

令和2年度
コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業
報告書

令和3（2021）年3月

林野庁

目次

第1章	業務概要	1
1-1	事業概要	1
1-2	事業目的	1
1-3	事業内容	1
1-4	全体のフロー	2
1-5	3ヵ年の全体計画	4
1-6	本事業の成果要約	5
第2章	検討委員会の設置・運営	9
第3章	コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価	11
3-1	コンテナ苗木の購入と苗木の計測・分析	11
3-1-1	目的	11
3-1-2	方法	11
3-1-3	解体調査の測定結果	15
3-2	生産者ヒアリング	19
3-2-1	目的	19
3-2-2	方法	19
3-2-3	結果	23
3-3	苗木の蒸れのアンケート調査	33
3-3-1	背景と目的	33
3-3-2	生産者へのアンケート方法	33
3-3-3	回答結果	34
3-3-4	対策	34
3-4	大苗生産の取り組み状況調査	35
3-4-1	背景と目的	35
3-4-2	方法	35
3-4-3	ヒアリング結果	35
3-4-4	残苗を用いた生産方法のまとめ	37
第4章	生産方法と苗木の品質	38
4-1	目的と方法	38
4-1-1	背景と目的	38
4-1-2	方法	38
4-2	解体調査の測定結果及び解析	39
4-2-1	測定結果	39
4-2-2	解析方法	42
4-2-3	解析結果	43
4-2-4	考察とまとめ	48
4-3	植栽後の毎木調査結果	48
4-3-1	植栽後の生育状況（湾曲）	53
4-3-2	植栽後の活着と生存率	54

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

第1章 業務概要

1-1 事業概要

事業名 : 令和2年度 コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業

事業期間 : 令和2(2020)年4月1日～令和3(2021)年3月26日

発注者 : 林野庁整備課造林間伐対策室造林資材班

受注者 : 一般社団法人 日本森林技術協会

1-2 事業目的

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

しかしながら、現状では、各地に散在する小規模零細な生産者が自身の知識と経験に基づき独自にコンテナ苗の生産を行っており、苗木の品質にバラつきが見られるほか、生産性やコスト面でも改善の余地があると見込まれる。

このような状況を踏まえ、最新の技術的知見を取り入れた、樹種や地域に応じたコンテナ苗の生産技術・システムの手引きの作成と、コンテナ苗の規格の見直しを行うことで、低コストで品質の確かなコンテナ苗の生産技術の定着とその供給拡大を促進する。

1-3 事業内容

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

なお、本事業は3カ年で実施する予定であり、2年目である今年度は以下のことを行った。

(1) 検討委員会の設置・運営

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

(第1回) 今年度の具体的な調査方針、調査方法、新規事業(大苗生産)の検討等

(第2回) コンテナ苗規格(案)の検討、得られた知見の整理等

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

詳しくは、第2章に記載する。

(2) 全体計画の修正

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

全体計画は、あらかじめ提案された素案を基に、業務着手後に林野庁担当職員と協議の上、全体計画案を作成し、本事業1年目（平成31（2019）年度）の第1回検討委員会において決定した。しかし、事業2年目（令和2（2020）年度）は、新型コロナウイルスの流行により社会情勢が変化したため、全体計画の一部を変更した。

（3） コンテナ苗生産技術等の現状分析及び評価

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

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

（4） コンテナ苗生産技術に関する海外文献収集

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

（5） 最新のコンテナ苗生産技術等の整理

上記（3）の成果をもとに、コンテナ苗の規格の見直しの検討と樹種や地域に応じたコンテナ苗生産技術・システムの手引きの検討を行った。前者については第5章、後者については第7章に記載する。

1-4 全体のフロー

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

そこで、全国各地の生産者のコンテナ苗生産の実態及びその品質について調査を行い、品質に関わる課題を抽出する。その上で、課題解決のための実証生産等を設計・実施し、ここで生産されたコンテナ苗の試験植栽等を行い、実証生産等の有効性等を検証する。なお、課題解決、事業目標に向けての本事業のフローを図1-1に示す。

(1) 検討委員会の設置・運営

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

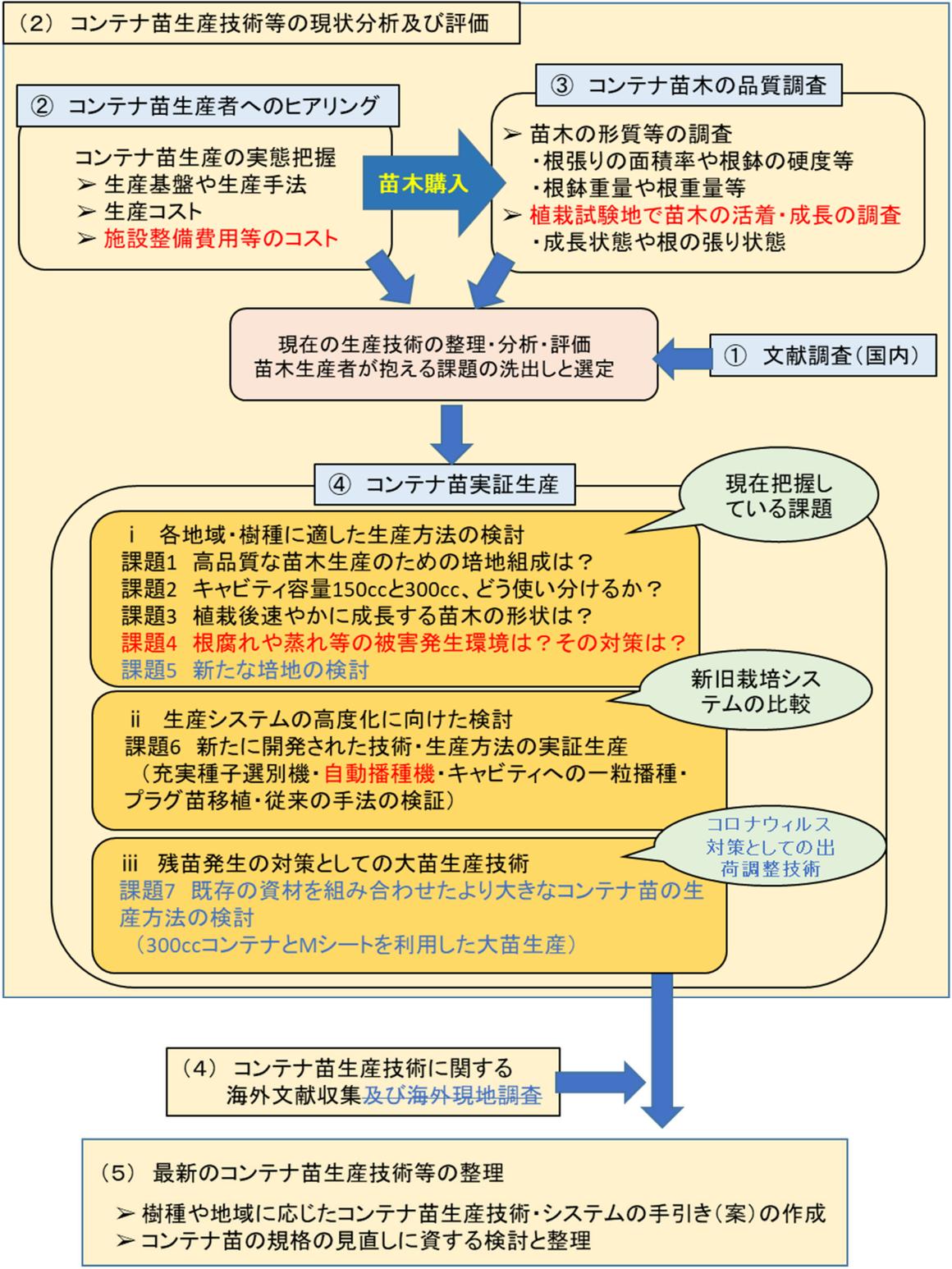


図 1-1 本事業全体のフロー

1-5 3カ年の全体計画

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

しかし、コロナウィルスの流行により海外への渡航が不可能になったことに加え、木材需要の急激な変動で主伐が減少することにより、残苗の発生が懸念されることとなった。このようなことから、計画を一部変更し、海外調査の取りやめる一方、コンテナ苗実証生産に海外資材に依存しない培地の検討と「iii残苗を用いた大苗生産の検討」を実施することとした。

表 1-1 3カ年の全体計画

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

1-6 本事業の成果要約

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

(1) コンテナ苗の品質調査（第3章及び第4章参照）

【調査内容】

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

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

なお、報告書の第3章には、本事業2年目（令和2(2020)年度）分のコンテナ苗の測定結果を取りまとめ、また、第4章には1年目（平成31(2019)年度）分のコンテナ苗の測定結果と植栽後の成長量の調査結果をとあわせて取りまとめた。

【主な調査結果】

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

本事業1年目（平成31(2019)年度）に購入した35者の苗木の計測値を分析した結果、形状比（苗長を根元径で除した値：苗木の細長さの指標）は、スギが44.1～158、ヒノキが54.8～156、カラマツが38.1～122でカラマツの形状比が他の樹種よりも小さい傾向があった。根元径は、根の乾燥重量と強い相関関係にあることを示していたことから、根元径は根の発達の指標になる可能性が示唆された。しかし、根鉢の根系被覆率や土壌脱落土量は、根元径と強い相関関係ではなかったことから、培地の種類や生産方法といった別の要因が影響していることが示唆された。

(2) 生産者へのヒアリング（第3章参照）

【調査内容】

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

【主な調査結果】

大半の生産者が、裸苗とコンテナ苗の生産を並行して行っており、苗床（苗畑）に播種して発芽した幼苗を掘り取り、コンテナに移植する生産者が最も多かった。一方で、コンテナ苗のみを生産する者もあり、そのような生産者は、苗床を持たず播種箱に播種し幼苗を移植する方法をとっていた。さ

らに、コンテナ容器に直接播種する方法やセルトレイに播種してプラグ苗を生産して移植する方法を導入している生産者も確認された。

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

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

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

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

【調査内容】

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

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

【主な調査結果】

植栽後の春の調査では苗木は全て活着した。しかし、初夏を過ぎてから苗木の枯死が現れ、一部の生産者に集中する傾向が見られた。そのような苗木は、根鉢が発達していない苗木又は幼苗の移植時に根が曲げられて移植されていた苗木であった。

また、形状比が高い苗木は、植栽後湾曲する傾向にあり、形状比 120 を超えた苗木の 1 割程度が湾曲する傾向にあった。

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

(4) 生産試験 (第 6 章参照)

【調査内容】

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

し、苗木の生産試験を行った。

生産試験 1：異なる培地でのコンテナ苗生産試験

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

生産試験 2：コンテナ苗生産システムの効率化のための栽培試験

種子選別機、一粒播種機、セルトレイを活用したプラグ苗等による最新の生産手法を導入し生産システムの効率化・機械化のためのデータを取得する。

生産試験 3：残苗を活用した大苗生産試験

出荷できなかった残苗を用いてよりより大きなコンテナ苗を生産する方法を提案する。

【調査結果】

生産試験 1：異なる培地でのコンテナ苗生産試験

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

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

生産試験 2：コンテナ苗生産システムの効率化のための栽培試験

通常の方法（苗床・育苗箱からの幼苗の移植）よりも、コンテナ容器のキャビティへの直接播種やセルトレイに播種してプラグ苗として移植をした方が労務の軽減につながる傾向があった。しかし、機械の導入費用等がかかるため、生産規模に応じた労務・経費のシミュレーションが課題として挙げられた。

生産試験 3：残苗を活用した大苗生産試験

300cc コンテナ容器とMスターコンテナ用シートの活用することで、簡単な植え替え作業でより大きな苗が生産できることがわかった。一方で、植え替え時の培地の追加方法や肥料管理についての課題が挙げられた。

（5）コンテナ苗規格（案）の整理（第 5 章参照）

【調査内容】

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

【主な調査結果】

コンテナ苗の具体的な評価項目のうち、根鉢については、根系被覆率と数値に依らない根鉢の状態の文言を検討した。その上で、根元径と形状比を検討した。さらに、苗長によるサイズについて、植

栽環境に応じて苗木サイズを選択できるよう、5号（特小）から1号（特大）までのサイズ（案）を検討した。

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

（6）文献調査（第7章参照）

【調査内容】

学術論文等から最新の情報を収集した。具体的には、平成28(2016)年以降に寄稿された日本国内の文献ならびに平成22(2010)年以降に寄稿された海外文献（特に欧州地域と米州地域）を対象とし、146文献（海外文献が45、国内文献が101）を収集した。さらにアメリカのコンテナ生産者向けのマニュアルを要約した。全国各地でのコンテナ苗生産の参考となるよう、現状の技術体系や課題等について研究内容ごとに分類整理した。

（7）「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」作成に向けた整理（第7章参照）

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

第2章 検討委員会の設置・運営

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

表 2-1 検討委員

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

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

表 2-2 検討委員会での主な検討内容

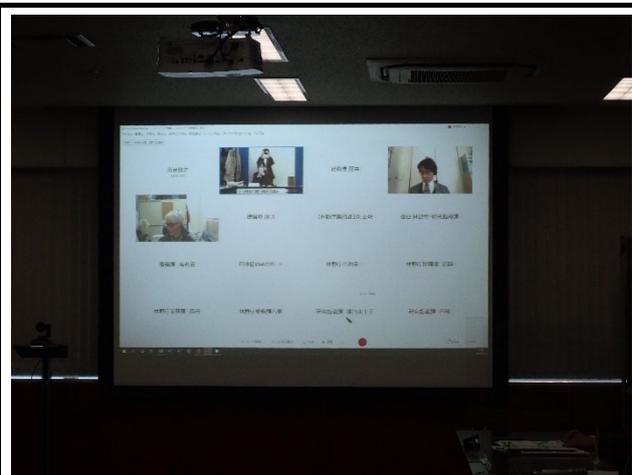
検討委員会	主な検討内容
第1回検討委員会 令和2(2020)年6月17日(水) 13:30~15:30	(1) 令和2年度事業計画 (2) 大苗栽培試験について (3) コンテナ苗実証生産試験中間報告
第2回検討委員会 令和2(2020)年11月17日(金) 13:30~15:30	(1) 規格策定に向けた情報の整理 (2) ヒアリング調査・生産試験の進捗について (3) 今後の予定
第3回検討委員会 令和3(2021)年2月19日(金) 13:30~16:00	(1) 規格策定に向けた情報の整理 (2) コンテナ苗の品質調査結果 (3) コンテナ苗実証生産試験報告 (4) 今後の予定



第1回検討委員会



第2回検討委員会



第3回検討委員会

写真 2-1 検討委員会の様子