

令和4年度
(2022)

**静岡県農林技術研究所成績概要集
(森林・林業編)**

令和5年4月

静岡県農林技術研究所
森林・林業研究センター

目 次

I 研究課題

1	形質的に優れたスギ・ヒノキ苗木を育成するための種子生産に関する研究	2
2	低コスト育林体系技術に構築に関する研究	6
3	花粉の出ないスギで林業の発展と花粉症の緩和に貢献したい！	16
4	効率的な主伐作業システムのモデル構築に関する研究	18
5	林業現場の作業状況モニタリング技術の開発	22
6	静岡県産シイタケ等の付加価値向上技術の開発	28
7	県内木材資源を活用した非住宅等のJAS製品加工利用技術の開発	34
8	スマートフォン型測定器による簡易的な丸太のヤング係数および製材の含水率変動測定方法の確立	50
9	カーボンニュートラルの実現に向けた新たな森林経営モデルの開発	52
10	シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究	58
11	健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発	70
12	メスジカ捕獲効率向上のための行動解析と餌誘引捕獲方法の改善	78
13	新植地に侵入するノウサギ対策に関する研究	82
14	農地における既設のイノシシ用電気柵を活用したシカ・イノシシ併用侵入防止柵の研究	92

II 資料

1	形式的に優れたスギ・ヒノキ苗木を育成するための種子生産に関する研究	98
2	スギ花粉発生量の予測	103

III 研修、共同研究等

1	課題解決及び研究開発研修	106
2	民間企業等との共同研究	106
3	依頼試験	106

IV 普及指導及び行政支援等

1	林業・林産業関係者及び一般県民に対する普及指導	108
2	行政事業等の支援・協力	109
3	試験研究等の発表	110

V その他

1	職員の配置及び氏名	115
2	刊行物	115

I 研究課題

課 題 名：形質的に優れたスギ・ヒノキ苗木を生育するための種子生産に関する研究
採種園の効率的な管理手法の検証

若齢ヒノキの着花促進技術の確立

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：福田拓実、山田晋也

協力分担：岐阜大学応用生物科学部、静岡大学農学部

予算(期間)：県単（2021-2025年度）

1 目的

閉鎖型採種園内でのヒノキ種子の生産にあたり、ヒノキ若齢木では花芽形成が困難であることが課題となっている。2018年度から2020年度までの新成長戦略研究「エリートツリー種子の早期生産技術の開発」内で、ヒノキの若齢木は水分条件で着花量が変化することを確認した。しかし、着花はしたものの花芽（特に雄花）が枯死するという現象も確認された。これらの課題を解決し、若齢ヒノキの種子生産が可能となる技術の確立を目指す。今年度は光環境（遮光率）に着目した試験を実施した。

2 方法

- (1) 試験場所 西部農林事務所育種場15, 16ハウス（浜松市浜北区。ハウスは10.8m×18m×3.2m）
- (2) 調査個体 ヒノキ特定母樹60個体（定植後2年。平均樹高100.7cm、平均根元径18.14mm）
- (3) 栽培方法 以下のとおり15個体ずつ4つの条件に振った。また、全ての試験区で6月10日から7月11日までの1ヶ月間は1日の灌水量を1ℓとした。それ以外は十分灌水した。
 - ア 6月10日から10月27日まで白色寒冷紗（以下寒冷紗）による閉鎖（6月から区）
 - イ 7月13日から10月27日まで寒冷紗による閉鎖（7月から区）
 - ウ 8月8日から10月27日まで寒冷紗による閉鎖（8月から区）
 - エ 1年中寒冷紗なし（なし区）

※寒冷紗の遮光率は80%

- (4) 調査方法 7月から10月まで、月1回雄花、雌花の数をカウントした。その後、11月から1月にかけて雄花の枯死が確認されたため、1月20日にも雄花の数を調査した。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

ヒノキは薬剤散布が無くとも、水分条件によって着花することが分かった。

2020年度は花芽（特に雄花）の枯死が確認されたが、2021年度は確認されなかった。

ヒノキは80%程度遮光されている方が雄花の着花量が多かった。

[本年度の結果]

- (1) ヒノキの花芽数の推移を図1に示す。ヒノキの花芽は7月から確認され、8月から9月に急激に増加した。その後は大きな変化は無かった。
- (2) 10月時点における各試験区の平均花芽数を図2に示す（異符号間で有意差有り（ $p < 0.05$ ）、ウィルコクソンの順位和検定後ボンフェローニ法により補正）。雄花は6月から区で少なかった。寒冷紗による閉鎖期間が長い方が雄花の数は増加したが、有意差は確認できなかった。雌花は、寒冷紗による閉鎖期間が短いほど多くなった。
- (3) 1月時点で生存している花芽数は寒冷紗による閉鎖期間が短い方が多い傾向があったが、統計的な有意差は確認できなかった（ $p > 0.05$ 、ウィルコクソンの順位和検定後ボンフェローニ法により補正、図3）。生存数は高くても15%未満であった。

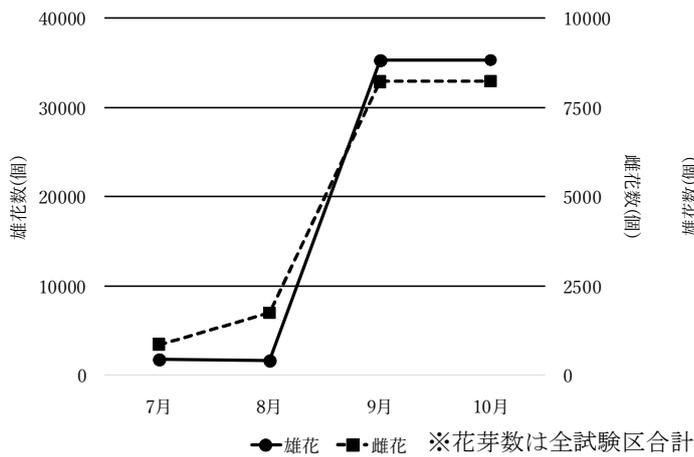


図1 月別の雄花数と雌花数

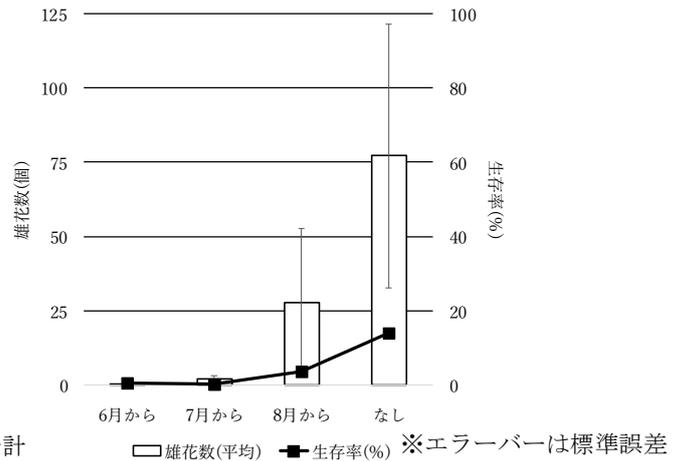


図3 1月時点の平均雄花数と生存率

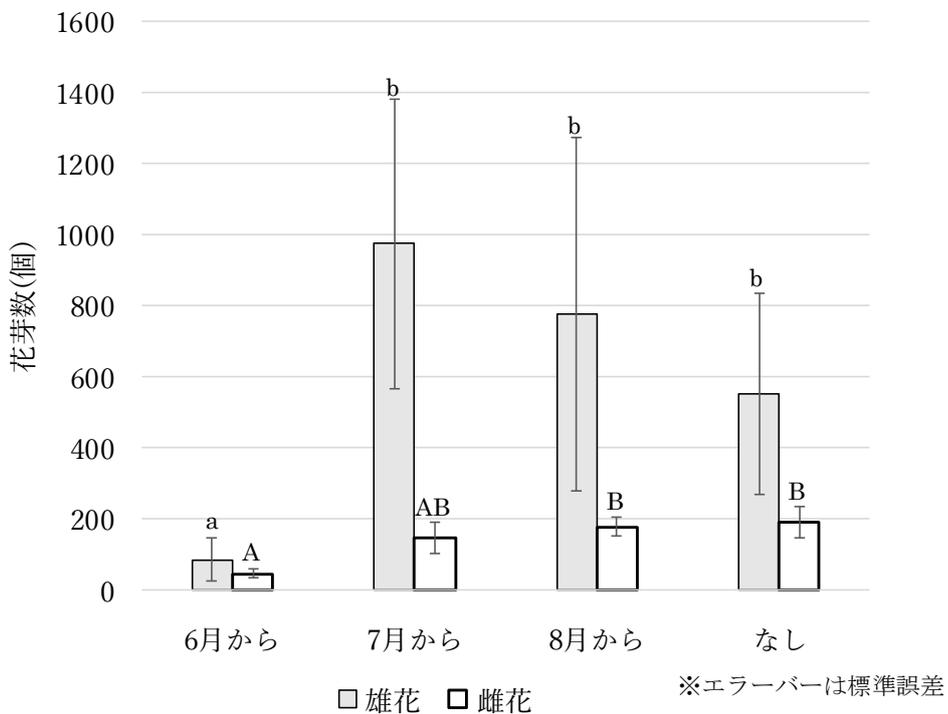


図2 各試験区の平均花芽数 (10月時点)

4 結果の要約

ヒノキの花芽数は8月から9月に大きく増加した。雄花数は昨年度に続き寒冷紗による閉鎖期間が長いほど多くなる傾向が確認されたが、その後の生存率は閉鎖期間が短いほど高かった。6月上旬に寒冷紗による閉鎖をすると、花芽数、その後の生存率共に下がることが分かった。

[キーワード] ヒノキ 遮光率 早期着花

5 今後の問題点と次年度以降の計画

2020年度と同様の花芽の枯死が再度確認された。ヒノキの花芽は各年着花する可能性も含め、花粉を確保するための手法を確立する必要がある。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

西部農林事務所へ情報提供する。

課 題 名：形質的に優れたスギ・ヒノキ苗木を生育するための種子生産に関する研究
形質的に優れた系統の選抜

特定苗木の初期成長の評価

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：福田拓実、山田晋也

協力分担：志太榛原農林事務所、西部農林事務所

予算(期間)：県単（2021-2025年度）

1 目的

西部農林事務所育種場に造成された閉鎖型採種園は、外来花粉を防いで目的とする系統同士を交配させることが可能であり、これが従来から野外に造成されている採種園との違いである。現在、閉鎖型採種園内には森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法に基づき指定された特定母樹が配置されている。これら母樹から採取された種子から育苗される特定苗木は、植栽後の初期成長が早いことを県内の林業関係者から期待されているが、特定苗木の成長過程を具体的に検証した事例は少ない。そこで、本研究では、閉鎖型採種園由来の特定苗木と、野外の従来採種園由来の苗木とを同じ条件で植栽し、初期成長を比較した。

2 方法

(1) 特定苗木と少花粉苗木の成長量比較

ア 調査対象 2020年に植栽したスギ56本（特定苗木28本、少花粉28本）

イ 植栽場所 浜松市浜北区尾野

ウ 調査項目 3成長期後の樹高及び根元径

(2) 系統別特定苗木の成長量比較

ア 調査対象 2020年に植栽したスギ183本（特定苗木164本、少花粉苗木19本）

イ 植栽場所 藤枝市瀬戸ノ谷、浜松市浜北区根堅

ウ 調査項目 3成長期後の樹高及び根元径

※いずれも植栽時点でのスギの大きさはほぼ同一

3 結果の概要

(1) 少花粉苗木と特定苗木の比較

樹高成長量を図1に、根元径成長量を図2に示す。樹高成長量、根元径成長量共に特定苗木の方が大きな値を示したが、有意差は確認されなかった($p>0.05$ 、ウィルコクソンの順位和検定)

(2) 系統別特定苗木の成長量比較

藤枝市の結果を表1に、浜松市浜北区の結果を表2に示す。いずれの系統も、樹高成長量、根元径成長量共に、対照木との有意差は確認されなかった。 $(p>0.05$ 、S1を基準としたDunnnettの多重比較検定)

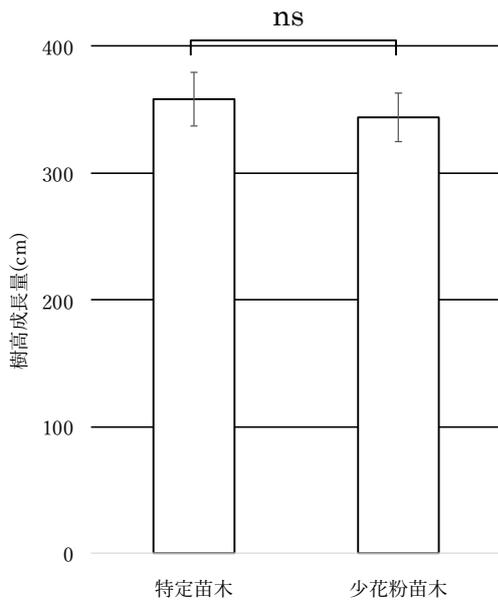


図1 特定苗木と少花粉の樹高成長量

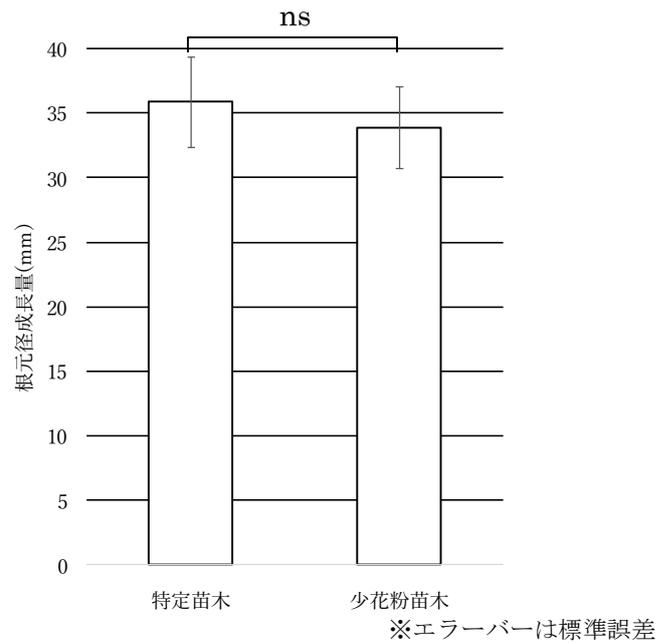


図2 特定苗木と少花粉の根元径成長量

表1 藤枝市瀬戸ノ谷の特定苗木成長量

系統	個体数	樹高成長量(cm)	根元径成長量(mm)
2-70	9	176.7 ± 25.9	33.49 ± 8.86
2-76	8	184.0 ± 27.0	31.80 ± 6.54
2-117	8	169.9 ± 38.2	29.44 ± 8.87
2-189	10	190.2 ± 16.8	33.66 ± 5.57
2-199	10	201.5 ± 48.5	31.40 ± 6.10
T21	6	199.0 ± 56.3	40.45 ± 10.83
T23	10	187.6 ± 50.1	34.41 ± 9.47
T24	7	186.4 ± 35.6	30.10 ± 10.02
T25	9	188.6 ± 47.2	35.82 ± 4.92
S1	9	192.1 ± 35.9	33.28 ± 4.92

表2 浜松市浜北区根堅の特定苗木成長量

系統	個体数	樹高成長量(cm)	根元径成長量(mm)
2-70	10	180.8 ± 58.7	23.64 ± 7.89
2-76	10	162.7 ± 67.3	22.77 ± 11.05
2-117	10	172.9 ± 53.5	20.65 ± 8.36
2-189	10	173.3 ± 56.5	25.00 ± 12.59
2-199	9	185.3 ± 25.0	26.47 ± 3.35
T21	9	153.1 ± 78.3	23.03 ± 10.01
T23	10	160.7 ± 65.7	23.24 ± 11.52
T24	9	184.1 ± 44.4	24.72 ± 6.96
T25	10	187.2 ± 64.6	27.09 ± 13.30
S1	10	167.9 ± 60.1	19.18 ± 7.19

※2-〇〇：国指定特定母樹由来 T〇〇：県指定特定母樹由来 S1：少花粉

4 結果の要約

3成長期後時点で、特定苗木と少花粉との平均値での比較では特定苗木の方が大きくなったものの、有意差は確認できなかった。特定苗木同士の比較でも、現時点では統計的に有意な差が見られる系統はなかった。

[キーワード] 特定苗木 成長量

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き成長量について調査を進める。得られたデータは今後の閉鎖型採種園の改良に役立つ。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

県庁及び西部農林事務所へ情報提供する。

課 題 名： 低コスト育林体系技術の構築に関する研究
 再造林の低コスト化につながる優良種苗の育成技術の開発
 優良候補木の育成

担当部署名： 静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名： 袴田哲司

協力分担： 森林総合研究所林木育種センター、森林整備センター

予算(期間)： 県単（2018-2022年度）、農林水産省委託プロジェクト（2021-2025年度）

1 目的

再造林の低コスト化を進めるための一つの方法として、初期成長に優れる品種を用いて下刈り回数の低減を図ることが挙げられる。また、これらの品種には、一般的な造林木と同程度の材の強度があり、花粉症対策にも有効であることが求められる。そのため、優れた系統を交配親として作出した苗を林地に植栽し、成長や材質、雄花着生量等を継続的に調査してきた。日本における林木育種の過程が示されている中で（図1）、育種集団を構成するエリートツリーの検定や選抜、その後の特定母樹の開発を行うに当たり、環境的な要因をできる限り補正し精度の高い遺伝的能力を推定する方法として「育種価」が使われるようになった。今年度は、下田市に設定した試験地で7成長期後の調査を行い、育種価による評価を行った。

2 方法

スギの推奨品種、第一世代精英樹のF₁、エリートツリー等を親として、2013年3月に交配を行い、同年10月に交配系統の種子を採取した。第一世代精英樹の自然交配苗や少花粉ミニチュア採種園産種子も含めた。これらを播種し、根鉢300ccのMスターコンテナ苗として育成した後、2016年4月に下田市須原の民有林に単木混交で植栽した。7成長期後の2022年10月に、樹高と胸高直径を測定し、そのデータを用いて調査個体とそれらの交配親の成長形質に関する遺伝的な能力を育種価^{*}で推定した。調査対象木は、21系統の交配親からなる303個体である。

※育種価：調査個体のデータから、交配親の血縁情報を取り入れ、立地環境的な要因を補正したうえで、調査個体と交配親の遺伝的な能力を推定する数値。森林総合研究所林木育種センターでは、育種価に基づいてエリートツリーを選抜し、その中から基準を満たすものを特定母樹として選ぶ場合が多い。参考文献：高橋ら（2016） 森林遺伝育種 5巻

3 結果の概要

[前年度までの結果]

県内に設定したスギ交配苗の試験地（浜松市天竜区龍山町瀬尻、浜松市天竜区熊、富士市大淵）において、7成長期の樹高や胸高直径の調査を行い、育種価による評価を行った。優れた育種価を示す優良候補木が得られた。

[本年度の結果]

7成長期後の樹高および胸高直径のデータから育種価を算出し、植栽木とその交配親の遺伝的な能力を推定した。

(1) 交配個体： 303個体の平均樹高は743.6cm、平均胸高直径は9.5cmであり、全体的に優れた成長を示す育種集団林であった。樹高育種価は-70.6~110.8、胸高直径育種価が-1.57~2.10であった（図2）。樹高育種価上位5個体（育種価93.1~110.8）は、すべてが大井9号×富士1号、天竜3号×天竜7号（♀×♂、♂×♀）の組み合わせであった。胸高直径育種価上位5個体（育種価1.60~2.10）は、♀天竜8号×♂（大井9号×富士1号）が4個体、♀（大井9

号×富士1号) × ♂ (天竜3号×天竜7号) が1個体であった(表1)。

(2) 交配親： 育種価の計算では、調査個体のデータ解析をすることで、それらの交配親の遺伝的な能力の推定も可能である。樹高育種価が-46.7~101.0、胸高直径育種価が-1.44~1.54であった(図2)。樹高育種価が101.0、胸高直径育種価が1.54であった交配親は♀大井9号×♂富士1号で、当試験地での交配親21系統の中では、最も親としての能力が高いと考えられた。育種価上位5個体(表1)においても、親が♀大井9号×♂富士1号の場合が多い。

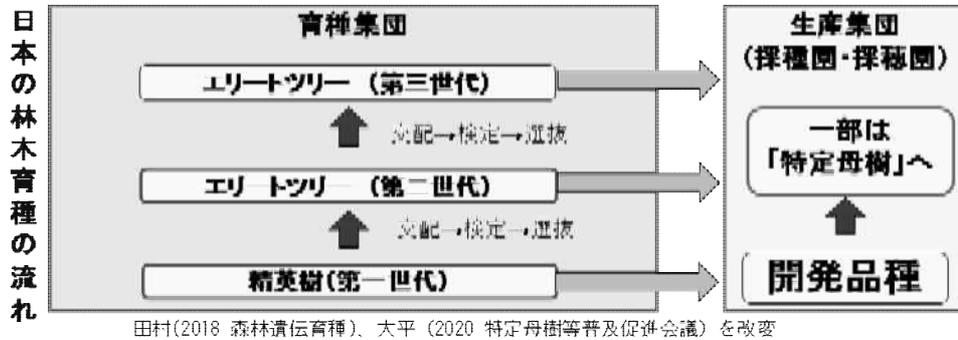


図1 日本の林木育種の流れ

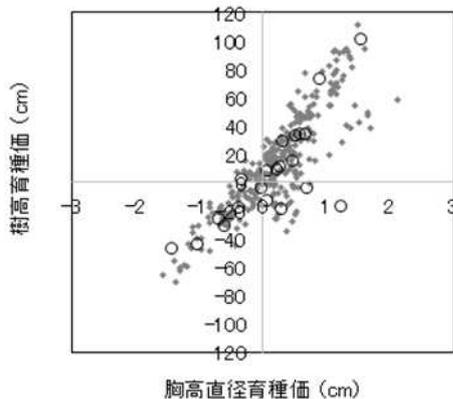


図2 スギ交配系統の7成長期後の育種価(下田市須原)

○交配親 ◆調査個体(交配系統)

表1 育種価上位5個体の交配組み合わせ

順位	交配組み合わせ ♀×♂	
	樹高	胸高直径
1	(大井9号×富士1号) × (天竜3号×天竜7号)	天竜8 × (大井9号×富士1号)
2	(大井9号×富士1号) × (天竜3号×天竜7号)	天竜8 × (大井9号×富士1号)
3	(天竜3号×天竜7号) × (大井9号×富士1号)	天竜8 × (大井9号×富士1号)
4	(大井9号×富士1号) × (天竜3号×天竜7号)	天竜8 × (大井9号×富士1号)
5	(天竜3号×天竜7号) × (大井9号×富士1号)	(大井9号×富士1号) × (天竜3号×天竜7号)

4 結果の要約

下田市須原におけるスギ交配系統の調査結果から、7成長期後の樹高と胸高直径の育種価を算出した。育種価の大きい交配個体が得られたとともに、交配親としての能力が高い系統も明らかになった。

[キーワード] 交配、コンテナ苗、初期成長、育種集団林、育種価

5 今後の問題点と次年度以降の計画

将来につながる林木育種を進めるにあたって、林木育種センターで採用している育種価ベースの遺伝的能力の推定と個体選抜を進めるとともに、立木の材強度の評価や雄花着生量評価も行う。10年生を越えた時点で、特定母樹の申請を目指す。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

下田に限らず交配苗の形質調査を他の試験地でも行っており、11月18日に瀬尻国有林で現地検討会を行い、林木育種センターとともに育種価を活用したエリートツリーや特定母樹の選抜に関して説明した。現在調査を進めている試験林を育種集団林として活用していくとともに、エリートツリーや特定母樹の申請を目指す。

単年度試験研究成績（2023年3月作成）

課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

低コスト育林技術の構築

低密度育林技術体系の構築

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘、袴田哲司

協力分担：天竜森林組合

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

低コスト主伐・再造林の事業を推進するためには再造林の低コスト化が不可欠であり、苗木代と植栽経費の削減を図り、間伐経費も下げることができる低密度植栽も一つの方法である。しかし、将来の木材の利用を考えた場合、植栽密度が立木の成長や材質にどのような影響を与えるかを認識しておく必要がある。植栽密度と各種形質の関係は、これまでの研究である程度は明らかになっているが、静岡県での調査事例は少ない。そこで本研究では、異なる密度で植栽した10年生スギ・ヒノキにおいて立木の胸高直径および応力波伝播速度を測定し、またその一部を伐採して樹幹内の動的ヤング係数や全乾密度の変動を調査した。

2 方法

(1) 試験地

静岡県浜松市天竜区西藤平地内にある民有林で、2010年3月にスギ（植栽当時2年生）およびヒノキ（植栽当時3年生）の裸苗を異なる密度で植栽した箇所（標高：約230～250m、東北東向きの斜面、植栽密度：1000本/ha、2000本/haおよび3000本/ha、面積：それぞれ約0.1ha）

(2) 試験方法

2020年9月に、試験地において、20本の立木を抽出し、胸高直径を直径巻き尺で1m間の応力波伝播時間を応力波伝播速度測定器（FAKKOP、アルナス社製）で測定した。このうち2本の立木を伐採し、1.1～1.3m毎に2番玉までの丸太を採取した。1番玉丸太の末口から厚さ30mm程度の円板を採取し、1～5年輪と6～10年輪の直方体の試験片を半径方向に採材して、全乾法による含水率および全乾密度を計測した。丸太は、1～5年輪と6～10年輪に製材し、動的ヤング係数を測定した。

3 結果の概要

(1) 立木の調査結果

伐採に供した立木の胸高直径と応力波伝播速度を表1に、立木の胸高直径と応力波伝播速度の関係を図1に示す。植栽密度の異なる各試験区における応力波伝播速度および胸高直径の平均値の一致を多重比較検定（Tukey法）で検証した。スギでは応力波伝播速度では有意差は認められず、胸高直径では、2000本/ha-3000本/haおよび1000本/ha-3000本/haで有意差が認められた（両者ともに $p<0.01$ ）。ヒノキでは、応力波伝播速度では、1000本/ha-2000本/haおよび1000本/ha-3000本/haで有意差が認められ（両者ともに $p<0.01$ ）、胸高直径では、2000本/ha-3000本/haおよび1000本/ha-3000本/haで有意差が認められた（両者ともに $p<0.01$ ）。また、胸高直径と応力波伝播速度の関係は負の相関関係が認められ、回帰直線の傾きはスギが-0.026、ヒノキが-0.151でヒノキの方が大きい傾向にあった。

(2) 伐採木の調査結果

円板から採取した試験片の全乾密度、含水率を表2に示す。全乾密度は、植栽密度の違いによ

る一定の傾向は見られなかった。また、1~5年輪の方が6~10年輪に比べ高い傾向にあった。含水率はスギで32%~334%、ヒノキで29%~195%の範囲にあった。年輪数に応じて分割した製材の動的ヤング係数を図2に示す。この図は、スギは2番玉のみ、ヒノキは1・2番玉両方の値を示している。1~5年輪では、植栽密度による違いは見られなかったが、6~10年輪では1000本/haに比べ2000本/または3000本/haの方が高い傾向を示した。

表1 伐採に供した立木の胸高直径と応力波伝播速度

樹種	植栽密度 (本/ha)	立木No.	胸高直径 (cm)	応力波伝播速度 (km/sec)
スギ	1000	297	13.4	2.35
		310	17.7	2.35
		全体平均	16.9	2.57
	変動係数 (%)	15.7	11.2	
	2000	317	14.7	2.57
		330	14.8	2.75
		全体平均	15.6	2.67
	変動係数 (%)	16.2	8.5	
	3000	284	14.0	2.82
		290	14.3	2.72
全体平均		12.2	2.73	
変動係数 (%)	14.2	8.3		
ヒノキ	1000	303	14.7	2.23
		307	14.8	2.30
		全体平均	13.9	2.27
	変動係数 (%)	9.5	16.8	
	2000	329	13.8	2.87
		320	14.0	3.13
		全体平均	13.4	2.81
	変動係数 (%)	11.7	17.5	
	3000	294	12.4	3.47
		286	13.1	3.07
全体平均		11.4	3.03	
変動係数 (%)	10.8	8.8		

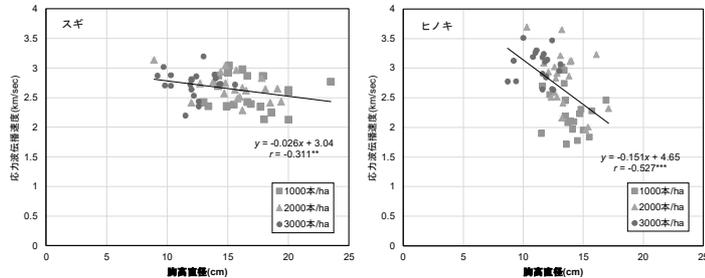


図1 胸高直径と応力波伝播速度の関係 (左: スギ、右: ヒノキ)

表2 円板から採取した試験片の全乾密度、含水率

樹種	植栽密度 (本/ha)	立木 No.	全乾密度 (kg/m ³)			含水率 (%)		
			6~10年輪	1~5年輪	6~10年輪	6~10年輪	1~5年輪	6~10年輪
			1	2	3	1	2	3
スギ	1000	297	393	484	414	140	32	138
		310	248	309	244	279	121	334
		全体平均	317	307	347	322	217	92
	2000	330	327	377	312	161	68	160
		284	288	361	317	235	88	200
		290	298	365	281	199	81	222
3000	303	463	472	323	96	35	68	
	307	447	493	466	96	37	70	
	全体平均	329	385	489	386	134	29	130
ヒノキ	320	406	484	414	87	35	110	
	294	476	605	447	113	33	105	
	286	311	402	337	195	55	183	

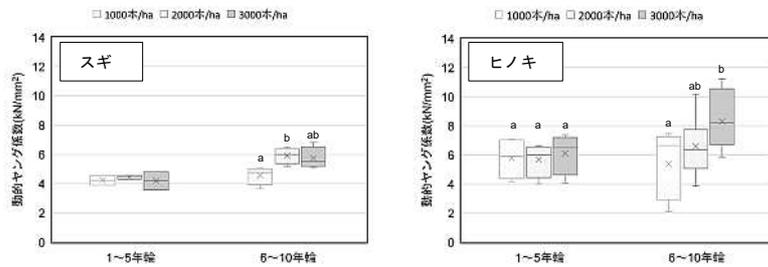


図2 年輪数に応じて分割した製材の動的ヤング係数 (左: スギ、右: ヒノキ) 異なるアルファベットに5%水準の有意差あり (Tukey-Kramer test)

4 結果の要約

異なる密度で植栽した10年生スギ・ヒノキにおいて材質の変動を調査した。植栽密度はヤング係数に影響を与えていると考えられ、特にヒノキにおいてはその影響は大きかった。

[キーワード] 植栽密度、応力波伝播速度、動的ヤング係数、材質変動

5 今後の問題点と次年度以降の計画

1~5年輪の試験体よりも、6~10年輪の試験体の方で植栽密度の違いによるヤング係数の差が見られたこともあり、今後成長していく過程において樹形や枝節性とも併せ、植栽密度とヤング係数の関係性について、調査していく必要があると考えられる。

6 結果の発表、活用等

第73回日本木材学会大会 (2023年3月) で発表した。

課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

 再造林の低コスト化につながる優良種苗の育成技術の開発
 コンテナ苗の育成技術の開発

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：袴田哲司

協力分担：岡山県農林水産総合センター、岐阜県森林研究所

予算(期間)：県単（2018-2022年度）、農林水産省委託プロジェクト（2018-2022年度）

1 目的

再造林の低コスト化を進めるにあたり、コンテナ苗の価格が裸苗よりも高いことが課題となっている。それを解決する一つの方法として、育苗期間を短縮させ管理にかかる経費を下げる事が挙げられる。これまでに全国で短期間育苗に関するさまざまな取り組みが行われてきたが、光合成の活性能力を高めると言われているグルタチオン（3種類のアミノ酸の結合物質）の効果が注目されており、複数の試験研究機関で実証試験が行われている。そのため、これまでの知見を踏まえて効果を高める方法を検討した。

2 方法

- (1) Mスターコンテナ試験： 前年度までの試験結果を踏まえ、元肥量を減らして育苗試験を行った。種苗生産者から購入した精英樹系のスギ稚苗とヒノキ稚苗を300ccMスターコンテナへ1月下旬～2月上旬に移植し、2月中旬にハイコントロール650-700日を通常の半分程度の0.75g/本の量で元肥として与えた。5月上旬～9月下旬に、約10日に1度の頻度で、グルタチオン（商品名：カネカペプチドW2）250倍水溶液を20mL/本となるように、駒込ピペットで合計14回根元に施用した。対照区はグルタチオン水溶液と同じ窒素、リン酸、カリの量になるように調整した液肥を施用した。試験開始の5月上旬、以後7月下旬、11月上旬に苗高と根元径を測定した。1試験区40本としたが、形質不良の苗を除いて1試験区34～40個体でデータ解析した。
- (2) マルチキャビティコンテナ試験： スギとヒノキの150ccマルチキャビティコンテナを準備し、5月中旬～9月中旬に、約3週間に1度の頻度で、グルタチオン水溶液を合計7回根元に施用した。5月中旬と11月中旬に測定した。当初は1試験区60本としたが、1試験区38～57個体でデータ解析した。その他は、Mスターコンテナ試験に準じた。

3 結果の概要

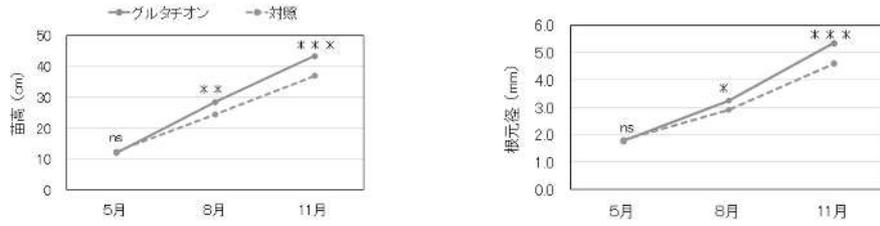
[前年度までの結果]

肥料濃度が高いと思われる状態ではグルタチオン施用の効果はなかったが、肥料濃度が低い状況下ではグルタチオンの効果が表れることが示唆された。

[本年度の結果]

- (1) Mスターコンテナ試験： スギは、グルタチオン施用開始の5月時点では、施用区と対照区の苗高と根元径の平均値に有意差は認められなかったが、8月はそれぞれ28.5cm、24.5cm、3.2mm、2.9mm、11月はそれぞれ43.3cm、36.9cm、5.3mm、4.6mmとなり、苗高と根元径ともに施用区が対照区を上回った（図1）。ヒノキは、11月に施用区の平均苗高が37.9cmで対照区の31.7cmを上回ったが、根元径は期間を通じて有意差は認められなかった（図1）。
- (2) マルチキャビティコンテナ試験： スギは、11月時点の平均値でそれぞれ37.3cm、30.9cm、4.3mm、4.0mmで、苗高と根元径ともにグルタチオン施用区が対照区を上回った（図2）。ヒノキは、11月時点で根元径で施用区が3.6mmとなり対照区の3.3mmを上回った（図2）。

スギ



ヒノキ

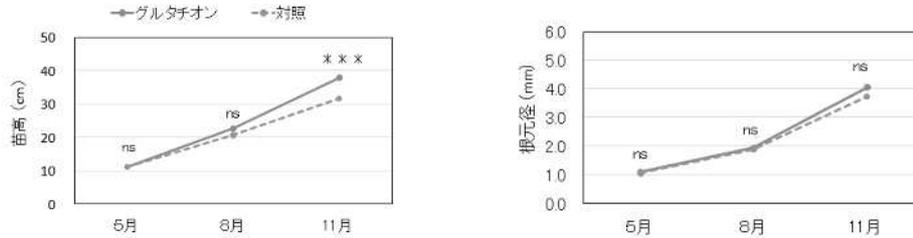
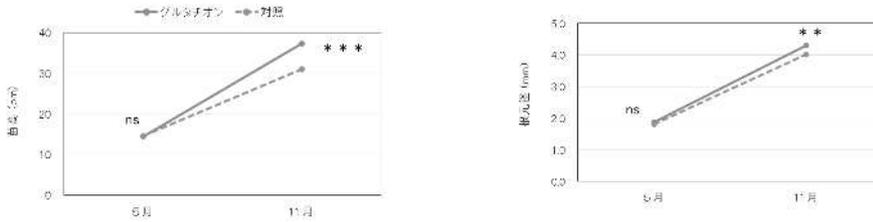


図1 グルタチオンを施用したスギとヒノキコンテナ苗の成長 (Mスターコンテナ苗)
Mann-Whitney の U 検定で、ns 有意差なし、** $p < 0.01$ 、*** $p < 0.001$

スギ



ヒノキ

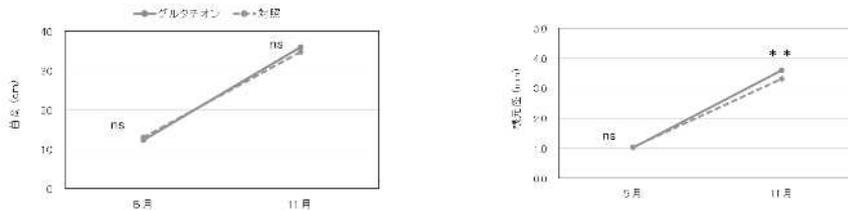


図2 グルタチオンを施用したスギとヒノキコンテナ苗の成長 (マルチキャビティコンテナ苗)
Mann-Whitney の U 検定で、ns 有意差なし、* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$ 、*** $p < 0.001$

4 結果の要約

スギおよびヒノキのコンテナ苗育苗において、通常の半分程度の元肥量で育成した場合、スギはグルタチオンによる成長促進効果が認められた。ヒノキは、Mスターコンテナ苗で苗高に対する効果が、マルチキャビティコンテナ苗では根元径に対する効果が認められた。

〔キーワード〕 スギ、ヒノキ、グルタチオン、コンテナ苗、元肥、

5 今後の問題点と次年度以降の計画

別の試験では、グルタチオンの施用により苗の耐暑性が高まることが示唆されている。静岡県コンテナ苗生産現場でも夏の高温によって苗が枯れた事例があったため、耐暑性向上の観点からもグルタチオンの効果を確認していく。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

山林種苗協同組合連合会とともに、短期間育苗 (播種から1年間での出荷) を試みているため、情報提供する。中部森林学会または森林遺伝育種学会に発表する。

課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

 再造林の低コスト化につながる優良種苗の育成技術の開発
 コンテナ苗の育成技術の開発

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：袴田哲司

協力分担：九州大学、岡山県農林水産総合センター、森林総合研究所

予算(期間)：県単（2018-2022年度）、農林水産省委託プロジェクト（2018-2022年度）

1 目的

主伐後の再造林を進めるにあたり、コンテナ苗の植栽が県内各地で行われている。コンテナ苗の育成方法として、播種床や育苗箱で育成した稚苗をコンテナへ移植する方法が一般的であるが、育苗期間の短縮化や移植手間の軽減のため、コンテナへ直接種子を播く方法も行われている。その場合、発芽率が低い種子ではキャビティに苗の欠損が生じてしまうため、できるだけ発芽率の高い種子を用いて欠損を少なくする必要がある。そのため、近赤外光を活用した種子選別機で充実種子を取り出すことが試されている。しかし、現状では選別した種子の品質については十分な知見がない。そのため、グレード分けした種子の発芽率を調べるとともに、その後の苗の成長を調査した。また、光合成能力を高めると言われているグルタチオンの効果も併せて検討した。

2 方法

- ①選別種子発芽試験： 種子の胚乳部に蓄積する脂質により近赤外光は吸収される。この吸収量と逆相関するSQI（Seed Quality Index）が閾値を下回ることによって充実種子と見なし、さらにグレード分け（グレードA、グレードC、グレードE、粗選別充実、 $A > C > E$ の順で充実度が高い、粗選別はA～Eを含む）したスギ精英樹西育77号の種子を九州大学から譲渡してもらった。2022年3月中旬に育苗箱内の播種専用土に200～238粒播種した。4月中旬～5月上旬の19日間の発芽率を調査した。
- ②コンテナ苗育成試験： 上記試験中に発芽した芽生えを、元肥としてマイクロロングトータル280-100日を5g/L混合したココピートを用いて、4月中旬～下旬に150cc マルチキャビティコンテナへ種子のグレードごとに移植した。以後ハウス内で育苗し、6月上旬に屋外に移した。11月上旬に生存個体数を確認し、苗高、根元径を測定した。各グレード80本の供試数とした。
- ③グルタチオン施用試験： コンテナ苗育成試験とは異なるコンテナ苗を供試し、6月上旬からグルタチオン水溶液の施用を開始した。選別種子の4グレードで各80個体について、40個体をグルタチオン施用区、残りの40個体を対照区とした。グルタチオン施用区はグルタチオン粉剤（商品名：カネカペプチドW2）250倍水溶液を6月下旬～9月中旬の期間中に8回与えた。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

スギ実生苗では、グルタチオン施用により枯死する苗が少なくなる傾向にあった。

[本年度の結果]

- ①選別種子発芽試験： 各グレードの発芽率は、グレードA77%、グレードC82%、グレードE81%、粗選別充実84%であった（図表省略）。一般的なスギの発芽率が30%程度であるため、選別種子ではその2倍以上の発芽率が得られた。グレード間では、大差なかった。
- ②コンテナ苗育成試験： グレードAの枯れ個体が多く、グレードEの生存個体がやや多かったが、4つのグレード間で有意差はなかった。11月時点で、苗高、根元径ともに平均値はグレー

ドA>グレードC>粗選別>グレードEの順で大きかったが、有意差はなかった（図1）。

③グルタチオン施用試験：一般化線型モデルによるデータ解析で、苗の健全または不良枯死に選別種子のグレードは影響しなかったが、グルタチオン施用の有無は有意に影響した（表1、図2）。苗の枯死は主に夏期に生じていることから、グルタチオン施用による耐暑性の向上が示唆された。11月の苗高と根元径では、種子のグレードとグルタチオンの有無は特に関係性が見られなかった。

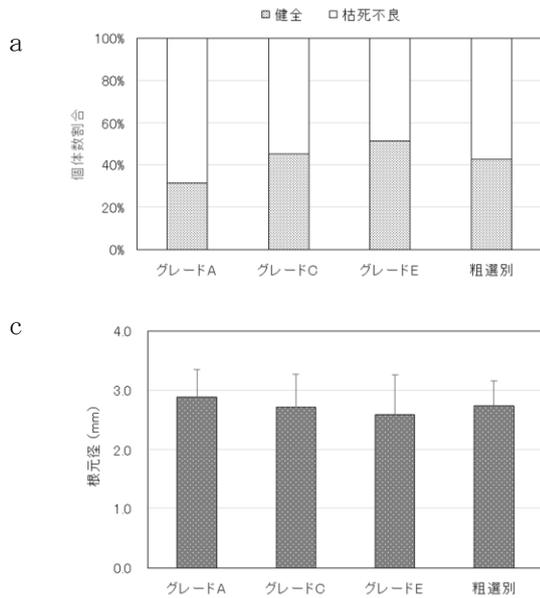


図1 グレード別選別種子試験の結果
a:健全または枯死不良個体の割合
b:平均苗高
c:平均根元径
a、b、cともに、グレード間で有意差なし

表1 グルタチオン施用試験の逸脱度分析の結果

目的変数	説明変数	逸脱度	自由度	p値
健全・枯死不良	グレード	5.374	3	0.146
	グルタチオン処理**	6.668	1	0.0098
	交互作用	0.442	3	0.931

** p < 0.01

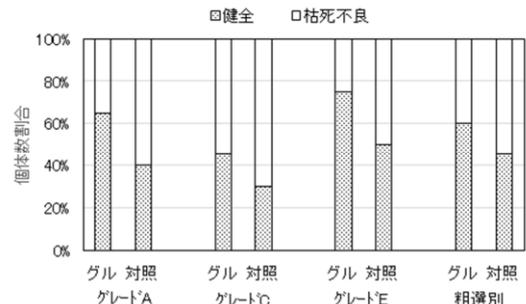


図2 種子グレード別グルタチオン施用試験による健全または枯死不良個体の割合

4 結果の要約

選別種子の発芽率は77~84%で、一般的なスギの発芽率より高かった。種子選別のグレード間で、コンテナ苗の生育に関する差は認められなかった。グルタチオン施用により、健全苗の割合が高まった。

〔キーワード〕 選別種子、SQI、グルタチオン、スギコンテナ苗

5 今後の問題点と次年度以降の計画

近赤外光による種子選別やグルタチオン試験は、他機関との協力や情報交換が必要である。来年度以降もグレード分けした種子の分譲を依頼し、引き続き他機関との連携を持って育苗試験を行う。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

種苗生産者に情報提供する。中部森林学会または森林遺伝育種学会に成果を発表する。

課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科 森林育成科

担当者名：袴田哲司・野末尚希

協力分担：森林整備課、農林事務所、林業事業体

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1. 目的

木材生産量を向上させ、偏った林齢構成を平準化するためには、高い生産性が得られる主伐の推進とその後の再造林が必要である。しかし、地拵え、シカ対策、植栽、下刈り等の再造林にかかる経費が高く、これらを改善することが本県のみならず林業の再生と成長産業化を目指す上で全国的な課題となっている。そのため、成長に優れ短期間で草丈を上回り下刈り回数の削減に貢献できるエリートツリーを選抜するとともに、一貫作業に活用されるコンテナ苗の短期間育苗を目指す。地拵えの簡略化や柵以外の獣害対策、植栽密度なども検討し、再造林経費の低減を図る。

2. 方法

(1) エリートツリー候補木等の育成と評価

- ・新成長戦略研究「森林・林業再生を加速する静岡型エリートツリーによる次世代省力造林技術の開発」（H25～29）実施時に造成したスギ交配苗の育種集団林（浜松市天竜区龍山町瀬尻、富士市大淵、下田市須原等）の整備・管理を行い、5～7成長期後の育種価での評価を行なった。

(2) コンテナ苗の育成技術の開発

- ・スギエリートツリー4系統の種子を用いて、春播種で芽生えをコンテナに移植し、十分な肥料を与え、以後ハウス内から屋外での育苗を行なった。秋に苗高と根元径を計測した。
- ・育苗中のスギやヒノキのコンテナ苗に光合成の活性能力を高めると言われているグルタチオン（3種類のアミノ酸の結合物質）を与え、1成長期後の苗高や根元径を測定した。
- ・ヒノキコンテナ苗を白色の乱反射型光拡散シートの上にコンテナ苗を静置し、育外で育苗した。

(3) 育林作業工程の省力化実証

- ・再造林地で、簡易な地拵えと通常の地拵え区を設置し、地拵え、獣害対策単木資材設置、植栽の工程調査を行ない、経費を算出した。
- ・獣害対策のため、食害を受けにくい苗の実証試験として、施肥量を変えた5試験区、①元肥1.0g/本、②元肥1.5g/本、③元肥3.0g/本、④元肥1.0g+追肥N1.5g/本、⑤元肥1.0g+追肥K1.5g/本で、スギおよびヒノキのコンテナを育苗し、瀬尻国有林においてシカ柵外に単木混交で植栽した。実生苗とは別に育成した無花粉スギ挿し木苗のMスターコンテナ苗（元肥1.5g+追肥1.0g/本）も同数植栽した。

(4) 低密度育林技術体系の構築

- ・浜松市天竜区西藤平に2010年3月に設定した植栽密度別試験地を調査した。スギは、1000本/ha、1500本/ha、2000本/ha、3000本/haの植栽密度で、ヒノキは、1000本/ha、2000本/ha、3000本/haの植栽密度である。各植栽密度区は、2年目から4年目にかけて毎年1回の下刈りを全刈りで行った区と坪刈りで行った区に分かれている。2021年1～2月に、樹高、胸高直径を測定し、FAKOPPの測定値を応力波伝播速度に換算した数値で材質を評価した。

3. 研究期間を通じての結果の概要

(1) エリートツリー候補木等の育成と評価

- ・瀬尻国有林では、樹高育種価が-195.7～130.4、胸高直径育種価が-1.32～1.18であった。
富士市有林ではそれぞれ79.9～-85.1、-1.05～1.16、下田市須原ではそれぞれ-70.6～110.8、

-1.57~2.10であった。樹高および胸高直径の両方で育種価が優れる優良個体があった。

- ・調査個体のデータ解析をすることで、交配親の遺伝的な能力の推定も可能である。瀬尻国有林と富士市有林の結果から、♀天竜3号×♂天竜7号は交配親としての能力が他の親よりも高いと考えられた。

(2) コンテナ苗の育成技術の開発

- ・スギエリートツリーどうしを交配した4系統すべてで、春播種で芽生えをコンテナに移植する方法により、11月には平均苗高30cm、平均根元径3.5mmに到達した。
- ・スギとヒノキのコンテナ苗において、元肥濃度が低い状況下でグルタチオンの効果が表れた。
- ・光拡散シート上にコンテナを静置することによりヒノキコンテナ苗の成長が促進された。

(3) 育林作業工程の省力化実証

- ・通常地拵え区の地拵え経費83.6万円/ha、ネット状単木防護資材設置経費(資材費含まず)53.9万円/ha、植栽経費(苗木代を含まず)26.5万円/haに対して、簡易地拵え区ではそれぞれ68.0万円/ha、44.6万円/ha、24.9万円/haの経費であった。地拵えが簡易でも獣害対策資材設置や植栽作業が掛り増しにはならなかったが、労働安全性の観点からの検証が必要である。
- ・スギ実生苗に比べて、挿し木苗は獣害の被害が少なかった。
- ・スギ実生苗では、窒素施用量が少ない試験区で獣害が少ない傾向にあった。ヒノキ実生苗では施肥方法を変えても被害が大きかった。

(4) 低密度育林技術体系の構築

- ・スギとヒノキの植栽密度別試験における11年生時の樹高、胸高直径、応力波伝播速度の線型モデルでのデータ解析で、下刈り方法は各形質に影響していなかったが、樹種と植栽密度は有意に影響していた。スギ、ヒノキともに、植栽密度が高いほど平均樹高は大きく平均胸高直径と平均応力波伝搬速度は小さくなる傾向にあった。植栽密度により、造林木の形質は異なるため、将来の林業経営の目標を明確にした上で、植栽時の密度を決定する必要がある。

4. 研究期間を通じての成果の要約

- ・7年生時の育種価での評価により、育種集団林から優良な成長形質を持つ交配系統(エリートツリー候補木)が得られた。
- ・スギエリートツリーのコンテナ苗は春播種で1年以内の育成が可能であった。
- ・スギ、ヒノキのコンテナ苗育苗において、元肥が少ない状態でグルタチオン施用の効果が認められた。乱反射型光拡散シートによりヒノキコンテナ苗の成長が促進された。
- ・通常地拵え区よりも簡易地拵え区では地拵え経費、単木防護資材設置経費、植栽経費が低かった。
- ・スギコンテナ苗において、実生苗よりも挿し木苗で獣害の程度が低かった。
- ・スギ、ヒノキともに、植栽密度が高いほど平均樹高は大きく平均胸高直径と平均応力波伝搬速度は小さくなる傾向にあった。

[キーワード] 再造林、地拵え、獣害対策、コンテナ苗、エリートツリー

5. 成果の活用面と留意点

コンテナ苗や低コスト再造林の普及資料を作成した。低コスト主伐・再造林や花粉発生源対策促進事業の現地検証会に参加し、研究成果の普及を図った。得られた成果をまとめて、森林遺伝育種学会、中部森林研究、農林技術研究所研究報告などの論文を発表した。

6. 残された問題とその対応

造成した検定林が10年を越えるため、エリートツリーや特定母樹の評価、選抜、申請を次期一般課題で進める。ヒノキコンテナ苗の1年以内の育苗は普及できるレベルではないため、継続して調査する。

課 題 名：花粉の出ないスギで林業の発展と花粉症の緩和に貢献したい！

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科・企画指導スタッフ

担当者名：袴田哲司・光本智加良

協力分担：産業イノベーション推進課、株式会社アカデミスト、林木育種センター、東京都、神奈川県、富山県

予算(期間)：県単クラウドファンディング型研究（2022年度）

1 目的

国民の約4割が罹患していると言われる花粉症の対策として、無花粉スギの植栽は非常に有効であり、国民や県民からの期待が大きい。そのため、県の新たな研究事業としてクラウドファンディングによる研究資金の募集を行ったところ、多くの方々から多大なる支援金をいただいた。一方、無花粉とはいえ、林業の成長産業化の観点からは造林木としての優れた形質が求められることから、無花粉の遺伝子を有する” 精英樹どうしの交配” により、2010年に無花粉スギを作出した。これまでに初期成長を中心にこれらの評価を進め、静神不稔1号、三月晴不稔1号、同2号などが花粉症対策品種となったが、遺伝的多様性を確保するためには、さらに品種を増やす必要がある。そのため、新たな品種を開発するとともに、支援者の期待に応えるため普及・広報活動も行う。

2 方法

株式会社アカデミストが運営するウェブサイトクラウドファンディングの募集ページを掲載し、2022年6月29日～8月18日の期間中に、森林、林業、林産業に関係する団体へのお知らせや研究者仲間へのお願いをするとともに、新聞記者への情報提供を行った。そのほか、Twitterで無花粉スギのサイトを開設したり、各種講演会の場でのお知らせや林業関係のイベントでの無花粉スギの展示も行い、職員組合の新聞での記事掲載なども含めて宣伝に努めた。

無花粉スギの品種開発のため、2010年～2020年に、原木と挿し木苗、および対照木の樹高、胸高直径、応力波伝搬速度を測定した。また、原木と対照木から採穂し、挿し木発根率を調査した。これらのデータを精査し、森林総合研究所林木育種センター優良品種・技術評価委員会へ、神奈川県自然環境保全センター、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、東京都農林総合研究センターならびに林木育種センターとともに新たな無花粉スギ「三月晴不稔3号」として品種申請を行った。

普及・広報活動として、無花粉スギの育苗委託、林地植栽、講座の開催、愛称募集を行った。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

2010年に無花粉スギを作出し、初期成長を中心にこれらの評価を進め、これまでに「静神不稔1号」、「三月晴不稔1号」、「三月晴不稔2号」を花粉症対策品種として開発した。

[本年度の結果]

- (1) クラウドファンディングによる研究資金募集： 中日新聞と静岡新聞、林政ニュースに掲載されたほか、Yahoo!ニュースでも公開され、広く全国に募集内容が紹介された。募集期間中に、92名の支援者（個人、団体）から、総額969,400円の支援を受けた。
- (2) 新品种の開発： 形質データにより（表1）、2022年11月に評価委員会から無花粉スギ「三月晴不稔3号」が花粉症対策品種として評価された。
- (3) 普及・広報活動： 2022年11月1日に、無花粉スギコンテナ苗を瀬尻国有林に約120本植

栽した。11月14日から富士宮市の種苗生産者に、対照を含む無花粉スギ挿し木苗の育苗、約720本を委託した。12月26日にサイエンスカフェを開催し、無花粉スギの説明と雄花観察のミニ講座を実施した。2022年12月中旬～2023年2月上旬まで、三月晴不稔3号の愛称を公募した。

表1 三月晴不稔3号の特性¹⁾

調査項目\系統	三月晴不稔3号	対照 ^{6),7),8)}	
原木 ²⁾ (3年生時)			
花粉	無	—	
樹高 (cm)	514	396	455
根元直径 (cm)	6.9	4.3	5.0
応力波伝播速度 (m/s) ⁴⁾	2142	2370	2152
挿し木発根率 (%) ⁵⁾	100	93	100
挿し木苗 ³⁾ (5年生時)			
花粉	無	—	
樹高 (cm)	450	396	455
胸高直径 (cm)	5.8	4.3	5.0
応力波伝播速度 (m/s) ⁴⁾	2504	2370	2152

1) 優良品種・技術評価委員会への品種申請データに基づく

2) 交配により作出した原木(オリジナル個体)

3) 原木から挿し木増殖した個体(5本)

4) 材質を評価する指標の一つ

5) 三月晴不稔3号の挿し穂30本×2回で調査

6) 原木の対照:原木の対照:同所、同時期に植栽した♀大井7号×♂中4号の交配家系無花粉苗7本と♀中4号×♂大井7号の交配家系無花粉苗3本、計10本の平均

7) 挿し木苗の対照:同所、同時期に植栽した少花粉品種で構成された採種園由来の実生苗8本の平均、または精英樹挿し木苗10本の平均

8) 挿し木発根率の対照:花粉症対策品種の三月晴不稔1号の挿し穂30本、または三月晴不稔2号の挿し穂30本で調査

4 結果の要約

クラウドファンディングにより、総額969,400円の支援をいただき、花粉症対策品種「三月晴不稔3号」を開発した。種苗生産者に無花粉スギの育苗を委託するとともに、国有林へコンテナ苗を植栽した。Twitterの開設、サイエンスカフェや愛称募集などの広報活動も行った。

[キーワード] クラウドファンディング、無花粉スギ、花粉症対策品種、愛称募集

5 今後の問題点と次年度以降の計画

静岡県では、林木育種センターが開発した無花粉スギ「林育不稔1号」を2017年度に同センターから採種園造成の使用目的で配布を受けている。クラウドファンディングの支援結果から、無花粉スギに対する国民や県民の期待は非常に大きいと考えられるため、三月晴不稔1号、同2号、同3号などが、林育不稔1号と同様に静岡県の種苗生産事業に活用されるように、あきらめずに試験研究を続ける。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

静岡県が中心となって開発した三月晴不稔1号や同2号は、林木育種センターから種苗配布区域第三区への穂木の配布が可能となった。三月晴不稔3号も同様に配布ができるように手続きを進めている。また、神奈川県ではこれらの品種を種苗生産事業に活用している。

課 題 名：効率的な主伐作業システムのモデル構築に関する研究
標準モデルの構築

県内主伐の労働生産性の事例分析

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：野末尚希、佐々木重樹、袴田哲司

協力分担：森林計画課、森林整備課、各農林事務所、林業経営体

予算(期間)：県単（2020-2023年度）

1 目的

静岡県内の人工林の約9割は木材としての利用に適する40年生に達し、活用する時代を迎えている。県内では高性能林業機械の導入も進み、効率的な主伐・再造林が期待されている。しかし、主伐において具体的にどのような場合にどの程度の労働生産性が見込まれるかは十分検証されているとはいえない。そこで本研究では、県内各地の事例を収集し、労働生産性等について分析を行った。

2 方法

(1) 試験場所

県内各地の民有林で行われた主伐のうち、主に低コスト主伐・再造林促進事業および花粉発生源対策促進事業の現場を対象とした。

(2) 試験構成

- ・2015年～2023年に行われた主伐の現場において、林業経営体に作業日報の記録をお願いした。作業日報の記録は、工程ごとの所要人数、および使用した林業機械が分かるように留意して記録してもらった。
- ・併せて、現場の面積、傾斜、路網密度等の現地条件について、当該事業の実績概要書を提供してもらい、データを収集した。
- ・これらのデータから、労働生産性や現地条件との関係を分析した。

3 結果の概要

- (1) 主伐の事例は、45件収集した。このうち、車両系の現場は27件（60%）、架線系の現場は18件（40%）だった。
- (2) 面積、傾斜、路網密度の件数の内訳を車両系と架線系ごとに分類すると、表1のとおりの内訳となった。架線系では小面積、急傾斜、低路網密度の条件の現場に集中しているのに対し、車両系では比較的これらの現地条件が多様な値を示していた。
- (3) 車両系の現場における労働生産性は、 $2.4 \text{ m}^3/\text{人日}$ ～ $25.4 \text{ m}^3/\text{人日}$ 、平均 $10.4 \text{ m}^3/\text{人日}$ であった。
- (4) 車両系において、労働生産性を目的変数、面積、傾斜、路網密度、およびそれらの交互作用を説明変数として労働生産性に影響する因子を一般化線形モデルで分析したところ、今回の事例では、傾斜が労働生産性に有意に影響していた ($p < 0.05$)。
- (5) 車両系において、傾斜と労働生産性の関係を図1に示す。労働生産性は傾斜と負の相関があった（スピアマンの順位相関係数 $\rho = -0.43$, $p < 0.05$ ）。
- (6) 架線系の現場における労働生産性は、 $1.4 \text{ m}^3/\text{人日}$ ～ $6.3 \text{ m}^3/\text{人日}$ 、平均 $3.2 \text{ m}^3/\text{人日}$ であった。

表 1 調査地における主要な現地条件の件数内訳

	面積 (ha)		傾斜 (度)		路網密度 (m/ha)	
	面積 (ha)	傾斜 (度)	傾斜 (度)	路網密度 (m/ha)	路網密度 (m/ha)	
車両系 (27件)	～1	6	0	0	0	0
	1～2	8	1～10	6	1～100	1
	2～3	8	11～20	6	101～200	4
	3～4	2	21～30	13	201～300	6
	4～5	1	31～	2	301～400	9
	5～	2			401～500	4
				501～	3	
架線系 (18件)	～1	14	0	0	0	14
	1～2	2	1～10	1	1～100	2
	2～3	2	11～20	0	100～200	2
	3～4	0	21～30	5	200～300	0
	4～5	0	31～	12	300～400	0
	5～	0			400～500	0
				500～	0	

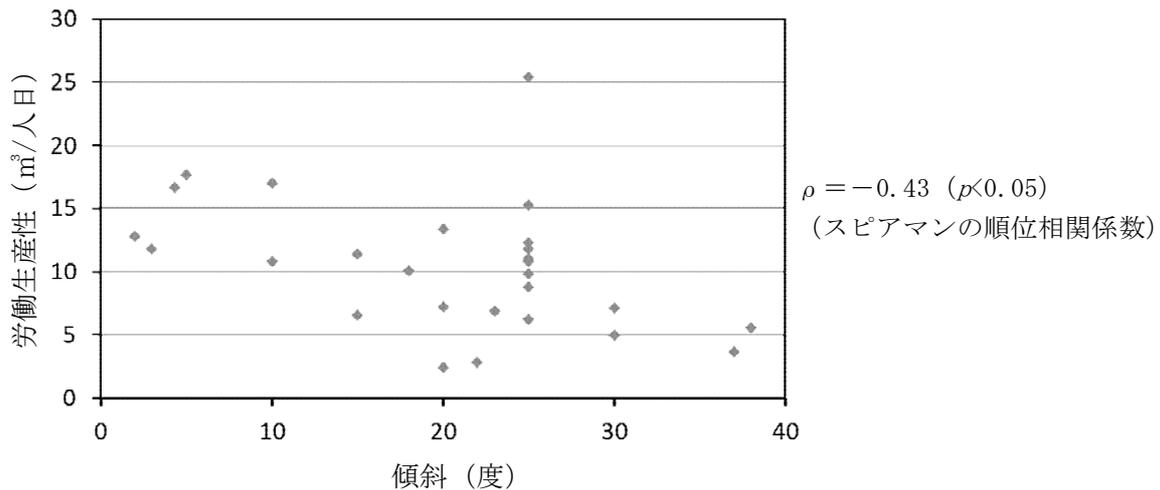


図 1 車両系における傾斜と労働生産性の関係

4 結果の要約

県内 45 か所の主伐の事例を分析したところ、平均労働生産性は車両系作業システムの現場で 10.4 m³/人日、架線系作業システムの現場で 3.2 m³ /人日であった。

[キーワード] 作業システム、車両系、架線系、労働生産性、面積、傾斜、路網密度

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・架線系作業システムの現場の事例を増やして分析を行う。
- ・各工程の労働生産性にも注目して分析を行う。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

- ・F&F、森林・林業研究センター研究成果発表会等により、情報発信を行う予定。

課 題 名：効率的な主伐作業システムのモデル構築に関する研究
各作業工程の特性分析

タワーヤーダを用いた集材工程の要素作業分析

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：野末尚希

協力分担：東部農林事務所、林業経営体

予算(期間)：県単（2020-2023年度）

1 目的

静岡県内の人工林の約9割は木材としての利用に適する40年生に達し、活用する時代を迎えている。県内では緩傾斜の現場を中心に車両系作業システムによる主伐が行われているが、急傾斜地では架線系作業システムも選択肢となり得る。県内の架線集材において近年、国産タワーヤーダの導入が再び注目されているが、作業効率等を調査した事例は少ない。本研究では、タワーヤーダを用いた架線集材について、要素作業ごとに区分して効率性の検証を行う。

2 方法

(1) 試験場所

- ・沼津市戸田で主伐が行われた2か所の現場で実施した。
- ・2022年1月に1か所目（以下、調査地A）、2022年12月に2か所目（以下、調査地B）で調査を行った。各調査地の概要を表1に示す。

(2) 試験構成

- ・使用されたタワーヤーダはイワフジ製TY-U3Bであり、搬器としてイワフジ製自走式搬器ラジキャリアBCR-130を使用した。
- ・集材は、上げ荷集材で行われ、荷掛け1人、タワーヤーダ操作兼荷外し1人の2人体制で行い、別の作業員がプロセッサで材をつかんで小移動、造材した。
- ・ビデオカメラでタワーヤーダを用いた集材作業の状況を撮影し、サイクルタイムを記録した。サイクルタイムは、「空搬器走行」「荷掛け」「荷上げ」「実搬器走行」「荷外し」「その他」の6つに区分した。集材する材の形態は、全木集材と短幹集材に区別された。

3 結果の概要

- (1) 調査地Aにおける要素作業ごとの所要時間を表2に示す。調査地Aでは、短幹集材と全木集材の場合とで4つの要素作業およびサイクルタイム合計で所要時間に有意差があり ($p < 0.05$ 、マン・ホイットニーのU検定)、特に荷外しの作業で所要時間に大きく差が生じていた。荷外しに時間がかかった理由は、現場における観察から、荷外し場所が狭く全木集材した材をそのまま外すと斜面を滑り落ちる恐れがあるため、それを防ぐためにプロセッサで材をつかんで固定してから荷外しを行う場合があったこと、プロセッサが荷外し場所から10m~15m離れた場所で造材作業を行っている場合があり、移動に時間がかかる場合があったためと思われる。

- (2) 調査地Bにおける要素作業ごとの所要時間を表3に示す。調査地Bでは、荷上げと実搬器走行において短幹集材と全木集材の場合とで有意差があったが ($p < 0.05$ 、マン・ホイットニーのU検定)、荷外しを含む他の要素作業およびサイクルタイム合計では、短幹集材と全木集材の場合とで有意差はなかった ($p > 0.05$ 、マン・ホイットニーのU検定)。調査地Bでは、プロセッサが荷外し場所に比較的近く（5m程度）で作業を行っており、荷外しや材の小移動を円滑に実施しやすい配置で作業を実施できたため、調査地Aにおける荷外し作業の問題点が改善された可能性がある。しかし、荷外しの平均所要時間の差は調査地AとBで14秒の短縮に留まり、短幹集材の荷外しに限って言えば調査地Aに比べ調査地Bの方の所要時間が増加しており、効率性向上への効果は限定的であった可能性も考えられる。

表1 調査地の概要

	調査地A	調査地B
面積	2.32	0.91
傾斜	35	35
樹種	主にヒノキ	主にスギ
林齢	80	65～66
平均樹高 (m)	21	23
平均胸高直径 (cm)	30	35
蓄積 (m ³ /ha)	699.6	803.3
集材距離 (調査時)	170m	100m

表2 調査地Aにおける要素作業ごとの所要時間

	空搬器 走行	荷掛け	荷上げ	実搬器 走行	荷外し	その他	合計	回数
短幹集材	50	52	67	104	27	0	300	18
全木集材	71	85	97	115	106	20	495	11
短幹・全木合計	58	65	79	108	57	8	374	29
	*	ns	*	ns	*	*	*	

* : $p < 0.05$ 、ns : $p > 0.05$ 、マン・ホイットニーのU検定

表3 調査地Bにおける要素作業ごとの所要時間

	空搬器 走行	荷掛け	荷上げ	実搬器 走行	荷外し	その他	合計	回数
短幹集材	50	52	67	104	27	0	300	18
全木集材	71	85	97	115	106	20	495	11
短幹・全木合計	58	65	79	108	57	8	374	29
	*	ns	*	ns	*	*	*	

* : $p < 0.05$ 、ns : $p > 0.05$ 、マン・ホイットニーのU検定

4 結果の要約

タワーヤードを使用した2か所の現場で集材作業のサイクルタイムを要素作業別に測定した。調査地Aでは、短幹集材と全木集材において荷外しの所要時間に大きく差が生じていたが、調査地Bでは、短幹集材と全木集材において同程度の作業時間となった。

〔キーワード〕 架線集材、タワーヤード、サイクルタイム、要素作業

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ 東部農林事務所や林業経営体と協議し、継続調査を行う。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

- ・ 2022年6月および7月に東部農林事務所はじめ関係者で現地検証を行い、調査結果を情報共有した。今後も東部農林事務所と協議し、情報提供を行っていく。

課 題 名：林業現場の作業状況モニタリング技術の開発
林業現場における作業状況検知技術の開発
作業別の動作特徴量の把握

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担当者名：佐々木重樹

協力分担：鹿児島大学、BIPROGY（株）、浜松医科大学、林業経営体

予算(期間)：科研費・基盤研究C(2022-2024年度) 国補・普及情報システム化(2021-2023年度)

1 目的

林業における労働災害の発生は減少傾向にあるものの、依然として他産業と比較すると発生率が大幅に高い状況にある。林業現場では各作業者が離れた場所で作業することが多いため、安全確保は個人の注意に頼らざるを得ない。また、被災や体調変化等の異常の発生を他の作業者が気づきにくい状況にある。近年、各種センサーや無線通信機器の小型化・低消費電力化が進んでおり、林業現場でこれらを活用して作業者の注意力を補うとともに、異常の発生を他の作業者等に通知することで、災害発生のリスクを低減できる可能性がある。

本研究では、作業者の身体に装着するウェアラブルセンサーを用いて、林業現場での各作業における作業者の動作を特徴付ける情報を検知し、作業を判別する手法について検討する。

2 方法

(1) 実施方法 県内の林業施工地において、下記の作業を行う作業者の利き手の手首にスマートウォッチ（Samsung 社製 Galaxy Watch4）を装着し、作業中の加速度、角速度及び心拍数を測定するとともに、ビデオカメラ（GoPro HERO8）を装着して撮影を行い、作業種を把握した。

植栽：2022年11月1日（2名）

伐倒：2022年12月12日（3名）、2023年1月11日～12日（各3名）

(2) 分析方法 令和2年度以降にスマートウォッチのセンサーで計測した加速度、角速度の測定データを元にして、機械学習により要素作業の判別が可能か検証した。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

連続ウェーブレット変換による周波数解析を用いて、各要素作業について加速度及び角速度の周波数分布を示すスペクトルとして特徴量を抽出できた。また、加速度のピーク値及びスペクトル形状の類似度を用いて、計測データから作業時刻を自動的に検出し作業を判別できた。

[本年度の結果]

(1) 伐倒作業中のセンサーデータに対して機械学習を用いた作業識別を行った。合成加速度を連続ウェーブレット変換した後のスカログラム係数の0.1秒間のスペクトルを特徴量として使い、動画で確認した作業種別から識別ラベルを作成した。識別にはサポートベクターマシン（ガウスカーネル）を用い、識別精度を交差検証（5層）により評価した結果は図1のようになった。サンプル数：168、正確率：137/168=81.5%であり、連続ウェーブレット変換による特徴量の使用は作業識別に有効であった。

(2) 地拵え、植栽における作業識別を行った。作業種別は動画で確認し、識別ラベルを作成した。作業が混在しないように抽出した2分間の合成加速度を元にウェーブレット散乱変換を行うことでデータセットを作成し、サポートベクターマシン（ガウスカーネル）で識別した。地拵えでの結果は図2のようになり、サンプル数：124、正確率：124/124=100%と高精度で作業識別を行えた。植栽でも同様に識別を行った結果、サンプル数：98、正確率：97/98=99%となった。

表1 伐倒作業の作業識別の混同行列

実際の作業→ ↓予測された作業	1	2	3	4	5	6	7	8	計 (適合率%)
1 グラップル操作	24	0	0	0	0	0	0	0	24(100.0)
2 チェンソー伐倒	0	19	1	0	0	0	2	0	22(86.4)
3 材移動	0	1	11	0	4	0	0	0	16(68.8)
4 ロープ引倒し	0	0	0	14	0	1	0	1	16(87.5)
5 玉切り	0	3	6	1	20	1	1	0	32(62.5)
6 トビ	0	0	2	0	0	5	0	0	7(71.4)
7 歩行	1	0	0	0	0	0	10	0	11(91.0)
8 クサビ打ち	0	0	0	3	0	3	0	34	40(85.0)
計 (再現率%)	25 (96.0)	23 (82.6)	20 (55.0)	18 (77.8)	24 (83.3)	10 (50.0)	13 (76.9)	35 (97.1)	168 正答数計 137 正確率 81.5%

※正確率＝正答数／総サンプル数、再現率＝検出正解数／正解数、適合率＝検出正解数／検出数

表2 地拵え作業の作業識別の混同行列

実際の作業→ ↓予測された作業	1	2	3	4	5	6	7	計 (適合率%)
1 チェンソー	12	0	0	0	0	0	0	12(100.0)
2 杭打ち	0	17	0	0	0	0	0	17(100.0)
3 枝葉の移動	0	0	52	0	0	0	0	52(100.0)
4 棒箒	0	0	0	4	0	0	0	4(100.0)
5 熊手	0	0	0	0	33	0	0	33(100.0)
6 歩行	0	0	0	0	0	4	0	4(100.0)
7 やすり掛け	0	0	0	0	0	0	2	2(100.0)
計 (再現率%)	12 (100.0)	17 (100.0)	52 (100.0)	4 (100.0)	33 (100.0)	4 (100.0)	2 (100.0)	124 正答数計 124 正確率 100.0%

※正確率＝正答数／総サンプル数、再現率＝検出正解数／正解数、適合率＝検出正解数／検出数

4 結果の要約

伐倒、植栽、地拵えの各作業について、連続ウェーブレット変換の結果を利用して機械学習を用いた作業識別を試行した。高精度で作業識別が行え、ウェーブレット変換による特徴量の抽出が有効であった。本技術の適用により、自動での作業判別が可能と考えられる。

[キーワード] 連続ウェーブレット変換、スカログラム、スペクトル、機械学習

5 今後の問題点と次年度以降の計画

作業日報の自動作成を目指して、さらに多くの作業者のデータを収集し、実際での使用を想定した条件下で作業種を実用的に判別可能か検証する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

第133回日本森林学会大会で発表した(2022年3月)。

課 題 名：林業現場の作業状況モニタリング技術の開発
林業現場における作業状況検知技術の開発
体調変化を検知する技術開発

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担当者名：佐々木重樹

協力分担：鹿児島大学、BIPROGY（株）、浜松医科大学、林業経営体

予算(期間)：科研費・基盤研究C(2022-2024年度) 国補・普及情報システム化(2021-2023年度)

1 目的

林業における労働災害の発生は減少傾向にあるものの、依然として他産業と比較すると発生率が大幅に高い状況にある。林業現場では各作業者が離れた場所で作業することが多いため、安全確保は個人の注意に頼らざるを得ない。また、被災や体調変化等の異常の発生を他の作業者が気付きにくい状況にある。近年、各種センサーや無線通信機器の小型化・低消費電力化が進んでおり、林業現場でこれらを活用して作業者の注意を補うとともに、異常の発生を他の作業者等に通知することで、災害発生のリスクを低減できる可能性がある。

本研究では、作業者の身体に装着するウェアラブルセンサーから取得する情報を用いて、疲労度や熱中症リスク等の体調変化を判定する客観的な指標を得ることを目指す。

2 方法

(1) 実施方法 県内の林業施工地において、下記の作業を行う作業者の利き手の手首にスマートウォッチ（Samsung社製 Galaxy Watch4）を装着し、作業中の加速度、角速度及び心拍数を測定するとともに、ビデオカメラ（GoPro HERO8）を装着して撮影を行い、作業種を把握した。

植栽：2022年11月1日（2名）

伐倒：2022年12月12日（3名）、2023年1月11日～12日（各3名）

また、作業開始前後に作業者の体重及び体組成を計測すると共に、作業者へのアンケートにより疲労度を調査した。体組成計測には、スマートウォッチ（Galaxy Watch4）標準のアプリを使用した。アンケートは、100 mmの直線上に疲労の度合いを×印で記し、線分の長さを計測するVAS（Visual Analog Scale）の手法を用いて実施した。

(2) 分析方法 令和2年度以降の測定データに対し心拍変動解析を実施し、心拍数と加速度、疲労度のアンケートを対照することで、心拍数変動の要因の分離を試みた。

3 結果の概要

[前年度までの結果] 心拍数の時間変動に着目して解析を行った結果、心拍数の揺らぎの増加により休憩時の緊張緩和が観測できた。また周波数解析により時間変動を評価した結果、従来使われていたLF/HFに代わりHR/LFを用いることで、運動中のストレス状態を評価できる可能性が示された。

[本年度の結果]

(1) 運動負荷に対して心拍数は時間的な遅れを伴って上昇する。運動負荷に対して心拍数の増加分を評価するため、合成加速度を入力、心拍数の安静時からの増加を出力として、伝達関数を数値的に算出し、これをフーリエ逆変換することでインパルス応答（一瞬だけ負荷を与えたときの心拍数の時間変化）を得た。インパルス応答はある程度の遅れを伴って急上昇した後、指数関数的に減少する（図1）。

(2) 算出されたインパルス応答と合成加速度を畳み込むことで、平均化された心拍数が算出される。この計算結果と計測した元の心拍数を比較することにより、手の運動負荷によらない心拍数の上昇が観察可能になる。計算結果と元の心拍数のずれにおいて、作業開始・再開時や困

難時に心拍数が高まったり(図2)、体調不良のため心拍数が多くなったりする事例が確認できた。

(3) 算出したインパルス応答から平均の遅延時間を算出し、作業種(伐倒、下刈り、枝打ち、植栽、地拵え)や作業者の年齢、経験年数、作業開始時から終了時までの疲労度増加と比較した。疲労度増加や遅延時間は作業種、年齢、経験年数により異なることがわかった(表1)。既存研究(福岡 義之「正弦波運動負荷に対する心拍数の動特性と身体活動量との関連」1996, デサントスポーツ科学 Vol.17)によると遅延時間が疲労度増加と直接関係するとされるが、この傾向はやや見られたものの、明確には現れなかった。

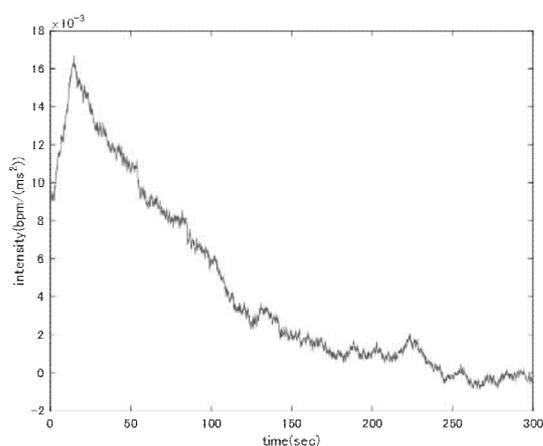


図1 伐倒における心拍数のインパルス応答

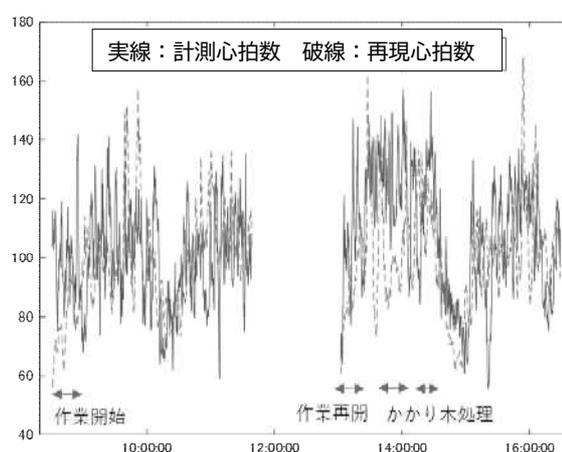


図2 伐倒作業における計測心拍数と再現心拍数との比較

表1 作業種ごとの年齢、経験年数、遅延時間、疲労度増加

作業種	人数	年齢平均	経験年数平均	遅延時間平均 (s)	疲労度増加平均 (VAS-mm)
下刈り	14	40.0	6.2	51.1	43.8
間伐・伐倒	20	41.9	9.1	58.9	45.6
枝打ち	4	51.0	25.0	54.4	19.3
植栽	10	37.4	7.9	64.3	43.7
地拵え	2	29.0	7.1	55.1	35.5

※VAS-mm: VAS アンケートにより記録された疲労度の線分の長さの増加量。最大値は 100

4 結果の要約

運動負荷に対する心拍数変動のインパルス応答を算出し、これと加速度から推定した心拍数を実際の心拍数と比較することで、心拍数増加の要因が運動とそれ以外に分離できることが示された。また、インパルス応答の遅延時間には年齢、経験年数、疲労度増加との関連が見られた。

[キーワード] スマートウォッチ、伝達関数、インパルス応答、遅延時間、疲労度

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- さらに多くの作業者のデータを収集すると共に、血中活性酸素や水分量を測定する等、客観的な指標と体調変化の関連について、新たな知見も取り入れながら調査分析を進める。
- 他の作業者との通信手段について、LPWA の他に新技術の動向も把握しながら、森林内における常時・安定的な通信が可能か検証を行う。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

第134回日本森林学会大会で発表予定(2023年3月)。

課 題 名：林業現場の作業状況モニタリング技術の開発

森林内における無線通信利用技術の開発

近距離無線通信を活用した近接作業検知技術の開発

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担当者名：佐々木重樹

協力分担：鹿児島大学、BIPROGY（株）、林業経営体

予算(期間)：国補・普及情報システム化（2021-2023 年度）

1 目的

林業における労働災害の発生は減少傾向にあるものの、依然として他産業と比較すると発生率が大幅に高い状況にある。林業現場では各作業者が離れた場所で作業することが多いため、安全確保は個人の注意に頼らざるを得ない。また、被災や体調変化等の異常の発生を他の作業者が気付きにくい状況にある。近年、各種センサーや無線通信機器の小型化・低消費電力化が進んできており、林業現場でこれらを活用して作業者の注意を補うとともに、異常の発生を他の作業者等に通知することで、災害発生のリスクを低減できる可能性がある。

本研究では、近距離無線通信（Bluetooth）を活用して、電波強度の測定により森林内の作業者の近接を検知可能か検証する。

2 方法

(1) 試験場所 センター構内、県内各地の林業現場

(2) 試験構成

森林内に Bluetooth 電波を発信する通信機器（OPPO Reno5 A、GoPro HERO8）を設置し、森林の状況や機器との距離を変化させながら、スマートフォン（OPPO Reno5 A・Android 12）に導入したアプリ（Edgar Garcia Leyva・Bluetooth Meter v1.1.4）を用いて電波強度の変化を測定した。

調査は無立木地（植栽・下刈りを想定）、スギ・ヒノキ立木地（伐採等を想定）で実施し、立木の有無が電波強度に与える影響を確認した。

3 結果の概要

(1) センター構内通路（無立木地）及びスギ・ヒノキ見本林内（立木地）において、スマートフォン（OPPO Reno5 A）を電波の発信源として設置し、機器との距離による電波強度の変化を測定した（図 1、図 2）。立木の有無にかかわらず、40m の距離においても Bluetooth の信号を受信できた。樹高の 2 倍を目安とする、伐採時の距離確保のための警告として活用可能と考えられる。また、機器との距離に応じて電波強度の減衰が観測され、電波強度に基づいて距離を推定できる可能性が示された。

(2) 一般化線形モデルによる解析の結果、電波強度は機器間の距離、立木の有無の双方に有意に影響していた（表 1）。ただし、交互作用も有意に影響する結果となったため、他の要因の影響も含めたさらなる検討が必要である。

(3) 浜松市天竜区内のスギ人工林において、林業作業者のヘルメットに装着したビデオカメラ（GoPro HERO8）を電波の発信源として、森林内の移動による電波強度の変化を測定した（図 3）。センター構内での計測と同様に、距離の変化に応じて電波強度が減衰する現象が観測された。

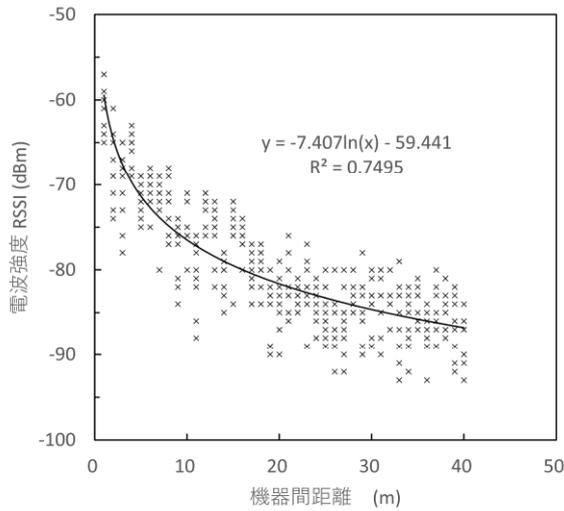


図1 機器間距離と Bluetooth 電波強度
(無立木地)

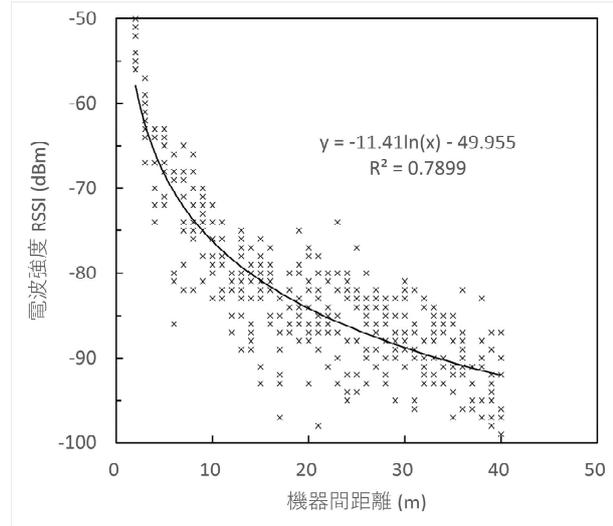


図2 機器間距離と Bluetooth 電波強度
(スギ・ヒノキ立木地)

表1 一般化線形モデルによる解析結果

説明変数	逸脱度	自由度	p 値
機器間距離	1513.15	1	2.2×10^{-16} ***
立木の有無	56.19	1	6.6×10^{-14} ***
交互作用	25.81	1	3.8×10^{-7} ***

目的変数は電波強度。*** p<0.001

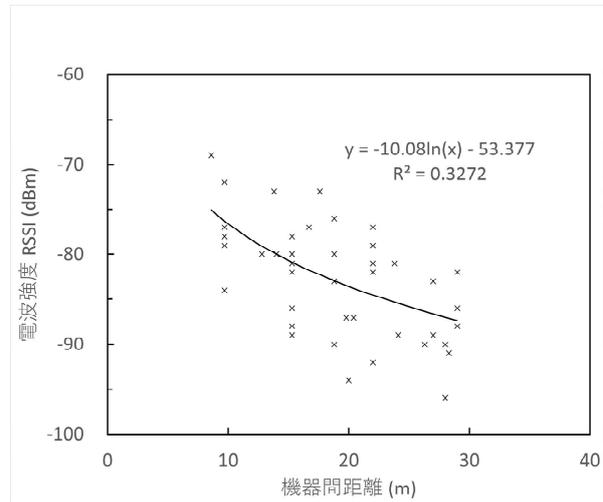


図3 森林内の移動による電波強度の変化
(スギ人工林)

4 結果の要約

無立木地及び立木地において Bluetooth 電波の機器間距離による電波強度の変化を計測した結果、40mの距離で電波の受信が可能であり、近接警告に活用できる可能性が示された。電波強度の減衰には、機器間距離及び立木の有無の双方が影響していると考えられる。

[キーワード] 近接警告、スマートフォン、Bluetooth、電波強度、交互作用

5 今後の問題点と次年度以降の計画

電波強度の減衰条件についてさらに調査すると共に、調査結果を基に、スマートフォン等で使用できるアプリを試作する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

森林利用学会誌への投稿を予定。

課 題 名：静岡県産シイタケ等の付加価値向上技術の開発
シイタケ鮮度保持技術の開発

温度、ガス条件がシイタケ品質に与える影響

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担当者名：中田理恵

協力分担：菌床シイタケ生産者 農林技術研究所・加工技術科

予算(期間)：国補（普及情報活動システム化）（2022-2026年度）

1 目的

生シイタケは野菜に比べて呼吸量が多く、呼吸熱によって子実体内の水分、栄養分を消費し、鮮度が失われていくため、保存期間が短く、海外輸出等の販路の拡大の障害となっている。切り口やひだの褐変など品質低下が外観に顕著に表れる生シイタケを輸出するためには、鮮度保持の方法を確立することが必要である。そこで、保存時の温度やガス条件が生シイタケに与える影響を明らかにするため、保存容器内の二酸化炭素濃度を高くし、保存温度を変えて生シイタケの鮮度状況を調査した。

2 方法

- (1) 包装資材等 シイタケ子実体を収穫後 2℃で3時間保冷した後、約 100 g 毎にトレーに置き、トレーごと食品包装用ポリ塩化ビニルストレッチフィルム(Denka Polmer, KL300)で包装し、トレーに二酸化炭素を約 25ml 注入して、開口部を密封した。その後、湿潤重量を測定し、段ボール箱に入れた。
- (2) 温度条件 2℃に設定した冷蔵庫、5℃に設定した保冷库、センター内冷暗所（12±3℃）に段ボール箱を設置した。
- (3) 測定項目 温度、湿度、貯蔵品質（重量減耗率、外観評価）を調査した。33日後の保存最終日には、傘の硬度を果樹硬度計(KM-1, Fujiwara Factory)で、ひだと傘の色をカラーリーダー(CR-13, Konica Minolta Japan)で測定した。

3 結果の概要

(1) 新鮮重減少割合（重量/0日の重量）

保存期間が長くなるほど重量が減少し、新鮮重減少率は低下した(図1)。冷暗所、5℃、2℃の順に重量が減少する傾向があった。冷暗所、5℃試験区において、新鮮重減少率が0.83%程度を切るとひだに明確な変色が生じた。2℃試験区は、33日後も新鮮重減少率が0.86%以上あり、ひだに明確な変色は見られなかった。二酸化炭素の注入の有無による差は見られなかった。

(2) 傘の硬度

傘の硬さは、0日と比較して保存温度が高くなるほど軟化する傾向があった(表1)。2℃の二酸化炭素処理区の硬度は0日と差が無かった。

(4) 色の変化

保存33日後のひだの色は、0日に比べ2℃試験区は赤みが増し、5℃、冷暗所試験区は暗く黄みが減り暗褐色に変色した(表2)。傘は、2℃試験区においては明るさが増したが、5℃、冷暗所試験区は暗くなり、赤み、黄みが減少し、黒っぽくなった。ひだ、傘ともに二酸化炭素の注入の有無による差は見られなかった。

(5) 外観

冷暗所試験区は、10日前後でひだの褐変が始まり、その後気中菌糸が発生し、品質が低下した(表3)。5℃試験区は、15日前後でひだの褐変が始まり、急速に品質が低下した。保存

33日後の2℃試験区は、新鮮なものに比べて香りがなく、柔らかかったが、内皮膜が保たれたものがあり、切断面の変色がなく、傷みはほとんど認められなかった。外見からは二酸化炭素処理の有無による差は見られなかった。

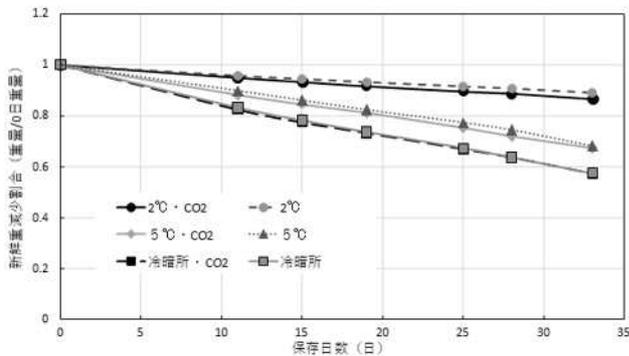


図1 新鮮量減少率の推移

表1 33日目の傘の硬度

冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(傘)
	0日	0.45 ± 0.04
2℃	有(33日)	0.41 ± 0.03
	無(33日)	0.38 ± 0.03 **
5℃	有(33日)	0.34 ± 0.03 **
	無(33日)	0.34 ± 0.02 **
冷暗所	有(33日)	0.27 ± 0.04 **
	無(33日)	0.25 ± 0.04 **
CO ₂ 有無		NS

t検定により0日目と比較して、**は1%、*は5%で有意差あり。
各冷蔵装置別CO₂有無は有意差がなかった。

表3 外観評価

冷蔵装置	CO ₂ 有無	11日	15日	19日	25日	28日	33日
2℃	有	5	5	5	4	4	4
	無	5	5	5	4	4	4
5℃	有	5	3	2	2	1	1
	無	5	3	2	2	1	1
冷暗所	有	2	2	1	1	1	1
	無	2	2	1	1	1	1

1点:販売不可能な品質(Not for sale), 2点:販売可能だが3より劣る品質(less), 3点:販売が可能で問題のない品質(OK), 4点:販売可能で良好な品質(Good), 5点:集荷時と同等の品質

4 結果の要約

生シイタケの鮮度は、保存温度に影響を受け、温度が高いほど新鮮重減少率が低くなり、品質が低下する傾向があった。2℃での保存が、硬さ、色を保ち高品質を保つことができた。二酸化炭素の注入は、保存による傘の硬さの低下を減少させた。

[キーワード] シイタケ 鮮度 保存温度 二酸化炭素

5 今後の問題点と次年度以降の計画

包装資材による保存方法の検討。

6 結果の発表、活用等

生産者等へ情報提供を行う(2023年3月)。

表2 33日目の色

明るさL*			
冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(ひだ)	シイタケ(傘)
	0日	74.1 ± 4.0	36.0 ± 7.7
2℃	有(33日)	72.4 ± 8.6	42.8 ± 8.3
	無(33日)	74.3 ± 6.0	40.5 ± 7.0
5℃	有(33日)	31.7 ± 2.1 **	24.4 ± 1.8 *
	無(33日)	31.0 ± 3.4 **	28.7 ± 1.1
冷暗所	有(33日)	33.4 ± 2.3 **	24.0 ± 2.6 *
	無(33日)	32.5 ± 4.2 **	24.8 ± 3.6 *
CO ₂ 有無		NS	NS

赤みa*

冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(ひだ)	シイタケ(傘)
	0日	4.1 ± 0.8	9.7 ± 1.3
2℃	有(33日)	5.9 ± 0.8 **	8.5 ± 1.1
	無(33日)	5.9 ± 0.6 **	8.8 ± 0.9
5℃	有(33日)	7.9 ± 0.7 **	5.4 ± 2.1 **
	無(33日)	8.0 ± 0.6 **	6.7 ± 0.9 **
冷暗所	有(33日)	6.0 ± 1.7 *	3.2 ± 1.8 **
	無(33日)	5.6 ± 1.9	3.1 ± 1.0 **
CO ₂ 有無		NS	NS

黄みb*

冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(ひだ)	シイタケ(傘)
	0日	15.4 ± 1.6	15.0 ± 1.7
2℃	有(33日)	16.4 ± 1.6	12.2 ± 2.2 *
	無(33日)	17.0 ± 1.1	12.1 ± 1.8 **
5℃	有(33日)	6.7 ± 1.7 **	2.9 ± 1.7 **
	無(33日)	6.3 ± 1.4 **	5.1 ± 0.8 **
冷暗所	有(33日)	7.1 ± 1.7 **	1.2 ± 1.6 **
	無(33日)	5.9 ± 2.7 **	1.3 ± 1.6 **
CO ₂ 有無		NS	NS

t検定により0日目と比較して、**は1%で、*は5%で有意差あり
各冷蔵装置別CO₂有無は有意差がなかった。

課 題 名：静岡県産シイタケ等の付加価値向上技術の開発
シイタケ鮮度保持技術の開発

付加価値向上に向けた流通技術の開発

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担当者名：中田理恵

協力分担：農林技術研究所・加工技術科 菌床シイタケ生産者 JA 静岡経済連

予算(期間)：国補（普及情報活動システム化）（2022-2026年度）

1 目的

静岡県内で生産されたシイタケを海外で販売すると想定した場合、清水港からの船舶輸送とすれば輸送経費が安いですが、輸送や税関手続きにより、台湾、香港で10日、シンガポール、マレーシアで20日、ヨーロッパ等で30日ほどの日数が必要になる。シイタケは野菜に比べて呼吸量が多く、温度が上昇するとさらに多くなり、呼吸熱によって子実体内の水分、栄養分を消費し、鮮度が失われていく。切り口やひだの褐変など品質低下が外観に顕著に表れるシイタケを輸出するためには、鮮度保持の方法を確立することが必要となる。そこで、県産シイタケの輸出促進を図るため、輸出に使用するコンテナ内において保存容器内の二酸化炭素濃度を高くして保存を行い、容器内の温度変化、生シイタケの鮮度状況を調査した。

2 方法

- (1) 包装資材等 シイタケ子実体を収穫後、約100g毎にトレーに置き、食品包装用ポリ塩化ビニルストレッチフィルム(Denka Polmer, KL300)でトレーごと包装し、二酸化炭素を約10ml注入して密封した。その後、2℃で一晩保冷し、湿潤重量を測定して段ボール箱に入れた。
- (2) 温度条件 船舶による輸出を模し、冷蔵機械は高規格リーファークンテナ(Fresh Keeping Device “futecc,” 以下 futecc)、船舶輸送で使用頻度の高い冷蔵コンテナ(以下 reefer)を3℃に設定し、段ボール箱入りの他の農産物19品目と共にコンテナ内で保存した。コンテナは清水港内に据え置き、調査日に冷蔵倉庫内で調査を行った。
- (3) 測定項目 11日目、21日目、31日目のコンテナ内の温度、湿度、貯蔵品質(重量減少率、官能評価)を調査した。外観から見た農産物スコアは、外観を農作物の評価にかかわる専門家3名(農林技術研究所加工技術科、バイヤー、市場関係者)が1から5点の5段階のスケールによる評価法により評価した。外観評価は、農作物の評価にかかわる専門家を含む17~18人で外観を比較した。調査最終日には、傘の硬度を果樹硬度計(KM-1, Fujiwara Factory)で、ひたと傘の色をカラーリーダー(CR-13, Konica Minolta Japan)で測定した。

3 結果の概要

- (1) 貯蔵期間中の平均温度、平均湿度
段ボール箱に入れることによって、温度が低く、湿度が高く保たれていた。(表1)。
- (2) 保存31日後のO₂濃度、CO₂濃度
futecc、reeferともに二酸化炭素の処理の有無でO₂濃度、CO₂濃度に差は無かった(t検定 表2)
- (3) 重量減少率(%)
保存期間が長くなるほど重量が減少し、重量減少率が高くなった。futeccの湿度が低いいため、futeccの方が重量減少率が大きくなる傾向があった(表3)。
- (4) 保存後(31日目)の品質(硬さ 色)状況
傘の硬さは、0日に比べて硬度が低下した(表4)。冷蔵装置、二酸化炭素の処理の有無で差はなかった(表4)。31日間の保存により、ひだの明るさがfutecc、reeferともに二酸化炭素

処理をしないもので低下した。ひだは、全ての区で赤みと黄みが増した。傘は赤みが増し、黄みは futecc の二酸化炭素処理をしたもの以外で増した。

(5) 貯蔵試験による外観から見た農産物スコア、及び可売率

31 日目には全ての区において内皮膜が破れて、気中菌糸が発生していたが、外観から見た農産物スコアは、ほぼ販売可能と評価された(表 5)。保存後に開封し、切断すると、内部に変色があるものがあった。

(6) 冷蔵装置の違いによる外観評価

reefer の評価が高かった(表 6)。

表 1 平均温度、平均湿度

冷蔵装置	CO ₂ 処理	温度 (°C)	湿度 (%)
futecc	コンテナ内	—	4.06 ± 1.27
	箱内	無	3.52 ± 0.77
	箱内	有	3.52 ± 0.77
reefer	コンテナ内	—	4.14 ± 1.28
	箱内	無	3.07 ± 0.58
	箱内	有	3.31 ± 0.54

表 2 酸素、二酸化炭素濃度

冷蔵装置	CO ₂ 処理	O ₂ (%)	CO ₂ (%)
大気	—	20.3	0.8
futecc	コンテナ内	—	20.5
	バック内	無	13.0
	バック内	有	14.4
reefer	コンテナ内	—	20.6
	バック内	無	10.1
	バック内	有	14.5
CO ₂ 有無		NS	NS

表 3 重量減少率 (%)

冷蔵装置	保存期間	CO ₂ 無	CO ₂ 有
futecc	0日	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	11日	2.97 ± 0.45 **	3.32 ± 0.26 **
	21日	5.87 ± 0.53 **	5.78 ± 0.32 **
	31日	8.69 ± 0.33 **	8.63 ± 0.16 **
reefer	11日	1.33 ± 0.49 **	2.35 ± 0.49 **
	21日	2.82 ± 0.40 **	3.60 ± 0.33 **
	31日	3.85 ± 0.54 **	4.46 ± 0.41 **
冷蔵装置		NS	NS
CO ₂ 有無		NS	NS
相互作用		NS	NS

\$は、冷蔵装置(F、R)とCO₂有無の二元配置分散分析法により、5%で有意差あり
Dunnnett法により0日目と比較して、**は1%で、*は5%で有意差あり

表 5 外観から見た農産物スコア及び可販率

CO ₂ 処理状況	11日目				21日目				31日目			
	農産物スコア(点) ^(注1)		可販率(%) ^(注2)		農産物スコア(点)		可販率(%)		農産物スコア(点)		可販率(%)	
	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer
無	5	5	100	100	5	5	100	100	5	5	100	100
有 (CO ₂ 処理)	5	5	100	100	5	5	100	100	5	5	100	100

注1) 1点：販売不可能な品質(Not for sale)、2点：販売可能だが3より劣る品質(less)、3点：販売が可能で問題のない品質(OK)、4点：販売可能で良好な品質(Good)、5点：集荷時と同等の品質
注2) スコア2点、3点、4点、5点が占める割合

4 結果の要約

二酸化炭素処理は、ひだの明るさの低下が防止された。段ボール箱に入れることにより、温度や湿度は安定したが、重量減少率を抑えるほどではなかった。

[キーワード] シイタケ 鮮度 二酸化炭素 コンテナ

5 今後の問題点と次年度以降の計画

保存温度、包装資材による保存方法の検討。

6 結果の発表、活用等

生産者等へ情報提供を行う(2023年3月)。

表 4 保存後(31日目)の品質(硬さ 色)状況

硬さ(kg)		シイタケ(傘)			
冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(傘)			
	0日	0.45 ± 0.03			
F	無(31日)	0.37 ± 0.02 **			
	有(31日)	0.38 ± 0.02 **			
R	無(31日)	0.37 ± 0.03 **			
	有(31日)	0.36 ± 0.02 **			
冷蔵装置		NS			
CO ₂ 有無		NS			
相互作用		NS			
明るさL*		シイタケ(傘)		シイタケ(ひだ)	
冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(傘)		シイタケ(ひだ)	
	0日	27.7 ± 3.6		80.6 ± 1.8	
F	無(31日)	25.4 ± 1.5		78.2 ± 0.9 *	
	有(31日)	24.4 ± 2.1		78.4 ± 1.9	
R	無(31日)	25.4 ± 3.7		77.6 ± 2.0 **	
	有(31日)	26.4 ± 1.6		77.4 ± 6.6	
冷蔵装置		NS		NS	
CO ₂ 有無		NS		NS	
相互作用		NS		NS	
赤みb*		シイタケ(傘)		シイタケ(ひだ)	
冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(傘)		シイタケ(ひだ)	
	0日	12.8 ± 0.8		4.3 ± 0.5	
F	無(31日)	14.8 ± 1.0 **		5.2 ± 0.4 **	
	有(31日)	14.3 ± 1.4 *		5.5 ± 0.3 **	
R	無(31日)	14.3 ± 0.9 *		5.8 ± 0.7 **	
	有(31日)	15.1 ± 0.9 **		5.2 ± 0.2 **	
冷蔵装置		NS		NS	
CO ₂ 有無		NS		NS	
相互作用		NS		\$	
黄みb*		シイタケ(傘)		シイタケ(ひだ)	
冷蔵装置	CO ₂ 有無	シイタケ(傘)		シイタケ(ひだ)	
	0日	16.5 ± 1.8		16.1 ± 0.5	
F	無(31日)	19.6 ± 2.0 *		18.4 ± 0.3 **	
	有(31日)	18.6 ± 2.3		18.1 ± 0.4 **	
R	無(31日)	19.5 ± 1.6 *		18.7 ± 0.9 **	
	有(31日)	20.6 ± 1.7 **		18.1 ± 1.5 **	
冷蔵装置		NS		NS	
CO ₂ 有無		NS		NS	
相互作用		NS		NS	

注1) \$は、冷蔵装置(F、R)とCO₂有無の二元配置分散分析法により、5%で有意差あり
注2) Dunnnett法により0日目と比較して、**は1%で、*は5%で有意差あり

表 6 外観評価

CO ₂ 処理状況	11日目		21日目		31日目	
	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer
無	6	13	7	10	4	13 *
有 (CO ₂ 処理)	10	9	8	9	5	12 *

冷蔵コンテナ (futecc、reefer) 別に比較し、どちらが新鮮に見えるか調査。

二項検定により、**は1%、*は5%で有意差あり。

課 題 名：静岡県産シイタケ等の付加価値向上技術の開発

静岡県産きのこの機能性成分調査

静岡県産きのこの機能性表示に向けた成分調査

担当部署名：静岡県農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担当者名：中田理恵

協力分担：きのこ生産者 公益財団法人静岡県産業振興財団

予算(期間)：国補(普及情報活動システム化) (2022-2026 年度)

1 目的

2015 年に食品表示法に基づく食品表示基準が施行され、機能性表示食品制度が新設された。これに伴い静岡県内の農林水産物や加工品でも機能性表示食品に認定される食品の開発が行なわれており、骨の健康に役立つβ-クリプトキサンチンや高めの血圧を下げる機能を持つγ-アミノ酪酸(GABA)を含む柑橘類、内臓脂肪の低下を助ける茶カテキンを含む粉末茶等が機能性表示食品に認定されている。しかし、特用林産物である静岡県産きのこ類は成分の分析を行なっておらず、成分特性は不明であり、機能性表示食品に認定されているものはなかった。そこで、静岡県産きのこの基礎資料として、静岡県産きのこの機能性成分を調査した。調査する成分は、機能性表示食品認定の可能性が高いと考えられるγ-アミノ酪酸(GABA)とエルゴチオネインとした。

2 方法

(1) 調査対象 静岡県で生産されているきのこのうち、γ-アミノ酪酸(GABA)の分析はシイタケ、アラゲキクラゲ、エリンギ、マイタケ、ヒラタケ、ナメコ、タモギタケ、ヤナギマツタケ、ヒマラヤヒラタケ、マッシュルームで行なった。エルゴチオネインの分析はシイタケ、アラゲキクラゲ、ヒラタケ、タモギタケで行なった。

(2) 調査方法 検体は粉碎し、高速液体クロマトグラフを用いてγ-アミノ酪酸(GABA)、エルゴチオネインを測定した。測定作業は、調査会社にて実施した。

3 結果の概要

(1) シイタケのγ-アミノ酪酸(GABA)は、生鮮品は27~95mg/100g、乾椎茸は95~220mg/100gと幅があった(表1)。原木栽培は、生鮮品は52~95mg/100g、乾椎茸は95~220mg/100gで、菌床栽培(生鮮品が27~30mg/100g、乾椎茸は120~180mg/100g)よりも変動幅が大きかった。また、秋子より春子の含有量が多い傾向があった(表1)。

(2) シイタケのエルゴチオネインは、生鮮品は6mg/100g、乾椎茸は54mg/100gで、ヒラタケの生鮮品53mg/100g、乾燥品200mg/100gよりも少なかった(表2)。

(3) タモギタケは、γ-アミノ酪酸(GABA)、エルゴチオネイン共に含有量が高かった(表1、表2)。

4 結果の要約

1日当たりの摂取目安量の設定によるが、静岡県産きのこの機能性表示食品認定の可能性が示された。シイタケのγ-アミノ酪酸(GABA)含有量は一定でなく、幅があった。

[キーワード] γ-アミノ酪酸、エルゴチオネイン、機能性表示食品 シイタケ

5 今後の問題点と次年度以降の計画

栽培方法、品種、子実体が発生する時期、乾燥の方法などの条件により成分が変動する可能性がある。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

結果を公開し説明会を行なった（2022年6月実施、2023年3月予定）。
日本森林学会にて発表予定（2023年3月予定）。

表1 静岡県産きのこのγ-アミノ酪酸（GABA）含有量

No.	品目名	生・乾	原木・菌床	GABA含有量 (mg/100g)	備 考
1	シイタケ	生	原木	95	春子
2	シイタケ	生	原木	52	秋子
3	シイタケ	生	菌床	27	
4	シイタケ	生	菌床	30	森林・林業研究センター生産
5	アラゲキクラゲ	生	菌床	1以下	
6	アラゲキクラゲ	生	菌床	10	
7	エリンギ	生	菌床	2	
8	エリンギ	生	菌床	5	
9	マイタケ	生	原木	6	
10	ヒラタケ	生	菌床	17	
11	ナメコ	生	菌床	11	
12	タモギタケ	生	菌床	290	
13	ヤナギマツタケ	生	菌床	55	
14	ヒマラヤヒラタケ	生	菌床	81	
15	マッシュルーム	生	菌床	43	ブラウン
16	マッシュルーム	生	菌床	44	ホワイト
18	シイタケ	乾	原木	180	春子
19	シイタケ	乾	原木	160	秋子
20	シイタケ	乾	原木	220	春子 粉末
21	シイタケ	乾	原木	95	秋子 粉末
22	シイタケ	乾	菌床	170	
23	シイタケ	乾	菌床	120	
24	シイタケ	乾	菌床	120	天日乾燥（森林・林業研究センター乾燥）
25	シイタケ	乾	菌床	180	機械乾燥（森林・林業研究センター乾燥）
26	アラゲキクラゲ	乾	菌床	66	黒
27	アラゲキクラゲ	乾	菌床	70	白
28	アラゲキクラゲ	乾	菌床	88	
29	エリンギ	乾	菌床	120	
30	エリンギ	乾	菌床	22	
31	マイタケ	乾	原木	660	
32	ヒラタケ	乾	菌床	230	
33	タモギタケ	乾	菌床	710	天日乾燥
34	ヤナギマツタケ	乾	菌床	210	

表2 静岡県産きのこのエルゴチオネイン含有量

No.	品目名	生・乾	原木・菌床	エルゴチオネ イン含有量 (mg/100g)	備 考
1	シイタケ	生	菌床	6	
2	ヒラタケ	生	菌床	53	
3	タモギタケ	生	菌床	88	
4	シイタケ	乾	菌床	54	
5	アラゲキクラゲ	乾	菌床	9	
6	ヒラタケ	乾	菌床	200	
7	タモギタケ	乾	菌床	480	

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発

効率的な JAS 製品の製造方法の解明および新製品の開発

スギ平角における製造ライン上でのガンマ線測定による乾燥前選別方法の検討

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：稲葉大地 長瀬亘

協力分担：(株)マイクロメジャー、大井川小径木加工事業(協)、静岡県立農林環境専門職大学

予算(期間)：国補(農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)」(2016-2020年度)、依頼試験(2021年度)、県単(2021-2023年度)

1 目的

人口減少による住宅着工数の減少や国・県の政策によって非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が、今後高まるとともに、森林の高齢級化により、県産中・大径材丸太が増加するため、平角のような断面の大きな製材品の利用が必要となる。非住宅用の主要構造部の木材は日本農林規格製品(JAS 製品)であることが必須条件であるが、スギ平角の製造には、含水率の基準が厳しく、不適格品を少なくし、コストを下げ製造することは技術的に難しいと言われている。この一因として、心材含水率のばらつきが大きいことがあり、仕上がり含水率が基準に満たないものが多く発生し製品歩留りが低下している。この問題の解決方法として、事前に想定した乾燥スケジュールで乾燥できるものとできないものを選別する方法がある。この選別の確かな方法として製材の重量選別があげられるが、測定の手間がかかるなどのデメリットもある。そこで本研究では、測定の手間を少なくするため、実際の製材ライン上で材が流れている間にガンマ線測定を行い、乾燥後の含水率と比較することで乾燥選別が可能であるか検討した。

2 方法

スギ平角(製材寸法:120×200×4000mm、仕上がり寸法105×180×4000mm)84体を試験体とし、製材時に、寸法、重量および5秒間のガンマ線検出数の測定を行った。ガンマ線の測定方法を図1示す。ガンマ線の測定は、製材ラインに平角が梁せいの中心(心材部)を透るように線源(コバルト60)と放射線検出装置を配置し、平角が放射線検出装置を通過する5秒間のガンマ線検出数を測定した。製材時に測定したみかけの密度と5秒間のガンマ線検出数の平均値と変動係数が等しくなるように42本ずつの2グループに分け、乾燥日数の異なるスケジュールで人工乾燥を行った。乾燥日数の短いグループ(以下、条件S)の乾燥スケジュールは、95℃で6時間蒸煮した後、高温セット処理(処理条件:乾球温度120℃、湿球温度90℃、処理時間18時間)を行い、乾球温度90℃、湿球温度60℃で264時間の乾燥を行うこととした。乾燥日数の長いグループ(以下、条件L)の乾燥スケジュールは、条件Sと同じスケジュールで乾燥をした後、乾球温度90℃、湿球温度60℃で180時間の追乾燥を行った。乾燥後の仕上げ前に寸法と重量を測定し、仕上げ後は、両端から500mm内側の部分から厚さ25mm程度の試験片を切り出して全乾法による含水率測定を行った。

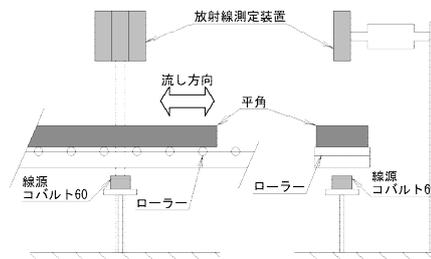


図1 ガンマ線の測定方法

3 結果の概要

製材時の測定結果および初期・仕上がり含水率を表1に示す。2つのスケジュールグループともにSD15(※1)の合格率が50%を下回っており、全体的に乾燥日数が足りていなかった。

5 秒間ガンマ線検出数と仕上がり含水率の関係を図 2 に、乾燥前のみかけの密度と仕上がり含水率の関係を図 3 に示す。ガンマ線検出数と仕上がり含水率との回帰曲線の決定係数 R^2 が条件 S で 0.819、条件 L で 0.903 となり、乾燥前のみかけの密度と仕上がり含水率との回帰曲線の決定係数 R^2 は、条件 S で 0.660、条件 L で 0.685 であったため、みかけの密度よりもガンマ線検出数の方が相関性が高かった。また、これらの回帰式を用いて SD15 と SD20 (※ 1) の場合で選別の検証を行った結果を表 2 に示す。ここでの正答率は、回帰式によって各基準値の合否を予測しこの結果が正答していたかの割合を示している。ガンマ線での正答率は、79%~90%、乾燥前のみかけの密度は 64~86%で、ガンマ線の方が高い正答率を示した。

※ 1 製材の JAS に基づき、仕上げ材の含水率が 15 以下のものを SD15、20%以下のものを SD20。

表1 製材時の測定結果および初期・仕上げ含水率

	製材時測定					製材時測定					
	乾燥前	5秒間	初期	仕上げ		乾燥前	5秒間	初期	仕上げ		
	みかけの密度 (kg/m ³)	ガンマ線 検出量	含水率 (%)	含水率 (%)		みかけの密度 (kg/m ³)	ガンマ線 検出量	含水率 (%)	含水率 (%)		
条件 S	Mean	659	19163	93.8	25.3	条件 L	Mean	659	19166	99.7	18.6
	Min.	535	16603	52.6	10.1		Min.	505	16852	54.3	7.9
	Max.	859	20837	148.7	69.2		Max.	907	21028	157.6	51.6
	S, D,	92	1018	20.7	11.6		S, D,	93	1014	24.8	10.1
	CV	13.9%	5.3%	22.1%	45.8%		CV	14.2%	5.3%	24.9%	54.0%

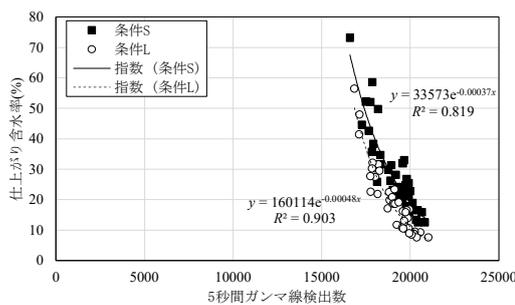


図 2 ガンマ線検出数と仕上がり
の含水率の関係

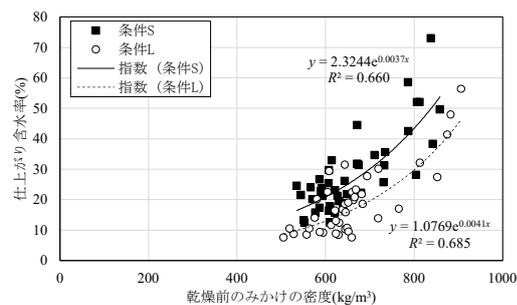


図 3 乾燥前のみかけの密度と仕
上がり含水率の関係

表 2 選別の検証結果

	5秒間ガンマ線検出数		乾燥前のみかけの密度 (kg/m ³)	
	条件S	条件L	条件S	条件L
SD15 正答率	90%	86%	86%	69%
SD20 正答率	79%	81%	64%	76%

4 結果の要約

製材ライン上でガンマ線の透過量を測定し、乾燥後の含水率と比較することで乾燥選別が可能であるか検討した。SD15 および SD20 で仕分けを検証した結果、ガンマ線では 79~90%の正答率で、若干みかけの密度よりも高かった。

[キーワード] スギ平角、含水率、ガンマ線、乾燥

5 今後の問題点と次年度以降の計画

ガンマ線による材の物性値への影響を評価する。

6 結果の発表、活用等

日本木材加工技術協会第 40 回年次大会で発表した。

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
効率的な JAS 製品の製造方法の解明

生材スギ平角のガンマ線検出数とみかけの密度および含水率との関係

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘、稲葉大地

協力分担：(株)マイクロメジャー、大井川小径木加工事業(協)、静岡県立農林環境専門職大学

予算(期間)：国補(農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)」(2016-2020年度)、県単(2021-2023年度)

1 目的

人口減少による住宅着工数の減少や国・県の政策によって非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が、今後高まるとともに、森林の高齢級化により、県産中・大径材丸太が増加するため、平角のような断面の大きな製材品の利用が必要となる。非住宅用の主要構造部の木材は日本農林規格製品(JAS 製品)であることが必須条件であるが、スギ平角の製造には、含水率の基準が厳しく、不適格品を少なくし、コストを下げた製造することは技術的に難しいと言われている。この一因として、心材含水率のばらつきが大きいことがあり、仕上がり含水率が基準に満たないものが多く発生し製品歩留りが低下している。この問題の解決方法として、事前に想定した乾燥スケジュールで乾燥できるものとできないものを選別する方法がある。本課題では、ガンマ線測定による選別方法を検討しているが、本研究では基礎的なデータ収集のため、生材のスギ平角におけるガンマ線検出数とみかけの密度および含水率との関係性を調査した。

2 方法

生材のスギ心持ち平角(仕上げ時の想定寸法を幅 10.5cm、厚さがそれぞれ 15, 18, 21, 24, 27 および 30cm、長さ 4m)をみかけの密度が大小異なる 2 体ずつ用意し、図 1 に示す模式図のとおり、広い面では 3 分割したそれぞれの中心部(測点 1~3)を、狭い面は中心部(測点 4)を透るよう線源(コバルト 60)と放射線検出装置を配置し、10 秒間ガンマ線を測定した。これを、平角の中央部を基準として長さ方向に 40cm 間隔の位置で測定した(計 11 箇所)。その直後に、測定箇所から厚さ 2cm に切り出して 3 分割した試験片を採取し、これらのみかけの密度、含水率および全乾密度を測定した。

3 結果の概要

図 2 に 1 秒間のガンマ線検出数の平均値とみかけの密度の関係、図 3 に 1 秒間のガンマ線検出数の平均値と含水率の関係を示す。ガンマ線検出数とみかけの密度では、決定係数 R^2 が 0.776~0.887 で高い相関関係が確認された。また、測点 1 および 3 の回帰直線の傾きは同様であったのに対し、測点 2 の結果では勾配が大きくなる傾向にあった。これらの結果から、ガンマ線測定によって、みかけの密度の推定の可能性が示唆された。また、含水率においても相関関係が認められ、高含水率域でのおおまかな推定も可能ではないかと推察される。また、ガンマ線検出数と全乾密度との関係や平角の厚さによる測点 1~3 の各測定結果には一定の傾向はみられなかった。

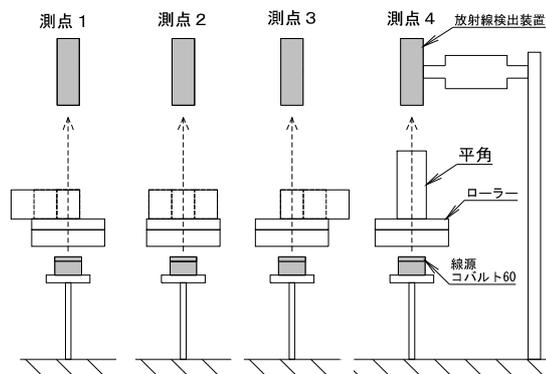


図 1 ガンマ線測定の模式図

厚さでの補正が可能であるか検証するために、式(1)を用いて測点1～3の線減弱係数を求めて、測点4のガンマ線検出数を推定した(図4)。推定値は測定結果とほぼ一致しており、式(1)を用いれば、スギ平角において厚さの補正が可能であることが明らかになった。

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad \dots (1)$$

ここで、 I : 透過時のガンマ線検出数、 I_0 : 透過前のガンマ線検出数(今回は2217.6とした) μ : 線減弱係数、 x : 厚さ

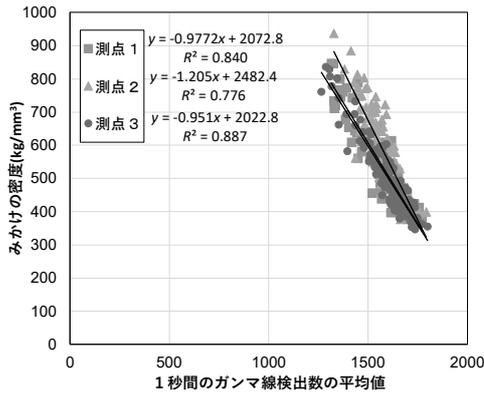


図2 1秒間のガンマ線検出数の平均値とみかけの密度の関係

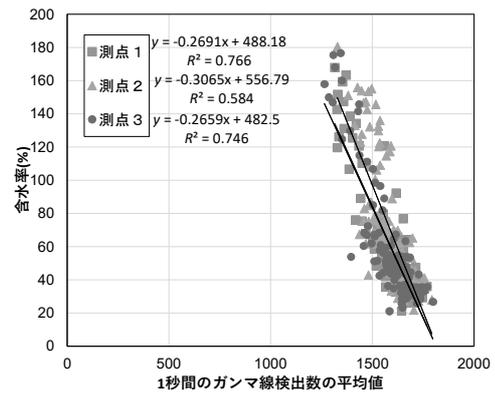


図3 1秒間のガンマ線検出数の平均値と含水率の関係

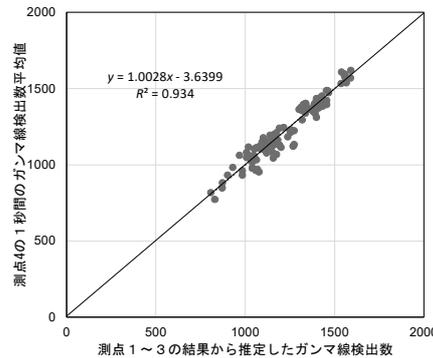


図4 測点1～3の結果から推定したガンマ線検出数と測点4の1秒間のガンマ線検出数平均値

4 結果の要約

スギ平角のガンマ線検出数とみかけの密度および含水率は高い相関関係にあった。また、厚さによる補正は、数式を用いて推定が可能であることが明らかになった。

[キーワード] スギ平角、ガンマ線、みかけの密度、含水率、厚さ補正

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ 製材の含水率推移とガンマ線検出数との関係性を調査
- ・ 測定1～3と測点2での勾配の違いの原因が明らかになれば、ガンマ線測定によるみかけの密度の推定精度も上昇すると考えられる。

6 結果の発表、活用等

出前講座やWeb等で情報提供する。

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
 非住宅用の製品化等に向けた技術開発

超薄厚エレメント木質ボードおよび他の木質面材の面圧試験

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘、稲葉大地

協力分担：株式会社ノダ、静岡大学、静岡県立農林環境専門職大学

予算(期間)：受託研究（2021年度）、県単(2021-2023年度)

1 目的

人口減少による住宅着工数の減少や国・県の政策によって、今後は非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が高まることが予想される。中・大規模建築用の構造用木質材料にはCLTや大断面集成材など、高強度の製品が求められるが、県内にはこれらの製品の製造工場はない。このため、高強度で中・大規模建築用の超薄厚エレメント木質ボード(fineOSB)を県内関連企業や大学と協力して開発することとした。本研究では、構造用途への利用に向け最適な接合方法（適した釘や木ねじなど）の検討に必要な物性値を得るため、fineOSBおよび他の木質面材の面圧試験を実施した。

2 方法

試験体シリーズを表1に示す。試験に使用した面材は、昨年度の報告において接合部一面せん断試験で使用した面材（試作した fineOSB（ヒノキ・スギ、接着剤:MDI 添加率9%）、普通 MDF、構造用パーティクルボード、構造用パネルおよび構造用合板の6種と、今回新たに試作した fineOSB（接着剤：MDI 添加率6%、ヒノキ、スギ、テーダマツおよびユリノキ）の4種とした。昨年度に接合部一面せん断試験で使用した面材は、非破壊部を切り出して使用した。図1に面圧試験のセットアップを示す。試験は、強度万能試験機（島津製作所製、AG-B オートグラフ）を用いて、木質構造設計規準・同解説¹⁾に記載された方法に準じて実施したが、試験体の寸法は50mm×100mmに変更した。試験片の端部から12mmの位置に、CN50、CN75 釘または N125 釘(JIS A 5508)を打ち込み、くぎの突出し部分にφ7mmの孔を設けた鋼材に引っ掛け（面材と鋼材隙間は1mm程度）、クロスヘッドスピードを0.5mm/minで引っ張り荷重を加えた。面材は、つかみ具を用いて固定した。また、釘を打ち込む前に、CN50 釘では2.5mm、CN75 釘では3.5mm、N125 釘では4.5mmの案内孔を設けた。めり込みの量は鋼材に取り付けた変位計（株式会社共和電業製、DTH-A-30、容量:30mm）を用いて測定した。応力は、計測される荷重に対して、面材の厚さ×釘径

表1 試験体シリーズ

面材名	概要・規格	厚さ(mm)	使用した釘	試験体数
NBH	fineOSB（ヒノキ） 接着剤：MDI 添加率9%、ストラ ンドの配向：ランダム、ストラ ンドの厚さ：0.2~0.3mm	12	N125	8
NBS	〃（スギ）			
MDF	普通MDF JIS A 5905		N125, CN75	
PB	パーティクルボード JIS A 5908	9		
OSB	構造用パネルJAS 4級	9.5	CN50	9
PW	構造用合板JAS特類2級	9		
FH	fineOSB（ヒノキ） 接着剤：MDI 添加率6%、ストラ ンドの配向：ランダム、ストラ ンドの厚さ：0.2~0.3mm	12	N125	
FS	〃（スギ）			9
FT	〃（テーダマツ）			
U	〃（ユリノキ）			

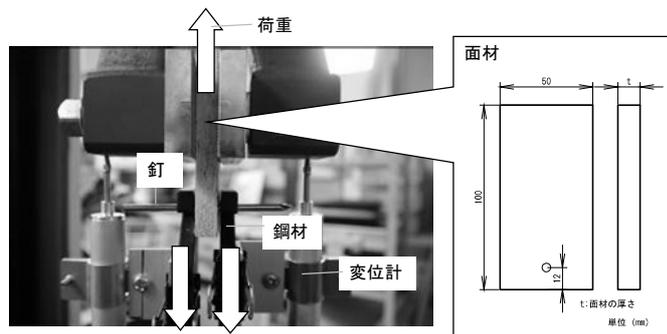


図1 面圧試験のセットアップ

を除することで求めた。また、応力-めり込み曲線に最大応力の 10%と 40%を結んだ直線の勾配を面圧定数 k とし、この直線を釘径の 5%offset した直線と曲線との交点を面圧強度 F_e とした。

3 結果の概要

得られた物性値を表 3 に示す。NBH、FS および U のうち各 1 体ずつは、つかみ具の容量を超えてしまったため、試験を途中で打ち切っている。NBH および NBS は、 F_e が 50N/mm^2 を超えており高い強度が確認された。また、試作したボードは、他の面材と比較して、 F_e のばらつきが大きい傾向にあった。FH および U の F_e は、前回試作したボードに近い値を示したが、FS は MDF や PB、FT は OSB に近い値となった。図 4 に、試験板 ($1\text{m} \times 1\text{m}$) の中心からの距離と F_e および密度の関係を示す。試験板の中心から遠くなるに従って F_e は低下していく傾向にあり、この傾向は FT と FS で顕著に見られた。また、試験板の中心から遠くなるに従って密度も低下していく傾向にあるため。前回の試作 fineOSB と比較して、今回の試作 fineOSB の F_e が小さい値を示したのは、このことによる要因も考えられる。

表 2 得られた物性値

面材	釘 (胴径)	含水率 (%)		密度 ρ (kg/m^3)		面圧定数 k (kN/mm^3)		面圧強度 F_e (N/mm^2)	
		mean	S. D.	mean	S. D.	mean	S. D.	mean	S. D.
NBH				674.2	75.4	123.4	21.0	53.5	12.1
NBS	N125 (4.6mm)	10.2	0.3	683.4	66.8	126.1	23.5	58.0	10.6
		9.0	0.1	791.3	3.3	115.4	16.9	42.6	2.8
MDF	CN75 (3.76mm)	9.0	0.1	791.7	3.1	113.5	6.0	47.9	2.5
PB		10.2	0.1	753.5	5.3	154.2	19.3	47.1	6.2
OSB	CN50 (2.87mm)	10.1	0.3	667.0	62.1	119.6	31.5	38.9	6.9
PW		11.6	0.6	534.7	40.6	128.0	36.7	31.5	5.5
FH		8.6	0.4	665.3	38.0	116.3	12.1	54.5	7.0
FS		9.7	0.5	639.6	65.2	102.4	20.0	48.5	12.0
FT	N125 (4.6mm)	10.3	0.2	622.9	62.4	89.5	28.6	39.8	12.4
U		8.4	0.3	690.9	37.1	111.7	10.6	52.6	8.4

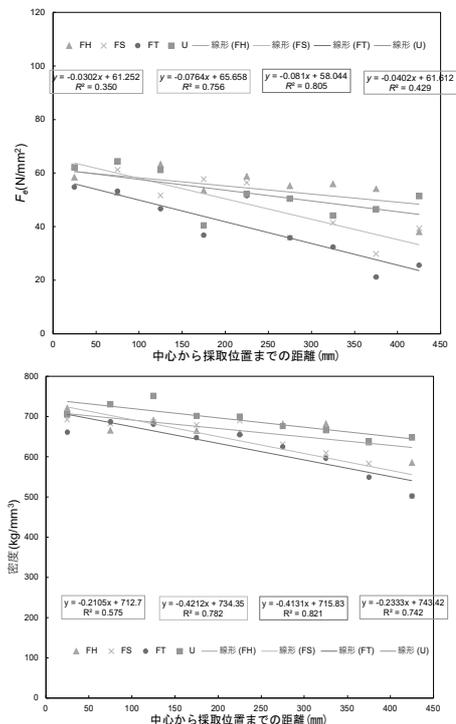


図 4 試験板の中心からの距離と F_e および密度の関係

4 結果の要約

開発する木質ボードと面圧試験を実施した。fineOSB は、 50N/mm^2 を超える高い面圧強度のものが確認された。接着剤の添加量を少なくした fineOSB のうちスギとテーダマツものは他の面材と近い値となった。

[キーワード] 超薄厚エレメント木質ボード、面圧試験、構造利用

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- この物性値を元に、接合部の荷重変形関係を推定し、fineOSB に適した接合具 (釘やねじ) を検討していく。

6 結果の発表、活用等

新たな県産木質材料の開発

参考文献

- 1) 日本建築学会: 木質構造設計規準・同解説, 日本建築学会, 2006

課題名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
非住宅用の製品化等に向けた技術開発

超薄厚エレメント木質ボードおよび他の木質面材の釘頭貫通試験

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘、稲葉大地

協力分担：株式会社ノダ、静岡大学、静岡県立農林環境専門職大学

予算(期間)：受託研究（2021年度）、県単(2021-2023年度)

1 目的

人口減少による住宅着工数の減少や国・県の政策によって、今後は非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が高まることが予想される。中・大規模建築用の構造用木質材料にはCLTや大断面集成材など、高強度の製品が求められるが、県内にはこれらの製品の製造工場はない。このため、高強度で中・大規模建築用の超薄厚エレメント木質ボード(fineOSB)を県内関連企業や大学と協力して開発することとした。本研究では、構造用途への利用に向け最適な接合方法（適した釘や木ねじなど）の検討に必要な物性値を得るため、fineOSBおよび他の木質面材の釘頭貫通試験を実施した。

2 方法

試験体シリーズを表1に示す。試験に使用した面材は、昨年度の報告において接合部一面せん断試験で使用した面材（試作した fineOSB（ヒノキ・スギ、接着剤：MDI 添加率9%）、普通 MDF、構造用パーティクルボード、構造用パネルおよび構造用合板の6種とし、非破壊部を切り出して使用した。図1に釘頭貫通試験のセットアップを示す。試験は強度万能試験機（島津製作所製、AG-B オートグラフ）を用いて、JIS A 5908 に準じて実施したが、試験体の寸法は 50mm×100mm の試験体を使用した。打ち込み深さは、釘頭部の裏面が面材の表面に接するまでとした。釘（CN50 釘、JIS A 5508）が面材の裏面に突き出た部分を掴んで、釘の頭が面材を貫通するように引張荷重を加えた。クロスヘッドスピードは 2mm/min とし、頭部が側材表面までめり込んだ時点で一度除荷し、再加力を行った。除荷時点の荷重を、側材が接合具に及ぼす初期軸力 $R_{head-ini}$ 、最大荷重を側材貫通抵抗 R_{head} とした。

3 結果の概要

荷重変位曲線を図1に、得られた物性値を表4に示す。荷重変位曲線は、除荷地点が原点となるように補正したものである。試作ボードのNBHおよびNBSは、 R_{head} がそれぞれ 3.25kN および 2.72kN で高い値を示した。MDF および PB は $R_{head-ini}$ と R_{head} がほぼ一致しており、打ち込み時と同様にめり込んだ状態で最大荷重を迎えるような傾向で、その他の材は、さらに荷重の増加が見られた。PW は繊維方向とスリット方向が一致しており、割裂破壊が生じてしまったため、孔径 18mm、厚さ 15mm の座金を挟みこんで再度試験を実施した（以下、PW（座金）と称する）。

4 結果の要約

試作の fineOSB は、 R_{head} が 2.5kN を超え、高い値を示した。MDF および PB は打ち込み時と同様にめり込んだ状態で最大荷重を迎えるような傾向だったが、試作の fineOSB はさらに荷重の増加が見られた。

〔キーワード〕 超薄厚エレメント木質ボード、釘頭貫通試験、構造利用

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- この物性値を元に、接合部の荷重変形関係を推定し、fineOSBに適した接合具（釘やねじ）を検討していく。

6 結果の発表、活用等

新たな県産木質材料の開発

表1 試験体シリーズ

面材名	概要・規格	厚さ(mm)	使用した釘	試験体数
NBH	fineOSB (ヒノキ)	12	CN50	8
	接着剤: MDI 添加率9%、ストランドの配向: ランダム、ストランドの厚さ: 0.2~0.3mm			
NBS	〃 (スギ)			
MDF	普通MDF JIS A 5905			
PB	パーティクルボード JIS A 5908	9		
OSB	構造用パネルJAS 4級	9.5		
PW	構造用合板JAS特類2級	9		

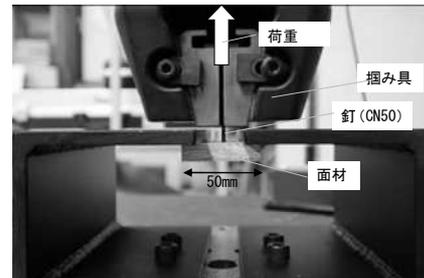


表2 得られた物性値

面材	含水率(%)		密度 ρ (kg/m ³)		$P_{head-init}$ (kN)		P_{head} (kN)	
	mean	S. D.	mean	S. D.	mean	S. D.	mean	S. D.
NBH	9.5	0.3	699.3	67.1	2.19	0.29	3.25	0.38
NBS	10.3	0.2	655.0	56.0	2.05	0.56	2.72	0.45
MDF	8.9	0.1	785.8	3.9	2.04	0.07	2.07	0.05
PB	10.5	0.2	739.4	16.7	1.61	0.13	1.62	0.12
OSB	10.2	0.2	664.8	49.1	1.28	0.43	1.62	0.40
PW	11.8	0.5	501.7	27.3	0.79	0.20	1.14	0.23
PW (座金)	11.9	0.6	510.2	35.2	0.83	0.23	1.34	0.23

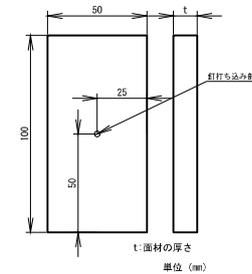


図1 釘頭貫通試験のセットアップ

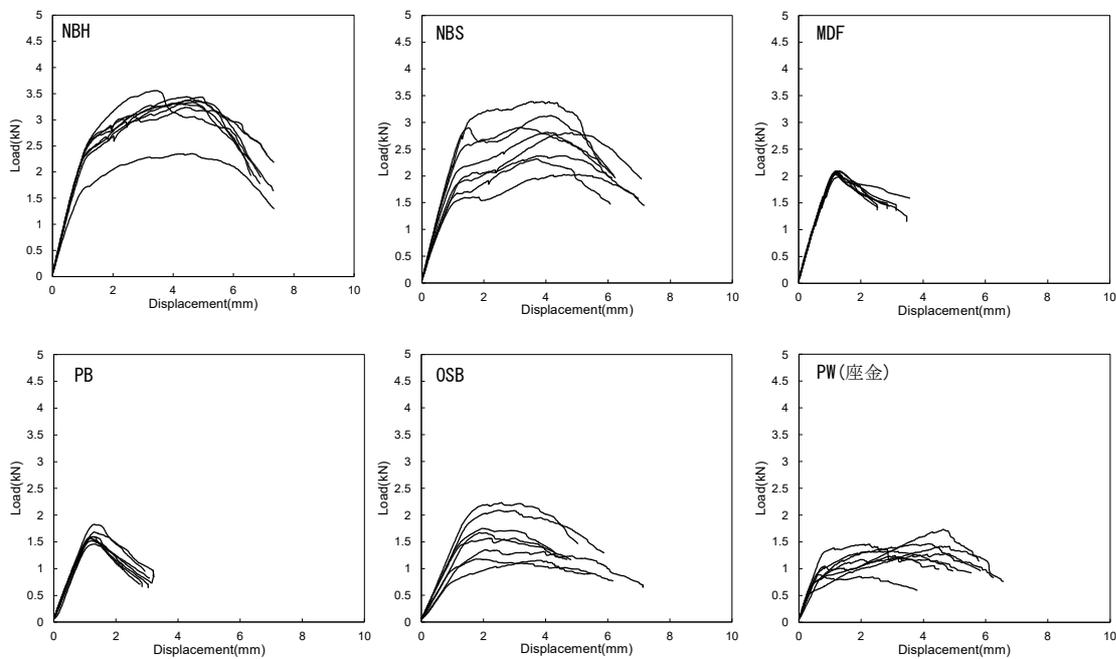


図2 荷重変位曲線

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
非住宅用の製品化等に向けた技術開発

人工乾燥心持ち板材の高温低湿度環境下での割れ発生状況

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：稲葉大地 長瀬亘

協力分担：株式会社キシル

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

1 目的

人口減少による住宅着工数の減少等から、非住宅用の県産材利用が求められており、家具用材の利用も期待される。一部の家具メーカーでは、人工乾燥した心持ち板材は、乾燥過程で割れが発生しやすいことから利用を避ける傾向にあった。しかし、心持ち材であっても乾燥後に割れの少ないものもあり、この利用ができれば家具用材の歩留まり向上が期待できる。心持ちおよび心去りヒノキ・スギ板材について、日常利用で乾燥しやすい環境を再現して、利用することが可能か調査するため、暖房を近づけて使用した場合を想定した高温低湿度下での割れ発生状況や寸法変化を測定し検証することとした。

2 方法

心持ちおよび心去り板材（樹種：ヒノキ、スギ）を、寸法 30mm×100mm×400mm（試験体 A）と 30mm×100mm×100mm（試験体 B）に切り分け、恒温恒湿器（ESPEC 社製、ARM—0680-J）を用いて高温低湿度環境下での割れ発生状況等を調査した。試験体数を表 1 に示す。温恒湿器の温湿度の設定は、温度 20℃湿度 60%で 10 日間養生した後、温度 70℃湿度 20%（平衡含水率を 3%と想定）で 5 日間保持した後、温度 20℃湿度 60%で約 8 日間養生した。試験前の養生後と、試験終了直後に、試験体の長さ 3 か所、幅 3 か所、厚さ 4 か所測定し、試験体 B については、反りの量を支点間距離 100mm に設定した反り測定器具を用いて測定した。また、外観観察を行うために、試験体の各面を、スキャナーを用いて 200dpi の JPEG 形式で保存した。試験前後のスキャンデータを目視で比較し、試験後に割れが確認された場合は、画像処理ソフト ImageJ を使用して割れの長さを計測した。

3 結果の概要

表 2 に試験前後の見かけの密度と含水率を示す。試験前の含水率は 11%前後で、試験後はヒノキおよびスギの試験体 A が 7%程度、試験体 B が 9%程度の含水率となった。心持ちおよび心去りともに試験後に見かけの密度と含水率は減少していた。表 3 に寸法変化率と反りの変化量を示す。心持ちおよび心去りの両者ともに、寸法変化率は 1%以下、反りの量は 1mm に満たなかったため、大きな変化はなかったと考えられる。表 4 に各面の割れの発生量を示す。割れは、髓が表面に近い場合、節内部・節付近の場合、既存の割れが伸展する場合、木口からの割れおよび木口表面に見られる場合に発生した。幅が 1mm に満たない微細なものであり、家具使用においては大きな支障になるようなものではないと考えられる。

表 1 試験体数

樹種	板の種類	試験体A	試験体B
ヒノキ	心持ち	6	6
	心去り	6	6
スギ	心持ち	5	-
	心去り	5	-

表2 試験前後の見かけの密度と含水率

		試験体A				試験体B				
		見かけの密度 (kg/m ³)		含水率 (%)		見かけの密度 (kg/m ³)		含水率 (%)		
		試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後	
ヒノキ	心持ち	平均	515	498	11.7	7.3	510	502	11.8	9.4
		標準偏差	34	32	0.4	0.2	33	31	0.4	0.2
	心去り	平均	514	497	11.9	7.3	497	489	12.0	9.3
		標準偏差	17	17	0.3	0.4	7	6	0.3	0.2
スギ	心持ち	平均	427	415	10.8	7.0	-	-	-	-
		標準偏差	30	30	0.7	0.4	-	-	-	-
	心去り	平均	452	442	10.8	7.3	-	-	-	-
		標準偏差	62	61	0.7	0.5	-	-	-	-

表3 寸法変化率と反りの変化量

		試験体A				試験体B			
		寸法変化率 (%)				変化量 (mm)			
		幅	厚さ	長さ	幅	厚さ	長さ	反り	
ヒノキ	心持ち	平均	0.42	0.32	0.00	0.24	0.42	0.02	0.10
		標準偏差	0.08	0.08	0.00	0.04	0.06	0.03	0.07
	心去り	平均	0.61	0.26	0.00	0.47	0.34	0.01	0.11
		標準偏差	0.19	0.05	0.00	0.15	0.08	0.01	0.03
スギ	心持ち	平均	0.36	0.25	0.00	-	-	-	-
		標準偏差	0.08	0.15	0.00	-	-	-	-
	心去り	平均	0.76	0.19	0.00	-	-	-	-
		標準偏差	0.17	0.11	0.00	-	-	-	-

表4 各面の割れの発生量

		試験体A			試験体B			試験体A			試験体B		
		広い面 (mm)	狭い面 (mm)	木口面 (mm)	広い面 (mm)	狭い面 (mm)	木口面 (mm)	広い面 (mm)	狭い面 (mm)	木口面 (mm)	広い面 (mm)	狭い面 (mm)	木口面 (mm)
ヒノキ (n=6)	心持ち	平均	8.4	2.2	0	0	0	7.1	0	0	-	-	-
		最大	44.5	13.0	0	0	0	35.6	0	0	-	-	-
		最小	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
	標準偏差	17.9	5.3	0	0	0	8.0	15.9	0	0	-	-	-
	発生本数	2	1	0	0	0	2	1	0	0	-	-	-
	心去り	平均	0.9	0	8.1	0	0	5.0	0.6	0	0	-	-
最大		5.7	0	32.1	0	0	16.1	3.1	0	0	-	-	-
最小		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
標準偏差		2.3	0	13.5	0	0	7.8	1.4	0	0	-	-	-
発生本数		1	0	2	0	0	2	1	0	0	-	-	-

4 結果の要約

心持ちおよび心去りヒノキ・スギ板材の高温低湿度下での割れ発生状況や寸法変化を調査した結果、寸法変化量は小さく、割れは微細なもののみ確認された。

[キーワード] ヒノキ、スギ、心持ち板材、割れ、寸法変化

5 今後の問題点と次年度以降の計画

なし

6 結果の発表、活用等

家具メーカーの心持ち板材の利用

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
非住宅用の製品化等に向けた技術開発

静岡県で生育したユリノキの成熟材と未成熟材の境界の推定

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：稲葉大地 長瀬亘

協力分担：森林総合研究所、静岡県立農林環境専門職大学

予算(期間)：国補(交付金プロジェクト)(2019-2021年度)、県単(2021-2023年度)

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎え、今後、主伐の増加が予想される。建築・家具等のニーズの多様化や、輸入広葉樹の供給不安定などを背景に、造林樹種として短伐期で収穫できる国産早生樹種の選定が要望されている。ユリノキは、幹が通直で成長が早く原産地の北米では材質や加工性が良好であることから主要な広葉樹用材として家具用途などにも利用されている。静岡県では、県立森林公園に見本林として植栽され、生長経緯が調査されてきたが、その材質に関する調査は少ない。本研究では、同地に植栽されたユリノキの成熟材と未成熟材の物理的な特性を把握するため、髄からの年輪数と動的ヤング係数の関係について、数式を用いて近似することにより、両者の変動傾向や成熟材と未成熟材との境界の推定を試みた。

2 方法

1962年に静岡県浜松市浜北区の県立森林公園内に集団植栽されたユリノキ見本林から3本伐採し、玉切りした後、7番玉までを板材に製材し人工乾燥を行い、材質の調査を実施した。断面寸法を厚さ35mm、幅120mmとした。人工乾燥は、箱形減圧乾燥装置を用いて、90℃での蒸煮6時間の後、減圧乾燥(90℃、400hPa)84時間のスケジュールで実施した。成熟材と未成熟材との境界の推定には、無欠点小試験体による詳細な検証が必要であるが、本研究では板材試片によるため、式(1)及び式(2)による2直線で簡易的に近似して、おおまかな変動傾向の推定を試みた。

$$E_{cal}(x) = K_1 x + E_0 \quad x \leq N \quad \dots (1)$$

$$E_{cal}(x) = K_2(N-x) + K_1 N + E_0 \quad x > N \quad \dots (2)$$

式中の E_{cal} はパラメータを用いた動的ヤング係数の計算値、 x はその材の髄からの年輪数を示す。各パラメータは、 E_0 は髄からの年輪数0の場合の動的ヤング係数、 K_1 及び K_2 が変化区間と安定区間の傾きで、1年輪当たりの動的ヤング係数の変化量を示す。 N は変化区間と安定区間の境界点を示す。これらの計算値と実測値の残差平方和が最小となるようパラメータ(E_0 、 K_1 、 K_2 、 N)を算出した。なお、ヤング係数の実測値は、4カ月養生した段階で測定した値を使用し、含水率の影響を排除するため、ASTM D 1990-07に基づき、含水率15%となるよう補正した。

3 結果の概要

髄からの年輪数と動的ヤング係数の関係の例を図1に、2直線近似の各パラメータを表1に示す。一年輪当たりの変化量を示す K_1 は0.131~0.246GPaとなり、1番玉が0.246GPaで1番大きな値を示した。成熟材と未成熟材の境を示す N は、6.4~15.6で、番玉数が大きいものの方が低い値を示していた。しかし、表1中の相関係数 R は、5番玉及び6番玉で0.7を下回っていて、その他と比べ低い相関となっており、節の多い試験体が多いこと、番玉数が大きくなるにしたがって採取できる材の数が少なくなっていることから直線近似が難しくなっていることが考えられる。そこで、5~7番玉を除外し、1~4番玉までを、式(1)及び(2)を用いた方法で、未成熟材と成熟材の境を推定できたとみなして評価することとした。その結果、未成熟材が髄からの年輪数0.5~14.0で12.0±0.76GPa(平均±標準偏差)、成熟材が髄からの年輪数14.0~43.5で13.0

±0.56GPa となり、成熟材の方が8%高い傾向を示した。本研究とスギの場合とを比較するため、長尾¹⁾らの推定式を用いて、本研究における丸太の寸法と木取りを同様とした場合の、スギ板材の未成熟材と成熟材のヤング係数を推定した。丸太のヤング係数は、池田ら²⁾の報告の天竜地域におけるスギ丸太の平均値(=9.0GPa)を用いた。この結果、未成熟材が平均で7.5GPa、成熟材が9.3GPaで成熟材の方が24%高い結果となった。このことから、本研究におけるユリノキ材の未成熟材と成熟材との動的ヤング係数の差は、スギと比べて小さいと考えられる。

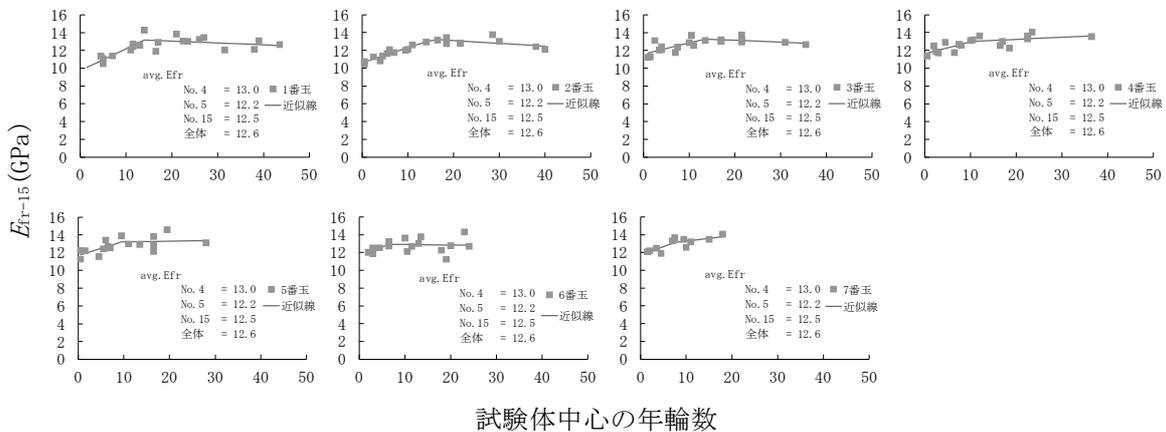


図1 髄からの年輪数と E_{fr-15} の関係(一例)

表1 2直線近似のパラメータ

番玉数	E_0 (GPa)	K_2 (GPa)	K_2 (GPa)	N	R	$K_1 N$ (GPa)	$K_1 N + E_0$ (GPa)
1	9.73	0.246	-0.021	14.0	0.814	3.45	13.18
2	10.60	0.168	-0.031	15.6	0.933	2.63	13.24
3	11.58	0.127	-0.022	13.4	0.758	1.70	13.28
4	11.63	0.131	0.024	10.5	0.774	1.38	13.01
5	11.66	0.164	0.007	9.5	0.671	1.56	13.22
6	11.60	0.205	-0.006	6.4	0.387	1.32	12.92
7	11.68	0.194	0.062	7.5	0.846	1.45	13.13
平均	11.55	0.121	-0.015	13.7			

4 結果の要約

ユリノキ板材の髄からの年輪数と動的ヤング係数の関係について、成熟材と未成熟材との境界の推定を試みた。その結果、1~4番玉までは、おおむね未成熟材と成熟材の境を推定することができ、動的ヤング係数は、成熟材と未成熟材との差が1.0GPa程度と小さい傾向にあった。

[キーワード] ユリノキ、早生樹、動的ヤング係数、成熟材、未成熟材

5 今後の問題点と次年度以降の計画

ユリノキの板材を加工し、小試験体の曲げ試験等を行う。

6 結果の発表、活用等

2021年度日本木材学会中部支部大会(2021)で発表した。

7 参考文献

- 1) 長尾ら(2021): 丸太段階における製材のヤング係数推定技術の開発 木材工業 Vol176、No.11、434-439
- 2) 池田ら(2012): 静岡県産スギ・ヒノキ中・大径原木より採材した平角製材梁の曲げ性能、静岡県農林技術研究所研究報告、Vol.5、45-52

単年度試験研究成績（2023年3月作成）

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
効率的な JAS 製品の製造方法の解明および新製品の開発
森林公園に植栽されたテーダマツの集成材 JAS の目視等級区分による評価
担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科
担当者名：稲葉大地 長瀬亘
協力分担：静岡県立農林環境専門職大学
予算(期間)：国補（交付金プロジェクト）（2019-2021年度）、県単（2021-2023年度）

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎え、今後、主伐の増加が予想されるが、主伐の急激な増加は、森林の公益的機能の低下を招く。一方、都市の木造建築ニーズに応える内装材等の大半が輸入材であるが、合法木材の利用推進等から供給不安定や価格高騰が生じている。このため、国では短伐期収入が得られる点から早生樹の研究が進められている。静岡県でも生育環境や建築・家具等の需要に則した早生樹種の選定に向けた対応が要望されている。一方、ある樹種を工業的に利用する際には、材質・物理特性、加工特性等の評価が必要であるが、国産早生樹はその材質等に関するデータが少ない。本研究では、静岡県に生育しているテーダマツ板材の材質の特性および板材の品質を明らかにするため、その材質・物理特性と構造用集成材 JAS の基準によるラミナの品質基準による目視等級区分の調査を行った。

2 方法

1959年に、静岡県浜松市浜北区の県立森林公園内に植栽されたテーダマツの樹高と応力波伝播速度が周辺木の平均値に近い立木2本を選び供試した。それら供試木を伐採、玉切り、それら丸太（末口径：21.2～28.6cm、長さ4000mm）から心持ち平角（幅130mm）を採取後、その外側から採取した板材（寸法：35×105×2750mm）7体と、購入した静岡県産丸太（末口径：31.5～41.2cm、長さ4000mm）16本から平角（130mm）を採取後、その外側から採取した板材（同寸法）125体を試験体とした。寸法、重量、縦振動法による動的ヤング係数、静的ヤング係数、集成材 JAS ラミナの測定項目（平均年輪幅、集中節径、林縁部の節径、繊維走向傾斜）の計測を行った。静的ヤング係数は、小荷重荷法を用いて、スパン長2.4m、重りはスパンの中央に1点、2、4、6、8kgを置いて、ダイヤルゲージでたわみ量を測定し、算出した。集成材の JAS に基づき、集中節径比、幅面の林縁部の節径比、繊維走向の傾斜比について、ラミナの品質基準による目視等級区分を行い、各項目で最も低い等級を板材の等級とした。同様に、静的ヤング係数から等級区分機による区分ラミナの強度性能の基準に基づき、機械区分による等級の区分を行った。

3 結果の概要

テーダマツ板材の平均年輪幅、見かけの密度およびヤング係数を表1に示す。森林公園から採取した板材の平均年輪幅は0.2mm、密度は590.2kg/m³、静的ヤング係数は14.5GPaであり、購入材の平均年輪幅は0.5mm、密度は499.9kg/m³、静的ヤング係数は9.3GPaであった。本研究の板材は丸太の中心から外側の材であったため、中心に近い未成熟材の部位はヤング係数が低くなる可能性が考えられる。目視等級区分の結果を表2に示す。今回調査したテーダマツ板材は、繊維走向傾斜の計測では1等の割合が高く等級外はなかったが、目視等級区分では節の影響により、等級外が1割以上あった。機械区分による等級の結果を図1に示す。森林公園の板材はL100以上であった。一方、購入材はL40からL130まで分布していた。

表1 テーダマツ板材の平均年輪幅、見かけの密度及びヤング係数

	平均年輪幅(mm)	見かけの密度(kg/m ³)	動的ヤング係数(GPa)	静的ヤング係数(GPa)
森林公園 (n=7)	平均値 0.2 最大値 0.3 最小値 0.2 標準偏差 0.0	590.2 613.3 538.9 27.4	15.7 17.2 11.5 2.1	14.5 16.1 11.4 1.6
購入材 (n=125)	平均値 0.5 最大値 1.0 最小値 0.2 標準偏差 0.2	499.9 584.7 440.1 29.6	10.1 16.9 5.9 1.8	9.3 13.5 4.9 1.8

表2 テーダマツ板材の目視等級区分

	1等	2等	3等	4等	等級外
森林公園 (n=7)	71.4%	0.0%	28.6%	0.0%	0.0%
購入材 (n=125)	43.2%	12.0%	10.4%	19.2%	15.2%

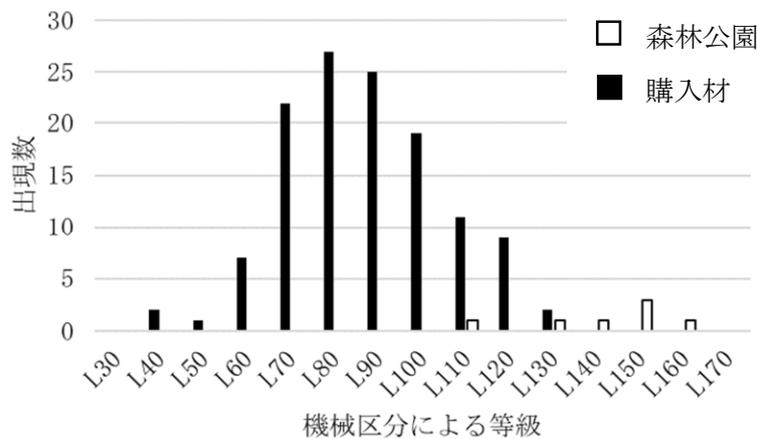


図1 テーダマツ板材の機械区分による等級

4 結果の要約

テーダマツ板材の材質調査と集成材のJASに基づいたラミナの目視等級区分を行った結果、購入材は等級外が1割以上あった。機械等級区分を行った結果、森林公園の板材はL100以上であった。購入材はL40からL130まで分布していた。

[キーワード] 早生樹、材質、テーダマツ、目視等級区分

5 今後の問題点と次年度以降の計画

未成熟材と成熟材のヤング係数の推移を調査する。

国産早生樹候補のスラッシュマツで同様の試験を行い、結果を比較する。

6 結果の発表、活用等

テーダマツ板材の集成材や合板への活用

課 題 名：県内木材資源を活用した非住宅用 JAS 製品等の加工利用技術の開発
 効率的な JAS 製品の製造方法の解明および新製品の開発

しずおか優良木材認定工場検査における GM-10 の実証試験

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：稲葉大地 長瀬亘

協力分担：マイクロメジャー株式会社

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

1 目的

人口減少による住宅着工数の減少や国・県の政策によって非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が、高まっていくことが想定される。非住宅用の主要構造部の木材は日本農林規格製品(JAS製品)であることが必須条件である。しずおか優良木材は、JAS 相当の品質基準が設けられており、製品の製造にあたって、しずおか優良木材の各認定工場が品質管理を行っている。構造用製材では、スギで E70 相当以上、ヒノキで E90 相当以上の強度基準が設けられている。ヤング係数測定用の検査機器として WOODY（静岡製機株式会社製）が認定されているが、製造が中止となったため、後継機が求められている。マイクロメジャー株式会社が開発したスマートフォン型木材強度区分器（GM-10）は、加速度センサーにより測定した縦振動の固有振動数から動的ヤング係数を算出することができる。本研究では、GM-10 が WOODY の後継機として認定工場で検査用に使用可能か試験検討を行った。

2 方法

しずおか優良木材認定工場 11 社（うち 1 社は木材を提供）において、平角スギ 84 本、正角スギ 96 本、正角ヒノキ 222 本を調査対象とし（表 1）、重量、寸法、縦振動の固有振動数を測定した。固有振動数は、GM-10（マイクロメジャー株式会社製、分解能 2.0Hz）と、FFT アナライザ（CF-1200、小野測器、分解能 2.5Hz）を用いて測定した。縦振動法により算出した動的ヤング係数をしずおか優良木材の密度設定（スギ 0.4、ヒノキ 0.45）で計算した値と比較した。

3 結果の概要

FFT アナライザの計測値で計算した動的ヤング係数と GM-10 を使って求めた動的ヤング係数は、ほぼ一致していた（図 1、二乗平方根誤差 RMSE：0.035GPa、1.09Hz）。しずおか優良木材の密度設定で計算した GM-10 の動的ヤング係数と、実測の密度と FFT アナライザの計測値で計算した動的ヤング係数を比較した結果を図 2 に示す。スギ、ヒノキともに動的ヤング係数の 95% 予測区間が安全側（実際の動的ヤング係数より低い値）に収まっていた。このことからしずおか優良木材の検査機器として有用である可能性が示された。

表 1 調査対象の樹種、寸法及び平均含水率

年度	材種	樹種	寸法	長さ(mm)	本数	平均含水率(%)
2021	正角	ヒノキ	90×90	4080	32	15.3
	正角	スギ	105×105	4050	32	12.0
	平角	スギ	180×105	4050	84	20.1
2022	正角	ヒノキ	105×105	3000	32	13.4
	正角	ヒノキ	105×105	3040	30	16.6
	正角	ヒノキ	105×105	3050	32	13.4
	正角	ヒノキ	105×105	4130	32	15.7
	正角	ヒノキ	120×120	3030	32	14.6
	正角	ヒノキ	120×120	4000	32	12.4
	正角	スギ	105×105	3010	32	10.5
	正角	スギ	105×105	3050	32	12.9

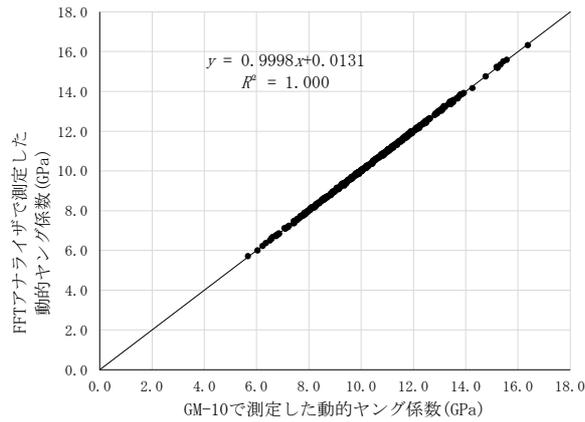


図1 GM-10とFFTアナライザの動的ヤング係数の比較

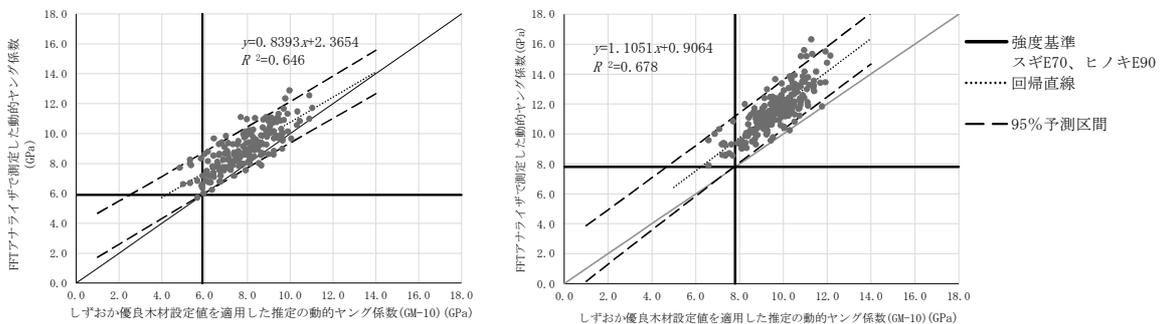


図2 しずおか優良木材の密度設定推定した動的ヤング係数とFFTアナライザで測定した値から計算した動的ヤング係数の関係（左図：スギ、右図：ヒノキ）

1) 図中の太線はしずおか優良木材の強度基準を示す。

4 結果の要約

GM-10 と FFT アナライザで計測し、算出した動的ヤング係数の値はほぼ一致していた。

しずおか優良木材の密度設定での計測結果は真の動的ヤング係数（FFT アナライザで測定）よりも強度の基準値では安全側にあった。

〔キーワード〕 しずおか優良木材、動的ヤング係数

5 今後の問題点と次年度以降の計画

GM-10 では、棧積み、椋積み状態の固有振動数が高くなる傾向にあるため、拘束状態の影響を受けにくいとされる高次固有振動数を計測できるよう改良をする必要がある。

6 結果の発表、活用等

令和4年度第2回しずおか優良木材全員協議会の認定工場研修会で発表した。

課 題 名：スマートフォン型測定器による簡易的な丸太のヤング係数および
製材の含水率変動測定方法の開発

積んだ状態の丸太の固有振動数測定方法の確立

極積状態における丸太の高次固有振動数と無拘束状態での固有振動数の関係

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘、稲葉大地

協力分担：マイクロメジャー株式会社

予算(期間)：新成長戦略研究 チャレンジ研究(2022年度)

1 目的

製材に大量に同一規格の強度が求められる場合は、検査時にヤング係数を測定するだけでは、強度に満たないものが大量に発生してしまい、歩留まりが大幅に低下してしまう。この問題は、丸太段階でヤング係数を測定し、事前に大まかな仕分けを行うことがかなり有効である。携帯型のヤング係数測定器であれば、持ち運びが容易なため、集積場所が動く丸太土場での測定にも適しており導入しやすい。しかし、携帯型であっても丸太のヤング係数を正確に測定するには、クレーンなどの大型の機械で、1本1本つり上げて測定するなど、非常に労力がかかる作業が必要となってしまうため、製材業者などは測定作業自体を敬遠してしまう場合がある。そこで本研究では、丸太の極積み状態で、スマートフォン型ヤング係数測定器を用いて高次の固有振動数の測定により強度区分する方法を検討した。

2 方法

スギ丸太（末口径：11.8～41.7cm、長さ：3m）60本を、図1に示すとおり、ホイストクレーンで吊り下げた状態（無拘束状態）でFFTアナライザ（CF 1200、(株)小野測器製）を用いて固有振動数、見かけの密度および長さを測定し、動的ヤング係数を計算した。その後、図2に示すとおり丸太を極積みし、スマートフォン型ヤング係数測定器（マイクロメジャー(株)製、以下GM-10と称する）のFFT解析機能を使って、丸太の木口に加速度センサーを取り付け、ハンマーで打撃したときのパワースペクトルのデータを入手し、1～4次の固有振動数の値を得た。加速度センサーを取り付けた位置とハンマーで打撃した位置が同じ場合と、異なる場合の2通りで測定した。

3 結果の概要

GM-10で測定した極積み時の各次固有振動数/次数とFFTアナライザで測定した無拘束状態の1次固有振動数との関係を図3に示す。図3は、ハンマーの打撃位置の違いによって異なる傾向は見られなかったため、加速度センサーを取り付けた位置とハンマーで打撃した位置が同じ場合のみのデータを示している。極積み状態の1次固有振動数は、ばらつきがみられる傾向にあった。2次および3次は決定係数 R^2 が0.956および0.959と高く、極積みによる影響が小さい傾向にあった。4次の場合は、周波数のピークが確認できないものがいくつかあり、多少ばらつきがみられる傾向にあった。また、2次の場合は、無拘束状態の値よりGM-10での測定値の方が若干高い傾向にあるため、安全側を考えると3次の固有振動数を採用するのが妥当ではないかと考えられる。なお、無拘束状態におけるGM-10とFFTアナライザで測定した一次固有振動数は、ほぼ一致していた。

極積み状態での1次固有振動数および3次固有振動数を用いて、密度を 700kg/m^3 、長さを 3.09m と仮定し丸太の動的ヤング係数を推定した。この結果と、無拘束状態で測定した丸太の動的ヤング係数との関係を図4に示す。決定係数 R^2 は3次の方が高く、また実際の動的ヤング係数よりも高く推定してしまっているものが少ない傾向にあった。



図1 無拘束状態での測定状況



図2 桎積み状態での測定状況

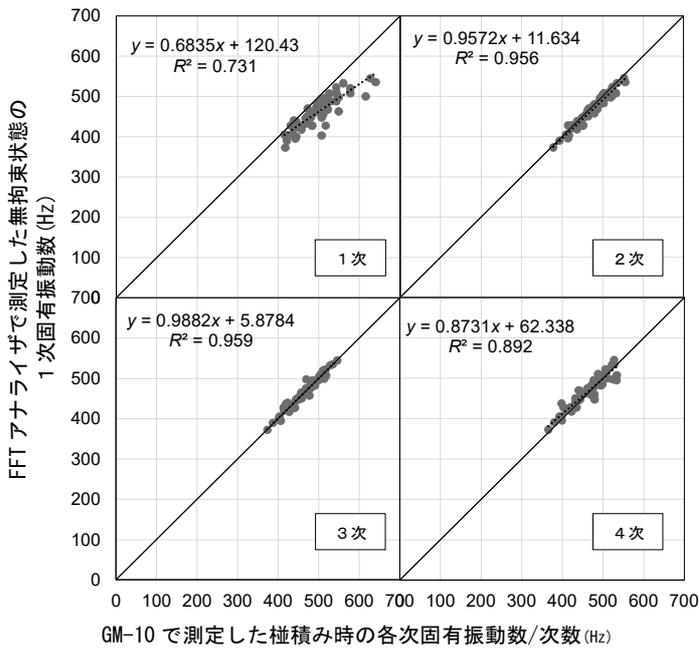


図3 GM-10で測定した桎積み時の各次固有振動数/次数とFFTアナライザで測定した無拘束状態の1次固有振動数との関係

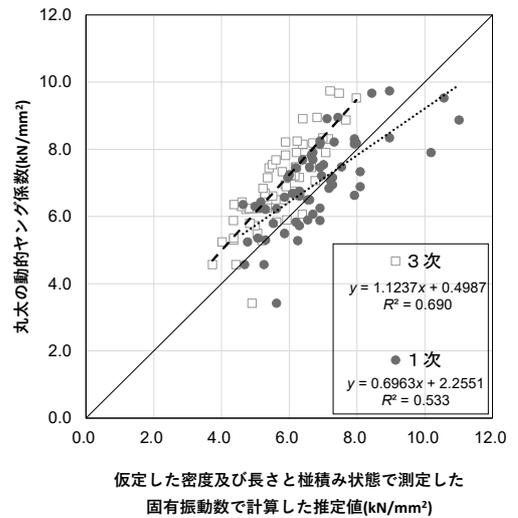


図4 密度および長さを仮定した桎積み状態での推定値と丸太の動的ヤング係数との関係

(推定は、密度: 700kg/m³、長さ: 3.09mと仮定)

4 結果の要約

GM-10を用いた丸太の桎積み状態における固有振動数の測定には、3次固有振動数が妥当であることが明らかになった。また、3次固有振動数を測定することによって、桎積み状態での動的ヤング係数の推定精度は向上した。

[キーワード] 丸太、動的ヤング係数、高次固有振動数

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ 製材の桎積み状態での固有振動数の検討を行う。
- ・ 固有振動数を用いた、生材条件での密度推定が可能か検討する。

6 結果の発表、活用等

メーカーによる機能を追加したスマートフォン型ヤング係数測定器の販売。

課 題 名：カーボンニュートラルの実現に向けた新たな森林経営モデルの開発 ～早生樹による
荒廃農地の活用～

利用目的に応じた早生樹の選定と育林技術の開発

荒廃農地等の状況に応じた早生樹の選定

樹種選定

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：山田晋也、福田拓実

協力分担：（株）ノダ、中日本合板工業組合、天竜森林管理署、日本製紙（株）、フォレスト
エナジー（株）、（株）八ヶ代造園

予算(期間)：新成長戦略研究（2022-2024年度）

1 目的

合板製造の原材料は、輸入材から国産材のカラマツ、スギ、ヒノキなどにシフトしてきており、合板業界では更なる国産材の活用を要望している。全国ではスギ・ヒノキの特定苗木と共に成長が優れる早生樹の普及が始まりつつあることから、本県産の早生樹等を用いて、合板製品等に適する丸太を供給することで、優位性を獲得する必要がある。

そこで、本研究では、過去に植栽された早生樹等を調査し、合板・バイオマス燃料に適する樹種の選定を行う。

2 方法

- (1) 調査場所 静岡県立森林公園、森林・林業研究センター
- (2) 調査内容 早生樹等に該当する樹種について現地調査を行い、残存数、通直性等を確認した他、過去の研究結果から合板・バイオマス燃料に適する樹種を選定した。
- (3) 供試樹種 表1のとおり

3 結果の概要

- (1) 試験台帳から確認した静岡県立森林公園内の早生樹等は22樹種であった。静岡県立森林公園にはなく森林・林業センターにある早生樹等は6樹種（ベニヒ、ブラジルマツ、ユーカリ、カザンマツ、イタリアポプラ、アメリカヤマナラシ）であった。現地調査の結果、28樹種の内、生き残っている樹種は21樹種であった。また、通直性に優れ、合板用材として活用ができると考えられた樹種は5樹種（テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザン、ユリノキ、センペルセコイヤ）であった。
- (2) 成長が早く、苗木の育成がスギ・ヒノキと比べて容易で、収穫後の萌芽更新が可能な、バイオマス燃料に適すると考えられた樹種は、ユーカリ、イタリアポプラ、アメリカヤマナラシであった。その他、北海道などでバイオマス燃料用の樹種として先行研究がされているヤナギは萌芽更新が可能で、イタリアポプラ、アメリカヤマナラシ同様に挿木が容易である。本県の天竜川河川敷にもヤナギが多く確認できることから比較対照としてヤナギも加え、バイオマス燃料用として4樹種（イタリアポプラ、アメリカヤマナラシ、ユーカリ、ヤナギ）を選定した。

表1 森林公園内に設定した早生樹等の試験林一覧

試験地 番号	林小班	林地名	樹種	林令	面積 (ha)
4	6-に	せき悪林改良試験林	テーダマツ・デクレンスアカシヤ	61	0.25
5	8-ろ	フサアカシヤ試験林	フサアカシヤ	60	0.40
6	8-ろ	タンニンアカシヤ造林試験林	モリシマアカシヤ・フサアカシヤ・ヤマハンノキ・コバハンノキ外	62	1.00
10	10-い	見本林	センペルセコイヤ・メタセコイヤ	64	0.02
11	11-い	見本林	コウヨウザン	64	0.81
13	11-い	外国産マツ類試験林	テーダマツ・スラッシュマツ・リキダマツ外	62	0.45
14	11-い・11-ろ	産地別テーダマツ試験林	テーダマツ外	64	1.54
15	11-ろ	見本林	ローソンヒノキ・モントレーサイプレス・ナンキンハゼ	57	0.13
18	11-ろ	見本林	ユリノキ	61	0.13
19	11-ろ	外国産マツ類試験林	スラッシュマツ外12	64	0.41
20	11-ろ	外国産マツ類試験林	テーダマツ	70	0.15
22	11-ろ	外国産マツ類試験林	ルディスマツ外	54	0.04
23	11-ろ	見本林	テーダマツ	63	0.15
27	11-ろ	テーダマツ試験林	掛川産テーダマツ他	63	0.41
33	12-い	外国産マツ類試験林	オレゴンマツ外	59	0.10
35	12-い	見本林	ストローブマツ	62	0.15
37	12-い	見本林	エゾマツ	64	0.11
38	12-い	見本林	トドマツ	64	0.09
45	12-い	見本林	ドイツトウヒ・オウシュウアカマツ	58	0.14
46	12-い	見本林	ドイツトウヒ	58	0.04
49	12-い	見本林	メキシコイトスギ	56	0.16
55	12-ろ	見本林	スラッシュマツ外	64	0.07
56	12-ろ	見本林	モミジバフウ	61	0.06
59	12-へ	見本林	ラクウショウ	62	0.08
65	13-い	フサアカシヤ密度試験林	フサアカシヤ	60	0.60
70	13-ろ	外国産マツ類見本林	テーダマツ外	59	0.16
73	13-リ	見本林	ストローブマツ	60	0.25
74	13-ぬ	見本林	モリシマアカシヤ	65	0.10
75	13-ぬ	見本林	テーダマツ	65	0.17
77	13-ぬ	産地別スラッシュマツ試験林	スラッシュマツ	61	1.00
78	13-ぬ	テーダマツ密度試験林	テーダマツ	60	0.60
79	12-い	見本林	センペルセコイヤ	47	0.04
80	12-い	見本林	ニタカアカマツ	52	0.02

※林齢は現存していた場合の数字

合計 9.83

表2 静岡県立森林公園に植栽した早生樹等

樹種	生残	生残数	選定	樹種	生残	生残数	選定
テーダマツ	○	◎	◆	センペルセコイヤ	○	△	◆
スラッシュマツ	○	◎	◆	メタセコイヤ	○	△	
ストローブマツ	○	△		モントレーサイプレス	○	△	
リキダマツ	○	△		メキシコイトスギ	○	△	
ルディスマツ		×		ラクウショウ	○	△	
オレゴンマツ		×		ローソンヒノキ	○	△	
ニタカアカマツ		×		モリシマアカシヤ	○	△	
オウシュウアカマツ		×		フサアカシヤ		-	
コウヨウザン	○	◎	◆	モミジバフウ	○	△	
ユリノキ	○	◎	◆	デクレンスアカシヤ		-	
ドイツトウヒ		×		ナンキンハゼ	○	△	

※○：生残 ×：消滅 -：不明 ◎：数十本以上 △：数本 ◆：合板用材 □：バイオマス燃料用材

表3 森林・林業研究センターに植栽した早生樹等

樹種	生残	生残数	選定
ベニヒ	○	△	
ブラジルマツ	○	△	
ユーカリ	○	△	□
カザンマツ	○	△	
アメリカヤマナラシ	○	△	□
イタリアポプラ	○	△	□
ヤナギ ※1	○	△	□

※○：生残 △：数本 ◆：合板用材 □：バイオマス燃料用材

※1 ヤナギは天竜川河川敷に成育している

4 結果の要約

合板用材として、テーダマツ、スラッシュマツ、ユリノキ、コウヨウザン、センペルセコイヤを選定した。バイオマス燃料用材として、イタリアポプラ、アメリカヤマナラシ、ユーカリ、ヤナギを選定した。

〔キーワード〕 早生樹、テーダマツ、スラッシュマツ、ユーカリ、イタリアポプラ

5 今後の問題点と次年度以降の計画

選定した樹種を用いた合板、バイオマス燃料を試作し、合板会社、バイオマス発電業者と共同で評価を行う

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

- (1) 令和3年度、令和4年度関東森林管理局森林・林業技術交流会で一部発表した。
- (2) 第12回関東森林学会で一部発表した。

課 題 名：カーボンニュートラルの実現に向けた新たな森林経営モデルの開発 ～早生樹による
荒廃農地の活用～

利用目的に応じた早生樹の選定と育林技術の開発

建築資材・バイオマス燃料等に適した育林技術

合板試作・評価

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：山田晋也、福田拓実

協力分担：（株）ノダ、中日本合板工業組合、天竜森林管理署

予算(期間)：新成長戦略研究（2022-2024年度）

1 目的

合板製造の原材料は、輸入材から国産材のカラマツ、スギ、ヒノキなどにシフトしてきており、合板業界では更なる国産材の活用を要望している。全国ではスギ・ヒノキの特定苗木と共に成長が優れる早生樹の普及が始まりつつあることから、本県産の早生樹等を用いて、合板製品等に適する丸太を供給することで、優位性を獲得する必要がある。

そこで、本研究では、過去に植栽された早生樹を使って合板を試作し評価を行う。

2 方法

(1) 試験場所 (株)ノダ富士川工場、林ベニヤ産業(株)七尾工場

(2) 供試樹種 テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザン、センペルセコイア、ヒノキ

(3) 試験設計

テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザン、ヒノキの原木丸太は(株)ノダ富士川工場（静岡県富士市）へ搬送し、市場に流通している2級ヒノキ構造用合板と同条件で合板を作製した。作製した合板は、12 mm×910 mm×1820 mmの5枚積層で単板構成は1.85 mm、3.55 mm、1.85 mm、3.55 mm、1.85 mmとした。添芯板は同樹種とスギ（静岡県内同一産地）とした。丸太は蒸煮後にロータリーレースで剥芯が直径50 mmになるまで単板を作製し、接着剤はアルカリフェノール（株式会社J-ケミカル）を使用し塗付量390 g/m²（両面）、熱圧温度130℃、熱圧圧力0.8 MPa、熱圧時間300秒とした。センペルセコイアの原木丸太は林ベニヤ産業株式会社七尾工場（石川県七尾市）へ搬送し、市場に流通している2級カラマツ構造用合板と同条件で合板を作製した。作製した合板は、12 mm×910 mm×1820 mmの5枚積層で、単板構成は1.8 mm、3.5 mm、1.8 mm、3.5 mm、1.8 mmとした。添芯板は同樹種とスギ（北陸同一産地）とした。丸太は蒸煮後にロータリーレースで剥芯が直径40 mmになるまで単板を作製し、接着剤はアルカリフェノール（アイカ工業株式会社）を使用し、塗付量400 g/m²（両面）、熱圧温度130℃、熱圧圧力0.8 MPa、熱圧時間320秒とした。作成した各合板は、JAS規格試験の曲げ試験（n=5）スパン長1500 mm、総荷重10 kg、測定時の合板の含水率は8～10%を実施し、曲げヤング係数を測定した。

3 結果の概要

テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザン、センペルセコイア、ヒノキを用いて12 mm構造用合板を作成し（図1）、曲げヤング係数を測定したところ、全ての樹種で平均値はJAS基準値を満たしていたが、最小値はセンペルセコイアは5枚中1枚が基準値以下であった（表1）。センペルセコイアの単板は、脆く割れやすくコシが無いことから、テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザンと比べて合板には不向きであることが考えられた。

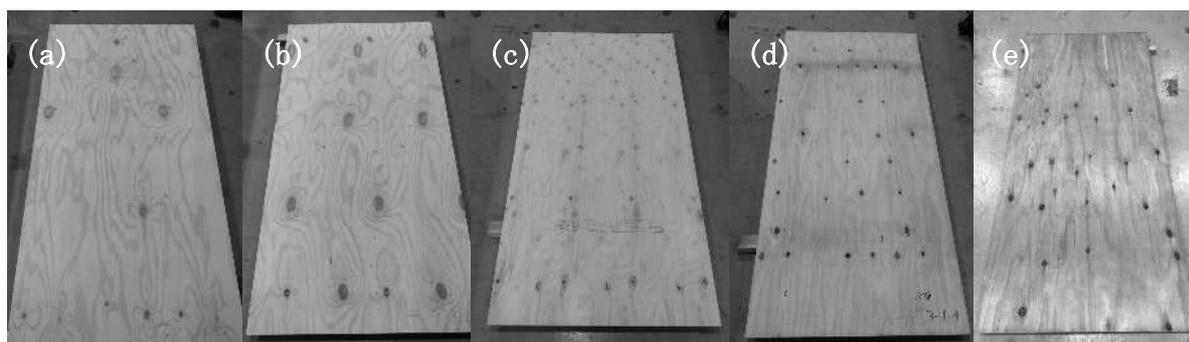


図1 試作した各早生樹の合板

(a)スラッシュマツ (b) テーダマツ (c) ヒノキ (d)コウヨウザン (e)センペルセコイア

表1 試作した各早生樹の曲げヤング係数

樹種	n	曲げヤング係数(GPa)		
		平均	最大	最小
スラッシュマツ・スギ複合	5	7.8	9.0	6.4
テーダマツ・スギ複合	5	5.9	6.7	5.3
コウヨウザン・スギ複合	5	6.8	7.4	6.3
センペルセコイア・スギ複合	5	4.5	5.0	3.4
スラッシュマツ	5	8.2	9.2	6.5
テーダマツ	5	7.3	8.1	6.3
コウヨウザン	5	6.6	7.2	6.0
ヒノキ・スギ複合	5	6.6	7.6	5.3

※JAS 基準は 4.0GPa 以上

4 結果の要約

テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザンを使った合板の最小曲げヤング係数は、12mm 2 級構造用合板の基準値を満たしていた。しかし、センペルセコイアの合板は基準値を満たすことができなかった。

〔キーワード〕 早生樹、テーダマツ、スラッシュマツ、センペルセコイア、コウヨウザン

5 今後の問題点と次年度以降の計画

ユリノキや同一樹種で産地が異なる材料を使った合板を作成し評価を行う。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

(1) 令和3年度関東森林管理局森林・林業技術交流会で一部発表した。

課 題 名：カーボンニュートラルの実現に向けた新たな森林経営モデルの開発
早生樹の増殖技術の開発

種子・萌芽による天然更新技術の開発

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担 当 者 名：福田拓実、山田晋也

協 力 分 担：天竜森林管理署

予算(期間)：新成長戦略研究（2022-2024年度）

1 目的

2050年までに社会全体の温室効果ガス排出量をゼロにする取組は、経済界に課せられた大きな課題である。さらに、2021年4月の気候変動サミットにおいて、中間目標とする2030年の温室効果ガスの削減量を2013年比46%減とした。この高い目標の達成には、これまで展開してきたスギ・ヒノキの循環型ビジネスモデルに加え、成長が早く二酸化炭素吸収に優れる「早生樹」を活用した取組が必要である。

早生樹の一部の樹種は伐採地で自然に発芽した実生が多く確認されている。これらをうまくコントロールできれば、苗木を植えなくても自然に種子から発芽する天然更新が可能になる。また、予備試験では皆伐地において、同じ樹種でも実生の発芽量にばらつきが生じた。これらを踏まえ、どのような環境下であれば天然更新が可能になるのかを調査した。

2 方法

(1) テーダマツ伐採跡地における実生数調査

ア 試験場所 霧山国有林138林班（浜松市北区、テーダマツ伐採跡地）

※霧山国有林138林班は4.6ha。標高220mの北向き斜面で勾配約4.5度。56年生のテーダマツ人工林で、テーダマツの下に30～40年生の広葉樹（カシ類など）がある複層林、テーダマツ本数は440本/ha(2021年8月時点)。2021年10月に皆伐。林班の外側にも同じ時期に植栽されたテーダマツがあり、試験地までの距離は20m～40m。

イ 試験設計 2m四方のコドラートを表1の4条件に分け、播種ありの試験区は1試験区150粒のテーダマツ種子(霧山国有林138林班で2021年に採種したもの)を5月に散布、5反復。

ウ 調査内容 月1回実生数を調査。

(2) 育苗箱での発芽試験

ア 試験場所 森林・林業研究センター内ガラス室

イ 試験設計 88cm×28cm×3cm(内のり)の育苗箱に1条件あたり50粒のテーダマツ種子(霧山国有林138林班で2021年に採種したもの)を5月に散布し栽培、4反復、条件は表2のとおり。

ウ 調査内容 播種後21日から231日までの発芽数及び生存数を調査。

表1 テーダマツ伐採跡地条件

テーダマツ伐採跡地調査	
① 地掻きあり+播種あり	② 地掻きあり+播種なし
③ 地掻きなし+播種あり	④ 地掻きなし+播種なし

表2 育苗箱試験条件

育苗箱での試験	
① 裸地	② 広葉樹の葉を敷き詰める
③ 寒冷紗で覆う	④ 葉+寒冷紗

3 結果の概要

(1) テーダマツ伐採跡地における実生数調査

ア 実生数は春先から伸び続け、7月をピークに漸減（図1）。

イ 静岡県における天然更新可否の基準を示した「静岡県天然更新完了基準」では、6,000本/ha(2.4本/4m²)の実生があれば天然更新が可能とされている。今回の調査では12月末時点で1試験区あたり平均15本/4m²以上の実生が確認された。

ウ 12月時点で地掻き及び播種と実生数に有意な差は確認できなかった(p>0.05、地掻き無+播種無を基準としたDunnnettの多重比較検定)。

(2) 育苗箱での発芽試験

ア 発芽は播種後2ヶ月でほぼ打ち止めになり、裸地区で最も多かった(図2)。

イ その後の生存率(播種した種子数を100とした時の実生数)は、寒冷紗の無い2試験区ではほぼ横ばい。寒冷紗で覆った2試験区は播種後63日(夏頃)以降発芽した稚苗の大半が枯死し、最終的な生存率は2.75%。

ウ 12月時点での生存率を比較したところ、図3のとおりとなった(異符号間で有意差あり(p<0.05)、Tukeyの多重比較検定)。

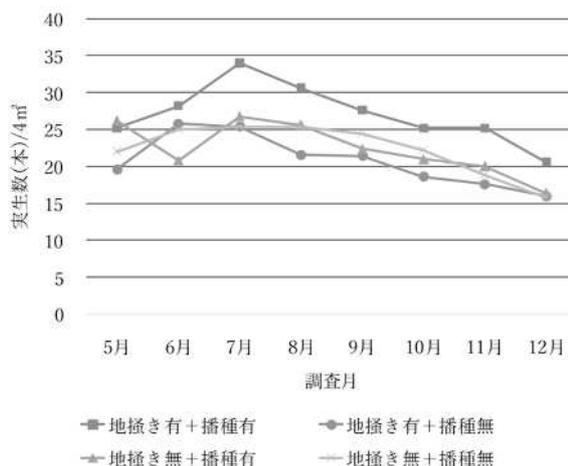


図1 地掻き、播種の有無と実生数

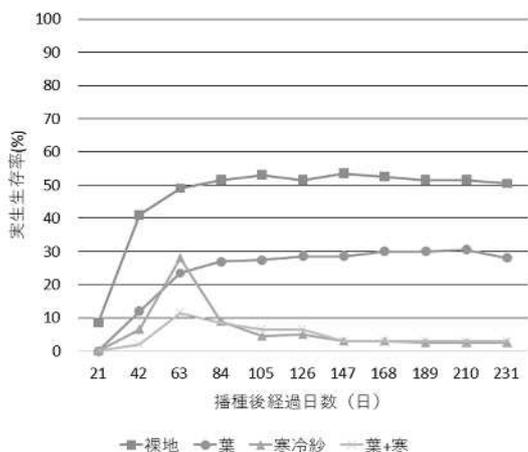


図2 育苗箱試験の生存率の推移

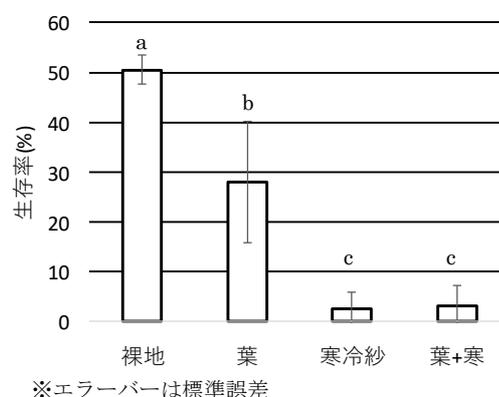


図3 12月時点の育苗箱試験の生存率

4 結果の要約

霧山国有林では、現時点でテーダマツの天然更新の可能性があると示された。

テーダマツの発芽率及びその後の成長には光環境の影響が大きく、天然更新には地表に光が入る場所で成立する可能性があると考えられた。

[キーワード] 天然更新 テーダマツ 発芽条件

5 今後の問題点と次年度以降の計画

林縁からテーダマツ種子がどの程度林床に落ちるのか、林縁から供給された種子がどの程度発芽するのか調査する。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

天竜森林管理署や県苗連等へ情報提供する。

課 題 名：シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究
ナガマドキノコバエの天敵を利用した防除法の解明
ナガマドキノコバエの産卵特性の解明

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：内山義政、中田理恵

協力分担：森林総合研究所、静岡県椎茸産業振興協議会

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ生産現場では、新たな生産技術の普及に伴い、キノコバエ類をはじめとするこれまでに知られていなかった害虫が多く発生するようになっている。さらに、化学農薬がほぼ使用できないことから、現実的な防除法が確立されていないことが多い。そこで本研究では、シイタケ害虫について、生態を解明し、これに基づく薬剤に頼らない防除法の開発を目的とする。

この細目課題では、菌床シイタケの害虫ナガマドキノコバエについて産卵特性を解明し、菌床栽培の管理に不可欠な散水方法を改善することで防除対策が可能であるか検証する。

2 方法

(1) 供試した菌床

森林・林業研究センター構内の菌床栽培施設において、3～4回シイタケ発生を繰り返した古い菌床を供試した。なお、試験開始前に12時間浸水処理を行い、試験中に散水はしていない。

(2) インターバル撮影による成虫飛来数調査

2022年8月30日から9月12日まで、上記の菌床2個をデジタルカメラにより5分間隔で撮影した。撮影された画像を回収後、菌床へ産卵のために飛来したナガマドキノコバエ成虫頭数を目視で計数した。

3 結果の概要

[前年度までの結果] 散水管理（菌床へ毎日1時間散水を行うこと）で、ナガマドキノコバエの産卵を回避できることが明らかになっている。

[本年度の結果]

- (1) ナガマドキノコバエの成虫飛来数を1時間単位で集計した結果、18時頃（日没時刻）から飛来頭数が増加していた。その後、22時台までは20頭／菌床以上が飛来していたが、23時以降は緩やかに減少に転じ、翌朝5時（日の出時刻）には飛来しなくなった（図1）。
- (2) この産卵時間帯に基づいて散水管理を実施することで、より効果的に防除できる可能性がある。

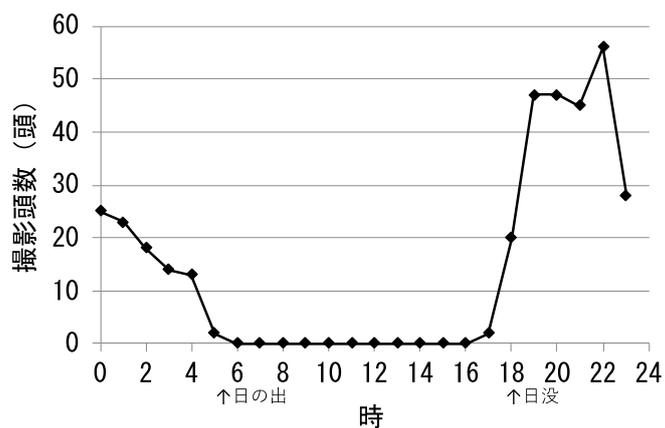


図1 菌床へ飛来したナガマドキノコバエの時間別合計頭数（2022年8月30日～9月12日）
2個の廃菌床へ飛来した頭数を5分間隔にインターバル撮影して計数した。

4 結果の要約

菌床シイタケの害虫ナガマドキノコバエが菌床へ産卵する時間帯を明らかにした。本種は日没時刻から日の出頃まで飛来することから、この産卵特性に基づいて散水を行うことで、より効果的に防除可能となる可能性がある。

[キーワード] ナガマドキノコバエ、産卵時間帯、菌床シイタケ、害虫、散水管理

5 今後の問題点と次年度以降の計画

本成果に基づき、散水管理の時間帯を変えてナガマドキノコバエの防除効果を検証する。

6 結果の発表、活用等

出前講座を通じてシイタケ生産者へ普及する。

課 題 名：シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究
ナガマドキノコバエの天敵を利用した防除法の解明
ナガマドキノコバエの散水管理による防除

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：内山義政、中田理恵

協力分担：森林総合研究所、静岡県椎茸産業振興協議会

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ生産現場では、新たな生産技術の普及に伴い、キノコバエ類をはじめとするこれまでに知られていなかった害虫が多く発生するようになってきている。さらに、化学農薬がほぼ使用できないことから、現実的な防除法が確立されていないことが多い。そこで本研究では、シイタケ害虫について、生態を解明し、これに基づく薬剤に頼らない防除法の開発を目的とする。

この細目課題では、菌床シイタケの害虫ナガマドキノコバエについて産卵特性に基づいて、菌床栽培の管理に不可欠な散水方法を改善することで防除対策が可能であるか検証する。

2 方法

(1) 供試した菌床

森林・林業研究センター構内の菌床栽培施設において、3～4回シイタケ発生を繰り返した古い菌床を供試した。なお、試験開始前に12時間浸水処理を行った。

(2) 散水時間帯によるナガマドキノコバエ寄生数の比較試験

2022年10月4日から同年10月13日まで、自動散水装置を用いて以下の2試験区を設置した。

①19時～20時散水区 菌床20個

②7時～8時散水区 菌床19個

試験終了後、菌床を目視で確認し、ナガマドキノコバエ幼虫の寄生数を計数した。

3 結果の概要

[前年度までの結果] 正午に散水を開始した場合、菌床への1日当たり散水時間を30分と1時間で比較すると、1時間散水の方が有意にナガマドキノコバエの産卵を回避できた。

[本年度の結果]

- (1) ナガマドキノコバエの幼虫寄生数を比較したところ、両者に明瞭な差はみられなかったものの、7～8時（日の出時刻）に散水した方が寄生されにくい可能性があった（図1）。
- (2) 産卵時間帯の調査結果から、産卵する成虫が多く飛来する19時～20時散水区がより防除効果が高くなると予想したが、その予想に反する結果となった。散水管理が、産卵阻害だけではなく、産卵後の死亡率等にも何らかの影響を及ぼしている可能性が推察された。

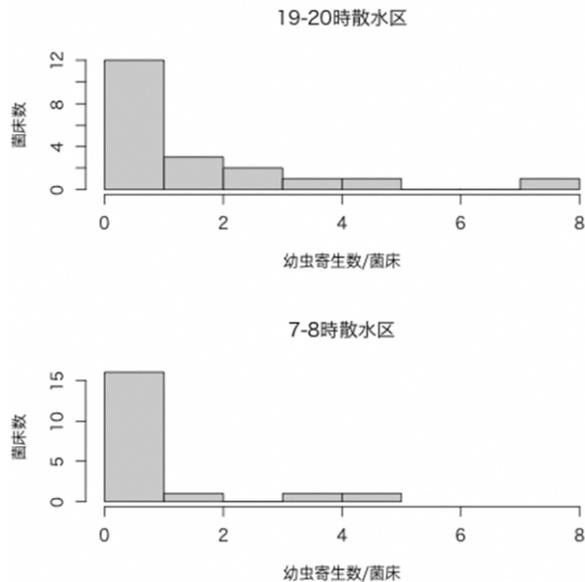


図1 散水時間帯の違いによるナガマドキノコバエ幼虫の菌床への寄生数

4 結果の要約

原木シイタケの害虫ナガマドキノコバエを散水管理によって防除可能であるか検証するため、散水時間帯を変えて菌床への幼虫寄生数を比較した。その結果、両者に有意差はみられなかったものの、7～8時（日の出時刻）に散水した方が寄生されにくい可能性があった。

[キーワード] ナガマドキノコバエ、菌床シイタケ、散水管理、害虫、防除

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・散水時間帯による防除効果の違いについて検証を進め、より効果的な防除技術を確立していく。
- ・森林総合研究所や他の試験研究機関と連携しながら、一連の成果を日本きのこ学会等へ公表していく。

6 結果の発表、活用等

出前講座を通じてシイタケ生産者へ普及する。

課 題 名：シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究
侵入の恐れのある害虫のモニタリング

クビアカツヤカミキリの侵入・定着モニタリング

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：内山義政

協力分担：－

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ生産現場では、新たな生産技術の普及に伴い、キノコバエ類をはじめとするこれまでに知られていなかった害虫が多く発生するようになっている。さらに、化学農薬がほぼ使用できないことから、現実的な防除法が確立されていないことが多い。そこで本研究では、シイタケ害虫について、生態を解明し、これに基づく薬剤に頼らない防除法の開発を目的とする。

また、シイタケ原木林において、外来カミキリムシ類が隣県まで侵入・定着し枯死被害を及ぼしていることから、侵入初期での防除対策のため事前のモニタリングを実施する。

本課題では、伊豆地域でシイタケ原木に使われるサクラ類の外来害虫クビアカツヤカミキリについて、県内への初期侵入を早期に把握することを目的とする。

2 方法

(1) 調査地点の選定

他県の被害事例や既往研究によれば、クビアカツヤカミキリは、物流拠点（主要道路・鉄道・港湾等）周辺のサクラ並木へ最初に侵入定着し、分布拡大の起点となる可能性が高い。したがって、物流拠点沿いに分布するサクラ並木及び緑地9箇所を調査地点とした。

(2) 毎木調査

各調査地点で、2022年8～9月に樹種・外観・フラスの有無や形状を毎木調査した。

3 結果の概要

[前年度までの結果] 県内の物流拠点沿いのサクラ並木9箇所（延べ約1,900本）を巡回し、毎木調査したところ、クビアカツヤカミキリ被害木は発見されなかった（表1）。

[本年度の結果]

県内の物流拠点沿いのサクラ類1,028本を毎木調査した結果、衰弱木からゴマダラカミキリのフラスが発見されたものの、クビアカツヤカミキリによる被害は発見されなかった（表2）。

表1 2018年～2021年の調査結果

地点	近隣の物流拠点	樹種	カミキリムシ被害の状況
沼津市原 白隠桜	国道1号線	サクラ類	なし
静岡市清水区 三保	清水港	サクラ類、プラム	なし
静岡市葵区 流通センター周辺	国道1号線	サクラ類	なし
焼津市浜当目	国道150号線	サクラ類	なし
藤枝市志太 瀬戸川沿い	国道1号線	サクラ類	ゴマダラカミキリのフラス有り
御前崎市港	御前崎港	サクラ類	なし
掛川市逆川	国道1号線、JR東海道線	サクラ類	なし
浜松市東区 常光寺	東名高速	サクラ類	なし
浜松市東区 東名浜松IC周辺	東名高速、国道1号線	サクラ類	なし

表2 2022年の調査結果

地点	近隣の物流拠点	樹種	本数(本)	カミキリムシ被害の状況
御殿場市萩原	東名、新東名高速	サクラ類、ウメ、アンズ	67	なし
沼津市原 白隠桜	国道1号線	サクラ類	282	ゴマダラカミキリのフラス有り
藤枝市志太 瀬戸川沿い	国道1号線	サクラ類	265	ゴマダラカミキリのフラス有り
島田市道悦 大津谷川沿い	JR東海道線、国道1号線	サクラ類	80	なし
袋井市広岡 原野谷川沿い	JR東海道線、国道1号線	サクラ類	87	なし
浜松市東区 常光寺	東名高速	サクラ類	60	ゴマダラカミキリのフラス有り
浜松市東区 東名浜松IC付近	東名高速、国道1号線	サクラ類	67	ゴマダラカミキリのフラス有り
浜松市西区	東名高速	サクラ類	48	ゴマダラカミキリのフラス有り
湖西市岡崎	JR東海道線、国道1号線	サクラ類	72	ゴマダラカミキリのフラス有り
計			1028	

4 結果の要約

伊豆地域でシイタケ原木として利用されるサクラ類の外来害虫クビアカツヤカミキリの侵入モニタリングを実施した。今年度も、県内での侵入・定着は確認されなかった。

[キーワード] クビアカツヤカミキリ、サクラ、シイタケ原木、外来害虫、モニタリング

5 今後の問題点と次年度以降の計画

後継課題「気候変動に適応した新たな森林病虫害防除に関する研究」の中で、被害リスク評価とともにモニタリングを継続していく。

6 結果の発表、活用等

静岡県さくらの会、さくら保護士、静岡県樹木医会、シイタケ生産者へ普及する。

課 題 名：シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究
侵入の恐れのある害虫のモニタリング

クビアカツヤカミキリの侵入・被害リスク解析

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：内山義政

協力分担：－

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ生産現場では、新たな生産技術の普及に伴い、キノコバエ類をはじめとするこれまでに知られていなかった害虫が多く発生するようになっている。さらに、化学農薬がほぼ使用できないことから、現実的な防除法が確立されていないことが多い。そこで本研究では、シイタケ害虫について、生態を解明し、これに基づく薬剤に頼らない防除法の開発を目的とする。

また、シイタケ原木林において、外来カミキリムシ類が隣県まで侵入・定着し枯死被害を及ぼしていることから、侵入初期での防除対策のため事前のモニタリングを実施する。

本課題は、伊豆地域でシイタケ原木に使われるサクラ類の外来害虫クビアカツヤカミキリについて、県内へ侵入する前の監視・防除体制を構築するため、初期侵入のリスクの高い地点を把握することを目的とする。

2 方法

既にクビアカツヤカミキリによる被害が発生している埼玉県での分析事例では、河川沿いのサクラ並木が被害地の起点となって、周辺へ分布拡大している可能性があることが示されている(1)。そこで、被害リスクの高さを示す指標として、県内全域の単位面積当たり河川延長（以下、河川密度）を算出し、リスクマップを作成した。

(1) 使用した地理情報

- ・河川ベクタデータ 国土数値情報「河川データ」
- ・1kmメッシュ区画 e-Stat「3次メッシュ（1kmメッシュ）境界データ」

(2) 解析

QGIS（ver. 3.16）を用いて、各1kmメッシュの河川延長を合計して河川密度を算出、可視化を行った。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

2018年から2021年まで、毎年8～12月に県内の物流拠点（東名・新東名高速、国道1号線、JR東海道線、清水港）沿いの桜並木約10箇所において、クビアカツヤカミキリ特有のフラスが発生しているか毎木調査を実施した。その結果、本種の生息は確認されていない。

[本年度の結果]

- (1) 図1に示すように、河川密度を可視化したことで侵入リスクの高い地点を可視化できた。
- (2) 今年度のモニタリング実施地点の選定で活用したところ、樹勢の衰えたサクラ並木を効率的に探索可能となった。

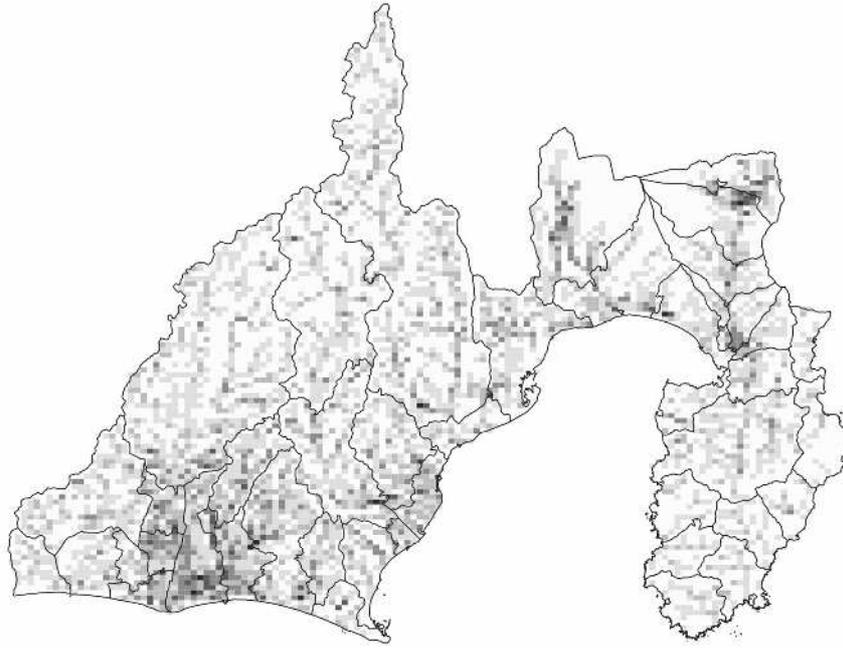


図1 1 km メッシュ河川密度分布。
色が濃いメッシュほど河川密度が高いことを示す。

4 結果の要約

伊豆地域でシイタケ原木として利用されるサクラ類の外来害虫クビアカツヤカミキリの侵入リスクマップを簡易な方法により作成した。

[キーワード] クビアカツヤカミキリ、サクラ、シイタケ原木、外来害虫、モニタリング

5 今後の問題点と次年度以降の計画

後継課題「気候変動に適応した新たな森林病虫害防除に関する研究」の中で、物流拠点（主要道路、鉄道及び港湾）からの侵入を想定したシミュレーションを作成することで、被害リスクマップの精度を高める。

6 結果の発表、活用等

静岡県さくらの会、さくら保護士、静岡県樹木医会、シイタケ生産者へ普及する。

7 引用文献

- (1) 三輪誠・角田裕志・嶋田知英（2022）埼玉県における県民参加による“クビアカツヤカミキリ発見大調査”とそのデータの活用. 日緑工誌 47(4) 449-452.

課 題 名：シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究
侵入の恐れのある害虫のモニタリング
マツヘリカメムシの生息状況調査

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：内山義政、山田晋也

協力分担：ふじのくに地球環境史ミュージアム

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

マツヘリカメムシ（カメムシ目ヘリカメムシ科）*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 は北米原産の外来昆虫で、主にマツ科の球果や新芽を吸汁する害虫である。日本では2008年に東京都で発見されて以降、2021年現在、静岡県を含む21都府県へと急速に分布を拡大している。本種は、原産地において針葉樹球果を吸汁して結実率を下げる被害を及ぼすとされており、国内では既に森林総合研究所林木育種センター九州育種場（熊本県合志市）において、本種の定着とマツ類球果への被害が発生している。静岡県においても2021年までに富士市及び静岡市から分布報告があったことから、生息状況を早期に把握する必要がある。そこで、県内のマツ林において、見つけ採り法による成虫の分布状況調査を実施した。

2 方法

(1) 調査場所及び樹種（図1）

①海岸防災林（クロマツ） 掛川市千浜、掛川市沖之須、浜松市南区小沢渡町

②松並木及び緑地（クロマツ） 田子の浦みなど公園（富士市田子の浦）、久努の松並木（袋井市広岡）、四ツ池公園（浜松市中区幸）、天竜川河川敷（浜松市浜北区中瀬）

③育種場（クロマツ及びアカマツ） 西部農林事務所育種場（浜松市浜北区宮口）、森林・林業研究センター第二苗畑（浜松市浜北区於呂）

(2) 調査時期及び採集方法

成虫が飛来する8～12月に、見つけ採り法によりマツヘリカメムシの在不在を確認した。

(3) 標本の作製及び種同定

採集したマツヘリカメムシ成虫は、冷凍または餓死させて乾燥標本にした。その後、既往文献に基づき形態により種同定を行った。

3 結果の概要

- ・海岸防災林3箇所では、本種の生息は確認されなかった。
- ・松並木及び緑地では、四ツ池公園（浜松市中区幸）において、2022年11月に1頭の本種成虫を発見した（図2）。他の調査地では、本種の生息は確認されなかった。なお、既往研究で発見報告のある田子の浦みなど公園（富士市田子の浦）では、2022年8月2日に調査を実施したものの本種は発見されなかった。
- ・育種場採種園では、本種の生息は確認されなかった。しかし、調査前年度から本種と推察されるカメムシ類の目撃情報があることや、マツ類採種園への被害が懸念されることから、今後も重点的に生息調査を実施する必要がある。

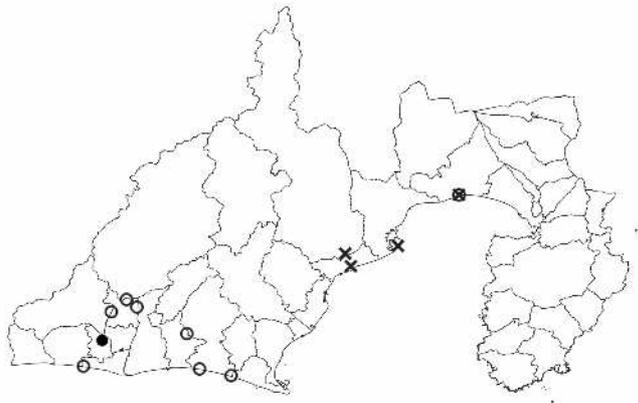


図1 調査実施箇所

●はマツヘリカメムシが発見された場所、○は発見されなかった場所、×は既産地を示す。



図2 発見されたマツヘリカメムシ成虫

バーは10mm。浜松市中区産、2022年11月13日採集。

4 結果の要約

静岡県内で分布拡大しつつあるマツ類の外来害虫マツヘリカメムシの分布状況を調査した。今回の調査によって、浜松市における分布・定着が新たに確認された。

[キーワード] マツ、外来害虫、球果食害、新産地報告

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・見つけ採り法による定性的な分布調査を実施したのみであるため、来年度はより定量的な調査を実施するとともに、特に育苗場における球果食害の有無を注視していく。
- ・本調査は、後継課題「気候変動に適応した新たな森林病虫害防除に関する研究」の中で継続し、被害実態の把握や防除技術に関する情報収集を進めていく。

6 結果の発表、活用等

- ・西部農林事務所育苗場へ情報提供する。
- ・採集した標本の一部は、分布情報の集約化のため、ふじのくに地球環境史ミュージアムへ収蔵を依頼する。
- ・報文誌「ニッチェ・ライフ」へ分布記録として発表する。

課 題 名：シイタケ栽培等における新たな害虫の対策に関する研究

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：内山義政、加藤 徹、中田理恵

協力分担：森林総合研究所、静岡県椎茸産業振興協議会

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ生産現場では、新たな生産技術の普及に伴い、キノコバエ類をはじめとするこれまでに知られていなかった害虫が多く発生するようになってきている。さらに、化学農薬がほぼ使用できないことから、現実的な防除法が確立されていないことが多い。そこで本研究では、シイタケ害虫について、生態を解明し、これに基づく薬剤に頼らない防除法の開発を目的とする。

また、シイタケ原木林において、外来カミキリムシ類が隣県まで侵入・定着し枯死被害を及ぼしていることから、侵入初期での防除対策のため事前のモニタリングを実施する。

2 方法

(1) 原木シイタケの害虫ナカモンナミキノコバエの生態解明及び防除法の開発

試験地 森林・林業研究センター構内において2018年10月から2022年10月までの秋期及び春期にほだ場（クヌギ、コナラ）を設置

産卵特性調査 子実体の発生初期から傷むまでの間、シイタケを下側から3～5分間隔でインターバル撮影し、ナカモン成虫の飛来数や産卵時間帯を調査

照明による防除試験 2021年11月22日～同年12月13日に、青色LEDをほだ木の約50cm上に設置して16時から翌6時まで照明した試験区と、試験区から約10m離れた対照区で、期間中の産卵特性（上記）と試験終了時にシイタケ内部にいるナカモン幼虫を計数した

(2) 菌床シイタケの害虫ナガマドキノコバエの散水管理による防除法の開発

試験地及び供試した菌床

森林・林業研究センター構内の菌床栽培施設において、自動散水装置の散水時間を変えた2つの試験区を設けた。3～4回シイタケ発生を繰り返した古い菌床を供試した

散水管理の方法によるナガマドキノコバエ寄生数の影響

試験1（2021年9～10月） 散水は毎日正午に開始。30分散水区と60分散水区を設けた

試験2（2022年10月） 散水は毎日1時間。19時散水開始区と7時散水開始区を設けた

シイタケ発生量への影響（2021年10月） 上記試験1で発生した子実体生重を比較した

(3) 侵入の恐れのある外来カミキリムシ類のモニタリング（2018～2022年実施）

シイタケのほだ木として利用される樹種クヌギ、コナラ、サクラ類を加害する以下の外来カミキリムシ類2種について、フラスの有無や形状で生息を確認した。

・ハラアカコブカミキリ 伊豆市のほだ場約20箇所を原木及びほだ木を確認

・クビアカツヤカミキリ 初期侵入が想定される県内物流拠点（東名・新東名高速、国道1号線、JR東海道線、清水港）周辺のサクラ並木約10箇所を確認

3 研究期間を通じての成果の概要

(1) ナカモンナミキノコバエは、傘の膜が裂開してから平均60時間後の夕方から夜半に産卵を開始することが明らかになり、早めの収穫で被害を回避でき、また、夕方から夜半にほだ木を照明することで、飛来頭数が少なくなり、被害の軽減に有効と考えられた（図1・2）。

(2) ナガマドキノコバエは、散水を毎日1時間実施すると寄生数が減ることが確認された。また、朝方7～8時（日の出から約1時間後）に散水した方がより防除効果を発揮する可能性があった（図3）。なお、散水量の違いによるシイタケ発生量への影響はなかった。

(3) 県内に侵入の恐れのある外来カミキリムシ2種の生息は確認されなかった。

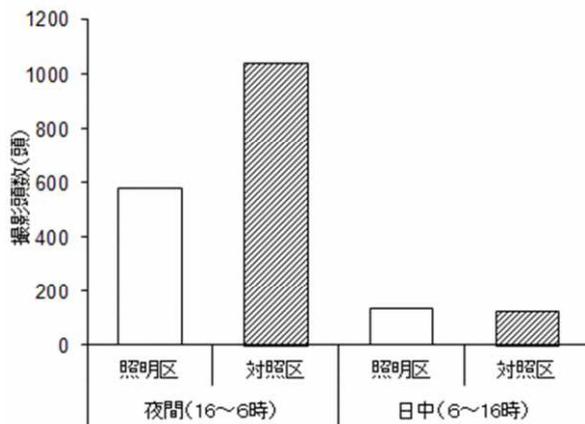


図1 青色 LED 照明の有無とシイタケに飛来したナカモンナミキノコバエ撮影頭数の関係
5 分間隔の撮影による合計値

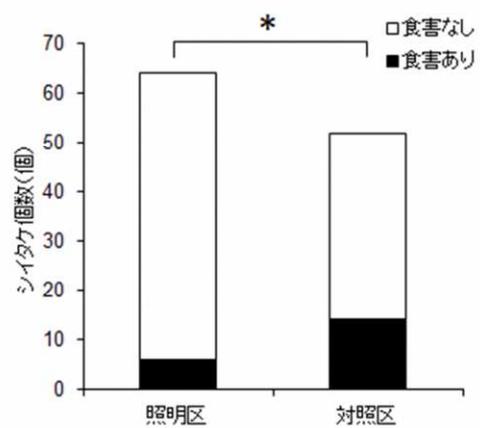


図2 青色 LED 照明の有無とシイタケのキノコバエ被害
*は $p < 0.05$ を示す (Fisher の正確確率検定)

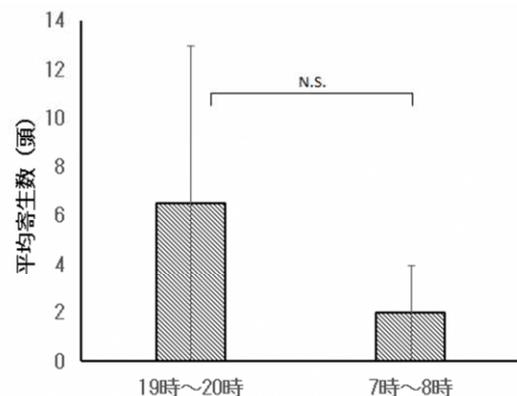
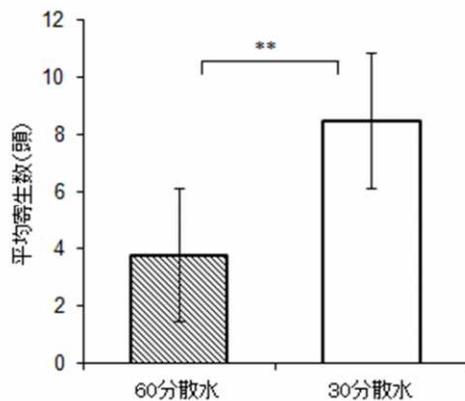


図3 散水時間(左、正午に散水開始)、時間帯(右)の違いによるナガマドキノコバエ幼虫の菌床への寄生数

エラーバーは標準偏差。**は $p < 0.01$ 、N.S.は有意差なしを示す(t検定)

4 研究期間を通じての成果の要約

原木シイタケの害虫ナカモンナミキノコバエ、菌床シイタケの害虫ナガマドキノコバエの生態を解明し、防除技術を開発した。前者は早期の収穫や夜間の照明による産卵阻害、後者は1時間/日の散水がそれぞれ防除に有効である可能性が示された。

[キーワード] シイタケ、害虫、ナカモンナミキノコバエ、ナガマドキノコバエ

5 成果の活用面と留意点

- ・シイタケ生産者大会等の出前講座で普及に努めている。
- ・森林総合研究所発行の「しいたけ害虫の総合防除」において、ナカモンナミキノコバエの項目を分担執筆した。

6 残された問題とその対応

- ・原木シイタケの害虫のうちフタモントンボキノコバエは、過去には大発生したが、研究期間中は発生せず、有効な防除方法が検討できなかったため、発生をモニタリングし、発生時に防除試験を実施する。
- ・森林総合研究所や他の試験研究機関と連携し、シイタケ害虫の防除に関する新知見等について情報を共有することで、県内の生産者等関係者へ技術提供する体制を整える。

課 題 名：健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発
 保育・管理技術の開発
 植栽密度の検討

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：野末尚希

協力分担：西部農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

静岡県西部および中遠地域においては、山土で植生基盤盛土を造成し、クロマツ等の植栽を行う海岸防災林の再整備が行われている。この環境下では、従来の砂地における海岸林の植栽とは適切な植栽密度が異なる可能性がある。海岸でクロマツを植栽する場合、従来は10,000本/haが標準とされてきたが、近年の盛土上での植栽では、生育に問題がないとして5,000本/haまで植栽密度を下げても植栽することが一般的となってきた。さらに植栽密度を下げてもクロマツの成育に問題がないかを検証するため、本研究では、より低い植栽密度の試験地を設定し、植栽後4年目の状況を調査した。

2 方法

(1) 試験場所

浜松市南区の県有防災林における、植生基盤盛土の陸側法面で実施した。

(2) 試験構成

- ・2019年2月にクロマツを植栽した。植栽密度および本数は1,500本/ha ($n=36$)、3,000本/ha ($n=72$)、5,000本/ha ($n=120$)の3種類を、それぞれ2反復設けた。
- ・2022年12月下旬～2023年1月上旬に、生存の有無を調査するとともに、生存個体について樹高、胸高直径(樹高が120cmを超える個体に限る)および根元径を測定した。

3 結果の概要

- (1) クロマツの生存率は1,500本/haで0.92、3,000本/haで0.90、5,000本/haで0.94となり、植栽密度による違いは見られなかった(表1)。
- (2) 平均樹高は1,500本/haで167cm、3,000本/haで140cm、5,000本/haで141cmとなり、1,500本/haと3,000本/haおよび5,000本/haの間に有意差が見られた($p<0.05$, Tukey Kramer test) (図1)。
- (3) 平均胸高直径の測定対象となる樹高120cm超の本数は、1,500本/haで62本、3,000本/haで89本、5,000本/haで147本であった。平均胸高直径は、1,500本/haで17.6mm、3,000本/haで15.6mm、5,000本/haで16.1mmとなり、植栽密度間で有意差は見られなかった($p>0.05$, One-way ANOVA) (図2)。
- (4) 平均根元径は1,500本/haで47.9mm、3,000本/haで41.3mm、5,000本/haで35.3mmとなり、1,500本/ha、3,000本/ha、5,000本/haそれぞれの間に有意差が見られた($p<0.05$, Tukey Kramer test) (図3)。

表 1 生存状況

植栽密度	生存	枯死	合計	生存率
1,500本/ha	66	6	72	0.92
3,000本/ha	130	14	144	0.90
5,000本/ha	226	14	240	0.94

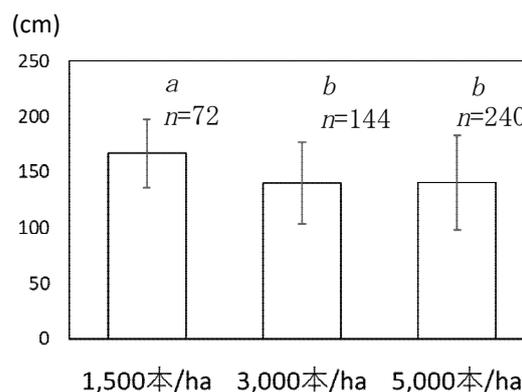


図 1 平均樹高

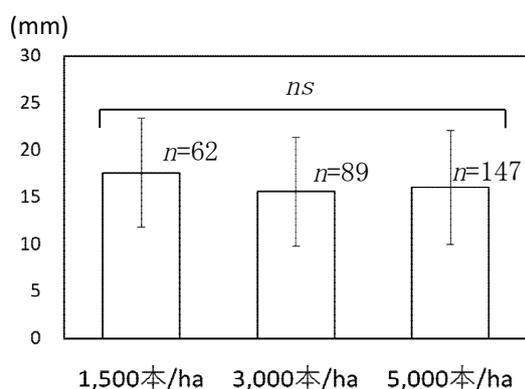


図 2 平均胸高直径

図 1 ~ 3
エラーバーは標準偏差

図 2
ns: $p > 0.05$, One-way ANOVA

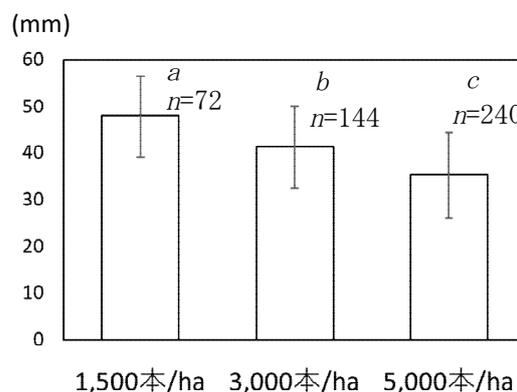


図 3 平均根元径

図 1 および 3
異なるアルファベット間で有意差あり
($p < 0.05$, Tukey-Kramer test)

4 結果の要約

植生基盤盛土の陸側法面におけるクロマツ植栽 4 年後の生存率は 1,500 本/ha、3,000 本/ha、5,000 本/ha のいずれにおいても 9 割程度であり、植栽密度を下げても植栽 4 年後までにおける成育は特に支障なかった。

〔キーワード〕 海岸防災林、植生基盤盛土、クロマツ、植栽密度、生存率

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・本試験地においては、次年度以降も継続調査を行う。
- ・生存率および個体サイズに加え、枝張りや防風効果についても調査を行う。
- ・本試験地は浜松 1 か所の事例であることから、異なる環境下でも検証していくため、中遠農林事務所管内において新規に植栽密度試験地を設定させていただき予定となっている。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

- ・中部森林研究または海岸林学会誌において、成果の論文投稿を行う予定。
- ・F&F、森林・林業研究センター研究成果発表会等により、情報発信を行う予定。
- ・西部農林事務所、中遠農林事務所に情報提供する。

課 題 名：健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発
根系成長の生育環境の検証

植え穴サイズの違いによる根系伸長への影響

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：野末尚希

協力分担：西部農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

静岡県西部および中遠地域においては、山土で植生基盤盛土を造成し、クロマツ等の植栽を行う海岸防災林の再整備が行われている。盛土上は、重機で整地されているため土壌が硬いことから、そのまま植栽を行うと根系発達が阻害される恐れがある。根系の発達を促すため、盛土を耕起してから植栽することが行われているが、具体的に根系発達にどのように寄与しているかはほとんど検証されていない。そこで本研究では、植栽時に異なる耕起の規模（以下、植え穴サイズ）で植栽した場合の根系発達の状況を明らかにすることを目的とした。

2 方法

(1) 試験場所

浜松市西区の県有防災林における、植生基盤盛土の陸側法面で実施した。

(2) 試験構成

- ・2017年6月にクロマツのポット苗を5,000本/haで植栽した。
- ・植え穴サイズとして、縦10cm×横10cm×深さ10cm（以下、S-10）、縦30cm×横30cm×深さ30cm（以下、S-30）、縦60cm×横60cm×深さ60cm（以下、S-60）の3種類を、鋤で耕すことにより設定した。
- ・植え穴を掘ることによる土壌硬度の変化は、植栽当時は調査していないが、2022年11月に盛土の一部を耕起し、耕起した箇所と耕起していない箇所の各10地点において山中式土壌硬度計を用いて土壌硬度を測定したところ、平均土壌硬度指数は耕起した箇所では8.5mm、耕起していない箇所では19.3mmであった。
- ・2022年11月に、各植え穴サイズにつき3本ずつ人力で掘り取り、地下方向および水平方向における根系の発達状況を観察した（図1）。前年度の調査結果（以下参照）を含め、合計で各植え穴サイズにつき4本ずつの調査結果をとりまとめた。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

2021年12月に各植え穴サイズにつき1本ずつ掘り取って観察したところ、地下方向については、S-60のみ根鉢から直接根系伸長が見られた。水平方向については、すべての植え穴サイズにおいて根鉢から直接根系の伸長が確認された。

[本年度の結果]

- (1) 地下方向においては、S-10では4本すべてにおいて根鉢から直接地下方向への根系伸長が確認されなかったのに対し、S-30では4本中3本、S-60では4本すべてにおいて根鉢から直接地下方向への根系伸長が確認された（表1）。このS-30の3本およびS-60の4本すべてについて、植え穴サイズを超えた深さまで根系伸長が継続していた。
- (2) 水平方向においては、すべての植え穴サイズにおいて根鉢から直接根系の伸長が確認され、植え穴の範囲を超えた先まで根系伸長が継続していた（表2）。
- (3) 以上から、植え穴サイズの違いは、水平方向への根系伸長に対しては影響を及ぼさない一方、地下方向への根系伸長の促進に寄与している可能性が示唆された。

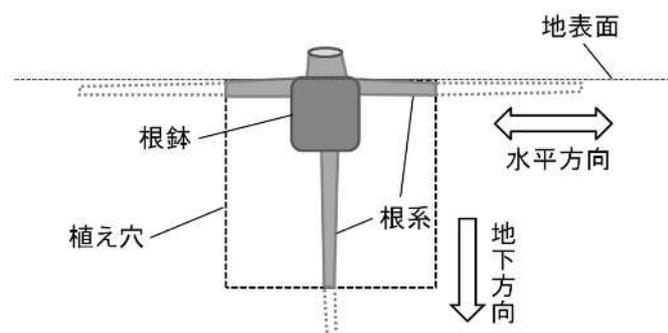


図1 根系調査範囲の模式図

表1 植え穴サイズごとの地下方向への根系伸長

植え穴サイズ	伸長なし	伸長あり	(うち植え穴深さを超える)
S-10 (10cm×10cm×10cm)	4	0	-
S-30 (30cm×30cm×30cm)	1	3	(3)
S-60 (60cm×60cm×60cm)	0	4	(4)

表2 植え穴サイズごとの水平方向への根系伸長

植え穴サイズ	伸長なし	伸長あり	(うち植え穴範囲を超える)
S-10 (10cm×10cm×10cm)	0	4	(4)
S-30 (30cm×30cm×30cm)	0	4	(4)
S-60 (60cm×60cm×60cm)	0	4	(4)

4 結果の要約

植生基盤盛土において異なる植え穴サイズで植栽し、4～5年経過後に根系を調査したところ、地下方向は深さ10cmの植え穴では根系伸長が見られず、深さ30cmおよび60cmの植え穴では根系伸長が見られた。一方、水平方向は植え穴サイズに関わらず根系が伸長していた。

[キーワード] 海岸防災林、植生基盤盛土、クロマツ、耕起、植え穴、根系

5 今後の問題点と次年度以降の計画

本研究においては、植栽後5年経過後の初期成長の期間の評価を行ったが、より長期的な視点からのクロマツの根系伸長については今後の課題である。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

- ・中部森林学会で発表した（2022）。
- ・中部森林研究へ掲載予定（2023）。
- ・F&F、森林・林業研究センター研究成果発表会等により、情報発信を行う予定。
- ・西部農林事務所、中遠農林事務所に情報提供する。

課 題 名：健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発
 保育・管理技術の開発

 クロマツと広葉樹を混植した場合の成育状況の検証

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：野末尚希

協力分担：西部農林事務所、森林総合研究所東北支所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

静岡県西部および中遠地域においては、山土で植生基盤盛土を造成し、クロマツ等の植栽を行う海岸防災林の再整備が行われている。海岸で植栽する樹種はクロマツが最も一般的であるが、広葉樹についても、松くい虫被害のリスクを避ける観点や、樹種の多様化を図る観点から植栽されている。しかし、盛土上で植栽した場合の活着や成長について、クロマツと広葉樹でどのように異なるかは十分検証されていないため、本研究において検証を行った。

2 方法

(1) 試験場所

浜松市南区の県有防災林における、植生基盤盛土の海側から陸側にかけての範囲で実施した。

(2) 試験構成

- ・2014年12月～2015年2月にクロマツおよび広葉樹（シャリンバイ、トベラ、マサキ）の苗木を、海側では10,000本/ha、陸側では広葉樹を10,000本/ha、クロマツを5,000本/haで植栽した。
- ・クロマツおよび広葉樹の配置は図1のとおりである。広葉樹については、シャリンバイ、トベラ、マサキを広葉樹の区域内に単木混交で配置した。
- ・2023年1月に、生存の有無を確認するとともに、生存個体についてクロマツは樹高及び胸高直径を、広葉樹は樹高および根元径を測定した。

3 結果の概要

- (1) クロマツは、陸側のプロット5に比べると海側での生存率は相対的に低いが、各プロットで8割以上の生存率となった（表1）。
- (2) 広葉樹は、海側のプロット1～3で特に生存率が低く（0～3割程度）、海側でも天端に近いプロット4や、陸側のプロット5では比較的生存率が高かった。広葉樹の中では、マサキの生存率が相対的に低かった（表1）。
- (3) クロマツの樹高について、陸側のプロット5を対照として海側のプロット1～3と比較したところ、プロット1とは有意差がなかったが（ $p>0.05$ 、ダネット検定）、プロット2および3とは有意差があった（ $p<0.01$ 、ダネット検定）。同様に胸高直径を比較したところ、プロット5に対してプロット1～3のいずれも有意差がなかった（ $p>0.05$ 、ダネット検定）。
- (4) シャリンバイ、トベラ、マサキの平均樹高は、2015年2月の植栽後の段階では47cm～53cmであり（萩野・猿田 2020）※、プロット5のシャリンバイは植栽時より成長していたが、それ以外は、植栽時と同程度か低下した状態であった（表2）。樹高が低下した理由は、現場における観察から、強風等の影響を受けて先枯れしたことによると考えられた。

※萩野裕章・猿田けい（2020）静岡県浜松市の防潮堤上における植栽木の生育と風況影響。海岸林学会誌19（1）：3-9から引用

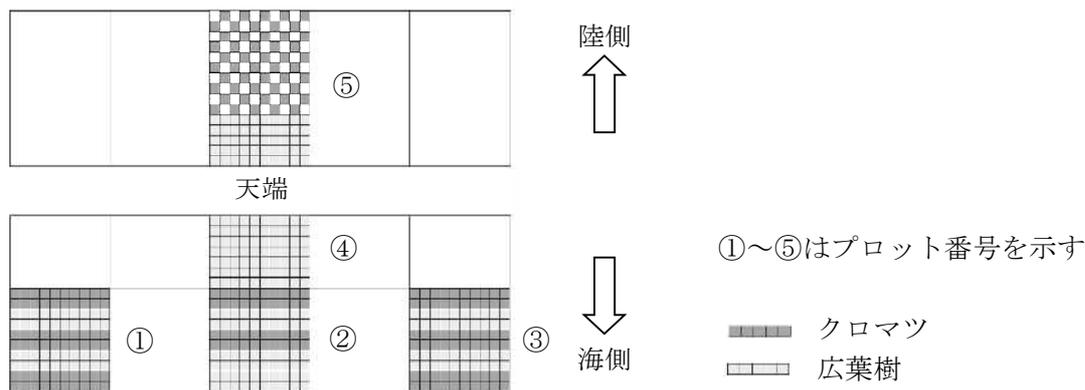


図1 植栽配置図

表1 樹種ごとの生存率

	プロット1		プロット2		プロット3		プロット4		プロット5	
クロマツ	58/60	0.97	33/40	0.83	52/60	0.87	-	-	50/50	1.00
シャリンバイ	3/12	0.25	2/19	0.11	4/12	0.33	22/22	1.00	17/18	0.94
トベラ	2/14	0.14	4/20	0.20	3/14	0.21	21/24	0.88	10/15	0.67
マサキ	1/14	0.07	0/21	0.00	2/14	0.14	9/24	0.38	13/17	0.76

生存個体数/植栽個体数 生存率

表2 樹種ごとの樹高 (cm)

	プロット1		プロット2		プロット3		プロット4		プロット5	
クロマツ	294 ± 74	268 ± 53	276 ± 75	-	323 ± 62					
シャリンバイ	34 ± 94	40 ± 24	50 ± 5	57 ± 25	79 ± 22					
トベラ	51 ± 30	34 ± 16	43 ± 25	40 ± 17	42 ± 19					
マサキ	49	-	34 ± 1	38 ± 19	54 ± 28					

平均値±標準偏差

表3 樹種ごとの胸高直径または根元径 (mm)

	プロット1		プロット2		プロット3		プロット4		プロット5	
クロマツ	41.3 ± 17.7	36.8 ± 13.4	38.4 ± 15.7	-	40.5 ± 13.6					
シャリンバイ	12.0 ± 2.9	14.9 ± 0.4	14.3 ± 2.1	21.6 ± 7.0	20.5 ± 5.4					
トベラ	15.0 ± 0.4	17.3 ± 6.9	14.5 ± 3.1	16.1 ± 5.3	14.7 ± 4.8					
マサキ	11.0	-	11.5 ± 1.3	12.3 ± 4.0	13.1 ± 3.9					

平均値±標準偏差 (クロマツは胸高直径、シャリンバイ、トベラおよびマサキは根元径)

4 結果の要約

2014年12月～2015年2月に、植生基盤盛土にクロマツ、シャリンバイ、トベラおよびマサキを植栽したところ、2023年1月時点のクロマツの生存率は海側、陸側ともに8割以上であったが、シャリンバイ、トベラおよびマサキの海側における生存率は0～3割と低かった。

〔キーワード〕 海岸防災林、植生基盤盛土、クロマツ、シャリンバイ、トベラ、マサキ

5 今後の問題点と次年度以降の計画

本調査地において継続調査を行うとともに、異なる箇所におけるデータの取得も検討する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

- ・海岸林学会大会で発表予定。
- ・西部農林事務所、中遠農林事務所に情報提供する。

課 題 名：健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発
保育・管理技術の開発

東日本地域から選抜された抵抗性クロマツ品種の実生抵抗性評価

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：内山義政、野末尚希、袴田哲司

協力分担：－

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

マツノザイセンチュウ（以下、線虫）抵抗性クロマツは、線虫の接種検定によって各品種の実生抵抗性を評価する。近年、東日本地域（関東及び東北育種基本区）からの品種選抜が進んでおり、静岡県の採種園にも導入が進められてきた一方で、これらの品種に対する実生抵抗性評価の事例は限られている。そこで、静岡県の採種園に導入されている東日本品種を対象として、九州育種基本区で特性評価が行われた西南日本地域の品種と比較することで、実生家系苗の抵抗性強度を評価した。

2 方法

- (1) 供試品種は、東日本8品種、西南日本7品種、対照1系統である。クロマツ実生家系の種子は、西部農林事務所育種場及び森林・林業研究センター第二苗畑から、それぞれ2019年10月に採取した。同時に、対照として天竜川河川敷（浜松市浜北区中瀬）に自生する非選抜個体1系統から採種した。採取した種子は、精選後に約4℃で冷蔵保管した。
- (2) 実生苗は、森林・林業研究センター構内の苗畑で育成した。2020年4月に播種し、2021年3月に床替えを行ったのちに試験に供した。供試苗数は、採取できた球果数や育苗過程の枯死によって品種間でばらつきがあり、1品種当たり6～76本であった。
- (3) 接種検定には線虫アイソレイト Ka-4 を使用し、2年生の実生苗に対して2021年8月上旬に改良剥皮法により接種を行った。接種後1年が経過した2022年8月上旬に、苗木を生存または枯死の2段階に分類して生存率を求めた。その後、前年の接種検定で生存した3年生苗に対して、2年生苗と同様の方法で線虫を接種した。接種後2か月以上経過した同年10月上旬に、苗木を生存または枯死の2段階に分類し、生存率を求めた。

3 結果の概要

(1) 2年生苗に対する接種検定

接種検定による2年生実生苗の生存率は、0%から87.5%まで品種間で大きくばらついた（図1）。西南日本で最も高い実生抵抗性を持つ波方73号は生存率44.7%となったのに対し、東日本5品種（大須賀15号、岡崎35号、内原5号、豊浦7号、いわき27号）が同品種を超える生存率を示した。これらの品種を導入することによって採種園の改良が図られると期待されるため、今後は複数年による試験によって評価の信頼性を高めるとともに、着花性、種子の生産性、種子の品質についても特性評価を進めていく必要がある。一方で、東日本2品種（大須賀5号、小高37号）では、天竜川（対照）系統よりも低い生存率となった。この東日本2品種は相対的に低い実生抵抗性ランクへ位置付けられると推察された。

(2) 3年生苗に対する接種検定

2年生苗と3年生苗で接種検定生存率を比較すると、両者に相関は認められなかった(図2、Spearmanの順位相関係数 $\rho = 0.194$, $p = 0.490$)。2年生苗での生存率がおおむね80%を超える品種に着目すると、これらの品種は3年生でも安定して生存率が高い傾向が認められた。一方で、2年生苗生存率が70%を下回った品種では、3年生苗生存率が2年生苗生存率よりも高い傾向はあるものの、両者に明瞭な関係はみられなかった。

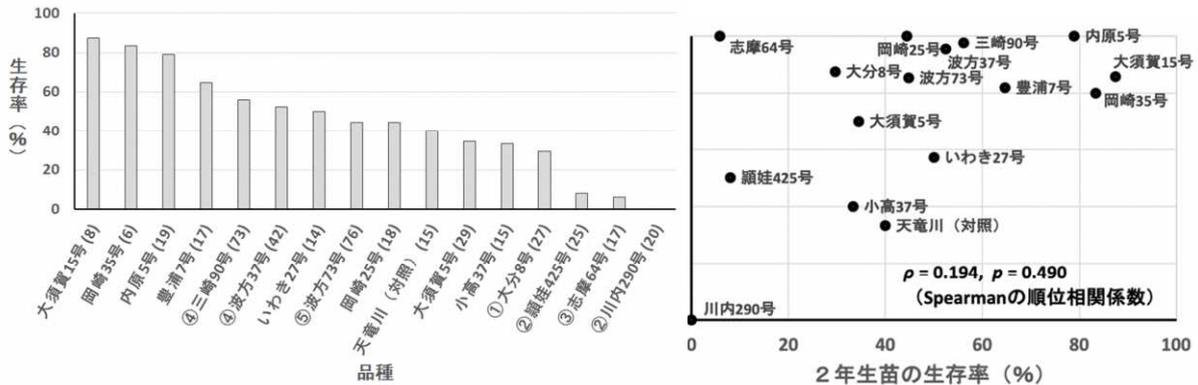


図1 2年生苗の品種別接種検定生存率

() は供試苗数。

品種名の前に付した丸数字は西南日本の特性表による実生抵抗性ランク (5段階、⑤が最も高い)

図2 2年生苗と3年生苗の接種検定生存率の関係

4 結果の要約

東日本地域から選抜された抵抗性クロマツ品種は、実生抵抗性に関する知見が不足している。今後の採種園改良に資するため、接種検定による実生抵抗性評価を行い、既存の抵抗性ランクとの比較を試みた。

[キーワード] 抵抗性クロマツ、マツ材線虫病、松くい虫、抵抗性ランク

5 今後の問題点と次年度以降の計画

一般研究課題「気候変動に適応した新たな森林病虫害防除に関する研究」の細目課題として、今後も供試品種・供試苗数を増やして検証していく。

6 結果の発表、活用等

- ・中部森林学会で成果を発表し、中部森林研究へ報文として投稿中。
- ・森林整備課及び西部農林事務所育種場へ情報提供する。

課 題 名：メスジカ捕獲率向上のための行動解析と餌誘引捕獲方法の改善
シカの行動解析

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：佐藤紘朗

協力分担：東芝ライテック(株)、(一社)静岡県猟友会、自然保護課

予算(期間)：県単(2022-2024年度)

1 目的

ニホンジカ(以下、シカ)による農林業被害、自然生態系への影響を軽減するため、県では捕獲事業を拡充し、頭数削減を図っている。しかし、シカの捕獲頭数に占めるメスの割合が目標に達しておらず、生息密度に顕著な減少は認められていない。超高齢・人口減少社会ではシカを捕獲する人材を確保することが困難であり、シカの生息密度を減らすためにはメスジカがよく利用する環境を把握することが重要である。

本研究課題では、集中的に利用する環境等の行動特性を明らかにし、メスジカの捕獲効率改善に資することを目的とし、伊豆地域において行動追跡したメスジカの行動圏と伊豆地域で捕獲されたシカの位置情報の環境要因を調査した。

2 方法

(1) 調査材料

- ・2008年11月から2009年6月に麻酔銃で生体捕獲しGPS首輪を装着し行動追跡した伊豆地域のメスジカ15頭の位置情報
- ・捕獲事業に導入されたアプリ「HUNTER GO!」による2021年度伊豆地域で捕獲されたメス449頭及びオス392頭の捕獲位置情報

(2) 調査方法

- ・行動追跡した位置データから、標高誤差 $\leq 30\text{m}$ 、かつHDOP(水平測位精度低下率) ≤ 4 を高精度測位点として選択し、2時間以上間隔の開いた高精度測位点からGISソフト(QGIS)を使用してカーネル法(確率密度関数推定方法)で行動圏を求め、環境要因との関係性を分析した。
- ・捕獲位置情報はGISソフト(QGIS)を使用して環境要因との関係性を分析した。

3 結果の概要

[本年度の結果]

- (1) GPS行動追跡結果については、13個体(86.7%)が河川から1,000m以内の距離に95%行動圏の一部が含まれた。残り2個体は別荘地、ゴルフ場をそれぞれ利用していた。また、全個体の50%行動圏に道が掛かっていた。伊豆地域のメスジカは河川敷、別荘地、ゴルフ場、道路の林縁等の餌資源を主に利用していると考えられた(表1)。
- (2) 捕獲位置情報からは雌雄差は認められなかった。捕獲位置は道路から100m以内に集中していた(表2)。

表1 メスジカの捕獲・追跡結果と主な利用場所

捕獲場所	捕獲日	追跡日数	主な利用場所	河川から	50%行動圏内に	行動圏面積 (ha)	
				1,000m以内に 95%行動圏	道路	95%	50%
東伊豆町	H20.11.12	382	別荘地	×	○	34.4	3.9
伊豆市	H20.11.18	374	丘陵地	○	○	21.7	4.5
伊豆市	H20.11.19	55	ゴルフ場 山地	○	○	31.9	5.4
伊豆市	H20.11.20	373	河川・道路を境界に 台地段丘	○	○	67.4	9.1
伊豆市	H20.12.6	394	河川沿い	○	○	55.8	7.7
東伊豆町	H20.12.6	177	別荘地、丘陵地	○	○	50.4	9.8
伊豆市	H20.12.8	252	河川沿い台地段丘、 山地	○	○	53.1	8.7
伊豆市	H20.12.12	34	牧草地	○	○	20.9	3.4
西伊豆町	H20.12.13	369	河川・道路沿いの 低地、山地	○	○	21.7	3.5
伊豆市	H20.12.27	372	河川沿いの低地	○	○	136.1	18.8
伊豆市	H20.12.27	350	山地	○	○	68.9	12.5
伊豆市	H21.2.7	160	火山地、丘陵地	○	○	11.4	1.7
河津町	H21.3.7	310	山地、 オートキャンプ場	○	○	30.8	5.3
河津町	H21.6.20	277	火山地、丘陵地	○	○	54.0	8.1
伊豆市	H21.6.21	62	丘陵地、ゴルフ場	×	○	25.0	5.6

表2 伊豆地域においてシカ捕獲位置が道路から100m以内の雌雄の割合

	道路から 100m以内の個体数	割合 (%)
メス	425	94.7
オス	367	93.6

4 結果の要約

行動追跡した位置情報から、伊豆地域のメスジカは餌資源が豊富と考えられる河川敷、道路沿林縁、別荘地、ゴルフ場を主に利用していた。このうち捕獲場所は道路から100m以内に集中し捕獲者が捕獲や搬出しやすい場所で集中的に捕獲して（わなを掛けて）いるためと考えられた。

〔キーワード〕 ニホンジカ、GPS首輪、行動圏、捕獲位置情報

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・自動撮影カメラ等による現地調査を行い、分析項目を追加する。
- ・県内各地（富士、天竜、南アルプス）の追跡データについても調査する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

メスジカの捕獲率向上に繋がる情報としてマッピングして見える化し、捕獲関係者に提供する。

単年度試験研究成績（2023年3月作成）

課 題 名：メスジカ捕獲率向上のための行動解析と餌誘引捕獲方法の改善
餌誘引捕獲方法の改善

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：佐藤紘朗

協力分担：－

予算(期間)：県単（2022-2024年度）

1 目的

ニホンジカ（以下、シカ）による農林業被害、自然生態系への影響を軽減するため、県では捕獲事業を拡充し、頭数削減を図っている。しかし、シカの捕獲頭数に占めるメスの割合が目標に達しておらず、生息密度に顕著な減少は認められず、主伐・再造林を阻む植栽木の食害にも繋がっている。

前年度までの研究で、ウシ等家畜用飼料アルファルファヘイキューブ（以下、AH）を立木根元の地面に撒き、餌付き後 AH を入れて底部に穴を開けた透明袋を幼獣の口が届きにくい立木高さ 120cm に吊るし捕獲する方法を構築した。本研究課題では、前年度までの研究で構築した餌誘引捕獲方法における吊るした袋入り AH に慣れるまでの期間を短縮できるか検討した。

2 方法

(1) 試験場所

- ・ 県有林（浜松市天竜区） 3カ所
- ・ 民有林（浜松市天竜区） 2カ所
- ・ 国有林（森町） 3カ所

(2) 試験期間

- ・ 2022年12月5日から2023年1月13日（40日間）

(3) 試験方法

- ・ 立木根元に AH250g を直接撒くと同時に、高さ 60cm 及び 120cm に粉碎した AH200g を入れて底部に穴を開けた透明袋（ポリエチレン製、サイズ No. 10、厚さ 0.03mm）を吊るした。
- ・ 自動撮影カメラを設置し、AH を口に含んでいると認められる場合を「採食」と判断した。
- ・ 採食する順番を確認するとともに最初に AH を採食した位置を採食してから、それぞれの位置の AH を採食するまでの時間（日数）を測定した。
- ・ 適宜見回りを行い、降雨後や採食を確認後、AH を追加給餌した。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

- ・ 獣道を外して AH を立木根元の地面に撒き、餌付き後 AH を入れて底部に穴を開けた透明袋を幼獣の口が届きにくい立木高さ 120cm に吊るし、21 日間慣れさせてから足くりわなでシカを捕獲する方法を構築した。
- ・ 成獣メスは警戒心が強く、群れの中で先に幼獣を捕獲してしまうことがある。

[本年度の結果]

- (1) 直播き、60cm、120cm の順に採食した地点が 6カ所と最も多く、直播き、120cm、60cm の順に採食した地点及び直播きのみ採食した地点がそれぞれ 1カ所ずつあった（表 1）。
- (2) 直播き、60cm、120cm の順に採食した地点では直播きを食べ始めてから 3 日以内に 60cm を食べ始め、60cm を食べ始めてから 24 時間以内に 120cm を食べ始めた（表 2）。
- (3) AH を直播きすると同時に袋入り AH を吊るすことで警戒心の強い成獣メスであっても低い位置から幼獣が口の届きにくい高さ 120cm に段階的に誘引できると考えられた（図 1、2）。

表1 採食した位置の順番ごとの地点数とその割合

採食した位置の順番	地点数	割合(%)
直播き、60cm、120cmの順に採食	6	75.0
直播き、120cm、60cmの順に採食	1	12.5
直播きのみ採食	1	12.5

表2 最初に採食した位置を採食してからの時間(日数)

試験地	最初に採食した位置	最初に採食した位置を採食してからの時間(日数)		
		直播き	60cm	120cm
浜松市 天竜区	県有林①	直播き	①-	②5時間 ③19時間
	県有林②	直播き	①-	②2時間 ③2時間
	県有林③	直播き	①-	採食せず 採食せず
	民有林①	直播き	①-	②0時間 ③0時間
	民有林②	直播き	①-	②5時間 ③10時間
森町	国有林①	直播き	①-	③17日 ②17日
	国有林②	直播き	①-	②23時間 ③25時間
	国有林③	直播き	①-	②2日 ③2日



図1 高さ60cmを採食する成獣メス



図2 高さ120cmを採食する成獣メス

4 結果の要約

アルファルファヘイキューブを誘引餌として立木根元の地面に撒くと同時に、袋に入れ底部に穴を開けて高さ60cm及び120cmに設置することで、警戒心が強い成獣であっても幼獣の口が届きにくい120cmに段階的に誘引でき、袋入り餌に慣れるまでの期間を短縮できると考えられた。

[キーワード] ニホンジカ、給餌誘引、家畜用飼料、アルファルファヘイキューブ、透明袋

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・AHによるシカの誘引効果が冬季以外(春季～秋季)では低いため、鉾塩等のミネラルの添加や嗜好性の高い植物の枝葉等による給餌誘引についても検討する。
- ・吊るした袋入りAHをシカが採食した時の足つきポイントや捕獲個体の外部を計測し、足くくりわなの設置場所を最適化する。
- ・成獣メス(2歳以上)の捕獲率を向上させるため、足くくりわな「空はじき知らず」を作動させるタイミングや作動する重さ等を調整する。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

- ・成獣メス捕獲割合向上に繋がる技術として確立し研修会等で情報提供を行う。
- ・捕獲ハンドブックの内容を改訂し普及を図る。

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究

新植地におけるノウサギ食害防止方法の検証

新植地におけるノウサギ食害実態の把握及び発生要因の解明

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：鷺山立宗、袴田哲司

協力分担：森林組合おおいがわ、志太榛原農林事務所、森林総合研究所

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎え、今後、主伐・再造林の増加が予想される。それに伴い、ノウサギによる植栽木への被害が増加する可能性があることから、ノウサギへ食害対策が必要となる。しかし、ノウサギによる食害の発生に影響を与える要因については、まだ十分に解明されていない。

本研究課題では、ノウサギの食害実態の把握及び食害の発生要因を解明し、効率的・効果的な防除法を検討することを目的とする。

この課題では、スギコンテナ苗の増殖方法がノウサギの食害に与える影響を調査した。

2 方法

- ・調査地は藤枝市瀬戸ノ谷での造林地（標高約 800～820m、0～15度の南西向き斜面）で、周囲は 10cm 目合いの防護ネット柵が設置されているにもかかわらず柵内でノウサギの被害が発生している。
- ・2021年5月下旬に 2,500本/haの密度でランダムに植栽した増殖方法の異なる2年生のコンテナ苗（挿し木苗 112本、組織培養苗 105本、実生苗 28本の計 245本）について、2021年11月下旬に苗高及び根元径を測定した。
- ・2022年2月中旬に、苗木の主軸の切断被害、及び側枝の食害について調査した。その際、主軸の切断被害は、ノウサギ特有の主軸が鋭利に切断される食痕が確認された場合に「切断有」とした。また、側枝の食害は、被害がみられないか成長になんら影響しない軽微な被害を「健全・軽微」、概ね枝の半分以上が食害されているものを「中程度」、健全な枝が5本以下のものを「重症」として、3種類に区分した。

3 結果の概要

(1) 被害の状況

- ・主軸の切断被害については、調査対象木 245本のうち、117本（48%）が「切断有」であった。増殖方法別の被害率は、挿し木苗が最も少ない 27%であり、次いで組織培養苗の 61%、最も高かったのは実生苗 82%であった（表1、図1）。
- ・側枝の食害については、調査対象木 245本のうち、64本（26%）が中程度、128本（52%）が重症であった。増殖方法別の「重症」の割合は、挿し木苗 28%であり、次いで組織培養苗 70%、実生苗 86%であった（表1、図2）。

(2) 被害に影響する要因について統計解析

- ・増殖方法と苗木サイズのどちらがノウサギの食害に影響しているのかを分析するため、目的変数をそれぞれ「主軸の切断」、「側枝の食害」として2つの一般化線形モデルを作り、「増殖方法」と「根元径」を説明変数として逸脱度分析を行った。結果、どちらのモデルでも増殖方法のみで有意に影響が認められた（表2、3）。
- ・増殖方法別の被害の割合について多重比較を行ったところ、実生苗と組織培養苗では有意な

差はなかったが、挿し木苗は他の増殖方法に対して有意な差が認められた（図1、図2）。

表1 増殖方法別の苗の本数、平均サイズ、及び被害本数

増殖方法	調査本数	苗高(cm)	根元径(mm)	主軸の切断(本)		側枝の食害(本)		
				切断無	切断有	健全・軽微	中程度	重症
挿し木	112	53.9±10.6	6.5±1.3	82	30	37	44	31
組織培養	105	75.9±15.3	11.5±2.7	41	64	14	18	73
実生	28	81.0±19.5	14.0±2.8	5	23	2	2	24
全体	245	66.5±18.1	9.5±3.6	128	117	53	64	128

※苗高と根元径の値は平均値±標準偏差

表2 主軸の切断についての逸脱度分析の結果

目的変数	説明変数	逸脱度	自由度	p値
主軸切断	増殖方法	17.66	2	<0.001 ***
	根元径	0.13	1	0.721 ns

***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

分布：二項分布 リンク関数：logit

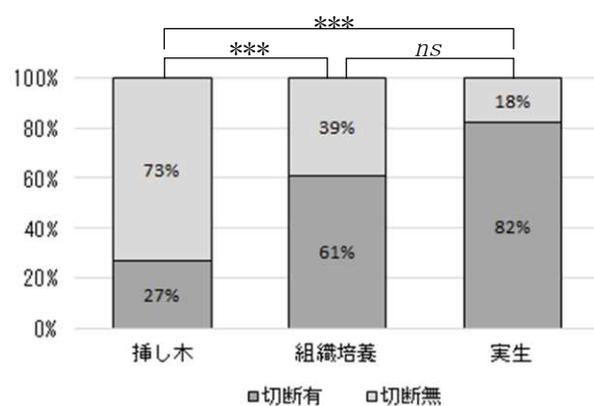


図1 主軸の切断

***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

Fisher の正確確率検定 (Bonferroni 補正)

表3 側枝の食害についての逸脱度分析の結果

目的変数	説明変数	逸脱度	自由度	p値
側枝食害	増殖方法	7.01	2	0.030 *
	根元径	0.42	1	0.516 ns

***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

分布：ポアソン分布 リンク関数：log

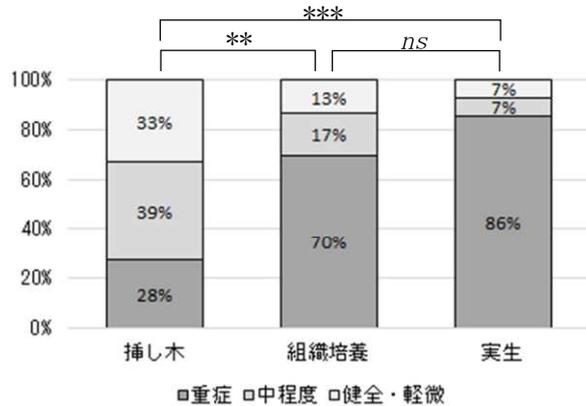


図2 側枝の食害

***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

Fisher の正確確率検定 (Bonferroni 補正)

4 結果の要約

- ・スギコンテナ苗における増殖方法の違いはノウサギによる食害に影響していた。
 - ・実生苗と組織培養苗に比べて、挿し木苗は有意に被害を受ける割合が低かった。
- [キーワード] ノウサギ、獣害、挿し木苗

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ヒノキについても検討する。
- ・挿し木が食害を受けにくい要因を明らかにする。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

- ・第12回中部森林学会大会で発表した。(2022年11月)
- ・中部森林研究に投稿中。(2023年)

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究

新植地におけるノウサギ食害防止方法の検証

新植地におけるノウサギ食害実態の把握及び発生要因の解明

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科・森林資源利用科

担当者名：鷺山立宗、袴田哲司

協力分担：森林組合おおいがわ、志太榛原農林事務所、森林総合研究所

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎え、今後、主伐・再造林の増加が予想される。それに伴い、ノウサギによる植栽木への被害が増加する可能性があることから、ノウサギへ食害対策が必要となる。しかし、ノウサギによる食害の発生に影響を与える要因については、まだ十分に解明されていない。

本研究課題では、ノウサギの食害実態の把握及び食害の発生要因を解明し、効率的・効果的な防除法を検討することを目的とする。

この課題では、ノウサギが主軸を切断可能な高さや径について検討を行った。

2 方法

(1) ノウサギが採食可能な高さ

- ・2022年12月に、ノウサギの飼育個体を使い、採食可能な高さについて測定した。
- ・試験に使用したノウサギは、2022年3月に森林・林業研究センター第二苗畑（浜松市浜北区於呂）で捕獲したオスの成獣個体（捕獲時体重2.26kg）で、捕獲後は森林・林業研究センターで飼育していた。
- ・餌（ニンジン）をスティック状に整形し、地上高60cmから80cmの間に切れ目なく設置した。また、誘引のために60cm以下にも設置した。
- ・餌の設置から一晩経過後に、高さ5cmごとの採食状況を確認し、残さず採食されたものを「完食」、食痕はあるものの餌が残っているものを「採食あり」、食痕がないものを「採食なし」に区分した。また、「採食あり」の場合、最も高い位置にある食痕の地上高を計測した。

(2) ノウサギが切断可能な主軸の径

- ・ノウサギが切断可能な主軸の径を推定するため、主軸切断被害のあった造林地で切断部分の主軸径（以下「切断径」）の調査を行った。
- ・調査地は浜松市天竜区春野町川上の造林地で、2021年春にスギを植栽したが、ノウサギによる食害が発生している。
- ・2022年7月上旬に、主軸が鋭利に切断されており、ノウサギによる主軸切断被害を受けたと判断できる苗木197本を対象に、切断径と根元径を測定した。

(3) 主軸切断被害が発生する地上高と切断径

- ・主軸切断被害が発生する地上高と切断径を調査した。
- ・調査地は藤枝市瀬戸ノ谷の造林地で、周囲は10cm目合いの防鹿柵が設置されているにもかかわらず柵内でノウサギの被害が発生している。
- ・2021年5月下旬に調査地に2,500本/haの密度で植栽し、2021年11月下旬に、枯死等を除く245本を対象として苗高及び根元径を測定した。
- ・2022年2月中旬に、ノウサギによる主軸切断被害を受けたと判断できる苗木を対象に、切断された地上高（以下「切断高」）と切断径を測定した。

3 結果の概要

(1) ノウサギが採食可能な高さ

- ・ 5回の試験を行った結果、地上高 70cm 未満の餌は 5回すべて「完食」、70cm 以上 75cm 未満の餌は 5回すべてで「採食あり」、75cm 以上の餌は 5回すべてで「採食なし」であった（表 1）。70cm 以上 75cm 未満の食痕の地上高は 71.5~73.5cm、平均 72.6cm であり、それより高い位置には食痕が無かった。

(2) ノウサギが切断可能な主軸の径

- ・ 被害木の根元径は 4.6mm から 21.2mm であった。切断径は 4.3~9.2mm であった（図 1）。

(3) 主軸切断被害が発生する地上高と切断径

- ・ 調査対象木 245 本のうち、合計 117 本（47.8%）が主軸切断被害を受けていた。
- ・ 切断は地上高 5 cm から 69cm で発生しており、苗木が成長しているほど高い位置で切断被害を受ける傾向があったが、地上高 69cm より高い位置での切断はなかった。また、苗高 69cm 以上では苗高が大きくなるに従い苗高と切断高の乖離が大きくなる傾向があった（図 2）。
- ・ 被害木の根元径は 3.2mm から 21.2mm までなのに対し、切断箇所径は 9.2mm までに留まった（図 3）。

表 1 高さ別の採食状況と回数(回)

餌の高さ(cm)	採食なし	採食あり	完食
75~80	5	0	0
70~75	0	5	0
65~70	0	0	5
60~65	0	0	5
60未満	0	0	5

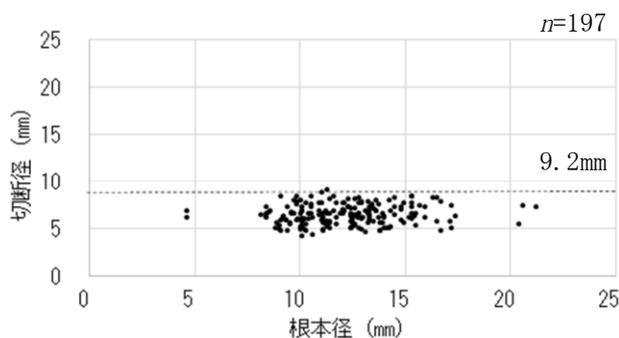


図 1 根元径と切断径（浜松市天竜区）

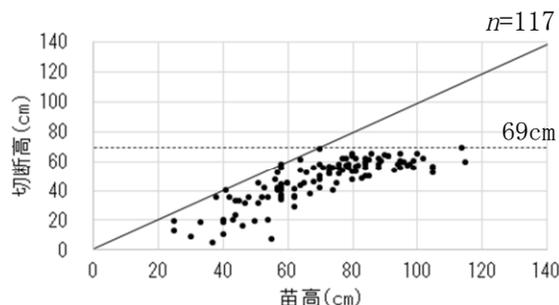


図 2 苗高と切断高（藤枝市瀬戸ノ谷）

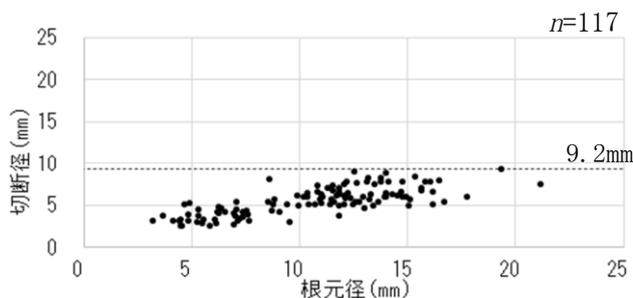


図 3 根元径と切断径（藤枝市瀬戸ノ谷）

4 結果の要約

- ・ 地上高おおむね 74cm までは、ノウサギの食害リスクが高いと推察される。
 - ・ ノウサギによるスギ主軸切断は、おおむね直径 9.2mm までの主軸で発生すると推察される。
- [キーワード] ノウサギ、獣害、主軸の切断

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ 普及に向けてわかりやすい指標を作成する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

- ・ 第 12 回中部森林学会大会で発表した。（2022 年 11 月）
- ・ 中部森林研究に投稿中。（2023 年）

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究
新植地におけるノウサギ食害防止方法の検証
ノウサギ侵入防止にも有効な総合防護柵の規格検証
担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科
担 当 者 名：鷺山立宗
協 力 分 担：株式会社ヤマイチネット、ナカダ産業株式会社
予算(期間)：県単（2021-2023年度）

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎え、今後、主伐・再造林の増加が予想される。それに伴い、ノウサギによる植栽木への被害が増加する可能性があることから、ノウサギへ食害対策が必要となる。しかし、従来のネット柵は、切断による侵入が生じており、侵入したノウサギによる植栽木への食害が県内各地で発生していることから、より強度の高い柵が必要な状況にある。

この課題では、ノウサギの加害に対する防護柵用ネット柵の強化材の耐久性の検証と、ノウサギがネットを加害する高さについて調査を行った。

2 方法

- ・2022年11月、12月に、ノウサギ飼育個体に防護柵用ネットを齧らせることによる耐久性の検証を実施した。
- ・試験に使用したノウサギは、2022年3月に森林・林業研究センター第二苗畑（浜松市浜北区於呂）で捕獲したオスの成獣個体（捕獲時体重2.26kg）で、捕獲後は森林・林業研究センターで飼育していた。
- ・異なる強化材の入ったネット（10cm目合い）を3種類と、比較対象として強化材を含まないポリエチレンのみのネット（10cm目合い）1種類の、計4種類のネットを用意した。強化材は、超高分子量ポリエチレン（1600D×2本）、軟質ステンレス（0.19mm×8本）、硬質ステンレス（0.20mm×7本撚り）とした。
- ・森林・林業研究センター内のノウサギ飼育棟内を、隠れ家と餌場を分断するように金網柵で仕切りを設置し、ノウサギが移動可能な通路として幅80cmの隙間を設けた（図1）。
- ・ノウサギの成獣は10cm目合いのネットを潜り抜け可能だが、通り道にネットがあれば潜り抜け可能であっても加害する。各素材のネットを通路に設置し、ノウサギにネットを加害させることで、切断されるまでの日数を調査した。
- ・ネットの設置期間は最大10日とし、切断されるまで継続して設置した。
- ・併せて、ノウサギがネットを加害する高さを調べるため、ネットの噛み痕・切断の地上高を測定した。

3 結果の概要

- ・ポリエチレン、超高分子量ポリエチレンは設置後1日で切断されたが、軟質ステンレス、硬質ステンレスは10日間設置しても切断されなかった。
- ・ネットの噛み痕は26箇所、切断は7箇所であった。ノウサギは概ね地上高74cmまでは加害可能だが、ネットの噛み痕・切断すべて地上高25cm以下に分布しており、噛み痕・切断ともに地上高6～10cmに最も多く分布していた（図2）。

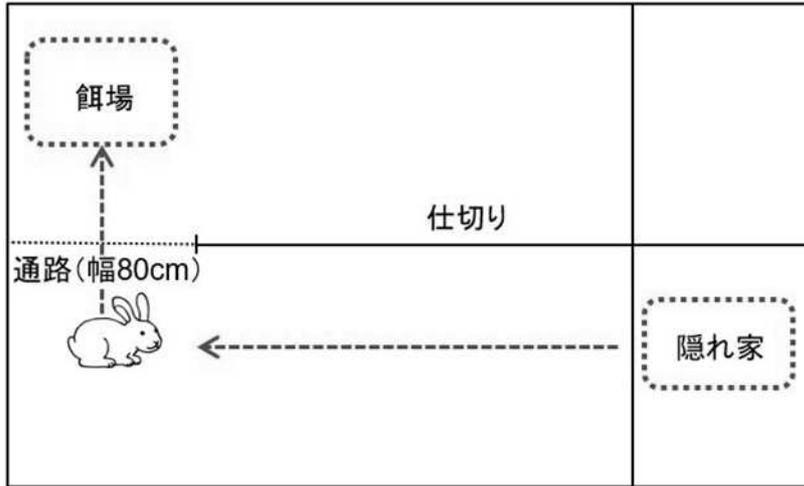


図1 飼育棟内の配置図

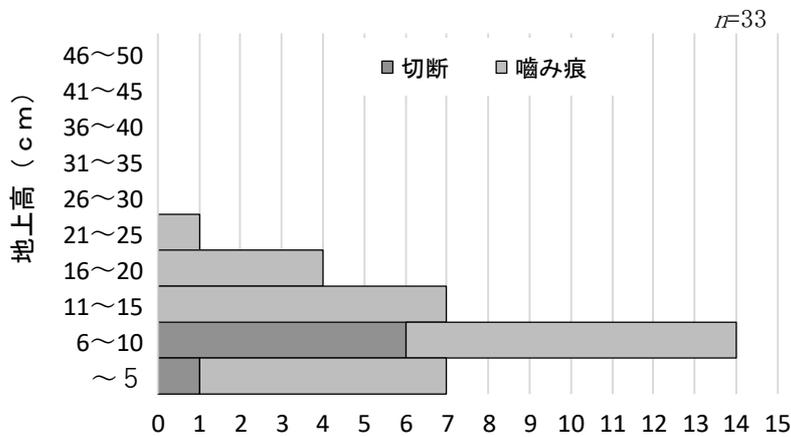


図2 噛み痕・切断の地上高

4 結果の要約

- ・他のネット強化材に比べ、超高分子量ポリエチレンは切断されやすいことがわかった。
- ・防護ネット柵の地上高 25cm 以下の箇所は比較的ノウサギの加害リスクが高く、特に 10cm 以下で最もリスクが高いと考えられた。

[キーワード] ノウサギ、獣害、防護柵

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・引き続き試験を行い、データを蓄積する。
- ・ノウサギが侵入可能な網目のサイズについて検討する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

- ・事業関係事務所及び林業事業者等に情報提供を行う。

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究

ノウサギ捕獲方法の検証

くくりわな及び箱わな等による捕獲方法の検証

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：鷺山立宗

協力分担：－

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎えており、今後、主伐・再造林の増加が予想される。それに伴い、ノウサギによる植栽木への被害が増加する可能性がある。防護柵の隙間から侵入したノウサギによる植栽木への食害が県内各地で発生しているが、柵設置時に閉じ込めた個体等、柵内にいるノウサギを捕獲する手法が確立されていない。

この細目課題では、ノウサギの捕獲技術の開発を目的としている。

今回の研究では、餌によるノウサギの誘引と箱わなによる捕獲について検討した。

2 方法

- ・試験は、2021年11月から2022年3月まで（5か月間）、森林・林業研究センター第二苗畑（浜松市浜北区於呂）で行った。試験地の設定にあたって、周辺を踏査し、ノウサギの糞塊が多く、利用頻度が高いと考えられる場所を選定した。
- ・試験の内容は、第一にノウサギを誘引可能な餌を調べることを目的とした嗜好性の確認試験、第二に餌による箱わなへの誘導を確認する誘導試験を行った。その後、試験の結果に基づき箱わなによる捕獲を試みた。
- ・嗜好性の確認試験では、試験地に3か所の誘引地点を設定し、各地点に飼料を直接地面に置き、これを食べに来た動物を検知するよう自動撮影カメラを各地点に1台ずつ設置した。撮影された画像から、動物の口が地面に置いた飼料の近くにある、あるいは前後の写真で飼料に変化が認められる場合を「採食」と判断し、前回の採食から24時間以上経過したのち再度同種の飼料を採食している場合を「餌付き」と判断した。餌として、牧草であるアルファルファとチモシー、アルファルファを加糖圧縮して整形したブロック状の牧草ヘイキューブ、そしてニンジン、リンゴ、カイワレ大根を設置した。なお、アルファルファとチモシーはセンター内で種から栽培したものを生きたまま設置した。また、シカが試験地に入らないよう、地上高80cmの位置に電気柵を設置した。
- ・誘導試験では、誘引効果が確認された餌を用いて、箱わなの中への誘導を試みた。試験地内の2地点に箱わなを2台ずつ設置し、餌に誘引された動物を検知するよう自動撮影カメラを各ポイントに1台ずつ設置した。それぞれの餌を厚さ1cm程度に切り、箱わなの外から中に誘導するよう、入り口の30cm手前から奥まで、10から15cmおきに設置した（図1）。そして、箱わなの一番奥の餌を食べた場合に誘導できたと判断した。

3 結果の概要

- ・嗜好性の確認試験の結果、ニンジン、リンゴで嗜好性が確認されたが、アルファルファ、チモシー、ヘイキューブ、カイワレ大根は嗜好性が確認できなかった（表1）。
- ・誘導試験は2地点で実施し、各地点に、ニンジンを餌とした箱わなと、リンゴを餌とした箱わなの2台を並べて設置した。自動撮影カメラで様子を見たところ、ノウサギをわなの一番奥まで誘導できたのはニンジンだけであり、リンゴはわなの入口までは食べるものの、わな

の奥まで入ることはなかった。

- ・この結果に基づき、ニンジンを餌にして2基の箱わなを仕掛けて捕獲を試みたところ、延べ9日間で2個体のノウサギを捕獲することができた。

表1 嗜好性の確認試験によるノウサギの採食、餌付き

試験地点	11/1～1/12	1/12～2/8	2/8～2/18	2/18～2/25
A	アルファルファ	アルファルファ ○リンゴ ヘイキューブ	アルファルファ ヘイキューブ かいわれ大根	アルファルファ チモシー かいわれ大根 ◎リンゴ
B	アルファルファ	アルファルファ ◎リンゴ ヘイキューブ	アルファルファ ヘイキューブ かいわれ大根 チモシー	アルファルファ チモシー ◎リンゴ ◎ニンジン
C	アルファルファ	アルファルファ ○リンゴ ヘイキューブ	アルファルファ ヘイキューブ かいわれ大根 ○チモシー	アルファルファ ○チモシー ◎リンゴ ◎ニンジン

○・・・採食した ◎・・・餌付いた



図1 ニンジンによる箱わなへの誘導試験

4 結果の要約

- ・ニンジンを経験として、ノウサギを誘引可能であることがわかった。
 - ・ニンジンを経験として、ノウサギを箱わなで捕獲可能であることがわかった。
- [キーワード] ノウサギ、誘引、捕獲、箱わな

5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・誘引効果の季節による変化を検証する
- ・造林地を変えて検証する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

- ・F&F（（公財）静岡県林業会議所刊行）2022年9月1日 第1151号
- ・事業関係事務所及び林業事業体等に情報提供を行う。

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究
新植地におけるノウサギ食害防止方法の検証
新植地におけるノウサギ食害実態の把握及び発生要因の解明
担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科
担 当 者 名：鷺山立宗
協 力 分 担：サンケイ化学株式会社
予算(期間)：受託研究（2022年度）、県単（2021-2023年度）

1 目的

静岡県の森林資源は、その多くが成熟期を迎え、今後、主伐・再造林の増加が予想される。それに伴い、ノウサギによる植栽木への被害が増加する可能性があることから、ノウサギへ食害対策が必要となる。しかし、ノウサギによる食害の発生に影響を与える要因については、まだ十分に解明されていない。

本研究課題では、ノウサギの食害実態の把握及び食害の発生要因を解明し、効率的・効果的な防除法を検討することを目的とする。

この課題では、関連企業の依頼により、ノウサギの食害の効果的な防除法を検討するため、忌避剤による防除効果について試験を行った。

2 方法

- ・ コニファ、カジラン（以下「KW-10」）、カジラン塗布剤（以下「KW-11」）の3種類の忌避剤について試験を行った。
- ・ 調査地は浜松市天竜区春野町川上の造林地で、2021年春にスギを植栽したが、ノウサギによる食害が発生している。
- ・ 調査地内の任意の箇所に試験区を設置し、2022年4月25日に、スギ、ヒノキ、コウヨウザンを各120本（計360本）植栽した。同日、3種類の薬剤を各樹種30本ずつ（計270本）に散布した。なお、各樹種30本（計90本）は薬剤処理を行わない対照群とした（表1）。
- ・ 植栽後、7、15、30、60、90日後に食害状況調査を行った。調査は、主軸と側枝に分けて行い、それぞれ被害状況に応じて度数に区分した（表2、3）。

3 結果の概要

- ・ 植栽15日後から被害が発生していたため、植栽15日後から90日後の被害度数について、無処理群と薬剤処理群で比較検定を行った（表4）。なお、コウヨウザンの試験結果については依頼者の求めにより非公開とした。

コニファ：主軸の切断については、有意差が認められなかった。側枝の食害については、スギは90日後まで、ヒノキは60日後まで有意差が認められた。

KW-10：主軸の切断については、有意差が認められなかった。側枝の食害については、スギは90日後まで、ヒノキは60日後まで有意差が認められた。

KW-11：主軸の切断については、ヒノキの60日後のみで有意差が認められた。側枝の食害については、スギは90日後まで、ヒノキは60日後まで有意差が認められた。

- ・ 薬剤散布後に主軸・側枝ともに成長しているため、成長部分については忌避剤の効果が十分に発揮されなかった可能性がある。

表1 樹種・薬剤ごとの供試数

樹種	KW-10	KW-11	コニファ	無処理	計
スギ	30	30	30	30	120
ヒノキ	30	30	30	30	120
コウヨウザン	30	30	30	30	120
計	90	90	90	90	360

表2 主軸の被害度数

被害度数	被害の状況
0	主軸に被害が見られない
1	梢端に食痕が見られる
2	主軸が切断されている

表3 側枝の被害度数

被害度数	被害の状況
0	食害が全く認められない
1	食害を受けた枝が25%以下
2	食害を受けた枝が25%より多く、50%以下
3	食害を受けた枝が50%より多く、75%以下
4	食害を受けた枝が75%より多く、100%未満
5	全ての枝を食害

表4 対照群（無処理）と薬剤処理群（コニファ、KW-10、KW-11）の被害度数の比較

		主軸				側枝			
		無処理	コニファ	KW-10	KW-11	無処理	コニファ	KW-10	KW-11
スギ	15日後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30日後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	60日後	0.10	0.00 <i>ns</i>	0.00 <i>ns</i>	0.00 <i>ns</i>	0.48	0.00 **	0.03 *	0.07 ' ,
	90日後	0.86	0.71 <i>ns</i>	0.73 <i>ns</i>	0.67 <i>ns</i>	2.03	1.03 **	1.00 **	1.23 *
ヒノキ	15日後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30日後	0.13	0.10 <i>ns</i>	0.23 <i>ns</i>	0.13 <i>ns</i>	0.57	0.13 *	0.27 <i>ns</i>	0.20 ' ,
	60日後	0.77	0.70 <i>ns</i>	0.63 <i>ns</i>	0.47 *	2.10	1.20 **	1.10 **	1.07 **
	90日後	0.93	1.00 <i>ns</i>	1.03 ' ,	0.97 <i>ns</i>	2.70	2.47 <i>ns</i>	2.50 <i>ns</i>	2.33 <i>ns</i>

度数は平均値を記載した。

** $p < 0.01$ 、* $p < 0.05$ 、' , $p < 0.1$ （無処理区と各薬剤処理群でBrunner-Munzel検定）

4 結果の要約

- スギ、ヒノキでは、コニファ、KW-10、KW-11いずれの忌避剤でも側枝の食害に対して防除効果があり、スギ場合は散布から90日後まで、ヒノキの場合は散布から60日までは効果があると推察された。

[キーワード] ノウサギ、忌避剤、獣害

5 今後の問題点と次年度以降の計画

他の防除法と組み合わせた効果的な活用について検討する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

事業関係事務所及び林業事業体等に情報提供を行う。

課 題 名：農地における既設のイノシシ用電気柵を活用したシカ・イノシシ併用侵入防止柵の研究

シカの生息状況の調査

シカの生息状況についてのアンケート調査

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：水井陽介

協力分担：三ヶ日町農業協同組合、三ヶ日町有害駆除対策協議会

予算(期間)：県単（2022-2024年度）

1 目的

三ヶ日町農業協同組合管内ではイノシシによる柑橘の被害が発生しており、現地では防護柵の設置や箱わなによる捕獲等の対策が実施されている。しかし、近年、新たにシカに関する被害や目撃の報告が増加している。対策を実施するにあたり、ニホンジカ（以下「シカ」）の生息状況を把握する必要があるため、本試験では三ヶ日町有害駆除対策協議会に所属する者に対してアンケート調査を実施した。

2 方法

- (1) 調査対象 三ヶ日町有害駆除対策協議会 131人
※同協議会は三ヶ日町農業協同組合管内の柑橘生産者であり、自ら箱わなでイノシシ等の捕獲を実施する者で主に構成されており、猟友会とは異なる。また、同協議会は地域によって4つの部会に分かれている。
- (2) 調査内容 シカの生息状況の把握
- (3) 調査方法 アンケート調査
- (4) 配布方法 2021年6月に各部会長から会員に直接配布
- (5) 回収方法 2021年8月15日までに当センターに郵送

3 結果の概要

- (1) 回答者は76人で回答率は58%であった。
- (2) 初めてシカを目撃した時期を質問したところ、「シカを目撃した」と回答した者は41人で、このうち4年以内に初めてシカを目撃したと回答した者は35人であった。シカによる農作物被害が発生したと回答した者は32人で、うち5年以内に発生した者は26人であった(表1)。この他、直近10年間のシカの数については「分からない」「無回答」を除くと、「増えた」もしくは「少し増えた」と回答した者は34人で「減った」もしくは「少し減った」と回答した者は1人であった。5年以内でシカが人目につく場所に生息範囲が広がり、被害が発生したほ場が増加したと推察される。
- (3) シカに被害を受けた作物については柑橘類と回答した者は30人と最も多かった。
- (4) 今後、実施したいシカ対策として、防護柵の設置と回答した者が36人と最も多く、くくりわなや箱わななど捕獲と回答した者が38人であった。捕獲を考える者のうち、半数以上はくくりわなと回答したが、同協議会の規約では現在くくりわなの使用を認めていないため、今後の対応を検討する必要がある。
- (5) シカを目撃や被害を受けたと報告を受けた場所を地図化したところ、三ヶ日町農業協同組合管内の山林にはシカが生息しているものの、目撃や被害の情報は林縁に集中していることが分かった(図1)。

表1 アンケートの質問及び回答の結果

項目	回答 (人)	項目	回答 (人)
Q1 初めてニホンジカを目撃した時期		Q2 目撃したニホンジカの種類 (複数回答可)	
現在～1年前	13	A2 オスジカ	16
1～2年前	5	メスジカ	23
2～3年前	8	子ジカ	6
3～4年前	9	不明	15
5年以上前	6		
目撃したことはない	31		
無回答	4		
Q3 ニホンジカの数について (直近10年間の変化)		Q4 ニホンジカによる農作物 被害の有無	
A3 増えた	28	A4 ニホンジカによる被害を受けた ことがある	29
少し増えた	6	ニホンジカによる被害を受けた ことが無い	39
変わらない	0	不明	8
少し減った	0	(被害を受けたことがある場合)	
減った	1	初めて被害を受けた時期	
わからない	30	～1年前	6
無回答	11	～2年前	8
		～3年前	6
		～4年前	2
		～5年前	4
		6年以上前～	2
		無回答	1
Q5 (ニホンジカに被害を受けた場 合) 被害作物種類 (複数回答可)		Q6 今後実施したいニホンジカ対策 (複数回答可)	
A5 柑橘類	30	A6 防護柵の設置	36
葉物類	0	捕獲	
芋類	0	箱わな	11
豆・穀物類	0	くくりわな	20
その他	米1、 柿・葡萄1	銃	3
		捕獲のみに印	4
		その他	8
		無回答	1

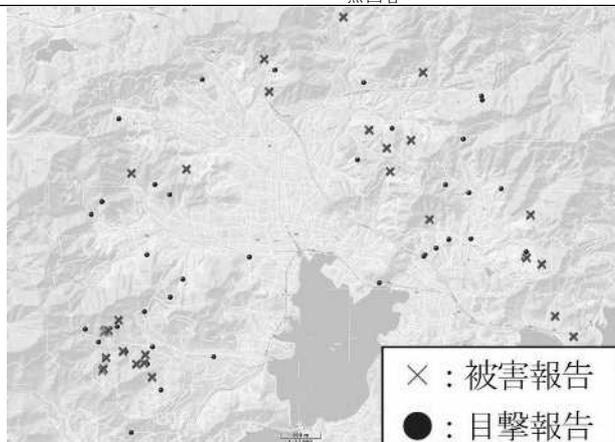


図1 シカの被害及び目撃報告のあった場所

4 結果の要約

三ヶ日町有害駆除対策協議会員にシカに関するアンケート調査を行った結果、シカの生息範囲が広がっていることが推察された他、その目撃や被害は林縁に集中していることが分かった。

〔キーワード〕シカ、生息範囲、アンケート調査

5 今後の問題点と次年度以降の計画

生息状況及び被害状況を調査するため、センサーカメラによる調査及び追加のアンケート調査を行う予定である。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

三ヶ日町農業協同組合を経由して三ヶ日町有害駆除対策協議会に情報提供済み。また、今年度、研修会で報告予定。

課題名：農地における既設のイノシシ用電気柵を活用したシカ・イノシシ併用侵入防止柵の研究

シカ・イノシシの被害対策に関する研究

電気柵の電線に接触する薬剤散布後の雑草が電圧に与える影響の評価

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担当者名：水井陽介

協力分担：－

予算(期間)：県単（2022-2024年度）

1 目的

シカ及びイノシシの被害を軽減する対策の一つとして電気柵の設置がある。侵入しようとして柵に接触した動物に高電圧でショックを与えて防除する電気柵では、一定以上の電圧を維持する必要がある、電線に雑草が接触しないように管理することが重要である。しかし、電気柵下の草刈にかかる作業は生産者への負担が大きいことから、本試験では草刈より負担のかからない薬剤散布で雑草管理する方法について検討するため、電線に接触する薬剤散布後の雑草が電気柵の電圧に与える影響について調査した。

2 方法

- (1) 試験ほ場 農地で一般的にみられるイネ科雑草であるイチゴツナギが優占的に繁茂したほ場（浜松市浜北区根堅の静岡県立農林環境専門職大学敷地内）に、電線を固定するために、支柱としてFRP製農業用トンネル支柱（長さ4m、直径10.5mm、以下、ダンポール）の両端を地面に刺してU字型に設置した。試験区は、電気柵用ポリワイヤー電線（ホワイトワイヤーライトX（株）ファームエイジ）、以下、電線）45mを雑草が接触するように地上高20cmで結束バンドを用いて支柱に固定し、コントロール区は電線45mを雑草が接触しないように地上高100cmに固定した。いずれの区も全ての電線が28㎡（4m×7m）の試験地内に収まるように、折り返して設置した。なお、両区の電線は接続させず、それぞれ独立させた（図1、2）。電気柵の電源はバッテリー式電牧器（パワーボックスAN90S（株）ファームエイジ）、電圧の測定は電気用電圧テスター（デジタルボルトメーター（株）ファームエイジ）を使用した。なお、電源は電池の消耗による電圧の低下を抑えるため、電線の電圧を測定する際に通電し、その他の時期には電源を切って通電を行わなかった。
- (2) 薬剤散布 2022年5月25日に電気柵を設置後、同日中にグルホシネートPナトリウム塩液剤（ザクサ液剤（株）北興化学工業）28mlを4.2Lの水に希釈し（希釈倍率150倍）、電線に接触する全ての雑草に除草剤がかかるように、電線を配置した28㎡の全面に散布した。
- (3) 調査内容 2022年5月25日から6月28日まで1～3日の間隔で午前8時45分～10時の間に電気柵の電圧を測定した他、調査時に目視で雑草の濡れを確認した。

3 結果の概要

- (1) 除草剤を散布する前の処理区の電圧は2.3kVで、コントロール区の電圧7.4kVの31%あった（図3）。除草剤を散布後、処理区の電圧は時間の経過とともに高まり、散布してから28日後に最も高い電圧である7.0kVを計測した。除草剤を散布した後に雑草の茎葉が変色して乾燥していたことから、雑草の水分含量の減少に伴い雑草による漏電量が減少した結果、電気柵の電圧が回復したと推察される。なお、コントロール区の電圧の平均値は7.7kVで、処理区に比べて高かった。

- (2) 調査を実施した 35 日間のうち、雑草の濡れを 7 日間確認した。濡れを確認した日の処理区の電圧はその前後に調査した日の電圧に比べて低かったが、コントロール区では差が見られなかったことから、降雨等の外的要因により電線に接触した雑草に水が付着することで雑草の漏電量が増加した結果、電気柵の電圧が低下したと推察された。
- (3) 電気柵下の雑草が電線に接触した状態で除草剤を散布する場合、草刈に比べて時間はかかるものの電気柵の電圧の回復は回復することが分かった。ただし、雨などの影響で電圧が低下するため、注意が必要である。電気柵に必要な電圧として、4.0kV を推奨している電気柵メーカーが見られる。上記を基準に電気柵の防除効果を検討した場合、薬剤を散布して 14 日以降には基準を上回る電圧を得られたことから、草刈にかかる労力や時間が確保出来ない場合にはザクサ液剤の散布のみでも実施する価値があると推察された。



図 1 試験ほ場

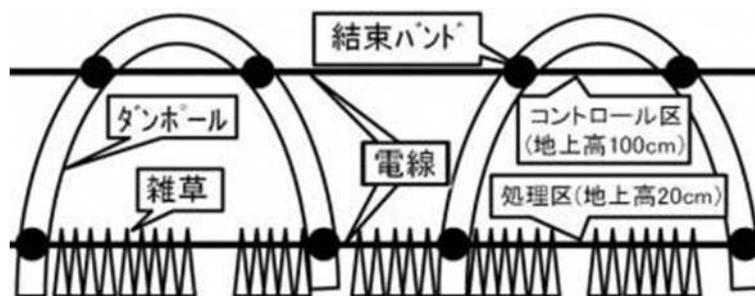
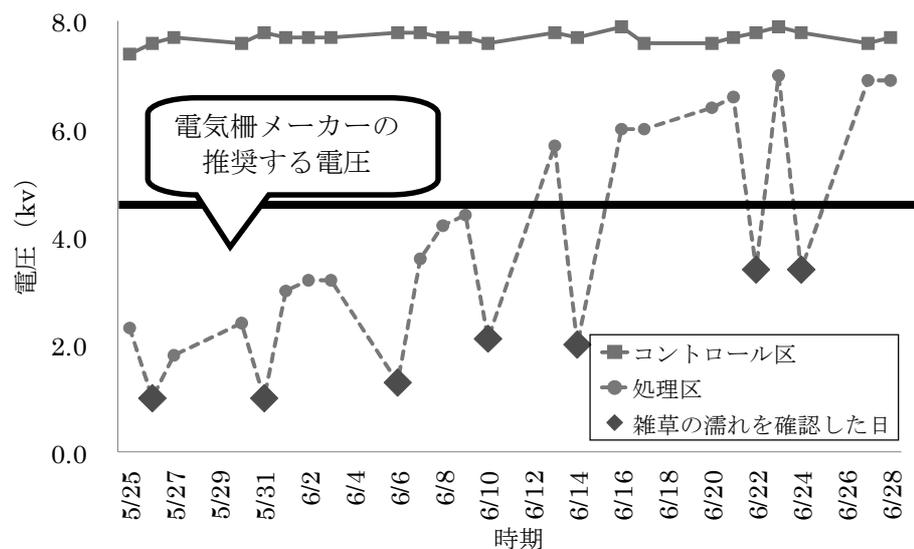


図 2 電気柵の模式図



4 結果の要約

草刈より負担の少ない薬剤散布のみで電気柵下の雑草管理を行い、電線に接触する雑草が電圧に与える影響について調査した。調査の結果、草刈に比べて電圧が高まるまでに時間がかかること、降雨等の影響で電圧が低下することが分かった。

[キーワード] 電気柵、雑草管理、薬剤散布、電圧低下

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き電気柵の雑草管理方法について検討する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

令和 4 年度、中部森林学会で発表した他、同学会に論文を投稿中である。

課題名：農地における既設のイノシシ用電気柵を活用したシカ・イノシシ併用侵入防止柵の研究

シカ・イノシシの被害対策に関する研究

電気柵の電線に接触する薬剤散布後の雑草の濡れが電圧に与える影響の評価

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担当者名：水井陽介

協力分担：－

予算(期間)：県単（2022-2024年度）

1 目的

シカ及びイノシシの被害を軽減する対策の一つとして電気柵の設置がある。侵入しようとして柵に接触した動物に高電圧でショックを与えて防除する電気柵では、一定以上の電圧を維持する必要があり、電線に雑草が接触しないように管理することが重要である。当センターが薬剤散布によって電気柵下の雑草管理を検討した結果、電線に接触する雑草が濡れた状態では乾燥した状態に比べて電圧が低下することが分かった。本試験では降雨等の外的要因により濡れた雑草が電気柵の電圧に与える影響を調査した。

2 方法

- (1) 試験ほ場 農地で一般的にみられるイネ科雑草であるイチゴツナギが優占的に繁茂したほ場（浜松市浜北区根堅の静岡県立農林環境専門職大学敷地内）に、電線を固定するために、支柱としてFRP製農業用トンネル支柱（長さ4m、直径10.5mm、以下、ダンポール）の両端を地面に刺してU字型に設置した。試験区は、電気柵用ポリワイヤー電線（ホワイトワイヤーライトX（株）ファームエイジ）、以下、電線）45mを雑草が接触するように地上高20cmで結束バンドを用いて支柱に固定し、コントロール区は電線45mを雑草が接触しないように地上高100cmに固定した。いずれの区も全ての電線が28㎡（4m×7m）の試験地内に収まるように、折り返して設置した。なお、両区の電線は接続させず、それぞれ独立させた。電気柵の電源はパワーボックスAN90S（株）ファームエイジ）、電圧の測定はデジタルボルトメーター（株）ファームエイジ）を使用した。なお、電源は電線の電圧を測定する際に通電し、その他の時期には電源を切って通電を行わなかった。
- (2) 薬剤散布 2022年5月25日に電気柵を設置後、同日中にグルホシネートPナトリウム塩液剤（ザクサ液剤（株）北興化学工業）28mlを4.2Lの水に希釈し（希釈倍率150倍）、電線に接触する全ての雑草に除草剤がかかるように、電線を配置した28㎡の全面に散布した。また、ほ場に散水して雑草を濡らすために、スミサンスイRをほ場に配置した。
- (3) 調査内容 試験は2022年7月25、27、29日、8月3日の午後1時～午後5時、7月29日、8月3日の午前9時～12時に実施した（試験日の天候はいずれも晴れ）（表1）。雑草を濡らすために1時間あたり7.5mmの降雨を想定した散水を7月25、27日は78分間、7月29日、8月3日はそれぞれ38分間行い、散水開始時から散水を終了して122分後まで、5分間に1度電圧を測定した。

3 結果の概要

- (1) 散水開始前の処理区の電圧は6.0～6.3kVで、散水を開始して10分後には3.3～3.6kVに低下した（図1、2）。また、散水によって電圧は3.0～3.1kVまで低下したものの、散水が続いてもそれ以下に低下することはなかった。一方、コントロール区の電圧は散水中も低下せ

- ず、7.8～8.1kv で推移した。
- (2) 散水を終了後、時間の経過とともに各処理区の電圧は上昇し、散水を終了してから 122 分後には 5.9～6.1kv を示した。また、散水時間の違いでは電圧の上昇する速度に差は見られなかった (図 1)。
 - (3) 午後に散水を実施した処理区は午前に散水を実施した処理区に比べて電圧の上昇する速度が速かった (図 2)。この原因として、試験ほ場は木に囲まれており、午前中は木陰が発生したことが考えられる。
 - (4) 本試験の結果から降雨等の外的要因により雑草が濡れることで電圧は低下するものの、水の供給量が一定の値を越えると電圧の低下は止まること、雑草に降雨等による水の供給が止まった後、電圧は上昇するものの、気象条件によってその上昇する速度は異なることが分かった。

表 1 散水時期及び散水時間

日付	午前	午後
7月25日	—	処理区1 (78分)
7月27日	—	処理区1 (78分)
7月29日	処理区3 (38分)	処理区2 (38分)
8月3日	処理区3 (38分)	処理区2 (38分)

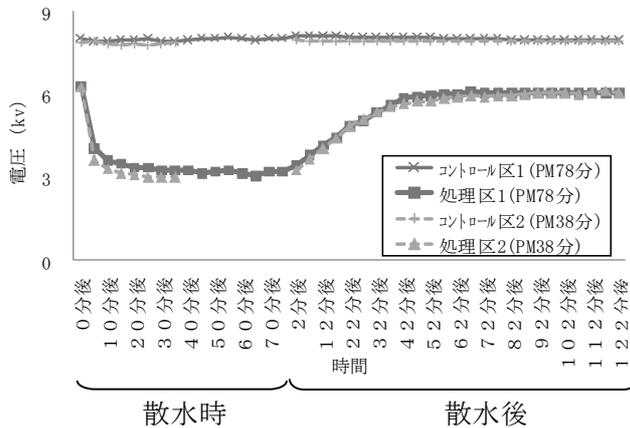


図 1 電気柵の電圧 (散水時間の違い)

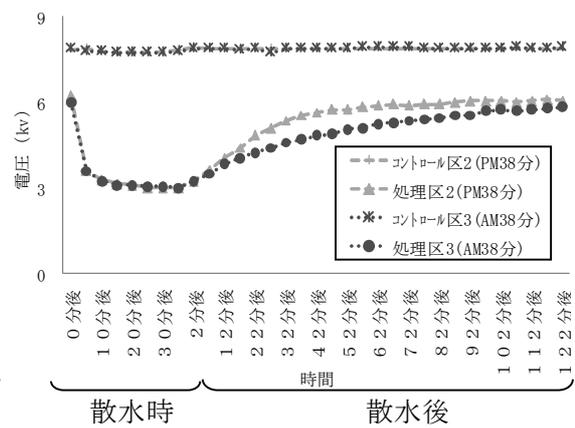


図 2 電気柵の電圧 (午前と午後の違い)

4 結果の要約

電気柵の電線に接触した雑草が濡れることで電圧は低下するものの、散水量が一定の値を越えると電圧の低下は止まることが分かった。また、雑草に対する散水が止まった後、気象条件によって電圧の上昇する速度は異なることが分かった。

〔キーワード〕 電気柵、雑草管理、薬剤散布、電圧低下、散水

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き電気柵の雑草管理方法について検討する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

農業者等を対象とした講習会で随時情報提供する。

II 資料

資料（2023年3月作成）

課 題 名：形質的に優れたスギ・ヒノキ苗木を育成するための種子生産に関する研究

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：福田拓実、山田晋也

協力分担：西部農林事務所

予算(期間)：県単（2021-2025年度）

1 目的

森林資源の更新には、低コスト造林が不可欠であり、低コスト造林に適する成長等に優れた品種が求められているが、本県の環境に適応したスギエリートツリー（特定母樹）は選抜されてから間もなく、種子の早期生産が課題となっている。

そこで本課題では、ビニールハウスの閉鎖型採種園において、果樹分野で実用化されている根圏制御栽培法を応用し、早期種子生産の検討をした。

2 方法

(1) 試験場所 西部農林事務所育種場 1, 2 ハウス（浜松市浜北区。ハウスは 10.8m×18m×3.2m）

(2) 調査個体

ア 種子生産量の推移 スギ 41 個体

イ 種子生産量の比較 スギ 89 から 91 個体

（イの個体はアの 41 個体を含む。個体数が変化しているのは、枯死などによって調査年度ごとのスギ本数が変化したため。）

(3) 調査時期 2018 年度、2019 年度、2020 年度の 6 月、8 月（薬剤散布）及び 10 月から 3 月（種子精選及び人工交配）

(4) 栽培方法 ビニールハウス内においてスギを根圏制御栽培（約 460 の収穫コンテナで育成）を実施した。スギには毎日灌水を行い、6 月と 8 月に 1 回ずつ、合計 2 回ジベレリンを散布し、花芽を誘導させた。1 月から 2 月にかけて花芽が開花したので、雄花から花粉を回収し、雌花に花粉を散布した。花粉の散布は 1 本あたり 15 回程度行った。

(5) 調査方法 人工交配によって得られた種子の重量及び発芽率。発芽率は直径 9 mm のシャーレに湿らせたろ紙を敷き、その上に種子を蒔き、23℃の暗黒空間で 28 日間保存した後の発芽数から求めた。

3 結果

(1) 定植後 1 年目の若齢スギで 18.5g/本の種子を採取することができた（表 1）。これは、従来型の採種園であるミニチュア採種園における全体平均(19.5g/本)の 9 割以上の種子生産量であった。

(2) 定植後 2 年目で 40.0g/本、3 年目で 57.3g/本であり、定植後 3 年で 1 本あたりの種子生産量はミニチュア採種園の 3 倍弱となった。また、ミニチュア採種園での種子生産は 3 年に 1 回なのに対し、閉鎖型採種園では毎年の種子生産が可能であった（表 2）。さらに、種子の発芽率も閉鎖型採種園で高く、3 年間の平均発芽率は 42.0%であった。一方でミニチュア採種園の発芽率は全体で 20.7%であり、発芽率に 2 倍以上の差があった。

(3) ハウス全体とミニチュア採種園とを比較しても、 m^2 あたりの種子生産量はミニチュア採種園では 7.9g/ m^2 なのに対し、閉鎖型採種園では 13.1g/ m^2 であった（表 3）。閉鎖型採種園は毎年種子生産が可能であると考えると、単位面積あたりの種子生産量は、計算上約 5 倍になった。また、1 本の母樹からの得苗数も、ミニチュア採種園では 443.3 株/本であったが閉鎖型採種園では 1,009.2 株/本であり、ミニチュア採種園の約 2.3 倍であった。

表 1 閉鎖型採種園内個体の種子生産量の推移

ほ場	年度	本数	1本あたり生産 (g/本)	発芽率(%)
閉鎖型採種園	2018	41	18.5	43.6
	2019	41	40.0	44.2
	2020	41	57.3	38.3
閉鎖型採種園平均			38.6	42.0
ミニチュア採種園平均		526	19.5	20.7

※閉鎖型採種園の個体は全て同一個体

表 2 閉鎖型採種園全体とミニチュア採種園の生産量の比較（詳細）

ほ場	項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	平均 (3回)	ほ場面積 (㎡)	㎡あたり生産(g) ※3回平均
M-1 ミニチュア	管理	造成	育成	育成	育成	着花促進	生産	育成	着花促進	生産	育成	着花促進	生産				
	定植からの年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	残存本数(本)	416	-	-	-	-	315	-	-	315	-	-	216		282		
	生産量(kg)	-	-	-	-	-	9.50	-	-	4.80	-	-	8.70		7.67	900	8.9
	g当たり粒数(粒)	-	-	-	-	-	384	-	-	367	-	-	321		357.33		
	発芽率(%)	-	-	-	-	-	18.5	-	-	9.3	-	-	35.7		21.17		
	1本あたり種子生産量(g/本)	-	-	-	-	-	30.2	-	-	15.2	-	-	40.3		28.56		
	1本あたり得苗数(株/本)	-	-	-	-	-	642.7	-	-	156.0	-	-	1384.7		727.83		
M-2 ミニチュア	管理	造成	育成	育成	着花促進	生産	育成	着花促進	生産	育成	着花促進	生産					
	定植からの年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
	残存本数(本)	1015	-	-	-	-	891	-	-	891	-	-	646		809		
	生産量(kg)	-	-	-	-	-	12.00	-	-	7.50	-	-	12.80		10.77	1,600	7.0
	g当たり粒数(粒)	-	-	-	-	-	344	-	-	361	-	-	376		360.33		
	発芽率(%)	-	-	-	-	-	12.7	-	-	19.4	-	-	20.5		17.53		
	1本あたり種子生産量(g/本)	-	-	-	-	-	13.5	-	-	8.4	-	-	19.8		13.90		
	1本あたり得苗数(株/本)	-	-	-	-	-	176.5	-	-	176.9	-	-	458.2		270.52		
M-4 ミニチュア	管理	造成	育成	着花促進	生産	育成	着花促進	生産	育成	着花促進	生産						
	定植からの年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	残存本数(本)	569	-	-	542	-	-	514	-	-	402				486		
	生産量(kg)	-	-	-	3.05	-	-	9.50	-	-	9.51				7.35	1,000	7.7
	g当たり粒数(粒)	-	-	-	227	-	-	318	-	-	449				331.33		
	発芽率(%)	-	-	-	38.5	-	-	11.9	-	-	20.0				23.47		
	1本あたり種子生産量(g/本)	-	-	-	5.6	-	-	18.5	-	-	23.7				15.92		
	1本あたり得苗数(株/本)	-	-	-	147.5	-	-	209.8	-	-	637.3				331.56		
1・2 閉鎖型	管理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	生産	生産	生産			
	定植からの年数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3			
	残存本数(本)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	89	91			90
	生産量(kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.57	2.52	3.59			2.56
	g当たり粒数(粒)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333.3	294.1	294.1			307.17
	発芽率(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.1	28.7	43.0			39.27
	1本あたり種子生産量(g/本)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6	28.4	39.5			28.48
	1本あたり得苗数(株/本)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	811.3	718.2	1498.2			1009.22

※得苗換算: 総粒数 × 発芽率 × 得苗率(0.6) × 安全率(0.5)

表 3 閉鎖型採種園全体とミニチュア採種園の生産量の比較（全体平均）

項目	ミニチュア採種園	閉鎖型採種園
残存本数(本)	526	90
生産量(kg)	8.6	2.6
g当たり粒数(粒)	349.7	307.2
発芽率(%)	20.7	39.3
1本あたり種子生産量(g/本)	19.5	28.5
1本あたり得苗数(株/本)	443.3	1009.2
㎡あたり生産量(g/㎡)	7.9	13.1

資料（2023年3月作成）

課 題 名：形質的に優れたスギ・ヒノキ苗木を育成するための種子生産に関する研究

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林育成科

担当者名：福田拓実、山田晋也

協力分担：日本製紙株式会社

予算(期間)：県単（2021-2025年度）

1 目的

森林資源の更新には、下刈り回数を軽減するなどの低コスト造林が不可欠であり、低コスト造林に適する初期成長に優れるなどの品種が求められている。現在、再造林には成長に優れることが期待される特定苗木を用いているが、苗木の特性以外の点からも初期成長に優れる苗木生産技術を検討する必要がある。

そこで、今回は苗木生産方法によって初期成長に変化があるかを検証した。

2 方法

(1) 調査対象

2019年11月に植栽した少花粉スギ138本（日本製紙株式会社で生産した1年生苗（以下「1年生苗」）70本、通常の方法で生産した2年生苗（以下「対照」）68本）

(2) 試験場所

浜松市浜北区尾野 森林・林業研究センター第二苗畑（A区、B区の2箇所）

(3) 調査項目

植栽年度及び3成長期後の樹高、根元径

3 結果の概要

(1) 各試験場所の樹高成長量及び根元径成長量を図1、2に示す。いずれの試験場所においても、樹高、根元径共に1年生苗の方が成長量に優れる結果になった（ $p < 0.05$ 、ウィルコクソンの順位和検定）。このことから、苗木の生産方法によって初期成長量は変わることが分かった。

(2) 植栽年の樹高、根元径及び3成長期後の樹高、根元径を表1に示す。3成長期後の平均樹高が、同一条件でも、B区がA区の倍以上の樹高になった（1年生：B区383.3cm、A区190.4cm。対照：B区307.9cm、A区145.9cm）。このことから、B区は土地条件が非常に良いことが分かった。

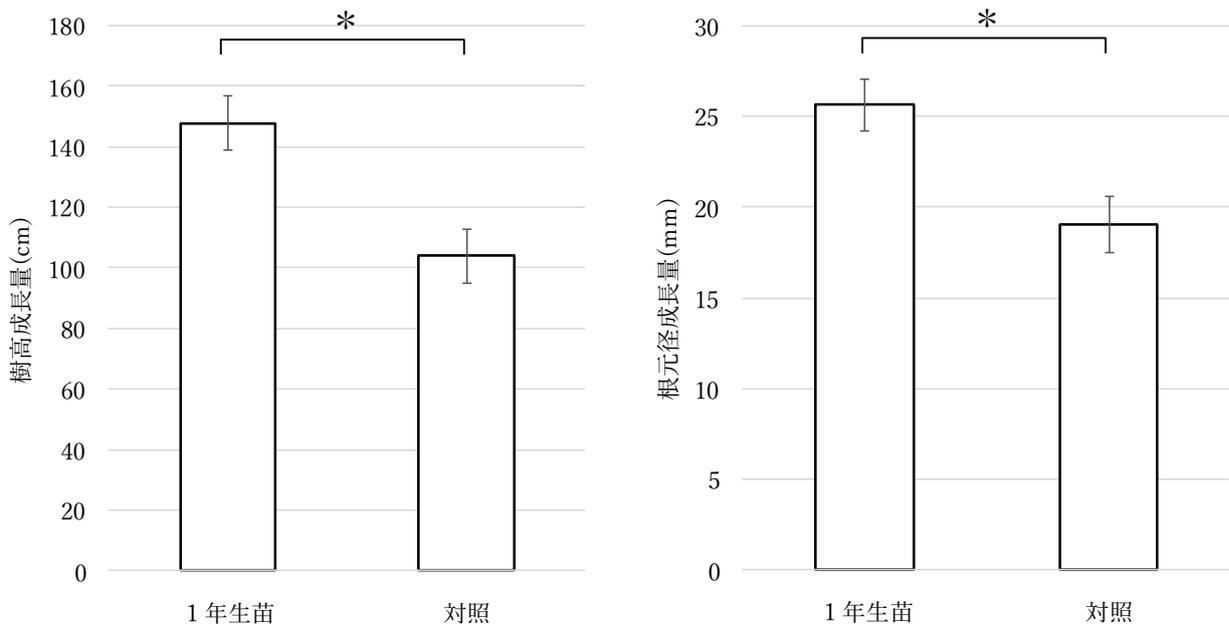


図1 A区における3成長期後の1年生苗と対照の樹高成長量（左）及び根元径成長量（右）
※エラーバーは標準誤差

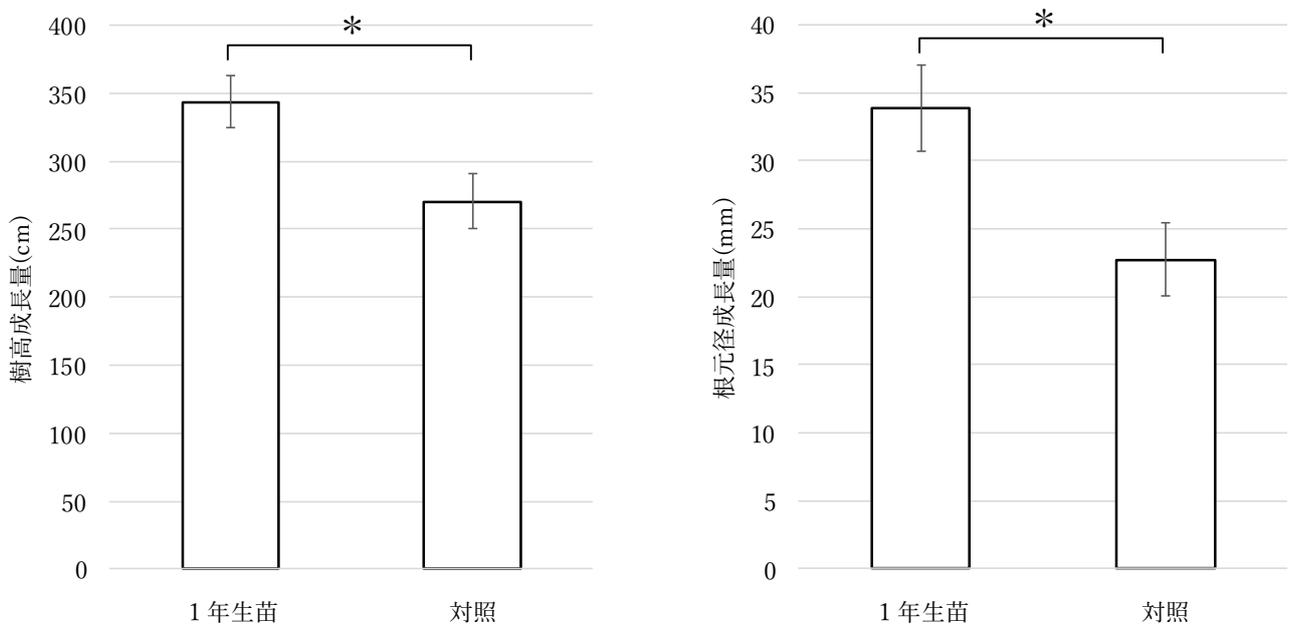


図2 B区における3成長期後の1年生苗と対照の樹高成長量（左）及び根元径成長量（右）
※エラーバーは標準誤差

表1 植栽年度及び3成長期後の樹高、根元径

試験場所	種類	2020年2月					2023年2月				
		本数	根元径 (mm)		樹高 (cm)		本数	根元径 (mm)		樹高 (cm)	
A区	1年生苗	42	4.7	± 0.5	42.7	± 4.7	42	30.3	± 9.2	190.4	± 58.3
	対照	41	4.5	± 0.7	42.3	± 5.6	40	23.6	± 10.1	145.9	± 57.7
B区	1年生苗	28	4.6	± 0.4	39.7	± 15.1	28	38.1	± 17.2	383.3	± 101.4
	対照	28	4.5	± 0.5	38.0	± 14.5	28	27.3	± 14.4	307.9	± 106.5

資料（2023年3月作成）

課 題 名：スギ花粉飛散量の予測

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 企画指導スタッフ

担当者名：光本智加良

協力分担： ー

予 算：国補（委託）スギ・ヒノキ花粉の飛散量推定の推進事業

1 目的

スギ花粉症は、近年大きな社会問題となっており、森林・林業分野が取り組める対策の1つとして、事前にスギ人工林の雄花着生量を調査して情報提供していくことがある。

このため県では、2003年からスギ人工林において目視による雄花着生量の調査を県全域で行っている。雄花着生状態を測定した着花指数から花粉飛散量を予測して、花粉の飛散開始前に結果を花粉予報として公表し、花粉症対策を促すため県民に情報提供する。

2 方法

2023年春の静岡県内のスギ・ヒノキ花粉飛散量を予測するため、2022年11月下旬に、スギ一斉林を対象とした県内20箇所の定点スギ林の雄花着生状況の調査を実施した。

調査は横山法により、各箇所40本の陽樹冠部分の雄花の着花状況を双眼鏡等で観察し、雄花の着花状況を4段階に評価し（表1）、各評価に配点、その合計値から雄花指数を求めた（表2）。

3 結果の概要

県内20箇所の調査地で、延べ1,160本のスギを調査した結果、調査木のうち98%の木(A+B+C)で雄花が確認され、これらのうち66%の木の樹冠ほぼ全面に雄花がついていた(A+B/(A+B+C))（表2）。

2004年度から10年間調査を行った、県内全域20箇所の雄花の着花指数の平均値(955.5)を100とする花粉飛散度の判定基準（表3）からは、相対値が160となり、2023年春の花粉飛散度は「多い」と判定した（表4）。

地域ごとに差はみられるが、スギの花粉飛散量は県内全域で平年並と予測した。ヒノキ雄花の着花量についても、スギ雄花の着花量とおおむね同調性があることから、2023年春のヒノキ花粉飛散量も多いと推測される。

静岡県の2022年7月の気象（県内17箇所の気象観測所データ）は、平均気温は25.7℃で平年より0.8度高かった。降水量は407.1mmで平年の1.4倍だった。日照時間が174.6時間で、平年より32.3時間長かった。

スギの雄花芽の分化は、花粉を飛散させる前年の夏、特に7月頃の気象条件に強く影響され、花芽分化期の気温が高く、降水量が少なく、日照時間が長いほど、花芽が多く分化（着生）する。一方、スギの生理的な特性として、雄花の着生が少ない年の翌年は着生が多くなる傾向がみられる。2022年7月の気象では、雄花の着生が多くなる条件を満たしていた。また、2021年の雄花着生が少なかったことから、今年度の雄花の着生は多くなったと推測される。

調査結果については、12月中旬までに取りまとめを行い、当センターホームページ、YouTube等で公表し、より早い時期に花粉症対策を促すことができた。なお、国の行う「花粉飛散量予測の精度向上を図るためのスギ雄花着花状況調査」にも、20箇所の調査データを提出した。

表1 雄花着花状態の判定基準

評価	判定基準	配点
A	雄花が樹冠の全面に密についている	100
B	雄花が樹冠のほぼ全面についている	50
C	雄花が樹冠にまばらについている、または樹冠の限られた部分についている	10
D	雄花が観察されない	0

表2 地域別スギ着花着生状況

調査地域名	調査箇所数	調査本数	各評価の構成割合 (%)				雄花指数
			A	B	C	D	
賀茂	2	80	11%	60%	29%	0%	1,765
東部	2	80	5%	57%	38%	0%	1,500
富士	1	40	2%	45%	53%	0%	1,210
中部	3	120	3%	77%	20%	0%	1,760
志太榛原	4	280	2%	65%	33%	0%	1,494
中遠	2	120	5%	76%	19%	0%	1,843
西部	1	80	0%	43%	57%	0%	1,100
天竜	5	360	1%	58%	36%	5%	1,369
全県	20	1,600	3%	62%	33%	2%	1,531

表3 花粉飛散度判定基準

判定	非常に少ない (非少)	少ない (少)	平年並 (並)	多い (多)	非常に多い (非多)
相対値	0～5	6～67	68～131	132～194	195～

表4 花粉飛散度

調査年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
静岡県全域	59	152	46	125	71	189	102	143	57	98	78	160
花粉発生度	少	多	少	並	並	多	並	多	少	並	並	多

4 要約

花粉症対策を促すため、県内全域でスギ人工林の雄花着生量を調査し、スギ花粉飛散量は多いと予測した。雄花着生量が多い原因として、前年7月の日照時間が長かったことが一因と考えられる。

〔キーワード〕 スギ雄花着生量、スギ花粉発生量

5 今後の問題点と次年度以降の計画

花粉症対策を促すために、継続して県内全域を調査し、花粉飛散量の予測情報を県民へ提供していく。

6 結果の発表、活用等

調査結果は、記者提供資料や当センターのホームページで発表し、複数のマスメディアにとりあげられた。

Ⅲ 研修、共同研究等

1 課題解決及び研究開発研修

なし

※新型コロナウイルス感染症対策のため研修はすべて取りやめ

2 民間企業等との共同研究

研究課題名	共同研究者
スギエリートツリー等の交配系統のコンテナ苗を利用した相互植栽試験	森林総合研究所林木育種センター
ソルビタントリオレート(STO)を利用したスギ花粉飛散防止に関する研究	東京農業大学
水ストレスや光環境に対するヒノキの物質循環に関する研究	静岡大学 東海国立大学機構岐阜大学
早成候補樹種としてのスラッシュパイン等の生長・材質特性の解明	静岡県農林専門職大学
早生樹の成長特性評価と早生樹構造用合板の強度・材質特性の解明	(株)ノダ
林業現場の作業状況モニタリング技術の開発	鹿児島大学 浜松医科大学
木造ハイブリッド構法の接合部の開発	静岡大学 合同会社木造 s 研究所

3 依頼試験

区分	細目	件数	金額	
林木種子の発芽検定	恒温器による測定	針葉樹の種子		
		広葉樹の小種子		
		広葉樹の大種子		
	軟エックス線による検定	針葉樹の種子		
木材の材質試験	含水率試験		48	186,720
	実大木材の強度試験	はり		
		柱		
	その他の木材試験		12	122,040
	難燃性試験			
	接合耐力試験		3	184,350
	壁せん断試験	幅 1m 未満×高さ 3m 未満		
幅 2m 未満×高さ 3m 未満				
幅 3m 未満×高さ 3m 未満				
幅 3m 以上×高さ 3m 未満				
合 計		63	493,110 円	

IV 普及指導及び行政支援等

1 林業・林産業関係者及び一般県民に対する普及指導

令和4年度普及指導実績総括表

分野	来訪		出張		電話(Web)		文書(Email)		計	
	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数
育種育林	9	39	41	320	4	142	0	0	54	501
森林経営	8	71	13	79	10	56	0	0	31	206
森林保護	16	45	16	349	20	20	27	81	79	495
森林保全	17	30	10	48	11	11	7	11	45	100
特用林産	9	30	8	97	20	22	41	82	78	231
木材加工	11	15	2	44	7	8	3	3	23	70
普及	1	3	1	40	2	148	0	0	4	191
小計	71	233	91	977	74	407	78	177	314	1,794
施設見学	—	508	—	—	—	—	—	—	—	515
計	71	741	91	977	74	407	78	177	314	2,309

- ※ 育種育林は育苗を含む
- ※ 森林保全は緑化を含む
- ※ 普及は研究発表等を含む

研究発表会及び出前講座等において成果を普及した主なものは次のとおりである。

(1) 研究発表等 (学会除く)

分野	課題	開催地	時期	対象	人数
(森林・林業研究センター研究成果発表)					
全般	試験研究成果発表(「育種、木材、獣害、森林計測、海岸、特用林産」で9課題) YouTube 動画配信	Web上	R4.8.5～	市町・森林組合・農林事務所他	773 (視聴回)
(森林・林業技術研究発表会)					
木材加工	木材製品に求められる品質	Web上	R4.9.2	林業関係者	50
森林保護	ノウサギの主軸切断被害について	Web上	R4.9.2	林業関係者	50
(クラウドファンディング型研究成果発表会)					
育種育林	花粉の出ないスギで林業の発展と花粉症の緩和に貢献したい!	県庁	R5.2.20	支援者等	70

(2) 出前講座

分野	課題	対象	開催地	人数
育種育林	テーダマツ植栽に係る研修会	林業事業者ほか	島田市	50
	テーダマツ育成講習会	苗木生産者	浜松市	20
	種苗生産事業者講習会	新規種苗生産者	静岡市	6
	成長に優れた苗木活用現地検討会	林業事業者ほか	浜松市	55
			4回	131
森林経営	天竜林業の未来創造会議	林業経営体	浜松市	31
	日本林業技士会静岡支部講演会	林業技士会員	静岡市	15
			2回	284
森林保護	地域児童鳥獣被害対策勉強会	幼稚園職員、児童	浜松市	12
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	沼津市	29
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	静岡市	30
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	浜松市	25
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	磐田市	25
	鳥獣被害対策研修会	天竜流域林業活性化センター	浜松市	45
	松くい虫樹幹注入技術講習会	企業、市町	静岡市	44
	松くい虫被害と防除対策	大学生	浜松市	6
	野生生物講習会	個人	島田市	50
			8回	266
特用林産	きのこの GABA 含有量と機能性表示説明会	きのこ関係者	伊豆市	20
	菌床椎茸栽培における安定生産技術講習	きのこ関係者	伊豆市	84
			2回	104
木材加工	フォレストワーカー研修(木材)	研修生	静岡市	19
	しずおか優良木材認定工場研修会	製材業者ほか	静岡市	25
			2回	44

2 行政事業等の支援・協力

分野	事業名	業務内容	担当機関等
育種育林	次世代種苗生産体制整備事業	母樹の提供・生産技術指導	森林整備課 西部農林事務所
	優良種苗確保対策事業	抵抗性クロマツ種子生産の協力	森林整備課 西部農林事務所
	スギ・ヒノキ花粉調査	スギ・ヒノキ雄花着生量調査	一般社団法人全国林業改良普及協会
森林保護	ニホンジカ保護管理検討会	県関係委員として助言、指導	自然保護課

	カモシカ保護管理検討会	県関係者として助言、指導	自然保護課
	静岡県鳥獣被害対策総合アドバイザー研修	講師として助言、指導	地域農業課
	松くい虫防除連絡協議会	県関係者として助言、指導	森林整備課
	松くい虫発生予察事業	松くい虫防除の空中散布の実施時期を検証するためにマツノマダラカミキリ成虫の発生時期を調査	森林整備課
特用林産	静岡県乾しいたけ品評会	銘柄別に出品された乾しいたけの審査及び優良品生産技術の指導	静岡県椎茸産業振興協議会
	静岡県生しいたけ品評会	栽培方法別に出品された生しいたけの審査及び優良品生産技術の指導	静岡県椎茸産業振興協議会
	静岡県乾椎茸箱物品評会	銘柄別に出品された乾椎茸の審査及び優良品生産技術の指導	静岡県経済農業協同組合連合会
	安全な原木椎茸栽培のための調査	椎茸原木、椎茸の放射性物質調査及び栽培管理の助言	林業振興課 東部農林事務所
森林保全	森の防潮堤づくり事業効果調査報告	風向風速及び飛砂飛塩に関する調査結果の報告	森林保全課 中遠農林事務所
	森の防潮堤づくり事業	保育事業等に関する助言	中遠農林事務所
木材加工	しずおか優良木材認証工場審査	しずおか優良木材認証工場の工場審査に検査アドバイザーとして協力	静岡県優良木材認証審査会
	しずおか優良木材認証審査会	しずおか優良木材認証に関する審査会の検査アドバイザーとして協力	静岡県優良木材認証審査会
	含水率計認定審査委員会	木材用含水率計の認定審査委員会の委員として協力	(財)日本住宅・木材技術センター
森林経営	林業イノベーション推進プロジェクト	構成員として助言、指導	森林計画課 農林事務所
	未利用木材活用トライアル事業事前検証会	構成員として助言、指導	森林整備課 農林事務所

3 試験研究等の発表

(1) 学会誌論文

No.	発表課題	分野	氏名	発表誌	号:ページ	発行年月
1	各都道府県の林業・林産業と遺伝育種の関わり	育種 育林	袴田哲司 他	森林遺伝育種 学会監修書籍	55-59	2022.4

2	天竜地域瀬尻国有林で開催された再造林と獣害対策の現地検討会	育種 育林	袴田哲司	森林遺伝育種	11 巻 2 号 152-154	2022. 4
3	欧州製自走式搬器を使用した架線集材の作業効率	森林 経営	野末尚希	中部森林研究	70 号, 33-36	2022. 8
4	雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗の標準規格と初期の樹高成長	育種 育林	袴田哲司 野末尚希	中部森林研究	70 号, 1-2	2022. 8

(2) 学会発表

No.	発表課題	分野	氏名	学会名	号:ページ	発行年月
1	林業成長産業化に向けた早生樹（テーダマツ）の可能性	育種 育林	山田晋也 福田拓実 他	第 12 回関東森林学会		2022. 10
2	スギ平角のガンマ線測定による人工乾燥前の選別方法の検討	木材 加工	長瀬亘 稲葉大地	日本木材加工技術協会第 40 回記念大会		2022. 10
3	ヒノキ実生コンテナ苗の出荷規格に関わる要因	育種 育林	袴田哲司	第 12 回中部森林学会大会		2022. 11
4	東日本地域で開発された抵抗性クロマツ品種の実生抵抗性評価	育種 育林	内山義政 野末尚希 袴田哲司	第 12 回中部森林学会大会		2022. 11
5	海岸防潮堤の下刈りの有無によるクロマツの生育状況	森林 保全	福田拓実	第 12 回中部森林学会大会		2022. 11
6	海岸防災林におけるクロマツ植栽時の植え穴サイズが初期成長に及ぼす影響	森林 保全	野末尚希 福田拓実 他	第 12 回中部森林学会大会		2022. 11
7	スギコンテナ苗の増殖方法とサイズがノウサギの主軸切断被害に与える影響	森林 保護	鷲山立宗 袴田哲司	第 12 回中部森林学会大会		2022. 11
8	低温貯蔵したスギコンテナ苗の植栽までの温度変化と活着率	育種 育林	袴田哲司 他	第 134 回日本森林学会大会		2023. 3
9	ウェアラブルセンサを用いた林業作業における労務管理への応用	森林 経営	佐々木重樹 他	第 134 回日本森林学会大会		2023. 3
10	静岡県産きのこの GABA 含有量	特用 林産	中田理恵	第 134 回日本森林学会大会		2023. 3
11	植栽密度の違いが 10 年生スギ・ヒノキの材質に及ぼす影響	木材 加工	長瀬亘 袴田哲司	第 73 回日本木材学会大会		2023. 3

(3) 農林技術研究所研究報告

No.	発表課題	分野	氏名	号：ページ	発行年月
1	静岡県で生育したユリノキの樹幹内における材質変動及び乾燥した板材の材質	木材加工	長瀬亘 稲葉大地	第 16 号	2023. 3

(4) 専門誌等

No.	発表課題	分野	氏名	発表誌	号：ページ	発行年月
	該当なし					

(5) 広報誌・関係団体機関誌等

No.	発表課題	分野	氏名	誌号	発行年
1	雑草木が海岸防潮堤の植栽木に与える影響について	森林保全	福田拓実	F&F 第 1146 号	2022. 4
2	研究成果の広報	普及	光本智加良	F&F 第 1147 号	2022. 5
3	林業生産活動における多面的な生産性の検討について	森林経営	野末尚希	F&F 第 1148 号	2022. 6
4	水田畦畔に設置した電気柵の防除効果を維持するための効率的な雑草管理の方法	森林保護	水井陽介	F&F 第 1149 号	2022. 7
5	早生樹研究の昔と今	林木育種	山田晋也	F&F 第 1150 号	2022. 8
6	ノウサギの捕獲	森林保護	鷲山立宗	F&F 第 1151 号	2022. 9
7	閉鎖型採種園とミニチュア採種園のスギ種子生産量の比較	林木育種	福田拓実	F&F 第 1152 号	2022. 10
8	捕獲されたシカから学ぶ有効なネットの網目サイズ	森林保護	大橋正孝	F&F 第 1153 号	2022. 11
9	スマホアプリで近接作業の警告は可能か	森林経営	佐々木重樹	F&F 第 1154 号	2022. 12
10	癸卯年の年頭に	その他	清水 全	F&F 第 1155 号	2023. 1
11	野生動物から家畜伝染病を広げないために	森林保護	佐藤紘朗	F&F 第 1156 号	2023. 2
12		森林保全	内山義政	F&F 第 1157 号	2023. 3
13	コンテナ苗の育成と植栽	林木育種	袴田哲司	森と人 403 号 No.92	2022. 5
14	スマートウォッチで林業現場の作業を捉える	森林経営	佐々木重樹	研究所 ニュース No.75	2022. 6
15	ガンマ線測定によるスギ材の選別方法	木材加工	長瀬 亘	研究所 ニュース No.78	2022. 12

17	水田畦畔における草刈り及び除草 剤を用いた電気柵の下草管理の方 法	森林保護	水井陽介	けいざいれ ん情報	2022. 6
----	---	------	------	--------------	---------

(6) 新聞掲載

No.	日付	新聞名	見出し	分野
1	4. 10	静岡	伊豆ジビエで絶品バーガー	森林保護
2	4. 16	読売	スギ雄花狙い撃ち剤	森林保全
3	7. 3	中日	無花粉スギ後世に	育種育林
4	7. 3	静岡	県森林・林業研究センターネット募金実施	育種育林
5	8. 17	静岡	クイズラリー森の恵み学ぶ	普及
6	12. 12	静岡	来春のスギ花粉「平年比で多め」	普及
7	12. 21	日経	無花粉スギの記念イベント	普及
8	12. 24	静岡	無花粉スギの新品種愛称募る	育種育林
9	2. 7	静岡	CF 使い資金調達県広報グランプリ	普及

(7) テレビ放映

No.	日付	テレビ局	内 容	分野
1	1. 17	テレビ静岡	今年の花粉は「多い」 去年の約2倍予想	普及
2	1. 18	NHK 静岡	スギ花粉飛散予測	普及
3	2. 9	ABEMA TV	クラウドファンディングで実施した無花粉スギ研究	育種育林

V その他

1 職員の配置及び氏名

(令和4年4月1日現在)

部門・職名	氏名	事務分掌	勤務年月日
センター長	清水 全	総括	令和 4.4.1
技 監	荒生 安彦	研究総括	令和 4.4.1
総務課森林・林業分室			
分 室 長	鈴木 勝之	事務総括	令和 3.4.1
主 査	松岡 慎治	庶務会計	令和 2.4.1
主 査	渡瀬 浩康	庶務会計	平成 30.4.1
技 能 長	山田 宗二郎	実験棟・試験圃場管理	平成 5.4.1
会計年度任用職員	伊藤 龍昭		令和 3.4.1
会計年度任用職員	吉田 智佳子		令和 3.4.1
企画指導スタッフ			
主 査	光本 智加良	企画・普及指導	平成 31.4.1
森林育成科			
科 長	大橋 正孝	総括・森林保護	令和 4.4.1
上 席 研 究 員	山田 晋也	育種育苗	平成 19.4.1
上 席 研 究 員	水井 陽介	森林保護 (獣害)	平成 29.4.1
上 席 研 究 員	佐藤 紘朗	森林保護 (獣害)	令和 4.4.1
主任 研 究 員	鷺山 立宗	森林保護 (獣害)	令和 3.4.1
主任 研 究 員	野末 尚希	森林保全・森林経営	令和 2.4.1
主任 研 究 員	内山 義政	森林保護 (病虫害)	令和 4.4.1
主任 研 究 員	福田 拓実	育種育苗	平成 31.4.1
森林資源利用科			
科 長	袴田 哲司	総括・育種育林	平成 18.4.1
上 席 研 究 員	中田 理恵	特用林産	平成 30.4.1
上 席 研 究 員	佐々木重樹	森林経営	平成 29.4.1
主任 研 究 員	長瀬 亘	木材利用	令和 2.4.1
研 究 員	稲葉 大地	木材利用	令和 4.4.1
計	22 人		

2 刊 行 物

- ・ 令和4年(2022)度静岡県農林技術研究所成績概要集(森林・林業編)



ふじのくに
森林の都
しりのみやこ
しずおか