

(成果情報名) バガス・シイタケ廃菌床を使用したアラゲキクラゲ栽培技術							
(要約) イタジイおが粉をバガス、シイタケ廃菌床で段階的に置換し、アラゲキクラゲの栽培試験を行った。その結果、収穫期間を2、3、4ヶ月間とした場合の収穫量は、全ての置換割合でバガス、シイタケ廃菌床共にイタジイと同等もしくはそれ以上であった。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林・林業	専門	特用林産	対象	アラゲキクラゲ	分類	指導

[背景・ねらい]

沖縄県ではアラゲキクラゲ栽培にイタジイを主体とした広葉樹おが粉が使用されている。しかし、木材拠点産地における伐採量の減少に伴うおが粉の供給不足ときこの生産の増加に伴うおが粉の需要拡大により、おが粉の需給が逼迫している。そこで、おが粉を代替するため非木質資源であるバガス、シイタケ廃菌床を使ったアラゲキクラゲ栽培試験を実施した。

[成果の内容・特徴]

1. イタジイおが粉をバガスで置換した際の収穫量は、収穫期間を2、3、4ヶ月間と区切ったいずれの場合でも、イタジイおが粉と同等もしくはそれ以上であった（図1、Dunnet $p<0.05$, ns: 有意差なし、*: 有意差あり）。菌床を入れ替えて通年収穫することを想定した試算では、全ての置換割合で、2ヶ月間の6回収穫、3ヶ月間の4回収穫がイタジイおが粉の2ヶ月間の6回収穫と同等の総収穫量であった（図2、Dunnet $p<0.05$ ）。
2. イタジイおが粉をシイタケ廃菌床で置換した際の収穫量は、すべての置換割合でイタジイおが粉と同等もしくはそれ以上であった（図3、Dunnet $p<0.05$ ）。また、菌床を入れ替えて通年収穫することを想定した試算では、全ての収穫期間と置換割合でイタジイおが粉の2ヶ月間の6回収穫と同等の総収穫量であった（図4、Dunnet $p<0.05$ ）。

[成果の活用面・留意点]

1. バガスを利用し機械詰めをする場合の置換割合は、20%もしくは30%とすること。
2. バガスを利用する場合は、菌床袋のピンホールに注意すること。
3. 子実体発生期間が伸びると害菌の汚染されるリスクが高まることに注意すること。
4. バガス、シイタケ廃菌床でのイタジイおが粉置換割合はそれぞれ、バガス 20%、30%、50%、シイタケ廃菌床 25%、50%、75%、100%とした。
5. 図1、3のイタジイの収穫量の差は培地 pH の差が原因であると思われる。

[残された問題点]

1. 菌床を機械詰めする際は、バガスにより菌床袋にピンホールができ、害菌被害が発生する可能性があるため、発酵や粉碎によりバガスの改善が必要。

[具体的データ]

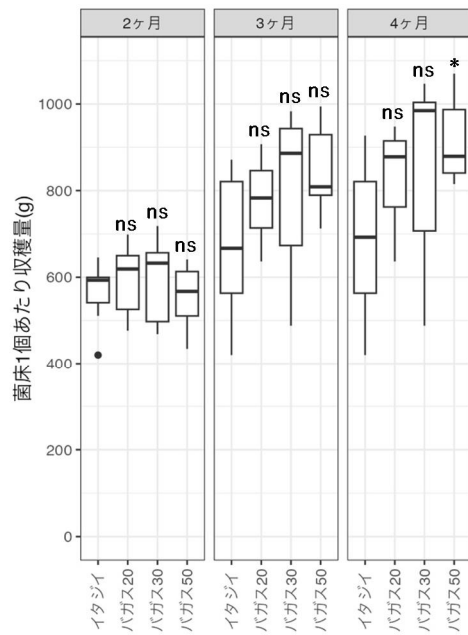


図1 バガス置換割合別収穫量

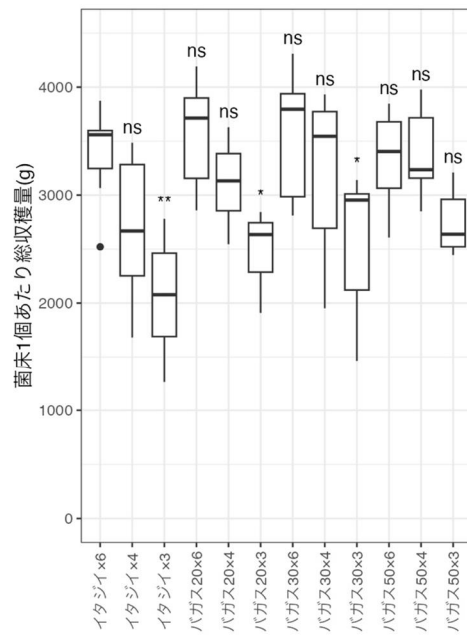


図2 通年栽培を想定した試算

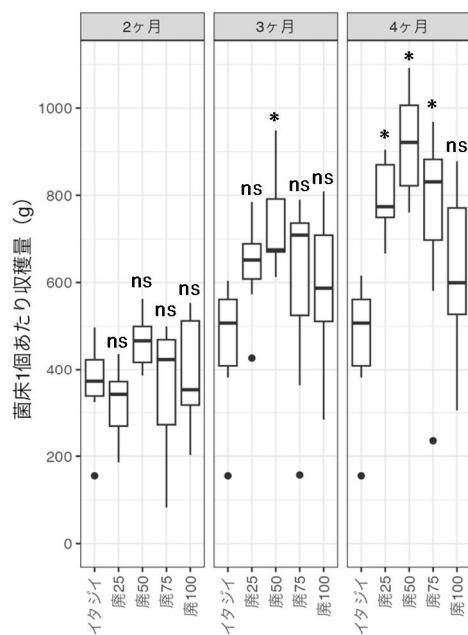


図3 シイタケ廃菌床置換割合別収穫量

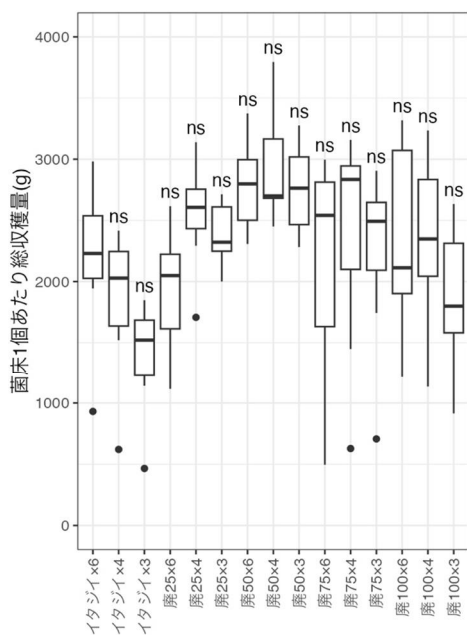


図4 通年栽培を想定した試算

[研究情報]

課題 ID : 2019 林 001

研究課題名 : 県産きのこ生産安定化技術と品質管理手法の開発

予算区分 : 県単 沖縄県産業振興重点研究推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2019 年度～2023 年度

研究担当者 : 仲摩和寛、伊藤俊輔、赤池頼、井ノ口あゆみ

発表論文等 : 伊藤ら (投稿中) 沖縄県森研セ研報、No.65

(成果情報名) 非木質資材を使用したシイタケ・アラゲキクラゲ栽培技術							
(要約) シイタケ、アラゲキクラゲ用のおが粉代替資材としてコーンコブ、インドゴムノキ、バガスで栽培試験を実施したところ、シイタケの培地基材として非木質資材は適していなかった。アラゲキクラゲの培地基材としてコーンコブを使用する場合は、発生期間を3ヶ月間以上とすることでイタジイおが粉と同等の収穫量があった。バガスのみの培地では、栽培袋への詰め量が1kgとなりシイタケもアラゲキクラゲも収穫量は低下した。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林・林業	専門	特用林産	対象	シイタケ・アラゲキクラゲ	分類	指導

[背景・ねらい]

沖縄県ではシイタケ、アラゲキクラゲ栽培にイタジイを主体とした広葉樹おが粉が使用されている。しかし、木材拠点産地における伐採量の減少に伴うおが粉の供給不足ときのこ生産の増加に伴うおが粉の需要拡大により、おが粉の需給が逼迫している。そこで、おが粉を代替するため非木質資源を使ったシイタケ、アラゲキクラゲ栽培試験を実施した。

[成果の内容・特徴]

1. アラゲキクラゲの培地基材にコーンコブを使う場合は、子実体発生期間を3ヶ月以上に設定することでイタジイおが粉と同等の収穫量がある(図1、3、Dunnet $p<0.05$)。
2. 菌床を入れ替えて通年収穫することを想定した試算では、コーンコブで3ヶ月間の4回収穫、4ヶ月間の3回収穫は、イタジイおが粉で2ヶ月間の6回収穫よりアラゲキクラゲの総収穫量が少なくなることに留意すること(図2)。
3. アラゲキクラゲの培地基材にインドゴムノキ(子実体発生なし、データ省略)、バガスを利用した際の収穫量は、イタジイおが粉より有意に減少する(図1、Dunnet $p<0.05$)。
4. シイタケの培地基材としてコーンコブ、インドゴムノキ、バガスを利用した際の収穫量は、イタジイおが粉より有意に減少する(図4、Dunnet $p<0.05$)。

[成果の活用面・留意点]

1. 菌床シイタケ用の培地基材は従来どおりイタジイを主体とした広葉樹おが粉を推奨する。
2. 培地重量はイタジイの場合 2.2kg 詰めができるが、バガスの場合比重が小さくかさ張るため培地重量が1kgとなる。また、収穫量は有意に減少する(図1、4)。

[残された問題点]

1. バガスの熟成・発酵処理や粉碎処理による培地の改善

[具体的データ]

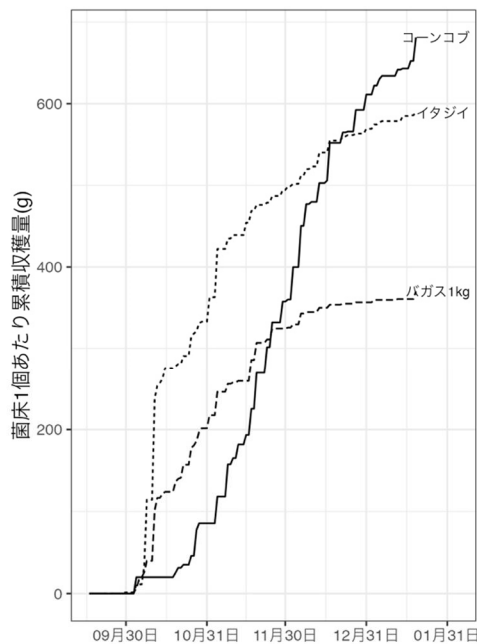
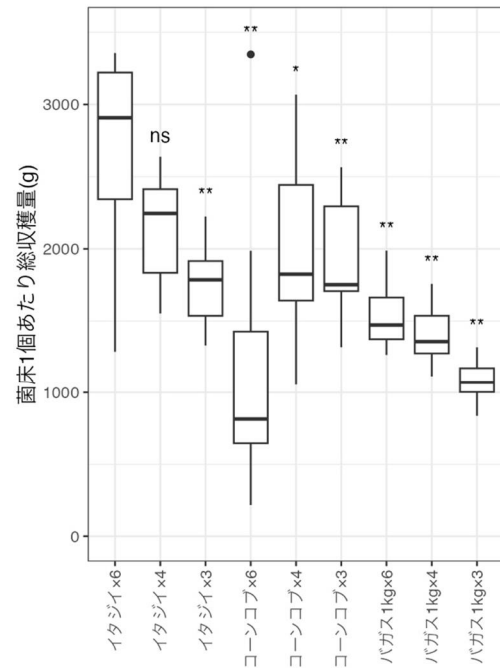
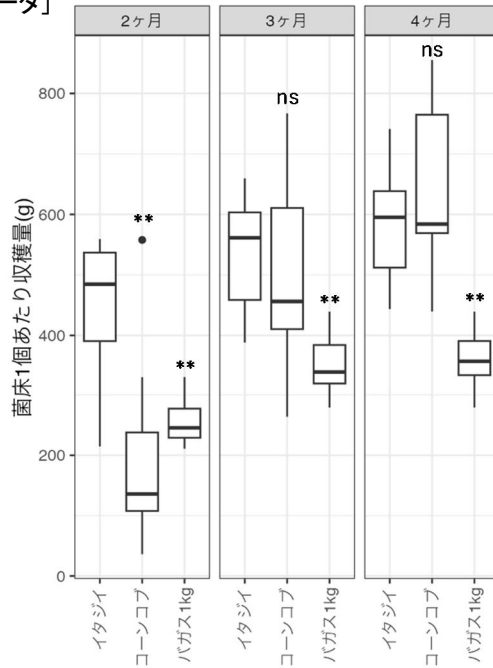
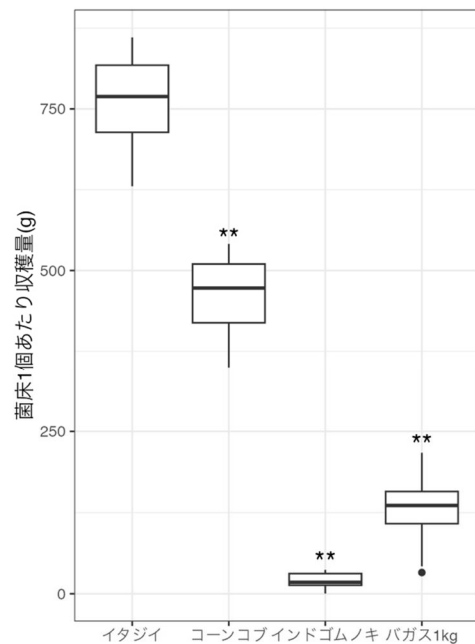


図3 アラゲキクラゲ累積収穫量



[研究情報]

課題 ID : 2019 林 001

研究課題名 : 県産きのこ生産安定化技術と品質管理手法の開発

予算区分 : 県単 沖縄県産業振興重点研究推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2019 年度~2023 年度

研究担当者 : 仲摩和寛、伊藤俊輔、赤池頼、井ノ口あゆみ

発表論文等 : 伊藤ら (投稿中) 沖縄県森研セ研報、No.65

(成果情報名) 森林化困難地域における植栽適木の選定							
(要約) 沖縄島北部の森林化困難地域における早期森林化を図るため、カユプテ、アルテルニフォリア、ヤマモモ、イジュ、シャリンバイ、ハマセンダンの6樹種について植栽試験を行い、植栽適木を明らかにした。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林・林業	専門	森林育成	対象	イジュ他	分類	指導

[背景・ねらい]

沖縄島北部の県営林貸付跡地の造林地の一部では樹木の成長不良が見られる。その要因として、貸付時の人為的な土地造成によって、表土が除去され下層土が露出し、土壤環境が悪化していることが考えられる。このような森林化困難地域ではリュウキュウマツの植栽が有効であるが、病害虫の被害が続いている中で造林が敬遠されていることから、早期に森林化を図るため有力な6樹種を試験植栽し、4年目の生育状況から植栽の適性について検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 酸性土壤に強いとされるメラルーカ属であるカユプテの生存率は66%、平均苗高は198cmで(表)、地上部が大きいため台風被害等で幹折れや根倒れが一部みられた。
2. メラルーカ属のアルテルニフォリアと肥料木として知られるヤマモモは、生存率80%以上で高く、平均苗高が約150cm、平均地際径が30mm以上であった(表)。
3. 造成未利用地等での施業が推進されている早生樹のハマセンダンは、生存本数が2本で、うち1本だけの健全木もほとんど成長もしていなかった(表)。
4. イジュとシャリンバイは生存率が100%であったが(表)、苗高成長量及び地際径はカユプテとアルテルニフォリア(以下、メラルーカ属2種)及びヤマモモより有意に小さかった(図1)。根系調査の結果、シャリンバイの根系は垂直・水平方向に20cm程度しか広がっていなかったが、イジュは放射状に40cm以上の伸長が確認された(図2)。
5. 以上の結果より、森林化困難地域の植栽適木として、メラルーカ属2種とヤマモモは適しており、シャリンバイとハマセンダンは不適であることが明らかとなった。

[成果の活用面・留意点]

1. 試験は、2020年3月に東村慶佐次県営林の貸付跡地に、メラルーカ属2種、イジュ、ハマセンダンの1年生コンテナ苗と、ヤマモモ、シャリンバイの2～3年生ポット苗を用い、表層を除去し深さ30cmの植穴に各樹種15本ずつランダムに植栽した。植栽地管理は、下草の被圧が見られなかったため下刈りは行わず、施肥は緩効性固形肥料(N:P:K=12:6:6、肥効1年)を年1回施用した。植栽から4年目の2023年9月に苗高、地際径を測定し、根系調査(各樹種2本)を実施した。
2. メラルーカ属2種は外来種であり、造林樹種としての導入は慎重に検討する必要がある。

[残された問題点]

・イジュは成長量が小さかったが、生存率は高く、根系が発達していたことから、森林化困難地への植栽適性を検討するには、さらに長期的な経過観察を要する。

[具体的データ]

表 植栽4年目の生育状況

樹種	植栽 本数	生存 本数	生存率 (%)	健全木 本数	健全木平均苗 高(cm) ± SD	健全木平均地際 径(mm) ± SD
カユブテ	15	10	66.7	7	198.1 ± 34.2	40.0 ± 7.6
アルテルニフォリア	15	14	93.3	11	158.3 ± 29.5	33.2 ± 8.7
ヤマモモ	15	12	80.0	11	146.6 ± 56.7	46.6 ± 18.0
シャリンバイ	15	15	100.0	11	53.2 ± 8.8	9.8 ± 1.3
イジュ	15	15	100.0	15	50.3 ± 12.4	13.9 ± 2.4
ハマセンダン	15	2	13.3	1	19.0 ± -	4.6 ± -

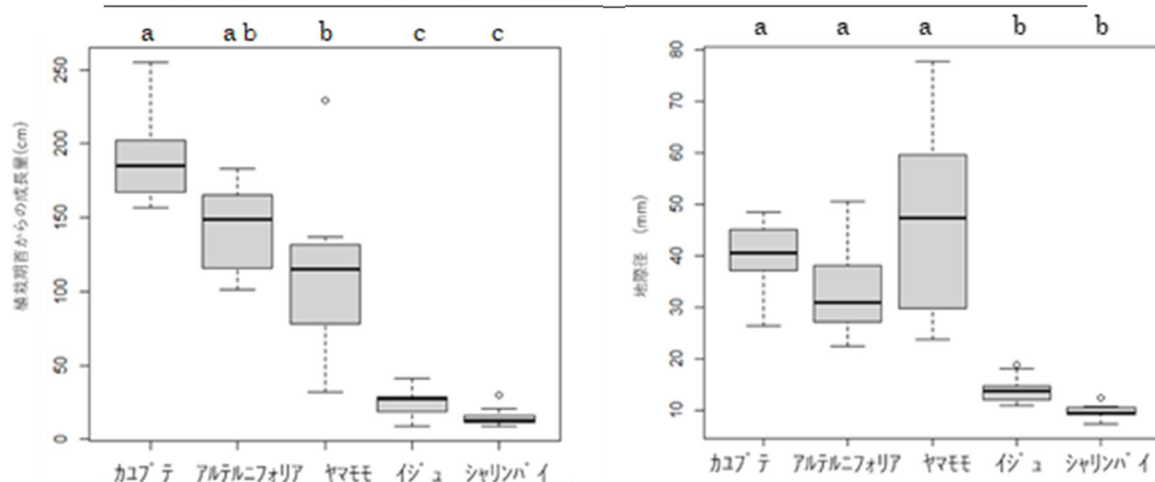


図1 植栽4年目の樹種別苗高成長量（左）と地際径（右）

*異なるアルファベットは樹種で有意差があることを示す（Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$ ）。

*ハマセンダンは健全木が1本のみであったため、除外する。

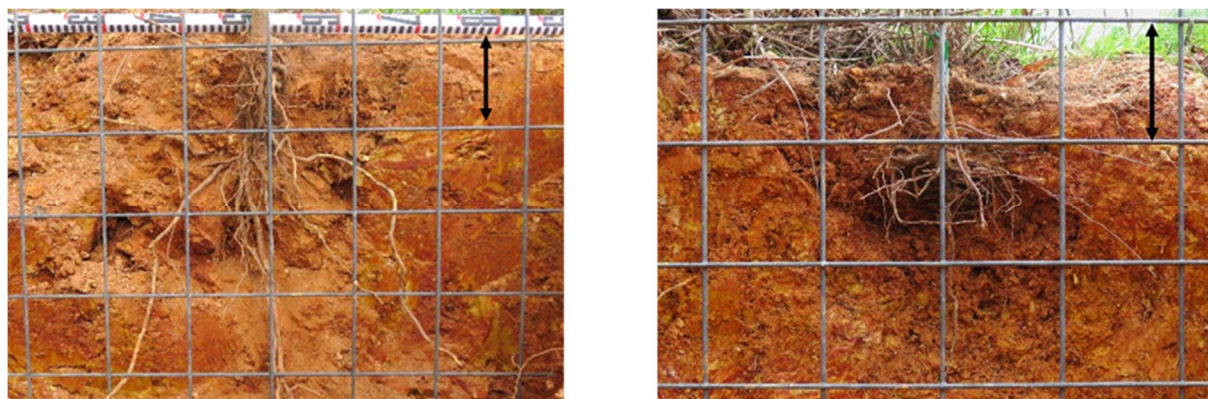


図2 イジュ（左）とシャリンバイ（右）の根系

[研究情報]

課題ID：2019林002

研究課題名：森林化困難地域における植栽適木の検討

予算区分：県単（森林資源研究費）

研究期間：2019年度～2023年度

研究担当者：久高梢子、伊藤俊輔、玉城雅範、井口朝道

発表論文等：久高梢子ら 沖縄研森林研究セ、No.65（投稿中）

(成果情報名) ハマセンダンのコンテナ苗生産に適した用土及び施肥量							
(要約) 早生樹であるハマセンダンのコンテナ苗生産において、 <u>用土</u> はココピートが適しており、 <u>施肥量</u> は1本あたり窒素換算値で1～1.5gが適量である。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林・林業	専門	森林育成	対象	ハマセンダン	分類	普及

[背景・ねらい]

本県では、環境に配慮した森林施業として、集落周辺の造成未利用地等を活用した早生樹による短伐期施業を推進している。早生樹として着目しているハマセンダンに関しては、これまで研究事例がほとんどないため、育苗技術の確立が必要である。本課題では、コンテナ苗で育苗する場合に適した用土及び施肥量を検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 用土の母材としてココピート又はピートモスを用い、3月にコンテナ苗に稚苗を移植し、施肥量区分を変えて12ヶ月育苗した結果、用土、施肥量ともに苗高成長量に影響を与えており（二元配置分散分析、 $p<0.05$ ）、ココピートを母材とした場合の成長量が大きかった（図1）。
2. 用土母材にココピートを使用し、4月にコンテナ苗に稚苗を移植し、施肥量区分を変えて11ヶ月育苗した結果、苗高成長量及び地際径はいずれも0.75g区<1g区<1.5g区となった（図2、Tukey-Kramer法、 $p<0.05$ ）。
3. 用土母材にココピートを使用し、3月又は6月に稚苗を移植し育苗期間を12ヶ月又は9ヶ月として、施肥量区分を変えて育苗した結果、育苗期間12ヶ月の苗高成長量及び地際径は0.75g区より1.5g区が高く、（表、t検定、 $p<0.05$ ）、育苗期間9ヶ月では、30cm以上苗得苗率及び苗高成長量は、0.75g区は有意に低く、1.5g区と2.25g区は差が無かった（表、フィッシャーの正確確率検定及びTukey-Kramer法、 $p<0.05$ ）。また生育期間別施肥区分別で形状比を見ると、施肥量による影響はないが、生育期間による影響を受けており（二元配置分散分析、 $p<0.05$ ）、生育期間12ヶ月のとき、形状比が低かった（図3）。
4. 以上より、ハマセンダンのコンテナ苗生産において、用土の母材はピートモスよりココピートが適しており、基肥の施肥量は、苗高成長量及び30cm以上苗得苗率の観点から窒素量換算で1～1.5g/本が適量であり、生育期間が12ヶ月のほうが9ヶ月より形状比の低い苗木となることがわかった。

[成果の活用面・留意点]

1. コンテナ苗にはMスターコンテナ（根鉢サイズ625ml）を用い、用土は母材とパーライトの割合を9:1とし、施肥として基肥に緩効性の環境分解型皮膜コーティング肥料（N:P:K=16:5:10、肥効700日）を用いた。施肥量の区分は、苗木1本あたりの窒素量換算値を示す。
2. 供試した稚苗は、名護市内に自生する1～3母樹から採種し移植の前年11月～当年1月に播種したものを用い、コンテナ苗移植後はガラス室でミスト灌水により管理した。
3. 苗木の成長に伴い、隣接する葉が重なり密度が高くなった際には、間隔を広くとるためコンテナを再配置し、1パレット（40本入り）に12本の密度に下げた。

[残された問題点]

・なし

[具体的データ]

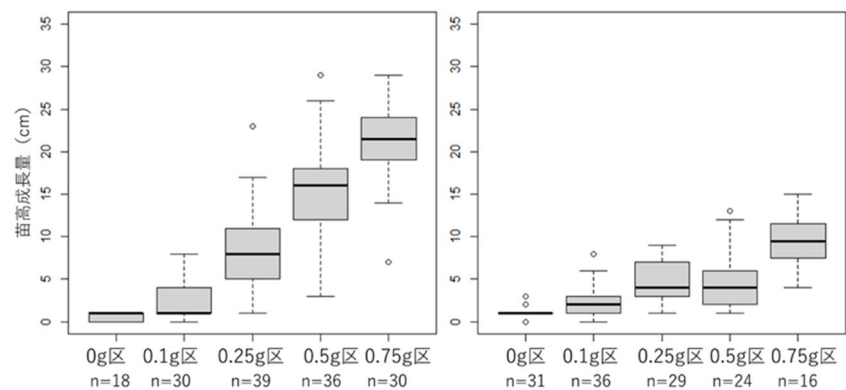


図1 用土別施肥量区分別の移植から12ヶ月後の苗高（左：ココピート、右：ピートモス）

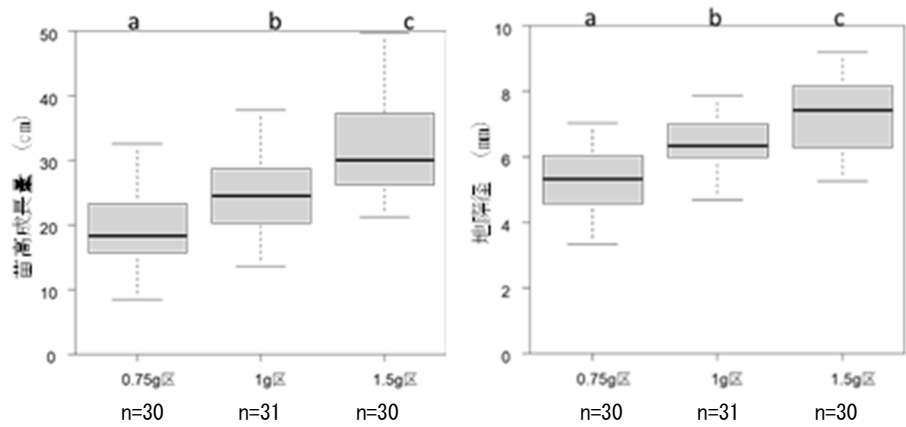


図2 施肥量区分別苗高成長量（左）と地際径（右）

表 育苗期間別施肥区分別の生育状況

育苗期間	施肥量	供試本数	生存本数	苗高30cm以上本数	30cm以上苗の得着率(%)	平均値±標準偏差	
						成長量 (cm)	地際径 (mm)
12ヶ月	0.75g区	24	24	14	58.3	30.5 ± 12.7 a	6.4 ± 1.5 a
	1.5g区	24	23	19	79.2	43.7 ± 14.2 b	8.2 ± 1.9 b
9ヶ月	0.75g区	63	61	30	47.6 a	28.6 ± 12.0 a	5.0 ± 1.5
	1.5g区	64	62	45	70.3 b	33.7 ± 12.4 b	5.5 ± 1.3
	2.25g区	64	63	48	75.0 b	35.2 ± 11.1 b	5.4 ± 1.2

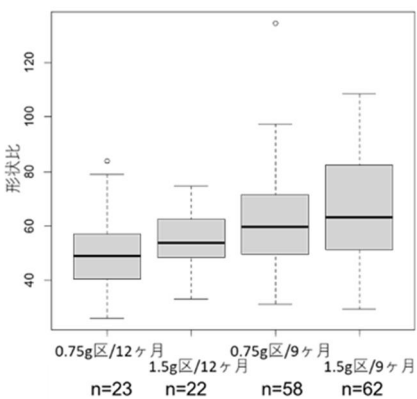


図3 育苗期間別施肥区分の形状費

[研究情報]

課題ID：2019林006
研究課題名：早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業
予算区分：県単（早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業）
研究期間：2019～2023年度
研究担当者：久高梢子、玉城雅範
発表論文等：久高梢子 九州森林研究 No.78（投稿中）

(成果情報名) ハマセンダンの高発芽率種子の判別手法							
(要約) 早生樹であるハマセンダンの種子について、エタノール選と割り試験によって発芽率及び有胚率の高い種子を見分けられる。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林・林業	専門	森林育成	対象	ハマセンダン	分類	普及

[背景・ねらい]

本県では、環境に配慮した森林施業として、集落周辺の造成未利用地等を活用した早生樹による短伐期施業を推進している。早生樹として着目しているハマセンダンに関しては、これまで研究事例がほとんどないため、育苗技術の確立が必要である。本課題では、発芽率の高いハマセンダン種子を判別する手法として、エタノール選と採種適期の果実を割り有胚種子を確認する方法（以下、割り試験）の有効性について検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 採種対象とした母樹12個体の全体の発芽率は8.9%で、うち5個体は発芽率1%未満で、これらの種子はエタノール選でほとんどが浮上種子であった（表）。
2. エタノール選により選別された種子の発芽率は、沈降種子が31.9%で、浮上種子1.7%に対して有意に高く（フィッシャーの正確確率検定、 $p<0.01$ ）、エタノール選の有効性が確認された（表）。
3. 割り試験によって得た有胚率は、発芽が確認された7個体では5～87%で、0%になるものはなかった（表）。
4. 発芽率とエタノール選沈降率（沈降種子数/播種総数）又は有胚率の関係を検討したところ、共に正の相関がみられたことより（図1、スピアマンの相関分析、 $p<0.01$ ）、発芽率の高い種子を判別する手法としては、エタノール選で沈効率の高い種子を精選するか、割り試験で有胚率の高い種子を有する個体を採種対象母樹とするのが有効であることを明らかにした。

[成果の活用面・留意点]

1. ハマセンダンの高発芽率種子を得るには、2種の方法を組合せ、割り試験で採種対象母樹を絞り込み、採種後に分離した種子をエタノール選にかけ沈降種子を選ぶとよい。
2. 発芽試験に供試した種子は、名護市内に自生する12個体から2022年11月下旬～12月上旬に1～3回採取し、採種後1週間以内に播種した。エタノール選として、播種の直前に採種日ごとに200粒を99.5%エタノールに10秒間浸し、沈降種子と浮上種子を分けて播種し、2023年5月8日に発芽本数を数え、母樹ごとに発芽率を求めた。
3. 割り試験では、開裂前の果実（図2）をナイフで切断し、果実の中に黒い種皮が形成されている個数を全種子数、そのうち断面が白く詰まっているものを有胚種子（図2）としてカウントし、有胚率（全種子数に対する有胚種子数の割合）を求めた。

[残された問題点]

- ・ 99.5%エタノール浸漬による発芽への影響について確認する必要がある。

[具体的データ]

表 エタノール選の結果別発芽率及び割り試験による有胚率

母樹ID	採種 回数	播種 総数	発芽数	発芽率	エタノール選による発芽率						割試験 供試数	有胚種子 数	有胚率
					沈降種子			浮上種子					
					種子数	発芽数	発芽率	種子数	発芽数	発芽率			
36	1	200	103	51.5	180	102	56.7	20	1	5.0	143	116	81.1
46-2	3	600	121	20.2	377	121	32.1	223	0	0.0	281	243	86.5
46-6	1	200	36	18.0	107	36	33.6	93	0	0.0	258	39	15.1
No2	1	200	27	13.5	2	0	0.0	198	27	13.6	265	136	51.3
61	2	400	50	12.5	142	27	19.0	258	23	8.9	286	207	72.4
68	1	200	7	3.5	72	7	9.7	128	0	0.0	250	56	22.4
10-4	2	399	11	2.8	52	11	21.2	347	0	0.0	276	14	5.1
2	2	400	0	0.0	20	0	0.0	380	0	0.0	275	32	11.6
No1	2	400	1	0.3	2	1	50.0	398	0	0.0	278	0	0.0
No3	2	400	0	0.0	2	0	0.0	398	0	0.0	259	2	0.8
No4	2	400	0	0.0	1	0	0.0	399	0	0.0	279	1	0.4
No5	1	200	0	0.0	0	0	-	200	0	0.0	284	0	0.0
合計		3999	356	8.9	957	305	31.9	3042	51	1.7	3134	846	27.0

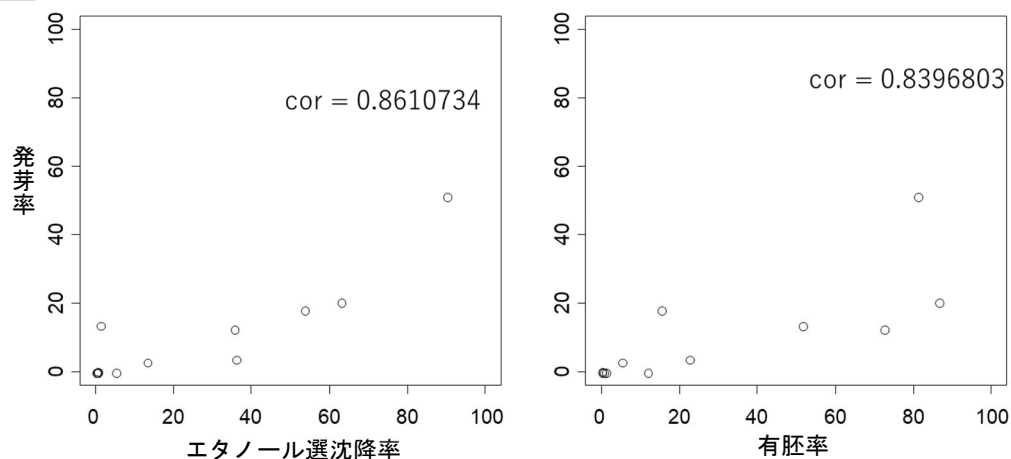


図1 発芽率とエタノール選沈降率（左）又は有胚率（右）の関係



図2 ハマセンダンの果実（左）と割り試験の有胚種子（右）

[研究情報]

課題ID：2019林006

研究課題名：早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業

予算区分：県単（早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業）

研究期間：2019～2023年度

研究担当者：久高梢子、玉城雅範

発表論文等：久高梢子 九州森林研究 No.78（投稿中）

(成果情報名) 当年生のウラジロエノキのコンテナ苗生産に適した施肥量							
(要約) 当年生のウラジロエノキのコンテナ苗生産に適した <u>施肥量</u> は、1.0g/鉢(N 換算)以上が望ましい。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	森林育成	対象	ウラジロエノキ	分類	普及

[背景・ねらい]

ウラジロエノキは、成長が早い沖縄を代表する早生樹種の1つである。国頭村内の学童机に使用される等、近年需要が高まっており、造林樹種として植栽されている。

これまで、採種適期や発芽率、施肥量等、育苗技術に関する研究は、沖縄県森林資源研究センターにおいて一定程度行われてきた。一方で、近年、沖縄県内で活用される機会が増加しているMスターコンテナ苗での苗木生産に関するデータの蓄積は、未だ不十分であり、また早生樹の特性である成長の早さを生かした当年生の苗木を生産するために求められる施肥量を明らかにするため育苗試験を行った。

[成果の内容・特徴]

- 2020年7月8日に、Mスターコンテナ容器に1鉢2粒ずつ蒔き付けし、播種から約3カ月が経過した10月14日時点の施肥区別の発芽率を表に示す。いずれの施肥区分においても最終的には50%程度となったが、既往のウラジロエノキの発芽試験と比較するとやや低い値を示した。フィッシャーの正確確率検定の結果、発芽率は施肥区分による有意な差は確認されなかった。
なお、本試験では、1鉢に2粒ずつ蒔き付けしているため、得苗率としては、全体平均で約70%程度となった。
- 10月～翌年4月までの育苗期間中の生存率は無施肥区Aについては、生存率が40%を下回り非常に低くなったが、他の施肥を行った試験区では、90%以上と高い値となった（表省略）。
生存個体の平均苗高の成長の経過を図1に、2021年4月時点の施肥区別の苗高及び根元直径を図2に示す。なお、無施肥区の根元直径は非常に小さいため測定しなかった。播種後約7ヶ月が経過した2月の時点で、Bは平均苗高が一般的に造林に供することが出来る苗高30cmによりやく到達したが、C、Dにおいては平均苗高が40cmを超える結果となった。
- 4月時点の苗高および根元直径において、施肥区別に分散分析を行ったところ、いずれも有意差（ $p<0.01$ ）が確認されたため、多重比較を実施した。その結果、苗高、根元直径のいずれも全ての施肥区分間で有意差（ $p<0.05$ ）があり、 $A<B<C<D$ の結果となった（図2）。
- 今回の苗高および根本直径の成長を踏まえると、7月に採種・播種を行い、翌年2～3月での出荷を見据えたウラジロエノキの当年生苗を生産するには、施肥量は1.0g/鉢（N換算）以上が望ましいと考えられる。

[成果の活用面・留意点]

- ウラジロエノキ苗木の生産の際に活用される。
- Mスターコンテナ苗は、用土（容積比、ココソイル9：パーライト1）を1本当たり約625ml充填し、名護市の森林資源研究センターのガラス室内で生産した。
- 施肥区分は4区分とし、基肥として緩効性肥料（肥効期間700日、N:P:K=16:5:10）を用土1ℓに対し5g（N換算値で0.5g/鉢）（B）、10g（N:1.0g/鉢）（C）、15g（N:1.5g/鉢）（D）を施

用した他、対照区として無施肥区（A）を設置した。

M スター苗は 180 鉢（各 45 鉢）に、1 鉢当たり 2 粒巻き付けし、計 360 粒を播種した。

4. 成長量調査は、2020 年 10 月 14 日以降、2021 年 4 月 15 日までの間、約 1 カ月毎に苗高を計測し、最終時点の根元直径について測定した。なお、発芽調査終了後には、成長量が多いものから順次、コンテナ苗 1 鉢につき 1 本になるように整理した。

〔残された問題点〕

特になし。

〔具体的データ〕

表 施肥区分別の発芽状況

発芽	肥料区分				総計
	A	B	C	D	
0	44	50	41	41	176
1	46	40	49	49	184
総計	90	90	90	90	360

* 数字は 0 は未発芽、1 は発芽を示す

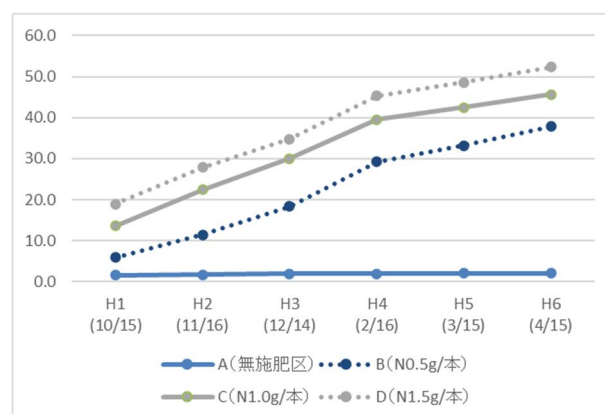
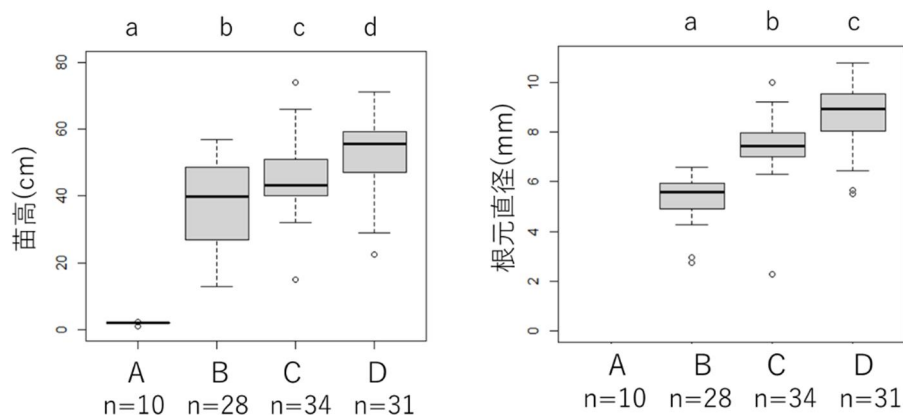


図 1 施肥区分別の平均苗高 (cm) の経過



異なるアルファベット（小文字）は区分間で有意差があることを示す（holm, $p < 0.05$ ）

図 2 2021 年 4 月時点の施肥区分別の成長量（左：苗高、右：根元直径）

〔研究情報〕

課題 ID : 2019 林 006

研究課題名 : 早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業

予算区分 : 県単（早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業）

研究期間（事業全体の期間） : 2019～2023 年度

研究担当者 : 井口朝道、久高梢子、玉城雅範

発表論文等 : 井口朝道ら（2025）沖縄県森研セ研報、No65（投稿中）

(成果情報名) ウラジロエノキ苗木の形状比が枯損に及ぼす影響の評価							
(要約) ウラジロエノキ苗木の形状比が枯損に及ぼす影響について評価し、形状比を抑えるための苗木生産手法として <u>剪定苗</u> 生産を行い、その実現性を明らかにした。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	森林育成	対象	ウラジロエノキ	分類	指導

[背景・ねらい]

ウラジロエノキは、成長が早い沖縄を代表する早生樹種の1つである。国頭村内の学童机に使用される等、近年需要が高まっており、造林樹種として植栽されている。

これまで、採種適期や発芽率、施肥量等、育苗技術に関する研究は、沖縄県森林資源研究センターにおいて一定程度行われてきたが、育苗中の成長が早いことから、出荷時期を逃した際に苗高や形状比が過大な苗が生産される事象が確認されている。そこで、ウラジロエノキ苗の形状比が、植栽初期の枯損や成長に与える影響について評価した。さらに、形状比を低く抑えるための苗木生産手法として、苗高が高くなり過ぎた苗木を剪定し、萌芽枝を育てた苗（以下、剪定苗）の生産を行い、その実現性を検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 植栽後2年が経過した時点の、形状比の異なる苗木種類毎の植栽木の枯死・枯損状況について表1に示す。ここで枯損とは、枯死個体に、主軸の先枯れや台風被害である倒伏等により植栽時の苗高より低下した個体を加えたものとする。枯死および枯損した本数は、いずれも植栽時の苗高および形状比の高かったglass-c区で最も多くなった。なお、調査期間中、2022年9月、2023年8月に台風の襲来があり、倒伏や根回りによる被害が発生した。
2. 目的変数を枯損の有無、説明変数を植栽時形状比とした一般化線形モデル（ロジスティック回帰）により解析したところ、形状比が高い個体が、有意に枯損の発生割合が高くなることが確認された（図1、 $p<0.01$ ）。形状比80以下の苗木については、枯損が3割程度に抑制されることが予測されるため、こうした苗木を使用することが望ましいと考えられる。
3. 枯損苗を除外した個体を対象に、目的変数を苗高成長量、説明変数を形状比および育苗容器（コンテナ、ポット）とした二元配置分散分析を行ったところ、形状比、育苗容器のいずれも苗高成長量への有意な影響は確認されなかった（図2）
4. 剪定苗生産については、2020年11月に、地際から5cmの高さで剪定を行い（平均苗高49.7cm）、約50日が経過した時点での萌芽の状況について表2に示す。萌芽率は90%以上と高く、剪定苗の生産は比較的容易であることが確認された。1個体あたりの萌芽枝数については、4～7本程度が多くなる傾向にあり（図3）、樹形を考慮すると苗木の段階で一旦2～3本に仕立て植栽後は活着した段階で1本に仕立てることが望ましいと考えられる。

[成果の活用面・留意点]

1. ウラジロエノキ苗木の生産および植栽の際に活用される。
2. 植栽試験地は名護市の本研究センター内に設置し、2022年4月に、当センターで生産した次の3種類の苗木を位置的な偏りがないよう2,000本/haの密度で計70本を混植した。
 - a: ガラス室生産-コンテナ苗(以下、glass-c)：植栽時は播種後14カ月となり、平均苗高が80cmを超える比較的大きな苗木
 - b: ネット室生産-コンテナ苗(以下、net-c)：植栽時は播種後14カ月となり、平均苗高は50cm程度の標準的な規格の苗木

c:ガラス室生産-ポット苗(以下、glass-p): 植栽時は播種後 10 カ月となり、平均苗高は 50 cm 程度の標準的な規格の苗木

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

表 1 植栽 2 年後の苗木種類毎の枯死・枯損の発生状況

苗木種類	植栽本数 (本)	植栽時 平均苗高 (cm)	植栽時 平均形状比	枯死本数 (本)	枯死割合 (%)	枯損本数 (本)	枯損割合 (%)
glass-c	23	88.4	99.0	6	26%	10	43%
net-c	23	50.6	65.4	4	17%	6	26%
glass-p	24	46.4	62.8	4	17%	8	33%

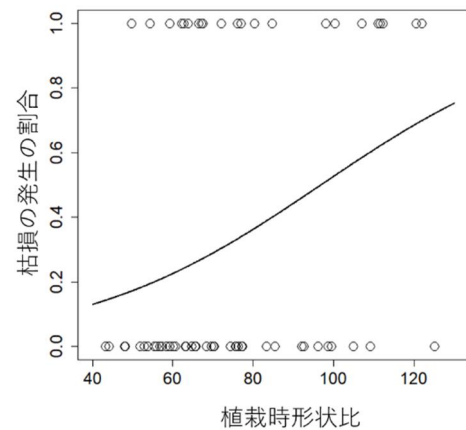


図 1 植栽時の形状比と枯損の発生割合の関係

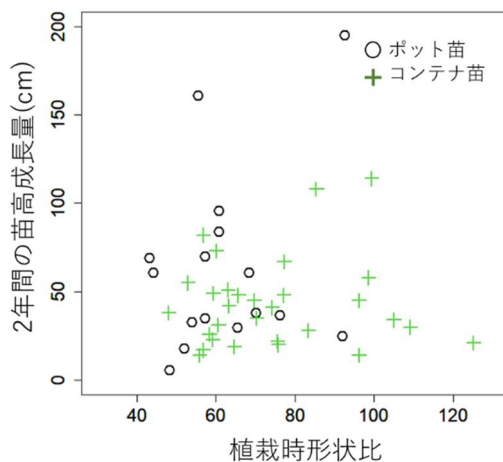


図 2 苗木種類毎の苗高成長量と植栽時形状比との関係

表 2 剪定後の萌芽の状況

剪定個体数 (本)	萌芽個体数 (本)	萌芽率(%)	萌芽個体の 平均萌芽枝 (本)	最終生存 個体数 (本)
93	88	95%	5.0	87

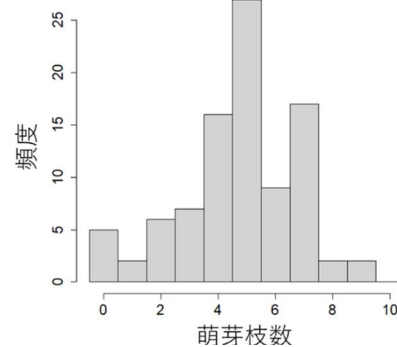


図 3 1 個体あたり萌芽枝数の頻度分布

[研究情報]

課題 ID : 2019 林 006

研究課題名 : 早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業

予算区分 : 県単 (早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2019~2023 年度

研究担当者 : 井口朝道、久高梢子、玉城雅範

発表論文等 : 井口朝道ら (2025) 沖縄県森研セ研報、No65 (投稿中)

(成果情報名) ウラジロエノキの植栽適地の判定							
(要約) ウラジロエノキの植栽適地を明らかにするため、 <u>地形解析</u> により、 <u>立地環境</u> が活着率や成長量に及ぼす影響について評価し、植栽適地を判定した。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	森林立地	対象	ウラジロエノキ	分類	指導

[背景・ねらい]

ウラジロエノキは成長が早い沖縄を代表する早生樹種の1つである。国頭村内の学童机に使用される等、近年需要が高まっており、造林樹種として植栽されている。

一方で、ウラジロエノキの植栽適地については未解明であるため、本研究では、立地環境が活着率や成長量に及ぼす影響について評価を行った。

[成果の内容・特徴]

1. 活着率に立地環境が及ぼす影響について評価するため、枯死の発生の有無を目的変数、説明変数に露出度を用いて一般化線形モデル（ロジスティック回帰モデル）により解析を行った結果、露出度が大きいほど、有意に枯死の発生割合が高くなる傾向が確認された（図1、 $p<0.05$ ）。
2. 樹木の成長に立地環境が及ぼす影響について評価するため、目的変数に樹高、説明変数に土壌貫入値を用いた一般線形モデルにより回帰分析を行ったところ、土壌貫入値が有意に正の影響を与えていることが確認された（図2、 $p<0.01$ ）。

また、柔らかい土層が浅い場所では良好な成長の個体は存在せず、貫入値が40 cm以上の場所でのみ2 m以上の樹高の個体を確認された。

3. 以上の結果から、ウラジロエノキは露出度が高く、乾燥しやすい尾根地形では枯死率が上昇し、また、柔らかい土層が浅い箇所では早生樹に期待されるような成長は見込めないことから、これらの場所は植栽不適地とし、植栽を控えることが望ましいと判断された。

[成果の活用面・留意点]

1. ウラジロエノキの植栽地の選定の際に活用される。
2. 試験地は東村慶佐次地内の県営林に20m×20mの方形区を当初3箇所設置した。当該箇所は2020年3月上旬に造林事業により植栽され、植栽直後に初回調査、2024年3月に最終調査を実施し、植栽4年後の試験結果を示す。また、最終調査時には、同一の造林事業地内で良好な成長を示していた1箇所（半径8mの円形調査区：面積約200m²）を加えた。
3. 調査区毎の立地環境は図3のとおりである。なお、土壌体積含水率、土壌貫入値は現地調査、露出度についてはGISを用いて測定・算出した。
4. 当該箇所は貸付返還地であり、過去に土地利用上、何らかの人為的改変を受けた可能性がある。
5. 今回の調査では、露出度が低く、また柔らかい土層が50 cm確保されている箇所においても、生育が不良な個体を確認された。よって、今回着目した立地環境因子以外にもウラジロエノキの生育不良に大きな影響を与える因子があると考えられる。

〔残された問題点〕

今回着目した立地環境因子以外のウラジロエノキの生育不良に大きな影響を与える因子の解明。

〔具体的データ〕

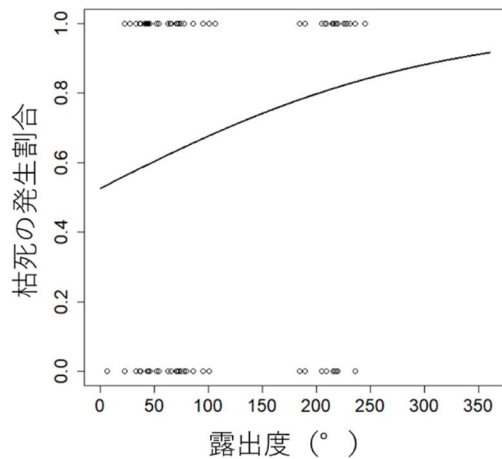


図1 露出度と枯死の発生割合の関係

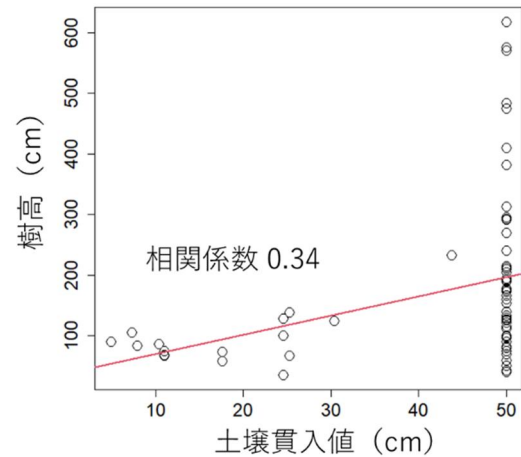


図2 土壌貫入値と樹高の関係

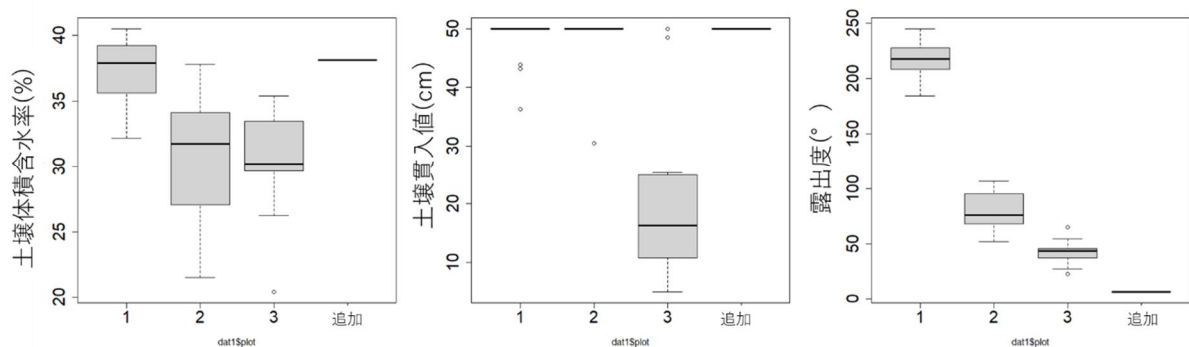


図3 調査区毎の立地環境
(左から、土壌体積含水率(%)、土壌貫入値(cm)、露出度(°))

〔研究情報〕

課題 ID : 2019 林 006

研究課題名：早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業

予算区分：県単（早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業）

研究期間（事業全体の期間）：2019～2023 年度

研究担当者：井口朝道、久高梢子、玉城雅範

発表論文等：井口朝道ら（2025）沖縄県森研セ業報、No35（投稿中）

(成果情報名) センダンの枝打ち効果の評価							
(要約) センダンについて、通直な材の生産に寄与するとされる枝打ち試験を実施し、成長に及ぼす影響や樹形の矯正効果を評価した。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	森林育成	対象	センダン	分類	指導

[背景・ねらい]

県産の主要な早生樹の1つであるセンダンについては、他県で通直な材の生産に芽かき・枝打ちが効果を発揮することが示されているが、本県ではその事例がない。そこで、センダン人工林を対象に、枝打ちの効果について評価を行った。

[成果の内容・特徴]

1. 樹高成長量と胸高直径について、枝打ち実施の有無に分けてt検定（ウェルチ）を行ったところ、いずれも有意な差は確認されず、植栽後約3年経過した時点では、枝打ちはいずれの成長にも影響を及ぼしていないことが明らかとなった（図1）。
2. 枝打ち実施の有無別に枝下高を t 検定（ウェルチ）により比較したところ、枝打ちを実施した個体が、有意に高くなっていることが確認された（図2、 $p<0.05$ ）。
3. より素材生産に着目するため、枝打ち実施の有無別に採材長を比較したところ、有意な差は確認されず（図3）、また元玉で2.0m以上の採材が可能な割合について、フィッシャーの正確確率検定により解析した結果、枝打ちをしない場合でも7割以上で採材が可能となり、枝打ちによる有意な差は確認されなかった（表）。
4. 以上の結果から、将来の用材利用を考えた場合、センダンは樹冠が広がりやすい樹形で収穫時の本数密度は低くなることが想定され、植栽密度が現行の2,000本/haであれば、生育途中の段階で強度の除伐や間伐が入ることが予想されるため、植栽初期の枝打ち作業の必要性は低いと考えられる。

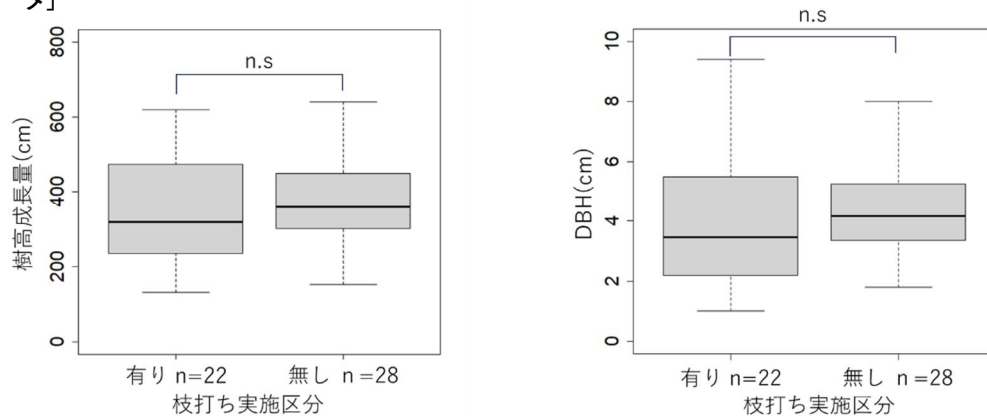
[成果の活用面・留意点]

1. センダン人工林の管理の際に活用される。
2. 調査区は、2020年12月に植栽（2,000本/ha）を実施した石垣市宇平得地内に、枝打ち実施区と対照区の2区分に分けて設置した（調査対象本数計96本）。
3. 枝打ちは、植栽後1年半が経過した2022年6月に初回の作業を行い、それ以降、2022年11月、2023年6月、2023年11月の計4回実施した。
4. 解析対象は、台風や病害虫による被害木を除いた健全な個体とし、解析結果は、いずれも植栽後約3年が経過した、2023年11月の調査時点のものである。
5. 台風や病害虫被害により、植栽初期に採材の目安となる2m以内で幹の折損が生じた個体は、根本付近から台切し、改めて地際から成長を促すことが良いと思われる。
6. 採材長は、最終的には収穫時に判断されるため、継続的に経過観察する必要がある。

[残された問題点]

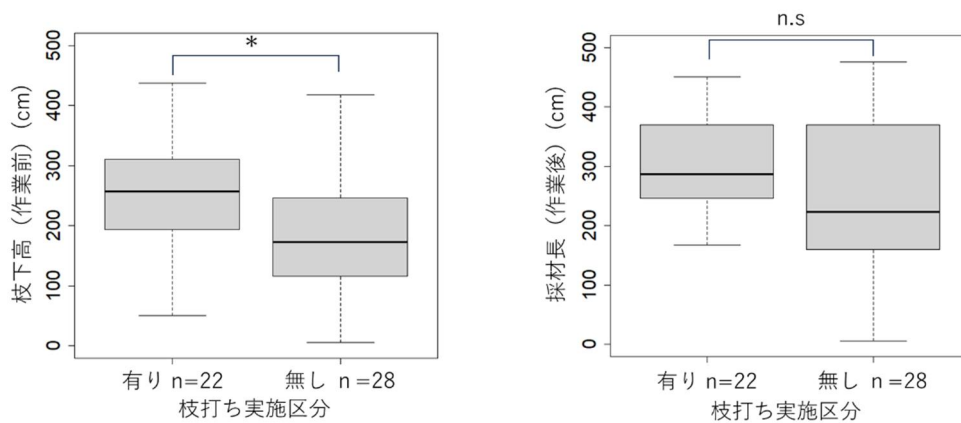
最終的に収穫する時点での採材長の比較検証に加えて、初期の枝打ちの有無が製材した際の節の出現状況に与える影響についての把握。

[具体的データ]



n. s は有意差がないことを示す

図1 枝打ち実施別の個体成長（左：樹高成長量、右：胸高直径）



*は5%水準で有意差があることを示す

n. s は有意差がないことを示す

図2 枝打ち実施別の枝下高

図3 枝打ち実施別の採材長

表 枝打ち実施別の採材長 2.0m 以上の個体の割合

枝打ち実施区分	個体数	採材長2.0m 以上の個体数	平均苗高 (cm)	平均 採材可能長 (cm)
有枝	18	17	440.3	321.1
無枝	26	19	443.1	267.0
小計	44	36	442.0	289.1

*解析対象は樹高
2.5m 以上の個体

[研究情報]

課題 ID : 2019 林 006

研究課題名 : 早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業

予算区分 : 県単（早生樹の活用に関する基礎的技術開発事業）

研究期間（事業全体の期間） : 2019～2023 年度

研究担当者 : 井口朝道、久高梢子、玉城雅範

発表論文等 : 井口朝道ら（2025）沖縄県森研セ研報、No65（投稿中）

(成果情報名) 県産早生樹 4 種の強度性能の評価							
(要約) 県産の主要早生樹であるウラジロエノキ、ハマセンダン、イイギリ、センダンについて、無欠点小試験体を用いた縦圧縮および曲げ強度試験を実施し、強度性能について明らかにした。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	木材利用	対象	早生樹	分類	指導

[背景・ねらい]

沖縄県の森林・林業アクションプランでは、未利用造成地等を活用し早生樹種による短伐期施業を行うことで、森林資源の循環利用を図ることとしている。しかし木材利用の面では未解明な部分が多く通常の木材とは異なる材質を持つことが想定されるため、本研究では、無欠点小試験体を用いた強度試験を行い、県産早生樹 4 種の強度性能を評価した。

[成果の内容・特徴]

1. 縦圧縮試験の結果の概要については表 1 のとおりである。早生樹は県産広葉樹の中では密度が小さく、縦圧縮強度は、いずれの樹種においてもスギの平均値である 35 (N/mm²) を下回る結果となった。また 4 種の中ではウラジロエノキが最も低かった。
2. 曲げ試験の結果の概要については表 2 の通りである。曲げ強度は、いずれの樹種でもスギの平均値である 65 (N/mm²) より低く、特にウラジロエノキは最も低く 50 以下であった。曲げヤング係数についてはセンダン、ハマセンダンはスギの平均値である 7.5 (kN/mm²) と同等かそれ以上の値を示したが、イイギリ、ウラジロエノキは下回る結果となった。
3. 縦圧縮強度および曲げ強度のいずれも、県産早生樹種 4 種の平均値はスギより低い値となり、構造材等強度が求められる箇所での活用は注意が必要である。一方で、多重比較の結果、県産 4 樹種の中ではウラジロエノキが有意に強度が低いことから ($p<0.01$)、ハマセンダン、イイギリ、センダンの 3 種はウラジロエノキの代替材としての利用は可能と判断される (図)。

[成果の活用面・留意点]

1. 県産早生樹の材質に応じた用途を検討する際に活用される。
2. 本試験の供試木は、ウラジロエノキは 8 個体+ α (板材で入手したため不明)、ハマセンダンは 7 個体、イイギリ、センダンは 3 個体であり、同一樹種でも個体差があることに留意する必要がある。
3. 無欠点小試験体として、センダンについては孔状白色腐朽やスポルテッドと呼ばれる腐朽による黒色のシミのある試験体は目視で判読し除外した上で解析を行っているが、目視では判読できないそれらの欠点による影響を受けている可能性はある。
4. スギの強度の平均値については、木材工業ハンドブックによる。
5. 縦圧縮試験は JIS Z 2101 に準拠して行い、寸法を 20(R)×20(T)×60(L)mm とした無欠点の小試験体を用いた。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、長さ 20mm のひずみゲージ PFL-20-11 (東京測器研究所) を試験体両側に貼付することでひずみを測定し、その平均値を採用した。
6. 曲げ試験は JIS Z 2101 に準拠して行い、寸法を 20(R)×20(T)×320(L)mm、スパン長は 280mm とし、無欠点小試験体を用いた。試験機は、縦圧縮試験と同じ機械を用い、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。併せて、強度試験を行う前には、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、縦振動ヤング係数を算出した。

[残された問題点]

特になし。

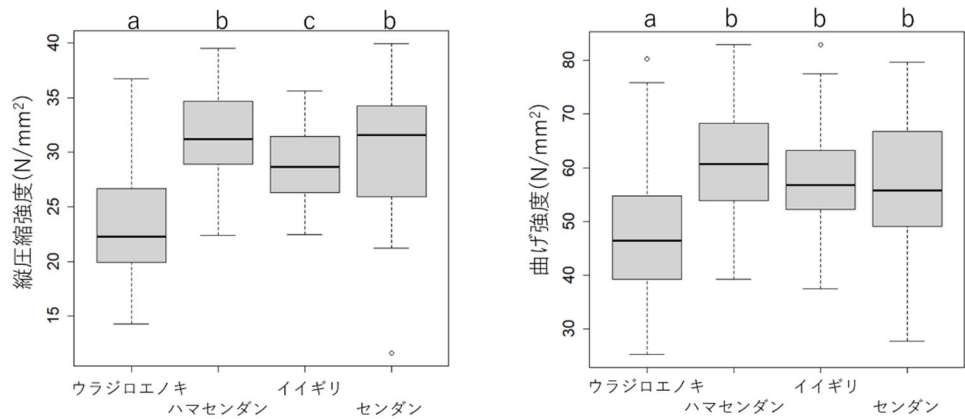
[具体的データ]

表 1 縦圧縮試験の結果の概要

樹種	個数	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	縦圧縮ヤング係数(kN/mm ²)		縦圧縮強度(N/mm ²)	
				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ウラジロエノキ	108	383	13.0%	5.5	1.6	23.3	5.0
ハマセンダン	106	402	12.3%	7.8	1.1	31.3	4.0
イイギリ	87	400	13.0%	7.4	1.2	28.9	3.2
センダン	64	476	14.3%	8.9	1.9	30.6	5.6

表 2 曲げ試験の結果の概要

樹種	供試数	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	平均縦振動 ヤング係数 (kN/mm ²)	曲げヤング係数(kN/mm ²)		曲げ強度(N/mm ²)	
					平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ウラジロエノキ	178	387	14.4%	5.95	5.35	1.28	47.3	10.9
ハマセンダン	102	403	13.3%	8.01	7.23	1.03	60.9	9.1
イイギリ	135	400	14.0%	7.61	6.98	1.05	58.1	8.5
センダン	63	475	14.8%	9.09	8.38	1.34	57.7	12.2



異なるアルファベットは区分間で有意差があることを示す (holm)

図 県産早生樹 4 樹種の強度（左:縦圧縮、右:曲げ）

[研究情報]

課題 ID : 2020 林 003

研究課題名 : 早生樹の材質特性の把握及び乾燥スケジュールの確立

予算区分 : 県単（沖縄産早生樹利用促進事業）

研究期間（事業全体の期間） : 2020～2023 年度

研究担当者 : 井口朝道

発表論文等 : 井口朝道ら（2025）沖縄県森研セ研報、No65（投稿中）

(成果情報名) センダンの孔状白色腐朽が強度性能に及ぼす影響の評価							
(要約) 県産の主要早生樹であるセンダンについて、孔状白色腐朽が疑われる症状が確認された小試験体を用いて縦圧縮および曲げ強度試験を実施し、強度性能に及ぼす影響について評価した。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	木材利用	対象	センダン	分類	指導

[背景・ねらい]

センダンは琉球王府の時代から、その成長の早さが期待され、植林が奨励されてきた歴史をもつ。現在では 35 種ある造林樹種の 1 つとして指定され、造林記録の残る昭和 60 年から令和 3 年の間には 48ha が植栽されている。県産木材としては、活用が最も進んでいる樹種の 1 つであるが、近年は材面に孔状の白色腐朽によると考えられる欠点が頻繁に発生している。これは、材の美観を損ない材の価値を低下させるだけでなく、強度の低減を招くことが懸念されるため、強度に及ぼす影響を評価するため本研究を実施した。

[成果の内容・特徴]

1. 曲げ試験の結果、目的変数に曲げヤング係数または曲げ強度、説明変数に密度および孔状白色腐朽の有無を用いた二元配置分散分析により解析したところ、密度は曲げヤング係数、曲げ強度ともに有意に正の影響を与えている ($p<0.01$) ことが確認され、孔状白色腐朽は、曲げヤング係数には有意な影響を与えない一方で、曲げ強さは有意に低減させることが明らかとなった (図 1、 $p<0.01$)。
2. 縦圧縮試験の結果、目的変数に縦圧縮ヤング係数または縦圧縮強度、説明変数に密度および孔状白色腐朽の有無を用いた二元配置分散分析により解析したところ、密度は縦圧縮ヤング係数、縦圧縮強度ともに有意に影響を与えている ($p<0.01$) ことが確認され、孔状白色腐朽は、縦圧縮ヤング係数、縦圧縮強度のいずれにも有意な影響を与えていないことが明らかとなった (図 2)。
3. 以上の結果から、センダンにみられる孔状白色腐朽が疑われる材は、健全な部材と比較して曲げ強度が低下している懸念があるため、特に梁や桁などの横架材として利用する際には注意が必要である。

[成果の活用面・留意点]

1. 孔状白色腐朽が疑われるセンダンの利用を検討する際に活用される。
2. 試験にはセンダン 3 個体を供試し、孔状白色腐朽は、伐採時点で既に材内部に部分的に侵入していたものであり、症状の有無については目視により判断した。
3. 孔状白色腐朽が強度に及ぼす影響の度合いについては、腐朽の程度と相関があると考えられるため、腐朽が非常に進行している材に本結果が必ずしも適用できるとは限らない。
4. 曲げ試験は寸法を 20(R)×20(T)×320(L)mm、スパン長を 280mm とした小試験体[試験体数 N=112 (有:49、無:63)]、縦圧縮試験は寸法を 20(R)×20(T)×60(L)mm とした小試験体[試験体数 N=108 (有:44、無:64)]を用いて、いずれも JIS Z 2101 に準拠して行った。

[残された問題点]

センダンの孔状白色腐朽を引き起こす菌類の特定。

[具体的データ]

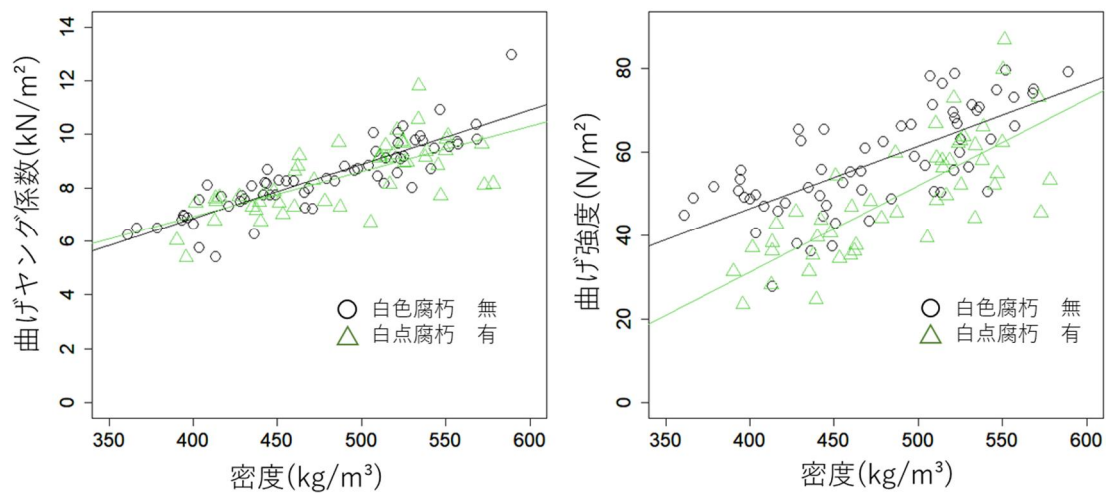


図1 孔状白色腐朽の有無別の密度と曲げヤング係数（左）、曲げ強度（右）の関係

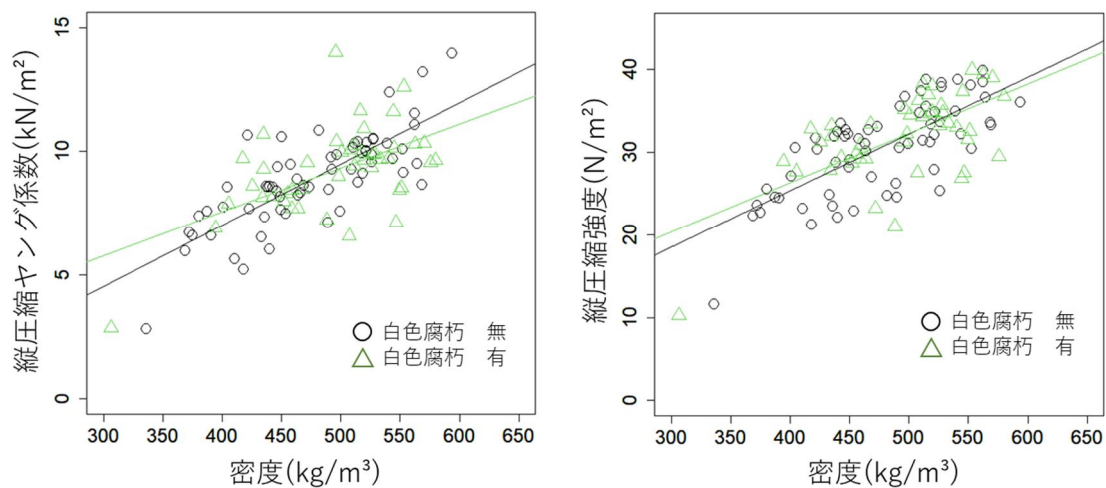


図2 孔状白色腐朽の有無別の密度と縦圧縮ヤング係数（左）、縦圧縮強度（右）の関係

[研究情報]

課題 ID : 2020 林 003

研究課題名：早生樹の材質特性の把握及び乾燥スケジュールの確立

予算区分：県単（県産早生樹利用促進事業）

研究期間（事業全体の期間）：2020～2023 年度

研究担当者：井口朝道

発表論文等：井口朝道ら（2025）沖縄県森研セ研報、No65（投稿中）

(成果情報名) ハマセンダンの乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性の評価							
(要約) ハマセンダンについて、急速乾燥試験、天然乾燥試験、人工乾燥試験の結果から、 <u>乾燥特性</u> の把握および <u>人工乾燥</u> の適合性を評価したところ、概ね短期間かつ歩留まりの高い木材利用が可能な樹種と判断される。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	木材利用	対象	ハマセンダン	分類	普及

[背景・ねらい]

沖縄県の森林・林業アクションプランでは、未利用造成地等を活用し早生樹種による短伐期施業を行うことで、森林資源の循環利用を図ることとしている。しかし木材利用の面では未解明な部分が多く通常の木材とは異なる性質を持つことが想定されるため、本研究では、ハマセンダンの乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性について評価した。

[成果の内容・特徴]

1. 試験を行った7個体のうち2個体については、乾燥方法を問わず著しい収縮・変形を生じた。
ハマセンダンは乾燥特性の個体差が非常に大きく、用材利用が見込めないものが一定程度混在することが明らかとなった。
2. 急速乾燥試験の結果、損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件は表1のとおりであり、ハマセンダンは断面変形が大きく乾燥に注意が必要な樹種であることが判明した。また、この結果から推奨される乾燥スケジュールについては図のとおりである。
3. 図の乾燥スケジュール（48～73℃）により人工乾燥を行ったところ、9日目で調湿処理を終了し、その乾燥特性は表2のとおりであった。また、より緩やかな乾燥条件（45～60℃）の場合では10日目で調湿処理を終了した。いずれの条件でも家具・内装材としての利用を見据えて設定した目標含水率である8%に10日前後でほぼ全ての供試体が到達していた。一部の供試体に著しい変形がみられ個体差はあるが、基本的にハマセンダンは生材からの人工乾燥が可能な樹種であることが判明した。
4. 天然乾燥では、42日で初期平均含水率130%程度だったものが15%程度に低下した。天然乾燥時の乾燥特性については表3のとおりであり、目立った狂いは発生せず、天然乾燥でも比較的短期間で用材としての利用は可能になると考えられた。
5. ハマセンダンは、一部の用材利用が見込めない個体を除くと、厚さ35mmの板材の場合、天然乾燥では40～50日、人工乾燥では10日前後で乾燥が速やかに進み、目立った割れや狂いも発生しにくいことから、従来の広葉樹材と比べて短期間かつ歩留まりの高い木材利用が可能な樹種と判断される。

[成果の活用面・留意点]

1. ハマセンダンの乾燥方法の選定、および人工乾燥の際に活用される。
2. 本試験の供試木はもともと7個体であるが、急速乾燥試験、人工乾燥試験、天然乾燥試験の結果については、いずれも著しい収縮や変形を生じた2個体を除いた、用材利用が見込まれる5個体に関する記述である。
3. 天然乾燥、人工乾燥試験には寸法を35（厚）×150（幅）×600（長）mmとした試験体を用いて、天然乾燥試験については、2021年11月8日から試験を開始した。

[残された問題点]

より厚みのある材（6 cm以上）、また天然乾燥を経てから人工乾燥した際の乾燥特性、乾燥に要する期間の把握。

[具体的データ]

表 1 損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件

損傷の種類	評価値	乾燥条件（単位：℃）		
		初期温度	初期温度差	終末温度
初期割れ	2	65	5.5	90
断面変形	7	48	2.8	73
内部割れ	3	50	3.8	77
総合評価		48	2.8	73

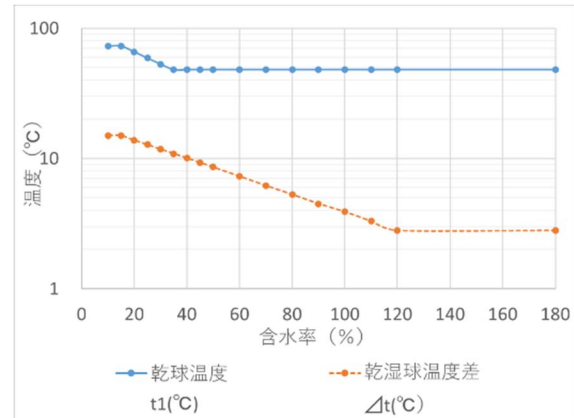


図 ハマセンダンの人工乾燥スケジュール

表 2 ハマセンダンの人工乾燥試験における温度別・木目毎の乾燥特性

乾燥温度 (℃)	木目	供試体数 (枚)	乾燥後 平均含水率 (%)	平均収縮率(%)			平均 ねじれ (mm)	平均 幅そり (mm)	表面割れ (枚)	平均 表面割れ (cm)	内部割れ (枚)
				長さ方向	厚さ方向	幅方向					
48～73	追い桎目	8	8.1%	0.2%	4.9%	7.6%	5.1	5.1			0
	板目	1	7.7%	0.2%	5.0%	7.2%	1.0	1.2			0
45～60	追い桎目	9	8.1%	0.1%	3.9%	4.8%	3.8	1.7	2	12.15	0
	板目	1	8.1%	0.2%	3.8%	3.7%	0.9	1.0			0

* 平均表面割れは割れた個体における平均値を示す

表 3 ハマセンダンの天然乾燥試験における木目毎の乾燥特性

木目	供試体数 (枚)	乾燥後 平均含水率 (%)	平均収縮率(%)			平均 ねじれ (mm)	平均 幅そり (mm)	表面割れ (枚)	内部割れ (枚)
			長さ方向	厚さ方向	幅方向				
追い桎目	10	14.7%	0.0%	2.4%	2.2%	1.9	0.8	0	0
板目	3	14.7%	0.1%	2.9%	3.6%	2.7	1.4	0	0

[研究情報]

課題 ID：2020 林 003

研究課題名：早生樹の材質特性の把握及び乾燥スケジュールの確立

予算区分：県単（県産早生樹利用促進事業）

研究期間（事業全体の期間）：2020～2023 年度

研究担当者：井口朝道、仲摩和寛

発表論文等：井口朝道、仲摩和寛（2025）沖縄県森研セ研報、No65（投稿中）

(成果情報名) センダンの乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性の評価							
(要約) センダンについて、急速乾燥試験、天然乾燥試験、人工乾燥試験の結果から、 <u>乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性</u> を評価したところ、短期間かつ歩留まりの高い木材利用が可能な樹種と判断される。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	木材利用	対象	センダン	分類	普及

[背景・ねらい]

沖縄県の森林・林業アクションプランでは、未利用造成地等を活用し早生樹種による短伐期施業を行うことで、森林資源の循環利用を図ることとしている。しかし木材利用の面では未解明な部分が多く通常の木材とは異なる性質を持つことが想定されるため、本研究では、センダンの乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性について評価した。

[成果の内容・特徴]

1. 急速乾燥試験の結果、損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件は表1のとおりであり、センダンはいずれの評価値も良好で乾燥が容易である樹種であることが判明した。また、この結果から推奨される乾燥スケジュールについては図のとおりであり、高温帯での乾燥も可能と考えられる。
2. 図の乾燥スケジュール（58～83℃）により人工乾燥を行ったところ、6日目で調湿処理を終了し、その乾燥特性は表2のとおりであった。また、より緩やかな乾燥条件（45～60℃）の場合でも6日目で調湿処理を終了した。いずれのスケジュールにおいても、家具・内装材としての利用を見据えて設定した目標含水率である8%に、1週間以内でほぼ全ての供試体（柁目を除く）が到達した。表面割れは、一部の柁目材において樹芯由来の割れ長が長くなったが、それ以外では目立った狂いや内部割れの発生もほとんどなく、センダンは生材からの人工乾燥に適した樹種であることが判明した。
3. 天然乾燥では、初期平均含水率40%程度だったものが、途中台風の影響で1週間ほど湿度が高く乾燥が停滞した時期があったが、50日ほどで16%程度に低下した。また、天然乾燥時の乾燥特性については表3のとおりであり、大きな狂いは発生せず、天然乾燥でも比較的短期間で用材としての利用は可能になると考えられた。
4. センダンは、厚さ35mmの板材の場合、天然乾燥では50日、人工乾燥では、乾燥速度が遅いとされる柁目材を除くと1週間以内で乾燥が速やかに進み、目立った割れや狂いも発生しにくいことから、従来の広葉樹材と比べて短期間かつ歩留まりの高い木材利用が可能な樹種と判断される。

[成果の活用面・留意点]

1. センダンの乾燥方法の選定、および人工乾燥の際に活用される。
2. 本試験の供試体は3個体である。
3. 天然乾燥、人工乾燥試験には寸法を35（厚）×150（幅）×600（長）mmとした試験体を用いて、天然乾燥試験については、2023年7月24日から試験を開始した。
4. 天然乾燥、人工乾燥試験のいずれの供試体も初期含水率の平均値は40%程度と、乾燥開始時点で比較的乾燥した状態での結果である。

[残された問題点]

より厚みのある材（6 cm以上）、また天然乾燥を経てから人工乾燥した際の乾燥特性、乾燥に要する期間の把握。

[具体的データ]

表 1 損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件

損傷の種類	評価値	乾燥条件（単位：℃）		
		初期温度	初期温度差	終末温度
初期割れ	3	60	4.3	85
断面変形	3	58	4.7	83
内部割れ	1	70	6.5	95
総合評価		58	4.3	83

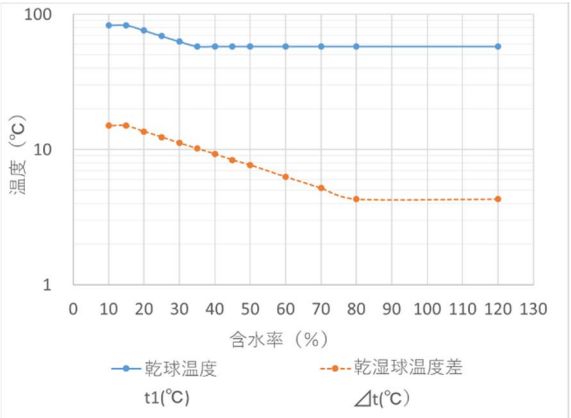


図 センダンの人工乾燥スケジュール

表 2 センダンの人工乾燥試験における温度別・木目毎の乾燥特性

乾燥温度 (℃)	木目	供試体数 (枚)	乾燥後 平均含水率 (%)	平均収縮率(%)			平均 ねじれ (mm)	平均 幅そり (mm)	表面割れ (枚)	平均 表面割れ (cm)	内部割れ (枚)
				長さ方向	厚さ方向	幅方向					
58～83	板目	10	6.8%	0.1%	3.4%	5.0%	3.4	1.0			0
	追い柵	9	7.1%	0.0%	3.8%	4.4%	2.3	1.5	2	5.9	1
	柵目	3	10.3%	0.2%	3.8%	3.1%	1.6	1.7	3	62.5	0
45～60	板目	8	7.7%	0.1%	3.3%	4.3%	1.7	1.1			0
	追い柵	13	7.0%	0.2%	3.3%	4.0%	2.0	1.4	3	32.4	0
	柵目	1	9.5%	0.2%	5.1%	3.4%	3.2	1.3	1	68.0	0

* 平均表面割れは割れた個体における平均値を示す

表 3 センダンの天然乾燥試験における木目毎の乾燥特性

木目	供試体数 (枚)	乾燥後 平均含水率 (%)	平均収縮率(%)			平均 ねじれ (mm)	平均 幅そり (mm)	表面割れ (枚)	平均 表面割れ (cm)	内部割れ (枚)
			長さ方向	厚さ方向	幅方向					
板目	10	16.7%	0.1%	2.2%	2.7%	1.4	0.3	2	11.5	0
追い柵	12	16.6%	0.1%	2.2%	2.5%	1.8	0.7	1	2.9	0

[研究情報]

課題 ID：2020 林 003

研究課題名：早生樹の材質特性の把握及び乾燥スケジュールの確立

予算区分：県単（県産早生樹利用促進事業）

研究期間（事業全体の期間）：2020～2023 年度

研究担当者：井口朝道、仲摩和寛

発表論文等：井口朝道、仲摩和寛（2025）沖縄県森研セ研報、No65（投稿中）

(成果情報名) イイギリの乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性の評価							
(要約) イイギリについて、急速乾燥試験、天然乾燥試験、人工乾燥試験の試験結果から、 <u>乾燥特性</u> の把握および <u>人工乾燥</u> の適合性を評価したところ、短期間かつ歩留まりの高い木材利用が可能な樹種と判断される。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林林業部会	専門	木材利用	対象	イイギリ	分類	普及

[背景・ねらい]

沖縄県の森林・林業アクションプランでは、未利用造成地等を活用し早生樹種による短伐期施業を行うことで、森林資源の循環利用を図ることとしている。しかし木材利用の面では未解明な部分が多く通常の木材とは異なる性質を持つことが想定されるため、本研究では、イイギリの乾燥特性の把握および人工乾燥の適合性について評価した。

[成果の内容・特徴]

1. 急速乾燥試験の結果、損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件は表1のとおりであり、イイギリはいずれの評価値も良好で乾燥が容易である樹種であることが判明した。また、この結果から推奨される乾燥スケジュールについては図のとおりであり、高温帯での乾燥も可能と考えられる。
2. 図の乾燥スケジュール（60～85℃）により人工乾燥を行ったところ、5日目で調湿処理を終了し、その乾燥特性は表2のとおりであった。また、より緩やかな乾燥条件（45～60℃）の場合では7日目で調湿処理を終了した。乾燥温度60～85℃の条件では、家具・内装材としての利用を見据えて設定した目標含水率である8%にわずか5日間ではほぼ全ての供試体が到達しており、大きな狂いや内部割れの発生もないことからイイギリは生材からの人工乾燥に適した樹種であることが判明した。
3. 天然乾燥では、初期平均含水率170%程度と高含水率だったものが40日程度で15%程度の平衡状態に到達した。また、天然乾燥時の乾燥特性については表3のとおりであり、目立った狂いは発生せず、天然乾燥でも比較的短期間で用材としての利用は可能になると考えられた。
4. イイギリは、厚さ35mmの板材の場合、天然乾燥では40～50日、人工乾燥では高温帯では1週間以内で乾燥が速やかに進み、目立った割れや狂いも発生しにくいことから、従来の広葉樹材と比べて短期間かつ歩留まりの高い木材利用が可能な樹種と判断される。

[成果の活用面・留意点]

1. イイギリの乾燥方法の選定、および人工乾燥の際に活用される。
2. 本試験の供試木は3個体である。
3. 天然乾燥、人工乾燥試験には寸法を35（厚）×150（幅）×600（長）mmとした試験体を用いて、天然乾燥試験については、2022年11月28日から試験を開始した

[残された問題点]

より厚みのある材（6cm以上）、また天然乾燥を経てから人工乾燥した際の乾燥特性、乾燥に要する期間の把握。

[具体的データ]

表1 損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件

損傷の種類	評価値	乾燥条件 (単位: °C)		
		初期温度	初期温度差	終末温度
初期割れ	3	60	4.3	85
断面変形	2	66	6.0	88
内部割れ	1	70	6.5	95
総合評価		60	4.3	85

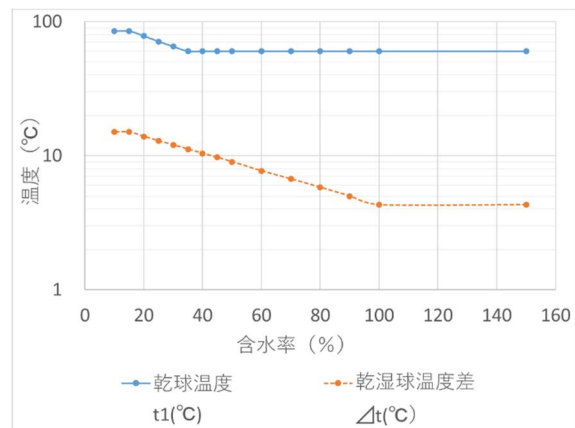


図 イイギリの人工乾燥スケジュール

表2 イイギリの人工乾燥試験における温度別・木目毎の乾燥特性

乾燥温度 (°C)	木目	供試体数 (枚)	乾燥後 平均含水率 (%)	平均収縮率(%)			平均 ねじれ (mm)	平均 幅そり (mm)	表面割れ (枚)	平均 表面割れ (cm)	内部割れ (枚)
				長さ方向	厚さ方向	幅方向					
60~85	追い杢	12	7.4%	0.2%	3.3%	4.1%	1.8	1.9	6	13.0	0
	板目	8	7.5%	0.3%	2.6%	4.8%	2.7	1.6	1	5.1	0
45~60	追い杢	10	9.0%	0.1%	3.1%	3.4%	2.3	1.7	1	43.4	0
	板目	10	8.9%	0.2%	2.4%	4.0%	2.1	1.4			0

* 平均表面割れは割れた個体における平均値を示す

表3 イイギリの天然乾燥試験における木目毎の乾燥特性

木目	供試体数 (枚)	乾燥後 平均含水率 (%)	平均収縮率(%)			平均 ねじれ (mm)	平均 幅そり (mm)	表面割れ (枚)	平均 表面割れ (cm)	内部割れ (枚)
			長さ方向	厚さ方向	幅方向					
追い杢	12	15.1%	0.1%	2.0%	2.3%	1.1	1.0	3	13.8	0
板目	8	15.3%	0.1%	1.5%	3.0%	2.6	0.8	0	-	0

[研究情報]

課題 ID : 2020 林 003

研究課題名 : 早生樹の材質特性の把握及び乾燥スケジュールの確立

予算区分 : 県単 (県産早生樹利用促進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2020~2023 年度

研究担当者 : 井口朝道、仲摩和寛

発表論文等 : 井口朝道、仲摩和寛 (2025) 沖縄県森研セ研報、No65 (投稿中)

(成果情報名) キオビエダシャクに対する樹幹注入剤の防除効果							
(要約) キオビエダシャクに対し4%チアメトキサムは1.9%エマメクチン安息香酸塩に比較して防除効果が高く、その効果は処理後5週間維持される。薬剤による木材の内部の変色は注入孔から-15～+180cmの範囲で観察されるが、木材の表面の変色は観察されない。							
(担当機関) 森林資源研究センター					連絡先	0980-52-2091	
部会	森林・林業	専門	森林保護	対象	イヌマキ	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

イヌマキは耐白蟻性が高く、木肌が美しいことから、沖縄において古くから利用されている建築材のひとつである。これまで県内各地で造林されてきたが、キオビエダシャク（以下 キオビ）の食害により大きな被害を受けている。キオビの防除についてはいくつかの散布剤が登録されているが、散布に労力かかることや残効期間が短いことなどから、残効期間の長い樹幹注入剤を利用した防除についての検討が要望されている。そのため、今回は2種の樹幹注入剤（4%チアメトキサムと1.9%エマメクチン安息香酸塩）について防除効果を検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 4%チアメトキサムは処理2週間後から効果が確認され、5週間後においても密度指数は0.0であり、その効果は高い（表）。
2. 1.9%エマメクチン安息香酸塩は処理2週間後には効果が確認できたが、5週間後には密度指数は86.3と高く、その効果はほとんど認められない。
3. 薬剤処理から1年後に両薬剤の注入孔について観察したところ、両薬剤の注入孔とも処理当時の大きさ（直径6mm）より小さくなり、目立たない（図1の左右上）。また、薬剤による変色は木材の表面（木肌）には観察されない（図1の左右上）。木材の内部の変色は、4%チアメトキサムでは注入孔を起点に-15～+90cm、1.9%エマメクチン安息香酸塩では-15～+180cmの範囲で観察される（図1左右下、図2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本試験データは農薬登録の際のデータとして活用可能であると考ええる。
2. いずれの薬剤の樹幹への注入は地際から100～120cmの高さ位置に実施した。
3. 4%チアメトキサムはネオニコチノイド系の殺虫剤の一種である。現在、ネオニコチノイド系の農薬については環境へのリスク等について国の農薬に関する検査・登録機関において再評価・検討中である。

[残された問題点]

- ・ネオニコチノイド系殺虫剤に関する環境へのリスク評価

[具体的データ]

表. 薬剤による殺虫効果

試験区 (サブグループ) 注1	調査樹	生存幼虫数		薬害 注2
		処理2週間後	処理5週間後	
4.0% チアメトキサム区 (ネオニコチノイド系)	I	1	0	—
	II	1	0	—
	III	11	0	—
	平均値	4.3	0.0	
	密度指数 注3	47.8	0.0	
1.9% エマメクチン区 安息香酸塩 (アベルメクチン系)	I	2	8	—
	II	6	4	—
	III	5	7	—
	平均値	4.3	6.3	
	密度指数	47.8	86.3	
無処理区	I	9	7	
	II	7	9	
	III	11	6	
	平均値	9.0	7.3	
	密度指数	100.0	100.0	

注1: IRAC殺虫剤作用機構分類 (ver.10.5) より引用

注2: 薬剤処理後の葉や新芽の変色や落葉など外観的变化の有無を調査した 薬害有り=+、薬害無し=-

注3: 殺虫効果の指標のひとつ 密度指数 = (処理区のx日後/無処理区x日後) × 100

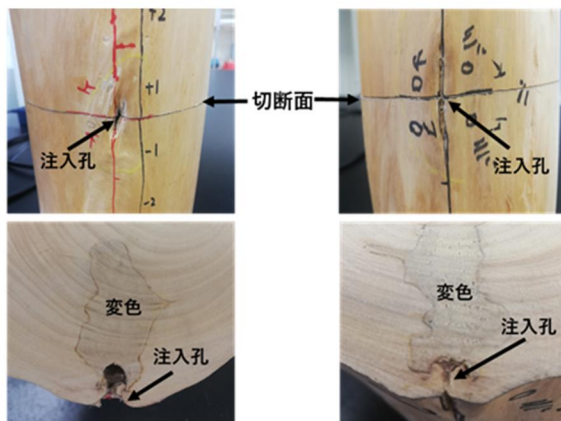


図1. 薬剤処理後の注入孔の外観と内部の様子

4.0% チアメトキサム区 (左図)

1.9% エマメクチン安息香酸塩区 (右図)

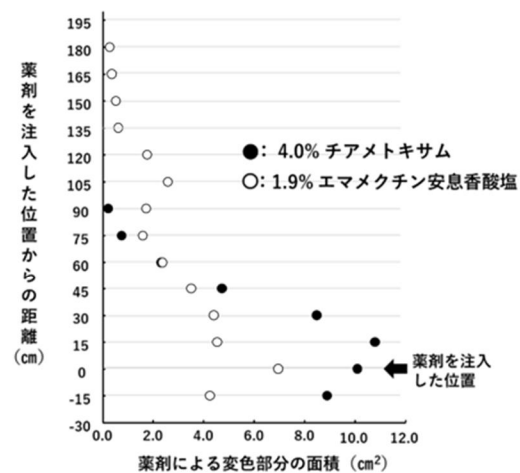


図2. 材の内部の薬剤による変色部分の分布

[研究情報]

課題ID: 2022林004

研究課題名: キオビエダシヤクに対する樹幹注入剤の防除効果

予算区分: 県単 (森林資源研究費)

研究期間: 2022年度~2023年度

研究担当者: 大石 毅

発表論文等: 沖縄研森林研究セ、No.65 (投稿中)