

## 第7章 最新のコンテナ苗生産技術等の整理

### 7-1 文献調査

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

#### 7-1-1 国内文献調査

##### (1) 文献の収集

収集した文献一覧および抄録を表7-1、表7-2に示す。なお、平成28(2016)年以降にコンテナ苗生産技術について報告された国内事例は、日本森林学会大会で発表された内容を多く含んでおり、それらは学術講演集の内容を抄録(概要)として取りまとめた。

表 7-1 収集した国内文献の一覧

文献 No	樹種	地域	報告年	著者名	文献名	出典
J001			2016	梶本卓也ら	低コスト再造林の実現にコンテナ苗をどう活用するか:—研究の現状と今後の課題—	日本森林学会誌 98(4)、135-138、2016
J002	スギ	宮城県	2016	八木橋勉ら	スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係	日本森林学会誌 98巻(2016)4号 p.139-145
J003	スギ	東京都	2016	杉原由加子ら	スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度	日本森林学会誌 98(4)、146-150、2016
J004	スギ	宮城県	2016	新保優美ら	スギコンテナ苗は夏季植栽で本当に有利か?:—植栽時の水ストレスから1年後の活着・成長・物質分配までの比較—	日本森林学会誌 98(4)、151-157、2016
J005	カラマツ	北海道	2016	原山尚徳ら	異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率、成長および生理生態特性	日本森林学会誌 98(4)、158-166、2016

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J006	カラマツ	岩手県	2016	成松真樹ら	カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響	日本森林学会誌 98(4)、167-175、 2016
J007	ヒノキ	岡山県	2016	諏訪錬平ら	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

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J014	ス ギ	鹿 児 島 県	2017	内 村 慶 彦 ら	根鉢容量 150cc のスギコ ンテナ苗の生存率と初期 樹高成長は裸苗や根鉢容 量 300cc のコンテナ苗と 異なるのか？：鹿児島県 における春季植栽事例	森林立地 59(2)、45- 51、2017
J015	ス ギ	徳 島 県 ・ 東 京 都	2017	染 谷 祐 太 郎 ら	弱光・灌水制限条件に置 かれたスギコンテナ苗の 水分生理特性の変化	森林立地 59(2)、53- 60、2017
J016	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2019	来 田 和 人 ら	グイマツ雑種 F1 優良家 系「クリーンラーチ」のコ ンテナ挿し木苗育苗方法 の開発	森林遺伝育種 8(1)、 8-14、2019
J017	ス ギ・ ヒ ノ キ	高 知 県 ・ 長 野 県	2016	梶 本 卓 也 ら	プロジェクト「コンテナ 苗を活用した低コスト再 造林技術の実証研究」の 紹介	森林遺伝育種第 5 巻 (2016)
J018	ス ギ・ ヒ ノ キ・ カ ラ マ ツ		2017	原 真 司 ら	コンテナ苗の効率的生産 に向けた技術開発と課題	森林科学 80(0)、18- 21、2017
J019	ス ギ	徳 島 県	2016	藤 井 栄	実生スギコンテナ苗生産 期間短縮の試み	徳島県立農林水産総 合技術支援センター 研究報告(3)、15-20、 2016-11
J020	ス ギ	徳 島 県	2017	藤 井 栄	徳島県におけるスギ実生 コンテナ苗の育苗	森林科学 80(0)、10- 13、2017
J021			2016	松 田 修	林業の高収益化に貢献す る近赤外画像分光技術	日本木材学会九州支 部木科学情報 23 巻 1号 20166-10

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J022	スギ・ ヒノキ	茨 城 県	2016	松 田 修 ら	高発芽率を実現する樹木 種子の選別技術	森 林 遺 伝 育 種 =Forestgeneticsan dtreebreeding5、21- 25、2016
J023	カ ラ マ ツ	北 海 道 ほ か 7 県	2017	高橋誠	カラマツの安定的種苗生 産に向けた技術開発	林木育種情報 No.23 (2017) 6p
J024		沖 縄 を 除 く 九 州 7 県	2016	横 田 康 裕ら	九州地方におけるコンテ ナ苗生産の課題	九 州 森 林 研 究 No.6911-17、2016.3
J025	ヒ ノ キ	岐 阜 県	2017	渡 邊 仁 志	ヒノキ実生コンテナ苗の 改良による低コスト再造 林技術の開発	森林科学 80(0)、14- 17、2017
J026	ヒ ノ キ	岐 阜 県	2017	渡 邊 仁 志ら	ヒノキにおける実生裸苗 と緩効性肥料を用いて育 成した実生コンテナ苗の 初期成長	日 本 森 林 学 会 誌 99(4)、145-149、 2017
J027	カ ラ マ ツ	長 野 県	2019	清 水 香 代	当年生カラマツコンテナ 苗の育苗方法の検討	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、569、2019
J028			2018	壁 谷 大 介ら	コンテナ苗の"形状比"に 関する考察	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、539、2018
J029	ス ギ		2018	山 中 豪 ら	ガラス室を用いた直接播 種によるスギ・ヒノキ1 年生コンテナ苗育苗試験	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、529、2018
J030	ス ギ	岡 山 県 ・ 高 知 県	2017	藤 本 浩 平ら	スギ特定母樹コンテナ苗 の植栽後2年間の地上部 成長	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、526、2017

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J031		沖 縄 を 除 く 46 都 道 府 県	2016	都 築 伸 行	需給調整が困難化する林 業用苗木の生産及び流通 の現局面	林業経済 69 (4)
J032	ス ギ	富 山 県	2018	関 子 光 太 郎	乾燥期に植栽したスギコ ンテナ苗と裸苗の活着、 生育および積雪被害発生 状況の比較	森 林 利 用 学 会 誌 33(1)、73-80、2018
J033	ス ギ	関 東 地 方 北 部	2019	山 野 邊 太 郎 ら	関東地方北部で造成した 1年生スギコンテナ苗の 検定林	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 130(0)、571、2019
J034	ヒ ノ キ	山 梨 県	2019	大 地 純 平	山梨県におけるヒノキコ ンテナ苗の植栽季節別生 存率	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 130(0)、495、2019
J035	ス ギ	徳 島 県	2019	藤 井 栄 ら	スギコンテナ苗の冷暗所 長期保管の試み	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 130(0)、523、2019
J036	ス ギ	東 京 都	2019	染 谷 祐 太 郎 ら	暗処理がスギコンテナ苗 植栽後の活着と成長に及 ぼす影響	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 130(0)、524、2019
J037	ス ギ	石 川 県	2018	小 谷 二 郎 ら	多雪地帯でのスギコンテ ナ苗の成長に対する植栽 方法や苗木の大きさの影 響	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 129(0)、536、2018
J038	ス ギ	熊 本 県	2018	八 木 貴 信 ら	育苗の期間・密度の異な るスギ挿し木コンテナ苗 の活着と植栽後3年間の 成長	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 129(0)、534、2018
J039	ス ギ	京 都 府	2018	山 下 直 子 ら	スギ・ヒノキコンテナ苗 における主軸切断の影響 —萌芽枝の成長と樹形変 化—	日 本 森 林 学 会 大 会 発 表 学 術 講 演 集 129(0)、538、2018

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J040	トドマツほか2種	北海道	2018	津山幾太郎ら	コンテナ苗はどのような条件で有効なのか？～北海道の場合～	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、540、2018
J041	スギ	徳島県	2018	藤井栄ら	スギ摘葉処理苗やコンテナ苗の時期別植栽による下刈り省力効果	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、533、2018
J042		宮崎県	2018	古里和輝	生分解性ペーパーポット苗の植栽後1年間の成長と容器劣化	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、254、2018
J043	ヒノキ	岐阜県	2018	渡邊仁志ら	積雪のある傾斜地における根鉢の低いヒノキ・コンテナ苗の林地適応	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、101、2018
J044	ヒノキ		2017	山下直子ら	ヒノキコンテナ苗における灌水停止後の水ポテンシャルの変化ーキャビティ容量 150cc と 300cc の比較ー	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、517、2017
J045	スギ		2017	飛田博順ら	キャビティ容量の異なるスギコンテナ苗の灌水停止後の水ポテンシャルの変化	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、516、2017
J046	カラマツ	北海道	2017	上村章ら	カラマツコンテナ苗の根系生長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、513、2017
J047	ヒノキ	岐阜県	2017	渡邊仁志ら	植栽時期の異なるヒノキ・コンテナ苗の植栽後3年間の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、527、2017
J048	スギ	東京都	2017	染谷祐太郎ら	弱光・灌水制限によるスギコンテナ苗の成長制御の試み	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、245、2017

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J049	ス ギ	大 分 県	2017	佐 藤 嘉 彦ら	さし木時期および穂木の 低温貯蔵がスギ在来品種 のさし木発根性に与える 影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、354、2017
J050	ス ギ		2019	本 田 あ かりら	低温貯蔵はスギ挿し木発 根の向上に有効か？	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、616、2019
J051	ス ギ	宮 崎 県	2019	伊 藤 哲 ら	ペーパーポットで育苗し たスギ挿し木苗の林地植 栽後の根系発達	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、525、2019
J052	ス ギ	鹿 児 島県	2019	小 田 樹 ら	無下刈り処理下における スギ挿し木コンテナ中苗 の初期成長	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、263、2019
J053	ス ギ		2019	徳 田 楓 ら	スギ挿し木苗の根切りが コンテナ移植時の作業効 率と根系発達に及ぼす影 響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、257、2019
J054	ス ギ	秋 田 県	2019	Hirofu miSato	スギ特定母樹の挿し木苗 に関するいくつかの知見	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、120、2019
J055	ス ギ	熊 本 県	2019	根 岸 直 希ら	山林用苗木の生産技術開 発	紙ノパ技協誌 73(2)、 120-122、2019
J056	ス ギ	熊 本 県	2018	宮 島 淳 二ら	造林地におけるスギ挿し 木コンテナ苗の長期保管 試験	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、527、2018
J057	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2018	今 博 計 ら	苗木生産者におけるクリ ーナーチ育苗の現状	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、519、2018
J058	ス ギ	富 山 県	2018	相 浦 英 春	スギ挿し木苗の発根状況 と植栽後の生育	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、523、2018
J059	ス ギ		2018	富 森 加 耶子ら	スギ直挿し苗の発根特性 について	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、522、2018

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J060	ス ギ		2018	吉 村 知 也ら	スギにおける光質とさし 木発根性との関係	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、290、2018
J061	ス ギ	宮 崎 県	2017	平 田 令 子ら	水耕栽培によるスギ挿し 穂のカルス形成と発根誘 導	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、520、2017
J062	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2017	来 田 和 人ら	クリーンラーチの挿し木 増殖方法の改良(I) - 環境 制御による挿し木台木の 成長促進 -	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、72、2017
J063	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2017	角 田 真 一ら	クリーンラーチの挿し木 増殖方法の改良(II)-環境 制御による挿し木苗の効 率的生産-	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、73、2017
J064	ス ギ	宮 崎 県	2017	古 里 和 輝ら	根量の違いと摘葉処理が スギ苗の水ストレスに与 える影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、244、2017
J065	ス ギ	宮 崎 県	2017	新 保 優 美ら	夏季植栽されたスギ挿し 木苗の生残規定要因-苗 種か物質分配か?-	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、243、2017
J066	ス ギ		2017	渡 部 公 一ら	スギコンテナ苗の用土量 と成長の関係	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 128(0)、515、2017
J067	ス ギ	熊 本 県	2019	寺 本 聖 一郎ら	用土配合割合がスギさし 木コンテナ苗の得苗に及 ぼす影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、518、2019
J068	ス ギ		2019	金 枝 拓 実ら	組織培養で作出された無 花粉スギ苗の形質評価	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、288、2019
J069	ス ギ・ ヒ ノ キ	茨 城 県	2018	長 倉 淳 子ら	スギ、ヒノキコンテナ苗 育苗培地への木質バイオ マス燃焼灰混合が苗木の 成長と養分状態におよぼ す影響	森林総合研究所研究 報告 17(1)、75-84、 2018

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J070			2019	藤 本 浩 平	数種類の育苗法によるコ ンテナ苗の生産コスト比 較	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、522、2019
J071	カ ラ マ ツ		2019	山 本 恭 大ら	カラマツ属コンテナ苗の 成長と菌根形成	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、444、2019
J072		山 口 県	2018	上 田 和 司ら	コンテナ苗生産における 培地低コスト化の検証	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、530、2018
J073		北 海 道	2018	上 村 章 ら	異なるコンテナで育てた 苗木の植栽後の成長	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、532、2018
J074	ス ギ		2018	小 笠 真 由美ら	液肥濃度と灌水頻度がス ギコンテナ苗の成長と生 理特性に与える影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、525、2018
J075	ス ギ	茨 城 県	2018	飛 田 博 順ら	春植栽のスギコンテナ苗 の初期成長に及ぼす前年 秋の追肥の影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、526、2018
J076	ヒ ノ キ		2019	竹 内 隆 介ら	ヒノキ充実種子の精選及 び直接播種によるコンテ ナ苗育苗	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 129(0)、528、2018
J077	ス ギ・ ヒ ノ キ・ カ ラ マ ツ	北 海 道 ほ か 5 県	2019	飛 田 博 順ら	スギ、ヒノキ、カラマツコ ンテナ苗の育苗方法の違 いによるコスト評価	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 130(0)、521、2019
J078	ス ギ	東 京 都	2016	杉 原 由 加子ら	8月下旬に植栽したスギ コンテナ苗の植栽当初の 蒸散速度と成長	森林立地 58(1)、25- 28、2016
J079		宮 崎 県	2013	山田健	最近のコンテナ苗の動向	機会化林業 715,9- 16,2013

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J080	ス ギ	静 岡 県	2020	袴 田 哲 司ら	スギコンテナ苗の植栽時 のサイズと初期成長の関 係	遺 伝 育 種 9(2),51- 60,2020
J081	ス ギ	富 山 県	2020	関 子 光 太郎	雪害がスギコンテナ苗の 初期成長に及ぼす影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),110,2020
J082	ヒ ノ キ		2020	渡 邊 仁 志・茂木 靖和	ヒノキ稚苗のコンテナ移 植時期が得苗率と成長経 過に及ぼす影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),109,2020
J083	カ ラ マ ツ		2020	原 山 尚 徳	カラマツコンテナ苗の生 理生態特性	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),292,2020
J084			2020	吉村ら	苗木生産における木質繊 維を原料とした生分解性 育苗容器の可能性	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),682,2020
J085	ス ギ		2020	佐藤渉・ 塚原雅 美	資材及び育苗方法の異な るスギコンテナ苗の活着 と初期成長	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),693,2020
J086	ス ギ		2020	染谷祐 太郎・丹 下健	暗処理がスギコンテナ苗 植栽後の発根に及ぼす影 響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),692,2020
J087	ス ギ	宮 崎 県	2020	伊 藤 哲 ら	コンテナ移植後のスギ挿 し木の根系発達に及ぼす 施肥および灌水処理の影 響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),691,2020
J088	ス ギ	秋 田 県	2020	佐 藤 博 文	秋田県におけるスギコン テナ育苗の事例	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),690,2020
J089	ス ギ		2020	山中豪	密度調整とソート処理が スギ実生コンテナ苗の形 状に及ぼす影響	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),688,2020
J090	カ ラ マ ツ	長 野 県	2020	清 水 香 代	1 年生カラマツコンテナ 苗植栽後の初期成長(第1 報)	日本森林学会大会発 表 学 術 講 演 集 131(0),699,2020

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J091	ス ギ・ ヒ ノ キ		2020	北原ら	生分解性不織布ポットを用いたスギ・ヒノキ苗の植栽後2年間の成長	日本森林学会誌 102(4),263- 269,2020
J092	ス ギ		2020	大平峰 子・山野 邊太郎	スギコンテナ苗の活着率と初期成長に及ぼす冷凍保存の影響	日本森林学会大会発 表学術講演集 131(0),749,2020
J093	ス ギ	高知 県	2020	藤本浩 平ら	スギ第二世代精英樹候補木コンテナ苗の初期成長	日本森林学会大会発 表学術講演集 131(0),763,2020
J094	ス ギ		2020	丹羽花 恵	異なる時期にマルチキャビティコンテナに挿し付けたスギ挿し穂の発根量	日本森林学会大会発 表学術講演集 131(0),746,2020
J095	ス ギ		2020	丹下健・ 染谷祐 太郎	暗所保管したスギコンテナ苗の植栽後の細根伸長	森林立地 62 (2) ,73- 80,2020
J096	ス ギ		2020	丹下健・ 染谷祐 太郎	雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗への追肥による育苗時と林地植栽後の効果	中部森林研究 (68) ,5-6,2020
J097	ス ギ		2019	齋藤ら	スギコンテナ苗における根鉢の物理的性質の定量的評価	日本森林学会 101 (4) ,145-154,2019
J098	ヒ ノ キ		2020	小笠ら	乾燥条件下におけるヒノキコンテナ苗の葉の水分状態および木部の水分通導に対する摘葉の効果	日本森林学会 102 (3) ,207-211,2020
J099		宮崎 県	2019	三 樹 陽一郎	宮崎県におけるコンテナ苗の現状と研究事例	森林遺伝育種 8(4),178-182
J100	カ ラ マ ツ		2019	升屋ら	カラマツコンテナ苗における床替苗根腐病	森林総合研究所研究 報告 18(4),389- 392,2019
J101	ヒ ノ キ	岡山 県	2019	西 山 嘉寛	ヒノキコンテナ苗の活着と初期成長に関する研究	岡山県農林水産総合 センター森林研究所 研究報告 34,1-24

表 7-2 収集した国内文献の概要

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

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

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

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

	初年度の小さな樹高成長量がその後の低い成長と下刈りコスト削減に深刻な影響を与えることが懸念された。				
No.	J011	No.	J011	No.	J011
文献名	長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性				
抄録 (概要)	<p>伐採・造林一貫作業は、伐出機械を再造林作業の一部に適用することにより、再造林コストの低減を図る作業として検討が進められている。本研究では、長野県内の緩傾斜地を中心とした林分において、車両系作業システムによる皆伐作業および再造林作業の各工程の生産性とコストを明らかにすることを目的として、伐倒、木寄せ、造材、集材、地拵え、苗木運搬、植栽の各工程の生産性を調査した。</p> <p>高密度路網が整備された3地域のカラマツ林で伐倒から集材までの5回の皆伐作業を調査した結果、労働生産性は14.8~24.0m<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><u>150cc コンテナ苗の生存率は裸苗および 300cc コンテナ苗と有意差はなかった。2 生育期間にわたり樹高成長量を苗種間で比較したところ、150cc コンテナ苗の初期樹高成長量については裸苗と同等であるが、300cc コンテナ苗と比較すると小さくなる可能性が明らかとなった。</u></p>				
No.	J015	報告年	2017	著者名	染谷祐太郎ら
文献名	弱光・灌水制限条件に置かれたスギコンテナ苗の水分生理特性の変化				
抄録 (概要)	<p>植栽に適したサイズのコンテナ苗を通年で供給し、コンテナ苗造林の普及を促進するためには、伸長成長を制御する育苗技術が必要である。本研究では、1 年生スギコンテナ苗を灌水を約 10 日に一度の頻度に制限して室内の弱光条件で 33 日間育成させ、成長と乾燥ストレス耐性の変化及び植栽後の活着への影響を調べた。</p> <p>処理苗の当年シュートの水分特性値の変化を P-V 曲線法により測定した。1 週間の処理でコンテナ苗の伸長成長は停止した。33 日間の処理により初発原形質分離時の水ポテンシャルと飽水時の浸透ポテンシャルは上昇し、P-V 曲線法による葉の水分特性値で評価される乾燥ストレス耐性が低下した。葉の乾燥ストレス耐性の低下は、葉内の溶質濃度の低下と対応していた。2016 年 8 月 12 日に処理を行わなかった対照苗とともに植栽し、光合成速度や蒸散速度、植栽後の成長を調べた。処理苗と対照苗ともに植栽前後で光合成速度に有意な差は認め</p>				

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

	<p>いは先進的林業機械を組み合わせた一貫作業の工期調査を行った。その結果、グラップルローダによる地拵えは人力に比べて作業効率が最大 10 倍も高く、フォワーダを用いると時間当たり約 2,000 本の苗木運搬が可能なが分かった。</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できる。一方、移植作業に労務負担があり、大量生産を目指した機械化に繋げることは難しい。</p>				

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

No.	J023	報告年	2017	著者名	高橋誠
文献名	カラマツの安定的種苗生産に向けた技術開発				
抄録 (概要)	<p>カラマツの種苗不足を解消することを目的として、今年度より、農林水産技術会議の革新的技術・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）として、林木育種センターが代表機関となり、県、研究所、大学等とコンソーシアムを形成し、「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」（平成 28～30 年度）に着手しました。このプロジェクトでは、1）着花促進、2）種子生産、3）苗木生産の 3 つのステップを設け、それぞれの段階で技術開発に取り組むことにしました。着花促進では、光や水分、物理刺激、施肥などの条件をコントロールすることによって着花を促進する技術を、種子生産では、採種時期の最適化と採種作業の機械化を、苗木生産では、さし木技術により 1 つの種子から複数の苗木を育成する技術を開発します。開発した技術を各地域の状況に応じて組み合わせることにより苗木の生産性を高め、今後のカラマツ林業の発展に貢献することを目標としています。</p>				
No.	J024	報告年	2016	著者名	横田康裕ら
文献名	九州地方におけるコンテナ苗生産の課題				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗生産を拡大する際の課題を明らかにするために、九州地方 7 県を対象に、コンテナ苗生産の現状、現在生産者が抱えている問題とそれへの対策について、聞き取り調査と文献調査を行った。</p> <p>その結果、近年急速にコンテナ苗生産量は増加しているが、苗木生産に占める割合はまだ小さかった。今後、コンテナ苗生産を拡大する際の課題として、生産者の確保、生産設備の整備、生産技術の体系化・向上、穂木の確保、苗木生産利益の向上、安定的需要の確保があげられた。これらへの対策として、国有林における九州森林管理局の取組を継続すること、民有林において、生産体制の強化、長期的に破綻のない補助、九州レベルでの実効性のある需給調整が重要と考えられた。</p>				
No.	J025	報告年	2017	著者名	渡邊仁志
文献名	ヒノキ実生コンテナ苗の改良による低コスト再造林技術の開発				
抄録 (概要)	<p>岐阜県森林研究所では、県下の実情に合わせた低コスト再造林技術を確立するために、急傾斜地におけるヒノキ実生コンテナ苗技術の改良に取り組んでおり、県営育種場と共同でいろいろな育苗条件で試作した苗木を林地に植栽して評価してきた。</p> <p>ここでは、これまでの研究成果を紹介する。高さが 15cm、10cm、5cm の M スターコンテナを用いて、根鉢の深さが異なるヒノキ 2 年生苗を育成し、岐阜県内の傾斜の異なる 2 箇所（13 度、40 度）にそれぞれ 4 月と 5 月に植栽した。植栽 1 年目期末の生存率はどの条件でも 9 割と高く、培地容量の違いが苗木の活着に及ぼす影響はなかった。根鉢の高さを小さくすることは、初期サイズをわずかに小さくするが、植栽効率は上がる。ヒノキの植栽適期は 4 月あるいは 10 月上旬のわずかな期間だが、春植えだけでなく夏植えや秋植えのコンテナ苗も 8 割以上が活着し、春植えの裸苗と同程度以上であった。活着率の点では、標高が</p>				

	高い地域でも植栽期間の拡大を図れる可能性がある。一方、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。				
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)	比較苗高(形状比:苗高/基部直径)は、苗木の健全性を示す指標として用いられている。近年普及が図られているコンテナ苗においては、一般的に形状比の				

	<p>高い苗が生産されがちである。とりわけ形状比が <math>100(\text{m}/\text{cm})</math> を越えるような苗だと、植栽後に肥大成長が促進されるかわりに樹高成長が抑制される結果、植栽 1～3 年程度で形状比 60 程度に落ち着くことが多い。このため、植栽直後の旺盛な樹高成長を期待するのであれば、形状比の小さいコンテナ苗を生産する必要がある。ではコンテナ栽培において、自由な形状比を持つ苗木を生産することは可能なのだろうか。また、植栽後の苗木の形状比が収束する値（以後、到達形状比）は、何を意味するのだろうか。主軸の地際まで着葉している苗木は、いわば樹冠のみが存在する樹木である。従って苗木の基部を樹冠の基部とみなせば、これまで成木を対象に議論されてきた樹冠内の幹形状の理論を苗木に当てはめることもできると考えられる。</p> <p>そこで本研究では、成木を対象に議論されてきたパイプ理論を苗木にまで拡張することで、コンテナ育苗における苗の形状比の可塑性の幅と植栽後の到達形状比の意義について議論する。</p>				
No.	J029	報告年	2018	著者名	山中豪ら
文献名	ガラス室を用いた直接播種によるスギ・ヒノキ 1 年生コンテナ苗育苗試験				
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</p>				

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

No.	J055	報告年	2019	著者名	根岸直希ら
文献名	山林用苗木の生産技術開発				
抄録 (概要)	<p>日本国内の森林は、戦後に植林されたスギやヒノキなどの人工造成林が木材として利用可能な段階を迎えており、日本製紙が九州地区に所有する約1万8千ヘクタールの社有林も同様に伐期を迎えた森林が年々増えている。</p> <p>こうした状況の下、当社では再造林の際、従来の種苗より成長に優れ、花粉量が少ないなどの特徴を持つスギ特定母樹を積極的に導入することとしている。スギ特定母樹とは「森林の間伐等の実施に関する特別処置法の一部を改正する法律（間伐等特措法）」に基づき、森林のCO2吸収固定能力の向上のため、農林水産大臣により指定されたものである。</p> <p>しかし、スギ特定母樹の苗木は普及が十分に進んでいないため、当社がこれまで培った海外植林技術を活用して、スギ特定母樹の効率的な挿し木生産技術を開発し、大規模な採穂園の造成、早期増殖の取組みを開始した。日本製紙八代工場（熊本県八代市）が熊本県人吉市に所有する土地に、独自技術を用いて増殖に取組んだスギ特定母樹824本を植栽した。今後順次拡大を図りながら、2019年までに1万4千本の採穂園を造成する。今後は、熊本県内の種苗生産者の協力を得て、2023年からは年間約28万本の挿し木苗を生産していく。また、需要動向に応じた増産、積極的な外販を進めることにより、社有林に限らない九州地区における苗木の安定供給、植林木の確実な更新にも寄与していく。</p>				
No.	J056	報告年	2018	著者名	宮島淳二ら
文献名	造林地におけるスギ挿し木コンテナ苗の長期保管試験				
抄録 (概要)	<p>一貫作業システムの中で、造林地に一定期間苗を保管する際、有効な方法を検証するため、8月末に造林地での保管試験を実施した。試験地は熊本県美里町の標高760mの北東斜面の皆伐地。スギの300ccマルチキャビティーコンテナ苗を被覆無し、遮光率50%の寒冷紗被覆、ブルーシート被覆、スギ生枝被覆の4処理で2017年8月に保管を開始し、1ヶ月毎に、被覆を外して、コンテナ苗1梱包25本ずつの生死を目視判定し、生存、半枯れは現地植栽し、1ヶ月後に確認した。その結果、経過月、処理別の枯損率は、1ヶ月後ではスギ生枝被覆は0%、寒冷紗被覆で32%、被覆無し及びブルーシートで48%、2ヶ月後は被覆無しで24%、寒冷紗被覆で36%、スギ枝被覆で40%、ブルーシート被覆で92%となった。3ヶ月後では、被覆無しで52%、寒冷紗被覆で88%、スギ枝被覆及びブルーシート被覆で100%となった。</p> <p>以上の結果から、スギ枝被覆による苗保管は1ヶ月間は有効であるがその後は、他の処理（被覆無しを含む）と同程度かそれ以下の生存率となり、あまり有効ではないと思われる。それ以外の寒冷紗やブルーシートによる被覆は苗の生存にはあまり効果がないこともわかった。</p>				
No.	J057	報告年	2018	著者名	今博計ら
文献名	苗木生産者におけるクリーンラーチ育苗の現状				
抄録 (概要)	<p>グイマツ雑種F1の特定家系であるクリーンラーチは、母樹が少なく種子が不足しているため、1年生の実生台木からの挿し木により増殖が行われている。平</p>				

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

	発根位置が5 cm 高く、根系が高い位置で発達し、根鉢の崩れを防ぐ可能性が示唆された。				
No.	J060	報告年	2018	著者名	吉村知也ら
文献名	スギにおける光質とさし木発根性との関係				
抄録 (概要)	<p>スギは我が国における主要な林業樹種でありながら、非モデル植物でありその遺伝的・生理的理解が遅れているのが現状である。挿し木における遺伝的・生理的理解もその1つであり、植物工場等による効率的な苗木生産体制の体系化を一層進めるためにも、さし木に関する遺伝的背景の理解が必要である。</p> <p>本研究では、挿し木に影響を及ぼす環境要因の中でも、光に着目した遺伝子発現解析を行った。<u>赤色光、青色光、またそれらの混合色光の各光質（色）をスギの挿し穂に照射した結果、各光質におけるスギ挿し木の発根率には差異が認められた。</u>そこでスギに対する光質の影響に関する遺伝的背景を明らかにするため、スギ実生を24時間暗黒条件下に静置した後、白色光、赤色光、青色光を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週間とした。11月に水槽に挿した穂木のうち、生残した個体は翌年2月までカルス形成および発根がみられなかった。4月に挿した穂木では実験開始後1～2か月でカルスが形成され始め、その後発根がみられた。8月に挿した穂木では、ハードニング処理期間が長いほどカルス形成速度が速くなる傾向が見られたが、穂木の枯死率も高くなった。</p>				
No.	J062	報告年	2017	著者名	来田和人ら
文献名	クリーンラーチの挿し木増殖方法の改良(I) - 環境制御による挿し木台木の成長促進 -				
抄録 (概要)	<p>北海道で開発されたグイマツとカラマツの雑種F1であるクリーンラーチは、現在、種子を供給する母樹が少ないため、挿し木増殖により苗木生産が行われている。しかし、若齢でも発根率の低下や枝性が現れるため挿し木台木には播種後</p>				

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

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

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

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

	<i>Suillusgrevillei</i> (Sg) を単離した。実生に接種すると、外生菌根菌である Tt と Sg は外生菌根を形成したが、培土由来と考えられる Mv と Re では表層・皮層細胞内に菌糸が内生した。また、どの共生菌も実生の上部成長には影響しないが、根系の伸長成長を抑える傾向がみられた。				
No.	J072	報告年	2018	著者名	上田和司ら
文献名	コンテナ苗生産における培地低コスト化の検証				
抄録 (概要)	<p>再造林を推進していく上で、コンテナ苗への期待が高まっている。現在のコンテナ苗の価格は普通苗と比べて高価であるため、生産コストの低減が求められている。2016年度は培地に着目し、一般的な培地であるココピートの代替として、オガコ、タケチップ、バーク堆肥を使用し育苗試験を実施した。</p> <p>その結果、安価なオガコ培地はココピートの培地と同等に成長し、基本培地として使用できることが明らかとなった。</p> <p>そこで、2017年度の試験では、オガコとココピートの配合割合（0～100%）及び基肥量（1.8g、3.6g）を変えて、スギ・ヒノキ1年生稚苗の移植による育苗試験を実施した。試験は山口県山口市で3月にMスターコンテナに移植し、寒冷紗ハウス内で育苗を行い、散水は10月末まで1日1回10分間散水し、その後は降雨のみとした。2ヶ月毎に11月まで苗長・地際径を調査した。</p> <p>その結果、<u>スギではオガコ75%・100%・施肥量1.8gの地際径以外は規格に達した。ヒノキの苗長ではオガコ75%・100%・施肥量1.8g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。</u></p>				
No.	J073	報告年	2018	著者名	上村章ら
文献名	異なるコンテナで育てた苗木の植栽後の成長				
抄録 (概要)	<p>伐採造林一貫作業を念頭に、コンテナ苗の普及が求められている。海外製を含め各種形状コンテナが存在するなか、北海道における主要造林樹種であるカラマツに相応しいコンテナはどのようなものであろうか。<u>150cc(スリットあり)、150cc(スリットなし)、300cc(スリットなし)</u>を用いた。培地には、ヤシ殻の繊維をほぐした物を用いた。2015年3月に、直接播種を行い、1年間温室で育成した。5月まで気温が10℃を下回らないように加温した。苗は、2016年6月に森林総合研究所北海道支所の苗畑に78本ずつ植栽した。成長が止まった2016年11月と2017年11月に、樹高と地際直径を測定した。播種1年で、樹高が60cm以上、地際直径が5mm以上の苗を作れた。</p> <p><u>植栽時、樹高は、3種類のコンテナで大きな違いはなかったが、直径は、300ccコンテナ苗で大きかった。植栽2年目で健全成長個体は、150ccコンテナ苗と比べて、300ccコンテナ苗が高く72%であった。植栽2年目で300ccコンテナ苗は、平均樹高140cm、平均地際直径23mmになった。150ccコンテナ苗と比べて300ccコンテナ苗で苗木を作った方が良いと考えられた。スリットの成長に与える影響は、小さかった。</u></p>				
No.	J074	報告年	2018	著者名	小笠真由美ら
文献名	液肥濃度と灌水頻度がスギコンテナ苗の成長と生理特性に与える影響				

抄録 (概要)	<p>コンテナ培地の養分量および水分量がスギコンテナ苗の成長と生理特性に及ぼす影響を明らかにするため、異なる液肥濃度（240Nmg/L、120Nmg/L、60Nmg/L、30Nmg/L）および灌水頻度（2回/1日（高灌水区）、1回/2日（低灌水区））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、その傾向は低灌水区において顕著であった。葉の最大光合成速度は高濃度施肥区で高く、原形質分離点における葉の水ポテンシャルは高濃度施肥区で高かった。これらの生理特性では、灌水頻度による違いは不明瞭であった。以上より、<u>高濃度施肥によりスギコンテナ苗の成長が促進されたが、高灌水区でその程度が小さかったことから、高灌水区の個体では、液肥の流出および過湿による根系の機能低下が生じていると考えられた。</u>また、高濃度施肥により葉の光合成能力および個体の成長速度が高められたが、耐乾性が低下したことから、スギコンテナ苗で成長量と耐乾性の間にトレードオフの関係がある可能性が示唆された。</p>				
No.	J075	報告年	2018	著者名	飛田博順ら
文献名	春植栽のスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす前年秋の追肥の影響				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の培地には養分が含まれていないことが多いため、育苗時の施肥の仕方が苗の養分状態を左右する。本研究では、秋の追肥と灌水処理が、翌春に植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。茨城県森林総研苗畑のビニールハウス内で、スギコンテナ苗を実生から育苗した。4月中旬に緩効性肥料を与え、9月まで充分量の灌水を行った。9月下旬から追肥（元肥と等量、元肥の10分の1）・灌水処理（毎日2回、2日に1回）を行い、翌春に苗畑へ植栽した。植栽前の光合成活性と水分特性、植栽後の根元径と樹高を測定した。追肥から翌春までの樹高成長量は、追肥が多い個体でも5cm程度であった。<u>追肥が多い個体のほうが、灌水処理によらず、春の光合成活性が高く、植栽後の樹高と地際直径の成長量が大きかった。</u>水分特性では、追肥が多い個体のほうが原形質分離点における葉の水ポテンシャルが高かったが、植栽後の少雨期間にも、枯死は生じなかった。ハウス内で育苗を続けたコンテナ苗による試験結果であるが、秋の追肥により、大幅な徒長を生じさせることなく、翌春植栽時の初期成長を促進させることが可能であることが示された。</p>				
No.	J076	報告年	2019	著者名	竹内隆介ら
文献名	ヒノキ充実種子の精選及び直接播種によるコンテナ苗育苗				
抄録 (概要)	<p>ヒノキコンテナ苗の生産において、稚苗の移植工程を削減し育苗の省力化を図るため、精選種子をコンテナ容器へ直接播種する育苗方法について検討した。種子の精選は液体選（比重選）を用いた。溶液には合成洗剤水溶液またはエタノールを用い、溶液、濃度、浸水時間の違いによる発芽率の比較を行った。発芽は人工気象器内で約2日おきに21日間観察した。<u>0.075%の合成洗剤水溶液に7時間浸水した際の充実種子の精選率が最も高かった。</u>従来のコンテナ培地の表層に播種用培土を被覆したものを改良培地とし、その有無による生長量等の比</p>				

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

抄録 (概要)	宮城県大河原地方では1年生コンテナ苗の方が2年生よりも初期生長量が大きかった。宮城県総武地方ではコンテナ苗の残存率が高いが生長量は裸苗と変わらないとの報告があった。宮城県林業技術総合センターでは樹高生長と肥大生長は共に2年生大苗>3年生苗>コンテナ苗の順に大きかったとの報告があった。				
No.	J080	報告年	2020	著者名	袴田哲司ら
文献名	スギコンテナ苗の植栽時のサイズと初期成長の関係				
抄録 (概要)	スギMスターコンテナ苗の林地植栽時におけるサイズや形状比と若齢期の成長との関係を明らかにするため、静岡県内の3ヶ所で、植栽時、1成長期後、2成長期後、3成長期後の樹高と根元径を測定した。一般化線型モデルによるデータ解析で、植栽時の樹高や根元径はそれぞれ2～3成長期後の樹高や根元径に対して有意な関与がなかった。また、植栽時の樹高と2～3成長期後の樹高、植栽時の根元径と2～3成長期後の根元径との相関は弱かった。植栽時のサイズから林野庁によるコンテナ苗の標準規格で分類した場合、3成長期後には樹高、根元径ともに規格間の有意差が認められなかった。植栽時のサイズから形状比で階級分けした場合も、2成長期後以降には樹高、根元径の階級間差が認められなかった。これらは土壌条件や植栽密度、下刈りの方法が異なる3ヶ所の試験地で共通していた。このような分析結果から、育苗中に生じたコンテナ苗のサイズの違いは、林地植栽後の樹齢の上昇に伴い平準化に向うと考えられた。そのため、本研究で対象とした植栽時の樹高や根元径の範囲内であれば、スギMスターコンテナ苗の出荷規格を狭い範囲で設定する必要はないと考えられた。				
No.	J081	報告年	2020	著者名	関子光太郎
文献名	雪害がスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす影響				
抄録 (概要)	近年、急速に導入が進んでいるコンテナ苗について、積雪に起因する各種被害の発生状況ならびにこうした被害が植栽木の初期成長に及ぼす影響を調査した。2014年11月に富山県内の3箇所にスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した。その後2018年まで成長量および積雪による被害の発生状況について調査を行った。樹高成長率を苗種別に比較すると、2015年と2016年は裸苗の成長率がコンテナ苗を上回り、2017年には有意な差が認められず、2018年にはコンテナ苗の成長率が裸苗を上回った。積雪による植栽木の倒伏角度を測定したところ、2015～2017年にかけてコンテナ苗の倒伏角度が裸苗よりも大きくなる傾向があり、2018年には有意な差は認められなかった。苗種や倒伏角度が樹高成長に及ぼす影響を明らかにするため、樹高成長率を目的変数とし、苗種および倒伏角度を説明変数とする一般化線形混合モデルを用いて解析を行った。その結果、コンテナ苗は裸苗より生長が良いとする効果が認められ、倒伏角度は成長に対し負の効果を示した。多雪地帯では、コンテナ苗は裸苗よりも積雪による倒伏被害を受けやすく、これにより生育が抑制され、結果的に裸苗よりも成長面で劣ることが示された。				

No.	J082	報告年	2020	著者名	渡邊仁志・茂木靖和
文献名	ヒノキ稚苗のコンテナ移植時期が得苗率と成長経過に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗を通年植栽した場合、伸長成長が停滞する現象がしばしば報告されている。この原因としては、必要以上の期間をコンテナ内に据え置くことによる苗木品質の低下（比較苗高が高くなり徒長すること）が挙げられている。そこで本研究では、山出し時期から逆算して稚苗を移植することによって、各時期に適したヒノキ2年生コンテナ苗が育成できるかを検討した。育苗は、岐阜県富加町の灌水施設のある露地栽培施設で、2017年～2018年、2018年～2019年の2反復行った。各年4月（春：通常の方法）、6～7月（夏）、10月（秋）に1年生稚苗をマルチキャビティコンテナ（JFA-150）に移植して成長経過を調査し、約1年後に得苗率を算出した。その結果、どの時期に移植した苗木も成長や根鉢形成が認められ、想定した出荷時期に得苗可能な状態になった。特に、<u>春移植の両回、夏移植の1年目および秋移植の2年目は得苗率が高かった。一方、夏移植の2年目と秋移植の1年目には枯死や成長不良が発生し、得苗率が非常に低くなった。</u>露地栽培では環境条件の制御が困難なことから、苗木の成長や得苗率に気象条件（1年目冬季の寒冷や2年目夏季の高温寡雨）が影響したと考えられる。</p>				
No.	J083	報告年	2020	著者名	原山尚徳
文献名	カラマツコンテナ苗の生理生態特性				
抄録 (概要)	<p>近年、人工林の成熟や伐採・集材の機械化などにより主伐面積が拡大する一方で、造林業者や苗木生産者の高齢化、担い手不足を背景に再造林面積が主伐面積に追いつかず、造林未済地が増加することが懸念されている。コンテナ苗は、成形された根鉢ごと植栽することから、従来の裸苗と比べて、活着率の向上、植栽適期の延長、植栽効率の増加、苗木生産や植栽作業の機械化等が見込まれ、新たな造林用苗木として利用が増加している。施設栽培されるコンテナ苗は、灌水や施肥条件を任意に決定できることから、野外の苗畑で育苗する裸苗に比べて、苗木の品質管理を行いやすい苗木といえ、苗木の生理生態学的特性の情報は、苗木の品質管理や、植栽成績を理解するうえで有用となる。本発表では、北海道の主要造林樹種の一つであるカラマツのコンテナ苗を対象に行った、育苗中、育苗後、および植栽地におけるコンテナ苗の生理生態学的特性と、苗木の品質（苗サイズ、植栽後の生残、成長）に関する研究事例について紹介する。</p>				
No.	J084	報告年	2020	著者名	吉村ら
文献名	苗木生産における木質繊維を原料とした生分解性育苗容器の可能性				
抄録 (概要)	<p>現在、林野庁主導の元、プラスチック製多孔容器を用いたコンテナ苗の生産が進められている。コンテナ苗は、根鉢を形成し培土を抱え込んでいることから植栽後のストレスが少なく、広範な環境条件で良好な活着を示す。しかし、十分に根鉢形成した苗を容器から引き抜くことは容易ではなく、さらに量産を進める上で使用後のプラスチック製コンテナを回収・洗浄する作業が負担となっている。そこで筆者らは、これらの問題を解決する手段として、育苗容器ごと林地に植栽可能な、木質繊維を原料とした生分解性育苗容器を試作し、その実用性を検</p>				

	証した。試験では、従来のプラスチックコンテナを比較対象とし、育苗試験における生育、得苗率の評価、更に林地植栽試験による評価を実施したので、報告する。				
No.	J085	報告年	2020	著者名	佐藤渉・塚原雅美
文献名	資材及び育苗方法の異なるスギコンテナ苗の活着と初期成長				
抄録 (概要)	<p>多様化をみせる育苗資材及び育苗方法が、コンテナ苗の初期成長に与える影響を調査するため、植栽試験を実施した。育苗資材は、マルチキャビティコンテナ【林野庁開発（JFA-150、300）、東北タチバナ社製（MT-150、300）、LIECO社製（390）】及び生分解性コンテナ【グリーンサポート社製（biopot 150、250、300）】を用いた。植栽したスギコンテナ苗は、2017年4月から2成長期間育苗した直播き苗と、2017年4月に苗畑に播種し、2018年5月にコンテナへ移植した移植苗を用いた。このうち、JFA-150のみ移植苗及び直播き苗を、その他育苗資材では移植苗を育苗し、2018年11月に植栽した（n=120）。調査は、2019年10月に苗高、地際径、生残を測定し、測定結果から相対成長率（樹高、地際径）を算出した。各調査項目を、容量別（150cc、250cc、300cc、390cc）、育苗方法別（JFA-150の直播き苗、移植苗）、素材別（生分解性の有無）で比較した。その結果、各比較において重要と考えられる差が検出されなかったことから、育苗資材及び方法が初期成長に与える影響は小さいことが示唆された。</p>				
No.	J086	報告年	2020	著者名	染谷祐太郎・丹下健
文献名	暗処理がスギコンテナ苗植栽後の発根に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>一貫作業システムの普及には、植栽に適したサイズのコンテナ苗を通年供給するための伸長成長を制御する育苗技術が必要である。これまでに暗処理によりスギコンテナ苗の伸長成長を抑制できるが、夏季に1ヶ月以上の暗処理を行うと暗処理中や植栽後に枯死する場合があった。本研究では、1年生コンテナ苗に4週間または8週間の暗処理を行い、植栽後の細根成長に与える影響を調べた。暗処理開始2週間までは旺盛な細根伸長が確認されたが、伸長した白根はその後褐変・枯死していった。処理苗と対照苗を6月から8月にかけて植栽し、植栽後の4週間で4回掘り取り、細根伸長量を測定した。暗処理期間が長いほど植栽後の細根伸長の開始が遅れる傾向にあり、植栽10日後頃まで細根伸長量に有意差が見られたが、植栽17日後以降には処理区間で有意差がなくなった。植栽前後に降雨が少なく土壌が非常に乾燥していた8月の植栽試験では、暗処理苗の枯死率が高かったが、対照苗・暗処理苗ともに植栽4日後の時点で細根伸長は見られず、降雨があった植栽10日後に対照区のみ細根伸長が認められた。暗処理による伸長成長制御を行う場合は、苗木の活性低下を考慮する必要がある。</p>				
No.	J087	報告年	2020	著者名	伊藤哲ら
文献名	コンテナ移植後のスギ挿し木の根系発達に及ぼす施肥および灌水処理の影響				
抄録 (概要)	<p>戦後造成された人工林の多くが伐期を迎え、再造林が活発化する中、造林用苗木生産の技術革新は低コスト再造林および苗木の安定供給を実現する上で喫緊の課題である。本研究は、スギ挿し木コンテナ苗を短期間かつ低コストで育成する技術の開発を最終目的として、用土を使わない新たな挿し木法によって得ら</p>				

	<p>れたスギ挿し穂を用いて、コンテナ苗根鉢の早期形成を可能にする育成条件の探索を試みた。2019年4月に挿しつけたスギ挿し穂を8月末にコンテナに移植し、3段階の灌水頻度および4段階の施肥量の組み合わせの計12処理を設けて温室で育苗を行い、冬季までの3か月間の生残率および伸長・地際直径成長を測定した。その結果、<u>灌水頻度が最も低く（週2）肥料が最多（8g/キャビティ）の条件で著しく枯死率が高かった。根重増加と伸長成長はともに高頻度の灌水で良好となる傾向が見られ、施肥量の効果は高頻度頻度条件に限られた。</u>一方、直径成長は逆に灌水・施肥で低下する傾向が認められ、苗の成長パラメータによって育苗条件の効果が異なることが示唆された。なお、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。</p>				
No.	J088	報告年	2020	著者名	佐藤博文
文献名	秋田県におけるスギコンテナ育苗の事例				
抄録 (概要)	<p>培地コストの削減は、コンテナ育苗において重要な課題の1つである。このため、秋田県内の生産現場で実際に使われている培地と秋田県林業研究研修センターが推奨する低コスト培地を用い、スギ苗の成長について比較検討した。供試培地は、生産者独自の配合の3種とそれぞれが考案した組成のものとした。低コスト培地の組成は、市販の安価なヤシ殻粉砕物1L+緩効性肥料約10g+微量元素1gとした。育苗は、3名の生産者が各々の条件下で行った。生産者1：直接播種による実生を用いて2成長期育苗した。培地は、独自のものに加え、低コスト培地のヤシ殻粉砕物について容積比で1/4、1/2、3/4をピートモスで置換したものをを用いた。生産者2：苗畑で1年育てた苗を移植して1成長期育苗を行った。培地は、独自のものと、ヤシ殻粉砕物の腐食が進んでいないものをベースに、容積比でそれらの1/2を軽石で置換したもの等を用いた。生産者3：直接播種による実生を用い、比較は独自配合のもののみとして1成長期育苗を行った。その結果、<u>低コスト培地の苗は、いずれの現場でも他苗と遜色のない成長を示した。</u>本県の現場で使われている培地は、コスト削減に向けて組成改良の余地があると考えられた。</p>				
No.	J089	報告年	2020	著者名	山中豪
文献名	密度調整とソート処理がスギ実生コンテナ苗の形状に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>スギ実生コンテナ苗（以下、苗）においては、春播種して翌春出荷可能な1年生苗の生産が可能であるが、苗長のばらつきが大きく、比較苗高も高くなることがある。これらの問題を解決することを目的とし、密度調整とソート（並べ替え）処理が苗の形状に及ぼす影響を調査した。2019年4月、コンテナの各孔に1粒ずつスギ種子を播種した。用いたスギ種子は、ふるい分け、液体選別、目視選別を組み合わせた選別を行ったものであり、播種した種子のうち87%が発芽した。育苗容器は、各孔が抜き差しできるコンテナ（BCC社製 FlexiFrame77（150cc/孔、400孔/m<sup>2</sup>））を使用した。<u>ソート処理は8月と9月に行い、各個体の苗長により、15cm未満（小）、15～25cm（中）、25～30cm（大）、30cm以上（特大）の4区分に分別しまとめた。密度調整はソート処理と同時に行い、小：400本/m<sup>2</sup>、中：200本/m<sup>2</sup>、大：100本/m<sup>2</sup>、特大：50本/m<sup>2</sup>とした。これらの処理を</u></p>				

	行った苗は、播種当年の冬時点において、苗長のばらつきが小さく、また、比較苗高も小さくなった。このことから、育苗期間中、各個体の生育環境を変えることで、苗の形状をある程度コントロールできると考えられた。				
No.	J090	報告年	2020	著者名	清水香代
文献名	1年生カラマツコンテナ苗植栽後の初期成長（第1報）				
抄録 (概要)	近年長野県では、カラマツの主伐や更新伐が進められている。それに伴い、再造林時に使用されるカラマツ苗木の需要も増加している。再造林時には近年各地でマルチキャビティコンテナにより育苗した苗（以下、コンテナ苗）も用いられている。県内のカラマツコンテナ苗は、苗畑で1成長期育苗した苗を移植し作成しているため、苗畑での育苗期間を含めると育苗に2成長期が必要となり、育苗経費や急な需要への対応が困難である。そこで、高機能性肥料を用いて、播種から1成長期で県内のコンテナ苗の規格を満たす苗を育苗した。しかし、通常の半分の育苗期間で育成したカラマツコンテナ苗を林地に植栽した後の成長特性は明らかになっていない。そこで、本研究では1年生カラマツコンテナ苗を林地に植栽し、活着率、樹高、根元直径や形状比の変化について調査したので、その結果について報告する。本研究は戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発（平成30～34年度）」により実施した。				
No.	J091	報告年	2020	著者名	北原ら
文献名	生分解性不織布ポットを用いたスギ・ヒノキ苗の植栽後2年間の成長				
抄録 (概要)	本研究では生分解性不織布ポット苗に注目し、スギとヒノキについて不織布ポット苗、穴の無い不織布ポット苗、ポットを外した苗の植栽後2年間の成長特性の比較および不織布ポットの分解性を評価した。その結果、両樹種ともに第1生育期の直径成長には大きな違いはみられず、樹高成長や地下部重量に差がみられた。第2生育期におけるスギ苗では、不織布ポット苗とポットを外した苗との間には成長率の差はなかったが地下部重量に差がみられ、ヒノキ苗では不織布ポット苗において成長率や地下部重量が減少した。また、不織布ポットの分解性を評価した結果、植栽から2年後に最大27%の強度の低下が確認できた。以上の結果から、植栽後2年ではポットは完全に分解されず、ヒノキ苗については不織布ポットに起因する成長低下が示された。				
No.	J092	報告年	2020	著者名	大平峰子・山野邊太郎
文献名	スギコンテナ苗の活着率と初期成長に及ぼす冷凍保存の影響				
抄録 (概要)	コンテナ苗の周年での供給、出荷作業の分散等をはかるため、スギ実生・さし木コンテナ苗の冷凍保存を試みるとともに、冷凍保存が植栽後の活着率および初期成長に与える影響を評価した。コンテナ苗をビニール袋で包んで段ボール箱に入れ、実生苗を2018年1月、さし木苗を2019年2月に-2℃で冷凍保存した。対照の苗木は植栽まで温室で育成した。冷凍保存したコンテナ苗を2℃で解凍し、実生苗を2018年5月、さし木苗を2019年6月に植栽した。1成長期後の活着率は、冷凍の有無に関わらず実生苗、さし木苗ともに95%以上であった。また、1成長期後の苗高は、冷凍した苗木と対照の苗木との間で有意な差が認められなかった。以上の結果から、スギのコンテナ苗を-2℃で冷凍保存できるこ				

	と、保存期間が4ヶ月程度であれば冷凍により活着率や初期成長が低下しないことが示された。なお、本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の支援を受けて行われた。				
No.	J093	報告年	2020	著者名	藤本浩平ら
文献名	スギ第二世代精英樹候補木コンテナ苗の初期成長				
抄録 (概要)	スギ精英樹コンテナ苗の初期成長を明らかにするため植栽試験を行った。第二世代精英樹候補自然交配および第一世代精英樹人工交配は関西育種場で採種された種子を用い、対照として高知県内で流通する精英樹採種園で採種された第一世代精英樹自然交配種子を用いてコンテナ苗を育苗した。育苗箱内の鹿沼土へ播種し、本葉が出始めた頃にココピートオールドを充填したマルチキャビティコンテナ (JFA150) へ移植して高知県香美市で1年間育苗を行った。2015年3月に高知県土佐郡土佐町の皆伐地で植栽を行った。植栽密度は2,500本/haで、各苗を80本ずつ交互に植栽した。2015年4月および、2015年~2019年の12月に樹高および地際直径を測定した。第5生育期終了時点で、樹高は第二世代精英樹候補自然交配>第一世代精英樹人工交配>第一世代精英樹自然交配の順に高く、第一世代精英樹自然交配と第二世代精英樹候補自然交配の間に有意差がみられた。地際直径は、いずれの測定時でも有意差がみられなかった。形状比は植栽時に90~100であったが60程度に収束する傾向がみられた。				
No.	J094	報告年	2020	著者名	丹羽花恵
文献名	異なる時期にマルチキャビティコンテナに挿し付けたスギ挿し穂の発根量				
抄録 (概要)	スギ挿し木コンテナ苗生産において、県内では、1生育期間通常床に挿し付けた発根済み苗をコンテナに移植しているが、発根済み苗は根量が多く、移植には多大な労力がかかる。そこで、挿し木コンテナ苗の効率的な生産のため、未発根又は発根間もない苗のコンテナへの挿し付けによる育苗の可能性と挿し付け適期を検討した。コンテナへの挿し付け時期は、①5/16、②7/9、③7/19、④7/29とし、①では穂木をコンテナに直接挿し付け、②-④では5/16に鹿沼土を用いた通常床に穂木を挿し付けたものを各日に掘り取りコンテナへ挿し付けた。また、通常床に挿し付けたままのものを対照苗とした。コンテナはJFA300、培地はココピートオールドと鹿沼土の混合土、鹿沼土とした。供試本数は少花粉品種4系統を各24本計864本とし、10月末に掘り取り、発根数を5段階評価し乾燥後の根重量を計測した。根重量は挿し付け時期が早い方が大きい傾向を示した。一方で、いずれの挿し付け時期でも根重量は対照苗に比べ有意に大きく、5本以上の発根がみられた苗の割合は8割以上と高かった。以上から、7月末迄の間では、何れの時期においてもコンテナへの挿し付けが十分に可能であると考えられた。				
No.	J095	報告年	2020	著者名	丹下健・染谷祐太郎
文献名	暗所保管したスギコンテナ苗の植栽後の細根伸長				
抄録 (概要)	暗所保管によってスギコンテナ苗の伸長成長を停止できるが、育苗技術として確立するためには光合成生産が長期間できないことが、苗木に与える影響を				

	<p>明らかにする必要がある。本研究では、5月から8月にかけて週2回の頻度で灌水を行いながら4週間もしくは8週間の暗所保管を行った1年生スギコンテナ苗と暗所保管を行っていないコンテナ苗（対照区）について、植栽後の細根伸長経過を比較した。暗所保管によって植栽後の細根伸長の開始が遅れること、植栽後28日目には、細根伸長量に処理区間差がなくなることが明らかになった。また非常に乾燥した土壌条件での生残率は、対照区の供試苗の方が高かったが、対照区の供試苗も乾燥した土壌条件では細根伸長できなかった。暗所保管による伸長成長制御を行う場合には、暗所保管に伴う苗木への負の影響について考慮する必要があることを指摘した。</p>				
No.	J096	報告年	2020	著者名	丹下健・染谷祐太郎
文献名	<p>雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗への追肥による育苗時と林地植栽後の効果</p>				
抄録 (概要)	<p>雄性不稔スギの植栽は花粉症対策として有効であるが、省力的な造林の観点からは下刈り回数の低減のために優れた初期成長も求められる。近年は再造林地にコンテナ苗を植栽する事例が増えているため、コンテナ苗の育苗中における追肥の条件が育苗中および林地植栽後の苗の成長に与える影響を調査した。精英樹系雄性不稔スギを母樹とした挿し木コンテナ苗育苗中に2種類の緩効性肥料をそれぞれ追肥したところ、育苗中と林地植栽後の苗の成長が良好であった。</p>				
No.	J097	報告年	2019	著者名	齋藤ら
文献名	<p>スギコンテナ苗における根鉢の物理的性質の定量的評価</p>				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の出荷作業を効率よく行うには、根鉢が適度に形成された苗木を選ぶことが有効である。本研究では、根鉢の物理的性質を定量的に評価する指標とその測定手法を考案し、各指標に対する育成孔の形状の影響や、各指標と苗木の地上部の形態的特徴との関係を明らかにすることを目的とした。リブ型とスリット型の150 ccコンテナでスギ苗木を育成し、2成長期目の初め（6月）と終わり（11月）にそれぞれ測定に用いた。根鉢の物理的性質として、根鉢の硬さ（山中式土壌硬度計による指標硬度）、根鉢の崩れやすさ（落下の衝撃による脱落土壌量）、根鉢の抜き取りにくさ（育成孔からの引き抜き力）を評価した。また、苗高、地際直径、根のバイオマスを測定した。その結果、根のバイオマスの増加とともに脱落土壌量は小さくなったが、指標硬度と引き抜き力は大きくなった。各指標は測定原理が簡明で結果を理解しやすく、根系の発達状況をよく反映していると考えられた。各指標を用いた評価により、<u>根のバイオマスが等しければリブ型と比べてスリット型では根鉢が崩れやすく抜き取りやすいこと、根鉢の物理的性質は苗高より地際直径と強い関係があることが示唆された。</u></p>				
No.	J098	報告年	2020	著者名	小笠ら
文献名	<p>乾燥条件下におけるヒノキコンテナ苗の葉の水分状態および木部の水分通導に対する摘葉の効果</p>				
抄録 (概要)	<p>部分摘葉がヒノキコンテナ苗の水分状態および木部の水分通導に与える影響を明らかにするため、7月に地際から相対苗長75%の高さまでに分枝する側枝を切除し、苗への灌水停止の前後でシュートの水ポテンシャル、主軸木部の通水</p>				

	<p>阻害率および各器官の乾燥重量を測定し、対照区の個体と比較した。灌水停止後6日目に対照区的全個体で水ポテンシャルが計測不能となり枯死したが、摘葉個体では5個体中4個体が生残し、個体当たりの葉重が小さいほど水ポテンシャルが高かった。摘葉個体の通水阻害率は個体によるばらつきが大きく、摘葉処理により木部で局所的に通水阻害が生じたと考えられる。以上より、<u>摘葉処理は、わずかな通水阻害の発生を伴うものの、摘葉量に応じた個体の脱水遅延効果があることが明らかとなった。</u></p>				
No.	J099	報告年	2019	著者名	三樹 陽一郎
文献名	宮崎県におけるコンテナ苗の現状と研究事例				
抄録 (概要)	<p>宮崎県の森林面積は、県土の76%にあたる586千haで、うち人工林が57%の334千haとなっている。2017年の素材生産量は196万m<sup>3</sup>で全国2位、このうちスギは181万m<sup>3</sup>で全国1位である(宮崎県2018)。素材生産量の推移は伐採面積と深く関係しており、連動して再造林面積や苗木生産量に反映される。2018年春の民有林のスギ造林面積は1,669ha、スギ苗生産量は5,325千本となっており、今後も同等以上の推移が見込まれる。このような中、再造林を確実に進めるため、植栽時期を選ばず、植え付けが容易なコンテナ苗が注目されている。宮崎県林業技術センターでは、2008年度からコンテナ苗に関する研究と実用化に取り組んでおり、宮崎県における現状と関連した2つの研究事例を紹介する。</p>				
No.	J100	報告年	2019	著者名	升屋ら
文献名	カラマツコンテナ苗における床替苗根腐病				
抄録 (概要)	<p>2014年に岩手県下で発生したカラマツコンテナ苗の枯死原因を調査した。分離試験の結果、Fusarium属菌による根腐れが主因と考えられた。特に当年度に床替えした苗で大発生していることから、床替苗根腐病と診断された。苗木の植え替え時における根の損傷、仕立て時の様々な因子が急速な病徴の進展に大きく関与していると予想された。</p>				
No.	J101	報告年	2019	著者名	西山 嘉寛
文献名	ヒノキコンテナ苗の活着と初期成長に関する研究				
抄録 (概要)	<p>岡山県北部の国有林内4地点、真庭市有林内1地点にそれぞれ植栽されたコンテナ苗について、植栽3~4年後までの活着及び初期成長に関する実態調査を実施した。<u>植栽3年後の健全率は、一部試験地を除き、普通苗とほぼ同等の70~80%を期待できることが明らかになった。</u>最も枯損率が高かった試験地の一部では、枯損個体は健全個体に比べ、平均根元直径、平均形状比において、それぞれ5%、1%水準で有意差が認められ、<u>根元直径の大きい苗木ほど活着率が高くなることが明らかになった。</u>植栽3年後の樹高成長量及び相対成長率は、普通苗とコンテナ苗はほぼ同等であった。コンテナ容量別(150cc、300cc)では、植栽3年後の樹高に有意な差は認められなかった。植栽3、4年後で、コンテナ苗の樹高は、植栽場所によっては、それぞれ150cm、200cm程度期待でき、<u>下刈は植栽3年以降は省略できると考えられる。</u>周辺に侵入・定着する植生のうち、アカメガシワ、タラノキ、クマイチゴ、ナガバモミジイチゴ及びチマキザサ等は、複数</p>				

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

**(2) 文献内容の整理**

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

表 7-3 樹種別の整理 (国内文献)

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

**(3) 文献整理結果の分析**

1) 植栽後の成長について

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

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

## a. 裸苗との成長量の比較

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

### <5 樹種>

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

### <スギ>

- 宮城県のスギのコンテナ苗と裸苗の研究では、樹高成長の苗種による違いは、成長初期に強く現れるが、時間経過とともに消失する関係にあった。(J002)
- 宮城県のスギのコンテナ苗と裸苗ともに、形状比の高い個体は、樹高成長は小さく、直径成長を大きくする傾向がある。(J002)
- 宮城県では、形状比が100を超えるようなスギのコンテナ苗でも、4成長期目にはほとんどの個体で形状比が70以下となり、裸苗との成長の差がなくなった。(J002)
- 東北地方太平洋側では、植栽時のスギのコンテナ苗の形状比が70以下であれば裸苗よりも有利になる可能性がある。(J002)
- 長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を異なる方式(ダブルコンテナ苗、スぺードコンテナ苗、丁寧裸苗、一鋤裸苗)で植栽し、活着率を比較した結果、一鋤裸苗のみの活着率が低かった。(J010)
- 降水量の少ない長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を11月に植栽した結果、コンテナ苗と裸苗ともに植栽1年目は樹高成長が極端に小さかった。強い乾燥ストレスの影響が示唆される。(J010)
- 長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、苗タイプ間で、植栽2年目の樹高成長量に影響を及ぼしていた要因は、前年の形状比であった。(J010)
- 富山県で降水量の少ない5月にスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、コンテナ苗は裸苗に比べ高い活着性能を有することが示された。(J032)
- 富山県でスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、植栽1年目の成長は、直径成長率は裸苗に比べコンテナ苗で優れ、樹高成長率は裸苗とコンテナ苗に明確な差はなかった。(J032)
- 積雪に起因する各種被害の発生状況ならびにこうした被害が植栽木の初期成長に及ぼす影響を調査したところ、樹高成長率を苗種別に比較すると、2015年と2016年は裸苗の成長率がコンテナ苗を上回り、2017年には有意な差が認められず、2018年にはコンテナ苗の成長率が裸苗を上回った。積雪による植栽木の倒伏角度を測定したところ、2015~2017年にかけてコンテナ苗の倒伏角度が裸苗よりも大きくなる傾向があり、2018年には有意な差は認められなかった。(J81)

### <ヒノキ>

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

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

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

### <カラマツ>

- ・ 北海道でコンテナへ直接播種し1年間育苗したカラマツのコンテナ苗と、裸苗を5月に植栽した結果、コンテナ苗は裸苗に比べて植栽時のサイズは小さかったが、植栽当年の根の成長量が大きく、根量は成長休止時の10月には裸苗と同程度まで増加し、樹高と根元径は、植栽翌年には裸苗に追いついていた。(J005)

### b. 形状比の違いによる成長量の比較

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

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

### c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

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

### <スギ>

- ・ 東京で8月下旬に秋植えしたスギのコンテナ苗は、翌春5月から旺盛な伸長生長を示した。(J078)
- ・ 根重量は挿し付け時期が早い方が大きい傾向を示した。一方で、いずれの挿し付け時期でも根重量は対照苗に比べ有意に大きく、5本以上の発根がみられた苗の割合は8割以上と高かった。以上から、7月末迄の間では、いずれの時期においてもコンテナへの挿し付けが十分に可能であると考えられた。(J094)

## <ヒノキ>

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

## <カラマツ>

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

### d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較

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

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

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

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

#### e. 挿し木・挿し穂の成長量の比較

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

- ・ 北海道の温室にて、コンテナ容器で育苗したクリーンラーチ苗木の挿し木台木と、従来の圃場播種の挿し木台木について、台木の種類、挿し付け容器、育苗場所を変えて 4 通りの処理を設け比較した結果、台木の育苗場所において、コンテナ容器の方が、挿し付け時の平均苗長が大きく、根の乾燥重量は従来方法の 3.3 倍となり、低温馴化期間が短くても翌年の生存率はペーパーポットより 12.8% 高くなった。(J016)
- ・ スギ挿し木苗は発根していない場合は苗畑移植後の成長がほぼ望めない (J058)
- ・ スギ挿し木苗の苗高が大きいほど良好な初期成長を示すが、挿し付け当年の発根状況からの判断は困難である (J058)
- ・ コンテナ容量別 (150cc、300cc) では、植栽 3 年後の樹高に有意な差は認められなかった。植栽 3、4 年後で、コンテナ苗の樹高は、植栽場所によっては、それぞれ 150cm、200cm 程度期待でき、下刈は植栽 3 年以降に省略できると考えられる。(J101)

### g. 培地種類・配合・充填量の違いによる成長量の違い

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

- ・ スギでは、コンテナ容器に充填する用土量を検証した結果、苗高成長は、鹿沼土混合土よりもココピートオールドのみの方が良かった。用土充填量(コンテナ容量150ccに対する容積比100~150%)は100%区が劣る結果となった。容積の110~120%程度とするのがよいと考えられた。(J066)
- ・ 熊本県にてスギ在来品種のシャカイン直挿しコンテナ苗の用土配合割合を検証した結果、ココピート45%、ピートモス45%、赤土10%の配合割合のものが生存率は高く、赤土の配合割合が高いほど生存率を高めると考えられた。(J067)
- ・ スギ及びヒノキのコンテナ苗の育苗に、燃料灰の混合率を変えた培地(0、5、10、25%)を用いた結果、スギ及びヒノキとも燃焼灰の混合が個体の成長を促進することはなかった。スギでは25%培地、ヒノキでは10%培地と25%培地で、苗長、直径、乾重の成長が0%培地に比べて著しく抑制され、苗の成長を大きく損なわない培地に燃焼灰を混合できる割合の上限値は、スギでは10%培地、ヒノキでは5%培地であることが明らかとなった。(J069)

### g. 施肥の違いによる成長量の違い

植栽までに肥料効果が残っている個体が植栽後の成長が良い傾向にある。

- ・ 育苗時に施用した緩効性肥料の影響は時間経過とともに低減するものの、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。(J026)
- ・ 高濃度施肥によりスギのコンテナ苗の成長が促進されたが、耐乾性が低下した。高灌水区で成長が低かったことから、液肥の流亡および過湿による根系の機能低下が生じていると考えられた。(J074)
- ・ 追肥が多い個体のほうが、灌水処理によらず、春の光合成活性が高く、植栽後の樹高と地際径の成長量が大きかった。(J075)
- ・ 水頻度が最も低く(週2)肥料が最多(8g/キャビティ)の条件で著しく枯死率が高かった。根重増加と伸長成長はともに高頻度の灌水で良好となる傾向が見られ、施肥量の効果は高頻度頻度条件に限られた。一方、直径成長は逆に灌水・施肥で低下する傾向が認められ、苗の成長パラメータによって育苗条件の効果が異なることが示唆された。(J087)
- ・ 精英樹系雄性不稔スギを母樹とした挿し木コンテナ苗育苗中に2種類の緩効性肥料をそれぞれ追肥したところ、育苗中と林地植栽後の苗の成長が良好であった。(J096)

### h. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

- ・ 冷暗所で長期保管したスギのコンテナ苗および露地棚で育苗中のスギコンテナ苗について、5月植栽苗は保管苗及び露地育苗ともに高い割合で活着した。8月植栽の保管苗は保管中にカビが発生し、植栽後の活着率も低かった。(J035)
- ・ 暗処理によりスギのコンテナ苗伸長成長を抑制できるが、季節によって苗木が衰弱することを示した。(J036)
- ・ 育ちすぎた苗の切り戻しをおこなった場合の活着と成長、樹形への影響を見た結果、植栽から1年

経過した時点で、主軸を切断することによる活着率の低下は認められず、むしろスギではコントロールよりも活着率が高かった。一方、ヒノキは、主軸を切断した個体とコントロールで活着率に差はなく主軸切断による樹形への影響はそれほど顕著ではなかった。(J039)

- ・ スギのコンテナ苗 (300cc) を被覆無し、遮光率 50%の寒冷紗被覆、ブルーシート被覆、スギ生枝被覆の 4 処理で保管した結果、スギ枝被覆による苗保管は 1 ヶ月間有効であるが、その後は他の処理と同程度かそれ以下の生存率となり、あまり有効ではないと思われる。それ以外の寒冷紗やブルーシートによる被覆は苗の生存にはあまり効果がないこともわかった。(J056)
- ・ 露地栽培では環境条件の制御が困難なことから、苗木の成長や得苗率に気象条件 (1 年目冬季の寒冷や 2 年目夏季の高温寡雨) が影響したと考えられる。(J082)
- ・ 各比較において重要と考えられる差が検出されなかったことから、育苗資材及び方法が初期成長に与える影響は小さいことが示唆された。(J085)
- ・ 暗処理開始 2 週間までは旺盛な細根伸長が確認されたが、伸長した白根はその後褐変・枯死していた。処理苗と対照苗を 6 月から 8 月にかけて植栽し、植栽後の 4 週間で 4 回掘り取り、細根伸長量を測定した。暗処理期間が長いほど植栽後の細根伸長の開始が遅れる傾向にあり、植栽 10 日後頃まで細根伸長量に有意差が見られたが、植栽 17 日後以降には処理区間で有意差がなくなった。植栽前後に降雨が少なく土壌が非常に乾燥していた 8 月の植栽試験では、暗処理苗の枯死率が高かったが、対照苗・暗処理苗ともに植栽 4 日後の時点で細根伸長は見られず、降雨があった植栽 10 日後に対照区のみ細根伸長が認められた。暗処理による伸長成長制御を行う場合は、苗木の活性低下を考慮する必要がある。(J086)

## 2) 植栽前の生育について

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

- ・ スギ及びヒノキの実生 1 年生コンテナ苗を、野外とガラス室、施肥の有無で検証した結果、野外の苗で形状比が低く、出荷基準を満たす苗の割合が高かった。施肥なしで 49%、施肥ありで 79%の苗が出荷基準を満たしたことから、温室を利用した早期発芽と施肥によって、1 成長期でコンテナ苗が生産できることが示唆された。(J029)
- ・ オガコとココピートの配合割合 (0~100%) および基肥量 (1.8g、3.6g) を変えてスギ・ヒノキ 1 年生稚苗の移植による育苗試験を実施した結果、オガコ 75%・100%・施肥量 1.8g の地際径以外は規格に達した。ヒノキの苗長ではオガコ 75%・100%・施肥量 1.8g 以外で規格以上となったが、地際径ではココピート 100%・施肥量 3.6g 以外で規格以下となった。しかし、規格に達したものでも根鉢の成形性が保たれていないものが多かった。(J072)

## 3) その他、コンテナ苗技術について

その他、コンテナ苗技術などについて、以下のような事例があった。

### a. 種子量と栽培面積

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

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

## b. 挿し木・挿し穂技術

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

## c. 根量・乾燥・水ストレスなど

- ・ スギのコンテナ苗の植栽後の蒸散速度を測定した結果、実生由来の苗木より挿し穂由来の方が地上部、地下部ともに乾燥重量が2～4倍大きかったが、細根乾燥重量は2倍以下と差が小さかった。(J003)
- ・ スギのコンテナ苗の植栽後の細根の乾燥重量を測定した結果、コンテナ容量の大きさ(150、190、390ml)にかかわらず、地下部乾燥重量や細根乾燥重量に優位さが認められたかった。(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)
- ・ 暗所保管によって植栽後の細根伸長の開始が遅れること、植栽後 28 日目には、細根伸長量に処理区間差がなくなることが明らかになった。また非常に乾燥した土壌条件での生残率は、対照区の供試苗の方が高かったが、対照区の供試苗も乾燥した土壌条件では細根伸長できなかつた。暗所保管による伸長成長制御を行う場合には、暗所保管に伴う苗木への負の影響について考慮する必要があることを指摘した。(J095)
- ・ 灌水停止後 6 日目に対照区の全個体で水ポテンシャルが計測不能となり枯死したが、摘葉個体では 5 個体中 4 個体が生残し、個体当たりの葉重が小さいほど水ポテンシャルが高かった。摘葉個体の通水阻害率は個体によるばらつきが大きく、摘葉処理により木部で局所的に通水阻害が生じたと考えられる。以上より、摘葉処理は、わずかな通水阻害の発生を伴うものの、摘葉量に応じた個体の脱水遅延効果があることが明らかとなった。(J098)

#### d. 植栽道具

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

#### e. 種子選別

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

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

## 7-1-2 海外文献調査

### (1) 文献の収集

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

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

表 7-4 収集した海外文献の一覧

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

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

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

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E010		フィン ランド	Hallongr en Heidi,Lai ne Tiina and more	2014	Competitiveness of mechanized tree planting in Finland	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 144-151 Volume 29, 2014 - Issue 2
E011		フェノ スキャン 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] (ベイマツ) 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
E020	1・3	エスト ニア	ANDRE S JÄÄRAT S and more	2016	Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of Pinus sylvestris and Picea abies During Eight Years in Hemiboreal Estonia	Baltic Forestry 22(2): 365-374.

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

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

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

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

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

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

表 7-5 収集した海外文献の概要

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

	ponderosa Laws.var.ponderosa(ポンドローサマツ)の性能を評価した。中湿地に植えられた実生は高い生存率を示し、樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。コンテナ容量が大きいほど樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。乾燥地に植えられた実生は中湿地に植えられた実生に比べ、生存率はより低く、成長量はより小さかった。また、中湿地に植えられた苗の初期形状は、乾燥地に植えられたものよりもその後の形状発達を予想することが難しいことが示された。				
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、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。</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、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。</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、ドイツウヒの苗として、2年生プラグ苗、1年半生コンテナ苗、10週生小型苗の3種類を用</p>				

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## (2) 文献内容の整理

コンテナ苗生産技術について収集した文献を、表 7-6 の①～③に分類し、樹種別に示した。なお、同一文献が複数に分類できるものについては、該当する全ての分類項目に分類し、整理した。

表 7-6 樹種別の整理 (海外文献)

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

### (3) 文献整理結果の分析

#### 1) 植栽後の成長について

植栽後の成長について収集した文献を、さらに a から b に細分化して整理を行った。

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

#### a. 地理的・環境的（降水量・気温など）違いによる成長量の比較

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

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

## b. 裸苗との成長量の比較

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

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

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

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

### c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

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

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

#### d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較

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

- ・ 深さと体積が異なる6種類のコンテナを使用して、土壌の含水量、平均気温、総降水量（中間およびゼロ）が異なる2つのサイトに植えられた *Pinus ponderosa* Laws. var. *ponderosa* (ポンドローサマツ) の性能を評価した結果、コンテナ容量が大きいほど樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。(E002)
- ・ *Pinus sylvestris* L. (オウシュウアカマツ) と *Picea abies* (L.) H. Karst (ドイツトウヒ) を2つのサイズ (50 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は小さいサイズよりも急速に成長した。ドイツトウヒの実生苗は、サイズによる成長の差は見られなかった。両方の種の大きい実生苗は、小さいサイズと比較してわずかに低い枯死率であった。(E007)
- ・ ポプラはコンテナ容量が大きいほど、裸苗よりも窒素やリンを集中して利用可能である。そのため、スウェーデンの林地におけるポプラ植栽には、470ml の容積のコンテナ苗を使用するべきである。(E015)
- ・ *Zizyphus lotus* (ナツメ属の1種) の 300、400、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)
- ・ 植え付け時の大きさの違いは、8年後には消失しており、樹種間では同程度の大きさになることが分かった。(A009)
- ・ 大きな容器 (130ml) で育てられた苗は、小さな容器 (80ml) で育てられた苗よりも優れており、銅によって高さと根巻きの直径が約10%増加した。(A017)

#### e. 植え付け深さの違いによる成長量の比較

- ・ *Zizyphus lotus* (ナツメ属の1種) の 300 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で有意に異なり、植え付け深さ (-2.7MPa) よりも浅植え (-2.3MPa) の値が低かった。植え付け後40ヶ月の生存率は、浅いもの (42.7%) よりも深く植えられた実生苗 (58.5%) の方が有意に高かった。(E027)

#### f. 地拵え方法の違いによる成長量の比較

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

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

#### g. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

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

## 2) 植栽前の生育について

植栽前の育苗手法の違いによる苗木の生育の比較事例は、主に灌水や短日処理などの制御や処理にかかわる事例であった。

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

### 3) その他、コンテナ苗技術について

苗木の植栽後の生存率の指標として、根元径が最もよい指標であった。

緩効性肥料の施肥効果が植栽時に残っていると植栽後の成長がよい傾向にあった。

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

**(1) 背景**

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

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

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

**(2) 要約と解説**

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

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

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

表 7-7 第 4 巻の目次

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

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

表 7-8 第6巻の目次

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

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

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

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

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

#### ①施肥、灌水について

施肥とかん水については、第4巻に詳細に述べられている。

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

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

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

**【解説】適切な固形肥料の量について**

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

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

**【解説】スギコンテナ育苗における無機栄養素の欠乏について**

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

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

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

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

**【解説】 成長の3つの時期における固形肥料の施肥について**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 【解説】 定着期におけるかん水の注意点

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

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

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

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

#### ②根鉢の形成について【解説】

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

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

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

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

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

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

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

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

### ③苗木の効率的な成長方法

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

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

#### 【解説】栽培暦について

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

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

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

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

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

#### 【解説】苗木の効率的な成長方法

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

このほか、適切な培地の選択と、適切なかん水も重要である。

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

## 7-2 その他の情報収集及び整理

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

### 7-2-1 高知県森林技術センター（採種園）

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

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



写真 7-1 母樹にカメムシ避けのネットを設置した様子



写真 7-2 新しく整備している採種園

### 7-2-2 岡山県農林水産総合センター生物科学研究所（グルタチオン）

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

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



写真 7-3 ヒノキコンテナ苗のグルタチオン施用試験の様子

### 7-2-3 北海道立総合研究機構林業試験場（カラマツコンテナ苗）

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

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



写真 7-4 HR0200(写真左)と HSK330 (写真右)

### 7-3 「コンテナ苗等の生産技術・システムの手引き」作成に向けた構成（案）

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

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

表 7-9 コンテナ苗等の生産技術・システムの手引きの構成（案）

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

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

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