

令和2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3（2021）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	9
第3章	コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価	11
3-1	コンテナ苗木の購入と苗木の計測・分析	11
3-1-1	目的	11
3-1-2	方法	11
3-1-3	解体調査の測定結果	15
3-2	生産者ヒアリング	19
3-2-1	目的	19
3-2-2	方法	19
3-2-3	結果	23
3-3	苗木の蒸れのアンケート調査	33
3-3-1	背景と目的	33
3-3-2	生産者へのアンケート方法	33
3-3-3	回答結果	34
3-3-4	対策	34
3-4	大苗生産の取り組み状況調査	35
3-4-1	背景と目的	35
3-4-2	方法	35
3-4-3	ヒアリング結果	35
3-4-4	残苗を用いた生産方法のまとめ	37
第4章	生産方法と苗木の品質	38
4-1	目的と方法	38
4-1-1	背景と目的	38
4-1-2	方法	38
4-2	解体調査の測定結果及び解析	39
4-2-1	測定結果	39
4-2-2	解析方法	42
4-2-3	解析結果	43
4-2-4	考察とまとめ	48
4-3	植栽後の毎木調査結果	48
4-3-1	植栽後の生育状況（湾曲）	53
4-3-2	植栽後の活着と生存率	54

4-3-3	植栽後の成長量と植栽前の苗木の状態の関係分析	55
4-3-4	生産者ごとの苗木の植栽後の成長量の分析	59
4-3-5	苗木品質調査結果から考えられる良い苗木の基準と推測される生産方法	67
第5章	コンテナ苗の規格策定に向けた情報整理	68
5-1	背景と目的	68
5-2	コンテナ苗の規格の現状	68
5-2-1	林野庁の定める規格	68
5-2-2	都道府県の山林種苗組合が定めるコンテナ苗の規格	68
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	69
5-4	根鉢の評価	70
5-5	根元径と形状比の評価	72
5-5-1	ウサギ食害と生存率の関係	72
5-5-2	植栽時の苗木サイズと生存率の関係	73
5-5-3	形状比と植栽後の苗の湾曲の関係	76
5-5-4	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	76
5-5-5	根鉢・根元径・形状比の関係まとめ	78
5-6	苗長の評価	79
5-7	規格（案）の設定	80
5-7-1	コンテナ苗の評価基準（案）	80
5-7-2	コンテナ苗のサイズを考慮した規格表（案）	81
5-7-3	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	81
5-8	規格（案）の検討における課題	82
第6章	生産試験	83
6-1	目的	83
6-2	協力生産者	83
6-3	生産試験の内容	83
6-3-1	生産試験1：異なる培地でのコンテナ苗生産試験	84
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	105
6-3-3	生産試験3：残苗を用いた大苗生産試験	126
第7章	最新のコンテナ苗生産技術等の整理	138
7-1	文献調査	138
7-1-1	国内文献調査	138
7-1-2	海外文献調査	199
7-1-3	The Container Tree Nursery Manual の情報整理	233
7-2	その他の情報収集及び整理	242
7-2-1	高知県森林技術センター（採種園）	242
7-2-2	岡山県農林水産総合センター生物科学研究所（グルタチオン）	242
7-2-3	北海道立総合研究機構林業試験場（カラマツコンテナ苗）	243
7-3	「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」作成に向けた構成（案）	244

第1章 業務概要

1-1 事業概要

事業名 : 令和2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2(2020)年4月1日～令和3(2021)年3月26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生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コンテナ苗の生産を行っており、苗木の品質にバラつきが見られるほか、生産性やコスト面でも改善の余地があると見込まれる。

このような状況を踏まえ、最新の技術的知見を取り入れた、樹種や地域に応じたコンテナ苗の生産技術・システムの手引きの作成と、コンテナ苗の規格の見直しを行うことで、低コストで品質の確かなコンテナ苗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について、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、2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、検討委員会から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) 今年度の具体的な調査方針、調査方法、新規事業(大苗生産)の検討等

(第2回) コンテナ苗規格(案)の検討、得られた知見の整理等

(第3回) コンテナ苗規格(案)の検討、生産試験の報告、次年度に向けた計画の検討等

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、あらかじめ提案された素案を基に、業務着手後に林野庁担当職員と協議の上、全体計画案を作成し、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、新型コロナウイ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。

（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

コンテナ苗生産等に関する海外の文献の収集整理を行った。今年度は、アメリカを対象として調査を行った。さらにアメリカ農務省森林局が出版している The container tree nursery manual の要約を行った。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検討を行った。前者については第5章、後者について第7章に記載する。

1-4 全体のフロー

我が国では、令和元(2019)年度に約1,897万本のコンテナ苗が生産されているが（苗木総生産量に占める約3割）、その品質は様々なものとなっているのが実態である。また、コンテナ苗は、生産者の独自の経験に基づいて作られている実態にあり、生産方法も異なっているのが現状である。

そこで、全国各地の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。その上で、課題解決のための実証生産等を設計・実施し、ここで生産されたコンテナ苗の試験植栽等を行い、実証生産等の有効性等を検証する。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

赤字は、令和2年度の計画時にフローへ新たに加
青字は、新型コロナウイルスの流行等に対応するために追加

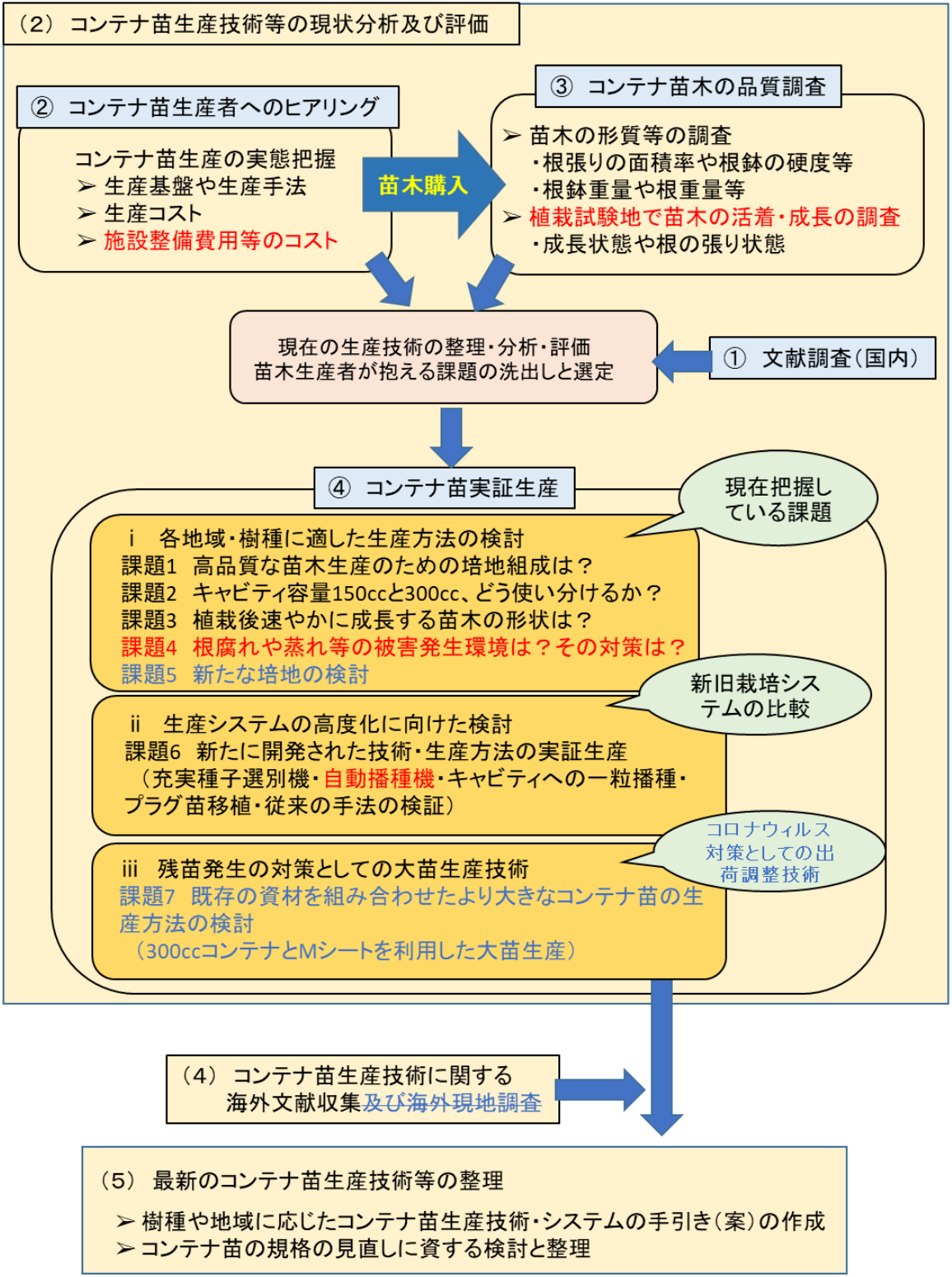


図 1-1 本事業全体のフロー

1-5 3カ年の全体計画

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。

表 1-1 3カ年の全体計画

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) 全体計画の作成			
(3) コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価	情報 収集	分析	評価
①文献調査（国内）	収集	整理	
②コンテナ苗生産者へのヒアリング	課題 抽出	整理 検討	
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	課題 設定	分析	分析 評価
	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 （実証3）		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及び海外現地調査	欧州	米州	その他 地域
(5) 最新のコンテナ苗生産技術等の整理	整理	整理 検討	手引き 作成

1-6 本事業の成果要約

本事業で得られた今年度の成果を、本事業1年目（平成31(2019)年度）の成果も含めて、以下にまとめた。各成果の詳しい内容については、括弧書きの各章に記載する。

(1) コンテナ苗の品質調査（第3章及び第4章参照）

【調査内容】

コンテナ苗について、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に、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、データを取りまとめた。

なお、報告書の第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取りまとめ、また、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取りまとめた。

【主な調査結果】

本事業2年目（令和2(2020)年度）に購入した24者の苗木を計測した上で、活着率、成長量を計測するために熊本県阿蘇市に植栽した。今年度の苗木には、150ccコンテナ苗を300ccコンテナ容器に植え替えて生産した大苗等も含まれている。

本事業1年目（平成31(2019)年度）に購入した35者の苗木の計測値を分析した結果、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。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、根元径は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。

(2) 生産者へのヒアリング（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（苗畑）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あり、そのような生産者は、苗床を持たず播種箱に播種し幼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。幼苗の移植作業は、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/人日の労務となっているとの回答を得た。

(3) コンテナ苗の植栽 1 年後の成長と生産工程の比較 (第 4 章参照)

【調査内容】

上記 (1) で購入したコンテナ苗のうち本事業 1 年目 (平成 31 (2019) 年度) に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。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、植栽後の成長のよ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取りまとめた。

なお、本事業 2 年目 (令和 2 (2020) 年度) に購入したコンテナ苗も同様に熊本県阿蘇市に植栽しており、3 年目 (令和 3 (2021) 年度) に毎木調査を行うこととしている。

【主な調査結果】

植栽後の春の調査では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。そのような苗木は、根鉢が発達していない苗木又は幼苗の移植時に根が曲げられて移植されていた苗木であった。

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 を超えた苗木の 1 割程度が湾曲する傾向にあった。

植栽後の成長がよ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よい傾向にあった。

(4) 生産試験 (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。

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。

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より大きなコンテナ苗を生産する方法を提案する。

【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が苗木が大きくなる傾向にあった。

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、根本径とともに大きくなる傾向にあった。

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。しかし、機械の導入費用等がかかるため、生産規模に応じた労務・経費のシミュレーションが課題として挙げられた。

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の活用することで、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。一方で、植え替え時の培地の追加方法や肥料管理についての課題が挙げられた。

（5）コンテナ苗規格（案）の整理（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を策定するため、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、5号（特小）から1号（特大）までのサイズ（案）を検討した。

今後、苗長、形状比、根鉢の根系被覆率について、地域や樹種の事情に応じて検討していくことが必要であることが課題として挙げられた。

（6）文献調査（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、146文献（海外文献が45、国内文献が101）を収集した。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。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。

（7）「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」作成に向けた整理（第7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」作成に向けての情報を整理した。

第2章 検討委員会の設置・運営

「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、検討委員会から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。

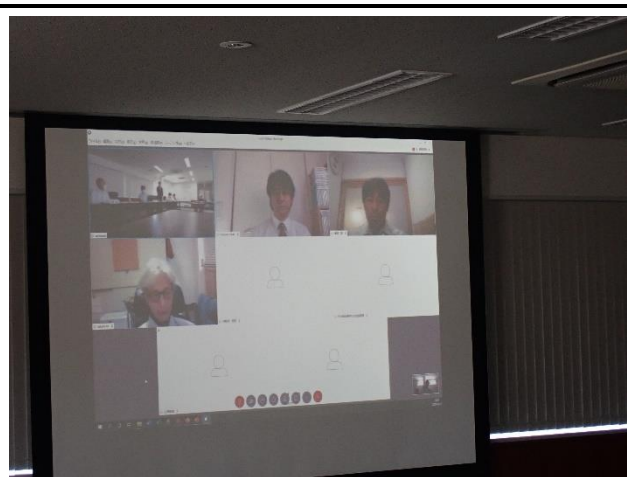
表 2-1 検討委員

氏名	所属
安楽 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

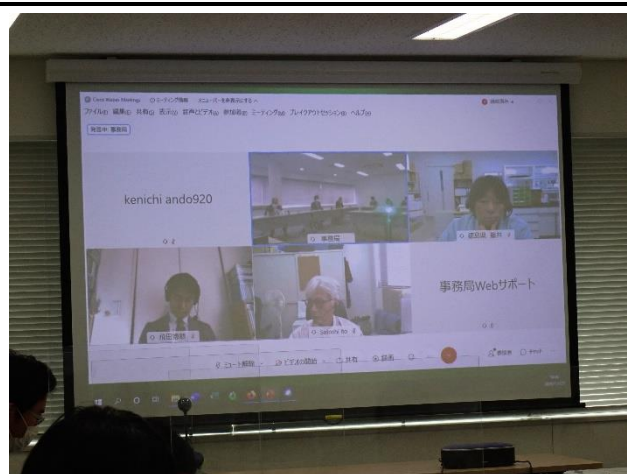
検討委員会は令和2(2020)年6月17日、11月17日、令和3(2021)年2月19日と計3回開催した。各検討委員会での主な検討内容を以下に示す(表 2-2)。なお、議事概要については、巻末資料4に付した。

表 2-2 検討委員会での主な検討内容

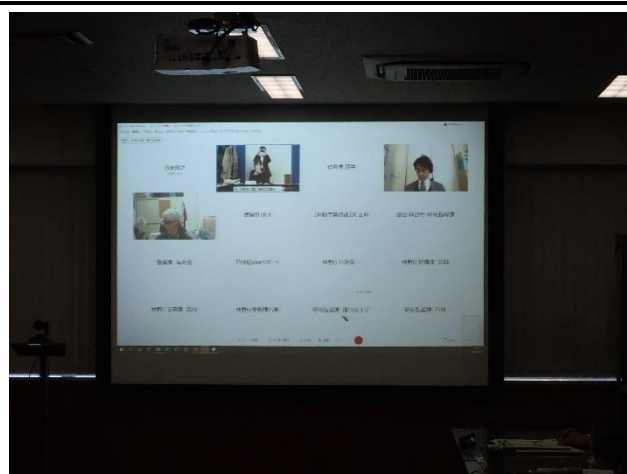
検討委員会	主な検討内容
第1回検討委員会 令和2(2020)年6月17日(水) 13:30~15:30	(1) 令和2年度事業計画 (2) 大苗栽培試験について (3) コンテナ苗実証生産試験中間報告
第2回検討委員会 令和2(2020)年11月17日(金) 13:30~15:30	(1) 規格策定に向けた情報の整理 (2) ヒアリング調査・生産試験の進捗について (3) 今後の予定
第3回検討委員会 令和3(2021)年2月19日(金) 13:30~16:00	(1) 規格策定に向けた情報の整理 (2) コンテナ苗の品質調査結果 (3) コンテナ苗実証生産試験報告 (4) 今後の予定



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

第3章 コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価

3-1 コンテナ苗木の購入と苗木の計測・分析

3-1-1 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。どのような品質の苗木が山行苗として適しているか検証するため、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、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)に分けて行い、その結果を統合して評価する。

3-1-2 方法

事前に研究者等にヒアリングを行い、コンテナ苗を生産している生産者を調べ、本事業1年目(平成31(2019)年度)及び2年目(令和2(2020)年度)に表3-1に示す生産者から苗木を購入した。なお、生産者名は非公開とする。

購入した苗木は熊本県阿蘇市に集め、齋藤ら(2019)¹を参考に各種測定を行った(図3-1)。コンテナ苗の測定の流れを図3-2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(解体調査)に分けた。もう一つは、苗長や根本径を計測した後、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)。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4章で述べる。3-1では、2年目(令和2(2020)年度)の調査で計測したコンテナ苗の計測値をまとめる。

3年目(令和3(2021)年度)の調査において、植栽後の毎木調査の結果と合わせて総合的な分析を行う予定である。

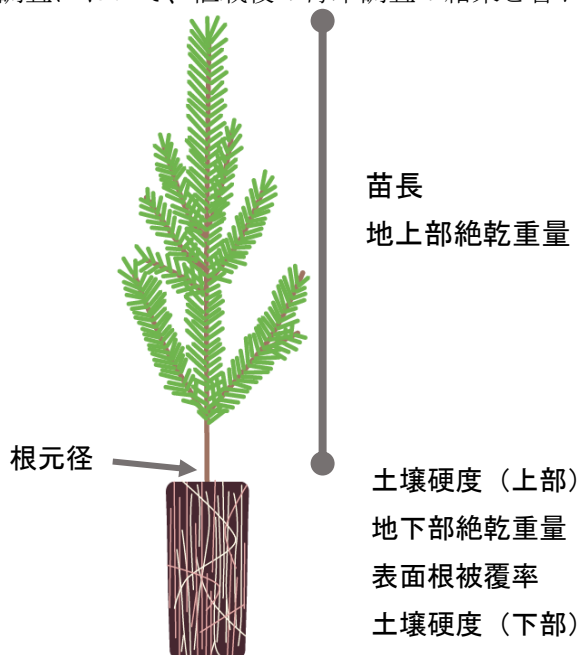


図3-1 コンテナ苗の測定項目

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

解体調査の計測項目は以下の通りである。

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 4 cm、下端から 4 cm 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。

脱落土壌量

1 m からの落下による衝撃によって、根鉢から脱落した培地量 (g) を測定した。落下試験前の (苗木 1 本ずつ袋に入れて) 輸送中に脱落した土の量も合わせて計測し、脱落量 (g) とした。

生重量

苗木全体 (g)、地上部 (g)、培地洗浄後の根 (g) を測定した。なお、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を計測するため、培地がついたまま根鉢重量 (g) を計測した。

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面積率を計算した根系被覆率の写真 (未発表) を基準に判断した。それをもとに目視計測した結果を参考として写真 3-1 に示す。

絶乾重量

地上部と地下部に切り分けた苗木を 70°C・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) を計測した。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) を計測後、培地を洗浄し、再度 70°C・72 時間で乾燥させ根の乾燥重量 (g) を計測し、その差から培地絶乾重量 (g) を計算した。



図 3-2 苗木の解体調査の流れ

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					R2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)			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			スギ	ヒノキ	カラ マツ
1	北海道			32	36	北海道			110
2				2.5	37				60
3					400	38	青森	80	
4	岩手	90		320	39	62		20	
5			150	5	250	40	岩手	15	70
6	宮城	14	30	8.7	41	福島	130	10	
7			65		42		190	5	
8			10		43		400	20	
9			85		60		44	0.7	
10	秋田	180		10	45	茨城	50	20	
11			150		46	静岡	13.3	33.4	
12			20		47	滋賀	40	10	
13	石川	4.5			48		4.7	2.8	
14	長野		30	100	49		3.6	0.5	
15				42	24	50	15.5	2.3	
16				10	30	51	和歌山	40	20
17	愛知	22	49		52	33		42	
18	三重	20	20		53	兵庫	66	4	
19	島根	6.2	11.3	1.3	54	鳥取	<u>7.3</u>	5	
20			12	24		55	岡山	25	135
21	広島	15.7	45.8		56	9.4		39.7	
22	徳島	15			57	3		30	
23			100	2		58	愛媛	27	110
24			25	4		59	宮崎	<u>180</u>	
25			50	0.3					
26			45						
27	高知	30	20						
28			30	50					
29	大分	<u>80</u>	3						
30	熊本	<u>47</u>	10						
31			<u>170</u>	30					
32	宮崎	<u>168</u>							
33			<u>30</u>						
34			<u>150</u>						
35	鹿児島	<u>100</u>							

注: 下線部は、挿木

平均 14%



平均 40%



平均 69%



写真 3-1 根系被覆率の比較

3-1-3 解体調査の測定結果

解体調査における苗木の測定結果の平均値と標準偏差をまとめ、スギ、ヒノキ、カラマツについてそれぞれ、表 3-2～表 3-4に示す。なお、この表では、今後の出荷基準の一つになる可能性がある根系被覆率の小さい方から順に整理した。

苗長、根元径、根系被覆率を見ると、スギはキャビティ容量 150cc で苗長の平均が 37.5～60.9cm の範囲であり、根元径の平均が 4.0～6.1mm の範囲内であった。根系被覆率の平均は、20.3～66.9%であった。キャビティ容量 300cc では、苗長が 35.5～61.8cm で根元径の平均が 5.0～6.6mm の範囲内であった。根系被覆率は、17.6%～65.8%の範囲内であった。なお、滋賀県の 300cc コンテナ苗は、150cc のコンテナ苗を試験的に 300cc コンテナに植え替えた大苗である。また、No. 59 のスギは M スターコンテナで生産した大苗である。

ヒノキは、キャビティ容量 150cc で苗長の平均が 41.3～65.6cm の範囲内であり、根元径の平均が 3.4～5.9mm の範囲内であった。表面根被覆率の平均は、37.5～74.6%の範囲内であった。キャビティ容量 300cc では、苗長の平均が 45.3～61.8cm の範囲内であり、根元径の平均が 3.9～6.6mm の範囲内であった。根系被覆率の平均は、18.9～65.9%の範囲内であった。

カラマツは、キャビティ容量 150cc の苗のみで苗長が 34.2～51.0cm の範囲内であり、根元径が 4.7～6.60mm の範囲内であった。根系被覆率の平均は、5.1～34.8%の範囲内であった。

各生産者の苗の写真を巻末資料 3 に示す。

表 3-2 スギの各種測定結果（根系被覆率順）

地域	生産者 No.	容量	苗長 (cm)		根元径 (mm)		根系被覆率 (%)		根鉢硬度上部 (cm)		根鉢硬度下部 (cm)		根鉢底根	白根
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	(%)	(%)
兵庫	53	150	60.9	8.7	5.7	0.8	66.9	17.0	15.1	4.1	12.7	5.2	95	100
滋賀	48	300	61.8	7.3	6.6	1.1	65.8	18.3	11.1	4.5	9.2	4.9	50	42.5
滋賀	49	150	55.8	9.9	5.8	1.5	56.8	16.4	15.9	3.3	14.9	4.2	95	97.5
岡山	55	150	52.2	7.8	6.7	1.3	56.6	21.8	16.7	5.6	13.1	3.2	45	15
茨城	45	150	40.5	2.8	5.6	0.7	56.0	13.2	10.6	4.1	14.3	2.2	45	50
和歌山	51	150	56.9	5.5	5.5	0.7	52.4	17.0	13.7	4.1	11.7	2.7	100	100
福島	42	300	44.4	4.9	6.4	0.9	44.0	20.2	13.0	2.6	12.5	3.2	50	50
福島	41	300	42.2	3.2	6.1	0.9	42.9	15.4	13.8	3.9	5.2	5.1	35	12.5
岡山	56	150	54.9	7.6	6.0	1.1	42.4	22.0	11.9	4.7	14.1	3.4	50	50
和歌山	50	150	49.3	6.5	5.2	0.6	42.1	15.2	13.0	2.9	11.5	3.4	100	100
福島	43	300	45.6	2.5	5.3	0.5	41.9	8.5	13.5	2.4	11.7	12.5	85	100
岩手	40	150	37.0	2.5	5.1	0.7	41.9	15.0	16.9	3.1	12.3	5.3	50	50
滋賀	48	150	41.9	6.7	5.8	1.2	41.9	26.3	9.8	7.6	8.8	7.4	22.5	22.5
滋賀	47	150	47.8	4.6	4.6	0.5	41.8	11.2	14.3	3.2	7.7	3.7	40	50
岡山	57	150	43.0	4.8	5.5	1.2	41.4	18.5	15.2	3.6	11.8	4.0	50	47.5
鳥取(挿)	54	150	41.4	6.4	6.1	0.9	38.5	11.5	11.9	2.7	10.9	4.1	60	100
宮崎(挿)	59	約500	74.5	5.5	9.3	2.1	35.4	7.8	12.8	3.7	16.4	13.7	50	50
福島	44	300	35.5	1.4	5.0	0.7	34.6	11.8	16.6	5.1	9.7	5.7	70	100
和歌山	52	150	40.0	3.7	5.1	0.9	29.4	18.0	13.6	4.3	9.3	5.1	47.5	50
青森	39	150	37.5	3.4	5.1	0.8	22.9	10.4	15.6	3.2	9.8	5.6	30	42.5
青森	38	150	41.3	6.9	4.0	0.4	20.3	12.7	10.1	2.8	4.4	3.6	42.5	50
静岡	46	300	45.8	6.0	5.1	0.7	17.6	9.9	12.7	2.4	11.3	3.8	45	50

※(挿)は、挿木系を示す。

表 3-3 ヒノキの測定結果（根系被覆率順）

地域	生産者No.	容量	苗長(cm)		根元径(mm)		根系被覆率(%)		根鉢硬度上部(cm)		根鉢硬度下部(cm)		根鉢底根	白根
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	(%)	(%)
茨城	45	150	46.8	5.7	5.9	0.5	74.6	12.2	16.6	1.8	15.0	2.4	95	20
福島	43	300	47.1	2.6	5.0	0.5	65.9	15.8	12.4	3.1	7.7	4.3	95	25
滋賀	48	300	61.8	7.3	6.6	1.1	65.8	18.3	11.1	4.5	9.2	4.9	95	90
和歌山	51	150	58.1	3.9	4.8	0.4	62.9	13.4	16.8	1.8	14.3	2.7	50	42.5
滋賀	47	150	51.4	6.5	4.0	0.7	58.1	15.3	11.5	3.8	8.2	2.4	50	30
福島	42	300	55.0	6.3	5.9	0.7	50.4	18.4	14.0	2.4	9.2	3.4	50	50
兵庫	53	150	64.8	7.4	5.4	0.8	51.6	17.5	15.5	4.2	10.5	3.9	95	100
鳥取	54	150	46.8	6.2	3.4	0.6	49.7	14.5	14.4	4.0	10.7	5.0	45	50
滋賀	48	150	53.9	3.8	4.3	0.6	49.6	26.0	15.0	2.7	6.6	3.7	40	5
和歌山	50	150	54.4	4.3	4.9	0.5	46.4	20.6	12.8	3.1	7.8	3.7	50	15
滋賀	48	150	47.9	8.2	5.1	1.2	45.8	26.1	12.4	6.2	7.7	5.9	49	27.5
和歌山	52	150	41.3	3.4	5.3	0.9	42.9	23.2	13.3	3.6	3.0	4.2	2.5	10
岡山	57	150	40.9	5.5	4.5	0.5	40.6	12.9	12.7	3.0	5.0	3.7	35	20
岡山	55	150	49.7	8.9	4.8	0.8	39.1	16.1	13.9	4.3	14.5	2.5	47.5	22.5
岡山	56	150	54.4	6.5	5.5	0.7	37.5	15.6	9.8	3.5	2.2	2.6	25	0
福島	41	300	45.3	3.4	4.2	0.4	35.8	12.4	13.3	2.2	10.1	12.7	42.5	32.5
静岡	46	300	46.6	4.2	3.9	0.4	18.9	9.1	11.2	2.2	4.8	4.8	40	27.5

表 3-4 カラマツの測定結果（根系被覆率順）

地域	生産者No.	容量	苗長(cm)		根元径(mm)		根系被覆率(%)		根鉢硬度上部(cm)		根鉢硬度下部(cm)		根鉢底根	白根
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	(%)	(%)
岩手	40	150	34.2	1.9	6.6	1.1	34.8	11.3	13.5	4.6	10.3	3.4	40	10
青森	39	150	51.0	6.9	5.0	0.5	22.6	6.5	13.3	1.9	10.3	4.7	95	0
北海道	36	150	47.6	8.8	4.7	0.6	15.2	8.3	5.8	3.4	7.9	4.3	97.5	50
北海道	37	150	45.1	9.4	5.2	0.7	5.1	1.1	7.3	4.9	0.7	1.3	22.5	2.5

3-2 生産者ヒアリング

3-2-1 目的

3-1で購入した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行った。

3-2-2 方法

ヒアリングシートを作成の上、表 3-1 に示す生産者へ訪問し、直接生産者と対面でヒアリング項目に基づいて質問し、回答を得た。ヒアリング項目は以下の通りである。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。

【生産基盤について】

■作業従事者数： 名

■苗木生産担当者： 名

■苗木生産年数： 名

■生産実績本数：		H29 年度	H30 年度	R 元年度	R2 年度 (予定)	栽培面積
スギ	裸苗					ha
	コンテナ苗					ha
	当年生コンテナ苗					ha
ヒノキ	裸苗					ha
	コンテナ苗					ha
	当年生コンテナ苗					ha
カラマツ	裸苗					ha
	コンテナ苗					ha
	当年生コンテナ苗					ha
その他	裸苗					ha
	コンテナ苗					ha
	当年生コンテナ苗					ha

※当年生コンテナ苗とは、播種（挿木）後 12 ヶ月未満で生産し出荷するもの。

■主な苗木の供給先：

■使用している機械・設備等の数

攪拌機 充填・圧入機 抜き取り機

ビニールハウス

■使用しているコンテナ容器のタイプと容器の数（容器の採用理由）

JFA150 : _____
JFA300 : _____
OS150 スリット : _____
OS300 スリット : _____
Mスター : _____
その他 : _____

【コンテナ苗の栽培工程について】

・種名 : _____ ・系統名 : _____ ・入手先 : _____
・播種方法 : 直播 ・ 移殖
・育苗期間 : 播種 : _____ 月 出荷 : _____ 月

・使用培地
% 元肥

%

%

・施肥
使用肥料 : _____
施肥方法 : _____
施肥頻度や基準 : _____

・灌水
灌水方法 : _____
灌水頻度や基準 : _____

・病虫害対策
被害と対策 : _____
使用農薬 等 : _____
対策頻度や基準 : _____

栽培行程

樹種名：

栽培工程	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
栽培工程	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月

【栽培コストについて】※人工数でもかまいません、分かる範囲でお教えてください。

本数：

資材費

培地代あるいは培地使用量：

肥料代あるいは肥料使用量：

農薬代あるいは農薬使用量：

その他経費

播種作業：

培地詰め作業：

移植作業：

施肥作業：

灌水作業：

病虫害対策作業：

その他作業：

【栽培の課題と工夫】

■栽培上の技術的な課題がございましたらお教えてください。

■栽培上の工夫がございましたらお教えてください。

■コスト削減に当たっての工夫（あるいは削減の可能性）についてお教えてください。

■苗木の規格や価格についてご意見をください。（要望も可）

■いつでも出荷できる栽培技術の開発は可能ですか。

【コンテナ苗生産の今後について】

■コンテナ苗（当年生苗および通常苗）導入についての考え・将来計画はございますか。

■種苗生産経営上での課題・要望がございましたらお教えてください。

【その他】

3-2-3 結果

生産者に行ったヒアリングの結果の概要を表 3-5と表 3-6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、巻末資料2に示す。

なお、以下は調査2年間の結果を取りまとめたものを示す。

表 3-5 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)			圃地	播種	コンテナ					元肥*1	追肥 (固形)	液肥	病虫害 対策	灌水	灌水頻度				
		スギ	ヒノキ	カラ マツ			JFA		OS		東北タチバナ						ポットレスMスター	夏	夏以外		
							150	300	150	300	150									300	230
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	1,840		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	コナツビート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	秋田	85		60	コナツビート85、十和田石10、ゼオライト 2、軽酸くん炭3	苗床	2,000	625	1,000						○	-	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日
10		180		10	コナツビート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			コナツビート レッド85 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	石川	20			コナツビート 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		4.5			コナツビート100	播種箱							40,000		○	葉色 次第	-	月2	手まき	毎日	2~3日 に1
14			30	100	コナツビート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	長野	42	24		コナツビート90、軽酸くん炭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	コナツビート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		コナツビート80、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	鳥根	6.2	11.3	1.3	コナツビート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		コナツビート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			コナツビートレッド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		コナツビートレッド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		コナツビートレッド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		コナツビートレッド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			コナツビートレッド100	苗床	3,250				50				○	-	-	月1	スプリンクラー	毎日	毎日
27	高知	30	20		コナツビート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		コナツビート80 軽酸くん炭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		コナツビート50、赤土20、ピートモス 20、パーライト10	直播	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		コナツビート35、ピートモス35、赤土 20、パーライト5、アジムライト5	直播	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		コナツビート40、ピートモス25、パー ライト25、赤土10	直播	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			スギパーク100	箱挿、 直播	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			コナツビート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			スギパーク100	直播								不明	-	-	-	不明	スプリンクラー	不明	不明
35	鹿児島	100			コナツビート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 3-6 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)			圃地	播種	コンテナ					元肥*1	追肥 (固形)	液肥	病虫害 対策	灌水	灌水頻度			
		スギ	ヒノキ	カラ マツ			JFA		OS		東北タチバナ						ポットレスMスター	夏	夏以外	
							150	300	150	300	150									300
36	北海道			110	グリーンサポート圃地	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	ココナツビート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		ココナツビート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		ココナツビート85、軽石10 燐炭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		ココナツビート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			ココナツビート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		ココナツビート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 コナツビート、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		ココナツビート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		ココナツビート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		ココナツビート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		ココナツビートブラック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		ココナツビート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		ココナツビート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		ココナツビート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		ココナツビート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			ココナツビート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 3-5 及び表 3-6）。コンテナ苗の生産本数は、平成 30（2018）年度の結果と令和元年（2019）度と分かれるため、単純な比較はできないが、コンテナ苗生産（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 40 万本であった。平均値がスギで約 6.4 万本、ヒノキで 2.5 万本、カラマツで 10 万本であり、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すことから、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 3-7 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表 3-8 に示す。使用している培地は、ココナツピートが多く、ココナツピートとは、ココナツの殻（ハスク）を破碎し、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。このうち、(株) トップが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、全国で普及している。製造は、(株) シダラが担当している。ココナツピートは、(株) トップ以外に扱っている販売会社があり、(株) トップ社の製品を購入していない生産者は、地元の販売会社等を通じて購入している。

生産者が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 3-8 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。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。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、ココナツピートを主成分としていと考えられるが、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 3-8 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+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+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 3-9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 3-2)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。播種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 3-3)と発芽してから1成長期を播種箱で育苗してから移植するタイプ(写真 3-4)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 3-5)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、苗床や播種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 3-9 生産者が採用している播種の方法

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



写真 3-2 苗床



写真 3-3 播種箱で発芽後ほどなく移植される苗（スギ）



写真 3-4 播種箱で1年育苗してから移植される苗（ヒノキ）



写真 3-5 プラグ苗

(5) 挿木の方法

生産者が採用している挿木の方法を表 3-10 に示す。挿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 3-6）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、床挿し、箱挿し（写真 3-7）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。またエア挿し（写真 3-8）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り組む生産者もいた。

表 3-10 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 3-6 コンテナ直挿し



写真 3-7 挿し木作業風景（箱挿し）



写真 3-8 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、元肥が配合されているタイプもあり、その配合はハイコントロール085100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灌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、病虫害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う工夫が見られた。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) 灌水

灌水は、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灌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。

灌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灌水し、それ以外の時期は雨の状況をみながら2~3日程度に1回程度灌水をしていた。

(9) コスト

コストについて、生産者に質問し回答は得ているが、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、培地の攪拌機と充填・圧入機の導入費用は、160~450万円の範囲であった。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た

めと考えられる。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400万円程度の設備投資があったとの回答があった。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

生産者から伺っ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。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いうため、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。

鳥取県ではスギの苗木は伝統的に挿木で生産している。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、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を開けたり、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 3-9）。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 3-9 カラマツの配置

コンテナ間をあけ、キャビティの真ん中の列に移植しない

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 3-10）。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 3-10 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、規格の基準を下げ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、つまり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。特にココナツピートの原料費や（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てコンテナ苗生産に取り組んでいた。

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結に向けたコンテナ苗の通年出荷の可能性について伺ったところ、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、3年生のコンテナ苗生産でそれが可能ではないかとの声があった。

また、通年の出荷には、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、裸苗生産では冬季に行う苗木の堀取り・出荷作業等の重労働が大変で、かつ作業員の確保が難しい中、コンテナ苗生産ではそれらの作業が必要ないため、作業性のメリットを感じている。さらに、コンテナ苗の生産ではより作業の軽労働化が図られ、女性労働者の確保にも繋がっており、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が茨城県と静岡県で確認された。

3-3 苗木の蒸れのアンケート調査

3-3-1 背景と目的

コンテナ苗生産をするうえで苗木の蒸れが解決すべき課題の一つであることが本事業1年目（平成31(2019)年度）で挙げられた。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（写真3-11及び写真3-12）についてもヒアリングを行ったので、その結果を取りまとめた。



写真 3-11 カラマツの蒸れ



写真 3-12 カラマツの蒸れ（拡大）

3-3-2 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ください。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ください。

3-3-3 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、苗間が狭まり密集する時期に発生する傾向があった。主な発生条件として、苗長が伸びて来て、下部の空気の流れが悪くなり、高温多湿に発生しやすいという回答が多かった。そのため、ビニールハウスだと発生しやすいという回答も得られた。

症状は、下枝にカビが発生して黄色または赤くなり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。

3-3-4 対策

アンケート回答者から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。

3-4 大苗生産の取り組み状況調査

3-4-1 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、非常に重要である。そのため、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、新型コロナウイ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、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。そのため、出荷規格に達した 150cc コンテナ苗等を用いて大苗を生産したことが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。

3-4-2 方法

林野庁が大苗生産を行ったことのある生産者がいないか都道府県の担当者に問い合わせ、6 都道府県 8 者についての情報を得た。その情報をもとに生産者等に電話で問い合わせた後、4 都道府県の 6 者について現地でヒアリングを行った。さらに、徳島県農林水産総合技術支援センターにおいても大苗の生産試験を行っていたため、ヒアリングを行った。

3-4-3 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容器に植え替えて、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土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 3-13）。

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 1 m 程度に成長していた（写真 3-14）。



写真 3-13 150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器へ植え替え時に培地の追加が足りずに根鉢に欠損が発生した事例（スギ）



写真 3-14 150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器に植え替えて 1 m 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量の生産を依頼し、実際に植栽を行った。大量の苗は、出荷規格に達したコンテナ苗を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 3-3）。生産された大量の苗（平均苗長 92 cm）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。

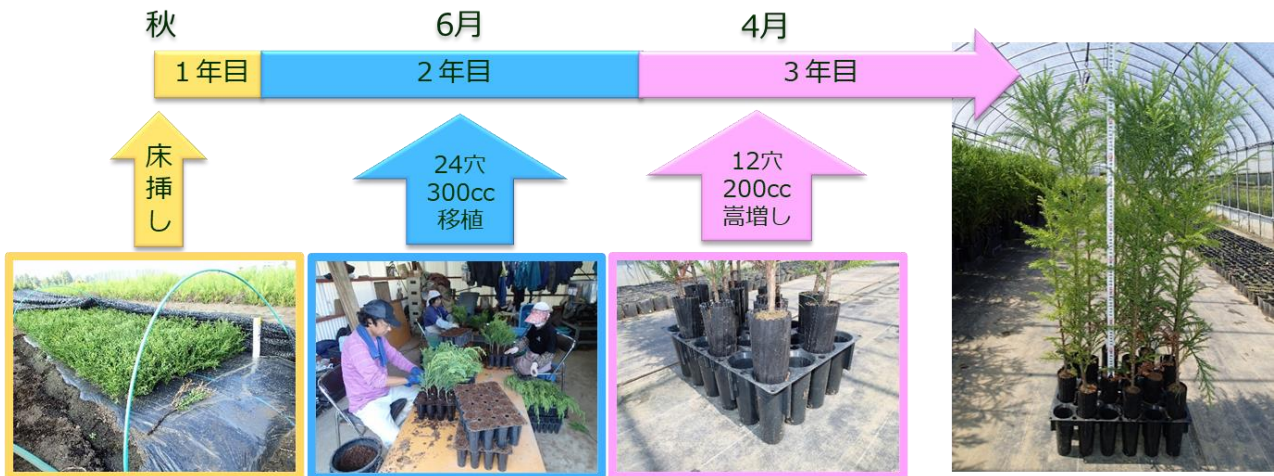


図 3-3 300cc コンテナ容器とMシートを組み合わせた大量生産の流れ

(3) Mスターコンテナ苗に培地を追加する方法

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スターコンテナ用シート（以下、Mシート）で巻き直す方法で、巻寿司の感覚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 3-15 根鉢が形成したMスターコンテナ苗に培地を追加する様子



写真 3-16 80cm 程度に成長した大量の苗の様子

3-4-4 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 3-11 にまとめた。方法1：150cc コンテナ苗を 300cc コンテナ容器に移植する方法は、300cc コンテナ容器があれば誰でも対応できるが、コンテナ容器の植え替える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、300cc コンテナ容器とMシートを組み合わせて、培地の量を調整し嵩上げすることで、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ると考えられる。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生産可能である。

表 3-11 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。

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）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

本事業1年目（平成31(2019)年度）において、表4-1に示す生産者のコンテナ苗を購入した。購入した苗木は3-1-2に示す方法で各種測定した。各生産者から購入した苗木40本ずつのうち大きさを考慮して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（解体調査）と、もう一つは、苗長や根本径を計測した後、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）にある畑に植栽するグループ（毎木調査）である。本事業2年目（令和2(2020)年度）では、初期成長の測定と掘取って根の発根状況の分析調査を行った。

表4-1 購入した苗木の生産者の都道府県と購入した苗木の本数（本）

No.	都道府県	調査対象樹種、購入本数					
		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					40	
2							40
3						40	
4	岩手県	40				40	
5		40				40	
6	宮城県	40					
7		40					
8		40					
9						40	
10	秋田県	40				40	
11		40					
12		40					
13	石川県		40				
14	長野県			40		40	
15				40		40	
16					40	40	
17	愛知県	40		40			

No.	都道府県	調査対象樹種、購入本数					
		スギ 150cc	スギ 300cc	ヒノキ 150cc	ヒノキ 300cc	カラマツ 150cc	カラマツ 300cc
18	三重県	40		40			
19	島根県	40		40			
20		40		40			
21	広島県	40		40	40		
22	徳島県	40					
23		40					
24		40					
25		40					
26		40					
27	高知県	40		40			
28		40		40			
29	熊本県		<u>40</u>		40		
30			<u>40</u>		40		
31	大分県		<u>40</u>				
32	宮崎県		<u>40</u>				
33			<u>40</u>				
34			<u>40</u>				
35	鹿児島県	<u>40</u>	<u>40</u>				

注：下線部は、挿木

4-2 解体調査の測定結果及び解析

4-2-1 測定結果

解体調査における苗木の測定結果の平均値と標準偏差をまとめ、スギ、ヒノキ、カラマツについてそれぞれ表 4-2～表 4-4 に示す。なお、この表では、今後の出荷基準の一つになる可能性がある根系被覆率の小さい方から順に整理した。

出荷の基準となりうる指標である苗長、根元径、根系被覆率を見ると、スギは苗長の平均が 39.9～71.1cm の範囲であり、根元径の平均が 4.5～8.5mm の範囲内であった。根系被覆率の平均は、7.1～69.4% であり、挿木系の方が実生系よりも根系被覆率が低い傾向にあった。ヒノキは、苗長の平均が 43.0～65.6cm の範囲内であり、根元径の平均が 4.1～6.8mm の範囲内であった。根系被覆率の平均は、17.6～71.0% の範囲内であった。カラマツは、苗長の平均が 28.7～61.1cm の範囲内であり、根元径の平均が 5.1～8.0mm の範囲内であった。根系被覆率の平均は、9.4～31.9% の範囲内であり全体的にスギ、ヒノキよりも根系被覆率は低い傾向にあった。なお、平均苗長が他の生産者よりも短い No.3 のカラマツ（北海道）の苗木は購入時に 1号苗（苗長 30cm 以上）がなかったため、2号苗（苗長 25cm 以上 30cm 未満）を購入した。

表 4-2 スギの各種測定結果（根系被覆率順）

地域	生産者 No.	容量	苗木 (cm)		根元径 (mm)		地上部絶対乾重量 (g)		地下部絶対乾重量 (g)		根系被覆率 (%)		根鉢硬度上部 (cm)		根鉢硬度下部 (cm)		脱落土 (g)		根鉢底根 (%)	白根 (%)
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
大分	29(挿)	300	49.9	4.2	8.5	0.8	22.1	3.0	11.7	5.8	7.1	2.2	12.9	3.2	4.1	3.4	255.4	35.4	0	0
宮崎	34(挿)	300	53.2	6.6	5.4	0.7	12.8	4.8	3.0	1.1	10.3	2.4	5.4	2.1	5.8	3.2	204.9	35.6	10	100
宮崎	33(挿)	300	39.9	2.4	6.5	0.9	11.2	2.5	3.7	1.0	11.3	2.8	11.9	3.3	7.3	2.4	157.0	16.3	45	100
熊本	31(挿)	300	40.1	4.9	6.7	0.6	17.0	4.2	4.4	1.2	13.4	6.0	9.8	4.8	12.4	3.8	200.8	33.5	100	95
愛知	17	150	47.5	5.7	5.1	0.8	9.2	2.6	2.7	0.9	16.0	7.4	11.5	4.1	6.7	5.5	68.6	44.6	75	70
広島	21	150	52.6	6.4	5.0	0.7	8.3	2.6	1.9	0.8	17.9	6.8	10.6	4.1	3.9	4.3	72.3	17.6	45	50
岩手	5	150	40.3	4.0	5.0	0.5	7.9	1.4	2.5	1.2	19.0	13.2	10.6	4.4	2.8	3.0	78.2	14.3	0	90
宮崎	32(挿)	300	46.6	3.5	8.2	1.3	18.6	4.5	6.8	1.9	19.8	6.2	10.1	4.1	10.7	3.3	196.8	19.6	5	85
島根	19	150	45.0	4.5	6.1	1.1	10.2	2.2	3.6	1.1	20.9	7.3	17.2	1.9	17.4	2.7	110.0	69.2	80	95
石川	13	300	45.3	2.8	7.0	0.7	12.5	1.7	6.3	2.4	30.9	8.6	12.4	2.1	12.8	2.5	206.9	18.5	90	100
鹿児島	35(挿)	300	59.8	5.8	7.4	0.7	19.0	2.8	9.3	2.5	32.3	9.5	10.0	4.0	14.5	2.7	195.7	15.7	95	100
岩手	4	150	45.6	6.0	5.6	0.9	10.7	2.8	3.0	0.9	32.3	11.3	12.9	2.8	8.1	4.3	123.5	19.8	90	100
熊本	30(挿)	300	56.6	6.1	6.9	0.6	20.2	3.1	5.1	0.8	32.6	8.3	14.1	1.9	13.7	2.0	224.3	16.4	75	95
徳島	26	150	45.2	5.9	5.3	0.7	8.9	1.4	4.1	0.7	33.0	6.3	17.1	1.9	14.8	1.9	128.9	5.8	95	100
宮城	8	150	46.7	3.1	6.8	0.8	14.7	3.3	3.6	1.1	38.3	10.5	20.8	1.9	10.2	4.9	112.9	72.0	100	100
鹿児島	35(挿)	150	51.4	4.3	7.1	1.3	17.4	2.3	6.7	1.4	38.9	12.2	16.0	3.8	19.5	3.4	133.9	10.9	95	100
高知	28	150	71.1	6.3	7.0	1.0	15.9	4.7	4.3	1.8	40.0	16.3	16.0	2.8	11.3	6.0	133.4	23.9	75	40
秋田	12	150	63.0	6.3	6.2	1.0	11.9	2.7	4.2	1.7	43.0	9.8	15.6	2.5	17.1	4.2	168.7	10.1	100	95
秋田	11	150	42.2	3.4	5.8	0.7	9.2	1.3	3.4	1.2	43.9	15.9	16.1	2.2	10.4	5.3	95.6	13.2	95	95
高知	27	150	51.0	5.1	5.4	0.5	8.3	1.6	3.0	0.7	47.1	11.0	12.3	2.3	11.3	2.3	96.7	11.2	95	100
宮城	6	150	62.9	5.3	6.7	0.6	17.1	2.6	3.9	1.0	47.8	11.5	16.6	2.6	13.7	3.3	115.2	72.8	100	100
徳島	22	150	43.7	4.5	5.3	0.6	9.0	2.1	4.0	1.3	48.3	17.9	12.3	2.1	12.0	2.0	144.2	9.9	95	100
徳島	25	150	45.2	5.6	4.6	0.6	6.9	2.2	2.7	1.0	49.1	22.5	11.6	2.9	8.6	1.8	109.3	9.0	65	100
三重	18	150	54.8	7.6	5.7	1.1	11.5	3.4	3.8	1.4	49.9	24.3	15.2	3.3	13.5	5.1	82.0	53.7	85	100
秋田	10	150	41.7	2.1	6.4	0.5	10.2	1.2	3.7	0.7	50.3	10.5	14.0	2.6	14.6	1.5	94.1	11.1	100	100
島根	20	150	53.3	6.4	5.8	0.8	14.0	2.7	4.8	1.5	53.8	17.9	16.8	2.5	14.3	3.0	83.8	52.7	100	95
宮城	7	150	49.4	5.5	6.1	1.2	11.6	4.2	4.0	1.3	55.8	14.5	20.4	2.8	14.8	4.7	112.7	74.9	100	100
徳島	24	150	50.8	5.3	5.6	0.6	9.3	1.9	3.5	1.0	59.3	15.8	12.2	2.4	10.2	2.9	113.8	11.6	100	100
徳島	23	150	50.9	3.4	6.6	0.9	14.8	3.9	6.4	2.2	69.4	15.9	15.6	2.4	15.7	2.5	141.4	12.9	100	100

※ (挿) は、挿木系を示す。

表 4-3 ヒノキの測定結果（根系被覆率順）

地域	生産者No.	容量	苗長(cm)		根元径(mm)		地上部絶対乾重量(g)		地下部絶対乾重量(g)		根系被覆率(%)		根幹硬度上部(cm)		根幹硬度下部(cm)		脱落土(g)		根幹底層白根	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
愛知	17	150	43.0	5.6	4.1	0.4	6.7	1.4	2.8	0.6	17.6	4.8	13.7	2.3	8.8	1.8	80.2	51.0	100	100
広島	21	300	43.9	5.4	4.6	0.5	6.1	1.5	2.5	0.8	18.1	8.2	6.7	2.7	4.9	3.5	113.8	16.8	5	30
長野	16	300	49.6	4.9	4.4	0.6	7.2	2.1	3.5	1.6	24.8	17.0	10.2	4.2	8.1	2.7	163.3	38.4	65	55
長野	15	150	65.6	6.2	6.6	0.9	11.8	1.8	4.2	1.0	26.5	5.2	13.6	2.8	6.9	2.6	128.5	20.6	95	100
長野	14	150	59.0	3.2	4.8	0.5	6.9	1.1	3.5	0.8	26.8	11.3	15.1	2.1	11.0	2.1	132.5	14.0	95	100
広島	21	150	44.4	4.7	4.2	0.6	4.8	1.3	2.7	0.8	28.8	10.1	12.9	2.9	9.9	3.9	102.8	12.8	10	0
熊本	30	300	54.0	7.2	6.8	0.7	11.8	2.5	5.0	1.7	31.9	11.5	13.3	1.6	6.9	3.5	199.5	18.6	30	5
鳥根	19	150	47.2	5.7	5.1	0.5	7.5	1.7	3.6	0.5	38.6	8.6	16.8	1.4	14.3	1.9	104.2	65.4	100	5
高知	28	150	63.7	4.7	5.5	0.8	9.2	2.2	3.9	0.8	48.8	16.6	13.7	2.6	7.7	3.2	119.3	10.1	80	15
熊本	31	300	51.4	4.9	6.3	0.8	13.8	3.6	5.1	1.8	51.6	16.2	15.6	3.3	11.4	3.5	215.1	21.1	100	35
高知	27	150	57.2	5.3	5.5	0.4	8.8	1.5	2.8	0.8	58.3	14.9	11.7	2.5	11.8	2.0	105.8	7.7	100	35
鳥根	20	150	55.5	4.6	4.8	0.4	8.8	1.9	3.2	0.7	59.0	13.6	14.7	2.3	8.6	2.7	85.7	54.8	75	45
三重	18	150	64.5	8.4	5.5	0.7	10.6	2.4	5.0	1.5	71.0	19.7	16.2	2.2	10.9	3.6	75.2	48.3	45	10

表 4-4 カラマツの測定結果（根系被覆率順）

地域	生産者No.	容量	苗長(cm)		根元径(mm)		地上部絶対乾重量(g)		地下部絶対乾重量(g)		根系被覆率(%)		根幹硬度上部(cm)		根幹硬度下部(cm)		脱落土(g)		根幹底層白根	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
北海道	1	150	58.2	8.3	6.6	0.8	5.3	1.4	3.3	1.3	9.4	5.7	12.8	5.3	8.4	6.0	103.4	24.1	10	0
北海道	3	150	28.7	1.3	5.9	0.9	4.8	10.0	3.2	1.2	10.8	4.1	12.6	3.4	11.1	4.5	115.6	18.9	55	15
長野	15	150	48.7	4.7	5.8	0.7	3.5	0.8	2.9	0.7	11.3	2.8	15.4	1.8	9.7	3.9	134.5	19.0	45	5
長野	16	150	43.8	3.6	5.2	0.6	2.9	0.6	3.0	0.9	11.4	3.2	12.0	3.3	12.3	2.5	105.6	13.0	90	95
岩手	5	150	52.5	5.0	6.5	0.9	5.2	1.0	4.2	0.8	11.5	4.1	14.5	3.3	9.9	3.0	97.4	8.9	40	0
宮城	6	150	57.6	4.5	6.1	0.5	4.2	0.8	2.5	0.5	11.9	2.5	8.7	3.5	8.4	0.8	82.2	52.2	100	95
北海道	2	150	34.2	2.3	5.1	0.6	2.2	0.5	2.1	0.6	15.4	4.5	8.7	2.6	10.1	2.5	41.1	10.5	100	100
宮城	9	150	41.2	4.1	6.8	1.4	4.5	1.1	4.0	1.0	16.3	3.8	16.6	3.0	13.2	4.8	100.3	16.0	95	100
岩手	4	150	54.8	7.5	7.4	0.8	5.3	0.9	4.2	1.0	20.4	6.7	15.9	2.3	12.9	3.8	130.1	8.8	100	60
長野	14	150	41.0	3.1	6.4	0.9	4.1	0.9	4.1	1.8	20.4	9.5	13.3	3.2	10.0	3.3	110.9	19.1	55	15
宮城	7	150	53.2	5.9	7.2	1.2	5.5	2.5	5.0	1.7	21.4	6.5	20.2	1.6	15.4	4.2	107.3	67.7	100	35
宮城	6	300	51.0	4.4	7.6	0.8	6.1	1.4	4.2	1.2	22.9	8.1	11.9	4.7	8.6	4.0	207.3	43.7	95	75
秋田	10	150	61.1	1.3	8.0	0.9	6.4	1.0	4.2	1.2	31.9	8.9	17.6	2.2	10.9	3.2	106.8	12.1	90	30

4-2-2 解析方法

4-2-1の解体調査で得られたデータを用いて、苗木の生産・育苗方法との関係性及び今後の規格の基準の整理のため、各種測定値との関係性を解析し流通しているコンテナ苗の実態を把握する。さらに、植栽後の毎木調査とも今後この結果と連関させて苗木の育苗方法と苗木の品質についての関係性を明らかにする。

解析方法については、各種の測定値を齋藤ら（2019）の解析方法に従い、主に線形回帰によって関係性を調べた。根元径と苗長については、樹種ごとに散布図を作成し、コンテナ容量と形状比の分布の関係性を大まかに把握した。苗長及び根元径と根の絶乾重量は、散布図を作成し、ガンマ分布（リンク関数をLogとする）を仮定した一般化線形モデル¹による回帰直線を引いて傾向を把握した。

根元径と脱落土、根鉢の硬度（根鉢上部と根鉢下部それぞれの平均値）及び根系被覆率の関係についても散布図を作成し、ガンマ分布（リンク関数をLogとする）を仮定した一般化線形モデルによる回帰直線を引いて傾向を把握した。

なお、以後の解析は全てR² ver. 3.5.2を用いて行った。

¹ 回帰分析の一種。線形回帰は、残差が正規分布のデータしか扱えないが、一般化線形モデルは残差を任意の分布で扱える。Generalized Linear Models; GLMs。

² R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

4-2-3 解析結果

(1) 苗長と根元径の関係

樹種ごとに苗長と根元径の関係について、散布図を作成した結果を図 4-1 に示す。図中の点線は、それぞれ形状比 60、100、140 を示しており、それぞれの直線上にある点は、その形状比にあることを示している。形状比は、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にあった。スギは、形状比が 60~100 で苗長が 50cm 前後に分布が集中していた。コンテナ容量については、150cc の方が 300cc よりも苗長が大きく形状比が高い苗木があった。挿木系の方が実生系よりも根元径が大きい傾向にあった。ヒノキは、形状比が 100 を中心として苗長が 50~60cm 周辺に分布している傾向にあった。コンテナ容量については、150cc の方が 300cc よりも苗長が大きく形状比が高い苗木があった。カラマツは、形状比 60~100 の間で苗長が 40~60cm 周辺に分布していた。

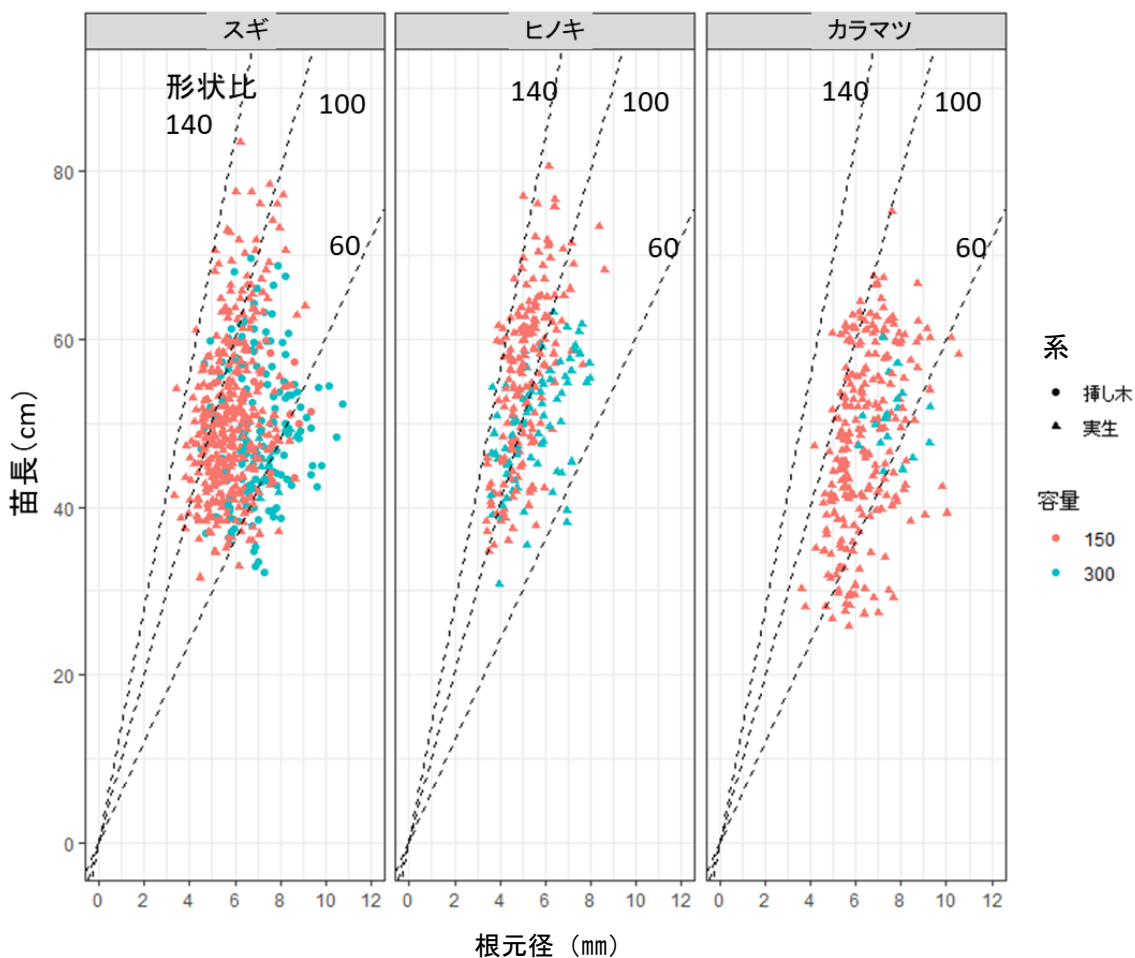


図 4-1 苗長と根元径の関係

(2) 苗長及び根元径と根の量の関係

樹種ごとに苗長及び根元径と根の絶対乾重量との関係について、散布図を作成した結果を図 4-2～図 4-3 に示す。苗長と根の絶対乾重量は相関性が低い傾向にあるが、根元径と根の絶対乾重量は強い相関性があることがわかり、根元径は根の量と関係している指標になる可能性が考えられた。そのため、後述の根鉢の解析は、根元径との関係性を解析した。

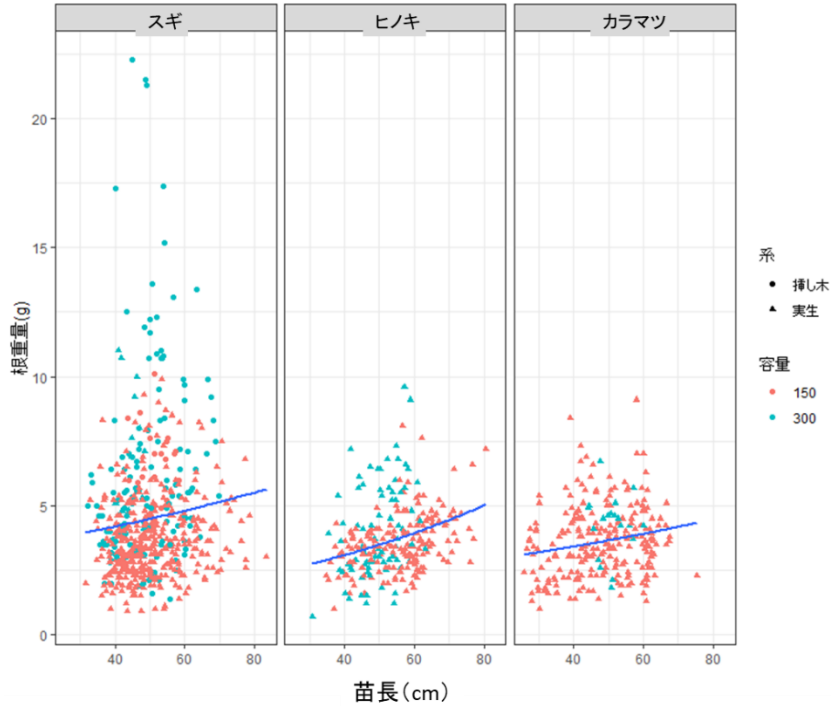


図 4-2 苗長と根の絶対乾重量との関係

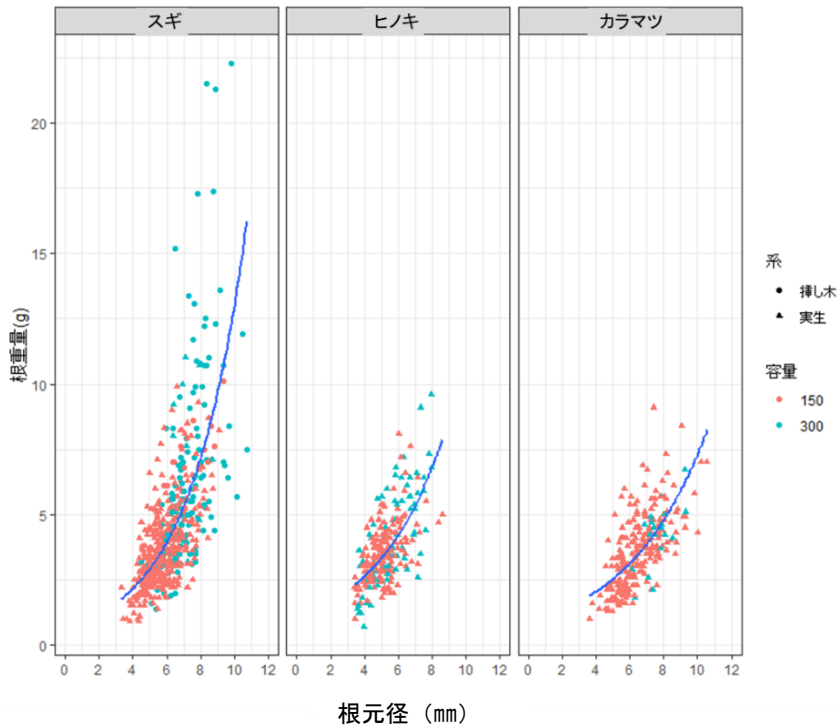


図 4-3 根元径と根の絶対乾重量との関係

(3) 根元径と根鉢の関係

樹種ごとに根元径と根鉢の関係の解析として、根元径と脱落土、根鉢の硬度及び表面根被覆率の散布図を作成した。根元径と脱落土量の関係を図 4-4 に示す。コンテナ容量 300cc の方が脱落土の多い傾向にあった。これは、単純に培地容量が多く、その分根鉢形成に時間を要することが関係している可能性があると考えられる。根元径が大きいと脱落土量が減少する傾向にあるが、強い相関性は示していなかった。

根元径と根系被覆率との関係を図 4-5～図 4-6 に示す。スギについては挿木系と実生系に分けて作成した。いずれも根元径が大きくなると表面根被覆率が上昇する傾向にあるが、必ずしも当てはまらずバラツキが大きい傾向となった。

根元径と根鉢硬度の関係を図 4-7 に示す。いずれも根元径が大きくなると根鉢の硬度が上昇する傾向にあるが、必ずしも当てはまらずバラツキが大きい傾向となった。

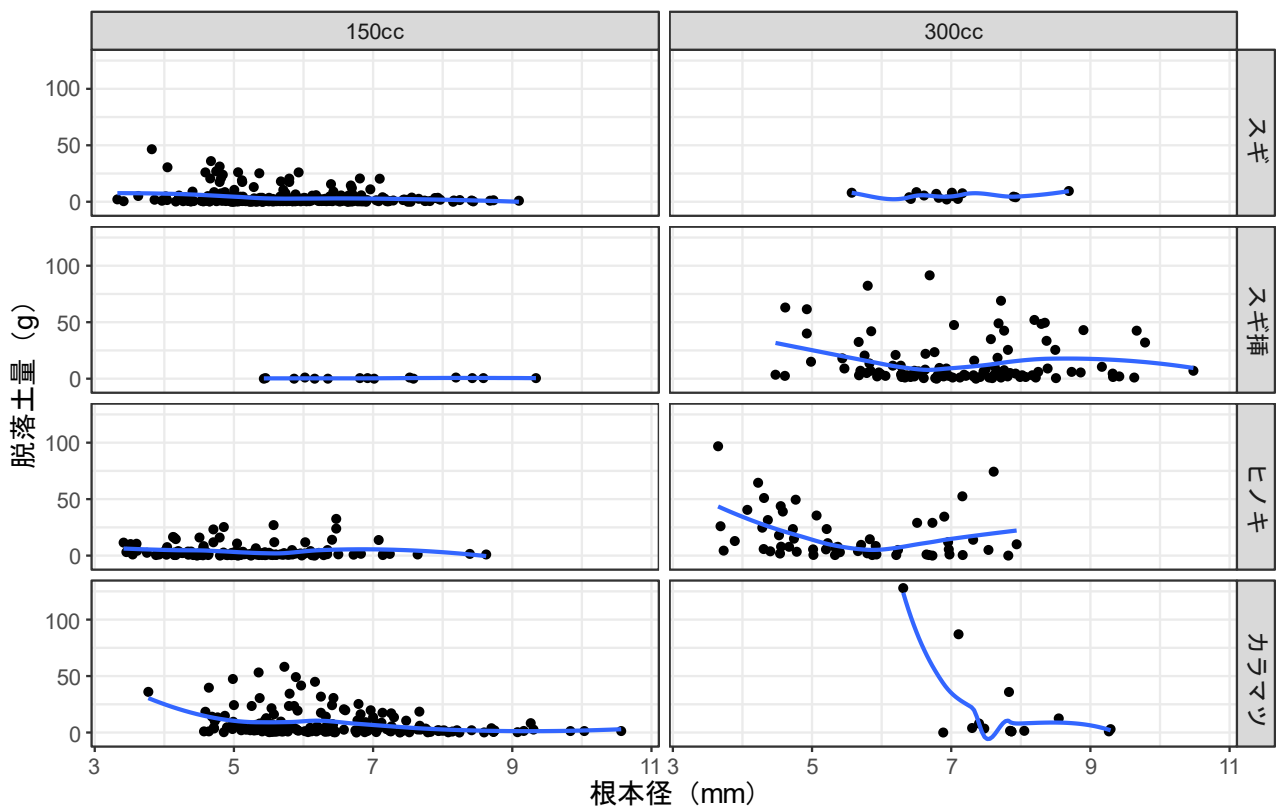


図 4-4 根元径と脱落土の関係
青線は、平滑化スプライン曲線³

³ 近似曲線の種類。ノイズを含んで観測した観測値から、2階微分に基づく平滑度とのバランスを取りながら曲線を使用して関数を推定する手法。

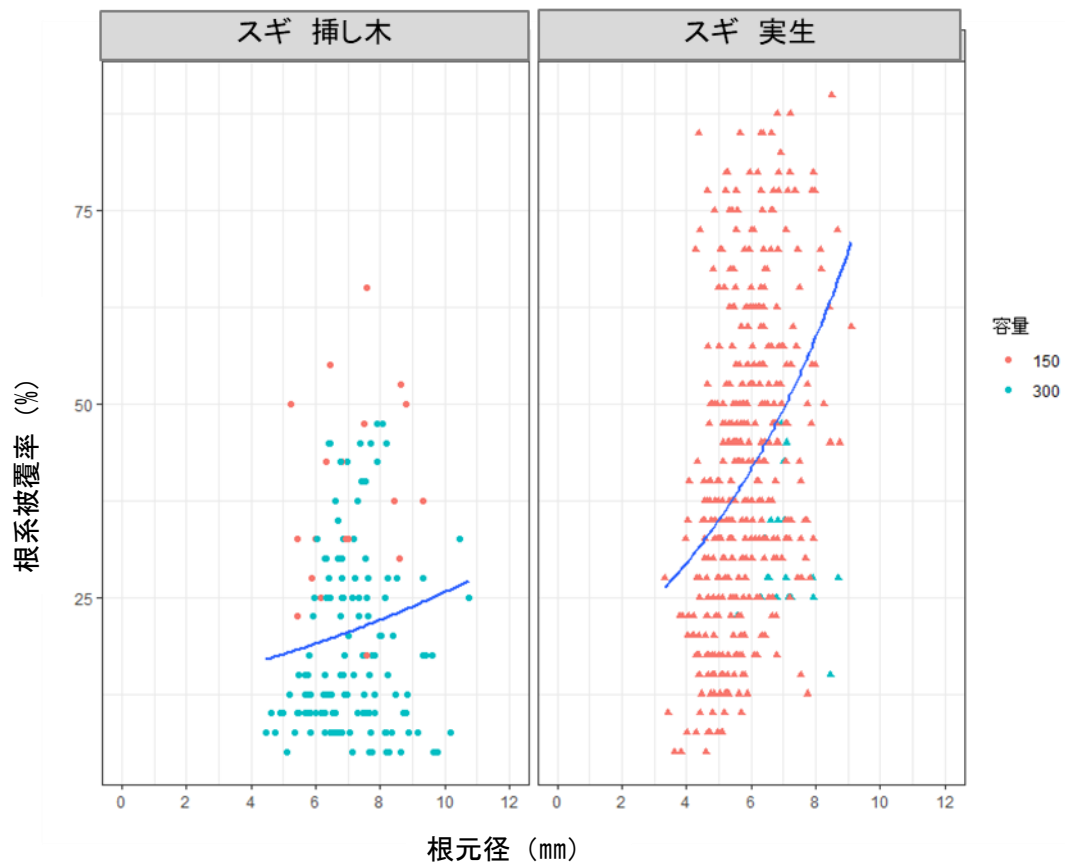


図 4-5 根元径と根系被覆率の関係（スギ）

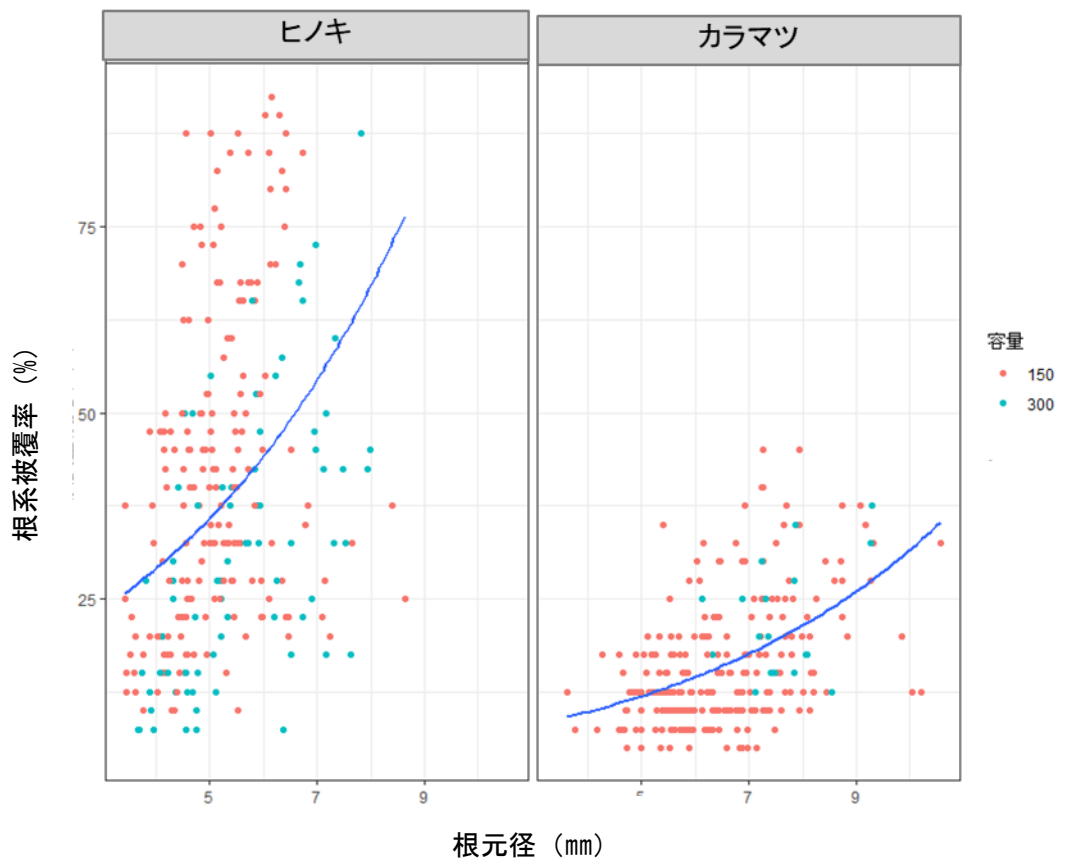


図 4-6 根元径と根系被覆率の関係（ヒノキ、カラマツ）

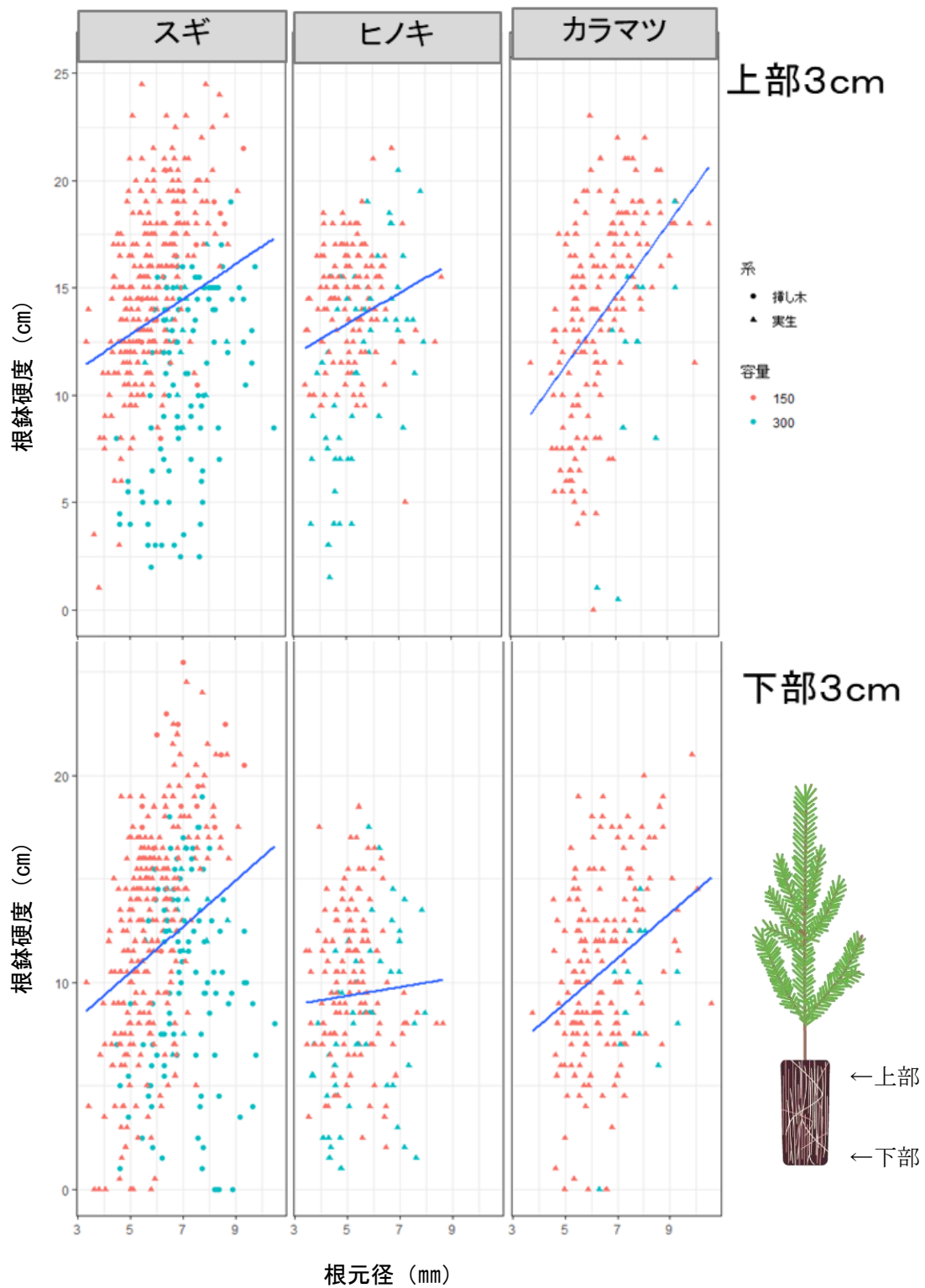


図 4-7 根元径と根鉢硬度との関係

4-2-4 考察とまとめ

苗長及び根元径と根鉢に関わる測定値との回帰分析の結果、根元径と根の量とは強い相関関係にあることがわかり、根元径が根の発達の指標としてなりうる可能性が示唆された。一方で根元径と根鉢の硬度、脱落土量、表面根被覆率については相関関係が強くなかった。これは、生産者ごとに異なる培地を使っていることや生産方法、育苗期間がことなることが考えられた。そのため、今後いくつかの条件を分けて解析をすることで、何が根鉢の発達に影響を及ぼしているか検討する。

4-3 植栽後の毎木調査結果

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月にかけて試験的に植栽した。植栽した苗木は、計55系統であった（表4-5）。苗木は55列、1列20本で植栽した（写真4-1）。植栽後、植栽木の生育状況、活着率と1成長期の成長量を計測した。計測した位置等を図4-8に示す。令和2(2020)年11月に植栽木を掘り上げて根の発根状態を調べた（写真4-2）。掘り上げた植栽木は、3-1-2の解体調査と同様に、各部を計測した後、地上部と地下部を分けて乾燥重量も計測した。

計測したデータを基に植栽後の樹高成長量及び地際径成長量と植栽前のコンテナ苗の計測値関係について調べた。



写真 4-1 植栽地の様子



写真 4-2 掘り取った植栽木

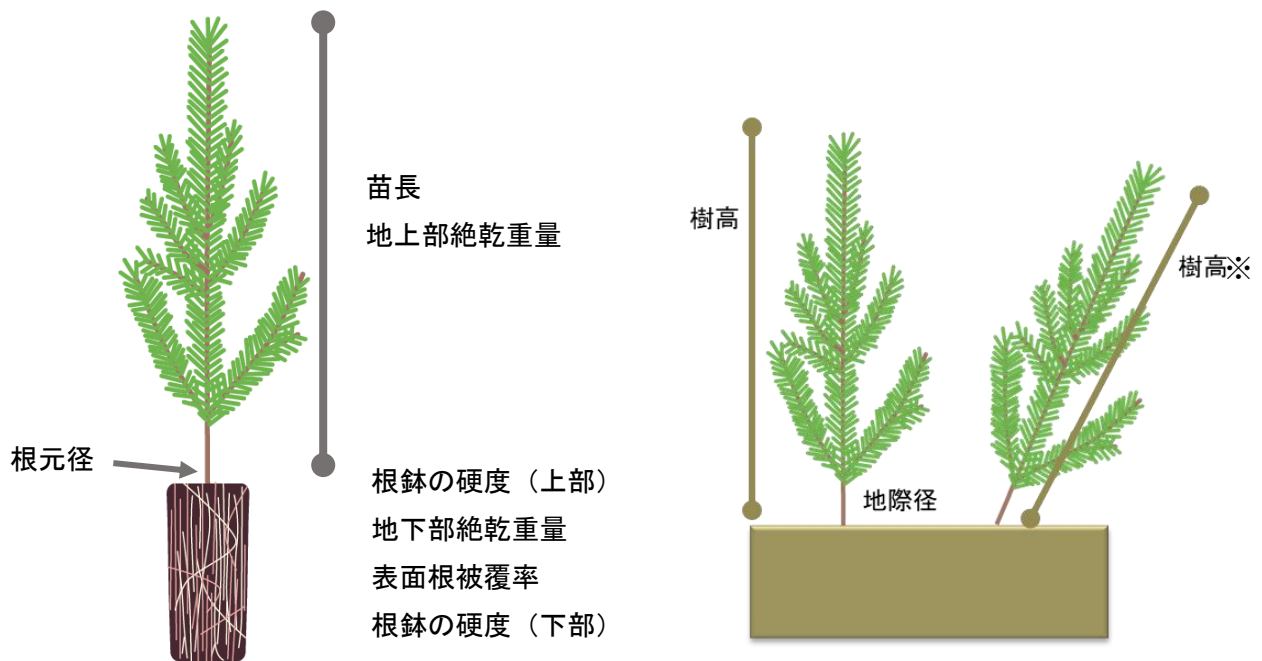


図 4-8 コンテナ苗の植栽前後の測定箇所
 ※傾斜木については、樹幹長を樹高として測定した。

表 4-5 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	スギ	ヒノキ	ヒノキ	カラマツ	カラマツ
		150cc	300cc	150cc	300cc	150cc	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			

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
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					
26		34					
27	高知県	28		27			
28		25		26			
29	大分県		<u>1</u>				
30	熊本県		<u>40</u>		39		
31			<u>37</u>		38		
32	宮崎県		<u>2</u>				
33			<u>5</u>				
34			<u>6</u>				
35	鹿児島県	<u>4</u>	<u>3</u>				

下線部は、挿木

表 4-6 コンテナ苗の植栽前後の測定値 (スギ)

No.	地域	容量	植栽前の測定										植栽後の苗木調査			
			苗長 (cm)		根元径 (mm)		生重量 (g)		根系被覆率 (%)		根鉢底根 (%)	白根 (%)	樹高 (cm)		地際径 (mm)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差			平均	標準偏差	平均	標準偏差
29	大分(挿)	300	50.2	4.7	8.1	1.3	280.1	23.5	8.1	2.5	0	10	46.3	4.2	6.2	0.5
34	宮崎(挿)	300	54.2	6.2	5.5	0.6	211.3	30.4	10.3	1.8	25	100	50.6	7.2	5.2	0.6
33	宮崎(挿)	300	40.2	3.0	6.4	0.8	173.9	14.6	11.9	3.3	70	100	38.3	3.8	6.5	0.8
31	熊本(挿)	300	39.8	5.3	6.4	0.7	226.0	13.4	15.0	6.8	100	95	38.4	5.2	6.3	0.9
21	広島	150	52.9	5.9	5.0	0.8	82.6	8.7	16.6	8.7	40	15	49.9	6.2	4.5	0.6
19	島根	150	45.9	4.0	6.0	0.8	148.8	11.8	20.3	7.6	95	100	41.2	4.0	4.8	0.4
32	宮崎(挿)	300	46.7	2.9	8.6	1.6	211.5	19.8	20.8	7.4	0	80	42.4	3.6	6.7	1.0
17	愛知	150	48.5	6.4	5.3	0.8	110.4	17.6	22.3	12.5	55	45	41.9	6.8	4.0	0.5
5	岩手	150	40.4	3.9	5.1	0.5	93.8	10.4	22.4	10.6	0	85	38.3	3.7	5.0	0.4
4	岩手	150	45.8	5.4	5.3	0.6	127.8	12.7	32.4	11.0	85	100	43.7	5.0	5.1	0.4
8	宮城	150	46.0	3.4	6.4	0.3	158.2	16.4	33.1	10.2	100	100	42.9	3.4	5.6	0.4
22	徳島	150	43.6	4.5	5.3	0.6	143.7	9.6	35.4	15.8	90	100	41.0	4.3	4.3	0.5
28	高知	150	71.1	6.4	7.1	1.5	130.3	15.1	37.0	14.0	55	25	67.9	6.2	5.6	0.9
13	石川	300	45.8	3.0	7.0	1.0	229.8	21.7	38.1	8.5	100	100	42.9	3.8	6.1	0.8
12	秋田	150	63.0	6.2	5.8	0.9	168.3	13.3	41.0	14.3	95	100	59.3	6.3	5.6	0.6
35	鹿児島	300	61.4	5.4	7.4	0.8	200.3	19.5	41.4	12.4	60	100	56.6	5.3	6.8	0.6
26	徳島	150	45.7	5.7	5.9	0.8	132.4	8.8	41.8	10.9	100	100	42.6	5.7	5.0	0.6
18	三重	150	56.1	7.9	5.3	1.3	111.9	27.2	42.4	24.1	70	85	53.4	7.6	5.0	1.1
30	熊本(挿)	300	56.5	7.0	7.2	0.7	233.6	25.7	42.6	12.3	100	100	53.6	7.3	6.6	0.8
6	宮城	150	62.8	4.9	6.8	0.7	154.4	15.4	42.9	17.2	100	100	59.5	4.7	6.0	0.5
7	宮城	150	49.6	5.0	6.2	1.1	156.3	10.1	45.6	15.5	95	90	46.6	4.6	5.7	1.1
25	徳島	150	45.8	6.4	4.7	0.6	108.6	11.1	45.8	20.9	90	100	43.5	6.8	4.0	0.5
11	秋田	150	42.6	3.6	5.7	0.4	87.7	14.3	46.0	8.8	90	100	39.3	3.2	5.0	0.4
20	島根	150	54.4	7.1	5.8	0.5	116.3	11.8	48.1	11.4	100	100	49.2	7.2	5.1	0.6
24	徳島	150	51.5	5.1	5.3	0.7	116.8	15.4	50.5	18.4	70	100	47.4	4.3	4.9	0.6
10	秋田	150	41.5	1.6	6.2	0.5	89.4	16.4	53.6	8.4	100	100	38.2	1.8	5.2	0.5
35	鹿児島(挿)	150	51.5	4.7	7.4	1.2	132.6	12.3	54.6	8.9	100	100	46.2	4.6	6.3	0.7
27	高知	150	52.2	4.9	5.5	0.5	94.7	10.4	55.1	12.9	90	100	47.5	4.9	4.7	0.4
23	徳島	150	51.4	3.5	6.8	0.9	148.5	13.3	68.0	15.3	100	100	48.3	4.0	5.7	0.7

表 4-7 コンテナ苗の植栽前後の測定値 (ヒノキ)

No.	地域	容量	植栽前の測定										植栽後の苗木調査					
			苗長 (cm)		根元径 (mm)		生重量 (g)		根系被覆率 (%)		根鉢底根 (%)		白根 (%)		樹高 (cm)		地際径 (mm)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
16	長野	300	50.7	4.8	4.5	0.6	196.3	36.0	15.3	10.8	90	90	49.7	4.9	4.1	0.6		
21	広島	300	43.9	5.1	4.5	0.6	147.3	14.6	20.8	11.8	0	30	42.7	4.6	4.1	0.5		
17	愛知	150	44.9	6.0	4.2	0.6	119.1	9.0	24.3	11.1	95	100	40.9	6.1	3.7	0.5		
15	長野	150	68.9	6.1	6.5	0.8	131.5	19.0	24.9	6.3	30	0	65.6	6.0	5.2	0.6		
14	長野	150	60.1	3.5	4.9	0.7	126.9	13.0	34.5	10.0	100	100	57.9	4.8	4.0	0.5		
30	熊本	300	54.5	6.9	6.6	0.6	223.5	13.1	35.4	10.8	45	0	50.8	7.8	5.4	0.5		
21	広島	150	44.4	4.7	4.2	0.6	106.7	7.6	35.9	12.8	40	0	42.6	4.4	3.7	0.5		
19	島根	150	48.0	5.2	4.9	0.6	142.0	11.0	40.3	11.1	100	15	43.9	5.5	4.3	0.5		
28	高知	150	64.5	6.2	5.2	0.6	116.4	11.2	42.8	11.7	55	10	62.8	5.7	4.9	0.7		
31	熊本	300	51.5	4.9	6.4	0.6	226.0	16.9	47.6	17.7	100	60	49.7	4.8	5.7	0.6		
20	島根	150	55.7	4.0	5.0	0.4	127.4	8.2	53.8	13.4	65	85	53.0	4.1	4.5	0.4		
27	高知	150	58.5	5.9	5.8	0.7	106.1	10.0	66.5	14.0	100	40	55.5	5.4	5.1	0.5		
18	三重	150	65.3	8.2	6.0	0.8	114.3	11.9	80.4	11.6	55	5	62.7	8.9	5.4	0.5		

表 4-8 コンテナ苗の植栽前後の測定値 (カラマツ)

No.	地域	容量	植栽前の測定										植栽後の苗木調査					
			苗長 (cm)		根元径 (mm)		生重量 (g)		根系被覆率 (%)		根鉢底根 (%)		白根 (%)		樹高 (cm)		地際径 (mm)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
3	北海道	150	28.7	1.5	5.6	0.8	130.8	15.7	8.8	2.4	30.0	15.0	27.7	1.7	5.3	0.8		
1	北海道	150	59.9	8.7	6.3	0.8	120.5	19.3	9.5	3.5	10.0	0.0	57.0	13.3	6.2	1.0		
15	長野	150	49.4	4.8	5.9	0.6	147.6	9.9	10.4	2.8	30.0	0.0	47.3	4.9	5.3	0.7		
6	宮城	150	57.8	4.3	6.6	0.8	124.2	13.2	11.3	2.9	100.0	95.0	55.4	4.2	6.4	1.0		
5	岩手	150	53.2	5.1	6.7	0.7	110.9	8.4	11.6	4.7	20.0	0.0	51.6	4.9	6.4	0.7		
16	長野	150	44.1	4.0	5.3	0.5	106.9	9.4	11.6	2.8	100.0	100.0	42.4	3.7	5.2	0.5		
2	北海道	150	34.7	2.7	5.3	0.6	49.5	8.2	14.9	4.8	100.0	100.0	32.0	3.0	4.8	0.6		
9	宮城	150	42.7	5.3	6.3	1.0	103.8	15.1	16.0	3.8	100.0	100.0	40.9	5.0	5.9	1.2		
6	宮城	300	51.6	4.2	7.8	1.1	235.4	13.0	16.5	4.0	100.0	65.0	49.4	4.4	8.0	1.5		
7	宮城	150	53.7	6.1	8.3	1.6	150.9	12.8	17.8	3.0	75.0	5.0	50.7	5.8	6.9	1.3		
4	岩手	150	55.5	7.2	7.3	0.7	134.5	9.7	24.3	7.7	100.0	40.0	53.2	7.4	6.5	0.6		
14	長野	150	41.5	3.5	6.4	0.8	112.9	20.1	24.3	10.2	85.0	35.0	38.9	3.3	5.1	0.7		
10	秋田	150	61.1	1.3	7.8	0.6	106.5	7.5	35.3	4.7	100.0	0.0	58.5	1.9	6.8	0.6		

4-3-1 植栽後の生育状況（湾曲）

植栽後、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、ヒノキで発生し、スギ挿木系とカラマツでは発生しなかった。樹種ごとの湾曲と形状比の関係を図 4-9 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、スギでは形状比 120 以上になると、形状比 120 以上のグループ中の 13%の個体が湾曲した。ヒノキでは、形状比 120 以上のグループ中の 8.6%が湾曲した。スギ挿木系とカラマツは、ほとんど湾曲しなかった。なお、これらの湾曲した個体は令和 2 (2020) 年 11 月の掘り上げまでにはほとんどが問題ないレベルにまで直立した状態に回復した。



写真 4-3 植栽後に湾曲した個体

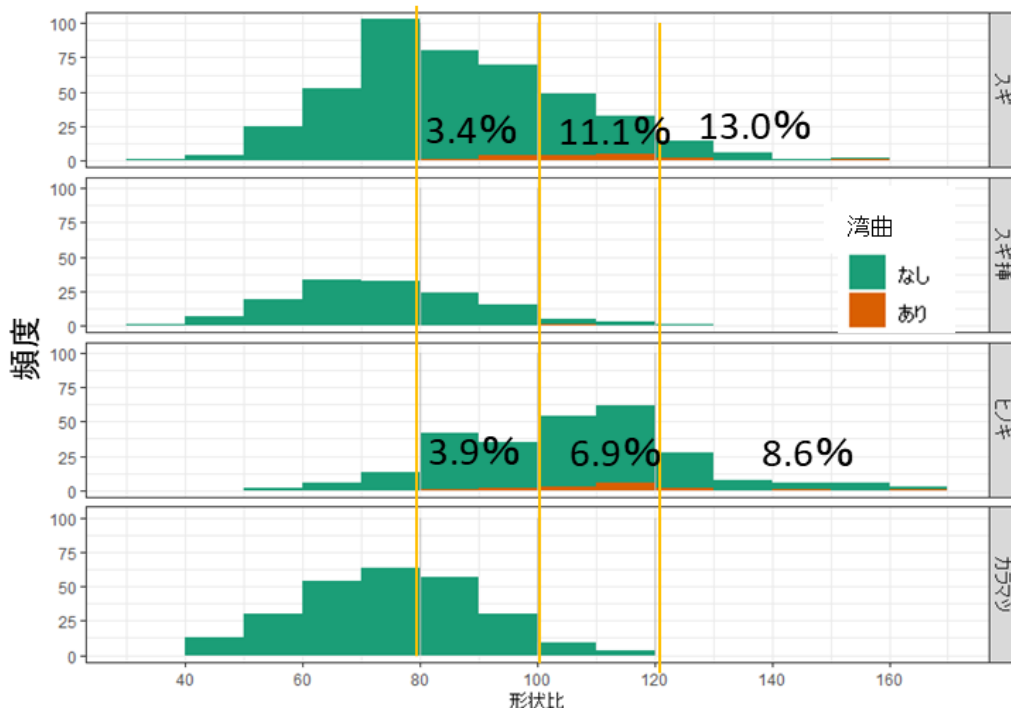


図 4-9 植栽前の形状比と植栽後の苗の湾曲の関係

図中の割合は、黄色の線の範囲内（形状比のグループ内）で湾曲している個体の割合。

4-3-2 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月に再度調査した時から一部個体が枯死しはじめ、同年11月に堀取った時点で植栽した苗木の全体の約1割が枯死した。枯死個体は、一部生産者に集中する結果となった(図4-10)。スギは、枯れがほとんど発生せず、ヒノキとカラマツで枯死が多くみられた。植栽前の苗木の根鉢被覆率と枯死率との関係を図4-11、植栽前の苗木の根元径と枯死の関係を図4-12に示す。ヒノキは、根鉢被覆率が40%以下かつ根元径5mm以上の苗木で枯死が発生した。カラマツは、根系被覆率及び根元径に関係なく枯死が発生した。

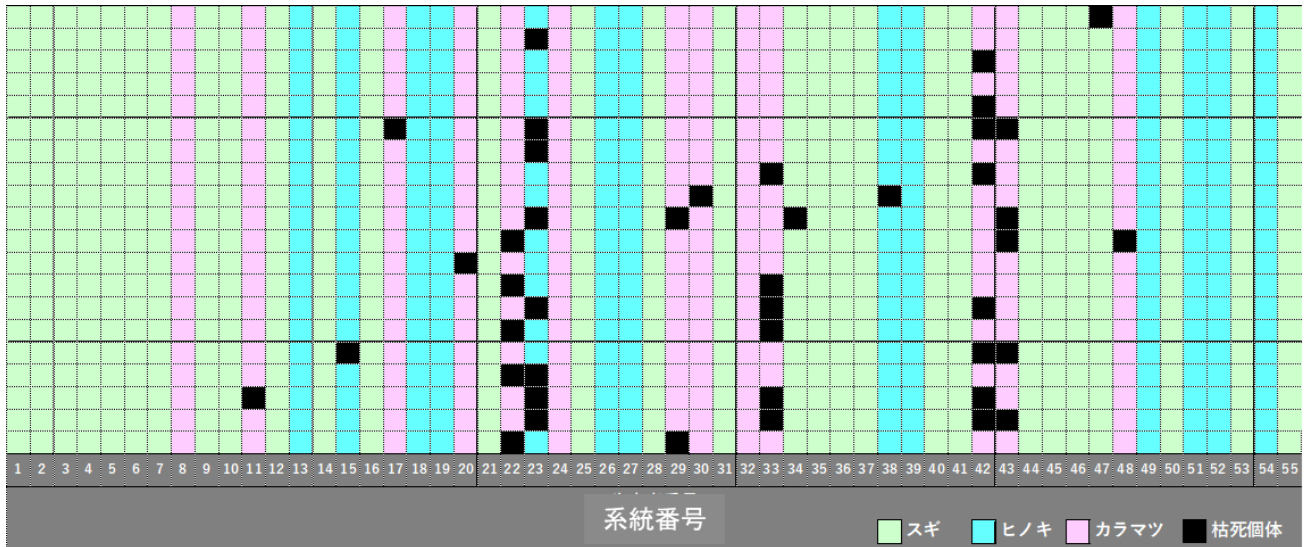


図4-10 熊本県阿蘇市の植栽地に試験植栽した個体のうちの枯死個体の分布
令和2(2020)年11月時点(調査後すべて堀り取った)。生産者ごとに1列に苗木を配置している。

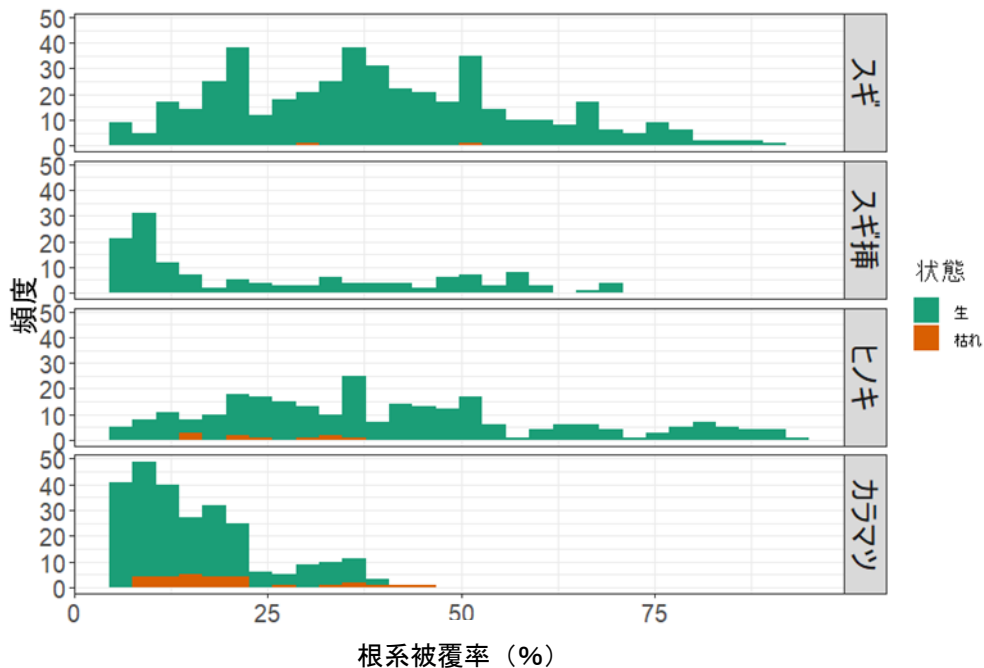


図4-11 植栽前の苗木の根系被覆率と枯死の関係

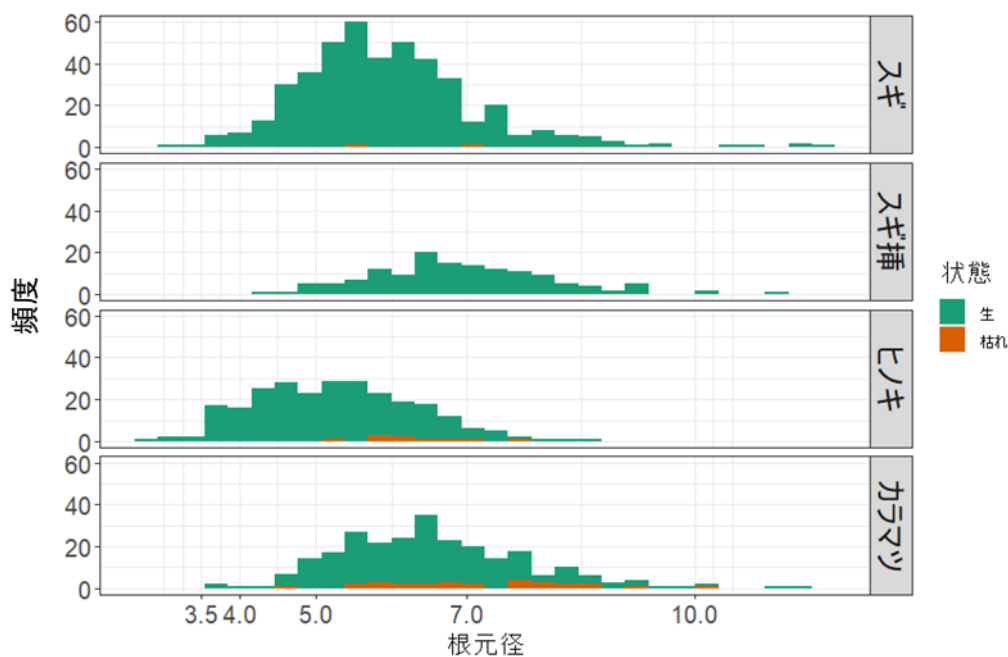


図 4-12 植栽前の苗木の根元径と枯死の関係

4-3-3 植栽後の成長量と植栽前の苗木の状態の関係分析

植栽後の成長量（樹高成長・地際径成長）と植栽前の苗木の状態（根元径、苗長、形状比、コンテナ容量、根系被覆率）との関係を調べるため、決定木分析を行った。決定木分析（CART）とは、樹形図によってデータを分析し、条件ごとにデータ群をグループ分けして傾向を推定する方法である。解析対象は、令和2（2020）年11月時点（1成長期後）で枯死しなかった健全木を用いた。目的変数は、同年11月計測時の樹高、相対樹高伸長量、地際径、相対肥大成長量とし、各樹種に対して以下の4つのモデルについて最適モデルを選択した。

モデル式

11月時樹高＝出荷時の苗長＋出荷時の根元径＋出荷時の形状比＋容量＋根系被覆率

相対樹高伸長量＝出荷時の苗長＋出荷時の根元径＋出荷時の形状比＋容量＋根系被覆率

※相対樹高伸長量＝ $\ln(11\text{月樹高}) - \ln(\text{出荷時の苗長})$

11月時地際径＝出荷時の苗長＋出荷時の根元径＋出荷時の形状比＋容量＋根系被覆率

相対肥大成長量＝出荷時の苗長＋出荷時の根元径＋出荷時の形状比＋容量＋根系被覆率

※相対肥大伸長量＝ $\ln(11\text{月根元径}) - \ln(\text{出荷時の根元径})$

解析の結果は、図 4-13 で示すような決定木で示され、ある基準（例：苗長）より高いグループが右、低いグループが左に行くことを繰り返し、グループ化を行う。今回は、成長が良かった苗のグループを赤、成長が良くなかった苗のグループを青で囲んだ。

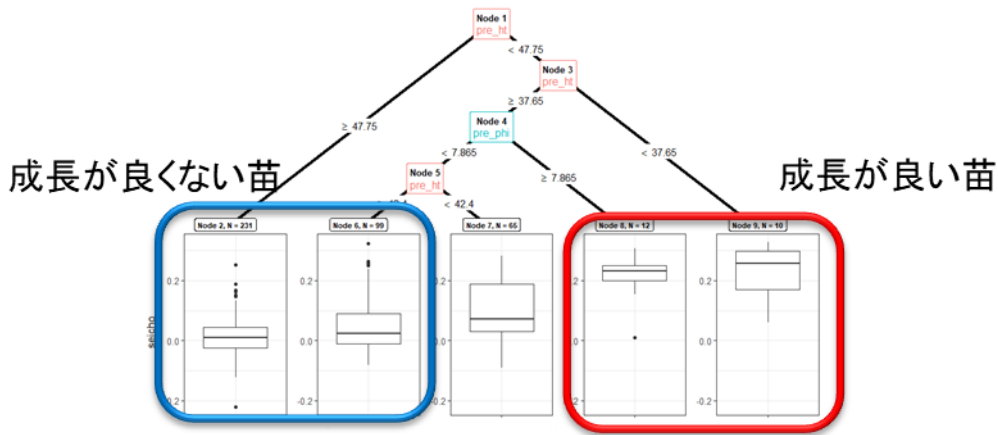


図 4-13 決定木分析における結果のイメージ

(1) スギ

1 成長期後の 11 月時の樹高は、苗長 60cm 以上または、形状比が 50 以下のコンテナ苗だと大きい傾向にあった。相対樹高伸長量は、苗長 (30cm 以上) 45cm 以下、形状比 77 以下のコンテナ苗だと大きい傾向であった (図 4-14)。

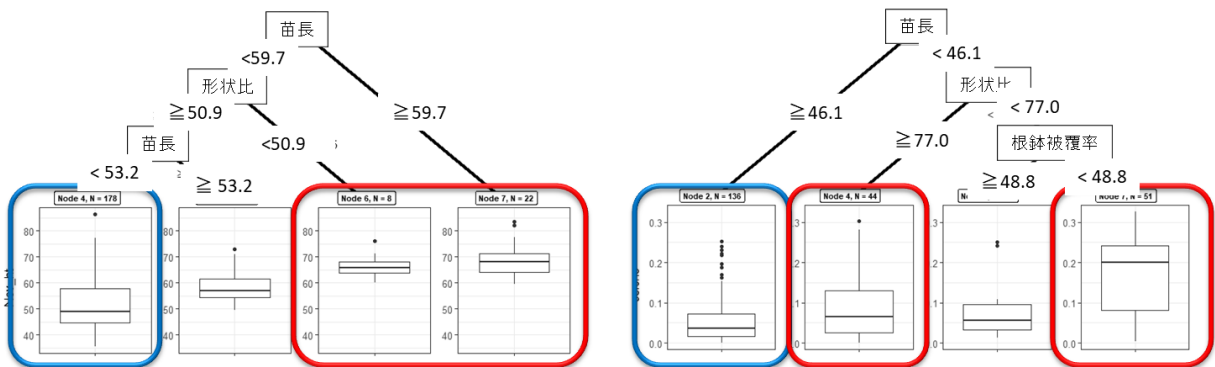


図 4-14 スギの決定木分析結果：11 月時樹高 (左) と相対樹高伸長量 (右)

1 成長期後の 11 月時の地際径は、根系被覆率 19%以上で苗長 61cm 以上のコンテナ苗だと大きい傾向にあった。相対肥大成長量は、根元径が 4.7mm より小さいか形状比が 103 以上で大きい傾向にあった (図 4-15)。

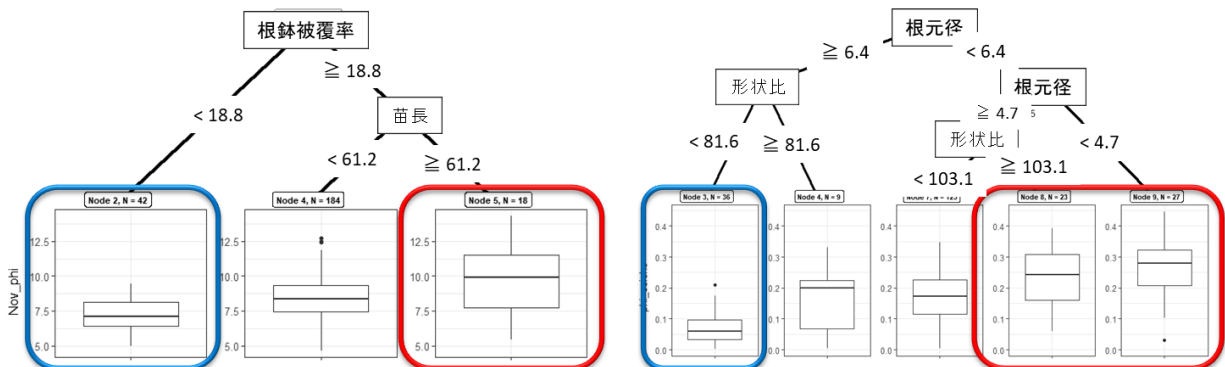


図 4-15 スギの決定木分析結果：11 月時地際径 (左) と相対肥大成長量 (右)

(2) スギ挿木

挿木の初期樹高伸長量は、根元径ではなく苗長（地上部の状態）に依存しており、初期の苗長が大きい個体ほど大きい傾向にあった。相対樹高伸長量は、苗長 37cm 以下で大きく、最終樹高が追いつく例もあった（図 4-16）。

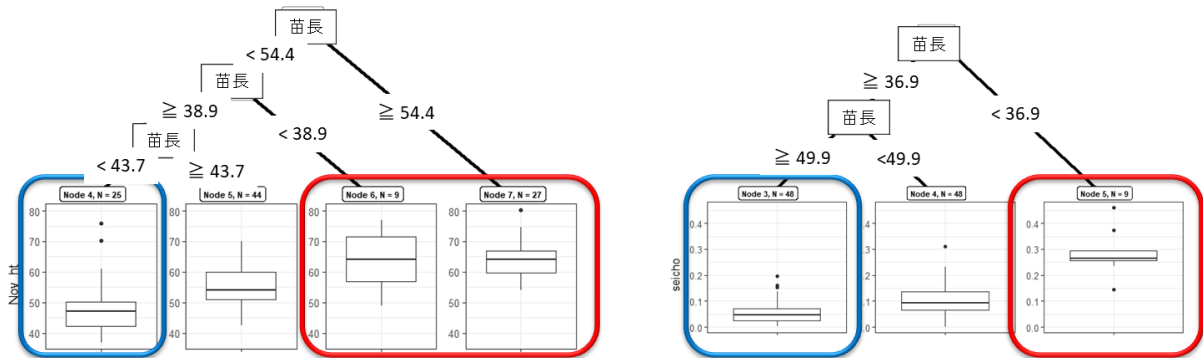


図 4-16 スギ挿木の決定木分析結果：11 月時樹高（左）と相対樹高伸長量（右）

1 成長期後の 11 月時の地際径は、初期苗長 61cm 以下だと大きい傾向にあった。相対肥大成長量は、初期根元径 5.7mm 以下だと大きい傾向にあった（図 4-17）。

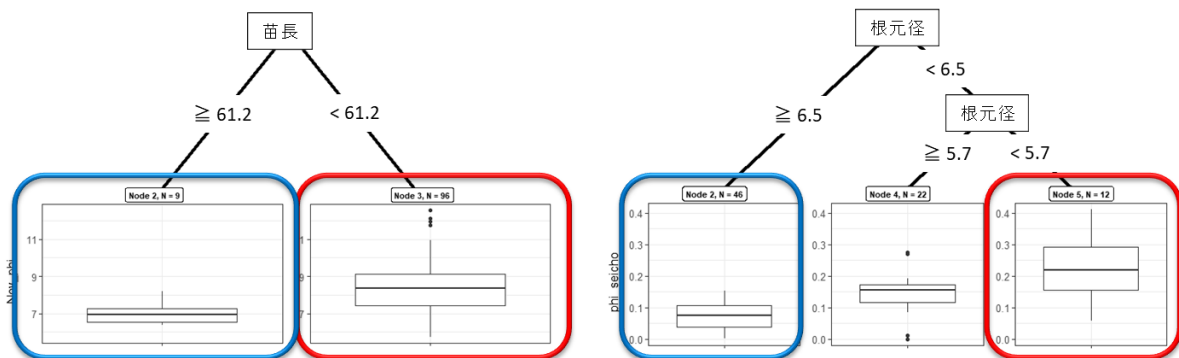


図 4-17 スギ挿木の決定木分析結果：11 月時根元径（左）と相対肥大成長量（右）

(3) ヒノキ

1 成長期後の 11 月時の樹高は、初期苗長が 46cm 以上または、初期苗長が 46cm 以下で初期根元径 4.7mm 以上だと大きい傾向にあった。相対樹高伸長量は、形状比が 87 以下または、初期苗長 49cm 以下だと大きい傾向にあった（図 4-18）。

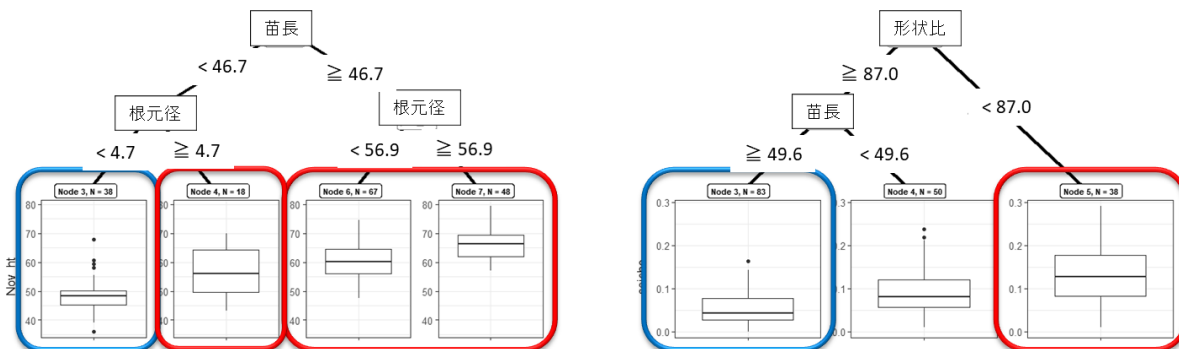


図 4-18 ヒノキの決定木分析結果：11 月時樹高（左）と相対樹高伸長量（右）

1 成長期後の 11 月時の地際径は、初期根元径 4.6mm 以下で容量 300cc の場合と初期根元径 6.9mm 以上の場合と初期根元径 6.9mm 以下かつ初期苗長 60.5cm 以下で根系被覆率 76%以上の場合が大きい傾向にあった。相対肥大成長量は、初期根元径 5.5mm 以下だと大きい傾向にあった (図 4-19)。つまり、初期根元径や初期苗長が小さくても、300cc 容器を使っていたり、根系被覆率が高い方が、1 成長期後の地際径が大きい傾向にあった。

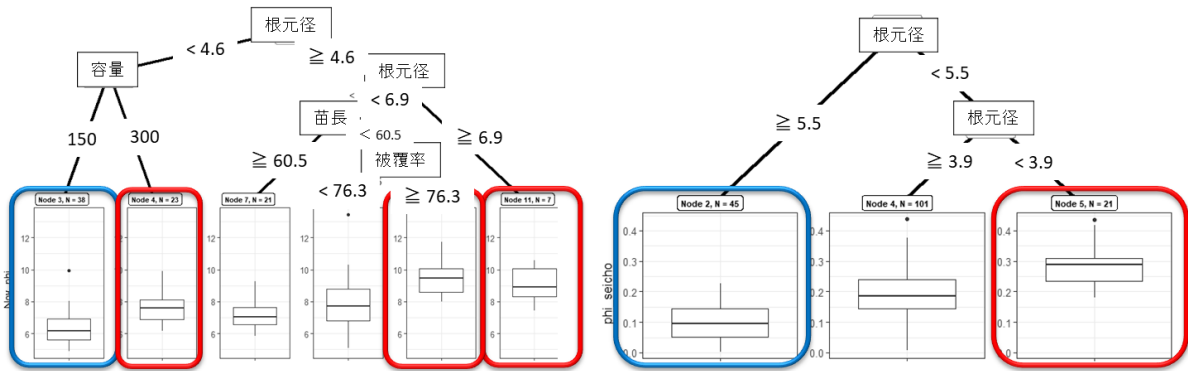


図 4-19 ヒノキの決定木分析結果：11 月時地際径（左）と相対肥大成長量（右）

(4) カラマツ

1 成長期後の 11 月時の樹高は、初期苗長 50cm 以上だと大きい傾向にあった。相対樹高伸長量は、初期苗長 46cm 以下だと大きい傾向にあった (図 4-20)。

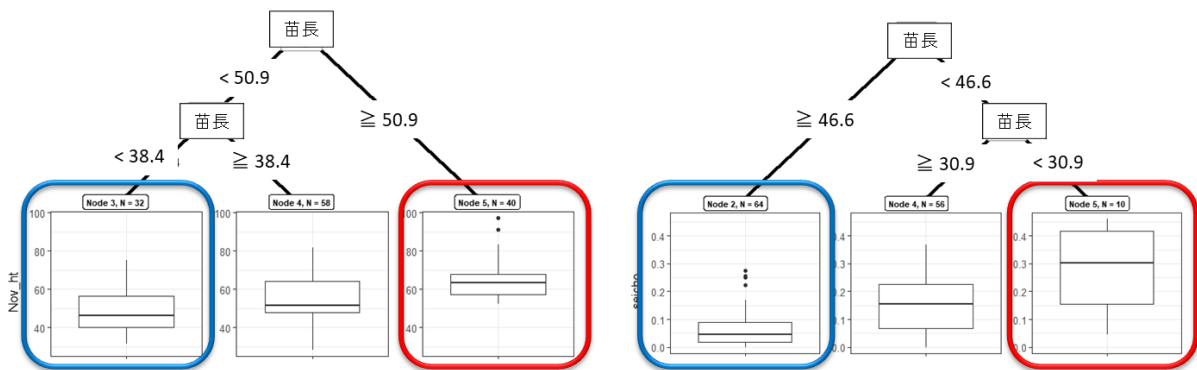


図 4-20 カラマツの決定木分析結果：11 月時樹高（左）と相対樹高伸長量（右）

1 成長期後の 11 月時の地際径は、初期苗長 50cm 以上、または、初期苗長 38cm 以下だと大きい傾向にあり、植栽時の苗長が大きい方で地際径が大きい傾向にあった。相対肥大成長量は、初期根元径 5mm 以下だと大きい傾向にあった (図 4-21)。

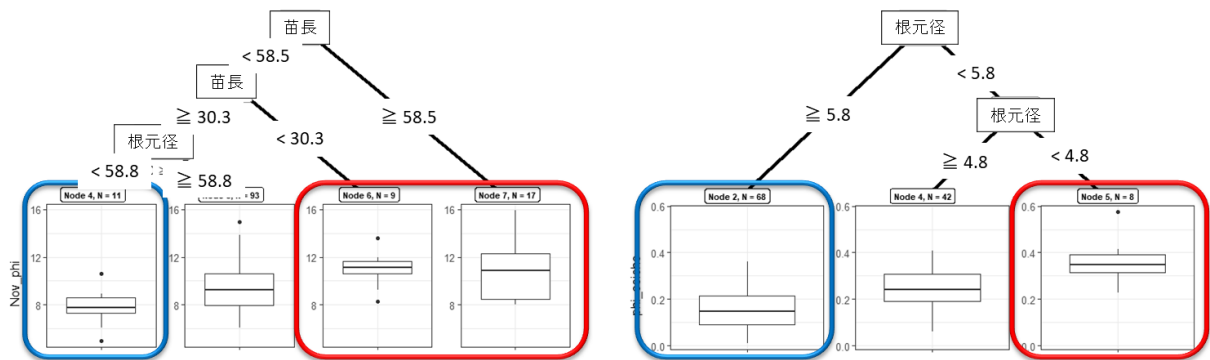


図 4-21 カラムツの決定木分析結果：11 月時根元径（左）と相対肥大成長量（右）

4-3-4 生産者ごとの苗木の植栽後の成長量の分析

植栽後の個体の成長量に関して、植栽前の苗木の状態（根元径、苗長等）やその生産方法との関係性を調べるため、植栽後の成長量と植栽前の苗木の状態との関係を生産者ごとに分析し、植栽後の成長が良かった苗木とそうでなかった苗木に分けて、生産方法の違いを検討した。

評価方法は、

成長量指標 (cm³) = 試験終了 11 月の生残個体の D²H の平均値 - 試験開始 2 月の個体の D²H の平均値

を以下「成長(量)」と読替えてランキング形式に並べ、植栽木の指標値（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。今回の分析では仮の基準として樹高 40cm、地際径 4mm、根系被覆率が 30%、根鉢の硬度 12mm、脱落土を 15g と設定した。成長が良かった生産者については、第 3 章のヒアリングシートからどのような生産方法をしていたかの特徴を探った。なお、生産者名は系統番号とする。

(1) スギ実生系

スギ実生系については、各生産者から購入したコンテナ苗は、植栽直後の初期サイズとして、仮基準のうち樹高 40cm 以上、地際径 4mm 以上をほぼ全てクリアしていた。成長が良かった苗木は、根系被覆率の平均が 40%を超えた生産者の苗木であった。先の 2 つの仮基準を満たさなかった生産者の苗木は、成長が低位にあった。また、植栽後の葉色が「やや黄変」「黄褐変」となるものが多く見受けられ、生産者間の相違が大きかった（図 4-22）。最も良好な成長を示した系統番号 50 の植栽木を写真 4-4 に、葉色黄褐変 80%の系統番号 44 の植栽木を写真 4-5 に示す。

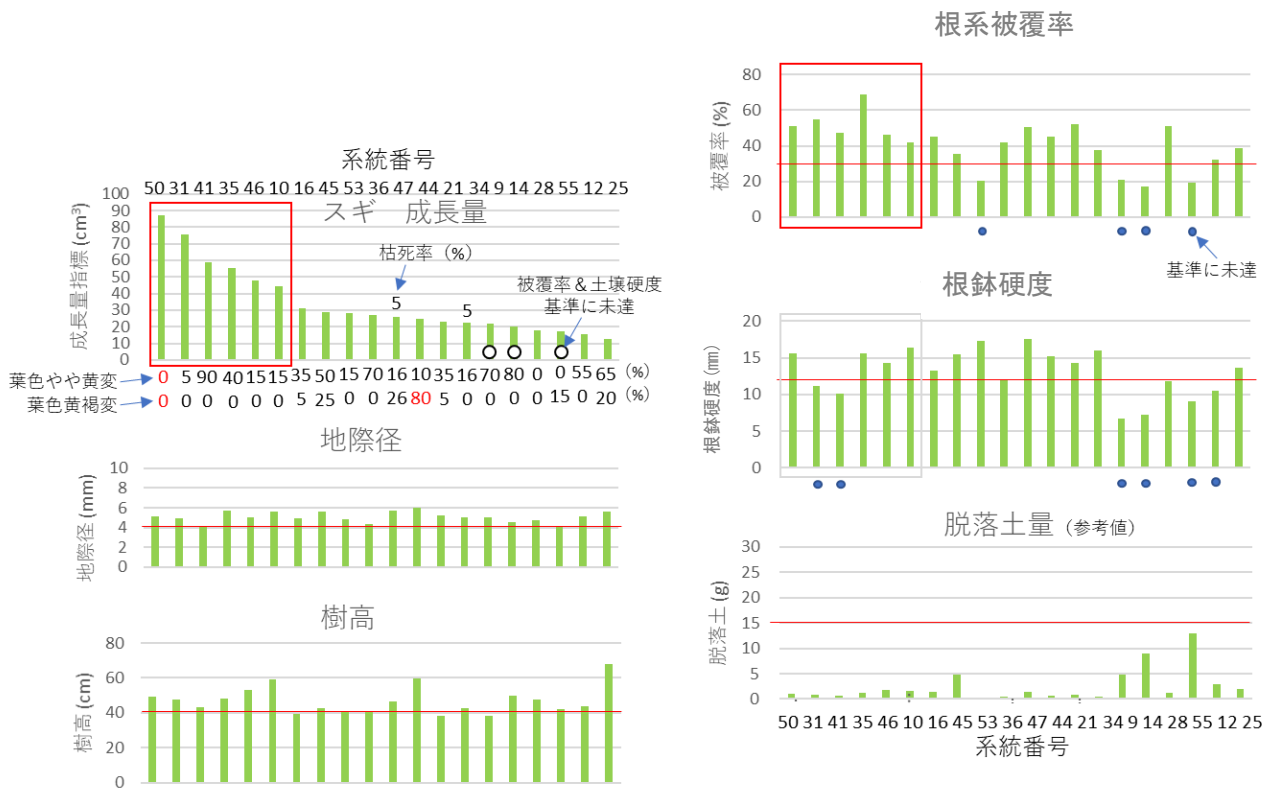


図 4-22 スギ実生系の成長量と各指標値との関係
赤枠が成長の良かったと判断された生産者の苗木



写真 4-4 系統番号 50 の植栽木を掘り取ったときの状況 (令和 2 (2020) 年 8 月 18 日撮影)



写真 4-5 系統番号 44 の植栽木（黄色のライン上）

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 4-9 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、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。特に、最も成長が良かった系統番号 50 の苗木の生産者は、元肥、追肥ともに緩効性肥料を用いていた。

他方、葉色が悪かった系統番号 44 の苗木については、生産方法から考えて出荷時に肥料切れの可能性が考えられた。ただし、施肥の有効期間については、灌水の多寡に影響を受けるため、注意が必要である。

また、コンテナ容器の地置きを行っていた生産者の苗木については、系統番号 9 が根鉢硬度と根系被覆率の仮基準を満たしていない。地置きによって根鉢の形成が十分に行われなかった結果、地下部の絶乾重量が他の生産者よりも少ない（表 4-2 生産者 No. 5）ことが、成長にマイナスに効果があったと考えられる。

表 4-9 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）

系統番号	移植タイプ	培地	灌水（夏以外）	元肥	追肥	備考
50	播種床	ココナツピート100	40min 毎日	緩効性肥料180日	緩効性肥料180日	
31	播種箱	ココナツピート90 パーライト10	3min 毎日	緩効性肥料180日	液肥 様子を見て	
41	播種箱	ココナツピート100	120min 毎日	緩効性肥料180日	緩効性肥料	
35	播種床	ココナツピート100	40min 3日に1回	緩効性肥料180日		
46	播種床	ココナツピート60 他4種	30min 毎日	緩効性肥料300日	液肥 様子を見て	
10	播種箱	ココナツピート65 鹿沼土35	手まき 様子を見て	緩効性肥料700日	液肥 月1	
44	キャビティ 直播き	ココナツピート80 鹿沼20	120min 毎日	元肥有り培地と無し培地を混合	化成粒剤2回	コンテナ地置き
9	播種床	ココナツピート80 鹿沼土20	90min 毎日	緩効性肥料360日	-	コンテナ地置き
14	播種床	ココナツピート77 もみから8 馬糞堆肥15	10min 2日に1回	緩効性肥料150日	液肥	
54	播種床	ココナツピート80 鹿沼土20	45min 毎日	緩効性肥料360日	-	

(2) スギ挿木系

スギ挿木系については、植栽後の葉色の変化はほぼなかった。成長量と根系被覆率や根鉢硬度との関係は、調査数が少なく傾向がつかめなかった（図 4-23）。挿木生産者の生産方法の比較を表 4-10 に示す。

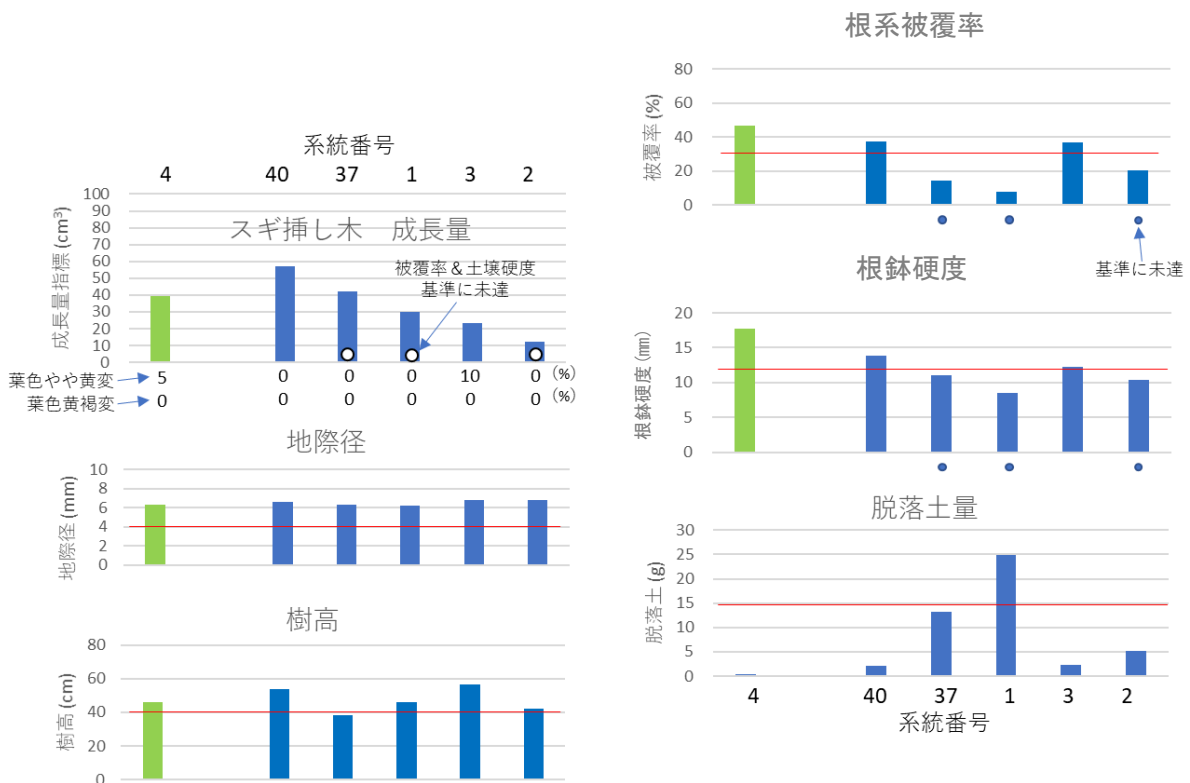


図 4-23 スギ挿木系の成長量と各指標値との関係
緑：150cc 青：300cc

表 4-10 挿木生産者の生産方法の比較

系統番号	挿木タイプ	培地	灌水 (夏以外)	元肥	追肥	備考
40	直挿	ココナツピート35ピートモス35赤土20パーライト他10	3日に1回	緩効性肥料180日	微量要素肥料	
37	直挿	ココナツピート40ピートモス25パーライト25赤土10	3日に1回	なし	有機肥料	
1	箱挿し	ココナツピート50赤土20ピートモス20パーライト10	8min 2～3日に1回	緩効性肥料180日	緩効性肥料	
3 4	床挿し	ココナツピート100	60min 毎日	鶏糞	化成肥料	
2	床挿し	スギバーク100	30min 2～3日に1回	なし	硫安	

(3) ヒノキ

ヒノキの成長量指標はスギ実生系より小さかったものの、生産者ごとで成長量に違いがあった。150cc コンテナ苗のうち、根系被覆率及び根鉢硬度が基準値に満たない生産者の苗木は、成長が低位の中にあつた。他方、300cc コンテナ苗では、数が少なく傾向が不明であつた。植栽後の葉色変化はスギ実生系ほどではなく、葉色が「やや黄変」となるものが特定の生産者で発現したものの、「黄褐変」は認められなかった。旺盛な成長を示す系統番号 49 の植栽木 (300cc) を写真 4-6 に、枯死率 40% の系統番号 23 の植栽木 (150cc) を写真 4-7 に示す。

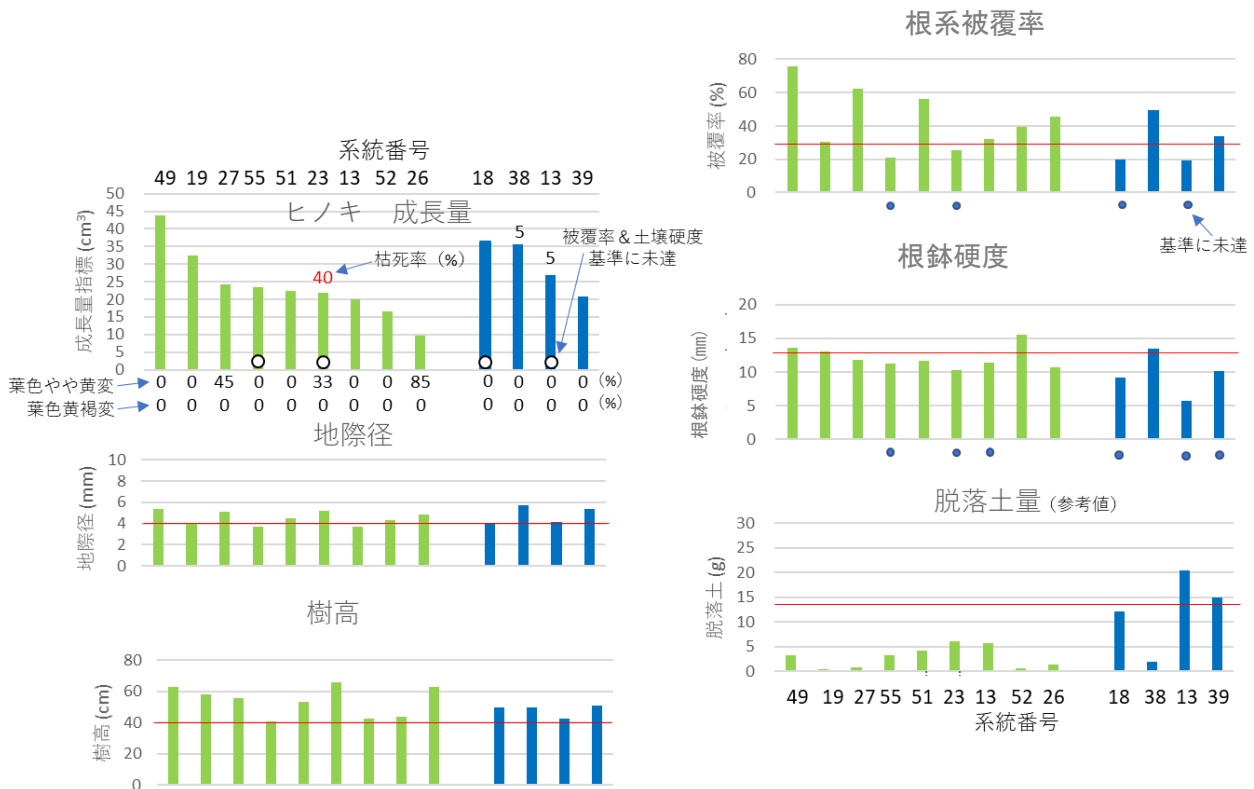


図 4-24 ヒノキの成長量と各指標値との関係

緑 : 150cc 青 : 300cc



写真 4-6 系統番号 38 の植栽木を掘り取ったときの状況（令和 2（2020）年 8 月 18 日撮影）



写真 4-7 系統番号 23 の植栽木を掘り取ったときの状況（令和 2（2020）年 11 月撮影）

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 4-11 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ほとんどであり、元肥に緩効性肥料を入れて追肥は入れない生産者が多い傾向にあった。

良好な根系発達を見せた系統番号 38 の生産者は、出荷苗に肥料を持たせることを重視しており、元肥は無いものの 3 回の追肥設計をしていた。

他方、枯死率 40%を示した系統番号 23 の生産者の苗木の枯死個体は根鉢内の根の発達が貧弱な傾向が認められた。その生産方法は、モミ殻燻炭を 10%混合した培地を用いて、追肥はなく、灌水毎日 2 時間を基本とするものであったことから、肥料切れを起こしていた可能性がある。また、系統番号 26 の生産者の苗木も葉色がやや黄変しており、その生産方法は、モミ殻燻炭を培地に混ぜるといったものであったことから、これも出荷時の肥料切れが原因と考えられた。

表 4-11 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）

系統番号	移植タイプ	培地	灌水 (夏以外)	元肥	追肥	備考
38	播種床	ココナツピート40 他3種	60min 毎日	-	有機肥料入り化成粒剤	
49	播種床	ココナツピート60 他4種	30imin 毎日	緩効性肥料300日	液肥 葉色を見て	
19	播種床	ココナツピート98 野菜培土2	手灌水 様子を見て	緩効性肥料100日	-	
27	播種箱	ココナツピート80 パーライト15 鹿沼土5	40min 2日1回	緩効性肥料360日	化成肥料	
55	播種床	ココナツピート80 鹿沼土20	45min 2日に1回	緩効性肥料360日		
23	播種床	ココナツピート90 籾殻くん炭10	120min 毎日	緩効性肥料100日	-	
26	播種床	ココナツピート80 籾殻くん炭20	40min 毎日	緩効性肥料100日	硫安	

(4) カラマツ

カラマツの成長と指標との関係を図 4-25 に示す。植栽後の葉色の変化は試験期間中ほぼ認められなかった。植栽後の枯死率が高かった系統として、系統番号 43 の植栽木を写真 4-8 に、系統番号 33 の植栽木を写真 4-9 に示す。また、ほとんどの生産者の苗木は、根系被覆率が基準値 30% 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、あるいは長野県、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、その原因は現時点では不明である。

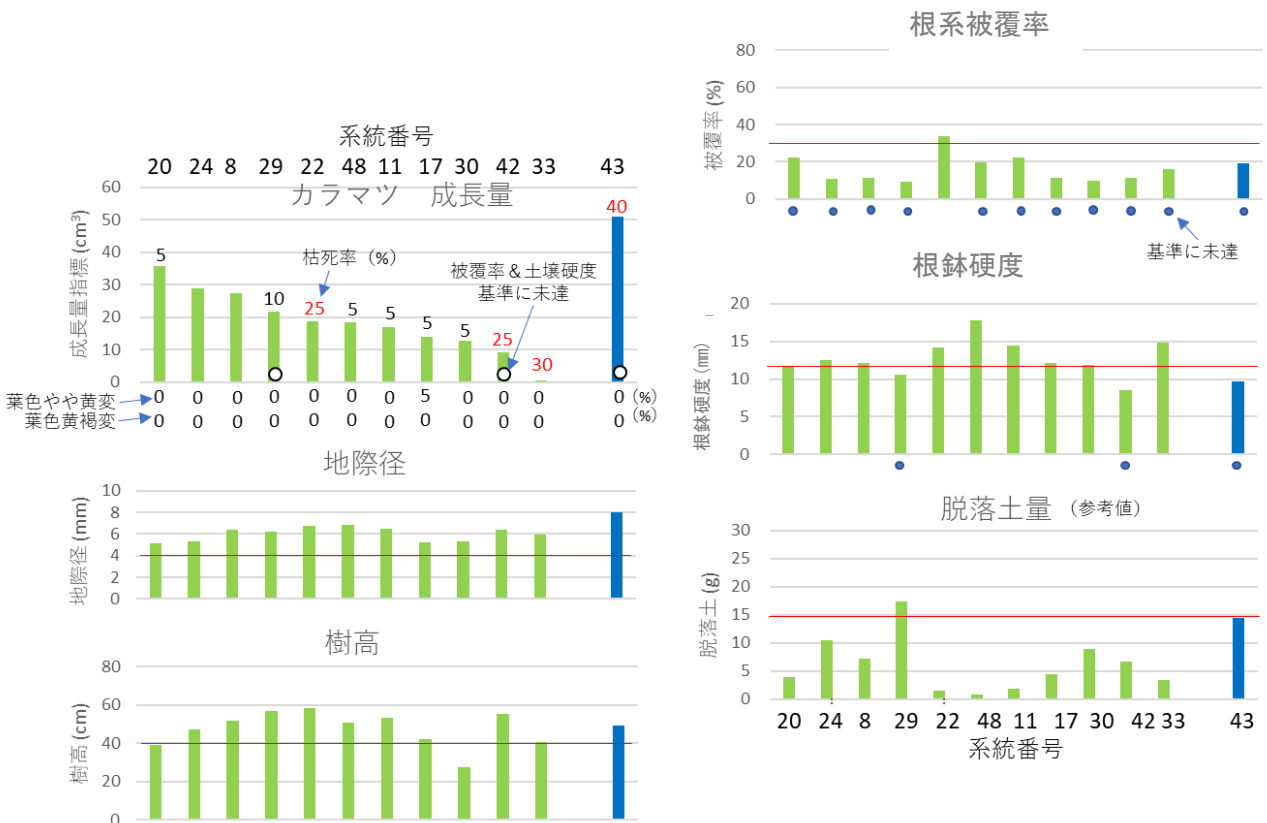


図 4-25 カラマツの成長量と各指標値との関係
緑：150cc 青：300cc



写真 4-8 系統番号 43 の植栽木の掘り取ったときの状況（令和 2（2020）年 11 月撮影）。左は生存個体で右が枯死個体。



写真 4-9 系統番号 33 の植栽木の掘り取ったときの状況。左は生存個体で右が枯死個体（令和 2（2020）年 11 月撮影）。右写真は、枯死個体の根。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られた。

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 4-12 に示す。植栽後の成長が良くなかった苗木の生産者は、ココナツピートに鹿沼土等を混ぜた培地を用いており、元肥に緩効性肥料 100 日タイプを用いつつ、追肥は無いか状況に応じて液肥を施用している点で共通している。

このうち、系統番号 42 及び 43 の生産者は 150cc と 300cc のカラマツのコンテナ苗を生産しており、今回の調査における植栽後の枯死率が 150cc コンテナ苗で 25%、300cc コンテナ苗で 40%であった。いずれのキャビティ容量でも根系被覆率、根鉢硬度ともに仮基準を満たしていなかった。写真 4-8 から明らかなように、掘り起こした枯死個体の根系が十分には発達していない。この生産者は、5月に地置きから棚上げし、9月に地置きに戻っていたことから、育苗期間中の地置きが根鉢内での根系形成にマイナスに働いたものではないかと思われる。

系統番号 33 の生産者の苗木は、枯死率が 30%であり、試験期間中に全く成長傾向を示さなかった。

写真 4-9 から分かるとおおり、根鉢の根系発達が全くできていないばかりか、主根屈曲の跡が残っており、移植作業が正常に出来ていなかったと考えられる。

表 4-12 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（カラマツ）

系統番号	移植タイプ	培地	灌水（夏以外）	元肥	追肥	備考
20	露地・播種床	ココナツピート98 野菜培土2	手灌水 様子を見て	緩効性肥料100日	-	
24	露地・播種床	ココナツピート90 籾殻くん炭10	120min 毎日	緩効性肥料100日	-	
29	露地・播種床	ココナツピート80 鹿沼土20	時間不明	緩効性肥料100日他	液肥、硫安	
42 43	ハウス等・直播	ココナツピート80 鹿沼土20	240min 2~3日に1回	緩効性肥料100日	化成肥料・液肥 様子を見て	コンテナ地置き
33	露地・播種床	ココナツピート85 他3種	20min 毎日	詳細不明	液肥	防草シートの上にコンテナ地置き

4-3-5 苗木品質調査結果から考えられる良い苗木の基準と推測される生産方法

今回の調査は、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。今回の植栽試験の一連の結果から概ね以下のことについて傾向が得られた。

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（根鉢被覆率 30%以上、根鉢硬度 12mm以上）であることが第一条件であると考えられる。また、苗長や根元径が大きい個体が植栽 1 成長期後も全体的に大きい傾向にあった。他方、形状比については、従来高い方が樹高成長にマイナス考えられていたが、これは肥大成長を優先させていたためである。しかし、形状比が高すぎる（120 以上）と、植栽後に湾曲する可能性がある。この湾曲は、1 成長期でほとんどが直立するものの、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。

植栽後に成長が良かった苗木は、概ね元肥や追肥の効果が植栽後も持続し、見た目の葉量が多く葉色が良い傾向にあった。今回の結果から、コンテナ苗の育苗中に肥料コントロールにより出荷時まで緩効性肥料の効果が残っていること、そのためには灌水は根鉢への水分供給とともに肥料溶脱を考えて行うことに留意する必要であると考えられた。

一方で、コンテナ容器の地置きは、状況により、根鉢内の根量を減らして根鉢を緩くする傾向にあり、植栽後の枯死に繋がるリスクがある。また、幼苗をキャビティへ移植する際は、主根を真っ直ぐ培地へ挿入しないと根鉢内の根系発達に弊害が起きることがあり、これについても留意する必要がある。

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、裸苗の出荷基準を基に平成26(2014)年に林野庁が策定し、それを参考に各都道府県や山林種苗組合（以下、苗組）が、規格を定めている。しかしながら、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の見直しが必要とされている。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）を検討する。

5-2 コンテナ苗の規格の現状

5-2-1 林野庁の定める規格

林野庁は、表5-1に示すコンテナ苗の規格を定めている。スギ（実生及び挿木）、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツの大きさに応じて1～6号まで定めている。

表5-1 林野庁が定めるコンテナ苗の規格（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

5-2-2 都道府県の山林種苗組合が定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全国の山行苗の規格表（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苗組中16苗組、ヒノキで23苗組中14苗組、カラマツで6苗組中4苗組が苗長と根元径をセットにして出荷基準を定めていた。なお、具体的な大きさの基準を示さず、苗齢（1年生か2年生）のみの出荷規格としている苗組もあった。各苗組の出荷基準の下限値について、苗長について表5-2、根元径について表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苗組で確認された。一方で、コンテナのキャビティ容量（150cc、300cc）別に出荷規格を定めている苗組は確認できなかった。

表 5-2 各苗組が定める苗長の規格の下限値

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

表 5-3 各苗組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	-
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点について検討する。

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。

2. 規格の数

現在の規格は多すぎであり、実用的ではないため、4つ程度とする。(例：雑草本との競争を考慮した規格、シカ対策を考慮した規格、他との競争を考慮しない規格等)

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、かつ生産技術として出荷可能なサイズを検討する。

4. 形状比

これまでの研究成果によれば、形状比が高い苗木は直径成長を優先させ、形状比が60程度に下がってから樹高成長を促進させる。このため、苗長が大きく形状比が高い苗については、植栽後に自立することを考慮した規格を検討する。

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、植栽可能時期を延長できる）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。

6. コンテナ容器の定義

コンテナ容器の規格については、これまでマルチキャビティコンテナ容器（JFA150）等を前提に、

リブや空気根切りについて記載していたが、現在は、スリット容器や生分解性ポットを根鉢に巻いた苗木がコンテナ苗として流通していることから、これらを念頭においたコンテナ苗の定義が必要である。

5-4 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植栽後の成長がよい傾向にあった。また、運搬の観点からは、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する。

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、根元径及び根鉢被覆率の関係を調べた。

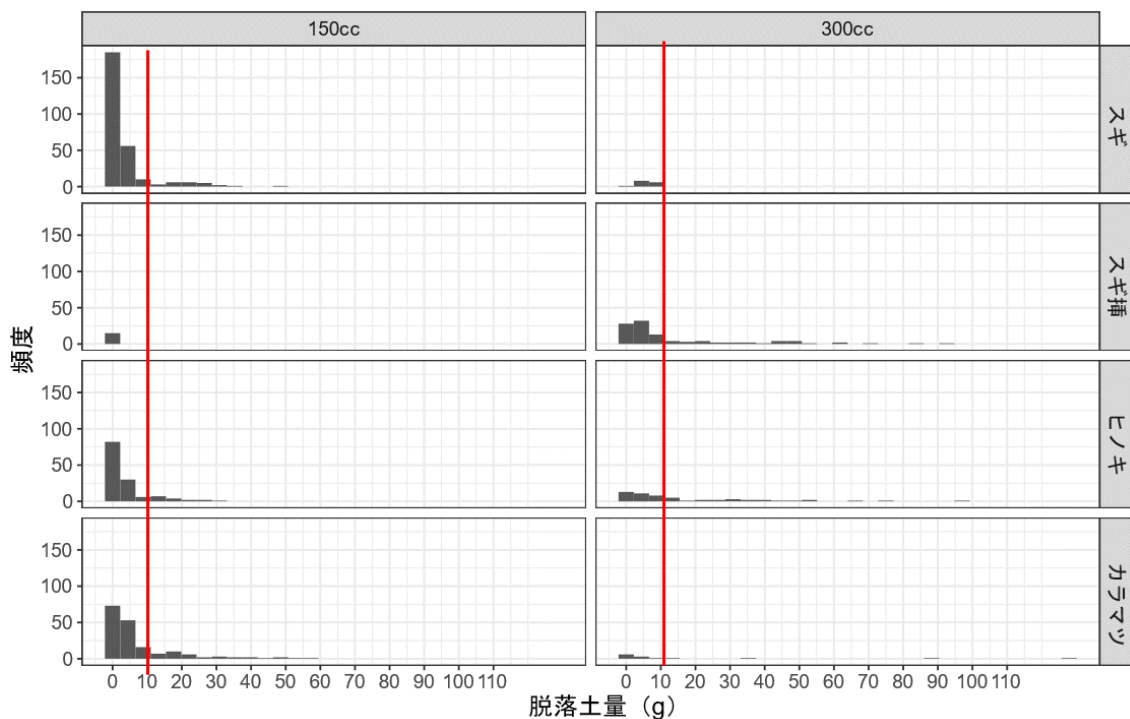


図 5-1 苗木品質調査における脱落土量の分布

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。ただし、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%の基準も検討する必要があると考えられる。

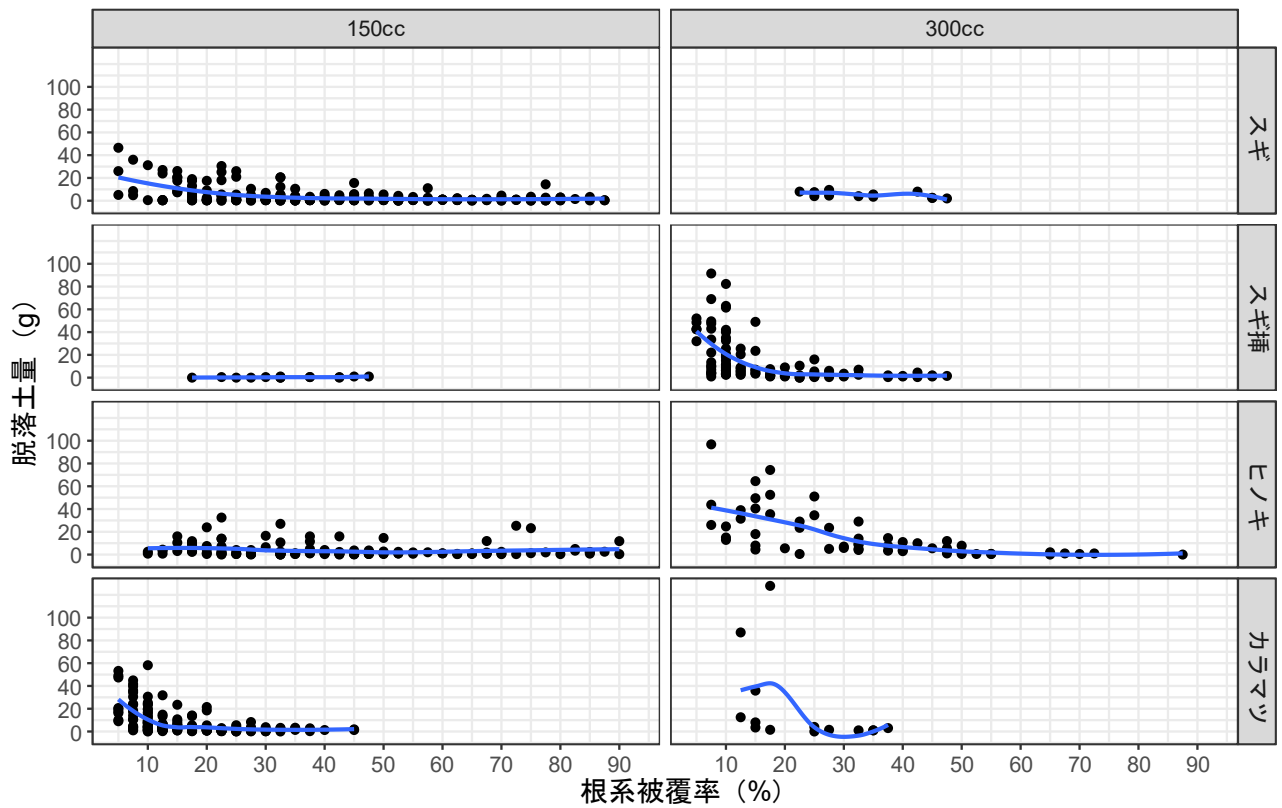


図 5-2 根系被覆率と脱落土量との関係（散布図）
青線は、平滑化スプライン曲線

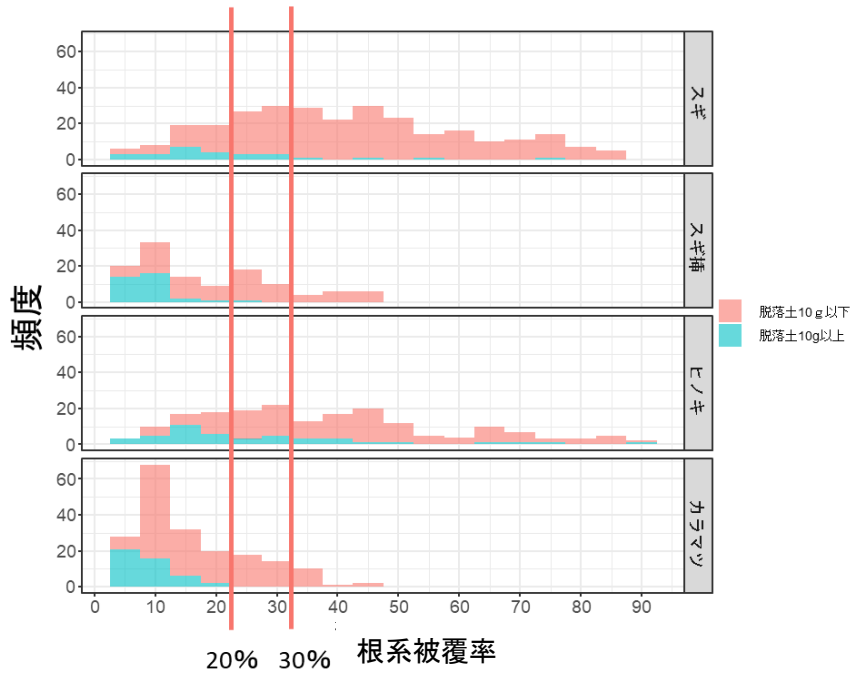


図 5-3 根鉢被覆率と脱落土量の関係

5-5 根元径と形状比の評価

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。

そこで、根元径の最低基準について、植栽後の生存率の視点で林野庁の他事業のデータを分析して関係を調べた。また、形状比の基準については、植栽後の湾曲の発生頻度を苗木品質調査の結果から分析するとともに、形状比の違いによる植栽後数年後の樹高について国有林の計測データをもとに分析した。

5-5-1 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¹を行った（図5-4）。なお、解析は、R4.0.3²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、生存率が上がるということが明らかとなった。具体的には、スギの地際径が3.5mmだと、ウサギ食害の確率が約80%であるが、4.0mm以上であればウサギ食害の確率が70%に下がり、6.0mmでは約10%にまで下がる。また、生存率については、地際径4.0mmの方が3.5mm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。

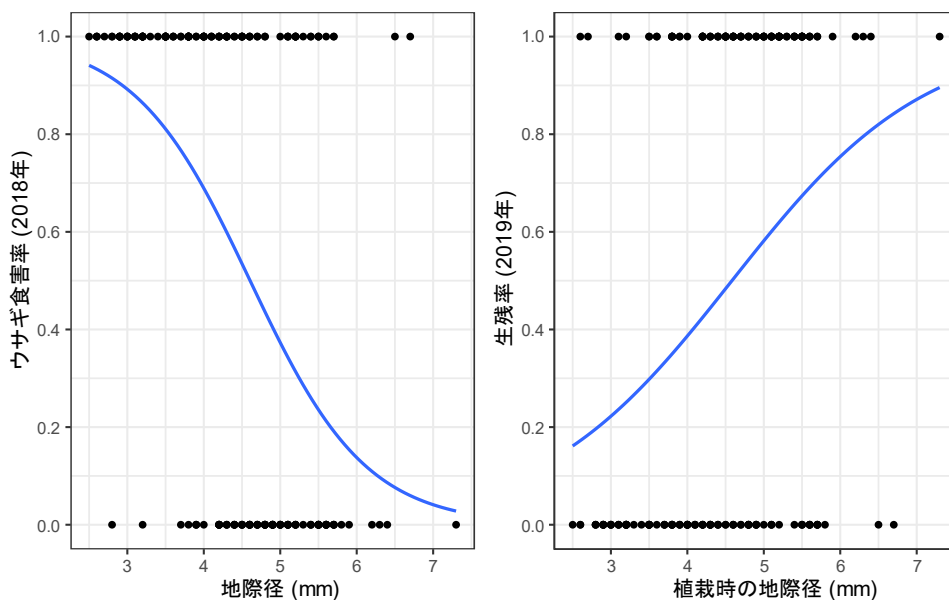


図 5-4 宮城県気仙沼市のスギのウサギ食害の発生と1年後の生存率の関係

¹ 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用いる。

² 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/>.

5-5-2 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4.0mm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。

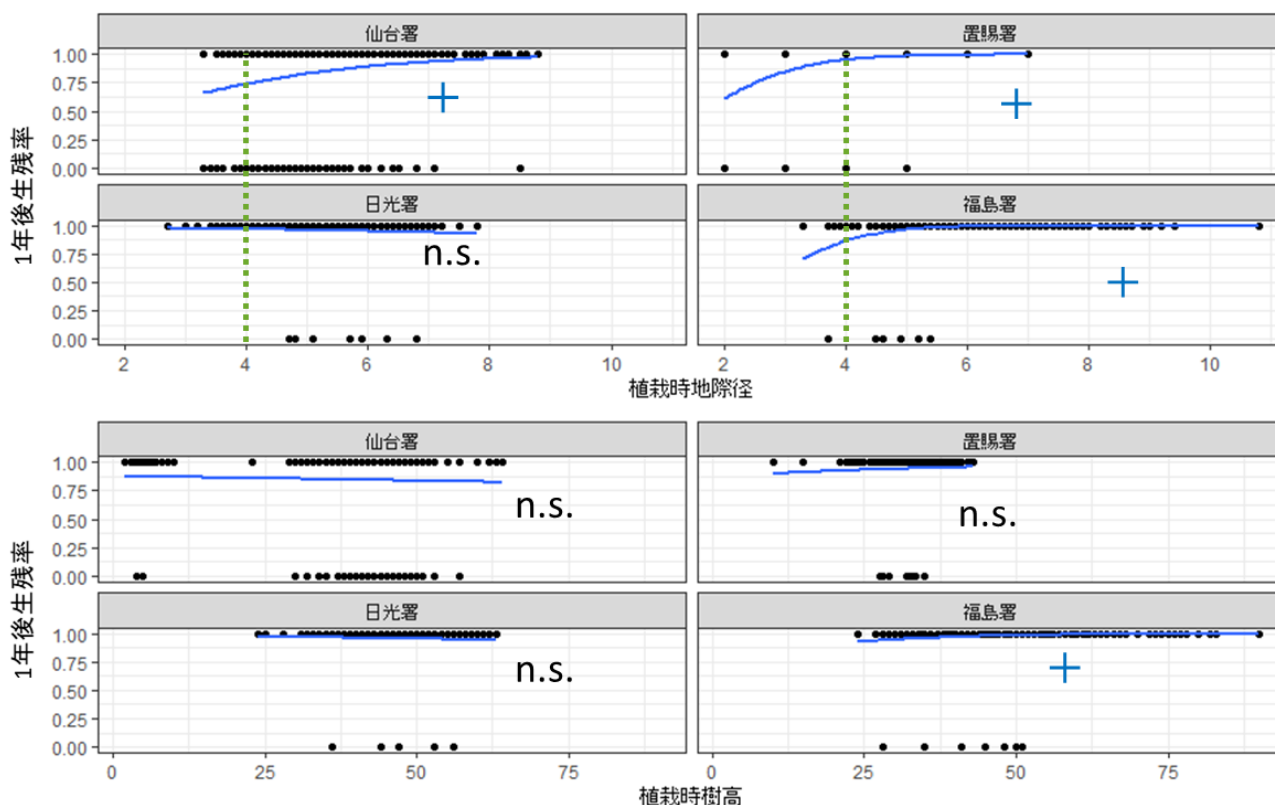


図 5-5 植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と生存率との関係（スギ）

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を検出された。また、地際径の方が樹高より明確な違いがあった。このことから、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。

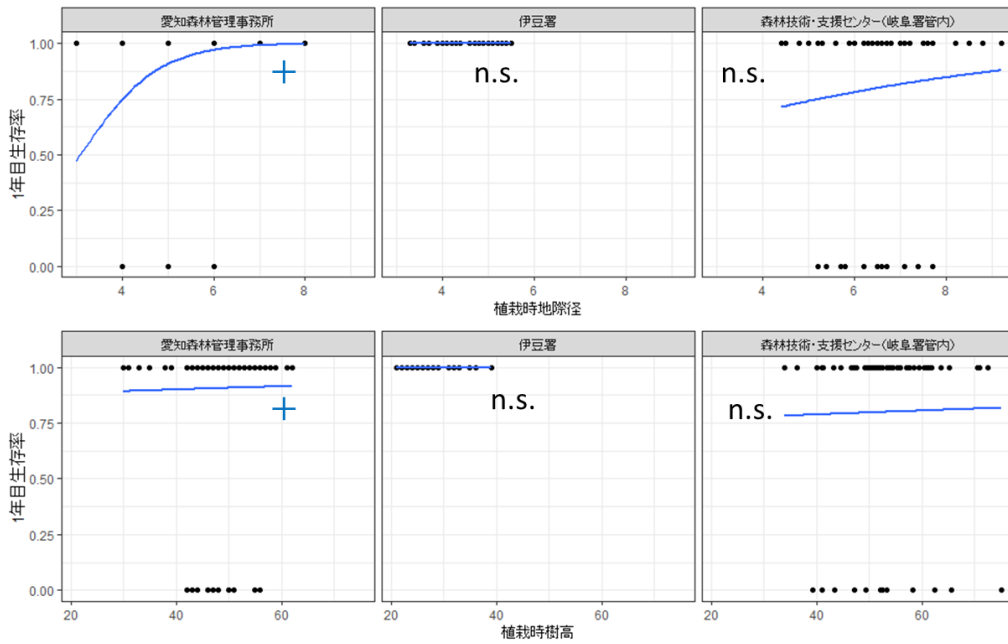


図 5-6 植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と生存率との関係（ヒノキ）

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を検出された。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を検出されたが、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。

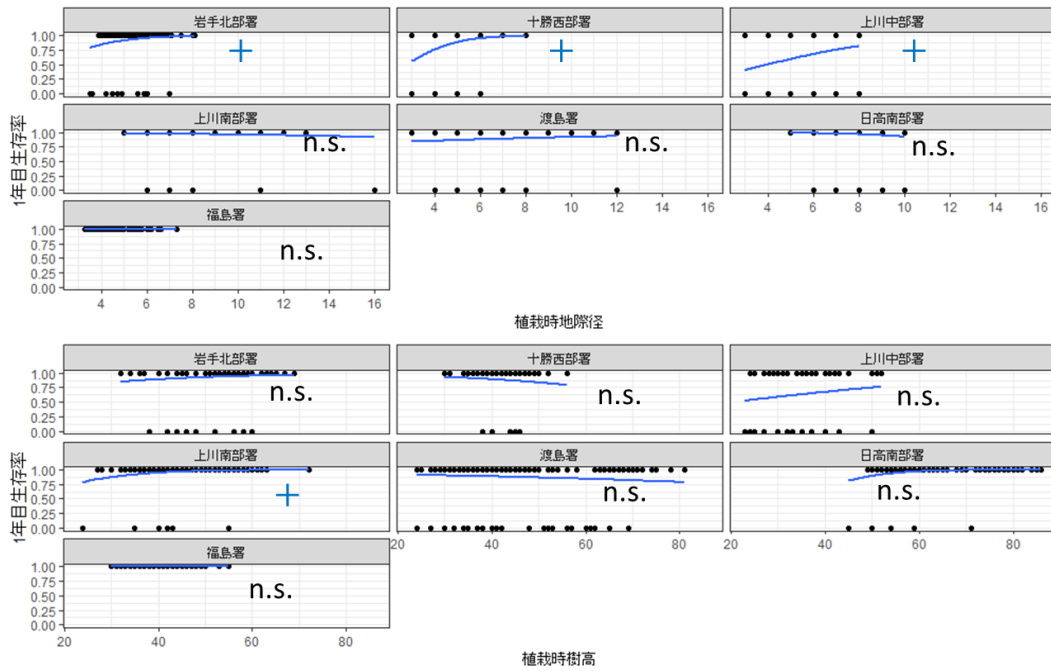


図 5-7 植栽時のサイズ（地際径及び樹高）と生存率との関係（カラマツ）

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。

5-5-3 形状比と植栽後の苗の湾曲の関係

4-2-1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可能性が懸念される。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。

5-5-4 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

5-5-2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45cm以下と45~60cm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5-8~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。

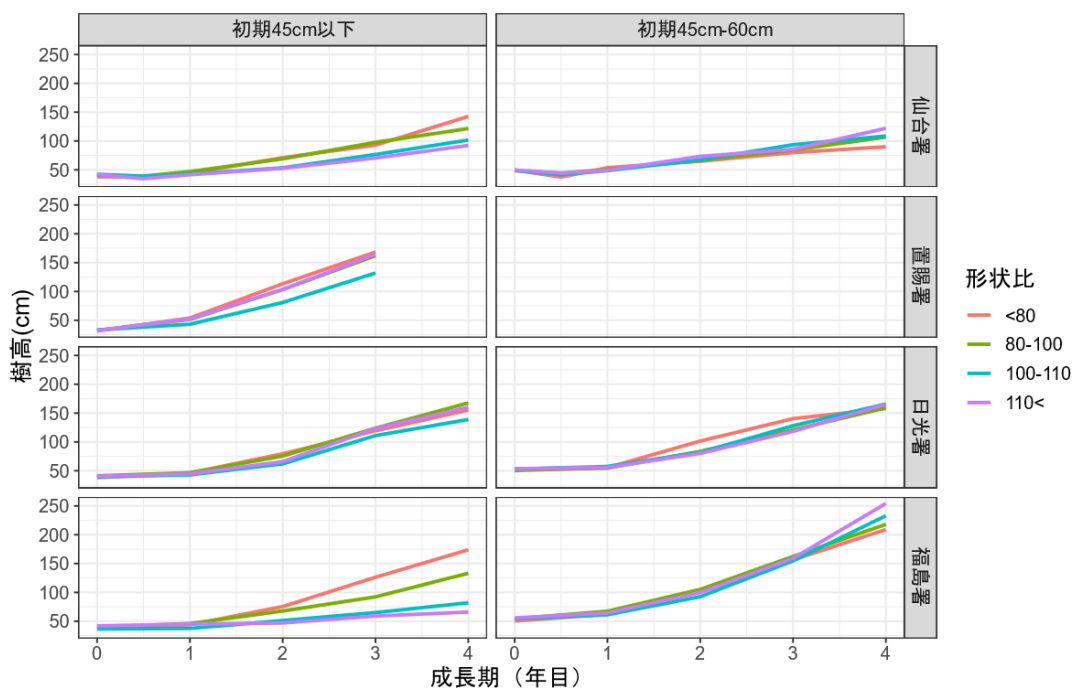


図 5-8 国有林における大きさ、形状比ごとにグループ分けした4成長期にわたる樹高の平均値の推移(スギ)

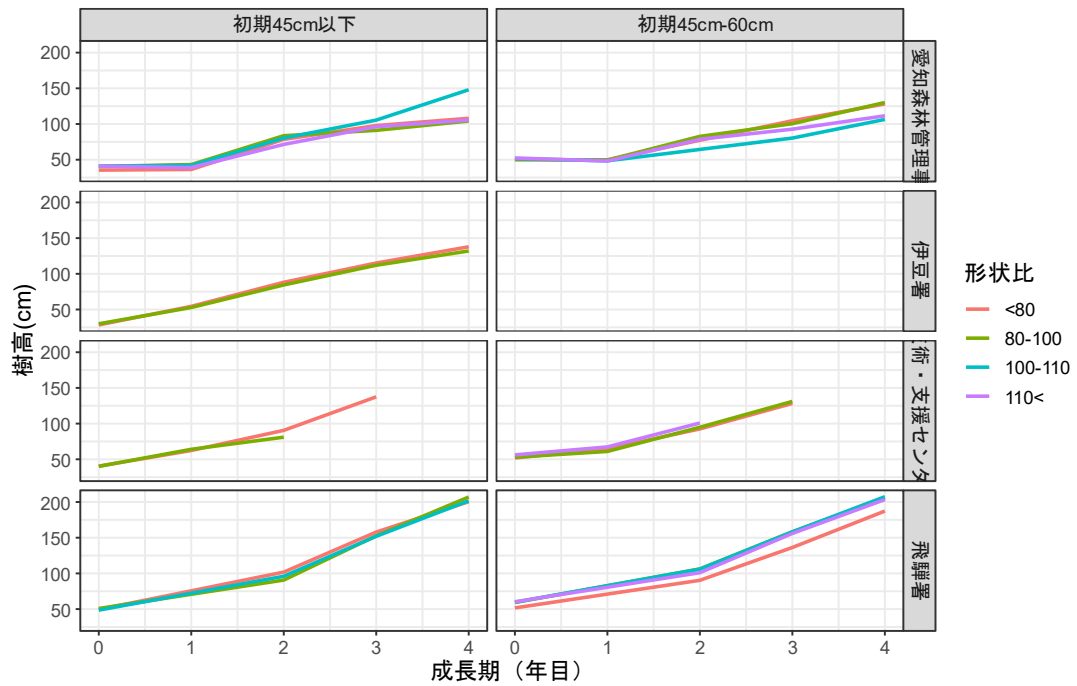


図 5-9 国有林における大きさ、形状比ごとにグループ分けした4成長期にわたる樹高の平均値の推移（ヒノキ）

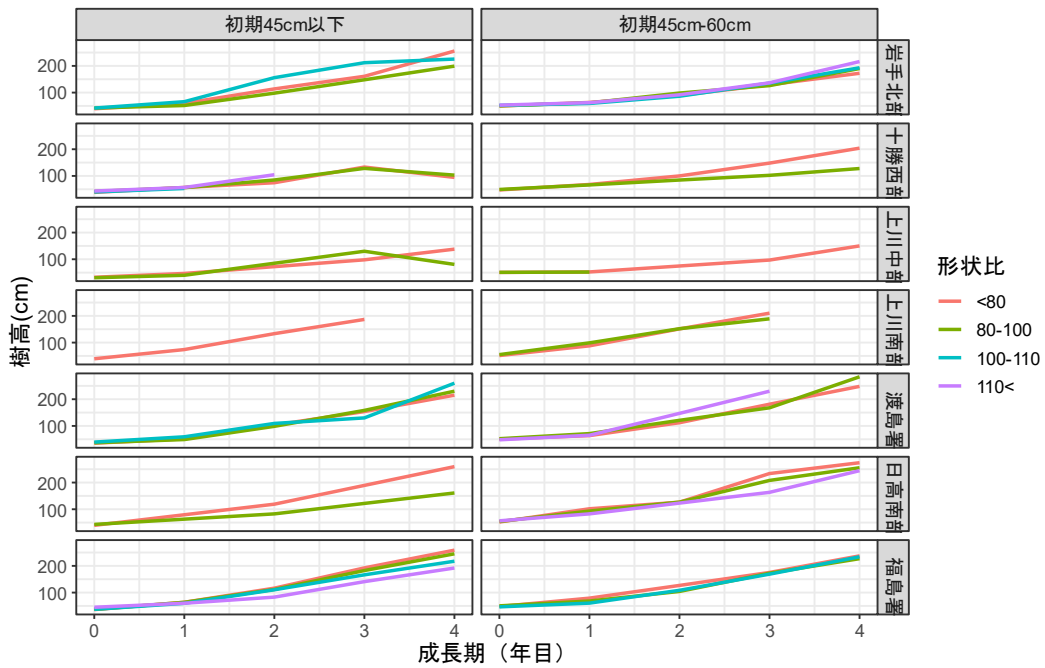


図 5-10 国有林における大きさ、形状比ごとにグループ分けした4成長期にわたる樹高の平均値の推移（カラマツ）

5-5-5 根鉢・根元径・形状比の関係まとめ

(1) 根鉢

根鉢を評価するときの指標は、非破壊的で調べることができる根鉢被覆率が適していると考えられた。苗木品質調査の結果から流通している苗木の状況から総合的に勘案して、根鉢被覆率の暫定的な基準値(案)として、スギ(実生)とヒノキが30%、スギ(挿木)とカラマツは20%程度が規格に用いる数値として考えられる。しかしながら、この根鉢被覆率の元となる基準は、伊藤ら(未発表)のコンピュータによる画像解析によって算出された。苗木の出荷の判断は生産者が行うことから、画像解析による根鉢被覆率の算出ではなく、判読チャート(写真等)による基準を示す必要があると考えられる。

さらに、判読チャートによる出荷判断が難しい場合の他の根鉢の出荷基準としては、触ったときの硬さが考えられる。具体的には、「触っても崩れない」、「運搬時に崩れない」程度の表現としておくことも考えられるが、感覚に頼る部分が多いことから、できるだけ誤解が生じない表現を検討する必要がある。加えて、根鉢の含水率の違いが根鉢の硬さに影響するため、「水を十分かけた後」等の表現も検討する必要があると考えられる。

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. 2010³)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。

(2) 根元径と形状比

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。

まず、地際径が4mmを超え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。さらに、齋藤ら(2019)は、150ccのコンテナ容器において、根元径が3mm以上あると根鉢の硬さが安定的に表れ、直径が大き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4mm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。

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4mm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)。

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、袴田ら2020)。今回行っ

³ Gary A. Ritchie et. al. (2010) Assessing Plant Quality, The ContainerTreeNursery Manual Volume7.

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の違いは植栽後に平準化に向かうと考察した。

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)を110とすることが考えられる。

5-6 苗長の評価

苗長は、動物による食害リスクの大小、雑草木の繁茂状況等植栽する環境に応じて苗木サイズを選択することが望ましいと考えられる。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)。湿潤で多湿な気候の日本では、雑草木の繁茂が激しく、シカやウサギによる食害が多く発症していることから、基本的には苗長が大きい方が、動物による食害リスク、雑草木による被圧のリスク、誤伐のリスクが低くなると考えられる(図 5-11)。そこで、林野庁の苗木の号数による規格を参考にして、苗長を基準にした号数で苗木のサイズの大小を検討する。なお、苗木の出荷する苗長の最低基準は、現在流通している苗木の規格サイズ(表 5-2)を参考にし、35cmを基準(案)とする。

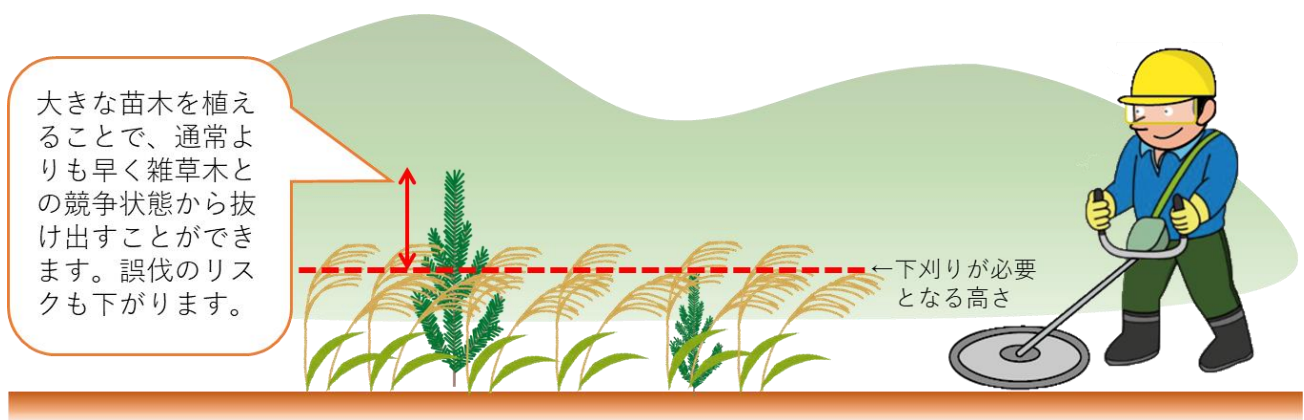


図 5-11 雑草木が繁茂する地域は、大きい苗は雑草木による被圧や誤伐リスクが低いイメージ

5-7 規格（案）の設定

5-7-1 コンテナ苗の評価基準（案）

上述の内容を踏まえて、良いコンテナ苗の評価項目（案）を以下に示す。

1. 根鉢がしっかりしていること。
根鉢の表面に満遍なく根が張っている（根鉢被覆率 20%又は 30%）と、触っても根鉢が崩れない。
2. 根元径が太いこと。
根元径は根の量の指標である。太い根元径（4mm 以上）であると植栽後も枯死しにくく、成長も良い。
3. 苗長が適切なサイズであること。
植栽立地を考慮した小さすぎない苗木（植栽地で苗木サイズを考える）。
4. 形状比が適切な範囲内であること。
形状比が高すぎる（120 以上）と植栽時に湾曲する可能性がある。

また、コンテナ苗の評価項目の具体的な基準値（案）を表 5-4 に示す。

なお、実生系と挿木系は、性質が異なるため分けて考えることとする。特に挿木系は、九州において地上部 30cm を超える挿し穂を使用したコンテナ苗が流通しており、このようなコンテナ苗は根元径の基準（案）をクリアしていることが多い。そのことも考慮に入れたうえで根鉢の基準を定める必要があると考えられる。さらに、今後のコンテナ苗のさらなる普及を考えた際に実生系と同様に出荷の最低基準を設けて苗木の質を担保することを想定する。

表 5-4 コンテナ苗の評価項目の具体的な基準（案）

項目	規格（案）		備考
	実生系	挿木系	
根鉢被覆率	30% or 20%	20%	樹種によって考慮する。
根鉢の状態	根鉢がしっかりして崩れない。		
最低根元径	4mm 上*		4mm 以上あると、植栽後の生存率が高い。
形状比	110 以下		形状比が高すぎると、倒伏の可能性がある。

※形状比を踏まえて、号数によって最低の根元径は変動する。

5-7-2 コンテナ苗のサイズを考慮した規格表（案）

表 5-4 の基準をクリアした苗木を苗長によって区分するための規格表（案）を表 5-5 に示す。

まず、4号苗は、キャビティ容量が 150cc のコンテナ容器で生産できる最低基準として、苗長を 35cm とした。次に、3号苗は、キャビティ容量が 150cc のコンテナ容器で生産できる苗木の大きめサイズの苗木とした。2号苗は、キャビティ容量が 300cc のコンテナ容器で生産できる苗木とした。このサイズは九州森林管理局では中苗としてキャビティ容量 300cc のコンテナ容器で 60~70cm 程度の苗木を取り扱っている。1号苗は、特大サイズとしおり、これは現在流通しているキャビティ容量 300cc のコンテナ容器のサイズでも生産が難しく、既存のキャビティ容量を増やすような工夫が必要となる。詳しい生産方法については、巻末資料 1 「残苗を用いた大苗生産の手引き」で記載している。

表 5-5 コンテナ苗の暫定的な規格表（案）

号数	サイズ	苗長	備考
5号	特小	35cm 未満	地域の実情による
4号	小	35cm 上	150cc 容器での最低基準
3号	中	45cm 上	150cc 容器で生産可能な苗木サイズ
2号	大	60cm 上	300cc 容器で生産可能な苗木サイズ
1号	特大	80cm 上	キャビティ容量が 300cc 以上ある場合に生産可能な苗木サイズ

5-7-3 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 5-12）。

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内 3 号~4 号の規格内に収まり、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、半数程度が形状比 110 を超えた。生産者別に見ると計測した 20 本中 15 本（75%）を超える生産者が 6 者であり、その中で 9 割（18 本）が形状比 110 を超える生産者が 2 者いた。

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。

今回は、主に実生系について解析を行ったが、今後挿木系についても同様の検討が必要である。

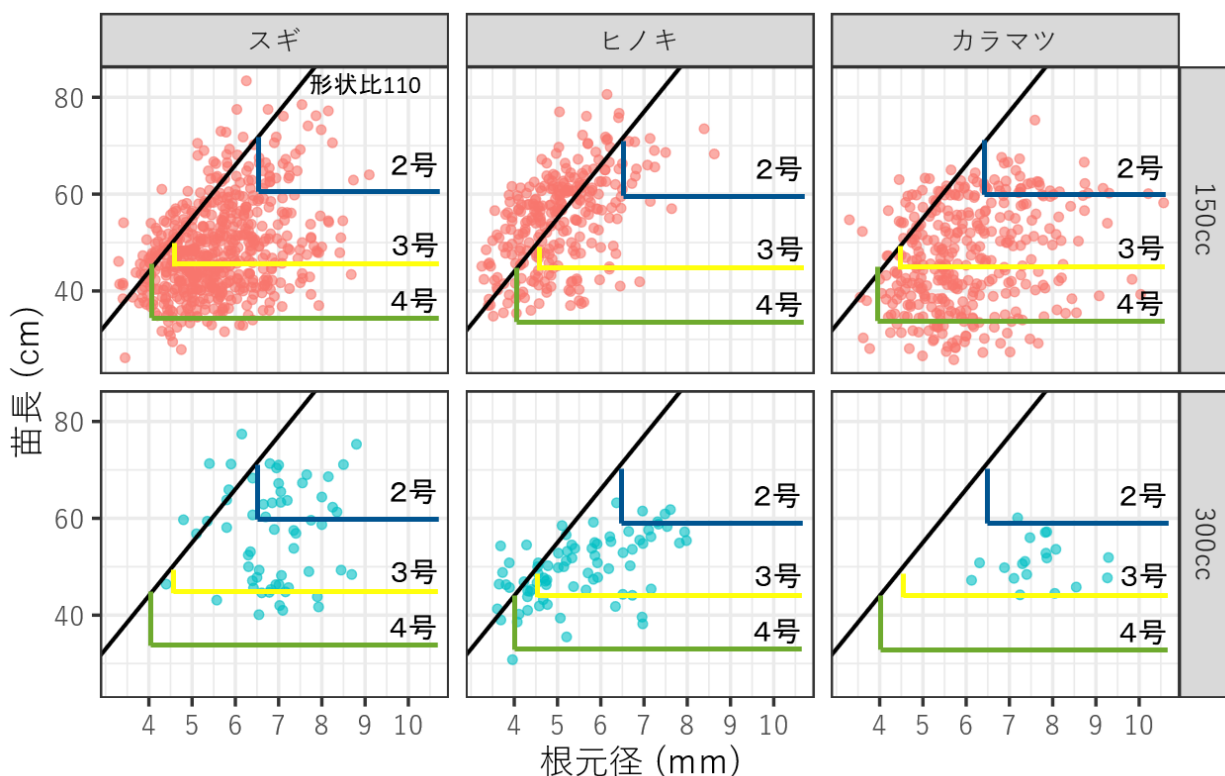


図 5-12 生産者から購入したコンテナ苗の苗長及び根元径と暫定的に定めた規格（案）との関係

5-8 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、地域ごとのコンテナ苗生産の実情にあうか検討する必要がある。特に検討すべき事項は以下のとおりである。

1. 最低の苗長の設定

出荷基準のスギのコンテナ苗の苗長を 30cm 以下に設定している苗組が北日本を中心に 16 者おり、これらの苗組の実情を把握する。その事情を考慮して、5号苗のような特小サイズも検討する。

2. 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は 110 を超えるものが半数を占めており、今回提示した規格（案）ではほとんどが規格外となる。そのため、ヒノキの樹種特性も考慮したうえで、ヒノキの出荷規格の形状比を検討する。

3. 根鉢の根系被覆率の設定

生産する樹種によって、根鉢の形成する特性が異なるため、樹種の特性を考慮したうえで最適な規格値を検討する。また、数値（根鉢の被覆率）に依らないよい根鉢の条件を示す文言も並行して検討する。

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10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、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。なお、協力生産者に生産試験1と2について参考資料1に示す仕様書を提示し、適宜調整した上で実施した。生産試験3は、新型コロナウイルス感染症の流行等の影響により、主伐が減少し、再生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3(2021)年3月～11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。	(1回目) 令和2(2020)年2月～翌年10月 (一部2回目) 令和3(2021)年3月～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3月～11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

(1) 生産実証試験の目的

異なる培地を使ったコンテナ苗の生産試験は、培地の違いによる生産工程・生産管理上で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（根鉢の形成状態・根鉢の重量・根鉢の引抜き圧・根量等）の関係をまとめ、手引きに反映することを目的とする。

(2) 試験内容

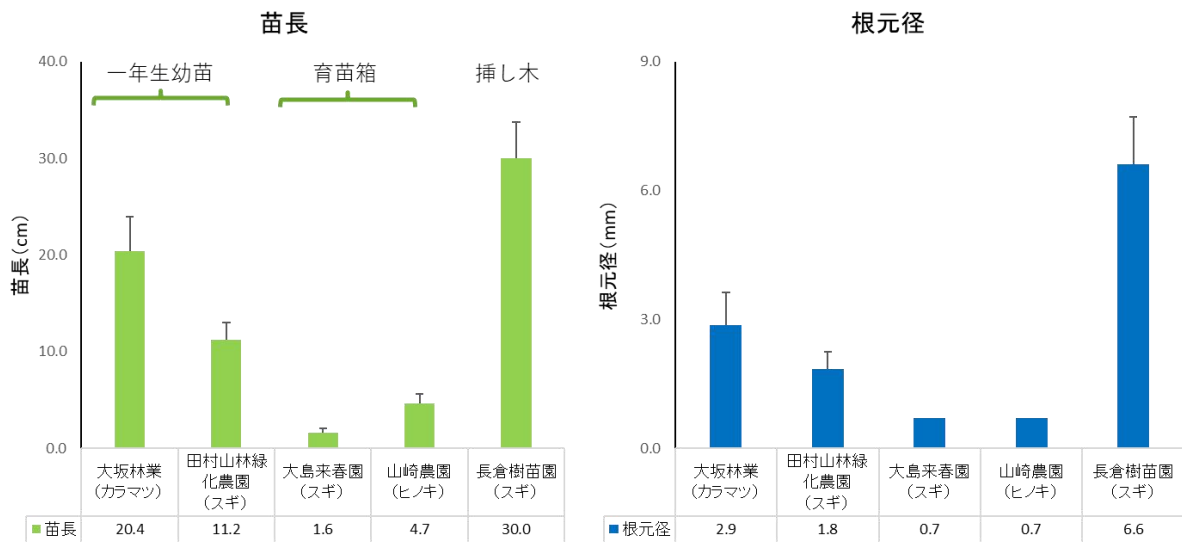
培地のうち、ココピートオールド（製品名）を基本とした培地については販売元の（株）トップに配合を依頼した。スギパークの培地である育林コンポスト（製品名）については、販売元の都城森林組合から購入した。肥料は、緩効性化成肥料のハイコントロール085 100日タイプ（ジェイカムアグリ株式会社）を10g/L及びクドミネラルを1g/Lになるよう配合するようにそれぞれの販売元に依頼した。コンテナ容器は、マルチキャビティ JFA150(150cc)及び JFA300(300cc)（全国山林種苗協同組合連合会）を使用した。

試験生産の開始（幼苗の移植）は、地域の生産実態に配慮した上で協力生産者と協議し、令和2(2020)年秋に出荷規格を満たす苗木を生産することを目標に苗床から掘りとった幼苗または、播種箱から採取した幼苗をコンテナ容器のキャビティに移植することとした。それぞれの生産者がコンテナに移植した幼苗の大きさの概要を図6-1に示す。大坂林業と田村山林緑化農園の幼苗は、苗床（畑）に播種し1年間育てた1年生幼苗である。大島来春園と山崎農園は、播種箱に播種した幼苗である。長倉樹苗園は、挿し穂である。

移植作業の日程を表6-3に示す。培地の配合と各生産者の生産数量については表6-4に示す。

表 6-3 栽培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2(2020)年4月8日
(有)田村山林緑化農園	スギ (実生)	令和2(2020)年3月3日 (6月3日再移植)
大島来春園	スギ (実生)	令和2(2020)年2月27日
山崎農園	ヒノキ (実生)	令和2(2020)年3月16日
(株)長倉樹苗園	スギ (挿木)	令和2(2020)年5月27日



※エラーバーは標準偏差
大島来春園、山崎農園の根元径は代表値(細すぎたため)



図 6-1 試験に供試した幼苗の大きさとそれぞれの生産者の幼苗の写真

表 6-4 生産試験を行う培地の組成と試験生産本数

番号	委託先	樹種	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
1	(有) 大坂林業	カラマツ (実生)	ココピートオールド 100% (C)	9	360	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20% (K)	9	360	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15% (P)	9	360	9	216
			スギバークコンポスト 100% (B)	9	360	9	216
			計	36	1,440	36	864
2	(有) 田村山林緑 化農園	スギ (実生)	ココピートオールド 100% (C)	18	720	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20% (K)	18	720	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15% (P)	18	720	9	216
			スギバークコンポスト 100% (B)	18	720	9	216
			計	72	2,880	36	864
3	大島来春園	スギ (実生)	ココピートオールド 100% (C)	9	360	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20% (K)	9	360	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15% (P)	9	360	9	216
			スギバークコンポスト 100% (B)	9	360	9	216
			計	36	1,440	36	864
4	山崎農園	ヒノキ (実生)	ココピートオールド 100% (C)	8	320	8	192
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20% (K)	8	320	8	192
			ココピートオールド 85% : パーライト 15% (P)	8	320	8	192
			スギバークコンポスト 100% (B)	8	320	8	192
			計	32	1,280	32	768
5	(株) 長倉樹苗園	スギ (挿木)	ココピートオールド 100% (C)	9	360	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20% (K)	9	360	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15% (P)	9	360	9	216
			スギバークコンポスト 100% (B)	9	360	9	216
			計	36	1,440	36	864
合計				212	8,480	176	4,224

以後、ココピートオールド 100%を「C」、ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%を「K」、ココピートオールド 85% : パーライト 15%を「P」、スギバークコンポスト 100%を「B」と記す。

(3) 生産試験の結果

田村山林緑化農園、大島来春園、山崎農園については、本事業1年目（平成31(2019)年度）に生産試験を開始し、生産試験の各工程において、ビデオ撮影による工程分析や移植直後の苗木の苗長と根元径の計測を行った。

大坂林業及び長倉樹苗園については、本事業1年目に移植の準備作業（試験場所の確保、幼苗・挿し穂の確保等）までを行い、生産試験は本事業2年目（令和2年(2020)度）から同様に開始した。

各生産試験の主な工程を図6-2に示す。生産試験が終了した大坂林業のカラマツ、大島来春園のスギ（実生）、山崎農園のヒノキについては、第4章と同様に生産した苗を計測した上で各40本ずつ熊本県阿蘇市に送り、うち20本は解体調査、うち20本は熊本県阿蘇市（標高650m）の試験地に植栽した。田村山林緑化農園のスギ（実生）と長倉樹苗園のスギ（挿木）については、途中で苗が大量に枯れてしまったため、試験を中止した。理由については後述する。

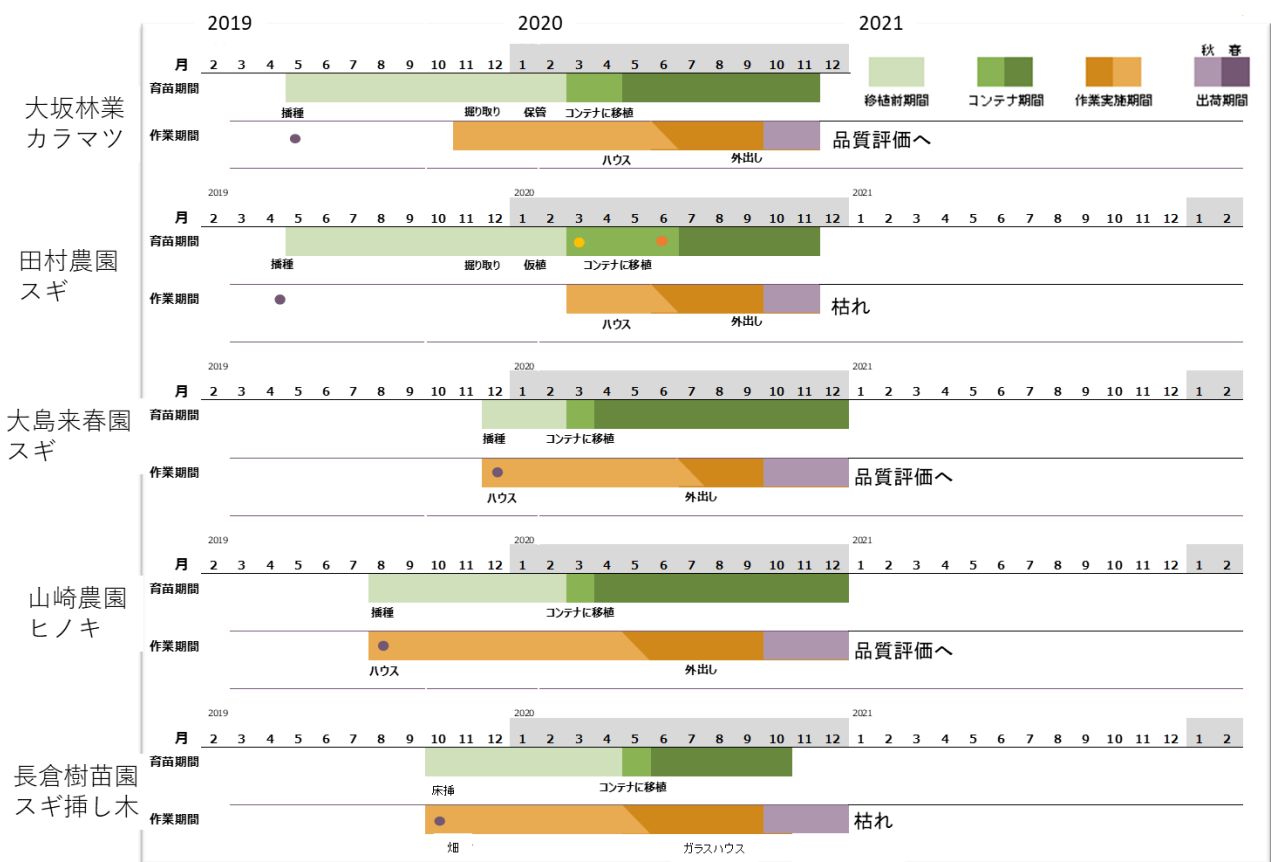


図 6-2 各生産者の生産工程の概要と結果

1) 北海道・カラマツ

大坂林業において、平成 31(2019)年 4 月に苗床(畑)に播種、同年 11 月に堀取り、保管していた幼苗を令和 2(2020)年 4 月 6 日にキャビティへ移植し、屋外に配置した。灌水は、2 日に 1 回 30 分でスプリンクラーをタイマーセットで行った。追肥は行っていない。各培地パターンには 1 本ずつ計 8 本の土壤水分センサー・ロガー(日本環境計測製)を設置し、屋外に温湿度ロガー(TR-72WB, TandD 社製)を 1 基設置した。土壤水分ロガーの結果を図 6-3、温湿度ロガーの結果を図 6-4 に示す。土壤水分ロガーの結果から培地の傾向を見出すのは難しいが、300cc の方が 150cc よりも水分が高めに推移する傾向にあった。また、スギバークコンポスト 100%培地(B)(特に 150cc)は土壤水分が低い傾向にあることがわかった。湿度は、30%から 100%の間で大きく変動し、ほぼ毎日夜間に湿度 100%付近を示していた。



写真 6-1 移植の様子

令和 2(2020)年 4 月 8 日撮影



写真 6-2 配置の様子

令和 2(2020)年 7 月 1 日撮影



写真 6-3 試験終了時の苗木の様子

令和 2(2020)年 10 月 7 日撮影

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: スギバークコンポスト 100%

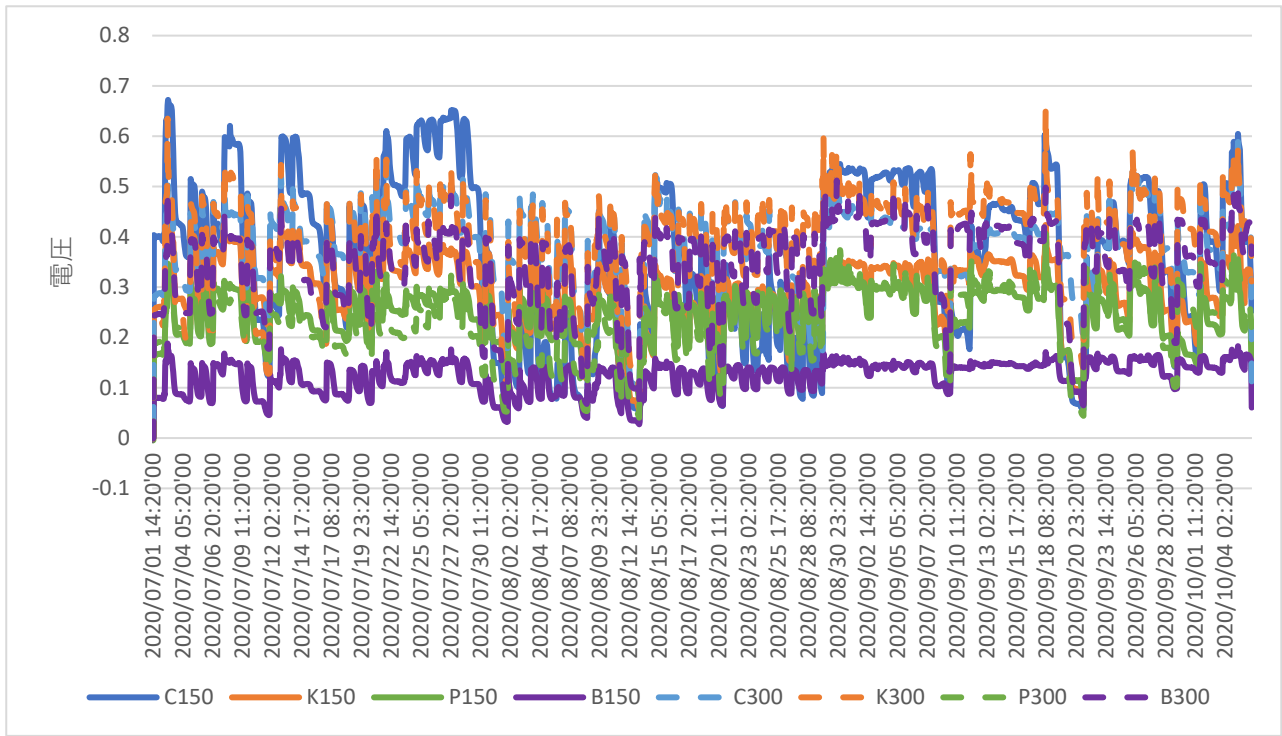


図 6-3 土壌水分ロガーの記録結果（北海道：カラマツ）

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: スギバークコンポスト 100%。

アルファベット後の数値（150, 300）は、コンテナのキャパシティ容量。

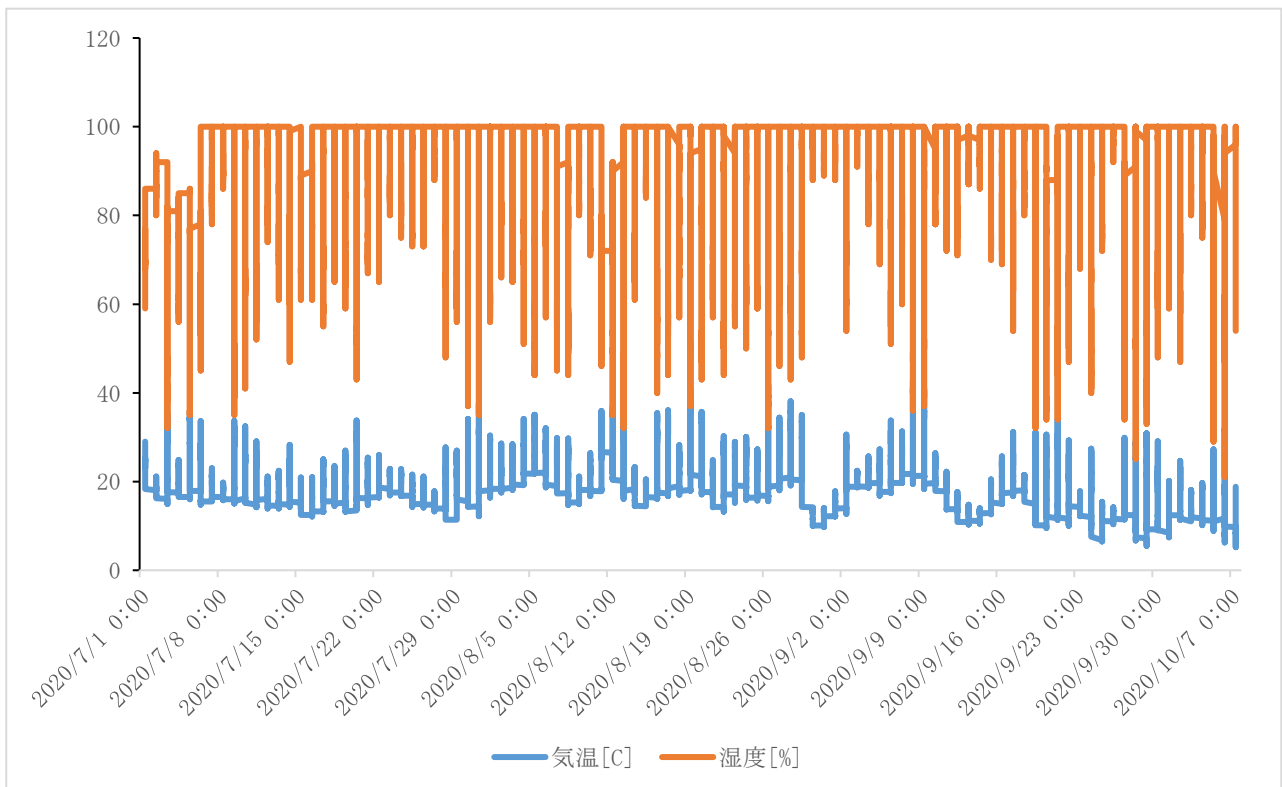


図 6-4 コンテナ苗生産環境（屋外）における気温と湿度（北海道：カラマツ）

令和2(2020)年10月で試験を終了した。大坂林業では、同年9月～11月の間に育苗したコンテナ苗をコンテナ容器から取り出し、規格に達した苗は出荷し、規格に満たない苗は冷蔵倉庫で保管した上で、翌年にまた育苗するスケジュールをとっている。

試験終了時の各培地パターンの計測値について表6-5に示す。苗長及び根元径については、ともに150ccより300ccの方が大きく、枯死率も300ccの方が低かった。培地パターン別にみると、苗長については、150ccではパーライト15%混合培地(P150)が最も大きくなり、300ccではココピートオールド100%培地(C300)が最も大きかった(表6-5)。一方で、枯死率については、300ccの方が低い結果になり(図6-6)、パーライト15%混合培地(P)がいずれのキャビティ容量でも枯死率が最も低い結果となった。また、スギバークコンポスト100%培地(B)については、他の培地と比較して枯死率、平均苗長、平均根元径を比較して大きく劣ることはなかった。

北海道の苗木の規格は、1号苗(苗長30cm上、根元径5mm上)と2号苗(苗長25cm上、根元径4mm上)であるため、今回生産した苗がどの規格に当てはまるか分析した(図6-6b)。300ccの方が150ccよりも大きかったため、1号苗への規格を満たす割合が高かった。

表6-5 調査終了時(2020年10月)の各種計測値(北海道:カラマツ)

処理	調査本数 (本)	枯死* (本)	平均苗長 (cm)	標準偏差 (cm)	平均根元径 (mm)	標準偏差 (mm)
C150	160	34	47.4	12.0	5.0	1.1
K150	160	12	53.4	11.8	4.7	1.1
P150	160	7	59.1	10.3	4.8	1.2
B150	160	12	56.2	10.5	4.3	1.0
C300	96	4	76.1	10.9	5.5	1.2
K300	96	1	74.0	10.6	5.4	1.1
P300	96	0	71.6	15.5	5.4	1.0
B300	96	2	66.0	12.8	5.1	1.1

* 枯死木は除外して平均値を算出

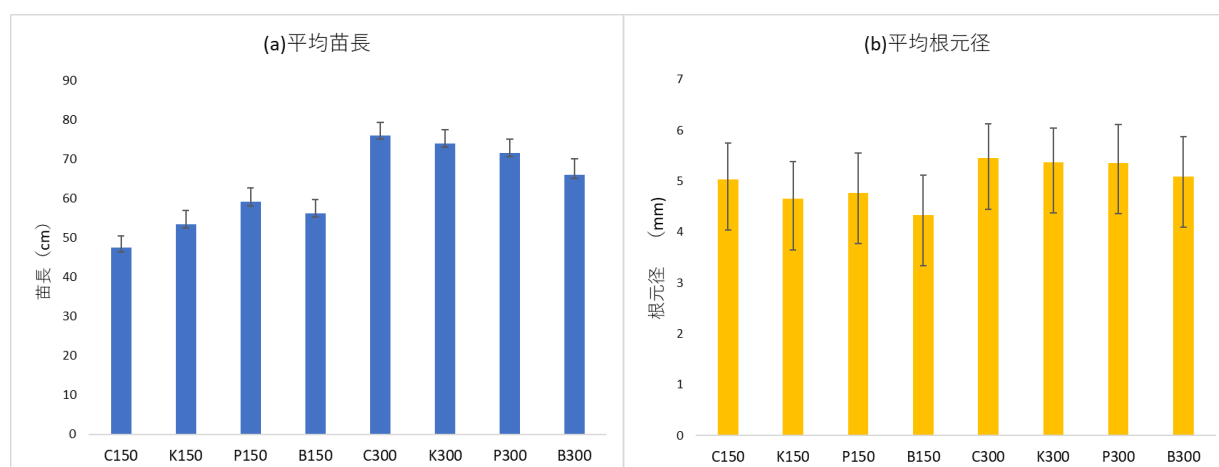


図6-5 試験終了時(令和2(2020)年10月)の平均苗長(a)と平均根元径(b)
(北海道:カラマツ)

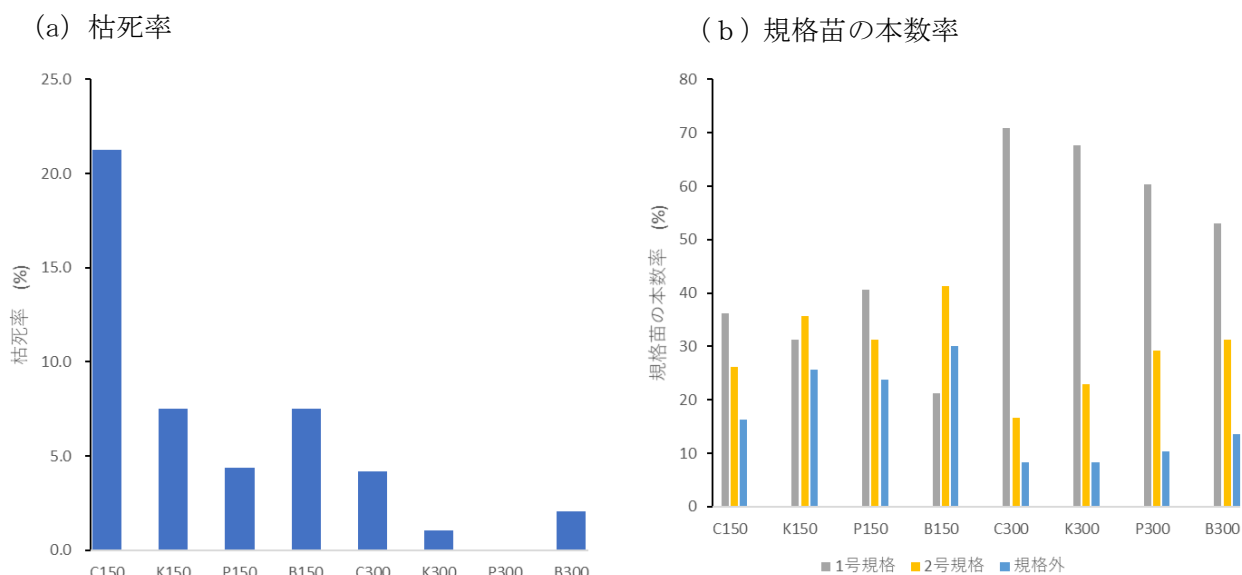


図 6-6 試験終了時（令和 2 (2020) 年 10 月）の枯死率 (a) と規格苗の本数率 (b)
(北海道：カラマツ)

2) 秋田県・スギ（実生）

田村山林緑化農園で、平成 31 (2019) 年 4 月に苗床（畑）に播種、同年 11 月に掘り取り保管していた幼苗を令和 2 (2020) 年 3 月 3 日にキャビティへ移植し、ビニールハウス内に設置した（写真 6-4、写真 6-5）。灌水は、2 日に 1 回程度、コンテナ容器内の培地の様子を見ながら（表面の乾き具合を確認・コンテナ容器を持ち上げる）乾いていると判断したら手灌水した。ビニールハウス内に温湿度ロガー（TR-72WB, TandD 社製）を 1 基設置した。温湿度ロガーの結果を図 6-7 に示す。

しかし、令和 2 (2020) 年 3 月にキャビティへ移植した幼苗がほとんど枯死したため（写真 6-6）、コンテナ容器から苗木を抜き取り、同年 6 月に再度幼苗を移植した。これらの幼苗も活着せずに多くが枯死した（写真 6-7）。同様に JFA コンテナとスリットコンテナ（東北タチバナ製）を比較するための試験も同時に設定していたが、その苗もほとんどが枯れた（写真 6-8）。

このため、今回の調査では正当なデータが取れないと判断し、培地の評価の結果としては扱わないこととした。培地試験の参考結果を表 6-6 に示す。どの培地パターンも枯死率が 2 割～5 割程度あり、秋田県が定める規格（苗長 30cm 上、根元径 5mm 上）に到達しなかった。

田村山林緑化農園の幼苗（3 月及び 6 月に移植したもの）がこのように枯死した原因としては、冬季に例年のような積雪がなかったため、雪の下で仮植して保管することができず、移植時までには幼苗の品質を保てなかったのではないかと考えられる。



写真 6-4 移植する幼苗



写真 6-5 移植作業風景



写真 6-6 移植後3ヶ月で半数以上枯れた苗
令和2(2020)年6月3日撮影



写真 6-7 再移植した苗の状況
令和2(2020)年12月1日撮影

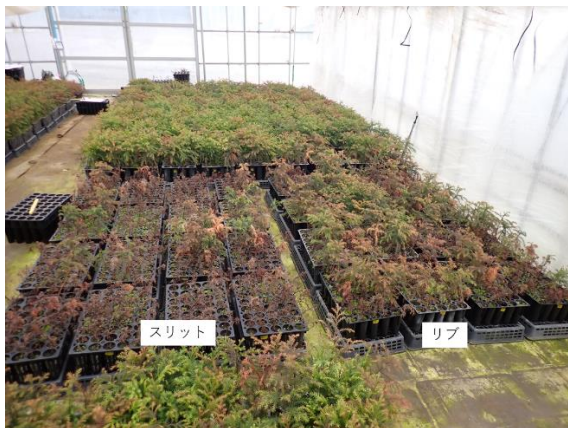


写真 6-8 スリットコンテナとリブコンテナ
の比較試験での苗の状況
令和2(2020)年12月1日撮影

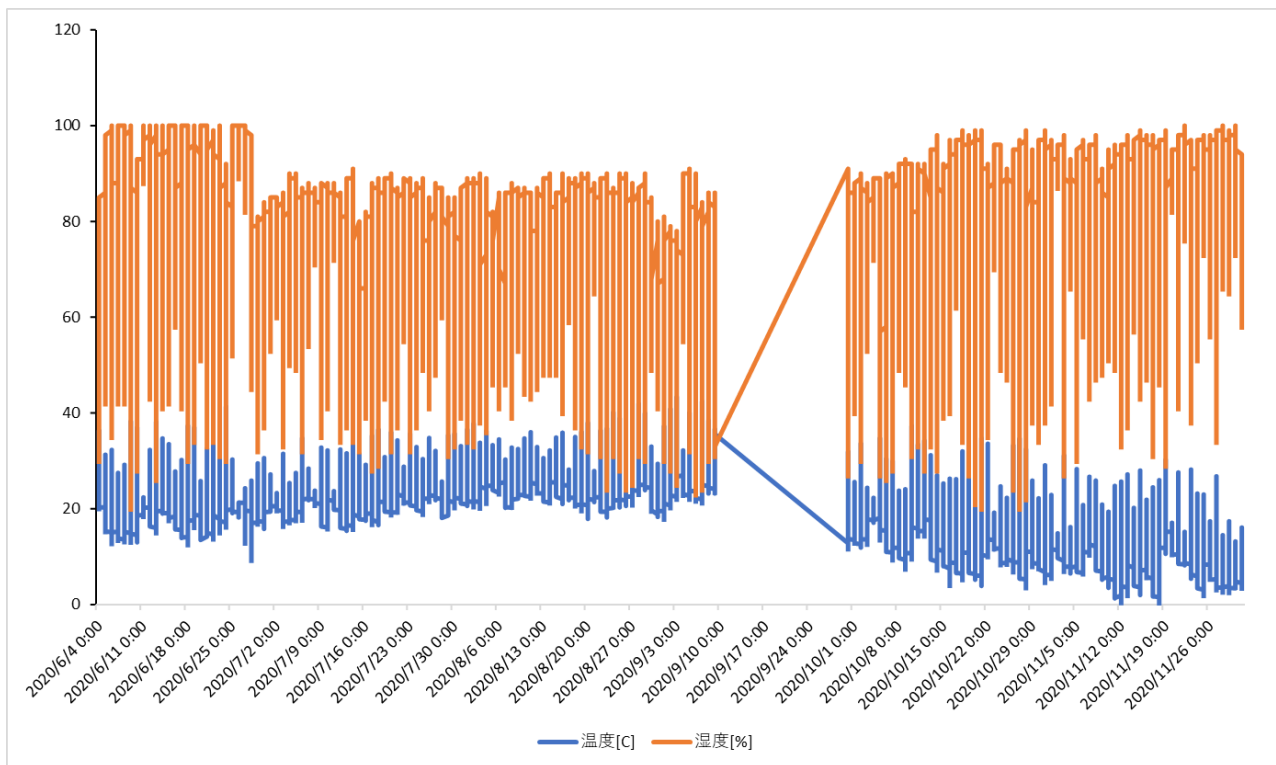


図 6-7 温湿度ロガーの測定結果（秋田県：スギ）

令和 2（2020）年 9 月 9 日～30 日までは機械の不調でデータが欠損している。

表 6-6 試験終了時（令和 2（2020）年 12 月）の各種計測値（秋田県：スギ）

処理	容量 (cc)	測定本数 (本)	枯死 (本)	苗長 (cm)	標準偏差	根元径 (mm)	標準偏差
C	150	160	103	23.8	3.3	3.9	0.6
K	150	160	72	24.7	3.6	3.9	0.6
P	150	160	74	23.7	4.1	3.4	0.8
B	150	160	68	22.7	3.3	3.2	0.7
C	300	96	34	26.9	3.8	3.7	0.8
K	300	96	26	28.4	3.7	4.2	0.6
P	300	96	40	28.0	2.9	4.1	0.7
B	300	96	24	24.4	4.1	3.8	0.4

3) 徳島県・スギ（実生）

大島来春園で令和元(2019)年12月に播種箱に播種、発芽した幼苗(写真6-9)を令和2(2020)年2月27日にキャビティへ移植し、ビニールハウス内に配置した(写真6-10)。ビニールハウスから外には出していないが、ビニールハウスのビニールを同年6月に取り払うことで屋外と同様な環境とした。ビニールハウスには白い寒冷紗を張ったが、同年9月2日に取り外した。灌水は、2日に1回程度、コンテナ容器内の培地の乾燥具合を観察(コンテナ容器の底を手で触って確認)し、必要であればスプリンクラーで3分~5分程度灌水した。追肥は基本的に行っていないが、葉色の状況を見て同年9月に寒冷紗を外すとともにタブレット型の緩効性肥料を置き肥(ココピートオールド100%培地(C)のみ)したが、その後強い日差しによる温度の上昇が起こった際に葉に肥料焼けのような症状が出たため、置き肥を回収した。

各培地パターンには1本ずつ計8本の土壤水分センサー・ロガー(日本環境計測製)を設置し、ビニールハウス内に温湿度ロガー(TR-72WB, TandD社製)を1基設置した。土壤水分ロガーの結果を図6-8に示す。傾向を一般化することは難しいが、スギパークコンポスト100%培地(B)の土壤水分が他の培地よりも低い傾向にあった。温湿度ロガーの結果を図6-9に示す。湿度は、日中が50%前後を示し、夜間に100%程度になる傾向がほぼ毎日続いた。

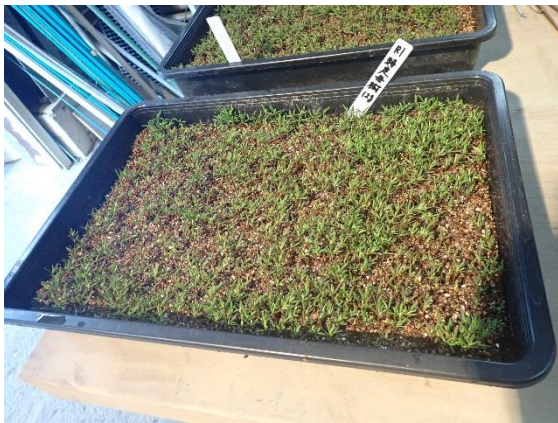


写真 6-9 移植する幼苗



写真 6-10 移植作業風景



写真 6-11 コンテナ容器の配置の様子
令和2(2020)年6月24日撮影



写真 6-12 コンテナ苗の葉の一部が枯れる様子。
強い日差しで葉の一部が赤く変色した。
令和2(2020)年9月3日藤井栄氏撮影。



写真 6-13 試験終了時の苗木の様子（徳島県：スギ）

令和2（2020）年12月9日撮影

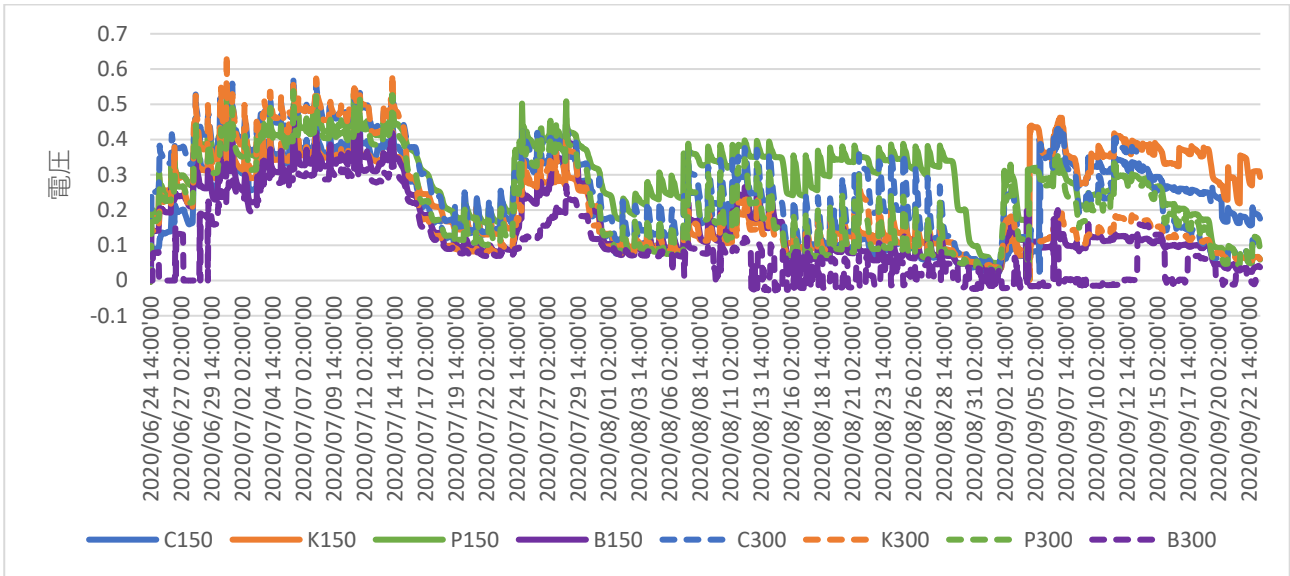


図 6-8 土壌水分ロガーの記録結果（徳島県：スギ）

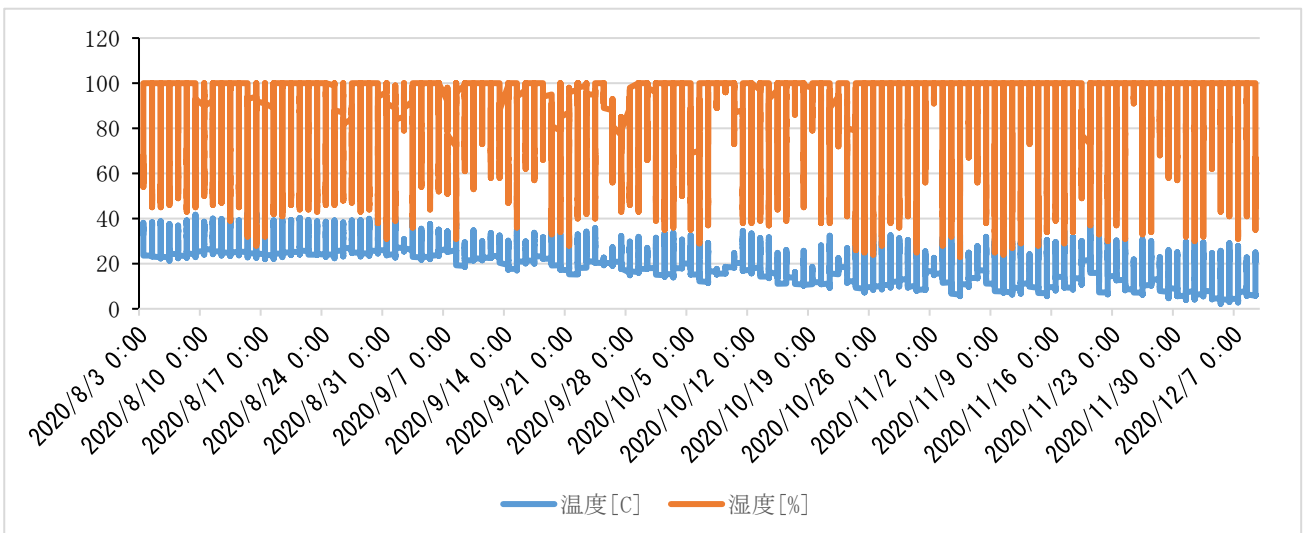


図 6-9 温湿度ロガーの記録結果（徳島県：スギ）

機器のトラブルで令和2（2020）年8月以前のデータが引き出せなかった。

令和2(2020)年12月で試験を終了した。徳島県の出荷規格は、苗長35cm上で根元径は規定していない。試験終了時の各培地パターンの計測値について表6-7に示す。苗長及び根元径については、ともにコンテナ容量による大きな違いはなかった。また、培地による大きな違いもなく、若干スギバークコンポスト100%培地(B)が小さい程度であった(図6-10、図6-11)。一方で、規格苗の本数率については、スギバークコンポスト100%培地(B)が30%程度であるのに対して、パーライト混合培地(P)が60%と最も高く、大きく差が開いていた。なお、ココピートオールド100%培地にのみ追肥をした結果、肥料焼けを起こして枯死が多くなったと考えられ、(図6-11)、規格苗の本数率が40%程度となった。

表6-7 調査終了時(2020年12月)の各種計測値(徳島県:スギ)

処理	処理	容量 cc	調査木 本	枯死 本	苗長 cm	標準偏差 cm	根元径 mm	標準偏差 mm
ココ100	C	150	160	38	34.3	7.6	4.2	0.8
ココ鹿沼	K	150	160	2	35.2	7.3	4.1	0.8
ココピー	P	150	160	7	37.4	7.0	3.9	0.8
バーク	B	150	160	3	32.3	6.1	3.5	0.7
ココ100	C	300	96	9	33.8	8.1	4.3	1.0
ココ鹿沼	K	300	96	1	35.5	4.9	4.4	0.6
ココパー	P	300	96	3	37.9	7.2	4.5	0.9
バーク	B	300	96	5	32.8	6.7	4.1	0.7

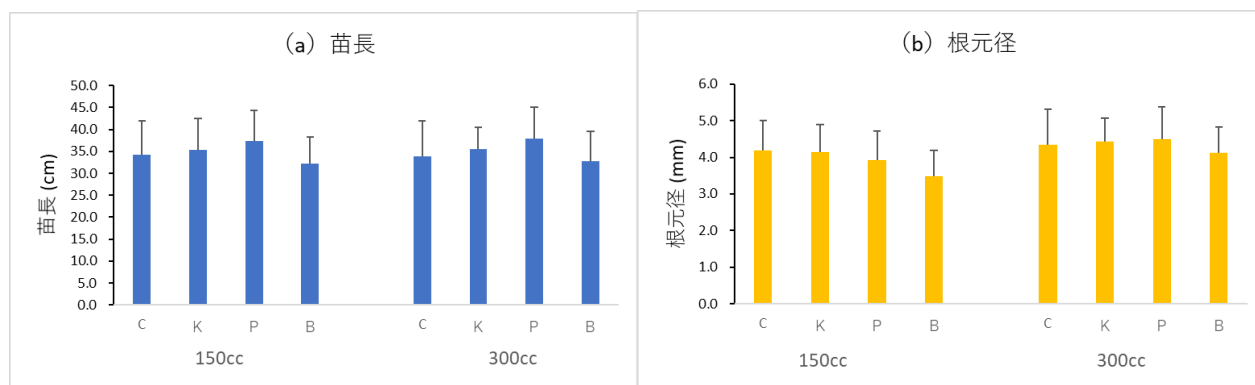


図6-10 試験終了時(2020年12月)の平均苗長(a)と平均根元径(b)(徳島県:スギ)

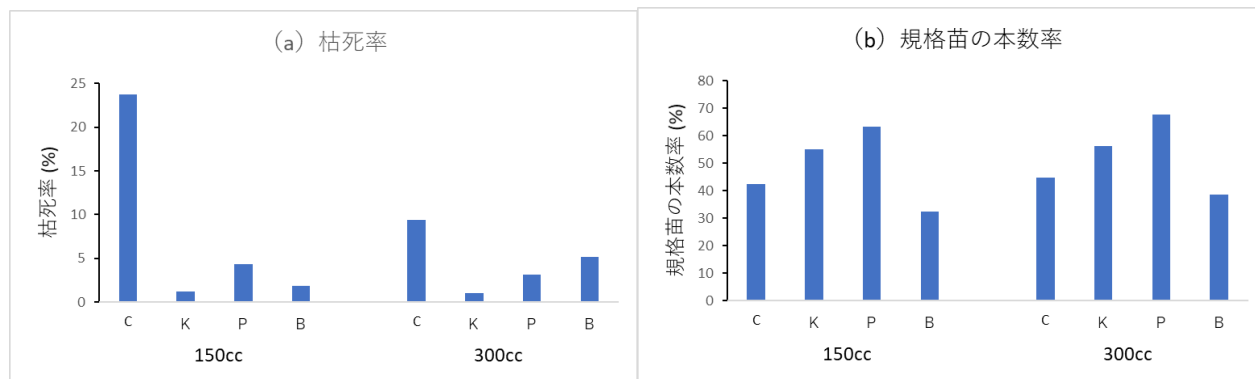


図6-11 試験終了時(2020年12月)の枯死率(a)と規格苗の本数率(b)(徳島県:スギ)

4) 高知県・ヒノキ

山崎農園で令和元(2019)年8月に播種箱に播種、発芽した幼苗を令和2(2020)年3月16日にキャビティへ移植した(写真6-14、写真6-15)。移植した苗は、同年6月26日までビニールハウスに配置したのち、屋外に配置した(写真6-16)。灌水は、ハウス内では2日1回程度手灌水を行い、屋外配置にしてからはスプリンクラーで2日に1回程度、8月は毎日30分間灌水した。雨天時は灌水しなかった。施肥は同年10月に1回化成肥料を手まきした。各培地パターンには1本ずつ計8本の土壤水分センサー・ロガー(日本環境計測製)を設置し、ビニールハウス内又は屋外に温湿度ロガー(TR-72WB, TandD社製)を1基設置した。土壤水分ロガーの結果を図6-12に示す。傾向を一般化することは難しいが、スギバークコンポスト100%培地(B)は土壤水分が少ない傾向にあった。屋外の温湿度計の記録を図6-13に示す。湿度は、夜間に高く日中に低い傾向があった。



写真 6-14 移植中の幼苗



写真 6-15 移植作業風景
移植した苗は、写真奥に配置。



写真 6-16 外での配置の様子
令和2(2020)年7月29日撮影



写真 6-17 試験終了時の苗木の様子（高知県：ヒノキ）
令和2（2020）年12月10日撮影

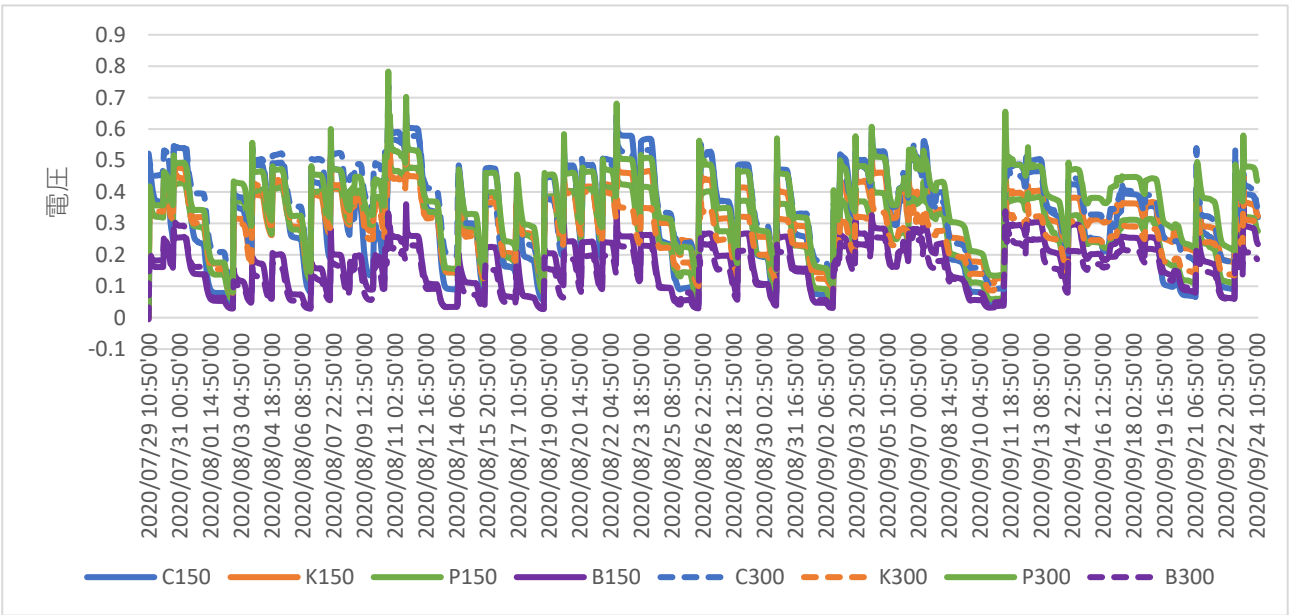


図 6-12 土壌水分ロガーの記録結果（高知県：ヒノキ）

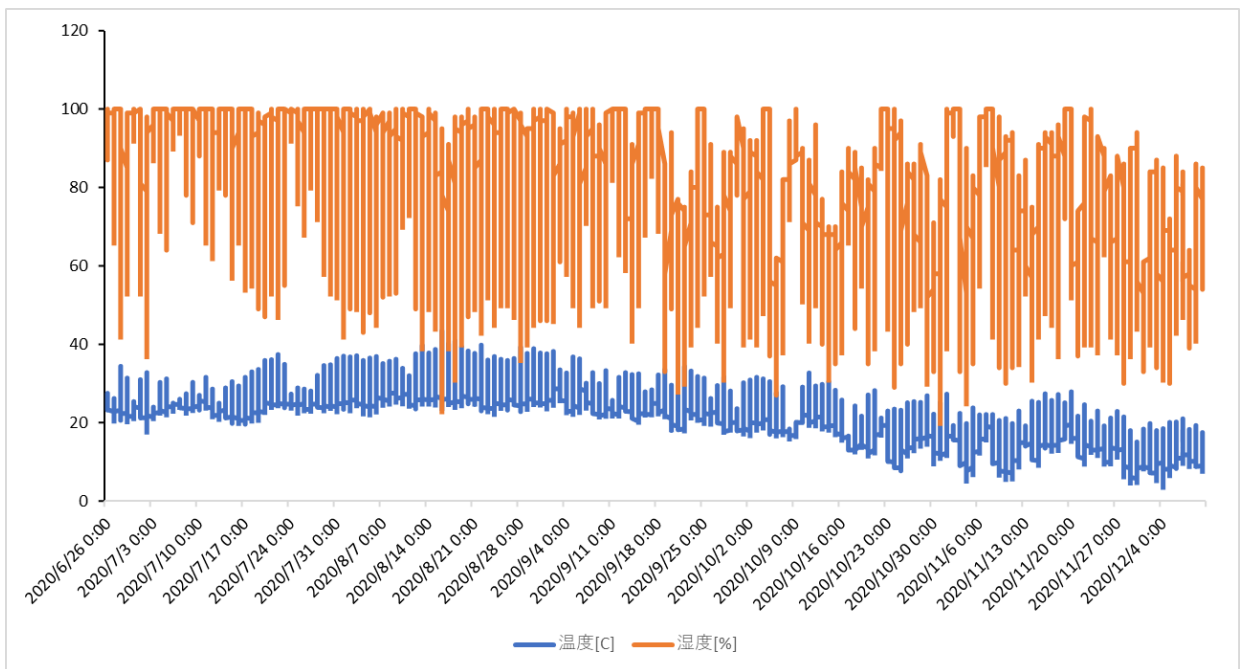


図 6-13 コンテナ苗生産環境（屋外）における気温と湿度（高知県：ヒノキ）

令和2(2020)年12月で試験を終了した。高知県のヒノキの出荷規格は、苗長35cm上、根元径は3.5mm上としている。試験終了時の各培地パターンの計測値について表6-8に示す。苗長及び根元径については、ともに300ccの方が150ccよりも大きい傾向にあり(図6-14)、それに反映して規格苗の本数率も高くなった(図6-15b)。スギバークコンポスト100%培地(B)は、他の培地よりも苗長及び根元径が劣り(写真6-17)、150cc苗では枯死も多くほとんど規格に達しなかった。一方で、パーライト15%混合培地(P)が最も大きく育ち、規格苗の本数率も150cc、300ccともに高く、150ccで50%程度、300ccで90%程度となった。

表 6-8 調査終了時(2020年12月)の各種計測値(高知県:ヒノキ)

処理	容量 cc	調査木 本	枯死 本	苗高 cm	標準偏差 cm	根元径 mm	標準偏差 mm
C	150	160	16	33.1	9.9	3.3	0.8
K	150	160	10	38.4	8.4	3.5	0.7
P	150	160	16	41.9	7.3	3.9	0.8
B	150	160	24	25.7	5.3	3.2	0.8
C	300	96	1	47.9	7.7	4.5	0.7
K	300	96	3	46.7	7.2	4.1	0.7
P	300	96	3	52.5	6.2	4.7	0.7
B	300	96	5	37.9	7.1	4.4	0.9

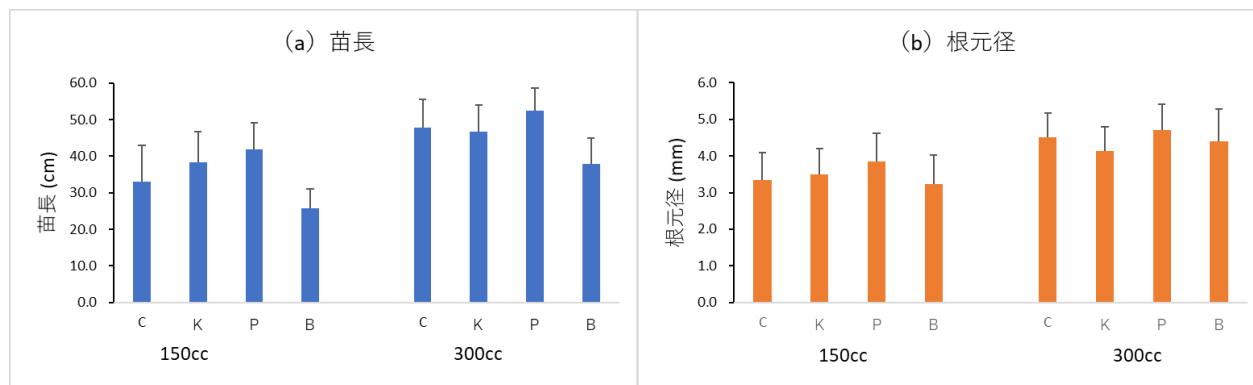


図 6-14 試験終了時(2020年12月)の平均苗長(a)と平均根元径(b)(高知県:ヒノキ)

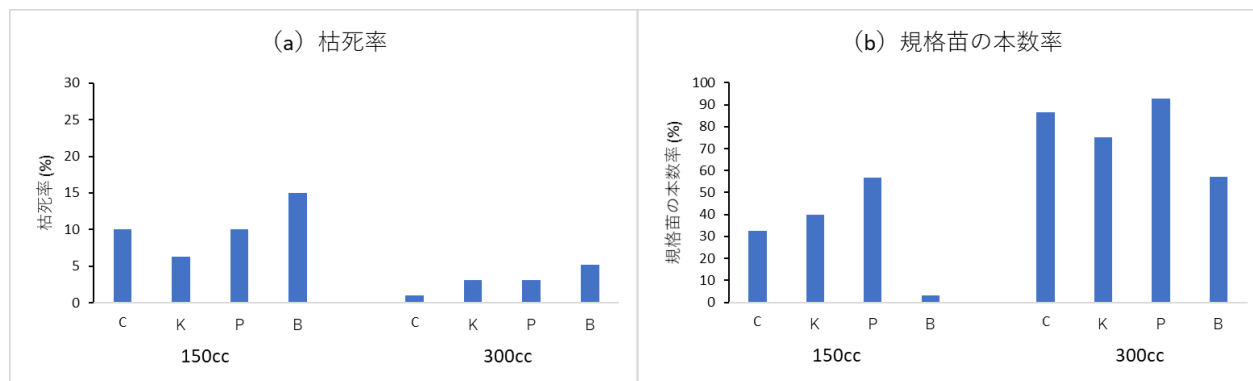


図 6-15 試験終了時(2020年12月)の枯死率(a)と規格苗の本数率(b)(高知県:ヒノキ)

5) 宮崎県・スギ（挿木）

長倉樹苗園で令和元(2019)年10月に採穂し、畑に挿しつけたものを令和2(2020)年5月26日に挿し穂にカルスが発現している穂(写真6-18)を選んでキャビティへ挿しつけ、ガラスハウスに配置した(写真6-19、写真6-20)。灌水は、2日に1回程度スプリンクラーで30分程度行った。ガラスハウス内に温湿度ロガー(TandD製)を1基設置した。温湿度ロガーの結果を図6-16に示す。

このガラスハウスでの育苗は、長倉樹苗園が令和2(2020)年度から開始したものであり、本試験もそのガラスハウスで実施したものであるが、諸事情によりガラスハウス内の環境管理が難しく苗木がほとんど枯れてしまった(写真6-21)。そのため、コンテナ苗生産の培地比較はできないと判断して試験を中止した。参考データとして同年12月に計測した結果を表6-9に示す。なお、本事業3年目(令和3(2021)年度)の生産試験は、ガラスハウスではなく従来から使用しているビニールハウスを使用することとしている。



写真 6-18 カルスの出ている挿し穂
令和2(2020)年5月26日撮影



写真 6-19 キャビティへ挿しつけの様子
令和2(2020)年5月26日撮影



写真 6-20 ガラスハウスに設置の様子
令和2(2020)年6月29日



写真 6-21 枯れた様子
令和2(2020)年12月16日

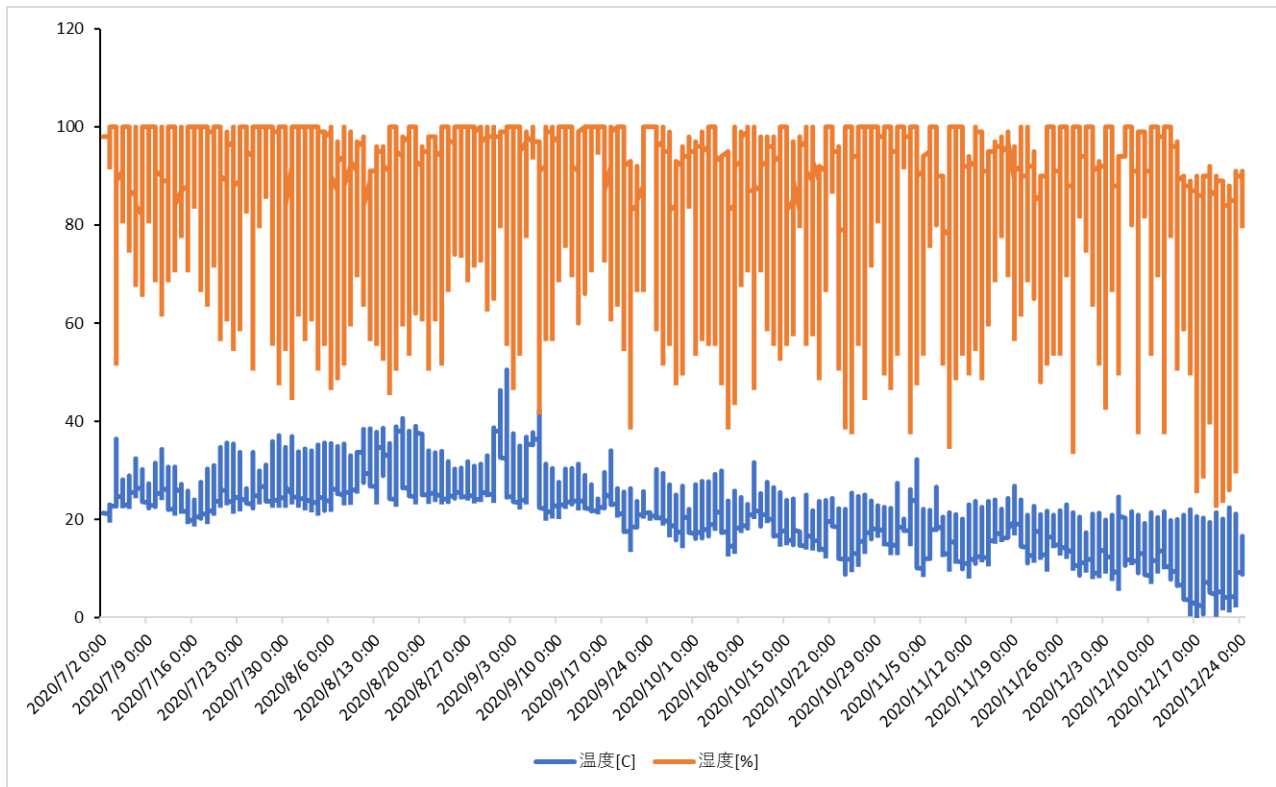


図 6-16 コンテナ苗生産環境（ガラスハウス内）における気温と湿度（宮崎県：スギ挿木）

表 6-9 調査終了時（令和2（2020）年12月）の各種計測値（宮崎県：スギ挿木）

処理	容量 cc	供試木 本	枯死 本	苗高 cm	標準偏差 c m	根元径 mm	標準偏差 mm
C	150	160	148	36.2	4.7	6.9	1.0
K	150	160	136	35.4	3.7	6.6	0.9
P	150	160	155	31.9	2.1	6.3	0.6
B	150	160	149	35.4	2.4	6.6	1.2
C	300	96	78	34.1	4.6	6.1	1.2
K	300	96	74	32.8	3.7	7.4	1.6
P	300	96	92	32.5	1.1	6.4	0.2
B	300	96	92	35.4	5.7	7.7	2.2

(4) 培地試験まとめ

培地試験が終了した北海道のカラマツ、徳島のスギ、高知のヒノキで得られた培地試験の結果を表6-10に示す。今回の試験では、苗長及び根元径については、ココピートオールドにパーライトを15%混合した培地(P)がどの樹種でもよい傾向にあり、次いでココピートオールドに鹿沼土を20%混合した培地(K)も良い傾向にあった。また、ココピートオールド100%培地(C)及びスギバークコンポスト100%培地(B)は、P及びKの培地よりも若干小さい傾向にあった。樹種別にみると、ココピートオールド100%培地(C)はカラマツで枯死が多い傾向にあり、スギバークコンポスト100%培地(B)はヒノキで他の培地と比較すると明らかに苗長が小さく、枯死率も高い傾向にあったが。一方で、スギバークコンポスト100%培地(B)で生産したスギ及びカラマツの苗長及び根元径は若干小さい程度であったことから、スギバークコンポスト培地のみで生産することは可能と考えられる。

鹿沼土やパーライトは、土壤改良材として土壤の排水性、通気性をよくするために一般的に使用されている資材である。今回の試験の結果によれば、培地の基材となるココナツピートやスギバークコンポストを100%で使用するよりも、鹿沼土やパーライトといった土壤改良材を適量混合した方がコンテナ苗の生産に向いていると考えられる。特にヒノキは一般的に加湿状態を嫌うとされており、土壤改良材による排水性、通気性の改善が必要だと考えられる。秋田県のスギの培地試験では、移植したスギの多くが枯れたため、全てコンテナ容器から幼苗を引き抜いたが、枯れずに生きていた幼苗の根を見ると、全般的に全ての培地で根系の発達は良くなかったが、その中でもココピートオールド100%培地(C)とスギバークコンポスト100%培地(B)は他の培地に比較して良くなかった(写真6-22)。排水性と通気性が根の発根にとって重要であると考えられた。

表 6-10 コンテナ生産における培地試験の結果概要

培地	スギ	ヒノキ	カラマツ
ココピートオールド 100% (C)	K、P より若干苗が小さい。	K、P より若干苗が小さい。	最も苗が大きい。枯死が多い。
ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20% (K)	2番目に苗が大きい。	2番目に苗が大きい。	2番目に苗が大きい。
ココピートオールド 85% : パーライト 15% (P)	最も苗が大きい。	最も苗が大きい。	3番目に苗が大きい。枯死が最も少ない。
スギバークコンポスト 100% (B)	最も苗が小さい。	最も苗が小さい。	他の培地より若干苗が小さい。



写真 6-22 移植して3ヶ月経過後にコンテナ容器から引き抜いたスギ幼苗の根の様子

(5) 培地試験の再試験

本事業3年目（令和3(2021)年度）に向けて、今年度（令和2(2020)年度）の生産試験の結果から、表6-11に示す培地試験を同じ生産者（表6-12）で行うこととした。

培地の組成は、今年度と同じ組成（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する追加試験を行う。改良剤として、ココピートオールド（トップ社）、鹿沼土、パーライトを使用する。改良剤の配合比は15%と30%混合することとする。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。

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）と同様の方法で行うが、今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、前者では、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月に着手した（写真6-23、写真6-24）。後者については、ガラスハウスではなく従来から生産に供していたビニールハウスにて行うこととした。

表 6-11 培地試験の再試験の培地の組成と移植するコンテナの数

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% (15C)	4	160	4	96
スギバーク 70%:ココピートオールド 30% (30C)	4	160	4	96
スギバーク 85%:鹿沼土 15%(15K)	4	160	4	96
スギバーク 70%:鹿沼土 30%(30K)	4	160	4	96
スギバーク 85%:パーライト 15%(15P)	4	160	4	96

表 6-12 生産試験委託先と着手時期

委託先	樹種	着手時期
(有)大坂林業	カラマツ (実生)	令和3(2021)年4月頃
(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



写真 6-23 使用したプラグ苗
(秋田県・スギ)
令和2(2020)年9月9日撮影



写真 6-24 移植後3ヶ月経過した苗
(秋田県・スギ)
令和2(2020)年12月1日撮影

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 6-17 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。

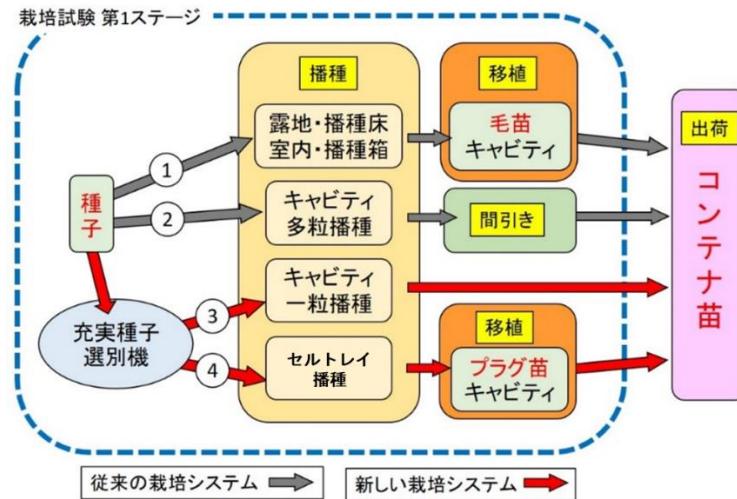


図 6-17 新たな生産システムの実証試験のフロー

(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 6-17 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 6-17 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定期的に調査する。

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・問題等を生産日誌に記録するよう依頼した。

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 苗床や播種箱に播種して幼苗を生産し、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。
- ・ 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。
- ・ 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。

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 6-13 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 6-14）。

表 6-13 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 6-14 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 月頃
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
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 月頃		
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 21 日	

(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。計算した人工から人件費の単価をかけ合わせた上で、1本当りの作業賃を算出し、工程ごとに比較した。作業単価は、地域による差が発生しないよう、令和2年度の公共工事設計労務単価の秋田県の「普通作業員（秋田県）」で統一した。

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6-25)。

【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6-26)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みであるが、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6-27)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6-28)。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6-29)、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、灌水管理が難しく、苗木の大半が枯れてしまう結果となり(写真6-30)、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~4月にかけてキャビティへ移植する予定である。



写真 6-25 1年生幼苗を移植する作業風景



写真 6-26 真空播種機を3人で操作する様子

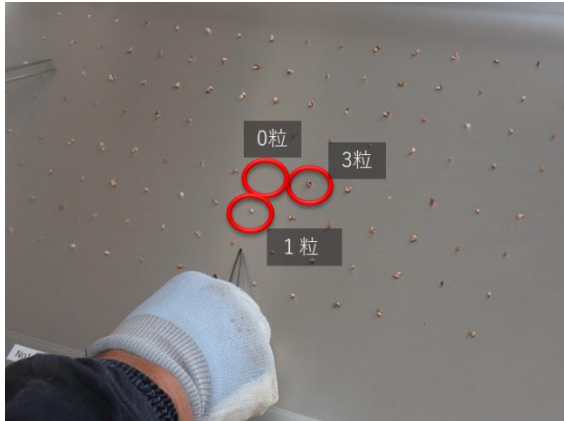


写真 6-27 真空播種機で吸い取られた種子



写真 6-28 播種板を使用したキャビティ多粒播種作業



写真 6-29 播種機のニードルが種子を吸い取る様子



写真 6-30 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員費ベースの経費の比較を表 6-15 に示す。真空播種機（生産方法④）が最も経費がかかり、ニードル式播種機（生産方法④）が最も労務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、真空式でも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 6-15 大坂林業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（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
参考経費（円）	814,500	716,760	863,370	633,500
1本当りの経費（円）	8.1	7.2	8.6	6.3

注1：機械償却費、灌水の人工等の管理費は見込んでいない。

注2：真空播種機の播種作業は覆土まで含む。

注3：1年生幼苗の標準価格が25.5円

※：令和3（2021）年3月下旬実施予定なので、田村山林緑化農園の人工を仮に使用。

人件費：秋田県普通作業員 18,100円/8時間

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6-32)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6-35、写真6-36)。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。機械による充実種子のセルトレイへの一粒播種(生産方法④)については、発芽したプラグ苗を令和3(2021)年6月頃にキャビティへ移植する予定である。



写真 6-31 キャビティ直接播種作業

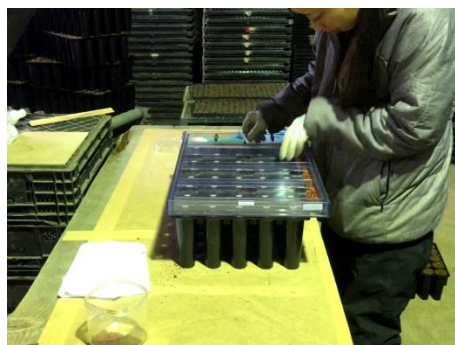


写真 6-32 播種板を使用したキャビティ多粒播種作業



写真 6-33 セルトレイ一粒播種作業

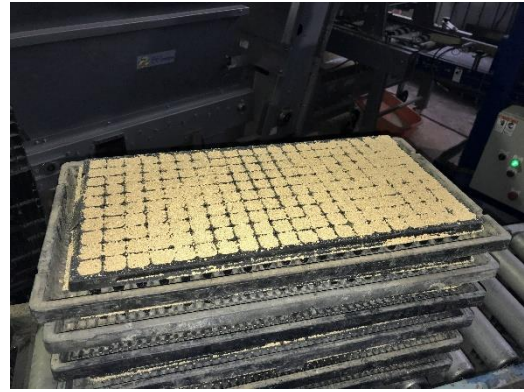


写真 6-34 播種、覆土後のセルトレイ



写真 6-35 プラグ苗



写真 6-36 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 person 費ベースの経費の比較を表 6-16 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 6-16 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			
	① 1 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	5.5
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	38.4
参考経費（円）	801,830	856,130	662,460	561,100	1,540,310	997,310	830,790	695,040
1 本当りの経費（円）	8.0	8.6	6.6	5.6	15.4	10.0	8.3	7.0

注 1：機械償却費、灌水の人工等の管理費は見込んでいない。

注 2：ニードル式播種機の播種作業は覆土まで含む。

注 3：1 年生幼苗の標準価格が 10 円程度（相対取引の相場）

注 4：間引きの人工は、山崎農園の作業人工を使用。

人件費：秋田県普通作業員 18,100 円/8 時間

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 6-37)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 6-38)。

【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 6-39)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 6-40)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。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。播種の状況はビデオで撮影したが、本事業終了間近であったため、検証・整理は本事業3年目(令和3(2021)年度)に持越すこととした。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月頃にキャビティへ移植する予定である。



写真 6-37 多粒播種・覆土後のコンテナ



写真 6-38 間引き作業



写真 6-39 セルトレイ一粒播種作業



写真 6-40 プラグ苗

幼苗 10 万本当りのコンテナ容器に移植するときの人工費ベースの経費の比較を表 6-17 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 6-17 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
	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
セル培地 詰め (人日)	-	-	-
播種 (人日)	0.4	9.3	8.7
覆土 (人日)	-	4.4	1.6
コンテナ培地詰 め (人日)	6.4	6.4	6.4
移植 (人日)	39.1	-	23.4
間引き (人日)	-	14.7	-
合計 (人日)	45.9	34.8	40.1
参考経費 (円)	830,790	629,880	725,810
1 本当りの経費 (円)	8.3	6.3	7.3

注 1：機械償却費、灌水の人工等の管理費は見込んでいない。

人件費：秋田県普通作業員 18,100 円/8 時間

(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や播種箱から幼苗を移植する従来の方法（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方法（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新しい方法（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。また、従来の子苗の移植よりもプラグ苗の移植の方が技術的にも楽であるとの声が生産者からあり、通常の子苗移植に慣れていない作業員でもプラグ苗の移植は簡単にできる方法であると考えられた。

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。

今回、表 6-15～表 6-17 に参考値として、10万本を生産したときの合計経費と1本あたりの経費を計算したが、この経費には、種子代や機械の損料等は含まれていない。このため、今後、生産規模が大きい場合（例えば100万本の生産を行う場合）に応じて整理した上で、これに必要な経費を試算していくことが必要である。

また、新しい方法で苗木生産に取り組むためには、機械等の設備投資が必要である。機械の購入費用等については、ヒアリング等で情報を収集しているため、それらの情報を用いてコスト計算が今後さらに検討を進める。

平成 31 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

(試験 1) 異なる培地でのコンテナ苗生産試験 (案)**1. 生産試験の目的**

地域の気象環境等の特性や生産樹種、その生産経験を元に、コンテナ苗生産者は生産技術の高度化を試みています。今回、異なる培地を使ったコンテナ苗の生産試験を行うことにより、培地と生産されるコンテナ苗の特性等（例えば、根鉢の形成状態・根鉢の重量・根鉢の引抜き圧・根量等）の関係、また、その生産工程・生産管理上での課題等を抽出し、その対応等を考えます。

2. 生産試験の協力生産者

生産試験（試験 1）に協力いただく生産者の方々を表 1 に示します。

表 1 生産試験協力者一覧

樹種	屋号	住所	担当者
カラマツ	(有)大坂林業	北海道中川郡幕別町忠類錦町	松村幹了
スギ	(有)田村山林緑化農園	秋田県山本郡三種町森岳字寒城野	田村政則
スギ	大島来春園	徳島県徳島市入田町海先	大島愛子
ヒノキ	山崎農園	高知県香美市土佐山田町須江	山崎純平
スギ(挿し木)	(株)長倉樹苗園	宮崎県宮崎市田野町甲	長倉良守

3. 生産試験の基本的な設計と実施方針

- 生産試験は、培地素材や混合比率が異なる 4 種類の培地で行います（表 2）。
- 生産試験用の各培地は協会が購入し生産者へ送付します。→参考 1

参考 1：培地購入の際に、元肥として肥料（ハイコントロール 085 10g/L + クドミネラル 1g/L：全苗連推奨培地の元肥成分に対してハイコントロール量を倍にしたもの）を事前に業者に混ぜてもらった物を送付します。

- 生産試験はリブ付きの JFA150（1キャビティ 150cc）と JFA300（1キャビティ 300cc）のコンテナ容器で行います。生産者が持っていない場合は、協会が購入し送付します。
- 生産者と協会が生産スケジュール等について協議し試験を開始します。なお、試験中に諸疑問や問題が発生した場合は速やかに双方で協議し、対応を考えます。
- 生産期間中の苗木の成長状況等の調査は協会で行います。生産者の方には生産日誌への記載をお願いします。

表2 生産試験に用いる各培地の組成とコンテナ箱数（案）

容量	培地の組成	コンテナ数（生産本数）
150cc	ココピートオールド 100%	9箱 (360本)
150cc	ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	9箱 (360本)
150cc	ココピートオールド 85% : パーライト 15%	9箱 (360本)
150cc	スギパークコンポスト 100%	9箱 (360本)
	小計	36箱 (1,440本)
300cc	ココピートオールド 100%	9箱 (216本)
300cc	ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	9箱 (216本)
300cc	ココピートオールド 85% : パーライト 15%	9箱 (216本)
300cc	スギパークコンポスト 100%	9箱 (216本)
	小計	36箱 (864本)
	合計	72箱 (2,304本)

4. 生産試験の実施方法

1) 培地の充填作業

- ・ 1キャビティ 150cc のコンテナ容器（JFA150）1箱に対して、培地を8L（1キャビティ当たり200cc（150ccの1.33倍））充填します。1種類の培地当たり9箱で72Lです。
- ・ 1キャビティ 300cc のコンテナ容器（JFA300）1箱に対して、培地を9.6L（1キャビティ当たり400cc（300ccの1.33倍））充填します。1種類の培地当たり9箱で86Lです。
- ・ 培地の充填作業は基本的に手作業でお願いしたいと思います。培地4種類について、それぞれコンテナ容器9箱ずつの充填です。これを一作業単位としてお願いします。数量的には多くありませんし、出来る限り1キャビティ当たり（1コンテナ容器当たり）に同等量の培地充填をお願いしたいと思います。→参考2
- ・ 充填量の具体的な計量は以下のような方法でお願いします。
 - ① 1キャビティ 150cc のコンテナ容器9箱分の培地を詰めるためには、上述したように72Lの培地を計量する必要があります。一袋50Lですので、もう一袋から22Lを計量・区分し、追加し72Lとする必要があります。
 - ② そこで、1袋50Lの重さを計量します。仮にその重さが15kgだったとします。追加の22Lは比例配分（50L : 15kg = 22L : X）で6.6kgとなります。台秤でこれを計量し追加量とします。
 - ③ 後は、合わさった72Lの培地に充填しやすいように水を加え、コンテナ容器9箱分に均等に満遍なく充填します。

- ④ 1キャビティ 300cc の場合も同様の手順で、コンテナ容器 9 箱分の 86L を計量して充填します。一袋 50L に追加の 36L を区分計量して合わせます。
- ⑤ スギバークコンポストのみ一袋 40L ですので、追加の量は 1キャビティ 150cc のコンテナ容器で 32L となります。なお、1キャビティ 300cc のコンテナ容器になると 86L が必要になりますので、2袋で 80L、さらに足りない 6L を区分計量して合わせます。

参考 2：培地充填機を使う場合、充填量をコントロールできるのであれば機械詰めでも良いと考えています。事前に生産者の方々のお考えをお伺いし調整させていただければと思います。

➤ 培地充填の追加作業（生産者お一方のみ）

充填培地重量等の測定のために、協力いただける 1 生産者に、表 2 の培地充填作業（1 種類の培地でコンテナ 9 箱）の他に追加で 1 種類 5 箱、4 種類で、合計で 40 箱の培地充填の追加作業をお願い致します。

- ・ 追加の培地充填コンテナに対しては、当協会の方で培地の重量や保持水分量の試験を行います。

2) コンテナ容器の配置

- ・ コンテナ容器の配置は図1に示します。

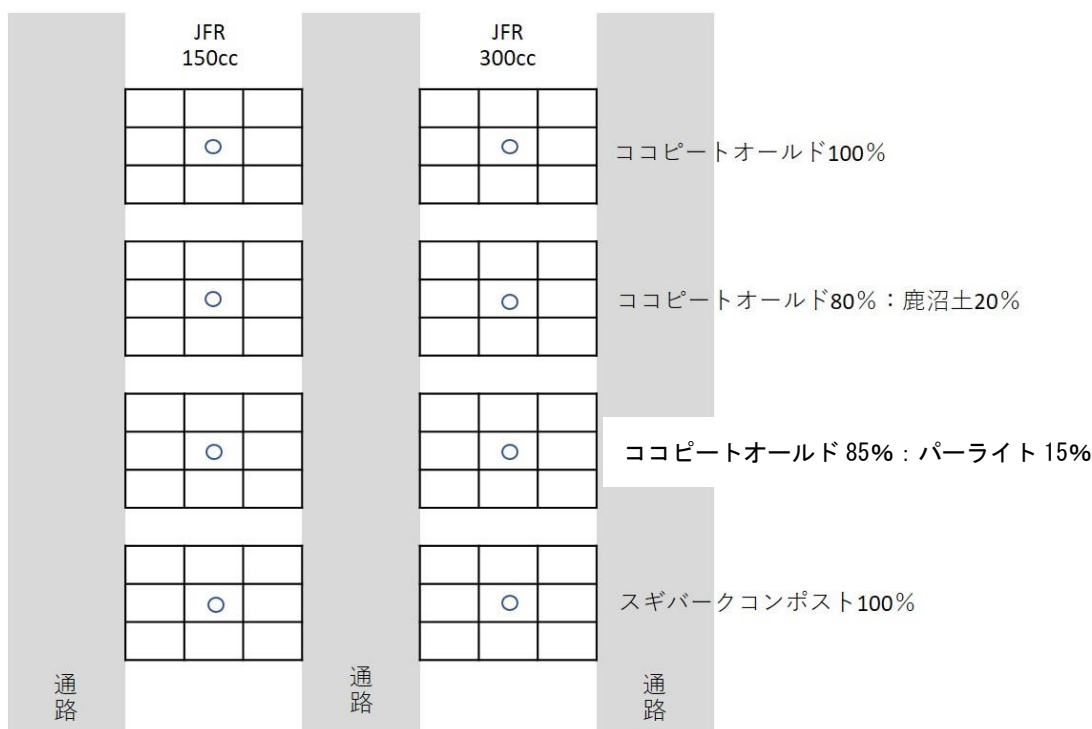


図1 コンテナの配置 ○：土壌水分計

図1 コンテナ容器の配置（案）

- ・ 先ず、150cc コンテナ容器です。表2に示した4種類の培地毎に3列3行の容器9個を1区画とし、順番に並べます。各区画の間はコンテナ容器一個分45cm離して並べます。
- ・ 次いで300cc コンテナ容器です。図に示すように150cc コンテナ容器を配置した架台列の隣の架台列に同様に並べます。
- ・ ただし生産者の圃場のスペースや架台の構造等の問題で図のようにできない場合は、次のように考えて対応いただければと思います。コンテナ容器9個（3列×3行）を1ブロックとして、ブロック間にはコンテナ容器一個分相当の長さの空きスペースを必ず作ることにします。日当たりや風当たりや灌水ムラがブロック間で発生しないように配置することが基本的考え方です。生産者の圃場環境はそれぞれ違うので、問題等あれば個別でご相談させていただければと思います。

3) 移植作業への着手時期

- ・ 生産者の生産経営状況や生産法、また地域に起因する気候や樹種により、移植の時期は違ってきます。生産試験に協力いただける生産者へのヒアリングから、移植作業は以下の時期に行う計画です。勿論、生産者の事業の都合で時期が相前後することも想定しております。あくまでも計画（案）とお考え下さい。

表3 作業の開始時期

屋号	キャビティ移植時期
(有)大坂林業	令和2(2020)年3月20日以降で5月頃まで
(有)田村山林緑化農園	令和2(2020)年2月から4月の初旬
大島来春園	令和2(2020)年2月頃
山崎農園	令和2(2020)年2月頃
(株)長倉樹苗園	令和2(2020)年5月頃

4) 移植後の生産作業について

- ・ 移植後の生産作業は生産者でそれぞれ違います。
- ・ 例えば、移植後にコンテナ容器をハウス内に置くか屋外に置くか、遮光ネットで覆うか否か、灌水はどうか(盛夏の時期は?或いはそれ以外の時期は?降雨後数日の扱いは?)等です。生産者によって生産手法は異なり、またそれはその地域の気象や樹種特性を反映して違います。これらを生産者で同一にコントロールすることは無理だと思います。→参考3

参考3:ではどうするか?各生産者の生産法を尊重し、それに従い、種々の生産環境の違いや変化を可能な限り温湿度計や土壌水分計等の測器を用いて計測し、生産環境を数値化して、何が起きているかを推測・把握できるように対応します。

*例えば土壌水分計を図1のように設置します。あくまでも案です。土壌水分計をはじめ他の測器も高額なため、予算に応じて購入・配置する予定です。

(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

(案)

1. 生産試験の目的

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きています。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、これからのコンテナ苗の大量生産や安定供給にとって重要な生産技術の一つになると思われます。このような視点から、以下の図 1 に示すような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たいと思います。

2. 生産試験の協力生産者

表 1 生産試験協力者一覧

樹種	屋号	住所	担当者
カラマツ	(有)大坂林業	北海道中川郡幕別町忠類錦町	松村幹了
スギ	(有)田村山林緑化農園	秋田県山本郡三種町森岳字寒城野	田村政則
ヒノキ	山崎農園	高知県香美市土佐山田町須江	山崎純平

3. 栽培試験の基本的な設計と実施方針 (案)

従来の生産手法 (①及び②) と新たな生産手法 (③及び④) の比較を行います。

手法① 露地や播種箱に播種して幼苗を生産し、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。

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。

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しプラグ苗を生産、その後コンテナ容器に移植し生産する。

- 従来の生産手法①及び②とともに、新たな生産手法③と④に主眼を置いたデータ収集（作業人工・課題抽出）を行います。なお、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1に示します。

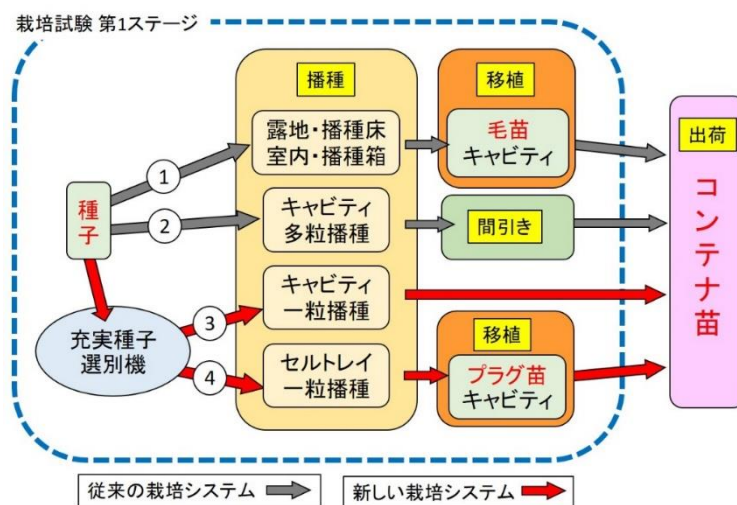


図1 新たな生産システムの実証試験のフロー

- この生産試験は2つのステージからなります。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1の破線枠内）です。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、それらのデータで作業の効率性や作業上の課題を把握します。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）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定期的に調査します。
- 上記のいずれの調査も生産者の協力を得ながら当協会が実施します。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・問題等を生産日誌にて記録していただくようお願いします。

4. 生産試験の具体的な実施内容（案）

上記した①～④の4つの生産手法を可能な範囲で生産者に協力いただき実施します。具体的な試験内容は表1に示します。

- 生産手法①は、苗床あるいは播種箱に播種をして幼苗を作り、コンテナ容器へ移植する手法です。移植苗生産の手法は生産者のやり方によって実施します。
- コンテナ容器のキャビティへ直接一粒播種をする生産手法③については、協会にて事前に種子を購入し、それを種子選別機（図2）にて選別したものを生産者に提供し試験に供してもらいます。
- 生産手法④のセルトレイのサイズ、即ちプラグ苗（図3）のサイズは生産者と相談して決めます。
- 生産手法①～④の試験は、いずれも1キャビティ 150ccのコンテナ容器（JFA150）を用いて実施します。

表1 栽培手法とコンテナ数（案）

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）	一粒播種 プラグ苗移植	④	20箱（800本）

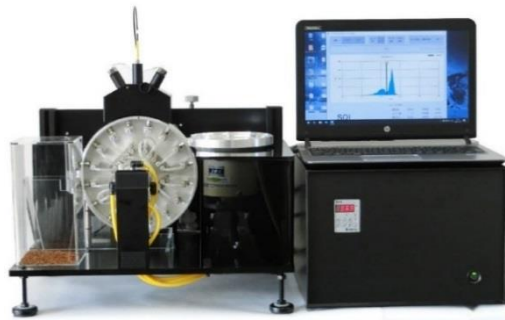


図3 種子選別機（九州計測器株式会社所有）



図4 プラグ苗の移植

➤ 個別の実施手法について

生産者と事前に試験方法等について協議を行った結果、以下のような内容でそれぞれ実施することとなります。培地や灌水や施肥等の栽培手法は各生産者の栽培法に準じて行います。

1) (有)大坂林業（栽培試験①と④の比較、樹種はカラマツ）

平成30（2018）年度、カラマツの裸苗を100万本、コンテナ苗を40万本生産している。

➤ 通常システム ①

通常5～6月に苗床に播種し、生産された幼苗を11～12月に掘り取り冷凍庫保存、3月にコンテナ容器へ移植して栽培を始める。

＜実施内容＞ コンテナ容器への幼苗の移植

- ・ 通常移植作業を行う3月に、ビデオ撮影等により移植作業（培地充填・幼苗移植等）の時間分析を行う。なお、ビデオ撮影や分析等は協会が行う。
- ・ 生産者は作業に要した人工等（作業工程別・従事者数・時間等）を生産日誌に記録する。

➤ 新たな生産手法 ④

＜実施内容＞ コンテナ容器へのプラグ苗の移植

- ・ カラマツ種子500gを協会が預かり種子選別機で充実種に選別して生産者へ渡す。
- ・ 選別された充実種子を7月にセルトレイへ一粒播種し、移植用のプラグ苗を育成する。セルトレイへの一粒播種は簡易播種機を用いて行う。

- ・ 出来上がったプラグ苗をコンテナ容器 20 箱に移植する。
- ・ 以上の作業に要した人工等を生産者は生産日誌に記録する。
- ・ なお、作業工程においてポイントとなる作業については、協会がビデオ撮影し時間分析を行う。

2) (有) 田村山林緑化農園 (生産試験①と③④の比較、樹種はスギ)

平成 30 (2018) 年度、スギのコンテナ苗を 20 万本、裸苗を 6 万本生産している。

➤ 従来の生産手法①

通常 4 月下旬に苗床に播種し、生産された幼苗を 10~12 月に掘り取り仮植、翌年の 3~5 月にコンテナ容器へ移植して生産を始める。

＜実施内容＞ コンテナ容器への幼苗の移植

- ・ 通常の移植作業を行う時期に、ビデオ撮影等により移植作業（培地充填・幼苗移植等）の時間分析を行う。なお、ビデオ撮影や分析等は協会が行う。
- ・ 生産者は作業に要した人工等（作業工程別・従事者数・時間等）を生産日誌に記録する。

➤ 従来の生産手法②

ハウス内で 2~3 月にキャビティへ多粒播種し、その後 4 月頃から発芽、その後間引きして育成する。

＜実施内容＞ コンテナ容器への多粒播種

- ・ 通常の直接多粒播種を行う時期に、ビデオ撮影等により播種作業（培地充填・播種等）の時間分析を行う。なお、ビデオ撮影や分析等は協会が行う。
- ・ 生産者は作業に要した人工等（作業工程別・従事者数・時間等）を生産日誌に記録する。

➤ 新たな生産手法③

＜実施内容＞ コンテナ容器への一粒播種

- ・ スギ種子 500g を協会が預かり種子選別機で充実種子に選別して生産者へ渡す。
- ・ 選別された充実種子を 2 月にコンテナ容器 20 箱へ直接一粒播種し育苗を開始する。
- ・ 以上の作業に要した人工等を生産者は生産日誌に記録する。
- ・ なお、作業工程においてポイントとなる作業については、協会がビデオ撮影し時間分析を行う。

➤ 新たな生産手法④

生産者は既にプラグ苗を利用したコンテナ苗生産に着手している。ハウス内で 2~3 月にセルトレイへ 1 粒播種し、その後 4 月頃から発芽、6 月下旬から 8 月下旬にかけてセル内の幼苗をプラグ苗としてコンテナ容器へ移植し、その後間引きして育成する。

＜実施内容＞ コンテナ容器へのプラグ苗の移植

- ・ 種子選別機で選別した充実種子を 2 月にセルトレイ（セルの容量 11cc、トレイのセル数 200 穴）へ 1 粒播種し移植用のプラグ苗の育成を開始する。
- ・ 出来上がったプラグ苗を 6 月下旬から 7 月中旬にかけてコンテナ容器 20 箱に移植する。
- ・ 以上の作業に要した人工等を生産者は生産日誌に記録する。
- ・ なお、作業工程においてポイントとなる作業については、協会がビデオ撮影し時間分析を行う。

3) 山崎農園 (生産試験①②と④の比較、樹種はヒノキ)

平成 30 (2018) 年度、ヒノキのコンテナ苗を 2 万本、スギを 3 万本生産している。裸苗は生産していない。

ヒノキコンテナ苗の育苗は、通常コンテナ容器への幼苗の移植か、多粒種子の直接播種で行っている。また新しい試みとして、セルトレイでのプラグ苗生産・コンテナ容器への移植を実施中である。

➤ 従来の生産手法①

＜実施内容＞ コンテナ容器への幼苗の移植

- ・ ヒノキ種子を 4 月に播種箱に播種する。
- ・ できた幼苗を 6 月にコンテナ容器 10 箱へ移植する。
- ・ 生産者は移植作業に要した人工等（作業工程別・従事者数・時間等）を生産日誌に記録する。
- ・ なお、培地充填や幼苗移植等の作業は協会がビデオ撮影等を行い時間分析する。

➤ 従来の生産手法②

＜実施内容＞ コンテナ容器への多粒種子の直接播種

- ・ 2 月に種子を水選別した後、コンテナ容器 10 箱へキャビティ当たり 3 粒で直接播種する。
- ・ 芽生えた幼苗を間引きする。
- ・ 生産者は作業に要した人工等（作業工程別・従事者数・時間等）を生産日誌に記録する。
- ・ 以上の工程を協会がビデオ撮影し時間分析を行う。

➤ 新たな生産手法④

＜実施内容＞ コンテナ容器へのプラグ苗の移植

- ・ ヒノキ種子 300g を協会が預かり種子選別機で充実種子に選別して生産者へ渡す。
- ・ 選別された充実種子を 2 月にセルトレイへ一粒播種し、移植用のプラグ苗を育成する。
- ・ セルトレイへの一粒子播種は簡易な器具を使って行う。
- ・ 出来上がったプラグ苗を 4 月にコンテナ容器 10 箱に移植する。
- ・ 以上の作業に要した人工等を生産者は生産日誌に記録する。
- ・ なお、作業工程においてポイントとなる作業については、協会がビデオ撮影し時間分析を行う。

6-3-3 生産試験3：残苗を用いた大苗生産試験

(1) 生産試験の目的

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、非常に重要である。そのため、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、新型コロナウイ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、再生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生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。

(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。ただし、九州では 300cc のコンテナ苗も流通しているため、150cc と 300cc のコンテナ苗の両方を用いた。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为目标とした。生産方法は主に以下に上げる3つの方法で行った。なお、九州の 300cc コンテナ苗は方法2で試験をした。

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 300cc 容器とMシートを組み合わせて植え替える。

方法3 150cc コンテナ苗をMシートで巻きなおして植え替える。

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。

大苗の生産試験は、表 6-18 に示した生産者の協力を得た。生産者の試験本数の内訳を表 6-19 に示す。

表 6-18 大苗生産試験を担当した生産者

屋号	地域	樹種	開始日
(有)大坂林業	北海道	カラマツ (実生)	令和2 (2020)年7月1日
(有)田村山林緑化農園	秋田県	スギ (実生)	令和2 (2020)年6月16日
山崎農園	高知県	ヒノキ (実生)	令和2 (2020)年6月22日
(株)長倉樹苗園	宮崎県	スギ (挿木)	令和2 (2020)年5月26日

本試験の途中結果を参考に、秋田県のスギの結果を主に用いてパンフレット「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～（暫定版）」を作成した（巻末資料1）。今後、本事業3年目（令和3（2021）年度）の結果を反映した完成版を作成する予定である。

表 6-19 大苗の生産試験の実施本数

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)大阪 林業	カラマツ (実生)	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12 孔	2 箱	24 本
			移植③	MC	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植④	MC	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						17 箱	304 本
2	(有)田村 山林緑 化農園	スギ (実生)	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12 孔	2 箱	24 本
			移植③	MC	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植④	MC	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						17 箱	304 本
3	山崎農 園	ヒノキ (実生)	移植①	MT	150cc	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			移植②	MT	150cc	MC	300cc	12 孔	2 箱	24 本
			移植③	MT	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植④	MT	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			計						16 箱	264 本
4	(株)長倉 樹苗園	ヒノキ (実生)	移植⑤	MC	300cc※	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	300cc※	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			計						10 箱	144 本
5	(株)長倉 樹苗園	スギ (挿木)	移植④	MC	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			移植⑤	MC	300cc※	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			移植⑥	Mスター	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	1 箱	24 本
			移植⑦	Mスター	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	2 箱	24 本
			移植⑧	MC	150cc	Mスター	350cc	-	-	40 本
			移植⑨	Mスター	150cc	Mスター	350cc	-	-	40 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						20 箱	360 本
合 計								80 箱	1,376 本	

※300cc のコンテナ苗を材料とした場合、図 6-18 の②の工程は省略する。

【各コンテナ容器】

- ・ MC : マルチキャビティコンテナ容器 JFA
- ・ MT : 東北タチバナ製コンテナ容器 MT
- ・ 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)
- ・ 移植方法⑤ : 300ccMC 苗を 500cc 嵩上型容器の 12 孔に移植
- ・ 移植方法⑥～⑦ : 150ccMスター苗を 500cc 嵩上型容器に移植 (24 孔又は 12 孔)
- ・ 移植方法⑧ : 150ccMC 苗をMスター容器に移植
- ・ 移植方法⑨ : 150ccMスター苗をMスター容器に移植
- ・ 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。なお、図6-19は150ccコンテナ苗の植え替え工程であるが、300ccコンテナ苗を材料とする場合は、工程②の作業を省略した。方法3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(P.36写真3-15を参照)、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6-20に示す。それぞれの生産者の令和2(2020)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)年の春以降に出荷することを想定して生産試験を行った。

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。灌水については、大きな苗木は葉量が多く蒸散しやすいこと、灌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灌水した。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6-18 方法1 150ccコンテナ苗を300cc容器に植え替える方法



図 6-19 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。

(4) 結果と考察

これまでのところ、秋田県のスギ大苗（写真 6-41）と高知県のヒノキ大苗（写真 6-42）は概ね順調に成長している。他方、北海道のカラマツ大苗は、肥料が足りずに植え替え後ほとんど成長しなかった（写真 6-43）。また、宮崎県のスギ大苗（挿木）は、生産試験 1 で述べたようにガラスハウスの生産管理が不十分で苗木のほとんど枯れたため、試験を中止した（写真 6-44）。

秋田県のスギ大苗の令和 2（2020）年 12 月計測時の苗長を図 6-21、根元径を図 6-22 に示す。苗長、根元径ともに Mシートで嵩上げした方法（M）が 300cc に植え替えた方法（T）や 150cc コンテナに存置（S）したものよりも大きくなる傾向にあった。

高知県のヒノキ大苗の令和 2（2020）年 12 月計測時の苗長を図 6-23、根元径を図 6-24 に示す。秋田県のスギと同様に Mシートで嵩上げした方法（M）が 300cc に植え替えた方法（T）よりも苗長、根元径ともに大きい傾向にあった。

秋田県のスギ大苗と高知県のヒノキ大苗について、コンテナ容器から引き抜いて根鉢を調べたところ、秋田県の根鉢は、上下の根鉢が結合して良好に根鉢が形成されていた（写真 6-45）。一方で、高知県の根鉢は一部欠損していた（写真 6-46）。これは、東北タチバナ製の 150cc コンテナ容器を使用して生産した大苗であった。JFA150cc と東北タチバナ 150cc それぞれを使用して生産したヒノキ大苗の根鉢を比較すると東北タチバナ 150cc を使用した大苗の根鉢は、JFA150cc を使用した大苗と比較して 3 cm 程度短かった（写真 6-47）。今回の生産方法は、JFA150cc のコンテナ苗の使用を想定した生産方法を検討して実施したため、東北タチバナ製の 150cc コンテナ苗を使用した生産方法の場合は、根鉢が短い分追加する培地の量を多くする必要があることがわかった。

(5) 今後の課題

植え替え時の課題としては、追加する培地の量の調整が状況により必要であることが挙げられる。高知のヒノキ大苗では、Mシートで巻いた下部の培地が足りなかったことが根鉢不良（写真 6-46）の原因と考えられ、Mシートで巻いたあとにさらに培地を追加する作業が必要と考えられた。

また、施肥の必要性も挙げられる。北海道のカラマツ大苗では、肥料入りの培地を使用したものの、追肥を行わなかったため、肥料が不足し、上長成長が限られることとなった（写真 6-43）。また、秋田県のスギでは、令和 2（2020）年 8 月に葉色を見て追肥をしたが、生産者からはもう少し早い時期に施肥していれば、さらに成長したかもしれないとの意見があった。

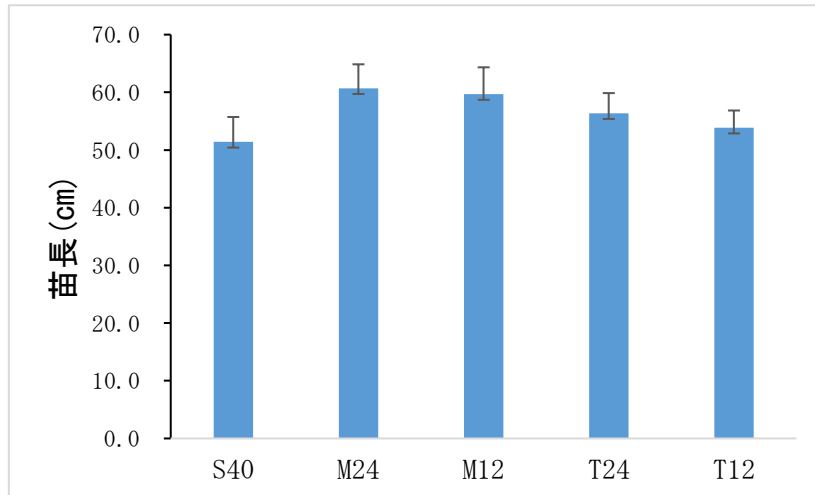


図 6-21 秋田県のスギ大苗試生産試験の平均苗長（令和 2（2020）年 12 月 1 日計測）

S40:150cc 容器の全 40 孔に存置、

M24:Mシート嵩上型の全 24 孔に植替処理、M12:Mシート嵩上型の半分 12 孔に植替処理

T24:300cc 容器の全 24 孔に植替処理、T12:300cc 容器の半分 12 孔に植替処理

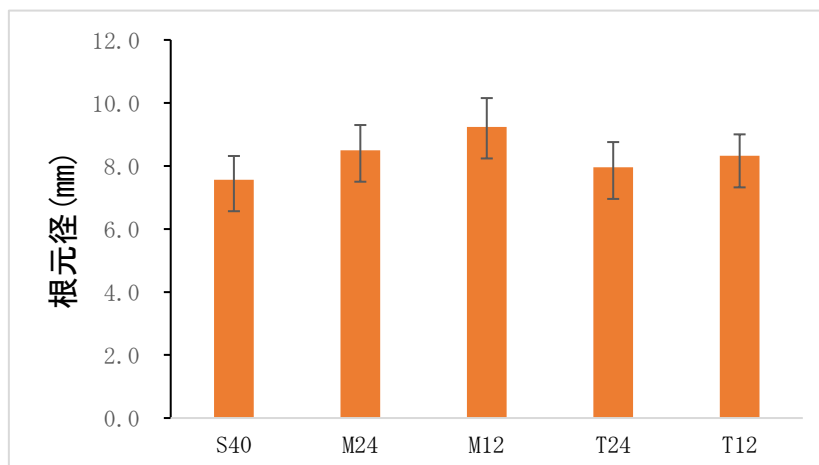


図 6-22 秋田県のスギ大苗生産試験の平均根元径（令和 2（2020）年 12 月計測）

S40:150cc 容器の全 40 孔に存置

M24:Mシート嵩上型の全 24 孔に植替処理、M12:Mシート嵩上型の半分 12 孔に植替処理

T24:300cc 容器の全 24 孔に植替処理、T12:300cc 容器の半分 12 孔に植替処理

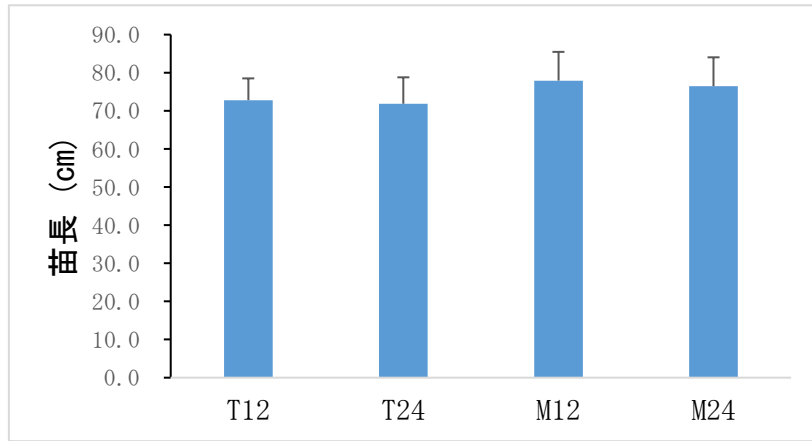


図 6-23 高知県のヒノキ大苗生産試験の平均苗長（令和 2（2020）年 12 月 10 日計測）
 M24:Mシート嵩上型の全 24 孔に植替処理、M12:Mシート嵩上型の半分 12 孔に植替処理
 T24:300cc 容器の全 24 孔に植替、T12:300cc 容器の半分 12 孔に植替

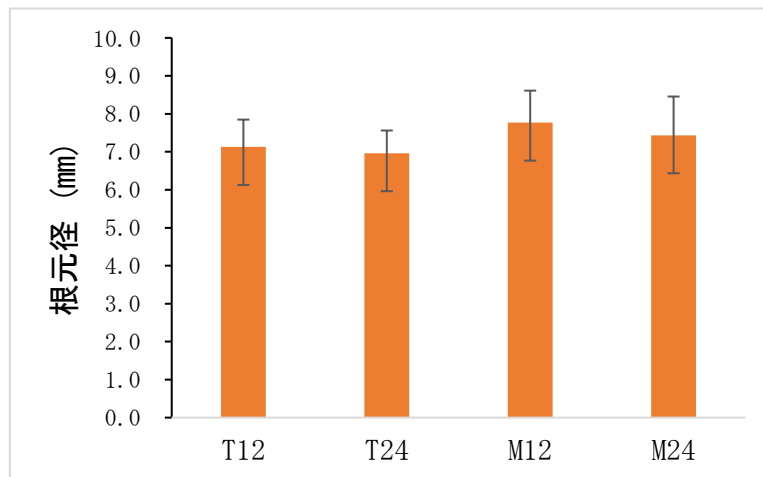


図 6-24 高知県のヒノキ大苗生産試験の平均根元径（令和 2（2020）年 12 月 10 日計測）
 M24:Mシート嵩上型の全 24 孔に植替処理、M12:Mシート嵩上型の半分 12 孔に植替処理
 T24:300cc 容器の全 24 孔に植替処理、T12:300cc 容器の半分 12 孔に植替処理



写真 6-41 秋田県のスギ大苗生産試験の状況
 令和 2（2020）年 12 月 1 日撮影



写真 6-42 高知県のヒノキ大苗生産試験の状況
 令和 2（2020）年 9 月 24 日撮影



写真 6-43 北海道のカラマツ大苗生産試験の状況
(青枠内) 令和2(2020)年10月6日撮影



写真 6-44 宮崎県のスギ挿木大苗生産試験
の状況 令和2(2020)年12月24日撮影



写真 6-45 秋田県のスギ大苗の根鉢の様子。上下
に境目が見えるが根鉢は結合している。



写真 6-46 高知県のヒノキ大苗の根鉢の様子。植え替え時に培地の追加量が少なかったため、根鉢の一部に欠損が発生している。



写真 6-47 JFA150cc コンテナで生産した苗の根鉢（右）と東北タチバナの 150cc コンテナで生産した苗の根鉢（左）の比較。ともにヒノキコンテナ苗。東北タチバナの根鉢が JFA と比べて 3 cm 程度短い。

（6）残苗を用いた大苗生産試験の再試験

本事業 3 年目（令和 3（2021）年度）に向けて、今年度（令和 2（2020）年度）の生産試験の結果から、表 6-20 に示す大苗生産試験を同じ生産者で行うこととした。植え替え作業は、令和 3（2021）年 5 月頃から順次行う。なお、150cc コンテナ苗を 300cc 容器と Mシートを組み合わせる方法③及び方法④については、植え替え時に根鉢不良が起きにくくするよう培地の追加方法を検討したうえで、植え替えを行う予定である。

表 6-20 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)大阪 林業	カラマツ (実生)	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12 孔	4 箱	48 本
			移植③	MC	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植④	MC	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						19 箱	328 本
2	(有)田村 山林緑 化農園	スギ (実生)	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12 孔	4 箱	48 本
			移植③	MC	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植④	MC	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						19 箱	328 本
3	山崎農 園	ヒノキ (実生)	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						13 箱	232 本
5	(株)長倉 樹苗園	スギ (挿木)	移植①	MC	150cc	MC	300cc	24 孔	2 箱	48 本
			移植②	MC	150cc	MC	300cc	12 孔	4 箱	48 本
			移植③	MC	150cc	嵩上型	500cc	24 孔	4 箱	96 本
			移植④	MC	150cc	嵩上型	500cc	12 孔	8 箱	96 本
			残苗存置	MC	150cc	MC	150cc	40 孔	1 箱	40 本
			計						19 箱	328 本
合 計								70 箱	1,216 本	

【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

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)である。

7-1-1 国内文献調査

(1) 文献の収集

収集した文献一覧および抄録を表7-1、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	樹種	地域	報告年	著者名	文献名	出典
J001			2016	梶本卓也ら	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	スギ	宮城県	2016	八木橋勉ら	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	スギ	東京都	2016	杉原由加子ら	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	スギ	宮城県	2016	新保優美ら	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	カラマツ	北海道	2016	原山尚徳ら	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	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J006	カラ マツ	岩手 県	2016	成松 眞 樹ら	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	ヒ ノ キ	岡 山 県	2016	諏訪 鎌 平ら	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	ト ド マツ ほ か 5 種	北 海 道ほ か 7 県	2016	壁谷 大 介ら	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		宮 崎 県・ 長 野 県・ 静 岡 県	2016	猪俣 雄 太ら	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	ス ギ	長 野 県	2016	城田 徹 央ら	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	カ ラ マ ツ	長 野 県	2016	大矢 信 次郎ら	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	ス ギ	熊 本 県	2016	山川 博 美ら	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	ヒ ノ キ	茨 城 県	2016	原 眞 司 ら	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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J014	ス ギ	鹿 児 島 県	2017	内 村 慶 彦 ら	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	ス ギ	徳 島 県 ・ 東 京 都	2017	染 谷 祐 太 郎 ら	弱光・灌水制限条件に置 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	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2019	来 田 和 人 ら	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
J017	ス ギ・ ヒ ノ キ	高 知 県 ・ 長 野 県	2016	梶 本 卓 也 ら	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	ス ギ・ ヒ ノ キ・ カ ラ マ ツ		2017	原 真 司 ら	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	ス ギ	徳 島 県	2016	藤 井 栄	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	ス ギ	徳 島 県	2017	藤 井 栄	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			2016	松 田 修	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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J022	スギ・ ヒノキ	茨 城 県	2016	松 田 修 ら	高発芽率を実現する樹木 種子の選別技術	森 林 遺 伝 育 種 =Forestgeneticsan dtreebreeding5、21- 25、2016
J023	カ ラ マ ツ	北 海 道 ほ か 7 県	2017	高橋誠	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		沖 縄 を 除 く 九 州 7 県	2016	横 田 康 裕ら	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	ヒ ノ キ	岐 阜 県	2017	渡 邊 仁 志	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	ヒ ノ キ	岐 阜 県	2017	渡 邊 仁 志ら	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	カ ラ マ ツ	長 野 県	2019	清 水 香 代	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			2018	壁 谷 大 介ら	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	ス ギ		2018	山 中 豪 ら	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	ス ギ	岡 山 県 ・ 高 知 県	2017	藤 本 浩 平ら	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	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J031		沖 縄 を 除 く 46 都 道 府 県	2016	都 築 伸 行	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	ス ギ	富 山 県	2018	関 子 光 太 郎	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	ス ギ	関 東 地 方 北 部	2019	山 野 邊 太 郎 ら	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	ヒ ノ キ	山 梨 県	2019	大 地 純 平	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	ス ギ	徳 島 県	2019	藤 井 栄 ら	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	ス ギ	東 京 都	2019	染 谷 祐 太 郎 ら	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	ス ギ	石 川 県	2018	小 谷 二 郎 ら	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	ス ギ	熊 本 県	2018	八 木 貴 信 ら	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	ス ギ	京 都 府	2018	山 下 直 子 ら	スギ・ヒノキコンテナ苗 における主軸切断の影響 —萌芽枝の成長と樹形変 化—	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 129(0)、538、2018

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J040	トドマツほか2種	北海道	2018	津山幾太郎ら	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	スギ	徳島県	2018	藤井栄ら	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
J042		宮崎県	2018	古里和輝	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	ヒノキ	岐阜県	2018	渡邊仁志ら	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	ヒノキ		2017	山下直子ら	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ーキャビティ容量 150cc と 300cc の比較ー	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、517、2017
J045	スギ		2017	飛田博順ら	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	カラマツ	北海道	2017	上村章ら	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	ヒノキ	岐阜県	2017	渡邊仁志ら	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	スギ	東京都	2017	染谷祐太郎ら	弱光・灌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

文献 No	樹 種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J049	ス ギ	大分 県	2017	佐藤嘉 彦ら	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	ス ギ		2019	本田あ かりら	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	ス ギ	宮崎 県	2019	伊藤哲 ら	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	ス ギ	鹿児 島県	2019	小田樹 ら	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	ス ギ		2019	徳田楓 ら	スギ挿し木苗の根切りが コンテナ移植時の作業効 率と根系発達に及ぼす影 響	日本森林学会大会発 表学術講演集 130(0)、257、2019
J054	ス ギ	秋田 県	2019	Hirofu miSato	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	ス ギ	熊本 県	2019	根岸直 希ら	山林用苗木の生産技術開 発	紙パ技協誌 73(2)、 120-122、2019
J056	ス ギ	熊本 県	2018	宮島淳 二ら	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	グ イ マ ツ F1	北海 道	2018	今博計 ら	苗木生産者におけるクリ ーナーチ育苗の現状	日本森林学会大会発 表学術講演集 129(0)、519、2018
J058	ス ギ	富山 県	2018	相浦英 春	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	ス ギ		2018	富森加 耶子ら	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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J060	ス ギ		2018	吉 村 知 也ら	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	ス ギ	宮 崎 県	2017	平 田 令 子ら	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	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2017	来 田 和 人ら	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	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2017	角 田 真 一ら	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	ス ギ	宮 崎 県	2017	古 里 和 輝ら	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	ス ギ	宮 崎 県	2017	新 保 優 美ら	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	ス ギ		2017	渡 部 公 一ら	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
J067	ス ギ	熊 本 県	2019	寺 本 聖 一郎ら	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	ス ギ		2019	金 枝 拓 実ら	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	ス ギ・ ヒ ノ キ	茨 城 県	2018	長 倉 淳 子ら	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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J070			2019	藤 本 浩 平	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	カ ラ マ ツ		2019	山 本 恭 大ら	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		山 口 県	2018	上 田 和 司ら	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		北 海 道	2018	上 村 章 ら	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	ス ギ		2018	小 笠 真 由美ら	液肥濃度と灌水頻度がス 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	ス ギ	茨 城 県	2018	飛 田 博 順ら	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	ヒ ノ キ		2019	竹 内 隆 介ら	ヒノキ充実種子の精選及 び直接播種によるコンテ ナ育苗	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、528、2018
J077	ス ギ・ ヒ ノ キ・ カ ラ マ ツ	北 海 道 ほ か 5 県	2019	飛 田 博 順ら	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	ス ギ	東 京 都	2016	杉 原 由 加子ら	8月下旬に植栽したスギ コンテナ苗の植栽当初の 蒸散速度と成長	森林立地 58(1)、25- 28、2016
J079		宮 崎 県	2013	山 田 健	最近のコンテナ苗の動向	機会化林業 715,9- 16,2013

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J080	ス ギ	静 岡 県	2020	袴 田 哲 司ら	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	ス ギ	富 山 県	2020	函 子 光 太郎	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	ヒ ノ キ		2020	渡 邊 仁 志・茂木 靖和	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	カ ラ マ ツ		2020	原 山 尚 徳	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			2020	吉村ら	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	ス ギ		2020	佐藤渉・ 塚原雅 美	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	ス ギ		2020	染谷 祐 太郎・丹 下健	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	ス ギ	宮 崎 県	2020	伊 藤 哲 ら	コンテナ移植後のスギ挿 し木の根系発達に及ぼす 施肥および灌水処理の影 響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),691,2020
J088	ス ギ	秋 田 県	2020	佐 藤 博 文	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	ス ギ		2020	山中豪	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	カ ラ マ ツ	長 野 県	2020	清 水 香 代	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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J091	ス ギ・ ヒ ノ キ		2020	北原ら	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	ス ギ		2020	大平峰 子・山野 邊太郎	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
J093	ス ギ	高知 県	2020	藤本浩 平ら	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	ス ギ		2020	丹羽花 恵	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	ス ギ		2020	丹下健・ 染谷祐 太郎	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	ス ギ		2020	丹下健・ 染谷祐 太郎	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	ス ギ		2019	齋藤ら	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	ヒ ノ キ		2020	小笠ら	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		宮崎 県	2019	三 樹 陽一郎	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	カ ラ マ ツ		2019	升屋ら	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	ヒ ノ キ	岡山 県	2019	西 山 嘉寛	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

表 7-2 収集した国内文献の概要

No.	J001	報告年	2016	著者名	梶本卓也ら
文献名	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—				
抄録 (概要)	<p>第 126 回日本森林学会大会(2015)で、「コンテナ苗研究の現在」と題した企画シンポジウムが開催された。このシンポにおける報告をもとにした論文のほか、関連の研究論文も加えて、コンテナ苗研究の現状を踏まえた 6 つの論文(J002-007)の研究成果を紹介している。</p> <p>また、コンテナ苗の育苗や植栽技術の研究が 20 世紀後半には始まった海外の林業先進国における状況について、ミニコンテナ苗の開発(Walshetal.2014)(E001-004)等の紹介をしており、林業先進国といえどもさらなる効率化を図って低コスト林業を実現しなければならない厳しい状況がある。</p>				
No.	J002	報告年	2016	著者名	八木橋勉ら
文献名	スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係				
抄録 (概要)	<p>これまでに、コンテナ苗の樹高成長は、植栽時の苗の形状比が平均 60 程度の集団であれば、裸苗と同等以上であるが、形状比が平均 100 程度の集団では、裸苗と比較して劣ることがわかってきた。本研究では、集団の平均値ではなく、個体ごとの形状比と成長との関係に注目し、コンテナ苗と裸苗の成長を 4 成長期にわたって調査した。</p> <p>1 成長期ごとの形状比と相対成長率の関係は、相対樹高成長率では、すべての成長期において、形状比とは負の相関があったが、特に 1 成長期目と 2 成長期目の相関が強かった。相対地際径成長率では、すべての成長期において、形状比とは正の相関があり、特に 1 成長期目と 2 成長期目の相関が強かった。</p> <p>このことから、<u>形状比が高い個体は、成長初期には樹高成長を抑え、直径成長を優先することが明らかになった。</u>また、樹高の成長量に関しては、4 成長期にわたる経時的データについて線形混合効果モデルを用いて解析した結果、<u>形状比が高いことは樹高成長量に対しても、有意に負の効果があった。</u>以上のことから、相対成長率だけでなく、樹高成長量に対しても、高過ぎる形状比は、負の効果があることが明らかになった。</p>				
No.	J003	報告年	2016	著者名	杉原由加子ら
文献名	スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は、キャビティの容量が小さいために根系発達が制約されるが、施肥と灌水によって養分や水分の強いストレスを受けずに育てられる。そのため地下部に比べて地上部の大きい形状になりやすく、植栽後に強い水ストレスを受ける可能性がある。</p> <p>本研究では、スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度との関係を調べ、山出しに適したスギコンテナ苗の規格基準に関する基礎的な知見を得ることを目的とした。</p> <p><u>苗高の高い苗木では形状比の大きく、細根量当たりの地上部乾燥重量(地上部／細根比)が大きい苗木が多かった。植栽当初の蒸散速度は、地上部／細根比が</u></p>				

	<p>大きい苗木で低い傾向が認められ、蒸散速度が低い苗木では地上部乾燥重量当たりの細根成長量（植栽後約2カ月間）が小さい傾向が認められた。</p> <p>以上から、<u>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。</u></p>				
No.	J004	報告年	2016	著者名	新保優美ら
文献名	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—				
抄録 (概要)	<p>夏季植栽におけるコンテナ苗の優位性を検証するため、<u>スギ挿し木コンテナ苗(1年生および当年生)とスギ挿し木裸苗を9月に植栽し、植栽直後の生理的ストレスと植栽後1年間の成長を比較した。</u></p> <p>裸苗の水ポテンシャルは植栽直後に大きく低下し、その後1カ月間、コンテナ苗よりも低い値で推移した。しかし、水ポテンシャルの低下は、枯死に至る致命的なストレスとはならなかった。植栽当年の苗高は1年生コンテナ苗で最も大きく、次いで当年生コンテナ苗であり、裸苗が最も小さかったが、植栽翌年には裸苗の伸長成長量が最も大きかったことから、植栽1年後の裸苗と当年生コンテナ苗には苗高差がみられなくなった。</p> <p>また、植栽時は苗の地上部および地下部の各器官の配分が苗種間で異なっていたが、植栽1年後には差がなくなった。さらに、植栽当年は1年生コンテナ苗で傾斜被害が多く、裸苗では主軸先端の萎れや枯れがみられ、健全苗の割合に苗種間で差が生じていたが、植栽1年後には差がみられなくなった。</p> <p>以上のことから、<u>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、今回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。</u></p>				
No.	J005	報告年	2016	著者名	原山尚徳ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>コンテナへ直接播種し育苗した1年生カラマツコンテナ苗が積雪期以外で通年植栽可能か明らかにするため、2014年5月から10月まで毎月植栽し、生存率、成長、生理生態特性を調べた。対象として5月には裸苗も植栽した。</p> <p><u>5月に植栽した未開葉のコンテナ苗は裸苗よりも植栽後の成長量が大きく、2成長期間で裸苗のサイズに追いついた。これは、コンテナ苗の方が植栽後の根の成長が旺盛で光合成速度や気孔コンダクタンスが高かったことが要因と考えられた。6～8月に植栽したコンテナ苗は、植栽時の細根の電解質漏出率、圧ポテンシャルを失うときの葉の水ポテンシャルおよび葉/根比が高いなど、個体全体の耐乾性が他の時期よりも低かった。さらに7月の極端に少ない降水量と土壤乾燥が重なり、6、7月植栽の当年秋の生存率はそれぞれ62%、22%と低かった。一方、8月植栽苗は植栽前後に十分な降水があり生存率が97%と高かった。9、10月植栽苗は耐乾性が高く、植栽翌年秋の生存率が高かった。</u></p>				

	現状では、 <u>カラマツ裸苗の秋の植栽は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、コンテナ苗の植栽により2カ月程早められると考えられた。</u>				
No.	J006	報告年	2016	著者名	成松真樹ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>カラマツコンテナ苗の植栽適期を明らかにするために、<u>5月から11月の各月に苗を植え、翌月以降に掘り取って、活着と根、樹高、地際直径の成長を植栽月で比較した。</u></p> <p>植栽月は当年と翌年の成長に影響し、植栽月によっては根と樹高の成長が連関した。<u>苗は各植栽月で97%以上の活着率を示したが、秋植えでは根鉢からの根の伸長量が減少した。8月以前は地温が高く迅速に根が伸長し、10月以降は地温が低く根の伸長が抑制されたと考える。植栽当年の樹高成長は5月と6月の植栽でのみ明瞭だった。そのピークは各々8月と9月に現れ、根長成長ピークから1カ月遅れた。7月以降の植栽では、樹高成長が根長成長後に生じるカラマツの特性により、樹高成長開始前に秋を迎えたと考えられる。植栽当年11月の地下部重量は早い植栽月で大きく、植栽翌年7月までの樹高成長率と正の相関を示した。その結果、植栽当年11月にみられた樹高の差は、その1年後でも完全には回復せず、11月植栽苗の樹高は、8月以前の植栽苗より小さかった。</u></p> <p>本研究の結果は、<u>カラマツのコンテナ苗は春から秋まで植栽可能だが、9月以降の植栽は冬季枯損や植栽翌年までの成長不良のリスクが高まる可能性を示唆している。</u></p>				
No.	J007	報告年	2016	著者名	諏訪鍊平ら
文献名	植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長				
抄録 (概要)	<p>コンテナへ直接播種し育苗した1年生カラマツコンテナ苗が積雪期以外で<u>通年植栽可能</u>が明らかにするため、2014年5月から10月まで毎月植栽し、生存率、成長、生理生態特性を調べた。対象として5月には裸苗も植栽した。</p> <p><u>5月に植栽した未開葉のコンテナ苗は裸苗よりも植栽後の成長量が大きく、2成長期間で裸苗のサイズに追いついた。これは、コンテナ苗の方が植栽後の根の成長が旺盛で光合成速度や気孔コンダクタンスが高かったことが要因と考えられた。6～8月に植栽したコンテナ苗は、植栽時の細根の電解質漏出率、圧ポテンシャルを失うときの葉の水ポテンシャルおよび葉/根比が高いなど、個体全体の耐乾性が他の時期よりも低かった。さらに7月の極端に少ない降水量と土壤乾燥が重なり、6、7月植栽の当年秋の生存率はそれぞれ62%、22%と低かった。一方、8月植栽苗は植栽前後に十分な降水があり生存率が97%と高かった。9、10月植栽苗は耐乾性が高く、植栽翌年秋の生存率が高かった。</u></p> <p>現状では、<u>カラマツ裸苗の秋の植栽は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、コンテナ苗の植栽により2カ月程早められると考えられた。</u></p>				

No.	J008	報告年	2016	著者名	壁谷大介ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は植栽後の活着・成長が良いことが期待されている。しかし国内においては、コンテナ苗の成長・活着能力について統一的な見解が未だ得られていない。そこで本研究では、コンテナ苗の成長・活着能力の普遍的な傾向を把握することを目的として、1道7県・5樹種からなる39カ所の植栽試験の情報に基づき、コンテナ苗と裸苗の植栽後の生存率および樹高・直径成長速度を推定し両者の間で比較した。</p> <p>階層ベイズ法を用いたパラメータ推定の結果、全種を通してのコンテナ苗の生存率の中央値は0.96であり、裸苗の生存率(中央値0.97)とほぼ同じであった。また樹高成長速度および直径成長速度も、全体推定値・樹種別推定値ともコンテナ苗と裸苗との間で分布範囲に大きな違いはみられなかった。形状比(樹高/基部直径)は、いずれの種でも植栽直後にはコンテナ苗の方が高いものの、植栽1年以降には、全ての種においてコンテナ苗と裸苗との間の差はみられなくなった。以上の結果から、一般的な傾向としてコンテナ苗の植栽後の活着・成長は裸苗と同程度であり、育苗の利便性や植栽の効率性がコンテナ苗の優位性を示すのに有効な特徴となることが示唆された。</p>				
No.	J009	報告年	2016	著者名	猪俣雄太ら
文献名	異なる植栽器具使用時のコンテナ苗の植栽能率				
抄録 (概要)	<p>本研究はコンテナ苗専用植栽道具の高効率化を目指し、能率の低い要素作業を明らかにすることを目的に、延べ16人を対象に4種類の道具(唐クワ、ディブル、スパード、プランティングチューブ)を用いて植栽試験を行い、各道具の作業能率および要素作業について統計的な分析を行った。</p> <p>その結果、<u>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、スパード、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。</u>また、<u>苗の周りを踏む作業や移動・測尺の能率に植栽道具の違いが与える影響は小さかった。</u></p> <p>これらの結果より、コンテナ苗専用の植栽道具の高効率化には穴をあける作業や苗を植える作業の能率向上が必要である。</p>				
No.	J010	報告年	2016	著者名	城田徹央ら
文献名	長野県北部におけるスギコンテナ苗の活着と初期成長				
抄録 (概要)	<p>降水量の少ない地域へのコンテナ苗の導入事例として、長野県信濃町におけるスギコンテナ苗の活着と初期成長を2年間調査した。</p> <p><u>コンテナ苗の活着率は丁寧植栽された裸苗の活着率と変わらなかったが、一畝植えされた裸苗の活着率よりも優れていた。</u>初年度の樹高成長量は、コンテナ苗も裸苗も1cm未満であり、強い乾燥ストレスを受けていることが示唆された。2年目の樹高成長量は両者とも約30cm以上と回復した。しかし、コンテナ苗の樹高成長量と肥大成長量は丁寧植栽された裸苗より劣った。また、2年目の樹高成長量と肥大成長量はいずれも雑草木との競合状態の影響を受けており、</p>				

	初年度の小さな樹高成長量がその後の低い成長と下刈りコスト削減に深刻な影響を与えることが懸念された。				
No.	J011	No.	J011	No.	J011
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>伐採・造林一貫作業は、伐出機械を再造林作業の一部に適用することにより、再造林コストの低減を図る作業として検討が進められている。本研究では、長野県内の緩傾斜地を中心とした林分において、車両系作業システムによる皆伐作業および再造林作業の各工程の生産性とコストを明らかにすることを目的として、伐倒、木寄せ、造材、集材、地拵え、苗木運搬、植栽の各工程の生産性を調査した。</p> <p>高密度路網が整備された3地域のカラマツ林で伐倒から集材までの5回の皆伐作業を調査した結果、労働生産性は14.8~24.0m³/人日となり、約20m³/人日の生産性が得られた。グラップルローダによる機械地拵えは、人力地拵えを大きく上回る生産性を示し、地拵えコストを25~75%に低減する可能性が示唆された。また、フォワーダによる苗木運搬により、運搬コストが約73%に低減された。コンテナ苗の植栽工程は裸苗より生産性が有意に高かったが、植栽コストはコンテナ苗の価格が高いために裸苗の方が低かった。再造林作業の生産性向上とコスト低減を両立させるためには、コンテナ苗の低価格化が望まれる。</p>				
No.	J012	No.	J012	No.	J012
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首樹高および周辺雑草木の影響を明らかにし、下刈りの要否を決める簡易な判断基準を検討するため、3年次の下刈りが省略された4年生のスギ人工林において、植栽木の樹高、当年伸長量および雑草木との競争関係を個体ベースで調査した。</p> <p>スギ植栽木の樹高成長は、スギ樹冠に対する側方からの被圧より上方からの被圧の影響を強く受けており、植栽木の梢端部が周辺の雑草木に覆われなければ、樹高成長の低下は小さいと考えられた。また、梢端部が周辺雑草木によって覆われた植栽木では、期首樹高が低くなるほど樹高成長量が小さくなっていった。一方、期首樹高の高い植栽木では、梢端部が覆われていても、覆われていない個体と同程度の成長量を示し、成長量のばらつきも小さかった。</p> <p>したがって、スギ植栽木が良好な樹高成長を保つためには、植栽木の個体サイズが小さな間は、樹冠全体が覆われるような被圧は避けた方が良いと考えられた。具体的な個体サイズの指標については検討する必要があるが、期首樹高と、植栽木と雑草木の相対的な競合関係の組み合わせは下刈り要否を判断する有効な指標と考えられた。</p>				

No.	J013	No.	J013	No.	J013
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>収穫後、乾燥・冷凍条件下で 18 カ月間保管したスギおよびヒノキの種子について、近赤外光による充実種子の選別と殺菌液による洗浄が、発芽率の向上にそれぞれの程度の効果をもたらすかを解析した。</p> <p>選別により、いずれの樹種においても発芽率は大幅に向上し、特にスギにおいては、一粒播種によるコンテナ苗生産の要件とされる 90%の発芽率を超える水準に達した。他方、播種前に殺菌液または水に浸漬した両樹種の種子は、乾燥状態のまま播種した対照と比べ、発芽時期が早まる傾向を示した。しかし、播種後 2 週目以降では、発芽率の改善効果は見られなかった。また、殺菌液への浸漬処理は、カビの繁殖や腐敗による種子の変性を防ぎきることはできなかった。</p> <p>充実種子を選別するだけでなく、変性の可能性のある種子を事前に取り除く、あるいは選別した種子の変性を抑制する方法を見出すことができれば、さらなる発芽率の向上が期待できる。</p>				
No.	J014	報告年	2017	著者名	内村慶彦ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>本研究は、スギ裸苗、300 及び 150cc のスギ挿し木コンテナ苗が植栽されている鹿児島県始良市において、150cc スギコンテナ苗の生存率と初期樹高成長は裸苗や 300cc コンテナ苗と異なるのかについて、事例を集積することを目的とした。</p> <p><u>150cc コンテナ苗の生存率は裸苗および 300cc コンテナ苗と有意差はなかった。2 生育期間にわたり樹高成長量を苗種間で比較したところ、150cc コンテナ苗の初期樹高成長量については裸苗と同等であるが、300cc コンテナ苗と比較すると小さくなる可能性が明らかとなった。</u></p>				
No.	J015	報告年	2017	著者名	染谷祐太郎ら
文献名	弱光・灌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				
抄録 (概要)	<p>植栽に適したサイズのコンテナ苗を通年で供給し、コンテナ苗造林の普及を促進するためには、伸長成長を制御する育苗技術が必要である。本研究では、1 年生スギコンテナ苗を灌水を約 10 日に一度の頻度に制限して室内の弱光条件で 33 日間育成させ、成長と乾燥ストレス耐性の変化及び植栽後の活着への影響を調べた。</p> <p>処理苗の当年シュートの水分特性値の変化を P-V 曲線法により測定した。1 週間の処理でコンテナ苗の伸長成長は停止した。33 日間の処理により初発原形質分離時の水ポテンシャルと飽水時の浸透ポテンシャルは上昇し、P-V 曲線法による葉の水分特性値で評価される乾燥ストレス耐性が低下した。葉の乾燥ストレス耐性の低下は、葉内の溶質濃度の低下と対応していた。2016 年 8 月 12 日に処理を行わなかった対照苗とともに植栽し、光合成速度や蒸散速度、植栽後の成長を調べた。処理苗と対照苗ともに植栽前後で光合成速度に有意な差は認め</p>				

	<p>られなかった。蒸散速度については、植栽前は処理苗の方が有意に高かったが、植栽後は有意な差が認められなかった。植栽後の成長では、処理苗は対照苗と比べて伸長成長量は有意に小さく、伸長成長していない供試苗が多かった。9月1日に掘り取り、植栽後に土壤中に伸長した細根量を測定した。<u>植栽後の活着に非常に重要な植栽後の根量が処理苗と対照苗で有意差は認められなかった</u>ことから、本研究の結果は、スギ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と考えられる。</p>				
No.	J016	報告年	2019	著者名	来田和人ら
文献名	グイマツ雑種 F1 優良家系「クリーンラーチ」のコンテナ挿し木育苗方法の開発				
抄録 (概要)	<p>グイマツ×カラマツ雑種の優良家系「クリーンラーチ」は、種子の供給量が少なく実生苗木では需要を満たせないため、挿し木苗木により植栽が行われている。しかし、現在の圃場育成の実生苗を挿し木台木に用い、ペーパーポットに挿し木する方法では挿し穂数が少ない上に挿し木苗の根が根巻きを起こし発達が悪く、増殖率が低いため、苗木不足の解消に至っていない。</p> <p>そこで、コンテナを用いた台木の育成と挿し木の育苗の効果を調べた。<u>150ccコンテナに直接播種して挿し木台木を育苗することにより、挿し穂数が従来方法の 10.2 ± 4.4 本/台木から 18.0 ± 3.8 本/台木の 1.8 倍になった</u>。また、コンテナに6月に挿し木し10月末まで温室で育苗することで、<u>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% 高くなり、コンテナの有効性が明らかとなった</u>。一方で、コンテナでは挿し木苗の本数密度が高くなり根元径の成長が抑制されることから、苗木の本数密度管理が重要であることが示唆された。</p>				
No.	J017	報告年	2016	著者名	梶本卓也ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>大型プロジェクト研究「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」(平成 26~27 年)の概要と成果について、一貫作業におけるコンテナ苗の取り扱いや、育苗・植栽技術に関する話題を中心に紹介する。本研究プロジェクトの最終的な目的は、一貫作業システムを全国展開するにあたって、各地域に適合したシステムを提案することである。全国 16 の公立試験研究機関、6 大学、2 民間企業でコンソーシアムを形成し、調査、試験を一斉に行い、それらのデータを統合的に分析するアプローチが取られた。研究内容は、1) 地域に適合した一貫作業システムの構築、2) コンテナ苗の生産・植栽技術の開発、3) コンテナ苗の安定供給体制の確立の3つに大別される。1)、2) について成果と課題を述べる。</p> <p>1) 急峻な山間部の高知県では、路網の整備が難しく、主に架線系による伐採・集材が行われているが、各作業工程調査の結果、伐出後に架線をそのまま利用してコンテナ苗を植栽地へ運搬すると、1日に1万本近くの苗木が運搬でき、大幅に作業効率が向上するのが確認された。一方、植栽まで現地で苗木を保管する際に苗の乾燥を防ぐ必要も生じた。比較的傾斜が緩い長野県では、高性能ある</p>				

	<p>いは先進的林业機械を組み合わせた一貫作業の功程調査を行った。その結果、グラップルローダによる地拵えは人力に比べて作業効率が最大 10 倍も高く、フォワーダを用いると時間当たり約 2,000 本の苗木運搬が可能になったことが分かった。</p> <p>2) 2015 年現在、コンテナ苗の価格は裸苗の約 2 倍である。生産コストを下げるには大量に苗木を生産し育苗できる機械化、自動化したシステム開発が必要となる。プロジェクトでは良好な根鉢形成が期待できるスリット入り新型コンテナを開発した。さらに、近赤外光の反射特性を利用した充実種子を判別する技術を開発した。また、コンテナ苗の早期出荷を目指した研究も行われ、カラマツをコンテナに直接播種した 1 年生苗を通常の 2 年生裸苗と比較した結果、コンテナ苗の光合成能力は高く、樹高や根量は 2 年目に裸苗にほぼ追いつくなど、通常の裸苗と遜色ないことが確かめられた。コンテナ苗の通年植栽の可能性を検証した結果、カラマツやヒノキのコンテナ苗について、活着率は裸苗と同程度が夏季によっては高くなる結果が得られた。</p>				
No.	J018	報告年	2017	著者名	原真司ら
文献名	コンテナ苗の効率的生産に向けた技術開発と課題				
抄録 (概要)	<p>種子発芽率の問題を克服し、苗生産の省力化と低コスト化を両立させる技術課題に取り組んでいる。従来の種子選別技術は、肉眼選、ふるい選、風選、水選などがあり、未熟種子は風選や水選で比較適容易に取り除くことが出来る一方、シブダネと充実種子の選別は困難であるため、発芽率の改善効果は限定的であった。</p> <p>筆者らは近赤外光を用いて、種子の充実具合を非破壊的に評価する技術を開発した。充実種子においてのみ、1,730nm 付近に特徴的な反射率の低下が認められ、これは脂質の光吸収による反射光の減少を反映している。スギだけでなく、ヒノキ、カラマツ種子でも同様の特長が見られる。シブダネと未熟種子は、充実種子と比べて脂質の蓄積量が明らかに低く、外観からの視認が困難な種子内部の成分の相違を近赤外光の特性を生かすことにより非破壊的に種子を選別することが出来、スギでは発芽率を 90% 以上に高めることに成功した。</p> <p>しかし本選別技術により得られた高発芽率種子を用いてなお、得苗率を大きく左右する初期成長の個体間差にかかわる問題がある。これら問題を解決するアプローチとして、1 つ目は選別した充実種子に適切な処理を施し、発芽時期を揃えること、あるいは近赤外分光データを高度利用し、予測される初期成長力に応じて種子をより精密に選別利用すること、2 つ目は小さなプラグトレイで発芽させ、成長に応じてコンテナへ移植を行うことなどが考えられる。</p>				
No.	J019	報告年	2016	著者名	藤井栄
文献名	実生スギコンテナ苗生産期間短縮の試み				
抄録 (概要)	<p>近年、林業用苗木として植栽されることが多くなった実生スギコンテナ苗は、春に畑に播種され、1 成長期（スギが成長する期間で春から秋）の育苗を経て、翌春に育苗施設での栽培に移行し、さらに 1 成長期の育苗後に出荷されており、従来の裸苗同様 2 成長期の育苗期間を要している。</p>				

	<p>本研究では、畑を使用せず、施設のみで育苗し、生産期間の短縮を試みた。2014年8月と2014年10月に播種した結果、翌年9月に8月播種で9割、10月播種で6割の苗木が従来苗の規格である樹高35cmに達した。2015年10月に樹高の大きな一部のコンテナ苗の得苗率を測定した結果、8月播種は79±7%となり、10月播種は78±12%となった。残りの苗木は2016年3月に得苗率を測定し、8月播種は71±8%となり、10月播種は67±9%となった。10月と翌年3月の得苗率を平均すると8月播種で76±8%、10月播種で69±10%であった。</p> <p>また、<u>コンテナ苗生産に使用した種子量は十分なかん水が可能で天候条件に左右されないハウス内で、育苗箱に播種することにより、天候条件に左右されやすい屋外の畑に播種する場合の3分の1程度の種子量、5分の1の栽培面積となった。</u></p>				
No.	J020	報告年	2017	著者名	藤井栄
文献名	徳島県におけるスギ実生コンテナ苗の育苗				
抄録 (概要)	<p>徳島県でコンテナ苗を使用する大きな理由の一つは、人手不足問題に対応するため、植栽期間の拡大による労務負担の平準化を狙うことにある。本稿ではスギ苗木の供給を安定的に行うためのスギ実生コンテナ苗育苗技術を、本県の例を中心に解説する。</p> <p>ガラス温室内で育苗したスギコンテナ苗を、5月にセンターの露地育苗施設と近隣生産者の露地育苗施設に移動し、センターでは規則的な灌水、生産者は培地の状態を確認しながら生産者の判断で灌水を行った（例えば、<u>降水の多かった8月は、センターでは規則的な灌水を継続したが、生産者は灌水を一度も行わなかった</u>）。10月に樹高を測定した結果、<u>センターでは樹高30cm以上の苗木が30%であったが、生産者では72%であった</u>。<u>育苗期間中の施肥量は追肥をしたセンターの方が多いが、灌水方法の違いによって成長量の差が発生した</u>。培養土は、保水力、保肥力のよいココナッツピートと透水性の高いパーライト等を混和することにより培地の乾燥の程度を調整できる。コンテナは側面にスリット（縦孔）が入っているタイプは培地が外気に触れるので乾燥しやすい。灌水のばらつきを小さくするためには情報から灌水し、樹高が高くなるにつれて灌水時間を長くする方法が有効であると考えられる。根系の発達には、乾燥と湿潤の繰り返しによる培養土の物理的膨張と収縮が必要である。</p> <p>現在徳島県で普及しているコンテナ苗育苗の生産スケジュールは、育苗箱に播種を行い、発芽後にコンテナに移植する方法である。育苗箱への播種はコンテナへの直接播種に比べ、移植時の樹高を揃えることができ、育苗箱は自由に持ち運べるため、移植の作業効率もよく、段積みも可能であるため省スペースで発芽を行うことが出来る。一方、移植作業に労務負担があり、大量生産を目指した機械化に繋げることは難しい。</p>				

No.	J021	報告年	2016	著者名	松田修
文献名	林業の高収益化に貢献する近赤外画像分光技術				
抄録 (概要)	<p>本稿では、近赤外画像分光技術を理解するのに最小限必要となる概念について解説した後、同技術による応用事例として種子の選別法を紹介する。</p> <p>樹木において、種子の発芽率を低下させている最大の要因は、種子成熟の過程が正常に進まず、発芽に必要な構造や成分を備えるに至らない不稔種子が形成されやすいことにある。<u>正常に形成された充実種子は、外観のほか比重などの特性を手がかりに、不稔種子から選り分けることは困難だが、発芽に必要なエネルギー源として、多量の脂質成分を胚乳に含んでいることが特徴である。充実種子に多量に含まれる脂質分子は、炭素－水素（C-H）原子間の共有結合に富んでおり、近赤外域では1,730nmを中心とする波長の光を吸収しやすい（反射しにくい）性質をもっている。</u>すなわち、この波長域に絞って種子を撮影すると、不稔種子は明るく充実種子は暗く映ることになる。実際的には、種子表面の質感がすべての波長域における輝度に影響するため、1,730nmを含む波長帯と脂質の影響を受けにくい他の波長帯との相対輝度を利用することにより、充実種子を正確に選り出すことが可能となる。選別を経ることにより、種子の発芽率は飛躍的に上昇する。</p>				
No.	J022	報告年	2016	著者名	松田修ら
文献名	高発芽率を実現する樹木種子の選別技術				
抄録 (概要)	<p>本稿では、わが国に林業が興って以来、苗木（実生苗）の生産性を律速してきた、スギ、ヒノキ、カラマツなど、主要造林樹種における種子の発芽率を、安定的かつ飛躍的に向上させるための選別技術について紹介する。加えて、同技術がいかにして林業の省力化や低コスト化に貢献し、林産体制を変容させ得るかにについて議論する。</p> <p>収穫した種子が必ずしも発芽に至らない理由の1つは、正常に形成された充実種子が休眠や保管に伴う劣化により、一時的あるいは永久的に発芽能力を失うためである。2つは、種子の形成過程において、発芽に必要な構造や成分を備えるに至らなかった不稔種子が混在するためである。スギの充実種子と不稔種子の可視・近赤外域を含む波長領域における反射スペクトルを見ると、充実種子は1,730nm付近で反射率が低下する。これは、充実種子は不稔種子よりも脂質が多く蓄積しているが、脂質が多いと、この帯域における光吸収が増し、反射率が低下するためである。</p> <p>種子の選別作業は、現在手作業で行うほかないが、<u>1人1日8時間で3,000粒の種子を処理するのが限度</u>である。<u>機械化による大開は比較的容易であると推察され、100倍の処理速度が実現すれば、1日に得られる充実種子は10万粒となり、苗木生産にかかる労力とコストを飛躍的に低減することが可能となるはず</u>である。</p>				

No.	J023	報告年	2017	著者名	高橋誠
文献名	カラマツの安定的種苗生産に向けた技術開発				
抄録 (概要)	<p>カラマツの種苗不足を解消することを目的として、今年度より、農林水産技術会議の革新的技術・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）として、林木育種センターが代表機関となり、県、研究所、大学等とコンソーシアムを形成し、「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」（平成 28～30 年度）に着手しました。このプロジェクトでは、1）着花促進、2）種子生産、3）苗木生産の 3 つのステップを設け、それぞれの段階で技術開発に取り組むことにしました。着花促進では、光や水分、物理刺激、施肥などの条件をコントロールすることによって着花を促進する技術を、種子生産では、採種時期の最適化と採種作業の機械化を、苗木生産では、さし木技術により 1 つの種子から複数の苗木を育成する技術を開発します。開発した技術を各地域の状況に応じて組み合わせることにより苗木の生産性を高め、今後のカラマツ林業の発展に貢献することを目標としています。</p>				
No.	J024	報告年	2016	著者名	横田康裕ら
文献名	九州地方におけるコンテナ苗生産の課題				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗生産を拡大する際の課題を明らかにするために、九州地方 7 県を対象に、コンテナ苗生産の現状、現在生産者が抱えている問題とそれへの対策について、聞き取り調査と文献調査を行った。</p> <p>その結果、近年急速にコンテナ苗生産量は増加しているが、苗木生産に占める割合はまだ小さかった。今後、コンテナ苗生産を拡大する際の課題として、生産者の確保、生産設備の整備、生産技術の体系化・向上、穂木の確保、苗木生産利益の向上、安定的需要の確保があげられた。これらへの対策として、国有林における九州森林管理局の取組を継続すること、民有林において、生産体制の強化、長期的に破綻のない補助、九州レベルでの実効性のある需給調整が重要と考えられた。</p>				
No.	J025	報告年	2017	著者名	渡邊仁志
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>岐阜県森林研究所では、県下の実情に合わせた低コスト再造林技術を確立するために、急傾斜地におけるヒノキ実生コンテナ苗技術の改良に取り組んでおり、県営育種場と共同でいろいろな育苗条件で試作した苗木を林地に植栽して評価してきた。</p> <p>ここでは、これまでの研究成果を紹介する。高さが 15cm、10cm、5cm の M スターコンテナを用いて、根鉢の深さが異なるヒノキ 2 年生苗を育成し、岐阜県内の傾斜の異なる 2 箇所（13 度、40 度）にそれぞれ 4 月と 5 月に植栽した。植栽 1 年目期末の生存率はどの条件でも 9 割と高く、培地容量の違いが苗木の活着に及ぼす影響はなかった。根鉢の高さを小さくすることは、初期サイズをわずかに小さくするが、植栽効率は上がる。ヒノキの植栽適期は 4 月あるいは 10 月上旬のわずかな期間だが、春植えだけでなく夏植えや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。活着率の点では、標高が</p>				

	高い地域でも植栽期間の拡大を図れる可能性がある。一方、 <u>夏植えや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付近に収束したあと、植栽3年目になってようやく伸長成長が始まった。</u>				
No.	J026	報告年	2017	著者名	渡邊仁志ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>育苗時に施用した溶出期間の長い肥料（緩効性肥料）がヒノキ実生苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにするため、植栽後2年間の成長と部位ごとの重量変化をコンテナ苗と裸苗とで比較した。</p> <p><u>コンテナ苗は緩効性肥料（溶出期間 700 日）を施用し、マルチキャビティコンテナで1年間育成した。植栽時のコンテナ苗は、裸苗より根元径が小さく、樹高および比較苗高が大きかった。2年間の樹高および根元径成長量や同期末サイズは、コンテナ苗の方が大きかった。比較苗高の低減はコンテナ苗で大きかった。苗木の T/R 比は苗種間で差がなかったが、部位（葉、幹、枝、根）ごとの乾燥重量の増加はコンテナ苗の方が大きかった。樹高や根元径の相対成長率は、植栽1年目にはコンテナ苗が優れていたが、植栽2年目にはその優位性が低下した。</u></p> <p>これらのことから、<u>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。</u></p>				
No.	J027	報告年	2019	著者名	清水香代
文献名	当年生カラマツコンテナ苗の育苗方法の検討				
抄録 (概要)	<p>近年長野県では、カラマツの主伐や更新伐が進められている。それに伴い、再造林時に使用されるカラマツ苗木の需要も増加している。再造林時には近年各地でマルチキャビティコンテナ（以下、コンテナ）により育苗した苗も用いられている。県内のコンテナ苗は、前年の春に苗畑に播種し育苗した1年生幼苗を移植し作成するのが一般的である。しかし、この方法で育苗された苗では形状比が高く、下枝が少ない等の品質的に疑問が残るものも多い。また、苗畑での育苗期間を含めると育苗に2成長期が必要となることから、育苗経費がかかることや、急な需要への対応も困難となっている。</p> <p>そこで本研究では、カラマツ種子をコンテナに直接播種するとともに、植物の光合成や成長を調整する働きをもつ酸化型グルタチオンを含む肥料を施用することにより、播種から1年以内に出荷できる苗を生産することを目的として育苗試験を実施したので報告する。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。</p>				
No.	J028	報告年	2018	著者名	壁谷大介ら
文献名	コンテナ苗の"形状比"に関する考察				
抄録 (概要)	比較苗高（形状比：苗高／基部直径）は、苗木の健全性を示す指標として用いられている。近年普及が図られているコンテナ苗においては、一般的に形状比の				

	<p>高い苗が生産されがちである。とりわけ形状比が $100(\text{m}/\text{cm})$ を越えるような苗だと、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。このため、植栽直後の旺盛な樹高成長を期待するのであれば、形状比の小さいコンテナ苗を生産する必要がある。ではコンテナ栽培において、自由な形状比を持つ苗木を生産することは可能なのだろうか。また、植栽後の苗木の形状比が収束する値（以後、到達形状比）は、何を意味するのだろうか。主軸の地際まで着葉している苗木は、いわば樹冠のみが存在する樹木である。従って苗木の基部を樹冠の基部とみなせば、これまで成木を対象に議論されてきた樹冠内の幹形状の理論を苗木に当てはめることもできると考えられる。</p> <p>そこで本研究では、成木を対象に議論されてきたパイプ理論を苗木にまで拡張することで、コンテナ育苗における苗の形状比の可塑性の幅と植栽後の到達形状比の意義について議論する。</p>				
No.	J029	報告年	2018	著者名	山中豪ら
文献名	ガラス室を用いた直接播種によるスギ・ヒノキ 1 年生コンテナ育苗試験				
抄録 (概要)	<p>スギ・ヒノキ実生 1 年生コンテナ苗の得苗率向上と、キャビティへの直播きによる育苗の実用化を目的として試験を行った。平成 29 年 3 月、界面活性剤水溶液を用いた種子の選別を行った後、ガラス室内でキャビティあたり 3 粒を播種した。結果、5 月上旬時点で発芽が確認されたキャビティはスギで 91%（発芽率 59%）ヒノキで 86%（発芽率 54%）であった。空きキャビティへ補植後、5 月中旬に野外へ移動し、9 月からは半数を残しガラス室へ戻した。一部は 7 月より毎週液肥を散布した。11 月に苗長と地際直径を計測した結果、<u>スギでは、9 月からガラス室に戻した苗に比べ、野外に残した苗で形状比が低く、出荷基準（標準規格 5 号）を満たす苗の割合が高かった。</u>また、<u>施肥なしでは 49%、施肥ありでは 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。</u>ヒノキでは、9 月以降野外に残したもののうち施肥ありで良い成長が見られたが、11 月時点で出荷基準を満たす苗は僅かであり、育苗条件の再考が必要と考えられた。</p>				
No.	J030	報告年	2017	著者名	藤本浩平ら
文献名	スギ特定母樹コンテナ苗の植栽後 2 年間の地上部成長				
抄録 (概要)	<p>スギ特定母樹コンテナ苗の初期成長を明らかにするため植栽試験を行った。特定母樹等第二世代候補および第一世代は関西育種場で採種された種子を用い、対照として高知県内で流通する精英樹採種園で採種された種子を用いてコンテナ苗を育苗した。育苗箱内の鹿沼土へ播種し、本葉が出始めた頃にココピートオールド 150cc を充填したマルチキャビティコンテナ（JFA150）へ移植して高知県内で 1 年間育苗を行った。2015 年 3 月に高知県土佐郡土佐町の皆伐地で植栽を行った。植栽密度は 2、500 本/ha で、各苗を 80 本ずつ交互に植栽した。2015 年 4 月、2015 年 12 月、2016 年 12 月に樹高および地際直径を測定した。第 2 生育期終了後の生存率は、第二世代候補 100%、第一世代 93.8%、精英樹</p>				

	96.3%であった。枯死の理由は、生理障害とみられるものとウサギによる食害、下刈時の誤伐であった。樹高は、いずれの測定時でも第二世代候補>第一世代>精英樹の順で、第1生育期終了後と第2生育期終了後で第二世代候補と精英樹の間に有意差がみられた。地際直径は、いずれの測定時でも有意差がみられなかった。形状比は、時間経過に伴い低下する傾向がみられた。				
No.	J031	報告年	2016	著者名	都築伸行
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>本稿では近年の林業用苗木に関する生産及び流通の動向を、沖縄を除く46都道府県調査の結果と統計資料から地方別に分析し、特に北関東地方の需給調整事例について考察を加えた。</p> <p>近年、造林面積の減少に伴い林業用苗木生産は減少傾向にあり、かつて民営で年間10数億本を超えていた生産本数は2013年度には5,600万本となっている。しかし、皆伐による木材生産が活発化する地域もあり、それらの地域では再造林のための林業用苗木の不足が懸念されているが、林業用苗木生産者は激減し1千人となるとともに、高齢化が進んでいる。都道府県調査の結果から、いくつかの県で林業用苗木の供給は不足しており、他県で生産された林業用苗木を移入しているなど、県内での需給調整から苗木配布区域内のような広域での需給調整の必要性が高まっていた。また、一部の都道府県ではコンテナ苗生産を契機に新規参入や新しい生産設備の投資に向けた動きがみられた。</p>				
No.	J032	報告年	2018	著者名	関子光太郎
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>乾燥期の植栽におけるスギ裸苗に対するコンテナ苗の優位性を検証するため、富山県で最も降水量の少ない5月にスギコンテナ苗と裸苗を植栽し、活着、初期生長および積雪被害の発生状況を比較した。また、コンテナ苗についてはディブルを用いて通常の深さで植栽するディブル普通植え、深めに植えるディブル深植え、鋤を用いて植える鋤植えを設けた。</p> <p>その結果、植栽から18日までに、裸苗は全体の8割以上が枯死したのに対し、コンテナ苗の枯死率は1割に満たなかった。このことから、乾燥条件下での植栽において、<u>スギ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。</u>植栽1年目の成長を比較すると、直径成長率は裸苗に比べコンテナ苗で優れ、樹高成長率はコンテナ苗ディブル普通植えを除けば、<u>裸苗とコンテナ苗に明確な差はなかった。</u>1積雪後の積雪被害の状況について、コンテナ苗、裸苗ともに根抜け被害の発生は認められなかった。一方、<u>倒伏被害はコンテナ苗ディブル普通植えにおいて顕著であったが、コンテナ苗ディブル深植えでは被害が軽減された。</u></p>				
No.	J033	報告年	2019	著者名	山野邊太郎ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>精英樹選抜育種事業では、その選抜の効果測定ならびに次世代選抜のための試験地(以下、「検定林」)造成が不可欠である。通常、検定林造成は、各種公的</p>				

	<p>機関の協力の元、当該機関の森林造成事業の一部に包含して行われる。関東地区においては年度をこえて4月以降に上記森林造成事業の入札が行われるため、諸事情を調整した結果、植栽に不利と考えられる5月下旬以降の高温少雨環境下で検定林造成の植栽がしばしば行われる。一方、既往の報告では、コンテナ苗適用効果の一つとして植栽適期を逸した際の活着率の高さを示唆する事例、ならびに、1成長期で植栽に十分な大きさのスギコンテナ苗を育成している事例が見られる。これらのことから、スギにおいてコンテナ苗の活用により短い苗木育成期間と植栽時高活着率を両立する、効率的な検定林造成技術を確立する意義ならびにその実現可能性を感じた。</p> <p>今回は、当年生スギコンテナ苗を使用して、5月下旬から梅雨入り前の植栽を試行した事例を報告する。なお、本研究は、農林水産省委託プロジェクト「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の支援を受けて行われた。</p>				
No.	J034	報告年	2019	著者名	大地純平
文献名	山梨県におけるヒノキコンテナ苗の植栽季節別生存率				
抄録 (概要)	<p>山梨県内3カ所（北杜市、都留市、南部町）の伐採、地拵え完了地にヒノキコンテナ苗（以下「コンテナ苗」）植栽試験地を設定して活着状況およびその成長について調査を行った。植栽の時期は、夏（7月）、秋（10月）、春（3月末）の3期にコンテナ苗を、比較対象として裸苗を秋（10月）、春（3月末）の2時期に植栽した（2017年7月～2018年3月）。コンテナ苗は愛知県の業者、裸苗は山梨県業者より各時期に手に入るもの順次購入し、根元径、樹高（コンテナ苗35cm以上）を計測して使用した。植栽当初のコンテナ苗の直径は3.5～7.6mm、樹高は35～78cm、裸苗に関しては直径6.5～11mm、樹高60cm～88cmとばらつきがあるが、裸苗の方が全体的に大きな苗であった。植栽は、コンテナ苗はディブル、コンテナ苗用鍬による植栽、裸苗は唐鍬による通常植えで実施した。2018年11月に実施した活着調査において、各地域において防鹿柵破損によるニホンジカ食害を確認した。最も大きな被害は、都留市試験地におけるコンテナ苗9割以上の被害であり、再植栽が必要となった。</p> <p>本報告では、ニホンジカ被害を逃れた植栽木の活着、生長状況について報告する。</p>				
No.	J035	報告年	2019	著者名	藤井栄ら
文献名	スギコンテナ苗の冷暗所長期保管の試み				
抄録 (概要)	<p>普及が進むコンテナ苗は育苗施設のコンテナトレイで管理され、出荷作業は1,000から2,000本/人日を要するため、急な出荷要請やキャンセルに柔軟に対応することが難しい。一方で根鉢の状態を保水が可能であるため、適切に管理することで一時保管した苗を用いた出荷調整も期待できる。</p> <p>本研究では保管による休眠状態の延長が可能かどうかの検討を目的として、気温が上昇する前にスギコンテナ苗を冷暗所に移動し、長期保管した後に植栽を行い、苗の状態及び植栽後の活着と成長について検討した。2018年3月8日に露地棚で育苗中のスギコンテナ苗について、樹高及び地際直径の測定後、土のう袋に梱包し、冷暗所への保管を開始した。冷暗所の温度は10℃から夏に向け</p>				

	<p>て徐々に上昇し、7月には 20℃に達した。湿度は常に 90%を越えていた。2018 年 5 月 31 日に保管苗及び露地育苗を皆伐直後の伐採跡地に植栽した。植栽前に樹高及び地際直径の計測とマルチスペクトルカメラでの撮影を行った。2018 年 8 月 2 日に同様の方法で植栽を行った。<u>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。</u></p>				
No.	J036	報告年	2019	著者名	染谷祐太郎ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>一貫作業システムの普及には、植栽に適したサイズのコンテナ苗を通年供給するための伸長成長を制御する育苗技術が必要である。これまでに暗処理によりスギコンテナ苗の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。</p> <p>今年度は暗処理が翌春の伸長成長の再開に与える影響を調べるとともに、暗処理実験を繰り返した。1 年生コンテナ苗(JFA150)を供試した。2017 年 11 月と 12 月に植栽した 2 ヶ月暗処理苗の多くが 3 月までに枯死した。8 月以降の植栽苗はいずれも春季の伸長成長が小さかった。2017 年 6 月、7 月に植栽した暗処理苗は未処理苗と比べて次年度の春先までの伸長成長量が小さい傾向にあった。2018 年 5 月から 10 月にかけて 2 ヶ月暗処理を毎月行った。夏季の暗処理で枯死や衰弱する苗が 2017 年よりも多く発生した。2018 年の方が気温が高かったことの影響と考えられた。また未処理苗は植栽後に枯死しなかったが、2 ヶ月暗処理苗では夏季に枯死する苗木が多かった。植栽 1 ヶ月後の細根成長量は、夏季の植栽苗には暗処理による違いは認められなかったが、秋以降の植栽では、暗処理苗の方が有意に少なかった。暗処理が植栽当初の細根伸長に影響している可能性が考えられた。</p>				
No.	J037	報告年	2018	著者名	小谷二郎ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>多雪地帯における一貫作業による低コスト再生林でのスギコンテナ苗の活着と成長を検証するために、コンテナ苗の植栽方法や大きさを変えて通常の裸苗植栽との比較を行った。試験地は、石川県小松市にある西侯県有林地内（標高 350m、最深積雪深 190cm）で、植栽後 3 年間継続的に調査を行った。植栽方法は、従来のクワによる方法と石川県で開発した動力式苗木植栽機による 2 つの方法で行い、植栽機による方法では植栽前に一部グラップルによる耕耘を組み合わせた。苗木は、通常苗（30～50cm）と大苗（80～100cm）とした。</p> <p>試験の結果、大苗に比べ普通苗が、裸苗に比べコンテナ苗が、年平均成長量および成長率とも良好であった。雪圧により生じる根元曲り水平長は、普通苗およびコンテナ苗の方が大苗および裸苗よりも小さい傾向がみられた。また、植栽機による方法はクワに比べて活着率が高い傾向がみられた。現状では、グラップルによる耕耘後に植栽機を用いて植栽を行った普通苗の成績が最も良好で、植栽機による普通サイズのコンテナ苗植栽とクワによる普通サイズの裸苗植栽がこ</p>				

	れに次いだ。以上のことから、多雪地帯にあってもコンテナ苗植栽は十分可能であることが判った。				
No.	J038	報告年	2018	著者名	八木貴信ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>育苗を延長し育苗密度を変えて育成したスギのコンテナ大苗を林地に植栽し、植栽後3成長期間の活着と成長を調査した。JFA300ccのマルチキャビティコンテナによる1年生スギ挿し木苗(品種=タノアカ、育苗密度=24本/トレイ)を、森林総研九州支所の苗畑(熊本市、標高約50m)にて、3段階の育苗密度(6本、12本、24本/トレイ)で1年間育苗延長した。得られた2年生苗を、2014年4月上旬、同じくJFA300ccコンテナによる1年生スギ挿し木苗(品種=タノアカ、育苗密度=24本/トレイ)とともに、金峰山試験地(熊本市、標高約420m)に植栽した。下刈りは植栽初年度は省略したが、その後は毎年1回初夏に実施した。</p> <p>結果は、山出し時、2年生苗は、樹高、幹基部直径とも1年生苗を上回る大苗になった。しかし2年生苗は育苗密度が高いほど徒長しており、1年生苗より活着が悪くなった。さらに1成長期目、2年生苗の樹高成長は、育苗密度が高いほど1年生苗のそれに比べて抑えられ、その結果、苗タイプ間の樹高、幹基部直径の違いは小さくなった。その後の2成長期、苗タイプ間の樹高、幹基部直径の違いはさらに不明瞭化した。</p>				
No.	J039	報告年	2018	著者名	山下直子ら
文献名	スギ・ヒノキコンテナ苗における主軸切断の影響—萌芽枝の成長と樹形変化—				
抄録 (概要)	<p>近年、再造林の低コスト化を図る上でコンテナ苗の利用が期待されている。苗木生産業者数も増加しつつあり、育苗のための技術開発や設備投資が進められる一方で、植栽現場が依然として少なく、苗木の需給調整が困難な状況である。出荷できずに適寸サイズを超えた苗は廃棄されることになり、残苗増加は生産者の収益性に影響し生産意欲も削がれてしまう。</p> <p>そこで、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、樹形への影響を明らかにし、残苗の有効利用の可能性を検討することを目的とし、主軸を切断したスギとヒノキの3年生コンテナ苗を、京都市の森林総研関西支所の苗畑に植栽した。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く、さらに切断部位から再生したシュートは、1年後にはほぼ1本に集約され、2本以上シュートが残っている個体は少なかった。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、切断部位からシュートは再生せず、下位にあった側枝が真っすぐ伸びて代替わりしており、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。</p>				
No.	J040	報告年	2018	著者名	津山幾太郎ら
文献名	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～				
抄録 (概要)	北海道では、戦後の拡大造林期に植栽され主伐期を迎えた人工林が増加しているが、再造林にかかるコストをいかに低減するかが大きな課題となっている				

	<p>ほか、苗木生産量の不足、未植栽地の増加も懸念される。こうした問題を解消する方法の一つとして、コンテナ苗の活用が期待されているが、植栽試験による有効性の検証は十分になされていない。</p> <p>本研究は、北海道における主要造林樹種3種（トドマツ、カラマツ、アカエゾマツ）を対象として、コンテナ苗がどのような条件で有効なのか、を検証することを目的とした。発表では、北海道内の国有林および民有林の28～69林分で得られた、対象樹種3種の植栽後4年間の活着・成長に関するデータと、気候や地質といった環境要因に関するデータを用いて行った解析結果を紹介する予定である。</p>				
No.	J041	報告年	2018	著者名	藤井栄ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>伐採後の再造林を実施するためには、自然環境条件に加え、労務負担分散など様々な問題に応える技術が求められており、利用可能な技術オプションが多いほど望ましい。徳島県の従来の植栽時期は2月から4月上旬頃までであったことから、5月に伐採が終わった箇所は翌年2月まで植栽ができなかった。そうしたなか、植栽時に苗木の葉の一部を除去する摘葉処理やコンテナ苗による植栽は乾燥に対して強いことから、従来の植栽時期に前倒した植栽でも十分な割合で活着することが期待される。また、徳島県では経験的に伐採直後の成長期は雑草木の再生が2期目の成長期ほどではないとされ、下刈りが実施されないこともあることから、従来の前倒し植栽で下刈り回数を減らせる可能性がある。</p> <p>本研究では、徳島県那賀町水崎の2016年5月に伐採が終わった皆伐跡地において、スギ実生裸苗及びコンテナ苗の0%、25%、50%を摘葉した苗木を時期別（2016年7月、9月、2017年2月、7月）に植栽した。初回の下刈りは2017年7月の植栽直前に行った。活着は各植栽時期2ヶ月後に、成長量は2017年2月（2016年7月、9月植栽）、2018年1月（2016年7月、9月、2017年2月、7月植栽）に調査し評価した。</p>				
No.	J042	報告年	2018	著者名	古里和輝
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>主に蔬菜用で利用される生分解性ペーパーポット苗は、コンテナ苗と同様に培地と根系が一体化しており、植栽時の水ストレスを受けにくいとされる。また、育苗容器ごと植栽できるためコンテナ苗に比べて培地の崩落や根の折損が起きにくいと予想される。一方で、ペーパーポット苗の育苗容器には根巻き防止の機構がなく、容器ごとの植栽を行うため、植栽後の活着や成長、根系の発達形態について明らかにする必要がある。</p> <p>そこで本研究では、ペーパーポット苗の利用可能性を明らかにすることを目的として、ペーパーポット苗とコンテナ苗の春植栽試験を行い、1生育期間の成長と根系発達を比較した。その結果、コンテナ苗ではやや樹勢の低下が見られたのに対してペーパーポット苗では樹勢は低下せず、伸長成長と肥大成長は苗種間で差はなかった。またペーパーポット苗の根は、容器を突き破っての伸長をしており、コンテナ苗と同様に水平根と斜出根の発達が認められ、植栽1年目の段</p>				

	階ではルーピングの発生はなかった。このことから、ペーパーポット苗はコンテナ苗と同等の活着と成長が期待できると考えられた。				
No.	J043	報告年	2018	著者名	渡邊仁志ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>ヒノキ・コンテナ苗では、事前に根切りを行った裸苗と比較して、植栽効率が向上しない事例が報告されている。このような場合でも効率的に植栽できる根鉢形状を検討するため、本報告では、積雪のある急傾斜地に根鉢高さが異なるヒノキ・コンテナ苗を植栽し、活着率と植栽後2年間の成長を調査した。根鉢の高さを15cm(容量約300cc、JFA-300と同等)、10cm(同200cc)、5cm(同100cc)に調整したMスターコンテナを用いて、根鉢高さが異なる苗を育苗した。5cm根鉢苗の植栽時の樹高と直径は、その他の苗に比べると小さかった。岐阜県下呂市の造林地(斜面傾斜40度、積雪深<50cm)における植栽効率は、根鉢が低い順に高かった。5cm根鉢苗は植栽1~2年目の相対樹高成長率が他の苗が同等かそれ以上であり、伸長成長量が他の苗と変わらなかったため、樹高については植栽1年目から他の苗と同等になった。その一方、直径およびその間の肥大成長量は他の苗に比べて小さかった。このため、5cm根鉢苗の比較苗高は他の苗より継続して高い傾向があったが、1冬期経過後において枯死や引き抜けは認められなかった</p>				
No.	J044	報告年	2017	著者名	山下直子ら
文献名	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—				
抄録 (概要)	<p>再造林の低コスト化を図る上で、コンテナ苗の利用が期待されている。苗木の品質は、移植後の活着や成長に大きな影響を及ぼすため、品質向上のための育苗技術の高度化が不可欠である。現在生産されているコンテナ苗は、キャビティのサイズが150ccのもの、300ccの主に2種類があるが、サイズの違うキャビティで育成された苗の生理的応答や植栽後の活着や成長への影響については十分な検討がされていない。そこで、2年生のヒノキコンテナ苗を用いて、30Lポットに移植し灌水を停止した苗と、移植せずにコンテナに入った状態で灌水を停止した苗について、水ポテンシャルの変化を測定し、その低下具合より、生育キャビティサイズによる苗木の水不足への反応の違いを評価した。同じキャビティ内の個体で比較すると300ccの苗の方がより水ポテンシャルが高く、根鉢の含水率も有意に高かった。以上より、<u>大きいキャビティサイズで生育した苗で、 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ることが示唆された。</u></p>				
No.	J045	報告年	2017	著者名	飛田博順ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>低コスト再造林を推進するために、コンテナ苗の有効利用が期待されている。コンテナ苗の活着には、植栽時の乾燥ストレスの回避と植栽後の速やかな土壌水分の利用が必要となる。コンテナ苗生産で主に使用されているキャビティ容</p>				

	<p>量は 150cc と 300cc であるが、コンテナ苗の乾燥耐性などの生理的応答に対する比較検討は充分になされていない。</p> <p>本研究では、異なる容量のキャビティで育苗された 2 年生スギコンテナ苗を用いて、灌水停止後の水ポテンシャルの測定により土壤乾燥に対する反応を調べた。移植前のコンテナ苗と、30L の大型ポットに移植したコンテナ苗を材料に用いた。移植前の苗、大型ポットに移植した苗ともに、キャビティ容量によらず葉重量と水ポテンシャルとの間に負の相関を示し、葉重量が多い 300cc の個体ほど水ポテンシャルが低下する傾向を示した。ただし、大型ポットに移植した苗では、灌水停止後 6 日目に、キャビティ容量間の苗の水ポテンシャルの差がなくなった。移植したコンテナの根鉢の培土より、大型ポット内土壤の含水率が高かったことから、6 日目にはポット内土壤中の水分を利用できるようになったことが示唆された。</p>				
No.	J046	報告年	2017	著者名	上村章ら
文献名	カラマツコンテナ苗の根系生長				
抄録 (概要)	<p>低コスト再造林のためにコンテナ苗の利用が進められている。しかし、樹種に応じた優良コンテナ苗の低コスト生産自体に関しては基礎的情報が欠如している。我々は、北海道の主要造林樹種であるカラマツに関して、低コストに短期間に生産する技術を開発することを目的に研究を進めている。コンテナ苗の大きな特長として、根鉢を形成し、根系の損傷なしに植栽できることがある。生産されたコンテナ苗の根系の状態は、活着、成長、乾燥耐性に影響を与える重要な要素と考える。与える緩効性肥料の種類を変えることにより地上部、地下部の成長への影響を調べた。また、コンテナの異なるサイズ、スリットあり、スリットなしで育成した苗を苗畑に植栽し、1 生育期後の根系の成長の違いを調べた。</p>				
No.	J047	報告年	2017	著者名	渡邊仁志ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>寒冷・寡雪地域におけるヒノキ・コンテナ苗の通年植栽を検討するため、春（2014 年 4 月）、夏（同 7 月）、秋（同 11 月）に植栽したコンテナ苗の活着率と成長とを、春（同 4 月）に植栽した普通苗と植栽後 3 年間にわたり比較した。コンテナ苗は植栽時期に関わらず、普通苗と同程度以上の活着率を示した。夏と秋植栽のコンテナ苗は、普通苗や春植栽のコンテナ苗に比べて、植栽時の樹高と比較苗高（樹高／根元径）が高く、植栽当年の伸長成長、肥大成長と、当年および翌年の伸長成長が小さかった。夏、秋植栽コンテナ苗は、肥大成長が先に回復し、比較苗高が普通苗相当の 60 前後に収束したため、植栽 3 年目には伸長成長も大きくなったが、その値はその他の苗よりも小さいままであった。その結果、夏、秋植栽コンテナ苗の樹高や根元径は、植栽 3 年目の期末においてその他の苗よりも小さかった。</p> <p>これらのことから、当該地域においてもコンテナ苗により植栽期間が拡大できる可能性が示された。しかし、季節を変えて植栽した夏、秋植栽のコンテナ苗に成長量での優位性がみられなかった。つまり、保育の省力化を目的とした通年植栽には検討の余地があると考えられる。</p>				

No.	J048	報告年	2017	著者名	染谷祐太郎ら
文献名	弱光・灌水制限によるスギコンテナ苗の成長制御の試み				
抄録 (概要)	<p>植栽に適したサイズのコンテナ苗を通年で供給し、コンテナ苗造林の普及を促進するためには、伸長成長を制御する育苗技術が必要である。本研究では、弱光・灌水制限処理によるスギコンテナ苗の成長と乾燥ストレス耐性の変化及び植栽後の活着への影響を調べた。スギ実生1年生コンテナ苗(JFA150)を33日間、灌水を約10日に一度の頻度に制限して室内で育成させた。処理苗の当年シュートの水分特性値の変化をP-V曲線法により測定した。2016年8月12日に処理を行わなかった対照苗とともに植栽し、9月1日に掘り取り、植栽後の成長を調べた。1週間の処理でコンテナ苗の伸長成長は停止した。33日間の処理により初発原形質分離時の水ポテンシャルと飽水時の浸透ポテンシャルは有意に上昇し、乾燥ストレス耐性が低下した。乾燥ストレス耐性の低下は、葉内の溶質mol濃度の低下によるものと推定された。</p> <p>植栽後の成長では、処理苗は対照苗と比べて地上部の伸長成長量は有意に小さく、伸長成長していない供試苗が多かったが、植栽後に土壤中に伸長した細根量には有意差が認められなかった。本研究の結果は、スギ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と考えられる。</p>				
No.	J049	報告年	2017	著者名	佐藤嘉彦ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>近年、スギやヒノキを中心に人工林資源が充実しつつあり、伐採による資源の活用と再造林による新たな資源造成の取り組みが拡大している。大分県では再造林用スギ苗木の需要が急増する中、供給量が不足している。苗木生産者の減少・高齢化が進行しており、効率的なさし木増殖方法の確立が求められている。また、再造林においては増大する再造林作業を裸苗の植栽適期である春期と秋期に完了できない状況が発生している。このような中、根鉢付きのコンテナ苗は通年で高い活着率が報告されており、植栽期間の拡大が可能であるとして期待されている。しかし、コンテナ苗を通年で安定的に供給できる生産体制は確立されていない。</p> <p>本研究では、材料に九州地方のスギ在来品種とマルチキャビティコンテナを用いて、時期別に採穂してさし付ける方法、時期別に採穂した穂木を低温貯蔵してさし付ける方法、および3月に採穂した穂木を低温貯蔵して時期別にさし付ける方法による発根率の調査を行った。採穂時期やさし付け時期がさし木発根性に与える影響や低温貯蔵による発根率の変化から、さし木作業の労務分散や発根率の向上について検討したので報告する。</p>				
No.	J050	報告年	2019	著者名	本田あかりら
文献名	低温貯蔵はスギ挿し木発根の向上に有効か？				
抄録 (概要)	<p>スギの生理状態にはフェノロジー（生物季節）が存在し、伸長・肥大成長や開花などの外部形態的变化だけでなく、樹体内部の生理状態も変化する。</p> <p>本研究では、スギ穂木を低温処理することによってフェノロジーを操作し、一般に発根率が低いとされている夏季の挿し木発根性への影響を検討した。2018</p>				

	<p>年4月から8月にかけて、計4回採穂したスギ穂木を-1.5℃の穂木貯蔵庫で3週間または6週間貯蔵したのちに挿し付け、9週後および12週後での生存率、発根の有無および発根量を評価した。コントロールは各採穂日において貯蔵期間を設けなかった処理区とし、低温貯蔵した各処理区で得られた結果を比較した。その結果、低温貯蔵した処理区では、枯損率の低下に寄与する可能性が示唆された。スギフェノロジーは遺伝子発現レベルで大きく活動期と休止期に分けられることが明らかになっている。</p> <p>今回の結果から、低温貯蔵処理が穂木内部の生理状態に何らかの影響を及ぼしていると考えられたため、試験期間中の各時点における穂木の遺伝子発現を解析することで、穂木内部の生理状態の変化について検討したので併せて報告する。</p>				
No.	J051	報告年	2019	著者名	伊藤哲ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>生分解性ペーパーポット苗は、苗木生産における育苗期間の短縮や安価な育苗容器が苗木単価の削減に繋がる可能性がある。国外においては造林樹種へのペーパーポット苗の利用事例はあるものの、国内では蔬菜分野での利用に留まっている。</p> <p>そこで本研究では、日本の主要造林樹種であるスギへの生分解性ペーパーポットの利用可能性を明らかにすることを目的に、スギ挿し木ペーパーポット苗の植栽後2年間の成長と根系発達をコンテナ苗と比較した。</p> <p>その結果、2年間の地上部成長および発根量には苗種間で差はなく、植栽後ペーパーポット苗はコンテナ苗と同等の成長に期待できることが示された。植栽2年目におけるペーパーポット容器の分解率は2割程度と低く、容器のほとんどが残っていた。しかし、容器ごとの植栽が根の伸長を阻害することなく、ペーパーポット容器を突き破って伸長する根系が観察された。また、発根本数や根長および根元径についても苗種間で差はなかった。以上の結果から、植栽におけるスギ挿し木ペーパーポット苗の有効性が示唆された。</p>				
No.	J052	報告年	2019	著者名	小田樹ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>雑草木との競合関係を優位にして下刈りを省略するため、特定母樹等成長に優れた品種の導入や普通苗より苗高の高い「中苗」の植栽が検討されている。しかし、中苗は植栽時の形状比が普通苗より高いため成長に優れた品種でも初期樹高成長が望めず、それによる雑草木との競合が懸念される。</p> <p>そこで、本研究では特定母樹（県始良20号）の中苗（平均樹高84cm）の植栽による下刈り省略の可能性を検討するために、植栽後2年間の初期成長を通常下刈り、無下刈り処理間で比較した。さらに、雑草木との競合状態を調査し、被圧程度による植栽木の成長低下を検討した。その結果、無下刈り処理区では通常下刈り区と比べて、1生育期目の樹高成長に差はなかったが直径成長は小さくなった。2生育期目には樹高、直径ともに成長量が大きく低下した。また、無下刈り処理区において被圧木が植栽木の樹高以上と評価された個体は全体の</p>				

	<p>52.6%となり、被圧程度が大きい個体ほど樹高、直径成長量が小さく、形状比も高いままであった。</p> <p>これらのことから、本調査地では特定母樹の中苗であっても2年間の無下刈り後にはその半数が雑草木と競合し、成長が低下することが示された。</p>				
No.	J053	報告年	2019	著者名	徳田楓ら
文献名	スギ挿し木苗の根切りがコンテナ移植時の作業効率と根系発達に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>露地挿しによるスギ挿し木コンテナ苗の生産では、穂木を十分に発根させてから移植するため、コンテナへの移植時に根切りの作業が必要である。これに対して、近年開発されつつある「空中挿し木法」では、発根状況を目視できることから、根切りを必要としない状態での移植が可能であり、移植作業を効率化できる可能性がある。一方、根切りは移植後の細根の発生や根系の発達を促進させる可能性も考えられる。</p> <p>そこで本研究では、コンテナへの移植時の根切り作業の工程および根切りが必要とされる根量を定量的に評価するとともに、根切り作業が移植後の根系発達および根鉢形成に与える影響を明らかにすることを目的とした。空中挿し木法で育成した根量の異なる苗を用いて、根切りの有無による移植作業の工程の違いを調査した。</p> <p>その結果、根切り作業が1本あたり約5秒の時間を要すること、および、根量の多い苗を根切りせずに移植した場合、移植作業に約7秒余計に時間を要することが明らかとなった。以上の結果から、発根状況を目視で判定できる空中挿し木法の有効性が実証された。発表では、移植後の根系発達状況を含めて、根切りの効果を総合的に評価した結果を報告する。</p>				
No.	J054	報告年	2019	著者名	HirofumiSato
文献名	スギ特定母樹の挿し木苗に関するいくつかの知見				
抄録 (概要)	<p>特定母樹は、国が指定する成長性に優れた雄花着生の少ない樹木で、得られた種苗には下刈り省略等造林コストの削減や花粉発生源の抑制が期待される。このため、秋田県では、特定母樹と同等の形質を持つスギの選抜に取り組んでいる。</p> <p>講演では、その挿し木苗育成の過程で得た知見を報告する。県選抜木28系統、林木育種センター東北育種場より配布された特定母樹8系統及び精英樹（従来の種苗生産木）34系統を用いた。これらの1～2年生苗を2017年10月に300ccマルチキャビティコンテナに移植し、ヤシ殻粉砕物を主体とする培地で育苗した。苗木はガラス温室で越冬後、翌年4月から屋外で懸架育苗した。1系統当たり8本の苗木について、4、6、10月に苗高を調べたところ、特定母樹と選抜木の苗高は、6月の時点で精英樹より高い傾向がみられた。また、7月中旬に選抜木と一部の精英樹の各苗にジベレリン100ppm水溶液を葉面散布し、11月から雄花着生量の調査を行った。</p> <p>その結果、精英樹では少花粉品種で雄花量が少ない傾向にあったことから、選抜木では本調査を現地調査と並行して実施することで、特定母樹の1要件である雄花着生の少ない形質を早期に検出できることが示唆された。</p>				

No.	J055	報告年	2019	著者名	根岸直希ら
文献名	山林用苗木の生産技術開発				
抄録 (概要)	<p>日本国内の森林は、戦後に植林されたスギやヒノキなどの人工造成林が木材として利用可能な段階を迎えており、日本製紙が九州地区に所有する約1万8千ヘクタールの社有林も同様に伐期を迎えた森林が年々増えている。</p> <p>こうした状況の下、当社では再造林の際、従来の種苗より成長に優れ、花粉量が少ないなどの特徴を持つスギ特定母樹を積極的に導入することとしている。スギ特定母樹とは「森林の間伐等の実施に関する特別処置法の一部を改正する法律（間伐等特措法）」に基づき、森林のCO2吸収固定能力の向上のため、農林水産大臣により指定されたものである。</p> <p>しかし、スギ特定母樹の苗木は普及が十分に進んでいないため、当社がこれまで培った海外植林技術を活用して、スギ特定母樹の効率的な挿し木生産技術を開発し、大規模な採穂園の造成、早期増殖の取組みを開始した。日本製紙八代工場（熊本県八代市）が熊本県人吉市に所有する土地に、独自技術を用いて増殖に取組んだスギ特定母樹824本を植栽した。今後順次拡大を図りながら、2019年までに1万4千本の採穂園を造成する。今後は、熊本県内の種苗生産者の協力を得て、2023年からは年間約28万本の挿し木苗を生産していく。また、需要動向に応じた増産、積極的な外販を進めることにより、社有林に限らない九州地区における苗木の安定供給、植林木の確実な更新にも寄与していく。</p>				
No.	J056	報告年	2018	著者名	宮島淳二ら
文献名	造林地におけるスギ挿し木コンテナ苗の長期保管試験				
抄録 (概要)	<p>一貫作業システムの中で、造林地に一定期間苗を保管する際、有効な方法を検証するため、8月末に造林地での保管試験を実施した。試験地は熊本県美里町の標高760mの北東斜面の皆伐地。スギの300ccマルチキャビティーコンテナ苗を被覆無し、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2017年8月に保管を開始し、1ヶ月毎に、被覆を外して、コンテナ苗1梱包25本ずつの生死を目視判定し、生存、半枯れは現地植栽し、1ヶ月後に確認した。その結果、経過月、処理別の枯損率は、1ヶ月後ではスギ生枝被覆は0%、寒冷紗被覆で32%、被覆無し及びブルーシートで48%、2ヶ月後は被覆無しで24%、寒冷紗被覆で36%、スギ枝被覆で40%、ブルーシート被覆で92%となった。3ヶ月後では、被覆無しで52%、寒冷紗被覆で88%、スギ枝被覆及びブルーシート被覆で100%となった。</p> <p>以上の結果から、スギ枝被覆による苗保管は1ヶ月間は有効であるがその後は、他の処理（被覆無しを含む）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。</p>				
No.	J057	報告年	2018	著者名	今博計ら
文献名	苗木生産者におけるクリーンラーチ育苗の現状				
抄録 (概要)	<p>グイマツ雑種F1の特定家系であるクリーンラーチは、母樹が少なく種子が不足しているため、1年生の実生台木からの挿し木により増殖が行われている。平</p>				

	<p>成 17 年から開始された挿し木生産は、現在 17 社により行われ、年生産量が 12 万本に達するなど増加しているが、増殖率は低く 20%前後を推移している。挿し木 1 年目は育苗箱で発根させる幼苗生産、2 年目は発根した幼苗を苗畑へ移植し育てる成苗生産の 2 年間に より行われているが、いずれの段階においても成績が悪い。</p> <p>そこで挿し木生産の失敗原因を把握することを目的に、挿し付け後の挿し床の温湿度・光環境、挿し穂のしおれ度、を調べるとともに、1 年目の生存率、発根量、2 年目の生存率、成長量等について調査を行った。本発表では、挿し木の成績に及ぼす影響要因について検討した結果を報告する。</p>				
No.	J058	報告年	2018	著者名	相浦英春
文献名	スギ挿し木苗の発根状況と植栽後の生育				
抄録 (概要)	<p>スギ 6 品種の挿し木苗を対象に、1984 年秋、1985 年春、1986 年春の挿し付けから 5～7 ヶ月後に掘り取り、その際に挿し穂からの発根数と最も長く伸びた根の長さ（発根開始時期に関係すると考えられる）を計測し、苗畑に移植後 1 生育期間の伸長成長量を目的変数、掘り取り時の発根数と根の長さを説明変数として、一般化線形モデルで解析した。その結果は品種や年次によって異なったが、挿し付け年をすべてプールして解析した結果では、各品種とも根の長さとの関係が認められた。また、説明変数に発根の有無を表すダミー変数を加えたところ、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結果となった。一方、造林地に植栽した苗木がどの品種についても競合植生から抜け出したと判断された 5 年生時の樹高を目的変数に、説明変数に苗畑に移植後 1 生育期間の伸長成長量と山出し時および植栽時の苗高を加え解析した結果、すべての品種に共通して山出し時または植栽時の苗高で正の関係が認められた。</p> <p>これらの結果からは<u>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</u>と考えられた。</p>				
No.	J059	報告年	2018	著者名	富森加耶子ら
文献名	スギ直挿し苗の発根特性について				
抄録 (概要)	<p>通常より低労力で生産可能と考えられる直挿しコンテナ苗（コンテナへ直接挿し木をする手法）は、容器から抜き取る際に根鉢が崩れることが多い。この要因として根系発達が不十分であることが考えられる。そこで、発根を促すために挿し穂の下部に各処理を施して挿し木し、直挿し苗の発根特性や根系構造について調査した。処理区の設定は、<u>A：切口から 5 cm まで表皮を一部切削、B：切口から 5 cm まで皮層をすべて除去、C：切口から 2 cm までシリコンで閉塞、D：切口をシリコンで閉塞、表皮を一部切削、無処理とし、挿し木してから 6 か月経過後の発根率と根系構造について調査した。6 か月経過後の発根率は無処理 30%に対して、A・B は 40%、C・D は 0%であった。B は皮層を除去した切口上部から発根していた。無処理と A・B 間で根系構造（木化本数、最大根長・根径）に有意差はなかった。</u></p> <p>以上の結果より、<u>A・B のように表皮や皮層に物理的ストレスを与えても、発根率や根系構造は無処理の苗と変わらない</u>と考えられた。B は無処理と比べて</p>				

	発根位置が5 cm 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。				
No.	J060	報告年	2018	著者名	吉村知也ら
文献名	スギにおける光質とさし木発根性との関係				
抄録 (概要)	<p>スギは我が国における主要な林業樹種でありながら、非モデル植物でありその遺伝的・生理的理解が遅れているのが現状である。挿し木における遺伝的・生理的理解もその1つであり、植物工場等による効率的な苗木生産体制の体系化を一層進めるためにも、さし木に関する遺伝的背景の理解が必要である。</p> <p>本研究では、挿し木に影響を及ぼす環境要因の中でも、光に着目した遺伝子発現解析を行った。<u>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。</u>そこでスギに対する光質の影響に関する遺伝的背景を明らかにするため、スギ実生を24時間暗黒条件下に静置した後、白色光、赤色光、青色光を40μmol/m²sの各条件下で処理し、この時の遺伝子発現を次世代シーケンサーを用いて網羅的に解析した。さらに、これら人工光と自然光間における比較から、室内環境を想定したスギ挿し木における光環境について考察した。</p>				
No.	J061	報告年	2017	著者名	平田令子ら
文献名	水耕栽培によるスギ挿し穂のカルス形成と発根誘導				
抄録 (概要)	<p>水耕栽培によるスギ挿し木苗の育成は、カルス形成から発根までの過程を観察することができるため、通常の挿し床による育苗と違い、移植の時期の判断が容易になるメリットがある。また、環境のコントロールが可能になることから、スギ苗木の周年生産の可能性も期待できる。</p> <p>そこで本研究では、スギ挿し穂の水耕栽培を試み、カルス形成と発根過程を記録した。さらに、カルス形成と発根を促進するためにハードニング処理（低温順化処理）を行い、その効果を検討した。実験は、宮崎大学構内の実験室内の水槽で行った。2015年11月および2016年4月に穂木を水槽に挿し、カルス形成と発根過程を観察した。また、2016年8月に採穂した穂木を5℃のインキュベータ内で冷蔵し、ハードニング処理を行った。冷蔵期間は3週間および6週間とした。11月に水槽に挿した穂木のうち、生残した個体は翌年2月までカルス形成および発根がみられなかった。4月に挿した穂木では実験開始後1～2か月でカルスが形成され始め、その後発根がみられた。8月に挿した穂木では、ハードニング処理期間が長いほどカルス形成速度が速くなる傾向が見られたが、穂木の枯死率も高くなった。</p>				
No.	J062	報告年	2017	著者名	来田和人ら
文献名	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 -				
抄録 (概要)	<p>北海道で開発されたグイマツとカラマツの雑種F1であるクリーンラーチは、現在、種子を供給する母樹が少ないため、挿し木増殖により苗木生産が行われている。しかし、若齢でも発根率の低下や枝性が現れるため挿し木台木には播種後</p>				

	<p>2年目の幼苗が使用されている。さらに台木の育成は野外で行われていることから、台木1本当たりの挿し穂数が12本程度に留まっていた。</p> <p>そこで、挿し木台木1本当たりの挿し穂数を増加させることを目的に、挿し木台木の育成を温室で行った。その結果、台木1本当たり70本以上の挿し穂の採取が可能となった。挿し付け時期により得苗率に違いがあるため、挿し付け後の発根、成長を促進させる技術の課題が求められ、そのことについては(II)で報告する。</p>				
No.	J063	報告年	2017	著者名	角田真一ら
文献名	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-				
抄録 (概要)	<p>北海道で開発されたカラマツとグイマツの雑種 F1 であるクリーンラーチは、種子を供給する母樹が少ないため、現在、挿し木増殖により苗木生産が行われているが、得苗率が低く需要に対して供給不足となっている。要因として台木からの採穂数が少ないこと、休眠特性により増殖期間が短いこと、育苗施設内の環境調節の難しさ等がある。</p> <p>本試験では閉鎖系育苗施設の利用を想定し、クリーンラーチ挿し木苗の大量増殖の可能性を検証することとした。実験は、完全人工光による環境制御可能な恒温室内で行った。クリーンラーチの台木は培地を充填した育苗用ポットで育成し、給液管理は底面灌水により行った。採穂量は個体により差はあるものの、多いものでは40本以上に達した。挿し木育苗試験では、発根・幼苗段階を恒温室内で育成し、その後太陽光利用型の温室で育成したところ、挿し木後、約7.5ヶ月で植栽可能な2号規格(苗長:40cm以上、根元径:4mm以上)に達した。</p>				
No.	J064	報告年	2017	著者名	古里和輝ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>苗木の活着率向上のため行われる処理として、摘葉と根切りがある。摘葉処理は、根切りによって制限された根量と葉量とのバランスを調節することで、植栽直後の水ストレスを緩和させると考えられ、水ストレスが発生しやすい夏季植栽時に有効であると予想される。しかし、夏季植栽時の摘葉の効果は十分に解明されておらず、特に根量と葉量のバランスに関する知見はほとんどない。</p> <p>そこで本研究では、根量の異なるスギ挿し木苗への摘葉処理が水ストレスに与える影響を調査した。一般的な根量の裸苗(通常苗)、発根量が少ない苗(少根苗)と、カルスが形成されたのみの未発根挿し穂(カルス苗)に樹幹長50%で摘葉処理を行って夏季植栽し、葉の拡散コンダクタンス(G)および樹勢を計測した。</p> <p>その結果、毎日灌水した少根苗およびカルス苗では摘葉によりGが上昇し、樹勢の低下も抑制された。通常苗への摘葉の効果は少根苗ほど顕著ではなかった。一方、無灌水で生育させた場合、根の多い苗ほど摘葉の効果を持続する傾向がみられた。以上より、軽度の土壌乾燥時には根量の少ない苗で摘葉処理の効果があり、土壌乾燥が進むほど根量の多い苗で摘葉効果が持続すると考えられた。</p>				

No.	J065	報告年	2017	著者名	新保優美ら
文献名	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？－				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は発達した根系と培地があることの効果によって、植栽時にストレスを受けにくいと考えられ、伐採から植栽までの「一貫作業システム」への適用が期待される。近年の植栽試験では、コンテナ苗が裸苗よりも耐乾性に優れている傾向が読み取れるが、なぜコンテナ苗が乾燥に強いかは不明な点が多い。</p> <p>そこで本研究ではスギ挿し木苗の生残規定要因を明らかにする目的で、夏季植栽された苗の物質分配を分析した。2015年8月に圃場および温室内に、1年生および当年生コンテナ苗、当年生裸苗を植栽し、同年11月に温室、翌年6月に圃場の苗木を掘り取って各器官重量を測定した。分析では①苗種の違いに関わらず各器官重量が生死を分けている、②苗種によって生残枯死は異なり各器官重量の効果も異なるという2つの仮説に基づき、目的変数を苗種の生残枯死、説明変数を各苗の器官重量、その比率や苗種による違いとするモデルを構築した。</p> <p>各モデルのAICおよび採用された説明変数とその回帰係数を比較した結果、苗種によって耐乾性は異なり、各器官重量の効果も異なった。また、各器官重量の同じコンテナ苗と裸苗を比較したところ、コンテナ苗培地の効果が大きいことが示唆された。</p>				
No.	J066	報告年	2017	著者名	渡部公一ら
文献名	スギコンテナ苗の用土量と成長の関係				
抄録 (概要)	<p>マルチキャビティコンテナに充填する用土は、きつく転圧して入れた方がよいという生産者と、あまり締め固めなくしてもよいという生産者に分かれているが、用土量が苗の成長にどのような影響があるのかはよく分かっていない。</p> <p>そこで、用土充填量（セル容量150ccに対する容積比100～150%）、コンテナのスリットの有無、鹿沼土の有無などの条件を変えて地上部の成長や根の張り方を調べた。平成27年4月初めにスギの播種を行い、平成28年10月まで2年間育苗した。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く、<u>用土量100%区が劣る結果となった</u>。おそらく春～夏のシュート成長期間の土壤水分量が関係したためでないかと考えられた。全体的に根張りが良く、引き抜き時の根鉢の崩れも少なかったため用土量との関係性は明らかでなかった。今回育苗したコンテナ苗は抜き取り機を使用せずにすべて手で引き抜くことが可能であったが、用土量が少ないほど作業は楽であった。<u>コンテナ苗の用土の充填量は出来るだけ少なくする方がコスト面でも有利になるため、容積の110～120%程度（JFA150では1コンテナあたり6.6～7.2ℓ程度）とするのが良いと考えられた</u>。</p>				
No.	J067	報告年	2019	著者名	寺本聖一郎ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の育苗の省力化および年間通した生産を図る上で、春季および秋季の直挿しによるコンテナ生産が期待されている。しかし、熊本県ではスギ在来品種であるシャカイン直挿し苗の得苗率の低位が課題となっている。</p>				

	<p>そこで、シャカイン直挿しコンテナ苗の得苗率向上につながる用土配合割合を検討するため、育苗試験を実施した。試験は2017年11月(秋季)と2018年3月(春季)に熊本県林業研究指導所のガラス室で、マルチキャビティーコンテナ苗(JFA300)にシャカインをさし付けし、1年間育苗を行った。用土はココピート(45~50%)、ピートモス(45~50%)、赤土(0~10%)の配合割合を変えて調整した。灌水条件は1日2回(4分/回)散水とした。2018年12月に得られた秋挿しおよび春挿しの1年生苗の枯死数から生存率を算出し、さらに地上部と根系発達度の測定を行った。</p> <p>その結果、<u>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。</u>発表では、用土配合割合と得苗率との関係について考察した結果を報告する予定である。</p>				
No.	J068	報告年	2019	著者名	金枝拓実ら
文献名	組織培養で作出された無花粉スギ苗の形質評価				
抄録 (概要)	<p>林業用育種種苗への多様化するニーズに素早く対応するためには、採種園を短期間で造成する必要がある。近年開発された無花粉スギを識別するDNAマーカーと組織培養技術を組み合わせることで優良な無花粉スギ採種園の造成までの期間を大幅に短縮することができる。しかし、組織培養で作出された無花粉スギ苗の形質に関する知見はない。</p> <p>そこで、本研究では組織培養苗の形質及び初期成長について評価を行った。2018年1月に、不定胚を経由した順化苗と発芽させた実生苗を水苔を詰めたプラグトレーに植え付け、4月中旬まで室内育苗を行った。4月中旬に用土を詰めたコンテナに移植し、屋外(寒冷紗での斜光下)に移した。5月から11月まで(月1回)、苗高及び苗の形状(二又など)の調査を行い、11月には根元径、分枝数、枝張りについて調査した。</p> <p>本研究の結果、実生苗よりも初期成長に優れた組織培養苗の系統があることが確認できた。本研究は、農林水産省「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」および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」の支援を受けて行われた。</p>				
No.	J069	報告年	2018	著者名	長倉淳子ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>木質バイオマス発電所から産出される燃焼灰(以下、燃焼灰と略す)は、そのほとんどが産業廃棄物として処理されているが、燃焼灰はCaやK等の肥料元素を含有しているため土壌資材として有効利用できる可能性がある。</p> <p>本研究では、燃焼灰のコンテナ苗育苗培地としての利用可能性を探るため、<u>燃焼灰の混合率(体積比)を変えた培地(0%(対照)区、5%区、10%区、25%区)でスギとヒノキを8~9カ月間育成し、苗木の成長と養分状態を調べた。</u>スギ、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。<u>燃焼灰の混合率が成長に及ぼす影響は樹種によって異なり、スギでは25%区培地、ヒノ</u></p>				

	<p>キでは10%区培地と25%区培地で、苗高、直径、乾重の成長が0%区培地に比べ著しく抑制された。掘り取り時の交換性Mg、Na含有量は燃焼灰の混合率が高い培地ほど低かった。燃焼灰の混合率が高い処理区ほどスギ葉のCa含有量は高くなったが、スギ、ヒノキ葉のMg、K含有量やヒノキ葉のCa含有量に有意な処理間差はみられなかった。</p> <p>以上の結果から、培地への燃焼灰混合によるスギ、ヒノキ苗の成長促進効果はみられないこと、<u>苗の成長を大きく損なうことなくコンテナ苗培地資材として培地に燃焼灰を混合できる割合の上限値は、スギでは10%区培地、ヒノキでは5%区培地であることが明らかとなった。</u>今後は燃焼灰を培地に混合したコンテナ苗を林地に植栽した後の健全性に関する研究が必要である。</p>				
No.	J070	報告年	2019	著者名	藤本浩平
文献名	数種類の育苗法によるコンテナ苗の生産コスト比較				
抄録 (概要)	<p>山林用コンテナ苗の低コスト生産を目指すために、播種～コンテナ移植にかかる工程について数種の方法を検討し、生産コストの比較を行った。近年開発された種子選別技術を用いた一粒播種、農業種苗の生産で用いられるセルトレイへ一粒播種して育苗した小型プラグ苗の利用、通常種子の多粒直接播種、育苗箱での播種・毛苗移植、対照として従来の1年生幼苗移植について労務時間の調査を行った。工程表を用いて測定データを整理し、労務費・資材費・設備費を元コスト試算・比較を行った。</p> <p>2万本生産規模でコストを比較すると、<u>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。</u>小型プラグ苗の利用は、コンテナ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。<u>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。</u>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。</p>				
No.	J071	報告年	2019	著者名	山本恭大ら
文献名	カラマツ属コンテナ苗の成長と菌根形成				
抄録 (概要)	<p>カラマツ属樹種のコンテナ苗は、直接播種後1年で植栽可能な大きさに成長させることができる。カラマツ属実生の成長を規定する要因の一つに、共生菌による菌根形成が挙げられるが、コンテナでの短い育苗期間における菌根形成の実態は不明である。</p> <p>本研究では、グイマツ雑種F1コンテナ苗について、播種後6ヶ月間における根系と菌根の発達状況を調べ、さらに共生菌を単離し、寒天培地上でグイマツ雑種F1実生に接種することで、共生菌が実生の根系に与える影響を評価した。</p> <p>コンテナ苗では、播種後2ヶ月から根端部に菌糸の付着が確認され、4ヶ月にはマンツルの形成が確認された。菌根形成率は5ヶ月で9割を超えた。播種後2ヶ月から培土由来と考えられる菌が頻出したが、最終的には <i>Thelephoraterrestris</i> (以下、Tt) が優占した。共生菌として <i>Meliniomycesvariabilis</i> (Mv)、<i>Rhizoscyphusericae</i> (Re)、Tt、</p>				

	<i>Suillusgrevillei</i> (Sg) を単離した。実生に接種すると、外生菌根菌である Tt と Sg は外生菌根を形成したが、培土由来と考えられる Mv と Re では表層・皮層細胞内に菌糸が内生した。また、どの共生菌も実生の上部成長には影響しないが、根系の伸長成長を抑える傾向がみられた。				
No.	J072	報告年	2018	著者名	上田和司ら
文献名	コンテナ苗生産における培地低コスト化の検証				
抄録 (概要)	<p>再造林を推進していく上で、コンテナ苗への期待が高まっている。現在のコンテナ苗の価格は普通苗と比べて高価であるため、生産コストの低減が求められている。2016 年度は培地に着目し、一般的な培地であるココピートの代替として、オガコ、タケチップ、バーク堆肥を使用し育苗試験を実施した。</p> <p>その結果、安価なオガコ培地はココピートの培地と同等に成長し、基本培地として使用できることが明らかとなった。</p> <p>そこで、2017 年度の試験では、オガコとココピートの配合割合（0～100%）及び基肥量（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。試験は山口県山口市で 3 月に M スターコンテナに移植し、寒冷紗ハウス内で育苗を行い、散水は 10 月末まで 1 日 1 回 10 分間散水し、その後は降雨のみとした。2 ヶ月毎に 11 月まで苗長・地際径を調査した。</p> <p>その結果、<u>スギではオガコ 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 1.8 g 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。</u></p>				
No.	J073	報告年	2018	著者名	上村章ら
文献名	異なるコンテナで育てた苗木の植栽後の成長				
抄録 (概要)	<p>伐採造林一貫作業を念頭に、コンテナ苗の普及が求められている。海外製を含め各種形状コンテナが存在するなか、北海道における主要造林樹種であるカラマツに相応しいコンテナはどのようなものであろうか。<u>150cc(スリットあり)、150cc (スリットなし)、300cc (スリットなし)</u> を用いた。培地には、ヤシ殻の繊維をほぐした物を用いた。2015 年 3 月に、直接播種を行い、1 年間温室で育成した。5 月まで気温が 10℃を下回らないように加温した。苗は、2016 年 6 月に森林総合研究所北海道支所の苗畑に 78 本ずつ植栽した。成長が止まった 2016 年 11 月と 2017 年 11 月に、樹高と地際直径を測定した。播種 1 年で、樹高が 60cm 以上、地際直径が 5 mm 以上の苗を作れた。</p> <p><u>植栽時、樹高は、3 種類のコンテナで大きな違いはなかったが、直径は、300cc コンテナ苗で大きかった。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。植栽 2 年目で 300cc コンテナ苗は、平均樹高 140cm、平均地際直径 23mm になった。150cc コンテナ苗と比べて 300cc コンテナ苗で苗木を作った方が良いと考えられた。スリットの成長に与える影響は、小さかった。</u></p>				
No.	J074	報告年	2018	著者名	小笠真由美ら
文献名	液肥濃度と灌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				

抄録 (概要)	<p>コンテナ培地の養分量および水分量がスギコンテナ苗の成長と生理特性に及ぼす影響を明らかにするため、異なる液肥濃度（240Nmg/L、120Nmg/L、60Nmg/L、30Nmg/L）および灌水頻度（2回/1日（高灌水區）、1回/2日（低灌水區））の下、約2年間育苗し、個体サイズと2年目のガス交換速度および葉の水分生理特性を調べた。</p> <p>その結果、処理後2年経過時には、苗長、地際直径ともに高濃度施肥区ほど大きく、その傾向は低灌水區において顕著であった。葉の最大光合成速度は高濃度施肥区で高く、原形質分離点における葉の水ポテンシャルは高濃度施肥区で高かった。これらの生理特性では、灌水頻度による違いは不明瞭であった。以上より、<u>高濃度施肥によりスギコンテナ苗の成長が促進されたが、高灌水區でその程度が小さかったことから、高灌水區の個体では、液肥の流出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。</u>また、高濃度施肥により葉の光合成能力および個体の成長速度が高められたが、耐乾性が低下したことから、スギコンテナ苗で成長量と耐乾性の間にトレードオフの関係がある可能性が示唆された。</p>				
No.	J075	報告年	2018	著者名	飛田博順ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の培地には養分が含まれていないことが多いため、育苗時の施肥の仕方が苗の養分状態を左右する。本研究では、秋の追肥と灌水処理が、翌春に植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。茨城県森林総研苗畑のビニールハウス内で、スギコンテナ苗を実生から育苗した。4月中旬に緩効性肥料を与え、9月まで充分量の灌水を行った。9月下旬から追肥（元肥と等量、元肥の10分の1）・灌水処理（毎日2回、2日に1回）を行い、翌春に苗畑へ植栽した。植栽前の光合成活性と水分特性、植栽後の根元径と樹高を測定した。追肥から翌春までの樹高成長量は、追肥が多い個体でも5cm程度であった。<u>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直径の成長量が大きかった。</u>水分特性では、追肥が多い個体のほうが原形質分離点における葉の水ポテンシャルが高かったが、植栽後の少雨期間にも、枯死は生じなかった。ハウス内で育苗を続けたコンテナ苗による試験結果であるが、秋の追肥により、大幅な徒長を生じさせることなく、翌春植栽時の初期成長を促進させることが可能であることが示された。</p>				
No.	J076	報告年	2019	著者名	竹内隆介ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>ヒノキコンテナ苗の生産において、稚苗の移植工程を削減し育苗の省力化を図るため、精選種子をコンテナ容器へ直接播種する育苗方法について検討した。種子の精選は液体選（比重選）を用いた。溶液には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。発芽は人工気象器内で約2日おきに21日間観察した。<u>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。</u>従来のコンテナ培地の表層に播種用培土を被覆したものを改良培地とし、その有無による生長量等の比</p>				

	<p>較を行った。培地改良による発芽率への影響はみられなかったが、生長量が大きくなる傾向がみられた。精選種子を複粒播種した際の間引き時期の違いによる生長量等の比較を行った。2016年4月にマルチキャビティコンテナ (JFA-300) に3粒/セル播種し、播種から3、6、12か月後に1本/セルになるよう切断した。播種から3～6か月後までに間引きした際、翌年10月の時点で間引きなしに比べ根本径が大きくなる傾向がみられた。</p>				
No.	J077	報告年	2019	著者名	飛田博順ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗生産の効率化を目指して、地域戦略プロジェクトの中で、充実種子選別装置の開発と共に、選別された充実種子(選別種子)を利用したコンテナ苗育苗技術の開発を進めてきた。</p> <p>本報告では、時間計測のデータを基に、工程管理表を用いてコンテナ苗の育苗シミュレーションを行い、育苗方法ごとの労務時間・直接経費を比較検討することを目的とした。スギ、ヒノキ、カラマツに対して、コンテナ苗育成の実証試験を、高知県、徳島県、岐阜県、長野県、秋田県、北海道の苗木生産者や研究機関において実施した。選別種子を用いたコンテナ苗育成方法として、マルチキャビティコンテナへ直接一粒播種する方法、セルトレイへ一粒播種し小型プラグ苗を移植する方法を実施した。従来の育苗方法として、苗畑で育成した一年生稚苗を移植する方法を想定した。選別種子を用いた場合、従来の方法に比べて労務時間が短縮され、コンテナ苗生産の効率化が図られた。一方、苗木生産の直接経費は、選別種子を用いた場合に必ずしも低下するとは限らなかった。従来の育苗方法の条件、機械化の有無、生産規模等による、経費削減効果の変動を育苗シミュレーションにより検討した。</p>				
No.	J078	報告年	2016	著者名	杉原由加子ら
文献名	8月下旬に植栽したスギコンテナ苗の植栽当初の蒸散速度と成長				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は、根系発達が制約を受け、キャビティの形状に固まった根系となるために植栽地の土壌と根の接触が限られることが、植栽当初の根から葉への水分供給の制約要因となる可能性がある。</p> <p>本研究では、そのような特徴を有するスギコンテナ苗を用いた造林技術開発のための基礎的な知見を得ることを目的に、翌春の成長開始時までには土壌中への根系の発達によって根から葉への水分供給態勢を整えることが可能な<u>8月下旬に植栽することの翌春からの成長への効果</u>を調べた。8月下旬に植栽試験を開始し、植栽当初の蒸散・光合成速度と翌春からの成長を測定した。植栽当初のコンテナ苗の蒸散速度は、同時期に植栽した裸苗に比べて有意に高く、根系の吸水能が高く維持されていることが示された。コンテナ苗は、翌春までに有意に形状比が低下し、<u>5月から旺盛な伸長成長を示すことが明らかになった</u>。コンテナ苗の高さは、植栽時の29±4cmから11月には85±20cmになった。</p>				
No.	J079	報告年	2013	著者名	山田健
文献名	最近のコンテナ苗の動向				

抄録 (概要)	宮城県大河原地方では1年生コンテナ苗の方が2年生よりも初期生長量が大きかった。宮城県総武地方ではコンテナ苗の残存率は高いが生長量は裸苗と変わらないとの報告があった。宮城県林業技術総合センターでは樹高生長と肥大生長は共に2年生大苗>3年生苗>コンテナ苗の順に大きかったとの報告があった。				
No.	J080	報告年	2020	著者名	袴田哲司ら
文献名	スギコンテナ苗の植栽時のサイズと初期成長の関係				
抄録 (概要)	スギMスターコンテナ苗の林地植栽時におけるサイズや形状比と若齢期の成長との関係を明らかにするため、静岡県内の3ヶ所で、植栽時、1成長期後、2成長期後、3成長期後の樹高と根元径を測定した。一般化線型モデルによるデータ解析で、植栽時の樹高や根元径はそれぞれ2～3成長期後の樹高や根元径に対して有意な関与がなかった。また、植栽時の樹高と2～3成長期後の樹高、植栽時の根元径と2～3成長期後の根元径との相関は弱かった。植栽時のサイズから林野庁によるコンテナ苗の標準規格で分類した場合、3成長期後には樹高、根元径ともに規格間の有意差が認められなかった。植栽時のサイズから形状比で階級分けした場合も、2成長期後以降には樹高、根元径の階級間差が認められなかった。これらは土壌条件や植栽密度、下刈りの方法が異なる3ヶ所の試験地で共通していた。このような分析結果から、育苗中に生じたコンテナ苗のサイズの違いは、林地植栽後の樹齢の上昇に伴い平準化に向うと考えられた。そのため、本研究で対象とした植栽時の樹高や根元径の範囲内であれば、スギMスターコンテナ苗の出荷規格を狭い範囲で設定する必要はないと考えられた。				
No.	J081	報告年	2020	著者名	関子光太郎
文献名	雪害がスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす影響				
抄録 (概要)	近年、急速に導入が進んでいるコンテナ苗について、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。2014年11月に富山県内の3箇所にスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した。その後2018年まで成長量および積雪による被害の発生状況について調査を行った。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。苗種や倒伏角度が樹高成長に及ぼす影響を明らかにするため、樹高成長率を目的変数とし、苗種および倒伏角度を説明変数とする一般化線形混合モデルを用いて解析を行った。その結果、コンテナ苗は裸苗より生長が良いとする効果が認められ、倒伏角度は成長に対し負の効果を示した。多雪地帯では、コンテナ苗は裸苗よりも積雪による倒伏被害を受けやすく、これにより生育が抑制され、結果的に裸苗よりも成長面で劣ることが示された。				

No.	J082	報告年	2020	著者名	渡邊仁志・茂木靖和
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗を通年植栽した場合、伸長成長が停滞する現象がしばしば報告されている。この原因としては、必要以上の期間をコンテナ内に据え置くことによる苗木品質の低下（比較苗高が高くなり徒長すること）が挙げられている。そこで本研究では、山出し時期から逆算して稚苗を移植することによって、各時期に適したヒノキ2年生コンテナ苗が育成できるかを検討した。育苗は、岐阜県富加町の灌水施設のある露地栽培施設で、2017年～2018年、2018年～2019年の2反復行った。各年4月（春：通常の方法）、6～7月（夏）、10月（秋）に1年生稚苗をマルチキャビティコンテナ（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、<u>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。</u>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。</p>				
No.	J083	報告年	2020	著者名	原山尚徳
文献名	カラマツコンテナ苗の生理生態特性				
抄録 (概要)	<p>近年、人工林の成熟や伐採・集材の機械化などにより主伐面積が拡大する一方で、造林作業や苗木生産者の高齢化、担い手不足を背景に再造林面積が主伐面積に追いつかず、造林未済地が増加することが懸念されている。コンテナ苗は、成形された根鉢ごと植栽することから、従来の裸苗と比べて、活着率の向上、植栽適期の延長、植栽効率の増加、苗木生産や植栽作業の機械化等が見込まれ、新たな造林用苗木として利用が増加している。施設栽培されるコンテナ苗は、灌水や施肥条件を任意に決定できることから、野外の苗畑で育苗する裸苗に比べて、苗木の品質管理を行いやすい苗木といえ、苗木の生理生態学的特性の情報は、苗木の品質管理や、植栽成績を理解するうえで有用となる。本発表では、北海道の主要造林樹種の一つであるカラマツのコンテナ苗を対象に行った、育苗中、育苗後、および植栽地におけるコンテナ苗の生理生態学的特性と、苗木の品質（苗サイズ、植栽後の生残、成長）に関する研究事例について紹介する。</p>				
No.	J084	報告年	2020	著者名	吉村ら
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>現在、林野庁主導の元、プラスチック製多孔容器を用いたコンテナ苗の生産が進められている。コンテナ苗は、根鉢を形成し培土を抱え込んでいることから植栽後のストレスが少なく、広範な環境条件で良好な活着を示す。しかし、十分に根鉢形成した苗を容器から引き抜くことは容易ではなく、さらに量産を進める上で使用後のプラスチック製コンテナを回収・洗浄する作業が負担となっている。そこで筆者らは、これらの問題を解決する手段として、育苗容器ごと林地に植栽可能な、木質繊維を原料とした生分解性育苗容器を試作し、その実用性を検</p>				

	証した。試験では、従来のプラスチックコンテナを比較対象とし、育苗試験における生育、得苗率の評価、更に林地植栽試験による評価を実施したので、報告する。				
No.	J085	報告年	2020	著者名	佐藤渉・塚原雅美
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>多様化をみせる育苗資材及び育苗方法が、コンテナ苗の初期成長に与える影響を調査するため、植栽試験を実施した。育苗資材は、マルチキャビティコンテナ【林野庁開発（JFA-150、300）、東北タチバナ社製（MT-150、300）、LIECO社製（390）】及び生分解性コンテナ【グリーンサポート社製（biopot 150、250、300）】を用いた。植栽したスギコンテナ苗は、2017年4月から2成長期間育苗した直播き苗と、2017年4月に苗畑に播種し、2018年5月にコンテナへ移植した移植苗を用いた。このうち、JFA-150のみ移植苗及び直播き苗を、その他育苗資材では移植苗を育苗し、2018年11月に植栽した（n=120）。調査は、2019年10月に苗高、地際径、生残を測定し、測定結果から相対成長率（樹高、地際径）を算出した。各調査項目を、容量別（150cc、250cc、300cc、390cc）、育苗方法別（JFA-150の直播き苗、移植苗）、素材別（生分解性の有無）で比較した。その結果、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。</p>				
No.	J086	報告年	2020	著者名	染谷祐太郎・丹下健
文献名	暗処理がスギコンテナ苗植栽後の発根に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>一貫作業システムの普及には、植栽に適したサイズのコンテナ苗を通年供給するための伸長成長を制御する育苗技術が必要である。これまでに暗処理によりスギコンテナ苗の伸長成長を抑制できるが、夏季に1ヶ月以上の暗処理を行うと暗処理中や植栽後に枯死する場合があった。本研究では、1年生コンテナ苗に4週間または8週間の暗処理を行い、植栽後の細根成長に与える影響を調べた。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。</p>				
No.	J087	報告年	2020	著者名	伊藤哲ら
文献名	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灌水処理の影響				
抄録 (概要)	<p>戦後造成された人工林の多くが伐期を迎え、再造林が活発化する中、造林用苗木生産の技術革新は低コスト再造林および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、スギ挿し木コンテナ苗を短期間かつ低コストで育成する技術の開発を最終目的として、用土を使わない新たな挿し木法によって得ら</p>				

	<p>れたスギ挿し穂を用いて、コンテナ苗根鉢の早期形成を可能にする育成条件の探索を試みた。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、3段階の灌水頻度および4段階の施肥量の組み合わせの計12処理を設けて温室で育苗を行い、冬季までの3か月間の生残率および伸長・地際直径成長を測定した。その結果、<u>灌水頻度が最も低く（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。</u>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。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。</p>				
No.	J088	報告年	2020	著者名	佐藤博文
文献名	秋田県におけるスギコンテナ育苗の事例				
抄録 (概要)	<p>培地コストの削減は、コンテナ育苗において重要な課題の1つである。このため、秋田県内の生産現場で実際に使われている培地と秋田県林業研究研修センターが推奨する低コスト培地を用い、スギ苗の成長について比較検討した。供試培地は、生産者独自の配合の3種とそれぞれが考案した組成のものとした。低コスト培地の組成は、市販の安価なヤシ殻粉砕物1L+緩効性肥料約10g+微量元素1gとした。育苗は、3名の生産者が各々の条件下で行った。生産者1：直接播種による実生を用いて2成長期育苗した。培地は、独自のものに加え、低コスト培地のヤシ殻粉砕物について容積比で1/4、1/2、3/4をピートモスで置換したものをを用いた。生産者2：苗畑で1年育てた苗を移植して1成長期育苗を行った。培地は、独自のものと、ヤシ殻粉砕物の腐食が進んでいないものをベースに、容積比でそれらの1/2を軽石で置換したもの等を用いた。生産者3：直接播種による実生を用い、比較は独自配合のもののみとして1成長期育苗を行った。その結果、<u>低コスト培地の苗は、いずれの現場でも他苗と遜色のない成長を示した。</u>本県の現場で使われている培地は、コスト削減に向けて組成改良の余地があると考えられた。</p>				
No.	J089	報告年	2020	著者名	山中豪
文献名	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				
抄録 (概要)	<p>スギ実生コンテナ苗（以下、苗）においては、春播種して翌春出荷可能な1年生苗の生産が可能であるが、苗長のばらつきが大きく、比較苗高も高くなることがある。これらの問題を解決することを目的とし、密度調整とソート（並べ替え）処理が苗の形状に及ぼす影響を調査した。2019年4月、コンテナの各孔に1粒ずつスギ種子を播種した。用いたスギ種子は、ふるい分け、液体選別、目視選別を組み合わせた選別を行ったものであり、播種した種子のうち87%が発芽した。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/m²））を使用した。<u>ソート処理は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。密度調整はソート処理と同時に行い、小：400本/m²、中：200本/m²、大：100本/m²、特大：50本/m²とした。これらの処理を</u></p>				

	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。				
No.	J090	報告年	2020	著者名	清水香代
文献名	1年生カラマツコンテナ苗植栽後の初期成長（第1報）				
抄録 (概要)	近年長野県では、カラマツの主伐や更新伐が進められている。それに伴い、再造林時に使用されるカラマツ苗木の需要も増加している。再造林時には近年各地で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）も用いられている。県内のカラマツコンテナ苗は、苗畑で1成長期育苗した苗を移植し作成しているため、苗畑での育苗期間を含めると育苗に2成長期が必要となり、育苗経費や急な需要への対応が困難である。そこで、高機能性肥料を用いて、播種から1成長期で県内のコンテナ苗の規格を満たす苗を育苗した。しかし、通常の半分の育苗期間で育成したカラマツコンテナ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1年生カラマツコンテナ苗を林地に植栽し、活着率、樹高、根元直径や形状比の変化について調査したので、その結果について報告する。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.	J091	報告年	2020	著者名	北原ら
文献名	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				
抄録 (概要)	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。				
No.	J092	報告年	2020	著者名	大平峰子・山野邊太郎
文献名	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				
抄録 (概要)	コンテナ苗の周年での供給、出荷作業の分散等をはかるため、スギ実生・さし木コンテナ苗の冷凍保存を試みるとともに、冷凍保存が植栽後の活着率および初期成長に与える影響を評価した。コンテナ苗をビニール袋で包んで段ボール箱に入れ、実生苗を2018年1月、さし木苗を2019年2月に-2℃で冷凍保存した。対照の苗木は植栽まで温室で育成した。冷凍保存したコンテナ苗を2℃で解凍し、実生苗を2018年5月、さし木苗を2019年6月に植栽した。1成長期後の活着率は、冷凍の有無に関わらず実生苗、さし木苗ともに95%以上であった。また、1成長期後の苗高は、冷凍した苗木と対照の苗木との間で有意な差が認められなかった。以上の結果から、スギのコンテナ苗を-2℃で冷凍保存できるこ				

	と、保存期間が4ヶ月程度であれば冷凍により活着率や初期成長が低下しないことが示された。なお、本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の支援を受けて行われた。				
No.	J093	報告年	2020	著者名	藤本浩平ら
文献名	スギ第二世代精英樹候補木コンテナ苗の初期成長				
抄録 (概要)	スギ精英樹コンテナ苗の初期成長を明らかにするため植栽試験を行った。第二世代精英樹候補自然交配および第一世代精英樹人工交配は関西育種場で採種された種子を用い、対照として高知県内で流通する精英樹採種園で採種された第一世代精英樹自然交配種子を用いてコンテナ苗を育苗した。育苗箱内の鹿沼土へ播種し、本葉が出始めた頃にココピートオールドを充填したマルチキャビティコンテナ (JFA150) へ移植して高知県香美市で1年間育苗を行った。2015年3月に高知県土佐郡土佐町の皆伐地で植栽を行った。植栽密度は2,500本/haで、各苗を80本ずつ交互に植栽した。2015年4月および、2015年~2019年の12月に樹高および地際直径を測定した。第5生育期終了時点で、樹高は第二世代精英樹候補自然交配>第一世代精英樹人工交配>第一世代精英樹自然交配の順に高く、第一世代精英樹自然交配と第二世代精英樹候補自然交配の間に有意差がみられた。地際直径は、いずれの測定時でも有意差がみられなかった。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。				
No.	J094	報告年	2020	著者名	丹羽花恵
文献名	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				
抄録 (概要)	スギ挿し木コンテナ苗生産において、県内では、1生育期間通常床に挿し付けた発根済み苗をコンテナに移植しているが、発根済み苗は根量が多く、移植には多大な労力がかかる。そこで、挿し木コンテナ苗の効率的な生産のため、未発根又は発根間もない苗のコンテナへの挿し付けによる育苗の可能性と挿し付け適期を検討した。コンテナへの挿し付け時期は、①5/16、②7/9、③7/19、④7/29とし、①では穂木をコンテナに直接挿し付け、②-④では5/16に鹿沼土を用いた通常床に穂木を挿し付けたものを各日に掘り取りコンテナへ挿し付けた。また、通常床に挿し付けたままのものを対照苗とした。コンテナはJFA300、培地はココピートオールドと鹿沼土の混合土、鹿沼土とした。供試本数は少花粉品種4系統を各24本計864本とし、10月末に掘り取り、発根数を5段階評価し乾燥後の根重量を計測した。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、何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。				
No.	J095	報告年	2020	著者名	丹下健・染谷祐太郎
文献名	暗所保管したスギコンテナ苗の植栽後の細根伸長				
抄録 (概要)	暗所保管によってスギコンテナ苗の伸長成長を停止できるが、育苗技術として確立するためには光合成生産が長期間できないことが、苗木に与える影響を				

	<p>明らかにする必要がある。本研究では、5月から8月にかけて週2回の頻度で灌水を行いながら4週間もしくは8週間の暗所保管を行った1年生スギコンテナ苗と暗所保管を行っていないコンテナ苗(対照区)について、植栽後の細根伸長経過を比較した。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。</p>				
No.	J096	報告年	2020	著者名	丹下健・染谷祐太郎
文献名	<p>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</p>				
抄録 (概要)	<p>雄性不稔スギの植栽は花粉症対策として有効であるが、省力的な造林の観点からは下刈り回数の低減のために優れた初期成長も求められる。近年は再造林地にコンテナ苗を植栽する事例が増えているため、コンテナ苗の育苗中における追肥の条件が育苗中および林地植栽後の苗の成長に与える影響を調査した。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。</p>				
No.	J097	報告年	2019	著者名	齋藤ら
文献名	<p>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</p>				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の出荷作業を効率よく行うには、根鉢が適度に形成された苗木を選ぶことが有効である。本研究では、根鉢の物理的性質を定量的に評価する指標とその測定手法を考案し、各指標に対する育成孔の形状の影響や、各指標と苗木の地上部の形態的特徴との関係を明らかにすることを目的とした。リブ型とスリット型の150ccコンテナでスギ苗木を育成し、2成長期目の初め(6月)と終わり(11月)にそれぞれ測定に用いた。根鉢の物理的性質として、根鉢の硬さ(山中式土壌硬度計による指標硬度)、根鉢の崩れやすさ(落下の衝撃による脱落土壌量)、根鉢の抜き取りにくさ(育成孔からの引き抜き力)を評価した。また、苗高、地際直径、根のバイオマスも測定した。その結果、根のバイオマスの増加とともに脱落土壌量は小さくなったが、指標硬度と引き抜き力は大きくなった。各指標は測定原理が簡明で結果を理解しやすく、根系の発達状況をよく反映していると考えられた。各指標を用いた評価により、<u>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。</u></p>				
No.	J098	報告年	2020	著者名	小笠ら
文献名	<p>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</p>				
抄録 (概要)	<p>部分摘葉がヒノキコンテナ苗の水分状態および木部の水分通導に与える影響を明らかにするため、7月に地際から相対苗長75%の高さまでに分枝する側枝を切除し、苗への灌水停止の前後でシュートの水ポテンシャル、主軸木部の通水</p>				

	<p>阻害率および各器官の乾燥重量を測定し、対照区の個体と比較した。灌水停止後6日目に対照区的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、<u>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。</u></p>				
No.	J099	報告年	2019	著者名	三樹 陽一郎
文献名	宮崎県におけるコンテナ苗の現状と研究事例				
抄録 (概要)	<p>宮崎県の森林面積は、県土の76%にあたる586千haで、うち人工林が57%の334千haとなっている。2017年の素材生産量は196万m³で全国2位、このうちスギは181万m³で全国1位である(宮崎県2018)。素材生産量の推移は伐採面積と深く関係しており、連動して再造林面積や苗木生産量に反映される。2018年春の民有林のスギ造林面積は1,669ha、スギ苗生産量は5,325千本となっており、今後も同等以上の推移が見込まれる。このような中、再造林を確実に進めるため、植栽時期を選ばず、植え付けが容易なコンテナ苗が注目されている。宮崎県林業技術センターでは、2008年度からコンテナ苗に関する研究と実用化に取り組んでおり、宮崎県における現状と関連した2つの研究事例を紹介する。</p>				
No.	J100	報告年	2019	著者名	升屋ら
文献名	カラマツコンテナ苗における床替苗根腐病				
抄録 (概要)	<p>2014年に岩手県下で発生したカラマツコンテナ苗の枯死原因を調査した。分離試験の結果、Fusarium属菌による根腐れが主因と考えられた。特に当年度に床替えした苗で大発生していることから、床替苗根腐病と診断された。苗木の植え替え時における根の損傷、仕立て時の様々な因子が急速な病徴の進展に大きく関与していると予想された。</p>				
No.	J101	報告年	2019	著者名	西山 嘉寛
文献名	ヒノキコンテナ苗の活着と初期成長に関する研究				
抄録 (概要)	<p>岡山県北部の国有林内4地点、真庭市有林内1地点にそれぞれ植栽されたコンテナ苗について、植栽3~4年後までの活着及び初期成長に関する実態調査を実施した。<u>植栽3年後の健全率は、一部試験地を除き、普通苗とほぼ同等の70~80%を期待できることが明らかになった。最も枯損率が高かった試験地の一部では、枯損個体は健全個体に比べ、平均根元直径、平均形状比において、それぞれ5%、1%水準で有意差が認められ、根元直径の大きい苗木ほど活着率が高くなることが明らかになった。</u>植栽3年後の樹高成長量及び相対成長率は、普通苗とコンテナ苗はほぼ同等であった。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年以降は省略できると考えられる。周辺に侵入・定着する植生のうち、アカメガシワ、タラノキ、クマイチゴ、ナガバモミジイチゴ及びチマキザサ等は、複数</p>				

<p>の試験区において、植生高が1.2m以上、もしくは植被率が10%を超える事例が確認されたことから、上記植生の管理を徹底する必要がある。</p>

(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	1・7・8・17・ 25・26・28・34・ 47・69・91・ 101	1・5・6・8・ 16・17・28・ 71・73	
② 植栽前の生育	17・29・54・55・72	17・72	17・23・27・ 57・62・63	
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	18・21・22・44・ 76・77・98	5・11・16・ 18・21・22・ 77・83・100	9・24・31・ 42・70・79・ 84・99
文献数	75 文献	20 文献	24 文献	8 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（ダブルコンテナ苗、スぺードコンテナ苗、丁寧裸苗、一鋤裸苗）で植栽し、活着率を比較した結果、一鋤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)

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月の植栽が多かった。伸根は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/m²)) 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を行い、小: 400 本/m²、中: 200 本/m²、大: 100 本/m²、特大: 50 本/m²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

挿し木は、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)

g. 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。高灌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)

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)

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)

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。(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灌水制限条件で 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、規則的な灌水、生産者判断の灌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灌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灌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、灌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)

- ・ 植栽後の根量が灌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 5 cm 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 5 cm 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つた。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)
- ・ 灌水停止後 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

(1) 文献の収集

収集した文献一覧および抄録を表 7-4、表 7-5 に示す。文献 No の E は欧州の文献、A は北アメリカの文献を表す。なお、樹種は以下の 1~10 で表す。

- 1) *Picea abies* (L.) H. Karst. (Norway spruce) ドイツトウヒ
- 2) *Picea mariana* [Mill.] BSP クロトウヒ
- 3) *Pinus sylvestris* L. (Scots pine) オウシュウアカマツ
- 4) *Pinus ponderosa* Laws. var. *ponderosa* ポンデローサマツ
- 5) *Pinus tabuliformis* 中国マツ
- 6) *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglas fir) ベイマツ
- 7) *Chamaecyparis obtusa* ヒノキ
- 8) *Populus* (Poplar) ポプラ
- 9) *Zizyphus lotus* ナツメ
- 10) *Pinus Palustris* ダイオウマツ
- 11) *Pinus patula* パツラマツ
- 12) *Western hemlock* ベイツガ
- 13) *Sitka spruce* シトカトウヒ
- 14) *Picea glauca* カナダトウヒ
- 15) *Pinus Contorta* ロッジポールパイン
- 16) *Pinus taeda* テーダマツ
- 17) *Pinus banksiana* バンクスマツ
- 18) *Pinus echinate* エキナタマツ

表 7-4 収集した海外文献の一覧

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E001	1・3	north ern Europ e	Urban Nilsson et al.	2010	Reforestation with planting in northern Europe	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 283-294, Volume 25, 2010 - Issue 4: 25th Anniversary Jubilee Issue Looking beyond to shape the future

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E002	4		Jeremiah R. Pinto et al.	2011	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions	Forest Ecology and Management 261(11):1876- 1884
E003	7		Naoko Yamashi ta et al.	2016	Impact of leaf removal on initial survival and growth of container-grown and bare-root seedlings of Hinoki cypress (<i>Chamaecyparis obtusa</i>)	Forest Ecology and Management Volume 370, 15 June 2016, Pages 76-82
E004	2		Denis Walsh et al.	2015	Size and age: Intrinsic confounding factors affecting the responses to a water deficit in black spruce seedlings	iForest - Biogeosciences and Forestry 8:401-409
E005		スウェ ーデン	Häggströ m Carola, Kawasak i Akie and more	2012	Profiles of forestry contractors and development of the forestry- contracting sector in Sweden	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 395-404, Volume 28, 2013 - Issue 4

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E006	1・6	スウェーデン 南部	Kristina Wallertz, Cecilia Malmqvist and more	2012	The effect of mechanical site preparation methods on the establishment of Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) and Douglas fir (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) in southern Sweden	Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 86, Issue 1, January 2013, Pages 71-78
E007	1・3	スウェーデン 北部の沿岸と内陸	Johansson Karin, Håjek Jörgen and more	2014	Early performance of <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Picea abies</i> - a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 388-400, Volume 30, 2015 - Issue 5
E008	1	スウェーデン 南部	Karin Johansson, Ola Langvall and Johan Bergh		Optimization of Environmental Factors Affecting Initial Growth of Norway Spruce Seedlings	Silva Fennica 46(1): 27-38.
E009		北欧	Ersson, Back Tomas and Bergsten, Urban and Lindroos, Ola	2014	Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel	Silva Fennica vol. 48 no. 2 article id 1064. 14 p.

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E010		フィン ランド	Hallongr en Heidi,Lai ne Tiina and more	2014	Competitiveness of mechanized tree planting in Finland	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 144-151 Volume 29, 2014 - Issue 2
E011		フェノ スカン ジア： スウェ ー デン、フ ィンラ ンド	Back Tomas Ersson, Linus Jundén, Erik Mattias Lindh & Urban Bergsten	2014	Simulated productivity of conceptual, multi- headed tree planting devices	International Journal of Forest Engineering Pages 201-213 Volume 25, 2014 - Issue 3
E012		フィン ランド	Tiina Laine & Juho Rantala	2013	Mechanized tree planting with an excavator-mounted M-Planter planting device	International Journal of Forest Engineering Pages 183-193 Volume 24, 2013 - Issue 3
E013	1・3		Johanna Riikonen	2016	Pre-cultivation of Scots pine and Norway spruce transplant seedlings under four different light spectra did not affect their field performance	New Forests July 2016, Volume 47, Issue 4, pp 607-619
E014	8	スウェ ーデン 南部	Rebecka Mc Carthy and more	2017	Effects of soil preparation methods and plant types on the establishment of poplars on forest land	Annals of Forest Science June 2017, 74:47

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E015	8	スウェーデン	Henrik Böhlenius & Rolf Övergaard	2016	Impact of seedling type on early growth of poplar plantations on forest and agricultural land	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 733-741 Volume 31, 2016 - Issue 8
E016		スκανジナビア : アイスランド、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、デンマーク	Mattsson, Anders	2016	Reforestation challenges in Scandinavia	Reforesta, 2016. no 1, p. 67-85
E017			Marianti Tsakalidis, Petros Ganatsas, Douglas F. Jacobs	2013	Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology	New Forests May 2013, Volume 44, Issue 3, pp 327-339

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E018	1・6	Douglas fir [Pseudotsugamenziesii (Mirb.) Franco] (ベイツ) and Picea abies (L.) Karst(ドイツウヒ)	Cecilia Malmqvist and more	2017	Differences in bud burst timing and bud freezing tolerance among interior and coastal seed sources of Douglas fir	Trees December 2017, Volume 31, Issue 6, pp 1987-1998
E019		フェノスカンディア：スウェーデン、フィンランド	Back Tomas Ersson and more	2018	Mechanized Tree Planting in Sweden and Finland: Current State and Key Factors for Future Growth	Forests 2018, 9(7), 370
E020	1・3	エストニア	ANDRE S JÄÄRAT S and more	2016	Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of Pinus sylvestris and Picea abies During Eight Years in Hemiboreal Estonia	Baltic Forestry 22(2): 365-374.

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E021		フィン ランド	Laine Tiina	2017	Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity	Dissertationes Forestales -239 URN:ISSN:1795- 7389
E022	1・3		Luorane n J.	2018	Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings	Silva Fennica vol. 52 no. 2 article id 7813
E023	8		Henrik Böhlenius and more	2017	Influence of Cutting Type and Fertilization in Production of Containerized Poplar Plants	Forests 2017, 8(5), 164
E024	1	スウェ ーデン	Elisabet h Wallin and more	2019	Evaluating methods for storability assessment and determination of vitality status of container grown Norway spruce transplants after frozen storage	Scandinavian Journal of Forest Research

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E025	1		Marco Hernandez Velasco & Anders Mattsson	2019	Light quality and intensity of light-emitting diodes during pre-cultivation of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. and <i>Pinus sylvestris</i> L. seedlings - impact on growth performance, seedling quality and energy consumption	Scandinavian Journal of Forest Research, 34:3, 159-177
E026	5		Le Jiang,R. Kasten Dumroese, Yong Liu and more	2018	Short-day treatment affects growth, physiological parameters and needle proteome of Chinese pine (<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.) seedlings	New Forests May 2019, Volume 50, Issue 3, pp 469-488
E027	9	スペイン南東部乾燥した沿岸	Juan A. Oliet,Francisco ArteroSimón Cuadros Jaime Puértolas s Lourdes LunaJose M. Grau	2012	Deep planting with shelters improves performance of different stocktype sizes under arid Mediterranean conditions	New Forests September 2012, Volume 43, Issue 5-6, pp 925-939

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
A001	10	アメリカ合衆国	David South et al.	2005	Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of <i>Pinus palustris</i> seedlings in Alabama, U.S.A.	Forest Ecology and Management 204(2-3),385-398
A002	11	アメリカ合衆国	A.D. Bayley & J.W. Kietzka	1997	Stock quality and field performance of <i>Pinus patula</i> seedlings produced under two nursery growing regimes during seven different nursery production periods	New Forests 13,341-356
A003	6,12,13	アメリカ合衆国	M. Newton et al.	1993	Tall planting stock for enhanced growth and domination of brush in the Douglas-fir region	New Forest 7,107-121
A004	14	カナダ	Alan Vyse	1981	Growth of Young Spruce Plantations in Interior British Columbia	The Forestry Chronicle 57(4)
A005	4	アメリカ合衆国	Jeremiah R. Pinto et al.	2012	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions	Forestry Ecology and Management 261(11):1876-1884

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
A006	Picea sp.	カナダ	Jeremiah R. Pinto et al.	2012	Stock type in intensive silviculture: A (short) discussion about roots and size	The Forestry Chronicle 80(4):463-468
A007	6,14, 15	カナダ	R.van den Driessche	1992	Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen, and potassium treatments	Canadian Journal of Forest Research,22(5)
A008		アメリカ合衆国	Steve Grossnickle & Yousry A El-Kassaby	2015	Boreroot Versus container stocktypes: a performance comparison	New Forests 47(1), 1-24
A009	6	アメリカ合衆国	Maxwell Wightman & Eric J. Dinger	2018	The Influence of Containerized Stock Type on the Growth and Survival of Douglas-fir Seedlings	Tree Planters's Note61(2),134-141
A010	16	アメリカ合衆国	James P. Barnett & John M. McGilvray	1993	Performance of Container and Bareroot Loblolly Pine Seedlings on Bottomlands in South Carolina	Southern Journal of Applied Forestry(17),2

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
A011	2	アメリカ合衆国	Sylvain Jutras et al.	2007	Comparing Large Bareroot and Container Stock: Water Stress as Influenced by Peat and Soil Water Availability	Tree Planters's Note52(1),15-18
A012	2,14	アメリカ合衆国	A.A.Alm	1983	Black and White Spruce Plantings in Minnesota: Container vs Bareroot Stock and Fall vs Spring Planting	The Forestry Chronicle 59(4)
A013	17	アメリカ合衆国	Steven C. Grossnickle & Terence J. Blake	1987	Water relation patterns of bare-root and container jack pine and black spruce seedlings planted on boreal cut-over sites	New Forests 1, 101-116
A014		カナダ	Stephen J. Colombo	1997	Frost hardening spruce container stock for overwintering in Ontario	New Forests 13, 449-467
A015	6,12	カナダ	J. T. Arnott	2016	Field Performance of Container-grown and Bareroot Trees in Coastal British Columbia	Canadian Journal of Forest Reseach,21(5)

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
A016	6	アメリカ合衆国	Diane L. Haase et al.	2006	Field Performance of Three Stock Sizes of Douglas-fir Container Seedlings Grown with Slow-release Fertilizer in the Nursery Growing Medium	New Forests 31, 1-24
A017	2	アメリカ合衆国	Donald J Regan	2015	Stocktype Influences Western White Pine Seedling Size 6 Years After Outplanting	Tree Planters'Notes 58(1)
A018	18	アメリカ合衆国	David Gwaze et al.	2006	Survival and Growth of Container and Bareroot Shortleaf Pine Seedlings in Missouri	Rockey Mountain Research Station

表 7-5 収集した海外文献の概要

No.	E001	報告年	2010	著者名	Urban Nilsson et al.
文献名	Reforestation with planting in northern Europe				
概要	<p>この論文は過去 20 年間の再生研究をレビューしている。</p> <p>Norway spruce (ドイツウヒ) と Scots pine(オウシュウアカマツ)は、慣習的に、苗は春と秋の初めに植えられるが、最近の研究でドイツウヒ苗が春から9月の終わりまで植えることができることがわかった。土壤温度は、スカンジナビア北部の厳しい気候での苗の立ちあがりに強く影響するが、土壤温度を上げる方法は盛土をして高いところに植えつけることである。土の攪乱はその他植生との競合や、上記2種にとり最も深刻な被害をもたらすマツゾウムシによる被害を減らす効果がある。</p>				
No.	E002	報告年	2011	著者名	Jeremiah R. Pinto et al.
文献名	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions				
概要	深さと容積が異なる6種類のコンテナを使用して、土壤の含水量、平均気温、総降水量(中間およびゼロ)が異なる2つのサイトに植えられた Pinus				

	ponderosa Laws.var.ponderosa(ポンドローサマツ)の性能を評価した。 <u>中湿地に植えられた実生は高い生存率を示し、樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。コンテナ容量が大きいほど樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。乾燥地に植えられた実生は中湿地に植えられた実生に比べ、生存率はより低く、成長量はより小さかった。また、中湿地に植えられた苗の初期形状は、乾燥地に植えられたものよりもその後の形状発達を予想することが難しいことが示された。</u>				
No.	E003	報告年	2016	著者名	Naoko Yamashita et al.
文献名	Impact of leaf removal on initial survival and growth of container-grown and bare-root seedlings of Hinoki cypress (<i>Chamaecyparis obtusa</i>)				
概要	<p>ヒノキ (<i>Chamaecyparis obtusa</i>) について、移植前のコンテナ苗の部分的な落葉が移植後の最初の生育期間中に移植ショックを軽減し実生生存を向上させることができるかを検証した結果、<u>初期成長に関しては、コンテナ実生における落葉防除と非落葉防除の間に有意差はなく、落葉処理は成長の低下に影響を及ぼさなかったことを示唆していた。</u></p> <p>対照的に、裸根実生は、非落葉実生でより大きな移植ショックを受け、葉の量を減らすことは水分ストレスと死亡率を最小にするのに寄与しうる。したがって、裸根実生の場合、部分的な落葉によって移植片のショックが効果的に軽減され、高い生存率と成長成績が得られることがわかった。</p>				
No.	E004	報告年	2015	著者名	Denis Walsh et al.
文献名	Size and age: Intrinsic confounding factors affecting the responses to a water deficit in black spruce seedlings				
概要	<p>14 日間の灌漑の中断によって生じた水不足に対する反応を、高さが 13~71cm の範囲の異なるサイズの <i>Picea mariana</i> [Mill.] BSP(クロトウヒ)実生で評価した結果、<u>処理中および処理後の両方において、根のバイオマスはより大きな実生でより高かったが、根の成長速度は実生サイズ間で同様であり、水分ストレスの影響を受けなかった。</u></p>				
No.	E005	報告年	2012	著者名	Häggström Carola Kawasaki Akie and more
文献名	Profiles of forestry contractors and development of the forestry-contracting sector in Sweden				
概要	<p>2006 年から 2009 年までのスウェーデン森林局による林業請負業者への年次調査のデータを分析し、その結果を 1993 年から 1998 年までの過去のデータと比較することで、スウェーデンの林業請負業者の現在のプロファイルと最近の動向を調べた。2009 年には、請負業者の 60%が主に伐採活動を行っていたのに対し、30%が主に造林活動を行っていた。1993 年から 2009 年の間に、請負業者の数は約 80%、林業請負業者とその従業員の数は 157%増加した。これらの増加は主に造林活動の増加によるものである。自営事業者が依然としてスウェーデンの林業請負業者の間で支配的であるが、ほとんどの伐採作業は小規模事業者によって行われ、ほとんどの造林業は大規模事業者によって行われる。</p>				

No.	E006	報告年	2012	著者名	Kristina Wallertz Cecilia Malmqvist and more
文献名	The effect of mechanical site preparation methods on the establishment of Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) and Douglas fir (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) in southern Sweden				
概要	<p>本研究の目的は、Douglas fir (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) (ベイマツ) および Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)(ドイツウヒ)の苗木の生存率および成長に対する機械的な地拵えの影響について知ることである。スウェーデン南部で、対照、パッチ、盛土、反転および混合の5つの異なる地ごしらえ方法の効果を調べた結果、<u>機械的な地拵え方法の違いは、ドイツウヒの生存率と成長にほとんど影響を及ぼさなかった。一方、ベイマツでは全ての処理方法で、死亡率が高かった対照と比較して生存率を増加させた。特に混合による地拵えが根の成長とバイオマスの増加を顕著に促進した。</u></p>				
No.	E007	報告年	2014	著者名	Johansson Karin Hajek Jörgen and more
文献名	Early performance of <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Picea abies</i> - a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site				
概要	<p><i>Pinus sylvestris</i> L.(オウシュウアカマツ) と <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.(ドイツウヒ)苗木を2つのサイズ、50と90 cm³のコンテナで育て、スウェーデン北部の沿岸と内陸の両方の場所で2年連続で植えた結果、<u>大きいオウシュウアカマツ実生は小さいサイズよりも急速に成長し、植え付けから5年後の全実生の中で最も高かった。ドイツウヒの実生はサイズによる成長の差は見られなかった。最も高い枯死率は、植え付け後の最初の3年間で起こり、マツゾウムシが主な原因の1つだった。両方の種の大きい実生は小さいサイズと比較してわずかに低い枯死率であった。植え付けから5年後、被害のあった苗木の割合はドイツウヒでは横ばいだったが、オウシュウアカマツでは上がっていた。</u></p> <p><u>地理的位置と実生の大きさまたは種との間に、成長、枯死率、または被害に関する相互作用は見られなかった。乾燥性の土地では、上質な苗を深く植える、または長い根の苗を慎重に植える、または大型コンテナ苗でよい成長を示す可能性がある。</u></p>				
No.	E008	報告年		著者名	Karin Johansson, Ola Langvall and Johan Bergh
文献名	Optimization of Environmental Factors Affecting Initial Growth of Norway Spruce Seedlings				
概要	<p>この研究の目的は、水と栄養分の制限なしで、スウェーデン南部の対象地域に典型的な気候条件の下で、苗の立ち上がりと成長に最適な環境を作り出すことである。</p> <p>生育環境の条件として、対照は反転処理のみ、最適化処理は反転、灌漑、施肥、プラスチックマルチの組み合わせの2種類を用意すると共に、ドイツウヒの苗として、2年生プラグ苗、1年半生コンテナ苗、10週生小型苗の3種類を用</p>				

	意して、それらを組み合わせた計6種類の処理方法を設定した。最適化処理を施した苗はいずれも、通常は5～10年かかる苗高生長を3年で実現した。一方で、バイオマスは処理方法ではなく苗の種類間で異なる成長量をみせた。				
No.	E009	報告年	2014	著者名	Ersson, Back Tomas and Bergsten, Urban and Lindroos, Ola
文献名	Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel				
概要	北欧の皆伐後再造林は、植栽機に苗を搭載する手間がかかり生産性が低い。そのため、改良実験を実施した結果、複数のプラグ苗のトレイ (MagMat) を搭載して一本ずつプランティングチューブに挿入・植栽する方式は、苗を個別に搭載する方式と比較して1割弱生産性が高いことが判明した。				
No.	E010	報告年	2014	著者名	Hallongren Heidi Laine Tiina and more
文献名	Competitiveness of mechanized tree planting in Finland				
概要	フィンランドにおける機械植栽の資本生産性と作業時間について、人力による盛土・植栽作業と比較したところ、機械植栽は現在の生産性を25%から100%上昇させなければ、人力植栽と競争できないことが判明した。				
No.	E011	報告年	2014	著者名	Back Tomas Ersson, Linus Jundén, Erik Mattias Lindh & Urban Bergsten
文献名	Simulated productivity of conceptual, multi-headed tree planting devices				
概要	<p>自動植栽機械の生産性について、シナリオシミュレーションを実施した。植栽機能を担うヘッドの搭載台数を1～4台に設定して、岩石や根株などの障害が発生する頻度を数種設定して、それらの組み合わせによるシナリオの生産性を予測した。</p> <p>障害頻度の低いまたは中程度のシナリオでは、ヘッドの数が多ければ多いほど生産性が増加したのに対して、障害頻度の高いシナリオでは、ヘッド3台のシナリオが4台よりも生産性が高く、1台のシナリオは2台と同等の生産性を呈した。このことから、3台ヘッドの自動植栽機械が最も生産性が高いことが示唆された。</p>				
No.	E012	報告年	2013	著者名	Tiina Laine & Juho Rantala
文献名	Mechanized tree planting with an excavator-mounted M-Planter planting device				
概要	M-Planter という植栽機械を使用した植栽作業の時間計測実験を実施したところ、作業者、ベースマシン、植栽場所による作業時間の著しいばらつきは見られなかったが、地表障害物の発生頻度が著しく影響を与えた。				
No.	E013	報告年	2016	著者名	Johanna Riikonen
文献名	Pre-cultivation of Scots pine and Norway spruce transplant seedlings under four different light spectra did not affect their field performance				

概要	Scots pine(オウシュウアカマツ) と Norway spruce(ドイツトウヒ)実生の事前栽培中の異なる光スペクトルが実生の成長と形態に影響するかどうか、そして処理間の違いが圃場への移植後も維持されるかどうかを調べた結果、 <u>苗の成長と形態は、事前栽培中の光のスペクトル組成を調整することによって改善されたが、移植する頃まで長続きしなかった。</u>				
No.	E014	報告年	2017	著者名	Rebecka Mc Carthy and more
文献名	Effects of soil preparation methods and plant types on the establishment of poplars on forest land				
概要	スウェーデン南部の3つのサイトで、3種類のポプラ（短挿し木、長挿し木、裸苗）と組み合わせた4種類の土壌調整処理（土壌調整なし、パッチ攪乱、盛土、反転）の影響を調査した結果、盛土処理は、すべての土壌調整処理の中で全体的に最高の成績が得られた。土壌調整処理と植物の種類により成長の違いが明らかになったが、裸苗と長挿し木は一般的に最も成功し、パッチ攪乱と短挿し木の生存率と成長量は低かった。				
No.	E015	報告年	2016	著者名	Henrik Böhlenius & Rolf Övergaard
文献名	Impact of seedling type on early growth of poplar plantations on forest and agricultural land				
概要	<p>ポプラの挿し木、裸苗、コンテナ苗といった苗木の種類の違いが、如何に活着と初期生長に影響を与えるかについて、林地と農地の両サイトにおいて研究した。</p> <p><u>苗木の種類は、農地においては生存率や生長に影響を与えなかった。他方で林地においては、コンテナ苗と裸苗の生存率は挿し木よりも高く、コンテナ苗は裸苗よりもより大きな苗高やバイオマスの成長量をみせた。コンテナのサイズは苗高の成長に影響を及ぼさなかったが、サイズが大きいほどバイオマスの成長量も大きい。コンテナのサイズが大きいほど、裸苗よりも窒素やリンが集中して利用可能である。そのため、スウェーデンの林地におけるポプラ植栽には、470mlの容積のコンテナ苗を使用するべきである。</u></p>				
No.	E016	報告年	2016	著者名	Mattsson, Anders
文献名	Reforestation challenges in Scandinavia				
概要	<p>スカンジナビアの主な森林再生の課題を整理した。</p> <p>フィンランドは、75%が森林で、森林再生に大きな課題がある。フィンランドの林業構造は、小さな造林地が組み合わさった多くの私有林で構成されており、植栽まで苗の品質を維持するため、運搬と圃場での保管方法が大きな課題である。フィンランドでは新しい苗木栽培（発光ダイオード（LED）下での栽培を含む）や新しい物流システムと技術が開発されており、多様な植栽日に苗木を供給できるようになっている。</p>				
No.	E017	報告年	2013	著者名	Marianthi Tsakalimi Petros Ganatsas Douglass F. Jacobs

文献名	Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology				
概要	<p>本研究の目的は、5種の地中海種 (<i>Pinus halepensis</i>, <i>Quercus ilex</i>, <i>Quercus coccifera</i>, <i>Ceratonia silqua</i>, <i>Pistacia lentiscus</i>) の野外での初期苗の形態的特徴を特定することであった。<u>直径はすべての種の生存率を正確に予測する一般的な変数であり、<i>P. halepensis</i> の場合は5 mm 以上、残りの種では7 mm 以上でなければならない。</u>また種により、根株直径、乾重量、ディクソン指標、苗高：直径比率、バイオマスなどと併せて有用である。</p>				
No.	E018	報告年	2017	著者名	Cecilia Malmqvist and more
文献名	Differences in bud burst timing and bud freezing tolerance among interior and coastal seed sources of Douglas fir				
概要	<p>本研究の目的は、7つの Douglas fir [<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco] (ベイマツ) 産地の北欧条件下での春季の芽の発達を野外と温室で調査し、<i>Picea abies</i> (L.) Karst(ドイツトウヒ)の地元産地と比較することである。</p> <p>結果、内陸産のベイマツは、温室でも野外でも、沿岸産よりも早く芽が出た。内陸と沿岸のベイマツの違いは見つからなかった。<u>春の霜害を避けるため、ベイマツの苗は冷凍保存し、春遅く植える必要がある。</u>シェルターウッド伐採下に植えると、春の霜害から苗を保護できる。</p>				
No.	E019	報告年	2018	著者名	Back Tomas Ersson and more
文献名	Mechanized Tree Planting in Sweden and Finland: Current State and Key Factors for Future Growth				
概要	<p>スウェーデンとフィンランドの機械化された植栽の運用、計画、物流、および組織の特性を比較した。植栽機械の請負業者とクライアント企業のフォレスターとのインタビューの結果、スウェーデンとフィンランドの機械化された植林は、多くの類似点を共有している。いくつかの顕著な違いとして、スウェーデンでの植え付け期間が長くなること、フィンランドの請負業者による2シフト作業および作業場の事前検査の頻度が低い傾向が含まれる。</p> <p>同様の課題により、両国の機械化された植林は、関係するフォレスターの教育、柔軟な情報システム、効率的な苗のロジスティクス、および植栽機械の継続的な技術開発を通じて費用効率を改善できる。</p>				
No.	E020	報告年	2016	著者名	ANDRES JÄÄRATS and more
文献名	Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Picea abies</i> During Eight Years in Hemiboreal Estonia				
概要	<p>本事業の目的は、エストニアの一般的な場所で12の実験的植栽を行い、植付け後8年までの Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)(ドイツトウヒ)の生存率と成長が植栽タイプによってどのように影響されるかを分析することである。</p> <p><u>コンテナ苗は最初の2～3年の間に初期成長が向上したが、この差は後に消えた。</u>オウシュウアカマツ裸苗とコンテナ苗の成長は類似していたが、ドイツトウヒコンテナ苗の成長は、裸苗と比較してわずかに劣っていた。両方の試験種</p>				

	の生存率は、使用した植栽株と無関係だった。全体的に、2つのストックタイプの成長量は、コンテナ苗の方が好ましい可能性を示唆しており、特に効率的に生産・運送でき、植栽時のストレスを軽減できることから同様のことが言える。				
No.	E021	報告年	2017	著者名	Laine Tiina
文献名	Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity				
概要	自動機械植栽は人力植栽よりも生産性は高いものの、費用面で競争力があるわけでない。しかし、作業員の技能向上とサイトの選定により、機械植栽もコストを抑えることは可能である。また、苗木を自動搭載するシステムも鍵となる。苗圃から植栽までの工程連鎖を最適化・統合することによっても、コストを低減することが重要である。機械植栽を有用なものにするためには、信頼できる機械、作業員の技能向上、適切なサイト選定、苗木の品質・十分な供給・運搬の全てが満たされなければならない。				
No.	E022	報告年	2018	著者名	Luoranen J.
文献名	Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings				
概要	<p>本研究は、夏（8月）と秋、特に晩秋（9月中旬から10月中旬）の植え付けが、コンテナ苗の Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)(ドイツトウヒ)の圃場性能にどのように影響するかを知ることである。</p> <p>植え付け直後の根の成長、発芽、翌春の根の成長、およびその後の圃場での成果を調べた結果、植えられた実生の根の成長は9月に低下し、9月中旬以降に停止した。翌春、早秋に植えられた苗は、両方の種で晩秋に植えられた苗よりも早く根の成長を始めた。植栽時期による発芽のタイミングに違いはなかった。植え付け後の最初の2年間、春植えの苗条成長は、秋植えの苗と比較して低かった。</p> <p>結論として、10月までは、非限定的な野外条件下で、針葉樹の苗木を北方林地帯に植えることが可能である。</p>				
No.	E023	報告年	2017	著者名	Henrik Böhlenius and more
文献名	Influence of Cutting Type and Fertilization in Production of Containerized Poplar Plants				
概要	<p>本研究の目的は、異なる刈り取り品質と肥料の処理が、ポプラ植物の樹立にとって重要な変数である高さ、直径、根のバイオマスの成長と根対シュートの比率にどのように影響するかを調べることである。</p> <p>結果、施肥が植物の成長を増進させること、そして5~10 mmの直径の単芽および二芽切断がコンテナ植物の生産に使用できることを示した。</p>				
No.	E024	報告年	2019	著者名	Elisabeth Wallin and more
文献名	Evaluating methods for storability assessment and determination of vitality status of container grown Norway spruce transplants after frozen storage				

概要	<p>スウェーデンの3つの苗床の <i>Picea abies</i> (L.) Karst.(ドイツウヒ)のコンテナ移植は、貯蔵性と貯蔵後の活力を調べるため、2014 年秋に凍結保存された。貯蔵後の実生の活力は、芽からの電解質の漏出を測定することによって決定した。</p> <p>結果は、若い移植片の早期貯蔵は、根および発芽の貯蔵後生存率および活力の低下をもたらした。特により早い日に貯蔵された実生は、貯蔵期間の延長は一般に生存率の低下ならびに低い根の成長能力およびより高いレベルの電解質漏出をもたらした。</p>				
No.	E025	報告年	2019	著者名	Marco Hernandez Velasco & Anders Mattsson
文献名	Light quality and intensity of light-emitting diodes during pre-cultivation of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. and <i>Pinus sylvestris</i> L. seedlings - impact on growth performance, seedling quality and energy consumption				
概要	<p><i>Picea abies</i>(ドイツウヒ)実生苗の栽培に、連続スペクトルを有する3つの異なる LED ランプの光質の生物学的効果を一般的に使用される蛍光灯と比較した結果、<u>実生は試験した全てのスペクトルについて同様の成長性能を示し、実生の発達は光強度に対して線形の関係を示さなかった。</u></p>				
No.	E026	報告年	2018	著者名	Le Jiang,R.Kasten Dumroese,Yong Liu and more
文献名	Short-day treatment affects growth, physiological parameters and needle proteome of Chinese pine (<i>Pinus tabuliformis</i> Carr.) seedlings				
概要	<p>本研究は、3週間で1日の長さを8または10時間に人為的に減らす短日処理をコンテナ栽培の中国マツ実生に適用し、実生の成長および生理学的反応を評価した。<u>結果、短日処理は、苗の芽、高さ、根の直径、および側根の直径に有意な影響を与えた。短日処理は針葉樹の新芽成長および非生物的ストレス耐性を調節するための有効な手段である。</u></p>				
No.	E027	報告年	2012	著者名	Juan A. Oliet Francisco ArteroSimón CuadrosJaime Puértolas Lourdes LunaJose M. Grau
文献名	Deep planting with shelters improves performance of different stocktype sizes under arid Mediterranean conditions				
概要	<p>本研究は、スペイン南東部の乾燥した沿岸にて、<i>Zizyphus lotus</i> のストックサイズ (300、400、1000 cm³ のコンテナ容量) と植え付け深さ (それぞれ地表下 0cm と 15cm、浅いところと深いところ) による効果を実験した。<i>Z. lotus</i> の 300、400、1000 cm³ のコンテナ容量による効果を実験した結果、<u>1,000 cm³ のコンテナ容量で生産された <i>Z. lotus</i> の全バイオマスは、300 および 400 cm³ で栽培されたものの 219%に相当した。シュート対根比または栄養状態に有意差は見られなかった。1,000 cm³ 容量で生産された植物の根の成長能力は、他の2つの容量よりも有意に高かったが、比率シュート質量はコンテナ容量によって</u></p>				

<p>大きく異ならなかった。3つのコンテナサイズの間で夜明け前の水ポテンシャルに差はなかった。植え付け後40ヶ月の生存率は、コンテナサイズに違いは見られなかった。</p> <p><i>Z. lotus</i> の300、400、1000 cm³のコンテナ容量と植え付け深さがそれぞれ地表下0cmと15cmによる効果を実験した結果、植え付け後最初の1年の間に、体積含水量(地上レベルから12~20cm)は、深部対浅部植え付け処理の周りで平均3.9%高くなり、夜明け前の水ポテンシャルは植え付け深さの間で有意に異なり、植え付け深さ(-2.7MPa)よりも浅植え(-2.3MPa)の値が低かった。植え付け後40ヶ月の生存率は、浅いもの(42.7%)よりも深く植えられた実生(58.5%)の方が有意に高かった。</p>
--

No.	A001	報告年	2005	著者名	David South et al.
文献名	Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of <i>Pinus palustris</i> seedlings in Alabama, U.S.A.				
概要	<p>ルイジアナ州の種苗場にて、ダイオウマツ (<i>Pinus palustris</i>) の苗の栽培に、3種のハードコンテナ、1種のスタイロブロックコンテナ、2種のメッシュカバーコンテナ付きプラグを使用した。2001年には、これらのコンテナタイプと裸苗(別の種子からのもの)を、2つの古い試験地と2つの伐採地に定植した。これらは処理の作用によって、有意な差が出た。2年目の生存率は古い試験地よりも伐採地の方が高かった。コンテナ苗の根径の推定成長量(RGP)は、2成長期後の樹高と正の相関があった。</p> <p>スタイロブロックトレイの場合、細胞壁を銅処理するとRGPは増加したが、圃場における成長には影響しなかった。コンテナのセルの間隔を広げると、2成長期後には直径と高さが増加した。</p> <p>根径境界指数(RBI)を開発し、各コンテナ苗について、根径の直径をコンテナのセルの直径で割って算出した。RBIが27%を超えると生存率が低下した。生存・生育に関しては、裸苗では大きいものが有利であるが、コンテナ苗ではそうでない可能性が示唆された。7か月後のコンテナ苗は、コンテナのタイプによっては大きく成長しすぎてしまうこともある。</p>				
No.	A002	報告年	1997	著者名	A.D. Bayley & J.W. Kietzka
文献名	Stock quality and field performance of <i>Pinus patula</i> seedlings produced under two nursery growing regimes during seven different nursery production periods				
概要	<p>2種類の <i>P. patula</i> のコンテナ苗を"硬苗"と"軟苗"と称し、干ばつと異なる施肥によって育成した。"硬苗"は、軟質苗の半分の水と4分の1の肥料(0.01g/苗 21%N:7.1%P:14.2%K)を施用して育苗した。培養処理の終了時には、2種類の苗は形態的に異なっていた。"硬苗"は"軟苗"に比べて、高さ、高さ根直径の比、苗の乾燥質量が低かったが、気候や地質の異なる3つのサイトで7つの異なる生産期間に植え付けた場合の死亡率は、両タイプの苗でほぼ同じであった。死亡率と高さ根直径比($r=0.76$)、形状比($r=0.83$)、根の成長力($r=-0.69$)</p>				

	との間には相関関係があり、これらのパラメータに基づいて苗を等級分けすることで生存率が向上する可能性があることが示された。しかし、株質の改善だけでなく、植え付けに最適な時期や条件を見極めることで、生存率が大幅に改善されることが明らかになった。				
No.	A003	報告年	1993	著者名	M. Newton et al.
文献名	Tall planting stock for enhanced growth and domination of brush in the Douglas-fir region				
概要	<p>2つの長期的な試験として、様々な大きさ、原産地、樹種の株の育成を追跡した。1つの試験では、<u>ダグラスファーのコンテナ苗、2-0年生の裸苗、4年生の移植苗の複数年比較を行ったところ、下層植生が発達している可能性が高い様々な条件の下で、初期樹高と長期（10～14年）の生育に強い正の関係があることが示された。</u>もう一方の試験では、4年前に伐採されたサーモンベリー（キイチゴ）にダグラスファー、ウエスタンヘムロック、シトカトウヒを植えた。苗の半分は植え付けの6ヶ月後にグリホサートを散布した。ヘムロックとダグラスファーの裸苗は、サーモンベリーの急速な成長にもかかわらず、焼畑に植えた場合はすべて良好に成長したが、シトカトウヒ以外の高さ60cm未満の苗木は、除草剤を散布しないと4年前のサーモンベリーに被圧され、枯死してしまった。除草剤散布により焼き畑での苗の成長は6%改善され、6mの高さに到達するまでに平均約0.6年増加した。シトカトウヒは、昆虫の被害を受けるまでは順調に成長した。ヘムロックの成長は、同程度の初期樹高のダグラスファーと同等かそれ以上であった。<u>すべての比較において、初期樹高が高くなるにつれて、下層植生に覆われる確率が低下し、抑制の効果が成長に及ぼす影響も初期樹高に反比例した。</u>畑地での植栽作業では、最大の樹種については特別なロジスティック対策が必要となる可能性がある。</p>				
No.	A004	報告年	1981	著者名	Alan Vyse
文献名	Growth of Young Spruce Plantations in Interior British Columbia				
概要	<p>ブリティッシュコロンビア州カリブ森林地域のカナダトウヒ（<i>Picea glauca</i> (Moencha) Voss、エンゲルマントウヒ、またはこれらの種の自然交配種の樹齢90年の若い植林地について、生育成績を評価した。各植林地において、サンプル苗を選択するために50㎡の圃場を使用して、20～40本の無傷苗の全高と節間高を測定した。良好な成績を示したのは亜高山の一部であり、劣悪な成績を示したのは湿った場所か乾燥した場所のどちらかであった。個々の植物の性能は非常にばらつきがあり、これが植栽地の潜在的な収量を減少させる可能性がある。<u>ほとんどすべての植栽地で、植栽後2年間は成長が遅くなっていた。</u>スタイロブロックコンテナで栽培された1年生のプラグ苗は、1年目には裸苗よりも急速に成長し、初期のサイズが小さいという欠点から回復していた。しかし、<u>2年生のプラグ苗の生育は著しく低下し、3年生は通常の生育に戻った。</u>小さい1年生プラグ苗の全体的な成績が、株の品質を議論する際にサイズが過度に強調されていることを示唆している。植栽時の性能を向上させるための提案は、森</p>				

	林管理者がカナダトウヒの植栽地を見分けるのに役立つ簡単な成長性能ガイドが提示される必要がある。				
No.	A005	報告年	2012	著者名	Jeremiah R. Pinto et al.
文献名	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions				
概要	<p>適切に選択された樹種は、植栽後の生存率と成長率を高めることで、森林再生の成功率を大幅に向上させることができる。同等の品質の株苗を用いて健全な株苗の試験を実施することで、最良の選択につながる結果を得ることができる。このように、土壌水分量 (θ)、平均気温、総降水量 (メシク : 中湿の環境とキセリック : 乾燥の環境) が異なる 2 つの調査地に植栽したポNDEROSA サマツ (<i>Pinus ponderosa</i> Laws.) 苗の品質が均一になるように、各容器の苗を特別に栽培した。メシクサイトに植えた苗は、2 期後の生存率が 99% 以上と高く、高さ、根径サイズ (RCD)、茎の体積でそれぞれ 147、100、794% の増分成長を示した。キセリックサイトに植えられた苗の生存率は 83% であったが、生長の伸びは小さく (高さ、RCD、茎の体積はそれぞれ 25、46、220%)、高さ、RCD、茎の体積にも差があった。回帰分析の結果、各調査地において、初期の苗の形態的特徴は、2 年目以降よりも 1 年目以降の絶対的な苗高、RCD、茎量を予測するのに優れており、初期の苗の高さが最も優れた予測力を提供した ($R^2 = 0.66$ (メシクサイト); $R^2 = 0.70$ (乾燥サイト)) ことが明らかになった。2 年目の絶対成長予測はメシクサイトで最も低かった ($R^2 < 0.21$)。回帰分析の結果、初期の苗の特性は、特にメシクサイトでは、コンテナに起因する初期の特性から抜け出して成長し、現在の環境や遺伝的要因によって制限されるようになると、時間の経過とともに予測値が低下することが示された。逆に、絶対的な生長が低下したキセリックサイトでは、コンテナの種類によって決定された形質がより長く持続した。メシクサイトの条件に合わせて株苗を選択することは、望まれる最低限の生長率によってのみ制限される可能性がある。逆に、キセリックサイトでは、高品質の苗を深植えるか、あるいは根の長い大型コンテナ苗を慎重に植えることが有益であるかもしれない。</p>				
No.	A006	報告年	2004	著者名	Nelson Thiffault
文献名	Stock type in intensive silviculture: A (short) discussion about roots and size				
概要	<p>ここでは、針葉樹の集中的な伐採における樹種の役割に関連する主な問題点を概説する。本研究の目的は、カナダ東部で集中的な伐採に携わる森林経営者が樹種選択に関心を持つべきかどうかという疑問のいくつかの側面に答えることである。人工的に林立を樹立する際には、樹種選択は他の伐採方法と相互作用して、植林の成功と生産性に影響を与える可能性がある。特に重要なのは、苗の大きさと根系の特性である。本研究では、標準的なサイズの苗木と比較して、より大きな苗木の方が本質的な成長の可能性と競争力が高いことが実証されている。これらの結果はまた、大規模なトウヒ (<i>Picea sp.</i>) の苗を、競合する植生を減らすための除草剤処理と組み合わせて植えることによる相乗効果も示してい</p>				

	<p>る。コンテナ苗と比較して大苗のサイズが大きいことは、しばしばその競争力を向上させると考えられてきたが、そのような株の死亡率はより高くなっている。しかし、最近の育苗方法ではサイズを大きくすることでコンテナ苗と裸苗の品質を向上させている。この問題は、現在では圃場の実績よりも、実際的な再植林の考慮に依存している。苗の遺伝的可能性や苗の栄養状態など、他の考慮事項を上げることができる。集中的な植林管理には、成長性能に特化した育苗特性の生産が不可欠であるが、植林の成功には、適切な品種選択と適切な造林の両方が必要である。</p>				
No.	A007	報告年	1992	著者名	R.van den Driessche
文献名	Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen, and potassium treatments				
概要	<p>ダグラスファー (<i>Pseudotsugamenziesii</i> (Mirb.) Franco)、ロジポールマツ (<i>Pinus contorta dougl.</i>)、カナダトウヒ (<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss) の苗を、それぞれ2ロットの種子で、1989年2月から1990年1月まで、温室とプラスチックシェルターハウス内のスタイロブロックコンテナで栽培した。苗は2回の窒素(N)処理と3回のカリウム(K)処理を3回の干ばつ処理の中で交互に行った。冬期貯蔵後、3月12~14日の間に、すべての処理を行った苗を、ハイグリック(湿地)、メシク、およびキシリックの砂床に植え付けた。苗床の干ばつストレスが増加すると、植え付け後のダグラスファーとカナダトウヒの生存率が増加し、N処理レベルが高いとロジポールパインとホワイトスプールの生存率が増加した。密植条件では、苗床乾燥と高窒素処理を組み合わせた場合、ロジポールパインの生存率は33%増加した。苗床乾燥の増加は苗のサイズを比較的小さくしたが、高窒素処理の増加は植え付け後1成長期の苗のサイズを増加させた。<u>ロジポールマツとカナダトウヒでは、形状比と生存率の間に正の関係があり、Nの増加は調査したNの範囲でシュートの成長と耐干ばつ性の両方を増加させたことを示した。</u>植え付け時に測定された根の成長能力は、すべての樹種で高N処理により約2倍になり、ホワイトスプールでも干ばつストレスにより増加した。<u>生存率と根の成長能力はあまり相関がなかったが、砂地での乾燥重量の成長は根の成長能力とよく相関していた。</u>育苗後に測定されたシュートの乾燥重量とシュート中の窒素含有率は、根の成長能力と相関していた。苗床の処理方法を変えることで根の生育能力を操作しても、定植後の干ばつストレスに対する抵抗力は変化しないことが明らかになった。</p>				
No.	A008	報告年	2015	著者名	Steve Grossnickle & Yousry A El-Kassaby
文献名	Boreroot Versus container stocktypes: a performance comparison				
概要	<p>このレビューでは、森林再生プログラムにおける裸苗とコンテナ苗に関して公表されている研究を調査した。目的としては、これら2つの品種間の全体的な傾向を定義し、苗床や圃場での実績に関する利用可能な情報の観点から、これらの品種の意味を説明することである。</p>				

	<p>苗木の品質評価によると、裸苗の苗木はシュート構造が大きいことが示されている。その理由は、コンテナ苗よりも一般的に密度が低く、多くの場合はより長い期間で栽培されているからである。コンテナ苗の生産システムでは一般的に、根に対するシュートの比率が低く、根の成長力が高い苗が生産され、干ばつを回避する可能性が高くなる。しかし、ストレス耐性と栄養状態の評価では、どちらの品種が性能的に有利であるという決定的な証拠は見出されていない。苗を持ち上げる際には、水と養分の貯蔵源として機能するコンテナプラグ以外のものを使用しなければならない。裸苗実生は持ち上げる、保管する、輸送する、植え付けるなどの取り扱いに敏感であり、これらの取扱いは苗の性能に悪影響を及ぼす可能性がある。コンテナ苗の方が圃場での生存率が高く、これは一部ではあるが、干ばつを回避する可能性が高いことと関連しており、植え付け時のストレスを克服することができる。植え付けストレスの少ない場所では、裸苗とコンテナ苗の生存率は同程度である。苗が定着すれば、裸苗とコンテナ苗は同等の圃場性能を持つことができる。植物との競合が主な制限条件となっている場合には、より大きなサイズの裸苗やコンテナの苗木が通直に立つ確立を成功させる可能性が高いと考えられる。両品種とも自然な根の形と根の分布がないことは、工場的な生産の問題として議論されているが、風通しのリスクはどちらの品種でも一貫して実証されているわけではない。</p>				
No.	A009	報告年	2018	著者名	Maxwell Wightman & Eric J. Dinger
文献名	The Influence of Containerized Stock Type on the Growth and Survival of Douglas-fir Seedlings				
概要	<p>再造林を決定するのに、適切なストックタイプを選択することは再造林のプロジェクトの成功とコストに影響を与えるには重要である。本研究の目的は、ダグラスファーにおける3種のストックタイプのコンテナ苗の苗木の8年間の生存と生育に及ぼす影響を定量化することである。試験品種は styro-8(S-8: キャビティ容量 130ml)、styro-15 (S-15: キャビティ容量 250ml)、styro-60 (S-60: キャビティ容量 1,000ml)であった。植え付け時の大きさの違いは、8年後には消失しており、樹種間では同程度の大きさになることが分かった。S-60の死亡率は両試験地ともに、S-8、S-15と比べて15%も高かった。調査地の条件は苗木の成長に影響を与え、8年後には、ある伐採地では他の伐採地よりも湿潤な条件であったため、平均して0.6mの高さになり、乾燥した伐採地のものに比べて胸高直径が0.8cm大きくなっていた。</p>				
No.	A010	報告年	1993	著者名	James P. Barnett & John M. McGilvray
文献名	Performance of Container and Bareroot Loblolly Pine Seedlings on Bottomlands in South Carolina				
概要	<p>サウスカロライナ州の生産性の高い底地で、同じ改良された苗圃場からのコンテナ苗と裸根苗の性能を比較した。植え付け時のコンテナ苗のサイズと品質は、裸苗と同等かそれ以上であった。</p>				

	<p>植え付け条件が理想的な場合、<u>2年連続で3月、4月、5月に圃場に植え付けを行ったところ、2種類の株の性能は同等であった。また、条件がより厳しい場合には、コンテナ株の方が裸苗よりも生存率が高く、生育も良好であった。植え付け後の除草剤の散布による梢端の火傷は、長期的には苗の生育に影響を与えなかった。</u></p>				
No.	A011	報告年	2007	著者名	Sylvain Jutras et al.
文献名	Comparing Large Bareroot and Container Stock: Water Stress as Influenced by Peat and Soil Water Availability				
概要	<p>クロトウヒ(<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP)の苗の植付時の衝撃に対する発根培地の効果を評価するために、砂を入れた平皿に3種類の大型苗株(コンテナ苗、洗浄された根系を持つコンテナ苗、裸苗)を植え、対照的な2つの水遣り体制(十分に水遣りしたものと水遣りを制限したもの)を作成した。</p> <p>本研究では、10週間の期間中、すべての処理の組み合わせから得られた苗について、毎週、シュートの木部の水ポテンシャル(ψ_x)を測定した。サンプリング期間全体にわたって、水遣り体制とは無関係に、根を水洗いしたコンテナ苗は、裸苗と同様の水分ポテンシャルを示した。</p> <p>無傷のコンテナ苗に比べて、より多くのマイナス値を示した。移植したばかりの大型コンテナ苗と裸苗の水の状態の違いは、主に発根帯の水の利用可能性に及ぼす泥炭系培地の影響によるものと思われる。</p>				
No.	A012	報告年	1983	著者名	A.A.Alm
文献名	Black and White Spruce Plantings in Minnesota: Container vs Bareroot Stock and Fall vs Spring Planting				
概要	<p>クロトウヒ(<i>Picea mariana</i> (Mill.) B.S.P)とカナダトウヒ(<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss)のスタイロブロックとペーパーポッド、3-0年生と2-2年生の苗を春と秋に植えた。コンテナ苗とペーパーポッドの2つのコンテナの間に性能の差は見られなかった。2-2年生の方が3-0年生よりも生存率が高かった。秋植え株の生存率は、春植え株と同等かそれ以上であった。</p>				
No.	A013	報告年	1987	著者名	Steven C. Grossnickle & Terence J. Blake
文献名	Water relation patterns of bare-root and container jack pine and black spruce seedlings planted on boreal cut-over sites				
概要	<p>伐採地での最初の生育期に、裸根とコンテナのバンクスマツ(<i>Pinus banksiana</i> Lamb.)とクロトウヒ(<i>Picea mariana</i> (Mill.))の苗を対象に、水関係のパターンとその後の生育を調査した。</p> <p>両樹種のコンテナ苗は、絶対湿度が不足する範囲において、裸苗に比べてニードルコンダクタンスが大きかった。両樹種のコンテナ苗のニードルコンダクタンスは、絶対湿度が高い時期や植物の水分ストレスが増加している時期にも高い値を維持した。両樹種の裸苗は、コンテナ苗に比べて土壌-植物-大気連続体(SPAC)を通る水の流れに対する抵抗力が大きかった。裸苗では生育期が進むにつれて SPAC を通る水の流れに対する抵抗力が低下し、植え付け後9~14週目</p>				

	<p>にはコンテナ苗と同程度になっていた。畑植えの4週間後には、バンクスマツのコンテナ苗の方が裸苗に比べて新根の発達が大きかったが、夏の終わりには両樹種とも同程度の新根の発達が見られた。クロトウヒの裸苗は、生育期を通じてコンテナ苗に比べて新根の発育が大きかった。</p>				
No.	A014	報告年	1997	著者名	Stephen J. Colombo
文献名	Frost hardening spruce container stock for overwintering in Ontario				
概要	<p>オンタリオ州北部でのコンテナ苗の越冬が困難であったことから、トウヒの苗のための「拡張温室栽培」の硬化体制が開発された。この体制を利用して硬化させた苗木を観察するために、シュートの耐霜性を測定し、末端の芽の発達を評価するための試験室が設立された。これらの研究所から提供された耐霜性と芽の発達に関する情報は、育苗所の管理者がコンテナ苗の越冬準備を決定する際に利用されている。1982年以來、これらの試験所では200以上の苗木がモニターされている。本データベースは、苗床の文化的要因と種の供給源が霜の硬化に及ぼす影響の重要性を決定するために使用することができる。本データベースでは、苗の硬化に対するアプローチに大きな違いがあり、それが凍害、冬の乾燥、越冬の成功率に反映されていることを示している。オンタリオ州北部中央部で生産された作物の霜の硬化率（末端芽が出てからシュートの霜に耐える-15°Cのレベルに達するまでの間隔）は、種子源の影響を有意に示すことができなかった。霜の硬化の速度は、末端芽の針状の原基が少ない苗の方が速かった。</p>				
No.	A015	報告年	2016	著者名	J. T. Arnott
文献名	Field Performance of Container-grown and Bareroot Trees in Coastal British Columbia				
概要	<p>ダグラスファー(<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) とウエスタンヘムロック (<i>Tsuga heterophylla</i> (Raf.) Sarg.)の試験区をバンクーバー島南部の代表的な2つの地域に3シーズンにわたって設置し、a) 6cm と b)11cm の Waiter's bullet と、c) 11cm のバレットプラグ、d) チューブリング、e)2-0 のストックされた裸苗の性能を評価して比較した。植え付けから5年後のダグラスファーの平均生存率は a)67、b)65、c)81、d)70、e)79%であった。ウエスタンヘムロックの場合は、a)50、b)53、c)65、d)45、e)29%であった。<u>植え付け前に容器を取り外すと、プラグ苗の生存率が大幅に上昇した (c)。</u>コンテナ苗の生存率には、選択された3つの植え付けの時期の間で比較的有意な変動はなかった。すべての植栽カテゴリーの中で最も重要な死亡原因は干ばつであった。競合する植生による窒息や急傾斜地での土壌侵食も、苗が死亡する重要な要因であった。</p>				
No.	A016	報告年	2006	著者名	Diane L. Haase et al.
文献名	Field Performance of Three Stock Sizes of Douglas-fir Container Seedlings Grown with Slow-release Fertilizer in the Nursery Growing Medium				
概要	<p>沿岸部のダグラスファー (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) のコンテナ苗を、従来の可溶性肥料を与え、4種類の緩効性肥料 (SRF 処理) または無添加 (対照処理) のいずれかで育てた。苗は1998年に2箇所に定植した。植え付け時に SRF を培地に添加した場合、従来の施肥を行った苗と比較して葉</p>				

	<p>面の栄養分濃度が高くなり、苗が大きくなった。4期後、両サイトの SRF 添加苗は、従来の施肥苗と比較して、苗長、基底茎径、茎体積がそれぞれ 19%、21%、73%と有意に増加した。さらに、一方の試験区では、3種類の株の大きさを比較した。株のサイズを大きくすることで、最初の2シーズンの生育が増加し、より大きな株はそのサイズの優位性を維持することができた。SRF に対する苗の反応は、初期サイズが大きくなったこと、定植時の内部養分備蓄量が増加したこと、定植後も施肥を継続したことに起因している。</p>				
No.	A017	報告年	2015	著者名	Donald J Regan
文献名	Stocktype Influences Western White Pine Seedling Size 6 Years After Outplanting				
概要	<p>コンテナ苗床では、根の剪定を促進する銅コーティングを施し、コンテナの容積を変えることで苗のサイズを操作し、移植の成功率を最適化することがよく行われている。</p> <p>ホワイトパイン苗を2つの容器サイズで、選定した根で胴がある場合と無い場合で育てた。苗の高さと根巻きの直径は、移植時と6シーズン後に有意な差が見られた。</p> <p>大きな容器（130ml）で育てられた苗は、小さな容器（80ml）で育てられた苗よりも優れており、銅によって高さや根巻きの直径が約10%増加した。</p> <p>異なる容器のタイプのホワイトパイン苗の長期的なパフォーマンスを調査した研究は比較的少ないため、今回の結果は、植栽目的に応じた適切な苗を見極めるのに役立つと思われる。</p>				
No.	A018	報告年	2006	著者名	David Gwaze et al.
文献名	Survival and Growth of Container and Bareroot Shortleaf Pine Seedlings in Missouri				
概要	<p>いくつかの類縁家系から集めたエキナタマツ（<i>Pinus echinata</i> Mill.）の種子をコンテナ苗と裸苗の両方で2つの生産試験を行った。8シーズン後、2年目のコンテナ苗の生存率は2年目の裸苗よりも有意に高かったが、1年目の生存率では有意な差はなかった。2年目のコンテナ苗は、2年目の裸苗よりも52%高い生存率を示した。2年目の裸苗は、2年目のコンテナ苗よりも茎の直径と体積の成長が大きかったが、2つ容器の高さの違いによって、コンテナ苗の高さには有意な差はなかった。1年目のコンテナ苗は、すべての成長形質において有意な差はなかった。</p>				

（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、表 7-6 の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 7-6 樹種別の整理（海外文献）

樹種	ドイツトウヒ クロトウヒ カナダトウヒ	オウシュウアカマツ ポンデローサマツ 中国マツ ベイマツ ダイオウマツ パツラマツ ロジポールマツ テーダマツ バンクスマツ エナキタマツ	ヒノキ	その他樹種 樹種別に該当し ないもの
(1)植栽後の成長	E7・E13・E20・ E25・A4・A12	E2・E6・E7・E20・ E22・E26・A1・A2・ A3・A5・A7・A9・ A10・A13・A15・ A16・A17・A18	E3	E15・E23・E27
(2)植栽前の生育	E4・E8・	E26		
(3)その他、コン テナ苗技術	E1・E6・E18・ E24・A6・A11・ A14	E1・E13・E18		E5・E9・E10・ E11・E12・E14・ E16・E17・E19・ E21・A8
文献数	15 文献	22 文献	1 文献	14 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 b に細分化して整理を行った。

- a. 地理的・環境的（降水量・気温など）違いによる成長量の比較
- b. 裸苗との成長量の比較
- c. 植栽時期の違いによる成長量の比較
- d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較
- e. 植え付け深さの違いによる成長量の比較
- f. 地拵え方法の違いによる成長量の比較
- g. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

a. 地理的・環境的（降水量・気温など）違いによる成長量の比較

樹種特性に応じて植栽環境に合わせたコンテナ容量の選択、施肥等の育苗管理方法を選択している。

- ・ 深さと体積が異なる 6 種類のコンテナを使用して、土壌の含水量、平均気温、総降水量（中間およびゼロ）が異なる 2 つのサイトに植えられた *Pinus ponderosa* Laws. var. *ponderosa* (ポンドローサマツ) の性能を評価した結果、中湿性に植えられた実生は高い生存率を示し、樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。乾燥地に植えられた実生は中湿地に植えられた実生に比べ、生存率はより低く、成長量はより小さかった。(E002)
- ・ 乾燥性の土地では、上質な苗を深く植えること、長い根の苗を慎重に植えること、または大型のコンテナ苗を植栽することでよい成長を示す可能性がある。(E007)
- ・ *Pinus sylvestris* L. (オウシュウアカマツ) と *Picea abies* (L.) H. Karst (ドイツトウヒ) 苗を 2 つのサイズ、50 cm³ と 90 cm³ のコンテナで育て、スウェーデン北部の沿岸と内陸の両方の場所で 2 年連続で植えた結果、地理的位置と実生の大きさまたは種との間に、成長、枯死率、または被害に関する相互作用は見られなかった。(E007)
- ・ 2 種類のコンテナ化された *P. patula* の苗を “硬苗” と “軟苗” と称し、干ばつと異なる施肥によって育成した。硬苗は、軟苗の半分の水と 4 分の 1 の肥料 (0.01g/苗 21%N:7.1%P:14.2%K) を施用して育苗した。硬苗は軟苗に比べて、高さ、高さ と根尖直径の比、苗の乾燥質量が低かったが、気候や地質の異なる 3 つのサイトで 7 つの異なる生産期間に植え付けた場合の死亡率は、両タイプの苗でほぼ同じであった。死亡率と高さ と根直径比 ($r = 0.76$)、形状比 ($r = 0.83$)、根の成長力 ($r = -0.69$) との間には相関関係があり、これらのパラメータに基づいて苗を等級分けすることで生存率が向上する可能性があることが示された。(A002)
- ・ 苗床の干ばつストレスが増加すると、植え付け後のダグラスファーとロジポールパインの生存率が増加し、N 処理レベルが高いとロジポールパインとホワイトスプリュースの生存率が増加した。苗床乾燥の増加は苗のサイズを比較的小さくしたが、高窒素処理の増加は植え付け後 1 成長期の苗のサイズを増加させた。苗床の処理方法を変えることで根の生育能力を操作しても、定植後の干ばつストレスに対する抵抗力は変化しないことが明らかになった。(A007)
- ・ オンタリオ州北部中央部で生産された作物の霜の硬化率（末端芽が出てからシュートの霜に耐える -15°C のレベルに達するまで）は、種子源の影響を有意に示すことができなかった。霜の硬化の速度は、末端芽の針状の原基が少ない苗の方が速かった。(A014)

b. 裸苗との成長量の比較

コンテナ苗は効率的に生産・運送でき、植栽時のストレスを軽減できることから、裸苗よりもコンテナ苗の方が良い成長量を示した。

- ・ エストニアで、植栽後 8 年までの Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (ドイツトウヒ) の生存率と成長が、植栽タイプによってどのように影響されるかを分析した結果、コンテナ苗は最初の 2 ~ 3 年の間に初期成長が向上したが、この差は後に消えた。オウシュウアカマツの裸苗とコンテナ苗の成長は類似していたが、ドイツトウヒのコンテナ苗の成長は、裸苗と比較してわずかに劣っていた。(E020)
- ・ ポプラの挿し木、裸苗、コンテナ苗といった苗木の種類の違いが、如何に活着と初期生長に影響を与えるかについて、林地と農地の両サイトにおいて研究した結果、苗木の種類は、農地においては生存率や生長に影響を与えなかった。他方で林地においては、コンテナ苗と裸苗の生存率は挿し木

よりも高く、コンテナ苗は裸苗よりもより大きな苗高やバイオマスの成長量をみせた。(E015)

- 1年生のプラグ苗は、1年目には裸苗よりも急速に成長し、初期のサイズが小さいという欠点から回復していた。しかし、2年生のプラグ苗の生育は著しく低下し、3年生は通常の生育に戻った。(A004)
- コンテナ苗の方が圃場での生存率が高く、これは一部ではあるが、干ばつを回避する可能性が高いことと関連しており、植え付け時のストレスを克服することができる。植え付けストレスの少ない場所では、裸苗とコンテナ苗の生存率は同程度である。苗が定着すれば、裸苗とコンテナ苗は同等の圃場性能を持つことができる。植物との競合が主な制限条件となっている場合には、より大きなサイズの裸苗やコンテナ苗が通直に立つ確立を成功させる可能性が高いと考えられる。(A008)
- 植え付け時のコンテナ苗のサイズと品質は、裸苗と同等かそれ以上であった。植え付け条件が理想的な場合、2年連続で3月、4月、5月に圃場に植え付けを行ったところ、2種類の苗の性能は同等であった。また、条件がより厳しい場合には、コンテナ苗の方が裸苗よりも生存率が高く、生育も良好であった。(A010)
- コンテナ苗に比べて土壌-植物-大気連続体 (SPAC) を通る水の流れに対する抵抗力が大きかった。裸苗では生育期が進むにつれて SPAC を通る水の流れに対する抵抗力が低下し、植え付け後9~14週目にはコンテナ苗と同程度になっていた。畑植えの4週間後には、バンクスマツのコンテナ苗の方が裸苗に比べて新根の発達が大きかったが、夏の終わりには両樹種とも同程度の新根の発達が見られた。クロトウヒの裸苗は、生育期を通じてコンテナ苗に比べて新根の発育が大きかった。

c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

冬季に土壌が凍結する北方林地帯では、秋の植栽は限定的で、裸苗では初秋までしか植えることができなかったが、コンテナ苗では植栽期間を延長して晩秋にも延長できること傾向にあった。

- Norway spruce(ドイツトウヒ) と Scots pine(オウシュウアカマツ)は、慣習的に、苗は春と秋の初めに植えられるが、最近の研究でドイツトウヒ苗が春から9月の終わりまで植えることができることがわかった。(E001)
- 夏(8月)と秋、特に晩秋(9月中旬から10月中旬)に植栽した、コンテナ苗の Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (ドイツトウヒ)の植栽直後の根の成長、発芽、翌春の根の成長、およびその後の圃場での成果を調べた結果、植えられた実生苗の根の成長は9月に低下し、9月中旬以降に停止した。翌春、早秋に植えられた苗は、両方の種で晩秋に植えられた苗よりも早く根の成長を始めた。植栽時期による発芽のタイミングの違いはなかった。植栽後の最初の2年間、春植えの苗条成長は、秋植えの苗と比較して低かった。(E022)
- エキナタマツ (*Pinus echinata* Mill.) の種子をコンテナ苗と裸苗の両方で2つの生産試験を行った。8シーズン後、2年目のコンテナ苗の生存率は2年目の裸苗よりも有意に高かったが、1年目の生存率では有意な差はなかった。2年目のコンテナ苗は、2年目の裸苗よりも52%高い生存率を示した。2年目の裸苗は、2年目のコンテナ苗よりも茎の直径と体積の成長が大きかったが、2つ容器の高さの違いによって、コンテナ苗の高さには有意な差はなかった。1年生のコンテナ容器のものは、すべての成長形質において有意な差はなかった。

d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較

コンテナ容量が大きいほど植栽後の生存率、樹高成長、地際径、茎体積について良い成長量を示した。

- ・ 深さと体積が異なる6種類のコンテナを使用して、土壌の含水量、平均気温、総降水量（中間およびゼロ）が異なる2つのサイトに植えられた *Pinus ponderosa* Laws. var. *ponderosa* (ポンドローサマツ) の性能を評価した結果、コンテナ容量が大きいほど樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。(E002)
- ・ *Pinus sylvestris* L. (オウシュウアカマツ) と *Picea abies* (L.) H. Karst (ドイツトウヒ) を2つのサイズ (50 cm³ と 90 cm³) のコンテナで育苗し、スウェーデン北部の沿岸と内陸の両方の場所で2年連続で植えた結果、大きいオウシュウアカマツ実生苗は小さいサイズよりも急速に成長した。ドイツトウヒの実生苗は、サイズによる成長の差は見られなかった。両方の種の大きい実生苗は、小さいサイズと比較してわずかに低い枯死率であった。(E007)
- ・ ポプラはコンテナ容量が大きいほど、裸苗よりも窒素やリンを集中して利用可能である。そのため、スウェーデンの林地におけるポプラ植栽には、470ml の容積のコンテナ苗を使用するべきである。(E015)
- ・ *Zizyphus lotus* (ナツメ属の1種) の 300、400、1000cm³ のコンテナのサイズによる効果を実験した結果、1,000cm³ のコンテナ容量で生産された *Z. lotus* の全バイオマスは、300cm³ および 400cm³ で栽培されたものの 219% に相当した。シュート対根比または栄養状態に有意差は見られなかった。1,000cm³ のコンテナで生産された植物の根の成長能力は、他の2つの容量よりも有意に高かったが、比率シュート質量はコンテナのサイズによって大きく異ならなかった。3つのコンテナ容量のサイズの間で夜明け前の水ポテンシャルに差はなかった。植栽後40ヶ月の生存率では、コンテナ容量による違いは見られなかった。(E027)
- ・ 植え付け時の大きさの違いは、8年後には消失しており、樹種間では同程度の大きさになることが分かった。(A009)
- ・ 大きな容器 (130ml) で育てられた苗は、小さな容器 (80ml) で育てられた苗よりも優れており、銅によって高さと根巻きの直径が約10%増加した。(A017)

e. 植え付け深さの違いによる成長量の比較

- ・ *Zizyphus lotus* (ナツメ属の1種) の 300 cm³ と 400 cm³、1,000cm³ のコンテナ容量と植え付け深さがそれぞれ地表下0 cm と 15cm による効果を実験した結果、植栽後最初の1年の間に、体積含水量 (地上レベルから 12~20cm) は、深部対浅部植え付け処理の周りで平均3.9%高くなり、夜明け前の水ポテンシャルは植え付け深さの間で有意に異なり、植え付け深さ (-2.7MPa) よりも浅植え (-2.3MPa) の値が低かった。植え付け後40ヶ月の生存率は、浅いもの (42.7%) よりも深く植えられた実生苗 (58.5%) の方が有意に高かった。(E027)

f. 地拵え方法の違いによる成長量の比較

- ・ 対照、パッチ、盛土、反転および混合の5つの異なる地拵え方法の効果を調べた結果、機械的な地拵え方法の違いは Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (ドイツトウヒ) の生存率と成長にほとんど

ど影響を及ぼさなかった。一方、Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) (ベイマツ)では全ての処理方法で、死亡率が高かった対照と比較して生存率は増加した。(E006)

g. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

- Scots pine(オウシュウアカマツ) と Norway spruce(ドイツトウヒ)の実生苗の事前栽培中の異なる光スペクトルが実生苗の成長と形態に影響するかどうか、そして処理間の可能な違いが圃場への移植後も維持されるかどうかを調べた結果、苗の成長と形態は、事前栽培中の光のスペクトル組成を調整することによって改善されたが、長続きしなかった。(E013)
- *Picea abies* (ドイツトウヒ)の実生苗の栽培に、連続スペクトルを有する3つの異なるLEDランプの光質の生物学的効果を一般的に使用される蛍光灯と比較した結果、実生は試験した全てのスペクトルについて同様の成長性能を示し、実生の発達は光強度に対して線形の関係を示さなかった。(E025)
- 短日処理が針葉樹の新芽成長および非生物学的ストレス耐性を調節するための有効な手段である。(E026)
- 移植前のコンテナ苗の部分的な落葉が移植後の最初の生育期間中に移植ショックを軽減し実生生存を向上させることができるかを検証した結果、初期成長に関しては、実生コンテナ苗における落葉防除と非落葉防除の間に有意差はなく、落葉処理は成長の低下に影響を及ぼさなかったことを示唆していた。(E003)
- ルイジアナ州の種苗場にて、ロングリーフ・パイン (*Pinus palustris*) の苗の栽培に、3種のハードコンテナ、1種のスタイロブロックコンテナ、2種のメッシュカバーコンテナ付きプラグを使用した。コンテナ苗の根径の推定成長量 (RGP)は、2成長期後の樹高と正の相関があった。スタイロブロックトレイの場合、細胞壁を銅処理するとRGPは増加したが、圃場における成長には影響しなかった。コンテナのセルの間隔を広げると、2成長期後には直径と高さが増加した。根径境界指数を開発し、各コンテナ苗について、根径の直径をコンテナのセルの直径で割って算出した。RBIが27%を超えると生存率が低下した。生存・生育に関しては、裸苗では大きなものが有利であるが、コンテナ苗ではそうでない可能性が示唆された。7か月後のコンテナ苗は、コンテナのタイプによっては大きく成長しすぎてしまうこともある。(A001)

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、主に灌水や短日処理などの制御や処理にかかわる事例であった。

- 14日間の灌漑の中断によって生じた水不足に対する反応を、高さが13~71cmの範囲の異なるサイズの *Picea mariana* [Mill.] BSP(クロトウヒ)の実生苗で評価した結果、処理中および処理後の両方において、根のバイオマスはより大きな実生苗でより高かったが、根の成長速度は実生苗サイズ間で同様であり、水分ストレスの影響を受けなかった。(E 004)
- 3週間で1日の長さを8時間または10時間に人為的に減らす短日処理を *Pinus tabulaeformis* (マンシュウクロマツ) の実生コンテナ苗に適用した結果、苗の芽、高さ、根の直径、および側根の直径に有意な影響を与えた。(E026)

3) その他、コンテナ苗技術について

苗木の植栽後の生存率の指標として、根元径が最もよい指標であった。

緩効性肥料の施肥効果が植栽時に残っていると植栽後の成長がよい傾向にあった。

- 直径はすべての種の生存率を正確に予測する一般的な変数であり、*Pinus halepensis* の場合は 5 mm 以上でなければならない。(E017)
- 春の霜害を避けるため、Douglas fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] (ベイマツ)の苗は冷凍保存し、春遅く植える必要がある。シェルターウッド伐採下に植えると、春の霜害から苗を保護できる。(E018)
- 土壌温度は、スカンジナビア北部の厳しい気候での苗立ちに強く影響するが、土壌温度を上げる方法は盛り上がった場所に植えることである。土かきは野外植生との競合やマツゾウムシによる被害を減らす。(E001)
- 沿岸部のダグラスファー (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) のコンテナ苗を、従来の可溶性肥料を与え、4種類の緩効性肥料 (SRF 処理) または無添加 (対照処理) のいずれかで育てた。植え付け時に SRF を培地に添加した場合、従来の施肥を行った苗と比較して葉面の栄養分濃度が高くなり、苗が大きくなった。4期後、両サイトの SRF 添加苗は、従来の施肥苗と比較して、苗長、基底茎径、茎体積がそれぞれ 19%、21%、73%と有意に増加した。(A016)

(1) 背景

The Container Tree Nursery Manual は、USDA Forest Service（アメリカ農務省森林局）により 1989 平成元(1989)年から平成 22(2010)年にかけて 7 巻が出版されている。その内容は、苗畑の設計と運営方法（第 1 巻）、コンテナ培地（第 2 巻）、育成環境（第 3 巻）、施肥とかん水（第 4 巻）、病虫害（第 5 巻）、実生・さし木等の増殖方法（第 6 巻）、苗木の取り扱いと保管及び植え付け（第 7 巻）等、コンテナ育苗の全体を網羅している。そしてこれらは、以下のウェブサイトで公開されている。

<https://rngr.net/publications/ctnm>

このマニュアルは、内容が多岐にわたり分量も多いことから、現在のコンテナ苗の生産技術の課題として挙げられている、①施肥、灌水について②根鉢の形成について③苗木の効率的な成長方法について着目し、まとめることとした。しかし、要約にはコンテナ苗生産に関する専門的な知識が必要であるため、元国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センターの星比呂志博士に内容の要約とともに解説を依頼した。

(2) 要約と解説

本稿では、第 4 巻（表 7-7）と第 6 巻（表 7-8）を要約しながら、特に苗木生産の実務として重要な、①施肥、灌水について、②根鉢の形成について及び③苗木の効率的な成長方法について、紹介する。なお、紹介にあたって、図表等を引用することがあるが、その際は、ウェブサイトから該当巻をダウンロードして参照していただくようお願いする。

なお、本稿では、マニュアルの内容の要約を基本としているが、その内容を我が国のコンテナ育苗に適用する場合などにつき解説を加えた箇所があり、これらについては【解説】とした。

第 4 巻と第 6 巻の内容をよりよく理解するためには、順番は前後するが、第 6 巻の第 4 章に書かれている、苗木の成長期の区分とその生理的特性について知っておくことが重要である。そこで、最初にその点について紹介する。

表 7-7 第 4 巻の目次

第 4 巻 苗木の栄養とかん水
第 1 章 無機栄養素と施肥
4.1.1 必須無機栄養素
4.1.2 無機栄養素と苗木の成長
4.1.3 栄養素の利用に影響する物理的・化学的要因
4.1.4 コンテナ育苗で用いられる肥料の特性
4.1.5 肥料が必要なとき
4.1.6 コンテナ苗への施肥の方法
4.1.7 液肥の調剤
4.1.8 液肥の施用とスケジュール
4.1.9 コンテナ苗における栄養状況の確認
4.1.10 コンテナ育苗で用いられる高濃度肥料の効果
4.1.11 結論と推奨
4.1.12 参考文献
第 2 章 かん水と水管理
4.2.1 苗木の育成における水の重要性
4.2.2 コンテナ苗における水の状態
4.2.3 コンテナにおける水利用に影響する要因

- 4.2.4 かん水の量と質
- 4.2.5 かん水装置のタイプ
- 4.2.6 かん水のタイミングを決めるためのコンテナ苗の水分状況の確認
- 4.2.7 育成時期ごとのかん水量
- 4.2.8 排水の課題
- 4.2.9 結論と推奨
- 4.2.10 参考文献

表 7-8 第6巻の目次

第6巻 苗木の育成
第1章 栽培計画
6.1.1 序
6.1.2 苗木の成長と発達
6.1.3 栽培暦の作成
6.1.4 まとめ
6.1.5 参考文献
第2章 実生による苗木の育成
6.2.1 序
6.2.2 高品質な種子の入手
6.2.3 種子の試験
6.2.4 種子の保存
6.2.5 休眠打破のための播種前処理
6.2.6 種子の取り扱いを容易にするための播種前処理
6.2.7 種子の洗浄と殺菌
6.2.8 播種
6.2.9 覆土
6.2.10 要旨
6.2.11 引用文献
第3章 栄養繁殖による苗木の育成
6.3.1 序
6.3.2 さし木
6.3.3 根ざし
6.3.4 取り木
6.3.5 株分け
6.3.6 接ぎ木
6.3.7 組織培養
6.3.8 要旨
6.3.9 引用文献
第4章 苗木の成長：活着期、成長期、ハードニング期
6.4.1 序
6.4.2 活着期
6.4.3 成長期
6.4.4 ハードニング期
6.4.5 要旨
6.4.5 参考文献

播種してから、または、さし付けるなどしてから、出荷・植え付けが出来るような大きさに成長するまでの間、苗木は大きく3つの時期、すなわち、定着期、急速成長期、ハードニング期を経る。定着期は、種を播種してから（または、さし穂をさし付けするなどしてから）発根して培土に定着し、地上部が自立できるようになるまでの時期、急速成長期は、シュートが大きく伸長し、冬芽が形成されて伸長

成長が停止するまでの時期、ハードニング期は、伸長成長が停止する一方で肥大成長と根の成長は活発となり、その後、低温耐性を獲得して苗木全体の成長が停止する時期である。北米西部の針葉樹においては、定着期はおおむね3月～5月、急速成長期は同年5月～8月、ハードニング期は同年8月～11月である。なお、同年12月～翌年3月は休眠期となる（第6巻1章の図6.1.10）。

3つの成長時期及び休眠期においては、上記で述べた特徴の他に、以下の特徴がある。すなわち、器官の成長の観点からは（図6.1.10）、定着期においては根の成長が、急速成長期においてはシュートの伸長成長が、ハードニング期においてはシュートの肥大成長と根の成長が活発で、芽の形成は急速成長期の終わりまでに行われる。芽の休眠や耐寒性・ストレス耐性の観点では（図6.4.17）、定着期（図では3月～6月）には芽の休眠、耐寒性、ストレス耐性とも低く、急速成長期（同年6月～9月）では芽の休眠とストレス耐性が徐々に始まる一方で耐寒性は低く、ハードニング期（同年9月～11月）では、芽の休眠とストレス耐性が急速に興り耐寒性の獲得も始まる。休眠期（同年11月～翌年3月）においては、休眠期前半（同年11月～翌年1月）では芽の休眠がゆっくりと解除される一方で耐寒性の獲得とストレス耐性が急速に興り、休眠期後半（同年11月～翌年3月）では芽の休眠、耐寒性、ストレス耐性ともが急速に解除される。なお、同年11月～翌年1月においては、「休眠期」であるにもかかわらず「芽の休眠がゆっくりと解除される」ことなどは矛盾した記述にも思えるが、これは、休眠の状態において、自然休眠から強制休眠への移行が起こっていることによる。前者は内生的な要因（ホルモンなど）によって起こる休眠で、苗木を温室に移すなど環境条件を開芽に適したものにしても開芽が起らないのに対し、後者は生理的にはすでに休眠は解けているが寒さなどの外的要因によって休眠している（させられている）もので、この場合には苗木を温室に移すなど開芽に適した条件にするとすぐに開芽がおきる。

また、芽の休眠、ハードニングおよび環境耐性の3つの関係については（図6.4.13）、時間的には必ずこの順番で起こること、また、根については、休眠、ハードニングのいずれも見られず、成長に適した温度になればいつでも成長できる（図6.4.12）ことなども、重要な情報である。

①施肥、灌水について

施肥とかん水については、第4巻に詳細に述べられている。

まず、施肥については、大規模なコンテナ育苗においては液肥を用いることが、かん水と設備を共有でき手間も小さいなど経営上有利なことから、本巻は液肥を主体として書かれているが、内容は、固形肥料についても適用できる。

施肥は、無機栄養素について行うが、無機栄養素は13種類の要素からなる（表4.1.1）。すなわち、窒素（N）、リン（P）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）、イオウ（S）の主要栄養素6要素、鉄（Fe）、マンガン（Mn）、亜鉛（Zn）、銅（Cu）、ホウ素（B）、塩素（Cl）、モリブデン（Mo）の微量元素7要素である。苗木の乾燥重量のうちに占める割合については、前者が0.1%～1.5%、後者が0.01%以下といずれも低い、植物の成長をはじめとする生命活動においては重要な位置を占めており（表4.1.2）、窒素、硫黄は、硝酸イオン、アンモニウムイオン、硫酸イオンの等の形で働き、炭素、水素、酸素と共に酵素反応における必須要素であり、物質の生合成における酸化還元反応にも重要な役割を果たしている。リンとホウ素は、リン酸やホウ酸の形で働く。リン酸は生体内でのエネルギー反応にとって必須である。カリウム、マグネシウム、カルシウム、マンガン、塩素は、それぞれイオンの形で存在し、浸透圧調整、酵素活性などに重要な役割を果たす。また、鉄、銅、亜鉛、モリブデンもイオンの形で存在し、生体反応における電子伝達において重要な役割を果たす。

このため、これらが適切な量となるよう、施肥などにより、調整を行うことが重要である。無機栄養素の苗木における含有量と実生の成長の関係（図 4.1.3）は、含有量には成長に適切な幅があり、不足すると成長が悪く欠乏症が現れ、また、多すぎると過多症、いわゆる肥料焼けが現れる。正常に成長する含有量には比較的幅があるので、その幅の中でも含有量が低いように調整すると、経営上効率的である。

【解説】適切な固形肥料の量について

本マニュアルでは、液肥における無機栄養素の濃度等に重点を置いて記述がなされているが、我が国の生産者においては、固形肥料を使うことが多い。固形肥料の適切な量は、農作物の場合、漉き込んだ栽培土壌において、おおむね電気伝導度（EC 濃度）で 0.5~1.0mS/cm（ミリジーメンズ毎センチメートル）とされている。筆者が購入しているコンテナ培土（肥料入り）について福島県立農業短大の施設で EC を計測した結果、約 1.0 mS/cm であった。なお、EC 濃度は市販の土壌伝導率計（日本メーカー製の価格は約 1 万円前後）で比較的簡単に計測できる。自分で培土を調合する場合や無肥料の培土に肥料を添加する場合には、元肥（基肥：もとごえ）として通常の化成肥料ではなく、70 日~100 日程度かけてゆっくり溶け出す緩効性肥料を用いると、肥料焼けの心配がない。緩効性肥料は追肥でも有効で、期間中に必要な量を一度に添加することもできるので、追肥の回数を減らすことが出来る。多くの生産者が使用している緩効性肥料（マイクロロングトータル、ハイコントロールなど）では、元肥としてマイクロロングトータルを用いる場合には 1 畝の培土あたり 10~20 g を目安に、追肥としてハイコントロールを用いる場合には 1 セルあたり 3~4 g 程度が目安となる。なお、緩効性肥料を追肥する場合、一度に施用しても良いが数回に分けて施用してもよく、散布にかかる手間と撒きムラの平準化の観点から施用の回数を決定する。

無機栄養素は、欠乏すると、成長や生存に影響を及ぼす欠乏症が起きる（図 4.1.4~図 4.1.7）。例えば窒素不足では、白化や成長阻害、リン酸不足では新葉の紫化、下葉の白化、成長阻害など様々な症状が現れ、マグネシウム不足ではまだら状の白化が現れる。

【解説】スギコンテナ育苗における無機栄養素の欠乏について

スギの育苗を固形肥料の施肥により行っている場合、最もよく現れる欠乏症は肥料切れによる窒素不足で、本来緑色である葉が、黄色みがかってくる。黄化は徐々に進むので気づくのがやや遅れることもあるので、注意を要する。黄化が起こった場合は適量を追肥すると 2~3 週間程度で回復するが、肥料不足を起こさないよう、計画的な施肥が重要である。

市販されている化成肥料には主要栄養素肥料（N, P, K など）、二次栄養素肥料（Ca, Mg, S）、微量栄養素肥料があるが、固形肥料では、主要栄養素肥料の製品に二次栄養素や微量栄養素を含む場合も多い。肥料は水に溶け出して初めて苗が利用できるのかん水不足は避けるようにしなければいけないが、かん水量が多いと肥料が流れ出してしまうので、適切な量のかん水が重要である。また、コンテナ育苗の場合、裸苗の場合には土壌から吸収できる微量要素が培地に含まれていないので、微量要素が欠乏しないような注意（微量要素を含む化成肥料を施用する等）が必要である。また、13 種類の無機栄養素の間には、互いに吸収を助け合うものと阻害するものがあるので、要素間のバランスも重要となる。また、液肥の場合は、濃度の調整も重要となる。要素間のバランスや濃度などは、市販の複合肥料を利用する

場合はそれほど問題とならないが、単一要素の肥料（硫安など）を用いる場合は、バランス等を崩さないように適切な量を施用することが重要である。固形肥料の場合は、不足の場合は追加により補えるが、過剰に施用した場合はそれを取り除くことは一般に困難なので、特段の注意を要する。

これらに加えて施肥において重要なことは、生育期ごとに最適な施肥を行うことである。既に述べたように、苗木には定着期、急速成長期、ハードニング期の3つの時期があるが、それぞれの時期で主に成長する器官や生理的な特性が異なっている。このため、これらに応じた肥料の選択が重要である。窒素肥料については（表 4.1.7）、急速成長期にはシュートの伸長が起きるので、これに対応して、急速成長期を主体に施用する。一方、定着期にはシュートの伸長はあまり起きないので、施用は中庸で行う。ハードニング期には伸長成長が止まり肥大成長と根の成長が高まるので、施用は少なめで良く、特にアンモニア体での施用は、緑枝の成長を促しハードニングを遅らせる作用があるので避ける。また、N-P-Kのバランスについても、成長期ごとに考慮する必要があり（表 4.1.8）、一般的には定着期にはリン（P）の比率を高く、急速成長期には窒素（N）の比率を高く、ハードニング期にはカリウム（K）の比率を高くする。

【解説】 成長の3つの時期における固形肥料の施肥について

多くの生産者が利用している固形肥料には、通常の化成肥料（N-P-Kが8-8-8）、高度化成（12-12-12～15-15-15）、緩効性肥料であるマイクロロングトータル 280（12-8-10）、ハイコントロール 085（10-8-15）等がある。肥料入りの用土を購入した場合、追肥は6月～7月頃からになるが、その時期は急速成長期に相当するので窒素比が高いものや他の成分と同じ比率のものを施用して良いが、9月以降の追肥においては、肥大成長や根の充実を図るため、ハイコントロール 085 などのカリウム比が高いものが望ましい。また、無肥料の培土を購入または自分で培土を調合する場合は培地への肥料の調整も必要となるが、これらの際、特に春において、育苗を開始する場合や幼苗をコンテナに移植する場合など、夏に向かってシュートの伸長を促すことが重要な場合には、マイクロロングトータル 280 など、窒素比が高いものを使用することが適している。コンテナで2年以上育苗する場合には2年目以降は春先の追肥も必要となる。なお、通常化成や普通化成は価格が安い（緩効性肥料の3分の1程度）ので経営上の利点はあるが、施肥量が多いと肥料やけを起こすので、元肥としての培地への調合は避け、追肥として使用する際には一度に施用する1セルあたりの施用量を顆粒数で管理するなどの細心の注意を払う必要がある。

なお、培地への固形肥料の調合は、固形肥料が効いている間は手間や労賃を節減でき、培地の水分が適切であれば肥料が一定程度効き続けるという利点もあるが、微量元素の細かい調整が難しく調合の際に混入ムラが出来てしまう可能性などの欠点もあるので、これらを踏まえて使用する。また、液肥は、かん水装置により行い、元々水に含まれている成分をあらかじめ測定しておき、必要な主要栄養素、微量元素を追加・調整して、必要なタイミングで施肥を行う。

また、コンテナ苗における栄養状況の確認は、電気伝導度（EC）、pH等を測定することにより行う。固形肥料の添加による育成の場合は、一般の土壌分析と同様に培地を乾燥させて既定重量を取り分け必要な水を加えてECとpHを測定するが、液肥による育成の場合は、液肥の保存液、施用液、基質の溶出液、浸出水等についてそれぞれ測定し、総合的な判断を行う。

次に、かん水については、水は苗木の生存と成長にとって必要不可欠である。苗木の水の状況を理解するために有効な手段は、水分含有量と水ポテンシャルである。苗木の水分含有量は、苗木の水分吸収

量から蒸散量を引き、蓄積量を加えたもので表されるが、日中は、葉の蒸散量が根からの吸収量を上回り、ストレスがかかった状態となっている。このストレスは、かん水によって和らげられる。ストレスの程度を表す指標として、水ポテンシャルが用いられる。

水ポテンシャルの本格的な議論はこのマニュアルで扱う範囲を超えてしまうが、その基本的な考え方を理解しておくことは有用である。水ポテンシャル (WP) は、水が移動しようとする力を表す熱力学的な量で、単位は MPa (メガパスカル) である。水は、水ポテンシャルが大きい方から小さい方に動こうとする性質がある。実際の苗木においては (図 4.2.2)、水ポテンシャルは、培地、根、茎、針葉、気孔、大気の順に小さくなっていき、水はこの順に移動する。また、水ポテンシャルの種類には、苗木の水ポテンシャル (PWP)、培地の水ポテンシャル (GMWP) などがあり (表 4.2.1)、苗木の水ポテンシャルは、深夜から日の出までは高いが、日中は低くなり、日没から上昇するなど、一日の中で変化する (図 4.2.4)。一方、培地のポテンシャルは、一日の中での変化は見られない (図 4.2.6)。なお、水ポテンシャルは水が移動しようとするエネルギー量であるが、別の見方をすれば、苗木にかかる水ストレスとみることも出来る。すなわち、苗木の水ポテンシャルが小さければ、苗木に水が移動しようとする力が大きいので、その場合には、苗木に水が不足していて強い水ストレスがかかっているとみることが出来る。

コンテナにおける水環境には、一般の畑にはない、人工的な培地ならではの特性が見られる。その一つは、高い保水性で、畑に比べて水ポテンシャルが同程度でも、含水量はコンテナの場合の方が多い (図 4.2.8)。また、培地の粒子における平均空隙径の違いによって水の透過性が異なり、空隙径が大きい場合は透過性が高くなる (図 4.2.9)。これは、主に毛細管現象によって引き起こされるので、コンテナ径と培地の平均空隙径が同じであれば、コンテナに残る水の高さはコンテナの高さによらず一定である。このため、コンテナの高さが高い場合には、残る水の量はコンテナの全体容量に比して少なくなり、低い場合は高くなる (図 4.2.10)。このことは、コンテナの高さが高くなれば、含まれる空気の量が多くなることにつながる (図 4.2.11)。また、苗木の発達段階によって、水分ロスの様態は異なり、種子を播種した直後では、水分ロスは主に蒸発によって起こりその範囲は培地の表面付近に限られるが、苗がある程度大きくなると、水分ロスは主に針葉の蒸散によっておこり、その範囲は根が張っている培地の広範囲で起こる (図 4.2.12)。また、水を吸う量は、樹種によっても異なる (図 4.2.13)。

かん水に利用する水の量と質については、苗畑を設置する場所の選定や設計段階から検討する必要がある。量については、気候、栽培方法、かん水方法、培地、苗木の性質等により様々であるが、これまでの例では、1,000 本の苗木 1 週間あたり、45~1900 程度とされている。水質については、溶け込んでいる塩分濃度、菌類・藻類・雑草種子などの病虫害等の原因となるもの、残留農薬などに注意を払う必要がある。池の水などの表層水を用いる場合には特に注意する必要がある。

灌水施設の種類等については、基本的には上方からのかん水が主流であり、様々な方法がある。

かん水実施の必要性を判断するための水分状況のモニタリングについては、培土等の濡れ具合を目で確かめ、培土を触って確かめる方法が最も一般的であるが、コンテナの重量を計測してかん水の目安とする方法もある (図 4.2.29~30、表 4.2.12)。

育成期ごとのかん水については、定着期には、培地が飽和する程度に十分なかん水を行う。乾燥の原因は主に表面からの水の蒸発で、このため、かん水は比較的高い頻度でミストまたは柔らかいかん水により行う。かん水の頻度が低いと培地表面の乾燥をまねき発芽率が低下する一方、かん水をしすぎると立ち枯れ病に罹りやすくなるので、注意を要する。また、かん水は、培地表面の温度が上がりすぎることを防ぐ効果もある。特に、覆土の色が濃い場合には温度が上がりやすいので管理に注意し、表面温度が 30℃ を越えないようにする。

【解説】 定着期におけるかん水の注意点

定着期におけるかん水は、ミストかん水または柔らかいかん水により、播種した種子が動かないよう、丁寧に行う必要がある。種子が動くような強いかん水を行うと、発芽率の低下を招くことがある。

急速成長期については、乾燥が培地表面からの蒸発よりも針葉からの蒸散の比率が高くなり表面だけでなくコンテナ容器の深い部分まで乾燥しやすくなること、一方コンテナ底部は、コンテナ特有の水環境により水がたまりやすく無機塩類が濃縮される傾向があることから、そういったことを防ぐために十分なかん水を行う。葉がだんだん茂ってくると、かん水の際、培地に水が届きにくくなるので、かん水頻度やかん水時間の調整が必要となる。

ハードニング期には、環境耐性を苗木に持たせるため、やや乾燥気味にさせることも重要で、「干ばつストレス」のような強いストレスを与える方法もある。乾燥ストレスを与えることにより、芽の休眠を誘導や、耐寒性の獲得に向けての一連の生理的プロセスの開始、秋伸びの抑制及び乾燥耐性の獲得への効果が期待できる。適切な乾燥ストレスの程度の目安は、水ポテンシャルの値で、 $-0.5 \sim -1.0$ MPa 程度である（表 4.2.15）。

かん水は、霜害の防止に用いられることもあり、その際には、気温が氷点下になりそうなタイミングからかん水を開始し、日が昇って気温が上昇し霜の心配がなくなるまで、スプリンクラーなどでかん水を続ける。かん水の量は、最低気温や風の有無によって異なるが、例えば最低気温が苗木の温度で -5°C 、風がほぼ無風の時には、降水量換算で一時間あたり 3.0mm 程度のかん水が必要になる（表 4.2.16）。

②根鉢の形成について【解説】

健全な根鉢の形成は、植付作業の効率化や植付後の苗木の活着と速やかな成長の観点から重要であるが、本マニュアルでは、根鉢形成について、特に章や節を立てて説明している箇所は無い。これは、北米のコンテナによる苗木の栽培体系が、機械化され規模も大きく、自動かん水装置を用いた十分なかん水とかん水への注入によるスケジュール管理された施肥を行うため、大多数の場合に十分な根鉢形成が行われているためではないかと考えられる。

我が国におけるコンテナ苗の生産体系では、機械化は北米に比べてそれほど進んでおらず規模もより小さい傾向がある。また、北米では、育成期間の大半の期間が温室内で行われ、ハードニング期や休眠期においても温室で育成する場合もあるが、我が国では温室内で育成を完結することはケースとしてはそれほど多くなく、育成期間の大半またはすべての期間が屋外の場合も多い。このため、想定した育成期間内に根鉢の形成が十分に行われない場合もある。

本マニュアルに書かれている内容と、我が国におけるコンテナ苗の一般的な育成方法から考えて、健全な根鉢を形成するために大切な点は、以下の3点と考えられる。

1. 十分な育成期間の確保
2. 使用するコンテナに合わせた適切な用土等の選択
3. 苗木の3つの成長期を踏まえた適切なかん水と施肥

十分な育成期間の確保に関しては、本稿の最初で述べたように、苗の播種から出荷に至る大きさに成長するまでには、定着期、急速成長期、ハードニング期の3つの過程を経るが、これらは季節的な時期が決まっている。このため、急速成長期の終了・ハードニング期の開始時期である芽の形成時期までに、苗木を十分な大きさに成長させることが重要である。これには、季節的に可能な範囲におい

て、早めに種子を播種して定着期と急速成長期の期間を長く取ることが効果的である。このことにより、定着期と急速成長期に一定量の根のボリュームを確保しておき、ハードニング期にこれらの根の成長を促進することで、良い根鉢を形成させることが期待できる。なお、温室またはビニールハウスや加温装置・施設などが活用出来れば、播種の時期をさらに早めることができ、より有利である。

使用するコンテナに合わせた適切な用土等の選択については、コンテナの種類ごとに、水はけや水持ちに関する性質が違うので、これに合わせた用土を使用することで、より適切な水管理が可能となり、よりよい根の成長が期待できる。例えば、リブ付コンテナとスリット入りコンテナの比較では、前者は水持ちが良く、後者は水はけが良い傾向があるが、水管理の状況によっては、前者は水はけがやや悪く、後者は乾燥しやすい場合もある。このため、リブ付コンテナにおいては水はけが良い用土を、スリット入りコンテナにおいては水持ちの良い用土を選択すれば、より適切な水管理を行うことができ、前者でしばしば見られる根腐れと、後者でしばしば見られる根の乾燥の防止・抑制を図ることができ、このことを通じて、健全な根の成長促進を通じた良い根鉢の形成を図ることができる。

苗木の3つの成長期を踏まえた適切なかん水と施肥については、かん水においては、それぞれの時期で、コンテナの水分ロスの要因が異なるので、周囲の気温・湿度や苗木の大きさに応じて、また、コンテナの種類による特性なども勘案してかん水を行い、コンテナ内の水分環境を過湿状態・乾燥状態とならないように注意を払って適切に管理する。これにより、根腐れや根の乾燥の防止・抑制を図る。また、施肥においては、成長期ごとに適したN-P-K比があるので、急速成長期には窒素(N)の配合割合の高い肥料を施用しハードニング期にはリン(P)の配合割合の高い肥料を施用するなど、成長特性に合わせた肥料を施用する。以上により、健全な苗木の成長を図り、適切な根鉢形成を促進する。

③苗木の効率的な成長方法

苗木の効率的な成長方法については、6章に実生による苗木育成とさし木等無性繁殖の方法による苗木育成の方法が述べられている。本章に書かれている育成方法は、実生、さし木のいずれの方法においても、基本的には我が国で実際に行われている苗木育成法と同様であるので、以下には、我が国の苗木育成において参考となる情報を記載する。

苗木の生産を行うには、栽培計画の作成が重要である。栽培計画は、樹種や育成の方法(実生・さし木)、栽培目標(1年育成・2年育成)、育成施設の種類や規模ごとに異なっているので、これらに適合した増殖手順(表6.1.2)とこれらを具体化した増殖スケジュール、生産スケジュール(表6.1.4)、施設使用スケジュール(表6.1.5A、B)及び栽培スケジュール(表6.1.6A、B)等を作成する。それぞれのスケジュールの様式については、付録A～Dとして、第6巻第一章の末尾に掲載されている。

【解説】栽培暦について

さいばいこよみ
栽培暦は、我が国の特に農業分野において、県の農業普及機関が農家において適切な作物の栽培が行えるよう、その指導のために作成しているもので、作物の成長過程とこれに合わせて農家が行うべき育成の手順をカレンダー形式に簡潔にまとめたものである。スギ等のコンテナによる苗木の育成は、地域や育成方法等により様々であるが、これらに応じた栽培暦を作成しておくことは、林業指導機関にとっても苗木生産者にとっても有益であると考えられる。なお、大型の施設を用いて、大規模な生産を行う場合には、本マニュアルに掲載されている育成・生産・施設使用・栽培の各スケジュールを作成することが望ましい。

実生による苗木の育成については、高品質な種子を入手し、種子の発芽率等の試験を行い、播種までに適切な貯蔵を行い、播種に際しては休眠打破のための処理（播種前処理）と種子の洗浄・殺菌を行い、播種及び覆土を行う。

播種には、直蒔き、発芽した種子の移植、育苗箱からの移植（抜き取り）などが従来から行われており、新しい技術として、プラグ苗の移植、一粒播種などがある。

覆土においては、樹種やまき付けの方法により、適した質感や重量があるので、最適なものを選ぶ。なお、覆土は暗い色よりも明るい色のものを選んでおくと、日光の直射による温度上昇がより起きにくいため、温度管理上有利である。

さし木については、高品質な穂を入手し、適切な方法（穂のサイズ・採取部位、発根促進処理）により挿し付けを行う。

【解説】苗木の効率的な成長方法

苗木を効率的に成長させるポイントは、根鉢の形成を促進する場合と同じ3点である。特に効果が大きいのは、1. 十分な育成期間の確保と3. 苗木の3つの成長期を踏まえた適切なかん水と施肥である。1については特に急速成長期の期間を長く確保することが重要で、このため、それぞれの栽培施設・栽培環境において可能な限り種蒔きの時期を早く行う。このことにより、急速成長期の開始を早め、春先の貴重な日光と気温を、種子の発芽ではなく、苗木の伸長成長に活用する。また、3については、特に、施肥が重要で、高濃度の肥料を苗木が肥料やけを起こすことなく活用できるよう、適切な種類の緩効性肥料を適切な時期に施用する。施用する種類と量は、すでに、【解説】適切な固形肥料の量について、で述べたとおりである。これにより、急速成長期におけるシュートの伸長成長とハーディング期における肥大成長と根系（根鉢）の発達を促進する。

このほか、適切な培地の選択と、適切なかん水も重要である。

これらの方法で苗木の成長（伸長成長、肥大成長及び根系の成長）を効率的に促進する。

7-2 その他の情報収集及び整理

コンテナ苗の生産技術等に関する研究についての情報を収集するため、研究機関にヒアリングを行った。そのヒアリング内容の概要は、以下のとおりである。

7-2-1 高知県森林技術センター（採種園）

高知県森林技術センター（以下、森林技術センター）内にある採種園を視察した。近年、ヒノキの発芽率が低いことが課題となっており、その原因の一つとしてカメムシ類が挙げられている。カメムシは、球果の中にある種子の胚を吸引することで、種子の発芽能力を奪ってしまう。このカメムシ食害によるスギ及びヒノキの発芽率が大きく低減する事象が全国で発生し、問題となっている。カメムシ対策として、現在試験的にカメムシ避けのネットを設置して被害を予防する取り組みが行われている（写真7-1）。

また、母樹の老齢化も懸念されているため、現在、高知県では森林技術センター近くの土地に新しい採種園の整備を令和元(2019)年に開始し特定母樹を植栽している（写真7-2）。



写真 7-1 母樹にカメムシ避けのネットを設置した様子



写真 7-2 新しく整備している採種園

7-2-2 岡山県農林水産総合センター生物科学研究所（グルタチオン）

岡山県農林水産総合センター生物科学研究所（以下、生物科学研究所）では、グルタチオンを用いたスギ及びヒノキのコンテナ苗の早期育成方法の開発を行っている（写真7-3）。ヒノキについては、セルトレイに播種して5cm程度に成長したプラグ苗を6月に150ccコンテナに移植し、適切なタイミングでグルタチオンを施用することで同年10月に苗長40cm程度にまで成長することを確認している。施用方法等については今後、手引き等を公開する予定である。

グルタチオンを主成分とした製品は生物科学研究所と共同研究を行った（株）カネカがカネカペプチドの商品名で販売しており、農業で作物の収量アップ等を目的に使用されている。林業における応用も研究が進んでいる状況である。



写真 7-3 ヒノキコンテナ苗のグルタチオン施用試験の様子

7-2-3 北海道立総合研究機構林業試験場（カラマツコンテナ苗）

カラマツのコンテナ苗の生産技術開発研究の概要をヒアリングした。カラマツの播種から出荷まで約1年間で行うことを目的に研究を行い、その結果を「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」(2019)で公表した。灯油ボイラー等で加温ができるハウスまたは電熱マットを用いることで残雪がある4月にハウス内で播種し発芽させて育苗期間を延長し、1年間で北海道のコンテナ苗の規格（1号苗：苗長30cm 根元径5mm、2号苗：苗長25cm 根元径4mm）に到達させた。

さらに同時にコンテナ容量についても検討し、コンテナのキャビティサイズが150ccであると、苗長は30cmを超えるが、根元径が5mmに到達せず、1年間で1号苗の規格に到達することはなかった。しかし、キャビティサイズが200ccや300ccであると150ccと同じ育苗期間で根元径が5mm以上の1号苗に到達する個体があった。そのため、キャビティサイズの大きい方が規格苗に達しやすい育苗方法として向いていると考えられたが、生産効率を考えると300ccコンテナよりも200ccの方が単位面積あたりの生産数が上げることができると考えて、キャビティサイズが200ccのHR0200を開発し、北海道苗組が販売している。その後、同様の形態でトドマツ・アカエゾマツ用のキャビティ容量330ccのHSK330も販売している。このコンテナ容器は、JFA150のような連結式のコンテナではなく、独立式のタイプである（写真7-4）。JFAコンテナと同様に連結式のコンテナの開発も現在検討中である。



写真 7-4 HR0200(写真左)と HSK330 (写真右)

7-3 「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」作成に向けた構成（案）

本事業3年目（令和3（2021）年度）に作成する「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」については、コンテナ苗生産に初めて取り組む生産者にもわかりやすいように播種の時期、作業時期、灌水方法、薬剤散布の使い方等を解説するとともに、既存の生産者にも生産の参考になる情報を取りまとめる。また、生産されたコンテナ苗の品質分析の結果を踏まえ、生産手法と苗木の品質の関連についても記載する。

現在検討している手引きの構成（目次）案を表 7-9 に、また、生産パターンと手引きの内容の対照案を表 7-10 に示す。

表 7-9 コンテナ苗等の生産技術・システムの手引きの構成（案）

1. 施設の準備
1-1 コンテナの紹介
1-2 ビニールハウス等
1-3 機械類（培地圧入機、抜き取り機）
1-4 圃場
1-5 灌水施設
2. 生産スケジュール
2-1 播種（播種の方法、時期の選択、播種の機械、種子選別機）
2-2 発芽（幼苗管理の注意点）
2-3 移植（移植苗の種類、培地の種類、培地の詰め方、元肥の配合）
2-4 育苗管理（灌水、追肥、消毒、寒冷紗、苗木の蒸れ）
2-5 出荷（配布地域、出荷の規格、苗長・根元径・形状比の関係）
2-6 残苗発生（残苗を用いた大苗の生産）
3. モデル地域による生産
4. コラム（海外のコンテナ苗の紹介）

表 7-10 生産スケジュールのパターンの整理と手引きの目次の組み合わせ（案）

パターン	育苗施設 P.O	播種				発芽 P.O	移植				育苗管理					出荷 P.O		
		育苗箱 P.O	多粒播 種 P.O	種子選 別機 P.O	一粒播 種 P.O		培地の 詰め方 P.O	幼苗 P.O	毛苗 P.O	プラグ 苗 P.O	元肥 P.O	灌水 P.O	追肥 P.O	消毒 P.O	寒冷紗 P.O		苗木の 蒸れ P.O	
①露地・播種床	●					●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●
②ハウス等・播種箱	●	●				●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●
③ハウス等・播種箱	●		●			●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●
④セルトレイ・多粒	●		●			●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
⑤セルトレイ・一粒種	●			●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●

巻末資料 1 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～
(暫定版)

令和3(2021)年1月

(令和2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

この取組は、林野庁のコンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査事業において、2カ年で実施予定です。

本資料は、大苗化の方法をいち早くお知らせするため、1年目の途中経過を暫定版としてとりまとめられたものであり、事業完了（令和3（2021）年度予定）後、改めて完成版の大苗化の手引き及びコンテナ苗の大苗の定義をご案内します。

<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、**培地を増やしバランスのよい苗木を作ること**を目標としました。

樹種：スギ(実生)・150ccコンテナ苗
地域：秋田県※

※他の地方でスギ(挿木)・ヒノキ・カラマツの大苗化を同様の方法で現在検証中であり、その結果は令和3(2021)年度の完成版で掲載予定です。

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)を組み合わせる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孔に苗木を移し替える場合**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る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

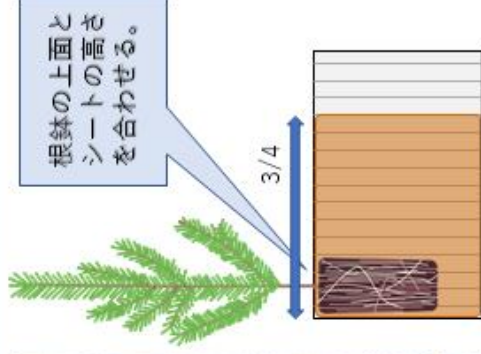
方法1 Mシートを組み合わせて300cc容器に移し替える



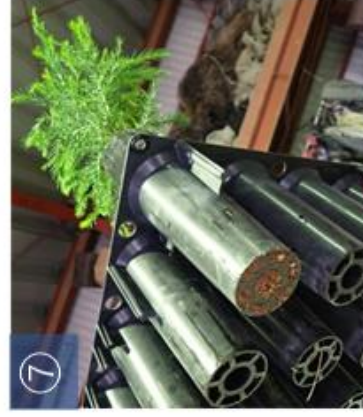
①約220ccの培地を300cc容器の各孔へ事前にに入れておく。



- 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。



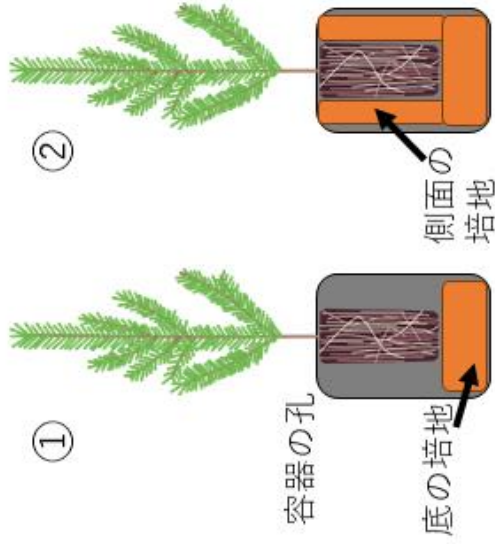
- ⑥シートで巻き上げた苗を事前に培地を詰めた300cc容器の孔の上に押し付ける。その際、巻いたシートの底を手で押さえ、培地が落ちないように注意する。押し込んでしまったところで事前に詰めた培地とシートで巻いた培地が一体化する。
- ⑦培地が適度に圧縮されるため、下から培地は漏れない。⑧この作業を繰り返して完成。



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ないと、根鉢不良が発生します（写真3）。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。



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～

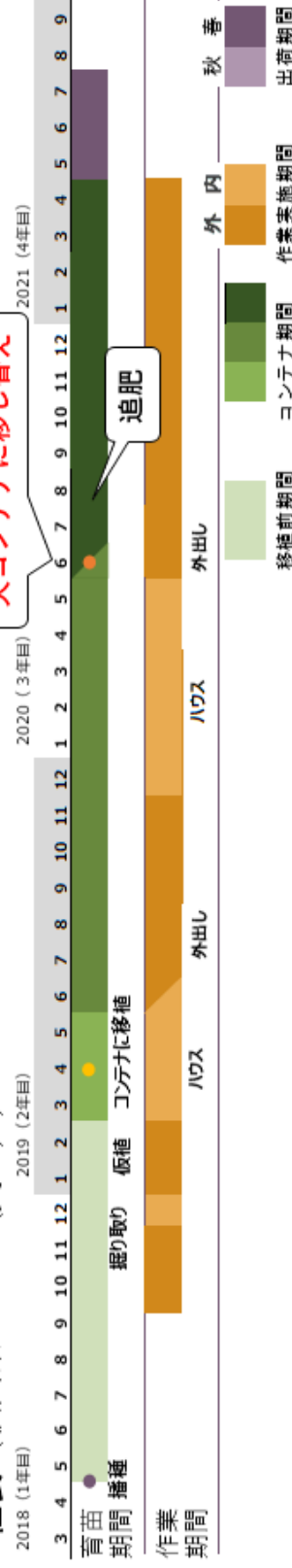
通常のコンテナ苗を活用した大苗化の工程表を以下に示します。

今年の大苗生産では、令和2(2020)年春出荷予定の苗を使用し、令和3(2021)年出荷を目指して作業を行いました。

主な作業と注意事項

- 2年生のコンテナ苗に、春の出荷時に残苗が発生したことを想定し、その年の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、灌水の水が葉にかかり培地に届きにくいことから、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灌水をしました。通常の灌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灌水しました。
- 移し替えた年の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、適宜消毒を行いました。

工程表 (秋田県・スギ(実生))



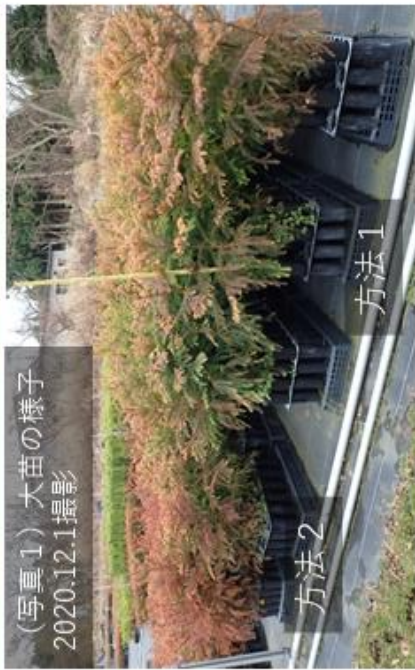
追加する培地量

- 今年の大苗生産では、マルチキャピティコンテナ容器 (JFA150) の150ccのコンテナ苗を使用しました。使用するコンテナ容器によって、根鉢の形状 (高さ等) が異なるため、追加する培地量に注意して下さい。

大苗生産時の300cc容器への12孔・24孔で移し替えるときの考え方

- 300cc容器は、24孔で苗長60～70cm程度まで、12孔で苗長90cm程度まで育成できるよう設計されています。生産する大苗のサイズ (苗長や根元径、形状比) を考えて12孔か24孔を選びます。

1. コンテナ苗の残苗を用いた大苗化の方法 ～途中経過～



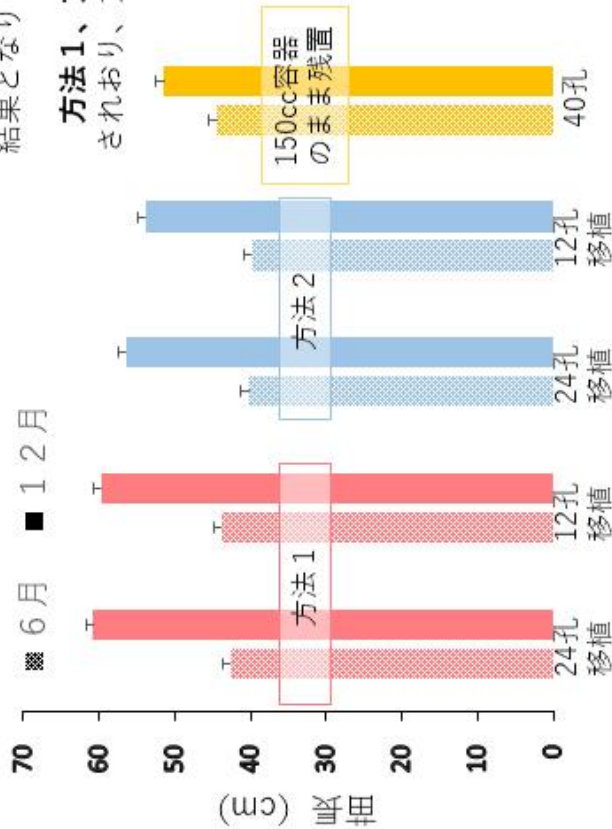
2020年6月に150ccコンテナ苗（苗長35cm上、根元径4mm上）を
 移し替え、同年12月現在、全て枯れずに生育しています（写真1）。

「方法1 Mシートを組み合わせて300cc容器に移し替える方法」、
 「方法2 そのまま300cc容器へ移し替える方法」とも、移し替え時
 （6月）と比較して、順調に成長しています。

生産方法で比較すると、**方法1が最も苗長が大きく成長しています**
 （図1）。このまま2021年に持ち越せばさらに成長し、大苗として出
 荷することが期待できます。

根元径も方法1で最も太く、12孔で平均9.2mm、24孔で平均8.5mm
 になっています。**12孔の方が苗長と根元径のバランス(形状比)がよい**
 結果となりました。

方法1、方法2ともに移し替えたコンテナ苗の根鉢は、十分に形成
 されおり、方法1では根鉢が全て結合しています（写真2）。



(図1) 6月の移し替えから12月までの苗長成長



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	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	 <p>育苗期間： 4月(移植)～同年12月 苗長：約90cm</p>	 <p>育苗期間： 11月(移植)～翌年6月 苗長：60～100cm</p>

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。

方法2：培地詰め作業に手間がかかるが、300cc容器だけで対応できる。

Q1. コンテナ苗の大苗を山に植栽しても大丈夫？

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27(2017)年1月に宮崎県都市に植栽する試験を行いました。

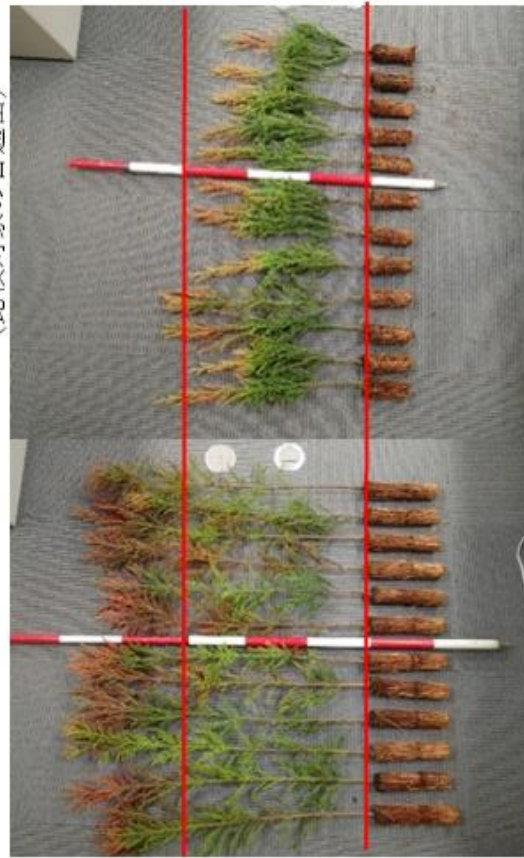
普通苗よりも植栽した大苗の一部に湾曲する個体（全植栽本数のうち約7%）が見られたものの、植栽4年目の時点で平均3.5mまで成長するなど、令和2(2020)年11月時点で**概ね健全に生育しています**。

コンテナ苗の大苗



苗長	92 ± 5.6cm
地際径	1.0 ± 0.18cm
形状比	94 ± 17.5
重量	339 ± 24g
容積	466 ± 13.4cc

300ccコンテナ苗
(比較対象の普通苗)



苗長	57 ± 5.3cm
地際径	0.9 ± 0.11cm
形状比	63 ± 17.5
重量	211 ± 14g
容積	300cc

2020年11月（植栽後4年目）



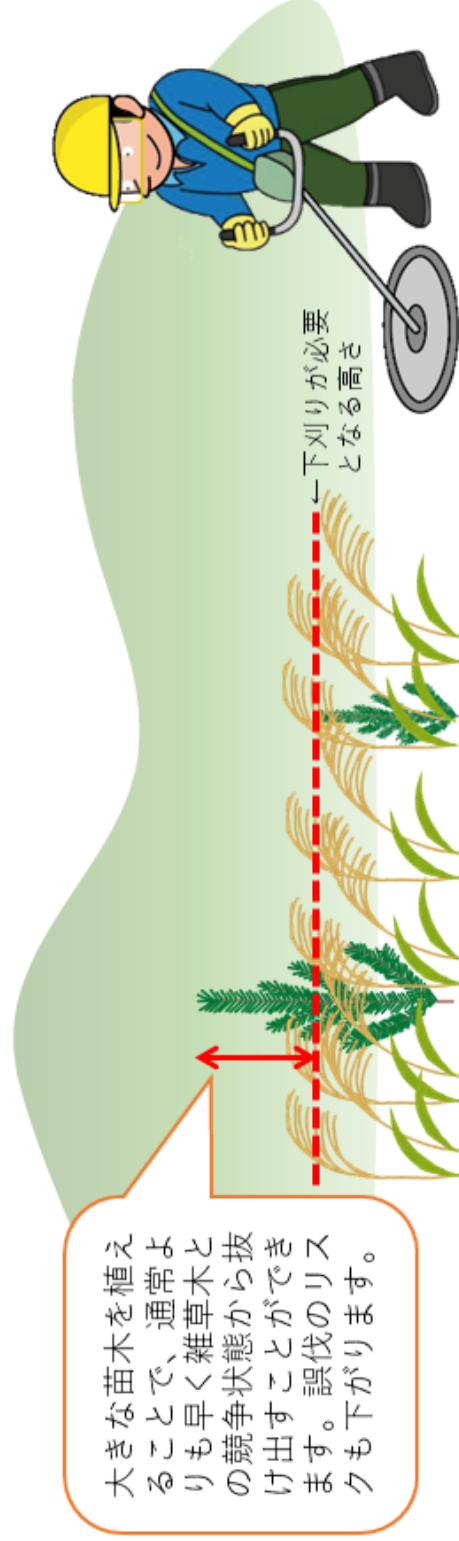
植栽後4年目で、大苗は平均樹高が約3.5mに達しています。普通苗は約2.9mでした。

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事が期待できます。

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2 各生産者の代表的なコンテナ苗生産の作業工程表

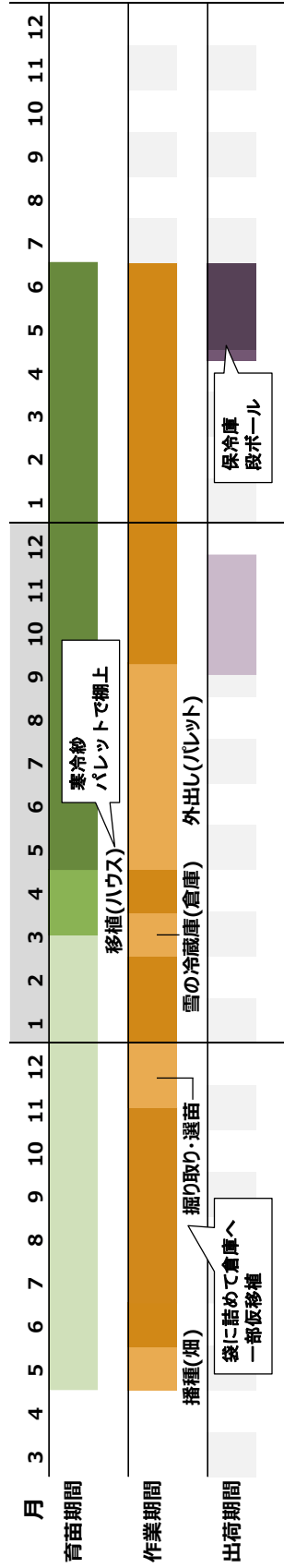
生産者名は、個人情報であることから記載しない。

栽培工程表

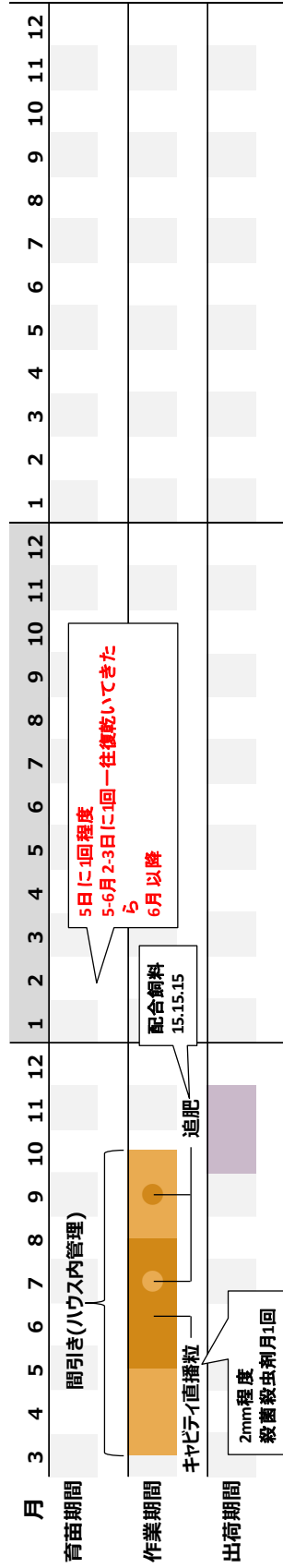
36.【北海道】



樹種：カラマツ



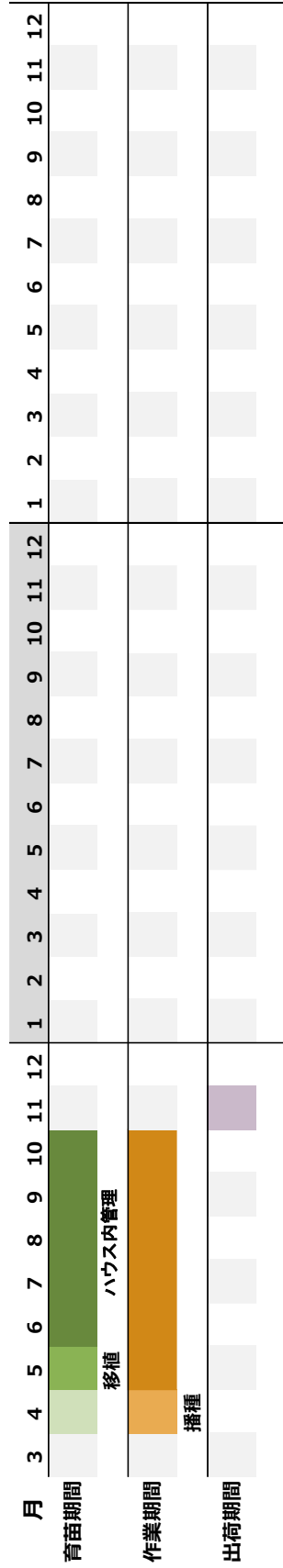
樹種：カラマツ (当年生)



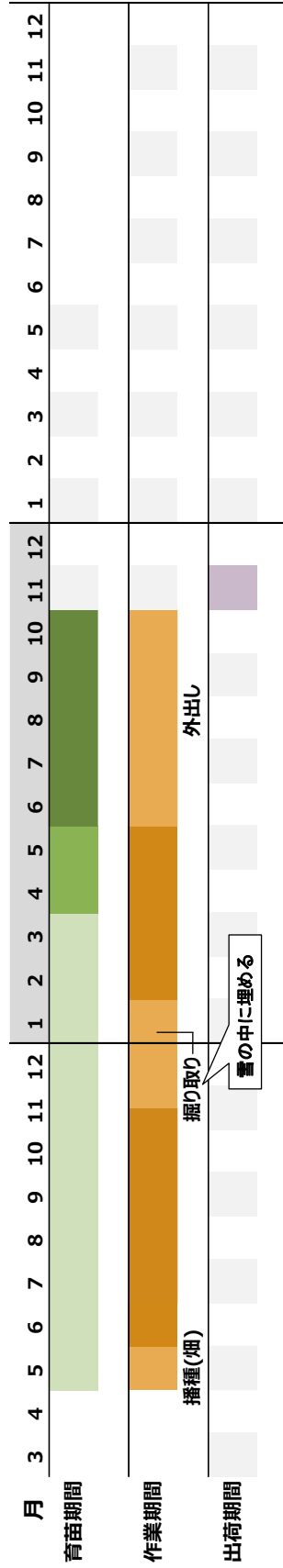
栽培工程表



樹種：カラマツ（当年生）



樹種：カラマツ（2年生）

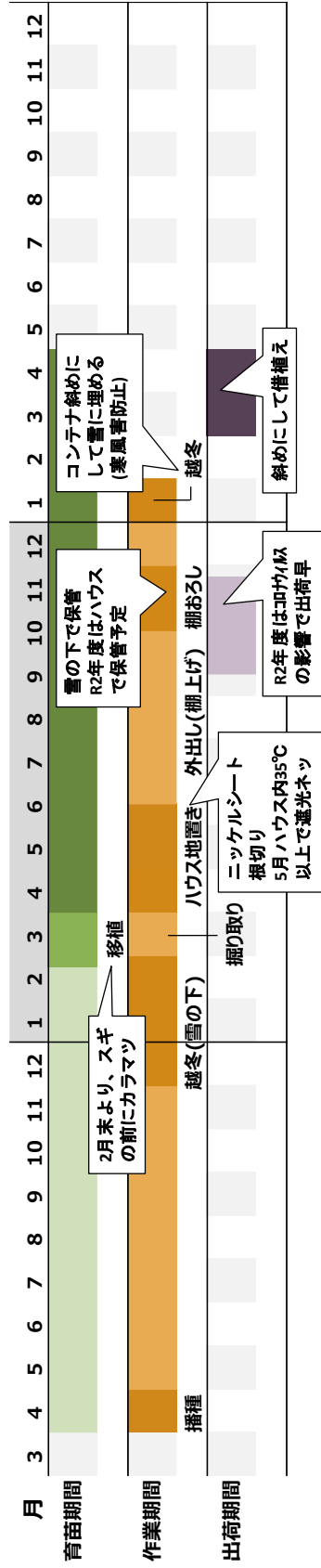


栽培工程表

38.【青森】



樹種：スギ・カラマツ

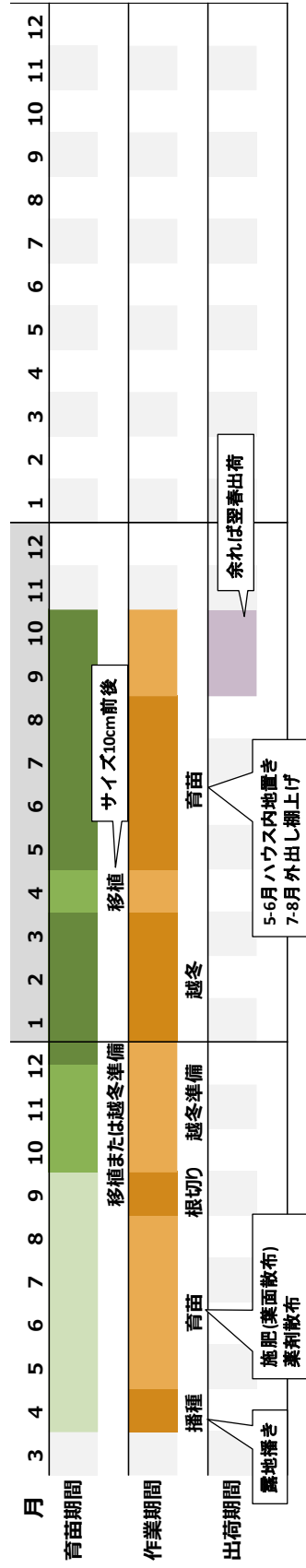


栽培工程表

39.【青森】



樹種：スギ（露地苗）

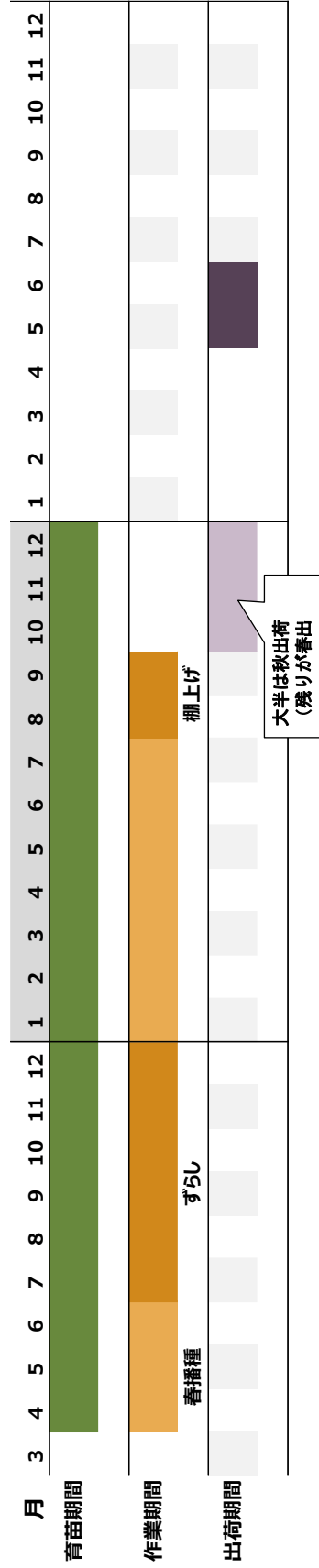


栽培工程表

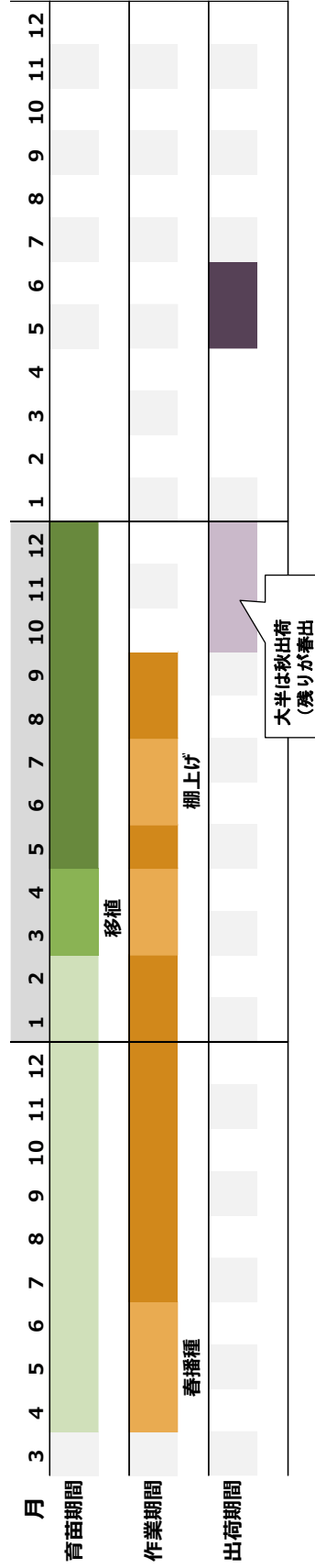
40.【岩手】



樹種：カラマツ（直接種）



樹種：カラマツ（育苗箱）

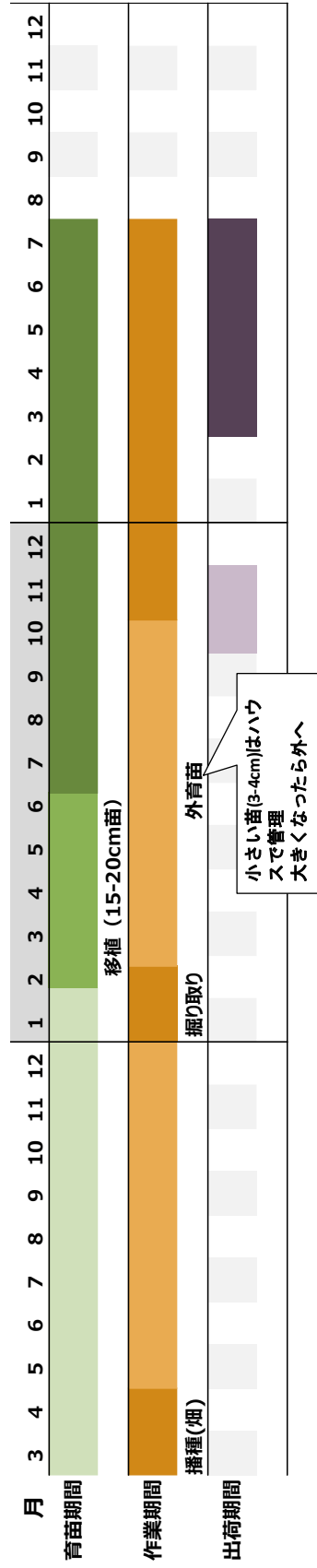


栽培工程表

41.【福島】



樹種：スギ

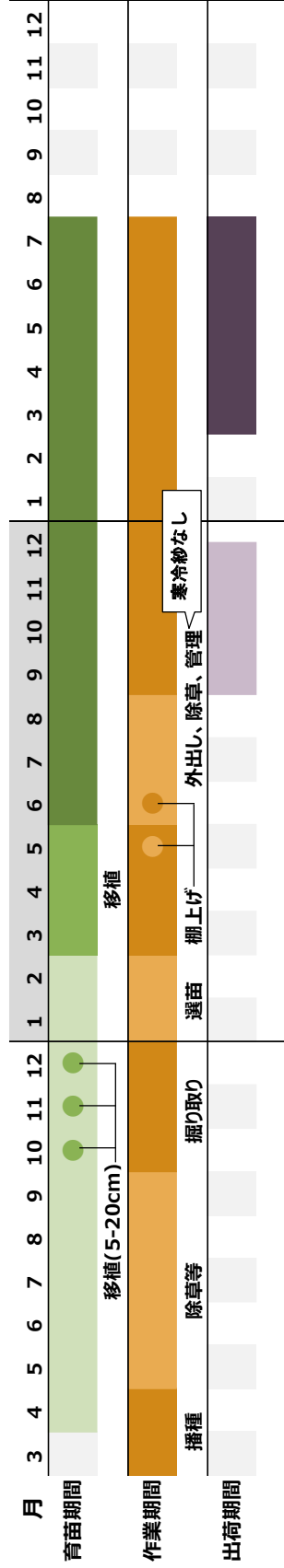


栽培工程表

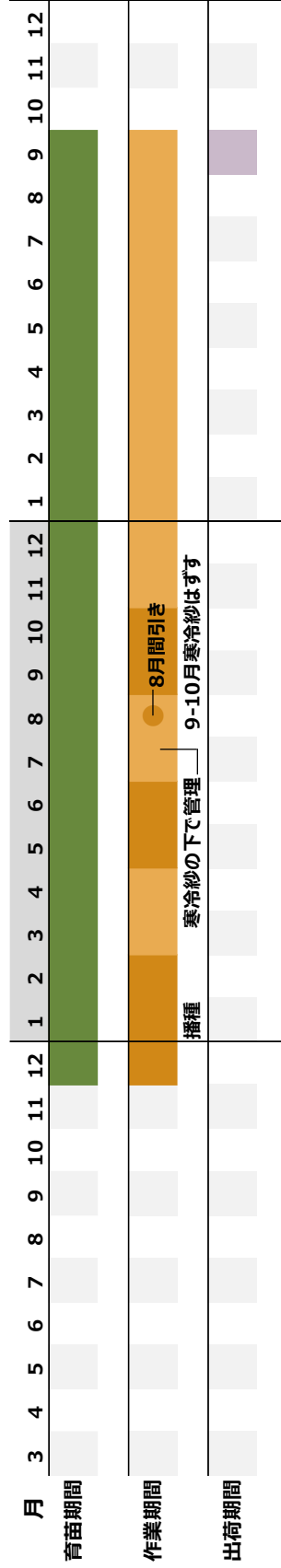
42.〔福島〕



樹種：スギ・ヒノキ・マツ



樹種：スギ・ヒノキ・マツ (直播き)

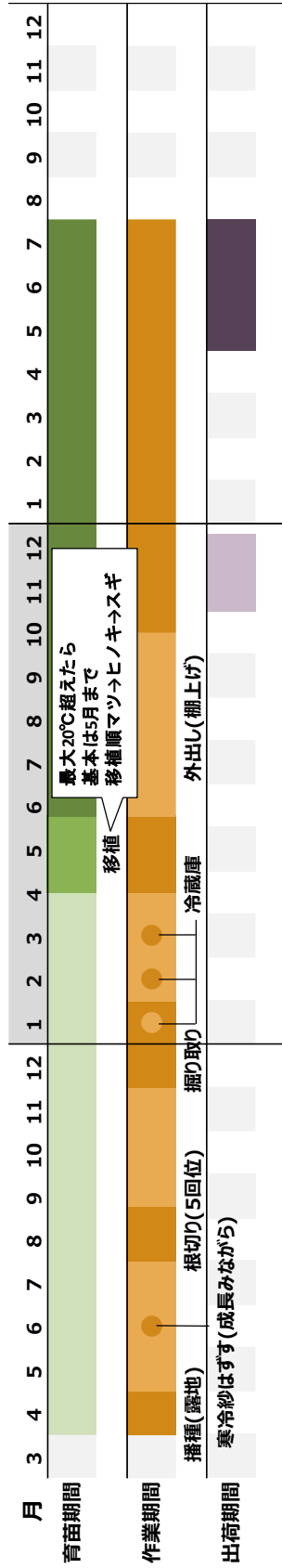


栽培工程表

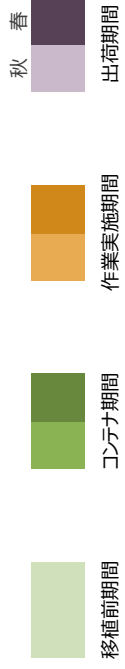
43.【福島】



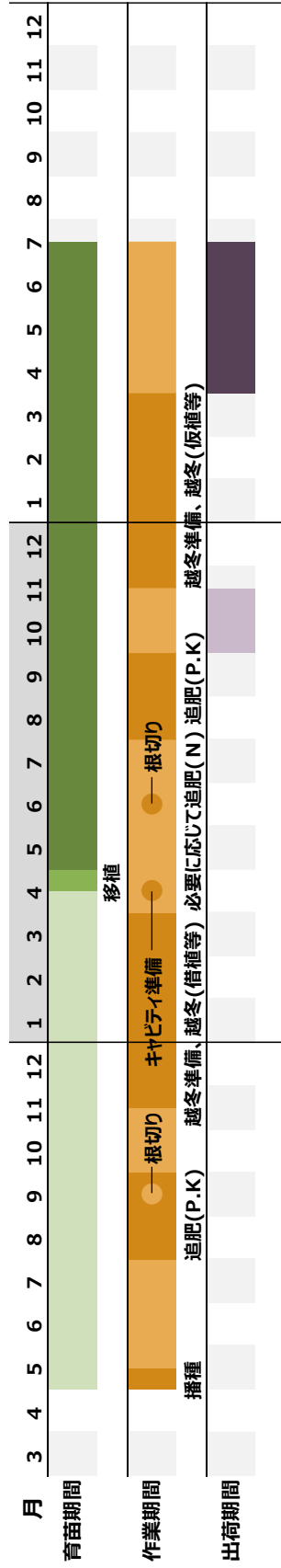
樹種：スギ



栽培工程表



樹種：スギ

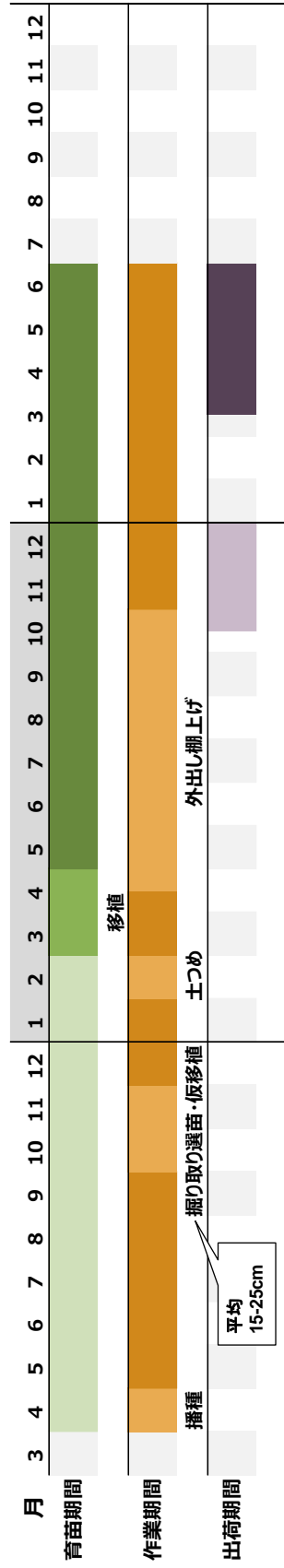


栽培工程表

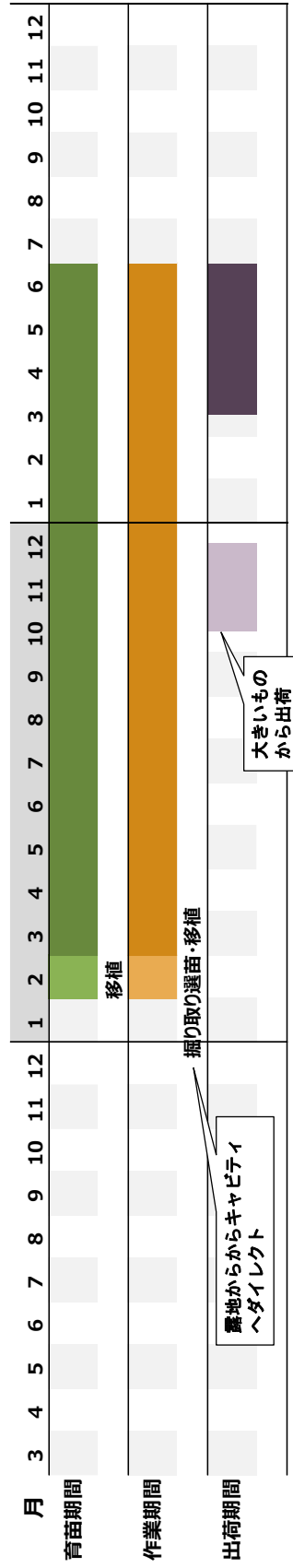
45.〔茨城〕



樹種：スギ



樹種：ヒノキ

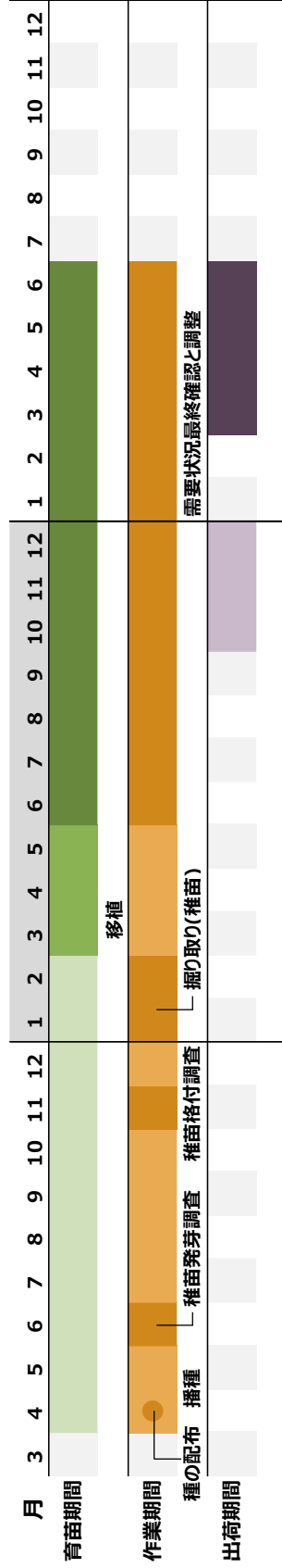


栽培工程表

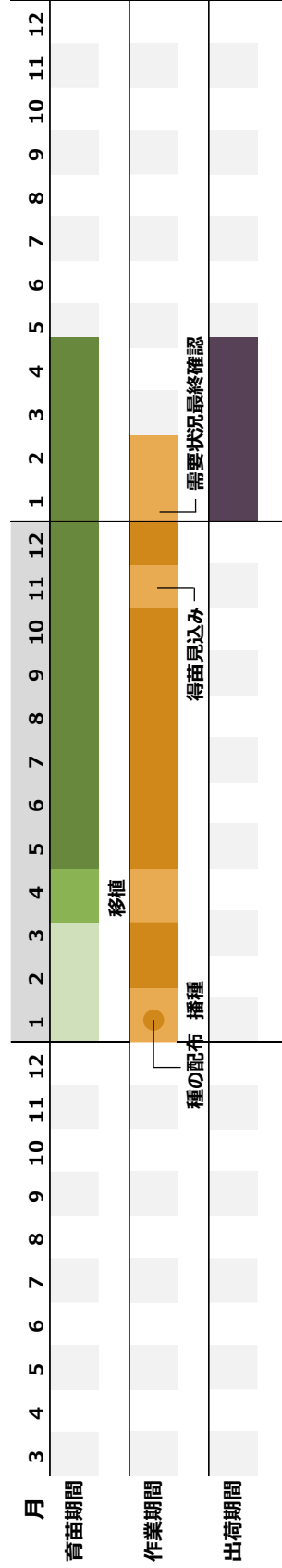
46.【静岡】



樹種：スギ・ヒノキ



樹種：スギ・ヒノキ（日本製紙）

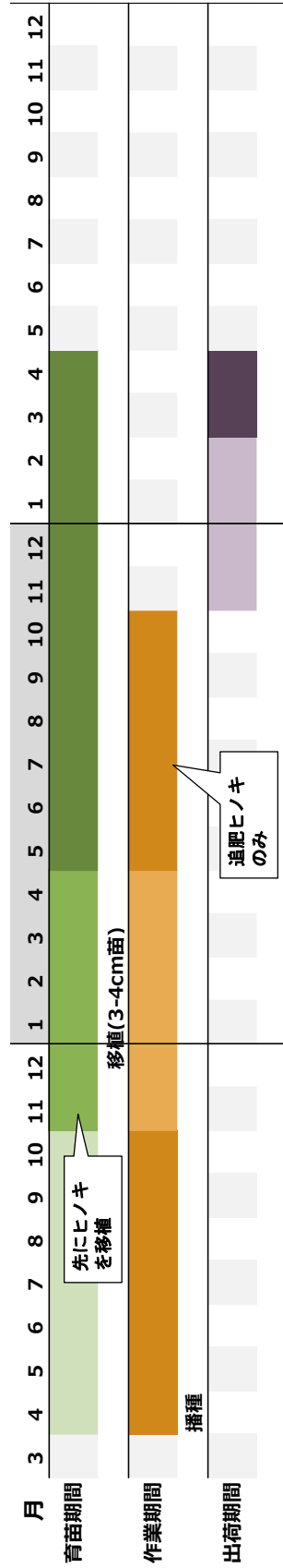


栽培工程表

47.【滋賀】



樹種：スギ・ヒノキ（育苗箱・購入苗）

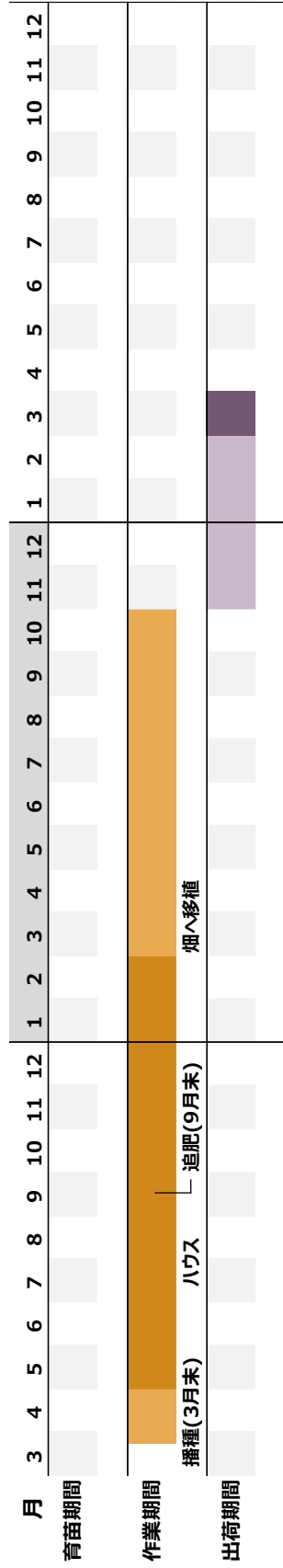


栽培工程表

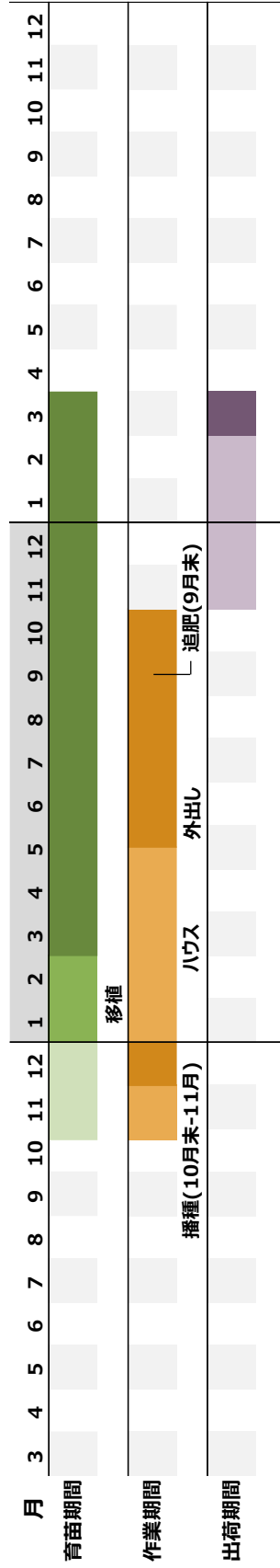
48.【滋賀】



樹種：スギ・ヒノキ（裸苗）



樹種：スギ・ヒノキ

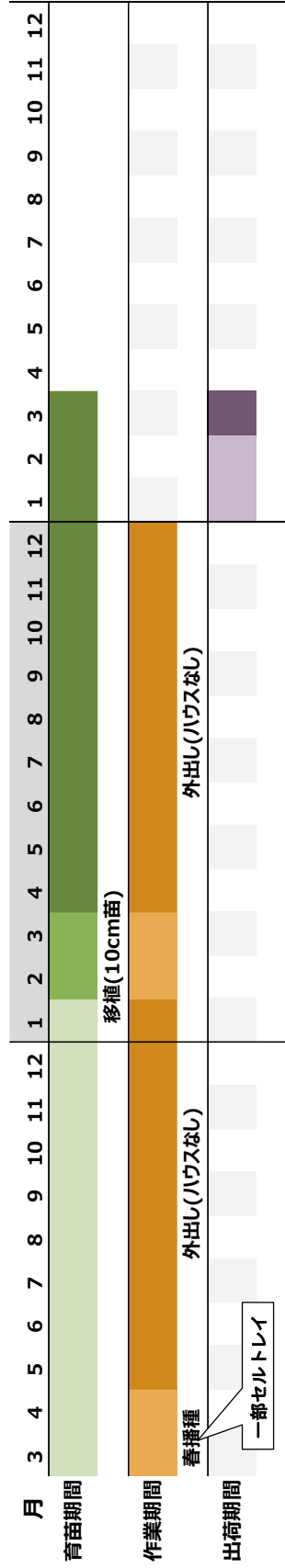


栽培工程表

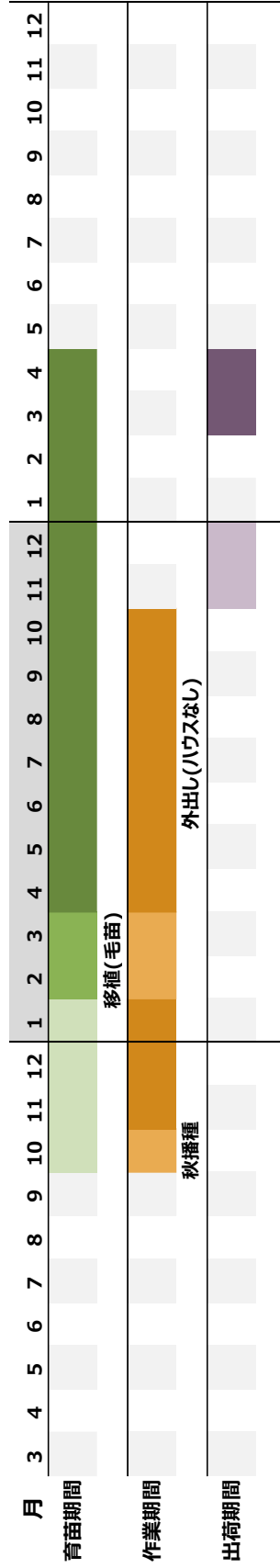
49.〔滋賀〕



樹種：スギ（育苗箱・春播種）



樹種：スギ（育苗箱・秋播種）

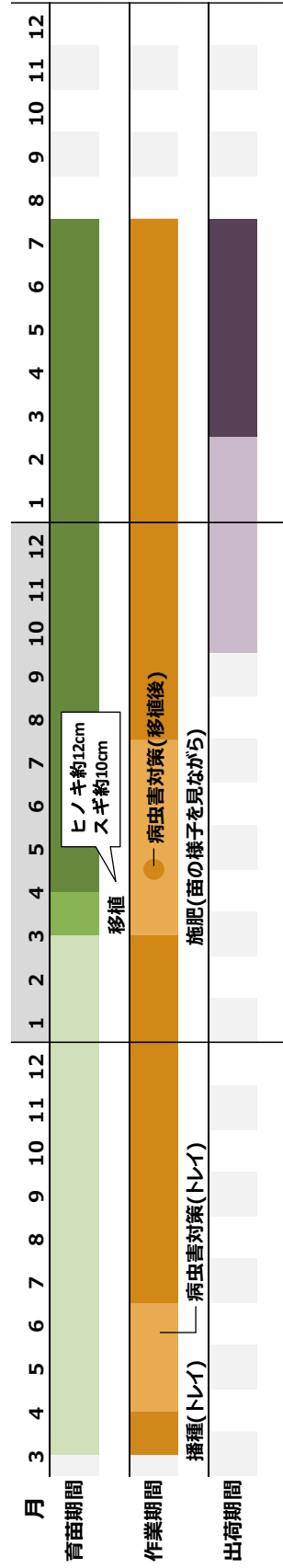


栽培工程表

51.【和歌山】



樹種：スギ・ヒノキ

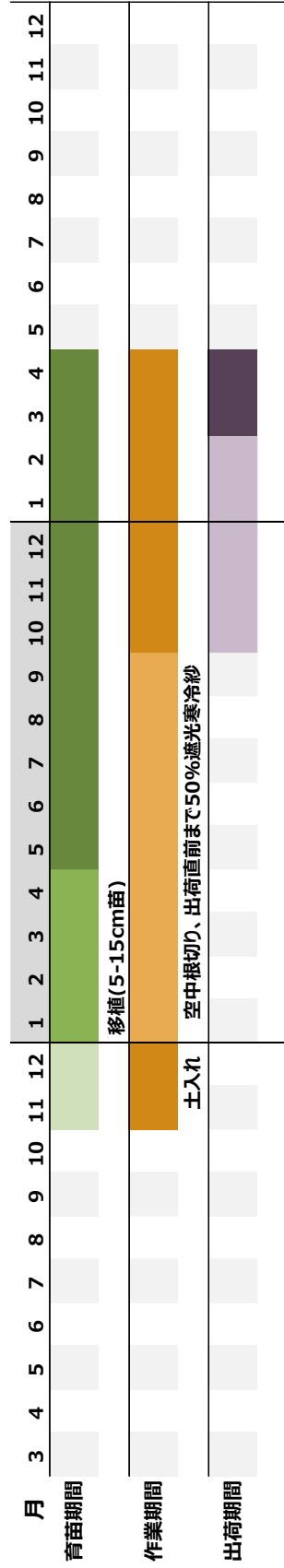


栽培工程表

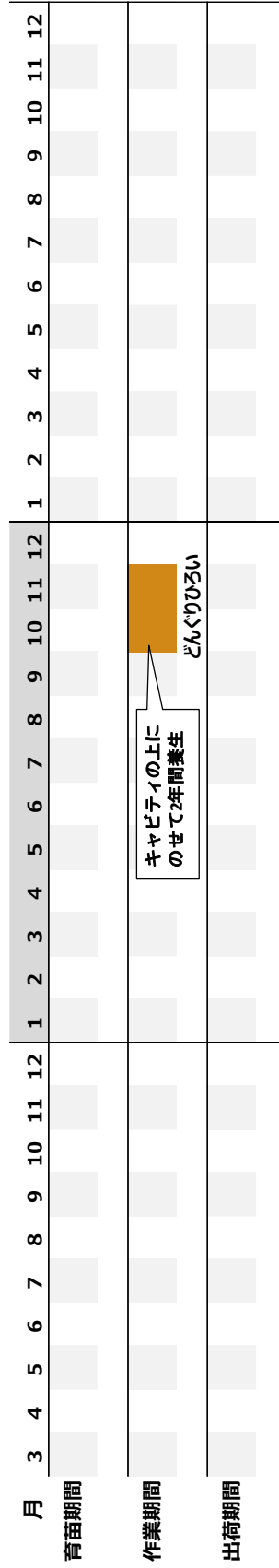
52.〔和歌山〕



樹種：スギ・ヒノキ



樹種：ウバメガシ

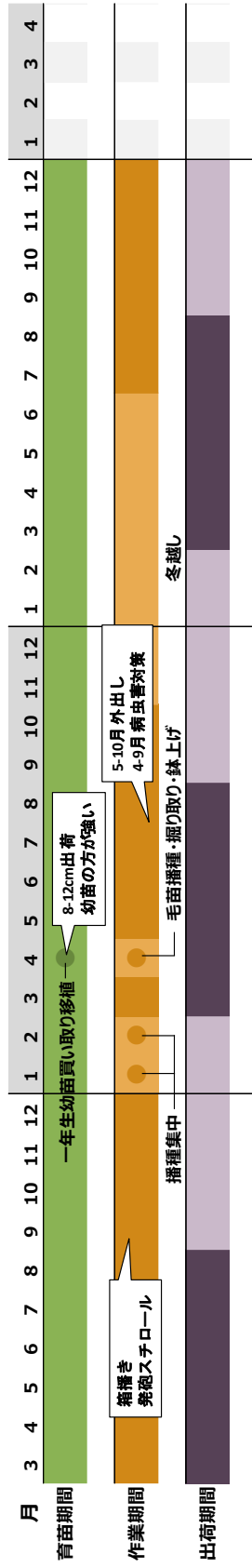


栽培工程表

53.【兵庫】



樹種：スギ・ヒノキ（箱播き毛苗、露地一年生幼苗）

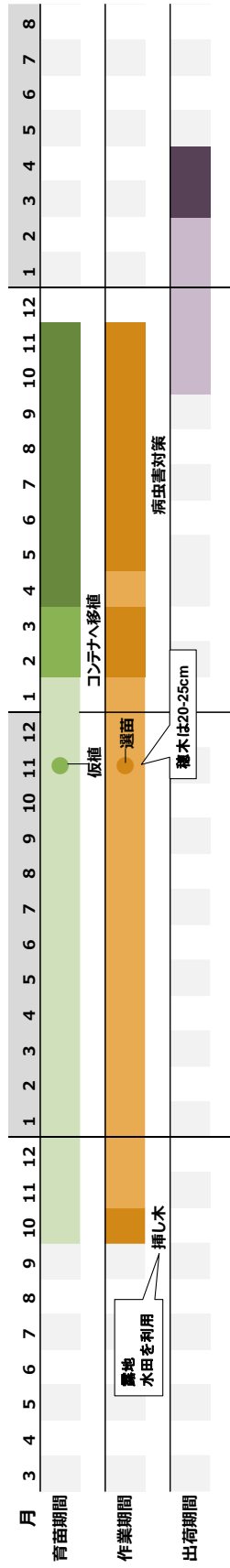


栽培工程表

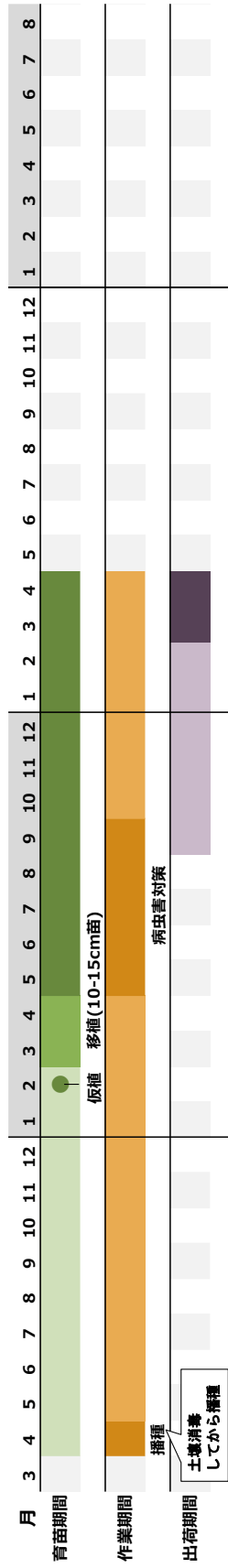
54. [鳥取]



樹種：スギ

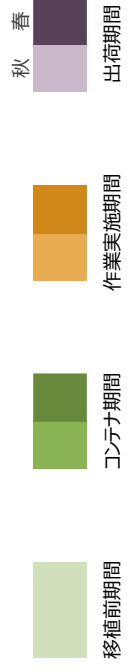


樹種：ヒノキ

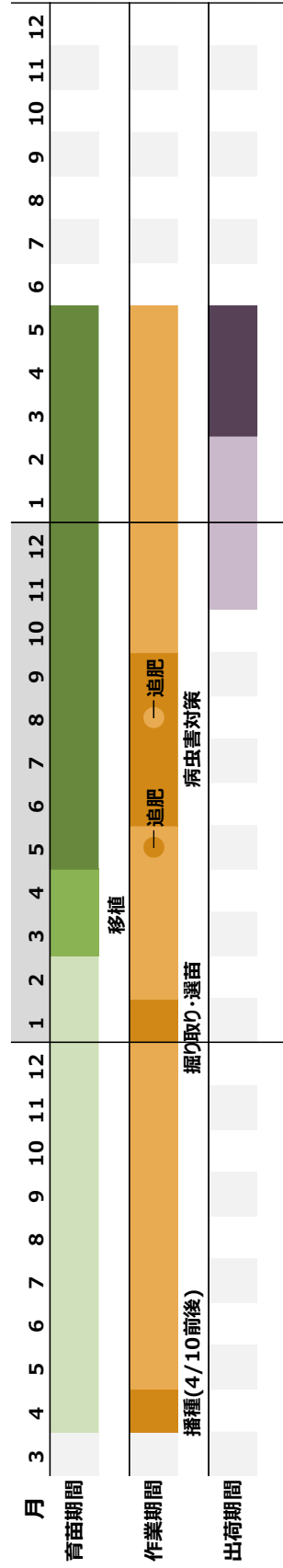


栽培工程表

55.〔岡山〕

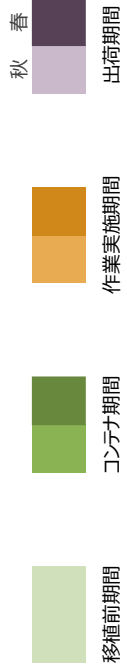


樹種：スギ・ヒノキ

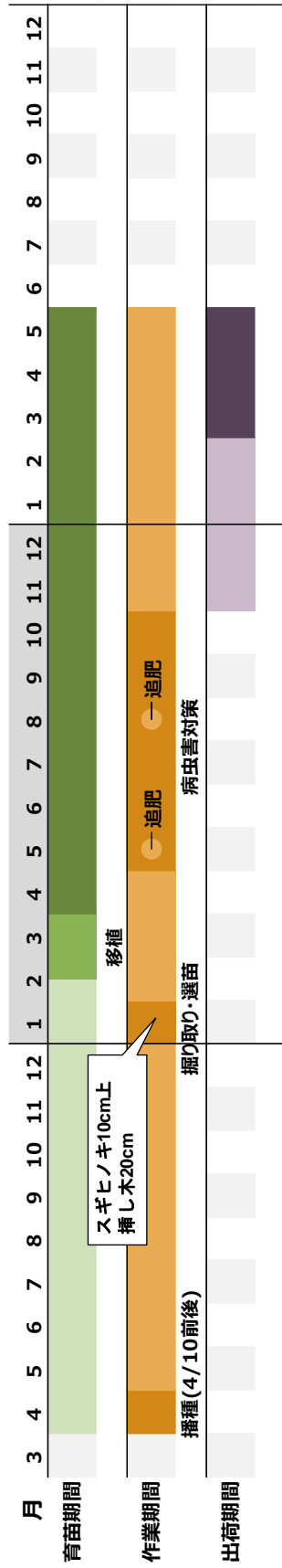


栽培工程表

56. [岡山]



樹種：スギ・ヒノキ

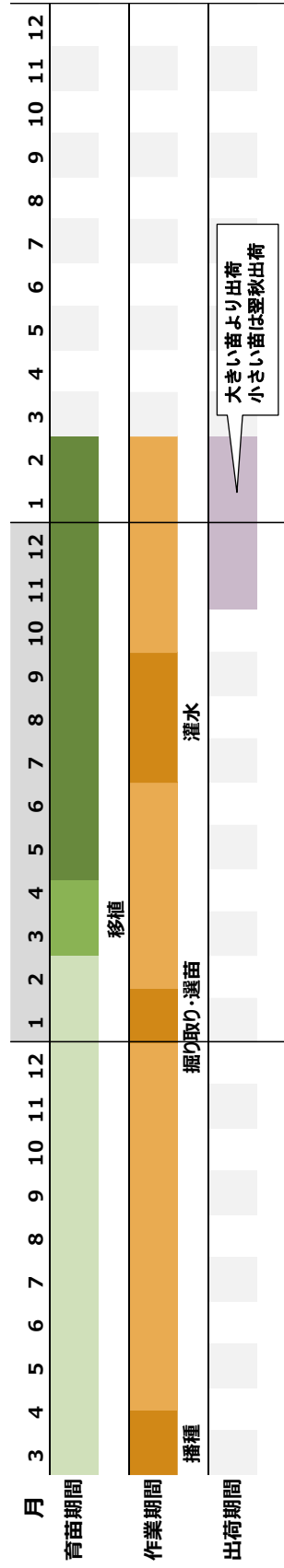


栽培工程表

57. [岡山]



樹種：スギ・ヒノキ

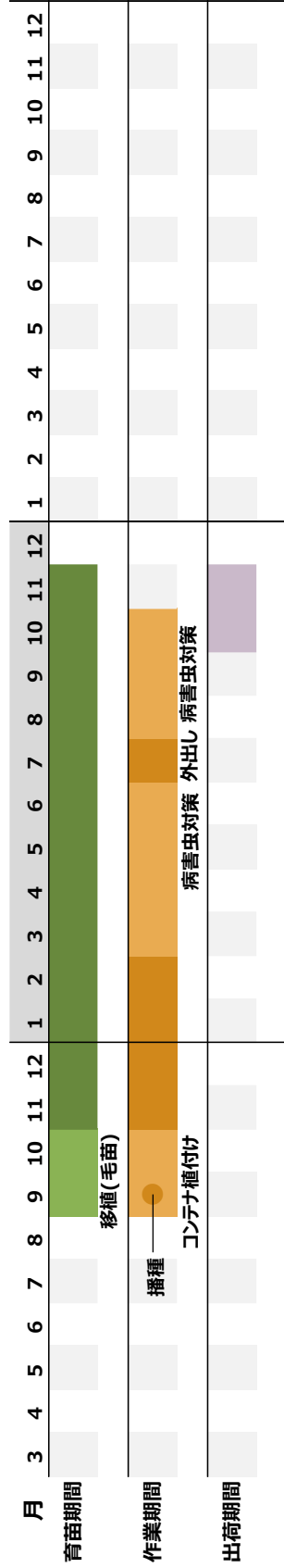


栽培工程表

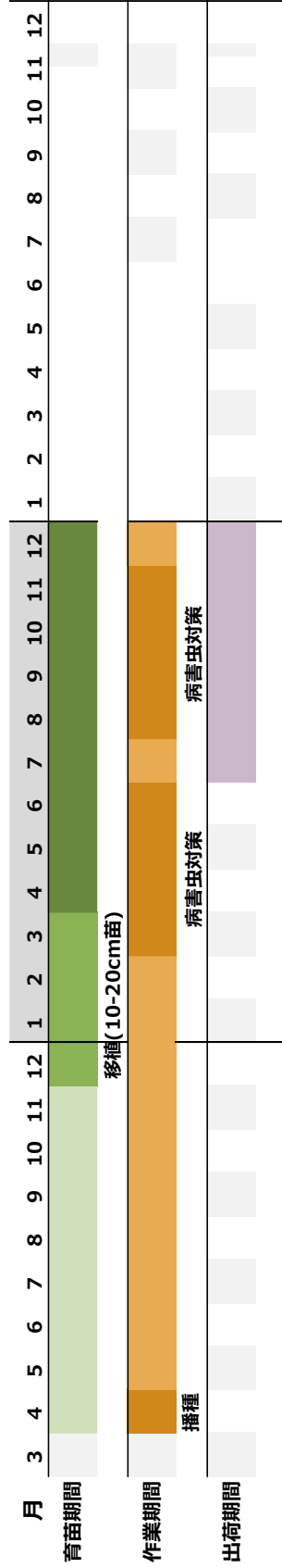


58.【愛媛】

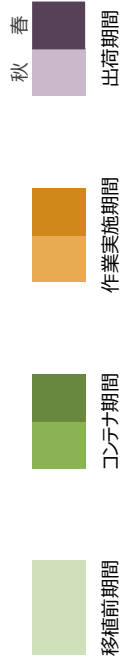
樹種：ヒノキ（育苗箱）



樹種：ヒノキ・スギ（露地苗）

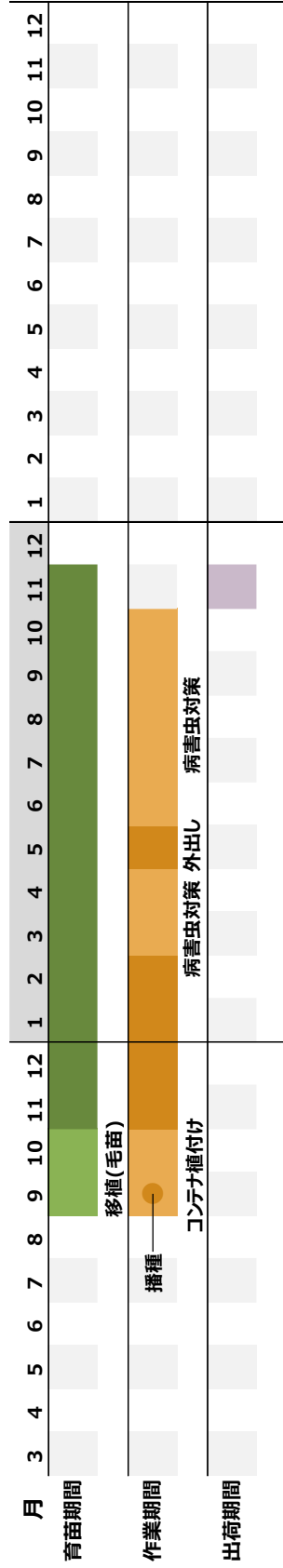


栽培工程表

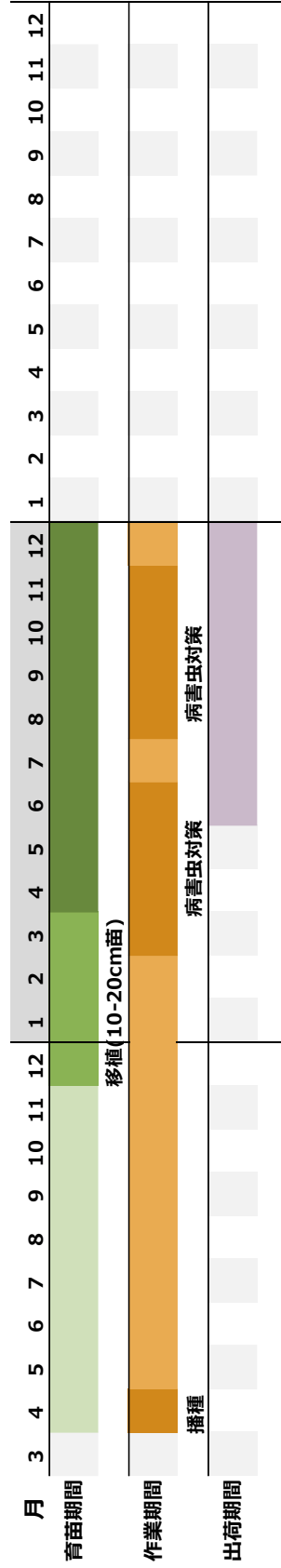


58.【愛媛】

樹種：スギ（育苗箱）



樹種：スギ（露地苗）

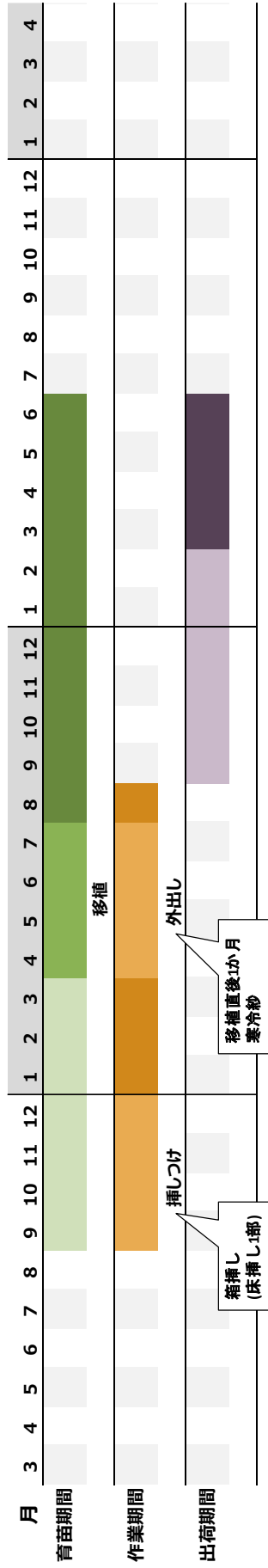


栽培工程表

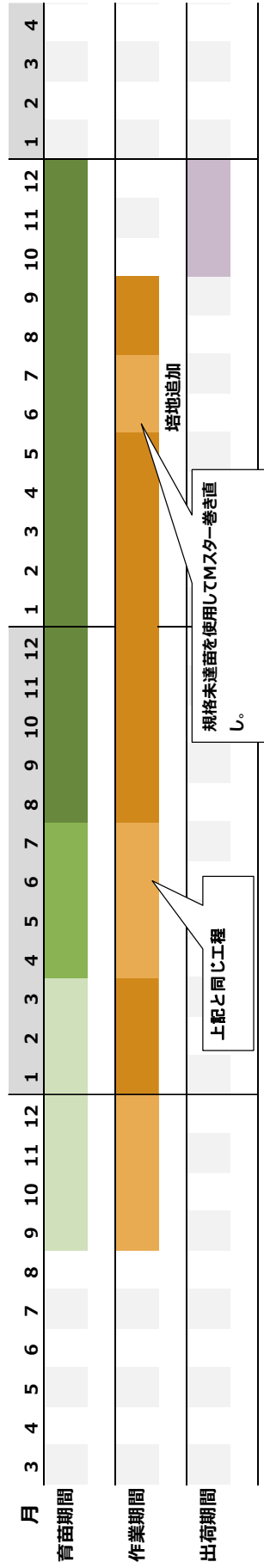
59.【宮崎】



樹種：スギ（挿し木）



樹種：スギ（大苗）



巻末資料3 購入したコンテナ苗の写真

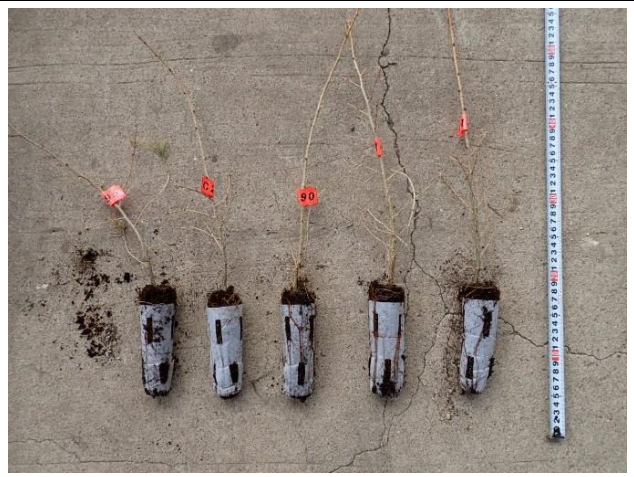
生産者名は、個人情報であることから記載しない。

巻末資料3 生産者の苗木写真

No. 36 北海道 カラマツ



No. 37 北海道 カラマツ



No. 38 青森 スギ



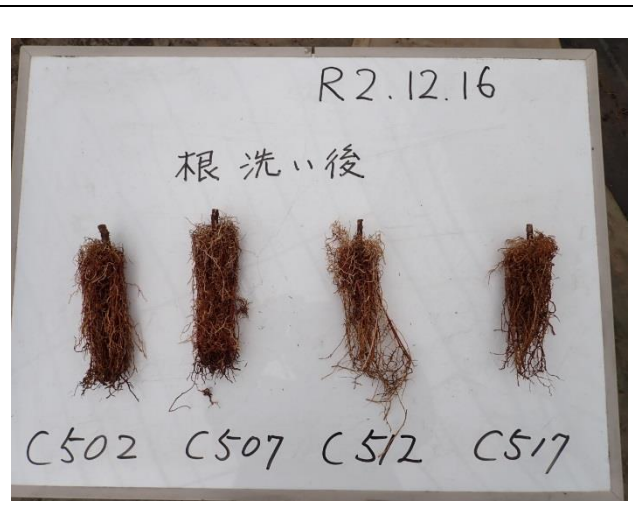
No. 39 青森 スギ



No. 39 青森 カラマツ



No. 40 岩手 カラマツ



No. 42 福島 スギ



No. 42 福島 ヒノキ



No. 43 福島 スギ



No. 43 福島 ヒノキ



No. 44 福島 スギ



No. 45 茨城 スギ



No. 45 茨城 ヒノキ



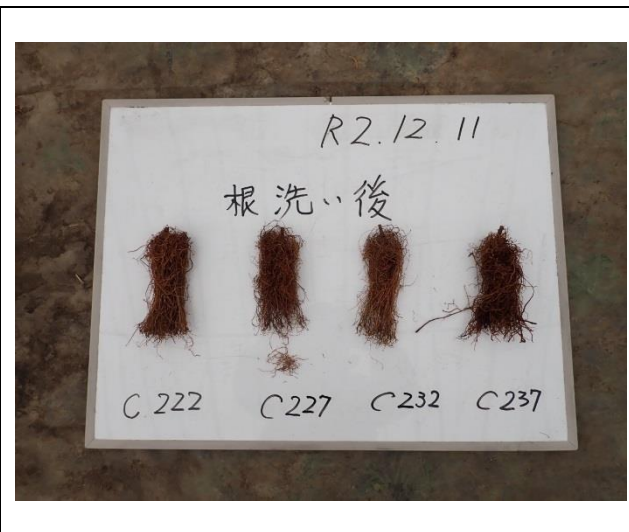
No. 46 静岡 スギ



No. 46 静岡 ヒノキ



No. 47 滋賀 スギ



No. 47 滋賀 ヒノキ



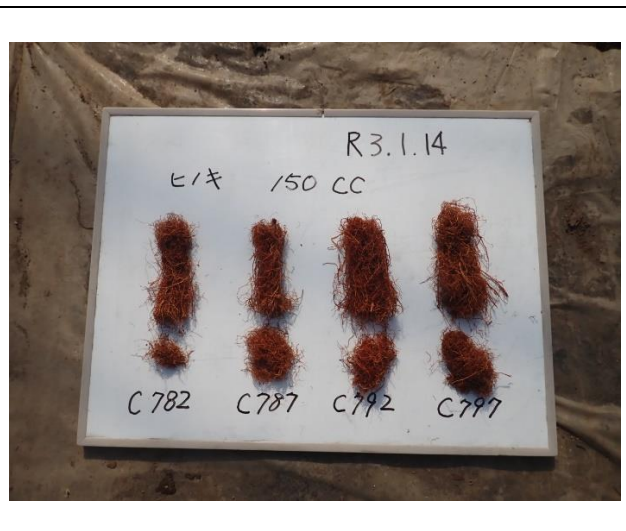
No. 49 滋賀 スギ



No. 50 和歌山 スギ



No. 50 和歌山 ヒノキ



No. 51 和歌山 スギ



No. 51 和歌山 ヒノキ



No. 52 和歌山 スギ



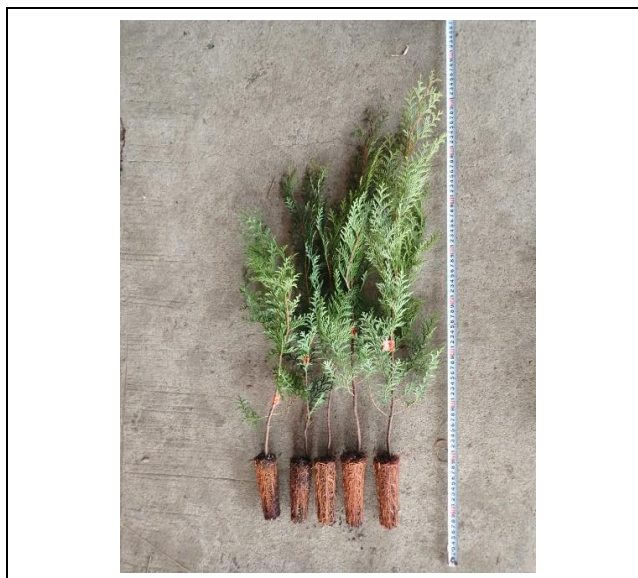
No. 52 和歌山 ヒノキ



No. 53 兵庫 スギ



No. 53 兵庫 ヒノキ



No. 54 鳥取 スギ



No. 54 鳥取 ヒノキ



No. 55 岡山 スギ



No. 55 岡山 ヒノキ



No. 56 岡山 スギ



No. 56 岡山 ヒノキ



No. 57 岡山 スギ



No. 57 岡山 ヒノキ



No. 58 愛媛 スギ



No. 58 愛媛 ヒノキ



No. 59 宮崎 スギ



卷末資料 4 検討委員会議事概要

■令和2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

第1回検討委員会

議事概要

日時：令和2年6月17日（水）13：30～16：00

場所：日林協会館3階大会議室、出席者職場等をWeb会議システムで結んで実施

【次第】

<p>1. 開会のあいさつ 2. 議事 (1) 令和2年度事業計画 (2) 大苗栽培試験について (3) コンテナ苗実証生産試験中間報告 3. 閉会</p>

【出席者一覧】※敬称略、委員五十音順

<委員>

氏名	所属・役職	出欠
安楽 勝彦	全国山林種苗協同組合連合会 専務理事	ご出席
伊藤 哲	宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 教授	Web 参加
丹下 健	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授	ご出席
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	Web 参加
藤井 栄	徳島県農林水産総合技術支援センター 主任研究員	Web 参加

<林野庁・事務局>

氏名	所属・役職	出欠
諏訪 実	林野庁整備課造林間伐対策室 室長	
海老沼 ちひろ	〃 企画係長	Web
鳥越 淳子	〃 分収林調整係長	Web
森本 大貴	〃 造林企画担当専門職	
寺本 粧子	〃 課長補佐（造林資材班担当）	
小池 英二	〃 種苗係長	
上田 萌香	〃 再造林技術推進係	
小口 真由美	林野庁研究指導課課長補佐（研究班担当）	Web
壁谷 大介	〃 研究企画官	Web
田中 優哉	〃 評価係長	Web
原田 美千子	〃 特定母樹係長	Web

高田 悟	林野庁業務課	造林企画官	
高麗 泰行	〃	課長補佐（技術開発・普及班担当）	
城土 裕	（一社）日本森林技術協会 業務執行理事		
中村 松三	〃	九州事務所 主任研究員	
中村 俊彦	〃	事業部森林保全グループ リーダー	
南波 興之	〃	事業部森林保全グループ 専門技師	
伊東 裕美	〃	事業部森林保全グループ 技師	
山鹿 亮	〃	事業部森林保全グループ 専門調査員	
福沢 朋子	〃	事業部森林保全グループ 技師補	
宮田 咲矢香	〃	事業部地域森林創生支援室 技師補	

【議事概要】

（１）令和２年度事業計画

・山出しに適した苗木を買って計測する場合、何がいい苗木なのか悪い苗木なのか、規格を決める際に、駄目な苗木がない可能性がある。どのくらい“よくできた苗木”が生産されるのか（丹下）

⇒山行き規格に合ったものだけを選んで出荷している。規格に合ったものがきちんと市場で流通している。（日林協）

・環境等が大きく違う中、どういう点を見ながら苗木の育ち具合、生育状況を評価し管理を調整していくか（丹下）

⇒基本的には、地域と樹種、生産者の生産規模で整理していく。それに加え、根量、植えた後の活着、あるいは第１成長期での伸び方などで整理できればと考えている。実際に現場で使ってもらえない指標であればどうしようもないため、目に見える範囲の指標とする必要がある。（日林協）

・本事業で『標準化』と呼んでいるのは、気象条件、種、種の中での遺伝的な組成も違う中、グッドプラクティスやこれはやってはいけないというバッドプラクティスを示していくことではないのか。（伊藤）

⇒その通りである。（林野庁）

・今の苗木の出荷の規格が、妥当であるのか検証するためのデータを栽培試験で行っており、規格をもう一度検討するということが２つ目の大きなテーマ（伊藤）

・パフォーマンスがいい苗木とはどういう苗木なのかというのがまだ固まらない中で規格化という議論をしている（丹下）

・キャビティの容量は違うが育苗期間は同じため同じような高さの苗木が生産されるのか（丹下）

⇒キャビティ容量 150cc と 300cc で生産し、どういう苗木ができあがるのか、できた苗木がどう違うのか、データを取りやっていく。

・植える立場からはキャビティ容量 150cc の要望が圧倒的に多く、出荷も多い。300cc の市場がない。

（安樂）

⇒育苗と植えるところまでは、小さい苗木のほうがいい。しかし植えた後 10 年までのトータルのコストをどれだけ下げることができるかで、どういったサイズの苗木を植えるのがいいのか、どういう苗木が好ましいのかを考えていく必要がある（丹下）

⇒今後はコンテナ苗の大苗を、少なく植え、早期に低コストで育てる、という方向性になるだろう（林野庁諏訪）

・この事業は、初心者生産者の方が出荷規格に見合うような苗木の作り方はどうするのか、『レシピ本』をまずは目指して各規格を考えていくこと。（林野庁上田）

・この事業のもう1つの目的が、標準化や規格を考えなければいけないこと（林野庁寺本）

・しっかりした根茎が発達した苗を作るといことになるだろうか。それに適した培地をまず考えていくこと。（丹下）

（2）大苗栽培試験について

・グッドプラクティスになる可能性があるものを『レシピ本』の中に入れていく一つの要素としては面白い（伊藤）

・初心者向けの『レシピ本』として、こういうことをやると駄目ですよという例も掲載したほうがいい（伊藤）

・今回はマルチキャビティコンテナを使った標準化であるのでこれで構わないが、マルチキャビティコンテナの最大の難点は、柔軟性がないこと。大苗であれば、Mスターシートなどがよい。マルチキャビティコンテナにこだわると限界がある。もう少し柔軟な育苗の方法があるのだということも含めていただいたほうがいい（伊藤）

⇒今回はマルチキャビティで残ってしまった苗木をどう活用するかという視点での提案のため、最初から大苗を作っていくというときには、Mスター等のほうがやりやすいだろう（丹下）

・試験の設計を見ると、育苗密度と根鉢のサイズが違うという条件の試験かと思う。育苗密度によって根鉢の乾きやすさが変わり、育苗密度が低いと、非常に乾きやすい、水ストレスを受けやすいという状況が過去にあった。今回の試験をされる際、同じように灌水をするのか、それとも根鉢の乾き具合に合わせて灌水をされるのか、少し検討されるとよい（藤井）

⇒灌水方法については、生産者の従来のやり方をお願いしている。培地が違う、キャビティ容量が違う等で何らかの成長差が出てくるかもしれないが、こういう条件の中で結果の苗木はこうなりましたというデータを取っていく（日林協）

⇒今回の標準化の『レシピ本』でパーフェクトを求めるのは無理、こうやれば大丈夫ですというところまでマニュアル的に持っていくのは無理であると考えている。私も日林協の考えが適切だと思う。完璧は求めず、今藤井委員に提供いただいたような情報を盛り込んでいくことでよいと考える（伊藤）

⇒提供する情報に対して、書けるものについては、恐らくこういう理由でこうなり得るという情報も書いていくとよい（丹下）

（3）コンテナ苗実証生産試験中間報告

・スギバーク 100%もココピート 100%も、詰める培地の量をそろえたが、各培地の詰まり具合、詰めたときの貫入抵抗みたいなものは違っているか（丹下）

⇒ココピート 80%に鹿沼が 20%が入っているものが一番重い、鹿沼は非常に、発根性がよい。ココピート 100%やスギバーク 100%は軽く、軽量な鉢を作っていく際の選択肢となりえる。（日林協）

・スギバーク 100%で発根が悪いという状況と、高知でハウスから外に出した際にスギバーク 100%で枯れが多い状況は、根が良くないためだろう（丹下）

⇒スギバーク 100%は、繊維の塊みたいなものができ、灌水率が高くなると、しぼんでしまう。透水性と保水性をキープするにはどうしたらいいか、今後考えていかないといけない（日林協）

・秋田での実証が芳しくない。仮植をしていた際、通常ならば積雪に埋もれて保管されるが、今年度は雪が降らなかったため、空気にさらされていた。移植後、2か月経過後に思わしくない苗木を抜いたところ、根が伸びていないまたは腐っている状況であった。過湿環境で根腐れを起こしたのではないかと考えている。スギバーク 100%とココピート 100%の培地の苗木で枯死が多かった。より多かったのはココピート 100% (日林協)

・挿し木の場合、発根さえすれば、葉があるため、蒸散で培地の水が外に出ていく経路がある。それに対して、実生の場合は、ほとんど葉がないため、その分透水で下に落ちていく水以外、抜けていく経路はないので、過湿環境になっているのではないかという類推。挿し木系と実生系で培地の比率を考えないといけない (日林協)

⇒スギバーク 100%について、本当に排水性に難があるのか、またはスギバーク 100%には他の培地とは違う取扱説明書が必要だったということなのかははっきりする必要がある。(林野庁寺本)

⇒確かにおっしゃる通り。培地が違うのであれば水やりも違う。例えば、スギバーク 100%の場合、過湿になる、排水の抜けが悪いというのであれば、保水はいいわけで、灌水頻度を抑えていく等が必要であった。(日林協)

⇒スギバーク 100%が駄目というわけではないと思うので、そういうご意見をたくさん集めていただきたい (林野庁寺本)

⇒徳島県は大島さんの他にコンテナ苗の生産者が4件あり、県の事業を使って、他の4件でもスギバーク 100%を使ってもらった。総じて皆さんの感想は、ココナツピートと比べて水持ちが少し良過ぎる、少し扱いにくい。対策として例えば、透水性が良くなるようなものを混ぜてれば使えるのではないかと、土詰めに関して、ココナツピートと比べると、ハンドリングが少し扱いにくいという意見であった。可能であれば、スギバーク培地を広く生産者に使っていただき、アンケートを取って、感想や改良を検討できるような状況になればいい (藤井)

・田村山林緑化農園さんの作業人工数について、キャビティで毛苗を移植する作業が10万本で42.5人工はかなり少ないのか。1日の人件費からすると、手間賃的に10円にいかないくらいの額。毛苗移植の前段階の、苗床への播種、その管理作業のコストは入っていないのか (丹下)

⇒今回取っていないが、畑に播く人工もデータを取っておかないとアンバランスな感じにはなる。ほかに、草取り、出荷、水やりなどの人工は全く入っていない (日林協)

⇒苗床から移植は、同じ軸では比較できないと思う (丹下)

・どのくらいの作業を計ったかによって違ってくる。少ない数だけ集中的に急いでやったのを測った時と、1日かけて疲労しながら測る時とでは違う。必要なデータだとは思いますが、データの妥当性も含め、独り歩きしないようにしないといけない (丹下)

⇒現地に行っている2~3日の間、特定の作業工程についてビデオを回している (日林協)

⇒苗床からの移植は、それまでの作業を計測するのは難しいと思うが、1年生毛苗の価格が県によって決まっているため、価格で比較をすれば、コンテナ苗の直接播種だと作業でお金を出せば、同じテーブルで比較できると思う。飛田委員のプロジェクトで人工を調べており、ホームページ上で公開されることになっているため、それを使用すればよい (藤井)

⇒何のために作業工程人工を出すのかも含めて、使えるデータなり比較できるデータに絞るなど検討いただきたい (丹下)

令和2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2年11月27日（金）10:00～12:00

場所： 日林協会館5階 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

出席者名簿

	氏名	所属・役職	出欠
委員	安樂 勝彦	全国山林種苗協同組合連合会 専務理事	ご出席
	伊藤 哲	宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 教授	Web参加
	丹下 健	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授	ご出席
	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	Web参加
	藤井 栄	徳島県農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課 森林資源担当 研究係長	Web参加

(委員50音順、敬称略)

	氏名	所属・役職	
林野庁	諏訪 実	林野庁整備課造林間伐対策室 室長	
	山口 博央	課長補佐（造林間伐企画班担当）	Web
	海老沼 ちひろ	企画係長	Web
	山田 徹	造林間伐指導官	Web
	鳥越 淳子	分収林調整係長	Web
	森本 大貴	造林企画担当専門職	Web
	寺本 粧子	課長補佐（造林資材班担当）	
	上田 萌香	再造林技術推進係長	
	石崎 宣彦	林野庁研究指導課課長補佐（研究班担当）	Web
	壁谷 大介	研究企画官	Web
	原田 美千子	特定母樹係長	Web
	東 正明	林野庁業務課課長補佐（森林整備班担当）	Web
	高田 悟	造林企画官	
	石原 直樹	造林係長	Web
	森田 直宏	保護係長	Web
高麗 泰行	課長補佐（技術開発・普及班担当）		
菊地 暁	技術普及係長	Web	

	田口 忠久	〃	技術開発担当専門職	Web
事務局	城土 裕	(一社) 日本森林技術協会	業務執行理事	
	中村 松三	〃	九州事務所 主任研究員	
	宮下 洋平	〃	事業部森林保全グループ G長	
	中村 俊彦	〃	事業部森林保全グループ リーダー	
	南波 興之	〃	事業部森林保全グループ 専門技師	
	山鹿 亮	〃	事業部森林保全グループ 技師	
	福沢 朋子	〃	事業部森林保全グループ 技師補	
	北本 裕子	〃	事業部森林保全グループ 専門調査員	
	宮田 咲矢香	〃	事業部地域森林創生支援室 技師補	

議事

(1) 規格策定に向けた情報の整理

- よいコンテナ苗の視点は、根鉢、根元径、苗長、形状比が通常考えられる。その数値化の検討として、今回は植栽後の活着、成長というものを見て、それに支障がないような苗木の規格であれば規格を定めていく方向性、植栽後の活着、成長という視点から、規格の適正かどうかというものを見ていくという方向性について、いろいろご意見いただければと思います。(丹下委員)
- 3年間の成長、3成長期後がありますが、横軸が全部形状比になっている。これは植栽時の苗の高さは、形状比が小さいものほど低いという理解でよいか。
→検証していないので、そこはもう一回見直す。苗木の品質調査のところで40cmぐらいでも形状比が高いというのがあったので、形状比と最初の測ったときの樹高をちゃんと見ておかないと、明言はできない。(事務局)
- 結果としては、植栽時の形状比の影響はあまり見られなかったという結論。生残、活着のよしあし、植えたときの環境条件、雨が少ないときに植えたら形状比の大きいものが枯れてしまったとか、そういうようなことがなければ、ある程度形状比が大きくてもそれなりに何とかするのはないかということか。
→そのとおり。(事務局)
- 国有林のデータ解析の結果についてですが、これは植栽時の枯死はあまりなかったという結果でよいか。例えば形状比が大きいほうで枯死個体が多かったことはなかったということでもいいか。
→樹高があまりきいていなくて、根元径が小さいほうが、場所によって枯死していたということは、形状比でも見ると形状比が高いのが死にやすいという傾向が、場所によって出る。(事務局)
- 樹種ごとの特性、スギ、ヒノキ、カラマツは説明いただいたが、品種の特性、例えばスギで東北地区と九州地区は違う品種で、東北地区はどうしても樹高が出にくい、九州は樹高が出やすいとか、そういう検証はあるか。
→その検証まで行き着いていない。次回苗木の生産者の生産方法をと実際の成長の関係を調べそこで、地方ごとの特色が浮き上がってくると思っている。(事務所)
- 今林野庁で作成しているのは、そもそも全国1つの規定で、それをもとに各都道府県なりで作成していくことになる。今回は、大枠を、フレームを固めていただくという方向でいいのではない

か。(林野庁寺本)

- 挿し木はもう全く別扱いで考えたほうがいいと思う。挿し穂の形状比は、元の挿し穂によって、育苗期間が1年程度であればそこで形状比がほとんど決まってしまうので、形状比に関わるころや根元径に関わるころというのは、規格としてはあってもいいのかもしれないが、それに到達させるための育苗というところとは、標準化というのとはちょっと離れてしまうだろうと思う。(伊藤委員)
- 形状比と湾曲の問題ですが、湾曲したもの、傾いた苗というのは、どのくらいで元に戻ったかというのが知りたい。(伊藤委員)
→倒伏したものに関しては、11月に調査をして、ほとんど立ち上がっている。(事務局)
- 形状比が高く、倒伏することの問題は、つるが巻いてしまうとか、あるいは誤伐が発生してしまうリスクだと思う。形状比の話は、むしろ初期の伸長成長がということが大事だと思う。データで形状比が高くて初期伸長が悪くても、3年たったら変わらないという話が出てきていましたので、それが本当だとすれば、極端な倒伏を起こさないのであれば、あまり気にしなくてもいいかもしれない。(伊藤委員)
- 根鉢がちゃんとできているかというのが、最も大事な最初に来るべき指標だというのは賛成。この点において挿し木は特殊。根元が大きくても、根が発達していないと根鉢はできていないので、根本径について挿し木は別枠で考えていただいたほうがいいと思う。(伊藤委員)
- 実生の場合は地上部と地下部がそれぞれバランスよく育つと思うが、挿し木の場合は根のほぼない状態で移植をされるので、そこからどのくらい根系が発達するかというのが、植栽後の成長にかなり強い影響を与えるというのが分かってきている。(伊藤委員)
- 挿し穂次第なので、4つの視点を見るというのは、実生苗中心と思う。(丹下委員)
- T/R率だと、破壊調査になってしまうので、実際に植えたものに対してどうだったかというのは、推定をしないと評価できない。破壊的にやったものと、していないものつなぎをやらないといけない。(丹下委員)
- 根鉢がなさ過ぎても問題があるんですけども、ぱんぱんにあり過ぎてもそこから発根しづらいということで、問題があるのかなとは思う。根鉢が少な過ぎてもだめだし、あり過ぎてもだめという結果だと、規格を決めていく上で難しいなという印象がある。(藤井委員)
- キャビティの容量の話ですが、よい苗というのでサイズを規定していくわけですが、一定の下限値を多分考えておられると思います。形状比に関しては上限値を考えるということだと思いますが、苗のサイズが大きくなっていくと、T/R比の話になると思う。伸長成長すると根量不足というのが起き得ると思っていて、300ccを使った苗と150ccを使った苗とでは、どこまでのサイズまで耐えられるかというのが、上限のほうが変わってくると思う。(伊藤委員)
→大きい苗を作るのであれば、形状比というものを規格に入れる。そのためどのキャビティサイズのトレーを使ったらいいいのかという判断も、育苗業者さんがされることになるのだと思う。そこで、苗木の価格が決まっていくところもあると思う。(丹下委員)
- 根系の根鉢の容量は変えられないので、そのまま大きくしてしまったときに、根鉢がぱんぱんの状態になったり、地上部と地下部の比率が全然足りなくて、野外植栽した後に成長できないというようなことが起き得ないかが気になる。その部分に関しては150ccと300ccで、上限がある程度変わるのではないかと思う。150ccのほうは、大きくて形状比が低ければそれでいいということではなくなるのではないか。根鉢がぱんぱんがよくないとか、挿し木でトップ率が悪いと灌水

しない状況で野外条件に置くと結構成長が悪いというような状況が最終的な規格やよい苗の条件の中には、そこを考慮すべきではないかと思う。(伊藤委員)

→根鉢がばんばんになる(根鉢被覆率が80%とか70%以上になると、根がほとんど木化しているような、いわゆる長く置いているということになると思う。そういう硬い根鉢になると、植えたときにさっと動いてこない。成長し始めるまでにタイムラグがあるのではないかというところを、生産者もおっしゃっていた。そこが気になるので、場合によっては被覆率について、150ccあるいは300ccそれぞれかどうかは分かりませんが、上限値、閾値をつくっておくことを検討してもよいと思う。しかし、タイムラグがあっても根は出てくるので、別に植えた年からすぐ伸びなくてもいいのであれば、上限値を設定しなくてもよいかもしれない。実際の根鉢の被覆率と、一夏を過ぎたときの成長量は、今回データでまとめて出てきますので、検討の素材として提供できると思う。(事務局)

- 被覆率が大事なのは分かるが、現場に落としたときに、生産者さんがこれは被覆率が大き過ぎるから出荷から弾くという判断ができるのか。(林野庁諏訪)

→規格の中に含めるかどうかというところでは難しいと思いますが、よい苗というものの条件として提示する場合には、必要ではないか。(伊藤委員)

- 根鉢の発達しすぎについて、普通苗のサイズでやっているうちは、あまり大きな問題にはならないと思う。残苗があって、大苗生産に持っていくというような話になったときに、重要なファクターになる。そこで、よい苗の中に条件として入れ込んでおく必要がある。現場ではねるという話にはなかなかつながりにくい。(伊藤委員)

→コンテナ苗のてびきに例えば根鉢がばんばんにならないように心がけましょうというようなところで、栽培ノウハウに入れていくということで対応できると思う。(事務局)

- 根鉢については、例えば何パーセントという数値を入れずに、こういったものが好ましいというものの指標として入れる。これまでの苗木の規格の中でないのが形状比という数値で、これを入れることによって上限が定まる。例えばある直径に対して高さの上限が決まる。形状比を入れるということは、ある幅の中に収めてくれというメッセージにはなる。この形状比を規格に入れるかどうかというところが、今回のコンテナ苗の規格づくりの中で、裸苗とは違うところかと思う。(丹下委員)

- 苗木の育苗の経費を考えると、一番お金がかかっているところが、コンテナに苗をセットするところと、それから出荷のところが大きく労務費でかかっている。規格を厳しくすると、当然出荷のところの労務費に影響してきますので、あまり影響がないようなものにしたいと考えたときに、樹高や根鉢の状態というのは、比較的効率的に確認できるのですが、根元径までチェックすると、そこでかなり労務負担が生じるのかなと思う。形状比をチェックする場合、根元径を測らなければいけないので、根鉢の被覆率、倒伏する・しないであるとか、もしくは樹高の制限とか、そうした出荷の効率を落とさないような規格というのを、現場のほうとしては考えていくほうがいいのかと思う。(藤井委員)

→測定項目は基本的に変わらない。規格として直径と苗長の範囲を決めると形状比を定めたものと同じ基準となる。(丹下委員)

→心配なのは、形状比ではめてしまうと、苗長の小さい苗を作って形状比の範囲の中に入れてしまおうという、本末転倒が起こるのではないか。(事務局)

- ヒノキを150ccのキャビティで作ると、形状比が100を超したものが多く出てくる。現場で皆さ

んはヒノキをほとんど 150cc で作っている。そうすると形状比 100 というのをはめたとき、ほとんどオーバーしてしまうというような状況が現場で出てくる。生産者サイドでそこをどう評価するか。(事務局)

→今回のことは、規格はまだ決定事項ではないので、要素を検討してください。第3回のほうで詰めていただければと思う。(林野庁上田)

- 事務局の提案としては上限を定めるかどうか。それが数値としては形状比。ただそれも含めた規格とした場合に、今みたいな1号、2号、3号というのがいいのか、苗の高さの中で2つぐらいを分けるのがあるのか。できるだけ山に出ていく苗木が増えることが好ましいと思うが、あまり変なものを出さないようなガイドラインというか指標になるのが規格だと思う。(丹下委員)
- 挿し木の場合はどうするのか。(林野庁寺本)
- 基準値が、ヒノキが超えてしまうことになる、樹種特性みたいなものもある。形状比が 100 という形状比を全ての樹種に同じように入れるのがあるのか。樹種によってその値は変えていくべきなのかということもあるかと思う。やはり形状比が高いことはどういうマイナス面がある。活着の問題とか、いろいろなケースで植えたときに、やはりいい条件で植えればどれも大丈夫だけれども、ちょっと環境が悪いと、こういう形状比の大きいものが枯れやすいということが事実であれば、そういうことも含めた上での基準づくりになるのだろうと思う。(丹下委員)
- 実生苗について根鉢についてはガイドラインにとどめる。形状比については、その影響についてもう少し明確にした上で、どういうマイナス面があるのか。もう少し情報収集することが必要。(丹下委員)

(2) ヒアリング調査・生産試験の進捗

- 今後の予定の中で栽培試験をもう一回繰り返されるということなので、その際にとっておいたほうが良いデータはありますか。
→今以上のものというのは特に。非破壊で測れるものとしては、根鉢被覆率ぐらいまでしかないのか。あとは直径と樹高で全部出てくると思う。(伊藤委員)
→大苗でこれは容器を移し替えて、さらに苗高を高くするというような方向か。(飛田)
→コロナ絡みでどうしても山で主伐が抑えられるため、残苗が出てくる。実生でキャビティ容量 150cc のものが大半です。残苗が出てきたときに、それを 300cc とか 300cc 以上にかき上げるような形で、大きいものにもう 1 年かけて作り直して、そして付加価値を高めて出荷するという発想。
- 大苗について、残苗を使うということであれば、規格に達した直後のものを移植する場合と、かなり長い時間置いたままになっているものを大苗のために移植する場合とでは、条件が違うと思う。由来をしっかりと確認していただくということと、1メートルのような大きい苗だと枯れ上がりの影響が大きいかもしれないので、その点についても注目してほしい。(藤井委員)
- 苗をグレーディングしていくときに、一番大きな要素は苗高。これによってどのくらい下刈りが省略できるかとか、どれぐらい誤伐が減るかというのがあるので、植えた後に育てる側からすると大事。グレーディングはもう樹高で行いよい苗の条件を整理しようとする考え方が一番フィットすると思う。(伊藤委員)
→現場にうまく合って、全体的な低コストにつながるような、育苗業者がどういう苗木を出しているかということの方針が必要。(丹下委員)
→従来の規格というのは、生産者の視点から見た規格。度考える新しい規格というのは、それにプ

ラスして山側でどうコストカットできるか、という視点も入れて考えることが必要だと思う。(事務局)

→結局規格を決めるというのは、欲しいという人、山主のほうと生産する側が、お互いうまくいくようにコミュニケーションをとるためには、やはり共通の認識が必要。そこに規格がある。今後苗木業者さんのところに行ったときに、どういうニーズが寄せられたかとか、そういうのをメモしておくといいのかもしれない。(林野庁高麗)

- 今回のメインが規格と、大苗生産の手引き。大苗生産の手引きについては、早ければ来年の春頃から影響が出始めるだろうということで、早期に林野庁としても生産者さんに提示していきたい。第1弾として、委員の先生方にはこの検討委員会ではなくて、メール等で見ただき、ご意見をまたいただき、それを集約して、12月中にはできれば示していきたいと思っておりますので、ご協力のほどよろしくお願いたします。(林野庁上田)

→大苗の今の考え方は理解できるのですが、生産者が本当についていけるのか。そのところだけはちょっと時間的なものを、場合によっては試行錯誤が出てきますので、そこは考えていただきたいと思います。(安楽委員)

→強制するわけではなくて、一例を提示して、残苗対策をどうされるのかというのを、また生産者さんの方にも選択していただきたいというような趣旨。(林野庁上田)

- 大苗を植栽して実際どうだったかというのもあったほうがいいと思う。それから、植栽試験に関して、今回は冬に植えている。その植栽時期によっても、その後の成長というのは影響を受けるだろうと思う。そのため、必ずしも今回の植栽試験の結果が1年中、通年植栽みたいなことを考えたときの、いろいろな季節に植えたものに当てはまるというわけではないと思うので、そのデータの限界みたいなところも踏まえながら、まとめてほしい。(丹下委員)

令和2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

第3回検討委員会

議事録概要

日時： 令和3年2月19日（金）13：30～16：00

場所： 日林協会館3階 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

	氏名	所属・役職	出欠
委員	安樂 勝彦	全国山林種苗協同組合連合会 専務理事	ご出席
	伊藤 哲	宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 教授	Web 参加
	丹下 健	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授	ご出席
	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	Web 参加
	藤井 栄	徳島県農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課 森林資源担当 研究係長	Web 参加

(委員50音順、敬称略)

	氏名	所属・役職	
林野庁	諏訪 実	林野庁整備課造林間伐対策室 室長	
	山口 博央	課長補佐（造林間伐企画班担当）	Web
	松尾 好高	国土強靱化推進官	Web
	海老沼 ちひろ	企画係長	Web
	鳥越 淳子	分収林調整係長	Web
	寺本 粧子	課長補佐（造林資材班担当）	
	小池 英二	種苗係長	Web
	上田 萌香	再造林技術推進係長	
	小口真由美	林野庁研究指導課課長補佐（研究班担当）	Web
	石崎 宣彦	林木育種専門官	Web
	壁谷 大介	研究企画官	Web
	原田 美千子	特定母樹係長	Web
	東 正明	林野庁業務課課長補佐（森林整備班担当）	
	高田 悟	造林企画官	
	石原 直樹	造林係長	Web
	森田 直宏	保護係長	Web
高麗 泰行	課長補佐（技術開発・普及班担当）	Web	

	菊地 暁	〃	技術普及係長	Web
	田口 忠久	〃	技術開発担当専門職	Web
事務局	宮下 洋平		日本森林技術協会事業部森林保全グループ G長	
	中村 松三	〃	九州事務所 主任研究員	
	中村 俊彦	〃	事業部森林保全グループ リーダー	
	南波 興之	〃	事業部森林保全グループ 専門技師	
	山鹿 亮	〃	事業部森林保全グループ 技師	
	北本 裕子	〃	事業部森林保全グループ 専門調査員	
	宮田 咲矢香	〃	事業部地域森林創生支援室 技師補	

議事

(1) 規格策定に向けた情報の整理

- 規格について、通常の規格のものは大きさだけで4号、3号、2号としていくと、中間を拾えなくなります。目標とするという点では分かりやすいが、大苗をこの目標の数値とするより10cm低ければ出荷できないため、その辺りの救い方を考えないと、生産者にすると全て後は規格外かという話になります。そのため、4号、3号、2号ではなくて、大苗、中苗、何苗という、目的に応じた名称をつけて、大苗に、例えば4号、3号、2号という段階をつけるという発想も必要。流通の段階で規格と価格がマッチングしている。つまり、オールオアナッシングになってしまうと、規格以外は全て捨てるのかという話にもなりかねない。そこは流通の関係も考えることが必要ではないかと思う。(安楽委員)
→小苗、中苗、大苗という名称にすると、九州にとっては中苗が東北にとっては大苗の大きさということもあると思うので、1、2、3、4としたほうが先入観なく分かると考えている。最低基準は、現状の林野庁は30cm未満という規格もつくっている。例えば大苗のように80cm以上の規格をつくる時には、形状比を守ってくださいという注意書きを書いておけば全て救えるのではないかと思う。規格を全部「何十cm上」という表現にしようと思っているので、例えば70cm未満であれば、10cm足りなかったから破棄するのかということではなく、それよりも下の規格として取り扱うため、形状比をクリアできていれば、全て捨てるのではないかと考えている。(林野庁：上田)
- 16苗組が30cm以下の規格としているとあったが、恐らくこれは同じスギでも北国のほうが多いと思う。九州であれば軽く到達するかもしれないが、東北エリアではなかなか到達しない。数年前に大雨災害があり、日照不足で成長しないときがあった。当時は東北でも30cm規格にほとんど到達せず、森林管理局と5cm低い25cmという、それを規格に読み替える措置を取って植栽した経緯もあった。そのときに価格をどうするか。生産者の収入源にもなるので、救済措置も含めた段階のつくり方の発想が必要だと思う。(安楽委員)
- 規格(案)は、目標数値として非常によいと思う。それに現実段階として到達していないもの、それをどういうふうに救ってあげるか。逆に、これ以上よいものがあれば、それは価格に反映するという発想で、上の段階の号数があってもよいと思う。(安楽委員)
→苗木を作る側からすると、捨てる苗木や安くなる苗木が出る確率を落としたいのはそのとおりと思う。植える側からしたら、よい苗木が欲しいということ。その辺りで、今の気候条件によって育

苗期間が違うのは当たり前という気がするが、同じ期間の自然条件で、同じサイズのものが北と南でできることはない。しかし、北のほうがより時間がかかるから規格を小さくするのは、また違う気がする。それぞれの気候条件の中で育苗期間を確保して、よい苗木を作る工夫をしないとイケないと思います。(丹下座長)

- 規格(案)はあくまで、こういった苗木が好ましいという指標であるのは事実。ですから、これをどのような規格に持っていくかはまた議論がある。今回の指標としては、まず根鉢がしっかりしているというところであり、そのためにはある程度の直径、苗の長さ、形状比の3つを中心とする必要があると思う。(丹下座長)

- もう1つは、現場で規格に分けていくときの簡便性をどう確保するかということ。研究データのように一本一本測って形状比等を証明するという必要性はないと思う。指標については、挿し木と実生については同じ基準か。

→挿し木と実生も分けて考えるということにさせていただいて、特に挿し木に関し、最低の根元径について指定をしなくてよいのではないかという考え。最低基準としては同じでよいと思う。

(事務局：南波)

- 九州だと地上部に30cm出るような挿し穂を使うと、最初は伸びなくても規格に達してしまう。そうすると、根鉢ができていないと思いますが、これはあくまでサイズで、サイズに加え根鉢がしっかりしているという基準が入ってくるということか。丹下委員(座長)

→現状としては人手不足プラス挿し穂の不足があって、25cmの小型穂を使って普通苗のサイズに育てるという、そういう試行がされている。今後さらに苗が不足するようになることになれば、小型穂からの挿し木は増える可能性はある。そのため、根元径の規格を「なし」というのは、「何でもよい」という話になると困るので、実生苗と同等のことを考えておいてよい。小型穂のことを考えると一定の水準はあったほうがよいと思う。(伊藤委員)

- 根鉢の状態について、スギ・ヒノキの30%、あるいは20%というのは、妥当な線ではないかと思う。ただ、気をつける点は、含水率によって落下する培地の量はかなり違う。ただし、含水率が上がるともう少し土が落ちることがあるので、これは前提として、通常十分に水をあげてから24時間後ぐらいに出荷されることが多いと思いますが、そういう状態でのハンドリングに耐えられる前提つきのほうがよいと思う。(伊藤委員)

- 一番問題なのは、根鉢の被覆率を目視判定するのが非常に困難。もう1つの代替案として、触ったときの硬さ、触って崩れないという表現を工夫する必要がある。(伊藤委員)

- 生残率を考慮した4mmという基準は、これは植栽した後に地面で測っている。培地の根元で測るところよりも少し細くなったの4mmではないかという気がする。苗の規格の地際、培地表面の直径としてはもう少しあるのではないかという気がする。

→4mmというのは地際径なので、出荷時の根元径ではない。実際の出荷時のコンテナ苗の根元径としてはもう少し太くなるのかもしれないが、もっと太くし過ぎると本当に出荷できる苗が少なくなってしまうので、そこは幅を持ってという形で今は仮に決めている。(事務局：南波)

- 形状比の件。挿木のスギで70cmから90cmぐらいのものを植えた結果ですが、形状比120や130だとかなり傾く。そのため、110という数字は、少なくとも私が見てきた中では妥当な線を出していると思う。倒伏してしまうと、立ち上がるとはいえ、初年度につる巻きの被害に遭うケースが多い。そのため、規格としてこれ以上の形状比はだめと書くかどうかは別として、価格を将来的に反映させられるようなグレーディング、基準があったほうがよいのではと思う。(伊藤委員)

- 根鉢の被覆の上限について硬過ぎる苗で何か悪かったという例があったか。(飛田委員)
→今回のデータでは、根が張り過ぎると成長が悪くなるということが得られなかったため、基準として根鉢被覆率が何%になると成長が悪くなるかもしれないということは書かず、議論としてそういう例があるという、張り過ぎるのはよくないと書くことにとどめる。手引きの中で解説する。(事務局：南波)
→根鉢が硬過ぎる、たくさん根が入り過ぎている状態は好ましくないというのは一つの指標として提示する、厳格な規格としては使わない。(丹下座長)
- 「30cm 以下に設定している苗組が 16 苗組ある」ことを重荷と感じている。今回の北日本の意見は大丈夫かというところが若干あるのでいま一度精査してほしい。(林野庁：寺本)
- 根鉢の硬さの確認のタイミングはどこですか。(藤井委員)
→生産者の出荷時を想定している。(事務局：中村松)
- ヒノキコンテナ苗の形状比が高いため、たくさん規格外になってしまうから規格を変えるということではなく、それぞれの樹種に合った基準を用いるという視点は必要。スギよりもヒノキの方が湾曲するほうが少ないので、形状比を 110 ではなく 120 を用いるということの妥当性もある。
→現場で植えたときに問題があるか判断するには樹種特性か確認を取らないといけない。半分は形状比 110 以下で抑えられているということであれば、栽培で改良の余地があるのかも検討する。(事務局：中村)
- 苗の長さが 30cm 以下という、その基準をどうするかは、植える方、作る育苗の方のいろいろな意見を踏まえた上で、実際に利用者が好ましい形の基準に落とし込んでいく。(丹下座長)
- 根鉢の被覆率については、現場としては被覆率か硬さか。ある程度全面に根があり被覆率が何%という基準が好ましい。それは運搬した後でもそれほど崩れていないという安全率で生産者の段階で評価して、実際の現場でしっかりしているというものが担保できるような基準が好ましい。(丹下座長)

(2) コンテナ苗の品質調査結果

- これから生産者にセルトレイを活用することを推奨するとか、そういったことはあり得るか。(丹下座長)
→中村(松)(事務局)：まず、移植作業をする方たちに、してはいけない例を伝える。今まで裸苗を作りながらキャビティも一方で作っている人に、いきなりプラグ苗の生産は無理なので、彼らがやっている範囲の中でできるようなことを分かるようにする。
- セルトレイの生産実証を生産者にやっていただいた聞き取りの結果だと、セルトレイを使うと、裸苗を移植するよりも技術のばらつきは小さくなるということ。慣れていない人でも大きな失敗はしないというところで、安定した移植ができるのかもしれない。ただ、かなり長期間、セルトレイで育苗したものを移植したことがあり、そのときは全く発根がなかったということがある。そうした注意点はあっても、技術力のばらつきが減り、慣れていない方でもうまく移植してもらえるとというメリットはある。(藤井委員)
- 成長分析の結果は、系統の影響というのは排除できるか。材料の遺伝的な性質の問題という気もするので、慎重に分析をしたほうがよいと思う。県によってものが違うので今回の結果だけで育苗方法の違いであると結論づけるのは危険ではないか。実生系はどういうものが配られている地域かというのを整理したときに一定の傾向があるのか。(伊藤委員)

→実生系は、各県が配っている育種の混合種子を使っているということで、いろいろなものを混ぜて配布している中から皆さん作っている。九州のように挿し木であればクローンがしっかりしている。品種を今のこの論議の中でするのは難しい。(事務局：中村松)

→追肥について、追肥を十分やるときとやらないときで比較すると、追肥を行ったほうが、植栽後2年間の成長はよいという結果が出た。それは県で配布されている種、いろいろ混ざっている種でもそうでしたし、系統別でも同じような結果が出ている。(飛田委員)

- 結果が、一人歩きしないように、少し慎重に考えたほうがよい。いろいろな配布制限があり、その配布区域の異なるところから1カ所に集めている試験なので、植えている場所に適合する系統の違いという問題も含めて、植えたところでのパフォーマンスが悪くなるのも仕方ないのではという意味も含まれているかもしれないので、気をつけたほうがよい。(伊藤委員)

→この結果で断定しない。ただ、移植時に根が曲がっていることがよくないというのは、正しいと思うので、この結果から分かることをしっかり伝えていただく。(丹下座長)

- ヒノキの枯れがあったところで、肥料切れの影響かという話があったが、肥料切れではなかなか枯れないと思う。例えば病気があったというような症状はなかったか。(飛田委員)

→特に病気は見つけていない。特段ここがおかしいということはない。(事務局：中村松)

- スギで一番成績のよかったのは九州に移動制限があるような地域だった。この肥料を追肥するとか、育苗の後期に与えるとか、林地に施肥をするといったことは、今回の結果から判断して注目してよいと思う。(藤井委員)

(3) コンテナ苗実証生産試験報告

- 丹下委員(座長)：スギのバークのコンポストは品質的なものはある程度統一がなされているか。生産している業者はたくさんあるのか。

→スギのバークのコンポストは1社のものを使っている。ある程度品質は一定しており、3年から5年ぐらい置いて十分堆肥化されたものを製品として出している。バーク堆肥という名前だと結構な業者があるらしいが、そのような業者は、動物の糞を入れて製造しており、これを一般的にはバーク堆肥と呼んで流通している。スギバークコンポストという商品名、コンテナ苗用の培地は、自然の発酵だけでココナツピートのような形の生産方法。(事務局：南波)

- スギではよくて、ヒノキ、カラマツだと、現状では少し落ちるのか。(丹下座長)

→スギバーク育成培土は非常に水もちがよく非常に細孔隙が多い。水もちはよいが、場合によっては水抜けが悪くなる。生産者の灌水の頻度次第で、いつもキャビティの中が湿った状態になる。都城でこれを100%使用したときに問題がなかったのは挿し木だから。葉がたくさんあるので蒸散でどんどん吸い上げて出して加湿状態が長く維持されない。実生系は、小さい幼苗を使うと葉が本当に少しあるだけなので、そこで常時灌水されるようになると根腐れを起こすのが実態。特にヒノキが弱い。ヒノキは乾いたほうが栽培でもよいということで、水もちのよさがヒノキの場合にバークはいま一つだった。そのため、パーライトとか鹿沼土を混ぜることによって、容器量も上げながら透水性も上げていくとことが追加の試験で組まれている。(事務局：中村松)

- 改良の方法として培地を混合して透水性、通気性を上げていくという考え方と、もう一つは、灌水のやり方を探していくという方向もある。この事業に組み込むのは少し難しいと思うので、将来的な方向。(伊藤委員)

→灌水をどう指標化するかというのはとても難しいです。(事務局：中村松)

- スギバークコンポストは、乾燥して水をはじくようになるということはないか。(丹下座長)
→一旦乾燥すると、なかなか水が入っていかないという話は聞く。(事務局：中村松)
- 大坂林業だと、ココピートで何も混ぜないと枯死率が高いですね。何か混ぜると少し改善される。だから今回1回だけの試験で結論というのは、難しいところはあると思いますが、繰り返されるといことと、あとは通水性を改善するという。まずその辺から試して、ある程度安定した培地状況をつくっていくというのが大事だと思います。(丹下座長)
- 今回の試験は、コンテナはリブタイプだったのでしょうか。スリットタイプだと乾燥が進むといひますか、加湿条件が回避される場合があるかもしれないので、例えばスギバークであればスリットつきがよいかもしれない。(飛田委員)
→JFA150、300のリブのスリットがないタイプのを統一して使っています。分析する変数が増えてしまうので、今回はリブだけにしている。(事務局：南波)
- 大島来春園から話を伺った。この生産者はココナッツピートレッドというあまり腐食していないココナッツピートを通常使っています。ココナッツピートオールドを使った感想として、水もちが良過ぎて根腐れしてしまいそうと述べられていました。今回の結果で、ココナッツピートオールドとパーライトを混ぜたところ、成長がよかったので、結果としてもそれが表れていると思う。東北で根腐れが多いという話は以前の会議でもあったかと思う。恐らくココナッツピートオールドを使われている方が多いと思う。(藤井委員)
- 安楽委員：実はココナッツピートは非常に供給が難しくなるおそれが出ているという。スギバークコンポストも崎から北海道まで運ぶというのは、輸送費や将来的な資源量がそもそもどのぐらいあるのかという問題がある。もう少し俯瞰的に、日本に使い道のあるものが残っているのか、将来的にコンテナ培地として可能性のあるものにヒントが出てくるとよい。
→スギバークも資源競争に入りつつあり、バイオマス発電でスギバークを購入する業者が出始めている。(事務局：南波)

(4) 今後の予定

- マニュアルは、抽象的過ぎると現場に活用できないし、ある現場を意識し過ぎるとほかで合わないのだからかなり難しい面もある。この検討委員会の最初では、これを行うとよくないというものがある程度リストアップすることがスタートだったと思う。ここでは具体的なマニュアルを作るということで、ある段階で注意すべき点をリストアップし、最終的には、こういった苗木を作るためにはこういう点を注意しなければいけないという視点を出していくのか。(丹下座長)
→これから先、裸苗を作っていたけれどもコンテナ苗にシフトしてくれる方たちや、あるいは、今までやっていなかったがコンテナ苗に参入しようとか、緑化事業関係をやってきた人が山林種苗もやってみようとか、いろいろなケースがある。実際にコンテナ苗はどんどん安定供給していかないといけない。再造林面積が増える中で、どう安定的に供給するかというところを考えたときに、新しく参入する方、あるいは、今まで裸苗しかやっていなかった方々がまず参考にしたいというようなものを作らないといけません。育苗とは何かという基礎編は書いて、自分の読みたいところを読ませていきながら、コラムあるいは事例紹介を差し込んでいくような形にしたいと思います。(事務局：中村松)
- 安楽委員：育苗管理になるとと思いますが、今日の議論の中でサイズのグレーディング、仮の呼び方として4号、3号、2号、1号、これが目標値としてできました。これを作るために何をしたらよ

いかというのがマニュアルに分かるようにすれば、もっと身近になる。

→Mスター底上げの大苗だけではなく、300ccのキャビティで24孔中12孔を使って育てていくと、設計上、苗長90cmの300ccの苗が作れます。特殊な使い方ではなくても、残苗からでなく、初めから作っていくことができるので、大苗をやりたいと思う人に事例を読んでもらいたい。(事務局：中村松)

- マニュアルについてですが、どちらかというと失敗事例のほうが役に立ったという声を聞いています。(飛田委員)

→結局は育苗条件、生産者が生産している場所によっていろいろな特性があるので、そこで勉強してもらわなければいけないと思う。失敗事例集のほうが参考になったと言われる方が多いので、コラム的なところで、できるだけ情報提供できたらよい。それと、以前あった根鉢を固めるとか、過去のマニュアルの影響を非常に強く受けているような方もいた。マニュアルを参考にされている方が多いという認識の下、そうした点には注意しながら作らなければいけない。(藤井委員)

- 用いるマルチキャビティトレイのリブなり、スリットなり、その点についてはどのように書くか。(座長丹下)

→本事業は、生産実証に全苗連のJFAを使用しています。全苗連のスリット付きのOSが出てきましたが、それをベースにしながら、スリットのほうがよいという人はスリットで使い、勉強してもらいながらよいものを作っていければと思う。スリットやMスターで、使用について意図を明記するような形。情報を全部一緒にしたら混乱してしまう気がする(事務局：中村)。

令和2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3（2021）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