

令和2年度
(2020)

**静岡県農林技術研究所成績概要集
(森林・林業編)**

令和3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 エリートツリー種子の早期生産技術の開発 2
- 2 新たな人工交配施設を活用した優良種子生産技術の開発 16
- 3 低コスト育林体系技術に構築に関する研究 22
- 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 34
- 5 原材料の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発 40
- 6 菌床シイタケ栽培等における安定生産技術の開発 46
- 7 要求性能に応じた木材を提供するため、
 国産大径材丸太の強度から建築部材の強度を予測する技術の開発 52
- 8 国産早生樹種の用材利用に向けた材質・加工特性の解明 58
- 9 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 62
- 10 健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発 66
- 11 シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究 76
- 12 野生動物による農業被害の実態と侵入防止対策に関する研究 92

II 資料

- 1 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 農林大学校生の指導 112
- 4 試験研究等の発表 112

V その他

- 1 職員の配置及び氏名 117
- 2 刊行物 117

I 研究課題

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発

大量生産技術の確立

ジベレリン処理と水ストレスによる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

予算(期間)：新成長戦略研究（2018-2020年度）

1 目的

若齢ヒノキの母樹で着花を可能とする処理条件を解明し実用化する。若齢木におけるジベレリンA3（以下「GA3」という）の葉面散布による着花促進はスギで確立されているが、ヒノキでは実用化されておらず、さらにGA3は若齢ヒノキに葉面散布を行うと薬害によって枯れてしまうことが知られている。その他、ペースト状のジベレリンを樹皮下に埋設する方法もあるが、若齢ヒノキでは細い幹を傷つけるため実用的ではない。

昨年度の試験結果から、水ストレスを与えるとGA3でも着花が促進される傾向が見られた。今年度は、水ストレスとGA3葉面散布の相乗効果による着花促進の確立を目指し2年生静岡県産ヒノキエリートツリーを用いた実証試験を行った。

2 方法

ヒノキの定植後2年目の母樹にGA3散布及び水ストレスを与え着花状況を確認した。試験区はGA3散布区+週1回の灌水（水ストレス強）、GA3散布無し+水ストレス強、GA3散布区+4日に1回の灌水（水ストレス弱）、GA3散布区+水ストレス無し、対照（GA3散布無し+水ストレス無し）の5試験区とした。1試験区あたりの個体数は5個体とし、試験に供するヒノキは全て同じ系統かつほぼ同じ大きさのものを用いた。水ストレスは4月28日から6月8日までの約1ヶ月間与え続け、6月8日以降は水ストレス強の試験区のみ3日に1回の灌水とし、それ以外は毎日灌水した。8月1日以降は全ての処理区で水ストレスがかからないよう毎日灌水した。また、7月22日にGA3を100ppmの濃度で1回散布した。

11月から12月にかけて、試験に供した全個体の雌花数と雄花数を確認した。また、10月上旬から一部の雌花で本来の開花時期とは異なる時期に開花及び珠孔液の滲出（以下「狂い咲き」という）が確認されたため、その個数を調査した。なお、本研究では着花量を個体の乾重量当たりで評価した。個体の乾重量は幹の直径と樹高から個体の乾重量を推定するアロメトリ式から算出した。

3 結果の概要

GA3散布前の7月中旬に水ストレス弱の試験区で雄花と雌花の花芽が確認された（写真1、写真2）。その後、9月中旬にかけて水ストレス強の試験区や水ストレス無しの試験区でも同様の花芽が確認された。

全個体の雄花数と雌花数を数えたところ表1のとおりとなった。対照区を含めた全ての試験条件で花芽形成が確認された。

雄花、雌花共に数としては水ストレス弱の試験区が最も花芽が形成された（表1）。本研究の目標である10



写真1 雄花の花芽の様子



写真2 雌花の花芽の様子

0万本の苗木生産のためには、安全率や得苗率を考慮すると現状1本あたり約225個の雌花が必要となる（球果1つから40個の種子が採れると仮定）。今回の実験結果から、これを達成できるのは、計算上ストレス弱の試験区のみという結果になった。ただ、今回の試験は若齢母樹での結果のため、樹体が大きくなれば母樹あたりの着花量は増える可能性がある。

ヒノキ母樹の乾重量あたりの雄花、雌花の形成数を確認したところ、水ストレスが弱いほど雌花が形成されやすい傾向が見られた（図1）。これは統計的に有意であった（ $p < 0.05$ ）。水ストレス弱の試験区では、水ストレス強の試験区と同じくらいの雄花を、水ストレス無しの試験区と同じくらいの雌花を付けた。GA3の効果は、水ストレス強の試験区は無処理区よりも雄花、雌花共に花芽形成数が多かったが、水ストレス無しの試験区では雄花、雌花共に花芽形成が無処理区よりも少なくなり、効果が確認できなかった。

10月上旬頃から雌花の狂い咲きが確認された（写真3）。狂い咲きは10月下旬まで確認され、11月上旬に狂い咲きした雌花の個数を調査した（表1、図1）。結果、全体としては雌花の形成数が多いほど狂い咲きの割合も高くなる傾向が見られたが、個体間差が激しく、明確なことは分からなかった。狂い咲きした雌花及び雄花はその大部分が12月から1月にかけて枯死した。

表1 灌水条件と雄花、雌花数

灌水条件	GA3散布条件	雄花数(個)	雌花数(個)		狂い咲き割合(%)
			花芽形成数	内狂い咲き数	
ストレス強	有	9,310	225	21	9.3
ストレス強	無	3,477	117	11	9.4
ストレス弱	有	14,525	1,383	550	39.8
ストレス無	有	1,523	714	31	4.3
ストレス無	無	7,254	1,090	280	25.7

※雄花数及び雌花数は5個体の合計

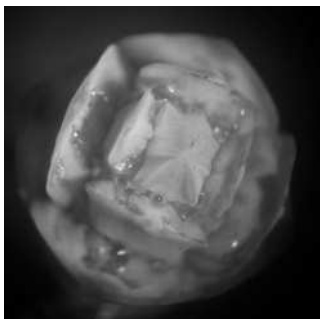


写真3 珠孔液の滲出した雌花

※顕微鏡で30倍に拡大し撮影

4 結果の要約

- ・水ストレスが弱いと雌花が形成されやすいことが分かった。
- ・GA3散布と水ストレスとの相乗効果は確認されなかった。
- ・狂い咲きした雌花及び雄花はその大部分が枯死した。

[キーワード] 若齢ヒノキ、着花促進、ジベレリン散布、水ストレス

5 今後の問題点と次年度以降の計画

若齢ヒノキに形成された花芽が枯死しないよう通常の開花時期まで維持する手法を確立する必要がある。現在、肥料を与えることで花芽が維持する可能性があることが分かっているため、今後細かな検証を行い若齢ヒノキでも種子生産を可能にするための技術を確立する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

関係各所への情報提供のほか、第132回日本森林学会大会にて発表予定（2021年3月）。

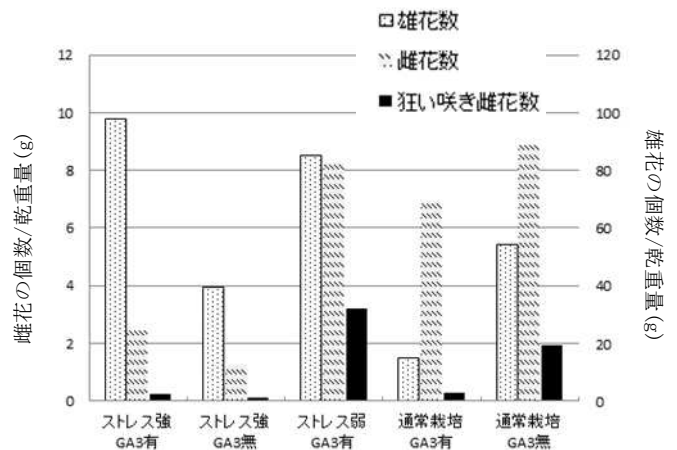


図1 処理区毎の乾重量あたりの花芽形成数

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発

大量生産技術の確立

花粉保存技術の確立

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：山田晋也・野末尚希・福田拓実

協力分担：西部農林事務所

予算(期間)：新成長戦略研究（2018-2020年度）

1 目的

静岡県で新しく導入したビニールハウスの閉鎖型採種園は、若齢母樹による早期種子生産、採種作業の効率化、外部花粉による種子汚染防止、カメムシ等の害虫防除効果等が期待される。ビニールハウス内母樹の人工交配を効率的に実施するためには、花粉採取作業と交配作業の分散化が必要である。そのためには、前年に花粉を採取し、発芽能を維持した状態で長期保存する方法が必要である。本課題では、実際に閉鎖型採種園で使用する複数系統のスギから花粉を精製し、 -30°C 冷凍保存で発芽能を維持できるか検証する。

2 方法

2019年12月に4系統のスギ雄花を採取した。採取した雄花を乾燥機を用いて乾燥後、室温で保存した。2020年3月にミキサーを用いて乾燥した雄花を粉碎し、 $40\sim 45\mu\text{m}$ のふるいをかけて花粉を精製した。また、雄花を乾燥・粉碎して精製した花粉との比較のため、2020年3月にビニールハウス内の雄花から自然に飛散する花粉を掃除機で吸い取り、 $40\sim 45\mu\text{m}$ のふるいをかけて精製した花粉も供試した。

4系統と混合の花粉について、2020年2月から3月にかけて発芽能を確認した。発芽能は $\phi 9\text{cm}$ プラスチックシャーレに10%ショ糖液寒天培地を約8ml分注した平板培地に花粉を蒔き、 23°C の暗黒下で培養した。発芽試験は1種類あたりそれぞれ3回繰り返して行った。

花粉を蒔いて培養した5日後から顕微鏡で3日間観察した。花粉直径よりも長い花粉管を確認した花粉を発芽したとみなし、発芽割合を、なし、わずか、 $\sim 1/4$ 、 $1/4\sim 1/2$ 、 $1/2\sim 3/4$ 、 $3/4\sim$ の6段階で記録した。各系統の3日間の観察結果を集計し発芽割合の構成割合を求めた。

2020年3月に精製した花粉は試薬瓶へ入れ、2020年4月から -30°C で保存し、2020年12月に上述と同様の方法で花粉の発芽能を確認した。

3 結果の概要

精製直後の花粉発芽能の結果、全ての花粉で発芽能が確認されたが、 $1/4\sim 1/2$ 以下の発芽能であった（図1）。また、9ヶ月冷凍保存後の花粉発芽能の結果、全ての花粉で発芽能が観察され、T25については精製直後よりも発芽能が上がる結果が得られた（図2）。昨年度、 -80°C の超低温冷凍での保存で花粉発芽能は維持できることが明らかになったが、今回の結果から -30 度でも同様に自然飛散混合花粉と乾燥粉碎花粉は発芽能を維持できることが分かった。

今回の結果から、花粉の発芽能は供試体の差が大きく、冷凍保存後もその差は維持される傾向がみられ、精製直後、冷凍保存9ヶ月後共に、T25の発芽能が最も優れており、2-31の発芽能が最も悪いという結果であった。

人工交配で各系統の花粉を重量ベースで均一にしても、発芽能の違いで実際の花粉親の貢献割合には偏りが発生する可能性が示された。花粉親の貢献割合を均一にする場合は、各系統の発芽能を確認し、混合する割合を考えて花粉を調整する必要があることが示唆された。

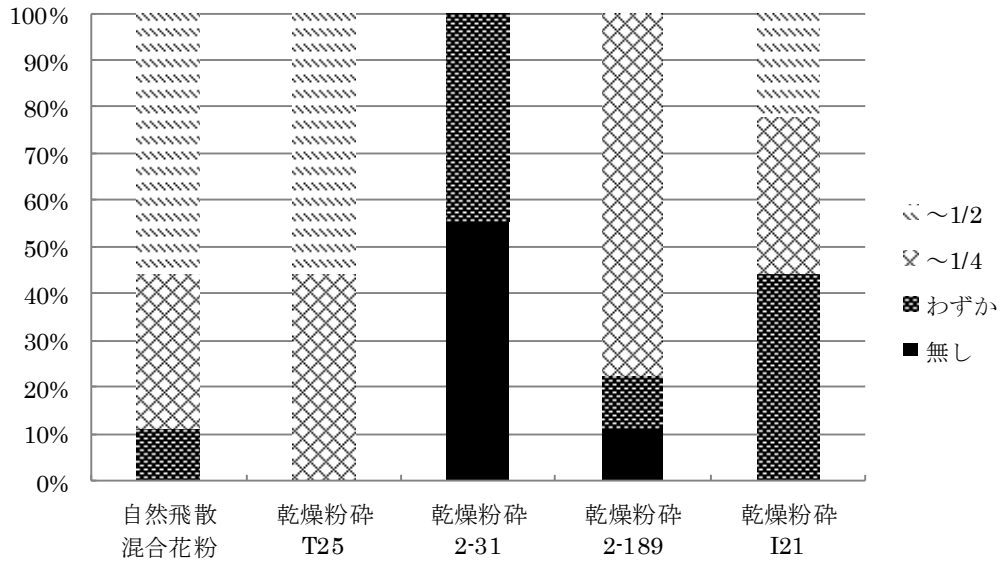


図1 精製直後のスギ花粉発芽能の構成割合

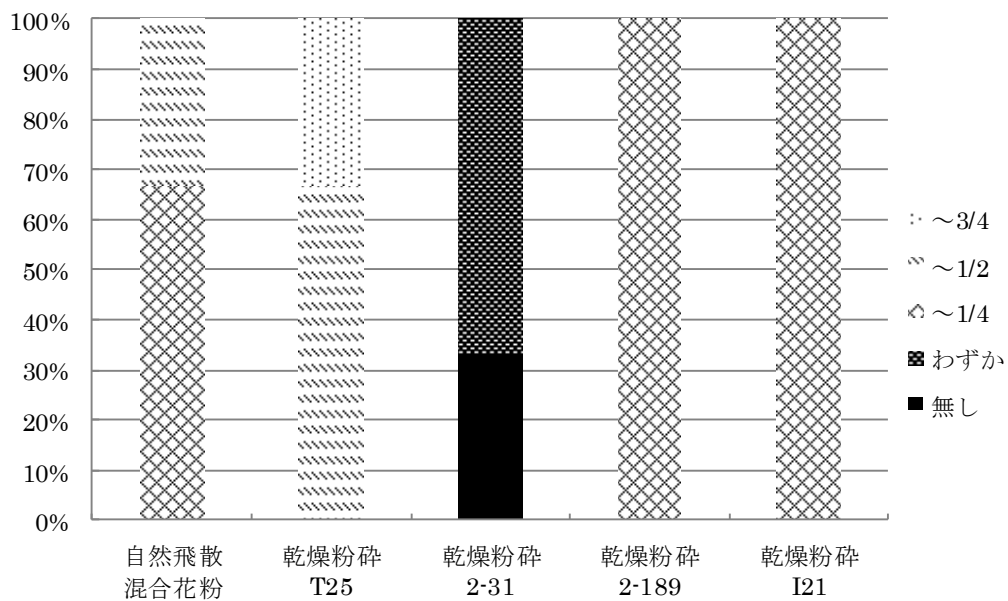


図2 9ヶ月冷凍保存後のスギ花粉発芽能の構成割合

4 結果の要約

- ・スギの花粉について-30℃の冷凍保存でも発芽能の維持が確認された。
- ・冷凍保存前後の発芽能の差よりも、花粉本来の持つ発芽能の差が花粉全体の発芽能に与える影響が大きい可能性が示された。

[キーワード] 閉鎖型採種園、花粉発芽能、保存方法

5 今後の問題点と次年度以降の計画

特になし。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

県庁森林整備課、西部農林事務所へ情報提供する。

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発

早期生産技術に関する研究

初期成長に優れた系統の選抜

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、山田晋也、福田拓実、加藤徹

協 力 分 担：志太榛原農林事務所、森林所有者

予 算（期 間）：県単（2018-2020年度）

1 目的

静岡県では、主伐後の保育の低コスト化を目的として、良好な成長が期待される系統を特定母樹として選抜してきた。西部農林事務所育種場に導入されたビニールハウスによる閉鎖型採種園は、特定母樹のみから構成されており、外部花粉を防ぎこれらの系統同士で交配して種子を生産している。この種子から生産される苗木は初期成長が良いことが期待され、それが下刈り回数の削減など保育作業の低コスト化の観点から注目されている。しかし、閉鎖型採種園における種子生産は2018年度に開始されたばかりであり、それら種子から作られる苗木の成長が従来採種園産の種子から作られる苗木と比較してどう異なるかはほとんど調査されていない。そこで、本研究では、閉鎖型採種園と従来採種園のそれぞれから生産された種子から作られた苗木を植栽し、初期成長の比較を行うことを目的とした。

2 方法

閉鎖型採種園で生産された複数系統（静岡県または林木育種センターが選抜した特定母樹）のスギ種子及び、西部農林事務所育種場の野外にある少花粉系統の第1世代精英樹の採種園（以下、従来採種園）で生産されたスギ種子について、あらかじめシャーレ上で発芽させ、セルトレイへ移植したものを2019年4月～6月にかけて150ccまたは300ccのマルチキャビティコンテナへ移植して育苗した。これらの苗木を2020年5月下旬～6月上旬に森林・林業研究センター敷地内、第2苗畑、藤枝市瀬戸ノ谷の3か所の試験地に植栽した。植栽直後及び1成長期後の2020年12月～2021年1月に樹高及び根元径を測定した。各試験地において、根鉢の大きさによる成長への影響を排除するため、コンテナのサイズが同じものを比較対象として調査した（森林・林業研究センター及び第2苗畑が300cc、藤枝市瀬戸ノ谷が150cc）。また、植栽直後の時点で根元径または樹高に有意差（従来採種園を対象としたDunnnettの多重比較検定、 $p < 0.05$ ）が見られた系統も、その後の成長において比較が困難になると考え、分析対象から除外した。これにより、静岡県が選抜した特定母樹4系統（T21、T23、T24、T25）と林木育種センターが選抜した特定母樹3系統（2-70、2-76、2-117）が比較対象となった。

3 結果の概要

各試験地の結果は表1～3のとおりである。植栽直後の樹高は、従来採種園系統が28.9～40.9cm、特定母樹系統が29.4～37.5cmだった。1成長期後の樹高は、従来採種園系統が47.8～63.4cm、特定母樹系統が43.0～55.3cmだった。樹高の成長量は、従来採種園系統が9.2～25.9cm、特定母樹系統が6.4～20.1cmだった。

植栽直後の根元径は、従来採種園系統が4.6～5.4mm、特定母樹系統が4.2～5.5mmだった。1成長期後の根元径は、従来採種園系統が7.1～8.4mm、特定母樹系統が6.3～8.0mmだった。根元径の成長量は、従来採種園系統が2.0～2.9mm、特定母樹系統が1.6～3.8mmだった。

樹高・根元径ともに、1成長期後の値または成長量のいずれにおいても、従来採種園に対して有意差がある系統はなかった（Dunnnettの多重比較検定、 $p > 0.05$ ）。

表1 系統ごとの根元径及び樹高（森林・林業研究センター内）

系統	本数	樹高 (cm)			根元径 (mm)		
		植栽直後	1 成長期後	成長量	植栽直後	1 成長期後	成長量
従来採種園	10	28.9 ± 2.4	54.8 ± 13.9	25.9 ± 15.5	5.4 ± 1.1	8.4 ± 2.0	2.9 ± 2.6
T24	9	29.7 ± 3.0	49.3 ± 7.8	19.7 ± 7.9	4.2 ± 0.4	8.0 ± 1.0	3.8 ± 1.2
2-117	10	29.4 ± 3.2	48.0 ± 8.9	18.6 ± 6.5	5.3 ± 1.4	8.0 ± 1.2	2.7 ± 2.1

表2 系統ごとの根元径及び樹高（第2苗畑）

系統	本数	樹高 (cm)			根元径 (mm)		
		植栽直後	1 成長期後	成長量	植栽直後	1 成長期後	成長量
従来採種園	21	38.6 ± 6.0	47.8 ± 6.9	9.2 ± 5.8	5.2 ± 0.6	7.1 ± 1.4	2.0 ± 1.3
T21	20	37.0 ± 4.3	43.4 ± 7.2	6.4 ± 4.7	4.7 ± 0.7	6.3 ± 1.0	1.6 ± 0.9
T23	21	36.2 ± 4.6	46.9 ± 7.9	10.7 ± 6.7	5.0 ± 0.6	6.6 ± 1.1	1.6 ± 1.0
T25	22	35.4 ± 8.1	43.0 ± 9.1	7.7 ± 5.4	4.8 ± 0.8	6.8 ± 1.3	2.0 ± 1.0
2-70	20	37.5 ± 5.4	48.2 ± 10.6	10.7 ± 7.5	5.5 ± 0.7	7.4 ± 1.5	1.8 ± 1.3
2-76	24	37.1 ± 6.9	44.3 ± 9.6	7.2 ± 7.0	4.7 ± 0.6	6.3 ± 1.2	1.6 ± 1.1
2-117	22	35.3 ± 5.9	46.0 ± 8.2	10.7 ± 5.9	4.9 ± 0.7	6.8 ± 1.2	1.8 ± 1.1

表3 系統ごとの根元径及び樹高（藤枝市瀬戸ノ谷）

系統	本数	樹高 (cm)			根元径 (mm)		
		植栽直後	1 成長期後	成長量	植栽直後	1 成長期後	成長量
従来採種園	9	40.9 ± 4.8	63.4 ± 8.2	22.6 ± 7.1	4.6 ± 0.4	7.5 ± 0.6	2.9 ± 0.6
T21	8	35.0 ± 4.6	51.6 ± 9.2	16.6 ± 7.4	4.6 ± 0.5	7.7 ± 1.8	3.1 ± 1.4
T23	10	35.2 ± 3.7	55.3 ± 11.5	20.1 ± 10.3	4.8 ± 0.8	8.0 ± 1.4	3.2 ± 1.6
T25	10	35.9 ± 4.3	51.4 ± 8.0	15.5 ± 5.5	4.3 ± 0.4	7.8 ± 1.7	3.5 ± 1.9

4 結果の要約

閉鎖型採種園で生産された特定母樹のスギ種子から作られたスギコンテナ苗を植栽し、野外の従来採種園で生産されたものと樹高及び根元径を比較したところ、1 成長期後の値及び成長量について有意差はみられなかった。

〔キーワード〕 スギ、特定母樹、初期成長

5 今後の問題点と次年度以降の計画

2 成長期以降もデータを取得し、今後の成長推移を調査する。

6 結果の発表、活用等

県森林整備課、西部農林事務所へ情報提供する（2021）。

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発

早期生産技術に関する研究

効率的な種子生産技術に関する研究

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：野末尚希、山田晋也、福田拓実、加藤徹

協 力 分 担：西部農林事務所

予 算（期 間）：県単（2018-2020年度）

1 目的

静岡県では、主伐再生林に必要な十分な数量の苗木を安定供給できる体制づくりを進めている。その一環として、種子の早期多収を目的としてビニールハウスを用いた閉鎖型採種園を整備し、根域制限栽培を行っている。しかし、当該採種園においてどの程度の収穫量が得られるかといった基礎的な知見は十分蓄積されていない。また、より少ない母樹数とハウス棟数で必要な収穫量を得るため、同じハウス内の母樹から毎年種子を収穫しているのが現状であるが、この方法は3分の1ずつの面積を3年ごとに一巡して生産する従来の採種園管理と異なる方法であり、毎年連続して生産することが収穫量にどう影響するかも明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、閉鎖型採種園でスギ種子を生産した場合に得られる収穫量や種子の発芽率の調査及び、2年連続で同じ個体から種子生産を継続した場合の影響についても検討した。

2 方法

2017年10月に、樹高およそ50cmの複数系統（林木育種センターが選抜した特定母樹）のスギ90本を赤玉土、鹿沼土、バーク堆肥を等量に混合した容量46Lのコンテナへ定植し、同一のビニールハウス内に系統ごとの位置が偏らないように配置した。これらに、2018・2019年6月～7月に100ppmのジベレリン（GA3）を2回葉面散布、2019・2020年2月中旬～3月上旬に凡天または風圧式受粉機による人工交配（母樹1本あたり10～15回）、2019・2020年10月に球果収穫と2年連続の種子生産を行った。2020年の収穫までに枯損した2本を除いた88本について、各年の種子生産量と発芽率を調査した。

また、静岡県が選抜した特定母樹について、系統ごとの基礎的な情報を得るため、上記とは別のビニールハウス内で2020年に同様の方法で生産された複数系統の種子について、発芽率の調査を行った。また、野外の在来採種園（第1世代精英樹の少花粉系統）で自然交配により2020年に生産された種子の発芽率も比較として調査した。

3 結果の概要

88本全体の種子生産量は、2019年が2273.3g（1本あたり25.8g）、2020年が3146.5g（1本あたり35.8g）であり、2019年から2020年にかけて1.4倍に増加した（表1）。一方、個体ごとに2か年の生産量の変化をみると負の相関があり（ $r=-0.56$ 、 $p<0.001$ ）、増加した個体が58本、減少した個体が29本、2年連続で生産量ゼロの個体が1本であった。2019年の生産量が70g以上の個体は、すべて翌年生産量が減少していた（図1）。系統ごとに1本あたりの生産量をみると、2019年が1.2～92.8g、2020年が3.1～79.0gであった。2-71と2-190は2年連続で低かった（表1）。

発芽率について、上記88本の系統の中では、2019年が6.4～57.9%、2020年が10.3～55.5%であった。（表1）。別のハウスで採種した系統ごとの種子発芽率は、1.3～25.0%、野外の在来採種園で採種した種子の発芽率は10.2%であった（表2）。閉鎖型採種園では、人工交配を適切に行うことで発芽率が従来採種園より向上することが期待されていたが、従来採種園より低い発芽率を示す場合もあった。

表1 系統ごとの種子生産量及び発芽率

系統	本数	種子生産量(2019)			種子生産量(2020)		
		総量(g)	1本あたり(g)	発芽率(%)	総量(g)	1本あたり(g)	発芽率(%)
2-15	4	58.0	14.5	25.7%	108.7	27.2	29.2%
2-17	2	185.5	92.8	35.6%	67.2	33.6	24.3%
2-31	2	55.0	27.5	21.5%	78.0	39.0	45.8%
2-38	3	120.3	40.1	57.9%	76.3	25.4	36.1%
2-68	9	25.8	2.9	10.0%	114.4	12.7	26.8%
2-70	6	90.9	15.2	32.0%	376.2	62.7	31.1%
2-71	6	7.3	1.2	14.6%	18.4	3.1	11.1%
2-76	7	386.4	55.2	34.2%	553.2	79.0	35.7%
2-93	8	81.1	10.1	10.2%	187.9	23.5	11.8%
2-102	9	407.8	45.3	16.3%	422.0	46.9	28.7%
2-104	6	140.5	23.4	50.6%	169.7	28.3	55.5%
2-117	7	315.7	45.1	19.4%	352.4	50.3	23.2%
2-189	6	298.6	49.8	27.4%	351.6	58.6	36.9%
2-190	9	27.7	3.1	6.4%	50.0	5.6	10.3%
2-199	1	9.6	9.6	10.0%	23.9	23.9	21.3%
2-209	3	62.9	21.0	13.2%	196.6	65.5	20.4%
全体	88	2273.3	25.8	27.6%	3146.5	35.8	30.4%

表2 県選抜特定母樹及び
在来野外採種園産種子の発芽率

系統	発芽率
A21	17.3%
I22	9.0%
T21	16.0%
T210	17.7%
T211	2.7%
T212	10.3%
T213	9.3%
T214	16.0%
T215	1.3%
T216	5.7%
T22	25.0%
T23	8.7%
T24	15.3%
T25	7.7%
T27	7.9%
T29	5.3%
在来野外採種園	10.2%

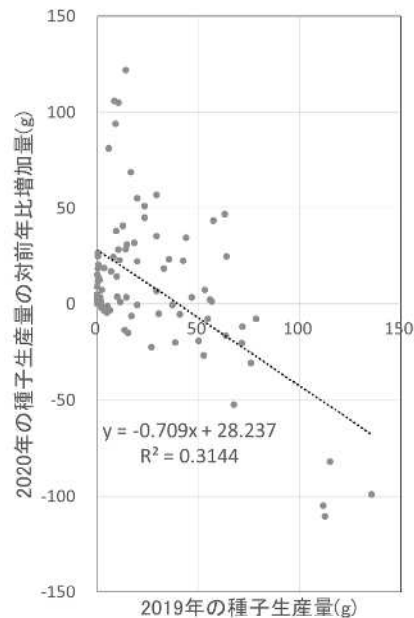


図1 同一個体における種子生産量の増加量

4 結果の要約

閉鎖型採種園内において2年連続で種子生産を行ったところ、2年目には全体の生産量は1.4倍に向上したが、個体ごとでは、88本中29本の母樹で2年目の生産量が1年目の生産量を下回り、隔年結果となる可能性があった。

〔キーワード〕 スギ、特定母樹、閉鎖型採種園

5 今後の問題点と次年度以降の計画

3年連続で生産した場合の変化も調査し、1年または2年おきで間隔を開けて生産することも含め、最適な母樹の生産サイクルを明らかにする。

6 結果の発表、活用等

県森林整備課、西部農林事務所へ情報提供する(2021)。

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発

早期生産技術に関する研究

効率的な種子生産に向けた栽培環境の検討

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、福田拓実、山田晋也

協 力 分 担：静岡大学

予 算（期 間）：県単（2018-2020年度）

1 目的

静岡県では、外来花粉を防ぎ優良系統同士を交配することを目的として、ビニールハウス内で母樹を栽培する閉鎖型採種園を導入している。当採種園では、早期多収を目的として若齢段階からの種子生産を試みているが、一般的に若齢木は十分成長した母樹に比べて収穫できる球果は小さめとなっており、種子生産量も少ない傾向にある。

そこで、本研究では、ビニールハウス内という閉鎖された空間を活かし、温度制御やCO₂施用による母樹の栽培環境の変化が、球果を含む母樹の成長にどのような影響を及ぼすか検証を行った。

2 方法

森林・林業研究センターに設置されたビニールハウス内で、2020年4月中旬から10月下旬までハウス内温度を空調機器により概ね25℃以下に保った「温度制御区」、温度制御に加えて専用機器を用いて日中のCO₂濃度をおおむね2,000ppmとなるように保った「温度制御+CO₂施用区」、及びそれらを行わない「対照区」（「対照区」の温度は外気温の影響を受けて、日中はおおむね30～40℃）を設定した。各試験区には、いずれも46Lコンテナへ定植後3年目の同一系統（伊豆22号）のスギ母樹4本ずつの根域制限栽培個体を用い、樹高、根元径、球果直径を定期的に測定した。

3 結果の概要

樹高は、4月23日時点では「温度制御区」が140.5cm、「温度制御+CO₂施用区」が142.2cm、「対照区」が139.4cmで有意差はなかったが、10月22日時点では「温度制御区」が216.4cm、「温度制御+CO₂施用区」が261.1cm、「対照区」が191.8cmであり、「温度制御+CO₂施用区」と「対照区」の間に有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）（図1）。

根元径は、4月23日時点では「温度制御区」が19.7mm、「温度制御+CO₂施用区」が18.3mm、「対照区」が18.2mmで有意差はなく、10月22日時点でも「温度制御区」が33.3mm、「温度制御+CO₂施用区」が36.6mm、「対照区」が29.2mmであり有意差は認められなかった（ $p > 0.05$ ）（図2）。

球果直径は、4月23日時点では「温度制御区」が8.9mm、「温度制御+CO₂施用区」が9.2mm、「対照区」が9.1mmで有意差はなく、その後の推移も同様であり、10月22日時点でも「温度制御区」が12.6mm、「温度制御+CO₂施用区」が12.4mm、「対照区」が12.3mmであり有意差は認められなかった（ $p > 0.05$ ）（図3）。

このことから、4月から10月にかけて温度制御及びCO₂施用を行うことは、樹体の伸長成長に寄与する可能性はあるが、根元径及び球果の肥大には寄与しない可能性が示唆された。今回、これら球果から生産される種子量は調査していないため種子生産量への直接的な影響は不明であるが、若齢木からの収量増加に多大な貢献をすることはないと思われた。

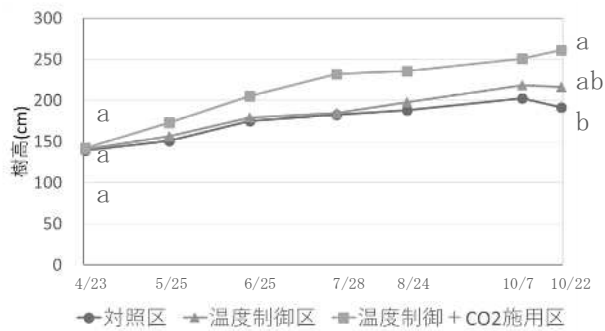


図1 試験区ごとの樹高の推移

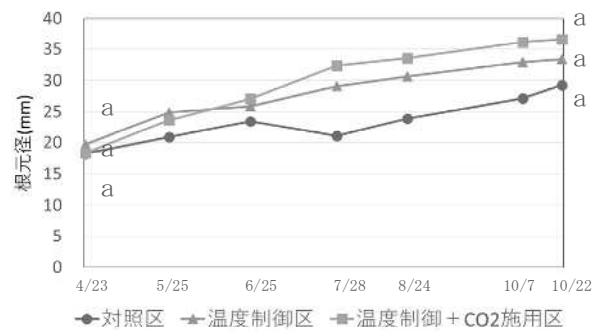


図2 試験区ごとの根元径の推移

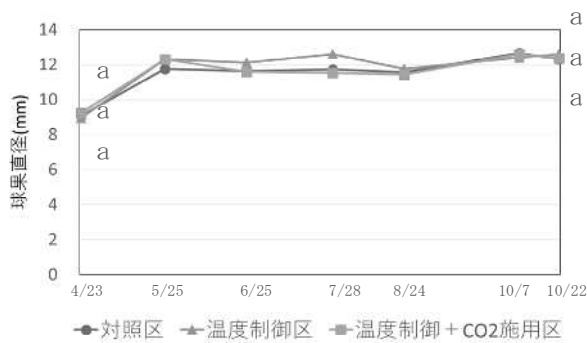


図3 試験区ごとの球果直径の推移

注) 図1～3

異なるアルファベット間で5%水準の有意差あり
(Tukey-Kramerの多重比較検定)

4 結果の要約

4月から10月にかけて温度制御及びCO₂施用を行うことは、樹体の伸長成長に寄与する可能性はあるが、根元径及び球果の肥大には寄与しない可能性が示唆された。

[キーワード] スギ、閉鎖型採種園、温度制御、CO₂施用、球果

5 今後の問題点と次年度以降の計画

球果の摘果による球果肥大の可能性等についても検証していく必要がある。

6 結果の発表、活用等

県森林整備課、西部農林事務所へ情報提供する(2021)。

単年度 試験研究成績 (2021年2月作成)

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発
大量生産技術の確立

閉鎖型採種園で発生する病害虫

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：加藤 徹、山田晋也

協力分担：西部農林事務所

予算(期間)：県単 (2018-2020年度)

1 目的

静岡県ではエリートツリーの採種園として外来花粉との交配を避けるための閉鎖型の採種園が造成された。ビニールハウスでできた閉鎖型採種園は、外部からの害虫の侵入をある程度防ぐことができるが、室内の気温や湿度などの環境が野外と異なり、また天敵の侵入も困難であることから、今までの採種園とは違った病害虫の発生が危惧される。しかし、スギやヒノキを室内で育てた例は稚樹以外には少なく、特に種子生産を行った例はほとんどないため、どのような病害虫が発生するのかといった知見はないのが現状である。

この細目課題では、閉鎖型採種園での種子生産における病害虫とそれらの発生数を明らかにすることを目的とし、そのモニタリングを3カ年調査してきた。本年度は今まで十分な調査ができなかったヒノキの採種母樹に発生する病害虫を重点的に調査した。

2 方法

調査は、森林・林業研究センター構内の4棟と西部育種場の28棟(2棟ずつ連結されている)の閉鎖型採種園で実施した。これらの閉鎖型採種園はビニールハウス形式のもので、交配時期の2月から4月上旬までは全体をビニールシートで覆うが、それ以外の時期は側面の半分程度は開放され、その部分だけ当センターは約1cm、育種場は約1mmメッシュの網で覆われる。調査対象のスギとヒノキ採種木は、20Lのコンテナに植えられた幼木で、ハウス1棟あたり30本が配置されている。

調査は、適宜目視で病害虫やそれらの痕跡を探索した。種の同定が困難な幼虫は飼育し成虫にして種同定を行った。

3 結果の概要

調査の結果、本年度は表1に示す害虫が確認された。昨年度、一部のハウスで大発生したケブカカスミカメは、本年度は少数が発生しただけだった。この害虫の吸汁により、昨年度は多くの雄花が枯死したが、本年度はそのような症状は見られなかった。チャハマキは今までヒノキへの加害は知られていなかったが、一つのハウスで多く発生した。本害虫は小さいので食害量は少ないものの、多数の個体により食害を受けたヒノキでは、葉量が減少した。アオドウガネは、幼虫がヒノキの根系を食害し、多くの根系を食害されたヒノキ数本が枯死した。これらは本年度にハウス内へ搬入したもので、野外で栽培していたときに、鉢内に産卵されたものと考えられた。

モニタリング調査を行った3年間で発生した主な病害虫について表2にまとめた。これらのうち、クロトンアザミウマやケブカカスミカメ、チャノコカクモンハマキ、チャハマキ、アカシマメイガ、ハスモンヨトウなどは、一般にスギ・ヒノキの害虫とは考えられてこなかった種であり、ハウス内という特殊な環境であるために発生したものであると考えられた。

表 1 本年度の閉鎖型採種園で発生・捕獲した病害虫

害 虫	樹 種	確 認 数		確認 時期	備 考
		センター	育種場		
スギノハダニ	スギ		少数	6月	
ケブカカスミカメ	スギ		少数	12月	雄花の被害はほぼ無し
チャバネアオカメムシ	ヒノキ		1	9月	
アオドウガネ	ヒノキ	多数		6月	今年搬入した鉢の中
チャハマキ	ヒノキ		41	6月	羽化後の蛹も多数確認
オオミノガ	スギ・ヒノキ		2	5月	
ハスモンヨトウ	ヒノキ		5	9月	

表 2 3年間の病害虫モニタリング調査で確認された主な病害虫

病 害 虫	樹種	発生数	備 考
スギノハダニ	スギ	少	
クロトンアザミウマ	スギ	一部激	枝を枯らす
スギマルカイガラムシ	スギ	一部多	
スギヒメコナカイガラムシ	スギ	一部多	すす病を併発
ケブカカスミカメ	スギ	一部激	晩秋に発生し雄花を枯らす
チャバネアオカメムシ	スギ・ヒノキ	中	幼虫は1cmのメッシュでも通過する、ツヤアオ、クサギも同様
アオドウガネ	スギ・ヒノキ	一部多	ハウスへの搬入前に産卵される
スギカミキリ	スギ	少	枯死被害を出す
スギカサヒメハマキ	スギ	少	球果を食害
チャノコカクモンハマキ	スギ	少	近似の別種もいる
チャハマキ	ヒノキ	多	年数回発生する
アカシマメイガ	スギ	少	年数回発生する
オオミノガ	スギ・ヒノキ	少	
ハスモンヨトウ	ヒノキ	少	少ないが食害量が多い
ペスタロチア葉枯れ病	スギ	少	
くもの巣病 (<i>Rhizoctonia solani</i>)	スギ	少	

4 結果の要約

スギ・ヒノキの閉鎖型採種園で病害虫を調査した結果、本年度はアオドウガネやチャハマキなど7種が確認された。調査した3年間で確認されたクロトンアザミウマやケブカカスミカメ、チャハマキなど6種はハウス内という特殊な環境であるために発生したものであると考えられた。

[キーワード] 閉鎖型採種園、スギ、ヒノキ、病気、害虫

5 今後の問題点と次年度以降の計画

調査で確認された害虫の多くは農薬の登録がないため、防除は目視による捕殺に限られる。そのため、今後はさらに効率的な被害回避法について検討していく必要がある。

6 結果の発表、活用等

育種場に情報提供する。

課 題 名：エリートツリー種子の早期生産技術の開発

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：山田晋也、福田拓実、野末尚希、加藤徹

協力分担：静岡大学農学部、岐阜大学応用生物科学部、（株）日本製紙、西部農林事務所、県庁森林整備課

予算(期間)：新成長戦略研究（2018-2020年度）

1 目的

戦後植林した人工林が、利用適期を迎えているものの十分活用されていない。森林資源を活用し、「安定した林業経営」と「将来資源の確保」を実現するためには、生産性の高い主伐と再造林を促進する必要がある。しかし、現状では、再造林経費が大きいことなどから、森林所有者の主伐への意欲は低く、主伐が進まない。そのため、再造林経費をいかに縮減するかが重要になる。エリートツリーは成長が早い可能性があり、再造林経費の縮減が図られる。しかし、エリートツリーは、選抜されたばかりで、種子を取るための母樹の準備が出来ていない。そのため、本研究では①母樹増殖の最適条件を解明し、採種木数を750本にする ②着花促進技術を確立して2年で種子生産を行う ③種子増産技術を確立して母樹1本あたり30gの種子を生産する ④受粉効率を高め発芽率を40%にすることを目的とした。また、これらの技術を種子生産現場へ導入・普及するための管理マニュアルを作成する。

2 方法

① 母樹増殖の最適条件の解明

県で選抜したスギ・ヒノキエリートツリーからそれぞれ10万本の苗木を生産するために必要な種子を確保できるように、スギ15系統、ヒノキ15系統の母樹から計3,000本以上の挿し木を行い、採種母樹となる苗木を育成した。

② 若齢ヒノキの着花促進技術の開発

ヒノキ2年生の母樹で着花を可能とするため、薬剤や乾燥ストレスを用いた着花促進技術を検討した。

③ 種子増産技術の確立

エリートツリーの若齢母樹から30g/本（5,100粒）生産するために、閉鎖型採種園において農業分野で確立している根圏制御栽培法を用いた種子生産を行った。

④ 受粉効率を高める技術の開発

閉鎖されたビニールハウス内で、効率的にエリートツリー母樹間で任意交配が行われ、発芽率が高く（目標40%）高品質な種子生産ができるような交配方法について検討を行う。

3 研究期間を通じての成果の概要

① 母樹増殖の最適条件の解明

3,000本以上の挿し木から、合計1,500本の採種母樹を仕立てることができた。それらは西部農林事務所育種場へ導入し、そのうち約1,000本は令和2年度から種子生産が可能になった。母樹増殖方法は従来の挿し木方法に加えて、初期に遮光率70%程度の日よけが重要であることが分かった。

② 若齢ヒノキの着花促進技術の開発

ジベレリン4（以下、ジベレリン）に応答する遺伝子をRNA-seq解析により進めたところ、系統毎に花芽形成遺伝子の発現量が異なり、6月処理による反応が大きいことが明らかになった。ジベレリンを6月、7月に200ppmの濃度でヒノキ2年生母樹へ散布したところ、雄花と雌花を十分に着花させることに成功した。また、ジベレリンを使わなくても、根圏制御栽培法による水分ストレスで着花促進が可能であることが示唆された。

③ 種子増産技術の確立

閉鎖型採種園の根圏制御栽培により、定植1年目の若齢木でも17.2g/本と従来採種園10年生母樹の20g/本と遜色のない生産量であった。また、定植2年目の母樹で31.2g/本、3年目で45.8g/本となった。従来採種園は3年に1度の収穫であるのに対し、前年に続き連続して収穫できたことから、単位面積当たりの生産量は3倍以上になることが明らかになった。

ヒノキは、定植2年目の母樹で2.2g/本、定植3年目の母樹で5.5g/本であった。スギと同様の着花促進技術で雌花と雄花を十分に付けることができたが、その後の育成過程で雄花が枯死してしまい、人工交配に必要な優良花粉の確保ができなかったことが、目標の30g/本を達成できなかった原因と考えられた。

④ 受粉効率を高める技術の開発

H30ではスギで13回の交配作業の結果、平均発芽率46.1%の種子を生産することができた。令和元年度は15回の人工交配を行った結果、平均発芽率は36.0%になり、目標を下回る結果になった。令和2年度は精製後に発芽能を確認した花粉を用いて、10回の人工交配を実施したところ、発芽率は40.1%で、発芽率を高めるためには発芽能の高い花粉が必要であることが判明した。

ヒノキでは令和元年度は15回の人工交配の結果54.0%、令和2年度は10回の人工交配の結果45.4%の発芽率であり、2年とも目標を達成することができた。

これらの成果は閉鎖型採種園の管理マニュアルととしてまとめ、西部農林事務所育種場に技術移転した。



図1 閉鎖型採種園



図2 管理マニュアル



図3 乾燥ストレスで着花させたヒノキ

4 研究期間を通じての成果の要約

閉鎖型採種園の根圏制御栽培法によりヒノキ2年生母樹で種子生産を可能にし、スギ母樹から取れる種子数を目標30g/本に対して2年生で31.2g/本を達成した。さらに、種子発芽率は目標40%に対して、スギ40.1%ヒノキ45.4%を達成した。

〔キーワード〕スギ、ヒノキ、閉鎖型採種園、根圏制御栽培法

5 成果の活用面と留意点

研究成果により、種子生産施設（ビニールハウス）の仕様が定まり、西部農林事務所育種場（以下、育種場）において、計画棟数全28棟が完成し、全国初の事業生産するエリートツリー閉鎖型採種園となった。また、令和元年度にヒノキエリートツリー種子が全国最速で生産され、令和2年度にスギエリートツリー種子は需要量の100%を達成した。ヒノキについては花芽の確実な維持ができていないため、閉鎖型採種園での実施には留意が必要である。

6 残された問題とその対応

ヒノキ母樹は着花した雄花と雌花の一部が枯死したため、着花した花芽を維持する手法を検証する必要がある。現在、肥料を与えることで花芽が翌春まで維持できる可能性が分かってきたため、今後細かな検証を行い、水分ストレスによる早期着花の技術を早期着果の技術へと発展させていく必要がある。

課 題 名：新たな人工交配施設を活用した優良種子生産技術の開発
優良種子生産技術の開発

スギを用いた根域制御栽培法の確立

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：野末尚希、山田晋也

協 力 分 担：西部農林事務所

予 算 (期 間)：県単 (2016-2020 年度)

1 目的

静岡県で導入された閉鎖型採種園では、ビニールハウス内に配置した収穫用コンテナで母樹を栽培する根域制限栽培を行い、種子を生産している。早期多収を目的として若齢段階からの種子生産を試みているが、十分成長した成木に比べて生産量は少なめとなっている。一方、果樹分野では隣接する母樹同士の形成層を連結させて仕立てるジョイント栽培法を行うことで早期多収を実現している場合がある。そこで、本研究では、スギでジョイント栽培を行い、その効果を検証した。

また、根域制限栽培では根鉢が限られた状態で母樹の栽培を行うため、野外で母樹を地植えして育成する従来の場合と異なり、必要量を見極めて人為的に灌水を行う必要がある。ビニールハウス内という環境もあいまって、極めて高温となることもしばしばあり、適切な灌水量を確保しなければ母樹が枯死する危険性がある。そこで、本研究では、特に高温となる夏季において、灌水量の目安を調査した。

2 方法

(1) ジョイント栽培法

2017 年 10 月に、樹高およそ 50cm の複数のスギを赤玉土、鹿沼土、バーク堆肥を等量に混合した容量 46L のコンテナへ定植し、ビニールハウス内に配置した。これらの母樹 5 本ずつについて、2019 年 4 月上旬に地上高約 50 cm で幹を曲げて連結するジョイント処理を実施した。

2019 年 6 月～7 月に 100ppm のジベレリン (GA3) を 2 回葉面散布して着花促進し、2020 年 2 月に人工交配、2020 年 10 月に球果収穫を行い、得られた種子を 1.4mm 目のふるいで精製した。林育 2-76 及び林育 2-117 の 2 系統を調査対象とし、ジョイント処理した母樹とジョイント処理未実施で湾曲のみさせた母樹各 3～4 本を対照として、2021 年 1 月における樹高 (曲線状に幹に沿った延長) 及び根元径、生産量及びその種子 100 粒重、発芽率を比較した。

(2) 根域制御栽培法での灌水量の検討

(1) と同時期にコンテナへ定植 (定植 4 年目) されたスギ及びコンテナ定植後 3 年目のヒノキについて、8 月 30 日夕方に十分灌水しておき、翌 8 月 31 日から 9 月 3 日までの間、朝 8 時頃にコンテナの全重量を測定し、その差から 1 日あたりの水分蒸発量を求めた。また、8 月 31 日に樹高 (曲線状に幹に沿った延長) を測定した。なお、調査期間中の天候は、アメダス観測値で概ね晴れ時々曇りで平均気温 26.6～28.0℃ (天竜) であった。

3 結果の概要

(1) ジョイント栽培法

ジョイント処理の有無ごとの調査結果を表 1 に示す。平均値では、母樹 1 本あたりの種子生産量は、各系統でジョイント処理の方が平均値としてはやや大きかった。他の項目は、平均値は同程度であった。また、樹高、根元径、母樹 1 本あたりの種子生産量、種子の 100 粒重、発芽率の各項目について、ジョイント処理の有無による有意差はなかった (Student の t 検定、 $p>0.05$)。

以上から、ジョイント処理による母樹の成長または種子生産量・品質向上効果は認められなかった。

(2) 根域制御栽培法での灌水量の検討

1日当たりの水分蒸発量は、コンテナ定植4年目のスギが1.60～2.63L、コンテナ定植3年目のヒノキが0.60～1.35L/日となった(表2)。このことから、夏季においては、コンテナ定植4年目のスギの場合およそ2.00L/日、コンテナ定植3年目のヒノキの場合およそ1.00L/日程度が灌水量の目安の量であると考えられた。しかし、過去の調査ではより若齢の母樹でもこれ以上の水分蒸発量があった場合もあり、その日の天候にも大きく影響を受けると思われるため、実際の灌水にあたっては母樹の状態をよく観察した上で行う必要がある。

表1 ジョイント処理によるスギの種子生産性

処理	系統	本数	樹高 (cm)	根元径 (mm)	1本あたりの種子生産量 (g)	種子の100粒重 (g)	発芽率 (%)
ジョイント	2-76	4	247.3	45.1	96.0	0.368	37.4%
	2-117	3	230.0	43.4	52.5	0.342	21.0%
	平均		239.9	44.4	77.4	0.357	32.6%
無	2-76	3	230.7	43.5	56.4	0.484	32.0%
	2-117	4	226.5	45.6	48.7	0.306	25.0%
	平均		228.3	44.7	52.0	0.382	28.2%

表2 夏季の1日あたりの水分蒸発量

スギ (定植4年目)			ヒノキ (定植3年目)		
母樹	樹高 (cm)	1日あたりの水分蒸発量 (L)	母樹	樹高 (cm)	1日あたりの水分蒸発量 (L)
A	293	1.60	A	191	1.35
B	265	2.40	B	180	1.03
C	284	2.45	C	163	0.95
D	282	2.63	D	172	1.00
E	306	1.93	E	160	0.60
F	233	1.68	F	182	1.12
平均	277	2.12	平均	175	1.01

※ 1 kg = 1 L として換算

4 結果の要約

ジョイント処理による母樹の成長または種子生産量・品質向上効果は認められなかった。根域制御栽培法での夏季における標準的な灌水量の目安は、コンテナ定植4年目のスギの場合およそ2.00L、コンテナ定植3年目のヒノキの場合およそ1.00L程度であると考えられた。

[キーワード] スギ、ヒノキ、種子生産、ジョイント、根域制御栽培

5 今後の問題点と次年度以降の計画

灌水量について、母樹がさらに成長した場合の必要量を明らかにしていく必要がある。

6 結果の発表、活用等

県森林整備課、西部農林事務所へ情報提供する(2021)。

単年度 試験研究成績 (2021年2月作成)

課 題 名：新たな人工交配施設を活用した優良種子生産技術の開発
特性評価に基づく母樹の選抜

母樹の成長・材質等評価 (ヒノキ)

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、野末尚希

協力分担：なし

予算(期間)：県単 (2018-2020年度)

1 目的

木材価格が低迷する近年では、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。本県の種苗生産の比率はスギよりもヒノキが多いが、本県の環境に適応したヒノキ特定母樹は選抜されつつあり、現在 25 本が特定母樹として指定を受けている。

林木育種は、精英樹等優良個体の選抜から始まり、次代検定林等でその優良性を調べるとともに、成長、形質等の優れた個体同士の交配によって育成された次代の集団からさらに優れたものを選抜することを繰り返すということが主な方法である。それにより、徐々に収量増大や材質の向上が図られる。

そこで本課題では、第 1 世代ヒノキ精英樹として評価した試験林から、林野庁で定める特定母樹の選抜基準を満たした成長、強度等に優れた個体を選抜した。

2 方法

浜松市天竜区佐久間町相月にある次代検定林では、第 1 世代精英樹の実生が植栽されている。林内を踏査して目視で材積 1.5 倍以上の母樹候補を決定し、次に周辺 10 本程度を比較対照として毎木調査を実施し、林野庁計画課編立木幹材積表東日本編 (日本林業調査会) を用いて材積を算出した。次に、強度のデータを収集するために FAKOPP (アルナス社) による繊維方向 100cm 間の応力波伝播速度を測定した。通直性と雄花着花性調査は特定母樹選抜基準 (林野庁) が示すとおりに実施した。以上の調査結果から母樹候補としたものは、材積は比較対照平均の 1.5 倍以上、応力波伝播速度は比較対照平均よりも速いもの (対照よりも数字が大きいもの)、そして著しい曲がりのなく、花粉量が在来系統の半分以下のものである。なお、現地では林縁で生育したものでないこと、明らかな環境の影響を受けていないことを確認した。

3 結果の概要

今回の調査で 2 個体を選抜することができた (表 2)。選抜した個体から採穂を行い、挿し木による増殖を行った。

対照との材積の比較で天竜 27 号は約 2.28 倍で、天竜 28 号は 2.44 倍であった。母樹毎に対照との材積比較倍率が異なる理由として、遺伝要因もあるが環境要因の影響もあるため注意が必要である。今後、これらを母樹として育成し、種子から苗木を生産し試験林等で母樹の評価を行うことで母樹の絞り込みを行う必要がある。選抜個体は全て林野庁へ指定申請手続きを行ない特定母樹として 2021 年 3 月に指定を受ける予定。

表 1 試験林概要

選抜場所	植栽年	植栽面積	植栽時密度	標高	備考
浜松市天竜区佐久間町相月	1973年	0.4ha	3975本/ha	1000m	次代検定林 ヒノキ関静10号 植栽内 訳：伊豆1号、伊豆2号、伊豆5号、富 士1号、富士4号、富士5号、安部1 号、安部2号、大井1号、天竜1号、天 竜2号の自然交配家系 精英樹混合実生 地スギ北天竜

表 2 特定母樹一覧

名称	成長量			応力波伝播速度 (m/秒)	
	特定母樹 の材積 (m ³)	対照平均 材積 (m ³)	対照平 均材積 との比 較	特定母 樹の値	対照個体 の平均値
天竜27号	0.784	0.344	2.28	4178	4029
天竜28号	0.762	0.312	2.44	4249	4010

4 結果の要約

ヒノキの試験林を調査した結果、特定母樹選抜基準を満たす個体が2本あった。いずれも周辺木と比べて材積1.5倍以上、強度平均以上で、通直性・雄花着花性に問題はなく、2021年3月に特定母樹として指定を受けた。

[キーワード] ヒノキ、特定母樹

5 今後の問題点と次年度以降の計画

西部農林事務所育種場の閉鎖型採種園の母樹として活用される。選抜した特定母樹（エリートツリー）は成長量1.5倍以上であるが、成長の遺伝的要因が子に100%伝わるとは限らなく、また、母樹も遺伝的要因で成長に優れたものかどうか検定をしていない。そのため、指定を受けた母樹の次代の生長特性を調査し、母樹の検定を行う必要がある。県庁森林整備課と調整しながら検定林の造成を進める予定となっている。

6 結果の発表、活用等

普及誌へ情報提供し、育種場に新しく造成する採種園の母樹として活用する（2021）。

完了試験研究成績（2021年3月作成）

課 題 名：新たな人工交配施設を活用した優良種子生産技術の開発

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：山田晋也、野末尚希

協力分担：なし

予算(期間)：県単（2018-2020年度）

1 目的

木材価格が低迷する近年では、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。本県の種苗生産の比率はスギよりもヒノキが多いが、本県の環境に適応したヒノキ特定母樹は平成29年4月時点でまだ選抜されていない。

林木育種は、精英樹等優良個体の選抜から始まり、次代検定林等でその優良性を調べるとともに、成長、形質等の優れた個体同士の交配によって育成された次代の集団からさらに優れたものを選抜することを繰り返すということが主な方法である。それにより、徐々に収量増大や材質の向上が図られる。

そこで本研究では、第1世代ヒノキ精英樹を評価した次代検定林等から、林野庁で定める特定母樹の選抜基準を満たした成長、強度等に優れた個体を選抜した。

2 方法

静岡県内にある次代検定林等で、データが保存されている場所を調査した。林内を踏査して目視で明らかに大きな母樹候補を選び、その周辺10本程度を比較対照として毎木調査を実施し、林野庁計画課編立木幹材積表東日本編（日本林業調査会）を用いて材積を算出した。次に、強度のデータを収集するためにFAKOPP（アルナス社）による繊維方向100cm間の応力波伝播速度を測定した。通直性と雄花着花性調査は特定母樹選抜基準（林野庁）が示すとおり実施した。以上の調査結果から、材積が比較対照平均の1.5倍以上、応力波伝播速度が比較対照平均よりも速いもの（対照よりも数字が大きいもの）、そして著しい曲がりのなく、花粉量が在来系統の半分以下ものを母樹候補とした。なお、現地では林縁で生育したものでないこと、明らかな環境の影響を受けていないことを確認した。

3 研究期間を通じての成果の概要

各試験林における調査の結果、27個体を選抜することができた（表1）。選抜した個体から採穂を行い、挿し木による増殖を行った。

母樹毎に対照との材積比較倍率が異なる理由として、遺伝要因もあるが環境要因の影響もあるため注意が必要である。今後、これらを採種母樹として育成し、その種子から苗木を生産し試験林等で母樹の評価を行うことにより母樹の絞り込みを行う必要がある。選抜個体は全て林野庁へ指定申請手続きを行ない特定母樹として指定を受けている。また、選抜した個体は全て挿木増殖し、採種母樹として育成した。

表1 選抜したヒノキ特定母樹一覧

指定番号	樹木の名称	調査年次	特定母樹 の材積 (m ³)	対照個体 の平均10 本程度 (m ³)	基準材積との 材積比較倍率	応力波伝播速度 (m/s)	
						特定母樹	対照個体 の平均
特定29-11	富士21号	39	0.669	0.253	2.64	3448	3416
特定29-12	富士22号	39	0.518	0.253	2.05	3841	3815
特定29-13	富士23号	39	0.494	0.253	1.95	3718	3415
特定29-33	富士24号	44	1.206	0.602	2.00	3807	3610
特定29-34	富士25号	44	0.973	0.644	1.51	3717	3550
特定29-35	伊豆21号	44	0.721	0.378	1.91	3836	3559
特定29-36	伊豆22号	44	0.698	0.458	1.52	3759	3566
特定29-37	伊豆23号	45	1.098	0.531	2.07	3722	3680
特定29-38	伊豆24号	45	0.689	0.396	1.74	3906	3707
特定30-38	天竜22号	44	0.750	0.493	1.52	4049	3832
特定30-39	天竜23号	44	0.653	0.391	1.67	4082	3817
特定30-40	天竜24号	44	0.872	0.515	1.69	3807	3661
特定30-41	安倍21号	46	0.728	0.482	1.51	3932	3737
特定30-42	富士26号	41	0.663	0.330	2.01	3755	3620
特定30-43	安倍23号	44	1.069	0.413	2.59	3827	3731
特定30-44	安倍24号	45	1.081	0.442	2.45	3932	3780
特定30-45	安倍25号	45	0.874	0.450	1.94	3927	3718
特定1-8	天竜25号	43	0.536	0.349	1.54	3916	3604
特定1-9	天竜26号	43	0.545	0.313	1.74	3645	3543
特定1-10	天竜27号	42	0.974	0.531	1.83	3851	3387
特定1-39	大井21号	47	0.771	0.428	1.80	3916	3558
特定1-40	大井22号	47	0.938	0.569	1.65	3774	3637
特定1-41	安倍22号	41	0.771	0.386	2.00	4261	3979
特定1-42	安倍26号	44	0.930	0.497	1.87	3958	3778
特定1-43	富士27号	45	1.126	0.476	2.37	3963	3891
特定2-48	天竜28号	46	0.784	0.344	2.28	4178	4029
特定2-49	天竜29号	46	0.762	0.312	2.44	4249	4010

4 研究期間を通じての成果の要約

県内の次代検定林等から特定母樹選抜基準を満たしたヒノキを27個体を選抜することができた。選抜した個体は全て挿木増殖し、採種母樹として育成をした。

[キーワード] ヒノキ、特定母樹

5 成果の活用面と留意点

西部農林事務所育種場の閉鎖型採種園の母樹として活用される。選抜した特定母樹（エリートツリー）は成長量1.5倍以上であるが、成長の遺伝的要因が子に100%伝わるとは限らなく、また、母樹も遺伝的要因で成長に優れたものかどうか検定をしていない。そのため、指定を受けた母樹の次代の成長特性を調査し、母樹の検定を行う必要がある。

6 残された問題とその対応

母樹の検定作業が未実施のため、県庁森林整備課と調整しながら検定林の造成を進める予定となっている。

単年度試験研究成績（2021年2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

 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 森林育成科

担当者名：袴田哲司、野末尚希

協力分担：林木育種センター、天竜森林管理署、森林整備センター、森林組合、フジイチ

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

再造林の低コスト化を進めるためには、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重要である。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、第一世代精英樹の中でも特に優れた推奨品種、第一世代精英樹のF₁、エリートツリー、無花粉遺伝子を保有する個体等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いる。我が国の林木育種の過程の中で（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ため、それを用いて優良な候補木を選抜する。

2 方法

優良形質を持つ静岡県産第一世代精英樹を親として、2012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。対照系統は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、2014年5月に浜松市天竜区龍山町瀬尻の国有林に単木混交で植栽した。2018年12月～2019年3月の5成長期後の時点で、FAKOPPの測定に基づく応力波伝播速度を算出し、林野庁による特定母樹評価による雄花着花指数の調査を行った。7成長期後の2020年10月に、樹高と胸高直径を測定し、そのデータを用いて、植栽個体、交配親の成長形質に関する遺伝的能力を育種価^{*}で推定した。調査対象木は、227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、遺伝的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。

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において、5成長期後まで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。その結果、天竜区龍山町瀬尻で2個体、富士市大淵で4個体が優れた育種価を示した。

[本年度の結果]

7成長期後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能力を推定した。交配親とした優良な第一世代精英樹よりも樹高の育種価や胸高直径の育種価が優れる調査個体が存在した（図2）。これらの中で、5成長期後の応力波伝播速度が対照木よりも優れ、雄花着花指数が少花粉系統よりも小さいものが6個体あった（表1）。

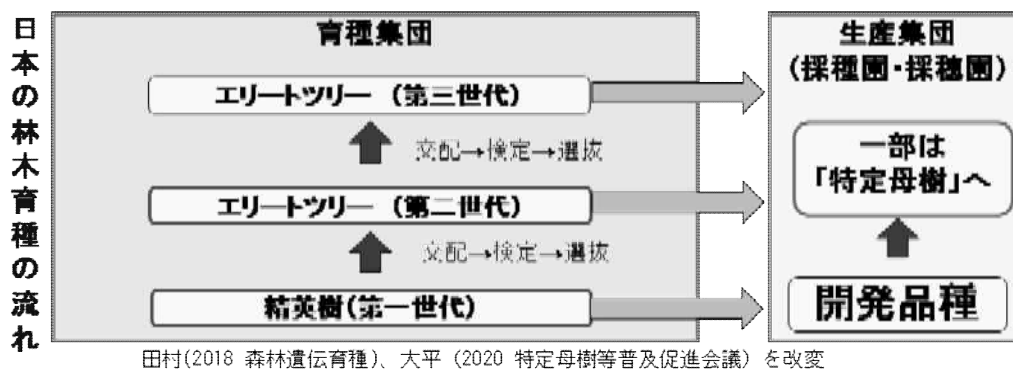


図1 日本の林木育種の流れ

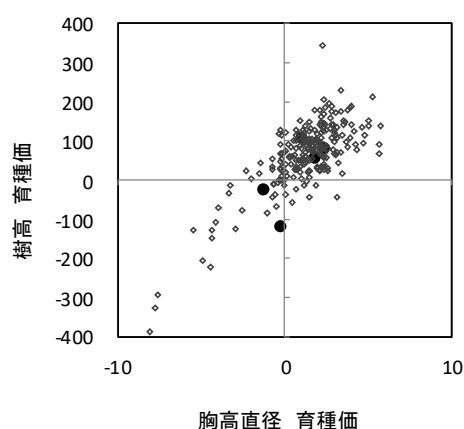


図2 スギ交配系統の7成長期後の育種価

● 精英樹推奨品種 (交配親)
◇ 調査個体 (交配系統)

表1 優良候補木の評価

調査木\調査項目	7成長期後育種価		5成長期後	5成長期後
	樹高 cm	胸高直径 cm	材質 ¹⁾	雄花着花指数
優良候補木A	204.8	2.36	1922	1.0
優良候補木B	189.5	4.00	2085	1.0
優良候補木C	142.0	2.13	1885	1.0
優良候補木D	141.6	2.94	1852	1.0
優良候補木E	133.2	2.37	2033	1.0
優良候補木F	132.5	2.77	2014	1.0
対照 ²⁾	84.3	2.13	1784	1.6

¹⁾材質評価は応力波伝播速度 (m/s) による

²⁾育種価と材質の対照値は、精英樹推奨品種の平均
雄花着花指数の対照値は、少花粉系統の平均

4 結果の要約

浜松市天竜区龍山町瀬尻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。材質や雄花着花量評価も含めて、優良候補木6個体が得られた。

〔キーワード〕 交配苗、コンテナ苗、初期成長、推奨品種、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、各形質における遺伝的な能力の高い系統どうしで交配すれば、より優良な個体選抜や品種開発につながる。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も行う。優良候補木については、挿し木によるクローン増殖を行い、複数の個体を供試したジベレリン処理による雄花着生量評価を進める。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

2020年度関東地区特定母樹普及促進会議で、林木育種センターとともに育種価による優良候補木選抜について発表した。現在試験を進めている試験林は、精英樹どうしの交配系統が主体となっているため、育種集団林として活用していく。優良候補木の中で基準を満たす個体について、エリートツリーや特定母樹の申請を目指す。

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

 無花粉スギの成長と材質

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：新潟大学農学部

予算(期間)：県単（2018-2022年度）、イノベーション創出強化研究推進事業（2019-2021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、研究や事業への取り組みが全国的に増加している。一方、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。そのため、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、静岡不稔1号、三月晴不稔1号、三月晴不稔2号などが優良品種・技術評価委員会によって花粉症対策品種として認定されたが、将来の木材としての活用を考えれば材質の評価も重要である。両親が精英樹であれば、作出された無花粉個体や有花粉個体も造林木として適切であると考えられるが、その一方で、材質の観点から両者の比較をした事例は少ない。そのため、植栽から7成長期を迎えた無花粉スギと有花粉スギの材質を応力波伝播速度で評価した。

2 方法

無花粉の遺伝子をヘテロで有する静岡県精英樹の大井7号（遺伝子型Aa）と神奈川県精英樹の中4号（Aa）の交配により無花粉スギ（aa）と有花粉スギ（AAまたはAa）を作出した。これらを母樹として挿し木苗を育成し、2014年5月に浜松市天竜区龍山町瀬尻の国有林に裸苗として植栽した。7成長期後の2020年10月時点での調査可能個体数は、無花粉木116個体、有花粉木68個体であった。また、隣接地に少花粉スギのコンテナ苗を同じ時期に植栽したため、これら23個体も調査対象とした。概ねの植栽位置は、斜面上部の緩傾斜地に少花粉スギ、斜面中部の緩傾斜地に無花粉スギ、斜面下部の急傾斜地に有花粉スギである（図1）。これらについて、樹高、胸高直径、ファコップによる応力波伝播速度を測定し、一般化線型モデルでのデータの解析を行った。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

同様の調査を植栽から5成長期後時点でも行った。一般化線型モデルでデータ分析したところ、応力波伝播速度に胸高直径は影響したが花粉の有無は影響していなかった。

[本年度の結果]

- (1) 無花粉木の平均樹高や平均胸高直径は有花粉木を上回っていた（表1）。これは、無花粉木は比較的緩傾斜地に植栽したことに対し、有花粉木は急斜面地に植栽したため、成長に対して立地環境が影響したと推測された。無花粉木の平均応力波伝播速度は有花粉木の平均よりも低かったが、胸高直径と応力波伝播速度との間に有意な負の相関が認められたため（図2）、この理由により成長が良かった無花粉木で数値が低くなったと考えられた。隣接地の少花粉実生苗と比較して、無花粉スギや有花粉スギの挿し木個体の応力波伝播速度は大きかった。
- (2) 応力波伝播速度を応答変数、胸高直径と花粉の有無を説明変数とした一般化線形モデル(GLM)によるデータ解析を行ったところ、応力波伝播速度に対して胸高直径は影響するが、花粉の有無は影響しなかった（表2）。

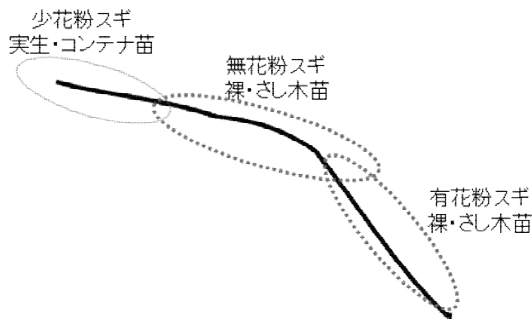


図1 試験地における概ねの植栽位置

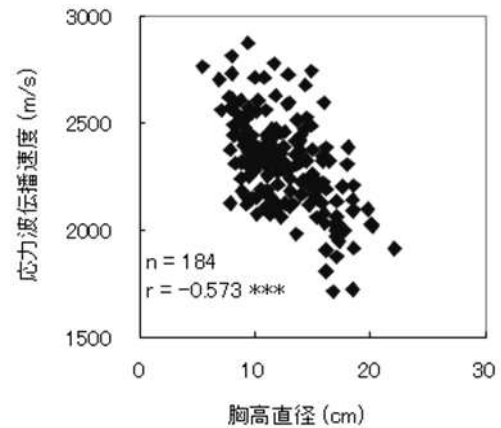


図2 胸高直径と応力波伝播速度の相関関係

***: $p < 0.001$

表1 無花粉スギ、有花粉スギ、少花粉スギの成長と材質

調査項目\苗の種類	大井7×中4 裸苗・さし木苗		少花粉品種 コンテナ苗・実生苗
	無花粉	有花粉	少花粉
個体数	116	68	23
樹高 (cm)	732	668	646
胸高直径 (cm)	13.8	10.3	9.4
応力波伝播速度 (m/s)	2265	2380	2147

表2 一般化線形モデルによる解析結果 (大井7×中4)

応答変数	説明変数	逸脱度	自由度	p値	有意性
応力波伝播速度	胸高直径	71.6	1	$< 2.0 \times 10^{-16}$	***
	花粉の有無	0.53	1	0.47	ns
	交互作用	0.49	1	0.48	ns

***: $p < 0.001$

4 結果の要約

無花粉スギの応力波伝播速度は有花粉スギよりも低かったが、一般化線形モデル (GLM) によるデータ解析を行ったところ、応力波伝播速度に対して胸高直径は影響するが、花粉の有無は影響しないという結果が得られた (表2)。

[キーワード] 無花粉スギ、材質、応力波伝播速度、一般化線形モデル

5 今後の問題点と次年度以降の計画

国補イノベーション創出強化研究推進事業の計画として、8成長期後の調査とデータ解析を行い、7成長期後 (本年度) の結果との比較を行うことになっている。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

第10回中部森林学会大会 (12月6日、web開催) で口頭発表した。当事業に参画する機関とともに無花粉スギの普及に努める。

単年度試験研究成績（2021年2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

 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 森林育成科

担 当 者 名：袴田哲司、野末尚希

協 力 分 担：岡山県農林水産総合センター

予 算 (期 間)：県単（2018-2022年度）、農林水産省委託プロジェクト（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。スギ実生苗では播種から1年以内に出荷規格に達するコンテナ苗を育成することが可能となったが、ヒノキ実生苗では種苗生産者が安定的に短期間で育苗できるまでには至っておらず、技術的な改良が必要である。そのため、施肥の条件や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の効果を検討した。

2 方法

- (1) 生存調査： 精英樹系ヒノキ稚苗を150ccスリット入りマルチキャビティコンテナ苗へ3月下旬に移植し、その際に元肥として緩効性肥料の種類や量を変えて培地のココピートに混合した（ハイコントロール650-700日10g/Lまたは20g/L、エコロング413-180日5g/Lまたは10g/L）。その後、1週間に1度の頻度で、グルタチオン250倍水溶液を20mL/本となるように、ジョウロで合計18回散布した。対照区はグルタチオン水溶液を施用しなかった。1試験区40本として10月に苗の生存個体数を調査した。
- (2) 虫害調査： 前年度のグルタチオン施用試験で一部の試験苗に虫害が発生したため、今年度は被害状況の調査を行った。精英樹系ヒノキ稚苗を150ccスリット入りマルチキャビティコンテナ苗へココピートを培地として4月上旬に移植した。その後、元肥として緩効性肥料エコロング413-180日を1.0g/本（6.7g/L）根元に置床した。6月上旬から1週間に1度の頻度で、グルタチオン250倍水溶液を20mL/本となるように、ジョウロで合計17回散布した。グルタチオンを施用しない試験区も設定した。7月上旬にハイポネックスオスモコートエグザクト16-9-12・3-4ヶ月を1.0g/本（6.7g/L）根元に置床する追肥区と追肥無し区を設定した。コンテナ苗を主に屋外に静置し、11月に虫害の状況を調査した。

3 結果の概要

[前年度までの結果]

ヒノキ実生苗の短期間育苗を試み、播種から約1年後の得苗率は伊豆3号で10~20%、精英樹混合で25~45%であった。対照区に比べて追肥（液肥を含む）やグルタチオン施用で成長が良くなることはなかった。得苗率に対して、移植時の苗高は有意に関与していた。

[本年度の結果]

- (1) 育苗中に苗の枯死が進展し、10月中旬時点で8試験区で45~90%の苗が枯死した。過去の試験や本年度の(2)試験では、緩効性肥料をコンテナ苗の根元に置床するという方法であったが、当試験では事前にココピートに混ぜ込んでおり、高温で肥料の成分が稚苗の根系周辺に停滞してしまうと、病原菌が繁殖しやすい条件になって根を傷め、枯死につながるという可能性が考えられた。一般化線形モデルの解析では、施肥の方法とグルタチオンの有無のどちらも有意

に苗の生存に影響していた（表1）。エコロンG 5g/Lの施用で生存個体数が多く、同じ施肥方法の場合ではグルタチオンを施用した試験区は無施用の試験区よりも生存個体数が多い傾向にあり、ハイコントロール 10g/Lの施肥では有意差が認められた（図1）。

(2) 11月上旬時点の苗高、根元径に関して、追肥の有無に関わらずグルタチオン施用区で苗高2cm程度、根元径で0.3~0.6mm程度の大きい値を示した。追肥の有無に関わらず、グルタチオン施用区で虫害が2~5個体多かった（図2）。虫害のすべてがこの虫だと断定できないが、オオシモフリエダシャクと思われる幼虫が確認された（図3）。グルタチオンは3種類のアミノ酸の結合物質であるため、その成分が虫の誘引を高める可能性が示唆された。

表1 一般化線形モデルによる解析結果

応答変数	説明変数	逸脱度	自由度	p値	有意性
苗の生存	施肥方法	11.4	3	0.0096	**
	グルタチオンの有無	13.9	1	0.0002	***
	交互作用	6.7	3	0.0808	ns

** : p < 0.01 *** : p < 0.001 ns : 有意性なし

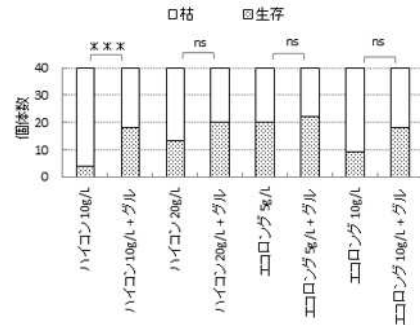


図1 施肥方法とグルタチオン施用を組み合わせたヒノキコンテナ苗の生存苗数

*** : p < 0.001 ns : 有意性なし

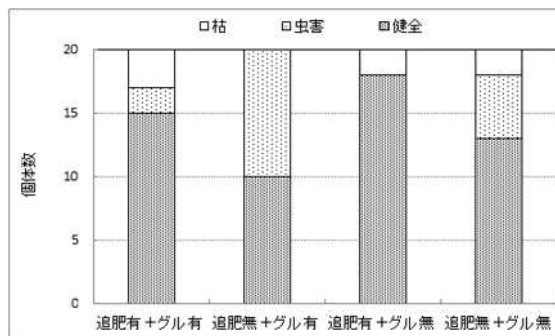


図2 追肥の有無とグルタチオン施用の有無を組み合わせによるヒノキコンテナ苗の健全性



図3 葉を摂食する幼虫

4 結果の要約

グルタチオンの施用により、ヒノキコンテナ苗の生存率がやや高まった。グルタチオンの施用により虫害が増える傾向にあった。

[キーワード] ヒノキ、グルタチオン、コンテナ苗、元肥、追肥

5 今後の問題点と次年度以降の計画

他の試験研究機関からの情報として、樹種や育苗条件によってグルタチオンの効果が異なるとされている。現状で、ヒノキ実生苗の短期間育苗に対してグルタチオンの施用効果は、あまり期待できない結果となっているため、施肥との組み合わせや施用時期等の条件を検討していく。

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。

課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

 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 森林育成科

担 当 者 名：袴田哲司、竹内翔、大場孝裕、野末尚希

協 力 分 担：天竜森林管理署

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

主伐後の造林を進めるにあたり、獣害対策は大きな課題となっている。そのため、さまざまな仕様の柵が施工されている。しかし、風倒木による柵の破損、獣によるくぐり抜けやネット破り、柵内に潜んでいる小型獣などが原因となり、獣害対策を行っているにもかかわらず、植栽して間もない苗木が食害を受ける事例がしばしば生じている。その結果、柵の見回りや補修、苗の補植などの経費がかさみ、造林の低コスト化が図られない事態となっている。この状況を改善するためには、たとえ柵内に獣が侵入しても被害を最小限に食い止めることも一つの方策だと考えられる。過去の文献では、苗に含まれる成分の違いや苗の増殖方法の違いによって食害の程度が異なることが指摘されている。そのため、育苗中の施肥条件や挿し木苗・実生苗の違いが食害に影響するかを検証した。

2 方法

購入したスギおよびヒノキの精英樹系統の1年生実生稚苗を2020年4月にMスターコンテナに移植し、育苗中の施肥量を変えた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/本を設定した。元肥は4月上旬、追肥は7月上旬の施用、35本/試験区とした。2020年10月にこれらの苗高および根元径を測定し、根鉢の形成状況を目視で調査した。苗高30cm以上、根元径3.5mm以上、根鉢形成が良好という3条件を満たすコンテナ苗の本数から得苗率を算出した。その後、浜松市天竜区龍山町の瀬尻国有林において、11月にシカ柵外に単木混交で植栽した。植栽本数は、スギ、ヒノキともに、各試験区で12本とした。この際に、実生苗とは別に育成した無花粉スギのMスターコンテナ苗（元肥1.5g+追肥ハイポ1.0g/本）も12本植栽した。2021年1月下旬に、獣による食害の程度を調査した。その程度から、今後正常に育つことができるかの判断をし、「見込みが高い」（食害が少し、またはわずか）と「見込みが低い」（抜かれている、または食害がひどい）の2種類に分類した。

元 肥：エコロング 413-180 180日 N14%、P11%、K13%

追肥N：ハイコントロール 16-5-10 180日 N16%、P5%、K10%

追肥K：ハイコントロールカリ 2038 100日 N2%、P0%、K38%

追肥ハイポ：ハイポネックスオスモコートエグザクト 16-9-12 3-4ヶ月 N15%、P6%、K11%

3 結果の概要

[前年度までの結果]

食害を受けにくいコンテナ苗育成は今年度から取りかかった。

[本年度の結果]

10月の山林植栽前時点において、スギでは元肥1.0g/本の得苗率が71%であったが他の4試験区では85%以上であった。ヒノキでは、元肥1.5g/本区、元肥3.0g/本区、元肥1.0g+追肥N1.5/本区で69%の得苗率であった（図1）。

食害調査において、シカによると思われる引きちぎられたような食痕と、ノウサギによると思われる切断されたような食痕の両者が多数の個体で観察された。また、地面からコンテナ苗が引き抜かれている場合もあった。調査時点の苗の状況から判断して、今後正常に育つ見込みが高い苗は、ヒノキでは試験区にかかわらず少なかった（図2）。スギでは、窒素施肥量が少ない試験区で正常に育つ見込みが高い本数が多い傾向にあった。また、無花粉スギ挿し木は食害の程度が小さく、正常に育つ見込みが高い苗が多かった（育苗方法が違うので参考値）。

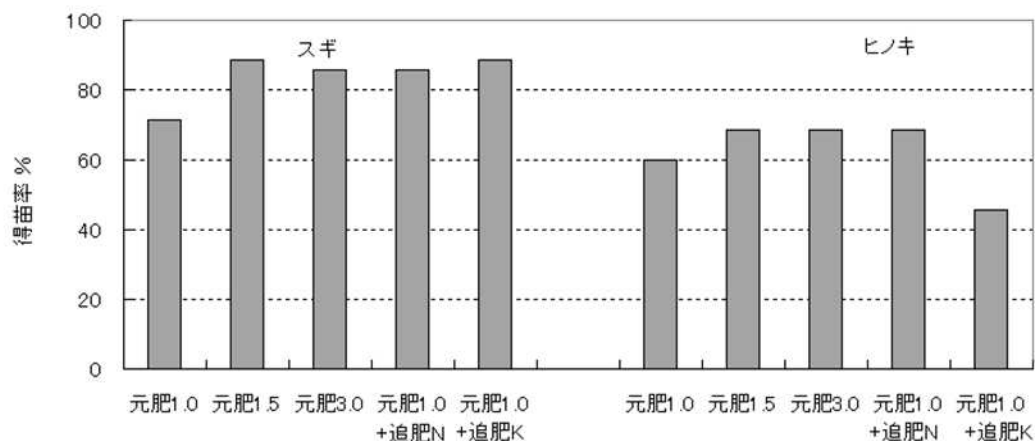


図1 スギコンテナ苗とヒノキコンテナ苗の得苗率（10月）

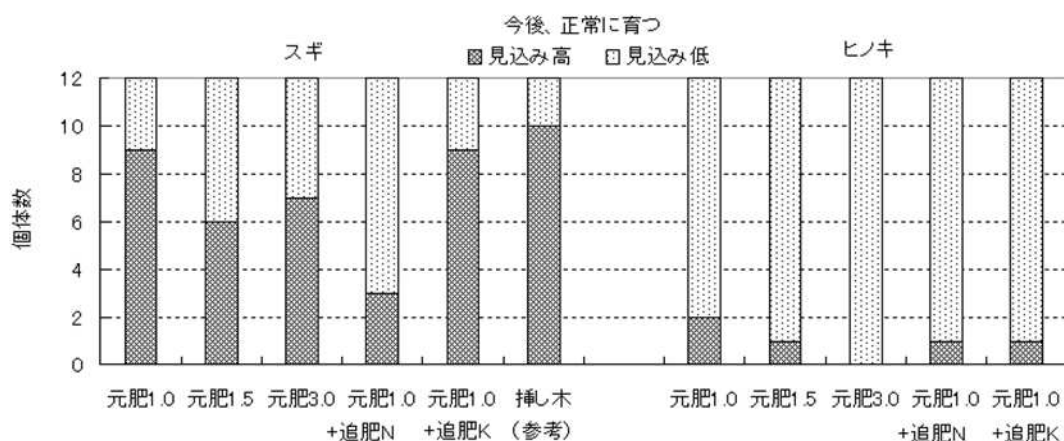


図2 食害状況から判断した調査時点における今後の苗の見込み

4 結果の要約

施肥の量や種類を変えてスギとヒノキの実生コンテナ苗を育成し、山林の柵外に植栽した。ヒノキは施肥方法にかかわらず食害が激しかった。スギは窒素の少ない施肥によって食害が低くなる可能性が示唆された。また、スギ挿し木苗では、食害が少なかった。

〔キーワード〕 獣害、施肥量、基肥、追肥、実生苗、挿し木苗

5 今後の問題点と次年度以降の計画

正常に育つ見込みが高いと判断した苗の本数は調査時点のもの。今後の食害がさらに激しくなれば、その本数は減少する。2020年10月に山林植栽しなかった苗があるため、これらについても別の試験地で調査する必要がある。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

農林水産省委託プロジェクトに成果報告する。林業事業者等に情報提供する。

単年度試験研究成績（2021年2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

育林作業工程の省力化実証

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、木村公美、野末尚希

協 力 分 担：森林計画課、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

森林資源の循環利用や林齢の平準化には主伐と再生林が必要である。そのため、静岡県では2015年度から花粉症発生源対策促進事業、2018年度から低コスト主伐・再生林事業を展開し、実証を進めている。施工地によって地形や作業システムが異なるため、数多くの条件で再生林の低コスト化を検証する必要がある。そこで、施工地での地拵え、シカ対策、コンテナ苗の植栽に要した実証値を調査し、標準歩掛かりとの比較を試みた。

2 方法

2019年度に低コスト主伐・再生林事業が行われた、西伊豆町大沢里、小山町大御神、富士市大淵、富士市桑崎、静岡市葵区坂本、静岡市葵区崩野、島田市笹間下、浜松市天竜区龍山町大嶺の施工地を調査対象とした。林業事業体から提出された作業日報から、地拵え、シカ対策、コンテナ苗植栽の作業人数や作業時間を記録し、各事業体の実状による1日・1人当たり作業時間から作業人工数を求め、以下の式から経費を試算した。単価として、作業員の1日・1人当たりの労働単価を20,900円（2019年度単価）、機械地拵えでは3,617円/時の機械労務費と2,401円/時の機械経費、スギコンテナ苗を1本170円、ヒノキコンテナ苗を1本180円、スギ裸苗を120円とした。なお、算出した各種経費には諸雑費や共通仮設費を含めておらず、税抜き額とした。

作業人工数＝各種の作業時間／各事業体の実状による1日・1人当たり作業時間

地拵え（グラップル）＝（機械労務費＋機械経費）×作業時間

地拵え（人力）＝労働単価×作業人工数

シカ対策（資材費）＝委託契約積算額、または販売会社の請求書額・納品書額、または農林事務所職員からの聞き取り額

シカ対策（設置費）＝労働単価×作業人工数（運搬費も含む）

植栽（苗木代）＝苗単価×植栽密度（当事業では、概ね2,000本/ha植栽）

植栽（植栽費）＝労働単価×植栽人工数（運搬費も含む）

3 結果の概要

[前年度までの結果]

7ヶ所の事業施工地での地拵え、シカ対策、コンテナ苗植栽を合わせた再生林経費は120.4～184.4万円/haであった。標準歩掛り1（対照2000本/ha植栽）の92～142%、標準歩掛り2（対照3000本/ha植栽）の79～121%であった。

[本年度の結果]

8ヶ所の事業施工地での地拵え、シカ対策、コンテナ苗植栽を合わせた再生林経費は119.3～253.9万円/haであり、標準歩掛り1（対照2000本/ha植栽）の89～188%、標準歩掛り2（対照3000本/ha植栽）の75～161%であった。前年度と同様に、地拵え経費が施工地によって大きく異なり、7.4～51.0万円/haであった。

表1 再造林（地拵え、シカ柵設置、苗木植栽）に要する経費 注1

単位：円/ha

作業項目\施工地 傾斜 面積	西伊豆町 22度 0.66ha	小山町 15度 2.30ha	富士市大淵 5度 4.92ha	富士市桑崎 4.3度 10.01ha	葵区坂本 20度 2.29ha
地拵え					
グラップル	182,364	408,177	15,901	31,263	100,913
人力	327,976	—	57,879	94,478	—
シカ対策 注2	金網 5cm 聞き取り額863,309	縦張り 5cm 納品書額 424,319	縦張り 聞き取り額 404,616	縦張り 市委託契約単価 520,000	縦張り10cmL型 納品書額 583,267
資材費	11,053	設置費に含まれる	39,292	設置費に含まれる	設置費に含まれる
運搬費	363,011	403,069	161,909	313,500	208,303
設置費					
植栽 注3	スギ・ヒノキコンテナ苗 輸送費込み 480,851	ヒノキコンテナ苗 輸送費込み 360,000	ヒノキコンテナ苗 輸送費別 360,000	ヒノキコンテナ苗 輸送費別 366,736	ヒノキコンテナ苗 輸送費込み 366,279
苗木代	植栽費に含まれる	植栽費に含まれる	41,825	4,929	植栽費に含まれる
運搬費	311,277	397,100	111,118	112,837	188,343
植栽費					
合計	2,538,841	1,992,665	1,192,540	1,443,743	1,447,105
歩掛りに対する割合(%) 注4	188.4 160.6	147.9 126.0	88.5 75.4	107.1 91.3	107.4 91.5
作業項目\施工地 傾斜	葵区崩野 25度 2.64ha	島田市笹間下 25度 0.93ha	天竜区龍山町大嶺 38度 2.37ha	標準歩掛り1 (対照2000本/ha植栽)	標準歩掛り2 (対照3000本/ha植栽) 注4
地拵え					
グラップル	266,251	284,723	202,377	—	—
人力	—	191,022	118,799	271,700	271,700
シカ対策	縦張り10cmL型 納品額 581,982	ハイブリッド・筒状 聞き取り額 810,548	縦張り5cmL型・筒状 請求額 846,529	縦張り 340,340	縦張り 340,340
資材費	設置費に含まれる	設置費に含まれる	設置費に含まれる	70,393	70,393
運搬費	221,920	552,991	371,376	198,798	198,798
設置費					
植栽	ヒノキコンテナ苗 輸送費込み 378,947	スギ・ヒノキコンテナ苗 349,589	スギ・ヒノキコンテナ苗 354,778	裸苗 240,000	裸苗 360,000
苗木代	植栽費に含まれる	植栽費に含まれる	植栽費に含まれる	17,417	26,125
運搬費	176,000	143,151	318,427	209,000	313,500
植栽費					
合計	1,625,100	2,332,024	2,212,286	1,347,648	1,580,856
歩掛りに対する割合(%) 注5	120.6 102.8	173.0 147.5	164.2 140.0	100.0	100.0

注1:間接経費や消費税を含まず 注2:シカ対策は、柵の見回りや補修の経費を含まず 注3:当事業の植栽密度は2000本/ha程度

注4:植栽密度3000本/haとした場合の標準歩掛りも示した

注5:左の数値は標準歩掛り(対照2000本/ha植栽)に対する割合、右の数値は標準歩掛り(対照3000本/ha植栽)に対する割合

4 結果の要約

8ヶ所の事業施工地での地拵え、シカ対策、コンテナ苗植栽を合わせた再造林経費は119.3～253.9万円/haであった。標準歩掛り1（対照2000本/ha植栽）の89～188%、標準歩掛り2（対照3000本/ha植栽）の75～161%であった。

〔キーワード〕再造林、地拵え、シカ対策、コンテナ苗

5 今後の問題点と次年度以降の計画

地拵えの簡略化と植栽や下刈り地の労働安全性の関係について問題がある。低コスト主伐・再造林事業が継続されるため、日報データの収集に努め、再造林の低コスト化を検証する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

事前・中間・事後の現地検証会等で、低コスト再造林の手法について意見交換した。

課 題 名：低コスト育林技術体系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

 無花粉スギの成長特性等の評価

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・森林資源利用科

担 当 者 名：野末尚希、袴田哲司

協 力 分 担：西部農林事務所、天竜森林組合、森林所有者、神奈川県自然環境保全センター

予 算（期 間）：県単（2018-2022年度）

1 目的

静岡県が進める主伐再造林にあたっては、再造林や育林の低コスト化が求められており、初期成長に優れた苗木を植栽することが低コスト化にとって重要と考えられる。

一方、花粉を飛散しない特徴を有する無花粉スギは、花粉症対策の観点から首都圏を中心に注目されている。本県でも静岡県精英樹大井7号と神奈川県精英樹中4号との交配により無花粉スギを作出し、うち3クローンが2017～2019年度にかけて優良品種として開発されたところである（静神不稔1号、三月晴不稔1号、三月晴不稔2号）。しかし、これらを林地へ植栽した事例はまだ限られており、低コスト化を考慮する上で、成長特性等の評価を行っていく必要がある。そこで、本研究では無花粉スギ挿し木苗の初期成長及び若齢期の材質について調査し、精英樹実生苗及び精英樹挿し木苗との比較を行った。

2 方法

大井7号と中4号の交配により作出された無花粉スギ（品種登録された3クローンに加え、品種未登録のクローンも含む）及び精英樹の複数系統について、2014年4月中旬に採穂して挿し木を行い、同年11月にココピートのみを充填したMスターコンテナへ移植して育苗した。また、2014年4月に精英樹の複数系統の種子を播種床へ播種し、同年11月に同様にMスターコンテナへ移植して育苗した。これらの苗木を、2016年4月下旬に浜松市天竜区両島の民有林のシカ柵内に単木混交で植栽した。植栽直後及び1、2、3、5成長期後の樹高を測定した。5成長期後までに、主軸の折れや柵内に侵入したシカの食害等の被害が見られなかった個体を分析対象とした。無花粉スギ挿し木全体が159本（うち14本が品種登録されたクローン）、精英樹挿し木が13本、精英樹実生が28本であった。また、5成長期後に胸高直径及びFAKOPPを用いた応力波伝播速度の測定も行った。応力波伝播速度は、無花粉スギ挿し木のうち品種登録されたクローン14本はすべて測定したが、品種登録されていないクローンは無作為に抽出した61本の測定となった。

3 結果の概要

無花粉スギ挿し木159本全体の樹高は、5成長期後は419.7cmであり精英樹実生487.3cmに対して有意差があった（ $p<0.05$ ）ものの、3成長期後の時点では231.0cmであり精英樹実生247.7cmに対して有意差がなかった（ $p>0.05$ ）（図1）。品種登録された無花粉スギ14本に限定して比較した場合は、5成長期後は445.7cmであり精英樹実生に対して有意差は無かった（ $p>0.05$ ）（図1）。

5成長期後の無花粉スギの胸高直径は、159本全体と品種登録クローン14本のどちらで平均した場合も5.1cmとなったが、精英樹実生や精英樹挿し木と比較した場合の有意差の有無は、無花粉スギ全体で比較する場合と品種登録クローンのみで比較する場合とで異なる結果となった（表1）。

応力波伝播速度は、品種登録されていないクローンを含む75本の無花粉スギ挿し木は2454.6m/s、品種登録された無花粉スギ3クローン14本に限定した場合は2482.3m/sであり、いずれも精英樹挿し木2329.6m/sと有意差がなく（ $p>0.05$ ）、精英樹実生2164.0m/sと有意差があった（ $p<0.05$ ）（表1）。

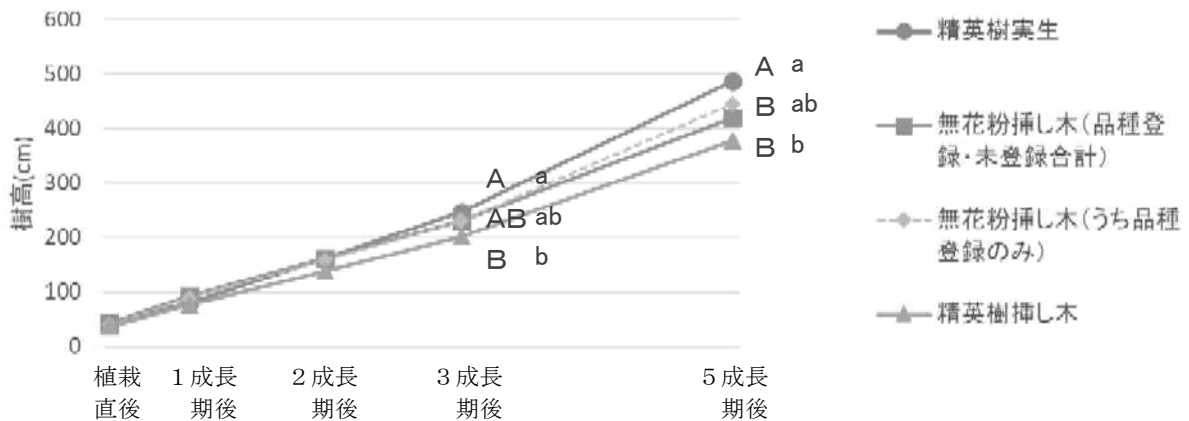


図1 苗木の種類ごとの樹高の推移

異なるアルファベット間で5%水準の有意差あり (Tukey-Kramer の多重比較検定)

注) アルファベット大文字: 無花粉挿し木 (品種登録・未登録合計)、精英樹実生、精英樹挿し木の比較
アルファベット小文字: 無花粉挿し木 (品種登録3クローン)、精英樹実生、精英樹挿し木の比較

表1 5成長期後における苗木の種類ごとの胸高直径と応力波伝播速度

苗木の種類	調査本数	胸高直径 (cm)		応力波伝播速度 (m/s)		
精英樹実生	28	5.7	A a	2164.0	A	a
無花粉スギ挿し木 (品種登録・未登録合計)	159 (75)	5.1	B -	2454.6	B	-
うち品種登録されたクローン	14	5.1	- ab	2482.3	-	b
精英樹挿し木	13	4.1	C b	2329.6	B	b

注) 無花粉スギ挿し木 (品種登録・未登録合計) の調査本数: 胸高直径は 159 本、応力波伝播速度はそのうちランダムに抽出した 75 本を測定した。

表中のアルファベット表示は図1と同じ

4 結果の要約

浜松市天竜区両島に、大井7号と中4号の交配により作出した無花粉スギ挿し木苗を植栽して精英樹実生苗や精英樹挿し木苗と比較した。5成長期後における無花粉スギの樹高は精英樹実生と比較して低かったが、品種登録されたクローンに限定するとその差は小さく有意差はなかった。
[キーワード] 再造林、無花粉スギ、挿し木、実生、精英樹

5 今後の問題点と次年度以降の計画

今後の成長等を引続き調査していく。

6 結果の発表、活用等

学会等で発表を行う。

課 題 名：効率的な主伐生産システムのモデル構築に関する研究
主伐作業システムの標準モデルの構築
主伐生産性に影響する要因の解明

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担 当 者 名：木村公美、佐々木重樹

協 力 分 担：農林事務所、林業事業体

予算(期間)：国庫交付金（林業普及システム化）（2020-2022年度）

1 目的

静岡県内の森林は人工林の8割が伐期を迎え、主伐再造林を促進し、森林資源を循環利用することが重要な課題となっている。その一方で、木材価格の低迷により採算性が悪化し、主伐再造林の経費が森林所有者の負担となっている現状がある。採算性を改善し、主伐再造林を促進するためには、主伐作業の生産性向上・低コスト化の技術普及により森林所有者の主伐収益を向上させる必要がある。

本研究では、主伐作業の生産性の把握や現行の作業システムの状況を整理し、最適な作業システムのモデルを検討する。今回は、各作業システムを合せた主伐の労働生産性の他、車両系システムの主伐に注目して、施業条件と労働生産性の関係を検討し、施業条件が主伐の各作業工程の労働生産性に与える影響や各工程間の関係性を明らかにすることを目的とした。

2 方法

静岡県内の主伐施業地15箇所の森林簿及び現地調査を元に記載された事業の実績書を収集するとともに、林業事業体から聞き取りを行い、施業条件の情報を整理した。林業事業体から提出された作業日報集計結果から各施業地の各工程及び作業システム全体の労働生産性（システム労働生産性）を算出した。前年度に収集・整理を行ったデータと併せて39箇所（車両系システム24箇所、架線系システム15箇所）の労働生産性データから散布図を作成しスピアマンの順位相関係数（ r_s ）を算出し、伐倒、集材、造材、運材の各工程間の労働生産性の関係及び労働生産性と施業条件との関係を明らかにした。

3 結果の概要

(1) 各工程の労働生産性と施業条件

システム労働生産性と各施業条件では傾斜、面積、作業道延長との相関が認められた。中傾斜地に着目するため、傾斜15度未満の施業地を除外し、システム生産性と面積の相関を見たところ、全体としては正の相関（ $n=34$ 、 $r_s=0.43^*$ ）となった（図1）。車両系システムのみに着目すると、1.5ha付近までは正の相関を示し、その後は横ばいとなった。車両系システムの各工程と面積の相関を見たところ、運材では、1.5ha付近までは正の相関を示し、その後は右下がりとなっていた（図2）。中傾斜地の車両系システムでは、面積が1.5ha付近を境に面積の増加による作業効率の向上より運材距離の増加による影響が大きくなり、運材工程の労働生産性が下がることがシステム生産性に影響すると考えられる。システム生産性と作業道延長については、車両系システムのみで相関を見ても正の相関となっているが、今回は運材に使われた既設作業道及び新設作業道の合計を作業道延長の対象としており、路網密度や最遠運材距離とシステム生産性との関係も検討する必要があると考えられる。

(2) システム労働生産性と各工程、工程間の労働生産性

システム労働生産性と各作業工程の相関は、2019年度「多様なニーズに対応する県産材供給体制構築に関する技術開発」で報告した結果（静岡県農林技術研究所成績概要集 p. 5～6）と大き

な違いは認められなかった。システム労働生産性と各工程の関係を見たところ、造材工程の労働生産性が最も高く ($n=39$ 、 $rs=0.88^{***}$ 、図3)、各作業工程間関係を見たところ、造材と集材の相関が最も高い結果となった ($n=35$ 、 $rs=0.73^{***}$ 、図4)。

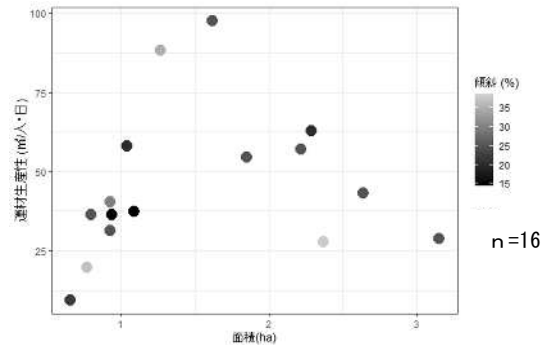
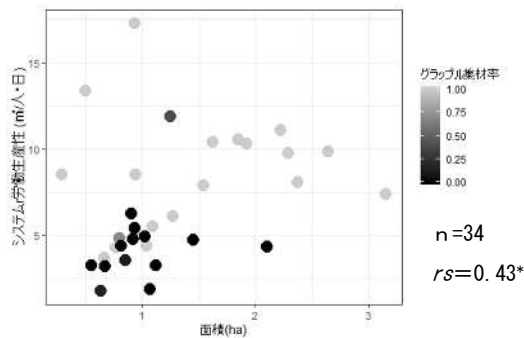


図1 システム労働生産性と面積の関係 図2 車両系システム運材の労働生産性と面積の関係

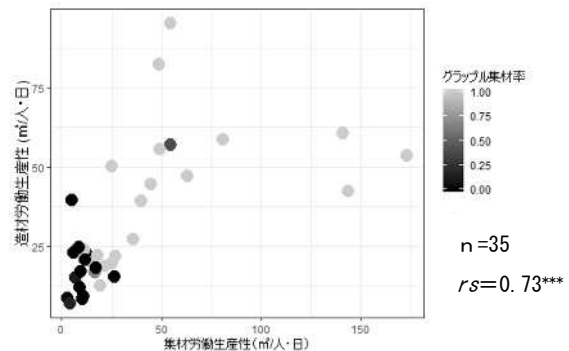
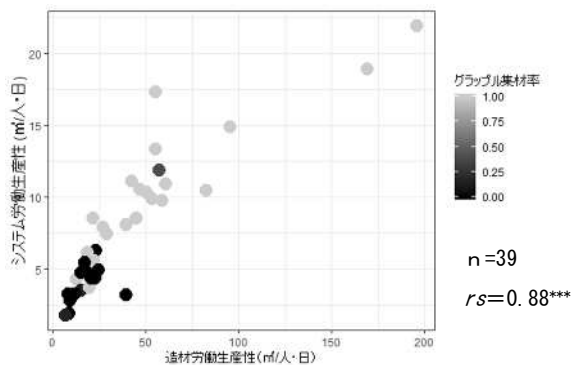


図3 作業システムと造材の労働生産性の関係 図4 造材と集材の労働生産性の関係

※グラップル集材率が高いほど、車両系システムによる作業の時間割合が高く、グラップル集材率が低いほど架線系システムによる作業の時間割合が高い施業地。

※図1及び図2は、傾斜15度未満の箇所を除外した。また、図2及び図4は、作業日報の精度が低い等の理由でデータ精度が低い箇所を除外している。

4 結果の要約

システム労働生産性と各施業条件では傾斜、面積、作業道延長との相関が認められた。中傾斜地の車両系システムでは、面積が1.5ha付近を境に面積の増加による作業効率の向上より運材距離の増加による影響が大きくなり、運材工程の労働生産性が下がることがシステム生産性に影響すると考えられる。

[キーワード] 作業システム、労働生産性、主伐、車両系システム

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き主伐の労働生産性データを収集し、各作業工程の性質をとりまとめ、施業条件別の生産性予測モデル構築や標準的な作業システム検討を行うことで、主伐作業の作業効率向上の検討に繋げる。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

今回の結果を踏まえて、2023年度を目標に低コスト主伐の標準モデルを構築し、情報発信を行う。

課 題 名：効率的な主伐生産システムのモデル構築に関する研究

主伐作業システムの標準モデルの構築

ビデオ調査による車両系システムの労働生産性事例分析

担当部署名：静岡農林技研・森林・林業研究センター・森林資源利用科

担 当 者 名：木村公美、佐々木重樹

協 力 分 担：農林事務所、林業事業体

予算(期間)：国庫交付金（林業普及システム化）（2020-2022年度）

1 目的

静岡県内の森林は人工林の8割が伐期を迎え、主伐再造林を促進し、森林資源を循環利用することが重要な課題となっている。その一方で、木材価格の低迷により採算性が悪化し、主伐再造林の経費が森林所有者への負担となっている現状がある。採算性を改善し、主伐再造林を促進するためには、主伐作業の生産性向上・低コスト化の技術普及により森林所有者の主伐収益を向上させる必要がある。

本研究では、主伐作業の生産性の把握や現行の作業システムの状況を整理し、最適な作業システムのモデルを検討する。今回は、車両系システムによる主伐について、作業の進め方が異なる2つの施業地においてビデオ調査を実施し、その性質比較を行うことで実際に行われている主伐作業の現状把握を行った。

2 方法

静岡県内の低コスト主伐・再造林促進事業施工地2箇所について、森林簿及び現地調査を元に記載された事業の実績書または計画概要書を収集するとともに、林業事業体から聞き取りを行い、施業条件の情報を整理した。その後、2020年2月、3月、10月に各作業員の作業状況を個々のビデオカメラで撮影することで、各作業工程を調査した。各作業員の作業時間から単位時間当たりの作業量等を集計し、各調査地の作業手順の分析比較を行った。各調査地の概要を表1、作業システムを表2に示す。調査地A(浜松市天竜区龍山町)では、造材及び集材を1名、運材を1名の体制で、作業範囲を住み分けて基本的に同じ作業を行っていた。調査地B(川根本町東藤川)では、ハーベスタによる伐倒・集材・造材を1名、チェーンソーによる伐倒及び運材を1名の体制で、ハーベスタ作業の進捗によりもう1名の作業を変えることでハーベスタをできるだけ止めないように作業を行っていた。

3 結果の概要

ビデオ調査から得られた各調査地における各作業の労働生産性を表2に示す。各作業の労働生産性は、調査地Bが調査地Aより高い結果となった。

伐倒の労働生産性は、使用機械の違いによる影響が大きいと考えられる。集材及び造材は、使用機械及び伐倒木の集積方向などの作業の進め方が労働生産性の違いに影響したと考えられる。伐倒木の集積方向について、調査地Aでは作業道に対して平行に、調査地Bでは作業道に対して直交となっていた。そのため、調査地Aでは林内からプロセッサで伐倒木の方向を直しながら木寄せを行った後造材を行い、調査地Bでは、進行方向にある伐倒木を掴みそのまま造材を行っていた。また、撮影日の立木1本あたりの採材玉数の平均が調査地Bでは3.85に対し、調査地Aでは4.83と伐倒木が大きく、プロセッサで全木集材・造材できないものを手造材していた。集材の作業内容別の時間割合を図1、2に示す。木寄せの時間割合は調査地Aが調査地Bより大きく、作業の進め方の違いが表れていると推察される。運材の労働生産性は、機械規格、作業道勾配と運材距離が影響していると考えられる。調査地Aではグラップルローダ付き4tフォワーダ、調査地Bではグラップルローダ無しの5.5tフォワーダで運材を行っていた。調査地Aでは、スイッチ

バック通行の際に車体の重心に配慮して積み直しを度々行っていたが、調査地Bでは同様の作業は見受けられなかった。

今回は、各調査地の労働生産性を比較したが、調査地Aでは作業員1名に対して使用機械が1台で作業していたのに対し、調査地Bでは複数機械を現場に置き、作業内容により操作する機械を変えるなど、機械の非稼働時間などについても検討が必要と思われる。

表1 調査地の概要

調査地	施工地	平均傾斜 (度)	面積 (ha)	樹種比率 ヒノキ：スギ	立木材積 (m ³)	路網密度 (m/ha)
A	浜松市天竜区龍山町	38	2.37	7：3	0.69	456
B	川根本町東藤川	25	1.12	9：1	0.53	* (438)

※調査地Bは作業道未測量のため、路網密度は現地踏査の際に地図上に記載した線形から推測した。

表2 作業システムと各作業労働生産性

調査地	作業システムと労働生産性 (上段：作業システム、下段：労働生産性 (m ³ /人・時))				その他作業 (時間)	全体作業 (時間)
	伐倒	集材	造材	運材		
A	* (チェーンソー) 7.74	プロセッサ (0.45 m ³) 5.65	プロセッサ (0.45 m ³)・ チェーンソー 10.51	グラップルローダ付き フォワーダ(4t) 3.82	1時間 23分31秒	17時間 17分45秒
B	チェーンソー・ ハーベスタ (0.45 m ³) 12.46	ハーベスタ・ グラップル (各0.45 m ³) 11.89	ハーベスタ (0.45 m ³) 40.42	グラップル2台 (0.25 m ³ , 0.45 m ³)・ フォワーダ(5.5t) 8.64	41分58秒	13時間 28分24秒

※材積は伐倒木の処理本数から立木材積換算。その他作業時間は作業準備、片付け及び作業上の打合せで、作業員2名の合計。全体作業は各調査地の全体作業撮影時間の合計。

※調査地Aの伐倒は集材以降の作業とは別日に撮影した。

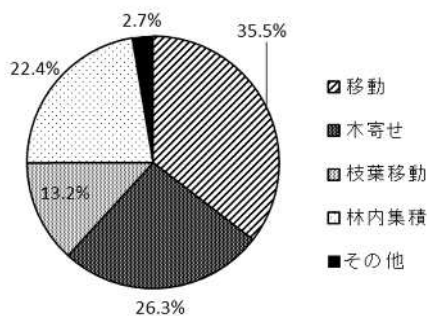


図1 調査地Aの集材作業内容別時間割合

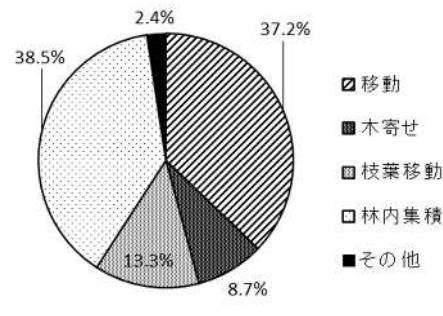


図2 調査地Bの集材作業内容別時間割合

4 結果の要約

車両系システムによる主伐を実施した施工地の労働生産性について分析比較を行った。伐倒は使用機械、集材・造材は使用機械及び作業の進め方、運材は機械規格、作業道勾配と運材距離が各作業の労働生産性に影響を与えていたと考えられた。

[キーワード] 作業システム、労働生産性、主伐、生産性向上、車両系システム

5 今後の問題点と次年度以降の計画

コスト面についても両者で分析比較を行う。また、今回の結果を主伐労働生産性の統計解析の検討に活用する。

6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

コスト面の分析比較を行った時点で、結果の発表を検討する。

課 題 名：効率的な主伐生産システムのモデル構築に関する研究
主伐作業システムの標準モデルの構築
林業作業者の行動特徴量の把握

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、日本ユニシス（株）、林業事業体

予 算（期 間）：国補・普及情報活動システム化（2020-2022年度）

1 目的

林業では、生産性の向上や持続的森林利用のための技術開発が求められる一方で、その基盤となる労働環境が劣悪で危険であるという状況を変えていく必要がある。林業の労働災害の発生には、作業員の注意のみに頼った安全管理ではなく、作業員の疲労状態や健康状態、作業員間の近接状態をセンサー等の活用により客観的に検知する技術が求められている。また、体調変化や被災を検知した際に、緊急連絡・通信できる環境の整備が必要である。

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、作業種別を検知する手法について検討する。

2 方法

（1）実施方法 県内の試験地において、下記の作業を実施する作業員の左腕に、加速度センサー、角速度センサー、心拍計を内蔵したスマートウォッチ（Mobvoi社製 TicWatch E2）を装着し、作業中の加速度、角速度、心拍数を測定するとともに、ビデオカメラ（GoPro）を装着して撮影を行い、作業種を把握した。

2020年9月8日（2名）：手鎌による下刈り

2020年9月15日（3名）、10月6日（3名）、10月28日（3名）：エンジン刈払機による下刈り

2020年12月9日（2名）、12月18日（3名）：チェーンソーによる伐倒

また、作業開始前後に作業員へのアンケートにより疲労度を調査した。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（図1）。

（2）分析方法 スマートウォッチのセンサーで計測した加速度、角速度及び心拍数の測定データから各数値の強度や変動範囲を観察する他、フーリエ解析（周波数分解）を実施し、作業特有の周期的な動作の抽出を行った。また、身体への負荷との関連を観察した。

3 結果の概要

[前年度までの結果] 協力分担研究者による調査により、前年度は加速度、角速度の強度と変動範囲のみを特徴量として抽出し、センサーデータからの作業分類予測を行った。

[本年度の結果]

（1）周波数分解により加速度及び角速度の解析を行った結果、作業別に特徴的な周期的動作が見られることが確認された。これにより作業分類精度の向上が見込まれる（図2）。

（2）作業員のアンケートによる疲労度と心拍数との関係を時系列に観察した結果、個人差はあるが疲労は時間とともに蓄積していく傾向が見られた（図3）。

（3）心拍数の時間変動からポアンカレプロット（心電波形の中で、ある時点nのR波の間隔RR(n)と次のR波の間隔RR(n+1)を(x, y) = (RR(n), RR(n+1))としてプロットしたものを）を作成し、精神的緊張状態を示すとされる心拍数の揺らぎと作業との関係を分析したが、明確な傾向は確認できなかった（図4）。

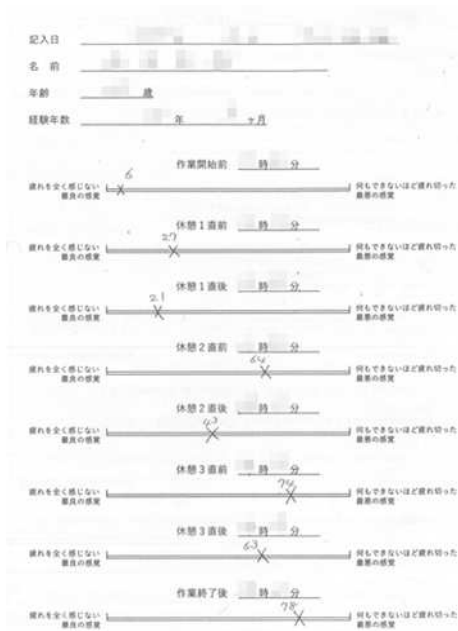


図1 VAS(Visual Analog Scale)によるアンケート票

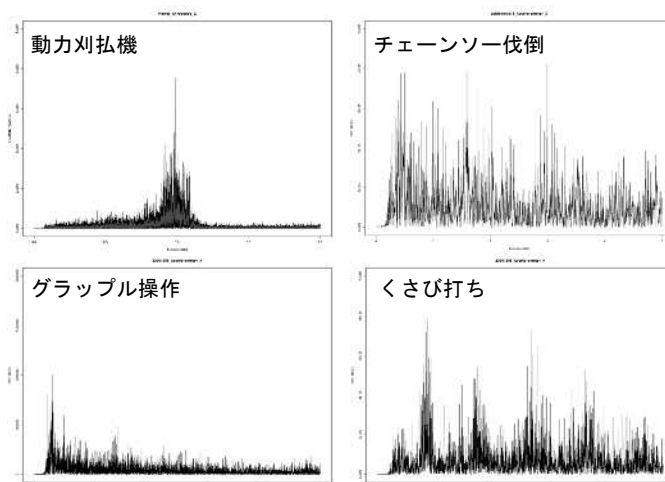


図2 周波数分解の結果例

横軸は動作の周波数（周期、単位 Hz）、縦軸は波動のエネルギー強度（動作の頻度を示す）。グラフの形状の差が、作業により特徴的な動作パターンが異なることを示す。

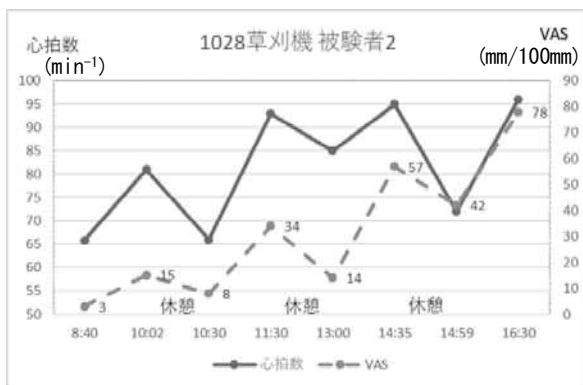


図3 心拍数と疲労度 (VAS) の関係例

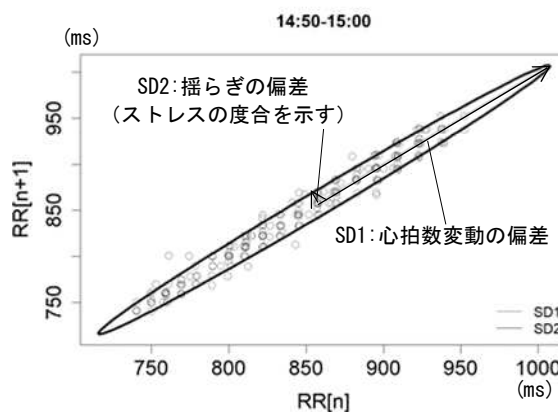


図4 RR 間隔のポアンカレプロット

ある心拍の周期（R波とR波の間隔）RR[n]と、その次の心拍の周期 RR[n+1] の関係を順次プロットした散布図。

4 結果の要約

スマートウォッチで測定した加速度と角速度の強度と変動範囲に加え、周波数分解を利用して動作の頻度を周期別に解析した結果、作業別の特徴的な動作の抽出に成功した。また、心拍数と肉体的疲労度や精神的緊張状態の関係についても考察した。

[キーワード] スマートウォッチ、作業分類、周波数分解、心拍数、VAS

5 今後の問題点と次年度以降の計画

汎用的に作業種を判別するためには、さらに多くの作業種、作業者のデータを蓄積して、個人差の要素を取り除いていく必要がある。引き続き作業者のデータを収集し、分析を進める。また、適切なセンサーの装着箇所、各種センサーにより他に計測可能なデータの活用を検討する。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

2021年度の森林利用学会誌に投稿予定。

課 題 名：原材料の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発
原料ひき板の効率的生産技術の開発

箱型減圧乾燥機を用いたスギ 50mm 厚ひき板の減圧乾燥試験

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、池田潔彦

協力分担：森林総合研究所、岡山県木材加工技術センター

予算(期間)：国庫・革新的技術開発・緊急展開事業 (2018-2020 年度)

1 目的

国内生産される構造用集成材の 4 分の 3 が輸入ひき板を利用して製造されており、スギ等の国産材ひき板を用いた生産量は約 33 万 m³ である。国産材を用いた集成材生産を増やすためには、スギ等の国産材ひき板の安定供給とひき板生産コストの低減が必要である。このため本研究では、一般流通材である間柱と共通の寸法のひき板を原料とすることと、従来の乾燥方式に比べて乾燥処理時間の短縮が期待できる減圧乾燥法を用いることによってひき板生産コストの低減を図ることとした。減圧乾燥法は、乾燥庫内を減圧状態にすることにより沸点を下げ、水分の蒸発を促進して従来法では 50 mm 厚で 9 日間かかっていた乾燥時間の短縮が期待される。また、乾燥処理温度が比較的低位のために乾燥後の材色も元と変化が少ない。しかし、実大の乾燥機を用いた実証は例がなく、乾燥機の能力・特性に合わせた乾燥スケジュールの開発が必要と考えられる。

本研究では、実大の箱型減圧乾燥機を用いて、容量に満載にしてスギ 50 mm 厚のひき板の減圧乾燥試験を行い、乾燥性能の評価を行った。

2 方法

静岡県内の製材工場で稼働している箱形減圧乾燥装置 (O-MAX OHV3-3HV、大井製作所) を用いてスギひき板 (50 mm×135 mm×4000 mm) 560 枚の減圧乾燥を行った。乾燥スケジュールは、90℃での蒸煮 6 時間の後、減圧乾燥 90 時間の約 4 日である (図 1)。目標含水率は 12% とした。乾燥前に、試験体 560 枚のうち、重い試験体から軽い試験体を含むように選定した 55 本について、寸法と重量を測定した。乾燥後、寸法、重量を測定し、両木口から 50 cm、中央部から厚さ 2 cm の試験片を採取し全乾法による含水率測定を行った。選定した 50 本のうち 20 本の試験体については、含水率の断面分布を把握するため、さらに中央部から厚さ 2 cm の試験片を採取し、これを 15 分割したものについて全乾法により含水率を測定した。

3 結果の概要

(1) 含水率変化

試験体 55 本の生材時密度は 626 ± 134 kg/m³ (平均±標準偏差)、乾燥後の密度は 415 ± 49 kg/m³ であった。乾燥後の含水率は $10.4 \pm 4.7\%$ だった。含水率が 12% 以上の個体は 10 本 (18%)、JAS 基準の 15% 以上の個体は 8 本 (15%) であった (図 2)。また、これらは乾燥前の推定含水率が 100% を超えるものが大半であった。乾燥後の、材長方向の含水率の分布は、両木口から 50 cm から採取した試験片の含水率が平均で $10.3 \pm 5.0\%$ 、中央部の試験片の平均が $10.6 \pm 4.9\%$ であったため、均一に乾燥できていたと考えられる。昨年度は、乾燥スケジュールを約 5 日に設定して同様の試験を行った結果、良好な乾燥状態が得られた。本試験ではこれに対し、約 1 日短くしたスケジュール実施しコスト削減を試みたが、今回においても良好な乾燥状態が得られた。

(2) 含水率の断面分布

大部分の試験体で概ね均一な乾燥状態が得られたが、乾燥不良が認められた試験体と、それ以外の一部の試験体において断面中心付近の含水率が比較的高い個体が若干数認められた (図 3)。

(3) 寸法変化

収縮率は幅方向で $3.2 \pm 1.1\%$ 、厚さ方向で $4.0 \pm 1.1\%$ であった。

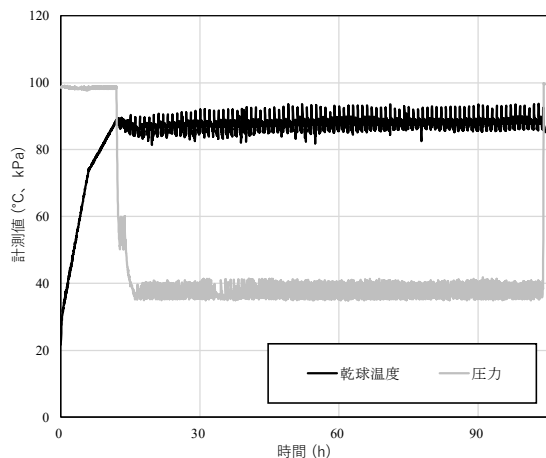


図1 スギひき板(50mm)の減圧乾燥スケジュール

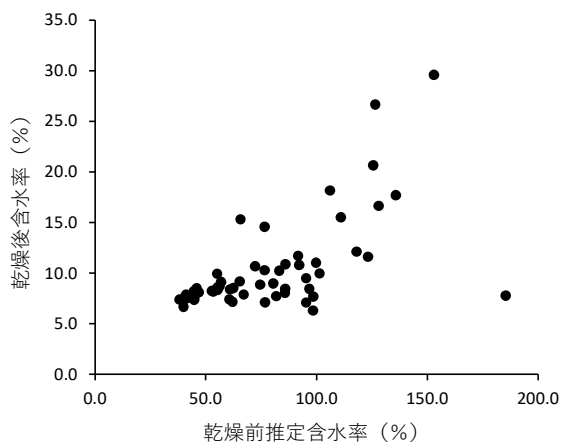
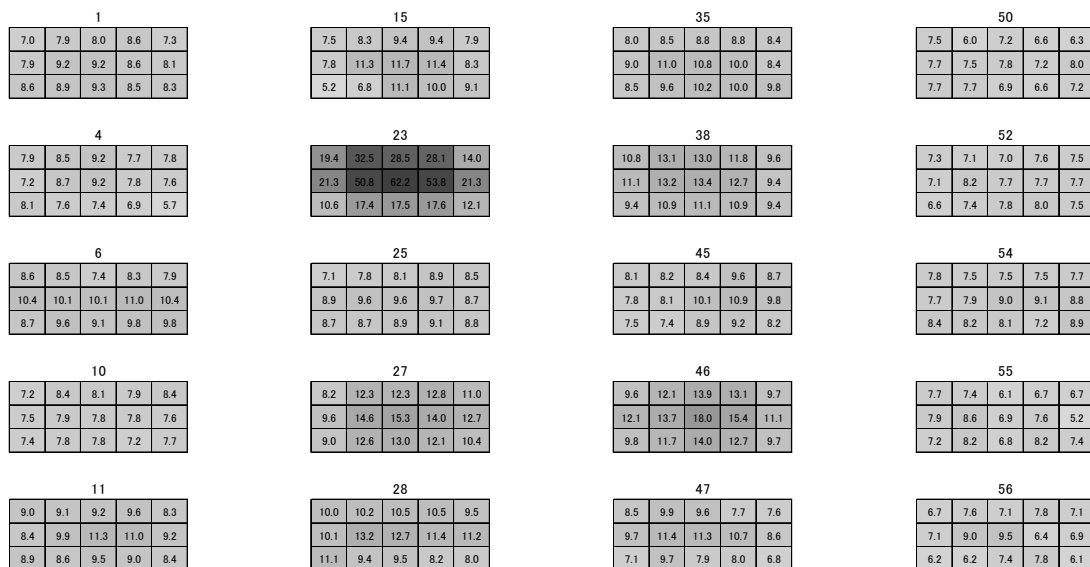


図2 乾燥前後の含水率の関係



※ 番号は試験体番号を、数字とセルの色の濃淡は、含水率 (%) を示す

図3 含水率の断面分布

4 結果の要約

スギ 50 mm 厚ひき板の減圧乾燥により約 4 日間の乾燥スケジュールで、85% の試験体を含水率 15% 以下に乾燥することができた。

[キーワード] スギ、ひき板、減圧乾燥、含水率、断面分布

5 今後の問題点と次年度以降の計画

特になし

6 結果の発表、活用等

第 71 回日本木材学会大会 (2021 年 3 月) で発表した。しずおか優良木材認定工場研修会等で情報提供する。

課 題 名：原材料の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発
原料ひき板の効率的生産技術の開発

箱型減圧乾燥機を用いたスギ 35mm 厚ひき板の減圧乾燥試験

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、池田潔彦

協力分担：森林総合研究所、岡山県木材加工技術センター

予算(期間)：国庫・革新的技術開発・緊急展開事業（2018-2020年度）

1 目的

国内生産される構造用集成材の4分の3が輸入ひき板を利用して製造されており、スギ等の国産材ひき板を用いた生産量は約33万 m^3 である。国産材を用いた集成材生産を増やすためには、スギ等の国産材ひき板の安定供給とひき板生産コストの低減が必要である。このため本研究では、一般流通材である間柱と共通の寸法のひき板を原料とすることと、従来の乾燥方式に比べて乾燥処理時間の短縮が期待できる減圧乾燥法を用いることによってひき板生産コストの低減を図ることとした。減圧乾燥法は、乾燥庫内を減圧状態にすることにより沸点を下げ、水分の蒸発を促進して従来法では35 mm厚で7日間かかっていた乾燥時間の短縮が期待される。また、乾燥処理温度が比較的低位のために乾燥後の材色も元と変化が少ない。しかし、実大の乾燥機を用いた実証は例がなく、乾燥機の能力・特性に合わせた乾燥スケジュールの開発が必要と考えられる。

本研究では、実大の箱型減圧乾燥機を用いて、容量に満載にしてスギ35 mm厚のひき板の減圧乾燥試験を行い、乾燥性能の評価を行った。

2 方法

静岡県内の製材工場で稼働している箱形減圧乾燥装置（O-MAX OHV3-3HV、大井製作所）を用いて、容量が満載になるよう材料を設置し、スギひき板（35 mm×135 mm×4000 mm）の減圧乾燥を行った。乾燥スケジュールは、90℃での蒸煮6時間の後、減圧乾燥（90℃、400hPa）84時間である（図1）。目標含水率は12%とした。重い試験体から軽い試験体を含むように選定した54枚について、寸法と重量を測定した。乾燥後、寸法、重量を測定し、両木口から50 cm、中央部から厚さ2 cmの試験片を採取し全乾法による含水率測定を行った。選定した54本のうち21本の試験体については、含水率の断面分布を把握するため、さらに中央部から厚さ2 cmの試験片を採取し、これを15分割したものについて全乾法により含水率を測定した。

3 結果の概要

(1) 含水率変化

試験体54体の生材時密度は $630 \pm 104 \text{ kg/m}^3$ 、乾燥後は $394 \pm 39 \text{ kg/m}^3$ であった。全乾法により含水率を測定した、試験体54体の乾燥後の含水率は、 $5.1 \pm 2.6\%$ だった（図2）。含水率が12%以上は1本(2%)あり、この個体はJAS基準の15%以上であった。含水率が6%以下の試験体が81%あり過乾燥の傾向があった。乾燥後の、材長方向の含水率の分布を見てみると、均一に乾燥していた。

(2) 含水率の断面分布

概ね均一な乾燥状態が得られているが、乾燥後の含水率が15%以上だった1本の試験体（No. 42）については中央部で含水率が高かった（図3）。

(3) 寸法変化

収縮率は幅方向で $3.8 \pm 0.9\%$ 、厚さ方向で $3.6 \pm 0.9\%$ であった。

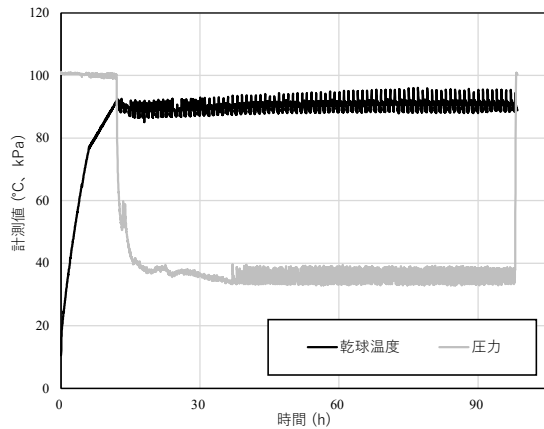


図1 スギひき板(35mm)の減圧乾燥スケジュール

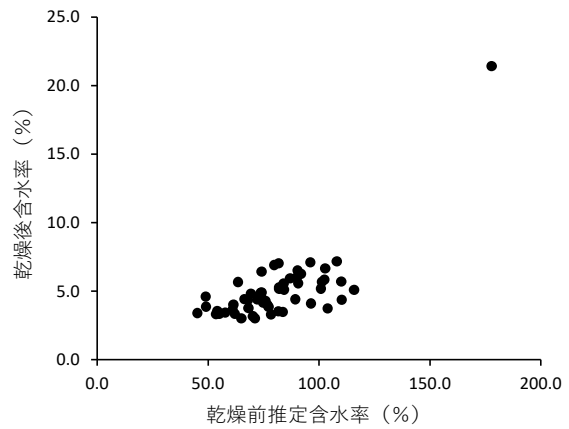
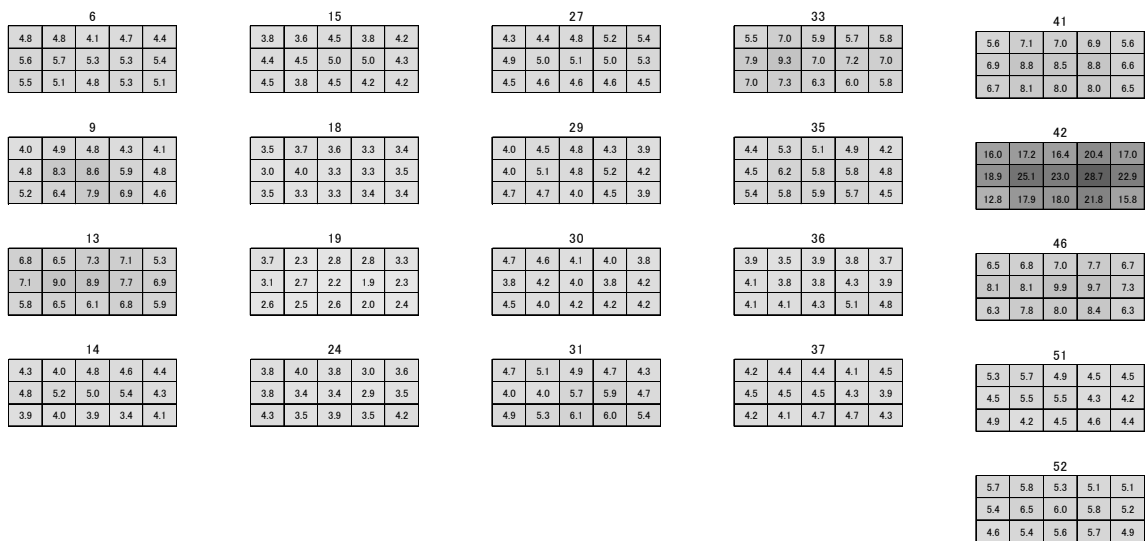


図2 乾燥前後の含水率の関係



※ 番号は試験体番号を、数字とセルの色の濃淡は、含水率 (%) を示す

図3 含水率の断面分布

4 結果の要約

スギ 35 mm 厚ひき板の減圧乾燥により約 3.5 日間の乾燥スケジュールで 98% の試験体を含水率 15% 以下に乾燥することができた。

〔キーワード〕 スギ、ひき板、減圧乾燥、含水率、断面分布

5 今後の問題点と次年度以降の計画

特になし

6 結果の発表、活用等

第 71 回日本木材学会大会 (2021 年 3 月) で発表した。しずおか優良木材認定工場研修会等で情報提供する。

課 題 名：原材料の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発

原料ひき板の効率的生産技術の開発

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：長瀬亘、池田潔彦、星川健史

協力分担：森林総合研究所、岡山県木材加工技術センター

予算(期間)：国庫・革新的技術開発・緊急展開事業（2018-2020年度）

1 目的

国内生産される構造用集成材の4分の3が輸入ひき板を利用して製造されており、スギ等の国産材ひき板を用いた生産量は約33万 m^3 である。国産材を用いた集成材生産を増やすためには、スギ等の国産材ひき板の安定供給とひき板生産コストの低減が必要である。このため本研究では、一般流通材である間柱と共通の寸法のひき板を原料とすることと、従来の乾燥方式に比べて乾燥処理時間の短縮が期待できる減圧乾燥法を用いることによってひき板生産コストの低減を図ることとした。減圧乾燥法は、乾燥庫内を減圧状態にすることにより沸点を下げ、水分の蒸発を促進して従来法では50mm厚で9日間、35mm厚で7日間かかっていた乾燥時間の短縮が期待される。また、乾燥処理温度が比較的低いために乾燥後の材色も元と変化が少ない。しかし、実大の乾燥機を用いた実証は例がなく、乾燥機的能力・特性に合わせた乾燥スケジュールの開発が必要と考えられる。本研究では、実大の箱型減圧乾燥機を用いて、容量に満載にしてスギ50mmおよび35mm厚のひき板の減圧乾燥試験を行い、乾燥性能の評価を行った。

2 方法

静岡県内の製材工場で稼働している箱形減圧乾燥装置（O-MAX OHV3-3HV、大井製作所）を用いて、容量が満載になるよう材料を設置し、50mm厚のスギひき板（50mm×135mm×4000mm）および35mm厚のスギひき板（35mm×135mm×4000mm）の減圧乾燥を行った。乾燥スケジュールは、90℃での蒸煮6時間の後、表1に示すとおり減圧乾燥（90℃、400hPa）時間である。目標含水率は12%とした。乾燥したひき板の一部について、乾燥前に寸法および重量を測定し、乾燥後に寸法、重量および含水率を測定した。

表1 乾燥スケジュール

スギひき板の厚さ	乾燥日数	減圧乾燥時間
50mm	約5日	120時間
	約4日	90時間
	約3日	66時間
35mm	約4日	96時間
	約3.5日	84時間

3 研究期間を通じての成果の概要

各乾燥スケジュールにおける乾燥後の含水率の比較を図1に示す。50mm厚のスギひき板について、含水率が12%以上の個体割合は、約3日、約4日および約5日の各条件で65%、18%、10%であった。JAS基準である含水率15%以上の個体は、約3日、約4日および約5日の各条件で50%、15%、5%であった。このため、約3日の条件では乾燥が不十分であったが、約4日および約5日の条件では、良好な乾燥状態が得られたと考えられる。35mm厚のスギひき板について、含水率が12%以上の個体は約4日ではみられず、約3.5日では2%であった。この2%の個体の含水率は15%以上であった。このため、35mm厚のひき板は、いずれの乾燥スケジュールにおいても良好な乾燥状態が得られたと考えられる。乾燥前後の含水率の関係を図2に示す。50mm厚の約4日の条件では、乾燥前の推定含水率が100%を超えるものについて、乾燥後においても含水率が15%を超えるものがいくつか見られる傾向にあった。35mm厚の約3.5日の条件では、乾燥前の推定含水率が100%を超える個体がいくつか見受けられたが、1点を除き含水率は15%を下回る結果となった。

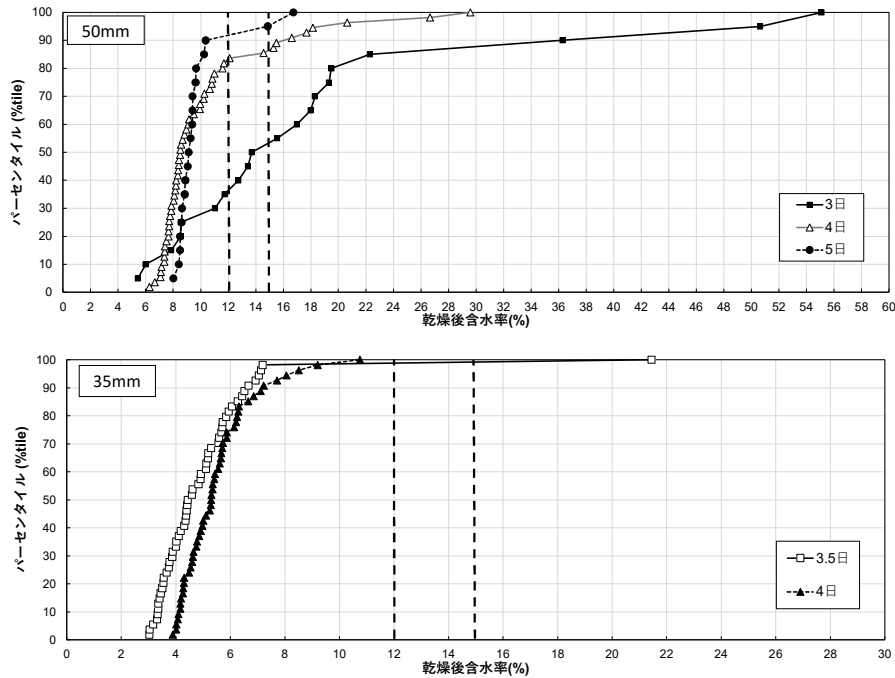


図1 各乾燥スケジュールにおける乾燥後の含水率(上:50mm厚、下:35mm厚)

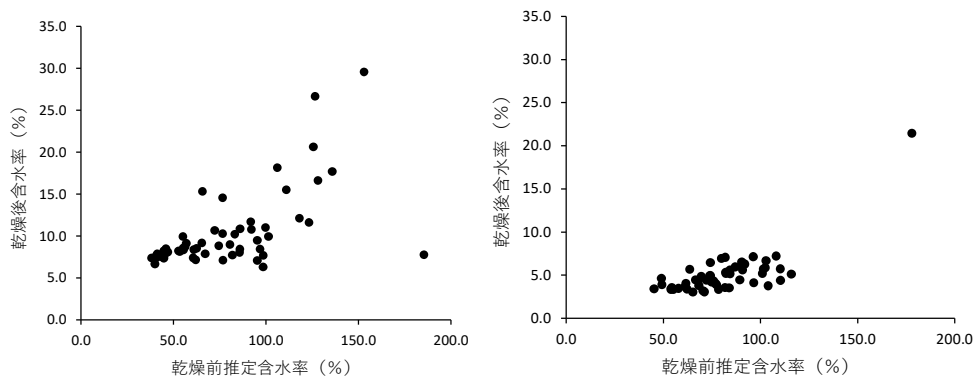


図2 乾燥前後の含水率の関係(左:50mm厚-約4日、右:35mm厚-約3.5日)

4 研究期間を通じての成果の要約

実大の箱型減圧乾燥機を用いたスギひき板の乾燥スケジュールの開発を行った結果、効率的な乾燥スケジュールは、50mm厚のひき板で約4日、35mm厚のひき板で約3.5日となった。従来の乾燥方法と比較して、50mm厚で約5日、35mm厚で約3.5日、乾燥時間を短縮することに成功した。

[キーワード] スギ、ひき板、減圧乾燥、含水率

5 成果の活用面と留意点

大断面集成材製造の際に、今回開発した乾燥スケジュールを適用し実施することができる。また、今回乾燥スケジュールを開発したひき板は間柱サイズ材であるため、間柱の乾燥の際にも適用可能である。実装の際に、実大乾燥機の機種が異なる場合は、小さなスケジュールの修正が必要な可能性がある。

6 残された問題とその対応

スギ板に関する減圧乾燥のスケジュールの開発を行うことができたが、平角材等のその他の寸法や樹種の減圧乾燥による乾燥スケジュールの開発も必要と考えられる。

課 題 名：菌床シイタケ栽培等における安定生産技術の開発
空調栽培における安定生産技術の開発
不安定発生量の原因解明

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：中田理恵

協力分担：シイタケ生産者

予算(期間)：国補（普及情報活動システム化）（2017-2021年度）

1 目的

菌床シイタケ生産現場では、空調施設内での栽培であっても、菌床の製造時期等の違いや、1菌床当たりの子実体の発生量や発生個数にばらつきがみられるなどの要因により、生産量が変動している。そのため、培養された菌床を購入する場合、子実体発生量の多い、または少ない菌床を選別できれば、生産量の安定化が期待できる。

子実体発生前の菌床表面の硬度(柔らかさ)は、菌床ごとに微妙な差があり、菌床の成熟度や子実体の発生に関与していると考えられる。そこで、生産者が菌床を選択する基準の一つとして菌床硬度に着目し、培養が終了し、子実体発生前における菌床硬度とその後発生する子実体発生量の関係を調査した。

2 方法

(1) 菌床製造 供試菌に菌床シイタケ市販品種A、B、Cを用いた。広葉樹おが粉培地(栄養体(デルトップ)を重量比で約1割含む)を用い、培地含水率を約60%に調整し、耐熱性の袋に1.3kgずつ詰め、98℃で約7時間滅菌し、放冷後に種菌を接種した。接種後に22℃、相対湿度50~70%で89~119日間培養した。菌床製造はすべて生産者施設で行った。

(2) 子実体発生試験 生産者施設で製造した菌床は、当センターへ移動後直ちに袋を取り除き、軽く水洗いした後、16℃、相対湿度90%に設定した発生施設で子実体を発生させた。子実体発生は初回発生のみとし、発生量(生重量)、個数、菌傘の直径を測定した。なお、子実体はすべて発生させ、事前の個数調整は行わなかった。

(3) 菌床硬度の測定 除袋後に菌床中央部側面4方向において、山中式土壤硬度計を垂直に圧入して測定した。

(4) 菌床生重量の測定 除袋後に菌床の生重量を測定した。

3 結果の概要

(1) 菌床硬度と子実体発生量との関係

子実体発生量、発生個数は品種ごとの特性があり、品種Aと品種B、品種Aと品種Cの間に有意差が認められたが、菌床硬度は品種間の有意差が認められなかった(表1)。

除袋後の菌床硬度と子実体発生量の関係は、品種ごとに異なった。品種B、品種Cでは、菌床硬度と子実体発生量の間に関連が認められた(品種B： $rs=-0.557$ 、 $p<0.001$ 、品種C： $rs=-0.524$ 、 $p<0.01$ 、図1)。品種Aでは、菌床硬度と子実体発生量の間に関連が認められなかった。

(2) 菌床硬度と菌床重量との関係

菌床は培養時間の増加とともに培地の分解が進み、菌床重量は減少する。品種A、B、Cにおいて菌床重量は培養期間中に製造時から11~15%減少し、品種Aと品種Cの間に有意差が認められた($p<0.05$ 、表1)。除袋後の菌床硬度と菌床重量との関係は、品種A、品種B、品種Cともに有意な負の相関関係が認められた(品種A： $rs=-0.680$ 、 $p<0.001$ 、品種B： $rs=-0.614$ 、 $p<0.001$ 、

品種C : $r_s = -0.634$ 、 $p < 0.001$ 、図2)。

表1 菌床の状況と子実体発生量

品種	菌床数 (個)	培養日数 (日)	発生割合	菌床生重量 (g-wet/個)	菌床硬度 (kg/cm ²)	子実体発生量 (g-wet/菌床)	子実体発生個数 (個/菌床)
A	260	89~91	1.00	1,106 ± 99.7 a	2.7 ± 0.6 a	212.0 ± 36.3 a	44.9 ± 18.2 a
B	180	91~119	0.98	1,121 ± 113.4 ab	2.9 ± 0.9 a	197.5 ± 79.9 b	24.0 ± 14.3 b
C	40	100~106	1.00	1,148 ± 37.7 b	2.7 ± 0.7 a	184.9 ± 37.8 b	22.6 ± 10.0 b

発生割合 = 子実体発生菌床個数 / 全菌床個数 子実体発生量は湿重を示す。菌床生重量、菌床硬度、子実体発生量、子実体発生個数の数字は、平均値 ± 標準偏差を示し、異なる英字間には有意差があることを示す (Tukey-Kramer test, $p < 0.05$)。

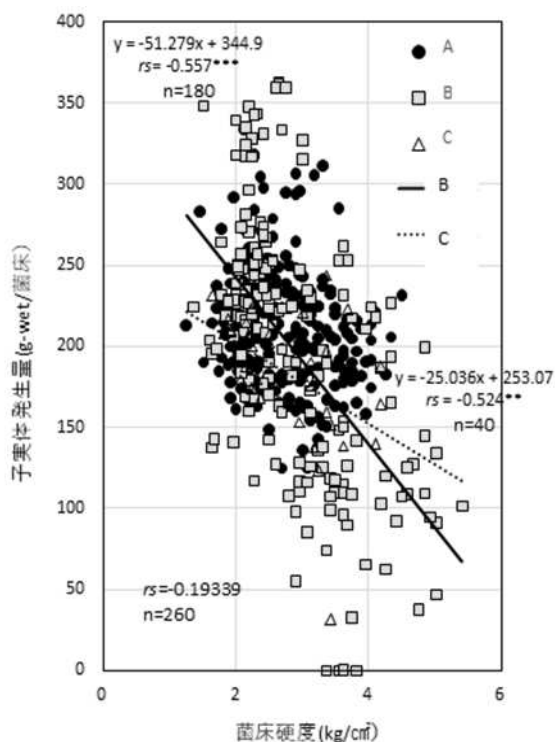


図1 菌床硬度と子実体発生量

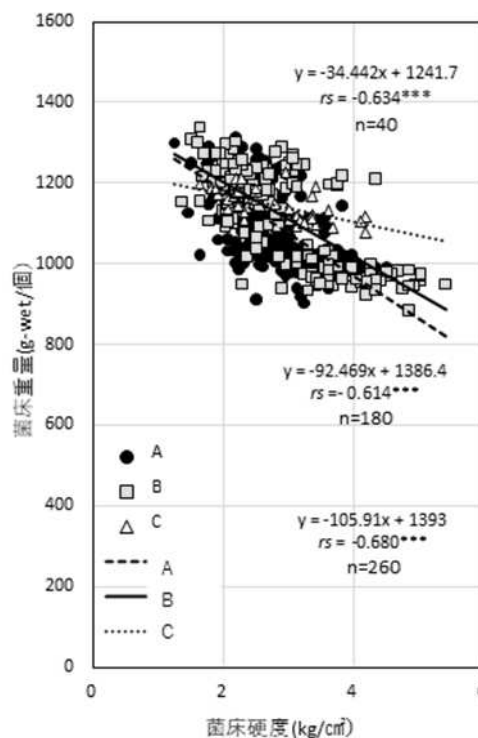


図2 菌床硬度と菌床重量

4 結果の要約

菌床硬度と子実体発生量との関係は、品種によって異なっていた。品種B、品種Cでは、菌床硬度と子実体収量の間には有意な負の相関が認められた。菌床硬度と菌床重量との関係は、品種A、品種B、品種Cともに有意な負の相関関係が認められた。

[キーワード] 菌床シイタケ、菌床硬度、菌床重量

5 今後の問題点と次年度以降の計画

品種によっては、菌床硬度によって子実体発生量の多い菌床、少ない菌床を選別できない。

6 結果の発表、活用等

生産者等へ情報提供を行い、中部森林学会にて発表した (2020年12月)。

課 題 名：菌床シイタケ栽培等における安定生産技術の開発
2回目以降の発生量を増加させる菌床管理技術の開発
休養中の菌床への散水時間が子実体発生に及ぼす影響
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
予 算 (期 間)：国 補（普及情報活動システム化）（2017-2021 年度）

1 目的

シイタケ菌床を購入して栽培している生産者は菌床の購入経費が支出の大部分を占めるため、1つの菌床を長期間利用し、出来るだけ多くの子実体を収穫する必要がある。この点において、初回の子実体発生は菌床製造時における培養等の影響が大きく、購入菌床を使う生産者にとって改善できる点は少ない。それに対し2回目以降の子実体発生には、菌床を休養させる工程が必須となり、菌への養分の再貯蔵や子実体原基の形成を促す理由から、休養期間中の管理がその後の子実体発生に大きく影響を及ぼすと考えられている。休養中の管理で重要な要因に温度、湿度、散水条件等が挙げられる。特に散水条件は生産現場毎に異なる場合が多く、生産者からの問い合わせもあるため、最適な散水条件を明らかにすることが必要である。今年度は、品種Bを用いて1日の散水頻度を変え、散水頻度が子実体発生に及ぼす影響を調査した。

2 方法

- (1) 供試菌と培地 供試培地に、広葉樹おが粉培地（栄養体を重量比で8%含む）を用いた。培地の含水率を約60%に調整し、耐熱性の袋に1.3kgずつ詰め、98℃で7時間滅菌し、放冷後に床シイタケ市販品種Bのおが粉種菌を接種した。
- (2) 栽培条件 接種後の培地を22℃、相対湿度50~70%で91~103日間培養した。培養後に袋を取り除き、16℃、相対湿度90%以上となるように設定した室内で初回の子実体を発生させた。初回発生終了後、菌床を22℃に設定した室内で散水を行い21日間休養させた。その後、7~14℃の水に1晩浸水し、初回発生と同様の条件で2、3回目の子実体を発生させた。
- (3) 休養期間中の散水条件 散水量0.4L/分のミスト散水ヘッドを使用し、散水時間を15分2回/日、20分2回/日、30分1回/日、40分1回/日とし、毎日散水した。
- (4) 測定項目 子実体は、発生量（生重量）、個数、菌傘の直径を測定した。また、各栽培ステージにおいて菌床の重量を測定した。

3 結果の概要

2回目、3回目の子実体の発生結果を表1に示す。全子実体発生量は20分2回/日、40分1回/日、30分1回/日、15分2回/日の順に発生量が多くなり、20分2回/日と15分2回/日散水、20分2回/日と30分1回/日散水の間有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p < 0.05$ 、表1）。全子実体発生個数、子実体の個重に有意差はなかった（Tukey-Kramerの多重比較、 $p > 0.05$ ）。

サイズ別の発生量では、LL級（菌傘直径8cm以上）の発生個数は、20分2回/日、40分1回/日、30分1回/日、15分2回/日の順に発生量が多くなり、15分2回/日と20分2回/日散水、15分2回/日と40分1回/日散水の間有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p < 0.05$ ）。L級（菌傘直径6-8cm）においては、発生量及び発生個数が20分2回/日、40分1回/日、30分1回/日、15分2回/日の順に多くなり、15分2回/日と20分2回/日散水、15分2回/日と40分1回/日散水の間有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p < 0.05$ ）。M級（菌傘直径4-6cm）以下では発生量及び発生個数に有意差が見られなかった。

各栽培ステージでの菌床の重量変化は、2回の休養後は40分1回/日の重量が重くなり、続いて30分1回/日、20分2回/日、15分2回/日の順となり、15分2回/日と30分1回/日散水、15分2回/日と40分1回/日散水の間には有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p < 0.05$ ）。

休養期間中に菌床重量はほとんどが減少した。休養期間中の菌床重量増加率と2回目、3回目の子実体発生量との間には、ごく弱い相関関係があり、休養期間中の菌床重量の減少率が多いほど子実体発生量は少ない傾向があった（スピアマンの順位相関係数の検定、 $p < 0.01$ 、図2）。

表1 散水頻度別シイタケ子実体の2、3回目発生量

品種	散水時間	発生割合	全子実体			LL級（菌傘直径8cm以上）		L級（菌傘直径6-8cm）	
			発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	個重 (g-wt/個)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)
品種B	15分2回/日	0.88	90.9 ± 58.1 a	6.2 ± 4.6 a	18.5 ± 10.4 a	5.8 ± 16.2 a	0.6 ± 0.6 a	18.1 ± 19.1 a	0.6 ± 0.6 a
	20分2回/日	1.00	138.0 ± 40.5 b	8.5 ± 3.9 a	18.4 ± 6.9 a	12.2 ± 25.3 a	1.4 ± 0.8 b	45.8 ± 23.2 b	1.4 ± 0.8 b
	30分/日	0.96	96.3 ± 46.7 a	6.0 ± 4.7 a	21.2 ± 12.6 a	9.6 ± 22.6 a	1.0 ± 1.1 ab	30.3 ± 29.4 ab	1.0 ± 1.1 ab
	40分/日	1.00	115.8 ± 57.4 ab	6.0 ± 3.6 a	21.9 ± 9.2 a	19.5 ± 33.6 a	1.3 ± 1.1 b	41.5 ± 34.7 b	1.3 ± 1.1 b

品種	散水時間	M級（菌傘直径4-6cm）		S級（菌傘直径2-4cm）		SS級（菌傘直径2cm以下）	
		発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)
品種B	15分2回/日	51.2 ± 40.0 a	3.2 ± 2.4 a	15.2 ± 16.7 a	2.2 ± 2.3 a	0.2 ± 0.6 a	0.1 ± 0.3 a
	20分2回/日	61.4 ± 35.3 a	3.7 ± 2.2 a	18.2 ± 14.4 a	2.8 ± 2.5 a	0.3 ± 0.7 a	0.2 ± 0.4 a
	30分/日	42.3 ± 27.5 a	2.6 ± 1.7 a	14.0 ± 18.6 a	2.1 ± 3.1 a	0.1 ± 0.4 a	0.1 ± 0.4 a
	40分/日	43.3 ± 34.4 a	2.5 ± 2.0 a	11.1 ± 12.9 a	1.6 ± 1.7 a	0.3 ± 0.9 a	0.2 ± 0.5 a

発生量、個数は2回目、3回目の発生量の合計

n=25, 平均値±標準偏差

発生割合=子実体発生菌床個数/散水頻度別全菌床個数

異なる英字間には5%水準で有意差があることを示す（発生量、個数、個重 Tukey-Kramer法、 $p < 0.05$ ）。

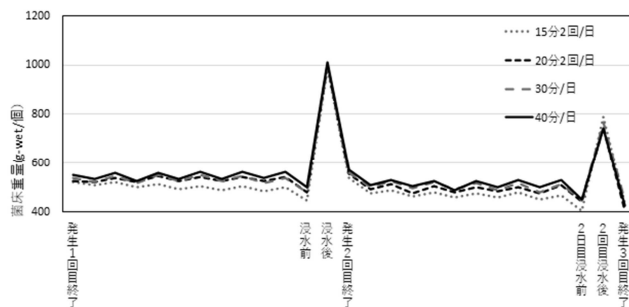


図1 各栽培ステージにおける菌床の重量変化

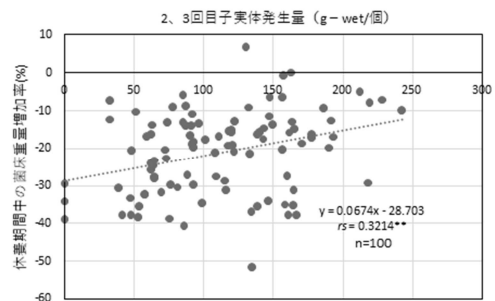


図2 休養期間中の菌床重量増加率と子実体発生量

4 結果の要約

シイタケ菌床栽培において、休養時の散水時間を15分2回/日、20分2回/日、30分1回/日、40分1回/日とした場合、子実体発生量は20分2回/日と15分2回/日散水、20分2回/日と30分1回/日散水の間には有意差がみられた。

〔キーワード〕 菌床シイタケ、散水時間、散水頻度

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き発生試験を行い、最適な散水条件の検討を行う。

6 結果の発表、活用等

生産者等へ情報提供を行った（2021年3月）。

課 題 名：菌床シイタケ栽培等における安定生産技術の開発
シイタケ鮮度保持技術の開発

生シイタケ鮮度保存技術の開発

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：菌床シイタケ生産者 農林技術研究所加工技術科 JA 静岡経済連

予算(期間)：国補（普及情報活動システム化）（2017-2021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、県内にある清水港からの船舶輸送とすれば輸送経費が安いと見られるが、輸送や税関手続きにより2週間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、県産生シイタケの輸出促進を図るため、生シイタケの品質低下を抑える鮮度保持技術を開発することを目的として、包装資材を変えてシンガポール向けの船便による輸送試験を実施した。

2 方法

(1) 包装資材 トレーに県産菌床生シイタケ70～80g(5～8個)を詰め、PEフィルム、MAフィルム(オーラパック)でトレーごと包装し密封した。県産菌床生シイタケ約150gをOPP素材スタンドパック(開放型)で包装した。この他に新潟県産生シイタケ(トレーパックごとPVDCフィルム包装で密封)を準備し、湿潤重量を測定し、包装種別ごとに段ボール箱に入れた。

(2) 鮮度保持BOX

鮮度保持BOX(図1)は、対角線上に680×120mmの窓2つを有する窓付き強化段ボールの窓の部分にMAフィルム(Adfresh M10, 0.05×1000×1000mm, Mitsui Chemicals, Inc., Tokyo, Japan)を張った試作品である。農林技術研究所が実施した輸送試験で、混載輸送にはMAフィルムでの梱包が有効であることが判明したが、農作物を一つ一つMAフィルムで包装するには手間がかかり、外装の摩擦でフィルムを破損するリスクがあるため、鮮度保持BOXを試作したものである。この箱の中に、包装種別ごとの段ボール箱を他の農産物の入った段ボール箱と共に入れた。

(3) 輸送試験 2020年2月6日に静岡市中央卸売市場内の冷蔵倉庫にパック試料を搬入した。生シイタケは包装資材ごとに2ケースを準備し、他の農作物(温室メロン、イチゴ、柿、トマト、大根、キャベツ、レタス、他)のケースと共に、それぞれ1ケースずつを鮮度保持BOXに入れ、もう一方はパレットに積み上げた。その後、通関処理を行い、翌日に0℃に設定した高規格リーファークンテナ(Fresh Keeping Device“futecc,” Denso Corp., Aichi, Japan)に他の農作物と共に積載した。コンテナは、2月15日に貨物船(ONE, OLYMPUS 059W)に積み込まれ、清水港を出発した。船は2月23日にシンガポールに到着し、通関を終えて翌日にコンテナから取り出して冷蔵倉庫に移された。その後、保冷車で三井化学シンガポールR&Dセンターに搬送され、2月25日(搬入から19日目)に重量を測定した。現地では農作物の評価にかかわる専門家5名(農林技術研究所加工技術科2名、バイヤー2名、市場関係者1名)によって1から9の9段階のスケールによる評価法により、農産物の外観を比較した。

3 結果の概要

(1) コンテナ内の環境

高規格リーファークンテナでは、鮮度保持BOX外はほぼ0℃、湿度75%程度、鮮度保持BOX内

はほぼ 0°C に維持され、湿度は鮮度保持 BOX 外と比較して 5% 程度高く推移した。

(2) 包装資材による新鮮重減少差

MA 包装は農産物の乾燥を抑制し、新鮮重の減少を抑制するとされている。他の条件は同じで包装資材のみ異なる PE 包装と MA 包装による輸送後の新鮮重減少率は、鮮度保持ボックスに入れな
ない場合は、PE 包装と MA 包装の間に優位差があり (t-test、 $p < 0.01$)、MA 包装の新鮮重減少差が
少なかった。MA フィルムの窓を持つ鮮度保持 BOX 内では、PE 包装と MA 包装の新鮮重減少に優位
差はなかった。

(3) 鮮度保持 BOX による新鮮重減少差

PE 包装と PVDC 包装は、鮮度保持 BOX の有無による新鮮重減少差に有意差があり、鮮度保持 BOX
の新鮮重減少が少なかった(表 1)。

(4) 輸送後の外観等

口が密封されず開放しているスタンドパック包装は、内皮膜が切れ、ひだの変色が確認された
(図 2)。フィルム包装で密封されたパックは、どの包装資材でも、鮮度が維持された状態(入荷時
にはわずかに劣るが、通常に販売可能な品質)と評価された(表 2)。どのパックも開封時にエステ
ル系の香りがした後に、すぐに揮発して香りがなくなった。

表 1 鮮度保持 BOX の有無による新鮮重減少率

封	包装	鮮度保持BOX無(%)	鮮度保持BOX(%)
密封	PE包装	2.6 ± 0.5	1.9 ± 0.5 *
	MA包装(OPP)	1.8 ± 0.4	2.4 ± 0.1
	PVDC包装	4.2 ± 0.5	3.1 ± 0.2 ***
開放	スタンドパック(OPP)	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.3

n=5、平均±標準偏差、鮮度保持BOXの有無でt-testで検定した。(*) : $p < 0.05$, (**): $p < 0.01$, (***) : $p < 0.001$

表 2 輸送後の外観

	鮮度保持BOX無	鮮度保持BOX
PDVC包装(密封)	6.2 ± 1.9	6.4 ± 1.9

n=5、平均±標準偏差、評価は9(極めて良い状態(入荷時と同等)) -7(かなり良い状態(入荷時にわずかに劣るが充分良い品質)) -5(まずまず良い状況(入荷時には劣るが、通常に販売可能な品質)) -3(販売は可能な状態(状態は良くないが、販売は可能な品質(見切り品レベル)) -1(販売不可)の9段階スケールで評価した。



図 1 鮮度保持 BOX



図 2 スタンドパック (輸送後)



図 3 PE 包装 (輸送前)



図 4 PE 包装 (輸送後)

4 結果の要約

0°C に設定した高規格リーファーコンテナによる輸送試験において、PE 包装と MA 包装では、鮮
度保持 BOX を使わない通常の輸送では MA 包装の新鮮重減少が少なかった。鮮度保持 BOX は、PE
包装において、新鮮重減少が少なかった。口が開放されたスタンドパックは外観に難が生じた。

[キーワード] 生シイタケ、MA 包装、PE 包装、輸出

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い、広報誌へ掲載した(2020年10月)。

課 題 名：要求性能に応じた木材を提供するため、国産大径材丸太の強度から建築部材の強度を予測する技術の開発

丸太品質の非破壊評価・選別技術の開発

改良したガンマ線センサによるスギ大径丸太の含水率分布の推定

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：長瀬亘、池田潔彦

協力分担：(独)森林総合研究所、(株)マイクロメジャー、大井川小径木加工事業(協)

予算(期間)：国補 (2016-2020年度)

1 目的

スギ丸太の材質は個体間でばらつきが大きく、特に心材含水率が大きく異なることが知られている。このため、中・大径の丸太から梁桁などの大断面材製造時、乾燥性能のばらつきや割れの発生による製品歩留りが低下し、品質・性能の確かな製品を安定生産する際の支障となっている。

本研究では、今後供給増が見込まれる大径丸太の心材含水率やヤング率の評価から梁桁等の横架材や枠組壁工法用部材に適した大径丸太を確率90%以上で選別する技術手法等の開発を実施しており、当センターでは丸太含水率の非破壊評価手法の確立及び関連装置の開発を進めている。

本課題では、ガンマ線(線源コバルト60)によるセンサ装置や評価手法の改良及び丸太内部の含水率分布の評価手法の向上を目的として実施した。本研究は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業先導プロ(うち先導プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

2 方法

前年度に試作したガンマ線測定装置について、検出管センサを前年度の1本から3本に増加し単位時間当たりのガンマ線透過数向上により感度を高めると共に、レーザー変位計による丸太中のガンマ線透過距離を同期して計測できるように改良した(図1)。

伐採後2ヶ月から1年経過した末口径30~40cm、長さ4mのスギ丸太130本について、ガンマ線センサ(放射線源：コバルト60)間に丸太を横断面方向のガンマ線の透過数と透過距離を計測し、透過数を透過距離で除した値から含水率分布を推定した(図2)。その後、丸太から円板試片を採材し、辺材及び心材の含水率を全乾法で計測した。また、丸太から芯去り平角や枠組壁工法用2×8材(以下、2×8材)を製材、人工乾燥を行った後、マイクロ波水分計を用いて含水率を計測した。

3. 結果の概要

スギ大径丸太で計測した、ガンマ線センサの測定値(ガンマ線透過数をガンマ線透過距離で除した最小値：以下、“ガンマ線測定値”)と、丸太から採取した5ヶ所の心材含水率の平均値及び最大値にそれぞれ有意な相関関係が認められた(図3左)。ガンマ線測定値と心材含水率の平均値との直線回帰の決定係数0.505は、既往の結果0.447や生材密度の同値0.176と比較していずれも高い値となり(図3右)、計測装置や計測手法の改良及び含水率分布を考慮した評価手法により推定精度向上が図られた主要因と推察された。なお、ガンマ



図1 改良したセンサ装置の概要

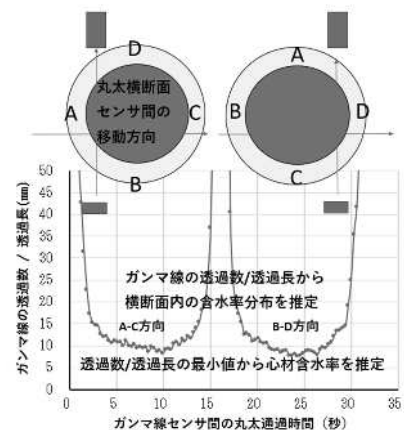


図2 丸太横断面内含水率分布等の評価手法

線センサの計測に要する時間は、放射線量向上により開発当初の30～60秒間に比べて0.5～1秒と大幅に短縮できた。

ガンマ線計測値と丸太から製材、人工乾燥後の芯去り平角（丸太末口径36cm未満と36cm以上に区分して表示）のマイクロ波水分計で計測した含水率の関係において、芯去り平角の含水率20%のとき、ガンマ線の測定値は、末口径36cm未満で7～8付近、36cm以上で5～6付近が相当した（図4左）。また、2×8材の場合、ガンマ線測定値が5付近以上で、含水率が15%以下となるもの多い傾向にあった（図4右）。これらを踏まえ、丸太を仕分けする閾値については今後検証する必要がある。

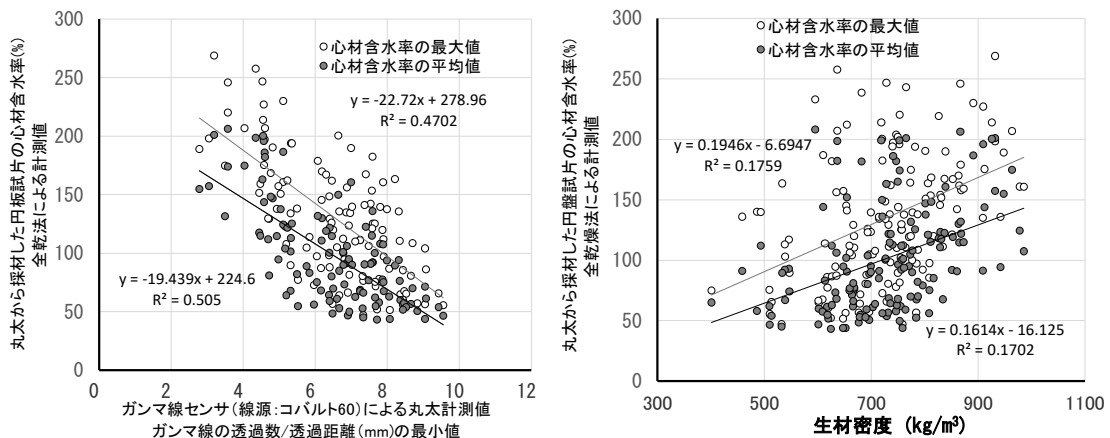


図3 丸太のガンマ線計測値及び生材密度と心材含水率（円板試片：全乾法）の関係

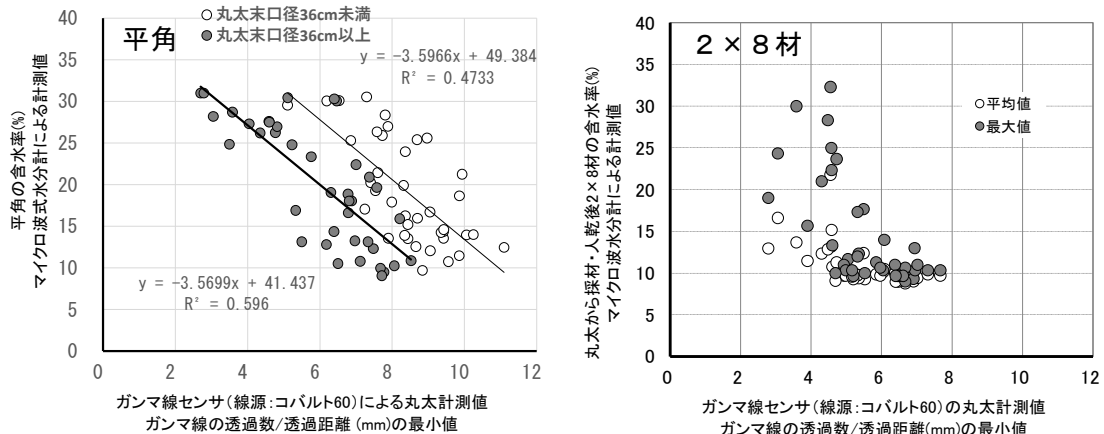


図4 ガンマ線計測値と人工乾燥後の平角、2×8材の含水率の関係（マイクロ波式水分計の値）

4 結果の要約

改良したガンマ線センサによる評価により、丸太内部の含水率分布や心材含水率、丸太から製材・乾燥した平角や2×8材の乾燥性能（仕上り含水率）を高い精度で推定することができた。
 [キーワード] ガンマ線、大径材、含水率、非接触・非破壊評価

5 今後の問題点と次年度以降の計画

丸太横断面中央部（辺材と心材）における心材含水率を精度良く推定する評価手法や材長方向のデータの蓄積・解析に取り組む。また、製材工場に開発した試作装置、機器等のモニター導入を行い、加工・流通の効率化を図る際の有益性の検証を進める。

6 結果の発表、活用等

木材学会木材と水研究会（2020年3月）で発表、公開シンポジウムで発表予定（2021年3月）。

単年度試験研究成績（2021年3月作成）

課題名：要求性能に応じた木材を提供するため、国産大径材丸太の強度から建築部材の強度を予測する技術の開発

丸太品質の非破壊評価・選別技術の開発

52MHz 電磁波センサによるスギ大径丸太含水率分布の推定

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：長瀬亘、池田潔彦

協力分担：（独）森林総合研究所、㈱マイクロメジャー、大井川小径木加工事業（協）

予算(期間)：国補（2016-2020年度）

1 目的

スギ丸太の材質は個体間でばらつきが大きく、特に心材含水率が大きく異なることが知られている。このため、中・大径の丸太から梁桁などの大断面材製造時、乾燥性能のばらつきや割れの発生による製品歩留りが低下し、品質・性能の確かな製品を安定生産する際の支障となっている。

本プロジェクト研究では、今後供給増が見込まれる大径丸太の心材含水率やヤング率の評価から梁桁等の横架材や枠組壁工法用部材に適した大径丸太を確率90%以上で選別する技術手法等の開発を進めている。

本課題は、低周波域電磁波の位相、減衰から丸太の含水率分布を非接触で評価する手法確立及び評価装置の開発を目的として、丸太の位相・減衰と含水率及び乾燥後の平角製材の含水率との関係について調査した。本研究は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業先導プロ（うち先導プロジェクト）」の支援を受けて実施した。

2 方法

入出力モジュールを改良した電磁波センサを用いて、伐採後2ヶ月から1年経過した末口径30～44cm、スギ大径丸太130本について、センサ間を通過した際の位相と減衰の出力電圧値の連続データを計測した。丸太全体の含水率を位相電圧値、外周部（辺材）含水率を減衰電圧値、位相電圧値から減衰電圧値を減じた値を内部（心材）含水率に準じた値として評価した（図1）。その後、丸太から円板試片を採材し、辺材2部位と心材5部位の全乾法含水率を計測した。また、丸太から芯去り平角と枠組壁工法用部材2×8材を製材、人工乾燥した後に、マイクロ波水分計等を用いて含水率を計測した。

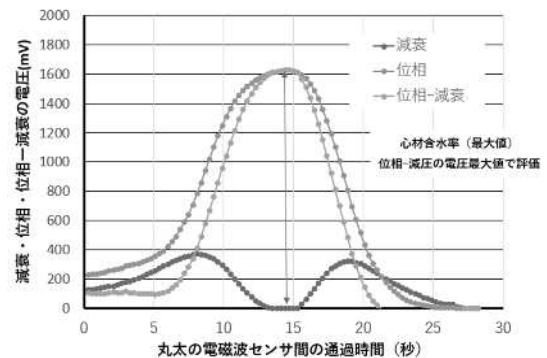


図1 低周波電磁波センサによる丸太含水率分布等の評価手法

3 結果の概要

スギ大径丸太で計測した電磁波センサの位相から減衰の電圧値を減じた最大値（以下、電磁波測定値）と、丸太から採取した心材5ヶ所の全乾法含水率の平均値と最大含水率の最大値にそれぞれ有意な相関関係が認められた（図2）。電磁波測定値と心材含水率平均値との直線回帰の決定係数が0.731であり過去に実施した0.519と比べて高く、センサのモジュール出力を高めたことで位相及び減衰の検出が向上したことが一因推察された。また、低周波電磁波測定値と別項で報告したガンマ線測定値の間に高い相関関係が認められた（図3）。スギ丸太の電磁波計測値と丸太から製材、人工乾燥後の芯去り平角の心材含水率の関係では（丸太末口36cm未満と36cm以

上に区分して表示)、直線回帰の決定係数が 0.644、0.647 と高い値であった。また、芯去り平角の乾燥後の含水率が 20% のとき、末口径 36cm 未満で電磁波測定値が 1000 付近、末口径 36cm 以上で 1500 付近が相当した。2×8材の場合、2000 以上の場合に目標含水率 (15%) に充たない材が生じており、それらは異なる乾燥スケジュール等の管理が必要と考えられた。(図 4)。以上を踏まえ、丸太を選別する閾値について検討していく必要がある。またこれらから、開発した手法によりスギ大径丸太を含水率分布等に基づく選別が、丸太から横架材や枠組壁工法部材等の用途区分や乾燥スケジュールの策定等、効率的な製品製造の一助になることが推察された。

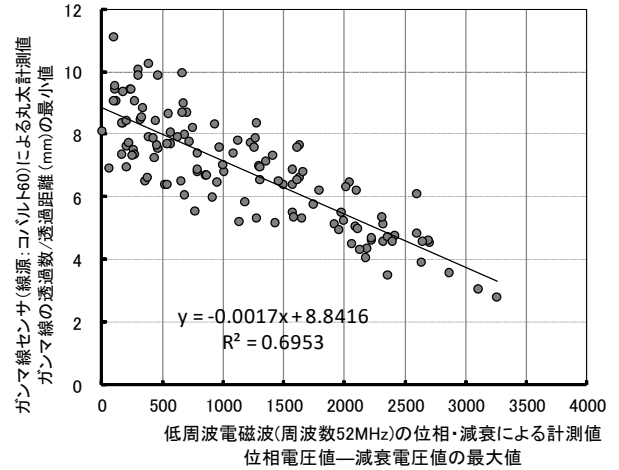
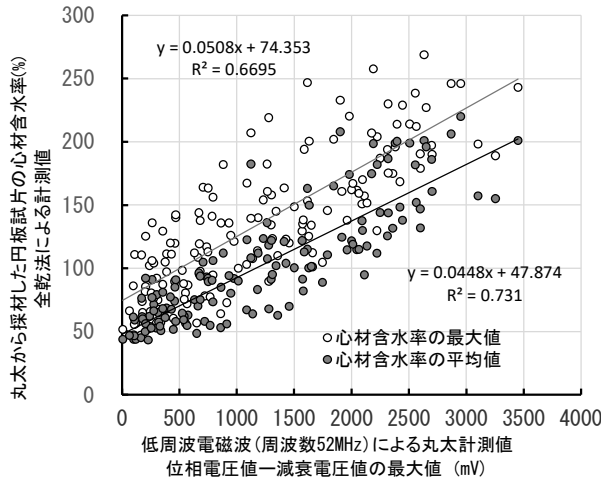


図 2 電磁波計測値と心材含水率の関係

図 3 電磁波とガンマ線の計測値間関係

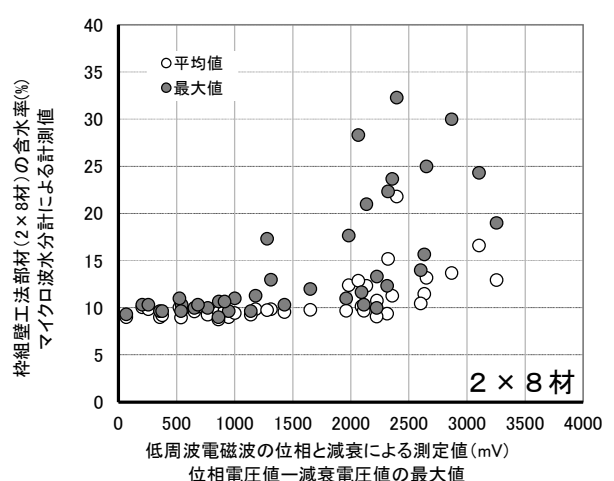
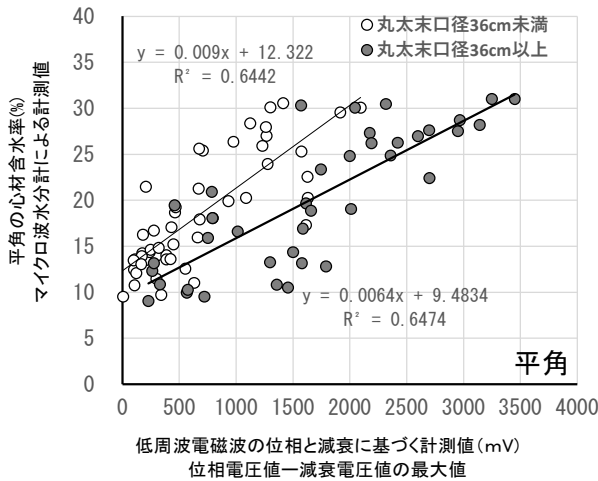


図 4 電磁波計測値と人乾後の芯去り平角及び枠組壁工法 (2×8) 部材の含水率の関係

4 結果の要約

52MHz 電磁波の位相から減衰を減じた値は、スギ大径丸太の心材含水率もしくは丸太から製材・人工乾燥した芯去り平角製材との間に有意な相関関係が認められ、丸太含水率の非破壊・比接触手法として有効であることが確認された。

[キーワード] 電磁波、含水率、大径材、位相、減衰

5 今後の問題点と次年度以降の計画

製材工場に開発した試作装置、機器等のモニター導入を行い、加工・流通の効率化を図る際の有益性の検証を進める。

6 結果の発表、活用等

木材学会木材と水研究会 (2020 年 3 月) で発表、公開シンポジウムで発表予定 (2021 年 3 月)。

完了試験研究成績（2021年3月作成）

課 題 名：要求性能に応じた木材を提供するため、国産大径材丸太の強度から建築部材の強度を予測する技術の開発

丸太品質の非破壊評価・選別技術の開発

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：長瀬亘、池田潔彦

協力分担：(独)森林総合研究所、(株)マイクロメジャー、大井川小径木加工事業(協)

予算(期間)：国補（2016-2020年度）

1 目的

スギ丸太の材質は個体間でばらつきが大きく、特に心材含水率が大きく異なることが知られている。このため、中・大径の丸太から梁桁などの大断面材製造時、乾燥性能のばらつきや割れの発生による製品歩留りが低下し、品質・性能の確かな製品を安定生産する際の支障となっている。

本研究では、今後供給増が見込まれる大径丸太の心材含水率やヤング率の評価から梁桁等の横架材や枠組壁工法用部材に適した大径丸太を確率90%以上で選別する技術手法等の開発を実施しており、当センターでは丸太含水率の非破壊評価手法の確立及び関連装置の開発を行った。

2 方法

図1に低周波電磁波(52MHz)及びガンマ線を利用したセンサによる丸太含水率を推定する装置を示す。この装置を用いて、末口径30~40cm程度、長さ4mのスギ丸太を以下の2つの方法で測定し、丸太の含水率の推定に用いた。

① 低周波電磁波による測定

電磁波センサを用いて、センサ間を通過した際の位相と減衰の出力電圧値の連続データを計測し、丸太全体の含水率を位相電圧値、外周部(辺材)含水率を減衰電圧値、位相電圧値から減衰電圧値を減じた値を内部(心材)含水率に準じた値として評価した。

② ガンマ線による測定

ガンマ線センサ(放射線源：コバルト60)3本の間に丸太を横断面方向のガンマ線の透過数と透過距離を計測し、透過数を透過距離で除した値から含水率分布を推定した。

その後、丸太から円板試片を採材し、辺材及び心材の含水率を全乾法で計測した。また、丸太から芯取り平角等に製材、人工乾燥を行った後、マイクロ波水分計を用いて含水率を計測した。

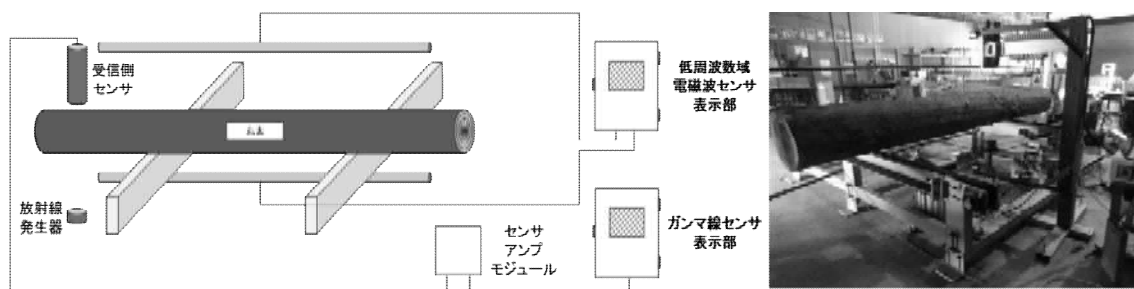


図1 低周波電磁波及びガンマ線を利用したセンサによる丸太含水率を推定する装置

3 研究期間を通じての成果の概要

スギ大径丸太で計測した電磁波センサの位相から減衰の電圧値を減じた最大値(以下、電磁波測定値)およびガンマ線センサの測定値(ガンマ線透過数をガンマ線透過距離で除した最小値:以下、“ガンマ線測定値”)と、丸太から採取した心材5ヶ所の全乾法含水率の平均値と最大含水率の最大値の関係は、低周波電磁波とガンマ線のいずれの測定値においても、丸太の心材含水率と高い相関関係が認められた(図2)。

末口径 36cm 未満と 36cm 以上のスギ大径丸太について、低周波電磁波及びガンマ線センサの計測値と丸太から製材・人工乾燥後の平角製材の心材含水率（マイクロ波式水分計で計測）との関係を調べた結果、有意な相関関係が認められた（図 3）。また、電磁波やガンマ線の測定値から心材含水率が 100% 以下と推定された丸太から製材・乾燥した平角製材は、含水率が 20% 以下となる比率が高い結果となり、丸太の含水率で乾燥性能を予測し区分する効果を検証することができた。以上より、低周波電磁波およびガンマ線による測定方法は、研究期間内の改良を経て最終的に精度が高まり、実用レベルとなったと考えられる。

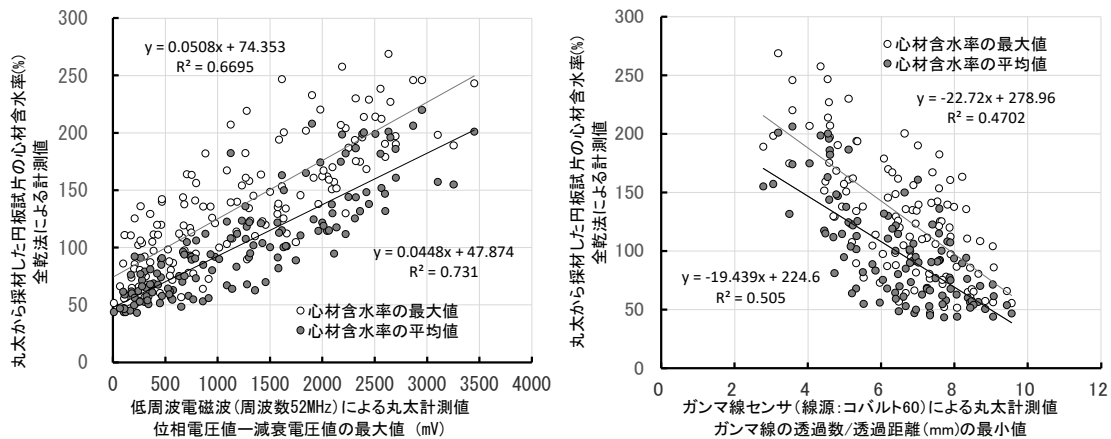


図 2 スギ大径丸太の非接触センサ計測値と丸太の心材含水率の関係

(左：低周波電磁波、右：ガンマ線)

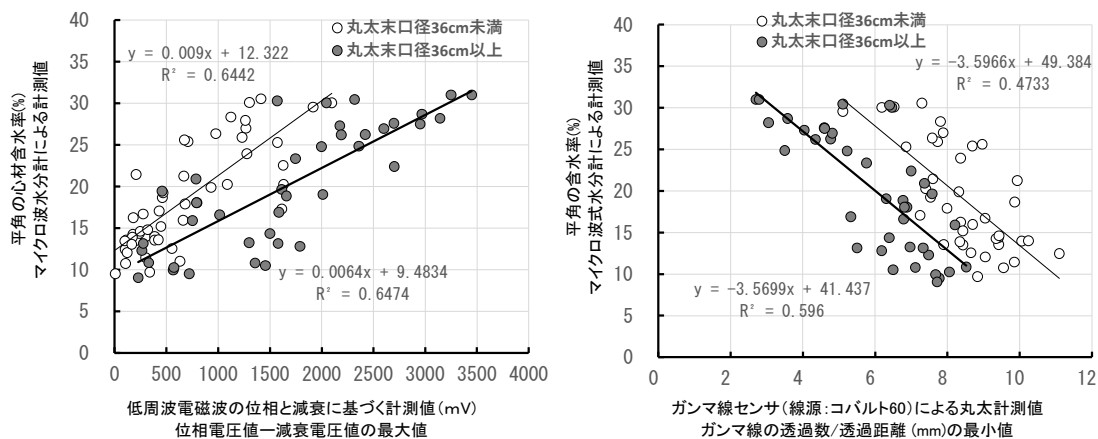


図 3 スギ丸太の非接触センサ計測値と丸太から製材・人工乾燥した平角心材含水率の関係

(左：低周波電磁波、右：ガンマ線)

4 研究期間を通じての成果の要約

スギ大径丸太において、低周波電磁波およびガンマ線による計測を行うことにより、心材の含水率を推定することが可能となった。電磁波やガンマ線の測定値から心材含水率が 100% 以下と推定された丸太から製材・乾燥した平角製材は、含水率が 20% 以下となる比率が高い結果となり、丸太の含水率で乾燥性能を予測し区分することが可能となった。

5 成果の活用面と留意点

図 1 の装置について製材工場へ導入し、丸太を区分することが可能となったが、試作装置であるため、機器等のモニター導入を行い、加工・流通の効率化を図る際の有益性の検証を進める必要がある。

6 残された問題とその対応

丸太横断面中央部（辺材と心材）における心材含水率を精度良く推定する評価手法や材長方向のデータの蓄積・解析に取り組む必要がある。

課 題 名：国産早生樹種の用材利用に向けた材質・加工特性の解明

国産早生樹種の材質・物理特性の解明

早生候補樹種コウヨウザンとユリノキ立木の含水率分布、全乾密度および平均年輪幅

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、池田潔彦、山田晋也

協 力 分 担：(独)森林総合研究所

予算(期間)：国補（交付金プロジェクト）（2019-2021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広葉樹材は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。

本研究は、県立森林公園内に生育しているコウヨウザンやユリノキの成長と材質・物理特性の解明及び製品試作等に基づく優良性・有用性等を解明するとともに、早生樹種として加工・利用の適否評価を目的とする。本課題では、製材等の乾燥性能に関与するコウヨウザンとユリノキ立木の樹幹内の含水率分布、全乾密度および平均年輪幅を評価した。

2 方法

1958年に、静岡県浜松市浜北区の県立森林公園内に見本林として集団植栽された60年生コウヨウザンと57年生ユリノキを供試した。コウヨウザンは、前年度調査した立木の胸高直径と樹高及び応力波伝播速度の林内分布に基づいて3本を選んだ。ユリノキは、胸高直径と樹高が平均値に近い個体3本を選び供試した。それら供試木は伐採後、根元から枝下高部位にかけて、コウヨウザンが4.2m毎に、ユリノキが2.6m毎に玉切りした。それら丸太は末口より厚さ3cm程度の円板を採取し、髓から外周部にかけて1～3cm間隔で直方体試片を半径方向に採材して、それらの最外層の髓からの年輪数を計測後、全乾法による含水率および全乾密度を計測した。

3 結果の概要

(1) 含水率

表1に示すとおり、コウヨウザンの含水率は全体の平均値で心材が68%、辺材で140%であり、心材と辺材とで70%程度の差が確認された。図1にコウヨウザンの髓からの年輪数と含水率の関係の一例を示す。髓からの年輪数が30を超えたあたりで含水率が上昇している傾向にあった。一方ユリノキは、全体の平均値で心材が112%、辺材で110%であり、心材と辺材での含水率の差は小さい傾向にあった。また、コウヨウザンとユリノキの含水率の変動係数を比較すると、心材および辺材のそれぞれで、コウヨウザンの方が大きい傾向にあり、含水率のばらつきが全体的に大きい傾向にあった。

(2) 全乾密度

全乾密度は、コウヨウザンの辺材が416kg/m³、心材388 kg/m³で、ユリノキは辺材が470 kg/m³、心材が455 kg/m³であった。樹種間で比較すると、コウヨウザンの方が辺材と心材との差が大きい傾向にあった。図2に、ユリノキの根元からの部位と全乾密度の関係を示す。ユリノキは根元からの部位が高くなるほど、全乾密度は高くなる傾向を示した。コウヨウザンは、今回の調査では根元から4.2m毎に玉切っており、2～3番玉までしか供試体を採取できなかったため、樹高方

向での違いを確認することはできなかった。

(3) 平均年輪幅

平均年輪幅は、コウヨウザンで平均 2.9mm、ユリノキで 3.6mm であった。いずれにおいても辺材よりも心材の方が高い傾向を示した。図 3 に、ユリノキの髄からの年輪幅と平均年輪幅の関係を示す。平均年輪幅は、髄の位置から外周に向けて徐々に下降していき、およそ 20 年程度のあたりで、一定になる傾向を示した。

表1 60年生コウヨウザンおよび57年生ユリノキの含水率、全乾密度および平均年輪幅

ユリノキ	含水率(%)			全乾密度(kg/m ³)			平均年輪幅(mm)		
	全体	心材	辺材	全体	心材	辺材	全体	心材	辺材
平均値	111	112	110	462	455	470	3.6	4.5	2.7
最大値	182	182	171	553	553	470	8.4	8.4	5.0
最小値	54	54	60	354	354	377	1.3	2.0	1.3
変動係数	22	24	19	8	8	8	37	28	26

コウヨウザン	含水率(%)			全乾密度(kg/m ³)			平均年輪幅(mm)		
	全体	心材	辺材	全体	心材	辺材	全体	心材	辺材
平均値	83	68	140	394	388	416	2.9	3.2	1.9
最大値	214	181	214	581	581	416	5.8	5.8	3.3
最小値	28	28	54	292	292	336	1.0	1.0	1.1
変動係数	53	39	35	16	16	14	39	34	32

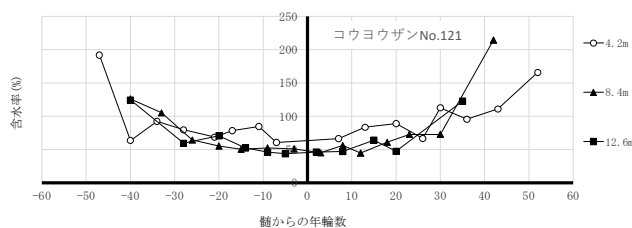


図1 コウヨウザンの髄からの年輪数と含水率の関係(一例)

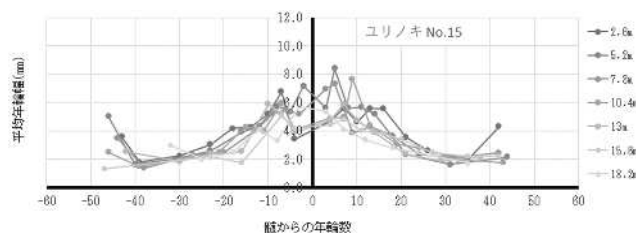


図3 ユリノキの髄からの年輪数と平均年輪幅の関係(一例)

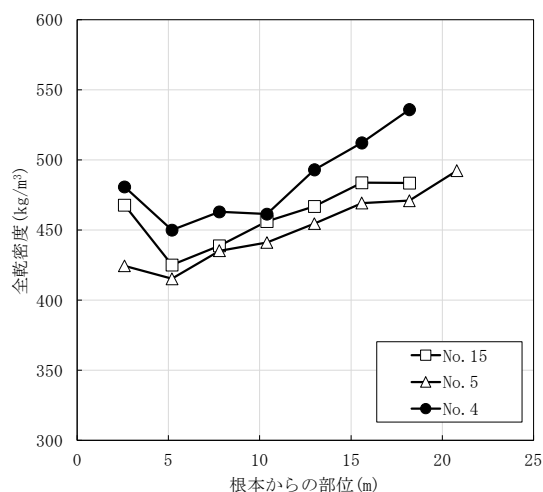


図2 ユリノキの根元からの部位と全乾密度の関係

4 結果の要約

早生樹候補樹種として、コウヨウザンとユリノキの樹高別・半径方向の含水率、全乾密度および平均年輪幅の基礎材質調査を行った。コウヨウザンでは根元部位の心材含水率が他の樹高部位と比較して高く、一部は 150% を超えるなど個体間にばらつきがみられた。

[キーワード] コウヨウザン、ユリノキ、材質、含水率、早生樹

5 今後の問題点と次年度以降の計画

人工乾燥を実施した材料の強度や歩留まり等を解明する。また合板用としての性能も評価する。

6 結果の発表、活用等

日本木材加工技術協会年次大会にて発表予定。(2021年9月)。

課 題 名：国産早生樹種の用材利用に向けた材質・加工特性の解明

国産早生樹種の材質・物理特性の解明

天然乾燥したユリノキ板材の材質

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、池田潔彦、山田晋也

協力分担：(独)森林総合研究所

予算(期間)：国補(交付金プロジェクト) (2019-2021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広葉樹材は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。

本研究は、県立森林公園内に生育しているコウヨウザンやユリノキの成長と材質・物理特性の解明及び製品試作等に基づく優良性・有用性等を解明するとともに、早生樹種として加工・利用の適否評価を目的とする。本課題では、製材後の応力緩和や乾燥による影響を把握するため、天然乾燥を行ったユリノキの板材について各種物性の調査を実施した。

2 方法

静岡県浜松市浜北区の県立森林公園内に見本林として集団植栽された56年生ユリノキについて、2018年に伐採し、根元から枝下高部位にかけて、2m毎に玉切りした後、厚さ25mm、幅130mmの板に製材し、2018年10月から2020年10月の約2年間天然乾燥を実施した。乾燥前に、寸法、重量および動的ヤング係数を測定し、乾燥後には、動的ヤング係数、全乾法による含水率、反り、曲がり、捻じれを計測した。

3 結果の概要

(1) 含水率

乾燥前後の含水率を図1に示す。乾燥後の含水率(平均±標準偏差)は、 $13.4 \pm 0.4\%$ であり、ばらつきも少なかった。乾燥前の重量と乾燥後の含水率から推定した乾燥前の含水率は、10～100%の間であったが、良好に乾燥できたと考えられる。

(2) ヤング係数

根元からの部位と乾燥後の動的ヤング係数の関係を図2に示す。根元から16mの部位の板材の平均値が9.8Gpaとなり、他と比べて低い結果となったが、全体的にばらつきは小さい傾向であった。1番玉(2m)および2番玉(4m)から採材した板材の乾燥後の動的ヤング係数を図3に示す。横軸の製材No.は図3中の木取りイメージのとおり、丸太の半径方向にかけて番号を付したものである。2番玉においては、中心部で8.6Gpa程度で若干低い値を示したが、全体的に大きな差はなかったと考えられる。

(3) 狂い

幅反り、反り、曲がりおよび捻じれは表1に示すとおりの結果となった。幅反りと曲がりの値から、仕上げ可能な寸法を算出し、この材積に天然乾燥後の板材の材積を除することで天然乾燥による歩留まりを計算した。その結果、平均で82%の結果となった。一般に広葉樹は狂いが大きく、修正加工に要する歩増しも大きいといわれている。製材工場によって違いはあるが、スギの間柱は一般的に、厚さ方向で7mm程度、幅方向で15mm程度の歩増しを行っている。ユリノキの

場合、幅反りは92%が7mm以下、曲がりはずべてにおいて15mm以下でありこれらについては問題ないと考えられるが、捻れについては、平均で9.8mmあり今後検証していく必要がある。

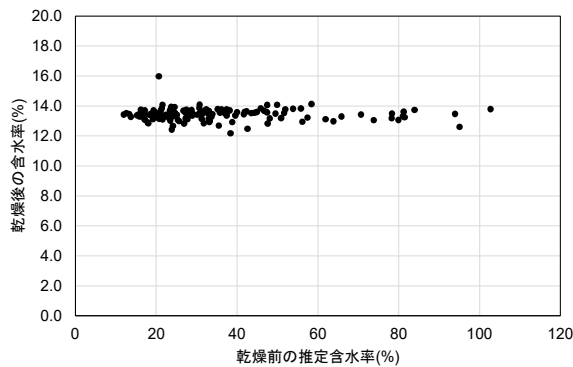


図1 乾燥前後の含水率の関係

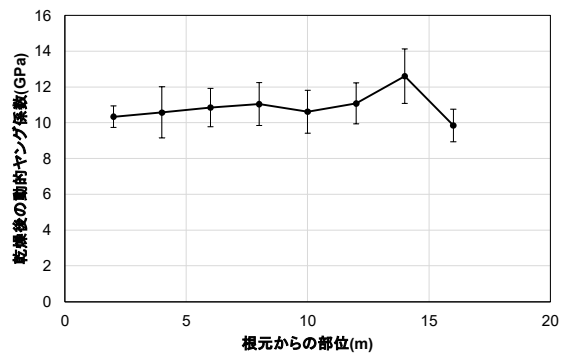


図2 根元からの部位と乾燥後の動的ヤング係数の関係

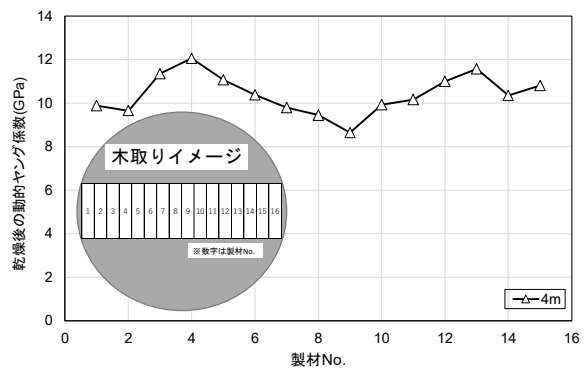
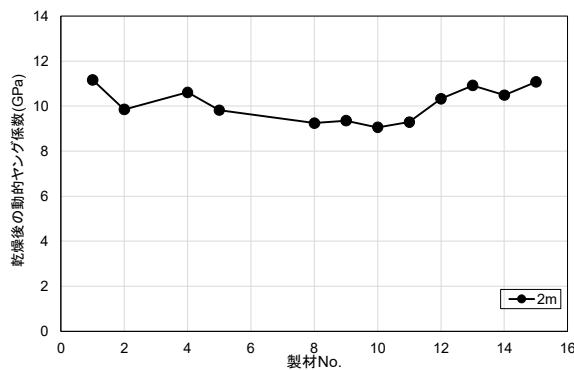


図3 1番玉および2番玉から採材した板材の乾燥後の動的ヤング係数

表1 天然乾燥による狂いおよび歩留まり

	幅反り (mm)	反り (mm)	曲がり (mm)	捻れ (mm)	歩留まり (%)
平均値	3.5	4.6	0.6	9.8	82
最大値	11.0	20.0	4.0	31.0	100
最小値	0.0	0.0	0.0	2.0	39
変動係数	65	71	135	51	14

4 結果の要約

天然乾燥を行ったユリノキの板材について、各種物性の調査を行った。天然乾燥後の含水率は平均14%程度で、ばらつきも少なく良好に乾燥できた。また、動的ヤング係数は材長方向および半径方向による差は小さい傾向にあった。狂いについては、スギ間柱と同様な歩増し寸法で十分に加工が行える程度のものとなった。

[キーワード] ユリノキ、天然乾燥、含水率、狂い、早生樹

5 今後の問題点と次年度以降の計画

人工乾燥を実施した材料の強度や歩留まり等を解明する。

6 結果の発表、活用等

日本木材加工技術協会年次大会にて発表予定。(2021年9月)。

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
新たに発生したシイタケ害虫の生態と防除対策の解明
原木栽培におけるキノコバエ類の防除対策

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：加藤 徹、中田理恵

協力分担：－

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ生産の現場では、キノコバエ類をはじめとして、様々な害虫が多く発生するようになり生産者を悩ませている。また、既知の害虫でも、シイタケ生産では研究が進んでいないことや化学農薬がほぼ使用できないことなどから、防除法がないことが多い。そのため、現実的な防除法がないシイタケ害虫について、生態解明を行い薬剤に頼らない防除対策の開発を目的とする。

この細目課題では、原木栽培の害虫で、特に研究が進んでいないフタモントンボキノコバエ（フタモン）やナカモンナミキノコバエ（ナカモン）の防除法開発を目的とする。これまでの調査の結果、シイタケへの産卵は、フタモンは夕暮れ時、ナカモンは夕暮れから夜半にかけて行うことが分かったため、本年はその期間にほだ木に照明を当てることにより産卵防止が可能であるかを確かめる基礎的な試験を行った。

2 方法

森林・林業研究センター構内のシイタケほだ場において、試験区（照明試験区）はLEDライトによりほだ木に照明を当てた。ライトから90～140cm離れた場所のほだ木上のシイタケについて、5分間隔で下側から撮影した。また、試験区から約10m離れた場所のほだ場の任意のシイタケに対しても、同様の撮影を行った（対照区）。撮影はシイタケが発生して間もない頃から、変色し始めるまで継続し、2020年11月28日から同年12月11日の2回行った。試験には各試験区ごとに2台ずつのデジタルカメラを使用した。2回目には2台のカメラが盗難に遭い、そのデータは回収できなかった。なお、各カメラごとに3～5個のシイタケが写るように設置した。

撮影期間が終わったら、フタモンとナカモンについて、各映像のシイタケに止まっている数を計数した。また、撮影されたシイタケを割って、中にあるキノコバエ類の幼虫を計数した。

3 結果の概要

フタモンとナカモンについて、照明試験区と対照区のそれぞれの撮影数について図1に示す。両種とも照明試験区の方が撮影数が少なかった。しかし、両種とも飛来してシイタケに止まった状態の写真は確認できたが、産卵行動が写っているものはなかった。また、両試験区ともシイタケの中にキノコバエ類の幼虫は全く確認できなかった。そのため、今回の試験からは、両キノコバエの飛来は照明により減らせる可能性があったが、産卵防止の効果までは検証できなかった。

なお、今回の試験期間中に降雨はほとんどなく、シイタケはかなり乾燥しておりキノコバエ類の産卵対象には適さなかったものと考えられた。

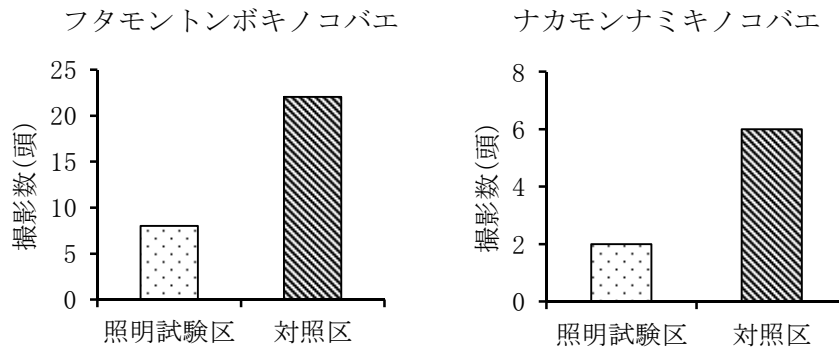


図1 シイタケほだ木に対し照明の有無によるキノコバエ2種の撮影数
5分間隔の撮影による2回の試験の合計値。

4 結果の要約

フタモントンボキノコバエとナカモンナミキノコバエに対し、ほだ木に照明を当て産卵防止できるか試験した。その結果、両種とも飛来数は減る可能性があったが、産卵防止できるかは検証できなかった。

〔キーワード〕 シイタケ、原木栽培、害虫、フタモントンボキノコバエ、ナカモンナミキノコバエ

5 今後の問題点と次年度以降の計画

今後も試験を継続し、産卵防止の効果を検証していく。

6 結果の発表、活用等

今回は十分な成果が得られなかったが、今後成果が得られたら学会等で発表するとともに、出前講座や現地指導等で生産者に対し普及していく。

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
シイタケ栽培における害虫の被害防除技術の開発
ナラ枯れ防除試験

担当部署名：静岡県農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担当者名：加藤 徹、中田理恵

協力分担：中部農林事務所

予算(期間)：県単（2018-2022年度）

1 目的

シイタケ栽培に使われるナラ類が枯れてしまうナラ枯れに対し、その防除対策として被害木を伐倒しチップ化やくん蒸処理する駆除がしばしば行われているが、予防対策はほとんど行われていない。現在の予防対策としては、殺菌剤の樹幹注入やカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）を捕獲するカシナガトラップなどがあるが、いずれも経費や作業性に難点があり、普及が進んでいない。

この細目課題では、安いコストと簡易な作業でカシナガを大量捕獲し、ナラ枯れを予防する手法の確立を目的とし、当センターで開発したトラップによる効果について検証した。今年度は、ナラ枯れが終息するまでの5ヶ年の結果について総括する。

2 方法

試験地は、静岡市駿河区古宿の遊木の森の標高170～220mのコナラ林約2.0haに設定した。同コナラ林は2015年に初めてのナラ枯れ被害が発生し、24本が枯死した。試験は2016年から開始し、2020年まで続けた。

試験にはクリアファイル1枚と1/4を使って作成したTrunk Window Trap (TWT、2014成績概要集)を使用した。試験はではまず経路沿いのコナラ約190本の幹にTWTを1基ずつ設置した。設置は毎年5月末に行い、捕獲された虫の回収は6月までは約1週間ごとに、7月以降は2週間ごとに8月末か9月初めまで継続し、試験木・回収日ごとにカシナガの捕獲数を計数した。なお、捕獲虫の回収の際、カシナガが極端に多く捕獲されたコナラに対しては、高さ2m以下の幹にその太さに応じてTWTを2～9基を追加設置した（本格設置）。なお、2017年には試験木のカシナガ穿入孔の数を計数した。

試験期間中にTWT設置木以外も含めて試験地の範囲内で枯死木（ナラ枯れ木）が発生した場合、その本数を記録した。なお、枯死木は中部農林事務所で伐採を行ったが、カシナガの駆除は実施しなかった。

3 結果の概要

今年度は16291頭のカシナガが捕獲されたが、多いとき（2018年）の4%にすぎず、枯死木もここ2年続けて発生しなかったことから、ナラ枯れはほぼ終息したものと考えられた（図1）。ナラ枯れが発生した2015年から枯死木は47本発生したが、試験地の胸高直径20cm以上のコナラは650本（3箇所標準地調査の結果）あることから、被害期間を通しての枯死率は7%、TWTを設置した期間では4%と低く抑えることができた可能性があった。

カシナガがある年に大量に捕獲できた木は、それ以外の年ではほとんど捕獲されない傾向があった（図2）。また、カシナガの捕獲数と穿入数には相関があった（図3）。カシナガが穿入すると、材内に変色域が形成されるが、この変色域がある程度広がった木には、その翌年以降カシナガがほとんど穿入しないことが知られている。そのため、TWTにより多く捕獲された木には枯れない程度にカシナガが穿入して変色域が形成され、翌年以降その木では捕獲されなくなった（カシナ

ガが穿入しようとしなかった) ものと考えられた。これらのことから、TWT 設置によりカシナガを多く捕獲するとともに一部を物理的に穿入阻止することにより、枯れる木を減らす可能性があった。また、同時にコナラの幹に変色域ができることにより、翌年以降に枯れにくくする効果がある可能性もあった。しかし、被害を終息させるためには、数年継続する必要があると考えられた。

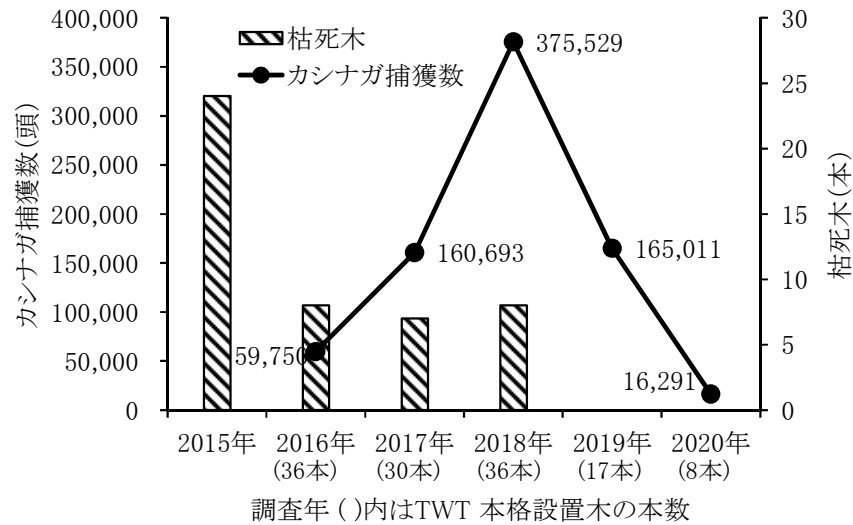


図 1 TWT によるカシノナガキクイムシ捕獲数と枯死木本数

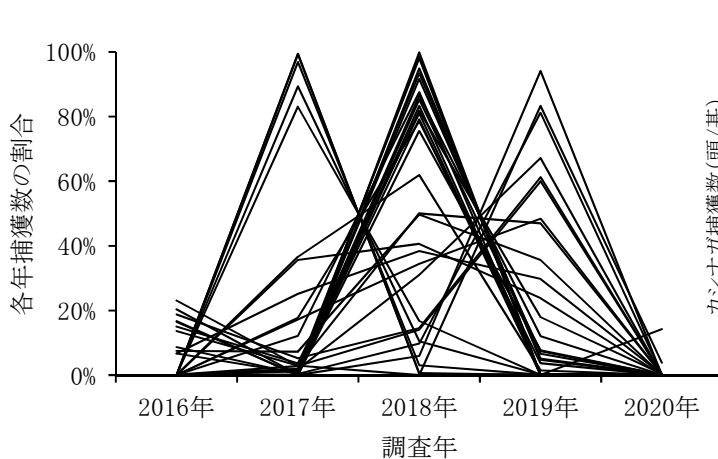


図 2 5000 頭以上捕獲されたコナラ 32 本の各年捕獲割合の推移

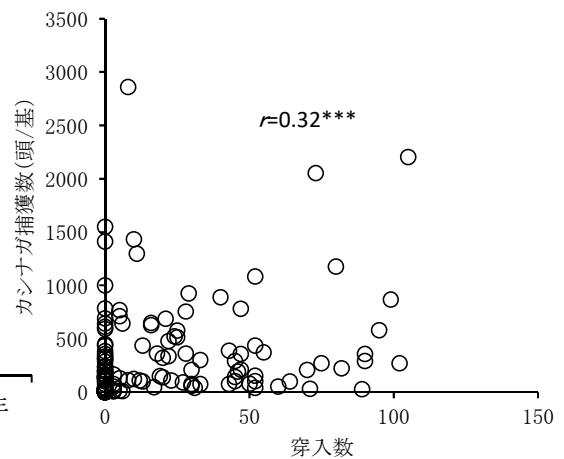


図 3 各試験木の穿入数と TWT1 基当たりのカシノナガ捕獲数 (2017 年)

4 結果の要約

2.0ha のコナラ林に TWT を設置してカシナガを捕獲する試験を 2016 年から続けた。2020 年は多いときの 4% しか捕獲されず、2 年間枯死木が発生せず、ナラ枯れは終息したものと考えられた。TWT により枯死木を減らし、翌年以降枯れにくくさせる効果がある可能性があった。

[キーワード] ナラ枯れ、カシノナガキクイムシ、Trunk Window Trap、予防

5 今後の問題点と次年度以降の計画

ナラ枯れが終息するまでのデータがとれたため、今後は普及に努める。

6 結果の発表、活用等

結果は出前講座等で普及する。なお、この成果は、コナラの多い公園などで特に活用できると考えられる。

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
密度管理技術の開発

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

協力分担：浜松土木事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

中東遠“ふじのくに森の防潮堤づくり”の推進及び浜松市域の防潮堤造成に伴い、山土盛土の植栽基盤に大規模な一斉植栽が行われている。多く植栽されているクロマツは陽樹であるため、今後防風効果の高い下枝の枯れ上がり等を防ぎ、健全に生育させていくためには、適切な密度管理が必要である。適切な林分密度は地域の環境条件によって異なるとされるが、静岡県の海岸林で山土の植栽基盤に大規模に植栽した事例はこれまでない。

本研究では、植栽から短期間の間伐の省力化、クロマツ下枝の保存による健全な成育のため、山土基盤の海岸林の適切な植栽密度について比較検討する。

2 方法

2019年2月に、浜松市南区江ノ島町の浜松市沿岸域防潮堤造成地の陸側に植栽密度を変えたクロマツを植栽した。植栽密度は、現在のクロマツの陸側植栽基準である5,000本/ha(高密度)、樹高8mで相対樹高0.8枝下高4mの立木密度である3,000本/ha(中密度)、樹高9mの同水準である1,500本/ha(低密度)の3パターンを設定し、海岸線と平行に高さ1mの防風工がある箇所とない箇所とでそれぞれ1反復ずつ40m×17mの区画を造成した(表1)。また、海側植栽基準である10,000本/haの試験区を今年度から設定した(植栽は他の試験区と同様)。これらクロマツの樹高、根元径、枝下高を、2020年12月に調査した。

表1 試験区と調査本数

試験区	植栽密度 (本/ha)	調査本数 (本)	内枯死数 (本)
低密度(防風工無)	1,500	36	5
中密度(防風工無)	3,000	70	6
高密度(防風工無)	5,000	120	5
低密度(防風工有)	1,500	42	0
中密度(防風工有)	3,000	84	5
高密度(防風工有)	5,000	160	7
海側	10,000	100	2

※枯死数は2020年12月時点

※枯死した個体のデータはグラフ作成時に除外した

3 結果の概要

樹高と根元径については、高密度(防風工無)区で成長が悪かった(図1、図2)。また、枝下高については枯れ上がりはまだ確認されていなかった。

今年度はまだ植栽木同士の間隔が十分空いているため試験区間の差が出ていないと考える。そのため、今後も継続した調査が必要となる。

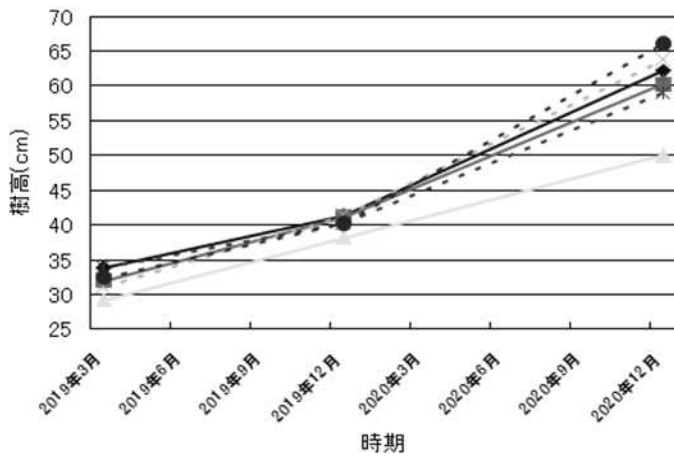


図1 樹高の推移（平均）

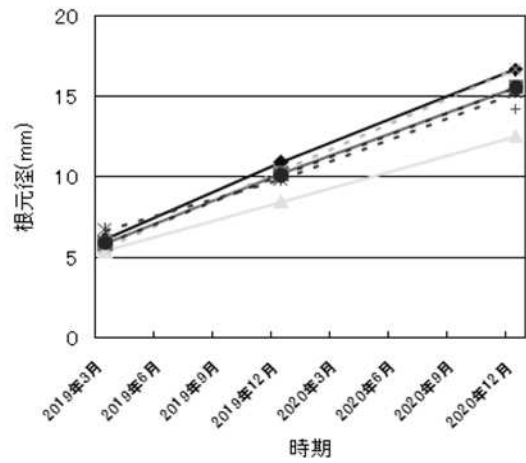


図2 根元径の推移（平均）

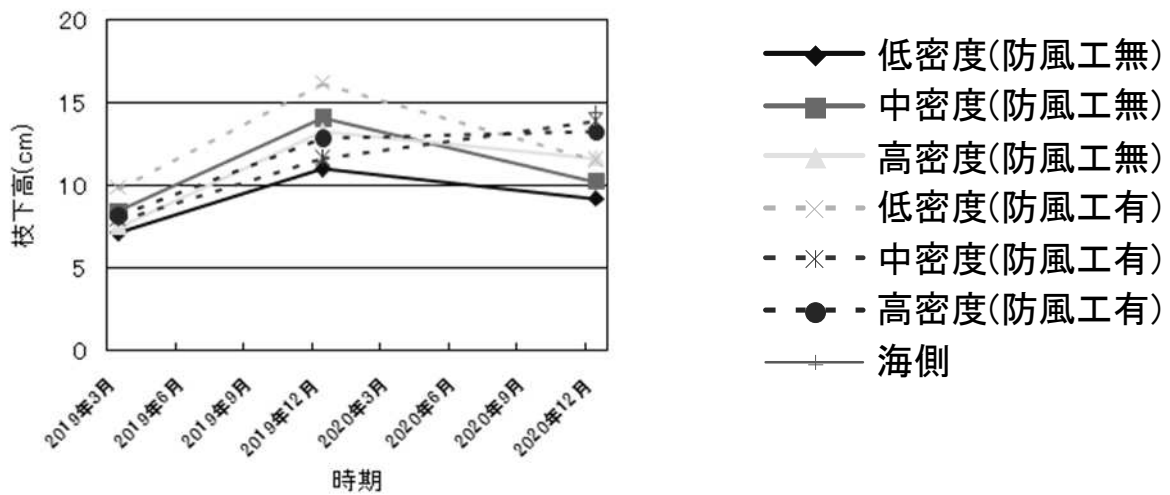


図3 枝下高の推移（平均）

4 結果の要約

- ・本年度の調査では、植栽密度による成長量の違いは現れていなかった。
- ・変化は植栽木の枝同士が接触するようになってからだと思われる。

[キーワード] 海岸防災林造成、植生密度、クロマツ

5 今後の問題点と次年度以降の計画

クロマツの成長量について、引き続き調査を行う。

6 結果の発表、活用等（予定を含む）

事業関係事務所等に情報提供を行う。

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

松くい虫予防対策開始時期の検討

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：加藤 徹、福田拓実

協力分担：中遠農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

遠州灘海岸では新たな防潮堤造成に伴い抵抗性マツが盛んに植栽されている。一般に、若齢で樹高が低いマツは松くい虫（マツ材線虫病）にかかりにくいといわれているが、具体的に何年生または樹高がどの程度になったら被害が始まるのか、具体的な数値は明らかになっていない。

昨年度の調査では、ごく一部では2年生でも被害があり、3年生ではマツノマダラカミキリ幼虫の生息も確認された。今年度は、昨年度の被害地のその後の経過を調査するとともに、新たな地域を調査し、枯死被害がいつ頃から発生するのかを明らかにする。また、枯死木は周囲への感染源となる可能性があるが、幼齢木におけるマツノマダラカミキリの発生を調査する。これらの結果から、薬剤の予防散布の開始時期や駆除の必要性について明らかにすることを目的とする。

2 方法

調査地は、西遠地域（浜松市）と中遠地域（掛川市、袋井市）の新たに造成された防潮堤上に植栽されたクロマツ林とした（表1）。そのうち、西遠地域は今年度初めて調査し、中遠地域は昨年度の調査で被害が見られた場所の周辺でのみ調査した。

調査は、2021年1月に行った。調査地は、樹齢ごとの林分の大きさによりそれぞれ1～3箇所を設定し、そのうちの1箇所はその林分で最も被害が大きい場所とした。調査地では、任意の100本のクロマツについて枯死状況を調べたほか、30本を抽出し樹高を測定した。枯死した木については、葉が萎凋症状を示し赤茶色に枯死しており、枝を調べてマツノマダラカミキリの後食痕があるものをマツ材線虫病と判断した。なお、枯死木は粗皮を剥ぐなどしてマツノマダラカミキリの生息状況を調査し、太い枝1本からベールマン法によるマツノザイセンチュウの検出を行った。

なお、調査地のうち掛川市の調査地（掛川市沖之須）だけは、2020年6月に松くい虫の薬剤散布が行われている。

昨年度の調査で見つかった3年生の被害木については、2019年11月にマツノマダラカミキリ幼虫の加害枝を採取し、網室に入れておいた。その後、2020年秋に割材し、マツノマダラカミキリがどのステージまで発育したのかを調査した。

3 結果の概要

調査の結果、西遠地域では松くい虫被害は少なく、4年生の3箇所（27%）で10%以下の被害が見つかったただけであった（図1）。中遠地域では3年生でも2箇所、5年生では5箇所（83%）で被害があった。しかし、いずれも被害率は10%以下と低かった。西遠地域も周囲に激害のクロマツ林（成木）が多くあったが、中遠地域に比べ被害が少なかったのは、クロマツの成長が悪くマツノマダラカミキリの好むような大きさになっていない可能性があった（表1）。そのため、薬剤による松くい虫予防散布は、樹齢で判断するよりも樹高で判断し、それが2m程度以上になる頃から必要になると示唆された（図2）。

西遠地域では50%の枯死木からマツノザイセンチュウが確認されたが、マツノマダラカミキリ幼虫は全く確認できなかった。中遠地域では、4年生以上のほとんどの枯死木からマツノザイセ

ンチュウが確認されたが、マツノマダラカミキリは5年生の枯死木の一部（31%）で見つかったに過ぎなかった（図3）。

昨年枯死した3年生クロマツに生息していたマツノマダラカミキリ幼虫は、その多く（75%）が羽化・脱出にまで至らず、材内で死んでいた（表2）。このため、餌資源が少なく、材が乾燥しやすい幼齢木では、マツノマダラカミキリの生存率は低い可能性があった。また、1本の枯死木に生息可能な個体数も成木に比べ少ないため、駆除の必要性は高くないものと考えられた。

表1 調査地の箇所数とクロマツの平均樹高

地域	西遠地域		中遠地域		
	樹齡	樹高(cm)	袋井市	掛川市	樹高(cm)
2年生	3	60			
3年生	3	97	4		166
4年生	8	164	1	2	204
5年生	3	195	3	3	235
7年生	1	235			

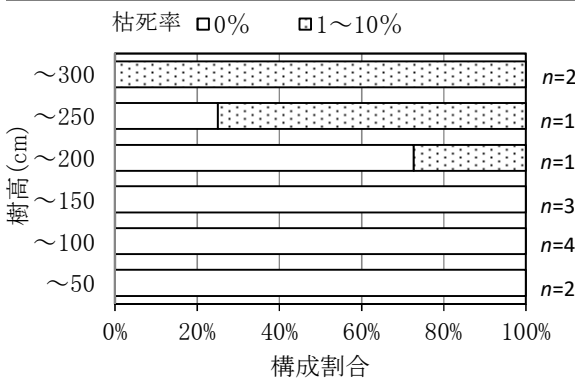


図2 西遠、中遠地域の樹高階ごとの枯死率の構成割合

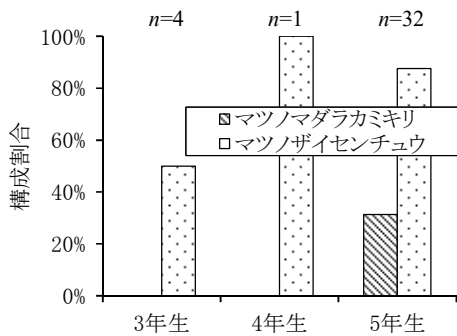


図3 枯死木における樹齡ごとのマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウの検出割合

4 結果の要約

新しく造成された防潮堤に植栽された抵抗性クロマツの松くい虫被害は、西遠地域では僅かだったが、中遠地域では被害率は低いものの多くの場所で発生していた。予防散布は、樹齡より樹高が2m程度以上になると必要になると考えられた。

[キーワード] 松くい虫、マツ材線虫病、マツノマダラカミキリ、クロマツ、防除

5 今後の問題点と次年度以降の計画

被害が今後どのように推移していくのか、経過観察していく必要がある。

6 結果の発表、活用等

成果は各マツ林の管理者に報告するとともに、学会等で発表する。

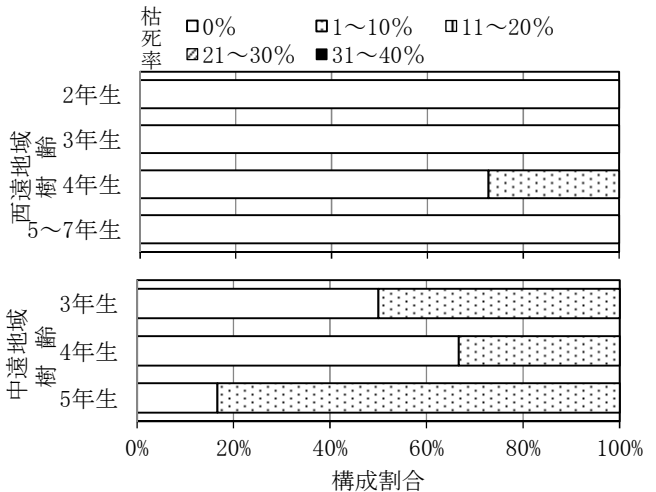


図1 各地域のクロマツ樹齡ごとの枯死率の構成割合

表2 3年生枯死木におけるマツノマダラカミキリの最終形態と生息していた枝の直径

最終形態	頭数	枝の平均直径 (mm、±SD)
樹皮下幼虫	7	17.9 ± 4.4
蛹室幼虫または蛹	2	24.0 ± 1.4
脱出成虫	3	18.3 ± 0.6

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

海岸防潮堤の下刈りの有無による植栽木の生育状況

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担当者名：福田拓実、加藤 徹

協力分担：浜松土木事務所、中遠農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

中東遠“ふじのくに森の防潮堤づくり”の推進および浜松市域の防潮堤造成に伴い、山土盛土の植栽基盤に大規模な一斉植栽が行われている。山土盛土の植栽基盤は砂地に比べて水分ストレスが緩和される、飛砂が少ないといった利点があるが、一方で植栽地によってはモリシマアカシア（以下「アカシア」という）のような雑草木が繁茂しているといった課題がある。

海岸の厳しい環境では、こうした雑木が陽樹のクロマツを被圧している可能性もある。また、雑草木の落葉落枝が養分を斜面上に留めている可能性がある一方で、養分を雑草木にとられている可能性もある。これらを明らかにするため、今年度は山土盛土に繁茂する雑木が若齢期時点でのクロマツを被圧しているかを検証する。

2 方法

(1) アカシアの影響調査

昨年度の植生調査でクロマツ植栽地に侵入した植物種のうち、唯一植栽木への被圧の恐れがあるアカシアについて影響調査を実施した。試験区は、約40m×20mの防潮堤陸側の法面に設定した。アカシアの繁茂が著しい場所（試験区内約17本。アカシア多）、アカシアの繁茂が少ない場所（試験区内約4本。アカシア少）、その中間（試験区内約9本。アカシア並）を3区画ずつ設定した。なお、アカシア少の試験区は天端に防風工があった。

これらの試験区について、2019年11月、2020年3月、2020年9月にアカシアを伐採した。また、2020年3月と同12月に樹高を測定し、2020年12月には伐採後の萌芽量を確認した。

(2) 下刈りとクロマツの成長

掛川市沖之須のふじのくに森の防潮堤施行地（2016年度植栽）において、2019年9月及び2020年9月に8m四方の試験区4箇所について下刈りを実施した。そして、無処理の対象区（以下、「未実施区」という）4箇所を含め、クロマツの樹高と根元径を計測した。計測は2019年9月、同12月、2020年12月に実施した。

3 結果の概要

(1) アカシアの影響調査について

クロマツの成長量を確認したところ、初期のアカシア少の試験区で成長量が大きかった（図1）。なお、アカシア少の試験区と他の試験区の成長量には有意差があった（ $p < 0.05$ ）。しかし、初期アカシア量の少ない試験区は防風工のある区画のため、この差は防風工の有無が影響している可能性もある。また伐採時期と成長量に相関は見られなかった。

萌芽量は伐採後の放置期間の長い11月が3月よりも萌芽数が少なかった（表1）。このことから、伐採時期は冬よりも晩夏から初秋がよい可能性があるが、2020年9月伐採の結果をみてから判断する必要がある。また、萌芽箇所について調査したところ、切り株から萌芽したものが22本、それ以外が16本となり、アカシア類に見られる根萌芽だけでなく、切り株以外からも発生していることが確認された。

(2) 成長量調査について

下刈り実施区と未実施区の差は、伸長量はほとんど差が無く、肥大量は実施区の方がやや大きいものの有意差は無かった ($p>0.05$) (図2、図3)。このことから、9月実施の下刈りは効果が薄いことが分かった。今後、クロマツが成長する前である4月上旬に実施するなど、下刈り時期を変更して調査を実施する必要がある。

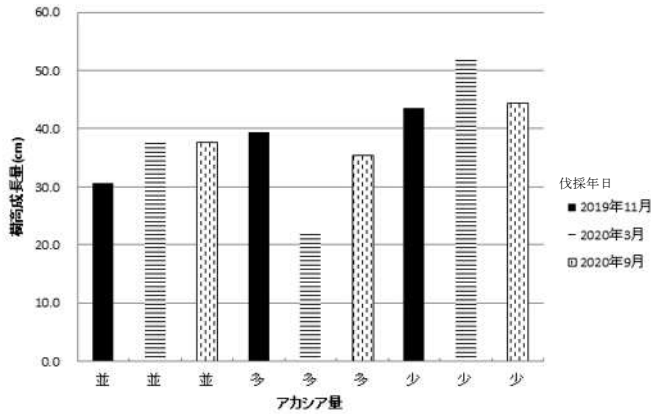


図1 アカシア伐採時期と量毎のクロマツの成長量

表1 試験区毎の萌芽量

伐採年日	アカシア量 (初期)	防風工	萌芽数(本)	
			1.5m以下	1.5m以上
2019.11	多	無	4	2
2019.11	並	無	0	4
2019.11	少	有	1	3
2020.3	多	無	7	9
2020.3	並	無	4	2
2020.3	少	有	0	1
2020.9	並	無	0	0
2020.9	多	無	1	0
2020.9	少	有	0	0

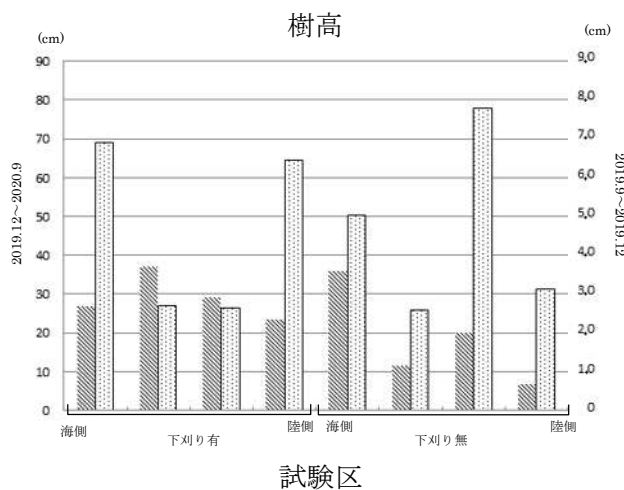


図2 下刈りの有無による成長量(樹高)

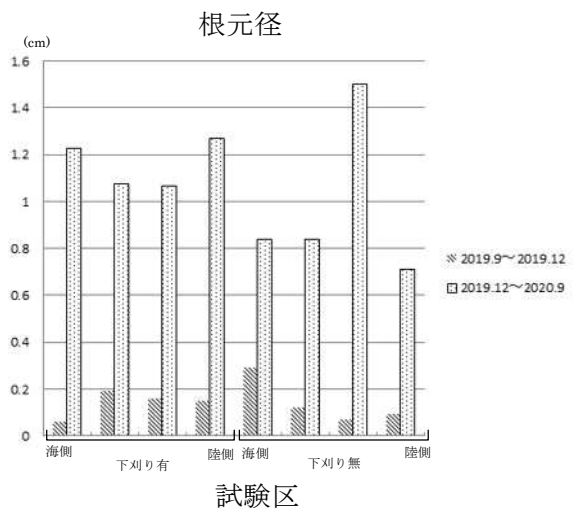


図3 下刈りの有無による成長量(根元径)

4 結果の要約

- ・アカシアの伐採時期とクロマツの成長量に相関は見られず、被圧の程度は不明であった。
- ・萌芽量は時期差があり、伐採適期がある可能性が示唆された。
- ・9月の下刈りはクロマツの成長に与える影響は小さい。

[キーワード] 下草、海岸防潮堤、クロマツ、下刈り

5 今後の問題点と次年度以降の計画

下刈りの必要性については、下刈り時期を変えて調査する。アカシアの萌芽を防ぐ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2年度日本海岸林学会米子大会(オンライン開催)にて口頭発表した。事業関係事務所等に情報提供を行う。

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

防潮堤及び防災林造成による風の影響調査

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：福田拓実、加藤 徹

協力分担：森林保全課、中遠農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

中遠地域では、平成26年度から沿岸4市の嵩上げ盛土等と連携し、海岸防災林の再整備を行っており（計画延長19.8km）、再整備の延長、幅員ともに非常に大規模であることから事業の効果を県民に分かりやすく説明する必要がある。しかし海岸防災林の機能の経年変化を植栽以前から調査した事例はないため、植栽木の成長により防災機能がどのように変化するかを長期的で継続的に観測・評価する。

2 方法

(1) 風向風速の調査

ふじのくに森の防潮堤づくり事業対象地のうち、令和3年度に造成予定の掛川市大淵の海岸を対象に風向風速計を設置した。設置箇所は嵩上げ盛土（以下「防潮堤」という）予定地よりも海側及び陸側と、その中間（以下「天端」という）の3箇所とし、風向風速計が地面から2mの位置になるよう設置した。なお、設置箇所は防潮堤が造成されていないため、比較として掛川市沖之須（風向風速計設置箇所から約2km西側）の防潮堤よりも陸側にも風向風速計を設置し、防潮堤の効果を検証した。

(2) 飛砂・飛塩量の調査

昨年度飛砂の影響が強かった掛川市浜野（風向風速計設置箇所から約2km東側）において飛砂飛塩捕捉器（図1。以下「捕捉器」という）を設置し、飛砂量、飛塩量の調査及び防潮堤の有無による飛砂飛塩の変化量を検証した。捕捉器を防潮堤よりも海側と陸側の2箇所に設置し、それぞれの箇所で捕捉器は方向を汀線と平行に1台、直行に1台設置した。

台風による効果も検証するため、台風接近の前日に捕捉器を設置し、48時間後（台風通過後）に回収した。今年度は台風の接近が2回（9月25日と10月11日）あった。比較のため12月下旬にも同じ条件で設置、回収をした。また、対照として防潮堤が造成されない掛川市浜野の竜今寺川河口付近でも同様の試験を行った。

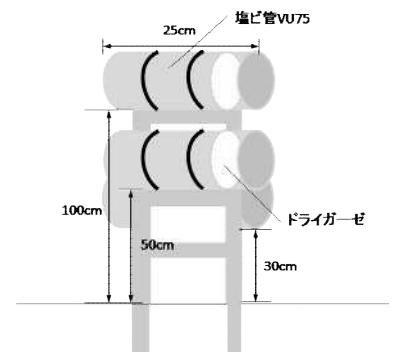


図1 捕捉器

3 結果の概要

(1) 風向風速の調査

2020年12月2日から2021年1月24日までの風向頻度は図2のとおりである。いずれの箇所でも西から北西の風が卓越し、防潮堤造成の影響は小さいことが分かった。一方で同時期の風速については図3のとおりとなった。風速、突風の強さ（1回の計測期間(10分)中の最も速い風）共に防潮堤未造成地が海岸線からの距離によって大きく変わらないのに対し、防潮堤陸側は半分程度となり事業の効果によって風が弱まっている可能性があるが、結論は風向風速計設置箇所に防潮堤が造成されてから改めて検討する必要がある。

(2) 飛砂・飛塩の調査

飛砂、飛塩共に9月の値が一番小さかった(図4、図5)。また、海側の飛砂量は12月が台風時期よりも大きいという結果になった。台風接近時に最も風の強い24時間の平均風速は9月が8.1m/s、10月が11.9m/sであった。2020年12月2日から2021年1月24日までの平均風速が9.2m/sであったことから、今年度の台風の影響は小さくこのような結果になったと考えられる。

防潮堤の効果については、12月の飛砂、飛塩量はいずれも防潮堤区が対照区に比べて陸側の減少量が大きいという結果になった。このことから、通常の季節風については事業の効果が発揮される可能性が示された。中でも飛塩量については台風時期も防潮堤区が対照区に比べて陸側の減少量が大きかった。すなわち、海からの潮風を防潮堤が遮ることで陸側の飛塩量が小さくなったと考えられる。台風時期の飛砂量については対照区と防潮堤区の陸側の減少率が対照区で大きくなり、9月では防潮堤区において陸側が海側よりも大きくなるという結果になった。全体としても同時期の飛砂量が防潮堤区と対照区とでばらつきがあることから、この結果は捕捉器設置箇所で舞い上がった砂を捕捉していると考えられる。

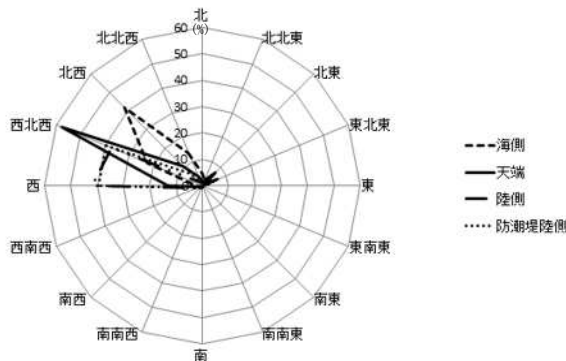


図2 設置箇所毎の風向頻度(12月~1月)

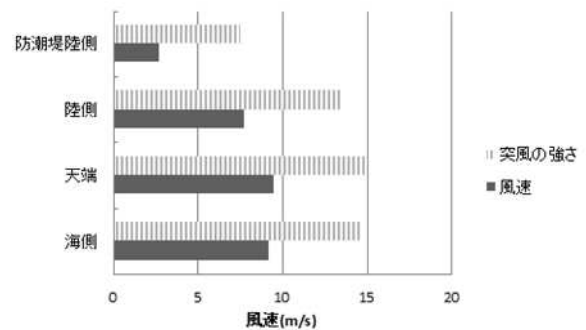


図3 設置箇所毎の風速(期間平均)

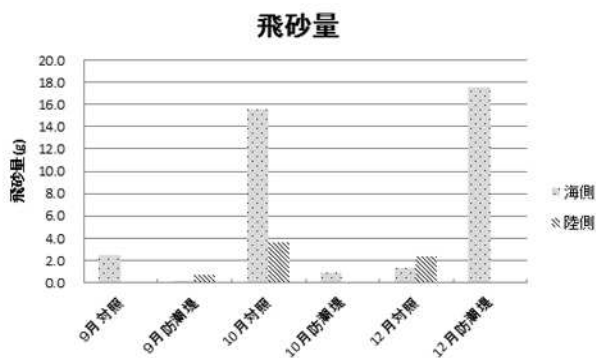


図4 時期別の飛砂捕捉量

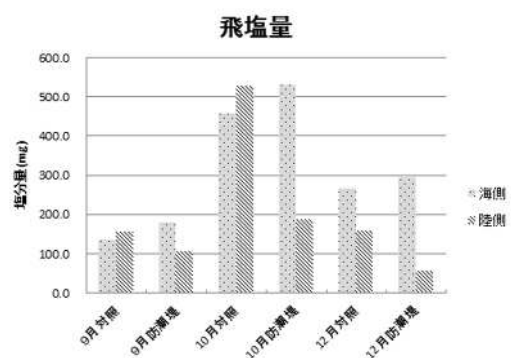


図5 時期別の飛塩捕捉量

4 結果の要約

- ・風向頻度は防潮堤の効果をあまり受けていなかったが、風速は防潮堤造成地が低いという結果になった。
- ・飛砂、飛塩共に事業効果により値が低くなる傾向にあった。

[キーワード] 飛砂飛塩、風向風速、台風、嵩上げ盛土、海岸防潮堤

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き調査を継続する。特に台風時の影響については来年度以降のデータ収集に努める。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

事業関係事務所等に情報提供を行う。

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

根系成長の生育状況の検証

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：福田拓実

協力分担：浜松土木事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

中東遠“ふじのくに森の防潮堤づくり”の推進および浜松市域の防潮堤造成に伴い、山土盛土の植栽基盤に大規模な一斉植栽が行われている。盛土部では造成時に土を重機で締め固めるため、植栽しても根系の成長が阻害され、海岸の過酷な環境とあいまって植栽木が成長しないことが懸念される。土壌が硬すぎて根系が伸長していない場合も、周囲をかき起こすことで根系の発達に寄与するとの報告があるため、植え穴のサイズによる根系の伸長、地上部の発達や健全度について試験調査をする。

2 方法

(1) 植え穴サイズによる成長量の調査

2017年6月に、浜松市西区篠原町の浜松市沿岸域防潮堤造成地の陸側に、防潮堤造成後に土をそれぞれ10cm×10cm×10cmほぐした試験区(以下10cm試験区)、30cm×30cm×30cmほぐした試験区(以下30cm試験区)、60cm×60cm×60cmほぐした試験区(以下60cm試験区)の植え穴の中央に同サイズのクロマツのポット苗を植栽した試験区をそれぞれ10箇所ずつ設定した。植栽時と、2018年6月、2019年1月、2019年12月、2020年12月に樹高及び根元径を計測した。さらに、目視で針葉の状態を確認し、健全度を評価した。

(2) 土壌条件による成長量の調査

袋井市湊の植栽木の成長量が悪い箇所について土壌調査を実施した。2018年に植栽したクロマツについて、2020年8月24日に樹高を計測した。その中で成長が悪い箇所と成長量が良い箇所を海側陸側それぞれで1箇所ずつ計4箇所を試験区に設定した。設置した試験区で、2020年8月27日から9月7日までの12日間(この間降雨は1日のみ)と、10月8日から10月19日までの12日間(この間降雨は3日)に土壌水分量の変化をテンシオメーターで計測した。また、令和2年12月には、長谷川式土壌貫入計を用いて試験区の土壌硬度を計測した。土壌硬度は対照区として平成27年度に植栽し、植栽木が順調に生育している(クロマツの平均樹高2m以上)掛川市沖之須でも計測した。

3 結果の概要

(1) 植え穴サイズによる成長量の調査

2019年に60cm試験区が樹高、根元径ともに他の試験区よりも大きく成長したが、2020年には1年間の成長量に試験区間で大きな差は無かった(図1、図2)。また、10cm試験区と30cm試験区との比較では、2020年の1年間で10cm試験区が30cm試験区よりも樹高で約10cm、根元径で約4mm成長に優れる結果になった。目視での確認の結果、2020年12月時点で、全ての個体で針葉が緑色であり、健全であると評価した

(2) 土壌条件による成長量の調査

樹高調査の結果、海側で状態の良い試験区で平均124.6cm、悪い試験区で64.2cmであった。陸側では状態の良い試験区で平均139.7cm、悪い試験区で58.4cmであった。この値は海側、

陸側共に統計的有意差があった ($p < 0.05$)。2回の土壌水分調査の結果、値としてはクロマツの成長状態の良い試験区が大きいという結果になったものの、明確な差は確認できなかった(表1)。そのため、土壌貫入計を用いて土壌の深さごとの硬度を対照区を含めて測定したが、試験区毎の差は確認されなかった(図3)。土壌の硬度は15回の貫入試験でも合計5cm程度しか貫入計が入らず、対照区を含めて全ての試験区で非常に硬かった。さらに対照区は深くなるにつれて土壌硬度が増すのに対し、その他の試験区ではグラフがほぼ直線となり、地表面から非常に硬いという結果になった。成長量の違いは土壌の水はけや硬度には無い可能性が示唆された。

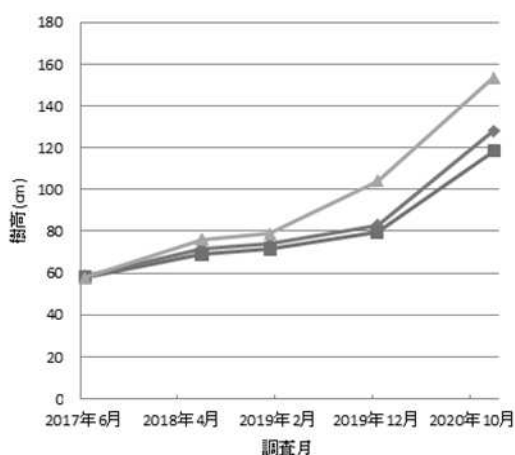


図1 各試験区の樹高(平均)

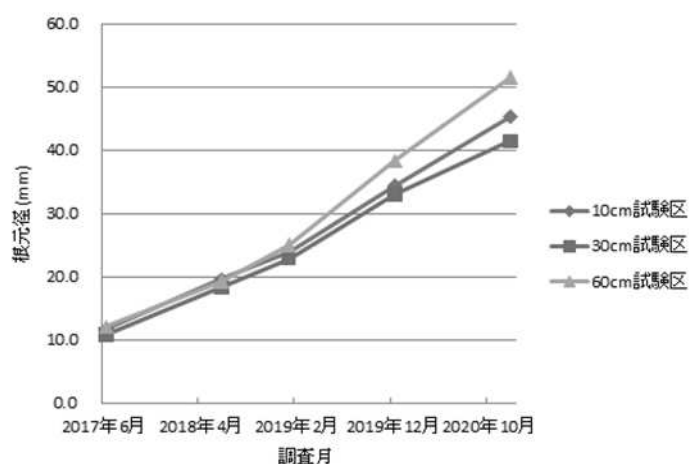


図2 各試験区の根元径(平均)

表1 土壌の水ポテンシャル

調査箇所	クロマツ状態	水位(cm)	
		1回目	2回目
陸側天端	良	0.8	1.3
	悪	0.8	1.0
海側天端	良	2.0	1.3
	悪	0.5	0.8

※水位の値が大きいほど水はけが良い

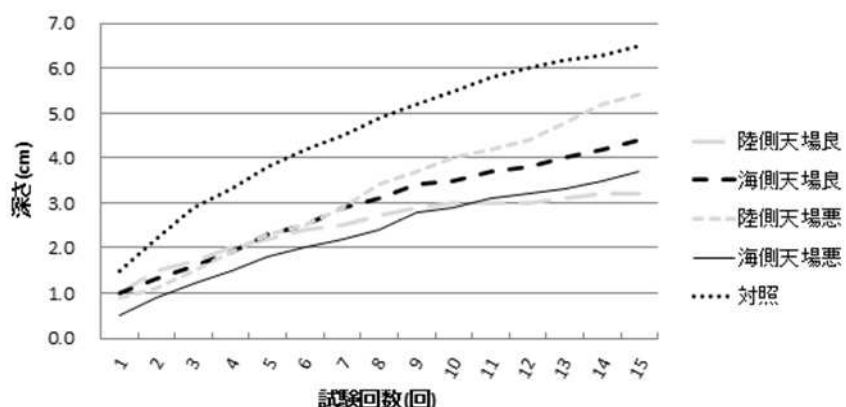


図3 土壌貫入試験結果

4 結果の要約

- ・山土を盛土した防潮堤においては、3年半経過時点で全ての植え穴で1年間の成長量が変わらなかった。
- ・袋井市のクロマツの成長量差は土壌の硬度や水分条件によるものではない可能性がある。

[キーワード] 海岸防災林造成、クロマツ、植え穴、土壌硬度

5 今後の問題点と次年度以降の計画

今後も引き続きモニタリングを行う。植え穴試験については来年度には採土円筒等を用いて根の現状を調査する予定。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

事業関係事務所等に情報提供を行う。

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究

誘引による捕獲の高効率化に関する研究

皆伐地に誘引されるシカを捕獲（皆伐・植栽地周辺でのシカ行動調査）

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：大場孝裕、竹内 翔

協力分担：天竜森林管理署、森林整備課

予算(期間)：県単（2016-2020年度）、国庫（2016-2020年度シカによる森林被害緊急対策事業）

1 目的

県産木材の供給源である人工林の主伐再造林促進を図る上では、植栽木を加害するニホンジカへの対策がきわめて重要となる。効率的・効果的な捕獲を含むニホンジカ対策検討のため、皆伐・植栽地及びその周辺を利用するニホンジカの行動を把握する。

2 方法

静岡県西部で、皆伐地（予定を含む）が比較的多い、浜松市天竜区佐久間町浦川、龍山町瀬尻・大嶺の皆伐（予定）地周辺で、麻酔銃を用いてニホンジカの生け捕りを試みた。捕獲は、鳥獣保護管理法に基づく学術研究捕獲の許可を受け、銃刀法に基づく所持許可を受けた麻酔銃により行った。一部の個体は、侵入した防護柵内に閉じ込めて麻酔銃で生け捕りにした。

麻酔薬（ケタミン塩酸塩・キシラジン塩酸塩混合液）の入った投薬器が命中して逃走した後不動化した個体を、赤外線サーモグラフィ（FILR社製PS-32）等により探し出し、GPS首輪（サーキットデザイン社製GLTシリーズ等）の装着、体重等の計測を行った。塩酸ケタミンは、麻薬取締法に基づく麻薬研究者の許可を受けた者が使用した。GPS首輪の装着は、頭から抜けない程度の隙間を確保し、首を締め付けず、また擦過しないよう注意した。また、自動撮影カメラや直接観察による個体識別のため、家畜管理で広く用いられている耳標を装着した。作業終了後は、塩酸アチパメゾールを筋肉内注射し、速やかな正常状態への回復を図った。

得られた位置データから、GISソフト（ArcGIS Desktop）を使用して、標高誤差 $\leq 30\text{m}$ 、かつ、測位精度低下率 ≤ 6 のデータを高精度測位点として抽出し、2時間以上間隔の開いたすべての高精度測位点から、Home Range Tools for ArcGISを使用してカーネル法（確率密度関数推定方法）で行動圏を求めた。

3 結果の概要

2018年度に首輪を装着した2頭（No.11、No.14）について、2年以上の追跡を行うことができた。今年度も生け捕りを試みたが、首輪装着には至らなかった。本研究（5年間）で16頭を捕獲し、GPS首輪を装着した11頭の位置情報が得られた（表1）。6頭（No.3、No.7、No.9、No.10、No.11、No.14：表1中◎）は、追跡中に防護柵の設置された植栽地に侵入した。

冬季を含む半年以上追跡できた7頭（No.3、No.6、No.7、No.9、No.10、No.11、No.14）の行動圏（カーネル法95%行動圏）は、平均75.4haであった。行動圏は一樣に利用されているわけではなく、追跡期間中の半分の時間に滞在していたとみなせる50%行動圏（コアエリア）は、平均9.6ha、95%行動圏の8~16%であった。皆伐・植栽地が多い環境でも、これまでに県内で追跡した他個体と同程度の行動圏を形成していた。

追跡できた個体の位置データを、GISソフト上でまとめて表示させたところ、親子と考えられるNo.8~10の群れと、佐久間町浦川の同じ植栽地に侵入したNo.7とNo.11（追跡期間は重複していない）以外は、行動圏の重複は少なかった。

表 1 ニホンジカ捕獲・追跡状況と行動圏面積

個体 No.	捕獲場所	捕獲年月日 追跡日数	性別 特徴	捕獲時 体重	高精度測位 高精度率	行動圏面積 Kernel 法 (ha)		皆伐地利用	状況	GPS 首輪 機種
						95%	50%			
1	龍山町 大嶺	2016/10/ 3 0日	メス 成獣	48kg				柵侵入時捕獲	麻酔処置後 死亡	
2	龍山町 大嶺	2016/10/ 4 0日	メス 幼獣	19kg				柵侵入時捕獲	GPS 首輪装着 放獣後死亡	GLT-03
3	龍山町 大嶺	2016/10/ 5 679日	メス 成獣	40kg	3,791回 46.5%	57.8	9.1	柵侵入時捕獲 ◎同柵内侵入	追跡終了 (電池消耗)	GLT-03
4	佐久間町 浦川	2016/10/19 165日	メス 成獣	43kg	1,926回 97.6%	3.5	0.9	○ススキ草原化 植栽地利用	左後足欠損 捕獲(有害)	GLT-03
5	龍山町 瀬尻	2016/10/19 0日	オス 2尖	34kg					GPS 首輪装着 放獣後死亡	GLT-01
6	龍山町 瀬尻	2016/10/21 255日	オス 4尖	62kg	1,464回 46.8%	73.0	7.6	○皆伐地(柵無) 利用	首輪故障	GLT-01
7	佐久間町 浦川	2016/12/27 670日	メス 2.5歳	35kg	4,450回 55.4%	70.5	11.8	◎柵内侵入	追跡終了 (電池消耗)	GLT-03
8	龍山町 瀬尻	2018/ 1/31 79日	メス 成獣	42kg	632回 69.2%	49.6	7.5	柵侵入時捕獲	死亡 (死因不明)	GPS PLUS
9	龍山町 瀬尻	2018/ 1/31 355日	メス 1.5歳	26kg	2,298回 55.7%	80.6	10.7	柵侵入時捕獲 ◎別の柵内侵入	死亡 (死因不明)	GPS PLUS
10	龍山町 瀬尻	2018/ 1/31 642日	メス 幼獣	19kg	2,691回 34.9%	48.6	4.0	柵侵入時捕獲 ◎別の柵内侵入	追跡終了 (電池消耗)	GLT-03
11	龍山町 瀬尻	2018/ 9/14 782日	メス 成獣	48kg	5,997回 64.0%	59.4	8.7	柵侵入時捕獲 ◎同柵内再侵入	追跡終了 (電池消耗)	GLT-03
12	龍山町 瀬尻	2018/11/ 6 156日	オス 4尖	推定 70kg	1,461回 78.4%	101.0	16.4	植栽地近くで 捕獲も13km移動	捕獲(有害)	GLT-03
13	龍山町 瀬尻	2018/11/13 0日	メス 成獣	推定 45kg					麻酔処置後 死亡	
14	佐久間町 浦川	2018/11/16 760日	メス 1.5歳	24.5kg	3,224回 35.4%	137.9	15.0	◎柵内侵入	追跡終了 (電池消耗)	GLT-03
15	龍山町 大嶺	2019/10/ 7 34日	オス 4尖	推定 75kg	302回 74.4%	13.4	1.6	△柵未侵入も行 動圏近接	捕獲(有害)	GLT-03
16	龍山町 瀬尻	2019/11/12 0日	メス 幼獣	17.8kg				柵侵入足絡み 状態捕獲	GPS 首輪装着 放獣後死亡	GLT-03
7頭平均						75.4 ±29.6	9.6 ±3.5			

冬季を含む半年以上追跡できた個体の行動圏面積はゴシック体表示

皆伐地利用：◎植栽地(柵あり)侵入、○皆伐地(柵なし)利用、△植栽地(柵あり)外周利用

4 要約

皆伐地及びその周辺におけるニホンジカの行動を詳細に把握するため、5年間で11頭にGPS首輪を装着して行動追跡を行った。行動圏は平均75.4ha、コアエリアは平均9.6haであった。

[キーワード] ニホンジカ、皆伐・植栽地、GPS首輪、防護柵

5 今後の問題点と次年度以降の計画

GPS首輪で得られた位置情報について、利用環境などの解析をさらに行う。

6 結果の発表、活用等

第132回日本森林学会大会(2021年3月)で発表した。

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究
誘引による捕獲の高効率化に関する研究

皆伐地に誘引されるシカを捕獲（植栽地へのシカ侵入状況1）

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：大場孝裕、竹内 翔

協力分担：天竜森林管理署、森林整備課

予算(期間)：県単（2016-2020年度）、国庫（2016-2020年度シカによる森林被害緊急対策事業）

1 目的

日当たりのよい皆伐地や植栽地は、ニホンジカの好む植物が繁茂し、それを採食する目的で侵入され、あわせて植栽木も食べられてしまう。防護柵を設置して植栽地への侵入を抑圧した場合、柵外周の利用頻度が高まる可能性がある。防護柵をニホンジカ誘導施設としても利用し、植栽地の外側で効率よく捕獲することが可能か、GPS首輪を装着して追跡したニホンジカのうち、防護柵の設置された植栽地に侵入した個体の行動を分析した。

2 方法

GPS首輪による追跡が終了したNo.11（メス）とNo.14（メス）の2頭のニホンジカについて、得られた位置データから、GISソフト（ArcGIS Desktop）を使用して、標高誤差 $\leq 30\text{m}$ 、かつ、測位精度低下率 ≤ 6 のデータを高精度測位点として抽出した。この処理を行うことで、高精度測位点の水平方向の平均誤差を20m未満に抑制できることを確認している。

さらにGISソフトを使用して、防護柵のポリゴンを現地測量及びベースマップ衛星画像等に基づき作成し、その外側20mを範囲とするバッファポリゴンも作成した。防護柵ポリゴン内の高精度測位点の時間情報から侵入日を確認した。また、防護柵外側20mバッファポリゴンに重なる高精度測位点を抽出し、柵外周の利用記録として集計した。

3 結果の概要

No.11（メス）は、2018年9月14日に防護柵（強化繊維入りネット 5cm目合い）の設置された植栽地に侵入したところを閉じ込めて麻酔銃で生け捕り、GPS首輪を装着した。同防護柵内への1回目の侵入は、2018年11月7日から侵入口を塞いだ2019年4月12日までで、この間の侵入日数率は80%（126/157日）であった。2回目の侵入は、2019年12月5日から2020年3月4日までで、この間の侵入日数率は97%（88/91日）であった（表1）。侵入の終了は、監視するために侵入口の近くにコンテナボックスを置いたことによる（侵入口は開口したまま）。柵の侵入口は、もともとはイノシシによる切断で生じたと考えられる。

No.14（メス）は、植栽地に隣接する林内にいるところを、麻酔銃で生け捕りにした。侵入は2020年3月30日から2020年5月11日までで、この間の侵入日数率は93%（40/43日）であった（表1）。侵入の終了は、柵が修繕されたことによる。強化繊維の入っているネットの下1.0mより上の部分（5cm目合い）を噛み切って侵入口が作られていた。

柵外周20mの範囲にある高精度測位点の割合は、防護柵侵入前30日間、柵侵入終了後30日間で8~12%と高くはなく（表2）、高精度測位点の軌跡や自動撮影カメラでの観察からも再侵入を執拗に試みている様子は認められなかった。No.11は、図1の植栽地柵外左下部分、No.14は図2植栽地柵外左部分に測位点が比較的多いが、いずれも皆伐地の防護柵未設置部分であった。過年度に分析した4頭も、柵全体を周回しながら採食したり、侵入口を探索したりといった行動は少なく、柵外周部の利用には大きな偏りがあった。

これらのことから、ニホンジカの防護柵突破意欲は低いと考えられた。また、防護柵を誘導施

設として用いることで捕獲の効率化を図ることは難しいと判断した。

表1 ニホンジカ追跡・防護柵内侵入状況

個体 No.	捕獲場所	捕獲日 追跡日数	性別 特徴	捕獲時 体重	柵侵入期間	期間 日数	侵入 日数	侵入 日数率	
11	龍山町 瀬尻	2018/ 9/14 782日	メス 成獣	48kg	2018/11/ 7～ 2019/ 4/12	A	157日	126日	80%
					2019/12/ 5～ 2020/ 3/ 4	B	91日	89日	98%
14	佐久間町 浦川	2018/11/16 760日	メス 1.5歳	24.5kg	2020/ 3/30～ 2020/ 5/11	C	43日	40日	93%

表2 防護柵外周の利用状況

対象期間	No.11 (期間A前後)			No.11 (期間B前後)			No.14 (期間C前後)		
	① 全高精度測位 点数	② 柵外側20m 内の高精度 測位点数	②/①	① 全高精度測位 点数	② 柵外側20m 内の高精度 測位点数	②/①	① 全高精度測位 点数	② 柵外側20m 内の高精度 測位点数	②/①
追跡全期間	23,749	1,465	6%				4,393	267	6%
柵侵入 前30日間	82	9	11%	724	91	12%	127	12	9%
柵侵入終了 後30日間	779	83	11%	914	108	12%	615	50	8%

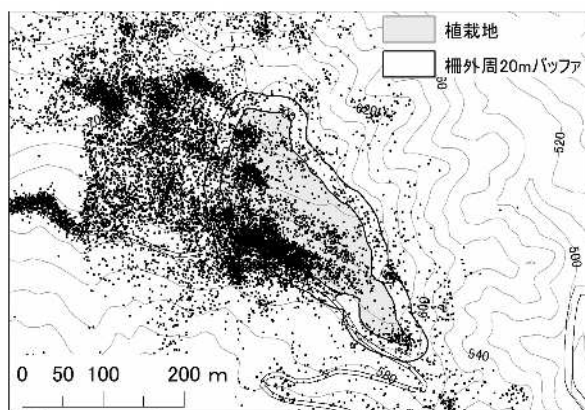


図1 植栽地周辺のNo.11の測位点

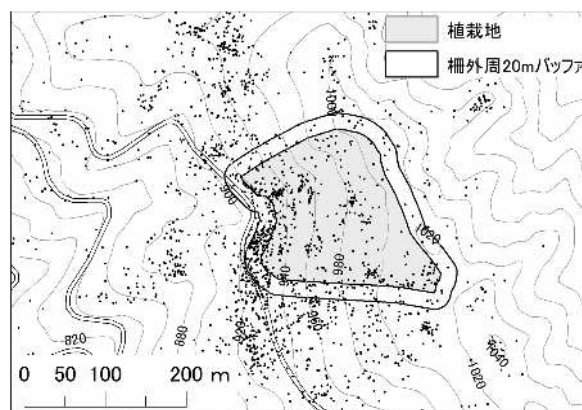


図2 植栽地周辺のNo.14の測位点

4 要約

植栽地へのニホンジカの侵入が始まると高い頻度で継続したが、柵の修繕で終了し、すぐに再侵入することはなかった。柵外周部のニホンジカの利用は大きな偏りがあり、柵を周回する行動は少ないことから、防護柵を誘導施設として用いることで捕獲の効率化を図ることは難しい。

[キーワード] ニホンジカ、植栽地、防護柵

5 今後の問題点と次年度以降の計画

防護柵の維持管理については、動物の侵入を検知するセンサーと通信機器を組み合わせた機械監視が、怠りがちな人による点検に替わる有効な方法になるか検証する。

6 結果の発表、活用等

第132回日本森林学会大会（2021年3月）で発表した。

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究
誘引による捕獲の高効率化に関する研究

皆伐地に誘引されるシカを捕獲（植栽地へのシカ侵入状況2）

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：大場孝裕、竹内 翔

協力分担：天竜森林管理署、森林整備課

予算(期間)：県単（2016-2020年度）、国庫（2016-2020年度シカによる森林被害緊急対策事業）

1 目的

造林地の植栽苗木をニホンジカ等の食害から守るためには、防護柵の維持管理が不可欠であるが、防護柵の破損、特に野生動物や人間による侵入箇所の発生がいつ起こるかは予測できない。そのため、定期的な見回り作業が必要になるが、柵に沿って斜面を歩いて上り下りする作業は容易ではなく、人件費も掛かる。また、柵の見回りは何も異常がないことも多く、これらのことが見回り頻度を低下させる要因にもなっていると考えられる。

問題の解決策として、防護柵の内側にセンサーを設置して動物の侵入を検知し通報する機械監視が考えられる。異常（侵入通報）があった時に柵の修繕に赴く事で、見回りの省力化が図られるとともに、侵入を短期間で防いで植栽苗木の被害を抑制できる可能性もある。

野生動物調査に用いる自動撮影カメラ等に使用されている焦電型赤外線センサーが、動物を検知するセンサーとしては安価で精度が高いと考えた。ただし、焦電型赤外線センサーは、日射による温度変化も感知してしまい、特に植栽地のような開放的な環境では日中の誤検知が多発する。

そこで、センサーの誤検知対策として監視時間帯を夜間に限定した場合、ニホンジカの侵入検知に問題が生じないか、GPS 首輪装着個体の植栽地への侵入状況から確認した。

2 方法

5年間にGPS 首輪を装着して追跡した個体のうち、防護柵の設置された植栽地に侵入した6頭（No.3、No.7、No.9、No.10、No.11、No.14）について、GISソフト（ArcGIS Desktop）を使用して、現地測量及びベースマップ衛星画像等に基づき作成した防護柵ポリゴンに、抽出した高精度測位点を重ねて、防護柵内（侵入時）の測位点をさらに抽出した。得られた測位点の日時から、侵入期間と昼夜毎の滞在日を特定した。侵入時の昼夜区分については、奇数時毎に1日12回測位するスケジュールで運用したGPS 首輪が多いため、昼間を9時～15時、夜間を21～3時とした。

なお、侵入された4箇所の植栽地に設置されている防護柵は、同じ規格（高さ1.8m（下1.0mは強化繊維入り）、裾0.6m、5cm目合いのポリエチレンネット）である。

3 結果の概要

表1に植栽地侵入時の状況を示した。侵入日数に違いはあるものの、夜間に柵内にいた日の割合は88～100%と高かった。一方、昼間に柵内にいた日の割合は0～87%と夜間に比べて低く、ばらついた。昼間のみの侵入を継続する個体はいなかったことから、防護柵内の監視を焦電型赤外線センサーの誤検知の起きにくい夜間だけに制限しても、検知の機会を大きく損ねるような問題は生じないと考えられた。

植栽地へ侵入しているニホンジカも、昼間は退出していることが多いと考えられた。ニホンジカの侵入を確認した場合、柵内に閉じ込めて捕獲することも可能であるが、そのために侵入口を塞ぐ作業は夜間に行なう必要がある。一方、No.7やNo.10の2回目の侵入期間のように、昼間も留まる場合があったことから、柵を修繕した際、侵入個体を閉じ込めていないか確認する必要もある。

表 1 植栽地侵入時の状況

個体 No.	捕獲日 追跡日数	造林地 樹種	植栽 年月	柵侵入期間	期間日数①	侵入日数② (②/①)	夜間③ (③/②)	昼間④ (④/②)
3	2016/10/ 5 679日	A スギ・ヒノキ	2016/ 5	2017/ 8/ 5～ 2017/12/22	139 日	121 日 (87%)	118 日 (98%)	2 日 (2%)
7	2016/12/27 670日	B スギ	2017/ 3	2018/ 5/31～ 2018/ 7/17	47 日	43 日 (91%)	43 日 (100%)	27 日 (63%)
9	2018/ 1/31 355日	C スギ・ヒノキ	2015/ 5	2018/10/21～ 2018/10/28	8 日	8 日 (100%)	8 日 (100%)	1 日 (13%)
10	2018/ 1/31 642 日	”	”	2018/10/21～ 2018/10/28	8 日	8 日 (100%)	7 日 (88%)	0 日 (0%)
10	”	”	”	2019/ 7/ 1～ (2019/10/30)	121 日 (追跡終了)	120 日 (99%)	114 日 (95%)	104 日 (87%)
11	2018/ 9/14 782日	D ヒノキ	2015/ 6	2018/11/ 7～ 2019/ 4/12	157 日	126 日 (80%)	124 日 (98%)	0 日 (0%)
11	”	”	”	2019/12/ 5～ 2020/ 3/ 4	91 日	89 日 (98%)	89 日 (100%)	4 日 (4%)
14	2018/11/16 760日	B スギ	2017/ 3	2020/ 3/30～ 2020/ 5/11	43 日	40 日 (93%)	40 日 (100%)	1 日 (3%)

4 要約

防護柵内の監視を焦電型赤外線センサーの誤検知の起きにくい夜間のみ制限しても、ニホンジカの侵入検知の機会を大きく損ねるような問題は生じないと考えられた。

[キーワード] ニホンジカ、植栽地、防護柵、侵入検知

5 今後の問題点と次年度以降の計画

焦電型赤外線センサーと通信機器を組み合わせたシステムを実際に設置して、植栽地での機械監視の有効性を検証する。

6 結果の発表、活用等

第 132 回日本森林学会大会（2021 年 3 月）で発表した。

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究
誘引による捕獲の高効率化に関する研究
誘引物・誘引方法と捕獲方法の最適化

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：竹内 翔、大場孝裕

協力分担：天竜森林管理署、(株)明善フォレスト、田方猟友会、西部猟友会

予算(期間)：県単（2016-2020年度）

1 目的

生態系サービス（生物・生態系に由来し人類の利益となる機能）の低下防止のため、ニホンジカ（以下シカ）の個体数削減が必要な状況にあるが、人口減少・高齢化社会では、山でシカを捕獲する人材確保は相当困難になる。加えて、シカ個体数削減過程で捕獲効率低下（シカ密度低下、捕獲困難地残）が生じ、捕獲コストが増大することも想定される。そこで、本研究ではシカの警戒心を低下させ、足くくりわな（以下わな）を高確率で踏ませるための方法を明らかにし、誘引による捕獲の高効率化を図る。

2 方法

（1）2020年2月、3月シカ給餌誘引捕獲試験（天竜）

浜松市天竜区瀬尻国有林において、林道近くで獣道を外した場所の立木根元にAH（250g）を撒き21日間の給餌誘引後、「空はじき知らず」を計20基（10箇所×2基/箇所）設置し、捕獲試験（2月：10晩、3月：8晩）を行った。わなは立木から10～20cm離し、上部が地面の高さと同等になるように埋設し、体重調整機能の役目を果たす楊枝は8本使用した。

（2）2020年12月シカ給餌誘引捕獲試験（伊豆、天竜）

伊豆市八木沢民有林及び浜松市天竜区瀬尻国有林及び民有林において、（2）と同条件の場所の立木根元にAH（250g）を撒き、餌付き後に誘導物への馴化を計21日間行った後、「空はじき知らず」を計18基（9箇所×2基/箇所）設置し、捕獲試験（8晩）を行った。わなは立木から10～20cm離し、上部が地面の高さから2cm下がった位置となるよう埋設し、給餌誘引中にシカ以外の動物が餌付かなかったため、楊枝は使用しなかった。

試験では各箇所1基はAHの周囲に枝条等を置きシカの足つきを制限し、1基はAHを入れた穴の空いた透明の袋を地上高1.2m程度に吊るしわなへの意識を逸らし、高確率でわなを踏ませるための工夫を施した。わな間の距離は数mとし、全箇所ですべて採食状況やわな等への反応を確認するため、自動撮影カメラ（Hyke社製HCSP2、HCLT4G、HCCL2またはGISupply社製SG-011）を設置した。撮影された動画から、シカがAHを口に含んでいると認められる場合を「採食」と判断し、前回の採食から24時間以上経過後、再度AHを採食している場合を「餌付き」と判断した。なお、30分以内に連続的にシカが撮影された場合は、雌雄や角の形等から明らかに判別できる場合を除き、同一個体とみなし、解析対象から除外した。給餌誘引中は1～4日間隔で見回りを行い、採食状況や自動撮影カメラを確認し、AHの追加（250g）、電池交換等を適宜行った。捕獲試験中は毎日見回りを行い、完食時や降雨翌日等にはAHの交換（250g）を行った。わなにはオリワナシステム（フォレストシー社製）の子機を設置し、見回り作業の低減を図った。平均気温は温度ロガー（T&D社製おんどとりTR-51i）等を設置し、測定を行った。

3 結果の概要

（1）2020年2月、3月シカ給餌誘引捕獲試験（天竜）

2月、3月ともにシカの捕獲には至らず、いずれもわな設置後にAHを採食する個体が著しく

減少した（表1）。わな設置後に警戒行動を示したシカの行動を分析したところ、大半のシカが誘導物の臭いを嗅ぎ、立ち去る様子が確認された。一方、わな埋設箇所を探索（臭いを嗅ぐ等）するシカの行動は確認されなかった。

(2) 2020年12月シカ給餌誘引捕獲試験（伊豆、天竜）

伊豆5頭、天竜で7頭を捕獲した。餌付き後に吊した袋等の誘導物に馴らすことで警戒心が下がり、捕獲頭数が増加したと考えられる。一方、わなが埋めてある場所を探索する個体は僅かであった。このことから、わな設置後に警戒行動を示す多くのシカはわな周辺の何らかの臭いや変化で警戒心が強まり、わなを回避していると考えられた。また、(1)、(2)ともに錯誤捕獲やシカ以外の動物種によるAHへの餌付き（表2）は確認されなかった。

表1 シカ給餌誘引捕獲試験の結果

	天竜(2020.2)			天竜(2020.3)			伊豆(2020.12)			天竜(2020.12)		
	全体	直播+枝条	蓋吊るす	全体	直播+枝条	袋吊るす	全体	直播+枝条	袋吊るす	全体	直播+枝条	袋吊るす
TN(わな数×晩数)	400	200	200	160	80	80	144	72	72	144	72	72
捕獲効率(100TNあたり)	0	0	0	0	0	0	3.47	5.56	1.39	4.86	2.78	6.94
捕獲頭数(頭)	0	0	0	0	0	0	5	4	1	7	2	5
捕獲(オス) 成獣(頭)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2
捕獲(オス) 幼獣(頭)	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	1
捕獲(メス) 成獣(頭)	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0
捕獲(メス) 幼獣(頭)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2
空はじき(回)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
錯誤捕獲(回)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設置前:採食頭数/撮影頭数	0.84	0.84	0.84	0.92	0.96	0.89	0.43	0.53	0.30	0.44	0.44	0.43
設置後:採食頭数/撮影頭数	0.10	0.15	0.06	0.18	0.17	0.18	0.28	0.28	0.28	0.54	0.69	0.29
非採食(警戒) 誘導物・臭う(%)		100.0	93.4		100.0	100.0		55.6	43.5		48.2	55.5
非採食(警戒) わな・臭う(%)		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		16.2	13.3
非採食(警戒) 注視・回避(%)		0.0	6.6		0.0	0.0		44.4	56.5		35.6	31.2
餌付きに掛かった平均日数	1.9	1.9	1.8	2.0	2.0	1.9	2.1	2.0	2.1	2.0	2.0	1.9
馴化に掛かった平均日数			-			-	7.0	6.9	7.0	6.9	6.8	6.9
平均気温(℃)			4.6			8.4			10.7			3.3

表2 ニホンジカ以外の動物種の撮影

調査箇所	撮影された動物種 (AHの採食及び餌付きが確認された種はなし)
天竜(2020.2)	タヌキ、テン、ノウサギ
天竜(2020.3)	ハクビシン、ノウサギ
伊豆(2020.12)	イノシシ、アナグマ、ハクビシン、テン、タヌキ、キツネ
天竜(2020.12)	テン、タヌキ、キツネ、オコジョ、ハクビシン、ノウサギ

撮影された動物種は撮影回数の多い順に記載

4 結果の要約

獣道を外し、アルファルファヘイキューブを地面に撒き餌付けた後、穴の空いたアルファルファヘイキューブ入り袋を立木に吊るし馴化することでシカの警戒心が低下し、立木の近くにわなを設置することでわなを踏む確率が高くなり、捕獲の高効率化に繋がると考えられる。

[キーワード] ニホンジカ、給餌誘引、アルファルファヘイキューブ、足くくりわな、袋、馴化

5 今後の問題点と次年度以降の計画

6 結果の発表、活用等

シカ捕獲ハンドブック（改訂2版）を活用し、研修会等で普及する。YouTube 静岡県森林研チャンネルで研究成果を動画配信する。

単年度試験研究成績（2021年3月作成）

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究
捕獲作業効率低下要因の軽減に関する研究
足くくりわなによるクマ錯誤捕獲の対策

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：竹内 翔、大場孝裕

協力分担：天竜森林管理署、水窪町森林組合

予算(期間)：県単（2016-2020年度）

1 目的

生態系サービス（生物・生態系に由来し人類の利益となる機能）の低下防止のため、ニホンジカ（以下シカ）の個体数削減が必要な状況にあるが、人口減少・高齢化社会では、山でシカを捕獲する人材確保は相当困難になる。加えて、シカ個体数削減過程で捕獲効率低下（シカ密度低下、捕獲困難地残）が生じ、捕獲コストが増大することも想定される。また「空はじき知らず」等、より効率的なわなによる捕獲への移行に伴い、ツキノワグマ（以下クマ）の錯誤捕獲等の新たな課題も生じている。

これまでクマが生息しない地域では飼料アルファルファヘイキューブ（AH）等を用いることでシカを選択的に誘引できることが確認されている。しかし、AHの給餌誘引によるクマへの影響は確認されていない。そこで、本研究ではシカとクマが同所的に生息する地域においてAHの給餌による誘引試験を行い、シカやクマ等による誘引状況を調査し、作業効率低下要因の一つであるクマ錯誤捕獲の軽減を図る。

2 方法

2020年5月14日から11月13日まで（184日間）、浜松市天竜区水窪町地頭方にある民有林及び国有林内の落葉広葉樹林及びスギ・ヒノキ人工林で、AHの給餌による誘引試験を行った。試験地点はシカ及びクマの足跡、糞等の痕跡を確認し、その後シカによるAHへの餌付きが確認された標高約900m～1,700mの9箇所（地点名A～I、各地点間距離約4～5km）とした。AH500gを獣道を外した立木根元の地面に直接置き、採食にきた動物を検知するよう自動撮影カメラ（BMC社製SG968K-10MまたはHyke社製HCLT4G）を1台設置した。撮影された動画から、動物の口が地面に置いたAHを口に含んでいると認められた場合を「採食」と判断し、前回の採食から24時間以上経過後、再度AHを採食している場合を「餌付き」と判断した。なお、30分以内に連続的にシカが撮影された場合は、雌雄や角の形等から明らかに判別できる場合を除き、同一個体とみなし、解析対象から除外した。また、30分以内に連続的にクマが撮影された場合は、親子や体サイズ等から明らかに判別できる場合を除き、同一個体とみなし、解析対象から除外した。1日試験期間中は1～10日間隔で見回りをを行い、採食状況や自動撮影カメラを確認し、AHの追加（500g）、電池交換等を適宜行った。

3 結果の概要

全ての地点において、シカの餌付きは試験終了まで継続した。シカは植物の生育期である夏季（5～8月）～秋季（9～11月）にかけても高い確率でAHを採食していたが、クマは夏季、秋季ともにAHの採食は確認できなかった（表1）。またシカやクマ以外にも複数の動物種が撮影されたが、AHの採食や餌付きは確認されなかった（表2）。夏季はクマにとって餌資源量が不足する時期であり、秋季は食物を食い溜め、冬眠に備える重要な時期と考えられている。特に調査地では秋季にナラ枯れの影響によりミズナラ等の堅果の結実が悪かったが、試験期間中に現れた全てのクマがAHを採食しなかったことから、クマはAHを餌資源としない可能性が高い。

表1 AHの給餌による誘引試験の結果

地点	延ベシカ 撮影頭数	AHの採食を 確認した頭数	採食率 (%)	延ベクマ 撮影頭数	AHの採食を 確認した頭数	採食率 (%)
夏季	956	774	81	17	0	0
秋季	888	746	84	4	0	0

表2 ニホンジカ及びツキノワグマ以外の動物の撮影

試験地点	撮影された動物種 (AHの採食及び餌付きが確認された種はなし)
A	ハクビシン、ニホンザル、タヌキ
B	ハクビシン、ニホンザル、タヌキ、イタチ、キツネ、ヤマドリ
C	ハクビシン、タヌキ、テン
D	ハクビシン、ニホンザル、キツネ、アナグマ、タヌキ、イタチ、ノウサギ、テン、カモシカ、ヤマドリ
E	ニホンザル、ハクビシン、キツネ、イノシシ、ノウサギ
F	ノウサギ、ニホンザル、ハクビシン、アナグマ、イノシシ、キツネ、テン、イタチ
G	ハクビシン、ニホンザル、タヌキ、イノシシ、キツネ、テン、ネズミsp.
H	ハクビシン、ニホンザル、キツネ、タヌキ、テン、ノウサギ
I	ニホンザル、ハクビシン、キツネ、タヌキ

撮影された動物種は撮影回数の多い順に記載



写真1 アルファルファヘイキューブを採食するシカ



写真2 アルファルファヘイキューブを採食しないクマ

4 結果の要約

ツキノワグマはアルファルファヘイキューブに餌付かないため、獣道を外し、アルファルファヘイキューブを用いた給餌誘引による捕獲方法であれば、ツキノワグマの錯誤捕獲を減少させる可能性が高い。

[キーワード] ニホンジカ、ツキノワグマ、給餌誘引、アルファルファヘイキューブ、獣道

5 今後の問題点と次年度以降の計画

6 結果の発表、活用等

ニホンジカ捕獲作業の効率化に繋がる技術として、研修会等で普及する。

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究

捕獲作業効率低下要因の軽減に関する研究

足くくりわなによるカモシカ錯誤捕獲の対策（GPS首輪による行動追跡）

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：大場孝裕、竹内 翔

協力分担：

予算(期間)：県単（2016-2020年度）

1 目的

生態系サービス（生物・生態系に由来し人類の利益となる機能）の低下防止のため、ニホンジカの個体数削減が必要な状況にあるが、人口減少・高齢化社会では、山でニホンジカを捕獲する人材確保は相当困難になる。加えて、ニホンジカ個体数削減過程で捕獲効率低下（ニホンジカ生息密度低下、捕獲困難地残）が生じ、捕獲コストが増大することも想定される。より効率的なわなによる捕獲への移行に伴い、カモシカ・ツキノワグマの錯誤捕獲等の新たな課題も生じている。

2017年度までに実施した、家畜飼料給餌による誘引試験の結果、9箇所中、唯一、ニホンジカの餌付きが中断した試験地点でその後にカモシカが餌付き、ニホンジカの餌付きが再開するとカモシカの来訪回数が減ったことから、ニホンジカが餌付いている場所ではカモシカが餌付きにくい可能性が考えられた。さらに、自動撮影カメラでカモシカを確認した7箇所の試験地点では、カモシカの飼料採食がほとんどなかったことから、カモシカはアルファルファヘイキューブ等の家畜飼料に餌付きにくい可能性も考えられた。ニホンジカを飼料で誘引してわなで捕獲する方法であれば、通過個体を捕獲する通常の足くくりわなに比べて、カモシカの錯誤捕獲を減らすことが期待できる。そこで、ニホンジカとの種間関係等を確認することを目的に、カモシカにもGPS首輪を装着して追跡した。

2 方法

静岡県浜松市天竜区佐久間町浦川、龍山町瀬尻・大嶺の皆伐・植栽地周辺で、麻酔銃によるカモシカの生け捕りを試みた。捕獲は、文化財保護法に基づく特別天然記念物の現状変更等の許可、鳥獣保護管理法に基づく学術研究捕獲の許可を受け、銃刀法に基づく所持許可を受けた麻酔銃により行った。麻酔薬（ケタミン塩酸塩・キシラジン塩酸塩混合液）の入った投薬器が命中して不動化した個体に、GPS首輪（サーキットデザイン社製 GLT-03）を装着し、体重等の計測も行った。塩酸ケタミンは、麻薬取締法に基づく麻薬研究者の許可を受け使用した。GPS首輪の装着は首を締め付けず、また擦過しないよう隙間を確保した。作業終了後は、塩酸アチパメゾールを筋肉内注射し、速やかな正常状態への回復を図った。

得られた位置データから、GISソフト（ArcGIS Desktop）を使用して、標高誤差 ≤ 30 m、かつ、測位精度低下率 ≤ 6 のデータを高精度測位点として抽出し、2時間以上間隔の開いたすべての高精度測位点から、Home Range Tools for ArcGISを使用してカーネル法（確率密度関数推定方法）で行動圏を求めた。

3 結果の概要

2019年12月にGPS首輪を装着したカモシカNo.2（オス）を2020年12月22日に再捕獲し、GPS首輪を換装した。408日間追跡した時点での行動圏は116.4haになった（表1）。図1に行動圏を示した。ベースマップは傾斜角を濃淡で（急な場所を濃く）示しているが、比較的傾斜が急な場所に行動圏が重なっている。

GPS首輪を装着して追跡したニホンジカNo.3（メス：2016年10月～2018年8月追跡）の行動圏と重複した部分（図2）の高精度測位点（カモシカ924点、ニホンジカ5,787点）の傾斜角を

比較したところ、カモシカが 37.5 ± 7.5 度、ニホンジカが 33.9 ± 8.5 度で、カモシカの方が傾斜の急な場所にいた（マン・ホイットニーのU検定 $P < 0.01$ ）。

追跡期間中にカモシカNo.2行動圏内の5か所の地面にアルファルファヘイキューブを置いて自動撮影カメラで監視したが、餌付きは生じなかった。

表 1 カモシカ捕獲・追跡状況と行動圏面積（2021年1月20日時点）

個体 No.	捕獲 場所	捕獲年月日 追跡日数	性別 特徴	捕獲時 体重	高精度測位 高精度率	行動圏面積 Kernel 法 (ha)		状況	GPS 首輪 機種
						95%	50%		
1	龍山町 大嶺	2018/11/16 45日	オス 16歳	31kg	536回 64.2%	35.9	4.6	死亡 (死因不明)	GLT-03
2	龍山町 大嶺	2019/12/10 408日継続中	オス 8歳	31kg	2,004回 41.1%	(116.4)	(15.1)	追跡中 首輪換装	GLT-03 GLT-03

追跡中のNo.2の行動圏面積は、これまでに得られた位置データのみで算出した参考値

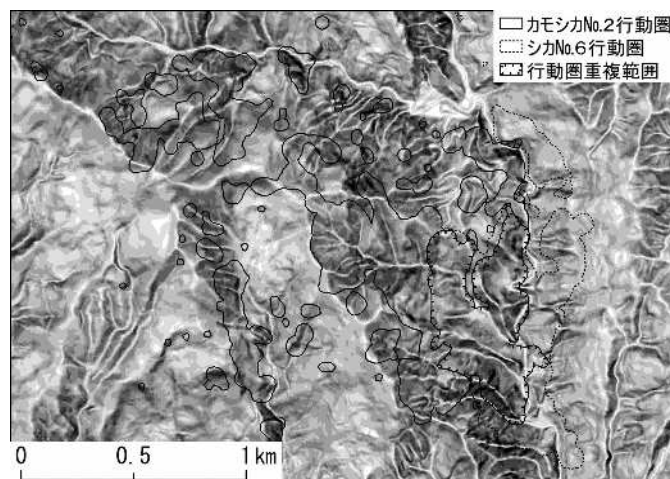


図 1 カモシカNo.2の行動範囲
ベースマップは濃いほど傾斜が急

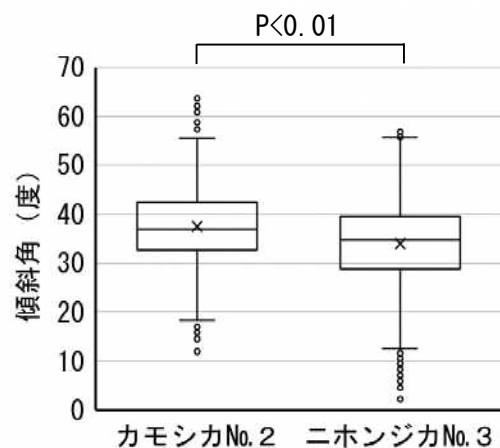


図 2 測位点の傾斜角
行動圏重複部分の測位点

4 要約

カモシカNo.2の行動圏は、比較的傾斜が急な場所が多く、ニホンジカNo.3の行動圏と重なった範囲では、カモシカNo.2の方が傾斜の急な場所にいた。

〔キーワード〕 カモシカ、ニホンジカ、GPS 首輪

5 今後の問題点と次年度以降の計画

カモシカNo.2の追跡を継続する。行動圏の重なるニホンジカへのGPS首輪の装着も試み、同時に比較したい。

6 結果の発表、活用等

給餌誘引に対するニホンジカとカモシカの反応については、日本哺乳類学会大会（2018年9月）で発表した。

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究
捕獲作業効率低下要因の軽減に関する研究
シカ捕獲個体放置の影響検証

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：竹内 翔、大場孝裕

協力分担：天竜森林管理署、西部猟友会

予算(期間)：県単（2016-2020年度）

1 目的

生態系サービス（生物・生態系に由来し人類の利益となる機能）の低下防止のため、ニホンジカの個体数削減が必要な状態にある。個体数削減過程においては捕獲困難地が残り、捕獲コストが増大することが想定される。2015年に施行された鳥獣保護管理法では、条件により捕獲個体の放置ができる改正が行われた。そこで、本研究により捕獲個体を管理下で野外に残置し、死体の分解過程と周囲への影響を把握する。

2 方法

2020年5月から9月に浜松市天竜区の瀬尻国有林内において、ニホンジカ捕獲個体の残置試験を実施した（表1）。また、残置個体が周囲水系の水質に与える影響を把握するため、近傍を流れる沢から異なる距離に死体を残置した。残置個体は首等にロープを括り付けて容易に持ち去られないよう立木に固定した。

（1）分解過程の把握

自動撮影カメラ（BMC社製SG968K-10M）により静止画及び動画を撮影した。動画により、死体の採食行動が見られた動物を死体の分解に寄与した種と判断した。動画に加えて、ほぼ毎日死体を直接観察して分解過程を把握した。平均気温は温度ロガー（T&D社製おんどとりTR-51i）、風速は携帯型風光風速計（太田計器製TA1-142-180）を設置し、測定を行った。

（2）周囲への影響の把握

死体から発生する臭気は、周囲の生活環境に悪影響を与えるため、No1及び2は死体残置2日後に、No3～5は残置翌日に、死体周囲の風下側の地点にて、調査者計23名（森林組合作業員等）の嗅覚で臭気を確認した。確認した臭気は、表2、表3の2つの表示法により数値化した。また、残置した死体は、周囲水系の水質に影響を与える可能性がある。そこで官能試験実施日に、残置した死体の下流部1箇所にて検液を採取し、水質検査を行った。検査項目は、代表的な水質汚染指標である大腸菌とし、検査には柴田科学大腸菌群試験紙を使用した。検査用紙5枚に検液を吸収させ、付属のビニール袋に入れた。これをパーソナルインキュベータ（アズワンJPカルチャーⅢ型）によって約37℃で15時間保温後、大腸菌コロニーを肉眼で数えた。流量は流量計（アズワンバッテリー式流量計DF067）にて測定を行った。

3 結果の概要

- （1）全ての個体でハエ類の幼虫の大量発生が確認された（表4）。残された皮はタヌキやテンにより採食され、3～5日で分解した。
- （2）死体から発生する臭気は、ハエ類の幼虫が大量発生している状態で、強い臭いが確認され、非常に不快と感じる者が大半を占めていた。また、臭気は調査者の嗅覚で最大50m離れた場所で感知できた。水質については、水系からの距離にかかわらず全ての個体で河川における大腸菌群数の基準値以下であり（表5）、周囲水系の水質への影響は確認されなかった。

表1 残置個体情報

No.	死亡日	白骨化 所要日数	性別	捕獲方法	死因	水系からの 距離(m)
1	5月29日	5日	オス幼獣	くくりわな	止めさし	2.0
2	6月18日	4日	オス幼獣	くくりわな	止めさし	10.0
3	7月20日	3日	メス成獣	くくりわな	止めさし	20.0
4	8月7日	3日	メス成獣	くくりわな	止めさし	30.0
5	9月11日	3日	オス幼獣	くくりわな	止めさし	40.0

表2 6段階臭気強度表示法

区分	臭気強度
0	無臭
1	やっと感知できる臭い
2	何の臭いであるかがわかる弱い臭い
3	楽に感知できる臭い
4	強い臭い
5	強烈な臭い

表3 9段階快・不快度表示法

区分	不快度
-4	極端に不快
-3	非常に不快
-2	不快
-1	やや不快
0	快でも不快でもない
+1	やや快
+2	快
+3	非常に快
+4	極端に快

表4 死体の分解者及び官能試験結果

No.	死体利用 動物種 ^{※1}	ハエ類幼虫の 大量発生	分解期間 平均気温	n ^{※2}	6段階 ^{※3} 区分(割合)	9段階 ^{※3} 区分(割合)	風速 (m/s)
1	タヌキ、テン	有	16.5℃	5	4 (80%)	-3 (80%)	2.0
2	タヌキ	有	17.2℃	6	4 (83%)	-3 (100%)	2.1
3	タヌキ	有	22.3℃	4	5 (100%)	-3 (100%)	3.3
4	タヌキ	有	24.2℃	4	5 (100%)	-3 (100%)	3.0
5	タヌキ、テン	有	21.7℃	4	4 (75%)	-3 (75%)	2.2

※1 死体利用動物種は撮影回数が多い順 ※2 nは調査者数 ※3 最も割合の高い区分を記載

表5 死体周囲水系の水質結果

No.	平均流量(ℓ/m)	大腸菌コロニー数(個/ml) ^{※1}	基準値
1～5	6.8	No1:0.3 No2:0.5 No3:0 No4:0 No5:0	50個以下/ml

※1 大腸菌コロニー数は検査用紙5枚の平均値

4 結果の要約

夏季ではハエ類により速やかに分解され、残った皮は中型動物に採食される。悪臭は発生するが、数日で消失する。また、水質への影響も確認されなかった。よって夏季に捕獲個体の放置が生態系に重大な影響を及ぼす恐れはないと考えられる。

[キーワード] ニホンジカ、死体残置、分解、臭気、水質

5 今後の問題点と次年度以降の計画

6 結果の発表、活用等

研究成果は自然保護課へ情報提供する。今後、奥地の県シカ管理捕獲事業での活用が期待される。

完了試験研究成績（2021年3月作成）

課 題 名：シカ個体数削減過程で生じる捕獲効率低下の抑制に関する研究

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：大場孝裕、竹内 翔、小松鷹介

協 力 分 担：天竜森林管理署、森林整備課、自然保護課、富士農林事務所、伊豆市、
（一社）静岡県猟友会、田方猟友会、西部猟友会、
（株）サーキットデザイン、四方工業(株)、第一合成(株)、(株)明善フォレスト

予算(期間)：県単（2016-2020年度）、国庫（2016-2020年度シカによる森林被害緊急対策事業）

1 目的

生態系サービス（生物・生態系に由来し人類の利益となる機能）の低下防止のため、ニホンジカ（以下、シカ）の個体数削減が必要な状況にあるが、人口減少・高齢化社会では、山でシカを捕獲する人材確保は相当困難になる。加えて、シカ個体数削減過程で捕獲効率低下（シカ生息密度低下、捕獲困難地残）が生じ、捕獲コストが増大することも想定される。より効率的なわなによる捕獲への移行に伴い、ツキノワグマ（以下、クマ）・カモシカの錯誤捕獲等の新たな課題も生じている。人工林の主伐再造林促進を図る上では、植栽木の食害を防ぐ対策も不可欠である。

そこで、本研究では、誘引によるシカ捕獲の高効率化と、捕獲作業効率の低下要因（錯誤捕獲、搬出等）を減らすことに取り組んだ。

2 方法

(1) 誘引による捕獲の高効率化に関する研究

誘引物の効果検証：家畜飼料・鉍塩等による給餌誘引試験。誘引時期の検証。

誘引物・誘引方法と捕獲方法の最適化：アルファルファヘイキューブ（以下、AH）による給餌誘引と足くりわな「空はじき知らず」を組み合わせた捕獲試験。

皆伐地に誘引されるシカを捕獲：皆伐・再造林地周辺でのシカへのGPS首輪装着による行動追跡。防護柵内に閉じ込めての捕獲。

(2) 捕獲作業効率低下要因の軽減に関する研究

足くりわなによるクマ錯誤捕獲の対策：足くりわな自動解放機構の検討。クマの掛かりにくいわな「いのしか御用」による捕獲試験。クマがAHに誘引されないか給餌試験。

足くりわなによるカモシカ錯誤捕獲の対策：GPS首輪装着による行動追跡。カモシカがAHに誘引されないか給餌試験。

シカ捕獲個体放置の影響検証：捕獲個体の野外残置による、死体の分解過程と周囲への影響観察。

3 研究期間を通じての成果の概要

(1) 誘引による捕獲の高効率化に関する研究

- シカ以外の動物を誘引しない餌としては、AH、アルファルファペレット（以下、AP）が適当。ただしカモシカは餌付いてしまうことがある。
- カモシカはシカに比べてAH・APに餌付きにくく、シカが餌付いている場所では、よりカモシカが餌付きにくかった。
- 植物の生育期（春～秋）であっても、AHにシカが餌付く場所もあった（餌付かない場所もあった）。クマは餌付かなかった。
- けもの道を外して、地面に置いたAHに餌付けた後、穴のあいたAH入りの袋を吊るしてシカを選択的に誘引し、足くりわな「空はじき知らず」で捕獲する方法を構築した。捕獲作業のしやすい場所にシカを誘引して、少ないわなの設置数で捕獲できる方法で、見回

- り等わなの管理の面からも効率的、錯誤捕獲も回避できる捕獲方法である。
- ・皆伐・再造林地が多数点在する環境でも、シカの行動圏（平均 75ha）は固定的で、逸脱や放浪は少なく、近隣の別の群れとの行動圏の重複も少なかった。シカ個体数削減のためには、群れ単位の捕獲を行っていく必要がある。
 - ・再造林地は、植栽木よりも嗜好性の高い植物が発生するシカにとって魅力的な環境である。
 - ・防護柵のシカ侵入防止効果は高いが、イノシシ等により侵入口ができてしまうと再造林地へのシカの侵入が継続し、植栽木の食害が進行すると考えられた。
 - ・防護柵外周のシカ利用頻度は高くないか大きな偏りがあり、柵を周回しての採食・探索は少ない。柵を誘導施設として捕獲を行うことでの効率化は難しい。
 - ・給餌器から餌を食べるシカの首に自動で取り付く「自動装着型 GPS 首輪」を開発し、シカへの装着・追跡に成功した。
 - ・捕獲個体を残置すると、ハエ類の幼虫が発生する晩春～早秋には、数日で骨と皮に分解。その過程で数日間悪臭（刺激臭）が発生（最大 50m 程度で感知）する。冬季は、タヌキ等の動物により数週間～2 ヶ月程度で分解する。悪臭はほとんど発生しない。水質への悪影響も確認されなかった。これらの結果から、捕獲個体の放置が生態系に重大な影響を及ぼす恐れはなく、奥地等での県のシカ捕獲事業で実行は可能。

4 研究期間を通じての成果の要約

けもの道を外して、地面に置いたアルファルファヘイキューブ（AH）に餌付けた後、穴のあった AH 入りの袋を吊るしてシカを選択的に誘引し、足くくりわな「空はじき知らず」で捕獲する方法を構築した。錯誤捕獲も回避できる捕獲方法である。

[キーワード] ニホンジカ、給餌誘引捕獲、足くくりわな、錯誤捕獲回避

5 成果の活用面と留意点

- ・県シカ管理捕獲事業、市町被害防止捕獲での本研究成果活用による県シカ管理計画の履行。県生物多様性地域戦略の履行。
- ・国有林（森林管理署）とのシカ対策連携。
- ・植栽地の防護柵設置管理の徹底と周辺でのシカ捕獲促進による、森林の更新円滑化。
- ・シカ捕獲ハンドブックを改訂し、新しい捕獲方法や給餌誘引方法を紹介する。
- ・YouTube 静岡県森林・林業研究センターチャンネルで、研究成果を動画配信している。
- ・防護柵設置講習会（県内東・中・西部）等で、適切な規格の柵の設置と見回りの重要性を指導した。
- ・足くくりわなによる錯誤捕獲の問題について哺乳類科学（日本哺乳類学会誌）に投稿した。
- ・再造林地周辺でのシカの行動や GPS 首輪自動装着について、日本森林学会大会、日本生態学会大会等で発表した。
- ・開発した自動装着型 GPS 首輪での行動調査実施（伊豆、井川）。

6 残された問題とその対応

主伐再造林に伴う、シカ以外の動物（ノウサギ、ハタネズミ）による植栽木への被害発生。来年度から開始する一般研究課題で対策研究に取り組む。

課 題 名：野生動物による農業被害の実態と侵入防止対策に関する研究
侵入防止対策に関する研究
電気柵下の雑草の生態

担当部署名：静岡農林研技 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（2019-2021年度）

1 目的

イノシシによる農作物被害を軽減する対策の一つとして電気柵の設置がある。イノシシに対する電気柵の防除効果は高いものの、その効果を維持するためには電線に雑草が触れないように下草を管理する必要がある、多大な労力がかかる。

本試験では、電線への雑草の接触を回避するための効率的な下草管理方法の基礎資料として、イノシシ対策用に設置した電気柵下の雑草を草刈した後に、地表及び電線に接触した雑草について調査した。

2 方法

森町橋の休耕水田の畦畔（周囲150m）に設置されたイノシシ用電気柵（図1）で、7カ所の調査区（1カ所あたり2mの電線を調査）を設定し、高さ20cm、40cmの電線に茎葉が接触した雑草の種類及びその枚数の他、地表に生息している雑草の種類を約7日に一度、2020年7月2日～10月12日まで調査した。草刈については、6月9日に実施後、7月13日、9月9日に行った。

3 結果の概要

電気柵の電線に茎葉が接触した雑草のうち、調査期間中、イネ科が全体の6割以上を占めた（図2）。電線に接触したイネ科としてイヌビエ、エノコログサ、スズメノヒエ、チガヤ、コブナグサ、メヒシバを確認した。地表にはイネ科以外の種も確認したものの、電線に接触する雑草は少なかった（表1）。これらのことから、本ほ場ではイネ科の雑草が電気柵の電線に最も多く接触する可能性が高いことが示唆された。



図1 電気柵の電線に接触する雑草

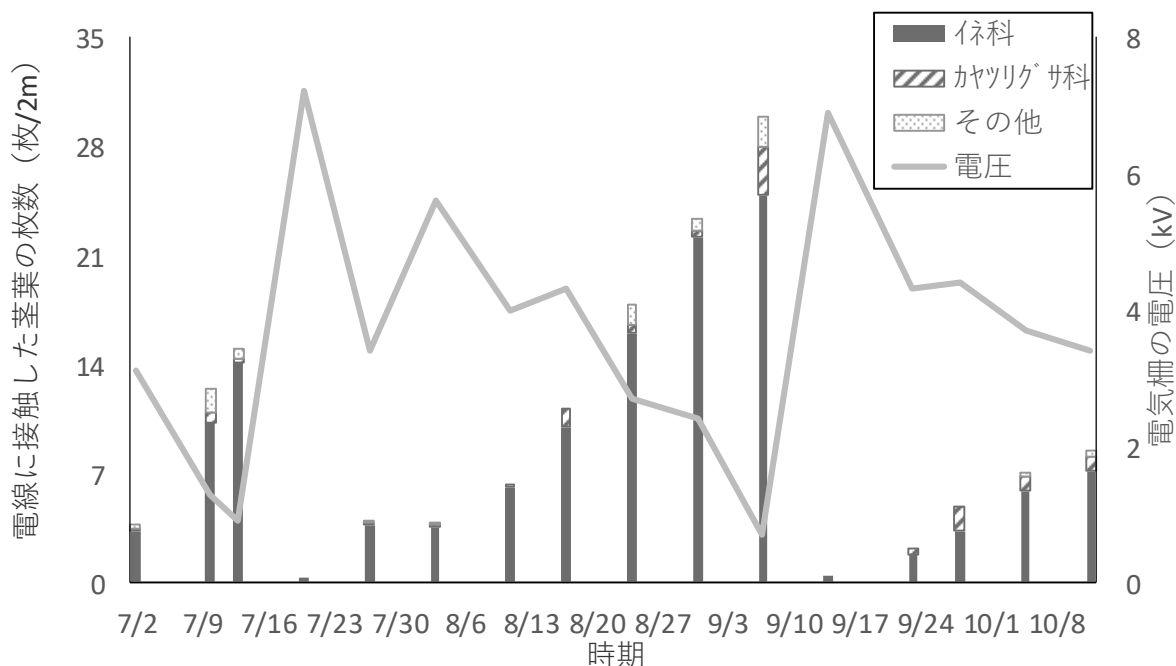


図2 電気柵の電線に接触した茎葉の枚数及び電圧

表1 電気柵下で確認した雑草

科名	種名	科名	種名
アカバナ科	チョウジタデ	キンポウゲ科	ケキツネノボタン
アブラナ科	イヌガラシ	ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ、キクモトキワハゼ
イネ科	イヌビエ、エノコログサ	セリ科	セリ、ツボクサ、ノチドメ
	スズメノヒエ、コブナグサ	タデ科	イヌタデ、ギシギシ
	チガヤ、メヒシバ		ミゾソバ、ヤナギタデ
オオバコ科	オオバコ、ムシクサ		ボントクタデ
オトギリソウ科	オトギリソウ	ツユクサ科	イボクサ、ツユクサ
カタバミ科	カタバミ	トウダイグサ科	エノキグサ
カヤツリグサ科	ヒメクグ等	トクサ科	スギナ
キク科	コセンダングサ、ジシバリ	ドクダミ科	ドクダミ
	タカサブロウ、ニガナ	バラ科	オヘビイチゴ
	ノコンギク	マメ科	シロツメグサ、ヤブマメ
キジカクシ科	ヒメヤブラン		

4 結果の要約

水田畦畔に設置した電気柵下（電線の高さ 20 cm、40 cm）の雑草を調査したところ、電線に接触した雑草のうちイネ科が6割以上を占めた。

〔キーワード〕 水田畦畔、電気柵、雑草、生態

5 今後の問題点と次年度以降の計画

別のほ場でも同様の調査を行う。

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。

課 題 名：野生動物による農業被害の実態と侵入防止対策に関する研究
侵入防止対策に関する研究

電線に接触する雑草が電気柵の電圧を低下させる影響

担当部署名：静岡農林研技 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（2019-2021年度）

1 目的

イノシシによる農作物被害を軽減する対策の一つとして電気柵の設置がある。イノシシに対する電気柵の防除効果は高いものの、その効果を維持するためには電線に雑草が触れないように下草を管理する必要がある、多大な労力がかかる。

本試験では効率的な電気柵下の雑草管理を行うための基礎資料として、電線に接触した雑草の茎葉が電気柵の電圧を低下させる影響について調査する。

2 方法

浜松市浜北区のチガヤ及びクズが優占的に繁殖した草地に、全長 65m の電気柵を電線が茎葉に接触するように設置した（図1、図2）。電線を設置後、電線に接触したチガヤ及びクズ以外の雑草を取り除いた。なお、電気柵の支柱は1～4mの距離（距離は特定していない）で設置した。2本の支柱間の電線に接触した茎葉をカウントした後、茎葉が電線に当たらないように支柱間の電線を上げ、電圧を測定することをすべての茎葉が電線に接触しなくなるまで行った。調査についてはチガヤでは2020年10月2日の同日中に、クズでは10月13日、10月20日に、同じ草地でそれぞれ2回行った。

3 結果の概要

チガヤ、クズのいずれも電線に接触した茎葉の数が少ない時ほど、茎葉1枚あたりの電気柵の電圧の低下量は大きかった（図3）。また、チガヤはクズに比べて電線に接触した茎葉による電気柵の電圧の低下量は小さかった。

近似曲線から電気柵の電圧が4.0kv（電気柵メーカーのT社、S社が推奨している電圧）を下回る茎葉の接触数はチガヤでは467枚、クズでは329枚であった。



図1 チガヤの試験地



図2 クズの試験地

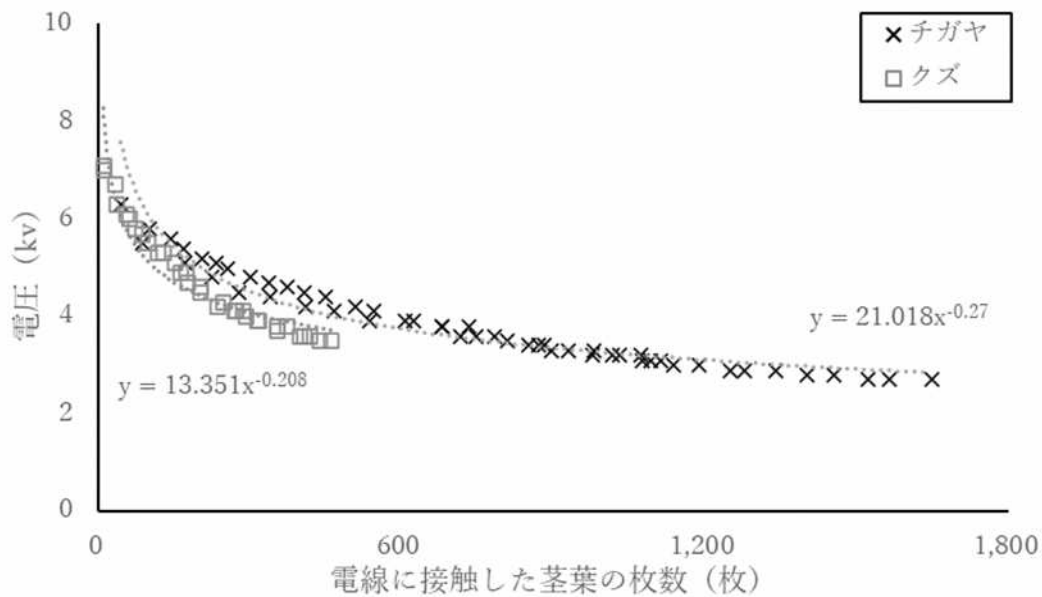


図3 電気柵の電線に接触した茎葉の枚数と電圧関係

4 結果の要約

電気柵の電線に接触した茎葉の枚数と電圧の関係について、チガヤ及びクズが優占的に繁殖した草地で調査したところ、いずれも電線に接触した茎葉の枚数が少ない時ほど茎葉1枚あたりの電圧の低下量は大きく、チガヤはクズに比べて電線に接触した茎葉による電気柵の電圧の低下量は小さかった。

5 今後の問題点と次年度以降の計画

チガヤ、クズ以外の草種で同様の試験を行う。

[キーワード] 電気柵、電圧、雑草、茎葉

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。

課 題 名：野生動物による農業被害の実態と侵入防止対策に関する研究
侵入防止対策に関する研究

電気柵の漏電防止のための除草剤による下草管理の検討

担当部署名：静岡農林研技 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（2019-2021年度）

1 目的

イノシシによる農作物被害を軽減する対策の一つとして、電気柵の設置がある。電気柵の防除効果を維持するためには、電気柵の電線に雑草が触れないように下草を管理する必要があるが、多大な労力がかかる。

本試験では、8月中旬に出穂する水稻を想定し、出穂期から収穫期までの間に電線への雑草の接触を回避するための効率的な下草管理方法として、刈払機による草刈り及び除草剤を用いた除草方法について比較した。

2 方法

磐田市敷地の水田畦畔を試験ほ場とした。2020年8月4日に草刈を実施した後、20 cm及び40 cmの高さに電線を張り、8月12日にザクサ液剤を散布した区、グラスショット液剤を散布した区、無処理区を各3反復設置した。1処理区あたり3 mの電線を設定し、処理区の両端から50 cm離れた地点間の2 mの電線に接触した雑草の茎葉の枚数を8月17日～9月28日まで約7日に1回カウントした。

3 結果の概要

無処理区では8月17日に電線に接触した雑草の茎葉を確認し、8月31日に電線に接触した雑草の茎葉が5枚/2 m以上となった。ザクサ液剤区では8月31日に、グラスショット液剤区では8月25日に、電線に接触した雑草の茎葉を確認した。また、両区とも9月14日に電線に接触した雑草の茎葉が5枚/2 m以上となった（図1）。

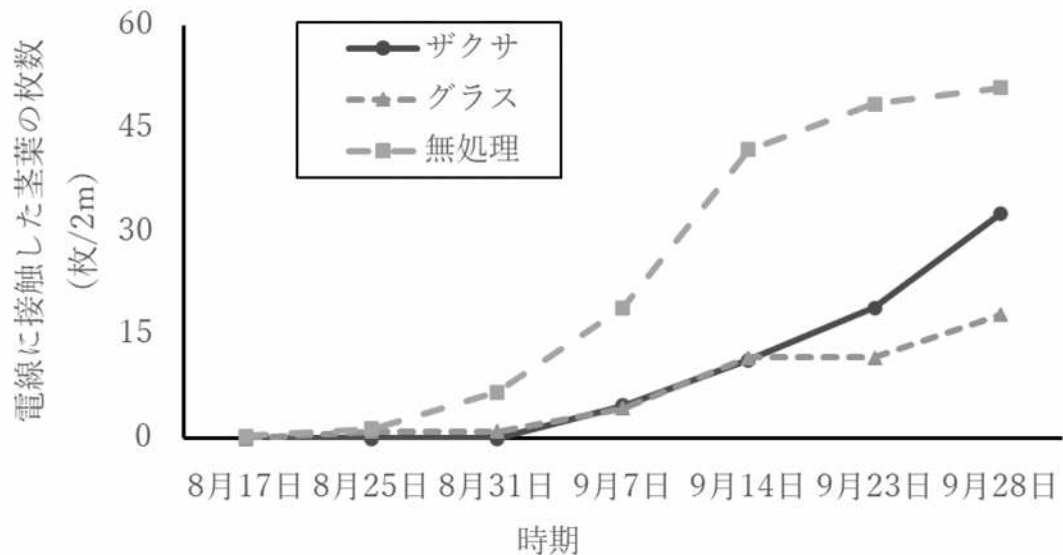


図1 電気柵の電線に接触した雑草の茎葉の枚数

4 結果の要約

8月4日に草刈を実施した後、無処理区は8月31日に電線に接触した雑草の茎葉が5枚/2m以上となった。また、8月12日にザクサ液剤、グラスショット液剤を散布した区は9月14日に電線に接触した雑草の茎葉が5枚以上/2mとなった。

〔キーワード〕 電気柵、草刈、除草剤、電線

5 今後の問題点と次年度以降の計画

電線に接触した雑草の茎葉のみをカウントしたため、草丈が高くても電線に触れなかった雑草については結果に反映することが出来なかった。次年度に試験を行う場合には、電線に触れていないが20cmの高さに達した雑草も合わせてカウントする必要がある。

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。

課 題 名：野生動物による農業被害の実態と侵入防止対策に関する研究

施設栽培における中型獣類の被害対策

イチゴの収穫期間中における箱わなによる捕獲方法の検討

担当部署名：静岡農林研技 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（2019-2021年度）

1 目的

イチゴのビニールハウスにおいて、ハクビシン等の中型獣類による果実の食害やビニールの破損等の被害が発生している。被害対策の一つとして、現地では箱わなによる捕獲が行われているが、箱わなを設置しても中型獣類を捕獲できないケースが見られることから、効率的な捕獲方法が求められている。

本試験ではハクビシンの被害が発生しているイチゴのビニールハウスにて、ネットの設置やビニールの補修により侵入口を塞いだ際のハクビシンの行動について調査した。また、イチゴを加害したハクビシンはイチゴに対する執着が強まると考えたことから、侵入口を塞いだ後のほ場でイチゴをエサとして用いて箱わなによる捕獲試験を行った。

2 方法

ハクビシンの侵入を確認した御前崎市塩原新田の2カ所のイチゴのビニールハウス（図1）で侵入口に出没する動物を自動撮影カメラ（GIsupply社製 TREL10j-d）で調査するとともに、侵入口の周辺（屋外）に中型獣類用の箱わな2基を設置し捕獲を行った（エサ：イチゴ、ミカン）。撮影された動物については明らかに体サイズが異なる場合を除いて、30分以内に連続的に撮影されたものは重複とみなしてカウントから除いた。箱わなは踏板式で片開き、間口26.5cm、高さ31.5cm、奥行81.5cmのものを設置した。

（1）調査地点Aの概要

ア 侵入口の概要、自動撮影カメラ及び箱わなの設置

2020年3月13日にハクビシンの侵入口となるビニールハウスの南西側の窓の付近に自動撮影カメラ及び箱わなを設置した。3月19日にネットを設置し、侵入口を塞いだ。

イ 侵入箇所、自動撮影カメラ及び箱わなの設置時期：3月13日～4月24日

（2）調査地点Bの概要

ア 侵入口の概要、自動撮影カメラ及び箱わなの設置

2020年2月7日にハクビシンの侵入口となる2つのビニールハウスを連結する通風路付近に自動撮影カメラを設置し、2月12日に餌付けするためのミカン及びイチゴを配置した。

2月25日に侵入口となるビニールの緩んだ部分をパッカーで留め直した。2月28日に侵入口付近に箱わなを設置するとともに、自動撮影カメラを追加で設置した。

イ 侵入口の自動撮影カメラの設置時期：2月7日～3月30日

ウ 箱わなの設置時期：2月28日～3月30日

3 結果の概要

（1）調査地点Aで撮影された中型獣類について

侵入口を塞ぐ前の3月13日～19日までの間、ハクビシンは延べ7頭撮影された（表1）。また、ビニールハウスに侵入した中型獣類はハクビシンのみであった。3月19日に防風ネットを設置して侵入口を塞いだ後では、3月21日に侵入口付近でハクビシンが撮影されたものの、それ以降については撮影されなかった。

（2）調査地点Bで撮影された中型獣類について

侵入口を塞ぐ前の2月7日～2月25日までの間、ハクビシンは延べ12頭撮影された（表2）。

また、ビニールハウスに侵入した中型獣類はハクビシンのみであった。侵入口を塞いだ後については、2月28日の夜にハクビシンが1頭撮影されたものの、3月13日まで撮影されず、3月14日に再度、同侵入口付近からハウスに侵入するハクビシンが撮影された。3月14日～3月30日までの間、ハクビシンが延べ11頭撮影された。

(3) 侵入口付近での捕獲について

いずれの調査地点においてもハクビシンがハウスに侵入出来る間、箱わなや侵入口に配置したエサを利用しなかった。また、ハウスの侵入口を塞いだ後もハクビシンは箱わなや侵入口のエサを利用せず、撮影もされなかった。ハウス内のイチゴを利用できなくなったことにより、試験地のエサ場としての価値が下がり、他のエサ場に移動したと推察される。

本試験の結果から、果実の食害の痕跡からハクビシンの出没を確認できても、ハウス内のイチゴ果実を利用できる状態では箱わなに配置したエサで餌付させることは難しい。一方で、周囲にエサが豊富にある場合には、ハクビシンの侵入口をビニールやネットで塞ぐことで、ハクビシンがほ場に近づかなくなる可能性が示唆された。



図1 ハウスに侵入するハクビシン（左：調査地点A、右：調査地点B）

表1 調査地点Aの侵入口付近の動物の撮影頭数

	撮影日数	ハウス侵入	ハクビシン	タヌキ	アナグマ	ネコ
3/13～3/19	7	有り	7	0	0	3
3/20～4/24	36	無し	1	3	1	6

表2 調査地点Bの侵入口付近の動物の撮影頭数

	撮影日数	ハウス侵入	ハクビシン	キツネ	ネコ
2/7～2/24	18	有り	12	0	11
2/25～3/13	18	無し	1	1	19
3/14～3/30	17	有り	11	1	12

4 結果の要約

ハクビシンの被害が発生しているイチゴのビニールハウスで捕獲に取り組むにあたり、箱わなに配置したエサを食べさせるために侵入口をネットやビニールで塞いだ結果、2週間以上侵入口付近に撮影されなかった。また、侵入口や箱わな周辺に配置したエサは食べられなかった。

[キーワード] イチゴ、ビニールハウス、ハクビシン、箱わな、収穫期、捕獲

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き、ほ場における箱わなの捕獲を試みる。

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。

課 題 名：野生動物による農業被害の実態と侵入防止対策に関する研究
施設栽培における中型獣類の被害対策

イチゴの収穫期前から収穫期間中における箱わなによる捕獲方法の検討

担当部署名：静岡農林研技 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（2019-2021年度）

1 目的

イチゴのビニールハウスにおいて、ハクビシン等の中型獣類による果実の食害やビニールの破損等の被害が発生している。被害対策の一つとして、現地では箱わなによる捕獲が行われているが、箱わなを設置しても中型獣類を捕獲できないケースが見られることから、効率的な捕獲方法が求められている。

本試験では、ビニールハウスのイチゴを加害するハクビシンを捕獲することを目的に、収穫期前～収穫期にかけてビニールハウスの外側に箱わなを設置し、捕獲試験を行った。

2 方法

(1) 試験場所・時期・内容

前項の調査地点A、Bの他、前作でハクビシンによるイチゴ被害を確認した調査地点Cを加えた御前崎市塩原新田の3カ所のイチゴのビニールハウスの外側に、2020年11月13日～12月19日まで1カ所につき2基の箱わなを設置し（図1）、箱わな及びその周辺を撮影するために自動撮影カメラ（GISupply社製TREL10J-D）を設置した。撮影された動物については、明らかに体サイズが異なる場合を除いて、30分以内に連続的に撮影されたものは重複とみなしてカウントから除いた。いずれのビニールハウスにおいても11月29日からイチゴの収穫を開始した。試験期間中はハウス内のイチゴは食害を受けなかった。

(2) 設置した箱わなの仕様、エサ

箱わなは片開き、間口26.5cm、高さ31.5cm、奥行81.5cm、踏板式を用いた。箱わなのエサとして1基にミカン、1基にイチゴをそれぞれ箱わなの外及び中に3～7日に一度、配置した。

3 結果の概要

自動撮影カメラを設置した結果、A地点ではハクビシン、タヌキ、キツネ、ネコ、B地点ではタヌキ、キツネ、ネコ、C地点ではネコのみ撮影された（表1）。箱わなに配置したエサについては、A地点でハクビシンがイチゴを、B地点でキツネがイチゴを食べたところ以外は撮影されなかった。試験期間中に、A地点で11月24日にハクビシン1頭（オス、頭胴長58cm）、12月19日にハクビシン1頭（メス、頭胴長38cm）を、いずれもイチゴをエサとして配置した箱わなで捕獲した。ハクビシンは箱わなの外にミカンが配置されていても、箱わなの中のイチゴを食べていたことから、ミカンに比べてイチゴに対する嗜好性が強かったと推察される（図2）。また、12月19日はイチゴの収穫期に含まれるが、同日に捕獲されたハクビシンは幼獣であったため、箱わなに対する警戒心が低かったことその他、ハウス内の果実が利用されていなかったため、ハウスの外に配置した箱わなのイチゴで餌付けさせることが出来たと推察される。ハクビシンにハウス内のイチゴを利用される前に、箱わなのエサとしてイチゴを用いて捕獲に取り組むことで、効率的な捕獲を行うことが出来る可能性が示唆された。

表 1 動物の撮影頭数

調査地点	ハクビシン	タヌキ	キツネ	ネコ
A地点	7	2	5	28
B地点	0	2	13	48
C地点	0	0	0	13



図 1 箱わな及びハウス（調査地点 A）



図 2 箱わなに配置したイチゴを食べるハクビシン

4 結果の要約

前作でハクビシン等の中型獣類の被害が発生したイチゴのビニールハウスで収穫期前から収穫期にかけて箱わなのエサとしてミカンとイチゴを用いて捕獲に取り組んだ結果、2頭のハクビシンを捕獲した。ハクビシンはイチゴに対する嗜好性を示した。

〔キーワード〕 イチゴ、ビニールハウス、ハクビシン、箱わな、収穫期前、捕獲

5 今後の問題点と次年度以降の計画

引き続き、ほ場における箱わなの捕獲を試みる。

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（2021年3月作成）

課 題 名：スギ花粉発生量の予測

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、森林育成科

担当者名：光本智加良、大場孝裕

協力分担：－

予 算：国補（委託）スギ・ヒノキ花粉の発生量推定の推進事業

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発生量を予測して、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

2021年春の静岡県内のスギ・ヒノキ花粉発生量を予測するため、2020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1,600本のスギを調査した結果、調査木のうち97+%の木(A+B+C)で雄花が確認され、これらのうち33%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とする花粉発生度の判定基準(表3)からは、相対値が98となり、2021年春の花粉発生度は「平年並」と判定した(表4)。

地域ごとに差はみられるが、スギの花粉発生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、2021年春のヒノキ花粉発生量も少ないと推測される。

静岡県の2020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23.8℃で平年より0.8度低かった。降水量は954.6mmで平年の3.8倍だった。日照時間が55.0時間で、平年より約4割短かった。

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。2020年7月の気象では、雄花の着生が少なくなる条件を満たしていた。しかし、2019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平年並に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	160	12%	67%	21%	0%	1, 908
東部	2	160	1%	36%	62%	1%	998
富士	1	80	0%	25%	72%	3%	790
中部	3	240	0%	28%	71%	1%	842
志太榛原	4	320	0%	12%	78%	10%	558
中遠	2	160	3%	47%	48%	2%	1, 280
西部	1	80	0%	29%	71%	0%	860
天竜	5	400	0%	25%	73%	2%	795
全県	20	1, 600	1%	31%	65%	3%	938

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 花粉発生度

調査年度	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
静岡県全域	35	189	59	152	46	125	71	189	102	143	57	98
花粉発生度	少	多	少	多	少	並	並	多	並	多	少	並

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、スギ花粉発生量は少ないと予測した。雄花着生量が少ない原因として、前年7月の降水量が多く日照時間が短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、花粉発生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	国立研究開発法人森林総合研究所 林木育種センター
無花粉スギ（コンテナ苗）林地植栽試験	静岡水源林整備事務所及び静岡県 山林種苗協同組合連合会
無花粉スギ品種開発技術に関する共同研究	国立研究開発法人森林総合研究所 林木育種センター
防潮堤盛土へ海岸防災林を造成する技術開発	国立研究開発法人 森林研究・整備機構
エリートツリー及び早生樹の成長特性評価と早生樹製材品等の強度・材質特性の解明	株式会社ノダ
林業現場の作業状況モニタリング技術の開発	国立大学法人鹿児島大学 日本ユニシス株式会社

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		20	77,800
	実大木材の強度試験	はり	10	604,000
		柱		
	その他の木材試験		30	305,100
	難燃性試験			
	接合耐力試験			
	壁せん断試験	幅 1m 未満×高さ 3m 未満	1	0*
幅 2m 未満×高さ 3m 未満		4	358,280	
幅 3m 未満×高さ 3m 未満				
幅 3m 以上×高さ 3m 未満				
合 計		71	1,345,180 円	

※減免措置

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2年度普及指導実績総括表

分野	来訪		出張		電話		文書		eメール		計	
	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数
育種育林	10	12	10	120	3	3	0	0	0	0	23	135
森林経営	5	10	3	17	6	14	0	0	3	3	17	44
森林保護	9	9	13	24	39	39	3	3	31	31	95	106
森林保全	1	1	2	6	4	4	2	54	2	2	11	67
特用林産	1	2	15	23	20	20	0	0	11	11	47	56
木材加工	13	23	7	15	7	7	0	0	8	8	35	53
普及	1	15	1	21	1	28	0	0	0	0	3	64
小計	40	72	51	226	80	115	5	57	55	55	231	525
施設見学	89	404	0	0	0	0	0	0	0	0	89	404
計	129	476	51	226	80	115	5	57	55	55	320	929

- ※ 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、病虫害、獣害、森林計測」で4課題) YouTube 動画配信	Web上	20.8.4 ～ 20.12.28	市町・森林組合・農林事務所 その他	925 (視聴回)
計 20 課題 5 件					925

(2) 出前講座

分野	課題	対象	開催地	人数
育種育林	①関東地区特定母樹普及促進会議	林野庁、都道府県ほか		76
	②種苗生産技術講習会	森林管理署、苗木生産	富士宮市	35
	③種苗生産事業者講習会	新規種苗生産者	静岡市	4
	④種苗生産技術講習会	種苗生産者ほか	富士宮市	35
			4回	150
森林保護	①イノシシ対策講習会	農業者、猟友会ほか	袋井市	50
	②森林講座	中学生	浜松市	21
	③農業技術研修生に対する特別講義	農業技術研修生	静岡市	13
	④鳥獣被害対策の技術指導者育成研修会	猟友会、農協、市、農林	浜松市	30
	⑤獣害と闘う！作物防護技術研修会	生産者、市、農林	島田市	20
	⑥鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	森町	30
	⑦県鳥獣被害対策総合アドバイザー研修	市、農林、農協	沼津市	60
	⑧県鳥獣被害対策総合アドバイザー研修	市、農林、農協	沼津市	60
	⑨鳥獣被害対策の技術指導者育成研修会	生産者、市、農林、農協	浜松市	40
	⑩鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	菊川市	20
	⑪静岡市林道事業推進強協議会研修会	市、林業事業体ほか	静岡市	30
	⑫獣害防護資材講習会	農林、林業事業体ほか	浜松市	59
	⑬ナラ枯れセミナー	一般	御殿場市	200
	⑭ナラ枯れ講習会	市、林業関係者	富士市	30
	⑮松くい虫講座	大学生	浜松市	7
	⑯ナラ枯れ講習会	市町	下田市	10
	⑰ジビエ研修会	捕獲者、加工施設ほか	長崎県	60
			16回	740
木材加工	①日本木材加工技術協会セミナー	木材関係者ほか	Web	28
	②緑の雇用3年目研修	緑の雇用研修生	富士市	20
	③森とすまいの会勉強会	建築士、工務店ほか	浜松市	27
	④富士農林事務所森林整備課ワーキング	県職員	富士市	8
	⑤天竜流域活性化センター講習会	林業・木材関係者	浜北市	50
		5回	133	

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	①森林遺伝育種学会・学会賞奨励賞審査	学会賞・奨励賞の審査	森林遺伝育種学会

②抵抗性クロマツ種苗生産	抵抗性クロマツ苗の生産に必要なマツノザイセンチュウの提供	静岡県山林種苗協同組合連合会
③スギ花粉調査	スギ雄花着生量調査	東海花粉症研究会
④森林遺伝育種、日本森林学会誌、Journal of Forest Research、中部森林研究、静岡県農林技術研究所研究報告、論文査読審査	論文査読審査	森林遺伝育種学会 日本森林学会 中部森林学会 農林技術研究所
⑤森林遺伝育種編集委員会	担当編集委員として特集記事の編集	森林遺伝育種学会
⑥森林遺伝育種編集委員会	編集委員として委員会に協力	森林遺伝育種学会
⑦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
⑧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
⑨スギ・ヒノキコンテナ苗生産	コンテナ苗の種苗生産技術情報提供	静岡県山林種苗協同組合連合会
⑩低コスト主伐・再造林実証プロジェクト	再造林の方法と経費について分析・助言	林業事業体 森林計画課 森林整備課 農林事務所
<hr/>		
森林保護	①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
	②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
	③鳥獣被害防止総合対策事業の評価報告に係る第三者の意見作成	有識者として第三者の意見を作成 下田市他 10 市町
	④鳥獣被害防止総合対策事業の評価報告（再評価）に係る第三者の意見作成	有識者として第三者の意見を作成 富士宮市、島田市
	⑤鳥獣被害防止総合対策事業の評価報告及び改善計画に係る第三者の意見について	有識者として第三者の意見を作成 三島市
	⑥令和 2 年度農薬安全使用指針・農作物病虫害防除基準の原稿執筆	原稿執筆 静岡病虫害防除所
	⑦浜松地域鳥獣被害対策協議会総会	委員として助言、指導 浜松地域鳥獣被害対策協議会
	⑧静岡森林管理署シカ捕獲事業検討会	委員として助言、指導 静岡森林管理署
	⑨南アルプス自然環境保全活用連携協議会 ニホンジカ対策ワーキンググループ会議	オブザーバーとして助言、指導 環境省関東地方環境事務所
	⑩関東森林管理局保護林モニタリング評価専門委員会	委員として助言、指導 関東森林管理局

	⑪カモンシカ麻酔処置	出没個体を麻酔銃で処置・放獣	浜松市、西部農林事務所
	⑫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
	⑬三保松原のマツ材線虫病の微害化に向けた現地技術指導	委員として、助言、指導	静岡県経済産業部森林局森林整備課
	⑭ICTを活用した有害鳥獣捕獲の勉強会及び鳥獣被害対策実施隊の意見交換会の開催について	オブザーバーとして助言、指導	東部農林事務所
特用林産	①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
	②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
	③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
	④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	①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
	②森の防潮堤づくり事業本数調整伐	本数調整伐に関する助言	中遠農林事務所
	③クロマツ植栽地の侵入植生調査	クズの駆除に関する助言	浜松土木事務所
木材加工	①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
	②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
	③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
	④製材工場 J A S 認証取得	県内 1 製材工場に J A S 認証取得に向けた助言と現地指導	県木連
森林経営	①低コスト皆伐・再造林実証プロジェクト	皆伐の労働生産性について分析・助言	林業事業体 森林計画課 森林整備課 農林事務所
	②浜松地域林業成長産業化地域構想推進会議	構成員として助言、指導	林野庁、浜松市

③ICTを活用した儲かる林業の在り方に関する調査研究会	構成員として助言、指導	ICT 林業調査研究会 (総務省、林野庁)
④志太榛原地域航空レーザ計測データ活用研究会	構成員として助言、指導	志太榛原農林事務所、市町、森林組合
⑤浜松市デジタル・スマートシティ官民連携プラットフォーム運営委員会	構成員として助言、指導	浜松市

合計 件

3 農林大学校生の指導

年間教育計画に基づき指導した実績は次のとおりである。

養成部林業学科2年生

項目	日数	時間	兼務講師
森林保護	7	48	加藤 徹、大場孝裕、水井陽介、竹内 翔
環境保全	2	16	加藤 徹、福田拓実
育林Ⅲ	2	12	袴田哲司、野末尚希
育林Ⅳ	8	56	袴田哲司、山田晋也、野末尚希
林業経営Ⅱ	1	8	木村公美
木材利用Ⅲ	3	20	長瀬 亘
木材利用Ⅳ	3	20	佐々木重樹、長瀬 亘
特用林産Ⅲ	5	34	中田理恵
林業特論Ⅰ	1	4	光本智加良
卒業論文	19	132	水井陽介、竹内 翔、福田拓実、野末尚希、長瀬 亘、木村公美
計	55	350	

4 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	スギコンテナ苗の植栽時のサイズと初期成長の関係	育種 育林	袴田哲司	森林遺伝育種	9巻2号 51-60	2020.4
2	雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗への追肥による育苗時と林地植栽後の効果	育種 育林	袴田哲司	中部森林研究	68巻 5-6	2020.5
3	菌床シイタケ栽培における休養時の散水条件が子実体発生に与える影響	特用 林産	中田理恵	中部森林研究	68巻 75-78	2020.5
4	作業日報を使用した主伐作業効率の改善	林業 経営	木村 公美	中部森林研究	68巻 59-60	2020.5
5	ニホンジカ管理に伴う足くくりわな捕獲の課題 (特集 錯誤捕獲をめぐる課題を議論する)	森林 保護	大場孝裕	哺乳類科学	60(2):335- 340	2020.8

(2) 学会発表

No.	発表課題	分野	氏名	発表誌	号:ページ	発行年月
1	山土盛土由来の雑草木が海岸防潮堤の植栽木に与える影響	森林保全	福田拓実	令和2年度日本海岸林学会		2020.11
2	無花粉スギ優良候補木の選抜ー花粉症対策品種の開発を目指してー	育種育林	袴田哲司	第9回森林遺伝育種学会大会		2020.11
3	シイタケ菌床の硬度と子実体発生量	特用林産	中田理恵	第10回中部森林学会大会		2020.12
4	同一家系における雄性不稔スギと可稔スギの応力波伝播速度の比較	育種育林	袴田哲司	第10回中部森林学会大会		2020.12
5	ヒノキの水分ストレスによる着花促進技術について	育種育林	福田拓実 山田晋也 野末尚希	第132回日本森林学会		2021.3
6	ニホンジカへのGPS首輪自動装着:閉鎖機構の改良、野生個体への装着と追跡	森林保全	大場孝裕	日本生態学会第68回全国大会		2021.3
7	造林地シカ防護柵内への動物侵入を機械監視する	森林保全	大場孝裕	第132回日本森林学会		2021.3
8	実験用乾燥機を用いたスギ間柱材の弱減圧乾燥スケジューリング試験	木材加工	長瀬亘 池田潔彦	第71回日本木材学会大会		2021.3
9	静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価(その1)試験計画の概要と構造用製材のヤング係数	木材加工	長瀬亘 池田潔彦	第71回日本木材学会大会		2021.3
10	静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価(その2)丸太の含水率推定値と心持ち平角の含水率との関係	木材加工	長瀬亘 池田潔彦	第71回日本木材学会大会		2021.3
11	静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価(その3)乾燥条件が異なる心持ち平角の乾燥材品質	木材加工	長瀬亘 池田潔彦	第71回日本木材学会大会		2021.3

12	静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価 (その4) 乾燥条件が異なる心持ち平角の曲げ強度特性	木材加工	長瀬亘 池田潔彦	第71回 日本木材学会大会	2021.3
13	実用規模の乾燥機によるスギ間柱材の弱減圧試験	木材加工	長瀬亘 池田潔彦	第71回 日本木材学会大会	2021.3

(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
該当なし					

(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
1	林業現場の作業効率改善に向けた「日報アプリ」の開発	林業経営	木村公美	森林利用学会誌	第36巻 第1号 31-35	2021.1

(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	情報共有から安定供給へ	森林経営	佐々木重樹	F&F 第1122号	2020.4
2	生産性向上の特効薬「日報アプリ」の開発	森林経営	木村公美	F&F 第1123号	2020.5
3	スギコンテナ苗の出荷時サイズと初期成長	育種育林	袴田哲司	F&F 第1124号	2020.6
4	シカ柵の効果	森林保護	大場孝裕	F&F 第1125号	2020.7
5	ビニールハウス内のイチゴを加害する中型獣類の実態について	森林保護	水井陽介	F&F 第1126号	2020.8
6	新植地における「ノウサギ」による食害	森林保護	竹内 翔	F&F 第1127号	2020.9
7	ヒノキ・エリートツリーの早期種子生産	育種育林	山田晋也	F&F 第1128号	2020.10
8	生シイタケをシンガポールへ	特用林産	中田理恵	F&F 第1129号	2020.11
9	主伐現場の作業道開設	森林経営	木村公美	F&F 第1130号	2020.12

10	研究成果の普及と研究への要望	普及	大石 剛	F&F	第 1131 号	2021. 1
11	J A S 製材品の製造技術の開発と認証への取り組み	木材加工	長瀬 亘	F&F	第 1132 号	2021. 2
12	スマートウォッチを活用した労働災害のリスク低減技術	森林経営	佐々木重樹	F&F	第 1133 号	2021. 3
13	ヒノキエリートツリー母樹の水分ストレスによる着花促進技術	育種育林	福田拓実	森と人	394 号 No.89	2020. 11
14	ドローンを用いた森林資源量の推定	森林経営	佐々木重樹	研究所 ニュース	No.63	2020. 6
15	誘引によるニホンジカの捕獲について	森林保護	竹内 翔	研究所 ニュース	No.66	2020. 12
16	林木育種のあゆみ	育種育林	川合正晃	研究所 ニュース	No.67	2021. 2
17	スギ大径丸太の心材含水率を非接触で評価する技術の開発ー丸太の心材含水率を知り性能の確かな製品製造に活かすー	木材加工	長瀬 亘 池田潔彦	地域材利用 研究会成果 報告書	-	2021. 3
18	箱形減圧乾燥機を用いたスギひき板の減圧乾燥試験	木材加工	長瀬 亘 池田潔彦	地域材利用 研究会成果 報告書	-	2021. 3

(6) 新聞掲載

No.	日付	新聞名	見出し	分野
1	5. 30	静岡	シカ捕獲へ「GPS 首輪」	森林保護
2	6. 13	朝日	首輪がシカ「待ち伏せ」→自動装着	森林保護
3	6. 15	i jump	シカに GPS 首輪を自動装着＝全国初の開発	森林保護
4	6. 27	読売	自動で装着 GPS 首輪首輪 シカの行動把握獣害防ぐ	森林保護
5	10. 23	静岡	獣害電気柵で防げ	森林保護
6	12. 08	静岡	ナラ枯れ東中部深刻	森林保護
7	12. 08	静岡	来春のスギ花粉「発生は平年並み」	普及
8	12. 09	中日	スギ花粉の発生量来春は「平年並み」	普及
9	12. 26	日農	防護柵の設置実習交え学ぶ 静岡県浜松市で指導者育成研修	森林保護

(7) テレビ放映

No.	日付	テレビ局	内 容	分野
1	10. 22	NHK	野生動物の食害対策に“網型電気柵”	森林保護
2	10. 22	SBS	野生動物から作物を守る	森林保護
3	11. 5	SDT	県内でも目撃相次ぐ 野性動物 なぜ住宅街に出没	森林保護
4	11. 30	NHK	シカとの事故に注意を	森林保護
5	12. 28	NHK	来春のスギ花粉量予測 “平年並み”	普及

V その他

1 職員の配置及び氏名

(令和2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	大石 剛	総括	令和 2.4.1
技 監	川合 正晃	研究総括	令和 2.4.1
総務課森林・林業分室			
分 室 長	袴田 幸治	事務総括	平成 29.4.1
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
主 任	山下 徹哉	庶務会計	令和 2.4.1
技 能 長	山田 宗二郎	実験棟・試験圃場管理	平成 5.4.1
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	加藤 徹	総括・森林保護	平成 8.4.1
上 席 研 究 員	大場 孝裕	シカ対策・森林保護	平成 22.4.1
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	イノシシ対策	平成 29.4.1
主 任 研 究 員	竹内 翔	シカ対策・森林保護	平成 31.4.1
主 任 研 究 員	野末 尚希	育種・育苗	令和 2.4.1
主 任 研 究 員	福田 拓実	森林保全	平成 31.4.1
主 任	池田 潔彦	木材利用	令和 2.4.1
森林資源利用科			
科 長	袴田 哲司	総括・木材利用	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	木材利用	平成 29.4.1
主 任 研 究 員	木村 公美	機械・経営	平成 31.4.1
主 任 研 究 員	長瀬 亘	木材利用	令和 2.4.1
計	21 人		

2 刊 行 物

- ・ 令和2年（2020）度静岡県農林技術研究所成績概要集（森林・林業編）

静岡県農林技術研究所成績概要集

(森林・林業編)

令和3年4月

編集・発行 静岡県農林技術研究所

森林・林業研究センター

浜松市浜北区根堅 2542-8

TEL <053> 583-3121

FAX <053> 583-1275



ふじのくに
森林の都
しりのみやこ
しずおか