令和３年度

コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業

報　告　書

令和４〈2022〉年３月

林野庁

目次

第１章　業務概要 1
１－１　事業概要 1
１－２　事業目的 1
１－３　事業内容 1
１－４　全体のフロー 2
１－５　３ヵ年の全体計画 4
１－６　本事業の成果要約 5
第２章　検討委員会の設置・運営 10
２－１　室内検討会の開催 10
２－２　現地検討会の開催 12
２－２－１　１日目（2021 年６月 25 日） 13
２－２－２　２日目（2021 年６月 26 日） 13
第３章　コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価 14
３－１　生産者ヒアリング 14
３－１－１　背景と目的 14
３－１－２　ヒアリングの方法 14
３－１－３　結果 16
３－２　苗木の蒸れのアンケート調査 27
３－２－１　背景と目的 27
３－２－２　生産者へのアンケート方法 27
３－２－３　回答結果 28
３－２－４　対策 28
３－３　大苗生産の取り組み状況調査 29
３－３－１　背景と目的 29
３－３－２　方法 29
３－３－３　ヒアリング結果 29
３－３－４　残苗を用いた生産方法のまとめ 31
３－４　抽出した課題への追加ヒアリング 32
３－４－１　背景と目的 32
３－４－２　コンテナの地置き 32
３－４－３　幼苗の根を曲げてコンテナへ移植 33
３－４－４　発芽室を設けてコンテナ苗生産する事例 34
第４章　生産方法と苗木の品質 35
４－１　目的と方法 35
４－１－１　背景と目的 35
４－１－２　方法 35
４－２　植栽後の毎木調査結果 38
４－２－１　植栽後の生育状況（湾曲） 43

４－２－２　植栽後の活着と生存率 43
４－２－３　生産者ごとの苗木植栽後の成長量分析 44
４－３　植栽試験における地上部と地下部の成長 54
４－３－１　植栽苗木の１成長期における成長量（絶乾重量）の推定 55
４－３－２　T/R 比による分析 62
４－４　生産方法と苗木の品質のまとめ 63
第５章　コンテナ苗の規格策定に向けた情報整理 66
５－１　背景と目的 66
５－２　コンテナ苗の規格の現状 66
５－２－１　林野庁の定める標準規格 66
５－２－２　都道府県の山林種苗組合が取りまとめるコンテナ苗の規格 66
５－３　コンテナ苗の規格策定にあたっての方針と検討事項 67
５－４　対象樹種 68
５－５　苗齢 68
５－６　根鉢の評価 69
５－７　既存データを用いたコンテナ苗の形状に関する解析と評価 72
５－７－１　ウサギ食害と生存率の関係 72
５－７－２　植栽時の苗木サイズと生存率の関係 74
５－７－３　形状比と植栽後の苗の湾曲の関係 77
５－７－４　植栽時の苗木サイズと形状比の違いによる樹高成長の推移 78
５－７－５　根鉢・根元径・形状比の関係まとめ 83
５－８　苗長の評価 85
５－９　キャビティ容量の検討 87
５－９－１　推奨する容量 87
５－９－２　容量と樹高成長の関係 87
５－１０　ヒノキコンテナ苗に関する研究者へのヒアリング 90
５－１１　規格（案）の設定 91
５－１１－１　活着や生存率の観点を重視した「良い苗木」の条件（案） 91
５－１１－２　コンテナ苗の新規格（案） 91
５－１１－３　現在流通している苗木と暫定的に設定した規格（案）との関係 93
５－１２　規格（案）の検討における課題 94
５－１３　山林用主要苗木標準規格（コンテナ苗）の解説（案）の作成 94
第６章　生産試験 111
６－１　目的 111
６－２　協力生産者 111
６－３　生産試験の内容 111
６－３－１　生産試験１：異なる培地でのコンテナ苗生産試験（培地試験の再試験） 112
６－３－２　生産試験２：生産システムの効率化のためのコンテナ苗生産試験 131
６－３－３　生産試験３：残苗を用いた大苗生産試験（再試験） 143
６－４　生産試験のコンテナ苗の品質調査 156

６－４－１　目的 156
６－４－２　方法 156
６－４－３　結果 157
６－４－４　まとめ 160
第７章　最新のコンテナ苗生産技術等の整理 161
７－１　文献調査 161
７－１－１　国内文献調査 161
７－１－２　海外文献調査 194
第８章　コンテナ苗生産の手引きの作成 231

第１章 業務概要

１－１　事業概要

事業名　：　令和３年度　コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業
事業期間：　令和３〈2021〉年４月１日～令和４〈2022〉年３月 11 日
発注者　：　林野庁整備課造林間伐対策室造林資材班
受注者　：　一般社団法人　日本森林技術協会

１－２　事業目的

主伐の増加が見込まれる中、森林の多面的機能の発揮に向けては、伐採後の再造林を確実に行うことが重要であり、低コスト造林に不可欠なコンテナ苗や大苗を一定品質で安定的に供給する必要がある。

しかしながら、現状では、各地に散在する小規模零細な生産者が自身の知識と経験に基づき独自に生産を行っており、苗木の品質にバラつきが見られ、生産性やコスト面でも改善の余地が見込まれている。こうした中、公共事業である森林整備事業において、低コスト化を図りつつ、確実な成林により事業を遂行するためには、コンテナ苗等の苗木生産に係るこれら課題を解決する必要がある。

このため、最新の技術的知見を取り入れた、樹種や地域に応じた生産技術・システムの手引きの作成と、公共事業である森林整備事業における再造林の根幹をなすコンテナ苗の規格の見直しを行うことで、低コストで品質の確かなコンテナ苗等の生産技術の定着とその供給拡大を促進する。

１－３　事業内容

本事業は「１－２　事業目的」を達成するため、コンテナ苗生産技術等の実証・分析・評価、海外文献収集及び海外現地調査、最新の生産技術等の整理を実施することにより、コンテナ苗生産技術・システムの手引きの作成とコンテナ苗の規格の見直しに向けた検討を行い、その結果を調査報告書に取りまとめるものである。

なお、本事業は３カ年で実施する予定であり、３年目である今年度は以下のことを行った。

（１）　検討委員会の設置・運営

本事業の実施に当たっては「コンテナ苗生産技術等検討委員会」（ 以下「検討委員会」という。） を設置し、以下の内容等必要な技術的指導及び助言を受けることとした。検討委員会は年間３回開催した。

（第１回）　現地検討会（苗木品質調査・スギバークコンポスト生産工場・生産試験の視察）、今年度の調査方針、コンテナ苗の規格（案）、コンテナ苗生産の手引き（案）の検討
（第２回）　苗木生産調査の報告、コンテナ苗の規格（案）、コンテナ苗生産の手引き（案）の検討
（第３回）コンテナ苗品質調査の報告、コンテナ苗の規格（案）、コンテナ苗生産の手引き（案）の検討

詳しくは、第２章に記載する。

（２）　全体計画の修正

本事業は、３年間での調査を予定しており、年度毎に取得するデータ等に差が生じないようにする必要がある。このことから、調査方法等も含めたコンテナ苗生産技術・システムの手引きの作成とコンテナ苗の規格の見直しまでの工程について、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に３年間の全体計画を

作成した。

全体計画は、あらかじめ提案し素案を基に、業務着手後に林野庁担当職員と協議の上で作成し、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）の第１回検討委員会において決定した。しかし、事業２年目（令和２〈2020〉年度）は、新型コロナウィルスの流行により社会情勢が変化したため、全体計画の一部を変更した。本事業３年目（令和３〈2021〉年度）は、新型コロナウィルスの流行による社会情勢の変化に対応しながら修正された計画に基づき調査を実施した。

（３） コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価

コンテナ苗生産に関するこれまでの技術開発成果の整理・分析・評価、苗木生産者が抱える課題の洗い出しと選定、課題の解決に向け、多様な観点からコンテナ苗生産技術の評価を行った。詳しくは第３章～４章、第６章～７章に記載する。

① 文献調査（国内）
② 生産者へのヒアリング
③ コンテナ苗の品質調査
④ コンテナ苗の実証生産

（４） コンテナ苗生産技術に関する海外文献収集

今年度は、ヨーロッパ・アメリカ以外の国を対象としてコンテナ苗生産等に関する海外文献の収集整理を行った。詳しくは第７章に記載する。

（５） 最新のコンテナ苗生産技術等の整理

上記（３）の成果をもとに、コンテナ苗の規格の見直しの検討と樹種や地域に応じたコンテナ苗生産技術・システムの手引きの作成を行った。前者については第５章、後者について第８章に記載する。

１－４　全体のフロー

コンテナ苗の生産量は、平成 27〈2015〉年度の 470 万本（全苗木生産量の 7.7%）から、平成 30〈2018〉年度には約 1,372 万本（全苗木生産量の約 23%）と急速に拡大している。しかしながら、様々な品質のコンテナ苗が流通しているのが実態である。いずれのコンテナ苗も生産者の独自の経験で作られたもので、その生産技術は科学的根拠に基づいていないのが現状である。

そこで、種苗生産者のコンテナ苗生産の実態及びその品質について調査を行い、品質に関わる課題を抽出する。さらに課題解決のための実証生産試験等を設計・実施し、そこで生産されたコンテナ苗の試験植栽等を行うことにより、その実証生産等の有効性を検証することを基本とする。なお、課題解決、事業目標に向けての本事業のフローを図 １－１に示す。

（1） 検討委員会の設置・運営

（2） 全体計画の修正

赤字は令和3年度にフローに新たに加入

（3） コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価

② コンテナ苗生産者へのヒアリング

コンテナ苗生産の実態把握
- ➢ 生産基盤や生産手法
- ➢ 生産コスト
- ➢ 施設整備費用等のコスト

苗木購入

③ コンテナ苗の品質調査

- ➢ 苗木の形質等の調査
  - ・根張りの面積率や根鉢の硬度等
  - ・根鉢重量や根重量等
- ➢ 植栽試験地で苗木の活着・成長の調査
  - ・成長状態や根の張り状態

現在の生産技術の整理・分析・評価
苗木生産者が抱える課題の洗出しと選定

① 文献調査（国内）

④ コンテナ苗実証生産

現在把握している課題

ⅰ 各地域・樹種に適した生産方法の検討
課題1 高品質な苗木生産のための培地組成は？
課題2 キャビティ容量150ccと300cc、どう使い分けるか？
課題3 植栽後速やかに成長する苗木の形状は？
課題4 根腐れや蒸れ等の被害発生環境は？その対策は？
課題5 新たな培地の検討

新旧栽培システムの比較

ⅱ 生産システムの高度化に向けた検討
課題6 新たに開発された技術・生産方法の実証生産
（充実種子選別機・自動播種機・キャビティへの一粒播種・プラグ苗移植・従来の手法の検証）

コロナウィルス対策としての出荷調整技術

ⅲ 残苗発生を用いた大苗生産の検討
課題7 既存の資材を組み合わせたより大きなコンテナ苗の生産方法の検討
（300ccコンテナとMシートを利用した大苗生産）

（4） コンテナ苗生産技術に関する海外文献収集

（5） 最新のコンテナ苗生産技術等の整理
- ➢ 樹種や地域に応じたコンテナ苗生産技術・システムの手引き（案）の作成
- ➢ コンテナ苗の規格の見直しに資する検討と整理

図 1－1 本事業全体のフロー

１－５　３ヵ年の全体計画

３カ年の全体計画については、「我が国に適合したコンテナ苗生産技術の実証・分析・評価」、「コンテナ苗生産技術に関する海外文献収集及び海外現地調査」、「最新のコンテナ苗生産技術等の整理（技術手引き等の作成等）」を前提として、林野庁及び検討委員会と協議の上で決定した（表　1－1）。

しかし、コロナウィルスの流行により海外への渡航が不可能になったことに加え、木材需要の急激な変動で主伐が減少することにより、残苗の発生が懸念されることとなった。このようなことから、計画を一部変更し、海外調査の取りやめる一方、コンテナ苗実証生産に海外資材に依存しない培地の検討と「ⅲ残苗を用いた大苗生産の検討」を実施することとした。さらに、コンテナ苗の規格（案）については、規格（案）を検討した結果、この事業で調査対象としなかったクロマツ・アカマツも含めて翌年度に規格の検討を引き続き行うこととなった。

表　1－1　３ヵ年の全体計画

実施内容	１年目	２年目	３年目
（１）検討委員会の設置・運営			
（２）コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価			
①文献調査			
②コンテナ苗生産者へのヒアリング			
③コンテナ苗木の品質調査	分析	分析･評価	
④コンテナ苗実証生産			
ⅰ各地域・樹種に適した生産方法の検討（実証１）	着手	継続	分析･評価
ⅱ生産システムの高度化に向けた検討（実証２）	着手	継続	分析･評価
ⅲ残苗を用いた大苗生産の検討		着手	分析･評価
（４）コンテナ苗生産技術に関する海外文献収集	欧州	米州	その他地域
（５）コンテナ苗の生産技術・システムの手引き作成	整理	整理･検討	手引き作成
（６）コンテナ苗等の規格（案）の整理		整理･検討	検討

１－６　本事業の成果要約

本事業で得られた３年分の成果を、以下にまとめるとともに、各成果の詳しい内容が書かれている報告書の年度（ここでは、【H31】・【R2】・【R3】と表記する）と章を括弧書きで示した。内容によっては、過年度の情報を積み上げているため、最新の情報が掲載している報告書の章を記載した。

（１）コンテナ苗の品質調査（【R2】第３章及び第４章参照）

【調査内容】

先駆的なコンテナ苗生産を行っている者の中から、生産基盤（生産面積、生産本数、生産施設、コンテナ容器等)、生産手法（ 生産スケジュール、培地の組成、施肥、灌水、病害虫対策等） 及び生産コスト等が確認できる生産者を本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び２年目（令和２〈2020〉年度）にあわせて 59 者選定し、コンテナ苗を購入した。選定の際、生産地域に偏りが出ないよう、林業種苗法に基づく種苗の配布区域に配慮して行った。

購入したコンテナ苗の樹種は、スギ、ヒノキ及びカラマツの３樹種であり、解体調査（根鉢の形成状態、根元径・苗長・形状比、地上部重量・根重量）を行い、データをとりまとめた。

なお、【R2】第３章には、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）分のコンテナ苗の測定結果をとりまとめ、また、【R2】第４章には１年目（平成 31〈2019〉年度）分のコンテナ苗の測定結果と植栽後の成長量の調査結果をとあわせてとりまとめた。

【主な調査結果】

根元径は、根の乾燥重量と強い相関関係にあることを示していたことから、根の発達の指標になる可能性が示唆された。しかし、根鉢の根系被覆率や土壌脱落土量は、根元径と強い相関関係ではなかったことから、培地の種類や生産方法といった別の要因が影響していることが示唆された。形状比（苗長を根元径で除した値：苗木の細長さの指標）は、スギが 44.1～158、ヒノキが 54.8～156、カラマツが 38.1～122 でカラマツの形状比が他の樹種よりも小さい傾向があった。

（２）生産者へのヒアリング（【R３】第３章参照）

【調査内容】

上記（１）でコンテナ苗を購入した生産者を訪問し、コンテナ苗の生産基盤、生産手法及び生産コスト等についてヒアリングを行い、生産者が抱えている技術的課題や生産における工夫について取りまとめた。

【主な調査結果】

大半の生産者が、裸苗とコンテナ苗の生産を並行して行っており、苗床に播種して発芽した幼苗を掘り取り、コンテナに移植する生産者が最も多かった。一方で、コンテナ苗のみを生産する者もおり、そのような生産者は、苗床を持たず播種箱に播種し毛苗を移植する方法をとっていた。さらに、コンテナ容器に直接播種する方法やセルトレイに播種してプラグ苗を生産して移植する方法を導入している生産者も確認された。

スギの挿木系が主流の九州と鳥取県では、挿し穂をコンテナ容器へ直接挿して発根を促す直挿しの方法が、移植の手間を省けることから生産者に好まれる傾向にある。しかし、品種によって発根性が異なっているため、床挿しや箱挿しと併用するケースが大半であった。

コンテナ容器は主に 150cc と 300cc があるが、150cc の方が全国的に流通している。300cc は、九州の国有林用に生産されていた。培地は、ココナツピートを材料としており、副資材として鹿沼土やパーライト等を混合する生産者が多かった。また、ココナツピートの代わりにスギバークコンポストを利用する生産者も確認された。

コンテナ苗の労務コストを押し上げている要因としては、幼苗移植と出荷作業が大きいという声が多かった。一人日当たりの作業量は、コンテナ容器への培地詰めと移植作業で平均約 1,000 本/人日程度、出荷作業は平均約 950 本/人日との回答を得た。

（３）海外ヒアリング（H31 第５章参照）

【調査内容】

コンテナ苗生産に早くから取り組んでいる諸外国において、現地調査等を行い、最新の技術等について分析・評価等を行うこととし、北欧のスウェーデン、フィンランド、西欧のオーストリアの苗圃や研究機関を訪問しヒアリングを行った。

なお、現地調査では、コンテナ苗生産技術に関する事項のみならず、造林や種苗生産の現況及び関連施策等についても情報収集を行い、日本各地でコンテナ苗を生産する際に参考となる内容に整理した。なお、海外ヒアリングは３年間実施予定であったが、新型コロナウィルス感染症の世界的な流行のため、２年目以降は中止した。

【主な調査結果】

・樹種

北欧では、Scots Pine（*Pinus silvestris*）60%前後、 Norway Spruce（*Picea abies*）35%前後、Lodgepole Pine（*Pinus contorta*） ５%程度の割合で樹種を限定して大量に生産（１社で１億本）していた。

中欧のオーストリアでは、トウヒ類を中心にマツ類、広葉樹といった幅広い樹種を生産している。国内最大の Lieco 社では、２箇所の拠点の合計で年間 700 万本出荷している。

・コンテナ苗のサイズ

苗木のサイズが北欧と中欧で大きく異なり、北欧では出荷サイズが小さく（コンテナ容量 25～120cc、苗長 10～30cm）、中欧では大きい（コンテナ容量 311cc、苗長 20～70cm）。これは、周辺の雑草木との競争関係のためで、雑草木の小さい北欧では、苗木を小さく大量に育て当年生の苗木を出荷する体制を整えることができる。一方で、西欧では雑草木が大きく、それに負けない大きい苗を植栽する必要がある。そのため、２～３年かけて大きく育て出荷する。

・育苗施設

欧州で共通していることは、温室設備を最大限に活用するため、品種の特性に合わせて播種の時期を調整し、播種～幼苗までの間の温室生育期間を年３回繰り返すことで効率的に生産量を最大化していた。

・種子の管理体制

北欧、中欧ともに研究機関が作成した最適な樹種、品種の植栽分布図に基づき、地域において植える樹種や品種が細かく決まっており、種子（品種）の管理が厳格にされていた。発芽率もよく、北欧で９

割程度、中欧で８割程度となっており、採種園、種子選別、保管の管理体制が整っていた。

（４）コンテナ苗の植栽１年後の成長と生産工程の比較（【R2】第４章及び【R3】第４章参照）

【調査内容】

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）は、上記（１）で購入したコンテナ苗を熊本県阿蘇市（標高 650m）に植栽し、１成長期間の成長量を把握するため、毎木調査（活着・成長調査）を行った。そして、毎木調査の結果と上記（１）の解体調査の結果を合わせて分析した上で、植栽後の成長の良い苗木の傾向を調査した。さらにその結果を上記（２）のヒアリング調査で得られた生産者の生産工程と比較することで、コンテナ苗生産を行う上での推奨事項や注意事項等をとりまとめた。（【R2】第４章で記載）

本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に購入したコンテナ苗について上記同様に調査を行った。さらに、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に購入したコンテナ苗の植栽後の乾燥重量を測定し、植栽したコンテナ苗の地上部と地下部を合わせた初期成長について分析した。（【R3】第４章で記載）

【主な調査結果】

植栽後の春の調査では２回の調査でともに苗木は全て活着した。しかし、初夏を過ぎてから苗木の枯死が現れ、一部の生産者に集中する傾向が見られた。枯死の原因は不明であるが、枯死した苗木の根鉢が発達していない苗木又は幼苗の移植時に主根が曲げられて移植されていた苗木であった。さらに、スギ（実生）・スギ（挿木）・ヒノキでは根系被覆率が低いコンテナ苗は植栽後１年間での枯死率が高くなる傾向があった。

また、形状比が高い苗木は、植栽後湾曲する傾向にあり、形状比 120 を超えたスギ（実生）・スギ（挿木）・カラマツの苗木が湾曲する傾向にあった。それらと比べてヒノキは湾曲しにくい傾向にあった。

植栽後の成長が良い苗木は根鉢がしっかりしており、苗長と根本径が大きい傾向にあった。このような苗木は、生産時の元肥や追肥の効果が植栽後も概ね持続しており、見た目の葉量が多く葉色が良い傾向にあった。

T/R 比は、スギが 2.0～4.6 程度で最も分布の範囲が広く、ヒノキが 1.8～3.2 で中間程度、カラマツが 0.9～1.8 で最も低い範囲となった。T/R 比と１成長期の成長量の関係は、スギ（実生）で３以上高い個体で成長量が低くなる傾向が見られた。

（５）生産試験（【R2】第６章参照及び【R3】第６章参照）

【調査内容】

抽出された生産技術及び課題について検証するため、上記（１）及び（２）において、コンテナ苗の購入及びヒアリング調査を行った生産者の中から、コンテナ苗生産等に関する知識及び技術が高く、また生産基盤が既に整っており、かつ、新しい技術導入に意欲的で実証試験に協力的な生産者を５者選出し、苗木の生産試験を行った。

生産試験１：異なる培地でのコンテナ苗生産試験

異なる培地とコンテナ容量の組み合わせで生産されるコンテナ苗の特性等の関係の整理をする。

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に４つの培地（ココナツピート 100%ココナツピート 80%鹿沼土 20%、ココナツピート 85%パーライト 15%、スギバークコンポスト 100%）で 150cc と 300cc コンテナを用いて生産試験を行い、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に試験が終了した。

得られた結果から、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に前述の４つの培地に加えてさらに５つの培地（スギバーク 85%ココナツピート 15%、スギバーク 70%ココナツピート 30%、スギバーク 85%鹿沼土 15%、スギバーク 70%鹿沼土 30%、スギバーク 85%パーライト 15%）を加えて生産試験を行い、本事業３年目（令和３〈2021〉年度）に試験が終了した。

生産試験２：コンテナ苗生産システムの効率化のための栽培試験

種子選別機、一粒播種機、セルトレイを活用したプラグ苗等による最新の生産手法を導入し生産システムの効率化・機械化のためのデータを取得する。本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）から試験を行い本事業３年目（令和３〈2021〉年度）で試験を終了した。

生産試験３：残苗を活用した大苗生産試験

出荷できなかった残苗を用いてより大きなコンテナ苗を生産するため本事業２年目（令和２〈2020〉年度）にスギ、ヒノキ、カラマツで生産試験を行った。本事業３年目（令和３〈2021〉年度）に同様に再試験を行った。

【調査結果】

生産試験１：異なる培地でのコンテナ苗生産試験

どの培地でもコンテナ苗の生産は可能であると考えられたが、樹種と生産環境に応じて使用する培地の種類によって生産された苗木の大きさが異なった。今回の生産試験の条件では、ココナツピート 100%やスギバークコンポスト 100%の培地よりも土壌改良材（鹿沼土、パーライト）を混合した培地の方で苗木が大きくなる傾向にあった。

スギバークコンポストは、100%で使用すると特にヒノキで他の培地よりも成長が劣る傾向が見られたが、他の改良剤を 15%程度配合することで他の培地と遜色なく成長することがわかった。

キャビティ容量による違いは、同じ生産期間であっても 300cc の方が 150cc よりも苗長、根元径とともに大きくなる傾向にあった。

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）で生産したコンテナ苗を熊本県阿蘇市に植栽し本事業３年目（令和３〈2021〉年度）に分析したところ、どの培地で生産したコンテナ苗も問題なく活着し、健全に初期成長した。

生産試験２：コンテナ苗生産システムの効率化のための栽培試験

通常の生産方法（苗床・育苗箱からの幼苗の移植）よりも、コンテナ容器のキャビティへの直接播種やセルトレイに播種してプラグ苗として移植をした方が労務の軽減につながる傾向があった。それぞれの方法のメリット等を取りまとめた。

生産試験３：残苗を活用した大苗生産試験

300cc コンテナ容器とMスターコンテナ用シートを活用することで、簡単な植え替え作業でより大きな苗が生産できることがわかった。本事業２年目（令和２〈2020〉年度）で生産したヒノキコンテナ

苗を熊本県阿蘇市に植栽し、本事業３年目（令和３〈2021〉年度）に分析したところ、問題なく活着し、健全な成長をした。

（６）コンテナ苗規格（案）の整理（【R3】第５章参照）

【調査内容】

コンテナ苗の普及が進む中、実情にあったコンテナ苗の規格とするため、過去の研究成果や本事業で収集したコンテナ苗の品質評価の結果をもとに、植栽後に健全に成長する苗木という視点に立って情報を整理し、新しいコンテナ苗の規格（案）を検討した。

【主な調査結果】

コンテナ苗の具体的な評価項目のうち、根鉢については、根系被覆率と数値に依らない根鉢の状態の文言を検討した。その上で、根元径と形状比を検討した。さらに、苗長によるサイズについて、植栽環境に応じて苗木サイズを選択できるよう、現行の規格を参考にして１号から６号までのサイズ（案）を検討した。

今後、本事業で調査対象種としなかったアカマツ、クロマツの新しい規格（案）も引き続き検討を進めることとなった。

（７）文献調査（【R2】第７章、【R3】第７章参照）

【調査内容】

学術論文等から最新の情報を収集した。具体的には、平成 28〈2016〉年以降に寄稿された日本国内の文献ならびに平成 22〈2010〉年以降に寄稿された海外文献（特に欧州地域と米州地域）を対象とし、243 文献（海外文献が 114、国内文献が 129）を収集した。R2 第７章に２年分のまとめとさらにアメリカのコンテナ生産者向けのマニュアルを要約した。R3 第７章には、今年度新たにまとめた文献の取りまとめを掲載している。以上の文献情報を全国各地でのコンテナ苗生産の参考となるよう、現状の技術体系や課題等について研究内容ごとに分類整理した。

（８）「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」作成（【R3】第８章参照）

本事業の生産者のコンテナ苗の品質調査、ヒアリング等で抽出されたコンテナ苗生産における課題やコンテナ苗の実証生産の結果及び文献情報を整理し、「コンテナ苗生産技術・システムの手引き」を作成した。

第２章　検討委員会の設置・運営

２－１　室内検討会の開催

「コンテナ苗生産技術等検討委員会」（ 以下「検討委員会」とする）を設置し、以下の内容等必要な技術的指導及び助言を受けた。検討委員は表 2-1のとおり。

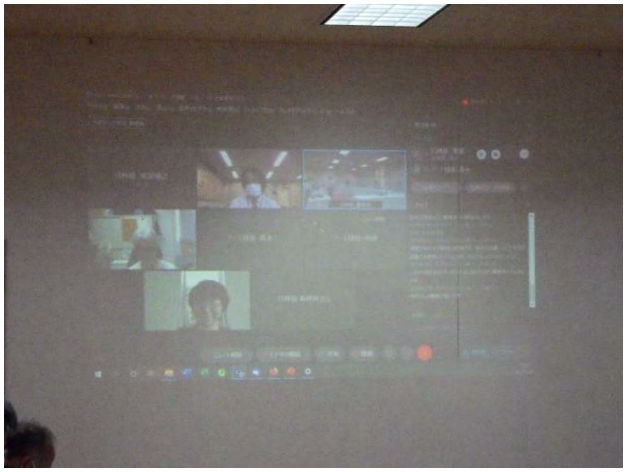
表 2-1　検討委員

氏名	所属
安樂　勝彦	全国山林種苗共同組合連合会　専務理事
伊 藤　　哲	宮崎大学農学部　教授
丹 下　　健	東京大学大学院農学生命科学研究科　教授
飛田　博順	森林総合研究所　植物生態研究領域　樹木生理研究室長
藤 井　　栄	徳島県立農林水産総合技術支援センター

検討委員会は令和３〈2021〉年６月 25 日～26 日に現地検討会を同時に開催した。12 月 22 日、令和４〈2022〉年２月３日と計３回開催した。各検討委員会での主な検討内容を表 2-2に示す。なお、議事概要については、巻末資料に付した。

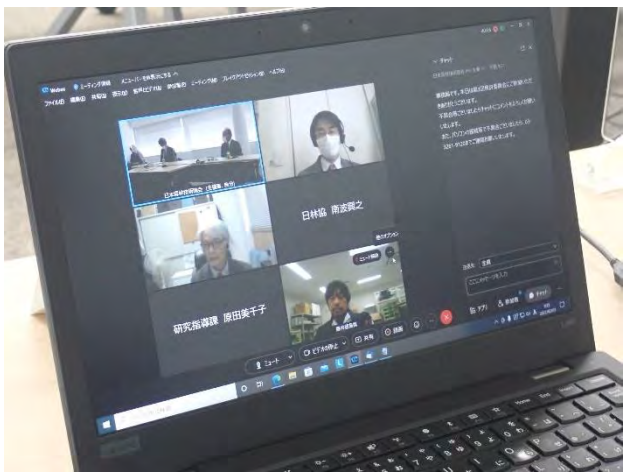
表 2-2　室内の検討委員会での主な検討内容

検討委員会	主な検討内容	開催場所
第１回検討委員会 令和３〈2021〉年６月 25 日（金） 15:30～17:00	（１）事業概要及び苗木品質調査について （２）規格（案）の検討について （３）手引き（案）の作成について	阿蘇ホテル一番館 会議室
第２回検討委員会 令和３〈2021〉年 12 月 22 日（水） 13:30～16:30	（１）苗木生産調査について （２）コンテナ苗の規格（案）の検討について （３）コンテナ苗生産技術・システムの手引き（案）の作成について	日林協会館３階 大会議室
第３回検討委員会 令和４〈2022〉年２月３日（木） ９:30～12:30	（１）コンテナ苗の品質調査について （２）コンテナ苗の規格について （３）コンテナ苗生産の手引きについて	日林協会館５階 中会議室



第１回検討委員会

第２回検討委員会



第３回検討委員会

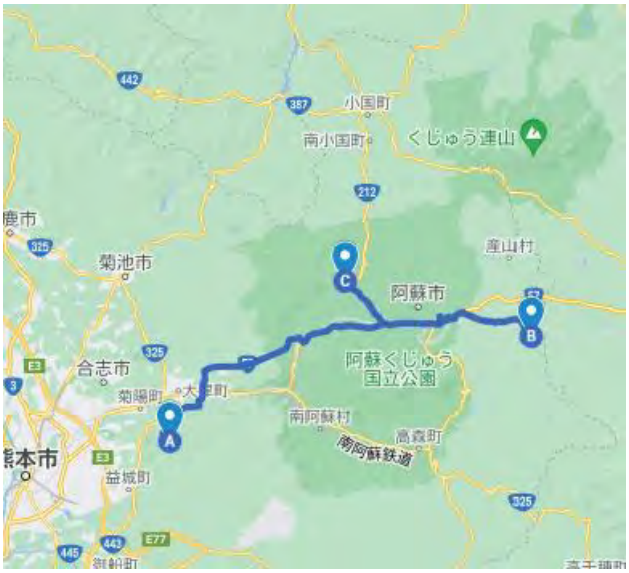
写真　２－１　検討委員会の様子

２－２　現地検討会の開催

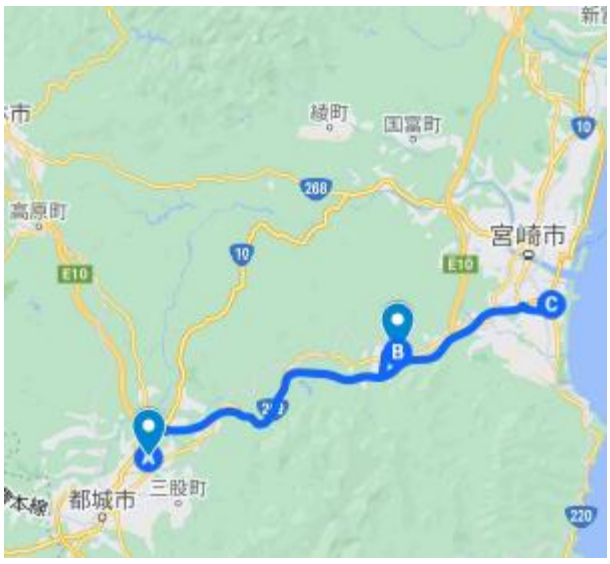
令和３〈2021〉年６月 25 日～26 日に現地検討会を開催した。現地視察は、熊本県阿蘇市のコンテナ苗植栽試験地、スギバークコンポストの生産工場である（株）園田産業、コンテナ苗生産試験の協力生産者である（株）長倉樹苗園である。行程表を表 ２-３、当日の行程図を図 ２-１に示す。

表 ２-３　現地検討会の行程表

月日	行程	藤井委員	安樂委員 丹下委員	伊藤委員 飛田委員
6月25日	10：48　熊本駅着	待合せ		
	11：30　熊本空港到着			
	9：50羽田-11：40熊本空港	空港で待合せ		
	13：30　阿蘇植栽地	現地検討会		
	14：30　阿蘇植栽地　発			
	15：30　阿蘇ホテル一番館	室内検討会		web参加
	17：00　検討会終了　移動			
	17：20　旅館金時	宿泊		
6月26日	8：00　旅館出発			
	11：00　園田産業 スギバークコンポスト生産工場の視察			
	12：00　昼食			
	13：30　長倉樹苗園 生産試験視察	視察		
	14：40　長倉樹苗園出発			
	15：20　宮崎空港着			



A:熊本空港、B:阿蘇市植栽試験地、C:室内検討会会場



A:園田産業、B:長倉樹苗園、C:宮崎空港

図 ２-１　現地検討会行程図

２－２－１　１日目（2021 年６月 25 日）

１日目は、熊本空港で集合し阿蘇市の植栽試験地にて、コンテナ苗品質調査の試験植栽毎木調査の概要及びコンテナ苗生産試験で生産したコンテナ苗の植栽試験の概要を説明した。説明後、室内検討会会場へ移動し、web 回線をつないで検討委員会を開催した。

写真　２－２　阿蘇市の植栽試験地の視察風景

２－２－２　２日目（2021 年６月 26 日）

２日目は、宮崎県都城市にあるスギバークコンポスト生産工場である（株）園田産業でスギバークコンポストの生産工程について説明を受けた。次に生産試験を行っている（株）長倉樹苗園へ移動し、異なる培地の生産試験及び残苗を用いた大苗生産試験の概要を説明した。説明後、宮崎空港へ移動し解散した。

写真　２－３　スギバークコンポスト生産工場の視察風景

写真　２－４　長倉樹苗園において生産試験の視察風景

第３章 コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価

３－１　生産者ヒアリング

３－１－１　　背景と目的

各地で生産されているコンテナ苗は、それぞれ品質にバラつきが見られる。そのため、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び２年目（令和２〈2020〉年度）において、苗木の生産方法等を把握し、コンテナ苗を生産するための課題を抽出するため、生産者へ訪問しヒアリングをしてコンテナ苗生産の方法や課題等を聞き取った。

本事業２年目（令和２〈2020〉年度）では、新たな生産者のヒアリングに加えて１年目（平成 31〈2019〉年度）のヒアリングの結果、課題として挙げられた苗木の蒸れの対策について生産者にヒアリングし、課題解決方法を取りまとめた（３－２）。さらに新型コロナウィルス感染症の蔓延により再造林の遅れ、結果としてコンテナ苗の出荷が遅れ残苗が発生することが懸念されたため、残苗を用いた大苗生産の事例を収集した（３－３）。

本事業３年目（令和３〈2021〉年度）では、２年目で挙がった課題の現状と解決方法を把握するため、及び新しいコンテナ苗の生産方法に取り組んでいる生産者を再訪問し現状を聞き取った（３－４）。

３－１－２　　ヒアリングの方法

ヒアリングシートを作成の上、表 3-1 に示す生産者を訪問し、本事業１年目と２年目に直接生産者と対面でヒアリングした項目に基づいて質問し、回答を得た。ヒアリング項目は本事業２年目（令和２〈2020〉年度）の報告書３-２に記載している。なお、ヒアリングシートのうち、生産者の個人情報や公表できないノウハウ等は、非公開資料としており、本報告書では生産方法の傾向を取りまとめた。３－１～３－３は、主に過去２年分の結果の取りまとめであるが、ヒアリングの経緯が把握しやすくするため再掲する。

表 3－1　ヒアリング先の地域と対象樹種の前年度生産本数

H31年度ヒアリング対象				
生産者NO.	都道府県	平成30年度生産本数（単位：千本）		
		スギ	ヒノキ	カラマツ
1	北海道			32
2				2.5
3				400
4	岩手	90		320
5		150	5	250
6	宮城	14	30	8.7
7		65		
8		10		
9		85		60
10	秋田	180		10
11		150		
12		20		
13	石川	4.5		
14	長野		30	100
15			42	24
16			10	30
17	愛知	22	49	
18	三重	20	20	
19	島根	6.2	11.3	1.3
20		12	24	
21	広島	15.7	45.8	
22	徳島	15		
23		100	2	
24		25	4	
25		50	0.3	
26		45		
27	高知	30	20	
28		30	50	
29	大分	80	3	
30	熊本	47	10	
31		170	30	
32	宮崎	168		
33		30		
34		150		
35	鹿児島	100		

R2年度ヒアリング対象				
生産者NO.	都道府県	平成31年度生産本数（単位：千本）		
		スギ	ヒノキ	カラマツ
36	北海道			110
37				60
38	青森	80		
39		62		20
40	岩手	15		70
41	福島	130	10	
42		190	5	
43		400	20	
44		0.7		
45	茨城	50	20	
46	静岡	13.3	33.4	
47	滋賀	40	10	
48		4.7	2.8	
49		3.6	0.5	
50	和歌山	15.5	2.3	
51		40	20	
52		33	42	
53	兵庫	66	4	
54	鳥取	7.3	5	
55	岡山	25	135	
56		9.4	39.7	
57		3	30	
58	愛媛	27	110	
59	宮崎	180		

注：下線部は、挿木

３－１－３　　結果

生産者に行ったヒアリングの結果の概要を表 3-2と表 3-3に示す。前者が本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）のヒアリング調査、後者が２年目（令和２〈2020〉年度）のヒアリング調査についてである。さらに、２年目（令和２〈2020〉年度）の各生産者のヒアリングをもとにした代表的な作業工程をまとめた資料を１年目（平成 31〈2019〉年度）については、平成 31 年度の報告書、２年目（令和２〈2020〉年度）については、令和２年度の報告書の巻末資料として掲載している。

表 3-2　生産者の生産規模、使用資材等の概要（平成 31〈2019〉年度調査）

NO	県	平成30年度生産本数（単位：千本）			培地	播種	コンテナ								元肥*1	追肥（固形）	液肥	病虫害対策	潅水	潅水頻度	
							JFA		OS		東北タテバナ		ポットレス	Mスター							
		スギ	ヒノキ	カラマツ			150	300	150	300	150	300	230							夏	夏以外
1	北海道			32	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床	350	3,350	2,100	10,000	150	1,640		5,000	●	年2	月4	特になし	自動散水装置スプリンクラー	週2～3	週2～3
2				2.5	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土（元肥入）	苗床、プラグ		1,000			10,000	4,200			●	－	月1	症状出たとき	散水チューブ	毎日	毎日
3				400	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土（元肥入）	苗床、プラグ	2,500	170		100	237	218		1,000	●	－	葉色次第	定期的	スプリンクラー	毎日	毎日
4	岩手	90		320	ココナツピート80 十和田軽石20	苗床			5,000		25,000				●	－	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日
5		150	5	250	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土 他	苗床	9,500	1,000	9,500						○	年2	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日
6	宮城	14	30	8.7	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土（元肥入）	直播	1,500	6,000	2,000						○	年2	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
7		65			(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	直播	1,000	5,000		3,000					○	－	月4	月1	手まき	3日に2程度	3日に2程度
8		10			(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	直播	2,000	7,000							●	年2	週1	月2	手まき	3日－4日に1	天気次第
9		85		60	ココナツピート85、十和田石10、ゼオライト2、籾殻くん炭3	苗床	2,000	625	1,000						○	－	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日
10	秋田	180		10	ココナツピート90 十和田軽石細粒5　珪藻土5	直播	1,500	500	5,000						○	－	－	月2	散水チューブ	毎日	1～2日おき
11		150			ココナツピート　レッド65 十和田軽石35	苗床	50	500			8,000	1,000	4,000		●	－	月2	月3	スプリンクラー	毎日	毎日
12		20			ココナツピート　65 鹿沼土細粒35	播種箱					1,250				○	－	月1	追肥時	手まき	毎日	毎日
13	石川	4.5			ココナツピート100	播種箱								40,000	○	葉色次第	－	月2	手まき	毎日	2～3日に1
14	長野		30	100	ココナツピート98、野菜用培土2	苗床	2,500	1,250			5,000				●	－	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
15			42	24	ココナツピート90、籾殻くん炭10	苗床	300	300			600	200			●	葉色次第	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
16			10	30	ココナツピート95、鹿沼土5	苗床	10		25	15	100				●	年1	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
17	愛知	22	49		(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	幼苗購入	4,500	917							●	－	－	月1	スプリンクラー	毎日	天気次第
18	三重	20	20		ココナツピート60、火山礫10、ピートモス20、くん炭5、パーライト5	苗床	2,000								●	－	葉色次第	月1	スプリンクラー	毎日	3日に1
19	島根	6.2	11.3	1.3	ココナツピート100	苗床	1,750		1,000						●	年1	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
20		12	24		(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床	30				2,200				●	－	－	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
21	広島	15.7	45.8		ココナツピート77 馬糞堆肥15　もみがら8	苗床	1,470	1,480							○	－	葉色次第	月2	スプリンクラー	2日に1	2日に1
22	徳島	15			ココナツピートレッド100	播種箱	700				300				○	－	－	症状出たとき	スプリンクラー	毎日	毎日
23		100	2		ココナツピートレッド100	苗床	3,000								●	－	－	年10	散水チューブ	2～3日に1	3日に1
24		25	4		ココナツピートレッド100	播種箱	3,000				500				●	－	月1	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
25		50	0.3		ココナツピートレッド100	播種箱	2,400				300				●	葉色次第	－	月2	スプリンクラー	毎日	2日に1
26		45			ココナツピートレッド100	苗床	3,250				50				○	－	－	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
27	高知	30	20		ココナツピート80 パーライト15　鹿沼土5	苗床、プラグ	1,250				1,250				●	年1 ※ヒノキ	葉色次第	月2	スプリンクラー	毎日	天気次第
28		30	50		ココナツピート80 籾殻くん炭20	苗床	2,500		200						●	葉色次第	－	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
29	大分	80	3		ココナツピート50、赤土20、ピートモス20、パーライト10	直挿	1,000		1,000	1,000					●	年2	－	症状出たとき	スプリンクラー	毎日	2～3日に1
30	熊本	47	10		ココナツピート35、ピートモス35、赤土20、パーライト5、アジムライト5	直挿	500	420		2,500					●	年2	－	2ヶ月1	スプリンクラー	毎日	3日に1
31		170	30		ココナツピート40、ピートモス25、パーライト25、赤土10	直挿	2,750	5,400							－	年2-3	－	月1	スプリンクラー	毎日	2日に1
32	宮崎	168			スギバーク100	箱挿、直挿	100	7,000						不明	－	年2-3	－	症状出たとき	スプリンクラー	毎日	週1～3
33		30			ココナツピート100	箱挿		20,000						500,000	○	－	－	月1-2	スプリンクラー	2日に1	2日に1
34		150			スギバーク100	直挿								不明	－	－	－	不明	スプリンクラー	不明	不明
35	鹿児島	100			ココナツピート100	床挿	3,000	10,000	4,000	4,000					○	年2-3	－	年2-3	スプリンクラー	毎日	2日に1

＊1　●は、ハイコントロール等の緩効性化成肥料、○はその他の肥料。

表 3-3　生産者の生産規模、使用資材等の概要（令和２〈2020〉年度調査）

NO	県	平成31年度生産本数（単位：千本）			培地	播種	コンテナ								元肥*1	追肥（固形）	液肥	病虫害対策	潅水	潅水頻度	
							JFA		OS		東北タチバナ		ポットレス	Mスター						夏	夏以外
		スギ	ヒノキ	カラマツ			150	300	150	300	150	300	230								
36	北海道			110	グリーンサポート培地	苗床			3,500	12,000		2,600			●	－	－	月1	スプリンクラー	毎日	2日に1
37	北海道			60	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床	2,000	8,000			2,300	500			●	年3-4	－	年3	スプリンクラー	毎日	2日に1
38	青森	80			(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床			8,000	300					●	年2	週1	月2	スプリンクラー	毎日	2日に1
39	青森	62		20	(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床	7,000	400			2,000				●	－	年4	年2	スプリンクラー	毎日	2日に1
40	岩手	15		70	ココナツピート60、鹿沼土40	直播、育苗箱	3,750	1,667							●	年2-3	－	年6	スプリンクラー	毎日	毎日
41	福島	130	10		ココナツピート60、鹿沼土40	苗床	2,500	20,800		2,080					●	年3	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
42	福島	190	5		ココナツピート85、軽石10 燻炭3、ゼオライト2	苗床	50	1,250	125	200					●	月1	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
43	福島	400	20		ココナツピート60、鹿沼土40	苗床		29,000		1,600					●	年1-2	年1-2	月2-3	スプリンクラー	毎日	毎日
44	福島	0.7			ココナツピート60、鹿沼土40	苗床					540				●	年1	－	月1	灌水チューブ	毎日	適宜
45	茨城	50	20		ココナツピート95、ゼオライト5	苗床	1,200	200	5,000			200			●	－	－	月2	スプリンクラー	毎日	毎日
46	静岡	13.3	33.4		(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床	100	1,000			100				●	年1	－	年2	手まき	毎日	毎日
47	滋賀	40	10		住友林業培養土	育苗箱	4,000	500							●	年1	－	－	スプリンクラー	毎日	2日に1
48	滋賀	4.7	2.8		(株)トップ コンテナ苗木育苗培土にココナツピート、市販の砂を混ぜる	育苗箱	500	300	140	30					●	年2-3	－	年3	スプリンクラー	毎日	2日に1
49	滋賀	3.6	0.5		ココナツピート90、赤玉10	育苗箱	2,500	300							●		年3	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
50	和歌山	15.5	2.3		ココナツピート91、パーライト5、赤玉土4	育苗箱					6,000				●	－	月2	－	スプリンクラー	毎日	適宜
51	和歌山	40	20		(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	育苗箱	3,500				1,000				●	適宜	－	年2	ミスト散水	毎日	2日に1
52	和歌山	33	42		ココナツピート80、鹿沼土20	幼苗購入			2,000						●	－	－	－	スプリンクラー	毎日	毎日
53	兵庫	66	4		ココナツピートブラック34、ピートモス30、パーライト36	育苗箱	3,000	500	3,500	500						適宜	適宜	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
54	鳥取	7.3	5		ココナツピート100	床挿苗床		100	500	60					●	年1	－	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
55	岡山	25	135		ココナツピート70、パーライト30	苗床	2,500		1,500						●	年1	－	月1	スプリンクラー	毎日	2日に1
56	岡山	9.4	39.7		ココナツピート70、パーライト30	苗床	1,500		1,500						●	年1	－	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
57	岡山	3	30		(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	苗床	5,500								●	年2	適宜	－	手まき	毎日	適宜
58	愛媛	27	110		ココナツピート80、パーライト20	苗床					200				●	－	－	月2-3	スプリンクラー	毎日	毎日
59	宮崎	180			ココナツピート80、ココナツハスクチップ20	箱挿								190,000	●	適宜	適宜		スプリンクラー	毎日	毎日

（1）生産規模

ヒアリングを行ったコンテナ苗生産者 59 者のうち、スギを 51 者、ヒノキを 35 者、カラマツを 15 者が生産していた（表 3-2 及び表 3-3）。2 カ年の調査を通じた、コンテナ苗の年間生産（出荷）本数はスギが最大 40 万本、ヒノキが最大 13.5 万本、カラマツが最大 40 万本であった。平均値ではスギで約 6.4 万本、ヒノキで 2.5 万本、カラマツで 10 万本である一方、中央値がスギで 3.3 万本、ヒノキが２万本、カラマツが６万本であり、平均値が中央値よりも大きく離れた値を示したスギとカラマツに関しては、他の生産者と比較して大規模に生産している生産者がいることを示している（表 3-4）。

表 3-4　生産者の調査対象樹種の生産規模

樹種	スギ	ヒノキ	カラマツ
生産者数	51	35	15
最大値	400	135	400
最小値	0.7	0.3	2.5
平均値	64.3	25.0	99.8
中央値	33	20	60

単位：千本

（２）使用しているコンテナ容器

コンテナ容器は、リブ型 JFA（全国山林種苗協同組合連合会製）を 48 者、スリット型 OS（全国山林種苗協同組合連合会製）を 26 者、スリット MT（東北タチバナ製）を 24 者、Mスターを７者保有し育苗に用いていた。なお、これらのコンテナ容器は調査対象樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツ以外のトドマツ、クロマツ、コウヨウザン等の針葉樹、広葉樹等に使用するものも含まれる。

コンテナ容量については、150cc が主流であるが、九州では 300cc も相当数使われている。スギ、ヒノキ、カラマツについて、150cc と 300cc を併用で使用している生産者は、静岡県、長野県、広島県、鹿児島県で確認された。

（３）使用している培地

生産者がコンテナ苗に使用している培地の配合をココナツピートの配合割合順に整理し、表 3-5 に示す。生産者によっては、複数の配合を使い分けている生産者もいたため主な培地配合を掲載した。多くの生産者が使用しているココナツピートとは、ココナツの殻（ハスク）を破砕し、屋外で発酵させた堆肥（コンポスト）である。（本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）の報告書では、ココナツハスクと呼称していたが、ココナツのハスクチップ（無発酵のハスク）と混同するという声が聞かれたため、ココナツピートと呼称する。）

ココナツピートは、主に２つのグレードに分れ、10 年以上放置されたものをブラック、３～５年発酵されたものをレッドとして、市場に流通している。主な産地はスリランカである。コンテナ苗用に早くからココナツピートの取扱いを始めた（株）トップでは［ココピート］という商標でココナツピートを取り扱っており、その中でココナツピートのブラックに当たる商品を［ココピートオールド］という製品名で販売している。さらに、ココナツピートと鹿沼土を配合して（株）トップが［コンテナ苗木育苗培土］（ココピートオールド 80%、鹿沼土 20%の配合）という製品名で販売しており、全国で広く普及しており、当該事業のヒアリングにおいても［コンテナ苗木育苗培地］を利用している生産者が 16 者いた。なお、ココナツピートは、（株）トップ以外にも扱っている販売会社があり、地域の販売会社等を通じて購入している。

培地を独自に配合している生産者の中には、［コンテナ苗木育苗培土］の配合を参考に地元で安価に購入できる資材を用いて配合をする生産者も見受けられた。配合の意図として、水はけと通気をよくするために、パーライト等の改良剤を入れたり、肥料持ちをよくするために鹿沼土、赤土を入れたりする生産者が認められた。また、挿木系の生産者の中には、挿木をキャビティ直挿しする際の活着率を高めるため、培地に赤土を配合している生産者もいた。グリーンサポート培地は、（株）グリーンサポート社が［コンテナ培土」の商品名で販売しており、配合は、ココナツピートブラック 70%、焼成赤玉土 30%の配合となっている。住友林業（株）培養土は、住友林業と取引をしている生産者が直接購入しており、特に製品名はない。ココナツピートを主成分としていると考えられるが、詳しい配合は不明である。

また、ココナツピートを使用せずにスギバークコンポストを利用している生産者も確認された。スギバークは、スギの木材加工で発生したスギの樹皮である。かつては産業廃棄物として処分されていたが、それらを集積して発酵させ堆肥（コンポスト）化することでココナツピートに代わるコンテナ苗の培地として主に宮崎県を中心に利用されている。販売は、都城森林組合が［育林コンポスト］の商品名で販売を行っている。

表 3－5　生産者が採用している培地の配合

培地配合	採用件数
ココナツピート100	10
ココナツピート98、野菜用培土2	1
ココナツピート95、ゼオライト5	1
ココナツピート95、鹿沼土5	1
ココナツピート91、パーライト5、赤玉土4	1
ココナツピート90十和田軽石細粒5　珪藻土5	1
ココナツピート90、赤玉10	1
ココナツピート90、籾殻くん炭10	1
ココナツピート85、十和田石10、ゼオライト2、籾殻くん炭3	1
ココナツピート85、軽石10燻炭3、ゼオライト2	1
(株)トップ コンテナ苗木育苗培土	15
(株)トップ コンテナ苗木育苗培土にココナツピート、市販の砂を混ぜる	1
ココナツピート80パーライト15　鹿沼土5	1
ココナツピート80十和田軽石20	1
ココナツピート80籾殻くん炭20	1
ココナツピート80、ココナツハスクチップ20	1
ココナツピート80、パーライト20	1
ココナツピート80、鹿沼土20	1
ココナツピート77馬糞堆肥15　もみがら8	1
ココナツピート70、パーライト30	2
グリーンサポート培地	1
ココナツピート65鹿沼土細粒35	1
ココナツピートレッド65、十和田軽石35	1
ココナツピート60、鹿沼土40	4
ココナツピート60、火山礫10、ピートモス20、くん炭5、パーライト5	1
ココナツピート50、赤土20、ピートモス20、パーライト10	1
ココナツピート40、ピートモス25、パーライト25、赤土10	1
ココナツピート35、ピートモス35、赤土20、パーライト5、アジムライト5	1
ココナツピートブラック34、ピートモス30、パーライト36	1
住友林業(株)培養土	1
スギバーク100	2

（４）播種の方法

生産者が採用している播種の方法を表 3－６に示す。裸苗生産と平行してコンテナ苗の生産を行っている者が大半であるため、苗床（写真 3－１）に種子を播種し、幼苗を掘り取りコンテナ容器へ移植する生産者が最も多かった。次に、苗床ではなく育苗箱に種子を播き、幼苗を育てて移植する方法を採用する者が多かった。育苗箱を用いる方法は移植のタイミングが、発芽してから早いタイミングで小さな幼苗を移植するタイプ（写真 3－２）と発芽してから１成長期を育苗箱で育苗してから移植するタイプ（写真 3－３）に大別された。その他、コンテナ容器の１キャビティに直接種子を複数播き、間引きする方法を採用している生産者も見られた。セルトレイに播種しプラグ苗（写真 3－４）を生産してから移植する生産者もいたが、これをメインで行うのではなく、苗床や育苗箱による播種と並行して行っていた。なお、播種作業をせず、幼苗を他の生産者から購入し、コンテナ容器に移植している生産者が３者いた。

表　3－6　生産者が採用している播種の方法

種類	採用件数
苗床	32
育苗箱	7
直播	5
プラグ苗	3
幼苗購入	3

写真　3－1　苗床

写真　3－2　育苗箱で発芽後ほどなく移植される苗（スギ）

写真　3－3　播種箱で１年育苗してから移植される苗（ヒノキ）

写真　3－4　プラグ苗

（５）さし木の方法

生産者が採用しているさし木の方法を表 ３−７に示す。さし穂をコンテナ容器のキャビティへ直接挿して発根を促す方法（写真 ３−５）は移植の手間がないため、この生産方法を採用する生産者もいた。一方で、生産施設の整備や品種によって直挿しでは発根しにくいという技術的な課題が生産者から挙げられた。そのため、床ざし、箱ざし（写真 ３−６）を併用して労務の平準化を図りつつ、直挿しが失敗したときの保険をかけている傾向にあった。またエアざし（写真 ３−７）といった新しい発根技術を取り入れて、労務の平準化と安定的な苗木生産体制の確保に取組む生産者もいた。

表 ３−７　生産者が採用している挿木の方法

方法	採用件数
床挿し	2
直挿し	5
箱挿し	3

写真 ３−５　コンテナ直挿し

写真 ３−６　挿し木作業風景（箱挿し）

写真 ３−７　穂木のエア挿し

（６）肥料の施用

施肥は、コンテナ容器へ培地を詰める時に肥料を入れる元肥と育苗時に肥料を後から追加する追肥があり、両方行う生産者、元肥または追肥のみ行う生産者に別れた。肥料の配合や追肥のタイミングは、生産者の経験で苗木の様子を見ながら行っていた。

元肥については、緩効性化成肥料を用いる生産者が 43 者と多く、それ以外の元肥を使う生産者は 12 者であった。緩効性化成肥料は、100 日タイプから 360 日タイプといった有効期間が異なるものがあり、それらを元肥として組み合わせて使用している生産者もいた。なお、(株) トップが販売している［コンテナ苗木育苗培土］には元肥が配合されており、その配合はハイコントロール 085　100 日タイプ　５ｇ/Ｌとクドミネラル１ｇ/Ｌである。

追肥は、元肥の有効期間が切れる頃に葉色を見ながら行っている生産者が多く、そのうち粒剤の肥料を散布する生産者と液肥を散布する生産者に分れた。さらに、液肥を散布する生産者のうち、動力噴霧器等で散布する生産者と自動かん水設備に液肥を混ぜて自動的に散布する生産者に分れた。

（７）病虫害対策

病虫害対策は、生産者の苗圃の立地条件により、病害虫や菌害の発生状況が異なり、その状況によって生産者の対応が異なった。比較的病虫害が発生しやすい地域（低標高地域、高温多湿な地域等）に立地している生産者は、定期的に月に１～２回程度防カビ剤を動力噴霧器等で散布しており、毎回薬剤の種類を変えたり、防虫剤と混ぜて使用するといった工夫が見られた。一方で、冷温な気候（高緯度、高標高）に立地する生産者は、定期的な病虫害対策を行わず症状が出たときなどに対応していた。

（８）かん水

かん水は、スプリンクラーや散水チューブといった施設で自動的にかん水するシステムをほとんどの生産者で導入していたが、一部の小規模な生産者は、手まきで対応している状況であった。

かん水タイミングや時間は、立地環境によって異なるが、概ね夏の暑い時期は毎日かん水し、それ以外の時期は雨の状況をみながら２～３日程度に１回程度かん水をしていた。

（９）コスト

コストについてもヒアリングを行ったものの、生産者はコンテナ苗の生産のみを行っているわけではなく、裸苗や緑化樹木等の他の生産物と資材や人員を併用して使用しているため、単純にコストの計算はできない。

しかしながら、どの作業が労務の負担となり、今後のコンテナ苗生産におけるコスト削減のために解消すべきボトルネックになっているかについて、生産者に尋ねると苗の移植と出荷作業に時間を割かれているという意見が多かった。苗の移植作業は、コンテナ容器への培地詰め（概ね機械詰め）と移植作業で約 400～2,000 本/人日で平均すると約 1,000 本/日程度の回答が主であった。出荷作業については、約 400 本～1,300 本/人日で出荷するとの回答があり、平均すると約 950 本/人日程度であった。

（10）施設の導入費用

回答が得られた生産者の機械設備等の導入費用をまとめると、培地の撹拌機と充填・圧入機の導入費用は、メーカーや生産規模によって導入する機械の種類が異なるものの、160～450 万円の範囲であった。ある生産者は今後のコンテナ苗の生産拡大を見据えて新たに培地を詰めるラインを整備し、1,000 万円程度の設備投資をしていた。

スプリンクラー等の散水設備は、設置する規模や種類によって価格は変わるため参考値であるが、５～10 万本の生産規模の生産者で約 400 万円程度との回答があった。

ビニールハウスの設備投資も同様に種類や施設強度によって価格は異なるが、３棟（８ｍ×50m、7.5m×20m、7.5m×32m）で約 300 万円の設備投資をした事例やビニールハウス（15m×45m）とムービングベンチを合わせて約 2,300 万円程度の設備投資をした事例があった。

（11）コンテナ苗生産の課題と工夫

生産者からヒアリングした課題や生産手法の工夫について、特徴的な事例を取りまとめた。

①スギの生産技術

スギ実生系は、冷温な東北地方においては成長速度を促して早期の出荷（当年生苗）を目指して肥料を多めに与える傾向があった。

一方で、温暖な地域ではコンテナ容器の中で成長が早いため、育ち過ぎて想定する苗長よりも長くなる場合があり、成長を止める技術についても要望があった。それに伴い肥料についても少なく施用する傾向にあり、元肥のみ与え肥料が切れたら、追肥をせずに上長成長を止めるような苗木の成長管理をしている生産者も確認された。

②スギの挿木系の生産技術

挿木系のスギは、主に九州で主流となっている。また、九州森林管理局は、国有林で使用するコンテナ苗はコンテナ容量を 300cc と指定しているなど、大苗化の取組も進んでいる。

コンテナ容器へ穂木を直挿しする場合、穂木の発根・活着を安定させるため、培地に赤土を配合している生産者がいた。また、赤土を使うことにより、300cc の根鉢が重くなってしまうため、赤土を使わず軽量化したいという声があった。

挿木は、挿し付けの季節が絞られ、春と秋の短い時期に採取した穂木を挿し付ける必要があることから、その時期に労務が集中してしまうこと、そして穂木の確保が課題としてあげられていた。

さらに品種によって発根しにくいものがあり、地域によって主に使用される品種が異なり発根のよい品種を伝統的に使っている地域では高い得苗率になり、それに当てはまらない地域は発根技術を課題にあげている生産者がいた。

鳥取県でもスギの苗木は伝統的にさし木で生産している。現在、主に生産している少花粉スギは発根が悪く、生産効率が悪かったが、新しく開発された無花粉スギが少花粉スギと比較して発根が良いため、今後は無花粉スギの生産に移行しながら、キャビティ直接挿しの技術の導入を目指していた。

③ヒノキの生産技術

ヒノキは、スギに比べ苗木の成長が遅い。特に根鉢の形成が遅いため、全体的な苗木の成長の促進と特に根鉢の形成を促進する技術の要望の声が高かった。

ヒノキの苗木の生産は、コンテナ容量 150cc で生産されているが、長野県ではコンテナ容量 150cc と 300cc ともに生産されていた。しかしながら、300cc コンテナ苗の買い手がいないため、今後は 150cc コンテナ苗の生産を行うという声があった。

④カラマツの生産技術

カラマツは、成長が早く買い手の需要もあるため生産者の評判はよかった。しかし、現行のコンテナ容量 150cc を用いたコンテナ苗生産では、苗間の距離が小さく苗が蒸れてしまい枯れ上がる現象が発生している。そのため、生産者はコンテナ容器間の配置間隔を広くしたり、コンテナ容器の真ん中１列には移植しないといった苗木の間隔をあけて風通しを良くする対策を行っていた（写真　3－8）。このような対策は、苗木の枯れ上がりを防ぎ、得苗率を上げることに貢献する一方で、苗木の生産密度が減るためコスト増につながると指摘する生産者がいた。

写真　3－8　カラマツの配置
コンテナの間隔をあけ、キャビティの中心列に移植しない

⑤苗木の根腐れとコンテナ容器の地置き

東北地方では、コンテナ容器を棚上げし空気根切りをすると高頻度に根腐れが発生しているとの意見を聞く。その解消のために空気根切りを行わず、地面にコンテナ容器を置いて育苗し、時々コンテナ容器を揺すって地面に伸びた根を切る作業を行っていた（写真　3－9）。ある東北の生産者は、スギのコンテナ苗の得苗率が現状 50%程度と答えていることから、このような現状が他の要因と複合して得苗率に影響している可能性がある。コンテナ容器の地置きと根腐れの関連を検討し、課題解決をする必要がある。

写真 3-9　地置きしたコンテナから伸びた根

⑥コストの削減

コスト削減の方法として挙げられたのは、主に得苗率の向上と作業の手間を減らすことであった。得苗率の向上は、各種の生産技術の改善を通じて出荷規格の苗木の本数を向上させることもあったが、規格の基準を緩和することによって得苗を向上させてほしいという要望もあった。

作業効率化を通じてコスト削減を図る方法としてビニールハウス等と野外育苗施設の配置を工夫して運搬・移動の手間を減らすこと、プラグ苗を導入して移植作業の期間を分割して短期間に集中させないことによる労務の平準化を試みている生産者がいた。

原材料費のコストの削減として、培地や肥料の原価を抑えることを考えている生産者がいた。特に（株）トップの［コンテナ苗育成培土］の価格が高いと感じる生産者は、地元で手に入る安価な資材とココナツピートを独自に配合、または地元の企業に培地の配合を委託し調達していた。

⑦将来的な通年での出荷技術

今後の造林事業の一貫作業システムとの連携に向けたコンテナ苗の通年出荷の可能性についてヒアリングしたところ、ほとんどの生産者が条件付きで可能と回答した。また、すでに通年出荷を実現している生産者もいた。

具体的な技術対策として、播種または移植の時期をずらすこと、移植する苗のサイズをコントロールすること、肥料のコントロールをすることを挙げていた。ただし、ヒノキについては、成長が遅いため、もう１年育苗することでそれが可能ではないかとの声があった。

また、予約生産等の需要が予測できる体制があれば、計画的な生産が可能になり価格も下げられるとの声があった。

⑧コンテナ苗の将来性

コンテナ苗生産に取り組んでいる生産者は、概ねコンテナ苗生産に前向きであった。裸苗生産では冬季に行う苗木の掘取り・出荷作業等が重労働で、かつ作業員の確保が難しい一方で、コンテナ苗生産ではそれらの作業が不要で、作業の省力化・軽労化のメリットを感じている。

さらに、コンテナ苗の生産での軽労化は女性労働者の確保による人手不足の解消に繋がっている場合もあった。そのような労働環境の改善と今後の苗木需要の拡大を見越してコンテナ苗生産に将来性を感じ、後継者が生まれつつある生産者もいた。

⑨組合による機械の共同運用

コンテナ容器への培地詰め機械や苗抜取機を個人で購入・管理することが困難であるため、組合が購入して共同で利用する事例も確認された。

３－２　苗木の蒸れのアンケート調査

３－２－１　　背景と目的

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）で、コンテナ苗生産をするうえで特にカラマツの苗木生産における蒸れが解決すべき課題の一つであることが明らかになった。そこで、１年目にヒアリングを行った主にカラマツのコンテナ苗を生産している者に対して苗木の蒸れの状況とその対策についてアンケートを行った。さらに、北海道立総合研究機構林業試験場にカラマツのコンテナ苗生産についてヒアリングに行った際に、苗木の蒸れについてもヒアリングを行ったので（写真　3-10 及び写真　3-11）、その結果も一緒に取りまとめた。

写真　3-10　カラマツの蒸れ

写真　3-11　カラマツの蒸れ（拡大）

３－２－２　　生産者へのアンケート方法

主にカラマツの生産を行っている生産者に対して、以下の内容のアンケートを FAX 送信し、回答を得た生産者に対して、必要に応じて電話取材や訪問をして状況をヒアリングした。

苗木の蒸れに関するアンケート

1. 今年または以前に苗木の蒸れは発生しましたか？
「今年発生した・過去に発生した・今まで経験がない」から選択

2. 蒸れが発生した樹種は何ですか？
「スギ・ヒノキ・カラマツ」から選択

3. 蒸れの発生する時期を教えて下さい。また、全体の何割程度発生しますか？

4. 蒸れとは具体的にどのような症状ですか？

5. 蒸れの原因は何だと考えますか？どのような状況下で発生しますか？

6. 蒸れに対する具体的な対処方法を教えて下さい。

３－２－３　　回答結果

生産者 10 者から回答を得た。蒸れの発生は、育苗中のカラマツコンテナ苗全体の２～３割程度発生するという回答が最も多く、中には過去に苗木全体の８割に蒸れが発生したと回答した生産者もあった。

発生時期は、７月～９月の苗木が成長し、苗間に枝葉が密生する時期に発生する傾向があった。主な発生条件として、苗長が伸びて枝葉が繁り、苗木下部の空気の流れが悪くなり、高温多湿なると発生しやすいという回答が多かった。また、ビニールハウス内だと発生しやすいという回答も得られた。

症状は、下部の枝葉にカビが発生して葉が黄色化または赤色化し枯れていく現象であり、特に組織が柔らかい部分に発生しやすいとの回答があった。

３－２－４　　対策

アンケート回答者からのヒアリングでは、コンテナ容器の配置等の工夫をして風通しを良くしてカビの発生を抑えることに留意する旨の回答を得た。具体的な対策として、コンテナ容器 150cc の 40 孔のキャビティ中央列（８孔）に移植せず 32 孔で生産する事例、コンテナ容器の配置間隔を広げる事例（写真 3-9）が挙げられた。なお、気候が冷涼な北海道の生産者からは、ハウスから外に出せば蒸れが止まるとの回答を得たが、東北地方の生産者からは外に配置していても蒸れは止まらないという回答が得られたため、地域によって対応が変わっていた。

薬剤等の対策として、殺菌剤を予防的に使用するという回答があった。なお、蒸れが発生していると薬剤散布をしてもなかなか蒸れが止まらないという回答もあったため、症状を止めるのではなく、予防手段として薬剤を使用することが必要と考えられた。

施肥の対策として、苗が伸び過ぎ過密とならないように肥料を与えすぎない対策をする生産者や、肥料の成分を工夫して対策する生産者もいた。具体的には、リンとカリが多い元肥を選び苗長が 40cm 程度になるように抑えながら、苗を固くして蒸れが発生しないように対策する生産者、また、苗木が大きくなったらリンとカリが多く含まれる液肥を使用して苗木を固くして、樹高成長を抑えて対策する生産者がいた。

３－３　大苗生産の取り組み状況調査

３－３－１　　背景と目的

造林の低コスト化において、最もコストがかかる下刈りの回数の削減を図ることは非常に重要で、そのためには、大きな苗木を植えることも選択肢の一つとなる。また、新型コロナウィルス流行等の影響により、木材需要が落ち込み主伐が減少すると、再造林に用いる苗木が残苗となる可能性がある。コンテナ苗は、短期間であればそのまま保持することもできるが、その期間中に品質等の問題から大量に廃棄されるおそれもある。そのため、出荷規格に達した 150cc コンテナ苗等を用いて一般的に流通しているサイズよりも大きな苗（大苗）を生産したことのある生産者にヒアリングを行いその方法を取りまとめ、コンテナ苗の大苗化の手引き作成のための資料とした。

３－３－２　　方法

大苗生産を行ったことのある６県８生産者の情報を林野庁より得た。その情報をもとに生産者等に電話で問い合わせた後、４県の６生産者に対して現地でのヒアリングも行った。また、大苗の生産試験を行っていた徳島県農林水産総合技術支援センターに対しても現地等でヒアリングを行った。

３－３－３　　ヒアリング結果

出荷規格に達した 150cc コンテナ苗等をより大きなコンテナに植え替えて、大苗化を図る取り組みのヒアリング結果をまとめると以下の３つの方法に分けられた。

（１）150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器に移植する方法

出荷規格に達した 150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器に移植する方法である。取り組んだ経験のある生産者からは、150cc コンテナ苗を 300cc のキャビティに植え替える際、根鉢とキャビティの隙間に培地を詰める作業が難しく感じたとの声が多く挙がっていた。さらに、植え替え時に根鉢とキャビティの間の培地の充填が十分でなく、根鉢に欠損が発生する事例も見られた（写真　3-12)。

徳島県農林水産総合技術支援センターの取組事例では、平成 30(2018)年３月苗床に播種、同年 11 月～翌年２月に 150cc コンテナ容器へ移植、令和元(2019)年 11 月に 300cc コンテナ容器へ植え替えをしたスギコンテナ苗は、令和２〈2020〉年６月の時点で１ｍ程度に成長していた（写真　3-13)。

写真　3-12　150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器へ植え替え時に培地の充填が足りずに根鉢に欠損が発生した事例（スギ）

写真　3-13　150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器に植え替えて１ｍ程度に成長した事例（スギ）

（２）コンテナ苗を 300cc 容器とＭシートと組み合わせて根鉢の容量を嵩上げする方法

林野庁の低密度植栽技術の導入に向けた調査事業（平成 27〈2015〉年度～令和元〈2019〉年度）では、宮崎県の生産者にスギ挿木の大苗の生産を依頼し、実際に植栽を行った。大苗は、出荷規格に達したコンテナ苗をＭスターコンテナ用シート（以下、Ｍシート）と組み合わせて 300cc 容器に植え替える方法で生産した。具体的には、平成 25〈2013〉年６月に 300cc コンテナ容器に移植したコンテナ苗を、翌年４月にＭシートを用いて培地を約 200cc 増量して 300cc コンテナ容器の 24 穴のうち 12 穴に差し込み、同年 12 月まで育苗した（図　３－１）。生産された大苗（平均苗長 92 ㎝）は、平成 27〈2015〉年１月に宮崎県内の民有林に植栽され、令和２〈2020〉年 11 月現在も健全に成長している。

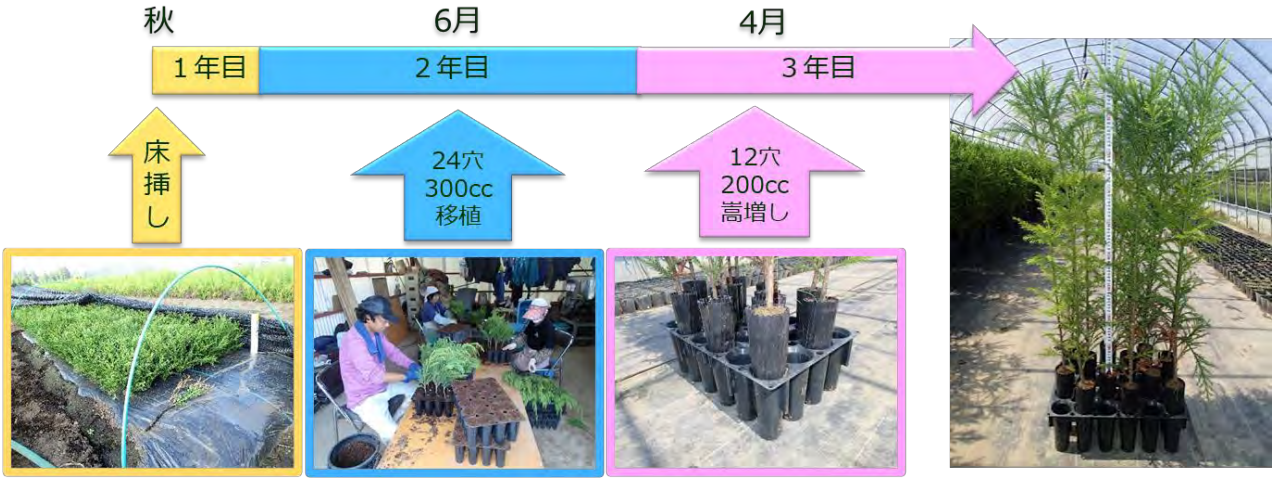


図　３－１　300cc コンテナ容器とＭシートを組み合わせた大苗生産の流れ

（３）Ｍスターコンテナ苗に培地を追加する方法する方法

宮崎県でＭスターコンテナ苗を取り扱っている生産者において、出荷規格に達した約 230cc のＭスターコンテナ苗を取り出し、根鉢の周りに培地を追加し（写真　３-15）、約 350cc にしてもう一度Ｍシートで巻き直す方法で、巻寿司の要領で簡単に培地の追加ができる。この作業により 80cm 程度のコンテナ苗を生産していた（写真　３-16）。

写真　３-14　根鉢が形成されたＭスターコンテナ 230cc 苗に培地を追加する様子

写真　３-15　80cm 程度に成長した大苗の様子

３－３－４　　残苗を用いた生産方法のまとめ

大苗生産経験者のヒアリングをもとに各方法の特徴を表 ３-８にまとめた。方法（１）: 150cc コンテナ苗を 300cc コンテナに移植する方法は、300cc コンテナがあれば誰でも対応できるが、コンテナ苗の植え替え作業に手間がかかる。方法（２）: コンテナ苗を 300cc 容器とＭシートと組み合わせて根鉢の容量を嵩上げする方法は、出荷規格に達した元々のコンテナ苗が 150cc であっても 300cc であっても大苗化に対応でき、作業も簡単である。方法（３）: Ｍスターコンテナ苗に培地を追加する方法は、Ｍスターコンテナ苗に培地を追加して巻きなおすだけであるため、Ｍスターコンテナ苗を扱っている生産者なら誰でも簡単に生産できる。

表 ３-８　残苗を活用した大苗生産方法のまとめ

方法	作業性	必要な資材	特徴
（１） 150cc コンテナ苗を 300cc 容器に移植	手間がかかる	300cc 容器	300cc 容器があれば生産可能。
（２） コンテナ苗を 300cc 容器とＭシートと組み合わせて根鉢の容量を 200cc 程度嵩上げ	簡単	300cc 容器、Ｍシート	一般に流通するコンテナ苗を材料にして、自由にアレンジできる。
（３） Ｍスターコンテナ苗に培地を追加する	簡単	Ｍシート Ｍスターコンテナ用トレー	Ｍスターコンテナ生産者向け。

３－４　抽出した課題への追加ヒアリング

３－４－１　　背景と目的

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び２年目（令和２〈2020〉年度）において、全国の生産者からヒアリング調査を行い、その後生産されたコンテナ苗を取り寄せ分析した。その分析の結果、本事業２年目に継続して課題になったのが、コンテナ苗の地置き栽培の課題と、幼苗をコンテナへ根を曲げて移植する課題の２つであった。これらの課題について、本事業１年目でヒアリングを行った生産者のうち、コンテナを地置きして育苗していた生産者と、幼苗の根を曲げて移植していた生産者を再訪してヒアリングを行った。

また、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）でヒアリングした発芽室を設けて先進的なコンテナ苗生産の取り組みを行っていた生産者に対しても同様に再訪し、取り組みの現状をヒアリングした。

３－４－２　　コンテナの地置き

コンテナを育苗ベンチに載せずに直接地面に置いて栽培し、出荷の２ヶ月程度前に育苗ベンチに戻して根鉢形成を図り出荷する生産者がいた。この地置きの方法は、地中に伸張した根が水分や養分を吸収できるため、苗の地上部の成長がよくなる傾向にあるが、地上部の大きさに対して根鉢内の根が少ないため T/R 比（地上部/地下部の重量比）が高いコンテナ苗になり、植栽後の成長に悪影響を及ぼすと考えられている。

コンテナを地置きして栽培していた生産者に現地でヒアリングを行った。その結果、2020 年からコンテナの地置きによる栽培をほとんどやめており、2021 年現在は一部で残っているのみであった（写真３-16)。その一部のコンテナも近いうちに育苗ベンチに棚上げする予定であった。コンテナの地置きをやめた理由を尋ねたところ、根腐れを挙げていた。地面にコンテナの底が接することで根鉢内へ菌が侵入しやすく、根腐れを起こすのではないかとの証言を得た（写真　３-17)。根腐れが発生すると、根鉢の形成が遅れ出荷までに時間を要することになるため、経営に不利との判断に至った。なお、周囲の生産者とも情報を共有して基本的に地置きをすることをやめる方向である。

写真　３-16　コンテナ苗の地置きの様子

写真　３-17　地置きしたコンテナ苗の根鉢の下部が根腐れしている様子（写真左の赤丸）

３－４－３　幼苗の根を曲げてコンテナへ移植

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に開始した苗木品質調査の植栽試験の結果を本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に分析したところ、植栽したカラマツコンテナ苗のほとんどが枯死するか生存するもほとんど成長しなかった生産者の苗があった。枯死したコンテナ苗を掘り上げると、根の主根が曲がって移植されており、これが枯死の原因であることが分かった（写真　3-18）。主根が上方を向いて移植されているため、植栽後、根が鉛直方向へ垂下できず地表面近くのみの根張りとなる。地表からの乾燥の影響を受けやすく、無降雨が続くとすぐ枯れてしまうか、成長がほとんどできない状況になると考えられる。

この根が曲がったコンテナ苗の生産者に植栽試験後のサンプル（写真　3-19）を見せ報告した。生産者からは、キャビティに培地を詰めすぎて培地が硬くなった結果、根を真っ直ぐ挿入し難くなり、移植時に根を曲げてしまった可能性がある旨の発言を得た。

写真　3-18　植栽試験後に枯死率が高かった生産者の苗を掘り上げた様子
左写真：折尺から左は生存個体で右が枯死個体（令和２〈2020〉年 11 月撮影）
右写真：枯死個体の根の状態。主根が曲げられて移植された結果、根鉢内で根が正常に発達できず植栽後に枯死に至ったと考える。

写真　3-19　枯死したコンテナ苗の根系の様子（主根が屈曲）

３－４－４　発芽室を設けてコンテナ苗生産する事例

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）にヒアリングを行った生産者で発芽室（写真　3-20）を自作し、コンテナ苗の生産を始めていた東北地方の生産者がいた。また、この生産者は、本事業のヒアリングを行った生産者で唯一石油ボイラーを用いて加温できるビニールハウスを導入していた（写真　3-21）。

この生産者がコンテナ苗生産に取り組み始めたのは平成 29〈2017〉年と最近であり、2019 年のヒアリング時は、生産体制が整う前であった。そこで現在どのような体制で生産を行っているかヒアリングを行った。2021 年現在は、10 万本以上のスギコンテナ苗の生産を行っている。なお、発芽室のスペックは企業秘密であるため非公開とし、大まかな栽培工程を記載する。

【発芽室を主な栽培工程】

発芽室で固化培土のセルトレイに６～８粒播種をする。播種をして、発芽後一定期間セルトレイで育苗し、播種後 40～45 日程度でコンテナへ移植し、ビニールハウスに移動させる。発芽室は 12 月から４月までの間に４回転させている。コンテナ移植後に間引き作業を行う。

写真　3-20　発芽室

写真　3-21　石油ボイラー付きビニールハウス

第４章 生産方法と苗木の品質

４－１ 目的と方法

４－１－１　　背景と目的

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び本事業２年目（令和２〈2020〉年度）において、コンテナ苗生産に関するヒアリングを行った全国の生産者からコンテナ苗を購入し、各種測定を行い、苗木の生産方法と苗木の品質がどのように関係するかを調査した。購入した苗木は、解体調査と植栽後の毎木調査（活着・成長調査）に分けて調査を行い、その結果を総合して評価した。

４－１－２　　方法

生産者から購入した苗木は熊本県阿蘇市に集められ、生産者単位で以下の測定等を行った。測定項目を表 ４-1、図 ４－１に示す。測定項目の一部については齋藤ら（2019）[1]を参考にした。コンテナ苗の測定の流れを図 ４－２に示す。まず、各生産者から購入した苗木 40 本を大きさに考慮して２つのグループに分けた。一つは、根鉢の硬度や落下試験を行った後、地上部・地下部を切り分けて乾燥重量等の測定に供するグループである（解体調査)。もう一つは、苗長や根元径を測定した後、活着やその後の成長を調査するため、熊本県阿蘇市波野（標高 650m）にある畑に植栽した（毎木調査)。阿蘇市の高標高地域では、カラマツの植栽事例があるため、寒冷地域で生産されるカラマツの植栽調査も可能であると判断した。

解体調査については、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に購入した苗木の各種測定結果と分析結果については平成 31〈2019〉年度報告書第４章に、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に購入した苗木の解体調査の各種測定結果と分析結果については令和２〈2020〉年度報告書第３章に掲載している。

毎木調査について、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に植栽した毎木調査の分析結果については、令和２〈2020〉年度報告書第４章に掲載している。本報告書では、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に植栽した毎木調査の結果を４－２に、さらに、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）植栽し毎木調査をおこなった植栽木は、乾燥重量のデータを用いた分析したので、その結果を４－３に記載した。

[1] 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．日本森林学会誌．101(4)：145-154

表 4－1　コンテナ苗の測定項目の内容

項目	内容
大きさ	苗長（cm）、根元径（２方向、mm）を測定した。
根鉢の硬度	山中式土壌硬度計を用いて、根鉢の上端から４cm、下端から４cm を各２箇所ずつ、合計４箇所に当てて根鉢の硬度（cm）を測定した。
脱落土壌の重量	１ｍからの落下による衝撃によって、根鉢から脱落した培地重量（g）を測定した。落下試験前の輸送中に脱落した土の重量（苗木の根鉢を１本ずつビニール袋に入れて輸送したので測定可能）も合わせて測定し、脱落重量（g）とした。
各部の生重量	苗木の全体重量（g）、地上部重量（g）、培地洗浄後の根の重量（g）を測定した。なお、解体調査の測定に供した 20 本のうち５本は、落下試験を行わず後述の培地重量を測定するため、培地がついたまま根鉢重量（g）を測定した。
根鉢の状態	根鉢の形成状態の評価をするため、根鉢表面の根系被覆率（略称：根系被覆率%）、根鉢が下端まで達しているか（○・×）、根鉢表面に白根があるか（○・×）を記録した。なお、根系被覆率は、伊藤哲委員から提供を受けたコンピュータによる画像解析で得られた根系被覆率の写真を基準に判読した。
絶乾重量	地上部と地下部に切り分けた苗木を 70℃・72 時間で乾燥させ、地上部の絶乾重量（g）、地下部の絶乾重量（g）を測定した。なお、落下試験を行わなかった５本の根鉢は、根鉢の絶乾重量（g）を測定後、根鉢から根を洗い出し、再度 70℃・72 時間で乾燥させ根の絶乾重量（g）を測定し、両者の差から培地のみの絶乾重量（g）を計算した。

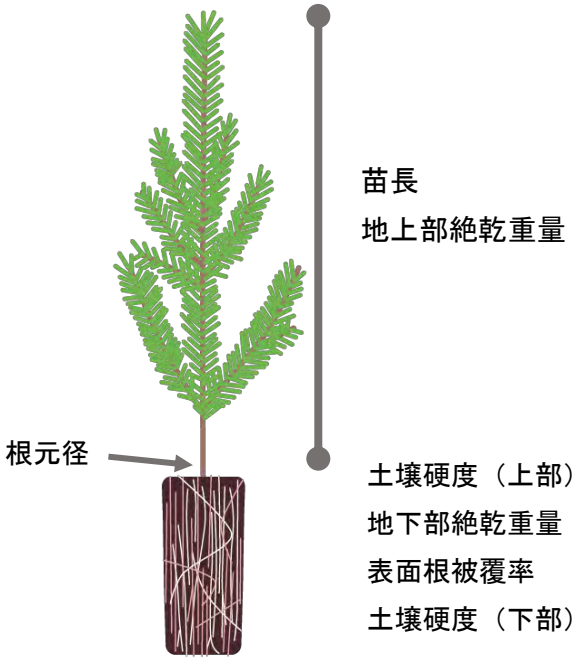


図 4－1　コンテナ苗の測定項目

図　4－2　苗木の測定の流れ

４－２　植栽後の毎木調査結果

本事業２年目（令和２〈2020〉年度）において、同一な環境における苗木の活着・成長を調べるため、生産者から購入したコンテナ苗を熊本県阿蘇市（標高 650m）の畑に令和３〈2021〉年１月から２月にかけて試験的に植栽した。植栽した苗木は、計 49 系統で（表　４－２）、苗木は１列 20 本で植栽した（写真　４－１）。なお、後述する生産試験で生産したコンテナ苗も同時に植栽した。植栽後、植栽木の生育状況、活着率と１成長期の成長量を測定した。測定部位を図　４－３に示す。令和３〈2021〉年 11 月に掘り上げて根の発根状態を調べ（写真　４－２）、解体調査と同様に、各部を測定した後、地上部と地下部を分けて乾燥重量を測定した。

測定したデータ（表　４－２～４－５）を基に植栽後の成長量と植栽前のコンテナ苗の測定値関係について調べた。

写真　４－１　植栽地の様子

※写真は、令和２年度調査風景。令和３年度も同様に植栽した。

写真　４－２　掘り取った植栽木

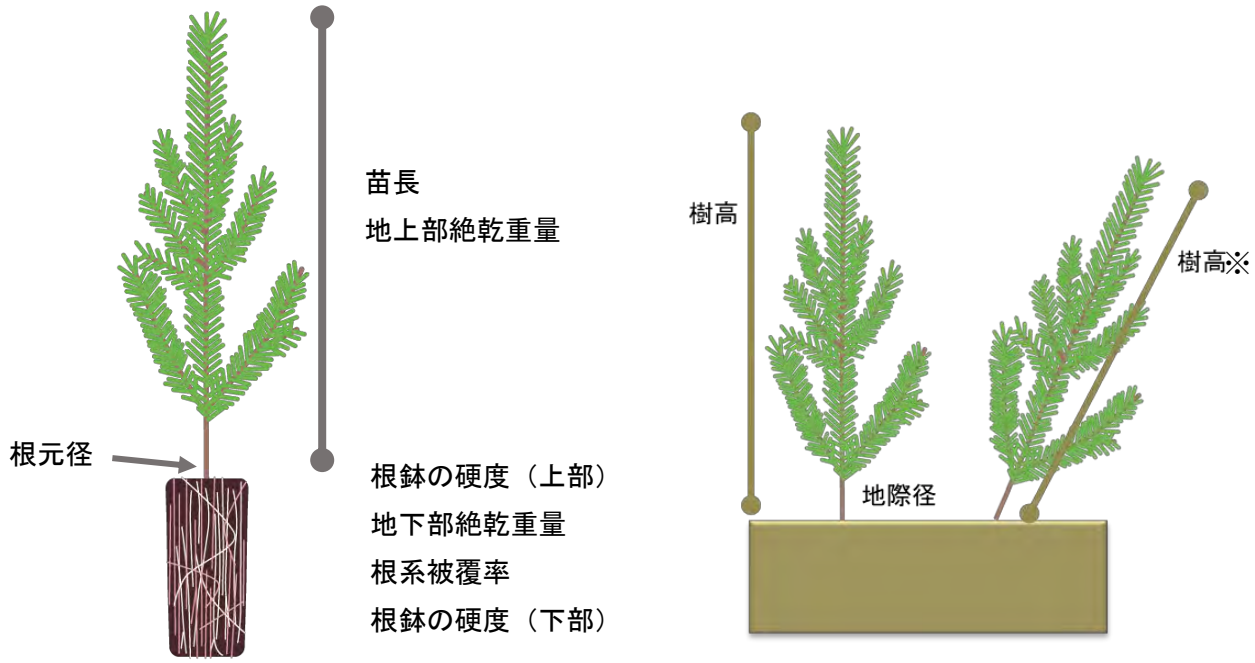


図　4－3　コンテナ苗の植栽前後の測定箇所
※傾斜木については、樹幹長を樹高として測定した。

表　4－2　本事業２年目（令和２〈2020〉年度）に毎木調査（活着・成長調査）に供した苗木の生産者番号と系統番号

生産者	都道府県	系統番号					
		スギ 150cc	スギ 300cc	ヒノキ 150cc	ヒノキ 300cc	カラマツ 150cc	カラマツ 300cc
36	北海道					*1*	
						2	
37						*10*	
						11	
11	秋田	31					
		32					
38	青森県	24					
39		27				28	
40	岩手県	26				25	
41	福島県		55		54		
42			48		49		
43			39		38		
44		35					
45	茨城県	41		40			
46	静岡県		47		46		
47	滋賀県	13		12			
48		8	9	7			

生産者	都道府県	系統番号					
		スギ 150cc	スギ 300cc	ヒノキ 150cc	ヒノキ 300cc	カラマツ 150cc	カラマツ 300cc
49		5	6				
50	和歌山県	42		43			
51		30		29			
52		15		14			
53	兵庫県	37		36			
54	鳥取県	34		33			
55	岡山県		51	53			
56			52	50			
57			57	56			
58	愛媛県	4		3			
59	宮崎県		44 45				

※ 下線部は、挿木、斜字体は、当年生苗

表 4−3　コンテナ苗の植栽前後の測定値（スギ）

生産地	系統番号	樹種	初期値											最終値							
			容量	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	根系被覆率	鉢底	白根	硬度	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	変色率	枯死率
			cc	mm		cm		cm3		%	%	%	mm	mm		cm		cm3		%	%
青森	27	スギ	150	5.2	0.4	37.2	2.8	10.1	2.0	19.9	55	85	13	6.6	0.8	40.5	4.9	18.2	6.5	10	33.3
青森	24	スギ	150	5.3	-	57.9	-	16.3	-	17.6	80	100	7	8.0	-	61.3	-	39.2	-	0	83.3
秋田	32	スギ	150	4.8	0.5	31.0	0.8	7.2	1.4	46.3	55	100	10	6.4	0.7	35.0	3.0	14.8	4.2	20	0.0
秋田	31	スギ	150	4.8	0.7	30.1	1.4	7.1	2.1	14.0	50	100	6	7.5	1.4	36.5	5.0	21.9	11.2	6	0.0
岩手	26	スギ	150	5.5	0.8	35.6	2.5	11.1	3.5	71.5	95	100	15	8.2	1.4	46.9	8.1	33.6	16.9	0	0.0
福島	35	スギ	300	5.2	1.3	35.4	1.2	10.1	4.8	34.0	65	100	13	8.1	1.3	38.1	1.6	25.1	7.6	33	83.3
福島	55	スギ	300	5.8	0.7	41.8	4.2	14.3	3.4	39.3	65	25	9	8.2	1.8	48.4	11.0	35.0	20.0	0	0.0
福島	39	スギ	300	5.3	0.5	45.3	2.9	12.9	2.7	53.9	80	100	11	8.6	1.8	52.8	8.4	41.7	23.3	20	0.0
福島	48	スギ	300	6.4	0.6	43.8	4.4	18.3	4.6	43.3	95	100	13	9.7	1.4	48.1	5.4	47.5	21.1	6	0.0
茨城	41	スギ	150	5.4	0.6	41.0	3.5	12.0	3.3	68.6	95	100	15	7.7	0.8	46.4	6.8	28.0	8.5	27	11.8
静岡	47	スギ	300	5.0	0.8	45.4	6.5	12.0	5.0	24.4	85	100	12	7.7	1.5	55.1	9.9	35.2	18.2	6	0.0
滋賀	13	スギ	150	4.5	0.3	49.1	4.6	9.9	2.0	34.5	80	100	11	8.0	1.5	54.5	5.9	37.3	17.2	0	57.9
滋賀	8	スギ	150	5.0	1.3	42.3	6.8	11.8	6.6	53.6	45	45	9	8.9	1.8	50.0	9.5	43.5	23.2	0	11.1
滋賀	9	スギ	300	6.5	0.9	60.7	6.5	26.2	8.2	57.3	95	85	10	12.9	2.9	68.5	8.2	123.2	69.9	0	13.3
滋賀	5	スギ	150	4.4	0.6	49.1	4.5	9.7	2.5	42.9	90	100	15	10.4	1.7	60.4	7.9	68.8	31.6	0	0.0
滋賀	6	スギ	300	7.6	1.1	63.0	9.3	37.3	11.6	52.3	95	95	16	11.7	1.6	68.4	10.4	95.5	33.0	0	0.0
和歌山	42	スギ	150	4.9	0.7	50.1	6.3	12.5	3.8	34.3	95	100	12	6.4	0.9	54.3	6.8	22.7	7.5	12	10.5
和歌山	15	スギ	150	5.7	0.7	40.9	5.1	13.5	4.2	43.3	90	100	11	6.8	1.2	47.9	7.3	23.7	15.4	8	31.6
和歌山	30	スギ	150	5.3	0.7	56.5	5.1	16.1	3.9	30.8	95	100	13	7.9	0.9	61.0	9.2	38.7	12.7	0	22.2
兵庫	37	スギ	150	5.3	0.9	59.9	8.3	17.6	6.9	52.3	90	100	14	7.4	1.3	62.9	8.2	36.5	15.4	0	10.5
鳥取	34	スギ	150	6.4	0.7	41.6	5.8	17.2	4.3	43.0	55	100	11	7.6	0.5	43.8	6.0	25.6	6.0	5	0.0
岡山	57	スギ	150	5.6	0.7	42.4	5.2	13.6	3.9	42.9	95	95	13	9.6	1.4	52.3	10.7	51.5	26.6	5	0.0
岡山	51	スギ	150	6.4	1.0	55.3	7.8	23.2	7.8	46.0	95	100	13	9.6	1.3	60.8	9.0	58.5	20.8	0	0.0
岡山	52	スギ	150	6.9	1.2	51.6	7.5	25.3	8.6	61.4	85	30	15	10.7	2.3	63.3	14.9	80.8	52.3	0	0.0
愛媛	4	スギ	150	6.2	1.0	56.8	6.3	22.6	8.6	35.0	95	100	17	10.1	2.3	65.1	9.0	72.1	40.3	0	5.0
宮崎	44	スギ	300以上	8.8	1.6	73.1	5.4	58.3	25.9	31.3	95	100	13	12.8	1.1	85.4	6.5	141.4	31.6	0	0.0

表 4−4　コンテナ苗の植栽前後の測定値（ヒノキ）

生産地	系統番号	初期値											最終値							
		容量	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	根系被覆率	鉢底	白根	硬度	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	変色率	枯死率
		cc	mm		cm		cm3		%	%	%	mm	mm		cm		cm3		%	%
福島	49	300	5.6	0.7	53.8	6.2	17.6	5.8	51.5	95	100	12	10.1	1.6	74.3	11.6	80.7	36.5	0	0.0
福島	38	300	4.7	0.4	45.6	2.8	10.2	1.7	55.1	90	25	10	8.1	1.1	60.2	4.6	40.6	13.5	0	5.0
福島	54	300	4.7	0.4	45.5	4.3	10.0	1.8	49.6	80	65	10	8.4	0.9	58.5	9.0	42.4	14.8	0	0.0
茨城	40	150	5.8	0.6	46.5	5.7	15.4	3.5	79.6	95	20	16	9.4	1.4	61.3	8.5	56.9	25.0	0	0.0
静岡	46	300	3.8	0.7	47.0	4.6	7.2	3.3	21.5	80	55	8	5.8	0.8	55.1	6.9	19.4	7.6	0	0.0
滋賀	12	150	4.3	0.9	52.1	7.2	10.3	5.3	64.6	95	60	10	8.3	2.1	63.3	11.7	49.4	38.3	0	0.0
滋賀	7	150	4.2	0.5	53.2	4.0	9.4	2.0	44.0	75	10	11	7.7	1.0	61.2	7.1	37.6	12.6	0	5.0
和歌山	14	150	5.1	0.9	41.1	3.5	11.0	4.5	37.4	5	20	8	6.5	1.1	49.3	5.3	21.7	8.3	0	0.0
和歌山	29	150	4.8	0.6	58.4	4.4	13.7	3.6	59.8	95	85	16	7.7	1.2	67.3	7.7	41.4	16.1	0	0.0
和歌山	43	150	5.1	0.8	56.5	4.9	15.2	5.6	33.0	95	30	10	6.6	1.2	59.7	4.1	27.2	10.8	0	0.0
兵庫	36	150	5.6	0.7	65.0	7.6	21.0	7.1	69.5	95	90	13	7.1	0.8	70.6	7.2	36.2	10.0	0	0.0
岡山	56	150	3.7	0.7	41.2	5.9	5.9	3.3	34.8	65	40	9	7.4	1.2	54.0	9.0	31.2	15.3	0	0.0
岡山	53	150	5.7	1.1	48.5	9.7	16.6	8.0	58.0	90	45	14	7.3	1.3	57.9	10.5	33.3	17.0	0	5.3
岡山	50	150	5.3	0.6	53.8	5.1	15.2	4.0	33.0	45	0	6	7.4	0.8	66.3	9.6	37.2	11.9	0	0.0
鳥取	33	150	3.7	0.6	47.4	6.9	6.7	2.7	52.5	85	100	12	6.5	1.2	57.7	6.8	25.8	12.6	0	5.0
愛媛	3	150	5.8	0.7	62.6	5.8	21.4	6.0	30.0	95	90	15	8.8	1.1	70.8	7.8	56.1	18.4	0	15.0

表 4−5　コンテナ苗の植栽前後の測定値（カラマツ）

生産地	系統番号	初期値											最終値							
		容量	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	根系被覆率	鉢底	白根	硬度	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	変色率	枯死率
		cc	mm		cm		cm3		%	%	%	mm	mm		cm		cm3		%	%
北海道	1	150	4.5	0.5	39.7	3.3	8.1	1.9	9.0	65	95	5	8.5	1.1	44.5	5.9	32.7	11.0	0	0
北海道	11	150	5.2	0.8	54.3	5.1	15.3	5.1	4.6	40	5	3	8.2	1.5	58.9	6.5	42.1	20.1	0	0.0
北海道	2	150	5.4	1.1	55.1	5.5	17.2	8.4	21.0	95	5	8	10.3	2.4	63.1	12.0	74.6	50.7	0	5.0
北海道	10	150	5.1	0.6	36.7	3.1	9.7	2.9	5.0	0	0	5	11.8	2.5	56.6	12.6	87.9	54.2	0	0.0
青森	28	150	5.3	0.7	51.3	5.9	14.6	4.4	11.9	90	0	12	10.4	2.5	63.4	5.8	74.3	37.2	0	5.0
岩手	25	150	6.5	0.8	34.1	2.0	14.8	4.0	16.1	75	20	12	12.3	2.6	57.7	17.3	100.3	76.5	0	15.8

４－２－１　　植栽後の生育状況（湾曲）

植栽直後、ほとんどの植栽木が直立していたが、一部の個体が湾曲していた（写真　４-３）。湾曲は、スギ・ヒノキ・カラマツともに発生した。樹種ごとの湾曲と形状比の関係を図　４-４に示す。

湾曲は、形状比が高いと発生しやすい傾向を示し、形状比 100 前後から発生し、形状比 120 以上のグループではスギ 21%、ヒノキ 4%、カラマツ 17%の個体が湾曲した。なお、ヒノキについては、形状比 120 以上を示す個体が他の樹種に比較しかなり多かったが、湾曲個体は逆に少なく、この傾向はヒノキの樹種特性に起因するものではないかと考えられる。これらの湾曲した個体は令和３〈2021〉年 11 月の調査終了時の掘り上げまでにはほとんどが問題ないレベルにまで戻り直立した状態になっていた。

写真　４-３　植栽後に湾曲した個体

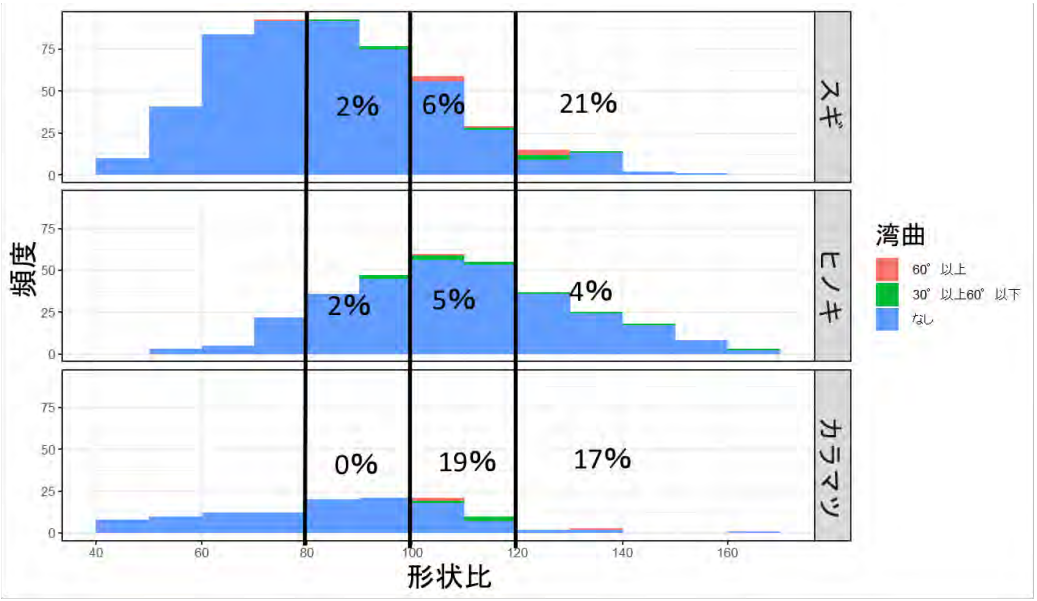


図　４-４　植栽前の形状比と植栽後の苗の湾曲の関係

図中の%数字：黒線で区分された形状比グループ内の全個体数に対する湾曲した個体数の割合

４－２－２　植栽後の活着と生存率

植栽後、令和２〈2020〉年４月に実施した活着調査では、全ての個体が生存しており活着率 100%であった。しかし、同年６月の調査時から一部個体に枯死が出始め、同年 11 月の調査終了時の掘り取り時点で植栽苗木全体の約１割が枯死した。枯死個体の発生は一部生産者に集中する結果となった（図

４－５）。特に、スギで顕著であった。

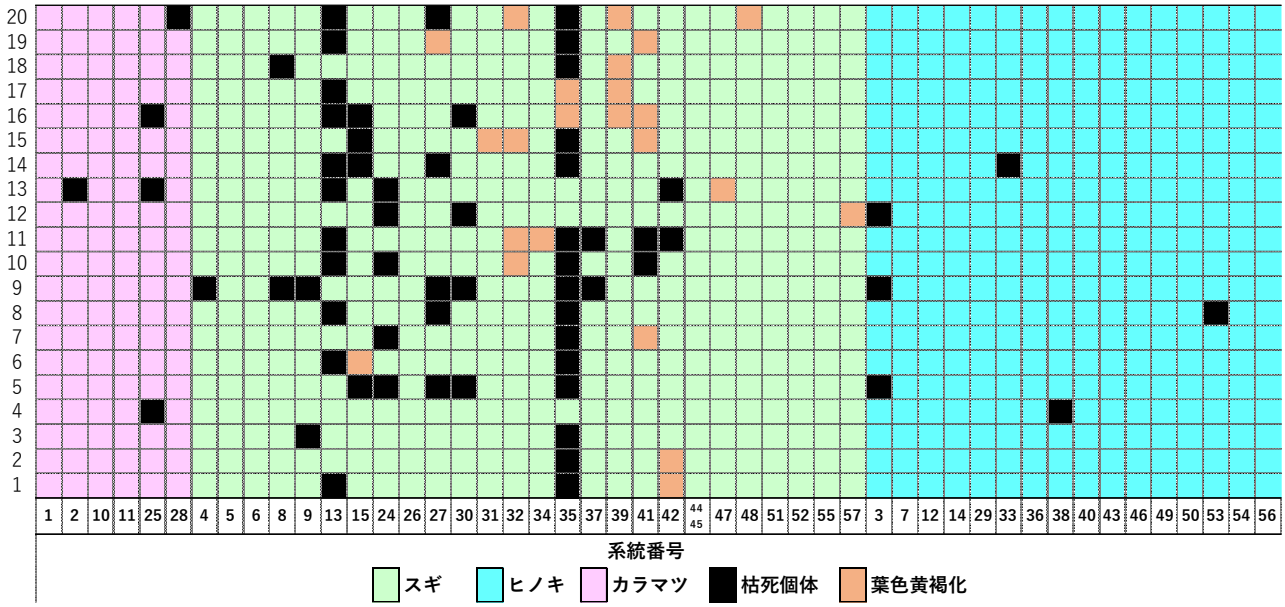


図　４－５　熊本県阿蘇市の試験植栽地で発生した枯死個体の分布
生産者（系統番号）ごとに１列 20 本の苗木を植栽

４－２－３　　生産者ごとの苗木植栽後の成長量分析

植栽前の苗木の状態（根元径、苗長等）やその栽培方法と、植栽後の苗木の成長との関係性を調べるため、以下に示す評価方法で植栽試験期間中の成長量を算出した。それらの値をもとに、植栽後に成長が良かった苗木のグループと悪かった苗木のグループに分けて、生産者の栽培方法の違いを検討した。

評価方法は、

成長量指標＝log(試験終了 11 月の生残個体の D^2H の平均値/試験開始２月の個体の D^2H の平均値)
D:根元径、H:苗長

上記の式で得られた「成長量指標」を「成長(量)」と読替えてランキング形式に並べ、成長（量）と植栽木の各指標値（各平均値：植栽直後の樹高・地際径及び植栽前の苗木の根系被覆率・根鉢硬度・脱落土量）を比較した。さらに、植栽後の枯死率、葉の黄変等の変化についても記載し、傾向を調べた。成長が良かった生産者については、令和２年度の事業で行った生産者へのヒアリングシートからどのような栽培方法をしていたかの特徴を分析した。なお、生産者名は系統番号とする。

（１）スギ実生系

各生産者から購入したコンテナ苗の成長量と各指標値の関係を図　４－６に示す。成長が良かった苗木は、根系被覆率の平均が 30%を超えた生産者の苗木であった。また、苗木の変色率が少なく、枯死も系統番号 13 を除いて低い傾向にあった。

枯死が多かった系統番号 13・15 の掘り取り時の根の様子を写真　４－４に示す。成長の良かった個体と枯死した個体を比較すると根の発達度合いが全く異なることがわかる。一方で成長が悪く、枯死も多

かった系統番号 15 は、生存した個体も根の発達度合いは系統番号 13 ほどではなかった。

今回の調査では、系統番号４、26（一部）、31、35 の苗木は生分解性ポットであった。系統番号 35 は今回の調査で最も枯死率が高く、掘り上げると根の発達がほとんど見られなかった（写真 ４－５）。系統番号 26 はサイドスリットコンテナと生分解性ポットの両方が同一生産者から提供されたものであるが、サイドスリットのコンテナで育苗された苗木は全体的にバランス良く根系が発達しているのに対し、生分解性ポットの苗木ではポットに開けられたスリット部分から根が伸張している傾向にあった（写真４－６）。

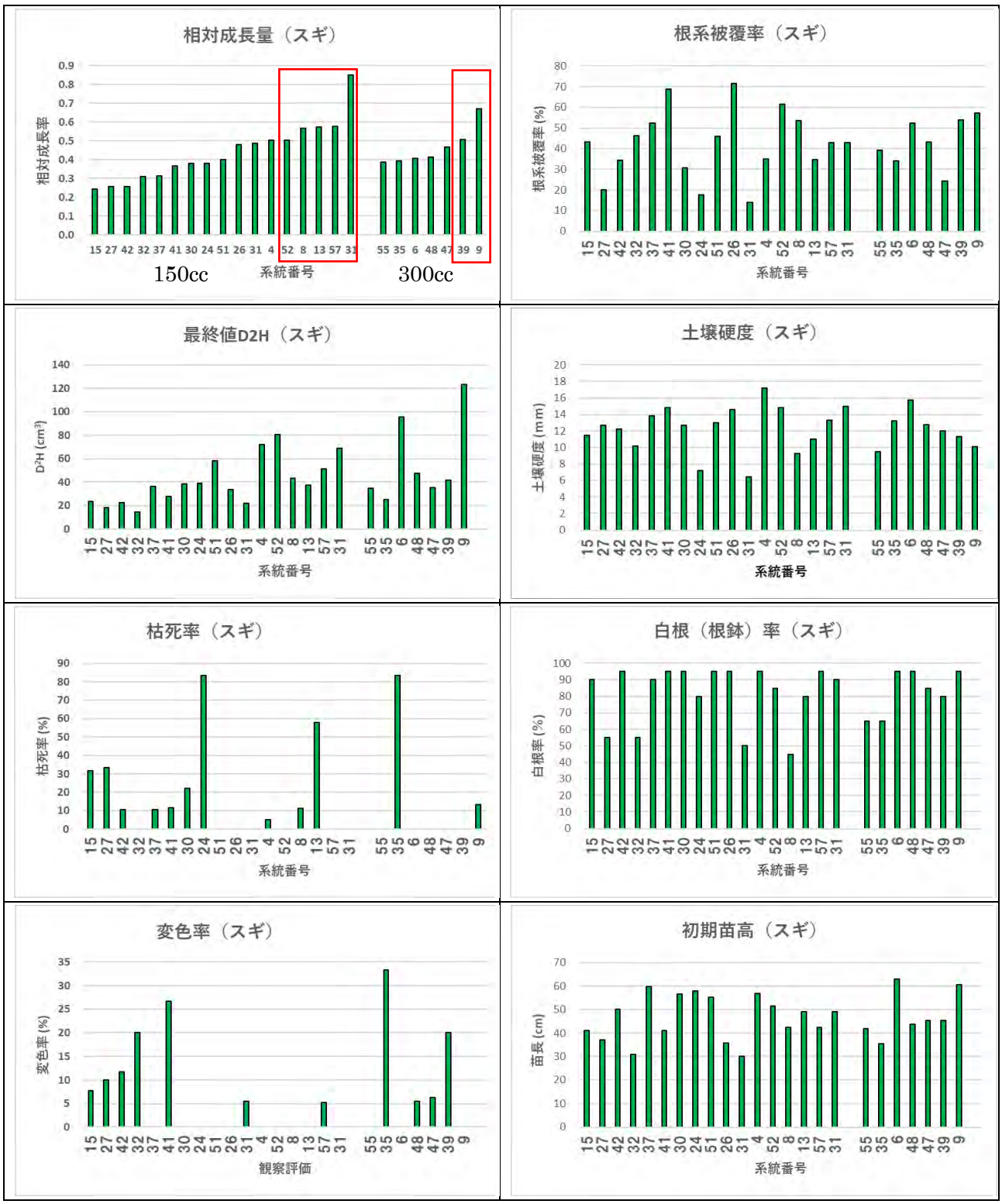


図　4－6　スギ実生系の成長量と各指標値との関係

赤枠が成長の良好と判断された生産者の苗木

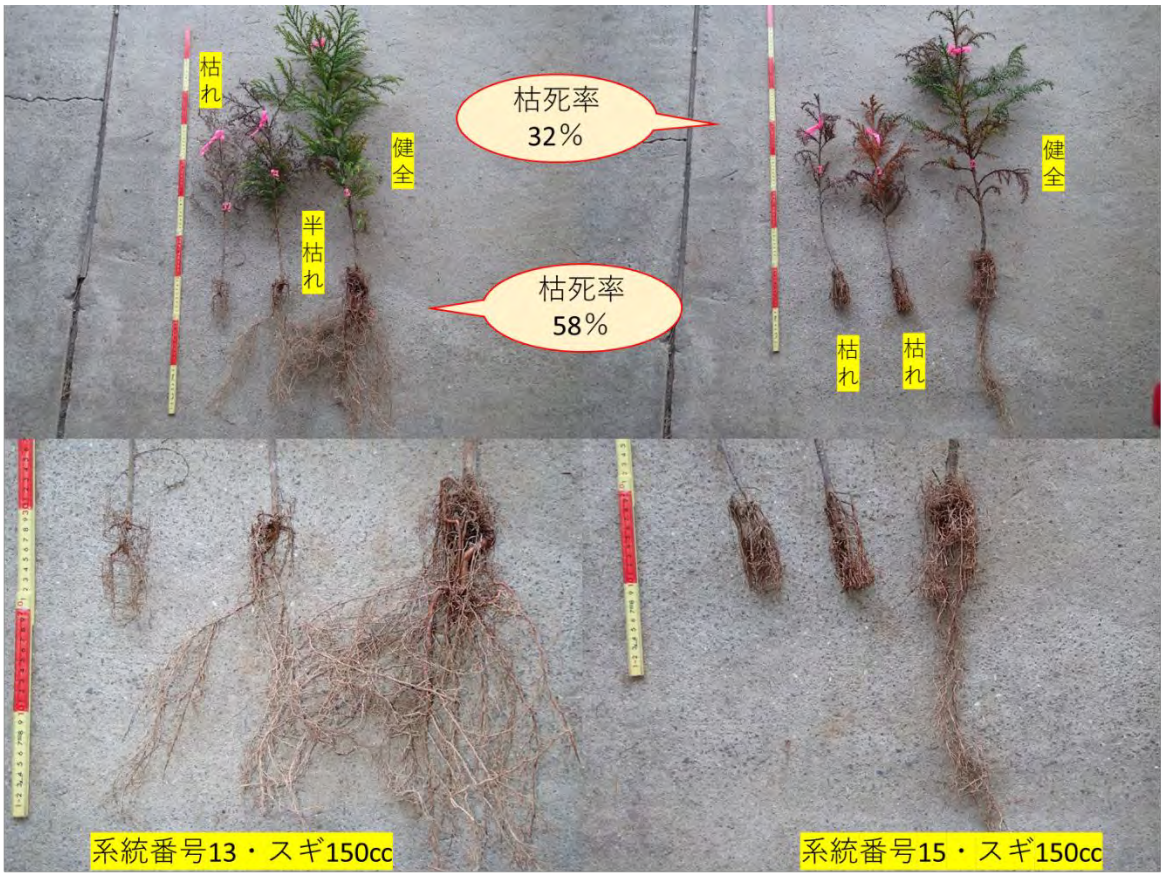


写真　4－4　系統番号 13 と 15 の根系の様子

写真　4－5　系統番号 35 の根系の様子

写真　4－6　系統番号 26 の根系の様子

植栽後の成長が良かった苗木とそうでなかった苗木の生産方法について表　4－6 に示す。いずれも、ココナツピートをベースにした培地を用いており、元肥に緩効性肥料を入れさらに適宜追肥していた。このうち、成長の良い傾向にあった苗木については、全般的に追肥しているように見受けられた。

他方、最も成長量が小さく、葉の変色個体と枯死個体が現れた系統番号 15 では、元肥に 100 日タイプの緩効性化成肥料を入れるのみで追肥はしていなかった。

表 4－6　植栽後の成長が良かった苗木（緑網掛け）とそうでなかった苗木（青網掛け）の生産方法の比較（スギ実生系）

系統	移植タイプ	培地	灌水（夏以外）	元肥	追肥	備考
8,9	毛苗（育苗箱）	トップの培地にココナツピートと砂土を混和	2日に1回	緩効性化成肥料180日	化成肥料	
39	幼苗	ココナツピート60鹿沼土40	毎日15-45分	有機肥料	有機肥料・液肥	
5,6	毛苗（育苗箱）	ココナツピート90赤玉土10	天候次第	緩効性化成肥料180日700日	液肥	
57	幼苗	ココナツピート80鹿沼土20　（トップ）	手潅水（適宜）	緩効性化成肥料100日	緩効性化成肥料	
13	毛苗（育苗箱）	住友林業培養土（組成不明）	毎日20分	緩効性化成肥料360日	化成肥料	
55	幼苗	ココナツピート60鹿沼土40	1日１回20-30分	緩効性化成肥料180日360日	化成肥料　年３回	
35	幼苗	ココナツピート60鹿沼土40	乾燥に応じて適宜手まき	緩効性化成肥料	緩効性化成肥料	
42	毛苗（育苗箱）	ココナツピート91パーライト5赤玉土1	2日に１回	緩効性化成肥料	液肥	
27	幼苗	ココナツピート80鹿沼土20		緩効性化成肥料100日	液肥5～8月　月１回	
15	幼苗	ココナツピート80鹿沼土20　（トップ）	毎日5分　朝夕2回	緩効性化成肥料100日	なし	

（２）スギさし木系

スギさし木は、系統番号 34 及び 44 のみであった。系統番号 44 は、M スターコンテナであり、キャビティ容量 300cc 以上、苗長も 70 ㎝以上である一方、系統番号 34 はキャビティ容量 150cc であり、この 2 つの系統で生産方法の比較はできなかった。なお、両者とも変色個体は少なく枯死個体はなかった。系統番号 44 は１成長期後の苗高はスギの中で最も高かった（表 4－3）。

（３）ヒノキ

ヒノキの成長量と各指標値との関係を図 4－7 に示す。一部枯死はあったものの変色個体は見られなかったため、概ねどの生産者のコンテナ苗も健全に成長したと考えられるが、生産者によって成長量に差があった。成長がよかったコンテナ苗は、全て根系被覆率が 30%以上であった。

植栽後の成長が良かった苗木とそうでなかった苗木の生産方法について、表 4－7 に示す。全体として、ココナツピートを培地のベースにして鹿沼土等を混ぜている生産者が半数程度であり、そのほかの生産者は、ココナツピート 100%で生産する者、ココナツピートにパーライト、くん炭、軽石等を配合する者がいた。成長が良い傾向にあった生産者は、ほぼ追肥を行っていた。系統番号 33 は追肥を行なっていなかったが、元肥に緩効性化成肥料 180 日タイプと 360 日タイプを組合せており、植栽までに肥料効果は切れていなかったと考えられる。

他方、成長が小さかった苗には、系統番号 14 のように元肥に 100 日タイプの緩効性化成肥料が配合されるのみで追肥されなかった場合や、系統番号 36 のように元肥無しで追肥のみの施用の場合が認められた。

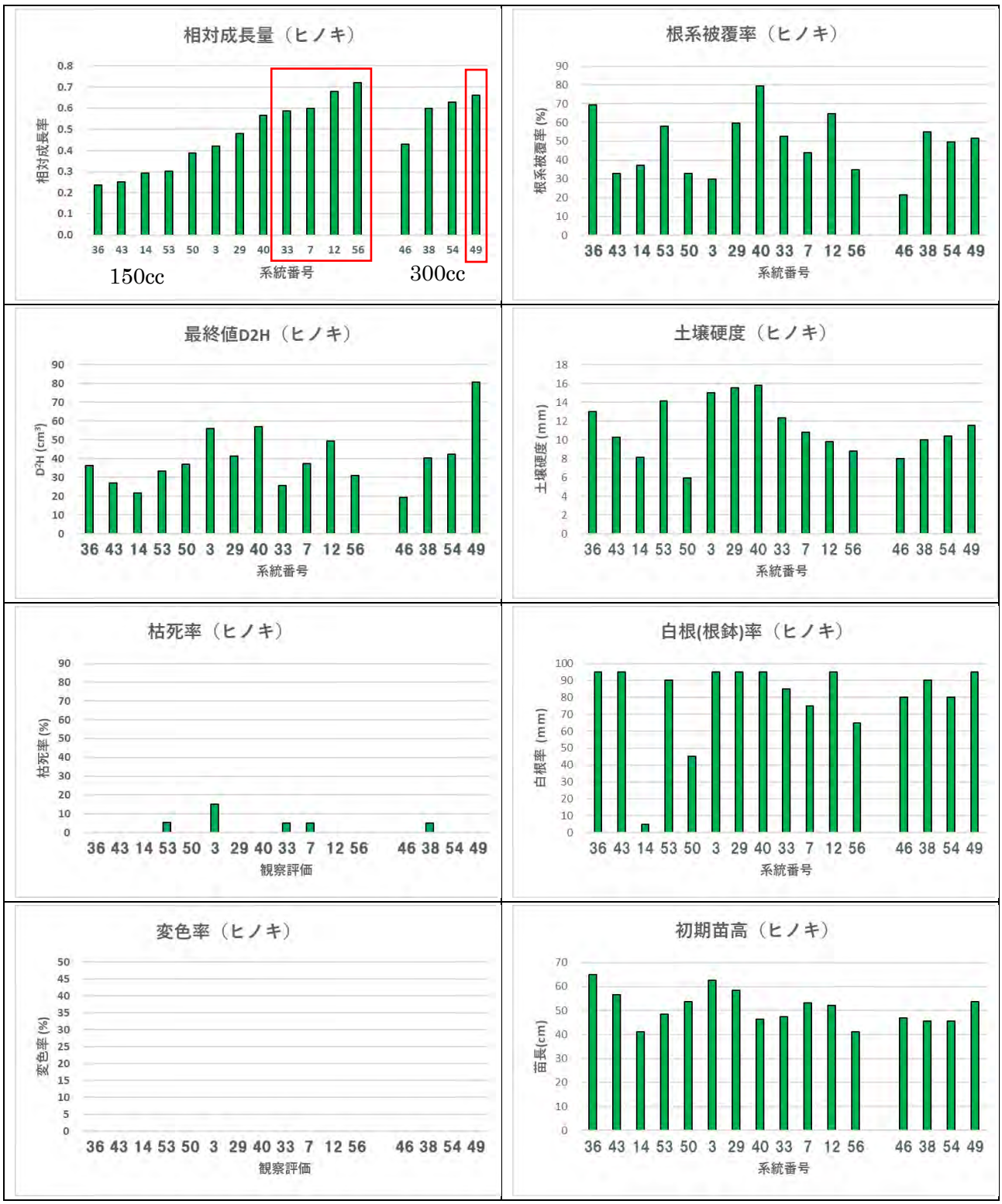


図　4－7　ヒノキの成長量と各指標値との関係

赤枠が成長の良好と判断された生産者の苗木

表 4－7　植栽後の成長が良かった苗木（緑網掛け）とそうでなかった苗木（青網掛け）の生産方法の比較（ヒノキ）

系統	移植タイプ	培地	灌水（夏以外）	元肥	追肥	備考
40	幼苗	ココナツピート85 軽石、くん炭他	毎日30分	緩効性化成肥料（日数非公開）	6-8月　化成肥料月1回	
56	幼苗	ココナツピート80 鹿沼土20　（トップ）	手潅水（適宜）	緩効性化成肥料100日	緩効性化成肥料	
12	毛苗（育苗箱）	住友林業培養土（組成不明）	毎日20分	緩効性化成肥料360日	化成肥料	
7	毛苗（育苗箱）	トップの培地にココナツピートと砂土を混和	2日に1回	緩効性化成肥料180日	化成肥料	
33	幼苗	ココナツピート100	毎日	緩効性化成肥料180日360日	なし	
46	幼苗	ココナツピート80 鹿沼土20　（トップ）	毎日　手まき	緩効性化成肥料100日、300日	化成肥料	
14	幼苗	ココナツピート80 鹿沼土20　（トップ）	毎日5分 朝夕2回	緩効性化成肥料100日	なし	
43	毛苗（育苗箱）	ココナツピート91パーライト5赤玉土1	2日に１回	緩効性化成肥料	液肥	
36	毛苗（育苗箱）	ココナツピート34ピートモス30パーライト36	毎日1時間	なし	緩効性化成肥料 液肥	

（4）カラマツ

カラマツの成長量と各指標値との関係を図 4－8 に示す。植栽後の葉色の変化は試験期間中ほぼ認められず、枯死個体も一部で認められたが、集中して枯死するようなことはなかった。

また、ほとんどの生産者の苗木は、系統番号 28 以外は根系被覆率が 20%に達していないが、カラマツの種特性を反映した根系の発達様式に関係しているのか、あるいは東北地方、北海道の寒冷な気候下での栽培時間（根鉢形成に時間を要する）に起因する問題なのかは不明である。この中には、当年生苗（系統番号１、10）も含まれ、これらは２年生苗と比較してさらに根系被覆率が低くなる傾向にあった。

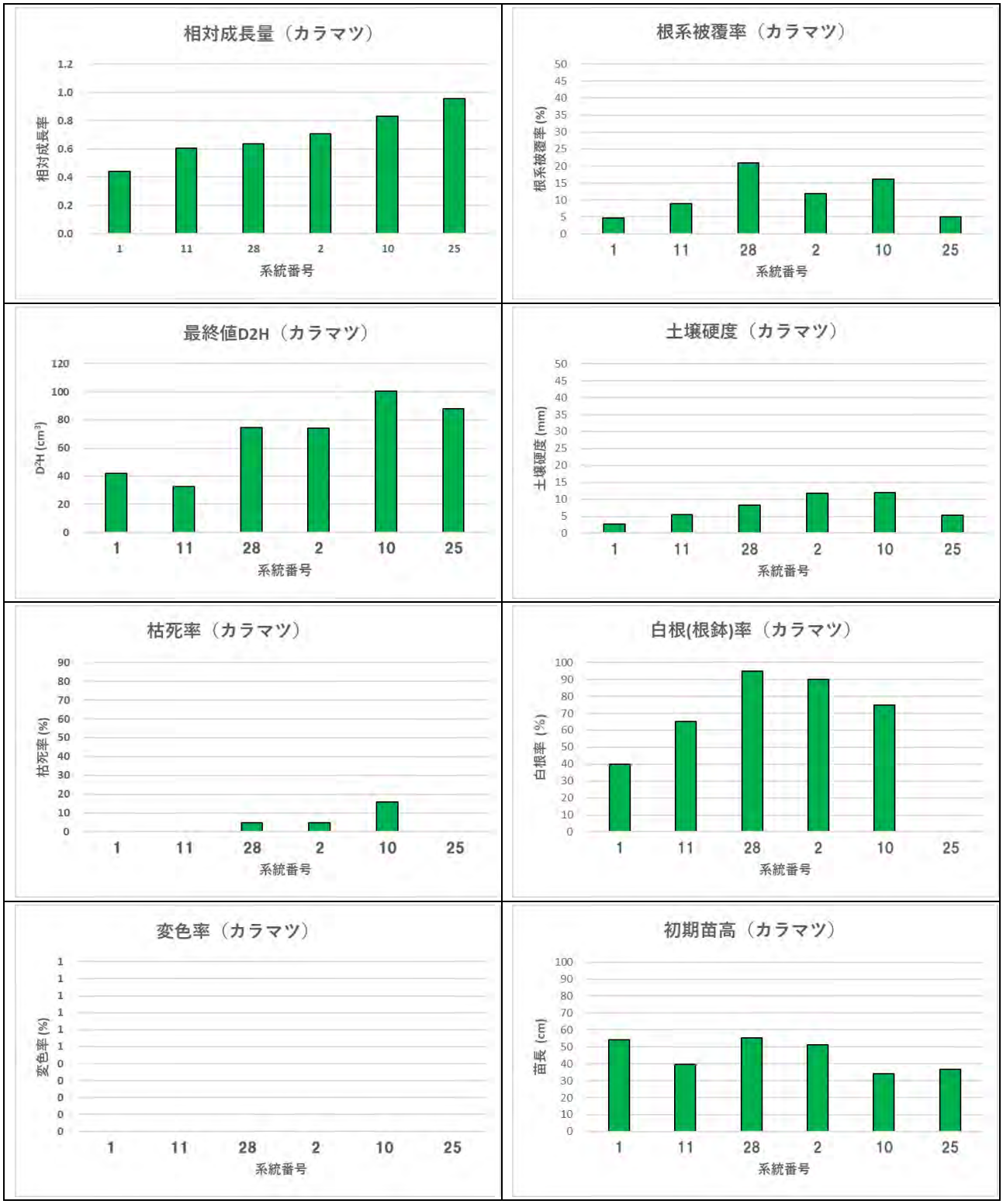


図　4－8　カラマツの成長量と各指標値との関係

苗木の生産方法について、表 4-8 に示す。今年度のカラマツについては、成長の試験・調査の対象となった生産者自体の数が少なく、成長の優劣を判断するに足るデータ数を収集できなかった。どの生産者もココナツピートを培地のベースにして鹿沼土等を混ぜている生産者が大半で、一部にココナツピートに焼成赤玉土を配合する生産者がいた。元肥は、緩効性化成肥料を用いており 100 日タイプ、180 日タイプ、360 日タイプ、700 日タイプを組合せて配合している生産者が多かった。また、出荷までに根鉢が形成されないため、生分解性ポットで栽培することでこれを補い出荷している生産者が認められた。

表 4-8 コンテナ苗の生産方法の比較（カラマツ）

No	移植タイプ	培地	灌水（夏以外）	元肥	追肥	備考
40	幼苗	ココナツピート55 鹿沼土45	毎日1時間	緩効性化成肥料 180日360日700日	化成肥料	
36	幼苗	ココナツピート70 焼成赤玉土30	2日に１回 ２時間	緩効性化成肥料 100日360日700日	なし	当年生苗
39	幼苗	ココナツピート80 鹿沼土20	毎日30分	緩効性化成肥料 100日	液肥 5～8月　月１回	
37	幼苗	ココナツピート80 鹿沼土20	２日に１回 ３時間	緩効性化成肥料 100日700日	化成肥料	当年生苗

４－３　植栽試験における地上部と地下部の成長

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）において、同一な環境における苗木の活着・成長を調べるため、生産者から購入したコンテナ苗を熊本県阿蘇市（標高 650m）の畑に令和２(2020)年１月から２月にかけて試験植栽した。植栽した苗木は、計 55 系統であった。これらの毎木調査の結果は、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）の報告書（４－３）で報告している。これらについては、植栽地から令和２〈2020〉年 11 月に掘り取り後、乾燥重量を測定した。そこで、解体調査で測定した乾燥重量と掘り取り後の乾燥重量を比較し、地上部と地下部をあわせた１成長期のコンテナ苗の成長を分析した。分析に供した生産者のコンテナ苗とその系統番号を表 ４-９に示す。

表 ４-９　本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に毎木調査（活着・成長調査）に供した苗木の生産者番号と系統番号

生産者	都道府県	系統番号					
		スギ 150cc	スギ 300cc	ヒノキ 150cc	ヒノキ 300cc	カラマツ 150cc	カラマツ 300cc
1	北海道					29	
2							32
3						30	
4	岩手県	12				11	
5		9				8	
6	宮城県	44				43	42
7		47				48	
8		45					
9						33	
10	秋田県	21				22	
11		16					
12		10					
13	石川県		7				
14	長野県			19		20	
15				23		24	
16					18	17	
17	愛知県	54		55			
18	三重県	46		49			
19	島根県	53		52			
20		50		51			
21	広島県	14		13	15		
22	徳島県	36					
23		35					
24		31					
25		41					

生産者	都道府県	系統番号					
		スギ 150cc	スギ 300cc	ヒノキ 150cc	ヒノキ 300cc	カラマツ 150cc	カラマツ 300cc
26		34					
27	高知県	28		27			
28		25		26			
29	大分県		1				
30	熊本県		40		39		
31			37		38		
32	宮崎県		2				
33			5				
34			6				
35	鹿児島県	4	3				

※ 下線部は、挿木

４－３－１　　植栽苗木の１成長期における成長量（絶乾重量）の推定

植栽後１成長期を経過した苗木の成長量（絶乾重量）を推定するには、期首と期末の絶乾重量が必要になる。期末の重量は掘り取り後計量することにより得られるが、期首の重量は苗木自体を植栽に供していることから得られず、植栽時の絶乾重量を推定する必要がある。そこで、苗木解体調査の乾燥重量のデータよりそれぞれの樹種について、根元径（D）と苗長（H）から算出される体積指標である D^2H を算出し、それらと絶乾重量との関係を回帰分析し、以下のようなコンテナ苗の絶乾重量（Dw）の推定式を得た。これを用いて植栽時の絶乾重量を求めた。

$$\log(Dw)=a \times \log(D^2H) + b$$

上記の推定式の係数である傾き a と切片 b を樹種ごとにまとめて表 4-10 に示す。

表 4-10　乾燥重量推定式の係数

	a	b	n	R^2
スギ（挿木）	0.5598	0.5674	160	0.502
スギ（実生）	0.6289	0.3837	420	0.6664
ヒノキ	0.5773	0.4051	260	0.6945
カラマツ	0.6014	0.1108	280	0.7135

n:サンプル数、R^2:相関係数

それぞれの樹種のコンテナ苗植栽試験における植栽直後の推定乾燥重量（期首乾重）と掘り取り時の乾燥重量（期末乾重）及び成長量（期末乾重　－　期首乾重）を個体ごとに算出し、その平均値と標準偏差を表 4-10～表 4-14 に示す。

表 4-11 試験植栽されたコンテナ苗（系統番号）の1成長期間における成長量（スギ：絶乾重量）

			植栽直後								掘り取り木			
地域	系統番号	容量	根元径		苗高		D^2H		推定乾燥重量		乾燥重量		成長量	
		cc	mm	SD	cm	SD	cm^3	SD	g	SD	g	SD	g	SD
広島	14	150	4.5	0.6	49.9	6.2	10.5	3.9	12.2	2.6	18.4	6.2	7.9	5.5
徳島	36	150	4.3	0.5	41.0	4.3	7.8	2.2	11.2	2.0	22.0	6.2	13.2	5.6
愛知	54	150	4.0	0.5	41.6	7.0	6.9	2.1	13.8	2.5	22.2	6.3	14.2	5.6
宮城	47	150	5.5	1.0	46.9	4.7	14.9	5.9	12.6	4.4	23.2	8.0	10.2	5.7
岩手	9	150	5.0	0.4	38.3	3.7	9.8	2.7	15.2	2.2	23.6	5.7	13.5	5.8
徳島	34	150	5.0	0.6	42.6	5.7	10.8	2.7	13.7	2.5	25.4	5.7	14.6	5.2
岩手	12	150	5.1	0.4	43.7	5.0	11.6	2.5	10.0	1.2	25.8	6.9	14.6	6.0
高知	28	150	4.7	0.4	47.5	4.9	10.7	2.2	16.7	2.2	25.9	5.3	15.2	5.0
宮城	45	150	5.6	0.4	42.9	3.5	13.6	2.6	8.3	1.8	26.2	3.8	13.7	4.2
高知	25	150	5.7	0.9	68.3	6.1	22.5	7.0	10.1	1.0	26.5	5.9	9.5	4.5
広島	21	150	5.2	0.5	38.2	1.8	10.4	2.1	10.5	1.3	29.2	6.6	18.7	6.3
秋田	16	150	5.0	0.4	39.3	3.2	9.8	1.6	16.9	3.4	29.4	7.2	19.3	7.0
徳島	41	150	4.0	0.5	43.5	6.8	7.2	2.6	12.4	1.5	29.7	8.8	21.4	7.7
宮城	44	150	6.0	0.5	59.4	4.8	21.8	4.6	10.7	1.4	30.0	6.3	13.3	5.1
島根	53	150	4.8	0.4	41.2	4.0	9.7	1.8	11.2	1.5	31.0	10.5	21.0	9.9
徳島	35	150	5.7	0.7	48.3	4.0	16.1	4.8	10.7	1.8	32.9	8.8	19.2	7.5
秋田	10	150	5.6	0.6	59.3	6.3	18.8	4.3	10.1	1.6	33.0	9.9	17.8	8.7
三重	46	150	5.0	1.1	53.4	7.6	14.6	8.0	13.0	3.3	38.7	16.5	26.0	15.7
石川	7	300	6.1	0.8	42.9	3.8	16.1	4.7	8.0	1.6	45.5	6.6	31.7	6.0
徳島	31	150	4.9	0.6	47.4	4.3	11.6	3.3	8.8	1.5	46.9	16.7	35.7	16.2
島根	50	150	5.1	0.6	49.3	7.4	13.3	4.3	10.4	2.4	48.3	16.1	36.1	14.4

表 4-12 試験植栽されたコンテナ苗（系統番号）の1成長期間における成長量（スギさし木：絶乾重量）

			植栽直後								掘り取り木			
地域	系統番号	容量	根元径		苗高		D^2H		推定乾燥重量		乾燥重量		成長量	
		cc	mm	SD	cm	SD	cm^3	SD	g	SD	g	SD	g	SD
熊本	30	300	6.6	0.9	53.5	7.5	23.7	6.3	21.6	3.1	56.1	16.5	34.5	16.4
大分	1	300	6.2	0.5	46.3	4.2	18.1	3.5	18.6	2.0	45.4	5.6	26.8	5.6
熊本	37	300	6.3	0.9	38.4	5.2	15.8	5.6	17.1	3.3	35.5	7.1	18.4	7.3
鹿児島	4	300	6.8	0.6	56.6	5.3	26.6	6.6	23.0	3.1	40.0	8.6	16.9	8.1
宮崎	2	300	6.7	1.0	42.4	3.6	19.7	6.1	19.4	3.3	35.4	9.8	16.0	9.4
宮崎	5	300	6.5	0.8	38.3	3.8	16.6	5.1	14.0	2.8	28.5	6.9	14.5	6.1
宮崎	6	300	5.2	0.6	50.6	7.2	14.3	5.3	12.7	2.9	26.2	8.8	13.5	7.0
鹿児島	3	150	6.3	0.7	46.2	4.6	18.8	4.7	18.9	2.7	30.4	6.5	11.5	5.6

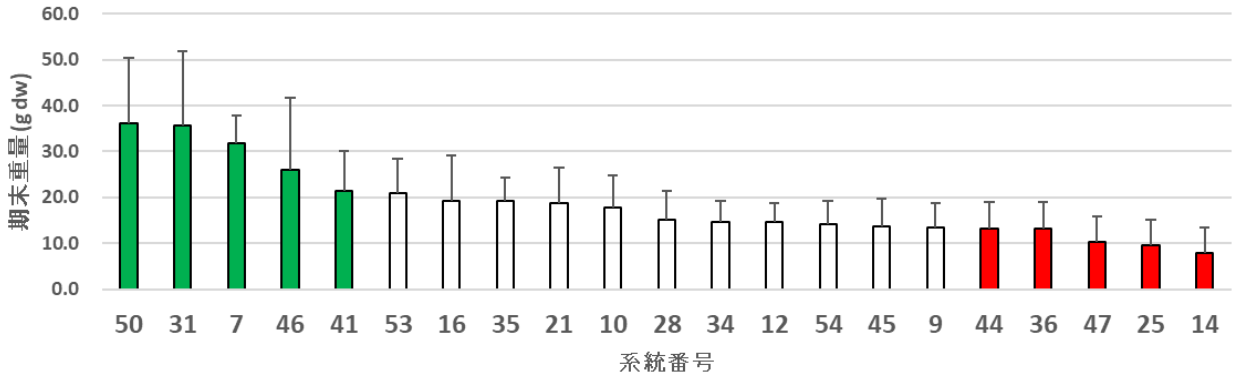
表 4-13 試験植栽されたコンテナ苗（系統番号）の 1 成長期間における成長量（ヒノキ：絶乾重量）

			植栽直後								掘り取り木			
地域	系統番号	容量	根元径		苗高		D^2H		推定乾燥重量		乾燥重量		成長量	
		cc	mm	SD	cm	SD	cm^3	SD	g	SD	g	SD	g	SD
広島	13	150	3.7	0.5	42.6	4.4	5.9	1.4	7.0	0.9	15.6	4.8	8.6	4.5
広島	15	300	4.1	0.5	42.7	4.6	7.5	2.2	8.0	1.4	22.8	6.5	14.8	6.3
愛知	55	150	3.7	0.5	40.9	6.1	5.7	2.1	6.8	1.4	25.0	5.5	18.1	4.7
長野	14	150	4.0	0.5	57.9	4.8	9.7	3.0	9.3	1.7	27.5	6.3	18.1	5.1
長野	16	300	4.1	0.6	49.7	4.9	8.5	2.9	8.6	1.8	29.7	6.8	21.1	6.0
島根	52	150	4.3	0.5	43.9	5.5	8.5	2.7	8.6	1.6	21.5	7.7	12.8	6.4
高知	27	150	5.1	0.5	55.5	5.4	14.7	3.2	11.9	1.5	25.7	5.8	13.8	4.7
島根	51	150	4.5	0.4	53.0	4.1	10.8	2.3	10.0	1.2	37.3	9.7	27.3	9.5
高知	26	150	4.9	0.7	62.8	5.7	15.1	4.6	12.1	2.1	18.5	4.5	6.5	2.9
三重	49	150	5.4	0.5	62.7	8.9	18.7	5.7	13.7	2.4	27.8	7.4	14.1	6.2
長野	23	150	5.1	0.5	64.7	6.7	16.9	4.4	12.9	1.9	22.0	5.5	9.1	4.5
熊本	39	300	5.4	0.5	50.8	7.8	15.2	4.4	12.1	2.1	31.3	4.6	19.2	4.2
熊本	38	300	5.8	0.6	49.8	5.1	16.7	4.4	12.8	1.9	49.6	7.4	36.8	6.5

表 4-14 試験植栽されたコンテナ苗（系統番号）の 1 成長期間における成長量（カラマツ：絶乾重量）

			植栽直後								掘り取り木			
地域	系統番号	容量	根元径		苗高		D^2H		推定乾燥重量		乾燥重量		成長量	
		cc	mm	SD	cm	SD	cm^3	SD	g	SD	g	SD	g	SD
北海道	29	150	6.3	0.9	56.1	14.3	23.5	10.3	8.4	2.4	15.1	7.1	6.7	6.0
宮城	33	150	6.1	1.4	39.9	4.8	15.4	7.1	6.5	1.8	17.3	7.0	10.8	6.3
長野	24	150	5.3	0.7	47.3	4.9	13.7	4.7	6.1	1.2	17.5	7.1	11.4	7.3
宮城	48	150	6.7	1.2	50.9	6.1	23.8	10.6	8.5	2.2	19.0	6.1	10.5	5.9
岩手	8	150	6.4	0.7	51.6	4.9	21.2	4.7	8.1	1.1	20.0	10.9	12.0	11.2
宮城	43	150	6.4	1.0	55.1	4.5	22.8	7.7	8.4	1.6	21.6	6.6	13.3	6.2
長野	20	150	5.1	0.8	39.1	3.5	10.5	3.6	5.3	1.0	22.0	9.0	16.7	9.3
北海道	30	150	5.4	0.8	27.7	1.8	8.3	2.7	4.6	0.9	22.8	9.7	18.3	9.6
岩手	11	150	6.5	0.6	53.2	7.4	22.7	5.3	8.4	1.2	23.1	10.6	14.7	10.9
北海道	32	150	4.8	0.6	32.0	3.0	7.5	2.3	4.3	0.8	26.0	12.2	21.7	11.7
長野	17	150	5.3	0.5	42.6	3.8	12.2	3.0	5.8	0.9	29.4	17.9	23.6	18.1
宮城	42	300	8.2	1.6	48.2	4.0	34.1	14.8	10.6	2.8	32.2	18.6	21.6	19.5
秋田	22	150	6.8	0.6	58.6	1.9	27.2	5.4	9.4	1.1	38.4	15.3	29.1	15.6

スギの期間成長量（期末の絶乾重量－期末の絶乾重量）のランキングを図 4-9（上図）、及び期首の絶乾重量のランキングを図 4-9（左図）と期末の絶乾重量のランキングを図 4-9（右図）に示す。ヒノキ及びカラマツについても同様に図 4-10～図 4-11 に示す。いずれの樹種も植栽時（期首）において絶乾重量が大きい個体が掘り上げ時（期末）の絶乾重量も大きい傾向にあるが、期末の絶乾重量の順位が大きく下がる生産者と上がる生産者があった。令和２〈2021〉年度報告書（４-３-４）で分析した結果と照らし合わせると、肥料切れを起こさないように栽培管理された苗木の成長量が大きい傾向があった。



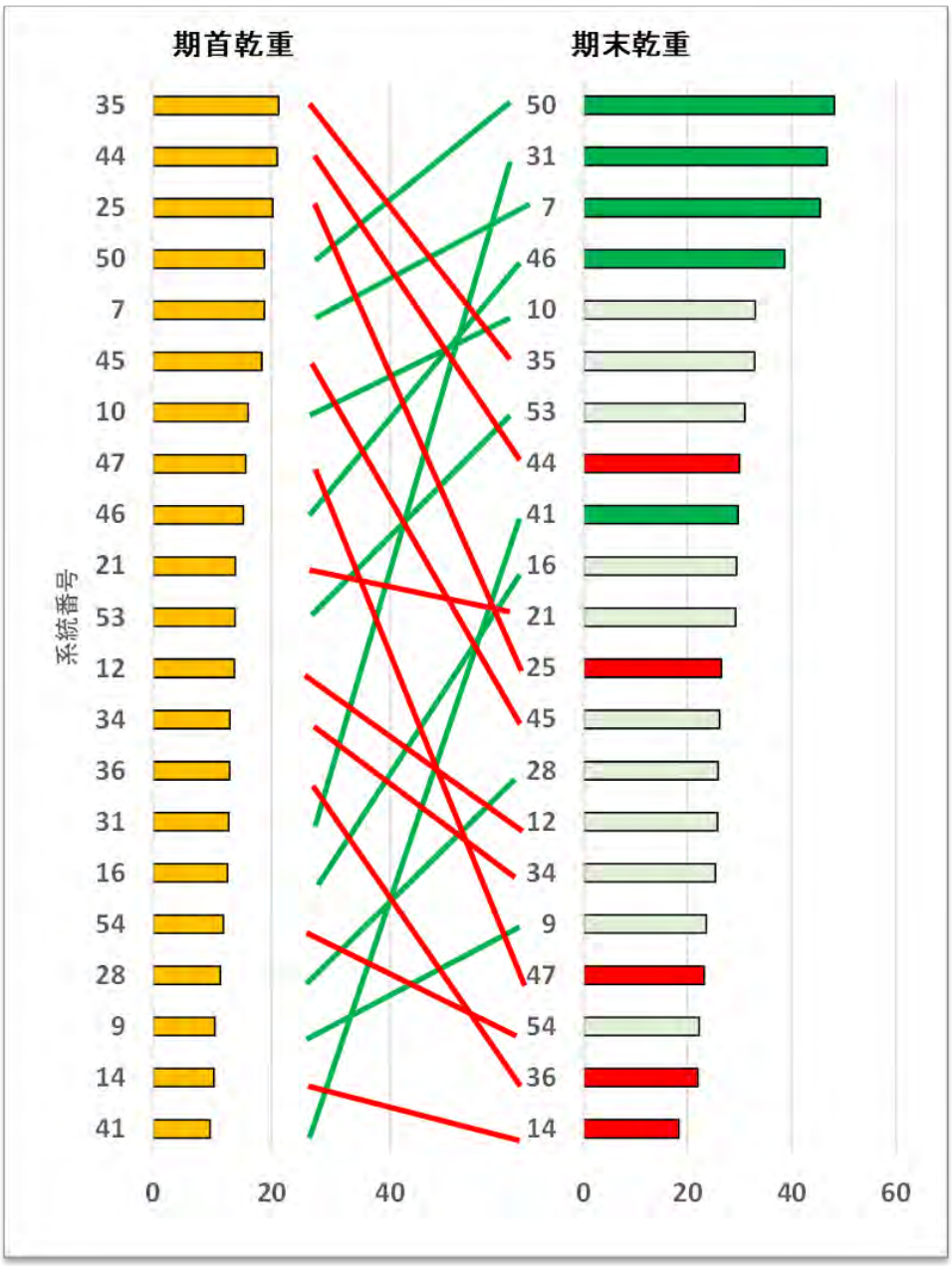


図 4－9　スギの期間成長量（絶乾重量）ランキング（上）と期首と期末の絶乾重量ランキングの変動状況（下）

棒グラフの色は、期間成長量の上位を緑、下位を赤とした。期首と期末の乾燥重量のランキングの変動の線は、順位を上げたものは緑、下げたものは赤とし、棒グラフの色は上図の色と一致する。

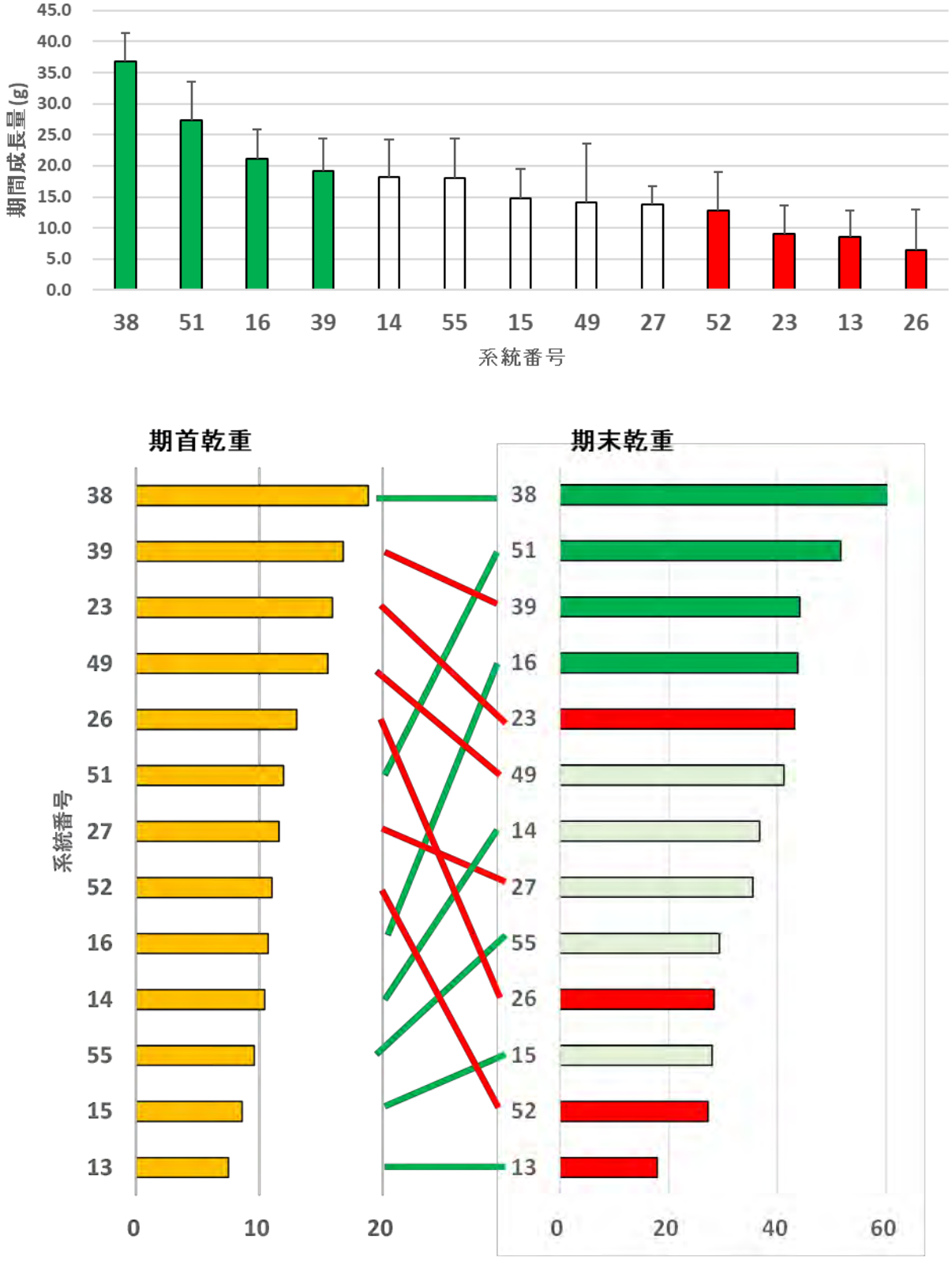
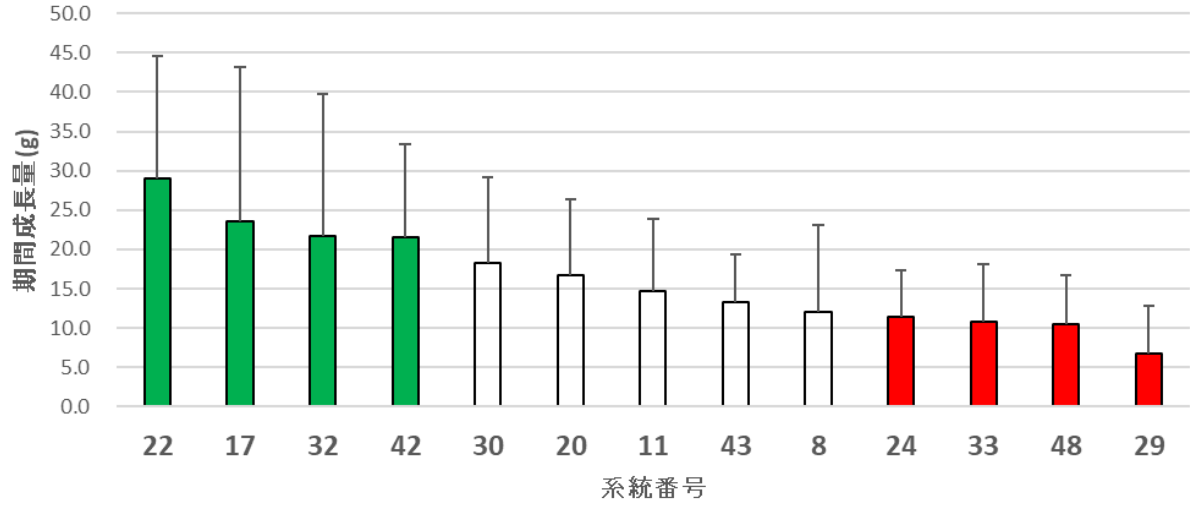


図　4-10　ヒノキの期間成長量（絶乾重量）ランキング（上）と期首と期末の絶乾重量ランキングの変動状況（下）

棒グラフの色は、期間成長量の上位を緑、下位を赤とした。期首と期末の絶乾重量ランキングの変動の線は、順位を上げたものは緑、下げたものは赤とし、棒グラフの色は上図の色と一致する。



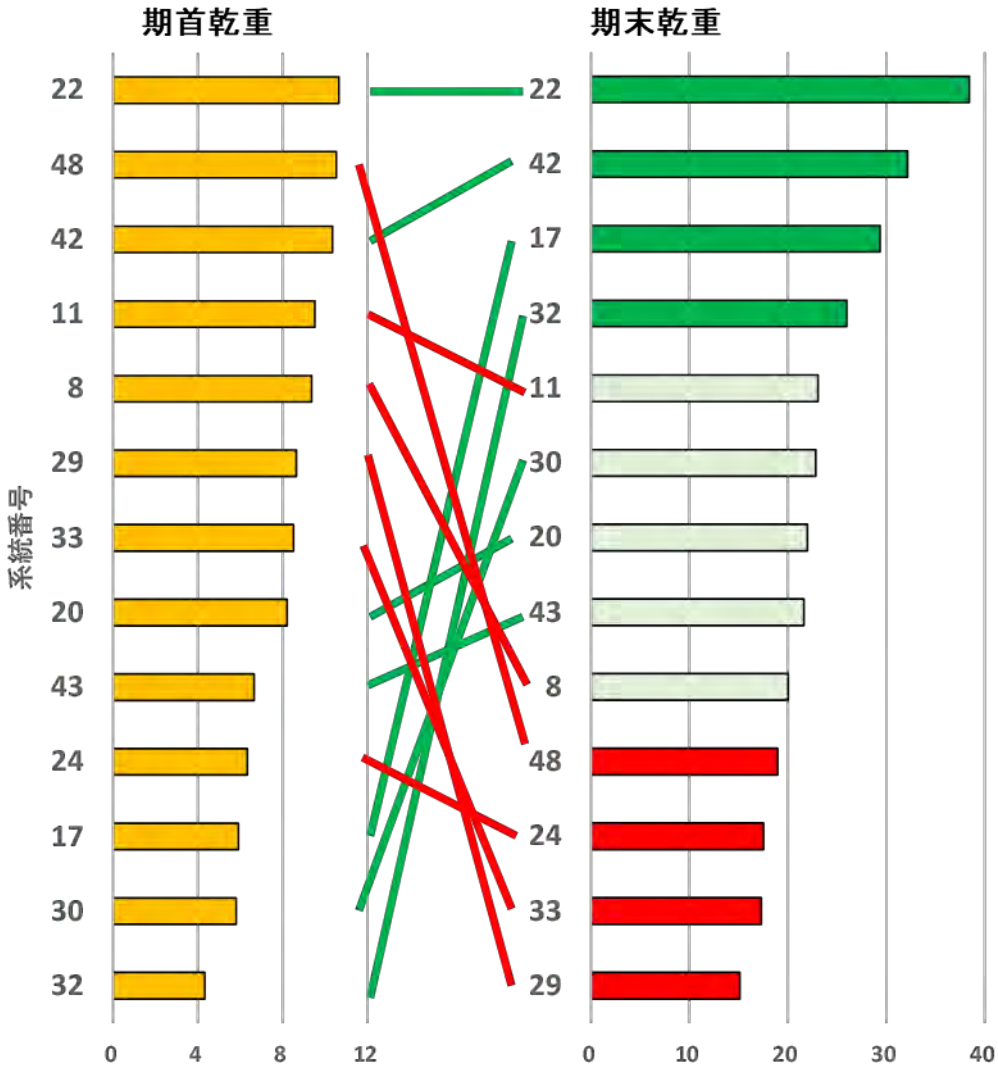


図　4-11　カラマツの期間成長量（絶乾重量）ランキング（上）と期首と期末の絶乾重量のランキングの変動状況（下）

棒グラフの色は、期間成長量の上位を緑、下位を赤とした。期首と期末の乾燥重量のランキングの変動の線は、順位を上げたものは緑、下げたものは赤とし、棒グラフの色は上図の色と一致する。

４－３－２　　T/R 比による分析

植栽時の T/R 比（地上部の絶乾重量を根の絶乾重量で除した値：値が高いほど地上部が地下部よりも大きい）と期間成長量（絶乾重量）の平均値の関係を図 ４-12 に示す。スギは、植栽時の T/R 比が 2.0～4.6 程度あり最も分布の範囲が広かった。ヒノキは、1.8～3.2 で中間程度。カラマツは、0.9～1.8 で最も低い範囲となった。スギ（さし木）、ヒノキ、カラマツでは、T/R 比と期間成長量との関係は特に見出すことはできないが、スギ（実生）において、T/R 比が３以上の高い個体で期間成長量が低い傾向があった。特に図中、青矢印で示した生産者はコンテナの地置きをしている生産者である。コンテナの地置きをして、出荷の２ヶ月程度前に育苗ベンチに上げて空気根切りをして出荷する方法は、T/R 比が高くなり植栽後の初期成長に悪影響を及ぼす可能性があると考えられた。

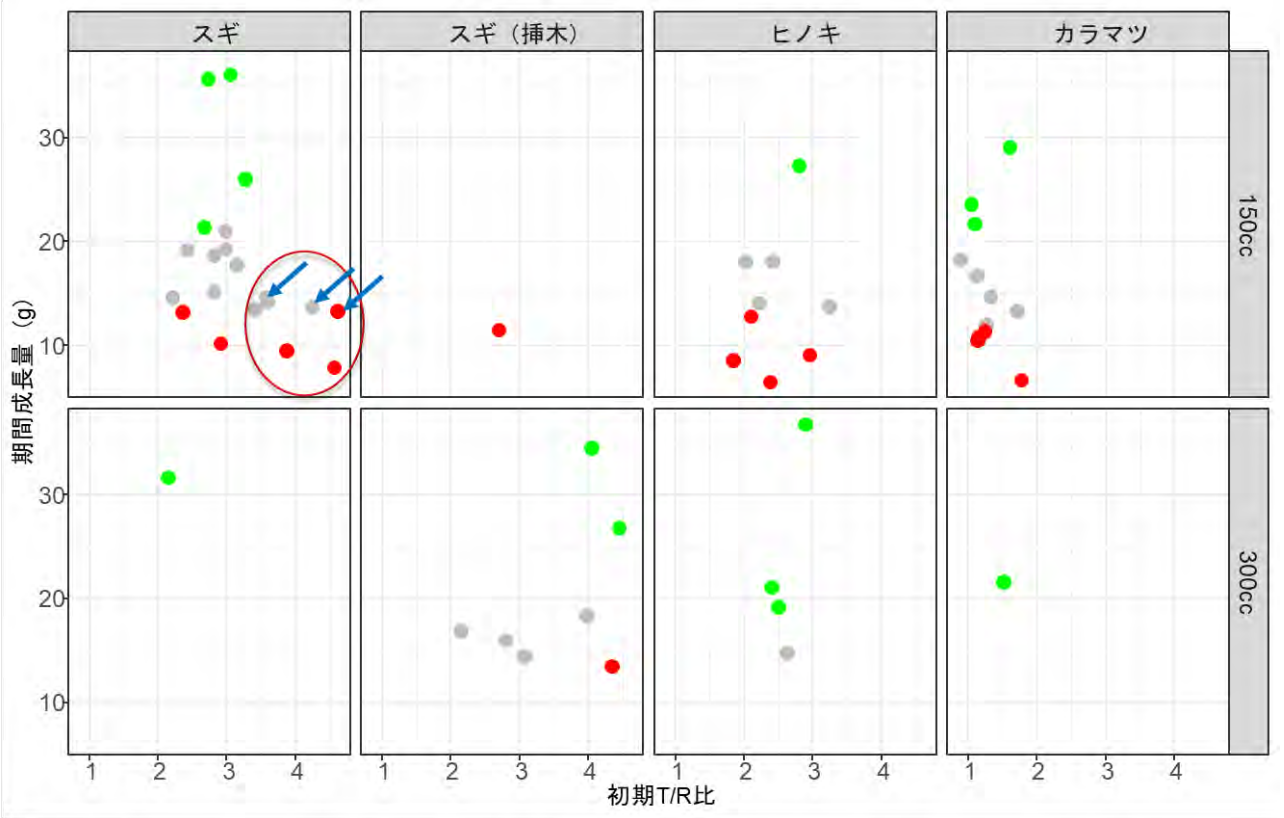


図　４-12　植栽初期の T/R 比と期間成長量（絶乾重量）との関係

赤丸内が初期の T/R 比が高く、期間成長量が悪かったグループ。緑の点と赤の点は、図４－12～図４－14 の棒グラフの色と一致する。青い矢印はスギコンテナ苗を栽培する上でコンテナの地置きの方法を採用している生産者の苗木。

４－４　生産方法と苗木の品質のまとめ

今回、全国のコンテナ苗を熊本県阿蘇市（標高 650m）に集めて植栽した一連の調査結果から、概ね以下の傾向が得られた。

植栽後に生存率が高く、成長が良い苗木の外部の特徴は、根鉢がしっかりしている苗木であることが第一条件であると考えられる。スギ・ヒノキについては、根系被覆率が 30%以上を満たしている苗木で良い成長がみられた。なお、カラマツについては、根系被覆率が全体的に低い傾向にあり、サンプル数もスギと比較すると少ないため、根系被覆率と植栽後の成長の関係についての検証はできなかった。

また、植栽試験の２年分のデータを用いて根系被覆率と植栽後１成長期の生存率の関係をロジスティック回帰分析で解析した結果、スギ（実生)、スギ（さし木)、ヒノキで根系被覆率が高いことで翌年の生存確率が上昇する傾向にあり、根鉢がしっかりしていることが、生存率にも影響することが明らかになった（図 4-13)。

さらに、今年度の調査では確認されなかったが、本事業２年目（令和２〈2020〉年度）の試験植栽の調査で枯死が集中して認められた生産者の苗木を掘り起こして根を観察したところ、主根が移植時に屈曲し上方を向いている苗木が多々あった（写真 4-7)。これは、コンテナへ幼苗を移植する時に主根を真っ直ぐ培地へ挿入しないことで発生した主根屈曲と考えられる。このような状況でも外見的には根鉢が形成され出荷が可能とみなされるが、主根が上方を向いているため、植栽後、根が鉛直方向へ垂下できず地表面近くのみの根張りとなり、そのため、地表からの乾燥の影響を受けやすく、無降雨が続くとすぐ枯れてしまうか、成長がほとんどできない状況になると考えられる。幼苗の移植時には、このことについて留意する必要がある。

形状比については、従来高い方が樹高成長にマイナスと考えられていたが、これは肥大成長を優先させるためであり、肥大成長後に健全に成長することが判っている。しかし、形状比が高すぎる（120 以上）と、植栽直後に湾曲する可能性があることが分かった（図 4-4)。この湾曲は、１成長期でほとんどが回復し直立するが、一方で、湾曲している間に雑草木に被圧されたり、下刈り時に誤伐されるリスクがある。

元肥や追肥については、植栽後に成長が良かった苗木は肥料効果が植栽後も持続し、見た目にも葉量が多く葉色が良い傾向にあった。本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）に実施したコンテナ苗の試験植栽において、成長が良かったコンテナ苗（スギで系統番号７と 50、ヒノキで系統番号 38 と 51）と悪かったコンテナ苗（スギで系統番号 14 と 25、ヒノキで 13 と 26）の葉サンプル（解体試験にて得られた葉の乾燥サンプル）を掘り起こし、葉分析を行った結果、スギとヒノキについて基本的に成長が良かった苗木の窒素含有率は、悪かった苗木の含有率に比較して高い値を示す傾向にあった（図 4-14、図 4-15)。今回の結果から、コンテナ苗の栽培における施肥管理は、山行きコンテナ苗の植栽後の初期成長に影響を及ぼす可能性があることを示唆しており、今後の研究等による検証が待たれるところである。

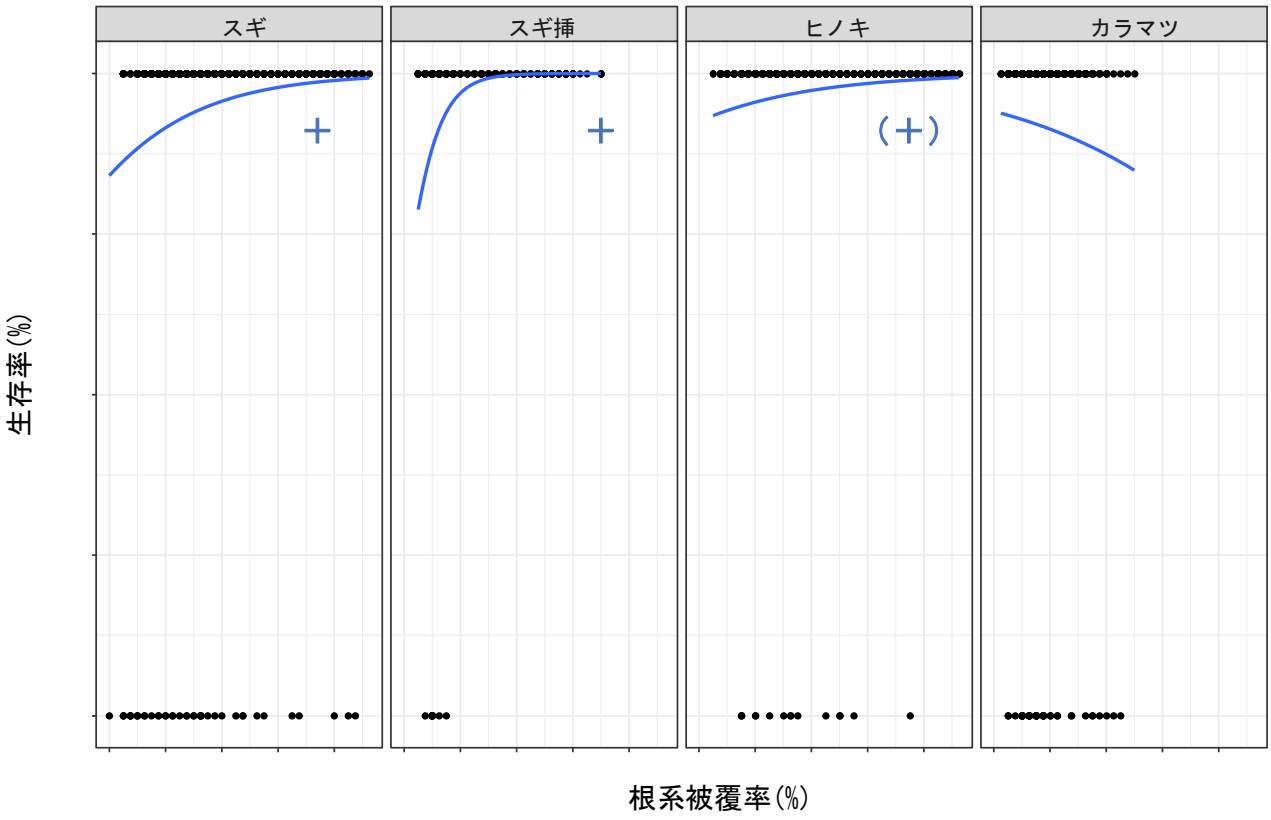


図　4-13　根系被覆率と植栽１年後の生存率の関係

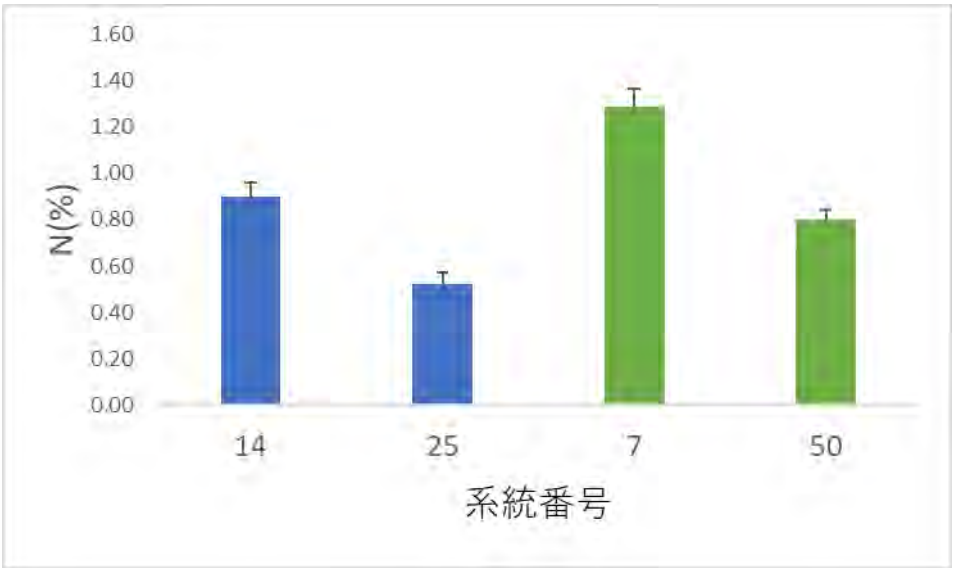


図　4-14　スギコンテナ苗の葉に含まれる窒素含有率

主軸から枝分かれの一次枝を葉とみなし、個体あたりの全ての一次枝を粉砕して分析に供した。

緑の棒グラフ：植栽後の成長が良かった苗木、青の棒グラフ：成長が悪かった苗木

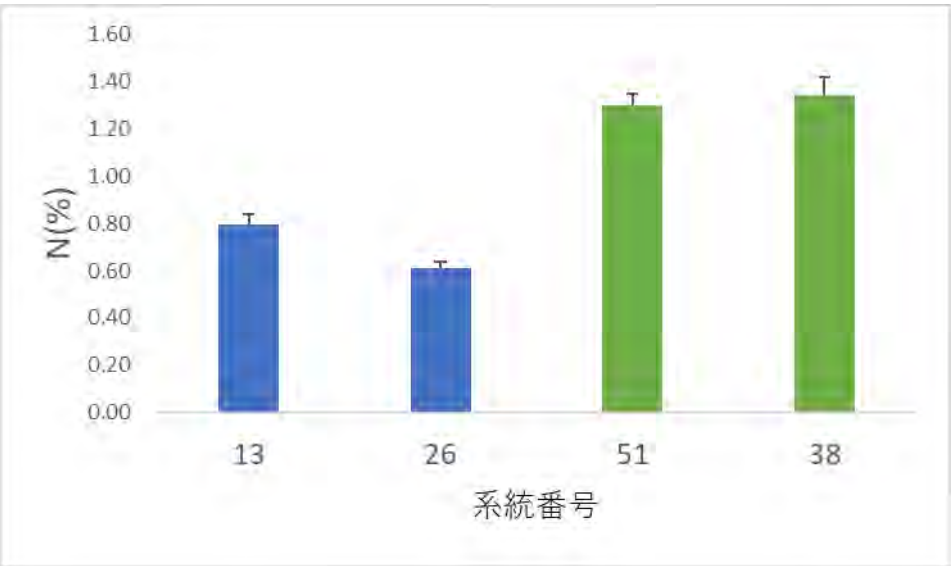


図　4-15　ヒノキコンテナ苗の葉に含まれる窒素含有率

主軸から枝分かれの一次枝を葉とみなし、個体あたりの全ての一次枝を粉砕して分析に供した。

緑の棒グラフ：植栽後の成長が良かった苗木、青の棒グラフ：成長が悪かった苗木

写真　4－7　平成 31〈2019〉年度調査対象生産者（系統番号 33）の植栽後一成長期後の根系状況　令和２(2020)年 11 月撮影）

左写真　折尺の左：生存個体、同右：枯死個体

右写真　枯死個体の根のクローズアップ。根が曲げられて移植された結果、根鉢内で根が正常に発達できず、植栽後も根が深く伸張できず枯死に至ったもの。

第５章 コンテナ苗の規格策定に向けた情報整理

５－１ 背景と目的

コンテナ苗の規格は、裸苗の標準規格を基に平成 26〈2014〉年に林野庁が標準規格を策定し、それを参考に各都道府県が地元の山林種苗組合（以下、苗組とする）と森林組合が協議し、都道府県別に規格を定めている。コンテナ苗の普及が進んでいる現在、より実情にあった規格への見直しが必要となっている。そこで、過去の研究成果や本事業で収集したコンテナ苗の品質評価の結果をもとに、植栽後健全に成長する苗木という視点に立って情報を整理し、新しいコンテナ苗の規格（案）を検討し、その結果を山林用主要苗木標準規格（コンテナ苗）の解説（案）（以下、ガイドラインとする）としてまとめた。

５－２ コンテナ苗の規格の現状

５－２－１　　林野庁の定める標準規格

表 5-1に林野庁が定めるコンテナ苗の標準規格を示す。スギ（実生及び挿木）、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツの苗長に応じて１～６号に区分している。

表 5-1　林野庁が定めるコンテナ苗の標準規格（平成 26〈2014〉年５月１日付け）

（単位：苗長cm、根元径mm）

樹種	苗齢	１号		２号		３号		４号		５号		６号	
		苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径
スギ（実生）	１年生 ２年生	50上	6.0上	45上	5.0上	40上	4.5上	35上	4.0上	30上	3.5上	30未満	3.5未満
スギ（挿木）	同上	55上	6.5上	50上	6.0上	45上	5.5上	40上	5.0上	35上	4.0上	35未満	4.0未満
ヒノキ	同上	50上	6.0上	45上	5.0上	40上	4.5上	35上	4.0上	30上	3.5上	30未満	3.5未満
アカマツ	同上	40上	9.0上	35上	7.5上	30上	6.5上	25上	5.5上	20上	4.5上	20未満	4.5未満
クロマツ	同上	40上	9.0上	35上	7.5上	30上	6.5上	25上	5.5上	20上	4.5上	20未満	4.5未満
カラマツ	同上	50上	6.0上	45上	5.5上	40上	5.0上	35上	4.5上	30上	4.0上	30未満	4.0未満

根の状態：根が培地に張り巡らされ、根鉢が容易に崩れない状態（成形性）が保たれており、根が垂直方向に発達し根巻きしていないもの

育成に使用すべきコンテナ：

容器の内面にリブ（縦筋状の突起）を設け、容器の底面を開けるなどによって根巻きを防止できる容器（具体的には、林野庁が開発したマルチキャビティコンテナや宮崎県林業技術センターが開発したMスターコンテナ又はこれらと同等と都道府県知事又は森林管理局長が認めたもの）

５－２－２　　都道府県の山林種苗組合が取りまとめるコンテナ苗の規格

全国山林種苗組合連合会が取りまとめた都道府県別の規格表（平成 30 年度版）からス

ギ、ヒノキ、カラマツのコンテナ苗の規格をまとめた。スギで 27 規格中 16 規格、ヒノキで 23 規格中 14 規格、カラマツで６規格中４規格が苗長と根元径をセットにして規格を定めていた。なお、具体的な苗長の基準を示さず、苗齢（１年生か２年生）のみの規格としている規格もあった。各規格の下限値について、苗長については表 ５-２、根元径については表 ５-３に示す。

また、異なる大きさによる複数の規格（大苗等）を設定は９規格で確認された。一方で、コンテナのキャビティ容量（150cc、300cc）別に定めている規格は確認できなかった。

表 ５-２　都道府県が定める苗長の規格の下限値

苗長(cm)	18	25	30	35	40	なし
カラマツ		2	4			
スギ	1	3	12	19	2	1
ヒノキ		2	5	15		1

表 ５-３　都道府県が定める根元径の規格の下限値

根元径(mm)	2.5	3	3.5	4	5	5.5	6	なし
カラマツ			1	1	1		1	2
スギ	1	1	8	10	4	1	1	10
ヒノキ		1	9	5	2			6

５－３　コンテナ苗の規格策定にあたっての方針と検討事項

規格の策定にあたって、検討すべき項目を以下に示す。コンテナ苗の生産技術や市場に流通しているコンテナ苗の実情を考慮して以下の方針で検討する。

1.　苗齢

育苗期間を短縮する技術開発により、１年生未満の苗木も生産可能になってきていることから、苗齢は特に必要な条件ではないと考えられるため、定めない方針。

2.　規格の数

現在の大きさに応じた１～６号の規格は細かく、実用的ではないため、大・中・小の大きさに特大を加えた４つ程度とする方針。

3.　苗木のサイズ（苗長や根元径）

植栽後の苗木の健全な成長が見込め、かつ栽培技術として出荷可能なサイズを検討する。苗長は、キャビティ容量 150cc・300cc で基本的に栽培できるサイズとし、植栽や下刈り等

の造林作業への貢献も視野に入れたサイズであること。根元径は、根元径が太いほど根量が多くなることから、根量の指標として位置づけを検討。

4.　形状比

これまでの研究成果によれば、形状比が高く 100 を超えるような苗木では植栽初年は根元を太くする肥大成長を優先させ、翌年以降形状比が次第に減少すると樹高成長も肥大成長に合わせて促進させることが明らかになっている。植栽初年の成長について、樹高を期待するか（形状比が小さい樹高の低い苗を植えるか)、あるいは直径を期待するのか（形状比が大きい樹高の高い苗を植えるか）は山林所有者に因るところである。このため、形状比に関わる規格については、植栽後に自立できるか湾曲・傾斜するかの視点から規格を検討する。

5.　根鉢の状態

コンテナ苗は、根鉢が形成されることによりコンテナ苗の特性（活着がよく、耐乾燥性を有し時期的に幅広に植栽可能）を活かした植栽が可能となるため、植栽に適した根鉢の状態について検討する。苗の運搬や植栽の時に根鉢が崩れないことが求められ、根系が根鉢の表面を満遍なく被覆し成形性が保たれることが重要である。

6.　コンテナの容量

コンテナの容量については、これまで普及しているマルチキャビティコンテナ（JFA150・JFA300）等を前提に、コンテナ苗の特性を考え規格を検討する。

５－４　対象樹種

山林用主要樹種であり、コンテナ苗として主に流通しているスギ（実生・挿木)、ヒノキ、カラマツについてコンテナ苗の品質等の調査対象とした。なお、スギでは根鉢の状態（根系被覆率）を確認した結果、実生と挿木で同等の標準規格で出荷可能と判断できることから１本化して考える。

なお、現行の標準規格には、本事業の調査対象外であったアカマツとクロマツが含まれているため、これらの樹種について、次年度以降データを収集し、新たな規格を検討する。

５－５　苗齢

苗齢については、新たな品種や育苗技術の開発により、苗齢に関わらず規格を満たすコンテナ苗の生産が可能になってきていることから削除することとした。

但し、施肥等により苗長が１年未満で規格に達した苗木のなかには、苗長に対し根系の発達が未熟であるものも散見されることから、苗長と併せ、特に根元径や根鉢の状況等の規格を満たすことが重要である点について留意させるよう脚注等に記載する。

５－６　根鉢の評価

根鉢は、植栽後の活着と成長に深く関わっており、一般的に根量が多い方が植栽後の活着及び成長に有利と考えられる。実際、４章で示したように根鉢のしっかりした苗木が翌年度の生存率が高い傾向にあった。また、運搬時に、根鉢が崩れない程度の適度な硬さが必要と考えられる。このため、規格策定の検討事項として、根鉢の崩れにくさについて検討した。

４章の苗木品質調査において、脱落土量を計測したうち、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）の結果を用いて脱落土量についてのヒストグラムを図　５－１に示す。根鉢が保有する培地量から考えて、キャビティ容量が 150cc と 300cc のコンテナ苗の脱落土量を同一に扱うことはできないが、どちらも 10ｇ以内に集中したため、脱落土量 10ｇ以内を暫定的に「よい根鉢」と仮定した。その上で、脱落土量が「10ｇ以下」と「10ｇ以上」に分けて、根元径及び根系被覆率の関係を調べた。

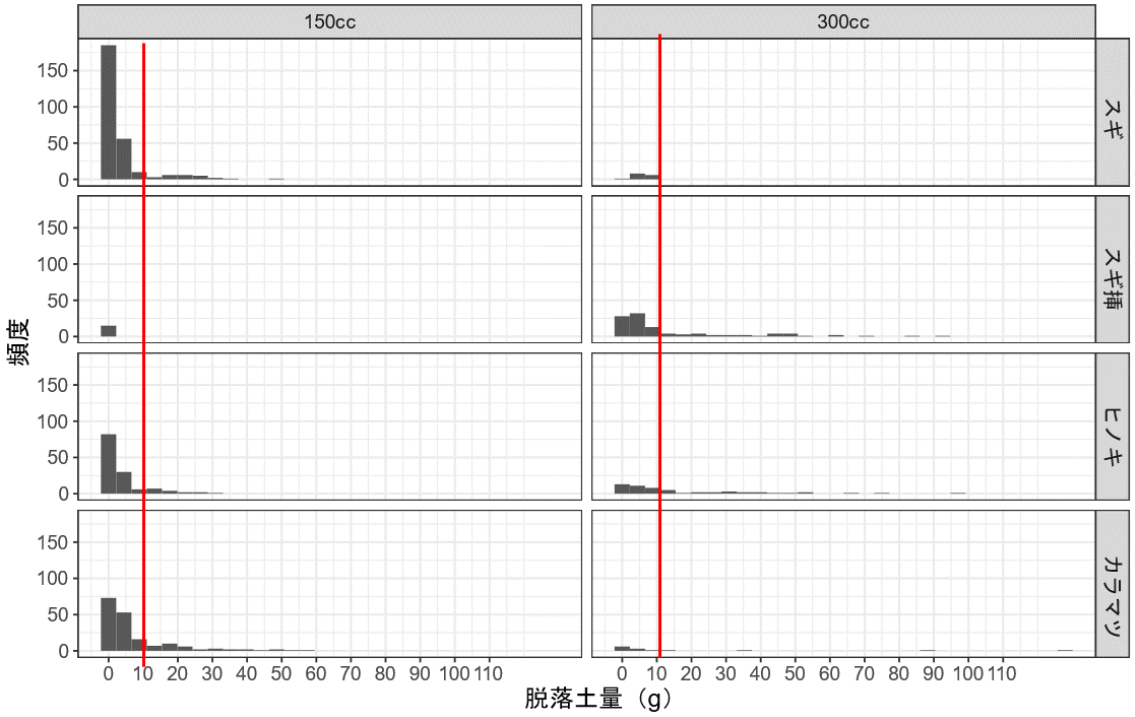


図　５－１　苗木品質調査における脱落土量の分布

根系被覆率と脱落土量との関係を図　５－２及び図　５－３に示す。根鉢被覆率と脱落土量の関係から、平滑化スプライン曲線を描くと、根系被覆率が 20%から 30%の間で推定脱落土量が 10g 以下となる苗木が多く（図　５－２）、同様に図　５－３では脱落土 10ｇ以上になるのは、根鉢被覆率が 30%以下に集中する傾向にあった。そのため、崩れにくい根鉢は、根

鉢被覆率が 30%以上あるとよいと考えられた。また、伊藤ら（2022）[1]によると、スギさし木コンテナ苗の落下試験の結果、根系被覆率が 27%以上であると落下の衝撃に耐えうる基準であると考えられる。ただし、現状においてスギ挿木系とカラマツは、根鉢被覆率 30%以上に達する苗が少ないため、全種同一の基準だと出荷条件を満たす苗木が非常に少なくなることから、根鉢被覆率が 20%を基準とする。

根系被覆率はコンピュータの画像解析によって根鉢表面の根と培地を二値化してピクセル単位で集計して算出される。そのため、根系被覆率を現場で正確に計測することは現在の技術では不可能である。そこで、現場では早見表を活用して推定することになる。その時に観察者の主観が入る恐れがあるため、文言による根鉢の状態の目安が必要となる。しっかりして崩れない根鉢の状態は、触ると弾力があるものから、硬いものまで多岐に渡る（写真５－１）。そこで、根鉢が崩れないことの表現として、「根鉢は軽く振っても培地が崩れ落ちない状態であること」を表記することとする。

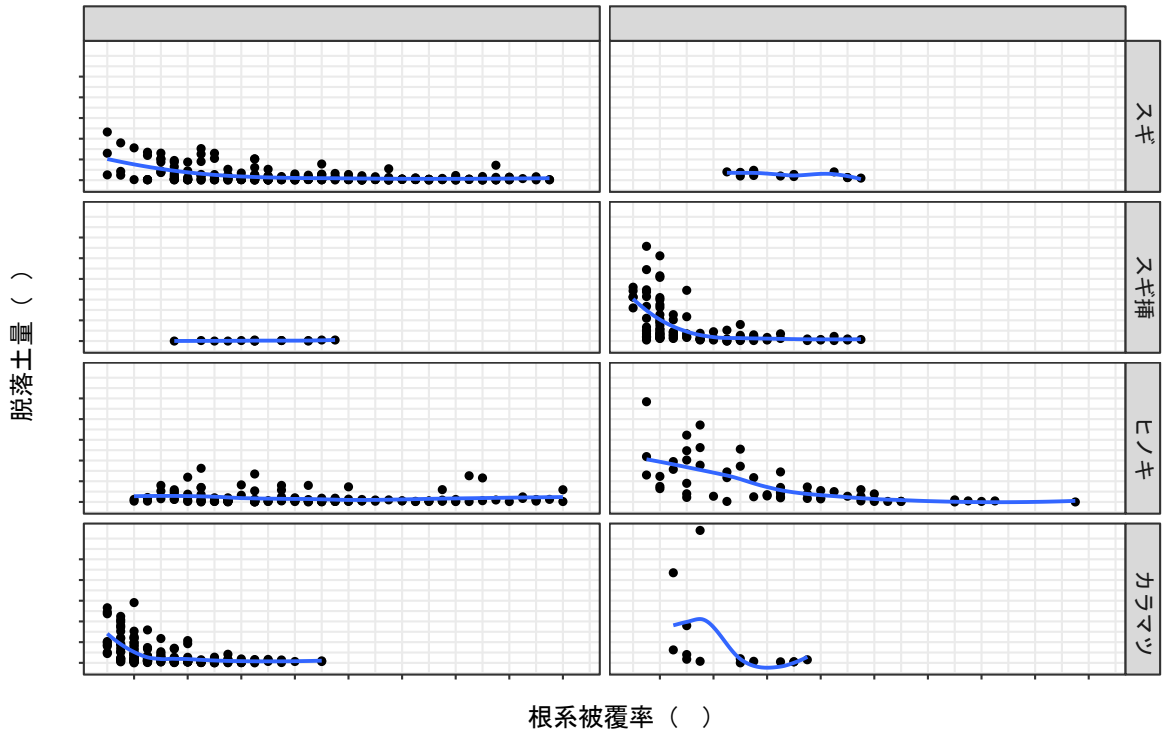


図　５－２　根系被覆率と脱落土量との関係（散布図）
青線は、平滑化スプライン曲線

[1] 伊藤ら（2022）落下実験によるスギ挿し木コンテナ苗の根鉢強度の評価：根系による根鉢表面被覆率を用いた検討日本森林学会誌 104(2):印刷中

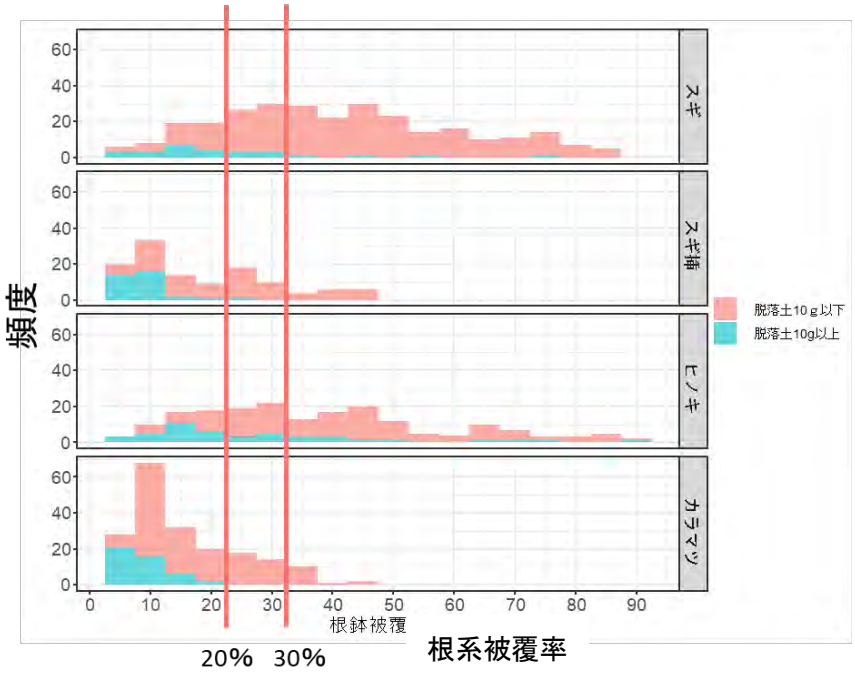


図　５−３　根鉢被覆率と脱落土量の関係

根鉢が崩れず触ると弾力があるもの

硬い根鉢

写真　５−１　根鉢が崩れないコンテナ苗の比較

５－７　既存データを用いたコンテナ苗の形状に関する解析と評価

根元径は、根量の指標であるとともに、苗木を支える基部の太さの指標でもある。形状比は、高すぎると植栽後の樹高成長が遅くなることと、湾曲することがリスクとして捉えられている。一方で、形状比の高い苗木は植栽後、樹高成長よりも直径成長を優先することが過去の研究等から明らかになっており、植栽後の成長が単に悪いわけではないこともわかってきた。さらにコンテナ苗特有の根鉢も重要な要素である。これらのコンテナ苗の形状に関して規格値を策定するに当たり、林野庁の他事業（国有林の計測データ及び林野庁の調査委託事業）のデータや本事業の品質調査のデータを分析した。

５－７－１　　ウサギ食害と生存率の関係

令和２年度当年生苗導入調査委託事業の調査の気仙沼地域のスギのデータを用いて、１年生苗（２成長期経過）と当年生苗（１成長期経過で 12 ヶ月未満）の植栽年（平成 30 年〈2018〉年）のウサギ食害発生と植栽１年後（令和元〈2019〉年）の生存率について、植栽時の地際径を比較しロジスティック回帰分析[2]を行った（図　５-４）。なお、解析は、R4.0.3[3]を用いた。

その結果、地際径が大きいほどウサギ食害の確率が下がり、生存率が上がることが明らかとなった。具体的には、スギの地際径が 3.5㎜だと、ウサギ食害の確率が約 80％であるが、4.0㎜ 以上であればウサギ食害の確率が 70％に下がり、6.0㎜ では約 10％にまで下がる。また、生存率については、地際径 4.0㎜ の方が 3.5㎜ よりも生存率が約 10％向上した。このように、出荷時の苗木の根元径が太い方が、ウサギ食害の発生が少なく、植栽１年後の生存率が高くなる傾向にあることが考えられた。

[2] ベルヌーイ分布に従う変数の統計的回帰モデルの一種で、在不在や生死といった２値データを回帰分析するときに用いる。

[3] R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

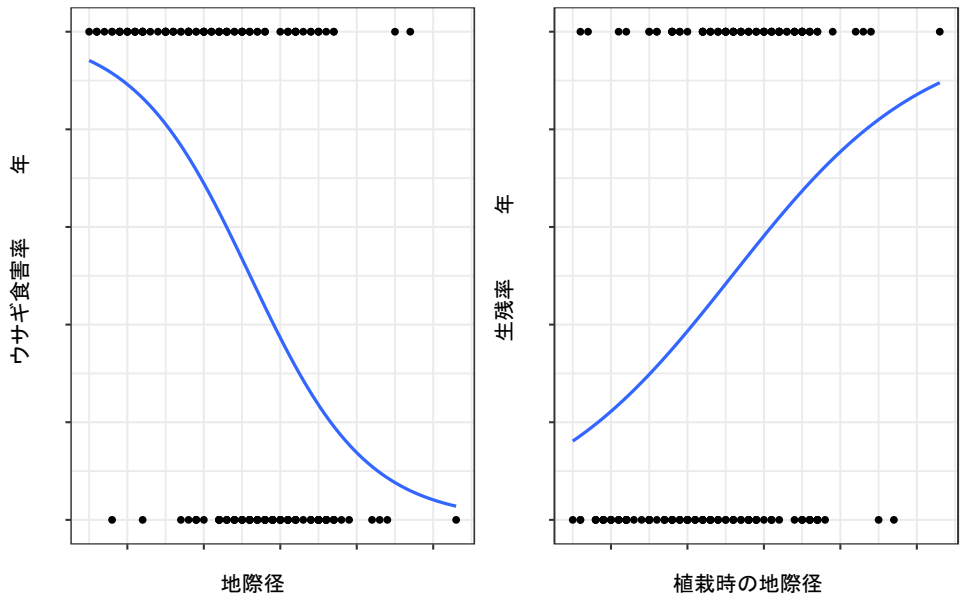


図　５−４　スギ植栽苗のウサギ食害率と１年後の生存率の関係（宮城県気仙沼市）

５－７－２　　植栽時の苗木サイズと生存率の関係

（１）スギコンテナ苗

林野庁から提供された全国各地の国有林（北海道森林管理局、東北森林管理局、関東森林管理局、中部森林管理局、近畿中国森林管理局、四国森林管理局、九州森林管理局）において植栽されたコンテナ苗（スギ、ヒノキ、カラマツ）の成長記録データを活用して、形状比や初期成長、活着率等の解析を行った（図　５－５）。植栽後２年目の調査で死亡個体が多く見られた森林管理署管内の国有林（仙台署、置賜署、日光署、福島署）を抽出して植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と植栽１年後の生存率との関係についてロジスティック回帰分析を行った。

その結果、仙台署、置賜署、福島署において、植栽時の地際径で統計的に有意な正の効果が検出された。一方で、植栽時の樹高については、福島署で統計的に有意な正の効果が検出されたが、地際径ほど明確な結果にはならなかった。これらの署管内の植栽した苗木の枯死の原因は記録がないため明確ではないが、大まかな傾向として、植栽時の地際径が大きい苗木の生存率が高くなる傾向にあることが分かった。特に、地際径が 4.0㎜ を超えると生存率が 75%～80%程度となるため、この地際径が最低限あることが望ましいと考えられた。

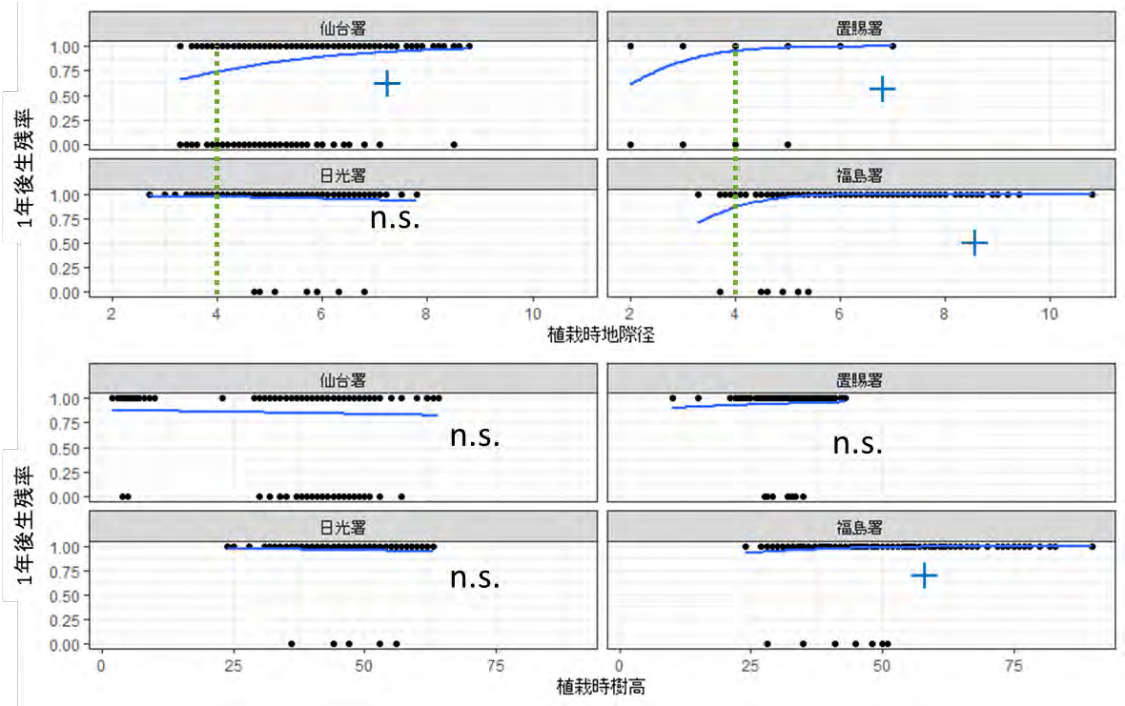


図　５－５　植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と生存率との関係（スギ）
青い直線は、回帰直線。図中の“＋”は、ロジスティック回帰分析で有意に正の効果があることを示す。

（2）ヒノキコンテナ苗

ヒノキコンテナ苗については、成長調査が行われた愛知森林管理事務所、伊豆署、森林技術・支援センター（岐阜署）のデータを用いてスギと同様に植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と植栽１年後の生存率との関係についてロジスティック回帰分析を行った（図　5－6）。

その結果、愛知森林管理事務所において、植栽時の地際径と樹高が有意な正の効果が検出された。また、地際径の方が樹高より明確な線形性があった。このことから、１事例ではあるが、ヒノキも植栽時の地際径が大きい苗木の方が生存率の高い傾向にあると考えられた。

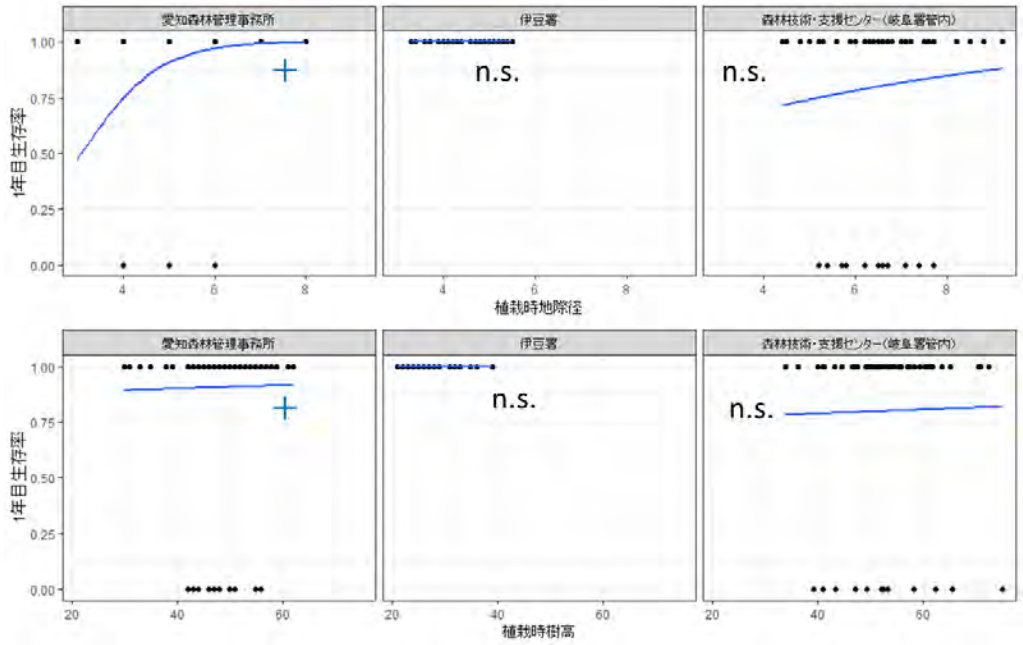


図　5－6　植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と生存率との関係（ヒノキ）
青い直線は、回帰直線。図中の“＋”は、ロジスティック回帰分析で有意に正の効果があることを示す。

（3）カラマツコンテナ苗

カラマツコンテナ苗については、成長調査が行われた岩手北部署、十勝西部署、上川中部署、上川南部署、渡島署、日高南部署、福島署のデータを用いてスギと同様に植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と植栽１年後の生存率との関係についてロジスティック回帰分析を行った（図　5－7）。

その結果、岩手北部署、十勝西部署、上川中部署において、植栽時の地際径が有意な正の効果が検出された。一方で、植栽時の樹高については、上川南部署で植栽時の樹高が有意な正の効果が検出されたが、地際径ほど明確な効果ではなかった。このことから、カラマツも植栽時の地際径が大きい苗木の方が生存率の高い傾向にあると考えられた。

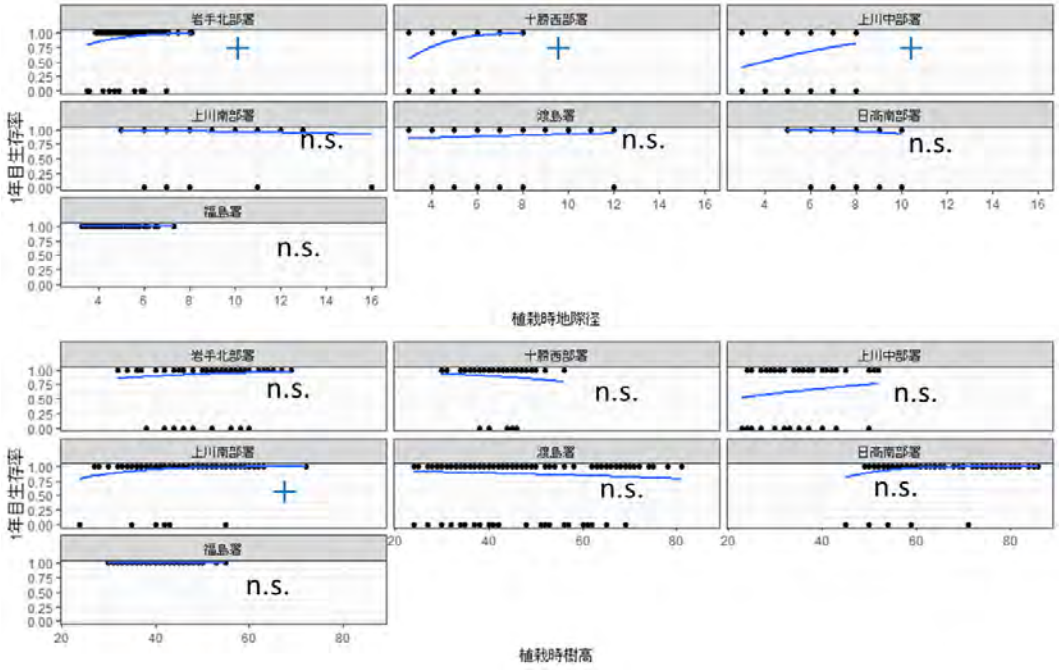


図　5－7　植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と生存率との関係（カラマツ）
青い直線は、回帰直線。図中の“＋”は、ロジスティック回帰分析で有意に正の効果があることを示す。

５－７－３　　形状比と植栽後の苗の湾曲の関係

（１）植栽試験の毎木調査の解析

４章で示したように、湾曲は、形状比が高いと発生しやすい傾向を示し、形状比 100 前後から発生し、スギでは形状比 120 以上になると、13%程度の苗木が湾曲した。そのため、形状比が高すぎると植栽した苗木が湾曲し、雑草木に被圧されツル植物に巻かれて倒伏して枯死したり、下刈り時に誤伐されるリスクが高まることが懸念される。一方で、植栽後湾曲していても１成長期後にはほとんど立ち上がることも確認されたため、雑草木に被圧されにくい環境では湾曲が大きな問題にならない可能性も考えられた。

（２）林野庁低密度植栽導入に向けた調査委託事業のデータ解析

平成 27〈2015〉年度から令和元年までの５年間で実施した低密度植栽導入に向けた調査委託事業のデータを形状比に着目して再解析をした。この事業は、スギ（九州はさし木)、ヒノキ、カラマツについてヘクタール当たりの植栽密度 1,100 本、1,600 本、2,500 本とした場合の植栽木の初期成長等への影響を分析している。植栽にはコンテナ苗を使用しており、容量は本州で 150cc、九州で 300cc を使用している。調査対象地は、以下の通りである。

ス　　ギ　宮崎県登米市、秋田県由利本荘市、茨城県日立市、熊本県美里市（さし木 300cc)、熊本県薩摩川内市（さし木 300cc)、宮崎県椎葉村（さし木 300cc)、宮崎県都城市（さし木 300cc 及び大苗）
ヒ ノ キ　茨城県日立市、三重県大紀町、岡山県吉備中央町、高知県四万十町、長崎県東彼杵町、長崎県大村市
カラマツ　岩手県葛巻町、岩手県盛岡市、岩手県紫波町

これらのデータのうち、ヒノキについて植栽時の形状比と湾曲の状態についての関係性を調べるため、データの再解析を行った。その結果、調査地域によって半数以上が形状比 120 をこえる地域があったが、ほとんど湾曲個体が見られず、植栽時の形状比と湾曲についての関係性が見られなかった（図　５－８)。

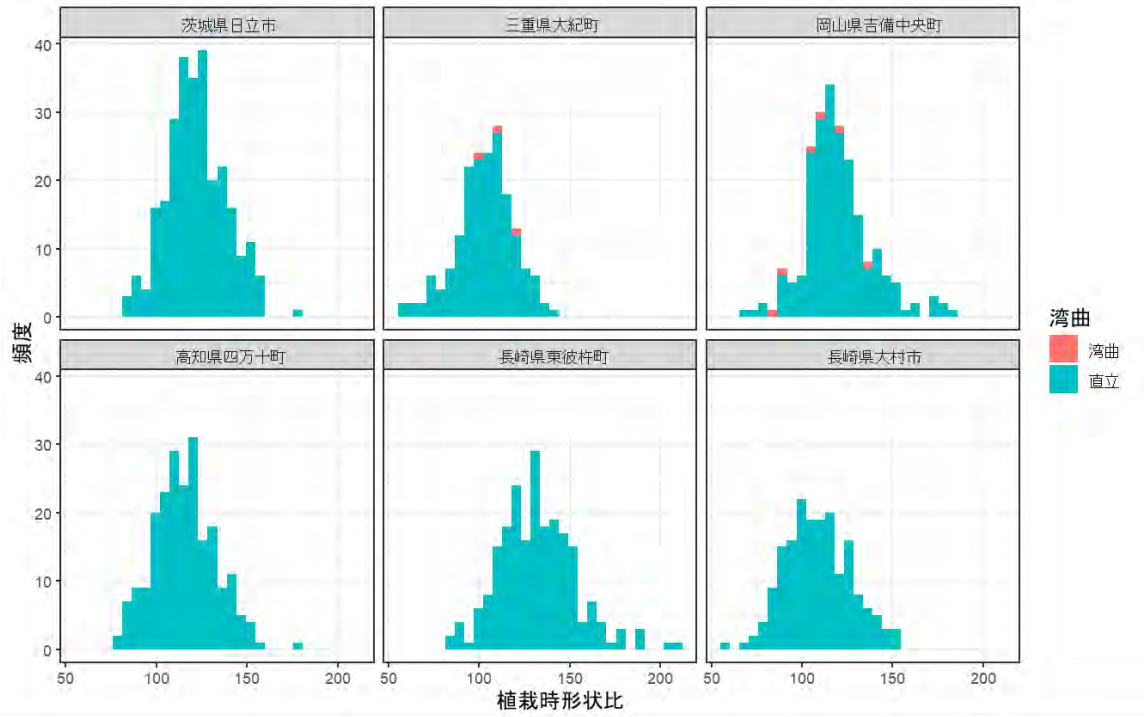


図　５-８　植栽時の形状比と湾曲の関係（ヒノキ）

５－７－４　　植栽時の苗木サイズと形状比の違いによる樹高成長の推移

（１）国有林データの解析

５－７－２で示した国有林のスギ、ヒノキ、カラマツと同じデータを使用して、植栽時の形状比が 80 以下、80～100、100～110、110 以上にグループ分けしたうえで、さらに植栽直後の樹高を 45 ㎝以下と 45～60 ㎝のグループに分類して、グループ毎の樹高の平均値でその後の成長を追跡した（図　５-９～図　５-10)。その結果、植栽後３成長期を経過するとスギ、ヒノキ、カラマツともに森林管理署によってグループごとに樹高の差が出てくるものの、特定の形状比のグループに樹高成長に明確な差は見られなかった。そのため、植栽後数年で初期の形状比による樹高成長の違いはなくなり、植栽時の形状比よりも植栽した環境の要因の方が樹高成長に与える影響は強いことが推測された。

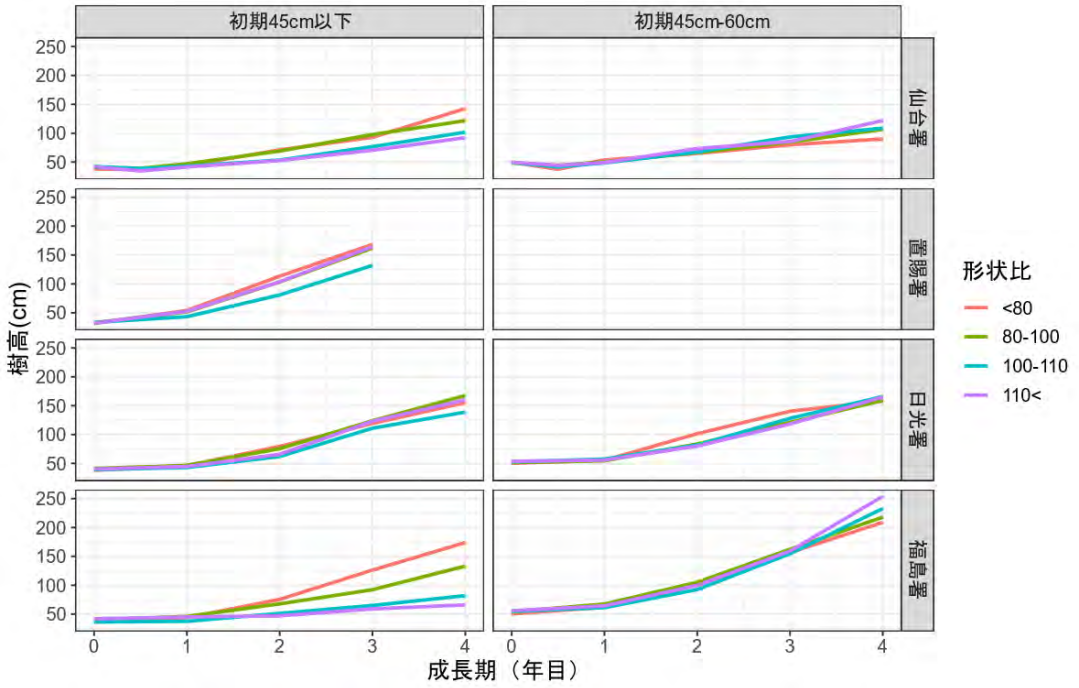


図　5－9　植栽時の苗木サイズ・形状比と平均樹高成長（スギ）

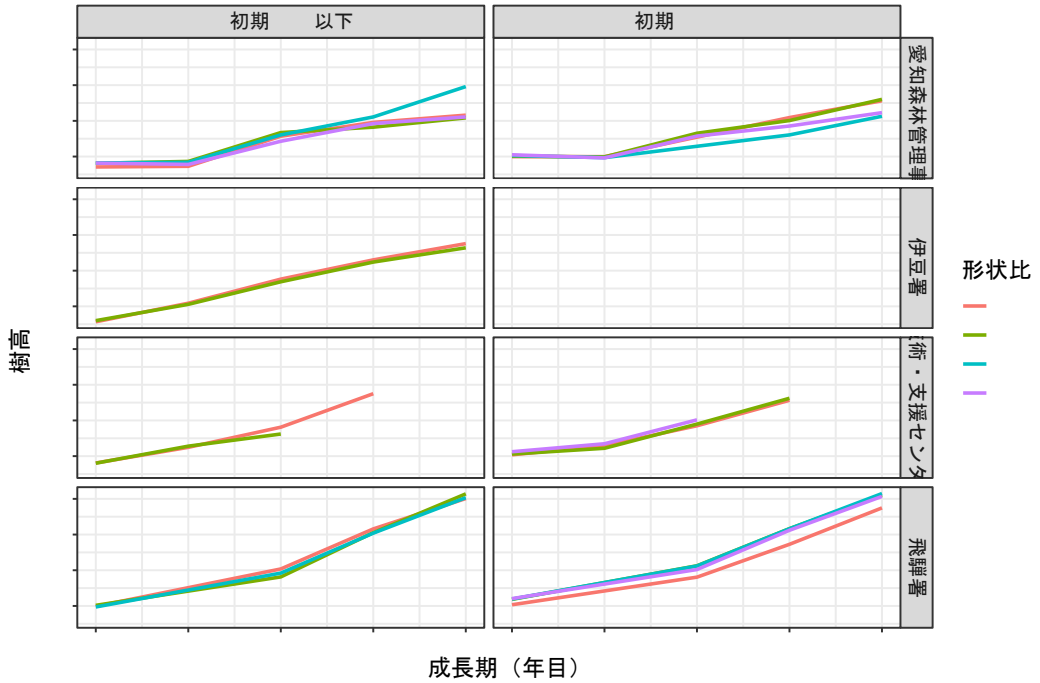


図　5-10　植栽時の苗木サイズ・形状比と平均樹高成長（ヒノキ）

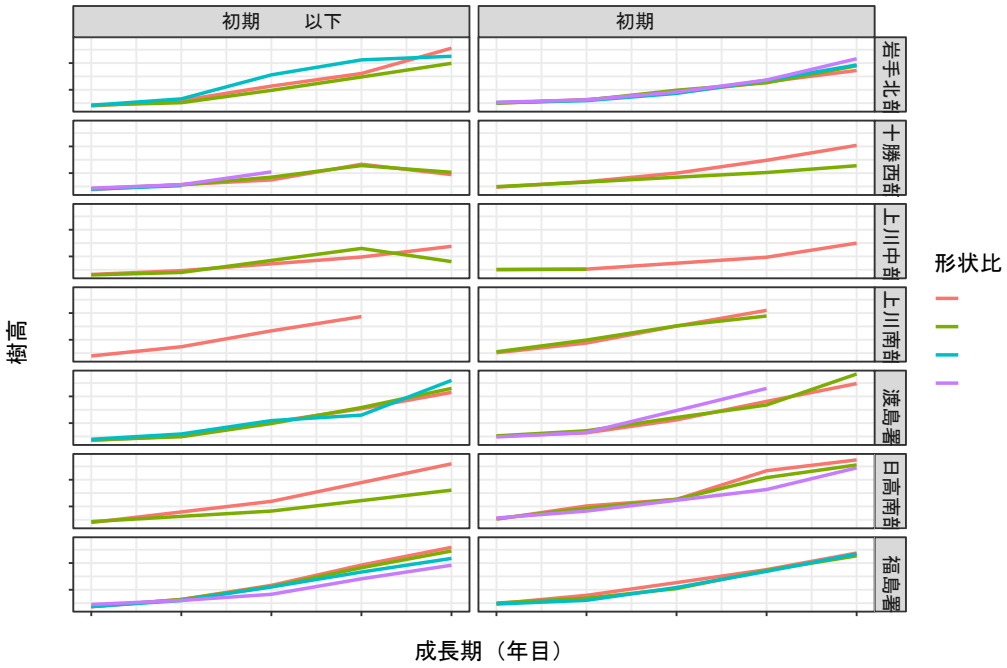


図　5-11　植栽時の苗木サイズ・形状比と平均樹高成長（カラマツ）

（２）林野庁低密度植栽導入に向けた調査委託事業のデータ解析

５－７－３（２）のデータを用いてコンテナ苗の形状比に着目して樹種ごと調査地ごとに分けて樹高成長の経年変化を分析した。なお、植栽密度については植栽初期の樹高成長に影響がないことが明らかになっているため、植栽密度については考慮せずに解析を行った。形状比は、80 未満、80 以上 100 未満、100 以上 120 未満、120 以上の４つのグループに分けた。

その結果、植栽後２成長期を経過するとスギ（図 5-12）、ヒノキ（図 5-13）、カラマツ（図 5-14）ともに地域によってグループごとに樹高の差が出てくるものの、特定の形状比のグループに樹高成長に明確な差は見られなかった。そのため、植栽後数年で初期の形状比による樹高成長の違いはなくなり、植栽時の形状比よりも植栽した環境の要因の方が樹高成長に与える影響は強いことが推測された。

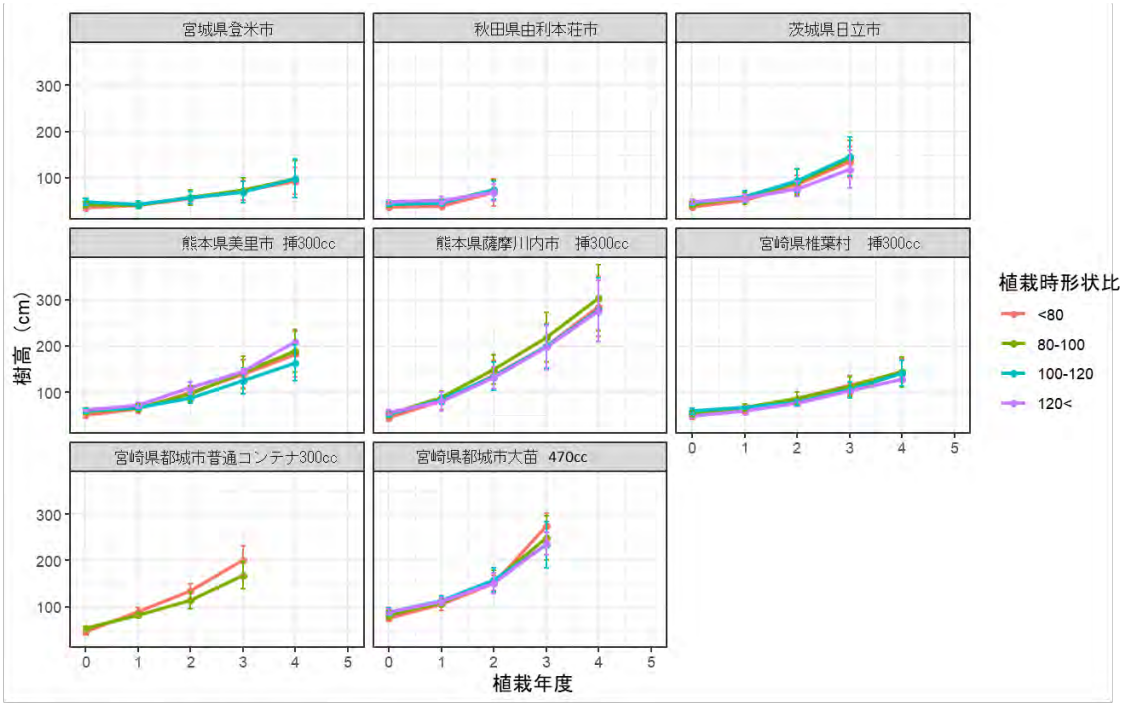


図 5-12　植栽時の苗木の形状比と平均樹高成長（スギ）
エラーバーは、標準偏差

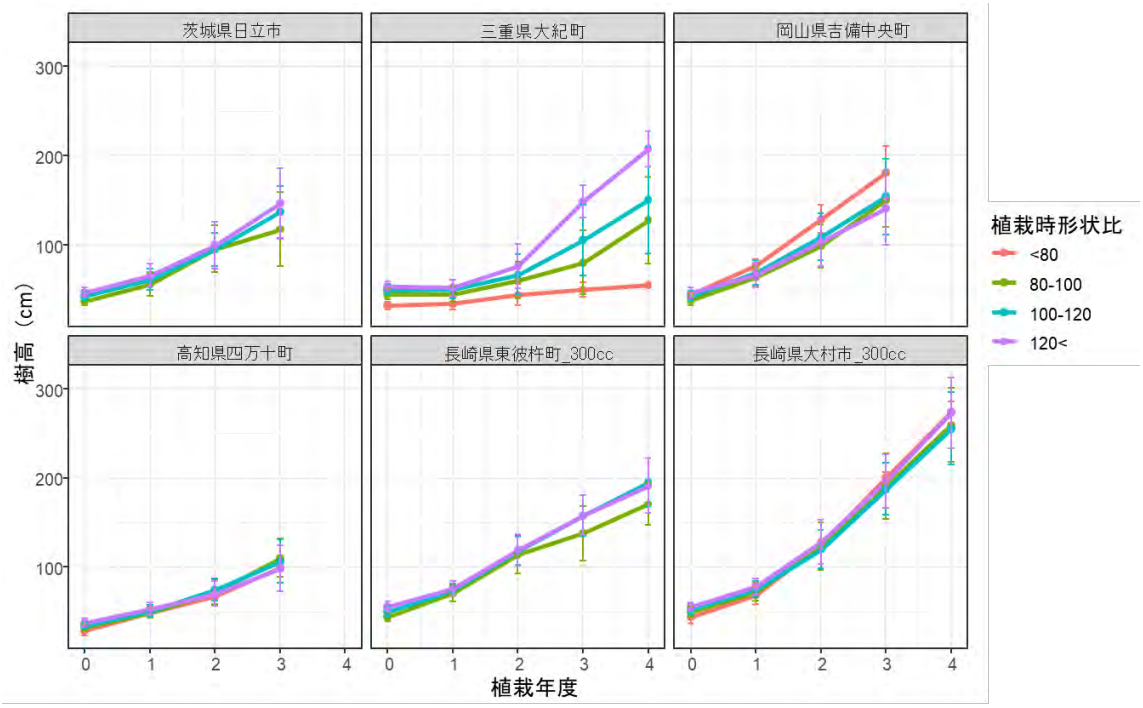


図　5-13　植栽時の苗木の形状比と平均樹高成長（ヒノキ）

エラーバーは、標準偏差

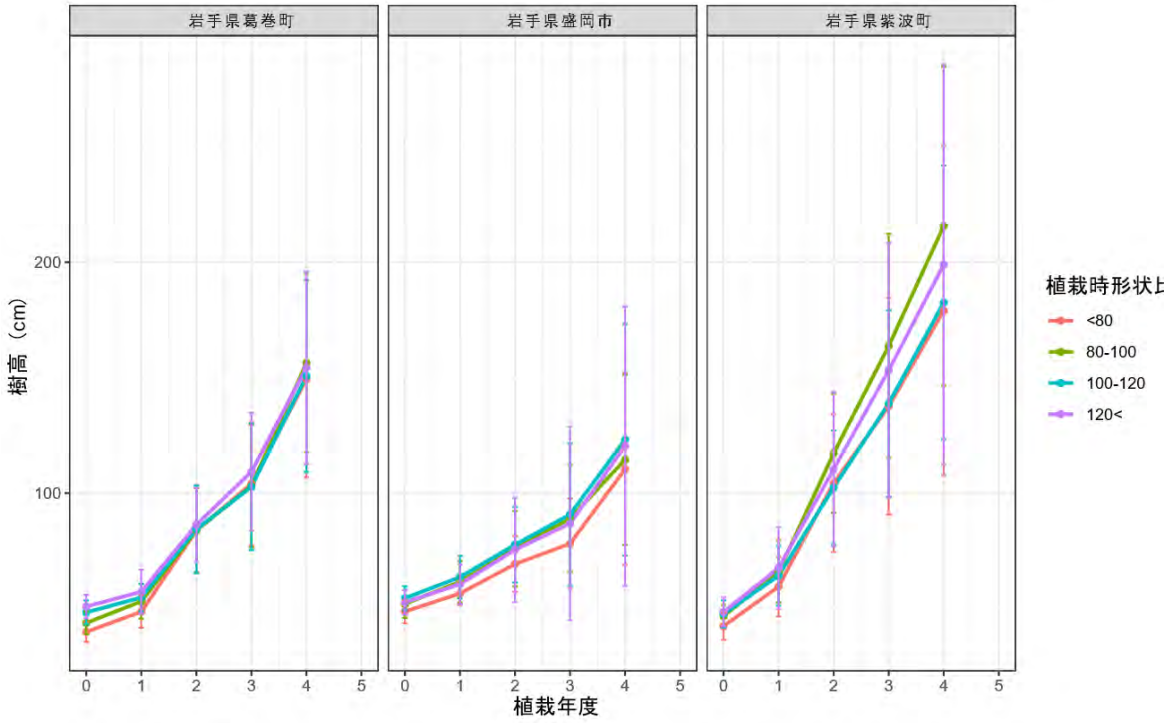


図　5-14　植栽時の苗木の形状比と平均樹高成長（カラマツ）

エラーバーは、標準偏差

５－７－５　　根鉢・根元径・形状比の関係まとめ

（１）根鉢

根鉢は、運搬時に崩れる場合、植栽後の活着率が低下することが懸念される。そのため、運搬時に根鉢が崩れないことを基準で示す必要がある。さし木の場合、さし穂の段階で根元径が太く、実生に比べ根鉢が未熟なまま出荷される懸念があるが、根鉢がしっかりと成形性を保っていることを担保することで、実生とさし木を同様の規格値として取り扱うことができると考えられる。

根鉢を評価するときの指標は、非破壊的に調べることができる根系被覆率が適していると考えられた。苗木品質調査の結果と流通している苗木の実態、根鉢の落下試験の結果から、根系被覆率の基準値（案）として、20%～30%以上必要であると考えられた。なお、伊藤ら（2022）では、スギ（さし木）で 27%以上が推奨とされている。しかし、流通しているコンテナ苗の実態を考慮すると根系被覆率が 20%以上あることで概ね根鉢が崩れにくいコンテナ苗が出荷できると考えられた。

この根鉢被覆率を判定した基準は、伊藤ら（2022）のコンピュータによる画像解析による図 5-16 の根鉢被覆率の基準写真帳に基づいて行った。苗木の出荷の判断は生産者が行うことから、この基準写真帳を示す必要があるが、全ての生産者への配布は現実的でないので、根鉢形成の一つの目安として利用してもらうのが望ましい。

さらに、視覚による判断は個人差があるため、基準写真帳に依らない根鉢の目安を記載することが考えられる。そこで、根鉢を軽く振っても培地が崩れ落ちない状態であれば、根系被覆率が 20%～30%以上と考えられることから、この点について併記することを検討したい。

また、海外のダイオウマツ（*Pinus palustris*）の研究では、長い期間かけて育苗し根が過密になり根元径が太くなったものを"rootbound"と呼び、このようなコンテナ苗は植栽後の活着率が低いので避けるべきとされている（Ritchie et al. 2010[4]）など、根鉢に根が張りすぎると植栽後の成長が悪くなるという報告もあるが、今回の調査では、根が張りすぎた苗のデータがないため、このような観点の評価はできなかった。

[4] Gary A. Ritchie et. al. (2010) Assessing Plant Quality, The ContainerTreeNursery Manual Volume7.

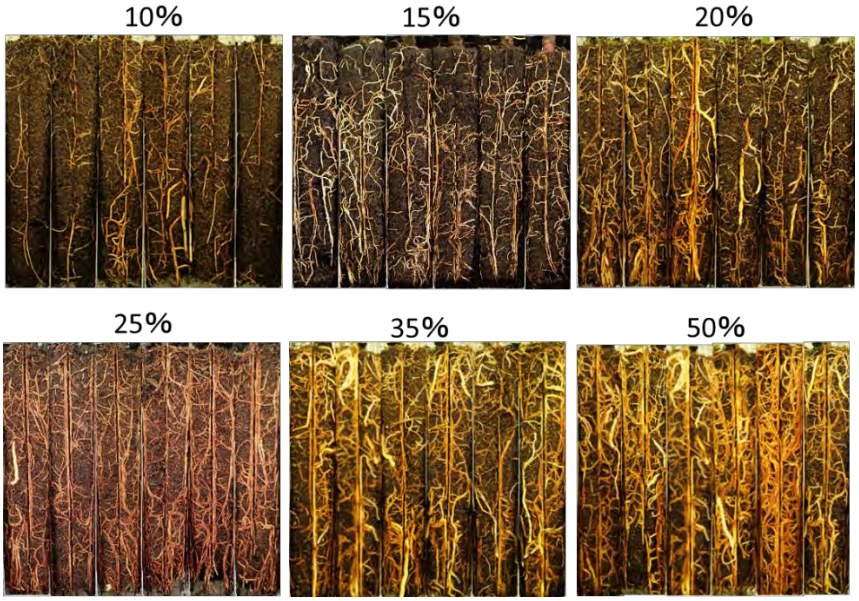


図　5-15　根鉢被覆率の基準写真帳[5]

※根鉢を６方向から撮影した写真を合成し、展開図として示している。
ただし、50%については、複数の根鉢の部分写真の合成による。

（２）根元径と形状比

根元径は、根量の指標であるため、実生苗の根の発達度合いを評価する上で重要である。齋藤ら（2019）[6]は、150cc のコンテナ容器において、根元径が３㎜以上あると根鉢の硬さが安定的に表れ、直径が太くなることに比例して根鉢が硬くなることを見出した。特に、地際直径が約４㎜を超えると、根鉢はほとんど崩れなくなり取り扱いやすくなるとしている。そのため、根元径が４㎜以上あることが条件の一つになると考えられる。

さらに根元径と形状比については、根元径が太く形状比が低い苗木が、湾曲しにくく、植栽後の生存率が高い傾向にあった。地際径が太くなるとウサギ食害が発生しにくくなり、植栽１年度の生存率も安定して推移する傾向にあることがわかった。今回解析に用いた数値は地際径であるが、植栽前の根元径は地際径より低い位置で計測することになるため、地際径よりも太くなることを考慮に入れる必要がある。

このため、コンテナ苗の出荷時の輸送を想定した取り扱いやすさ、植栽後の生存率・成長量を総合的に考慮すると、根元径４㎜を規格の基準（案）とすることが考えられる。

形状比については、形状比が高く湾曲した植栽木は、雑草木の被圧、誤伐、動物による先端部の食害を受けるリスクがある。そのため、形状比が高すぎるコンテナ苗の出荷は避けた

[5] 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター 九州育種場（2021）用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver.1.1
[6] 齋藤ら（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．日本森林学会 101（4）, 145-154

方がよいと考えられた。苗木品質調査では、形状比が 120 以上の苗木の１割以上で湾曲が発生している。また、過去にも形状比が高いコンテナ苗が倒伏して枯死したと考えられる事例もある（平田ら 2014）[7]。

さらに、形状比が高い苗は、植栽後の樹高成長速度が遅いことが知られている。日本のスギ・ヒノキを対象とした研究では、植栽初期の形状比が 60 以下でも 90 近い値でも、２成長期以降は 60 前後（九州では 80 前後）に収斂する傾向があるとされ、形状比の小さい苗は樹高成長を優先し、形状比の大きい苗は直径成長を優先することが知られている（平田ら 2014、八木橋ら 2016[8]、袴田ら 2020[9]）。今回行った国有林のデータ解析では、形状比ごとにグループ分けをして４年間の樹高成長を分析したが、植栽時の形状比の違いと植栽３年後の樹高との間に一定の傾向は見られなかった。また、袴田ら（2020）は、２～３成長期後の樹高と根元径には有意な相関はなく、コンテナ苗のサイズ的な違いは植栽後に平準化に向かうと考察した。一方で、５－７－４の解析では、植栽場所の立地条件の方が植栽時の形状比よりも大きく樹高成長に影響していると思われる。以上より形状比と樹高成長の明確な関係性は認められない。よって、ここでの形状については、植栽時に湾曲しないことの基準として位置づけて考えることとする。

このため、植栽後の湾曲を避ける観点から、形状比の出荷基準（案）として、スギ・カラマツで 110、ヒノキで 140 と考える。

５－８　苗長の評価

湿潤で温暖な気候の日本では雑草木の繁茂が旺盛で、植栽された苗木の良好な成長を確保するためには、植栽後の下刈り作業が必要になる（図　5-11）。下刈り判断の基準として、植栽木の周囲の雑草木との競合状態を測定する方法が開発された（山川 2019）[10]。一般的に苗長が大きい方が雑草木による被圧のリスク、誤伐のリスクが低くなる。大きなコンテナ苗を植栽した場合、下刈り回数を削減できた事例も確認されていることから、今後、成長に優れた特定苗木の生産・流通が本格化する見通しであること、近年、ヘクタール当たりの植栽本数は減少傾向にあることなどを踏まえると、造林の低コスト化という新たな観点から、より苗長の大きなコンテナ苗の需要を想定して規格を設定が必要である。

また、幅広い自然条件下（土壌が凍結する場合を除く）において安定した品質を確保する

---

[7] 平田ら（2017）スギ挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後 2 年間の地上部成長と根系発達. 日本森林学会誌 96(1), 1-5

[8] 八木橋ら（2014）スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係．日本森林学会誌 98(4), 139-145

[9] 袴田哲司ら（2020）スギコンテナ苗の植栽時のサイズと初期成長の関係．遺伝育種 9(2), 51-60

[10] 山川博美（2019）下刈り回数の削減と判断基準.（低コスト再造林への挑戦 一貫作業システム・コンテナ苗と下刈り省力化．中村松三・伊藤 哲・山川博美・平田令子編，J-FIC）. pp100-108

観点から、下限値の設定のなかった規格（旧標準規格６号）は、削除することが妥当であると考えられる。

そこで、林野庁の現行標準規格を参考にして、苗長を基準にした号数で区分を検討する。なお苗長の最低基準は、各都道府県の定める規格（表　５－２）を参考にし、30cm を基準（案）とする。

海外では、植栽環境に応じて、植栽するコンテナの容量を設定している事例がある。北欧のスウェーデンでコンテナの容量は、雑草木との競争がほとんどない北部では小さい容量（25cc）で、雑草木との競合がある南部では大きな容量（120cc）と使い分けてコンテナの育苗孔サイズにより苗長を別けている。西欧のオーストリアでは、雑草木との競合を考慮して 420cc で苗長 50-70cm のコンテナ苗を標準としている（平成 31 年度海外調査結果）。カナダのブリティッシュコロンビア州では、環境によって植栽する樹種とコンテナ容器のキャビティ容量を使い分けており、雑草や動物による食害が激しい湿潤で肥沃な土壌ほど大きなキャビティ容量による大型コンテナ苗の利用が推奨されている（Scagel et al. 1993、宇都木 2019 による日本語解説[11]）。

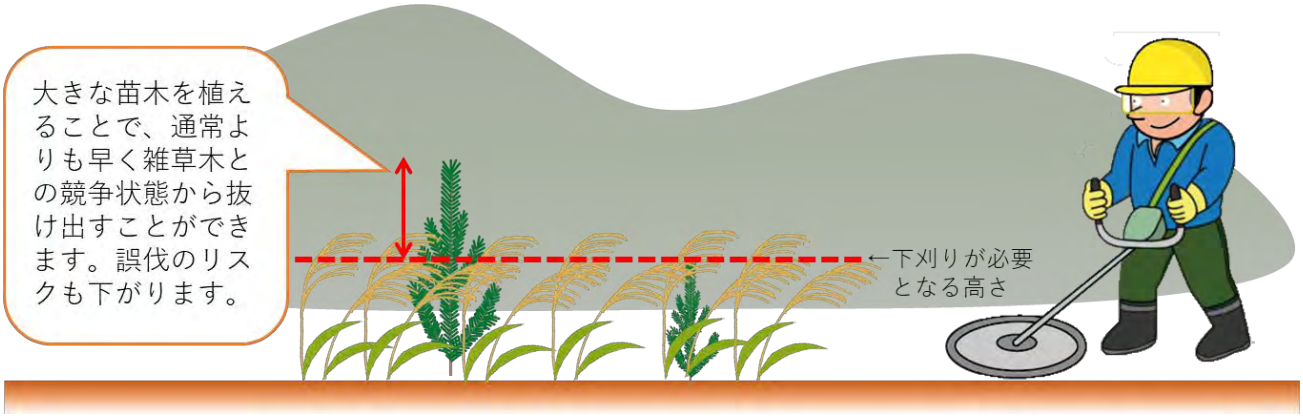


図　５-16　植栽木と雑草木の競合イメージ
（大きい苗は雑草木による被圧リスクや下刈り時の誤伐リスクが低い傾向）

[11] 宇都木玄（2019）海外のコンテナ苗事情．（低コスト再造林への挑戦　一貫作業システム・コンテナ苗と下刈り省力化．中村松三・伊藤　哲・山川博美・平田令子編，J-FIC）．pp75

５－９　キャビティ容量の検討

５－９－１　　推奨する容量

国内で流通しているコンテナの育成孔容量は、主に 150cc と 300cc である。JFA の場合、1 コンテナ（30cm×45cm＝1,350 cm^2）当たりの栽培本数は 150cc で 40 本、300cc で 24 本となり、単位面積あたりの生産本数は、150cc の方が 1.7 倍多くなる。一方で、苗は、成長に従い、混み合ってきて、伸長成長を優先し、結果として形状比の高いコンテナ苗となる。そのため、大きなコンテナ苗を生産する場合は、育苗密度が低く容量の大きいコンテナを選択する必要がある。

５－９－２　　容量と樹高成長の関係

また、苗長とキャビティ容量との関係を検討するうえで、大きい苗長のコンテナ苗についてキャビティ容量の違いが植栽後の植栽木の成長量に対してどの程度影響するかを検証するため、「４-３植栽後の毎木調査」で植栽試験をしたコンテナ苗のうち、以下の条件に当てはまるコンテナ苗を抽出し、植栽後１成長期の成長状況を分析した。

条件１：同じ調査年度に植栽されたコンテナ苗
条件２：150cc のコンテナ苗で苗長 45cm 以上 60cm 未満と 60cm 以上の苗が５本以上ある生産者の樹種
条件３：実生苗で 300cc のコンテナ容量のある樹種

以上の条件を満たすコンテナ苗が、スギで令和２〈2020〉年度調査対象者で４者、ヒノキで平成 31〈2019〉年度調査対象者で６者抽出された。これらについて、苗長 45cm 以上 60cm 未満の苗と 60cm 以上のコンテナ苗のグループに分けて、植栽直後の苗長・根元径と１成長期経過した後の掘り上げ時の苗長・根元径の平均値を比較した。

（1）スギ

150cc コンテナで生産した生産者 A・生産者 D と 300cc コンテナで生産した生産者 B・生産者 C の成長を比較すると 45cm 以上 60cm 以下の苗及び 60cm 以上の苗ともに 300cc の苗の方が 150cc の苗よりも１成長期後の苗長・根元径が大きい傾向にあり、成長量を表す直線の距離が長い傾向にあった。また、形状比 100 と 80 のラインを引くとどの植栽木も形状比が下がるように成長し、特に 300cc の苗の形状比が低い傾向にあった。

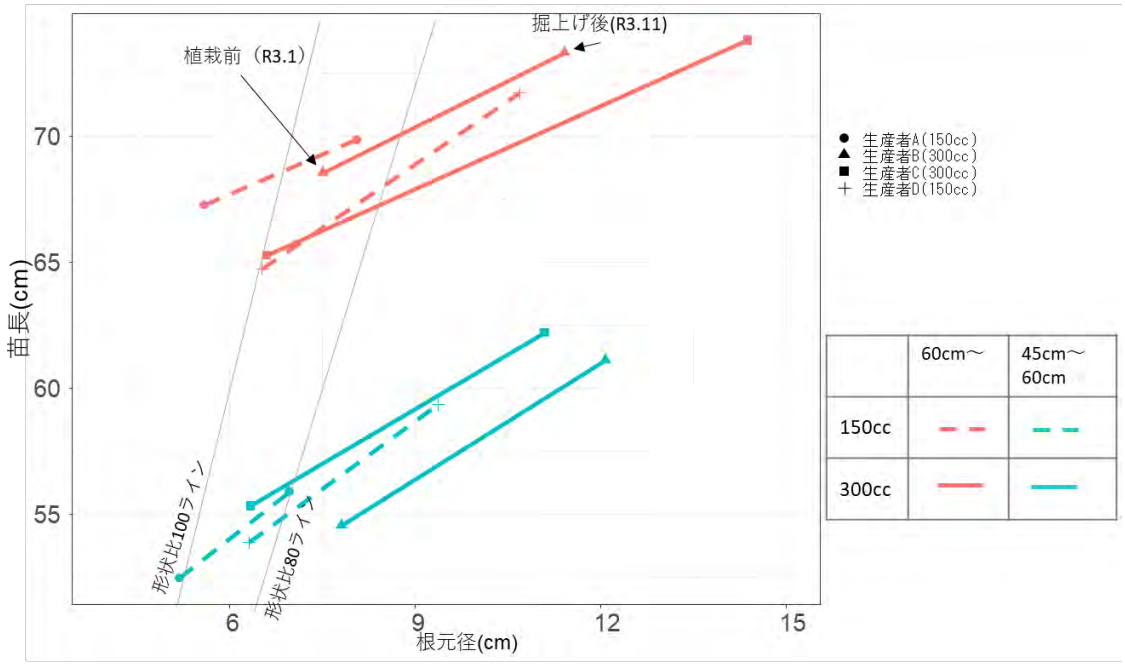


図　5-17　キャビティ容量別・苗木大きさ別の成長比較（スギ・一成長期間）

（2）ヒノキ

300cc コンテナで生産した生産者 E・生産者 F・生産者 G と 150cc コンテナで生産した生産者 H・生産者 I・生産者 J の成長を比較すると 45cm 以上 60cm 以下の苗及び 60cm 以上の苗ともに植栽時は、150cc コンテナ苗の方が大きい傾向があったが、1 成長期後は 300cc コンテナ苗の方が 150cc コンテナ苗よりも苗長を追い抜くまたは、同程度にまで成長する傾向があった。また、根元径については、300cc コンテナ苗の方が 150cc コンテナ苗よりも大きい傾向にあった。形状比で見ると 1 成長期後は、300cc コンテナ苗はすべて形状比 80 を切っていたが、150cc コンテナ苗は、形状比 80 を切ったコンテナ苗がなかった。

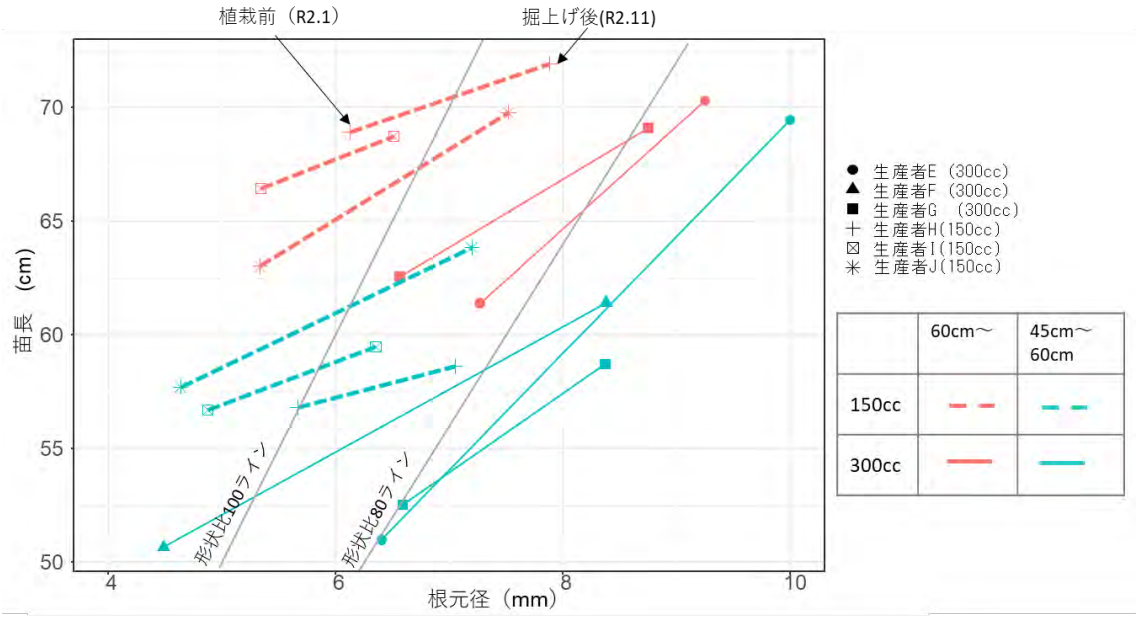


図 5-18 キャビティ容量別・苗木大きさ別の成長比較（ヒノキ・一成長期間）

以上の結果から、同じ苗長のクラスであってもキャビティ容量が 150cc よりも 300cc の方が植栽時の成長はよい傾向があった。特に１成長期後の形状比は、300cc の方が低くなる傾向にあった。コンテナ苗の形状比は、植栽後、形状比が 60 前後になるように肥大成長を優先しながら成長し、樹高と根元直径のバランスが取れたところで肥大成長と樹高成長が促進されていくことが知られている。肥大成長を優先するということは、根元の太さだけでなく、根の成長を優先していると考えられる。そのため、300cc のように１成長期でより低い形状比になることは、２成長期以降はさらに伸長成長の速度が上昇することが期待できる。

このことは、苗長に応じて推奨するコンテナ容量の目安の一つとなることが考えられるが、検証したサンプルが少なく、生産者ごとに育苗方法が異なるといった要因も含まれているため、今後さらなる検証が必要であると考えられる。

５－１０　ヒノキコンテナ苗に関する研究者へのヒアリング

ヒノキコンテナ苗の栽培経験のある研究者にヒノキの新しい規格（案）について、本報告書でまとめているヒノキコンテナ苗の流通しているサイズの実態・植栽後の成長等の情報をプレゼンテーション形式でまとめて説明し意見を伺った。意見を伺った研究者を表５-４に示す。

表 ５-４　ヒノキコンテナ苗についてのヒアリング実施者

氏名（敬称略）	所属	実施日
藤本浩平	高知県森林技術センター	2021 年７月 15 日
袴田哲司	静岡県森林・林業研究センター	2021 年９月 17 日

２人の研究者から頂いた意見を以下の通りまとめた。

- （本事業の品質調査の結果を見る限り）形状比が高くても曲がりが少ないのは、樹種特性だと思う。しかし、自分の研究ではヒノキコンテナ苗の形状比と湾曲の関係についての研究はしていない。
- ヒノキは４～５月の時期は伸長成長のため、コンテナ内で一時的に幹が柔らかくなり湾曲するような状態になる。特にコンテナ外側のヒノキは、光を求めるようにスペースが空いた方向へ斜め横に伸びるようになる。しかし、６～７月頃になると湾曲がなくなり芯が立つようになる。
- 極端に形状比が高い個体は植栽後、風に揺らされて根抜けする問題が懸念されるため、形状比が高すぎる個体は注意が必要。
- コンテナ苗は、形状比よりも根鉢がしっかりしていることの方がより重要である。
- ヒノキは成長が遅いのでキャビティ容量 150cc で根元径４㎜を最低の出荷基準とすると生産者の出荷の歩留まりが悪くなるまたは、出荷までに時間がかかる可能性がある。

５－１１　　規格（案）の設定

５－１１－１　活着や生存率の観点を重視した「良い苗木」の条件（案）

コンテナ苗の規格（案）を検討するうえで、「良い苗木」の条件を以下にまとめた。

・苗長が適切であること
植栽立地を考慮した小さすぎない苗木であり、周囲の雑草木に被圧されにくい大きさである。

・根元径が適切であること
根元径が太いほど根量が多くなるため、根元径は根量の指標である。

・形状比が適切な範囲内であること
適切な形状比の苗木は、植栽時に自立し倒伏しにくい。

・根鉢が崩れないこと
根鉢の表面に満遍なく根系が被覆することで、根鉢がしっかりとした成形性を保ち、運搬時に根鉢が崩れにくくなる。

５－１１－２　コンテナ苗の新規格（案）

コンテナ苗の評価項目の具体的な基準値（案）を表 5-5に示す。

・６号から２号までは、10ｃｍ間隔、２号から１号は20cm 間隔とした。号数は、苗長で揃えた。根元径は、形状比が「すぎ」・「からまつ」110、「ひのき」140、「あかまつ」・「くろまつ」45 に近似する根元径を 0.5mm 間隔で設定した。
・「すぎ」・「ひのき」・「からまつ」については、最低苗長を 30cm、最低根元径を４mm として、５号から設定しスギで 80cm 以上のコンテナ苗の出荷実態があることから、１号苗まで設定した。
・「あかまつ」・「くろまつ」については、現行規格を踏襲して設定した。
・また、「すぎ」について、スギ（実生）とスギ（さし木）は根鉢の状態（根系被覆率）を確認することで、同等の規格で出荷可能であることから１本化した。
・推奨容量は、苗長に応じて推奨容量を 100cc 単位で設定し、A(100cc)，B(200cc)，C(300cc)，D(400cc)とした。
・根鉢の状態・育苗に使用するコンテナについては、表の欄外の「注」として記載した。

表 5-5　コンテナ苗の新規格（案）

樹　種	1号		2号		3号		4号		5号		6号		コンテナの容量
	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	
すぎ	80上	7.0上	60上	5.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	－	－	A:100cc以上 B:200cc以上 C:300cc以上 D:400cc以上
推奨容量	C・D		B・C・D		A・B・C		A・B		A・B		－		
ひのき	－	－	60上	4.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	－	－	
推奨容量	－		B・C・D		A・B・C		A・B		A・B		－		
からまつ	－	－	60上	5.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	－	－	
推奨容量	－		B・C・D		A・B・C		A・B		A・B		－		
あかまつ	－	－	－	－	－	－	40上	9.0上	30上	7.5上	20上	4.5上	
推奨容量	－		－		－		A・B・C・D		A・B・C・D		A・B・C・D		
くろまつ	－	－	－	－	－	－	40上	9.0上	30上	7.5上	20上	4.5上	
推奨容量	－		－		－		A・B・C・D		A・B・C・D		A・B・C・D		

※注

1．本表は標準的な規格を示すものであり、実際の運用に当たっては地域の苗木生産・流通状況を勘案のうえ、適宜都道府県別に設定してさしつかえない（P)。

2．根元径は、すぎ 110、ひのき 140、からまつ 110、あかまつ 45、くろまつ 45 の形状比を目安として設定しており、下限値を 4㎜ としている。

3．根系被覆率 20%以上であることが望ましい。目安としては根鉢は軽く振っても培地が崩れ落ちない状態であること。

4．推奨容量については、植栽後の成長の観点から苗長毎に推奨されるコンテナの容量を示したもの。

5．育苗に使用するコンテナは、容器の内面にリブ（縦筋状の突起）とスリット（縦長の隙間）を設け、容器の底面を開けるなどによって根巻きを防止できる容器であること。

※　本表は、令和３年度時点で得られたコンテナ苗に関する知見に基づき整理したものであり、データが集まり次第必要に応じて改正する。

５－１１－３　　現在流通している苗木と暫定的に設定した規格（案）との関係

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び２年目（令和２〈2020〉年度)の苗木品質調査で生産者から購入した実生系（スギ・ヒノキ・カラマツ）のコンテナ苗の苗長と根元径を計測し、散布図を作成し表 ５－４及び表 ５－５で設定した規格に収まるかどうかを検討した（図 ５-19)。

スギとカラマツに関しては、150cc コンテナ苗において概ね規格３号～４号内に収まり、一部の苗木が４号苗の規格以下になった。形状比については 110 以上になる苗木が一部見られた。形状比が 110 を超えた苗木を生産者別で見ると、スギでは計測した 20 本のうち半数（10 本以上）を占める生産者が２者いたが、残りの半数以上の生産者が０～５本（25%）となった。カラマツは、形状比が 110 を超えた苗木が半数を超えた生産者は１者のみであった。

ヒノキの 150cc コンテナ苗については、ほとんどが形状比 140 の範囲内に収まった。

一方で、キャビティ容量 300cc のコンテナ容器で生産した苗木は数が少ないものの、スギ、ヒノキ、カラマツともに概ね規格内に収まる結果となった。

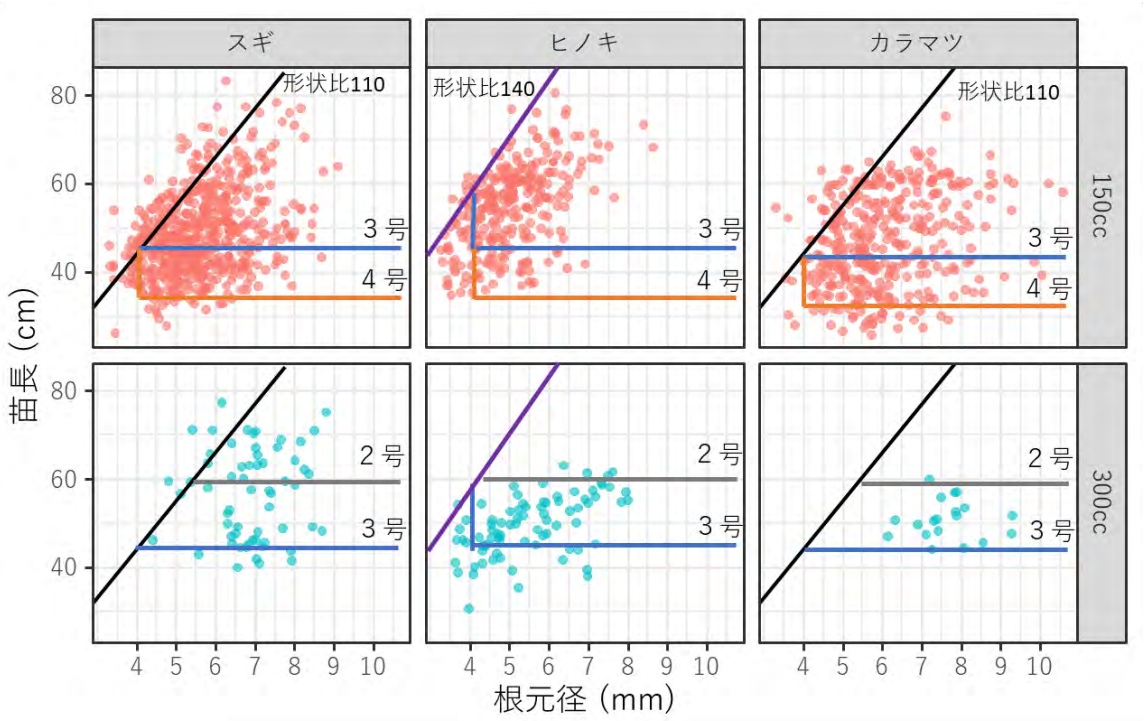


図 ５-19　生産者から購入したコンテナ苗の苗長及び根元径と暫定的に定めた規格（案）との関係

５－１２　　規格（案）の検討における課題

今回設定したコンテナ苗の規格（案）については、特にスギに関する情報・データを中心に議論を深めてきたが、情報量の少ないヒノキについては、地域ごとのコンテナ苗生産・植栽の実情にあうか検討する必要がある。また、対象としてこなかった、アカマツ・クロマツについても、現行標準規格の改定を進めるに辺り、情報を整理する必要がある。検討すべき事項を以下に示す。

1. ヒノキの形状比の設定

市場に流通しているヒノキの形状比の状況と形状比に対して湾曲の発生率から考慮して、形状比を 140 とした。しかし、スギやカラマツの形状比 110 と比較すると大きいため、植栽後の影響について未検証な部分があるため、今後も形状比について検討を行う。

2. アカマツ・クロマツの規格の検討

本事業では、流通量の少ないアカマツ・クロマツの調査は対象外としてきたものの、現行規格ではアカマツ・クロマツが掲載されており、また海岸防災林として利用されることが多く一般的な山林と植栽環境が異なるため、次年度以降これらの種について調査を行い新しい規格を検討する。

５－１３　　山林用主要苗木標準規格（コンテナ苗）の解説（案）の作成

コンテナ苗の新規格（案）の設定及び公表を念頭に、コンテナ苗の規格値の根拠や意義等を整理した解説を作成した。次項にその解説（案）を掲載する。次年度以降前述した不足情報を整理した後、規格案と供に改正する。

山林用主要苗木標準規格（コンテナ苗）の解説（案）

目次

１．	はじめに	1
２．	山林用主要苗木の標準規格（コンテナ苗）	2
２－１	山林主要苗木の標準規格（コンテナ苗）改定の概要	2
２－２	号数と苗長、根元径、形状比の関係	5
３．	コンテナ苗の標準規格の考え方	6
３－１	樹種	6
３－２	苗齢	6
３－３	苗長	6
３－４	根元径	8
３－５	形状比	10
３－６	推奨するコンテナの容量	12
３－７	推奨するコンテナの形状	12
３－８	根鉢の状態	13
参考文献		14

１．　はじめに

戦後造林した人工林が本格的な利用期を迎える中、造林面積の減少に伴い長期的に減少傾向で推移してきた苗木生産量は、近年の造林面積の増加を受け増加傾向に転じた。育苗作業の効率化、労働負荷の軽減等の面で裸苗より有利なコンテナ苗の生産量は、平成 21〈2009〉年度の約９万本が、令和元〈2019〉年度には約 1,897 万本になり、苗木総生産量におけるコンテナ苗生産量の割会は約３割まで増加を続け、苗木生産者の約５割がコンテナ苗生産に取組むようになった。

このようななか、令和３年６月に閣議決定した「森林・林業基本計画」では、造林の省力化や低コスト化を図る観点から、成長に優れたエリートツリー等の種苗、伐採と造林の一貫作業に必要なコンテナ苗の生産体制を整備することとし、 原種苗木の増殖技術の開発、特定母樹由来の苗木の増産、コンテナ苗の生産技術の標準化等を進めることを、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策として位置付けた。

これまでコンテナ苗の規格については、コンテナ苗の主流化を図り裸苗からの移行を進めることを目的として、林野庁が平成 26〈2014〉年に「山林用主要苗木の標準規格」を一部改正する形で定めたものが運用されてきたが、苗長 70 ㎝を超えるスギの優良なコンテナ苗が供給されるようになるなど近年の生産技術の高度化や生産流通実態を踏まえつつ、今後本格化するエリートツリー等成長に優れた苗木の生産にも適応する規格への見直しが必要であることから、今回、コンテナ苗の生産技術、需要、流通実態、植栽後の生育状況等、生産技術の高度化や規格の見直しに必要となる調査及び知見の収集、分析を行い、改訂の根拠となるデータを得ることができたスギ・ヒノキ・カラマツのコンテナ苗の規格の改訂を行った。

改正に当たっては、幅広い自然条件下（土壌が極度に乾燥した立地、または、土壌が凍結する場合を除く）における活着や生存率の観点を重視した。また、「標準規格」という性格上、各地域において生産・流通している品種の特性や需要等についての仔細の考慮をするものではない。改訂に至る考え方について本解説を提示するので、各都道府県において定める標準規格の改正等、当標準規格の運用に当たっての参考とされたい。

また、考え方の詳細や事例等については、令和３年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業報告書で解説しているので併せて活用されたい。

２．　山林用主要苗木の標準規格（コンテナ苗）

２－１　山林主要苗木の標準規格（コンテナ苗）改定の概要

（１）樹種

すぎの実生、挿木を 1 本化。

（２）苗齢

規定より削除。

（３）苗長

すぎ・ひのき・からまつ苗長を、１号（80cm 上)、２号（60cm 上)、３号（45cm 上)、４号（30cm 上）に改定。

（４）根元径

すぎとからまつについては形状比 110 以下、ひのきは形状比 140 以下となる径とした。

（５）形状比（苗長 cm を根元径 cm で除した値）

すぎとからまつ 110 以下、ひのき 140 以下。

（６）推奨するコンテナの容量

別表の通り。

（７）推奨するコンテナの形状

容器の内面にリブ（縦筋状の突起）やスリット（縦長の隙間）を設け、容器の底面を開けるなどによって根巻きを防止できる容器。

（８）根鉢の状態

根系被覆率 20%以上。目安として根鉢を軽く振っても培地が崩れ落ちない状態。

表１に改正するコンテナ苗の規格、表２に現行のコンテナ苗の規格を示す。

表 5-1 コンテナ苗の規格

（単位：苗長ｃｍ、根元径㎜）

樹種		1号		2号		3号		4号		5号		6号		コンテナの容量
		苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	
すぎ		80上	7.0上	60上	5.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	－	－	A:100cc以上 B:200cc以上 C:300cc以上 D:400cc以上
	推奨容量	C・D		B・C・D		A・B・C		A・B		A・B		－		
ひのき		－	－	60上	4.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	－	－	
	推奨容量	－		B・C・D		A・B・C		A・B		A・B		－		
からまつ		－	－	60上	5.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	－	－	
	推奨容量	－		B・C・D		A・B・C		A・B		A・B		－		
あかまつ		－	－	－	－	－	－	40上	9.0上	30上	7.5上	20上	4.5上	
	推奨容量	－		－		－		A・B・C・D		A・B・C・D		A・B・C・D		
くろまつ		－	－	－	－	－	－	40上	9.0上	30上	7.5上	20上	4.5上	
	推奨容量	－		－		－		A・B・C・D		A・B・C・D		A・B・C・D		

注：１．本表は標準的な規格を示すものであり、実際の運用に当たっては地域の苗木生産・流通状況を勘案のうえ、適宜都道府県別に設定してさしつかえない（P）。
２．根元径は、すぎ110、ひのき140、からまつ110、あかまつ45、くろまつ45の形状比を目安として設定しており、下限値を4mmとしている。
３．根系被覆率20%以上であることが望ましい。目安としては根鉢は軽く振っても培地が崩れ落ちない状態であること。
４．推奨容量については、植栽後の成長の観点から苗長毎に推奨されるコンテナの容量を示したもの。
５．育苗に使用するコンテナは、容器の内面にリブ（縦筋状の突起）とスリット（縦長の隙間）を設け、容器の底面を開けるなどによって根巻きを防止できる容器であること。
※　本表は、令和３年度時点で得られたコンテナ苗に関する知見に基づき整理したものであり、データが集まり次第必要に応じて改正する。

２　山林用主要苗木標準規格（コンテナ苗）

表２ 現行コンテナ苗の規格

（単位：長ｃｍ、根元径mm）

樹種	苗齢	コンテナの容量	１号		２号		３号		４号		５号		６号		根の状態	育成に使用すべきコンテナ
			長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径		
すぎ（実生）	１年生 ２年生	A:100cc未満 B:100cc以上 C:200cc以上 D:300cc以上 E:400cc以上	50上	6.0上	45上	5.0上	40上	4.5上	35上	4.0上	30上	3.5上	30未満	3.5未満	根が培地に張り巡らされ、根鉢が容易に崩れない状態（成形性）が保たれており、根が垂直方向に発達し根巻きしていないもの	容器の内面にリブ（縦筋状の突起）を設け、容器の底面を開けるなどによって根巻きを防止できる容器（具体的には、林野庁が開発したマルチキャビティーコンテナや宮崎県林業技術センターが開発したＭスターコンテナ又はこれらと同等と都道府県知事又は森林管理局長が認めたもの）
すぎ（挿木）	同上	同上	55上	6.5上	50上	6.0上	45上	5.5上	40上	5.0上	35上	4.0上	35未満	4.0未満		
ひのき	同上	同上	50上	6.0上	45上	5.0上	40上	4.5上	35上	4.0上	30上	3.5上	30未満	3.5未満		
あかまつ	同上	同上	40上	9.0上	35上	7.5上	30上	6.5上	25上	5.5上	20上	4.5上	20未満	4.5未満		
くろまつ	同上	同上	40上	9.0上	35上	7.5上	30上	6.5上	25上	5.5上	20上	4.5上	20未満	4.5未満		
からまつ	同上	同上	50上	6.0上	45上	5.5上	40上	5.0上	35上	4.5上	30上	4.0上	30未満	4.0未満		

注：１．本表を適用する苗木は、取引の対象とするコンテナ苗とする。

２．この表を適用できないものは規格外とする。ただし、各都道府県においてコンテナ苗が既に流通しており、それが規格外に該当する場合は、特号等特別の規格を設けてさしつかえない。また、６号については、苗木の健全性を確保するため、長15cm以上根元径3.0mm以上を基本として各都道府県の実情に応じた下限を設ける。

３．長は５cm毎に区分し、根元径は、すぎ（実生）85、すぎ（挿木）80、ひのき85、あかまつ45、くろまつ45、からまつ80の形状比を目安として設定している。

４．本表の適用方法

（１）自県における苗木の生産状況及び他府県との流通等の状況を勘案して、樹種別、苗令別に本表の区分中最も適当と認められる該当号にあてはめる。

（２）本表は、平成25年度時点で得られたコンテナ苗に関するデータに基づき整理したものであり、当面の間適用するものである。

５．本表の使い方の具体的な例

・すぎ（実生）の２年生でコンテナの容量B：100cc以上で長35cmで根元径が4.0mmの苗木は、４号を適用する。

・すぎ（実生）の２年生でコンテナの容量D：300cc以上で長45cmで根元径が4.5mmの苗木は、３号を適用する。

２－２　号数と苗長、根元径、形状比の関係

標準規格を形状比 110 としたスギ、カラマツの苗木の号数と苗長、根元径、形状比の関係を表３に、形状比 140 としたヒノキについて表４に示す。

表３　標準規格形状比 110 としたときの苗木の号数と苗長、根元径、形状比の関係

形状比	根元径	3mm	3.5mm	4mm	4.5mm	5mm	5.5mm	6mm	7mm	8mm	9mm	10mm
苗長	100cm	凡例			222	200	182	167	143	125	*111*	100
	95cm	1号苗	80cm以上		211	190	173	158	136	*119*	106	95
	90cm				200	180	164	150	129	*113*	100	90
	85cm	2号苗	60cm以上		189	170	155	142	121	106	94	85
	80cm				178	160	145	133	*114*	100	89	80
	75cm	3号苗	45cm以上		167	150	136	125	107	94	83	75
	70cm	4号苗	30cm以上		156	140	127	*117*	100	88	78	70
	65cm	217	186	163	144	130	*118*	108	93	81	72	65
	60cm	200	171	150	133	*120*	109	100	86	75	67	60
	55cm	183	157	138	122	110	100	92	79	69	61	55
	50cm	167	143	125	*111*	100	91	83	71	63	56	50
	45cm	150	129	*113*	100	90	82	75	64	56	50	45
	40cm	133	*114*	100	89	80	73	67	57	50	44	40
	35cm	*117*	100	88	78	70	64	58	50	44	39	35
	30cm	100	86	75	67	60	55	50	43	38	33	30
	25cm	83	71	63	56	50	45	42	36	31	28	25

表４　標準規格形状比 140 としたときの苗木の号数と苗長、根元径、形状比の関係

形状比	根元径	3mm	3.5mm	4mm	5mm	5mm	5.5mm	6mm	7mm	8mm	9mm	10mm
苗長	100cm	凡例			222	200	182	167	143	125	111	100
	95cm	1号苗	80cm以上		211	190	173	158	136	119	106	95
	90cm				200	180	164	150	129	113	100	90
	85cm	2号苗	60cm以上		189	170	155	142	121	106	94	85
	80cm	3号苗	45cm以上		178	160	145	133	114	100	89	80
	75cm				167	150	136	125	107	94	83	75
	70cm	4号苗	30cm以上		156	140	127	117	100	88	78	70
	65cm	217	186	163	144	130	118	108	93	81	72	65
	60cm	200	171	150	133	120	109	100	86	75	67	60
	55cm	183	157	138	122	110	100	92	79	69	61	55
	50cm	167	143	125	111	100	91	83	71	63	56	50
	45cm	150	129	113	100	90	82	75	64	56	50	45
	40cm	133	114	100	89	80	73	67	57	50	44	40
	35cm	117	100	88	78	70	64	58	50	44	39	35
	30cm	100	86	75	67	60	55	50	43	38	33	30
	25cm	83	71	63	56	50	45	42	36	31	28	25

３．　コンテナ苗の標準規格の考え方

活着や生存率の観点を重視した「良い苗木」の条件

・苗長が適切であること

植栽立地を考慮した小さすぎない苗木であり、周囲の雑草木に被圧されにくい大きさである。

・根元径が適切であること

根元径が太いほど根量が多くなるため、根元径は根量の指標である。

・形状比が適切な範囲内であること

適切な形状比の苗木は、植栽時に自立し倒伏しにくい。

・根鉢が崩れないこと

根鉢の表面に満遍なく根系が被覆することで、根鉢がしっかりとした成形性を保ち、運搬時に根鉢が崩れにくくなる。

３－１　樹種

山林用主要苗木であり、コンテナ苗として主に流通しているスギ（実生）、スギ（挿木）、ヒノキ、カラマツについて流通しているコンテナ苗の品質等を調査し、幅広い自然条件下（土壌が極度に乾燥した立地、または、土壌が凍結する場合を除く）において、安定した品質を担保できると考えられる規格を検討した。その結果、スギ（実生）とスギ（挿木）は根鉢の状態（根系被覆率）を確認することで、同等の標準規格で出荷可能であることから１本化した。

なお、アカマツとクロマツは、今後のデータが集まり次第必要に応じて改正する。

３－２　苗齢

苗齢については、新たな品種や育苗技術の開発により、苗齢に関わらず規格を満たすコンテナ苗の生産が可能になってきていることから削除することとした。

但し、施肥等により苗長が１年未満で規格に達した苗木のなかには、苗長に対し根系の発達が未熟であるものも散見されることから、苗長と併せ、特に根元径や根鉢の状況等の規格を満たすことが重要である点に留意が必要である。

３－３　苗長

湿潤で温暖な気候の日本では雑草木の繁茂が旺盛で、植栽された苗木の良好な成長を確保するためには、植栽後の下刈り作業が必要になる。下刈り判断の基準として、植栽木の周囲の雑草木との競合状態を測定する方法が開発された（図　1）[4]。一般的に苗長が大きい方が雑草木による被圧のリスク、誤伐のリスクが低くなる（図　2）。大きなコンテナ苗を植栽した場合、下刈り回数を削減できた事例も確認されている（図　3）。今後、成長に優れた特定苗木の生産・流通が本格化する見通しであること、近年、ヘクタール当たりの植栽本数は減少傾向にあることなどを踏まえると、造林の低コスト化という新たな観点から、より規格の大きなコンテナ苗の需要を想定して規格を設定した。

また、幅広い自然条件下（土壌が極度に乾燥した立地、または、土壌が凍結する場合を除く）において安定した品質を確保する観点から、下限値の設定のなかった規格（旧標準規格６号）を廃した。

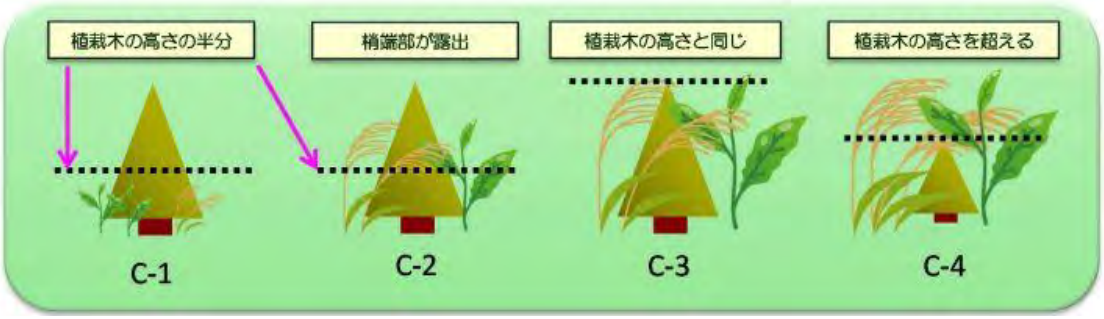


図　１　植栽木と雑草木との競合状態

造林地がC-３とC-４の割合が多い場合、下刈りをする判断となる。

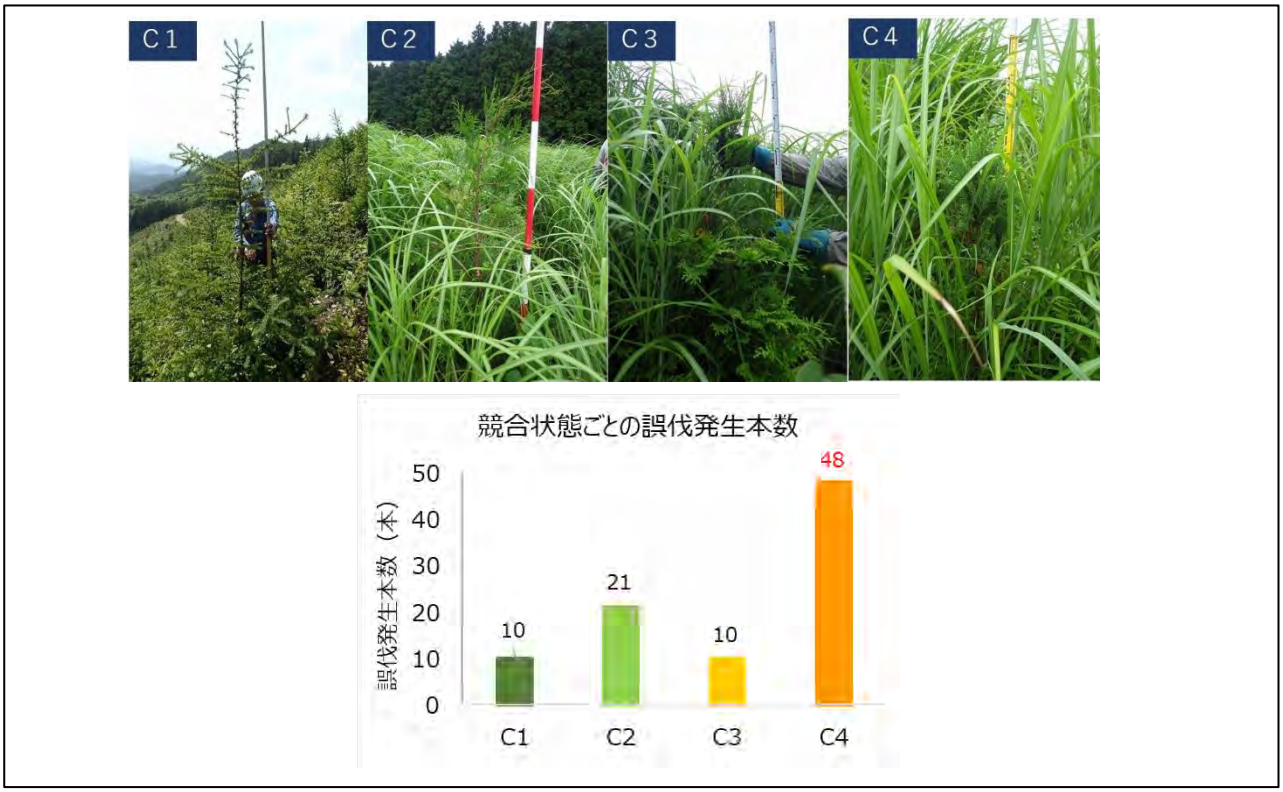


図　２　雑草木との競合状態（上）と誤伐の関係（下）[5]

植栽木と周辺の雑草木との競合状態をＣ１～Ｃ４と分類し、植栽木が雑草木に被圧されている状態（Ｃ４）であると誤伐の発生回数が上昇する。

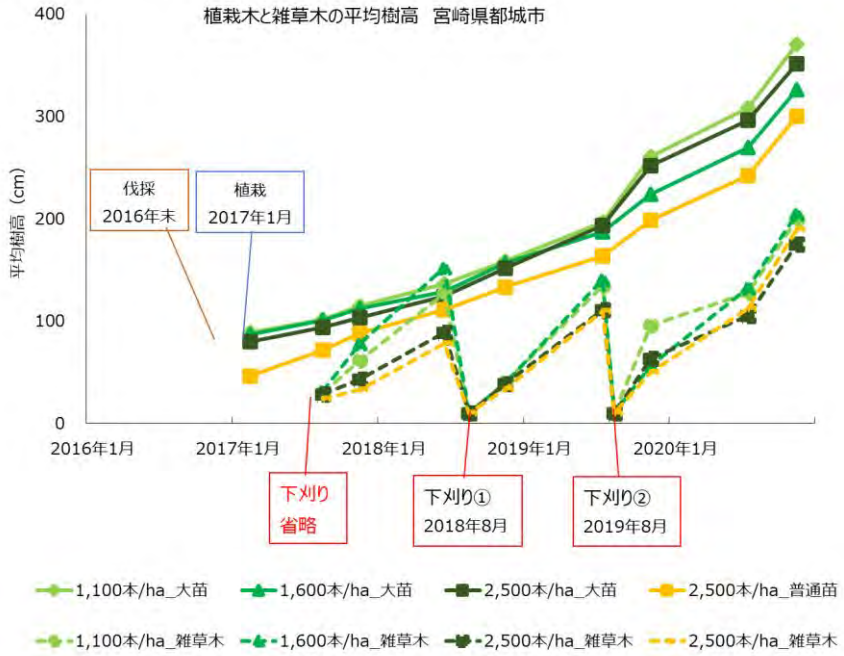


図　３　低密度植栽試験におけるコンテナ苗及びコンテナ大苗による植栽と下刈り省略化[6]

宮崎県都城市の試験地でコンテナ苗（平均苗長 57cm）とコンテナ大苗（平均苗長 92cm）を植栽したところ、２回の下刈りで植栽木が雑草木よりも樹高が高くなり、下刈りが終了した。

３－４　根元径

根元径と根量には比例関係にある（図　４）。150cc のコンテナ苗を用いた試験で根元径が約４㎜を超えると、根鉢は崩れにくくなる傾向にある（図　５）。さらに、植栽した現場では植栽条件によって異なるがスギ・ヒノキ・カラマツともにコンテナ苗の根元径が太いほど翌年の生存率が高い傾向になった（図　６）。また、根元径が太いとウサギによる食害を受けにくい傾向にある（図　７）。このことより、コンテナ苗の出荷基準を根元径が４㎜以上とすることで、根鉢が崩れにくく、幅広い自然条件下（土壌が極度に乾燥する立地、または、土壌が凍結する場合を除く）において、安定した品質を担保できると考えられる。

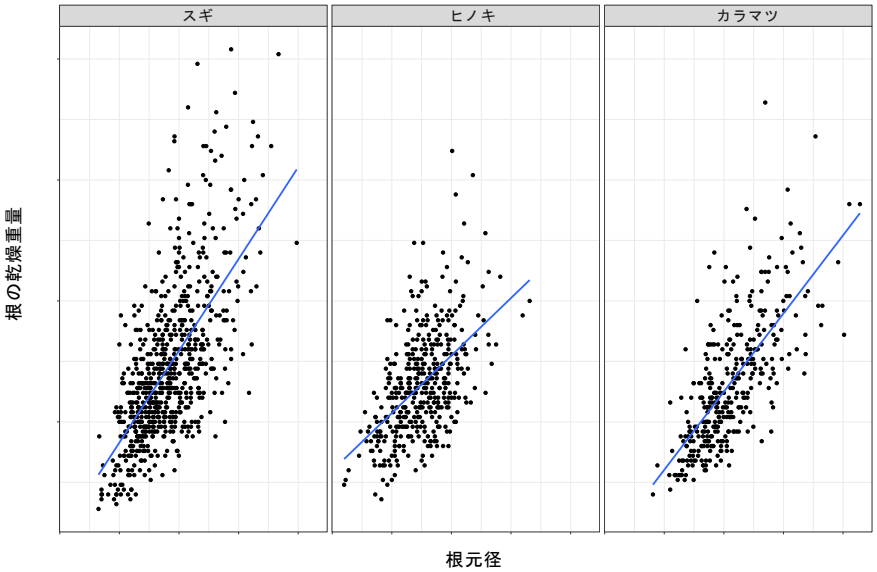


図　４　根元径と根の乾燥重量の関係

根元径は、根量（乾燥重量）と比例関係にある。青線は回帰直線。

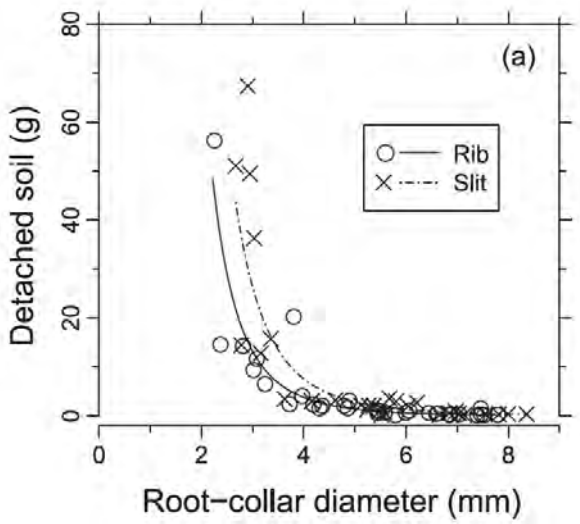


図　５　根元径と脱落土壌量との関係[3]

根元径が４㎜を超えると脱落土壌量が無くなり、根鉢が崩れにくくなっていることを示す。

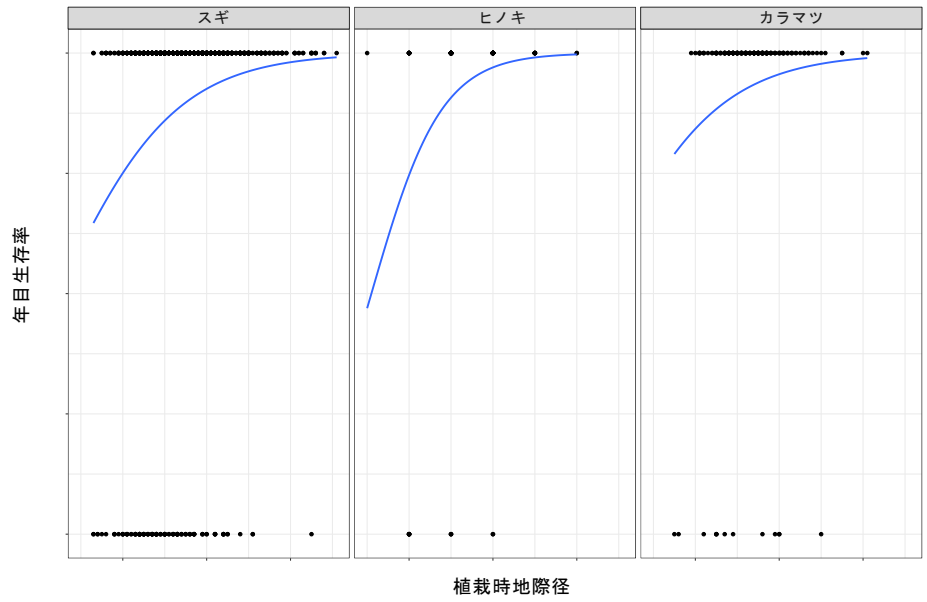


図　６　植栽時の地際径と１年目の生存率の関係

スギ：仙台署、ヒノキ：愛知森林管理事務所、カラマツ：岩手北部署

国有林におけるコンテナ苗の植栽試験データを解析し、植栽後１年目の生存率が植栽年の地際径が大きいほど高くなる傾向があった。

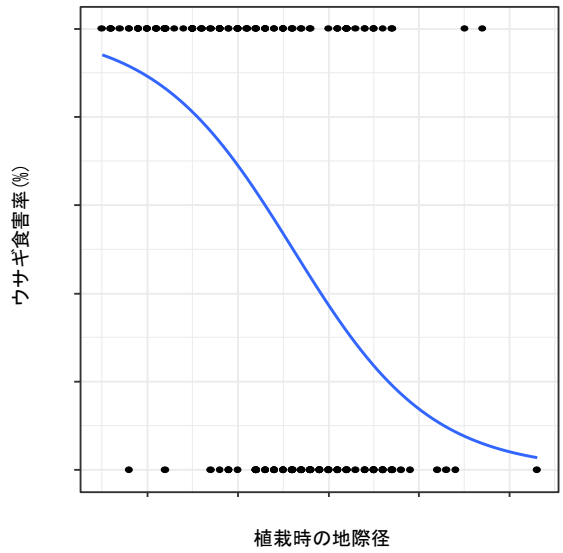


図 7　スギコンテナ苗の植栽時の地際径とノウサギ食害との関係

宮城県気仙沼市の国有林（ノウサギ食害が多い地域）でスギコンテナ苗を植栽したところ、多数の植栽木にノウサギによる主軸切断の被害が発生した。植栽時の地際径が太いほど、ウサギの食害発生率が低くなることがわかった（青線）。

３－５　形状比

コンテナ苗は、裸苗と比較して高い密度で育苗するため、裸苗と比べ形状比が高い傾向にある。形状比が高い苗木は、地上部の方が地下部よりも大きい状態にあるため、植栽後バランスを取るために樹高成長よりも肥大成長を優先して成長する[2]。一方で、現地でのコンテナ苗の植栽試験の結果を分析すると、同一のコンテナ容量の場合、植栽後３年後以降は、植栽時の形状比に関わらず樹高の差はほとんど無くなり、それ以上に植栽した立地環境によって樹高が左右されることがわかった（図　8）。そのため、形状比が高いと植栽初期の樹高成長には負の影響があるが[2]、現場レベルでは樹高成長は、立地環境の要因の方に大きく影響されるため、ある程度許容できると考えられる。

一方で、特に形状比の高い苗木は植栽後に湾曲する場合がある。湾曲した植栽木は時間が経てば自立するものの、その過程でツル巻き被害にあいやすく倒伏の恐れがあり、一度倒伏すると雑草木による被覆や、下刈り時の誤伐などのリスクが高くなるため、植栽時に湾曲しにくい形状比にする必要がある。

スギ及びカラマツは形状比 100 以上で湾曲が認められるようになり、形状比が高いほど湾曲する割合が高くなる（図　9）。そのため、形状比の標準規格を 110 以下とする。ヒノキは形状比が高い苗木であっても湾曲しにくい傾向があるため、流通実態などを踏まえ（図　10）形状比 140 以下を標準規格とする。

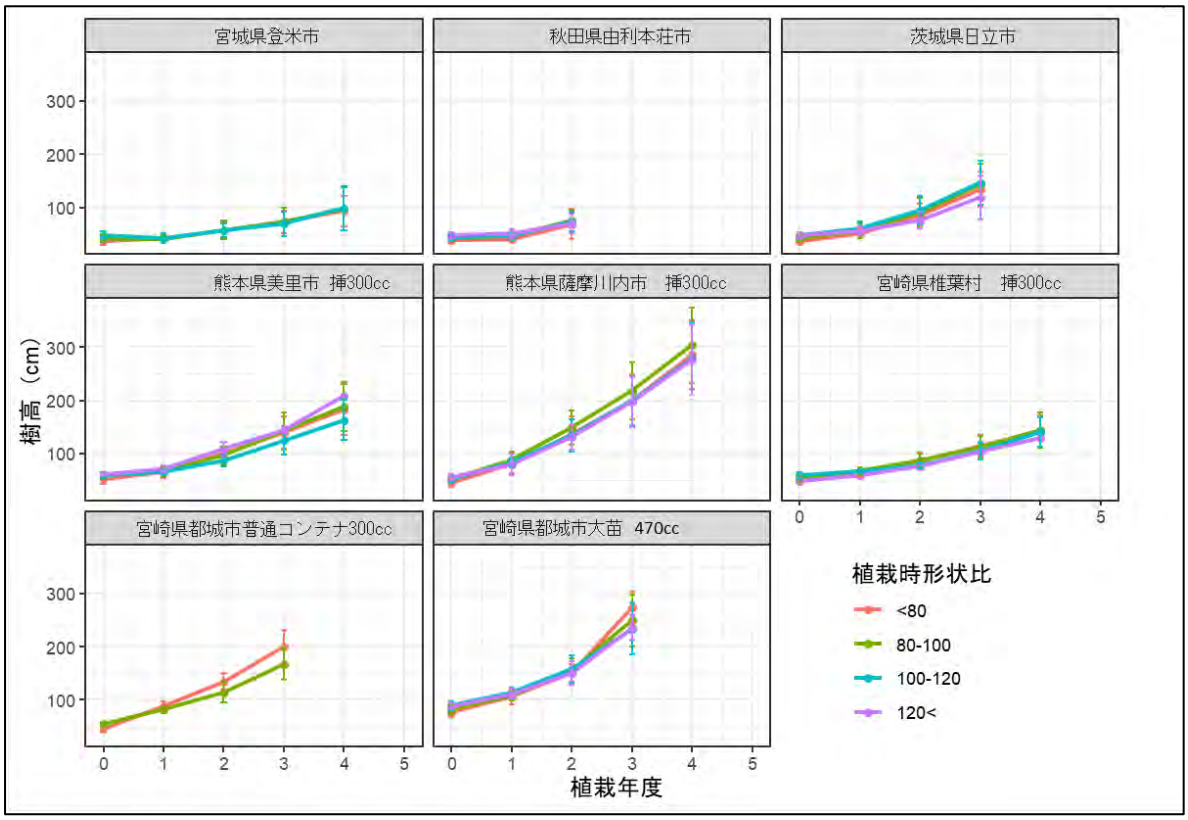


図　8　スギコンテナ苗における植栽時の形状比ごとの植栽後の樹高成長の推移

植栽されたスギコンテナ苗を植栽直後の形状比ごとにわけ、樹高成長の推移を分析すると、形状比が低い群と高い群の樹高が一定の傾向にならなかった。これは、樹高成長に対して植栽時の形状比以上に植栽した立地環境による影響が強いことが考えられた。

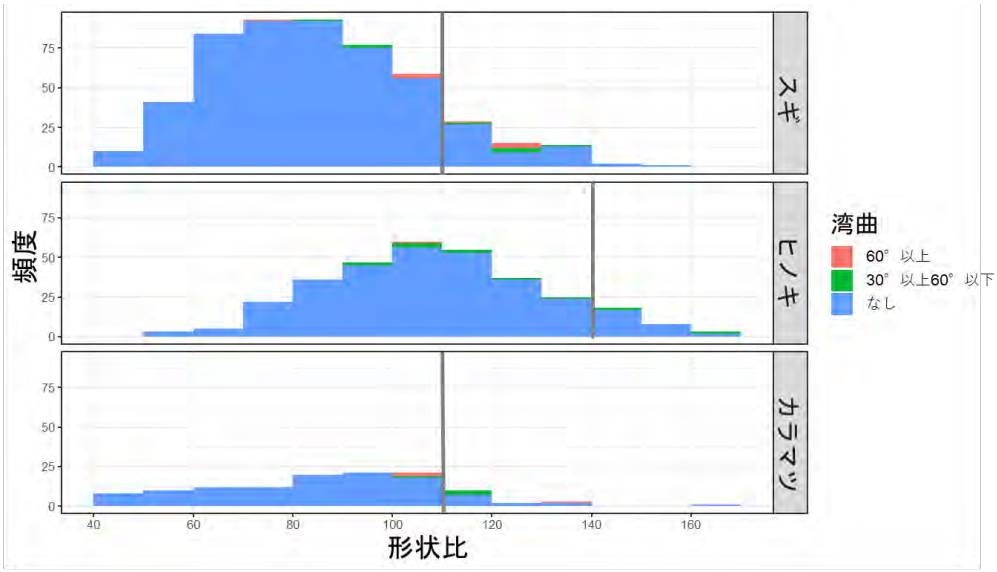


図　9　スギ・ヒノキ・カラマツコンテナ苗の植栽直後の湾曲状況

コンテナ苗の植栽試験を行い、スギ、カラマツは、形状比 110 を超えると湾曲する個体の割合が多くなる傾向があったが、ヒノキでは湾曲する個体の割合は少なく、加えて 60°以上に湾曲する個体は見られなかった。

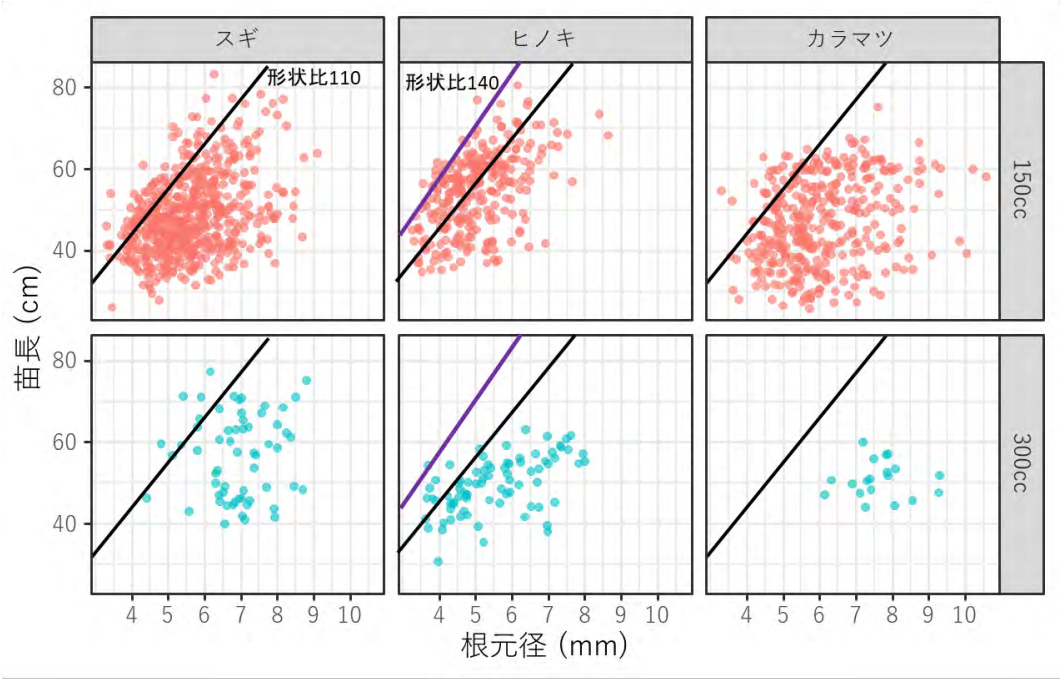


図 10　全国から取り寄せたスギ（実生）・ヒノキ・カラマツコンテナ苗の苗長と根元径との関係
黒線より左は、形状比 100 以上を示し、紫線より左は形状比 140 以上を示す。

３－６　推奨するコンテナの容量

苗木は、地上部と地下部のバランスがよいと植栽後、健全に成長する。苗長が大きくなるに従い育苗密度を下げて、コンテナ容量を上げる必要がある。そのため、それぞれの苗長に推奨するコンテナの容量を記載した。

３－７　推奨するコンテナの形状

根巻きが生じた苗木を植栽すると、土中深く根を張ることができず活着後の乾燥による枯死や成長不良のリスクが高まる。コンテナにはその根巻きを防止する仕組みとして育成孔内部の側壁にリブ（縦筋状の突起：図 11）やサイドスリット（縦長の隙間：図 12）が設けられ、また底面は広く開放されている。この構造をしたコンテナを用いることで、根巻きをしないコンテナ苗の生産が可能となる（図 13）。

図 11　リブコンテナの内壁面
赤矢印はリブを示す。

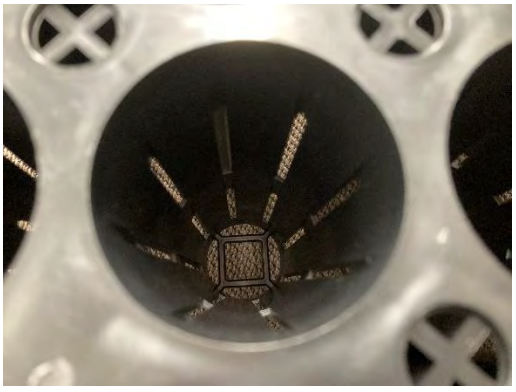


図 12　スリットコンテナの内壁

図 13　リブとスリットのコンテナで栽培された根鉢
左がリブコンテナ、右がスリットコンテナ

３－８　根鉢の状態

苗木運搬中に根鉢が崩れると根が露出することで植栽時に根を痛め、乾燥耐性も低下することから植栽後の活着が悪くなる。このため、コンテナ苗の根鉢がしっかりして崩れないことが「良い苗木」の条件の一つになる（図 14)。このようなコンテナ苗は、コンテナから引き抜いて軽く振っても根鉢から培地が崩れ落ちない状態である。

コンテナ苗を１m の高さから落下させる試験を行い、根鉢からの培地の脱落量を調べたところ、概ね 10g 以下の脱落土量であれば根鉢の形が崩れないよい根鉢であった。根鉢の表面を被覆した根の表面積割合である「根鉢表面の根系被覆率（略称：根系被覆率)」の基準を用いて、根系被覆率と脱落土量との関係を調べると、樹種によって根系被覆率の多寡が異なる傾向にあるものの、どの樹種でも 20%以上であれば根鉢の成形性が概ね保たれて崩れにくいという結果が得られた（図 15)。

図 14　しっかりした根鉢（左）と根の張りがゆるい根鉢（右）

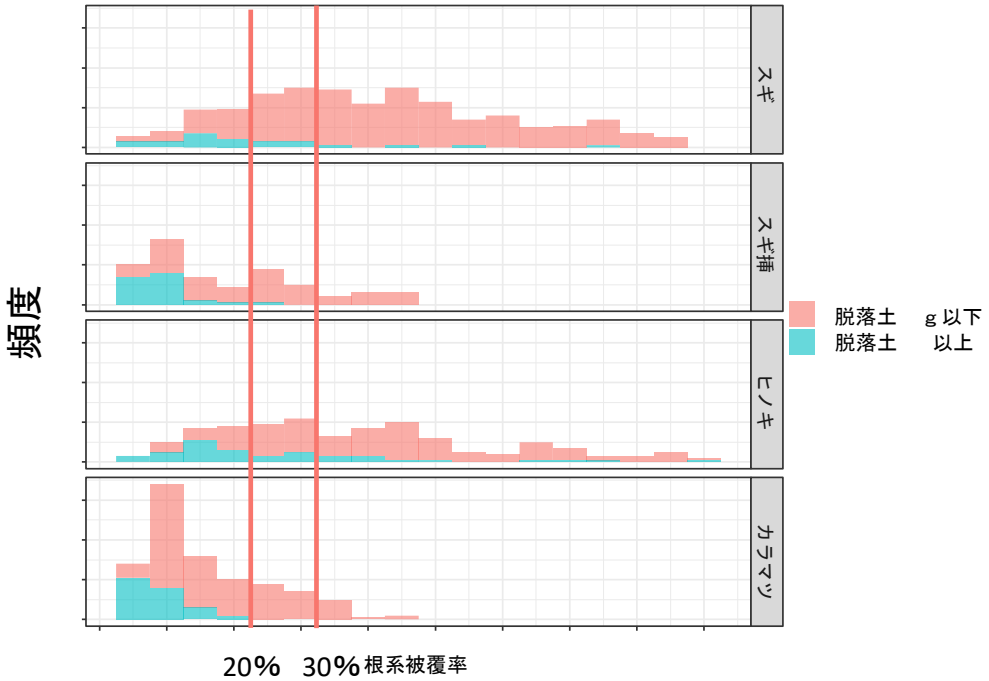


図 15　根系被覆率と脱落土量との関係

参考文献

［１］遠藤利明・山田健（2009）JFA-150 コンテナ苗育苗・植栽マニュアル.（平成 20 年度 低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書, 林野庁).

［２］八木橋ら（2016）スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日本森林学会誌 98(4)：135-138.

［３］齋藤ら（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. 日本森林学会誌.

［４］山川博美（2019）下刈り回数の削減と判断基準.（低コスト再造林への挑戦 一貫作業システム・コンテナ苗と下刈り省力化. 中村松三・伊藤 哲・山川博美・平田令子編, J-FIC). pp100-108

［５］林野庁（2020）令和元年度低密度植栽技術導入に向けた調査委託事業報告書

［６］林野庁（2021）令和２年度低密度植栽技術追跡調査に関する委託事業報告書

第６章 生産試験

６－１ 目的

コンテナ苗は、我が国では導入されてから 15 年程度であり、生産者にコンテナ苗の生産方法が普及されつつある段階であるが、依然として標準的な方法が確立・普及していない状況である。そこで、昨年度に引き続き各地域で先進的にコンテナ苗生産に取り組んでいる生産者の協力を得て、生産において技術的、コスト的に課題となっている項目を解決することを目的とした生産試験を行い、課題を整理してコンテナ苗生産の初心者にもわかりやすい手引を作成するための情報をとりまとめることとした。

６－２ 協力生産者

本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）のヒアリング調査において、コンテナ苗生産等に関する知識及び技術が高く、また生産基盤が既に整っており、かつ、新しい技術導入に意欲的で実証試験に協力的な生産者を選出した。対象樹種は、スギ、ヒノキ、カラマツとし、生産者の地域と樹種が偏らないように配慮し、協力生産者を表 ６－１に示す通り選出した。

表 ６－１ 協力生産者と担当樹種一覧

地域	樹種	屋号
北海道	カラマツ（実生）	(有)大坂林業
秋田県	ス　　ギ（実生）	(有)田村山林緑化農園
徳島県	ス　　ギ（実生）	大島来春園
高知県	ヒ ノ キ（実生）	山崎農園
宮崎県	ス　　ギ（挿木）	(株)長倉樹苗園

６－３ 生産試験の内容

本事業では、３つの生産試験を行うこととし、試験内容の概要を表 ６－２に示す。生産試験３は、新型コロナウイルス感染症拡大等の影響により、主伐が減少し、再造林に用いる苗木に残苗が発生する懸念があることから、その残苗を活用して大苗を作る方法を提案することを目的として、コンテナ苗の大苗生産に取り組んだ事例を参考に実施した。

表 6-2　生産試験の概要

No.	試験名	概要	試験期間
1	異なる培地での コンテナ苗生産試験	異なる培地とコンテナ容量の組み合わせで生産されるコンテナ苗の特性等の関係の整理をする。	（1回目） 令和2〈2020〉年2月～12月 （2回目） 令和2〈2020〉年9月～翌年12月
2	生産システムの 効率化のための コンテナ苗生産試験	充実種子選別機、一粒播種機、セルトレイを活用したプラグ苗等による最新の手法を検証し、生産システムの効率化・機械化のためのデータを取得する。	令和2〈2020〉年2月～令和3〈2021〉年10月
3	残苗を活用した 大苗生産試験	出荷できなかった残苗を用いてより大きなコンテナ苗を生産する方法を提案する。	（1回目） 令和2〈2020〉年5月～翌年6月 （2回目） 令和3〈2021〉年2月～12月

6－3－1　　生産試験1：異なる培地でのコンテナ苗生産試験（培地試験の再試験）

（1）目的

異なる培地を使ったコンテナ苗の生産試験を継続して行うことにより、生産工程・生産管理上の課題等を抽出するとともに、培地と生産されるコンテナ苗の特性等をまとめ、手引きに反映することとした。さらに、新型コロナウィルス感染症の拡大により、培地として主に利用しているココナツピート（スリランカ原産）の輸入が難しい状況になっていることから、資源安全保障及び国内の木材残渣の有効活用の観点より、スギバークコンポストの培地としての利用可能性をさらに検討することとした。

（2）試験内容

本事業3年目となる本年度（令和3〈2021〉年度）は、昨年度（令和2〈2020〉年度）の生産試験の結果から、表 6-3に示す培地試験を前回と同じ生産者で行うこととした。

培地のうち、ココナツピートを基本とした培地については販売元の(株)トップに配合を依頼した。スギバークの培地である［育林コンポスト］については、販売元の都城森林組合から購入した。肥料は、緩効性化成肥料の［ハイコントロール 085　100 日タイプ］（ジェイカムアグリ株式会社）を 10ｇ/L 及びクドミネラルを1ｇ/L になるよう配合するようにそれぞれの販売元に依頼した。コンテナ容器は、[マルチキャビティ JFA150(150cc)及び JFA300(300cc)]（全国山林種苗協同組合連合会）を使用した。

培地の組成は、表6－3に示すとおり、昨年度と同じ組成（C, K, B, P）に加えて、スギバークコンポストを基本とした土壌改良材を配合した組成（B,BC15・30,BK15・30,BP）にて追加試験を行った。改良剤として、ココピートオールド（トップ社)、鹿沼土、パーライトを使用し、改良剤の配合比は 15%と 30%混合とした。なお、パーライトは、配合が多すぎると根鉢形成できない恐れがあるとの情報を生産者から得たため、15%のみとした。

元肥は［ハイコントロール 085 100 日タイプ 10g/L、クドミネラル 1g/L］とした。なお、スギバーク

コンポスト 100%の培地（B）は依頼した販売元のミスにより元肥を配合し忘れてため、元肥なしでの育苗となってしまったが、田村山林緑化農園は配合ミスの発覚前に先行して自家配合をしたため、この生産者のみ元肥ありで育苗した。

生産者の生産方法は、基本的に本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び２年目（令和２〈2020〉年度）と同様の方法で行ったが、昨年度の試験で苗木の枯れが多かった秋田県のスギ実生（田村山林緑化農園）と宮崎県のスギ挿木（長倉樹苗園）については試験方法を再検討した。秋田県の生産者では、後述する試験２で生産したプラグ苗を用いて令和２〈2020〉年９月に着手し、宮崎県の生産者については、昨年温度管理を誤った不慣れなガラスハウスではなく、従来から生産に供していた圃場にて行った。また、山崎農園では試験を開始する令和３〈2021〉年３月時点で移植可能な毛苗がなかったため、別途幼苗を購入してコンテナへ移植した。

表 6-3　生産試験（再試験）を行う培地の組成と試験生産本数

培地の組成	150cc		300cc	
	コンテナ数	苗木本数	コンテナ数	苗木本数
ココピートオールド 100% （C）	4	160	4	96
ココピートオールド 80%:鹿沼土 20% （K）	4	160	4	96
ココピートオールド 85%:パーライト 15%（P）	4	160	4	96
スギバークコンポスト 100%（B）	4	160	4	96
スギバーク 85%:ココピートオールド 15% （BC15）	4	160	4	96
スギバーク 70%:ココピートオールド 30% （BC30）	4	160	4	96
スギバーク 85%:鹿沼土 15%(BK15)	4	160	4	96
スギバーク 70%:鹿沼土 30%(BK30)	4	160	4	96
スギバーク 85%:パーライト 15%(BP15)	4	160	4	96

表 6-4　生産試験のための幼苗を試験培地に移植する時期

屋号	樹種	キャビティ移植時期
(有)大坂林業	カラマツ　（実生）	令和３(2021)年４月 14 日
(有)田村山林緑化農園	ス　ギ　（実生）	令和２(2020)年９月９日
大島来春園	ス　ギ　（実生）	令和３(2021)年３月９日
山崎農園	ヒ ノ キ　（実生）	令和３(2021)年３月 15 日
(株)長倉樹苗園	ス　ギ　（挿木）	令和３(2021)年３月３日

（3）生産試験の結果

昨年度と同様に移植直後の苗木の苗長と根元径の計測を行った。

各生産試験の主な工程を図 6－1 に示す。大坂林業のカラマツは苗畑で作った幼苗を令和３〈2021〉年の４月に移植して、10 月に出来上がった。田村山林緑化農園のスギはプラグ苗を使用しており、令和２〈2020〉年２月に播種したものを同年９月に移植して、令和３〈2021〉11 月に出来上がった。大島来春園のスギは令和２〈2020〉年 12 月に播種したものを令和３〈2021〉年３月にコンテナに移植して、12 月に出来上がった。山崎農園のヒノキは令和２〈2020〉年４月に苗畑に播種したものを今年の３月にコンテナに移植して、12 月に出来上がった。長倉樹苗園のスギ挿し木は令和２〈2020〉年 10 月に採穂・床挿しし、令和３〈2021〉年３月にコンテナに移植して 11 月に出来上がった。

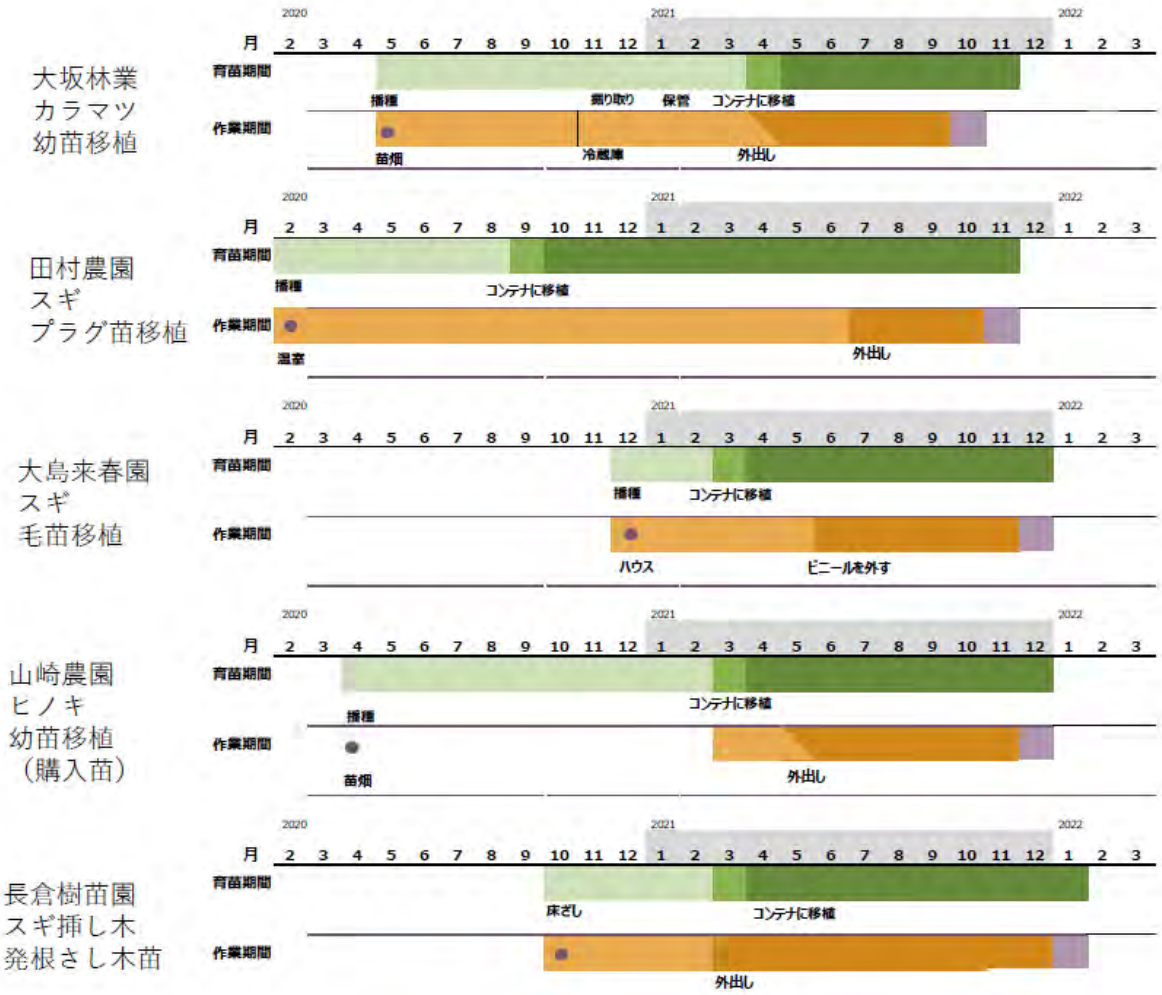


図 6－1　各生産者の生産工程の概要と結果

試験で使用した幼苗の大きさを図 6－2 に示す。最も苗長が大きかったのはスギ挿し穂で 28.7cm、実生苗のうち最も大きかったのはカラマツの幼苗で約 20cm、最も小さかったのはスギ毛苗で約 1cm であった。

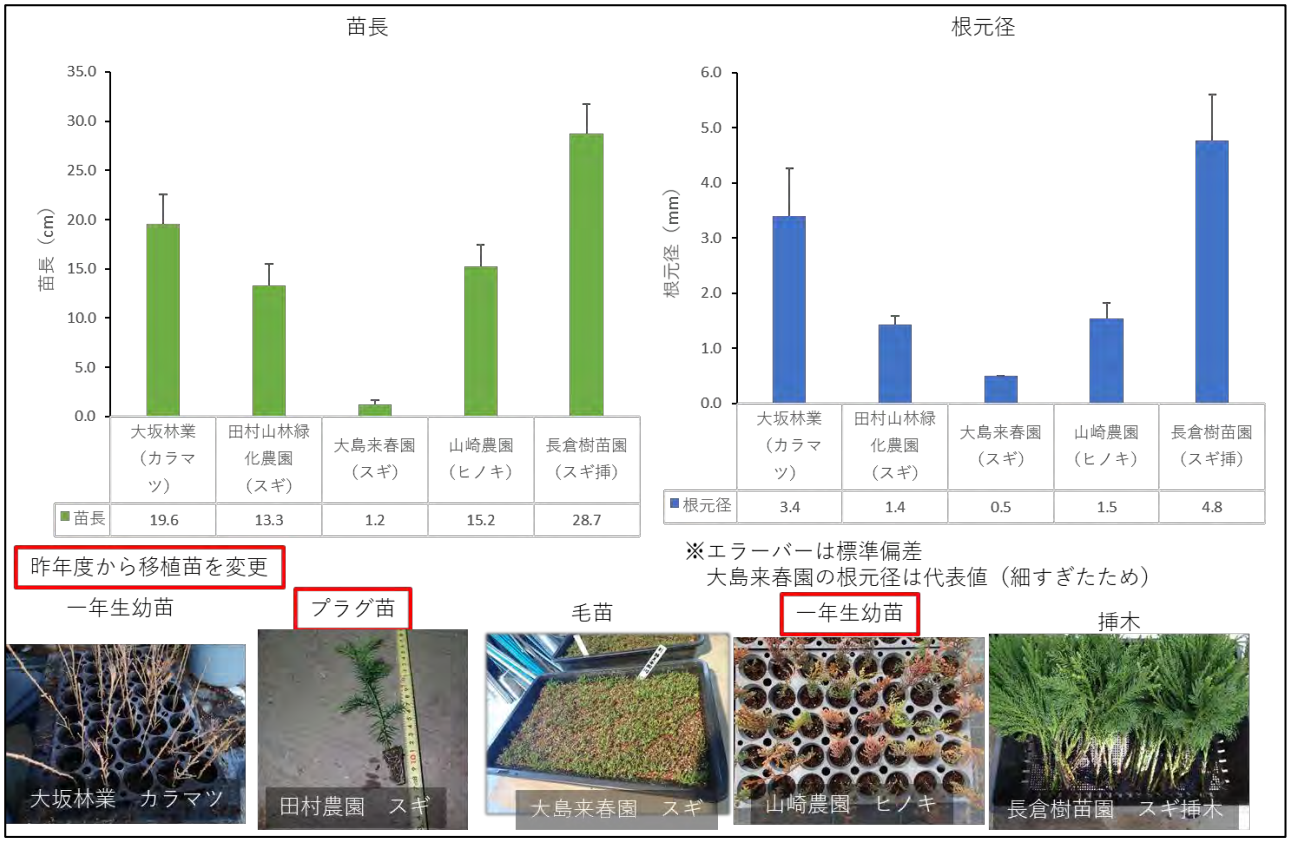


図　6－2　供試した幼苗の大きさ

1）北海道・カラマツ

試験終了時（令和３〈2021〉年 10 月）の平均苗長と平均根元径を図　6－3 に示す。どの培地でも基本的に良好に成長したが、元肥配合ミスのあった B（スギバークコンポスト 100%）については 150cc、300cc ともに他の培地よりもサイズが小さかった。なお、150cc よりも 300cc の方が苗木のサイズが大きい系統となった。

枯死率と新規格（案）到達率を図　6－4 に示す。５章で検討した規格の仮基準として苗長（H）が 35cm 以上、形状比 110 以上を基準として、H≧35 が 4 号苗、H≧45 が 3 号苗、H≧60 が 2 号苗相当の規格とした（苗長は解析段階での規格案を採用したため、５章掲載の最終案とは若干異なる）。150cc の平均苗長は 45～50cm 程度で、4 号苗と 3 号苗相当の規格にどれだけ達しているかをみると、どの培地も 4 号苗相当の規格に 80%以上、3 号苗相当の規格に 50%以上達しており、概ね良好と考えられる。形状比が 110 を超えた個体は 10%未満であった。300cc では平均苗長が 55cm 程度で、同様に 3 号苗と 2 号苗相当の規格への到達率をみると、どの培地も 3 号苗相当に 70～80%達していた。２号苗相当には C（ココピートオールド 100%）で 50%以上達し、それ以外は 30%前後であった。また形状比が 110 を超えた個体は 10%未満であった。以上より、基本的にどの培地でも出荷可能な苗を生産出来ることが確認できた。

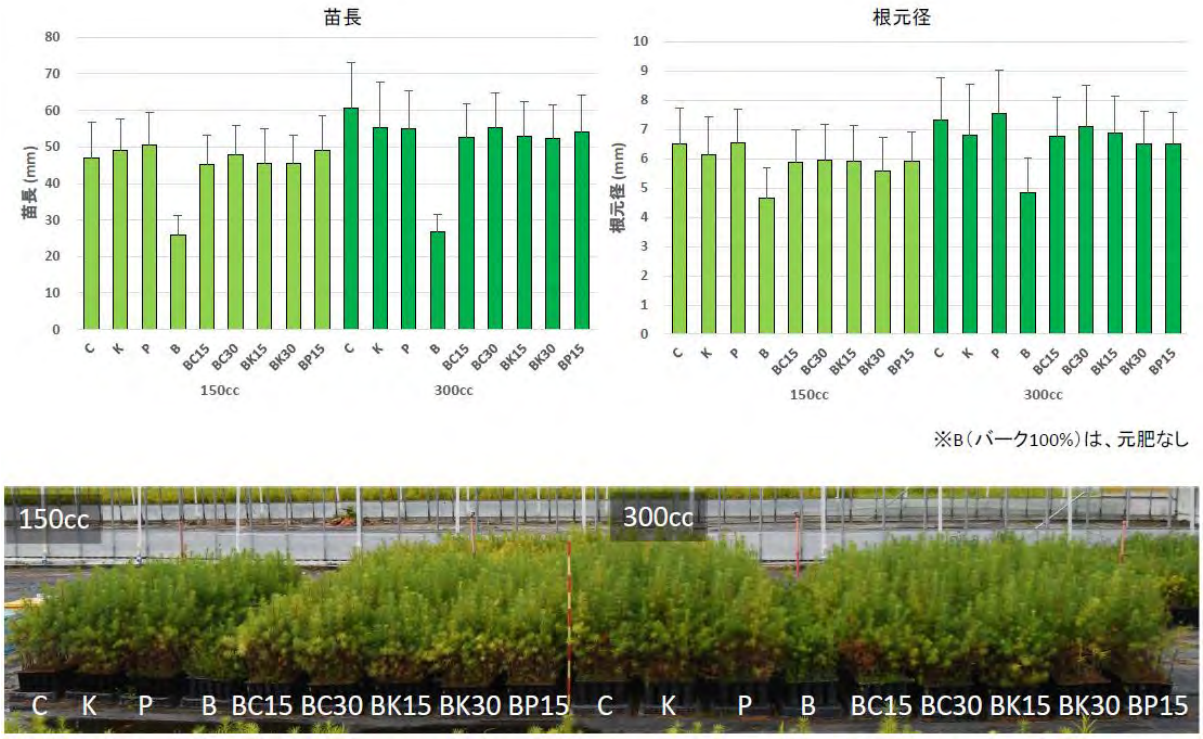


図 6－3　試験終了時の平均苗長と平均根元径（**北海道・カラマツ**）

※　培地Ｂ（バーク）のみ元肥がなし

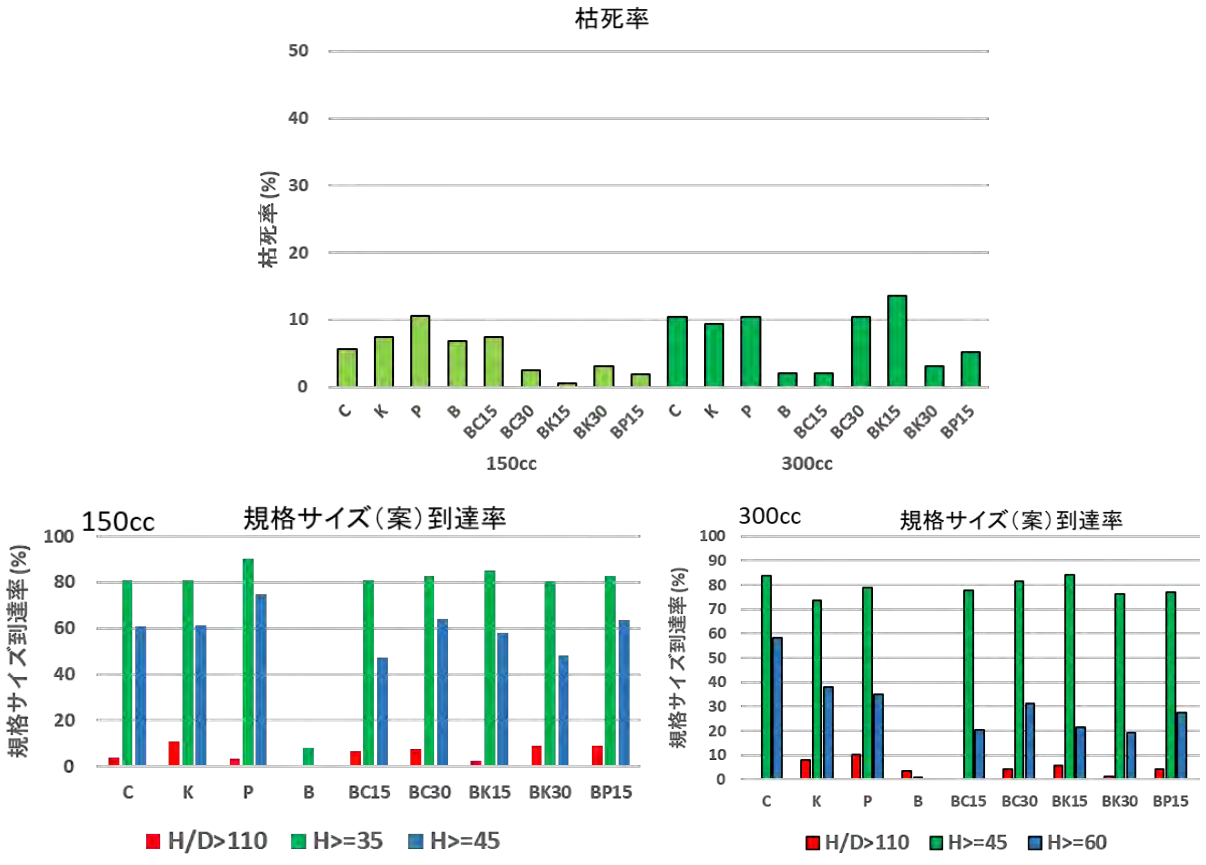


図 6－4　試験終了時の枯死率（上）と規格サイズ（案）到達率（下）
（北海道・カラマツ）

２）秋田県・スギ

試験終了時（令和３〈2021〉年 11 月）の平均苗長と平均根元径を図 ６－５に示す。どの培地でも良好に成長しており、サイズは 150cc よりも 300cc の方が大きくなる傾向があった。なお、他の地域の生産試験では B（スギバークコンポスト 100%）の元肥配合ミスによる影響が出てしまったが、秋田では配合ミスの発覚前に事前に自家配合でＢに元肥を入たので､他の培地と遜色なく育っている様子がわかる。

枯死率と規格サイズ（案）到達率を図 ６－６に示す。形状比は 110 以上、H≧35 が 4 号苗、H≧45 が 3 号苗、H≧60 が 2 号苗相当の規格（５章掲載の最終案とは若干異なる)。150cc の平均苗長は 55～60cm 程度で、4 号苗相当の規格に C（ココピートオールド 100%）･K（ココピートオールド 80%：鹿沼土 20%）は 70%以上が到達し、それ以外の培地では 60%程度が到達していた。3 号苗相当の規格に C･K は 60%以上が到達し､それ以外の培地では 50%程度が到達していた｡形状比が 110 を超えた個体は C･K は 20%未満で、それ以外は 30～50%程度あった。

300cc では平均苗長は 60～70cm 程度で、3 号苗相当の規格への到達率は BK15（スギバーク 85%：鹿沼土 15%）･BK30（スギバーク 70%：鹿沼土 30%）が 50%未満、それ以外の培地では 60%以上が到達していた。2 号苗相当の規格に 50%以上到達していたのは C、BC15（スギバーク 85%：ココピートオールド 15%)、BC30（スギバーク 70%：ココピートオールド 30%）のみであった。形状比が 110 を超えた個体は 10%未満であった。

形状比の規格について案では 110 以下としたが、今回秋田のスギ 150cc 苗に関しては多くが形状比 110 以上となり、規格から外れてしまうものが結構出てきた。これは、150cc 苗を平均苗長 55～60cm 程度と大きく育ててしまったためであり、300cc ではこのような問題は生じなかった。

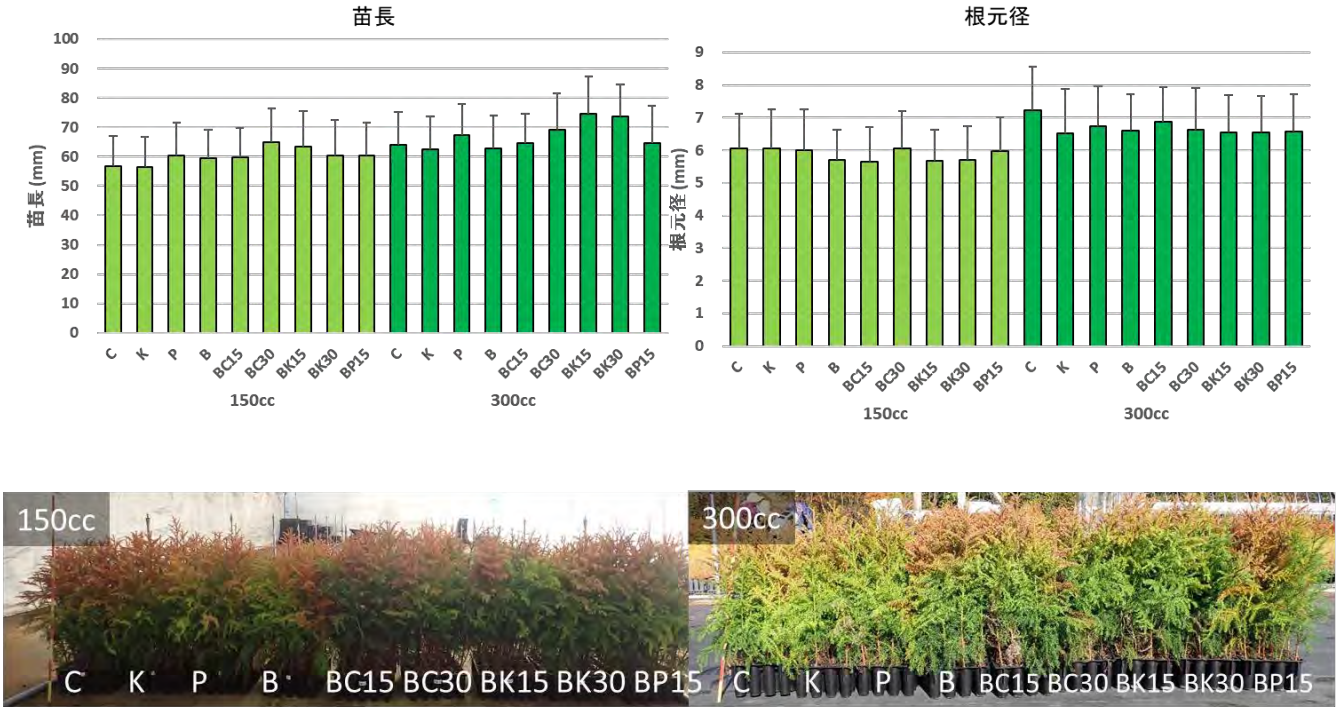


図 ６－５　試験終了時の平均苗長と平均根元径（秋田県・スギ）

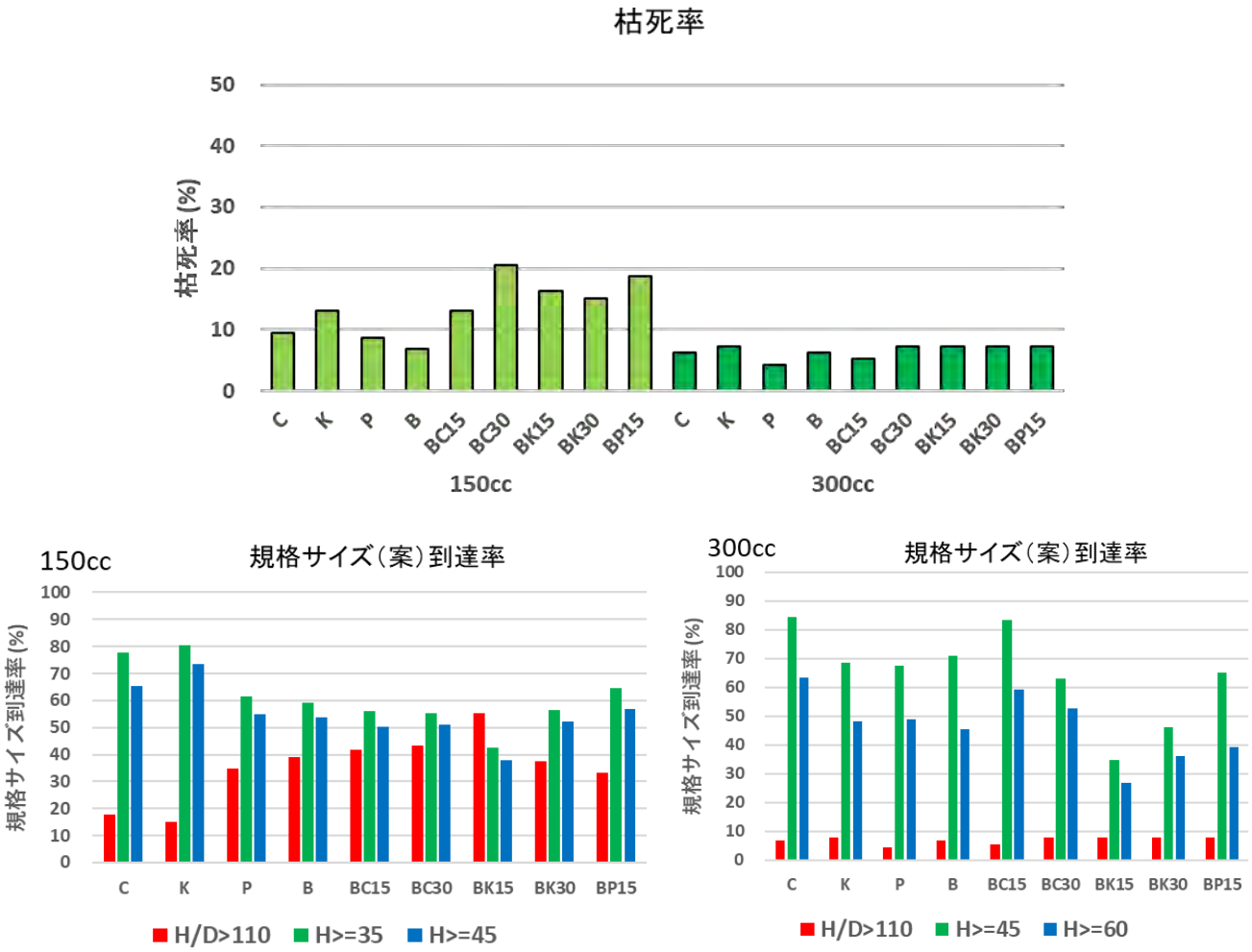


図　6－6　試験終了時の枯死率（上）と規格サイズ（案）到達率（下）
（秋田県・スギ）

3）徳島県・スギ

試験終了時（令和３〈2021〉年 12 月）の平均苗長と平均根元径を図　6－7 に示す。どの培地でも基本的に良好に成長しているが、元肥配合ミスのあった B(スギバークコンポスト 100%)については 150cc、300cc ともに他の培地よりもサイズが小さかった。また、150cc よりも 300cc の方が大きいサイズとなった。

枯死率と規格サイズ案到達率を図　6－8 に示す。形状比は 110 以上、H≧35 が 4 号苗、H≧45 が 3 号苗、H≧60 が 2 号苗相当の規格となる（５章掲載の最終案と若干異なる）。150cc の平均苗長は 35cm 程度で、4 号苗相当の規格に到達したのは 50%程度、3 号苗相当の規格に到達したのは 10%前後であった。形状比が 110 を超えた個体は 10%前後であった。

300cc では平均苗長は 45cm 程度で、3 号苗相当の規格への到達率は C（ココピートオールド 100%）・P（ココピートオールド 85%・パーライト 15%）・BK30（スギバーク 70%：鹿沼土 30%）が 50%、それ以外の培地では 50%未満であった。2 号苗相当の規格に到達したのは 10%に至らなかった。形状比が 110 を超えた個体は 10%未満であった。

規格サイズ案到達率が 150cc、300cc ともに半分程度にしか達していない理由としては、令和２〈2020〉年 12 月に播種して令和３（2021）年 12 月に調査ということで、一成長期しか経っていないことが考えられる。もう少し育苗期間の延ばすと到達率は上がると思われ、基本的に悪くない結果となっている。

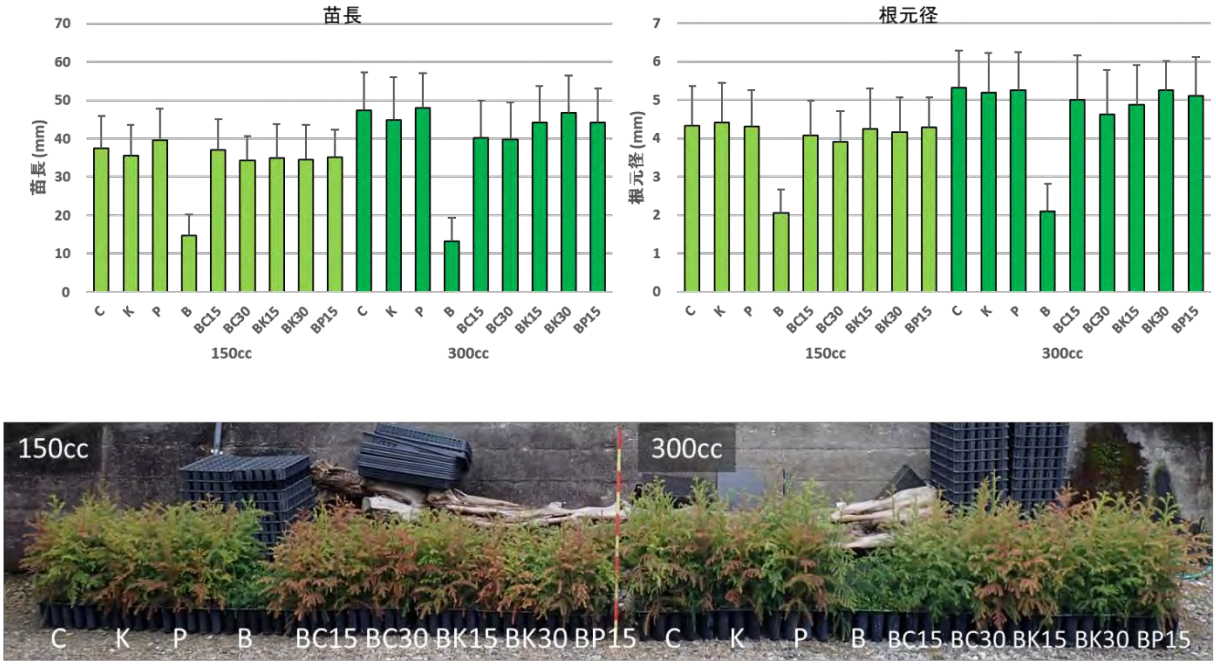
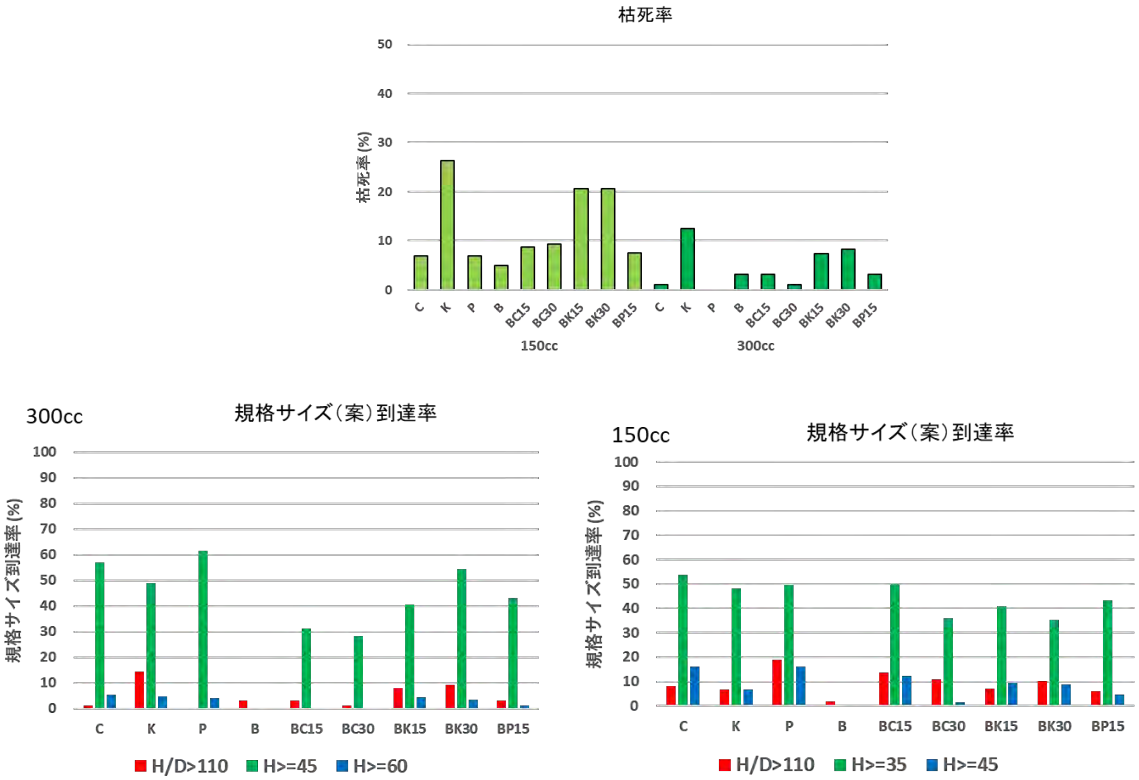


図　６−７　試験終了時の平均苗長と平均根元径（徳島県・スギ）



※　培地Ｂ（バーク）のみ元肥がなし

図　６−８　試験終了時の枯死率（上）と規格サイズ（案）到達率（下）
（徳島県・スギ）

４）高知県・ヒノキ

試験終了時（令和３〈2021〉年 11 月）の平均苗長と平均根元径を図 ６－９に示す。どの培地でも基本的に良好に成長しているが、元肥配合ミスのあった B（スギバークコンポスト 100%）については 150cc、300cc ともに他の培地よりもサイズが小さかった。また、150cc よりも 300cc の方が大きいサイズとなった。

枯死率と規格サイズ（案）到達率を図 ６-10 に示す。形状比は 120 以上、H≧35 が 4 号苗、H≧45 が 3 号苗、H≧60 が 2 号苗相当の規格となる（５章に掲載する最終案と若干異なる）。150cc の平均苗長は 50cm 程度で、4 号苗相当の規格に到達したのは 40～60%以上、3 号苗相当の規格に到達したのは 30～60%以上であった。形状比が 120 を超えた個体は 30～60%前後であった。

300cc では平均苗長は 60cm 程度で、3 号苗相当の規格への到達率は 50～80%、2 号苗相当の規格に到達したのは 30～60%であった。形状比が 120 を超えた個体は 10～40%であった。

今回、形状比については、多くの苗が形状比 120 を超えていたが、流通するヒノキ苗の実態に照らせば良好なサイズと思われる苗が、形状比 120 を基準としてみると規格外となってしまうので、ヒノキの規格については形状比の設定が課題となる。

また、根元径の基準を 4mm にすると出荷できる苗木の数が減少してしまうという専門家の意見が聞かれた。35cm 上ヒノキの根元径のヒストグラムをみると（図 ６-11）、300cc のコンテナ苗では根元径 3.5mm～4.0mm に全体の 2 割が該当する。生産したコンテナ苗の 2 割出荷できないというのは生産者にとって大きな損失であり検討が必要である。

また、35cm 上 4mm 上のヒノキについて、形状比のヒストグラム図 ６-11 に示す。形状比 120 より大きかった苗は 150cc の約 30%、300cc の約 25%あることになり、流通実態から良好と思われる苗規格外となる。

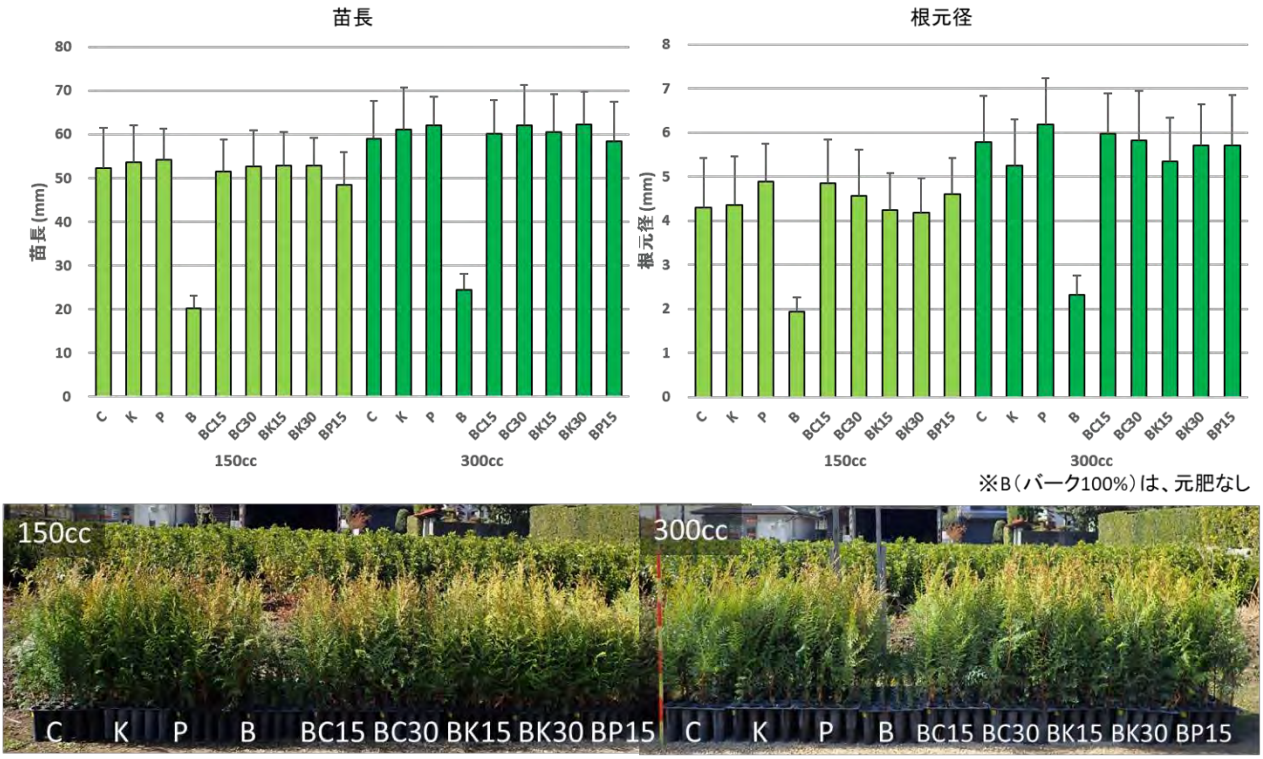


図 ６－９　試験終了時の平均苗長と平均根元径（高知県・ヒノキ）

※　培地Ｂ（バーク）のみ元肥がなし

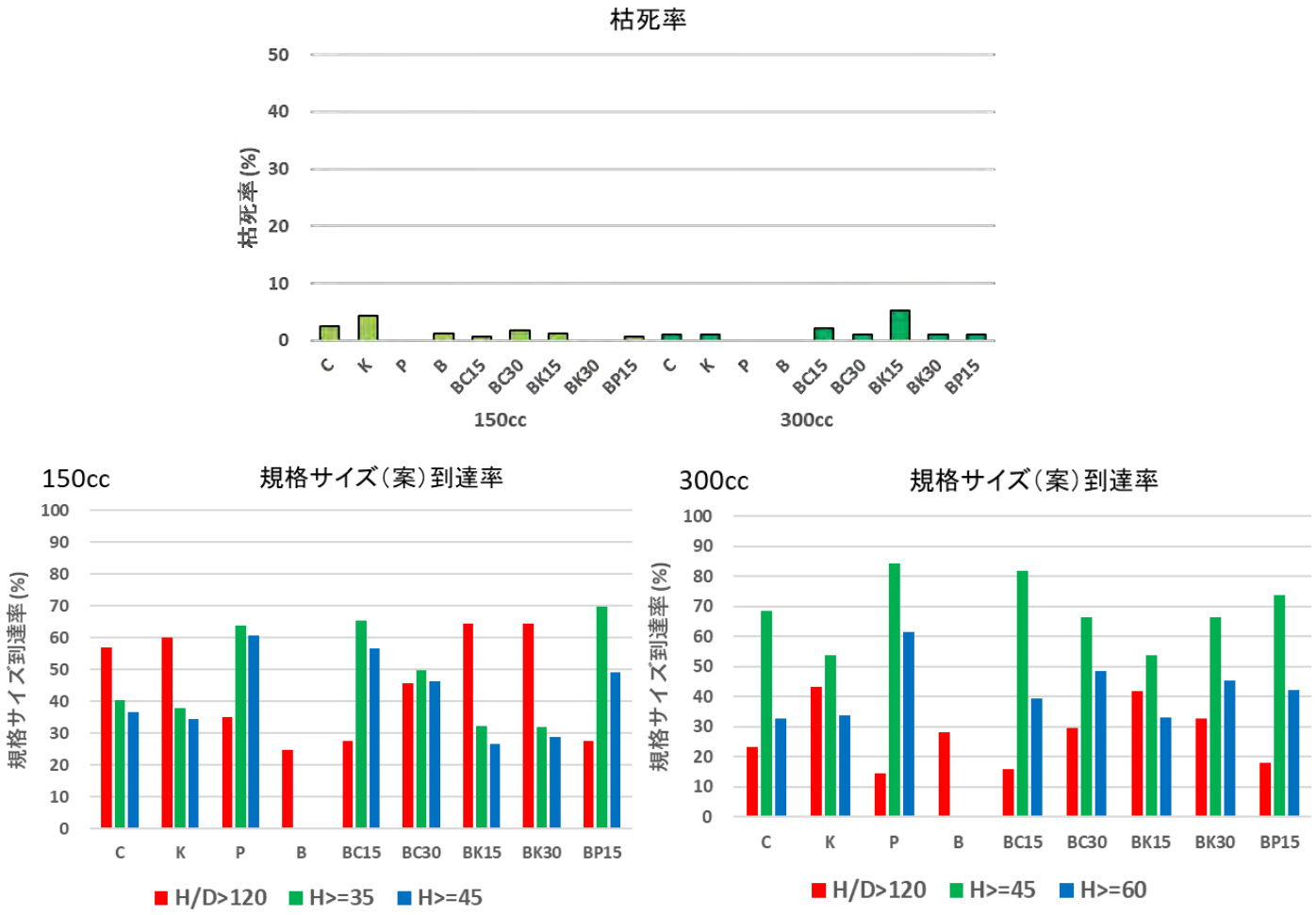


図　6-10　試験終了時の枯死率（上）と規格サイズ（案）到達率（下）
（高知県・ヒノキ）

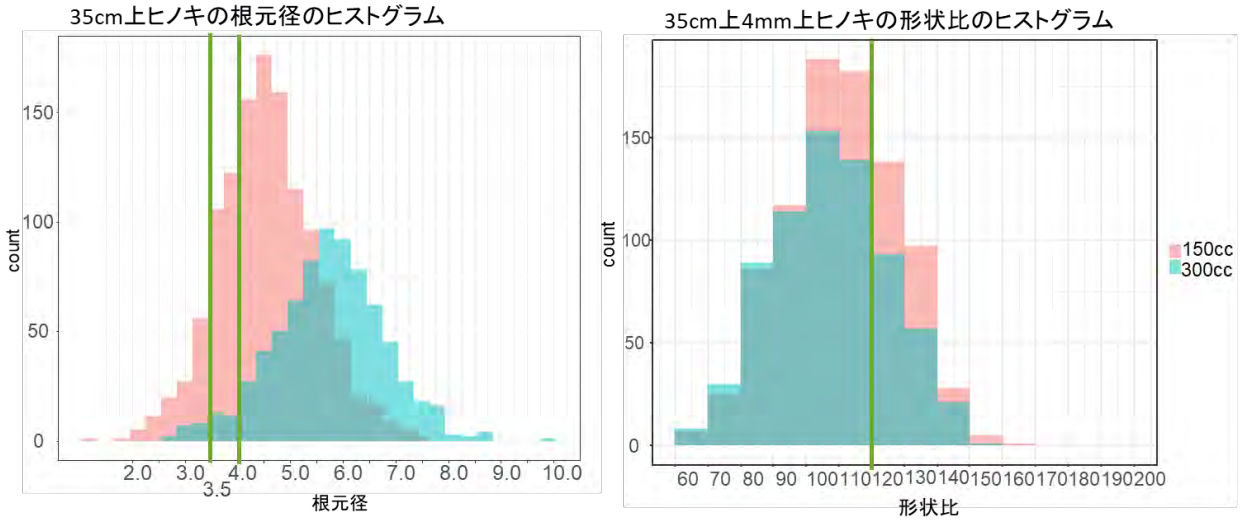


図　6-11　試験終了時の根元径（左）と形状比（右）の分布
（高知県・ヒノキ）

５）宮崎県・スギ（挿木）

試験終了時（令和４〈2022〉年１月）の平均苗長と平均根元径を図 ６-12 に示す。どの培地でも問題ないと思われるくらい成長は良好であり、元肥配合ミスがあった B（スギバークコンポスト 100%）についても 150cc、300cc ともに他の実生系のコンテナ苗と比較して成長が良い傾向にあった。

枯死率と規格サイズ（案）到達率を図 ６-13 に示す。枯死率が他の樹種（試験地）よりも明らかに多かったことから生産者に確認したところ、一般的に床挿しのさし穂を用いた場合、コンテナ移植後の活着率が概ね７割程度で、８割を超えるとかなり良い活着率であるとのことであった。今回の結果では枯死率が２～３割の間にあるため、通常の範囲内ということになる。

規格（案）到達率については、形状比 110、H≧35 が 4 号苗、H≧45 が 3 号苗、H≧60 が 2 号苗相当の規格となる（５章に掲載の最終案とは若干異なる）。150cc の平均苗長は 45cm 程度で、4 号苗相当の規格に到達したのは 80%程度、3 号苗相当の規格に到達したのは 40～60%程度であった。形状比が 110 を超えた個体は 10%未満であった。

300cc では平均苗長は 55cm 程度で、3 号苗相当の規格への到達率は 60%程度、2 号苗相当の規格に到達したのは 10～20%程度であった。形状比が 110 を超えた個体は 10%未満であった。

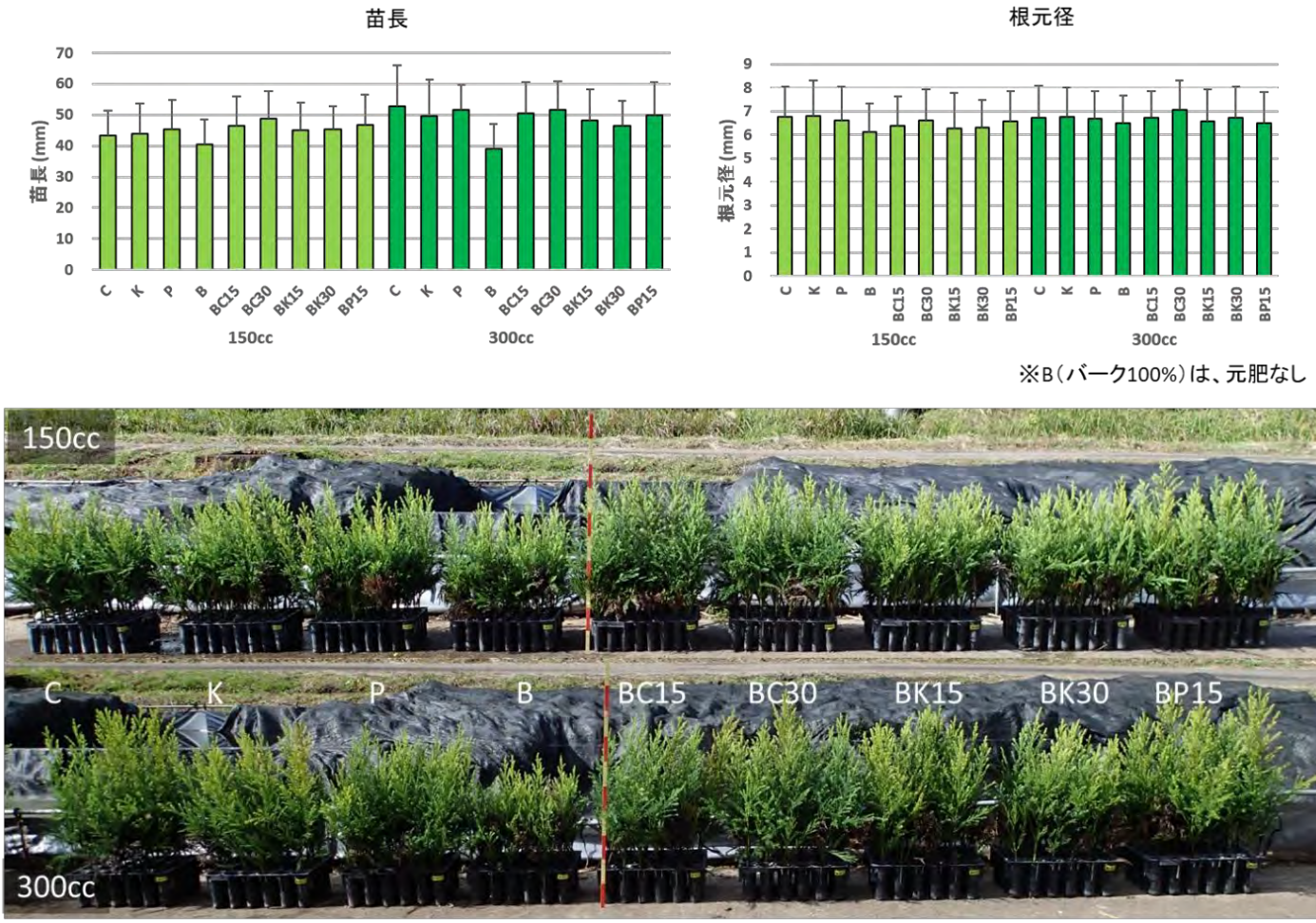


図 ６-12　試験終了時の平均苗長と平均根元径（宮崎県・スギ挿木）

※　培地Ｂ（バーク）のみ元肥がなし

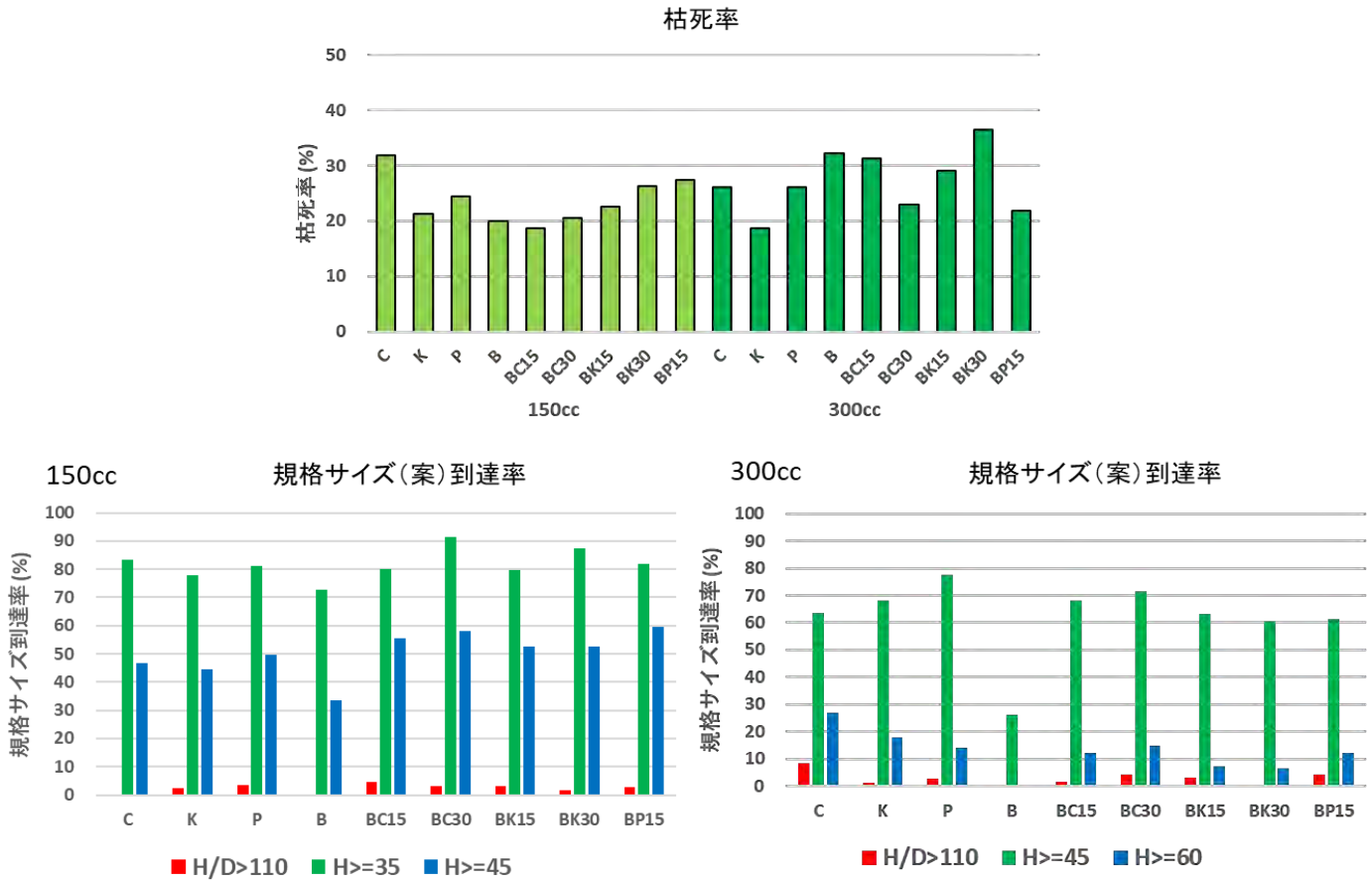


図 6-13 試験終了時の枯死率（上）と規格サイズ（案）到達率（下）
（宮崎県・スギ挿木）

（4）培地試験まとめ

1）培地について

昨年度の培地試験はココナツピートを培地のベースにした試験（ココピートオールド 100%〈C〉、ココピートオールド 80%・鹿沼土 20%〈K〉、ココピートオールド 85%・パーライト 15%〈P〉）で、それらの培地に比較としてスギバーク 100%〈B〉の培地を組み込んでいた。試験結果は、ココナツピートをベースとした培地では、どの培地でも育苗可能であった。スギバーク 100%の培地についても基本的に同様で、スギ・カラマツでは概ね利用できることが分かったが、ヒノキでは不適であまり大きく育たなかった。

その結果を受けて、今年度の培地試験ではスギバークをベースにした培地試験を実施した。前年度の〈C〉〈K〉〈P〉〈B〉の培地については 2 回目の追試の設計とし、それに加えてスギバークをベースにした培地試験（スギバーク 85%・ココピートオールド 15%〈BP15〉、スギバーク 70%・ココピートオールド 30%〈BP30〉、スギバーク 85%・鹿沼土 15%〈BK15〉、スギバーク 70%・鹿沼土 30%〈BK30〉、スギバーク 85%・パーライト 15%〈BP15〉）を追加した。スギバークにココピートオールド、鹿沼土、パーライトを 15%以上配合すると、3 樹種ともに良好な成長を示した。昨年度のヒノキで認められたスギバーク 100%での成長不良は、今年度の混合培地では認められず改善された。スギバークにパーライト等の改良剤 15%程度配合をすれば、培地として十分使用できることが分かった。

海外からの輸入に頼るココナツピートの代替物として、産業廃棄物であったスギバークがコンテナ苗

の培地として有効利用される可能性がある。

２）元肥について

今回の培地の元肥は、[ハイコントロール 085（100 日)] を 10g/L 配合した。トップ社の［コンテナ苗木育苗培土］の配合（同５g/L）よりも多くしたが、スギの大島来春園（徳島）での小さい毛苗（1cm 程度）と田村山林緑化農園（秋田）の大きいプラグ苗（10cm 以上）で比較すると、毛苗で生産した場合は規格案到達率が低く、プラグ苗では規格案到達率が高く 150cc の一部で適正な苗長（50cm 程度）を超える個体が出てきた。育苗期間がプラグ苗で生産した方が長いため、一概に論じることは難しいが、目的とする出荷時期に合わせて育苗するためには、移植する苗が大きい（10cm）場合は少なめの元肥、小さい苗（１～５cm）の場合は多めの元肥といった調整が必要であったと考えられる。

３）形状比について

田村山林緑化農園（秋田）の培地試験は、普段の栽培スケジュールにない９月にプラグ苗を移植することで始めた。冬越しをビニールハウス内で行い、そのまま６月まで育苗したことにより、形状比が高い個体が多くなった可能性がある。山崎農園（高知）のヒノキで形状比が高い個体が多かったのは、移植した幼苗に対して元肥が多かったことと、ヒノキの樹種特性（形状比が高めになる）が関わっていると考えられた。

（5）参考資料：生産試験で使用した環境ロガー等の測定結果

生産試験において、温湿度ロガーを北海道の大坂林業（カラマツ）、秋田の田村山林緑化農園（スギ）、徳島の大島来春園（スギ）、高知の山崎農園（ヒノキ）、宮崎の長倉樹苗園（スギ挿木）の生産者の圃場に設置した（写真 6－1）。うち、秋田と宮崎の圃場ではデータ回収前にロガーが故障したため、データが取得できなかった。

土壌水分センサーを北海道、徳島、高知の生産試験の培地試験時に表 6－3 に示す 9 処理の 300cc コンテナに土壌水分ロガーを設置した。土壌水分センサーは、一部でロガー内の浸水と考えられる状況により、データの欠損が生じた。

さらに、温度ロガーを高知（ヒノキ）の生産者のコンテナの培地内に埋め込み、コンテナに直射日光が当たる場所と当たらない場所での温度変化を記録した。

土壌水分センサー（赤矢印）	土壌水分ロガーの遠景（赤矢印の箱内にデータロガーが入っている）
温湿度ロガー	温湿度ロガー設置の遠景（赤矢印にロガーを設置）

写真 6－1　土壌水分センサー及び温湿度ロガーの設置例

【土壌水分ロガー及び温湿度ロガーの記録】

以下に北海道の大坂林業（カラマツ）、徳島県の大島来春園（スギ）、高知県の山崎農園（ヒノキ）の培地試験を行っている圃場付近に設置した温湿度ロガー及び土壌水分ロガーの測定結果を示す。土壌水分センサーの測定値は、約２日ペースで上昇と下降を繰り返しており、根鉢内がかん水による湿潤状態と蒸散による乾燥状態を繰り返していることが推測される。培地によっても土壌水分の傾向が異なる。昨年（令和２〈2020〉）年度の試験では、スギバーク 100%の土壌水分が他の培地よりも低めに記録される傾向があったが、今年度は、高知県のヒノキにおいてスギバークにココピートオールド、鹿沼土、パーライト等を配合した培地の土壌水分の変動幅が大きい傾向がある（図　6-19）。

北海道　大坂林業　カラマツ

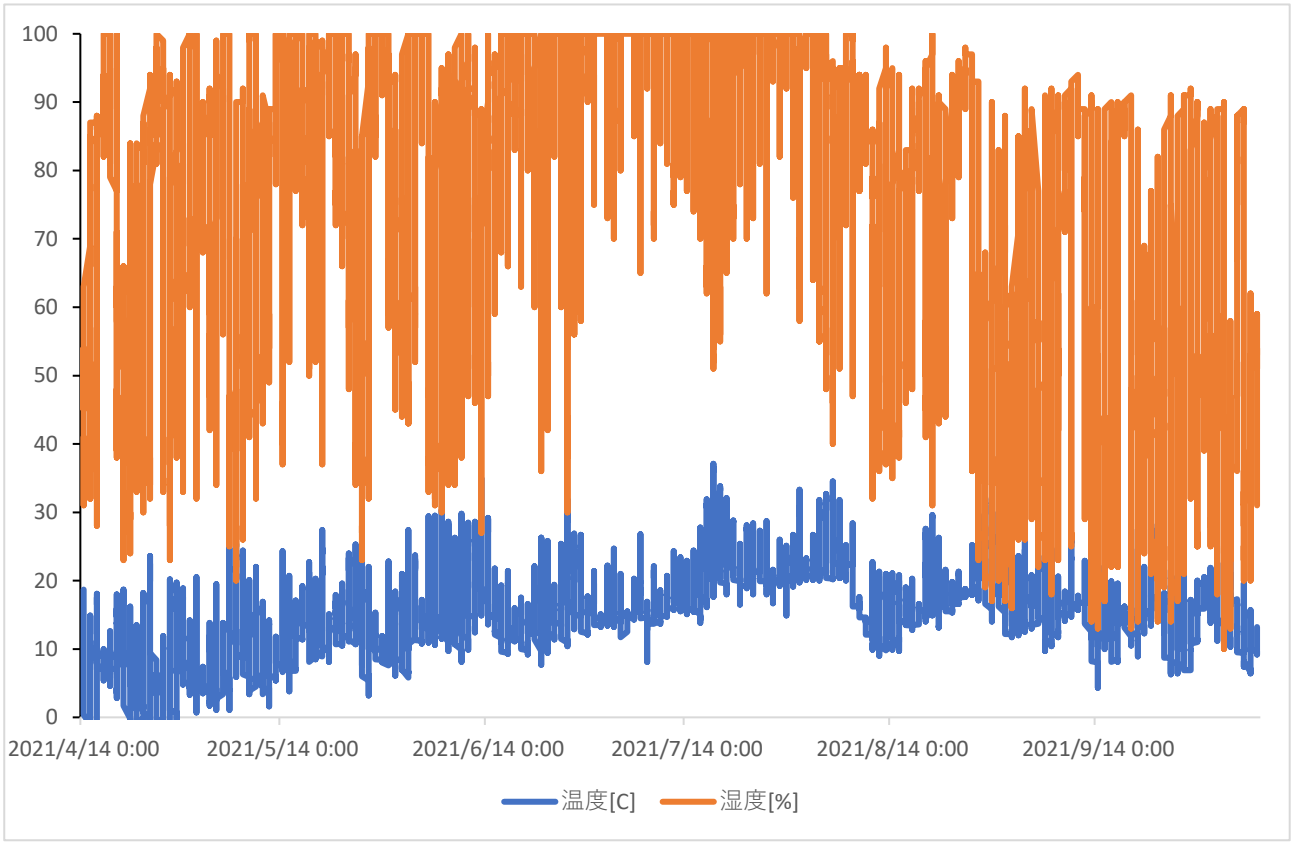


図　6-14　温湿度ロガーのデータ（北海道）

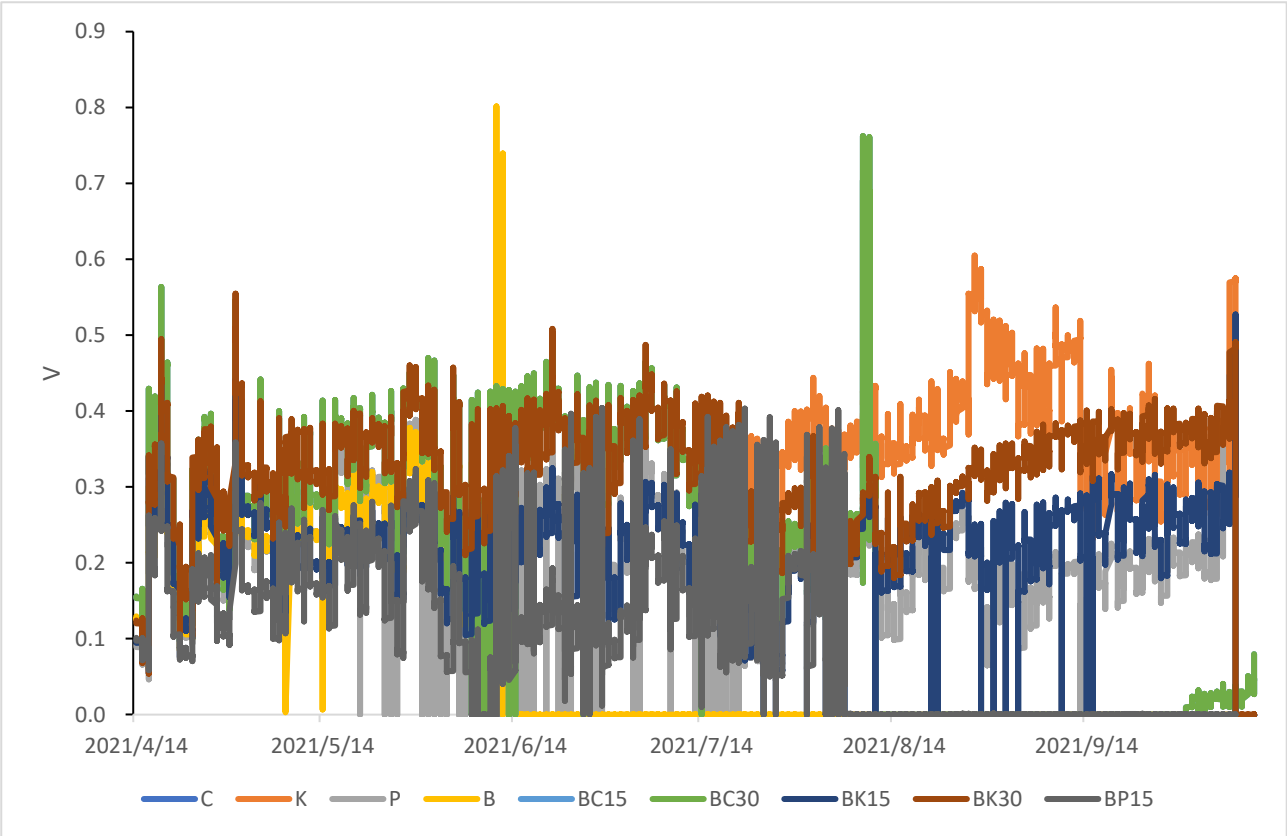


図　6-15 土壌水分ロガーのデータ（北海道カラマツ）

徳島　大島来春園　スギ

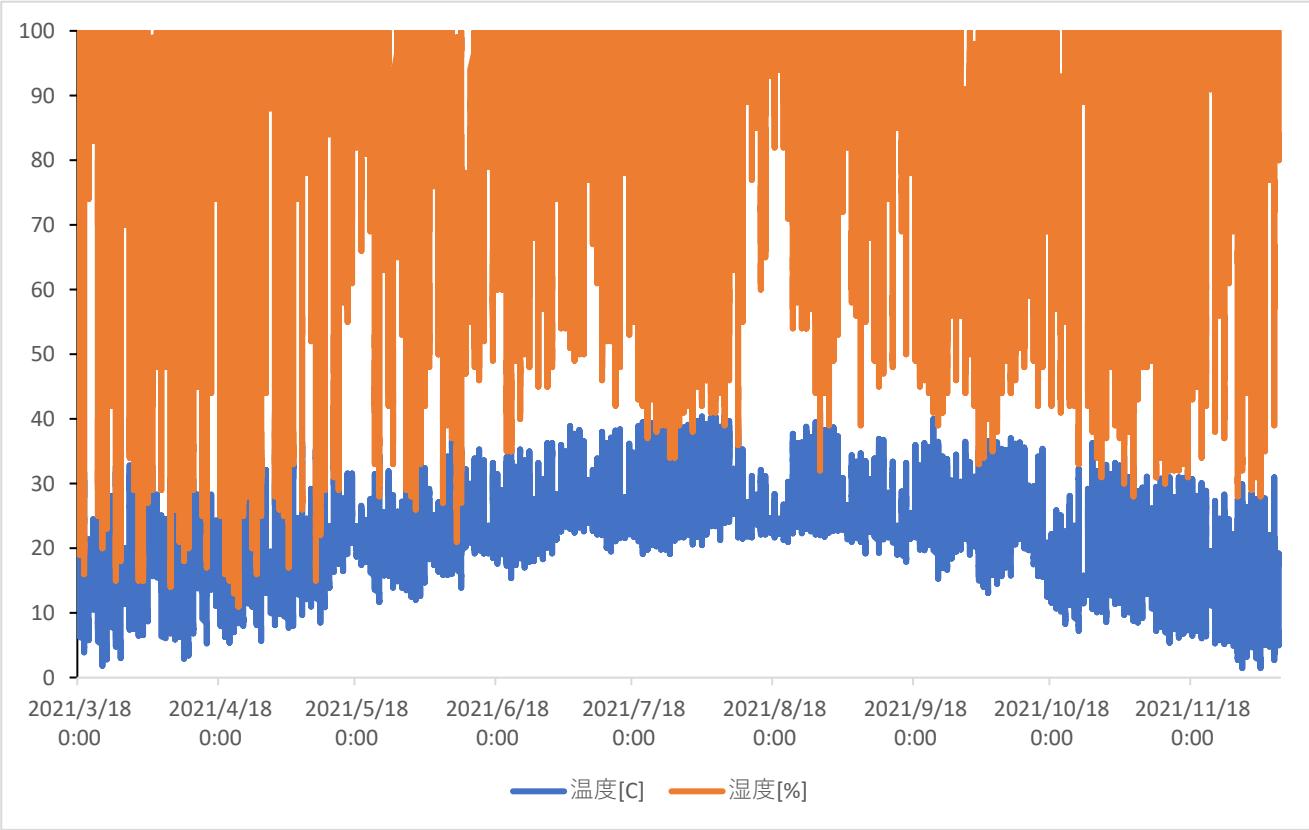


図　6-16　温湿度ロガーのデータ（徳島）

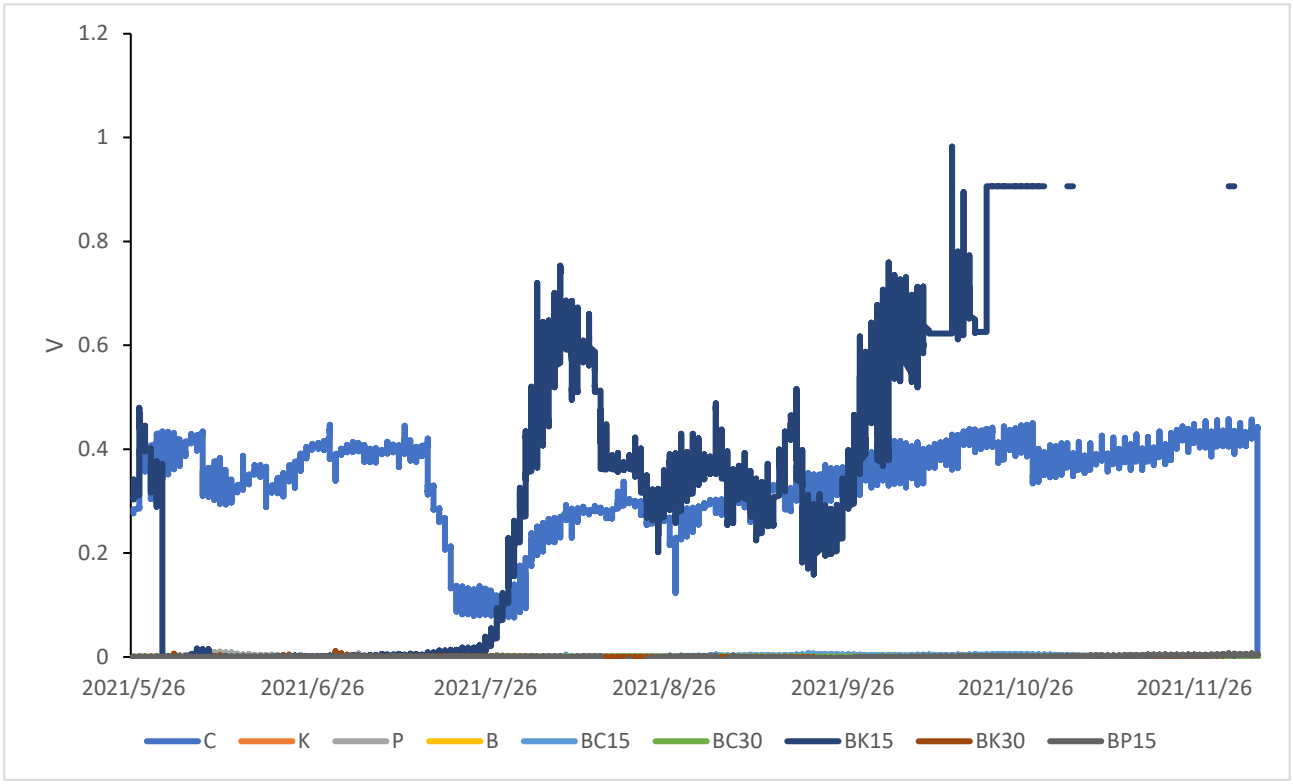


図　6-17　土壌水分ロガーのデータ（徳島スギ）

徳島　大島来春園　スギ

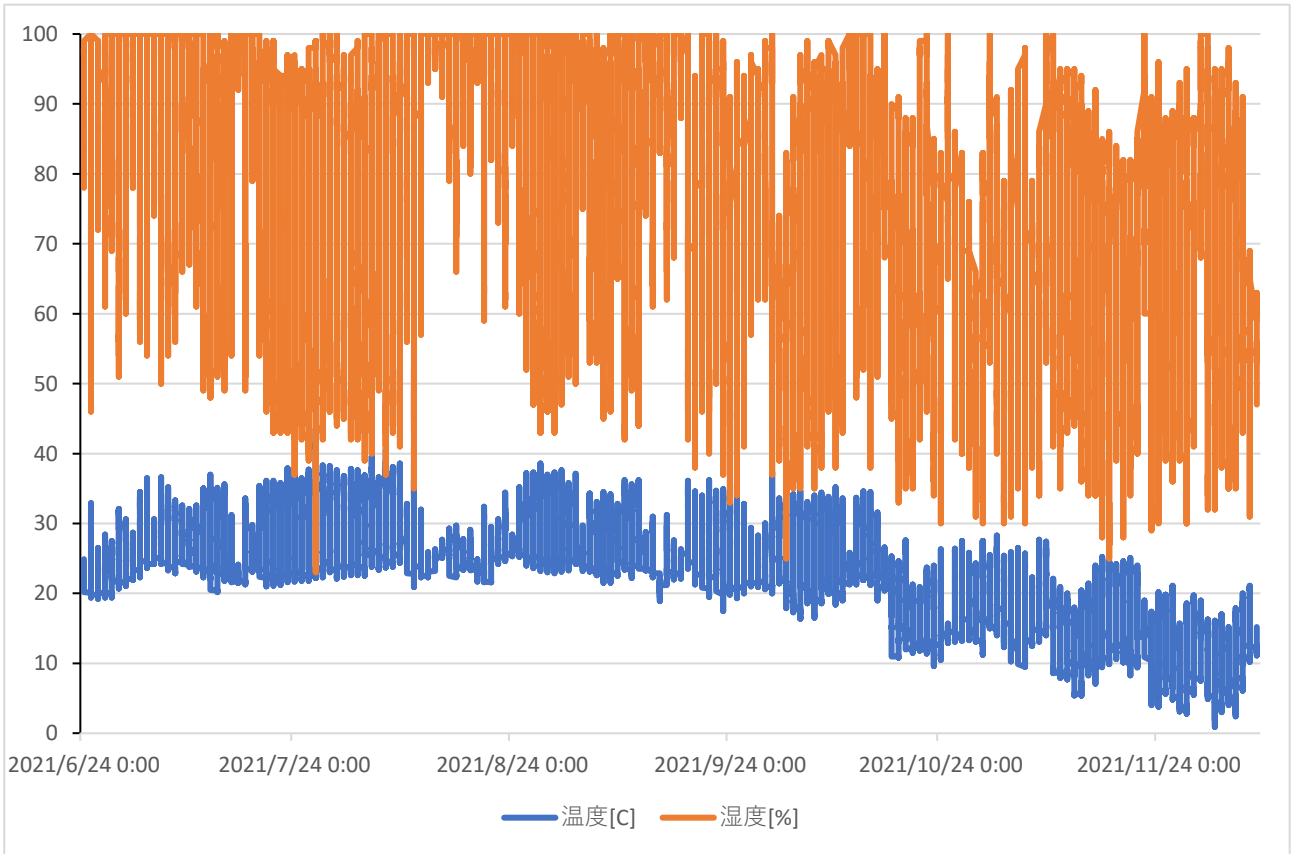


図　6-18　温湿度ロガーのデータ（高知スギ？）

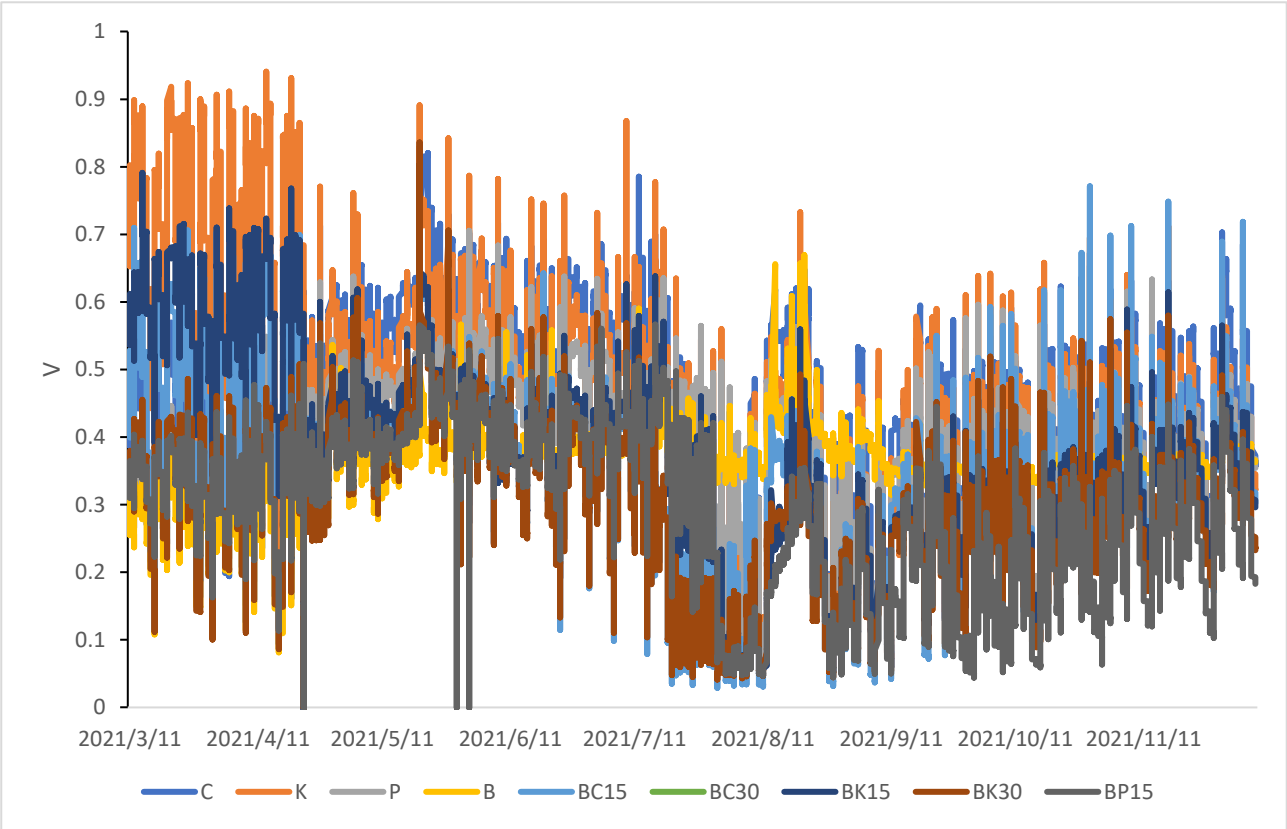


図　6-19　土壌水分ロガーのデータ（高知ヒノキ）

【直射日光の当たるコンテナ内の温度変化】

コンテナの外側の直射日光が当たる部分は、温度が高くなり、根鉢の形成が悪くなるというヒアリング結果をもとに、山崎農園の培地試験のコンテナ苗の培地に温度ロガーを 2021 年 7 月 15 日にコンテナに直射日光があたる外側と直射日光が当たらない内側に設置して 1 時間間隔で記録した（写真　6-2）。

最も温度が高くなる 8 月の気温の推移を図　6-20 に示す。コンテナの外側は、最大 41.6℃を記録し、コンテナの内側は最大 34.8℃を記録した。コンテナの外側に設置した温度ロガーが日中は概ね高い気温を記録した。最大の気温差は、8.2℃であった。

2021 年 12 月の調査時に直射日光の当たる外側のキャビティからコンテナ苗を引き抜き、根鉢の直射日光の当たる外側の部分と、内側の部分を比較した（写真　6-3）。外側に面している根鉢表面には、内側と比較して根系の被覆が少ない傾向にあった。

外観。赤矢印は、温度センサー

上部から見たところ。赤丸内に温度ロガーを設置している。

写真　6－2　ヒノキコンテナ苗に温度ロガーを設置

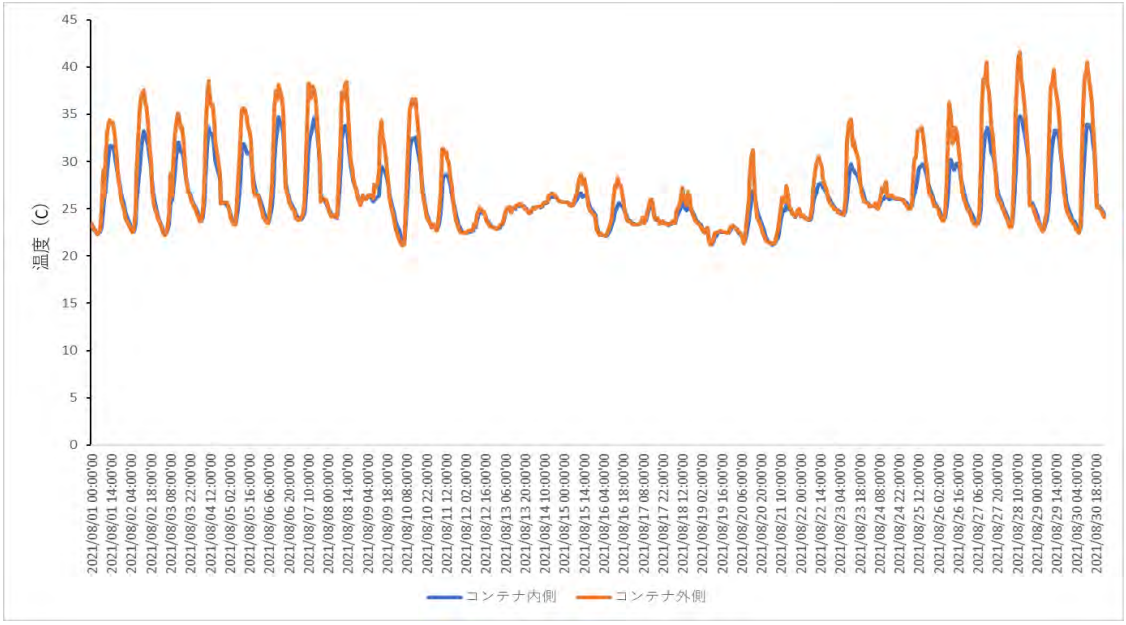


図　6-20　ヒノキコンテナ苗に設置した温度ロガーの 2021 年８月の土壌温度の推移

写真　6－3　コンテナの外側に面していたヒノキコンテナ苗の根鉢（左）と内側に面していた根鉢（右）の比較

６－３－２　　生産試験２：生産システムの効率化のためのコンテナ苗生産試験

（1）生産試験の目的

コンテナ苗の生産に関しては、近年、種子選別機、一粒播種機、セルトレイを活用したプラグ苗等による生産手法が開発されている。このような最新の手法を導入し、生産システムの効率化・機械化を図ることは、コンテナ苗の大量生産や安定供給にとって重要である。このような視点から、以下の図　6-21 に示すいくつかの生産システムを試行・比較し、省力化・効率化に関わる情報を収集するとともに、普及に向けた生産上の課題等を検討し、手引きに反映する。

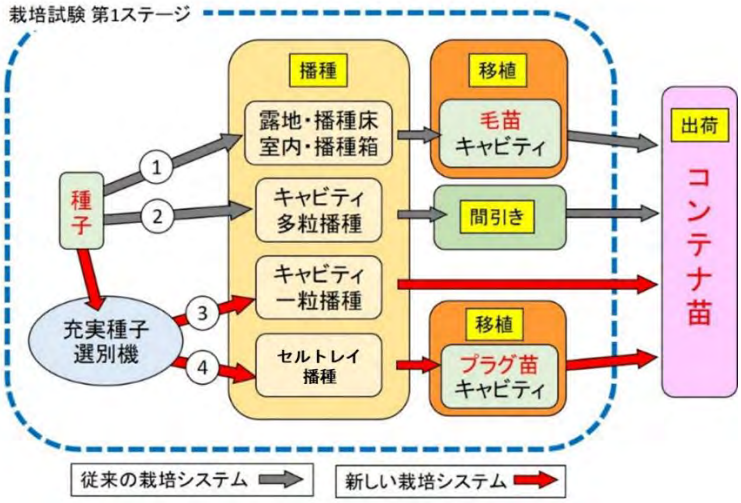


図　6-21　新たな生産システムの実証試験のフロー

（２）生産試験の基本的な設計と実施方針

生産試験は２つのステージからなる。第１ステージは、種子からキャビティへの移植までの段階（図 6-21 の破線枠内）である。このステージでは、各作業のビデオ撮影等による人工等の調査を行い、これらのデータで作業の効率性や作業上の課題を把握する。第２ステージは、キャビティへの移植終了後（多粒播種の場合は間引き後）（図　6-21 の破線枠外）で、それぞれの生産システムでの苗木の成長状況を出荷サイズに達するまで調査する。

上記の調査は生産者の協力を得ながら実施する。生産者には日常の生産管理で手間や時間を要したこと、気づいた課題・問題等を聞き取った。

従来の生産手法（①及び②）と新たな生産手法（③及び④）は次のとおりである。

- 手法①　苗床に播種して幼苗を生産（幼苗移植法）や播種箱に播種して毛苗を生産（毛苗移植法）し、それをコンテナ容器に移植して生産する。
- 手法②　複数の種子をコンテナ容器に直接播種し、発芽後のある時期に間引きし生産する（直接播種法）。
- 手法③　種子選別機で選別した充実種子をコンテナ容器に一粒播種し、生産する（直接播種法）。
- 手法④　種子選別機で選別した充実種子をセルトレイに一粒播種又は多粒播種してプラグ苗を生産し、その後、コンテナ容器に移植し生産する（プラグ苗移植法）。

試験生産に関わる具体的なコンテナの箱数等は目安として表　6-5 に示す。なお、生産本数及び生

産の開始は、協力生産者の生産実態に合わせて調整した（表 6-6）。

表 6-5　生産手法とコンテナ数

播種容器等	コンテナ苗の作り方	生産手法 ①～④	コンテナ　JFA　150 コンテナ数（生産本数）
苗床・播種箱	幼苗移植	①	20 箱（800 本）
コンテナ容器 （キャビティ）	多粒播種 間引き	②	20 箱（800 本）
	一粒播種	③ （手播き）	20 箱（800 本）
		③ （簡易播種機）	20 箱（800 本）
セルトレイ （固化培土）	多粒・一粒播種 プラグ苗移植	④	20 箱（800 本）

播種作業については、手まき、播種板、自動播種機（真空式・ニードル式）により行った。

表 6-6　協力生産者の担当する栽培手法と開始時期

樹種	屋号	比較する栽培手法		各作業開始時期
カラマツ	（有） 大坂林業 （北海道）	①　苗床から幼苗への移植作業		（移植）令和２(2020)年３月 30 日
		④　一粒播種で生産したプラグ苗の移植作業		（播種）令和２(2020)年７月１日 （移植）令和３(2021)年３月 18 日
スギ	（有） 田村山林緑化農園 （秋田県）	①　苗床から幼苗への移植作業		（播種）令和２(2020)年２月 18 日
		②　キャビティへ多粒播種		（播種）令和２(2020)年２月 18 日 （間引）令和２(2020)年７～８月
		③　キャビティへ直接一粒播種		（播種）令和２(2020)年２月 18 日
		④　多粒播種及び一粒播種で生産したプラグ苗の移植作業	手まき・播種板	（播種）令和２(2020)年２月 18 日 （移植）令和２(2020)年７月６日
			ニードル播種機	（播種）令和３(2021)年２月 25 日 （移植）令和３(2021)年７月
ヒノキ	山崎農園 （高知県）	①　播種箱からキャビティへの移植作業		（播種）令和元(2019)年８月 （移植）令和２(2020)年３月 17 日
		②　キャビティへ直接多粒播種		（播種）令和２(2020)年３月 16 日 （間引）令和２(2020)年５月 21 日
		④　固化培土セルに一粒播種を行い、芽生えた幼苗の移植作業	手まき	（播種）令和２(2020)年３月 16 日 （移植）令和２(2020)年５月 21 日
			ニードル播種機	（播種）令和３(2021)年３月 17 日 （移植）令和３(2021)年５月

（３）生産試験の実施

生産試験の各工程をビデオ撮影し、作業に要した時間を分析し、10 万本当りの作業人工を計算した。

１）カラマツの１年生幼苗移植とセルトレイ１粒播種作業の比較

【生産方法①】１年生幼苗の移植

大坂林業では、苗畑で育苗した１年生幼苗を例年３月中旬から４月にかけてキャビティに移植している。１年生幼苗の移植作業は、令和２(2020)年３月 30 日に行った（写真 ６－４）。

【生産方法④】セルトレイへの一粒播種

種子選別機にかけて発芽率が 90%以上になった充実種子を用いて、セルトレイへの一粒播種を令和２(2020)年７月１日に実施した。なお、セルトレイは 128 孔、培地は市販の種まき用培土を使用した。

播種作業は、手まきによる作業と大坂林業が購入した真空播種機（商品名：らくらくシーダー）による作業（写真 ６－５）を行い、両者を比較した。真空播種機による播種作業は、３名でセルトレイの設置、機械の操作を行った。真空播種機は、板に小さな孔をあけ、そこに掃除機の吸引で板に種子を吸取ったあとセルトレイに種子を落とすことで播種を行う仕組であるが、必ずしも種子を一粒ずつ吸い取ることができなかった（写真 ６－６）ため、一孔に一粒ずつの配置となるようピンセットで種子の配置を調整した。

さらに、令和２(2020)年７月 16 日には、ニードル式一粒播種機械（ウルビナティ社製）で播種試験を実施した（写真 ６－７）。この播種作業は、セルトレイのセット、播種機の操作の２名で行った。この播種機は、コンプレッサーの駆動でニードルの孔からそれぞれ種子を吸い取り、セルトレイの上に落とすことで播種をする動作を行うものであるが、真空播種機と同様、種子を複数個吸い取ってしまう場合があったほか（写真 ６－８）、カラマツのヤニによりニードルが詰まり種子が吸い取れなくなる場合もあった（時々、機械を止めてニードルの調整)。

播種されたセルトレイは、発芽のタイミングを揃えるため、１ヶ月程度冷蔵倉庫で低温湿層処理を行ってからビニールハウスに配置し、発芽させた。しかし、実際には発芽が揃わなかったため、かん水管理が難しく、苗木の大半が枯れてしまう結果となり（写真 ６－９)、プラグ苗の水管理についての課題が残った。枯れなかったプラグ苗については、令和３(2021)年３月 18 日にキャビティへ移植した。移植後は、ビニールハウス内で育苗し、７月にハウスから外出しし、11 月時点で一部が出荷できるサイズに到達した。

生産方法①幼苗移植法と④プラグ苗移植法の工程をまとめて、出荷までのイメージを表 ６-7 に示す。

幼苗移植法は、栽培１年目の５月に苗床に種子を播き、発芽した苗を秋まで育てて、11 月に掘り取り保冷庫で保管する。翌年の３月に 20㎝程度の幼苗をコンテナへ移植し、野外育苗施設で栽培します。10 月以降に出荷を開始する。翌春に出荷するコンテナ苗については、冬越しをさせる。

プラグ苗移植法は、栽培１年目の７月にハウス内の 128 穴セルトレイに充実種子選別機を通した充実種子を１粒播いて、発芽した苗が 11 月に葉を落とし休眠したら、冬期間は雪の下で保管する。翌年の３月に５㎝程度のプラグ苗をコンテナへ移植し、ハウスで栽培した後、７月に野外育苗施設へ外出しし、10 月以降に出荷を開始する。翌春に出荷するコンテナ苗については、冬越しをさせる。

表 6-7　カラマツコンテナ苗の生産方法による工程の比較

	1年目												2年目												3年目					
月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
幼苗移植法				播種						掘り取り保管					移植							出荷可能			保管				出荷可能	
				苗床						保冷庫					野外育苗施設										保冷庫					
プラグ苗移植法						播種				雪の下で保管					移植							出荷可能			保管				出荷可能	
						ハウス				野外育苗施設					ハウス				野外育苗施設						保冷庫					

写真 6-4　1年生幼苗を移植する作業風景

写真 6-5　真空播種機を3人で操作する様子

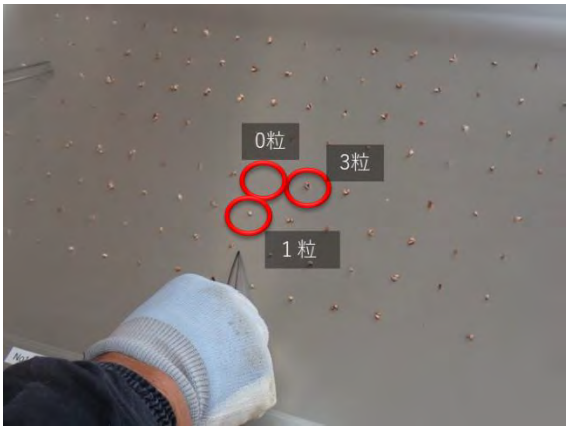


写真 6-6　真空播種機で吸い取られた種子

写真 6-7　播種板を使用したキャビティ1粒播種作業

写真 6-8　播種機のニードルが種子を吸い取る様子

写真 6-9　セルトレイに播種したカラマツのプラグ苗。水管理が難しく枯れが多かった。

幼苗 10 万本当りのコンテナ容器に移植するときの人工の比較を表 6－8 に示す。真空播種機（生産方法④）が最も人工がかかり、ニードル式播種機（生産方法④）が最も人工がかからない結果となった。真空播種機は、播種機に吸い取られた種子を調整しながら行ったため、時間を要したことが原因の一つと考えられる。生産方法①の 1 年生幼苗をコンテナ容器に移植する方法と生産方法④の一粒播種のニードル式播種と比較すると、ニードル播種機による手法の方が 10 人工程度の労務節減効果が認められた。生産方法①の場合、1 年生幼苗の移植の工程の前に苗床での育苗の工程があるため、その工程を勘案すると生産方法④の工程による労務の圧縮効果は非常に高いと考えられる。

本実証では、真空式及びニードル式でも複数の種子が吸い取られる現象が確認された。この現象は、完全に避けることは不可能であると考えられるため、そのことを経営上・技術上織り込んで全体の作業工程を組み立てる必要があると考えられた。

表 6－8　大坂林業の従来法と一粒播種の方法の人工の比較（10 万本当り）

工程	コンテナ	セルトレイ（128穴）→コンテナ		
	①1 年生幼苗の移植	④セルトレイ一粒播種		
	150cc	手撒き	真空式播種機	ニードル式播種機
セル培地詰め（人日）	-	0.7	0.7	0.7
播種（人日）	-	7.3	17.3	2.7
覆土（人日）	-	1.9	-	1.9
コンテナ培地詰め（人日）	5.7	5.7	5.7	5.7
移植（人日）	39.3	24	24	24
間引き（人日）	-	-	-	-
合計（人日）	**45**	**39.6**	**47.7**	**35**

注：真空播種機の播種作業は覆土まで含む。

２）スギによる１年生幼苗の移植とキャビティ直接播種、セルトレイ播種の比較

【生産方法①】１年生幼苗の移植

田村山林緑化農園では、苗畑で育苗した１年生幼苗を例年２月～５月にかけてコンテナに移植している。１年生幼苗の移植作業は、令和２〈2020〉年２月 18 日に行った。

【生産方法②】コンテナ容器のキャビティへの多粒播種

田村山林緑化農園で所有している播種板（商品名：裸の王様）又は手まきによるキャビティへの多粒播種（写真 6-10）を令和２〈2020〉年２月 18 日に行った。その後、順調に発芽して成長し、１キャビティに多数発芽しているものは、同年７～８月に除草作業にあわせて適宜間引きした。

【生産方法③】コンテナ容器のキャビティへの一粒播種

種子選別機にかけて発芽率が 90%以上になった充実種子を用いて、キャビティへの手まき一粒播種を令和２(2020)年２月 18 日に行った。その後、順調に発芽して成長した。

【生産方法④】セルトレイへの多粒播種又は一粒播種

播種板又は手まきによるセルトレイへの多粒播種、充実種子のセルトレイへの手まき一粒播種をそれぞれ令和２〈2020〉年２月 18 日に行った。セルトレイは 200 孔、培地は田村山林緑化農園が独自に配合しているものを使用した。その後、順調に発芽して成長し、同年７月６日に発芽したプラグ苗をキャビティへ移植した（写真 6-14、15)。多粒播種については、コンテナ容器へ移植後の７～８月時の除草にあわせて適宜間引きした。

さらに、充実種子のセルトレイへの一粒播種について、機械による播種作業を追加し、作業人工の計算と自動播種機を使う上でスギ種子に問題がないか検証するため、令和３〈2021〉年２月 25 日に実施した。使用した播種機は、先述の大坂林業と同一のニードル式であり、アタッチメントを取り替えて使用した。生産試験は、セルトレイのセットと機械操作を行う者、培地圧入機による覆土作業を行う者、覆土が終わったセルトレイを運ぶ者、定期的に培地圧入機に土を入れる者（この作業については、他の作業と並行するため、0.5 人とカウント）の 3.5 人で作業を行った。ニードル式一粒播種機は、大坂林業のカラマツの事例と同様に必ずしも１粒で播種できるわけではなく、２粒程度の種子を吸い取って播種してしまう場合もあったが、ヤニがついてノズルが詰まるようなことはなかった。播種したセルトレイはビニールハウスに置いて発芽させた。

生産方法①幼苗移植法と②③直接播種法、④プラグ苗移植法の工程をまとめて出荷までのイメージを表 6-9 に示す。

幼苗移植法は、１年目の５月に苗床に播種し、発芽した苗を秋まで育てて、11 月に掘り取り仮植して保管する。翌年３月に 10cm 程度の幼苗をコンテナへ移植し、ハウスで栽培後に７月に野外育苗施設へ外出しをして、10 月に出荷が始まる。翌春に出荷するコンテナ苗は雪の下で冬越しをさせる。

プラグ苗移植法は、１年目の２月に 200 穴セルトレイに３～５粒播種し、ハウス内で栽培した８cm 程度のプラグ苗を６月にコンテナへ移植し、８月に間引きしてハウス内で栽培する。２年目６月に野外育苗施設に外出しをして 10 月以降に出荷が始まる。翌春に出荷するコンテナ苗は雪の下で越冬させる。

直接播種法は、栽培１年目の２月に育成孔に３～５粒播種し、ハウス内で栽培する。８月に間引きし、その後もハウス内で栽培しそのまま越冬させる。翌年７月に野外育苗施設に外出しをして、10 月以降に出荷が始まる。翌春に出荷するコンテナ苗は雪の下で越冬させる。

表 6-9　スギコンテナ苗の生産方法による工程の比較

	1年目												2年目												3年目					
月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
幼苗移植法				播種						掘り取り保管					移植							出荷可能		保管						
				苗畑											ハウス				野外育苗施設											
プラグ苗移植法	播種				移植			間引き														出荷可能		保管						
	ハウス																		野外育苗施設											
直接播種法	播種							間引き														出荷可能		保管						
	ハウス																		野外育苗施設											

※１粒播種をした場合は、間引き作業が発生しない。

写真　6-10　キャビティ直接播種作業

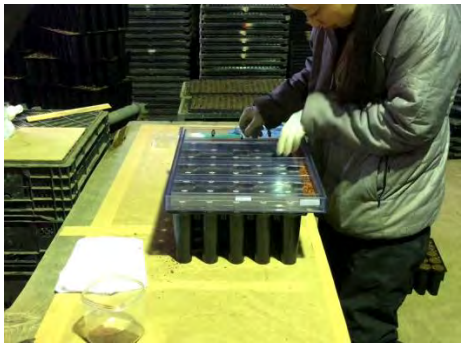


写真　6-11　播種板を使用したキャビティ多粒播種作業

写真　6-12　セルトレイ一粒播種作業

写真　6-13　播種、覆土後のセルトレイ

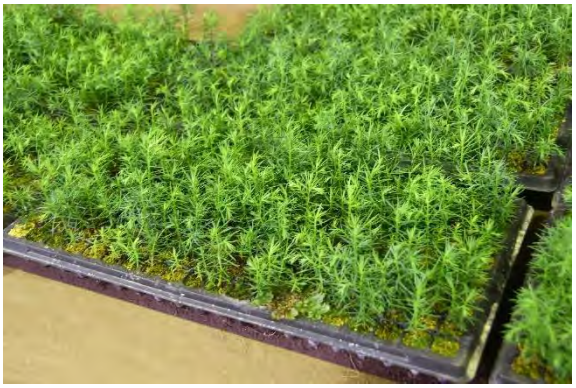


写真　6-14　プラグ苗

写真　6-15　プラグ苗移植作業

幼苗 10 万本当りのコンテナ容器に移植するときの人工の比較を表 6-10 に示す。セルトレイへの手まきによる多粒播種（生産方法④）が最も経費がかかり、手まきによるコンテナ容器への一粒播種（生産方法③）がもっとも経費がかからなかった。コンテナ容器のキャビティに直接播種する方法（生産方法②及び③）は、移植作業がなくなるため、労務が最も軽減できると期待できる。一方で、発芽のタイミングがあわず成長した苗木の大きさが不揃いになる場合や、発芽しないキャビティがある場合の単位損失が大きいといったデメリットが生産者からの声からあがった。そのため、キャビティへの直接播種は、多粒播種を行い、ある程度成長したタイミングで間引きして大きさを揃える工程を行った方がよいと考えられた。

セルトレイに播種してプラグ苗を作り移植する方法（生産方法④）については、ニードル式一粒播種機を用いる方法が最も労務がかからず、従来の１年生幼苗を移植する方法（生産方法①）よりも人工程度の労務軽減につながり、１年生幼苗を育成する工程を考えると労務の圧縮効果は大きいと考えられる。

表 6-10　田村山林緑化農園の従来法と一粒播種の方法の人工と経費の比較（10 万本当り）

工程	コンテナ				セルトレイ（200穴）→コンテナ			
	①１年生幼苗の移植	②多粒播種		③一粒播種	④多粒播種		④一粒播種	
	150cc	手撒き	播種板	手撒き	手撒き	播種板	手撒き	ニードル式播種機
セル培地詰め（人日）	-	3.6	3.6	3.6	2.4	2.4	2.4	2.4
播種（人日）	-	20	9.3	18.4	31.6	1.6	7.1	1.7
覆土（人日）	-	9	9	9	5.9	5.9	5.9	-
コンテナ培地詰め（人日）	6.4	-	-	-	6.4	6.4	6.4	6.4
移植（人日）	37.9	-	-	-	24.1	24.1	24.1	24.1
間引き（人日）	-	14.7	14.7	-	14.7	14.7	-	-
合計（人日）	**44.3**	**47.3**	**36.6**	**31**	**85.1**	**55.1**	**45.9**	**34.6**

注：ニードル式播種機の播種作業は覆土まで含む。

３）ヒノキの播種箱からの移植とキャビティ直接播種及びセルトレイ播種の比較

【生産方法①】１年生幼苗の移植

山崎農園では、前年の８月に播種箱に播種した幼苗を例年２月にコンテナに移植している。播種箱からの幼苗の移植作業は、令和２〈2020〉年３月 16 日に行った。

【生産方法②】コンテナ容器のキャビティへの多粒播種

キャビティへの手まき多粒播種（写真 6-16）を令和２〈2020〉年３月 16 日に行った。順調に発芽して成長し、１キャビティに多数発芽しているものは、同年５月 21 日に間引きした（写真 6-17)。

【生産方法④】セルトレイへの一粒播種

種子選別機にかけて発芽率が 90%以上になった充実種子を用いて、セルトレイへの手まき一粒播種（写真 6-18）を令和２〈2020〉年３月 16 日に行った。セルトレイは固化培土の 288 孔を用いた。移植作業は、同年５月 21 日に発芽したプラグ苗（写真 6-19）をキャビティへ割り箸を固化培土に刺して移植した。

さらに、充実種子のセルトレイへの一粒播種について、機械による播種作業を追加し、作業人工の計算と自動播種機を使う上でヒノキ種子に問題がないか検証するため、令和３〈2021〉年３月 17 日に実施した。セルトレイは、408 穴を使用した。使用した播種機は、先述の大坂林業で使用した播種機と同じニードル式であり、アタッチメントを取り替えて実施した（写真 6-20)。スギ同様に必ずしも１粒で播種できるわけではなく、２粒程度の種子を吸い取って播種してしまう場合もあったが、ヤニがついてノズルが詰まるようなことはなかった。機械による充実種子のセルトレイへの一粒播種については、発芽したプラグ苗を令和３〈2021〉年５月以降にキャビティへ移植した。

生産方法①毛苗移植法と②直接播種法、④プラグ苗移植法の工程をまとめて出荷までのイメージを表 6-11 に示す。

毛苗移植法は、１年目の８月に育苗箱に播種をして、ハウスで栽培する。翌年３月にコンテナに５㎝程度の毛苗を移植して、ハウス内で栽培する。６月に野外育苗施設へ外出しをする。10 月に出荷が始まる。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷する。

プラグ苗移植法は、１年目３月に固化培土のセルトレイに充実種子選別機を通した充実種子を１粒播いて、５月に移植する。９月に野外育苗施設に外出しをする。冬越し作業は、特に行わない。翌年も野外育苗施設で成長させて、10 月に出荷が始まる。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷する。

直接播種法１年目３月に育成孔に多粒播種をして、ハウスで栽培し、５～６月に間引きする。９月に野外育苗施設に外出しします。越冬作業は特に行わない。翌年も野外育苗施設で成長させて、10 月に出荷が始まりまる。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷する。

表 6-11　ヒノキコンテナ苗の生産方法による工程の比較

	1年目												2年目												3年目					
月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
毛苗移植法							播種								移植							出荷可能								
							ハウス												野外育苗施設												
プラグ苗移植法		播種			移植																	出荷可能								
		ハウス											野外育苗施設																	
直接播種法		播種			間引き																	出荷可能								
		ハウス											野外育苗施設																	

写真 6-16　多粒播種・覆土後のコンテナ

写真 6-17　間引き作業

写真 6-18　セルトレイ一粒播種作業

写真 6-19　プラグ苗

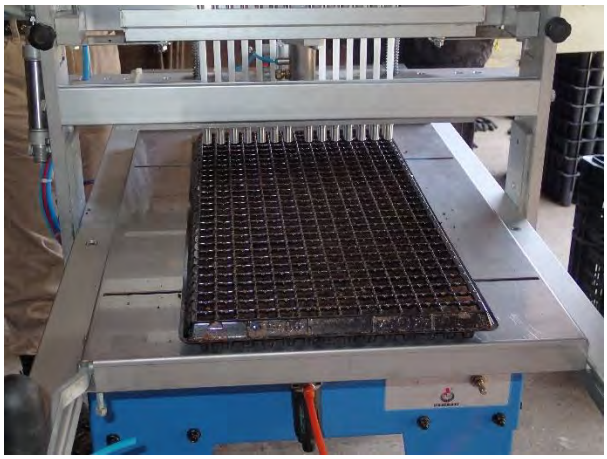


写真 6-20　ニードル式播種機の一粒播種作業

幼苗 10 万本当りのコンテナ容器に移植するときの人工の比較を表 6-12 に示す。従来法の播種箱から幼苗をコンテナ容器に移植する方法（生産方法①）が最も労務がかかる結果となった。生産方法①と最も労務が少なかった生産方法③で比較すると、10 人工程度の労務が軽減できる計算となる。一方、コンテナ容器への多粒播種やセルトレイへの一粒播種は、播種板による多粒播種やニードル式播種機による一粒播種を行うことで、生産効率が更に向上すると考えられた。

表 6-12　山崎農園の従来法と一粒播種の方法の人工と経費の比較（10 万本当り）

工程	コンテナ		セルトレイ（288穴）→コンテナ	セルトレイ（408穴）→コンテナ
	①播種箱の幼苗移植	③多粒播種	④一粒播種	
	150cc	手撒き	手撒き	ニードル式播種機
セル培地詰め（人日）	-	-	-	-
播種（人日）	0.4	9.3	8.7	0.9
覆土（人日）	-	4.4	1.6	1.6
コンテナ培地詰め（人日）	6.4	6.4	6.4	6.4
移植（人日）	39.1	-	23.4	23.4
間引き（人日）	-	14.7	-	-
合計（人日）	**45.9**	**34.8**	**40.1**	**32.3**

（４）生産システム効率化試験のまとめ

１年生幼苗を移植する方法（幼苗移植法）や播種箱から毛苗を移植する（毛苗移植法）従来の方法（生産方法①）と、コンテナ容器のキャビティへ直接播種する直接播種法（生産方法②、③）やセルトレイに播種をしてプラグ苗を生産してからコンテナ容器へ移植するプラグ苗移植法（生産方法④）を比較すると、概ね新しい方法の方が労務を低く抑えられる傾向にあった。今回の生産試験は、生産者の協力を得ながら試験的に功程調査を行ったため、生産者も試行錯誤しながら取り組んだ面がある。このため、今回計算したコストと実際の生産現場のコストにはズレがあると考えられるが、生産者が新しい方法で苗木生産に取り組む際の参考として活用できるものであると考えられる。

従来の幼苗移植法では、コンテナに培地充填後、育成孔に詰められた培地の 2/3 程度の穴をあけて、ピンセットや箸等を使って幼苗を培地の穴へ移植する。このとき主根を曲げないようにまっすぐ下方に向けて挿し込む。毛苗移植法では、育苗箱から毛苗を痛めないように注意しながら抜き取る。箸を使って根の先端を掴み培地に優しく挿し込むようにして移植する。このような作業には熟練を要する部分がある。一方で、プラグ苗の移植は、幼苗移植法よりも小さい穴をあけプラグ苗をそこに入れて覆土するだけであり、特に熟練の技術は必要でない。作業者からもプラグ苗の移植が楽であるとの声を聞いた。作業時間も 150cc コンテナへの１箱の移植時間が、幼苗移植法と毛苗移植法がどちらも概ね７分程度かかるのに対してプラグ苗の移植は４分程度で終わっていた。この差が 10 万本当たりの人工数の差につながった。

コンテナ直接播種（生産方法②、③）は、移植作業がないため労務の軽減効果が高かった。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、150cc コンテナへの１箱の作業時間が３分程度であるため、かかる人工も移植作業ほどかからない。さらに１粒播種であれば、間引き作業もかからないため、労務の削減効果は最も高いと考えられる。一方、デメリットとして、発芽のタイミングが合わせにくいこと、芽生えの個体差によって大きさが揃えにくいこと、発芽率が低い場合多粒播種でも発芽しない場合があることなどが生産者からの声としてあった。生産者は、コンテナ内での均一なかん水・施肥管理を行うため、コンテナ内での苗木の大きさを揃えるように栽培を行うが、直接播種の場合、上記のデメリットにより間引きでも大きさが揃えられない場合があることを課題として挙げていた。

充実種子選別機を通した充実種子を用いたプラグ苗移植法や直接播種法は、理論上間引き作業が発生しないため、現場での作業労務を軽減できる期待がある。一方で、キャビティ直接播種で発芽しないキャビティが発生すると、初期の生産コストに跳ね返るため、一定数発生すると経営上リスクになるとの声もあった。そのため、１粒でのキャビティ直接播種は、発芽勢（種子が一斉に発芽する度合い）を揃える技術的な課題をクリアすることで、コンテナ苗生産に有益な方法になることが期待できる。プラグ苗の場合、小さなセル容量で大量生産が可能になるため、多少発芽しないセルやプラグ苗の大きさが揃っていなくても、選苗をしてコンテナへ移植できるため現状の技術でも１粒播種は有効であると考えられる。

また、１粒播種をする方法は人の手で行うことは現実的でなく、機械を使うことになるが、種子の形は均一でないため、現在流通している機械類では完璧に１粒播種することはできず、一部で多粒での播種となる。現状では機械で１粒播種をした場合、育苗過程で一部間引きが必要になると考えられる。この課題解決には種子のコーティング技術が必要で現在研究段階であるため、実用化が期待される。

６－３－３　　生産試験３：残苗を用いた大苗生産試験（再試験）

（1）目的

造林の低コスト化において、最もコストがかかる下刈りの回数の削減を図ることは、非常に重要でそのためには、大きな苗木を少なく植えることも選択肢の一つとなる。また、新型コロナウィルス感染拡大等の影響により、木材需要が落ち込み主伐が減少すると、再造林に用いる苗木が残苗となる可能性がある。コンテナ苗は、コンテナ容器でそのまま保持することもできるが、その期間中に品質等の問題から大量に廃棄されるおそれもある。

そこで、苗木の付加価値向上と再造林の低コスト化に繋がる可能性のある大苗について、コンテナ苗の残苗を活用し、より大きな苗として育てて付加価値を高めて翌年出荷する方法を検討する。具体的には出荷基準を満たしたコンテナ苗をより大きなコンテナ容器に植え替えて、大苗として育成する方法である。本試験は、昨年（令和２〈2020〉年度）に引き続き２回目の試験となる。

（2）生産試験の実施方針

今回は、一般的に流通している 150cc のコンテナ苗で残苗が発生したことを想定して、その苗木を大苗化する方法を実証した。苗長の大きい苗木を生産するには、それに見合った大きさの根鉢が必要であるため、300cc コンテナ容器とMスターコンテナ用シート（以下、Mシート）を使用して培地を増量し、バランスのよい苗木を作ることを目標とした。生産方法は主に以下に上げる３つの方法で行った。

方法１　150cc コンテナ苗を 300cc 容器に植え替える。
方法２　150cc コンテナ苗をMシートで巻きなおして 300cc 容器に植え替える。その際、培地を追加し根鉢を 500cc 程度にする。
対照区　コンテナ苗を植え替えせずにそのまま存置する。

方法１及び方法２について、生産密度と生産される大苗の形状（苗長・根元径・形状比等）を比較するため、300cc 容器の全ての 24 孔に苗を植え替える場合と、半分の 12 孔に交互に植え替える場合で生産試験を行った。本年度は昨年度（令和２〈2020〉年度）の生産試験の結果から、同じ生産者で大苗生産試験を行った（表　6-13)。また、大島来春園については元々大苗生産試験の計画はなかったが、他事業で大苗の植栽試験を行う可能性があったことから本年度生産試験を行った。生産者の試験本数の内訳を表６－22 に示す。

表　6-13　大苗生産試験（再試験）を担当した生産者

屋号	地域	樹種	開始
(有)大坂林業	北海道	カラマツ（実生）	令和３(2021)年４月 14 日
(有)田村山林緑化農園	秋田県	ス　　ギ（実生）	令和３(2021)年６月７日
大島来春園	徳島県	ス　　ギ（実生）	令和３(2021)年５月 11 日
山崎農園	高知県	ヒ ノ キ（実生）	令和３(2021)年３月 15 日
(株)長倉樹苗園	宮崎県	ス　　ギ（挿木）	令和３(2021)年２月 14 日

表　6-22　残苗を用いた大苗生産試験の再試験を行う委託先と実証する方法

番号	委託先	樹種	実証方法	移植苗		移植後				苗木本数
				容器	サイズ	容器	サイズ	使用孔数	コンテナ数	
1	（有）大坂林業	カラマツ（実生）	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24	2	48
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12	4	48
			移植③	MC	150cc	嵩上型	470cc	24	4	96
			移植④	MC	150cc	嵩上型	470cc	12	8	96
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40	1	40
			計						19	328
2	（有）田村山林緑化農園	スギ（実生）	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24	2	48
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12	4	48
			移植③	MC	150cc	嵩上型	470cc	24	4	96
			移植④	MC	150cc	嵩上型	470cc	12	8	96
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40	1	40
			計						19	328
3	大島来春園	スギ（実生）	移植④	MC	150cc	嵩上型	470cc	12	8	96
			計						8	96
4	山崎農園	ヒノキ（実生）	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24	2	48
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12	4	48
			移植③	MC	150cc	嵩上型	470cc	24	4	96
			移植④	MC	150cc	嵩上型	470cc	12	8	96
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40	1	40
			計						19	328
5	（株）長倉樹苗園	ヒノキ（実生）	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24	2	48
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12	4	48
			移植③	MC	150cc	嵩上型	470cc	24	4	96
			移植④	MC	150cc	嵩上型	470cc	12	8	96
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40	1	40
			計						19	328

【各コンテナ容器】

・ＭＣ：マルチキャビティコンテナ容器 JFA

・嵩上型：300cc 容器とＭシートを組み合わせたもの

・Ｍスター：Ｍシートで巻いたもの

【各移植方法】

・移植方法①～②：150ccＭＣ苗を 300ccＭＣ容器に移植（24 孔又は 12 孔）

・移植方法③～④：150ccＭＣ苗を 500cc 嵩上型容器に移植（24 孔又は 12 孔）

・残苗存置　　：比較のためコンテナ苗を植え替えせずにそのまま存置

（3）生産の方法

大苗の生産方法について、方法１を図 6-18、方法２を図 6-19 に示す。どの樹種でも同じ方法で 300cc コンテナ容器に植え替えを行った。方法２は、材料とするコンテナ苗に培地を 200cc 程度追加してＭシートで巻き直し、Ｍスターコンテナ用のトレイに配置した。

各生産者の作業工程を図 6-24 に示す。それぞれの生産者の令和３〈2021〉年春に出荷予定であった苗を材料として植え替え作業を行い、令和３〈2021〉年の秋以降に出荷することを想定して生産試験を行った。それぞれの処理名を表 6-14 に示す。

植え替え時に緩効性肥料を培地１Ｌ当たり５ｇ程度培地に混和するか、肥料入りの市販培地を使用した。さらに葉色の状態を見て追肥した。かん水については、大きな苗木は葉量が多く蒸散しやすいこと、かん水の水が葉にかかり培地に届きにくいことを踏まえ、通常よりも長めにスプリンクラーを作動させるとともに、乾きやすい端の部分を補助的に手でかん水した。また、苗が成長し、苗間が混み合ってきた段階で、適宜消毒を行った。

図　6-22　方法１　150cc コンテナ苗を 300cc 容器に植え替える方法

①約220ccの培地を300cc容器の各孔へ事前に入れておく。

②Mシートに約220ccの培地をシート3/4程度に広げて敷く。
③150ccコンテナ苗の根鉢の上面とMシートの上面が合うように置く。
④巻き寿司の要領でコンテナ苗側から巻き上げる。
⑤シートの重ね部分に培地が入らないように注意する。

⑥シートで巻き上げた苗を事前に培地を詰めた300cc容器の孔の上に押し付ける。その際、巻いたシートの底を手で押さえ、培地が落ちないように注意する。押し込んで止まったところで事前に詰めた培地とシートで巻いた培地が一体化する。
⑦培地が適度に圧縮されるため、下から培地は漏れない。　⑧この作業を繰り返して完成。

図　6-23　方法２　150cc コンテナ苗を 300cc 容器とＭシートを組み合わせて植え替える方法
※300cc のコンテナを材料とする場合は、工程②の作業を省略する。

表　6-14　大苗生産の処理名と処理内容（再試験）

処理名	処理内容
M12	300cc+Mシートで嵩上げ 12孔使用
M24	300cc+Mシートで嵩上げ 24孔使用
T12	300ccに植え替え 12孔使用
T24	300ccに植え替え 24孔使用
残苗	150ccそのまま

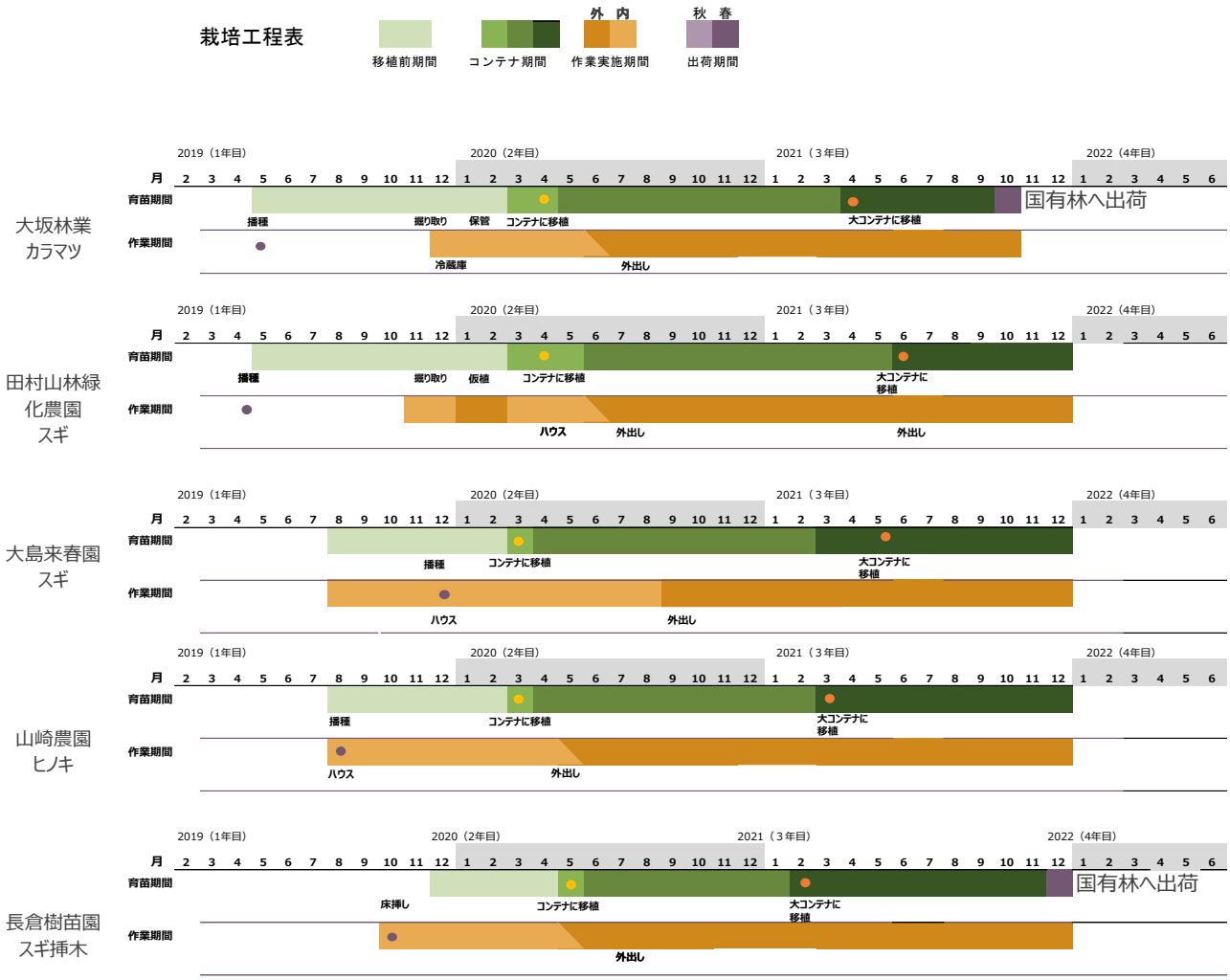


図　6-24　各生産者の大苗生産工程（再試験）

（4）結果と考察

大苗生産には、それぞれの生産者が育苗している 150cc コンテナ苗を使用した。大苗生産に供試した 150cc コンテナ苗の初期の大きさを図　6-25 に示す。

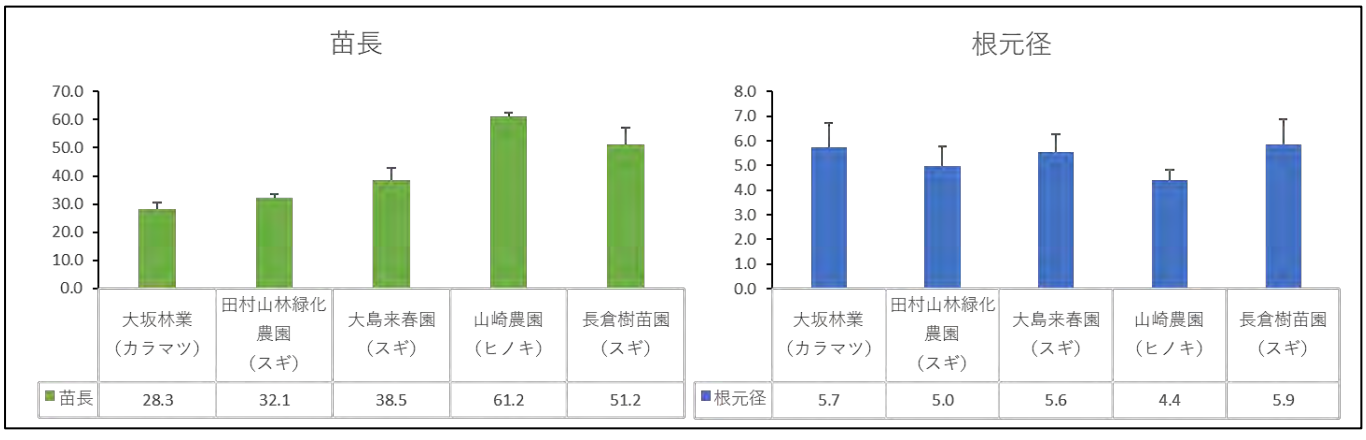


図　6-25　大苗生産に供試した 150cc コンテナ苗

1）北海道・カラマツ

植え替え後、苗長約 30cm だったものが 1 成長期で約 60cm 程度まで成長した。育苗密度を変えたことで、若干苗長や根元径に差が出ている。300cc に移植したもの(T)と M スターで嵩上げしたもの（M）を比べてみると、若干後者の方が大きい傾向があった。ただ、他の樹種にも言えることであるが、多少差は生じるもののそれほど大きい差ではなかった（図 6-26)。

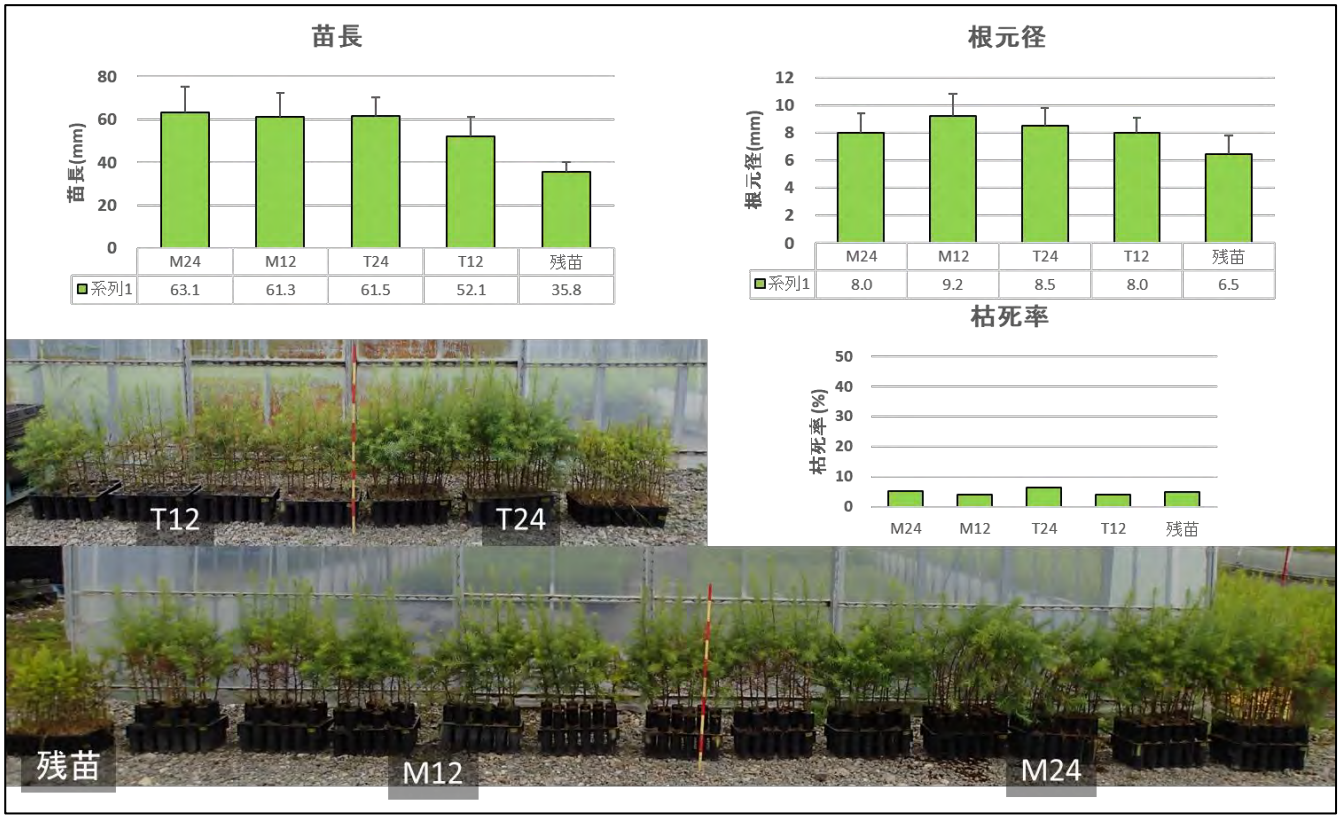


図 6-26　大坂林業で生産したカラマツ大苗

後述する千歳市の国有林での植栽試験のため、大苗を抜き取り根鉢の状態や曲がり等の地上部の変形がないか確認した。問題ないものを○、多少根鉢が甘いが出荷出来るものを△、根鉢の形成が不十分か、地上部が変形して出荷できないものを×とした。結果、嵩上げ型（M）では、コンテナに 12 本移しかえた方が根鉢の形成がよく出荷できる本数が多かった。300cc コンテナに移し替えた方は、同程度出荷することができた（表 6-15、写真 6-21)。

表 6-15　北海道カラマツの国有林出荷前の状況

処理	○	△	×
M24	46	19	26
M12	49	12	10
T24	24	11	6
T12	18	17	9

○：問題ないもの、△：多少根鉢の形成が甘いが出荷できるもの、×：出荷できないもの

写真　6-21　カラマツコンテナ大苗の出荷前の状態

２）秋田県・スギ（実生）

植え替え前、苗長約 30cm だったものが１成長期で約 60cm 程度まで成長した。M24 と T12 では苗長で 10cm 程度の差があった（図　6-27）。

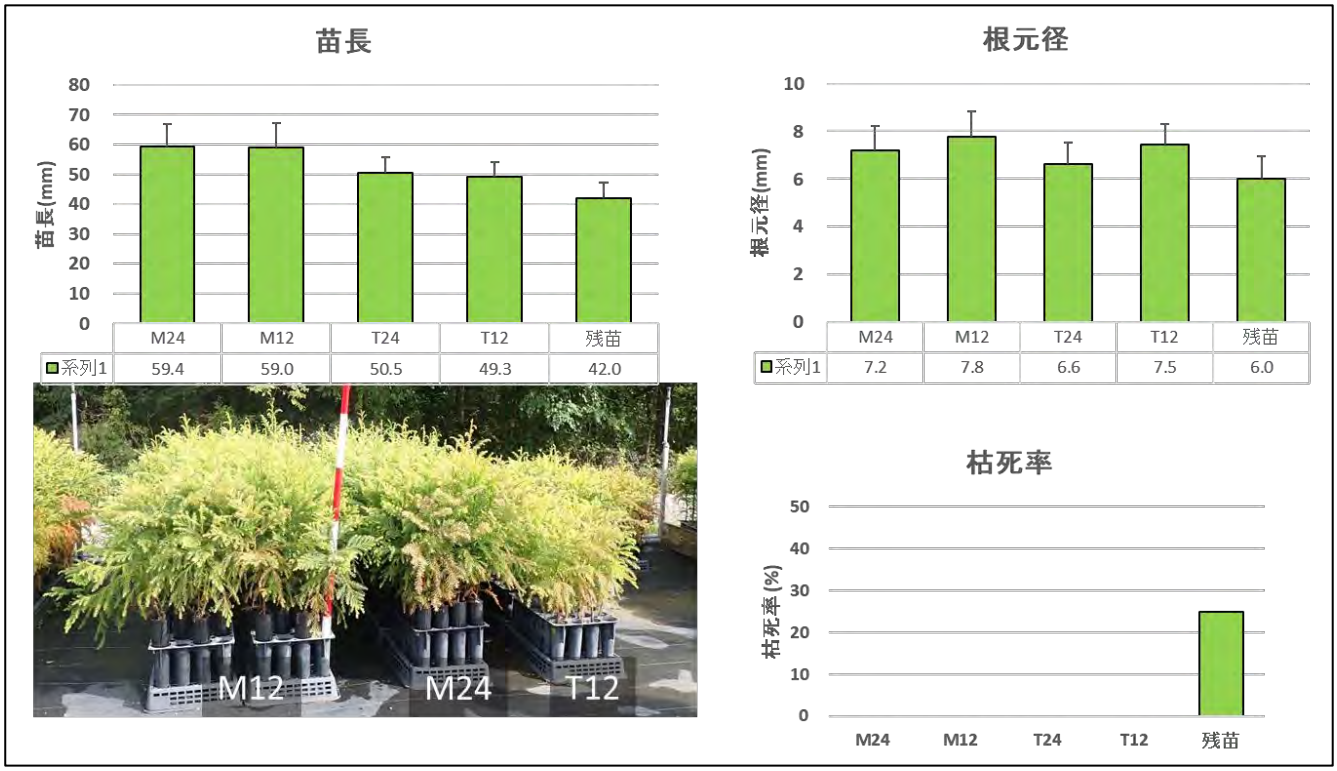


図　6-27　田村山林緑化農園で生産したスギ大苗

後述する岩手県奥州市の国有林での植栽試験のため、本事業２年目に試験生産して残置していた大苗を抜き取り根鉢の状態や曲がり等の地上部の変形がないか確認した。問題ないものを○、多少根鉢が甘いが出荷出来るものを△、根鉢の形成が不十分か、地上部が変形して出荷できないものを×とした。結果、嵩上げ型（M）では、コンテナに 12 本移しかえた方が根鉢の形成がよく出荷できる本数が多かった。

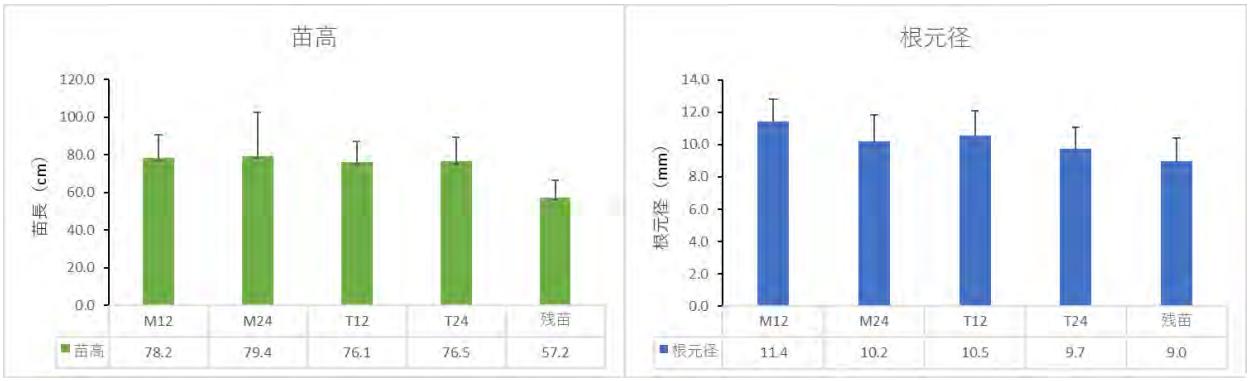


図　6-28　秋田県スギの国有林出荷前のコンテナ大苗（令和２〈2020〉年度試験生産）サイズ

表 6-16　秋田県スギの国有林出荷前の状況

処理	○	△	×
M12	82	14	0
M24	66	13	17

○：問題ないもの、△：多少根鉢の形成が甘いが出荷できるもの、×：出荷できないもの

写真 6-22　スギコンテナ大苗の出荷前の状態

3）徳島県・スギ（実生）

植え替え前、苗長約 38cm だったものが 1 成長期で約 66cm 程度まで成長した（図 6-29）。

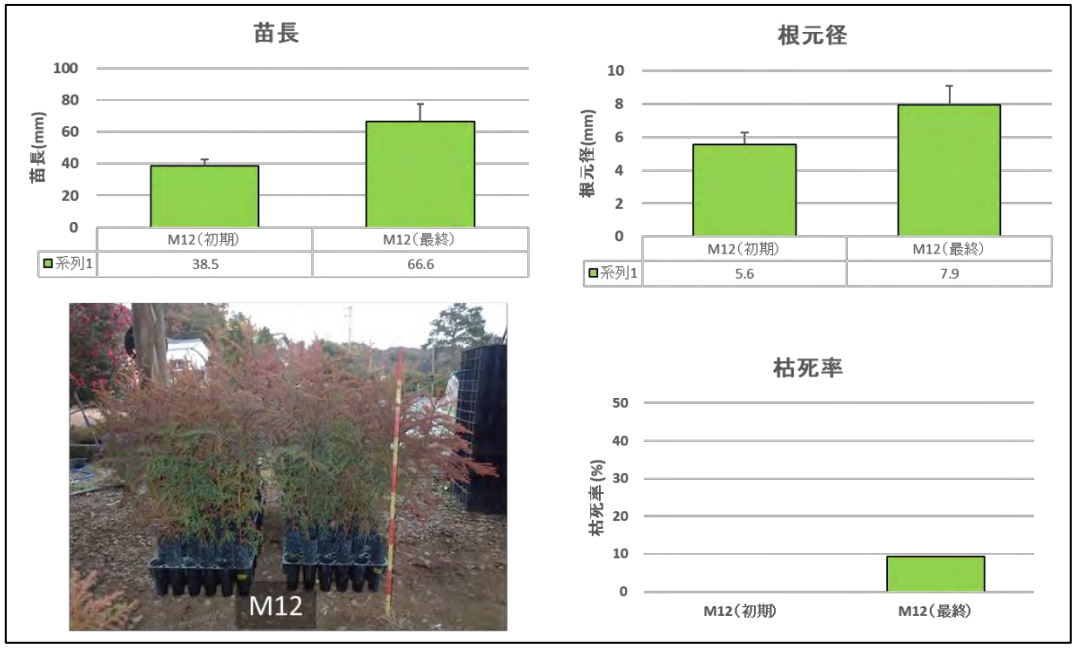


図 6-29　大島来春園で生産したスギ大苗

4）高知県・ヒノキ

植え替え前、苗長約 61cm だったものが 1 成長期で約 100cm 程度まで成長した。M24 と T24 では苗長で 10cm 程度の差があった。苗長、根元径ともに、方法によって大きさに多少の差はあるものの、いずれも良好な成長を示した（図 6-30）。

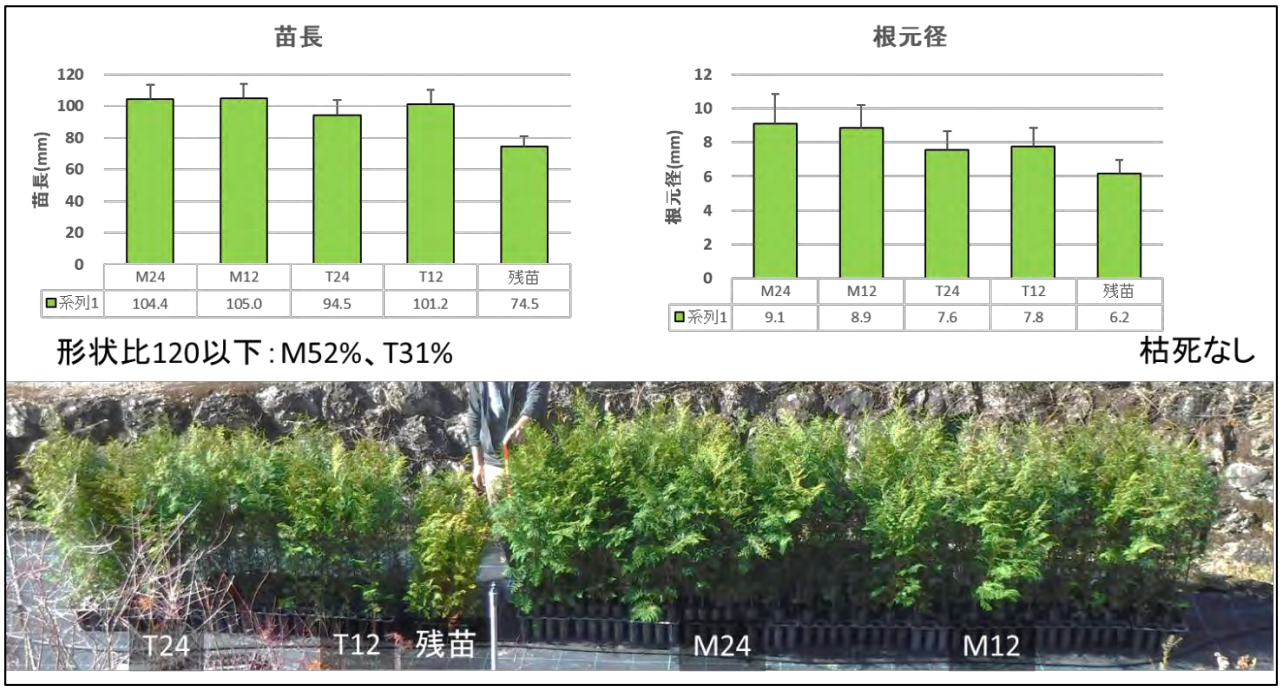


図 6-30　山崎農園で生産したヒノキ大苗

しかし、どの方法で生産した苗木も問題ない印象を受けたが、形状比を見ると 120 以下はＭスターで嵩上げしたもの（M）の 52%、300cc に移し替えたもの(T)の 32%に止まった。なお、形状比 140 以下までにはＭスターで嵩上げしたもの（M)、300cc に移し替えたもの(T)ともに 84%が収まった。

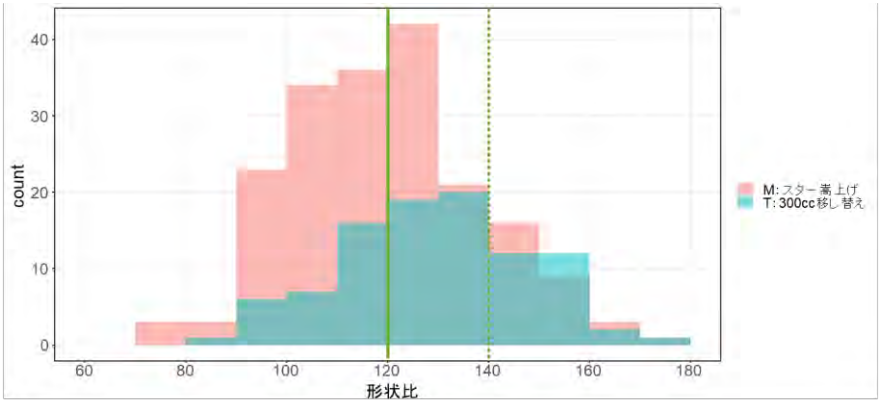


図 6-31　山崎農園で生産したヒノキ大苗の形状比分布

５）宮崎県・スギ（挿木）

植え替え前、苗長約 50cm だったものが 1 成長期で約 80cm 程度まで成長した。M24 と T12 では苗長で 9cm 程度の差があった（図 6-32）。

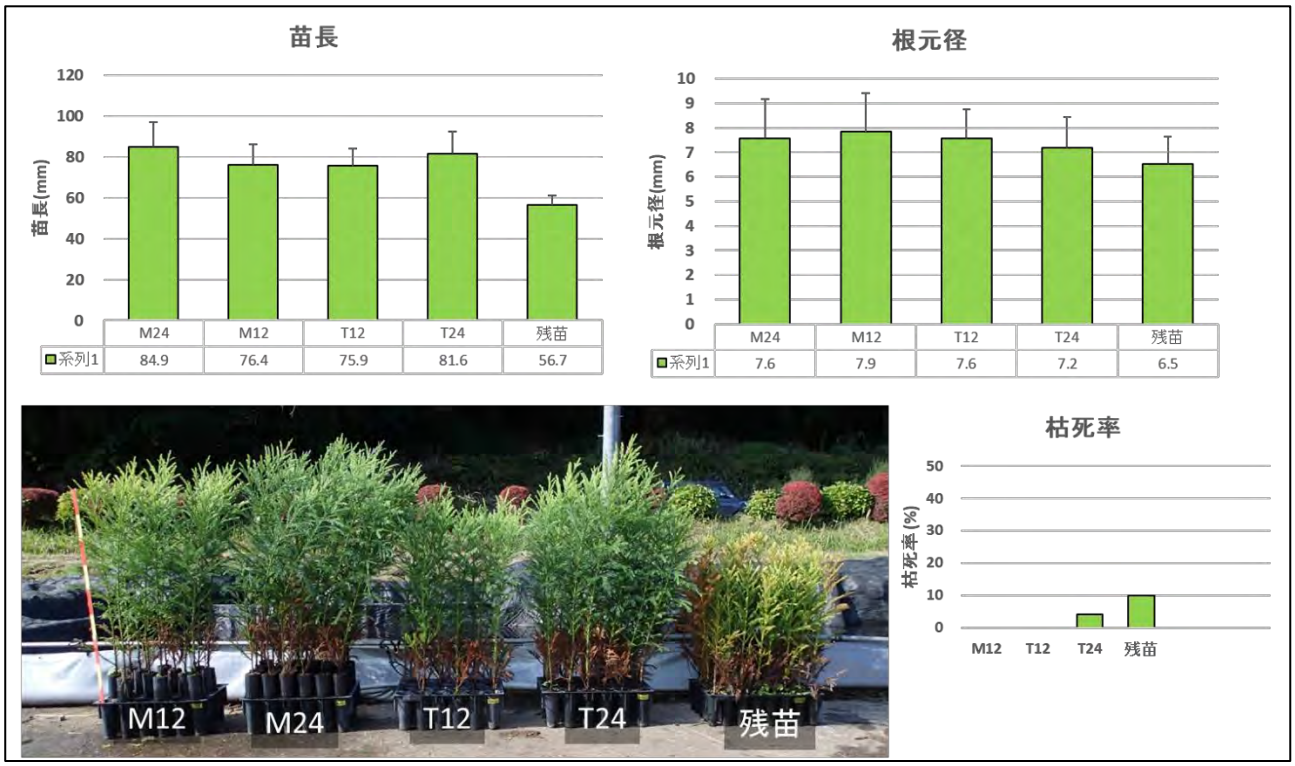


図 6-32 長倉樹苗園で生産したスギ挿大苗

M スターで嵩上げした大苗について、後述する 2021 年 12 月の国有林出荷時にコンテナから引き抜き、生産者基準で出荷可能かどうか調べた結果、コンテナに 24 本移し替えた方で出荷可能数が多い結果となった（表 6-17）。

表 6-17 宮崎県スギの国有林出荷前の状況

処理	出荷可	出荷不可
M24	88	8
M12	70	16

以上の大苗生産試験の結果をまとめると、まず、苗長・根元径ともに M シート嵩上げ式（M）の方が 300cc 植え替え(T)より、苗長が最大 10cm 程度、根元径が 1.2mm 程度大きくなる事例があった。一方で、ほとんど差がない事例もあった。このことから、M シート嵩上げ式（M）の方が 300cc 植え替え(T)より大きく成長させることができると考えられる。ただ、1 成長期では育苗結果は大差にならないことから、植栽後の成長の差については今後の課題となる。

根元径については 300cc（24 孔）にすべて植え替える場合（M24, T24）と 12 孔に千鳥格子の配置で植え替える場合(M12, T12)で比べると、最大で 1.2mm 程度 12 孔に植え替える場合が大きくなる事例があった。一方で、差がない事例もあった。12 孔植え替えの方が苗間に余裕があるため、24 孔植え替えよ

りも直径成長を促進する傾向が見られたが、大差にはならなかった。

生産歩留まりについては、24 孔植え替え（M24, T24）よりも 12 孔植え替え（M12, T12）の方がよい傾向にあった。これは 24 孔植え替え（M24, T24）の方が、12 孔植え替え（M12, T12）と比較して苗間が混み合うため、競争で負けて枯れる個体、かん水が根に届かず根鉢不良を起こしたと考えられる個体、幹の変形個体があったことによると考えられる（写真 6-23）。

写真 6-23 根鉢が十分に形成されなかったスギ大苗

（5）生産した大苗の出荷先及び現況

昨年度と本年度に生産した大苗の出荷先及び現状を表 6-18 に示す。北海道の大坂林業のカラマツについては、本年度生産した大苗を北海道森林管理局の低コスト造林事業で活用することとし、2021 年９月に千歳市の国有林に植栽した。植栽した苗木にマーキングをしたので、追跡調査が可能となっている。なお、提供した大苗は嵩上げ型（M）である。

秋田県の田村山林緑化農園のスギについては、今年度生産した大苗は施設に残置されているが、昨年（令和２〈2021〉年）度の大苗は 2021 年 10 月に岩手県奥州市の国有林において、令和３年度ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業（以下、ドローン造林事業）で苗木運搬の実証調査をした後に植栽した。植栽した苗木にマーキングをしたので、追跡調査が可能となっている。

徳島県の大島来春園と高知県の山崎農園で本年度生産したスギとヒノキの大苗は、そのまま生産施設に残置されている。

宮崎県の長倉樹苗園で生産したスギ挿しの大苗は都城市の国有林において、ドローン造林事業での苗木運搬の実証調査後に植栽した。植栽した苗木にマーキングをしたので、追跡調査が可能となっている。

表　6-18　大苗の出荷先及び現況

生産者	樹種	令和2年度	令和3年度
大坂林業 （北海道）	カラマツ	肥料不足で出荷不可	R3年度北海道局事業 北海道千歳市国有林へ （R3.10）
田村山林緑化農園 （秋田）	スギ	R3年度ドローン造林事業 岩手県奥州市国有林へ （R3.10）	残置
大島来春園 （徳島）	スギ	-	残置
山崎農園 （高知）	ヒノキ	一部阿蘇で苗木評価調査 残りは残置	残置
長倉樹苗園 （宮崎）	スギ挿	ガラスハウスで枯れ	R3年度ドローン造林事業 宮崎県都城市国有林へ （R3.12）

６－４　生産試験のコンテナ苗の品質調査

６－４－１　　目的

本事業１年目に着手し、２年目に終了した異なる培地でのコンテナ苗生産試験で生産した苗木を用い、熊本県阿蘇市で植栽試験を行い、生産試験に使用した培地が植栽後の活着や初期成長に大きな問題がないかどうか確認した。

同様に、本事業２年目に着手した残苗を用いた大苗生産試験において試験生産したヒノキコンテナ大苗についても同時に植栽試験を行い初期の活着と初期成長を検証した。

６－４－２　　方法

４－２と同様に令和２年１月～２月にかけて熊本県阿蘇市の試験地に植栽し、令和３年 11 月に測定後掘り上げた。

（1）異なる培地でのコンテナ苗生産試験

異なる培地でのコンテナ苗生産試験は、北海道（大坂林業）のカラマツ、徳島県（大島来春園）のスギ、高知県（山崎農園）のヒノキを培地及び容量の合計８処理ごとに 20 本ずつ選択し、植栽前に根元径、苗高、根系被覆率を測定後植栽した。試験地に発送前のそれぞれのコンテナ苗の苗長と状況写真を図　6-33 に示す。

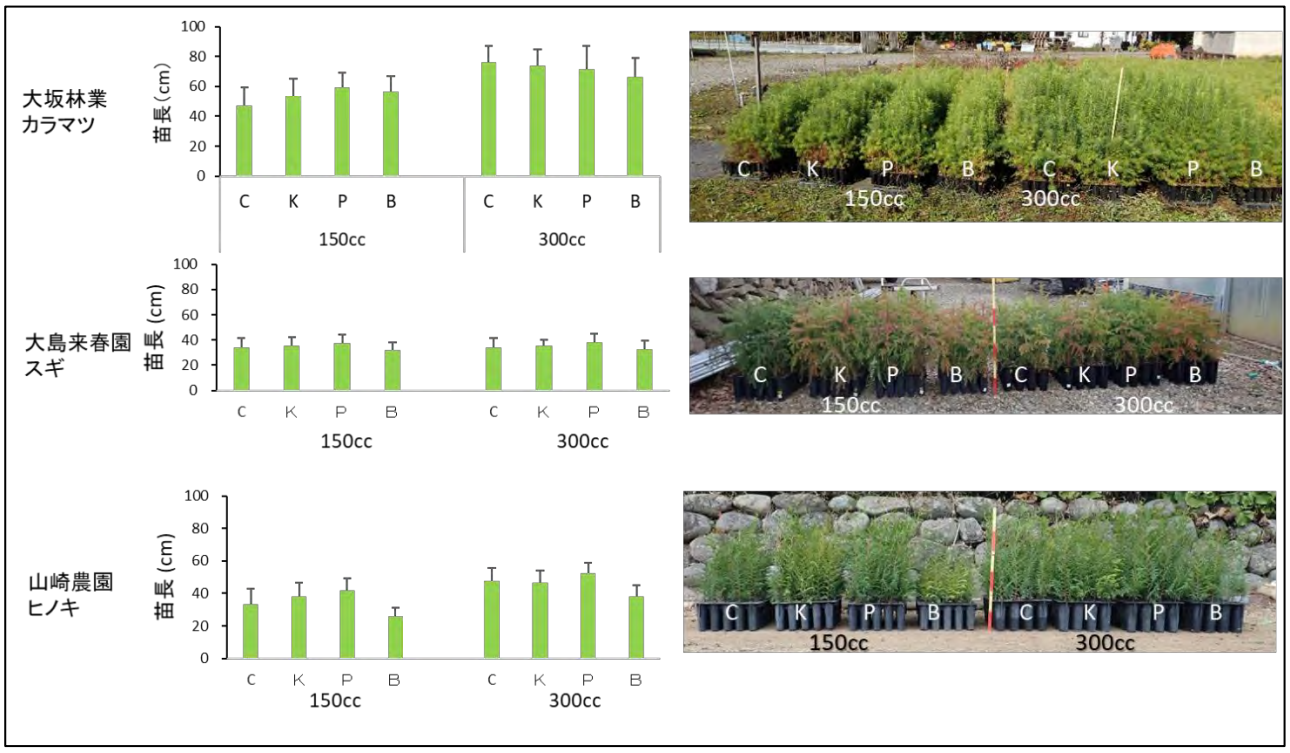


図　6-33　植栽試験に用いた異なる培地でのコンテナ苗生産試験のコンテナ苗の様子と苗長

C:ココピートオールド 100%、K:ココピートオールド 80%鹿沼土 20%、P:ココピートオールド 85%パーライト 15%、B:スギバーク 100%

（２）大苗生産試験（ヒノキ）

残苗を用いた大苗生産試験において試験生産したヒノキコンテナ大苗を処理ごとに 20 本ずつ選択し、植栽前に根元径、苗高、根系被覆率を測定後植栽した。試験地に発送前のそれぞれのコンテナ苗の苗長と状況写真を図 ６-34 に示す。

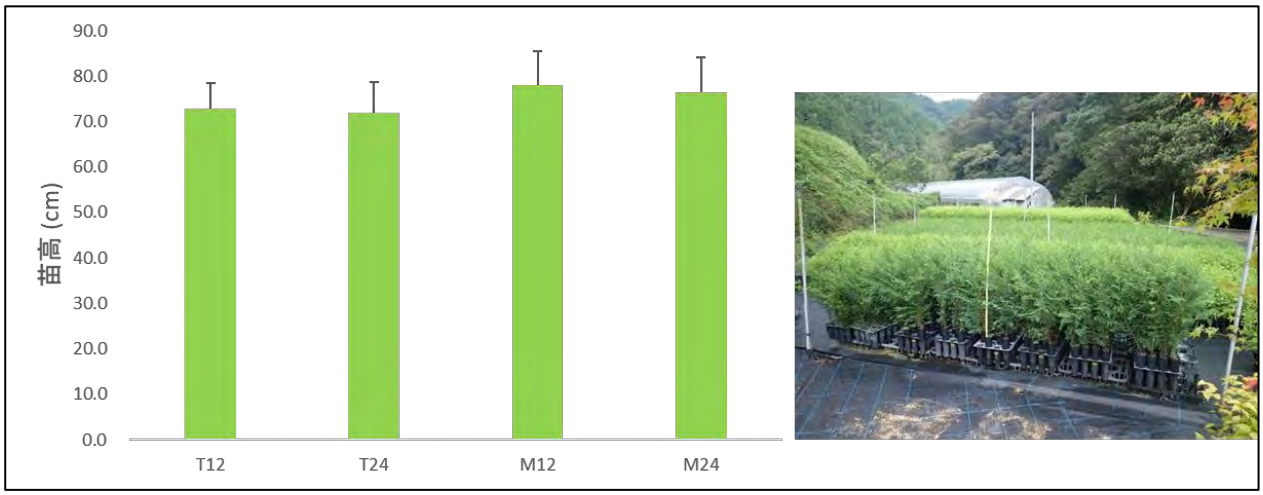


図 ６-34　植栽試験に用いたヒノキコンテナ苗大苗の様子と苗長

６－４－３　　結果

（１）枯死と黄変個体の記録

植栽後、令和３(2021)年４月に実施した活着調査では、全ての個体が生存しており活着率 100%であった。しかし、令和３(2021)年 11 月の調査では、カラマツの C(ココピートオールド 100%)300cc で２個体、C（ココピートオールド 100%）150cc で１個体、スギの K（ココピートオールド 80%鹿沼土 20%）の 150cc で２個体、P（ココピートオールド 85%パーライト 15%）の 150cc で１個体枯死した。さらに、300cc ココピート 100%以外で葉色黄褐化個体が１～８個体程度発生した。これらについて１個体を１マスとして表現として図 ６-35 に示す。なお、現地の観察では、スギの葉色黄褐化個体が発生した場所周辺は、降雨後水たまりが発生するような場所であったため、局所的に土壌の水はけが悪い結果葉色黄褐化個体が発生した可能性が考えられた。

一部枯死個体が発生したが、特定の培地が原因で枯死個体が集中して発生することはないと考えられた。

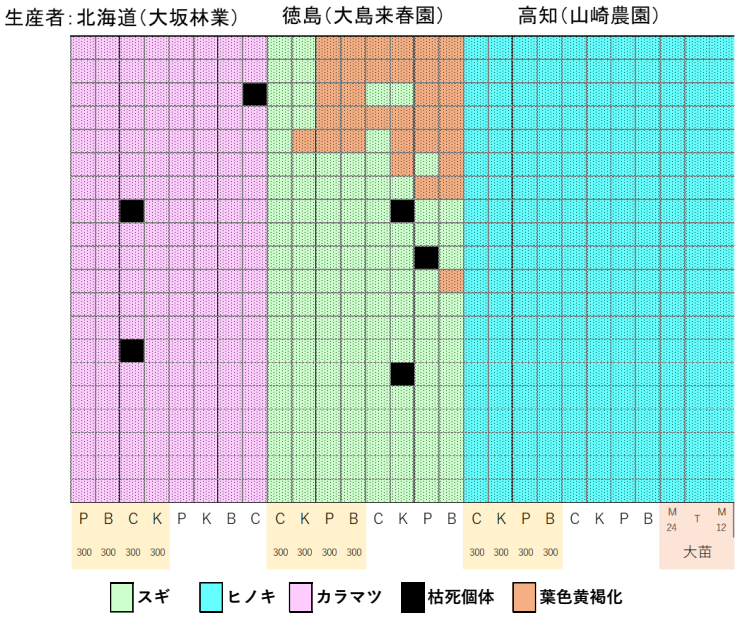


図 6-35 生産試験のコンテナ苗の植栽試験における葉色黄褐化個体と枯死個体の発生状況

C:ココピートオールド 100%、K:ココピートオールド 80%鹿沼土 20%、P:ココピートオールド 85%パーライト 15%、B:スギバーク 100%

M24：底上げ式 24 穴、M12：底上げ式 12 穴、T：300cc 移し替え

（2）異なる培地でのコンテナ苗生産試験のコンテナ苗の初期成長

植栽試験の初期値と最終値を表 6-19 に、根元径(D)と苗高(H)から算出する植栽木の成長指数(D^2H)を樹種ごとに図 6-36～図 6-38 に示す。スギとヒノキでは、スギバークコンポスト 100%の培地によるコンテナ苗が同じ容量同士で最終値が若干小さい傾向にあった。これらは、スギバーク 100%の植栽前の初期値が他の培地よりも小さかったことが原因と考えられる。スギバークコンポスト 100%は、スギ・ヒノキの育苗に対して他の培地より成長が劣る結果となっていたため、その苗木の大きさの優劣関係が植栽初期も継続した結果であると考えられる。カラマツについては、特定の培地で生産したコンテナ苗の最終値が低くなる傾向はなかった（図 6-38)。

表 6-19 異なる培地でのコンテナ苗生産試験の植栽初期値と最終値

処理	樹種	初期値								最終値							
		容量	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	根系被覆率	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	変色率	枯死率
		cc	mm		cm		cm3		%	mm		cm		cm3		%	%
(C) 150cc	カラマツ	150	6.2	0.7	50.1	6.0	19.5	5.1	26.5	11.1	1.7	60.4	9.8	78.2	32.7	0	5.3
(K) 150cc	カラマツ	150	5.3	0.6	58.2	9.7	16.8	4.8	18.6	10.1	2.0	69.5	8.0	74.3	31.3	0	0.0
(P) 150cc	カラマツ	150	6.3	1.0	62.8	7.6	25.8	10.3	19.4	10.2	2.1	71.2	9.5	80.1	42.5	0	0.0
(B) 150cc	カラマツ	150	5.8	0.7	60.6	6.5	20.6	5.2	19.9	10.1	2.4	69.3	7.7	76.7	39.2	0	0.0
(C) 300cc	カラマツ	300	7.2	1.0	76.9	8.6	40.3	13.6	7.1	10.2	1.9	84.3	11.0	91.2	36.8	0	11.1
(K) 300cc	カラマツ	300	6.6	0.8	77.5	7.1	34.7	10.4	23.5	10.4	1.7	84.9	7.2	94.8	38.0	0	0.0
(P) 300cc	カラマツ	300	7.0	0.6	79.3	8.3	38.7	7.5	13.3	11.7	2.2	86.9	8.8	124.5	56.4	0	0.0
(B) 300cc	カラマツ	300	6.6	0.9	70.6	9.9	31.3	9.7	33.3	10.4	2.7	79.8	14.1	98.7	86.5	0	0.0
(C) 150cc	スギ	150	4.2	0.4	41.3	3.9	7.6	2.0	53.1	7.4	1.7	47.7	8.1	28.8	16.3	16	0.0
(K) 150cc	スギ	150	4.6	0.4	43.4	4.0	9.2	2.4	38.0	7.3	1.8	50.5	9.7	30.3	19.6	36	12.5
(P) 150cc	スギ	150	4.6	0.6	43.2	4.5	9.4	3.0	35.4	7.2	1.7	48.6	12.1	28.9	23.2	32	5.0
(B) 150cc	スギ	150	4.1	0.5	37.6	3.0	6.4	1.7	38.0	5.4	1.1	40.2	5.5	12.5	5.9	42	0.0
(C) 300cc	スギ	300	5.1	0.9	39.1	4.0	10.6	4.5	27.8	8.9	2.0	52.5	12.5	46.7	30.1	0	0.0
(K) 300cc	スギ	300	4.7	0.4	38.4	3.3	8.7	1.9	33.0	7.7	1.5	48.2	9.3	31.7	17.4	5	0.0
(P) 300cc	スギ	300	5.0	0.5	41.6	4.4	10.4	2.9	35.4	8.7	2.2	53.5	14.8	48.3	36.3	28	5.3
(B) 300cc	スギ	300	4.1	0.5	35.3	4.5	6.0	1.9	22.1	6.5	1.6	42.5	9.3	20.7	13.4	25	0.0
(C) 150cc	ヒノキ	150	4.4	0.5	44.2	5.5	8.7	2.5	55.1	6.8	1.0	53.7	7.4	25.7	9.6	0	5.0
(K) 150cc	ヒノキ	150	4.0	0.5	43.5	5.3	7.1	2.4	43.8	6.3	0.8	51.7	7.2	21.1	9.3	0	0.0
(P) 150cc	ヒノキ	150	4.3	0.4	43.9	4.5	8.3	1.8	50.3	6.2	0.7	53.2	4.8	20.8	5.9	0	0.0
(B) 150cc	ヒノキ	150	3.4	0.3	28.5	3.3	3.2	0.7	42.1	5.3	0.5	36.0	6.3	10.2	2.7	0	0.0
(C) 300cc	ヒノキ	300	4.7	0.4	53.0	5.3	11.6	2.7	54.6	7.4	1.1	62.5	7.2	36.1	14.0	0	0.0
(K) 300cc	ヒノキ	300	4.7	0.6	52.8	5.1	12.1	3.6	69.9	8.2	1.1	63.7	6.2	44.8	18.1	0	5.0
(P) 300cc	ヒノキ	300	5.2	0.4	52.8	7.0	14.4	3.2	52.0	7.9	0.8	63.1	6.4	40.0	10.2	0	0.0
(B) 300cc	ヒノキ	300	4.5	0.5	40.3	4.8	8.3	2.0	50.6	6.8	0.7	48.4	6.5	22.5	6.9	0	0.0

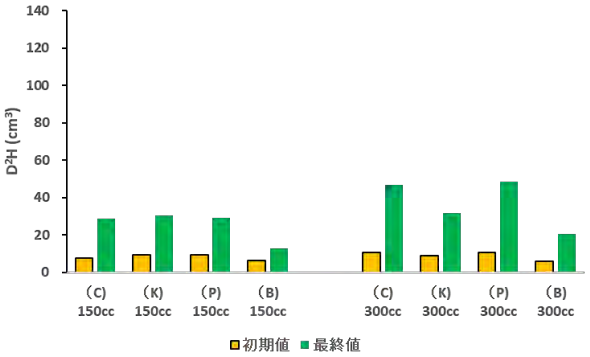


図 6-36 異なる培地でのコンテナ苗生産試験で試験生産したスギコンテナ苗の植栽初期値と最終値（成長指標値：D^2H）

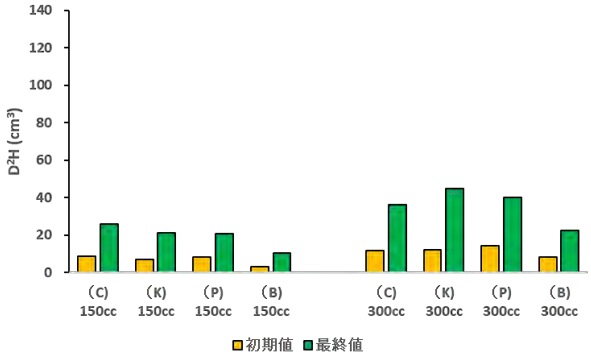


図 6-37 異なる培地でのコンテナ苗生産試験で試験生産したヒノキコンテナ苗の植栽初期値と最終値（成長指標値：D^2H）

C:ココピートオールド 100%、K:ココピートオールド 80%鹿沼土 20%、P:ココピートオールド 85%パーライト 15%、B:スギバーク 100%

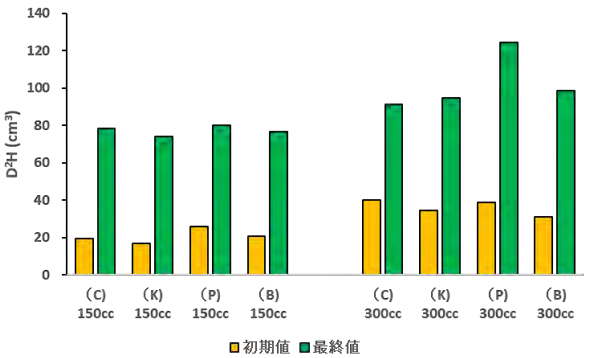


図 6-38 異なる培地でのコンテナ苗生産試験で試験生産したカラマツコンテナ苗の植栽初期値と最終値（成長指標値：D^2H）

（3）残苗を用いた大苗生産試験のヒノキコンテナ苗の初期成長

植栽試験の初期値と最終値を表 6-20 に、根元径(D)と苗高(H)から算出する植栽木の成長指数(D^2H)を図 6-39 に示す。底上げ式 12 孔で生産したコンテナ苗（M12）が最終値で最も大きくなり、300cc 移し替え 12 孔で生産したコンテナ苗（T12）が最終値は最も小さかった。キャビティ容量が約 470cc の嵩上げ式（M）が 300cc 移し替え（T）よりも大きい傾向にあるため、培地の容量の差が成長差につながったと考えられる。

表 6-20　残苗を用いた大苗生産試験の植栽初期値と最終値

生産地	処理	樹種	初期値							最終値							
			容量	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	根元径	標準偏差	苗高	標準偏差	D2H	標準偏差	変色率	枯死率
			cc	mm		cm		cm3		mm		cm		cm3		%	%
高知県	M24	ヒノキ・大苗	470	7.7	0.8	74.8	7.6	45.2	11.3	13.8	1.5	97.2	11.3	187.1	46.6	0	0.0
高知県	M12	ヒノキ・大苗	470	7.4	0.6	77.4	5.5	43.0	8.7	14.2	1.8	108.9	14.5	224.9	79.1	0	0.0
高知県	T24	ヒノキ・大苗	300	6.3	0.6	72.5	7.6	29.0	4.5	11.8	1.5	95.9	16.0	137.5	47.7	0	0.0
高知県	T12	ヒノキ・大苗	300	5.8	0.4	71.2	5.6	24.2	3.0	10.7	1.2	86.4	5.5	99.2	22.3	0	0.0

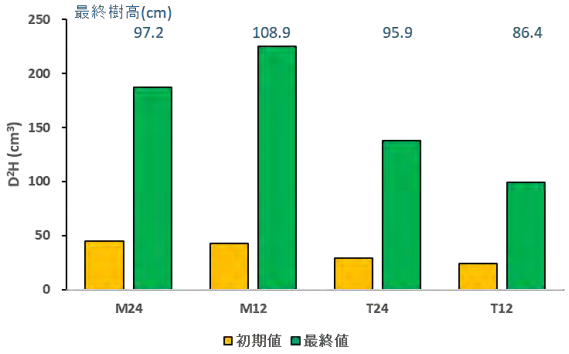


図 6-39　残苗を用いた大苗生産試験のヒノキコンテナ苗の植栽初期値と最終値（成長指標値：D^2H）
M24：嵩上げ式 24 穴、M12：嵩上げ式 12 穴、T：300cc 移し替え

６－４－４　　まとめ

（1）異なる培地でのコンテナ苗生産試験のコンテナ苗の初期成長

コンテナ苗はともに植栽後活着し、一部個体で枯死及び黄褐化が見られたものの、初期の生存率に悪影響を及ぼす状況とならなかった。さらに植栽後の初期成長もコンテナ苗の初期サイズに依存する成長の差が見られたもののコンテナ苗育苗に用いた培地由来の植栽後の初期成長を阻害するような現象は発生していなかった。そのため、植栽後の活着・成長という側面ではどの培地の配合であっても大きな問題はないと考えられる。

（2）残苗を用いた大苗生産試験のヒノキコンテナ苗

ヒノキコンテナ苗の大苗は、どの処理でも活着し枯死しなかった。植栽後の初期成長は、キャビティ容量の大きい大苗の方が植栽初期の成長量は大きい傾向にあった。しかし、最も小さい T12 の平均苗高 86.4cm、最も大きい M12 で平均苗高 108.9cm であるため、嵩上げ式のタイプが植栽後の成長に有利であるものの、300cc 移し替え式の方法で生産した大苗でも植栽後の下刈り回数削減といった再造林の低コスト化に一定程度貢献できると考えられた。

第７章 最新のコンテナ苗生産技術等の整理

７－１ 文献調査

コンテナ苗生産技術について、学術論文等から最新の情報を収集し、現状における技術体系、課題等から全国各地でコンテナ苗を生産する際に参考となるよう整理した。なお、取り扱った既存文献は、平成 28〈2016〉年以降に寄稿された日本国内の文献ならびに平成 22〈2010〉年以降に寄稿された海外文献（特に欧州地域）を主な対象とし、収集した文献は、本事業１年目（平成 31〈2019〉年度）及び２年目（令和２〈2020〉年度）にあわせて 146 文献（海外文献が 45、国内文献が 101）であり、3 年目（令和３〈2021〉年度）は国内文献 28 篇、海外文献 69 篇を追加した。

７－１－１　　国内文献調査

（１）文献の収集

収集した文献一覧について、３年間まとめたリストを表 7-1、今年度まとめた抄録（抄録のある文献のみ）を表 7-2 に示す。なお、平成 28〈2016〉年以降にコンテナ苗生産技術について報告された国内事例は、日本森林学会大会で発表された内容を多く含んでおり、それらは学術講演集の内容を抄録（概要）として取りまとめた。

表 7-1　収集した国内文献の一覧

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J001	梶本卓也ら	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(4),135-138,2016
J002	八木橋勉ら	2016	スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係	日本森林学会誌 98 巻(2016)4 号 p.139-145
J003	杉原由加子ら	2016	スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度	日本森林学会誌 98(4),146-150,2016
J004	新保優美ら	2016	スギコンテナ苗は夏季植栽で本当に有利か？:―植栽時の水ストレスから１年後の活着・成長・物質分配までの比較―	日本森林学会誌 98(4),151-157,2016
J005	原山尚徳ら	2016	異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率，成長および生理生態特性	日本森林学会誌 98(4),158-166,2016

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J006	成松眞樹ら	2016	カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響	日本森林学会誌 98(4),167-175,2016
J007	諏訪錬平ら	2016	植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長	日本森林学会誌 98(4),176-179,2016
J008	壁谷大介ら	2016	複数試験地データからみたコンテナ苗の植栽後の活着および成長特性	日本森林学会誌 98(5),214-222,2016
J009	猪俣雄太ら	2016	異なる植栽器具使用時のコンテナ苗の植栽能率	日本森林学会誌 98(5),223-226,2016
J010	城田徹央ら	2016	長野県北部におけるスギコンテナ苗の活着と初期成長	日本森林学会誌 98(5),227-232,2016
J011	大矢信次郎ら	2016	長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性	日本森林学会誌 98(5),233-240,2016
J012	山川博美ら	2016	スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響	日本森林学会誌 98(5),241-246,2016
J013	原真司ら	2016	近赤外光による選別および殺菌剤処理がスギおよびヒノキ種子の発芽率に及ぼす影響	日本森林学会誌 98(5),247-251,2016
J014	内村慶彦ら	2017	根鉢容量 150cc のスギコンテナ苗の生存率と初期樹高成長は裸苗や根鉢容量 300cc のコンテナ苗と異なるのか？：鹿児島県における春季植栽事例	森林立地 59(2),45-51,2017
J015	染谷祐太郎ら	2017	弱光・潅水制限条件に置かれたスギコンテナ苗の水分生理特性の変化	森林立地 59(2),53-60,2017
J016	来田和人ら	2019	グイマツ雑種 F1 優良家系「クリーンラーチ」のコンテナ挿し木苗育苗方法の開発	森林遺伝育種 8(1),8-14,2019

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J017	梶本卓也ら	2016	プロジェクト「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」の紹介	森林遺伝育種第 5 巻（2016）
J018	原真司ら	2017	コンテナ苗の効率的生産に向けた技術開発と課題	森林科学 80(0),18-21,2017
J019	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),15-20,2016-11
J020	藤井栄	2017	徳島県におけるスギ実生コンテナ苗の育苗	森林科学 80(0),10-13,2017
J021	松田修	2016	林業の高収益化に貢献する近赤外画像分光技術	日本木材学会九州支部木科学情報 23 巻 1 号 20166-10
J022	松田修ら	2016	高発芽率を実現する樹木種子の選別技術	森林遺伝育種=Forestgeneticsandtreebreeding5,21-25,2016
J023	高橋誠	2017	カラマツの安定的種苗生産に向けた技術開発	林木育種情報 No.23（2017）6p
J024	横田康裕ら	2016	九州地方におけるコンテナ苗生産の課題	九州森林研究 No.6911-17,2016.3
J025	渡邉仁志	2017	ヒノキ実生コンテナ苗の改良による低コスト再造林技術の開発	森林科学 80(0),14-17,2017
J026	渡邉仁志ら	2017	ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長	日本森林学会誌 99(4),145-149,2017
J027	清水香代	2019	当年生カラマツコンテナ苗の育苗方法の検討	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),569,2019
J028	壁谷大介ら	2018	コンテナ苗の"形状比"に関する考察	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),539,2018
J029	山中豪ら	2018	ガラス室を用いた直接播種によるスギ・ヒノキ１年生コンテナ苗育苗試験	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),529,2018
J030	藤本浩平ら	2017	スギ特定母樹コンテナ苗の植栽後 2 年間の地上部成長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),526,2017

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J031	都築伸行	2016	需給調整が困難化する林業用苗木の生産及び流通の現局面	林業経済 69（4）
J032	図子光太郎	2018	乾燥期に植栽したスギコンテナ苗と裸苗の活着，生育および積雪被害発生状況の比較	森林利用学会誌 33(1),73-80,2018
J033	山野邉太郎ら	2019	関東地方北部で造成した１年生スギコンテナ苗の検定林	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),571,2019
J034	大地純平	2019	山梨県におけるヒノキコンテナ苗の植栽季節別生存率	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),495,2019
J035	藤井栄ら	2019	スギコンテナ苗の冷暗所長期保管の試み	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),523,2019
J036	染谷祐太郎ら	2019	暗処理がスギコンテナ苗植栽後の活着と成長に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),524,2019
J037	小谷二郎ら	2018	多雪地帯でのスギコンテナ苗の成長に対する植栽方法や苗木の大きさの影響	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),536,2018
J038	八木貴信ら	2018	育苗の期間・密度の異なるスギ挿し木コンテナ苗の活着と植栽後３年間の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),534,2018
J039	山下直子ら	2018	スギ・ヒノキコンテナ苗における主軸切断の影響ー萌芽枝の成長と樹形変化ー	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),538,2018
J040	津山幾太郎ら	2018	コンテナ苗はどのような条件で有効なのか？～北海道の場合～	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),540,2018
J041	藤井栄ら	2018	スギ摘葉処理苗やコンテナ苗の時期別植栽による下刈り省力効果	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),533,2018

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J042	古里和輝	2018	生分解性ペーパーポット苗の植栽後 1 年間の成長と容器劣化	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),254,2018
J043	渡邉仁志ら	2018	積雪のある傾斜地における根鉢の低いヒノキ・コンテナ苗の林地適応	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),101,2018
J044	山下直子ら	2017	ヒノキコンテナ苗における灌水停止後の水ポテンシャルの変化－キャビティ容量 150cc と 300cc の比較－	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),517,2017
J045	飛田博順ら	2017	キャビティ容量の異なるスギコンテナ苗の灌水停止後の水ポテンシャルの変化	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),516,2017
J046	上村章ら	2017	カラマツコンテナ苗の根系生長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),513,2017
J047	渡邉仁志ら	2017	植栽時期の異なるヒノキ・コンテナ苗の植栽後 3 年間の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),527,2017
J048	染谷祐太郎ら	2017	弱光・潅水制限によるスギコンテナ苗の成長制御の試み	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),245,2017
J049	佐藤嘉彦ら	2017	さし木時期および穂木の低温貯蔵がスギ在来品種のさし木発根性に与える影響	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),354,2017
J050	本田あかりら	2019	低温貯蔵はスギ挿し木発根の向上に有効か？	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),616,2019
J051	伊藤哲ら	2019	ペーパーポットで育苗したスギ挿し木苗の林地植栽後の根系発達	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),525,2019
J052	小田樹ら	2019	無下刈り処理下におけるスギ挿し木コンテナ中苗の初期成長	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),263,2019
J053	徳田楓ら	2019	スギ挿し木苗の根切りがコンテナ移植時の作業効	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),257,2019

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
			率と根系発達に及ぼす影響	
J054	HirofumiSato	2019	スギ特定母樹の挿し木苗に関するいくつかの知見	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),120,2019
J055	根岸直希ら	2019	山林用苗木の生産技術開発	紙パ技協誌 73(2),120-122,2019
J056	宮島淳二ら	2018	造林地におけるスギ挿し木コンテナ苗の長期保管試験	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),527,2018
J057	今博計ら	2018	苗木生産者におけるクリーンラーチ育苗の現状	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),519,2018
J058	相浦英春	2018	スギ挿し木苗の発根状況と植栽後の生育	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),523,2018
J059	冨森加耶子ら	2018	スギ直挿し苗の発根特性について	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),522,2018
J060	吉村知也ら	2018	スギにおける光質とさし木発根性との関係	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),290,2018
J061	平田令子ら	2017	水耕栽培によるスギ挿し穂のカルス形成と発根誘導	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),520,2017
J062	来田和人ら	2017	クリーンラーチの挿し木増殖方法の改良(I) - 環境制御による挿し木台木の成長促進 -	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),72,2017
J063	角田真一ら	2017	クリーンラーチの挿し木増殖方法の改良(II)-環境制御による挿し木苗の効率的生産-	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),73,2017
J064	古里和輝ら	2017	根量の違いと摘葉処理がスギ苗の水ストレスに与える影響	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),244,2017
J065	新保優美ら	2017	夏季植栽されたスギ挿し木苗の生残規定要因－苗種か物質分配か？－	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),243,2017
J066	渡部公一ら	2017	スギコンテナ苗の用土量と成長の関係	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0),515,2017

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J067	寺本聖一郎ら	2019	用土配合割合がスギさし木コンテナ苗の得苗に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),518,2019
J068	金枝拓実ら	2019	組織培養で作出された無花粉スギ苗の形質評価	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),288,2019
J069	長倉淳子ら	2018	スギ、ヒノキコンテナ苗育苗培地への木質バイオマス燃焼灰混合が苗木の成長と養分状態におよぼす影響	森林総合研究所研究報告 17(1),75-84,2018
J070	藤本浩平	2019	数種類の育苗法によるコンテナ苗の生産コスト比較	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),522,2019
J071	山本恭大ら	2019	カラマツ属コンテナ苗の成長と菌根形成	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),444,2019
J072	上田和司ら	2018	コンテナ苗生産における培地低コスト化の検証	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),530,2018
J073	上村章ら	2018	異なるコンテナで育てた苗木の植栽後の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),532,2018
J074	小笠真由美ら	2018	液肥濃度と潅水頻度がスギコンテナ苗の成長と生理特性に与える影響	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),525,2018
J075	飛田博順ら	2018	春植栽のスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす前年秋の追肥の影響	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),526,2018
J076	竹内隆介ら	2019	ヒノキ充実種子の精選及び直接播種によるコンテナ苗育苗	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0),528,2018
J077	飛田博順ら	2019	スギ、ヒノキ、カラマツコンテナ苗の育苗方法の違いによるコスト評価	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0),521,2019
J078	平田ら	2014	スギ挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後 2 年間の地上部成長と根系発達	日本森林学会誌 96(1),1-5,2014
J079	山田健	2013	最近のコンテナ苗の動向	機会化林業 715,9-16,2013

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J080	袴田哲司ら	2020	スギコンテナ苗の植栽時のサイズと初期成長の関係	遺伝育種 9(2),51-60,2020
J081	図子光太郎	2020	雪害がスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),110,2020
J082	渡邉仁志・茂木靖和	2020	ヒノキ稚苗のコンテナ移植時期が得苗率と成長経過に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),109,2020
J083	原山尚徳	2020	カラマツコンテナ苗の生理生態特性	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),292,2020
J084	吉村ら	2020	苗木生産における木質繊維を原料とした生分解性育苗容器の可能性	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),682,2020
J085	佐藤渉・塚原雅美	2020	資材及び育苗方法の異なるスギコンテナ苗の活着と初期成長	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),693,2020
J086	染谷祐太郎・丹下健	2020	暗処理がスギコンテナ苗植栽後の発根に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),692,2020
J087	伊藤哲ら	2020	コンテナ移植後のスギ挿し木の根系発達に及ぼす施肥および潅水処理の影響	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),691,2020
J088	佐藤博文	2020	秋田県におけるスギコンテナ育苗の事例	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),690,2020
J089	山中豪	2020	密度調整とソート処理がスギ実生コンテナ苗の形状に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),688,2020
J090	清水香代	2020	1 年生カラマツコンテナ苗植栽後の初期成長（第 1 報）	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),699,2020
J091	北原ら	2020	生分解性不織布ポットを用いたスギ・ヒノキ苗の植栽後 2 年間の成長	日本森林学会誌 102(4),263-269,2020
J092	大平峰子・山野邉太郎	2020	スギコンテナ苗の活着率と初期成長に及ぼす冷凍保存の影響	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),749,2020

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J093	藤本浩平ら	2020	スギ第二世代精英樹候補木コンテナ苗の初期成長	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),763,2020
J094	丹羽花恵	2020	異なる時期にマルチキャビティコンテナに挿し付けたスギ挿し穂の発根量	日本森林学会大会発表学術講演集 131(0),746,2020
J095	丹下健・染谷祐太郎	2020	暗所保管したスギコンテナ苗の植栽後の細根伸長	森林立地 62（2）,73-80,2020
J096	丹下健・染谷祐太郎	2020	雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗への追肥による育苗時と林地植栽後の効果	中部森林研究（68）,5-6,2020
J097	齋藤ら	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	日本森林学会 101（4）,145-154,2019
J098	小笠ら	2020	乾燥条件下におけるヒノキコンテナ苗の葉の水分状態および木部の水分通導に対する摘葉の効果	日本森林学会 102（3）,207-211,2020
J099	三樹　陽一郎	2019	宮崎県におけるコンテナ苗の現状と研究事例	森林遺伝育種 8(4),178-182
J100	升屋ら	2019	カラマツコンテナ苗における床替苗根腐病	森林総合研究所研究報告 18(4),389-392,2019
J101	西山　嘉寛	2019	ヒノキコンテナ苗の活着と初期成長に関する研究	岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告（34),1-24
J102	鈴木 滉平ら	2021	ニホンジカ肉の堆肥化とその有効性のスギコンテナ苗を用いた評価	中部森林研究（69), 13-16, 2021-05
J103	山田 毅ら	2021	木質バイオマス燃焼灰混合培地で育成したスギおよびヒノキコンテナ苗の植栽後の成長	森林立地 63(2), 31-38, 2021
J104	野口 宏典ら	2021	クロマツと 4 種の広葉樹の根系発達への土壌硬度の影響	森林総合研究所研究報告 20(3), 149-157, 2021
J105	大島 潤一ら	2021	ヒノキ新植地における干害の発生状況および苗タイプの違いによる干害耐性の検証	日本緑化工学会誌 47(1), 27-32, 2021

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J106	猪俣 雄太ら	2021	植栽作業時における苗木人力運搬の作業能率	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 565, 2021
J107	山野邉 太郎ら	2021	スギエリートツリー人工交雑温室産種子由来コンテナ苗の検定林での初期成長	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 402, 2021
J108	栗田 学ら	2021	空中さし木法を用いた不定根形成に必要な環境要因の解析	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 394, 2021
J109	大平 峰子	2021	採穂木およびコンテナ苗由来のスギさし穂の重量が発根に及ぼす影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 395, 2021
J110	成田 あゆら	2021	クリーンラーチ(グイマツ雑種 F₁)コンテナ育苗におけるグルタチオン施用例	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 396, 2021
J111	飛田 博順ら	2021	春植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす育苗時の追肥の影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 330, 2021
J112	渡邉 仁志ら	2021	育成方法が異なるヒノキ実生コンテナ苗の多点データによる活着と初期成長	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 332, 2021
J113	茂木 靖和・渡邉 仁志	2021	元肥と播種時期がヒノキ実生コンテナ苗のサイズと得苗率に及ぼす影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 331, 2021
J114	二本松 裕太・清水 香代	2021	1 年生カラマツコンテナ苗の植栽後の成長	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 333, 2021
J115	小笠 真由美ら	2021	コンテナ苗における育苗方法の現状～全国の生産者へのアンケート調査より～	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 327, 2021
J116	奥田 史郎ら	2021	スギの選別種子によるコンテナ苗育苗における GSSG 施用の有無と成長	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 326, 2021

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J117	伊藤 哲ら	2021	植栽時の性状および植栽後の成長からみた"よい"スギ挿し木苗の育苗条件	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 329, 2021
J118	山中 豪	2021	密度調整とソートがスギコンテナ苗の地上部と地下部の乾重量に及ぼす影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 328, 2021
J119	山下 直子ら	2021	スギ母樹へのグルタチオン施用が種子の品質に与える影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 325, 2021
J120	白旗 学・大村 元春	2021	ウルシ苗の植栽後の初期成長と頂芽食害の影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 357, 2021
J121	原山 尚徳ら	2021	クリーンラーチの植栽２年後の樹高に及ぼす苗木の形質と立地の影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 346, 2021
J122	八木 貴信	2021	植栽後３年間のスギの成長への苗木サイズ，ツリーシェルター，下刈りの影響	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 335, 2021
J123	山岸 極 ら	2021	下刈り省略に対するスギ特定母樹系統間の初期成長反応の違い	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 338, 2021
J124	安村 直樹ら	2021	宮崎県でのアンケート調査によるコンテナ苗生産・植林必要人工数の把握	日本森林学会大会発表データベース 132(0), 1, 2021
J125	大谷 達也	2021	台風による砂礫堆積物へのクロマツコンテナ苗植栽における園芸培土混入の有効性	日本森林学会誌 103(5), 361-366, 2021
J126	斉藤 奈央子ら	2021	茨城県における林業用苗木生産の実態と安定供給に向けた課題	林業経済研究 67(1), 31-40, 2021
J127	久保 健	2021	混交林誘導を支援する広葉樹コンテナ苗生産体制の準備	森林応用研究 30(1), 23-26, 2021

文献No	著者名	報告年	文献名	出典
J128	渡邉 仁志ら	2021	ヒノキ実生コンテナ苗の 4 年間の成長と下刈り年数短縮の可能性	日本森林学会誌 103(3), 232-236, 2021
J129	小笠 真由美ら	2021	山林用針葉樹コンテナ苗における育苗方法の現状と課題:―全国のコンテナ苗生産者に対するアンケート調査より―	日本森林学会誌 103(2), 105-116, 2021

表 7－2　収集した国内文献の概要（令和３年度追加分）

No.	J102	報告年	2021	著者名	鈴木 滉平ら
文献名	ニホンジカ肉の堆肥化とその有効性のスギコンテナ苗を用いた評価				
抄録(概要)	鳥獣管理で捕獲されたニホンジカの大半は利用されずに廃棄されている。廃棄される肉を堆肥化し，苗木育成に利用すれば，資源を循環利用できる。本研究ではシカ肉:基材（バーク堆肥）＝6:4，3:7，1:9 の 3 種類の混合比で堆肥を作成し，適切な混合比と堆肥の成分，スギ実生コンテナ苗の培土として用いた場合の樹高成長への影響を調べた。堆肥作成における適切な混合比は 3:7 以下であった。元のシカ肉の割合が高いほど堆肥中の N，P，K の含有量が高かった。混合比 3:7 は pH が高すぎて培土として利用できなかった。混合比 1:9 の堆肥の割合が 50%以上の培土では，ココピートやバーク堆肥単体よりも有意に移植から 4 ヶ月後の樹高が大きかった。よって，混合比 1:9 で作成し育苗に利用することが効率的であると考えられる。				
No.	J103	報告年	2021	著者名	山田 毅ら
文献名	木質バイオマス燃焼灰混合培地で育成したスギおよびヒノキコンテナ苗の植栽後の成長				
抄録(概要)	再生可能エネルギーの一つとして，木質バイオマス発電が注目され，特に大型発電所等の稼働増加により，大量に発生する燃焼灰の処理が課題となっている。木質バイオマスの燃焼灰はカリウムやカルシウムなどの養分を含んでおり，生産が急増しているコンテナ苗の育苗培地に資材および肥料として利用できれば，灰の有効利用と育苗コストの削減につながる可能性がある。それには，育苗期間だけでなく植栽後の苗の成長についても明らかにする必要がある。そこで，木質燃焼灰の混合率が異なる培地で育成したスギおよびヒノキコンテナ苗を苗畑に植栽し，３成長期間の成長を追跡した。その結果，スギの成長は灰混合率が 5%，10%区は 0%区と同等の成長を示した。25%区は，苗畑植栽時点では 0%，5%，10%区より成長が劣ったが，植栽３成長期間後には，他区と同等に成長した。ヒノキの成長は，5%区では 0%区と同等であった。10%，25%区では植栽時の枯死率が高かったが，0%区と同等に育った個体もあった。コンテナ苗培地への燃焼灰の混合率をスギ 10%，ヒノキ 5%を上限とする範囲内で育苗すれば，植栽後の苗の成長は確保されることが明らかになった。				
No.	J104	報告年	2021	著者名	野口 宏典ら

文献名	クロマツと 4 種の広葉樹の根系発達への土壌硬度の影響				
抄録 (概要)	東日本大震災からの海岸林再生では、植栽木の根を深く張らせて根返りへの耐性を高めるために、厚い生育基盤の確保が盛土により図られる事例が多く見られる。しかし、盛土を伴う生育基盤の土壌は重機での締め固めにより硬くなり易く、硬い土壌による根の発達阻害が再生事業関係者に懸念されている。本研究では、日本の海岸林の代表的樹種であるクロマツと海岸林への導入が見込まれる広葉樹の根系の発達への土壌硬度の影響を調べることを目的として、土壌カラムへの植栽実験を行った。土壌カラムには、直径 15cm、高さ 50cm の塩化ビニル製円筒を筐体として用い、海砂を充填し、中層部に異なる土壌硬度を設定した厚さ 4cm の設定層を設けた。設定層には、極度に硬い層、硬い層、軟らかい層（対照層）の 3 つの硬さを設定し、2 種の硬い層には海岸林再生地の生育基盤から採取した不攪乱土壌コアを、対照層には海砂を充填したコアを用いた。クロマツと 4 種の広葉樹（カシワ、ケヤキ、ミズナラ、コナラ）を対象樹種とし、コンテナ苗を設定層上方に植栽した。極度に硬い層では、カシワの根が僅かに通過しただけであった。硬い層では、カシワの根は僅かに通過しただけであったが、他の 4 樹種の根は対照層を通過した根と比較して断面積合計で 30%程度が通過した。これらの結果から、ケヤキ、ミズナラ、コナラの根が硬い土壌を通過する能力はクロマツと同等であることが示唆された。				
No.	J105	報告年	2021	著者名	大島 潤一ら
文献名	ヒノキ新植地における干害の発生状況および苗タイプの違いによる干害耐性の検証				
抄録 (概要)	本研究では，宇都宮大学船生演習林内のヒノキ新植地を対象に，ヒノキ裸苗の干害の発生状況および立地環境を調査し，干害の発生要因について検討した。加えて，苗タイプの違いによる干害耐性を検証した。調査地全体の枯死率は 36.0%であり，1,012 本の枯死木が確認された。干害が発生した 2018 年は，降水量が少なく平均気温が高い異常気象の年であり，7 月の無降水期間が長く，気温が高かったことが干害の発生に起因していたと考えられる。また，尾根部または傾斜が 30°を超える急傾斜地かつ腐植に乏しい A 層が薄い土壌において高い枯死率が認められた。一方で，ヒノキコンテナ苗が干害に対して高い耐性を持つことが明らかとなった。				
No.	J106	報告年	2021	著者名	猪俣 雄太ら
文献名	植栽作業時における苗木人力運搬の作業能率				
抄録 (概要)	持続可能な林業を行うには、伐採後の植栽は必要不可欠な作業である。植栽には道路から植栽現場まで苗木を運搬する作業と、現場で苗木を植付する作業に大別され、基本的に両作業とも人力で行われる。植付に関しては、これまでに作業能率の報告があるが、運搬の能率に関しては、十分な知見はそろっていない。運搬は労働強度が高く、勤務時間内に疲労回復を目的とした休息が発生するため、休息時間を十分に考慮しないと、持続的に実施できる作業能率の算定は難しい。そこで、本研究では持続的に実施できる運搬能率を推定することを目的に、傾斜の異なる 3 種の造林地（緩傾斜地・中傾斜地・急傾斜地）において、コンテナ苗を対象に苗木 15 kg運搬時の労働負荷と作業時間を計測し、労働負荷から休息時間を推定して、持続的に実施できる能率を算出した。推定の結果、上荷（苗木を背負って上り、空荷で下る）で 500m 運搬する場合、緩傾斜地の能率は約 1000 本/人日であり、中傾斜地は約 760 本/人日、急傾斜地は 700 本/人日で、下荷（苗木を背負って下り、空荷で上る）の能率は上				

	荷の 2～4%高い結果となった。				
No.	J107	報告年	2021	著者名	山野邉 太郎ら
文献名	スギエリートツリー人工交雑温室産種子由来コンテナ苗の検定林での初期成長				
抄録 (概要)	林木の効率的な遺伝的改良のためには、花粉親及びその系統の特性が既知であることが望ましい。このため、しばしば系統管理に配慮しつつ花粉を収集し人工交配が行われてきた。スギでは雄花錐内で花粉が発芽能力を得るタイミングを見計らって雄花錐が付着する枝をグラシン袋で覆って花粉を収集する方法が一般的である。この方法は多大な労力を要し、収集した花粉を何らかの方法で雌花に受粉させる必要があるため、多くの交配組合せを行うには困難を伴い、効率的に遺伝的改良を進める上での障がいとなってきた。我々は、これら花粉収集と人工交配の手間を省くため、ブース内交配により第二世代精英樹候補木同士の人工交配種子を高効率に得て、事後的に DNA 分析により花粉親を同定する方法による遺伝的改良が技術的に可能かを検討し、得られた種子によるコンテナ苗育成と検定林造成および形質評価を試行した。今回は、植栽後 3 成長期経過するまで毎年行った樹高調査の結果とこの方法で得られきた交配組合せ数について報告する。なお、本研究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）の支援を得て推進した。				
No.	J108	報告年	2021	著者名	栗田 学ら
文献名	空中さし木法を用いた不定根形成に必要な環境要因の解析				
抄録 (概要)	スギさし木コンテナ苗の生産効率の改善に資する目的で、空中さし木法が開発された。通常のさし木は、さし穂を土にさしつけて発根（不定根形成）させるが、空中さし木法では、さし穂全体を空気中に露出するように立て、一定の条件で定期的にミスト散水することによって不定根を形成させる。本手法を活用したさし木苗生産の実用化には、高効率かつ安定的にさし穂から不定根を形成させるための条件の確立が必要であり、そのためには、光、温度、水等のさしつけ環境の最適化が重要である。今回我々はそれら環境要因のうち、「水」に着目し、不定根形成における水の役割について知見の集積を行った。モデル植物等において、側根形成には根が土壌水分と接触することが必要であることや、散水間隔の違いがさし穂の水ポテンシャル及び発根率に影響すること等が報告されている。今回我々は、スギのさし穂を使った空中さし木法において、散水間隔やさし穂基部への水の接触状態を変えた試験区を設定し、それら条件がスギの不定根形成に及ぼす影響について調査したので報告する。本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。				
No.	J109	報告年	2021	著者名	大平 峰子
文献名	採穂木およびコンテナ苗由来のスギさし穂の重量が発根に及ぼす影響				

抄録 (概要)	開発した優良品種の原種苗木を早期に採種穂園に供給するには、1 本しかない原木から効率よく増殖する必要がある。そのためには原木の主枝からより多くの穂を得るとともに、増殖したクローン苗から再増殖することが有効であろう。そこで、枝の先端および先端以外のさし穂（管穂）を用いて主枝からの採穂数の増大を試みるとともに、さし木増殖したコンテナ苗からの再増殖を検討するため、さし穂の重量が発根の成否に及ぼす影響を明らかにするための試験を行った。材料として発根性の異なるスギ 3 クローンを選び、野外の採穂木およびコンテナ苗から採穂した。荒穂を先端から根元まで 10 または 20cm の長さに切断し、生重量を測定してさしつけ、発根の成否を観察した。その結果、先端の穂・管穂ともに発根した。野外の採穂木の場合、生重量で概ね 10g 以下のさし穂は発根性が低下する傾向が認められた。また、さし木コンテナ苗から採穂した場合、野外の採穂木に比べて発根率が高かった。以上の結果から、先端だけでなく管穂を使用することで生産本数を増大でき、さらに管穂から得られたさし木苗から再増殖を行うことで、原種苗木の生産性向上が期待できると考える。				
No.	J110	報告年	2021	著者名	成田 あゆら
文献名	クリーンラーチ(グイマツ雑種 F1)コンテナ育苗におけるグルタチオン施用例				
抄録 (概要)	グルタチオンは抗酸化物質として機能するトリペプチドであり、植物体に与えるとストレス耐性が向上することが報告されている。本発表では、その酸化型であるグルタチオンジスルフィド(GSSG)をクリーンラーチ(グイマツ×カラマツ雑種 F1)の当年生苗に与え、GSSG 施用の効果を検討した結果を報告する。試験は一部条件を変更しつつ 2019 年と 2020 年に実施した。コンテナ容器(200cc)で育成した当年生苗に GSSG+NPK 肥料、NPK 肥料、水のいずれかを 6~8 月に 12 回与え、10 月に成長量(苗高、地際径、地上部重量、地下部重量)を調べた。GSSG+NPK 肥料区(72 mg GSSG + 48 mg N/個体/成長期)では、NPK 肥料区(48 mg N/個体/成長期)や水のみ区と比較して成長量が大きく、2019 年の平均苗高はそれぞれ 45.5、39.6、27.8 cm であった。2020 年は成育期間中の日照時間が前年より 135 時間短かく、平均苗高が 26.6、24.0、16.1 と小さかったが、同様の傾向が見られた。日射量が多く、光合成が活発かつ活性酸素が発生しやすい条件では GSSG 施用によって成長量が増加するが、日射量が少ない条件ではその効果が現れにくくなると考えられる。				
No.	J111	報告年	2021	著者名	飛田 博順ら
文献名	春植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす育苗時の追肥の影響				
抄録 (概要)	育苗時の追肥がスギコンテナ苗の植栽後の初期成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、追肥の量と時期や種類を変えて育成した苗を用いて植栽試験を行った。ビニールハウス内でコンテナ苗（300cc リブ型）を種子から育苗した。元肥（ハイコントロール 650、100 日タイプ、1.8g/個体、５月下旬）を与え、９月上旬から二つの追肥処理試験を行った。8 系統の種子を用いた試験１では、時期（9 月上旬と 10 月上旬）と量（元肥と同量と元肥の 10 分の１の量）の４処理設定した。少花粉スギ混合種子を用いた試験２では、試験１の処理に、種類（元肥と同じ種類とハイコントロール 085、100 日タイプ）の処理を加えて８処理設定した。追肥の溶出期限から 3、4 ヶ月経過した翌 4 月に苗畑に植栽し、12 月まで地際直径と苗高を測定した。両試験とも、植栽後１成長期間後の苗高には、植栽時の苗高の正の効果と施肥量の正の効果がみられ、年間伸長量には、施肥量の正の効果がみられた。追肥の時期と種類は、植栽後１年目の成長には影響を及ぼさなかった。植栽後 1 年目のスギコンテナ苗の				

	初期成長には、植栽時の苗の形状だけでなく、苗の養分状態が影響する可能性がある。				
No.	J112	報告年	2021	著者名	渡邉 仁志ら
文献名	育成方法が異なるヒノキ実生コンテナ苗の多点データによる活着と初期成長				
抄録 (概要)	ヒノキ実生コンテナ苗の成長特性を把握するため，岐阜県下の 13 調査地 67 調査区（本数 34～160 本/区）における多点データを解析した。苗の種類を裸苗（B 群），従来コンテナ苗（C1 群），特に肥効が長い緩効性肥料を元肥用いた改良コンテナ苗（C2 群）に分け，植栽後 2 成長期間の枯死率と成長を比較した。群間で比較すると，枯死率は C2 群の調査区で低かった。一部の調査区は生存率が特に低く，植栽直後の気象条件などが影響したと考えられる。枯死・損傷個体を除き個体単位で解析すると，植栽時の C2 群の樹高は C1 群より，根元直径は他の苗群より小さかった。しかし，C2 群は成長量や相対成長率の値がいずれも他より大きく，調査期末の樹高，直径も他より大きくなった。一方，C1 群にはこの傾向は認められなかった。超緩効性肥料を用いて育成したヒノキ実生コンテナ苗は，一般的な傾向として，他の苗群に比べて初期成長が優れていることが明らかになった。また，この結果には苗木の形状（コンテナ苗か裸苗か）ではなく，元肥の肥効が影響していることが示唆された。植栽後の苗木の成長は，育苗時の施肥条件によって異なる可能性があると考えられる。				
No.	J113	報告年	2021	著者名	茂木 靖和・渡邉 仁志
文献名	元肥と播種時期がヒノキ実生コンテナ苗のサイズと得苗率に及ぼす影響				
抄録 (概要)	樹高 2cm 前後のヒノキ実生をコンテナへ移植後短期間で得苗する条件を検討した。2019 年 10 月（秋）と 2020 年 3 月（春）播種のセル苗を、元肥条件［溶出日数 700 日の N16P5K10 肥料 2 条件（20、40g/L）×溶出日数 360 日の N10P18K15 肥料 3 条件（0、5、10g/L）の組合せ］の異なる 6 種類の培地が入ったコンテナ（JFA150）へ 2020 年 4 月に移植して、12 月の苗サイズと得苗率を調査した。秋播種と春播種を比較するとすべての元肥条件で秋播種の苗サイズが大きかった。また、N16P5K10 肥料の施用量が同一の場合、単用より N10P18K15 肥料と組み合わせた方が苗サイズが大きくなる傾向にあった。したがって、短期間でヒノキ実生の苗サイズを大きくするには、秋播種の実生を用いること、N16P5K10 肥料と N10P18K15 肥料と組み合わせることが効果的であると示唆された。一方、樹高が高くても根鉢形成されない個体が多く、得苗率は極めて低かった。今回得苗できた個体の最低根元直径は 2mm であったがそのサイズに達した個体が少なかったことから、根鉢形成できなかったと推察された。				
No.	J114	報告年	2021	著者名	二本松 裕太・清水 香代
文献名	1 年生カラマツコンテナ苗の植栽後の成長				
抄録 (概要)	近年、長野県ではカラマツの主伐及び再造林が進み、カラマツの苗木需要が増加しており、マルチキャビティコンテナにより育苗した苗（以下、コンテナ苗）の出荷数も増加している。県内のカラマツコンテナ苗は、苗畑で育苗した１年生幼苗をコンテナに移植し、さらに半年から１年間育苗して作成する方法が一般的である。そのため、出荷までに２成長期を要することから、育苗に経費がかかることや急な需要の変動に対応しにくいことが課題となっている。それに対し、高機能性肥料を活用しつつ、播種から１成長期で出荷規格を満たすコンテナ苗を試験的に生産しているところであるが、従来よりも育苗期間の短い苗を林地に植栽した後の成長特性は明らかになっていない。そこで、本研究では 2019 年に高機能性肥料（酸				

	化型グルタチオン配合）を用いて１年間育苗し、2020 年春に同肥料を与えて林地に植栽した苗木について、樹高や形状比などの変化について調査したので、その結果を報告する。本研究は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（平成 30～34 年度)」により実施した。				
No.	J115	報告年	2021	著者名	小笠 真由美ら
文献名	コンテナ苗における育苗方法の現状～全国の生産者へのアンケート調査より～				
抄録(概要)	本研究では，本格的な生産が開始されて約 10 年が経過した現在のコンテナ苗の生産様式の全容を調査し，現行の標準的な栽培方法を明らかにすることを目的とし，全国のコンテナ苗生産者を対象にスギ，カラマツ（それぞれ実生苗と挿し木苗）およびヒノキ（実生苗）のコンテナ苗の育苗に関するアンケート調査を行った。使用するコンテナ型について，スギではリブ型，カラマツではスリット型の使用率が高く，ヒノキではリブ型とスリット型の使用率がおよそ半々であった。スギ挿し木苗では 300cc コンテナの使用率が 5 割と最も多く，それ以外では 150cc コンテナの使用率が 7～9 割であった。培地成分ではココナツハスクを使う生産者が 8 割と最も多かった。育苗に潅水施設を使用する生産者は全体の 8 割弱であった。これらの育苗方法は関係機関が発行する育苗マニュアルと概ね一致するものであった。コンテナ苗の生産本数と生産様式の関係の決定木分析から，コンテナ苗の量産化には，生産の効率化・労務負担軽減のための生産基盤施設（潅水設備や培地充填機等）の整備や，裸苗生産に基づく育苗技術や生産経験が相対的に豊富であることが寄与していると考えられた。				
No.	J116	報告年	2021	著者名	奥田 史郎ら
文献名	スギの選別種子によるコンテナ苗育苗における GSSG 施用の有無と成長				
抄録(概要)	効率的な苗木生産を促進する目的でスギの選別種子による育苗過程での GSSG 施用による成長促進効果を比較した。スギ種子は滋賀県の油日採種園で採取したものを、種子選別分光システムで計測した種子充実度（SQI）と有効種子サイズから優良判定し選別して用いた。種子は 200 穴の育苗トレーに 2020 年 3 月下旬に播種し、一定数発芽後に GSSG の水溶液を 4 回施用し、対照区では液体肥料を施用した。6 月プラグ苗を 300cc リブ付きコンテナに移植し GSSG 水溶液及び液肥を計 8 回株元に施用した。プラグ苗育苗時の GSSG 施用の有無とコンテナでの育苗時の GSSG 施用の有無の処理をそれぞれ GN、GG、NG、NN とした。また、サイズの小さな種子を別処理してｓN およびｓG とした。移植したプラグ苗の苗高は、標準サイズの種子では GSSG の施用に関係なく有意な差はなく、小サイズ種子由来の苗高のみ有意に小さかった。12 月時点での苗高は GG,NG、NN では差がなく、GN のみ有意に小さかった。ｓG は GN とは差がなくｓN は有意に他の処理に比べて小さかった。苗高 35cm に達した苗の割合は GG と NG で約 50%と最も高く、NN は約 40%、GN は約 30%となり、コンテナ育苗時の GSSG 施用には一定の成長促進効果があると考えられた。				
No.	J117	報告年	2021	著者名	伊藤 哲ら
文献名	植栽時の性状および植栽後の成長からみた"よい"スギ挿し木苗の育苗条件				

抄録 (概要)	造林用苗木生産の技術革新は低コスト再造林と苗木の安定供給を実現する上で喫緊の課題である。本研究は、空中挿し木法によって得られたスギ挿し穂を用いて異なる潅水・施肥条件下でコンテナ苗を育成し、野外植栽後 1 生育期の成長を調査することで、植栽に適したスギ挿し木苗の性状とこれを短期間で育成する条件を探索した。2019 年 4 月に挿しつけたスギ挿し穂を 8 月末にコンテナに移植し、計 12 処理（3 段階の潅水頻度×4 段階の施肥量）を設けて翌春まで温室で育苗を行い、5 月に野外に植栽した。その結果、育苗終了時では潅水頻度が低く（週 2 日）施肥量が多い（4 または 8g/キャビティ）条件で枯死率が著しく高かった。育苗終了時に地上部サイズには有意な差はなかったが、週 4 日以上の潅水下では施肥量が多いほど伸長成長と根系発達が良好であり、T:R 比が低かった。野外植栽後の成長は週 4 日以上の灌水かつ 4g 以上の施肥で大きく、これらは根鉢の根系被覆率や T:R 比と相関があった。以上の結果から、週 4 日潅水および 4～8g の施肥が最適育苗条件であることが示された。なお、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。				
No.	J118	報告年	2021	著者名	山中 豪
文献名	密度調整とソートがスギコンテナ苗の地上部と地下部の乾重量に及ぼす影響				
抄録 (概要)	スギ実生コンテナ苗（以下、苗）においては 1 年生苗の生産が可能であるが、植栽後の苗の生残や成長を考慮した場合には、H/D 比や T/R 比が低いことが苗に求められる。2019 年 4 月に 1 粒/孔の播種を行い、育苗中の密度調整とソート（並べ替え）が苗の各部位の乾重量に及ぼす影響を調査した。容器は BCC 社製 FlexiFrame77（150cc/孔）を用いた。ソートを 8 月に行う試験区、8 月と 9 月に行う試験区、および対照区を設定し、ソートにおいては各個体の苗長により、15cm 未満（小）、15～25cm（中）、25～30cm（大）、30cm 以上（特大）の 4 区分に分別しまとめた。密度調整はソート処理と同時に行い、小：400 本/m、中：200 本/m、大：100 本/m、特大：50 本/m とした。2020 年 4 月、コンテナ苗の標準規格 5 号を満たす苗を対象に、各試験区 87～101 個体を根、幹、葉に切り分け、乾重量を測定した結果、ソート回数の多い試験区ほど T/R 比が小さくなった。このことから、育苗中に密度調整とソートを行うことで、T/R 比の低い苗を作ることができると考えられた。一方で、地上部と地下部を合算した乾重量や、葉の乾重量と幹の乾重量の比については、試験区間の差が小さかった。				
No.	J119	報告年	2021	著者名	山下 直子ら
文献名	スギ母樹へのグルタチオン施用が種子の品質に与える影響				

抄録 (概要)	種子の品質改善と収量の安定化に対するグルタチオン(W2 酸化型）の影響を明らかにするための試験を、2018 年から滋賀県林業普及センター油日採種園において実施している。2018 年、2019 年 10 月に採取した球果について、直径、球果あたりの種子数、100 粒重、種子充実率を測定した。充実率は、近赤外光の吸収量に基づく判別手法(Matsuda et al., 2015)で算出した。また、本手法で判別された充実種子を用いて、300cc コンテナへの直接播種試験を実施した。2018 年に採取した 4 系統のうち、非施用区に対してグルタチオン施用区で有意に増加したのは、球果あたりの種子数が 1 系統（苫田 9 号)、100 粒重が 2 系統（英田 3 号、神崎 15 号)、球果径が 1 系統（英田 3 号)、種子充実率が 3 系統（苫田 15 号、苫田 9 号、英田 3 号）であった。一方、2019 年では、グルタチオン施用区で球果あたりの種子数が増加したのが 2 系統（八頭５、周桑 16)、減少が 1 系統（美方２)、それ以外の項目は施用による差はなかった。コンテナへの直接播種試験では、グルタチオン施用した母樹由来の種子は、非施用と比べて本葉展開に至る種子が有意に多く、母樹への施用により発芽初期の斉一性が高まることが示唆された。				
No.	J120	報告年	2021	著者名	白旗 学・大村 元春
文献名	ウルシ苗の植栽後の初期成長と頂芽食害の影響				
抄録 (概要)	日本の漆文化の保全のため，国産漆生産の増産に関する取り組みがはじまっている。現在のウルシ林資源量は，今後の需要を満たすにはまったく不十分のため，ウルシ林の造成が喫緊の課題となっている。一方で，ウルシは大型の冬芽を形成するが，食害や植栽ストレスで頂芽枯損の被害を受けやすい。本研究では，ウルシのコンテナ苗と裸苗について，山地植栽後の初期成長を調べるとともに，食害等によって被害を受けた個体の回復を観察した。二戸市浄法寺町内で，1 年生コンテナ苗と 3 年生裸苗を植えた地区（2019 年 5 月植栽)，2 年生裸苗を植栽した地区（2019 年 11 月植栽）の２植栽地で調査をおこなった。獣害とみられる食害は主に冬季間が主であったが，それ以外の頂芽枯損も合わせると，2020 年 11 月の段階で前者の地区では，コンテナ苗で約 6 割，裸苗で約 5 割，後者の地区では，4 割近い個体が頂芽被害を受けた。被害個体は，側芽伸長によって稚樹高を回復させるものがみられたが，特に後者の地区では地際径に被害の影響が大きかった。この地区では，秋植栽かつ裸苗であり，地下部充実の時間が短かった影響と考えられた。				
No.	J121	報告年	2021	著者名	原山 尚徳ら
文献名	クリーンラーチの植栽２年後の樹高に及ぼす苗木の形質と立地の影響				
抄録 (概要)	クリーンラーチは、カラマツに比べて初期樹高成長や野鼠食害耐性に優れることから、低コスト再造林に適した品種として期待が高まっている。本研究では、クリーンラーチの大面積植栽試験により、植栽苗の初期形状、苗種、雑草木との競合、立地などが初期樹高成長に与える影響を明らかにすることを目的とした。北海道下川町において、2018 年秋～2019 年春に約 3.2 ha の植栽試験地へクリーンラーチのコンテナ苗と裸苗を植栽した。試験地内に 13 本のライントランセクトを設定し、苗木の樹高、地際直径、競合植生を調査するとともに、主伐前に撮られた航空機 LiDAR により得られた数値地形モデルから地形的湿潤指数(TWI)を算出した。植栽当年および 2 年目について、成長期間終了後の期末樹高を目的変数、期首樹高、期首直径、苗種、立地（集材路、TWI)、下刈直前の競合状態を説明変数、植栽時期をランダム変量とした線形混合モデルで解析した。その結果、各年ともに期末樹高に対して、期首樹高、期首直径は有意な正の効果、集材路上の植栽や雑草木との競合は有意な負の効果				

	が認められたのに対し、TWI は効果が認められなかった。コンテナ苗は植栽当年のみ正の効果が認められた。				
No.	J122	報告年	2021	著者名	八木 貴信
文献名	植栽後３年間のスギの成長への苗木サイズ，ツリーシェルター，下刈りの影響				
抄録 (概要)	ツリーシェルターの成長促進性能を発揮させる施業上の要点を提示するため，スギ苗木の植栽後３成長期間の追跡試験結果を解析し，植栽木の初期成長に対するツリーシェルター施工の効果，その効果に対する使用苗タイプ（標準苗，大苗）と下刈り実施の有無の影響を検討した。試験は熊本県人吉市の国有林のヒノキ人工林皆伐地に苗木を植栽し，下刈り有無を１次要因，ツリーシェルターの有無と苗タイプを２次要因とする３要因分割区デザインで実施した。下刈りは初期２年は全面刈り，３年目は列間筋刈りと坪刈り（半径 70cm）を組み合わせた方式で実施した。ツリーシェルターは下部に通気穴３つのある高さ 140cm のポリプロピレン製円筒タイプを使用した。使用苗は購入した１年生挿し木コンテナ苗で，大苗（苗高：約 70-90cm）には標準苗（苗高：約 40-70cm）とは施肥方法を変えて苗高を大きくしたものを用いた。結果からは，ツリーシェルターは適切に施工されれば植栽木の初期樹高成長の促進に有効なこと，下刈り実施と大苗植栽は，植栽木の周囲植生に対する樹高競争力向上には有効だが，ツリーシェルターの性能発揮促進効果については年度により一定でないことが示された。				
No.	J123	報告年	2021	著者名	山岸 極 ら
文献名	下刈り省略に対するスギ特定母樹系統間の初期成長反応の違い				
抄録 (概要)	近年、我が国の林業では造林コストの縮減が喫緊の課題の一つである。特に下刈り作業は労働負担が大きく、費用が高いため、その省力化および低コスト化が強く求められている。特定母樹系統苗は高い初期成長性を示し、従来系統の苗よりも競合植生との競争で優位性を維持できることから、下刈り期間の短縮が期待されている。本研究では異なる下刈りスケジュールに対する特定母樹系統の初期成長反応を明らかにするため、特定母樹 4 系統（県姶良３号、県姶良４号、県姶良 20 号、高岡署 1 号）と在来品種（タノアカ）のスギ挿し木コンテナ苗の植栽後 2 年間の樹長、直径成長を 3 種類の処理区間（毎年下刈り、１年目のみ省略、２年目のみ省略）で比較した。特定母樹系統では、植栽２年目末まで有意な樹長成長の低下は認められなかったが、直径成長はいずれの下刈り省略区でも省略した年の成長が抑制されていた。以上の結果から、下刈り省略による被圧の影響は特定母樹系統でも即時的に表れることが示唆された。本研究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)による支援を受けた。				
No.	J124	報告年	2021	著者名	安村 直樹ら
文献名	宮崎県でのアンケート調査によるコンテナ苗生産・植林必要人工数の把握				

抄録 (概要)	宮崎県は、策定中の第 8 次宮崎県森林・林業長期計画においてスギ苗木生産量が 2019 年 568 万本から 2030 年 700 万本に増加することを見込んでいる。増加の主体は 146 万本から 300 万本の変化を見込むコンテナ苗である。同期間の再造林面積は 2,134ha から 2,200ha の微増が見込まれている。人口減少に伴って林業就業者数は減少すると考えられるので、苗木生産や植林においては省力化や労働生産性向上が求められる。そこで本研究では宮崎県における苗木生産、植林に必要な労働力や人工数について、特にコンテナ苗に着目しながら、現状を把握することを目的にした。まず宮崎県環境森林部、宮崎県緑化樹苗農業協同組合、宮崎県森林組合連合会に対して林業用苗木生産、植林の実態に関する聞き取り調査を 2020 年 10 月から 11 月にかけて実施した。次いで、宮崎県内 121 のすべての林業用苗木生産者、植林を主に担う宮崎県内 17 の森林組合・支所を対象に、経営概要や労働力過不足状況等に関するアンケート調査を 2020 年 12 月から 2021 年 1 月にかけて発送した。聞き取り調査からは穂木自体及び穂木調達労働力の不足、植林や下刈りの労働力不足といった現状を把握できた。				
No.	J125	報告年	2021	著者名	大谷 達也
文献名	台風による砂礫堆積物へのクロマツコンテナ苗植栽における園芸培土混入の有効性				
抄録 (概要)	台風の高潮で形成された海岸林内の砂礫堆積物上にクロマツ苗を効果的に植える方法を検討するため，植え穴への園芸培土の混入量（なし，1 L，3 L），砂礫堆積物の厚み，およびシンクイムシ被害が植栽後 1 成長期の生残・成長に及ぼす影響を評価した。導電率やイオン濃度の測定から，台風から 5 カ月後の苗木植栽時にはその成長に影響するほどの塩分は砂礫堆積物中にはないと考えられた。一般化線型モデルによる解析により，園芸培土を施用しない場合には枯死本数が多いことが示された。苗高の成長量にはシンクイムシ被害が負の影響を及ぼし，根元径の成長量には砂礫堆積物の厚みとシンクイムシ被害が負の影響を，園芸培土の混入が正の影響を及ぼすことが示された。苗木 1 本当たり 1 L の園芸培土混入よりも 3 L 混入の方が直径成長量は有意に大きかった。砂礫堆積物上でクロマツ苗を健全に育成するには，シンクイムシ被害の防除とともに，堆積物が厚い場所ではより多くの園芸培土の施用が必要と示唆された。				
No.	J126	報告年	2021	著者名	斉藤 奈央子ら
文献名	茨城県における林業用苗木生産の実態と安定供給に向けた課題				
抄録 (概要)	日本の林業用苗木の生産本数と生産者数は 1960 年代以降減少を続けているが，2010 年代に入ってから主伐が増加傾向にあり，再造林に不可欠な林業用苗木の安定供給が求められている。裸苗とコンテナ苗それぞれの生産工程を含む生産実態と林業用苗木の安定供給に向けた課題を明らかにするため，茨城県内でコンテナ苗生産も始めた全 5 名の林業用苗木生産者を対象に 2017 年に聞き取り調査を行った。その結果，5 名は所有する 1.4～4.3ha の土地を運用する 1 つの手段として苗木生産を位置付け，苗畑経営面積 0.5～2.0ha で 2016 年度に 5 万 6 千～20 万本を生産していること，苗木需要に応じて裸苗とコンテナ苗の生産の組み合わせにより苗畑経営を図っていること，今後については労働力確保を重要な課題としており，生産管理が比較的容易なコンテナ苗生産がその課題解決に有効と考えていることが明らかになった。他方で，コンテナ苗には裸苗に見られない特有の生産工程があり，生産量によっては機械や設備への投資が必要になるため，今後は苗木全体の需要の見通しの明確化と生産技術の発展に加え，労働力確保の課題解決に向けたさらなる追求が必要と考えられる。				

No.	J127	報告年	2021	著者名	渡邉 仁志ら
文献名	ヒノキ実生コンテナ苗の 4 年間の成長と下刈り年数短縮の可能性				
抄録 (概要)	コンテナ苗が下刈り年数の短縮に寄与するかどうかを検討するため，実生ヒノキのコンテナ苗と裸苗について植栽後 4 年間のサイズ，成長量，および雑草木との競争関係を比較した。コンテナ苗が樹高および根元直径の相対成長率で裸苗を上回ったのは，植栽 1 年目に限られていたが，成長量はその後も持続して裸苗と同等以上であった。連続した 4 年間の下刈りの結果，植栽 5 年目の夏期には，調査区の雑草木は平均植生高が 150 cm 程度のススキや落葉低木になっていた。このとき，コンテナ苗の樹高は 284 cm で，裸苗より約 40 cm 高かった。この結果には，通常よりも肥効期間の長い緩効性肥料をコンテナ苗の元肥として用いたことが影響したと考えられる。本研究のコンテナ苗は裸苗よりも 1 年間早く雑草木との垂直方向の競合状態が緩和されたことにより，下刈り年数が短縮できた可能性がある。				
No.	J129	報告年	2021	著者名	小笠 真由美ら
文献名	山林用針葉樹コンテナ苗における育苗方法の現状と課題:—全国のコンテナ苗生産者に対するアンケート調査より—				
抄録 (概要)	本研究は，本格的な生産が開始して約 10 年が経過した現在におけるコンテナ苗の生産様式の全容を調査し，現行の標準的な栽培方法と生産者が抱える課題を明らかにすることを目的とし，全国のコンテナ苗生産者を対象にスギ，ヒノキ，およびカラマツのコンテナ苗の育苗に関するアンケート調査を行った。その結果，生産者が実際に行っている育苗方法は関係機関が発行する育苗マニュアルと概ね一致するものであった。コンテナ苗の生産規模と生産様式の関係性の解析から，コンテナ苗の量産化には，生産の効率化・労務負担軽減のための生産基盤施設の整備と，裸苗生産に基づく育苗技術や生産経験が相対的に豊富であることが寄与していると考えられた。コンテナ苗生産に対する問題点として，出荷規格外（小/成長ムラ/直径不足等）や根鉢形成不良による歩留まり（得苗率）の悪さ，コンテナ苗の需要拡大等が挙げられ，得苗率を高める栽培技術やコンテナ苗の安定した需給体制の構築が求められていることが明らかとなった。				

（2）文献内容の整理

コンテナ苗生産技術について収集した文献を①～③に分類し、樹種別に示した。なお、同一文献が複数に分類できるものについては、該当する全ての分類項目に分類し、整理した。

表 7-3　樹種別の整理（国内文献）

樹種	スギ	ヒノキ	カラマツ・グイマツF1	樹種別に該当しないもの
① 植栽後の成長	1・2・3・8・10・14・17・28・30・32・35・36・37・38・39・52・54・56・58・66・67・69・74・75・78・80・81・82・85・88・89・90・91・92・93・102・122・122・123	1・7・8・17・25・26・28・34・47・69・91・101・105・123・127	1・5・6・8・16・17・28・71・73・124・121	120
②植栽前の生育	17・29・54・55・72・119・120・127・128・129・130	17・72・124	17・23・27・57・62・63・121	
③その他、コンテナ苗技術などの文献	2・3・4・12・13・14・15・18・19・20・21・22・32・33・41・45・48・49・50・51・53・54・59・60・61・64・65・68・77・86・87・94・95・96・97・102・103・107・124	18・21・22・44・76・77・98・103	5・11・16・18・21・22・77・83・100	9・24・31・42・70・79・84・99・104・117・115・125・126・128
文献数	88 文献	25 文献	27 文献	15 文献

（3）文献整理結果の分析

1）植栽後の成長について

植栽後の成長について収集した文献を、さらにａからｈに細分化して整理を行い、まとめた。

a. 裸苗との成長量の比較
b. 形状比の違いによる成長量の比較
c. 植栽時期の違いによる比較
d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較
e. 挿し木・挿し穂の成長量の比較
f. 培地種類・配合・充填量の違いによる成長量の比較
g. 施肥の違いによる成長量の比較
h. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

a. 裸苗との成長量の比較

コンテナ苗と裸苗の生存率や樹高成長については、コンテナ苗の方が優れる事例、両者に明確な差はなかった事例など、様々であったが、裸苗の植栽時期が限定されるのに対して、コンテナ苗の植栽可能期間が広いことはコンテナ苗の利点であるといえる。

＜５樹種＞

・ １道７県で裸苗とコンテナ苗を同時に植栽した試験を対象にデータを収集し（対象樹種はトドマツ、ヒノキ、スギ、カラマツ、グイマツ）、生存率、成長速度を推定する統計モデルで解析した結果、植栽後の生存率および樹高・直径成長速度は、樹種によらずコンテナ苗と裸苗で同程度であった。（J008）

＜スギ＞

・ 宮城県のスギのコンテナ苗と裸苗の研究では、樹高成長の苗種による違いは、成長初期に強く現れるが、時間経過とともに消失する関係にあった。（J002）
・ 宮城県のスギのコンテナ苗と裸苗ともに、形状比の高い個体は、樹高成長は小さく、直径成長を大きくする傾向がある。（J002）
・ 宮城県では、形状比が 100 を超えるようなスギのコンテナ苗でも、４成長期目にはほとんどの個体で形状比が 70 以下となり、裸苗との成長の差がなくなった。（J002）
・ 東北地方太平洋側では、植栽時のスギのコンテナ苗の形状比が 70 以下であれば裸苗よりも有利になる可能性がある。（J002）
・ 長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を異なる方式（ディブルコンテナ苗、スペードコンテナ苗、丁寧裸苗、一鍬裸苗）で植栽し、活着率を比較した結果、一鍬裸苗のみの活着率が低かった。（J010）
・ 降水量の少ない長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を 11 月に植栽した結果、コンテナ苗と裸苗ともに植栽１年目は樹高成長が極端に小さかった。強い乾燥ストレスの影響が示唆される。（J010）
・ 長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、苗タイプ間で、植栽２年目の樹高成長量に影響を及ぼしていた要因は、前年の形状比であった。（J010）
・ 富山県で降水量の少ない５月にスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、コンテナ苗は裸苗に比べ高い活着性能を有することが示された。（J032）
・ 富山県でスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、植栽１年目の成長は、直径成長率は裸苗に比べコンテナ苗で優れ、樹高成長率は裸苗とコンテナ苗に明確な差はなかった。（J032）
・ 積雪に起因する各種被害の発生状況ならびにこうした被害が植栽木の初期成長に及ぼす影響を調査したところ、樹高成長率を苗種別に比較すると、2015 年と 2016 年は裸苗の成長率がコンテナ苗を上回り、2017 年には有意な差が認められず、2018 年にはコンテナ苗の成長率が裸苗を上回った。積雪による植栽木の倒伏角度を測定したところ、2015～2017 年にかけてコンテナ苗の倒伏角度が裸苗よりも大きくなる傾向があり、2018 年には有意な差は認められなかった。（J81）

＜ヒノキ＞

・ 岡山県で夏、秋、春植栽をしたヒノキのコンテナ苗と裸苗について、植栽時期に関わらず、コンテナ苗は裸苗より高い活着率を示した。（J007）
・ 岡山県で夏、秋、春植栽をしたヒノキのコンテナ苗と裸苗について、植栽に不適とされてきた夏の

植栽においてのみコンテナ苗が裸苗に対して有意に大きい樹高成長量を示し、コンテナ苗を用いることでヒノキの植栽可能期間を拡大できることが示された。(J007)

- 岐阜県で緩効性肥料を用いたヒノキのコンテナ苗と裸苗を比べたところ、植栽２年目の枯死率は裸苗の方が高かった。(J026)
- 岐阜県で緩効性肥料を用いたヒノキのコンテナ苗と裸苗を比べたところ、植栽１年目、２年目の樹高の成長量が裸苗よりも大きかった。コンテナ苗の育苗時の緩効性肥料の使用は、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。(J026)

＜カラマツ＞

- 北海道でコンテナへ直接播種し１年間育苗したカラマツのコンテナ苗と、裸苗を５月に植栽した結果、コンテナ苗は裸苗に比べて植栽時のサイズは小さかったが、植栽当年の根の成長量が大きく、根量は成長休止時の 10 月には裸苗と同程度まで増加し、樹高と根元径は、植栽翌年には裸苗に追いついていた。(J005)
- 植栽苗の初期形状、苗種、雑草木との競合、立地などが初期樹高成長に与える影響を明らかにすることを目的とした。その結果、各年ともに期末樹高に対して、期首樹高、期首直径は有意な正の効果、集材路上の植栽や雑草木との競合は有意な負の効果が認められたのに対し、立地(集材路、TWI)は効果が認められなかった。コンテナ苗は植栽当年のみ正の効果が認められた。(J121)

b. 形状比の違いによる成長量の比較

出荷時に形状比が高いコンテナ苗は、成長初期に樹高成長を抑え直径成長を行い、植栽１～３年程度で形状比が 60 程度に落ち着いた頃に、樹高成長を行い始めることが明らかになってきている。

- 宮城県では、形状比が高いスギのコンテナ苗は、樹高成長量に対して有意に負の効果があり、成長初期には樹高成長を抑え、直径成長を優先する。(J002)
- 東京都産、徳島県産と宮崎県産のスギのコンテナ苗を東京で植栽し、植栽後の蒸散速度を測定した結果、形状比が大きい苗木では、植栽当初の蒸散速度が低い苗木が多い傾向があった。(J003)
- 宮崎県では、スギのコンテナ苗の挿し穂由来の苗木の方が、実生由来に比べて形状比が小さい傾向が見られた。(J003)
- 形状比が 100 を越える苗の場合、植栽後に肥大成長が促進されるかわりに樹高成長が抑制される結果、植栽１～３年程度で形状比 60 程度に落ち着くことが多い。(J028)
- 形状比は植栽時に 90～100 であったが 60 程度に収束する傾向がみられた。(J093)

c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

いずれの樹種とも、植栽時期の違いによる活着率に大きな差は見られず、コンテナ苗による植栽期間の拡大が期待できるものの、７月以降の植栽では植栽年の伸長成長が見られない傾向にある。この要因として、植栽直後の降水量、植栽後の積算地温、植栽時の形状比が高いことなどが影響している。

＜スギ＞

- 東京で８月下旬に秋植えしたスギのコンテナ苗は、翌春５月から旺盛な伸長生長を示した。(J078)
- 根重量は挿し付け時期が早い方が大きい傾向を示した。一方で、いずれの挿し付け時期でも根重量

は対照苗に比べ有意に大きく、５本以上の発根がみられた苗の割合は８割以上と高かった。以上から、７月末迄の間では、いずれの時期においてもコンテナへの挿し付けが十分に可能であると考えられた。（J094）

＜ヒノキ＞

- 岐阜県では、ヒノキのコンテナ苗を４、７、11 月に植栽した結果、ヒノキの植栽適期（４月あるいは 10 月上旬のわずかな期間）である４月の春植えだけでなく、７月の夏植えや 11 月の秋植えのコンテナ苗も８割以上が活着し、春植えの裸苗と同程度以上であった。（J025）
- 岐阜県では、ヒノキのコンテナ苗を４、７、11 月に植栽した結果、７月の夏植えや 11 月の秋植えのコンテナ苗は植栽１年目も２年目もほとんど伸長成長をせず、形状比が 60 付近になった植栽３年目でようやく伸長成長を始めた。（J025）
- 各年４月（春：通常の方法)、６～７月（夏)、10 月（秋）に１年生稚苗をコンテナ（JFA-150）に移植して成長経過を調査し、約１年後に得苗率を算出した。その結果、どの時期に移植した苗木も成長や根鉢形成が認められ、想定した出荷時期に得苗可能な状態になった。特に、春移植の両回、夏移植の１年目および秋移植の２年目は得苗率が高かった。一方、夏移植の２年目と秋移植の１年目には枯死や成長不良が発生し、得苗率が非常に低くなった。（J082）

＜カラマツ＞

- 北海道でキャビティに直接播種し１年間育苗したカラマツのコンテナ苗を用いて、５月から 10 月まで毎月植栽し成長と生存率を調べた結果、植栽直後から根の伸長が速やかに生じ、適度な降水があれば展葉した苗を植栽しても生存率は十分高くなる一方、夏季は耐乾性が低くなり、乾燥が続いた場合には生存率が大幅に低下する可能性が明らかとなった。（J005）
- カラマツの裸苗の秋の植栽は 10 月下旬から 11 月上旬までの短い期間に限定されているが、コンテナ苗を用いることにより秋植栽を２カ月程早められる可能性が考えられた。（J005）
- 岩手県で５月から 11 月の各月に植えたカラマツのコンテナ苗について、いずれの植栽月でも植栽翌月の活着率は 97%以上であり、春から秋までの植栽が可能であった。（J006）
- 岩手県では、カラマツのコンテナ苗を夏季に植栽しても、細根が速やかに伸長し、地上部への水分供給能力を確保していることが分かった。（J006）
- 岩手県で５月から 11 月の各月に植えたカラマツコンテナ苗について、植栽１ヵ月後の平均総伸出根長は、植栽後１ヶ月間の積算地温に応じて増加し、５月～７月の植栽で多かった。伸出根は 10 月の植栽で顕著に減少し、11 月の植栽で認められなかった。（J006）
- 岩手県で５月から 11 月の各月に植えたカラマツコンテナ苗について、植栽当年の樹高成長は５月６月植栽苗のみで認められ、根長成長ピークから１ヵ月後の８月９月に示された。７月以降の植栽苗は植栽当年の樹高、地際径はともに成長がほとんど見られなかった。（J006）

d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較

コンテナ容量の違いによる生存率の差はないが、初期樹高成長量、地際径、健全成長個体の割合はいずれも 150cc コンテナ苗より 300cc コンテナ苗でよい成績が得られる傾向であった。

スリットとリブのコンテナではスリットコンテナの方が出来上がったコンテナ苗の根鉢を抜取りやすいが崩れやすい傾向にある。

生分解性ポットは、植栽後２成長期では完全には分解されていない。分解されずに残っている生分解性ポットが原因と考えられる植栽後の成長の低下がスギでは見られなかったが、ヒノキでは見られた。

- 鹿児島県でスギのコンテナ苗（150cc、300cc）及び裸苗を植栽し、生存率や成長量を比較した結果、150cc コンテナ苗の生存率は、裸苗及び 300cc コンテナ苗と有意差はなかった。150cc コンテナ苗の初期樹高成長量は裸苗と同等であるが、300cc コンテナ苗より小さくなる可能性が明らかとなった。（J014）
- 150cc、300cc のコンテナ容量で生産したカラマツのコンテナ苗について、樹高は、コンテナ容量による大きな違いはなかったが、地際径は、300cc コンテナ苗の方が大きかった。植栽２年目で健全成長個体は、150cc コンテナ苗と比べて、300cc コンテナ苗が高く 72%であった。（J073）
- 育苗容器は、各孔が抜き差しできるコンテナ（BCC 社製 FlexiFrame77（150cc/孔、400 孔/㎡））を使用した。大きさをあわせる並べ替え処理は８月と９月に行い、各個体の苗長により、15cm 未満（小）、15～25cm（中）、25～30cm（大）、30cm 以上（特大）の４区分に分別しまとめた。密度調整は並べ替え処理と同時に行い、小：400 本/㎡、中：200 本/㎡、大：100 本/㎡、特大：50 本/㎡とした。これらの処理を行った苗は、播種当年の冬時点において、苗長のばらつきが小さく、また、比較苗高も小さくなった。このことから、育苗期間中、各個体の生育環境を変えることで、苗の形状をある程度コントロールできると考えられた。（J089）
- 根のバイオマスが等しければリブ型と比べてスリット型では根鉢が崩れやすく抜き取りやすいこと、根鉢の物理的性質は苗高より地際直径と強い関係があることが示唆された。（J097）
- 本研究では生分解性不織布ポット苗に注目し、スギとヒノキについて不織布ポット苗、穴の無い不織布ポット苗、ポットを外した苗の植栽後 2 年間の成長特性の比較および不織布ポットの分解性を評価した。その結果、両樹種ともに第 1 生育期の直径成長には大きな違いはみられず、樹高成長や地下部重量に差がみられた。第 2 生育期におけるスギ苗では、不織布ポット苗とポットを外した苗との間には成長率の差はなかったが地下部重量に差がみられ、ヒノキ苗では不織布ポット苗において成長率や地下部重量が減少した。また、不織布ポットの分解性を評価した結果、植栽から 2 年後に最大 27%の強度の低下が確認できた。以上の結果から、植栽後 2 年ではポットは完全に分解されず、ヒノキ苗については不織布ポットに起因する成長低下が示された。（J091）

e. 挿し木・挿し穂の成長量の比較

挿木は、挿し穂の発根が重要であり、根鉢ができていないと植栽しても育たない傾向にある。苗長が大きい方が植栽後の成長がよい傾向にある。

- 北海道の温室にて、コンテナ容器で育苗したクリーンラーチ苗木の挿し木台木と、従来の圃場播種の挿し木台木について、台木の種類、挿し付け容器、育苗場所を変えて４通りの処理を設け比較した結果、台木の育苗場所において、コンテナ容器の方が、挿し付け時の平均苗長が大きく、根の乾燥重量は従来方法の 3.3 倍となり、低温馴化期間が短くても翌年の生存率はペーパーポットより 12.8%高くなった。（J016）
- スギ挿し木苗は発根していない場合は苗畑移植後の成長がほぼ望めない（J058）
- スギ挿し木苗の苗高が大きいほど良好な初期成長を示すが、挿し付け当年の発根状況からの判断は

困難である（J058）

・ コンテナ容量別(150cc、300cc)では、植栽３年後の樹高に有意な差は認められなかった。植栽３、４年後で、コンテナ苗の樹高は、植栽場所によっては、それぞれ 150cm、200cm 程度期待でき、下刈は植栽３年以降に省略できると考えられる。（J101）

f. 培地種類・配合・充填量の違いによる成長量の違い

ココナツピート 100%の培地とココナツピートに鹿沼土等の改良剤を混合した場合の苗木の成長については、樹種や環境状況によって変化する。

・ スギでは、コンテナ容器に充填する用土量を検証した結果、苗高成長は、鹿沼土混合土よりもココピートオールドのみの方が良かった。用土充填量(コンテナ容量150ccに対する容積比100～150%)は100%区が劣る結果となった。容積の110～120%程度とするのがよいと考えられた。（J066）

・ 熊本県にてスギ在来品種のシャカイン直挿しコンテナ苗の用土配合割合を検証した結果、ココピート 45%、ピートモス 45%、赤土 10%の配合割合のものが生存率は高く、赤土の配合割合が高いほど生存率を高めると考えられた。（J067）

・ スギ及びヒノキのコンテナ苗の育苗に、燃料灰の混合率を変えた培地（０、５、10、25%）を用いた結果、スギ及びヒノキとも燃焼灰の混合が個体の成長を促進することはなかった。スギでは 25%培地、ヒノキでは 10%培地と 25%培地で、苗長、直径、乾重の成長が０%培地に比べて著しく抑制され、苗の成長を大きく損なわない培地に燃焼灰を混合できる割合の上限値は、スギでは 10%培地、ヒノキでは５%培地であることが明らかとなった。（J069）

g. 施肥の違いによる成長量の違い

植栽までに肥料効果が残っている個体が植栽後の成長が良い傾向にある。

・ 育苗時に施用した緩効性肥料の影響は時間経過とともに低減するものの、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。（J026）

・ 高濃度施肥によりスギのコンテナ苗の成長が促進されたが、耐乾性が低下した。高潅水区で成長が低かったことから、液肥の流亡および過湿による根系の機能低下が生じていると考えられた。(J074)

・ 追肥が多い個体のほうが、灌水処理によらず、春の光合成活性が高く、植栽後の樹高と地際径の成長量が大きかった。（J075）

・ 水頻度が最も低く（週２）肥料が最多（８g/キャビティ）の条件で著しく枯死率が高かった。根重増加と伸長成長はともに高頻度の灌水で良好となる傾向が見られ、施肥量の効果は高頻度頻度条件に限られた。一方、直径成長は逆に灌水・施肥で低下する傾向が認められ、苗の成長パラメータによって育苗条件の効果が異なることが示唆された。（J087）

・ 精英樹系雄性不稔スギを母樹とした挿し木コンテナ苗育苗中に２種類の緩効性肥料をそれぞれ追肥したところ、育苗中と林地植栽後の苗の成長が良好であった。（J096）

・ 植栽後１成長期間後の苗高には、植栽時の苗高の正の効果と施肥量の正の効果がみられ、年間伸長量には、施肥量の正の効果がみられた。追肥の時期と種類は、植栽後１年目の成長には影響を及ぼさなかった。植栽後１年目のスギコンテナ苗の初期成長には、植栽時の苗の形状だけでなく、苗の養分状態が影響する可能性がある。（J111）

- 超緩効性肥料を用いて育成したヒノキ実生コンテナ苗は，一般的な傾向として，他の苗群に比べて初期成長が優れていることが明らかになった。(J112)
- 秋播種と春播種を比較するとすべての元肥条件で秋播種の苗サイズが大きかった。また、N16P5K10 肥料の施用量が同一の場合、単用より N10P18K15 肥料と組み合わせた方が苗サイズが大きくなる傾向にあった。したがって、短期間でヒノキ実生の苗サイズを大きくするには、秋播種の実生を用いること、N16P5K10 肥料と N10P18K15 肥料と組み合わせることが効果的であると示唆された。(J113)
- 通常よりも肥効期間の長い緩効性肥料をコンテナ苗の元肥として用いたことが影響したと考えられる。本研究のコンテナ苗は裸苗よりも 1 年間早く雑草木との垂直方向の競合状態が緩和されたことにより，下刈り年数が短縮できた可能性がある。(J127)

h. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

- 冷暗所で長期保管したスギのコンテナ苗および露地棚で育苗中のスギコンテナ苗について、５月植栽苗は保管苗及び露地育苗ともに高い割合で活着した。８月植栽の保管苗は保管中にカビが発生し、植栽後の活着率も低かった。(J035)
- 暗処理によりスギのコンテナ苗伸長成長を抑制できるが、季節によって苗木が衰弱することを示した。(J036)
- 育ちすぎた苗の切り戻しをおこなった場合の活着と成長、樹形への影響を見た結果、植栽から１年経過した時点で、主軸を切断することによる活着率の低下は認められず、むしろスギではコントロールよりも活着率が高かった。一方、ヒノキは、主軸を切断した個体とコントロールで活着率に差はなく主軸切断による樹形への影響はそれほど顕著ではなかった。(J039)
- スギのコンテナ苗（300cc）を被覆無し、遮光率 50%の寒冷紗被覆、ブルーシート被覆、スギ生枝被覆の４処理で保管した結果、スギ枝被覆による苗保管は１ヶ月間有効であるが、その後は他の処理と同程度かそれ以下の生存率となり、あまり有効ではないと思われる。それ以外の寒冷紗やブルーシートによる被覆は苗の生存にはあまり効果がないこともわかった。(J056)
- 露地栽培では環境条件の制御が困難なことから、苗木の成長や得苗率に気象条件（１年目冬季の寒冷や２年目夏季の高温寡雨）が影響したと考えられる。(J082)
- 各比較において重要と考えられる差が検出されなかったことから、育苗資材及び方法が初期成長に与える影響は小さいことが示唆された。(J085)
- 暗処理開始２週間までは旺盛な細根伸長が確認されたが、伸長した白根はその後褐変・枯死していった。処理苗と対照苗を６月から８月にかけて植栽し、植栽後の４週間で４回掘り取り、細根伸長量を測定した。暗処理期間が長いほど植栽後の細根伸長の開始が遅れる傾向にあり、植栽 10 日後頃まで細根伸長量に有意差が見られたが、植栽 17 日後以降には処理区間で有意差がなくなった。植栽前後に降雨が少なく土壌が非常に乾燥していた８月の植栽試験では、暗処理苗の枯死率が高かったが、対照苗・暗処理苗ともに植栽４日後の時点で細根伸長は見られず、降雨があった植栽 10 日後に対照区のみ細根伸長が認められた。暗処理による伸長成長制御を行う場合は、苗木の活性低下を考慮する必要がある。(J086)
- **ヒノキコンテナ苗が干害に対して高い耐性を持つことが明らかとなった。(J105)**

２）植栽前の生育について

植栽前の育苗手法の違いによる苗木の生育の比較事例は、主に培地や施肥などの土壌にかかわる事例であった。

- スギ及びヒノキの実生１年生コンテナ苗を、野外とガラス室、施肥の有無で検証した結果、野外の苗で形状比が低く、出荷基準を満たす苗の割合が高かった。施肥なしで 49%、施肥ありで 79%の苗が出荷基準を満たしたことから、温室を利用した早期発芽と施肥によって、１成長期でコンテナ苗が生産できることが示唆された。(J029)
- オガコとココピートの配合割合（０～100%）および基肥量（1.8g、3.6g）を変えてスギ・ヒノキ１年生稚苗の移植による育苗試験を実施した結果、オガコ 75%・100%・施肥量 1.8ｇの地際径以外は規格に達した。ヒノキの苗長ではオガコ 75%・100%・施肥量 1.8ｇ以外で規格以上となったが、地際径ではココピート 100%・施肥量 3.6g 以外で規格以下となった。しかし、規格に達したものでも根鉢の成形性が保たれていないものが多かった。(J072)
- シカ肉:基材（バーク堆肥）＝6:4，3:7，1:9 の 3 種類の混合比で堆肥を作成し，適切な混合比と堆肥の成分，スギ実生コンテナ苗の培土として用いた場合の樹高成長への影響を調べた。混合比 1:9 の堆肥の割合が 50%以上の培土では，ココピートやバーク堆肥単体よりも有意に移植から 4 ヶ月後の樹高が大きかった。(J102)
- コンテナ苗培地への燃焼灰の混合率をスギ 10%，ヒノキ 5%を上限とする範囲内で育苗すれば，植栽後の苗の成長は確保されることが明らかになった。(J103)
- 野外の採穂木の場合、生重量で概ね 10g 以下のさし穂は発根性が低下する傾向が認められた。(J109)
- 日射量が多く、光合成が活発かつ活性酸素が発生しやすい条件では酸化型グルタチオン（GSSG）施用によって成長量が増加するが、日射量が少ない条件ではその効果が現れにくくなると考えられる。(J110)
- スギの有効種子サイズから優良判定し選別して用いた。標準サイズの種子では酸化型グルタチオン（GSSG）の施用に関係なく有意な差はなく、小サイズ種子由来の苗高のみ有意に小さかった。
- スギ挿し穂を用いて異なる潅水・施肥条件下でコンテナ苗を育成し、野外植栽後 1 生育期の成長を調査することで、植栽に適したスギ挿し木苗の性状とこれを短期間で育成する条件を探索した。その結果、育苗終了時では潅水頻度が低く（週 2 日）施肥量が多い（4 または 8g/キャビティ）条件で枯死率が著しく高かった。週 4 日潅水および 4～8g の施肥が最適育苗条件であることが示された。(J117)
- スギコンテナ苗の育苗中の密度調整とソート（並べ替え）が苗の各部位の乾重量に及ぼす影響を調査した。結果、育苗中に密度調整とソートを行うことで、T/R 比の低い苗を作ることができると考えられた。

３）その他、コンテナ苗技術について

その他、コンテナ苗技術などについて、以下のような事例があった。

a. 種子量と栽培面積

- 徳島県のガラスハウス内において、コンテナ苗生産のためのスギ種子を育苗箱で播種したところ、

屋外の畑に播種する場合の 1/3 程度の種子量、1/5 程度の生産面積となった。(J019)

b. 挿し木・挿し穂技術

- 北海道の温室にてコンテナで育苗したクリーンラーチ苗木の挿し木台木と、従来の圃場播種の挿し木台木について、台木の種類、挿し付け容器、育苗場所を変えて４通りの処理を設け比較した結果、台木の育苗場所がコンテナの方が、圃場に比べて挿し穂の数が 1.8 倍になった。台木主軸単位長さあたりの挿し穂数は減少したが、台木の大きさが 1.9 倍になり、挿し穂の増加になった。(J016)

c. 根量・乾燥・水ストレスなど

- スギのコンテナ苗の植栽後の蒸散速度を測定した結果、実生由来の苗木より挿し穂由来の方が地上部、地下部ともに乾燥重量が２～４倍大きかったが、細根乾燥重量は２倍以下と差が小さかった。(J003)
- スギのコンテナ苗の植栽後の細根の乾燥重量を測定した結果、コンテナ容量の大きさ（150、190、390ml）にかかわらず、地下部乾燥重量や細根乾燥重量に優位さが認められたかった。(J003)
- スギのコンテナ苗の植栽後の蒸散速度と細根の乾燥重量を測定した結果、植栽時に地上部／細根比が大きいほど、細根量の増加が遅く、蒸散器官（葉）と吸水器官（細根）のバランスがとれるのにより多くの時間がかかることが示唆された。(J003)
- 実生由来のスギコンテナ苗は、苗高が高い苗木で地上部／細根比が大きい苗木が多くなる傾向にあるため、育苗現場で計測が容易な苗高を山出し苗の基準とし、苗高の上限を設定することが考えられる。(J003)
- 苗高の高いコンテナ苗では、植栽当初に強い水ストレスを受け、葉量に見合う根量になるのにより時間がかかる苗木の割合が高い可能性を示唆した。(J003)
- 宮崎県でスギ挿し木のコンテナ苗と裸苗を９月に植栽した結果、コンテナ苗は裸苗よりも乾燥に対する耐性が強いと考えられたが、本研究の乾燥条件においては、夏季植栽におけるコンテナ苗の優位性は示されなかった。(J004)
- 鹿児島県でスギのコンテナ苗（150cc、300cc）および裸苗の根系の発達度（根系発達度は表面根系被覆率に応じて５段階で評価され、20%未満が１、20～40%が２、40～60%が３、60～80%が４、80～100%が５（蛭子, 2017））を観察したところ、300cc コンテナ苗では８割が根系発達度４以上であり、150cc コンテナ苗では 300cc コンテナ苗と比較して根系発達度３以下の割合が大きかった。(J014)
- 鹿児島県でスギのコンテナ苗（150cc、300cc）および裸苗の湿重量を測定したところ、根重量は苗種間で有意に異なり、150cc コンテナ苗が最も小さかった。(J014)
- 徳島県のスギのコンテナ苗を東京にて光合成生産がほとんど行えない程度の弱光条件かつ潅水制限条件で１ヶ月程度保管した後植栽した結果、植栽後すべて活着し、また根系成長に著しい悪影響を与えないことを示した（植栽後の降雨量が多かった）。(J015)
- 徳島県でスギのコンテナ苗に、規則的な潅水、生産者判断の潅水を行い比較したところ、降水が非常に多かったが規則的に潅水を継続した方は樹高 30cm 以上の苗木が 30%だったのに対し、生産者判断で一度も潅水を行わなかった方は 72%となり、育苗期間中の施肥量は前者の方が多いが、潅水方法の違いにより成長差に大きな差が出た。(J020)
- ヒノキのコンテナ苗を 150cc と 300cc の異なるコンテナ容量で生育した結果、300cc コンテナ容器

で生育した苗で、土壌の水不足時に水ポテンシャルが低下しにくい傾向があり、同程度の葉量でもより個体内に水を保持できた。(J044)

- 植栽後の根量が潅水処理苗と対照苗で有意差は認められなかったことから、スギのコンテナ苗の成長制御技術としての被陰処理の可能性を示している（J048）
- 挿し穂の下部に切口から５cm まで皮層をすべて除去したスギ直挿し苗は、無処理苗と比べて発根位置が５cm 高く、根系が高い位置で発達し、根鉢の崩れを防ぐ可能性が示唆された（J059）
- 赤色光、青色光、またそれらの混合色光の各光質（色）をスギの挿し穂に照射した結果、各光質におけるスギ挿し木の発根率には差異が認められた。(J060)
- 暗所保管によって植栽後の細根伸長の開始が遅れること、植栽後 28 日目には、細根伸長量に処理区間差がなくなることが明らかになった。また非常に乾燥した土壌条件での生残率は、対照区の供試苗の方が高かったが、対照区の供試苗も乾燥した土壌条件では細根伸長できなかった。暗所保管による伸長成長制御を行う場合には、暗所保管に伴う苗木への負の影響について考慮する必要があることを指摘した。(J095)
- 潅水停止後６日目に対照区の全個体で水ポテンシャルが計測不能となり枯死したが、摘葉個体では５個体中４個体が生残し、個体当たりの葉重が小さいほど水ポテンシャルが高かった。摘葉個体の通水阻害率は個体によるばらつきが大きく、摘葉処理により木部で局所的に通水阻害が生じたと考えられる。以上より、摘葉処理は、わずかな通水阻害の発生を伴うものの、摘葉量に応じた個体の脱水遅延効果があることが明らかとなった。(J098)

d. 植栽道具

- 作業能率が最も高い植栽道具は唐クワであり、唐クワと他の植栽道具とを比較すると、ディブル、スペード、プランティングチューブの植穴をあける能率は唐クワより低い傾向にあること、プランティングチューブの苗を植える能率は唐クワより低い傾向であることがわかった。(J009)
- 苗の周りを踏む作業や移動・測尺の能率は、植栽道具の違いによる影響は小さかった。(J009)
- 富山県でスギコンテナ苗を植栽した結果、コンテナ苗ディブル普通植えでは倒伏被害が著しくみられたが、コンテナ苗ディブル深植えでは被害が軽減された。(J032)

e. 種子選別

- 正常に形成された充実種子は、発芽に必要な多量の脂質成分を胚乳に含んでいることが特徴で、脂質分子は炭素―水素原子間の共有結合に富んでおり、近赤外域で 1,730nm 中心とする波長の光を吸収しやすい（反射しにくい）性質を持っている。(J021)
- 分光画像撮影による種子選別は、現時点、手作業１人１日８時間で 3,000 粒の種子を処理するのが限度であるが、機械化により１日に得られる充実種子数は 10 万粒になることも可能である。（J022）
- 種子選別技術を用いた一粒播種法は、選別にかかる経費を組み込んでも従来法と比較してコストを押さえることが可能であった。小型プラグ苗の利用は、キャビティへの移植にかかる労務が削減できても、毛苗育苗にかかる資材費・労務費がかかるため、コストが上昇した。通常種子の多粒直接播種法が従来法と比較してもっともコスト削減効果がみられた。育苗箱での播種・毛苗移植は従来法と比較して若干のコスト低減となった。(J070)
- ヒノキの種子精選を合成洗剤水溶液またはエタノールを用い、溶液、濃度、浸水時間の違いによる

発芽率の比較を行った結果、0.075%の合成洗剤水溶液に７時間浸水した際の充実種子の精選率が最も高かった。（J076）

７－１－２ 海外文献調査

今後のわが国のコンテナ苗生産技術の向上に資する目的で、海外におけるコンテナ苗生産技術の現状や方向性、あるいは問題点に関する最新の文献を収集した。文献の収集においては、Container（コンテナ)、 Seedlings（苗木)、 Tree（樹木)、 Media（培地)等をキーワードとして 2018 年（平成 30 年)以降に報告された文献を収集した。なお、昨年度までに収集されたヨーロッパと北米の文献については重複を避けて収集した。収集した文献は 69 遍（2017 年 1 遍を含む）で、地域別にみるとアジア・オセアニア（As)が 25 遍、アフリカ（Af)が 5 遍、ヨーロッパ（Eu: ロシアを含む)が 17 遍、北米(Na)が 11 遍、南米（Sa)が 11 遍であった。

（１）文献一覧

収集した 69 遍の文献について、論文番号、地域番号、報告年、著者名、文献名、および、要旨（簡易版）を表 7-4 に示した。また、文献ごとの要旨（英文と和文）の詳細は電子資料に収録した。

表 7-4 収集した海外文献の一覧

番号	No.1	地域番号	As01
著者	Ronald Gardiner et al.	報告年	2019
出典	Journal of Applied Ecology, 56: 2687–2697		
国	オーストラリア	樹種	23 熱帯樹種
文献名	Look to seedling heights, rather than functional traits, to explain survival during extreme heat stress in the early stages of subtropical rainforest restoration.		
オーストラリアの亜熱帯地域における大規模な復元実験において、植栽された苗木の形状と生存率と成長率の関係について調査した。その結果、苗高がパラメーターとして最も有効で、中間的な苗高を持った個体の生存率と成長率が高いことがわかった。特に、植栽時や定着時に高温になる可能性が高い再生プロジェクトでは、苗木の高さを 25～35cm に揃えることが推奨された。			

番号	No.２	地域番号	As02
著者	Md.Ariful Islam et al.	報告年	2019
出典	Asian journal of Agriculture, 3(1): 26-32		
国	バングラデシュ	樹種	*Acacia auriculiformis*（ アカシア・アウリカルフォルミス）
文献名	Effect of container and potting media on raising quality seedlings of *Acacia auriculiformis* in the nursery.		
Acacia auriculiformis の高品質苗の育成に適した容器と鉢植え培地を見出すことを目的とした研究を行った。この結果、20cm×15cm の大きさのポリバッグに、土＋牛糞＋リン（土 3：牛糞 1＋0.16g/ポリバッグ）の組み合わせの鉢植え培地で、高品質の *A. auriculiformis* 苗を生産することができた。			

番号	No. 3	地域番号	As03
著者	N.Begum, M. et al.	報告年	2018
出典	Forests,10: 38		
国	バングラデシュ	樹種	*Swietenia macrophylla*（マホガニー）, *Azadirachta indica*（インドセンダン）
文献名	Growth performance of Swietenia macrophylla King and *Azadirachta indica* A. Juss. Seedlings raised in cocomoss media and different packaging conditions Bangladesh.		
Swietenia macrophylla（マホガニー）と *Azadirachta indica*（インドセンダン）の苗を 2 つの容器（ポリバッグとルートトレーナー）に入れ、ヤシファイバー培地を用いて成長性能を調査した。両種ともにルートトレーナーよりもポリバッグの方が全体的に成長が良好であった。			

番号	No. 4	地域番号	As04
著者	Fangfang Wan et al.	報告年	2019
出典	Forests,10: 38		
国	中国	樹種	*Larix principis-rupprechtii*（ラップレヒトカラマツ）
文献名	Subirrigation Effects on Larch Seedling Growth, Root Morphology, and Media Chemistry.		
Larix principis-rupprechtii（プリンスルプレヒトカラマツ)を対象として、コンテナ苗に下から水を与えるサブリゲーション（SI）の効果について検討した。SI は OI（上部潅水）と比較して、苗高と根元径が同程度のカラマツ苗を生産することができた。しかし、根系は全体的に小さく、小径根が少なかった。これは SI-培地の EC レベルが高く，それが高率肥料の使用により悪化することと関連している可能性があった。したがって、培地中の EC をモニターし、SI 下では施肥量を減らして調整する必要があった。			

番号	No. 5	地域番号	As05
著者	Chen Xianhong1 et al.	報告年	2019
出典	International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB), 4(5): 1612-1618		
国	中国	樹種	*Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ）
文献名	Effects of container shape on seedling growth of *Hevea brasiliensis*.		
パラゴムノキ（*Hevea brasiliensis*）のコンテナ苗の植栽後の成長に及ぼす容器の形状の影響を調べた。移植後 360 日では、立方体の苗高は角柱より 11.7%有意に高く、タップルート長は円柱より			

14.7%長くなった。このことから、容器形状として最適なものは立方体、次いで円柱であることがわかった。

番号	No. 6	地域番号	As06
著者	Qiaoyu Sun et al.	報告年	2018
出典	Scandinavian Journal of Forest Research, 33(6): 560-567		
国	中国	樹種	*Quercus variabilis*（アベマキ）
文献名	Container volume and subirrigation schedule influence *Quercus variabilis* seedling growth and nutrient status in the nursery and field.		

アベマキ苗の苗床と圃場における成長に及ぼすコンテナ容量と灌水管理の影響について調べた。苗床では，D60(983ml)コンテナで培地水分量が 85%か 75%で生育した苗木の形状は、D40 (656ml)コンテナで 65%か 55%で生育した苗木より優れていた。植栽後では、苗高は D60 の 75%で最も高かったが、バイオマスは D60 の 55%で苗木が最大値となった。65%および 55%で灌漑した苗木の根および全 N と K の含有量は、85%および 7%で栽培した苗より多かった。この結果は，潅水量を下げ、容積の大きいコンテナを使用すると植え付け後の成長と栄養蓄積を改善できることを示している。

番号	No. 7	地域番号	As07
著者	Wenhui Shi, et al.	報告年	2019
出典	Forestry, 92: 97–107		
国	中国	樹種	*Pinus tabuliformis Carr*（アブラマツ）
文献名	Fertilization and irrigation regimes influence on seedling attributes and field performance of *Pinus tabuliformis* Carr.		

Pinus tabuliformis（アブラマツ）のコンテナ苗の形状と植栽後の成長に及ぼす施肥(CRF:緩効性肥料）と潅水(含水比：Qg)の影響を検討した。苗床では、苗木のシュート成長および N 量は、含水比とともに増加した。植栽後の成長・生存には、苗木の初期特性、特に根量および植物の P および/または K 含量が影響した。植栽 4 年後の成長では、100 mg CRF secedling^{-1} と 75% θg の組み合わせで，最大の生存率と苗木サイズが達成された。

番号	No. 8	地域番号	As08
著者	Amerieet	報告年	2018
出典	Flora and Fauna, 24(2): 211-217		
国	インド	樹種	*Pinus halepensis*（アレッポマツ）
文献名	Effect of container type and growing media on germination and seedling growth		

	parameters at nursery stage in Allepo Pine in Kashmir valley, India.
Pinus halepensis（アレッポマツ）の苗木の形状に及ぼす容器のサイズと培地の影響を調査した。容器は６サイズ、培地は７種類を用いた。その結果、容器サイズでは 300cc、培地では森林土：砂：FYM: ダルウィード（1：2：3：3）において高く評価された。この培地の成績が良かった理由は、培地成分である FYM の窒素が多く、分解速度が速いため、C：N 比が小さくなったためであると思われた。	

番号	No.９	地域番号	As09
著者	Kamal Kishor Sood and Jainar Ram Indian	報告年	2019
出典	Indian Journal of Ecology, 46(1): 143-148		
国	インド	樹種	*Oroxylum indicum*（ソリザヤノキ）
文献名	Growth and Development of Seedlings in Relation to Container Size and Potting Media under Nursery conditions in *Oroxylum indicum*- A Multipurpose Medicinal Plant.		
Oroxylum indicum（ソリザヤノキ)の成長と発育に及ぼすコンテナサイズと鉢植え培地の影響を調査した。その結果、ソリザヤノキの苗をよりよく生育させるためには、大型の容器（ポリバッグ 23cm×28cm）と鉢植え用培地（土：砂：塩化ビニル 1：1：1）を使用することが望ましいことが示された。			

番号	No.10	地域番号	As10
著者	Gerhard Valkinir Cabreira et al.	報告年	2018
出典	Journal of Parmacognosy and Phytochemistr, 7(1): 1551-1554		
国	インド	樹種	*Jatropha curcus*（ナンヨウアブラギリ）
文献名	Mass vegetative propagation of rare and endangered tree species of Indonesia by shoot cuttings by KOFFCO method and effect of container type on nursery storage of rooted cuttings.		
Jatropha curucas（ナンヨウアブラギリ)の苗木形状に及ぼす容器サイズ T1（90cc)、T2（150cc)、T3（200cc)、T4（250cc)、T5（300cc)、T6（600cc）の影響を調査した。その結果、容器サイズは T4(250cc)で最大、T1(90cc)で最小の処理差が認められた。また、苗の丈夫さと苗質は、根張りの大きさと正の関係があった。			

番号	No.11	地域番号	As11
著者	Hentihebdalastuti Rachmati et al.	報告年	2018
出典	Biodiversitas, 19(6): 2353-2358		

国	インドネシア	樹種	*Dipterocalpus* sp.（フタバガキ類）
文献名	Mass vegetative propagation of rare and endangered tree species of Indonesia by shoot cuttings by KOFFCO method and effect of container type on nursery storage of rooted cuttings.		
熱帯地域の重要樹種の苗木の生産に適したコンテナのサイズと形状について検討を行った。その結果、中型の正方形コンテナと中型の円形コンテナでは、1 年間にそれぞれ平均 19.92 cm と 21.58 cm の高さ増となったが、小型の正方形コンテナでは 13.94 cm の高さ増にとどまった。正方形と円形のコンテナは短期間の貯蔵に適しており、小型のコンテナは長期間の貯蔵に適していた。			

番号	No.12	地域番号	As12
著者	Hisanori Harayama et al.	報告年	2021
出典	Forests, 12: 418		
国	日本	樹種	*Larix kaempferi*（ニホンカラマツ）
文献名	Enhanced Summer Planting Survival of Japanese Larch Container-Grown Seedlings.		
カラマツ苗の植栽後の生存率を高めるためにコンテナ苗の育苗方法について検討した。その結果、夏植えのコンテナ育苗のカラマツ苗の生存率を高めるためには、苗床において根の伸長に十分な細胞容積と密度を持つコンテナで育苗し、植え付け前の 2 ヶ月間は灌水を控えることが推奨された。また、蒸散抑制剤の散布は生存率を高めたが、トッピングや高カリウムは影響を与えなかった。			

番号	No.13	地域番号	As13
著者	Byung Bae Park et.al.	報告年	2020
出典	Forests, 12: 418		
国	韓国	樹種	*Populus sibirica*（ポプラ・シビリカ）
文献名	The Use of Deep Container and Heterogeneous Substrate as Potentially Effective Nursery Practice to Produce Good Quality Nodal Seedlings of *Populus sibirica* Tausch.		
Populus sibirica の苗木の形状に及ぼすコンテナの深さと培地の影響について調査した。その結果、より深い容器と不均質基質（２層に分離した培地）は、乾燥・半乾燥環境などの過酷な条件に適した根の形質を持つ苗木を生産するための効果的な苗床として利用できる可能性が示された。			

番号	No.14	地域番号	As14
著者	Jae Hwan Kim et al.	報告年	2020
出典	International journal of environmental research and public health, 17: 3565		

国	韓国	樹種	*Pinus densiflora*（アカマツ）
文献名	Effects on *Pinus densiflora* Seedlings as Afected by Different Container Growth Conditions.		
Pinus densiflora（アカマツ）のコンテナの形状（６種類）の影響を調べた。苗高と葉数には統計的な差は見られなかったが、根元径と根の状態に有意な差が見られ、対照コンテナでは根が異常な螺旋状に成長したのに対し、スリットコンテナ(negative phototropism container)では根が垂直状に成長した。屋外栽培では、スリットコンテナで育てた苗は、高さ、枝数、根元径、根の伸長が最も大きくなった。			

番号	No.15	地域番号	As15
著者	Jae Hwan Kim et al.	報告年	2019
出典	Protected Horticulture and Plant Factory, 28(1): 66-77		
国	韓国	樹種	*Pinus densiflora*（アカマツ）
文献名	Growth Characteristics and Visible Injury of Container Seedling of *Pinus densiflora* by Fertilization Level.		
アカマツの植栽後の生存率を高めるための苗木への施肥基準について検討した。肥料濃度を徐々に増加させた処理群が最も苗高と根元径が大きく増加した。このことから健全なマツを生産するためには、育苗期にマルチフィード 19 を 500mg-L^{-1} で週 1 回、急成長期にマルチフィード 19 を 1000mg-L^{-1} で、成熟期にマルチフィード 32 を 1000mg-L^{-1} で施肥量を徐々に増やすことが効果的であった。			

番号	No.16	地域番号	As16
著者	Jeong Min Seo1 et al.	報告年	2019
出典	Korean Journal of Agricultural Science, 46(1): 93-102		
国	韓国	樹種	*Quercus serrata*（コナラ）
文献名	The effects of additive biomaterials and their mixed-ratios in growing medium on the growth of *Quercus serrata* container seedlings.		
コナラの苗木生産におけるコンテナ培地について検討した。添加資材として籾殻、キノコおがくず、マツ樹皮をそれぞれ使用し、生育培地中に全量の 10%と 20%を混合した。20%のキノコおがくずは，コントロールと比較して，根元直径を 23.4%減少させた。乾燥重量は 10%もみ殻で最も高く、20%きのこおがくずでは対照と比較して 10.3%有意に低くなった。すべての処理において、品質指標は対照と比較して増加する傾向は示さなかったが、農林産のバイオマテリアルを苗木生産に再利用できる可能性を示した。			

番号	No.17	地域番号	As17
著者	Chung Ho Choi	報告年	2020
出典	Korean Journal Plant Research, 33(6): 586-596		
国	韓国	樹種	*Chionanthus retusus*（ヒトツバタゴ）
文献名	Effects of Fertilizer Treatment on the Growth Performance of 1-Year-Old Containerized Seedlings in *Chionanthus retusus.*		

Chionanthus retusus（ヒトツバタゴ）のコンテナ苗（1 年生）の生育性能に及ぼす施肥（MF)の影響を解析した。その結果、施肥後に苗高(H)、根元径(D)、H/D 比，T/R 比、生・乾重が増加し、品質指数は MF1,000 ㎎/L および 2,000 ㎎/L 処理で最も高くなった。クロロフィル含有量（SPAD 値）も増加し、クロロフィル蛍光量（Fv/Fm）は、MF 2,000 ㎎/L 処理で最も高い品質指数値を示した。

番号	No.18	地域番号	As18
著者	Huong Thi Thuy Dao et al.	報告年	2019
出典	Journal of Forest and Environmental Science, 35(1): 5-30		
国	韓国	樹種	*Fraxinus rhynchophylla*（コウリョウトネリコ）
文献名	Effects of Biomaterials Mixed with Artificial Soil on Seedling Quality of *Fraxinus rhynchophyll*a in a Containerized Production System.		

Fraxinus rhynchophylla（コウリョウトネリコ）の生育に及ぼすバイオマテリアルの影響を調査した。資材としては、マツ樹皮、キノコおがくず、もみ殻を用いた。モミ殻を施用した場合、根元直径、苗高、バイオマスは有意に増加した。一方、マツ樹皮およびキノコおがくず処理では、対照よりも低い結果を示した。以上から、モミ殻はコンテナ苗生産システムにおいて、培地の 20%まで代替可能であることが示唆された。

番号	No.19	地域番号	As19
著者	Min Seok Cho et al	報告年	2021
出典	Journal of Korean Socciety Forest Science, 110(2): 198-209		
国	韓国	樹種	*Q. serrata*（コナラ），*F. rhynchophylla*（コウリョウトネリコ)、*Z. serrata*（ケヤキ）
文献名	Effects of Growing Density and Cavity Volume of Containers on the Nitrogen Status of Three Deciduous Hardwood Species in the Nursery Stage.		

Q. serrata（コナラ），*F. rhynchophylla*（コウリョウトネリコ)、*Z. serrata*（ケヤキ)の苗木生産におけるコンテナタイプの影響を評価した。栽培密度（４密度）と容器サイズ（４タイプ）の計１６

種類について検討した。その結果、コナラでは約 180～210 本/m2、410～460 cm3/キャビティ、トネリコでは 100～120 本/m2，350～420 cm3/キャビティ、ケヤキでは 190～220 本/m2，380～430 cm3/キャビティが最適であった。本研究は、適切な種類の容器が，苗床段階ではより高い養分効率や養分蓄積で苗の品質を向上させ、植林段階では苗の成長を促進することを示唆するものであった。

番号	No.20	地域番号	As20
著者	Afroja Rahman et al.	報告年	2018
出典	Korean Journal of Agricultural Science, 45(2): 143-153		
国	韓国	樹種	*Populus euramericana*（エウラメニカナポプラ）
文献名	The effect of soil heterogeneity and container length on the growth of *Populus euramericana* in a greenhouse study.		

Populus euramericana（エウラメニカナポプラ）の生育に及ぼすコンテナの長さと異なる土壌混合物の影響を調査するために行われた。2 種類の土壌タイプと（均質と不均質）を 2 種類のコンテナの長さ（30cm と 60cm）を使用した。結論として、不均質土壌と長尺コンテナは、根への炭素分配を増加させるのに適していた。

番号	No.21	地域番号	As21
著者	Monsuru A. Salisu et al.	報告年	2018
出典	International Journal of Scientific & Technology Reseach, 7(6): 21-27		
国	タイ	樹種	*Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ）
文献名	Effect of Various Types And Size Of Container On Growth And Root Morphology of Rubber *Hevea brasiliensis* Mull. Arg.		

ゴム農園において、植栽木の早期生育と後期の最適な成長という目的を達成するためには、植え付け材料の評価が重要である。本研究では様々な容器の大きさがゴム苗の成長に与える影響を評価した。容積の異なる 600ml、710ml、900ml の容器と、対照評価として 15×20cm のポリバックを使用した。この結果、900ml の大型容器での苗の生育が良好であり、ゴム苗の育成に理想的な鉢サイズであると考えられた。

番号	No.22	地域番号	As22
著者	Nabayi, A et al.	報告年	2018
出典	Tropical Agricultural Science, 41 (1): 251 – 27		
国	マレイシア	樹種	*Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ）

文献名	Plant Growth, Nutrient Content and Water Use of Rubber (*Hevea brasiliensis*) Seedlings Grown using Root Trainers and Different Irrigation Systems.

ピートベースの培地で栽培されたゴム苗に対するルートトレーナーおよび 3 つの灌漑システムの影響を評価した。この結果、キャピラリーウィック（WCK）方式は累積浸出水量が最も少なく、累積溶出養分量も最も少なかった。このことから、WCK は、ピートベースの培地とともに、ゴム苗の育成に最適な灌漑システムであった。

番号	No.23	地域番号	As23
著者	Reuben James C et al.	報告年	2018
出典	International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR), 13(2): 93-101		
国	フィリピン	樹種	*Paraserianthes falcataria*（モルッカネム ）
文献名	Effects of carbonized rice hull and arbuscular mycorrhizal fungi application on potting media chemical properties, growth and nutrient uptake of Falcata (*Paraserianthes falcataria* L.).		

Paraserianthes falcataria(モルッカネム)の苗木生産における炭化もみ殻（CRH） とアーバスキュラー菌根菌（AMF）の効果について評価した。その結果、CRH と AMF は土壌の化学的性質にプラス影響を与えたが、両者とも *P. falcataria* の苗の成長、バイオマス生産、および栄養状態に有意な改善を与えることはできなかった。

番号	No.24	地域番号	As24
著者	Tomi Kaakkurivaara and Nopparat Kaakkurivaara	報告年	2021
出典	Silva Fennica, 55(4): id 10580		
国	タイ	樹種	*Eucalyptus* spp.（ユーカリ属類）
文献名	Cost-efficiency and ergonomic study of two methods for planting *Eucalyptus* spp. seedlings in plantation forestry.		

タイをはじめとする各国では、植木棒を使った簡単な手作業で苗を植えるのが一般的だが、この方法は時間と労力を要するチームワークを必要とする。本研究では植栽時に使う穴あけ道具について、従来の植栽棒法と planting tube（植栽菅）法を比較した。この結果、植栽菅法はコスト削減と生産性向上に貢献できることが明らかになった。

番号	No.25	地域番号	As25
著者	Panit Ketchart et al.	報告年	2021
出典	Maejo International Journal Science and Technology, 15(1): 27-36		
国	タイ	樹種	*Hevea brasiliensis*（パラ

			ゴムノキ）
文献名	Effects of different container structures on growth and root architecture of rubber (*Hevea brasiliensis*) rootstock seedlings.		
Hevea brasiliensis（パラゴムノキ）の苗木の形状に及ぼすコンテナの形状と培地の影響について研究した。その結果、ゴム苗は 6 ヶ月で budding（接ぎ芽）に適した大きさに達し、最適な苗の生育が確認された。円筒形のチューブに 2 本と 4 本のプラスチック棒を接着したものは、垂直方向に強い根を持ち、上部根域の分布根の割合が増加し、さらに、巻き根が少なくなるという良質な根系構造を示した。			

番号	No.26	地域番号	Af01
著者	Thanaa Sh. M. et al.	報告年	2019
出典	Bulletin of the National Research Centre, 43:133		
国	エジプト	樹種	*Pistachio seedlings*（ピスタチオ
文献名	Effect of planting dates and different growing media on seed germination and growth of pistachio seedlings.		
Pistachio seedlings（ピスタチオ)苗の生産に及ぼす播種時期と培地組成について検討した。その結果、ピスタチオの種子を 3 月 10 日に植え付け、ローム質土：砂質土：バーミキュライト（2：1：1） を含む培地で栽培すると、その後の苗の発芽および生育が最大になることが明らかになった。			

番号	No.27	地域番号	Af02
著者	G. E. Omokhua et al.	報告年	2021
出典	Journal of Advances in Biology & Biotechnology, 24(6): 17-24		
国	ナイジェリア	樹種	*Tectona grandis*（チーク）
文献名	Seedling Growth of *Tectona grandis* using Different Potting Mixture.		
Tectona grandis（チーク)の苗木の生育に及ぼす培地の影響を調べた。培地は表土、牛糞、鶏糞、豚糞、おがくずを用いた。その結果、表土と鶏糞、表土と牛糞の混合物が、T. grandis の苗木の生育に最も適していることが明らかとなった。			

番号	No.28	地域番号	Af03
著者	Wasiu Babatunde Akanbi et al.	報告年	2019
出典	Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science, 42 (1): 315 – 332		
国	ナイジェリア	樹種	*Moringa oleifera*（モリンガ）
文献名	Effect of Growth Media Composition on Early Growth and Development of Moringa (*Moringa oleifera* L.) Seedlings.		

Moringa oleifera（モリンガ）は経済的にも薬としても非常に重要である。本研究では苗木の生育に及ぼす培地の影響を調べた。用いた培地は表土、堆肥、おがくずを培地とし、それらの混合比を変化させて作成した。その結果、100%堆肥を使用した場合に葉の養分吸収が最適な高品質のモリンガ苗が得られ、有効な培地とみなすことができた。

番号	No.29	地域番号	Af04
著者	Paul U. Ancha1 et al.	報告年	2020
出典	European Journal of Biological Research, 10(3): 257-262		
国	ナイジェリア	樹種	*Prosopis africana*（アフリカメスキート）
文献名	Effect of growth media on the early performance of *Prosopis africana* (Guill. and Perr.) Taub. Seedlings.		

Prosopis africana（アフリカメスキート)苗の生産における培地の影響を検討した。実験は 3 つの処理（表土、表土と鶏糞の混合物、表土と牛糞の混合物）で行われた。その結果、表土と鶏糞の混合物で育てた苗木が最も成績が良かった。

番号	No.30	地域番号	Af05
著者	Rotowa Odunayo James et al.	報告年	
出典	American Journal of Agriculture and Forestry, 8(4): 100-107		
国	ナイジェリア	樹種	*Eucalyptus torelliana*（ユーカリ・トレリアナ）
文献名	Effect of Organic Manure and Potting Media on Germination and Early Growth of *Eucalyptus torelliana* F. Muell.		

Eucalyptus torelliana（ユーカリ・トレリアナ)苗の育成における培地の影響を調べた。鶏糞の平均値は、苗高が 31.26±8.78、根元径が 2.02±0.99、葉数が 10.42±2.38、葉長が 7.04±0.91、葉幅が 4.26±0.88 および葉面積が 30.68±9.30 と良好な結果となっ た。さらに、大きなサイズのポリ鉢（16×10cm）では、平均値（苗高 29.86±9.51、根元径 2.05±1.14、葉数 10.26±2.82、葉長 7.25±1.32、葉幅 4.56±0.92 および葉面積 33.99±11.36）で高い値を記録した。Eucalyptus torelliana の栽培には、大きなサイズのポットと鶏糞の使用が推奨された。

番号	No.31	地域番号	Eu01
著者	Laura Pikkarainen et al.	報告年	2121
出典	Forests, 12: 519		
国	フィンランド	樹種	*Betula pendula*（シラカバ）と *Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）
文献名	Early field performance of small-sized silver birch and scots pine container		

	seedlings at different planting depths.

Betula pendula （シラカバ）と *Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）のコンテナ苗の植栽深さと苗木の成長の関係を調べた。最初の生育期の終わりには、深く植えられたシラカバの苗高が最も高く、深く植えられたヨ-ロッパアカマツの苗とは対照的であった。しかし、植栽深さの違いによる高さの差は、両樹種とも 2 回目の生育期が終わるまで明らかではなかった。また、深植えしたヨーロッパアカマツ苗木は、第 1 生育期における損傷を減少させたが、シラカバでは観察されなかった。以上のことから、ヨ-ロッパアカマツとシラカバは、新梢の 20%と 50%が地上に出ていれば、6-8 cm の植栽深さで安全に植栽することが可能であった。

番号	No.32	地域番号	Eu02
著者	Jaana Luoranen et al.	報告年	2019
出典	Forests, 10: 1126		
国	フィンランド	樹種	*Picea abies*（オウシュウトウヒ）, *Pinus sylvestris* （ヨーロッパアカマツ）
文献名	Duration limits on field storage in closed cardboard boxes before planting of norway Spruce and scots pine container seedlings in different planting seasons.		

フィンランドでは、春、夏、秋の植林において、苗木をダンボール箱で保管することが増えている。*Picea abies*（ノルウェートウヒ）と *Pinus sylvestris*（スコットランドマツ)のコンテナ苗をダンボール箱で野外保管する際の最大安全期間を決定するための試験を行った。この結果、針葉樹の苗は密閉箱で 8 月に 3 日間、9 月、10 月、春に 1 週間程度しか保管できないことが明らかになった。

番号	No.33	地域番号	Eu03
著者	Egle Köster et al.	報告年	2020
出典	Canadian Journal of Forest Research, 21		
国	フィンランド	樹種	*Picea abies*（オウシュウトウヒ）, *Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）, *Betula pendula*（シラカバ）
文献名	Effect of biochar amendment on the properties of growing media and growth of containerized Norway spruce, Scots pine, and silver birch seedlings.		

バイオ炭は気候変動の緩和、土壌の特性の改良、植物の成長にプラスの効果があることが示している。本研究では木材由来のバイオ炭が北方系樹種の苗木の成長に及ぼす影響について研究した。その結果、バイオ炭を 10%まで使用しても、培地の保水力を大きく低下させないことがわかった。さらに、バイオ炭は、炭素、窒素、カリウム、リン濃度を有意に増加させ、栽培用培地に有意な石灰化効果を与えた。バイオ炭はトウヒの地上部の成長を促進し、カバノキの根のバイオマスと根元

径を増加させた。

番号	No.34	地域番号	Eu04
著者	Bartosz Adamczyk et al	報告年	2021
出典	New Forests: https://doi.org/10.1007/s11056-021-09887-6.		
国	フィンランド	樹種	*Picea abies*（オウシュウトウヒ）
文献名	Variation in the chemical quality of woody supplements for nursery growing media affects growth of tree seedlings.		

トウヒ苗の育成培地に木材チップ（ポリフェノールや樹脂を多く含んだ節部チップ）を用いてその影響を評価した。木材チップは当初、苗木の成長を低下させたが、この効果は時間とともに小さくなった。木材チップは菌根形成に影響を与えなかった。木材チップは直接的な毒性作用ではなく、窒素（N）の固定化を介して苗の成長を低下させていた。木材チップの緩効性窒素源は、自然条件下での生存率の向上と環境保全の両方に有益である可能性がある。

番号	No.35	地域番号	E05
著者	Mikko Tikkinen1 et al.	報告年	2021
出典	New Forests: https://doi.org/10.1007/s11056-021-09876-9		
国	フィンランド	樹種	*Picea abies*（オウシュウトウヒ）
文献名	Covering Norway spruce container seedlings with reflective shading cloth during field storage affects seedling post‐planting growth.		

コンテナ苗は、植栽地で保管する必要があることが多い。苗の保管条件が悪いと、生育が悪くなったり、苗が枯れたりすることがある。また、保管中に苗木の状態を良好に保つためには、水やりなどの労働力が必要となりコストを増大させる。本研究では、コンテナ苗の圃場での保管方法について検討した。その結果、圃場貯蔵中に遮光布で苗を覆うと、夏の貯蔵中に灰色カビ病のリスクが高まり、植え付け後の苗の発育に悪影響を及ぼすことが明らかになった。灰色かび病のリスクが高い南フィンランドの気候条件では、貯蔵中の水やり間隔を長くするために、接遮光布をかけることは推奨できなかった。

番号	No.36	地域番号	Eu06
著者	Johanna Riikonen and Jaana Luoranen	報告年	2018
出典	Forests, 9: 740		
国	フィンランド	樹種	なし
文献名	Seedling Production and the Field Performance of Seedlings.		

'Seedling Production and the Field Performance'「苗木生産と圃場での成長パフォーマンス」のテーマについて論説している。森林再生や植林の現場では、植林後に苗木が速やかに定着すること

が、森林再生の成功の条件となる。苗木の品質と植え付け後の生育・生存率との関係は、数十年前から認識されている。しかし、高品質な苗木を生産する方法に関する多くの情報が存在するにもかかわらず、常に変化する環境下で良好に生育できる森林を育成できるように、苗床や植林地で使用できる実践技術を開発する必要がある。本特集では、苗木の品質と、苗床での操作方法、および苗木の品質が植栽後の成長特性にどのように影響するかに焦点を当てている。

番号	No.37	地域番号	Eu07
著者	Tomasz Ozyhar et al.	報告年	2019
出典	Dedrobiology, 82: 17–23		
国	スイス	樹種	*Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス）
文献名	Influence of biostimulant application in containerized *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings after transplanting.		

Eucalyptus globulus（ユーカリ・グロブルス）のコンテナ苗の植栽後の成長に及ぼすアミノ酸系動物由来タンパク質加水分解物バイオスティミュラント（イサグロ社製 Siapton®）の影響について検討した。その結果、バイオスティミュラントが多くの測定パラメータに正の効果を及ぼし、特に最低濃度（2.5 $ml.l^{-1}$）での葉面散布が有効であることが明らかになった。この処理の主な結果は、光合成活性と成長の増加を示唆する葉の生産の刺激による茎のバイオマス配分（地上部のバイオマス）の増加であったが、苗木の高さや根元径には影響が見られなかった。

番号	No.38	地域番号	Eu08
著者	Filippo Ferlito et al.	報告年	2020
出典	Appllied Science, 10: 161		
国	イタリア	樹種	*Citrus* sp.（かんきつ類）
文献名	Evaluation of Conifer Wood Biochar as Growing Media Component for *Citrus* Nursery.		

柑橘類の苗木生産に用いる培地について樹木由来のバイオ炭の効果を検討した。その結果、接木用の台木育成に最適な培地は、バイオ炭を 25%含む培地であった。このように、針葉樹バイオ炭は、ピートの代わりに培地に加えることができ、コスト削減と持続可能性の向上につながることが示された。

番号	No.39	地域番号	Eu09
著者	Barbara Mariott et al.	報告年	2020
出典	Forests, 11: 522		
国	イタリア	樹種	*Quercus robur (ヨーロッパナラ), Quercus pubescens (ダウディオー*

			ク), Quecus ilex(セイヨウヒイラギガシ)
文献名	Coconut Coir as a Sustainable Nursery Growing Media for Seedling Production of the Ecologically Diverse *Quercus* Species.		
育苗培地としてのピートとヤシ殻の性能を比較した。3 種のコナラ（*Q. robur, Q. pubescens, Q. ilex*）を用いて生育させた結果、ヤシ殻はピートよりも成長が劣ったが、コナラ類の育苗培地として十分に使用できること、また、施肥によってヤシ殻の欠点を補うことができることが示された。			

番号	No.40	地域番号	Eu10
著者	Dana Dina Kolevska et al.	報告年	2020
出典	Reforesta, 9: 21-36		
国	北マケドニア	樹種	*Pinus nigra*（ヨーロッパクロマツ）、*Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）、 *Pinus pinaster*（フランスカイガンショウ）
文献名	Growth and quality of *Pinus nigra* (Arn.), *Pinus sylvestris* (L.) and *Pinus pinaster* (Aiton) seedlings in two container types.		
Pinus nigra (AP)（ヨーロッパクロマツ）、*Pinus sylvestris* (SP)（ヨーロッパアカマツ）、 *Pinus pinaster* (MP)（フランスカイガンショウ）の苗木生産における２種類のコンテナ Yukosad（YS; Hard Plastic, 75cm^3, 610 seedlings m^{-2} ）と Siset（SS; gray cardboard with white coating, 128cm^3, 589 seedlings m^{-2} ）の性能を比較した。この結果、AP と SP の苗の品質は、どちらの容器でもほぼ同じであり、満足のいくものであったが、MP の苗は SS の容器でわずかに良い結果を示した。			

番号	No.41	地域番号	Eu11
著者	Mariusz Kormanek1 et al.	報告年	2021
出典	New Forests, 52: 271–283		
国	ポーランド	樹種	*Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）, *Picea abies*（ノルウェートウヒ）, *Fagus sylvatica*（ヨーロッパブナ), *Quercus robur*（ヨーロッパナラ）
文献名	Seasonal changes of perlite–peat substrate properties in seedlings grown in different sized container trays.		
Pinus sylvestris（ヨーロッパアカマツ）, *Picea abies*（ノルウェートウヒ）, *Fagus sylvatica*（ヨー			

ロッパブナ ）および *Quercus robur*（ヨーロッパナラ）を育苗したピート・パーライト培地の物理的・力学的パラメータを解析した。培地パラメータは生産期間中に変化し、培地の乾燥重量は減少したが、圧縮率は時間とともに増加した。このことから、圧縮率は培地特性のモニタリング指標としての利用が可能であった。

番号	No.42	地域番号	Eu12
著者	Catarina Chemetova Cravo Branco de Oliveira	報告年	2020
出典	Universidade de Lisboa, Thesis Presented to Obtain the Doctor Degree in Environmental Engineering.		
国	ポルトガル	樹種	*Acacia melanoxylon*（メラノキシロンアカシア), *Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス）
文献名	Valorisation of Forest Biomass Side-Streams in Add Value Green-Products for Horticultural Industry.		

有限資源あるいは温室効果ガスの排出など環境問題のあるピートの代替材として、*Acacia melanoxylon*（外来種対策用の残留バイオマス）と *Eucalyptus globulus*（パルプ材の産業廃棄物）の樹皮ベースの培養基適合性を評価した。*A. melanoxylon* 成熟樹皮は、ピート代替物としてコンテナ培地量の半分を効果的に置換することができた。また、E. globulus 樹皮はコンテナ培地の 4 分の 1 を代替することができた。

番号	No.43	地域番号	Eu13
著者	Chemetova C. et al.	報告年	2017
出典	15th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 31		
国	ポルトガル	樹種	*Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス）
文献名	Valorization of *Eucalyptus globulus* bark as a growing-media component for potted plants.		

Eucalyptus globulus（ユーカリ・グロブルス）の樹皮を培地として使用することを目的とした。使用した樹皮は 3 種類で 6 mm の粒径に粉砕した生樹皮（FB)、および 2 種類の水熱処理した樹皮（HTB1：20min.60℃，HTB2：40min.100℃）であった。FB は植物毒性があり、*Lepidum sativum*（コショウソウ）種子の発芽率および根の成長阻害を引き起こしたが、HTB1 および HTB2 は、毒性を有意に低減させた。50% では植物の生育を低下させたが、これはおそらく保水性の低下と木質培地特有の窒素固定化との関連であると考えられた。25%では、シュート重量および根の成長が 市販資材と同等かそれ以上であったことから、この割合で熱水処理した樹皮を基質として使用することが推奨された。

番号	No.44	地域番号	Eu14
著者	Chemetova C et al.	報告年	2019
出典	Journal of Cleaner Production, 232: 1103-1111		
国	ポルトガル	樹種	*Acacia melanoxylon*（メラノキシロンアカシア）
文献名	Aged *Acacia melanoxylon* bark as an organic peat replacement in container media		

培地として使用されるピートの代替材として、*Acacia melanoxylon*（メラノキシロンアカシア）の樹皮の成分について研究した。新鮮な樹皮は、樹皮材料に含まれるフェノールおよび抽出物のために植物毒性があったが、8 週間熟成させた樹皮は、これらの毒性が除去されている可能性があった。

番号	No.45	地域番号	Eu15
著者	Fernando Fornes and Rosa Maria Belda	報告年	2019
出典	New Forests, 50(6): 1063-1086		
国	スペイン	樹種	*Rosmarinus officinalis*（ローズマリー） *Phillyrea angustifolia*（フィリーリア）
文献名	Use of raw and acidified biochars as constituents of growth media for forest seedling production.		

ローズマリーとフィリーリアの苗木栽培におけるバイオ炭の効果について検討した。その結果、ローズマリーでは、生のバイオ炭と酸性化したバイオ炭の両方が挿し木の発根と生育を改善することが示され、一方、フィリーリアでは酸性化したバイオ炭は植物の成長に影響を与えず、生のバイオ炭がシュートと根の成長の両方で満足のいく結果を得た。フィリーリアではバイオ炭は大きな割合で培地として使用できると考えられた。

番号	No.46	地域番号	Eu16
著者	Arthur I. Novikov1 and Vladan Ivetić	報告年	2018
出典	Reforesta, 6: 100-109		
国	ロシア	樹種	*Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）
文献名	The effect of seed size grading on seed use efficiency and height of one-year-old container-grown Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings.		

Pinus sylvestris（ヨーロッパアカマツ）の種子を直径サイズに基づいて 4 クラスに等級分けし、発芽・成長試験を行った。その結果、種子の等級分けは 1 年生コンテナ苗の高さにはわずかのプラス効果しかなかった。しかし、枯損（無発芽）による空セル数を減らすことによって種子の利用効率が改善された。

番号	No.47	地域番号	Eu17
著者	Samieh Eskandari　et al.	報告年	2019
出典	Agronomy, 9: 350		
国	スウエーデン	樹種	Pine Tree Seedlings（マツ類）
文献名	Hydrochar-Amended Substrates for Production of Containerized Pine Tree Seedlings under Different Fertilization Regimes.		
本研究では、コンテナ植えのマツ苗の成長、品質、栄養分、重金属含有量、および菌根の結合に及ぼすハイドロチャーの施用効果を検証することを目的とした。本研究で用いた炭化水素は、製紙工場で発生するバイオスラッジを 200 ℃で水熱炭化することによって製造したものである。この結果，バイオスラッジから得た炭化水素を適切な割合で液体肥料とともに施用することにより，マツ苗の育成における肥料の必要量を減らすことができる可能性が示された。			

番号	No.48	地域番号	Na01
著者	Steven C. et al.	報告年	2020
出典	Tree Planters' Notes, 63(2) :112-127		
国	カナダ	樹種	なし
文献名	Five questions to explore in the nursery for optimizing subsequent field success.		
カナダの B.C 州の森林保育協会と西部森林保全保育協会の合同年次総会において、聴衆参加型ディスカッションでの質問をもとに作成したもので、以下の５点についてまとめてある。１．苗木生産における苗床ハードニングの実践、２．ストレス耐性を促進する灌水管理、３．活発な根の成長を促進する管理戦略、４．夏場の苗の保管方法、５．越冬貯蔵苗の保管に関しての実践方法。			

番号	No.49	地域番号	Na02
著者	Ryan Munroe et al.	報告年	2018
出典	Journal of Environmenal Horticulture, 36(3): 92–103		
国	カナダ	樹種	*Quercus rubra*（レッドオーク）, *Acer rubrum*（レッドメープル）, Populus tremuloides (クェーキングアスペン), *Thuja occidentalis*（イースタンホワイトシダー）
文献名	Increasing amounts of coir dust in substrates do not improve physical properties or growth of tree seedlings in a novel air-pruning propagation tray.		

空中根切は、根の先端を乾燥させることで増殖中の樹木の根の品質を向上させることができるが、培地の乾燥速度が速くなる。これに対し、ココナッツ（*Cocos nucifera*）のヤシ殻は保水性を高めることができるので、樹木に恩恵を与える可能性がある。実験では、水苔とピート・パーライトの混合物に、ヤシ殻を 10%、15%、20%の割合で添加した培地を用いた。その結果、15%および 20%のヤシ殻ミックスで生育した苗木は、10%のヤシ殻ミックスおよびピート・パーライトミックスと比較して地上部および地下部の生育が低くなった。20%ヤシ殻ミックスでは、粗い粒子の割合が多く、水の利用率が低下した可能性があった。

番号	No.50	地域番号	Na03
著者	Anabel González-Díaz et al.	報告年	2019
出典	Journal of Plant Nutrition42: 2560-2576		
国	メキシコ	樹種	*Eucalyptus grandis*（ユーカリ・グランデス）
文献名	Effect of biofertilizers application on the growth of *Eucalyptus grandis* seedlings under greenhouse conditions.		

Eucalyptus grandis（ユーカリ・グランディス）苗の生育と収量に及ぼすバイオ肥料の効果を調べるため，農業副産物をベースにした肥料にアゾトバクター属とアゾスピリラム属の窒素固定細菌を植え付け，温室実験を実施した。バイオ肥料の最高用量である 500g の処理は、苗木の発育に最も大きな効果を示し、成長の増加、発根の促進、葉数の増加が最も大きかった。この結果から、バイオ肥料はユーカリ・グランディスの収穫に貢献し、バイオ肥料は森林分野における持続可能な土壌管理を実施するための代替物として提案された。

番号	No.51	地域番号	Na04
著者	MaríaMónica González-Orozco et al.	報告年	2018
出典	Forests, 9: 678		
国	メキシコ	樹種	*Pinus engelmannii*（エンゲルマンマツ）
文献名	Nursery Production of *Pinus engelmannii* Carr. With Substrates Based on Fresh Sawdust.		

本研究では、*Pinus engelmannii* の苗木の品質を向上させ、苗床の生産コストを最小化する割合を明らかにするために、ピートモス、マツ樹皮、生のマツおがくずの組み合わせを評価した。その結果、オガクズ 50%～70%と 6 g L^{-1} の肥料を用いた処理区では、根元径とバイオマスに有意な差が認められた。N-P-K の同化率は、4 および 6 g L^{-1} の肥料を用いたすべての処理区で許容範囲内であった。おがくずの割合が高い培地では、針葉樹の推奨値内の形態的特徴と栄養レベルを持つ苗木が生産された。さらに、培地の生産コストを最大 67%削減することができた。

番号	No.52	地域番号	Na05

著者	Diane L. Haase et al.	報告年	2021
出典	Land, 10: 826		
国	アメリカ	樹種	なし
文献名	The High Cost of the Low-Cost Polybag System: A Review of Nursery Seedling Production Systems.		

この論文は、コンテナを用いた苗床生産システムと従来のポリ袋による生産システムの比較を、容器の寿命、労働効率、苗床の性能などでレビューしている。また、近代的なコンテナシステムへ転換するには、苗床のスケジュールや培養を新しいストックタイプに合わせて調整することが必要であるとし、苗木の品質を向上させるのに役立つ推奨事項とケーススタディを紹介している。

番号	No.53	地域番号	Na06
著者	Kyrstan L. Hubbel et al.	報告年	2018
出典	Forests, 9: 422		
国	アメリカ	樹種	*Pinus occidentalis*（イスパニアカマツ）
文献名	Toward Sustainable Cultivation of *Pinus occidentalis* Swartz in Haiti: Effects of Alternative Growing Media and Containers on Seedling Growth and Foliar Chemistry.		

ハイチは森林伐採により大きな損失を受け、現在ではほとんど森林が残っていない。この研究では、固有種であるイスパニアマツ（Pinus occidentalis）の高品質な苗木の生産のための培地および容器の種類の影響を評価した。その結果、培地については、堆肥に砂を混ぜた培地で最もよく育った。堆肥培地は保水力が低く、マンガンも少ないが、必須ミネラル栄養塩（特に窒素）を十分に含んでおり、苗の栄養補給が十分に可能であった。苗のシュートと根の成長、およびシュートバイオマスと根バイオマスの比率は、D40 に比べてポリバッグで大きくなった。この結果から、ハイチにおける既存の育苗方法を経済的に可能な方法で改善することで、P. occidentalis の苗木の初期成長率を向上させることが可能であることが示された。

番号	No.54	地域番号	Na07
著者	Mohammad Nasir Shalizi et al.	報告年	2019
出典	Forests, 10: 543		
国	アメリカ	樹種	*Eucalyptus benthamii*（ユーカリ・ベンサムイ）
文献名	Effects of Five Growing Media and Two Fertilizer Levels on Polybag—Raised Camden Whitegum (*Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage) Seedling Morphology and Drought Hardiness.		

コンテナ培地としてもみ殻を含めた５種類の培地と２つの施肥処理を組み合わせて、*Eucalyptus benthamii* 苗木の成長を比較した。砂、表土、堆肥からなる肥料を与えた培地では、灌水期間中、

籾殻を含む培地よりも苗の生育が促進された。灌水を中止し、降水が苗に到達しないようにすると、もみ殻を含む無肥料培地で育てた苗は、他の培地の苗よりも長く生存した。他の培地間および施肥苗と他の非施肥苗の生存率に大きな差はなかった。本研究では、培地と施肥を操作することにより、苗床での苗の形態、ひいては水ストレス条件下での苗の性能と生存率を制御できることを示した。

番号	No.55	地域番号	Na08
著者	Shi-Jean S. et al.	報告年	2019
出典	Forests, 10: 807		
国	アメリカ	樹種	Longleaf Pine（ダイオウマツ）
文献名	The Persistence of Container Nursery Treatments on the Field Performance and Root System Morphology of Longleaf Pine Seedlings.		

Longleaf Pine（ダイオウマツ）の苗木を異なる容積のキャビティ、根系剪定の有無、３種類の窒素量で生育させ、８年間の成長を追跡した。２年目では９１%が草高より高くなり、８年目では８８%が生存した。８年目の成長においてみると、キャビティ—サイズの大きいもので成長がよく、根系剪定の効果は見られなかった。また、２年目の葉の栄養状態は苗床での養分処理の影響を受けていなかった。

番号	No.56	地域番号	Na09
著者	R. Kasten Dumroese et al.	報告年	2018
出典	Forests, 9: 232		
国	アメリカ	樹種	*Pinus ponderosa* （ポンデローサマツ）
文献名	Biochar Can Be a Suitable Replacement for Sphagnum Peat in Nursery Production of Pinus ponderosa Seedlings.		

ピート培地の７５%を３種類のバイオ炭（粉末:BC、熱分解針葉樹材ペレット:PP、木材とバイオ炭の複合：WP）で置き換えた時のポンデローサマツの成長を比較した。この結果、バイオ炭を用いた培地ではピートで育てた苗木と変わらない成長が得られた。しかし、バイオ炭のさらなる利用のためには、容積密度、空隙率、灌水体制についてより詳細な情報が必要である。

番号	No.57	地域番号	Na10
著者	Jessica L Sarauer and Mark D Coleman	報告年	2019
出典	Reforesta, 7: 1-14		
国	アメリカ	樹種	*Pseudotsuga menziesii* (ベイマツ, ダクラスファー)

文献名	Douglas-fir seedling quality in biochar -amended peat substrates.

培地によく使われるピートは、再生不可能な資源である。バイオ炭はピートと物理的性質が似ているため、代替品として期待されている。本研究では、バイオ炭が苗の品質を向上させるかどうかの試験を行った。ピートの代替材としてバイオ炭を用いて、ダグラスファーの苗木成長を調べた。その結果、苗木の成長はバイオ炭の利用で低下したが、さらにバイオ炭を改良することで、苗木の品質を向上できる可能性が示された。

番号	No.58	地域番号	Na11
著者	Jeremiah R. Pinto et al.	報告年	2018
出典	Forests, 9: 228		
国	アメリカ	樹種	*Pseudotsuga menziesii*（ベイマツ）, *Larix occidentalis*（セイヨウカラマツ）
文献名	Stocktype and Vegetative Competition Influences on *Pseudotsuga menziesii* and *Larix occidentalis* Seedling Establishment.		

Pseudotsuga menziesii（ベイマツ）および *Larix occidentalis*（セイヨウカラマツ）の苗木育成において、コンテナ容量（80、130、200、250 cm^3）と植生競合が、植栽後 2 年間の苗木の生存、生理的・形態的反応に及ぼす影響を調査した。グリホサート散布（GS）および草本栽培（HC）により、低および高競合レベルを達成した。この結果、HC 区画では高い死亡率が観察され、GS 区では 1 年後の死亡率は 2-3%であり、特に西洋カラマツにおいては、コンテナ容量に関係なく生存率が高まった。コンテナ容量については、130cm^3 を超えると植え付け後の苗の生理および成長への影響はなくなった。

番号	No.59	地域番号	Sa01
著者	Lucas Amaral de Melo et al.	報告年	2018
出典	Ciência Florestal, Santa Maria, 28(1): 47-55		
国	ブラジル	樹種	*Mimosa caesalpiniifolia*（ミモザ）
文献名	Quality and initial growth of seedlings Mimosa caesalpiniifolia Benth. produced in different volumes of containers.		

苗の品質は苗床でのみ評価され、圃場に植えた後の苗の反応という主目的は無視されている。そこで本研究では、*Mimosa caesalpiniifolia*（ミモザ）を対象として苗床での苗の形態的品質と圃場での生存や初期成長との関係について研究した。その結果、大きな容器で生産された苗は、苗床でより高い形態を示したが、圃場に植えた後には容器サイズで認められた差は消滅する傾向が見られた。

番号	No.60	地域番号	Sa02

著者	Gustavo Henrique Miguel da Cruz et al.	報告年	2020
出典	Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 41(5): 1495-1506		
国	ブラジル	樹種	*Eucalyptus grandis*（ユーカリ・グランディス）
文献名	Irrigation frequency and vermiculite proportion in substrate for *Eucalyptus grandis* seedling.		

Eucalyptus grandis（ユーカリ・グランディス）苗木生産に最適な潅水頻度と培地中のバーミキュライトの割合を決定することを目的とした。この結果、1 日 2 回の潅水（午前 11 時と午後 7 時）とチューブにバーミキュライト 80%と土 20%を充填することが、この実験条件下でのユーカリ苗の生産に最も適していることが示された。

番号	No.61	地域番号	Sa03
著者	Marcos Vinicius Winckler Caldeira et al.	報告年	
出典	Journal of Plant Nutrition: https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1450421		
国	ブラジル	樹種	*Acacia mangium*（アカシアマンギウム）
文献名	Sewage sludge assessment on growth of *Acacia mangium* seedlings by principal components analysis and orthogonal contrasts.		

Acacia mangium（アカシアマンギウム）の苗木の成長に及ぼす下水汚泥ベースの培地の組み合わせを比較することを目的として試験を実施した。その結果、下水汚泥とバーミキュライトを含む処理区が苗木の形態特性値が最も高いことが示された。

番号	No.62	地域番号	Sa04
著者	Leandro Marcolino Vieira et al.	報告年	2019
出典	Ornamental Horticulture, 25(3): 276-286		
国	ブラジル	樹種	*Araucaria angustifolia*（ブラジルマツ）
文献名	Growth and quality of Brazilian pine tree seedlings as affected by container type and volume.		

Araucaria angustifolia（ブラジルマツ）の苗木の形状におよぼす容器（サイズ、形状、組成）の影響を評価した。その結果、苗高については、ビニール袋（27.6 cm）および TNT コンテナ（27.02 cm）が、小型および大型コーンコンテナ（それぞれ 21.75 および 21.78 cm）より優れていた。また、根の直径、新芽、根、総バイオマス、Dickson Quality Index もプラスチック袋の方が大きな値を示した。これらから、ポリエチレン製黒色袋は、他の容器と比較して、ブラジルマツの苗木の成長と品質をより良く促進することがわかった。

番号	No.63	地域番号	Sa05

著者	Vicente Toledo Machado de Morais Junior et al.	報告年	2020
出典	Forests, 11: 937		
国	ブラジル	樹種	*Anadenanthera macrocarpa*（アナデンアンセラ）, *Ceiba speciosa*（トックリキワタ）, *Cytharexyllum myrianthum*（キサレキシラム）, *Hymenaea courbaril*（クールバレル）, *Peltophorum dubium*（カンビー）
文献名	Performance of five native atlantic forest species planted in containers of different size for restoring degraded areas in Minas Gerais.		

大西洋岸森林の在来種 5 種（*Anadenanthera macrocarpa; Ceiba speciosa; Cytharexyllum myrianthum; Hymenaea courbaril; Peltophorum dubium*）のビニール袋（1177 cm^3）とチューブ（180 cm^3）での生存と成長を評価した。苗の生存率（SV）は容器の種類に影響され、ビニール袋に植えられた苗の SV 率が最も高かったが、*C. myrianthum* と *H. courbaril* はチューブ植えで高い SV 率を示した。また、A. macrocarpa と H. courbaril は、使用する容器に関係なく、SV に差がなかった。これらの結果は、大西洋岸森林の在来種の生産においてはフィールドでのパフォーマンスを種レベルで理解する必要性を示唆した。

番号	No.64	地域番号	Sa06
著者	Oclizio Medeiros das Chagas Silva et al.	報告年	2021
出典	Floresta, Curitiba, PR, 51(2): 371-380		
国	ブラジル	樹種	*Eucalyptus urophylla*（ユーカリ・ウロフィラ）, *Peltophorum dubium*（カンヴィ）, *Eremanthus erythropappus*（セラド）
文献名	Seedlings of tree species produced in substrates based on organic composts.		

Eucalyptus urophylla、*Peltophorum dubium*、*Eremanthus erythropappus* の苗木の成長と培地の物理的・化学的特性とその品質の関係を調査した。代替成分を配合した培地で生産した苗は市販の培地よりも優れていた。コーヒーハスクは *P. dubium* および *E. urophylla* の苗木生産に適用が可能であった。

番号	No.65	地域番号	Sa07

著者	Daniel Pazzini Eckhardt et al.	報告年	2021
出典	Ciência Rural, Santa Maria, 51(9): e20200600		
国	ブラジル	樹種	*Eucalyptus urograndis*（ユーカリ・ウログランディス）
文献名	Comparison between cattle manure, organic compost, and vermicompost in the production of *Eucalyptus urograndis* seedlings.		

Eucalyptus urograndis（ユーカリ・ウログランディス）の苗の生産に使用する培地について、牛糞堆肥の自然状態での使用、および牛糞堆肥の有機堆肥化またはミミズ堆肥化した資材の使用について評価した。80%（v/v）の天然の牛糞堆肥と洗浄砂を混合した培地は、ユーカリ苗の発育をより良くすることができた。また、牛糞ミミズ堆肥や有機堆肥を 100%含む基材は、天然の牛糞よりも品質は劣ったが、市販の培地よりも優れた苗を生産した。未処理の牛糞の使用には健康上のリスクがあるため、有機堆肥やバーミコンポストは *E. urograndis* 苗の生産に適した代替物である。

番号	No.66	地域番号	Sa08
著者	Carlos Andre Stuepp et al.	報告年	2020
出典	Pesq. agropec. bras., Brasília, 55: e01587		
国	ブラジル	樹種	*Eucalyptus benthamii*（ユーカリ・ベンサムイ）
文献名	Survival and initial growth in the field of eucalyptus seedlings produced in different substrates.		

Eucalyptus benthamii（ユーカリ・ベンサムイ）を異なる培地（炭化もみ殻、粒度 1.0～3.0mm の木炭、粒度 3.0～5.0mm の木炭、ヤシ殻、半堆肥化松皮、微細バーミキュライト、下水汚泥およびピートモスで育成し、圃場での生存率と初期生育を評価した。圃場条件下で 24 ヶ月後に 100%の生存率を示した苗木は、微孔率の高い基質で育てた苗木であった。しかし、圃場での苗の初期生育には培地の特性は影響しなかった。また、6 ヶ月後の苗の生存率と苗床期間終了時の直径の間には有意な相関が認められた。

番号	No.67	地域番号	Sa09
著者	Maria Helena Fermino1 et al.	報告年	2018
出典	Cerne, 24(2): 80-89		
国	ブラジル	樹種	*Eucalyptus grandis*（ユーカリ・グランディス）
文献名	Reutilization of residues as components of substrate for production of *Eucalyptus grandis* seedlings.		

Eucalyptus grandis（ユーカリ・グランディス）苗木の生産において、二次培地成分としてのもみ殻および桃核残渣の培地利用の可能性を検討した。その結果 30%までの CRH（炭化籾殻）、20%までの HRH（加水分解籾殻）および 10%までの CPK（粉砕桃の実）を含む有機化合物基材で栽培し

た場合、90 日後に充実した出荷品質の苗木を生産できた。

番号	No.68	地域番号	Sa10
著者	Gerhard Valkinir Cabreira et al.	報告年	2019
出典	Ci. Fl., Santa Maria, 29(4): 644-1657		
国	ブラジル	樹種	*Schizolobium parahyba*（ブラジル・ファイアツリー）
文献名	Fertilization and containers in the seedlings production and post-planting survival of *Schizolobium parahyba*.		

本研究では，異なるサイズのプラスチックチューブで生産された *Schizolobium parahyba* 苗に異なる用量の緩効性肥料 （CRF）を施用し、苗の成長，および苗の生存率と植付け後の初期生長を評価することを目的とした。この結果、*S. parahyba* の苗は 280 cm^3 のチューブで高い成長を示し、CRF 散布に積極的に反応し、このプラスチックチューブでは最も効率的な投与量は 8.3 kg cm^3 であった。しかし、植え付けから 12 ヶ月後、すべての処理で苗の生存率は 80%以下で、森林の復元に推奨される標準を下回った。苗木の枯死の原因は、砂質粘土ローム土壌で 5 ヶ月間の水不足であった。

番号	No.69	地域番号	Sa11
著者	Manuel Acevedo et al.	報告年	2020
出典	New Forests: https://doi.org/10.1007/s11056-020-09778-2		
国	チリ	樹種	*Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス）
文献名	Nitrogen loading of *Eucalyptus globulus* seedlings: nutritional dynamics and influence on morphology and root growth potential.		

苗床生産の後期に窒素を与えることで、植物の成長と、植え付け後の根の成長のための栄養貯蔵量が増加し、過酷な場所での苗の生理学的パフォーマンスが大幅に改善される可能性がある。*Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス）のコンテナ苗を対象として、N 施用が植栽後の成長に及ぼす影響について研究した。その結果、苗木の成長後期に 300 mg L^{-1} の N を供給する苗床管理が，苗木の栄養状態、形態的特性、および新根の成長を改善し、低肥沃度土地での定着性を向上させる可能性が示された。

（２）文献で扱われている樹種

各地域で扱われていた樹種は以下の様であった。

・アジア・オセアニア地域（As：25 論文)で見られた樹種は、*Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ）が 4 件で最も多く、*Pinus densiflora*（アカマツ）が 2 件、*Fraxinus rhynchophylla*（コウリョウトネリコ）が 2 件、および *Quercus serrata*（コナラ）が 2 件で、残りは *Acacia auriculiformis*（アカシア・アウリカルフォルミス)、*Swietenia macrophylla*（マホガニー)、 *Azadirachta indica*（インドセンダン)、*Larix principis-rupprechtii*（ラップレヒトカラマツ)、*Quercus variabilis*（アベマキ)、 *Pinus tabuliformis*（アブラマツ)、*Pinus halepensis*（アレッポマツ)、*Oroxylum indicum*（ソリザヤノキ)、*Jatropha curcus*（ナンヨウアブラギリ)、*Dipterocarpus* spp.（フタバガキ類)、*Larix kaempferi*（ニホンカラマツ)、*Populus sibirica*（ポプラ・シビリカ)、*Chionanthus retusus*（ヒトツバタゴ)、*Zelkova serrata*(ケヤキ)、Populus euramericana（ポプラ・ユーラメリカナ)、*Paraserianthes falcataria*（モルッカネム)、*Eucalyptus* sp.（ユーカリ類）が各 1 件であった。

・アフリカ地域（Af：5 論文)でみられた樹種はそれぞれ一件ずつで、*Pistachio vera*（ピスタチオ)、*Tectona grandis*（チーク)、*Moringa oleifera*（モリンガ)、*Prosopis africana*（アフリカメスキート)、*Eucalyptus torelliana*（ユーカリ・トレリアナ）であった。

・ヨーロッパ地域((Au: 17 論文)で見られた樹種は、*Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）が 6 件で最も多く、次いで *Picea abies*（オウシュウトウヒ）が 5 件、*Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス）が 3 件、*Betula pendula*（シラカバ）が 2 件、*Acacia melanoxylon*（メラノキシロンアカシア）が 2 件、*Quercus robur*(ヨーロッパナラ)が 2 件で、*Pinus nigra*（ヨーロッパクロマツ, *Pinus pinaster*（フランスカイガンショウ）, *Quercus pubescens*(ダウディオーク)、*Quercus ilex*(セイヨウヒイラギガシ)、 *Fagus sylvatica*（ヨーロッパブナ)、 *Rosmarinus officinalis*（ローズマリー）, *Phillyrea angustifolia*（フィリーリア)、 Pine tree seedlings（マツ類)、 Citrus sp.(柑橘類)がそれぞれ 1 件であった。

・北米地域（Na: 11 論文)で見られた樹種は、*Pseudotsuga menziesii*（ベイマツ, ダクラスファー）が 2 件で、残りは *Quercus rubra*（レッドオーク)、*Acer rubrum* （レッドメープル)、*Populus tremuloides*（クェーキングアスペン)、*Thuja occidentalis*(イースタンホワイトシダー)、*Eucalyptus grandis* （ユーカリ・グランデス)、*Eucalyptus benthamii*（ユーカリ・ベンサムイ)、*Pinus engelmannii*（エンゲルマンマツ)、*Pinus occidentalis Swartz*（イスパニアカマツ)、*Longleaf Pine*（ダイオウマツ)、*Pinus ponderosa*（ポンデローサマツ)、*Larix occidentalis*（セイヨウカラマツ）が各一件であった。

・南米地域（Sa: １１論文)で見られた樹種は、*Eucalyptus grandis*（ユーカリ・グランディス）が 2 件で、残りは *Eucalyptus urophylla*(ユーカリ・ウロフィラ)、*Eucalyptus urograndis*（ユーカリ・ウロガンディス)、 *Eucalyptus benthamii*（ユーカリ・ベンサムイ), *Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロブルス)、*Schizolobium parahyba*（ブラジル・ファイアツリー)、*Mimosa caesalpiniifolia*（ミモザ)、*Acacia mangium*（アカシア・マンギウム)、*Araucaria angustifolia*（ブラジルマツ)、*Anadenanthera macrocarpa*(アナデンアンセラ)、*Ceiba speciosa*(トックリキワタ)、*Cytharexyllum*

myrianthum(キサレキシラム)、*Hymenaea courbaril*(クールバレル),*Peltophorum dubium*(カンビー)、*Peltophorum dubium*(カンヴィ)、*Eremanthus erythropappus*(セラド) が各 1 件であった。

各地域において扱われた樹種をまとめると、アジア・オセアニア地域においては 22 種が扱われ、そのうち 4 件が *Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ）であった。アフリカ地域では 5 種が扱われ各 1 件ずつであった。ヨーロッパ地域においては 15 種が扱われ、そのうち 6 件が Pinus sylvestris（ヨーロッパアカマツ)、北米では 12 種が扱われ、*Pseudotsuga menziesii*(ベイマツ, ダクラスファー) が 2 件、さらに、南米では 16 種が扱われ、*Eucalyptus grandis*（ユーカリ・グランディス）が 2 件、ユーカリ類が 6 件であった。

このように、アジア地域では *Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ)、ヨーロッパ地域においては *Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ)、南米地域ではユーカリ類が多く扱われていたが、これらの全体に対する割合は低く、各地域とも多種多様な樹種を対象としていた。

（３）文献内容の分析

69 遍の文献で扱われている内容を概観すると、それらの多くは、苗木生産において用いられる生産技術、すなわちコンテナのサイズや形状、培地の種類や組成、潅水の仕方、施肥の仕方などの違いが生産される苗木や植栽後の苗木の形状にどのような影響を及ぼすかという内容であった。そこで、全ての論文で扱われている内容を生産技術と苗木形状に区分して表 7-5 に示した。さらに、それらを地域別に集計した結果を表 7-6 に示した。なお、上述の生産技術に含まれない事項については「その他」として表中にその内容を記載した。

生産技術としては、「培地」に関するものが最も多く 44 遍、次いで「コンテナサイズや形状」に関するものが 22 遍、「施肥」に関するものが 6 編、「潅水」に関するものが 6 編、および「その他」が 10 遍であった。「その他」の内容については、植栽菅、植栽深、苗木の保管法、バイオスティムラント（成長促進剤)、種子区分、植生競合などであった。地域別にみると、アジア・オセアニア地域でコンテナサイズに関するものが多かったが、他の地域では培地に関するものが多かった（表 7-5、表 7-6)。

苗木の形状については、生産直後の苗木の形状や生存率を扱ったものが多く 50 遍で、植栽後の苗木形状や生存率を扱ったものが 17 遍であった（表 7-5、表 7-6)。

表 7-5　論文で扱われている内容区分

番号	地域番号	生産技術					苗木の形状	
		施肥	潅水	培地	コンテナサイズ・形状	その他	生産苗木の形状	植栽後の形状
1	As01						○	○
2	As02			○	○		○	
3	As03				○		○	
4	As04		○				○	
5	As05				○			○
6	As0 6		○		○		○	○
7	As07	○	○				○	○
8	As08			○			○	
9	As09			○	○		○	
10	As10				○		○	
11	As11				○			○
12	As12		○		○			○
13	As13			○	○		○	
14	As14				○		○	
15	As15	○					○	
16	As16			○			○	
17	As17	○					○	
18	As18			○			○	
19	As19				○	植栽密度	○	
20	As20			○			○	
21	As21				○		○	
22	As22		○				○	
23	As23			○			○	
24	As24					植栽菅		
25	As25			○			○	
26	Af01			○			○	
27	Af02			○			○	
28	Af03			○			○	
29	Af04			○			○	
30	Afo5			○	○		○	
31	Euo1					植栽深		○
32	Eu02					苗木の保管		○
33	Eo03			○			○	
34	Eu04			○			○	
35	Eu05					苗木の保管	○	
36	Eu06					苗木生産(論説)	○	○
37	Eu07					バイオスティムラント		○
38	Eu08			○			○	
39	Eu09			○			○	
40	Eu10				○		○	

表７－５（つづき）　論文で扱われている内容区分

番号	地域番号	生産技術					苗木の形状	
		施肥	潅水	培地	コンテナサイズ・形状	その他	生産苗木の形状	植栽後の形状
41	Eu11			○				
42	Eu12			○			○	
43	Eu13			○			○	
44	Eu14			○				
45	Eu15			○				
46	Eu16					種子区分	○	
47	Eu17			○			○	
48	Na01					生産技術(レビュー)		
49	Na02			○			○	
50	Na03			○			○	
51	Na04			○			○	
52	Na05					生産システム比較		
53	Na06			○			○	
54	Na07			○				
55	Na08	○			○			○
56	Na09			○			○	
57	Na10			○			○	
58	Na11				○	植生競合		○
59	Sa01				○		○	○
60	Sa02		○	○			○	
61	Sa03			○			○	
62	Sa04				○		○	
63	Sa05				○			○
64	Sa06			○			○	
65	Sa07			○			○	
66	Sa08			○				○
67	Sa09			○			○	
68	Sa10	○			○			○
69	Sa11	○						○

表　7－6　論文で扱われている内容区分（地域別）

地域区分	施肥	潅水	培地	コンテナサイズ・形状	その他	生産苗木の形状	植栽後の形状
Ａｓ	3	5	9	12	1	21	6
Ａｆ	0	0	5	1	0	5	0
Ｅｕ	0	0	10	1	6	11	4
Ｎａ	1	0	7	2	3	6	2
Ｓａ	2	1	13	6	0	7	5
計	6	6	44	22	10	50	17

（4）生産技術ごとの内容

それぞれの生産技術について詳細を見ていくと以下のようであった。

a. 培地について

培地については、ピートモス、ヤシ殻、バーミキュライトなどの従来から多用されてきた培地の組成と苗木の形状との関係を扱った論文（例えば、As09, Eu09, Eu10, Na02)、あるいは地域で手に入るもみ殻、堆肥、農産物ごみ、コーヒーハスク、下水堆肥、牛糞堆肥、鶏糞などを培地や肥料として扱った論文（例えば、As02, As08, Sa06, Af02, Af04, Af05）などが多かった。しかし、近年、これまで多用されてきたピートモスについては、この資源が有限資源であること、さらに、ピートモスの利用は炭酸ガスの大気中への放出につながり、その利用に批判があることから、代替材を模索する論文が多くみられた。代替材としてはバイオ炭(biochar）やハイドロ炭(hydrochar)に関する論文(Eu03, Eu08, Eu15, Eu17)、樹木樹皮や木材チップに関する論文(Na04, As16, As18, Eu12, Eu13, Eu14, Eu04, Na04）が見られた。このような代替材に関する論文は今後増加すると予想されることから、これらの論文内容を以下にまとめた。

（バイオ炭・ハイドロ炭に関する論文）

- 北方系樹種の苗木の成長に及ぼすバイオ炭の影響についての研究では、バイオ炭を 10%まで使用しても、培地の保水力を大きく低下させないことがわかった。さらに、バイオ炭は、炭素、窒素、カリウム、リン濃度を有意に増加させ、栽培用培地に有意な石灰化効果を与えた。バイオ炭はトウヒの地上部の成長を促進し、カバノキの根のバイオマスと根元径を増加させた(Eu03)。
- 柑橘類の苗木生産に用いる培地について樹木由来のバイオ炭の効果を検討した。その結果、接木用の台木育成に最適な培地は、バイオ炭を 25%含む培地であった。針葉樹バイオ炭は、ピートの代わりに培地に加えることができ、コスト削減と持続可能性の向上につながることが示された。(Eu08)。
- ローズマリーとフィリーリアの苗木栽培におけるバイオ炭の効果について検討した。その結果、ローズマリーでは、生のバイオ炭と酸性化したバイオ炭の両方が挿し木の発根と生育を改善することが示され、一方、フィリーリアでは酸性化したバイオ炭は植物の成長に影響を与えず、生のバイオ炭がシュートと根の成長の両方で満足のいく結果を得た。フィリーリアではバイオ炭は大きな割合で培地として使用できると考えられた。(Eu15)。
- マツのコンテナ苗の成長、品質、栄養分、重金属含有量、および菌根の結合に及ぼすハイドロチャーの施用効果を検証することを目的とした研究では、バイオスラッジから得た炭化水素を適切な割合で液体肥料とともに施用することにより，マツ苗の育成における肥料の必要量を減らすことができる可能性が示された(Eu17)。

（樹皮や木材チップに関する論文）

- *Pinus engelmannii* の品質向上と苗床の生産コストを最小化する目的で、ピートモス、マツ樹皮、生のマツおがくずの組み合わせを評価した。その結果、オガクズ 50%～70%と肥料を用いた処理区では、根元径とバイオマスに有意な差が認められた。また、おがくずの割合が高い培地では規格苗木が生産され、培地の生産コストを最大 67%削減することができた。(Na04)。
- トウヒ苗の育成培地に木材チップを用いてその影響を評価した。木材チップは当初、苗木の成長

を低下させたが、この効果は時間とともに小さくなった。木材チップは直接的な毒性作用ではなく、窒素（N）の固定化を介して苗の成長を低下させていた。木材チップの緩効性窒素源は、自然条件下での生存率の向上と環境保全の両方に有益である可能性があった。(Eu04)。

- コナラの苗木生産におけるコンテナ培地としてもみ殻、キノコおがくず、マツ樹皮を使用し、培地中に全量の 10%と 20%を混合した。20%のキノコおがくずは，対照よりも根元直径を 23.4%減少させた。乾燥重量は 10%もみ殻で最も高かったが、20%きのこおがくずでは 10%低くなった。すべての処理において、苗木の品質指標を増加できなかったが、農林産のバイオマテリアルを苗木生産に利用できる可能性を示した。(As16)。
- *Fraxinus rhynchophylla*（シナトネリコ）の生育に及ぼすマツ樹皮，キノコおがくず、もみ殻の影響を調査した。もみ殻を施用した場合、根元直径、苗高、バイオマスは有意に増加した。一方、マツ樹皮およびキノコおがくず処理では、対照よりも低い結果を示した。以上から、もみ殻はコンテナ苗生産システムにおいて、培地の 20%まで代替可能であることが示唆された。(As18)。
- 有限資源あるいは温室効果ガスの排出など環境問題のあるピートの代替材として、*Acacia melanoxylon*（外来種対策用の残留バイオマス）と *Eucalyptus globulus*（パルプ材の産業廃棄物）の樹皮ベースの培地適合性を評価した。*A. melanoxylon* 成熟樹皮は、ピート代替物としてコンテナ培地量の半分を効果的に置換ができた。また、*E. globulus* 樹皮はコンテナ培地の 4 分の 1 を代替できた。(Eu12) 。
- ユーカリ・グロビュラスの樹皮を培地として使用することを目的とした。使用した樹皮は 3 種類で 6 mm の粒径に粉砕した生樹皮（FB)，および 2 種類の水熱処理した樹皮（HTB1：20min. 60℃，HTB2：40min. 100℃）であった。FB は植物毒性があり、*Lepidum sativum*（コショウソウ）種子の発芽率および根の成長阻害を引き起こしたが、HTB1 および HTB2 は、毒性を有意に低減させた。50% では植物の生育を低下させたが、これはおそらく保水性の低下と木質培地特有の窒素固定化との関連であると考えられた。25%では、シュート重量および根の成長が 市販資材と同等かそれ以上であったことから、この割合で熱水処理した樹皮を培地として使用することが推奨された。(Eu13)。
- 培地として使用されるピートの代替材として、*Acacia melanoxylon*（メラノキシロンアカシア）の樹皮の成分について研究した。新鮮な樹皮は、樹皮材料に含まれるフェノールおよび抽出物のために植物毒性があったが、8 週間熟成させた樹皮は、これらの毒性が除去されている可能性がある。(Eu14)。

b. コンテナサイズ・形状について

コンテナサイズ・形状を扱った 22 論文の中で、コンテナサイズと苗木の形状との関係を扱った論文が 13 遍（例えば、As10, As21, Sa4, Sa10)、コンテナ形状・種類と苗木の形状との関係を扱った論文が 9 編(例えば、Eu10, As20, As25, As14)であった。コンテナサイズの論文内容は、大まかには異なるサイズで苗木を育てた場合の形状や生存率を比較したものであった。しかし、コンテナの形状に関する論文では、内容がそれぞれ異なったので以下いくつかの論文を紹介する。

- *Pinus nigra* (AP)（ヨーロッパクロマツ)、*Pinus sylvestris* (SP)（ヨーロッパアカマツ)、*Pinus pinaster* (MP)（フランスカイガンショウ）の苗木生産において 2 種類のコンテナ Yukosad (YS; Hard Plastic, 75cm^3, 610 seedlings m^{-2}) と Siset (SS; gray cardboard with white

coating, 128cm^3, 589 seedlings m^{-2} ）を比較し、樹種によってコンテナへの反応が異なることを明らかにした。(Eu10)

- ポプラ２種（*Populus sibirica*, *Populus euramericana*）の生育に及ぼすコンテナの長さの影響を調べたところ、長尺コンテナは根への炭素分配を増加させ、良好な苗木生産するのに適していた。(As13, As20)
- *Pinus densiflora*（アカマツ)の形状に及ぼすコンテナの形状（６種類）の影響を調べた。苗高と葉数に統計的な差は見られなかったが、根元径と根の状態に有意な差が見られた。対照コンテナでは根が異常な螺旋状に成長したのに対し、スリットコンテナ(negative phototropism container)では根が垂直状に成長した。植栽後もスリットコンテナで育てた苗の成長は優れていた。(As14)
- Hevea brasiliensis（パラゴムノキ）の苗木の形状に及ぼすコンテナの形状について研究した。その結果,円筒形のチューブに２本と４本のプラスチック棒を接着したコンテナにおいて垂直方向に強い根を持ち、上部根域の分布根の割合が増加し、さらに、巻き根が少なくなるという良質な根系構造を作示した。(As25)
- *Swietenia macrophylla*（マホガニー）と *Azadirachta indica*（インドセンダン）の苗を２つの容器（ポリバッグとルートトレーナー）に入れ、ヤシ殻培地を用いて成長性能を調査した。両種ともにルートトレーナーよりもポリバッグの方が全体的に成長良好であった。(As03)

c. 施肥について

施肥に関する論文は６遍あった。研究の内容は、良好な生産苗木を得るための施肥量の研究が１遍(As17)で、 植栽後の苗木成長や生存率を向上するための施肥量や施肥法に関する論文が５遍であった(As07, As15, Na08, Sa10, Sa11)。以下、それらの概要を述べる。

- *Chionanthus retusus*(ヒトツバタゴ）のコンテナ苗の形状に及ぼす施肥の影響を解析した。その結果，施肥後に苗高、根元径、H/D 比、T/R 比、生・乾重が増加し、高い品質指数が得られた。(As17)
- *Pinus tabuliformis*（アブラマツ）のコンテナ苗の形状と植栽後の成長に及ぼす施肥(CRF:緩効性肥料）の影響を検討した。施肥により苗木の成長および N 量は増加し、植栽後の成長・生存には、苗木の根量および植物の P、K 含量が影響した。(As07)
- アカマツの植栽後の生存率を高めるための苗木への施肥基準について検討した。肥料濃度を徐々に増加させた処理が、植栽後に最も苗高と根元径が大きく増加した。(As15)
- *Longleaf Pine*（ダイオウマツ）の苗木を異なる３種類の窒素量で生育させ、植栽後の養分状態を比較した。２年目の葉の栄養状態は苗床での養分処理の影響を受けていなかった。(Na08)
- *Schizolobium parahyba*（ブラジル・ファイアツリー)に異なる用量の緩効性肥料 （CRF）を施用し、苗の成長，および苗の生存率と植付け後の生長を評価した。この結果、苗の成長は CRF 散布に積極的に反応して大きくなった。しかし、12 か月後の生存率については、水不足により全ての処理で 80%以下であった。(Sa10)
- 苗床生産の後期の窒素は栄養貯蔵量を増加させ、過酷な場所での苗の生理学的パフォーマンスが大幅に改善される可能性がある。*Eucalyptus globulus*（ユーカリ・グロビュラス)のコンテナ苗を対象として、N 施用が植栽後の成長に及ぼす影響について研究した。その結果、苗木の成長後期の N 施肥は，苗木の栄養状態、形態的特性、および新根の成長を改善し、低肥沃度土地での定着性を向上させる可能性が示された。(Sa11)

d.潅水について

潅水に関する論文は6遍あった。そのうち潅水システムに関するものが2遍（As4, As22)、潅水時期と苗木や植栽後の成長・生存率との関係を扱った論文が4遍(As6, As7, As12, Sa02)であった。以下それぞれの概要を示す。

- *Larix principis-rupprechtii*（プリンスルプレヒトカラマツ)を対象として、コンテナ苗に下から水を与えるサブリゲーション（SI）と上部潅水(OI）の効果について検討した。SIはOIと同様のカラマツ苗を生産することができたが，根系は全体的に小さかった。これはSI-培地のECレベルが高くなることが原因と考えられたので、SI下では施肥量を減らす必要があった。(As4)
- パラゴム(*Hevea brasilliensis*）に対する3つの灌漑システムの影響を評価した。この結果、キャピラリーウィック方式（WCK）は累積浸出水量が最も少なく、累積溶出養分量も最も少なかった。このことから、WCKは、ゴム苗の育成に最適な灌漑システムであった。(As22)
- アベマキ苗の苗床と圃場における成長に及ぼすコンテナ容量と灌水管理の影響について調べた。苗床では，大きな容量と高い培地含水率で育てた苗が大きかったが、植栽後では、低い含水率で育てた苗が大きかった。この結果は苗木生産において潅水量を下げ，容積の大きいコンテナを使用すると植え付け後の成長と栄養蓄積を改善できることを示している。(As06)
- *Pinus tabuliformis*（アブラマツ）のコンテナ苗の形状と植栽後の成長に及ぼす施肥(CRF:緩効性肥料）と潅水(含水比：Qg)の影響を検討した。苗床では、苗木のシュート成長およびN量は、灌水率とともに増加した。植栽後の成長・生存には、苗木の初期特性、特に根量および植物のPおよび/またはK含量が影響した。植栽4年後には、100 mg CRF secedling^{-1}と75% θgの組み合わせで，最大生存率と最大苗木が達成された。(As07)
- カラマツ苗の植栽後の生存率を高めるためにコンテナ苗の育苗方法について検討した。その結果、夏植えのコンテナ育苗のカラマツ苗の生存率を高めるためには，苗床にいる間に根の伸長に十分な細胞容積と密度を持つコンテナで育苗し、植え付け前の２ヶ月間は灌水を控えることが推奨された。(As12)
- *Eucalyptus grandis*（ユーカリ・グランディス)苗木生産に最適な潅水頻度と培地中のバーミキュライトの割合を決定することを目的とした。この結果、１日２回の潅水（午前11時と午後７時）とチューブにバーミキュライト80%と土20%を充填することが、この実験条件下でのユーカリ苗の生産に最も適していることが示された。(Sa02)

e.その他について

その他に分類された論文が10遍あった。以下、それぞれの概要について述べる。

（植栽道具）

- タイをはじめとする各国では、コンテナ苗の植栽において植木棒を使った簡単な手作業で苗を植えるのが、この方法は時間と労力を要する。ここではplanting tube（植栽菅）を開発してその有効性を検討した。その結果、植栽菅はコスト削減と生産性向上に効果があった。(As24)

（植栽における植栽深さ）

- *Betula pendula*（シラカバ）と*Pinus sylvestris*（ヨーロッパアカマツ）のコンテナ苗の植栽深さと苗木の成長の関係を調べた。２成長期目には植栽深さの違いによる高さの差は見られなかった。また、苗木損傷への効果は第１生育期においてヨーロッパアカマツでは見られたが、シラカバ

では見られなかった。以上のことから、ヨーロッパアカマツとシラカバは、新梢の 20%と 50%が地上に出ていれば，６～８ cm の植栽深さで安全に植栽することが可能であった。(Eu01)

(植栽時の苗木の保存期間と保存法)

- フィンランドでは、春、夏、秋の植林において、苗木をダンボール箱で保管することが増えている。そこで、*Picea abies*（ノルウェートウヒ）と *Pinus sylvestris*（スコットランドマツ)のコンテナ苗をダンボール箱で野外保管する際の最大安全期間を決定するための試験を行った。この結果、針葉樹の苗は密閉箱で８月に３日間、９月、10 月、春に１週間程度しか保管できないことが明らかになった。(Eu02)
- コンテナ苗の植栽地での保管方法について検討した。その結果、保管中に遮光布で苗を覆うと、灰色カビ病のリスクが高まり、植え付け後の苗の発育に悪影響を及ぼすことが明らかになった。灰色かび病のリスクが高い南フィンランドの気候条件では、貯蔵中の水やりコストの削減のために、接遮光布をかけることは推奨できなかった。(Eu05)

(バイオスティミュラント)

ユーカリ・グロブルス（*Eucalyptus globulus*)のコンテナ苗の植栽後の成長に及ぼすアミノ酸系動物由来タンパク質加水分解物バイオスティミュラント（イサグロ社製 Siapton®）の影響について検討した。その結果、バイオスティミュラントの葉面散布は光合成活性と葉量の増加に効果があったが、苗高や根元径には影響が見られなかった。(Eu07)

(播種時の種子区分)

Pinus sylvestris（ヨーロッパアカマツ)の種子を４クラスに等級分けし成長試験を行った。種子の等級分けは１年生コンテナ苗の高さにはほとんど効果はなかったが、高い発芽率により空セル数を減らすことが可能で、種子の利用効率が改善された。(Eu16)

(コンテナサイズと植栽後の雑草競合)

ダグラスファー（*Pseudotsugamenziesii* var. *glauca*)、およびウエスタンカラマツ（*Larix occidentalis*）の苗木育成において、コンテナ容量（80、130、200、250 cm^3）と植生競合が、植栽後 2 年間の苗木の生存、生理的・形態的反応に及ぼす影響を調査した。グリホサート散布（GS）および草本栽培（HC）により、低および高競合レベルを達成した。この結果、HC 区画では高い死亡率が観察され、GS 区では１年後の死亡率は２～３%であり、特に西洋カラマツにおいては、コンテナ容量に関係なく生存率が高まった。コンテナ容量については、130cm^3 を超えると植え付け後の苗の生理および成長への影響はなかった。(Na11)

(「苗木生産と圃場での成長パフォーマンス」論説)

’Seedling Production and the Field Performance’「苗木生産と圃場での成長パフォーマンス」のテーマについて論説している。植林後に苗木が速やかに定着することが、森林再生の成功の条件となる。今後、常に変化する環境下で良好に生育できる森林を育成できるように、苗床や植林地で使用できる実践技術を開発する必要がある。本特集では、苗木の品質と、苗床での操作方法、および苗木の品質が植栽後の成長特性にどのように影響するかに焦点を当てている。(Eu06)

(「苗木生産技術」についてのレビュー)

カナダのB.C州での聴衆参加型ディスカッションをもとに作成したもので、以下の５点についてまとめている。１．苗木生産における苗床ハードニングの実践、２．ストレス耐性を促進する灌水管理、３．活発な根の成長を促進する管理戦略、４．夏場の苗の保管方法、５．越冬貯蔵苗の保管に関しての実践方法。(Na01)

(苗木生産システムの費用便益的比較：レビュー)

この論文は、コンテナを用いた苗床生産システムと従来のポリ袋による生産システムを、容器の寿命、労働効率、苗床の性能などで比較している。また、近代的なコンテナシステムへ転換するには、苗床のスケジュールや培養を新しいストックタイプに合わせて調整することが必要であるとし、苗木の品質を向上させるのに役立つ推奨事項とケーススタディを紹介している。(Na05)

（５）まとめ

2018年以降に報告されたコンテナ苗生産技術に関する論文の内容は以下の様に整理された。

- 対象樹種については、アジア地域では*Hevea brasiliensis*（パラゴムノキ)、ヨーロッパ地域においてはsylvestris（ヨーロッパアカマツ)、南米地域ではユーカリ類が多く扱われる傾向にあったが、これらの樹種の全体に対する割合は低く、各地域とも多種多様な樹種が対象になっていた。

- 文献で扱われている内容のほとんどは、苗木生産において用いられる「生産技術」、すなわち培地の種類、コンテナのサイズと形状、潅水、施肥と「苗木の形質や生存率」との関係を扱ったものであった。取り上げられている項目は培地に関するものが最も多く、次いでコンテナサイズと形状で、続いて施肥と潅水の順であった。

- 培地については、従来から培地として多用されてきたピートモス、バーミキュライト、ヤシ殻、あるいは、地元で手に入る堆肥や農業廃棄物、下水汚泥、牛糞、鶏糞などに対する苗木の形状を評価した論文が多かった。

- これに加えて、ピートモスについては、これが有限資源であること、さらに、温暖化ガスの放出につながるとの批判の声があがっていることから、その代替材についての論文が多くみられた。代替材としては、バイオ炭(biochar) やハイドロ炭(hydrochar)に関する論文、あるいは樹木樹皮や木材チップに関する論文が見られた。

- コンテナについては、「コンテナサイズ」と苗木形状の関係の論文、および「コンテナ形状」と苗木の形状の関係の論文に区分され、コンテナサイズと苗木形状に関する論文が多かった。コンテナの形状としては、異なる深さのコンテナ、スリットコンテナなどの論文が見られた。

- 施肥・潅水についてみると、施肥については植栽後の苗木形状を向上させるための施肥管理に関

する論文が多く、苗床における形状向上に関する論文は少なかった。潅水についても施肥と同様に、植栽後の苗木形状の向上のための潅水管理法に関するものが多かった。また、一部、潅水システムに関するものが見られた。

・ その他の苗木生産技術としては、成長刺激剤（バイオスティムラント）による植栽後の成長促進、植栽地におけるコンテナ苗木の保管方法、除草による生存率の向上などの論文が見られた。

第８章 コンテナ苗生産の手引きの作成

本事業３年間の成果を取りまとめ、「コンテナ苗生産の手引き」の作成を行った。巻末資料１に成果物を掲載する。

参考資料１　コンテナ苗生産のてびき

コンテナ苗
生産の手引き

令和4（2022）年3月

林野庁

○用語の定義

本手引きでは、「幼苗」と「毛苗」という表現を使用しています。地域によってこれらの言葉の使われ方が異なりますが、ここでは森林総合研究所が公表している研究成果［9］で用いられている定義に準じ使用します。

参考文献
9

●新しいコンテナ苗生産方法の提案
●国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所（2019）

はじめに

我が国でコンテナ苗の生産が 2008(H20) 年頃に始まってから 15 年程たちました。この間、コンテナ苗の生産量は一貫して増加しており、令和2年度には2千万本を超え、我が国の苗木生産量の約3割を占めるようになっています。

コンテナ苗の栽培方法については、国や都道府県の研究機関や大学等で試験研究が進められるとともに、全国の苗木生産者による工夫や技術開発も行われた結果、全国的に生産技術の高度化が進んできています。一方、コンテナ苗の歴史がまだ浅いこともあり、栽培方法に関する情報の中には誤ったものも見受けられます。

このような状況を踏まえ、コンテナ苗の生産に関するこれまでの知見や全国の生産者から集めた情報、栽培試験の結果などをもとに、コンテナ苗の標準的な生産方法を解説した「コンテナ苗生産の手引き」を作成いたしました。

本手引きが、コンテナ苗生産を始めようとする方々や、従来の裸苗生産からコンテナ苗生産への移行を考えている方々の足掛かりとなれば幸いです。

目次

はじめに …… 1

1 手引きの使い方 …… 5
1．手引きが想定する読者 …… 6
2．本手引きで紹介するコンテナ苗の栽培方法 …… 7
3．手引きが対象とする樹種 …… 8

2 コンテナ苗の基礎知識 …… 9
1．コンテナ苗とは …… 10
2．コンテナの種類 …… 12
3．コンテナの容量 …… 14

3 コンテナ苗の栽培方法（概要） …… 15
1．幼苗移植法 …… 16
2．毛苗移植法 …… 16
3．プラグ苗移植法 …… 17
4．直接播種法 …… 17
5．さし木苗移植法 …… 18
6．栽培方法別のメリット・デメリットの整理 …… 19

4 設備や資材の準備 …… 21
1．栽培に必要な設備 …… 22
2．栽培設備の導入等 …… 23
（1）コンテナ …… 23
（2）水源 …… 23
（3）苗床 …… 23
（4）育苗ベンチ …… 24
（5）野外育苗施設 …… 25
（6）ビニールハウス …… 26
（7）培地充填機 …… 27

3．培地の準備 …… 28
（1）ココナツピート …… 28
（2）スギバークコンポスト …… 28
4．元肥の準備 …… 29

5 コンテナ苗の栽培1（外出し前まで）…… 31
1．幼苗移植法 …… 32
（1）幼苗の栽培 …… 32
（2）移植 …… 34
コラム 根を曲げて移植したコンテナ苗 …… 36
2．毛苗移植法 …… 37
（1）播種 …… 37
（2）移植 …… 38
（3）ハウス内の栽培管理 …… 39
3．プラグ苗移植法 …… 40
（1）セルトレイ …… 40
（2）播種 …… 41
（3）移植 …… 42
（4）ハウス内の栽培管理 …… 42
コラム 固化培土セル …… 43
コラム 一粒播種 …… 43
4．直接播種法 …… 44
（1）播種 …… 44
（2）ハウス内の栽培管理 …… 45
5．さし木苗移植法 …… 46
（1）さし木苗の栽培 …… 46
（2）移植 …… 47
コラム 先進的なさし木コンテナ苗栽培方法 …… 48

6 コンテナ苗の栽培2（外出し以降）…… 49
1．外出し …… 50
コラム コンテナの地置きと根鉢形成 …… 51

2．かん水管理 …… 52
3．施肥管理 …… 54
4．病虫獣害対策と除草 …… 55
（1）病害対策 …… 55
（2）虫獣害等の対策 …… 56
（3）除草 …… 56
5．コンテナ苗の冬越し …… 57
（1）スギ・ヒノキの冬越し …… 57
（2）カラマツの冬越し …… 58

7 栽培スケジュール（事例紹介） …… 59
1．スギ：徳島県徳島市 …… 60
2．スギ：秋田県三種町 …… 61
3．スギ（さし木）：宮崎県宮崎市 …… 62
4．ヒノキ：高知県香美市 …… 63
5．カラマツ：北海道幕別町 …… 64

8 出荷 …… 65
1．出荷時の根鉢の状態 …… 66
2．出荷の方法 …… 67
（1）苗の抜き取り …… 67
（2）苗の梱包 …… 67

9 巻末資料 …… 69
1．主に流通しているコンテナ …… 70
2．苗木抜き取り機 …… 73
3．コンテナの洗浄機 …… 73
4．播種を行う器具及び機械 …… 74
5．培地充填機及び穴あけ機 …… 76

おわりに …… 77

参考文献 …… 78

1

手引きの使い方

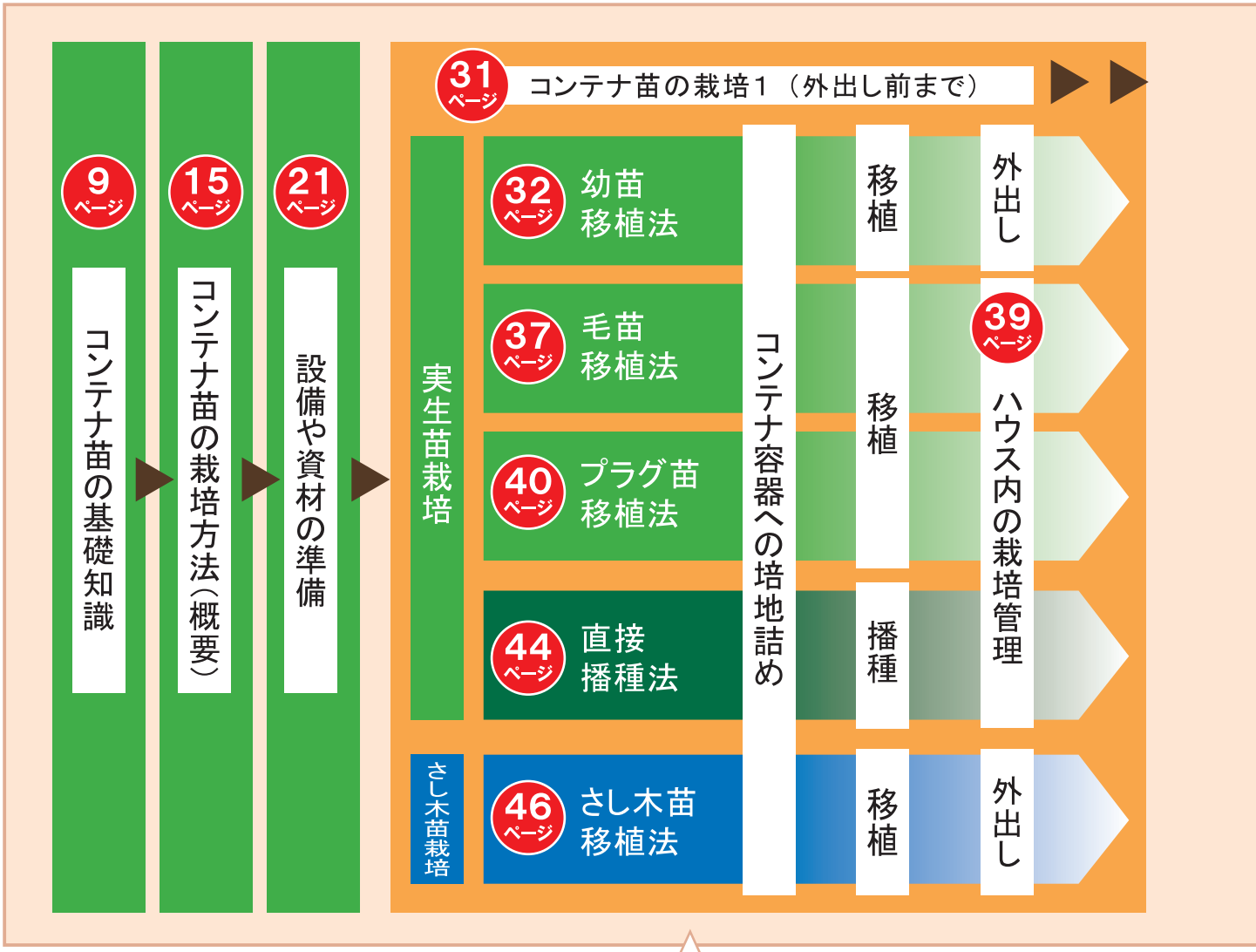
1．手引きが想定する読者…… 6
2．本手引きで紹介するコンテナ苗の栽培方法…… 7
3．手引きが対象とする樹種…… 8

1 手引きの使い方

1. 手引きが想定する読者

本手引きは、コンテナ苗の栽培をこれから始めたいと考えている方、あるいは試行的に始めたものの栽培方法に不安がある方、ある程度の栽培をしていて栽培方法を今一度見直してみたいと思っている方を読者として想定しています。

また、栽培方法の改善や効率化等に繋がる事例やヒント等も盛り込んでいますので、コンテナ苗を本格的に栽培している方も参考にしてください。



コラム

- 根を曲げて移植したコンテナ苗……36 ページ
- 固化培土セル……43 ページ
- 一粒播種……43 ページ
- 先進的なさし木コンテナ苗栽培方法……48 ページ
- コンテナの地置きと根鉢形成……51 ページ

2. 本手引きで紹介するコンテナ苗の栽培方法

コンテナ苗の栽培は、移植苗（幼苗・毛苗・プラグ苗・さし木苗）を作ってコンテナに植付ける前段の栽培工程（外出し前まで）と、コンテナを野外の育苗施設に移して苗の成長促進を図る後段の栽培工程（外出し以降）に分けられます（図 1）。本手引きでは、種子を播いて栽培する実生苗の方法として、**幼苗移植法** **毛苗移植法** **プラグ苗移植法** **直接播種法** の４つを説明します。また、さし木苗の栽培方法として、**さし木苗移植法** を説明します。

この５つの方法の栽培作業の流れを図１に示します。各方法や作業の項目に参照のページ番号を付しています。手引き全体の構成を俯瞰し、最初から読むことも、また調べたい項目に直接移動して読むこともできる作りとしました。それぞれの使い方でご利用ください。

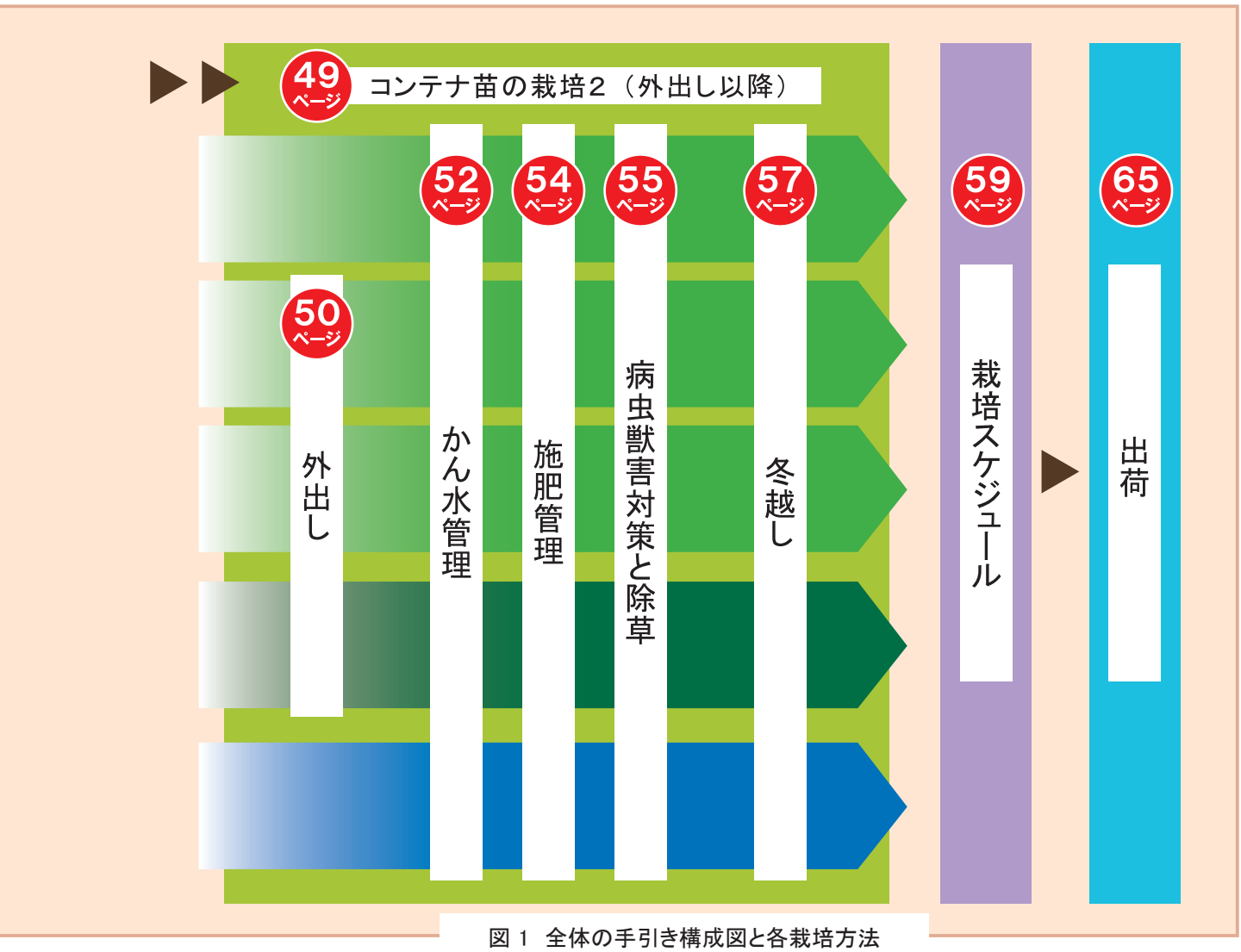


図１　全体の手引き構成図と各栽培方法

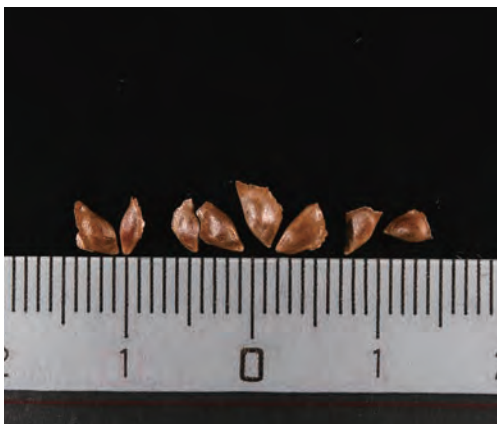
3. 手引きが対象とする樹種

本手引きでは、我が国の主要な造林樹種であるスギ・ヒノキ・カラマツを取り扱います。手引きの記載は、全国的に栽培されているスギを主体としつつ、ヒノキやカラマツに特有の事項については、説明を付しています。

スギ

ヒノキ

カラマツ



2

コンテナ苗の基礎知識

1．コンテナ苗とは…… 10
2．コンテナの種類…… 12
3．コンテナの容量…… 14

2 コンテナ苗の基礎知識

1. コンテナ苗とは

コンテナ苗とは、マルチキャビティコンテナ（多くの育成孔からなる容器：以後、コンテナ）で栽培された苗で、根鉢を有する点が大きな特徴です（図 2 左上、図 3）。一方、根系が露出した状態で出荷される従来の裸苗（図 2 右上）には根鉢がありません。

裸苗の植栽適期は春・秋に限られますが、コンテナ苗では根鉢があることから乾燥に比較的強く、幅広い時期に植栽が基本的に可能です。ただし、土壌が凍結する厳冬期は植栽できません。コンテナ苗は、伐採に引き続いて速やかに植栽を行う「伐採と造林の一貫作業システム」において重要な役割を担っています。

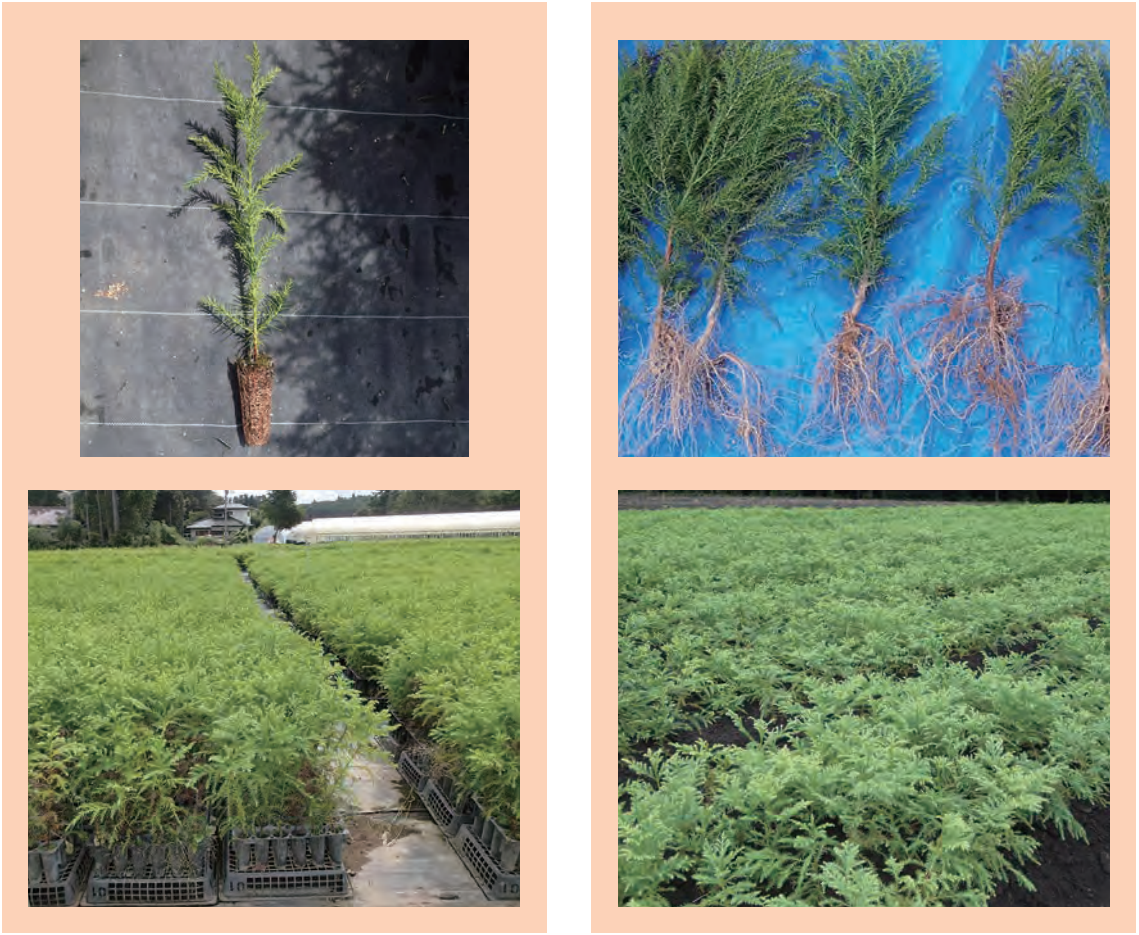


図 2　コンテナで栽培されるコンテナ苗（左）と苗床で栽培される裸苗（右）

コンテナ苗のもう一つの特徴としては、根鉢内で根巻きが生じないことが挙げられます（図 3）。コンテナ苗と同様に根鉢を有する苗として過去にはポット苗（図 4 左）が用いられたことがありましたが、図 4（右）のように根巻きが発生し植栽後の活着が悪く、枯死等が発生したことなどから普及しませんでした。コンテナ苗の栽培に用いられるコンテナは、キャビティ（以後、育成孔）の側壁にリブ（縦筋の突起）やスリット（縦長の隙間）があり、しかも底面が広く開放され、根巻きが起こらない構造となっています（12 ページ図 6、13 ページ図 7）。

図 3　根巻きが発生しないコンテナ苗の根鉢

図 4　ポット苗と根巻きしたポット苗
ポット苗（左）、ポット苗の根鉢の土を洗い出したところ（右）（撮影：遠藤利明）

2. コンテナの種類

コンテナ苗の栽培に用いられるコンテナは、育成孔の容量と育成孔に設けられた根巻き防止用の構造の違い等により様々な種類があります（70　ページ：主に流通しているコンテナ参照）。どのコンテナも寸法が概ね長辺 450mm ×短辺 300mm となっているので、コンテナの運搬や配置の際には同様な扱いができます。

日本で幅広く普及しているコンテナは、林野庁の「低コスト新育苗・造林技術開発事業（平成 18〈2006〉年～平成 20〈2008〉年）」で開発されたリブタイプのコンテナで、育成孔の容量が 150cc の JFA-150 と、容量 300cc の JFA-300 です（図5）。JFA-150 は 1 コンテナ当たり育成孔が 40 個（5 列× 8 行）、JFA-300 は育成孔 24 個（4 列× 6 行）です。

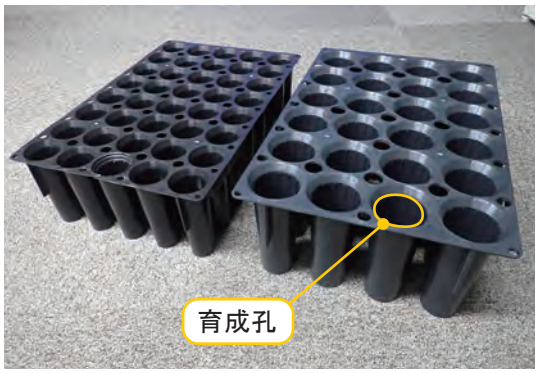
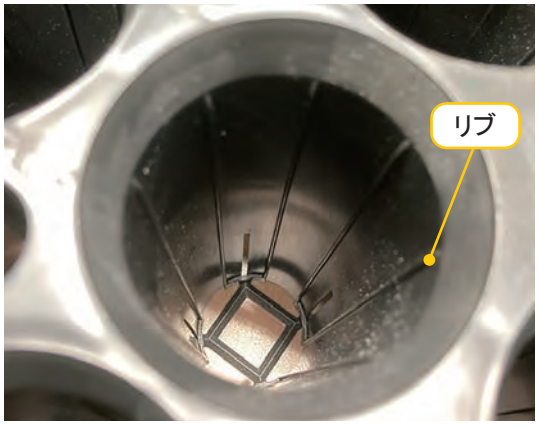


図 5　JFA–150（左）と JFA–300（右）

リブタイプ

育成孔の側壁にリブ（縦筋の突起）をもつコンテナです（図 6）。根が育成孔内で横方向に伸張し側壁に当たるとリブに沿って下垂し、開空されている底部に到達すると空気に触れて成長が止まり（空気根切り）根巻きは起こりません（図 8 右）。



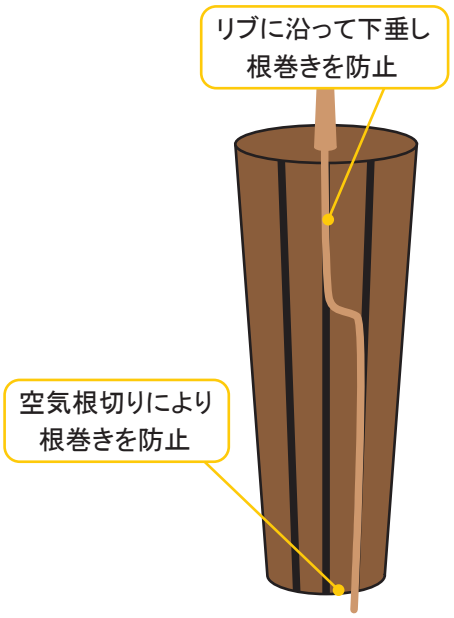


図 6　コンテナ内壁のリブ構造（左）と根巻き防止のイメージ（右）

サイドスリットタイプ

育成孔の側壁に細長い切れ目が入ったサイドスリットコンテナです（図 7）。リブタイプが育成孔の底部でのみ空気根切りされるのに対して、このタイプは育成孔底部に加えて側壁のスリット部分でも空気根切りされます（図 8 左）。スリットの入れ方や数の違いで様々なタイプのものが販売されています。

図 7　サイドスリット型コンテナ（MT-150-40P）の側壁のスリット構造（左）と根巻き防止のイメージ（右）

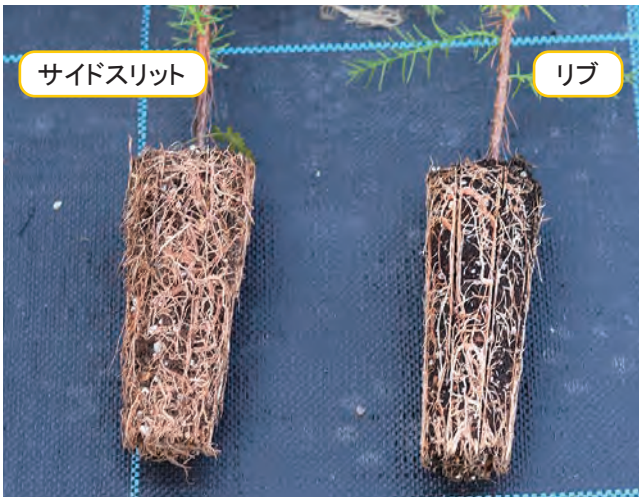


図 8　スギコンテナ苗の根鉢
サイドスリットコンテナ（左）、リブコンテナで栽培したもの（右）

Mスター

Mスターコンテナは、宮崎県林業技術センターが平成 20〈2008〉年に開発したもので、ポリエチレン製ポリシート（図 9）に培地を一定量広げた上で、さし穂の発根部分を巻き寿司状に巻き、でき上がった筒状の鉢を専用トレイに立てて栽培するものです（図 10）。側壁のポリシートに根が当たるとシート表面の波状構造に沿って垂下し、開空した底部へ到達すると空気根切りで成長が止まります。

Mスターコンテナは、シートの巻き加減で根鉢の大きさを調整できること、シートの一部を剥がすことで根鉢表面の根の張り具合を簡単に確認できること、シートを外すと苗木を簡単に取り出せることが特徴です。詳細については参考文献［2］を参照してください。

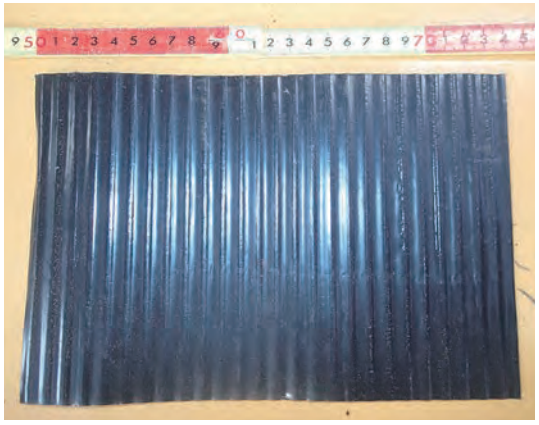


図 9　M スターコンテナのポリシート

図 10　M スターコンテナで栽培している苗（さし木）

参考文献 2

● M スターコンテナ苗の栽培技術の開発
森林技術．No863．p17–19.
●三樹陽一郎（2014）

3.　コンテナの容量

国内で流通しているコンテナの容量は、主に育成孔 150cc と 300cc です。JFA の場合、1 コンテナ（30cm × 45cm ＝ 1,350cm^2）当たりの栽培本数は 150cc で 40 本、300cc で 24 本となり、単位面積当たりの栽培本数は、150cc の方が 1.7 倍多くなります。一方で苗は、成長に伴い混み合ってきます。そのため、苗長 60 ㎝を超える比較的大きな苗の栽培を目指す場合には、育成孔の容量が大きく、1 本当たりの占有面積が広い 300cc を選択することにより、地上部と地下部のバランスが取れたコンテナ苗が栽培できます。

3

コンテナ苗の栽培方法（概要）

1．幼苗移植法…… 16

2．毛苗移植法…… 16

3．プラグ苗移植法…… 17

4．直接播種法…… 17

5．さし木苗移植法…… 18

6．栽培方法別のメリット・デメリットの整理…… 19

3 コンテナ苗の栽培方法（概要）

1. 幼苗移植法

図 11　スギの幼苗

方法

苗床で幼苗を栽培し、これをコンテナに移植して栽培する方法です。

春先、苗床に種子を播き、発芽後もそのまま苗床で１成長期①育てます。苗長が 10 ～ 15cm 程度の幼苗②まで大きくなった段階で、コンテナへ移植して栽培します。前半の幼苗の栽培工程は、裸苗を栽培する場合の１年目の工程と同じです。

特徴

- 裸苗の栽培と並行してコンテナ苗の栽培が可能です。このため、裸苗生産者がコンテナ苗の栽培を始める場合に適した方法です。
- 苗床で１成長期育てられた幼苗は、盛夏の強い日射しや乾燥を経ており、気象等の環境変化に強いことから、移植後の栽培管理が比較的容易です。このため、基本的にビニールハウス（以下、ハウス）等の施設は不要です。
- 苗床での幼苗栽培とコンテナ移植後の栽培を合わせ、出荷までに最低２成長期を要します。

2. 毛苗移植法

図 12　育苗箱のスギ毛苗

方法

育苗箱で毛苗を栽培し、これをコンテナに移植して栽培する方法です。

育苗箱に種子を播き、発芽して苗長が２～３cm になった毛苗③をコンテナに移植します。その後、苗が 10cm 以上に成長したらハウスから外へ出し野外育苗施設で栽培を継続します。

特徴

- 発芽して間もない小さい毛苗は、急激な環境変化や病虫害に弱いため、移植初期の段階では日射・乾燥・風等の環境をコントロールするためのハウスが必要となります。苗床は必要ありません。
- ハウス内で栽培するため、播種及び移植時期の調整が可能です。

3. プラグ苗移植法

図 13　セルトレイで栽培中のスギプラグ苗

方法

セルトレイでプラグ苗を栽培し、これをコンテナに移植する方法です。

セルトレイに種子を播き、発芽した個体を数週間～数か月そのまま栽培し、プラグ苗を育成します。これをコンテナに移植し、苗が 10cm 以上に成長したらハウスから外へ出し野外育苗施設で栽培を継続します。

特徴

- セルトレイで作った移植苗をプラグ苗といいます。根鉢付きの苗であるため、根が裸の状態の幼苗や毛苗に比べ、移植作業が容易で能率が上がります。
- セル容量が 10 ～ 20cc 程度のセルトレイで発芽させ一定期間栽培するので、温度や水分等の発芽環境と発芽後のかん水管理等のコントロールが必要になるため、ハウスが不可欠です。苗床は必要ありません。
- セルに詰められた培地の量が、毛苗を栽培する育苗箱やコンテナの育成孔よりも非常に少ないため、ハウス内の環境コントロールをきめ細かく行う必要があります。

4. 直接播種法

図 14　2本発生した苗の一方を間引き

方法

コンテナの育成孔に種子を直接播いて発芽させ、栽培する方法です。

育成孔に複数の種子を播きます。播種後 1 か月程度で発芽します。複数本の芽生えが発生した場合には、苗が 5 cm　程度になった時点で間引きし一本仕立てにします。苗が　10cm　以上に成長したら外出しし、野外育苗施設で栽培を継続します。

特徴

- 発芽したばかりの苗は急激な環境変化や病虫害に弱いため、移植初期の段階では、日射･乾燥･風等の環境をコントロールするためのハウスが必要です。苗床は必要ありません。
- 他の方法とは異なり、苗の移植工程がありません。
- 種子の発芽率を考慮して 1 育成孔に複数の種子を播くため、発芽後の栽培段階で間引きの作業が発生します。

ことば

① 成 長 期：植物が活発に成長活動できる期間
② 幼　　苗：苗床で1年程度栽培した苗長 10 ～ 15cm 程度の苗
③ 毛　　苗：発芽してから 5cm 程度までの苗

5. さし木苗移植法

方法

苗床や育苗箱で発根させたさし穂を、コンテナに移植して栽培する方法です。

春や秋に採取したさし穂を苗床等にさします。さし穂の切断面にカルス（根の原基）が形成され発根が認められたものをコンテナへ移植します。その後、野外育苗施設で栽培します。

図 15　発根やカルス形成がみられるスギのさし穂

特徴

- さし穂による移植苗の栽培工程は、さし木裸苗を栽培する工程と同じです。このため、さし木の裸苗生産者がコンテナ苗の栽培を始める場合に適した方法です。
- さし木による無性繁殖で苗木を栽培するため、系統が担保された採穂園等からさし穂を入手する必要があります。

育苗方法		移植苗を何処で作る	移植苗の栽培期間	移植時の苗のサイズ	
実生苗生産	幼苗移植法	苗床（播種床）	約8か月	幼苗 約10～15cm	コンテナ容器で栽培スタート
実生苗生産	毛苗移植法	育苗箱	約1～3か月	毛苗 約2～3cm	コンテナ容器で栽培スタート
実生苗生産	プラグ苗移植法	セルトレイ	約1～6か月	プラグ苗 約2～10cm	コンテナ容器で栽培スタート
実生苗生産	直接播種法	▶	▶	▶	コンテナ容器で栽培スタート
さし木苗生産	さし木苗移植法	苗床（さし床）・育苗箱	約4～6か月	さし木苗 さし穂のサイズによる	コンテナ容器で栽培スタート

図 16　コンテナへの移植苗等の各栽培方法の概要

6. 栽培方法別のメリット・デメリットの整理

各栽培方法の特徴について苗床を使う方法とハウスを使う方法に分けて、メリット･デメリットを図 17 に示します。

苗床を使う 幼苗移植法 さし木苗移植法 は、幼苗やさし木苗の栽培工程が裸苗の場合と同様ですので、裸苗栽培の技術や設備を活用できます。ハウスは必ずしも必要ではなく、初期投資を抑えてコンテナ苗の栽培に取り組むことができます。一方、播種やさし穂を行う時期が限られるため、一定の期間に労務が集中しがちな傾向があります。なお、幼苗については根が毛苗等より大きいため、根を曲げずにコンテナの深くまで移植させる作業に熟練する必要があります。

毛苗移植法 プラグ苗移植法 直接播種法 は、小さな芽生えの栽培期間があるため、ハウスが必要となります。苗床は必要ありませんが、ハウスの設置等の初期投資が必要になります。一方で、ハウスでは栽培環境の管理ができるため、播種時期の調整が可能です。移植作業は幼苗等より小さいため比較的容易です。

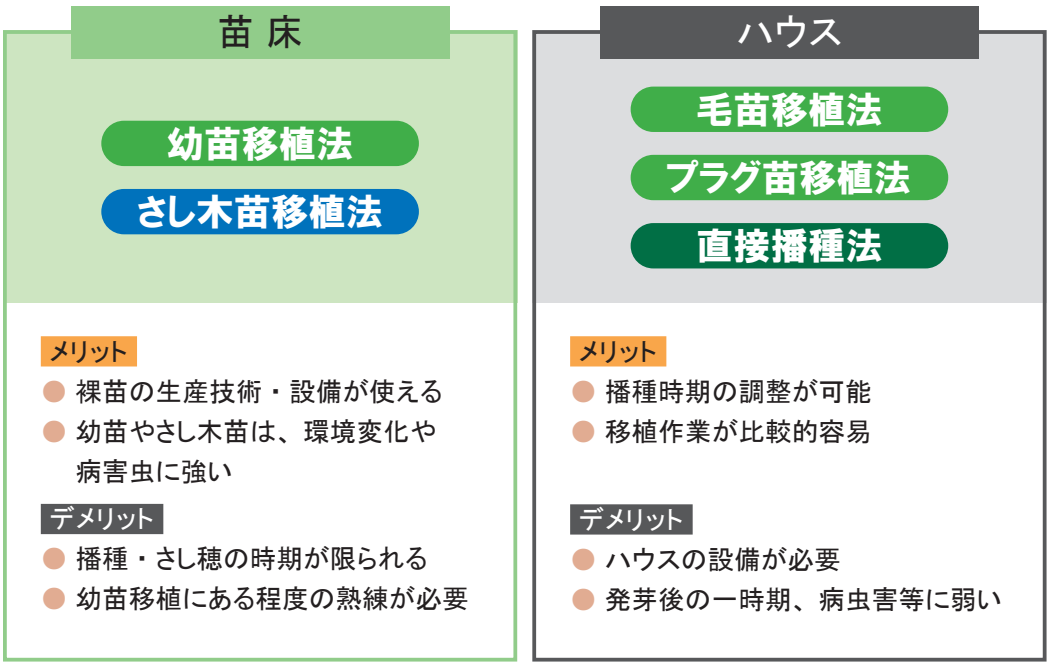


図 17 各栽培方法のメリット・デメリットのまとめ

芽生えの姿

セルトレイからの発芽

育苗箱の毛苗

コンテナへ移植した毛苗

4

設備や資材の準備

1．栽培に必要な設備…… 22

2．栽培設備の導入等…… 23

3．培地の準備…… 28

4．元肥の準備…… 29

4 設備や資材の準備

1. 栽培に必要な設備

スギ 150cc コンテナ苗を約 5 万本栽培する場合に必要となる設備とその費用は表 1 のとおりです。

表 1　必要な設備の組合せ

育苗方法		実生苗生産				さし木苗生産
		幼苗移植法	毛苗移植法	プラグ苗移植法	直接播種法	さし木苗移植法
容器	コンテナ	◎	◎	◎	◎	◎
	セルトレイ	×	×	◎	×	×
育苗施設	苗床	◎	×	×	×	○
	野外育苗施設	◎	◎	◎	◎	◎
	ビニールハウス	×	◎	◎	◎	×
	育苗ベンチ	◎	◎	◎	◎	◎
機械	播種機	×	×	○	○	×
	培地充填機	○	○	○	○	○
	穴あけ機	○	×	○	×	○
	苗木抜き取り機	○	○	○	○	○
必要な初期費用の目安（用地費用除く）		150 万円～450 万円	1,050 万円～1,200 万円	1,050 万円～2,100 万円	1,050 万円～1,200 万円	150 万円～450 万円

凡 例
◎　必ず必要な設備
○　導入すると有用性が高いもの・生産規模が小さい場合は不要な設備
×　不要な設備

※必要な初期費用の目安の下限値は◎のみを組合せた試算。上限値は◎に○を組合せた試算。
※野外育苗施設とは、25 ページで紹介する仕様を想定。
※ビニールハウスは、26 ページで紹介する仕様を 3 棟設置した場合を想定。
※苗床の作業に使用するトラクター等については初期費用に含めていない。

2. 栽培設備の導入等

（1） コンテナ

5 万本分のコンテナ苗の栽培に 150cc コンテナ苗の場合には 1,250 個、300cc コンテナ苗の場合は 2,084 個のコンテナが必要となります。コンテナは再利用が可能ですが、菌害等の病気の予防のため、再利用時には洗浄や殺菌（ボルドー液等）が必要です。

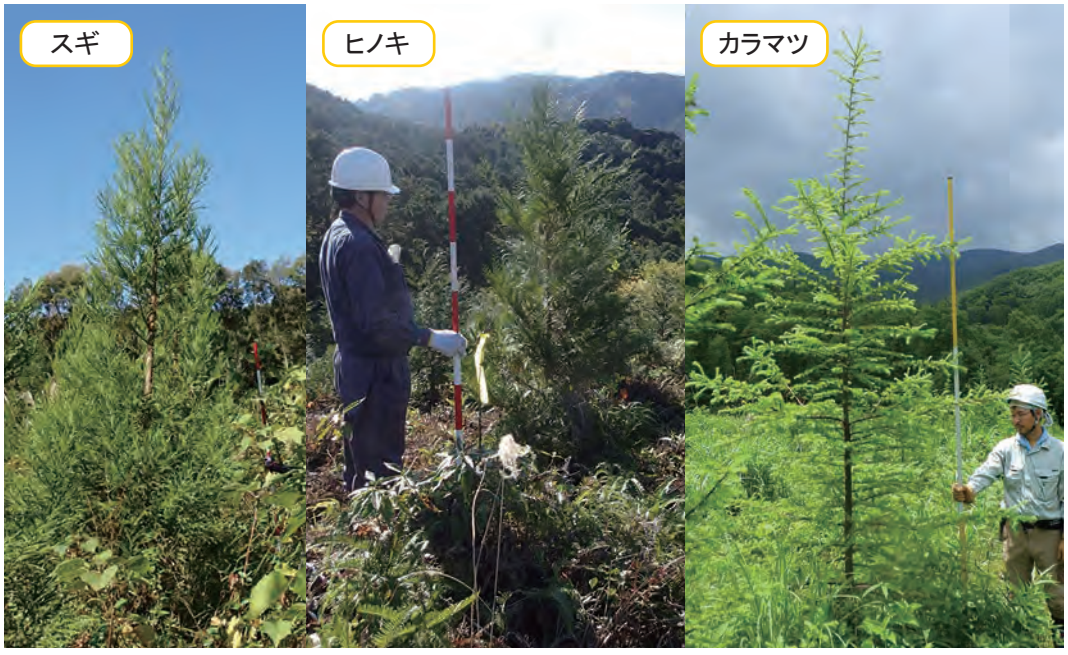
（2） 水源

コンテナ苗の栽培には、定期的なかん水が必要です。そのため、コンテナ苗の栽培施設は、農業用水や井戸水等が十分に確保できる場所に設置するとともに、ポンプやタンク等を用意することが必要になります。5 万本のコンテナ苗に 2 日に 1 回の間隔で 1 日 30 分かん水すると仮定した場合、1 か月で約 50m^3 の水が必要となります。

（3） 苗床

幼苗やさし木苗を作るための苗床は、5 万本栽培する場合、幼苗栽培で約 0.5a、さし木苗栽培で約 5 a 必要です（いずれも通路等の面積を含む）。

コンテナ苗を植栽して5～6年後の成育事例



（4） 育苗ベンチ

- エキスパンドメタル④を天板とした専用の育苗ベンチは、設備コストがかかりますが、屈まずに立ったまま作業ができるため作業効率が上がります（図 18）。
- コンクリートブロックにアングル鋼⑤やチャンネル鋼⑥といった鋼材を使って育苗ベンチを作る方法もあります。２ｍアングル鋼（厚さ 4mm × 50mm × 50mm × 2 m）２本とコンクリートの組み合わせで約６個のコンテナが設置できます（図 19、図 20）。
- 園芸用のカゴを逆さにして育苗ベンチとして使用することもできます（図 21）。

図 18　エキスパンドメタルを天板にした育苗ベンチ

図 19　ブロックとアングル鋼で作った育苗ベンチ

図 20　ブロックとチャンネル鋼で作った育苗ベンチ

図 21　園芸用のカゴを逆さにした育苗ベンチ

ことば

④ エキスパンドメタル：金属材料に千鳥状の切れ目を入れて引き伸ばす方法で菱形・亀甲型の網目状に加工した製品
⑤ アングル鋼：断面が山型の形状をした型鋼
⑥ チャンネル鋼：断面がコの字のような形状をした型鋼

（5） 野外育苗施設

- 150cc のコンテナ苗 5 万本を栽培する場合、コンテナを 1,250 個置くスペースと通路を含めて約 5 a の面積が必要です（300cc のコンテナ苗の場合、コンテナ 2,084 個を置くスペースと通路で約 8.5a の面積が必要 ）。
- 雑草の侵入を防ぐため、コンテナを配置する地面に防草シートを敷きます。
- かん水設備は、 1 ライン約 14 m （ 7 本 2 mピッチ）で設置した場合、配置できるコンテナは 160 個配置ですので、 8 ライン設置すると 1,280 個のコンテナを配置できます。なお、コンテナの配置によって水が届かない等のかん水ムラが発生します。そのため、水がかかりにくい場所を確認し、補助的に手かん水することを検討します（図 22)。

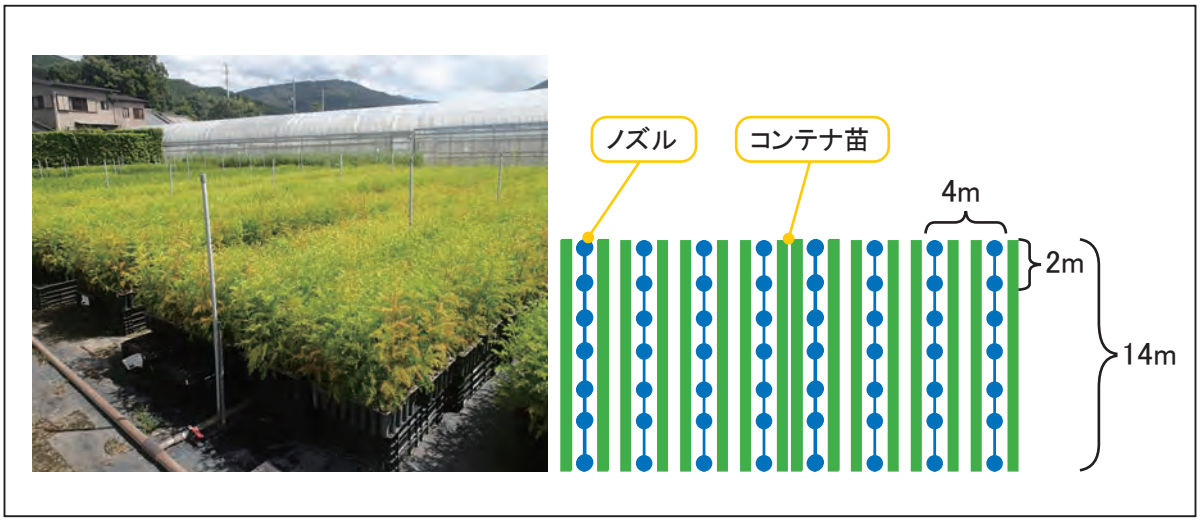


図 22 屋外育苗施設のイメージ（写真は見える範囲でかん水設備4ライン分）

（6） ビニールハウス

発芽したばかりの小さな苗は、風や雨や乾燥等の環境変化に脆弱であり、枯死するリスクがあります。**毛苗移植法** **プラグ苗移植法** **直接播種法**では、この小さい苗の栽培期間があることから、環境管理のためのビニールハウスが不可欠となります。栽培に必要な温和な環境を確保するためには、遮光のためのネットの取り付けができ、側面・屋根部の開閉により気温の調節が可能なハウスを選択する必要があります。なお、積雪の多い地域では耐雪型のハウスが必要になります。

○ハウスの設置例

（非耐雪型の 6.5m × 25.0m のビニールハウス（図 23）を導入した場合）

- 育苗ベンチを 3 列設置すると、450 個のコンテナが設置可能です。
- かん水装置は、 3 列の育苗ベンチに沿って設置します。
- コンテナへの直接播種等で種子を発芽させる場合には、かん水により覆土が撥ねられ種子が裸出しないようミスト散水のような柔らかいかん水ができるノズルを選択します。

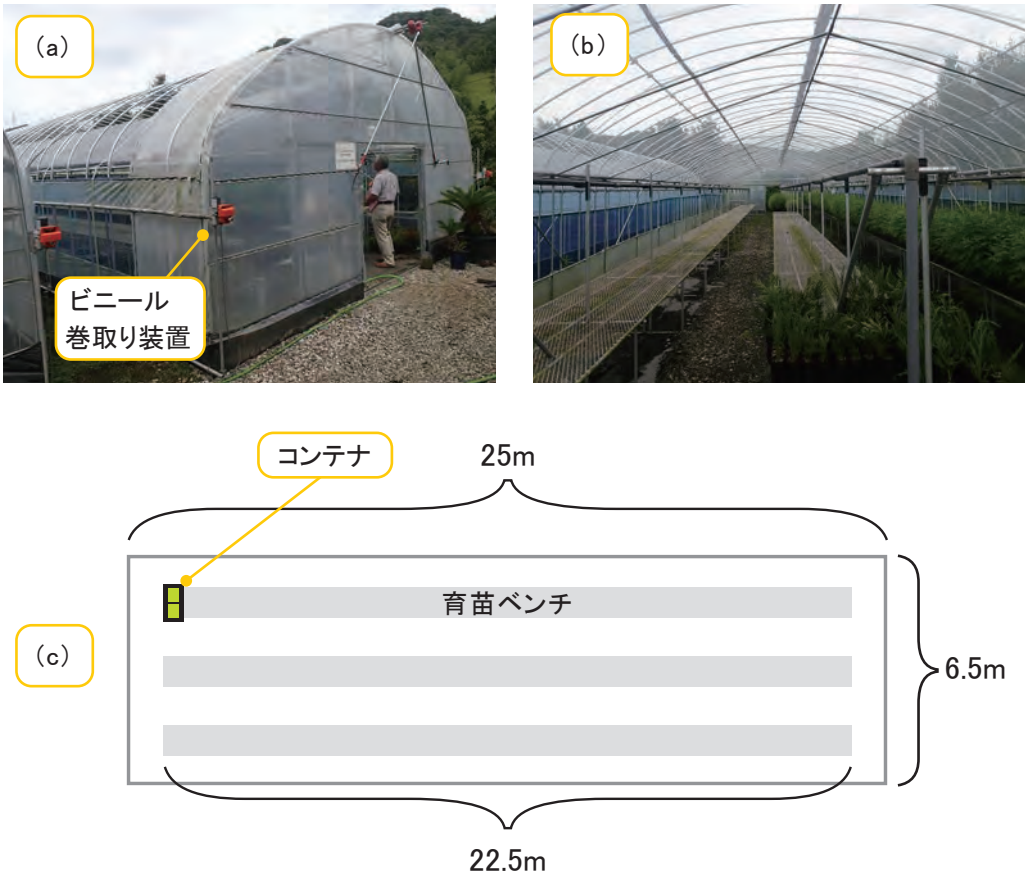


図 23 側面のビニールの開閉を制御する巻取り装置が付いたビニールハウス
(a) 外観、(b) 内部、(c) 育苗ベンチやコンテナのハウス内部での配置模式図

（7） 培地充填機

栽培本数が少ない場合、コンテナへの培地の充填や移植用の穴あけは手作業でできますが、栽培規模が３～４万本を超えるようになると手作業は困難となり、培地充填機や穴あけ機が必要になります。培地充填機と穴あけ機の機種や大きさは、栽培本数によって異なります。

- 200 リットルタイプの撹拌機とセットの培地充填機の場合（図 24）、１回の撹拌処理で約 25 個（150cc コンテナ 1,000 本分）のコンテナに培地を充填することができます。コンテナへ幼苗・さし木苗を移植する目安は１人で１日当たり 1,000 本程度ですので、移植に当たる作業員数から総移植本数を計算し、これに合わせてコンテナへ培地の充填をすることとなります。
- 10 ～ 20 万本以上の栽培本数の場合、培地充填から穴あけまでを自動的に行うような大型の培地充填機を設置する必要があります（図 25）。2,000 リットルタイプの撹拌機の場合、１回の撹拌処理でコンテナ約 250 個（150cc コンテナ 10,000 本分）の充填作業が約１時間でできます。大型の培地充填機はセルトレイの培地充填にも使用できます。

詳しくは 76 ページ参照

図 24　培地充填機（左）と穴あけ機（右）

図 25　大型の培地充填機

3. 培地の準備

コンテナ苗の栽培に使用する培地は、軽くて適度に保水性・排水性・通気性がよいものが求められます。軽い培地を用いることで栽培時のコンテナの持ち運び等の取り扱いが容易になり、植栽作業の効率化にも繋がります。

現在、全国のコンテナ苗生産者で広く普及している培地ベースはココナツピートです。スギバークを原料とした育林コンポストも九州の生産者の一部で使われています。

(1) ココナツピート

ココナツピートは、ヤシ殻(ココナツハスク)を粉砕・発酵させたものです。多くの場合、排水性・通気性を改良するため鹿沼土やパーライト等を20%程度、また、苗の生育に必要な肥料を元肥(次項29ページ参照)として加えたものを使用します。これらを配合した専用培地も販売されています(図26)。

図26 鹿沼土や元肥が配合された
[コンテナ苗木育苗培土(株式会社トップ)]

(2) スギバークコンポスト

スギバークコンポストは、製材所で発生したスギの樹皮を3年間野積み・切返しで自然発酵させ、それを粉砕したものです(図27)。主に宮崎県を中心にスギさし木苗栽培に利用されています。実生苗の栽培には、必要に応じて元肥の他に排水性・通気性改良のパーライト等の素材を15%程度配合して使用します。

図27 スギバークを発酵・粉砕した
[育林コンポスト(都城森林組合)]

4. 元肥の準備

培地に元肥として、緩効性化成肥料を配合します。多くの生産者が使用している、[ハイコントロール 085（総合微量要素入り） 180 日タイプ（ジェイカムアグリ株式会社）] を使用する場合、培地 1 リットル当たり 4 ～ 20g の元肥を配合します。樹種や移植する苗の大きさにより、培地に配合する元肥の量を表 2 を参考に調整します。

表 2 培地に配合する元肥（ハイコントロール 085 180 日タイプの場合）の量（培地1リットル当たり）

樹種	毛苗・直接播種（1 ～5cm）	幼苗（10cm ～）	さし木（25cm ～）
スギ	10 ～ 20g/ リットル	4～ 10g/ リットル	3～8g/ リットル
ヒノキ	10 ～ 20g/ リットル	6～ 12g/ リットル	—
カラマツ	10 ～ 20g/ リットル	4～ 10g/ リットル	—

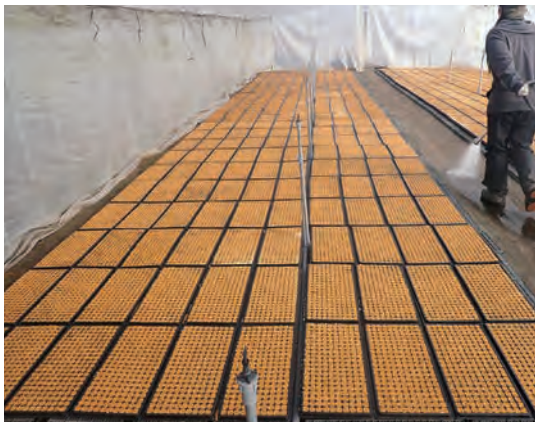
緩効性化成肥料には、3 大栄養素のチッ素（N）、リン酸（P）、カリウム（K）が規定量で配合されています。[ハイコントロール 085] の場合、N：P：K（%）=10：18：15 で配合されており、さらに微量要素（Mg：Mn：B：Fe：Zn 他）も含まれています。

緩効性化成肥料の肥効期間は、25℃においてチッ素が 80％溶出する日数を○日タイプと表記しています。

作業風景 1

播種～移植

セルトレイへ播種



播種直後のセルトレイ

毛苗の移植作業

幼苗の移植作業

5

コンテナ苗の栽培１（外出し前まで）

１．幼苗移植法…… 32

２．毛苗移植法…… 37

３．プラグ苗移植法…… 40

４．直接播種法…… 44

５．さし木苗移植法…… 46

5 コンテナ苗の栽培１（外出し前まで）

1. 幼苗移植法

苗床で幼苗を栽培し、これをコンテナに移植して栽培する方法

春先、苗床に種子を播き、発芽後もそのまま苗床で１成長期育てます。苗長が 10 ～ 15cm 程度の幼苗（ことば：17 ページ）まで大きくなった段階で、コンテナへ移植して栽培します。前半の幼苗の栽培工程は、裸苗を栽培する場合の１年目の工程と同じです。

（１） 幼苗の栽培

苗床の準備

苗床の全面を 30cm 程度（苗の根が伸びる深さ）まで耕うんします。堆肥等の有機質を土壌の質に応じて 10a 当たり 75 ～ 300kg（15kg の袋で 5 ～ 20 袋）すき込み、さらに化成肥料を約 20kg 施用して耕うんして平坦にならします。

日当たりを考慮して播種床は原則として東西の方向に幅１m、長さ 10 ～ 20m とし、床間の歩道の幅は日覆いする場合で 50 ～ 60cm 程度とります。一般に床面は 10 ～ 20cm 盛り上げ、種子の定着をよくし覆土を均一にするためコンクリート製ローラー等を使って大人が踏んでも沈まない程度に固めます。

図 28　芽生えた苗をネットで遮光

播 種

播種は晩霜害のおそれがなくなる時期に行います。種子は床面に均等に播きつけ、覆土は種子が見え隠れする 5mm 程度を篩（ふる）いがけします。覆土後は、床の乾燥防止のため、ワラ・こも・ネット等のマルチング資材で覆います。

発芽後

発芽したらマルチング資材を外し、遮光率60%程度のネット等でトンネルを作り強い日射しを避けながら苗を育てます。8月中旬までに、不良苗や混み合っている苗を2～3回間引きをします。同時に除草を行い、8月下旬以降はネットを外します（図29）。

図29　苗床で育った幼苗

病害防除

病害予防のため、農薬散布を20～30日に1度の間隔で行います。薬剤は、[タチガレン（三井化学アグロ株式会社）]、[ジマンダイセン（日産化学株式会社）]、ボルドー液等の殺菌剤を使用します。

根切り作業

スギとヒノキの苗は8月中旬から下旬にかけて冬に向けての徒長防止、細根の発育促進・肥大成長のために根切りを行います（図30）。カラマツの場合は不要です。

図30　根切り作業

掘り取り選苗

苗木の成長が止まる秋から冬にかけて幼苗を掘り取り、不良苗を取り除き、大きさ別に選苗します。コンテナへの幼苗移植の際、大きさが揃った苗を使うことで、コンテナ単位での施肥等の栽培管理が容易になります。

仮植・保管

選苗した幼苗は、束にまとめて畑に仮植します。この際には、根が乾燥しないように土を十分にかけるとともに、寒害防止のためネット等をかけて保管します（図31）。なお、カラマツの場合には、選苗後に低温庫に保管することもあります。

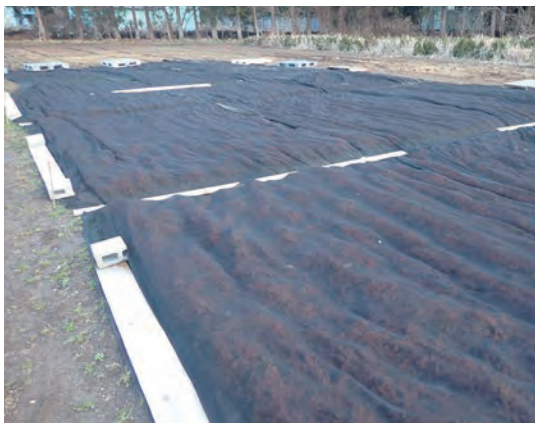


図31　幼苗を仮植してネットの下で保管

（2） 移植

コンテナへの培地の充填

トロ舟のような大きな容器内に培地を入れ、それをちりとり等ですくって、コンテナへかけながら充填します（図 32）。

培地は、詰めすぎると根が育成孔全体に張らないおそれがあるため、詰めすぎないように注意します。育成孔容量の 1.1 ～ 1.2 倍程度の培地が目安となります。コンテナの育成孔に培地を満たした後、複数回軽くコンテナを地面に落として填圧を加え、その衝撃で培地が詰まり、できた育成孔の上部空隙に再度培地を詰める要領で行います。

図 32　手でコンテナに培地を詰める様子

培地の穴あけ

金属の棒等で幼苗を移植する穴をあけます（図 33）。穴の深さは、育成孔に詰められた培地の 2/3 程度です。

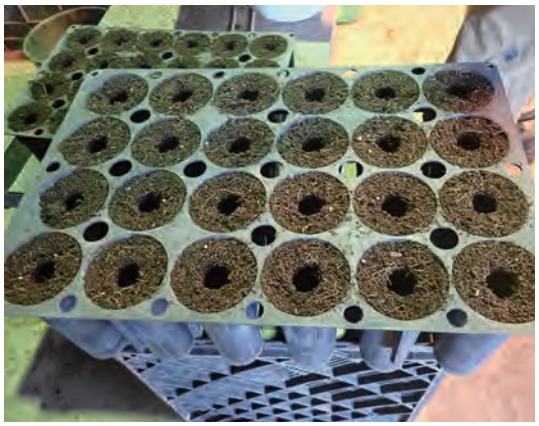


図 33　移植前に穴をあける

幼苗の移植作業

幼苗の根は事前に一定の長さに切り揃え（図34）、裸根の部分を水に浸けておきます。移植に当たり、幼苗の根を保水剤の水溶液に浸します。保水剤は苗木用として販売されている［ウォーターキープ（株式会社サンテクノ）］等が広く普及しています。

ピンセットや箸等を使って幼苗を培地の穴へ移植します（図35）。このとき主根を曲げないように真っ直ぐ下方に向けてさし込みます（図36）。苗の根元回りの培地を指でしっかり押さえ込み固め、さらに育成孔上面まで培地を追加し覆土します。最後にコンテナごと水に浸けて培地を十分に吸水させ、培地と根がしっかり密着するよう馴染ませて作業を終えます。

この移植作業で重要な点は、根を曲げないことです。根が曲がった状態で移植されると、根鉢内で健全な根系の発達ができず、植栽後の活着や成長に重大な影響を及ぼすことが明らかになっています（コラム 36 ページ：根を曲げて移植したコンテナ苗）。

図 34　移植用の幼苗（苗長 10 ～ 15cm）

図 35　箸等を使って幼苗を移植する

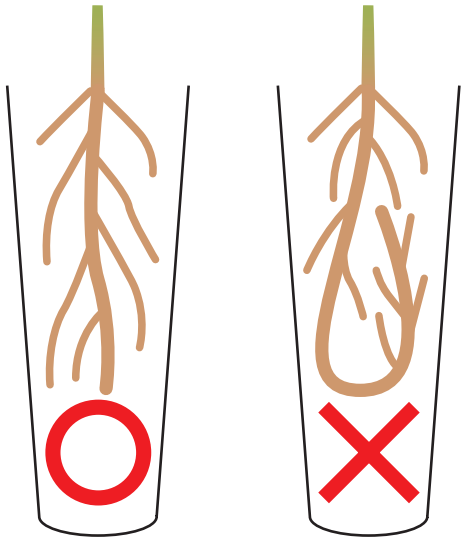


図 36　コンテナに幼苗を移植する時は主根を折り曲げずに真っ直ぐ下方に向けて植え込む

移植直後のかん水管理

幼苗を移植したコンテナは、基本的に野外育苗施設で栽培することが可能です。ただし、春の移植適期を逃し、日射しが強くなる時季までずれ込んだ場合は、ネットでの遮光（遮光率 50 ～ 70%）を検討します。なお、カラマツ幼苗は葉が未展開の苗を移植するので、遮光は必要ありません（図 37）。

移植後、新たな白根や葉が出て確実に成長を始めるまでには約 1か月の期間を要します。この 1 か月は最も注意を要する期間であり、毎日の天候の確認が重要です。晴天であれば基本的に毎日かん水が必要になります。

図 37　移植直後のカラマツ幼苗

コラム　根を曲げて移植したコンテナ苗

幼苗の根を曲げてコンテナに移植した場合でも根鉢は形成されます。しかし、主根が上方を向いているため、植栽後、根が鉛直方向へ垂下できず地表面近くのみの根張りとなります。地表からの乾燥の影響を受けやすく、無降雨が続くとすぐ枯れてしまうか、成長がほとんどできない状況になります。

移植時に根を曲げてしまう原因としては、まず、不注意があります。移植用の穴に根を真っ直ぐ挿入することを常に心がけて下さい。また、穴の深さより根が長い場合や育成孔に培地を詰め過ぎて堅くなった場合に、根を真っ直ぐ挿入できなくなると考えられます。

移植後は、根の状態は外から分からないので、これらの点に十分留意して下さい。

図 38　主根が曲がっているコンテナ苗の根鉢サンプル（根鉢を切り出し洗浄後乾燥）

2. 毛苗移植法

育苗箱で毛苗を栽培し、これをコンテナに移植して栽培する方法

育苗箱に種子を播き、発芽して苗長が 2 ～ 3 cm になった毛苗（ことば：17 ページ）をコンテナに移植します。その後、苗が 10cm 以上に成長したらハウスから外へ出し野外育苗施設で栽培を継続します。

（1） 播種

育苗箱へ播種

園芸用として流通している播種用の培土を育苗箱に入れ、種子を均等に播きます。一箱（35cm × 27cm）500 ～ 1,000 本採れるよう発芽率に合わせて播種量を調整します。発芽率 30％の種子を使用する場合、スギ・ヒノキで約 6 ～ 11.5 g 程度、カラマツで約 9 ～ 17.5g です。

ハウスでの発芽管理

ネットを張ったハウスで遮光しながら、高温や低温にならないよう注意し、換気をして 20℃前後を維持します（図 39）。

かん水によって種子が培地の表面に浮き出さないよう、目の細かいシャワー散水やミスト散水を行います。およそ 1 ヶ月程度で発芽します（図 40）。発芽後も培地表面が乾かないよう、毎日かん水を継続します。

図 39　播種した育苗箱はネットで遮光したハウスで管理

図 40　育苗箱の毛苗

（2） 移植

コンテナへの培地の充填

コンテナへの培地の充填方法は、幼苗移植法と同じです。34 ページ参照

毛苗の移植作業

育苗箱から毛苗を痛めないように注意しながら抜き取ります（図 41）。箸を使って根の先端を掴み培地に優しくさし込むようにして移植します（図 42）。幼苗移植のように事前に移植用の穴を開けておく必要はありません。移植が終わったらコンテナごと水に浸けて、培地に十分に吸水させ根との密着性を高めます。

毛苗の移植は、子葉から本葉が数枚出て根が主根一本で側根が少ないときに行うと活着やその後の成長がよい傾向にあります。

図 41　移植用の毛苗（苗長1～5cm）

図 42　箸を使って毛苗を移植する様子

（3） ハウス内の栽培管理

移植直後のかん水

移植した苗が活着するまでの１～２週間程度は、コンテナの培地の乾き具合を観察しながら、毎日かん水します。

外出し前までのかん水管理

活着後、外出しに適した 10cm 以上のサイズになるまでは、１日か２日に１回程度かん水します。培地が過湿状態になると根腐れ等が発生するおそれがあるので、常に培地が濡れた状態を保つのではなく、培地表面が乾いてきてからかん水をするようにします。

鳥獣害対策

育苗箱に播かれた種子はネズミによって食害を受けることがあります。食害が認められた場合には、殺鼠剤の散布や捕獲器具によるネズミの駆除が必要です。また、鳥も同様に種子を食害するので、ハウス内に鳥が侵入しないよう必要に応じて対策します。

図 43　カタツムリの食害を受けた毛苗

カタツムリ・ナメクジ対策

カタツムリやナメクジが毛苗を食べることがあります（図 43、図 44）。このような場合、駆除剤を被害箇所の周辺に散布します。［スラゴ（三井化学アグロ株式会社）、ナメトール（株式会社ハイポネックスジャパン）］等が普及しています。

図 44　食害を引き起こしたカタツムリ

ゼニゴケ対策

過湿状態に長くおかれると培地表面にゼニゴケが生えることがあります（図 45）。そのまま放置すると毛苗の成長が悪くなるので、藻類用の防除剤を使用して駆除します。業務用としては［キレダー（アグロ カネショウ株式会社）］等が普及しています。

図 45　ゼニゴケが培地表面を被覆したところ

3. プラグ苗移植法

セルトレイでプラグ苗を栽培し、これをコンテナに移植する方法

セルトレイに種子を播き、発芽個体を数週間～数か月そのまま栽培し、プラグ苗を栽培します。これをコンテナに移植します。その後、苗が 10cm 以上に成長したらハウスから外へ出し野外育苗施設で栽培を継続します。

(1) セルトレイ

セルトレイは、野菜苗を栽培する農業分野で広く使われています（図 46）。林業種苗分野での利用はまだ試用段階にあり、本格的な普及はこれからです。

コンテナへの移植用プラグ苗として使用されているセル（トレイの孔）の数・容量は表 3 で示すように 128 穴、200 穴、288 穴のタイプです。セルトレイの寸法は統一されているため、セル数の多い方が多くのプラグ苗を栽培できますが、その分セル容量は小さくなります。セル容量の大小に応じて、プラグ苗のサイズの大小・育苗期間の長短・かん水頻度の多寡等が決まります。

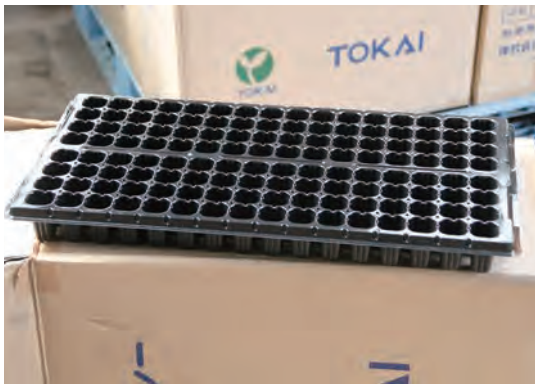


図 46 セルトレイ

セルトレイへの培地充填

セルトレイへ充填する培地には園芸用に流通している播種用培地を使います。充填は手作業でできますが、セルトレイの充填枚数によっては 27 ページの図 25 に示すような大型の培地充填機を使うことで作業能率が上がります。

なお、セルトレイに固化培土を詰めた商品も販売されており、これを購入すると培地詰め作業が不要となります（コラム 43 ページ：固化培土セル）。

表 3 プラグ苗栽培に使用されるセルトレイのセル数と容量の関係

セル数	セルの配列	セル容量
128	8 × 16	24cc
200	10 × 20	15cc
288	12 × 24	11cc

（2） 播種

セルトレイへの播種

セルごとに 3 ～ 10 粒ずつ播種します。粒数は発芽率に応じて調整します。発芽率が 30％であれば、5 粒播種すれば 1 ～ 2 本発芽する計算になります。近年、充実種子を選別し発芽率を 90％以上に高める機械が開発されており、これを使うと 1 粒播種が可能となり、間引き工程がなくなります（コラム 43 ページ:一粒播種）。

播種板を使用すると効率よく播種できます（図47：74ページ播種を行う器具及び機械参照）。

播種後は種子が軽く埋もれる程度の厚さで覆土します。

図 47　播種板でセルトレイに播種

図 48　播種後のセルトレイ

ハウスでの発芽管理

ネットで遮光したハウスで、高温や低温にならないよう注意し、換気をして 20℃前後を維持します。

かん水は、セルトレイを観察しながら、培地表面が乾かないようこまめに行います。かん水の際には、種子が培地の表面に浮き出ないよう、目の細かいシャワー散水やミスト散水を行います。およそ 1 か月程度で発芽するので、発芽後も培地表面が乾いたらかん水をするようにします。

（3） 移植

コンテナへの培地の充填

コンテナへの培地充填方法は、幼苗移植法と同じです。
34 ページ参照

図 49　セルトレイで育ったプラグ苗

プラグ苗の移植

プラグ苗が成長して、根鉢ができたらコンテナへ移植します。セルトレイでの栽培期間が長すぎると根が根鉢の中で回りすぎて根巻きを起こし、植栽後の根の成長に支障をきたすので留意が必要です。

移植に先立ちプラグ苗の根鉢が入る大きさの穴を開けます。移植は、ピンセットで根鉢を優しく掴み育成孔へ植え込みます。必要に応じて培地を追加して育成孔上面まで覆土します。移植終了後、コンテナを水に浸けて吸水させる時にプラグ苗の根鉢が浮き出さないよう（図 52）、追加培地でしっかり覆土し押さえ固めます。

図 50　セルトレイから引き抜いたプラグ苗

図 51　ピンセットでプラグ苗を移植

間引き

プラグ苗が複数の苗からなる場合、素性の良い健全な苗を残し、それ以外を根元からハサミで切断し間引きします。またコンテナ内で極端に大きな苗・小さな苗も間引きの対象とします。間引きは移植後数カ月後に生育状況を見て行います。

図 52　プラグ苗の根鉢が育成孔の培地から浮いてしまった状況

（4） ハウス内の栽培管理

ハウス内の栽培管理については毛苗移植法の同項目を参照ください。
39 ページ参照

コラム　固化培土セル

固化培土は、培地自体が既に成形されている製品です。根が培地内に回るよう特殊な製法で作られています。この固化培土をセルトレイに詰めた商品が販売されており、主なものとして［エクセルソイル（株式会社みのる産業）］、［プラントプラグ（株式会社サカタのタネ）］があります。価格の一例として［プラントプラグ（株式会社サカタのタネ）］は、200 穴 10 枚入り 11,000 円程度です。

固化培土の利点は、セルトレイに土を詰める作業が省略されることと、培地の成形性があることから芽生えとともに、コンテナへ移植することができることです。コンテナへの移植は、細い棒を根鉢に差し込んで行います（図 53、図 54）。

図 53　固化培土セルのプラグ苗

図 54　固化培土のプラグ苗の移植作業

コラム　一粒播種

スギ・ヒノキ・カラマツの種子は発芽率が低いため、セルトレイのセルに播種する場合、複数の種子を播く必要があります。その結果として複数の芽生えが発生すると、その後の栽培工程で間引き作業が必要になる課題がありました。

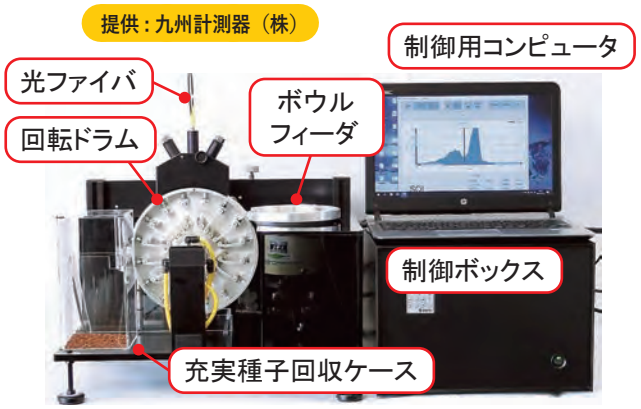


図 55　充実種子選別機

この課題を解決するため、近赤外線光分析による充実種子選別機が開発されました（図 55）。この機械に種子を通すと、不稔種子を取り除き発芽能を有する充実種子のみを選び出すことができ、結果的に発芽率 90%以上の種子を得ることができるようになりました。

この選別された充実種子を使いセルや育成孔に1粒ずつ播種することで、90%以上の確率で 1 本の発芽個体が得られるため、間引き作業自体がなくなり生産性向上に繋がります。

4. 直接播種法

コンテナの育成孔に種子を直接播いて発芽させ、栽培する方法

育成孔に複数の種子を播きます。播種後１か月程度で発芽します。複数本の芽生えが発生した場合には、苗が５cm 程度になった時点で間引きし一本仕立てにします。苗が 10cm 以上に成長したら外出しし野外育苗施設で栽培を継続します。

コンテナへの培地の充填

コンテナへの培地の充填方法は、幼苗移植法と同じです。34 ページ参照

（１） 播種

育成孔に直接播種

育成孔の培地表面に直径 2 ～ 3cm・深さ 5mm 程度の小さな窪みをつくり、種子の発芽率に応じて３～ 10 粒の種子を播きます。発芽率が 30%であれば、５粒播種すれば１～２本発芽する計算になります（図 56）。

播種板を使用すると効率よく播種できます（図 57：74 ページ播種を行う器具及び機械参照）。

種子が軽く埋もれる程度の厚さで覆土します。

図 56 培地を詰めた育成孔へ複数の種子を直接播く

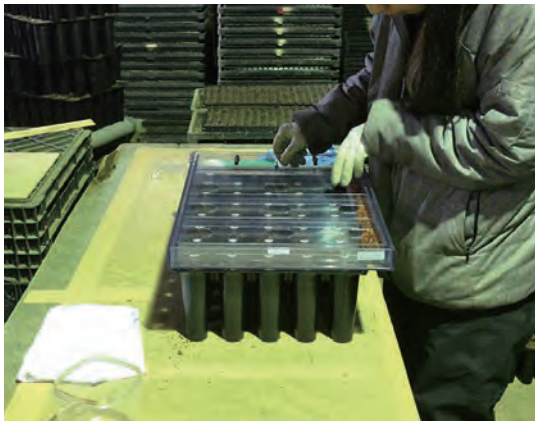


図 57 播種板でコンテナへ直接播種

ハウスでの発芽管理

ネットを張ったハウスで遮光しながら、過度な高温や低温にならないよう注意し、換気をして 20℃前後を維持します。

かん水は、培地表面が乾かないようこまめに行います。かん水の際には、種子が培地の表面に浮き出ないよう、目の細かいシャワー散水やミスト散水を行います。およそ 1 か月程度で発芽します。発芽後は、培地表面が乾いたらかん水をするようにします。

（2） ハウス内の栽培管理

ハウス内の栽培管理については毛苗移植法の同項目を参照ください。 39 ページ参照

間引き

育成孔に複数の芽生えがある場合、間引きを行います。

間引きは、苗長 5cm 以上の大きさになった段階で行い、素性の良い健全な苗を残し、それ以外のものをハサミで根元から切断します。また、コンテナ内で極端に大きな苗・小さな苗も間引きの対象とします（図 58）。

図 58　間引き作業の様子

5. さし木苗移植法

苗床や育苗箱で発根させたさし穂を、コンテナに移植して栽培する方法

春や晩秋に採取したさし穂を苗床等にさします。さし穂の切断面にカルス（根の原基）が形成され発根が認められたものをコンテナへ移植します。その後、野外育苗施設で栽培します。

（1） さし木苗の栽培

さし穂の採取

採穂園で、さし穂を採取します。前年度に伸長した枝のうち軸が通直なしっかりした枝を選び（軸が曲がった枝性のものは排除します）、枝の先端から 30 ～ 40cm の長さに剪定バサミで切って採取します。さし穂は秋に行うことが一般的ですが、春にも行います。

さし穂の調整

さし穂は、乾燥すると発根しなくなるので、流水に浸けながら保管します（図 59）。

さし付けを行うに際にはさし穂の調整が必要です。まず穂の基部から 1/3 ～ 1/2 の枝葉を取り除き、基部先端を鋭利な小刀で斜めに切り落として行います。その後、調整したさし穂を発根促進剤に 12 ～ 24 時間程度浸け置きます。発根促進剤は［オキシベロン（バイエルクロップサイエンス株式会社）］等が普及しています。

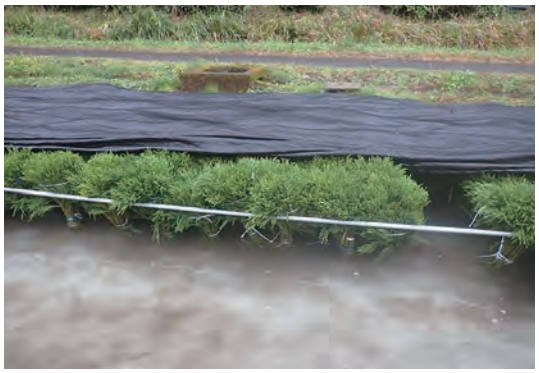


図 59　さし穂を流水に浸けて保管

床ざし

床ざしは、主に九州で普及しています。さし床づくりはさし木裸苗栽培の床づくりと同じです。畑土を耕うんし、幅 95cm、長さは任意、床の高さは 5 ～ 10cm 程度とします。

さし穂を 5cm × 5cm 間隔で、1/3 程度まで床にさします。その後、十分にかん水し遮光ネットでトンネル状にカバーします。秋に床ざしを行う秋ざしが一般的ですが、春に行う春ざしもあります。

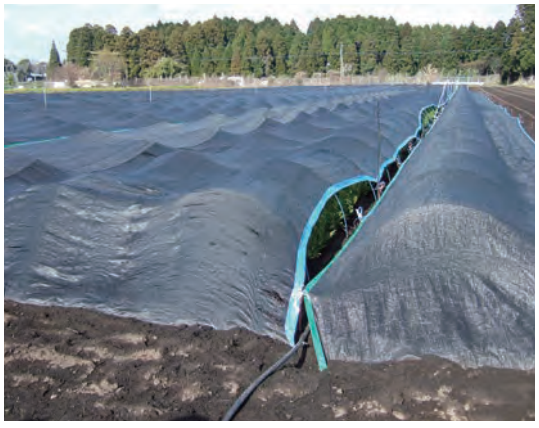


図 60　畑にさして発根させる

箱ざし

箱ざしは、小規模にさし木苗栽培を始める生産者に適した方法です。用土を詰めた育苗箱に、さし穂をさします。用土は、通水性が良く清潔で肥料分がないことが条件になり、赤玉土･鹿沼土（小粒)･ボラ土・バーミキュライト・パーライト等を単体で用います。他には、園芸用として流通しているさし木用の培土を用いることもできます。

図 61　箱ざしの様子

（2） 移植

コンテナへの培地の充填　培地の穴あけ

コンテナへの培地の充填方法、培地の穴あけは、幼苗移植法と同じです。34 ページ参照

移植作業

秋ざしの穂は 4 ～ 6 か月後、基部の切断面にカルスが形成され（図 62)、ここから発根します。この状態になったさし穂をコンテナへ移植します。なお、春ざしではさし穂の活性が高くなっており、3 か月程度で移植可能になります。

さし穂は育成孔の 6 割程度の深さまでさし込み、必要に応じて培地を育成孔上面まで追加し押さえ固めます（図 63)。移植が終わったコンテナは水に浸けて、培地に十分に吸水させ、培地と根の密着性を高めます。

なお、移植の際、サイズの揃ったさし穂をコンテナへ移植すると、その後のかん水・施肥等の栽培管理が統一的にできます。

図 62　さし穂の切口に形成されたカルス

図 63　カルス形成や発根したさし穂をコンテナへ移植

移植直後のかん水等の管理

さし穂を移植したコンテナは、かん水装置がある野外育苗施設へ並べます。天候の状態を観察しながら、晴天であれば基本的に毎日かん水します。

なお、移植苗は梅雨入りの頃までは遮光ネットで覆い養生させます。

コラム　先進的なさし木コンテナ苗栽培方法

コンテナさし木苗の生産に関する、最近の技術開発等の取り組みを紹介します。

直ざし法

この方法は、さし穂を育成孔に直接さして発根させる方法です。これにより、さし穂を床ざしし移植苗を作る栽培工程を省くことができ、苗床が不要になります。いわば育成孔への直接播種法のさし木版です。

ただし、気温・日射・空中湿度・かん水等栽培環境の適正な把握と制御が難しく、関心のある種苗生産者が栽培試験や経験を積み重ねて取り組んでいる状況です。

栽培スケジュールは、床ざしにより移植苗を作る場合と基本的に変わりません。

施設とかん水管理

さし穂の発根を促すため、ハウス内を遮光した上で、定期的なミスト散水によって湿度を100%程度に保ちます。具体的には、葉に水が付き、培地が適度な湿度を保つ状態にします。

ハウス内にビニールトンネルを作り、その中で管理する方法もあります（図 64）。

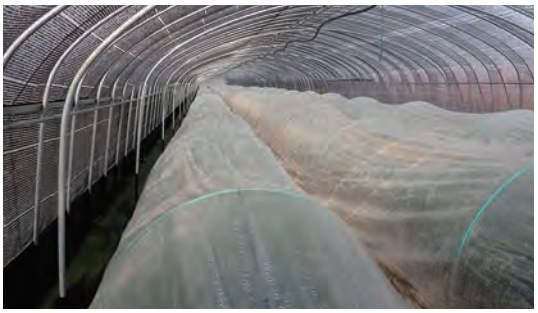


図 64　ハウス内にトンネルを作る方法

エアざし法

床ざしでの移植苗栽培では、さし穂をさし付けてから4～6か月後、 カルス形成・発根の頃合いを見計らって掘り取りしコンテナに移植します。 しかし、さし穂の掘り上げの手間が大きいこと、掘り上げてみないと発根状況が分からない等の課題があります。

このような中、さし穂を空気中で発根させる「エアざし」[13] という方法が開発されました（図 65）。これは、さし穂を金網の目にさして空気中に固定し、定期的にミスト散水を行い、発根を誘導させる方法です。この方法を使うと3～4か月で発根させることができ、発根状況を確認した上で、移植を行うことができます。

図 65　エアざしで発根する様子

参考文献 13

●用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver.1.1
●国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 九州育種場（2021）

6

コンテナ苗の栽培2（外出し以降）

1．外出し…… 50

2．かん水管理…… 52

3．施肥管理…… 54

4．病虫獣害対策と除草…… 55

5．コンテナ苗の冬越し…… 57

6 コンテナ苗の栽培2（外出し以降）

1. 外出し

毛苗移植法 プラグ苗移植法 直接播種法での栽培では、芽生え後にハウスでの栽培が必要です。ハウスで一定期間成長させたら、外出しとなります。

一方で、幼苗移植法（32 ページ参照）とさし木苗移植法（46 ページ参照）は、ハウスでの栽培が必要なく、移植後は基本的に野外育苗施設での栽培となります。

外出しのタイミング

芽生え後の小さな苗はハウスの遮光ネット環境下で栽培します（図 66）。苗長が 10 ～ 15cm になり、培地にしっかり根を張り、コンテナの底から根が見える状態になったら外出しをします。

外出しは、日射が少なく気温が高すぎない梅雨時期が適しています。梅雨時期を過ぎてしまった場合に、いきなり夏の強光下に曝（さら）すと日焼け障害を起こします。梅雨の適期を逃した場合は、酷暑の過ぎた夏の終わり頃に外出しするのが安全です。

図 66　苗が小さい時は、ネットで遮光して栽培する

ハウスで栽培した苗をそのまま出荷してよいのか？

ハウスで栽培したコンテナ苗を野外環境に慣らさないまま出荷すると、植栽した際に寒さ等のストレスを受け枯れる可能性があります。そのため、野外育苗施設に外出しして十分に屋外の環境に順化させる必要があります。

必ず育苗ベンチに載せる

外出ししたコンテナは必ず育苗ベンチに載せます。十分な日光とかん水で栽培し、コンテナ底から出た根は空気根切りされ、根鉢形成を促進させます。

育苗ベンチに載せずコンテナを地置きするケースも見られますが、根鉢内の根が地中に伸張し、結果的に根鉢の形成や植栽後の成長に悪影響を及ぼします。（コラム 51 ページ：コンテナの地置きと根鉢形成）。

コラム　コンテナの地置きと根鉢形成

コンテナの外出しに当たって、育苗ベンチに載せずに地面に直接置いて栽培し（図 67）、出荷の2か月程度前に育苗ベンチに戻して根鉢形成を図り出荷する生産者が見られました。

この地置きの方法は、地中に伸張した根が水分や養分を吸収できるため、苗の地上部の成長が良いという特徴がありました。

しかし、地上部の大きさに対して根鉢内の根が少ないため T/R 比（地上部 / 地下部の重量比）が高いコンテナ苗になり、植栽後の成長に悪影響を及ぼすことが分かりました。また、地面にコンテナの底が接することで根鉢内へ菌が侵入しやすく、根腐れを起こす傾向にあるとの報告があります（図 68）。

そのため、最近は、コンテナを地置きする生産者は減少しています。

図 67　地置きしたコンテナから地中に伸びた根

図 68　コンテナ地置きによる根鉢下部の
根腐れ状況（写真左丸）と健全苗（写真右）

2. かん水管理

かん水は、適度な場合は苗の旺盛な成長につながる一方で、不十分な場合は乾燥・枯死を招くことから、苗木栽培の中で非常に重要な作業です。かん水は、苗畑の自然環境や面積、水利（流水・井戸水・水道水）と水供給量、樹種、コンテナの容量やリブ・スリットの違い等を考慮して行います。

ここでは、野外育苗施設での一般的なかん水の方法を紹介します。それぞれの苗畑環境等を考慮しかん水管理を考える上での参考にしてください。

春から梅雨の時期まで

１日か２日に１回かん水します。１回のかん水はコンテナの底面から水が滴り落ちるようになるまで十分に行います。ただし、培地が過湿状態になると根腐れ等が発生するおそれがあるので、常に培地が濡れた状態を保つのではなく、培地表面が乾いてきてからかん水をするようにします。

図 69　スプリンクラーによるかん水

夏 季

培地からの蒸発や大きくなった苗からの蒸散が増え、大量の水が必要となるので、毎日かん水します。朝にかん水をしても夕方には根鉢が乾く状態にあれば１日２回かん水します。

秋 季

根鉢の形成を促すため、かん水間隔を延ばし、２～３日に１回程度します。ヒノキでこの特徴が顕著で、毎日かん水するよりも３日に１回程度にかん水間隔を延ばした方が、根鉢がよく発達したという報告があります（参考文献［３］）。

参考文献 3

●スギ・ヒノキコンテナ苗生産の手引き（改訂版）
●島根県中山間地域研究センター（2018）

生産者のかん水管理

全国の生産者を対象にかん水管理のアンケート調査をした結果が図 70 です。

毎日かん水（1 日に 1 ～ 2 回）している生産者は、スギで 59%、ヒノキで 56%、カラマツで 77%です。一方で、培地が乾いたらかん水するという生産者も 20 ～ 25%程度みられました。

樹種別のかん水の傾向をみると、カラマツには毎日かん水する生産者が多く、ヒノキでは 2 日に 1 回とかん水を絞っている生産者が 20%いることも分かります。生産者からは、「カラマツは水を食う」、「ヒノキは過湿を嫌う」という話がありました。

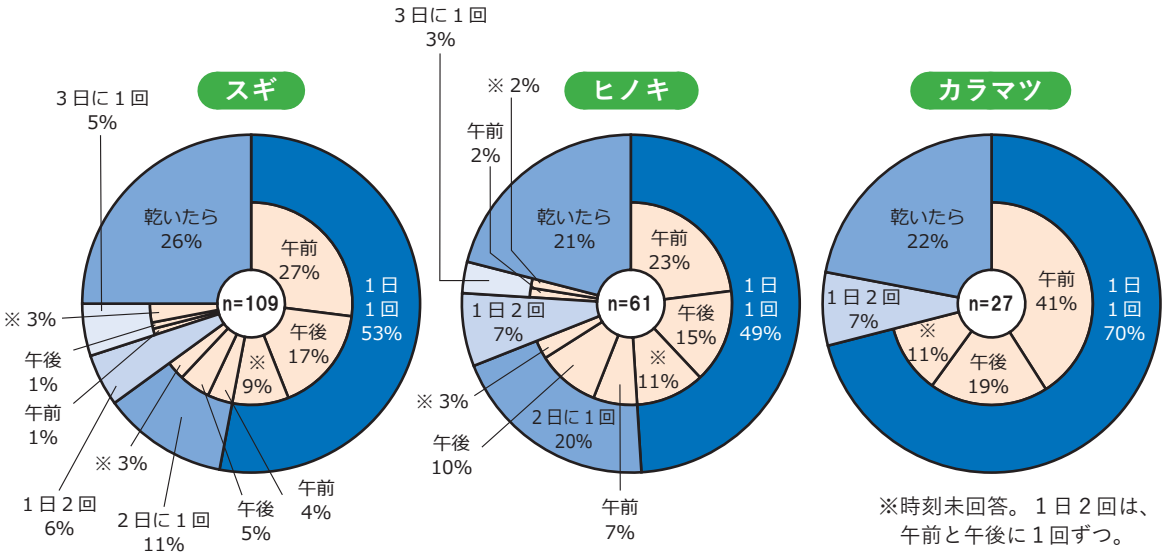


図 70　樹種ごとのにおけるかん水頻度とかん水時間帯

円グラフの外側はかん水頻度の割合（%）、内側はかん水時間帯の割合（%）を示す。
n は、回答生産者数。参考文献［11］参照。

参考文献 11

●山林用針葉樹コンテナ苗における育苗方法の現状と課題―全国のコンテナ苗生産者に対するアンケート調査より―
日本森林学会誌 103(2): 105–116
●小笠 真由美　藤井 栄　飛田 博順　山下 直子　宇都木 玄（2021）

3. 施肥管理

追肥のタイミング

元肥の肥効期間が切れる前に追肥を検討します。例えば、元肥として 180 日タイプを配合した培地に（29 ページ表 2 参照）2 月に移植した場合、追肥は 6 ～ 7 月の間にハイコントロール 085（180 日タイプ）を育成孔当たり 1 ～ 2 g 施用します。

肥料切れの症状

元肥に用いられる緩効性化成肥料は、高頻度にかん水すると養分が溶脱し元肥の効果が早く喪失してしまいます。このように元肥の効果がなくなると葉の色が濃い緑から徐々に薄くなり、黄色味を呈してきます（図 71）。

一度、肥料切れを起こすと、その後に施肥をしても成長スピードが回復しにくくなります。そのため、肥料効果を切らさないことが重要です。

図 71　肥料切れで葉色が他と比べて薄いカラマツ（写真中央）

栽培規模拡大での液肥施用

コンテナ苗の栽培本数が多くなると、人力での追肥が困難になります。このような場合、かん水する際に液肥を混入してスプリンクラーで自動的に散布することを検討します。液肥の配合は、8 月中旬までは伸長成長を促すためにチッ素が多めの液肥を使用し、それ以降は低温耐性をつけるためカリウムの多い液肥を使用します。詳しくは参考文献［8］を参照してください。

参考文献 8

●カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・植栽システム
●地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・林産試験場（2019）

4. 病虫獣害対策と除草

（1） 病害対策

参考文献 3

●スギ・ヒノキコンテナ苗生産の手引き（改訂版）
●島根県中山間地域研究センター（2018）

コンテナ苗の栽培では、ココナツピート等の有機素材を培地として使用するため、培地に土を混ぜない限り、病害予防の対策は基本的に不要です。

しかし、過度なかん水により培地が過湿状態になるとカビや菌が発生することもあり、実際、コンテナ苗でもスギ立枯病やスギペスタロチア病が発生した報告もあります（参考文献［3］）。そのため、初夏～晩夏にかけて病気の発生を予防するため［タチガレン（三井化学アグロ株式会社）］、［ジマンダイセン（日産化学株式会社）］、ボルドー液等の殺菌剤を、月１回～３回程度散布します。

苗木の蒸れ

菌害の一つと考えられる症状に「蒸れ」があります（図 72）。苗が成長して混み合ってくると、下枝の葉にカビが発生して黄色化・赤色化し枯れていきます。どの樹種でも発生しますが、カラマツで特に顕著です。初夏～晩夏にかけ苗間下部の風通しが悪くなり、高温多湿な環境になると枯れが発生する傾向にあります。特にビニールハウス内で注意が必要です。

対策としては、ボルドー液等の殺菌剤を予防的に使用します。また、風通しを良くすることも発生防止に有効です。具体的にはコンテナ同士の間を開けて配置し風通しを良くします（図 73）。蒸れ被害を経験したカラマツ生産者の中には、コンテナ 150cc へ苗を移植する際、混み合ってきた時の風通しを考慮して、育成孔５列の内で中央列を抜いて栽培する方もいます。

図 72　蒸れ症状を呈するカラマツ

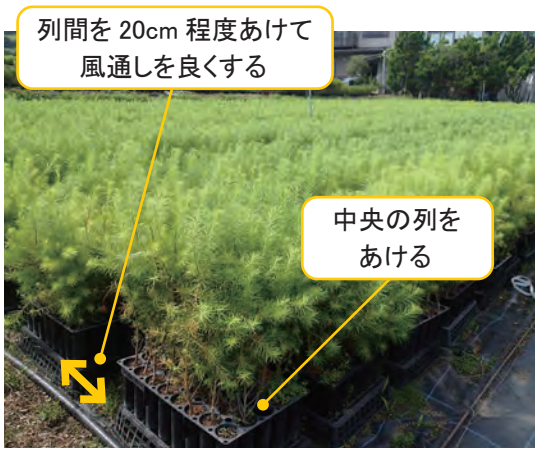


図 73　カラマツの蒸れを予防するコンテナの配置例

（2） 虫獣害等の対策

コンテナ移植後の対策

春から初夏及び初秋にイモムシ・ヨトウムシ（ヨトウガの幼虫等）による食害が発生しやすくなります（図 74）。野外育苗施設・ハウス両方で発生し、主軸や葉が食害を受けます。主軸の頂芽が食害を受けると一時的に伸びが止まり、側芽が頂芽の代わりになるように伸びますが、形質的に曲がりを残すことがあります。

また、苗の先端に虫が巣を作ったりすると先端枯れの原因になります（図 75）。対策として、月１～３回程度殺虫剤［スミチオン（住友化学株式会社）］等を散布します。

コガネムシは、成虫が培地に卵を産み７月以降に幼虫が孵化して根を食害します。被害を受けると根がなくなり枯死に至ります。この対策は殺虫剤［トクチオン細粒剤 F（アリスタ ライフサイエンス株式会社）］を夏の終わりの時期に培地表面に散布します。

図 74　苗についていたヨトウムシの仲間

図 75　苗の先端に見られた昆虫害

（3） 除草

ココナツピートのような有機素材の培地を使う場合、雑草の種子が混入するのは稀です。ただし風散布の種子が培地に飛来したり、培地に土を混ぜることにより種子が混入して、雑草の侵入が起こることはあります。雑草は、元肥や追肥の栄養成分を収奪するので、繁茂が激しくなるようであれば小さいうちに除草します。

5. コンテナ苗の冬越し

（1） スギ・ヒノキの冬越し

ハウスで栽培した苗をいきなり冬の低温下に曝（さら）すと、霜害や寒害を受け枯死する可能性があります。そのため、苗を野外で越冬させる場合は、夏の終わりまでに外に出して徐々に気温低下に慣らす順化が必要です。この際、スギの一部の品種では、寒さに慣れると針葉が黄・赤褐色化する場合がありますが、冬の寒さに向けて耐寒性を得た証拠であり、低温による障害ではありません。

雪の多い地域では、積雪の重みで育苗ベンチが壊れるのを避けるため、コンテナを地面に降ろし雪中で冬越しさせます。雪解け後は育苗ベンチに戻します。

積雪が少ない寒冷地域では、コンテナに直接寒風があたらないように板囲いをします（図 76）。さらに寒風が強い地域では、かため置きしたコンテナの外周 3 方向に風避けの土堤を作ったり、畑に畝を切ってコンテナを倒し置いて冬越しさせます（図 77、図 78）。

図 76　板囲いしたスギコンテナ苗

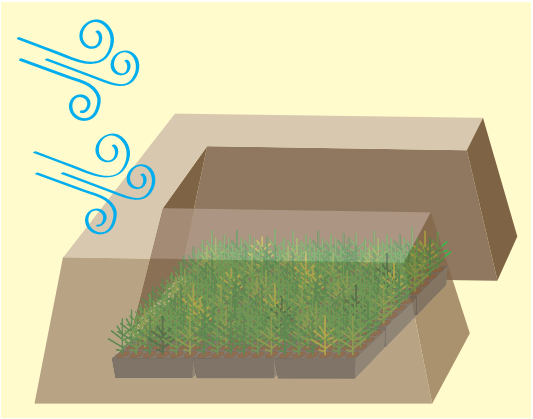


図 77　堤内でコンテナ苗を冬越しさせる

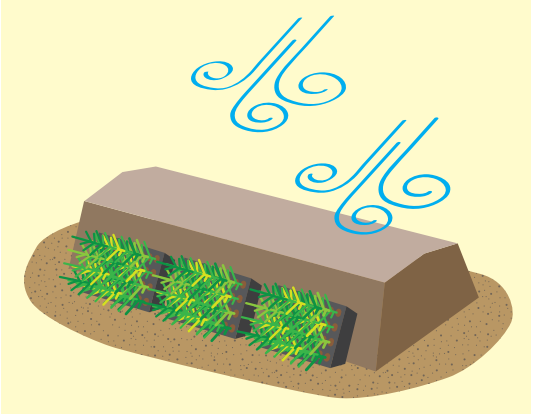


図 78　畑に畝を切ってコンテナ苗を倒して冬越しさせる

（2） カラマツの冬越し

カラマツは、秋になると苗木の伸長成長が徐々になくなり、冬芽を作って成長が止まります。冬芽を作ると葉が黄色になり最後に落葉します（図 79）。落葉したカラマツは、他の樹種と同様に雪中で冬越しさせます。

なお、雪中ではなく低温庫で保管する事例もあります（図 80）。落葉後のカラマツをコンテナから抜き取りダンボールに梱包し、低温庫に保管するもので、これにより、安定した環境で保管できるほか、翌春の出荷を迅速・柔軟に行えるメリットがあります。

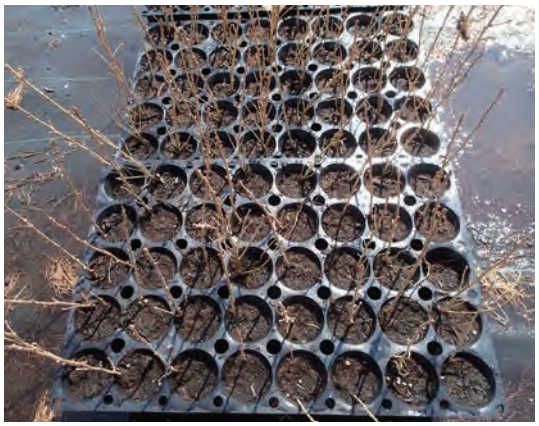


図 79　落葉したカラマツ苗

図 80　低温庫で保管されるコンテナ苗

7

栽培スケジュール（事例紹介）

1．スギ：徳島県徳島市…… 60

2．スギ：秋田県三種町…… 61

3．スギ（さし木）：宮崎県宮崎市 …… 62

4．ヒノキ：高知県香美市…… 63

5．カラマツ：北海道幕別町…… 64

7 栽培スケジュール（事例紹介）

コンテナ苗の栽培は、対象とする樹種や地域の気候条件のほか、生産者が採用する栽培方法の違いによって、播種から出荷までの栽培スケジュールは大きく異なります。

ここでは、各地の種苗生産者の栽培スケジュールの事例を紹介します。

各地での気象データを図 81 から図 85、栽培スケジュール事例を表 4 から表 8 に示します。

1. スギ：徳島県徳島市

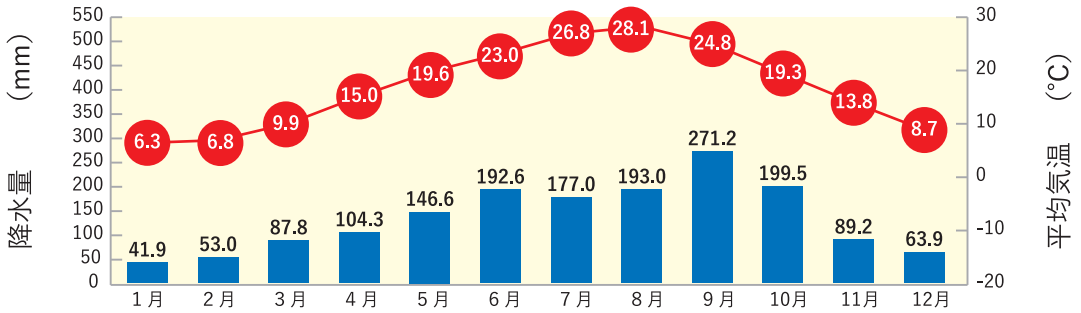
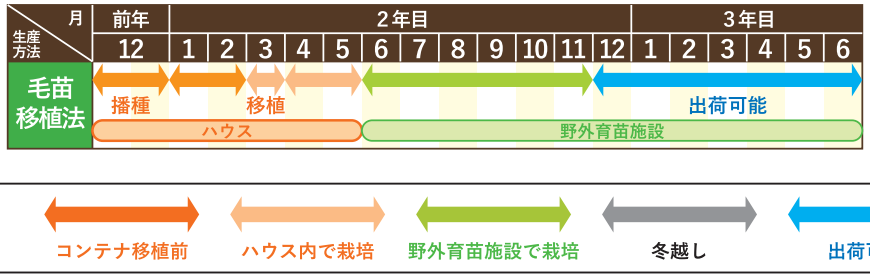


図 81　徳島県徳島市周辺の月間降水量と平均気温の平年値（徳島気象台）

毛苗移植法

- 前年 12 月に育苗箱に播種をします。
- 1 年目 3 月に 1 cm 程度の毛苗をコンテナに移植して、ハウス内で栽培します。 6 月に野外育苗施設へ外出しをします。12 月に出荷が始まります。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷します。

表 4　スギの栽培スケジュール事例（徳島県徳島市）



2. スギ：秋田県三種町

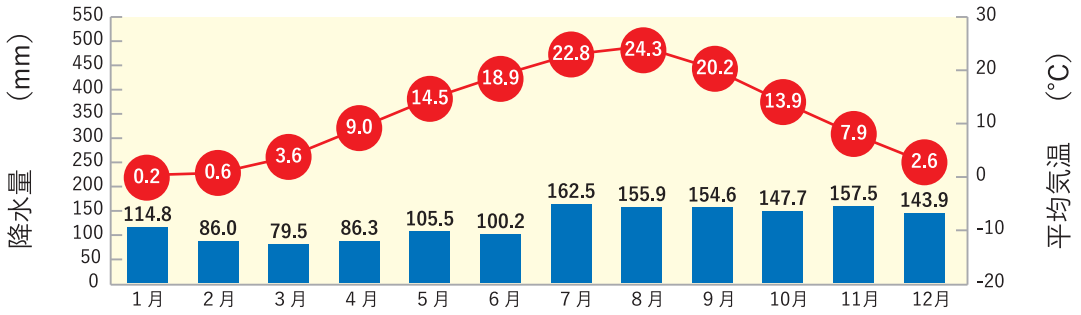


図 82　秋田県三種町周辺の月間降水量と平均気温の平年値（能代気象台）

幼苗移植法

- 栽培 1 年目の 5 月に苗床に播種し、発芽した苗を秋まで育てて、11 月に掘り取り仮植して保管します。
- 翌年 3 月に 10cm 程度の幼苗をコンテナへ移植し、ハウスで栽培後に 7 月に野外育苗施設へ外出しをして、10 月に出荷が始まります。翌春に出荷するコンテナ苗は雪の下で冬越しをさせます。

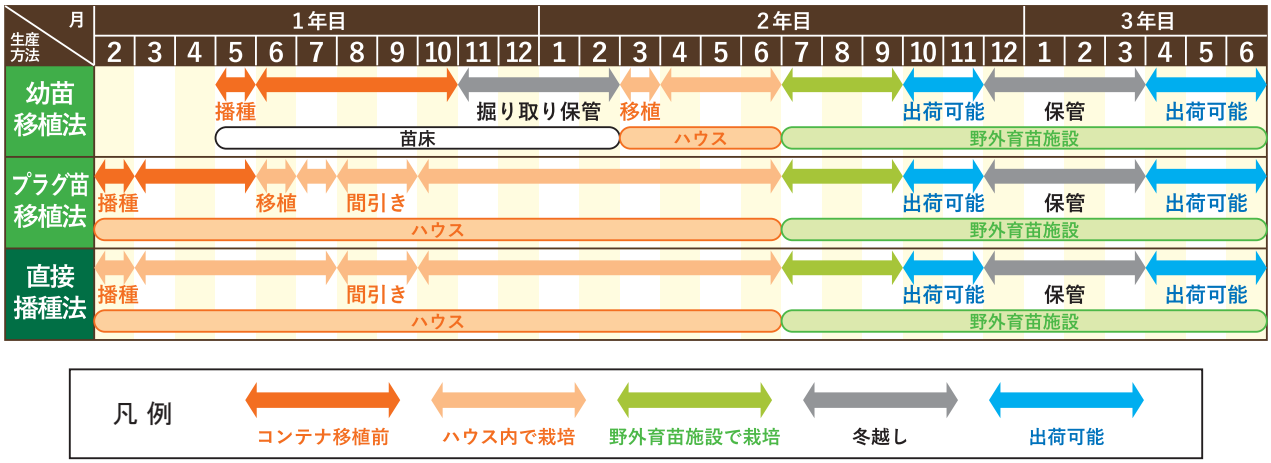
プラグ苗移植法

- 栽培 1 年目の 2 月に 200 穴セルトレイに 3 ～ 5 粒播種し、ハウス内で栽培した 8 cm 程度のプラグ苗を 6 月にコンテナへ移植し、8 月に間引きしてハウス内で栽培します。
- 2 年目 6 月に野外育苗施設に外出しをして 10 月以降に出荷が始まります。翌春に出荷するコンテナ苗は雪の下で越冬させます。

直接播種法

- 栽培 1 年目の 2 月に育成孔に 3 ～ 5 粒播種し、ハウス内で栽培します。8 月に間引きし、その後もハウス内で栽培しそのまま越冬させます。
- 翌年 7 月に野外育苗施設に外出しをして、10 月以降に出荷が始まります。翌春に出荷するコンテナ苗は雪の下で越冬させます。

表 5　スギの栽培スケジュール事例（秋田県三種町）



3. スギ（さし木）：宮崎県宮崎市

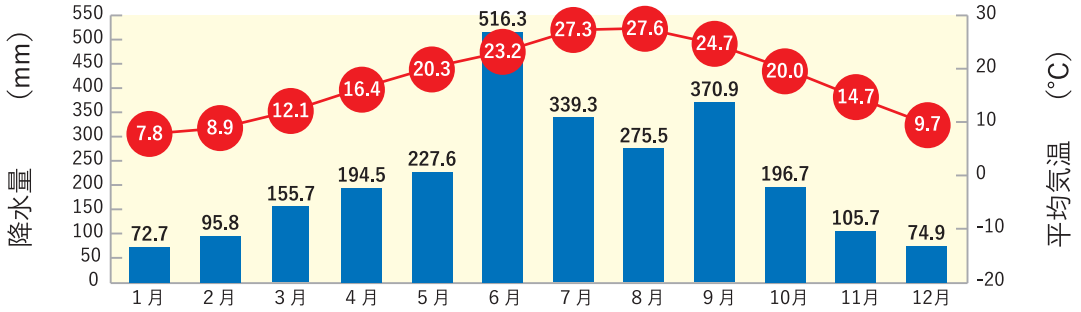
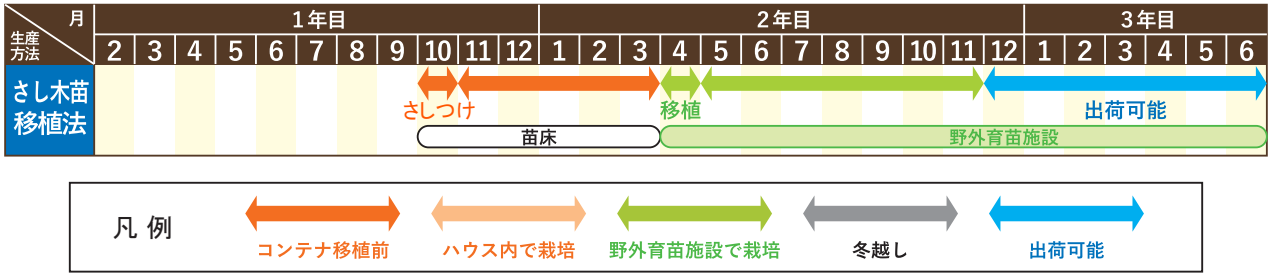


図 83　宮崎県宮崎市周辺の月間降水量と平均気温の平年値（宮崎気象台）

さし木苗移植法

- 栽培 1 年目の 10 月にさし穂をさし床にさしつけます。
- 翌年 4 月にさし床から掘り取り 4 月にコンテナへ移植して、野外育苗施設で栽培します。12 月から出荷が始まります。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷します。

表 6　スギさし木の栽培スケジュール事例（宮崎県宮崎市）



4. ヒノキ：高知県香美市

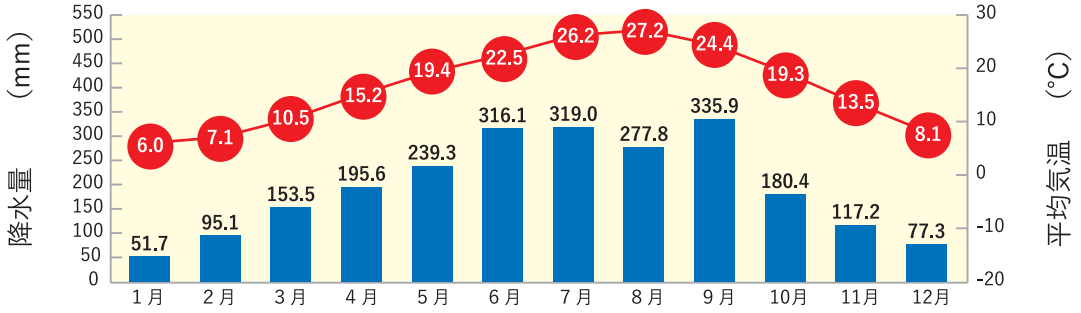


図 84　高知県香美市周辺の月間降水量と平均気温の平年値（後免気象台）

毛苗移植法

- 栽培１年目の８月に育苗箱に播種をして、ハウスで栽培します。
- 翌年３月にコンテナに５cm 程度の毛苗を移植して、ハウス内で育苗します。６月に野外育苗施設へ外出しをします。10 月に出荷が始まります。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷します。

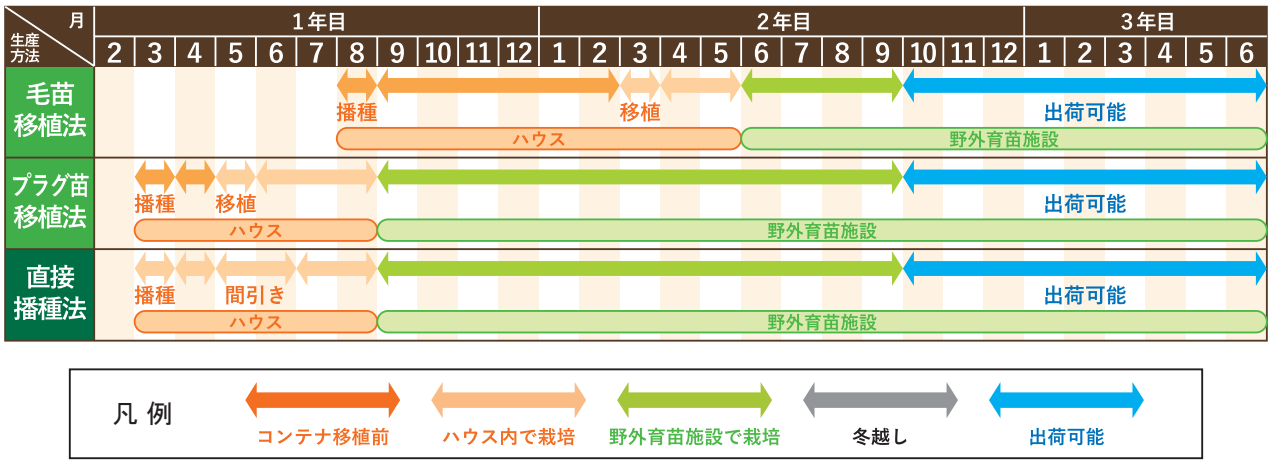
プラグ苗移植法

- １年目３月に固化培土の 288 穴セルトレイに１粒播種をして、５月に移植します。９月に野外育苗施設に外出しをします。冬越し作業は、特に行いません。
- 翌年も野外育苗施設で成長させて、10 月に出荷が始まります。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷します。

直接播種法

- １年目３月に育成孔に播種をして、ハウスで栽培し、５～６月に間引きします。９月に野外育苗施設に外出しします。越冬作業は特に行いません。
- 翌年も野外育苗施設で成長させて、10 月に出荷が始まります。冬越し作業は特に行わず、翌春まで随時出荷します。

表 7　ヒノキの栽培スケジュール事例（高知県香美市）



5. カラマツ：北海道幕別町

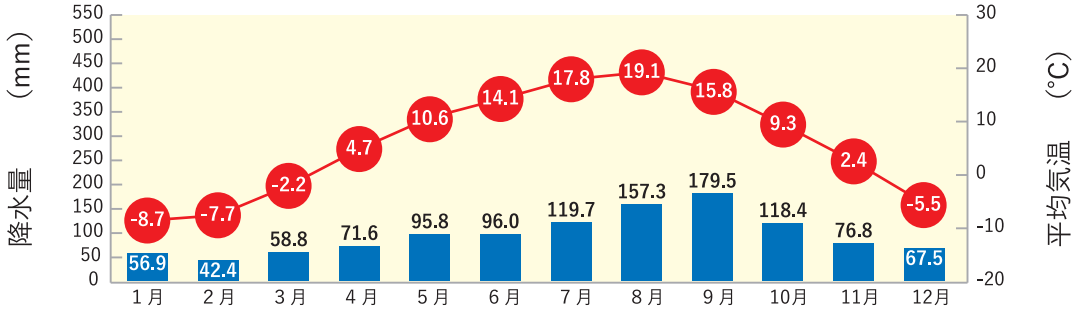


図 85　北海道幕別町周辺の月間降水量と平均気温の平年値（更別気象台）

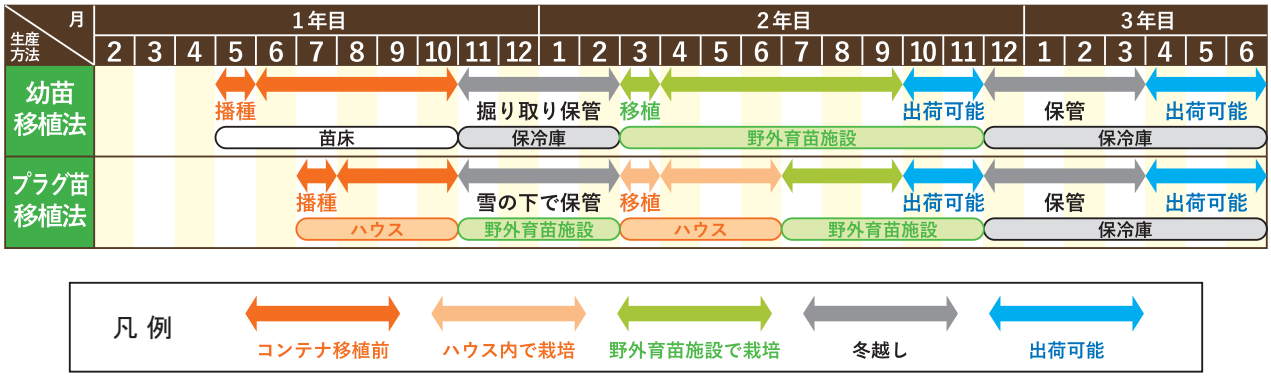
幼苗移植法

- 栽培 1 年目の 5 月に苗床に種子を播き、発芽した苗を秋まで育てて、11 月に掘り取り保冷庫で保管します。
- 翌年の 3 月に 20cm 程度の幼苗をコンテナへ移植し、野外育苗施設で栽培します。10 月以降に出荷を開始します。翌春に出荷するコンテナ苗については、冬越しをさせます。

プラグ苗移植法

- 栽培 1 年目の 7 月にハウス内の 128 穴セルトレイに充実種子選別機を通した充実種子を 1 粒播いて、発芽した苗が 11 月に葉を落とし休眠したら、冬期間は雪の下で保管します。
- 翌年の 3 月に 5 cm 程度のプラグ苗をコンテナへ移植し、ハウスで栽培した後、 7 月に野外育苗施設へ外出しし、10 月以降に出荷を開始します。翌春に出荷するコンテナ苗については、冬越しをさせます。

表 8　カラマツの栽培スケジュール事例（北海道幕別町）



8

出 荷

1．出荷時の根鉢の状態…… 66
2．出荷の方法…… 67

8 出荷

1. 出荷時の根鉢の状態

コンテナ苗の出荷に当たっては、根鉢が運搬中に崩れない状態になっているかを確認する必要があります（図 86）。具体的には、コンテナ苗を軽く振っても培地が脱落しない（根鉢の成形性が保たれている）ことが判断の基準です。根鉢の表面を被覆した根の表面積割合で判断する「根鉢表面の根系被覆率（略称：根系被覆率）」では、根系被覆率 20％以上が目安となります（図 87）。

図 86　根鉢がしっかり形成されたコンテナ苗と未形成のものとの比較

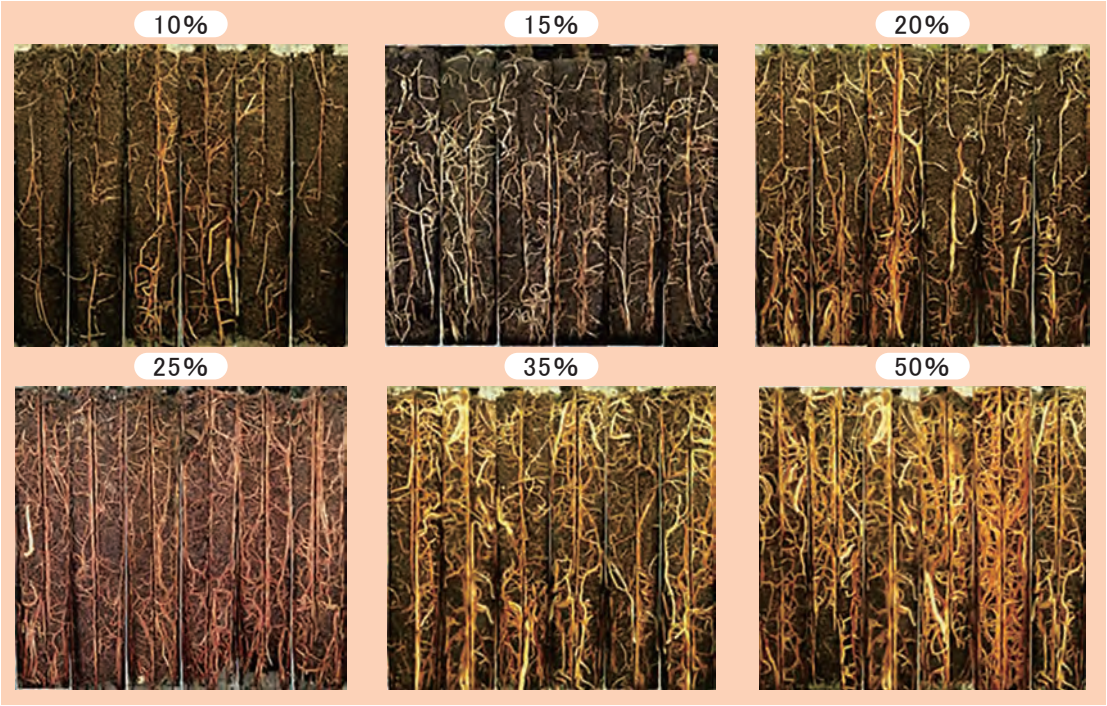


図 87　根鉢表面の根系被覆率のサンプル写真

※根鉢を 6 方向から撮影した写真を合成し、展開図として示しています。ただし、50％については、複数の根鉢の部分写真の合成です。

参考文献 13

●用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver.1.1
●国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 九州育種場（2021）

2. 出荷の方法

（1） 苗の抜き取り

コンテナから苗を抜き取る際、根鉢の形成状況によっては手で抜くことが困難になります。このような場合、図 88 の苗木の抜き取り機を使うと苗を一度に抜き取ることができます［キャビティコンテナ苗抜き取り機（株式会社サンテクノ）］。手作業で苗が抜き取れる場合でも、大量の苗を出荷する際には、この抜き取り機を用いた方が作業の能率が上がります。

詳しくは 73 ページ参照

図 88 コンテナ苗の抜き取り機

（2） 苗の梱包

生産者が苗木を自ら納品する場合、コンテナ苗を梱包用のネットに入れてトラックで出荷することが通例です（図 89）。

梱包用のストレッチフィルムで根鉢が崩れないようにまとめた上で（図 90）、ダンボールに入れて出荷する場合もあります。

図 89 ネットに入れてトラックで出荷

図 90 何本かまとめて根鉢を梱包用ストレッチフィルムで包む

作業風景 2

野外施設での栽培～出荷

除草作業

出荷作業

9

巻末資料

1．主に流通しているコンテナ…… 70

2．苗木抜き取り機…… 73

3．コンテナの洗浄機…… 73

4．播種を行う器具及び機械…… 74

5．培地充填機及び穴あけ機…… 76

9 巻末資料

1. 主に流通しているコンテナ

日本のコンテナ苗向けに設計されたマルチキャビティコンテナを、容量別に紹介します。

キャビティ容量 150cc

JFA-150

●製造販売元	全国山林種苗協同組合連合会
●根巻き防止構造	リブ
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 130(mm)
●セル数・密度	40 穴 (8 × 5)・296 穴 /m^2

日本で最初に制作された 150cc コンテナ。スギ・ヒノキ・カラマツ等に広く普及している。

OY-150

●製造販売元	全国山林種苗協同組合連合会
●根巻き防止構造	リブ＋スリット（１段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 130(mm)
●セル数・密度	40 穴 (8 × 5)・296 穴 /m^2

JFA150 の改良型で下部にサイドスリットが入っている。

MT-150-40P

●製造販売元	（株） 東北タチバナ
●根巻き防止構造	スリット（２段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	456 × 300 × 120(mm)
●セル数・密度	40 穴 (8 × 5)・292 穴 /m^2

サイドスリットのタイプとして初めて制作された 150cc コンテナ。
JFA と同様にスギ・ヒノキ・カラマツ等で広く使用されている。

TT-150-40P

●製造販売元	立花容器（株）
●根巻き防止構造	スリット（２段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 130(mm)
●セル数・密度	40 穴 (8 × 5)・296 穴 /m^2

全苗連が販売しているコンテナ（JFA,OY,OS）と寸法を揃えたサイドスリット型のコンテナ。
全苗連のコンテナと機械の設定の共通化が図れる。

TK150-40A

●製造販売元	（株）AFP
●根巻き防止構造	スリット（２段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	468 × 300 × 120(mm)
●セル数・密度	40 穴（8 × 5）・296 穴 /m^2

育成孔の取り外し・入れ替えが可能な 150cc コンテナ。

キャビティ容量 230cc

ポットレスコンテナ 230

●製造販売元	（株）阪中緑化資材
●根巻き防止構造	スリット（３段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 135(mm)
●セル数・密度	24 穴 (6 × 4)・178 穴 /m^2

サイドスリットが3段に分かれている。スギ・ヒノキ等の生産実績がある。

キャビティ容量 300cc

JFA-300

●製造販売元	全国山林種苗協同組合連合会
●根巻き防止構造	リブ
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 150(mm)
●セル数・密度	24 穴 (6 × 4)・178 穴 /m^2

日本で初めて制作された 300cc コンテナ。スギ・ヒノキ・カラマツ等に広く普及している。

OS-300

●製造販売元	全国山林種苗協同組合連合会
●根巻き防止構造	リブ＋スリット（１段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 150(mm)
●セル数・密度	24 穴 (6 × 4)・178 穴 /m^2

JFA-300 の改良型で下部にサイドスリットが入っている。

MT-300-24P

●製造販売元	（株）東北タチバナ
●根巻き防止構造	スリット（２段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	456 × 300 × 141(mm)
●セル数・密度	24 穴 (6 × 4)・175 穴 /m^2

サイドスリットのタイプとして初めて制作された 300cc コンテナ。
JFA と同様にスギ・ヒノキ・カラマツ等で広く使用されている。

TT-300-24P

●製造販売元	立花容器（株）
●根巻き防止構造	スリット（２段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	450 × 300 × 151(mm)
●セル数・密度	24 穴 (6 × 4)・178 穴 /m^2

全苗連が販売しているコンテナ（JFA,OY,OS）と寸法を揃えたサイドスリットコンテナ。
全苗連のコンテナと機械の設定の共通化が図れる。

TK300-24A

●製造販売元	（株）AFP
●根巻き防止構造	スリット（２段）
●寸法（長辺×短辺×高さ）	468 × 300 × 120(mm)
●セル数・密度	24 穴（6 × 4）・178 穴 /m^2

育成孔の取り外し・入れ替えが可能な 300cc コンテナ。

2. 苗木抜き取り機

コンテナ苗を機械で抜き取ることで、出荷作業を効率化できます。

油圧駆動コンテナ苗抜き取り機

●販売元	（株）サンテクノ
●参考価格	65 万円

油圧でコンテナ苗を1度に抜き取る機械。150cc 用、300cc 用に機種が分かれている。

3. コンテナの洗浄機

コンテナの使用後は、コンテナを洗浄消毒してから再利用します。

提供：オギハラ工業（株）

マルチトレイ洗浄機（OSP-500H）

●製造販売元	（株）AFP （株）阪中緑化資材
●参考価格	30 万円

高圧動力噴霧器に接続して水圧でコンテナを洗浄する機械。
幅 390mm 以下高さ 155mm 以下のコンテナの洗浄が可能。

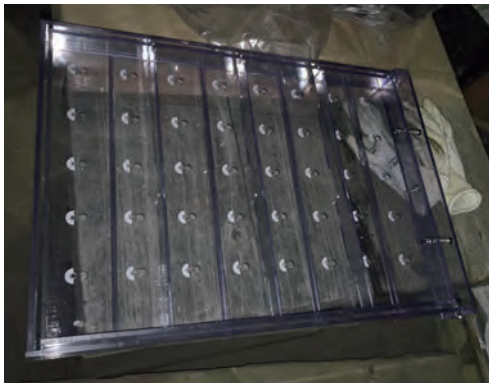
4. 播種を行う器具及び機械

育成孔やセルトレイに効率的に播種するための機械や器具です。

種播きスプーン

- ●製品名　カリカリくん
- ●製造販売元　タキイ種苗（株）
- ●参考価格　1,500 円

スプーン状の播種器具で柄についている突起を爪で“カリカリ”とこすって振動させると
1粒ずつ播種をすることが可能。



播 種 板

- ●製品名　裸の王様
- ●製造販売元　（株）阪中緑化資材
- ●参考価格　3 万円

連結板とスライド板の二層構造になっており、セルトレイやコンテナに乗せて
スライド板をずらすことにより、穴から種が落ちる。
穴のサイズと位置は注文時に指定可能。
スギ・ヒノキ・カラマツの種子は小さいため、複数粒播種を行うときに使用。

真空式播種機

- ●製品名　らくらくシーダー
- ●製造販売元　（有）いづみや農園
- ●参考価格　30 万円

播種板の小さな穴に吸引機で種子を吸い付けた後、吸引停止でセルトレイに種を落とす機械。
播種板の穴のサイズや位置等は注文時に指定可能。

ニードル式播種機

- ●製品名　SF13(Ulbinati)
- ●輸入元　B・N・ジャパン
- ●製造販売元　（株）AFP
- ●参考価格　150 万円

ノズルから種子をコンプレッサーの動力を利用して吸引し、
セルトレイに1粒ずつ播種する機械。
使用するセルトレイの形状に応じてノズル位置等を調整して播種することが可能。

5. 培地充填機及び穴あけ機

コンテナへ培地を充填し、穴を開ける機械で、効率的な作業が可能です。

提供：（株）サンテクノ

振動キャビティコンテナ培土圧入機
兼油圧駆動移植播種穴明機
（KYE-3 型）

- ●製造販売元　（株）サンテクノ
- ●参考価格　200 万円

攪拌機と培地充填機が一体になった機械（写真左）と穴あけ機（写真右）のセット。
1回の作業で1コンテナずつの充填が可能。

提供：サークル工機（株）

培土混合機培土充填機 DON

- ●製造販売元　サークル工機（株）
- ●参考価格　150 万円

攪拌機と培地充填機がセットになった機械。
1回に4つのコンテナの培地充填が同時に可能な機械。

提供：京和グリーン（株）

スーパーミキサー（KYM-B 型）
＋ポッティングマシン（KYP-GS1 型）
＋オートディブラー（KYC-DE 型）

- ●製造販売元　京和グリーン（株）
- ●参考価格　1,000 万円

ベルトコンベアで連続して培地充填と穴あけを行う大型の培地充填機械。
セルトレイの培地充填機としても使用可能。

おわりに

この手引きを作成するに当たり、全国の 59 者のコンテナ苗生産者にヒアリングを行い貴重な情報を頂きました。

また、生産試験として以下の方にご協力いただきました。深く感謝します。

北海道　有限会社 大坂林業
秋田県　有限会社 田村山林緑化農園
徳島県　大島来春園
高知県　山崎農園
宮崎県　株式会社 長倉樹苗園

この手引きは、平成 31（2019）年度～令和3（2021）年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業で作成し、以下の委員の方には事業を進めるに当たり多大なご助言を頂きました。深く感謝します。

安樂勝彦（全国山林種苗協同組合連合会）
伊藤哲（宮崎大学）
丹下健（東京大学）
飛田博順（森林総合研究所）
藤井栄（徳島県立農林水産総合支援技術支援センター）

［五十音順、敬称略］

参考文献

文献番号	文　献
1	コンテナ苗木生産実証事業育苗技術マニュアル 愛媛県山林種苗農業共同組合（2013）
2	M スターコンテナ苗の栽培技術の開発．森林技術．No863．p17-19. 三樹 陽一郎（2014）
3	スギ・ヒノキコンテナ苗生産の手引き（改訂版） 島根県中山間地域研究センター（2018）
4	林野庁（2018）コンテナ苗基礎知識
5	林野庁（2018）コンテナ苗基礎知識に関する Q&A
6	コンテナ苗 —その特徴と植栽成績— 静岡県農林技術研究所（2018）
7	優れたヒノキコンテナ苗の作り方と植栽時の留意点 岐阜県森林研究所（2019）
8	カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・植栽システム 地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・林産試験場（2019）
9	新しいコンテナ苗生産方法の提案 国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所（2019）
10	育苗中困ったなという時に —コンテナ苗症例集— 国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所（2019）
11	山林用針葉樹コンテナ苗における育苗方法の現状と課題 —全国のコンテナ苗生産者に対するアンケート調査より— 日本森林学会誌 103(2): 105-116 小笠 真由美　藤井 栄　飛田 博順　山下 直子　宇都木 玄（2021）
12	コンテナ苗生産マニュアル 埼玉県寄居林業事務所森林研究室（2021）
13	用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver.1.1 国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所 林木育種センター 九州育種場（2021）
14	山林用針葉樹コンテナ苗 育苗方法についての全国アンケート集計結果 国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所（2021）

コンテナ苗生産の手引き

（発行）令和４（2022）年３月 林野庁

（作成）一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町７番地
TEL（03）3261-5281（代表）／ FAX（03）3261-5393（代表）
http://www.jafta.or.jp

1 手引きの使い方
2 コンテナ苗の基礎知識
3 コンテナ苗の栽培方法（概要）
4 設備や資材の準備
5 コンテナ苗の栽培１（外出し前まで）
6 コンテナ苗の栽培２（外出し以降）
7 栽培スケジュール（事例紹介）
8 出荷
9 巻末資料

巻末資料２：コンテナ苗の大苗化の手引き

コンテナ苗の大苗化の手引き

～残苗の活用と付加価値向上を目指して～

令和４(2022)年３月

（令和３年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業）

林　　野　　庁

コンテナ苗の大苗化の取組

＜背景と目的＞

造林の低コスト化に向けて、下刈りや間伐のコストを削減するためには、**大きな苗木を少なく植える**ことも選択肢の一つです。

また、昨今の新型コロナウイルス流行等の影響により**主伐が減少すると、再造林に用いる苗木に残苗が発生する**ことが考えられます。一方で、コンテナ苗は、残苗をそのまま育苗する技術が確立されておらず、大量に廃棄されるおそれがあります。

そこで、**コンテナ苗の残苗をより大きなコンテナ容器に移植し、大苗として育てて翌年出荷する**ことで、**苗木の付加価値向上と造林の低コスト化に繋げる**ことを提案します。

この資料では、以下の内容についてまとめます。

1．コンテナ苗の残苗を用いた大苗化の方法

2．コンテナ苗を大苗化した取組事例

3．Q &A

＜コンテナ苗の大苗の定義(仮)＞
苗長70cm以上のコンテナ苗

現在、生産されているコンテナ苗の多くは、小さいもので20～40cm程度、大きいもので60～70cm程度となっています。

通常の育苗期間や根鉢の容量を増やすことによって生産できる、現在のサイズよりも大きい苗木を大苗とします。

なお、**形状比は110以下**とします。

※林野庁九州森林管理局では、本取組に先行して70～100cmを中苗としています。

1．コンテナ苗の残苗を用いた大苗化の方法　～２つの方法～

一般的に流通している150ccのコンテナ苗で残苗が発生したことを想定して、その苗木を大苗化する方法を実証しました。

苗長の大きい苗木を生産するには、それに見合った大きさの根鉢が必要です。そこで、普及している資材を組み合わせて、**培地を増量しバランスのよい苗木を作ることを**目標としました。

（表１）コンテナ大苗の試験生産を行った地域と供試した150ccコンテナ苗の樹種

地域	北海道	秋田県	徳島県	高知県	宮崎県
樹種	カラマツ	スギ	スギ	ヒノキ	スギ（さし木）

大苗化の実証生産は、後述の「２.コンテナ苗を大苗化した取組事例」をもとに、以下の２つの方法で実施しています。

- **方法１**　Mスターコンテナ用シート(以下Mシート)を組み合わせて300cc容器に移し替える。
- **方法２**　そのまま300cc容器に移し替える。

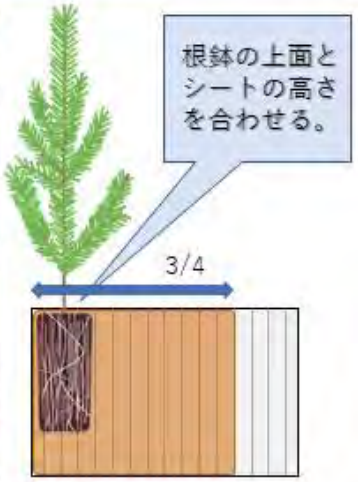
いずれの方法とも、300cc容器の全ての**24孔に苗を移し替える場合**と、半分の**12孔に交互に移し替える場合**を試験しています。栽培密度と栽培される大苗の形状（苗長・根元径・形状比等）を評価するためです。

12孔　24孔
方法１　Mシートを組み合わせて300cc容器に移し替える

12孔　24孔
方法２　そのまま300cc容器に移し替える

方法１　Mシートを組み合わせて300cc容器に移し替える

①約220ccの培地を300cc容器の各孔へ事前に入れておく。



②Mシートに約220ccの培地をシート3/4程度に広げて敷く。
③150ccコンテナ苗の根鉢の上面とMシートの上面が合うように置く。
④巻き寿司の要領でコンテナ苗側から巻き上げる。
⑤シートの重ね部分に培地が入らないように注意する。

⑥シートで巻き上げた苗を事前に培地を詰めた300cc容器の孔の上に押し付ける。その際、巻いたシートの底に培地を更に加えて手で押さえ、培地が落ちないように注意する。押し込んで止まったところで事前に詰めた培地とシートで巻いた培地が一体化する。
⑦培地が適度に圧縮されるため、下から培地は漏れない。　⑧この作業を繰り返して完成。

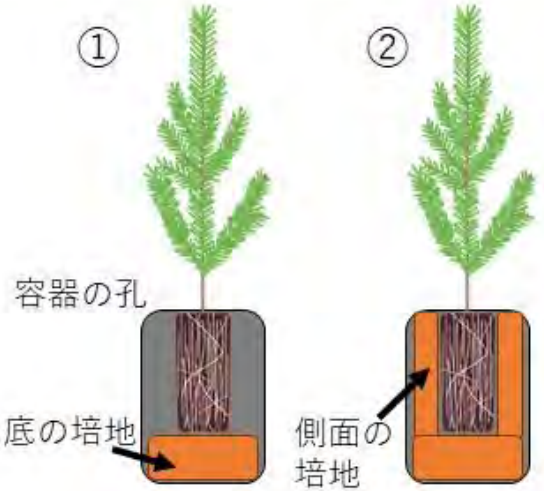
方法２　そのまま300cc容器に移し替える

①底の培地詰め

300cc容器に少量（約50cc）の培地を入れ、移植する苗の根鉢の上面がちょうど容器の上面の高さと同じくらいになるようにする（右図①）。

②側面の培地詰め

根鉢の側面に培地を少しずつ詰め（写真1）、先の尖ったヘラ等（写真2）で押し込む（右図②）　。



【注意事項】

　培地を側面の隙間に一度に入れるとうまく入らないことがあります。培地が十分に入っていないと、根鉢不良が発生します（写真３）。

　培地は少しずつ入れ、入れ終わった後は、容器をゆするなどして、容器内に空間ができないよう注意して下さい。

（写真１）側面の培地詰めの様子

（写真２）ヘラ

（写真３）根鉢不良例

300cc容器に移し替える際、培地充填が上手くできずに空間があき、根鉢が一部欠損の状態になる。

1．コンテナ苗の残苗を用いた大苗化の方法　～作業工程と注意事項～

通常のコンテナ苗を活用した大苗化の工程を以下に示します。
大苗生産は、春出荷予定の苗を使用し、同年の秋以降の出荷を目指して作業を行います。

主な作業と注意事項

- 春の出荷時に150ccコンテナ苗に残苗が発生したことを想定し、その年の２～６月に移し替えました。
- 移し替え時に緩効性肥料を培地１Ｌ当たり５ｇ程度になるように混ぜました。
- 大きな苗は、葉量が多く蒸散しやすいこと、葉が多いとかん水が培地に届き難くなることから、培地が乾きやすくなります。そのため、移し替えた後は普段より多めにかん水しました。通常のかん水時間よりも長めにスプリンクラーを作動させ、乾きやすい端の部分は補助的に手かん水しました。
- 移し替えた年の７～８月に葉色を見て追肥を行いました。
- 苗が成長し、苗間が混み合ってきた段階で、薗害等発生リスクがあるため、適宜農薬散布を行いました。

追加する培地量

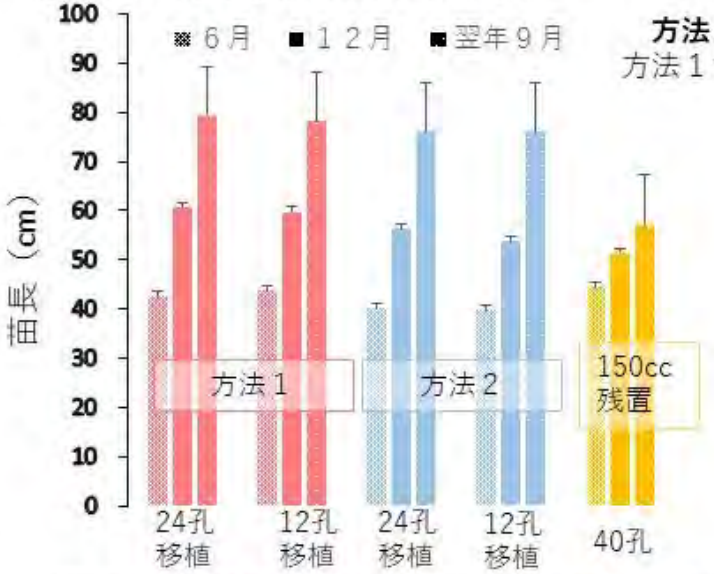
- 今回の大苗生産では、150ccコンテナ（JFA150）で作った苗を残苗として使用しました。使用するコンテナの種類によって、根鉢の形状（高さ等）が若干異なりますので、追加する培地量には注意して下さい。

大苗生産時の300cc容器の使い方（24孔全部を使うか・半分の12孔を使うか）

- キャビティ24孔全部を使うと苗長60～70cm程度の大苗が、半分の12孔で苗長90cm程度の大苗が育成できます。生産する大苗のサイズ（苗長・根元径・形状比）を考えて12孔か24孔かを選びます。

1．コンテナ苗の残苗を用いた大苗化の方法

「**方法１** Mシートを組み合わせて300ccに移し替える」
「**方法２** そのまま300ccへ移し替える」



（図１）2020年６月の移し替えから2021年９月までの苗長成長

秋田県（スギの場合）

令和２（2020）年６月に150ccコンテナ苗（苗長35cm上、根元径4mm上）を移し替え、同年12月に60cm前後に成長し、翌年９月まで試験しました。

平均苗長は、方法１の24孔が79.4cm、12孔が78.2cm、方法２が24孔で76.5cm、12孔で76.5cmとなりました（図１）。

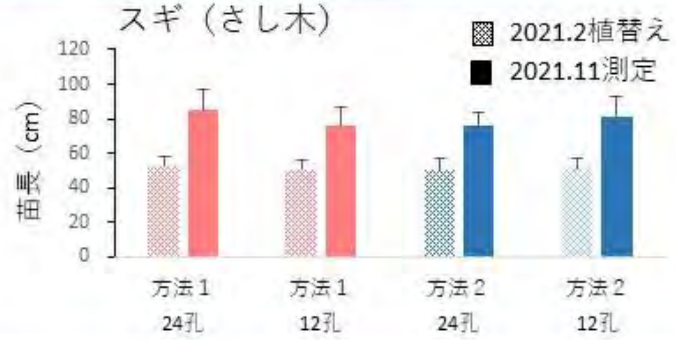
平均根元径は、方法１の24孔が10.2mm、12孔が11.4mm、方法２が24孔で9.7mm、12孔で10.5mmとなりました。

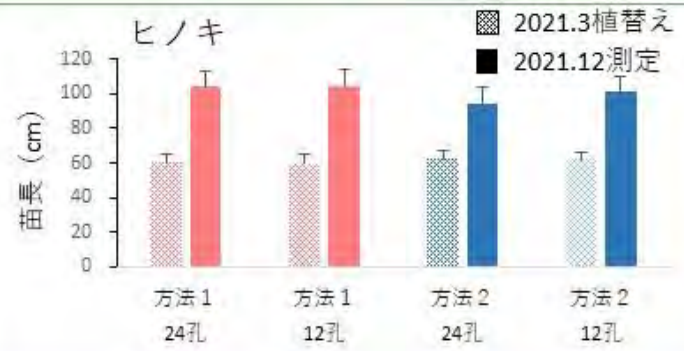
生産方法で比較すると、**方法１の方が大きく成長しました。**方法１の方が容量の大きい分、地上部と地下部のバランスのよく成長した結果となったと考えられます。

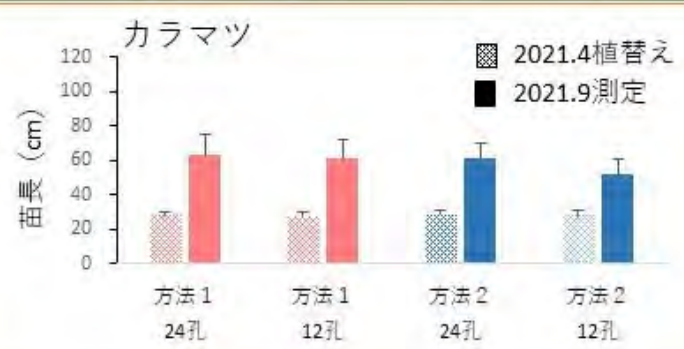
方法１、方法２ともに移し替えたコンテナ苗の根鉢が形成されており、方法１では根鉢が結合しています（写真２）。

1．コンテナ苗の残苗を用いた大苗化の方法

スギさし木、ヒノキ、カラマツも同様の方法で大苗の生産が可能です。







2．コンテナ苗を大苗化した取組事例

大苗化の方法を提案するため、これまでにコンテナ苗の大苗化に取組んだことのある生産者に、その方法等をヒアリングしました。そこで得られた方法が今回の実証生産の基礎になりました。

方法１：**培地詰め作業が比較的簡単**で、他の容量のコンテナ苗にも対応しやすい。**（推奨）**

方法２：300ccのコンテナがあればできるが、培地詰め作業に非常に手間がかかる。

方　法	方法１ Mシートと組み合わせて300cc容器に移植	方法２ そのまま300cc容器に移植
移植したコンテナ苗	２年生のスギ挿木苗(300cc)	２年生のスギ実生苗(150cc)
移植に使用した資材	300cc容器(12孔に移植)、Mシート	300cc容器(24孔に移植)
合計培地量	470cc/本	300cc/本
培地詰め作業	Mシートで巻くだけのため、簡単	容器と根鉢の隙間に培地を少しずつ入れるため、手間がかかる
生産された大苗	 育苗期間： ４月(移植)～同年12月 苗長：約90cm	 育苗期間： 11月(移植)～翌年６月 苗長：60～100cm

Q１．コンテナ苗の大苗を山に植栽しても大丈夫？　（事例１：スギ）

林野庁の低密度植栽技術の導入に向けた調査事業において「Mシートを組み合わせて300cc容器に移し替える方法（本資料の方法１）」と同じ方法で、平均苗長92cmの大苗を生産し、平成29(2017)年１月に宮崎県都城市に植栽する試験を行いました。

普通苗よりも植栽した大苗の一部に湾曲する個体（全植栽本数のうち約７％・その後多くは戻って直立）が見られたものの、植栽5年目の時点で平均で4.5ｍまで成長するなど、令和４(2022)年1月時点で健全に生育しています。

コンテナ苗の大苗　　300ccコンテナ苗（比較対象の普通苗）

苗　長　92±5.6cm
地際径　1.0±0.18cm
形状比　94±17.5
重　量　339±24g
容　量　466±13.4cc

苗　長　57±5.3cm
地際径　0.9±0.11cm
形状比　63±17.5
重　量　211±14g
容　量　300cc

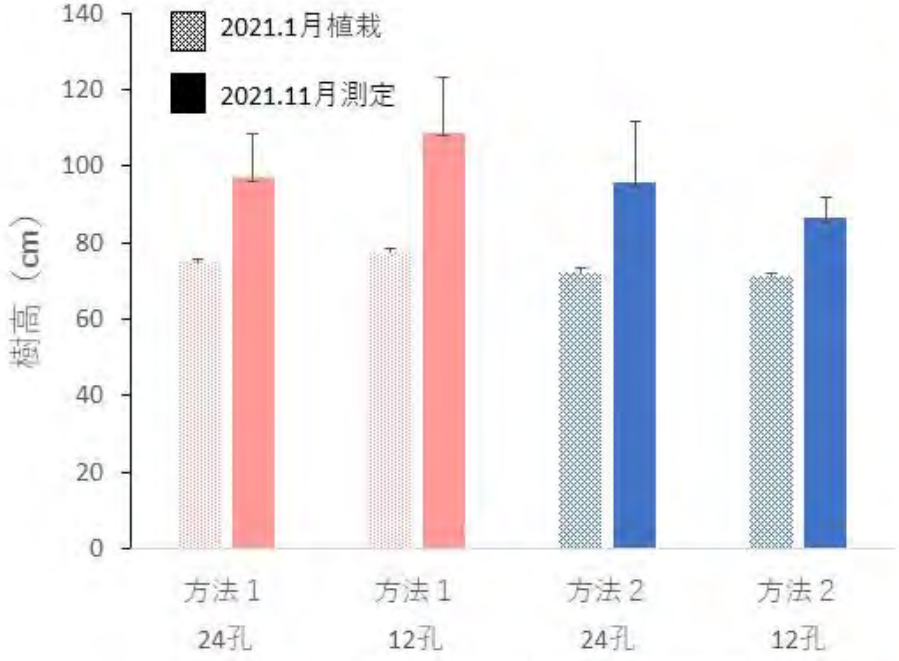
令和３（2021）年1月（植栽後5年目）

植栽後5年目で、大苗は平均樹高が約4.5mに達しています。普通苗は約4ｍでした。

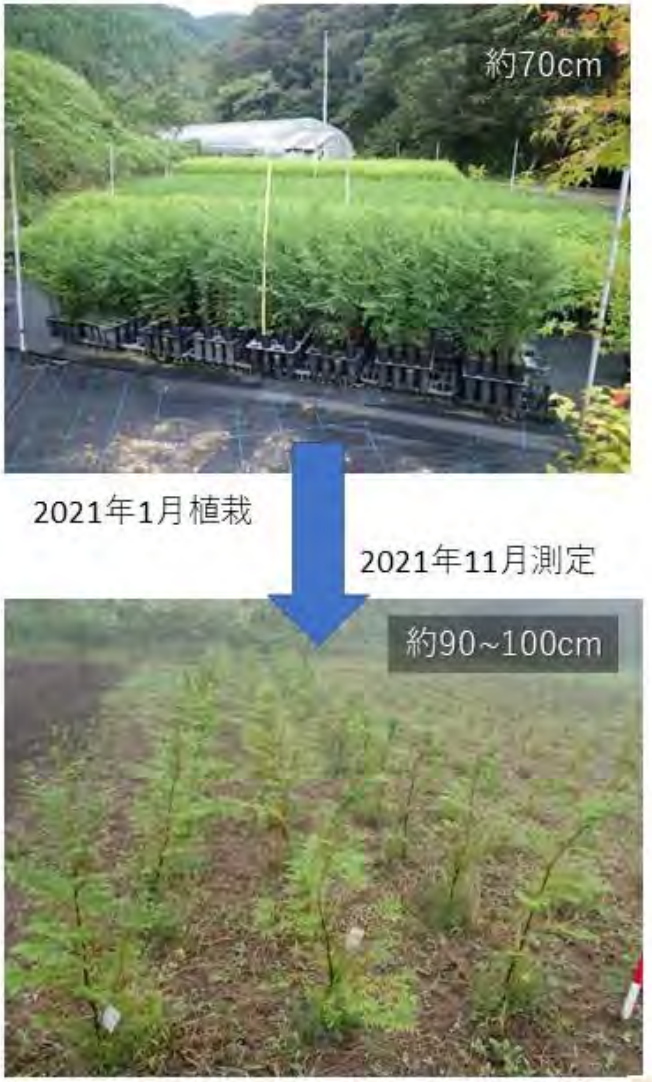
Q１．コンテナ苗の大苗を山に植栽しても大丈夫？　（事例２：ヒノキ）

この大苗生産試験で生産した高知県産ヒノキコンテナ大苗を熊本県阿蘇市の試験地に植栽したところ、約70cm程度の大苗が１成長期で方法１の24孔で平均97.2cm、12孔で108.9cm、方法２の24孔で95.9cm、12孔で86.4cmまで成長しました。

植栽後の下刈り省略の可能性があります（図２）。



（図１）1月の植栽から11月までの樹高成長



（図２）ヒノキ大苗の植栽１年目の成長状況

Q２．大苗の需要先は大丈夫？

現在、大苗については、受注生産が主体となっており、かつ大苗植栽の事例も試験的なものに限られています。

しかしながら、大苗を植栽することで、**獣害リスクを軽減したり、下刈り回数を削減できる可能性があり**、苗木に付加価値を付けることで、需要先の確保に繋がることが期待できます。

残苗を用いた大苗化に取り組む際には、造林者（造林事業者や都道府県、林野庁(各森林管理局)等）と**事前に連携**して、需要先を確保して生産することが有効です。

【問合せ先】林野庁森林整備部整備課造林資材班　03-3502-8065
作成協力　（一社）日本森林技術協会

巻末資料３：検討委員会議事概要

令和３年度コンテナ苗生産技術等標準化調査委託事業
第１回現地検討委員会
議　事　概　要

日時：　令和３年６月２５日（金）15:30～17:00
場所：　阿蘇ホテル一番館　会議室
出席者職場、自宅をWeb会議システムで結んで実施

議事次第
１　開会のあいさつ
２　委員紹介
３　議事
（１）事業概要及び苗木品質調査について
（２）規格（案）の検討について
（３）手引き（案）の作成について
４　閉会

議事

（１）事業概要及び苗木品質調査について

✧　生産工程についての、例えば時間などのデータを今、出されているのでしょうか。いろいろな生産工程があって、それぞれどのくらいの人工がかかっているのか。**（丹下座長）**
→資料としては出していませんが、生産工程の時間をビデオで調査して、そのかかった時間を表にまとめている。結果をまとめて手引きや報告書で報告したいと思っている。**（事務局）**

✧　育苗されているいろいろな事業者の方で、業者によって人工数が大分違うとか、そういったことはないのか。一般化していくためには、ばらつきを抑えないと難しい。どの作業が時間を要しているのかといったものはビデオ撮影で分かるが、実際にトータルとしてどのくらいの人工がかかっているかというのを短時間のビデオから計算すると、少しずれてしまうリスクがある気がする。去年の結果を踏まえて、もうそれで終わりにするのか、また今年、違った見方をするのか。**（丹下座長）**
→基本的にデータ取りは昨年度で終わっている。生産方法によって合っている生産規模が違う。最終的に生産規模にあった生産方法が分かるような形でまとめていこうと思っている。そこはヒアリングの結果や実際の生産者がやっているやり方を見ながら、まとめていく。**（事務局）**

✧　どの規模の業者がどういう生産方式を取っているかというデータはまず出てくるとは思いますが、それをどう解析するのか、それを最後の手引き書にどのように反映させるのか。**（丹下座長）**

→例えば苗畑で幼苗を作って移植、箱まきで毛苗を取って毛苗をキャビティに移植というのは、大体今まで一般的に行われている方法。これに対してプラグ苗という新しい発想が出てきている。プラグ苗を作って販売する生産者とそれを購入して移植してコンテナ苗を作る生産者の分業化もありうる。**（事務局）**

✧ 今後、苗木の生産量を増やしていく過程の中で、事務局からあった分業という部分に関して、例えば県はどのように考えますか。**（丹下座長）**
→現実に現時点で分業というのは県の中でされることがある。例えば、幼苗の生産に失敗したので、余裕がある人から幼苗を譲ってもらうということはある。ただ、現状は裸苗の生産を失敗したケースが多いですが、そうではなくて、セルトレイにするともっと苗木の受け渡しが楽だ、かかる経費がこうだという話は、そもそもセルトレイで生産できることを知らない方も多くおられると思う。そういう方々に対して、こういう分業のやり方もあるという情報を提供することは、すごく有意義なことではないかと思う。**（藤井委員）**

✧ この委員会の守備範囲がどこまでか。事業のタイトルは「標準化」ですが、コストや工程管理なども含めて標準化を考えるのか、それとも出来上がってくる苗の品質保証を考えて標準化と言うのか。**（伊藤委員）**
→まずこの事業は２つの柱がある。一つは規格です。規格をどうするかという規格の見直しを考える。もう一つは「料理本」で、今からコンテナ苗を作りたいと参入してくる人たちに対して、標準的な作り方を「料理本」として示す。この２つがあったと思う。（事務局）

✧ 移植のやり方によって苗のクオリティが変わってくるかどうかですが、ここは変わりないと考えてよろしいか。**（伊藤委員）**
→生産者の話を聞く話では、例えば移植苗は移植技術を求められる。１年生幼苗の移植についてはちゃんと技術的に移植の方法を教えておかないと、活着しないで枯死に結び付くというのが出てくる。プラグ苗の場合には、プラグ自体を穴の中に入れてくので、移植技術を求められることはない。スピードも、プラグのほうが皆さん楽だとおっしゃられている。その場合、品質が違ってくる可能性はあると思う。**（事務局）**

✧ 基本的には、工程のデータに関してはオプションである。標準化という視点からいうと、プラグ苗は苗の得苗率が低下するのを回避できる可能性がある、そういうメリットがある可能性があるということ。生産方法についてメリットやデメリットが、工程や技術、作業の慣れなどに左右されるか、されないか、あるいは資材のコストの面などで星取り表が出来そうなので、そういう形で提示するというぐらいでよい気がする。**（伊藤委員）**

✧ 品質調査に関して、相対成長関係式で乾燥重量を推定されているところの、スギのフィッティングが良くないというか、R^2が0.5や0.66と、結構暴れているのが気になる。生産者によるばらつき、あるいは地域・系統によるばらつきがあるのか。**（伊藤委員）**
→今回は生産者ごとに推定するのではなくて、大雑把にスギ（実生）、スギ（挿木）という形で

まとめて推定しているため、推定精度が少し粗かったことは否めないと思う。**（事務局）**

✧ 乾燥重量というのは根も全部含んだ乾燥重量でお話をされていますか。その意図は何か。**（伊藤委員）**

→去年の報告では、地上部だけのD^2Hで成長量を評価しました。地上部だけではなくて地下部まで含めたトータルの中で、どのくらいの物質生産をやったかというのを評価したほうが、より品質、成長に対して評価が、地上部だけでやるよりはいいのではないかという発想の下に、見えない世界の根まで掘り上げた。**（事務局）**

→地上部と成長量の関係が見てみたかったなと思いました。葉の色と葉の量で、掛け合わさって成長量に影響していることが考えられると思った。T/R比で根の影響を見ていますので、地上部も見てもらえたらと思いました。**（飛田委員）**

→T/Rは率なので、やはり絶対量で見たかった。もう一つは、結局、葉量と葉の中の窒素濃度が向上の規模と能率を表すというところで、葉量、窒素とすれば見た目の葉の色の濃さが関わってきているので、地上部の重量との関係を見るというのはあるかもしれない。**（事務局）**

✧ 基本的に、期首乾重でその後１年間の成長量をあまり説明できていないと解釈すべきなのではないかと思う。このばらつきを生んでいるのが何なのかというのを別の要因で分析していただくのが、すごく大事ではないかと思っている。**（伊藤委員）**

✧ 成長の良否の比較みたいなところは、生産者間の比較が結構難しいと思うので、最初は生産者の中で、根鉢のしっかりしたものと、していないものの成長を比較するといったところからスタートしたほうがいいかなと思います。**（丹下座長）**

（２）規格（案）の検討について

✧ 林野庁のコンテナ苗の規格は、実態として定着していないというか、地元の商習慣を全く考えずに作られたと思われます。作る側の立場で考えるのか、利用する側の立場で考えるのかという視点が抜けていると、全く定着しないのではないかという気がする。**（安樂委員）**

✧ 作る側の報奨としては、頑張って35cmのものを40cmにしたら高く売れるのではないかというのがあると歓迎されると思います。**（安樂委員）**

→コンテナの容量は、150ccが日本の中で主流になっているというのは、値段が同じだから。買う側の視点からいくと、大きい苗を植えれば１～２回、下刈りが省けるな。では少々高くても大きいほうを買うかと。そういう号数もあっていい。**（事務局）**

✧ 大きい苗は、植える手間は大きいのではないか。**（丹下座長）**

→フォワダーで運べるような世界については、少しでも大きい苗でやっていこうということで。一律ではなくて、そういう使い方があってもいいのかなと思っている。**（事務局）**

✧ 現場側から規格に対する意見で、県として下限は絶対につくらないといけないと思う。苗木生産

者と請負で仕事をしている人は、小さい苗木がいいということで、森林所有者の知らないところで、現場には都合がいいけれども成長が遅くなってしまう可能性のあるような苗木が植えられてしまう危険性がある。上限は、大き過ぎる苗が安くなることはないという話がありましたが、現場ではそういう話が多分あって、成長し過ぎてしまって廃棄しなければいけないというケースが多々ある。例えば条件のいいところなら、形状比が高いけれども、いい時期に植えるのでいい。その代わりに苗木を安くする。そういう話が今後あってもいいのかなと思う。**（藤井委員）**

✧ 規格の話は本当に悩ましい。生産者のためなのか、造林者のためなのか。実際に先ほど45cmの規格を消そうかというような案があった。何となくあの辺りは一番流通しているのではないかというイメージがある。**（林野庁）**
→地方でまちまちなので、十把一からげで述べるのは難しいと思います。ただ、そこには慣習で使っている大きさがある。例えば、機械化が進む中でこのくらいの大きさだとうまく運びやすいとか、大き過ぎると逆に運びにくいとか、そういうニーズからきているものもあるのかもしれませんが全国的な視野では見ていない。**（安樂委員）**

✧ 例えば裸苗のときのサイズと、今のコンテナ苗が出てきたときに、コンテナ苗としてこんなサイズが多く植えられているというのは、ずれはありますか。**（丹下座長）**
→普通苗が大体、皆さんの基準にあって、それになかなかコンテナ苗が追いつかなかったという歴史があると思います。特に近年でも、東北はかなり日照障害で育ちが悪かったときがありましたが、30cmに届かなくて25cm強でも、みなして、今年度限りはそれで引き取るということがあったとは聞いております。**（安樂委員）**

✧ 裸苗とコンテナ苗の違いは、苗木を作る時期も植栽する時期も、裸苗は完全に決まっていた。コンテナ苗で通年植栽になった。それによって出荷時期がばらばらということは、苗の状態も全然違う。特に今回のこの標準化の事業である程度、制限をかけるというか、基準を定めることは重要だとは思う。規格に達してからすぐ出荷する苗木もあれば、長期間放置して出荷される苗も当然ある。それが肥料切れなどにつながっている可能性もある。コンテナ苗になってかなり状況が複雑になっているのかな、それだけに基準は重要。**（藤井委員）**
→基本的には、植えて確実に活着して初期成長をしてくれるかどうかというのが規格の判断基準だと思う。**（伊藤委員）**

✧ 150ccで80cmになったものと、300ccで80cmになったものでは、全然意味が違うと思うので、仮にコンテナ苗の規格をJFAの150ccと300ccを対象にして考えるのであれば、キャビティサイズ別に規格を考える必要がある。**（伊藤委員）**
→一つは、形状比を決めることによって、150ccで80cmまで伸びたものは健全ではないというふうに切れるのではないかということで、今キャビティ容量ごとにはしていない面もある。その辺はどういう形で提示していくかというのはあると思う。葉の色などは基準には入り切れない。冬では色が変わる場合がある。コンテナとして最低限これはクリアしないといけないというものが、裸苗と違うものがあるのであれば、それも一つの見方なのかもしれないとは思う。**（丹下座長）**

✧ 肥料をコントロールするのがすごく難しい。葉色が悪いという状況が発生するだろうと思う。生産者は、大きくなってくると肥料が切れるような形で生産する。**（藤井委員）**

✧ 150ccと300ccはおのずと形状比で切れるのではないかというところは、確かにその可能性はあるが、確実に切れるというデータが必要になると思う。倒伏に関して、２つ問題があって、一つは、誤伐しやすくなる。もう一つは、つるが絡んで立ってこられないものが出てくる。ここで取り上げられている倒伏の問題はすごく重視しておいたほうが、植えた後の育林の中では大事なことになるのではないか。**（伊藤委員）**

✧ 使う側の立場から発言させていただくと、植栽後早く高くなってほしい。そうすることで、１回でも下刈りを減らして、シカの食害も受けないようにするというのが目指すところではあると思う。新しい森林林業基本計画が出来て、示されている方向性としても、下刈りの回数をできるだけ減らしていこうというところなので、御検討いただければと思う。**（九州森林管理局）**

✧ 今回この基準、規格が出来たときに、ある程度は現地の裁量に任せてもらえるところがあるのか。**（飛田委員）**

→裁量はある**（林野庁）**

✧ 一つは、生産目標でこういった苗木を作ってくださいとある程度この太さの、形状比が高くないものを作ろうという生産目標としての位置づけというのもあると思いますし、それによって大きい苗を作ろうとしたら、最低限この太さなりをやらないと健全な苗とは言えないということで、大きさごとの健全な苗の基準なのではないでしょうか。**（丹下座長）**

✧ コンテナのサイズに対してこの苗長や根本径、根の量等という方向で検討していただいていた方向でよいと思う。**（林野庁）**

✧ 小さいサイズのものは150cc前提、大きなサイズのほうは300cc前提というところはよい。150ccで大きくなり過ぎたものが本当に規格に達していてオーケーでいいのか、それとも植えた後のパフォーマンスを考えると、これは規格外としなければいけないのかというところが大事だと思う。科学的根拠があるのであれば、分けるべき。**（伊藤委員）**

（３）手引き（案）の作成について

✧ 読者の対象を少し明確にして、本当に新しく始める方なのか、今やっていていろいろ悩んでいる方なのか。**（丹下座長）**

→この手引きは、新しく生産に着手する方向けというのが一番目標で、コンテナ苗の技術はまだそんなに蓄積がなくて、コンテナ苗をやってみようかなという方たちも含まれる。**（事務局）**

✧ この手のマニュアルは必ず必要ですが、これをやるとこの面で駄目になるというようなリストみたいなものが、どこかで付いていたほうがいい。**（伊藤委員）**

✧ 一番ポイントになるのは、灌水の問題だと思います。現地でも、ヒノキは違うというのがありましたね。ただ一律の灌水量が書いてあるのではなくて、スギの場合はこういうことに気をつけて、カラマツの場合はこういうところに気をつけてということが読み取れると、中身があるのではないかという気がする。**（安樂委員）**

✧ とりあえずできる、プラス、試行錯誤のヒントでお願いします。あと、地域性も少しよろしくお願いします。**（林野庁）**

令和３年度コンテナ苗生産技術等標準化調査委託事業
第２回検討委員会
議　事　概　要

日時：令和３年 12 月 22 日（金）13:30～16:30
場所：日本森林技術協会　３Ｆ大会議室
出席者職場、自宅を Web 会議システムで結んで実施

議事次第

１　開会のあいさつ
２　委員紹介
３　議事
（１）苗木生産調査について
（２）コンテナ苗の規格（案）の検討について
（３）コンテナ苗生産技術・システムの手引き（案）の作成について
４　閉会

■議事（１）苗木生産調査について

✧ 現状でスギバークがどう使われて、今後コンテナ苗の育苗資材としてどのくらい使い得られるか。また、コンテナ苗の培地として需要の可能性、ココピート等の輸入が少なくなれば、代替となるか。**（丹下座長）**
→宮崎県都城市では、スギバーク100％を培地として使っており、緊急的に提供できるバークはおよそ２万ｔある。山行きのコンテナをキープするとすれば15年分、原料として十分にあるということが分かった。全国各地にバークの生産者、使用者がおり、それぞれで利用していくことは可能ではないか。**（事務局）**

✧ ヒノキの生産試験について、各地の生育の差は元肥以外にも要因があるのか。**（林野庁 寺本課長補佐）**
→スギバーク100％で根が付いてしまえば、元肥がなくても挿木は葉の中の窒素と葉量が掛け合わせで物質生産することが試験で得られた。形状比についてはこだわらなくてよいと思う。**（事務局）**

✧ 今回元肥の配合を忘れたそうだが、なぜ秋田県の試験だけ入っているのか。**（林野庁 諏訪室長）**
→先行して自分たちで元肥、バークを配合した培地を使用して追試験をプラグ苗で９月に行った。この結果を基に培地配合を業者に依頼したがバーク100％だけ元肥を入れ忘れた。**（事務局）**

✧ 宮崎県の試験の挿木がスギバーク100％で、元肥なしで成長が落ちないのはなぜか。挿木の特殊性としてもどういうメカニズムでそうなったのかが疑問。施肥すると樹高成長や挿木を移植した後の根系の発達量も全く違っていたという事例があった。**（伊藤委員）**

✧ 培地試験にて、秋田県のプラグ苗が大きかったが、根は巻いていない状態か。また、大苗について、需要はあると考えてよいのか。**（飛田委員）**
→見た限り巻いていない。生産者がハウス内で地置きをし、空気根切りをせず下に根が繁茂している状態をもいで移植していた。**（事務局）**
→大苗は国有林で先行して使ってもらいたく、これから需要の拡大を進めていきたいと思っている。**（林野庁 寺本課長補佐）**

✧ どういうものが健全な大苗なのか、定義を固める必要性があるのでは。これからの植栽試験や、植える手間などを考えながら詰めていくことと思う。**（丹下座長）**

■議事（２）コンテナ苗の規格（案）の検討について

✧ 規格や出荷基準とはしっかり活着をすることで、その条件として形状比をどうするか。根元径の太さと苗木の高さの関係に、ある基準を設けるかどうか。**（丹下座長）**

✧ この規格（案）の、条件と規格の関係は一体何かを確認したい。また、150ccと300ccで分けて基準にするのか、キャビティの容量を規格としてよい苗木とするのかは重要だと思う。ただ、これを規格にするか、推奨の位置付けにするのか、そこは考える必要がある。**（林野庁 寺本課長補佐）**

✧ キャビティ容量を規格とするかどうかはとても難しい。あとは地域ごとの規格を作ってもらう方向で考えている。150cc大苗の出荷について、植え替えて根鉢を大きくするということは賛成する。気になる点は、150cc以上で形状比が保たれる場合、樹高の制限がなくなるがそれでよいのか。また、形状比が大きくなり過ぎると、枯れるリスクは高くなるので、そこは基準があるとよいのでは。**（飛田委員）**

✧ 挿木由来のコンテナ苗と実生由来のコンテナ苗で基準を分けるべきかについて、90㎝くらい（九州では中苗）を24穴キャビティ全部埋めて作ると、形状比130、140が３割、４割でき、山に植えると傾伏する。今回のような大きな苗のサイズまでの基準を考えるのであれば高い形状比に相当するものが出てくると考えたほうがよい。**（伊藤委員）**

✧ 実生と挿木の違いについて、挿木で挿穂が大きいものは実生とその後の育苗は違うと思う。マイクロカッティングや小さい挿穂を活用する挿木については、実生と同じような育苗をするのではないか。そこで形状比が問題になってくるのではないか。**（藤井委員）**

✧ 根鉢がしっかりしている、固くないといけないとは、どういうリスクとして出荷基準に上げるということかも理由として書くことは必要。今後林野庁、地方自治体が取り入れるときに参考にな

るような情報として上げておくべきと思う。**（丹下座長）**

✧ 簡単に根鉢の培土が落ちるものを植えることはない。苗畑で実験したが、根鉢の崩れやすさとは別で、根量が足りず活着しなかったという例はある。**（伊藤委員）**

✧ 根鉢や根茎の被覆率とは、根量の指標であり、運搬等の際に土が落ち裸にならない苗であるということ。あとは根量の指標か。形状比の問題や、キャビティ容量について、それらを基準とするより、出荷基準を満たすためには300cc以上のコンテナを使わないと得苗率が落ちる、１号苗、２号苗であれば備考に書くのも１つのやり方では。150ccで２号苗も出てくるケースもあるかと思う。**（丹下座長）**

✧ 150ccのコンテナ内で根元径が10㎜で高さが110㎝の苗はあるのか。**（林野庁 諏訪室長）**
→150ccで苗長100㎝は作れない。形状比は、根元径や苗長の次に来る基準ではないか。形状比はあくまでも最後の１つの基準のような位置付けで考えている。**（事務局）**

✧ 生産者の立場から言うと、需要者である造林業者のオファーがあって生産しているのが実態で、国有林であれば何サイズの苗長と指定され、それに合わせている。最も大事なのは造林者向けにこれなら大丈夫、これだけの高さがあるから生き残るという規格で、応じた生産技術に説明を持っていくのがよい。利用する立場の視点が大事。**（安樂委員）**

✧ 徳島県の状況では、請負業者からは小さい苗木を求められ、小さい苗木ばかりを作ってしまう状況になる。再造林の低コスト化が第一目的なので、下刈りが省力できるような規格は示さなければならない。そのためには苗木生産の150ccと300ccでは作るコストが違う。下刈りが終わるまでのコストを出した中で最適な苗木のサイズや規格を出さねばならない。研究を進めていく途中なので、結果をもう少し待たなければいけないと思う。**（藤井委員）**

✧ ５年間もしくは10年間の除伐が終わるまでのコストを一番少なくするための、貢献するような規格なりその情報をどう提供するか。この規格についてはそれぞれの項目を挙げる理由を説明する上でどういう内容が好ましいのかを説明する形になればと思う。適切な苗木の生産、指標になるものが出荷基準や規格であり、裸苗の基準を援用しないものを作っていく必要性がある。**（丹下座長）**

✧ よい苗とは運搬時に根鉢が壊れず、植えたら活着し、その後早く伸び、下刈りが省略できるような苗で、その条件に合っているものから順番にグレーディングするというのがよい苗の評価である。それぞれの樹高、根鉢、形状比がなぜ求められるのかという理由があればよい。今、使わないとなっているにしても、近い将来そういうものに対する規格、そのためのガイドラインが必要。**（伊藤委員）**
→規格のガイドライン的なものが必要かと思う。**（林野庁 寺本課長補佐）**

✧ 生産者の迷いをなくすという意味で、150ccでそのままやってしまうと徒長苗になるが、300ccに移し替えてという分岐点も示すという150ccの幅を提示できるのはよい。形状比の問題も、大きくなった苗のほうが問題になる。期待しているのは、品評会で一番よい苗とは何かを各県から聞かれるので、この場合はこういう規格、これがベストというものが示せたら、生産者としても目標値ができる。**（安樂委員）**

✧ 大き過ぎる苗の判断基準として、垂直に立てて倒木しない、枯れ上がりがない、長期間放置されていない、それがよい苗と思う。**（藤井委員）**

■議事（３）コンテナ苗生産技術・システムの手引き（案）の作成について

✧ 毛苗など移植後の日隠解除するタイミングなどの例や、毛苗移植の場合病虫害が幼苗移植などに比べると致命的になる例をトピック的にする。生産方法で散水の仕方が異なる等あるので、区別してもらえるとよい。**（飛田委員）**

✧ メリットとデメリットを分かりやすく書いてあげればよい。幼苗移植コースは大きい苗を移植できるので、病害が発生しにくい例があり、毛苗移植コースは施設栽培などが必要で小さいところから育苗しなければならず難しい。直挿しをする条件として発根率の高い系統があるなど、いろいろなメリット、デメリットがあるので、コースを選択できるような形にしたほうがよい。また、実生と挿木は分けたほうが分かりやすいのでは。北日本では冬越しがあるので、そのあたりも分けて書かないといけない。**（藤井委員）**

✧ 先ほどまでの規格や規格のガイドライン、よい苗とはどういうものかをどのあたりに書き込むかについてはこの「システムの手引き」には入らないという認識か。また、生産目標が最初にあってもよいのでは。**（伊藤委員）**
→今の「システムの手引き」では、出荷のところにこの規格案を書き込んでいたが、そこに関しては修正しながら書き込むのか、別出しするのかは林野庁と相談させてほしい。**（事務局）**

✧ この規格を作るに際して、よい苗木のガイドライン、手引き書、規格という３部構成でもよいかもしれないし、この手引きの中に要約化したものを、全部入れてしまってもよいのかもしれない。**（林野庁 寺本課長補佐）**
→料理本というような話で、作る過程だけを意識した。**（事務局）**

✧ どこかの視点に絞って作成したほうがよいとは思うが、生産目標が分からないままだと難しい気がする。標準的な苗の生産工程をいろいろなコースで説明したという理解でよいか。**（伊藤委員）**
→できるだけ標準的なやり方、説明にはしていく。**（事務局）**

✧ 標準的な苗に対しいろいろなコースで標準的な作り方を示すという部分と、クオリティやサイズを上げる場合にはオプションを足すと汎用性が上がるのではないか。可能な範囲で「システムの手引き」にトピック的に入れてもらえるとよい。また、標準的と言いつつ、挿木の直挿しコース

のような先進的な内容も含まれており、技術調整中の部分もあるように思う。**（伊藤委員）**
→幼苗、毛苗、直播コースであれば生産者は大勢いるが、プラグ苗と挿木直挿しは読者としていきなり入るのは無理なので、事例で紹介したり、コラムで使おうと思う。**（事務局）**

✧ 先端的な育苗をやっている業者が個別に技術開発してきた内容は知財であり、これを一般に手引きとしてオープンにすることには違和感を持っていた。そういう意味では経験者・効率化コースの部分について詳しく書く必要はないのではないか。また、地域性や種苗の遺伝的な特性などで失敗例もあり、標準的なものが全国一律に示せるかというと、リスクがある気がしていたので、これをやれば必ずできるとはしないほうがよい。一方で、これをやると確実に失敗する情報を入れることは、初心者には重要ではないか。**（伊藤委員）**

✧ 冒頭で「家族経営」等、コストの話があったが、あまりこだわらなくてよいのでは。「家族経営」ではなく林野庁補助事業目安の「５万本作る場合は」くらいの表現でどうか。**（安樂委員）**

✧ コンテナ苗のサイズについて、こういう苗を作るときはこうでないと駄目というように具体的に書いてほしい。適宜という内容は情報として意味がない。費用についても、目安の内容が分からないと読んでもイメージができず、ランニングコスト的な記述が分かれば入れてほしい。また、何とかコースという表現はやめてもらいたい。**（林野庁 諏訪室長）**

✧ 今試行錯誤している生産者のために、失敗例は入れてほしい。成功例でまとめるのも方法の１つでは。全国津々浦々での事例的な情報を上げ、高度なところは後ろにまとめてトピックス的に入れていくというのもありかと思う。**（林野庁 寺本課長補佐）**

✧ 林野庁としても大規模なところに作ってほしいという思いがあり、かつ新規産業を応援したいという思いもある。初期投資の試算はあったほうがよいのではないか。補助５万本以下も生産者対象に入れたほうが必要になると思う。**（林野庁 藤代再造林技術推進係長）**
→例示では家族規模、加えてアルバイトや季節雇用が入る規模、株式会社をイメージして作っており、生産規模に対応した作業システムになるよう示している。機械については事例で紹介する予定。**（事務局）**

令和３年度コンテナ苗生産技術等標準化調査委託事業
第３回検討委員会
議　事　概　要

日時：令和４年２月３日（木）13:30～16:30
場所：日本森林技術協会　５Ｆ中会議室
出席者職場、自宅を Web 会議システムで結んで実施

議事次第

１　開会のあいさつ
２　委員紹介
３　議事
（１）コンテナ苗の品質調査について
（２）コンテナ苗の規格について
（３）コンテナ苗生産の手引きについて
４　閉会

■議事（１）コンテナ苗の品質調査について

✧ スギ試験について「枯死が多い生産者のコンテナ苗の根系被覆率の平均値は、他の生産者よりも低い傾向にある」とあるが言い切れるか。ヒノキ試験について「根系被覆率が30%を超えているものの、成長と根系被覆率の関係性を見出すことは難しい」とあるが、「根系被覆率と植栽後の生存率の関係」では、「根系被覆率が高いほど生存率が高い」とあり矛盾している。また、「品質調査のまとめ」で、今年は主根を曲げて移植した苗がないとのことだが、結果の改善か、偶然か。**（林野庁 寺本課長補佐）**

→生存率と根系被覆率は関係性があると考えており、傾向としても見えるが平均値のためばらつきはある。スギとヒノキに関しては根系被覆率と翌年度の生存率に影響があることが見られる。根系被覆率と成長量に影響があるかといえば、傾向は出なかったので、説明から抜いた。根に関しては、今回偶然そのような人がいなかった。**（事務局）**

✧ 生分解性ポットのほうがコンテナ苗よりも根系被覆率が低い傾向にあったとのことで間違いないか。ペーパーポットのほうが、根系被覆率が低くなる傾向はおそらく間違いない。また、根量が少ないかというと決してそうではない。**（伊藤委員）**

→解体調査の結果、生分解性ポットは根系被覆率が低い傾向にあった。今回の根系被覆率と生存率の関係についての解析は、植栽する生分解性ポットの不織布は剥がしていないので、根系被覆率は測定できていないので、生分解性ポットのデータは抜いている**（事務局）**

✧ カラマツ試験について、コンテナのタイプは、スリットとリブとどちらが多かったか。生分解性ポットはコンテナの中に入れるのか。**（飛田委員）**
→カラマツは、スリットタイプが多い。コンテナのキャビティ内に生分解性ポットを入れる生産者がいた。**（事務局）**

■議事（２）コンテナ苗の規格について

✧ 「根元径と脱落土壌量との関係」で、スギ以外の樹種は今回の調査の結果を準用するのか。また「旧標準規格から削除した項目」の旧標準規格６号について「幅広い自然条件下において安定した品質を確保する観点から」とは、言い切っても大丈夫か。**（林野庁 寺本課長補佐）**
→スギ以外の樹種は今回の調査の結果を準用する。他の樹種でも根元径と根量は、関係があることがわかっている。（事務局）

✧ アカマツ・クロマツについて「改正案」の規格は現行の規格と同じなのか。掲載すると内容が一人歩きするので、林野庁に確認願いたい。**（丹下座長）**
→一旦保留という形でお願いする。（林野庁 寺本課長補佐）

✧ ６号の規格について、当年生苗との整合はどうか。当年生でついていけない規格になったときに、20㎝台の規格が要るのではないか。**（安樂委員）**
→当年生であっても最低の基準が必要であるのが本来であると個人的に思う。**（林野庁 寺本課長補佐）**

✧ また、形状比140について「根系被覆率20％以上であることが望ましい」という表現だが、過去には「おおむね20％」という表現があったので参考にしてほしい。**（安樂委員）**

✧ 形状比を規格として取り入れる際倒伏しやすさが中心に置かれている。形状比が大きいと植栽後、伸長成長よりも肥大成長や地下部の成長が優先されて、あまり上に伸びないというのは一般的な傾向かと思う。そちらには重きを置かずに、倒伏について形状比を入れる中心的な説明とする点についてはどうか。**（丹下座長）**

✧ 好ましいキャビティの容量を決めるところで、これまでの議論としては、ある根元径より太くて苗長が高いものはそれなりに容量の大きいトレイでないと育成できないので推奨するという理解が一方であったと思う。ここだと植栽後の成長のいい悪いということが説明理由になっているが、この辺についてはどうか。**（丹下座長）**

✧ 前回事務局は、形状比が高いと翌年に植えた後は成長しないと言っていたが、今回は成長に関しては、植栽時の形状比はあまり考えなくていいのではないかと言われていた。その認識でよろしいか。**（伊藤委員）**
→林野庁の低密度植栽事業のスギコンテナ苗データと受領した国有林のデータを解析して、形状比ごとに分けて樹高の成長曲線を描くと、必ずしも形状比80以下の成長がよいわけではなく、環境に影響している傾向が見られた。形状比は倒伏で見たほうがよいのではないか。**（事務局）**

✧ いろいろな環境要因も含めて成長に作用する要因はあるが、確実に形状比で成長が変わってくるという事実はあると考えたほうがよい。同じ時期・環境・場所に植えて、同じ遺伝的な形質であるとしたら、形状比が低いもののほうが樹高成長はよいと思う。そういう認識の上で表現しないと、成長に全く関係ないという話は後々おかしなことになる。また、形状比の問題とキャビティの容量の制限に伴うTR率の問題が混在していたので、分けて考えるべき。**（伊藤委員）**

✧ 直径で担保されていれば、形状比が少々高くても、樹高成長が弱くても、最終的には同じぐらいになるという傾向があり、活着でも、形状比が高いところでは、大きな枯死が見られないので、現時点で形状比を根拠にした規格とは弱いと思う。また、推奨容量についての根拠はどうか。**（藤井委員）**

✧ 形状比の影響は植栽当年であるとか、活着率についても植栽時の環境の影響が出る可能性はあると思う。**（丹下座長）**
→２年目、３年目となると形状比が落ちて一定の形になるということ、落ちるとともに肥大成長を優先しながらバランスが取れたところで肥大も伸長成長も始めていくということを考えると、あまり形状比を気にする必要はないのではないか。**（事務局）**
→規格として挙がっている１号苗や２号苗を導入したとき、高い形状比だと、期待した初期サイズの大きさのメリットが失われる例がある。そのため、大苗で形状比を考慮する必要があると思う。**（伊藤委員）**

✧ 形状比が高いと、植えてすぐの成長がよくないのは幾つか理由があるので、記載するとよい。**（飛田委員）**

✧ 90cmの中苗を植えたときの植栽１カ月後から、その年の生育終了時までを表す「形状比と倒伏の関係」データより、つるに絡まったり、誤伐に遭わなければ、通常の作り方をしているものなら立ち直るという結果が出ている。**（伊藤委員）**

✧ ヒノキとスギの違いに関しては、木材性質が専門の方に情報をもらう。森林総研から情報を得るという形がよいかと思う。**（伊藤委員）**

✧ 改正案は、蒸散期間・量・葉の量・吸水期間・根の量とのバランスが悪くなるような大きな規格に対して小さなキャビティ容量は避けるという趣旨なのか。事務局が取ったデータで、バランスが崩れると、活着や初期成長が悪くなるような提示があるか伺いたい。また、育苗密度は別なので、一緒に入れないほうが分かりやすい。**（伊藤委員）**
→TR率は出すことができるが、成長に関しては、今回出したデータしかない。キャビティについては24穴でやることを前提として考える。**（事務局）**

✧ 分からないところは慎重なほうがよい。注釈をどう書くかは事務局と林野庁の間で検討し、分からないところについては委員や専門家に意見を伺うという形で修正する。**（丹下座長）**

✧ 300ccが成長について、培地の中の肥料濃度が同じ場合は、肥料の量が多くなるため成長がよくなる。**（飛田委員）**

■議事（３）コンテナ苗生産の手引きについて

施肥管理・灌水管理

✧ 規格に達すると速やかに出荷できるわけではなく、肥効期間が長いものを使うと形状比の高い苗木になるので、規格に達するぐらいの段階で元肥が切れるようにすることが重要。出荷時期が現場ではなかなか確定できず、大き過ぎる苗になることがあるので注意する。**（藤井委員）**

✧ 「植えたときに伸びるように施肥を管理してください」という記載はあったほうがよい。樹体内に養分を取り込んだ状態であれば、植えた後の成長がいいという結果は出ており、必ずしも根鉢の中に、肥効期間が残っている必要はない。**（飛田委員）**

✧ 成長時の葉を増やす材料になる窒素がどのぐらい土壌にあるかということが重要。多少なりとも根鉢に含まれているほうが利点はある。**（丹下座長）**

✧ 苗は肥料をたくさん入れているとどんどん成長し、残った大き過ぎる苗木に関しては、廃棄したこともあり、廃棄を避けるために、現場の生産者に対しては、できるだけ肥料を少なく、肥効期間も短くしてくださいとお願いしている。最近の研究成果で、植栽後を考えると肥料があったほうがいいという事例があり、現場ではどうやって肥料をコントロールすべきなのかが悩ましい。**（藤井委員）**

✧ 健全な苗を山に出していくことと成長管理という要因を前提として、肥料減にならない形での肥料管理が重要。これまでの情報に基づいて、標準的にはこういう形でやられているという記述にとどめるぐらいで、ベストと結論づけるのは難しい。**（丹下座長）**

✧ 生産者に対して潅水の説明をするときは、乾かすことも含め繰り返す潅水管理を行うことと、条件については環境、風の強さやハウス内と外でも変わるので、考えて管理してくださいと言わざるを得ない。箇条書きするしかないのでは。**（藤井委員）**

✧ 事例的に、「このような生産者もいます」等の書き方になるのでは。**（林野庁 諏訪室長）**

✧ 今回の事業で、土壌水分計で実際にデータを計っているので、よい管理のデータをコラムに掲載するのはどうか。**（林野庁 藤代再造林技術推進係長）**

✧ 生産者が独自で水分計を探すのは難しいと思うので、今回、事務局が使われたものを紹介するというのはどうか。**（藤井委員）**

✧ 夏場に数日、水をやらなかったら枯れるというのも書いておく。当たり前かもしれないが、本当

に全部枯れてしまう。**（飛田委員）**

外出し

✧ 外出しについて、準備段階とタイミングの見極め方についてどこまで書けるか。また、挿木苗など、比較的頑丈で根が張っているものについては、準備段階なしで出す事例もある中で、それをガイドラインとして出すのか、リスクが高いものはここでは触れないようにするのか。毛苗、直接播種等はどうか。**（丹下座長）**

✧ 潅水の管理と光の管理は一番難しい。発芽したての苗をコンテナに移植して炎天下で育苗するとストレスを受けるというのは間違いない。最初は、寒冷紗は必須と思う。10cmから15cm以上のサイズになると、寒冷紗がなくても育つと思っているが、根拠を持った説明ができない。**（藤井委員）**

✧ 寒冷紗を外した後も、天気を見ながら寒冷紗を戻している生産者の話も聞いたことがある。寒冷紗を外すタイミングは梅雨時かと思うが、ある程度本葉が出ている状態だと、個体の枯死のストレスを回避することができると思う。**（飛田委員）**

✧ 移植後の育苗、外出しに適した苗について、「毛苗の10cmから15cmまで成長して、しっかり根が張ったもの」「季節は日が強くない季節」とあるが、これは外出しではなく、ハウスの中で寒冷紗を外すことも含まれているのか。**（飛田委員）**
→ハウスの中で寒冷紗を外すというのもあるが、話が複雑になるので、あくまでも外出しというイメージで記載した。**（事務局）**

✧ 移植後の育苗、「温室での育苗から外出し」の最初の段落はハードニング的な意味合いで書いているのか。何のために外に出すのか理由がないと、温室だけで育てて、そのまま山に植えてよいのかという話になる。**（丹下座長）**
→冬のことがメインになっており、次の段落で小さい苗で出す話になっているので、順番を変えるようにする。生産者に確認する。**（事務局）**

✧ 先に「スペース的にも、光量的にも、全天下で育てるのが望ましいが、最初の移植の段階だけは、温室の中で遮光してストレスがかからない状況でやる必要がある」というのを書いたほうがよい。また「それが終わったら外に出すが、そのタイミングは気をつけなければいけない」、「最初に温室の中で育てる理由については、ストレスを回避するため」ということを書いた上で、「ある程度耐えられるようになったら外に出して育てることができる」という話を記載する認識でよいか。**（伊藤委員）**

✧ 外出しについて、梅雨時はない。真夏に出す人はいないと思うが、出しても寒冷紗で覆っている。**（安樂委員）**

✧ 「このようにしましょう」と書けないと思う。どういう点に注目して判断したかは書いてもらい

たい。**（丹下座長）**

→毛苗と直接播種とプラグについては、「外出しのタイミングは10cmから15cmぐらいになったとき」であれば確実に数字として記載できる。**（事務局）**

✧ 寒冷紗の遮光率の記載があるとよい。**（飛田委員）**

その他

✧ 根系被覆率のサンプル写真は、50%の画像については合成しているということを付け加えてほしい。画像の合成は研究倫理上、非常に危ないものなので、サンプルとして合成ということを明記してほしい。**（伊藤委員）**

✧ 病害虫関係について、森林総研の樹病関係者が最新の病虫害に関してデータを集めているので、記載してもらえればと思う。病虫害が発生した時の連絡先を入れてもよいのでは。**（飛田委員）**

✧ 手引き（案）エア挿しの写真について、公開してもよいか。**（事務局）**

→九州育種場の久保田育種課長に確認をしてもらったほうがよい。**（伊藤委員）**

✧ 手引き（案）病害虫対策について、コンテナそのものに対する消毒のことが書いていないので、加筆をお願いしたい。翌年に再利用する場合、消毒を行わないと、土壌で対策をしても効果が半減する。ボルドー液の使用が多い。**（安樂委員）**

✧ 病害虫について、赤枯れのことも聞き取りをお願いしたい。**（林野庁 寺本課長補佐）**

→混ぜ物として、ほかの山の土などを入れると、赤枯れがコンテナの中に入ってくるというのはあるかもしれない。この手引き（案）で赤枯れについては記載している。**（事務局）**

✧ 手引き（案）について、報告書のような書き方で、読む人が誰かということが抜けている。構成を変えるということ等を踏まえて、生産者に寄り添ったものにしたい。**（林野庁 藤代再造林技術推進係長）**

令和３年度

コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業

報　告　書

令和４〈2022〉年３月

（発行）林野庁

（作成）一般社団法人　日本森林技術協会

〒102-0085　東京都千代田区六番町７番地

TEL（03）3261-5281（代表）／FAX（03）3261-5393