

# 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

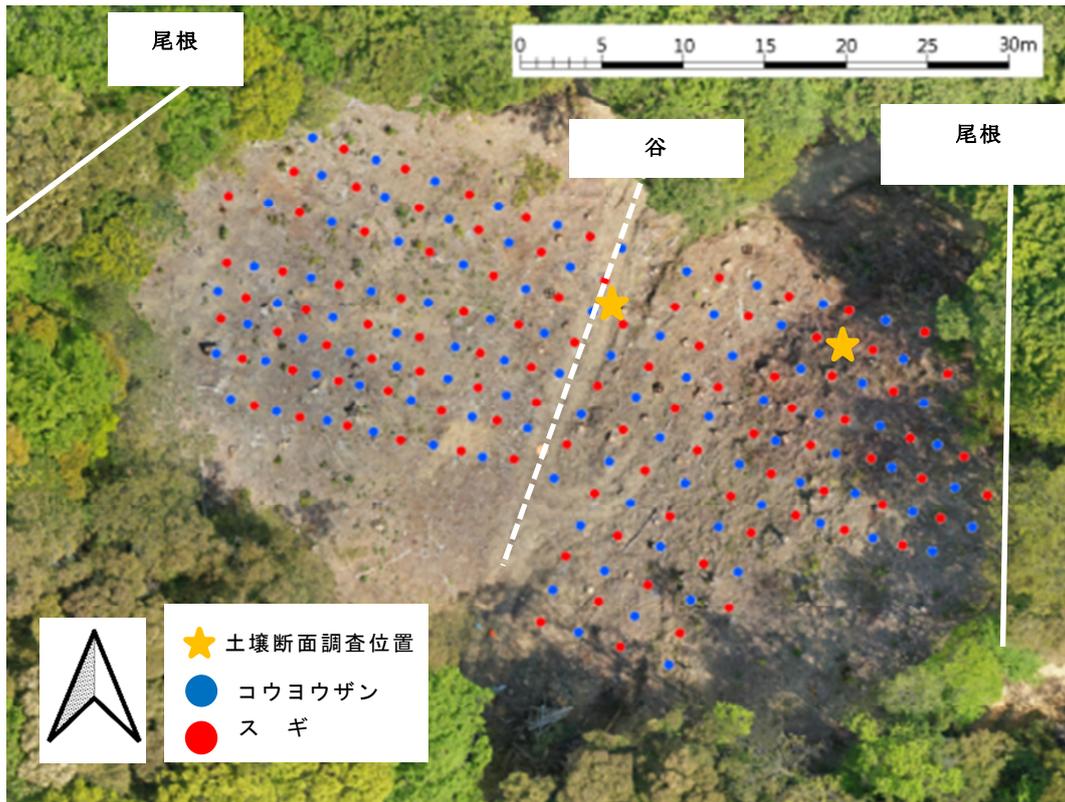


図 1 調査木位置図 高知県立森林技術センター

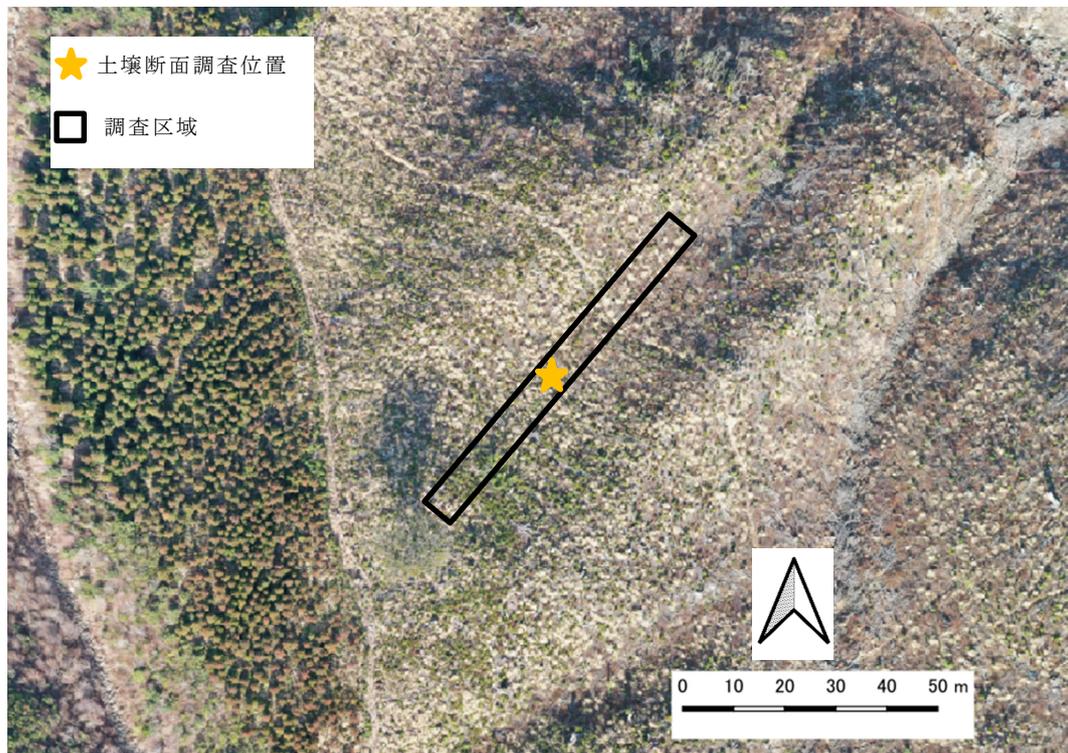


図2 調査木位置図 須川山国有林  
コウヨウザン植栽位置

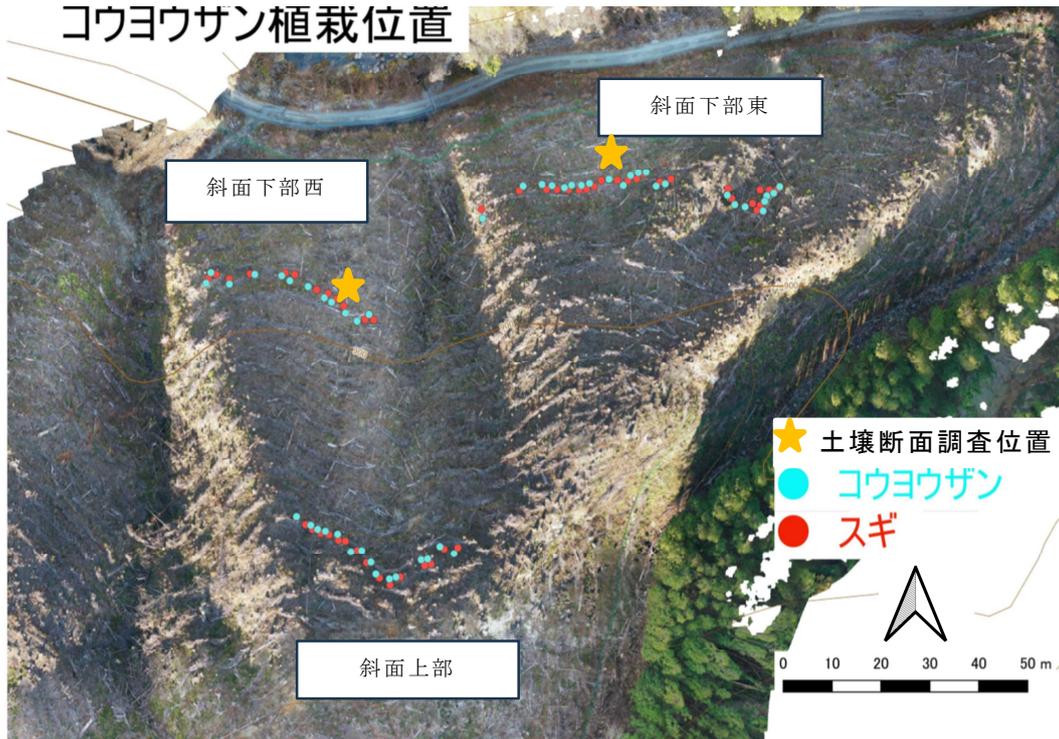


図3 調査木位置図 奥南川国有林

### 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、コンボ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



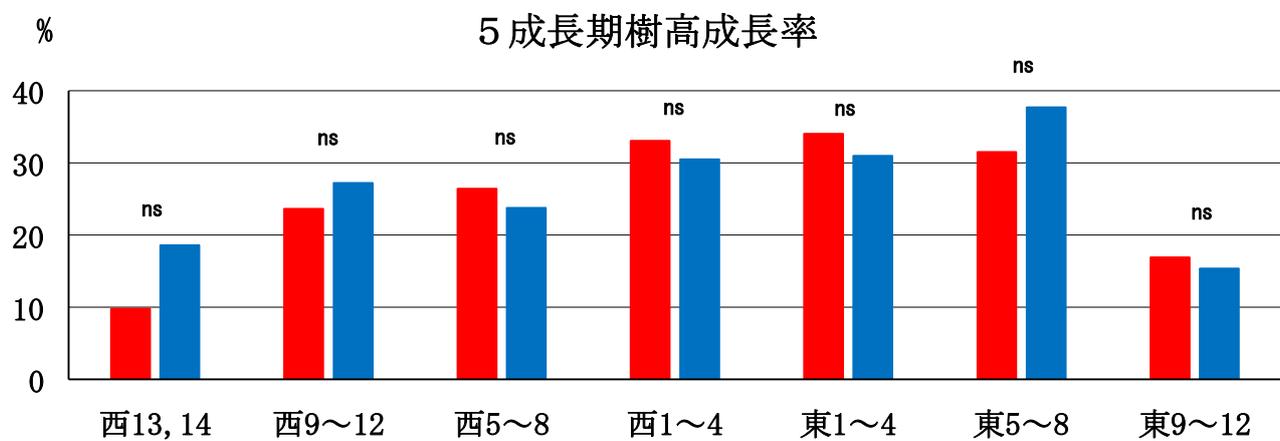
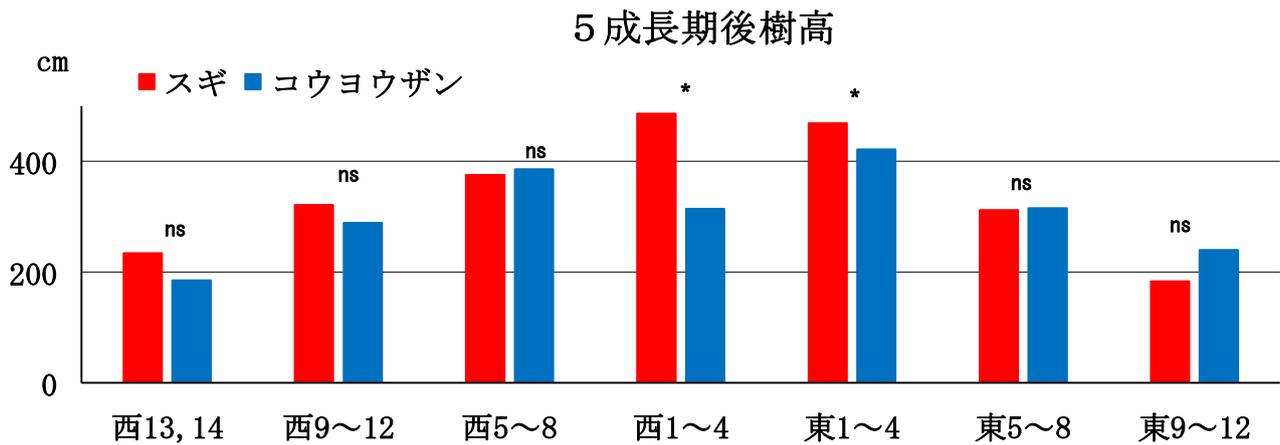


図 6 コウヨウザンとスギの斜面位置別樹高・樹高成長率：第 5 成長期

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。

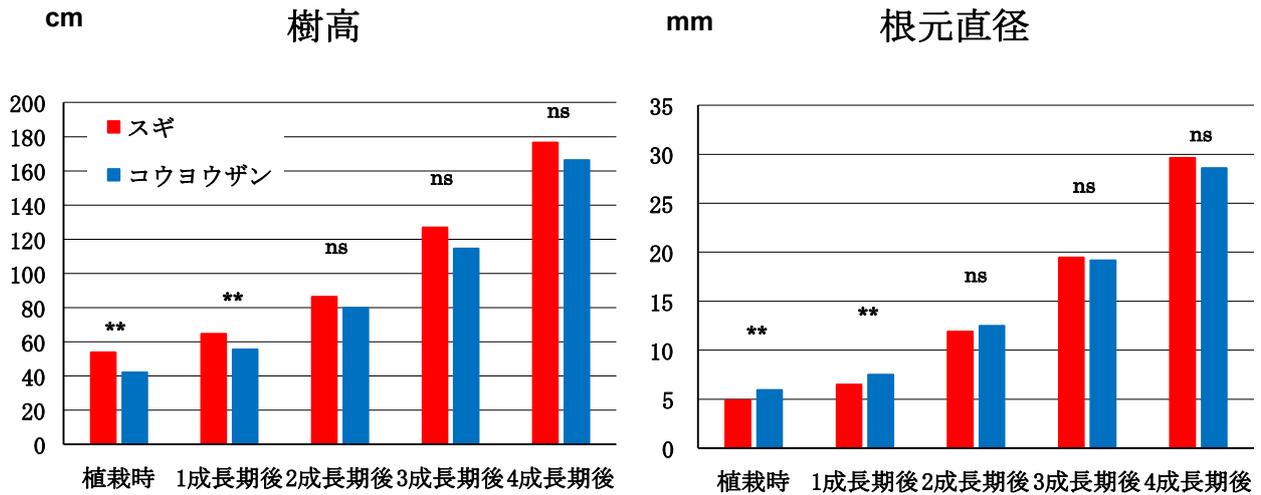


図7 コウヨウザンとスギの樹高・直径の推移

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

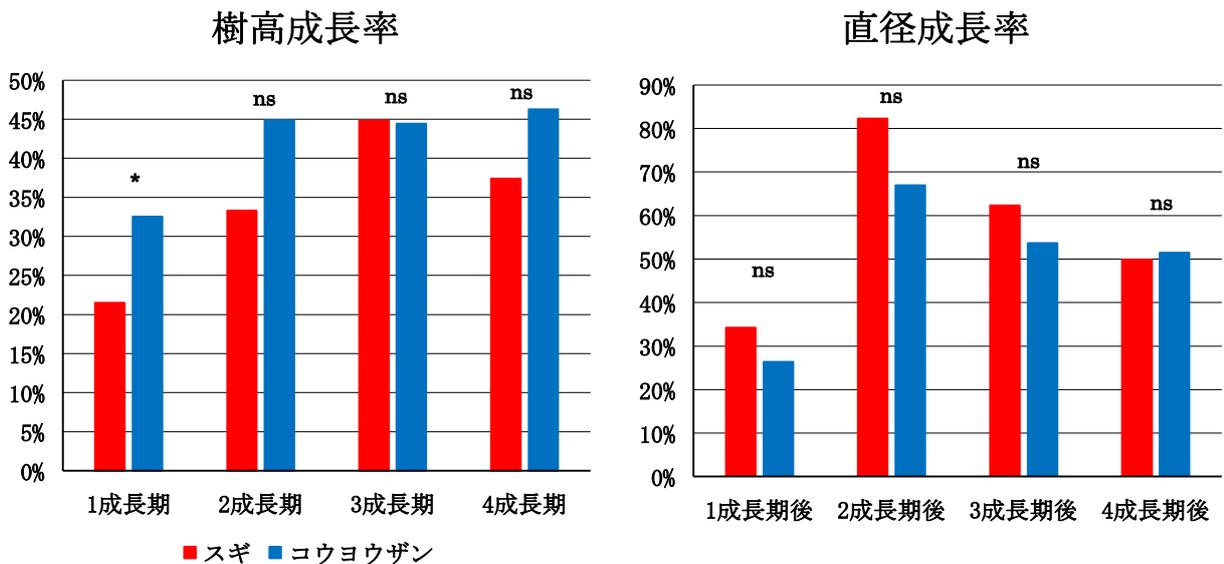


図8 コウヨウザンとスギの樹高成長率・直径成長率の推移

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

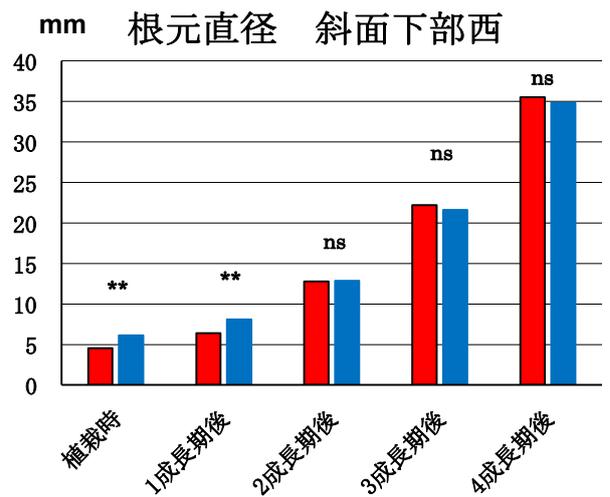
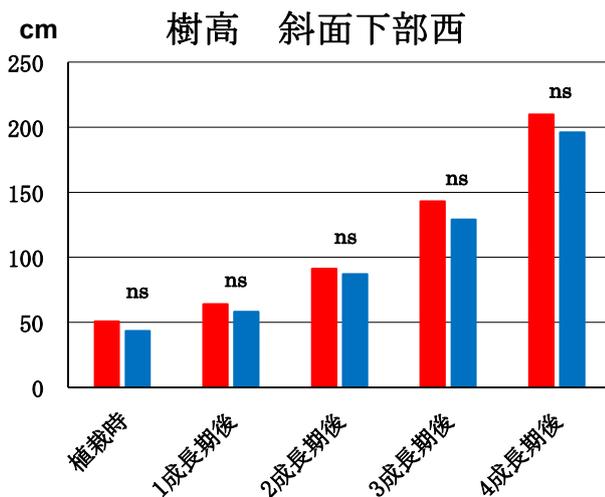
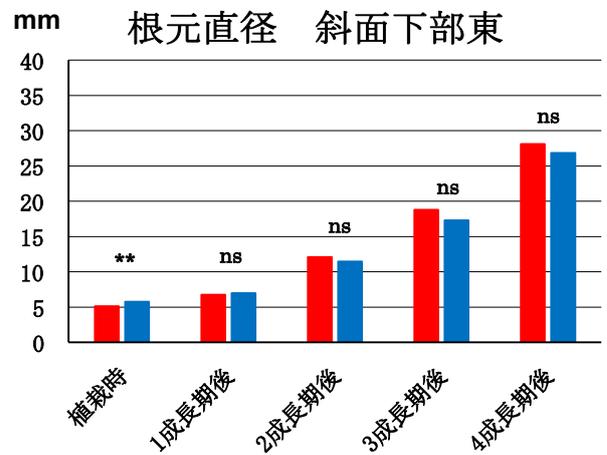
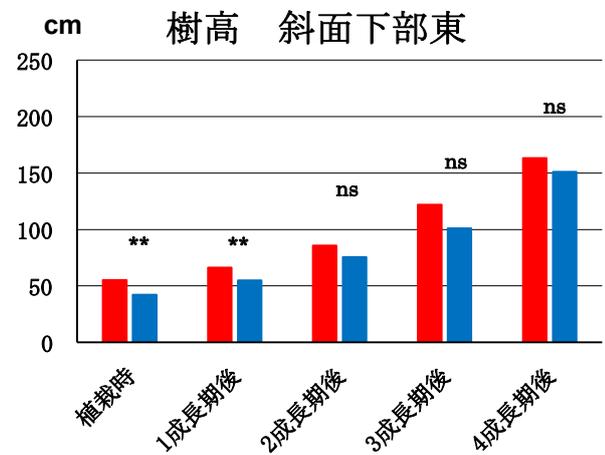
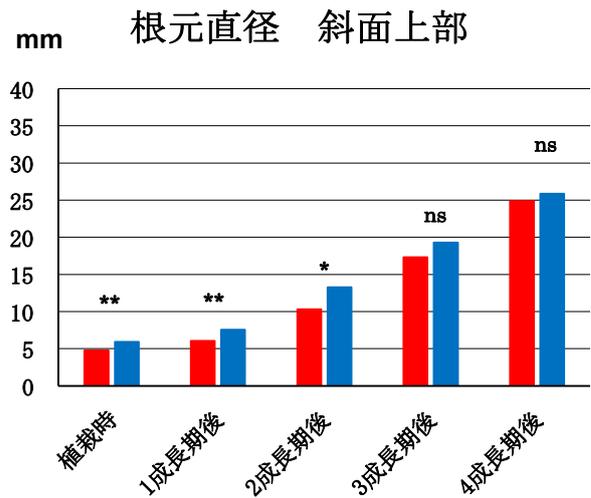
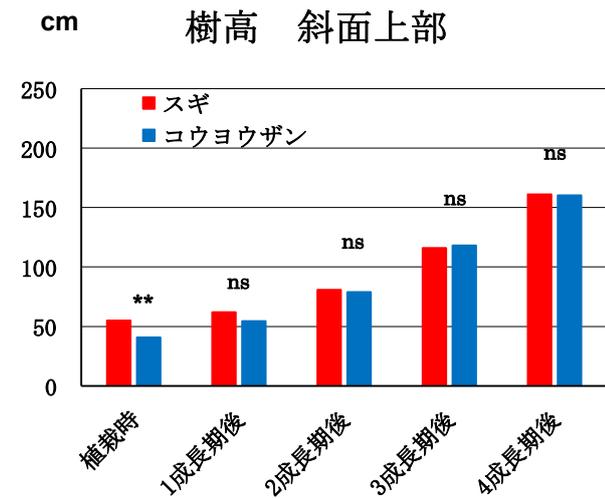


図9 斜面位置別コウヨウザンとスギの樹高・直径の推移

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。

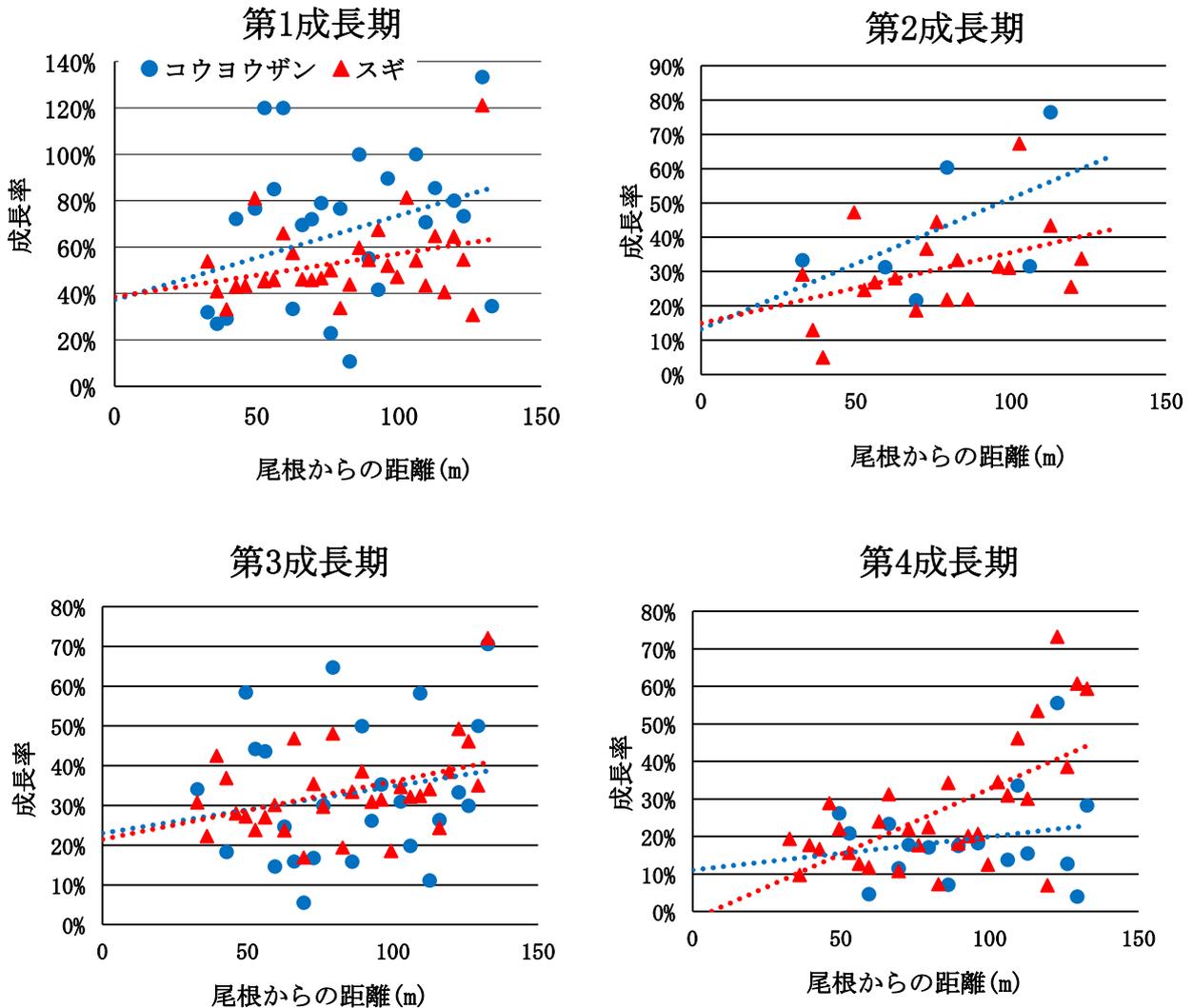


図10 樹高成長率と尾根からの距離の関係

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二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