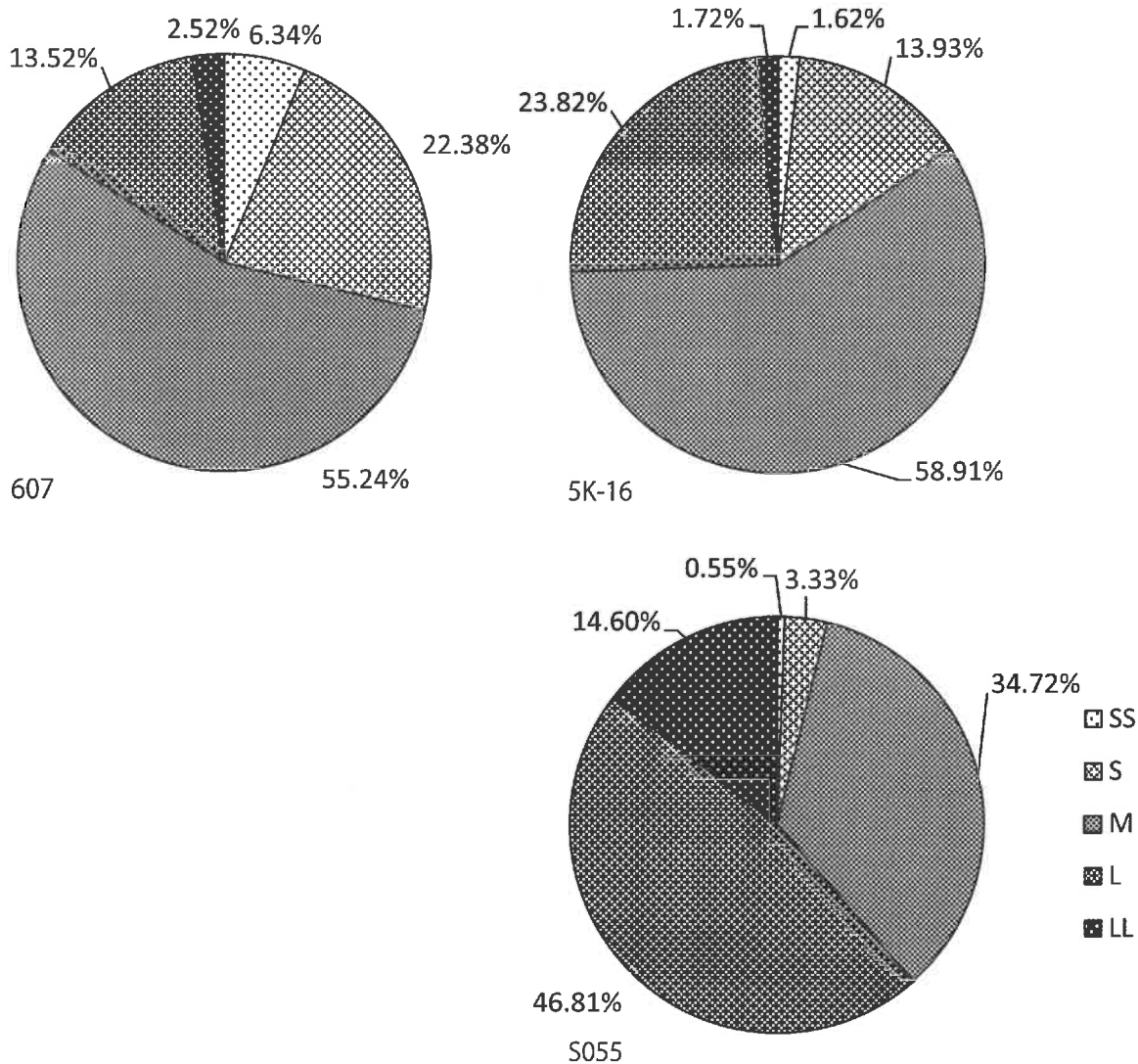


図-11 規格別割合 (2011年) つづき

割合が最も高かったのはXR1で87.3%に達した(図-10、表-9)。森産業KV92号と森産業XR1号のM、L寸の収穫量は、それぞれ601.9gと591.6gで差は僅か10g程度となった(表-9)。

2011年の選抜結果

森産業XR1号の収穫量が最も多く672gで、同程度の収穫量があったのは森産業KV92号のみであった(図-10、表-9、Tukey-Kramer法有意水準5%)。森産業XR1号のM、L寸の占める割合は79.6%と最も高く(図-11)、M、L寸の収穫量は535.7gであった。一方、前年度最も収穫量が多かった森産業KV92号は、森産業XR1号と比較して有意に収量が低く(検定法同上)、M、L寸の占める割合も66.6%と低かった(表-10)。他の種菌は、北研600号を除き森産

業XR1号よりも有意に収穫量が少なかった(検定法同上)。

2012年の選抜結果と3年間のまとめ

森産業XR1号の収穫量が最も多く718gで、他の種菌より有意に多かった(図-9、表-11、Tukey-Kramer法有意水準5%)。2012年の試験では、原因は不明であるもののM、L寸の占める割合が全種菌共に低調であった(図-12)。

森産業XR1号の収穫量が3年をとおして多く安定していた。また、森産業XR1号は、10月中旬の気温が比較的高い時期でも初回発生が見られ、沖縄の気候に適した種菌であると思われる。森産業XR1号は、1kgに近い収穫量のある菌床もあり、栽培技術の向上により県内でも十分な収穫量が期待できる(図-9)。

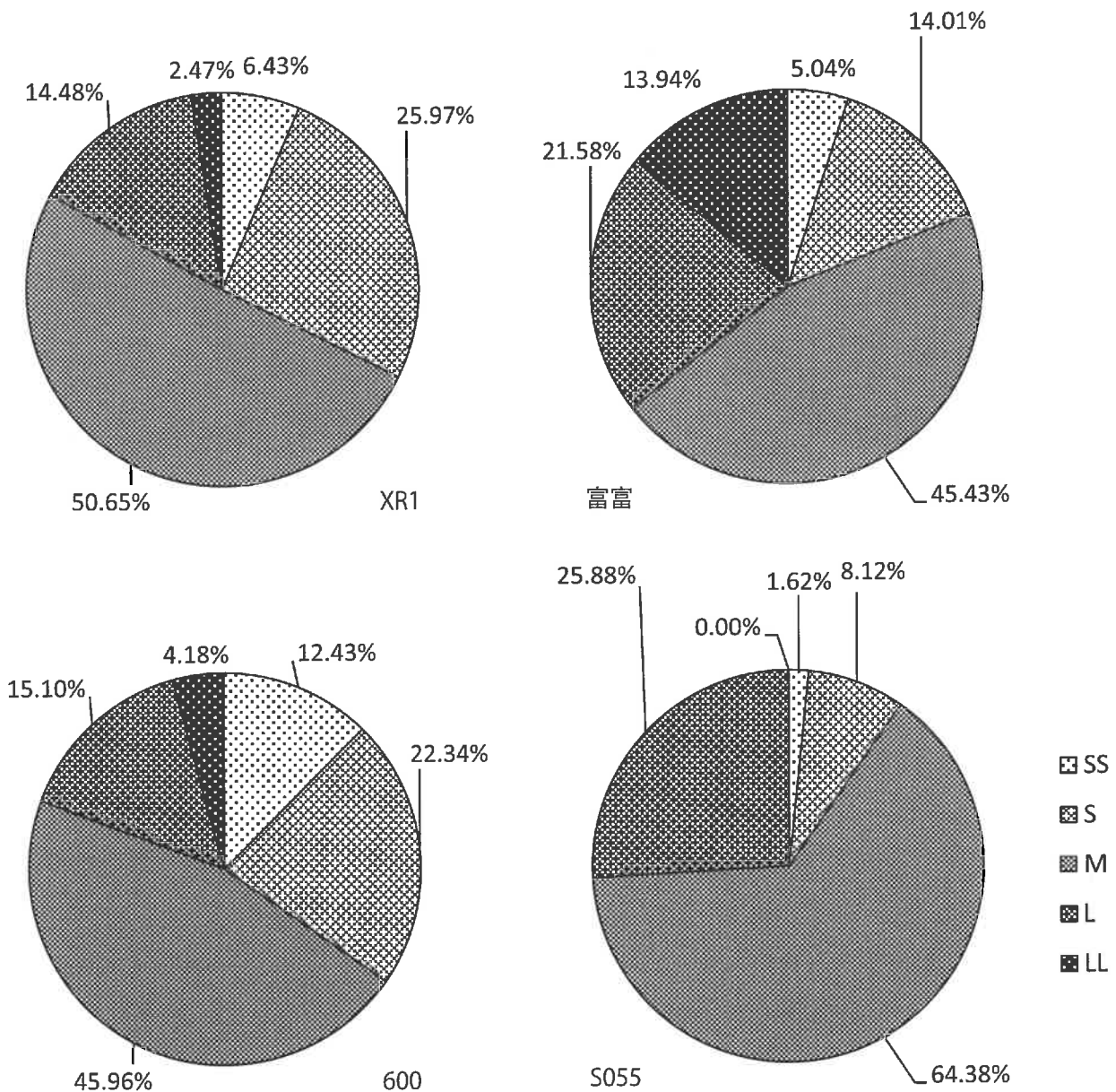


図-12 規格別割合 (2012年)

(5) 菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエ対策

図-13にナガマド成虫の誘引捕獲調査の結果を示す。生産施設内では、合計25頭、165頭、56頭(名護市、東村、大宜味村)のナガマド成虫を捕獲できた。野外では、141頭、31頭、1頭(同順)捕獲できた。大宜味村の野外に設置したLEDキャッチャーでのナガマド成虫の誘引捕獲頭数が極端に少なかった。原因は不明であるが、粘着シートに、鱗翅目昆虫の鱗粉が大量に付着していたことが影響している可能性がある。調査地全体で見ると生産施設内では、9月を除き調査開始から終了まで毎月ナガマド成虫

を捕獲できた。野外では、7月、10月、翌年2月をのぞきナガマド成虫を捕獲できた。1年を通してナガマド成虫を誘引捕獲できたことから、生産施設とその周辺では、常にナガマドが生息しており、生産施設への侵入のリスクが常にあることが確認できた。東村の生産施設では、シイタケ菌床を除袋し子実体を発生させ始めた時期にナガマド成虫の誘引捕獲頭数が54頭と大幅に増加した。また、大宜味村の生産施設では、通年ある程度のナガマド成虫を捕獲できた。一方で、他の2調査地での結果と比較して、名護市では野外で誘引捕獲頭数が多いが、生産施設内の誘引捕獲頭数が少なく、捕獲された時期も

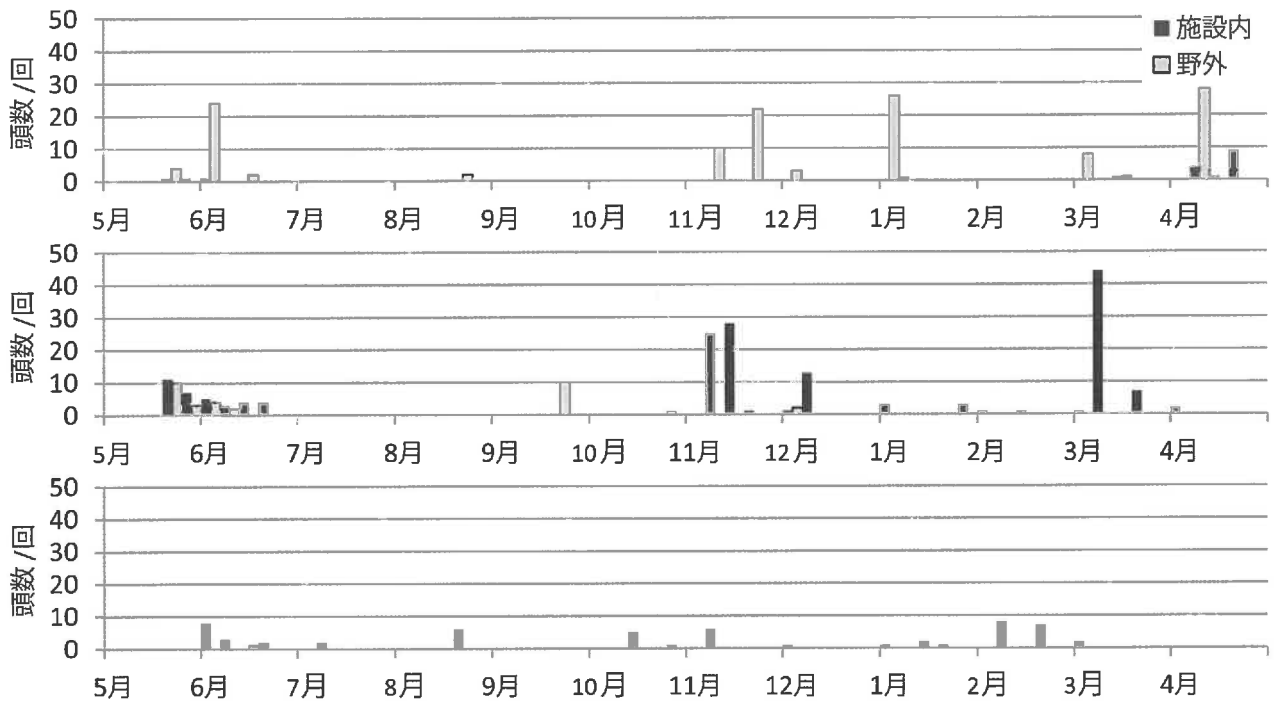


図-13 各調査地におけるナガマドキノコバエ誘引捕獲頭数

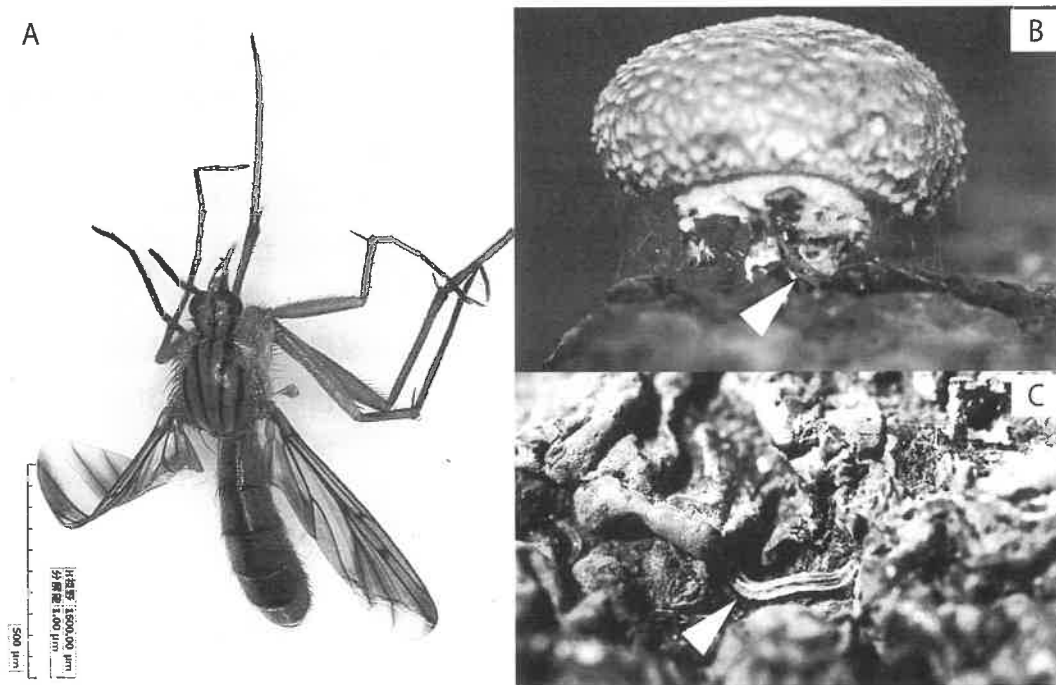


図-14 ナガマドキノコバエ成虫 (A)、幼虫 (C) と幼虫によるしいたけ子実体加害状況 (B)

シイタケの子実体発生終盤であるという特徴があった。名護市の生産施設での誘引捕獲頭数が少なかった要因としては、密閉性が高く施設内へのナガマド成虫の侵入機会が少なかったためと思われる。

表-12 に東村の生産施設でのシイタケ菌床へのナガマド幼虫の付着率を、図-14 にナガマド

の成虫と幼虫、同生産施設でのナガマド幼虫による加害状況を示した。付着率は調査を開始した12月5日にはすでに18.0%で、その後3月12日には64.7%にまで上昇した(表-12)。幼虫は菌床を16時間以上浸水することで死滅することが知られている(4)。幼虫付着調査を行った東村の生産施設での1回の浸水時間は、約24

表-12 シイタケ菌床へのナガマドキノコバエ付着率

調査日	被害菌床 / 菌床総数 (付着率)
2011年 12月 5日	9/50 (%)
12月 20日	54/164 (32.3%)
2012年 1月 4日	39/262 (14.9%)
1月 16日	94/277 (33.9%)
1月 30日	75/250 (30.0%)
2月 13日	122/303 (40.3%)
2月 27日	164/293 (56.0%)
3月 12日	196/303 (64.7%)
3月 26日	158/348 (45.4%)
4月 9日	29/138 (21.0%)
4月 24日	12/115 (10.4%)

時間であることから、菌床に付着した幼虫は全て死滅すると思われる。しかし、1回当たりに浸水できる菌床数が少量であるため、全ての菌床を浸水し終わる頃には、最初に浸水した菌床には、再び幼虫が付着しているであろうと思われた。ナガマドは23～25℃では2週間で1世代を完了する(3)。ナガマドの1世代が完了する期間より短い期間で全ての菌床の浸水作業を完了することができれば、菌床へのナガマド幼虫の付着率は低下すると思われる。

引用文献

(1) 比嘉 亨(1993) 菌床シイタケ栽培試験—秋山20号菌の菌床栽培試験—。沖縄県林業試験場研究報告36:

- (2) 比嘉茂政(1998) イタジイを主体とする広葉樹材の施行推進に関する調査報告書。97pp, 沖縄総合事務局, 沖縄。
- (3) 北島博(2009) 菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの発育期間。日本森林学会大会講演要旨集 Pb 3-35。
- (4) 北島博(2010) ナガマドキノコバエの殺虫に必要な浸水処理時間, 関東森林研究 61: 271-272。
- (5) 九州地区林業関係試験研究機関協議会(2011) きのこと害虫防除マニュアル, 22, 森林総合研究所九州支所, 熊本。
- (6) 宗田典大(2006) 菌床栽培シイタケにおける害虫防除対策試験, 石川県林業試験場業務報告第44号: 21。
- (7) 新田剛(2004) 菌床シイタケ栽培における害虫問題, 林業みやざき No.483。
- (8) 沖縄県農林水産部林務課(1973) 沖縄の林業, 45pp, 沖縄県農林水産部林務課, 沖縄。
- (9) 沖縄県農林水産部林務課(1979) シイタケ栽培のしおり, 27pp, 沖縄県農林水産部林務課, 沖縄。
- (10) 沖縄県農林水産部林務課(1995) しいたけ栽培技術の手引, 38pp, 沖縄県農林水産部林務課, 沖縄。

沖縄県産木材の高度利用に関する研究

- 曲げ加工試験 -

伊波 正和

1. はじめに

本研究の主題である「沖縄県産木材の高度利用」を推進するため、木材の曲げ加工技術に着目した。

沖縄県産木材での曲げ加工については実用化している事例もほとんどなく、よく知られていないので、主要県産木材のリュウキュウマツ、イジュ、イタジイについて、どの程度の曲げ加工ができるのかを確認するため、曲げ加工装置を試作し、その曲げ加工性実験を試みた。

2. 試験方法

試験材は リュウキュウマツ、イジュ、イタジイの3樹種とした。

曲げ加工はトネットの曲げ加工技術¹⁾による方法で実施した。

この技法は蒸煮で蒸し柔らかくした木材を型にはめて曲げ、乾燥するとことで曲げが固定される木材の性質を利用したものである。

外側に帯鉄を当て外側の伸びを押さえ、内側だけが圧縮されるようにすると外側の亀裂がおこらないで曲げることができる。

試験材の木取りは2方桁に木取りし、長さ：1000mm、幅：40mmとし、厚さについては15mm、20mm、25mm、30mmの4パターンとした。また、繰り返し回数はそれぞれ5回とした。

蒸煮装置は、プロパンガスのコンロに寸胴鍋をセットし、鍋の上に蒸気が入るようにした木製箱を置いて蒸煮器とした。蒸煮器には試験材の入れ出しができる口を設けた。また、蒸気は入り込む口の周辺はトタンで覆い木箱の木部に蒸気が入らないように工夫した。(図

-1)。

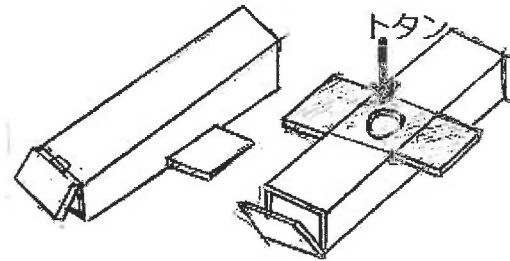


図-1 蒸煮器

トネットの曲げ加工は曲げの外側を固定する治具が必要である。その治具に用いる帯鉄は弾力があり折り曲げに耐えられる帯鋸刃用鋼材を用い、試験材の寸法を固定する箇所にはL字金具でストッパーの役割を補強した。帯鉄は長さ1600mm、幅40mm、厚さ1.05mmを用い、木製の握り手と蝶ねじボルトで固定した。この固定箇所には曲げ加工の際に大きな力がかかるので十分な強度が必要がある。

治具はL字金具で試験材の固定所と帯鉄と握り手の固定強固なものとした。(図-2)

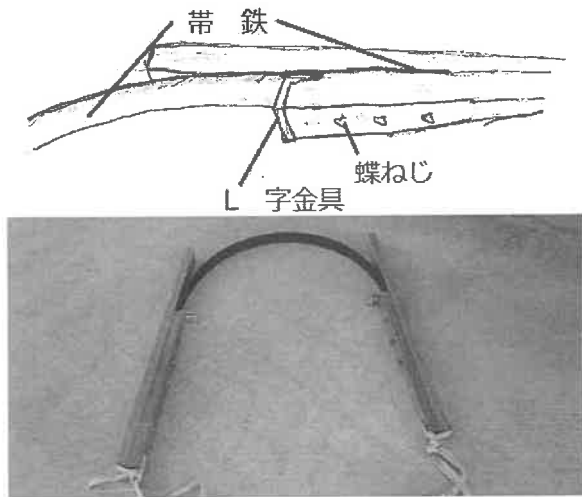


図-2 曲げ治具

曲げの型は、腰掛けの胴回りを囲む湾曲を想定し、曲率半径が 240mm の半円盤を作成した。材料は合板を用い切削加工は NC ルーターで行った。同様の型を 5 枚準備し、曲げ加工し固定した状態で、別の型の入れ替えができるようにした。型の 3 カ所の穴は入れ替えのためのものである (図-3)。

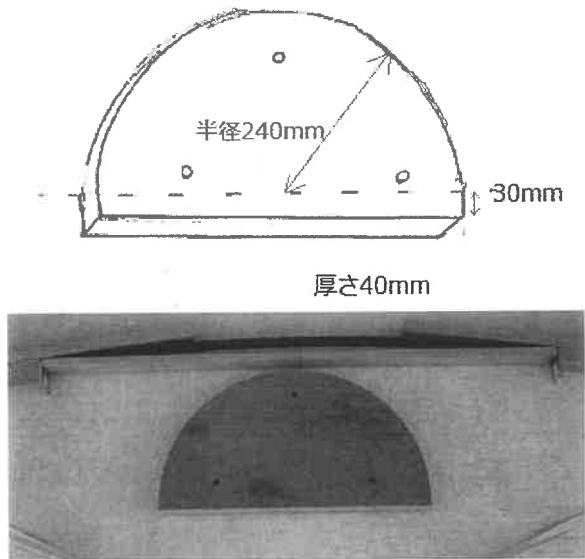


図-3 曲げ加工の型

曲げ加工装置は手動ウインチを利用して、

試験材の曲げを手助けする装置とした (図-4)。

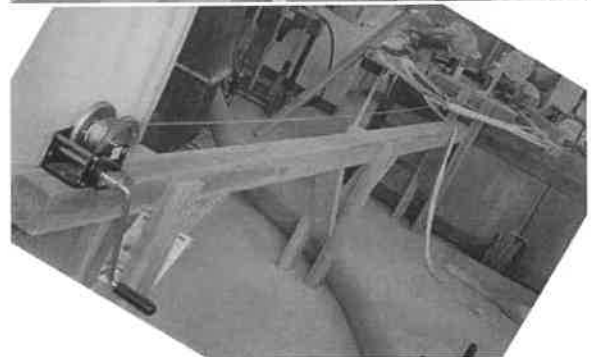
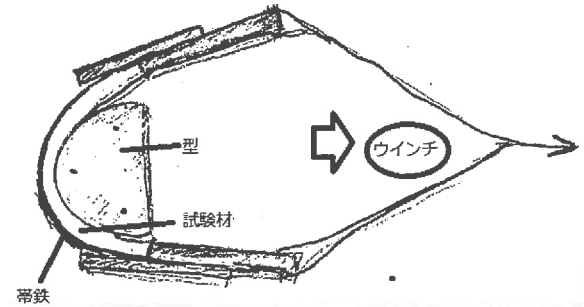


図-4 曲げ加工装置

曲げ加工を終了した試験材は、その曲がった状態で、型、曲げ治具と試験材をセットにしてクランプで固定し、形状を維持した状態で曲げ加工装置からはずし、1週間ほど室内乾燥を行ない、曲げの塑性化を図る。(図-5)

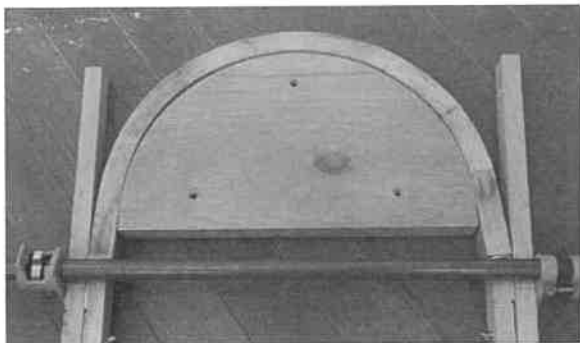


図-5 固定・室内乾燥

クランプを緩め、塑性化した試験材を型と治具から取り外した (図-6)。

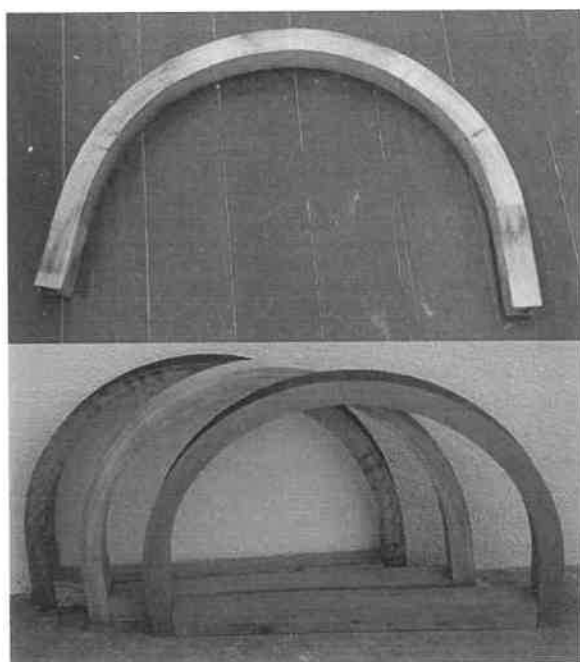


図-6 曲げ加工終了

※上は型・治具を取り外した写真、下は手前からイジュ、リュウキュウマツ、イタジイの30mm厚試験材

曲げ加工試験手順は下の通りとなる。

①蒸煮装置の温度が100℃に達したこと確認してから、

②試験材を装置に投入し、1時間蒸煮する。

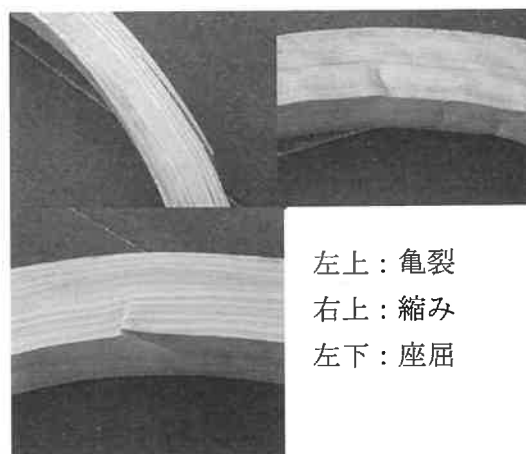
③試験材を取り出し、手早く、曲げ加工を実施する。

④クランプで固定し、曲げ加工装置から型、試験材、曲げ治具をセットで取り出す。

⑤室内乾燥を一週間行い、型、治具を外し曲がった試験材の開いた箇所を角材で固定し終了。

3. 結果

曲げ加工の状態が良好な試験体数をに示す(表-1)。良好な状態とは、図-7に示す曲げの加工で発生する亀裂、縮みや座屈などの欠点がない状態で、十分に実用可能な曲げ加工のものとした。



左上：亀裂
右上：縮み
左下：座屈

図-7 曲げ加工における欠点

表-1 曲げ加工試験結果 (無欠点本/5本)

厚さ(mm)	15	20	25	30
リュウキュウマツ	5	4	3	1
イジュ	5	5	4	4
イタジイ	5	5	3	1

リュウキュウマツについては、15mm厚さ試験材は5本中5本とも良好、20mm厚さ試験材は5本中4本が良好、25mm厚さ試験材は5本中3本が良好、30mm厚さ試験材は5本中1本が良好であった。

イジュについては15mm厚さ試験材は5本中5本が良好、20mm厚さ試験材は5本中5本が良好、25mm試験材は5本中4本が良好、

30mm 厚さ試験材は 5 本中 4 本が良好であった。

イタジイについては、15mm 厚さ試験材は 5 本中 5 本が良好、20mm 試験材は 5 本中 5 本が良好、25mm 厚さ試験材は 5 本中 3 本が良好、30mm 試験材は 5 本中 1 本が良好であった。

よって、3 樹種の中では、イジユが曲げ加工しやすいことと、3 樹種とも腰掛けの胴回り程度の曲げ加工は十分に可能であることがわかる。

さらに加工方法を工夫することで沖縄県産木材の利用拡大を図ることに努めたい。

4. まとめ

沖縄県産木材のリウキュウマツ、イジユ、イタジイについては、曲げ加工を施し椅子などの製品に応用できる可能性があることを確認できた。

その中でイジユが最も曲げ加工しやすい樹種であった。

参考文献

- 1) 環境材料設計学研究室, 曲げ木を作ろう.
東京大学 アジア生産資源環境研究センター

沖縄県産木材の高度利用に関する研究

- 耐蟻性試験 -

伊波 正和

1. はじめに

沖縄県はシロアリの生息に良好な環境であることとその被害が多い地域であるので、木材の活用を図るには、木材の耐蟻性向上は重要な課題である。

そこで、沖縄県産木材の中で、蓄積量の多いリュウキュウマツ、イジュ、イタジイの高度利用を図るためにも耐蟻性研究は必須の課題となる。

よって、本研究では、上記3樹種の耐蟻性とそれぞれに、低分子フェノール系木材保存剤料を含浸処理した場合、銅・アリゾール系木材保存剤を含浸処理した場合の屋外耐蟻性試験を実施した。

2. 試験方法

耐蟻性試験は JIS K 1571 : 2010 「木材保存剤一性能基準及びその試験方法」の 5.3.1.2.5 野外試験に準じた。

試験に供した樹種はリュウキュウマツ、イジュ、イタジイの3樹種である。試験杭は二方杭で各面をかな仕上げした。

処理薬剤は低分子フェノール木材保存剤料（エコアコール：メチロール化フェノールモノマーを取材とした木材保存剤料（防腐、防蟻）、九州木材工業株式会社、以下低分子フェノール）、銅・アリゾール系加圧処理用木材保存剤（防腐・防蟻）（商品名：タナリス、九州木材工業、以下銅アリゾール系保存剤）の2種類の薬剤を使用した。

試験杭への注入処理は、2種類とも九州木材工業の装置で処理した。低分子フェノールについては注入後樹脂の硬化処理を必要とす

るので、森林資源研究センターで実施した。硬化方法は注入処理を十分に乾かした後、140℃で15分間加熱処理した。

試験個数は無処理沖縄県産木材の高度利用に関する研究試験杭及び薬剤処理杭とも1試験につき繰り返し個数を5とした。

試験地は①名護市大中（旧沖縄県森林資源研究センター、以下旧森研セ）、②国頭村字浜の国道58号線脇リュウキュウマツ樹林帯（以下国頭村浜）、③今帰仁村字呉我山（以下嵐山）、④名護市名護（沖縄県農業研究センター名護支所内、以下農研セ名）、⑤名護市久志福地原（以下南明治山）の5カ所である。

表1に試験地の土性を示す。水はけは表層から中層のしまりの状況で変わる。表層の土から判断すると1嵐山、>2旧森林セ、>3国頭浜、>4農研セ名、>5南明治山の順と思われる。

表1 試験地の土性

①旧森研セ	PH6.4	造成林地	水はけ2
国頭マージ由来の造成地上の堅果状構造、粒状構造が見られる壤土			
②国頭村浜	PH6.0	海岸植栽地	水はけ3
国頭マージ由来の造成地上の堅果状構造			
③嵐山	PH4.7	山林	水はけ1
国頭マージ由来の赤色土壌の粒状構造の発達した埴土			
④農研セ名	PH6.2	畑跡地	水はけ4
国頭マージ由来の礫混じり造成地埴壤土			
⑤南明治山	PH5.2	山林	水はけ5
灰白化赤黄色土壌上の固結したシルト質土壌			

試験地の打ち込み方法は、各試験杭が間隔400mmで格子状に配置し、深さ300mmまで

地下に埋め込み、試験期間は平成 23 年 12 月～平成 25 年 12 月の 2 カ年間とした。

食害の判定は 1 年経過ごとに、試験杭を抜き取り、表面の土壌を取り除いて地中部分の状態を表 2 の基準で評価し、結果は(1)～(4)の計算式で求めた。

表 2 食害度の判定

食害度	観 察
0	健全
10	表面の一部に浅い食害
30	表面の一部に内部までの食害
50	内部の広い範囲に食害
100	食害によって形が崩れる

計算式

薬液注入量

$$U = \frac{m1 - m0}{V} \times 1000 \quad \dots(1)$$

U : 薬液注入量 (Kg/m³)

m 1 : 注入処理直後の試験杭質量 (g)

m 0 : 注入処理前の試験杭質量 (g)

V : 試験杭体積 (cm³)

平均食害度

$$F = \frac{S}{5} \quad \dots(2)$$

F : 平均食害度

S : 試験杭の食害度の合計値

食害発生率

$$P = \frac{N}{5} \times 100 \quad \dots(3)$$

P : 食害発生率 (%)

N : 食害された試験杭の個数

食害指数

$$I = F \times \frac{P}{100} \quad \dots(4)$$

3. 結果及び考察

薬液注入は九州木材工業株式会社にて処理された結果を表 3 に示す。(低分子フェノールの濃度は 10%、銅・アリゾール系木材保存剤は 3.3% である。) 注入量は樹種によって大きく差があり、リュウキュウマツ、イジュに比べてイタジイが小さい。薬液では低分子フェノールが銅・アゾール系保存剤よりやや注入しやすいことがわかる。

表 3 薬液注入量

樹種 薬液	リュウキ ユウマツ	イジュ	イタジイ
分子フェノ ール	564.5 Kg / m ³	492.0 Kg / m ³	265.5 Kg / m ³
銅・アリゾ ール系防腐剤	345.0 Kg / m ³	396.5 Kg / m ³	224.5 Kg / m ³

本試験における無処理試験杭についての食害指数を表-4に示す。無処理試験杭はイタジイがリュウキュウマツ やイジュに比べ食害指数が小さいことがわかる。また、イジュはリュウキュウマツと同等の耐蟻性の小さい樹種であることが示された。これは「奄美産木材の野外杭打試験による防蟻性評価」²⁾の笠利試験地で、設置後2年間経過したリュウキュウマツの被害度が90、イジュが85、イタジイが42と同様の結果である。

低分子フェノール保存剤処理試験杭の食害指数を表-5に示す。試験地の違いによる差が見られ、農研セ名での食害最も大きく、次いで明治山と嵐山が同程度なり、旧森研セ、国頭村浜で食害が小さかった。低分子フェノールの特性として、九州木材工業株式会社に

表-4 無処理の平均食害度、食害発生率、食害指数

試験地	樹種	リュウキュウマツ			イジュ			イタジイ			食害指数 平均値
		平均食害度	食害発生率	食害指数	平均食害度	食害発生率	食害指数	平均食害度	食害発生率	食害指数	
旧森研七	1年目	50.0	100.0	50.0	100.0	100.0	100.0	8.0	80.0	6.4	52.2
	2年目	72.0	100.0	72.0	100.0	100.0	100.0	18.0	100.0	18.0	63.3
国頭村浜	1年目	32.0	100.0	32.0	44.0	100.0	44.0	4.0	40.0	1.6	25.8
	2年目	62.0	100.0	62.0	90.0	100.0	90.0	8.0	80.0	6.4	52.8
嵐山	1年目	34.0	100.0	34.2	48.0	100.0	48.0	16.0	80.0	12.8	31.6
	2年目	66.0	100.0	66.0	80.0	100.0	80.0	42.0	100.0	42.0	62.7
農研セ名	1年目	100.0	100.0	100.0	10.0	100.0	10.0	10.0	100.0	10.0	40.0
	2年目	100.0	100.0	100.0	42.0	100.0	42.0	18.0	100.0	18.0	53.3
南明治山	1年目	48.0	100.0	48.0	62.0	80.0	49.6	8.0	80.0	6.4	34.7
	2年目	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	14.0	100.0	14.0	71.3
平均値	1年目	52.8	100.0	52.0	52.8	96.0	50.3	9.2	76.0	7.4	
	2年目	80.0	100.0	80.0	82.4	100.0	82.4	20.0	96.0	19.7	

表-5 低分子フェノール保存剤処理の平均食害度、食害発生率、食害指数

試験地	樹種	リュウキュウマツ			イジュ			イタジイ			食害指数 平均値
		平均食害度	食害発生率	食害指数	平均食害度	食害発生率	食害指数	平均食害度	食害発生率	食害指数	
旧森研七	1年目	4.0	20.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
	2年目	6.0	20.0	1.2	2.0	20.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5
国頭村浜	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	20.0	1.2	0.4
	2年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	20.0	1.2	0.4
嵐山	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2年目	0.0	0.0	0.0	26.0	100.0	26.0	0.0	0.0	0.0	8.7
農研セ名	1年目	50.0	100.0	50.0	46.0	100.0	46.0	6.0	20.0	1.2	32.4
	2年目	50.0	100.0	50.0	46.0	100.0	46.0	28.0	80.0	22.4	39.5
南明治山	1年目	10.0	20.0	8.0	18.0	60.0	10.8	16.0	40.0	6.4	8.4
	2年目	10.0	40.0	2.0	18.0	60.0	10.8	26.0	60.0	15.6	9.5
平均値	1年目	12.8	28.0	10.6	12.8	32.0	11.4	5.6	16.0	1.8	
	2年目	13.6	36.0	11.2	18.4	56.0	16.6	12.0	32.0	7.8	

表-6 銅・アリゾール系保存剤処理の平均食害度、食害発生率、食害指数

試験地	樹種	リュウキュウマツ			イジュ			イタジイ			食害指数 平均値
		平均食害度	食害発生率	食害指数	平均食害度	食害発生率	食害指数	平均食害度	食害発生率	食害指数	
旧森研七	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

国頭	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
嵐山	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2年目	10.0	100.0	10.0	26.0	100.0	26.0	6.0	60.0	3.6	13.2
農研 セ名	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	40.0	1.6	0.5
南明 治山	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均 値	1年目	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	2年目	2.0	20.0	2.0	5.2	20.0	5.2	4.0	20.0	1.0	

表-7 2年目の平均値食害指数

樹種 処理	リュウキ ユウマツ	イジュ	イタジイ
無処理	×	×	○
フェノール	○	○	◎
銅・アリ	◎	◎	◎

食害指数 0～10：◎、10～30：○、
30～50：●、50以上：×

においては、薬剤の効果は試験地の土壌が関係しているとされているが、本研究においては、今後の課題とする。

銅・アリゾール系木材保存処理剤の食害指数を表-6の示す。いずれの樹種に対する処理でも耐蟻性が大きいことを示している。一方で、嵐山においてのみいずれの樹種もすべての試験材（繰り返し数5個とも）食害されていた。

すべての樹種について、銅・アリゾール系木材保存処理が最も良好な耐蟻性を示した。低分子フェノール木材保存処理剤は試験地によっては食害指数が大きい箇所も見られた。

耐蟻性試験2年目について全試験地の平均食害指数を記号化して表-7に整理した。無処理では耐蟻性の小さいリュウキユウマツやイジュも銅・アリゾール木材保存剤の注入処理によって明らかな耐蟻性の向上が見られた。ま

た、フェノール木材保存剤料による処理も耐蟻性向上は示された。

4. まとめ

- 1) 薬液の注入は、リュウキユウマツ、イジュにくらべて、イタジイはかなり注入しにくい。逆にリュウキユウマツ、イジュは注入しやすい。
- 2) 本試験での無処理試験杭はイタジイが高い耐蟻性の値を示した。
- 3) 銅・アリゾール系木材保存剤による処理はすべての樹種で良好な耐蟻性を示した。
- 4) 低分子フェノール木材保存材料は耐蟻性が良いとの報告³⁾があるので、試験地によって若干の食害をうけるが、使用目的や用途を定めた条件を設定し、濃度や注入量などの項を盛り込んだ再試験を実施する必要がある。

謝辞

耐蟻性試験については九州木材工業の内倉清隆氏、土性については沖縄県農林水産部農林水産総務課 研究企画監 生沢均氏、土壌のPH測定は森林研究センターの主任研究員 伊藤俊輔氏の協力をいただいた。

参考文献

- 1) (財) 日本規格協会(2010)JIS K 1571 木材保存剤-性能基準及びその試験方法
- 2) 関師朋弘他：鹿児島県森技総セ研報、13 : 53-60(2010)
- 3) 廣田篤彦他：平成 25 年度 福岡県森林林業技術センター年報

No.56 研究報告

平成27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
