

ISSN 1348-6004

高知県立森林技術センター

# 研 究 報 告

第47号 令和7年3月

高知県立森林技術センター

高知県香美市土佐山田町大平 80 番地

# 目 次

## 〔研究報告〕

- |   |  |                |        |
|---|--|----------------|--------|
| 1 | 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅰ）<br>－特定母樹の採種、育苗について－     | 藤本 浩平<br>渡辺 直史 | ・・・ 1  |
| 2 | 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅱ）<br>－下刈り省略の除伐への影響とコスト評価－ | 渡辺 直史<br>藤本 浩平 | ・・・ 17 |
| 3 | 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅲ）<br>－コウヨウザンとスギの初期成長比較－   | 渡辺 直史<br>藤本 浩平 | ・・・ 30 |

# 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅰ）

## －特定母樹の採種、育苗について－

藤本浩平、渡辺直史

Kohei Fujimoto, Naoshi Watanabe

**概要：**近年、皆伐・再造林が進められており、再造林の低コスト化に向けて成長の早い系統のコンテナ苗生産が期待されている。そこで、優良種苗の安定供給を目指し、採種園での害虫防除や種子の発芽、コンテナ育苗の試験を実施した。カメムシによる球果の吸汁害を防ぐために特定母樹採種園でネット被覆を行った結果、被覆した球果から得られた種子の充実率が有意に高い傾向がみられ、ネット被覆が有効なことが示唆された。種子の SQI 値が低いほど発芽率が高く、早く発芽する傾向が見られた。播種時期によって発芽に要する日数と最終的な発芽率が異なる傾向がみられ、得苗に適した時期が異なることがわかり、需要に適した播種時期の検討が必要であることが示唆された。育苗密度による苗高に違いはみられなかったが根元径では有意な差がみられ、通常のコンテナ栽培の密度を下げることで比較苗高の低い苗が育苗できることがわかった。

キーワード：スギ、コンテナ苗、特定母樹、カメムシ被害、充実種子

### 1. 緒言

高知県では、スギ・ヒノキ人工林の約 87% が 45 年生を超える主伐可能時期に達しており、第 5 期高知県産業振興計画（2024 年 3 月）においては令和 4 年度に 73.6 万 m<sup>3</sup>であった原木生産量を令和 10 年度には 85 万 m<sup>3</sup>まで増産することを目標にしているなど、今後、皆伐面積が増大することが推測される。しかし、高い初期保育経費が障害となり、再造林が行われず放置される森林が増えるなど健全な森林育成が危惧される状況になっている。これまで、当センターを含め、国内の試験研究機関において、伐採－造林－貫作業システム、植栽可能期間が長いコンテナ苗の活用、下刈りの省力化の実証研究等が行われ、実用出来る段階になってきた。

このような中、平成 25 年に改正された「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」に基づき特定母樹の採種園が整備され、より優良な種苗が供給できるようになったことにより、保育作業の多くを占める下刈り作業削減の一つとして有利な、初期成長の良い苗の活用が期待されている。

本研究では、再造林の推進に寄与するため、成長の早い系統のコンテナ苗の安定供給を目指し、採種園の害虫防除や種子の発芽、育苗の試験を実施した。

### 2. 特定母樹採種園のネット被覆による害虫防除効果

#### 2.1 はじめに

採種園での種子生産において、カメムシによる吸汁被害による発芽率の低下が問題になっている（林野庁 2025）。採種園管理においては一般的に物理的防除であるネット被覆によるカメ

ムシ類吸汁被害の防除が行われており、その効果について検討した。

## 2.2 試験地および試験方法

高知県香美市の高知県立森林技術センター構内に整備された特定母樹ミニチュア採種園において、2021年5月上旬に、結実が多い採種木46本に対して、1mmメッシュのネットで結実した枝を覆い（図1）、カメムシが侵入しないように枝とネットの間に綿を詰めて結束した。同じ採種木のネットで覆っていない枝を対照とした。

2021年11～12月に採種木毎にネット被覆の有無を区分して球果を収穫し重量および個数を測定して風通しの良い冷暗所で乾燥脱粒させた。脱粒した種子はふるい分けおよび目視で異物を取り除いた。

採種木26個体（ネット被覆の有無を区別した52サンプル）について、Matsuda *et al.* (2015)の近赤外光による充実種子選別技術を用いた充実種子選別装置（九州計測器製）を用いて、充実種子の選別を行った。充実種子選別技術は、種子に近赤外光を当て、反射スペクトルにより脂質の含有量を測定して指数化したSQI（Seed Quality Index）によって種子の充実度を判断する技術であり、SQI値が小さいほど胚乳部の脂質が多く、充実していると判定される。

なお、取り外し時に、破損やカメムシの侵入が確認されているネットの中の球果については調査対象から除外した。



図1 枝へのネット被覆

## 2.3 結果と考察

採種木の枝のネット被覆の有無による充実率を比較すると、被覆した枝から得られた種子の充実率が有意に高い傾向がみられた（図2）。

個体別にみると、ほとんどで被覆の有無による充実率に有意な差がみられた（図3）。個体によってネット被覆による充実率の向上に差がみられ、個体による樹木の健康状態の差があったのかカメムシによる吸汁の程度に差があったのかはわからなかった。ネット被覆を行った枝では充実率が60%に達した個体もあり、適正にネット被覆を行うことにより、充実率の高い優良な種子が得られることがわかった。

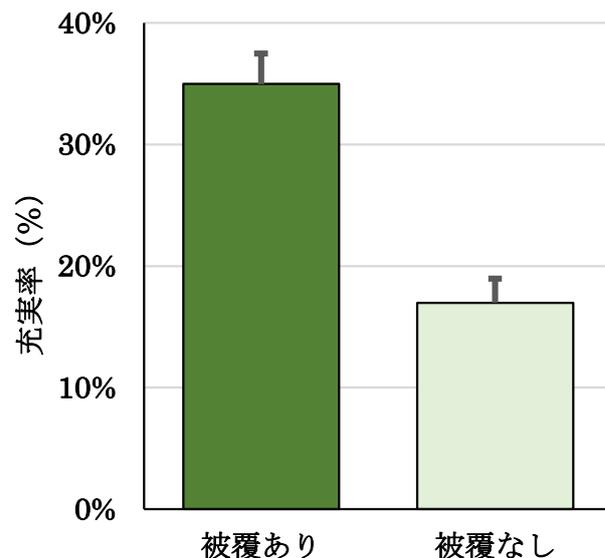


図2 ネット有無の種子充実率  
エラーバーは標準誤差

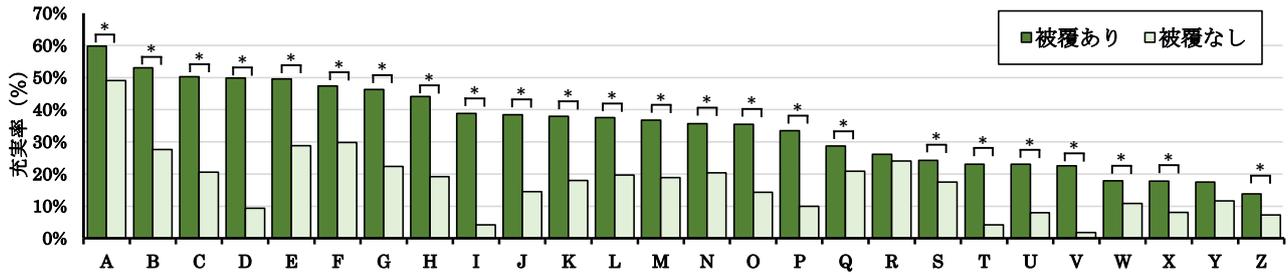


図3 個体毎のネット被覆有無の種子充実率

\*  $p < 0.05$   $\chi^2$  二乗検定

### 3. 近赤外光を用いて選別したスギ種子の発芽の傾向

#### 3.1 はじめに

Matsuda *et al.* (2015) の近赤外光を用いて種子の充実度を判断する方法では種子の SQI により発芽能を判別できるが、発芽能の有無を判別するだけでなく、あらかじめ得られた SQI により発芽に要する期間や成長が推測できれば種苗生産をより効率的に行う事ができることから、選別した種子の品質について違いがあるか検証を行った。

#### 3.2 試験地および試験方法

森林技術センター内のスギ特定母樹採種園で 2022 年 11～12 月に採種したスギ西育 2-1、スギ西育 2-57、スギ西育 2-75 の種子を材料とし、SQI によって種子の性能が異なるかを明らかにするために、充実種子選別装置を用いて、SQI を 0～20、20～40、40～60、60～80、80～100、100～120、120 以上の 7 画分で選別し、冷蔵庫（約 3℃）で保管して試験に供した。

種子を蒸留水で湿らせたペーパータオルに包み、シャーレに入れて冷蔵庫で 10 日間低温湿層処理を行い、2023 年 4 月 7 日に鹿沼土小粒を充填した育苗箱に 50 粒ずつ播種し、水滴で飛散ないように鹿沼土小粒で覆土した。寒冷紗で被陰し、育苗ハウス内で 1 日 3 回、各 20 分のミスト灌水を行った。発芽の確認は 2 日毎に行い、子葉が展開した時点で発芽とした。データロガー付き温度計で育苗ハウス内の気温を 1 時間ごとに測定し、日平均気温を求めた。

#### 3.3 結果と考察

各系統の種子の SQI の頻度分布を図 4 に示した。これまで選別をしたスギ種子の充実判定の SQI 閾値が 120～140 であったことから 120 を閾値として充実種子であるかを判別すると、SQI 120 未満の充実種子はスギ西育 2-1 が 12%、スギ西育 2-57 が 12%、スギ西育 2-75 が 22% であった。SQI が低いものほど少なく、20 以下のものは無かった。

低温湿層処理前の種子の重量は、SQI が低いものほど重かった（表 1）。SQI 画分ごとの播種から発芽までの日数を図 6 に示した。SQI 120 以上では発芽が遅く、最終的な発芽率は 20% 未満であった。

SQI の画分ごとに発芽までの積算温度（日平均気温の積算値）をみると（図 7）、SQI が 60 未満の画分と 100～120 の間に有意な差がみられた。

充実種子の中でも、SQI の低い種子、本試験では 60 未満の画分と 60 以上の画分を分けて播

種することで発芽、移植時期をそろえることが可能であると考えられる。

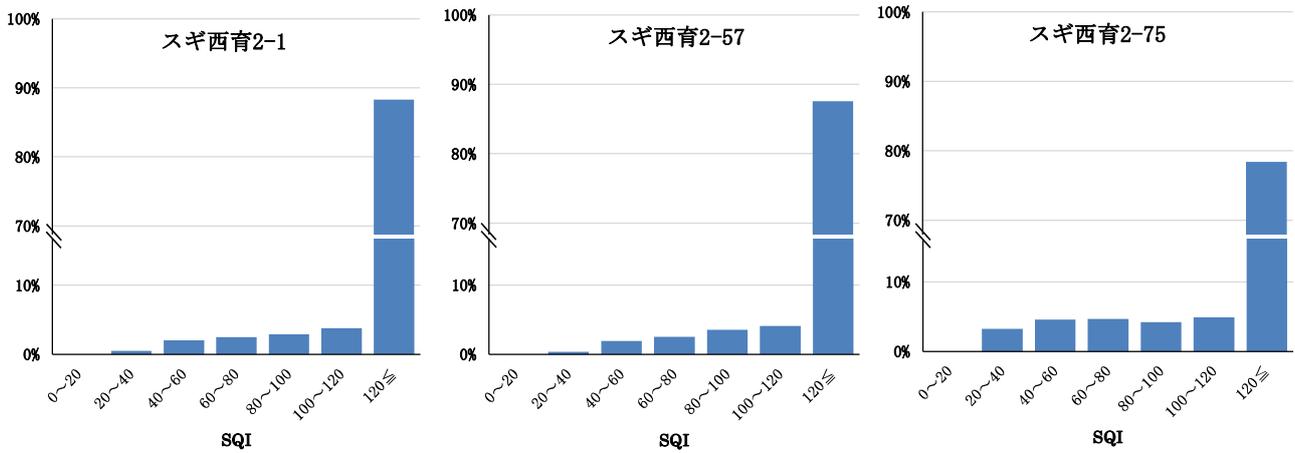


図4 各種子のSQIの頻度分布

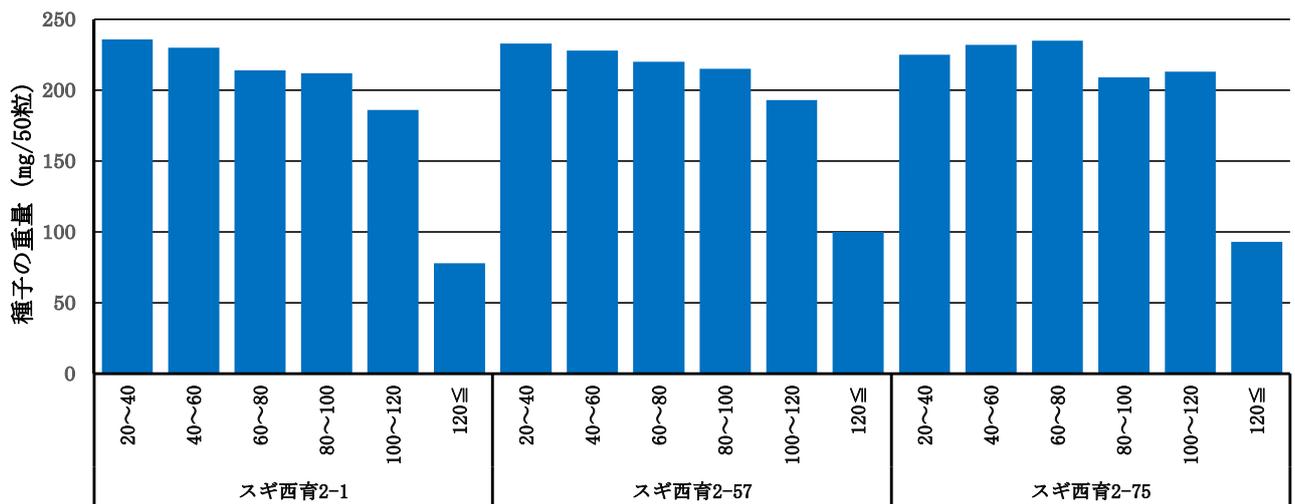


図5 播種試験に供した種子の50粒重

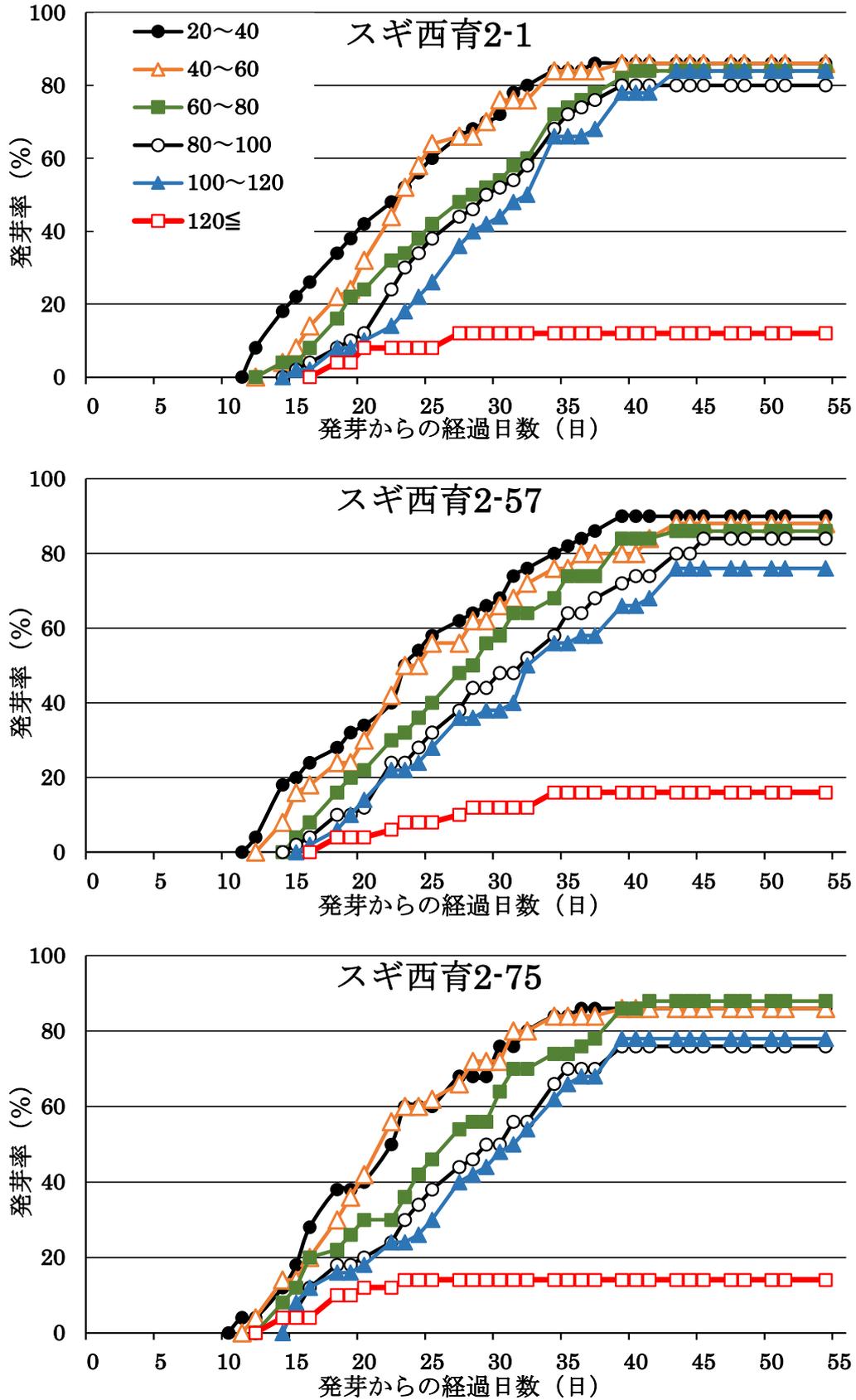


図 6 播種から発芽確認までの経過日数

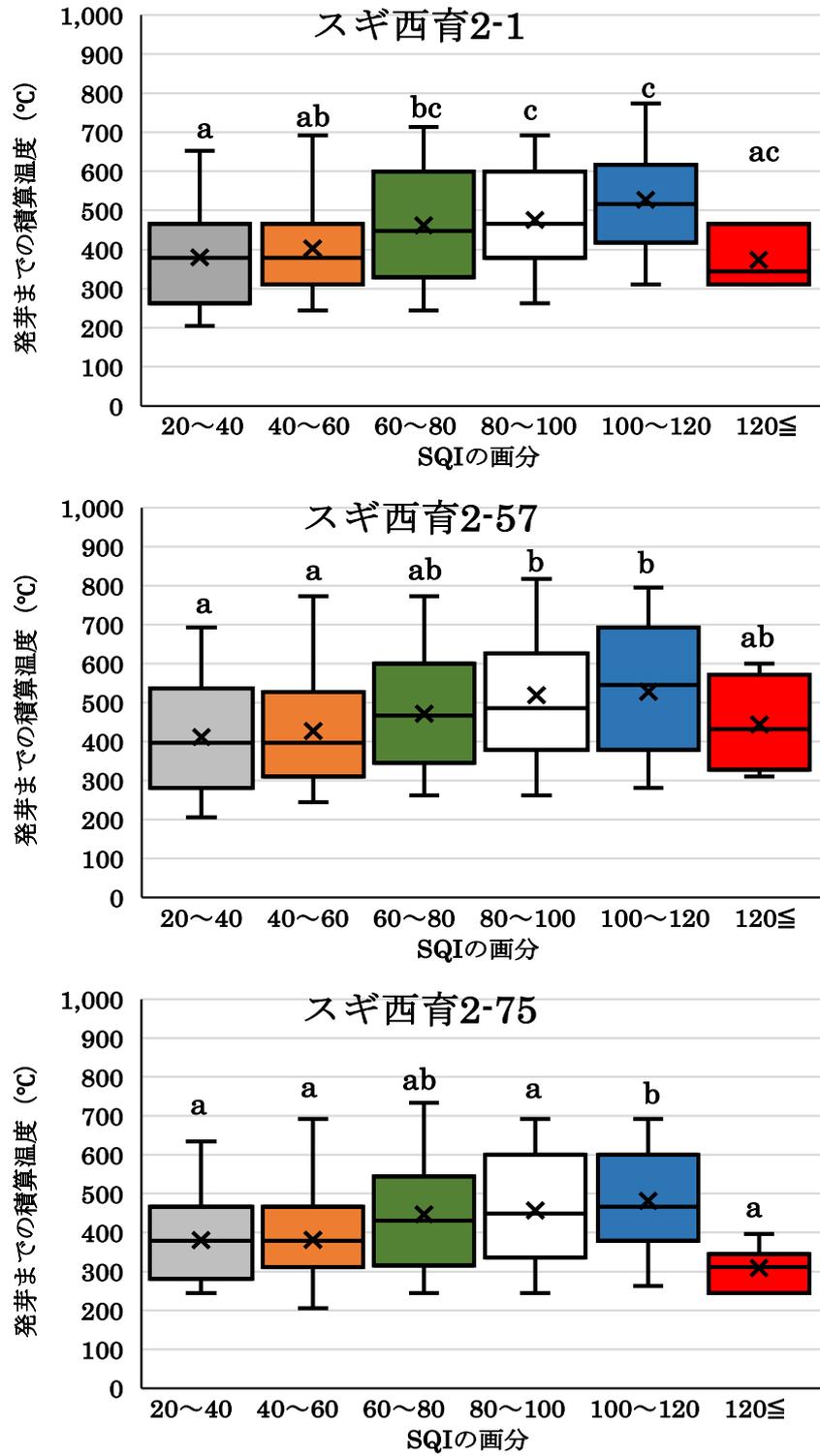


図7 播種から発芽確認までの積算温度

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で有意差がみられたことを示す (p<0.05)

## 4. スギの播種時期と苗の成長

### 4.1 はじめに

コンテナ苗は植栽可能な時期が広いという利点を活かすことで、春に集中する従来の裸苗の植栽作業を分散させることが可能であり、作業員不足の解消手段や一貫作業による低コスト化を進めることが期待されている。コンテナ苗では出荷時期が広がることから、出荷適期に応じて規格を満たす苗を作る育苗計画が求められ、播種時期と苗の成長の関係について把握することが必要である。播種の時期の違いによって発芽および出荷規格に達するまでの成長期間がどの程度異なるかを明らかにするため、4月、6月、9月に播種を行い、苗の成長を計測した。

### 4.2 試験地および試験方法

森林技術センター内スギ特定母樹採種園（21系統・156本）で2021年11～12月に母樹毎に採種した種子のうち、スギ西育2-63を材料として用いた。脱粒後の種子は充実種子選別装置で選別を行い、充実種子を試験に供した。種子は、乾燥剤を封入して冷蔵庫（約3口）で保管した。

2022年4月4日、6月13日、9月19日に鹿沼土小粒を充填した育苗箱に種子100粒を播種し、水滴で飛散しないように鹿沼土小粒で覆土した。寒冷紗で被陰し、ハウス内で1日3回20分のミスト灌水を行った。子葉が展開した時点で発芽として、発芽の確認は播種2ヶ月後まで3～5日毎に行った。

各播種時期とも、ハイコントロール085（180日）を3g/孔となるように混合したココピートを充填した150ccのマルチキャビティコンテナに、芽生え40本を移植し、移植から約2週間で屋外へ移動させて育苗を行った。1日2回、各30分のスプリンクラーによる灌水を行った。屋外への移動時を期首値とし、12月までは1ヶ月毎に、3月から11月は2ヶ月毎に苗高の測定を行った。

### 4.3 結果と考察

#### 1) 播種から発芽に要する日数

最終的な発芽率は、4月播種が93%、6月播種が83%、9月播種が67%であった。市原ほか（2019）では、スギ選別種子の未発芽種子について胚の観察を行っており、腐敗や虫害、不稔粒等のみられない健全な種子の割合が春播種（4月）と比較して夏播種（8月）で多いことを報告している。また、スギ等の針葉樹種子は乾燥冷凍状態での長期保存が可能なことが知られており、播種時期を遅らせるほど発芽率が低くなるという結果は保管による発芽能力の喪失ではなく、原因が特定できないが播種時の気温や水分状態などの環境条件によりもたらされたのではないかと推察される。

発芽の開始は、4月播種が播種後14日目、6月播種が15日目、9月播種が12日目に確認された（図8）。また、最終の発芽は4月播種が43日目、6月播種が31日目、9月播種が40日目であった。以前、他の4系統のスギ種子を3月上旬に播種した試験では、26～33日目に発芽の開始が確認され、最終の発芽は42～67日目であった。

#### 2) コンテナ苗の成長

4月播種の苗高は12月までの8ヶ月で平均33.8cm(図9)、高知県の出荷規格を満たした35cm以上は40%であった(図10)。苗高35cm以上は3月の測定時は53%、5月の測定時は78%、7月の測定時は83%、9月の測定時は88%、11月の測定時は88%であった。苗高が高すぎる苗は造林者に好まれないため、出荷に適した35cm以上60cm未満の苗は7月の測定時は68%、9月の測定時は50%、11月の測定時は23%であった。

6月播種の苗は12月までの6ヶ月で平均21.8cm、35cm以上のものはなかった。5月の測定時は58%、7月の測定時は80%、9月の測定時は85%、11月の測定時は86%であったが、35cm以上60cm未満の苗は9月の測定時は60%、11月の測定時は38%であった。

9月播種の苗は移植後の屋外育苗開始時期が生育休止期にかかり、12月までの3ヶ月で平均3.9cmであった。出荷に適した35cm以上60cm未満の苗は9月の測定時は73%、11月の測定時は78%であった。藤井(2016)は8月と10月に播種したスギコンテナ苗の得苗率が翌年10月でそれぞれ79%、78%であったと報告しており、本研究での9月播種の苗と同等の割合であった。

4月播種では翌年5月、6月播種では翌年7月、9月播種では翌年11月が出荷に適した苗の割合が多く、出荷の適期であった。

播種時期によって最適な出荷時期が異なることから、需要が多い時期からの逆算で播種時期を検討する必要があることが示唆された。

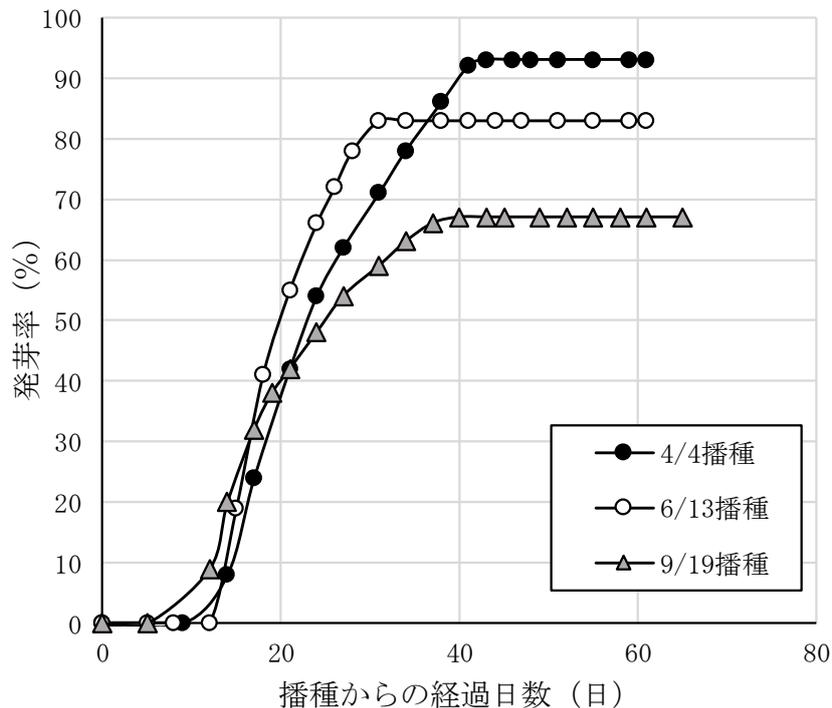


図8 播種時期ごとの播種から発芽までの経過日数

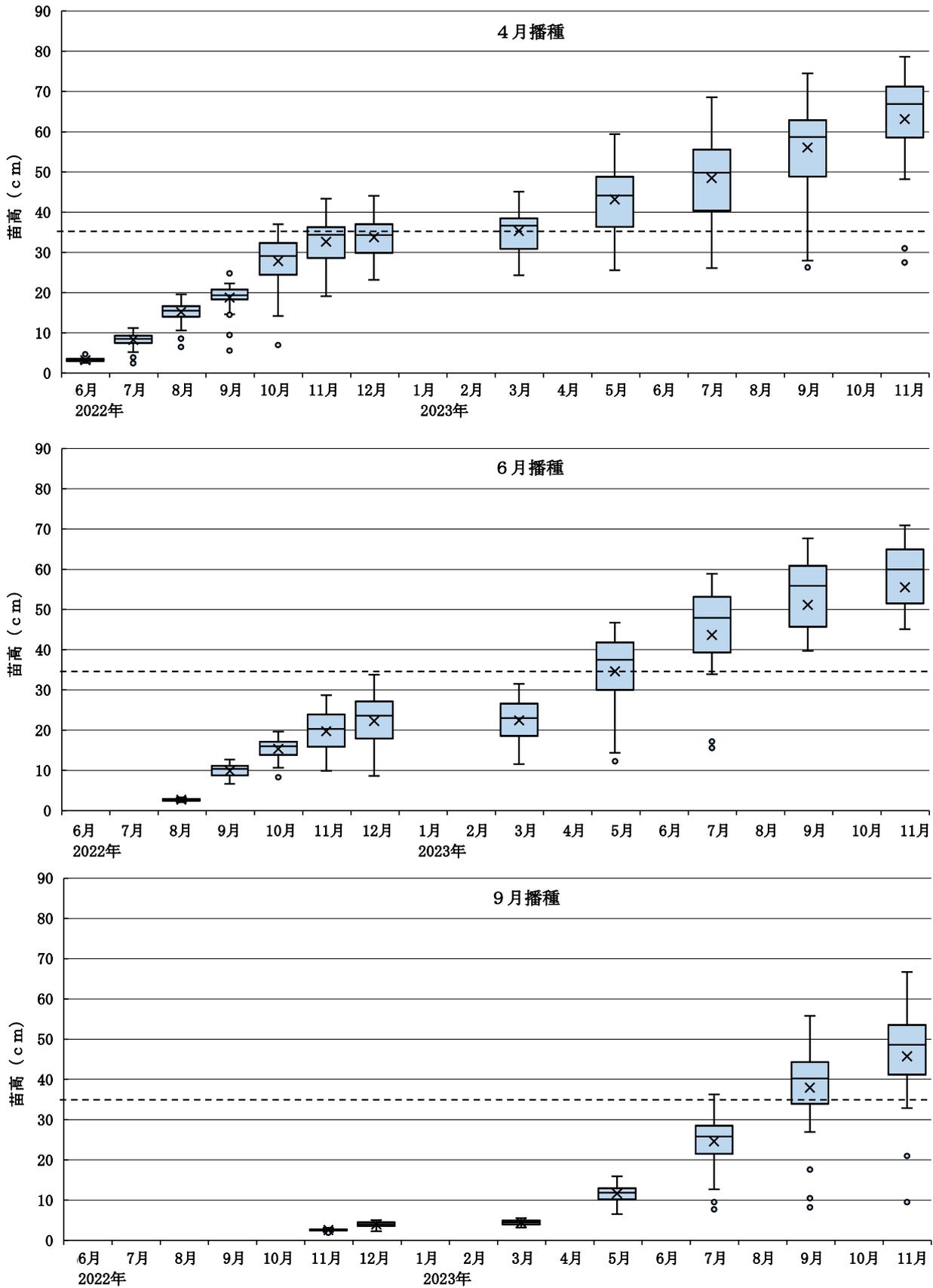


図9 播種時期ごとのコンテナ苗の苗高

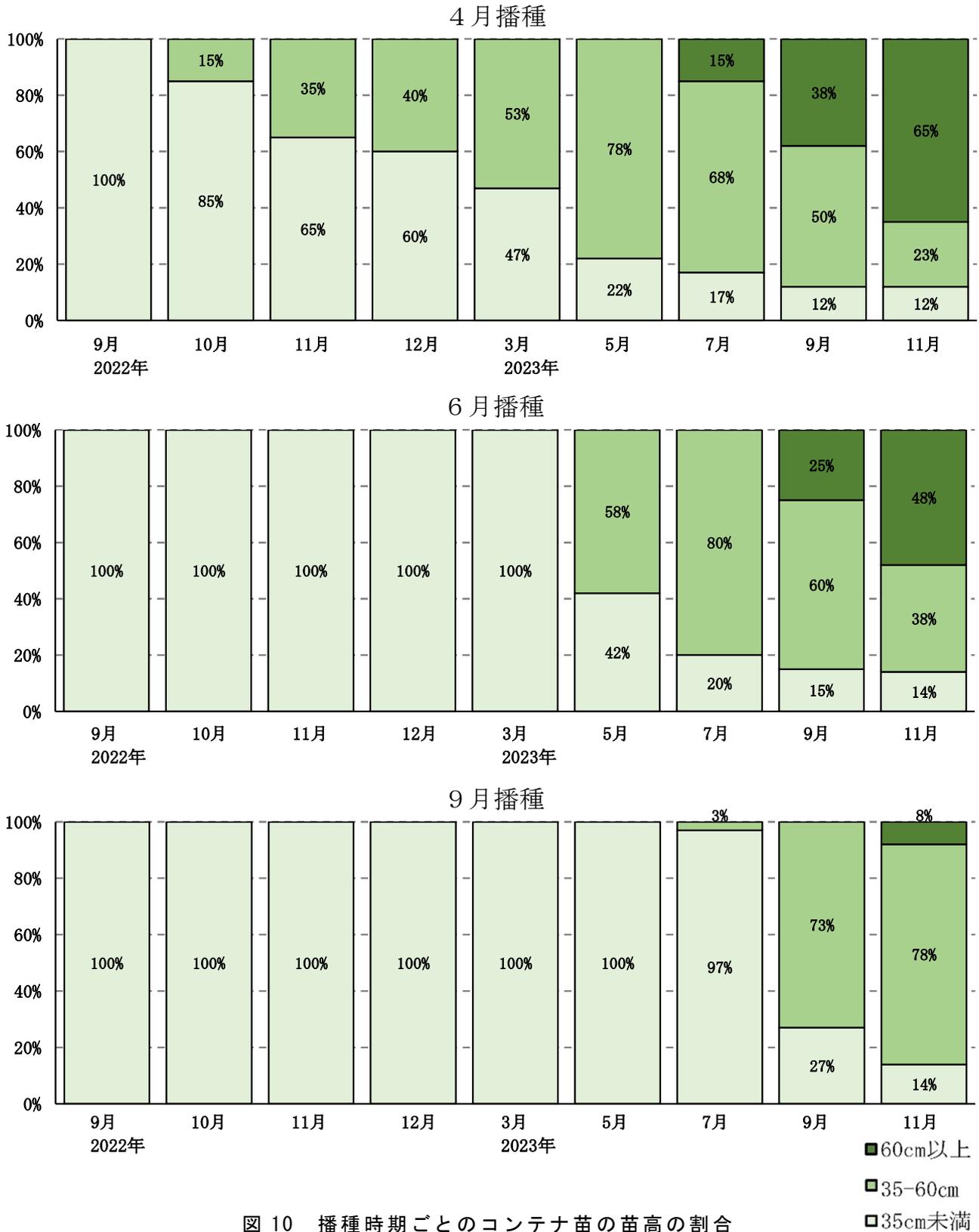


図 10 播種時期ごとのコンテナ苗の苗高の割合

## 5. 特定母樹コンテナ苗の育苗密度

### 5.1 はじめに

コンテナ苗は裸苗と比較して比較苗高（苗高÷根元径）が高い苗となり、植栽後の樹高成長開始が遅くなることなどが指摘されている（梶本ら 2016）。育苗密度を低くすることや根鉢容量を大きくすることで比較苗高の低い苗を得ることが期待できることから、育苗密度と根鉢容量を変えて育苗したコンテナ苗の成長と比較苗高について比較を行った。

### 5.2 試験地および試験方法

林木育種センター（茨城県十王町）で採種された特定母樹系統の種子（林育 2-15、林育 2-71）および四国増殖保存園（高知県香美市）で採種された特定母樹系統の種子（西育 2-6、西育 2-144）の 2 地域 4 系統を用い、根鉢容量と育苗密度の異なる条件で育苗を行った。

育苗容器は JFA150（根鉢容量 150 cc）および JFA300（根鉢容量 300cc）を用い、インナーポットを用いて密度調節を行った。培土はココピートオールドを用い、肥料はほぐした状態の培土 1 L に対して、20g のハイコントロール 085（180 日）を混合し、JFA150：3g/キャビティ、JFA300：6g/キャビティになるように調整した。

2020 年 3 月 31 日に播種、5 月にコンテナへ移植し、7 月に育苗密度を設定して育苗を行った。処理区は、根鉢容量 150cc ではコンテナあたり 40 本、30 本、24 本、12 本の 4 処理区、根鉢容量 300cc ではコンテナあたり 24 本、12 本の 2 処理区で計 6 処理区とした（図 11）。なお、150cc での 24 本、12 本については、150cc インナーポットに移植し、JFA300 のキャビティに入れて育苗した（図 12、13）。

育苗密度設定時の 7 月に苗高を、翌年 3 月に苗高および根元径を測定した。

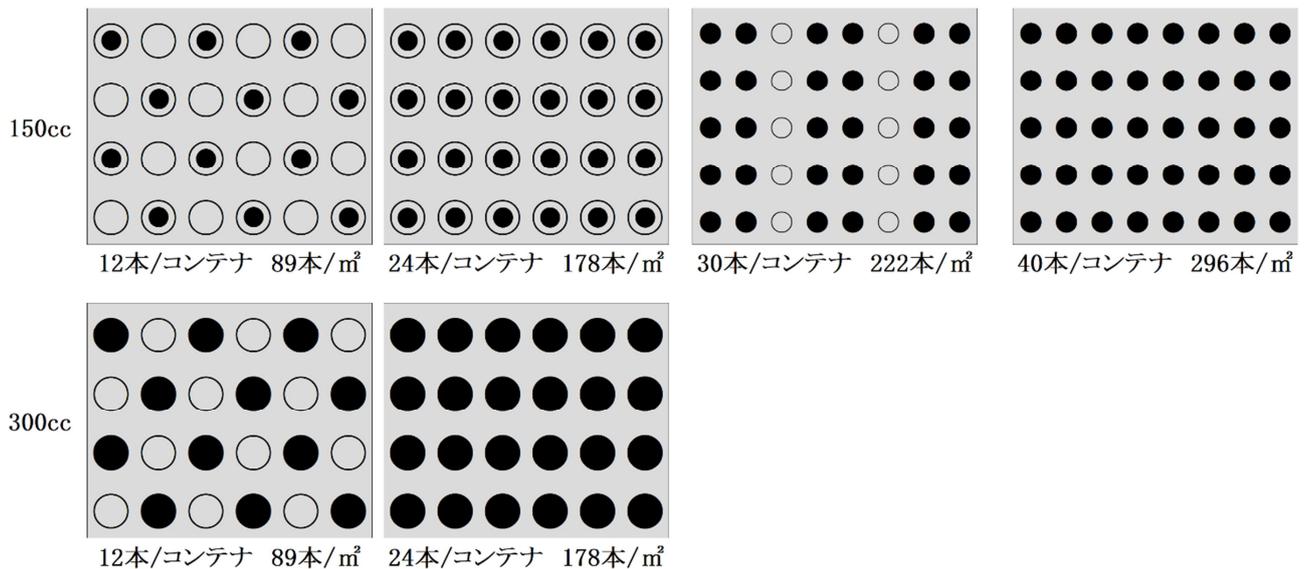


図 12 コンテナ育苗密度の設定

(●：育苗するキャビティ、○：空きキャビティ)



図 12 150cc インナーポットを 300cc コンテナへ挿入



図 13 コンテナでの育苗

### 5.3 結果と考察

1 生育期終了後の苗高成長は、150cc の育苗密度間、300cc の育苗密度間では差がみられなかった（図 14）。同じ育苗密度での根鉢容量間の差は、24 本/C では有意な差がみられたが、12 本/C ではみられなかった。

根元径は 150cc で育苗密度が低いほど太い傾向がみられた。300cc の育苗密度間では有意な差がみられなかった。同じ育苗密度での根鉢容量間の差は、24 本/C では有意な差がみられ、300cc の方が太かった、12 本/C では平均値・中央値では 300cc の方が太かったが有意な差はみられなかった（図 15）。

それに伴い、比較苗高は 150cc の 40 本/C と 30 本/C では平均値で 80 cm、75 cm で有意な差はみられなかったが、150cc の 24 本/C、12 本/C、300cc の 24 本/C、12 本/C とは有意な差がみられ、後者は平均値で 60～65 であった（図 16）。樹高や根元径の成長は根鉢容量が大きい方が良いが、比較苗高を低下させるためには根鉢容量を大きくすることより育苗密度を低くすることが有効であることが示唆された。

同じ育苗密度と根鉢容量で4系統を比較したところ、移植時と1生育期終了時の苗高と1生育期終了時の比較苗高で系統間差はみられたが、1生育期終了時の根元径ではみられなかった(図17~20)。

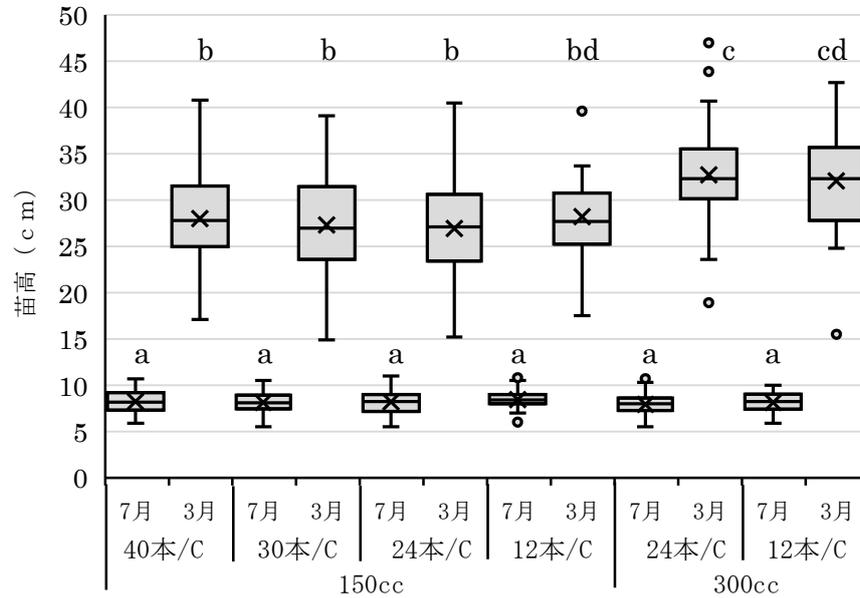


図14 移植時と第1生育期終了後の苗高の育苗密度・根鉢容量比較

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で有意差がみられたことを示す (p<0.05)

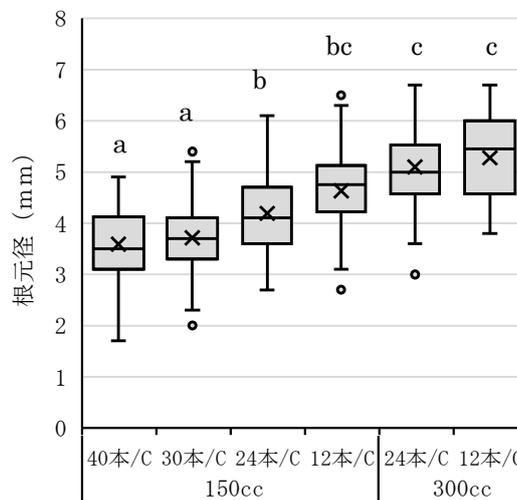


図15 第1生育期終了後の根元径の育苗密度・根鉢容量比較

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で有意差がみられたことを示す (p<0.05)

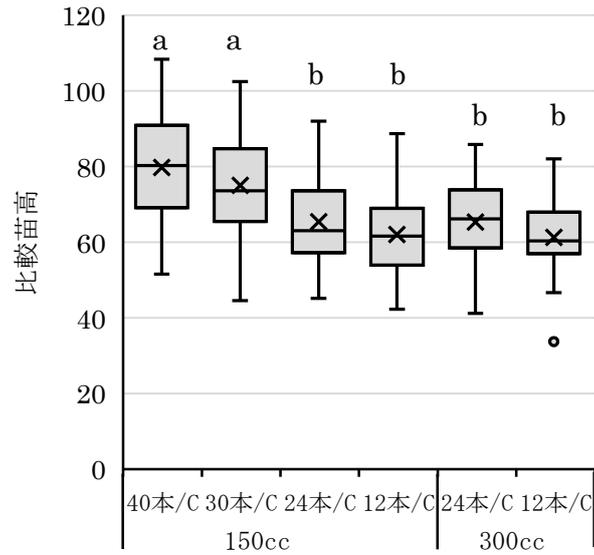


図 16 第 1 生育期終了後の比較苗高の育苗密度・根鉢容量比較

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で  
有意差がみられたことを示す (p<0.05)

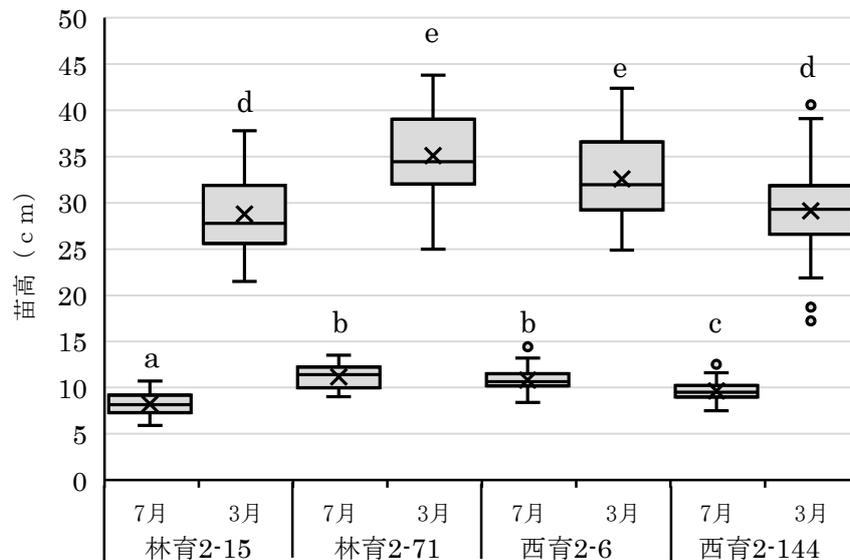


図 17 移植時と第 1 生育期終了後の苗高の系統間比較

(150cc 40 本/コンテナの条件下)

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で  
有意差がみられたことを示す (p<0.05)

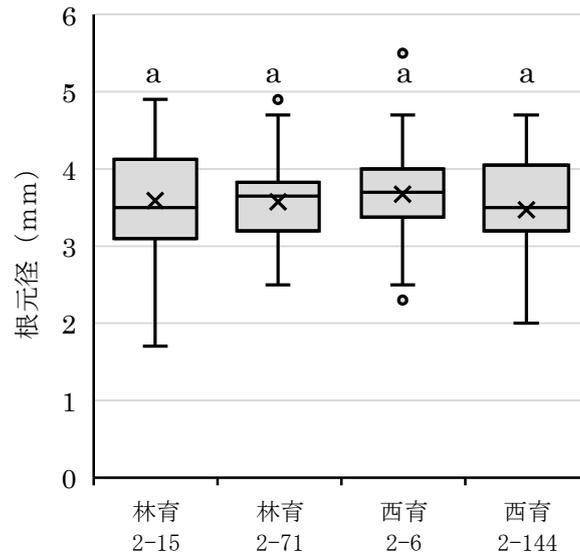


図 18 第 1 生育期終了後の根元径の系統間比較  
(150cc 40 本/コンテナの条件下)

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で  
有意差がみられたことを示す (p<0.05)

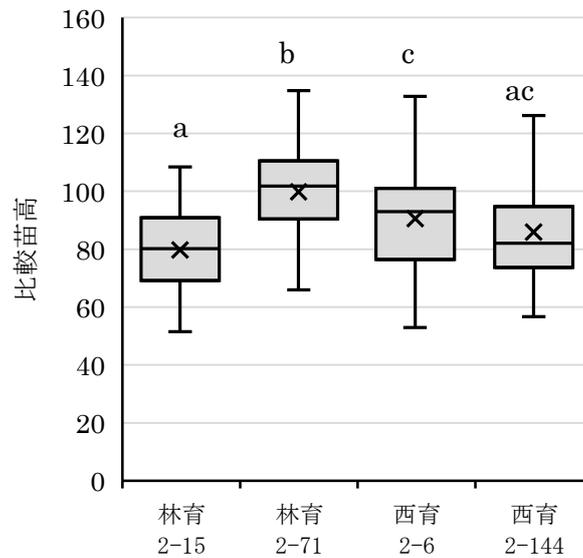


図 19 第 1 生育期終了後の比較苗高の系統間比較  
(150cc 40 本/コンテナの条件下)

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で  
有意差がみられたことを示す (p<0.05)

## 6. おわりに

本研究では、採種園管理時から育苗までの試験を行った。遺伝的に優良な系統の種苗供給においては、カメムシによる吸汁害を防ぐために防除ネットの重要性が示唆された。防除ネットの装着後も破損が起きないように管理が重要である。得られた種子の充実度を選別し、発芽

率を高めることで、計画的な管理が可能である。コンテナ苗は植栽可能な期間が長く、年間を通した造林が可能であるが、適したサイズで出荷するためには、播種時期や育苗密度で調節して苗需要の多い時期に合わせた育苗が求められる。森林総合研究所（2019）ではいくつかの樹種で各地での生産モデルが示されており、これらを参考に今後も地域の需要と環境に適した育苗に向けてデータの蓄積が望まれる。コンテナ苗の植栽後の生育を考慮すると比較苗高を低くする育苗が求められ、育苗密度の調整が有効である。しかし、育苗密度を下げることで育苗コストが上がるのが予想されることから、規格に合った単価設定の検討が必要であろう。

## 謝辞

本研究の一部は、農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」（18064868：平成30～令和4年度）の支援を受けて行った。参画機関各位には貴重なご意見をいただくとともに、協力して研究を実施させていただいた。また、本報告のうち、“5. 特定母樹コンテナ苗の育苗密度”で使用した種子は、森林総合研究所林木育種センターが実施する林木ジーンバンク事業における林木遺伝資源の配布を受けた。関係者各位にこの場を借りて深く感謝の意を表す。

## 引用文献

- 1) 藤井栄（2016）実生スギコンテナ苗生産期間短縮の試み、徳島県立農林水産総合技術支援センター研究報告 3、15-20
- 2) 市原優、藤井栄、安藤裕萌、升屋勇人（2019）、コンテナに播種したスギ種子の発芽阻害に關与する種子腐敗、日本森林学会誌 101、134-137
- 3) 梶本卓也、宇都木玄、田中浩（2016）低コスト再造林の実現にコンテナ苗をどう活用するか—研究の現状と今後の課題—、日本森林学会誌 98、135-138
- 4) Matsuda O, Hara M, Tobita H, Yazaki K, Nakagawa T, Shimizu K, Uemura A, Utsugi H (2015) Determination of Seed Soundness in Conifers *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* Using Narrow-Multiband Spectral Imaging in the Short-Wavelength Infrared Range. PLoS ONE 10(6): e0128358. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128358>
- 5) 林野庁（2025）講習会テキスト林業種苗の生産・配布に必要な知識
- 6) 森林総合研究所（2019）、新しいコンテナ苗生産方法の提案

## 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅱ）

### — 下刈り省略の除伐への影響とコスト評価 —

渡辺直史、藤本浩平

Naoshi Watanabe, Kohei Fujimoto

**概要:** 下刈り省略を行った林分における下刈りと除伐の総コスト評価と、競合植生との競争関係から除伐必要性の判断指標を提示することを目的として調査を行った。2010年に3カ所設定したスギ林下刈り省略試験地で2019年に除伐作業の時間計測を行った。除伐に要する時間は、下刈りを省略するほど長くなったが、下刈りと除伐の総作業時間は、下刈りを省略するほど短くなり、下刈り省略の初期育林コスト削減効果が確認できた。除伐後4年間の樹高成長率は、除伐前に競合植生に完全に覆われた個体は除伐後に成長率は大きくなり、競合植生の上に樹冠が出ている個体では除伐の有無による成長率の差は無かった。本試験地の競合植生はアカメガシワやタラノキなどの先駆樹種であり、このような植生の場合スギの樹冠が競合植生の上に出ている林分では、除伐の省略が可能であることが示唆された。

キーワード：初期成長、スギ、除伐、下刈り省略

#### 1. 緒言

持続的に木材資源を生産・供給していく森林の育成や森林経営を維持していくためには、皆伐後の再造林が不可欠であるが、植栽・下刈り等に要する経費は、本県の造林事業標準単価（高知県2024）から地拵え、植栽（スギ2,500本/ha）、下刈り（5年間）、除伐1回、保育間伐1回の経費を積算すると200万円/haを超え、現在の木材価格に対して非常に高額である。このため、低コストで育林する技術の開発が急務となっている。育林低コスト化の方法として下刈りの省略が考えられ、当センターの過去の研究（渡辺ら2015）から、下刈りの省略は可能であることが分かったが、下刈りの省略を行った林分では除伐コストが増大し、下刈りと除伐の総コストが増加する懸念がある。また、福本ら（2021）は、植栽木と雑木の競合状態によっては除伐そのものを省略することで、さらに初期保育コストを削減できる可能性に言及しており、除伐を省略できる条件が明らかになれば更なる低コスト化、省力化が期待できる。そこで本研究は、下刈り省略を行った林分における下刈りと除伐の総コスト評価と、競合植生との競争関係から除伐必要性の判断指標を提示することを目的とした。

#### 2. 方法

##### 2.1 試験地

安芸郡奈半利町の須川山国有林（奈半利試験地）、および土佐郡土佐町東石原（東石原試験地）と同町南川（南川試験地）の民有林に試験地を設定した（表1、表2）。奈半利試験地と東石原試験地は皆伐の翌春に植栽したため、植栽時には競合植生がまばらに存在する程度で、南川試験地は皆伐後3年経過した後に植栽したため植栽年の競合植生の植被率は東石原試験地の2倍程度であり（表

3)、植栽年の夏には植生高が2mに達した。植栽にはすべてスギ裸苗を使用し、各試験地に普通苗と大苗を植栽して、「毎年下刈り」、「隔年下刈り」、「下刈り無し」の試験区を設定した。

試験区は基本的に図1のように3処理3回繰り返しのランダム配置としているが、地形の状況によりアレンジしている。試験区の大きさは、奈半利試験地と東石原試験地では18m×18m、南川試験地では地形上の制約から15m×15mとした。奈半利試験地と東石原試験地では3回の繰り返しを行うこととしたが、南川試験地では1調査区の面積を少なくしても3回の繰り返しをとることが出来なかったため、大苗のみ2回繰り返しとした。植栽直後の樹高を測定して苗高とした。各試験地の平均苗高は、南川試験地が普通苗48cm、大苗76cm、東石原試験地が普通苗45cm、大苗80cm、奈半利試験地が普通苗47cm、大苗71cmであった。

## 2.2 下刈りスケジュールと除伐の実施

奈半利と東石原の試験地では、1年目は下刈りの必要が無いと判断して「毎年下刈り」は2～5年目、「隔年下刈り」は3年目と5年目に下刈りを行った。南川の試験地は、「毎年下刈り」は1～5年目、「隔年下刈り」は2年目と4年目に下刈りを行った。除伐は10年目に行った。使用機械は下刈り、除伐ともに刈り払い機のみを使用した。作業時間の測定は、試験区ごとにビデオ撮影により行い、刈り払い機のエンジンを始動したところから測定を開始し、下刈りまたは除伐を終了し刈り払い機のエンジンを止めた時点で測定終了とした。

表1 試験地の概要

試験地名	標高	方位	傾斜	皆伐年	植栽年	植栽苗木	試験区	試験区数	試験区の大きさ
奈半利	730～770m	北	21～45度	2009年	2010年	普通苗 (苗高47cm)	毎年下刈り	6	18m×18m
						大苗 (苗高71cm)	隔年下刈り	6	
							下刈り無し	6	
東石原	600～650m	北北西	18～43度	2009年	2010年	普通苗 (苗高45cm)	毎年下刈り	6	18m×18m
						大苗 (苗高80cm)	隔年下刈り	6	
							下刈り無し	6	
南川	600～650m	北北西	24～40度	2007年	2010年	普通苗 (苗高48cm)	毎年下刈り	5	15m×15m
						大苗 (苗高76cm)	隔年下刈り	5	
							下刈り無し	5	

表2 下刈り、除伐の試験区数

試験地名	試験区	試験区数	うち除伐試験区数		皆伐年	植栽年
			除伐実施	除伐無		
奈半利	毎年下刈り	6	4	2	2009年	2010年
	隔年下刈り	6	4	2		
	下刈り無し	6	4	2		
東石原	毎年下刈り	6	4	2	2009年	2010年
	隔年下刈り	6	4	2		
	下刈り無し	6	4	2		
南川	毎年下刈り	5	6	2	2007年	2010年
	隔年下刈り	5	6	2		
	下刈り無し	5	6	2		



図1 試験区の配置

表 3 各試験地の種ごとの植被率合計値 (%)

( ) 内は落葉広葉樹で内数

試験地	試験区	2010年	2011年	2012年	2013年
奈半利	毎年下刈り	77 (28)	75 (61)	75 (57)	83 (29)
	隔年下刈り	88 (38)	91 (77)	97 (84)	100 (43)
	下刈り無し	85 (33)	88 (76)	88 (76)	103 (64)
東石原	毎年下刈り	49 (44)	74 (67)	77 (64)	91 (64)
	隔年下刈り	50 (44)	73 (63)	97 (89)	98 (57)
	下刈り無し	57 (53)	78 (71)	99 (92)	106 (96)
南川	毎年下刈り	117 (97)	115 (85)	89 (49)	114 (31)
	隔年下刈り	117 (97)	131 (117)	105 (72)	126 (81)
	下刈り無し	117 (97)	127 (108)	144 (120)	140 (121)

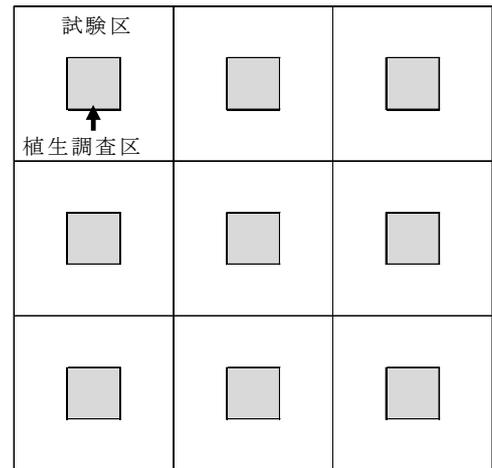


図 2 競合植生調査区の配置

### 2.3 除伐時の競合植生量

除伐前に、競合植生の胸高直径を測定して胸高断面積を算出し、競合植生量とした。各試験区内に奈半利と東石原は 10m×10m、南川は 5m×5m の競合植生調査区を設定し(図 2)、胸高直径 1cm 以上の個体は樹高と胸高直径を、胸高直径 1cm 未満の個体は樹高のみを測定した。胸高直径 1cm 未満の個体は胸高直径 0.5cm として、各個体の胸高断面積を算定しその合計値を競合植生量とした。

### 2.4 スギの成長への除伐の影響

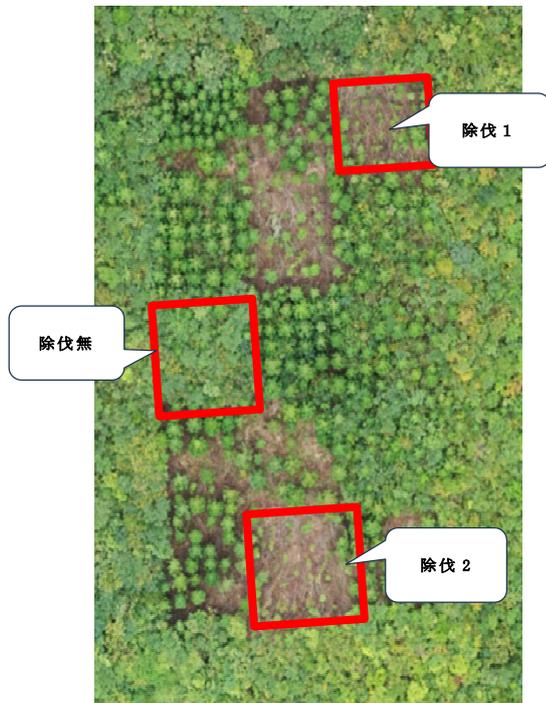


図 3 試験区の配置：南川「下刈り無し」

除伐の有無による成長比較は植栽時の競合植生量が異なる 2 カ所の試験地(東石原：競合植生少、南川：競合植生多)で行った。下刈り省略試験では各処理区に 3 反復の試験区を設定していたため(図 3)、2 試験区で除伐を実施し(除伐 1、除伐 2)、残る 1 試験区は除伐を行わずに対照区(除伐無)とした。3 反復の試験区はそれぞれ成長が異なり(図 4)成長量で除伐の影響を判定することができないため、除伐実施前後の成長率(当年樹高÷前年樹高)を除伐の有無で比較した。また、除伐の必要がない状態を探るため、除伐前に競合植生の上に出ているスギ樹冠面積(図 5)に着目して、樹冠面積に対する除伐後 4 年間の成長率((2023 年末樹高 - 2019 年末樹高) ÷ 2019 年末樹高) の関係を徐伐の有無で比較した。

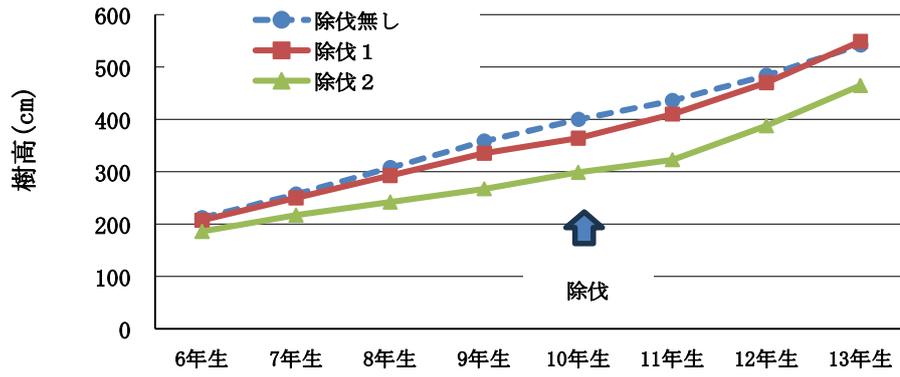


図4 除伐前後の樹高：南川「下刈り無し」



図5 除伐前のスギ樹冠（南川：下刈り無し）  
白い点は競合植生に完全に覆われている個体

### 3. 結果と考察

#### 3.1 下刈りと除伐の総コスト評価

図6に除伐実施前の競合植生量を胸高断面積合計 ( $m^2/ha$ ) で、図7に除伐作業時間を、図8に下刈りと除伐の総作業時間 (時間/ha) と内訳を示す。下刈りを省略するほど除伐時の競合植生量は多くなる(図6)ため、除伐に要する時間は、「毎年下刈り」13.9~22.3時間/ha、「隔年下刈り」18.0~24.0時間/ha、「下刈り無し」22.7~38.4時間/haと下刈りを省略するほど多くなった(図7)。しかし、下刈り省略のコスト削減効果を消すほどではなく、下刈りと除伐の総作業時間は、「毎年下刈り」75.1~125.8時間/ha、「隔年下刈り」56.8~75.7時間/ha、「下刈り無し」22.7~38.4時間/haと下刈りを省略するほど少なくなった(図8)。下刈り回数を減らすことで下刈りと除伐の総作業時間が減少することは福本ら(2021)も指摘しており、本試験地でも同じ結果となった。本試験地では下刈り、除伐ともに刈り払い機で行っているため、作業時間比較がコスト比較と捉えることができ、下刈りを省略することにより除伐を含む初期育林コストを削減することが可能であると考えられる。

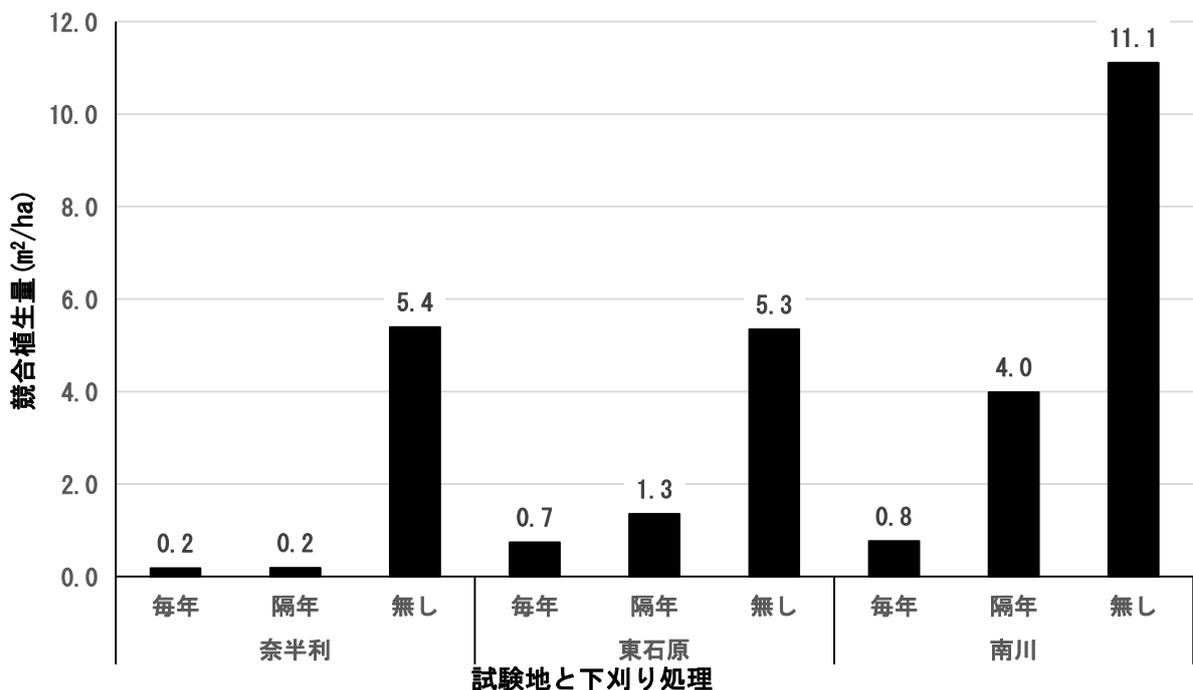


図6 下刈り処理と除伐前の競合植生量

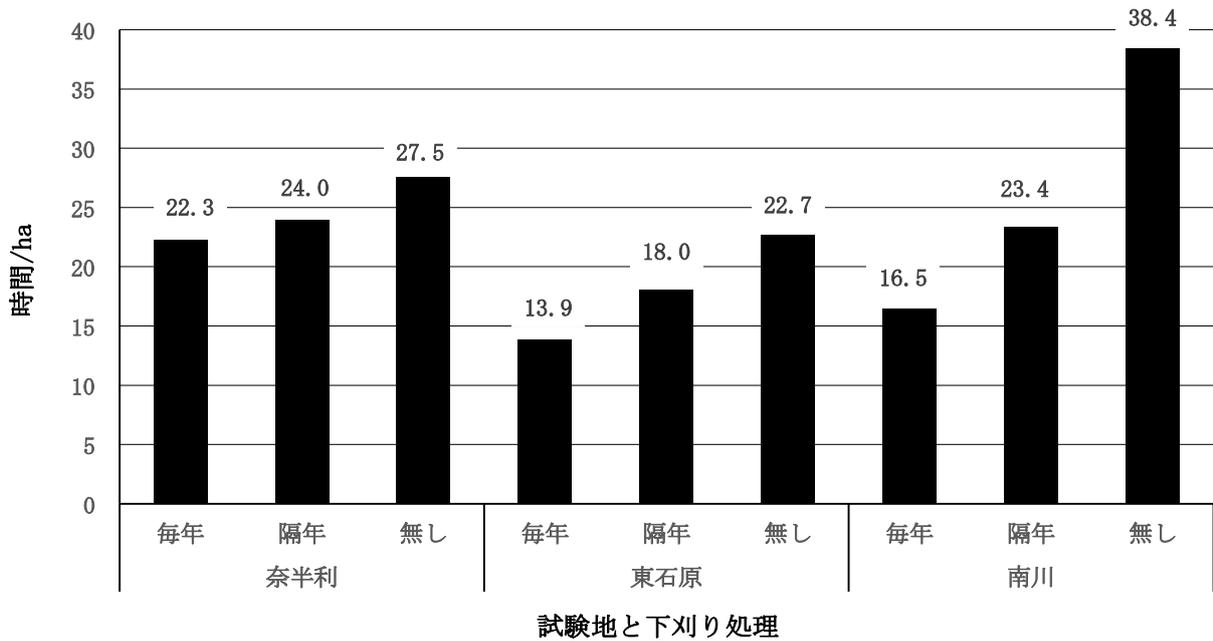


図7 下刈り処理と除伐作業時間

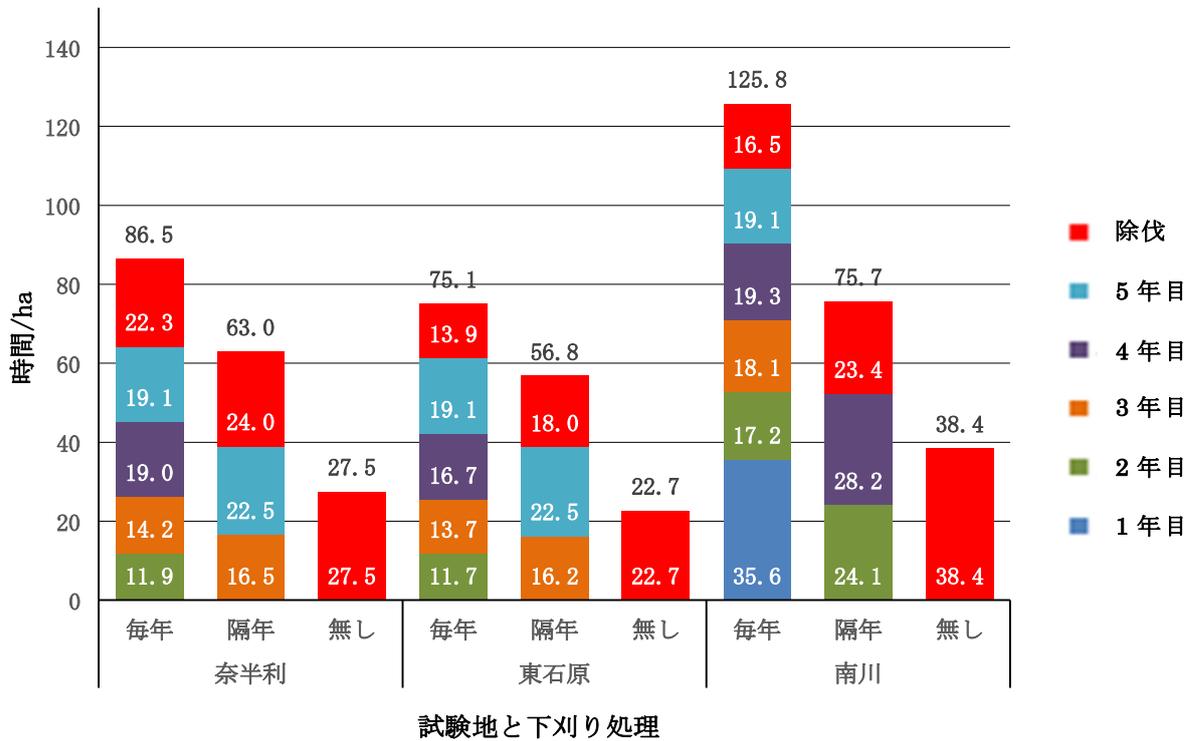


図8 下刈り処理と下刈り・除伐作業時間

### 3.2 スギの成長への除伐の影響

表4に東石原試験地と南川試験地の主な競合植生のうち胸高断面積合計が多いほうから5種を、図9に東石原試験地における除伐実施前後の成長率を、図10に南川試験地における除伐前後の成長率を示す。東石原試験地では、樹高成長率、直径成長率ともにすべての下刈りスケジュールで除伐の有無による差は無かった（図9）。南川試験地では、「下刈り無し」で除伐の実施により樹高成長率、直径成長率が大きく増加し、「隔年下刈り」の直径成長率が除伐の実施によりわずかに増加した（図10）。除伐前の競合植生の上に出ている樹冠面積に対する除伐後4年間の成長率の関係では、競合植生に完全に覆われた個体（除伐前樹冠面積=0）は除伐により成長率は増加し、競合植生の上に樹冠が出ている個体では除伐の有無による成長率の差は無かった（図11）。

本試験地の競合植生の優占種はアカメガシワなどの先駆性樹種であり（表4）、このような植生の場合にはスギの樹冠が競合植生の上に出ている林分では、除伐の省略が可能であることが示唆された。

表4 各試験地の主な競合植生とその胸高断面積合計（上位5種）

東石原試験地					
毎年下刈り		隔年下刈り		下刈り無し	
種名	胸高断面積合計 (cm <sup>2</sup> /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm <sup>2</sup> /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm <sup>2</sup> /ha)
ノリウツギ	1,990	ノリウツギ	3,543	アカメガシワ	24,051
ヤマウルシ	1,234	ヤマウルシ	2,642	ヤマウルシ	4,092
リョウブ	953	ヌルデ	1,111	ケクロモジ	3,944
クリ	478	ケクロモジ	756	ノリウツギ	3,899
エゴノキ	364	シロモジ	749	シロモジ	3,388

南川試験地					
毎年下刈り		隔年下刈り		下刈り無し	
種名	胸高断面積合計 (cm <sup>2</sup> /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm <sup>2</sup> /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm <sup>2</sup> /ha)
ノリウツギ	2,875	ヤマウルシ	13,074	ケクロモジ	41,268
クサギ	1,210	ケクロモジ	7,877	ノリウツギ	18,233
シロモジ	1,000	ノリウツギ	4,187	アカメガシワ	16,403
ケクロモジ	906	ヌルデ	3,813	カナクギノキ	5,239
ヤマウルシ	542	アブラチャン	2,714	タラノキ	5,078

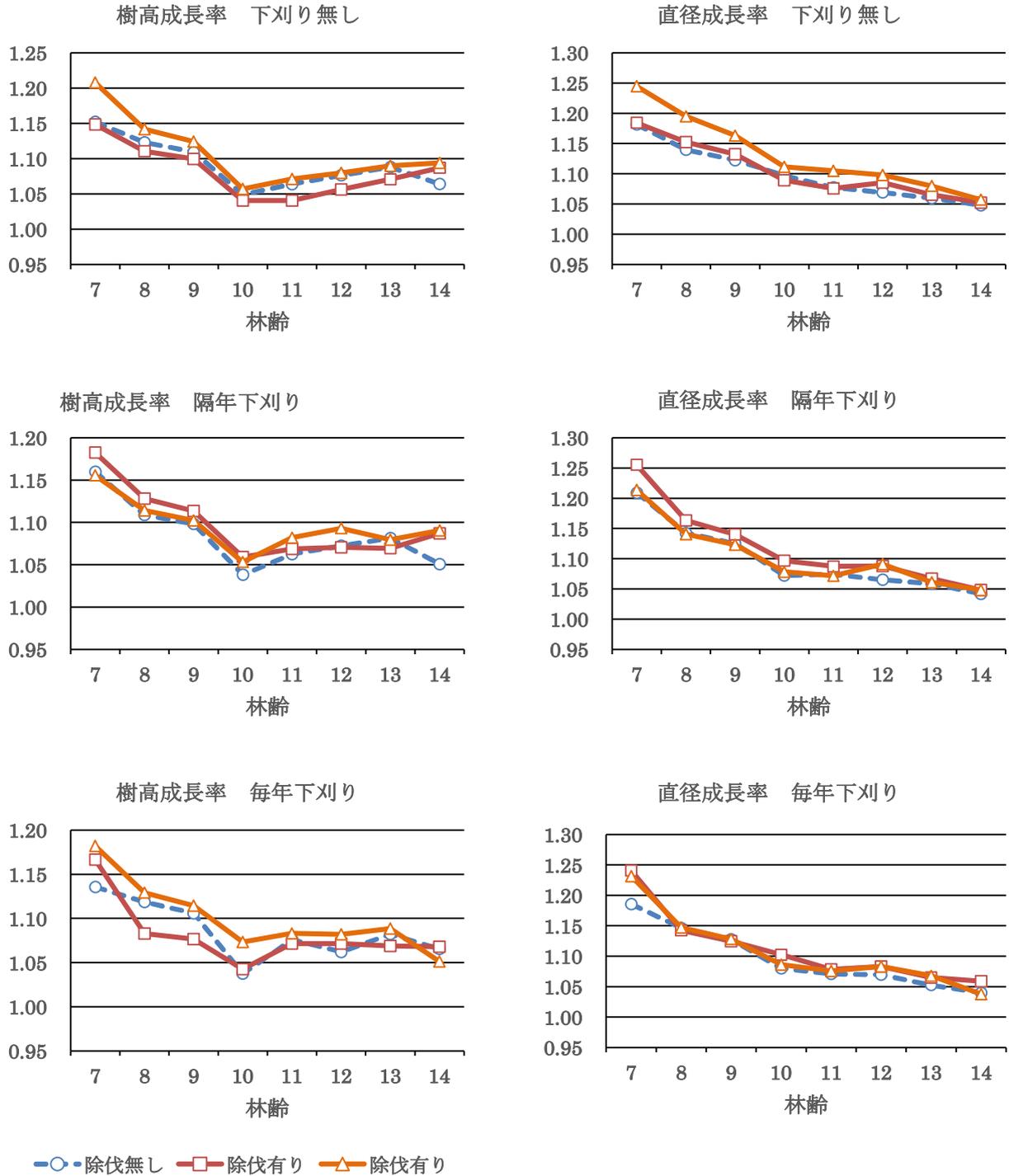


図9 除伐前後の成長率：東石原試験地

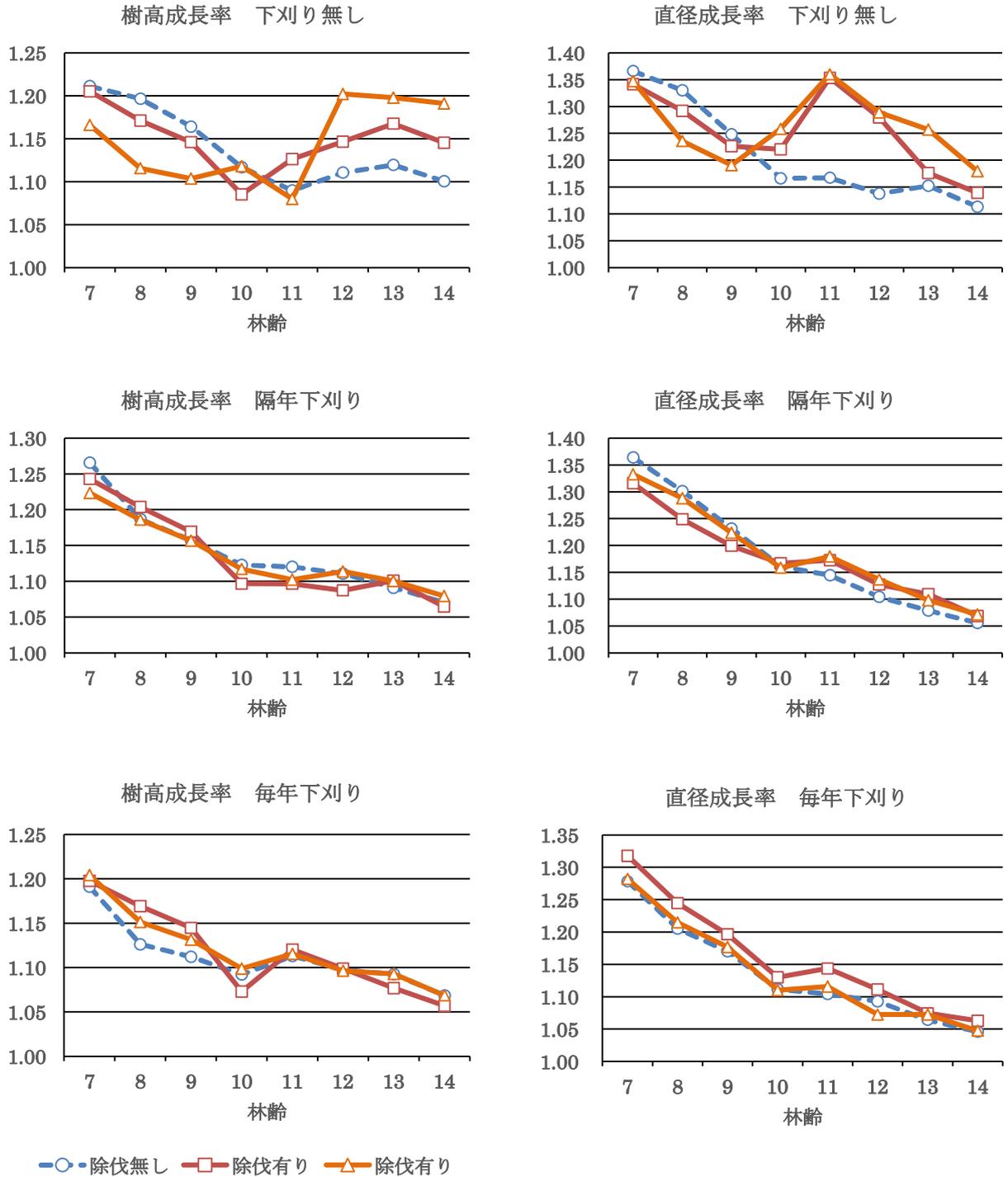


図 10 除伐前後の成長率：南川試験地

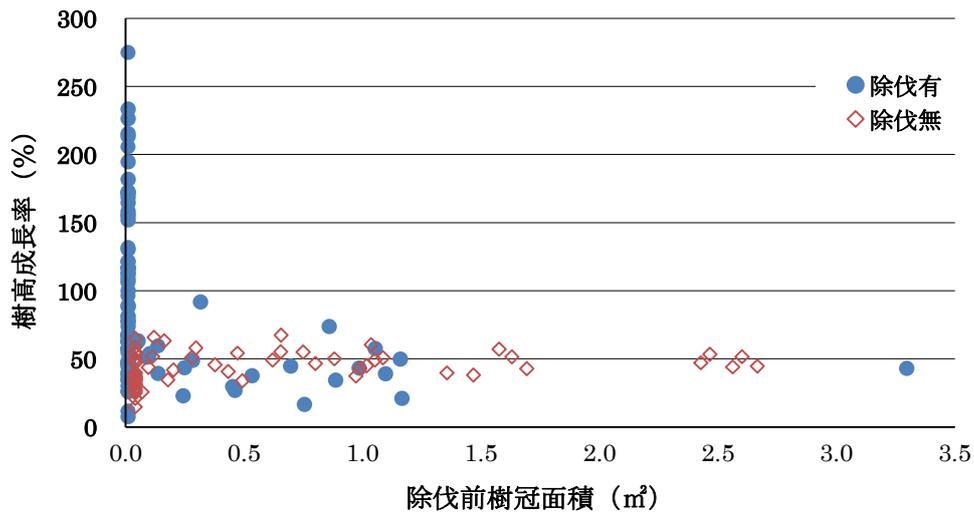


図 11 樹冠面積に対する除伐後 4 年間の成長率：南川試験地下刈り無し

成長率 = (2023 年末樹高 - 2019 年末樹高) ÷ 2019 年末樹高

除伐無の樹冠面積 0 は除伐有の樹冠面積 0 との重なりを避けるため樹冠面積 0.04 でグラフ表示している。

#### 4. おわりに

本研究の結果、下刈りを省略することにより下刈りから除伐までのコストを削減できることが可能であると確認できた。合わせて、条件次第で下刈りと除伐の双方を省略することが可能であることが示唆された。本試験地ではクズ、カラスウリ類などの大型のつる植物は存在しなかったが、筆者は本研究の調査対象としていなかった林分で大型のつる植物に巻き付かれ、幹の変形や幹折れが発生した事例を確認している（図 12～14）。このため、つる切りは省略することができないことに留意する必要がある。また、鶴崎ら（2020）は下刈り要否の判断基準に競合植生のタイプが影響することを指摘しており、除伐においても先駆性樹種以外が競合植生の優占種である林分において除伐の省略ができるのか、今後の研究がまたれる。



図 12 クズ等に巻き付かれたヒノキ



図 13 つるの巻き付きにより折れたヒノキ



図 14 つるの巻き付きにより幹が曲がったヒノキ

## 謝辞

本研究を行うに当たり試験地を提供していただいた四国森林管理局安芸森林管理署、有限会社沖田産業、土佐町の三宝山地福寺、現地調査を手伝っていただいた森林総合研究所の大谷達也氏、米田令仁氏、酒井敦氏、北原文章氏、福本桂子氏に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 高知県 林業振興・環境部 木材増産推進課 (2024) 令和6年度高知県造林事業標準単価表 (森林整備単価) . [https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/r6zourintanka/file\\_contents/r6tanka.xlsx](https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/r6zourintanka/file_contents/r6tanka.xlsx)
- 2) 渡辺直史, 藤本浩平, 徳久潔 (2015) 低コスト育林技術の開発, 高知県立森林技術センター研究報告, 39, 46-82
- 3) 福本桂子, 北原文章, 細田和男, 芦原誠一, 加治佐剛, 寺岡行雄 (2021) 下刈りスケジュールの違いが雑木の量と除伐作業時間に与える影響—鹿児島県13年生スギ林の事例—, 日林誌, 103, 48-52
- 4) 鶴崎幸, 山川博美, 伊藤哲, 重永英年, 佐々木重行 (2020) 競合植生によって異なるスギ造林地の下刈り要否の判断基準, 日林誌, 102, 225-231

# 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅲ） —コウヨウザンとスギの初期成長比較—

渡辺直史、藤本浩平

Naoshi Watanabe, Kohei Fujimoto

**概要:**再造林樹種としてコウヨウザンが注目されているが、適地適木の観点でのコウヨウザンの植栽適地が不明である。そこで、コウヨウザンの植栽適地を探るため、立地条件の異なる試験地を3箇所に設定してスギとコウヨウザンの成長比較を行い、スギより成長が良い立地をコウヨウザンの植栽適地と考えることとした。また、種子の入手が困難になっていることから、大量に入手した種子の長期保存の可能性を探るため、室温、10℃、-30℃、-85℃での温度で冷蔵・冷凍保存を行い、保存後の発芽率を調べた。4成長期までの成長は、すべての立地でコウヨウザンとスギの間に差は無く、斜面位置別の比較でもコウヨウザンとスギの間に有意な差は無かった。種子は室温保存では2年間保存後に発芽はまったく見られなかったが、10℃以下の温度で2年間保存しても発芽率の低下は無かった。

キーワード：コウヨウザン、スギ、初期成長、発芽率、種子保存

## 1. 緒言

高知県の森林資源は成熟期を迎え、国有林、民有林合わせた人工林蓄積は約2億 $m^3$ に達しており、民有林では人工林の87%が45年生を超えている（高知県2023）。この成熟した森林資源を活用して県内産業を振興するため、高知県内で平成24年には大型製材所が設立され、平成27年には2つの木質バイオマス発電所が稼働した。また、県では、これらの原木需要増加に対応して森林資源を有効に活用するため、皆伐による原木生産量の増加を図り、令和9年度には原木生産量を85万 $m^3$ 以上とする目標を立てている（高知県2024）。

資源の循環利用や山村経済のためには皆伐後の再造林は重要であるが、本県の造林事業標準単価（高知県2024）から地拵え、植栽（スギ2,500本/ha）、下刈り（5年間）、除伐1回、保育間伐1回の経費を積算すると200万円/haを超え皆伐による森林所有者の収入を上回る。この育林経費の負担や急速に増加しているシカやウサギによる食害等のため森林所有者が再造林意欲を失っており再造林が進んでいない。そのような中、中国原産のコウヨウザンは、林木育種センターが作成した暫定的な収穫予想表（山田ら2019）では30年生のha当たり材積が、地位上で730 $m^3$ と高知県の民有林収穫表におけるスギ1等地30年生の材積437 $m^3$ の約1.7倍に達し、さらに萌芽更新が可能であることから、近年早生樹としての期待が高まり再造林樹種として注目されている。コウヨウザンは日本では、おもに暖温帯（照葉樹林帯）に植栽され、年平均気温12度以上、暖かさの指数90以上、寒さの指数-15以上の地域が適地とされている（山田ら2016）が、適地適木の観点でのコウヨウザンに関する国内での研究はみられない。そこで、コウヨウザンの植栽適地を探るため、スギとコウヨウザンの成長比較を行い、スギよりコウヨウザンの方が成長の良い立地をコウヨウザンの植栽適地と考えることとした。また、

国内に採種園が整備されていないため種子の供給を中国に依存しているが、種子の入手が困難になっていることから、入手可能な時に多く入手して長期保存するため、冷蔵・冷凍保存後の発芽率も調べた。

## 2. 方法

### 2.1 成長比較

#### 2.1.1 試験地

香美市土佐山田町大平の高知県立森林技術センター構内の森林、安芸郡奈半利町の須川山国有林、吾川郡いの町の奥南川国有林に試験地を設定した。表 1 と図 1～3 に各試験地の概要と調査木の位置図を示す。

森林技術センターの試験地では、2019 年秋に当センター内にある約 60 年生のヒノキ林とその周囲のシイ、カシを主体とする広葉樹林合わせておよそ 1,400 m<sup>2</sup> を伐採し、2020 年 4 月にコウヨウザン、スギ各 100 本を植栽した（図 1）。植栽には当センターで育苗した 2 年生コンテナ苗を使用した。植栽地は標高 100～120m、北向きで中央部に谷、東西に尾根がある凹形の地形で、斜面傾斜は東側 31 度、西側 33 度、尾根付近にはツツジ類やウラジロが優占する。土壌型は BD（斜面下部）～BD(d)（斜面上部）で、A 層の厚さは 10～15cm 程度、20cm 程度より深くなると大小の礫が多く存在する。

須川山国有林では、2018 年にスギ林を皆伐し 2019 年 2～3 月にスギを植栽した林分のスギ苗の間にコウヨウザンを 2019 年 5 月に植栽して試験地とした。尾根の肩付近からやや谷がかった斜面下方に向けた、斜距離 133m（水平距離 109m）、標高 600～700m の間の 31 列の植栽木を調査対象木とした（図 2）。1 列にスギは 2～3 本、コウヨウザンは 1 本植栽されている。斜面傾斜は平均約 38 度、土壌型は BD で、A 層の厚さは 10cm 程度であった。

奥南川国有林では 2017～2018 年にスギ・ヒノキ林を皆伐し 2019 年秋にスギを植栽した林分のスギ苗の間にコウヨウザンを 2019 年 10 月に植栽して試験地とした（図 3）。地形・斜面位置の異なる 3 箇所にコウヨウザンの苗を合計 50 本植栽し、隣接するスギを比較対照木とした。標高は、900～950m 斜面傾斜は平均約 40 度、土壌型は BD(d)で、A 層の厚さは 5～10cm 程度であった。

表 1 試験地の概要

試験地	森林技術センター構内	須川山国有林	奥南川国有林
標高	100～120m	600～700m	900～950m
斜面方位	北	北東	北
地形	中央に谷、東西に尾根	谷型斜面	尾根・平衡斜面・谷
斜面傾斜	東側 31 度、西側 33 度	平均約 38 度	平均約 40 度
土壌型	BD～BD(d)	BD	BD(d)
前生樹	ヒノキ、シイ、カシ	スギ	スギ、ヒノキ

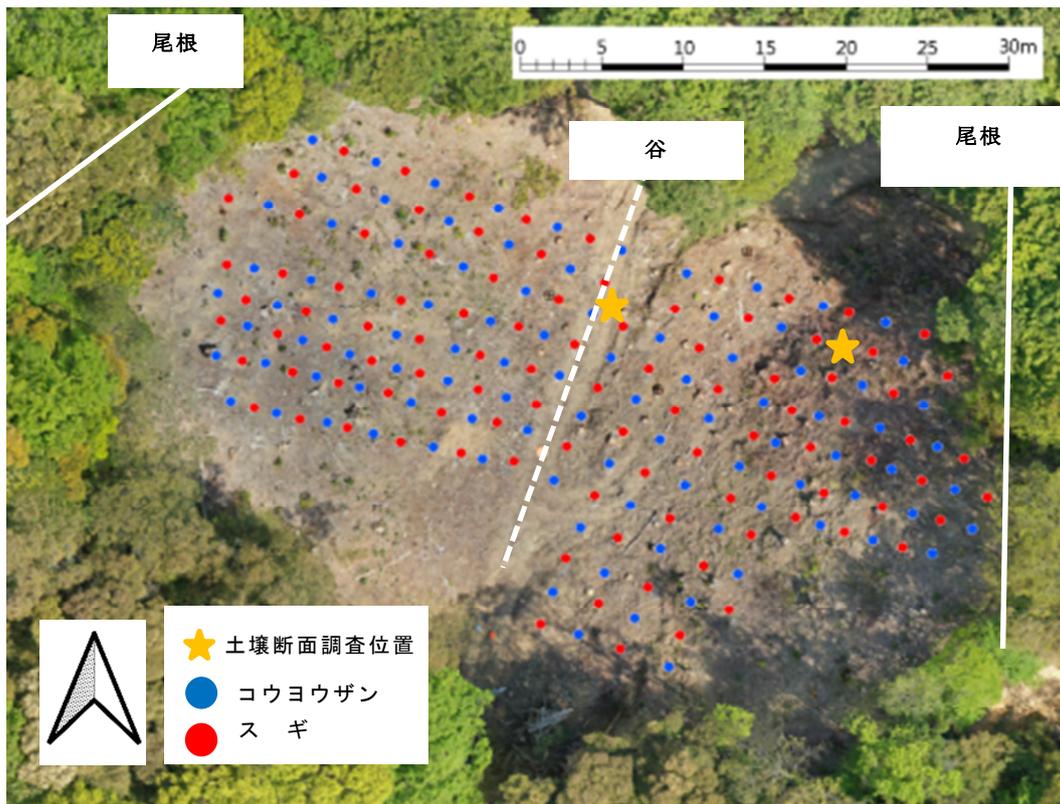


図1 調査木位置図 高知県立森林技術センター



図2 調査木位置図 須川山国有林  
コウヨウザン植栽位置

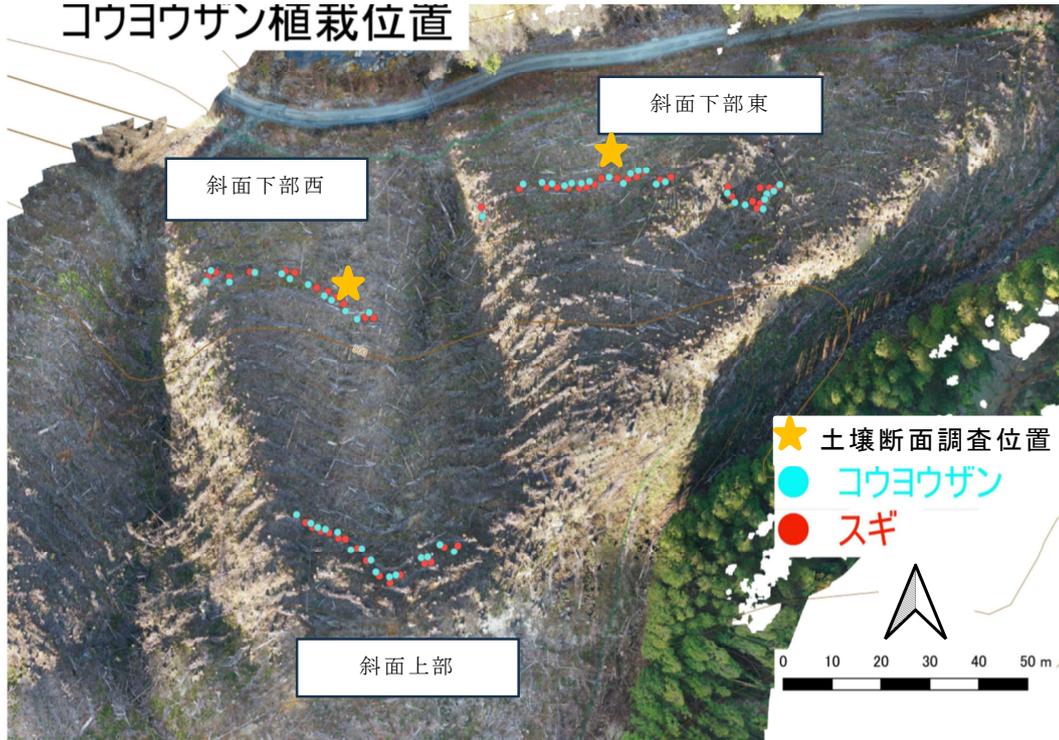


図3 調査木位置図 奥南川国有林

### 2.1.2 調査方法

調査対象苗木の樹高と直径の測定を植栽直後と成長休止期の10月~翌年3月に行った。直径は、植栽直後~3年目までは根元直径（地際から10cmの高さの位置）をノギスで2方向測定した。3年目からは胸高直径（高さ1.2mの位置）を直径巻き尺で測定した。3年目のみ根元径と胸高直径の両方を測定した。樹高は、コンベックスを使用して測定したが、森林技術センター試験地では3年目には樹高2mを超える個体が多くあったため、3年目以降は測竿を使用した。

### 2.2 種子の保存

冷蔵・冷凍保存に使用した種子は中国産で、採種日は不明であるが2022年4月5日に中国から出荷され、4月25日広島県の販売業者に到着、高知県には5月13日に到着した。その後、保存温度別、保存期間別に密閉のフリーザバックと紙袋に分包し、保存温度は、室温（執務机上）、10℃（家庭用冷蔵庫内）、-30℃、-85℃とした。0年保存は2022年5月20日に、1年保存は2023年3月6日に、2年保存は2024年1月22日に、鹿沼土を入れた育苗箱に5g（約620粒）を播種し、それぞれ新たな発芽がみられなくなるまで発芽本数を数えた。

## 3. 結果

### 3.1 高知県立森林技術センター構内の試験地

植栽木のうち、枯死木、ノウサギ被害木、倒木を除くコウヨウザン61本、スギ71本のデータを解析に用いた。図4に高知県立森林技術センター構内の試験地における樹高と直径の推移を示す。樹高は、有意差は無いもののスギの方がコウヨウザンより高い状態が続いている。直径は樹高とは

逆にコウヨウザンの方が太くなっている。図5に斜面位置別の植栽配置、図6に第5成長期における斜面位置別の樹高と樹高成長率を示す。樹高は谷付近で優位にスギの樹高が高く、樹高成長率は全ての斜面位置でコウヨウザンとスギの間に有意差は無かった。

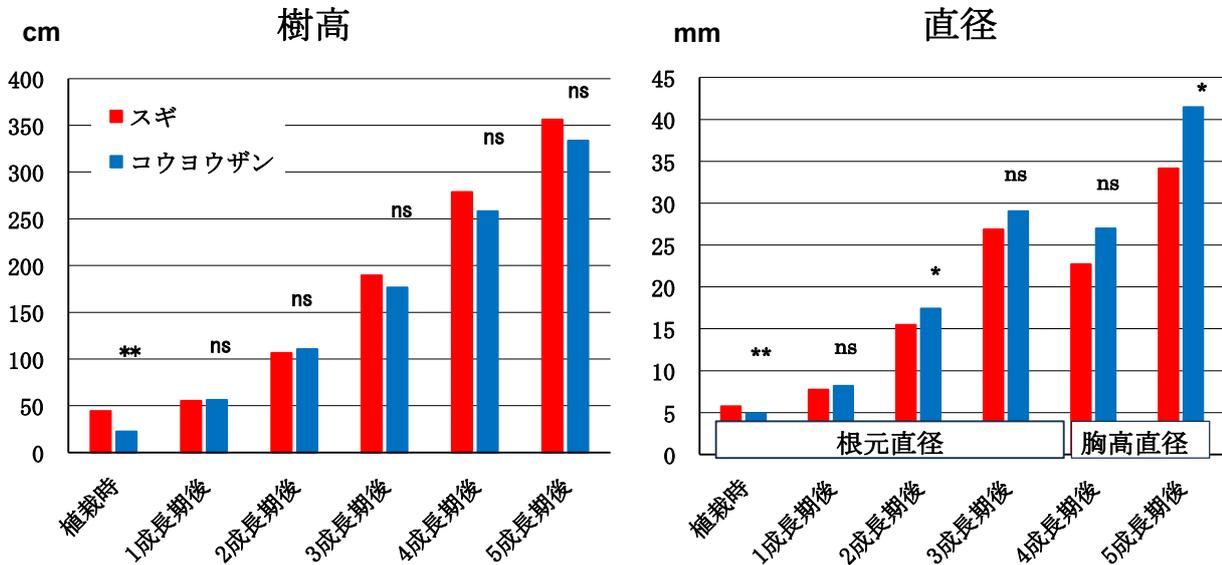


図4 コウヨウザンとスギの樹高・直径の推移

森林技術センター構内試験地

ns : 有意差なし \* : 危険率 5%で有意 \*\* : 危険率 1%で有意

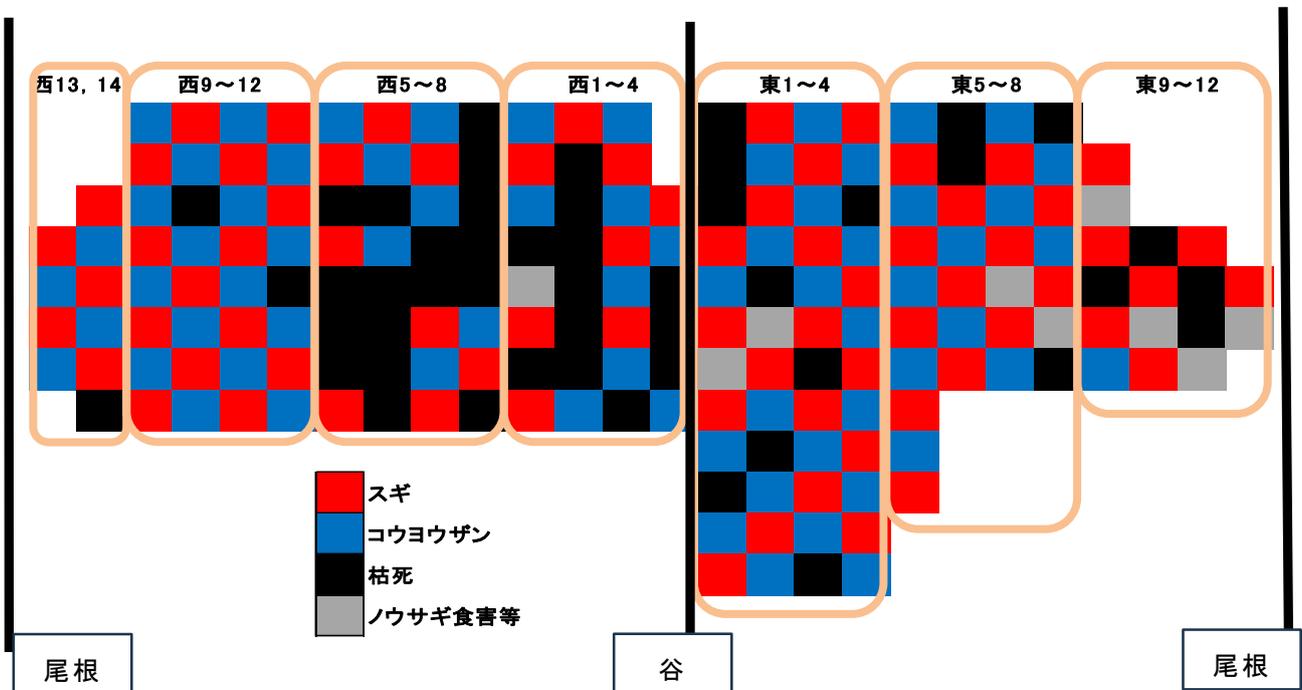


図5 コウヨウザンとスギの斜面位置別配置

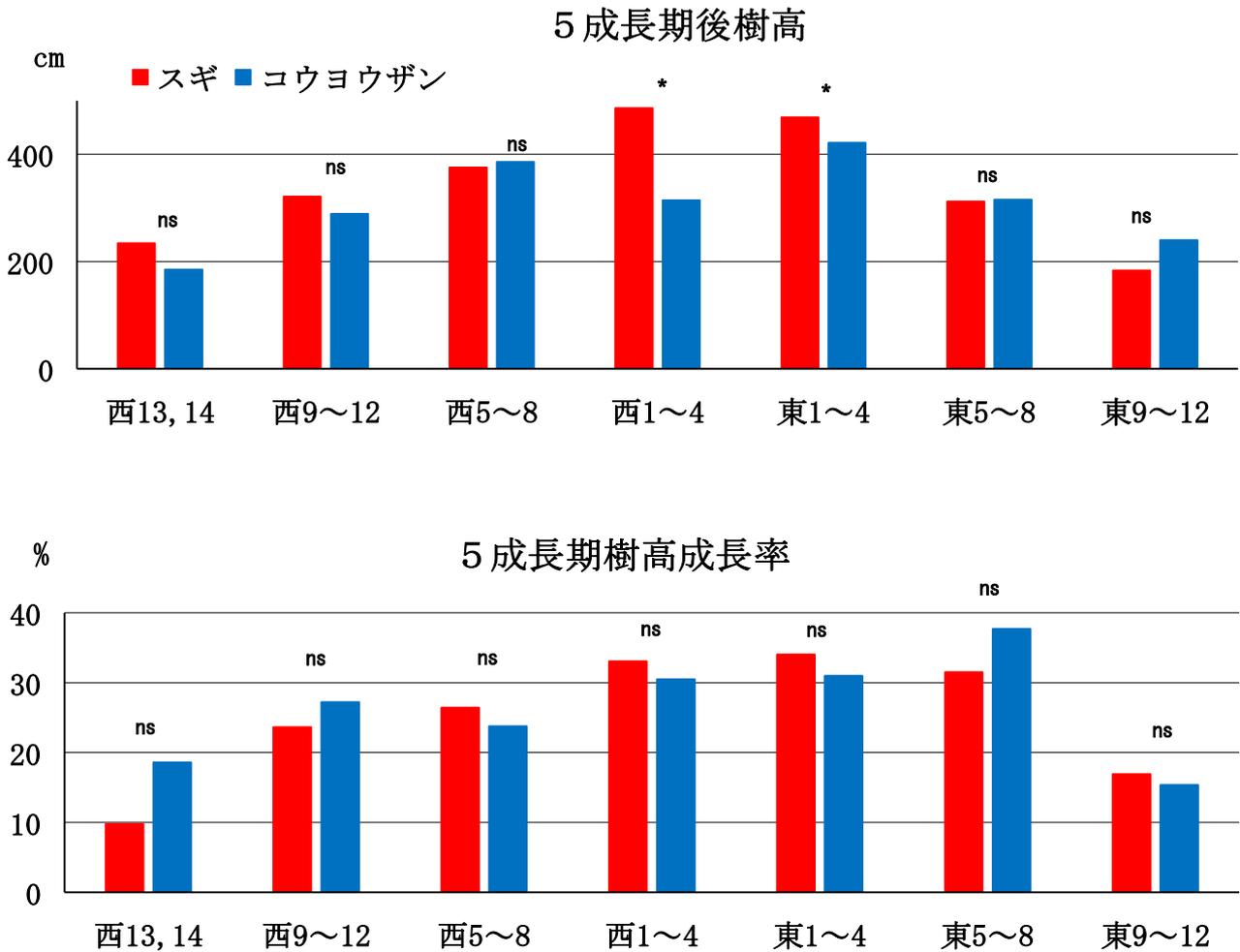


図6 コウヨウザンとスギの斜面位置別樹高・樹高成長率：第5成長期

ns：有意差なし \*：危険率5%で有意 \*\*：危険率1%で有意

### 3.2 奥南川国有林試験地

植栽木のうち、枯死木、ノウサギ被害木、誤伐を除くコウヨウザン19本、スギ34本のデータを解析に用いた。図7に奥南川国有林試験地の樹高と直径の推移を、図8に同試験地の樹高成長率と直径成長率の推移を示す。植栽時と第1成長期後には、樹高はスギが、根元直径はコウヨウザンが有意に大きかったが、第2成長期以降は、樹高、根元直径ともにコウヨウザンとスギの間に有意差は無くなった。成長率は、第1成長期にコウヨウザンの樹高成長率が有意に大きかったが、その後は有意差が無くなった。斜面位置別の樹高と根元直径の推移を図9に示す。斜面位置別の解析には斜面上部はコウヨウザン7本、スギ7本、斜面下部東はコウヨウザン7本、スギ17本、斜面下部西はコウヨウザン5本、スギ10本、のデータを用いた。いずれの斜面位置においても、第4成長期後には樹高、直径ともにコウヨウザンとスギの間に有意差は無かった。

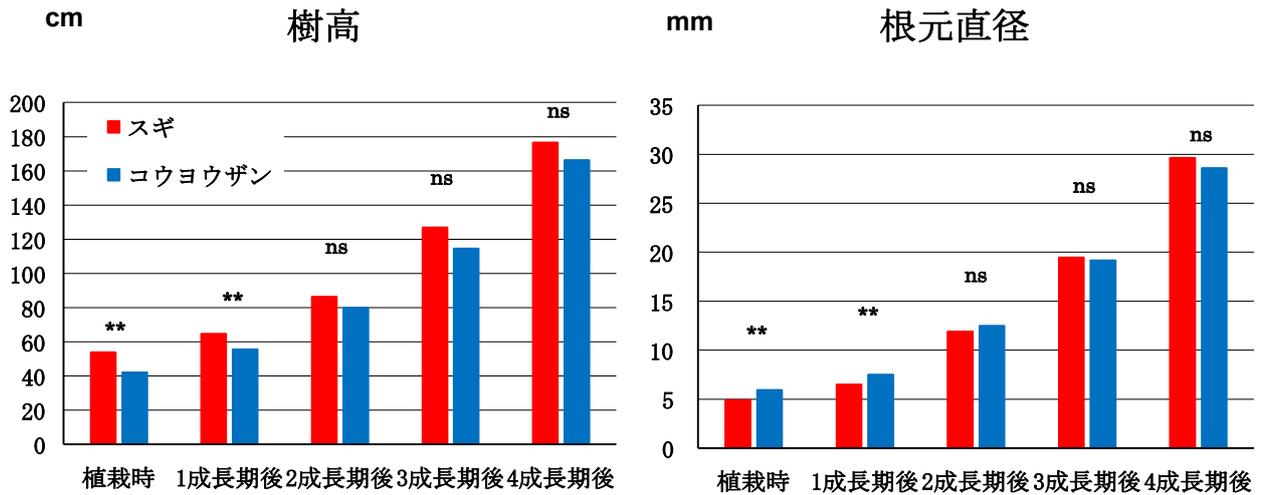


図7 コウヨウザンとスギの樹高・直径の推移

奥南川国有林試験地

ns : 有意差なし \* : 危険率 5%で有意 \*\* : 危険率 1%で有意

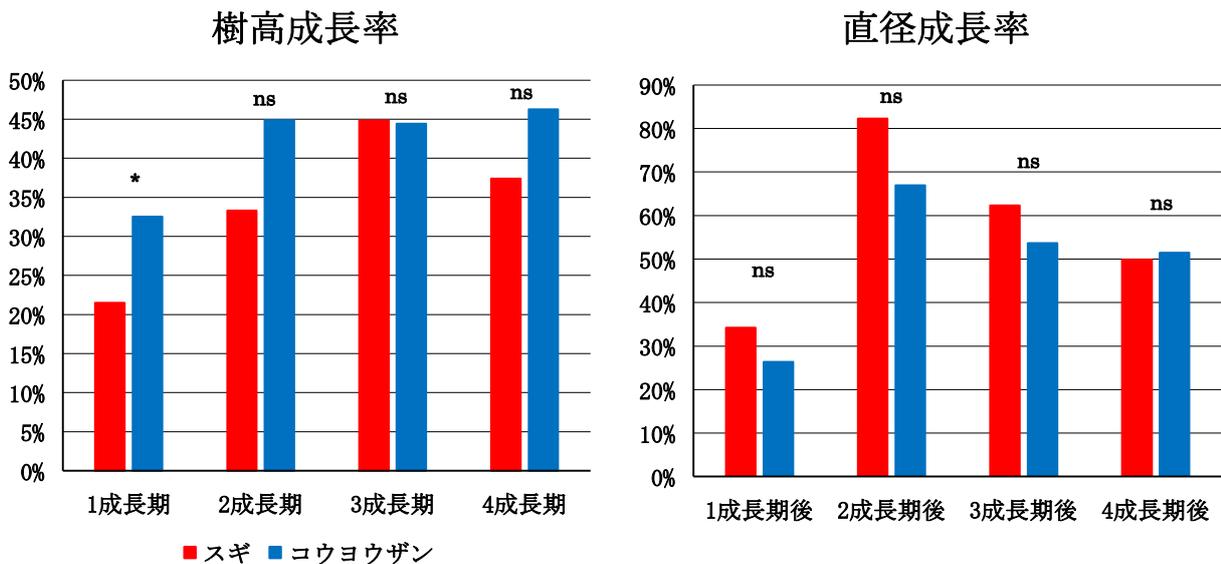


図8 コウヨウザンとスギの樹高成長率・直径成長率の推移

奥南川国有林試験地

ns : 有意差なし \* : 危険率 5%で有意 \*\* : 危険率 1%で有意

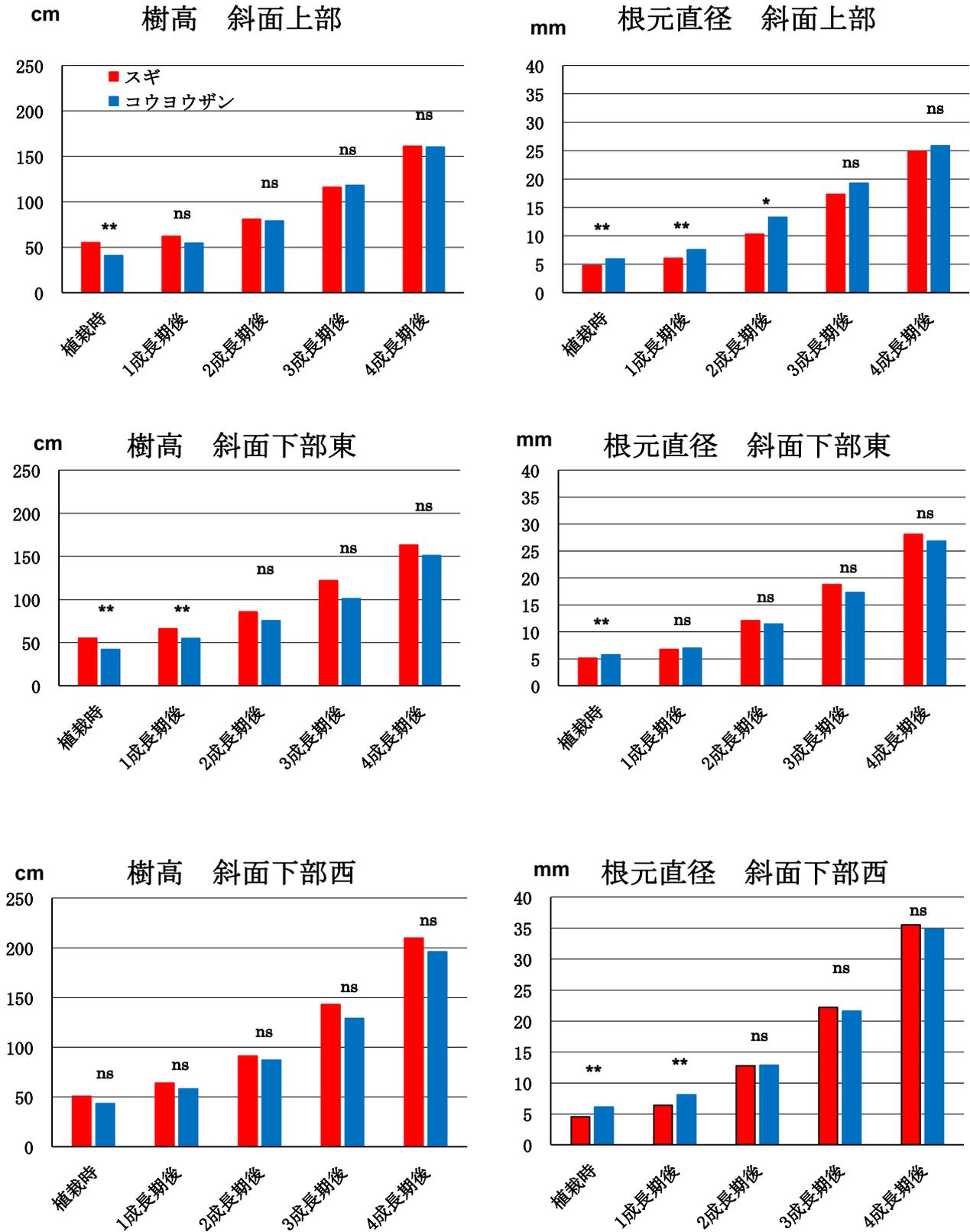


図9 斜面位置別コウヨウザンとスギの樹高・直径の推移

奥南川国有林試験地

ns : 有意差なし \* : 危険率 5%で有意 \*\* : 危険率 1%で有意

### 3.3 須川山国有林試験地

須川山国有林試験地は、獣害特にウサギの被害が激しく十分なデータが得られなかった。参考に各成長期において獣害のなかった個体の成長率と尾根からの距離との関係を算出したので、図10に第1成長期から第4成長期までの各成長期の樹高成長率と尾根からの距離の関係を示す。

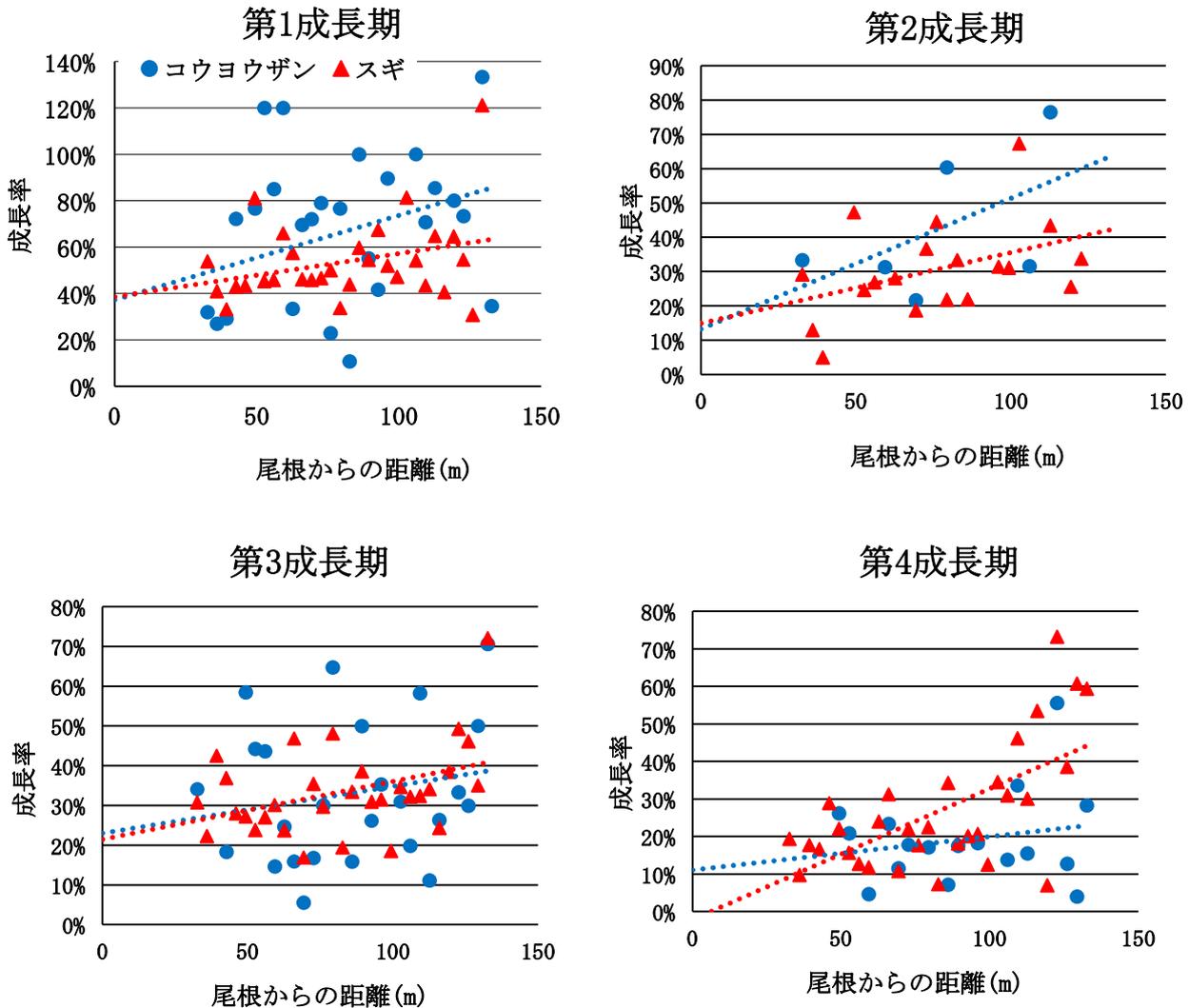


図10 樹高成長率と尾根からの距離の関係

須川山国有林試験地

### 3.4 種子の冷蔵・冷凍保存

0年保存（5月20日播種）と1年保存（3月6日播種）は播種後1ヶ月くらいから発芽が始まり、0年保存は7月上旬まで、1年保存は5月上旬まで発芽がみられた。2年保存（1月22日播種）は3月上旬に発芽が始まり、4月下旬まで発芽がみられた。

表2に冷蔵・冷凍保存後の発芽率を示す。対照区である0年保存と保存容器2種で3群のX<sup>2</sup>乗検定をそれぞれの保存温度で行った結果、室温保存とフリーザバッグに入れて-30℃で2年間保存

した種子の発芽率が有意に ( $p < 0.1\%$ ) 低下した他は発芽率の低下は無かった。室温では、1年間の保存で発芽率が0年保存の半以下になり、2年間の保存で発芽は全く見られなかった。

表2 冷蔵、冷凍保存後の発芽率 (%)

保存期間	0年				1年				
保存温度	-	室温		10℃		-30℃		-85℃	
保存容器	-	フリーザ バッグ	紙袋	フリーザ バッグ	紙袋	フリーザ バッグ	紙袋	フリーザ バッグ	紙袋
発芽率	29	11	4	28	25	27	29	30	27
3群によるX 二乗検定	-	***		ns		ns		ns	
保存期間	2年								
保存温度	-	室温		10℃		-30℃		-85℃	
保存容器	-	フリーザ バッグ	紙袋	フリーザ バッグ	紙袋	フリーザ バッグ	紙袋	フリーザ バッグ	紙袋
発芽率	-	0	0	29	25	18	28	26	29
3群によるX 二乗検定	-	***		ns		***		ns	

ns : 有意差なし \* : 危険率 5%で有意 \*\* : 危険率 1%で有意 \*\*\* : 危険率 0.1%で有意

## 4. 考察

### 4.1 コウヨウザンとスギの成長比較

標高、立地の異なる3つの試験地で4年生まで調査した結果、いずれの試験地においてもスギよりコウヨウザンの成長が良い立地はみられなかった。このため、本研究の目的であるスギよりコウヨウザンの成長が良い立地を探索して、コウヨウザンの植栽適地とする目的を達成することはできなかった。他県においてもコウヨウザンの5年生までの樹高成長はスギと同等かやや劣るという報告があり(安達 2024)、コウヨウザンはスギと同程度の成長をする樹種であるとも考えることもできる。しかし、林木育種センターが作成した暫定的な収穫予想表では、コウヨウザンは30年生のha当たり材積が地位上で730m<sup>3</sup>(山田ら 2019)と高知県の民有林収穫表におけるスギ1等地30年生の幹材積437m<sup>3</sup>の約1.7倍に達することや、5~7年生以降に大きく成長するという林木育種センターの研究(近藤ら 2020)があることから少なくとも10成長期までは継続調査が必要であると思われる。

また、初期成長がスギと同程度であるということは、一般に期待されている下刈り省力化の効果もスギより高いとは考えられない。

### 4.2 種子の冷蔵・冷凍保存

フリーザバッグに入れて-30℃で保存した種子の発芽率が低くなったが、フリーザバッグに入れて10℃、-85℃で保存した種子では発芽率の低下は見られなかった。このため、この発芽率の低下は保存温度や保存容器以外の原因が考えられるが特定はできなかった。10℃以下の温度で保存した場合、フリーザバッグに入れて-30℃で保存した種子以外では発芽率の低下はみられなかったため、コウヨウザンの種子は10℃以下の温度で2年間保存することが可能であることが示唆された。

## 謝辞

本研究を行うに当たり試験地を提供していただいた四国森林管理局安芸森林管理署、嶺北森林管理署に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1)高知県林業振興・環境部（2023）森林・林業・環境行政の概要， 141
- 2)高知県（2024）第5期高知県産業振興計画<<産業成長戦略>>， 26
- 3)高知県 林業振興・環境部 木材増産推進課（2024）令和6年度高知県造林事業標準単価表（森林整備単価）. [https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/r6zourintanka/file\\_contents/r6tanka.xlsx](https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/r6zourintanka/file_contents/r6tanka.xlsx)（2025.3）
- 4)山田浩雄，近藤禎二，大塚次郎，磯田圭哉，生方正俊（2019）コウヨウザンの暫定的な収穫予想表の作成，森林総合研究所林木育種センター平成30年版年報，126-128
- 5)山田浩雄，安部波夫，埴栄一，大塚次郎，磯田圭哉，生方正俊（2016）コウヨウザンの所在地データベースの作成，第127回日本森林学会大会学術講演集，142
- 6)安達直之（2024）島根県におけるコウヨウザンとスギの初期成長の比較，第75回応用森林学会大会研究発表要旨集，20
- 7)近藤禎二，山田浩雄，大塚次郎，磯田圭哉，山口秀太郎，生方正俊（2020）わが国におけるコウヨウザンの成長，森林遺伝育種，9，1-11