

令和3年度  
(2021)

**静岡県農林技術研究所成績概要集**  
**(森林・林業編)**

令和4年4月

静岡県農林技術研究所  
森林・林業研究センター

# 目 次

## I 研究課題

1	形質的に優れたスギ・ヒノキ苗木を育成するための種子生産に関する研究	2
2	スギ・ヒノキエリートツリーと早生樹の造林技術の検討	6
3	低コスト育林体系技術に構築に関する研究	10
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	20
5	菌床シイタケ栽培等における安定生産技術の開発	22
6	林業現場の作業状況モニタリング技術の開発	30
7	県内木材資源を活用した非住宅等のJAS製品加工利用技術の開発	34
8	国産早生樹種の用材利用に向けた材質・加工特性の解明	42
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	48
10	健全な海岸防災林のための生育環境整備技術の開発	52
11	新植地に侵入するノウサギ対策に関する研究	60
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	70

## II 資料

1	スギ花粉発生量の予測	81
---	------------	----

## III 研修、共同研究等

1	課題解決及び研究開発研修	84
2	民間企業等との共同研究	84
3	依頼試験	84

## 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	86
2	行政事業等の支援・協力	87
3	試験研究等の発表	89

## V その他

1	職員の配置及び氏名	93
2	刊行物	93

# I 研究課題

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

特定苗木の初期成長の評価

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担 当 者 名：野末尚希、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（2021-2025年度）

## 1 目的

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

## 2 方法

西部農林事務所育種場の閉鎖型採種園内の特定母樹（林木育種センターまたは静岡県が選抜した系統）から生産されたスギの種子及び、野外にある少花粉系統の第1世代精英樹の採種園で生産されたスギの種子について、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 マルチキャビティコンテナへ移植した。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（コンテナ苗のサイズは300cc）、当センターが管理する第二苗畑（コンテナ苗のサイズは300cc）、藤枝市瀬戸ノ谷民有林（コンテナ苗のサイズは150cc）に単木混交で植栽した。

昨年度行った調査結果から、1成長期後における樹高及び根元径は、特定苗木と少花粉系統苗木とで同程度であった。今年度も引き続き、2成長期後の樹高と根元径を2021年11月～12月に調査した。また、今年度は樹高が120cmを超えたものについて胸高直径も測定した。

## 3 結果の概要

各試験地の結果は表1～3のとおりである。樹高について、森林・林業研究センター敷地内では、特定苗木は124.4cm～125.6cmで、少花粉系統苗木の128.4cmの0.97倍～0.98倍であった。第二苗畑では、特定苗木は82.8cm～95.5cmで、少花粉系統苗木の94.0cmの0.88倍～1.02倍であった。藤枝市瀬戸ノ谷民有林では、特定苗木は100.9cm～133.4cmで、少花粉系統苗木の118.4cmの0.85倍～1.13倍であった。根元径について、森林・林業研究センター敷地内では、特定苗木は14.7mm～16.4mmで、少花粉系統苗木の15.3mmの0.96倍～1.07倍であった。第二苗畑では、特定苗木は13.0mm～15.0mmで、少花粉系統苗木の14.5mmの0.90倍～1.03倍であった。藤枝市瀬戸ノ谷民有林では、特定苗木は17.7mm～24.1mmで、少花粉系統苗木の22.6mmの0.78倍～1.07倍であった。胸高直径について、森林・林業研究センター敷地内では、特定苗木は2.5mm～3.3mmで、少花粉系統苗木の3.4mmの0.74倍～0.97倍であった。第二苗畑では、特定苗木は0.2mm～1.5mmで、少花粉系統苗木の0.5mmの0.40倍～3.0倍であった。藤枝市瀬戸ノ谷民有林では、特定苗木は1.3mm～3.7mmで、少花粉系統苗木の2.1mmの0.62倍～1.76倍であった。樹高、胸高直径、根元径のいずれも、特定苗木の各系統と少花粉系統との間に有意差はなかった（ $p>0.05$ , Dunnettの多重比較検定）。



表1 系統ごとの樹高、根元径、胸高直径（森林・林業研究センター内）

系統	個体数	樹高(cm)	根元径(mm)	胸高直径(mm)
2-117	10	125.0 ± 27.7 <i>ns</i>	14.7 ± 3.0 <i>ns</i>	2.5 ± 2.8 <i>ns</i>
T24	9	125.6 ± 21.2 <i>ns</i>	15.3 ± 2.2 <i>ns</i>	2.6 ± 2.6 <i>ns</i>
T25	10	124.4 ± 38.1 <i>ns</i>	16.4 ± 4.6 <i>ns</i>	3.3 ± 3.4 <i>ns</i>
少花粉	10	128.4 ± 46.8 -	15.3 ± 4.2 -	3.4 ± 4.3 -

※少花粉系統以外が、特定苗木。2-〇〇は林木育種センターが選抜した系統、  
T〇〇は静岡県が選抜した系統（表2、3も同様）  
*ns* :  $p > 0.05$ , 少花粉を対照としたDunnnettの多重比較検定（表2、3も同様）

表2 系統ごとの樹高、根元径、胸高直径（第二苗畑）

系統	個体数	樹高(cm)	根元径(mm)	胸高直径(mm)
2-70	20	89.9 ± 35.3 <i>ns</i>	14.6 ± 5.9 <i>ns</i>	1.5 ± 2.3 <i>ns</i>
2-76	24	82.8 ± 33.1 <i>ns</i>	13.0 ± 5.5 <i>ns</i>	1.0 ± 2.0 <i>ns</i>
2-117	22	95.5 ± 21.2 <i>ns</i>	13.8 ± 3.3 <i>ns</i>	0.2 ± 0.9 <i>ns</i>
T21	19	90.2 ± 20.4 <i>ns</i>	14.7 ± 4.1 <i>ns</i>	0.3 ± 1.2 <i>ns</i>
T23	20	89.4 ± 32.8 <i>ns</i>	14.6 ± 4.8 <i>ns</i>	1.0 ± 2.0 <i>ns</i>
T24	23	90.8 ± 32.6 <i>ns</i>	14.4 ± 5.3 <i>ns</i>	1.0 ± 1.9 <i>ns</i>
T25	22	95.0 ± 30.8 <i>ns</i>	15.0 ± 4.7 <i>ns</i>	0.9 ± 2.0 <i>ns</i>
少花粉	20	94.0 ± 28.3 -	14.5 ± 4.7 -	0.5 ± 1.6 -

表3 系統ごとの樹高、根元径、胸高直径（藤枝市瀬戸ノ谷民有林）

系統	個体数	樹高(cm)	根元径(mm)	胸高直径(mm)
2-70	10	108.1 ± 24.9 <i>ns</i>	21.7 ± 6.6 <i>ns</i>	1.9 ± 2.3 <i>ns</i>
2-117	10	100.9 ± 24.8 <i>ns</i>	17.7 ± 4.8 <i>ns</i>	1.3 ± 1.6 <i>ns</i>
T21	7	117.4 ± 41.4 <i>ns</i>	22.1 ± 7.7 <i>ns</i>	3.7 ± 3.6 <i>ns</i>
T23	10	119.7 ± 27.6 <i>ns</i>	23.5 ± 6.8 <i>ns</i>	2.7 ± 2.9 <i>ns</i>
T24	7	110.1 ± 24.9 <i>ns</i>	20.5 ± 8.3 <i>ns</i>	1.7 ± 2.2 <i>ns</i>
T25	9	133.4 ± 23.4 <i>ns</i>	24.1 ± 4.9 <i>ns</i>	3.2 ± 3.1 <i>ns</i>
少花粉	9	118.4 ± 19.7 -	22.6 ± 2.7 -	2.1 ± 2.4 -

#### 4 結果の要約

閉鎖型採種園の特定母樹から生産されたスギの種子から作られた特定苗木と、野外の従来採種園で生産された少花粉系統のスギの種子から作られた苗木を3か所で植栽し、2成長期後の樹高、根元径、胸高直径を比較した。この結果、特定苗木と少花粉系統苗木のサイズは同程度であった。  
〔キーワード〕 スギ、閉鎖型採種園、特定母樹、特定苗木、少花粉、初期成長

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

本調査地においては、3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。  
今回調査した系統以外の特定母樹の系統やヒノキについても、初期成長が優れている系統があるかを検証していく必要がある。

#### 6 結果の発表、活用等

県森林整備課へ情報提供した（2021）。

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

若齢ヒノキの着花促進技術の確立

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担 当 者 名：福田拓実、山田晋也

協 力 分 担：岐阜大学応用生物科学部、静岡大学農学部

予算(期間)：県単（2021-2025年度）

## 1 目的

閉鎖型採種園内でのヒノキ種子の生産にあたり、ヒノキ若齢木では花芽形成が困難であることが課題となっている。平成30年度から令和2年度までの新成長戦略研究「エリートツリー種子の早期生産技術の開発」内で、ヒノキの若齢木は水分条件で着花量が変化することを確認した。しかし、着花はしたものの花芽（特に雄花）が枯死するという現象も確認された。これらの課題を解決し、若齢ヒノキの着花促進技術の確立を目指す。

## 2 方法

### (1) 若齢ヒノキの灌水条件と種子生産

着花したヒノキの定植後3年目の母樹の発芽能力について確認した。2020年4月28日から表1の条件で灌水した。2020年7月22日に一部の個体にジベレリン（以下GA3）を100ppmの濃度で1回散布した。なお、同年10月、全試験区の雌花に、通常とは異なる時期の開花及び珠孔液の滲出（以下狂い咲きという）を確認した。

2021年3月に狂い咲きせずに開花した雌花に、過去に採取したヒノキ花粉を3回散布し、人工交配した。その後、全試験区で球果が得られたので、球果から採種し、種子の発芽試験を実施した。

表1 灌水条件とジベレリン散布の有無

試験区	週1回 +GA3有り	週1回 +GA3無し	回/4日 +GA3有り	毎日 +GA3有り	毎日 +GA3無し
灌水条件	1回/週 (4/29~6/8)	1回/週 (4/29~6/8)	1回/4日 (4/29~6/8)	毎日	毎日
GA3の散布	有り	無し	有り	有り	無し

※灌水条件は記載された日以外は毎日灌水

### (2) 光環境と花芽形成の関係調査

定植後2年目の母樹の着花と、ハウス内の光環境の関係を調査した。2021年6月から、1日光を当てる（日なた区）、1日光が当たるが薄手の寒冷紗をする（寒冷紗区）、午前中は厚手の寒冷紗で遮光し午後しか光が当たらない（半日陰区）、1日中厚手の寒冷紗で遮光し光が当たらない（日陰区）試験区を設けた。なお、灌水条件は差をつけず毎日灌水した。2021年8月下旬には光量子束密度(dPPFD)を、9月下旬には葉温を測定した。12月14日に花芽の数をカウントした。また、期間中の試験区毎のハウス内温度も計測した。

## 3 結果の概要

### (1) 若齢ヒノキの灌水条件と種子生産

灌水条件と球果数の関係は表2のとおりである。健全な雌花数と得られた球果数の割合は週1回区で30%程度と低い結果になった。一方で2020年春の灌水条件の違いが2021年秋まで影響

したのかという疑問が残るため、再現性を確認する必要がある。種子の発芽能を確認したところ、GA3散布無しの試験区でも発芽が確認された。よって、薬剤を用いなくとも若齢ヒノキから発芽能のある種子の生産ができた。

## (2) 光環境と花芽形成の関係調査

試験区毎の花芽の平均数は表3のとおりである。日陰と半日陰で花芽がつきやすく、日なたと寒冷紗でつきにくい傾向が見られた。この原因について、dPPFDと葉温から調査したところ、dPPFDは日なたのみ高く、葉温は日なたと寒冷紗で高かった(図1、図2)。これらの結果から、葉温が着花に負の影響を与えている可能性が示唆された。なお、気温も調査したが、最高気温、平均気温共に、地点による変化は無かった。

表2 灌水条件と雌花数、球果数

灌水条件	GA3	雌花数(個)			球果数(個)		球果 <sub>②</sub> /健全 <sub>①</sub> (%) (10月時点)
		狂い咲き数	健全雌花数 <sub>①</sub>	合計	2021年4月	2021年10月 <sub>②</sub>	
週1回	有り	21	204	225	187	66	32.35
週1回	無し	11	106	117	87	37	34.91
回/4日	有り	550	833	1,383	737	439	52.70
毎日	有り	31	710	741	579	517	72.82
毎日	無し	280	810	1,090	733	438	54.07

※雌花数は2020年12月時点  
※各試験区5個体の合計

表3 光環境と花芽数(試験区平均)

試験区	母樹の樹高(cm)	個体数(本)	雄花数(個)	雌花数(個)
日陰	47.4	5	22.0	32.4
半日陰	52.2	5	42.8	35.4
寒冷紗	50.6	5	0.0	16.8
日なた	47.3	4	0.0	29.8

※母樹の樹高は2021年6月時点

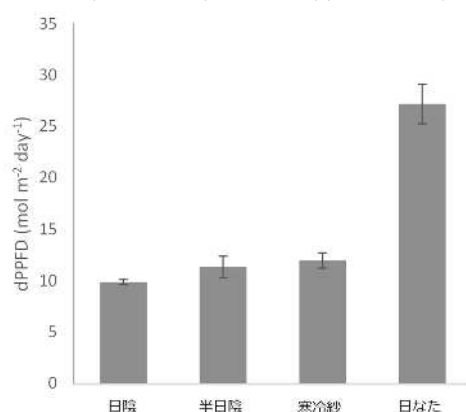


図1 光環境とdPPFD

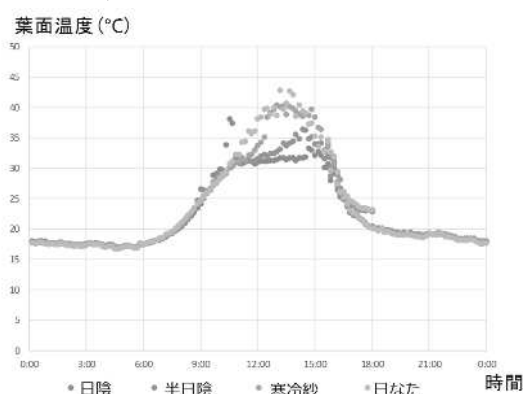


図2 光環境と葉面温度

## 4 結果の要約

- ・薬剤散布をしなかった若齢ヒノキからも発芽能のある種子を生産できた。
- ・葉面温度が高くなると花芽の形成に負の影響を与える可能性が示唆された。

[キーワード] 若齢ヒノキ、着花促進、灌水条件、光環境

## 5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・種子の発芽率は低かったため、安定生産に向けた試験を今後実施する。
- ・ヒノキの花粉取得に関するデータは2022年3月にデータが集める予定。データを解析し、来年度の試験計画に反映する。
- ・光環境と花芽形成の関係性について、今後も大学機関と連携し精密な条件を探る。

## 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133回日本森林学会大会にて発表予定(2022年3月)。

-----  
課 題 名：スギ・ヒノキエリートツリーと早生樹の造林技術の検討  
過去に植栽した早生樹の成長・強度の評価

早生樹植栽地の造林成績検証

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：山田晋也、福田拓実

協力分担：中日本合板工業組合、天竜森林管理署

予算(期間)：県単 (2021-2025年度)  
-----

## 1 目的

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

そこで、本研究では、過去に植栽した早生樹の成長・強度の評価を行い、本県に適する早生樹の検討を行う。

## 2 方法

### (1) 調査場所等

・表1のとおり

### (2) 試験方法

- ・各試験地の植栽履歴等を調べ、樹高・胸高直径を計測し、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間の応力波伝播時間を測定した。
- ・岡崎国有林、県立森林公園、掛川民有林（場所：掛川市西之谷）のテーダマツ各3本の樹幹解析を行って5年ごとの材積、樹高成長曲線を算出した。
- ・霧山国有林では20m×20mプロット内に生育するテーダマツ以外の樹種と、根元の年輪数を計測した。

## 3 結果の概要

全ての試験地において、テーダマツとスラッシュマツは成林していた。初期の下刈は実施されたが、その後の除伐・間伐は実施された記録がなかった。国有林のテーダマツとスラッシュマツは3000～3400本/haの植栽密度で、県立森林公園は3000本/ha、西部農林事務所育種場は2000～2500本/haであった。国有林内のテーダマツの現存本数は440～525本/ha、スラッシュマツの現存本数は941本/haであり、スラッシュマツの方が約2倍多い結果となった。一方、樹高や胸高直径はテーダマツの方が大きい値となった。応力波伝播速度は、3,108～3,900m/秒であった。応力波伝播速度の上限値と下限値である県立森林公園と西部農林事務所育種場のテーダマツを使った12mmの2級構造用合板を製造したところ、7.3GPaと5.1GPaとなり曲げ強さの基準4.0GPaを満たしていたことから、国有林のテーダマツとスラッシュマツを使った合板も同様に2級構造用合板の基準を満たすことが考えられた（表1）。

樹幹解析の結果、材積はいずれの調査地でも一定量の増加ではなかったことから（図1）、数年ごとにギャップが発生し、光環境が改善されたことが考えられた。樹高成長量は、40年生程度まではアメリカの樹高成長量よりも劣るが、その後は同等以上の結果となった（図2）。全ての試験地は無間伐であるため、過密な状況が続いていたことが初期の成長に影響したと考えられた。

霧山国有林の20m×20mプロット1箇所内の樹種を全数調査した結果、ヒサカキ27本、アラカシ8本、ヤブツバキ5本、リョウブ2本、ヤマハゼ、カナクギノキ、カマツカ、ネズミモチ各1本が生育していた。年輪を測定した結果、20～29年生4本、30～39年生12本、40～49年生18

本、50～59年生6本であった。林内を観察すると概ねテーダマツと広葉樹の2段林となっていたことから、これらの樹種はテーダマツ林内にギャップができたところで生育が始まったことが考えられた。

以上のことから、少なくともテーダマツについては、無施業のまま経過すると、倒木が発生することでギャップが発生し、広葉樹が10年生程度から侵入し、その後、広葉樹との2段林となり、500本/ha程度の植栽密度になると推察された。

表1 試験林調査結果

場所	狩宿国有林	霧山国有林	岡崎国有林	県立森林公園	西部農林事務所育種場	上尾奈国有林
	浜松市北区引佐町狩宿	浜松市北区引佐町別所	袋井市豊沢	浜松市浜北区於呂	浜松市浜北区宮口	浜松市北区三ヶ日町上尾奈
樹種	テーダマツ	テーダマツ	テーダマツ	テーダマツ	テーダマツ	スラッシュマツ
植栽密度	3,000～3,400本	3,000～3,400本	3,000～3,400本	3,000本	2,000～2,500本	3,000～3,400本
林齢	56年生	56年生	57年生	65年生	35年生	59年生
調査本数	21本(20m×20m×1箇所)	88本(20m×20m×5箇所)	21本(20m×20m×1箇所)	16本	18本	113本(20m×20m×3箇所)
現存本数	525本/ha	440本/ha	525/ha	—	—	941/ha
樹高平均	31.1m	30.8m	29.9m	35.4m	25.0m	25.7m
胸高直径平均	45.4cm	42.6cm	43.4cm	45.7cm	47.8cm	32.5cm
心ノ収込伝播速度 ※1	3,781m/秒	3,787m/秒	3,588m/秒	3,900m/秒	3,108m/秒	3,809m/秒
合板曲げ強さ※ 2	—	—	—	7.3GPa (n=5 A社製) 2級構造用合板基準 4.0GPa以上	5.1GPa (n=5 B社製) 2級構造用合板基準 4.0GPa以上	—

※1 応力波伝播速度は値が大きいほど立木ヤング率が強いことを示す

※2 ヒノキ2級構造用合板 6.5GPa

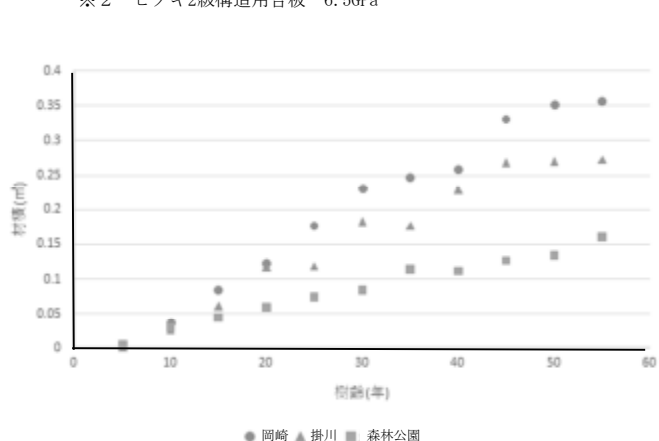


図1 樹幹解析を元に算出した材積の5年ごとの成長量

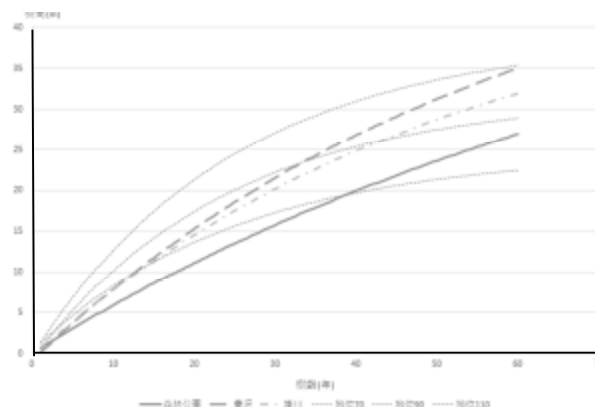


図2 樹幹解析を元に推定した樹高の推移

#### 4 結果の要約

昭和30年代に植栽したテーダマツとスラッシュマツは、約60年生で440～941本/haの密度で成林していた。応力波伝播速度による立木強度を調査した結果、2級構造用合板を製造するのに問題のない強度であることが推察された。

[キーワード] テーダマツ スラッシュマツ 早生樹、樹幹解析

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

調査点数が少なく、特にスラッシュマツの調査地が少ないため、他の試験林の調査を進める。樹幹解析箇所をさらに増やし、標準伐期齢等の推定を進める。

#### 6 結果の発表、活用等

普及誌へ情報提供し、早生樹として活用するための検討を進める(2022)。

-----  
課 題 名：スギ・ヒノキエリートツリーと早生樹の造林技術の検討  
エリートツリーと早生樹の植栽・管理条件が成長に与える影響  
植栽条件が成長に与える影響

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担当者名：山田晋也、福田拓実

協力分担：株式会社ノダ、西部農林事務所

予算(期間)：県単 (2021-2025 年度)

-----

## 1 目的

合板製造の原材料は、外国産材から国産材のカラマツ、スギ、ヒノキなどにシフトしてきており、合板業界は更なる国産材の活用を要望している。全国ではスギ・ヒノキ特定苗木と共に、成長が優れる早生樹の普及が始まりつつあり、産地間競争に打ち勝つためには、本県産のスギ・ヒノキ特定苗木と早生樹を用いて、合板製品等に適する素材生産を実施することで、優位性を獲得する必要がある。

そこで、本研究では、特定苗木と早生樹の植栽条件等が成長に与える影響について調査を行い、造林手法について検討する。

## 2 方法

### (1) テーダマツの植栽方法の検討

場所：富士宮市人穴

概要：2021 年 3 月にテーダマツコンテナ苗（1 年生苗）を 2000 本/ha で、苗木地上部の半分まで植える「深植区」と「通常植区」の交互で植栽し、4 月に根元径と苗高を測定した。※テーダマツは植栽後 7 年目までに風倒木被害の発生が多いとされている。風倒木の発生原因の一つとして、植栽時に苗木の根を広げずに植栽したことで根が片方へ偏り、風で倒れやすくなるとされている。改善方法として、苗木の高さの半分以上を地中に埋めて植栽する方法が示されている。2021 年 6 月に 1 度下草刈りを実施し、2021 年 12 月に根元径と苗高を測定した。

### (2) スギ特定苗木の植栽密度と初期成長の検討

場所：浜松市浜北区宮口 西部農林事務所育種場

概要：2021 年 3 月にスギ特定苗木（2 年生苗）スギ少花粉苗木（2 年生苗）を 2000 本/ha の密度で 340 本、一般的な植栽密度である 3000 本/ha の密度で 408 本植栽し、2021 年 4 月に根元径と苗高を測定した。2021 年 6 月に下草刈りを実施し 2022 年 1 月に根元径と苗高を測定した。

### (3) スギ特定苗木の育苗期間と初期成長の検証

場所：浜松市浜北区根堅 森林・林業研究センター第 2 苗畑

概要：2019 年 11 月にスギ特定苗木（1 年生苗）、スギ少花粉苗木（1 年生苗、2 年生苗）を 2000 本/ha の密度で A 区画合計 143 本（内訳：スギ特定苗木 1 年生 48 本、スギ少花粉 1 年生 48 本、スギ少花粉 2 年生 47 本）、B 区画合計 84 本（内訳：スギ特定苗木 1 年生 28 本、スギ少花粉 1 年生 28 本、スギ少花粉 2 年生 28 本）をランダム混交で植栽した。2020 年 2 月、12 月に根元径と苗高を測定し、6 月と 8 月に下草刈りを実施した。植栽後 2 年目は、2021 年 8 月に下刈りを実施し、2022 年 1 月に根元径と苗高を測定した。

## 3 結果の概要

テーダマツの 1 年経過後の活着率は、深植え・通常植え共に 95%であった。平均根元径と苗高は、植栽時は通常植区の方が大きかったが、1 成長期後には深植区の方が大きくなった（表 1）。調査期間中に風倒木の発生はなかった。

西部農林事務所育種場におけるスギ特定苗木の 1 年経過後の活着率は、スギ特定苗木 92%、

スギ少花粉苗木 95%であった。平均根元径、苗高は、植栽時のスギ少花粉苗木が大きく、1成長期後も同様であった（表2）。

森林・林業研究センター第2苗畑におけるスギ特定苗木の1年経過後の活着率は、A区画スギ特定苗木 98%、スギ少花粉1年生苗木 96%、スギ少花粉2年生苗木 94%、B区画スギ特定苗木 100%、スギ少花粉1年生苗木 100%、スギ少花粉2年生苗木 100%であった。根元径、苗高は、A区はスギ少花粉苗木、B区はスギ特定苗木の方が高い結果となった（表3）。

表1 テーダマツ各試験区の平均根元径と苗高

試験区	本数	2021年3月		2021年12月	
		根元径(mm)	苗高(mm)	根元径(mm)	苗高(mm)
深植区	165	2.8 ± 0.6	16.6 ± 4.2	7.6 ± 3.3	50.6 ± 16.1
通常植区	165	3.1 ± 0.6	22.2 ± 4.8	7.1 ± 6.0	48.2 ± 12.8

※獣害等の被害木は集計から削除した

表2 スギ各試験区の平均根元径と苗高

苗木種類	haあたり 植栽本数	本数	2021年4月		2022年1月	
			根元径(mm)	苗高(cm)	根元径(mm)	苗高(cm)
スギ特定苗木	2000	326	4.6 ± 0.6	37.8 ± 4.8	6.7 ± 1.8	48.2 ± 8.5
	3000	376	4.6 ± 0.7	37.3 ± 4.6	6.2 ± 1.2	40.8 ± 6.3
スギ少花粉苗木	2000	58	4.7 ± 0.7	44.4 ± 5.5	8.9 ± 1.3	52.7 ± 5.9
	3000	68	5.0 ± 0.7	45.9 ± 7.1	7.5 ± 1.5	52.1 ± 7.2

※獣害等の被害木は集計から削除した

表3 スギ各試験区の平均根元径と苗高

試験場所	苗木種類	本数	2020年2月		2022年1月	
			根元径(mm)	苗高(cm)	根元径(mm)	苗高(cm)
A区	スギ特定苗木(1年生)	43	4.8 ± 0.5	43.2 ± 3.6	16.6 ± 5.1	112.4 ± 40.0
	スギ少花粉苗木(1年生)	42	4.7 ± 0.5	42.7 ± 4.7	16.7 ± 3.8	119.3 ± 29.6
	スギ少花粉苗木(2年生)	41	4.5 ± 0.7	42.3 ± 5.6	12.4 ± 4.1	92.0 ± 26.6
B区	スギ特定苗木(1年生)	28	4.7 ± 0.5	40.4 ± 3.2	42.1 ± 18.3	236.4 ± 79.4
	スギ少花粉苗木(1年生)	27	4.6 ± 0.4	39.7 ± 3.9	40.6 ± 15.1	218.7 ± 62.7
	スギ少花粉苗木(2年生)	27	4.5 ± 0.5	38.0 ± 4.9	29.9 ± 14.5	172.4 ± 62.0

※獣害等の被害木は集計から削除した

#### 4 結果の要約

テーダマツの初期段階の風倒を予防するため、深植区と通常植区を作ってテーダマツコンテナ苗を植栽したところ、活着率は共に 95%で風倒の発生はなく、深植区の成長が優れた。スギ特定苗木とスギ少花粉苗木を植栽したところ活着率は 92%以上であり、1年生苗木でも2年生苗木に劣らない成長を示した。

[キーワード] テーダマツ、スギ、特定苗木

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

現段階では各苗木は植栽後 1～2年程度であるため、植栽条件による成長の差はほとんど見られない。テーダマツ、スギ特定苗木ともに、今後数年間は風倒発生状況や下刈りを終える時期などの経過観察を行う。

#### 6 結果の発表、活用等

普及誌へ情報提供する（2022）。

-----  
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、富士市林政課

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

## 1 目的

再造林の低コスト化を進めるためには、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、優れた系統を交配親として作出した苗を林地に植栽し、成長や材質、雄花着生量等を継続的に調査している。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評価する。

## 2 方法

推奨品種、第一世代精英樹のF<sub>1</sub>、エリートツリー、無花粉遺伝子を保有する個体等を親として、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。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、2015年5月に浜松市天竜区龍山町瀬尻の国有林、富士市大淵の市有林に単木混交で植栽した。7成長期後の2021年10月に、樹高と胸高直径を測定し、そのデータを用いて調査個体とそれらの交配親の成長形質に関する遺伝的な能力を育種価<sup>\*</sup>で推定した。調査対象木は、瀬尻国有林が514個体、富士市有林が737個体である。

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

## 3 結果の概要

[前年度までの結果]

県内に設定したスギ交配苗の試験地において、若齢期の樹高や胸高直径の調査を行い、育種価による評価を行った。優れた育種価を示す優良候補木が得られた。

[本年度の結果]

7成長期後のデータから育種価を算出し、植栽木とその交配親の遺伝的な能力を推定した。

- (1) 調査個体： 瀬尻国有林では、樹高育種価が-195.7～130.4、胸高直径育種価が-1.32～1.18であった。富士市有林では、樹高育種価が79.9～-85.1、胸高直径育種価が-1.05～1.16であった（図2）。樹高および胸高直径の両方で育種価が優れる優良個体があった。
- (2) 交配親： 調査個体のデータ解析をすることで、交配親の遺伝的な能力の推定も可能である。瀬尻国有林と富士市有林の結果から、♀天竜3号×♂天竜7号は交配親としての能力が他の親よりも高いと考えられた（図2）。採種園を運営するにあたり、優れた交配苗を生産できる交配親を母樹として導入するという観点も重要である。



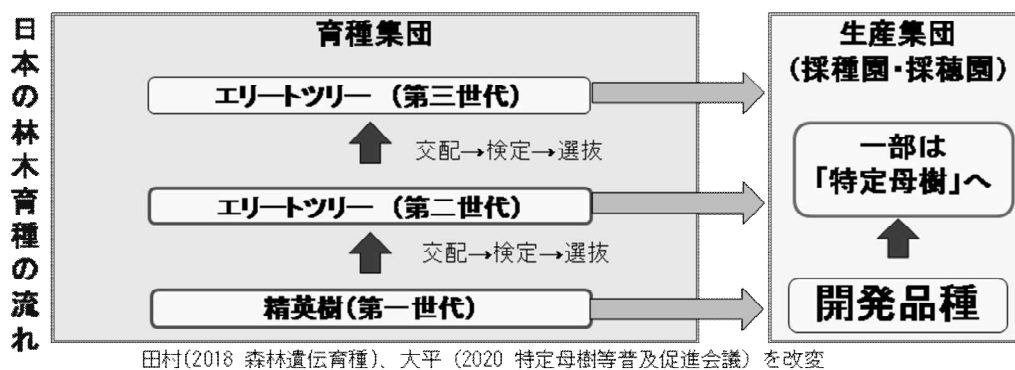


図1 日本の林木育種の流れ

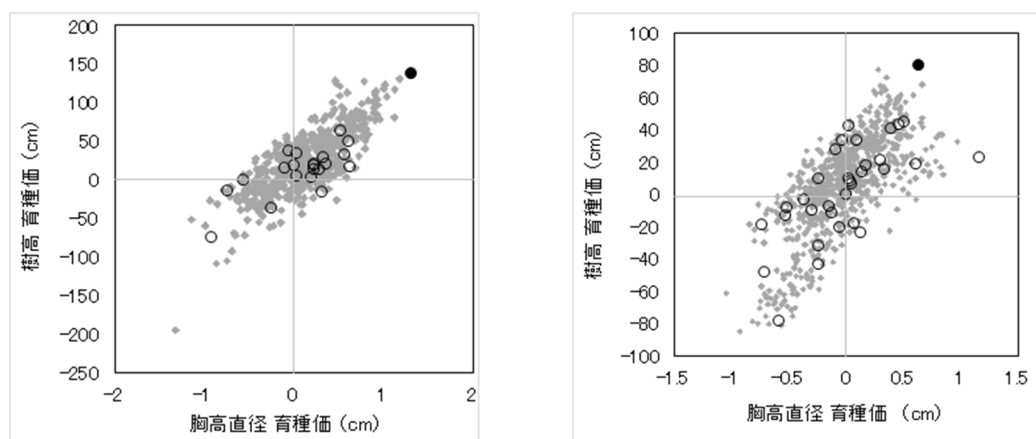


図2 スギ交配系統の7成長期後の育種値 (左: 瀬尻国有林 右: 富士市有林)

○交配親

●両試験地で最も育種値の大きかった交配親 (同一系統)

◆調査個体 (交配系統)

#### 4 結果の要約

瀬尻国有林、富士市有林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値を算出した。育種値の大きい調査個体が得られたとともに、交配親としての能力が高い系統も明らかになった。

〔キーワード〕 交配苗、コンテナ苗、初期成長、育種集団林、育種値

#### 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の可能性が高まる。林木育種センターで採用している育種値ベースの遺伝的能力の推定と個体選抜を進めるとともに、立木の材強度の評価や雄花着生量評価も行う。農林水産省委託プロジェクト(炭素貯留プロ)で行うゲノム情報による形質予測との本調査による表現型を照らし合わせ、林木育種の高速化を目指す。

#### 6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

2021年度から、炭素貯留プロがスタートした。当プロジェクトでは、炭素貯留能力に優れる優良系統を早期に選抜することが目的であるが、本調査は重要な表現型データとなる。また、現在試験を進めている試験林を育種集団林として活用していくとともに、エリートツリーや特定母樹の申請を目指す。

-----  
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、静神不稔1号、三月晴不稔1号、三月晴不稔2号などが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その後の成長や材質の評価も重要である。両親が精英樹であれば、作出された有花粉個体や無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、成長や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8成長期を迎えた無花粉木と有花粉木の成長や材質を評価した。7成長期後の前年度は一般化線型モデルでのデータの解析を行ったが、今年度は新たな方法として環境の効果（植栽位置の違い）を補正する空間自己相関（近接地の類似性）を利用したデータ解析を行った。

## 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。8成長期後の2021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69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、空間自己相関を用いたモデルでのデータ解析を行った。植栽位置をX, Y座標で指定し（図2）、花粉の有無と植栽位置をパラメータとして組み込んだ。

## 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成長期後および7成長期後の時点でも行った。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) 空間自己相関なしの解析： 全年度と同様に、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、無花粉木は緩傾斜地に植栽したことに対し、有花粉木は急傾斜地に植栽したため、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、胸高直径が大きかったことが影響していると考えられた。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) 空間自己相関を用いた解析： 樹高、胸高直径、応力波伝播速度の各形質において、無花粉スギや有花粉スギ、少花粉実生苗の間に有意差は認められなかった。(表 1)。

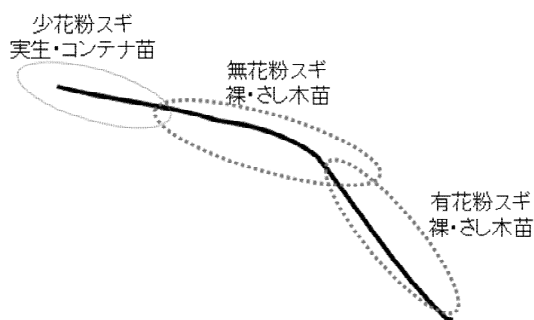


図 1 試験地における概ねの植栽位置

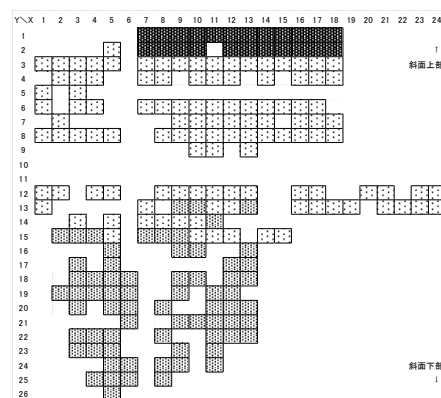


図 2 X, Y 座標による植栽位置の指定

□ 無花粉    ▨ 有花粉    ■ 少花粉

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	69	23
平均値 (空間自己相関解析なし)			
樹高 (cm)	850 a	773 b	747 b
胸高直径 (cm)	15.5 a	11.7 b	10.7 b
応力波伝播速度 (m/s)	2272 a	2370 b	2122 c
平均値 (空間自己相関解析あり)			
樹高 (cm)	778 a	778 a	779 a
胸高直径 (cm)	13.2 a	13.1 a	13.1 a
応力波伝播速度 (m/s)	2277a	2281 a	2246 a

Scheffe の多重比較検定で、異なるアルファベットで 5%水準の有意差あり

#### 4 結果の要約

樹高、胸高直径、応力波伝播速度の各形質について、空間自己相関による 8 成長期後のデータ解析を行ったところ、無花粉スギ、有花粉スギ、少花粉実生苗の間に有意差が認められなかった。  
[キーワード] 無花粉スギ、材質、応力波伝播速度、空間自己相関

#### 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は本年度で終了する。5、7、8 成長期後の材質データを取得したため、将来の 10 成長期後以降の成木データとの比較を行うことが可能である。

#### 6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

静岡県が中心となって開発した三月晴不稔 1 号や三月晴不稔 2 号は、森林総合研究所林木育種センターから穂木の配布が可能となった。また、東京都や神奈川県ではこれらの品種を種苗生産事業に活用することになった。無花粉スギ苗の普及拡大のため、本試験のデータも広く公表する。

-----  
課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

          再造林の低コスト化につながる優良種苗の育成技術の開発

          コンテナ苗の育成技術の開発

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科 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裸苗よりも高いことが課題となっている。それを解決する一つの方法として、育苗期間を短縮させ管理にかかる経費を下げる事が挙げられる。これまでに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、光合成の活性能力を高めると言われているグルタチオン（3種類のアミノ酸の結合物質）の効果や施肥の条件、光拡散シートの活用を検討した。

## 2 方法

- (1) グルタチオン試験： 前年度の試験でグルタチオンを施用した場合、肥料濃度が高いと枯死する苗が多かったことから、今年度は元肥量を減らした育苗試験を行った。種苗生産者から購入し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3月下旬に移植し、4月上旬に元肥として2種類の緩効性肥料の量を変えて根元に置床した（ハイコントロール650-700日0.75g/本または1.5g/本、エコロン413-180日0.75g/本または1.5g/本）。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、駒込ピペット合計21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月上旬に苗高と根元径を測定した。
- (2) 光拡散シート試験： 種苗生産者から購入し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4月中下旬に移植し、元肥としてエコロン413-180日を2.0g/本の量を根元に置床した。5月上旬に苗高を測定した後に、白色の乱反射型光拡散シート（日新商事：商品名「てるてる」）の上にコンテナ苗を静置した。対照として黒色の除草シートの上にコンテナ苗を静置した。7月中旬と11月中旬に苗高と根元径を測定した。

## 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年後の得苗率が45%程度で十分な結果が得られなかった。肥料濃度が高いと思われる状態で、グルタチオン施用の効果はなかった。

[本年度の結果]

- (1) グルタチオン試験： 溶出日数700日の肥料を0.75g/本施肥した区で苗高と根元径に、溶出日数700日の肥料を1.50g/本施肥した区で根元径に、それぞれグルタチオン施用の有意な効果が認められた。しかし、溶出日数180日の肥料を施肥した区ではグルタチオン施用効果は認められなかった。（図1）。前年度の試験結果と合わせて、肥料濃度が低い状況下でグルタチオンの効果が表れることが示唆された。
- (2) 光拡散シート試験： 平均苗高は、5月の時点で有意差が認められなかったが、7月には光

拡散シート区が対照区よりも大きく ( $p < 0.05$ )、11月では光拡散シート区が27.8cm、対照区が24.1cmであった ( $p < 0.01$ )。平均根元径は、7月時点で有意差が認められなかったが、11月では光拡散シート区が3.7mm、対照区が3.3mmで有意差が認められた ( $p < 0.001$ ) (図2)。

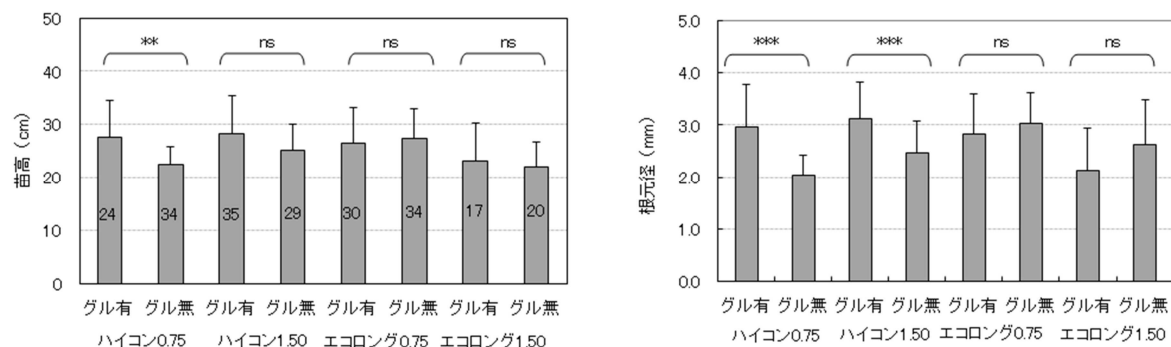


図1 施肥とグルタチオン施用の有無を組み合わせたヒノキコンテナ苗の成長

バー内の数値は健全個体数 (諸被害が無かった個体) 根元径も同じ個体数

Mann-Whitney の  $U$  検定で、ns 有意差なし、\*\*  $p < 0.01$ 、\*\*\*  $p < 0.001$

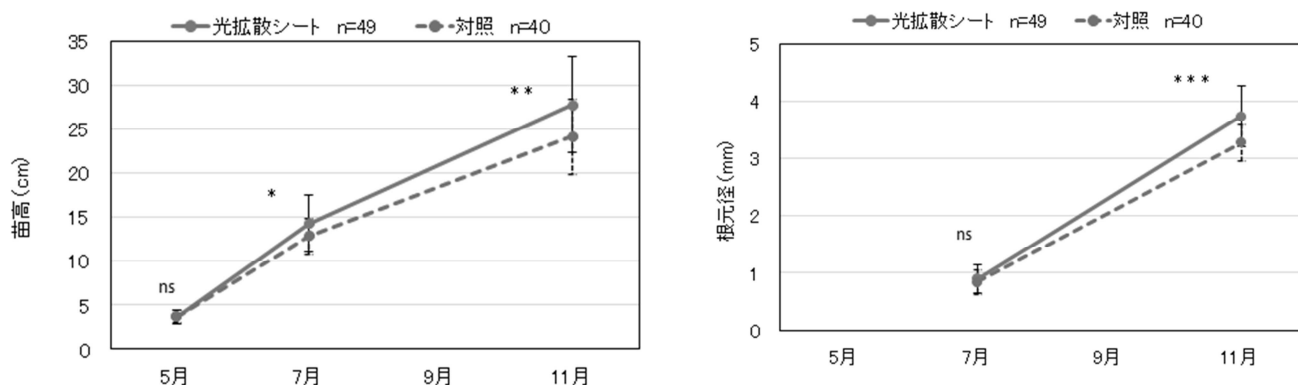


図2 光拡散シート上に静置した場合のヒノキコンテナ苗の成長推移

Mann-Whitney の  $U$  検定で、ns 有意差なし、\*  $p < 0.05$ 、\*\*  $p < 0.01$ 、\*\*\*  $p < 0.001$

5月、根元径が細かったため測定せず

#### 4 結果の要約

ヒノキコンテナ苗において、肥料濃度が低い状況下でグルタチオンの効果が表れることが示唆された。光拡散シート上にコンテナを静置することによりヒノキコンテナ苗の成長が促進された。  
[キーワード] ヒノキ、グルタチオン、コンテナ苗、元肥、光拡散シート

#### 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、グルタチオンにより肥料の吸収が高まるため、施肥量が多いと過剰な量となり枯死する可能性がある。光拡散シートの活用については再試験を行い、効果を確認する。

#### 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。

単年度試験研究成績（2022年3月作成）

-----  
課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

          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、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が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前年度に続き検証した。

## 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月上旬の施用とした。

その後、浜松市天竜区龍山町の瀬尻国有林において、2020年11月と2021年3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、11月植栽では各試験区で12本、3月植栽では20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）も同数植栽した。

2020年11月植栽苗については、前年度の成績概要で2021年1月下旬時点の食害状況を報告したが、その後、2021年8月に再度調査を行った。2021年3月植栽苗については、2021年11月時点で食害状況の調査を行った。

食害の程度から、○食害がない、またはわずか、△食害があるが造林用苗として育つ見込みがある、×抜かれている、または食害がひどく造林用苗として順調に育たないの3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]

スギ実生苗では、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。ヒノキ実生苗では施肥方法を変えても被害が大きかった。

[本年度の結果]

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主軸または側枝の切断されたような食痕が観察された。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。

2020年11月植栽の苗： スギ実生苗では、窒素肥料が多いと被害が大きくなる傾向があった。カリウムが多い肥料を追肥した試験区では他の試験区よりも被害が少なかった。実生苗に比べて、スギの挿し木苗は被害が少なかった。ヒノキ実生苗は被害が激しく、元肥1.5g区と元肥1.0g+追肥K1.5g区では△があったが、他の試験区は全個体が×だった(図1左)。

2021年3月植栽の苗： スギ実生苗では、施肥方法と被害に明瞭な関係は無かったが、実生苗に比べて、スギの挿し木苗は被害が少なかった。ヒノキ実生苗はスギ実生苗よりも被害が激しかった。元肥の量が多いと被害が大きい傾向にあった(図1右)。

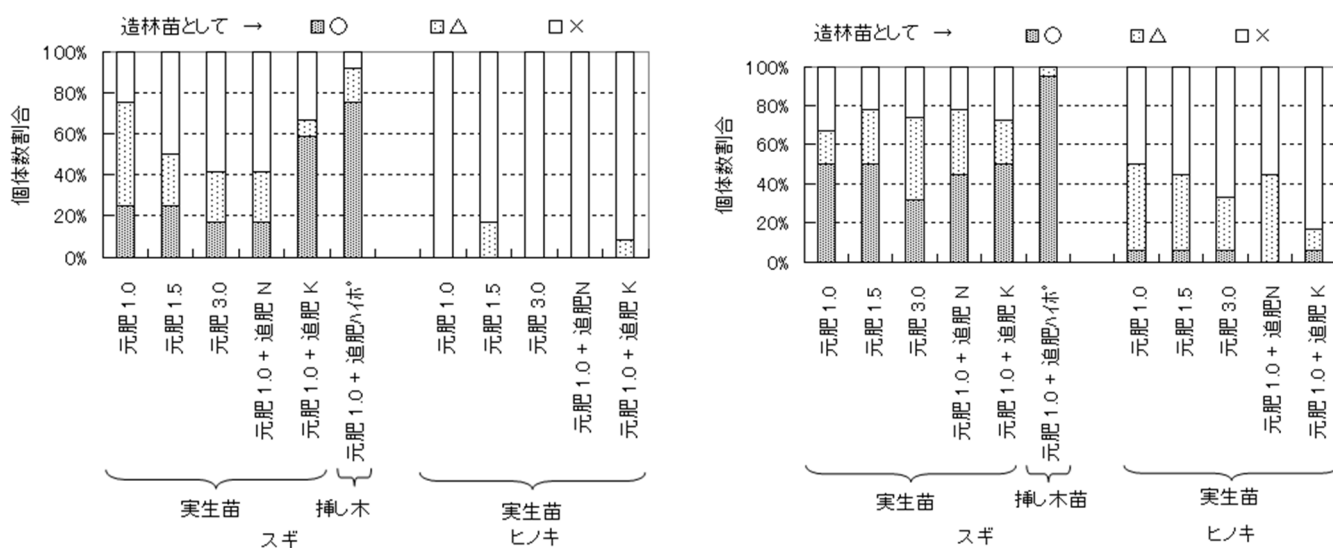


図1 スギコンテナ苗とヒノキコンテナ苗の食害の本数割合

左：2020年11月植栽

右：2021年3月植栽

2021年8月調査

2021年11月調査

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

今回の結果は調査時点のもの。今後の食害がさらに激しくなれば、結果が変わる可能性がある。今後、スギ挿し木苗の食害について継続的に観察する。県内の3事業体にスギ実生苗と挿し木を植栽してもらった。これらについても継続的に観察する。

6 結果の発表、活用等(予定を含む)

瀬尻国有林における現地検討会(2021年11月)において、参加者約130名に試験地を見てもらい、意見交換を行った。林業事業体等に情報提供する。

-----  
課 題 名：低コスト育林体系技術の構築に関する研究

低コスト育林技術の構築

低密度育林技術体系の構築

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

担当者名：袴田哲司、野末尚希

協力分担：天竜森林組合

予算(期間)：県単（2018-2022年度）  
-----

## 1 目的

低コスト主伐・再造林の事業を推進するためには再造林の低コスト化が不可欠であり、苗木代と植栽経費の削減を図り、間伐経費も下げることができる低密度植栽も一つの方法である。しかし、将来の木材の利用を考えた場合、植栽密度が立木の成長や材質にどのような影響を与えるかを認識しておく必要がある。植栽密度と各種形質の関係は、これまでの研究である程度は明らかになっているが、静岡県での調査事例は少ない。過去には、1000本/ha、1500本/ha、2000本/ha、3000本/haの密度で、スギ7年生時の若齢期の調査結果はまとめられており（2017年度成績概要集）、植栽密度は樹高に影響せず、胸高直径は1000本/haで全刈りした場合に大きかった。今回は、スギ10年生時点の再調査とヒノキ10年生時点の調査を行った。

## 2 方法

浜松市天竜区西藤平に2010年3月に設定された、スギとヒノキの裸苗を植栽密度を変えて植栽した試験地を調査対象とした。スギは、1000本/ha、1500本/ha、2000本/ha、3000本/haの植栽密度で、ヒノキは、1000本/ha、2000本/ha、3000本/haの植栽密度である。各植栽密度区は、2年目から4年目にかけて毎年1回の下刈りを全刈りで行った区と坪刈りで行った区に分かれている。

2021年1～2月に、樹高、胸高直径を測定し、FAKOPPの測定値を応力波伝播速度に換算した数値で材質を評価した。調査後に特に大きな欠点が見当たらない個体をデータ解析の対象とした結果、各試験区の調査本数は15～23本となった。樹種、植栽密度、下刈り方法を説明変数として、樹高、胸高直径、応力波伝播速度の3形質をそれぞれ目的変数とした一般化線形モデルで統計解析を行った。その結果、下刈り方法は各形質に影響しなかったため、それぞれの樹種について全刈り区と坪刈り区を合わせた個体数とし、多重比較検定で3形質それぞれの植栽密度間の比較を行った。

## 3 結果の概要

### [前年度までの結果]

スギ7年生時の調査では、直径や形状比に植栽密度の影響は認められなかった。個体間の密度効果が顕著ではなかった（2017年度成績概要集）。

### [本年度の結果]

一般化線形モデルによるデータ解析の結果、下刈り方法は樹高、胸高直径、応力波伝播速度の各形質に影響していなかったが、樹種と植栽密度は各形質に有意に影響していた（表1）。

3000本/haを標準とした場合、スギの樹高は、1500本/haでは有意差が認められなかったが、2000本/ha、1000本/haでは有意差が認められた。胸高直径、応力波伝播速度は、2000本/haでは有意差が認められなかった（図1）。

一方、ヒノキは樹高で3000本/haと2000本/ha以下の密度で有意差が認められたが、胸高直径と応力波伝播速度は3000本/haと2000本/haで有意差が認められず、3000本/haと1000本/ha



で有意差が認められた。(図1)

表1 一般化線型モデルによるデータ解析結果

応答変数	説明変数	逸脱度	自由度	p 値
樹高	樹種 ***	615.75	1	$<2.20 \times 10^{-16}$
	植栽密度 ***	49.96	3	$8.13 \times 10^{-11}$
	下刈り方法	0.08	1	0.78
胸高直径	樹種 ***	114.06	1	$<2.20 \times 10^{-16}$
	植栽密度 ***	100.27	3	$<2.20 \times 10^{-16}$
	下刈り方法	0.02	1	0.89
応力波伝播速度	樹種 *	5.12	1	0.02
	植栽密度 ***	78.98	3	$<2.20 \times 10^{-16}$
	下刈り方法	1.73	1	0.19

説明変数の交互作用は表記しなかった。\*  $p < 0.05$ 、\*\*\*  $p < 0.001$

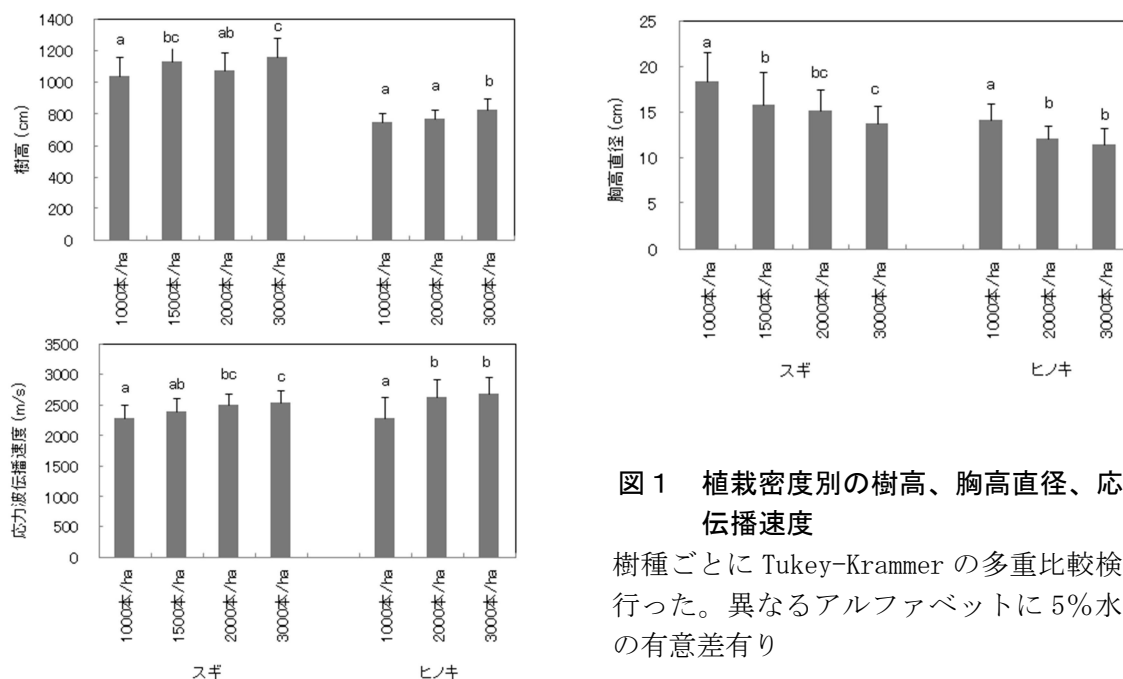


図1 植栽密度別の樹高、胸高直径、応力波伝播速度

樹種ごとに Tukey-Kramer の多重比較検定を行った。異なるアルファベットに5%水準順の有意差有り

#### 4 結果の要約

スギとヒノキの植栽密度別試験地で10年生時の樹高、胸高直径、応力波伝播速度の調査を行った。一般化線型モデルのデータ解析で、下刈り方法は各形質に影響していなかったが、樹種と植栽密度は有意に影響していた。

[キーワード] 植栽密度、一般化線型モデル、樹高、胸高直径、応力波伝播速度

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

植栽密度により造林木の形質が異なることは、本研究およびこれまでに発表された文献からも明らかである。そのため、将来の林業経営の目標を明確にした上での技術普及が必要である。

#### 6 結果の発表、活用等 (予定を含む)

研究報告または学会誌等に成果を発表する。

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

車両系主伐作業システムの労働生産性分析

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

担 当 者 名：野末尚希、木村公美、佐々木重樹、袴田哲司

協 力 分 担：森林計画課、森林整備課、各農林事務所、林業事業体

予 算（期 間）：国庫交付金（林業普及システム化）、県単（2020-2023年度）  
-----

## 1 目的

県内民有林の人工林の約9割は、木材として利用に適する40年生以上となり活用する時代を迎えていることから、主伐・再造林による森林資源の循環利用が推奨されている。一方、近年県内では高性能林業機械の導入が進み、以前主伐がさかんに行われていた数十年前とは現場で使用する機械が変化している。高性能林業機械は、作業の安全性向上や若年者の林業への参入を促す観点からも導入する意義は大きいと考えられるが、主伐における生産効率等の検証は不十分である。

本研究では、高性能林業機械の中でもより多くの林業事業体で普及が進んでいる車両系高性能林業機械を用いた主伐の労働生産性を調査し、効率的な作業システムについて分析する。

## 2 方法

低コスト主伐・再造林促進事業（2018～2021年度実施）の伐採作業において、各実施主体の協力を得て作業日報を収集した。作業日報では、可能な範囲で工程ごとに区分して人工数が分かるように記録してもらった。伐採全体の総人工数と木材生産量のデータから、各現場における伐採作業全体の労働生産性を算出した。また、現場で使用した林業機械や作業の流れを踏まえて、各事例を類似した作業システムのパターンごとに分類し、労働生産性を分析した。工程ごとの労働生産性についても、使用する機械の違い等により差が見られるか検証した。

なお、今回のとりまとめにあたっては、車両系高性能林業機械（プロセッサ、ハーベスタ、フォワーダ）のみを用いた現場を対象とし、スイングヤードを用いた現場については、別途架線系作業システムの複数事例を収集した上で分析することとした。

## 3 結果の概要

全部で19件の事例が得られた。これらは、作業システムの違いにより5パターンに分類された（表1）。平均路網密度はいずれのパターンも300m/ha超であった。各パターンの作業システム全体の平均労働生産性は、2.8<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日、13.1<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日、7.7<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日、11.8<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日、12.8<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日であった。伐倒工程の労働生産性は、チェーンソーのみで行った場合は31.5<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日、チェーンソーとハーベスタを併用した場合は49.5<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日で、平均値を比較すると後者の方が1.6倍大きかったが、有意差は生じない結果となり（ $p>0.05$ , Mann-WhiteyのU検定）、ハーベスタ導入による効率化は、施業地全体としては限定的な場合もあると思われた（図1）。造材をプロセッサまたはハーベスタで行った18件のうち、プロセッサまたはハーベスタを造材のみで使用して木寄せはグラップルのみで行った場合（方法1）と、造材に加え木寄せでもグラップルと併用して使用した場合（方法2）とを比較したところ、木寄せと造材を合わせた労働生産性について、方法1と方法2の間に有意差は見られなかった（ $p>0.05$ , Mann-WhitneyのU検定）（図2）。方法1と方法2のどちらを用いるかは所有機械の状況やオペレータの配置等を総合的に考慮して決定すると思われるが、今回の結果からはどちらを選択しても同程度の作業効率が期待できると思われた。運材について、運材工程が省略されたパターンVを除く18件の平均値は81.9<sup>m<sup>3</sup></sup>/人日であった。

表1 作業システムパターンごとの労働生産性

パターン	伐倒	木寄せ	造材	運材	事例数	平均労働生産性 (m <sup>3</sup> /人日) (作業道整備 含まない)	平均労働生産性 (m <sup>3</sup> /人日) (作業道整備 含む)	平均 路網密度 (m/ha)
I	チェーンソー	グラップル	チェーンソー	フォワーダ	1	3.6	2.8	530
II	チェーンソー	グラップル	プロセッサ orハーベスタ	フォワーダ	6	15.0	13.1	387
III	チェーンソー	グラップル +プロセッサ orハーベスタ	プロセッサ orハーベスタ	フォワーダ	4	8.9	7.7	346
IV	チェーンソー +ハーベスタ	グラップル +ハーベスタ	ハーベスタ	フォワーダ	7	15.4	11.8	311
V	チェーンソー +ハーベスタ	グラップル +ハーベスタ	ハーベスタ	—	1	14.0	12.8	357
全体					19	13.2	10.9	356

※パターンVでは、林内に直接トラックが進入可能であったため、運材工程は省略されていた。

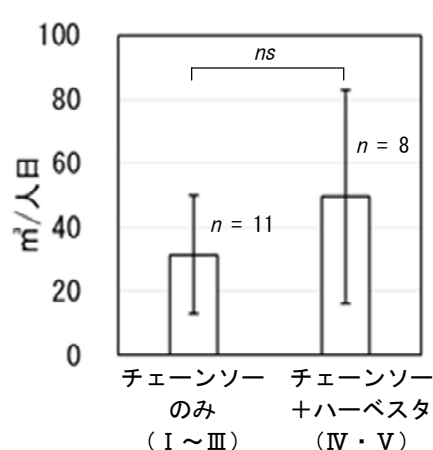


図1 伐倒工程の労働生産性

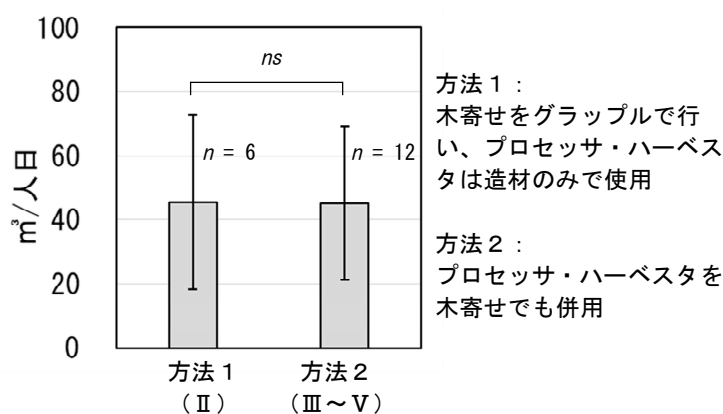


図2 木寄せ+造材工程の労働生産性

#### 4 結果の要約

車両系作業システムにより主伐が行われた19件の作業日報を分析したところ、作業システムの違いにより5パターンに分類された。各パターンの作業システム全体の労働生産性の平均値は、2.8m<sup>3</sup>/人日、13.1m<sup>3</sup>/人日、7.7m<sup>3</sup>/人日、11.8m<sup>3</sup>/人日、12.8m<sup>3</sup>/人日であった。

〔キーワード〕主伐・再造林、作業システム、高性能林業機械

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

スイングヤードやタワーヤードを用いた架線系作業システムの労働生産性も分析する。

#### 6 結果の発表、活用等

「低コスト主伐・再造林手引き」として森林・林業局HPで公表されている(2021)。

低コスト主伐・再造林事前・事後現地検討会において、行政関係者や林業事業者へ情報提供しており(2021)、今後も同様の検討会等で成果を普及していく。

中部森林学会または森林利用学会で発表し、論文投稿する。

-----  
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  
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、購入菌床の生産者にとって改善する点は少ない。一方、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、これは菌への養分の再貯蔵や子実体原基の形成を促すものであるため、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、散水条件は生産者毎に異なる場合が多く、試行錯誤になっている。そこで、最適な散水条件を明らかにすることを目的とし、散水を1日2回に分散させた場合の散水時間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 供試菌に菌床シイタケ市販品種A、Bを用いた。供試培地には、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70%で90～130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21日間休養させ、その後8～17℃の水に1晩浸水し、初回発生と同様の条件で2回目の子実体を発生させた。2回目の子実体発生後、同様の条件で休養及び浸水を行い3回目の子実体を発生させた。
- (3) 散水条件 散水量0.4L/分のミスト散水ヘッドを使用し、散水頻度を毎日、散水時間を40分1回/日、120分1回/日、20分2回/日、60分2回/日とした。
- (4) 測定項目 子実体発生は初回、2回目及び3回目発生とし、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。各試験区は、品種Aは10個、品種Bは15個設定した。

### 3 結果の概要

昨年度までの調査結果から、休養時の散水は毎日行うことが望ましく、休養中の菌床への水分供給が子実体発生に影響を及ぼすことが明らかとなった。今年度は、散水を1日2回に分散させた場合の散水時間が子実体発生に及ぼす影響を調査した。散水時間を40分1回/日、120分1回/日、20分2回/日、60分2回/日とし、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、品種A、B共に有意差はなかった（Tukey-Kramerの多重比較、 $p>0.05$ 、表1）。全子実体発生個数は、品種Aで、60分2回/日と120分1回/日散水の間に有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p<0.05$ ）が、品種Bにおいて有意差は無かった。子実体の個重は、品種A、B共に有意差はなかった（Tukey-Kramerの多重比較、 $p>0.05$ ）。

サイズ別の子実体発生量は、品種AのLL級（菌傘直径8cm以上）の発生量が、60分2回/日、120分1回/日、40分1回/日、20分2回/日の順に発生量が多くなり、20分2回/日と60分2回/日散布の間に有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p<0.05$ ）。品種AのS級（菌傘直径

2-4 cm) においては、発生量及び発生個数が 120 分 1 回/日、20 分 2 回/日、40 分 1 回/日、60 分 2 回/日散水の順に多くなり、60 分 2 回/日と 120 分 1 回/日散の間に有意差がみられた (Tukey-Kramer の多重比較、 $p < 0.05$ )。品種 B においては、サイズ別子実体発生量及び発生個数に有意差はなかった (Tukey-Kramer の多重比較、 $p > 0.05$ )。

各栽培ステージでの菌床の重量は、散水前の差は無かったが、散水後は差が生じた。品種 A では、散水後に 60 分 2 回/日と 120 分 1 回/日散水、60 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、 $p < 0.05$ 、図 1)。2 回目の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、弱い負の相関関係があり、休養期間中の菌床重量の増加率が低いほど子実体発生量が多い傾向があった (スピアマンの順位相関係数の検定、 $p < 0.05$ 、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 A	20分2回/日	1.0	157.0 ± 56.1 a	9.1 ± 2.9 ab	18.7 ± 8.5 a	9.8 ± 21.4 a	0.2 ± 0.4 a	70.9 ± 60.3 a	1.8 ± 1.5 a
	40分1回/日	1.0	159.1 ± 84.5 a	8.2 ± 3.9 ab	20.6 ± 9.5 a	23.3 ± 40.9 ab	0.3 ± 0.5 a	64.4 ± 64.2 a	2.2 ± 2.0 a
	60分2回/日	1.0	196.5 ± 88.1 a	7.6 ± 3.2 a	27.7 ± 9.9 a	65.7 ± 42.7 b	1.0 ± 0.7 a	57.1 ± 54.4 a	1.5 ± 1.4 a
	120分1回/日	1.0	210.4 ± 80.3 a	12.8 ± 5.2 b	19.0 ± 11.0 a	30.7 ± 60.3 ab	0.5 ± 1.0 a	77.1 ± 56.0 a	2.2 ± 1.6 a
品種 B	20分2回/日	1.0	154.3 ± 69.5 a	8.0 ± 5.2 a	24.1 ± 9.2 a	26.1 ± 37.2 a	0.4 ± 0.5 a	62.4 ± 48.6 a	1.9 ± 1.4 a
	40分1回/日	1.0	181.4 ± 72.3 a	9.5 ± 6.2 a	22.9 ± 7.8 a	36.7 ± 58.3 a	0.6 ± 0.9 a	79.3 ± 51.4 a	2.3 ± 1.7 a
	60分2回/日	1.0	193.0 ± 71.3 a	10.3 ± 6.4 a	23.9 ± 9.7 a	47.4 ± 47.5 a	0.7 ± 0.6 a	81.3 ± 43.8 a	2.2 ± 1.3 a
	120分1回/日	1.0	201.3 ± 61.2 a	8.8 ± 4.7 a	26.6 ± 8.8 a	31.8 ± 51.6 a	0.5 ± 0.7 a	104.9 ± 33.8 a	2.6 ± 0.8 a

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 A	20分2回/日	52.7 ± 23.7 a	3.6 ± 1.6 a	23.6 ± 17.4 ab	3.4 ± 2.2 ab	0.1 ± 0.2 a	0.1 ± 0.3 a
	40分1回/日	55.3 ± 29.2 a	3.2 ± 1.6 a	16.0 ± 20.1 ab	2.3 ± 2.8 ab	0.1 ± 0.3 a	0.2 ± 0.4 a
	60分2回/日	66.0 ± 46.1 a	3.6 ± 2.4 a	7.4 ± 6.1 a	1.3 ± 0.9 a	0.3 ± 0.8 a	0.2 ± 0.4 a
	120分1回/日	65.9 ± 28.4 a	4.6 ± 2.2 a	36.7 ± 31.8 b	5.4 ± 4.2 b	0.1 ± 0.3 a	0.1 ± 0.3 a
品種 B	20分2回/日	50.5 ± 39.6 a	3.1 ± 2.5 a	15.0 ± 19.0 a	2.4 ± 2.9 a	0.4 ± 1.1 a	0.3 ± 0.8 a
	40分1回/日	48.1 ± 26.6 a	2.7 ± 1.5 a	16.5 ± 15.0 a	3.1 ± 3.6 a	0.7 ± 1.8 a	0.7 ± 1.7 a
	60分2回/日	44.5 ± 33.7 a	2.8 ± 2.1 a	18.3 ± 22.9 a	3.3 ± 4.6 a	1.5 ± 1.5 a	1.3 ± 1.1 a
	120分1回/日	49.6 ± 33.6 a	2.8 ± 2.1 a	14.4 ± 16.7 a	2.3 ± 2.6 a	0.7 ± 1.1 a	0.6 ± 0.8 a

発生割合 = 子実体発生菌床個数 / 散水時間別全菌床個数。  
発生量、個数、個重は、2回目、3回目の合計を示し、数字は平均値 ± 標準偏差。異なる英字間には5%水準で有意差があることを示す (Tukey-Kramer test,  $n = 10$ )。

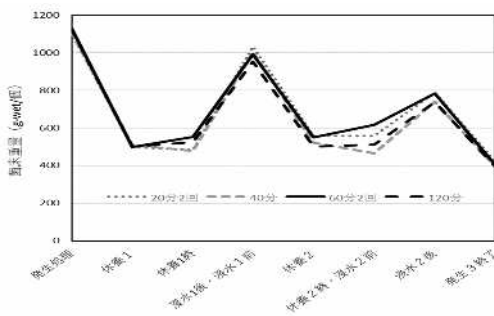


図 1 各栽培ステージにおける菌床の重量変化 (品種 A)

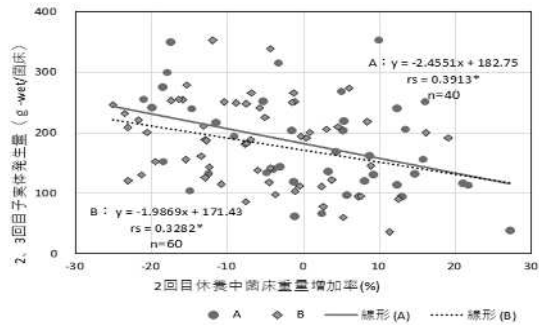


図 2 休養期間中の菌床重量増加率と子実体発生量

#### 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 40 分 1 回/日、120 分 1 回/日、20 分 2 回/日、60 分 2 回/日とした場合、子実体発生量に有意差がみられなかった。

[キーワード] 菌床シイタケ、散水時間、サイズ、散水頻度

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

品種により、散水条件が与える影響が異なった。

#### 6 結果の発表、活用等

生産者等へ情報提供を行う (2022 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  
          空調栽培における安定生産技術の開発  
          新たな資材を利用した栽培方法の開発

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

予算(期間)：国補（普及情報活動システム化）（2017-2021年度）  
-----

## 1 目的

県内で生産される菌床シイタケは、生シイタケ生産量の4割以上を占めているが、菌床培地基材の広葉樹おが粉は、ほぼ100%を他県に頼っているところである。東日本大震災後、原木の値上がりと共に広葉樹おが粉の価格が上昇を続けており、菌床栽培生産者の経営を圧迫している。また、シイタケ発生後の廃菌床は、畑に堆肥として廃棄されるなどしているが、廃菌床は害虫の発生源になることもあり、廃菌床の処分に困っている生産者も存在する。そこで、シイタケ廃菌床を加工して菌床培地基材として再利用できるか検討する。

## 2 方法

- (1) 供試菌と培地：供試菌に菌床シイタケ市販品種A、Bを用いた。市販広葉樹おが粉に、置換割合が0、25、50、75、100%となるように、シイタケ廃菌床を配合して基本培地とした。栄養体はフスマを使用し、絶乾重比で9：1となるように各基本培地に配合して、培地の含水率を約60%に調整したものを耐熱性の袋に1.3kgずつ詰めた。その後105℃で1時間滅菌し、放冷後に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70%で90～120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、10～18℃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）、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、硬度を測定した。硬度測定には、山中式土壤硬度計を使用した。

## 3 結果の概要

品種別の子実体発生量を図1に示す。全子実体発生量は、品種Aでは、廃菌床配合率50%、75%、25%、0%、100%の順に多くなり、廃菌床配合率50%と100%の間に有意差がみられた（Tukey-Kramerの多重比較、 $p < 0.05$ 、図1）。品種Bでは、廃菌床配合率75%、100%、25%、50%、0%の順に多くなり、有意差はなかった（Tukey-Kramerの多重比較、 $p > 0.05$ ）。両品種ともに廃菌床配合率0%と他の配合率との間に有意差は無かった。

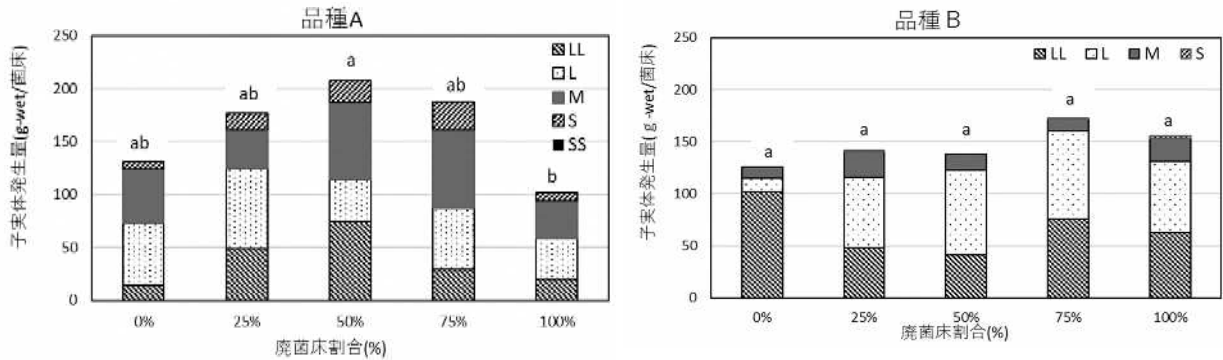
全子実体発生個数、子実体の個重、サイズ別の発生量、サイズ別の発生個数は、両品種ともに有意差はなかった（Tukey-Kramerの多重比較、 $p > 0.05$ ）。

各栽培ステージでの菌床の重量変化は、品種Aでは廃菌床配合率による培養時の差はなく、発生終了後にも有意差はなかった（図2）。品種Bでは、培養時から差が生じはじめ、発生終了時には廃菌床配合率100%の菌床の重量は、他の配合率に比べて有意に少なかった（Tukey-Kramerの多重比較、 $p > 0.01$ ）。

菌床の硬度は、品種Aは廃菌床配合率100%の硬度が他の配合率に比べて有意に少なかった

(Tukey-Kramer の多重比較、 $p>0.05$  図3)。品種Bでは、有意差はなかった。菌床硬度の測定では、菌床Aにおいて2回目の浸水後の測定時に廃菌床割合100%の菌床において、崩れる菌床が発生したため、浸水作業前(2回目の休養後)の測定値を使用した。

また、品種A、B共に廃菌床割合100%の菌床は、害菌の発生が見られた。



n=6 異なる英数字間には5%水準で有意差があることを示す (Tukey-Kramer の多重比較)。

LL: 菌傘直径 8 cm 以上 L: 菌傘直径 6~8 cm M: 菌傘直径 4~6 cm S: 菌傘直径 2~4 cm SS: 菌傘直径 2 cm 以下

図1 品種A、Bにおける子実体発生量

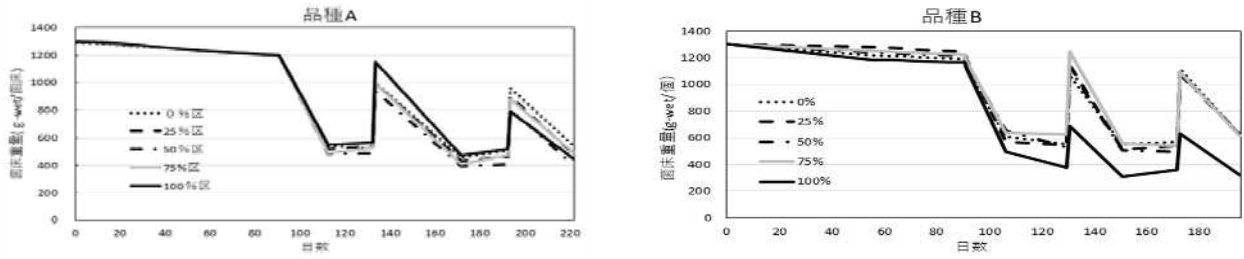
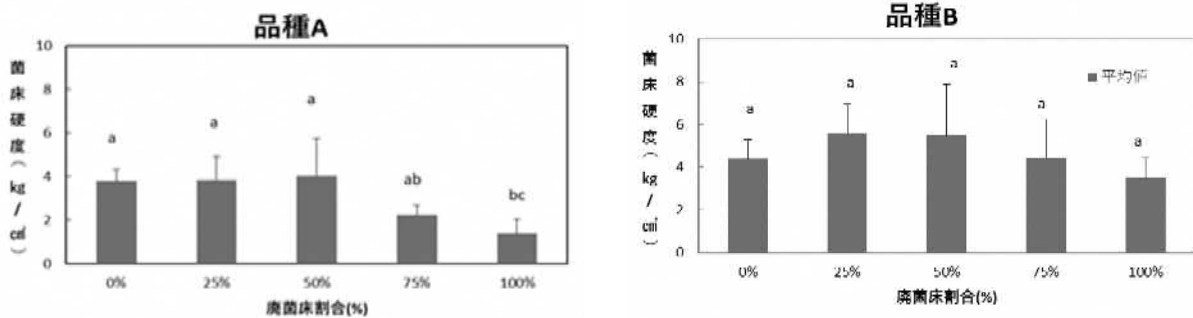


図2 品種A、Bにおける菌床の重量変化



n=6 異なる英数字間には5%水準で有意差があることを示す (Tukey-Kramer の多重比較)。

図3 品種A、Bにおける2回目休養後の菌床硬度

#### 4 結果の要約

シイタケ廃菌床は、菌床培地基材として再利用することができるが、廃菌床割合は100%未満が望ましい。品種によって生産量、菌床の重量変化、硬度は異なった。

[キーワード] 菌床シイタケ、菌床培地、廃菌床、菌床硬度

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

廃菌床割合100%の菌床は、硬度が不足して崩れ、害菌が発生したものがあつた。

#### 6 結果の発表、活用等

生産者等へ情報提供を行う (2022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、清水港からの船舶輸送とすれば輸送経費が安いと想定されるが、輸送や税関手続きにより、台湾、香港で10日、シンガポール、マレーシアで20日、ヨーロッパ等で30日ほどの日数が必要になる。シイタケは野菜に比べて呼吸量が多く、温度が上昇するとさらに多くなり、呼吸熱によって子実体内の水分、栄養分を消費し、鮮度が失われていく。切り口やひだの褐変など品質低下が外観に顕著に表れるシイタケを輸出するためには、鮮度保持の方法を確立することが必要となる。そこで、県産生シイタケの輸出促進を図るため、冷蔵装置と包装資材を変え、保存状況を調査し、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。

## 2 方法

- (1) 包装資材 シイタケ子実体を収穫後、約100g毎にトレーに置き、トレーごと包装し、開口部を密封した。包装資材は、食品包装用ポリ塩化ビニルストレッチフィルム(Denka Polmer, KL300)とし、包装1重と、包装2重の2試験区を設定した。その後、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) 温度条件 船舶による輸出を模し、冷蔵機械は高規格リーファーコンテナ(Fresh Keeping Device “futecc,” Denso Corp., Aichi, Japan)、船舶輸送で使用頻度の高い冷蔵コンテナ(reefer)を3℃に設定し、段ボール箱入りの他の農産物18品目と共にコンテナ内で保存した。コンテナは、清水港内に据え置き、調査日に冷蔵倉庫内で調査を行った。
- (3) 測定項目 10日目、20日目、31日目のコンテナ内の温度、湿度、貯蔵品質(重量減耗率、官能評価)を調査した。外観から見た農産物スコアは、外観を農作物の評価にかかわる専門家3名(農林技術研究所加工技術科、バイヤー、市場関係者)が1から5点の5段階のスケールによる評価法により評価した。外観評価は、農作物の評価にかかわる専門家を含む15~19人で外観を比較した。調査最終日には、傘の硬度とひだの色差を測定した。

## 3 結果の概要

### (1) コンテナ内の環境

高規格リーファーコンテナ(futecc)、冷蔵コンテナ(reefer)はともに3℃付近に保たれ、futeccの方が温度変化が少なかった(図1)。湿度はfuteccが80%、reeferは90%であった(図省略)。

### (2) 新鮮重減少率(%)

保存期間が長くなるほど新鮮重減少率は上昇した。futeccの方が新鮮重減少率が大きくなる傾向があった(表1)。食品包装用ポリ塩化ビニルストレッチフィルム包装(2重)は、包装(1重)より新鮮重の減少を抑制していた。

### (3) 保存後(31日目)の状況

傘の裏のひだの色は、包装(1重)は包装(2重)より明るい傾向があった(表2)。傘の硬さは、冷蔵装置、包装資材による有意差はなかった(表3)。



(4) 貯蔵試験による外観から見た農産物スコア、及び可売率

外観から見た農産物スコアは、包装(1重)は20日目に5点(集荷時と同等の品質)から4点(販売可能で良好な品質)にスコアを落として評価された(表4)。一方、包装(2重)は、31日目に5点(集荷時と同等の品質)から4点(販売可能で良好な品質)に評価された。冷蔵装置によるスコア差は確認されなかった。

31日目には全ての内皮膜が破れていたが、可販率は31日まで100%で、冷蔵装置、包装資材による差は無く、ほぼ問題なく販売可能と評価された。

(5) 冷蔵装置の違いによる外観評価  
reefer の評価が高かった(表5)。

表1 新鮮重減少率(%)

日数	包装(1重)	包装(2重)
0日	0.0 ± 0	0 ± 0
futecc		
10日	2.6 ± 0.3 **	0.8 ± 0.4
20日	4.9 ± 0.5 **	2.4 ± 0.5 **
30日	7.7 ± 0.7 **	4.0 ± 0.4 **
reefer		
10日	1.4 ± 0.3 **	0.7 ± 0.5
20日	2.3 ± 0.4 **	1.5 ± 0.7 **
30日	3.1 ± 0.4 **	2.3 ± 0.8 **
冷蔵装置	\$ \$	\$ \$
日数	\$ \$	\$ \$

平均±標準偏差  
1) \$ \$は、冷蔵装置(futecc、reefer)と日数(10日、20日、30日)の二元配置分散分析法により、1%で有意差あり。  
2) \* \*はDunnett法により0日と比較して1%で有意差あり。

表3 31日目の傘の硬さ(N)

	包装(1重)	包装(2重)
futecc	0.359 ± 0.015	0.381 ± 0.015
reefer	0.373 ± 0.012	0.379 ± 0.030

平均±標準偏差

表4 外観から見た農産物スコア及び可販率

	10日目		20日目		31日目	
	農産物スコア(点) <sup>注1)</sup>		農産物スコア(点)		農産物スコア(点)	
	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer
包装(1重)	5	5	4	4	4	4
包装(2重)	5	5	5	5	4	4

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

注2) スコア2点、3点、4点、5点が占める割合

#### 4 結果の要約

3°Cに設定した冷蔵コンテナでの保存試験において、高規格リーファーコンテナ(futecc)より冷蔵コンテナ(reefer)の方が湿度が高く、新鮮重減少率が低くなる傾向があった。食品包装用ポリ塩化ビニルストレッチフィルム包装(2重)は、同包装(1重)より新鮮重減少率が低くなる傾向があった。

5 今後の問題点と次年度以降の計画  
包装資材による保存方法の検討。

6 結果の発表、活用等  
生産者等へ情報提供を行う(2022年3月)。

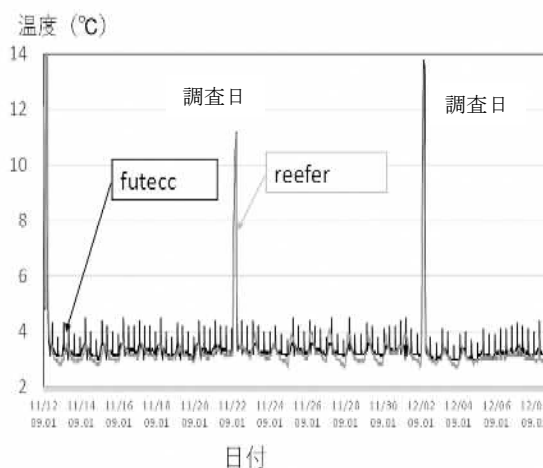


図1 冷蔵装置別温度の推移

表2 31日目のひだの色

	色差	包装(1重)	包装(2重)
futecc	明るさ L*	74.5 ± 4.5 a	67.6 ± 2.3 b
	赤み a*	6.2 ± 0.7	6.4 ± 0.8
	黄 b*	17.9 ± 0.9	17.3 ± 1.4
reefer	明るさ L*	73.8 ± 2.2 a	66.4 ± 2.7 b
	赤み a*	5.8 ± 0.6	6.8 ± 1.3
	黄 b*	18.9 ± 0.6	18.0 ± 0.8

数字は平均値と標準偏差を示し、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)。

表5 外観評価

	10日目		20日目		31日目	
	futecc	reefer	futecc	reefer	futecc	reefer
MA包装(1重)	6	10	4	11 *	8	11
MA包装(2重)	3	13 **	5	10	4	13 *

冷蔵コンテナ(futecc、reefer)別に比較し、どちらが新鮮に見えるか調査。  
二項検定により、\*\*は1%、\*は5%で有意差あり。

-----  
課 題 名：菌床シイタケ栽培等における安定生産技術の開発  
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：中田理恵、山口亮  
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

県内の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生産量が変動しており、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。種菌メーカー等が販売するシイタケ菌床を購入して栽培する生産者は、菌床の購入経費が支出の大部分を占めるため、安定した経営を行うためには、1つの菌床を長期間利用し、出来るだけ多くの目標サイズの子実体を収穫する必要がある。そのため、菌床購入方式の生産者が安定した生産量を維持する方法を、初回の子実体発生と2回目以降の子実体発生に分けて検討した。

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、購入時の菌床の選択が重要となる。生産者が菌床を選択する基準として菌床硬度、培養時の棚の位置に着目し、初回の子実体発生量との関係を調査した。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、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。そこで、休養時の散水頻度、散水時間が子実体発生に及ぼす影響を調査した。

また、子実体発生終了後には廃菌床が多数発生して処分に困る生産者が存在し、菌床材料の広葉樹おが粉価格が上昇を続けているため、廃菌床をシイタケ菌床培地基材として再利用することも検討した。

## 2 方法

### (1) シイタケ菌床栽培における季節毎の子実体発生のばらつき

2017年夏から2019年冬まで、購入した菌床の子実体発生調査を行った。子実体発生は初回発生のみとし、発生量（生重量）、個数を測定し、初回発生量のばらつきの状況を把握した。

### (2) 培養終了時の菌床硬度と初回の子実体発生の関係

生産者が質の良い菌床を選択する基準の一つとして菌床表面の硬さに着目し、培養完了時の菌床表面の硬さとその後に発生する子実体湿重量を2品種において調査した。培養が完了した菌床の除袋後に、菌床中央部を4方向から硬度を測定し、その後子実体を発生させた。

### (3) 培養時の棚の位置による初回の子実体発生の変化

培養中に8段の棚に置かれた菌床の子実体発生量と、置かれた位置との関係を調査した。培地を滅菌して放冷後に種菌を接種した菌床を、100×85×195 cmの棚に8段に並べて培養した。培養中の菌床は棚一面に設置し、通路側、段奥(中央)の培養袋表面にそれぞれロガーを1個ずつ設置した。培養完了後に子実体を発生させ、測定した。

### (4) 初回発生後の休養時の散水条件が2回目以降の子実体発生に及ぼす影響

初回発生後の休養時の散水条件について、散水量0.4L/分で、頻度（毎日、1日おき、2日おき及び3日おき）、もしくは時間（毎日15分、30分、60分、120分）を変化させて、それらの条件下で発生した2品種の子実体を直径サイズ別に測定した。

### (5) シイタケ廃菌床の菌床培地基材としての再利用

市販広葉樹おが粉に、置換割合が0、25、50、75、100%となるように、シイタケ廃菌床を配合して基本培地とした。栄養体はフスマを使用し、9：1となるように各基本培地に配合して培養し、3回発生させた。

### 3 研究期間を通じての成果の概要

#### (1) シイタケ菌床栽培における季節毎の子実体発生のおぼつき

発生量は、変動係数が15%程度で、ロット内よりもロット間のおぼつきが大きく、季節別に収量の変動が予測された。発生個数のおぼつきは発生量よりも大きかった。

#### (2) 培養終了時の菌床硬度と初回の子実体発生との関係

培養終了時の菌床表面の硬度と子実体発生との関係は、品種によって異なっていた。1品種において有意な負の相関が認められ、菌床硬度が高いほど子実体発生量は少なくなる傾向がみられた。また、菌床硬度と菌床生重量との間に有意な負の相関が認められた。この結果により、品種においては、菌床生重量を考慮したうえで、培養終了時の菌床表面硬度が菌床を選別する指標となる可能性が示唆された。

#### (3) 培養時の棚の位置による初回の子実体発生の変化

培養時の棚の位置により、子実体発生量の有意差は無かったが、通路側は発生個数が多く個重が軽くなる傾向があり、棚下部の奥は発生個数が少なく、個重が重い傾向があった。

#### (4) 初回発生後の休養時の散水条件が2回目以降の子実体発生に及ぼす影響

養時の散水条件が子実体発生に及ぼす影響は、品種ごとに異なること、散水条件により発生する子実体の重量、径級が変化することが示唆された。

散水頻度は、毎日散水するのが望ましく、散水量0.4L/分で毎日120分までの散水では、休養時の散水時間が長くなるほど直径サイズの大きい子実体の発生量が多くなり、全子実体発生量が多くなる傾向がみられた。休養期間中の散水条件により2回目以降の発生量を制御できることが示唆された。

#### (5) シイタケ廃菌床の菌床培地基材としての再利用

廃菌床を利用した菌床の発生量は、1品種において廃菌床配合率50%と100%の間に有意差がみられ、もう1品種において有意差はなかった。両品種ともに廃菌床配合率0%と他の配合率との間に有意差は無く、シイタケ廃菌床は、シイタケ菌床培地基材として再利用することができる。しかし、廃菌床割合が100%では、害菌が発生し、菌床硬度が低下して崩れる菌床が発生した。品種によって廃菌床の配合割合による生産量、菌床の重量の変化、菌床硬度は異なった。

### 4 研究期間を通じての成果の要約

シイタケ菌床を購入する場合、シイタケ菌床培養終了後の菌床表面硬度、培養時の棚の位置が、菌床を選別する指標となる可能性が示唆された。初回発生後の休養時の散水条件は、休養時の散水時間が長くなるほど直径サイズの大きい子実体の発生量が多くなり、全子実体発生量が多くなる傾向があった。シイタケ廃菌床は、菌床培地資材として再利用できる。

〔キーワード〕 菌床シイタケ、生産量、培養位置、散水、サイズ、硬さ、廃菌床

### 5 成果の活用面と留意点

培養されたシイタケ菌床を購入する際に、菌床の硬度、培養時の棚の位置等を指定することにより、菌床を選別することが可能である。休養時の散水条件を変えることにより、2回目以降の子実体の発生量、サイズを調整できる。廃菌床の再利用により、広葉樹おが粉購入量が減少し、処理費用減が期待でき、環境負荷が軽減する。散水に対する反応や、培養終了後の菌床の硬度等は、品種により反応が異なるため、品種ごとの検証が必要である。

### 6 残された問題とその対応

生産量が安定しない要因の特定までには至らなかった。二酸化炭素量など培養時の菌床を取り巻くガス条件、菌床からの放熱状況の測定等のデータを蓄積し、対処技術を開発する必要がある。

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

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：佐々木重樹

協力分担：鹿児島大学、日本ユニシス（株）、林業事業者

予算(期間)：国補・普及情報活動システム化（2021-2023年度）  
-----

## 1 目的

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

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

## 2 方法

(1) 実施方法 県内の試験地において、下記の作業を実施する作業者の両手首にスマートウォッチ（Mobvoi 社製 TicWatch E2）を装着し、作業中の加速度及び角速度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。

植栽：2021年4月27日（2名）、5月26日（3名）、5月28日（2名）、6月24日（3名）

下刈り：2021年6月16日（1名）、6月23日（1名）、7月13日（3名）、9月22日（1名）

伐倒：2021年11月30日（3名）、12月1日（3名）、12月9日～10日（3名）

(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、周波数分解を実施し、時間とともに変動する作業特有の周期的な動作を、ビデオカメラの映像と照合することで抽出した。

## 3 結果の概要

[前年度までの結果] フーリエ変換による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。

[本年度の結果]

(1) ある程度の周期性を持ちながらも動作が随時変動する林業作業の特性を踏まえ、時系列に沿って周波数の高低に応じて自動的に時間窓の長さを調整できる連続ウェーブレット変換により周波数解析を行い、振幅のスカログラムにより作業の可視化を行った（図1）。さらに、各作業について加速度及び角速度の周波数分布を示すスペクトルとして特徴量を抽出した（図2）。フーリエ変換よりも短時間における動作の特徴量の検出が可能であった。

(2) 得られた特徴量を利用し、時間的に連続した信号の中から特定の作業が行われた時間帯を自動的に検出する方法を検討した。下刈り等の同じ動作を繰り返し行う作業では、加速度のピーク値を検出することで作業時刻の検出が可能であった。伐倒の場合、受け口切り、追い口切り、くさび打ち、ロープ倒し等様々な作業が混在し、強度だけでは識別が困難な場合があったが、加速度のスペクトル形状のコサイン類似度を使用することによって、検出精度が向上した（表1）。

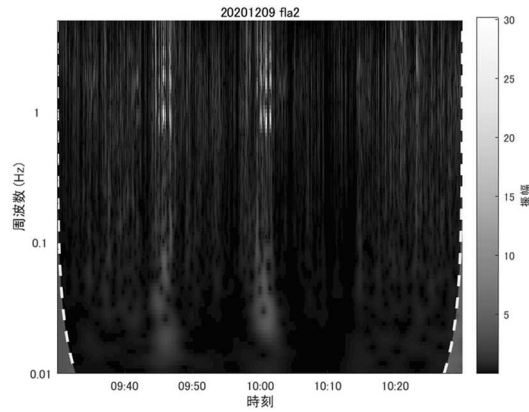


図1 伐倒作業時の3軸合成加速度の振幅スカログラム

特に強度が強く（グラフが明るく）なっている部分は、くさび打ちを行っている。  
0.9 Hz、1.8 Hz、2.7 Hz 付近の強度が強くなっている。

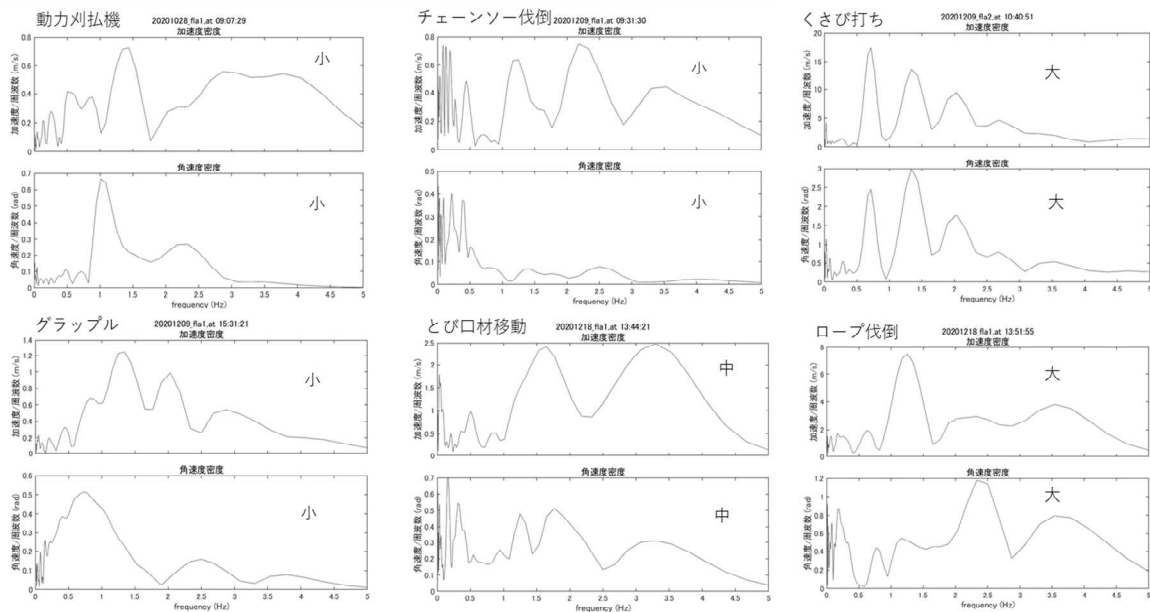


図2 各作業における合成加速度と合成角速度のスペクトル例

強度が大きく異なることを大、中、小で表した。

表1 スペクトル形状のコサイン類似度の適用有無による作業判別精度の差

判別基準	再現率	適合率
加速度のピーク値のみ	52.4 %	50.0 %
スペクトル形状のコサイン類似度を併用 (0.7 以上)	52.4 %	84.6 %

※伐倒作業からのロープ倒しの検出例。再現率＝検出正解数／正解数、適合率＝検出正解数／検出数

#### 4 結果の要約

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

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

さらに多くの作業者のデータを収集し、作業種を判別可能か検証する。

#### 6 結果の発表、活用等（予定を含む）

第133回日本森林学会大会で発表した（2022年3月）。

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

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：佐々木重樹

協力分担：鹿児島大学、日本ユニシス（株）、林業事業者

予算(期間)：国補・普及情報活動システム化（2021-2023年度）  
-----

## 1 目的

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

本研究では、手首に装着するウェアラブルセンサー及び現場に設置した観測機器から取得する情報を用いて、疲労度や熱中症リスク等の体調変化を判定する客観的な指標を得ることを目指す。

## 2 方法

(1) 実施方法 県内の試験地において、下記の作業を実施する作業者の両手首にスマートウォッチ（Mobvoi 社製 TicWatch E2）を装着し、作業中の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。

植栽：2021年4月27日（2名）、5月26日（3名）、5月28日（2名）、6月24日（3名）

下刈り：2021年6月16日（1名）、6月23日（1名）、7月13日（3名）、9月22日（1名）

伐倒：2021年11月30日（3名）、12月1日（3名）、12月9日～10日（各3名）

また、作業開始前後に作業者へのアンケートにより疲労度を調査した。アンケートは、100mmの直線上に疲労の度合いを×印で記し、線分の長さを計測するVAS（Visual Analog Scale）の手法を用いて実施した。

(2) 分析方法 スマートウォッチのセンサーで計測した心拍数の測定データに対し心拍変動解析を実施し、時間とともに変動する身体状態の観察を行った。

## 3 結果の概要

[前年度までの結果] 作業者のアンケートによる疲労度と心拍数は連動する傾向が見られ、疲労の時間とともに蓄積する状況が観察された。また、心拍数の揺らぎと作業内容との関係进行分析したが、明確な傾向は見られなかった。

[本年度の結果]

(1) 心拍数の時間変動をポアンカレプロット（2020年度成績概要集 p.38-39 参照）で解析し、L/T比（心拍揺らぎ/心拍数変動）の時間変動を観察したところ、休憩時間に値が大きくなる現象が見られた（図1B）。心拍数が小さくなる（図1A）と同時に心拍数の揺らぎが大きくなることを示し、緊張が緩和した状態を示している。

(2) 心拍数を用いた周波数解析を行った。心拍数変動のパワースペクトルの低周波 LF（0.05-0.15Hz）と高周波 HF（0.15-0.4Hz）の成分の比 LF/HF はストレス指標として知られている（図2）ため、LF/HFの時間変動を観察した。休憩時にはストレスが少ない状態とされている LF/HF=2 以下になっているのが観察されたが、作業中にも LF/HF が下がることも多く

見られ、運動中のストレス指標としては不安定であることが確認された（図 1 C）。  
 (3) 運動中を含むストレス指標として近年提唱されている HR/LF（心拍数を LF で除した値）について、時間変動を観察した。この指標は休憩中に低く、作業中は高い傾向が見られ、ストレス指標として有用であると考えられた（図 1 D）。

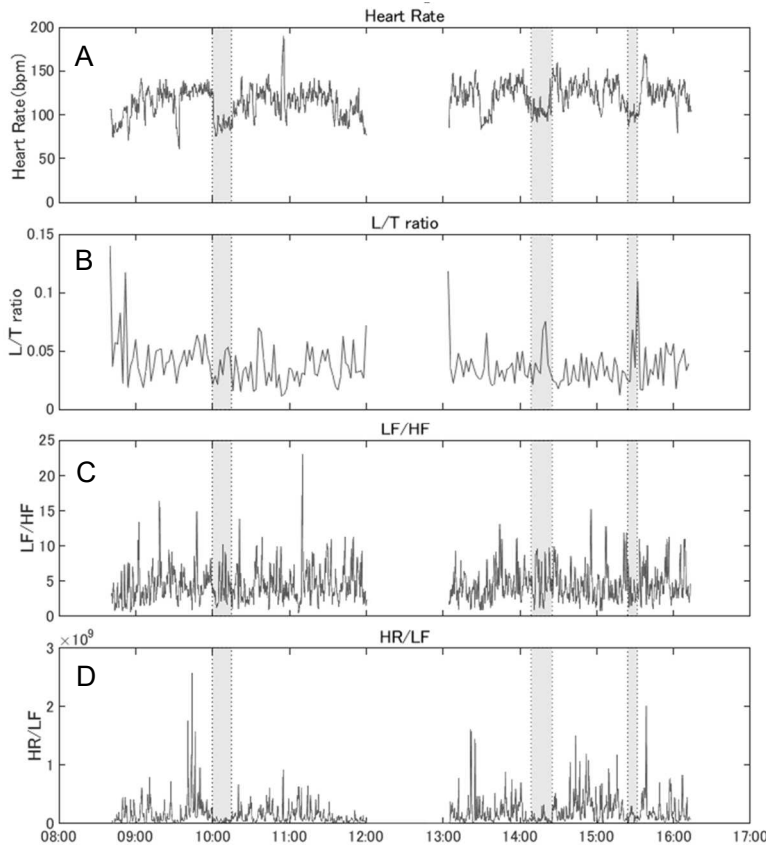


図 1 心拍数、L/T 比、LF/HF、HR/LF の評価例  
 点線内着色部は休憩時間を表す。

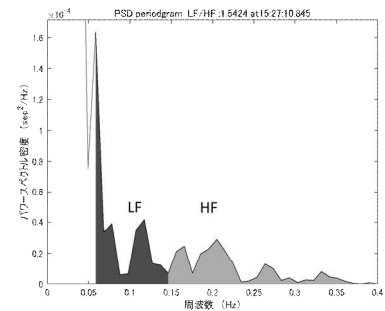


図 2 心拍間隔（60/心拍数）のパワースペクトル算出例  
 LF/HF（グラフの折れ線下部分の面積比）は、ストレス指標として知られている。

#### 4 結果の要約

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

〔キーワード〕 心拍数変動、周波数解析、ストレス状態、LF/HF、HR/LF

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

さらに多くの作業者のデータを収集し、今回観測できた指標で一般的に評価が可能になるか、検証を進める。また、気温等の環境条件と体調変化との関連について、新たな知見も取り入れながら検討を進める。

#### 6 結果の発表、活用等（予定を含む）

第 133 回日本森林学会大会で発表した（2022 年 3 月）。

単年度試験研究成績（2022年3月作成）

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

スギ丸太の高周波およびガンマ線測定による人工乾燥前の選別方法の検討

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘

協力分担：(株)マイクロメジャー、大井川小径木加工事業(協)、静岡県立農林環境専門職大学、  
(国研)森林総合研究所、石川県農林総合研究センター

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

## 1 目的

人口減少等による住宅着工数の減少や国・県の政策によって非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が、今後高まるとともに、森林の高齢級化により、県産中・大径材丸太が増加するため、平角のような断面の大きな製材品の利用が必要となる。非住宅用の主要構造部の木材は日本農林規格製品(JAS製品)であることが必須条件であるが、スギ平角の製造には、含水率の基準が厳しく、不適格品を少なくし、コストを下げ製造することは技術的に難しいと言われている。この一因として、心材含水率のばらつきが大きいことがあり、仕上がり含水率が基準に満たないものが多く発生し製品歩留りが低下している。この問題の解決方法として、製材前の丸太段階で含水率の高いものと低いものを予測し選別することが考えられる。そこで本研究では、非接触による高周波域電磁波の位相・減衰およびガンマ線のカウント数を計測し、製材の乾燥前の含水率を評価し選別する方法を検討した。

## 2 方法

末口径 29.2~41.5cm のスギ丸太 150 本(密度:  $681 \pm 89.5 \text{ kg/m}^3$ )について、高周波電磁波(周波数: 52MHz)の位相と減衰およびガンマ線の透過数を計測した。試験装置を図 1 に示す。低周波電磁波の計測は、發送周波数 52MHz の電磁波送受信センサ(ダイポールアンテナ: 片側長 1400mm)を用いて電磁波の位相と減衰(電圧換算値)を計測した。ガンマ線の透過数の計測は、丸太中央部をガンマ線のセンサ間に配置した状態で、ガンマ線(線源: コバルト 60)を 60 秒間放射した際の検出量を計測した。計測後スギ丸太は、120mm×230mm の心持ち平角を製材し人工乾燥を行った後、105mm×210mm に仕上げを行った。人工乾燥のスケジュールは、中温乾燥(乾球温度 90℃、湿球温度 86~74℃)を行ったもの(条件 A、乾燥総日数 21.25 日)、高温セット処理(乾球温度 120℃、湿球温度 60℃) 18hr の後、乾燥(乾球温度 120℃、湿球温度 60℃)を行ったもの(条件 B、乾燥総日数 15 日)、高温セット処理(乾球温度 120℃、湿球温度 60℃) 18hr の後、減圧乾燥(乾球温度 90℃、圧力 400hPa)を行ったもの(条件 C、総乾燥日数 8.3 日)の 3 種類とし、試験体数は各 50 体とした。



図 1 高周波電磁波およびガンマ線を利用した丸太含水率を推定する装置

## 3 結果の概要

人工乾燥後の含水率測定結果(平均±標準偏差= $20.3 \pm 11.4\%$ )と人工乾燥前後の平角の重量測定結果を用いて、乾燥前の平角の含水率を推定した結果、 $91.0 \pm 34.2\%$ となった。平角の乾燥前の推定含水率と丸太段階での各種測定結果との関係を図 2 に示す。高周波電磁波の位相-減衰とガン



マ線の検出量のいずれにおいても、平角の乾燥前の推定含水率との直線回帰式における決定係数  $R^2$  がそれぞれ 0.572 および 0.535 となり、回帰式による推定がおおむね可能であると考えられる。一方、丸太の見かけの密度や重量による選別は従来行われている方法であるが、図 2 右の結果には直線回帰式における決定係数  $R^2$  が 0.283 となっており、高周波電磁波やガンマ線による測定で精度が良い結果となった。乾燥前後の平角の推定含水率の関係(図 3)から、得られた直線回帰式より乾燥前の推定含水率の閾値を設定し図 2 の回帰式にそれぞれ代入することによって丸太段階での選別の正答率を算出した。この結果を表 1 に示す。いずれの乾燥スケジュールでも見かけの密度による選別よりも、電磁波やガンマ線による測定により精度よく選別することが可能であることが明らかとなった。

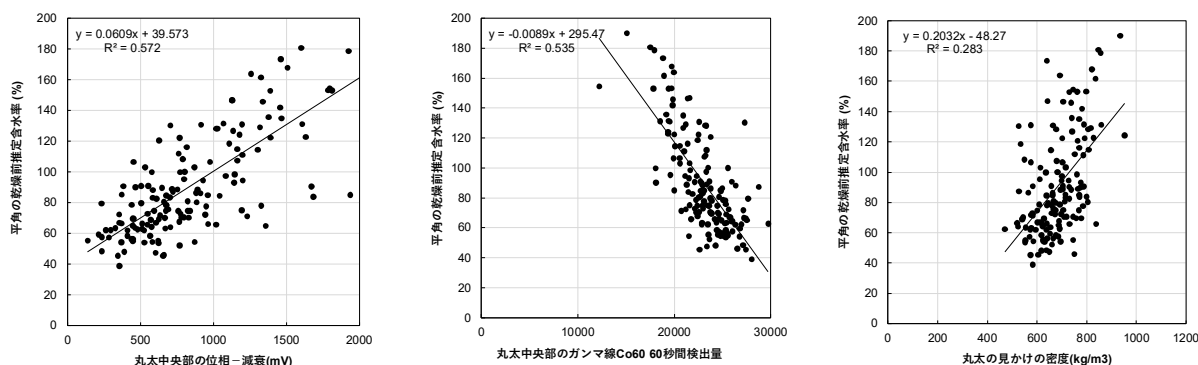


図 2 平角の乾燥前の推定含水率と丸太段階での各種測定結果との関係

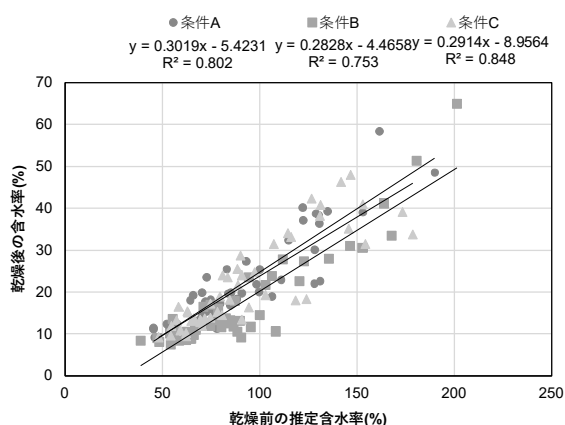


図 3 乾燥前後の平角の含水率

表 1 丸太段階での選別による正答率

乾燥スケジュール	SD20合格率	乾燥前含水率の閾値	電磁波正答率	ガンマ線正答率	見かけの密度正答率
条件A	60%	84%	76%	72%	58%
条件B	60%	87%	76%	78%	68%
条件C	74%	99%	82%	88%	76%

#### 4 結果の要約

高周波電磁波およびガンマ線による丸太段階での乾燥選別の検討を行った結果、従来行われている見かけの密度による方法よりも精度よく選別できることが明らかになった。

[キーワード] スギ丸太、心持ち平角、ガンマ線、含水率

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

なし

#### 6 結果の発表、活用等

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で情報提供を行った。

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

非住宅用の製品化等に向けた技術開発

超薄厚エレメント木質ボードおよび他の木質面材を用いた釘接合部の一面せん断試験

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

協力分担：株式会社ノダ、静岡大学、静岡県立農林環境専門職大学

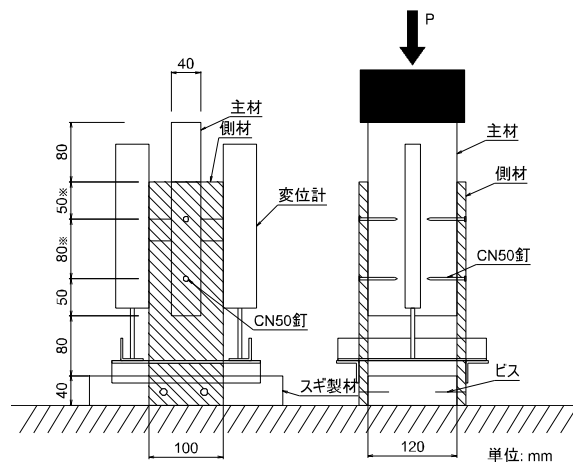
予算(期間)：受託研究（2020年度）、県単（2021-2023年度）

## 1 目的

人口減少等による住宅着工数の減少や国・県の政策によって非住宅用、中・大規模木造建築物の需要が、今後高まることが予想される。中・大規模建築用の構造用木質材料にはCLTや大断面集成材など、高強度の製品が求められるが、県内にはこれらの製品の製造工場はない。このため、高強度で中・大規模建築用の超薄厚エレメント木質ボードを県内関連企業や大学と協力して開発することとした。本研究では、構造用途への利用に向け、開発する超薄厚エレメント木質ボードおよび他の木質面材を用いた釘接合部の一面せん断試験を実施し、耐力および破壊性状の違いを検証した。

## 2 方法

主材は、スギ製材（密度： $404 \pm 41 \text{ kg/m}^3$ 、含水率  $9.7 \pm 0.4\%$ （平均±標準偏差））とし、側材には、試作した超薄厚エレメント木質ボード（接着剤：MDI 添加率 9%、熱圧温度： $190^\circ\text{C}$ 、熱圧時間：初期圧力  $7.7 \text{ MPa}$  2 min、ホールド  $5.6 \text{ MPa}$  3 min、減圧  $2.0 \text{ MPa}$  1.5 min、ストランドの配向：ランダム、ストランドの厚さ： $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ ）のヒノキのストランドを用いたもの（以下、NBH と称する）、スギのストランドを用いたもの（以下、NBS と称する）、普通 MDF（以下、MDF と称する）、構造用パーティクルボード（以下、PB と称する）、構造用パネル（以下、OSB と称する）および構造用合板（以下、PW と称する）の 6 種類とした。表 1 に、側材の厚さ、密度、含水率および規格を示す。OSB および PW は表層の繊維方向が加力方向と一致するようにした。接合具には、CN50 釘（JIS A 5508）を用いた。試験体のセット



※試験部に主材の節がかかる場合は、※の寸法を入れ替えて作成した。

図 1 試験体のセットアップ

表 1 側材の厚さ、密度、含水率および規格

	厚さ (mm)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	規格
NBH	12	$664 \pm 48$	$9.4 \pm 1.9$	-
NBS	12	$658 \pm 41$	$8.9 \pm 0.5$	-
MDF	12	$791 \pm 3$	$8.1 \pm 0.1$	JIS A 5905
PB	9	$734 \pm 10$	$9.9 \pm 0.1$	JIS A 5908
OSB	9.5	$664 \pm 29$	$10.4 \pm 0.9$	JAS 4 級
PW	9	$515 \pm 29$	$11.3 \pm 0.5$	JAS 特類 2 級

※密度および含水率の値は平均±標準偏差を示す

アップを図 1 に示す。試験体は、主材に側材を挟み込むように配置し、CN50 釘 2 本ずつで留め付け（試験部）、試験体下部の側材の圧壊や座屈防止のため、試験体下部に主材と同形状のスギ製材を横に倒すように配置し、ビス（BX カネシン社製 KS4041）2 本で留め付けた。試験は、強度万能試験機（島津製作所製、AG-B オートグラフ）を用いた。荷重はクロスヘッドと治具の間に設置されたロードセル（容量= 50kN）にて測定し、主材と側材の相対変位は変位計（東京測器研究所製 SDP-100C および SDP-100E、100mm）を使用して測定した。加力方法はクロスヘッドスピード 6 mm/min で一方向加力のみを与えた。試験体数は、各条件でそれぞれ 4 体とした。

### 3 結果の概要

試験後の釘頭の状況（一例）を図2に、各試験体におけるそれぞれの破壊が見られた割合を表2に示す。NBHおよびNBSは、全ての試験体で釘頭から側材へのめり込みは発生しておらず引き抜けにより破壊が生じていた。NBHおよびNBS以外の試験体では側材の損傷が確認されたのに対し、今回試作したNBHおよびNBSの試験体は、側材での損傷は確認されなかったため、他の面材と比較して面圧強度や側材貫通抵抗が高いのではないかと推察される。このため、今後はこれらの要素試験を行い検証が必要であると考えられる。

完全弾塑性モデルおよび5%ff-set法を適用し得られた特性値を表3に示す。各特性値の平均値の一致を、多重比較検定（Tukey法）により検証した。 $P_y$ は、NBH-PW間（ $p < 0.01$ ）のみ有意差が確認された、 $P_{y0.05}$ では、

NBH-PWおよびNBH-OSB間（ $p < 0.01$ ）、NBS-PWおよびNBS-OSB間（ $p < 0.05$ ）で有意差が確認されたが、 $P_{max}$ および $P_u$ ではいずれの試験体間においても有意差は確認されなかった。これにより、加力初期の段階では、NBHおよびNBSは他の面材に対して耐力が若干高い傾向にあるが、最大耐力および終局耐力では他の面材との差は確認できない結果となった。これは、NBHおよびNBSともに最終的に引き抜けにより破壊が生じたことから、主材の引き抜き抵抗が相対的に低いためではないかと考えられる。このため、開発を進める木質ボードを用いた接合部のせん断性能の向上には、引き抜き抵抗の高い接合具の検討等を行う必要があると考えられる。

### 4 結果の要約

開発する木質ボードとの釘接合部の一面せん断試験を実施した結果、他の面材と比較して耐力に大きな差はなかったが、ボード自体の損傷はなく、面圧強度等が高い可能性が示唆された。

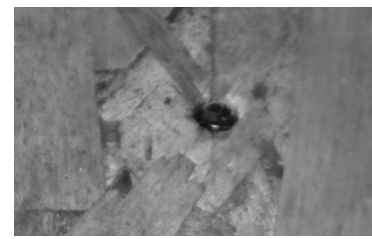
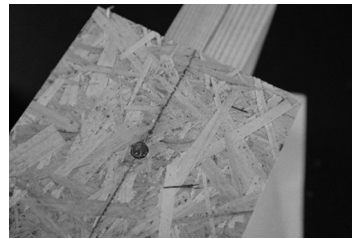
[キーワード] 超薄厚エレメント木質ボード、一面せん断、構造利用

### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ 開発を進める超薄厚エレメント木質ボードのめり込みおよび釘頭貫通試験の実施、超薄厚エレメント木質ボードにあった接合具や母材の検討。
- ・ 早生樹や未利用広葉樹等、他樹種での利用検討

### 6 結果の発表、活用等

出前講座等にて情報発信をしていく。。



釘頭からのめり込みなし(NBH) 釘頭からのめり込み(OSB)

図2 試験後の釘頭の状況（一例）

表2 各試験体におけるそれぞれの破壊が見られた割合

	釘頭のめり込み	面材の圧壊	引き抜け	バンチングアウト
NBH	0%	0%	100%	0%
NBS	0%	0%	100%	0%
MDF	75%	75%	100%	0%
PB	100%	100%	100%	0%
OSB	63%	0%	50%	50%
PW	100%	0%	0%	100%

表3 特性値一覧

		降伏耐力	降伏変位	降伏耐力	降伏変位	最大耐力	最大耐力	終局耐力	終局変位	初期剛性	塑性率
		(完全弾塑性)	(完全弾塑性)	(5%ff-set)	(5%ff-set)		時変位	(完全弾塑性)	(完全弾塑性)	(完全弾塑性)	(完全弾塑性)
		$P_y$ (kN)	$D_y$ (mm)	$P_{y0.05}$ (kN)	$D_{y0.05}$ (mm)	$P_{max}$ (kN)	$D_{max}$ (mm)	$P_u$ (kN)	$D_u$ (mm)	$K$ (kN/mm)	$\mu$
NBH	平均	0.88	0.83	0.78	0.58	1.53	9.02	1.41	23.62	1.13	18.64
	標準偏差	0.04	0.26	0.03	0.08	0.11	2.19	0.09	3.21	0.33	4.08
NBS	平均	0.81	0.57	0.75	0.45	1.42	8.45	1.33	24.89	1.46	27.19
	標準偏差	0.07	0.07	0.05	0.07	0.12	1.49	0.11	1.88	0.24	3.61
MDF	平均	0.82	0.66	0.74	0.47	1.44	12.75	1.33	25.39	1.25	23.74
	標準偏差	0.08	0.11	0.05	0.05	0.13	4.48	0.12	3.24	0.12	1.28
PB	平均	0.81	0.78	0.73	0.54	1.46	11.68	1.34	26.55	1.05	20.56
	標準偏差	0.04	0.12	0.01	0.10	0.11	4.24	0.11	5.08	0.15	0.63
OSB	平均	0.73	0.69	0.66	0.44	1.36	13.53	1.25	25.66	1.07	22.28
	標準偏差	0.08	0.13	0.05	0.06	0.08	5.22	0.08	1.32	0.18	4.97
PW	平均	0.69	0.83	0.64	0.64	1.40	15.62	1.27	28.34	0.87	19.78
	標準偏差	0.07	0.24	0.05	0.16	0.12	7.55	0.15	4.86	0.19	6.67

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

人工乾燥心持ちヒノキ板材の乾湿繰り返し環境下での割れ発生状況

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林資源利用科

担当者名：長瀬亘

協力分担：株式会社キシル

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

## 1 目的

人口減少による住宅着工数の減少等から、非住宅用の県産材利用が求められており、家具用材の利用も期待される。一部の家具メーカーでは、人工乾燥した心持ちヒノキ板材は、乾燥過程で割れが発生しやすいことから利用を避ける傾向にあった。しかし、心持ち材であっても乾燥後に割れの少ないものもあり、この利用ができればヒノキ家具用材の歩留まり向上が期待できる。そこで本研究では、心持ちおよび心去りヒノキ板材について、乾湿繰り返し環境下での割れ発生状況や寸法変化を測定し検証することとした。

## 2 方法

心持ちおよび心去りヒノキ板材6枚ずつを、寸法30mm×100mm×400mm(試験体A)と30mm×100mm×100mm(試験体B)に切り分け、JIS A 1437 建築用内装ボード類の耐湿性試験方法の耐湿性A法に従い、恒温恒湿器(ESPEC社製、ARM-0680-J)を用いて乾湿繰り返し環境下での割れ発生状況等を調査した。温恒湿器の温湿度の設定は、温度20℃湿度60%で10日間養生した後、5時間50分の間に温度20℃湿度30%になるように調整し、その温湿度で6時間10分(累計12時間)保持し、さらに3時間50分の間に温度60℃湿度90%となるように調整し、その温湿度で8時間10分(累計24時間)保持するサイクル(図1)を4回繰り返した後、温度20℃湿度60%で7日間養生した。試験前の養生後と、試験終了直後に、試験体の長さ3か所、幅3か所、厚さ4か所測定し、試験体Bについては、反りの量を支点間距離100mmに設定した反り測定器具を用いて測定した。また、外観観察を行うために、試験体の各面を、スキャナーを用いて200dpiのJPEG形式で保存した。試験前後のスキャンデータを目視で比較し、試験後に割れが確認された場合は、画像処理ソフトImageJを使用して割れの長さを計測した。

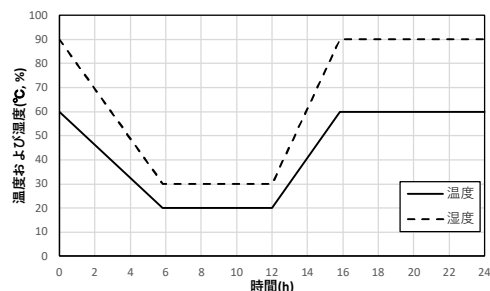


図1 耐湿性A法の温度及び湿度条件  
(1サイクル)

## 3 結果の概要

表1に試験前後の見かけの密度と含水率を示す。試験前の含水率は11%台で、試験後は13%前後の含水率となった。心持ちおよび心去りともに試験後に見かけの密度と含水率の増加が見られた。表2に寸法変化率と反りの変化量を示す。心持ちおよび心去りの両者ともに、寸法変化率は1%以下、反りの量は1mmに満たなかったため、大きな変化はなかったと考えられる。表3に各面の割れの発生量を示す。割れは、髓が表面に出現する場合、節付近の場合、既存の割れが伸展する場合、木口からの割れおよび木口表面に見られる場合に発生した。いずれの割れについても、幅が1mmに満たない微細なものであり、家具使用においては大きな支障になるようなものではないと考えられる。また、幅の狭い面では割れの発生は確認されなかった。

表1 試験前後の見かけの密度と含水率

		試験体A				試験体B			
		見かけの密度(kg/m <sup>3</sup> )		含水率(%)		見かけの密度(kg/m <sup>3</sup> )		含水率(%)	
		試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
心持ち	平均	534	537	11.6	12.9	526	531	11.7	13.1
	標準偏差	38	38	0.5	0.2	42	41	0.5	0.1
心去り	平均	515	519	11.9	13.0	513	515	11.8	13.0
	標準偏差	28	28	0.4	0.4	28	27	0.3	0.1

表2 寸法変化率と反りの変化量

		試験体A			試験体B			変化量(mm)
		寸法変化率(%)			寸法変化率(%)			
		幅	厚さ	長さ	幅	厚さ	長さ	
心持ち	平均	-0.21	-0.26	-0.07	-0.26	-0.03	0.00	0.06
	標準偏差	0.13	0.19	0.09	0.08	0.46	0.05	0.05
心去り	平均	-0.18	-0.02	0.00	-0.29	-0.29	-0.04	0.07
	標準偏差	0.06	0.13	0.00	0.06	0.07	0.01	0.04

表3 各面の割れの発生量

		試験体A			試験体B		
		広い面 (mm)	狭い面 (mm)	木口面 (mm)	広い面 (mm)	狭い面 (mm)	木口面 (mm)
心持ち	平均	8.1	0	10.6	0	0	5.2
	最大	20.9	0	44.7	0	0	19.5
	最小	0	0	0	0	0	0
	標準偏差	9.2	0	18.3	0	0	8.4
	発生本数	3	0	2	0	0	2
心去り	平均	1.2	0	0	1.9	0	1.9
	最大	7.0	0	0	11.2	0	11.2
	最小	0	0	0	0	0	0
	標準偏差	2.8	0	0	4.6	0	4.6
	発生本数	1	0	0	1	0	1

#### 4 結果の要約

心持ちおよび心去りヒノキ板材の乾湿繰り返し環境下での割れ発生状況や寸法変化を調査した結果、両者とも寸法変化量は小さく、割れは微細なもののみ確認された。

[キーワード] ヒノキ、心持ち板材、割れ、寸法変化

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

暖房使用環境を想定した、高い温度で低湿度の環境での試験を実施する。

#### 6 結果の発表、活用等

家具メーカーの心持ちヒノキ板材の利用

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

スギ平角のガンマ線測定による人工乾燥前の選別方法の検討

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

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

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

## 1 目的

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

## 2 方法

生材のスギ心持ち平角(仕上げ時の想定寸法を幅 10.5cm、厚さがそれぞれ 15, 18, 21, 24, 27 および 30cm、長さ 4m)を各断面でそれぞれ 13 体ずつ図 1 に示す模式図のとおり材長方向に流す方法でガンマ線を測定した後、人工乾燥を行い乾燥後の含水率をマイクロ波水分計で測定した。

「ガンマ線の測定方法」

梁せいの中心(心材部)を透るように線源(コバルト 60)と放射線測定装置を配置し、この間を平角が 10 秒程度で通過するようにローラーの上を手押しで流していった。平角通過時に 1 秒ごとのガンマ線検出量を、行きと帰りで 2 回測定し、これらの平均値を計算した。

「人工乾燥スケジュール」

目標含水率を 20%として、蒸煮 6 時間、高温セット(乾球温度 120℃、湿球温度 90℃) 18 時間の後、乾球温度 90℃、湿球温度 60℃で 240 時間乾燥を行った。

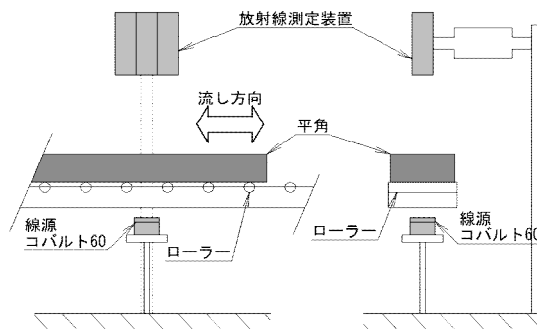


図 1 ガンマ線測定の模式図

## 3 結果の概要

図 1 に 1 秒間のガンマ線検出量平均値と乾燥後の含水率の関係を、図 2 に乾燥前の見かけの密度と乾燥後の含水率の関係を示す。想定仕上げ厚さ 15~24cm の試験体では、図 1 および図 2 の直線回帰式による決定係数は 0.7~0.8 付近で、両者に大きな差は見られなかった。想定仕上げ厚さ 27 および 30cm の試験体では、ガンマ線の結果を示す図 1 の直線回帰式による決定係数が 0.820、0.750 で、見かけの密度の結果を示す図 2 が 0.584、0.634 であり、ガンマ線の測定結果の方が若

干高い結果となった。これは、ガンマ線測定では梁せいの中心を測定しているためではないかと考えられる。表1に、ガンマ線検出量と乾燥前の見かけの密度での選別の検討結果を示す。図1および2の直線回帰式を用いて、含水率20%での閾値を計算した結果、想定仕上げ厚さ15cmの試験体は全て目標含水率20%の基準をクリアしていたため、参考値であるが、厚さが大きくなるほど閾値が、見かけの密度では低くガンマ線検出量では高くなる傾向にあった。また、基準を満たすか満たさないかの正答率はガンマ線で85~100%、見かけの密度で69~100%となり、選別の効果が確認された。

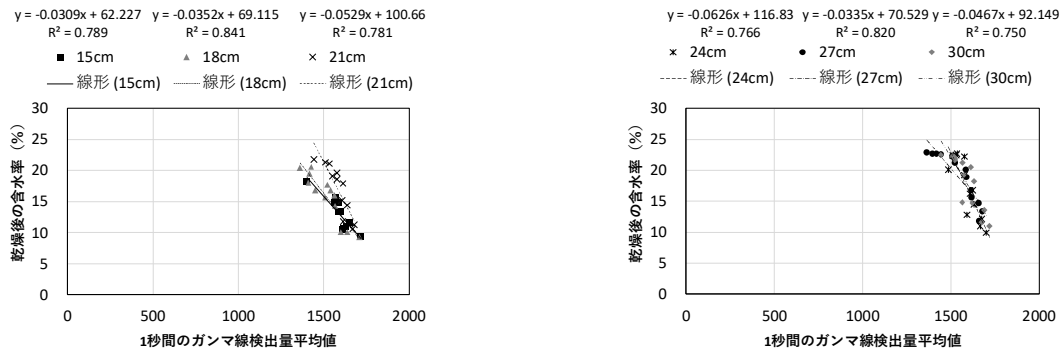


図1 1秒間のガンマ線検出量平均値と乾燥後の含水率の関係

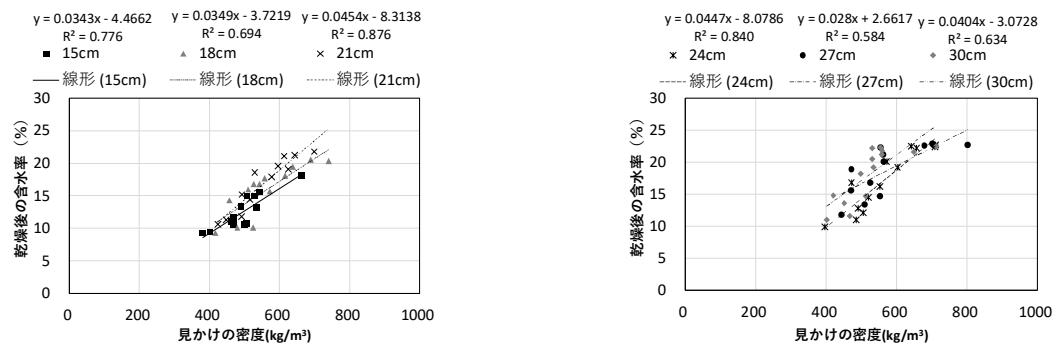


図2 乾燥前の見かけの密度と乾燥後の含水率の関係

表1 ガンマ線検出量と乾燥前の見かけの密度での選別の検討結果

想定仕上げ厚さ	乾燥前断面寸法	乾燥前見かけの密度(平均±標準偏差)	含水率20%以上の割合	ガンマ線による選別			見かけの密度による選別		
				直線回帰式による判定係数R <sup>2</sup>	求めた閾値	正答率	直線回帰式による判定係数R <sup>2</sup>	求めた閾値	正答率
15 cm	134 × 167 mm	497 ± 70 kg/m <sup>3</sup>	0%	0.789	1367	100%	0.776	713.3 kg/m <sup>3</sup>	100%
18 cm	134 × 197 mm	560 ± 92 kg/m <sup>3</sup>	15%	0.841	1395	92%	0.694	679.7 kg/m <sup>3</sup>	100%
21 cm	134 × 226 mm	553 ± 81 kg/m <sup>3</sup>	23%	0.781	1525	92%	0.876	623.7 kg/m <sup>3</sup>	85%
24 cm	134 × 257 mm	563 ± 97 kg/m <sup>3</sup>	38%	0.766	1547	92%	0.840	628.2 kg/m <sup>3</sup>	92%
27 cm	134 × 287 mm	580 ± 109 kg/m <sup>3</sup>	54%	0.820	1508	85%	0.584	619.2 kg/m <sup>3</sup>	77%
30 cm	133 × 316 mm	525 ± 86 kg/m <sup>3</sup>	46%	0.750	1545	85%	0.634	571.1 kg/m <sup>3</sup>	69%

#### 4 結果の要約

スギ平角の乾燥前選別をガンマ線検出量と乾燥前の見かけの密度で検討した結果、両者と選別の効果が確認され、梁せいの大きい試験体では若干ガンマ線の方が選別の効果が高かった。

[キーワード] スギ平角、ガンマ線、含水率

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

- ・ 製材の密度や含水率とガンマ線の関係性を調査
- ・ 製材工場へのモデル導入の試験

#### 6 結果の発表、活用等

第72回日本木材学会大会(2022年3月)で発表予定。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：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

ユリノキとテーダマツ立木の含水率分布、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、山田晋也

協力分担：(国研)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早生樹候補樹種の成長と材質・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關与するユリノキとテーダマツ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

静岡県浜松市浜北区の県立森林公園内に見本林として1962年に集団植栽されたユリノキおよび1959年に集団植栽されたテーダマツを供試した。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。テーダマツは、樹高と応力波伝播速度が周辺木の平均値に近い個体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、2.3m毎に玉切りした。それら丸太は末口および地際から厚さ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

表1にユリノキおよびテーダマツの含水率、全乾密度および平均年輪幅の測定結果を示す。

### (1) 含水率

図1に髓からの年輪数と含水率の關係(一例)を示す。ユリノキは、全体の平均値で心材が98%、辺材で96%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。一方、テーダマツの含水率は全体の平均値で心材が56%、辺材で126%であり、心材と辺材とで70%程度の差が確認された。また、髓からの年輪数が10を超えたあたりで含水率が上昇している傾向にあった。ユリノキとテーダマツ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、ユリノキは変動係数が小さく落ち着いている傾向にあった。

### (2) 全乾密度

図2に髓からの年輪数と全乾密度の關係(一例)を示す。全乾密度は、ユリノキの辺材が476kg/m<sup>3</sup>、心材462 kg/m<sup>3</sup>で、テーダマツは辺材が510 kg/m<sup>3</sup>心材が532 kg/m<sup>3</sup>であった。両者ともに、心材と辺材との差は小さい傾向にあった。テーダマツは、全乾密度が800を超える個体が出現することがあった。これは、乾燥時にマツヤニが試験片内に沈着してしまったためだと考えられる。



### (3) 平均年輪幅

図3に髄からの年輪数と平均年輪幅の関係（一例）を示す。平均年輪幅は、ユリノキで平均3.8mm、テーダマツで3.0mm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。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、ユリノキでは年輪数がおよそ20程度のあたりで、テーダマツではおよそ15程度のあたりで一定になる傾向を示した。

表1 県立森林公園のユリノキおよびテーダマツの含水率、全乾密度および平均年輪幅

樹種		含水率(%)			全乾密度(kg/m <sup>3</sup> )			平均年輪幅(mm)		
		全体	心材	辺材	全体	心材	辺材	全体	心材	辺材
ユリノキ	平均値	95	98	96	458	462	476	3.8	5.5	2.9
	最大値	187	187	157	615	554	615	10.5	10.5	6.2
	最小値	51	51	54	398	398	399	1.1	1.8	1.1
	変動係数	19	21	22	6	7	9	42	34	35
テーダマツ	平均値	100	56	126	546	532	510	3.0	5.6	2.6
	最大値	199	166	199	845	845	727	10.8	10.8	5.1
	最小値	24	24	54	380	383	380	1.1	2.9	1.1
	変動係数	40	70	18	15	18	12	58	34	34

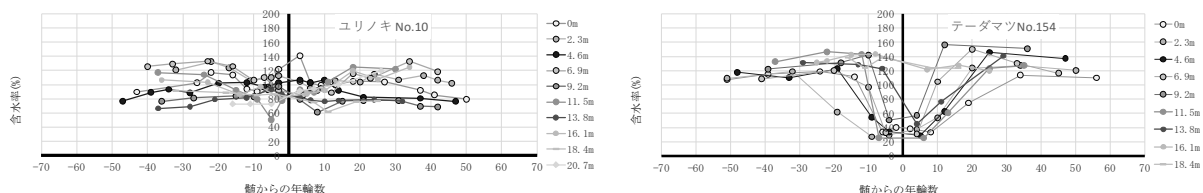


図1 髄からの年輪数と含水率の関係（一例）

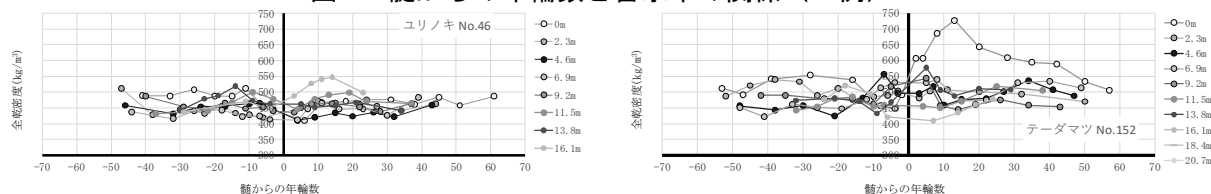


図2 髄からの年輪数と全乾密度の関係（一例）

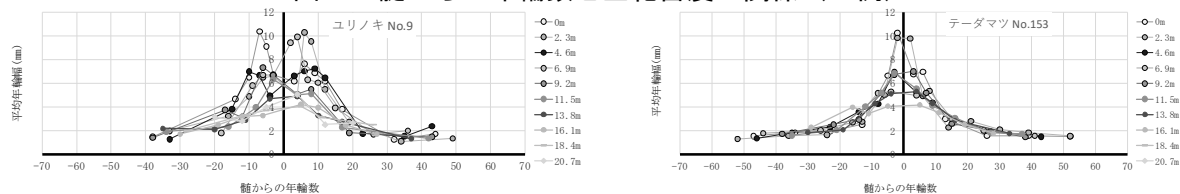


図3 髄からの年輪数と平均年輪幅の関係（一例）

## 4 結果の要約

早生樹候補樹種として、ユリノキとテーダマツの樹高別・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。ユリノキは含水率、全乾密度は半径方向で大きな差はなかった。テーダマツでは10年輪を超えたあたりで含水率が上昇する傾向にあった。

[キーワード] ユリノキ、テーダマツ、材質、含水率、早生樹

## 5 今後の問題点と次年度以降の計画

テーダマツの強度等の特性を検証する。

## 6 結果の発表、活用等

成績発表会等で情報提供する。

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

人工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

協力分担：(国研)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が不安定なこと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、人工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

1962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（植栽面積：0.13ha）されたユリノキのうち、2020年に人工乾燥試験用で3本の立木を供試した。立木の各種測定結果を表1に

表1 立木の各種測定結果

立木No.	樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高直径 (cm)	応力波伝播速度 (km/sec)
4	34.2	19.3	43	4.27
5	34.3	17.3	40	4.71
15	34.0	18.0	41	4.58

示す。人工乾燥用の試験体は、2.6m毎に玉切りし、厚さ35mm、幅120mmに製材した。乾燥方法は、箱形減圧乾燥装置（0-MAX OHV3-3HV、大井製作所）を用いて、90℃での蒸煮6時間の後、減圧乾燥（90℃、400hPa）84時間のスケジュールで実施した。製材後は、寸法、重量および縦振動法による動的ヤング係数を測定し、乾燥後（人工乾燥の試験体は、乾燥後に約4カ月の養生を行った後）に、動的ヤング係数、全乾法による含水率、狂いを計測した。

## 3 結果の概要

板材の含水率、動的ヤング係数Efrを表2に示す。含水率は、乾燥直後は、6.0%±2.0%となり、養生後の含水率は10.8%±0.9%となった。ユリノキ板材の半径方向および樹高方向の動的ヤング係数の分布を図1に示す。半径方向の動的ヤング係数の分布では、年輪数が15~20のあたりまでに動的ヤング係数が徐々に上昇し(2GPa程度)、20~40のあたりではほぼ一定となる傾向にあった。また、樹高方向での動的ヤング係数のばらつきは小さい傾向にあった。狂いの結果を表3に示す。断面寸法が異なるため、一概に評価することは難しいが、昨年度実施した天然乾燥の調査結果と比較すると、幅反り、反り、ねじれは大きな差は見られなかった。曲がりについては若干人工乾燥の方が大きい傾向にあった。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。幅反りおよび曲がりは大抵の試験体がこの範囲の中にあり、狂いは少なかったと考えられるが、ねじれについては、平均で10、9mm（天然乾燥、人工乾燥）という結果となったため、注意する必要があると考えられる。

人工乾燥後のユリノキ板材について、県内の家具メーカーに家具製造が可能かどうか、実際に

ダイニングテーブルを作成してもらい、聞き取り調査を行った。この結果、ねじれは大きいが家具としての製造は可能である、歩留まりは30%程度との回答を得た。

表2 ユリノキ板材の含水率、動的ヤング係数 Efr

立木No.		密度 (kg/m <sup>3</sup> )		含水率 (%)		Efr (GPa)	
		乾燥直後	養生後	乾燥直後	養生後	乾燥直後	養生後
4	平均値	520	531	5.3	10.5	14.9	13.9
	最大値	616	630	9.4	12.9	16.9	15.7
	最小値	466	471	3.1	8.9	11.9	11.2
	標準偏差	36	34	1.4	0.7	1.1	1.0
5	平均値	482	490	5.9	10.8	13.7	13.0
	最大値	554	561	10.8	12.3	15.5	14.8
	最小値	405	421	3.2	9.3	10.4	10.1
	標準偏差	37	35	1.3	0.8	1.0	0.9
15	平均値	498	508	6.8	11.0	14.0	13.2
	最大値	548	570	16.1	13.5	15.5	14.6
	最小値	443	454	3.6	9.4	11.5	10.8
	標準偏差	26	28	2.7	1.0	1.0	0.8
計	平均値	500	510	6.0	10.8	14.2	13.4
	標準偏差	37	36	2.0	0.9	1.2	1.0

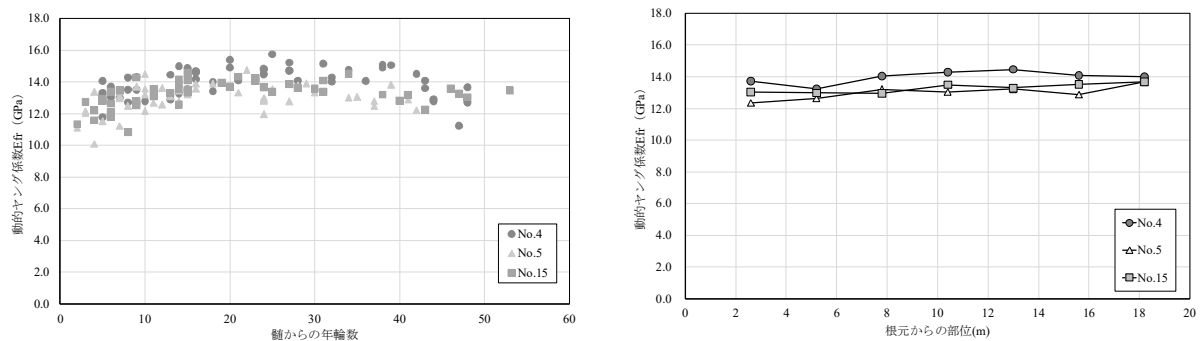


図1 ユリノキ板材の半径方向および樹高方向の動的ヤング係数の分布

表3 ユリノキ板材の狂い

試験体	寸法	試験体数		幅反り	曲がり	反り	ねじれ
				(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
天然乾燥	20×130×2000mm	151	平均値	3	1	5	10
			最大値	11	4	20	31
			最小値	0	0	0	2
			標準偏差	2	3	1	5
人工乾燥	35×120×2500mm	149	平均値	2	3	4	9
			最大値	5	15	18	34
			最小値	0	0	1	0
			標準偏差	1	2	3	5

#### 4 結果の要約

人工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。動的ヤング係数は、半径方向で比較した結果、年輪数が15~20のあたりで徐々に上昇、20~40のあたりはほぼ一定となる傾向にあった。また、材長方向での差は小さく傾向にあった。狂いについては、ねじれは若干大きい、家具として製造できる範囲内であることが明らかになった。

[キーワード] ユリノキ、人工乾燥、含水率、狂い、早生樹

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

ユリノキの強度特性について検証する。

#### 6 結果の発表、活用等

2021年度日本木材学会中部支部大会にて発表した。(2021年11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

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：(国研)森林総合研究所

予算(期間)：国補（普及情報活動システム化）（2018年度）、

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が不安定なこと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早生樹候補樹種（コウヨウザン、ユリノキ、テーダマツ）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や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し、調査を行った。

## 2 方法

静岡県浜松市浜北区の県立森林公園に集団植栽されたコウヨウザン(1959年、0.81ha)、ユリノキ(1962年、0.13ha)およびテーダマツ(1959年、1.57ha)について、以下の調査を実施した。

### (1) 立木調査

コウヨウザン500本、ユリノキ55本、テーダマツ(一部)15本について、胸高直径、樹高、応力波伝播速度を測定した。コウヨウザンとユリノキは、その一部で生長錘試片により辺材及び心材の全乾法含水率と全乾密度を計測した。

### (2) 伐採木の材質調査

コウヨウザン、ユリノキ、テーダマツを一部伐採し、2～4m毎に玉切りし、丸太は、縦振動法で動的ヤング率を計測後、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) コウヨウザンの曲げ性能の評価

コウヨウザンを、心持ち平角に製材・人工乾燥（目標含水率20%）を行った材についてスパン390cm、3等分点4点荷重方式による実大曲げ試験を行った。また、芯持ち平角の破壊影響の無い材端から、髓から材縁にかけて直方体試片（幅3cm、厚1cm、材長90cm）を採材して曲げ試験を行った。

### (4) ユリノキ板材の材質調査

ユリノキを、厚さ25cm幅130mm（天然乾燥用）、厚さ35mm、幅120mm（人工乾燥用）に製材の板に製材し、2年間の天然乾燥と箱形減圧乾燥装置を用いた人工乾燥を行った材について、動的ヤング係数と狂いについて調査した。

表1 早生樹の立木調査結果

樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	応力波 伝播速度 (km/sec)	生長錘試片				
					含水率(%)		全乾密度(kg/m <sup>3</sup> )		
				辺材	心材	辺材	心材		
コウヨウザン	平均	32	23	-	4.1	174	114	346	308
	変動係数(%)	23	18	-	7	15	41	7	9
ユリノキ	平均	43	29	19	4.3	85	75	431	450
	変動係数(%)	24	16	15	7	21	16	11	9
テーダマツ	平均	35	27	17	4.3	-	-	-	-
	変動係数(%)	32	21	21	13	-	-	-	-

## 3 研究期間を通じての成果の概要

### (1) 立木調査

表1に立木調査の結果を示す。コウヨウザン、ユリノキについては、森林公園の地位は5であ

るが、これに対する成長形質は良好であった。テダマツについても、樹高や胸高直径は、ユリノキやコウヨウザンに近い値を示すが、伐採木周辺の一部を調査した参考値である。

## (2) 伐採木の材質調査

全乾密度は、コウヨウザンは心材より辺材の方が  $30\text{kg/m}^3$  程度高い傾向にあった。ユリノキおよびテダマツは半径方向による差は小さかった。含水率は、コウヨウザンとテダマツは心材の含水率が低い傾向にで、ユリノキは、半径方向による含水率の差は小さかった (図1)。平均年輪幅は、髓の位置から外周に向けて徐々に下降していき、コウヨウザン(平均3mm程度)とユリノキ(平均4mm程度)で年輪数がおおよそ20程度、テダマツ(平均3mm程度)で10~15のあたりで、一定になる傾向を示した。

## (3) コウヨウザンの曲げ性能の評価

平角実大材の曲げ試験による曲げヤング率と曲げ強度との関係では、ヒノキ JAS 製材の機械等級 E110、E130 の基準強度性能を充たした。髓から外縁における小試験体の曲げ試験結果では、曲げ性能は髓からの年輪数が 20 前後から未成熟材から成熟材への移行に伴う変動が確認され、同 20 以下の曲げ性能はスギと同等であった (図2)。

## (4) ユリノキ板材の材質調査

ユリノキ板材の動的ヤング係数は、10~14GPa 程度で、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、ねじれは若干大きい (表2)、家具として製造できる範囲内であることが明らかになった。

## 4 研究期間を通じての成果の要約

静岡県立森林公園内のコウヨウザン、ユリノキ、テダマツの材質等の調査を行った。これら樹種の半径方向および樹高方向の全乾密度、含水率等の分布のデータを蓄積することができた。コウヨウザンは、製材・人工乾燥した平角製材の曲げ性能は、ヒノキと同等であったが、髓から年輪数が 20 以下では曲げ性能はスギと同等で未成熟材の影響が示唆された。ユリノキは、天然・人工乾燥した材は、ねじれが若干大きい、家具用材としては十分に使用できることが明らかになった。

## 5 成果の活用面と留意点

今回の調査結果を参考にして、植栽樹種の検討が可能である。今回調査したのは、物理的な特性のみであるが、これに加えて育種育苗、生態的な特性、化学的な性質等を踏まえたうえでの樹種選定が必要である。

## 6 残された問題とその対応

県内産の木質材料 (合板や OSB など) としての利用用途への検証が必要である。テダマツについては、製材の構造利用を含めた検証も必要である。

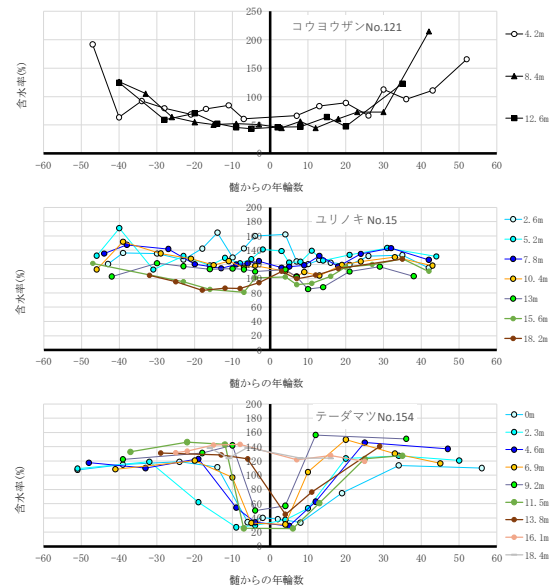


図1 髓からの年輪数と含水率の関係 (一例)

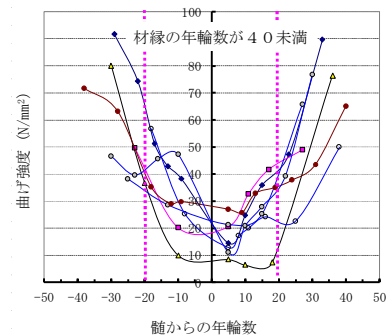


図2 コウヨウザンの髓からの年輪数と曲げ強度の関係 (一例)

表2 ユリノキ板材の狂い

試験体	寸法	試験体数	幅反り (mm)	曲がり (mm)	反り (mm)	ねじれ (mm)	
天然乾燥	20×130×2000mm	151	平均値	3	1	5	10
			最大値	11	4	20	31
			最小値	0	0	0	2
			標準偏差	2	3	1	5
			平均値	2	3	4	9
人工乾燥	35×120×2500mm	149	最大値	5	15	18	34
			最小値	0	0	1	0
			標準偏差	1	2	3	5

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、特に研究の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、昨年度は夜間に白色LEDでほだ木を照明したところこれらの種の飛来数が減ることが分かった。今年度は、別のキノコバエで忌避することが知られている青色光について同様の試験を行い、飛来数の抑止と産卵防止効果について検証を行った。

## 2 方法

森林・林業研究センター構内において、試験区（照明試験区）は青色LED（テープライト1m、100灯）をほだ木の約50cm上に設置し、16時から翌日の6時まで照明を当てた。また、ほだ木から発生したシイタケに対し2台のデジタルカメラを使用して5分間隔で下側から撮影を続けた。なお、カメラごとにシイタケは～3個のシイタケが写るようにセットした。この試験区から約10m離れた場所にも10本のほだ木を用意し、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2021年11月22日から、変色し始めた12月13日まで継続した。

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、発生したシイタケのすべてについて、中にいるキノコバエ類の幼虫を計数した。

## 3 結果の概要

今回、フタモンはほとんど撮影されなかったため、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を、照明期間（夜間）と非照明期間（昼間）に分けて図1に示す。非照明期間には飛来数は両試験区とも撮影頭数は少なく、差はなかったが、照明期間には対照区の方が撮影数が多かった。また、中にキノコバエ幼虫が確認されたシイタケ（被害シイタケ）の数は照明試験区の方が対照区に比べ有意に少なかった（図2、Fisherの正確確立検定、 $p < 0.05$ ）。これらの結果から、夜間の青色LED照明はフタモンの飛来数を抑止し、その被害を軽減する効果があるものと考えられた。

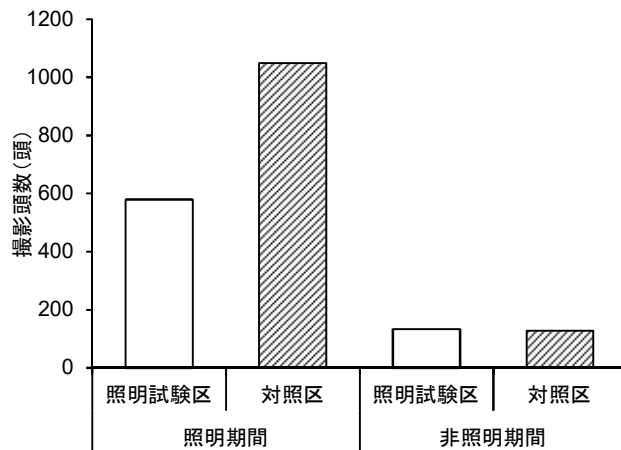


図1 青色LEDの照明によりシイタケに飛来したナカモンナミキノコバエの撮影頭数  
5分間隔の撮影による合計値。

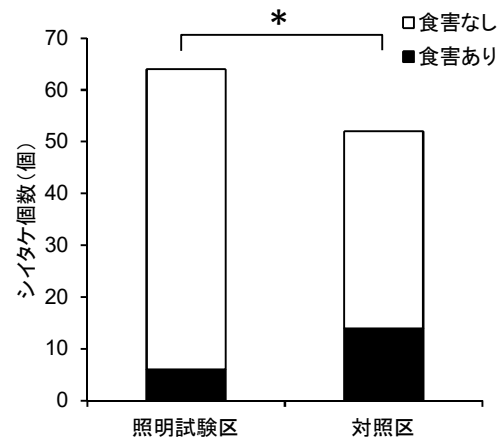


図2 青色LED照明の有無とシイタケのキノコバエ被害

#### 4 結果の要約

ナカモンナミキノコバエに対し、ほだ木に青色LEDによる照明を当てて産卵防止できるか試験した。その結果、飛来数を抑止し、その被害を軽減する効果があるものと考えられた。

[キーワード] シイタケ、原木栽培、害虫、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

出前講座や現地指導、web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  
ナガマドキノコバエの天敵を利用した防除法の解明

散水管理によるナガマドキノコバエの被害回避

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

シイタケ生産では、キノコバエ類をはじめとして、これまでに知られていなかった害虫が多く発生するようになってきた。既知の害虫でも、シイタケ生産では化学農薬がほぼ使用できないことや研究が進んでいないことなどから、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、菌床栽培の重要害虫であるナガマドキノコバエの被害に対し、菌床の散水管理の工夫による被害低減技術の検討を行う。

## 2 方法

森林・林業研究センター構内の菌床栽培施設（屋根と2方向の壁のみ）において、自動散水装置の散水時間を変えた2つの試験区を作り、ナガマドキノコバエが発生しやすい3～4回発生を繰り返した古い菌床を使用して試験を行った。菌床は各試験区24個を使用し、散水は毎日12時から13時までの60分散水と12時から13時30分までの30分散水とした。試験は、2021年9月7日に菌床を浸水処理し、24時間後に取り出して栽培施設の棚に並べ、その後9月16日、9月22日、10月12日に菌床表面または発生したシイタケに生息するナガマドキノコバエ幼虫の個体数を計数した。なお、確認した幼虫は取り去ることをせずそのまま放置したが、初期に発生した幼虫は、9月22日時点で既にも蛹化していた。

散水時間を変えたことにより、シイタケの発生数に影響が出る可能性があったため、同試験によるシイタケの発生数の確認も行った。しかし、気温が高かったせいか前述の試験の際には両試験区ともシイタケの発生が少なかったため、改めて同様の試験を2021年10月12日から開始し、同年10月25日までに発生したシイタケの重量（生重）を計測した。なお、この試験期間中に発生したナガマドキノコバエ幼虫は極めて少なかった。

## 3 結果の概要

菌床ごとのナガマドキノコバエ幼虫平均確認数を図1に示す。60分散水試験区は平均3.8頭で30分散水試験区の平均8.5頭に比べ半分以下と少なかった（ $t$ 検定、 $p<0.001$ ）。また、シイタケ発生量は、菌床ごとの発生量はやや60分散水の方が大きかったが有意な差はなかった（ $t$ 検定、 $p>0.05$ ）。ただし、発生数は30分散水区の方が多く、シイタケの個重は有意に60分散水区の方が大きかった（Mann-Whitneyの $U$ 検定、 $p<0.01$ ）。

以上から、ナガマドキノコバエの被害が激しい場合は、散水時間を長くすることで被害回避できる可能性があった。



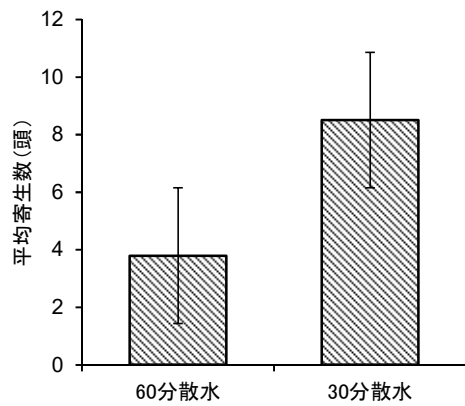


図1 散水時間の違う菌床に発生したナガマドキノコバエ幼虫の個体数  
エラーバーは標準偏差。

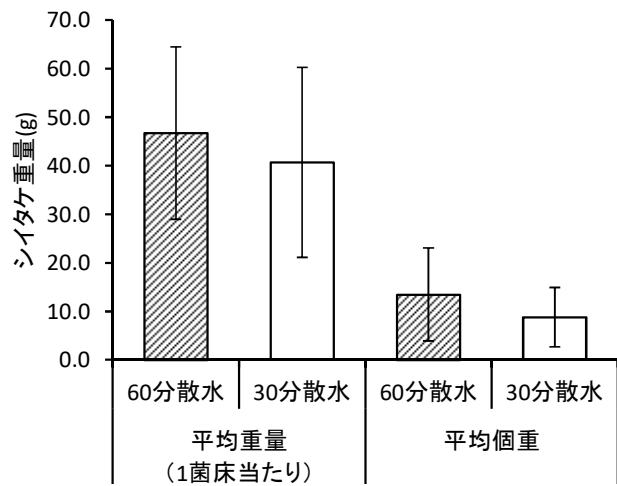


図2 散水時間の違いとシイタケ発生量  
エラーバーは標準偏差。

#### 4 結果の要約

菌床栽培のナガマドキノコバエ被害について、散水時間を変えて同種幼虫の発生量を調査した。その結果、発生量は1日当たり60分散水が30分散水の半分以下であった。また、シイタケの発生量に違いはなかったが、60分散水の方が個重が大きかった。

[キーワード] シイタケ、菌床栽培、害虫、ナガマドキノコバエ、散水

#### 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、被害回避の効果を検証していく。

#### 6 結果の発表、活用等

出前講座や現地指導、web等で生産者に対し普及していく。

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：西部農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

## 1 目的

県西部の遠州灘沿岸では、“ふじのくに森の防潮堤づくり”事業などにより山土の植栽基盤に大規模な一斉植栽が行われている。中でも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の適切な密度管理が必要である。この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ことから、適正な密度等についても明らかになっていない。

本研究では、クロマツの下枝保存などを目的に、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、5,000本/ha（高密度）、3,000本/ha（中密度）、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、2020年からは10,000本/haの試験区を設定した（海側）。海側の試験区の植栽年月は他の試験区と同様であり、海岸線と並行に高さ1mの防風工が存在する。これらクロマツの樹高、根元径を2021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	36	0
中密度(防風工有)	3,000	70	5
高密度(防風工有)	5,000	120	4
海側	10,000	100	2

※枯死数は2021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）区で最も低かった。（図1、図2）。また、

全ての試験区において、下枝の枯れ上がりはまだ確認されなかった。これは、高密度区でも樹冠閉鎖が起こっていないため、光環境が植栽初期と変わっていないためと考える。

防風工の有無では、防風工がある方が無い方よりも平均樹高、根元径が高かった（表2）。しかし、防風工のない低密度区が全試験区で2番目の樹高、根元径を示すため、防風工の効果は今後も検証する必要がある。また、防風工と枯死率の関係は確認できなかった。

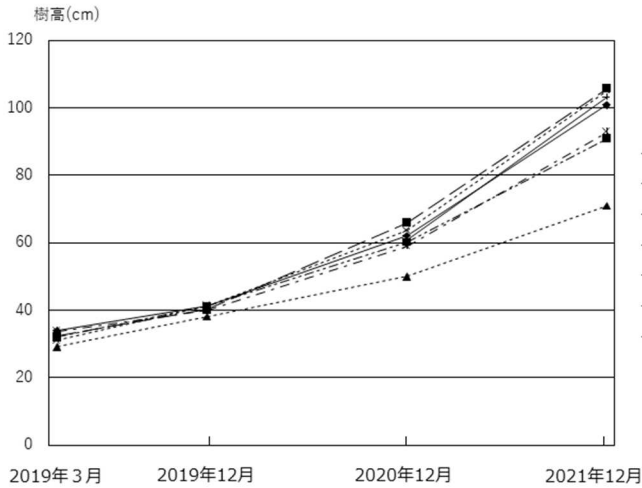


図1 樹高の推移（平均）

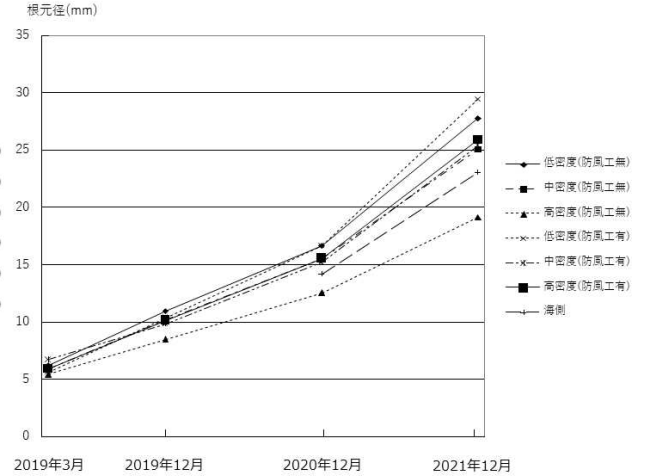


図2 根元径の推移（平均）

表2 防風工の有無と樹高、根元径

項目	試験区	調査年月			
		2019年3月	2019年12月	2020年12月	2021年12月
樹高(cm)	防風工有り	32.4	40.6	62.9	101.3
	防風工無し	31.7	40.2	57.5	87.6
根元径(mm)	防風工有り	6.07	10.11	15.79	26.90
	防風工無し	5.83	9.89	14.91	23.99

※樹高、根元径は試験区の平均

#### 4 結果の要約

- ・防風工がある方が無い方よりも樹高が高かったが、防風工の効果は今後も検証が必要。
- ・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。

[キーワード] 海岸防災林造成、防風工、植生密度、クロマツ

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

全試験区のクロマツ平均樹高が95.7cmと想定よりも低く、樹冠閉鎖もしていない。このことから、適正な植栽密度の把握には今後も継続した調査が必要となる。

#### 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  
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

県西部の遠州灘沿岸では、“ふじのくに森の防潮堤づくり”事業などにより山土の植栽基盤に大規模な一斉植栽が行われている。現在、これらの植栽地では、場所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するといった課題がある。

海岸の厳しい環境では、こうした雑草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、雑草木が若齢期のクロマツの成長を阻害しているかを検証する。

## 2 方法

### (1) アカシアが植栽木に与える影響

クロマツ植栽地に侵入したアカシアの影響を調査した。試験区は約40m×20mで、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（試験区内平均17本。アカシア多）、アカシアの繁茂が少ない場所（試験区内平均4本。アカシア少）、その中間（試験区内平均9本。アカシア並）を3区画ずつ設定した。

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、毎年1回クロマツの樹高を測定した。対照として現在もアカシアの繁茂が著しい箇所（試験区内15本）のクロマツ樹高を計測し、比較した。2020年12月からは年1回伐採後のアカシアの萌芽量を確認した。

### (2) 下刈りとクロマツの成長

袋井市東同笠のふじのくに森の防潮堤施行地（2019年3月植栽）の草本類の繁茂が著しい場所において、2021年6月と9月に8m四方の試験区5箇所について下刈りを実施した。そして、無処理の対照区（下刈り無区）5箇所を含め、クロマツの樹高と根元径を計測した。計測は2021年6月、及び12月に実施した。

## 3 結果の概要

### (1) アカシアが植栽木に与える影響

2021年12月時点で、アカシアの伐採時期とクロマツの成長量に関係は認められなかった（図1）。一方で、対照区は伐採区と比較して低い結果になった（ $p < 0.05$ ）。試験区全体のクロマツの平均樹高が2m程度の中、対照区では50cm未満の個体も存在した。これらのことから、クロマツの植栽初期（樹高が2mに達する前）において最低1回はアカシアの伐採を行った方が良いことが考えられる。

アカシアの萌芽量は9月伐採区が初期量にかかわらず他の試験区の半分以下だった（表1）。このことから、伐採時期は冬よりも夏頃がよいと考えられる。なお、ニセアカシアにおいても、萌芽再生能力に季節性があること、夏に伐採すると最も萌芽再生数が少ないという試験結果が報告されている（真坂, 2016）。

(2) 下刈りとクロマツの成長

下刈り有区と下刈り無区でクロマツの樹高、根元径の成長量の差はほとんどなかった（図2）。また、昨年度までの結果で、9月の下刈りも効果が低いことが確認されている。これらのことから、通常の草本類の侵入であれば、クロマツの成長に影響を及ぼさないと考えられる。

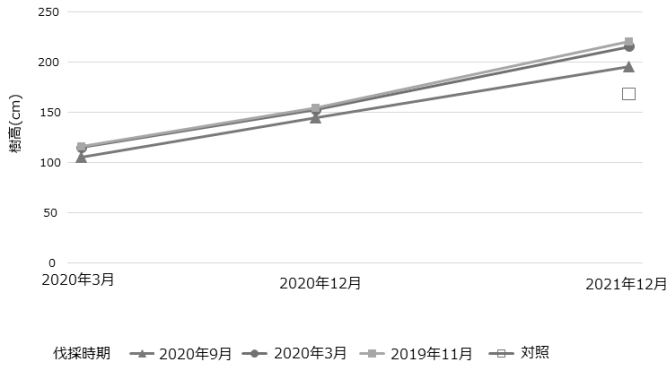


図1 アカシア伐採時期とクロマツの樹高

表1 試験区毎のアカシア萌芽量

伐採年月	アカシア量 (初期)	防風工	萌芽数(本)	
			2020年12月	2021年12月
2019.11	多	無	6	9
2019.11	並	無	4	4
2019.11	少	有	4	4
2020.3	多	無	16	16
2020.3	並	無	6	6
2020.3	少	有	1	1
2020.9	多	無	1	6
2020.9	並	無	0	2
2020.9	少	有	0	0

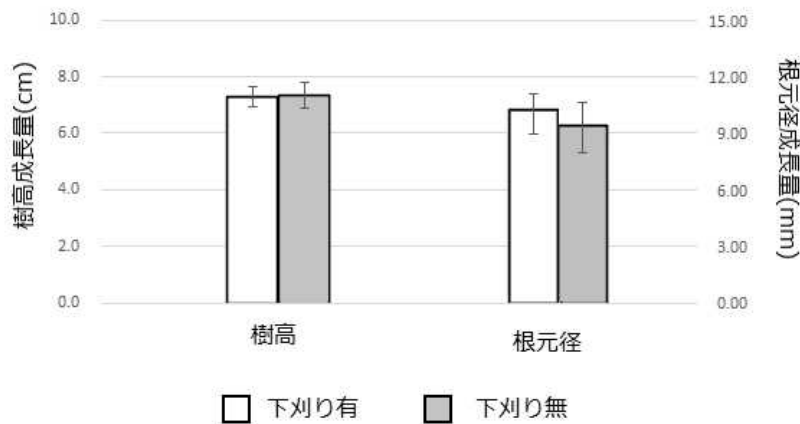


図2 下刈りの有無とクロマツの成長量

4 結果の要約

- ・アカシアは最低1回は伐採した方が良く、時期は夏頃が良いと考えられた。
- ・通常の草本類であればクロマツの成長に与える影響は小さいと考えられた。

[キーワード] 下草、海岸防潮堤、モリシマアカシア、クロマツ、下刈り

5 今後の問題点と次年度以降の計画

クズの被圧も課題になっているので、その解決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。

令和3年度研究成果情報及び成果写真集にて報告予定。

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、西部農林事務所、森林総研東北支所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）

1 目的

中遠地域では、2014年度から沿岸4市の嵩上げ盛土（以下「防潮堤」という）等と連携し、海岸防災林の再整備を行っており、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。そのためには複数年度の調査結果から効果を評価する必要があるが、防潮堤上の海岸防災林の機能の経年変化を防潮堤造成前や植栽前から調査した事例はない。そのため、植栽木の成長による防災機能の変化などを長期的、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、今後防潮堤造成が予定されている掛川市大渕の海岸を対象に風向風速計を設置した。設置箇所は防潮堤造成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、設置箇所は現在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。また、浜松市域の防潮堤も、ふじのくに森の防潮堤づくり事業と比較、評価するため、浜松市南区西島町に造成されている防潮堤の海側、陸側、天端にも風向風速計を設置し、効果を検証した。

(2) 飛砂・飛塩量の調査

表1の箇所にて飛砂飛塩捕捉器（図1。以下「捕捉器」という）を設置し、台風接近時及び冬期に防潮堤の有無による飛砂飛塩量を調査した。捕捉器は、それぞれの箇所で汀線と平行に1基、直行に1基設置した。また、後背地は汀線から300m程度内陸側に設定した。

表1 捕捉器設置箇所

設置場所	設置個数		
	海側	陸側	後背地
掛川市沖之須 (防潮堤造成地)	2基	2基	2基
掛川市大渕 (防潮堤未造成地)	2基	2基	2基
浜松市南区西島町 (防潮堤造成地)	2基	2基	

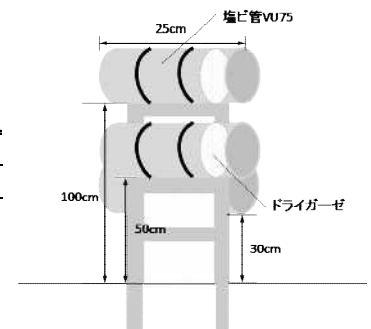


図1 捕捉器

今年度は台風の接近が3回（7/27の台風8号、8/8の台風9号、9/18の台風14号）あった。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。冬期の飛砂飛塩量の調査は、1月中旬に同じ条件で設置、回収した。

3 結果の概要

(1) 風向風速の調査

2021年4月1日から2022年1月24日までの浜松と掛川の防潮堤前後の風向頻度を図2に

示す。この図から、防潮堤の陸側で南の要素を含む風（東南東から西南西）の頻度が小さくなっていることが分かる。また、風速については全体、冬期共に、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、防潮堤陸側は大きく減衰していた（図3）。これらのことから、防潮堤の効果によって海からの風が弱まっている可能性がある。

## (2) 飛砂・飛塩の調査

飛砂、飛塩共に、昨年度と同様海側より陸側の方が少なくなり、防潮堤がある方がより少なくなった（表2）。防潮堤の有無によって、後背地の飛砂飛塩量に大きな違いは確認されなかった。今年度本県に大型台風の接近が無く、後背地では防潮堤の有無による差を確認できなかったためと考えられる。本年度の結果からは、台風期の塩害等について評価することができなかった。

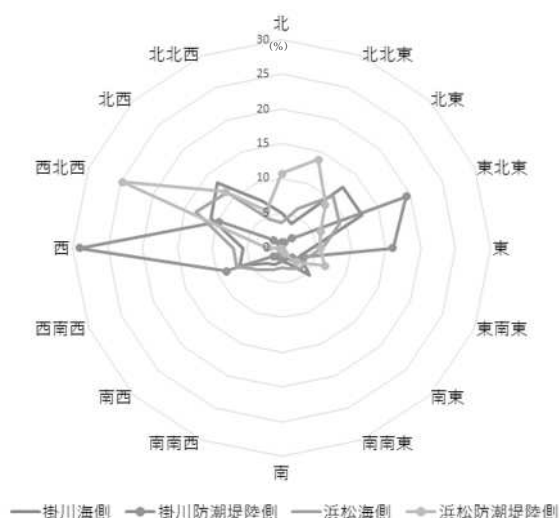


図2 防潮堤前後の風向頻度

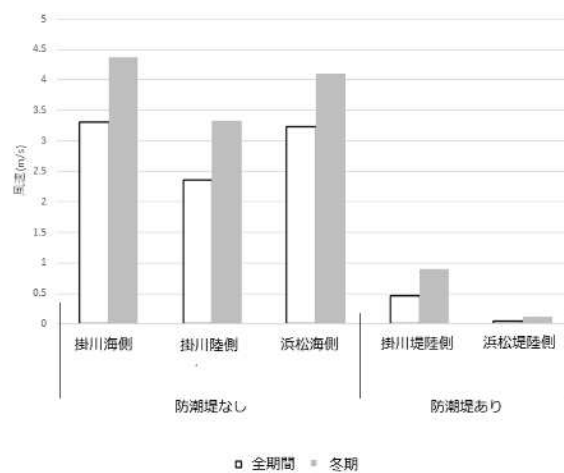


図3 全期間と冬期の防潮堤前後の風速

表2 試験地の風速と飛砂飛塩捕捉量

試験地	海側	陸側	防潮堤陸側	後背地	
				(堤有り)	(堤無し)
風速 (m/s)	7月	1.27	1.03	0.00	0.39
	8月	4.40	3.06	0.45	0.95
	9月	3.67	3.65	0.07	1.90
	1月	7.41	5.55	2.05	2.13
飛砂量 (g)	7月	7.118	3.576	0.005	0.011
	8月	172.440	4.272	0.005	0.419
	9月	142.850	1.904	0.009	0.071
	1月	249.845	5.259	0.178	2.230
飛塩量 (mg)	7月	242	141	15	19
	8月	584	300	31	64
	9月	446	143	45	73
	1月	22	13	10	15

## 4 結果の要約

- ・防潮堤によって、陸側は年間を通じて海からの風が弱くなっていると考えられる。
- ・本年度大型台風の接近が無く、防潮堤の有無による後背地の評価はできなかった。

[キーワード] 飛砂飛塩、風向風速、台風、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：中遠農林事務所、西部農林事務所

予算(期間)：県単（2019-2023年度）  
-----

## 1 目的

県西部の遠州灘沿岸では、“ふじのくに森の防潮堤づくり”事業などにより山土の植栽基盤に大規模な一斉植栽が行われている。植栽基盤は、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（平成29年度海岸防災林の生育基盤盛土造成のためのガイドライン策定調査報告書）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及び根系の形状

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(10cm試験区)、30cm×30cm×30cmほぐした試験区(30cm試験区)、60cm×60cm×60cmほぐした試験区(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、その後毎年1回樹高及び根元径を計測した。また、2021年12月には、地上部が同サイズのクロマツについて、各試験区1本ずつ根を掘り取り、根系の様子を確認した。

### (2) 土壌条件による成長量

成長量が悪い袋井市湊のクロマツ(2018年3月植栽)について土壌調査を実施した。2021年8月に8m四方の植栽区に植えられているクロマツの樹高を計測した。その中から平均樹高で2倍以上の差があった箇所を、成長が良い箇所(良区)と悪い箇所(悪区)とし、海側陸側それぞれ3箇所を試験区に設定した。設置した試験区に1mの縦穴を掘り、最初は10cm、それ以降は20cmごとに山中式土壌硬度計で硬度を測定した。また、一部土壌を採土円筒で取り、重量、滞水調査、pH測定を行った。

## 3 結果の概要

### (1) 植え穴サイズによる成長量及び根系の形状

2021年12月時点で、樹高は10cm試験区が一番低いという結果になった。根元径は60cmのみ良いという結果になった(図1、図2)。根を掘り取ったところ、60cm試験区では植え穴の大きさを超えて主根である垂直根が確認されたが、他の試験区では確認されなかった(写真1)。

### (2) 土壌条件による成長量

重量調査、滞水調査の結果、わずかに悪区で滞水傾向が見られたものの、排水不良は確認されなかった。また、pH測定の結果も良区、悪区共に生育基盤盛土として推奨される値を維持していた。



土壌硬度は深さ 30cm 前後が最も硬かった。また、悪区が硬い傾向にあった（表 1）。今回の調査では、良区、悪区共に一部土壌硬度が「中東遠“ふじのくに森の防潮堤づくり”事業の指針」（23 mm）以上の値を示した。一方、2018 年度の調査では、同工区は指針を満たしていた。今回の調査は 2018 年の調査と同一地点ではないが、林野庁の「海岸防災林保全管理のためのガイドライン」では、盛土造成が古いほど土壌が硬くなる傾向があるとされている。よって、造成時に硬度の基準を満たしていても、経年変化で基準を超える可能性が示唆された。一方で、地上部の成長がよくても土壌硬度が 23mm を超えている箇所もあることから、土壌硬度が植栽木に与える影響は今後も検証していく必要がある。

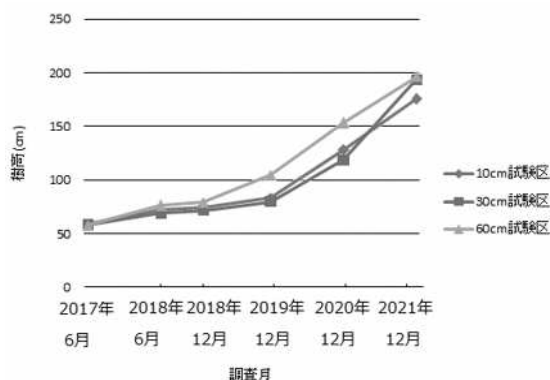


図 1 各試験区の樹高（平均）

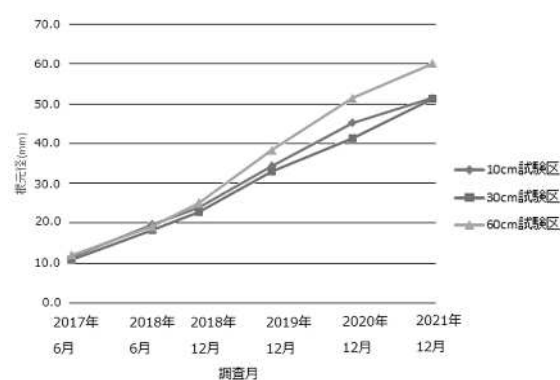


図 2 各試験区の根元径（平均）



60cm試験区の垂直根  
(太く、60cm以上ある)

10cm試験区の垂直根  
(垂直根を確認できず)

表 1 深さ別の土壌硬度

単位：mm

状態	試験地	深さ (cm)					
		0~10	10~30	30~50	50~70	70~90	90~
良	陸側天端	6.2	18.3	22.0	13.3	8.5	7.5
良	陸側天端	12.3	21.8	22.3	14.0	10.8	8.3
良	海側天端	11.8	25.8	23.5	13.8	14.3	11.8
悪	陸側天端	13.0	20.8	25.5	11.2	13.7	12.8
悪	陸側天端	6.0	14.5	26.0	18.2	15.2	16.7
悪	海側天端	10.0	26.8	23.8	16.3	15.2	12.7

※黒塗りは23mmを超えた箇所

写真 1 60cm 試験区と 10cm 試験区の根の様子

#### 4 結果の要約

- ・十分な植え穴サイズがあれば、植え穴の大きさを超えて根が伸長する事例もある。
  - ・一部土壌硬度が 23mm を超えたが、これは盛土造成時期からの経年変化による可能性がある。
- [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

根の掘り取りは来年度に数を増やして植え穴サイズと根の関係を調査する。今回は各試験区 1 本ずつしか掘り取っておらず、10cm 試験区、30cm 試験区の個体はポットの形で巻き根になっているため、垂直根が確認されなかった原因は植栽方法が悪かったことも考えられる。

#### 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：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究  
 新植地におけるノウサギ食害防止方法の検証  
 新植地におけるノウサギ食害実態の把握及び発生要因の解明  
 担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科  
 担当者名：鷺山立宗、大場孝裕  
 協力分担：－  
 予算(期間)：県単（2021-2023年度）

### 1 目的

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

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

この課題では、稚樹がどの程度のサイズに成長すればノウサギの被害が発生しなくなるかを明らかにするため、稚樹のサイズとノウサギによる食害の関係について調査を行った。

### 2 方法

浜松市天竜区春野町川上で、ノウサギによる被害のあった2カ所の造林地(2021年春植栽)の任意の場所に調査プロットを設置した(表1)。プロット内の植栽木にはすべてナンバーテープを付け、樹高と根元径を計測し、食害の状況を調査した。食害については、幹の剥皮被害の有無、及び主軸が切断されている稚樹については、切断高と切断部の直径を計測した。

また、根元径と切断径、根元径と切断高それぞれの相関係数についてt検定を行い、母集団における相関の有無を確認した。

### 3 結果の概要

調査の結果、本調査地では幹の剥皮被害は確認できなかった。ノウサギによると考えられる主軸の切断被害については、造林地1では74本中36本、造林地2では65本中24本で確認された(表1)。主軸の切断は径が3～9mmの箇所が発生しており(図1、図2)、切断高は28～70cmであった(図3、図4)。また、被害は根元径14mm以下の稚樹で発生していた。

どちらの造林地でも根元径と切断径の間に相関は認められなかった(図1、図2)。根元径と切断高についてはどちらの造林地でも正の相関が認められた(図3:t検定,  $r=0.4859$ ,  $p<0.01$ 、図4:t検定,  $r=0.5621$ ,  $p<0.01$ )。ノウサギが主軸を切断する際に、切断しやすい太さの部分を選んで食害している可能性はあるが、本調査の結果からでは因果関係を推定することはできなかった。

表1 食害状況調査概要

箇所	樹種	調査 本数 (本)	被害 本数 (本)	被害率 (%)	切断被害なし		切断被害あり		調査日
					平均 樹高	平均 根元径	平均 切断高	平均 根元径	
造林地1	スギ	74	36	48.6	52.6	11.0	47.0	11.2	2021/10/5
造林地2	スギ	65	24	36.9	57.3	10.8	38.7	11.2	2021/10/20

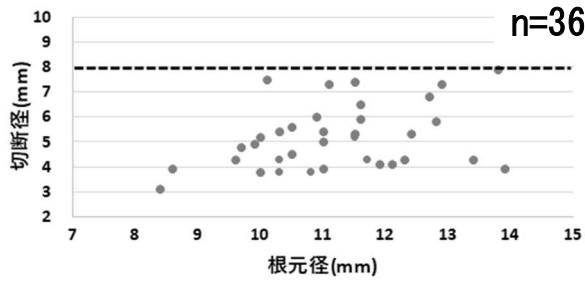


図1 根元径と切断高（造林地1）

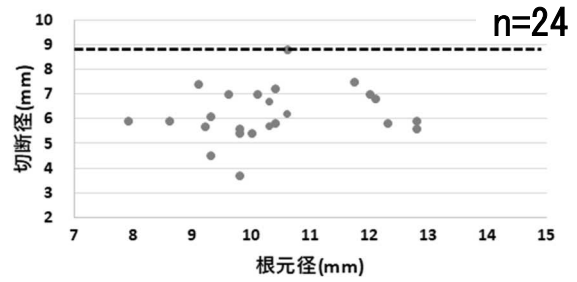


図2 根元径と切断高（造林地2）

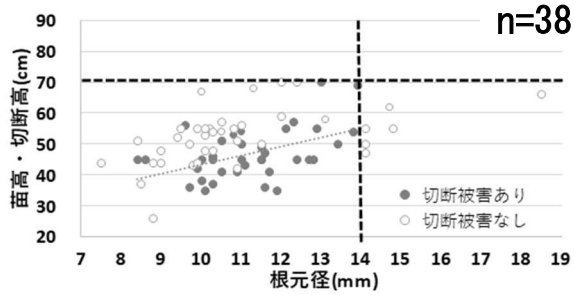


図3 根元径と苗高及び切断高（造林地1）

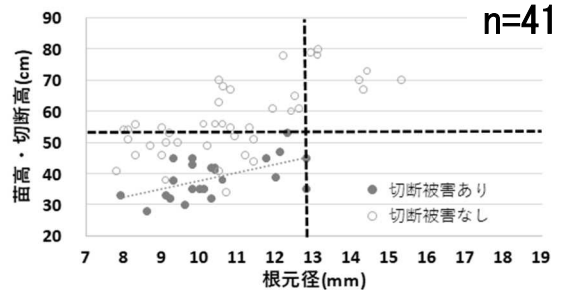


図4 根元径と切断高（造林地2）

#### 4 結果の要約

今回の調査地では、被害は高さ70cm以下、径9mm以下の箇所が発生していた。また、被害は根元径14mm以下の稚樹で発生していた。

〔キーワード〕 ノウサギ、獣害、主軸切断

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

他の被害地でも調査を行い、稚樹のサイズと主軸の切断被害の関係について検討する。  
樹種による違いについても検討する。

#### 6 結果の発表、活用等（予定を含む）

事業関係事務所及び林業事業者等に情報提供を行う。

-----  
課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究  
          新植地におけるノウサギの食害防止方法の検証  
          ノウサギ侵入防止にも有効な総合防護柵の規格検証（ネット切断強度試験）  
担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科  
担 当 者 名：大場孝裕、鷲山立宗  
協 力 分 担：㈱ヤマイチネット、浜松工業技術支援センター  
予 算（期 間）：県単（2021-2023年度）  
-----

## 1 目的

造林地植栽木を野生動物の被害から守るためには、食害するノウサギ、ニホンジカ（以下シカ）、カモシカが侵入できない規格（高さや網の目合い）の柵で防ぐことに加えて、ネットの切断や裾をめくり上げる能力の高いイノシシの攻撃に耐え、ノウサギ、シカ、カモシカにも利用されうる侵入口を作られない柵の強度も重要となる。従来のネット柵は、切断による侵入が生じており、より強度の高い柵が必要な状況にある。金属柵は高強度である反面、重く可変性に劣るため、傾斜が急で凹凸の多い造林地では施工しづらい短所がある。

そこで、従来使われてきた軟質ステンレスよりも高強度の硬質ステンレス鋼線を混撚したポリエチレンネットの有効性を検証する。まずは、切断強度試験を実施し、従来の防護柵用ネットとの差を明らかにする。

## 2 方法

歯のエナメル質の硬度について文献調査を行った。ステンレス鋼線の硬度については、線径0.19mmの引張強度の規格値を、菊池ら（2020）が示したオーステナイトステンレス鋼の硬度と引張強さの関係式から換算した。

防護柵に用いられているポリエチレン（以下、PE）ネット（440T/30本、5cm目、無結節二重交差）、超高分子量ポリエチレン（以下、UHMW-PE）繊維（1,320T/3本）混撚PEネット、軟質ステンレス（SUS304-W1、以下W1）鋼線混撚PEネット、硬質ステンレス鋼線（SUS304-WPB、以下WPB）混撚PEネットの切断強度を比較した。W1は線径0.19mm×4本と線径0.19mm×8本の2種類、WPBは線径0.19mm×4本、線径0.19mm×8本、線径0.26mm×4本と線径0.26mm×6本の4種類を使用した。

引張切断試験では、4目×3目の試験片の内側2目の片方に刃を当て、もう片方に直径16mmの円柱鋼を当て、精密万能試験機（島津製作所製AG-250kNXplus）で引張切断荷重を測定した。刃には鉋用替刃（藤原産業）を用い、網糸が刃に90度の角度で当たるように製作した治具を使用した。1種類のネットにつき5片を測定した。

押切切断試験では、クイキリ（室本鉄工社製エアニッパー替刃EP6A）を力点が常に同じになるように加工し、これに網糸を挟んで精密万能試験機で押切切断荷重を測定した。1種類のネット（網糸）につき5本測定した。

## 3 結果の概要

ヒトの歯のエナメル質の硬度は、273-357HV（西村ら1986）、360HV（森岡ら1991）、332HV（佐藤ら2009）、動物の歯のエナメル質の硬度は、ウシ275-312HV（岩田ら1999）、ラット277-358HV（樋口ら1993）、ネコ337HV（林ら1989）であった。したがって、哺乳類の歯のエナメル質の硬度は、種による大きな違いはないと考えられた。W1鋼線（線径0.19mm硬度188-269HV）は、歯のエナメル質よりも軟らかかった。新たに用いたWPB鋼線（線径0.19mm硬度633-696HV）は、歯のエナメル質よりも硬かった（図1）。

UHMW-PE繊維混撚ネットは、PEのみのネットと同程度の強度しかなかった（図2、図3）。WPB鋼線は、混撚したネットの切断強度も高かったことから、防護柵用ネットの材質として有望である。

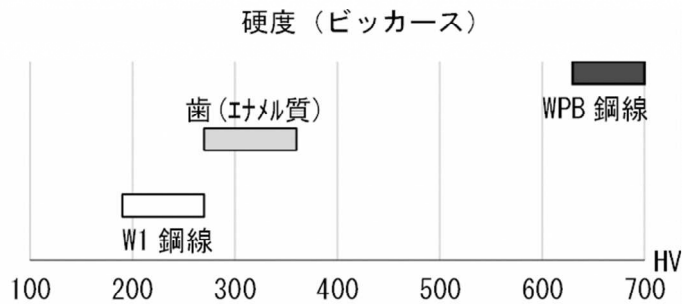


図1 ステンレス鋼線と歯のエナメル質の硬度

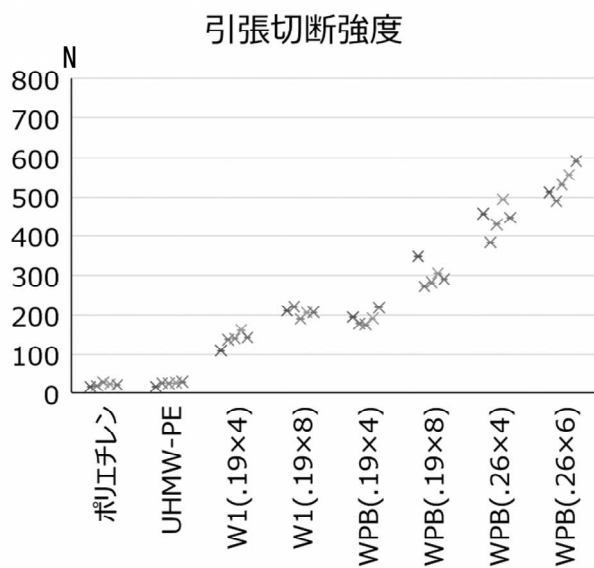


図2 ネットの引張切断強度

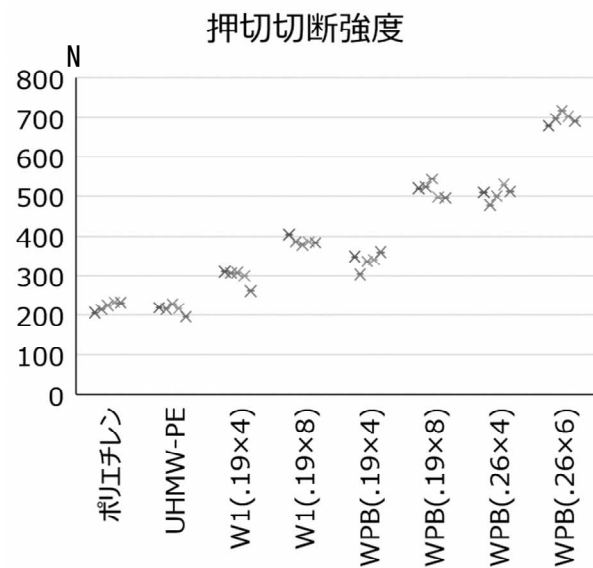


図3 ネット網糸の押切切断強度

#### 4 要約

硬質ステンレス（SUS304-WPB）鋼線は歯のエナメル質よりも硬く、混然したネットの切断強度も高かったことから、防護柵用ネットの材質として有望である。

〔キーワード〕 防護柵用ネット、切断強度、硬質ステンレス鋼線、歯のエナメル質の硬さ

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

造林地に設置された硬質ステンレス鋼線入りネットを調査し、ノウサギ侵入防止にも有効な総合防護柵の規格を固めていく

#### 6 結果の発表、活用等

第133回日本森林学会大会（2022年3月）で発表する。

-----  
課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究  
新植地におけるノウサギの食害防止方法の検証  
ノウサギ侵入防止にも有効な総合防護柵の規格検証  
（ノウサギがくぐり抜けてしまう網目のサイズ）

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、鷺山立宗

協力分担：広島市安佐動物公園、わんぱーくこうちアニマルランド、富山市ファミリーパーク

予算（期間）：県単（2021-2023年度）  
-----

### 1 目的

造林地植栽木を野生動物の被害から守るためには、食害するノウサギ、ニホンジカ、カモシカが侵入できない規格（高さや網の目合い）の柵で防ぐ必要がある。ニホンジカ、カモシカの侵入防止が目的で設置された網目が10～15cm程度の防護柵では、ノウサギがくぐり抜けて侵入し植栽木を食害している事例が確認されている。網目サイズをノウサギがくぐり抜けられない細かさにする必要があるが、細くすれば網糸が増えるため、資材費の上昇と重量化が生じる。したがってノウサギが侵入しない最低限の網目サイズを突き詰めることが肝要である。

そこで、網目周長と相対する胸囲等ノウサギの体サイズを計測する。

### 2 方法

最近ノウサギの捕獲数は少なく（2020年度静岡県内捕獲数33頭）、胸囲等ノウサギの体サイズを計測できる損傷のない捕獲個体を確保することが難しい。また、既往文献にもノウサギの胸囲の報告は見つからなかった。

そこで、ノウサギを飼育している全国の動物園に照会し、計測値の提供を依頼した。日本動物園水族館協会のホームページで飼育動物を検索し、ノウサギを飼育している13動物園に照会した。これまで飼育個体の胸囲を記録してきた動物園がなかったことから、現在も飼育中の動物園には、治療時や死亡時に計測しデータ提供してもらえよう改めて依頼した。

### 3 結果の概要

2022年1月までに、3動物園から6頭の計測値の提供があった。別の動物園からはノウサギは飼育員にも懐かず計測は困難との回答もあった。

胸囲の最大値はメス成獣（1.95kg）の29cmであった。仮にネットの網目が8cmであった場合、周長は約32cmとなり成獣個体でもくぐり抜けることが可能と推測された。

表1 ノウサギ（動物園飼育個体）の計測値

ID	性別	齢	体重 kg	頭胴長 cm	後足長 cm	胸囲 cm	胴囲 cm	腰囲 cm	頭囲 cm
Asa1	メス	6ヶ月	1.9	47		28.5		25	21
Asa2	メス	5ヶ月	1.35	43		24		20	17
Asa3	不明	3ヶ月	1.35	43		22		20	15
Asa4	オス	2歳	2.1	49		28		29	20
Kochi	メス	4歳	1.95	38	10	29	33		
Toyama	メス	8歳	1.75	48	14.5	26.5	24	23	19

#### 4 要約

ノウサギの胸囲は成獣でも30cmに満たないことから、網目が8cm（周長32cm）以上のネットではくぐり抜けられてしまうと推測された。

〔キーワード〕 ノウサギ、胸囲、防護柵網目サイズ

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

ノウサギは飼育員に懐かないことも多く、体サイズが計測可能なのは、死亡時か治療等のため麻酔処置した際に限られるとのことなので、動物園には引き続き計測を依頼している。

#### 6 結果の発表、活用等

集めた計測データ等から、ノウサギがくぐり抜けられない網目サイズを決定する。

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究  
新植地におけるノウサギの食害防止方法の検証  
ノウサギ侵入防止にも有効な総合防護柵の規格検証  
（造林地に設置された硬質ステンレス鋼線入りネットの調査）

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、鷺山立宗  
協 力 分 担：㈱ヤマイチネット  
予 算（期 間）：県単（2021-2023年度）

## 1 目的

造林地植栽木を野生動物の被害から守るためには、食害するノウサギ、ニホンジカ（以下シカ）、カモシカが侵入できない規格（高さや網の目合い）の柵で防ぐことに加えて、ネットの切断や裾をめくり上げる能力の高いイノシシの攻撃に耐え、ノウサギ、シカ、カモシカにも利用されうる侵入口を作られない柵の強度も重要となる。従来のネット柵は、切断による侵入が生じており、より強度の高い柵が必要な状況にある。金属柵は高強度である反面、重く可変性に劣るため、傾斜が急で凹凸の多い造林地では施工しづらい箇所がある。

そこで、従来使われてきた軟質ステンレス（SUS304-W1）よりも高強度の硬質ステンレス（SUS304-WPB、以下WPB）鋼線を編み込んだポリエチレン（以下、PE）ネットの有効性を検証する。その一環として、造林地に設置されたWPB鋼線入りPEネット柵を調査する。

## 2 方法

造林地に設置され1年から1.5年までのWPB鋼線入りPEネット柵（ヤマイチネット社製ソリッドン）について2021年3月から10月の間に調査した。ハンディGPS（Garmin社製eTrex 20J）を携帯して柵に沿って1周歩き、記録された軌跡データを後日地図アプリ（Google Earth Pro）で表示して柵の延長を求めた。破損・問題のある箇所は状況（WPB切断、PE切断、下部隙間、ネット下がり、その他）を記録し、開口部の大きさと高さからノウサギとシカの侵入が可能か判断した。さらに、動物の痕跡等から破損・問題の発生原因を推測した。なお、破損・問題のある箇所はウェイポイントとして記録し、測量用ポールを添えて写真も撮影した。調査時補修済みの箇所についても破損・問題のある箇所として記録した（ただし、押さえ杭の打ち直し等記録できなかった修繕もある）。踏査時には、柵に近い植栽木の食害の有無も観察しながら進んだ。加えて、柵内部で10本の植栽木の樹高を計測して平均樹高を求めた。その際、ノウサギ、シカの糞が落ちていないかも確認した。

## 3 結果の概要

2020年1月から6月に、群馬県、岐阜県、静岡県内の17造林地に設置されたWPB鋼線入りPEネット柵を調査した。すべて高さ約1.8mで設置され、地面から約1.2mまでは440デシテックスのポリエチレン30本に線径0.19mmのWPB鋼線8本が混撚されている。網目は5cmと7cmの2種類で、柵外側の地面にあてる裾の長さは約0.3mだが、網目5cmのネットの一部は裾のないタイプであった。したがってネットの規格としては3種類が設置されていた。調査結果を表1に示した。17造林地中14でノウサギの侵入が可能、11でシカの侵入が可能と判断したが、植栽木の被害が確認できたのは1造林地（B2）のみであった。

4造林地で、野生動物によると考えられるWPB鋼線の切断があった。したがって、線径0.19mm×8本のWPB鋼線を混撚したPEネットでも、動物による切断を完全には防げないことが分かった。裾のないタイプでは、イノシシによると考えられるめくり上げが生じている調査地（A1、A2）があった。地面とネット下端の間に隙間も生じやすく侵入を誘発しやすい恐れがある。裾のあるタイプでも、岩や切り株といった特異な部分や、土砂の流下によって底抜けした部分で裾の効果がなくなり侵入可能になっている箇所があった。防護柵の設置点検においては、このよう



な箇所をあらかじめ想定し、裾に追加であるネットを用意しておくことが望ましい。

表 1 高強度ステンレス鋼線 (SUS304-WPB) 入り防護ネット柵の調査結果

ネット規格	調査地	柵延長 m	植栽樹種	平均樹高 cm	破損・問題箇所				状況				原因				備考			
					食害有無	破損・問題箇所数	10m当たり全体の	W P B 切断 (動物)	PE 切断	下部隙間	ネット下がり	その他	侵入不可	ノウサギ侵入可	シカ侵入可	イノシシ		シカ	動物	施工不良
5 cm目 裾なし	A 1	1,250	スギ	74		1.4	8 (5)	2	7			2	7	8	6	2	5			4
	A 2	1,100	スギ	84		1.6	1		16	1		3	6	9	13		2	1	1	1
	A 3	360	スギ	78		0.6	2					2								2
	A 4	510	スギ	81		1.8	7		2			1	6	2			2		7	
	A 5	580	ヒノキ	95		2.2	3 (2)		5	4	1	3	5	5		2	4	3	3	1
	A 6	1,040	ヒノキ	77		1.0			1	9			9	1		1	1	8		
	A 7	1,520	ヒノキ	60		1.1				17			16	2			3	13		2
5 cm目 +裾0.3m	B 1	500	コナラ	109		1.0	1 (1)		2	2	1	3	1			2	3			
	B 2	890	スギ	99	有	0.7	1		5			2	4			1		1	3	1
	B 3	1,010	ヒノキ	77		0.0														
	B 4	780	スギ	116		0.3	1 (1)		1			2				1	1			
	B 5	630	サクラ	92		0.5	2		1			1	1	1					1	2
	B 6	500	スギ	119		1.2			6			3	3				5		1	
7 cm目 +裾0.3m	C 1	490	ヒノキ	63		0.4			2			2					2			
	C 2	450	ヒノキ	46		0.9	1		3			3	1				3		1	ワサギ糞有
	C 3	860	ヒノキ	57		0.5			4			1	3		1				2	1
	C 4	1,150	ヒノキ	81		0.1			1			1							1	

#### 4 要約

線径 0.19mm×8本の硬質ステンレス (SUS304-WPB) 鋼線を混撚したネットでも野生動物によると考えられる切断が生じた。

〔キーワード〕 硬質ステンレス鋼線入りネット、防護柵、ノウサギ、ニホンジカ

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

野生動物は侵入しやすい箇所を突いてくるため、必ずしもネットを切断して侵入してくるわけではない。造林地に設置された WPB 鋼線入り PE ネット柵の調査は、攻撃した動物種やその他の原因を特定しにくかったり、施工不良や自然災害で生じた侵入口が使われたりして、ネットの防護能力を単純には評価できない。それでも、さらに調査地を増やすことで、防護柵として有効に機能する規格や保守について考えるためのデータを集める。網目 7cm で裾のあるネットをノウサギがぐり抜けて侵入するか、線径 0.26mm の WPB 鋼線を混撚したネットが切断されるか調査する。

#### 6 結果の発表、活用等

次年度以降も調査データを集めたうえで、総合防護柵の規格と保守について取りまとめる。

課 題 名：新植地で食害するノウサギの対策に関する研究

ノウサギ捕獲方法の検証

捕食者の誘致による生物的防除の検討

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：大場孝裕、鷲山立宗、川合正晃

協力分担：静岡森林管理署、天竜森林管理署

予算(期間)：県単（2021-2023年度）

---

## 1 目的

現在天敵のいないニホンジカと異なり、ノウサギには、キツネやテン、猛禽類といった捕食者が存在する。フクロウ（静岡県レッドリスト：準絶滅危惧（NT））もノウサギを捕食するが、人工林にはフクロウが繁殖に利用できる樹洞がほとんどない。そこで、フクロウ用の大型の巣箱を造林地周辺に設置して誘致を試み、生物的防除効果が期待できるか確認する。

加えて、富士山麓の造林地では、植栽木をハタネズミに剥皮される被害も確認されている。今後主伐再造林が進むと、再びノネズミ被害が増加することも懸念される。森林認証制度では農薬（殺鼠剤）の使用削減も求められていることから、ノウサギに加えてノネズミの捕食者としても機能しうるかあわせて確認する。

## 2 方法

フクロウが利用可能な大型の巣箱（高さ約70cm、幅・奥行約45cm）を合板で製作した。これを富士山国有林（富士市・富士宮市）で2020年12月～2021年1月に6個、瀬尻国有林（浜松市天竜区）で2021年1月3個、2021年12月に3個設置した。飛来に支障のない新植地に近接する木の幹の地上3～6m程の高さに設置した（図1）。

近くの立木や三脚を用いて巣箱に向けて自動撮影カメラ（ハイク社製ハイクカムSP2ほか）を設置し来訪する動物を記録した。また、工業用内視鏡（DEPSTECH社製DS-450）を用いて巣箱内の確認も行った。巣箱の利用が確認された場合、フクロウが吐き戻したペリットや巣箱内の骨から餌の同定を行う。

## 3 結果の概要

フクロウは通常3～4月頃に産卵するが、2020年度に設置した巣箱はいずれも繁殖に利用されなかった。

自動撮影カメラにより、富士山国有林の2つ、瀬尻国有林の1つの巣箱で、フクロウの来訪が確認されたがその後継続的に利用されてはいない（図2）。瀬尻国有林の1か所ではムササビの来訪も確認されたがその後継続的に利用されてはいない。工業用内視鏡を使って2020年度に設置した巣箱内を観察したが、利用された痕跡は確認できなかった。

なお、富士山国有林の1つの巣箱内にスズメバチが巣を作ったため、2021年11月に巣箱を撤去した。



図1 巣箱（高さ6m）の設置  
（瀬尻国有林）



図2 巣箱に来訪した2羽のフクロウ  
（富士山国有林 静岡森林管理署提供）

#### 4 要約

フクロウ用の大型の巣箱を新植林地周辺に設置して誘致を試みた。2020年度に設置した巣箱はいずれも繁殖に利用されなかった。

〔キーワード〕 生物的防除、フクロウ、巣箱、ノウサギ、ハタネズミ

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

設置した巣箱の観察を続ける。巣箱が繁殖に利用された場合は、餌の同定を行う。

夜間に巣箱を設置した新植地周辺でフクロウの鳴き声を確認する。あらかじめ録音したフクロウの鳴き声を流し、鳴き返しがあるか確認する。

#### 6 結果の発表、活用等

引き続き観察を続けたうえで、大型の巣箱を造林地周辺に設置してフクロウを誘致できるか、ノウサギ、ハタネズミの被害抑制効果が期待できるか取りまとめる。

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

電気柵の電線に接触する除草剤散布後の雑草が電圧に与える影響の評価

担当部署名：静岡農林研技 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

イノシシによる水稲被害を軽減する対策の一つとして電気柵の設置があり、電気柵の電圧を維持するためには電線に雑草が接触しないように管理することが重要である。しかし、現地では雑草が電線に接触する高さに達することも多く、草刈せずに除草剤だけを散布する生産者が見られる。この場合、雑草が枯れても電線に接触した状態が維持されるため、電気柵の電圧が低下する可能性がある。本試験では除草剤散布後の雑草が電気柵の電圧に与える影響を調査した。

## 2 方法

### (1) チガヤが繁茂したほ場での試験

2020年11月10日に浜松市浜北区のチガヤが優占的に繁茂したほ場に全長65mの電気柵を電線が茎葉に接触するように設置した。電気柵を設置後、同日中にグルホシネートPナトリウム塩液剤（ザクサ液剤）を散布し、12月20日まで1～5日の間隔で電気柵の電圧を日中に調査した。電気柵の電源はパワーボックス AN90S（株）ファームエイジ）を使用した。

### (2) クズが繁茂したほ場での試験

2021年10月20日に浜松市浜北区のクズが優占的に繁茂したほ場に全長65mの電気柵を電線が茎葉に接触するように設置した。電気柵を設置後、同日中にザクサ液剤を散布し、11月22日まで1～3日の間隔で電気柵の電圧を日中調査した。電気柵の電源はチガヤと同様にパワーボックス AN90Sを使用した。試験を実施したほ場に幼児が侵入したため、11月5日に電線を設置し直した。

## 3 結果の概要

チガヤが優占的に繁茂したほ場では、雑草に接触しない状態の電気柵の電圧は7.5kvで、電気柵を雑草に接触するように設置した際の電圧は3.6kvであった（除草剤の散布前）。除草剤を散布して14日後に電気柵メーカーT社及びS社の推奨する電圧である4.0kvを上回った（図1）。その後、12月11日には6.4kvまで回復した。

クズが優占的に繁茂したほ場では、雑草に接触しない状態の電気柵の電圧は7.7kvで、電気柵を雑草に接触するように設置した際の電圧は5.2kvであった。その後、11月24日には電気柵の電圧は7.4kvまで回復した（図2）。

ほ場によって違いは見られたものの、いずれのほ場も除草剤を散布した後、時間の経過に伴い電圧が増加したこと、降雨があった日には電圧が低下したことから、電気柵の下草を除草剤で管理する場合には草刈りした上で除草剤を散布することが適切であると推察された。

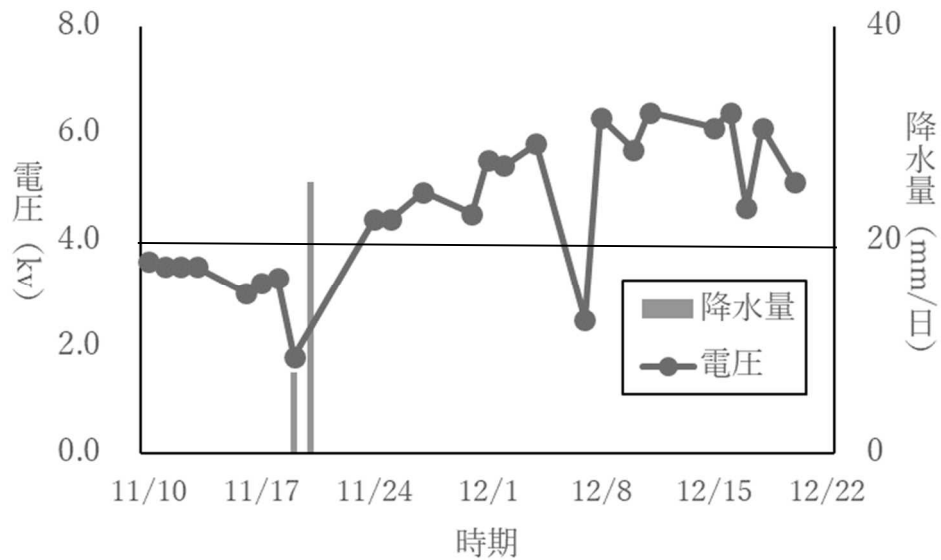


図1 電気柵の電圧及び降水量（チガヤ）

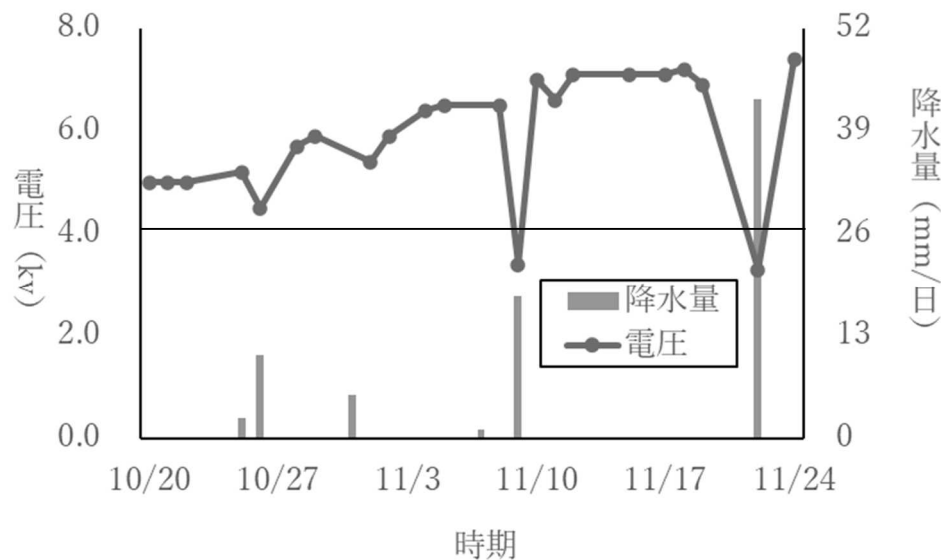


図2 電気柵の電圧及び降水量（クズ）

4 結果の要約

チガヤ、クズが優占的に繁茂したほ場で雑草が電線に触れた状態でザクサ液剤を処理した場合、時間の経過に伴い電圧が増加した。また、降雨があった日には電圧が低下した。電気柵の下草を除草剤で管理する場合には草刈した上で除草剤を散布することが適切であると推察される。

〔キーワード〕 電気柵、雑草管理、除草剤、電圧低下

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）

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

電気柵の電線に接触する除草剤で枯れた雑草が電圧に与える影響の評価

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り、電気柵の電圧を維持するためには電線に雑草が接触しないように管理することが重要である。しかし、現地では雑草が電線に接触する高さに達することも多く、草刈せずに除草剤だけを散布する生産者が見られる。上記の方法で管理した場合、枯れた雑草が電線に接触した状態で維持されるため、電気柵の電圧が低下する可能性がある。本試験では、除草剤で枯れた雑草が電気柵の電圧に与える影響を調査した。

### 2 方法

2020年11月10日に浜松市浜北区のチガヤが優占的に繁茂した草地に、電気柵の電線(全長65m)がチガヤの茎葉に接触するように設置した上で、同日中にグルホシネートPナトリウム塩液剤(ザクサ液剤)を散布した。薬剤を散布して42日後の12月20日20時30分から23日16時30分まで4時間ごとに電圧を調査した。電気柵の電源はパワーボックスAN90S((株)ファームエイジ)を使用した。気温については気象庁が提供している静岡県天竜のデータを用いた。なお、調査期間中に降雨はなかった。

### 3 結果の概要

電気柵の電圧は深夜から早朝にかけて低く、電圧が高い時間帯はいずれの日も16時30分であった。電圧が低い時間帯は12月21日、23日は4時30分、12月22日は8時30分であった。また、電気柵メーカーT社及びS社の推奨する電圧(4.0kV)を下回った時間帯は4件見られた。電圧が低い時間帯に夜露が発生していたことから、枯れた雑草に水分が付着したため漏電量が増加したと推察される。

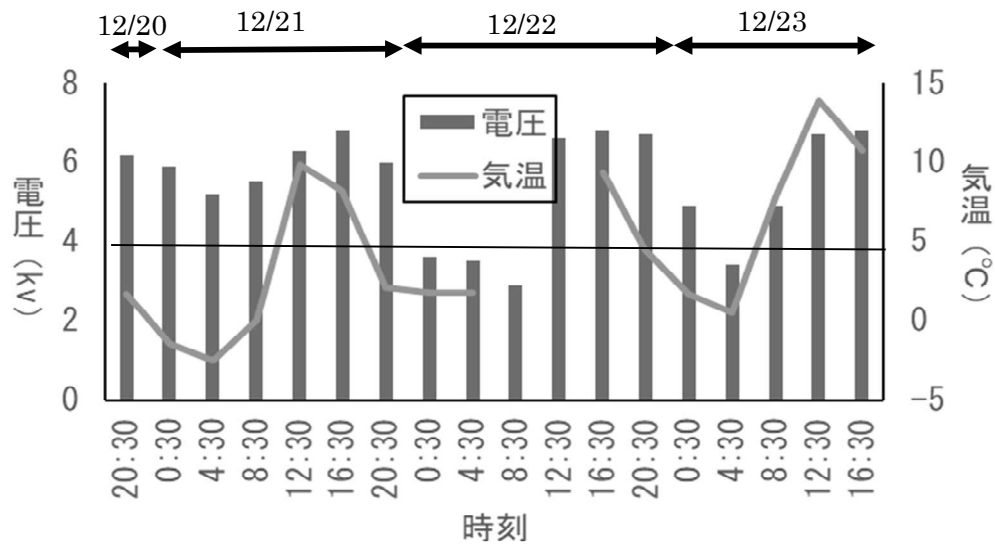


図1 電気柵の電圧及び気温

4 結果の要約

チガヤが電気柵の電線に接触した状態で除草剤を散布してから42日後に、4時間ごとに電圧を調査したところ、気温の低下する深夜から早朝にかけて電圧が低下した。

〔キーワード〕 電気柵、気温、枯れた草の接触、電圧低下

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）

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

草刈及び除草剤を用いた電気柵の下草管理の方法

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

イノシシによる水稲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、6月上旬に田植えを行う早生品種の水稲（8月中旬に出穂、9月中旬に収穫）を想定し、出穂10日前（水稲ではカメムシの被害を抑えるために、同時期に水田畦畔の草刈を行うことが奨励されている）にあたる8月上旬から9月中旬までを対象期間として、効率的な電気柵の下草管理の方法について検討した。

## 2 方法

森町橋、袋井市下山梨の水田畦畔で試験を行った。2021年8月2日に草刈りを実施し、8月10日にビスピリバクナトリウム塩液剤（グラスショート液剤）、グルホシネートPナトリウム塩液剤（ザクサ液剤）、グリホサートイソプロピルアミン塩・ピラフルフェンエチル水和剤（サンダーボルト007）を散布した区及び草刈で管理した4つの処理区を各3反復（1反復あたり3m）設置した。調査については1反復あたり2m×0.2mの区画で高さ20cm（イノシシ用電気柵の下の線の一般的な設置高）に達した雑草の茎葉の数を調査した。過去の試験結果から、距離160mの電気柵の電線に接触するチガヤの茎葉が5枚/2m以上になると電圧が4kvを下回ると計算されたことから、高さ20cmに達した雑草の茎葉が5枚以上の処理区については同日に草刈を実施した。この他、8月2日に草刈を実施した後、除草剤の散布や草刈を行わなかった区において、高さ20cmで優占的に繁茂している草種を9月21日に調査した。

## 3 結果の概要

森町の草刈区については、草刈を実施して15～21日後に高さ20cmに達した雑草の茎葉が5枚/2mを上回った（図1）。グラスショート液剤は9月7日（薬剤散布28日後）に、ザクサ液剤は9月14日（35日後）に5枚/2mを上回った。調査期間中、サンダーボルト007は高さ20cmに達した雑草の茎葉を5枚/2m以下に抑えた。また、8月2日に草刈を実施した後、薬剤散布や草刈を行わなかった区において、高さ20cmではイネ科のスズメノヒエ、ヌカキビ（被度：20～50%）が優占して繁茂した。

袋井市の草刈区については、草刈を実施して15～21日後に高さ20cmに達した雑草の茎葉が5枚/2mを上回った（図2）。グラスショート液剤、ザクサ液剤、サンダーボルト007は9月7日（薬剤散布28日後）に高さ20cmに達した雑草の茎葉が5枚/2mを上回った。また、8月2日に草刈を実施した後、薬剤散布や草刈を行わなかった区において高さ20cmではマメ科のクサネム（被度：20～50%）、イネ科のイヌビエ、メヒシバ（被度：10～20%）が優占して繁茂した。

袋井市のほ場では森町のほ場に比べて雑草の茎葉が高さ20cmに到達する時期が早く、森町で茎葉伸長抑制効果の高かったサンダーボルト007も9月7日に雑草の茎葉が高さ20cmに5枚/2m以上到達する結果となった。この原因として、これまで袋井市では森町に比べて草刈等の雑草管理を行う回数が少なかったことから（袋井市1回、森町3～4回）雑草の種子が地表に多く残っていたため、除草剤を散布した後に芽を出す雑草が多くなり、結果として茎葉伸長抑制効果が低かったと推察される。



本試験の結果から、草刈で高さ 20 cm に達した雑草の茎葉を 5 枚/2m 以下に抑えるためには 2 週間に 1 度の頻度で草刈を行う必要があると推察された。また、8 月 2 日に草刈を行い、その 8 日後に地上部及び地下部を枯らすサンダーボルト 007 を散布することで 9 月 21 日まで高さ 20 cm に達した雑草の茎葉を 5 枚以下に抑えることが出来る可能性があった。この他、傾斜のある畦畔等で地下部を枯らしたくない場合にはザクサ液剤を散布することが良いと推察された。

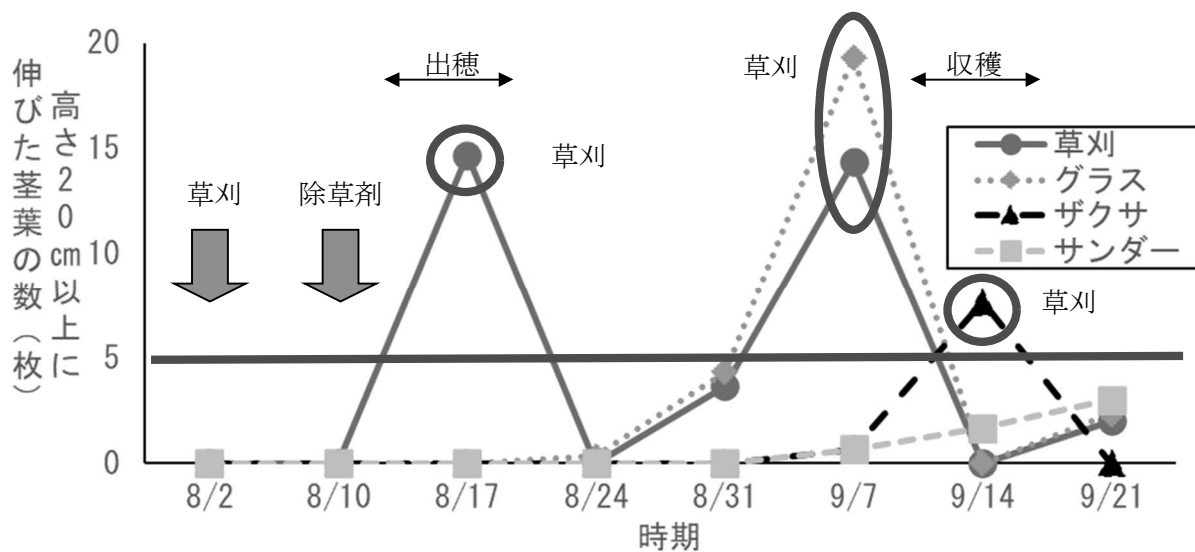


図1 各種除草剤処理による茎葉伸長抑制効果（森町）

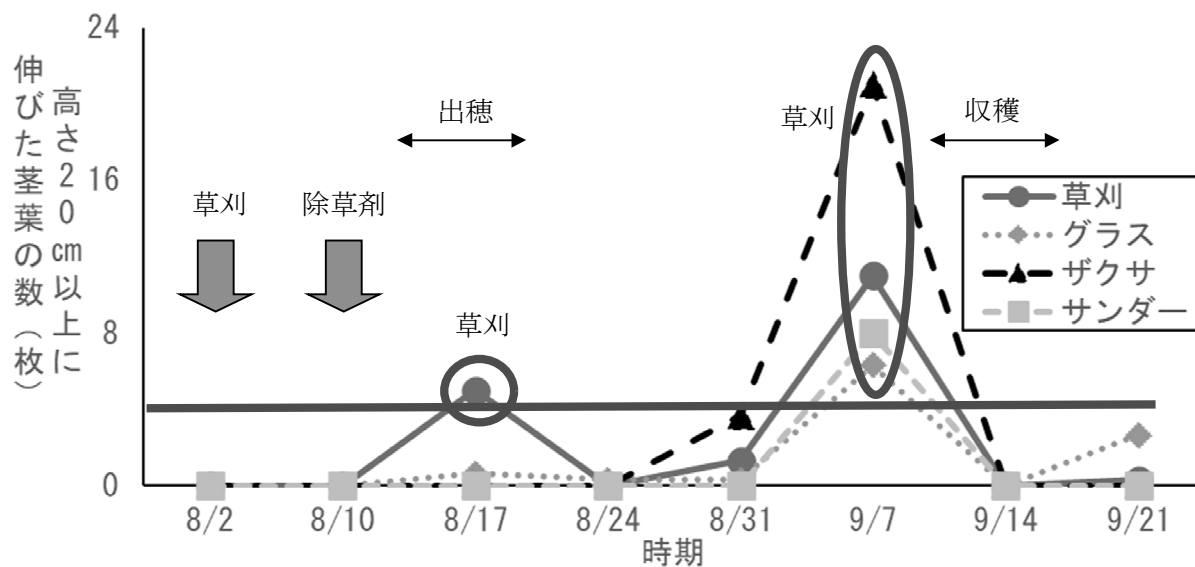


図2 各種除草剤処理による茎葉伸長抑制効果（袋井市）

#### 4 結果の要約

8 月 2 日に草刈、8 月 10 日にザクサ液剤かサンダーボルト 007 を散布することで 9 月中旬まで電気柵の防除効果を維持できる可能性があった。

〔キーワード〕 電気柵、草刈、除草剤、水田畦畔

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

サンダーボルト 007 は長期間茎葉の伸長を抑制するが、地下部まで枯らし地表面が露出する場合があるので、傾斜のある畦畔への散布には注意が必要である。

#### 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

ビニールハウスにおけるハクビシンの侵入口を利用した箱わなによる

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おり、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。ハクビシンを含む野生動物は農作物の味を覚えると繰り返し食害を発生させることから、被害を防ぐためにはハウスに侵入して食害する個体を捕獲することが望ましい。しかし、ハウス内の果実が食害を受けている場合、ハクビシンは箱わなのエサではなくハウス内の果実を食害することが多くなることから、捕獲効率が下がる。本試験では、果実の食害が発生したビニールハウスに侵入するハクビシンを捕獲することを目的に、箱わなによる捕獲試験を行った。

## 2 方法

果実の食害を確認したイチゴのビニールハウス2棟（御前崎市塩原新田、合戸）及びブドウ、イチジクのビニールハウス1棟（静岡市清水区草ヶ谷）において、ハクビシンの侵入口周辺にセンサーカメラを配置した。侵入口を利用するハクビシンを確認後、御前崎市塩原新田ではハウス内部の侵入口からハクビシンを誘導するための筒状の通路を農業用ポリオレフィンフィルム（以下農P0フィルム、厚さ0.1mm）で作成し、その26日後に侵入口とは反対側の通路の出口に箱わなを設置した（図1、図2）。御前崎市合戸、静岡市清水区草ヶ谷のハウスについては農P0フィルムで通路を作成した際に箱わなを設置した（表1）。

箱わなは片開き、間口26.5cm、高さ31.5cm、奥行81.5cm、踏板式（アニマルトラップ1092（株）ファームエイジ）を用いた。また、ハクビシンを箱わなへ誘引するため、農P0フィルムの通路内及び箱わなの中に、イチゴのハウスではイチゴを、ブドウ及びイチジクのハウスでは食害を確認したイチジクを配置した。

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分以内に撮影されたものは重複とみなしてカウントから除いた。

## 3 結果の概要

御前崎塩原新田のビニールハウスでは、通路設置前（4月9日～16日）にハウスに侵入したハクビシンが延べ3頭、ハウスに侵入せずに侵入口付近を歩くハクビシンが延べ1頭撮影された（表2）。通路を設置した2日後の4月18日にハウスに侵入したハクビシンが1頭撮影されたものの、4月26日まで侵入する個体は撮影されず、同期間中は侵入口付近を歩くハクビシンが延べ9頭撮影された。4月27日にハウスに侵入したハクビシンが再度撮影された後、わなの設置日である5月12日までに延べ6頭が撮影され、同期間中にハウスに侵入せずに侵入口付近を歩くハクビシンは撮影されなかった。わな設置1日後の5月13日にハクビシン1頭を捕獲した。

御前崎市合戸のビニールハウスでは、通路設置前（12月14日～12月16日）にハウスに侵入したハクビシンが延べ9頭、ハウスに侵入せずに侵入口付近を歩くハクビシンが延べ1頭撮影された。通路及びわなを設置した翌日となる12月17日に2頭の群れのハクビシンのうちの1頭を捕獲した。箱わなでハクビシンを捕獲した12月17日からハクビシンを処分した12月19日までの3日間に延べ5頭のハクビシンがハウス外で侵入口から中を伺う様子が撮影されたが、12月19日以降、調査期間中にハクビシンは撮影されなかった。

静岡市清水区草ヶ谷のビニールハウスでは、通路設置前の8日間（8月5日～13日）でハウスに侵入したハクビシンが4頭撮影された。通路設置後の6日間（8月14日～8月20日）では侵入口に頭を入れたが引き返すハクビシンが1頭撮影されたのみであった。

ハウスの侵入口に農P0フィルムで通路を作成した結果、侵入をためらうハクビシンが見られたことから作成した通路に対してハクビシンは警戒心を持つことが分かった。また、2つのハウスで箱わなを設置してから2日以内にハクビシンが捕獲されたことから、果実被害の発生したハウスでも本捕獲方法は有効であ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（外）



図2 ハウス内に設置した通路及び箱わな

表1 カメラ、通路、箱わなの設置及び撤去日

	栽培作物	カメラ設置	通路設置	箱わな設置	カメラ撤去
御前崎市塩原新田	イチゴ	4/9	4/16	5/12	5/20
御前崎市合戸	イチゴ	12/14	12/16	12/16	1/17
静岡市清水区草ヶ谷	イチジク・ブドウ	8/5	8/13	8/13	8/20

※御前崎市合戸のカメラ撤去日のみ 2022 年、他は 2021 年に実施。

※静岡市清水区草ヶ谷のハウスではビニールの内側にネットを設置。

表2 侵入口周辺で撮影されたハクビシンの撮影頭数 (頭/日)

栽培作物	通路設置前		通路設置後		捕獲したハクビシンの概要 (捕獲日、性別、頭胴長)
	ハウス外	侵入	ハウス外	侵入	
御前崎市 塩原新田	(8日間)		(27日間)		5/13 オス 60 cm
イチゴ	1	3	9	8	
御前崎市 合戸	(3日間)		(33日間)		12/17 オス 58 cm
イチゴ	1	9	6	2	
静岡市清水区 草ヶ谷	(9日間)		(8日間)		—
イチジク ブドウ	0	4	1	0	

※括弧内の数値は調査期間を示す。

#### 4 結果の要約

ハクビシンの被害が発生した3棟のビニールハウスで、収穫期間中に侵入口から箱わなに誘導するように農P0フィルムで通路を作成した結果、2頭のハクビシンを捕獲した。また、ハクビシンが通路を警戒する様子が見られた。

[キーワード] ビニールハウス、ハクビシン、箱わな、捕獲

#### 5 今後の問題点と次年度以降の計画

農林事務所等と連携して現地で普及を図りながら、試験事例を増やす。

#### 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。

完了試験研究成績（2022年3月作成）

-----  
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

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 森林育成科

担当者名：水井陽介

協力分担：－

予算(期間)：県単（2019-2021年度）  
-----

## 1 目的

侵入防止柵の設置は野生動物の被害を防ぐ上で有効な対策の一つであり、中でも電気柵は比較的安価で現地でも広く利用されている。電気柵の防除効果を維持するためには、電気柵下の雑草管理を行う必要がある。本研究では8月中旬に出穂する水稻を対象に、出穂10日前にあたる8月上旬から収穫期にあたる9月中旬までの水田畦畔に設置した電気柵下の雑草管理にかかる労力を軽減するため、効率的な雑草管理の方法について検討した。

イチゴのビニールハウスでは、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。主にハクビシンが加害種であると推定されているものの、加害実態については明らかになっていない。そこで、ハウス内にセンサーカメラを設置し中型獣類の加害実態の調査を行った。また、箱わなによる効率的な中型獣類の捕獲方法について検討した。

## 2 方法

### (1) 侵入防止対策に関する研究

- ・電気柵電線に接触する雑草の茎葉が電圧に与える影響：チガヤ及びクズの繁茂したほ場で電線に接触する雑草の茎葉の数と電圧の関係について調査した。
- ・電気柵電線に接触する除草剤散布後の雑草の茎葉が電圧に与える影響：チガヤ及びクズの繁茂したほ場で除草剤散布後の雑草の茎葉が電圧に与える影響を調査した。
- ・草刈及び除草剤を用いた電気柵下の雑草管理の方法：電気柵の防除効果を維持するため、8月上旬から9月中旬までの水田畦畔における効率的な雑草管理の方法を検討した。

### (2) 施設栽培における中型獣類の被害対策

- ・中型獣類の加害実態の把握：中型獣類の被害が発生したイチゴのビニールハウスにセンサーカメラを設置し、加害実態を調査した。
- ・ハクビシンに対する箱わなのエサの検討：前年度にハクビシンの被害が発生したイチゴのビニールハウス周辺に箱わなを設置し、エサの嗜好性について調査した。
- ・イチゴのビニールハウスに侵入するハクビシンの捕獲方法の検討：イチゴのビニールハウスに侵入するハクビシンを捕獲するため、ハウス内部の侵入口から箱わなまで誘導するように農業用ポリオレフィンフィルム（以下農P0フィルム）で通路を作成し、捕獲試験を行った。

## 3 研究期間を通じての成果の概要

### (1) 侵入防止対策に関する研究

- ・チガヤ及びクズが繁茂したほ場に電気柵（全長65m）を設置し、電線に接触する雑草の茎葉の数と電圧の関係について調査した結果、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）を下回る茎葉の数はチガヤでは467枚、クズでは329枚であった。チガヤを基準に計算した場合、電気柵の全長が100mでは電線に接触する雑草の茎葉を9.2枚/2m、200mでは4.6枚/2mに抑える必要があることが分かった。
- ・チガヤ及びクズが繁茂したほ場で電気柵の電線に茎葉を接触させた上で除草剤を散布した後に電圧を測定した結果、いずれのほ場も除草剤を散布してから時間の経過に伴い、電圧

が上昇した。また、降雨により電圧が低下した。以上により、電気柵下で雑草管理を行う場合、草刈を実施した上で除草剤を散布する必要があると推察された。

- ・ 8月中旬に出穂する水稻を想定し、水田畦畔における刈払機による草刈及び除草剤を用いた雑草管理の方法について検討した結果、8月2日に草刈、8月10日にグルホシネート P ナトリウム塩液剤（ザクサ液剤）、グリホサートイソプロピルアミン塩・ピラフルフェンエチル水和剤（サンダーボルト 007）を散布することで9月中旬まで高さ 20 cmに達する雑草の茎葉を 5 枚/2m（電気柵の全長が 160m の時に 4 kv 以上を維持出来るチガヤの茎葉の枚数）以下に抑える可能性が示唆された。

#### (2) 施設栽培における中型獣類の被害対策

- ・ 中型獣類の被害報告があったイチゴのビニールハウス 2 棟で加害動物を撮影した結果、ハクビシンだけでなく、アナグマやタヌキも果実を食害している姿を確認した。また、野生動物の侵入口となるビニールの破損箇所を複数の獣種が利用していた。以上により、ハクビシン以外の獣種についても被害を発生させることを踏まえて対策を実施する必要があることが分かった。
- ・ イチゴの収穫期前から収穫期間中に、前作でハクビシンの食害が発生したハウスの周辺に箱わなを設置し、ハクビシンのエサに対する嗜好性を調査したところ、イチゴに強い嗜好性を示したことから、箱わなのエサとしてイチゴが有効であると考えられた。
- ・ ビニールハウスに侵入して農作物を加害するハクビシンを捕獲するために、果実の食害を受けた 3 カ所のハウスにおいて、ハウス内部の侵入口から箱わなへ誘導するように農 P0 フィルムで通路を作成し、捕獲試験を行った。試験の結果、2 カ所のハウスでそれぞれ 1 頭のハクビシンを捕獲したことから本捕獲法は有効であると考えられた。また、1 カ所では捕獲は出来なかったものの、通路を警戒してハウスに侵入しなくなったハクビシンを確認した。

#### 4 研究期間を通じての成果の要約

水田畦畔に設置した電気柵下の雑草を管理する場合、8月2日草刈、8月10日にサンダーボルト 007 もしくはザクサ液剤を散布することで、9月中旬まで高さ 20 cmに達する雑草の枚数を 5 枚/2m に抑える可能性が示唆された。

イチゴのビニールハウス周辺に生息するハクビシンを箱わなで捕獲する場合、イチゴをエサとして用いることが有効と考えられた。また、ハウスに侵入するハクビシンを捕獲するため、ハウス内部のハクビシンの侵入口から箱わなに誘導するように農 P0 フィルムで通路を作成した結果、2 頭のハクビシンを捕獲した。

〔キーワード〕 水田畦畔、電気柵、雑草管理、ビニールハウス、ハクビシン、箱わな捕獲

#### 5 成果の活用面と留意点

- ・ 令和元年度は 15 回（463 人）、令和 2 年度は 9 回（323 人）、令和 3 年度は 6 回（132 人（1 月末時点））の鳥獣被害対策講習会の講師を担当し、生産者や行政（県・市町・農協等）の担当者に対して研究成果を踏まえて鳥獣被害対策の考え方、防護柵の設置方法及び捕獲技術について指導を行った。また、農協等の情報誌にて鳥獣被害対策をテーマに情報提供を行った。
- ・ 当センターの YouTube サイトに鳥獣被害対策に関する動画を掲載し、累計 3.5 万回以上再生された。

#### 6 残された問題とその対応

イノシシ対策用の電気柵を設置したほ場で、ニホンジカによる農作物被害が発生している。次年度から開始する一般研究課題で対策研究に取り組む。

## II 資料

資料（2022年3月作成）

-----  
課 題 名：スギ花粉飛散量の予測

担当部署名：静岡農林技研 森林・林業研究センター 企画指導スタッフ、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・ヒノキ花粉の飛散量推定の推進事業  
-----

## 1 目的

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

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

## 2 方法

2021年春の静岡県内のスギ・ヒノキ花粉飛散量を予測するため、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とする花粉飛散度の判定基準(表3)からは、相対値が98となり、2021年春の花粉飛散度は「平年並」と判定した(表4)。

地域ごとに差はみられるが、スギの花粉飛散量は県内全域で平年並と予測した。ヒノキ雄花の着花量についても、スギ雄花の着花量とおおむね同調性があることから、2021年春のヒノキ花粉飛散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 花粉飛散度

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、スギ花粉飛散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、花粉飛散量の予測情報を県民へ提供していく。

#### 6 結果の発表、活用等

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



### Ⅲ 研修、共同研究等

## 1 課題解決及び研究開発研修

なし

※新型コロナウイルス感染症対策のため研修はすべて取りやめ

## 2 民間企業等との共同研究

研究課題名	共同研究者
エリートツリー及び早生樹の成長特性評価と早生樹構造用合板の強度・材質特性の解明	株式会社ノダ
エリートツリー等の後代のコンテナ苗を利用した相互植栽試験	森林総合研究所林木育種センター
若齢ヒノキ種子生産のための光環境と炭素収支に関する研究	静岡大学
水ストレスに対するヒノキの花成応答	東海国立大学機構岐阜大学
ソルビタントリオレート (STO) を利用したスギ花粉飛散防止に関する研究	東京農業大学
無花粉スギ品種開発技術に関する共同研究	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	森林総合研究所東北支所
林業現場の作業状況モニタリング技術の開発	鹿児島大学 日本ユニシス株式会社
静岡県産心持ちヒノキ板材の家具利用へ向けた有用性の調査	株式会社キシル
木造ハイブリッド構法の接合部の開発	静岡大学 合同会社木造 s 研究所

## 3 依頼試験

区分	細目	件数	金額	
林木種子の発芽検定	恒温器による測定	針葉樹の種子		
		広葉樹の小種子		
		広葉樹の大種子		
	軟エックス線による検定	針葉樹の種子		
木材の材質試験	含水率試験		10	38,900
	実大木材の強度試験	はり	22	1,328,800
		柱		
	その他の木材試験		8	81,360
	難燃性試験			
	接合耐力試験		4	245,800
	壁せん断試験	幅 1m 未満×高さ 3m 未満		
幅 2m 未満×高さ 3m 未満				
幅 3m 未満×高さ 3m 未満				
幅 3m 以上×高さ 3m 未満				
合計		44	1,694,860 円	

## IV 普及指導及び行政支援等

# 1 林業・林産業関係者及び一般県民に対する普及指導

令和3年度普及指導実績総括表

分野	来訪		出張		電話(Web)		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	9	20	13	57	3	5	0	0	4	4	29	86
森林経営	2	9	0	0	3	11	0	0	0	0	5	20
森林保護	9	24	18	113	34	236	2	2	43	74	106	449
森林保全	3	3	8	86	4	4	0	0	8	32	23	125
特用林産	11	14	25	47	25	29	0	0	10	12	71	102
木材加工	14	25	0	0	4	4	0	0	8	9	26	38
普及	3	161	1	31	0	0	0	0	0	0	4	192
小計	51	256	65	334	73	289	2	2	73	131	264	1,012
施設見学	17	515	—	—	—	—	—	—	—	—	17	515
計	68	771	65	334	73	289	2	2	73	131	281	1,527

- ※ 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8課題) YouTube 動画配信	Web上	R3.7.13～	市町・森林組合・農林事務所 他	1,207 (視聴回)

(2) 出前講座

分野	課題	対象	開催地	人数
育種育林	コンテナ苗に関する技術講習会	掛川市森林組合	掛川市	20
	閉鎖型採種園に関する意見交換会	林業事業者ほか	浜松市	16
	種苗生産事業者講習会	新規種苗生産者	静岡市	4
	持続可能な森林に向けての現地検討会	林業事業者ほか	浜松市	130
			4回	170
森林経営	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 Web セミナー	企業、個人	浜松市	134
	デジタル・スマートシティ浜松オンラインフォーラム	企業、個人	浜松市	150
			2回	284
森林保護	南アルプス YouTube カレッジ	一般	静岡市	10
	松の生態勉強会	久努の松並木愛護会	袋井市	30
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	富士市	20
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	島田市	16
	鳥獣被害対策研修会	生産者、市、農林	浜松市	20
	シカ食害防止の為に防護柵維持管理	天竜流域林業活性化センター	浜松市	45
	松くい虫樹幹注入技術講習会	企業、市町	静岡市	65
	危険生物対策研修会	企業	浜松市	20
			8回	226
木材加工	韓国向け日本木材製品利用セミナー	韓国の木材関連業者	Web	不明
	しずおか優良木材認定工場研修会	製材業者ほか	静岡市	20
	緑の雇用3年目研修	緑の雇用研修生	富士市	26
	水窪中学校出前講座	中学生	浜松市	31
			4回	77

2 行政事業等の支援・協力

分野	事業名	業務内容	担当機関等
育種育林	次世代種苗生産体制整備事業	母樹の提供・生産技術指導	森林整備課 西部農林事務所
	優良種苗確保対策事業	抵抗性クロマツ種子生産の協力	森林整備課 西部農林事務所
	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	林業事業者 森林計画課 森林整備課 農林事務所
	スギ・ヒノキ花粉調査	スギ・ヒノキ雄花着生量調査	一般社団法人全国林業改良普及協会

森林保護	ニホンジカ保護管理検討会	県関係委員として助言、指導	自然保護課
	カモシカ保護管理検討会	県関係者として助言、指導	自然保護課
	静岡県鳥獣被害対策総合アドバイザー研修	講師として助言、指導	地域農業課
	松くい虫防除連絡協議会	県関係者として助言、指導	森林整備課
	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 関東森林管理局保護林モニタリング評価専門委員会 松くい虫発生予察事業	オブザーバーとして助言、指導 委員として助言、指導 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	環境省関東地方環境事務所 関東森林管理局 森林整備課
特用林産	静岡県乾しいたけ品評会	銘柄別に出品された乾しいたけの審査及び優良品生産技術の指導	静岡県椎茸産業振興協議会
	静岡県生しいたけ品評会	栽培方法別に出品された生しいたけの審査及び優良品生産技術の指導	静岡県椎茸産業振興協議会
	静岡県乾椎茸箱物品評会	銘柄別に出品された乾椎茸の審査及び優良品生産技術の指導	静岡県経済農業協同組合連合会
	安全な原木椎茸栽培のための調査	椎茸原木、椎茸の放射性物質調査及び栽培管理の助言	林業振興課 東部農林事務所
森林保全	森の防潮堤づくり事業効果調査報告	風向風速及び飛砂飛塩に関する調査結果の報告	森林保全課 中遠農林事務所
	森の防潮堤づくり事業	保育事業等に関する助言	中遠農林事務所
木材加工	しずおか優良木材認証工場審査	しずおか優良木材認証工場の工場審査に検査アドバイザーとして協力	静岡県優良木材認証審査会
	しずおか優良木材認証審査会	しずおか優良木材認証に関する審査会の検査アドバイザーとして協力	静岡県優良木材認証審査会
	含水率計認定審査委員会	木材用含水率計の認定審査委員会の委員として協力	(財)日本住宅・木材技術センター
	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	林業イノベーション推進プロジェクト	丸太検知アプリの使用方法、検証結果報告	森林計画課 農林事務所

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

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

### 3 試験研究等の発表

#### (1) 学会誌論文

No.	発表課題	分野	氏名	発表誌	号:ページ	発行年月
1	無花粉スギ優良系統の選抜と品種開発	育種 育林	袴田哲司	森林遺伝育種	10巻2号 113-115	2011.4
2	森林遺伝育種における研究材料の重要性	育種 育林	袴田哲司	森林遺伝育種	10巻2号 154	2021.4
3	合板張軸組工法耐力壁とその接合部における釘および木ねじの低サイクル疲労を考慮した荷重変形特性の推定	木材 加工	長瀬亘	日本建築学会 構造系論文集	783, 804-814	2021.5
4	シイタケ菌床硬度が子実体発生量に与える影響	特用 林産	中田理恵	中部森林研究	第69号 81-85	2021.8

#### (2) 学会発表

No.	発表課題	分野	氏名	学会名	号:ページ	発行年月
1	ヒノキ実生コンテナ苗のサイズと初期成長	育種 育林	袴田哲司	第10回森林遺伝育種学会大会		2021.11
2	雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗の出荷規格と初期成長	育種 育林	袴田哲司 野末尚希	第11回中部森林学会大会		2021.11
3	欧州製自走式搬器を使用した架線集材の作業効率ーウッドライナーを使用した間伐，皆伐それぞれの事例からの考察ー	森林 経営	野末尚希	第11回中部森林学会大会		2021.11
4	静岡県に植栽されたユリノキの立木および乾燥を行った板材の材質	木材 加工	長瀬亘	2021年度日本木材学会中部支部大会		2021.11
5	スギ平角のガンマ線測定による人工乾燥前の選別方法の検討	木材 加工	長瀬亘	第72回日本木材学会大会		2022.3
6	ニホンジカ防除のための柵用ネットの強度問題と改善策	森林 保護	大場孝裕	第133回日本森林学会大会		2022.3

7	若齢ヒノキの水分ストレスによる種子生産の可能性について	林木育種	福田拓実 山田晋也	第133回日本森林学会大会	2022.3
8	スマートウォッチを活用した林業現場における作業モニタリング技術の開発	森林経営	佐々木重樹	第133回日本森林学会大会	2022.3

(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
該当なし						

(5) 広報誌・関係団体機関誌等

No.	発表課題	分野	氏名	誌号	発行年
1	マツ林の造成地で松くい虫防除対策を始めるのはいつか？	森林保護	加藤 徹	F&F 第1134号	2021.4
2	「ふじのくに森の防潮堤づくり」事業による区域内の飛砂・飛塩の軽減効果について	森林保全	福田拓実	F&F 第1135号	2021.5
3	閉鎖型採種園における安定的な種子生産技術の確立を目指して	林木育種	野末尚希	F&F 第1136号	2021.6
4	ビニールハウスに侵入しイチゴを食べてしまうハクビシンの捕獲	森林保護	水井陽介	F&F 第1137号	2021.7
5	スギ・ヒノキ種子生産の新成長戦略研究が終了しました	林木育種	山田晋也	F&F 第1138号	2021.8
6	シカへのGPS首輪自動装着（改良しました）	森林保護	大場孝裕	F&F 第1139号	2020.9
7	構造用集成材の低コスト化技術の開発～ラミナの乾燥時間の短縮～	木材加工	長瀬 亘	F&F 第1140号	2021.10
8	ノウサギによる造林木被害	森林保護	鷺山立宗	F&F 第1141号	2021.11
9	スマホアプリで丸太を測る	森林経営	佐々木重樹	F&F 第1142号	2021.12
10	来年度から始まる試験研究機関に係る基本戦略（案）	その他	伊藤 晃	F&F 第1143号	2022.1
11	シイタケと浜名湖の乳酸菌	特用林産	中田理恵	F&F 第1144号	2022.2



12	森林・林業研究センターの自然環境	森林保全	加藤 徹	F&F	第 1145 号	2022. 3
13	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	木材加工	長瀬 亘	森と人	397 号 No.90	2021. 5
14	30 年後の森林・林業のために、今、試験研究機関が取り組むべきこと	普 及	光本智加良	森と人	400 号 No.91	2021. 11
15	閉鎖型採種園におけるスギ種子の早期生産技術の開発	林木育種	山田晋也	研究所 ニュース	No.69	2021. 6
16	「低コスト主伐・再造林手引き」の作成	森林経営	野末尚希	研究所 ニュース	No.72	2021. 11
17	試験研究成果等の動画配信	普 及	伊藤 晃	研究所 ニュース	No.73	2022. 2
18	ミカンが捨てられた場所に出没するイノシシ成獣を箱わなで捕獲する技術	森林保護	水井陽介	けいざいれ ん情報		2021. 10

#### (6) 新聞掲載

No.	日 付	新聞名	見出し	分 野
1	4. 19	静岡	無花粉スギ普及なるか	育種育林
2	5. 7	日本農業	足元にわな捕獲効率化	森林保護
3	7. 19	静岡	県産早生樹活躍のチャンス	木材加工
4	7. 25	静岡	樹木の特性に興味津々	普 及
5	7. 30	全農	鹿を餌付け、足くくり罠で捕獲	森林保護
6	8. 3	日刊木材	浜松でテーダマ松勉強会	育種育林
7	9. 5	静岡	成長早い「エリートツリー」育成へ	育種育林
8	9. 28	中日	空からスギ花粉低減薬効率化を実験	育種育林
9	10. 5	静岡	早生樹活用可能性探る	育種育林
10	11. 13	中日	シカの食害防護柵必要	森林保護
11	12. 9	静岡	来春のスギ花粉発生「平年並み」	普 及
12	1. 4	静岡	花粉今春は全国的に多く	普 及
13	1. 15	静岡	林業発展テーダマツに活路	育種育林
14	1. 18	静岡	国と林業課題で連携 本県初解決へ協定結ぶ	普 及
15	1. 18	中日	持続可能な林業研究 国と県が初協定	普 及
16	2. 7	静岡	早生樹の木材利用 国、県の共同研究進む	育種育林

#### (7) テレビ放映

No.	日付	テレビ局	内 容	分 野
1	1. 10	静岡第一	林業の救世主？成長早い！花粉少ないエリートツリー	育種育林
2	1. 12	静岡第一	来春県内スギ花粉「平年並み」・県が調査	普 及

## V その他

## 1 職員の配置及び氏名

(令和3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	伊藤 晃	総括	令和 3.4.1
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	鈴木 勝之	事務総括	令和 3.4.1
主 査	松岡 慎治	庶務会計	令和 2.4.1
主 査	渡瀬 浩康	庶務会計	平成 30.4.1
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
会計年度任用職員	伊藤 龍昭		令和 3.4.1
会計年度任用職員	吉田 智佳子		令和 3.4.1
企画指導スタッフ			
主 査	光本 智加良	企画・普及指導	平成 31.4.1
森林育成科			
科 長	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
主任 研 究 員	木村 公美	森林経営	平成 31.4.1
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	鷺山 立宗	ノウサギ対策	令和 3.4.1
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
森林資源利用科			
科 長	袴田 哲司	総括・育種育林	平成 18.4.1
上 席 研 究 員	中田 理恵	特用林産	平成 30.4.1
上 席 研 究 員	佐々木重樹	森林経営	平成 29.4.1
主任 研 究 員	長瀬 亘	木材利用	令和 2.4.1
会計年度任用職員	小野 和博		令和 3.5.17
計	22 人		

## 2 刊 行 物

- ・ 令和3年(2021)度静岡県農林技術研究所成績概要集(森林・林業編)



ふじのくに  
**森林の都**  
しりのみやこ  
しずおか