

愛知県森林・林業技術センター報告

Bulletin of
Aichi Prefectural Forest and Forestry Research Center

No.63

令和8年9月

Sep 2026

森林・林業技術センター



目 次

【研究報告】

◆循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進◆

エリートツリーの効率的な結実促進技術に関する研究	星 涼太	1～ 9
エリートツリーの雄花形成、花粉採取技術に関する研究	狩場 晴也	10～27
少花粉ヒノキの採種木等の育成技術に関する研究	小笠原 祐介ほか	28～34
早生樹等の生育特性及び強度性能評価に関する研究	西村 麻菜美ほか	35～42
花粉の少ない品種の早期育苗・育成技術の開発	小笠原 祐介ほか	43～49
早生樹等の効率的な苗木生産及び育林技術に関する研究	小川 智之ほか	50～63

【業務報告】

◆循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進◆

航空レーザ計測データを活用した材積等推定手法の確立	星 涼太	64
---------------------------	------	----

◆森林の整備による多面的機能の発揮◆

エリートツリー等の挿し木苗生産技術に関する研究	狩場 晴也	65
海岸クロマツ林の保全・管理技術に関する研究	鈴木 利宏	66
強度間伐施業地のモニタリングによる効果の検証	門屋 健	67

【調査報告】

◆森林の整備による多面的機能の発揮◆

エリートツリー等の植栽後の成長特性調査	狩場 晴也	68
既存試験地等の継続調査	小笠原 祐介	69

【資 料】

1 林木種子の発芽検査（2025 年度）	藏屋 健治 ほか	70
2 公表実績等（2025 年度）		71～74
3 森林・林業研修実績（2025 年度）		75
4 森林・林業関係相談等実績（2025 年度）		76
5 学会発表（口頭・ポスター）要旨（2025 年度）		77～78

<執筆要領>		79～80
--------	--	-------

研 究 報 告

エリートツリーの効率的な結実促進技術に関する研究

2023 年度～2025 年度

星涼太

要 旨

雌花の着生量およびその後の結実率は種子生産量に直接影響する要因であり、閉鎖型採種園においても継続的に安定した数の雌花を形成させる技術、および結実促進技術が求められる。本研究では、閉鎖型採種園で管理しているスギエリートツリーおよびヒノキエリートツリー、少花粉ヒノキを対象に、ジベレリン処理による着花促進の他、灌水量を制御し水分ストレスを与えることで雌花の着生を促す方法を検討した。その結果、ヒノキエリートツリーを対象としたジベレリン処理枝では無処理枝に対し約 3.5 倍の着生量となり、着花促進効果が認められた。また、ヒノキエリートツリーを対象に灌水量を 2.1L/日と 3.5L/日の試験区を設定し、1～5 の 5 段階で着花指数を検討した結果、3 以上となった個体が 2.1L 試験区では約 9 割、3.5L 試験区では約 2 割となり、2.1L/日の灌水が雌花の形成に効果的であると認められた。さらに、結実率を高めるため、スギエリートツリーを対象に花粉銃を用いた交配を行った結果、結実率が全て 50%を上回ったため、結実促進に効果があると考えられた。

I はじめに

本県では、成熟した森林資源を持続的に利用していくため循環型林業を推進している。また、花粉発生源対策として少花粉品種のスギ・ヒノキへの植え替えが望まれている。しかし、現状では、植栽のために必要な花粉症対策苗木の供給体制が構築されていない。また、近年では植栽木として初期成長が優れているエリートツリーが注目されている。そのため、本県では 2021 年から 2024 年にかけて閉鎖型採種園（以下、温室）を造成し、春先の花粉飛散期に温室をビニールで密閉して外部花粉を遮断し、温室内の採種木から収集した花粉を用い、人工交配によってエリートツリー由来の種子生産に取り組んでいる。しかし、雌花の着生量やその後の球果の結実率は種子生産において重要な要因であるものの、温室でのスギ・ヒノキ等採種木の管理手法は未だ先行事例が少なく、効率的な種子生産技術も確立されていない。そこで、

根域制限栽培をベースとした雌花の着生促進技術、および効率的な交配方法について検討した。

II 方法

2023 年～2025 年に、少花粉ヒノキ 2 棟、ヒノキエリートツリー（以下、エリートヒノキ）2 棟、スギエリートツリー（以下、エリートスギ）1 棟の温室で液肥と灌水、換気を行いながら以下の調査を行った。温室各棟の採種木の育成条件は狩場（2023）を参照されたい。

着花促進に有効な手法として、1. 灌水量を抑えてストレスを与える手法（狩場 2023）（以下、水分ストレス）や、2. ジベレリンを用いた手法（橋詰ら 1970）が報告されている。このような手法が先述の環境においても有効であるか検討するため、次の条件により試験を行った。

1. 水分ストレスによる着花促進効果

少花粉ヒノキおよびエリートヒノキを対象に、

本研究では、温室内での 47 L コンテナを使用した

Ryota HOSHI: Study on efficient techniques for promoting fruit set in elite tree

本研究の一部は、森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター委託事業「花粉症対策品種の円滑な生産支援事業のための調査委託業務」および林木育種センターと共同で「森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策補助金等のうちエリートツリー等の原種増産技術の開発事業」の中で実施した。

2025 年 6 月 2 日から 9 月 30 日にかけて、1 日に与える灌水量を 3.5L とした試験区および、灌水量を制限して水分ストレスを与えることを目的として 2.1L とした試験区を設定し、雌花の着生促進効果の比較を行った（表－1）。着生量は目視による 5 段階の指数評価（図－1、「スギ花粉発生源対策推進方針」平成 13 年林野庁長官通知別記 2 を一部改変）とし、2025 年 12 月中旬に行った調査をもとに、系統ごとの着生指数の平均値により比較を行った。なお、雌花数の目安を求めるため、少花粉ヒノキ 18 個体を対象に雌花数を実測した。

表－1 灌水試験区設定

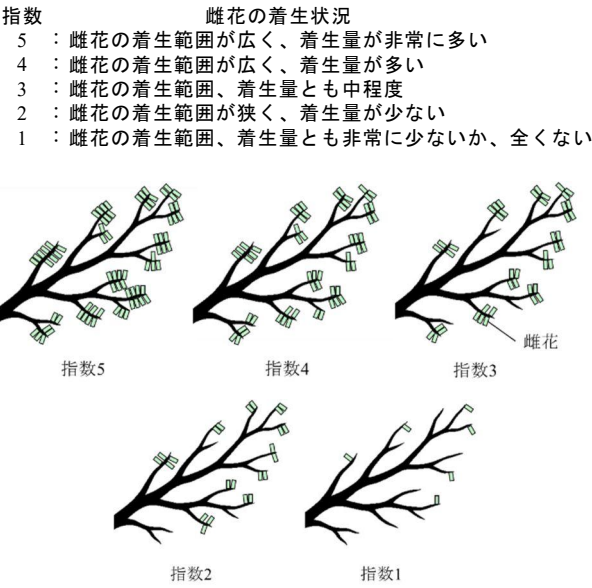
少花粉ヒノキ

	2.1L	3.5L
益田5号	4	4
中10号	5	4
富士6号	3	0
新城2号	8	4
小坂1号	5	4
王滝103号	8	6
西川4号	6	5
北設楽7号	7	4
度会4号	7	5
鯉沢4号	5	4
上松10号	7	5
名賀3号	3	2

エリートヒノキ

	2.1L	3.5L
林育2-142	4	2
林育2-103	5	2
林育2-120	2	2
林育2-122	4	2
林育2-101	3	3
林育2-107	3	2
林育2-121	6	2
林育2-125	4	3
林育2-44	6	2

（数値：調査個体数）



図－1 着生指数評価手法
林野庁（2024）のスギ花粉発生源
対策推進方針を基に作成

2. ジベレリンにおける着花促進効果

エリートスギおよびエリートヒノキを対象に、ジベレリンによる着花促進効果を検討した。スギは住友ジベレリン粉末を 100ppm に希釈し、2023 年 7 月中旬から 8 月初旬にかけて約 10 日ごとに 3 回葉面散布し、2024 年 1 月中旬に雌花の着生数を調査した。エリートヒノキは各系統から標準的な樹勢の採種木を 1 本選抜し、直径 1.0cm 以上の 1 次枝 1 本を対象に表皮を切削し、2023 年 8 月 10 日に住友ジベレリンペーストを塗布してビニールテープで巻き、包埋した。2023 年 12 月から 2024 年 2 月にかけて雌花の着生数を調査し、ジベレリン処理枝と無処理枝（処理枝と同程度のサイズ）を比較した。

3. 効率的な交配方法の検討

自然界では、風により雄花から飛散した花粉が雌花の珠孔液に付着することで交配するが、密閉して外部花粉を遮断した温室内では風の影響が少ない。そのため、温室内に工場扇（図－2）を設置し、人工的に花粉の飛散を促す。

本研究では、さらに花粉銃（㈱アグリ「ニューポーレンダスター」）（図－3）を用いた SMP（Supplemental Mass Pollination）法を併用する試験区を設定し、交配効率の向上を試みた。試験区設定はエリートスギ温室の閉鎖期間である 2024 年 2 月初旬から 3 月末とし、試験区①花粉銃と工場扇の併用、試験区②工場扇のみ、試験区③工場扇とサーキュレータの 3 試験区（図－4）について、2023 年 12 月に実測した雌花数に対する 2024 年 10 月の結実球果数の割合（結実率）をそれぞれ調査した。なお、雌花の存在しない個体や雌花数が極端に少ない個体、試験区①において花粉銃を使用しなかった個体については集計から除外するものとした。

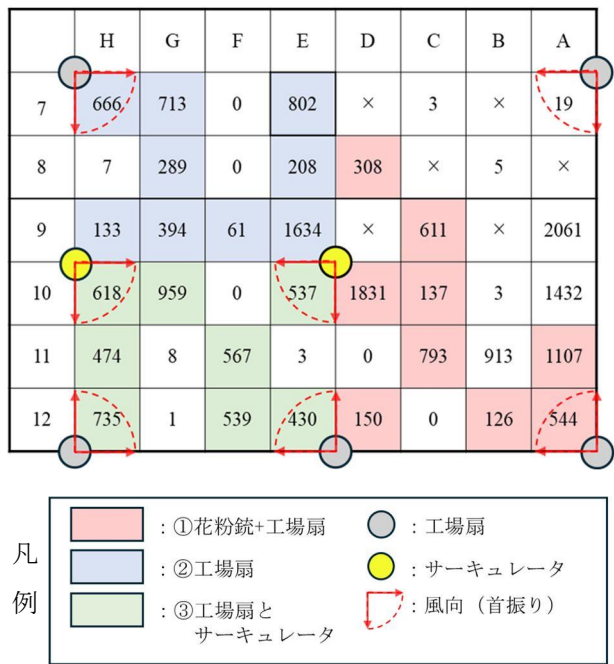


図－2 工場扇



図－3 花粉銃

数値：雌花数 × ：枯損個体

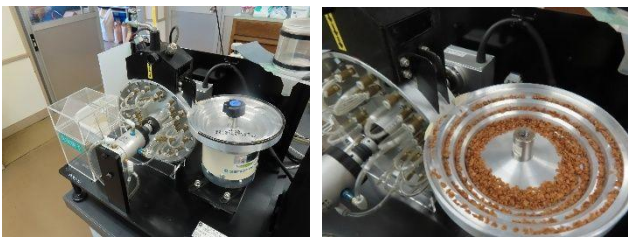


図－4 交配試験区

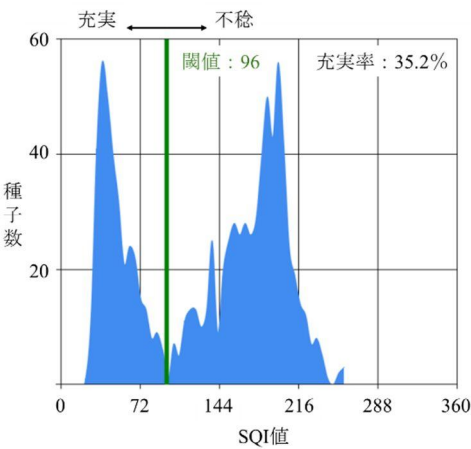
4. 種子充実度および発芽率の検討

温室で採取した種子について、エリートスギは 2024 年に実施した「3. 効率的な交配方法の検討」で述べた交配方法、少花粉ヒノキおよびエリートヒノキは 2025 年に実施した「1. 水分ストレスによる着花促進効果」で述べた水分ストレスが種子充実度および発芽率に及ぼす影響をそれぞれ検討した。

種子充実度の検討には種子選別機（九州計測器 ㈱ FKSQ-10）を用いた（図－5）。種子に近赤外線を照射して、その反射を観測することで発芽に必要な脂質を計測し、SQI 値（Seed Quality Index）として指数化している。充実種子判定の閾値について、スギは 136、ヒノキは 96 とし、閾値より小さい種子を充実種子、大きい種子を不稔種子とした（図－6）。そして、1 個体あたり 1,000 粒の種子を調査し、1,000 粒あたりの充実種子数を充実種子率とした。



図－5（種子選別機および測定状況）



図－6 ヒノキ SQI 測定結果（例）

発芽試験について、個体ごとに採取した種子 300 粒を消毒し、ろ紙を 2 枚敷いた滅菌済シャーレに 100 粒ずつ播種し、3 セットの平均値を個体の発芽率とした。保管は人工気象器（㈱日本医化器械製作所 NC-411HH）により、日中（9 時～17 時）は 30℃で照明を 1,000 lx 程度、夜間は 20℃で照明無し、湿度は昼夜問わず 60%に設定した。養生期間は愛知県の育種要領に従い、スギは播種後 3 週、ヒノキは 4 週経過後の発芽率を測定した。

Ⅲ 結果と考察

1. 水分ストレスによる着花促進効果

少花粉ヒノキおよびエリートヒノキの灌水試験の結果を図-7、少花粉ヒノキの雌花数を実測した結果を図-8 に示す。

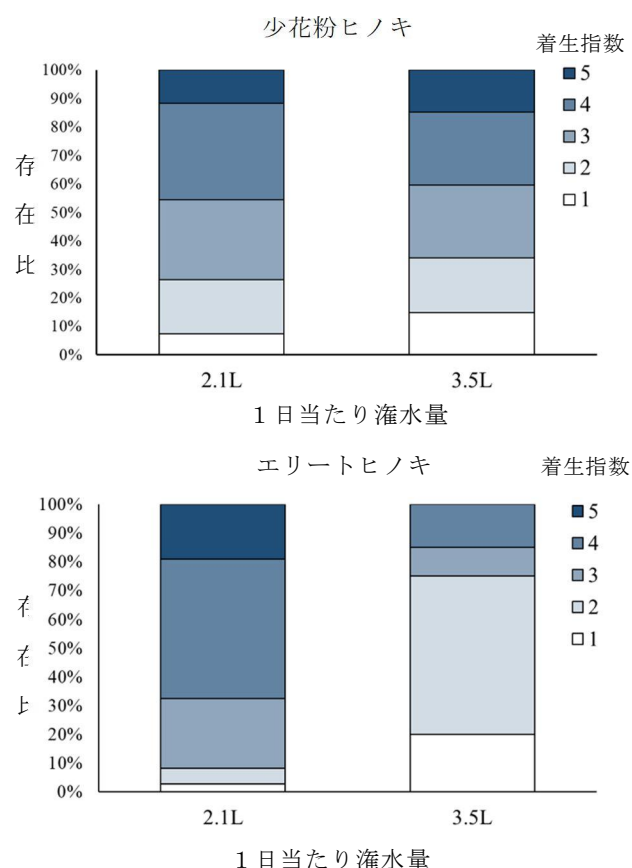


図-7 灌水量別雌花着生指数

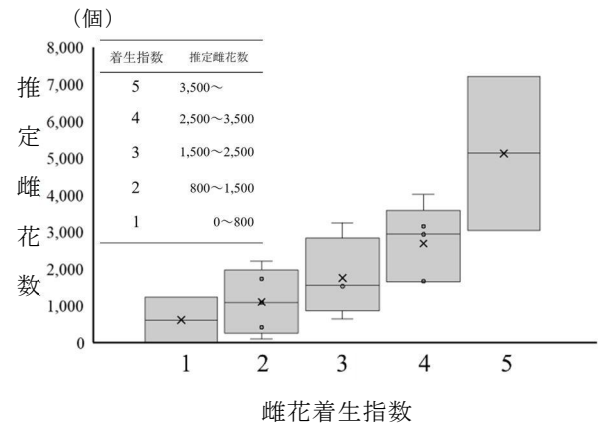


図-8 雌花着生数（少花粉ヒノキ）

少花粉ヒノキについて、2.1L 試験区と 3.5L 試験区共に着生指数が 3 を超える個体が約 70%存在した。灌水量ごとの着生指数に有意な差は見られなかった（tukey 検定、 $p>0.1$ ）ものの、2.1L 試験区でも十分な着生量が得られたことから、灌水に要するランニングコストがより少ないという点で 3.5L 試験区よりも優れていると考えられた。

一方で、エリートヒノキでは灌水量で明確に差が生じた（tukey 検定、 $p<0.01$ ）。存在比を集計した結果、2.1L 試験区では着生指数 3 以上が約 90%を占めていることに対し、3.5L 試験区では約 20%となった。採種木の状態は少花粉ヒノキに近く、樹高 1.5m 程度、植栽後 4 年目であるが、少花粉ヒノキとは大きく異なる結果となった。

図-8 について、少花粉ヒノキを対象に雌花数を実測し、各プロットのレンジから目安を推定した結果、図中の表のとおりとなった。したがって、少花粉ヒノキとエリートヒノキ共に 2.1L 試験区では雌花数が 1,500 個以上と推定される個体がそれぞれ約 70%、約 90%存在することがわかった。

ただし、本来の目的は種子生産であるため、雌花が多ければ種子が多く採れるかという問題についての検討が必要となると考えたため、結果を踏まえて後述の「4. 種子充実度および発芽率の検討」で報告する。

2. ジベレリンにおける着花促進効果

スギについて、ジベレリン葉面散布を行った結果を図-9に示す。

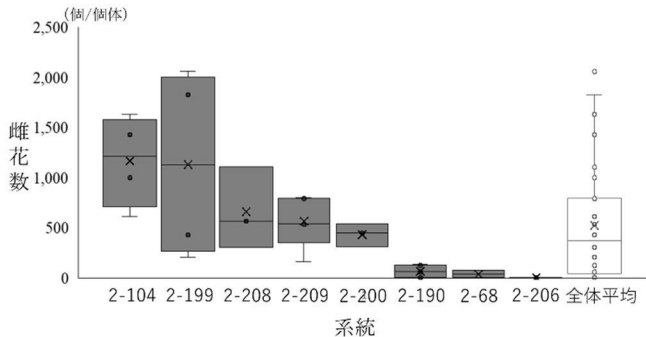


図-9 ジベレリン着花促進（スギ）

ジベレリンによる着花促進の結果、系統間で顕著な差が表れた。最も雌花が着生した 2-104 で平均 1,170 個/個体、最も少ない 2-206 で平均 5 個/個体となり、系統によって雌花着生性の違いがあると考えられる。このことから、雌花着生性の低い系統は採種園から除外して別の系統に切り替えることで採種園全体の種子収量の底上げに繋がることが考えられた。

次に、エリートヒノキについてジベレリンペースト包埋処理による着花促進の結果を図-10に示す。

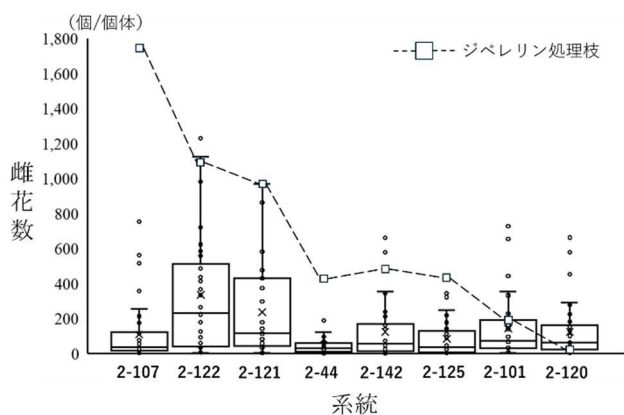


図-10 ジベレリン着花促進（エリートヒノキ）

各系統の 1 枝あたりの雌花数の中央値について、2-122 が 232 個、2-121 が 114 個、その他の系統が

30～70 個となった。これに対し、ジベレリン処理を行った枝の雌花着生数は極端に着生した系統を除いて 5～15 倍程度となり十分な着花促進効果が認められた。しかし、2-120 については無処理枝に比べて著しく低い着生数となり、施用の際に表皮を深く削りすぎたことから枝が弱ってしまった可能性が考えられる。今回の調査により、正確な施用をすることで十分な雌花形成が期待できると考えられたが、温室で管理している各個体についてジベレリンを施用することは一定の労務を要するために作業効率が低い点、枝を切削しすぎると枝が弱ってしまい、枯死に繋がるリスクがある点などから、「1. 水分ストレスによる着花促進効果」による雌花の形成を目指すことが好ましいと考えられる。

3. 効率的な交配方法の検討

スギについて、交配試験を行った結果の一覧を図-11、試験区別の結実率を図-12に示す。

数値：結実率

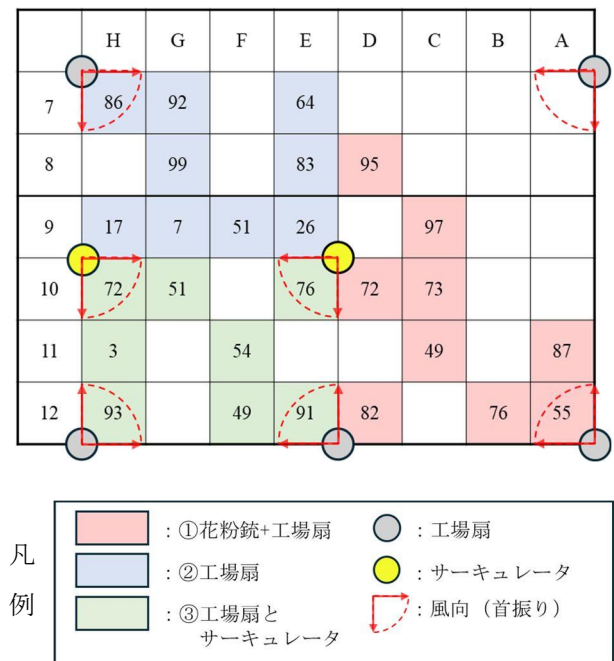


図-11 結実率一覧（スギ）

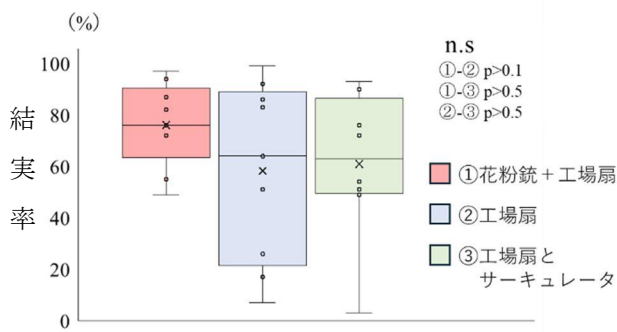


図-12 試験区別結実率（スギ）

図-11 について、工場扇およびサーキュレータに近い個体はほとんどが 70%以上と高水準の結実率となっており、やはり風の影響力が強いことが考えられる。また、工場扇が少ない試験区でも結実率が非常に高い区域があり、雄花の着生量が著しい個体が隣接していたことが一因であると考えられる。

図-12 について、試験区ごとの結実率を集計した結果、個体平均では試験区①が最も結実率が高く、試験区②と③はほぼ同値であった。しかし、試験区①および③では比較的結実率の小さい個体が少なく、50%を下回る個体はほぼ認められなかった。このことから、花粉銃の使用や工場扇を多用することで花粉密度を高くすることは、温室内での交配において効果的であると考えられる。しかしながら、花粉銃を使用した交配方法は安定した結実率を得られる一方で、ある程度まとまりのある雌花群に対して花粉を吹き付ける作業を要し、雌花から珠孔液が噴出する時期も個体によって差があるため、複数日にわたる作業となり多大な労務量となる。参考に、採種木 48 本に対して交配作業に要した回数および時間は 2024 年 3 月 1 日～3 月 13 日の間で 6 回であり、総所要時間は 75 分であった。そのため、可能な限り工場扇のみでの交配が望ましく、工場扇の機能を最大限活用した温室内の風の循環方法や花粉が舞いやすい条件を模索し、安定した結実を維持できる環境を整える必

要があると思われる。

4. 種子充実度および発芽率の検討

「3. 効率的な交配方法の検討」で設定したスギ交配試験区ごとの発芽率について、結果を図-13 に示す。

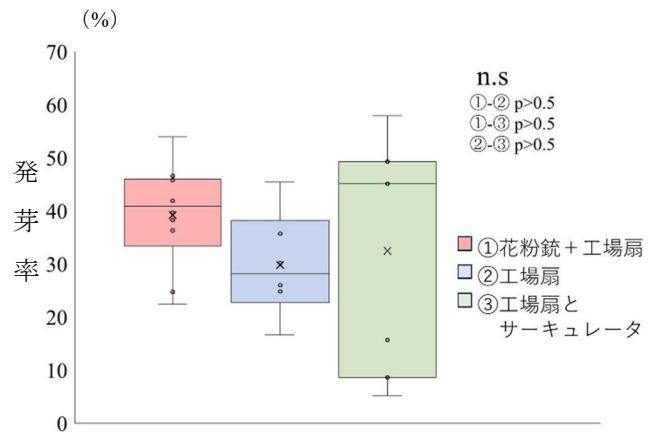


図-13 試験区別発芽率（スギ）

結実率の結果と同様に、平均値では①>③>②の順に発芽率が良好となったが、明確な有意差は認められなかった。なお、結実率と発芽率の相関を検討した結果、自由度調整済決定係数 $R^2=0.057$ となり、明確な相関関係は得られなかった。発芽率などの種子の質には交配方法だけでなく、交配後の水分状況や光環境などの要因が関係している可能性があるため、さらなる検討が必要であると考えられる。

また、図-14 のとおり、発芽率を計測した個体に対して充実種子率を計測した結果、 $R^2=0.9263$ となり、強い相関が表れた。このことから、種子の質を調査するにあたり、閉鎖型採種園で扱うエリートスギの発芽率に代わる指標として充実種子率を扱うことが可能であると考えられる。つまり、種子選別機を用いた充実種子率の計測は長期にわたる発芽試験に代替可能であり、調査労務の省力化に繋がることが示唆された。

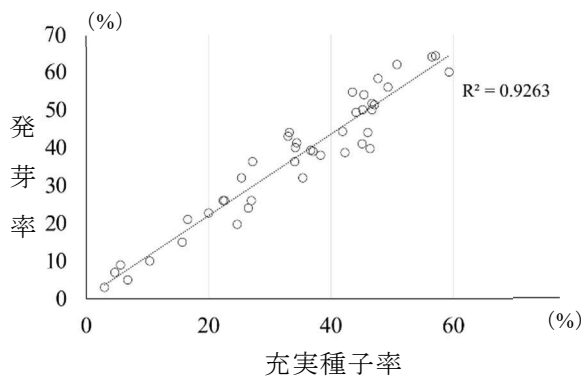


図-14 充実種子率－発芽率（スギ）

次に、少花粉ヒノキおよびエリートヒノキについて、「1. 水分ストレスによる着花促進効果」における灌水試験区ごとの発芽率の結果を図-15に示す。

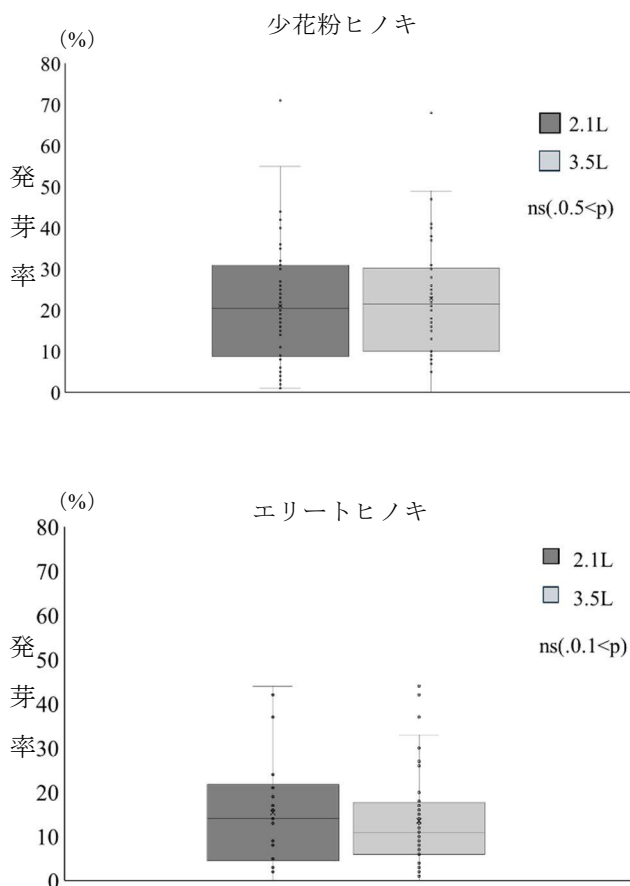


図-15 灌水量別発芽率

灌水量が発芽率に与える影響を調査した結果、少花粉ヒノキとエリートヒノキ共に発芽率に有意な差は認められなかった。スギと同様に、結実後の温湿度等の環境要因が大きい可能性があると考えられた。

また、図-16 のとおり、スギ同様にそれぞれについて発芽率を計測した個体に対して充実種子率を計測した結果、少花粉ヒノキ： $R^2=0.9048$ 、エリートヒノキ： $R^2=0.8559$ 、となり、強い相関が表れた。したがって、ヒノキについても充実種子率が発芽率に代わる種子品質の指標となることが示唆された。

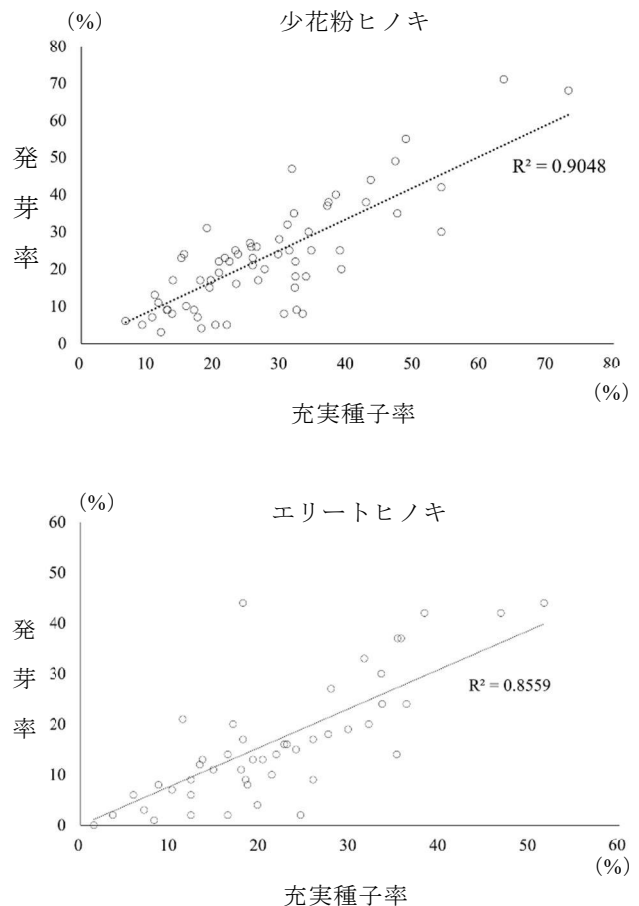


図-16 充実種子率－発芽率（ヒノキ）

ここで、「1. 水分ストレスによる着花促進効果」において提起した雌花が多ければ種子が多く採れるかについて、検討した結果を図-17に示す。

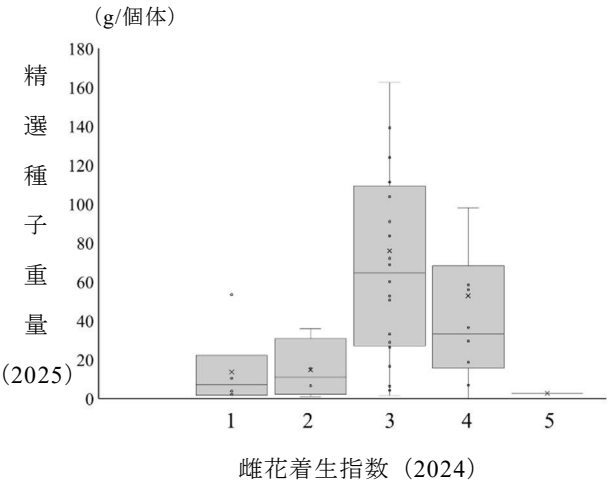


図-17 雌花着生指数別種子重量（エリートヒノキ）

エリートヒノキを対象に、2024 年 12 月に図-1 と同様の手法で調査した雌花着生指数に対する 2025 年 11 月の種子重量を集計したところ、着生指数 3（推定雌花数：1,500～2,500）が最も良好な結果となった。図-7 および図-8 と合わせて考えると、与える水分量を抑えることで雌花の着生促進効果が得られるが、採種木 1 本あたりの種子収量は減ってしまうことが読み取れる。考えられる要因としては、採種木 1 本あたりに蓄えられる養分には限りがあり、多くの雌花が交配したとしても、発芽に足る種子に繋がらないものが多量に存在する点が挙げられる。しかしながら、本考察は仮説に過ぎないため、単年の調査ではなく複数年にわたりデータを蓄積した上で検証を行う必要があると考える。そのため、今後は今回の灌水量による調査を継続し、雌花の着生と種子生産量の両立を目指した効率的な種子生産手法を確立する必要があると考える。

IV まとめ

総括として、スギ・ヒノキそれぞれについて表

ー2、表-3、表-4 に過去 3 年間における種子生産量を示す。

表-2 種子収量表（エリートスギ）

年度	種子収量 (g)	個体あたり収量 (g/個体)	100粒重 (g)	発芽率 (%)
2025	680.6	23.6	0.218	15.3
2024	878.8	25.8	0.217	34.1
2023	701.6	15.6	0.189	—

表-3 種子収量表（少花粉ヒノキ）

年度	種子収量 (g)	個体あたり収量 (g/個体)	100粒重 (g)	発芽率 (%)
2025	6339.6	63.4	0.194	21.8
2024	62.3	1.27	0.138	0.8
2023	377.5	7.26	0.139	32.5

表-4 種子収量表（エリートヒノキ）

年度	種子収量 (g)	個体あたり収量 (g/個体)	100粒重 (g)	発芽率 (%)
2025	2516.7	39.9	0.179	14.3
2024	109.0	1.5	0.105	0.9
2023	—	—	—	—

今回の調査により、温室内で植栽後 3 年以上が経過した採種木に対し、水分ストレスやジベレリンの施用による着花促進効果が極めて有効であることが考えられた。

スギは夏季にジベレリンを葉面散布し、交配期に花粉銃や工場扇を用いることで一定の結実率が得られることから、温室における安定的な種子生産体制が概ね可能となったと考えられる。

ヒノキは枝へのジベレリンペースト包埋処理により雌花着生量が増加することが認められたが、

1 日当たりの灌水量を抑える水分ストレスによる手法がより労務量を少なく簡便に作用させることが可能であると認められた。しかしながら、精選種子重量との関係を検討した結果、雌花着生指数との比例関係は認められず、着生指数 3 が最も種子量が得られる結果となった。

このように、スギは安定した種子生産体制を確立しつつあるが、ヒノキの種子生産体制の確立には未だに課題が多い。表-3 および表-4 のとおり、2025 年度に十分な種子生産量が得られたことから、2025 年度の試験結果および管理体制を基準とし、今後もデータを蓄積して安定的な種子生産技術の確立を目指す必要があると考える。また、ヒノキの種子収量には豊凶の波があるとされており（野口ら 2026）、連年で安定した種子収量を得るためには採種区と休眠区のようなローテーションサイクルを設定し、凶作年に対応した環境構築も検討すべき課題となると考えられる。今後もエリートツリー由来の苗木の需要は増えていくことが予想されるため、これらの諸課題の解決に向けて、研究を進めていきたい。

林野庁（2020）特定母樹指定基準 URL : <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/kanbatu/attach/pdf/boju-9.pdf>

引用文献

- 狩場晴也（2023）エリートツリーの種苗生産技術に関する研究. 愛知林セ報 60 : 1-20
- 野口麻穂子・酒井武・倉本恵生・大谷達也・稲垣善之・齋藤智之・高橋利彦（2026）天然林におけるヒノキの種子生産量とカメムシ類および種子寄生蜂による散布前種子捕食の年変動. 日林誌 108 : 43-51
- 橋詰隼人・綱田良夫・福井温信・植木忠二（1970）環状剥皮とジベレリン処理によるヒノキ精英樹クローンの着花促進 日林誌 52 : 191-197

エリートツリーの雄花形成、花粉採取技術に関する研究

2023年度～2025年度

狩場晴也

要 旨

閉鎖型採種園におけるエリートツリーの安定的な花粉確保を目的に、雄花形成技術および花粉採取方法について検討した。ヒノキの夏季灌水試験では、2023年の試験区ごとの平均雄花着生指数は2.1～3.5と毎日および2日毎の灌水で着生量が多くなった。2024年は毎日灌水区2.6に対し2日毎の試験区では1.2、1.4で毎日灌水が有意に高く、花粉採種木が成長すると花粉採種に適した灌水頻度が変わることが明らかとなった。屋外試験では乾燥区2.4、湿潤区3.3となり湿潤区が高値を示し、pF2.2程度での灌水が適切と判断された。スギではGA処理区が4.0、対照区1.5でGA処理による雄花着生促進効果が確認された。

花粉採取に関して、スギのハウス内開花ピークは2023年3月6日（84%）、2024年3月4日（77%）、2025年3月10日（84%）であった。花粉量100個/cm²・日以上期間は屋外よりハウス内が最大1週間早く、1000個/cm²以上の日数もハウス内の方が長期で安定していた。ヒノキでは完全閉鎖が高温多湿を引き起こし花粉飛散を阻害したため、閉鎖方法について検討したところ3面閉鎖で湿度を低下させる方法が有効だった。2025年の各棟の花粉採取量は3～54gで、4月上旬での3面閉鎖、空調を使用した完全閉鎖のハウスで採取効率が高くなった。

I はじめに

本県では、閉鎖型採種園を整備し、エリートツリー同士で交配させ、より優れた遺伝子を持つ種子の生産に向けて取り組んでいる。交配させるためには雌花に受粉させるための花粉を必要量確保する必要があるが、本県でエリートツリーの花粉を採取できるのは、現在、閉鎖型採種園のみであり、本格的に種子生産を行っていくためには、雄花の着花量を増やし、効率的に花粉を採取していく必要がある。

そこで、本研究では、閉鎖型採種園での種子生産のため、雄花形成に適した灌水技術を開発すること、形成された雄花から花粉を効率的に採取する方法について検討することを目的とした。

II 方法

1. 雄花形成技術の開発

(1) 夏季における灌水方法の検討

ヒノキの閉鎖型採種園で交配する際に必要な量の花粉を確保するため、雄花の着生に適した灌水条件について検討した。狩場（2023）では、6月から8月にかけて灌水間隔を4日毎に変更することで雄花の着生が促進されたため、本試験でも2023年～2025年にかけて同期間に異なる灌水条件の試験区を設定し、雄花の着生量を調査した。閉鎖型採種園で緑化木用培土（三河ミクロン（株）社製）を充填した農業用収穫コンテナ（サンテナーB#50（三甲（株）社製）（以下、根域制御コンテナ）に1～3年生つぎ木苗を移植して3年目（2023

Haruya KARIBA: Studies on Male Flower Formation and Pollen Collection Techniques in Elite Trees

本論文の一部は、第14、15回中部森林学会大会（2024、2025）で発表した。また、森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター委託事業「花粉症対策品種の円滑な生産支援事業のための調査委託業務」および林木育種センターと共同で「森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策補助金等のうちエリートツリー等の原種増産技術の開発事業」の中で実施した。

年時点)の採種木を対象に、2023年6月1日から8月24日まで、2024年6月3日から9月2日まで、2025年6月2日から9月30日までにおいて、表-1～3のように異なる灌水間隔、灌水量の試験区を設定して採種木の管理を行い、同年12月から翌年1月に雄花の着生状況の調査を行った。調査対象木は、2023年はエリートツリーのヒノキ(以下、エリートヒノキ)9系統82本、2024年はエリートヒノキ9系統75本、2025年はエリートヒノキ9系統70本、少花粉ヒノキ12系統117本(表-4～7)。雄花の調査は、採種木を上部、中部、下部に分け(図-1)、各部位の雄花着生範囲および着生量を目視し1～5の指数評価を行った。指数には、林野庁のスギ花粉発生源対策推進方針別記2雄花着花性に関する特性調査要領(ヒノキ)を適用し(表-8)、各部位の指数評価を平均して個体あたりの雄花着生指数とした。

表-1 2023年6月1日から8月24日の期間における灌水条件及び肥料構成

試験区	灌水間隔	灌水量 (L/日)	液体肥料の構成 N:P:K
A1	毎日	2.1	14:11:13
B1	毎日	2.1	6:20:13
A2	2日毎	2.1	14:11:13
A4	4日毎	2.1	14:11:13

表-2 2024年6月3日から9月2日の期間における灌水条件及び肥料構成

試験区	灌水間隔	灌水量 (L/日)	液体肥料の構成 N:P:K
A1	毎日	2.1	14:11:13
A2 (6-7)	2日毎 (8月は毎日)	2.1	14:11:13
A2 (7-8)	2日毎 (6月は毎日)	2.1	14:11:13

A2の()は6月から8月など2日毎の灌水にした月を示す(それ以外の月は毎日灌水)。

表-3 2025年6月2日から9月30日の期間における灌水条件及び肥料構成

試験区	灌水間隔	灌水量 (L/日)	液体肥料の構成 N:P:K
2.1L	毎日	2.1	14:11:13
3.5L	毎日	3.5	14:11:13

表-4 2023年の灌水試験で使用したエリートヒノキ

系統	本数			
	A1	B1	A2	A4
2-44	4	3	2	3
2-101	2	3	1	2
2-103	3	3	3	2
2-107	1	3	1	2
2-120	2	2	2	3
2-121	3	2	3	1
2-122	3	2	2	2
2-125	2	3	1	2
2-142	3	2	3	1

表-5 2024年の灌水試験で使用したエリートヒノキ

系統	本数		
	A1	A2 (6-8)	A2 (7)
2-44	5	3	3
2-101	5	1	1
2-103	5	2	3
2-107	4	2	1
2-120	4	1	3
2-121	5	3	0
2-122	5	2	0
2-125	4	2	3
2-142	4	3	1

A2の()は6月から8月など2日毎の灌水にした月を示す(それ以外の月は毎日灌水)。

表－6 2025年の灌水試験で使用した

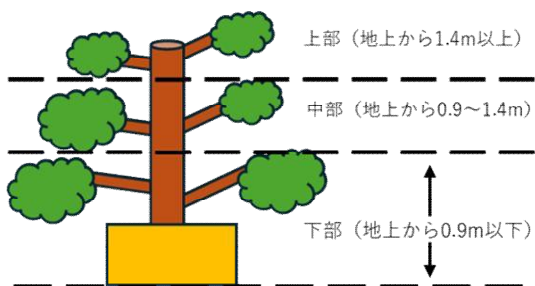
エリートヒノキ

系統	本数	
	2.1L	3.5L
2-44	6	4
2-101	3	4
2-103	5	4
2-107	3	3
2-120	2	2
2-121	6	3
2-122	4	3
2-125	4	5
2-142	5	4

表－7 2025年の灌水試験で使用した

少花粉ヒノキ

系統	本数	
	2.1L	3.5L
富士6	3	
名賀3	4	3
鯉沢4	5	4
中10	5	4
小坂1	5	4
益田5	5	4
度会4	6	5
北設楽7	7	4
新城2	8	4
上松10	7	5
西川4	6	5
王滝103	8	6



図－1 着生指数調査時の採種木の部位と高さ

表－8 雄花着生指数

林野庁（2024）のスギ花粉発生源対策
推進方針を基に作成

指数	雄花の着生状況
5	雄花の着生範囲が広く、着生量が非常に多い
4	雄花の着生範囲が広く、着生量が多い
3	雄花の着生範囲、着生量とも中程度
2	雄花の着生範囲が狭く、着生量が少ない
1	雄花の着生範囲、着生量が非常に少ないか、全くない

(2) 屋外個体に対する雄花形成技術の検討

ヒノキ閉鎖型採種園では、ハウス内の採種木の雄花から飛散する花粉による交配のほかに、花粉を回収し花粉銃で雌花に吹きかけるSMP（Supplemental Mass Pollination）を実施している。SMPに使用する花粉を屋外で管理する採種木から回収することを目的に、屋外個体に対する雄花形に適した灌水条件の検討を行った。根域制御コンテナに植栽して4年目のエリートヒノキ2系統12本、少花粉ヒノキ1系統6本に対して2025年6月9日から8月3日の期間において、乾燥区、湿潤区と2つの灌水条件の試験区を設定して採種木を管理し（表－9）、同年12月に（1）と同様の方法で着生量の指数評価を行った。系統、試験区ごとに1個体以上の培土に土壤水分計DM-8（（株）竹村電機製作所社製）を設置して毎日午前9時から10時頃の土壤pF値を計測し（図－2）、pF値が乾燥区で毛管連絡切断点2.7（戸田 2007）近辺として2.6以上、対照区でほ場容水量1.7と毛管連絡切断点との中間である2.2以上になった場合に根域制御コンテナの底部から水が流出するまで灌水を行った。

表－9 2025年6月9日から8月3日までの屋外個体の灌水条件及び使用したヒノキ採種木の系統

系統	本数	
	乾燥区 (pF値2.6以上で灌水)	湿潤区 (pF値2.2以上で灌水)
2-120	3	3
2-121	3	3
名賀3	3	3



図－2 土壌pF値の測定状況

(3) ジベレリン処理による着花促進効果の検証
エリートツリーのスギ（以下、エリートスギ）
閉鎖型採種園で交配する際に必要な花粉を確保するため、ジベレリン葉面散布処理（以下、GA処理）による雄花の着花促進効果について検証した。閉鎖型採種園において2025年時点で根域制御コンテナに植栽して5年目のスギ採種木12系統90本を対象にGA処理を実施する試験区（以下、GA区）と実施しない試験区（以下、対照区）を設定し、同年12月に雄花の着生状況を調査した（表－10）。GA処理は、ジベレリン水溶液（100ppm）の葉面散布を2025年は7月中旬から8月上旬にかけておよそ10日間隔で3回行った。雄花の着生状況は、(1)、(2)と同様の指数評価で行った。

表－10 2025年のGA試験で使用したエリートスギ

系統	GA区	対照区
2-38	2	6
2-52	1	
2-104	5	5
2-117	4	4
2-140	4	
2-189	5	
2-190	5	6
2-199	4	3
2-200	1	7
2-206	5	6
2-208	6	6
2-209	1	4

2. 花粉採取方法の検討

(1) 雄花の開花フェノロジー調査

閉鎖型採種園で交配を行うためには、ハウス内で着生した雄花が開花し花粉が飛散する必要がある。SMPを実施する場合は掃除機等で雄花から花粉を採取する必要がある。交配期におけるハウス内の環境は屋外とは異なり、開花および花粉の飛散（以下、花粉飛散）時期が屋外とずれる可能性がある。そこで、ハウス内での交配および花粉採取時期を明らかにするため、雄花の開花フェノロジー調査および花粉量の調査を行った。

閉鎖型採種園のエリートスギの開花フェノロジー調査を2023年、2024年、2025年のハウス閉鎖時期である2月から3月にかけて行った（図－3）。2023年は9系統27個体81箇所、2024年は9系統26個体77箇所、2025年は7系統21個体57箇所を対象に1週間に3回程度（月、水、金曜日）雄花の開花および飛散する花粉の有無を目視で確認した（表－11、図－4）。また、花粉量の調査を2024年および2025年に行った。フェノロジー調査と同期間においてISロータリー型花粉捕集器またはパイプ椅子の上に置いたシャーレにワセリンを塗布したスライドガラスを設置し（図－5）、24時間後に回収して顕微

鏡を用いて1.8cm四方あるいは0.9cm四方の範囲に付着したスギまたはヒノキの花粉数を計数し、計数した範囲の面積から単位面積あたりの花粉数を算出した（図－6）。スギ閉鎖型採種園では2024年に6箇所、2025年に2箇所、対照として閉鎖型採種園すぐ近くの屋外に1箇所で行い、調査期間中スライドガラスの設置、回収は週2回の頻度で行った（図－7、表－12）。

年	棟名	種類	2月	3月	4月
2023	A	少花粉 ヒノキ		3/10	
	B	少花粉 ヒノキ		3/10	
	D	エリート ヒノキ		3/10	
	C	エリート スギ	2/2		4/6
2024	A	少花粉 ヒノキ	2/26		3/26
	B	少花粉 ヒノキ			3/26
	D	エリート ヒノキ	2/26	3/6	3/26
	F	エリート ヒノキ			3/26
2025	C	エリート スギ	2/13		3/29
	A	少花粉 ヒノキ			4/2
	B	少花粉 ヒノキ	2/3		
	D	エリート ヒノキ		3/7	
	F	エリート ヒノキ	2/3		
	H	エリート ヒノキ		2/27	4/4
	C	エリート スギ	2/3		3/28

完全閉鎖

4面閉鎖

3面閉鎖

空調

全面開放

図－3 2023年から2025年の交配期における閉鎖型採種園の閉鎖状況
表中記載の日付は閉鎖を実施した日。
閉鎖方法については2（2）で後述

表－11 2023年から2025年にけるエリートスギの雄花開花フェノロジー調査に使用した個体及び調査個所数

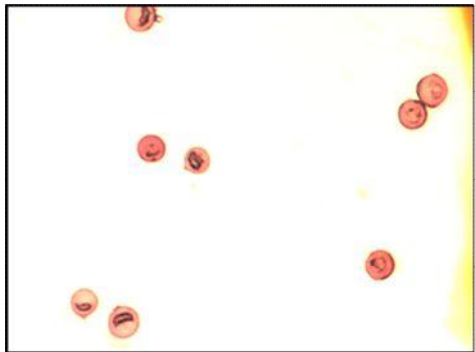
系統	2023年		2024年		2025年	
	個体数	調査個所数	個体数	調査個所数	個体数	調査個所数
2-68	3	9	3	9		
2-71	3	9	1	3		
2-104	3	9	3	9	3	9
2-190	3	9	3	9	3	8
2-199	3	9	3	8	3	9
2-200	3	9	3	9	3	8
2-206	3	9	3	9	3	8
2-208	3	9	3	9	3	8
2-209	3	9	4	12	3	7



図－4 スギ雄花の開花状況



図－5 スライドガラスの設置状況
aは遠景（②はISロータリー型花粉捕集器）。bはISロータリー型花粉捕集器での近景。
cはパイプ椅子での近景

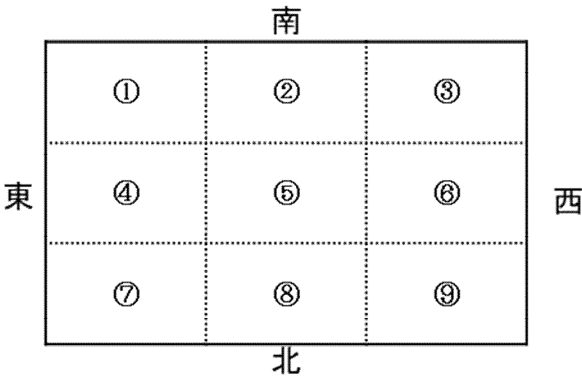


図－6 顕微鏡で見たスギ花粉

表－12 花粉量調査のスライドガラスの設置位置

種類	棟名	2024年	2025年
少花粉 ヒノキ	A	⑤（1箇所）	⑤（1箇所）
	B	⑤（1箇所）	⑤（1箇所）
エリート スギ	C	③（1箇所） ⑧（2箇所） ⑨（3箇所）	①（1箇所） ⑦（1箇所）
エリート ヒノキ	D	⑤（1箇所）	④（1箇所） ⑤（1箇所） ⑥（1箇所）
	F	⑤（1箇所）	④（1箇所） ⑤（2箇所） ⑥（1箇所）
	H		⑤（1箇所）
屋外 （対照区）		1箇所	

2024年C棟⑥の1箇所、2025年F棟⑤の1箇所及び屋外はISロータリ型花粉捕集器でそれ以外はパイプ椅子



図－7 ハウス内のスライドガラス設置位置
模式図

(2) ヒノキハウスにおける閉鎖方法の検討

2 (1) と同様にヒノキ閉鎖型採種園でも開花フェノロジー調査を2023年に実施する中で、スギとは異なり調査箇所のうち花粉飛散の割合が低く、雄花にカビが発生する状況が確認された(図－8)。ヒノキは開花フェノロジー等スギとは異なり、スギと同様の閉鎖方法では湿度等の影響でハウス内での花粉飛散ならびに交配が困難である可能性があるため、ヒノキハウスの適切な閉鎖方法の検討を行った。

2023年は3月10日から4月末の期間においてハウスの側面および妻面の4面の全面をビニールで覆い、ビニール端部を目張りしていた(図－3、9 以下、完全閉鎖)。2024年は開放面の必要性について検討するため、ヒノキ閉鎖型採種園について3月上旬に4面をビニールで覆うが目張りをしない状態(以下、4面閉鎖)、4面のうち片側妻面の出入口をビニールで覆わない状態(以下、3面閉鎖)、閉鎖をしない状態(以下、全面開放)と異なる条件で管理し、これらを3月26日から4月末まで完全閉鎖にし、各ハウスの温度および湿度をハウス中央部に設置したあぐりログ(株式会社IT工房Z社製)で記録した。

2025年は適切なハウス閉鎖時期について検討するため、3面閉鎖の状態にする時期が2月上旬、3

月上旬、4月上旬と異なる条件で管理した。外部花粉の侵入を軽減するため、開放面の網戸部分に網戸用花粉フィルターナノキャッチフィルター（(株)サンエス社製）を貼り付け、扇風機でハウス内から屋外への排気を行った（図-10）。また、空調機器の利用による花粉採取についても検討するため、2月末から3月末の期間に完全閉鎖し、期間中空調機LFFYP224A（ダイキン工業（株）社製）を20℃自動設定で稼働させ（図-11）、4月から全面開放を行うハウスも設けた。試験期間中、ハウスの温度および湿度をあぐりログで記録し、花粉飛散が認められた場合は極力掃除機で花粉を採取し精製後の花粉重量を計測した（図-12）。

ヒノキでも開花フェノロジー調査を2023年～2025年に行った。2023年はエリートヒノキ9系統26個体66箇所、少花粉ヒノキ12系統30個体68箇所、2024年はエリートヒノキ9系統56個体161箇所、少花粉ヒノキ4系統17個体37箇所、2025年はエリートヒノキ9系統31個体93箇所、少花粉ヒノキ6系統30個体85箇所を行った（表-13～18）。花粉量調査も2024年に4ハウス4箇所、2025年に5ハウス10箇所を行った。



図-8 ヒノキ閉鎖型採種園の雄花に発生したカビ



図-9 完全閉鎖をしたハウス



図-10 3面閉鎖の開放面
網戸の部分に花粉フィルターを貼り、
扇風機で排気している。

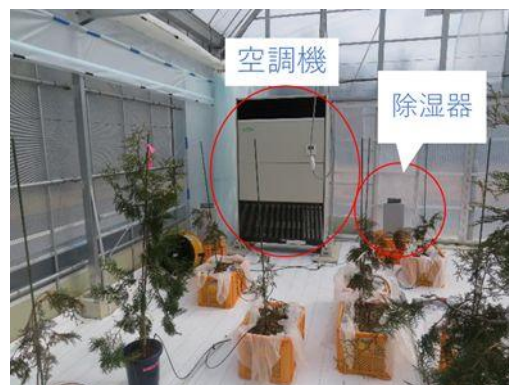


図-11 H棟の空調機および補助的に使用した家庭用除湿機



図-12 採取した花粉の計測

表-13 2023年の雄花フェノロジー調査
を行ったエリートヒノキ

系統	D棟	
	個体数	調査 個所数
2-44	3	7
2-101	3	9
2-103	1	1
2-107	4	10
2-120	3	7
2-121	3	7
2-122	3	9
2-125	3	7
2-142	3	9

表-15 2024年の雄花フェノロジー調査
を行ったエリートヒノキ

系統	D棟		F棟	
	個体数	調査 個所数	個体数	調査 個所数
2-44	3	9	3	9
2-101	3	9	3	7
2-103	3	9	3	8
2-107	3	9	3	9
2-120	3	9	3	9
2-121	3	9	3	9
2-122	3	9	3	9
2-125	4	12	4	9
2-142	3	9	3	8

表-14 2023年の雄花フェノロジー調査
を行った少花粉ヒノキ

系統	A、B棟	
	個体数	調査 個所数
富士6	3	7
名賀3	3	9
鯉沢4	3	8
中10	3	6
小坂1	1	1
益田5	3	7
度会4	3	7
北設楽7	1	3
新城2	3	5
上松10	3	7
西川4	3	5
王滝103	1	3

表-16 2024年の雄花フェノロジー調査
を行った少花粉ヒノキ

系統	A棟		B棟	
	個体数	調査 個所数	個体数	調査 個所数
名賀3			3	8
中10	3	6		
益田5	3	7	3	4
度会4	2	5	3	7

表-17 2025年の雄花フェノロジー調査
を行ったエリートヒノキ

系統	D棟		F棟	
	個体数	調査 個所数	個体数	調査 個所数
2-44	1	3	3	9
2-101			3	9
2-103	1	3	3	9
2-107			3	9
2-120	1	3	3	9
2-121	1	3	3	9
2-122	1	3	3	9
2-125	1	3	3	9
2-142			1	3

表-18 2025年の雄花フェノロジー調査
を行った少花粉ヒノキ

系統	A棟		B棟	
	個体数	調査 個所数	個体数	調査 個所数
益田5	2	6	3	9
北設楽7	3	9	5	13
新城2	4	12	2	6
上松10	2	6	2	6
西川4	2	6	1	3
王滝103	2	5	2	4

Ⅲ 結果と考察

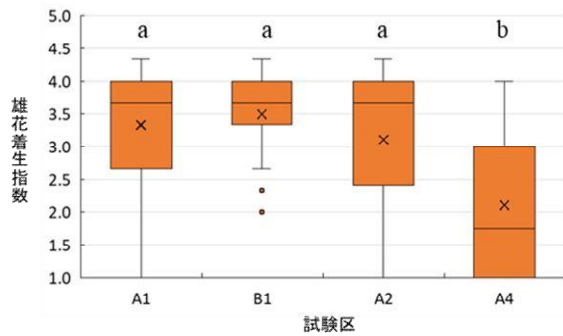
1. 雄花形成技術の開発

(1) 夏季における灌水方法の検討

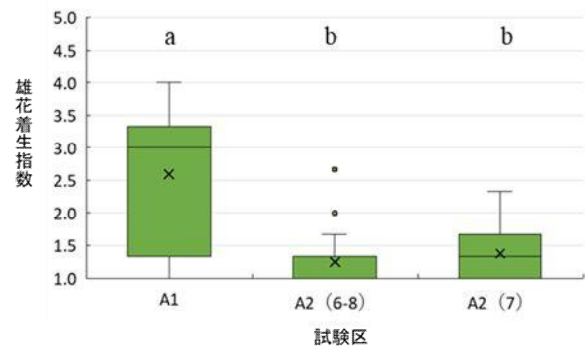
エリートヒノキの2023年における試験区ごとの平均着生指数は、A1、B1、A2、A4の順に3.3、3.5、3.1、2.1となり、R（R Core Team 2024 Ver.4.3.3）を用いてTukey-Kramer法による多重比較（以下、多重比較）を行ったところ、A1とA4、B1とA4、A2とA4間で有意な差があった（図-13）。2024年における試験区ごとの平均着生指数は、A1、A2（6-8）、A2（7）の順に2.6、1.2、1.4となり、多重比較の結果A1とA2（6-8）、A1とA2（7）で有意な差があった（図-14）。2025年における試験区ごとの平均着生指数は灌水量2.1L、3.5Lの順に3.2、2.9となり、有意な差は認められなかった（図-15）。狩場（2023）では、毎日や2日毎よりも4日毎の灌水の方で雄花着生量が多くなったのに対し、本試験では、2023年は4日毎より毎日か2日毎、2024年は2日毎よりも毎日の方で雄花着生量が多くなり、年数が経過するごとに灌水頻度が多い方が良好な結果が得られるようになった。狩場（2023）の試験では、根域制御コンテナに植栽して2年目の採種

木が使用されており、本試験では2023年で植栽3年目、2024年で植栽4年目の採種木を対象としている。採種木の植栽後の年数の経過によって樹体サイズが増大し、灌水頻度が植栽当初より多くしても乾燥ストレスがかかるようになり雄花着生が促進されたと考えられる。逆に2024年試験において2日毎の試験区で落葉が激しい個体や枯死する個体も見られたことから、樹体サイズが大きくなった採種木には過度の乾燥ストレスを与えないようこまめに灌水するよう注意が必要と考えられる。次に、各年の雄花着生量が多かった試験区（2023年はA4以外の3試験区、2024年はA1試験区、2025年は2.1L、3.5Lの両試験区）についてまとめて集計し系統ごとに見ると、平均着生指数は図-16のとおりで2-122、2-120や2-121は安定して着生指数が高く、2-103は全体的に低く、ある程度系統間で着生量に差があると考えられた。

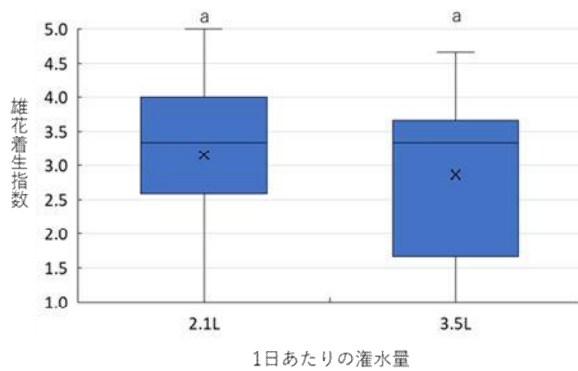
少花粉ヒノキの2025年における試験区ごとの平均着生指数は、2.1、2.0となりエリートヒノキよりも着生量が少なく、試験区間で有意な差は見られなかった（図-17）。名賀3号は個体間差が激しく、王滝103号は全体的に着生量が少なくなった。



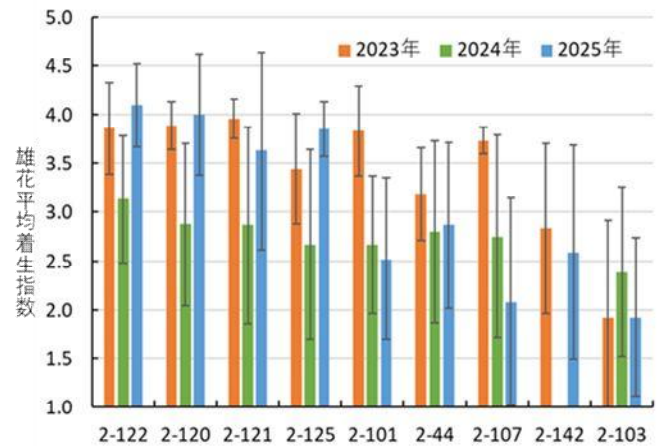
図－13 2023年における灌水条件ごとの雄花着生指数
符号を共有しない群間に5%水準の有意差あり



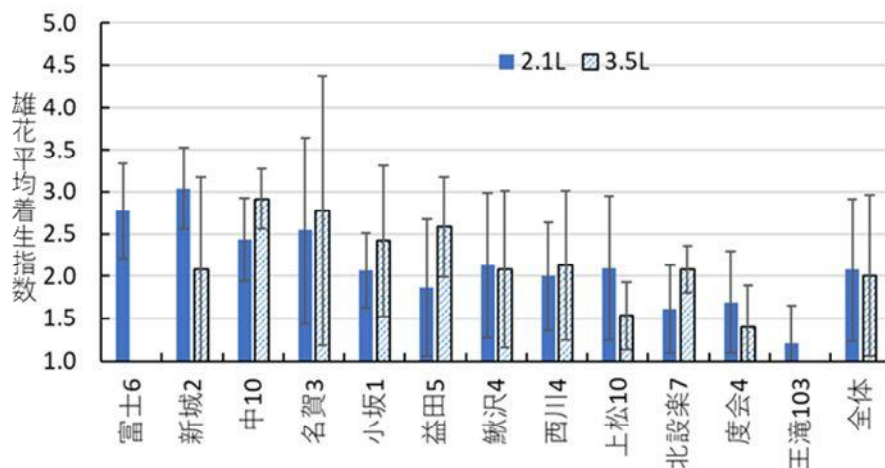
図－14 2024年における灌水条件ごとの雄花着生指数



図－15 2025年における灌水条件ごとの雄花着生指数



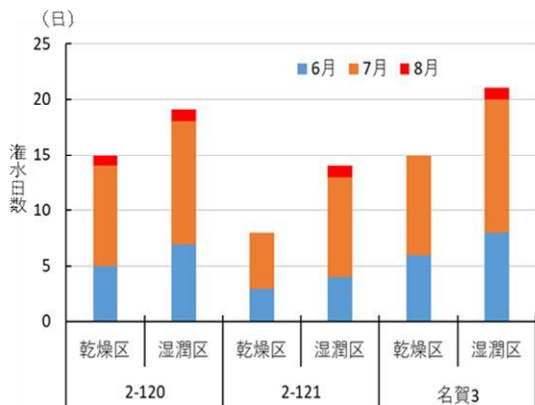
図－16 各年における着生指数が高い試験区での系統ごとの平均着生指数
エラーバーは標準偏差を示す



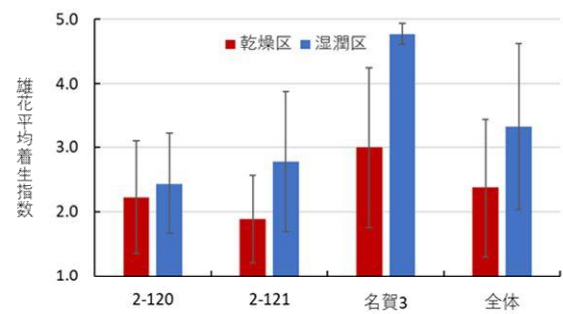
図－17 2025年における少花粉ヒノキの雄花平均着生指数

(2) 屋外個体に対する雄花形成技術の検討

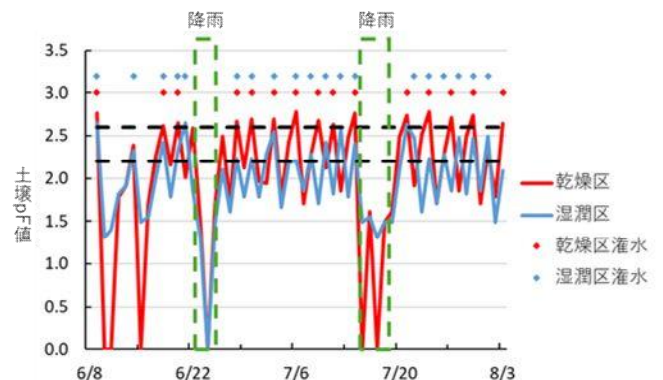
試験期間における実際の灌水回数は、乾燥区で8～15回、湿潤区で14～21回となった（図－18）。平均着生指数は、乾燥区2.4、湿潤区3.3となり（図－19）、Rを用いて着生指数を目的変数、試験区および系統を説明変数として2元配置分散分析を行ったところ、試験区間での有意差は見られなかったが、湿潤区の方で着生量が多い傾向は見られた。また、秋頃に採種木を確認したところ、乾燥区の方が湿潤区よりも葉の枯れる範囲が広い個体が多く見られた。これらのことから、屋外の根域制御コンテナで管理する採種木でも安定した花粉採取を行うためには、1. (1)と同様に過度な乾燥ストレスがかからないように灌水を行うべきだと示唆された。灌水間隔の目安として、灌水回数を試験日数で割ると湿潤では3～4日程度となるが、図－20のように降雨が続くと灌水を要しない日が続くので、降雨があれば灌水間隔を空けて良く、晴天が続く場合は2日毎あるいは毎日灌水が望ましいと考えられる。



図－18 ヒノキ屋外個体への灌水日数



図－19 ヒノキ屋外個体の平均雄花着生指数



図－20 ヒノキ屋外個体（2-120）の土壌pH値
および灌水日
緑破線部は3日以上連続で降雨の
あった期間

(3) ジベレリン処理による着花促進効果の検証

試験区ごとの平均着生指数は、GA区4.0、対照区1.5となり、Rでの一元配置分散分析の結果、有意な差が確認された（図－21）。狩場（2023）でもGA処理によるスギ雄花の着生促進は確認されていることから、スギ閉鎖型採種園での着花促進手法としてGA処理が確実に効果が大きいと考えられる。また、GA処理区の個体について系統間の有意差は見られず、愛知県で現在管理している系統からは十分に花粉が得られることが分かった。

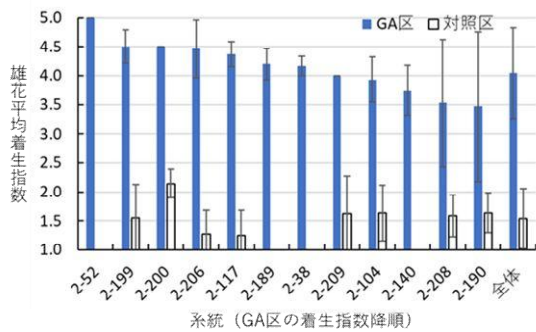


図-21 2025年におけるエリートスギの
雄花平均着生指数

2. 花粉採取方法の検討

(1) 雄花の開花フェノロジー調査

エリートスギについては、2023 年は、2 月 17 日から調査期間最終日の 3 月 29 日まで雄花の開花が確認され、ピークは 3 月 6 日で全体の 84% だった (図-22)。系統ごとに見ると、2 月 17 日に 2-68 と 2-199 の 2 系統で確認でき、2 月 20 日には 6 系統に増加した。最も遅かったのは 2-200 と 2-206 の 3 月 1 日で早い系統と約 2 週間の差があった。2024 年は、2 月 16 日から 3 月 22 日まで開花が確認され、ピークは 3 月 4 日で全体の 77% だった。最も早く確認できた系統は 2-208 であり、2 月 19 日には前年早かった 2-68 と 2-199 を含めた 4 系統に増加した。最も遅かったのは 2 月 28 日の 2-71 だった。2025 年は、2 月 19 日から調査期間最終日の 3 月 31 日まで開花が確認され、ピークは 3 月 10 日で全体の 84% であり、前の 2 年より数日遅れて推移していた。最も開花が早かった系統は 2-104 で、2 月 25 日に 2-199、2-208 を含めた 4 系統に増加した。2023 年と同様に最も遅かったのが 2-206 で 3 月 10 日であり、2-200 も 3 月 7 日と 2 番目に遅い系統だった。平ら (1992) によると、スギ雄花の発育限界温度は 0.17°C で有効積算温度は $184^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 、雄花の休眠打破は平均気温が 6°C 以下の日が 3 日続き、その後に最高気温 10°C 以上の日が 2 日以上続いた時に生じたとしている。発育限

界温度 0.17°C 、有効積算温度 $184^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ を用いて上で述べた各年の開花日から逆算すると、2023 年は 1 月 20 日、2024 年は 1 月 23 日、2025 年は 2 月 2 日頃に休眠が打破され雄花の成長が始まると予想される (図-23)。2023 年は 1 月 14 日、15 日、2024 年は 1 月 19 日、21 日、2025 年は 2 月 1 日、3 日に平均気温 10°C を上回る暖かい日があり (図-24)、予想した成長開始日の数日前であることから、本県の閉鎖型採種園では、屋外の平均気温 10°C を上回る日が続いた数日後から有効温度を積算することで開花日を予測できると考えられる。また、各年のピーク日の積算温度は、2023 年 $386^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 、2024 年 $402^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 、2025 年 $430^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ と概ね $400^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 前後となったことから、管理する系統にもよるがピーク日を予測する基準になると考えられる。

エリートスギについては、花粉量調査の結果、2024 年は花粉数が $100\text{ 個}/\text{cm}^2\cdot\text{日}$ 以上の期間がハウス内 2 月 19 日から 3 月 21 日、屋外 2 月 26 日から 3 月 21 日となり、ハウス内の方が 1 週間早く花粉飛散した (図-25)。また、 $1,000\text{ 個}/\text{cm}^2\cdot\text{日}$ 以上の日は、屋外だとピークの 2 月 26 日だけだったのに対し、ハウス内では 2 月 19 日から 3 月 11 日まで (7 調査日) の 3 週間弱と長期間にわたって安定した花粉飛散が確認された。2025 年は $100\text{ 個}/\text{cm}^2\cdot\text{日}$ 以上の期間がハウス内で主に 2 月 25 日から 3 月 24 日、屋外で 3 月 6 日から 20 日で $1,000\text{ 個}/\text{cm}^2\cdot\text{日}$ の日は、屋外だと 3 月 6 日、13 日、17 日の 3 調査日に対し、ハウス内は 2 月 25 日、3 月 6 日から 17 日まで (4 調査日) と計 5 調査日となった。

両年ともハウス内において複数の系統で開花が確認された頃から花粉数の増加が見られ、雄花の開花割合に連動して花粉量も増加する様子が確認された。系統ごとに見ると、2-199 や 2-208 は 3 調査年で比較的早く開花が確認でき、2-200 や

2-206 は遅くなっていたことから、系統間で開花時期に差があることが予想され、開花時期の早い系統 2～3 系統の開花状況を観察することでその年の本格的な花粉飛散開始時期を予測できると考えられる。また、屋外と比較してハウス内の方で花粉量が多い期間が長く、安定して花粉が飛散していた。屋外では、降雨等の気象条件に影響を受け花粉飛散量変動するのに対し、ハウス内では降雨がなく環境条件が一定になるためだと予想され、より安定した交配が可能になると考えられる。

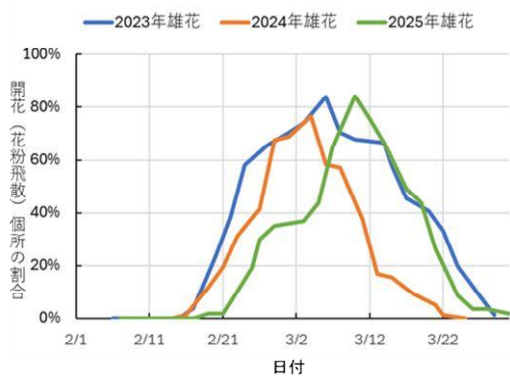


図-22 2023～2025年春におけるエリートスギの雄花開花割合の推移

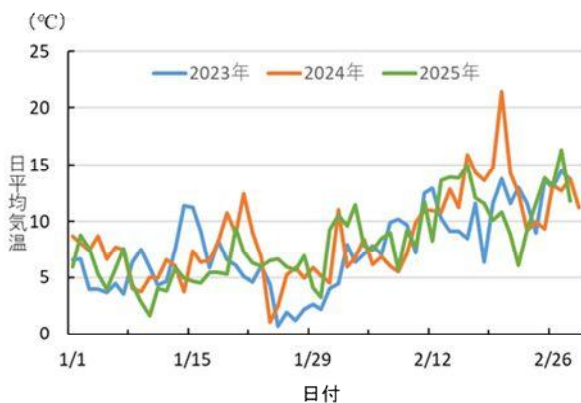


図-24 2023～2025年春におけるエリートスギ棟の日平均気温

(2) ヒノキハウスにおける閉鎖方法の検討

2024 年の各ハウスにおける 3 月 6 日から 25 日までの日最高温度は、4 面閉鎖のハウス (A 棟) で 14～45 (中央値 37) °C、3 面閉鎖のハウス (D 棟) で 14～41 (中央値 34) °C、全面開放のハウス (F 棟) で 13～27 (中央値 17) °C となり、3 面以上閉鎖することで晴れた日では気温が上昇することが確認された (図-26)。また、日最低湿度は、同順で 43～79 (中央値 49) %、18～77 (中央値 28) %、20～86 (中央値 30) % となり、完全閉

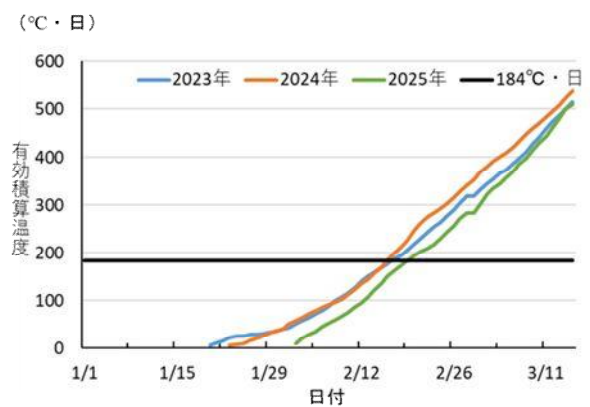


図-23 2023～2025年春におけるエリートスギ棟の有効積算温度

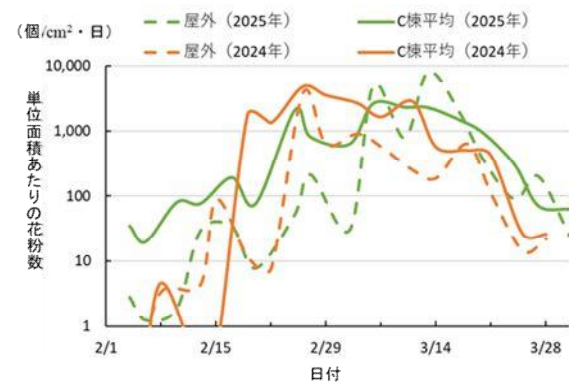


図-25 2024、2025年春におけるエリートスギハウスに設置したスライドガラスの花粉量
複数個所設置したハウスは平均値を示す
縦軸は対数表示

鎖のハウス（C棟）より湿度が低く、特に3面閉鎖は全面開放と同程度まで湿度の低下が可能であることが明らかとなった（図-27）。次に3月29日から4月30日までの期間において、完全閉鎖したハウス（A、D、F棟）では日最高温度の中央値が35℃以上、日最低湿度の中央値が70%以上と非常に高温高湿の環境となった（図-28、29）。雄花のフェノロジー調査および花粉量調査では、D棟で3月中旬ごろから雄花が開花し、3月21日に花粉量が100個/cm²・日を上回ったがA棟での花粉飛散はごくわずかであった（図-30、31）。なお、全面開放のB、F棟では屋外の花粉量の増減と同じように推移しており、外部花粉の混入が多いことが考えられる。また、完全閉鎖後の3月26日直後は主にB棟で花粉量の増加が見られたが、4月4日以降は急激に減少し花粉飛散量は屋外と比べるとかなり少ない状況であり（図-32）、2024年秋の当該ハウスからの採種量は、少花粉ヒノキで62g、エリートヒノキで109gと極めて少ないことから、交配が不十分であることが示唆された。

前年の結果をふまえ、2025年では完全閉鎖を採用せず、3面閉鎖を基本とし、閉鎖時期の検討を行った。2月3日から2月26日までの期間において、3面閉鎖をしたF棟では、日最高気温が15～36（中央値29）℃と完全開放のハウスより日中の温度が高くなったが、日最低湿度は24～52（中央値30）%と完全開放ハウスとほとんど変化がなかった（図-33、34）。次に3月7日から27日の期間において、3面閉鎖をしたD棟では日最高温度14～42（中央値30）℃と先に3面閉鎖したF棟と同程度の環境条件となり、完全開放のハウス（A棟）より日中の温度が高くなった（図-35、36）。4月4日からの期間では、3面閉鎖したハウスでは日最高温度が16～37（中央値30）℃程度で全面開放ハウスより数度高い程度で、日最低湿度は26～81（中央値46）%程度で前年の4月より湿度が

低くなった（図-37、38）。雄花のフェノロジー調査および花粉量調査では、2月に3面閉鎖したF棟で開花時期が最も早く2月25日から4月4日まで開花が確認された。少花粉ヒノキでもA棟では3月24日から開花が確認されたのに対し、B棟では3月17日と1週間程度早かった（図-39）。4月2日に3面閉鎖をしたA棟では、4月4日、7日、14日、21日で花粉量が100個/cm²・日以上となり交配期での花粉飛散が確認でき、閉鎖方法を3面閉鎖に変更したことによる湿度環境の改善効果だと考えられた（図-40）。空調を使用したH棟では、フェノロジー調査は実施していないが、3月中旬頃から雄花の開花が確認でき、花粉の採取が可能となった。また、他の棟と異なり、雌花の開花もほぼ同時期で3月中旬に交配作業を行ったため、4月中旬で全面開放することができた。

2025年のハウスごとの花粉採取量は、A棟54g、B棟28g、D棟3g、F棟36g、H棟12gとなり、全てのハウスで花粉の採取が出来た（図-41）。採取した花粉を使用し、少花粉ヒノキはB棟、エリートヒノキはD、F、H棟で開花した雌花にSMPを実施した結果、秋の採種量は、少花粉ヒノキ（B棟）で3,460g、エリートヒノキ（D、F棟）で2,517gと前年を大きく上回り、適切に交配できたことが分かった。各ハウスの花粉採取効率を見るため、花粉採取量を採種木の雄花着生指数（上部・中部・下部）の合計で割ると、H棟が0.25gと採取効率が最も高く、3面閉鎖をしたハウスでは4月に閉鎖したA棟の効率が良かった。空調を使用した場合、温度、湿度共に一定の範囲で推移するため花粉が飛散しやすい環境を保つことができ、夜間暖房によって雄花雌花ともに開花時期を早めることも可能になったと考えられる。空調がないハウスでは、閉鎖によって日中の温度が上昇してしまうが、夜間の温度は屋外とほとんど同じなので、昼夜での温度差が大きく、雄花の劣化を招く可能

性があり、自然の開花時期の直前まで屋外環境に近い方が良くと考えられる。

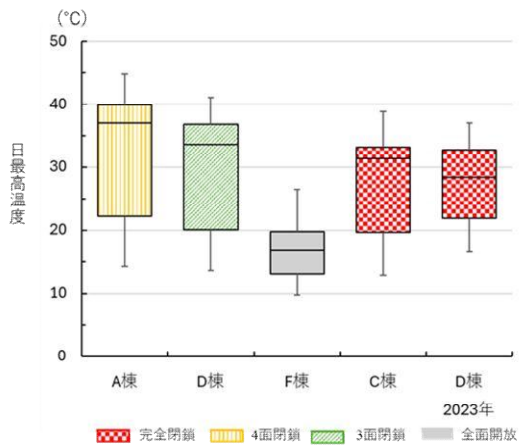


図-26 2024年3月6日～25日における各ハウスの日最高温度

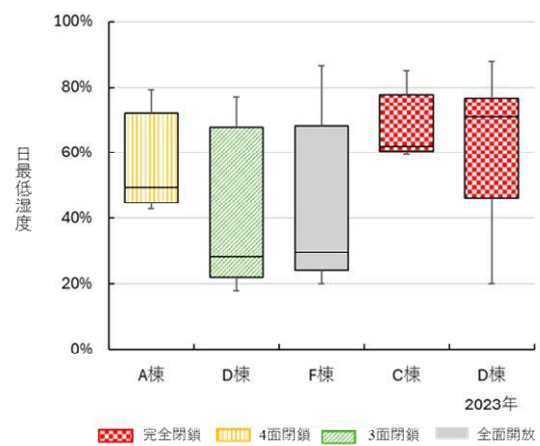


図-27 2024年3月6日～25日における各ハウスの日最低湿度

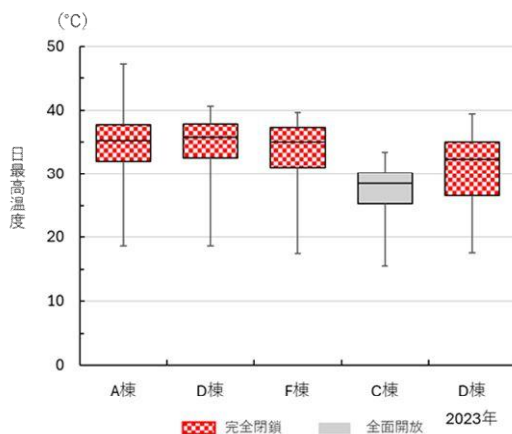


図-28 2024年3月29日～4月30日における各ハウスの日最高温度

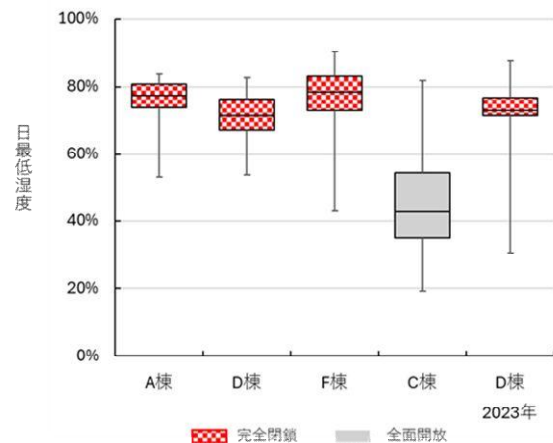


図-29 2024年3月29日～4月30日における各ハウスの日最低湿度

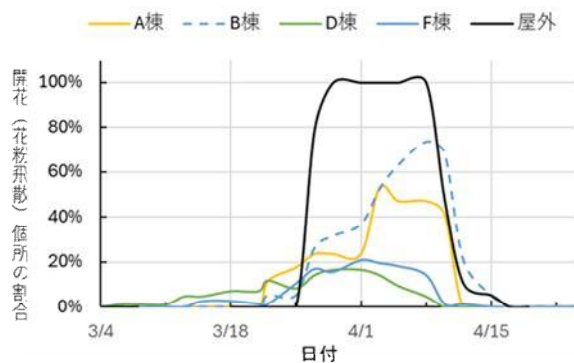


図-30 2024年におけるヒノキハウスでの雄花開花割合の推移

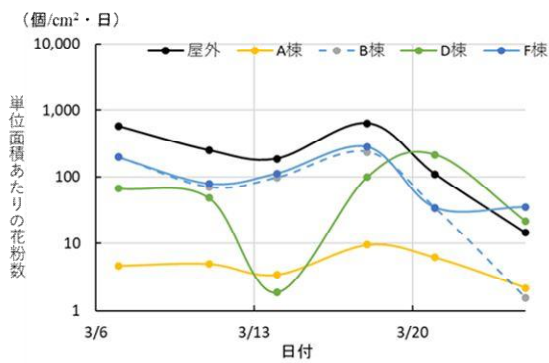


図-31 2024年3月6日～25日におけるヒノキハウスに設置したスライドガラスの花粉量

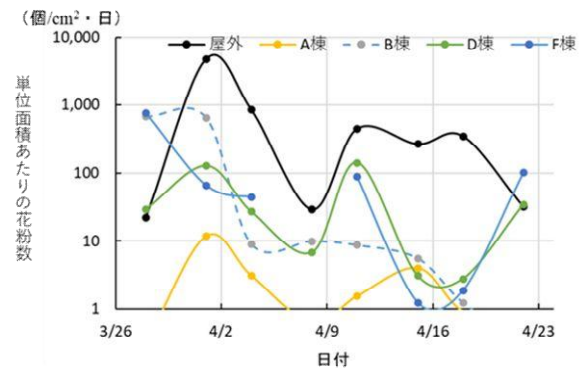


図-32 2024年3月26日～4月22日におけるヒノキハウスに設置したスライドガラスの花粉量

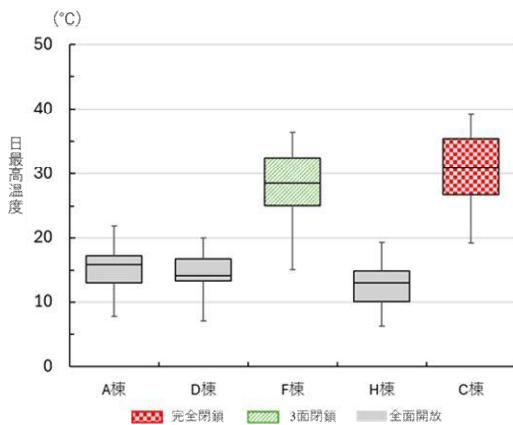


図-33 2025年2月3日～26日におけるヒノキハウスの日最高温度

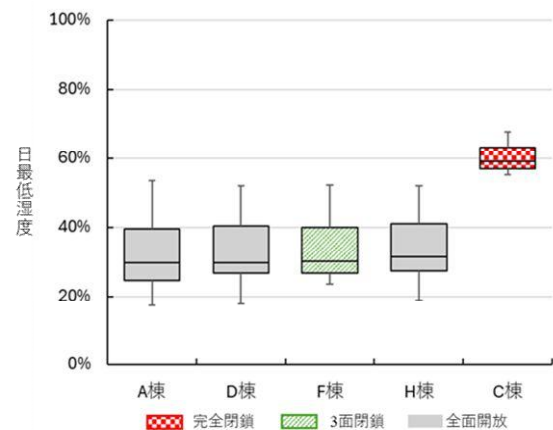


図-34 2025年2月3日～26日におけるヒノキハウスの日最低湿度

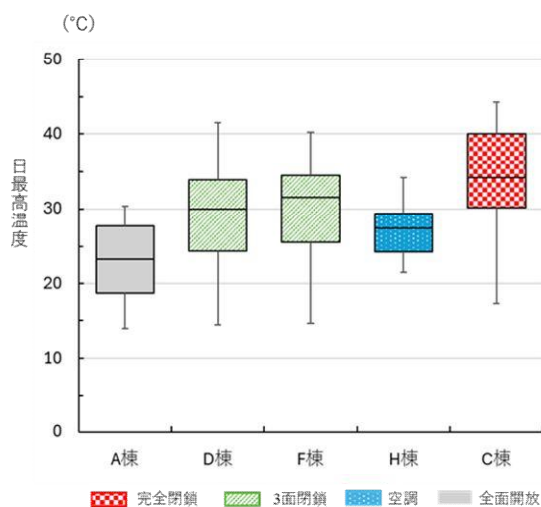


図-35 2025年3月7日～27日におけるヒノキハウスの日最高温度

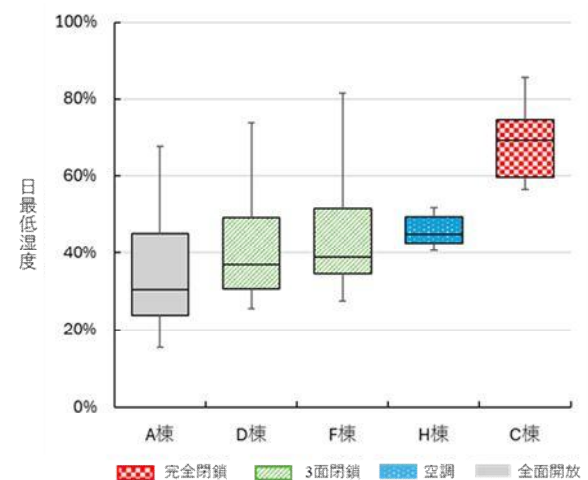


図-36 2025年3月7日～27日におけるヒノキハウスの日最低湿度

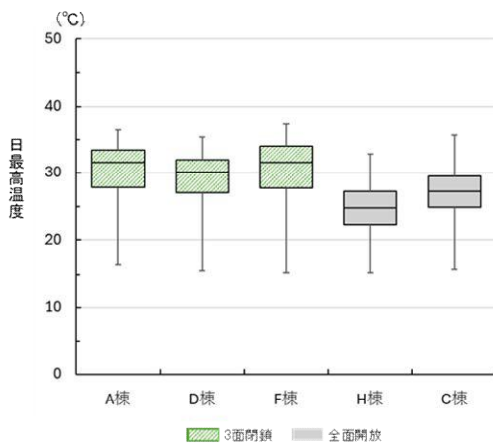


図-37 2025年4月4日～30日におけるヒノキハウスの日最高温度

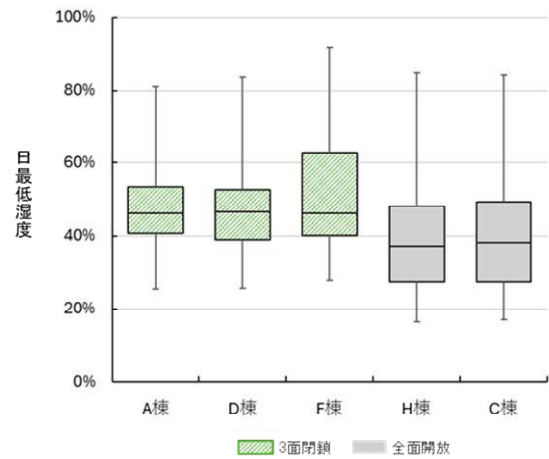


図-38 2025年4月4日～30日におけるヒノキハウスの日最低湿度

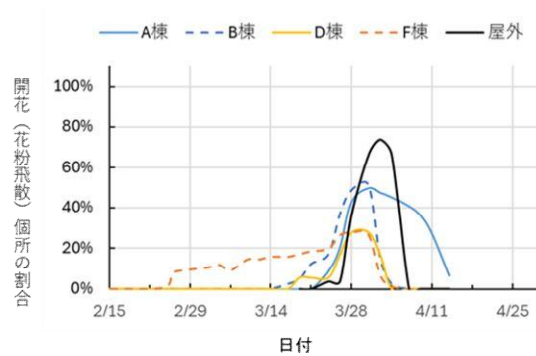


図-39 2025年におけるヒノキハウスでの雄花開花割合の推移

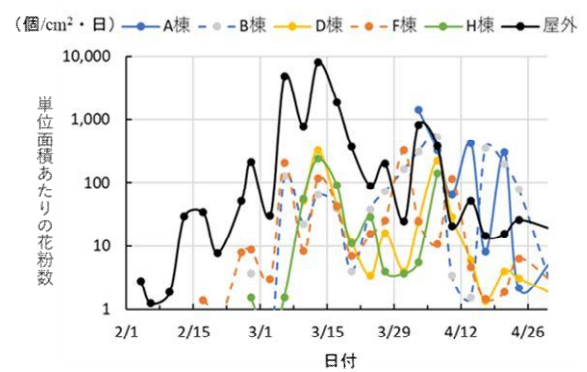


図-40 2025年におけるヒノキハウスに設置したスライドガラスの花粉量

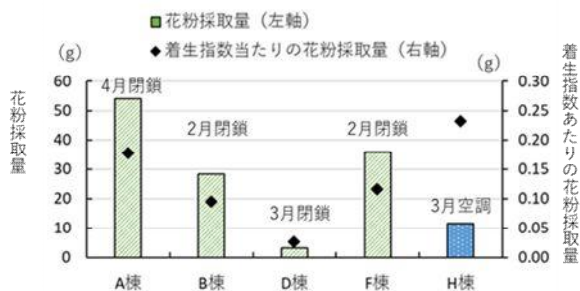


図-41 2025年におけるヒノキハウスの花粉採取量

IV まとめ

スギ閉鎖型採種園について、GA 処理による雄花着生促進の検証を行い、既定の方法で問題なく促進できることが確認された。また、開花フェノロジー調査や花粉飛散量調査でも雄花が開花し、十分花粉が飛散していることが確認され、完全閉鎖でも温度や湿度の影響を受けることなく交配が可能であることが確認できた。

ヒノキ閉鎖型採種園では、夏季の灌水条件の検討では、複数の灌水間隔および灌水量について雄花着生量の試験を行い、適度な乾燥ストレスになるよう調整する必要があると分かった。採種木の植栽後の成長によって水分要求量が変わり、2 日毎でも良い場合や毎日灌水する必要がある場合があり、比較的若くサイズの小さい時期には灌水間隔を空け、4 年目以降で本格的に採種を進めていく時期では、根域を制限していることで十分ストレスがかかるため、十分灌水した方が良いと考えられる、今後も植栽年数が継続的に調査し、経年変化をモニタリングする必要がある。

屋外のヒノキ採種木に対する雄花着生促進についても夏季の灌水条件の検討を行い、土壌 pH 値が 2.2 程度になったときの灌水が安定的な雄花形成のために推奨されることが分かった。特に晴れた日が続く場合は 2 日毎あるいは毎日灌水する必要があるため、屋外でも労働負担軽減のためには自動灌水設備の設置が望ましいと考えられる。ヒノキの場合は SMP での交配を想定しているため、使用する花粉を多く収集する必要があるため、屋外の個体も積極的に活用すべきだと考えられる。

ヒノキ閉鎖型採種園の交配期では、完全閉鎖を行うと日中の温度および湿度が上昇し、ハウス内での雄花の開花および花粉の飛散を妨げることが確認されたため、ヒノキに合った閉鎖方法について検討した。その結果、4 面のうち 3 面を閉鎖し、1 面に開放部を設けることで湿度が低下し、花粉

を飛散させることが可能となった。日中の温度は上昇し、雄花の劣化の原因になる恐れがあるため、花粉を効率的に飛散させるにはできるだけ屋外と近い環境で保ち、閉鎖時期は交配が始まる直前が最も良いと考えられる。また、空調を使用したハウスでは、花粉が効率的に採種できたほか夜間暖房の効果と思われる雌花の早期開花も確認でき、屋外の花粉飛散時期とハウス内の交配時期をずらすことも可能であることが示唆された。樹体サイズをそろえての検証が必要であり、光熱費等の考慮すべき課題もあるが、質の良い種子を効率的に採種するという観点だと最良の方法となる可能性がある。2025 年に採取した花粉を使用した SMP の結果、多くの種子を採取することができた。今後も安定した量の種子生産を目指し、夏季の灌水方法や交配期の閉鎖方法等について検討していきたい。

引用文献

- 狩場晴也（2023）エリートツリーの種苗生産技術に関する研究．愛知県林セ報 60：1-20
- 林野庁（2024）スギ花粉発生源対策推進方針．林野庁 HP：https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/kafun/attach/pdf/suishin-6.pdf
- 平英彰・寺西秀豊・劔多幸子（1992）スギの花粉飛散開始日の予測について：植物整理の観点から．アレルギー41（2-1）：86-92
- 戸田浩人（2007）森林土壌．（森林・林業実務必携．東京農工大学農学部 森林・林業実務必携編集委員会編．朝倉書店）．14-24

少花粉ヒノキの採種木等の育成技術に関する研究

2024年度～2026年度

小笠原祐介*¹・星涼太・豊嶋勲*²

要 旨

少花粉やエリートツリーのスギ及びヒノキ閉鎖型採種園の管理手法を構築するために、採種木の育成に適した液体肥料の施肥方法と剪定方法について検討した。その結果、スギ、ヒノキともにハイポネックスプロが現在使用している配合液肥の代替肥料として有効であると考えられた。剪定方法は、円錐形で上部を刈り込むことにより、スギでは萌芽が期待でき、またスギ、ヒノキともに中・下部の枝葉の展開、着花、結実が促進され採種量の増加が期待できると考えられた。

I はじめに

愛知県では、2021年からビニールハウス内で採種木を管理する閉鎖型採種園（以下、温室）において少花粉ヒノキの採種木等を管理しており、種子生産に向け取り組みを進めている。花粉症対策苗木を安定供給するためには、少花粉ヒノキの採種木等の育成が重要である。

温室における採種木については、液体肥料によって従来の固形肥料による育成と同等以上の成長量を得ることができ、液体肥料でも採種木の育成が可能であることが示された（狩場 2023）が、現在施肥しているエコロンG 413 と同組成（N:P:K=14:11:13）の液肥は、SB硝安液・硝酸マグネシウム・第一リン酸アンモニウム・硫酸カリウム・硝酸カリウムの5種の単肥を配合したA液と、オリエントDTPA Fe・硝酸石灰4水塩(CN)の2種の単肥を配合したB液をそれぞれ別のタンクに貯留し、設定した希釈倍率で供給している（以下配合液肥）。しかし、本組成はそれぞれの単肥の購入、計量、作成に非常に手間がかかるため、ハイポネックスプロ（N:P:K=20:20:20）（以下ハイポネックス）を

使用した1液施肥への変更を検討した。また、入れ替え用のヒノキストック個体の屋外での育成にカラマツで効果があるグルタチオン（中村 2020）の施肥試験を実施した。また、種子生産及び温室管理に適した採種木のサイズや剪定方法等の管理手法について検討を行った。少花粉ヒノキと合わせて、エリートスギについても対象とした。

II 方法

1. 早期樹体サイズ増大手法の開発

（1）温室内採種木の液肥による効率的な成長手法の開発

ハイポネックスは、配合液肥と同等のN量となるよう調整した。

スギは2021年3月に植栽したエリート9系統96本のうち、温室内の液体肥料自動供給システムの1列24本について、2023年5月以降（2年生）、配合液肥をハイポネックスに変更して採種木を育成し、5月及び12月にそれぞれ樹高を測定、成長量を算出した。雌花数を2023年12月に記録し、さらに翌2024年10月に採取した生球果数・重量、種子

Yusuke OGASAWARA*¹, Ryota HOSHI, Isao TOYOSHIMA*²: Research on Cultivation Techniques for Seed Trees of Low-Pollen Japanese Cypress and Related Species *¹ 現 名古屋高等技術専門校, *² 2025年3月退職

重量を記録し、肥料の違いで比較した。

ヒノキは2025年3月に植栽した少花粉9系統48本のうち半分の24本を、2025年4月以降（1年生）、配合液肥をハイポネックスに変更して採種木を育成し、4月及び12月にそれぞれ樹高及び根元径を測定し、成長量を算出した。

(2) 屋外での固形肥料による高成長手法の開発

2023年3月から12月まで、少花粉ヒノキ8系統48本について、屋外で育成している47Lコンテナ採種木苗の成長量を調査した。固形肥料エコロング413・180日溶出タイプの50g試験区と150g試験区を設定した。また、グルタチオン添加の有無による成長促進効果を調べた。

2025年4月から12月まで、エリートヒノキ9系統40本の屋外で育成しているプラスチック製9号鉢(8ℓ)に固形肥料エコロング413・180日溶出タイプ50gを施肥し、その内の20本に酸化型グルタチオンを含む複合肥料（クニミエ工業㈱のペプチオン粒剤）を各鉢20g追加して施用し、4月と12月に樹高と根元径を測定した。

2. 枝の剪定技術等の開発

(1) 種子生産を考慮した剪定技術の検討

エリートスギの採種木48本について、2023年4月に剪定形及び剪定枝の長さを変えて4条件により剪定を行った。剪定の条件は（A）円柱で枝長10cm、（B）円柱で枝長40cm、（C）円錐で上部10cm、下部40cm、（D）円錐で上部40cm、下部70cm（図-1）とし、採種木の剪定後に新しく萌芽した枝の本数と平均伸長量、雌花数を2023年12月に記録した。さらに翌2024年10月に採取した生球果数とその重量、種子重量を記録し、剪定条件間で比較した。

また、別のエリートスギの採種木48本について、2024年2月に断幹高及び剪定枝形を変えて5条件により剪定を行った。剪定の条件は（A）1.5m

断幹で枝12本残し、（B）1.5m断幹で枝6本残し、

（C）1m断幹で枝6本残し、（D）1.5m断幹で下方の枝残し、（E）1m断幹で全枝残し、とした。採種木ごとに2024年12月に雌花数を計測し、翌2025年10月に採取した生球果数とその重量、種子重量を剪定条件間で比較した。

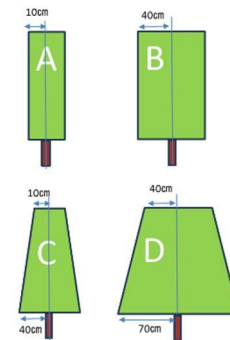


図-1 各剪定区の形状

少花粉ヒノキの採種木48本について、2024年2月に3条件により剪定を行った。選定の条件は（A）円錐で上部40cm、下部70cm、（B）円柱で枝長40cm、（C）Bと同じ円柱で枝を1つおきに枝元から切り落とし（図-2）、とした。2024年12月に採種木の上部、中部、下部に分けて目視による5段階の雌花着生指数を調査（図-3）し、翌2025年10月に採取した生球果数・重量、種子重量を比較した。

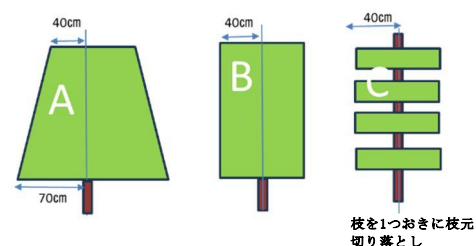


図-2 各剪定区の形状

- 系数 雌花の着生状況
- 5 : 雌花の着生範囲が広く、着生量が非常に多い
 - 4 : 雌花の着生範囲が広く、着生量が多い
 - 3 : 雌花の着生範囲、着生量とも中程度
 - 2 : 雌花の着生範囲が狭く、着生量が少ない
 - 1 : 雌花の着生範囲、着生量とも非常に少ないか、全くない

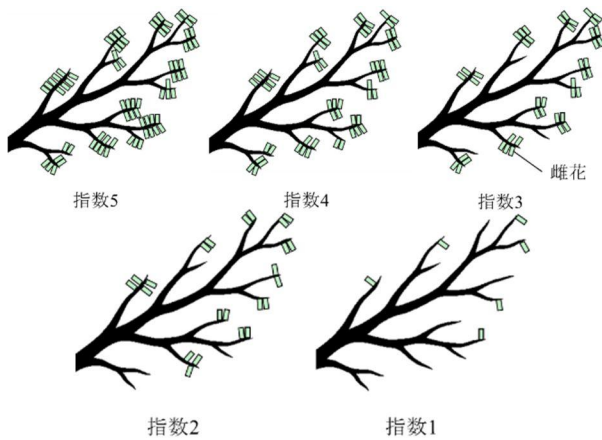


図-3 着生指数評価手法
林野庁（2024）から作成

Ⅲ 結果と考察

1. 早期樹体サイズ増大手法の開発

(1) 温室内採種木の液肥による高成長手法の開発

エリートスギの2023年5月から12月までの樹高成長量を比較すると、平均樹高成長量は、配合液肥で42cm、ハイポネックスでは36cmと樹高成長量に大きな差とは考えられなかった。差は（図-4）。

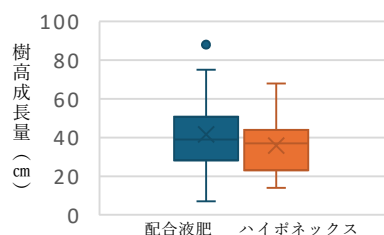


図-4 肥料の違いと樹高成長量

また、2023年12月の雌花着花量、2024年11月の球果重量、球果数、採種量について比較した。

平均雌花数は、配合液肥で525個、ハイポネックスで500個であった（図-5）。採種木1本当たり

の平均球果重量は、配合液肥で333g、ハイポネックスで363gであった（図-6）。採種木1本当たりの平均球果数は、配合液肥で277個、ハイポネックスで345個であった（図-7）。採種木1本当たりの平均精選種子重量は、配合液肥で19.6g、ハイポネックスで22.7gであった（図-8）。これらのことからスギにおいては、ハイポネックスは代替肥料として有効であると考えられた。

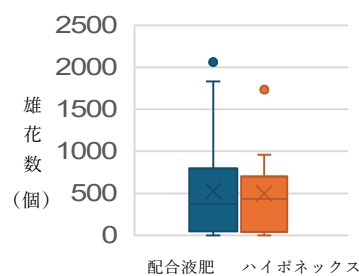


図-5 肥料の違いと雌花数

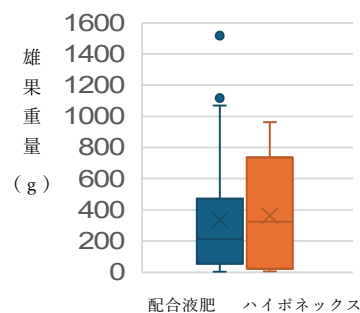


図-6 肥料の違いと球果重量

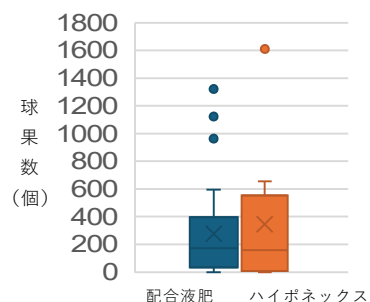


図-7 肥料の違いと球果数

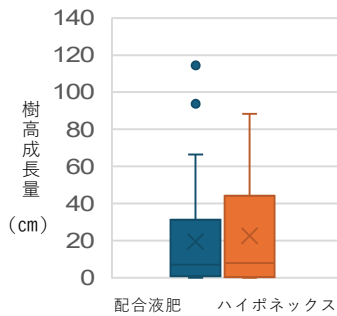


図-8 肥料の違いと精選種子重量

少花粉ヒノキの2025年4月から12月までの成長量を比較すると、平均樹高成長量は、配合液肥で68cm、ハイポネックスでは74cmであった（図-9）。平均根元径成長量は、配合液肥で11.8mm、ハイポネックスでは12.8mmであった（図-10）。成長量に差はなくヒノキにおいても配合液肥をハイポネックスに代替できると考えられた。

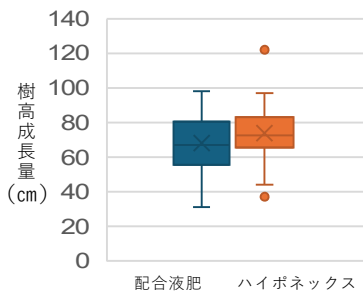


図-9 肥料の違いと樹高成長量

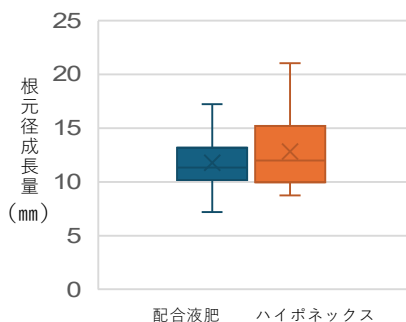


図-10 肥料の違いと根元径成長量

このことからヒノキにおいても、ハイポネックスは代替肥料として有効であると考えられた。

(2) 屋外での固形肥料による高成長手法の開発
固形肥料エコロング413・180日溶出タイプを50g施肥したものの区と150g試験区での苗高成長量は、51.7cm、53.3cmと大きな差とは考えられなかった（図-11）。またグルタチオン添加有で53.2cm、添加無で51.8cmであり、大きな差とは考えられなかった（図-12）。

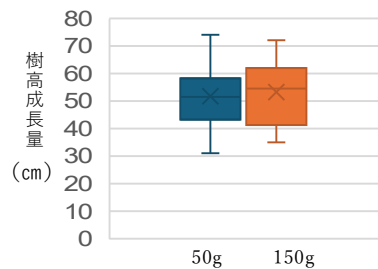


図-11 施肥量ごとの樹高成長量

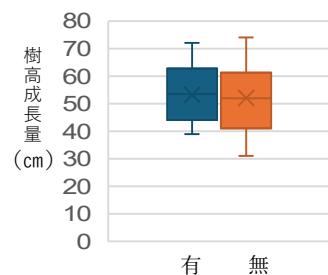


図-12 添加有無による樹高成長量

2025年の酸化型グルタチオン添加の有無による成長促進効果を調べた結果、添加有で樹高12.0cm、根元径1.38mm、添加無で6.2cm、0.81mmと添加有の成長量が大きい傾向が見られた（図-13、14）。植栽1年目の樹体サイズ（平均樹高54.5cm、根元径4.5mm）に対しては2025年の添加量が適量だったと考えられ、樹体サイズ、樹齢等により適した添加量を見極める必要がある。

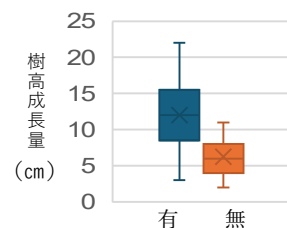
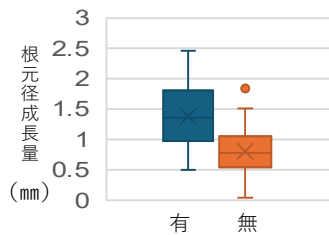


図-13 添加有無の樹高成長量

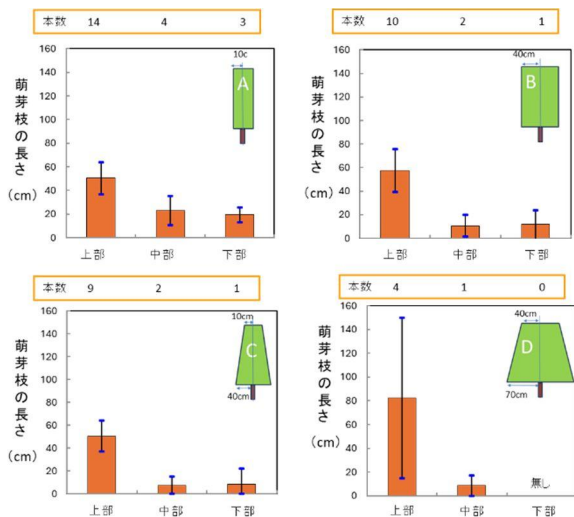


図－14 添加有無の根元径成長量

2. 枝の剪定技術等の開発

(1) 種子生産を考慮した剪定技術の検討

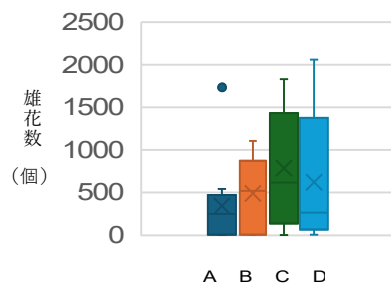
エリートスギについて、2023年に剪定した各試験区（図－1）で、採種木の上部、中部、下部に分けて萌芽枝の本数と平均伸長量を調べた結果、(A) では上部の平均本数14本で、伸びは50cm、中部の平均本数は4本で伸びは23cm、下部の本数は3本で伸びは19cmであった。(B) では上部の平均本数は10本で伸びは57cm、中部は2本で10cm、下部は、1本で11cm、(C) では上部の本数が9本で56cm、中部は2本で7cm、下部は1本で



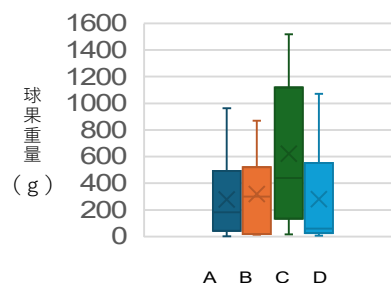
図－15 各剪定区の萌芽枝の伸びと本数

8cm、(D) では上部が9本で56cm、中部が2本で7cm、下部が1本で8cmであった（図－15）。新しい枝は、上部が多く萌芽した。

雌花数は(A)が344個、(B)が492個、(C)が622個、(D)が500個であった（図－16）。球果重量は(A)が277.9g、(B)が319.0g、(C)が621.7g、(D)が313.0gであった（図－17）。球果数は、(A)が263個、(B)が249個、(C)が556個、(D)が197個であった（図－18）。種子重量は(A)が18.5g、(B)が11.9g、(C)が37.8g、(D)が21.7gであった（図－19）。採種木1本当たりの平均球果重量に剪定方法の違いによるはっきりとした差は見られなかったものの、雌花着花は円錐形が多くなる傾向が見られた。この理由としては、円柱形に比べ円錐形の方が下部の枝まで光が当たり、かつ隣接木との接触を抑えることで床面に光があたる面積が確保され、地面（白色不織布）からの反射による受光量が多いことにより花芽が形成されるためとが推測される。また、球果重量、球果数、種子重量で(C)が(D)より多くなるのは、受粉・結実時に枝の伸長により隣接木と干渉する影響のためと考えられる。



図－16 剪定条件ごとの雌花数



図－17 剪定条件ごとの球果重量

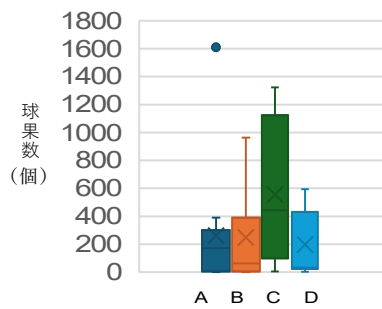


図-18 剪定条件ごとの球果数

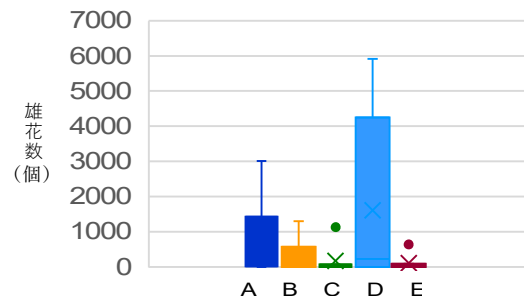


図-20 剪定条件ごとの雌花数

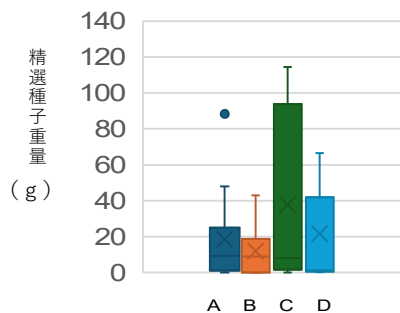


図-19 剪定条件ごとの精選種子重量

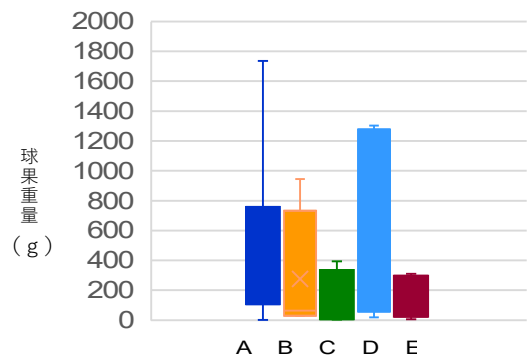


図-21 剪定条件ごとの球果重量

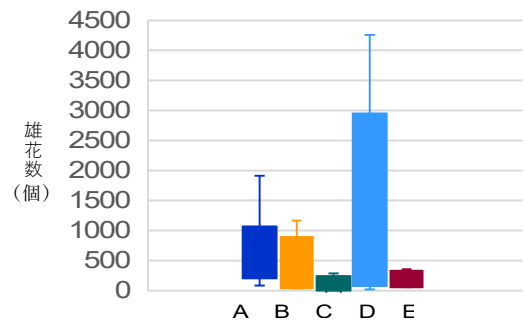


図-22 剪定条件ごとの球果数

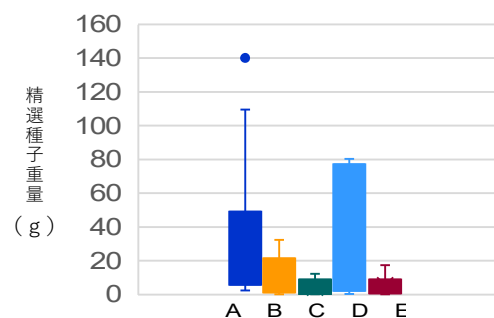


図-23 剪定条件ごとの精選種子重量

また、2024年の剪定区では、剪定条件ごとの雌花数は(A)が852個、(B)が295個、(C)が172個、(D)が1,610個、(E)が104個であった(図-20)。球果重量は(A)が538.6g、(B)が275.2g、(C)が155.1g、(D)が772.0g、(E)が142.1gであった(図-21)。球果数は、(A)が741個、(B)が329個、(C)が98個、(D)が1,468個、(E)が182個であった(図-22)。種子重量は(A)が38.9g、(B)が10.3g、(C)が4.1g、(D)が40.5g、(E)が5.3gであった(図-23)。1m断幹の(C)と(E)は、雌花、球果、種子とも少ない傾向が見られ、採種量の減少に繋がることから断幹は1.5mの方が良いと考えられた。同じ1.5m断幹では、枝数が多い試験区の方が多くなる傾向が見られた。(D)においては上部の枝を落としたことにより下部まで光が届いたことで雌花着花が多くなり、球果、種子も多くなったと考えられる。

少花粉ヒノキについて、剪定条件ごとの雌花指数は(A)が上部2.6、中部2.6、下部2.7、(B)が上部2.2、中部1.9、下部1.7、(C)が上部2.6、中部2.3、

下部2.0であった(図-24)。球果重量は(A)が760.3g、(B)が346.8g、(C)が568.0g、であった(図-25)。球果数は、(A)が1,715個、(B)が763個、(C)が1,188個であった(図-26)。種子重量は(A)が82.2g、(B)が39.7g、(C)が64.8gであった(図-27)。円錐形の(A)が雌花、球果、種子が多い傾向が見られた。円柱では枝落としをした(C)が(B)より下方まで光が届くため多くなったと考えられる。

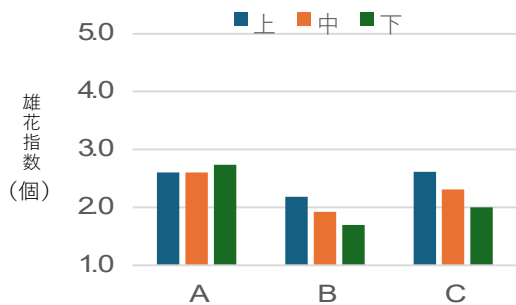


図-24 剪定条件ごとの雌花指数

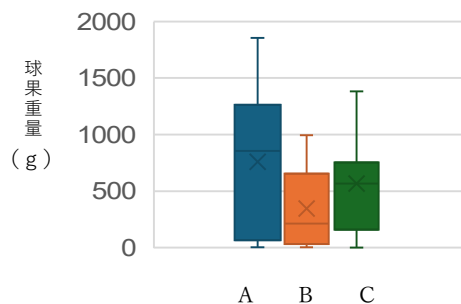


図-25 剪定条件ごとの球果重量

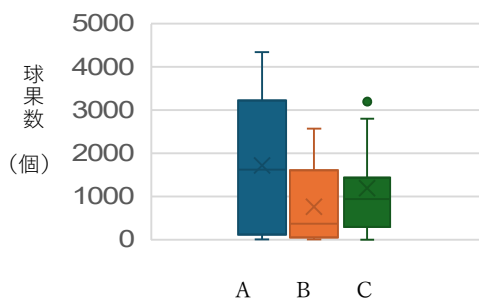


図-26 剪定条件ごとの球果数

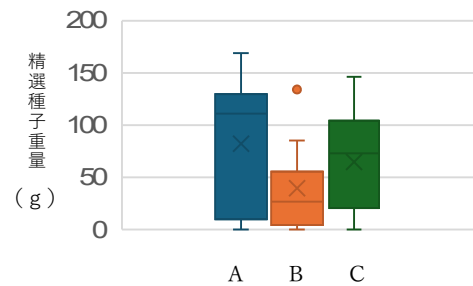


図-27 剪定条件ごとの精選種子重量

以上のことから、エリートスギ、エリートヒノキともに円錐形に剪定し隣接木との接触を極力抑えることにより下方の枝まで光が届く環境を整えることで、採種木全体に着花、受粉、結実しやすい条件を整えることになると考えられた。閉鎖型採種園は、空間が限らため、採種木が小さい早い時期から樹形を整える剪定を実施することで、スギでは旺盛な萌芽を、ヒノキでは生葉が着生した枝を維持でき安定した採種に繋がると考えられる。

引用文献

- 狩場晴也 (2023) エリートツリーの種苗生産技術に関する研究. 愛知県林セ報 60 : 1-20
- 中村博一(2020) 1年生で山行き可能なカラマツコンテナ苗の育苗技術. / 群馬県林業試験場 : P1-5

早生樹等の生育特性及び強度性能評価に関する研究

2023 年度～2025 年度

西村麻菜美・岩川昌暉*

要 旨

有用広葉樹であるクスノキ (*Cinnamomum camphora*) について、有効利用を図るために材質調査を行い、強度特性、利用法について検討を行った。生育特性調査では、クスノキはスギ、ヒノキより速い成長を示した。また、立木段階で材質調査を行ったクスノキ 93 本のうち、12 本を供試木として伐採し、JIS 規格に基づく強度特性評価を実施した。その結果、曲げ強さの平均は $72 \pm 16 \text{ N/mm}^2$ 、曲げヤング係数の平均は $7020 \pm 1748 \text{ N/mm}^2$ 、縦圧縮強さの平均は $37 \pm 7 \text{ N/mm}^2$ であり、曲げ強さと曲げヤング係数との間には高い正の相関が確認された。以上より、クスノキは一定の強度特性を有し、家具材等としての利用に適することが示された。あわせて、実際に家具の製作を行った結果、実用上支障のないことが確認された。

I はじめに

林業において、植栽する樹種を単一から多種に増やす「種の多様性」の確保は、近年非常に重要視されている。また、再造林においては、短伐期での収穫が可能な早生樹が注目されている。本県においても、2020 年度より早生樹であるセンダンを対象とした材質調査等を行い、家具用材としての利用が可能であることが確認された（岩川ら 2020）。しかし、森林所有者の植栽木の選択肢を増やし、種の多様性にも貢献するためには、センダン以外の樹種についても調査を行う必要があると考える。

そこで、本研究ではセンダン以外の早生樹や成長、材質等に優れた有用広葉樹を対象として、県内における生育状況の把握および強度特性の評価を行うことを目的とした。

樹種の選定にあたっては、早生樹であるコウヨウザンやユリノキ、有用広葉樹であるクスノキなどを候補として検討した。その中でも、クスノキは本県内に広く分布し一部で造林実績があることから地域材としての活用可能性が高く（山本ら 2002、小林

2012）、さらに、新城市の森林・林業技術センター試験林（以下、試験林）において、約 20 年前に有用広葉樹造成の一環として植栽されたクスノキ（石田ら 2005）が、同時に植栽された周囲の広葉樹より成長が良好と見えたこと（石田ら 2017）から、クスノキを対象樹種として選定した。

クスノキ (*Cinnamomum camphora*) は、クスノキ科クスノキ属の常緑性高木で本州（関東以南）、四国、九州に分布している。防虫剤として薬効のある樟脳が採れ、木材は内装材、家具材に利用されている。しかしながら、その利用は材料特性に基づく設計根拠が明確に位置づけられているとは限らず、経験的な判断に依存している場合も多いと考えられる。

そこで、本研究では県内各地に生育するクスノキを対象として、その材質特性および強度特性を明らかにするとともに、家具用途を含む活用可能性について検討することとした。

II 生育特性調査

1. 人工林調査

Manami NISHIMURA, Masaki IWAKAWA*: Study on growth and material properties of fast-growing trees

*現新城設楽農林水産事務所

(1) 方法

県内のクスノキ人工林 3 か所（図－1）について、72 本を対象に樹高および胸高直径を測定した。また、試験林で、約 20 年前に有用広葉樹造成の一環として植栽されたクスノキを対象として、クスノキのみを植栽した純林（以下、純林）とヤマザクラ、スギ、クスノキを混植した針広混交林（以下、混交林）間での、成長比較を行った。加えて、2015 年、2016 年調査時点（石田ら 2017）における樹高との比較も行った。

(2) 結果と考察

樹高および胸高直径の測定結果を表－1 に示す。幸田町は林齢が低いにもかかわらず、3 か所の調査地の中で最も高い樹高を示した。当該調査地は南西向き斜面に位置し、日射条件が良好であったため、クスノキの成長が促進されたと考えられる。また、田原市では林齢が最も高いにもかかわらず、樹高は新城市を下回っていた。一方で、胸高直径は他の調査地と比較すると最も大きく、林分密度の低下等により光環境が改善したことにより、樹高成長よりも肥大成長が優先されたと考えられる。

表－1 人工林調査結果

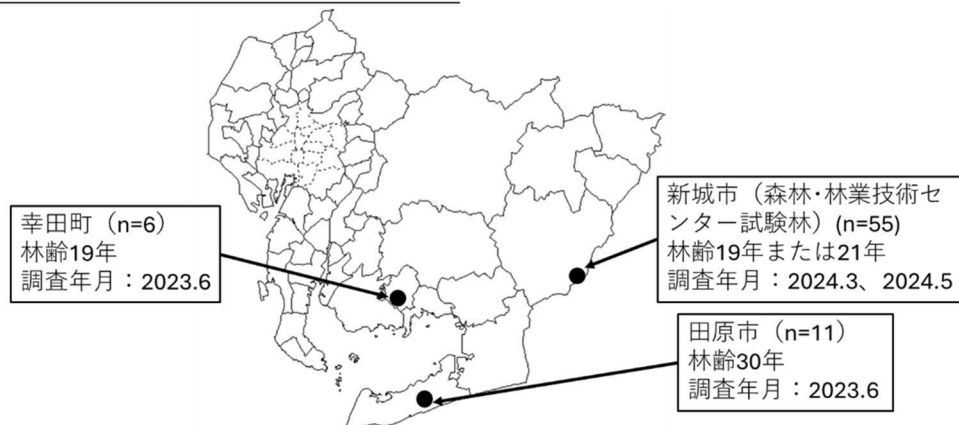
調査地	本数 (本)	林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)
幸田町	6	19	16.3±0.7	23.2±3.0
田原市	11	30	14.5±1.4	36.5±10.6
新城市（試験林）	55	19、21	14.0±2.7	17.4±5.8

また、試験林における純林と混交林の成長調査結果を表－2、3 に示す。純林（12 年生～20 年生）および混交林（13 年生～22 年生）の年平均成長量を比較すると、純林では樹高 0.78m/年、胸高直径 0.78cm/年であったのに対し、混交林はそれぞれ 0.80m/年、0.81cm/年であり、両林分間に顕著な差は認められなかった。一方、2015 年、2016 年調査時点における樹高を比較すると、純林は 12 年生で 8.3m であったのに対し、混交林では 13 年生で 6.4m と、林齢が低い純林の方が高い値を示した。この結果は、初期成長段階において、純林と混交林で成長特性が異なっていた可能性が示唆される。これは、純林では個体間の光環境が均等に保たれやすく樹冠拡大が進むため初期成長が大きくなる一方、混交林では他樹種との競争等により初期成長が抑制された可能性が考えられる。

2. 自生木調査および樹幹解析調査

(1) 方法

県内に自生しているクスノキについて、21 本（図－2）を対象に樹高および胸高直径を測定した。加えて、自生木調査を行った新城市（愛知県森林・林業技術センター）のクスノキ 1 本（樹高約 18m）について、幹の高さ 0.2m から 2m ごとに円盤を採取し、樹幹解析を行った。円盤は 2m ごとに 16.2m 地点まで計 9 つ採取をした。また、年輪幅は 4 方向を 5 年



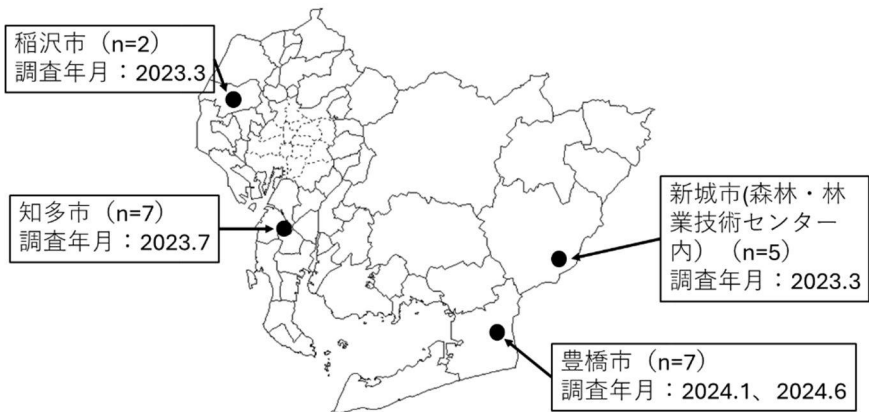
図－1 立木段階での材質調査木の位置（人工林）

表－2 試験林調査結果（純林）

調査木	植栽年 (年)	植栽本数 (本)	2016年調査					2024年調査				
			林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	残存数 (本)	残存率 (%)	林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	残存数 (本)	残存率 (%)
クスノキ	2005	63	12	8.3±1.9	13.0±4.8	35	55.6	20	14.5±2.5	19.2±5.1	26	41.3

表－3 試験林調査結果（混交林）

調査木	植栽年 (年)	植栽本数 (本)	2015年調査					2024年調査				
			林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	残存数 (本)	残存率 (%)	林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	残存数 (本)	残存率 (%)
クスノキ		46		6.4±3.0	8.4±5.3	39	84.8		13.6±2.7	15.7±5.8	29	63.0
ヤマザクラ	2003	44	13	6.1±2.8	5.6±3.6	32	72.7	22	13.1±2.1	11.0±4.2	15	34.1
スギ		46		8.6±1.7	10.9±2.7	45	97.8		14.1±3.6	15.3±5.0	45	97.8



図－2 立木段階での材質調査木の位置（自生木）

ごとに測定し、樹高と林齢の関係に基づいて成長曲線を作成し、樹高成長の経年推移を明らかにした。

(2) 結果

樹高および胸高直径の測定結果を表－4 に示す。稲沢市および知多市については年輪幅の計測を行っていないため、未調査とした。また、成長曲線より樹高は 20 年生時点で約 15m に達することが明らかとなった（図－3）。さらに、クスノキの成長速度はセンダンより低いものの、スギおよびヒノキと比較して高い傾向が認められた。

なお、本研究における実測値では、見かけ上の林齢は 1 年生で樹高 3.2m に成長することが確認された。一方、既往研究（石田ら 2017）では、3 年生時

点で約 1.2m の成長に留まると報告されている。そこで本研究では、年輪の欠落や不明瞭さにより林齢が過小評価されている可能性を考慮し、樹幹解析で得られた林齢を補正し、補正後の林齢に基づき、成長曲線の作成を行った。

表－4 自生木調査結果

調査地	本数 (本)	年輪数	樹高 (m)	胸高直径 (cm)
稲沢市	2	未調査	13.0±1.0	48.0
知多市	7	未調査	21.1±1.5	49.4±8.7
豊橋市	7	52～53	21.7±2.0	54.5±5.9
新城市	5	41～43	20.2±3.7	49.2±8.0

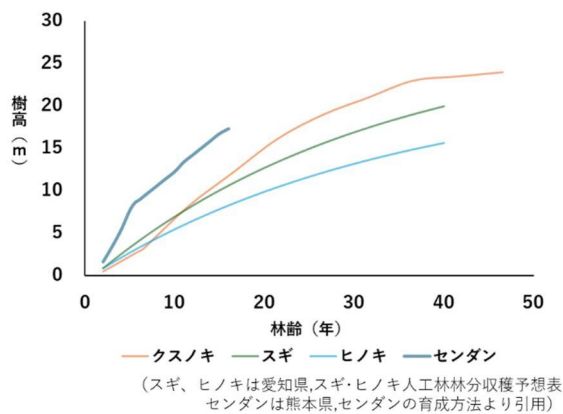


図-3 クスノキおよび他樹種の成長曲線

Ⅲ 強度特性評価

1. 自生木等の材質調査

(1) 方法

Ⅱで生育特性調査を行ったクスノキのうち 49 本について、応力波伝播速度を測定した。応力波伝播速度の測定には、応力波伝播時間測定器 (FAKOPP、FAKOPP Enterprise) を使用し、樹幹表面で成長方向にセンサーを配置して応力波伝播速度を測定した (図-4)。応力波伝播速度は繊維方向で最も安定して測定でき、木材の力学特性を評価しやすいため、測定は繊維方向で行った。

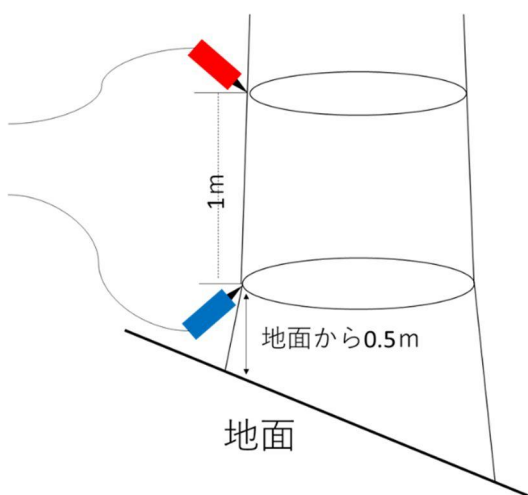


図-4 立木の応力波伝播速度の測定方法

(2) 結果と考察

応力波伝播速度は平均 $2,938 \pm 498\text{m/s}$ 、最大値

$3,675\text{m/s}$ 、最小値 $2,307\text{m/s}$ であった。ほとんどの調査地点において、西方向から測定した応力波伝播速度が、他の方位と比較して高い値を示した (表-5)。測定対象木は異なる斜面方位に生育していたため、傾斜方向による影響は限定的とみられる。風や光環境などの外的条件の違いにより、材質に異方性が生じたものと考えられる。

2. JIS 試験による材質調査

(1) 方法

Ⅱで調査を行った 93 本のうち、稲沢市 2 本、豊橋市 2 本、田原市 4 本、森林・林業技術センター 3 本、試験林 1 本の計 12 本を供試木とした。供試木は目視により根元から上部に向かって通直な部分までを幹とし、地際より伐採した。その後、髄を中心に厚さ 50mm の板に製材し、3~9 か月間天然乾燥を行い、試験体の作製を行った。試験体は元口から成長方向に 500mm ごとに切断した後、1 辺 20mm の正方形断面になるように調製し、 $20 \times 20 \times 500\text{mm}$ の試験体を作製した。作製した試験片は恒温庫 (型式 NC-411HH、日本医化器械製作所製) 内で温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 3\%$ の雰囲気下で含水率が標準状態になるまで調湿を行った。

次に木材万能試験機 (AG-10TE、島津製作所) を用いて 3 点支持曲げ試験を行った。曲げ試験は、JIS Z 2101:2009 (以下、JIS Z 2101) に基づき、支点間距離 280mm、中央集中荷重方式で実施した。曲げ試験終了後、試験体の元口及び末口から長さ 40mm の試験体を採取し、JIS Z 2101 に基づき、縦圧縮試験を行った。なお、樹高区分については、0.5m 刻みで区分し、各区分の中央値を代表値として数値化した上で、各強度との相関解析を行った。

また、表面硬さ試験は豊橋市 3 本、田原市 4 本、試験林 5 本の計 12 本の供試木を対象とし、その一部は曲げ試験および縦圧縮試験と同一の供試木である。曲げ試験等と同条件で乾燥を行い、1 辺 40mm の立

表－5 各個体の材質調査結果（応力波伝播速度）

調査地	本数 (本)	東 (m/s)	西 (m/s)	南 (m/s)	北 (m/s)	平均 (m/s)
稲沢市	2	2447±190	2572±269	2436±11	2454±198	2477±200
知多市	7	データなし	データなし	データなし	3236±221	3236±221
幸田町	6	3188±178	3226±275	3102±182	3342±262	3214±244
田原市	11	2794±348	3101±285	3042±499	2651±381	2897±427
豊橋市	7	2930±241	3106±487	3040±220	2858±201	2983±324
新城市 (森林・林業技術セ ンター内)	5	3053±217	3143±164	3068±201	3118±191	3096±198
新城市（試験林）	10	2977±175	2990±99	2923±207	2949±158	2960±166

方体の試験体を作製した。作製後は曲げ試験等と同条件で十分な調湿を行った。硬さの測定は木材万能試験機（A-10TE、島津製作所）を用い、試験体の木口面、柃目面および板目面を測定面として、JIS Z 2101 の方法に従い測定した。測定面の規定の 21 箇所に剛球（直径 10mm）を深さ $1/\pi$ mm (0.32mm) ま

の表面硬さ（N）を算出した。

（2）結果と考察

各樹高区分における密度、平均年輪幅、曲げ強さ、曲げヤング係数、縦圧縮強さを表－6 に示す。曲げ強さ、曲げヤング係数、縦圧縮強さの平均値±標準偏差はそれぞれ 72 ± 16 N/mm²、 7020 ± 1748 N/mm²、 37 ± 7 N/mm² であった。曲げヤング係数は、ケヤキおよ

表－6 JIS 試験による材質調査結果（強度試験）

樹高 (m)	試験体数	密度 (g/cm ³)	平均年輪幅 (mm)	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (N/mm ²)	縦圧縮強さ (N/mm ²)
0.2～0.7	152	0.46	6.54	68 ± 12	6277 ± 1494	34 ± 6
0.7～1.2	85	0.49	6.33	69 ± 13	6454 ± 1501	35 ± 6
1.2～1.7	91	0.50	6.46	63 ± 17	6131 ± 1771	35 ± 7
1.7～2.2	76	0.47	5.22	69 ± 16	6524 ± 1844	35 ± 7
2.2～2.7	93	0.42	5.79	69 ± 15	6947 ± 1615	36 ± 7
2.7～3.2	39	0.46	4.72	78 ± 16	7894 ± 1539	39 ± 7
3.2～3.7	58	0.47	6.37	71 ± 17	6775 ± 1754	37 ± 7
3.7～4.2	37	0.48	5.33	72 ± 18	7259 ± 1685	36 ± 7
4.2～4.7	62	0.48	5.84	75 ± 15	7482 ± 1453	37 ± 6
4.7～5.2	34	0.49	5.42	81 ± 17	8294 ± 1874	40 ± 6
5.2～5.7	48	0.48	5.62	74 ± 18	7597 ± 1787	37 ± 8
5.7～6.2	32	0.50	4.83	79 ± 19	7855 ± 1847	39 ± 7
6.2～6.7	59	0.50	5.15	75 ± 16	7481 ± 1325	38 ± 7
6.7～7.2	19	0.52	5.12	77 ± 13	7355 ± 1248	39 ± 5
7.2～7.7	8	0.48	5.40	66 ± 11	6422 ± 1507	30 ± 2
全体平均		0.48	5.61	72	7020	37

表-7 他樹種との比較（強度試験）

樹種	密度 (g/cm ³)	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げヤング係数 (N/mm ²)	縦圧縮強さ (N/mm ²)	比強度 (N・m/kg)
クスノキ	0.48	72	7020	37	151
ケヤキ	0.62	99	11768	47	160
ナラ	0.67	97	10297	46	145
センダン	0.57	77	6844	35	135
スギ	0.38	65	7845	33	170
ヒノキ	0.41	74	8826	39	179

センダンの数値は岩川ら 2020
 その他は全国林業改良普及協会, 林業技術ハンドブックより引用)

びナラより低いものの、センダンよりは高い値を示した（表-7）。また、比強度は 151 N・m/kg であり、広葉樹の中では比較的高い値を示した。一方で、針葉樹のスギおよびヒノキと比較すると、クスノキの曲げ強さおよび縦圧縮強さは両樹種と同等あるいはやや高い値を示した。一方で、曲げヤング係数はスギおよびヒノキより低く、弾性面では針葉樹に劣る傾向がみられた。

以上のことから、クスノキは比強度が高く、質量当たりの強度に優れ、さらに針葉樹に近い強度レベルを持つことが明らかとなった。

次に曲げ強さと曲げヤング係数との相関関係を図-5 に示す。両者の相関係数は $r=0.82$ と高く、曲げ強さと曲げヤング係数の間に強い正の相関が認められ、曲げ性能評価において両者が密接に関連することが示された。

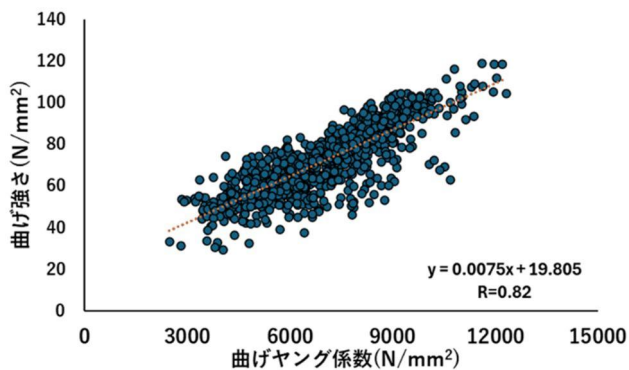


図-5 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

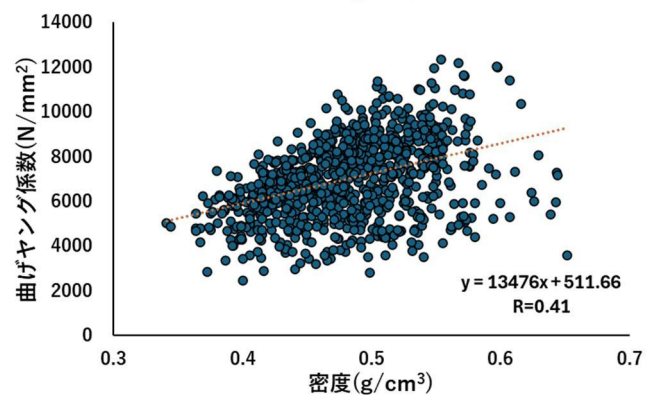
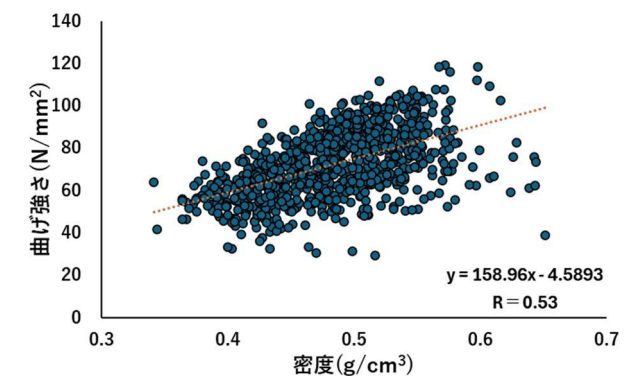
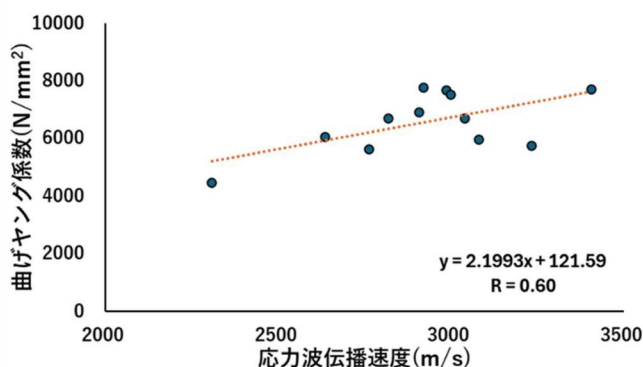


図-6 密度と強度の関係

次に密度と各強度特性との相関解析を行った結果、相関係数は曲げ強さで $r=0.53$ 、曲げヤング係数で $r=0.41$ 、縦圧縮強さで $r=0.55$ であった（図－6）。いずれの特性においても、密度の増加に伴い強度特性が増加する傾向が認められた。ただし、相関係数はいずれも中程度であり、密度のみでは各強度特性を十分に説明することは難しいと考えられる。これは、細胞壁の配向や年輪構造等の密度以外の材質要因が影響を及ぼしたためと考えられる。

続いて、樹高と各強度特性との相関解析を行った結果、相関係数は曲げ強さで $r=0.24$ 、曲げヤング係数で $r=0.32$ 、縦圧縮強さで $r=0.25$ であった。樹高と曲げヤング係数との間には弱い正の相関が認められたが、曲げ強度および縦圧縮強さとの相関はいずれも低かった。樹高方向の強度特性は、年輪幅の変動や成熟材・未成熟材の分布や密度等の複数の材質要因が複合的に影響するため、樹高との明確な相関が得られなかったと考えられる。

次に供試木の応力波伝播速度と各強度特性について相関解析を行った結果、相関係数は曲げ強さで $r=0.30$ 、曲げヤング係数で $r=0.60$ 、縦圧縮強さで $r=0.15$ となった（図－7）。曲げヤング係数については応力波伝播速度との間に比較的高い相関が認められた。この結果からクスノキについてもセンダン同様に立木状態でも応力波伝播速度を測定することで曲げヤング係数を推定できる可能性があることが示

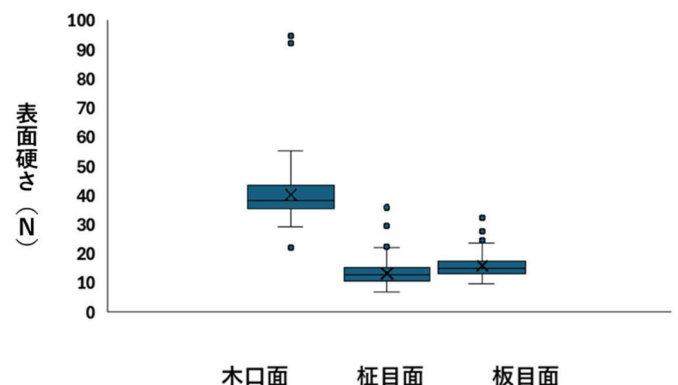


図－7 曲げヤング係数と応力波伝播速度の関係

唆された。一方、曲げ強さおよび縦圧縮強さは節や繊維傾斜などの局所的欠点の影響を受けやすいため、相関は低くなったと考えられる。

次に表面硬さの結果を示す（図－8）。平均値は木口面で $40 \pm 9\text{N}$ 、柾目面で $13 \pm 4\text{N}$ 、板目面で $16 \pm 4\text{N}$ であり、木口面で最も高い値を示した。他樹種と比較すると、クスノキの木口面硬さはケヤキには及ばないものの、ナラやセンダンより高い値を示した（表－8）。また、柾目および板目面についてはナラと同程度であり、スギやヒノキより高かった。

加えて、表面硬さと密度との相関解析を行った結果、木口面で $r=0.39$ 、柾目面および板目面でそれぞれ $r=0.66$ であった。柾目面および板目面では密度との相関が高かったのに対し、木口面では相関がやや低かった。これは、木口面の硬さが密度以外の細胞構造要因の影響を大きく受けるためと考えられる。



図－8 JIS 試験による材質調査結果（表面硬さ試験）

表－8 他樹種との比較（表面硬さ試験）

樹種	密度 (g/cm^3)	表面硬さ(N)		
		木口	柾目	板目
クスノキ	0.46	40	13	16
ケヤキ	0.5～0.9	45	18	20
ナラ	0.5～0.9	35	13	15
センダン	0.57	37	15	19
スギ	0.38	30	10	8
ヒノキ	0.44	35	11	11

（比較樹種の数値は森林総合研究所、木材工業ハンドブック改訂4版より引用）

IV 利用法の検討

(1) 方法

Ⅲの強度試験結果から、クスノキはケヤキやナラと比較すると強度特性はやや低いものの、スギと同程度の強度特性を有していた。また、硬さについてはケヤキよりも低いものの、ナラと同程度であった。これらの結果から、高い構造強度が求められる用途には一定の制約があるものの、設計条件および使用環境を考慮することで、家具材および内装材への適用が可能であることが示唆された。そこで、本研究では家具用途への利用の可能性を検討するため、県内の家具工房と協力し、クスノキを用いた製品の製作を行った。

(2) 結果・考察

家具工房との協議において、材料として用意されたクスノキ材で、板目面において木目の表情が現れやすく、さらに甲板用途として必要な硬さを備えていることが確認された。これらの特性を踏まえ、木目の視認性と実用性能の両立が要求される家具用途として、テーブルおよびベンチを製作した(図-9)。

一方で、家具設計においては、部材寸法や接合条件によって要求される力学性能が大きく異なるため、試験で得られた材料特性をそのまま設計指標として適用することは難しい。家具設計に適用可能な定量的指標の提示については今後の課題であり、寸法条件や接合条件を考慮した検討が必要である。

また、クスノキは樟脳由来の特徴的な香りがあることが確認され、家具用途における材料選択に影響を及ぼす要因の一つであることが懸念された。そこで、本研究で製作したテーブルとベンチに木材用液体ガラス系塗料(ナノクリアス、TNC(有))を塗布したところ、香りは顕著ではなくなり、使用上支障を来すものではないと判断された。

以上より、クスノキは強度特性および意匠性の両面から家具用途への適性を有し、実際の製作を通じ

てその実用性が確認された。

また、スギと同程度の強度を示し、内装材として求められる性能を有することから、建具や軽負荷床材等への利用にも適すると考えられた。



図-9 製作したテーブルとベンチ

引用文献

- 岩川昌暉・上田耕大(2020) 早生樹の材質特性に関する研究. 愛知林セ報 60:21-27
- 山本勝洋・小林元男・熊川忠芳(2002) 有用広葉樹の育成に関する研究. 愛知森林セ報 40:11-21
- 小林元男(2012) 愛知県樹木誌, 161
- 石田朗・白井一則・熊川忠芳(2005) 針広混交林の造成に関する研究. 愛知森林セ報 43:1-10
- 石田朗・江口則和(2017) 有用広葉樹林の育成に関する調査. 愛知森林セ報 53:55
- 愛知県(2024) スギ・ヒノキ人工林林分収穫予想表
- 熊本県(2023) センダンの育成方法
- 日本規格協会(2009) JIS Z 2101 木材の試験方法. 日本規格協会
- 全国林業改良普及協会(編), 林野庁(監修)(1998) 林業技術ハンドブック. 全国林業改良普及協会
- 森林総合研究所(監修)(2004) 木材工業ハンドブック(改訂4版). 丸善出版

花粉の少ない品種の早期育苗・育成技術の開発

2024年度～2025年度

小笠原祐介*¹・豊嶋勲*²

要 旨

需要の多い春植え苗を確実に供給するため、少花粉・エリートのスギ・ヒノキの育苗期間を短縮し、春～秋の1成長期間で出荷基準の30cm高に育て、苗生産施設の回転率向上を目指した。スギについては2月播種、3月移植で秋までに30cm高に成長することが分かった。また、コンテナへの直接播種により移植手間を減らすことで、さらなる効率化が図れると考えられた。ヒノキは成長の良い肥料条件を見つかることができたが、1成長期での育成は困難と考えられた。培土ではスギバーク85%系が両樹種で安定した生育を示し、海外からの輸入に頼るココピートオールドの代替として有効と考えられた。

I はじめに

愛知県では、2021年に花粉症対策品種の採種園を整備し、2023年から生産者への種子配布を開始している。今後、循環型林業を推進していくためには、苗木の生産量確保と安定供給が急務である。

現在、県内の苗木生産現場では、苗畑で育てた1年生実生苗を翌春にマルチキャビティコンテナへ移植し、もう1成長期育てて出荷する2年生苗方式が主流である。

この育苗期間を短縮することで、面積当たりの生産量増加、作業量・労務費の削減、1本当たりの生産コスト低減、需要変動・急な注文への対応力向上、過剰在庫リスク低減など多くの利点生まれ、生産効率と安定供給力が高まる。

そこで本研究では、苗木の早期育苗と育成技術確立を目的とした。

II 方法

1. 幼苗の生産技術開発

(1) 幼苗生産の効率化

スギについては、充実種子選別装置（FKSQ-10、九州計測機(株)）により発芽しやすい種子を選別可能であるため、コンテナへ直接播種することで移植作業の省力化と効率的育苗の可能性を検討し

た。

2024年に本県の閉鎖型採種園で採取され、充実種子選別装置で選別したスギエリート種子を2025年3月中旬にマルチキャビティコンテナ150cc（JFA-150、全国山林種苗協同組合連合会、以下コンテナ）へ直接播種し、秋まで育苗した。

培土及び肥料の組み合わせを表-1に示す。培土は全国山林種苗協同組合連合会推奨のコンテナ苗木育苗用培土（ココピート80%+鹿沼土20%、以下全苗連培土）及び新配合培土（ココピート60%+焼成赤玉土・ピートモス・鹿沼土（以下新配合培土））を使用した。培土にハイコントロール085・100日溶出タイプ（N:P:K=10:18:15）が5g/L配合有と無の2タイプを使用した。肥料は5月20日に085・180日タイプ及び650・360日タイプをそれぞれ2g/キャビティ施肥した。

ヒノキ（エリート及び少花粉）は2024年2月播種でも1成長期で出荷基準の苗高30cmまで育苗できなかったため、播種から1年半での出荷を目指し、豊橋市の種苗生産者の圃場温室で2024年10月に播種し育苗した苗を2025年4月に大口町の圃場でコンテナに移植し1成長期（4月～11月）毎月苗高を測定した。

Yusuke OGASAWARA*¹, Isao TOYOSHIMA*²: Development of Early Seedling Production and Cultivation Techniques for Low-Pollen Varieties. *¹ 現 名古屋高等技術専門校, *² 2025 年 3 月退職

表－1 培土及び肥料の組み合わせ

区分	培土	元肥	追肥	苗本数
A	ココピート 80% + 鹿沼土 20%	無	085・180 日 2g/キャビティ	40 本/トレイ × 2
B	ココピート 80% + 鹿沼土 20%	無	650・360 日 2g/キャビティ	40 本/トレイ × 2
C	ココピート 80% + 鹿沼土 20%	085・100 日 5g/L	085・180 日 2g/キャビティ	40 本/トレイ × 2
D	ココピート 60% + 鹿沼土、赤玉土、ピートモス	085・100 日 5g/L	085・180 日 2g/キャビティ	40 本/トレイ × 2

表－2 センター野外の肥料組み合わせ

区分	肥料	苗本数
A	085・180 日 1g/キャビティ	40 本/トレイ
B	085・100 日 0.5g + 085・360 日 0.5g + 650・700 日 0.5g/キャビティ	40 本/トレイ

2. コンテナ移植後の生産技術開発

(1) 屋外での成長特性

2023年に本県の閉鎖型採種園で採取されたヒノキ（エリート及び少花粉）及びスギエリート種子を2024年2月に温室内で育苗箱に播種し発芽させ、本葉が展開した幼苗を、3月上旬にコンテナに移植し、4月上旬にセンター屋外に設置し2024年4月から2025年4月まで表－2のA区の肥料条件で育苗し、毎月苗高を測定した。

(2) 施肥条件の検討

2023年に本県の閉鎖型採種園で採取されたヒノキエリート及びスギエリート種子を2024年2月に温室内で育苗箱に播種し発芽させ、本葉が展開した幼苗を、3月上旬にコンテナに移植し、4月上旬にセンター屋外に設置し2024年4月～2025年4月まで表－2の肥料条件で、毎月苗高を測定した。また、2025年4月に、丹羽郡大口町の種苗生産者圃場において、3種類の緩効性肥料ハイコントロール(085、N:P:K＝10:18:15)の100・180・360日溶出タイプの組み合わせによる12処理区（表－3）を各2トレイ80本設け、ヒノキ（少花粉）の育苗を行った。各区について毎月苗高を測定・記録した。

表－3 丹羽郡大口町の肥料組み合わせ

区分	肥料構成	苗本数
A	085・100日 2g	40本/トレイ × 2
B	085・100日 1g + 085・180日 1g	40本/トレイ × 2
C	085・100日 1.5g + 085・180日 1g	40本/トレイ × 2
D	085・180日 2g	40本/トレイ × 2
E	085・180日 1.5g	40本/トレイ × 2
F	085・180日 1.5g + 085・360日 1g	40本/トレイ × 2
G	085・180日 1g + 085・360日 1.5g	40本/トレイ × 2
H	085・360日 2g	40本/トレイ × 2
I	085・360日 3g	40本/トレイ × 2
J	085・100日 1g + 085・360日 1g	40本/トレイ × 2
K	085・100日 1.5g + 085・360日 1g	40本/トレイ × 2
L	085・180日 1g + 085・360日 2g	40本/トレイ × 2

(3) 培土条件の検討

表－4に示す配合条件で、スギおよびヒノキ（少花粉）の幼苗を2024年春に移植し翌2025年春まで丹羽郡大口町の種苗生産者圃場において育苗した。苗木の生育状況を調査するため2025年4月に苗高と根元径を測定した。

表－4 丹羽郡大口町の培土組み合わせ

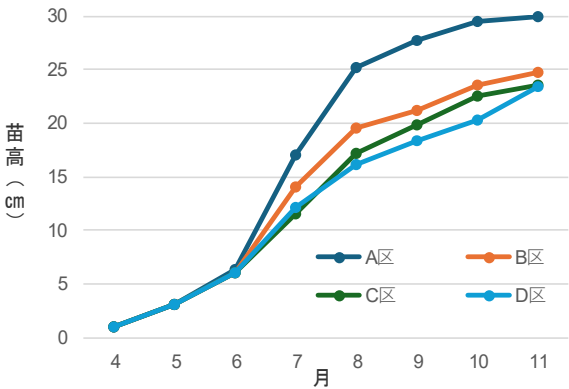
区分	培土	苗本数
A	ココピート80%+鹿沼土20%	40本/トレイ×2
B	スギパーク100%	40本/トレイ×2
C	スギパーク85%+赤玉土15%	40本/トレイ×2
D	スギパーク85%+鹿沼土15%	40本/トレイ×2
E	スギパーク70%+赤玉土30%	40本/トレイ×2
F	スギパーク70%+鹿沼土30%	40本/トレイ×2

Ⅲ 結果と考察

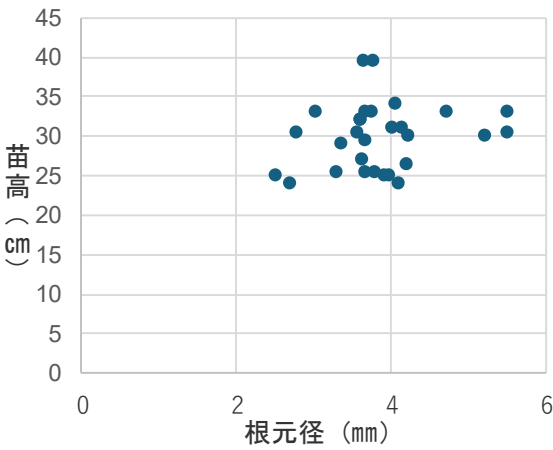
1. 幼苗の生産技術開発

(1) 幼苗生産の効率化

スギの直接播種での各試験区の平均苗高の推移は、図－1のとおりであった。A区では11月には平均苗高30.0cm、得苗率45%となった。同月の根元径は根鉢に硬さが安定的に表れる3mm以上（齋藤ら 2019）のものの割合が65%であった（図－2）。播種時期が3月中旬とやや遅かったため、2月下旬～3月上旬に早めることで、春先（4月）からの初期成長が高くなればさらなる成長改善が期待できる。



図－1 スギ直接播種後の苗高成長

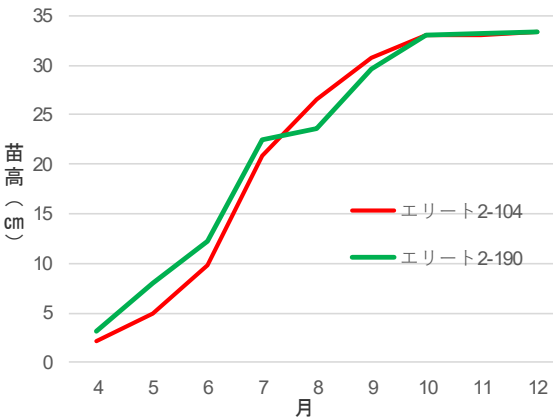


図－2 スギの根本径と苗高の関係

2. コンテナ移植後の生産技術開発

(1) 屋外での成長特性

スギエリートは、播種から約9ヶ月でコンテナ苗を出荷規格まで育苗できる可能性があることが分かった（図－3）。ヒノキエリートツリー及び少花粉ヒノキ5系統の12月時点での苗高は23.1～28.1cmであった（図－4）。ヒノキエリートは少花粉ヒノキ5系統に比べ成長が良いものの28.1cmと出荷基準までは成長しなかった。ヒノキエリートは、翌年4月下旬に32.4cm（得苗率53%）となり出荷規格まで育苗するには約15ヶ月かかることが分かった（図－5）。



図－3 スギエリートツリーコンテナ苗の苗高成長

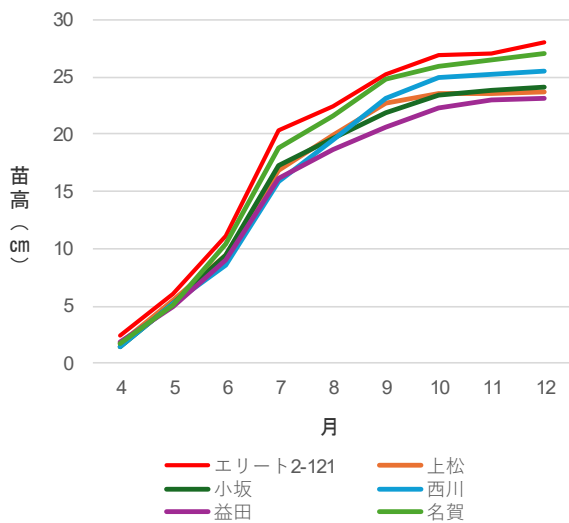


図-4 ヒノキエリートツリー及び
少花粉ヒノキコンテナの

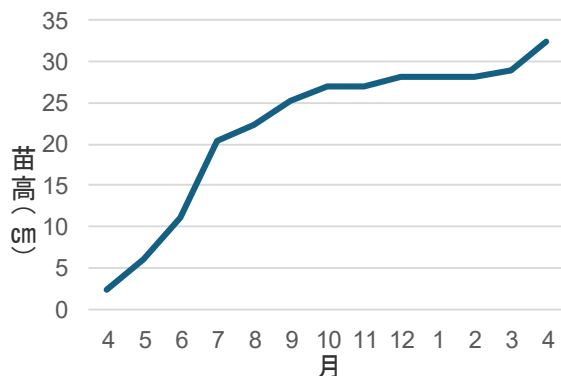


図-5 ヒノキエリートツリーの苗高成長

(2) 施肥条件の検討

2024年の肥料試験では12月時点での平均苗高・平均根元径は、ヒノキエリート2-121はA区が28.1cm（得苗率 35%）、B区が24.9cm（得苗率 23%）であった（図-6）。スギエリートではA区では2-104が33.3cm（得苗率60%）、2-190が33.4cm（得苗率50%）B区では2-104が26.9cm（得苗率20%）、2-190が24.7cm（得苗率 15%）であった（図-7）。

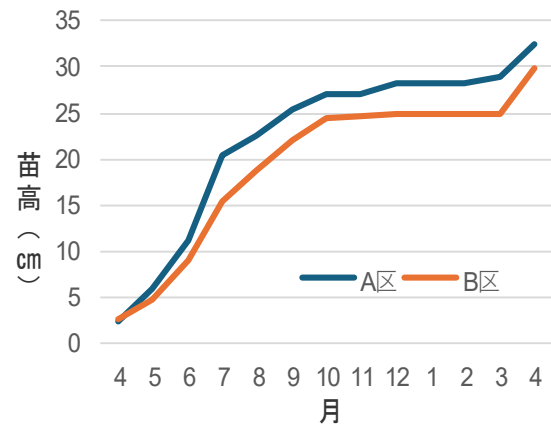


図-6 ヒノキエリートツリーの
施肥条件別苗高成長

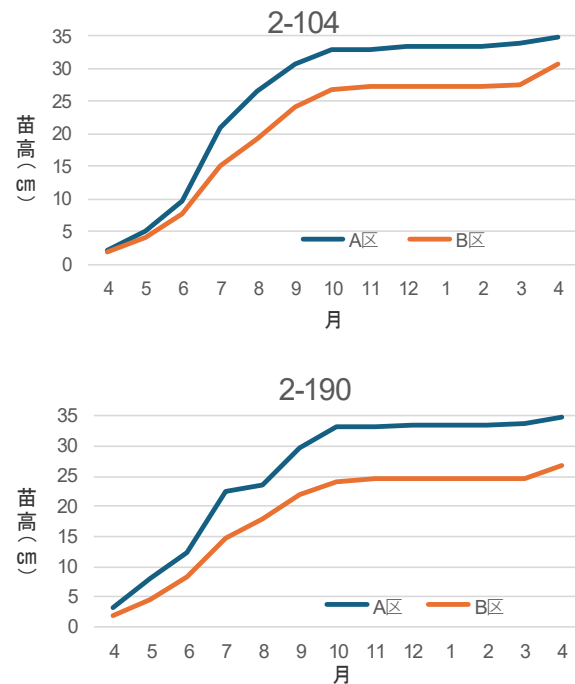


図-7 スギエリートツリー2系統の
施肥条件別苗高成長

6月ごろまではどちらの系統も同じような成長カーブが見られ、肥料条件による差は夏場に効いてくると考えられた。B区の肥料には移植4ヶ月以降も溶出が見込める360日や700日タイプが含まれるものの肥料要求量が大きくなっていくタイミングで肥料の溶出量が小さく、4～6月は100日タイプの肥料が効いているため差がないが、7～10月に徐々に差が開き1年生苗を育成するのに適さなかったと考えられる。翌(2025)年3～4月の成長量はスギ、ヒノキともにB区が大きく360日及び700日の肥料の溶出の効果と考えられ、1年出荷にはA区がより適すると考えられた。

2025年の大口町の試験では、11月の平均苗高はG区が22.2cmと最も高い値に達し、最も成長が良かった(図-8)。Aは比較的低く、13.1cmで最も成長が悪かった。その他の区は15.7～19.4cmで比較的近い値となった。成長経過を見ると5月まではほぼ差はなかったが、その後Gで急成長を開始した。10月以降は成長が緩やかになりほぼ横ばいとなった。生存率は他が0.58～0.78なのに対しAは0.30と明らかに低かった(図-9)。盛夏(7～9月)にしっかり伸びた条件では生存率も良い傾向があったヒノキ1年生で30cmの苗高までの成長を達成することができなかったため、播種、移植時期の前倒しや夏前の速効少量追加(液肥)の検討が必要と思われる。2024年と同様に成長期は10月までと考えられ、移植が2025年4月下旬であったため、この移植時期を早め、移植によるストレスを最小限にとどめ成長開始期までに活着させることができればもう少し成長する可能性が考えられる。

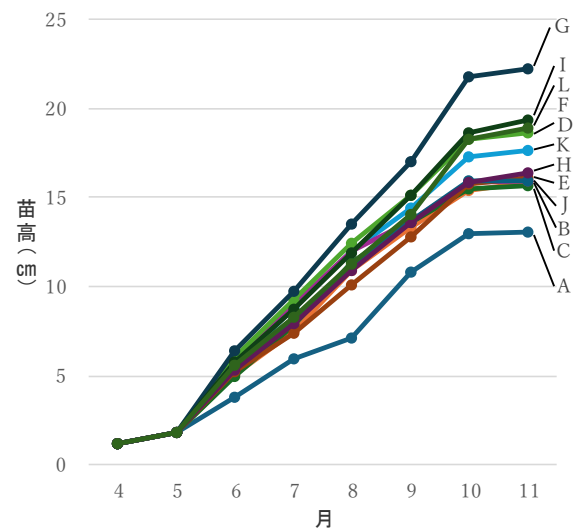


図-8 ヒノキの施肥条件別の平均苗高成長

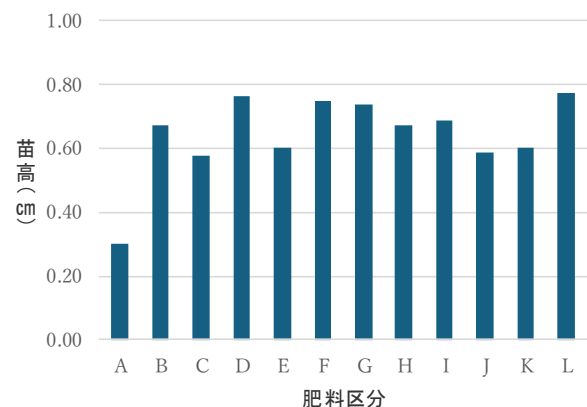
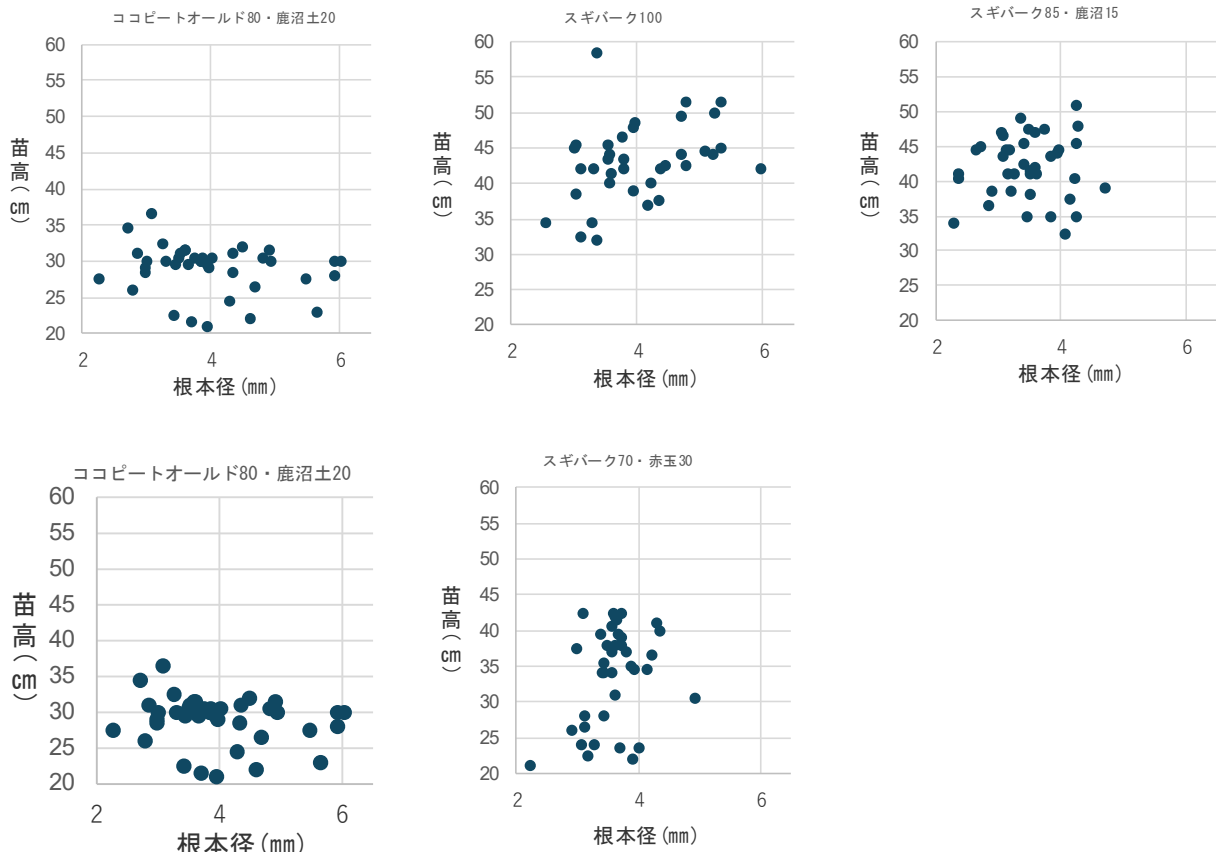


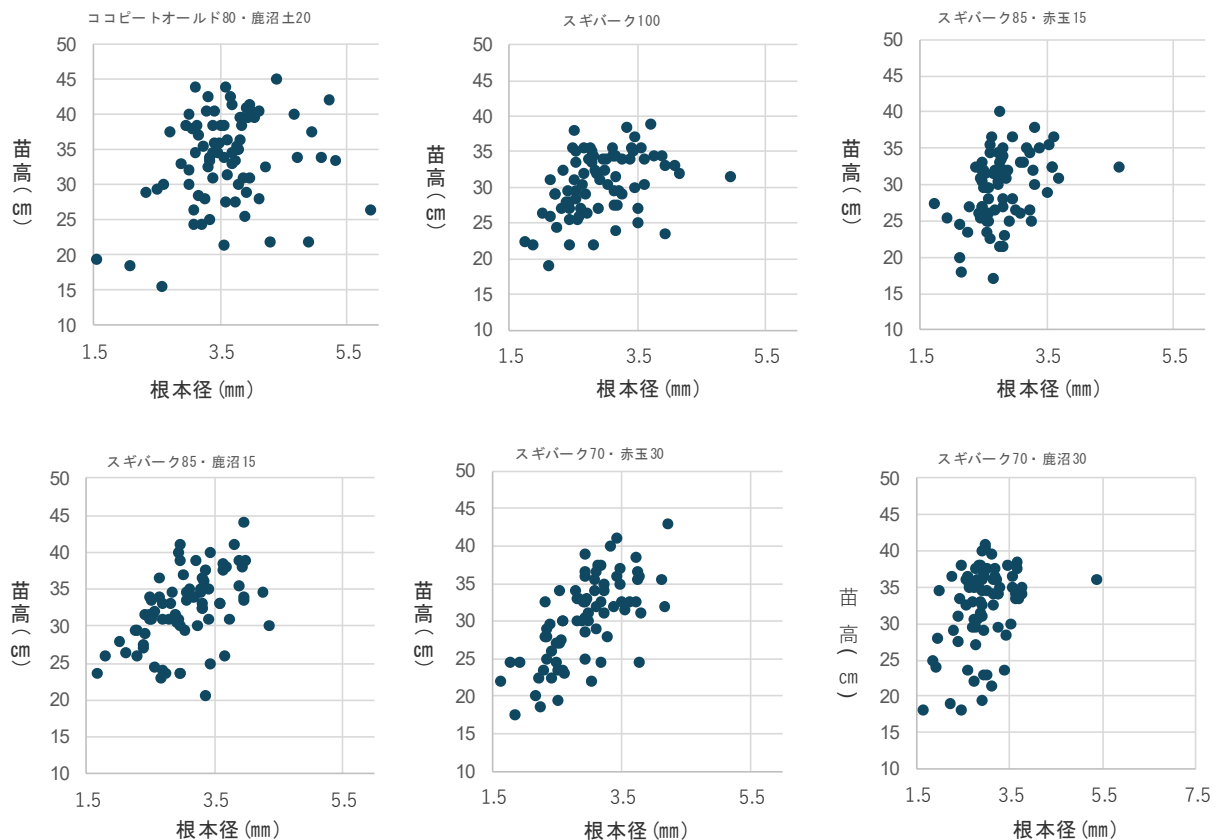
図-9 ヒノキの施肥条件別生存率

(3) 培土条件の検討

幼苗移植から1年後の翌春(2025年4月)に、各培土条件における苗高および根元径を測定した結果は図-10、11のとおりであった。



図ー10 スギの培土別根本径と苗高の関係



図ー11 ヒノキの培土別根本径と苗高の関係

スギでは、ココピートオールド 80%+鹿沼土 20%は分布が比較的まとまっている。スギバーク 100%は全体に苗長が大きめで、広めに分布している。スギバーク 85%+赤玉 15%はスギバーク 100%と傾向は似ているがスギバーク 100%よりバラつきがやや小さく、肥沃さと排水性のバランスが改善した可能性がある。スギバーク 85%+鹿沼土 15%は、分布が中間的でまとまりがよい。スギバーク 70%+赤玉 30%は小さめの苗が多く、根元径も小さく成長が抑えられ気味であった。赤玉比率が高く、保水性や肥効のバランスに影響した可能性が考えられる。スギバークが多いほど苗長は伸びやすいが、バラつきが大きい傾向があり、赤玉や鹿沼を混ぜると苗が締まり、形が揃いやすいと考えられる。

ヒノキでは、スギバーク 100%では根元径はやや太い個体が多く、苗長もバランス良く伸びる傾向があった。スギバーク 85%+赤玉 15%は、芯が詰まったやや小振りな良苗が多い傾向である。赤玉混合はヒノキの締まりを良くし、健全な形状比を維持しやすいと考えられる。スギバーク 85%+鹿沼 15%は他よりもバラつきが大きい。鹿沼土は軽く排水が良すぎるため、やや成長量が不安定になった可能性がある。

スギバーク 70%+赤玉 30%はやや小さく形状比が高めになりやすい傾向があった。赤玉割合が大きいと保肥性が低下し、成長が抑えられると考えられる。スギバーク 70%+鹿沼 30%は個体差でバラつきが最も大きい。鹿沼 30%は水分保持が弱く、管理条件の影響を受けやすいと考えられる。赤玉・鹿沼の比率が高いと、苗が小さくなる傾向がみられるのは保水性・肥効の低下が原因と考えられる。安定性をとるならバーク 85%系が最適で過度に徒長せず、根元径も適度に太り形状比もまとまる。スギ、ヒノキともに海外からの輸入に頼るココピートオールドの代替物として、国内で生産され持続的に利用できるスギバークは利用可能であると考えられた。

IV まとめ

ヒノキを 1 成長期で出荷するためには、現行基準 (30cm) を 20~25cm に下げられることも考えられるが、根鉢の充実、植栽後の成長、下刈り作業量などの観点から、一概に苗高を下げるが良いとは言えず、関係者間の協議が必要である。種子選別機で選別後、発芽率が 90%以上になった充実種子をコンテナ容器のキャビティに直接播種する方法では移植作業がなくなるため、労務が軽減できると期待される。2025 年度に種苗組合で試験的に購入した播種板を利用することで播種作業も効率化できる。

従来の幼苗移植法では、コンテナに培地充填後、キャビティに詰められた培地に穴をあけて、ピンセット等を使って主根を曲げないようにまっすぐ下方に向けて差し込み移植しており、また、毛苗移植法では、育苗箱から毛苗を傷めないように注意しながら根の先端を掴んで抜き取り、培地にやさしく挿し込むようにして移植している。このように、移植には少なからず根の損傷を伴い、作業には熟練を要する部分があることから、移植作業のないコンテナ直接播種は労務の軽減効果が高い。移植作業がない代わりに間引き作業が発生するが、この作業は熟練を要さないうえ、作業時間も短いと考えられる。さらに、一粒播種であれば、間引き作業もかからないため、労務の削減効果はさらに高いと考えられる。

引用文献

齋藤隆実・小笠真由美・飛田博順・矢崎健一・壁谷大介・小黒芳生・宇都木玄(2019) スギコンテナ苗における根鉢の物理的性質の定量的評価. 日林誌 101 : 145-154

早生樹等の効率的な苗木生産及び育林技術に関する研究

2024 年度～2025 年度

小川智之・長谷川規隆*

要 旨

早生樹のセンダン (*Melia azedarach*) について、種苗生産及び育林技術の開発を目的として、発芽、育苗、育林の各試験を実施した。発芽試験では2月下旬から3月上旬が播種適期であることが確認され、先行研究の知見を支持した。GA 処理による発芽促進効果は小さく、実用化に至る水準ではなかった。また加温マットを用いた発芽促進効果が屋外・屋内共に認められた。育苗試験では、加温にて早期発芽させた幼苗を使用し、適切な施肥を行うことでマルチキャビティコンテナを用いた苗木生産が可能となった。育林試験では前成長調査期間の平均樹高成長量との比較において、顕著な抑制は認められなかった。またいずれの試験地においても、樹高、胸高直径ともに熊本の既報事例を下回る傾向がみられた。樹冠はやや閉鎖気味となり、相対照度の低下も確認されたことため、4 成長期目で間伐が必要であることが明らかとなった。

I はじめに

愛知県では、戦後に造成された人工林が本格的な利用期を迎えており、今後、主伐・再造林を推進する必要がある。また、我が国における花粉症対策の推進や、カーボンニュートラルの実現に向けた施策の推進(林野庁 2023)から、樹種転換において広葉樹が選択されることが多い。そのなかで、成長が早く、短期間で収益性を確保できる早生樹に対する全国的な関心の高まりを踏まえ、本県では早生樹であるセンダン (*Melia azedarach*) について、造林樹種としての導入及び利用を調査・検討してきた。

当センターの先行研究(長谷川ら 2024)により、センダンの発芽特性、成長期間、育苗条件、植栽適地の要因、主要害虫への対策など、種苗生産および育林に関しては一定の基礎的知見が得られた。一方で、発芽率向上に寄与するとされる加温処理については、より劣悪な環境下においても効果が得られるか未検証であり、また、マルチキャビテ

ィコンテナを用いた苗木生産技術の確立、植栽後の成長の継続的な評価についても、検証できていない。

そこで本研究では、野外での加温処理の効果と、マルチキャビティコンテナを用いた苗木生産技術の確立、植栽後の育林現場における成長過程の分析に基づく育林技術の検討を目的とした。

II 材料と方法

1. 発芽試験

(1) 材料

名古屋市北区成願寺町地内の庄内川河川敷、岡崎市上里町他地内の矢作川河川敷に自生するセンダンの個体から、播種する前年の12月に採取した種子を使用した(図-1)。採取した種子は、果肉を取り除いた核の状態で、保湿した砂に混ぜ5℃の冷蔵庫内で保管(以下、低温湿層処理)した。培地には赤玉土を使用し、容器は育苗コンテナ6型(アップルウェア社製、以下、育苗箱)を使

用した。加温装置には、農電電子サーモ ND-610（筑波電器株式会社製、以下、加温マット）を使用した。



図－1 種子採取場所

(2) 方法

ア 毎週播種試験

2024年2月8日から3月19日まで、及び2025年2月10日から3月10日までの期間において、系統ごとに、低温湿層処理した核の状態の種子を育苗箱（50個/箱）に毎週播種した。系統は先行研究で成長が良好であった庄内9と矢作3の2系統を選抜した。播種した育苗箱を当センター屋外とビニールハウス内（以下、ハウス内）に設置し、目視により発芽時期と発芽本数を調査した（表－1）。

なお、センダンでは複数の種子を内包した核を有している（池本 2018、勝田ら 1998）が、本研究においては、核を1単位とし、核から複数発芽した場合でも発芽数は1とした。最終発芽本数に対する発芽率が50%に達するまでの日数を T_{50} とし、隣接点の線形補間により算出した。

イ 加温試験

2024年2月14日に「ア 毎週播種試験」と同様の処理を施した種子を系統別に育苗箱へ播種し、ハウス内の設定温度 20℃の加温マット上に設置

した。同様に、2025年2月18日には播種した育苗箱を屋外の設定温度 20℃の加温マット上に設置し、「ア 毎週播種試験」における同日播種区と発芽率を比較した（表－2）。

表－1 毎週播種試験の使用種子数

播種日	屋外				ハウス内			
	庄内9		矢作3		庄内9		矢作3	
	Ctrl区	GA区	Ctrl区	GA区	Ctrl区	GA区	Ctrl区	GA区
2024年	2/8	50	50	50	50	50	50	50
	2/14	50	50	50	50	50	50	50
	2/20	50	50	50	50	50	50	50
	2/26	50	50	50	50	50	50	50
	3/6	50	50	50	50	50	50	50
	3/12	50	50	50	50	50	50	50
	3/19	50	50	50	50	50	50	50
	合計	350	350	350	350	350	350	350
2025年	2/10	150	-	150	-	150	-	-
	2/18	150	-	150	-	150	-	-
	2/25	150	-	150	-	150	-	-
	3/3	150	-	150	-	150	-	-
	3/10	150	-	150	-	100	-	-
	合計	750	-	750	-	700	-	-

表－2 加温試験の使用種子数

播種日	加温マット			
	ハウス		屋外	
	庄内9	矢作3	庄内9	矢作3
2024/2/14	50	50	-	-
2025/2/18	-	-	50	50
合計	50	50	50	50

ウ ジベレリン処理試験

低湿湿層処理した核の状態の種子を、発芽促進処理としてジベレリン（住友ジベレリン錠剤、ジベレリン水溶剤、以下 GA）の 500ppm 水溶液に常温で6時間浸漬処理を行った。その他の条件・手順は「ア 毎週播種試験」に準拠し、GA 未処理区（以下 Ctrl 区）と発芽率を比較した（表－1）。

2. 育苗試験

(1) 材料

2024年5月、当センターハウス内およびハウス内の加温マット上で得られた幼苗を容量 300cc のマルチキャビティコンテナ（JFA-300、全国山林種苗共同組合連合会、24 穴/箱、以下 JFA-300）へ移植した。肥料方法と培地が異なる 4 区分（A 方式、K 方式、S 方式、M 方式）、2 系統（庄内 9、矢作

3) 移植した(区分ごとの詳細については(2)方法に後述)。2024年7月、屋外の発芽試験で得られた幼苗でJFA-300へ移植を行った。肥料方式を後述の(2)イで区分した肥料区分から2区分(A方式、S方式)とし、その他の処理区は5月区に準拠した。マルチキャビティコンテナは屋外に設置し、5月及び7月区に各2列で配置した。散水は5分間、1日あたり1回行った(表-3)。

2025年5月及び7月には、容量150ccのマルチキャビティコンテナ(JFA-150、全国山林種苗共同組合連合会、40穴/箱、以下JFA-150)へ移植を行った。肥料方式に2区分(Ctrl-BF方式、Ctrl-FA方式)を加えた6区分とし、その他の処理区はJFA-300の方法に準拠した。なおCtrl-BF方式及びCtrl-FA方式では比較のためJFA-300への移植も行った。マルチキャビティコンテナは5月及び7月区に屋外に各4列で設置し、散水は5月から10月は30分間、1日当たり2回、11月から12月は5分間、1日あたり1回行った(表-4)。

表-3 2024年育苗試験の移植本数

容量	肥料方式	5月区(本)		7月区(本)	
		庄内9	矢作3	庄内9	矢作3
300cc	A方式	24	24	24	24
	S方式	24	24	24	24
	K方式	24	24	-	-
	M方式	24	24	-	-

表-4 2025年育苗試験の移植本数

容量	肥料方式	5月区(本)		7月区(本)	
		庄内9	矢作3	庄内9	矢作3
150cc	A方式	40	40	40	40
	S方式	40	40	40	40
	K方式	40	40	40	40
	M方式	40	40	40	40
	Ctrl-BF方式	40	40	40	40
	Ctrl-FA方式	40	40	40	40
300cc	Ctrl-BF方式	24	24	24	24
	Ctrl-FA方式	24	24	24	24

(2) 方法

ア コンテナ容量試験

JFA-300 及び JFA-150 について、毎月すべての個体の苗高を計測した。12月には全個体の根元径の計測を行った。

イ 肥料区分試験

日本の育種場等で実務使用されている肥料方式をもとに、A方式、K方式、S方式、M方式、Ctrl-BF方式、Ctrl-FA方式の6処理区を設けた。各処理区の詳細を表-5に示す。各年12月時点の苗高と根元径の成長量について、肥料区分ごとに分散分析を行い、有意差が認められた場合にはTukey-Kramer法による多重比較を行った。

表-5 肥料方式別の培地等条件

肥料方式	培地*	施用区分 製品名**	施用量 (g/L)
A方式	P+K (比4:1) ***	表:650-180	7.5
S方式	P	元:650-180	13
		元:085-360 (比1:1)	
K方式	P	元:391-180	元:13
		追:085-180	追:10
M方式	P	表:085-100	7.5
		表:085-360	
		表:650-360 (比1:1:1)	
Ctrl-BF方式	P	元:A10-140	13
Ctrl-FA方式	P	表:A10-140	7.5

*培地:P=ココピートオールド、K=鹿沼土。

**肥料:表=表面施肥、元=元肥、追=追肥。650=ハイコントロール 650、085=ハイコントロール 085、391=ハイコントロール トータル 391、085=ハイコントロール 085、A10=ハイコントロールオール 10、"-以降の数字は溶出タイプ(例:180であれば「180日タイプ」)を示す(ジェイカムアグリ株式会社製)。

***表中の配合比は体積比。

ウ 配置による影響の検討

JFA-150は、縦方向8孔×横方向5孔(計40孔)で構成されるものを4基、縦方向に連結して設置し、縦方向には32孔が連続する配置とした。さら

に、横方向に複数コンテナを並べ圃場を構成した。苗の生育に対する位置効果を評価するため、縦方向 32 孔のうち、片側から 16 孔について 2 列ごとに区分し集計を行い、外縁から中央に向けた生育量を比較した。

エ 病虫害被害

目視により病虫害被害を調査した。

3. 育林試験

調査地は 2022 年 2～5 月にセンダンの植栽を行った県内 4 試験地(新城市玖老勢(植栽本数 60 本、標高 125m、1500 本/ha)、豊田市小渡町(植栽本数 240 本、標高 245m、1500 本/ha)、岡崎市大代(植栽本数 20 本、標高 190m、666 本/ha)、森林・林業技術センター試験林(以下、センター試験林)(植栽本数 50 本、標高 295m、400 本/ha)である(図-2)。四半期毎に樹高を 2026 年 1 月まで、根元径を 2023 年 9 月まで測定し、2023 年 12 月からは胸高直径に切り替えて測定を行った(図-2)。

各試験地において、通直性を確保するための芽かきは「センダンの育成方法」(熊本県林業研究指導所 2015)に基づき、植栽 1 年目と 2 年目の 5 月と 9 月の計 4 回行った。施肥(ウッドエース 4 号、ジェイカムアグリ株式会社製)を 2022 年 7 月と 2025 年 4 月の計 2 回行った。施肥量については 1 回につき 1 本あたり 0g(以下 Ctrl 区)、50g、90g の 3 区分を設けた。なお、各試験地に 8 系統が植栽されている。施肥量や斜面位置等の各条件ごとに分散分析を行い、有意差が認められた場合には Tukey-Kramer 法による多重比較を行った。

四半期毎に相対照度を測定した。測定には照度 UV データロガー TR-74Ui(株式会社ティアンドデイ製)を使用した。また魚眼レンズを用いて全天空写真を撮影し、LAI32 for Win32(ver.0.378、山本 2008)を用いて閉鎖度を解析した。

(2) 病虫害被害

各試験地において、熊本県林業研究指導所(2015)

で確認されたゴマダラカミキリ(*Anoplophora malasiaca*)やセンダンこぶ病等の病虫害の被害調査を不定期に目視で実施し、確認した虫害に対しスミパイン乳剤(サンケイ化学株式会社)を 100 倍に希釈し散布した。

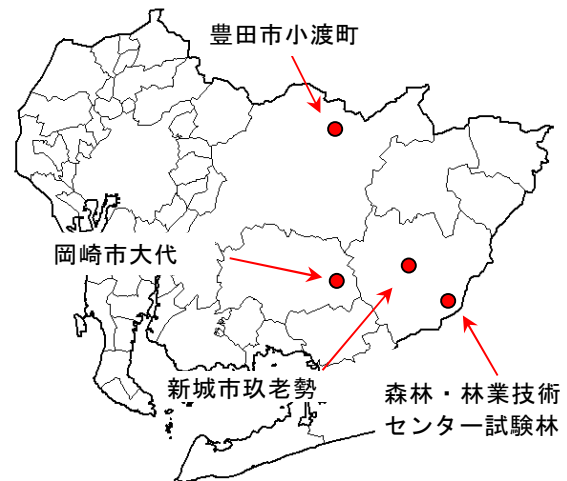


図-2 センダン育林試験地位置図

III 結果と考察

1. 発芽試験

(1) 毎週発芽試験

2024 年に播種した種子について、2024 年 7 月 1 日時点の発芽率は屋外で庄内 9 が 74.9% (262 個/350 個)、矢作 3 が 63.1% (221 個/350 個)となった。ハウス内では庄内 9 が 88.0% (308 個/350 個)、矢作 3 が 69.4% (243 個/350 個)であった。2025 年に播種した種子について、2025 年 7 月 1 日時点の発芽率は屋外で庄内 9 が 60.1% (451 個/750 個)、矢作 3 が 44.8% (336 個/750 個)となった。ハウス内では庄内 9 が 80.0% (600 個/750 個)、矢作 3 が 52.0% (364 個/700 個)となり、最終的な発芽率はハウス区の方が高い傾向がみられた。屋外区では播種時期によって発芽曲線にばらつきが認められたのに対し、ハウス区では発芽時期が比較的集中した傾向がみられた(図-3 (a) (b) (e) (f))。

系統間の比較では、矢作 3 と比較して庄内 9 は

発芽率が高く、発芽日数も短かった。一方、矢作3の発芽は遅く、特に屋外条件下では6月上旬まで要した。そのためセンダンの伸長成長期間である5月中への移植はハウス区で育成が望ましいと考えられる。

全体的に播種時期が遅くなると、発芽日数が短くなる傾向がみられ、 T_{50} を指標とし、2024年2月8日播種に対し3月19日播種は34～50日、2025年度には2月10日播種に対し3月10日播種は12日～31日の短縮が確認された（表－6、表－8）。

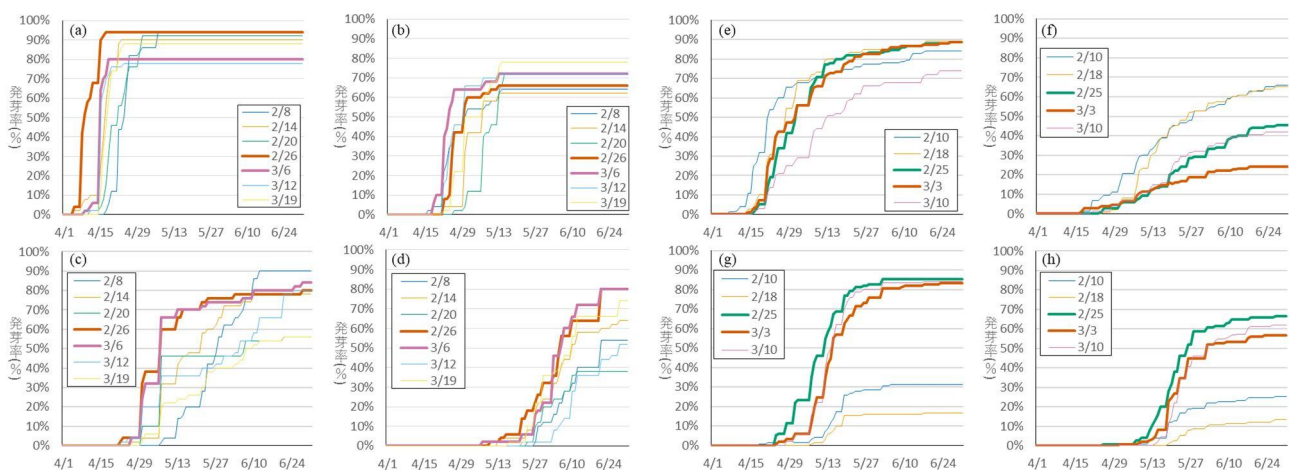
同様に T_{50} を指標とし、播種日ごとに屋外に対するハウス区による短縮効果を比較すると、2024年度では庄内9で18～33日、矢作3で23～46日であった。一方2025年度では庄内9で6～25日、矢作3で0～65日となり、一定の効果は得られたが、2024年度に比べ発芽日数の短縮効果は限定的だった。この原因としては、2025年が2024年に比べ気温が低い傾向であり、日照条件や、灌水条件等により休眠打破に必要な有効積算温度の不足によるものと推察されるが、原因の特定には至らなかった。発芽開始時期は2024年ではいずれの区も2月26日と3月6日に播種したものが発芽曲線の立ち上がりが早期であった（図－3 (a) (b)

(c) (d))。2025年では屋外では2月25日と3月3日に播種したものが発芽曲線の立ち上がりが早期で2024年度同様の傾向がみられたが、ハウス内は前述の発芽日数の短縮効果が限定的であったことから、2月10日と2月18日に播種したものが早期になり、異なる傾向がみられた（図－3 (e) (f) (g) (h)）。

以上の結果から、効率的に苗木生産を行うためには、安定した発芽率を確保でき、発芽開始時期が早期である2月下旬から3月上旬が適した時期であると示唆され、先行研究で示された結果を承認した。また播種時期の違いに左右されず、5月移植時期までに安定して発芽を完了させるためには、ハウス区で育成するが望ましいと考えられる。

(2) ジベレリン処理試験

ジベレリン処理試験の結果を表－7に示す。最終発芽率はGA処理区とCtrl区で差は認められなかった。条件ごとのGA処理区と無処理区の T_{50} の差を算出し、得られた差を合計して平均値を求め、両区の発芽時期を比較したところ、屋外区の庄内9で-1.57日、矢作3で+1.00日、ハウス区の庄内9で+1.86日、矢作3で+1.79日となった（表－6、



図－3 累計発芽曲線

2024年 ハウス区： (a) 庄内9、(b) 矢作3

2024年 屋外区： (c) 庄内9、(d) 矢作3

2025年 ハウス区： (e) 庄内9、(f) 矢作3

2025年 屋外区： (g) 庄内9、(h) 矢作3

表－7)。ハウス区では GA 処理の発芽促進効果がみられたものの、その効果は小さく、実用化に至る水準ではなかった。

(3) 加温試験

加温試験の結果を表－9、図－4、図－5 に示す。2024 年の発芽率と T₅₀ が、屋外区の庄内 9 が 78.0%、89 日、矢作 3 が 64.0%、110 日、ハウス区の庄内 9 が 90.0%、63 日、矢作 3 が 62.0%、76 日、加温マット（ハウス内）区で庄内 9 が 94.0%、51 日、矢作 3 が 74.0%、57 日となった（表－6、表－9、図－4）。2025 年では屋外区の庄内 9 が 16.7%、87 日、矢作 3 が 13.3%、97 日、ハウス区の庄内 9 が 89.3%、69 日、矢作 3 が 65.3%、86 日、加温マッ

ト（屋外）区で庄内 9 が 87.0%、59 日、矢作 3 が 76.0%、78 日であった（表－8、表－9、図－5）。加温マット（屋外）区で発芽促進効果が十分得られることが確認された。

加温マットの設置場所によらず、どの系統においても加温マット区はハウス区と屋外区に比べ、短い発芽日数かつ高い発芽率を示した。また 2025 年の屋外区で発芽率が低いのは、播種直後に平均最低気温が氷点下を下回る日が続いたことが要因と考えられるが、同日播種した加温マット（屋外）区では高い発芽率が得られていることから、屋外条件下における凍結リスクの低減することが可能であることが示された。このことから、センダン

表－6 2024 年播種試験（Ctrl 区）結果

播種日	屋外						ハウス内													
	庄内9			矢作3			合計			庄内9			矢作3			合計				
	発芽率		発芽日数(日)	発芽率		発芽日数(日)	発芽率	発芽率		発芽日数(日)	発芽率		発芽日数(日)	発芽率		発芽日数(日)				
	(%)	[n]	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]	(%)	[n]	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]				
2/8	90.0	[50]	109	89-125	54.0	[50]	120	109-134	72.0	[100]	94.0	[50]	76	69-89	64.0	[50]	76	68-96	79.0	[100]
2/14	78.0	[50]	89	68-117	64.0	[50]	110	89-135	71.0	[100]	90.0	[50]	63	51-69	62.0	[50]	76	68-89	76.0	[100]
2/20	56.0	[50]	77	70-122	38.0	[50]	100	94-113	47.0	[100]	92.0	[50]	59	51-71	72.0	[50]	77	66-85	82.0	[100]
2/26	80.0	[50]	65	56-123	80.0	[50]	100	74-116	80.0	[100]	94.0	[50]	43	39-51	66.0	[50]	60	56-77	80.0	[100]
3/6	84.0	[50]	62	51-114	80.0	[50]	89	62-107	82.0	[100]	80.0	[50]	40	34-43	72.0	[50]	47	43-68	76.0	[100]
3/12	80.0	[50]	71	41-105	52.0	[50]	90	71-108	66.0	[100]	78.0	[50]	34	28-43	72.0	[50]	44	41-62	75.0	[100]
3/19	56.0	[50]	59	42-94	74.0	[50]	74	59-101	65.0	[100]	88.0	[50]	29	27-36	78.0	[50]	42	34-56	83.0	[100]

表－7 2024 年播種試験（GA 区）結果

播種日	屋外						ハウス内							
	庄内9			矢作3			庄内9			矢作3			合計	
	発芽率	発芽日数(日)		発芽率	発芽日数(日)		発芽率	発芽日数(日)		発芽率	発芽日数(日)		発芽率	
	(%) [n]	T ₅₀	最短-最長	(%) [n]	T ₅₀	最短-最長	(%) [n]	T ₅₀	最短-最長	(%) [n]	T ₅₀	最短-最長	(%) [n]	
2/8	74.0[50]	110	95-119	50.0[50]	125	106-137	62.0[100]	76.0[50]	78	67-89	78.0[50]	78	70-92	77.0[100]
2/14	56.0[50]	83	76-128	52.0[50]	106	90-119	54.0[100]	82.0[50]	62	56-64	70.0[50]	72	63-89	76.0[100]
2/20	62.0[50]	87	66-113	46.0[50]	105	94-129	54.0[100]	98.0[50]	51	45-59	80.0[50]	64	55-85	89.0[100]
2/26	68.0[50]	65	56-88	80.0[50]	88	71-101	74.0[100]	86.0[50]	42	37-52	90.0[50]	59	52-77	88.0[100]
3/6	88.0[50]	62	48-107	72.0[50]	85	62-107	80.0[100]	84.0[50]	36	33-47	80.0[50]	51	42-70	82.0[100]
3/12	64.0[50]	86	49-108	66.0[50]	91	71-108	65.0[100]	100.0[50]	34	27-41	62.0[50]	44	38-64	81.0[100]
3/19	86.0[50]	51	37-101	76.0[50]	76	64-101	81.0[100]	82.0[50]	28	27-36	62.0[50]	42	34-58	72.0[100]

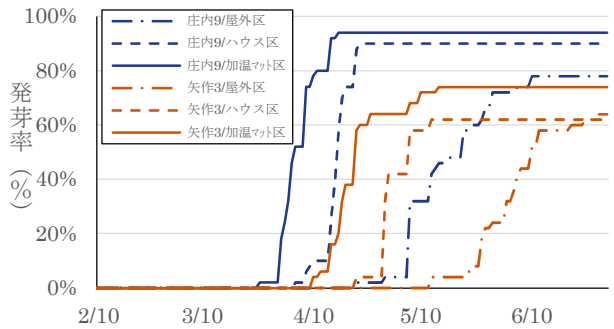
表－8 2025 年播種試験結果

播種日	屋外区						ハウス区													
	庄内9			矢作3			合計			庄内9			矢作3			合計				
	発芽率		発芽日数(日)	発芽率		発芽日数(日)	発芽率	発芽率		発芽日数(日)	発芽率		発芽日数(日)	発芽率		発芽日数(日)				
	(%)	[n]	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]	T ₅₀ 最短-最長	(%)	(%)	[n]	(%)	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]	(%)	T ₅₀ 最短-最長	(%)	[n]			
2/10	31.3	[150]	95	67-115	25.3	[150]	98	80-137	28.3	[300]	84.0	[150]	70	56-128	66.0	[150]	92	65-137	54.7	[300]
2/18	16.7	[150]	87	78-119	13.3	[150]	97	90-129	15.0	[300]	89.3	[150]	69	48-120	65.3	[150]	86	66-129	51.3	[300]
2/25	85.3	[150]	72	58-97	66.7	[150]	85	59-122	76.0	[300]	88.7	[150]	65	50-122	45.3	[150]	85	58-122	77.7	[300]
3/3	83.3	[150]	71	52-112	56.7	[150]	81	59-112	70.0	[300]	88.7	[150]	56	42-116	24.0	[150]	67	45-106	72.7	[300]
3/10	84.0	[150]	64	49-99	62.0	[150]	74	65-108	73.0	[300]	74.0	[150]	58	37-105	42.0	[100]	71	42-105	55.7	[250]

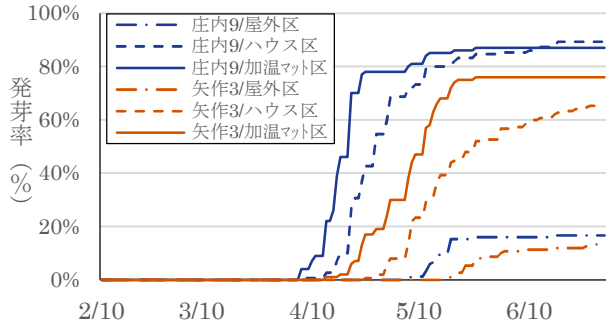
の発芽促進においては、加温マットは有効な手法であると考えられる。

表－9 加温マット区播種試験結果

設置 場所	加温マット区					
	庄内9			矢作3		
	発芽率 (%) [n]	発芽日数(日) T ₅₀ 最短-最長	発芽率 (%) [n]	発芽日数(日) T ₅₀ 最短-最長	発芽率 (%) [n]	合計
屋外区	87.0[100]	59 48-97	76.0[100]	78 55-97	81.5[200]	
ハウス区	94.0[100]	51 41-63	74.0[100]	57 47-69	84.0[200]	



図－4 加温マット(ハウス内)区の発芽率推移(2024)



図－5 加温マット(屋外)区の発芽率推移(2025)

2. 育苗試験

(1) 移植時期検討

2024 年 5 月及び 7 月に移植した苗の苗高および根元径の測定結果を表－10、表－11、2025 年 5 月及び 7 月の測定結果を表－12、表－13 に示す。また各年度における密区分の苗高の成長量の推移を図－6～図－8 に示す。なお生育途中で不良が生じた個体は集計の対象外とした。

JFA-150 を用いた育苗では、S 方式と K 方式で旺盛な成長を示し、同年 12 月には 5 月植栽において、S 方式の苗高および根元径はそれぞれ 83.0 ± 15.4 cm、5.72 ± 0.82 mm、K 方式では 86.0 ± 20.9

cm、5.01 ± 0.93 mm であった。7 月植栽では、S 方式

表－10 2024 年 5 月移植の育苗結果

肥料方式	n*	平均苗高 (cm)	平均根本径 (mm)	得苗率 (%)	枯損率 (%)
A方式	8	37.13(5.56)	4.10(0.57)	0.0	81.8
S方式	43	62.57(11.27)	5.87(0.64)	45.8	41.7
K方式	38	66.78(7.72)	5.97(0.79)	61.0	34.1
M方式	42	51.00(5.69)	4.83(0.52)	29.2	12.5

表－11 2024 年 7 月移植の育苗結果

肥料方式	n*	平均苗高 (cm)	平均根本径 (mm)	得苗率 (%)	枯損率 (%)
A方式	0	-	-	0.0	100.0
S方式	24	40.42(9.29)	5.22(0.70)	10.4	50.0

*n は測定に用いた個体数を示し、括弧内は標準偏差を示す。
得苗率及び枯損率の計算には育成開始時の個体数を母数とした。測定は 2024 年 12 月時点とし、3 月までに先枯れを起こした個体および成長点に生育不良が認められた個体は集計から除外した。

表－12 2025 年 5 月移植の育苗結果

容量	肥料方式	n*	平均苗高 (cm)	平均根本径 (mm)	得苗率 (%)	枯損率 (%)
150cc	A方式	76	67.3(16.3)	4.41(0.64)	11.3	5.0
	S方式	78	83.0(15.4)	5.72(0.82)	75.0	2.5
	K方式	70	86.5(20.9)	5.01(0.93)	40.0	12.5
	M方式	64	68.5(21.9)	4.34(0.83)	18.8	20.0
	Ctrl_BF方式	71	78.1(21.5)	4.92(0.99)	35.0	11.3
	Ctrl_FA方式	75	71.5(20.6)	4.03(0.78)	13.8	6.3
300cc	Ctrl_BF方式	38	98.7(18.4)	6.32(1.00)	70.8	20.8
	Ctrl_FA方式	43	99.7(10.9)	6.09(0.87)	79.2	10.4

表－13 2025 年 7 月移植の育苗結果

容量	肥料方式	n*	平均苗高 (cm)	平均根本径 (mm)	得苗率 (%)	枯損率 (%)
150cc	A方式	69	60.6(25.8)	4.30(0.88)	22.5	13.8
	S方式	68	74.3(22.3)	5.16(0.99)	41.3	15.0
	K方式	50	82.8(18.0)	5.39(1.00)	38.8	37.5
	M方式	76	77.2(12.8)	5.02(0.61)	53.8	5.0
	Ctrl_BF方式	55	76.0(14.0)	5.22(0.96)	37.5	31.3
	Ctrl_FA方式	71	66.0(15.9)	4.41(0.78)	20.0	11.3
300cc	Ctrl_BF方式	33	89.0(10.3)	6.11(1.10)	62.5	31.3
	Ctrl_FA方式	38	92.7(15.8)	5.45(1.29)	58.3	20.8

*n は測定に用いた個体数を示す。得苗率及び枯損率の計算には育成開始時の個体数を母数とした。測定は 2025 年 12 月時点とし、12 月までに先枯れを起こした個体および成長点に生育不良が認められた個体は集計から除外した。

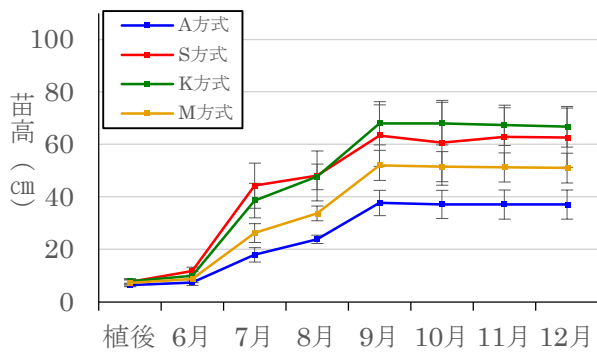


図-6 2024 年 5 月移植の苗高の月別推移

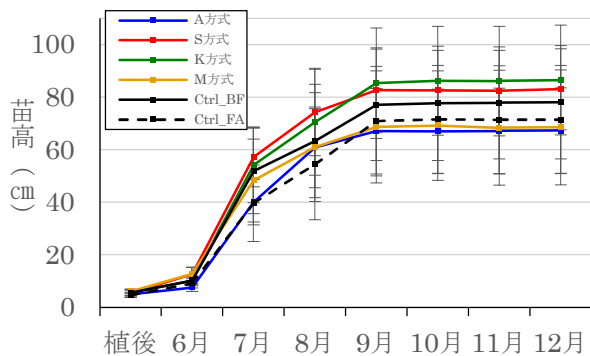


図-7 2025 年 5 月移植の苗高の月別推移

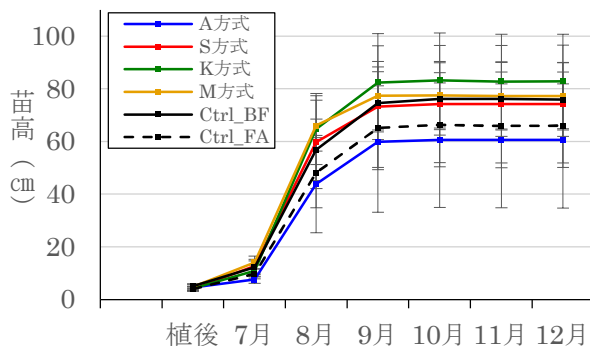


図-8 2025 年 7 月移植の苗高の月別推移

式が 81.7 ± 22.3 cm、 5.32 ± 0.99 mm、K 方式が 85.6 ± 18.0 cm、 5.28 ± 1.00 mm であった。

2025 年度に育成した全個体で、5 月と 7 月で生育した全個体で分析を行ったところ、苗高は 150cc 区で育成したものでは 5 月に移植した苗高は 74.53 ± 23.55 cm であり、7 月に移植した苗 (70.00 ± 22.41 cm) より有意に高かった ($p < 0.001$)。一方、5 月に移植した苗 (4.98 ± 1.09 mm)、7 月に移植した苗 (4.93 ± 1.05 mm) の間で統計的な差は

認められなかった ($p > 0.05$ 、図-9)。

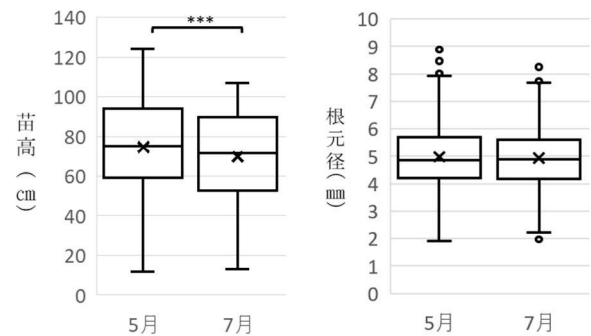


図-9 2025 年植栽における植栽時期別比較

これらの結果から、7 月移植においても一定の得苗率を得られることが確認された。一方で、5 月移植と比較して、高温期での移植作業となることから、活着不良や乾燥ストレスの増大に加え、生育期間である 5～10 月より期間が短縮されることにより、枯損率や得苗率の低下がみられた。そのため、安定した生育環境を確保できる 5 月下旬までに移植が望ましいと示唆された。

(2) コンテナ容量試験

育成した全個体の根元径と苗高の関係は図-10 となり、以下の線形近似式を得た。

$$150\text{cc 区} : Y = 12.927x + 11.960 \quad R^2 = 0.3862$$

$$300\text{cc 区} : Y = 15.247x - 11.869 \quad R^2 = 0.5407$$

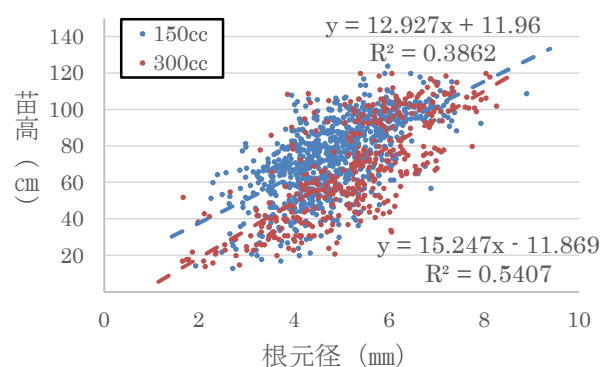


図-10 容量別苗高と根元径の関係

300cc 区では切片値が小さく、初期の細径段階で苗高が低く抑制される傾向が認められた。一方で、傾きは 150cc 区より大きく、肥大の進行に伴って苗高が適切に増加する反応性を示した。その

ため苗の形状比が過度に高くなることを防ぐ観点から 300cc 容量を使用するのが望ましいと考えられる。また根元径と苗高は強い正の相関がみられ、霜や低温による先端枯損の発生率は根元径が 5mm 未満で 2 割以上となることとが報告されている（岩下ら 2022）。このことから、300cc で冬季の先端枯損に強い苗木にするためには、300cc 区の近似式に $X=5$ を代入し、 $Y=64.366$ を得ることから、苗高 65cm 程度が必要であることが示された。同様に 150cc 区では $Y=76.595$ となり、約 75cm の苗高が必要であることが示された。

以上の全体傾向を踏まえ、全体データでは複数要因が重複するため、競争が激しく徒長化した個体群で肥料区分を Ctrl_BF 区及び Ctrl_FA 区に限定した分析結果を図-11 に示す。

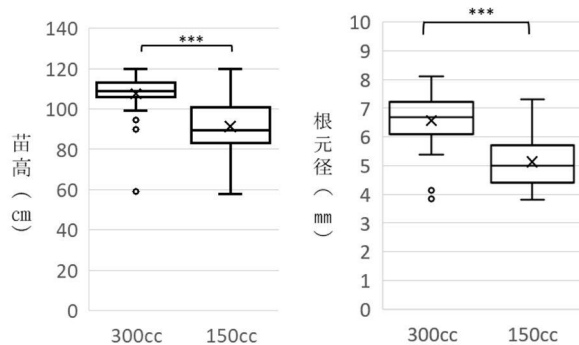


図-11 非良好な光環境下での容量差による違い
(左: 苗高/右: 根元径)

300cc 区では苗高平均 107.63 ± 10.71 cm、150cc 区では 91.40 ± 12.15 cm となった。根元径では平均 6.56 ± 0.96 mm、150cc 区では 5.13 ± 0.87 mm となり、いずれも 300cc 区では有意に増加した ($p < 0.001$ 、図-11)。300cc 区ではほぼすべての個体で 5mm 以上の根元径を得られることから、光環境が悪く、徒長が進むような圃場においては 300cc の使用が望ましいことが示された。

(3) 肥料区分試験

育成期間が十分確保されている 5 月移植区を解析対象とし、300cc 区の肥料別の苗高と根元径を図

ー12 に、150cc 区について図-13 に示す。

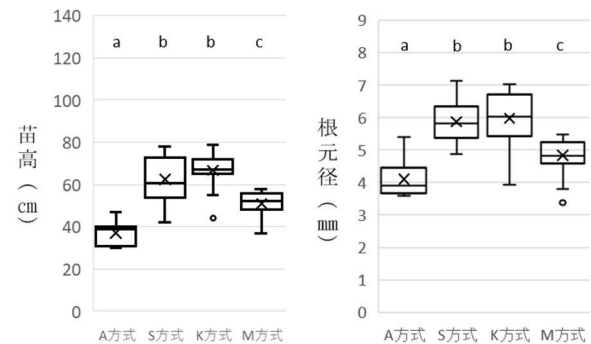


図-12 300cc (5 月) 区の肥料別苗高と根元径
(左: 苗高/右: 根元径)

300cc 区において、S 方式と K 方式で良好な生育がみられ、A 方式及び M 方式より有意に高かった ($p < 0.001$ 、表-10、図-12)。また S 方式と K 方式の間で統計的な差は認められなかった ($p > 0.05$)。得苗率は S 方式で 45.8%、K 方式で 61.0% となり、300cc では K 方式により育苗が可能であることが示された。S 方式と K 方式の間に統計的な差は認められなかったものの、S 方式で得苗率が低下した要因として、S 方式では K 方式に比べ光環境が良好であり、後述の「配置による影響」に示すように苗高の成長が抑制されたことが影響したと考えられる。

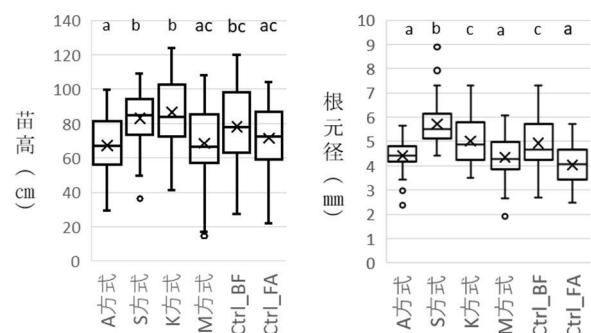


図-13 150cc (5 月) 区の肥料別苗高と根元径
(左: 苗高/右: 根元径)

150cc 区において、S 方式、K 方式および Ctrl-BF 方式で良好な生育がみられ、苗高は 3 者の間で統計的な差は認められなかった ($p > 0.05$ 、表-12、

図-13) が、根元径では、S 方式が K 方式、Ctrl-BF 方式より有意に高かった ($p<0.001$)。得苗率は S 方式で 75.0%、K 方式で 40.0%、Ctrl-BF 方式で 37.5% となり、150cc では S 方式により育苗が可能であることが示された。300cc 区に比べ、K 方式の得苗率が低下した要因としては、育成孔密度の増加により光環境が悪化したこと、さらに全方式の中でも伸長成長期間に窒素供給量が多い肥料方式であったため、伸長成長が優先され、枯損率や根元径に影響を及ぼしたことが考えられた。

以上のことから、育成期間 1 年で、今回目標とした苗規格（苗高 500 mm 以上、かつ根元径 5 mm 以上）を満たすマルチキャビティコンテナを用いた苗生産が可能であると考えられる。

(4) 配置による影響

配置場所による苗高の関係を図-14 に示す。

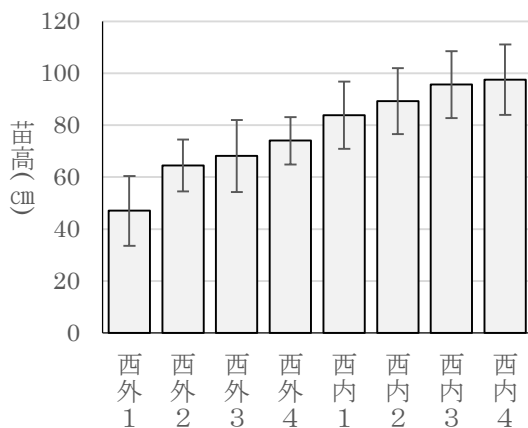


図-14 列別苗高成長量結果

光環境の良い外周部で苗高平均 43.46 ± 13.45 cm、競争が激しくなる内側では苗高平均 95.07 ± 15.20 cm となった。圃場全体で生産される苗の高さにばらつきが生じ、品質が不均一となることが示された。また苗高と根元径には強い正の相関が報告（長谷川ら 2024）されていることから、外縁部について十分な根元径が得られない可能性が考えられる。そのため、伸長成長が旺盛となる 6 月から 9 月において、寒冷紗等を用いて外

縁部を囲うなど、外縁部の光環境を調整するための対策を講じる必要があると考えられた。

(5) 病虫害被害

育苗時における昆虫類による食害については、2025 年 5 月から随時、ヨモギエダシャ (*Ascotis selenaria*) 及びフトスジエダシャク (*Cleora repulsaria*) の幼虫による、葉の被食被害が発生した。植栽直後の時期には、わずかではあるが幹の被食も確認された。5 月からはゴマダラカミキリによる幹部の被食が確認された。5 月 28 日にスミパイン乳剤を散布したことで、被害抑制に効果がみられた。幹への食害が激しかった一部の個体では曲がりや枯損が見られたものの、その数はわずかであり、多くの個体はその後に再生し、成長への大きな影響は認められなかった。

3. 育林試験

(1) 各試験地の成長状況

各試験地の平均樹高、平均根元径および平均胸高直径を表-14 及びに図-15、図-16 示す。なお、生育途中で不良が生じた個体はデータ解析の対象外とした。樹高について、芽かきで樹頂の切除により、2022 年 5 月に減少している。また、新城市試験林では虫害が発生し、被害木について地際伐採を行ったため 2023 年 3 月に減少している。

試験地別に 2023 年 12 月から 2026 年 1 月までの平均樹高成長量、平均胸高直径成長量は、豊田市小渡町で 2.40 ± 0.71 m、 2.60 ± 1.00 cm、新城市玖老勢で 3.36 ± 0.69 m、 3.61 ± 1.28 cm となった。平均の成長量に基づく傾向としては、2022 年 4 月から 2023 年 12 月の初期 2 成長期と比べ、樹高成長について抑制は認められなかった。

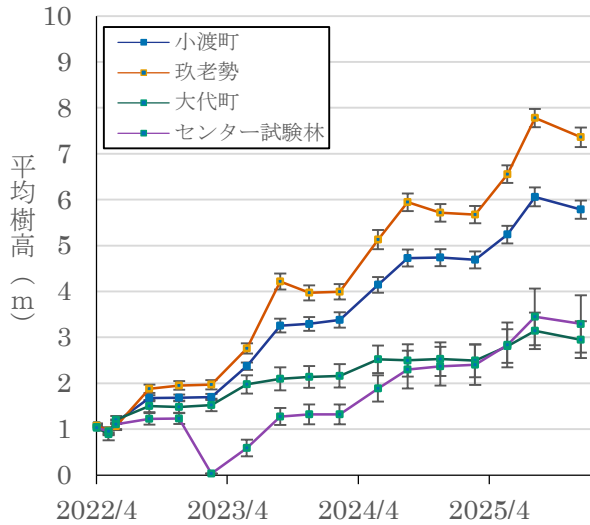
一般に斜面上部では水や表層土壌が下方へ移動しやすく、斜面下部では土壌が厚く水分環境も良好とされおり（藤森 2006）、またセンダンはスギと同様に水分要求性の高いとされている（福山

1996)。本研究においても、畑跡地で沢に近い斜面下部に位置する玖老勢では、山地斜面に位置する小渡に比べ成長が良好であり、これらの結果は先

表－14 試験地別の樹高と胸高直径

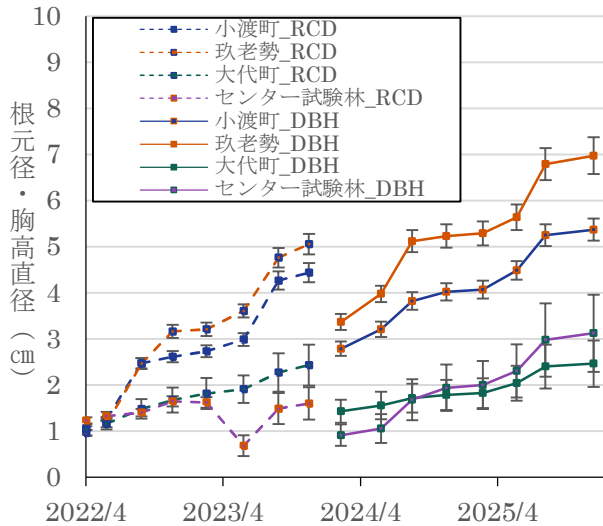
場所	n	H	H-G	DBH	DBH-G
		mean(m)	mean(m)	mean(cm)	mean(cm)
豊田市小渡町	234	5.79(1.54)	2.40(0.71)	5.37(1.87)	2.60(1.00)
新城市玖老勢	59	7.36(0.82)	3.36(0.69)	6.98(1.56)	3.61(1.28)
岡崎市大代町	12	2.95(0.68)	0.79(0.36)	2.47(0.85)	3.17(0.95)
センター試験林	28	3.30(1.65)	1.97(1.18)	3.13(2.22)	3.01(1.03)

※成長量は2023年12月～2026年1月の2成長期で評価



図－15 試験地別の樹高の推移

エラーバーは95%信頼区間を示す。



図－16 試験地別の根元径と胸高直径の推移

エラーバーは95%信頼区間を示す。

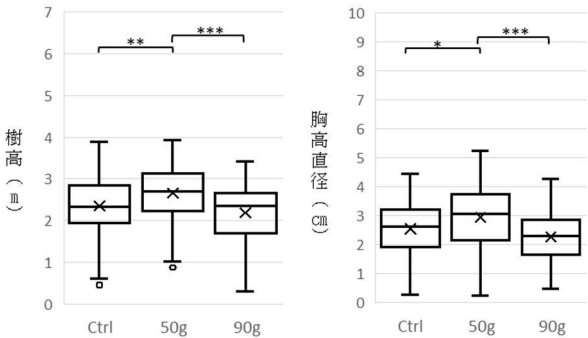
行研究（鳥山ら 2020、林野庁 2022）の谷筋な

ど斜面の下部や平地がセンダンの植栽適地とする知見を支持するものであった。またいずれの試験地においても樹高、胸高直径ともに熊本県の既報事例を下回る傾向がみられた（熊本県林業研究。研修センター 2023、横尾ら 2022）。

(2) 施肥による影響について

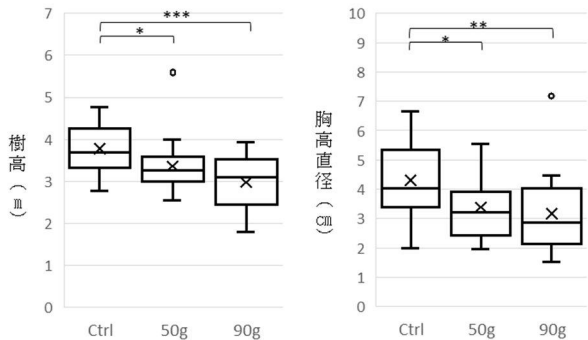
成長が良好な試験地である豊田市小渡町と新城市玖老勢の試験地における施肥の効果の結果を、図－17、図－18 に示す。

いずれの肥料区分間についても、施肥量の増加に伴う成長量の増大という傾向は確認されず、施肥量との明確な関係性は示されなかった。小渡町については植栽後2成長期において施肥の効果が報告されている（長谷川ら 2024）が、今回の調査期間では関係性は確認されなかった。この要因として、樹木の成長に伴い、窒素要求量が増え、



図－17 肥料別樹高と胸高直径の成長量（小渡町）

（左：樹高/右：胸高直径）



図－18 肥料別樹高と胸高直径の成長量（玖老勢）

（左：樹高/右：胸高直径）

従来の施肥量では十分な養分差が生じにくくなったことが考えられる。また、光や土壌栄養条件などの他要因が強く影響を及ぼしたためと考えられる。施肥によってセンダンの成長が促進されることは先行研究によって報告（横尾ら 2017、島田 2021）されており、島田（2021）の報告では、植栽時 250g/本、2、3 年目に 500g/本で施肥を行った試験地において、施肥有は施肥無よりも有意に樹高成長量と胸高直径成長量が大きいと報告されている。これらの知見を踏まえると、本試験地のような肥沃度の低い山地斜面で早期収穫を目指す場合、より多量の施肥を行わなければ十分な成長促進効果が得られない可能性が示唆された。施肥量の増加は施業コストの上昇を伴うため、その費用対効果を慎重に検討する必要がある。

(3) 相対照度と樹幹閉鎖について

相対照度の変化の結果を図-19 に示す。すべての区において、閉鎖度が上昇し、相対照度が大きく低下した。2025 年 9 月時点で、閉鎖度は小渡町で 74.9%、玖老勢で 75.8%に達し、植栽後 4 成長期目にやや閉鎖気味であることが確認された。相対照度についても小渡町で 14.9%、玖老勢で 8.7%と低く、展開した葉が触れ合っていることが確認されたため、光環境の競争が強い状況であり、樹高成長や肥大成長の抑制が生じ始めたことが示唆された。横尾ら（2022）は、二次枝の枯れあがりに伴い、直径成長量の減少がすることを報告していることから、現在の肥大成長の速度を維持するためには、早期の間伐が望まれる。

以上の結果から、1500 本/ha 植栽におけるセンダン植栽地において、成長の抑制を避けるためには、葉が触れ合い始める直前である 3 成長期後、もしくは葉の触れ合いが確認された 4 成長期後に間伐を行うことが望ましいと考えられる。また、早期に樹冠が閉鎖するため、間伐コストの観点から、植栽密度を低くし、間伐回数と間伐本数を減

らす検討が必要である。

小渡町、玖老勢いずれにおいても、矢作 3 系統

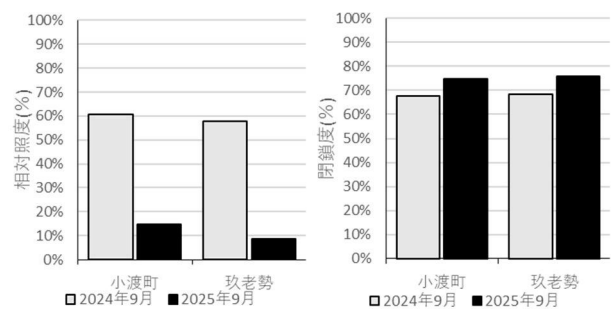


図-19 相対照度と閉鎖度の年次変化

(左: 相対照度/右: 閉鎖度)

(4) 系統差について

4 成長期終了時の系統ごとの樹高と胸高直径について図-20、図-21 に示す。

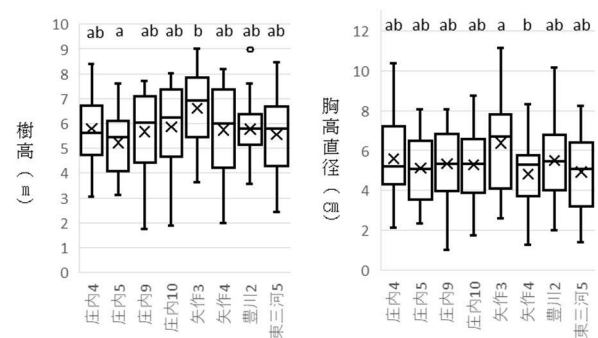


図-20 系統別樹高と胸高直径（小渡町）

(左: 苗高/右: 胸高直径)、1 つ以上の文字を共有する平均同士は有意差なし。

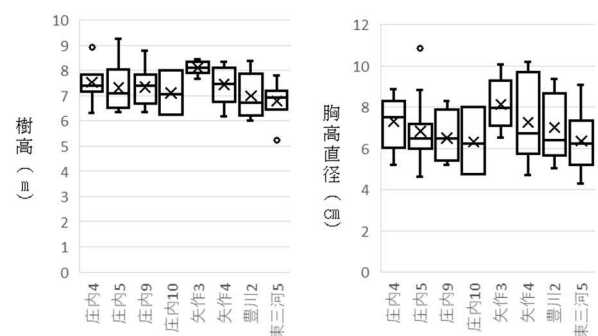


図-21 系統別樹高と胸高直径（玖老勢）

(左: 苗高/右: 胸高直径)、各系統間で有意差は認められなかった。

は樹高、胸高直径ともに一部を除き統計的な差は確認されなかったものの、他群と比べて高い値を示す傾向がみられた ($p>0.05$ 、図-20、図-21)。今後の成長段階において差が顕在化する可能性があり、引き続き経過観察を行う必要がある。

(5) 病虫害被害と対策

センター試験林において、2022年にゴマダラカミキリの樹皮への著しい被食被害が確認されており、2025年5月にセンダン植栽木に同種の存在と一部個体で被食被害を目視により確認した。主な被害箇所については、直径が小さい枝や幹で見られた。その後、スミパイン乳化剤を樹幹に散布以後、被害は減少した。このことから、ゴマダラカミキリの防除方法として、スミパイン乳化剤が有効であると考えられる。散布時期はゴマダラカミキリが飛来する5月までに行うことが望ましい。その他、本研究ではセンダンこぶ病等の細菌類による被害は見られなかった。

IV まとめ

本研究では、発芽試験では加温マットを用いた発芽促進効果が屋外・屋内共に認められた。育苗試験では、加温にて早期発芽させた幼苗を使用し、適切な施肥を行うことでマルチキャビティコンテナを用いた苗生産が可能となった。今後は、コンテナ苗を用いた植栽については活着が確認されているものの（未発表データ）、根鉢サイズと植栽後の成長特性の関係については引き続き検証が必要である。育林研究では、センダンの生育には適地への植栽が極めて重要であることが、あらためて強調される結果となった。愛知県におけるセンダン植栽地の成長状況と施肥量・照度・系統等の諸条件を評価し、山林斜面における成長特性の基礎的な知見を得た。また樹冠はやや閉鎖気味となり、相対照度の低下も確認されたため、4成長期目で間伐が必要であると判断された。

今後は短伐期施業による木材生産の推進に向け、成長量の維持が重要な課題となり、枝の枯れあがりや樹冠閉鎖といった成長抑制要因を軽減する施業設計が求められる、継続的な調査を踏まえつつ、適切な間伐率や間伐時期を明らかにし、施業体系の確立につなげる必要がある。最終的には、人工林条件下におけるセンダン材の強度特性を把握し、実用化を見据えたい。センダンが地域における新たな森林資源の創出や木材利用の多様化に資するものとなることになることを期待する。

謝辞

本研究全般にわたり御指導いただいた、森林総合研究所林木育種センター関西育種場 主任研究員の宮下久哉様、高島有哉様、同育種技術専門役の林田修様、並びに試験地の使用に御協力いただいた関係者の皆様に、心より厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Aysun C, Melekber S (2015) Effects of gibberellic acid (GA3), indole-3-acetic acid (IAA) and water treatments on seed germination of *Melia azedarach* L. Scientific Papers Series B Horticulture 59 : 319-325
- 藤森隆郎 (2006) 森林生態学. 一般社団法人全国林業改良普及協会
- 福山宜高 (1996) センダン幼齡人工林の成長について. 日本林学会九州支部研究論文集 49 : 83-84
- 長谷川規隆・岩下幸平 (2024) 早生樹の種苗生産及び育林技術に関する研究. 愛知県森林・林業技術センター報告 61 : 11-25
- 池本省吾 (2018) センダン (*Melia azedarach* Linn.) 核の形質ならびに発芽特性. 日本緑化工学会誌 44 (1) : 190-193

- 岩下浩平・狩場晴也（2022）早生樹の種苗生産及び育苗技術に関する研究．愛知県森林・林業技術センター報告 59：51
- 勝田 桓・森徳典・横山敏考（1998）日本の樹木種子．林木育種協会
- 岸田泰則（2011）日本産蛾類標準図鑑Ⅰ．学研教育出版
- 熊本県林業研究指導所（2015）センダンの育成方法 平成 27 年度改訂版．熊本県林業研究・研修センター
- 熊本県林業研究・研修センター（2023）センダンの育成方法 令和 5 年度改訂版．熊本県林業研究・研修センター
- 大平峰子・松下通也（2019）施肥量がスギ実生コシテナ苗の成長に及ぼす影響．日本森林学会誌 101（3）：109-114
- 林野庁（2022）早生樹利用による森林整備手法ガイドライン．林野庁
- 林野庁（2023）森林・林業白書．全国林業改良普及協会
- 島田博匡（2021）三重県におけるセンダンの初期成長に及ぼす施肥と微地形の影響．中部森林研究 69：25-30
- 鳥山淳平・酒井佳美・横尾謙一郎・大貫靖浩・稲垣昌宏（2020）センダンの初期成長の微地形による違い．九州森林研究 73：129-130
- 山本一清（2008）LIA32 for Win32 ver0.3781.
URL：https://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/download.html
- 横尾謙一郎・村田功二・小川健一（2017）平地におけるセンダンの樹高成長と芽かきの期間におよぼす施肥の影響．九州森林研究 70：61-63
- 横尾謙一郎・阪上宏樹・松村順司（2022）芽かきしたセンダン林分の幹材積推定．日本森林学会誌 104：65-73

業 務 報 告

研究課題	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	航空レーザ計測データを活用した材積等推定手法の確立
担当者	(主) 星涼太 (副) 狩場晴也
期 間	2025 年度～2027 年度

I 目的

本県では 2024 年度に現地調査結果に基づき林分収穫予想表を更新し、高齢級林分への対応および地位級別樹高成長曲線の見直しを行った。また、本県では 2018 年より全県規模で航空レーザによる森林の計測を実施しており、解析結果を利用することで高精度な針葉樹の樹高推定が可能となることが考えられる。

しかし、更新した林分収穫予想表は一定の施業体系を適用した上での予想表であり、該当しない林分に対する精度は保証されていない。また、航空レーザ計測結果の樹高は現在では経年の影響により現実林分の樹高と乖離が生じているため、その後の成長を予測した成長予測式などで補正を加える必要がある。

そこで、本研究では航空レーザ計測データを活用したシステム収穫表の作成および材積成長予測モデルの開発を目的とする。

II 昨年度研究内容

1. 航空レーザ計測データを用いた材積推定手法の現地検証

III 研究結果

1. 航空レーザ計測データを用いた材積推定手法の現地検証

2018 年の航空レーザ計測時から現在までの樹高成長量を調査するため、2022～2024 年度の試験研究課題「県産材利用拡大に向けた航空レーザ計測データを活用した林分収穫予想表の作成」で調査した資料に 2025 年度に行った現地調査結果（スギ：10 本、ヒノキ 8 本）を追加し、計スギ：82 本、ヒノキ 101 本を解析資料とした。航空レーザ計測時の樹高は GIS ソフトである QGIS(Ver.3.28)を活用し、現地調査位置を中心に実際の調査と同面積の 400m²の方形プロットを作成し、樹頂点ポリゴンの樹高の中央値を集計した。結果、スギ・ヒノキともに地位が良いほど経年による樹高成長量が多い傾向が見られたが、現在の樹高の方が航空レーザ計測時に比べて低くなったデータがスギ：50 本、ヒノキ 67 本存在した。その原因として、航空レーザ計測では成長性の高い木を優先的に捕捉しているため、標準的な高さの木も含まれている現地調査のデータに比べて樹高が過大となっている可能性があるという点が挙げられる。したがって、樹高の成長量を精確に把握するためにはよりの確な調査手法を検討する必要があると考えられる。

また、航空レーザ計測データおよび 2024 年度に決定した地位級別樹高成長曲線を活用して、小班単位で全県の地位級の推定を試みた。小班を構成する主要樹種について GIS 上で樹高の中央値および林齢を参照して小班ごとの地位級を求めた。そして、それを属性データとして反映させた地位級区分図のベクターデータを作成した。

IV 本年度以降の予定

1. システム収穫表の作成
2. 材積成長予測モデル式の検討 (1) モデル式の作成 (2) 精度の検証

V 備考

なし

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	エリートツリー等の挿し木苗生産技術に関する研究
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 小笠原祐介*
期 間	2025 年度～2027 年度

I 目的

カーボンニュートラルや花粉症対策への取組みに向け、成長が優れたエリートツリーや少花粉品種由来の苗木を生産していく必要がある。挿し木苗は母樹の優れた遺伝的特性をそのまま受け継ぐことができ、一定の需要が見込まれる。その需要に応えるため、挿し木苗生産に取り組む必要があるが、本県では特にヒノキ挿し木苗について、効率的な苗木生産技術は確立されていない。そこで本研究では、エリートツリー等の挿し木苗生産に向けて効率的な生産技術を開発する。

II 昨年度研究内容

1. 採穂木の育成・管理手法の開発
 - (1) 採穂木の育成方法の検討
 - (2) 剪定枝を活用した挿し穂作成手法の検討
2. 挿し木苗の育苗技術の開発
 - (1) 移植時期の検討
 - (2) 培地条件等の検討

III 研究結果

1. 採穂木の育成・管理手法の開発
 - (1) 採穂木の育成方法の検討

2023～2024年に挿し付けおよび育苗し、2024年12月に苗畑へ植栽したヒノキ挿し木苗4系統25本について2025年6、9、12月に樹高および根元径の測定を行った。その結果、生残率は6月で100%、9月68%、12月64%と夏季での枯死が多く、ウリハムシやシカによる食害等も確認された。健全な個体の12月時点の樹高、根元径は、45～90cm、5.3～9.7mmとなった。
 - (2) 剪定枝を活用した挿し穂作成手法の検討

2025年3～4月に屋外で管理している閉鎖型採種園のストック個体のヒノキ2系統6個体で断幹および剪定を実施し、剪定枝から15cmの挿し穂を作成した。その結果、採種木1個体あたり71～178（平均120本）作成でき、十分活用が可能だと考えられた。
2. 挿し木苗の育苗技術の開発
 - (1) 移植時期の検討

2025年4月に長さ15cmのエリートツリー、少花粉品種のヒノキ穂木10系統799本を鹿沼土を充填したマルチキャビティコンテナに挿し付け、同年の7月上旬、7月下旬、8月下旬、10月上旬にココピートオールと鹿沼土の培土を充填したマルチキャビティコンテナへ移植し、12月に苗高の測定を行った。移植時の発根率は、7月上旬78%、7月下旬91%、8月下旬および10月上旬97%で12月時点の生残率および平均苗高は、7月上旬99%、19.1cm、7月下旬98%、15.7cm、8月下旬98%、14.7cm、10月上旬97%、13.3cmだった。どの移植時期でも生残率は高く、移植時期が早いほど苗高が高くなった。
 - (2) 培地条件等の検討

育苗培土への直挿しについて検討するため、2025年4月にエリートツリー、少花粉品種のヒノキ12系統240本をココピートオールと鹿沼土の比率が異なる2つの培土条件（8：2、5：5）のマルチキャビティコンテナへ挿し付け、同年7月下旬に施肥を行い、12月に苗高の測定を行った。その結果、土壌条件ごとの生残率および平均苗高は、比率8：2、5：5の順に100%、97%、15.0cm、17.0cmで生残率はどちらの条件でも良好で苗高の成長は鹿沼土の比率が多い条件の方がやや良好だった。

IV 本年度以降の予定

1. 採穂木の育成・管理手法の検討
 - (1) 採穂木の育成方法の検討
 - (2) 剪定枝を活用した挿し穂作成手法の検討
2. 挿し木苗の育苗技術の開発
 - (1) 移植時期の検討
 - (2) 培地条件等の検討

V 備考

なし

*現 名古屋高等技術専門校

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	海岸クロマツ林の保全・管理技術に関する研究
担当者	(主) 鈴木利宏 (副) 西村麻菜美
期 間	2024 年度～2026 年度

I 目的

渥美地域の海岸クロマツ林は、抵抗性クロマツの植栽が始まってから 15 年ほど経過しているが、場所によっては林分が過密になり、下枝が枯れあがり、間伐等の施業が必要となっている。また、海岸クロマツ林ではマツノザイセンチュウによる被害対策として毎年薬剤散布を行っているが、近年の気候変動に伴い、マツノマダラカミキリの発生時期が変化していることが懸念されている。そこで、本研究では海岸クロマツ林の保全に向けて、現存する抵抗性クロマツ林の実態を調査し、間伐の開始時期及び方法の検討、施業指針を作成する。また、マツノマダラカミキリの発生時期と気象条件等の関係を調査し、適切な薬剤散布時期を検討する。

II 昨年度研究内容

1. 海岸クロマツ林の施業方法の検討
 - (1) 現地調査
2. 海岸クロマツ林の虫害防除方法の検討
 - (1) マツノマダラカミキリの発生予察

III 研究結果

1. 海岸クロマツ林の施業方法の検討
 - (1) 現地調査

2010 年～2021 年までに抵抗性クロマツが植栽された田原市中山町及び小中山町内の海岸クロマツ林を対象に調査区を 9 箇所設定（うち 4 箇所分は、令和 7 年度小規模治山事業第 4 号調査測量委託の報告書からデータを引用した。）し、植栽木の本数及び樹高を調査した。2024 年に設定した 10 箇所と併せて合計 19 か所の結果を集計したところ、調査区内で確認された植栽木の本数は最大 76 本・生残率 95%（2021 年植栽 8,000 本/ha）から 41.7 本・生残率 41.7%（2014 年植栽 10,000 本/ha）まで植栽からの年数が経つにつれ、間伐実施の有無に関わらず減少していた。また、平均樹高は 247 cm（2019 年植栽）～698 cm（2010 年植栽）と植栽から 14 年後には、約 7m まで成長していることを確認した。

2. 海岸クロマツ林の虫害防除方法の検討
 - (1) マツノマダラカミキリの発生予察

田原市中山町地内の網室にマツノマダラカミキリに産卵されて枯死したマツ材（長さ約 1m）を搬入し、4 月中旬から 9 月上旬まで週 1 回、成虫の羽化・脱出を調査した。

2025 年 2 月に被害材 72 本を搬入し、2025 年 6 月 17 日～8 月 5 日の期間で、ほぼ毎週成虫の脱出が確認された。

また、同時期に、網室周辺の中山町及び小中山町の海岸や畑地内のマツ林 6ヶ所にマダラコールを用いた黒色誘引トラップを 1 器ずつ設置し、捕獲した成虫の頭数を調査した。

2025 年 6 月 11 日～9 月 2 日の期間で断続的に、15 匹の成虫が捕獲された。

IV 本年度以降の予定

1. 海岸クロマツ林の施業方法の検討
 - (1) 現地調査 (2) 間伐方法の検討
2. 海岸クロマツ林の虫害防除方法の検討
 - (1) マツノマダラカミキリの発生予察 (2) 薬剤散布時期の検討

V 備考

なし

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	強度間伐施業地のモニタリングによる効果の検証
担当者	(主) 門屋健 (副) 小川智之
期 間	2024 年度～2028 年度

I 目的

近年、林業経営コストの低減などを期待され、強度間伐が実施されている。強度間伐は、水土保持機能の向上や生物多様性の増加等の公益的機能改善への寄与も期待されている。本研究では、表面土壌の土砂流出量、針広混交林化に重要な林床の構成樹種の推移等について、2019 年度に強度間伐施業を実施した調査地において継続してデータ収集を行い、加えて新規に強度間伐施業を行った調査地において、土砂流出量調査、林床植生調査、林冠部の開空度の調査を実施することにより、施業による効果を明らかにし、今後の強度間伐施業に資することを目的とする。

II 昨年度研究内容

1. 新設施業地のモニタリング
2. 既設施業地のモニタリング

III 研究結果

1. 新設施業地のモニタリング

2024 年度に強度間伐を実施した施業地 3 箇所（岡崎市、豊川市、設楽町）で調査を実施した。豊川市、設楽町では、土砂受箱を 4 月～12 月に設置し、約 2 か月ごとに計 4 回採取した土砂を乾燥後、礫、細土、リターに分別し秤量した。豊川市、設楽町とも冬期の流出量が少なく、春期から初夏の流出量が全体の 50% 以上を占めていた。また、年間流出量中のリターの割合は、豊川市が 89.2%、設楽町が 92.3%を占めていた。2025 年の豊川市と設楽町の降水量データは、豊川市 1,548.5 mm、設楽町 2,103.4 mmで、5 月から 7 月の 3 箇月間の降水量がそれぞれ全体の 47.2%、42.7%を占めていた。

3 調査地での植生調査の結果、林床の本木種は、岡崎市が 27 種、豊川市が 19 種、設楽町が 25 種で、その内高木性樹種の割合は、それぞれ 18.5%、31.6%、36.0%であった。

2. 既設施業地のモニタリング

2019 年度に強度間伐施業を実施した 2 箇所（岡崎市、新城市）の調査地において、土砂受箱を 4 月～12 月に設置し、約 2 か月ごとに計 4 回採取した土砂をⅢ－1 と同様に処理し、秤量した。調査期間中の土砂流出量は、2 調査地ともリターの割合が最も多く、岡崎市は 91.2%、新城市は 95.7%であった。2 調査地の 2025 年市別降水量データは、岡崎市 1,805.8 mm、新城市 1,675.0 mmで、5 月から 7 月の 3 箇月間の降水量がそれぞれ全体の 46.1%、44.5%を占めていた。

2 調査地での植生調査の結果、林床の本木種は岡崎市が 15 種、新城市で 10 種となり、過去 4 年間と比較して大きな増減は見られなかった。

IV 本年度以降の予定

1. 新設施業地のモニタリング
2. 既設施業地のモニタリング

V 備考

なし

調 査 報 告

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	エリートツリー等の植栽後の成長特性調査
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 小笠原祐介*
期 間	2024 年度～2028 年度

I 目的

本県では、閉鎖型採種園を整備し、エリートツリー同士、少花粉品種同士で交配させ、従来より優れた遺伝子を持つ種子生産が開始され、今後、育苗した苗木の植栽が期待される。しかし、本県の気象・土壌等の環境条件における成長特性が明らかになっていない。また、閉鎖型採種園では複数の系統の母樹があり、種子の母樹系統によって植栽後の成長特性が異なることも予想される。そこで、本研究では、閉鎖型採種園由来の苗木植栽地を複数設置し、植栽後の成長特性を調査するとともに高成長が期待できる立地・母樹系統について究明する。

II 昨年度研究内容

1. 植栽地の条件による成長特性調査
 - (1) 植栽木の成長量調査
 - (2) シカ被害等状況調査

III 研究結果

1. 植栽地の条件による成長特性調査
 - (1) 植栽木の成長量調査

2025年4月に豊田市高野町にスギエリートツリーの苗木（母樹4系統）206本、対照木として本県産スギ少花粉苗木56本を1,500本/haで植栽し、植栽直後と2026年1月に樹高および根元径を測定した。その結果、12月時点の生残率はエリートツリー99%、少花粉98%で、生残個体の平均樹高、平均根元径はエリートツリー77cm、11.1mm、少花粉76cm、10.5mmだった、植栽時から平均成長量は同順でエリートツリー32cm、5.4mm、少花粉27cm、5.0mmとなった。

- (2) シカ被害等状況調査

(1) の樹高等測定時に併せてシカ被害等の状況について目視で確認した。その結果、シカによる被害を受けたと思われる個体は存在しなかった。

IV 本年度以降の予定

1. 植栽地の条件による成長特性調査
 - (1) 植栽木の成長量調査
 - (2) シカ被害等状況調査

V 備考

なし

*現 名古屋高等技術専門校

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	既存試験地等の継続調査
担当者	(主) 小笠原祐介* (副) 小山善寛
期 間	2021 年度～2025 年度

I 目的

当センターで管理する試験林において、これまでの試験研究で設定した植栽地等の試験地や、間伐等の展示林について、今後の管理のため状況を把握するとともに、設置経緯など洗い出しまとめることを目的とした。

II 昨年度研究内容

1. 試験林の状況調査

- (1) 試験林試験地のモニタリング
- (2) 試験林の試験地及び展示林のとりまとめ

III 研究結果

1. 試験林の状況調査

(1) 試験林試験地のモニタリング

試験地に植栽した無花粉スギ、六本スギ、傘スギ、アオヤジロ（秋田県由来のスギ）、少花粉スギ（東加茂2号）の採穂園として整備した試験地の状況を目視で確認した結果、下草の丈より十分高く成長していることが認められたため、下刈り等の維持管理は省略することとした。

(2) 試験林の試験地及び展示林のとりまとめ

試験地11か所、展示林12か所について、内容と植栽年度、関連する試験研究についてまとめた。展示林については設定年度が古く資料が残っていないものもあったため、内容が「不明」のものが3箇所、植栽年及び関連する試験研究が不明のものが8か所あった。

IV 本年度以降の予定

取りまとめ結果を今後の試験や見学のための資料として活用する。

V 備考

なし

*現 名古屋高等技術専門学校

資 料

〔資料〕－ 1

林木種子の発芽検査（2025 年度）

林木育種担当 藏屋 健治・石丸 賢二*

当センターが林木育種地等で採取した林木種子の 2025 年度検査結果は下表のとおりである。
検査方法については既報（愛知林セ報 36, 1999）に従い、純度測定、重量測定、発芽試験を行った。

表 樹種別の発芽率

樹 種	採種年	採種地	系統数	純 度 (%)	1000 粒重 (g)	発芽率 (%)	1g 当 り理論 発芽数 (本/g)	備 考
スギ	2025	下山林木育種地	12 系統混合	97.58	3.705	41	108	少花粉 カメムシ防除
〃	2025	森林・林業技術 センター	9 系統混合	99.04	2.078	20	95	特定母樹 カメムシ防除
ヒノキ	2025	額田林木育種地	25 系統混合	99.42	2.068	8	38	
〃	2025	額田林木育種地	25 系統混合	99.87	2.305	22	95	カメムシ防除
〃	2025	森林・林業技術 センター	12 系統混合	99.58	1.788	9	50	少花粉 カメムシ防除
〃	2025	森林・林業技術 センター	9 系統混合	99.35	1.903	13	68	特定母樹 カメムシ防除
クロマツ	2025	田 原 市 (普通母樹林)	—	98.00	14.589	21	14	

* 現新城設楽農林水産事務所

〔資料〕－ 2

公表実績等（2025 年度）

1. 成果発表

発 表 者	演 題	発 表 会 名	年 月 日	場 所
鈴木 利宏	海岸クロマツ林の保全・管理技術に関する研究	令和 7 年度第 65 回愛知県治山研究発表会	2025.8.22	TKP 名鉄名古屋駅カンファレンスセンター（愛知県名古屋市）
星 涼太	愛知県版林分収穫予想表の作成	令和 7 年度中部森林・林業交流発表会	2026.1.28	中部森林管理局（長野県長野市）

2. 論文・報文（審査、査読あり）

著 者	表 題	発 行
吉田 和広 ^{*1} 星 涼太	愛知県スギ・ヒノキ人工林林分収穫予想表の調製について 森林計画学会誌 59 巻 2 号：81-85 2026.1	森林計画学会

*1 現 林務課

3. 論文・報文（審査、査読なし）

著 者	表 題	発 行
鈴木 利宏	海岸クロマツ林の保全・管理技術に関する研究 第 65 回愛知県治山研究発表会論文集：89-94 2025.3	愛知県農林基盤局 林務部森林保全課
狩場 晴也	ヒノキの挿し木発根特性について 公立林業試験研究機関研究成果集 No. 23（令和 7（2025）年度）：2026.3	森林総合研究所

4. 学会発表（口頭発表）

発 表 者	演 題	発 表 会 名	年 月 日	場 所
門屋 健	愛知県東三河山間部の雨水モニタリングについて～同一地点での 30 年前の測定データと比較して～	第 15 回中部森林学会大会	2025.11.8～9	静岡大学静岡キャンパス（静岡県静岡市）
狩場 晴也	ヒノキ閉鎖型採種園における閉鎖方法の変更と花粉採取	第 15 回中部森林学会大会	2025.11.8～9	静岡大学静岡キャンパス（静岡県静岡市）

5. 学会発表（ポスター発表）

講 師	演 題	主 催 等	年 月 日	場 所
坪村美代子 ^{*2} 狩場 晴也 星 涼太 他	施設型採種園における外部花粉の 影響および交配実態調査	第 14 回森林遺伝 育種学会大会	2025.11.7	東京大学農学部 キャンパス（東 京都文京区）
高橋誠 ^{*3} 狩場晴也 他	ヒノキ・カラマツにおける 2024 年 産種子の発芽率と採種地の気温環 境	第 137 回日本森 林学会大会	2026.3.16～ 19	つくば国際会議 場・筑波大学 （茨城県つくば 市）

*2 及び*3（国研）森林総合研究所 林木育種センター

6. 講演・研修会等

講 師	演 題	主 催 等	年 月 日	場 所
菊田 綾乃	伐倒練習機を活用した伐木研修会	一般社団法人奏 林舎	2025.5.12	森林・林業技術 センター
狩場 晴也 星 涼太	閉鎖型採種園での種子生産に向け て	愛知県林業種苗 協同組合	2025.5.26	アイリス愛知 （名古屋市）
小笠原 祐介 ^{*4}	花粉症対策苗木の生産増大に向け た取り組み	愛知県林業種苗 協同組合	2025.5.26	アイリス愛知 （名古屋市）
菊田 綾乃	令和 7 年度「緑の雇用」林業作業 士（フォレストワーカー）集合研 修（2 年目）「道具・資材のメンテ ナンス」	公益財団法人 愛 知県林業振興基 金	2025.7.17	森林・林業技術 センター
石田 朗 鈴木 利宏 狩場 晴也	令和 7 年度「緑の雇用」林業作業 士（フォレストワーカー）集合研 修（3 年目）「森林施業の体系」	公益財団法人 愛 知県林業振興基 金	2025.8.26	森林・林業技術 センター
藏屋 健治 石丸 賢二 ^{*5} 菊田 綾乃	体験学習（ハーベスタシミュレー タ操作体験、閉鎖型採種園見学、 チェーンソー操作体験）	人間環境大学	2025.9.4	森林・林業技術 センター
菊田 綾乃 狩場 晴也 星 涼太	スマート林業担い手育成事業にお ける研修「あいちのスマート林 業」「閉鎖型採種園見学」	愛知県立田口高 等学校	2025.10.16	森林・林業技術 センター
菊田 綾乃	「新城設楽地域林業労働災害レス キュー訓練」にてチェーンソーの 目立てについて	新城設楽農林水 産事務所新城林 務課	2025.10.20	新城市消防防災 センター （新城市）
石丸 賢二 ^{*5}	「里山保全アドバイザー養成講 座」第 6 回 チェーンソーの取扱 について	田原市役所・た はら里山の会	2025.11.1	サンテパルク田 原（田原市）

7. 森林・林業技術センター研修講師

講 師	演 題	年 月 日	場 所
小山 善寛 石丸 賢二 ^{*5} 菊田 綾乃	林業普及指導研修「新任林業普及指導員研修」	2025.4.23 2025.4.24	森林・林業技術センター
小山 善寛 石丸 賢二 ^{*5} 菊田 綾乃	林政研修「林務行政の概要」	2025.5.7～8	森林・林業技術センター
菊田 綾乃	行政一般研修「測量等基礎研修」	2025.6.3	森林・林業技術センター
小山 善寛 菊田 綾乃	林政研修「林務行政の課題」	2025.6.4～5	森林・林業技術センター
石丸 賢二 ^{*5} 菊田 綾乃	林業普及指導研修「林業架線研修」	2025.9.29～30、 2025.10.15	森林・林業技術センター
菊田 綾乃	機械集材装置運転業務の特別教育	2025.10.9～10	森林・林業技術センター
小山 善寛 藏屋 健治 菊田 綾乃 西村 麻菜美	林業普及指導研修「木材加工技術の習得」	2025.12.15	森林・林業技術センター
石丸 賢二 ^{*5} 菊田 綾乃	林業普及指導研修「ワイヤー加工研修」	2026.01.06	森林・林業技術センター

*4 現 名古屋高等技術専門学校、*5 現 新城設楽農林水産事務所林業振興課

8. 会議等構成員

構 成 員	会 議 名 等	主 催 等	任 期 等	備 考
小山 善寛	東海地域生物系先端技術研究会企画運営委員	(特非) 東海地域生物系先端技術研究会	2025.4.1～ 2026.3.31	
小山 善寛	東三河流域森林・林業活性化協議会委員	東三河流域森林・林業活性化センター	2025.4.1～ 2026.3.31	
大田 圭一郎 ^{*6}	中部森林学会理事	中部森林学会	2025.4.1～ 2026.3.31	
大田 圭一郎 ^{*6}	(一社) 日本木材学会中部支部評議員	(一社) 日本木材学会中部支部	2025.4.1～ 2026.3.31	

大田 圭一郎 ^{*6}	(公社) 日本木材加工技術 協会中部支部理事	(公社) 日本木材 加工技術協会	2025.4.1～ 2026.3.31
大田 圭一郎 ^{*6}	奥三河ビジョンフォーラム 参与	奥三河ビジョン フォーラム	2025.4.1～ 2026.3.31

*6 現 愛知県森林組合連合会

〔資料〕－3

森林・林業研修実績（2025年度）

研 修 名			実施日数 (日)	場 所	参加者 (延人)	地 域 別 参 加 者 数													
						尾張	海部	知多	西三河	豊田加茂	設楽	新城	東三河	県庁	センター	県有林	その他		
林業従事者研修	① 基礎コース	林業就業支援研修	8	センター	70	10			15	25	20								
		林業安全技術訓練①初級	3	センター	37				10	12	4	7	4						
		チェーンソー技術強化研修	2	センター	19				3	8	4	3						1	
		刈払機取扱作業従事者安全教育	4	センター	80	13		1	13	13	1	16	18					5	
		伐木等の業務に係る特別教育	12	センター	405	36		3	21	36	36	57	198					18	
		機械集材装置運転特別教育	2	センター	28				8	4	4	6	6						
		走行集材機械運転業務特別教育	1	センター	18				3	2	2	4	6					1	
		簡易架線集材装置・架線集材機械運転業務特別教育	2	センター	26				11	5		3	4					3	
		伐木等機械運転業務特別教育	1	センター	35				11	5	2	7	5					5	
		計	35		718	59		4	95	110	73	103	241					33	
	② 中堅コース	林業安全技術訓練②中級	2	センター	11				1	2	4	3	1						
		林業現場技能者育成研修	12	センター他	82			60			12	10							
		枯損木等特殊伐採技術向上研修	12	センター	86	15			16	18	4	10	18					5	
		危機管理リスクアセスメント	1	センター	14				3		3		8						
		伐木等の業務に係る特別教育修了者再教育	1	センター	32	8			6	9	5	2	1					1	
		伐木初心者に対する伐木実技訓練の適切な指導のため	1	センター	10				2		1	1	6						
		路網作設技能者育成研修	5	センター他	25				5	15	5								
		林業架線作業主任者養成研修	1	センター	10				1	2	3	3						1	
		林業ICT技術習得研修Ⅰ・Ⅱ	2	名古屋市	33				11	7	8	2	1	1	1			2	
		計	37		303	23		60	45	53	45	31	35	1	1			9	
	③指導者コース	伐木技術指導者育成研修	3	センター	24				4	8	4		8						
		意欲と能力のある林業事業者経営者育成研修	1	岡崎市	26	4			5	2	4	3	2	5	1				
		計	4		50	4			9	10	8	3	10	5	1				
	④救命救急	野外レスキュー研修	2	センター他	28				8	4	4	2	2					8	
		伐木安全技術研修会(伐木競技会)	1	豊田市	15				2	6	3	3						1	
		計	3		43				10	10	7	5	2					9	
行政職員研修	一般	測量等基礎研修	1	センター	3					1	1		1						
		林道等の悪路における交通安全研修	1	センター	13	2				2	3	4		2					
		計	2		16	2				3	4	4	1	2					
	市町村職員技術習得	森林・林業基礎研修	1	名古屋市	11	1			3	2	1		4						
		森林・林業業務推進研修	3	センター	14	1			2	1	4	5	1						
		森林管理研修	3	岡崎市	62	10	1	7	4	10	12	7	10				1		
		地域林政アドバイザー研修	4	センター他	10					2	4		4						
		森林吸収源対策実務者研修	1	名古屋市	17	1			3	4	2	1	4	2					
		計	12		114	13	1	7	12	19	23	13	23	2			1		
	林業普及指導	林業普及指導研修	37	名古屋市	409	17	4	10	41	84	71	56	21	93	12				
		計	37		409	17	4	10	41	84	71	56	21	93	12				
	林政	林務行政の概要(新任者)	2	センター	10	2				2	6								
		林務行政の課題(課長補佐・主査級)	2	センター	10	2				2				4			2		
		森林・林業基礎研修	1	名古屋市	10			3	1	3	1		1	1					
		計	5		30	4		3	1	7	7		1	5			2		
	その他	センター所長が必要と認めた研修		16	センター	171	71		3	24	17	26	15	6	4	3		2	
	合 計			151		1854	193	5	87	237	313	264	230	340	112	17	3	53	

〔資料〕－ 4

森林・林業関係相談等実績（2025 年度）

1 手段別

内 容	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
来 訪	20	53	33.3	56.4	
電 話	38	38	63.3	40.4	
文 書	0	0	0.0	0.0	
現 地	1	2	1.7	2.1	
そ の 他	1	1	1.7	1.1	
計	60	94	100.0	100.0	

2 利用目的別

内 容	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
視 察	6	31	10.0	33.0	
取 材	2	7	3.3	7.4	
実 習	1	1	1.7	1.1	
現 地 指 導	2	3	3.3	3.2	
調 査	3	3	5.0	3.2	
同 定	4	4	6.7	4.3	
技 術	7	8	11.7	8.5	
資 料 提 供	10	10	16.7	10.6	
執筆依頼	0	0	0.0	0.0	
講演・講義	0	0	0.0	0.0	
そ の 他	25	27	41.7	28.7	
計	60	94	100.0	100.0	

3 利用者別

利 用 者	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
一 般	17	19	28.3	20.2	
林業・林産業者	11	14	18.3	14.9	
林業関係団体	4	9	6.7	9.6	
農 協	0	0	0.0	0.0	
市 町 村	1	1	1.7	1.1	
県・国関係機関	19	26	31.7	27.7	
試験・研究機関	2	2	3.3	2.1	
学 校 関 係	1	10	1.7	10.6	
報 道 関 係	3	10	5.0	10.6	
そ の 他	2	3	3.3	3.2	
計	60	94	100.0	100.0	

4 県内・県外別

区 分	県 内				県 外				計	
	件数	%	人数	%	件数	%	人数	%	件数	人数
来 訪 者	16	31.4	36	50.0	4	44.4	17	77.3	20	53
電 話 ・ 文 書	33	64.7	33	45.8	5	55.6	5	22.7	38	38
そ の 他	2	3.9	3	4.2	0	0.0	0	0.0	2	3
計	51	100.0	72	100.0	9	100.0	22	100.0	60	94

〔資料〕－５ 学会発表（口頭・ポスター）要旨

愛知県東三河山間部の雨水モニタリングについて ～同一地点での30年前の測定データと比較して～

門屋 健

第15回中部森林学会大会 2025.11.8～9 静岡大学静岡キャンパス（静岡県静岡市駿河区）

☆ 本試験の背景と目的

- 森林生態系の状態の的確な把握、変化への対処には、森林植生、土壌に影響を及ぼす雨水のモニタリングも重要である。
- 一方、気象関係のデータの観測は、都市部の平地では多点で実施されているが、山間部でのデータは不足している。



現在の愛知県山間部でのデータを収集し、過去に収集したデータとの比較により、一定年数経過後の同一調査地点での変化を把握する。

1

【方法】①調査地及び調査期間

● 調査地

愛知県森林・林業技術センター
構内（新城市上吉田）
・・・ 標高 120m2

● 調査期間

2023年4月～2025年9月の
30か月・・・122イベント



2

【方法】②雨水の採取及び分析方法

● 雨水（林外雨）採取方法

簡易雨水採取器（レインゴーランド：HORIBA製作所製）を使用し、降り始めの降水量1mmから8mmまでを1mmごとに分取し、9mmから20mmまでは一括採取した。

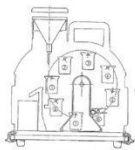


図-1 レインゴーランドの構造

● 雨水の分析

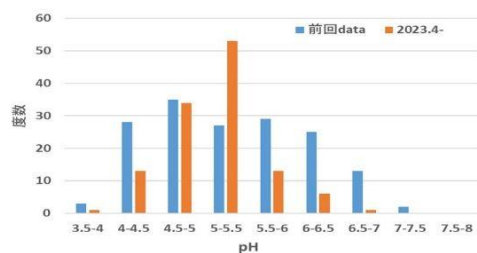
pH、EC …… コンパクトpHメーター、ECメータ（HORIBA製作所製）により降水量1mm毎に測定した。

● 降水量データ

農研機構メッシュ農業気象データ
(<https://amu.rd.naro.go.jp/wiki-open>) から取得した。

3

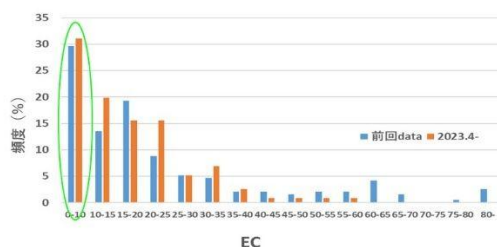
【結果】採取雨水サンプルのpHの頻度分布



- ・雨水サンプルのpHは、87.8%が5.6以下の酸性雨であった。
- ・pH5.5以上のサンプルの割合が少なく、平均pH値は前回の5.26から5.11と低下した。

4

【結果】採取雨水サンプルのECの頻度分布



- ・前回調査、今回調査とも、EC値が10 μ S/cm以下が約30%を占めていた。
- ・EC値の平均は14.0 μ S/cmで、前回と比較して低下した（前回31.9 μ S/cm）。

5

《 結果まとめ 》

- 愛知県東三河山間部の愛知県森林・林業技術センター構内で、雨水モニタリングを実施した。30年前と比較して年間降水量は大きく増加傾向にあった。
- 採取雨水のpHは、87.8%が5.6以下の酸性雨であった。測定期間30か月の平均は、5.11であった。
- 雨水サンプルのpHは、7～9月の夏期に低くなる傾向があった。降雨開始から1mm毎の雨水のpHは、緩やかに高くなる傾向があったが、各採取カップとも5.0～5.5の範囲内であった。
- 雨水サンプルのEC値は、約30%が10 μ S/cm以下で、30年前と同傾向であったが、平均EC値は低下した。
- 降雨開始からの1mm毎のEC値は、1mm目が最も高く、降雨経過に伴い徐々に低下する傾向が見られた。
- 同一地点での30年前との雨水のpH、ECの比較の結果、どちらも低下傾向がみられたが、大きな水質の酸性化、悪化は認められなかった。

6

ヒノキ閉鎖型採種園における閉鎖方法の変更と花粉採取

狩場 晴也

第15回中部森林学会大会 2025.11.8～9 静岡大学静岡キャンパス（静岡県静岡市駿河区）

目的

閉鎖型採種園での交配に必要な花粉量を確保するため過湿状態を解消することを目的とし、以下の点について明らかにする

- ・1面開放を設けた場合、花粉採取は可能か
- ・閉鎖時期はいつが適切か



※画像はイメージです

1

3/4閉鎖 (R7年実施)



- ・側面及び扉部（片面）をビニールで閉鎖（4面中3面閉鎖）
- ・扉部片面の網戸に花粉フィルター（1面開放）
- ・一部扇風機で内から外へ排気

2

ハウス閉鎖条件

種類	棟名	2月	3月	4月
少花粉 ヒノキ	A棟	全面開放	→ 3/4閉鎖	→ 3/4閉鎖
	B棟	3/4閉鎖	→ 3/4閉鎖	→ 3/4閉鎖
エリート ヒノキ	D棟	全面開放	→ 3/4閉鎖	→ 3/4閉鎖
	F棟	3/4閉鎖	→ 3/4閉鎖	→ 3/4閉鎖
	G棟※ (対照区)	全面開放	→ 全面開放	→ 全面開放
	F棟 (R6年)	全面開放	→ 完全密閉	→ 完全密閉

※花粉採取は行っていない

温湿度データの取得：「あぐりログ」で5分間隔で計測

3

結果

各棟における花粉採取量（積み上げ）

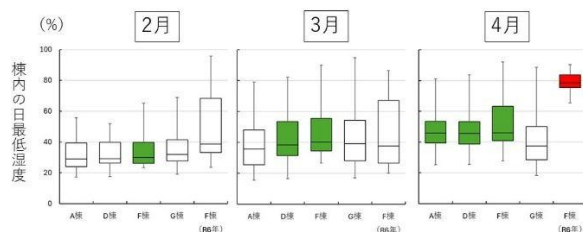


R6年はD棟、F棟あわせて30g弱

- ・3/4閉鎖ハウス全棟で花粉を採取
- ・開花ギリギリ開放した棟で花粉採取量多い

4

日最低湿度の推移



完全密閉より湿度環境が改善

花粉採取が可能

5

まとめ

3/4閉鎖を設けた場合

- ・昼間の湿度が完全密閉時より低下
→花粉が採取できた
- ・全面開放より昼間の温度が上昇
→開花ギリギリまで開放した方が採取効率は高い
(早く閉鎖したハウスでは飛散時期が早まった)

交配・種子への影響について調査予定

- ・採種量の調査
- ・発芽試験



球果乾燥中

6

研究報告執筆要領

1. **様式**は、A4 判、縦型、横書きで、余白を上下 30mm、左右 20mm とり、2 段組（22 字×36 行×2、段間 7mm）とする。ただし、課題名、著者名、要旨は段組しない。
2. **文字の書体**は、以下のとおりとする。
 - 課題名：ゴシック体、15 ポイント
 - 試験期間：ゴシック体、10 ポイント
 - 著者名：明朝体、12 ポイント
 - 要旨題・大見出し：ゴシック体、10 ポイント
 - 要旨文・本文：明朝体（欧文・算用数字は Times New Roman）、10 ポイント
 - 図・表の表題：ゴシック体、10 ポイント（欧文・算用数字を含む）
 - 図・表中の文字：ゴシック体（欧文・算用数字を含む）
 - その他：明朝体、10 ポイント
3. 欧文および算用数字（単位記号を含む）は半角文字とする。
4. 新仮名遣いにより、学術用語以外は常用漢字を用いる。欧文は、特に必要がある場合に限って用いる。
5. **動物・植物の和名**はカタカナとし、**学名**はイタリックとする。
6. **単位**は SI 単位、**年度**は西暦を用いる。（図・表を含む）
7. 原稿には、課題名、試験期間、著者名、要旨、本文、引用文献、著者名・課題名の英文表記を記載する。
8. **著者名・課題名の英文表記**を、1 ページ目の最後に記載する。その際、著者名の英文表記は名性の順とし、性はイニシャルの大文字に続けて小型英大文字で表記する。また、本文と英文表記の間にラインを入れる。
9. **著者がセンター報告発行時に当所へ在籍していない場合は**、著者名に注（*）を付け、著者名・課題名の英文表記の次に現所属等を記載する。
10. **文章表現**はできる限り平易にわかりやすくする。
11. **要旨**は 500 字以内とし、枠を作成しその中に記載する。要旨中では図、表、写真、文献、数式などの引用は避ける。
12. 本文には、Ⅰ はじめに、Ⅱ （材料と）方法、Ⅲ 結果と考察（又はⅢ 結果、Ⅳ 考察）を大見出しとして記載する。
13. **大見出し**は、「Ⅰ はじめに」「Ⅱ 方法」のようにローマ数字（ピリオドなし）を付ける。**中見出し**は、「1.」「2.」の半角算用数字に全角ピリオドを付ける。**以下の見出し**は、「(1)」「(2)」…「ア」「イ」…「(ア)」「(イ)」…「a」「b」…「(a)」「(b)」…とする。
大見出しの前は 1 行の空白を挿入する。文章は行を変え、1 字下げて書き始める。
14. **数式**は本文途中に入れず、必ず別行とし全角 1 字分下げ、半角文字で記載する。数式の変数はイタリックとし、数式が複数行にわたる場合でも混乱が生じないようにする。
15. **図・表**は本文中に配置し、できる限り文書中に貼り込む。図の表題は図の下に、表の表題は表の上に、「図-1」「表-10」（ピリオドなし）のような見出しを付け、全角 1 字分空けて続ける。図の表題は文字揃えセンタリング、表の表題は文字揃え左寄せとする。図・表は必ず本文中に引用する。
16. **グラフの Y 軸ラベル**は縦書きとする。グラフの説明を記載する。
17. **写真**は本文中に配置し、図として表記する。

18. **引用文献**は著者名のアルファベット順に記載する。本文中での引用は該当人名に（年号）あるいは事項に（人名 年号）をつけて引用する。同一人名で同一年号の場合は年号のあとに発表順に a, b, c をつける。誌名の略記法は和文の場合は慣例により、欧文の場合は Forestry Abstract にならう。引用文献の巻、号については、巻に通しページがある場合は巻のみとし、ない場合は巻、号（括弧付き）を併記する。また、号のみの場合は号（括弧無し）を記す。書籍の場合は引用ページと、出版社名を記載する。中黒、括弧、ピリオド、カンマ、セミコロンは全角とする。号はゴシック体とする。

引用文献 （記載例）

<雑誌の場合>

笠井美青・丸谷知己（1994）山地河川における立木群による土砂の滞留機構. 日林誌 76 : 560-568

平山一木・竹内英男（1996a）有用木からの種苗増殖技術の開発. 愛知林セ報 33 : 51-58

平山一木・竹内英男（1996b）コナラの育種に関する研究. 愛知林セ報 33 : 59-62

Ochiai Y, Okuda S, Sato A（1994）The influence of canopy gap size in soil water conditions in a deciduous broad-leaved secondary forest in Japan. J Jpn For Soc 76 : 308-314

<書籍の場合>

渡邊定元（1994）樹木社会学. 東大出版会

Levitt J（1972）Responses of plant to environmental stresses. Academic Press

<書籍中の場合>

小林繁男（1993）熱帯林土壌の痩悪化.（熱帯林土壌. 真下育久編, 勝美堂）. 280-333

Wells JF, Lund HG（1991）Intergrating timber information in the USDA Forest Service. In : Proceedings of the Symposium on Integrated Forest Management Information Systems Minowa M, Tsuyuki S (eds) Japan Society of Forest Planning Press, 102-111

19. **原稿の提出**は、まず審査・回覧用として、原稿提出期限までに 1 部を編集担当者まで提出する。その際、写真は原稿に配置しておく。

次に最終原稿として、別途定める期日までにデータを提出する。その際、写真は別データとする。

業務報告、調査報告執筆要領

1. 様式は、A4 判、縦型、横書きで、余白を上下 30mm、左右 20mm とり、45 字×40 行を標準とする。
2. 表題には、研究課題、課題名、担当者、試験期間を記載する。
3. 本文には、Ⅰ 目的、Ⅱ 昨年度研究内容、Ⅲ 研究結果、Ⅳ 本年度以降の予定、Ⅴ 備考を記載する。
4. 枚数は、刷り上がり 1 ページとする。
5. 文字の書体は、欧文および算用数字は Times New Roman、その他は明朝体とし、大きさは、10 ポイントとする。
6. 欧文および算用数字（単位を含む）は半角文字とする。
7. その他については、研究報告執筆要領に準ずる。

（2021. 3. 1 改定）

審 査

区 分	一次審査	二次審査	決 裁
管理研修課担当者原稿	研修育種グループ班長	—	次長、所長
研究報告原稿	資源利用グループ班長	技術開発部長	次長、所長
業務・調査報告原稿	資源利用グループ班長	技術開発部長	次長、所長

愛知県森林・林業技術センター報告 No.63

発 行 令和 8 年 9 月

発 行 所 愛知県森林・林業技術センター

愛知県新城市上吉田字乙新多 43-1

電話：0536-34-0321

E-mail：shinrin-ringyo-c@pref.aichi.lg.jp

U R L：https://www.pref.aichi.jp/soshiki/shinrin-ringyo-c/