

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  
報 告 書

令和 2（2020）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
1-3-1	本事業の成果要約	2
第2章	検討委員会の設置・運営	6
第3章	全体計画の作成	8
3-1	全体のフロー	8
3-2	3カ年の全体計画	9
第4章	コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価	11
4-1	コンテナ苗木の購入と苗木の計測・分析	11
4-1-1	目的	11
4-1-2	方法	11
4-1-3	解体調査の測定結果	16
4-1-4	苗木の測定結果の解析	20
4-2	生産者ヒアリング	29
4-2-1	目的	29
4-2-2	方法	29
4-2-3	結果	33
第5章	コンテナ苗生産技術に関する海外現地調査	41
5-1	目的と全体の行程	41
5-2	北欧（スウェーデン・フィンランド）のヒアリング	41
5-2-1	SCA（スウェーデン）	42
5-2-2	Holmen Skog（スウェーデン）	46
5-2-3	Skogfosk（スウェーデン）	51
5-2-4	Luke（フィンランド）	53
5-3	中欧（オーストリア）のヒアリング	57
5-3-1	Austrofoma（オーストリア）	57
5-3-2	BFW :Austrian Research Centre for Forests（オーストリア）	59
5-3-3	Lieco（オーストリア）	61
5-4	まとめ	64
第6章	生産試験	65
6-1	目的	65
6-2	協力生産者	65
6-3	生産試験の内容	65
6-3-1	生産試験1：異なる培地でのコンテナ苗生産試験	66
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	71
第7章	最新のコンテナ苗生産技術等の整理	85

7-1	コンテナ苗規格化のためのデータ分析	85
7-1-1	目的	85
7-1-2	使用データ	85
7-1-3	分析方法	85
7-1-4	解析結果	86
7-1-5	データ分析から得られた課題	92
7-2	文献調査	93
7-2-1	国内文献調査	93
7-2-2	海外文献調査	143
7-2-3	文献整理のまとめ	163
7-3	その他の情報収集及び整理	165
7-3-1	スギバーク培地	165
7-3-2	種子選別機	165
7-3-3	研究集会の参加	167
7-4	「コンテナ苗生産技術のてびき」作成に向けた課題の整理	168
7-4-1	作業の効率化	168
7-4-2	発芽率（実生系）	168
7-4-3	苗木の蒸れ	168
7-4-4	根腐れ	168
7-4-5	形状比及び根鉢の形成	169
7-4-6	培地の種類	169
巻末資料1	検討委員会議事概要	170
巻末資料2	購入したコンテナ苗の根鉢と洗い出した根の写真集	184
巻末資料3	各生産者の代表的なコンテナ苗生産の作業工程表	203

## 第1章 業務概要

### 1-1 事業概要

事業名 : 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

事業期間 : 平成31(2019)年4月19日～令和2(2020)年3月27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生産を行っており、苗木の品質にバラつきが見られ、生産性やコスト面でも改善の余地が見込まれている。こうした中、低コスト化を図りつつ、確実な成林を図っていくためには、コンテナ苗に係るこれら課題を解決する必要がある。

このため、最新の技術的知見を取り入れた、樹種や地域に応じた生産技術・システムの手引きの作成と、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カ年実施する予定であり、1年目は以下を行った。

#### (1) 検討委員会の設置・運営

本調査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) 具体的な調査方針、調査個所、調査方法、事業実施に当たっての留意事項の検討等

(第2回) 現地調査結果の報告、得られた知見の整理

(第3回) 手引き及び規格の検討等

詳しくは、第2章に記載する。

#### (2) 全体計画の作成

本調査事業は、3年間で調査を予定しており、年度毎に取得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・システムの手引き作成とコンテナ苗の規格の見直しまでの工程について、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、第1回検討委員会において、全体計画案の内容を検討した上で、全体計画として決定した。詳しくは、第3章に記載する。

### (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4章～第7章に記載する。

- ① コンテナ苗の品質調査
- ② 生産者へのヒアリング
- ③ 海外ヒアリング
- ④ 生産試験
- ⑤ コンテナ苗規格化のためのデータ分析
- ⑥ 文献調査

### (4) 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、樹種や地域に応じたコンテナ苗生産技術・システムの手引き(案)の作成とコンテナ苗の規格の見直しの検討を行った。詳しくは、第7章で記載する。

## 1-3-1 本事業の成果要約

この事業で得られた今年度の成果を以下にまとめた。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4章参照)

#### 【調査内容】

調査用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、病虫害対策等)及び生産コスト等が確認できる生産者を35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樹種のみと、品質分析(根鉢の形成状態、根元径・苗長・形状比、地上部重量・根重量及び活着性能等)を行い、生産手法と苗木の品質の関係を分析した。

さらに、コンテナ苗を苗畑に植栽し、本事業2年目(令和2年度)に活着状況と初期成長等を測定することとした。

#### 【主な調査結果】

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であった。

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、根元径は根鉢の発達度を示す指標になる可能性が示唆された。しかし、根鉢の表面根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。

主成分分析の結果、生産者の出荷する苗はある程度同質のものであると考えられた。その中で生産者によって出荷する苗木が大きさや地上部と地下部の発達度合いが異なることが示唆された。

## **(2) 生産者へのヒアリング (第4章参照)**

### **【調査内容】**

上記(1)でコンテナ苗を購入した生産者へ訪問し、コンテナ苗生産技術における生産基盤、生産手法及び生産コスト等について、対面でヒアリングを行い苗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)に播種をして発芽した幼苗を掘り取り移植する生産者が最も多かった。一方で、苗床を持たない生産者もあり、播種箱に種子を播種し、幼苗を移植する方法、コンテナに直接種子を複数播種し、間引きする方法、セルトレイに種子を複数播種し、間引きした上で移植する方法があった。

九州では挿木系が主流で、挿し穂をコンテナへ直接挿して発根を促す直挿しの手法が移植の手間がないため、生産者に好まれ採用されている傾向があるが、品種によって直挿しでは発根しにくい技術的な課題が生産者から挙げられた。

使用しているコンテナ容器は、コンテナ容量(1キャビティの容量)が150ccと300ccがあるが、150ccの方が全国的に普及しており、九州では国有林への出荷用に300ccの苗が生産されていた。使用する培地は、ココナツハスクを主原料としており、ココナツハスクを100%使用する場合や、鹿沼土やパーライト等を配合する生産者もいた。また、ココナツハスクの代わりにスギバークを使用する生産者もいた。

コンテナ苗生産の労務コストを押し上げている要因の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と移植作業で約400~2,000本/人日で約1,000本/日程度の回答が主であった。出荷作業については、唯一回答のあった生産者で71,000本の出荷で160人工かかっていた。

## **(3) 海外ヒアリング (第5章参照)**

### **【調査内容】**

コンテナ苗生産に早くから取り組んでいる諸外国において、現地調査等を行い、最新の技術等について分析・評価等を行うこととし、本事業1年目(令和元年度)は、北欧のスウェーデン、フィンランド、中欧のオースリアの苗圃や研究機関を訪問しヒアリングを行った。

なお、現地調査では、コンテナ苗生産技術に関する事項のみならず、造林や種苗生産の現況及び関連施策等についても情報収集を行い、日本各地でコンテナ苗を生産する際に参考となる内容に整理した。

## 【主な調査結果】

### ・樹種

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

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

### ・コンテナ苗のサイズ

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

### ・育苗施設

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

### ・種子の管理体制

北欧、中欧ともに研究機関が作成した最適な樹種、品種の植栽分布図に基づき、地域において植える樹種や品種が細かく決まっており、種子（品種）の管理が厳格にされていた。発芽率もよく、北欧で9割程度、中欧で8割程度となっており、採種園、種子選別、保管の管理体制が整っていた。

## （４）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、苗木の生産試験に着手した。本事業2年目（令和2年度）から本格的に生産試験を開始することとした。

#### 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・機械化を図る。

## **(5) コンテナ苗規格化のためのデータ分析 (第7章参照)**

### **【調査内容】**

コンテナ苗の規格によって、植栽後の苗木の成長に影響することが推測される。そこで、将来的な規格策定のための参考になる結果を提示するため、林野庁から提供を受けた国有林の苗木(スギ、ヒノキ、カラマツ)の植栽後の成長記録データ(苗高、地際径、形状比)を取りまとめ、樹高成長量等と生存率の解析を行った。

### **【主な調査結果】**

形状比の違いによるその後の樹高成長を追跡した結果、一部で傾向は異なる個体はあるものの、ヒノキとスギについては概ね植栽時の形状比が大きい苗が小さい苗よりも樹高成長が遅い傾向を読み取ることができた。一方で、カラマツは、植栽時の形状比に依らずに樹高成長する傾向がある可能性が挙げられた。

生存率分析の結果、カラマツに関しては、コンテナ苗の植栽時の苗高及び地際径が大きいほど生存率が高くなると考えられる。一方、スギとヒノキに関しては、苗高が大きくても生存率が上昇するとは限らず、地際径が十分でないと生存率が高くない可能性を示していた。

## **(6) 文献調査 (第7章参照)**

### **【調査内容】**

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)を対象とし、収集した文献は、105文献(海外文献が27、国内文献が78)であった。文献ごとに現状における技術体系、課題等について、全国各地でコンテナ苗を生産する際に参考となるよう、それらを研究内容ごとに分類整理し、今後の課題解決のための情報基盤を整えた。

## **(7) 「コンテナ苗生産技術のてびき」作成に向けた課題の整理 (第7章参照)**

本事業で抽出されたコンテナ苗生産における課題を整理し、「コンテナ苗生産技術の手引き」作成に向けてコンテナ苗生産に取り組み始める人への情報を整理した。

### **【主な課題】**

- ・作業の効率化
- ・種子の発芽
- ・育苗時における苗木の蒸れと根腐れ
- ・苗木の形状比及び根鉢の形成
- ・培地の組成

## 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

検討委員会は令和元(2019)年6月14日、11月11日、令和2(2020)年2月26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1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 令和元(2019)年6月14日(金) 13:30~15:30	(1) 今年度事業概要及び既存のコンテナ苗調査について (2) 試験栽培について (3) 文献調査の方針
第2回検討委員会 令和元(2019)年11月11日(月) 13:30~15:30	(1) 国内ヒアリング結果(中間報告)について (2) 海外ヒアリング結果(中間報告)について (3) 生産試験について (4) 文献調査・規格調査について
第3回検討委員会 令和2(2020)年2月26日(火) 13:30~16:00	(1) 国内ヒアリング結果について (2) コンテナ苗の品質調査について (3) 規格のためのデータ分析について (4) 生産試験について (5) 手引き作成に向けた情報と課題の整理



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 全体計画の作成

#### 3-1 全体のフロー

平成30(2018)年度には、全国で約1,372万本のコンテナ苗生産をしているものの(苗木総生産量に占める割合は約23%)、様々な品質のコンテナ苗が流通しているのが実態である。コンテナ苗は生産者の独自の経験を基に作られたており、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。そして課題解決のための実証生産等を設計・実施し、それで生産されたコンテナ苗の試験植栽等を行い、その実証生産等の有効性等を検証することを基本とする。なお、課題解決、事業目標に向けての本事業のフローを図3-1に示す。

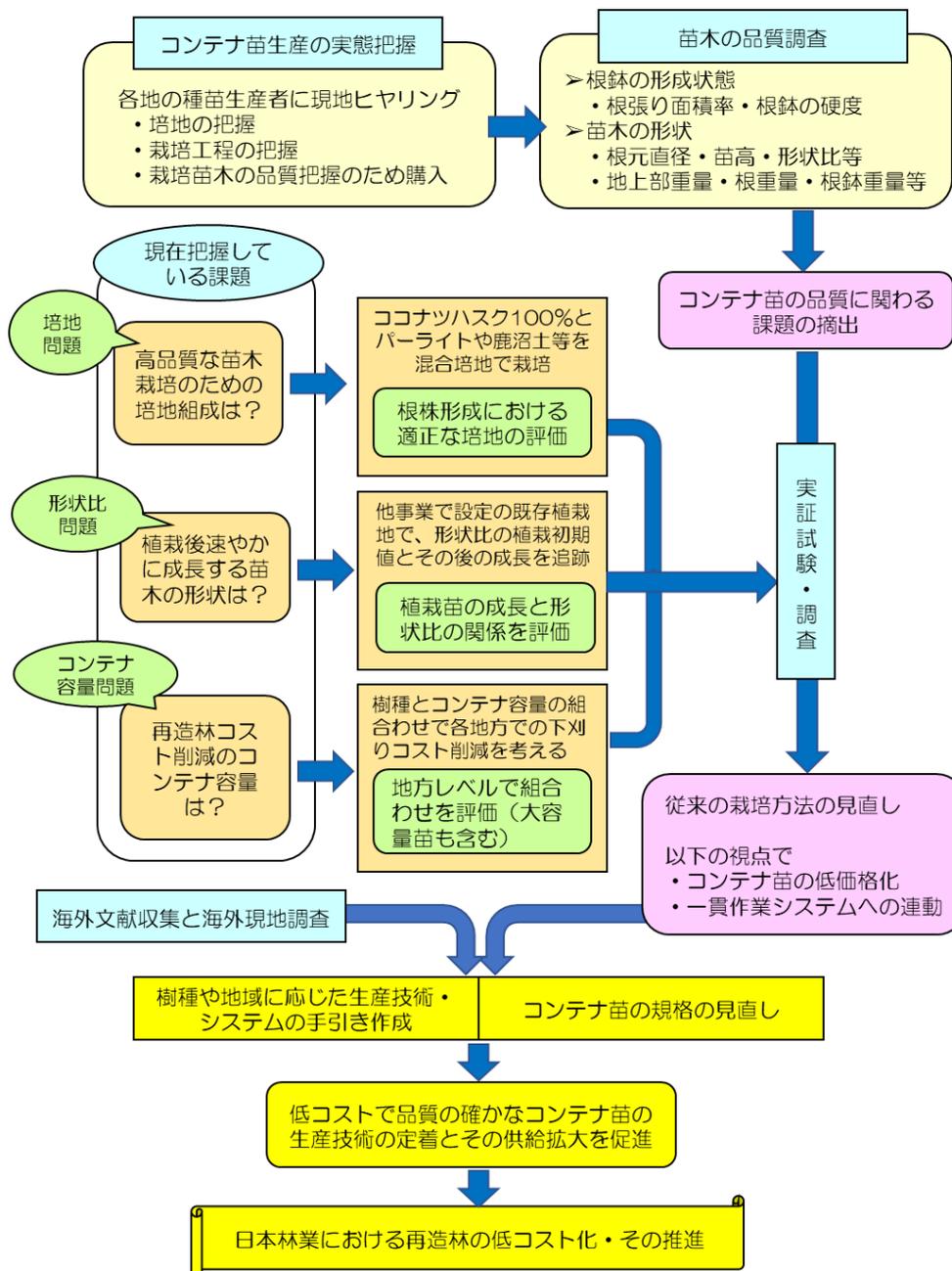


図 3-1 本事業全体のフロー

### 3-2 3カ年の全体計画

3カ年全体の事業実施計画については、「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 3-1）。

表 3-1 3カ年の全体事業計画

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
(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年目（令和元年度）：

- (3) ①文献調査：これまでに発表された論文や報告等を収集し、課題と最新技術を整理する。
- (3) ②コンテナ苗生産者へのヒアリング：苗木生産者が抱える課題を洗い出し、整理する。
- (3) ③コンテナ苗木の品質調査：苗木生産者の生産した苗を分析し、流通している苗木の実態を把握する。
- (3) ④コンテナ苗実証生産：課題解決に向け、実証植栽のための試験用苗木の生産に着手する。
- (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：
  - 海外文献を収集し、欧州地域で現地調査（最新のコンテナ苗生産技術、造林や種苗生産の現況と関連施策・培地素材等の資源状況）を行う。
- (5) 最新のコンテナ苗生産技術等の整理：最新の生産技術情報を収集・整理する。

2年目（令和2年度）：

- (3) ①文献調査：収集を継続し、課題と最新技術を整理する。
- (3) ②コンテナ苗生産者へのヒアリング：ヒアリングを継続する。課題に対して解決の糸口を掴むためのヒアリングを行う。
- (3) ③コンテナ苗木の品質調査：苗木の品質調査の継続、結果の整理。
- (3) ④コンテナ苗実証生産：課題解決に向け、実証植栽のための試験用供試苗木の生産を継続し、課題を整理する。生産実証試験の苗木を評価し、活着や成長等の実証調査を行う。
- (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：  
海外文献を収集し、米州地域で現地調査（最新のコンテナ苗生産技術、造林や種苗生産の現況と関連施策・培地素材等の資源状況）を行う。
- (5) 最新のコンテナ苗生産技術等の整理：最新の生産技術情報を収集・整理する。

3年目（令和3年度）：

- (3) ④コンテナ苗実証生産：実証生産試験の結果を整理、分析し手引きのための結果を整理する。
- (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：  
海外文献を収集し、その他の海外地域で現地調査（最新のコンテナ苗生産技術、造林や種苗生産の現況と関連施策・培地素材等の資源状況）を行う。
- (5) 最新のコンテナ苗生産技術等の整理：上記の結果を整理し、コンテナ苗生産技術・システムの手引きを作成する。コンテナ苗の規格の見直しに関わる情報を整理する。

## 第4章 コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価

### 4-1 コンテナ苗木の購入と苗木の計測・分析

#### 4-1-1 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ことから、どのような品質の苗木が適しているか検証するため、コンテナ苗を全国の生産者から購入し、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に分けて行い、その結果を総合して評価する。

#### 4-1-2 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、表 4-1 に示す生産者の苗木を購入した。なお、生産者名は非公開とする。

表 4-1 購入した苗木の生産者の都道府県と苗木の本数（本）

No.	都道府県	調査対象樹種、植栽本数					
		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	

表 4-1 の続き

No.	都道府県	調査対象樹種、植栽本数					
		スギ 150cc	スギ 300cc	ヒノキ 150cc	ヒノキ 300cc	カラマツ 150cc	カラマツ 300cc
17	愛知県	40		40			
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		40		40		
30			40		40		
31	大分県		40				
32	宮崎県		40				
33			40				
34			40				
35	鹿児島県	40	40				

購入した苗木は熊本県阿蘇市に集め、齋藤ら（2019）<sup>1</sup>を参考に各種測定した。測定に際し、購入した40本の苗木は20本を地上部と地下部に切り分けて乾燥重量を測るグループ（解体調査）と長さや湿重量等の非侵襲的な測定のみを行い植栽試験を行うグループ（植栽後の毎木調査）に分けた。植栽は、阿蘇市波野（標高650m）にある苗畑に植栽し、本事業2年目（令和2年度）に初期成長の測定と掘り取って根の発根状況の分析調査を行う予定である。植栽前後の測定値を表4-2～4-4に示す。

<sup>1</sup> 齋藤隆実・小笠真由美・飛田博順・矢崎健一・壁谷大介・小黒芳生・宇都木玄（2019）スギコンテナ苗における根鉢の物理的性質の定量的評価。日本森林学会誌。101(4)：145-154

表 4-2 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										植栽後の毎木調査				樹高減少率(%)		直径減少率(%)	
			苗長(cm)		根元径(mm)		生重量(g)		表面根被覆率(%)		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				
29	大分	300	50.24	4.65	8.08	1.26	280.08	23.46	8.13	2.55	0	10	46.26	4.22	6.24	0.47	-7.84	3.60	-21.26	11.99
34	宮崎	300	54.17	6.24	5.54	0.64	211.28	30.43	10.25	1.80	25	100	50.64	7.16	5.22	0.65	-6.74	3.23	-5.48	7.78
33	宮崎	300	40.22	3.04	6.42	0.82	173.93	14.64	11.88	3.33	70	100	38.29	3.82	6.49	0.84	-4.83	5.80	1.64	10.67
31	熊本	300	39.76	5.33	6.43	0.69	225.95	13.36	15.00	6.83	100	95	38.42	5.19	6.33	0.85	-3.33	3.45	-1.68	7.71
21	広島	150	52.92	5.91	5.01	0.77	82.55	8.73	16.63	8.75	40	15	49.88	6.16	4.50	0.65	-5.80	3.38	-9.80	8.58
19	島根	150	45.91	3.98	6.03	0.81	148.80	11.82	20.25	7.60	95	100	41.20	4.02	4.83	0.38	-10.30	3.04	-19.12	7.53
32	宮崎	300	46.75	2.89	8.62	1.63	211.45	19.79	20.75	7.39	0	80	42.42	3.58	6.75	1.00	-9.35	3.19	-20.40	11.88
17	愛知	150	48.53	6.42	5.26	0.77	110.44	17.56	22.25	12.48	55	45	41.88	6.82	4.04	0.48	-13.95	4.04	-22.49	9.47
5	岩手	150	40.42	3.93	5.11	0.50	93.75	10.40	22.38	10.62	0	85	38.34	3.69	5.01	0.43	-5.02	4.63	-1.67	5.16
4	岩手	150	45.78	5.42	5.32	0.55	127.78	12.73	32.38	10.99	85	100	43.68	5.02	5.12	0.42	-4.49	3.12	-3.16	8.85
8	宮城	150	45.99	3.43	6.42	0.29	158.17	16.39	33.13	10.22	100	100	42.92	3.37	5.61	0.42	-6.55	5.80	-12.54	6.37
22	徳島	150	43.57	4.52	5.34	0.59	143.68	9.56	35.38	15.78	90	100	40.99	4.28	4.33	0.45	-5.90	3.29	-18.50	7.90
28	高知	150	71.12	6.41	7.12	1.49	130.34	15.13	37.00	13.97	55	25	67.87	6.17	5.64	0.91	-4.56	1.53	-19.77	9.20
13	石川	300	45.82	3.03	6.95	1.04	229.83	21.66	38.13	8.46	100	100	42.95	3.80	6.06	0.78	-6.38	3.04	-12.12	8.78
12	秋田	150	63.02	6.19	5.83	0.87	168.30	13.33	41.00	14.31	95	100	59.33	6.30	5.61	0.58	-5.91	2.47	-3.17	6.90
35	鹿児島	300	61.42	5.39	7.45	0.75	200.25	19.51	41.38	12.42	60	100	56.65	5.27	6.81	0.55	-7.75	3.39	-8.27	6.20
26	徳島	150	45.68	5.68	5.86	0.75	132.38	8.80	41.75	10.92	100	100	42.57	5.71	5.00	0.56	-6.93	2.39	-14.36	5.58
18	三重	150	56.09	7.92	5.34	1.26	111.93	27.21	42.38	24.05	70	85	53.36	7.60	5.01	1.14	-4.83	2.72	-5.86	7.19
30	熊本	300	56.46	7.01	7.18	0.71	233.58	25.73	42.63	12.29	100	100	53.60	7.29	6.61	0.83	-5.19	1.96	-7.23	13.27
6	宮城	150	62.84	4.88	6.78	0.69	154.44	15.36	42.88	17.15	100	100	59.52	4.72	6.04	0.53	-5.26	2.18	-10.60	6.61
7	宮城	150	49.64	5.02	6.23	1.14	156.31	10.10	45.63	15.47	95	90	46.59	4.59	5.67	1.07	-6.11	1.99	-8.63	9.05
25	徳島	150	45.83	6.42	4.66	0.65	108.59	11.07	45.75	20.86	90	100	43.49	6.83	4.02	0.48	-5.31	2.57	-13.22	6.11
11	秋田	150	42.55	3.61	5.72	0.39	87.73	14.28	46.00	8.79	90	100	39.28	3.20	4.97	0.37	-7.63	2.21	-12.81	7.37
20	島根	150	54.40	7.06	5.80	0.52	116.28	11.84	48.13	11.44	100	100	49.16	7.24	5.13	0.61	-9.73	3.48	-11.42	8.39
24	徳島	150	51.47	5.07	5.34	0.71	116.80	15.38	50.50	18.36	70	100	47.45	4.31	4.90	0.61	-7.72	2.84	-7.71	9.68
10	秋田	150	41.46	1.62	6.20	0.52	89.40	16.42	53.63	8.45	100	100	38.25	1.77	5.21	0.52	-7.75	2.42	-16.04	4.50
35	鹿児島	150	51.49	4.69	7.44	1.24	132.60	12.28	54.63	8.90	100	100	46.20	4.58	6.33	0.65	-10.27	3.55	-13.66	10.59
27	高知	150	52.17	4.93	5.47	0.53	94.71	10.41	55.13	12.91	90	100	47.53	4.91	4.74	0.44	-8.94	2.25	-13.29	5.04
23	徳島	150	51.42	3.50	6.77	0.87	148.50	13.25	68.00	15.32	100	100	48.31	3.97	5.70	0.70	-6.13	2.44	-15.45	7.50

表 4-3 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										植栽後の毎木調査				樹高減少率(%)		直径減少率(%)	
			苗長(cm)		根元径(mm)		生重量(g)		表面根被覆率(%)		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	50.67	4.80	4.48	0.57	196.28	36.02	15.25	10.82	90	90	49.68	4.85	4.06	0.61	-1.92	3.75	-9.50	8.00
21	広島	300	43.90	5.06	4.47	0.63	147.25	14.59	20.75	11.76	0	30	42.73	4.60	4.14	0.53	-2.47	4.55	-6.98	8.39
17	愛知	150	44.89	5.96	4.23	0.63	119.09	9.03	24.25	11.06	95	100	40.86	6.09	3.69	0.52	-9.09	3.31	-12.59	7.58
15	長野	150	68.90	6.14	6.52	0.77	131.51	18.96	24.88	6.31	30	0	65.61	5.96	5.16	0.60	-4.73	2.86	-20.45	7.75
14	長野	150	60.12	3.51	4.95	0.73	126.88	12.97	34.50	10.02	100	100	57.89	4.78	4.04	0.54	-3.78	4.58	-17.98	5.52
30	熊本	300	54.54	6.89	6.59	0.57	223.48	13.08	35.38	10.77	45	0	50.82	7.78	5.40	0.54	-7.10	4.42	-17.69	8.45
21	広島	150	44.44	4.75	4.15	0.62	106.68	7.60	35.88	12.78	40	0	42.59	4.36	3.70	0.45	-4.05	3.58	-10.18	8.12
19	島根	150	48.02	5.20	4.92	0.56	141.96	10.97	40.25	11.09	100	15	43.86	5.46	4.35	0.52	-8.76	3.39	-11.67	4.84
28	高知	150	64.50	6.21	5.25	0.64	116.36	11.25	42.75	11.67	55	10	62.85	5.69	4.86	0.73	-2.51	1.36	-7.47	6.80
31	熊本	300	51.49	4.87	6.42	0.62	226.03	16.92	47.63	17.72	100	60	49.74	4.84	5.75	0.57	-3.38	2.95	-10.33	5.98
20	島根	150	55.70	4.05	4.97	0.39	127.40	8.18	53.75	13.44	65	85	53.04	4.05	4.48	0.38	-4.77	2.91	-9.62	5.51
27	高知	150	58.48	5.94	5.81	0.68	106.13	10.00	66.50	14.03	100	40	55.53	5.39	5.12	0.46	-4.98	1.87	-11.48	7.44
18	三重	150	65.31	8.18	5.99	0.80	114.30	11.94	80.38	11.62	55	5	62.74	8.95	5.40	0.55	-4.11	3.51	-9.34	6.05

表 4-4 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										植栽後の毎木調査				樹高減少率(%)		直径減少率(%)	
			苗長(cm)		根元径(mm)		生重量(g)		表面根被覆率(%)		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	28.69	1.48	5.56	0.82	130.79	15.70	8.75	2.36	30	15	27.70	1.70	5.33	0.82	-3.45	3.14	-3.55	10.25
1	北海道	150	59.91	8.66	6.34	0.78	120.51	19.26	9.50	3.50	10	0	56.96	13.26	6.18	1.04	-5.77	16.03	-3.05	6.89
15	長野	150	49.44	4.76	5.85	0.56	147.60	9.93	10.38	2.84	30	0	47.28	4.90	5.30	0.70	-4.43	1.54	-9.62	7.40
6	宮城	150	57.83	4.30	6.60	0.77	124.17	13.24	11.25	2.87	100	95	55.41	4.21	6.40	1.02	-4.18	1.56	-2.97	11.20
5	岩手	150	53.19	5.06	6.71	0.65	110.93	8.37	11.63	4.68	20	0	51.57	4.92	6.39	0.69	-3.02	1.92	-4.60	7.56
16	長野	150	44.10	4.03	5.25	0.47	106.88	9.43	11.63	2.84	100	100	42.44	3.72	5.25	0.54	-3.71	2.39	0.22	9.52
2	北海道	150	34.70	2.69	5.27	0.62	49.46	8.21	14.88	4.76	100	100	31.97	2.95	4.78	0.60	-7.87	4.65	-8.92	7.52
9	宮城	150	42.66	5.34	6.32	1.02	103.77	15.15	16.00	3.75	100	100	40.91	5.00	5.91	1.20	-4.04	2.65	-6.53	10.47
6	宮城	300	51.57	4.22	7.82	1.11	235.38	12.95	16.50	4.01	100	65	49.38	4.38	7.98	1.54	-4.27	2.15	1.75	10.73
7	宮城	150	53.71	6.12	8.27	1.56	150.89	12.83	17.75	3.02	75	5	50.72	5.81	6.86	1.30	-5.58	1.99	-16.70	8.21
4	岩手	150	55.49	7.21	7.26	0.74	134.50	9.72	24.25	7.74	100	40	53.18	7.36	6.51	0.59	-4.25	1.84	-10.19	3.61
14	長野	150	41.45	3.51	6.38	0.85	112.93	20.11	24.25	10.17	85	35	38.94	3.29	5.13	0.74	-6.02	2.57	-19.25	7.35
10	秋田	150	61.11	1.30	7.77	0.57	106.48	7.50	35.25	4.72	100	0	58.53	1.87	6.76	0.60	-4.22	2.81	-12.79	7.08

解体調査の計測項目は以下の通りである。

### 指標硬度

山中式土壤硬度計を用いて、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箇所に当てて土壤硬度 (cm) を測定した。

### 脱落土壤量

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。落下試験前に脱落した土の量も計測し、脱落量 (g) とした。

### 大きさ

根元径 (2方向、mm)、苗長 (cm) を測定した。

### 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

根鉢への根の到達度合いを評価するため、根鉢の被覆率 (%)、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、根鉢の被覆率は、伊藤哲委員から根鉢の被覆率の模式図 (未発表) を提供いただき、それを基準に判断した。

### 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。

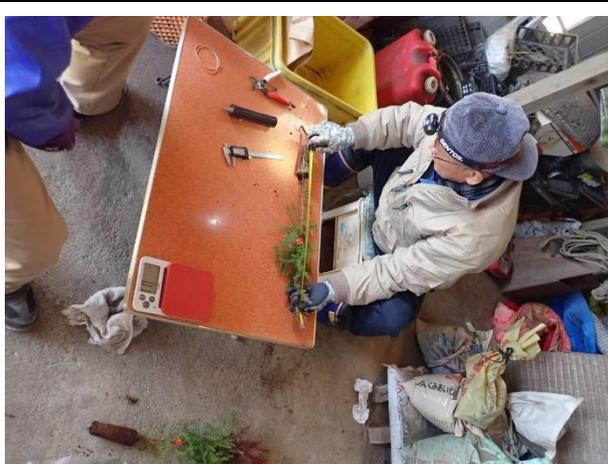


写真 4-1 苗木の長さ測定風景



写真 4-2 根鉢の硬度測定風景

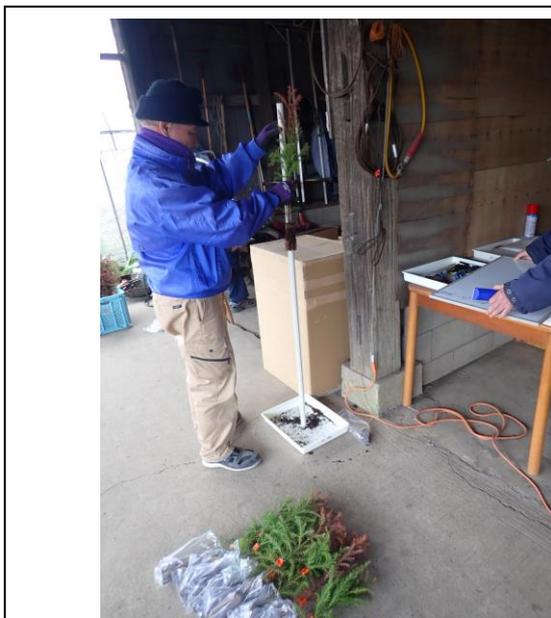


写真 4-3 根鉢の落下試験風景



写真 4-4 根鉢の洗浄風景



写真 4-5 植栽風景



写真 4-6 植栽後の苗木

#### 4-1-3 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 4-5～4-7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表面根被覆率の小さい方から順に整理した。表面根被覆率は、写真 4-7に示すように根鉢の形成の指標の一つであり、非破壊的に視覚で判断が可能である。

出荷の基準となりうる指標である苗長、根元径、表面根被覆率を見ると、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。表面根被覆率の平均は、7.1～69.4%であり、挿し木系が実生系よりも表面根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。表面根被覆率の平均は、17.6～71.0%の範囲内であった。カラマツは、苗長が 28.7～61.1cm の範囲内であり、根元径が 5.1～8.0mm の範囲内であった。表面根被覆率の平均は、9.4～31.9%の範囲内であり全体的にスギ、ヒノキよりも表面根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。

各生産者と洗い出した根の写真を巻末資料2に示す。

平均 13.4%



平均 40.0%



平均 69.4%



写真 4-7 表面根被覆率の比較

表 4-5 スギの各種測定結果（表面根被覆率順）

地域	生産者 No.	容量	苗高(cm)		根際直径(mm)		地上部絶乾重量(g)		地下部絶乾重量(g)		表面根被覆率(%)		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	(%)	(%)
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 4-6 ヒノキの測定結果（表面根被覆率順）

地域	生産者No.	容量	苗高(cm)		根際直径(mm)		地上部絶乾重量(g)		地下部絶乾重量(g)		表面根被覆率(%)		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	(%)	(%)
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
島根	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
島根	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 4-7 カラマツの測定結果（表面根被覆率順）

地域	生産者No.	容量	苗高(cm)		根際直径(mm)		地上部絶乾重量(g)		地下部絶乾重量(g)		表面根被覆率(%)		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	(%)	(%)
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

#### 4-1-4 苗木の測定結果の解析

##### (1) 目的

4-1-3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。

##### (2) 方法

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<sup>2)</sup>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、土壌硬度(根鉢上部と根鉢下部それぞれの平均値)及び表面根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。

測定された数値のそれぞれの関係性を把握するため、苗長、地上部絶乾重量、根元径、土壌硬度平均(上部)、土壌硬度平均(下部)、地下部絶乾重量、表面根被覆率について主成分分析<sup>3)</sup>を用いて各測定値の相関性を加味しながらコンテナ苗の全体的な傾向を分析した。

なお、以後の解析は全て R<sup>4)</sup> ver.3.5.2 を用いて行った。

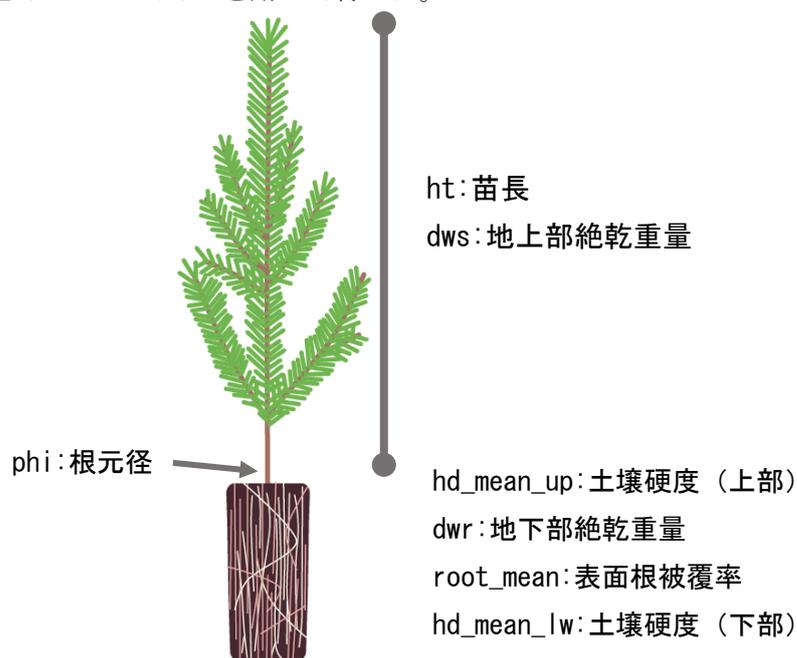


図 4-1 主成分分析に用いた測定項目

<sup>2)</sup> 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。

<sup>3)</sup> 相関のある多数の変数から相関のない少数で全体のばらつきを最もよく表す主成分と呼ばれる変数を合成する多変量解析の一手法。データの次元を削減するために用いられる。Principal Component Analysis; PCA。

<sup>4)</sup> 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/>.

### (3) 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 4-2 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であった。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がある。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。

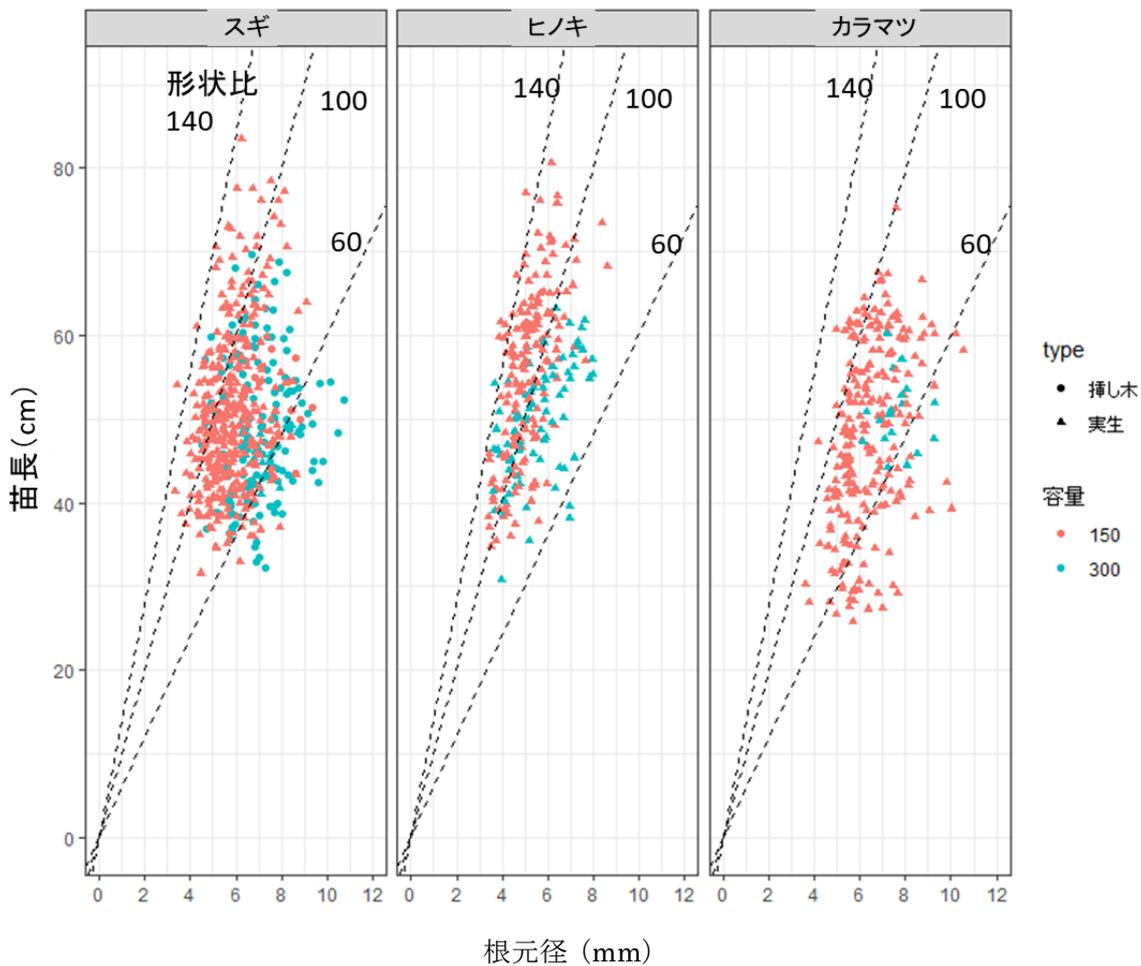


図 4-2 苗長と根元径の関係

## ② 苗長及び根元径と根の重量の関係

樹種ごとに苗長及び根元径と根の絶乾重量との関係について、散布図を作成した結果を図 4-3～4-4に示す。苗長と根重量は相関性が低い傾向にあるが、根元径と根の絶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。

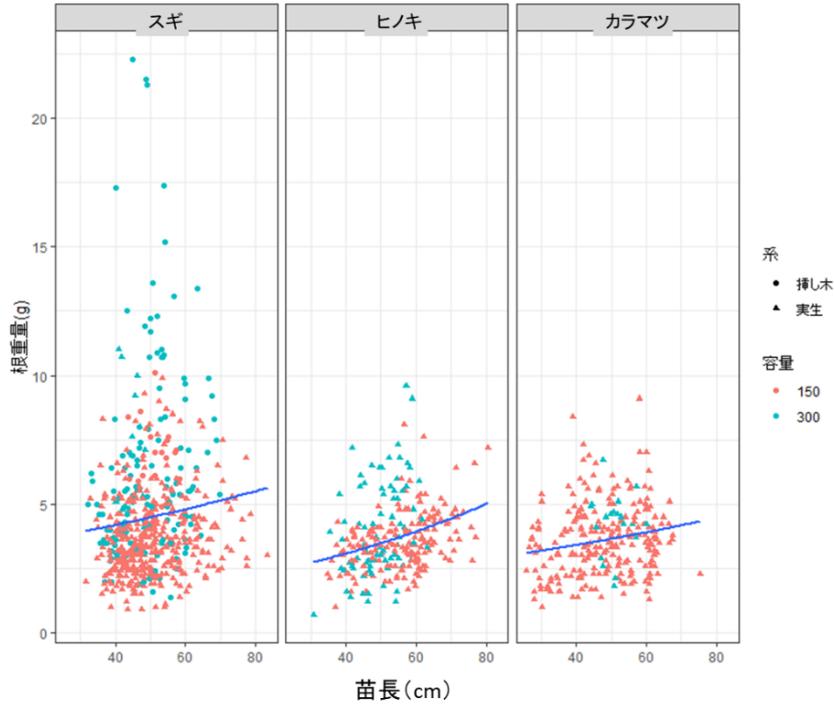


図 4-3 苗長と根の絶乾重量との関係

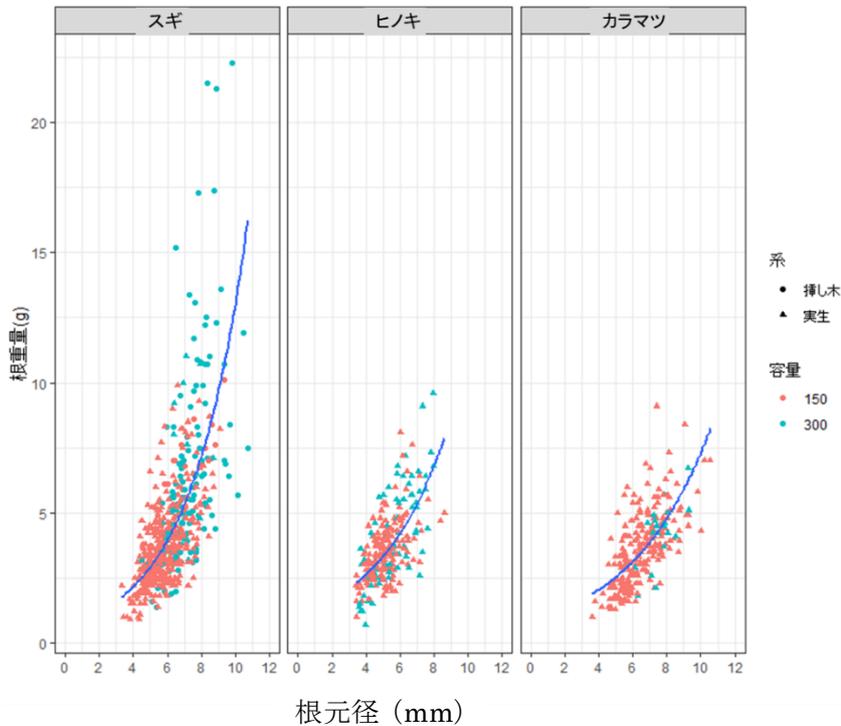


図 4-4 根元径と根の絶乾重量との関係

### 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、土壌硬度及び表面根被覆率の散布図を作成した。根元径と脱落土の関係を図 4-5 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いため結果であると考えられる。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い。

根元径と表面根被覆率との関係を図 4-6 ~ 4-7 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。

根元径と土壌硬度の関係を図 4-8 に示す。いずれも根元径が大きくなると土壌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。

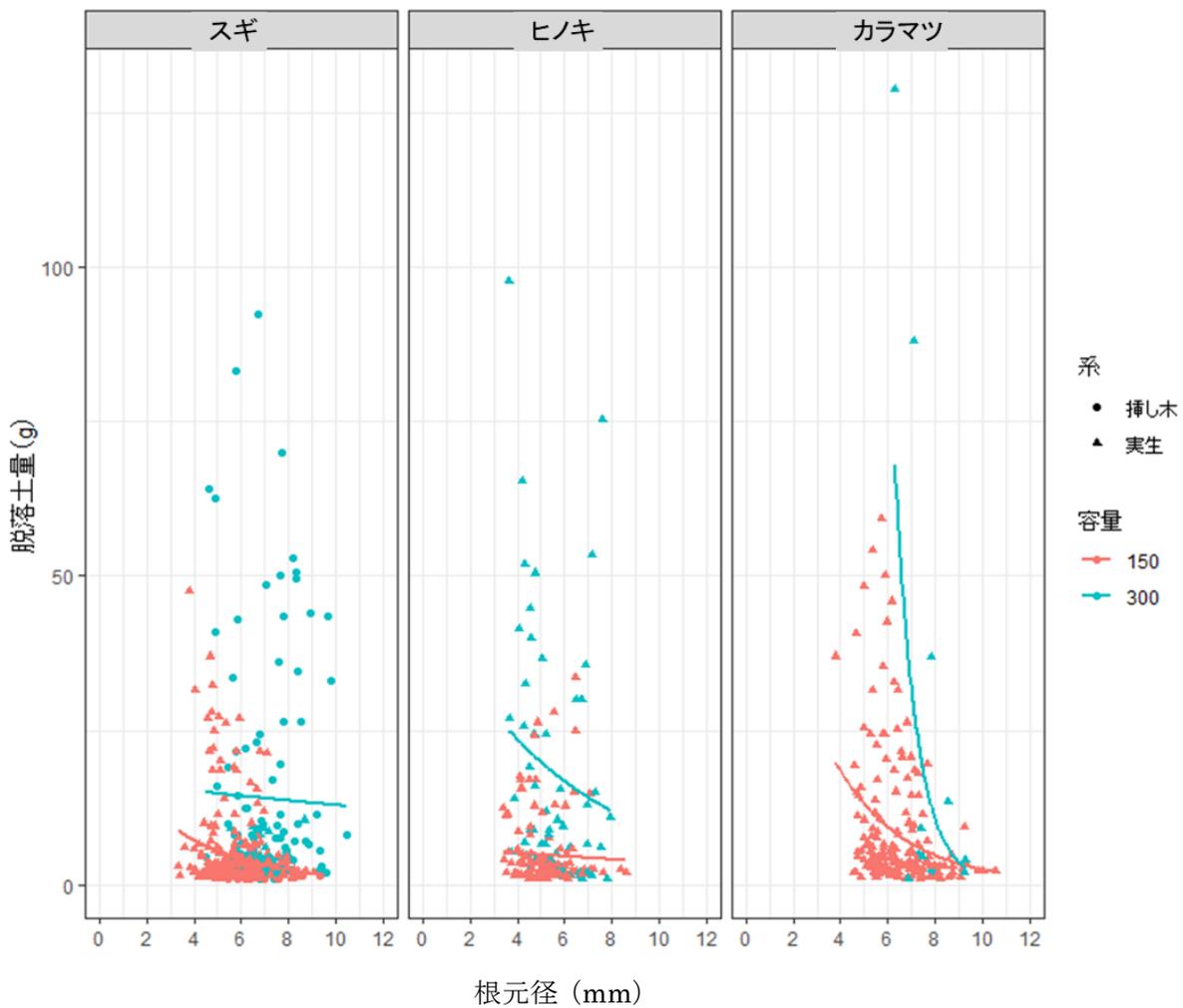


図 4-5 根元径と脱落土の関係

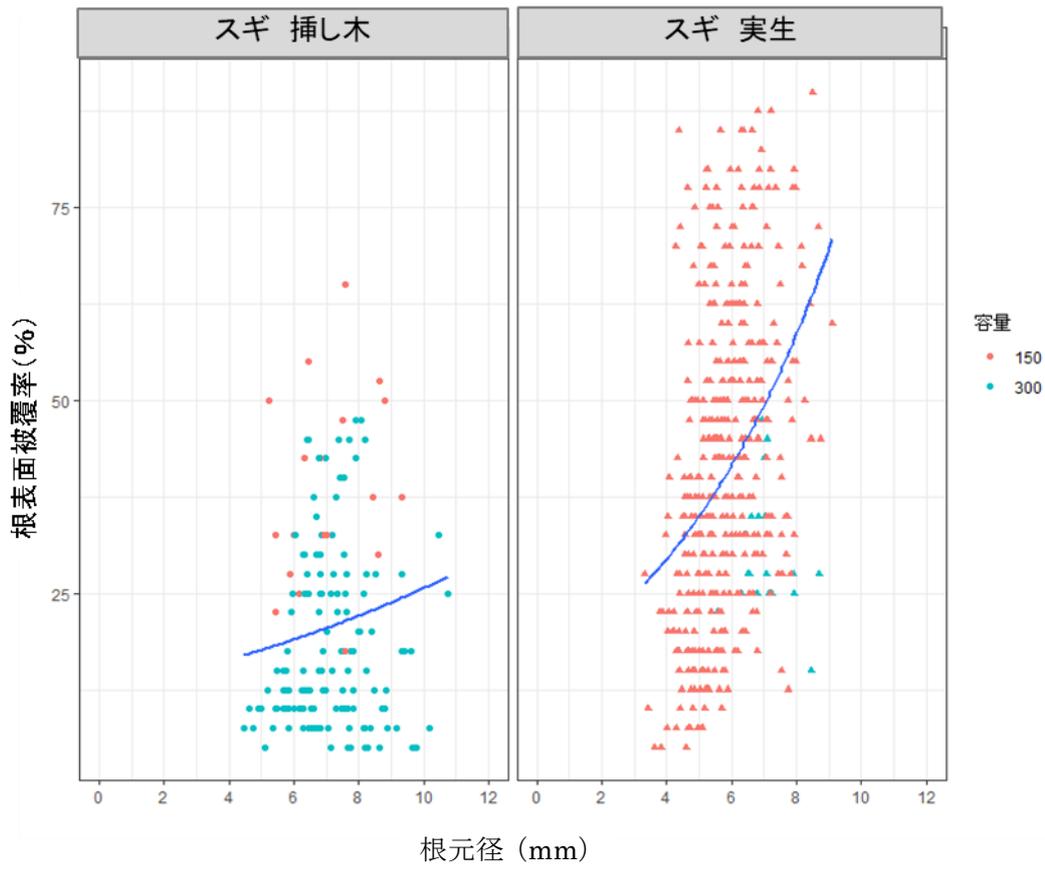


図 4-6 根元径と表面根被覆率の関係 (スギ)

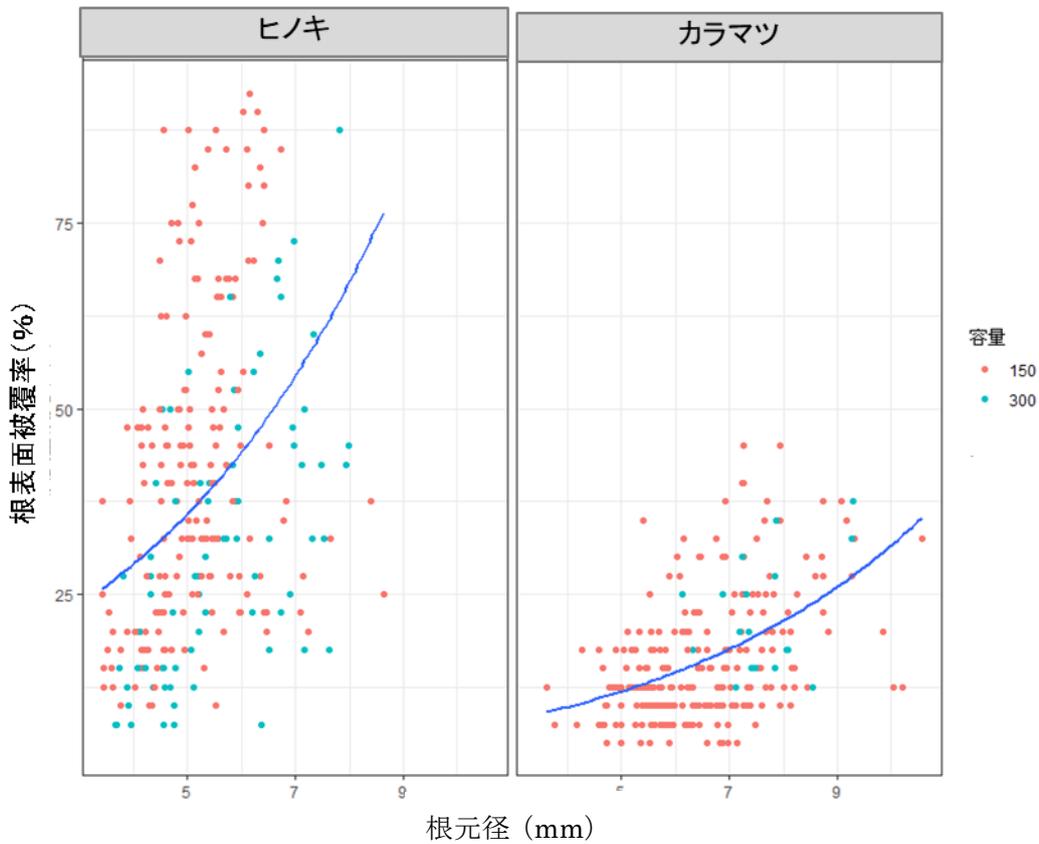


図 4-7 根元径と表面根被覆率の関係 (ヒノキ、カラマツ)

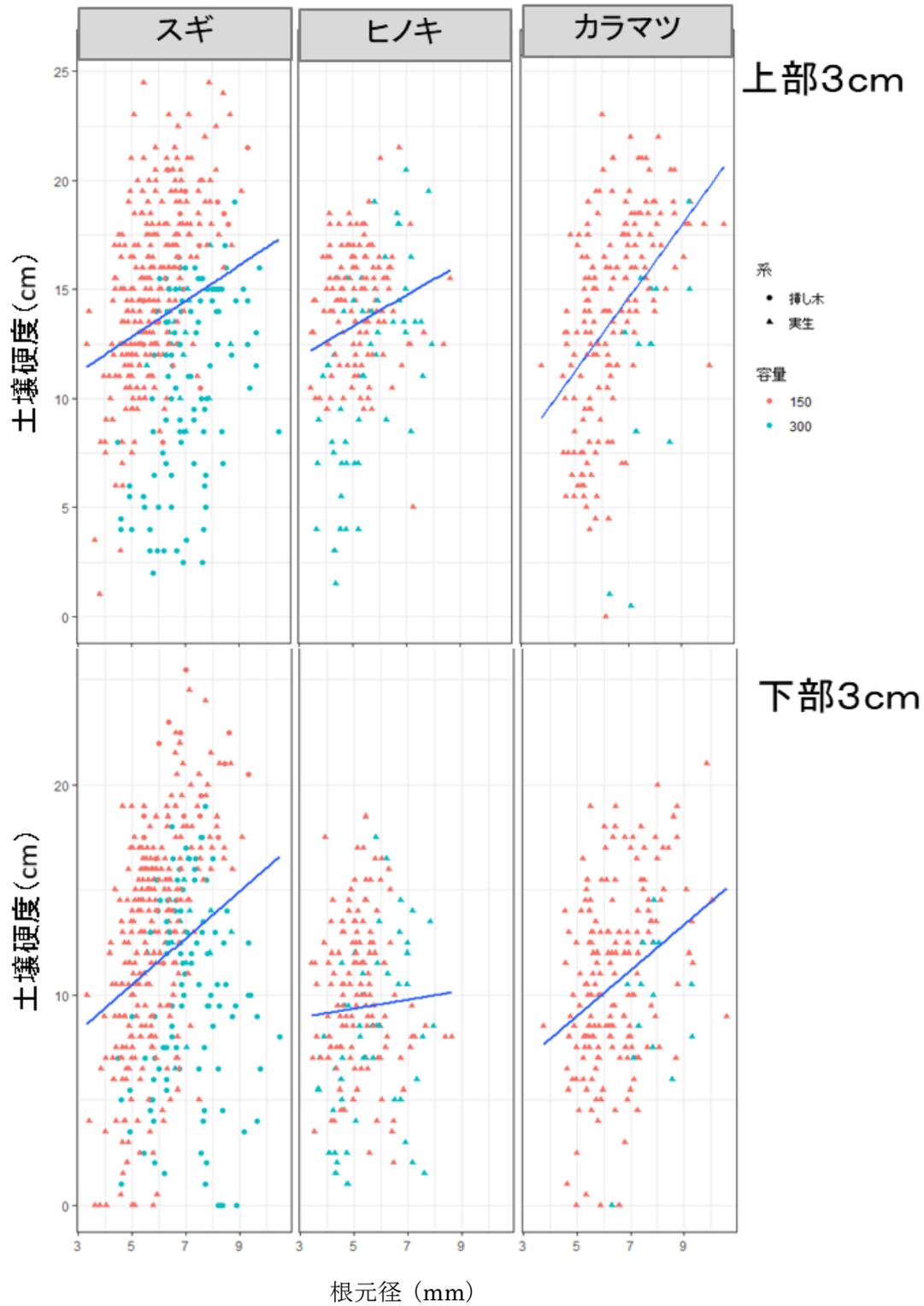


図 4-8 根元径と土壌硬度との関係

#### ④主成分分析

解体調査で得られた図 4-1 に示す測定値を用いて主成分分析を行った。スギに関しては3主成分が有効と判断され、説明率は、PC1が41.7%、PC2が23.3%、PC3が13.7%であった。それぞれの主成分について、生産者ごとに色でグループ化して散布図を作成し、PC1とPC2についての関係について図 4-9に、PC1とPC3についての関係を図 4-10に示す。主成分と各変数の寄与率の関係からPC1は、全ての変数が左向きになっていることから苗の大きさを示し、PC2は、地上部重量や根元径が上方向を向き、表面根被覆率や土壌硬度といった根鉢の指標になる変数が下に向いていることから地上部と地下部の発達比の違いを示し、PC3は苗長のみが上方向にあることから苗長を示す指標であると解釈された。

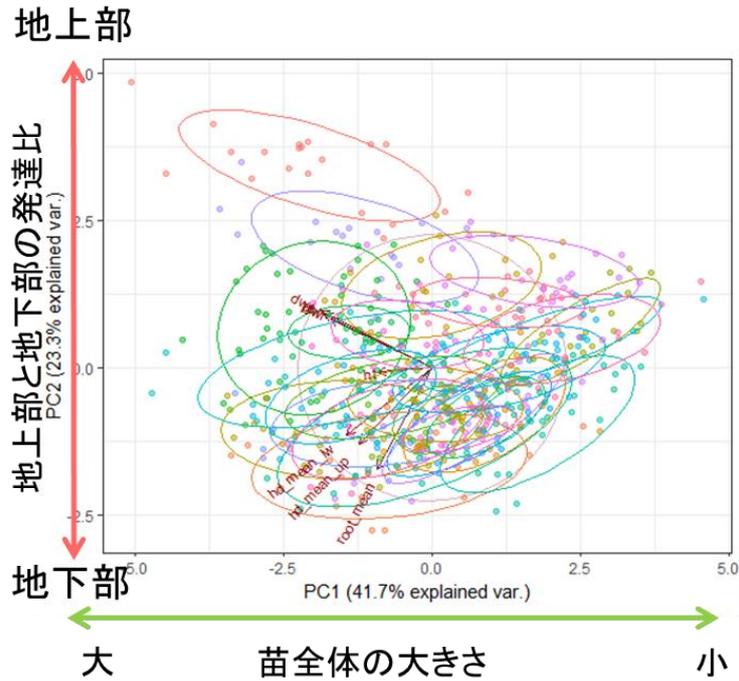


図 4-9 スギの主成分分析の結果 (PC1 と PC2 の関係)

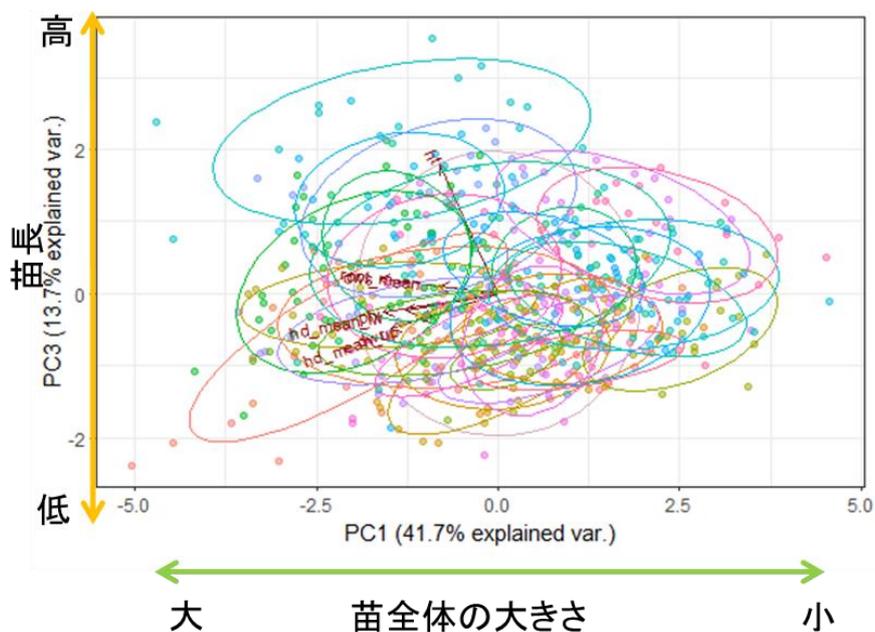


図 4-10 スギの主成分分析の結果 (PC1 と PC3 の関係)

ヒノキの主成分分析の結果を図 4-1 1 に示し、カラマツを図 4-1 2 に示す。ヒノキとカラマツは、2 軸が有効と判断され、各主成分の説明率は、PC1 がヒノキで 50.9%、カラマツで 52.6%、PC2 がヒノキで 19.3%、カラマツで 18.3%であった。軸の解釈は、スギと同様に PC1 が苗の大きさ、PC2 が地上部と地下部の発達比となる。樹種によって変数の方向が異なるがこれは主成分分析の性質上計算するデータによってあり得ることである。

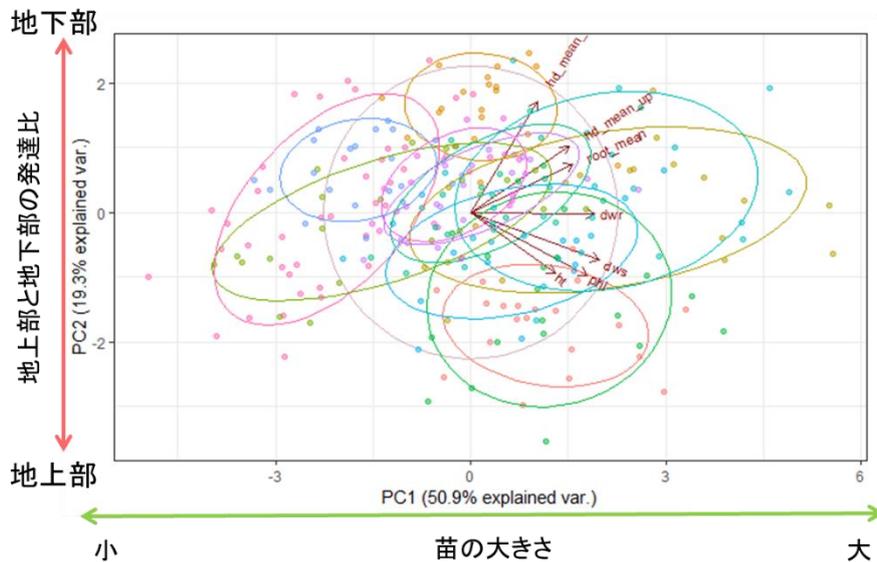


図 4-1 1 ヒノキの主成分分析の結果

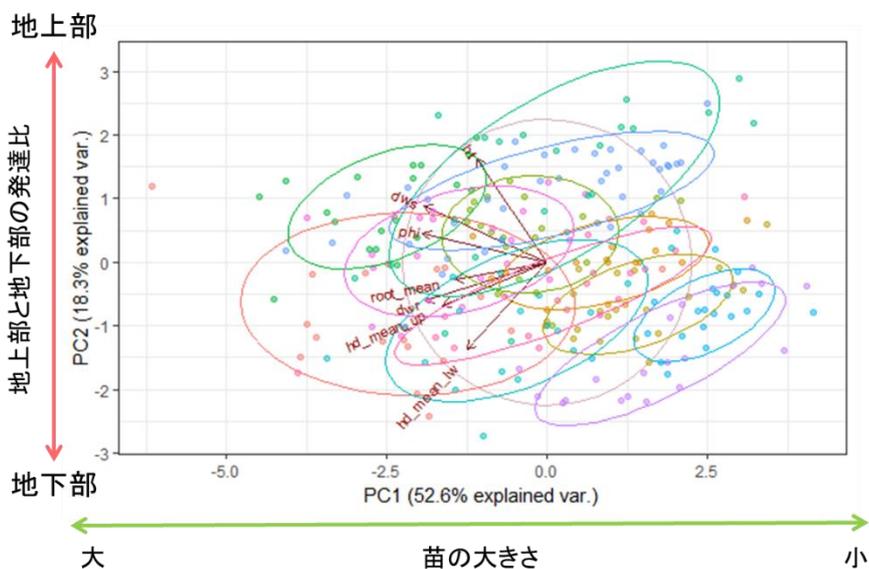


図 4-1 2 カラマツの主成分分析の結果

#### (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。一方で根元径と土壌硬度、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る。そのため、今後いくつかの条件をわけて解析をすることで何が根鉢の発達に影響を与えているかの要因を推定することができると思われる。

主成分分析については、生産者によってバラツキがあるものの、同一生産者の苗木のデータ点同士がまとまっていたことから、生産者の出荷する苗はある程度同質のものであると考えられる。その中で生産者によって出荷する苗木が大きさや地上部と地下部の発達度合いが異なることを読み取ることができた。そのため、生産方法ごとに条件を分けて解析をすることでそれぞれの生産者の生産方法の違いによる苗の品質の傾向をより具体的に把握できる可能性がある。

## 4-2 生産者ヒアリング

### 4-2-1 目的

4-1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。

### 4-2-2 方法

ヒアリングシートを作成の上、表 4-1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：		H28 年度	H29 年度	H30 年度	R 元年度 (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ばお教えてください。

■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】**

4-2-3 結果

生産者に行ったヒアリングの結果の概要を表 4-8 に示す。さらに、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、巻末資料に示す。

表 4-8 生産者の生産規模、使用資材等の概要

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	1,640		5,000	●	年2	月4	特になし 自動散水装置 スプリンクラー	週2~3	週2~3		
2			2.5	(株)トップコンテナ苗木育苗培土 (元肥入)	苗床、 プラグ		1,000			10,000	4,200			●	-	月1	症状出 たとき	散水チューブ	毎日	毎日	
3			400	(株)トップコンテナ苗木育苗培土 (元肥入)	苗床、 プラグ	2,500	170		100	237	218		1,000	●	-	葉色 次第	定期的	スプリンクラー	毎日	毎日	
4	岩手	90	320	ココナツハスク80 十和田軽石20	苗床			5,000		25,000				●	-	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日	
5		150	5	250	(株)トップコンテナ苗木育苗培土 他	苗床	9,500	1,000	9,500					○	年2	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日	
6	宮城	14	30	8.7	(株)トップコンテナ苗木育苗培土 (元肥入)	直播	1,500	6,000	2,000					○	年2	-	月2	スプリンクラー	毎日	毎日	
7		65			(株)トップコンテナ苗木育苗培土	直播	1,000	5,000		3,000				○	-	月4	月1	手まき	3日に2 程度	3日に2 程度	
8		10			(株)トップコンテナ苗木育苗培土	直播	2,000	7,000						●	年2	週1	月2	手まき	3日-4 日に1	天気次 第	
9		85		60	ココナツハスク85、十和田石10、ゼオライト 2、粒殻くん炭3	苗床	2,000	625	1,000					○	-	月3	月3	スプリンクラー	毎日	毎日	
10	秋田	180		10	ココナツハスク90 十和田軽石細粒5 珪藻土5	直播	1,500	500	5,000					○	-	-	月2	散水チューブ	毎日	1~2日 おき	
11		150			ココナツハスク レッド65 十和田軽石35	苗床	50	500		8,000	1,000	4,000		●	-	月2	月3	スプリンクラー	毎日	毎日	
12		20			ココナツハスク 65 鹿沼土細粒35	播種箱				1,250				○	-	月1	追肥時	手まき	毎日	毎日	
13	石川	4.5			ココナツハスク100	播種箱						40,000	○	葉色 次第	-	月2	手まき	毎日	2~3日 に1		
14	長野		30	100	ココナツハスク98、野菜用培土2	苗床	2,500	1,250		5,000				●	-	-	月2	スプリンクラー	毎日	毎日	
15		42	24	ココナツハスク90、粒殻くん炭10	苗床	300	300		600	200				●	葉色 次第	-	月2	スプリンクラー	毎日	毎日	
16			10	30	ココナツハスク95、鹿沼土5	苗床	10		25	15	100			●	年1	-	月2	スプリンクラー	毎日	毎日	
17	愛知	22	49		(株)トップコンテナ苗木育苗培土	幼苗購 入	4,500	917						●	-	-	月1	スプリンクラー	毎日	天気次 第	
18	三重	20	20		ココナツハスク60、火山礫10、ビートモス 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	ココナツハスク100	苗床	1,750		1,000					●	年1	-	月2	スプリンクラー	毎日	毎日	
20		12	24		(株)トップコンテナ苗木育苗培土	苗床	30			2,200				●	-	-	月1	スプリンクラー	毎日	毎日	
21	広島	15.7	45.8		ココナツハスク77 馬糞堆肥15 もみがら8	苗床	1,470	1,480						○	-	葉色 次第	月2	スプリンクラー	2日に1	2日に1	
22	徳島	15			ココナツハスクレッド100	播種箱	700			300				○	-	-	症状出 たとき	スプリンクラー	毎日	毎日	
23		100	2		ココナツハスクレッド100	苗床	3,000							●	-	-	年10	散水チューブ	2~3日 に1	3日に1	
24		25	4		ココナツハスクレッド100	播種箱	3,000			500				●	-	月1	月1	スプリンクラー	毎日	毎日	
25		50	0.3		ココナツハスクレッド100	播種箱	2,400			300				●	葉色 次第	-	月2	スプリンクラー	毎日	2日に1	
26		45			ココナツハスクレッド100	苗床	3,250			50				○	-	-	月1	スプリンクラー	毎日	毎日	
27	高知	30	20		ココナツハスク80 パーライト15 鹿沼土5	苗床、 プラグ	1,250			1,250				●	年1 ※ヒノキ	葉色 次第	月2	スプリンクラー	毎日	天気次 第	
28		30	50		ココナツハスク80 粒殻くん炭20	苗床	2,500		200					●	葉色 次第	-	月1	スプリンクラー	毎日	毎日	
29	大分	80	3		ココナツハスク50、赤土20、ビートモス 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		ココナツハスク35、ビートモス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		ココナツハスク40、ビートモス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			ココナツハスク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			ココナツハスク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。

### (1) 生産規模

ヒアリングを行ったコンテナ苗生産者 35 者のうち、スギを 29 者、ヒノキを 18 者、カラマツを 11 者が生産していた。調査対象樹種を 2 種生産している生産者が 9 者あり、3 樹種ともに生産している生産者はいなかった。平成 30 (2018) 年度のコンテナ苗生産 (出荷) 数は、スギが最大 18 万本、ヒノキが最大 5 万本、カラマツが 40 万本であった。平均値がスギで 6.5 万本、2.2 万本、11.3 万本であり、中央値がスギで 4.5 万本、ヒノキが 2 万本、カラマツが 3.2 万本であることから、スギとカラマツに関しては、生産数が他者よりも多い生産者がおり、生産数を引き上げていた。

表 4-9 生産者の調査対象樹種の実産規模

樹種	スギ	ヒノキ	カラマツ
生産者数	29	18	11
最大値	180	50	400
最小値	4.5	0.3	2.5
平均値	65.0	21.5	112.5
中央値	45	20	32

単位：千本

### (2) 使用しているコンテナ容器

コンテナ容器の容量は、150cc が主流であるが、九州では 300cc が主流であった。150cc と 300cc を併用で使用している生産者は、長野県、広島県、鹿児島県で確認された。使用しているコンテナ容器は、リブ型 JFA (全国山林種苗協同組合連合会製) を 31 者、スリット型 OS (全国山林種苗協同組合連合会製) を 14 者、スリット MT (東北タチバナ製) を 15 者、M スターを 6 者保有し育苗に用いた。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、広葉樹等に使用するものも含まれる。

### (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は、ココナツハスクが多い。ココナツハスクは、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。主に 2 つのグレードに分れ、30 年以上放置されたものがココナツハスクブラック、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ハスクを取り扱っており、その中でココナツハスク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、全国山林種苗協同組合連合会の前会長である太田清蔵氏が考案したココナツハスク (レッドかブラックか不明) と鹿沼土の配合を参考にして (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。

ココナツハスクは、(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ココナツハスクを購入している。

生産者が使用している培地の配合をココナツハスクの配合割合順に整理し、表 4-10 に示す。生産者によっては、複数の配合を使い分けている方もいたため主な培地配合を表に掲載した。コンテナ苗木育苗培地を利用している生産者が 9 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、水はけと空気の通りをよくするために、パーライト等の基盤剤を入れたり、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。

また、ココナツハスクを使用せずにスギバークを利用している生産者も確認された。スギバークについては、第7章の7-3-1で概説する。

表 4-10 生産者が採用している培地の配合

培地配合	採用件数
ココナツハスク 100	9
ココナツハスク 98: 野菜用培土 2	1
ココナツハスク 95: 鹿沼土 5	1
ココナツハスク 90: 籾殻くん炭 10	1
ココナツハスク 90: 十和田軽石細粒 5: 珪藻土 5	1
ココナツハスク 85: 十和田石 10: ゼオライト 2: 籾殻くん炭 3	1
ココナツハスク 80: 鹿沼土 20 [(株)トップ コンテナ苗木育苗培土]	9
ココナツハスク 80: 十和田軽石 20	1
ココナツハスク 80: 籾殻くん炭 20	1
ココナツハスク 80: パーライト 15: 鹿沼土 5	1
ココナツハスク 77: 馬糞堆肥 15: もみがら 8	1
ココナツハスク 65: 鹿沼土細粒 35	1
ココナツハスク 65: 十和田軽石 35	1
ココナツハスク 60: 火山礫 10: ピートモス 20: くん炭 5: パーライト 5	1
ココナツハスク 50: 赤土 20: ピートモス 20: パーライト 10	1
ココナツハスク 40: ピートモス 25: パーライト 25: 赤土 10	1
ココナツハスク 35: ピートモス 35: 赤土 20: パーライト 5: アジムライト 5	1
スギバーク 100	2

#### (4) 播種の方法

播種は、裸苗と平行して行っている生産者が大半であるため、苗床（苗畑：写真 4-8）に種子を播種し、幼苗を掘り取り移植する生産者が最も多かった。一方で、苗床を持たない生産者もあり、播種箱に種子を播種し、幼苗を移植する方法、コンテナ容器の1キャビティに直接種子を複数播種し、間引きする方法、セルトレイに種子を複数播種し、間引きした上で移植する方法があった。生産者の中には、苗床と直接播種やプラグ苗（写真 4-9）の生産を並行して行っている者もいた。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1者いた。



写真 4-8 苗床



写真 4-9 プラグ苗

表 4-1 1 生産者が採用している播種の方法

種類	採用件数
苗床	18
播種箱	5
直播	4
プラグ	3
幼苗購入	1

#### (5) 挿木の方法

生産者の採用している挿木の方法を表 4-1 2 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直挿しの手法（写真 4-1 0）は移植の手間がないため、生産者に好まれ採用されている傾向があるが、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 4-1 1）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、挿し穂の水耕栽培（写真 4-1 2）やエア挿し（写真 4-1 3）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 4-1 2 生産者が採用している挿木の方法

方法	採用件数
床挿し	1
直挿し	5
箱挿し	2



写真 4-10 コンテナ直挿し



写真 4-11 挿し木作業風景（箱挿し）



写真 4-12 穂木の水耕栽培



写真 4-13 穂木のエア挿し

#### （6）肥料の施用

肥料は、コンテナへ土詰め時に元肥を入れる方法と元肥を入れずに追肥のみで対応する生産者がいた。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。

元肥においては、緩効性化成肥料を用いる生産者が20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方もいた。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085 100日タイプ 5g/Lとクドミネラル1g/Lである。

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

#### （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、その状況により生産者による対応が異なった。比較的病虫害が発生しやすい地域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

混ぜて使用するとといった工夫が見られた。一方で、冷温な気候（高緯度、高標高）に立地する生産者は、定期的な病虫害対策を行わず症状が出たときなどに対応していた。

## （8）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、裸苗や山行苗以外の生産物と共有して資材や人員を使用しているため、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、「大変」という回答は得たが具体的な数字による回答はほとんどなかった。唯一回答のあった生産者で71,000本の出荷で160人工かかっていた。

## （10）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る。赤土を使うことにより、300ccの根鉢が重くなってしまうため、赤土を使わず軽量化したいと考えている生産者がいた。

挿木は、挿し付けの季節が絞られ、春と秋の短い時期に採種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る。地域によって主に仕様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。

### 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 とともに生産されていた。しかしながら、コンテナ容量 300cc の苗木の買い手がいないため、今後は 150cc の生産を行うという声を聞いた。

### 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 4-14）。このような対策は、苗木の枯れ上りを防ぎ得苗率を上げることに貢献する一方で、苗木の本数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 4-14 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、養成台にコンテナ容器を上げ、空気根切りをすると高頻度に根腐れが発生している。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る（写真 4-15）。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影響している可能性がある。一方で、地置きにして根腐れを起こさずにコンテナ苗が出荷基準を満たして出荷されていることからコンテナ容器の地置きも根腐れを解消する技術である可能性もある。このような現象の科学的な解明が求められる。



写真 4-15 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、各種の技術的な改善による出荷する苗木の数を向上させることもあったが、規格の基準を下げて得苗率を向上させてほしいという要望の声もあった。

作業の手間の改善によるコスト削減の手法として温室と野外育苗施設の配置を工夫して移動の手間を減らすこと、移植作業の期間を分割して短期間に集中させないことで労務の平準化を試みている生産者が見られた。

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。特にココナツハスクの原料費や（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ハスク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環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。

具体的な対応策として、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、肥料のコントロールをすることを挙げていた。ただし、ヒノキは、成長が遅いため、3年生のコンテナ苗にすることで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、裸苗生産では真冬の時期に行う床替え作業等の重労働から開放されることにより、作業性のメリットを感じている。さらに、そのことにより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確認された。

## 第5章 コンテナ苗生産技術に関する海外現地調査

### 5-1 目的と全体の行程

コンテナ苗生産に早くから取り組んでいる諸外国において、現地調査等を行い、最新の技術等について分析・評価等を行うこととした。海外ヒアリングは、表 5-1 に示す日程で行った。

表 5-1 海外ヒアリング日程表

Day	Date			am/pm	国	移動先	移動手段	調査対象	宿泊地
1	9	28	Sat	am pm		羽田			機中泊
2	9	29	Sun	am pm	スウェーデン	St ockhol m	空路	(調査準備)	St ockhol m
3	9	30	Mön	am pm		Sundsval l	鉄路		Sundsval l
4	10	1	Tue	am pm		Örnsköldsvik	鉄路	SCA	Örnsköldsvik
5	10	2	Wed	am pm		Umeå	鉄路	Hbl men Skog	Umeå
6	10	3	Thu	9:00 AM		Sävar Umeå	鉄路 鉄路	Skogforsk	
7	10	4	Fri	am pm	フィンランド	Helsinki	空路		Helsinki
8	10	5	Sat	am pm				(中間整理)	
9	10	6	Sun	am pm		Kuopio	空路		Kuopio
10	10	7	Mön	am pm		Suonenjoki Kuopio	鉄路 鉄路	Natural Resources Institute Finland (Luke)	
11	10	8	Tue	am pm		Kuopio		(休暇)	
12	10	9	Wed	am pm	オーストリア	Wien	空路	(中間整理)	Wien
13	10	10	Thu	8:30 AM 17:00 pm		Forchtenstein Wien	レンタカー	Austr of onia	
14	10	11	Fri	9:00 AM			レンタカー	BFW	
15	10	12	Sat	am pm				(中間整理)	
16	10	13	Sun	am pm		Kalwang	鉄路		Kalwang
17	10	14	Mön	10:00 AM pm				LECO	
18	10	15	Tue	am pm		München	鉄路	(最終整理)	機中泊
19	10	16	Wed	am pm	ドイツ 日本	東京	空路	(移動)	

### 5-2 北欧（スウェーデン・フィンランド）のヒアリング

北欧は、スウェーデンとフィンランドの苗圃及び研究機関でヒアリングを行った。それぞれの位置と大まかな行程を図 5-1 に示す。

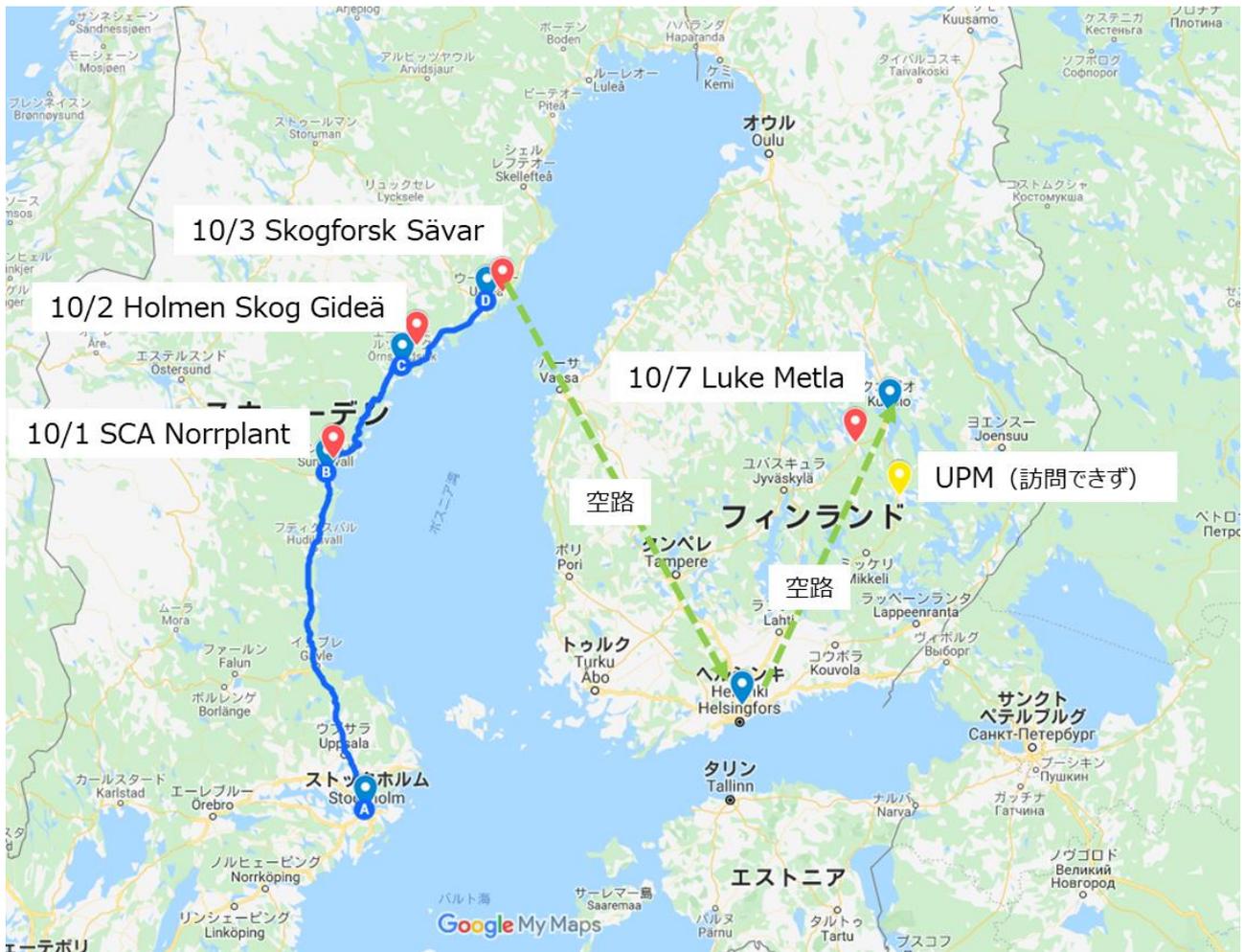


図 5-1 北欧ヒアリングの行程概要

### 5-2-1 SCA (スウェーデン)

日程：2019年10月1日

ヒアリング対象者：Thomas Vestman, Chef NorrPlant 及び Niklas Borgh, Biolog

視察施設：NorrPlant

SCA は、パルプ製品、建材、素材生産、育苗、再生可能エネルギー、流通、研究開発を行うスウェーデンで最大の木材事業者である。260 万（最大集積面積は 14 万）ha の社有林を持ち、年間 300 万 m<sup>3</sup> の素材を生産している。今回訪問した NorrPlant は、SCA 最大の育苗施設である。

#### (1) 生産基盤・経緯

- 施設は、温室 14 棟、育苗施設 120 箇所、その他事務所や研究棟を持つ。人員は、正職員および季節職員により 40 名程度で構成。
- 1967 年に採種園を開設し、1970 年代にコンテナ苗生産を始めた。
- 裸苗は、それ以前まで小規模生産者が分散して行っていた。コンテナ苗は裸苗よりも生産効率がよく、また運搬がしやすいことから、コンテナ苗生産に大規模資本が参入し、コンテナ苗生産に置き換わった。

- 樹種は、Scots Pine (*Pinus silvestris*) 60%前後、Norway Spruce (*Picea abies*) 35%前後、Lodgepole Pine (*Pinus contorta*) 5%程度の割合で年間1億本(面積5万haに相当する分)を出荷している。
- 苗の約半分は自社有林に供給し、残りは他事業者や国外(ノルウェー、フィンランド、デンマーク、バルト三国等)に販売している。ただし、北部と南部で苗の移動は制限されている。生理的に冬の休眠状態に入るための日照時間が異なる。

## (2) コンテナ容器

- コンテナ容器の容量は、地域(下草の競争状況)によって大きさを変え、25cc (Powerpot)、50cc (Jackpot)、90cc (Superpot) を使い分けている。南部が大きく、北部が小さい。上部にリブ、下部にスリットを入れている。なお、25cc は小さすぎて水抜けがよくなりすぎるため、スリットを入れていない。
- コンテナ容器の上部には銅イオン塗料を塗布しており、そこに根が触れるとそこで成長がとまるようになっている。これにより植栽後上部の根が横方向に伸長し、苗の姿勢を安定させることに貢献する。
- コンテナ容器の開発は、1970年代からはじめ、最初は日本のペーパーポットから始めた。ペーパーポットは、寒冷地のためペーパーの分解が進まず、根がペーパーを突き破れない傾向にあり、バランスのとれた根系の発達に難点があったため断念し、マルチキャビティコンテナを作り出した。試行錯誤があり現在の形状にたどり着いた。また、ペーパーポットでは機械化が困難であり、効率が落ちると判断した。
- 各社のコンテナ容器を用いて生産試験を実施し、根のサンプルを採取し、保存している。
- コンテナ苗は、根の形成が一番重要である。
- 培地は、ピートモス。安くて水や肥料の保持がいい。

## (3) 育苗から出荷

- 播種は、一粒播種機を使用。発芽率が95%のため、種の選別はしない。そのため、コンテナ容器の全キャビティから実生が生えているわけではない。発芽率はコンテナ容器ごとに調べている。
- 播種後、冷凍庫(-4℃)で保管し、発芽時期をコントロールしている。6ヵ月程度は保管可能。
- コンテナ容器の規格を統一し外周は同一寸法にすることにより、スチームフレームに5×12=60コンテナを設置でき、圃場内移動やトラックへの効率的な積込みを可能にしている。
- トラック輸送時は、スチールフレームを9~10層にしてトラックで輸送する。
- 小規模顧客のために専用のダンボールに1コンテナを詰めて送ることもしている。苗を-4℃で保管すれば、秋から翌年6月程度まで保管可能である。
- 10cm~20cmの苗高で出荷。
- 1~2月に播種、4~6月に温室、5~9月に外で育苗、出荷は、5月~9月の土壌が凍っていない時期に常に苗が出荷できる体制にある。冬は、人工降雪機で雪をかぶせて越冬させる。
- 主な害虫はゾウムシで、食害されると苗が枯れる。
- 苗は、ロットごとに14日おきにサンプリングし、各種計測、根の成長状況をモニタリングする。根・幹を粉碎し、栄養塩を抽出し分光光度計で計測している。1980年からデータを取り始め専門の解析スタッフがデータ解析している。

#### (4) 造林

- 造林は、伐採後すぐに行わず、伐採後1～2年程度は造林せずに放置する。伐採後、しばらくは林床の木材残渣中の揮発性芳香成分の匂いに寄せられてきた害虫の密度が減少するため、それから植栽する。下草はほぼ問題ない。以前、伐採しても再造林なかった場所は、50年程度経っても草原のままだった。
- 伐期は、北部が100年、南部が50年。
- 植栽本数は、北部が1,000～1,500本/ha、南部が2,000～2,500本/ha。

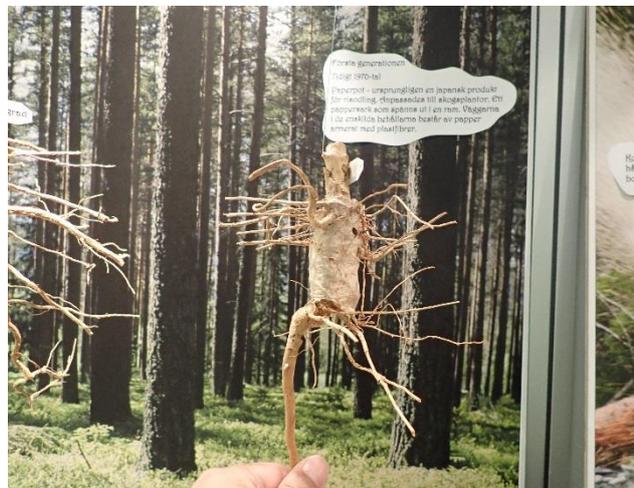
	
<p>Superpot 90cc</p>	<p>コンテナ苗専用ダンボール。コンテナ容器と苗がちょうど入る大きさ。</p>
	
<p>温室</p>	<p>温室内 鉄製パレット1個に60コンテナ(5列×12行)を設置。1コンテナに40本(5列×8行)のスプルー。温室内に420パレットで苗木総数約100万本。</p>



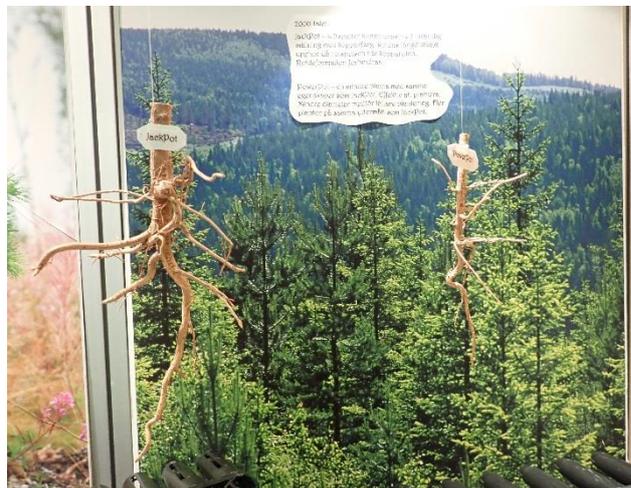
出荷前の苗木。苗高 10cm 程度。



根鉢上部には白根が見えず、根が横成長で止まっている。下部は白根が見えるため、伸長成長していることがわかる。



ペーパーポットは、根が突き破れなかった。



現在のコンテナ容器で生産された苗の根は、良好に成長する。

日程：2019年10月3日

対応者：Daniel Hägglund, Erik Ek, Ellinor Edvardsson

視察施設：Gideä

Holmen Skog社は、104.2万haの自社有林を所有し、1,100万m<sup>3</sup>の素材生産または素材購入を行っている。うち600万m<sup>3</sup>程度を製紙などで自社消費している。2つの苗圃を所有し、2019年は、4,000万本の苗を生産する。

- ・Gideä Nursery (北部) 7温室、27の野外育苗サイト、水源涵養林、2,700万本。
- ・Friggesund (南部) 5温室、21の野外育苗サイト、1,300万本。

今回は、北部のGideä苗圃を視察した。

### (1) コンテナ容器

- コンテナ容器は、同社独自開発のもので、サイドスリットが入った星型であることでルーピングを防止している。
- コンテナ容器の名称はStarpotであり、50cc、90cc、120ccの3種類を使用している。
- 水抜けと通気性がよいため、スリットを採用している。
- SCA社のようにコンテナ容器に銅の塗装は行っていない。苗圃は水源林と隣接するため、銅による汚染を懸念して使用しない。
- 下層植生の競争関係により、コンテナ容量を変えている。南部はコンテナ容量の大きいものを使用し、北部は、小さいものを使用している。
- Gideäでは、50ccと90ccのコンテナ容器を使用している。
- Friggesund (南部)では、下層植生との競争のため、大きい苗を生育する必要があるため、120ccのコンテナ容器を使用している。120ccのコンテナ容器に直接播種をするのではなく、プラグ苗を移植している。

### (2) コンテナ容器の変遷

- 1970年代に裸苗からコンテナ苗に移行した。
- 当初、Kopparfors (銅製のコンテナ容器) や日本からのペーパーポットが検討されたが、培地詰め機械化に難点があり検討のみで終わった。1980年代にリブ付きのHikoや八角形のPlanta80、1990年代にStar pot、2000年代にJack potからPower pot、2010年代にMiniplanta tubesproutへ移行。
- 現在はS50 (60穴)、S90 (33穴)、S120 (28穴)のStar pot。苗木価格はS50、S90、S120でそれぞれ、1SEK (スウェーデンクローナ)、2SEK、3SEK。

### (3) 育苗

- 3種の苗Pine (*Pinus sylvestris*)、Spruce (*Picea abies*)、Contorta Pine (*Pinus contorta*)を生産している。

- 3月～7月まで播種を行う。
- 播種機はBCC製。40時間（約1週間）で1温室分（25m×100m、50cc コンテナ苗 140万本）の播種ができる。
- 年間3バッチ行う。今年は4バッチでやる行程を試している。
- 1バッチ（3月播種）は、当年生で出荷できるが2バッチ以降は越冬する。
- 播種後倉庫に入れて5～6月まで保管する。
- 冬以外ならいつでも出荷可能。
- 施設外への窒素流出を防ぐため、ピートとよく結合する肥料の液肥を利用している。
- 培地はピートで、エストニアなどのバルト地域から輸入している。
- 育ちすぎ防止（苗高を制限する）や霜害防止の目的でLong night treatment（短日処理）をするため、ハウス全体を自動で暗幕を張る装置を設置している。
- 育苗は、28のパラメーターを使って少しずつ変化させながら最適な育苗条件を試験している。特に根とシュートの関係が最も重要（植栽後の成長速度に影響）である。
- 出荷時に小さくて済むので、苗長と根元径の関係は気にしていない。
- 施肥は、週1回程度で液肥を用いる。それぞれの苗ごとに施肥プログラムが組まれている。
- SCAと同じメタルフレームにコンテナ容器をおいて運搬を容易にしている。コンテナ容器のサイズはSCAのものよりも大きいため、一つのメタルフレームに対して5×11=55個のコンテナ容器を設置できる。

#### （4）Friggesundにあるプラグ苗移植システム

- チャンバーの使用により、4つの温室分のプラグ苗を1つのチャンバーで生産することができるため、空間コストを抑えることができる。場所的な制約が多いと考えられる日本ではプラグ苗の移植方法が向いていると考えられる。
- 1バッチでプラグ苗を200万本生産し、1年間で6バッチ行うため、1,200万本のプラグ苗を生産できる。
- LEDライトで温度、湿度を管理したチャンバーでプラグ苗を発芽、育苗する。

#### （5）越冬（cold storage）

- 倉庫内で越冬保存。
- Cold storage前の成長していないことを確認するため、絶乾重を計測する。
- 一部は、外で雪の下に保存（SCAのような人工降雪機はない）。毎年、霜害にならないか苦慮している。
- 倉庫に、南部では主にダンボール、北部ではメタルフレームで保存している。これは顧客への出荷の関係であり、小口の多い南部、大口の多い北部の違いである。

#### （6）訪問した採種園

- *Pinus sylvestris*の採種園16haで、2005年に設定された。
- 採種園周囲にはヘラジカによる食害防止のためのフェンスを設置している。また、ネズミによる食害防止のため、採種木の樹幹の根元部位約1mに金網を巻いている。

- 植栽後、8年で球果を着ける。高さ2.5mになると断幹する。

#### (7) その他

- 種子はそれぞれの苗圃で管理している。採種園は、国内に57箇所あり、他社と共同管理している。
- スウェーデンの苗木生産量は、4社で8割を占めている。
- 出荷時は、GPS情報から施行地の場所までピンポイントで運搬する。
- ゾウムシ害のため、出荷時に忌避剤を散布する。以前は、薬剤の塗布であったが、森林認証(SFC, PEFC)の関係で薬剤が使用できなくなった(FSCは2020年から)ため、シリコン、ワックスや砂などを用いて物理的に防御するようなものを塗布している。
- プランティングチューブを用いて一人2,100本/日程度植栽する。
- 現在、Argrow(アルギニンとリンを主成分とした顆粒の製品)が植栽後の成長を促進するとして、試験段階にある。プランティングチューブにArgrowのアタッチメントがついている。



Starpot 右から 50cc, 90cc, 120cc。120cc は、南部の苗圃でのみ使用している。



苗木。苗長 10cm 程度で出荷サイズ。根鉢は柔らかく、さわると形が崩れる。



播種機遠景



穴あけ行程



播種行程



覆土行程

覆土は、プラスチックの小球。今後は、オーガニックな代替物にする予定。



温室。140万本分のコンテナ容器を収納。  
25m×100m。



短日処理のため、遮光シートを展開。(実演)



野外育苗施設。  
風が強い日には、上部の幕が閉じて風から守る仕組みになっている。これらは出荷サイズだが、越冬後の翌年に出荷する。



2005年に整備した *Pinus sylvestris* 採種園での球果採取（種取り）作業。



プランティングチューブに Argrow<sup>®</sup> を装着。



ヘラジカによる食害が問題になっている。

### 5-2-3 Skogforsk (スウェーデン)

日程：2019年10月4日

対応者：Johan Westin, Jörgen Hajek, Henrik Svennerstam

視察施設：Sävar

Skogforsk は、スウェーデンの森林研究所で森林・林業に関する研究や育種を行っている。研究は様々な大学や企業と連携して行っている。運営資金は、研究補助金及び林業事業体（森林所有者組合、大手企業）等による伐採立米ごとに支払いが義務付けられている研究協力費によって賄われている。研究拠点は Sävar, Uppsala, Ekebo にあり、今回は育苗拠点のある Sävar に視察した。

#### (1) スウェーデン国のコンテナ苗生産の実態

- 2,360万 ha の人工林があり、そのうち約 500万 ha が国及び国の関連企業の所有、約 550万 ha が社有林、1,100万 ha が私有林である。
  - 2017年には、9,250万 m<sup>3</sup>の立木を収穫し、そのうちの9割以上が針葉樹で、3,040万 m<sup>3</sup>がパルプ材になり、660万 m<sup>3</sup>がバイオマスエネルギーとして利用された。
  - 2015～2017年の平均で約 165,400ha の森林が皆伐された。
  - 2018年には、Scots pine は 17,470万本、Norway spruce は 19,470万本、Lodgepole pine は 680万本、他の針葉樹は 540万本、カンバ類は 130万本、広葉樹は 100万本出荷し、17万 ha 植栽した。
  - 生産は、ほとんどがコンテナ苗であるが、スウェーデン南部では裸苗（全体の 18%）を苗高 40～50cm の大苗として生産している。
  - 苗木の植栽は、60%が春植栽で、40%が秋植栽である。
  - 3バッチで生産を行っており、1回目（3～4月播種）で Pine は当年出荷、Spruce は翌年5月出荷。2回目（5月播種）で Pine を翌年5月出荷。3回目（7月播種）で Spruce を翌年秋と翌々年春出荷（2成長期）している。
  - 冬季は、野外で雪の下に保存する苗木と冷凍庫で保存する苗木がある。
  - 苗圃は巨大であるため、栄養塩の流出が懸念され、栄養塩を外に流さない工夫をしている。
  - 森林側と苗圃側には、苗木に対する要求の対立がある。
    - ・森林側：早い活着（大きい苗） vs 苗圃側：規格までの早い成長（小さい苗）
    - ・森林側：よい根張り（大きい根） vs 苗圃側：小さいコンテナ容量
    - ・森林側：乾燥耐性の確保 vs 苗圃側：連日灌水による高い湿度
- 森林現場では、根張りのよい大きい苗を求められているが、大手苗圃の流通の理由により、できるだけ小さい苗を生産する傾向にある。コストの関係で 150cc のような大きなコンテナ苗はあまり普及していない。
- 苗木の品質の評価は、Skogforsk では行っていない。それぞれの企業が独自の評価を行っており、その基準は企業秘密。

#### (2) その他

- 育苗時のゾウムシ対策には力を入れている。

- 植栽の際には、地面を耕耘して畝をつくりその上に植えている。それにより他の場所よりも日があたたたり、雑草との競争や虫害を予防できたりする。



試験的に栽培されているコンテナ容量 150cc 苗の根鉢。

苗長約 30cm。



コンテナ容器は、専用のメタルフレームに載せられており、フォークリフトで運搬できるようにしている。

メタルフレームの近景。



左からコンテナ容量 150cc (3月播種)、90cc (4月播種)、50cc (播種月不明)、25cc (5月) 播種。



左からコンテナ容量 150cc (3月播種)、90cc (4月播種)、50cc (播種月不明)、25cc (5月) 播種。



IDS 法（湿式種子選別法）による選別装置。左のドラムで種以外の不純物を取り除き、右の装置に水を入れて、左から右に流す。沈んだ種が充実種であり、沈んだ順番でグレードわけをしており、左に沈んだ種のグレードが高い。



IDS 選別による発芽率の結果。

左：コントロール 70%、中央：選別種子 99.0%、右：非選別種子：6.3%。

#### 5-2-4 Luke（フィンランド）

日程：2019年10月7日

対応者：Raimo Jaatinen, Katri Himanen

視察施設：METLA

Natural Resources institute Finland (Luke)は、フィンランドの天然資源に関する研究機関で、今回は、森林研究を担当する METLA (Suonenjoki) を視察した。

#### (1) フィンランドの苗木生産

- フィンランドでは年間1億5千万本の苗木生産を行っており、さらに1,000万本の苗木をスウェー

デンから輸入している。

- 裸苗は使用していない。
- コンテナ容量 85cc のコンテナ容器が全体の 5 割を占め、他に北部では 40cc、南部では 120cc のコンテナ容器を使用している。

## (2) Luke の苗木生産

- 研究用に苗木を生産し、一部を販売していたが、専門業者の拡大による価格競争に太刀打ちできないため、販売を原則停止している。
- イタリア Ulbinati 社の播種装置を使用しており、価格は、10 万ユーロ程度で BCC 社の製品 (20 万ユーロ程度) より安く、音が静か。
- 800 コンテナ/日分 (8 時間) を処理する能力があるが、ここでは少量生産のため、そこまで使用していない。
- 培地は、フィンランド kekkilä 社の培地。ピートモス 100% で予め肥料 (NPK 16-4-17 / N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 16-9-20、緩効性) が入っている。
- 覆土は、砂を使用している。おが屑を利用している生産者もいるが、品質が安定しないためここでは使用しない。
- 生産スケジュール 1
  - ・ 10~11 月に球果を採集する。
  - ・ 4~6 月に播種。
  - ・ 温室から外出しをして、10 月末に冷温保存。
- 冷温保存 (Cold Storage) は、外で雪の下に保存するか、-5℃ で高湿度に設定した冷凍庫に保存する。
- 苗木価格は、20 ユーロセント/本。

## (3) フィンランドの森林管理状況

- フィンランドの人工林は、スウェーデンと比較して私有林が多い。
- 木材はほとんどをパルプ用に使用する。
- 大手企業が 3 社あり (UPM、Metsä、ストライン)、森林所有者はいずれかの会社と契約して伐採・造林を行う。
- 植栽密度は、1,800~2,000 本/ha。
- 下刈りは 2 回程度で植栽後 4 年目と 10 年目。
- その後、25 年目と 50 年目に 2 回間伐を行い、伐期は 70~100 年。



Ulbinati 社の播種装置。



85cc のコンテナ容器。BCC 製。



冷温倉庫。-5℃高湿度で保存する。棚コンテナ、床にメタルフレームを設置して保管する。



温室。フィルムが2重構造になっており、冷気の遮断ができる。暑いときは側面の窓を開く。



試験生産されているコンテナ苗。



根鉢には、窒素固定共生菌がおり、よい根鉢の指標とされている。



施肥管理装置。液肥をここから分配する。



温度管理装置。温水パイプをハウス内に巡らせて温度調節をする。



2年生スプルス。来年春出荷のため、雪の下に低温保存の予定。



野外冷温保管施設。ヤチネズミ食害防止のため、フェンスを設置する。



カンバの小さい種子はこの装置で風選する。



カンバの種子をオランダに送りコーティングすることで取り扱いを簡便化する。

### 5-3 中欧（オーストリア）のヒアリング

中欧は、オーストリアの苗圃及び研究機関でヒアリングを行った。さらに林業機械展の Austrofoma に参加し、情報収集を行った。それぞれの位置と大まかな行程を図 5-2 に示す。

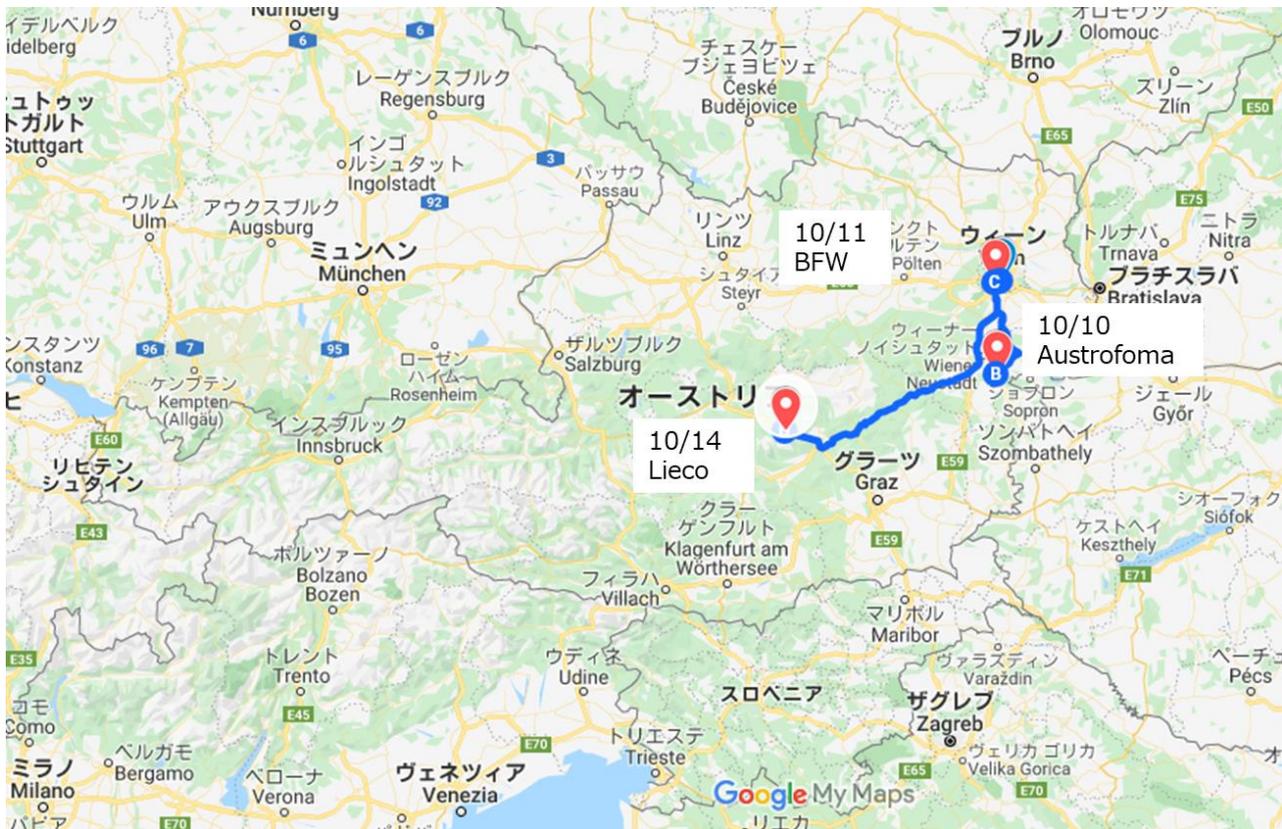


図 5-2 中欧ヒアリングの行程概要

#### 5-3-1 Austrofoma（オーストリア）

日程：2019年10月10日

オーストリアで4年に1度開催される林業機械展。各社の林業機械の実演が見られる他、林業関係会社も多数出展する。

オーストリアの苗生産業者が4件出展していた。

##### (1) 出店していた苗圃

- Lieco 社  
苗木の見本と価格表を配布していた。生産方法等についてもヒアリングしたが、詳細は Lieco 社ヒアリングと統合する。
- Muraier Forstpflanzen 社  
オーストリア北西部でコンテナ苗及び裸苗を生産している。コンテナ容器は、ドイツの HerkuPlast 社から購入している。苗木の種類に応じてコンテナ容器を使いわけている。苗間の距離を確保する

場合には、キャビティが千鳥格子状になるコンテナ容器を使用している。

- Natlacen 社  
ウィーンに本拠地を置く苗木生産企業。スウェーデン BCC のコンテナ容器を使用している。
- BFZ 社  
裸苗の生産のみでコンテナ苗は生産していない。

## (2) その他 造林の初期保育で日本に導入が検討できる機械

- イタリア Energreen 社の RoboMAX  
コントローラーによる遠隔操作で地がきする。全幅が 1.6m、傾斜角 55° まで対応しているので、植栽後の下刈りに利用できる可能性がある。

	
会場の様子	Lieco 社のブース
	
Muraier Forstpflanzen 社のブース	キャビティが千鳥格子状になった HerkuPlast 社製コンテナ容器。



Natlacen 社のブースに展示された BCC 社製のコンテナ容器を使用した苗木。



Energreen 社製の RoboMAX。

### 5-3-2 BFW :Austrian Research Centre for Forests (オーストリア)

日程：2019年10月10日

対応者：Heino Konrad, Department of Forest Genetics

オーストリアの森林総研にあたる Austrian Research Center for Forest の Heino Konrad 氏にオーストリアにおけるコンテナ苗生産事情についてヒアリングし、氏が研究を行っている苗畑を視察した。

#### (1) オーストリアの苗木生産

- オーストリアは、国土の森林の約 50%が人工林である。そのうちの 50%程度は伐採後天然更新を行っている。
- オーストリアの森林所有形態は、約 50%が私有林で小規模に保有し、約 10%が連邦所有である。
- 2,000 万本の苗木が販売されており、そのうち 1,500 万本がスプルースである。そのほかには、カエデ、カシ、カラマツを生産している。コンテナ苗だけではなく、裸苗も生産している。
- コンテナ苗の生産は約 25 年前に始まった。
- オーストリアには 6 社程度苗圃会社があり、その中でも Lieco 社は最大手であり 100%コンテナ苗で生産している。
- Lieco 社は小さい苗圃であったが、コンテナ苗生産で大きく成長し、現在はドイツにも苗を輸出している。
- オーストリアの苗は雑草に負けないため、30~40cm 程度に育てて出荷している。
- Lieco の苗木を植えても活着しない例がある。おそらく長いあいだ（4年程度の生育期間）キャビティ内に根がとどまっており、植栽しても根が休眠状態のため、うまく成長しない可能性がある。さらに、土が粘土質で密度が高いため、根が広がっていない可能性もある。
- オーストリアのコンテナ苗の培地は、東欧から輸入したピートモスを利用しているが、これは持続可能な資源ではない。そのため、日本のバーク堆肥を使った試みは面白い。

- 植栽後の初期保育として下刈りはしているが、どの程度の頻度で行っているか把握していない。除草剤を使っている場合もあるが、認証の関係でメインの方法ではない。

## (2) 苗畑

- HerkuPlast 社のコンテナ容器と Lieco 社のコンテナ容器を使っている (鉢の代わりとして使っている印象)。
- 培地にはピートモスを基本としてパーライト 10%混合している。
- 針葉樹は、スプルースとラーチの育種の研究をしている。
- バイオマスとして、ポプラ、ヤナギの育種の研究している。
- 今後の気候変動に対応するため、材としてのトネリコの育種を研究している。



苗畑の様子。



直根性の強い広葉樹には深いコンテナ容器を使用。容量 300cc 以上。



根鉢。白い粒はパーライト。



トネリコの育種試験。

### 5-3-3 Lieco (オーストリア)

日程：2019年10月14日

対象者：Ing. Bernd Igler 生産責任者

視察施設：Kalwang

オーストリアで最大の苗圃である Lieco 社の本社の Kalwang の事務所・圃場にてヒアリングを行った。Lieco 社は、プリンスオブリヒテンシュタイン公国財団とスウェーデンの HILLESHÖG 社の合弁により 1985 年に Kalwang に開設され、HILLESHÖG 社の技術を元に中欧に適したコンテナ苗生産技術を独自に発展させた。1990 年からは、プリンスオブリヒテンシュタイン公国財団の 100%傘下にある。100%コンテナ苗で生産し、年間出荷数は 700 万本である。

#### (1) 生産基盤

- 生産拠点は、Kalwang と Martin (2009 年開設) がある。ドイツの Lehrberg に 2011 年に事務所を開設した。Martin の開設には約 1,400 万ユーロ (約 17 億円) かかった。
- 2 拠点の主な諸元

地域	標高	温室	主な栽培品目	水源
Kalwang	780m	2 棟 (120m×25m)	スプルー (60%・減少傾向) ラーチ等 (25%・増加傾向) 広葉樹 (ナラ、ブナ、カエデ：10%程度)	地下水
Martin	380m	2 棟	広葉樹 その他針葉樹	溜池

- 現在は、約 3,000 の顧客がいる。

#### (2) 主な育苗方法

- 州ごとに気候や植生が異なるため、その地域に適した品種と生産方法をとっている。
- 使用しているコンテナ容器の特徴

容量	用途	穴数	根巻き防止	備考
93cc	オーダー次第	40	リブ	現在はほとんど使用しない。
50cc	発芽・保育用	67	リブ	
311cc	針葉樹用	15	リブ+スリット	生産量の 95%
390cc	広葉樹用	15	リブ+スリット	生産量の 5%

- 種子を BCC 社製の風選別機で選別したあと、自動播種機で 1～3 粒を 50cc の 1 キャビティに播種する。
- 培地は、ピートモスを基本にパーライトを 10%混ぜる。50cc のコンテナ容器には、目の細かいピートモス、300cc、400cc には目の荒いピートモスを使用する。
- 発芽率は、毎年豊凶により異なるため、1 ロットほとんど芽吹かないこともある。

- 温室には、450 フレーム収容できるため、450 (フレーム) × 60 (コンテナ/フレーム) × 67 (穴/50cc コンテナ) = 180.9 万本分の収容能力がある。
- 3 バッチで生産する。
  - 1 バッチ (3 月播種～5 月まで温室) : ダグラスファー、パイン、スプルース (低標高)
  - 2 バッチ (6 月播種～7 月上旬まで温室) : ラーチ
  - 3 バッチ (7 月中旬播種～11 月まで温室) : スプルース (高標高)
 スプルース (高標高) は、遺伝的に木化が早いため、最後のバッチに行う。
- 肥料は、液肥で各種の成長期により配合を変える。
- 雪の下 (人工降雪機) で保管。ダグラスファー、広葉樹は霜害に弱いため温室で保管する。
- 50cc コンテナ容器は、翌年春に大きいコンテナ容器 (311cc または 390cc) に移植する。
- 移植後、1 年または 2 年育苗し出荷する。出荷前に苗木をコンテナごとに大きさを揃えるように入れ替え、規格を満たさない (穂先が枯れている等) 苗木は廃棄する。
- 苗木は専用の架台に載せ、トレーラーで配送する。

### (3) オーストリアの林業事情等

- オーストリアでの苗木の流通は、裸苗が 75% でコンテナ苗が 25% である。
- ドイツは、裸苗が 98% でコンテナ苗が 2% 程度である。また、天然更新も多い。
- オーストリアの下刈り回数は、地域に応じて異なるが、オーストリア北部の例として年 2 回、3 年間行っている。
- 北欧で使用しているプランティングチューブは使わない。苗が大きいため、径を大きくする必要があり、そうすると地面に突き刺したプランティングチューブの口が広がりきらずにうまく植栽できない。そこで、専用の器具 (pro stuck) を使用する。
- 硬い粘土層のような場所で植えた場合、植栽した苗木の根がうまく広がっていかない場合がある。そのような土壌では、事前に大きなシャベルで土を耕す必要があるが、そのようなことを実施する作業者は少ない。



温室。屋根はポリカーボネート製。



コンテナ容器。左から 390cc、311cc、50cc。



自動播種装置ライン。コンテナ容器の洗浄、土詰め、播種、フレームに設置を行う。移植時も同様にこのラインを使用する。



風選別装置。BCC 製。



温室内。450 個のフレームを設置できる。約 180 万本の苗木を収容可能。



選別風景。大きい苗木と小さい苗木を選別してコンテナ容器を入れ替える。規格を満たさない苗木は下のバケツに廃棄する。



外で管理される苗木。フレームを直置きしているが、空気根切されている。



根鉢の様子。根鉢は柔らかいが崩れない。



出荷前、専用の架台に配送する苗木を準備。



植栽用の pro Stuck とコンテナ苗を運ぶ器具。

#### 5-4 まとめ

苗木のサイズが北欧と中欧で大きく異なり、北欧では出荷サイズが小さく（コンテナ容量 25～120cc、苗長 10～30cm）、中欧では大きい（コンテナ容量 311cc、苗長 20～70cm）。これは、周辺の雑草木との競争関係のためで、雑草木の小さい北欧では、苗木を小さく大量に育て当年生の苗を出荷する体制を整えることができる。一方で、中欧では雑草木が大きく、それに負けない大きい苗を植栽する必要がある。そのため、2～3年かけて大きく育て出荷する。また、欧州で共通していることは、温室設備を最大限に活用するため、品種の特性に合わせて播種の時期を調整し、播種～幼苗までの間の温室生育期間を年3回繰り返すことで効率的に生産量を最大化していた。

また、北欧、中欧ともに研究機関が作成した最適な樹種、品種の植栽分布図に基づき、地域において植える樹種や品種が細かく決まっており、種子（品種）の管理が厳格にされていた。発芽率もよく、北欧で9割程度、中欧で8割程度となっており、採種園、種子選別、保管の管理体制が整っていた。

以上のことが日本でコンテナ苗の育苗技術をブラッシュアップするうえで、特に参考になる事柄だと考えられる。

## 第6章 生産試験

### 6-1 目的

コンテナ苗の生産は、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。本調査1年目（令和元年度）は生産試験に着手することとし、本格的な生産試験は、本事業2年目（令和2年度）に行う。

### 6-2 協力生産者

本事業のヒアリング調査（第4章参照）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	(有)大坂林業
秋田県	スギ	(有)田村山林緑化農園
徳島県	スギ	大島来春園
高知県	ヒノキ	山崎農園
宮崎県	スギ(挿し木)	(株)長倉樹苗園

### 6-3 生産試験の内容

本事業では、2つの栽培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、協力生産者には、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。

表 6-2 生産試験の概要

No.	試験名	概要
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。
2	生産システムの効率化のためのコンテナ苗生産試験	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手法を導入し、生産システムの効率化・機械化を図る。

### 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

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る。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、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（例：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。

#### (2) 試験内容

培地は、ココピートオールド（製品名）を基本とした培地の配合を販売元の株式会社トップに依頼した。スギパークの培地は、販売元の都城森林組合から育林コンポスト（製品名）を購入した。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、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。

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	キャビティ移植時期
(有)大坂林業	令和2(2020)年4月から5月頃まで
(有)田村山林緑化農園	令和2(2020)年3月3日
大島来春園	令和2(2020)年2月27日
山崎農園	令和2(2020)年3月16日
(株)長倉樹苗園	令和2(2020)年5月頃

表 6-4 栽培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%	9	360	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	9	360	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15%	9	360	9	216
			スギバークコンポスト 100%	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%	18	720	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	18	720	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15%	18	720	9	216
			スギバークコンポスト 100%	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%	9	360	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	9	360	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15%	9	360	9	216
			スギバークコンポスト 100%	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%	8	320	8	192
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	8	320	8	192
			ココピートオールド 85% : パーライト 15%	8	320	8	192
			スギバークコンポスト 100%	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%	9	360	9	216
			ココピートオールド 80% : 鹿沼土 20%	9	360	9	216
			ココピートオールド 85% : パーライト 15%	9	360	9	216
			スギバークコンポスト 100%	9	360	9	216
			計	36	1,440	36	864
合計				212	8,480	176	4,224

### (3) 生産試験の着手

(有) 田村山林緑化農園、大島来春園、山崎農園については、生産試験を開始し、生産試験の各工程はビデオ撮影を行い、本調査2年目(令和2年度)の工程分析の資料とした。さらに、移植直後の苗の苗長と根元径を計測した。

なお、(有) 大坂林業及び(株) 長倉樹苗園については、移植の準備作業(試験場所の確保、幼苗・挿し穂の確保等)まで行い、生産試験は本事業2年目(令和2年度)から開始する。

生産試験を行った各生産者の作業状況は、以下の通りである。

#### (有) 田村山林緑化農園

作業日：令和2(2020)年3月3日

樹種：スギ 平成31(2019)年4月播種の幼苗(苗畑で育成)

培地詰めから移植まで計72箱を1日で移植した。



写真 6-1 移植する幼苗



写真 6-2 移植作業風景

表 6-5 移植時の幼苗の初期計測値(田村山林緑化農園)

容量	培地	苗長(cm)		根元径(mm)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
150cc	ココピートオールド100%	11.93	1.63	1.93	0.41
	ココピートオールド85%+パーライト15%	11.75	1.64	1.70	0.35
	ココピートオールド80%+鹿沼土20%	11.62	1.71	1.71	0.31
	スギバークコンポスト100%	11.23	1.56	1.88	0.38
300cc	ココピートオールド100%	11.03	1.49	1.99	0.39
	ココピートオールド85%+パーライト15%	10.98	1.49	1.95	0.41
	ココピートオールド80%+鹿沼土20%	10.93	1.58	1.94	0.39
	スギバークコンポスト100%	8.98	1.89	1.80	0.37

## 大島来春園

作業日：令和2(2020)年2月27日

樹種：スギ 令和元(2019)年12月播種の幼苗（育苗箱で育成）

培地詰めから移植まで計72箱を1日で作業した。



写真 6-3 移植する幼苗



写真 6-4 移植作業風景

表 6-6 移植時の幼苗の初期計測値（大島来春園）

容量	培地	苗長(cm)	
		平均	標準偏差
150cc	ココピートオールド100%	1.75	0.38
	ココピートオールド85%+パーライト15%	1.53	0.38
	ココピートオールド80%+鹿沼土20%	1.63	0.41
	スギパークコンポスト100%	1.58	0.43
300cc	ココピートオールド100%	1.69	0.44
	ココピートオールド85%+パーライト15%	1.67	0.43
	ココピートオールド80%+鹿沼土20%	1.58	0.40
	スギパークコンポスト100%	1.76	0.41

※根元径は、0.7mm とする。幼苗が細すぎて計測時に幼苗を傷つける可能性があったため、一本のみ根元径を計測し、代表値とする。

山崎農園

作業日：令和2(2020)年3月16日

樹種：ヒノキ 令和元(2019)年8月播種の幼苗(育苗箱で育成)

培地詰めから移植まで計64箱を1日で移植した。



写真 6-5 移植する幼苗



写真 6-6 移植作業風景

表 6-7 移植時の幼苗の初期計測値(山崎農園)

容量	培地	苗長(cm)	
		平均	標準偏差
150cc	ココピートオールド100%	4.87	0.83
	ココピートオールド85%+パーライト15%	4.48	1.03
	ココピートオールド80%+鹿沼土20%	4.65	1.03
	スギバークコンポスト100%	4.26	0.78
300cc	ココピートオールド100%	5.01	0.65
	ココピートオールド85%+パーライト15%	5.02	0.58
	ココピートオールド80%+鹿沼土20%	4.89	0.70
	スギバークコンポスト100%	5.39	0.64
タチバナ 150cc	スギバークコンポスト100%	4.36	0.57
	スギバークコンポスト80%+パーライト20%	3.67	0.57

※根元径は、0.7mmとする。幼苗が細すぎて計測時に幼苗を傷つける可能性があったため、一本のみ根元径を計測し、代表値とした。



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 6-9）。

表 6-8 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・育苗箱	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）

表 6-9 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	開始予定時期	
			播種	移植
カラマツ	(有) 大坂林業	① 苗床から幼苗への移植作業 ④ 一粒播種で生産したプラグ苗の移植作業	④令和2年7月	①令和2年3月 ④令和3年3月
スギ	(有) 田村山林 緑化農園	① 苗床から幼苗への移植作業 ② キャビティへ多粒播種 ③ キャビティへ直接一粒播種 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	②～④ 令和2年2月18日	①令和2年2月18日 ②～④ 令和2年6月
ヒノキ	山崎農園	① 育苗箱からキャビティへの移植作業 ② キャビティへ直接多粒播種 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	②④ 令和2年2月13日	①令和2年3月16日 ④令和2年6月

### (3) 生産試験の着手

(有) 田村山林緑化農園、山崎農園については、生産試験を開始し、生産試験の各工程はビデオ撮影を行い、本調査2年目(令和2年度)の工程分析の資料とした。

なお、(有) 大坂林業については、播種及び移植の準備作業(試験場所の確保、幼苗の確保等)と通常の苗の移植作業を令和2(2020)年3月11日に開始したため、新しい手法との比較のための作業工程を適宜ビデオ撮影した。

#### (有) 田村山林緑化農園

作業日: 令和2(2020年)2月18日

樹種: スギ

作業: キャビティ1粒播種、キャビティ多粒播種、セルトレイ1粒播種、セルトレイ多粒播種各800本分(合計3,200本分)の土詰め作業及び播種作業を1日で終了した。



写真 6-7 セルトレイ1粒播種作業



写真 6-8 播種、覆土後のセルトレイ



写真 6-9 キャビティ1粒播種作業



写真 6-10 播種板を使用したキャビティ多粒播種作業

## 山崎農園

作業日：令和2（2020）年2月18日

樹種：ヒノキ

作業：キャビティ多粒播種、セルトレイ1粒播種

各800本分（合計1,600本分）の土詰め及び播種作業を1日で終了した。



写真 6-1 1 セルトレイ一粒播種作業



写真 6-1 2 多粒播種・覆土後のコンテナ

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。
- 生産者と協会で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	スギバークコンポスト 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	スギバークコンポスト 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。

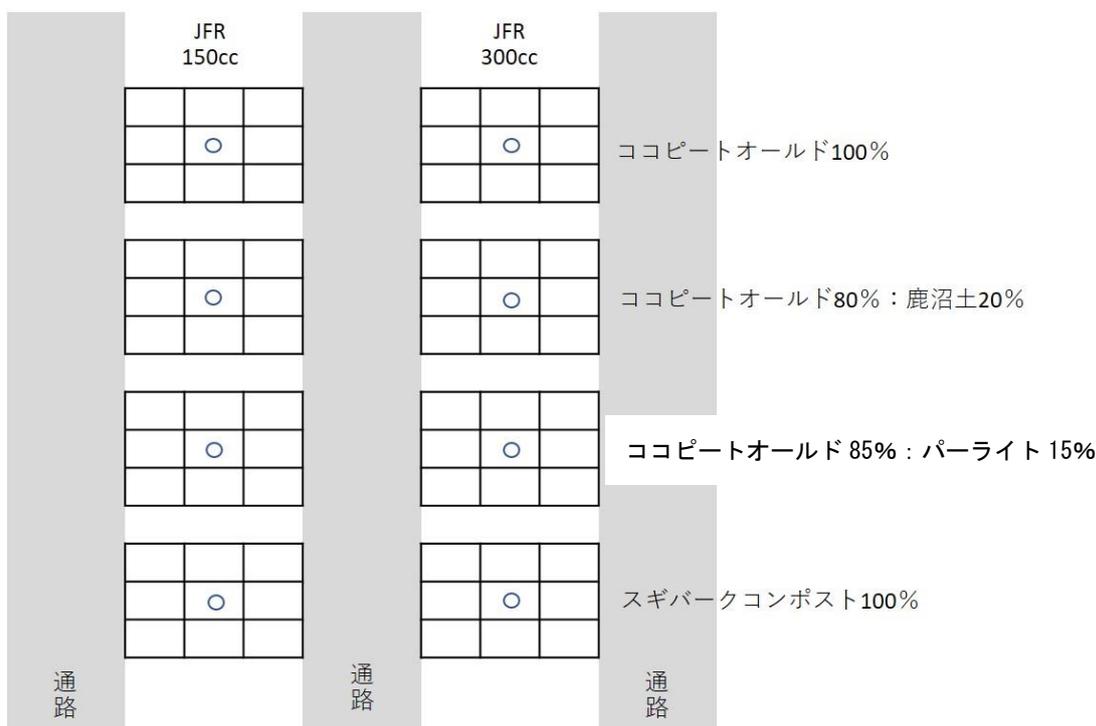


図1 コンテナの配置 ○：土壌水分計

### 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 露地や育苗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。

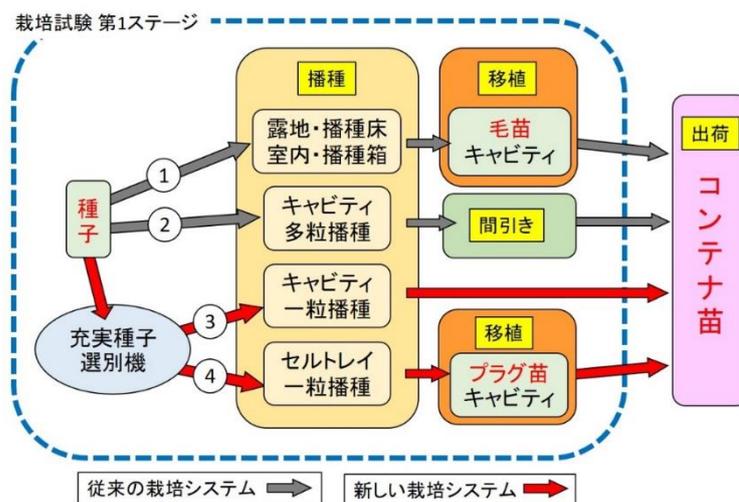


図1 新たな生産システムの実証試験のフロー

- 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、苗床あるいは育苗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・育苗箱	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 月に育苗箱に播種する。
- ・ 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。

## 第7章 最新のコンテナ苗生産技術等の整理

### 7-1 コンテナ苗規格化のためのデータ分析

#### 7-1-1 目的

コンテナ苗の規格によって、植栽後の苗木の成長に影響することが推測される。そこで、将来的な規格策定のための参考になる結果を提示するため、既存のコンテナ苗の植栽後のデータを用いてコンテナ苗の形状（苗高、地際径、形状比）に着目し、苗木の初期成長及び活着率（枯死率）の関係を分析する。

#### 7-1-2 使用データ

林野庁から提供された全国各地の国有林において植栽したコンテナ苗（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。6箇所の森林管理局より76林小班分のデータの提供を受けた。データの整理を行い、解析に耐えうるデータを以下の表7-1の通り整理した。

表 7-1 各局の林小班の箇所数と樹種の内訳

森林管理局	採用林小班	非採用林小班	スギ	ヒノキ	カラマツ
北海道	11	0	-	-	11
東北	17	1	13	-	4
関東	29	2	25	3	1
中部	9	2	2	7	-
四国	3	0	3	-	-
九州	2	0	2	-	-
計（小班）	71	5	45	10	16

※近畿中国森林管理局のデータについては、本事業2年目（令和2年度）に持越す

#### 7-1-3 分析方法

##### （1）形状比と初期成長に関する分析

樹種毎に第1成長期の相対樹高成長量と植栽時の形状比に関して散布図を作成し、平滑化スプライン曲線<sup>1</sup>で回帰して、全体の大まかな傾向を把握した。相対樹高成長量は以下の式で求める。

$$\log(\text{植栽 } N \text{ 年目の樹高}) - \log(\text{植栽 } N-1 \text{ 年目の樹高})$$

さらに、植栽時の形状比を3区分（80未満、80以上120未満、120以上）に分類したコンテナ苗の個体毎の成長を追跡し、実際の成長状況を整理した。

なお、以後の解析は全て R<sup>2</sup> ver. 3.5.2 を用いて行った。

<sup>1</sup> 関数で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推定する手法。直線回帰と異なり、連続的な説明変数に対応する目的変数の増減も推定できる。

<sup>2</sup> R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for

## (2) コンテナ苗の植栽時の形状と生存率に関する分析

コンテナ苗の植栽時の計測値と植栽後1年目の生存率の関係性を調べた。提供された苗木の成長データには、「枯損」と記載されていたが、枯損の原因（非活着、食害、誤伐等）が備考に書かれていないものが多いため、枯損原因を分離することができなかった。本来は、コンテナ苗の活着性能を評価する必要があるが、このデータでは困難であったため、植栽後1年目の活着率ではなく生存率として、以下のように定義した。

植栽後1年目の生存率の定義（枯損・消失せず生き残った苗の割合）

（枯損の原因）

- 活着せず枯れ
- 食害
- 誤伐 等

植栽1年後の生存状態（生死を0,1データで表現）と植栽直後の苗木の計測値（苗高、地際径）に対してそれぞれロジスティック回帰分析<sup>3</sup>を行い、生存率を推定し植栽時の苗木の形状の影響を解析した。

### 7-1-4 解析結果

#### (1) 形状比と初期成長に関する分析

樹種毎、森林管理局毎にコンテナ苗の植栽時の形状比と第1成長期（植栽後最初の春季から秋季の樹高成長期）の相対樹高成長量について、散布図を描き平滑化スプライン曲線で回帰し図 7-1 に示す。地域によって成長にバラツキがあるものの、概ね植栽時の形状比が大きい（苗の地際径が短く、細長い）と樹高成長速度が遅い傾向が見られ、先行研究（八木橋ら 2016）と同様な傾向を示した。

---

Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

<sup>3</sup> 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。

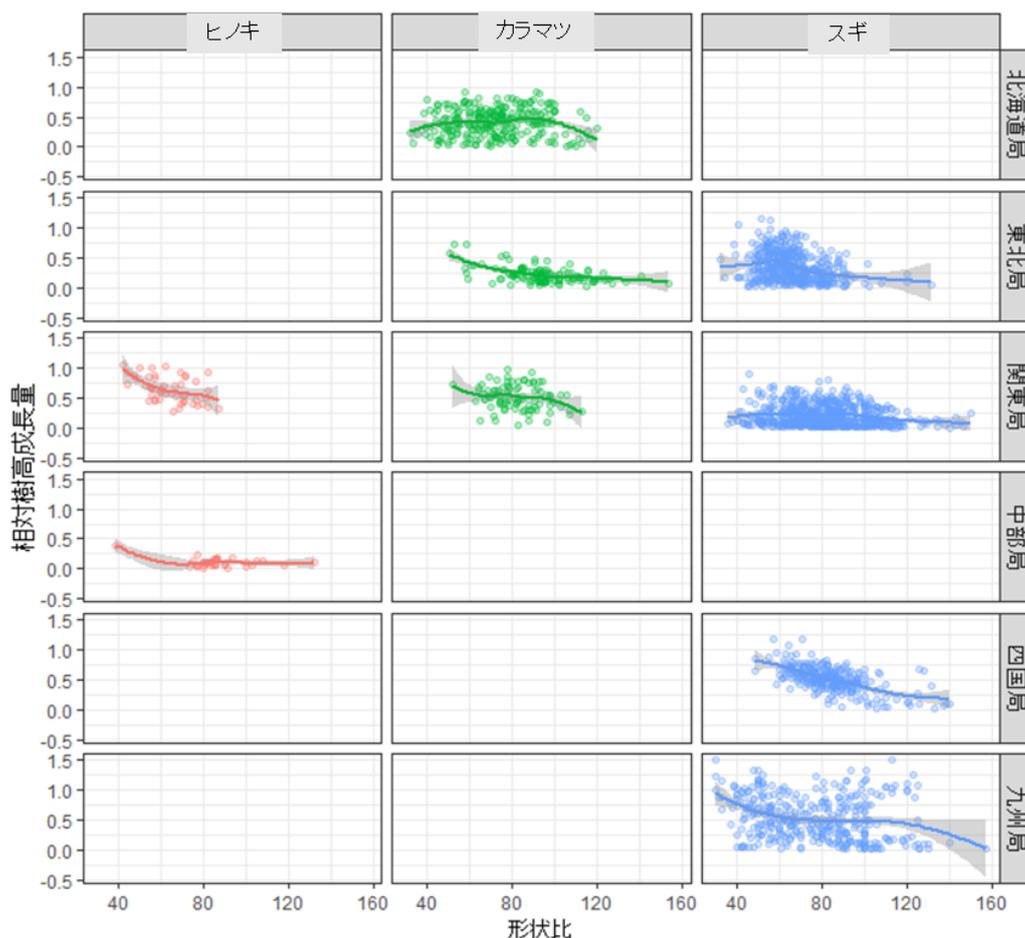


図 7-1 樹種・森林管理局毎の植栽時の形状比と相対樹高成長期の関係

次に、森林管理局毎のコンテナ苗の植栽時の形状比の違いによるその後の樹高成長を追跡した結果を樹種ごとに図 7-2～4 で示す。一部で傾向は異なる個体はあるものの、ヒノキとスギについては、概ね植栽時の形状比が大きい苗が小さい苗よりも樹高成長が遅い傾向が読み取ることができる。一方で、カラマツは植栽時の形状比に依らずに樹高成長する傾向がある可能性が挙げられた。

これらの樹高成長が一定の基準、例えばニホンジカに対して頂芽が食害を受けづらくなり、雑草木との競合関係からも抜け出しはじめ下刈りが不要になる高さの基準を設定することにより、植栽時の形状比のグループ毎にその基準に達するまでにかかった成長期間を比較することで、植栽後の樹高成長の良いコンテナ苗の形状を推定することができる可能性がある。

しかしながら、植栽時の形状比の樹高成長に対する影響は、第1成長期のみでそれ以降は大きな影響を及ぼされず、樹高成長は、周囲の雑草木の競合状態や地位、斜面方位といった周辺環境に大きく依存する傾向があると考えられているため、高さの基準は慎重に検討する必要がある。そのため、今後これらのデータを用いて、地域毎、環境毎にデータを抽出して樹高成長量と植栽時の形状比の関係について検証する必要がある。

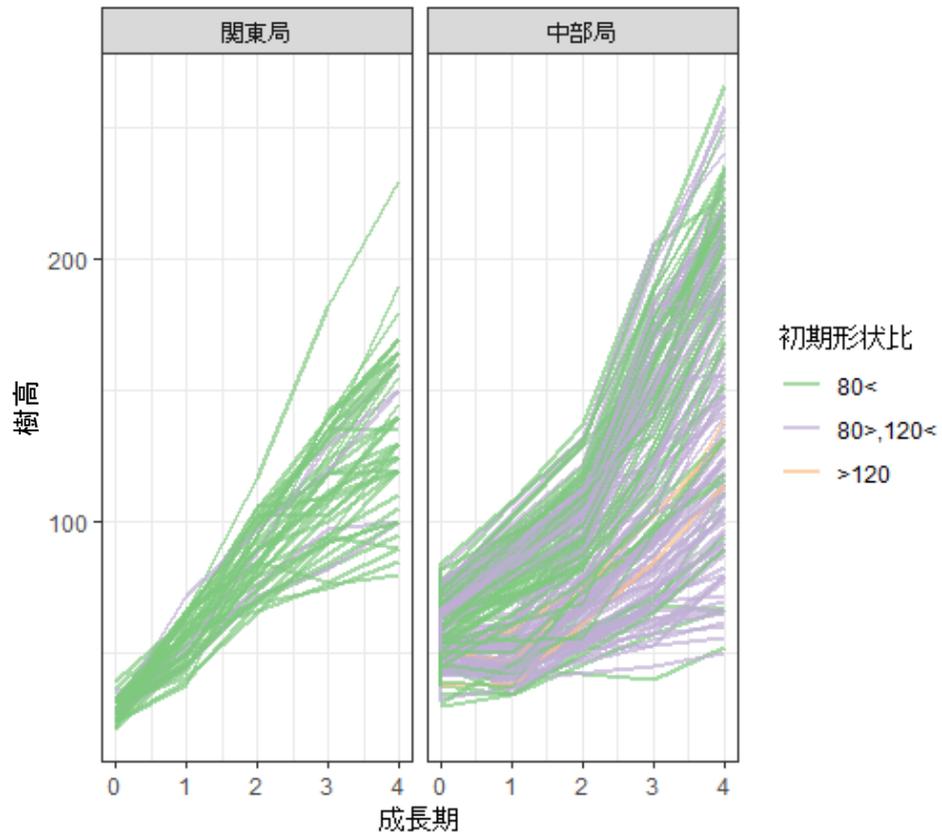


図 7-2 ヒノキの植栽時の形状比毎の樹高成長の比較

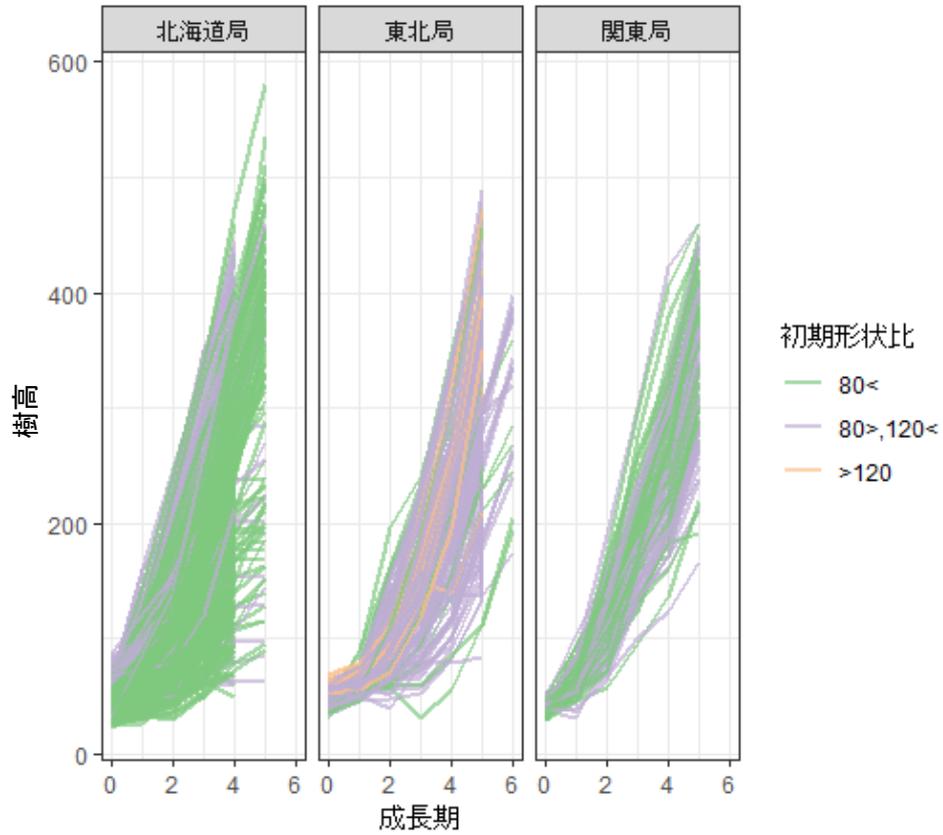


図 7-3 カラマツの植栽時の形状比毎の樹高成長の比較

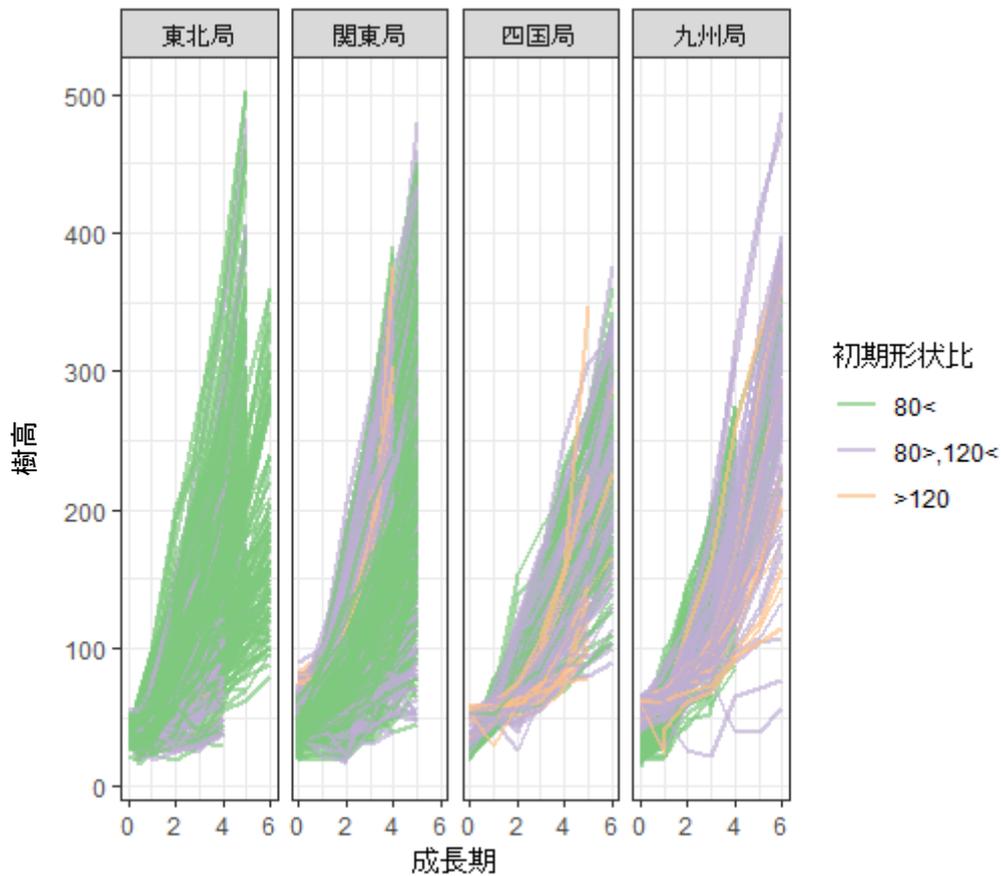


図 7-4 スギの植栽時の形状比毎の樹高成長の比較

## (2) コンテナ苗の植栽時の形状と生存率に関する分析

ヒノキの植栽時の樹高及び地際径と植栽後1年目の生存率は、植栽時の樹高が高いほど生存率が低くなる傾向があり、一方で、地際径に影響は見られなかった(図 7-5)。一方で、カラマツは、植栽時の樹高及び地際径がそれぞれ大きいほどと生存率が高くなる傾向が見られた(図 7-6)。

スギについては、調査地点が多いため、森林管理局毎に分けて解析した。植栽時の樹高による生存率への影響については、一定の傾向が見られず、樹高が高いと生存率が下がる地域(東北局)と上がる地域(関東局)、樹高の影響を検出できない地域(中部局、四国局、九州局)に別れた(図 7-7)。植栽時の地際径については、植栽時の地際径が大きいと生存率が上がる地域(東北局、関東局、中部局)と地際径の影響を検出できない地域(四国局、九州局)に別れた(図 7-8)。特に東北局では、顕著な傾向を示し、苗高が大きく地際径が小さい苗、すなわち形状比が高い苗ほど生存率が低くなると推察され、今後さらに分析する必要がある。

以上の結果は、カラマツに関しては、コンテナ苗の植栽時の樹高及び地際径が大きいほど生存率が高くなると考えられる。一方、スギとヒノキに関しては、樹高が大きくても生存率が上昇するとは限らず、地際径が十分でないと生存率が高くない可能性を示している。

以上の分析は、地域毎に異なる環境条件や死亡原因があるため、一概に評価できない。そのため、今後これらのデータを用いて、地域毎、環境毎にデータを抽出して生存率と植栽時の形状の関係について検証する必要がある。

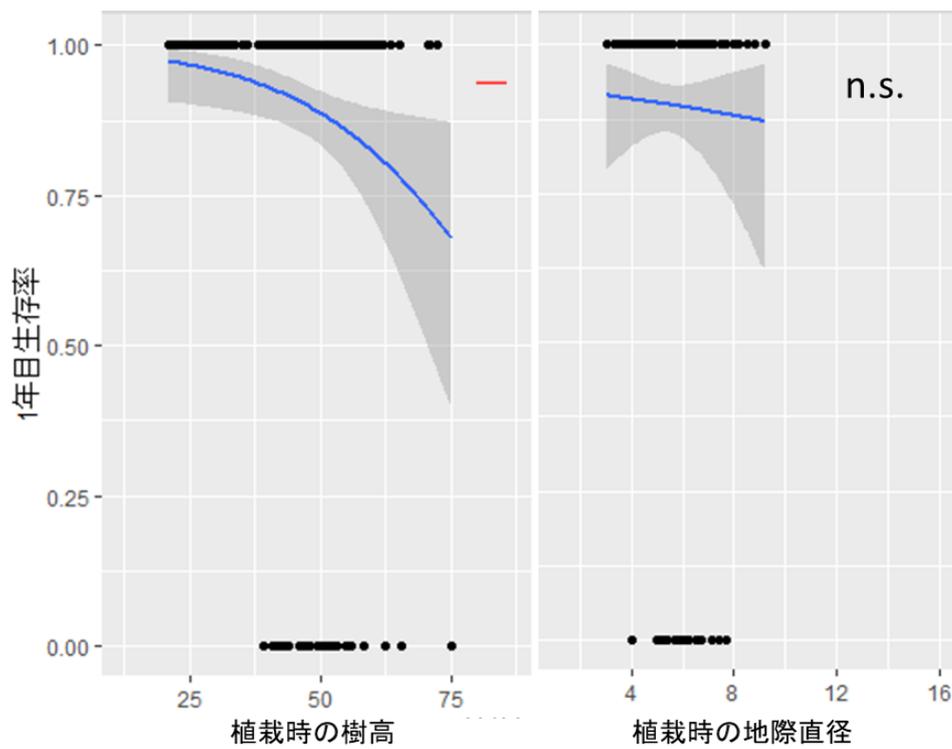


図 7-5 ヒノキの植栽時の樹高及び地際径と植栽後1年目の生存率との関係

マイナスは、尤度比検定で負の効果（減少傾向）を示す。n.s.は、統計的に有意な効果がないことを示す。

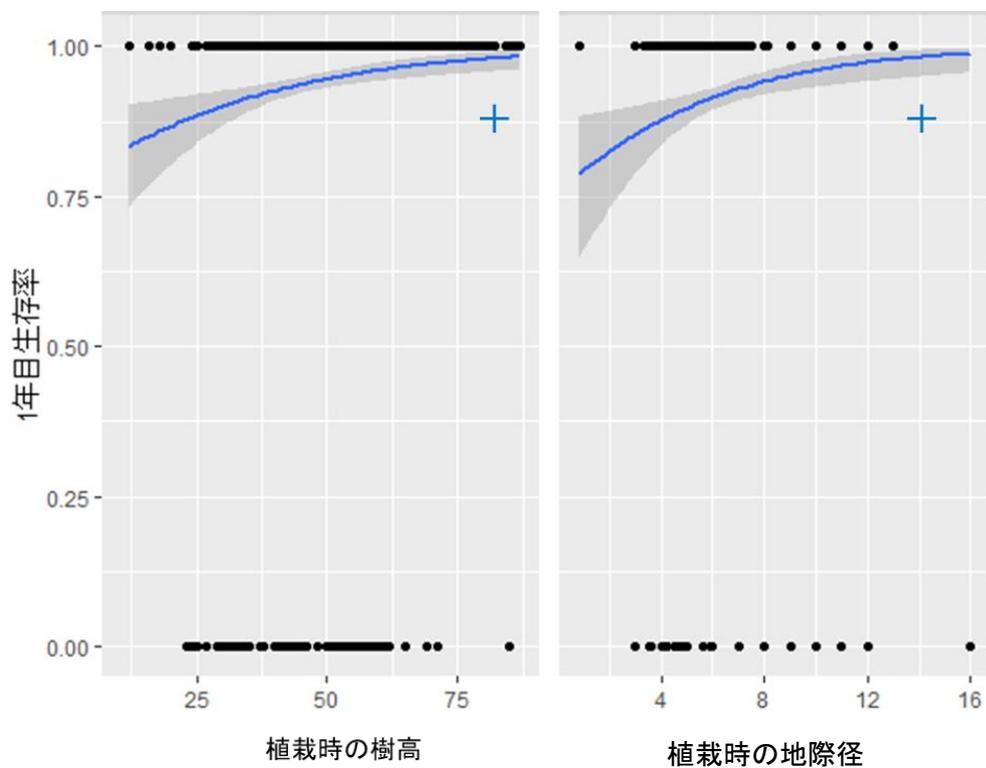


図 7-6 カラムツの植栽時の樹高及び地際径と植栽後1年目の生存率との関係

プラスは、尤度比検定で正の効果（上昇傾向）を示す。

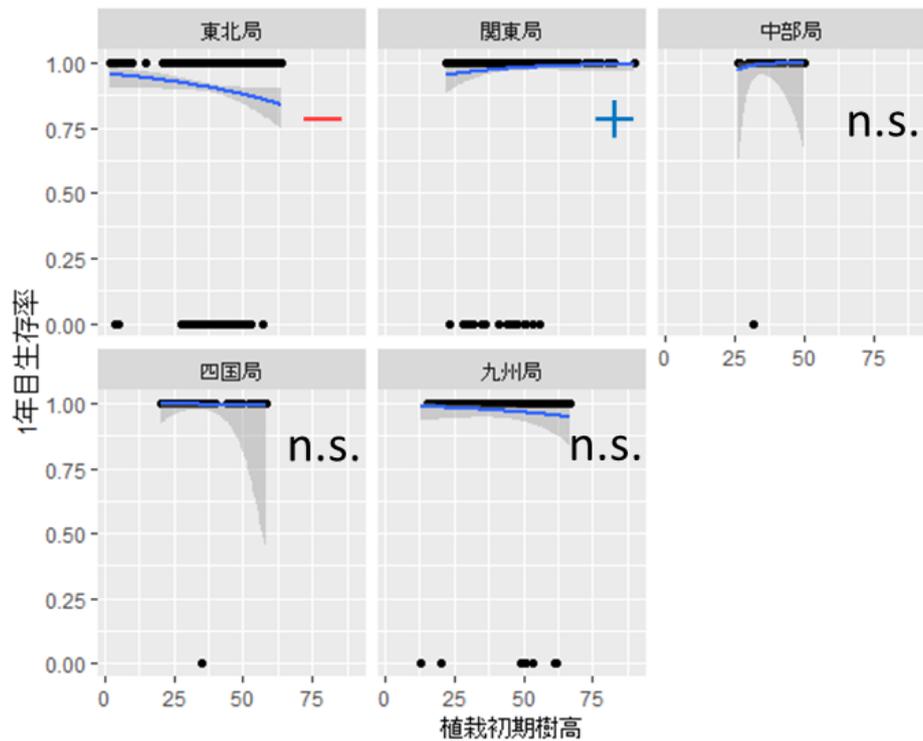


図 7-7 スギの植栽時の樹高と植栽後1年目の生存率との関係（森林管理局毎）

プラスは、尤度比検定で正の効果（上昇傾向）を示す。マイナスは、尤度比検定で負の効果（減少傾向）を示す。n. s. は、統計的に有意な効果がないことを示す。

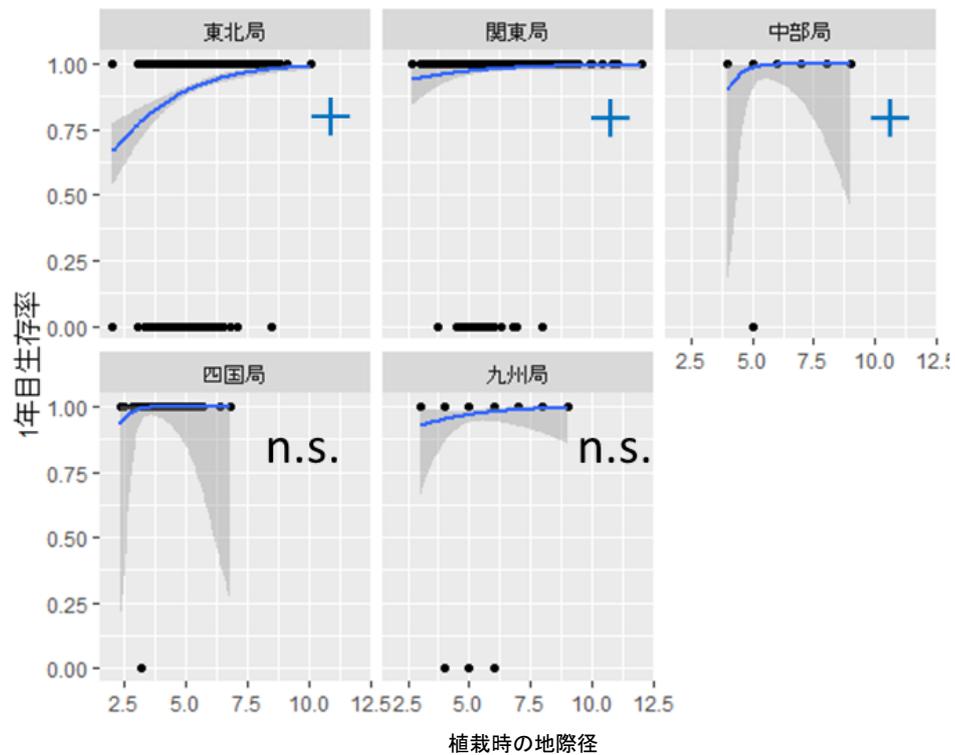


図 7-8 スギの植栽時の地際径と植栽後1年目の生存率との関係（森林管理局毎）

プラスは、尤度比検定で正の効果（上昇傾向）を示す。n. s. は、統計的に有意な効果がないことを示す。

## 7-1-5 データ分析から得られた課題

### (1) 苗木の形状

#### 現状

苗木の形状比が高いものは、一般的に植栽後の樹高成長が遅い傾向がみられる。しかし、樹種によって反応が異なり、スギとヒノキは形状比の影響を大きく受ける傾向にあるが、カラマツは形状比が大きくても樹高成長に問題にならない可能性がある。さらに、スギとヒノキでは植栽時の形状比が高い（地際径が小さい）ほど、植栽後1年目の生存率が低くなる場合があった。原因は不明であるが、地際径が小さい（根鉢内の根量が少ない）と活着が悪くなる可能性や動物による食害を受けやすい可能性がある。

#### 課題解決

植栽後何年で何cmまで伸びることを目標にするかで、定める規格が異なると考えられる。特に植栽後、頂芽をシカに食べられないことや周辺の雑草木との競合関係から脱することを念頭に目標値を設定し、その目標に対して現状流通している苗木の品種がどの形状であれば植栽後樹高成長しやすく目標値に達する可能性が高いかといった分析を行う。

### (2) 根の成長度合い

#### 現状

令和元年度当年生苗導入調査委託事業（以下、当年生苗事業とする。）の結果から当年生苗の方が2年生苗よりも植栽後の樹高成長がよく、相対樹高成長量が3倍程度で植栽時小さい当年生苗が大きい2年生苗に翌年樹高が追いついた事例があった。これは、根鉢が育ちすぎると植栽初期の樹高成長に結びつかない可能性が考えられる。一方で、根鉢が十分に形成されず柔らかすぎると出荷時に根鉢が崩れてしまうリスクが大きいため、根鉢の硬さについてはバランスが重要である。

また、植栽後1年目の生存率は、地際径が大きくなるほど高くなる傾向があり、特に東北地方で顕著であった。当年生苗事業では、地際径の小さい当年生苗がウサギの食害にあって枯損する事象がみられていたことから、これと同様な現象があった可能性が考えられる。

#### 課題解決

生産者から購入したコンテナ苗の評価試験において、苗木の根鉢の各種計測と苗畑への植栽による初期成長を次年度に評価する予定である。その結果を分析し、規格化するときの推奨される根鉢の形成状態の情報を整理する。

## 7-2 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)を対象とし、収集した文献は、105文献(海外文献が27、国内文献が78)である。

### 7-2-1 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7-2、表7-3に示す。なお、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 7-2 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
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

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J007	ヒノキ	岡山県	2016	諏訪 錬平ら	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 真司ら	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
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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
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
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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
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
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)

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
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
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

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
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
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

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
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	Hirofumi Sato	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ンラーチ育苗の現状	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、519、2018
J058	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	冨森加耶子ら	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
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

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
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
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

文献 No	樹種	地域	報告年	著者名	文献名	出典
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

表 7-3 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)	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>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。</u></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。</u>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。<u>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。</u>さらに<u>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。</u>一方、<u>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。</u>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。</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.	J006	報告年	2016	著者名	成松眞樹ら
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、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。</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。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。</p> <p>本研究の結果は、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。</p>				
No.	J007	報告年	2016	著者名	諏訪錬平ら
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>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。</p> <p>現状では、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。</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</p>				

	<p>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能率化を目指し、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、スペード、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。また、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能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。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、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。</u></p>				

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14.8~24.0m<sup>3</sup>/人日となり、約20m<sup>3</sup>/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ど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>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。</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</p>				

	<p>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	<p>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</p>				
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	<p>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</p>				
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、高性能あるいは先進的林業機械を組み合わせた一貫作業の工程調査を行った。その結果、グ</p>				

	<p>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なが分かった。</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、苗木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>。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。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</u>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</p>				

	<p>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。<u>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。</u>活着率の点では、標高が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></p>				

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>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。</p> <p>これらのことから、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。</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)	<p>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、一般的に形状比の高い苗が生産されがちである。とりわけ形状比が 100(m/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</p>				

	<p>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年生コンテナ苗育苗試験				
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、</p>				

	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、鍬を用いて植える鍬植えを設けた。</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、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、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、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。</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</p>				

	<p>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造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</p>				

	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下で有効なのか？～北海道の場合～				

抄録 (概要)	<p>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</p>				

	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)	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				
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)	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のものと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と比較すると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>				
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壌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、大型ポット内土壌の含水率が高かったことから、6 日目にはポット内土壌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 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</p>				

	<p>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CO<sub>2</sub>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%</p>				

	<p>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、<u>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。</u></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><u>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、<u>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。</u>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。</u></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と考えられた。</u></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)	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				

	<p>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と考えられた。Bは無処理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。</u></p>				
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40<math>\mu</math>mol/m<sup>2</sup>s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</p>				

	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。				
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)	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				

	<p>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が持続する傾向がみられた。以上より、軽度の土壤乾燥時には根量の少ない苗で摘葉処理の効果があり、土壤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良いという生産者と、あまり締め固めなくしても良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</p>				

	<p>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><u>その結果、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。</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>				

	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。				
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、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。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。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、苗木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。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・設備費を元にコスト試算・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、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、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。通常</p>				

	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。				
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ヶ月にはマント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、<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。</p>				
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、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1.8g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。</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。150cc(スリットあり)、150cc(スリットなし)、300cc(スリットなし)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5mm以上の苗を作れた。</p> <p>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。</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、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。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</p>				

	<p>した。茨城県森林総研苗畑のビニルハウス内で、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5 cm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</p>				

	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。				
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 <math>29 \pm 4</math> cm から 11 月には <math>85 \pm 20</math> cm になった。</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 7-4 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 7-5 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	1・7・8・17・25・26・28・34・47・69	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	18・21・22・44・76・77	5・11・16・18・21・22・77	9・24・31・42・70
文献数	59 文献	18 文献	22 文献	5 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った。

- 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、スペードコンテナ苗、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)

#### <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)

## 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)

### <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)

### <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。

- ・ 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)

#### e. 挿し木・挿し穂の成長量の比較

- ・ 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)

#### g. 培地種類・配合・充填量の違いによる成長量の違い

- ・ 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

- ・ 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)

#### 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。(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ヶ月間は有効であるが、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)

## 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かった。(J003)
- ・ スギのコンテナ苗の植栽後の蒸散速度と細根の乾燥重量を測定した結果、植栽時に地上部／細根比が大きいほど、細根量の増加が遅く、蒸散器官(葉)と吸水器官(細根)のバランスがとれるのにより多くの時間がかかることが示唆された。(J003)
- ・ 実生由来のスギコンテナ苗は、苗高が高い苗木で地上部／細根比が大きい苗木が多くなる傾向にあるため、育苗現場で計測が容易な苗高を山出し苗の基準とし、苗高の上限を設定することが考えられる。(J003)
- ・ 苗高の高いコンテナ苗では、植栽当初に強い水ストレスを受け、葉量に見合う根量になるのにより時間がかかる苗木の割合が高い可能性を示唆した。(J003)
- ・ 宮崎県でスギ挿し木のコンテナ苗と裸苗を9月に植栽した結果、コンテナ苗は裸苗よりも乾燥に対する耐性が強いと考えられたが、本研究の乾燥条件においては、夏季植栽におけるコンテナ苗の優位性は示されなかった。(J004)
- ・ 鹿児島県でスギのコンテナ苗(150cc、300cc)および裸苗の根系の発達度(根系発達度は表面根系被覆率に応じて5段階で評価され、20%未満が1、20～40%が2、40～60%が3、60～80%が4、80～100%が5(蛭子, 2017))を観察したところ、300ccコンテナ苗では8割が根系発達度4以上であり、150ccコンテナ苗では300ccコンテナ苗と比較して根系発達度3以下の割合が大きかった。(J014)
- ・ 鹿児島県でスギのコンテナ苗(150cc、300cc)および裸苗の湿重量を測定したところ、根重量は苗種間で有意に異なり、150ccコンテナ苗が最も小さかった。(J014)
- ・ 徳島県のスギのコンテナ苗を東京にて光合成生産がほとんど行えない程度の弱光条件かつ灌水制限

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)

#### 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見られた。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)

## 7-2-2 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 7-6、7-7 に示す。

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* ボンデローサマツ
- 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

表 7-6 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
E002	4		Jeremiah R. Pinto et al.	2011	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: function of stocktype and edaphic conditions	Forest Ecology and Management 261(11):1876- 1884

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
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
E006	1・6	スウェ ーデン 南部	Kristina Wallertz, Cecilia Malmqvi st 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

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E007	1・3	スウェーデン 北部の 沿岸と 内陸	Johansson Karin, Hajak Jörgen and more	2014	Early performance of Pinus sylvestris and Picea abies - 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.
E010		フィンランド	Hallongren Heidi, Laine Tiina and more	2014	Competitiveness of mechanized tree planting in Finland	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 144-151 Volume 29, 2014 - Issue 2

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
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		フェノスキャンディア：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

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
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.
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 Böhleniu s and more	2017	Influence of Cutting Type and Fertilization in Production of Containerized Poplar Plants	Forests 2017, 8(5), 164

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E024	1	スウェーデン	Elisabeth 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
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

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E027	9	スペイン南東部乾燥した沿岸	Juan A. Oliet, Francisco ArteroSi món Cuadros Jaime Puértola 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

表 7-7 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><u>Norway spruce (ドイツウヒ) と Scots pine(オウシュウアカマツ)は、慣習的に、</u>苗は春と秋の初めに植えられるが、<u>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。</u> <u>土壌温度は、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、土壌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。</u> <u>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。</u></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	<p>深さと容積が異なる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。<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。</u> <u>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。</u> <u>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。</u> <u>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></p>				
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 cm<sup>3</sup>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</p>				

	<p>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。</p>				
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	<p>北欧の皆伐後再生林は、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。</p>				
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	<p>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。</p>				
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 Tsakalidimi 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 Pinus sylvestris and Picea abies 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 (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。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。</u></p>				
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	<p>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。</p>				
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 (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><u>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。</u></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、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。</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 tabulaeformis</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。結果、<u>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。</u> <u>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 Luna Jose 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、Zizyphus lotus のストックサイズ（300、400、1000 cm<sup>3</sup>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。Z. lotus の 300、400、1000 cm<sup>3</sup>のコンテナ容量による効果を実験した結果、<u>1,000 cm<sup>3</sup>のコンテナ容量で生産された Z. lotus の全バイオマスは、300 および 400 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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。</u></p> <p>Z. lotus の 300、400、1000 cm<sup>3</sup>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、<u>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。</u></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 7-8 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 7-8 樹種別の整理（海外文献）

樹種	ドイツトウヒ クロトウヒ	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	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	7・13・20・25	2・6・7・20・22・26・	3	15・23・27
(2)植栽前の生育	4・8・	26		
(3)その他、コンテナ苗技術	1・6・18・24	1・13・18		5・9・10・11・ 12・14・16・17・ 19・21
文献数	10 文献	10 文献	1 文献	13 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

- ・ 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 cm<sup>3</sup> と 90 cm<sup>3</sup> 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)

#### 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)

### c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

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が、初期の苗木成長にわずかな違いが生じる。

- 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、苗木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木が春から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、コンテナ苗木の 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、植えられた実生苗木の根の成長は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木は、両方の種で晩秋に植えられた苗木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、春植えの苗木成長は、秋植えの苗木と比較して低かった。(E022)

### 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、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 cm<sup>3</sup>と90 cm<sup>3</sup>)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木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木は、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木は、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、裸苗木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木を使用すべきである。(E015)
- *Zizyphus lotus* (ナツメ属の1種)の300、400、1000cm<sup>3</sup>のコンテナのサイズによる効果を実験した結果、1,000cm<sup>3</sup>のコンテナ容量で生産された *Z. lotus*の全バイオマスは、300cm<sup>3</sup>および400cm<sup>3</sup>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。1,000cm<sup>3</sup>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)

### 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 cm<sup>3</sup> と 400 cm<sup>3</sup>、1,000cm<sup>3</sup> 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に有意に異なり、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)

## 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

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。

- 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)

#### 7-2-3 文献整理のまとめ

コンテナ苗生産技術における国内文献、海外文献の整理において、これまでに明らかになってきている結果を以下にまとめた。

##### (1) コンテナ苗の有用性

裸苗との比較の結果、生存率、樹高成長はコンテナ苗で優れる事例、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、効率的に生産・運送ができ、植栽時のストレスを軽減できることから、コンテナ苗は有用であるといえる。

##### (2) 形状比

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。

##### (3) 植栽時期

オウシュウアカマツ・ドイツトウヒは、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が、初期の苗条成長にわずかな違いが生じる。

スギ・ヒノキ・カラマツとも、植栽時期の違いによる活着率に大きな差は見られず、コンテナ苗にすること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。

##### (4) コンテナ容量

国内では、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。

海外では、コンテナ容量は、大きいほど、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。

### **(5) 植栽方法**

乾燥地に植えられた実生苗は中湿地に比べ、生存率、成長が低いことから、水分条件の違いが成長量に影響することがわかった。コンテナ苗は、浅く植えるより深く植える方が生存率は高くなった。

### **(6) 育苗方法**

培地種類・配合・充填量、施肥、その他制御や処理などのコンテナ苗生産技術の文献事例はまだ少なく、良いコンテナ苗を作るために必要な情報がまだまだ不足しているのが現状である。コンテナ苗生産を行っていくための、基礎材料となるこれらの検証が必要であると考えられる。

### 7-3 その他の情報収集及び整理

#### 7-3-1 スギバーク培地

スギバークとは、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ハスクに代わるコンテナ苗の培地として利用できることがわかった。スギバークのコンテナ苗の培地としての利用は、宮崎県の生産者により現場レベルで試験導入され、コンテナ苗が問題なく生産できることが確認されているが、全国レベルでの検証や普及はまだ行われていない。

今回、スギバーク培地の生産に全国で先駆けて取り組み始めた宮崎県都城市で都城森林組合が販売するスギバークの培地（製品名：育林コンポスト）の生産工程を視察した。視察した主な内容は、以下である。

- ・ 周辺の木材加工所よりスギやヒノキの樹皮（バーク）を購入している。木材加工所にはゴミ等が入らないように樹種ごとに集めてもらうよう協力してもらい、一定価格で買い取っている。
- ・ スギの樹皮を3年程度かけて、屋外に堆積させ重機でかき混ぜながら発酵させる。
- ・ 発酵したら破砕機で裁断してから袋詰し出荷する。
- ・ ヒノキは、発酵しにくいいため、チップにして敷材として出荷している。



写真 7-1 スギバークの堆積場（写真奥）



写真 7-2 培地の精選・袋詰め設備

#### 7-3-2 種子選別機

主要な造林用樹木の種子は、発芽に必要な栄養源として、胚乳部に脂質成分を蓄積する。この脂質成分を十分に持ち、発芽する能力がある種子を充実種子と呼ぶ。充実種子の胚乳部は、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。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。松田氏<sup>4)</sup>は、この原理を応用して種子選別機を開発した。種子選別機は、一粒毎に分析し、SQI値を求めヒストグラムを作成し、充実種子と不稔種子の閾値を決定し種子を選別する。選別機は、図7-9に示す外観で①投入部から種子を投入し、②搬送部が回転しながら種子を送り、③判別部で測定して測定結果に応じて④回収部に充実種子と不稔種子を選別して入れる。

種子選別の課題として、充実種子が全て一斉に発芽するわけではなく、休眠種子が存在するため選別

<sup>4)</sup>松田 修, 小川 健一, 飛田 博順, 岩倉 宗弘 (2019) 充実種子選別装置と高品質種苗の普及に果たすその役割. 森林遺伝育種. 8: 183-187.

された充実種子の中で発芽にタイムラグを生じてしまう。そのため、効果的な休眠種子の覚醒方法の開発が求められている。

本事業では、生産試験の一粒播種試験を行うため、生産協力者から種子を預かり、種子選別機にかけるため、開発元の九州計測器株式会社に種子選別機を用いた種子選別作業を依頼した。種子の選別作業により、選別した結果を表 7-9 に示す。

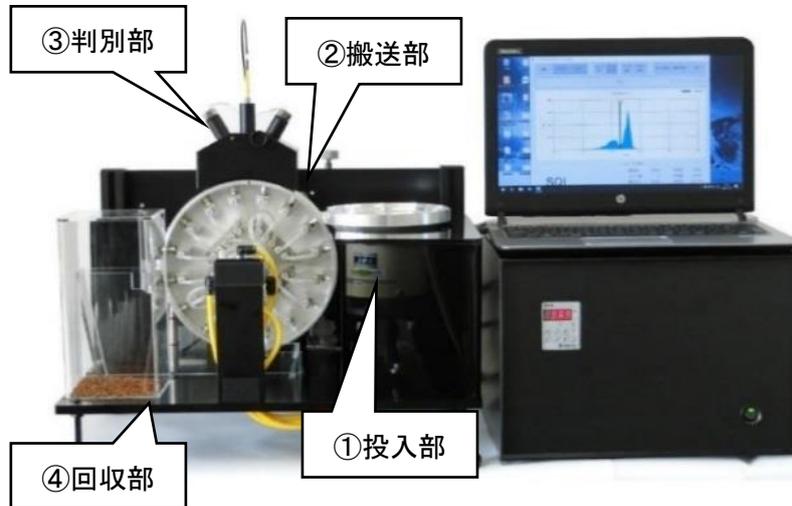


図 7-9 種子選別機の外観

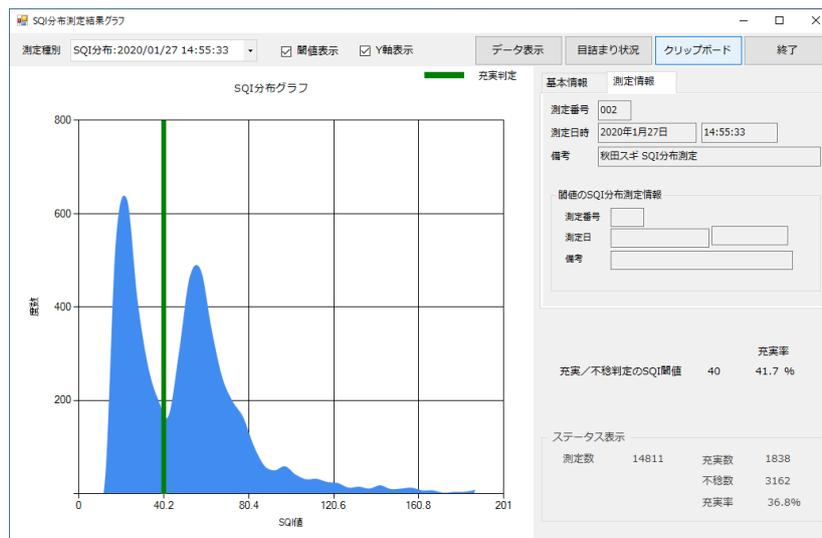


図 7-10 種子選別機によって選別された秋田県産スギの SQI ヒストグラム  
緑のラインが閾値を示し、閾値の左側が充実種子の SQI 値。

表 7-9 樹種毎の種子選別機にかけた充実率の結果

樹種	産地	数量	充実種子数
スギ	秋田県	500g (146,746 粒)	61,349 粒
ヒノキ	高知県	300g (172,510 粒)	1,849 粒
カラマツ	北海道	500g (112,250 粒)	73,930 粒

### 7-3-3 研究集会の参加

コンテナ苗育苗のための手引き作成の情報収集のため、表 7-10 示す研究集会やシンポジウムに参加した。

表 7-10 情報収集のための参加した研究集会・シンポジウム

日程	場所	集会名	主な内容
2019/9/5	松山市総合コミュニティセンター	第5回「全苗連生産者の集い」	全国山林修行協同組合連合会に所属する苗木の生産者の集会。
2019/9/12 ~13	九州大学理学部	種子検討会	全国の林業関係の研究機関による今後の育種、育苗に関する研究の検討会。
2019/11/28 ~29	高梁市立図書館	農林業革命の実践（グルタチオン農業の実践）—新規な農業施用剤の林業への適用の試み	グルタチオンを用いた農作物、山行き苗の収量増加と育成短期化を目指した取り組みの紹介。

#### 7-4 「コンテナ苗生産技術のてびき」作成に向けた課題の整理

コンテナ苗生産に初めて取り組む生産者に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ように取りまとめる。その手引き作成のために本事業1年目(令和元年度)で抽出された技術的課題を整理する。

##### 7-4-1 作業の効率化

###### 現状

マルチキャビティコンテナ容器によるコンテナ苗生産では、通常、露地にて播種・育成した移植苗をキャビティへ移植、あるいはキャビティへ直接多粒播種した上で、間引きするといった作業で行っており、それらの作業には多大な人工を要し、作業時期も季節的に集中し、コンテナ苗増産のボトルネックの一つになっている。

###### 課題解決

1キャビティへの一粒播種、1セルトレイへの一粒播種といった簡便な移植作業過程を導入することで、作業の効率化を図る。移植作業の季節をずらして作業の平準化を図る。その実証事業として、本事業では生産試験を行う(第6章参照)。

##### 7-4-2 発芽率(実生系)

###### 現状

実生系のスギ、ヒノキ、カラマツの生産者に流通している種子の発芽率は低く、充実種子率が50%を切る場合があった。従来の方法では、播種床や播種箱に種子を播種して発芽して育った幼苗をキャビティに移植することでコンテナ苗を生産している。将来的な手法では、種子選別機で選別した種子を一粒播種してプラグ苗を作成し移植、または、キャビティに直接一粒播種することで作業効率化を図ることが望ましいが、種子の発芽率(充実種子率)が低いと生産効率が悪くなる。

###### 課題解決

母樹(採種)園の現状の確認と課題の整理、種子の管理体制の確認と課題の整理が必要と考えられる。

##### 7-4-3 苗木の蒸れ

###### 現状

カラマツ生産において、「蒸れ」と呼ばれる苗木の下枝が枯れ上がる現象が見られている。この現象が、菌害等の病気に起因するものなのか、コンテナ容器のキャビティ間が狭いことにより成長とともに苗木が密集して光が届かないことに起因するののかという生理面での現象が不明である。

###### 課題解決

「蒸れ」現象の定義づけのため、カラマツ生産の先進地である北海道や長野県の研究所等にヒアリングを行う。北海道ではカラマツ用の新しいコンテナ容器が開発されているため、その開発の経緯を含めてカラマツ生産の課題解決策を整理する。

##### 7-4-4 根腐れ

###### 現状

コンテナ苗の生産では、高頻度に灌水を行うため、水管理の状況によって根腐れ現象が発生すること

がある。特に東北地方では、高頻度に発生する根腐れの解消のため、空気根切りを行わず、地面にコンテナを置いて育苗し、時々コンテナを揺すって地面に伸びた根を切る作業を行っている現状がある。

#### **課題解決**

本事業の生産試験において土壌水分センサーを用いてモニタリングを行いながら灌水を行うことで、培地特性に応じた灌水の頻度や量といったコンテナ苗生産において有効な水管理のあり方を整理する。また、コンテナ容器の地置きの影響を評価する。

### **7-4-5 形状比及び根鉢の形成**

#### **現状**

コンテナ苗は、形状比が高い（地上部が根元径に対して高い：細長い）傾向にある。根元径は、根の成長量と強い正の相関関係にあると考えられているため、地上部の成長に対して根の成長が伴っていないことが考えられる。コンテナ苗は、根鉢の形成が重要であるため、その形成促進（根元径の肥大成長促進）が課題である。

#### **課題解決**

植栽後の樹高成長データの解析による植栽直後の苗高、地際径、活着率、樹高成長量の関係を分析し、苗木の出荷規格に参考となる結果を整理する。

根の成長促進を促す育苗法や肥料の情報を整理する。

### **7-4-6 培地の種類**

#### **現状**

各生産者が経験により独自に配合または、メーカーが推奨している配合の培地を使用しているが、コンテナ苗生産において科学的な根拠に乏しい場合がある。また、コンテナ苗生産に主に使われているココナツハスク培地が、世界的な需要の増加により価格の高騰と資源不足の心配がされている。

#### **課題解決**

本事業の異なる培地を用いた試験生産により、代表的な培地配合においてどのような生産管理を行えば良いのか、それぞれ培地に起因する特質や課題を抽出し、それらを評価し栽培手引きへ反映させる方針とする。さらに、近年九州の一部地域で使用されはじめているスギバークの培地の使用検討を行い、ココナツハスク培地の代替資材となりうるか検証する。

## 巻末資料 1 検討委員会議事概要

### 1. 第1回検討委員会議事概要

日時：令和元(2019)年6月14日(金) 13:30～15:30  
場所：日林協会館3階 大会議室

#### 【次第】

1. 開会のあいさつ
2. 議事
  - (1) 今年度事業概要および既存のコンテナ苗調査について
  - (2) 試験栽培について
  - (3) 文献調査の方針
3. 閉会

#### 【出席者一覧】※敬称略、委員五十音順

##### <委員>

- ・安樂勝彦：全国山林種苗協同組合連合会 専務理事
- ・伊藤 哲：宮崎大学農学部森林緑地環境研究科 教授
- ・丹下 健（座長）：東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
- ・飛田博順：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所植物地生態研究領域  
樹木生理研究室 室長
- ・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

##### <林野庁・事務局>

- ・諏訪 実：林野庁 整備課造林間伐対策室 室長
- ・寺本 粧子：林野庁 整備課 課長補佐（造林資材班担当）
- ・石崎 宣彦：林野庁 整備課種苗係 係長
- ・上田 萌香：林野庁 整備課再造林技術推進係
- ・小口真由美：林野庁 研究指導課 課長補佐（研究班担当）
- ・新井田和彦：林野庁 研究指導課 林木育種専門官
- ・原田美千子：林野庁 研究指導課 特定母樹係 係長
- ・山添 晶子：林野庁 業務課 課長補佐（技術開発・普及班担当）
- ・東 正 明：林野庁 業務課 課長補佐（森林整備班担当）
- ・城 土 裕：一般社団法人日本森林技術協会 業務執行理事
- ・中村 松三：一般社団法人日本森林技術協会 九州事務所 主任研究員
- ・加藤 仁：一般社団法人日本森林技術協会 事業部 指導役
- ・中村 俊彦：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ リーダー
- ・南波 興之：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・佐藤 里沙：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・伊藤 裕美：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・中村 有紀：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林情報グループ 技師
- ・宮田咲矢香：一般社団法人日本森林技術協会 事業部林業経営グループ 技師補

## 【議事概要】

### (1) 今年度事業概要および既存のコンテナ苗調査について

#### ➤ 今年度事業の方針について

- 本事業は3年間の調査ではあるが、3年後にならないと何もわからないでは困るため、今年度末には大まかな方向性を明らかにし、翌来年度には現場に下せるように検討を進めてほしい。(林野庁諏訪)
- コンテナ苗があまり普及していない頃に規格作ったため、現実としてワークしていないことから、現実も踏まえつつ、あるべき姿を見つつ直していく。(林野庁諏訪)
- まずは標準的な作業というものをこの辺からこの辺までのレンジで想定しますというのがあって、それに使える十分な苗だとかこういう規格の苗を当面想定しようかという話でスタートするのか。(伊藤委員)

⇒苗木が山でどう成長するかではなく、生産技術やシステムをどう改良していい苗を作っていくかというところで考えてほしいと指示を受けた。そこでトップランナーの生産システムを押さえ、それをベースにしながら手引きを作っていく。(事務局中村(松))

- 規格を最終的に考えていくというところは、林野庁で規格を考えていくための材料として、事業のデータを出して、規格を考えてもらうもの。この事業の中で規格を決めるということではない。(事務局中村(松))

⇒案や材料などを集めてもらい、最終的に林野庁で決める。(林野庁諏訪)

- 今既に各県で規格があり、その規格が正しいのかそうではないのかというところが分からない限り育苗業者はゴールが設定できない。今の規格が少なくとも良かったのか悪かったのかというのをどこかで検証しなければならない。(伊藤委員)

⇒低密度植栽という事業のデータを林野庁の許可を経て、用いることも可能だと思われる。(事務局中村(松))

- 1回目の委員会としてはゴールが変動しそうであり、それをできるだけ定める方向で今年に何かやった方が良くということを提案したい。(伊藤委員)
- 規格を考える上で、一番コンテナ苗を植えている事例が多い国有林のデータを業務課で集めてもらうことは可能か。(伊藤委員)

⇒現場がどれだけデータを所有しているか、手間はどうか局内で相談したい。(林野庁東)

#### ➤ コンテナ苗調査について

- コンテナ苗の品質としては根鉢の形成と形状比の2つを主な基準とする。併せて裸苗に比べてコンテナ苗は重量があるため、水分状態にもよるがコンテナ苗の軽量化と低コスト化という観点から苗木の重さも重要。実生の場合、地上部と地下部を切り分けて地下部は乾燥させて測定する。挿し木の場合、地上部と地下部を切り分けるのは難しいため白根で判断したい。(事務局中村(松))

⇒実生と挿し木の違いによって生じる値の違いは、誤解が生じないように今後見せ方を検討していく必要がある。また、水を与えるタイミングや方法も重要。(丹下健委員(座長))

- どこかで手を抜くとどこかで大変になるなど一つ一つの個別の最適化をしていくことが全体としてどうコストを下げていくかという中で、コンテナを使ってどういう造林システムを提案していくのか考えることが必要。(丹下健委員(座長))
- 既に調査が行われているものを整理し、やるべきことをある程度この地域のこの項目というような

感じでマトリックスにして、そのうちどれが今まで分かっているというところを押さえた上でスタートを切った方が、効率が良い。(伊藤委員)

⇒いろいろな文献を用いて、このコンテナ苗は大体良い、このコンテナ苗は悪いなどをまず明らかにする。(林野庁諏訪)

- 一番難しいのはかん水と追肥。どのようなやり方をしているのか押さえるのは難しいかもしれないが、季節配分も含めてヒアリングしたい。(事務局中村(松))
- 良い苗の定義は立場によって異なる(キャビティ容量、規格等)。生産者は作りやすい方法で行うが、需要者にとっては良いとは限らない。(藤井委員)

## (2) 試験栽培について

### ➤ 前提について

- 苗畑で実際に生産される方々の技術やそういったものにまだバラツキがあり、全員で同じようなものを作っていけるということが、まず第一段階として重要なのではないかとこのところから、この事業が始まった。そのため植栽試験も山まで持っていくのではなく、畑での試験を前提にお願いしたい。そういった前提条件があり、まずは全員が活用できるような手引きを作りたい。(林野庁寺本)

⇒情報としては、どういう育て方をしたらどんな苗木ができるというのが分かれば一番皆さんは利用しやすいのだと思う。(丹下健委員(座長))

- 実際にいつ植えるのだからいつまでにこれだけ育てようというような、生産者側と使用者側のマッチングができればベストだけれども、なかなかそうはいかないだろうと思う。植える時期が断定できない。(丹下健委員(座長))

⇒その話になると技術的な範疇を超えてしまう。前提として出荷の期限は決まっているので、それに合わせてこのくらいの期間でこのサイズまで到達させるにはどうすればいいか、ゴールを設定してやるしかない。一般的な標準的な、例えば秋植をするのであればそこを目標にこうやるとうまく効率良くいけそうだというような手引きができれば良いのではないか。(伊藤委員)

### ➤ 試験栽培について

- コンテナ容量 150cc と 300cc のどちらがいいのかというのは1年間で答えが出ないと思うが、これはどういう評価するか。(丹下健委員(座長))

⇒生産試験は1年間で終わるものではないので、資料1の②コンテナ苗生産試験栽培の3年間で、今年は着手をして、来年それが育ってきている。2年目か3年目の時に完成するということを想定している。(事務局南波)

⇒下刈りがどの程度必要だったか、必要でなかったというデータも低密度の植栽試験にある。今回はそのところでこの苗高までいけば下刈りはいらなくなるだろうというところで判断する。(林野庁上田)

⇒生産者のレベルの圃場の中で栽培をどうするかというところをフィールドとして考えてほしいとのことだった。150cc で統一的にではなく、300cc もあるのならば、苗畑のレベルで栽培した時にどういうメリット、デメリットがあるのかというのは両方きちんと押さえないといけない。(事務局中村(松))

- 150cc と 300cc だとキャビティ当りの肥料の量は倍になっていると思うが、今回もそういう比較の仕方になるのか。(飛田委員)

⇒肥料を元々入れると、培地の評価が難しくなるため、肥料は入れずに生産してもらいながら、葉色が悪くなった時に統一的に緩効性の肥料を入れるという方法。元肥が必要であれば、同じ量の元肥を1キャビティに1つ入れる方法はどうか。(事務局中村(松))

⇒現実的に生産者が行う場合は違う生産体制でやるため、濃度が違って研究ではないのでいいだろうと思う。ただその分肥料の量が増えてコストが変わってくるので、その差を評価すればいいのではと思う。与える肥料を全く同じにしたいようであれば、タブレット型の置き肥を使えば濃度は異なるが、全く一緒の量になる。(藤井委員)

⇒実際に生産者がやっている方法を基本としたほうが良い。(事務局中村(松))
  - 単純に形状比だけではなく、その形状比に行った背景(育苗時の肥料や灌水状況等)のようなものがあるといいかと思う。(飛田委員)

⇒植えた後はずっとどうしているのかと、植える前にどのような栽培を経て山出しされた苗か分かるのであれば、そこまで押さえておけばどうかということ。(事務局中村(松))
  - 培地の条件を変えても環境条件が違うところでやったら全く違う結果になるかもしれないというところは押さえておいてほしい。条件によって方法が変わってくるという認識は必要。(藤井委員)

⇒一応4カ所ぐらいでやろうかとは思う。(事務局中村(松))
  - 根鉢の硬度で根鉢の評価をされるようにいるけれども、ぎゅうぎゅうに詰めて硬い場合というのがあると思う。そのため根鉢の硬度だけでいいのか。(藤井委員)

⇒現場で実用できるかという問題はあるが、とりあえず土壌硬度計でやろうと思う。(事務局中村(松))

⇒最終的に使える判断基準というのはビジュアルで見てOKかどうかだと思う。おそらく表面をどの程度根茎が被覆しているかが判断材料になる。(伊藤委員)
  - ココナッツハスク 100%で駄目なのかの検証を行いたい。(事務局中村(松))

⇒考え方としては大賛成だが、この事業としてどこまで広げるか。新たなところにチャレンジして技術開発をするのか、それとも起用事実を整備してマニュアル化するのか。多分後者だろうと思う。(伊藤委員)
- ヒアリングについて
- 生産者はどういう意識を持って苗木を育てているのか、またそれを売った買い手がどういう評価をしているのか、買い手から何か要望はないのかなど、どういうヒアリングしていくのかということについても少し検討が必要。(丹下健委員(座長))
  - 各業者からヒアリングをして全国的なスタンダードはこれが良さそうだというのを集めるということは、それぞれの業者、トップランナーが自分たちで切磋琢磨(しながらやってきた企業秘密を表にさらけ出せと言っているように思うが、ここはコンプライアンス上大丈夫か。(伊藤委員)

⇒分からないことや言いたくないことはそれ以上聞きかない。自主的に話してもらえるものについてこちらが記録を取る。(事務局中村(松))

⇒あくまでこの事業の中、あるいは林野庁の中でのみの活用としており、それを表に出すということはない。もしそれを事業の中でかなり詳細なデータを公表するのであれば、それについては生産者の方に別途交渉する必要がある。(事務局佐藤)

⇒エキスパートシステムを作っていく上での知見というのは民間でやっているところから集めざるを得ないだろうから、この手法自体を否定しているわけではなく、慎重に合意を得る、同意を得るということと、どこまで同意を得たかということは確認しながらやる必要がある。(伊藤委員)

- 今、全国都道府県のコンテナ苗生産に関してアンケートを取り集計している。個人情報の問題もあるためそのまま提供はできないが、全体の傾向であれば夏場を目指してまとめる方向。(飛田委員)

### (3) 文献調査の方針

- ゴールがどの辺にありそうなのかというのを文献から調べるという視点が必要。過去3年間低密度植栽試験を行ってきたところのデータや、もし出てくるのであれば国有林のデータ、そういうところで実証的なものを集めつつ、一方でどういうトップルートで植えるところなる、このくらいの形状比で植えるところなるなどのようなところを文献から拾ってきて、現行の規格と比較するという整理は早い方がよい。(伊藤委員)

⇒今日の議論でゴールの決め方というのはすごく重要だということは判明したので、注視していきたい。(事務局南波)

## 2. 第2回検討委員会議事概要

日時：令和元(2019)年11月11日(月) 13:30~15:30

場所：日林協会館5階 会議室

### 【次第】

1. 開会のあいさつ
2. 委員紹介
3. 議事
  - (1) 国内ヒアリング結果(中間報告)について
  - (2) 海外ヒアリング結果(中間報告)について
  - (3) 生産試験について
  - (4) 文献調査・規格調査について
4. 閉会

### 【出席者一覧】 ※敬称略、委員五十音順

#### <委員>

- ・安樂勝彦：全国山林種苗協同組合連合会 専務理事
- ・伊藤 哲：宮崎大学農学部森林緑地環境研究科 教授
- ・丹下 健(座長)：東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
- ・飛田博順：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所植物地生態研究領域  
樹木生理研究室 室長
- ・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

#### <林野庁・事務局>

- ・諏訪 実：林野庁 整備課造林間伐対策室 室長
- ・寺本 粧子：林野庁 整備課 課長補佐(造林資材班担当)
- ・石崎 宣彦：林野庁 整備課種苗係 係長
- ・上田 萌香：林野庁 整備課再造林技術推進係
- ・壁谷 大介：林野庁 研究指導課 研究企画官
- ・原田美千子：林野庁 研究指導課 特定母樹係 係長
- ・高麗 泰行：林野庁 業務課 課長補佐(技術開発・普及班担当)
- ・前 佛 愛：林野庁 業務課 技術開発係長
- ・森田 直宏：林野庁 業務課 保護係長
- ・中村 松三：一般社団法人日本森林技術協会 九州事務所 主任研究員
- ・加藤 仁：一般社団法人日本森林技術協会 事業部 指導役
- ・中村 俊彦：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ リーダー
- ・南波 興之：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・山 鹿 亮：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 専門調査員
- ・伊藤 裕美：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・宮田 咲矢香：一般社団法人日本森林技術協会 事業部林業経営グループ 技師補

## 【議事概要】

### (1) 国内ヒアリング結果（中間報告）について

- 現状、直接播種は少ない。それは種子の選別がうまくできておらず、発芽率の高い種を得ることができないからではないか。（丹下座長）
- 生産者は、基本的に裸苗もつくりながら、コンテナ苗もつくっている。同時に播種して、裸苗を生産するプロセスの中で、その毛苗や幼苗を、一部キャビティに移植する方法をとっている。（事務局 中村（松））
- 現在はまだ種子選別の機械が普及していない。今年、発売になったのだが、見積もりを数件から受けている段階で、まだ実際は使えていないことが大きいのではないかと思う。また、機械は、組合や県レベルで持つことを想定している。（飛田委員）
- 機機械は、一番お金が掛かる改善であるため、滑車やコロを使うなどの「からくり改善」など、異業種の方から意見を取り入れてはどうか。（林野庁高麗）
- コンテナ苗の特徴は、基本的には、季節を選ばないことである。伐出一貫システムでは、トラックが木を山から運んでき、山に帰るとき、空荷で、山に返すのがもったいないため、苗木を乗せていったらどうかという考えであった。それと、コンテナ苗もの特徴が合致したため、よいとなった。しかし、現在は春と秋しか出荷していない。キャッシュフロー等を考えると、季節を選ばないことは、非常に大きなメリットになってくると思うので、もう少し広げられたほうが良いと考える。（林野庁高麗）
- 今回の事業では、技術についての課題を整理して行きたい。一貫作業システムとの連携の話は次の段階の話である。（林野庁寺本）
- 今回の報告を聞いていると、聞き取りなどの調査をしたのは、トップランナーではなかったかと疑問に思うようなことが、たくさん出てきた。こういうことが現実であるとするならば、生産者が「原因を分かっているかようになってきている」のか、または「試行錯誤した結果、費用対効果でこれがベストだと選んでいる」のか、そのあたりを聞いてきて欲しい。また、これが現状であるなら、現状であるなりに、では、やはり最初はレシピが必要であるという話になる。（林野庁寺本）
- 工法のガイドラインについてだが、協力いただいている生産者の実際の工程を押さえ、その中で課題の把握を行おうと取り組んでいる。（事務局 中村（松））
- 挿し木の苗については、九州のヒアリングが現段階では終わっていないため、この後ヒアリング等を行い、最終的にはその結果も出てくる。（事務局 南波）
- 大きな問題はおそらく3つある。1つ目は「発芽率」、実生苗の場合はそこをどう攻略できるかで、多分、コストが変わる。2つ目は「蒸れ」、というのがどうゆう現象なのか定かではない。3つ目は「根腐れ」、浮かしておいたほうが根腐れして、地面に付けたほうが根腐れしないという現象は理解しがたい。（伊藤委員）
- 根腐れの原因として、1つのマルチキャビティで考えたときに、上に上げると乾燥しやすいから、どんどん水をやるのだが、その中で優劣が付いていて、小さいものに全部水がたまっていきながら、風が当たらないかたちになるので、いつまでも水がキープされる。元気が良いものは、どんどん水を吸って出してくるので、それに対してまた水をやる。そうすると、成長の良いものについては良いが、競争的に少し落ちるところは、過湿状態になるのではないか。（事務局 中村（松））
- 下に置いて栽培すると、根が鉢の中ではなくて、下へ伸びていって鉢の形成が遅い。根の量が絶対的に少ないなどであれば、買い取って調べて、植えた後の反応が出るのか、出ないのか関心のある

ところだと思う。(事務局中村(松))

- 上げておくことに関して、根腐れが自動的に起きているのではなくて、水のやりすぎで起きているため、灌水方法を何か考えなければならない。また、蒸れの問題も含め、150ccの48穴を全部使うのかは、その最適化をやる上で、考えなければいけない。(伊藤委員)
- 挿し木の場合に蒸れとは、実が濡れていることによって、腐朽が入る現象がある。実生苗を発芽した後には育てているときの蒸れは、一体、何なのか。本当に蒸れて枯れているのか。下枝が単純に暗くて、カラマツが枯れているのか。そのあたりの現象が分からないまま、単に感覚で「蒸れ」と言っているのではないか。ここで言われている現象が本当に何なのかを、きちんと明らかにしないと、その技術的な改善ができない。(伊藤委員)
- 根が土に刺さったものを、抜いて、切ることによって、悪影響が出るのか知りたい。出ないのだったら、別にそれでもいい。下に根が出て行っているもので、用土の中の細根率がどれぐらいになっているかを調べて欲しい。(伊藤委員)

## (2) 海外ヒアリング結果(中間報告)について

- 生産システムとしては、苗木が小さいときは、プラグなり、小さなコンテナでやったほうが、スペース的にはメリットがあると。それを植え替えるコストをどう考えるか。また、選苗と言いますか、ある程度大きくなった段階で分ける必要があるか、どうか考える必要がある。(丹下座長)
- 植え替えの手間を掛けて、それでもやはり、最終得苗率が上がると、捨てる段階では小さいもので捨てているから、それほど困らないというメリットが、どのくらいあるのだろうか分からない。多分、これを導入しようとする、育苗のトータルとして、ここで植え替える手間が掛かるけれども、小さい段階で選苗をすることによって、2段階目の311ccでは、かなりの確度でそろうなど、コスト計算をすることになる。(伊藤委員)
- コンテナの形状がJFAとかなり違って、311ccだと浅くて広いので、苗間が広いのではないかという気がする。言い方を変えると、先ほどの蒸れの話のように日本のJFAのマルチキャビティは、苗間が狭すぎるのではないかと、改善すべきはそこかと感じている。(伊藤委員)
- 実際に現場で、山出しして植えた後の成長も追い掛けながら、フィードバックして、コンテナ容器の形状を変えて今のところに来ている。JFAの150cc、300ccで作ったからといった、それありきでずっと行くのではなく、いろいろな栽培上の課題が出てきた中で、それをクリアするために改良していくものではないかと感じました。(事務局中村(松))
- 育苗密度を落とすと、施設費がかなり乗って来る。形状比が130や140でも、活着はする場合も、十分ある。何をメリットとして考えるのかをしっかりと考えないといけない。(藤井委員)
- コンテナに直接播種せず、ハウスを効率的に使うため50ccのコンテナ容器にプラグ苗として直接播種し、最初は小さく育てることによって、大量の苗をつくることができる。(事務局南波)
- 欧州では、基本的にオーダーを受けてから苗を生産する。Liecoも、3年前にオーダーを受けてから、それに合わせてつくるので、この売れ残りはないはず。(事務局南波)

### (3) 生産試験について

- 灌水の方法だが、生産者には「いつもやっているやり方でやってください。過湿障害になったなどだったら、それでもいいです。それを課題として、書きとめてください。」と伝えてある。また、今回の試験に関わる工程の記録もお願いしている。(事務局中村(松))
- その種はどういう管理をされていて、どういう状態でキープされて配られているのか、もらった種子を、一つ、一つ、再選別をして自分用にしているのか、そのあたりが非常に見えない。やはり種子の選別のようなところも、考えないといけないのかと思っている。(事務局中村(松))
- 先生方にも相談し、最低限、ここは押さえていただき、やっていただかなければいけないところは生産者に示してもらいたい。(林野庁寺本)
- 風選に関して、中が詰まっていない芯があったら、区別できるが、中が詰まっていて発芽しない不稔種などは、ほとんど重さなどが変わらないので、風選での判別は少し難しいかと思う。(飛田委員)
- 採種園の管理の質によってまったく変わってくる。過去の文献では、カメムシの防虫をする、しないで、発芽率が7割から3割に落ちたという話もある。国内の場合は、県によってばらばらというところがある。そういう部分も、かなり大きく影響する。(藤井委員)
- 培地の試験で使用する培地だが、注文するときは、肥料は入れない培地で提供してもらおうと考えている。追肥でいくのか、元肥で行くのか、あるいは、ハイコントロールで入れてやってしまうのか、検討課題である。(事務局中村(松))
- 培地の充てん量は、揃えるのは多分無理だと思う。どのくらい入れたかを把握するかたちを取ったほうが良いのかと。1ケース入れてもらって、結果的に1ケツがいくらでした、どのくらい入れてきたかを把握する形にすればよいと思う。(伊藤委員)
- 培地の充てん量に関しては、仕様書を書いて、詰め方はこのくらいにしてくださいと、書いて渡そうとは思っていた。統一していきたい。(事務局中村(松))
- 均値では議論できなくなると思う。実際に育苗するときに、それはやらないわけで、だから、実際に元肥で混ぜておいて、ばらつきも出るし、そのばらつきも把握することをやらないと、きれいに平均値を取ったとしても、多分それは使えない。そこは、あまり無理せずに、どちらかと言うと、結果、このくらいばらついていると分かっていたほうが、使えるのかという気がする。(伊藤委員)
- これから仕様書をつくるので、別途先生方に個別にご相談というかたちを取っていただきたいと思う。(林野庁寺本)
- 培地の違いによる成績の比較と、あと工程、播種床から幼苗に移し替えるか、プラグ苗を使うか、あわせて、1粒播種。工程は工程で良くて、スペースの問題も含めた評価を、最後していただければと思う。(丹下座長)

### (4) 文献調査・規格調査について

- 成長に関しては、いろいろなものが混ざっているかたちなので、何が効いているか分からないところがある。スギに関しては、多分、一番良いものだけを見ていくと、それなりの傾向はあるかと思う。これを踏まえて、「山出し苗としてこういったかたちのものが良いです」を出すことがゴール。(丹下座長)
- 活着自体に問題がなければ、後は1年、2年は少し樹高成長より肥大成長にいくだけ。やはり生産者としてみれば、「形状比は80が目標」と言われると、得苗率が下がるという感じになっている。

そこはやはりきちんと根拠があるかたちの数値にしないといけないのかと思う。(事務局中村(松))

- 育苗時点と、植えた後で、形状比の測り方が変わってしまう。直径を測る場所が変わる場合があるので、この形状比を現場で求めても、生産者が出す形状比は変わってくるので、そこだけは、少し気にしておいていただきたい。(藤井委員)
- 植栽時のもともとの形状比はどれか、地際径がどのくらいあったかが、ある程度、推測できることになると思う。ゴールがどこかがまだよく分からないので。ここから、最低ラインとしてのゴールの、規格を求めましょうという話。形状比は、多分、付帯的なもの、まずはサイズではないか。絶対的なのはサイズなので、直径や樹高などの数字があって、これをクリアしている中で、次に形状比はこれ以下になるようにという規格なのかと思う。(伊藤委員)
- 徒長ぎみの苗は、2年、3年で形状比が大体65ぐらいに落ち着いてきて、上長成長と肥大成長のバランスが取れるところまで上長成長が止まる。だから、始めから形状比が65や、70ぐらいの形状比のものを植えれば、植えた直後から、上長成長も、肥大成長もするのではないか。けれども、下刈りの省略を考えると大きいものをやりながら、どこまで我慢ができるか。下刈り1回省くのを取るのか、1年目は伸びてもらうことを取るのか。(事務局中村(松))
- ばらつきを、どう拾うか。私の持っている印象だが、縦のばらつきが一番大きく出る要因は、植栽した直後の数週間の雨。(伊藤委員)
- 規格化については、またデータを見ながらご相談。(丹下座長)

### 3. 第3回検討委員会議事概要

日時：令和2(2020)年2月26日(水) 13:30~16:00  
場所：日林協会館3階 大会議室

#### 【次第】

1. 開会のあいさつ
2. 議事
  - (1) 国内ヒアリング結果について
  - (2) コンテナ苗の品質調査について
  - (3) 規格のためのデータ分析について
  - (4) 生産試験について
  - (5) 手引き作成に向けた情報と課題の整理
3. 閉会

#### 【出席者一覧】※敬称略、委員五十音順

##### <委員>

- ・安樂勝彦：全国山林種苗協同組合連合会 専務理事
- ・伊藤 哲：宮崎大学農学部森林緑地環境研究科 教授
- ・丹下 健(座長)：東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
- ・飛田博順：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所植物地生態研究領域  
樹木生理研究室 室長
- ・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

##### <林野庁・事務局>

- ・諏訪 実：林野庁 整備課 造林間伐対策室 室長
- ・寺本 粧子：林野庁 整備課 造林間伐対策室 課長補佐(造林資材班)
- ・石崎 宣彦：林野庁 整備課 造林間伐対策室 種苗係長(造林資材班)
- ・海老沼ちひろ：林野庁 整備課 造林間伐対策室 企画係長(造林間伐企画班)
- ・上田 萌香：林野庁 整備課 造林間伐対策室 再造林技術推進係(造林資材班)
- ・原田美千子：林野庁 研究指導課 特定母樹係 係長
- ・東 正 明：林野庁 業務課 課長補佐(森林整備班担当)
- ・松 下 洋：林野庁 業務課 造林企画官
  
- ・城 土 裕：一般社団法人日本森林技術協会 業務執行理事
- ・中村 松三：一般社団法人日本森林技術協会 九州事務所 主任研究員
- ・加 藤 仁：一般社団法人日本森林技術協会 事業部 指導役
- ・南波 興之：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・伊東 裕美：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 技師
- ・山 鹿 亮：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林保全グループ 専門調査員
- ・中村 有紀：一般社団法人日本森林技術協会 事業部森林情報グループ 技師

## 【議事概要】

### (1) 国内ヒアリング結果について

- 国内生産者のヒアリング結果について、多様なコンテナ苗生産があるという印象（丹下座長）
- 挿し穂や種子の入手について課題を言われている生産者が多いが、現状、どういうところから入手しているのか。（丹下座長）

⇒県が管理している採取園から、県苗組が元請けとなり一度買い取り、県から卸してもらったという手続きの形にして各生産者へ配布しているなど。すべての県の情報は把握できていない。今後、種子の管理方法・供給などについても把握する必要がある。（事務局南波）

⇒将来的には採取園の状況等も問題になってくるだろう。（丹下座長）

### (2) コンテナ苗の品質調査について

- 生産者らは、県苗組が設定している規格をもとに、より得苗率を上げ、いかに規格を超えていけるかを考え栽培している。（事務局中村（松））
- 高さを指標にする場合、コンテナ容量ごとに高さを設定すべき。（丹下座長）
- コンテナ苗の規格や手引きを作っていく際、苗木生産だけでなく、造林をするまでの、トータルで何が一番いいのかを考えていかなければいけない。（丹下座長）
- 県によって規格が様々だが、地域ごとに買い慣れた苗の大きさ、規格になっている（安楽委員）
- 現状、コンテナ容量 150cc も 300cc も苗木代が同じである。（事務局中村（松））
- コンテナ苗生産の全国での標準化であれば、生産する苗木の目標は複数設定し、それに合わせて育苗の方法を選択する形がいい。（伊藤委員）
- 主成分分析について、まずは苗サイズ、育苗期間、施肥の量、培地の種類で分け、どれかの要因の組み合わせで苗木の大小、地上部・地下部比率の高低など、分かれるかを分析してみる。（伊藤委員）

⇒最低限これだけ押さえておけば、生産するコンテナ苗として大丈夫というものが見えてくるといい。（伊藤委員）

- 「やっちはいけない」苗木の作り方を決めていだけでも、いい手引きができる。（伊藤委員）

### (3) 規格のためのデータ分析について

- 根際径と根量に、かなり相関性があった。ある程度の根際径に達していれば、根量は目標に達している可能性が高いという見方ができる。（事務局南波）
- 本実証事業の目的は、どういう内容で生産者に苗木を作ってもらえばいいかというゴールを考えること。（事務局中村（松））
- 裸苗では、ヒノキは小さい苗でなければ活着が悪い。スギは太い苗で活着がよく、カラマツは大きい苗で活着がいいと言われていた。今回のコンテナ苗の結果が、まさにそのとおり出ており、裸苗とコンテナ苗で同じであった。（林野庁寺本）
- 枯死原因として、食害、誤抜などが分けられないのであれば、いろいろな要因を含んでの、結果的な1年目の生存率の話という前提付きで、こういう傾向がある、というのは、重要なデータである。（伊藤委員）

- 現在、出荷時の苗木の直径や樹高が、このぐらいのサイズをクリアしていないと、その後の活着・成長がうまくいかない、ということで規格が決まっている。実際に今回分析したデータではどうだったか。それぞれの地域で指定されている今の規格は適切なものかという点検作業である。(伊藤)
- 根鉢がしっかりしていれば直径は問題ないことが多い。出荷時の確認も省略できる。規格を縛り過ぎると出荷できる苗が減ってしまう。(藤井委員)
- 根鉢が“しっかりしている”というのは、キャビティから苗木を抜いた瞬間、土がぼろぼろ落ちてこず、抜いても多少たたいても土がほじけないという感覚的なもの。(藤井委員)
- パンパンに土が詰まって抜けない根鉢もよくないと聞いている。実生系の場合は、根量に最適な域があるという考えの方がいい。挿し木の場合は、最初から太いので抜いてみないと分からないという難しい課題がある。(伊藤委員)
- ヨーロッパでは全部スリット入りを使用している。(事務局南波)
- スリット入りであれば、空気根切りで、側面でも根端が残る。(丹下座長)
- スリット入りは、非常に乾きやすく灌水が頻雑。(事務局中村(松))
- 今回の培地試験はリブで行う。(事務局中村(松))

#### (4) 生産試験について

- 生産試験では、どのぐらいのコストで、どのぐらいの得苗率、あるいは苗サイズになったかを計測していく。(事務局中村(松))
- 多粒の場合、生産者が今までの経験で分かっている。我々が決めず、彼らに決めてもらう方法でやってみる。(事務局中村(松))
- 得苗率に関して、枯死した苗の孔について、どの段階までは移植可能など、ルールを明確化するとよい。(藤井委員)
- 温室は環境が場所により違うため、比較するときにはコンテナ容量 150cc と 300cc の処理で固め、1箇所に配列するのは好ましくない。本来は乱塊法といい、4処理で1セットを作り、ランダムに配置するのが、通常の試験設計のやり方。明日から試験が始まるため、無理のない範囲で対応してほしい。(伊藤委員)

#### (5) 手引き作成に向けた情報と課題の整理

- 短日処理について、樹種によって効果が違う。冬芽形成が日長によってコントロールされている樹種では参考になり、モミヤトウヒ、北海道のカラマツなどは短日処理が効き、冬芽形成などもできると思う。一方、スギやヒノキは、樹種特性的に難しい。(丹下座長)
- いい形の苗木を通年で供給するため、播種や移植をする時期を変えて調節していると思うが、施設や設備があれば、そのほかの方法も可能である。(丹下座長)
- 光質などについて、露地や通常の温室に近い生産場所を想定するのであれば、手引きでは落としていい文献内容も出てくる。(伊藤委員)
- 県の研究報告や国有林の研究発表会の報告なども参考になるのではないかと。(丹下座長・林野庁寺本)
- コンテナ苗生産の問題の一つに、コンテナの地置きに伴う根切りや、根鉢形成の遅れが出てきた。

これを手引きに記載する場合、”地置きは悪い”という論拠が必要であるが明らかとなっている論拠はあるか。地置きを容認するのか、否定するのかではなく、このくらいまでであれば可能、これ以上やるとよくないなどの情報があることが、手引きとして一番望ましいのではないか。(伊藤委員)

- 地際径と根量を見る場合、2ミリ以下の細根などを分けて測ると生産者で差が出やすいだろう。(丹下座長)

## 巻末資料2 購入したコンテナ苗の根鉢と洗い出した根の写真集

※各生産者名については、個人情報であることから、記載しない。

No.1 北海道 カラマツ



No.2 北海道 カラマツ



No.3 北海道 カラマツ



No. 4 岩手 スギ



No. 4 岩手 カラマツ



No. 5 岩手 スギ



No. 5 岩手 カラマツ



No. 6 宮城 スギ



No. 6 宮城 カラマツ



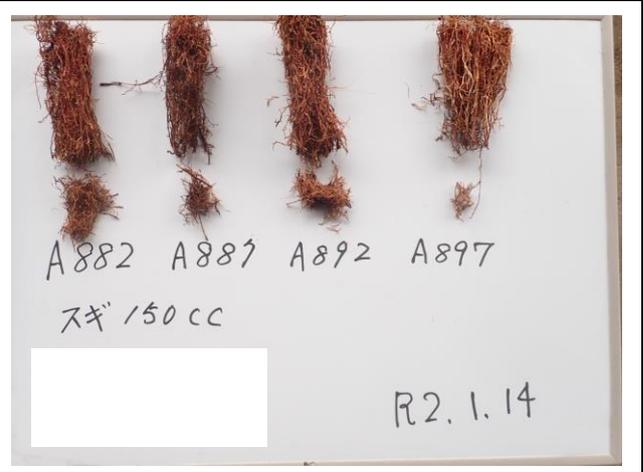
No. 7 宮城 スギ



No. 7 宮城 カラマツ



No. 8 宮城 スギ



No.9 宮城 カラマツ



No.10 秋田 スギ



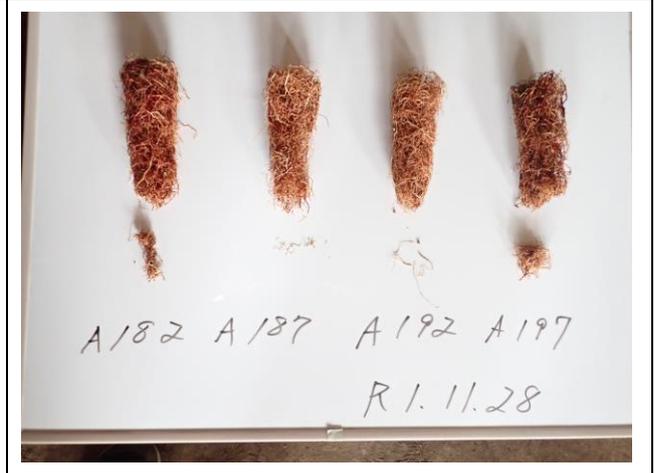
No.10 秋田 カラマツ



No.11 秋田 スギ



No.12 秋田 スギ



No.13 石川 スギ



No.14 長野 ヒノキ



No.14 長野 カラマツ



No.15 長野 ヒノキ



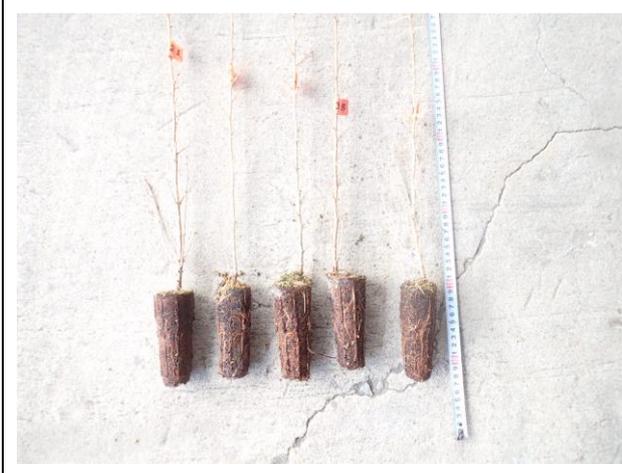
No.15 長野 カラマツ



No.16 長野 ヒノキ



No.16 長野 カラマツ



No.17 愛知 スギ



No.17 愛知 ヒノキ



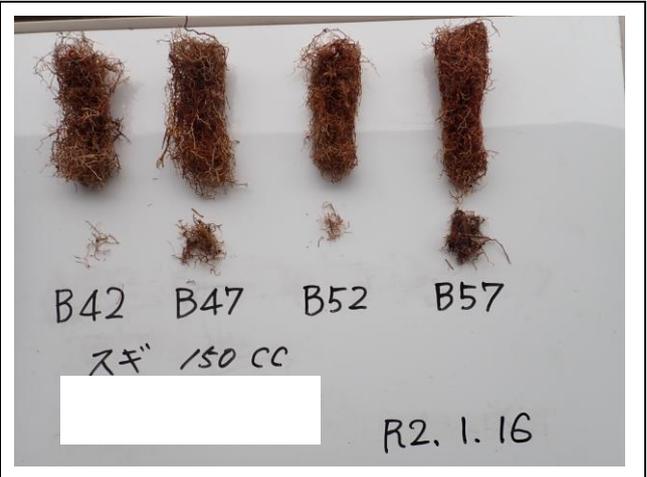
No.18 三重 スギ



No.18 三重 ヒノキ



No.19 島根 スギ



No.19 島根 ヒノキ



No.20 島根 スギ



No.20 島根 ヒノキ



No.21 広島 スギ



No.21 広島 ヒノキ 150cc



No.21 広島 ヒノキ 300cc



No.22 徳島 スギ



No.23 徳島 スギ



No.24 徳島 スギ



No.25 徳島 スギ



No.26 徳島 スギ



No.27 高知 スギ



No.27 高知 ヒノキ



No.28 高知 スギ



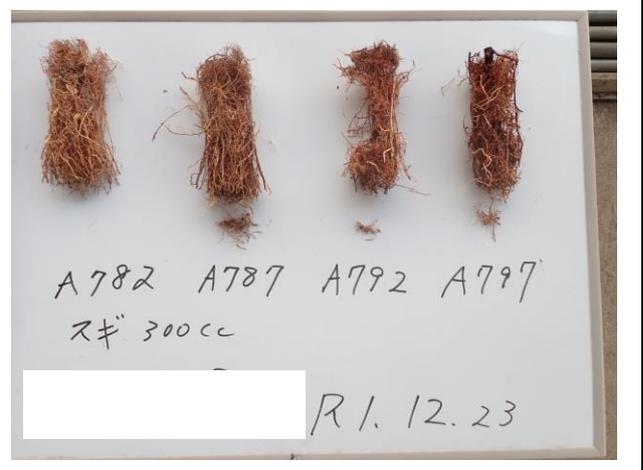
No.28 高知 ヒノキ



No.29 大分 スギ



No.30 熊本 スギ



No.30 熊本 ヒノキ



No.31 熊本 スギ



No.31 熊本 ヒノキ



No.32 宮崎 スギ



No.33 宮崎 スギ



No.34 宮崎 スギ



No.35 鹿児島 スギ 150cc



No.35 鹿児島 スギ 300cc



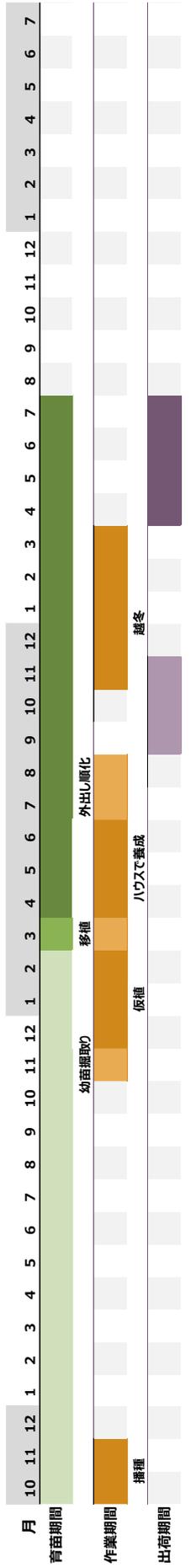
### 巻末資料3 各生産者の代表的なコンテナ苗生産の作業工程表

※各生産者名については、個人情報であることから、記載しない。

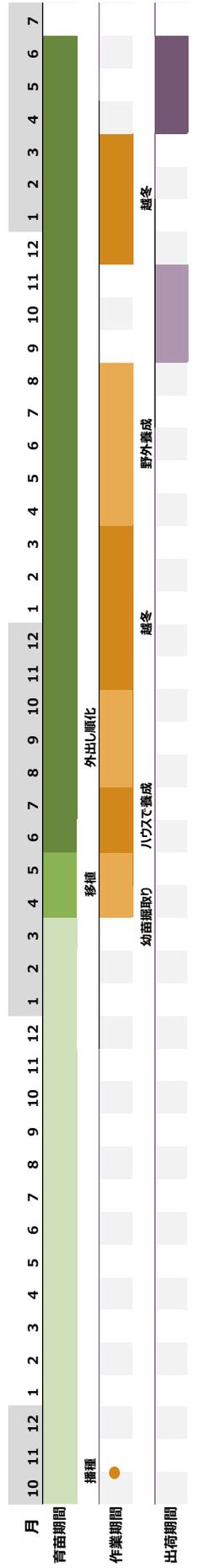
### 栽培工程表

01.〔北海道〕

樹種：カラマツ



樹種：トドマツ





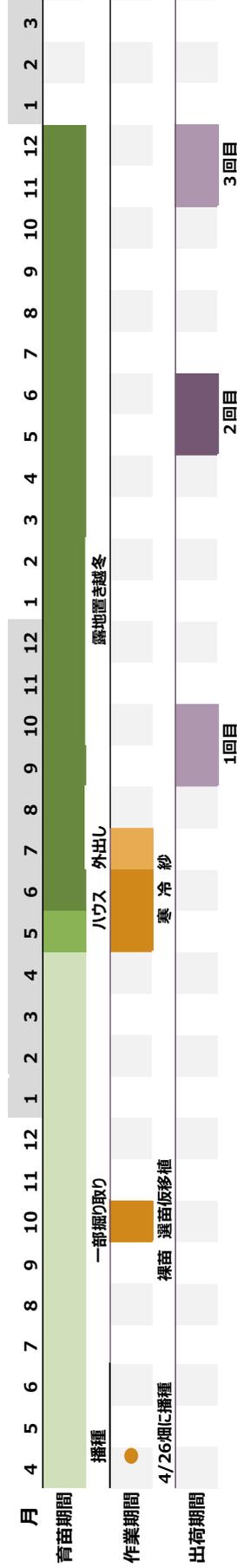


## 栽培工程表

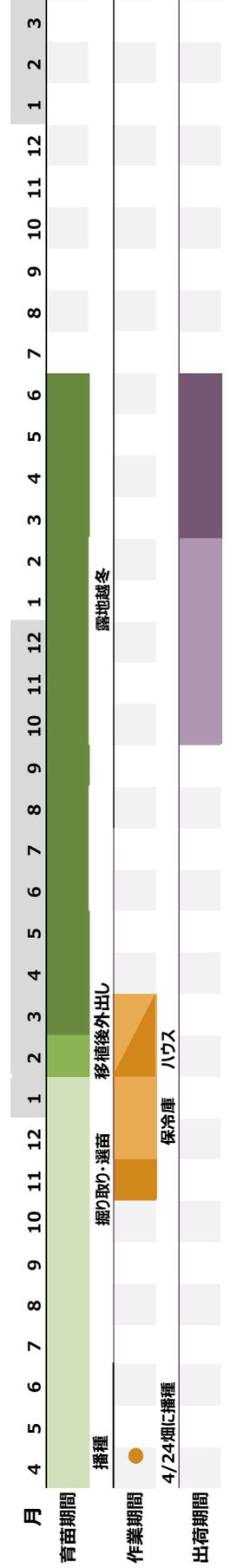


04.〔岩手〕

樹種： スギ



樹種： カラマツ

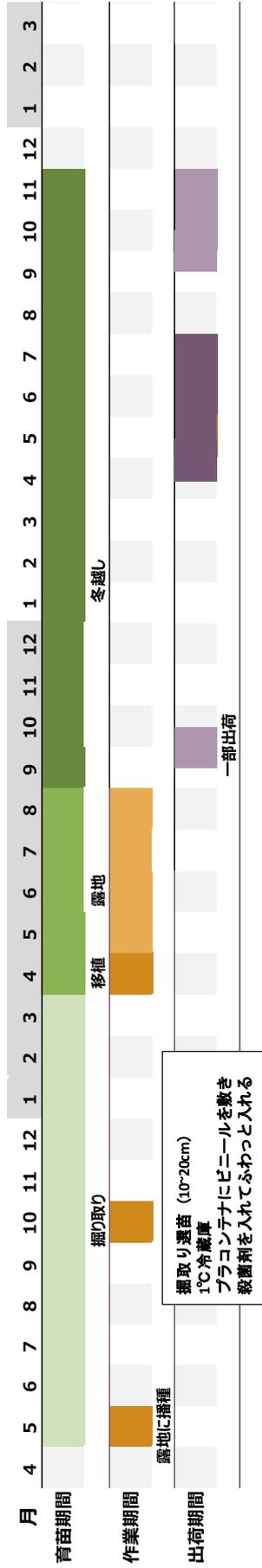


## 栽培工程表

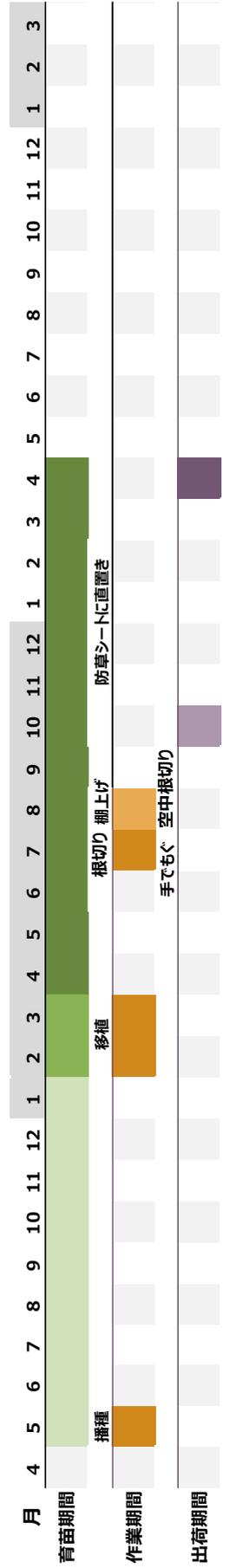


05. [岩手]

樹種： スギ

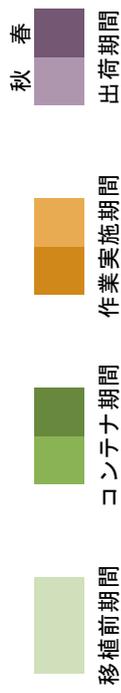


樹種： カラマツ

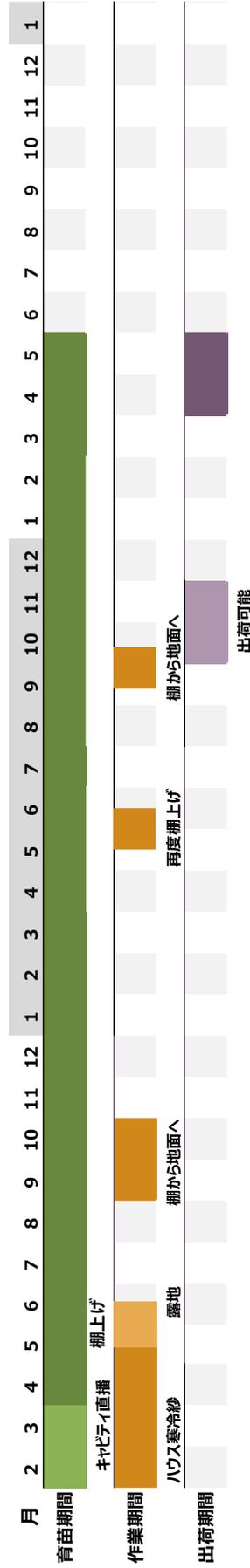


## 栽培工程表

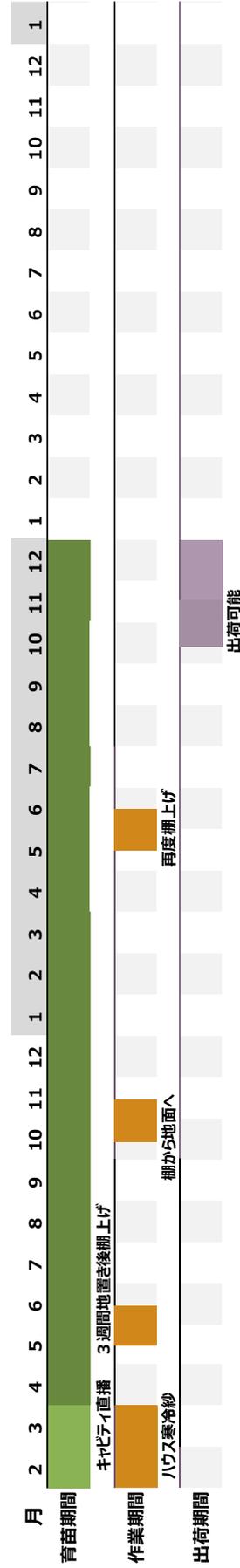
06.〔雪城〕



樹種： スギ



樹種： カラマツ

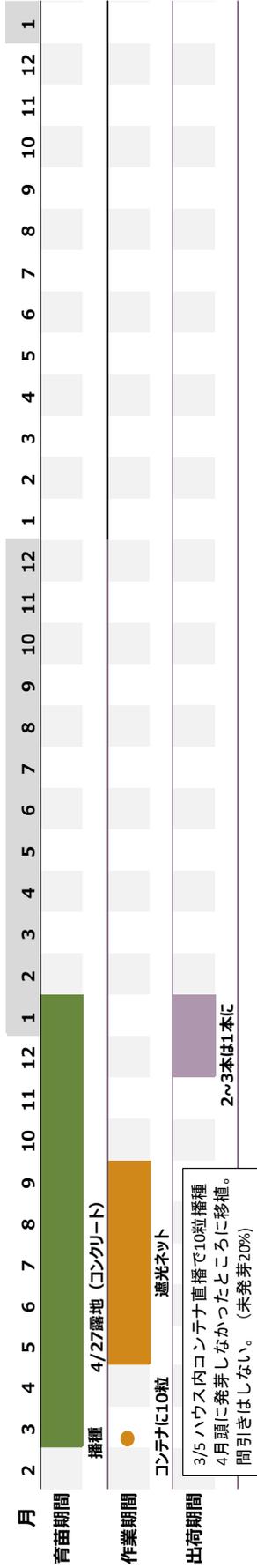


# 栽培工程表

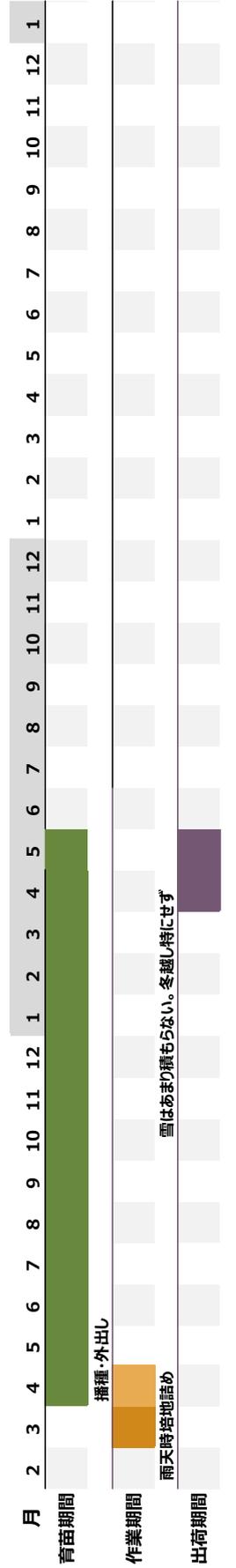


07.【宮城】

樹種樹種： スギ（当年生苗）



樹種樹種： スギ（2年生苗）

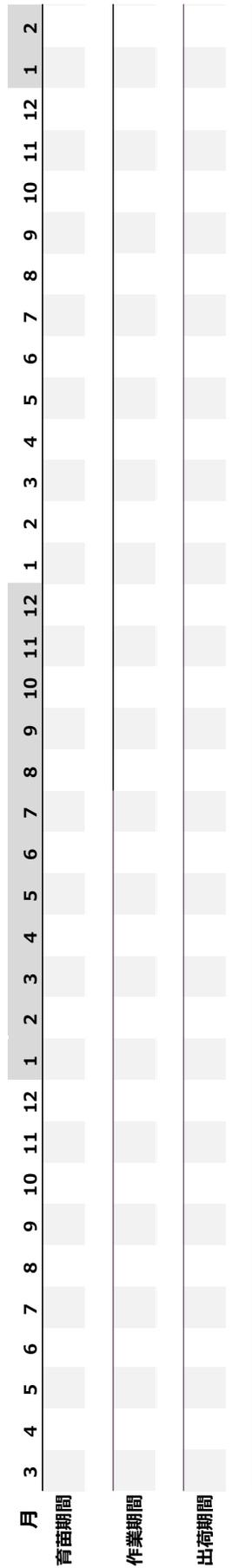
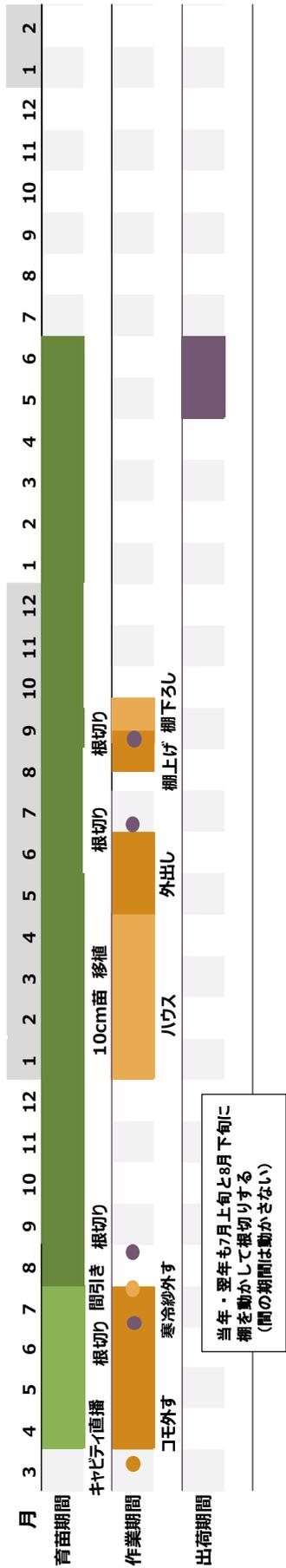


# 栽培工程表

08.〔宮城〕

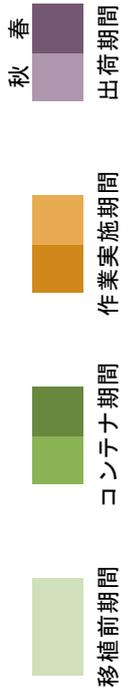


樹種：スギ（直播7割 移植3割）

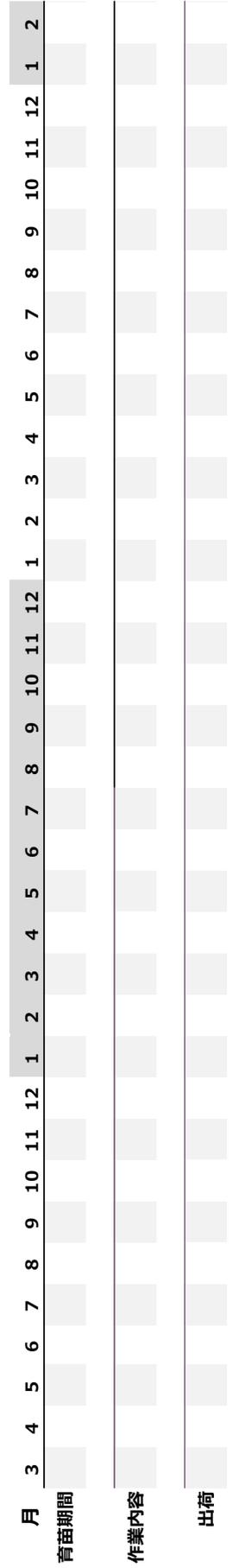
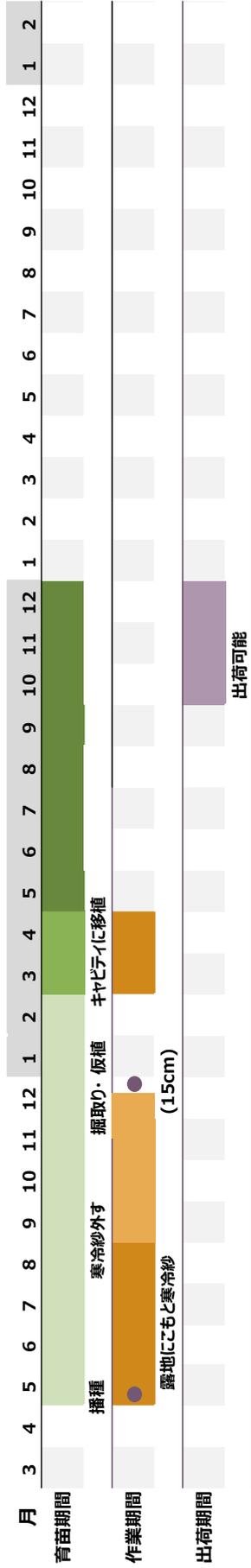


# 栽培工程表

09.[宮城]

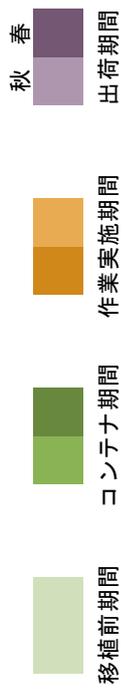


樹種：カラマツ150cc

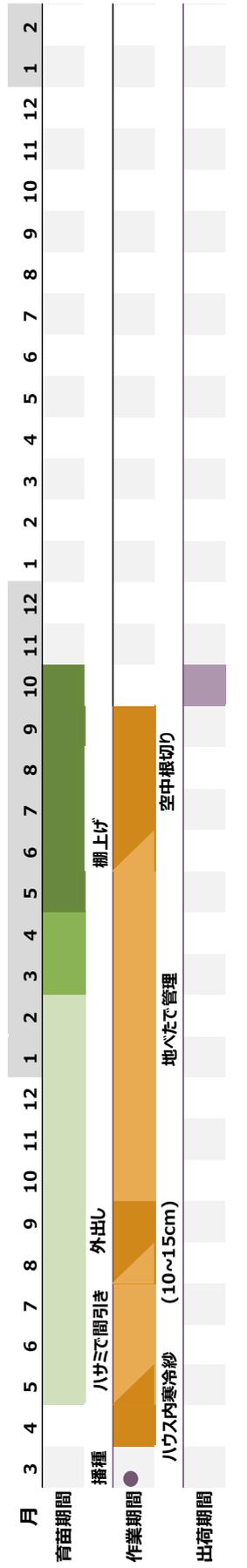


# 栽培工程表

10.〔秋田〕



樹種：スギ

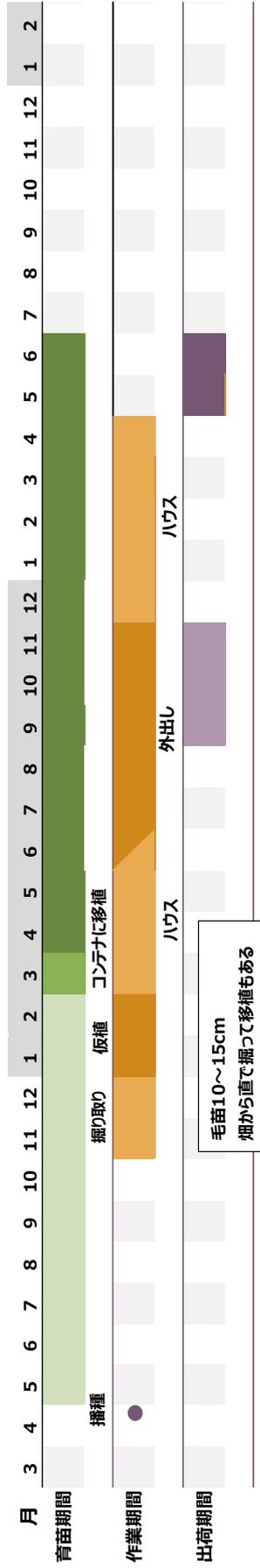


11.〔秋田〕

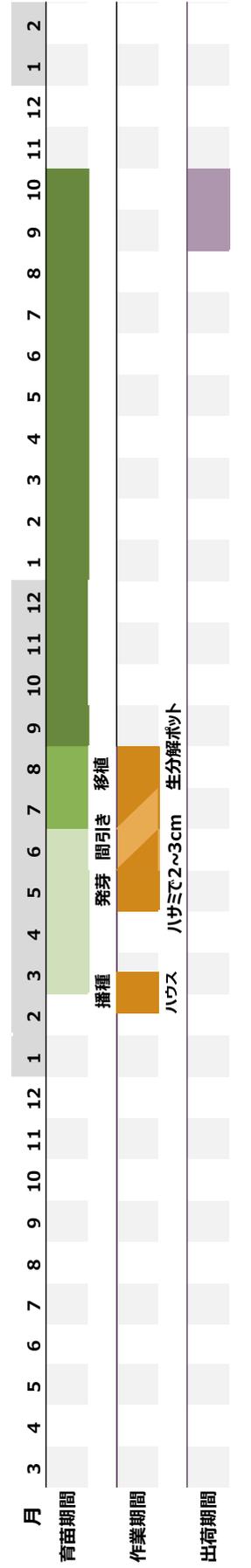
## 栽培工程表



樹種： スギ 播種



樹種： スギ プラグ苗

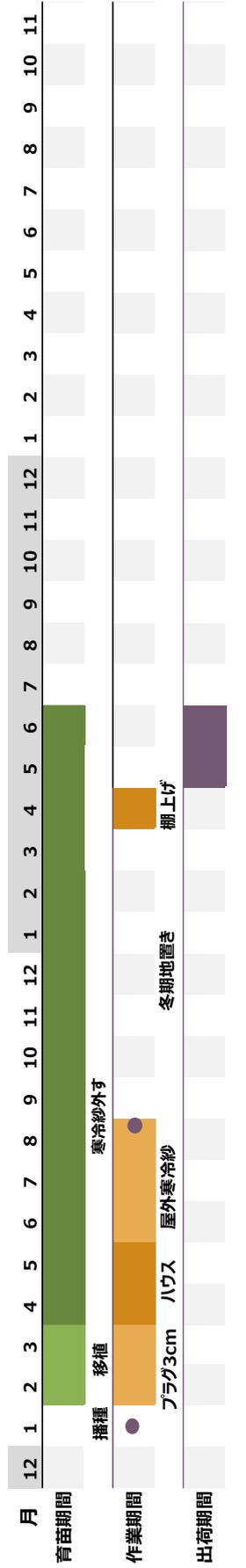


12.【秋田】

### 栽培工程表

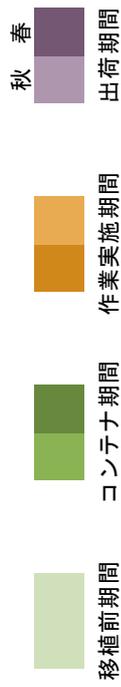


樹種： スギ（プラグ苗）

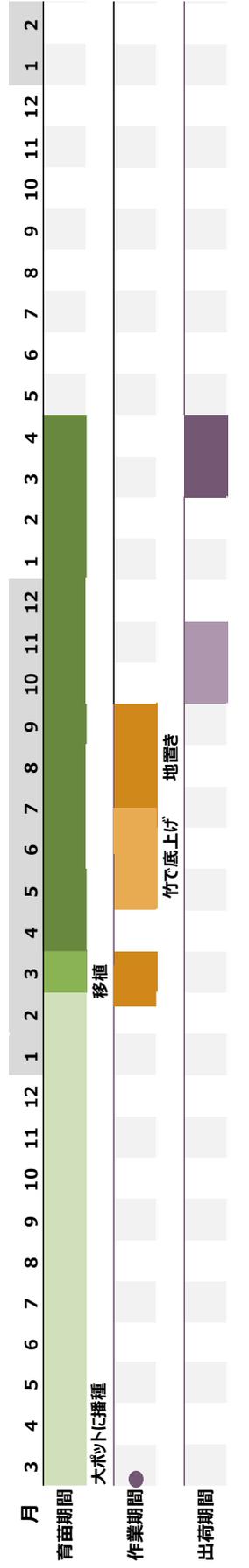


# 栽培工程表

13. [石川]



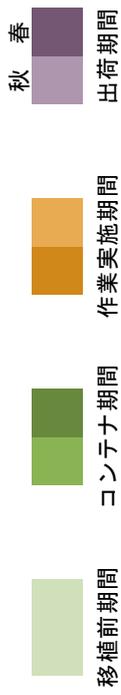
樹種：スギ



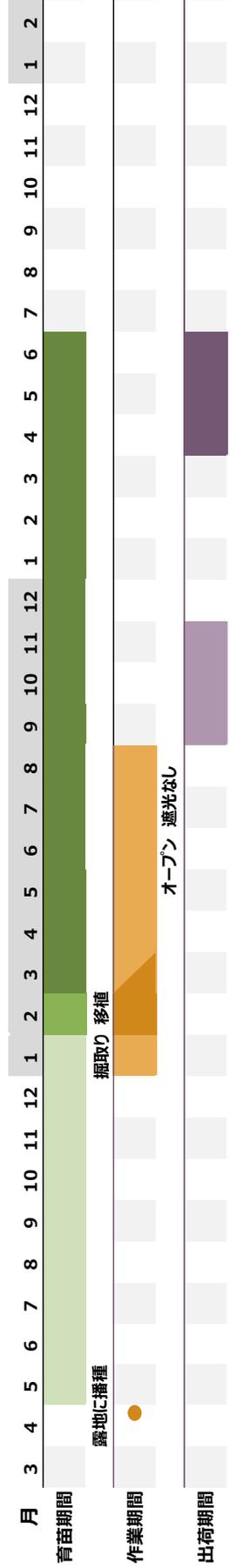


15.【長野】

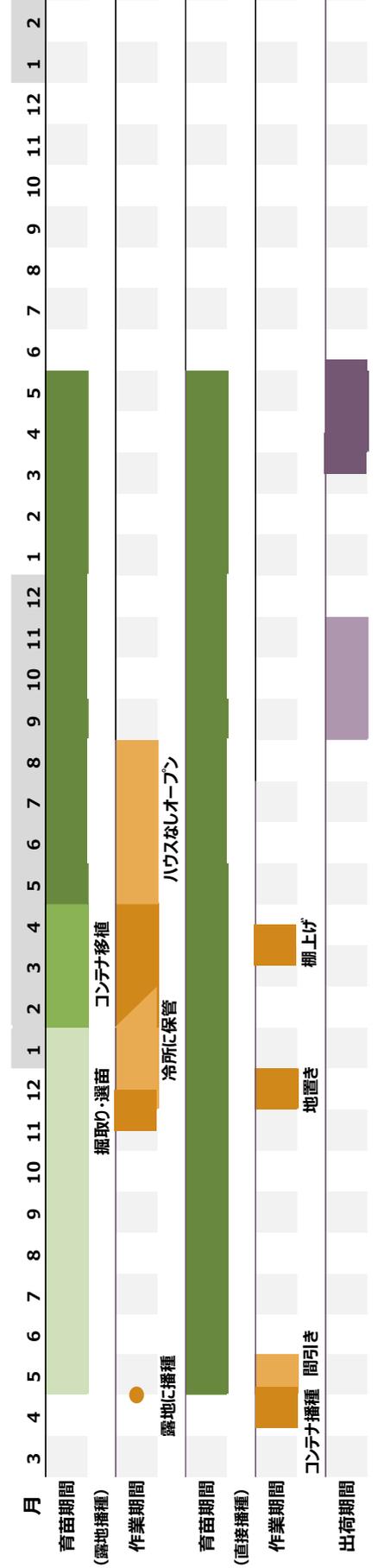
## 栽培工程表



樹種：カラマツ



樹種：ヒノキ



# 栽培工程表

16.【長野】

秋 春



移植前期間



移植前期間

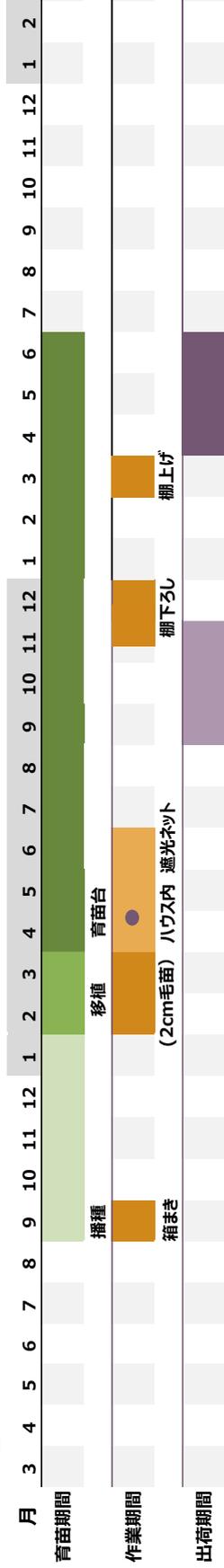


移植前期間

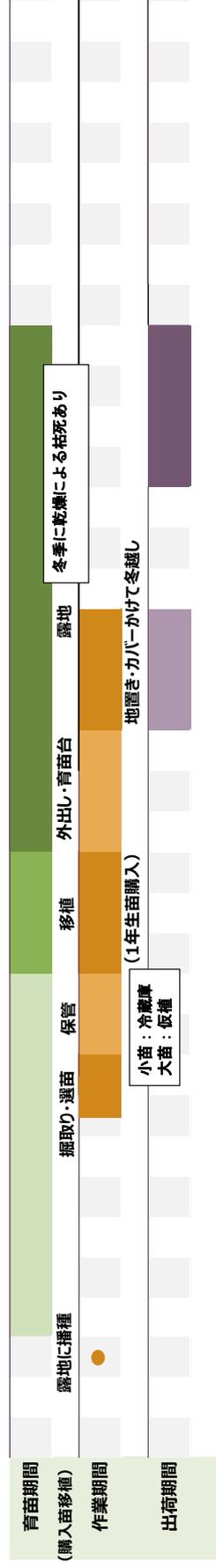
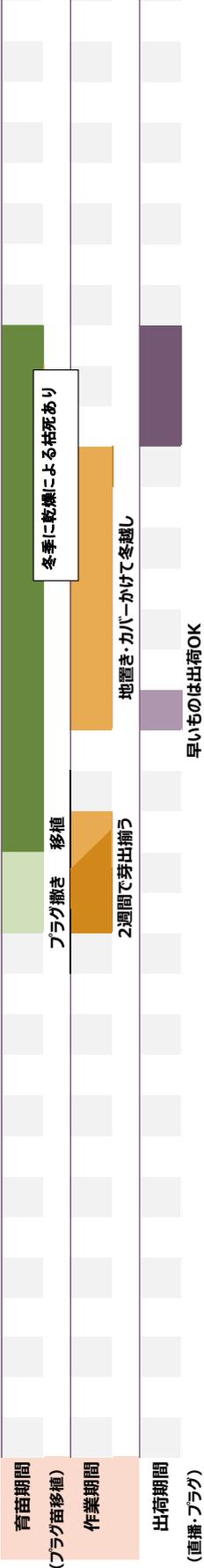
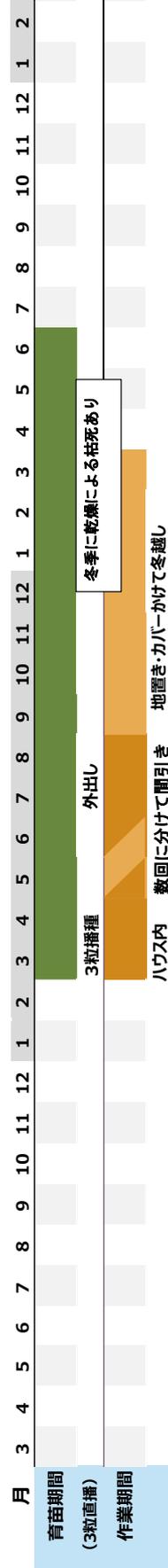


移植前期間

樹種：カラマツ



樹種：ヒノキ



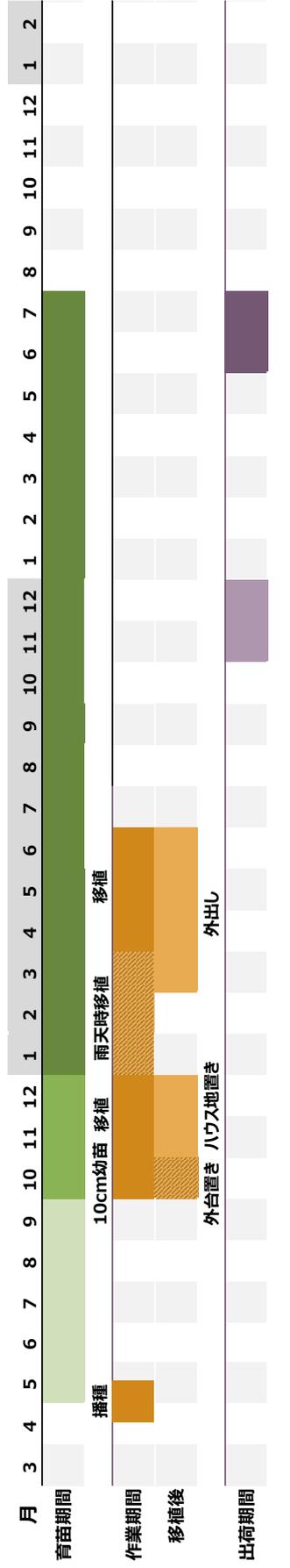


# 栽培工程表



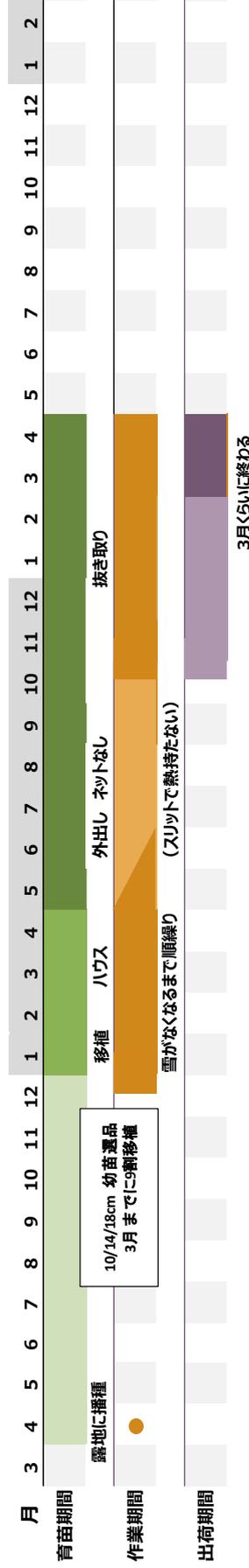
18.【三重】

樹種：ヒノキ・スギ



## 栽培工程表

樹種：スギ・ヒノキ・クロマツ

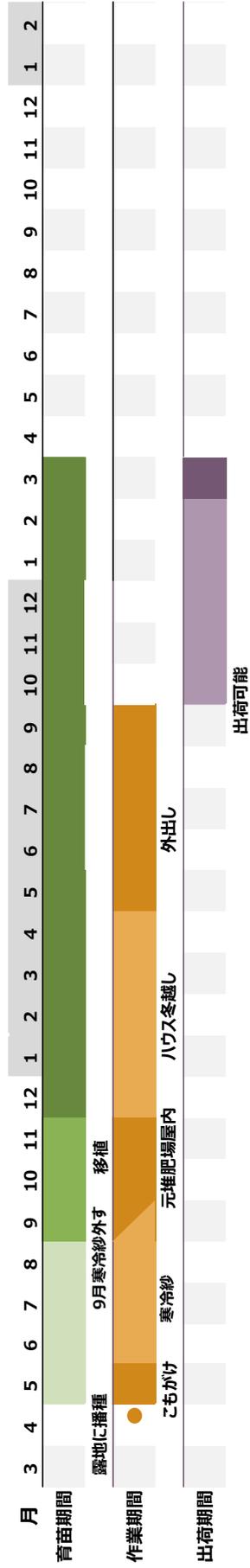


20.【鳥根】

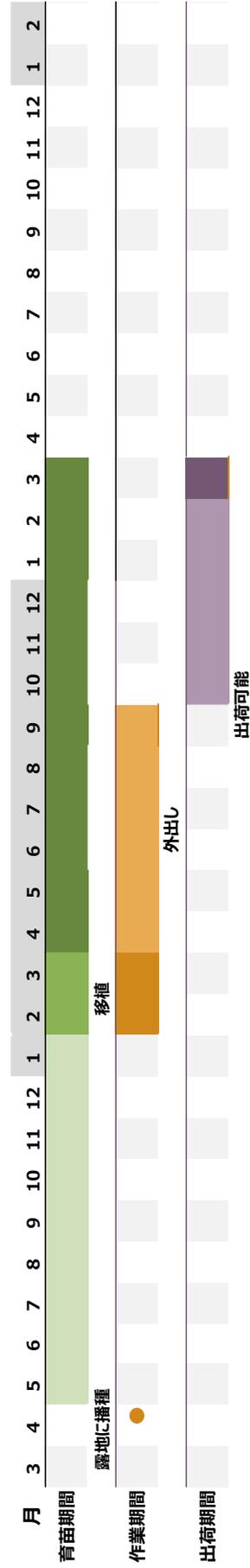
## 栽培工程表



樹種： スギ



樹種： ヒノキ

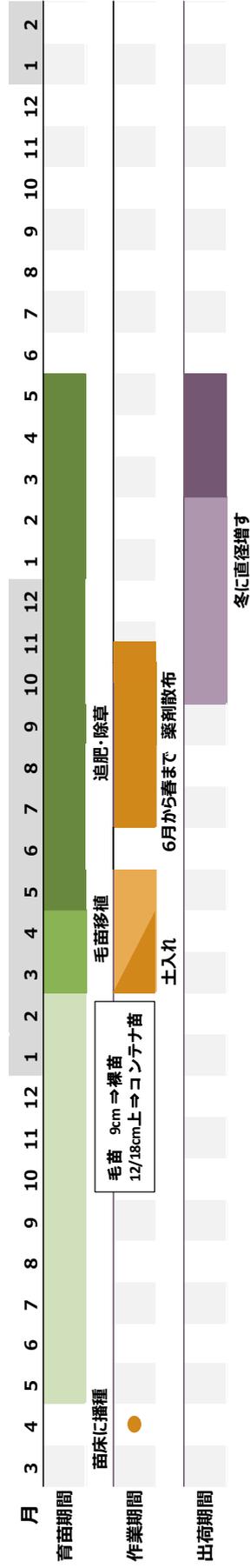


## 栽培工程表

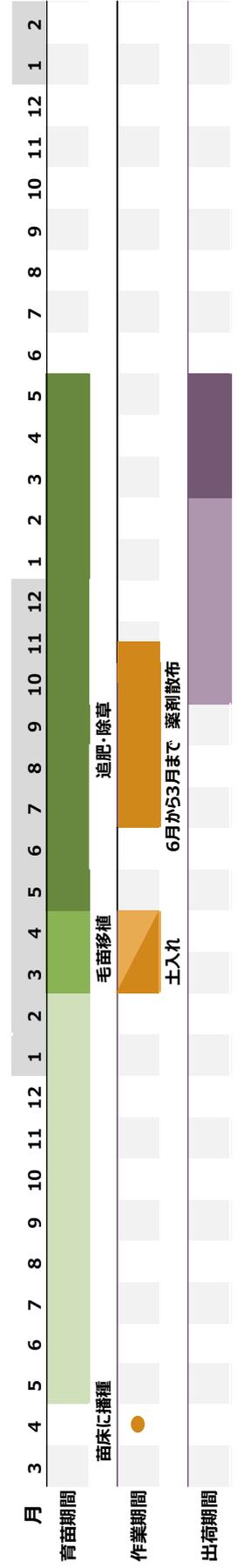
21.【広島】



樹種： ヒノキ



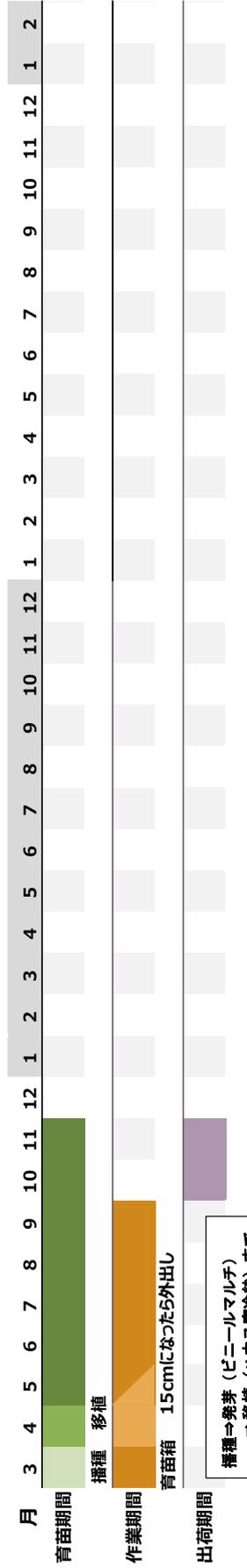
樹種： スギ



## 栽培工程表



樹種：スギ（最短の例）



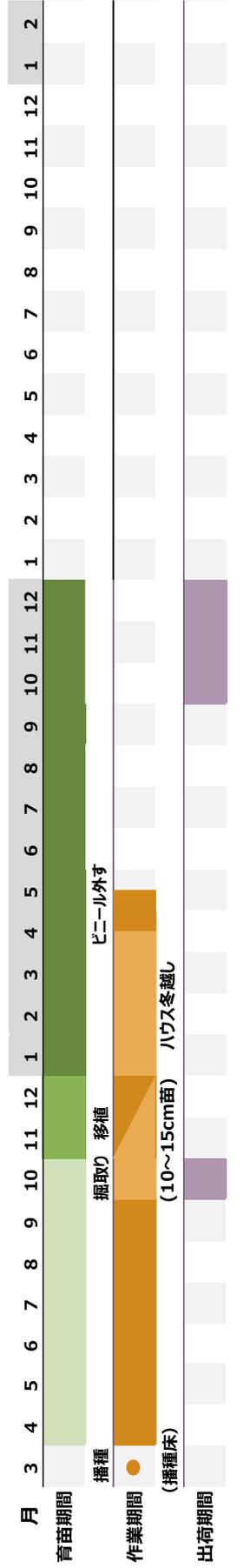
播種⇒発芽（ビニールマルチ）  
⇒移植（ハウス寒冷紗）まで  
最短2カ月  
外出しは苗が死んで外のスペース  
が空いた時に出す。

春・秋の移植が多い。  
通年作業で極端に暑い時期は少ない

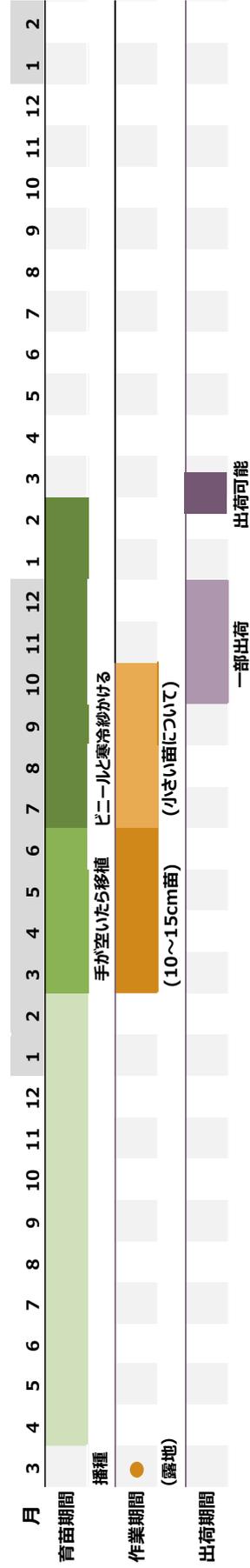
## 栽培工程表



樹種： スギ（秋移植）



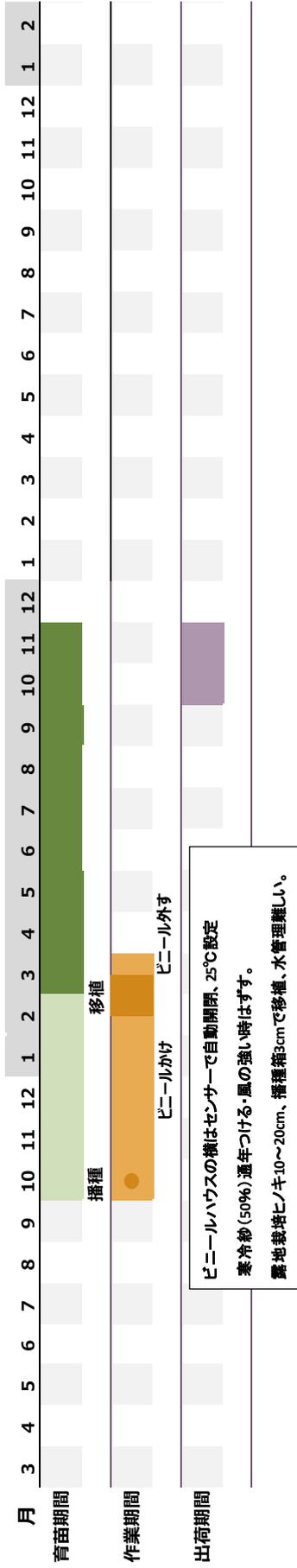
樹種： スギ・ヒノキ（春移植）



## 栽培工程表



樹種： スギ

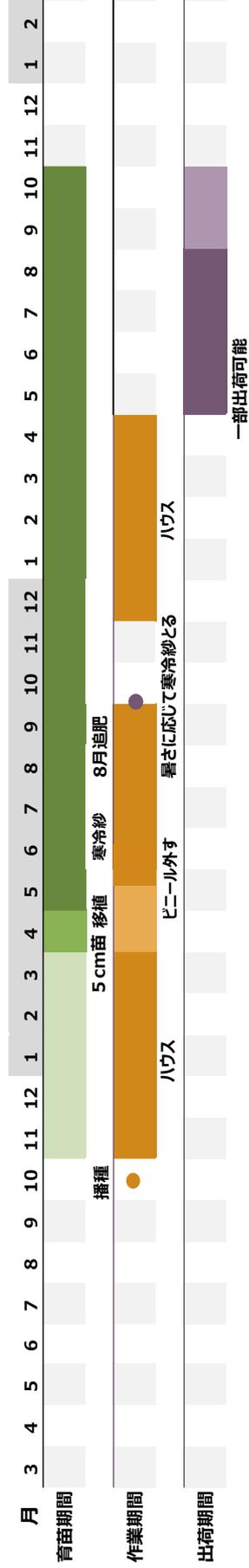


25.【徳島】

### 栽培工程表

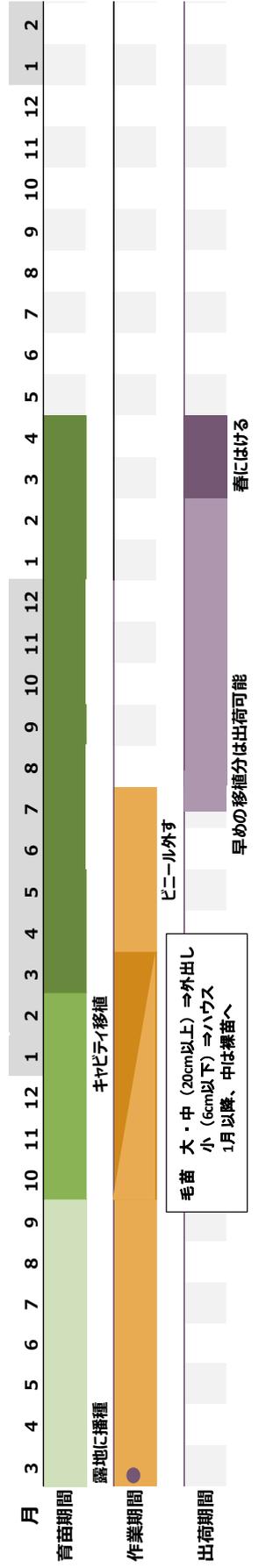


樹種： スギ



## 栽培工程表

樹種：スギ

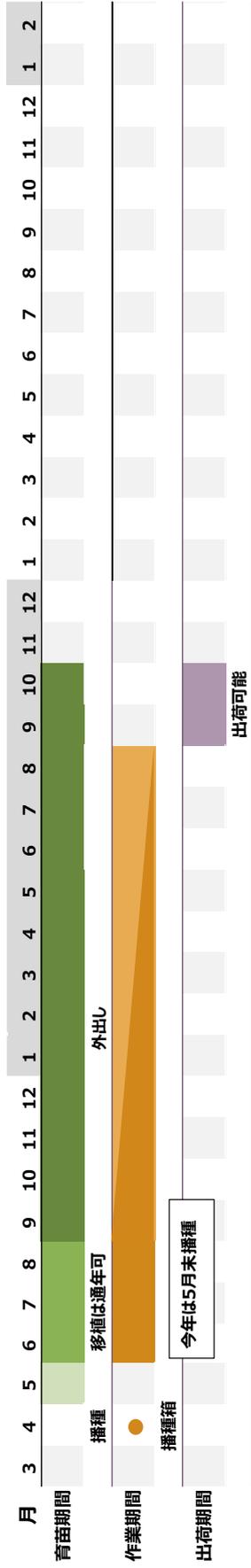


# 栽培工程表

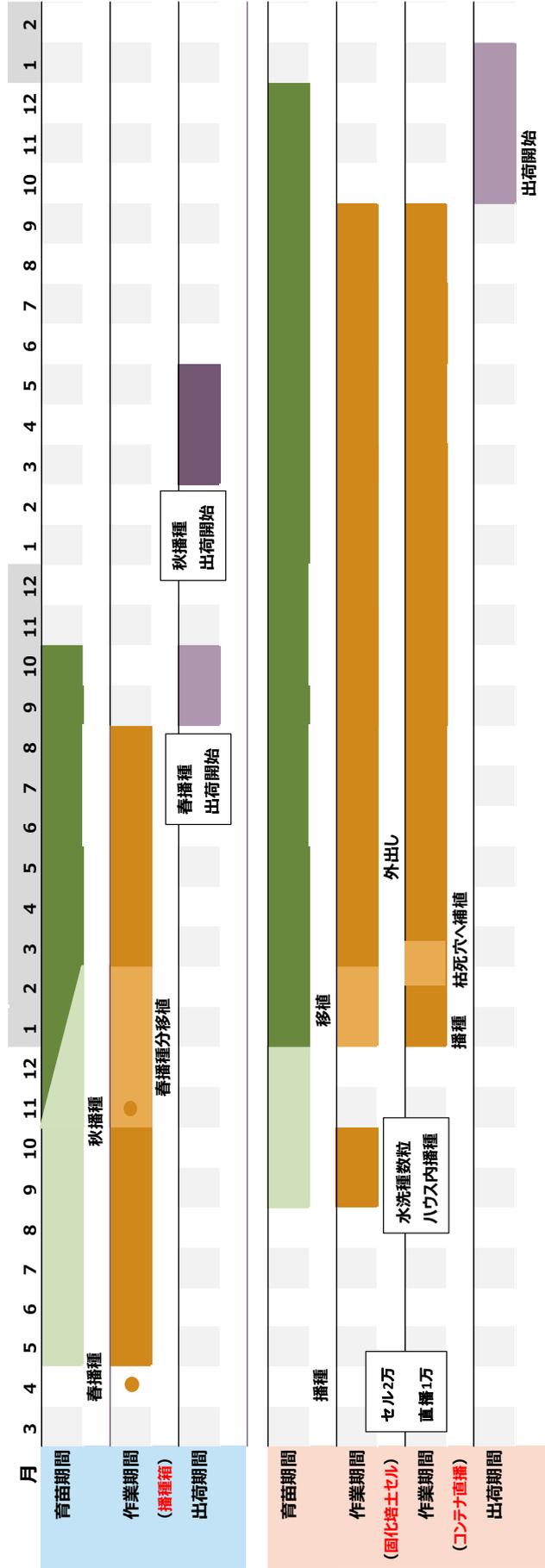


27. [高知]

樹種： スギ



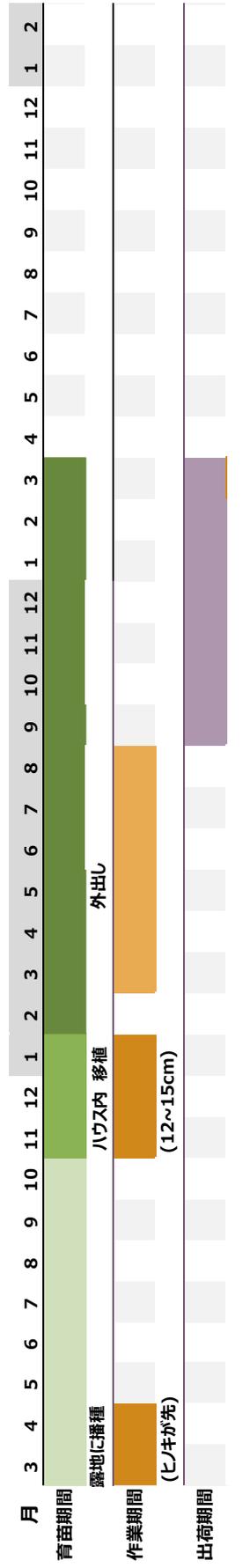
樹種： ヒノキ



# 栽培工程表

28.〔高知〕

樹種： スギ・ヒノキ

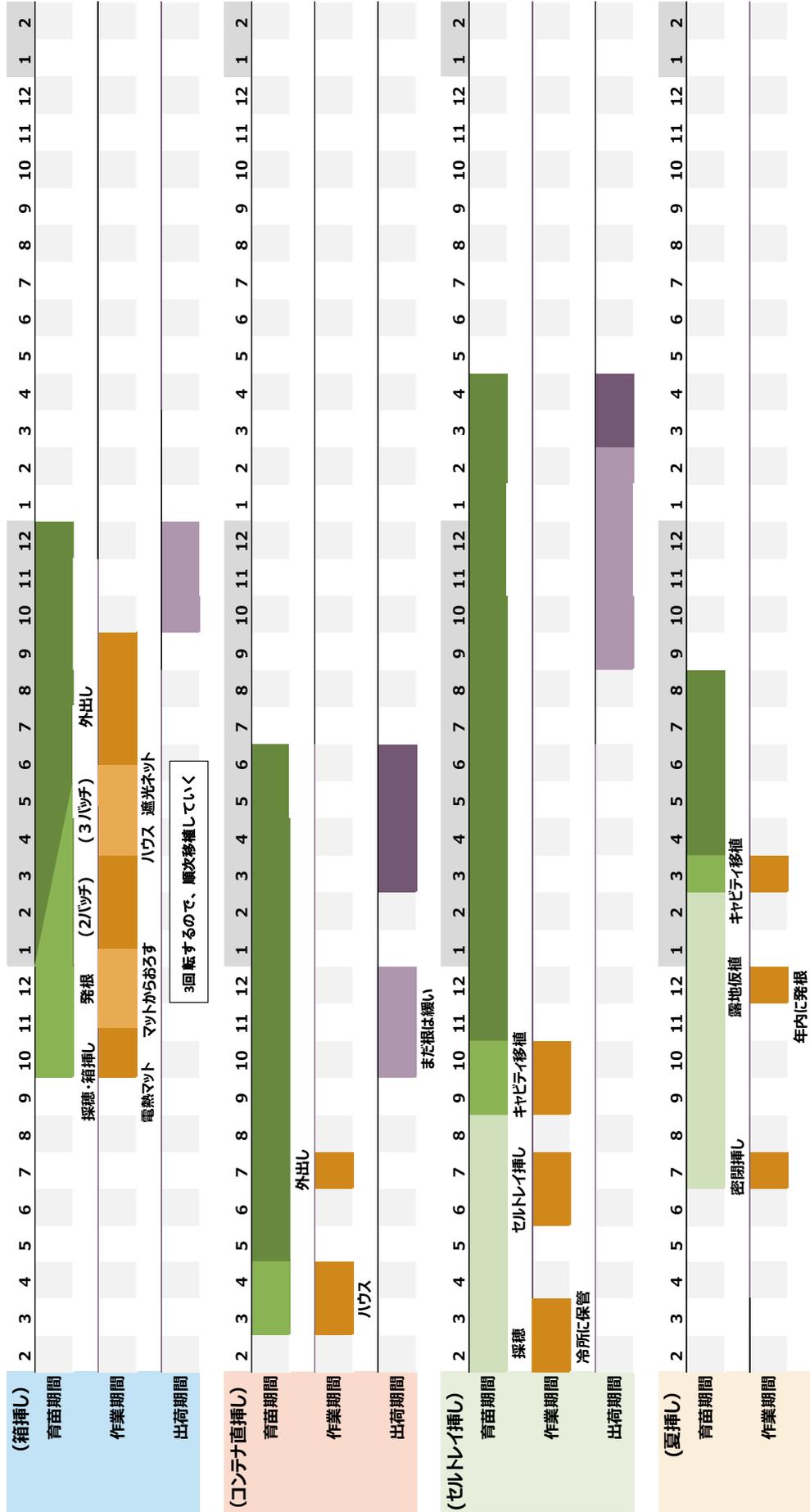


# 栽培工程表

29. [6分]



樹種： スギ

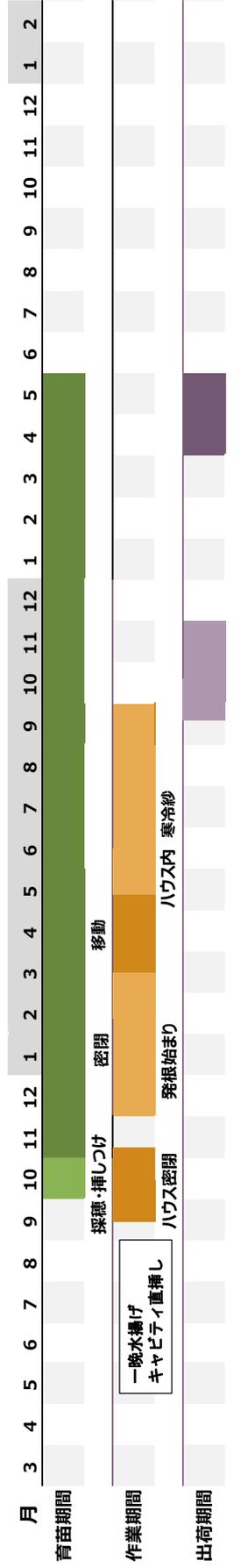


## 栽培工程表

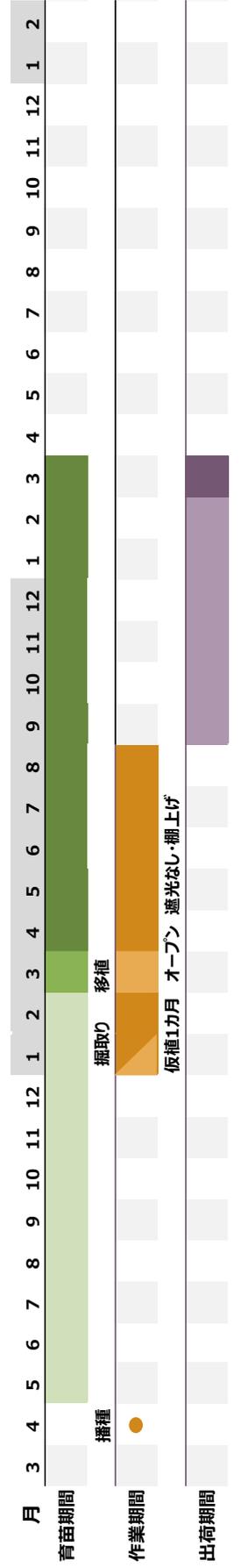
30. [熊本]



樹種： スギ



樹種： ヒノキ

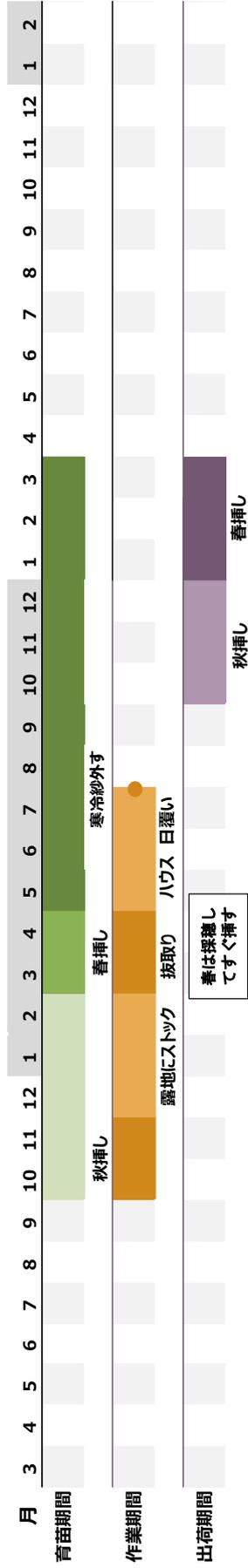


# 栽培工程表

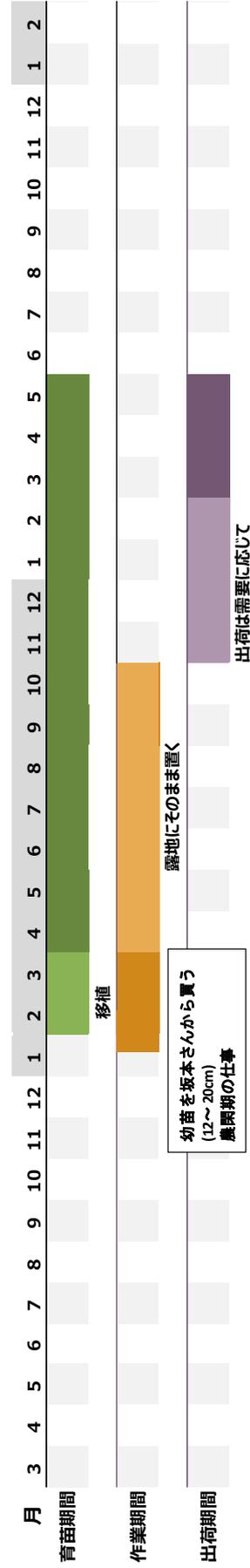
31.【熊本】



樹種： スギ直挿し



樹種： ヒノキ

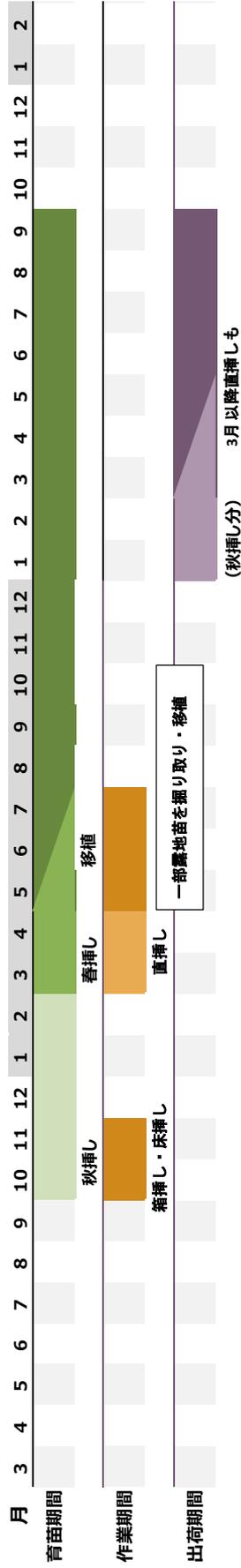


# 栽培工程表

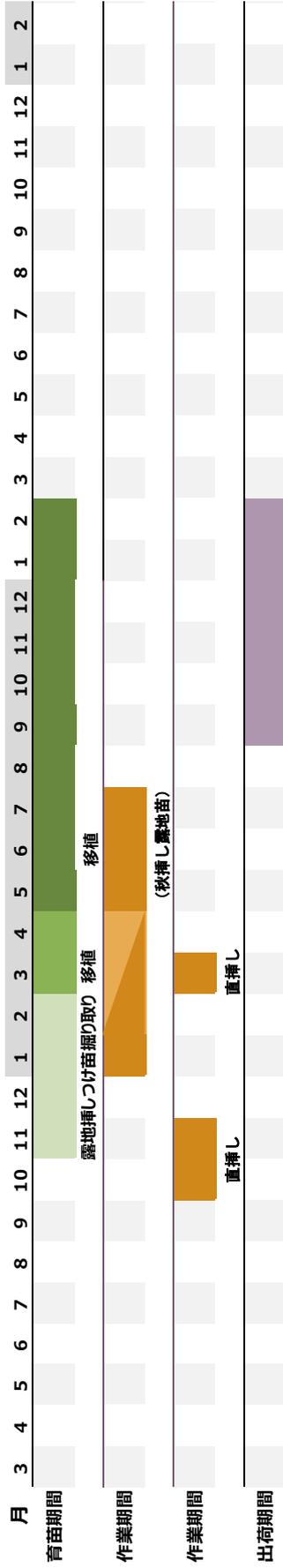
32. [宮崎]



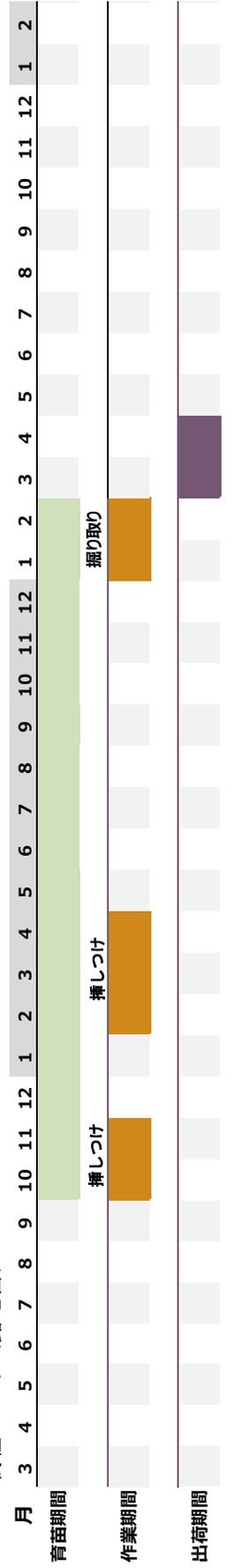
樹種：スギ（コンテナ苗）



樹種：スギ（ペーパーポット）



樹種：スギ（露地苗）

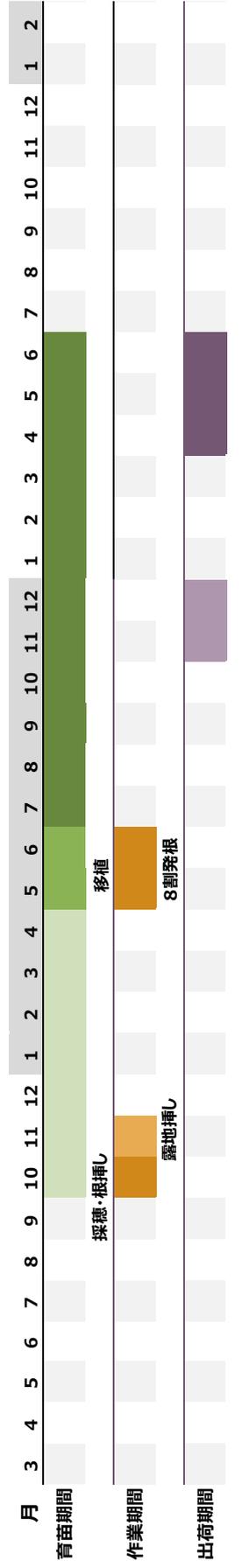


### 栽培工程表

33. [宮崎]

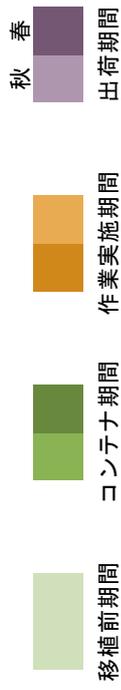


樹種：スギ（ペーパー・Mスター）

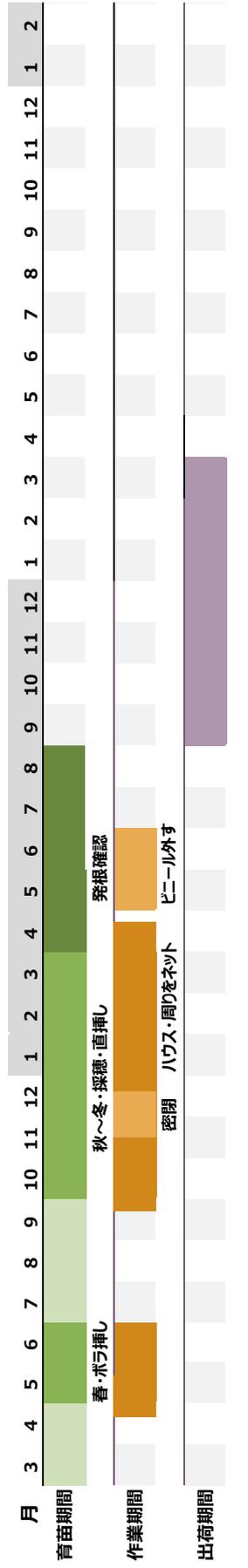


34.【空崎】

### 栽培工程表

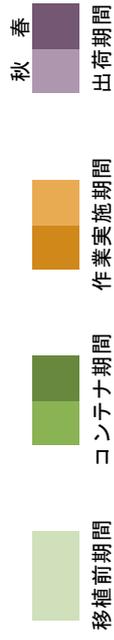


樹種：スギ

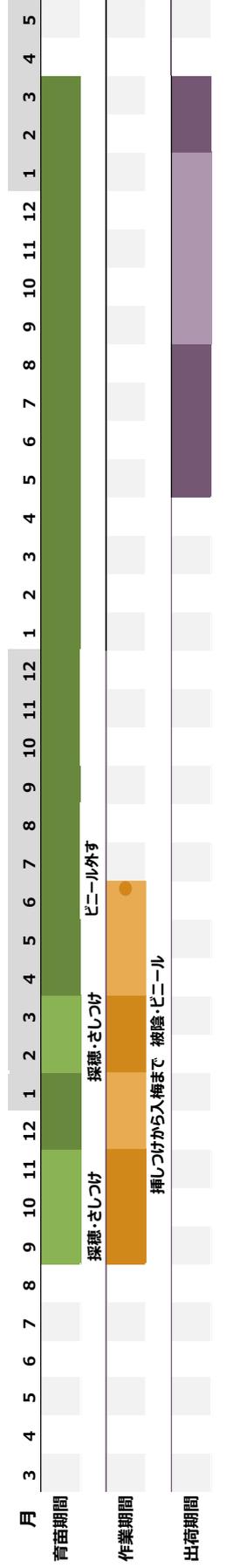


## 栽培工程表

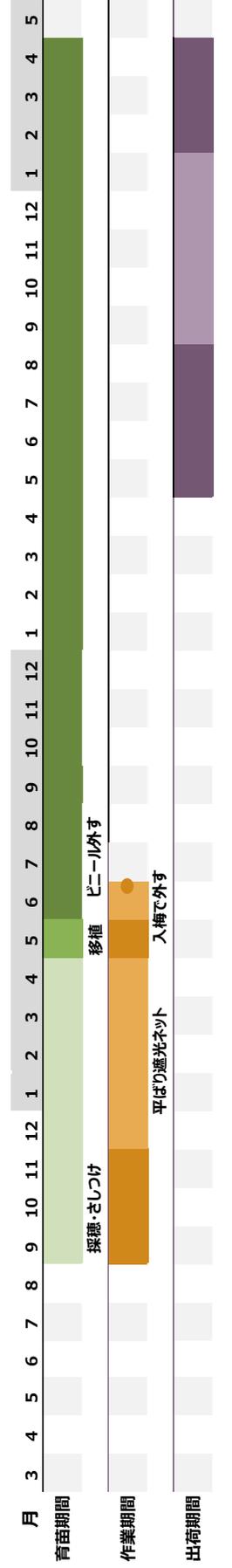
35.【鹿児島】



樹種：スズ（直挿し）



樹種：スズ（床挿し）





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  
報 告 書

令和 2（2020）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