

第7章 最新のコンテナ苗生産技術等の整理

7-1 コンテナ苗規格化のためのデータ分析

7-1-1 目的

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

7-1-2 使用データ

林野庁から提供された全国各地の国有林において植栽したコンテナ苗（スギ、ヒノキ、カラマツ）の成長記録データを活用して、形状比や初期成長、活着率等の解析を行った。6箇所の森林管理局より76林小班分のデータの提供を受けた。データの整理を行い、解析に耐えうるデータを以下の表7-1の通り整理した。

表 7-1 各局の林小班の箇所数と樹種の内訳

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

※近畿中国森林管理局のデータについては、本事業2年目（令和2年度）に持越す

7-1-3 分析方法

（1）形状比と初期成長に関する分析

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

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

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

なお、以後の解析は全て R² ver. 3.5.2 を用いて行った。

¹ 関数でノイズを含んで観測した観測値から、2階微分に基づく平滑度とのバランスを取りながら曲線を使用して推定する手法。直線回帰と異なり、連続的な説明変数に対応する目的変数の増減も推定できる。

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

(2) コンテナ苗の植栽時の形状と生存率に関する分析

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

植栽後1年目の生存率の定義（枯損・消失せず生き残った苗の割合）

（枯損の原因）

- 活着せず枯れ
- 食害
- 誤伐 等

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

7-1-4 解析結果

(1) 形状比と初期成長に関する分析

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

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

³ ベルヌーイ分布に従う変数の統計的回帰モデルの一種で、在不在や生死といった2値データを回帰分析するとき用いる。

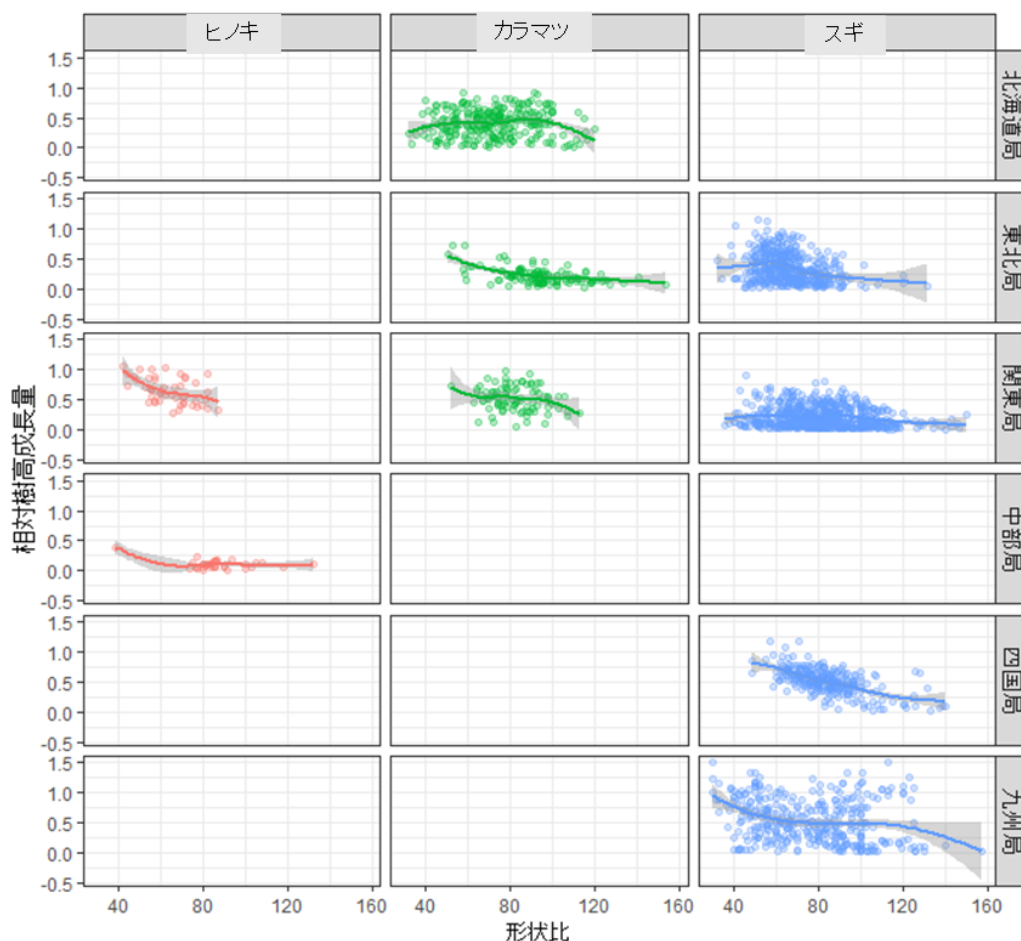


図 7-1 樹種・森林管理局毎の植栽時の形状比と相対樹高成長期の関係

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

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

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

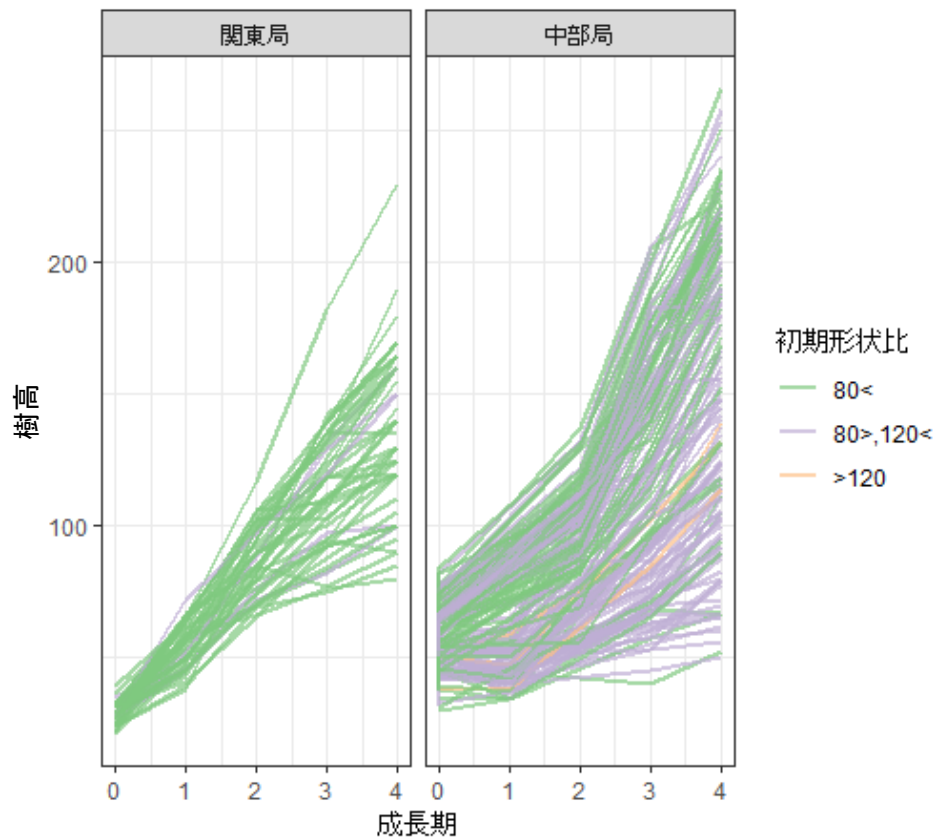


図 7-2 ヒノキの植栽時の形状比毎の樹高成長の比較

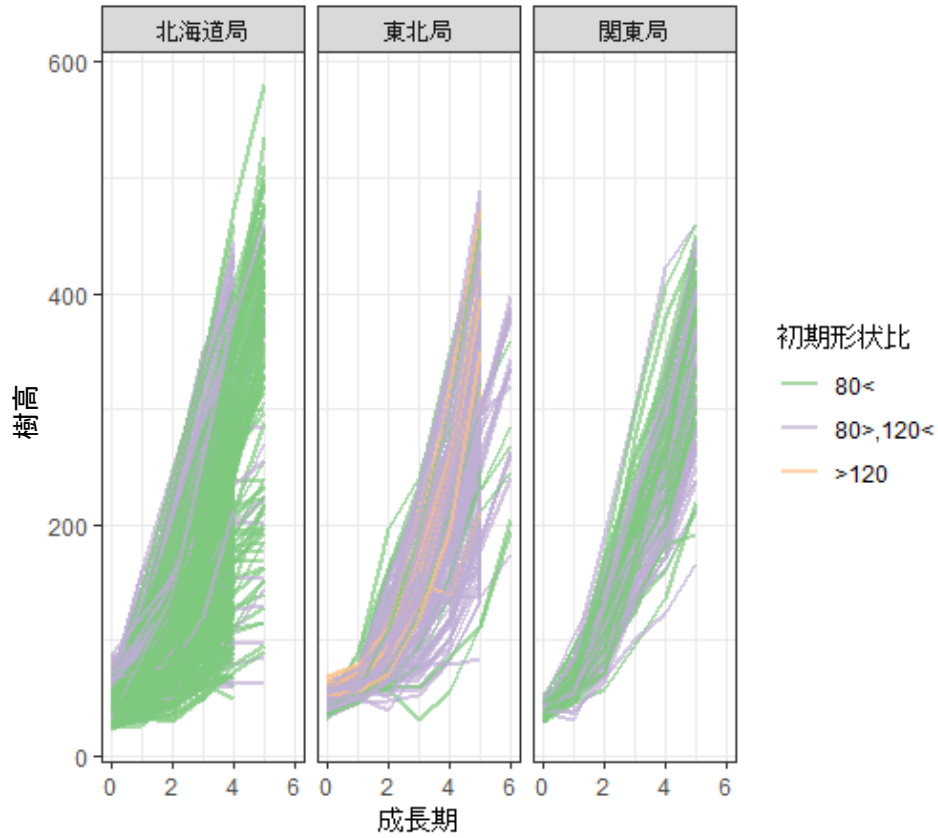


図 7-3 カラマツの植栽時の形状比毎の樹高成長の比較

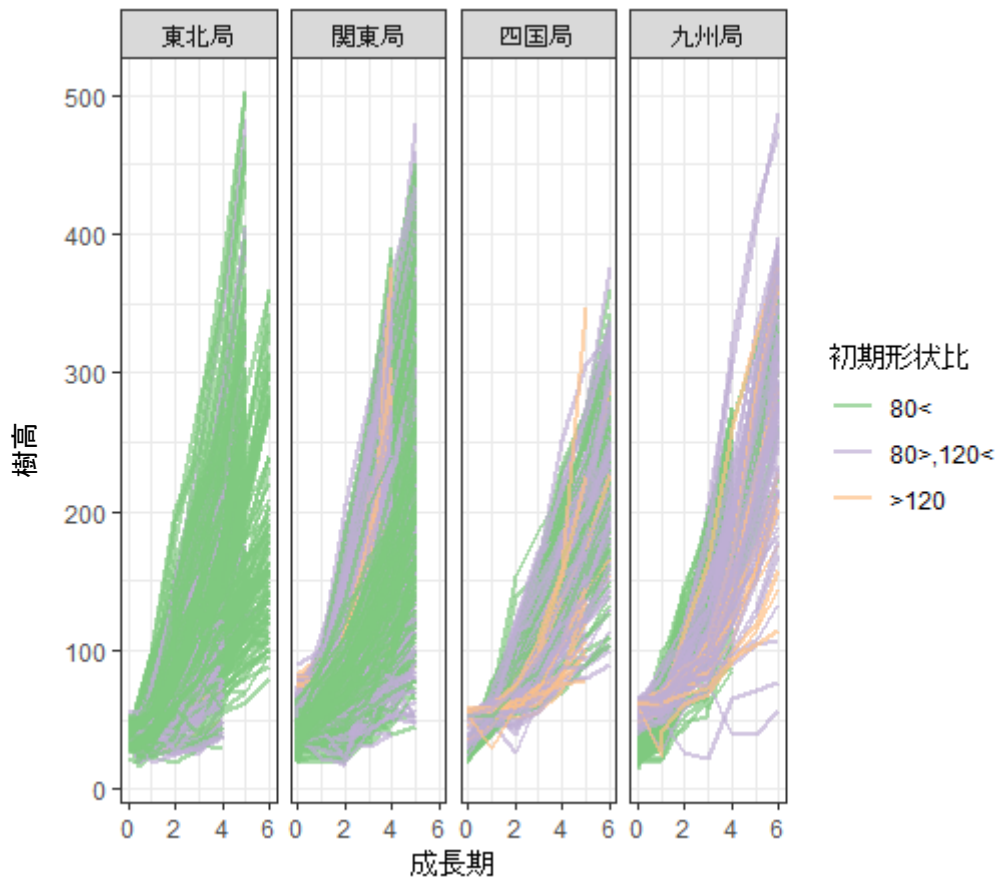


図 7-4 スギの植栽時の形状比毎の樹高成長の比較

(2) コンテナ苗の植栽時の形状と生存率に関する分析

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

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

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

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

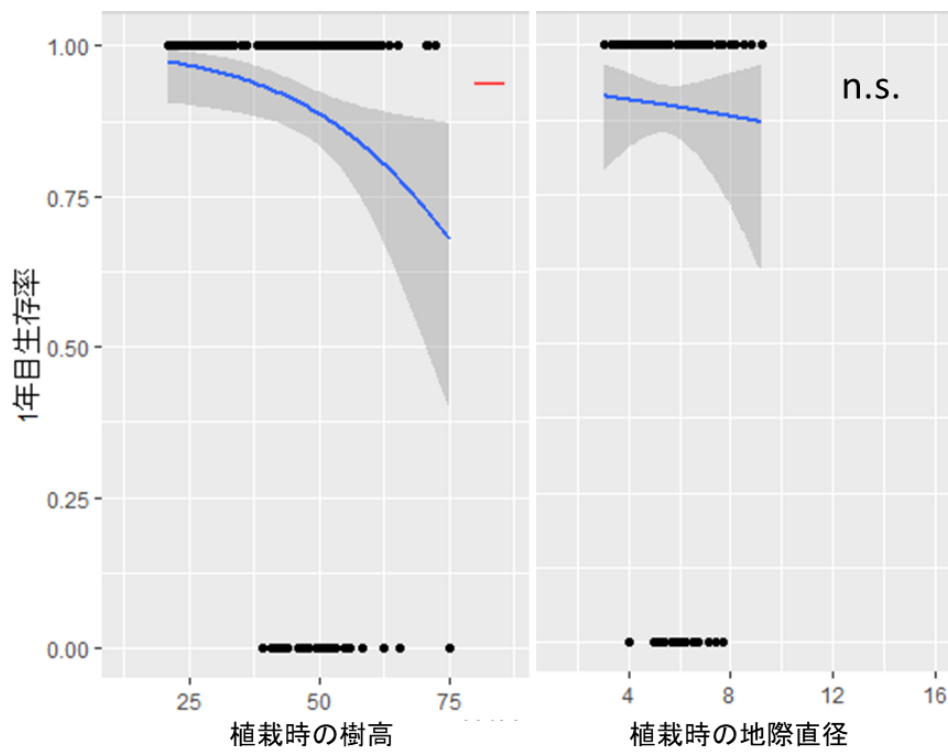


図 7-5 ヒノキの植栽時の樹高及び地際径と植栽後1年目の生存率との関係

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

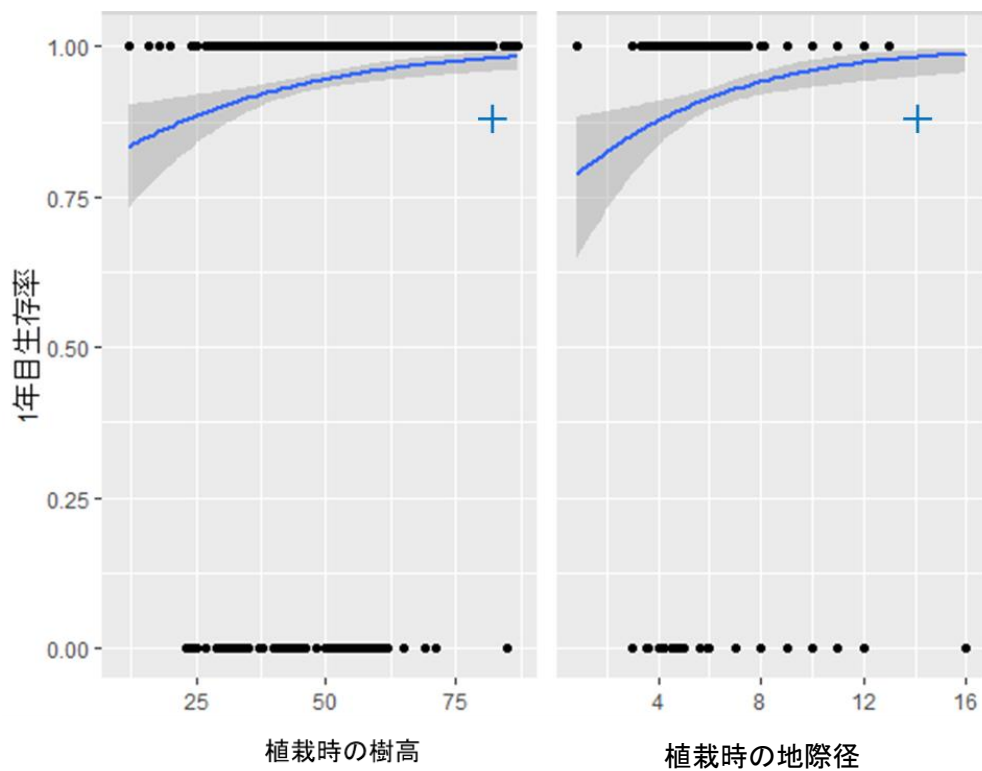


図 7-6 カラムツの植栽時の樹高及び地際径と植栽後1年目の生存率との関係

プラスは、尤度比検定で正の効果（上昇傾向）を示す。

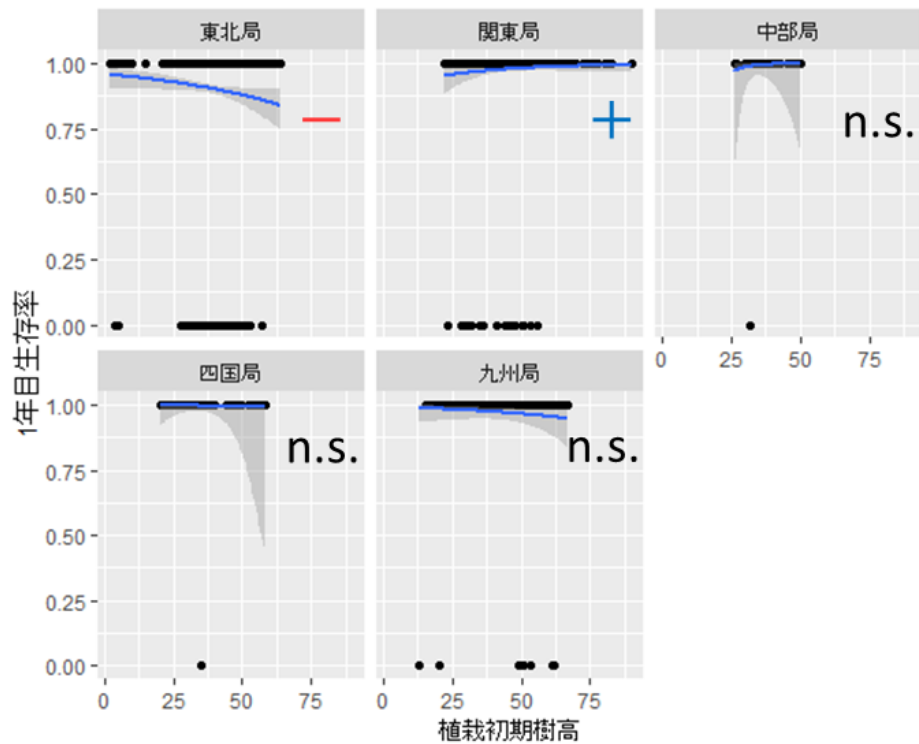


図 7-7 スギの植栽時の樹高と植栽後1年目の生存率との関係（森林管理局毎）

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

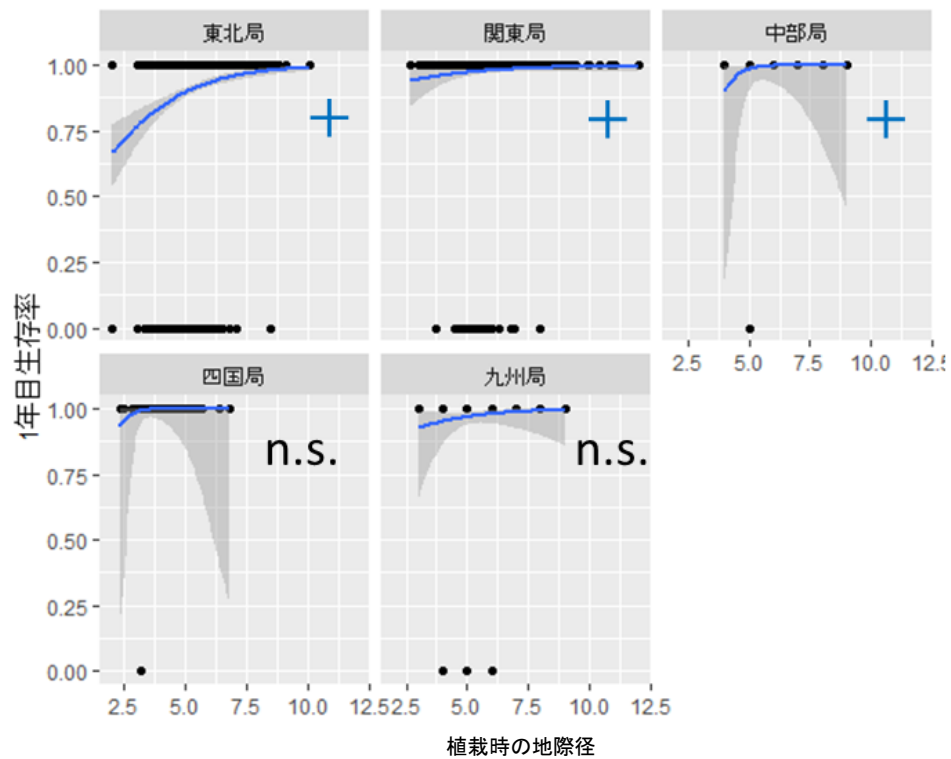


図 7-8 スギの植栽時の地際径と植栽後1年目の生存率との関係（森林管理局毎）

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

7-1-5 データ分析から得られた課題

(1) 苗木の形状

現状

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

課題解決

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

(2) 根の成長度合い

現状

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

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

課題解決

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

7-2 文献調査

コンテナ苗生産技術について、学術論文等から最新の情報を収集し、現状における技術体系、課題等から全国各地でコンテナ苗を生産する際に参考となるよう整理した。なお、取り扱った既存文献は、平成28(2016)年以降に寄稿された日本国内の文献ならびに平成22(2010)年以降に寄稿された海外文献(特に欧州地域)を対象とし、収集した文献は、105文献(海外文献が27、国内文献が78)である。

7-2-1 国内文献調査

(1) 文献の収集

収集した文献一覧および抄録を表7-2、表7-3に示す。なお、2016年以降にコンテナ苗生産技術について報告された国内事例は、日本森林学会大会で発表された内容を多く含んでおり、それらは学術講演集の内容を抄録(概要)として取りまとめた。

表 7-2 収集した国内文献の一覧

文献 No	樹種	地域	報告年	著者名	文献名	出典
J001			2016	梶本卓也ら	低コスト再造林の実現にコンテナ苗をどう活用するか:—研究の現状と今後の課題—	日本森林学会誌 98(4)、135-138、2016
J002	スギ	宮城県	2016	八木橋勉ら	スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係	日本森林学会誌 98巻(2016)4号 p.139-145
J003	スギ	東京都	2016	杉原由加子ら	スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度	日本森林学会誌 98(4)、146-150、2016
J004	スギ	宮城県	2016	新保優美ら	スギコンテナ苗は夏季植栽で本当に有利か?:—植栽時の水ストレスから1年後の活着・成長・物質分配までの比較—	日本森林学会誌 98(4)、151-157、2016
J005	カラマツ	北海道	2016	原山尚徳ら	異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率、成長および生理生態特性	日本森林学会誌 98(4)、158-166、2016
J006	カラマツ	岩手県	2016	成松眞樹ら	カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響	日本森林学会誌 98(4)、167-175、2016

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J007	ヒ ノ キ	岡 山 県	2016	諏 訪 鍊 平ら	植栽時期の異なるヒノキ コンテナ苗の活着と成長	日本森林学会誌 98(4)、176-179、 2016
J008	ト ド マ ツ ほ か 5 種	北 海 道 ほ か 7 県	2016	壁 谷 大 介ら	複数試験地データからみ たコンテナ苗の植栽後の 活着および成長特性	日本森林学会誌 98(5)、214-222、 2016
J009		宮 崎 県 ・ 長 野 県 ・ 静 岡 県	2016	猪 俣 雄 太ら	異なる植栽器具使用時の コンテナ苗の植栽能率	日本森林学会誌 98(5)、223-226、 2016
J010	ス ギ	長 野 県	2016	城 田 徹 央ら	長野県北部におけるスギ コンテナ苗の活着と初期 成長	日本森林学会誌 98(5)、227-232、 2016
J011	カ ラ マ ツ	長 野 県	2016	大 矢 信 次郎ら	長野県の緩傾斜地におけ る車両系伐出作業システ ムによる伐採・造林一貫 作業の生産性	日本森林学会誌 98(5)、233-240、 2016
J012	ス ギ	熊 本 県	2016	山 川 博 美ら	スギ植栽木の樹高成長に 及ぼす期首サイズと周辺 雑草木の影響	日本森林学会誌 98(5)、241-246、 2016
J013	ヒ ノ キ	茨 城 県	2016	原 真 司 ら	近赤外光による選別およ び殺菌剤処理がスギおよ びヒノキ種子の発芽率に 及ぼす影響	日本森林学会誌 98(5)、247-251、 2016
J014	ス ギ	鹿 児 島 県	2017	内 村 慶 彦ら	根鉢容量 150cc のスギコ ンテナ苗の生存率と初期 樹高成長は裸苗や根鉢容 量 300cc のコンテナ苗と 異なるのか？：鹿児島県 における春季植栽事例	森林立地 59(2)、45- 51、2017

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J015	ス ギ	徳 島 県 ・ 東 京 都	2017	染 谷 祐 太郎ら	弱光・灌水制限条件に置 かれたスギコンテナ苗の 水分生理特性の変化	森林立地 59(2)、53- 60、2017
J016	グ イ マ ツ F1	北 海 道	2019	来 田 和 人ら	グイマツ雑種 F1 優良家 系「クリーンラーチ」のコン テナ挿し木苗育苗方法 の開発	森林遺伝育種 8(1)、 8-14、2019
J017	ス ギ・ ヒ ノ キ	高 知 県 ・ 長 野 県	2016	梶 本 卓 也ら	プロジェクト「コンテナ 苗を活用した低コスト再 造林技術の実証研究」の 紹介	森林遺伝育種第 5 巻 (2016)
J018	ス ギ・ ヒ ノ キ・ カ ラ マ ツ		2017	原 真 司 ら	コンテナ苗の効率的生産 に向けた技術開発と課題	森林科学 80(0)、18- 21、2017
J019	ス ギ	徳 島 県	2016	藤井栄	実生スギコンテナ苗生産 期間短縮の試み	徳島県立農林水産総 合技術支援センター 研究報告(3)、15-20、 2016-11
J020	ス ギ	徳 島 県	2017	藤井栄	徳島県におけるスギ実生 コンテナ苗の育苗	森林科学 80(0)、10- 13、2017
J021			2016	松田修	林業の高収益化に貢献す る近赤外画像分光技術	日本木材学会九州支 部木科学情報 23 巻 1号 20166-10
J022	ス ギ・ ヒ ノ キ	茨 城 県	2016	松 田 修 ら	高発芽率を実現する樹木 種子の選別技術	森 林 遺 伝 育 種 =Forestgeneticsan dtreebreeding5、21- 25、2016

文献 No	樹 種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J023	カラ マツ	北海 道ほ か7 県	2017	高橋誠	カラマツの安定的種苗生 産に向けた技術開発	林木育種情報 No.23 (2017) 6p
J024		沖繩 を除 く九 州7 県	2016	横田康 裕ら	九州地方におけるコンテ ナ苗生産の課題	九州森林研究 No.6911-17、2016.3
J025	ヒ ノ キ	岐阜 県	2017	渡邊仁 志	ヒノキ実生コンテナ苗の 改良による低コスト再造 林技術の開発	森林科学 80(0)、14- 17、2017
J026	ヒ ノ キ	岐阜 県	2017	渡邊仁 志ら	ヒノキにおける実生裸苗 と緩効性肥料を用いて育 成した実生コンテナ苗の 初期成長	日本森林学会誌 99(4)、145-149、 2017
J027	カラ マツ	長野 県	2019	清水香 代	当年生カラマツコンテナ 苗の育苗方法の検討	日本森林学会大会発 表学術講演集 130(0)、569、2019
J028			2018	壁谷大 介ら	コンテナ苗の"形状比"に 関する考察	日本森林学会大会発 表学術講演集 129(0)、539、2018
J029	ス ギ		2018	山中豪 ら	ガラス室を用いた直接播 種によるスギ・ヒノキ1 年生コンテナ苗育苗試験	日本森林学会大会発 表学術講演集 129(0)、529、2018
J030	ス ギ	岡山 県・ 高知 県	2017	藤本浩 平ら	スギ特定母樹コンテナ苗 の植栽後2年間の地上部 成長	日本森林学会大会発 表学術講演集 128(0)、526、2017
J031		沖繩 を除 く46 都道 府県	2016	都築伸 行	需給調整が困難化する林 業用苗木の生産及び流通 の現局面	林業経済 69 (4)

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J032	スギ	富山県	2018	関子光太郎	乾燥期に植栽したスギコンテナ苗と裸苗の活着、生育および積雪被害発生状況の比較	森林利用学会誌 33(1)、73-80、2018
J033	スギ	関東地方北部	2019	山野邊太郎ら	関東地方北部で造成した1年生スギコンテナ苗の検定林	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、571、2019
J034	ヒノキ	山梨県	2019	大地純平	山梨県におけるヒノキコンテナ苗の植栽季節別生存率	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、495、2019
J035	スギ	徳島県	2019	藤井栄ら	スギコンテナ苗の冷暗所長期保管の試み	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、523、2019
J036	スギ	東京都	2019	染谷祐太郎ら	暗処理がスギコンテナ苗植栽後の活着と成長に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、524、2019
J037	スギ	石川県	2018	小谷二郎ら	多雪地帯でのスギコンテナ苗の成長に対する植栽方法や苗木の大きさの影響	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、536、2018
J038	スギ	熊本県	2018	八木貴信ら	育苗の期間・密度の異なるスギ挿し木コンテナ苗の活着と植栽後3年間の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、534、2018
J039	スギ	京都府	2018	山下直子ら	スギ・ヒノキコンテナ苗における主軸切断の影響—萌芽枝の成長と樹形変化—	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、538、2018
J040	トドマツほか2種	北海道	2018	津山幾太郎ら	コンテナ苗はどのような条件で有効なのか?～北海道の場合～	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、540、2018

文献 No	樹 種	地域	報 告 年	著者名	文献名	出典
J041	ス ギ	徳 島 県	2018	藤 井 栄 ら	スギ摘葉処理苗やコンテナ苗の時期別植栽による下刈り省力効果	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、533、2018
J042		宮 崎 県	2018	古 里 和 輝	生分解性ペーパーポット苗の植栽後1年間の成長と容器劣化	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、254、2018
J043	ヒ ノ キ	岐 阜 県	2018	渡 邊 仁 志ら	積雪のある傾斜地における根鉢の低いヒノキ・コンテナ苗の林地適応	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、101、2018
J044	ヒ ノ キ		2017	山 下 直 子ら	ヒノキコンテナ苗における灌水停止後の水ポテンシャルの変化ーキャビティ容量150ccと300ccの比較ー	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、517、2017
J045	ス ギ		2017	飛 田 博 順ら	キャビティ容量の異なるスギコンテナ苗の灌水停止後の水ポテンシャルの変化	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、516、2017
J046	カ ラ マ ツ	北 海 道	2017	上 村 章 ら	カラマツコンテナ苗の根系生長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、513、2017
J047	ヒ ノ キ	岐 阜 県	2017	渡 邊 仁 志ら	植栽時期の異なるヒノキ・コンテナ苗の植栽後3年間の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、527、2017
J048	ス ギ	東 京 都	2017	染 谷 祐 太郎ら	弱光・灌水制限によるスギコンテナ苗の成長制御の試み	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、245、2017
J049	ス ギ	大 分 県	2017	佐 藤 嘉 彦ら	さし木時期および穂木の低温貯蔵がスギ在来品種のさし木発根性に与える影響	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、354、2017
J050	ス ギ		2019	本 田 あ かりら	低温貯蔵はスギ挿し木発根の向上に有効か？	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、616、2019

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J051	スギ	宮崎県	2019	伊藤哲ら	ペーパーポットで育苗したスギ挿し木苗の林地植栽後の根系発達	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、525、2019
J052	スギ	鹿児島県	2019	小田樹ら	無下刈り処理下におけるスギ挿し木コンテナ中苗の初期成長	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、263、2019
J053	スギ		2019	徳田楓ら	スギ挿し木苗の根切りがコンテナ移植時の作業効率と根系発達に及ぼす影響	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、257、2019
J054	スギ	秋田県	2019	Hirofumi Sato	スギ特定母樹の挿し木苗に関するいくつかの知見	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、120、2019
J055	スギ	熊本県	2019	根岸直希ら	山林用苗木の生産技術開発	紙パ技協誌 73(2)、120-122、2019
J056	スギ	熊本県	2018	宮島淳二ら	造林地におけるスギ挿し木コンテナ苗の長期保管試験	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、527、2018
J057	グイマツ F1	北海道	2018	今博計ら	苗木生産者におけるクリーンラーチ育苗の現状	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、519、2018
J058	スギ	富山県	2018	相浦英春	スギ挿し木苗の発根状況と植栽後の生育	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、523、2018
J059	スギ		2018	冨森加耶子ら	スギ直挿し苗の発根特性について	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、522、2018
J060	スギ		2018	吉村知也ら	スギにおける光質とさし木発根性との関係	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、290、2018
J061	スギ	宮崎県	2017	平田令子ら	水耕栽培によるスギ挿し穂のカルス形成と発根誘導	日本森林学会大会発表学術講演集 128(0)、520、2017

文献 No	樹種	地域	報告 年	著者名	文献名	出典
J062	グイ マツ F1	北海道	2017	来田和 人ら	クリーンラーチの挿し木 増殖方法の改良(I) - 環境 制御による挿し木台木の 成長促進 -	日本森林学会大会発 表学術講演集 128(0)、72、2017
J063	グイ マツ F1	北海道	2017	角田真 一ら	クリーンラーチの挿し木 増殖方法の改良(II)-環境 制御による挿し木苗の効 率的生産-	日本森林学会大会発 表学術講演集 128(0)、73、2017
J064	スギ	宮崎 県	2017	古里和 輝ら	根量の違いと摘葉処理が スギ苗の水ストレスに与 える影響	日本森林学会大会発 表学術講演集 128(0)、244、2017
J065	スギ	宮崎 県	2017	新保優 美ら	夏季植栽されたスギ挿し 木苗の生残規定要因-苗 種か物質分配か?-	日本森林学会大会発 表学術講演集 128(0)、243、2017
J066	スギ		2017	渡部公 一ら	スギコンテナ苗の用土量 と成長の関係	日本森林学会大会発 表学術講演集 128(0)、515、2017
J067	スギ	熊本 県	2019	寺本聖 一郎ら	用土配合割合がスギさし 木コンテナ苗の得苗に及 ぼす影響	日本森林学会大会発 表学術講演集 130(0)、518、2019
J068	スギ		2019	金枝拓 実ら	組織培養で作出された無 花粉スギ苗の形質評価	日本森林学会大会発 表学術講演集 130(0)、288、2019
J069	スギ・ ヒノ キ	茨城 県	2018	長倉淳 子ら	スギ、ヒノキコンテナ苗 育苗培地への木質バイオ マス燃焼灰混合が苗木の 成長と養分状態におよぼ す影響	森林総合研究所研究 報告 17(1)、75-84、 2018
J070			2019	藤本浩 平	数種類の育苗法によるコ ンテナ苗の生産コスト比 較	日本森林学会大会発 表学術講演集 130(0)、522、2019
J071	カラ マツ		2019	山本恭 大ら	カラマツ属コンテナ苗の 成長と菌根形成	日本森林学会大会発 表学術講演集 130(0)、444、2019

文献 No	樹種	地域	報告年	著者名	文献名	出典
J072		山口県	2018	上田和司ら	コンテナ苗生産における培地低コスト化の検証	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、530、2018
J073		北海道	2018	上村章ら	異なるコンテナで育てた苗木の植栽後の成長	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、532、2018
J074	スギ		2018	小笠真由美ら	液肥濃度と灌水頻度がスギコンテナ苗の成長と生理特性に与える影響	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、525、2018
J075	スギ	茨城県	2018	飛田博順ら	春植栽のスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす前年秋の追肥の影響	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、526、2018
J076	ヒノキ		2019	竹内隆介ら	ヒノキ充実種子の精選及び直接播種によるコンテナ育苗	日本森林学会大会発表学術講演集 129(0)、528、2018
J077	スギ・ヒノキ・カラマツ	北海道ほか5県	2019	飛田博順ら	スギ、ヒノキ、カラマツコンテナ苗の育苗方法の違いによるコスト評価	日本森林学会大会発表学術講演集 130(0)、521、2019
J078	スギ	東京都	2016	杉原由加子ら	8月下旬に植栽したスギコンテナ苗の植栽当初の蒸散速度と成長	森林立地 58(1)、25-28、2016

表 7-3 収集した国内文献の概要

No.	J001	報告年	2016	著者名	梶本卓也ら
文献名	低コスト再造林の実現にコンテナ苗をどう活用するか:—研究の現状と今後の課題—				
抄録(概要)	第126回日本森林学会大会(2015)で、「コンテナ苗研究の現在」と題した企画シンポジウムが開催された。このシンポにおける報告をもとにした論文のほか、関連の研究論文も加えて、コンテナ苗研究の現状を踏まえた6つの論文(J002-007)の研究成果を紹介している。				

	<p>また、コンテナ苗の育苗や植栽技術の研究が20世紀後半には始まった海外の林業先進国における状況について、ミニコンテナ苗の開発(Walshetal.2014)(E001-004)等の紹介をしており、林業先進国といえどもさらなる効率化を図って低コスト林業を実現しなければならない厳しい状況がある。</p>				
No.	J002	報告年	2016	著者名	八木橋勉ら
文献名	スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係				
抄録 (概要)	<p>これまでに、コンテナ苗の樹高成長は、植栽時の苗の形状比が平均60程度の集団であれば、裸苗と同等以上であるが、形状比が平均100程度の集団では、裸苗と比較して劣ることがわかってきた。本研究では、集団の平均値ではなく、個体ごとの形状比と成長との関係に注目し、コンテナ苗と裸苗の成長を4成長期にわたって調査した。</p> <p>1成長期ごとの形状比と相対成長率の関係は、相対樹高成長率では、すべての成長期において、形状比とは負の相関があったが、特に1成長期目と2成長期目の相関が強かった。相対地際径成長率では、すべての成長期において、形状比とは正の相関があり、特に1成長期目と2成長期目の相関が強かった。</p> <p>このことから、<u>形状比が高い個体は、成長初期には樹高成長を抑え、直径成長を優先することが明らかになった。</u>また、樹高の成長量に関しては、4成長期にわたる経時的データについて線形混合効果モデルを用いて解析した結果、<u>形状比が高いことは樹高成長量に対しても、有意に負の効果があった。</u>以上のことから、相対成長率だけでなく、樹高成長量に対しても、高過ぎる形状比は、負の効果があることが明らかになった。</p>				
No.	J003	報告年	2016	著者名	杉原由加子ら
文献名	スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は、キャビティの容量が小さいために根系発達が制約されるが、施肥と灌水によって養分や水分の強いストレスを受けずに育てられる。そのため地下部に比べて地上部の大きい形状になりやすく、植栽後に強い水ストレスを受ける可能性がある。</p> <p>本研究では、スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度との関係を調べ、山出しに適したスギコンテナ苗の規格基準に関する基礎的な知見を得ることを目的とした。</p> <p><u>苗高の高い苗木では形状比の大きく、細根量当たりの地上部乾燥重量(地上部/細根比)が大きい苗木が多かった。植栽当初の蒸散速度は、地上部/細根比が大きい苗木で低い傾向が認められ、蒸散速度が低い苗木では地上部乾燥重量当たりの細根成長量(植栽後約2カ月間)が小さい傾向が認められた。</u></p> <p>以上から、<u>苗高の高いコンテナ苗では、植栽当初に強い水ストレスを受け、葉量に見合う根量になるのにより時間がかかる苗木の割合が高い可能性を示唆した。</u></p>				

No.	J004	報告年	2016	著者名	新保優美ら
文献名	スギコンテナ苗は夏季植栽で本当に有利か?—植栽時の水ストレスから1年後の活着・成長・物質分配までの比較—				
抄録 (概要)	<p>夏季植栽におけるコンテナ苗の優位性を検証するため、<u>スギ挿し木コンテナ苗(1年生および当年生)とスギ挿し木裸苗を9月に植栽し、植栽直後の生理的ストレスと植栽後1年間の成長を比較した。</u></p> <p>裸苗の水ポテンシャルは植栽直後に大きく低下し、その後1カ月間、コンテナ苗よりも低い値で推移した。しかし、水ポテンシャルの低下は、枯死に至る致命的なストレスとはならなかった。植栽当年の苗高は1年生コンテナ苗で最も大きく、次いで当年生コンテナ苗であり、裸苗が最も小さかったが、植栽翌年には裸苗の伸長成長量が最も大きかったことから、植栽1年後の裸苗と当年生コンテナ苗には苗高差がみられなくなった。</p> <p>また、植栽時は苗の地上部および地下部の各器官の配分が苗種間で異なっていたが、植栽1年後には差がなくなった。さらに、植栽当年は1年生コンテナ苗で傾斜被害が多く、裸苗では主軸先端の萎れや枯れがみられ、健全苗の割合に苗種間で差が生じていたが、植栽1年後には差がみられなくなった。</p> <p>以上のことから、<u>コンテナ苗は裸苗よりも乾燥に対する耐性が強いと考えられたが、今回の乾燥条件においては、夏季植栽におけるコンテナ苗の優位性は示されなかった。</u></p>				
No.	J005	報告年	2016	著者名	原山尚徳ら
文献名	異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率、成長および生理生態特性				
抄録 (概要)	<p>コンテナへ直接播種し育苗した1年生カラマツコンテナ苗が積雪期以外で通年植栽可能か明らかにするため、2014年5月から10月まで毎月植栽し、生存率、成長、生理生態特性を調べた。対象として5月には裸苗も植栽した。</p> <p><u>5月に植栽した未開葉のコンテナ苗は裸苗よりも植栽後の成長量が大きく、2成長期間で裸苗のサイズに追いついた。</u>これは、コンテナ苗の方が植栽後の根の成長が旺盛で光合成速度や気孔コンダクタンスが高かったことが要因と考えられた。<u>6～8月に植栽したコンテナ苗は、植栽時の細根の電解質漏出率、圧ポテンシャルを失うときの葉の水ポテンシャルおよび葉/根比が高いなど、個体全体の耐乾性が他の時期よりも低かった。</u>さらに<u>7月の極端に少ない降水量と土壤乾燥が重なり、6、7月植栽の当年秋の生存率はそれぞれ62%、22%と低かった。</u>一方、<u>8月植栽苗は植栽前後に十分な降水があり生存率が97%と高かった。</u>9、10月植栽苗は耐乾性が高く、植栽翌年秋の生存率が高かった。</p> <p>現状では、<u>カラマツ裸苗の秋の植栽は10月下旬から11月上旬までの短い期間に限定されているが、コンテナ苗の植栽により2カ月程早められると考えられた。</u></p>				

No.	J006	報告年	2016	著者名	成松眞樹ら
文献名	カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>カラマツコンテナ苗の植栽適期を明らかにするために、5月から11月の各月に苗を植え、翌月以降に掘り取って、活着と根、樹高、地際直径の成長を植栽月で比較した。</p> <p>植栽月は当年と翌年の成長に影響し、植栽月によっては根と樹高の成長が連関した。苗は各植栽月で97%以上の活着率を示したが、秋植えでは根鉢からの根の伸長量が減少した。8月以前は地温が高く迅速に根が伸長し、10月以降は地温が低く根の伸長が抑制されたと考える。植栽当年の樹高成長は5月と6月の植栽でのみ明瞭だった。そのピークは各々8月と9月に現れ、根長成長ピークから1カ月遅れた。7月以降の植栽では、樹高成長が根長成長後に生じるカラマツの特性により、樹高成長開始前に秋を迎えたと考えられる。植栽当年11月の地下部重量は早い植栽月で大きく、植栽翌年7月までの樹高成長率と正の相関を示した。その結果、植栽当年11月にみられた樹高の差は、その1年後でも完全には回復せず、11月植栽苗の樹高は、8月以前の植栽苗より小さかった。</p> <p>本研究の結果は、カラマツのコンテナ苗は春から秋まで植栽可能だが、9月以降の植栽は冬季枯損や植栽翌年までの成長不良のリスクが高まる可能性を示唆している。</p>				
No.	J007	報告年	2016	著者名	諏訪錬平ら
文献名	植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長				
抄録 (概要)	<p>コンテナへ直接播種し育苗した1年生カラマツコンテナ苗が積雪期以外で通年植栽可能か明らかにするため、2014年5月から10月まで毎月植栽し、生存率、成長、生理生態特性を調べた。対象として5月には裸苗も植栽した。</p> <p>5月に植栽した未開葉のコンテナ苗は裸苗よりも植栽後の成長量が大きく、2成長期間で裸苗のサイズに追いついた。これは、コンテナ苗の方が植栽後の根の成長が旺盛で光合成速度や気孔コンダクタンスが高かったことが要因と考えられた。6～8月に植栽したコンテナ苗は、植栽時の細根の電解質漏出率、圧ポテンシャルを失うときの葉の水ポテンシャルおよび葉/根比が高いなど、個体全体の耐乾性が他の時期よりも低かった。さらに7月の極端に少ない降水量と土壤乾燥が重なり、6、7月植栽の当年秋の生存率はそれぞれ62%、22%と低かった。一方、8月植栽苗は植栽前後に十分な降水があり生存率が97%と高かった。9、10月植栽苗は耐乾性が高く、植栽翌年秋の生存率が高かった。</p> <p>現状では、カラマツ裸苗の秋の植栽は10月下旬から11月上旬までの短い期間に限定されているが、コンテナ苗の植栽により2カ月程早められると考えられた。</p>				
No.	J008	報告年	2016	著者名	壁谷大介ら
文献名	複数試験地データからみたコンテナ苗の植栽後の活着および成長特性				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は植栽後の活着・成長が良いことが期待されている。しかし国内においては、コンテナ苗の成長・活着能力について統一的な見解が未だ得られてい</p>				

	<p>ない。そこで本研究では、コンテナ苗の成長・活着能力の普遍的な傾向を把握することを目的として、1道7県・5樹種からなる39カ所の植栽試験の情報に基づき、コンテナ苗と裸苗の植栽後の生存率および樹高・直径成長速度を推定し両者の間で比較した。</p> <p>階層ベイズ法を用いたパラメータ推定の結果、全種を通してのコンテナ苗の生存率の中央値は0.96であり、裸苗の生存率(中央値0.97)とほぼ同じであった。また樹高成長速度および直径成長速度も、全体推定値・樹種別推定値ともコンテナ苗と裸苗との間で分布範囲に大きな違いはみられなかった。形状比(樹高/基部直径)は、いずれの種でも植栽直後にはコンテナ苗の方が高いものの、植栽1年以降には、全ての種においてコンテナ苗と裸苗との間の差はみられなくなった。以上の結果から、一般的な傾向としてコンテナ苗の植栽後の活着・成長は裸苗と同程度であり、育苗の利便性や植栽の効率性がコンテナ苗の優位性を示すのに有効な特徴となることが示唆された。</p>				
No.	J009	報告年	2016	著者名	猪俣雄太ら
文献名	異なる植栽器具使用時のコンテナ苗の植栽能率				
抄録 (概要)	<p>本研究はコンテナ苗専用植栽道具の高効率化を目指し、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、スペード、プランティングチューブ)を用いて植栽試験を行い、各道具の作業能率および要素作業について統計的な分析を行った。</p> <p>その結果、<u>作業能率が最も高い植栽道具は唐クワであり、唐クワと他の植栽道具とを比較すると、ディブル、スペード、プランティングチューブの植穴をあける能率は唐クワより低い傾向にあること、プランティングチューブの苗を植える能率は唐クワより低い傾向であることがわかった。また、苗の周りを踏む作業や移動・測尺の能率に植栽道具の違いが与える影響は小さかった。</u></p> <p>これらの結果より、コンテナ苗専用の植栽道具の高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。初年度の樹高成長量は、コンテナ苗も裸苗も1cm未満であり、強い乾燥ストレスを受けていることが示唆された。2年目の樹高成長量は両者とも約30cm以上と回復した。しかし、コンテナ苗の樹高成長量と肥大成長量は丁寧植栽された裸苗より劣った。また、2年目の樹高成長量と肥大成長量はいずれも雑草木との競合状態の影響を受けており、初年度の小さな樹高成長量がその後の低い成長と下刈りコスト削減に深刻な影響を与えることが懸念された。</u></p>				

No.	J011	No.	J011	No.	J011
文献名	長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性				
抄録 (概要)	<p>伐採・造林一貫作業は、伐出機械を再造林作業の一部に適用することにより、再造林コストの低減を図る作業として検討が進められている。本研究では、長野県内の緩傾斜地を中心とした林分において、車両系作業システムによる皆伐作業および再造林作業の各工程の生産性とコストを明らかにすることを目的として、伐倒、木寄せ、造材、集材、地拵え、苗木運搬、植栽の各工程の生産性を調査した。</p> <p>高密度路網が整備された3地域のカラマツ林で伐倒から集材までの5回の皆伐作業を調査した結果、労働生産性は14.8～24.0m³/人日となり、約20m³/人日の生産性が得られた。グラップルローダによる機械地拵えは、人力地拵えを大きく上回る生産性を示し、地拵えコストを25～75%に低減する可能性が示唆された。また、フォワーダによる苗木運搬により、運搬コストが約73%に低減された。コンテナ苗の植栽工程は裸苗より生産性が有意に高かったが、植栽コストはコンテナ苗の価格が高いために裸苗の方が低かった。再造林作業の生産性向上とコスト低減を両立させるためには、コンテナ苗の低価格化が望まれる。</p>				
No.	J012	No.	J012	No.	J012
文献名	スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響				
抄録 (概要)	<p>スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首樹高および周辺雑草木の影響を明らかにし、下刈りの要否を決める簡易な判断基準を検討するため、3年次の下刈りが省略された4年生のスギ人工林において、植栽木の樹高、当年伸長量および雑草木との競争関係を個体ベースで調査した。</p> <p>スギ植栽木の樹高成長は、スギ樹冠に対する側方からの被圧より上方からの被圧の影響を強く受けており、植栽木の梢端部が周辺の雑草木に覆われなければ、樹高成長の低下は小さいと考えられた。また、梢端部が周辺雑草木によって覆われた植栽木では、期首樹高が低くなるほど樹高成長量が小さくなっていった。一方、期首樹高の高い植栽木では、梢端部が覆われていても、覆われていない個体と同程度の成長量を示し、成長量のばらつきも小さかった。</p> <p>したがって、スギ植栽木が良好な樹高成長を保つためには、植栽木の個体サイズが小さな間は、樹冠全体が覆われるような被圧は避けた方が良いと考えられた。具体的な個体サイズの指標については検討する必要があるが、期首樹高と、植栽木と雑草木の相対的な競合関係の組み合わせは下刈り要否を判断する有効な指標と考えられた。</p>				
No.	J013	No.	J013	No.	J013
文献名	近赤外光による選別および殺菌剤処理がスギおよびヒノキ種子の発芽率に及ぼす影響				

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

	<p>べて伸長成長量は有意に小さく、伸長成長していない供試苗が多かった。9月1日に掘り取り、植栽後に土壤中に伸長した細根量を測定した。<u>植栽後の活着に非常に重要な植栽後の根量が処理苗と対照苗で有意差は認められなかった</u>ことから、本研究の結果は、スギコンテナ苗の成長制御技術としての被陰処理の可能性を示していると考えられる。</p>				
No.	J016	報告年	2019	著者名	来田和人ら
文献名	<p>グイマツ雑種 F1 優良家系「クリーンラーチ」のコンテナ挿し木育苗方法の開発</p>				
抄録 (概要)	<p>グイマツ×カラマツ雑種の優良家系「クリーンラーチ」は、種子の供給量が少なく実生苗木では需要を満たせないため、挿し木苗木により植栽が行われている。しかし、現在の圃場育成の実生苗を挿し木台木に用い、ペーパーポットに挿し木する方法では挿し穂数が少ない上に挿し木苗の根が根巻きを起こし発達が悪く、増殖率が低いため、苗木不足の解消に至っていない。</p> <p>そこで、コンテナを用いた台木の育成と挿し木の育苗の効果を調べた。<u>150ccコンテナに直接播種して挿し木台木を育苗することにより、挿し穂数が従来方法の 10.2±4.4 本/台木から 18.0±3.8 本/台木の 1.8 倍になった</u>。また、コンテナに6月に挿し木し10月末まで温室で育苗することで、<u>根の乾燥重量は従来方法の 3.3 倍となり、低温馴化期間が短くても翌年の生存率はペーパーポットより 12.8%高くなり、コンテナの有効性が明らかとなった</u>。一方で、コンテナでは挿し木苗の本数密度が高くなり根元径の成長が抑制されることから、苗木の本数密度管理が重要であることが示唆された。</p>				
No.	J017	報告年	2016	著者名	梶本卓也ら
文献名	<p>プロジェクト「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」の紹介</p>				
抄録 (概要)	<p>大型プロジェクト研究「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」（平成 26～27 年）の概要と成果について、一貫作業におけるコンテナ苗の取り扱いや、育苗・植栽技術に関する話題を中心に紹介する。本研究プロジェクトの最終的な目的は、一貫作業システムを全国展開するにあたって、各地域に適合したシステムを提案することである。全国 16 の公立試験研究機関、6 大学、2 民間企業でコンソーシアムを形成し、調査、試験を一斉に行い、それらのデータを統合的に分析するアプローチが取られた。研究内容は、1) 地域に適合した一貫作業システムの構築、2) コンテナ苗の生産・植栽技術の開発、3) コンテナ苗の安定供給体制の確立の3つに大別される。1)、2) について成果と課題を述べる。</p> <p>1) 急峻な山間部の高知県では、路網の整備が難しく、主に架線系による伐採・集材が行われているが、各作業工期調査の結果、伐出後に架線をそのまま利用してコンテナ苗を植栽地へ運搬すると、1日に1万本近くの苗木が運搬でき、大幅に作業効率が向上するのが確認された。一方、植栽まで現地で苗木を保管する際に苗の乾燥を防ぐ必要も生じた。比較的傾斜が緩い長野県では、高性能あるいは先進的林業機械を組み合わせた一貫作業の工期調査を行った。その結果、グ</p>				

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

	<p>本研究では、畑を使用せず、施設のみで育苗し、生産期間の短縮を試みた。2014年8月と2014年10月に播種した結果、翌年9月に8月播種で9割、10月播種で6割の苗木が従来苗の規格である樹高35cmに達した。2015年10月に樹高の大きな一部のコンテナ苗の得苗率を測定した結果、8月播種は79±7%となり、10月播種は78±12%となった。残りの苗木は2016年3月に得苗率を測定し、8月播種は71±8%となり、10月播種は67±9%となった。10月と翌年3月の得苗率を平均すると8月播種で76±8%、10月播種で69±10%であった。</p> <p>また、<u>コンテナ苗生産に使用した種子量は十分なかん水が可能で天候条件に左右されないハウス内で、育苗箱に播種することにより、天候条件に左右されやすい屋外の畑に播種する場合の3分の1程度の種子量、5分の1の栽培面積となった。</u></p>				
No.	J020	報告年	2017	著者名	藤井栄
文献名	徳島県におけるスギ実生コンテナ苗の育苗				
抄録 (概要)	<p>徳島県でコンテナ苗を使用する大きな理由の一つは、人手不足問題に対応するため、植栽期間の拡大による労務負担の平準化を狙うことにある。本稿ではスギ苗木の供給を安定的に行うためのスギ実生コンテナ苗育苗技術を、本県の例を中心に解説する。</p> <p>ガラス温室内で育苗したスギコンテナ苗を、5月にセンターの露地育苗施設と近隣生産者の露地育苗施設に移動し、センターでは規則的な灌水、生産者は培地の状態を確認しながら生産者の判断で灌水を行った（例えば、<u>降水の多かった8月は、センターでは規則的な灌水を継続したが、生産者は灌水を一度も行わなかった</u>）。10月に樹高を測定した結果、<u>センターでは樹高30cm以上の苗木が30%であったが、生産者では72%であった</u>。育苗期間中の施肥量は追肥をしたセンターの方が多いが、灌水方法の違いによって成長量の差が発生した。培養土は、保水力、保肥力のよいココナッツピートと透水性の高いパーライト等を混和することにより培地の乾燥の程度を調整できる。コンテナは側面にスリット（縦孔）が入っているタイプは培地が外気に触れるので乾燥しやすい。灌水のばらつきを小さくするためには情報から灌水し、樹高が高くなるにつれて灌水時間を長くする方法が有効であると考えられる。根系の発達には、乾燥と湿潤の繰り返しによる培養土の物理的膨張と収縮が必要である。</p> <p>現在徳島県で普及しているコンテナ苗育苗の生産スケジュールは、育苗箱に播種を行い、発芽後にコンテナに移植する方法である。育苗箱への播種はコンテナへの直接播種に比べ、移植時の樹高を揃えることができ、育苗箱は自由に持ち運べるため、移植の作業効率もよく、段積みも可能であるため省スペースで発芽を行うことが出来る。一方、移植作業に労務負担があり、大量生産を目指した機械化に繋げることは難しい。</p>				
No.	J021	報告年	2016	著者名	松田修
文献名	林業の高収益化に貢献する近赤外画像分光技術				

抄録 (概要)	<p>本稿では、近赤外画像分光技術を理解するのに最小限必要となる概念について解説した後、同技術による応用事例として種子の選別法を紹介する。</p> <p>樹木において、種子の発芽率を低下させている最大の要因は、種子成熟の過程が正常に進まず、発芽に必要な構造や成分を備えるに至らない不稔種子が形成されやすいことにある。<u>正常に形成された充実種子は、外観のほか比重などの特性を手がかりに、不稔種子から選り分けることは困難だが、発芽に必要なエネルギー源として、多量の脂質成分を胚乳に含んでいることが特徴である。充実種子に多量に含まれる脂質分子は、炭素－水素（C-H）原子間の共有結合に富んでおり、近赤外域では1,730nmを中心とする波長の光を吸収しやすい（反射しにくい）性質をもっている。</u>すなわち、この波長域に絞って種子を撮影すると、不稔種子は明るく充実種子は暗く映ることになる。実際的には、種子表面の質感がすべての波長域における輝度に影響するため、1,730nmを含む波長帯と脂質の影響を受けにくい他の波長帯との相対輝度を利用することにより、充実種子を正確に選り出すことが可能となる。選別を経ることにより、種子の発芽率は飛躍的に上昇する。</p>				
No.	J022	報告年	2016	著者名	松田修ら
文献名	高発芽率を実現する樹木種子の選別技術				
抄録 (概要)	<p>本稿では、わが国に林業が興って以来、苗木（実生苗）の生産性を律速してきた、スギ、ヒノキ、カラマツなど、主要造林樹種における種子の発芽率を、安定的かつ飛躍的に向上させるための選別技術について紹介する。加えて、同技術がいかにして林業の省力化や低コスト化に貢献し、林産体制を変容させ得るかにについて議論する。</p> <p>収穫した種子が必ずしも発芽に至らない理由の1つは、正常に形成された充実種子が休眠や保管に伴う劣化により、一時的あるいは永久的に発芽能力を失うためである。2つは、種子の形成過程において、発芽に必要な構造や成分を備えるに至らなかった不稔種子が混在するためである。スギの充実種子と不稔種子の可視・近赤外域を含む波長領域における反射スペクトルを見ると、充実種子は1,730nm付近で反射率が低下する。これは、充実種子は不稔種子よりも脂質が多く蓄積しているが、脂質が多いと、この帯域における光吸収が増し、反射率が低下するためである。</p> <p>種子の選別作業は、現在手作業で行うほかないが、<u>1人1日8時間で3,000粒の種子を処理するのが限度</u>である。<u>機械化による大開は比較的容易であると推察され、100倍の処理速度が実現すれば、1日に得られる充実種子は10万粒</u>となり、苗木生産にかかる労力とコストを飛躍的に低減することが可能となるはずである。</p>				
No.	J023	報告年	2017	著者名	高橋誠
文献名	カラマツの安定的種苗生産に向けた技術開発				
抄録 (概要)	<p>カラマツの種苗不足を解消することを目的として、今年度より、農林水産技術会議の革新的技術・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）として、林木育種セ</p>				

	<p>ンターが代表機関となり、県、研究所、大学等とコンソーシアムを形成し、「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」(平成 28~30 年度)に着手しました。このプロジェクトでは、1) 着花促進、2) 種子生産、3) 苗木生産の 3 つのステップを設け、それぞれの段階で技術開発に取り組むことにしました。着花促進では、光や水分、物理刺激、施肥などの条件をコントロールすることによって着花を促進する技術を、種子生産では、採種時期の最適化と採種作業の機械化を、苗木生産では、さし木技術により 1 つの種子から複数の苗木を育成する技術を開発します。開発した技術を各地域の状況に応じて組み合わせることにより苗木の生産性を高め、今後のカラマツ林業の発展に貢献することを目標としています。</p>				
No.	J024	報告年	2016	著者名	横田康裕ら
文献名	九州地方におけるコンテナ苗生産の課題				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗生産を拡大する際の課題を明らかにするために、九州地方 7 県を対象に、コンテナ苗生産の現状、現在生産者が抱えている問題とそれへの対策について、聞き取り調査と文献調査を行った。</p> <p>その結果、近年急速にコンテナ苗生産量は増加しているが、苗木生産に占める割合はまだ小さかった。今後、コンテナ苗生産を拡大する際の課題として、生産者の確保、生産設備の整備、生産技術の体系化・向上、穂木の確保、苗木生産利益の向上、安定的需要の確保があげられた。これらへの対策として、国有林における九州森林管理局の取組を継続すること、民有林において、生産体制の強化、長期的に破綻のない補助、九州レベルでの実効性のある需給調整が重要と考えられた。</p>				
No.	J025	報告年	2017	著者名	渡邊仁志
文献名	ヒノキ実生コンテナ苗の改良による低コスト再造林技術の開発				
抄録 (概要)	<p>岐阜県森林研究所では、県下の実情に合わせた低コスト再造林技術を確立するために、急傾斜地におけるヒノキ実生コンテナ苗技術の改良に取り組んでおり、県営育種場と共同でいろいろな育苗条件で試作した苗木を林地に植栽して評価してきた。</p> <p>ここでは、これまでの研究成果を紹介する。高さが 15cm、10cm、5cm の M スターコンテナを用いて、根鉢の深さが異なるヒノキ 2 年生苗を育成し、岐阜県内の傾斜の異なる 2 箇所 (13 度、40 度) にそれぞれ 4 月と 5 月に植栽した。植栽 1 年目期末の生存率はどの条件でも 9 割と高く、培地容量の違いが苗木の活着に及ぼす影響はなかった。根鉢の高さを小さくすることは、初期サイズをわずかに小さくするが、植栽効率は上がる。<u>ヒノキの植栽適期は 4 月あるいは 10 月上旬のわずかな期間だが、春植えだけでなく夏植えや秋植えのコンテナ苗も 8 割以上が活着し、春植えの裸苗と同程度以上であった。</u>活着率の点では、標高が高い地域でも植栽期間の拡大を図れる可能性がある。一方、<u>夏植えや秋植えのコンテナ苗は植栽 1 年目も 2 年目もほとんど伸長成長をせず、形状比が 60 付近に収束したあと、植栽 3 年目になってようやく伸長成長が始まった。</u></p>				

No.	J026	報告年	2017	著者名	渡邊仁志ら
文献名	ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長				
抄録 (概要)	<p>育苗時に施用した溶出期間の長い肥料（緩効性肥料）がヒノキ実生苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにするため、植栽後2年間の成長と部位ごとの重量変化をコンテナ苗と裸苗とで比較した。</p> <p>コンテナ苗は緩効性肥料（溶出期間 700 日）を施用し、マルチキャビティコンテナで1年間育成した。植栽時のコンテナ苗は、裸苗より根元径が小さく、樹高および比較苗高が大きかった。2年間の樹高および根元径成長量や同期末サイズは、コンテナ苗の方が大きかった。比較苗高の低減はコンテナ苗で大きかった。苗木の T/R 比は苗種間で差がなかったが、部位（葉、幹、枝、根）ごとの乾燥重量の増加はコンテナ苗の方が大きかった。樹高や根元径の相対成長率は、植栽1年目にはコンテナ苗が優れていたが、植栽2年目にはその優位性が低下した。</p> <p>これらのことから、育苗時に施用した緩効性肥料の影響は時間経過とともに低減するものの、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。</p>				
No.	J027	報告年	2019	著者名	清水香代
文献名	当年生カラマツコンテナ苗の育苗方法の検討				
抄録 (概要)	<p>近年長野県では、カラマツの主伐や更新伐が進められている。それに伴い、再造林時に使用されるカラマツ苗木の需要も増加している。再造林時には近年各地でマルチキャビティコンテナ（以下、コンテナ）により育苗した苗も用いられている。県内のコンテナ苗は、前年の春に苗畑に播種し育苗した1年生幼苗を移植し作成するのが一般的である。しかし、この方法で育苗された苗では形状比が高く、下枝が少ない等の品質的に疑問が残るものも多い。また、苗畑での育苗期間を含めると育苗に2成長期が必要となることから、育苗経費がかかることや、急な需要への対応も困難となっている。</p> <p>そこで本研究では、カラマツ種子をコンテナに直接播種するとともに、植物の光合成や成長を調整する働きをもつ酸化型グルタチオンを含む肥料を施用することにより、播種から1年以内に出荷できる苗を生産することを目的として育苗試験を実施したので報告する。本研究は戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発（平成 30～34 年度）」により実施した。</p>				
No.	J028	報告年	2018	著者名	壁谷大介ら
文献名	コンテナ苗の"形状比"に関する考察				
抄録 (概要)	<p>比較苗高（形状比：苗高／基部直径）は、苗木の健全性を示す指標として用いられている。近年普及が図られているコンテナ苗においては、一般的に形状比の高い苗が生産されがちである。とりわけ形状比が 100(m/cm)を越えるような苗だと、植栽後に肥大成長が促進されるかわりに樹高成長が抑制される結果、植栽</p>				

	<p>1～3年程度で形状比60程度に落ち着くことが多い。このため、植栽直後の旺盛な樹高成長を期待するのであれば、形状比の小さいコンテナ苗を生産する必要がある。ではコンテナ栽培において、自由な形状比を持つ苗木を生産することは可能なのだろうか。また、植栽後の苗木の形状比が収束する値（以後、到達形状比）は、何を意味するのだろうか。主軸の地際まで着葉している苗木は、いわば樹冠のみが存在する樹木である。従って苗木の基部を樹冠の基部とみなせば、これまで成木を対象に議論されてきた樹冠内の幹形状の理論を苗木に当てはめることもできると考えられる。</p> <p>そこで本研究では、成木を対象に議論されてきたパイプ理論を苗木にまで拡張することで、コンテナ育苗における苗の形状比の可塑性の幅と植栽後の到達形状比の意義について議論する。</p>				
No.	J029	報告年	2018	著者名	山中豪ら
文献名	ガラス室を用いた直接播種によるスギ・ヒノキ1年生コンテナ苗育苗試験				
抄録 (概要)	<p>スギ・ヒノキ実生1年生コンテナ苗の得苗率向上と、キャビティへの直播きによる育苗の実用化を目的として試験を行った。平成29年3月、界面活性剤水溶液を用いた種子の選別を行った後、ガラス室内でキャビティあたり3粒を播種した。結果、5月上旬時点で発芽が確認されたキャビティはスギで91%（発芽率59%）ヒノキで86%（発芽率54%）であった。空きキャビティへ補植後、5月中旬に野外へ移動し、9月からは半数を残しガラス室へ戻した。一部は7月より毎週液肥を散布した。11月に苗長と地際直径を計測した結果、<u>スギでは、9月からガラス室に戻した苗に比べ、野外に残した苗で形状比が低く、出荷基準（標準規格5号）を満たす苗の割合が高かった。</u>また、<u>施肥なしでは49%、施肥ありでは79%の苗が出荷基準を満たしたことから、温室を利用した早期発芽と施肥によって、1成長期でコンテナ苗が生産できることが示唆された。</u>ヒノキでは、9月以降野外に残したもののうち施肥ありで良い成長が見られたが、11月時点で出荷基準を満たす苗は僅かであり、育苗条件の再考が必要と考えられた。</p>				
No.	J030	報告年	2017	著者名	藤本浩平ら
文献名	スギ特定母樹コンテナ苗の植栽後2年間の地上部成長				
抄録 (概要)	<p>スギ特定母樹コンテナ苗の初期成長を明らかにするため植栽試験を行った。特定母樹等第二世代候補および第一世代は関西育種場で採種された種子を用い、対照として高知県内で流通する精英樹採種園で採種された種子を用いてコンテナ苗を育苗した。育苗箱内の鹿沼土へ播種し、本葉が出始めた頃にココピートオールド150ccを充填したマルチキャビティコンテナ（JFA150）へ移植して高知県内で1年間育苗を行った。2015年3月に高知県土佐郡土佐町の皆伐地で植栽を行った。植栽密度は2,500本/haで、各苗を80本ずつ交互に植栽した。2015年4月、2015年12月、2016年12月に樹高および地際直径を測定した。第2生育期終了後の生存率は、第二世代候補100%、第一世代93.8%、精英樹96.3%であった。枯死の理由は、生理障害とみられるものとウサギによる食害、</p>				

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

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

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

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

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

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

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

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

No.	J050	報告年	2019	著者名	本田あかりら
文献名	低温貯蔵はスギ挿し木発根の向上に有効か？				
抄録 (概要)	<p>スギの生理状態にはフェノロジー（生物季節）が存在し、伸長・肥大成長や開花などの外部形態的变化だけでなく、樹体内部の生理状態も変化する。</p> <p>本研究では、スギ穂木を低温処理することによってフェノロジーを操作し、一般に発根率が低いとされている夏季の挿し木発根性への影響を検討した。2018年4月から8月にかけて、計4回採穂したスギ穂木を-1.5℃の穂木貯蔵庫で3週間または6週間貯蔵したのちに挿し付け、9週後および12週後での生存率、発根の有無および発根量を評価した。コントロールは各採穂日において貯蔵期間を設けなかった処理区とし、低温貯蔵した各処理区で得られた結果を比較した。その結果、低温貯蔵した処理区では、枯損率の低下に寄与する可能性が示唆された。スギフェノロジーは遺伝子発現レベルで大きく活動期と休止期に分けられることが明らかになっている。</p> <p>今回の結果から、低温貯蔵処理が穂木内部の生理状態に何らかの影響を及ぼしていると考えられたため、試験期間中の各時点における穂木の遺伝子発現を解析することで、穂木内部の生理状態の変化について検討したので併せて報告する。</p>				
No.	J051	報告年	2019	著者名	伊藤哲ら
文献名	ペーパーポットで育苗したスギ挿し木苗の林地植栽後の根系発達				
抄録 (概要)	<p>生分解性ペーパーポット苗は、苗木生産における育苗期間の短縮や安価な育苗容器が苗木単価の削減に繋がる可能性がある。国外においては造林樹種へのペーパーポット苗の利用事例はあるものの、国内では蔬菜分野での利用に留まっている。</p> <p>そこで本研究では、日本の主要造林樹種であるスギへの生分解性ペーパーポットの利用可能性を明らかにすることを目的に、スギ挿し木ペーパーポット苗の植栽後2年間の成長と根系発達をコンテナ苗と比較した。</p> <p>その結果、2年間の地上部成長および発根量には苗種間で差はなく、植栽後ペーパーポット苗はコンテナ苗と同等の成長に期待できることが示された。植栽2年目におけるペーパーポット容器の分解率は2割程度と低く、容器のほとんどが残っていた。しかし、容器ごとの植栽が根の伸長を阻害することなく、ペーパーポット容器を突き破って伸長する根系が観察された。また、発根本数や根長および根元径についても苗種間で差はなかった。以上の結果から、植栽におけるスギ挿し木ペーパーポット苗の有効性が示唆された。</p>				
No.	J052	報告年	2019	著者名	小田樹ら
文献名	無下刈り処理下におけるスギ挿し木コンテナ中苗の初期成長				
抄録 (概要)	<p>雑草木との競合関係を優位にして下刈りを省略するため、特定母樹等成長に優れた品種の導入や普通苗より苗高の高い「中苗」の植栽が検討されている。しかし、中苗は植栽時の形状比が普通苗より高いため成長に優れた品種でも初期樹高成長が望めず、それによる雑草木との競合が懸念される。</p>				

	<p>そこで、本研究では特定母樹（県始良 20 号）の中苗（平均樹高 84cm）の植栽による下刈り省略の可能性を検討するために、植栽後 2 年間の初期成長を通常下刈り、無下刈り処理間で比較した。さらに、雑草木との競合状態を調査し、被圧程度による植栽木の成長低下を検討した。その結果、無下刈り処理区では通常下刈り区と比べて、1 生育期目の樹高成長に差はなかったが直径成長は小さくなった。2 生育期目には樹高、直径ともに成長量が大きく低下した。また、無下刈り処理区において被圧木が植栽木の樹高以上と評価された個体は全体の 52.6% となり、被圧程度が大きい個体ほど樹高、直径成長量が小さく、形状比も高いままであった。</p> <p>これらのことから、本調査地では特定母樹の中苗であっても 2 年間の無下刈り後にはその半数が雑草木と競合し、成長が低下することが示された。</p>				
No.	J053	報告年	2019	著者名	徳田楓ら
文献名	スギ挿し木苗の根切りがコンテナ移植時の作業効率と根系発達に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>露地挿しによるスギ挿し木コンテナ苗の生産では、穂木を十分に発根させてから移植するため、コンテナへの移植時に根切りの作業が必要である。これに対して、近年開発されつつある「空中挿し木法」では、発根状況を目視できることから、根切りを必要としない状態での移植が可能であり、移植作業を効率化できる可能性がある。一方、根切りは移植後の細根の発生や根系の発達を促進させる可能性も考えられる。</p> <p>そこで本研究では、コンテナへの移植時の根切り作業の工程および根切りが必要とされる根量を定量的に評価するとともに、根切り作業が移植後の根系発達および根鉢形成に与える影響を明らかにすることを目的とした。空中挿し木法で育成した根量の異なる苗を用いて、根切りの有無による移植作業の工程の違いを調査した。</p> <p>その結果、根切り作業が 1 本あたり約 5 秒の時間を要すること、および、根量の多い苗を根切りせずに移植した場合、移植作業に約 7 秒余計に時間を要することが明らかとなった。以上の結果から、発根状況を目視で判定できる空中挿し木法の有効性が実証された。発表では、移植後の根系発達状況を含めて、根切りの効果を総合的に評価した結果を報告する。</p>				
No.	J054	報告年	2019	著者名	HirofumiSato
文献名	スギ特定母樹の挿し木苗に関するいくつかの知見				
抄録 (概要)	<p>特定母樹は、国が指定する成長性に優れた雄花着生の少ない樹木で、得られた種苗には下刈り省略等造林コストの削減や花粉発生源の抑制が期待される。このため、秋田県では、特定母樹と同等の形質を持つスギの選抜に取り組んでいる。</p> <p>講演では、その挿し木苗育成の過程で得た知見を報告する。県選抜木 28 系統、林木育種センター東北育種場より配布された特定母樹 8 系統及び精英樹（従来の種苗生産木）34 系統を用いた。これらの 1～2 年生苗を 2017 年 10 月に 300cc マルチキャビティコンテナに移植し、ヤシ殻粉砕物を主体とする培地で育苗し</p>				

	<p>た。苗木はガラス温室で越冬後、翌年4月から屋外で懸架育苗した。1系統当たり8本の苗木について、4、6、10月に苗高を調べたところ、特定母樹と選抜木の苗高は、6月の時点で精英樹より高い傾向がみられた。また、7月中旬に選抜木と一部の精英樹の各苗にジベレリン 100ppm 水溶液を葉面散布し、11月から雄花着生量の調査を行った。</p> <p>その結果、精英樹では少花粉品種で雄花量が少ない傾向にあったことから、選抜木では本調査を現地調査と並行して実施することで、特定母樹の1要件である雄花着生の少ない形質を早期に検出できることが示唆された。</p>				
No.	J055	報告年	2019	著者名	根岸直希ら
文献名	山林用苗木の生産技術開発				
抄録 (概要)	<p>日本国内の森林は、戦後に植林されたスギやヒノキなどの人工造成林が木材として利用可能な段階を迎えており、日本製紙が九州地区に所有する約1万8千ヘクタールの社有林も同様に伐期を迎えた森林が年々増えている。</p> <p>こうした状況の下、当社では再造林の際、従来の種苗より成長に優れ、花粉量が少ないなどの特徴を持つスギ特定母樹を積極的に導入することとしている。スギ特定母樹とは「森林の間伐等の実施に関する特別処置法の一部を改正する法律（間伐等特措法）」に基づき、森林の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%</p>				

	<p>となった。3ヶ月後では、被覆無しで52%、寒冷紗被覆で88%、スギ枝被覆及びブルーシート被覆で100%となった。</p> <p>以上の結果から、<u>スギ枝被覆による苗保管は1ヶ月間は有効であるがその後は、他の処理（被覆無しを含む）と同程度かそれ以下の生存率となり、あまり有効ではないと思われる。それ以外の寒冷紗やブルーシートによる被覆は苗の生存にはあまり効果がないこともわかった。</u></p>				
No.	J057	報告年	2018	著者名	今博計ら
文献名	苗木生産者におけるクリーンラーチ育苗の現状				
抄録 (概要)	<p>グイマツ雑種 F1 の特定家系であるクリーンラーチは、母樹が少なく種子が不足しているため、1年生の実生台木からの挿し木により増殖が行われている。平成17年から開始された挿し木生産は、現在17社により行われ、年生産量が12万本に達するなど増加しているが、増殖率は低く20%前後を推移している。挿し木1年目は育苗箱で発根させる幼苗生産、2年目は発根した幼苗を苗畑へ移植し育てる成苗生産の2年間により行われているが、いずれの段階においても成績が悪い。</p> <p>そこで挿し木生産の失敗原因を把握することを目的に、挿し付け後の挿し床の温湿度・光環境、挿し穂のしおれ度、を調べるとともに、1年目の生存率、発根量、2年目の生存率、成長量等について調査を行った。本発表では、挿し木の成績に及ぼす影響要因について検討した結果を報告する。</p>				
No.	J058	報告年	2018	著者名	相浦英春
文献名	スギ挿し木苗の発根状況と植栽後の生育				
抄録 (概要)	<p><u>スギ6品種の挿し木苗を対象に、1984年秋、1985年春、1986年春の挿し付けから5～7ヶ月後に掘り取り、その際に挿し穂からの発根数と最も長く伸びた根の長さ（発根開始時期に関係すると考えられる）を計測し、苗畑に移植後1生育期間の伸長成長量を目的変数、掘り取り時の発根数と根の長さを説明変数として、一般化線形モデルで解析した。その結果は品種や年次によって異なったが、挿し付け年をすべてプールして解析した結果では、各品種とも根の長さとの関係が認められた。また、説明変数に発根の有無を表すダミー変数を加えたところ、<u>発根していない場合は苗畑移植後の成長がほぼ望めない結果となった。</u>一方、造林地に植栽した苗木がどの品種についても競合植生から抜け出したと判断された5年生時の樹高を目的変数に、説明変数に苗畑に移植後1生育期間の伸長成長量と山出し時および植栽時の苗高を加え解析した結果、すべての品種に共通して山出し時または植栽時の苗高で正の関係が認められた。</u></p> <p>これらの結果からは<u>苗高が大きいほど良好な初期成長を示すが、挿し付け当年の発根状況からの判断は困難であると考えられた。</u></p>				
No.	J059	報告年	2018	著者名	富森加耶子ら
文献名	スギ直挿し苗の発根特性について				
抄録 (概要)	通常より低労力で生産可能と考えられる直挿しコンテナ苗（コンテナへ直接挿し木をする手法）は、容器から抜き取る際に根鉢が崩れることが多い。この要				

	<p>因として根系発達が不十分であることが考えられる。そこで、発根を促すために挿し穂の下部に各処理を施して挿し木し、直挿し苗の発根特性や根系構造について調査した。処理区の設定は、<u>A: 切口から5 cm まで表皮を一部切削、B: 切口から5 cm まで皮層をすべて除去、C: 切口から2 cm までシリコンで閉塞、D: 切口をシリコンで閉塞、表皮を一部切削、無処理とし、挿し木してから6か月経過後の発根率と根系構造について調査した。6か月経過後の発根率は無処理30%に対して、A・Bは40%、C・Dは0%であった。Bは皮層を除去した切口上部から発根していた。無処理とA・B間で根系構造（木化本数、最大根長・根径）に有意差はなかった。</u></p> <p>以上の結果より、<u>A・Bのように表皮や皮層に物理的ストレスを与えても、発根率や根系構造は無処理の苗と変わらないと考えられた。Bは無処理と比べて発根位置が5 cm 高く、根系が高い位置で発達し、根鉢の崩れを防ぐ可能性が示唆された。</u></p>				
No.	J060	報告年	2018	著者名	吉村知也ら
文献名	スギにおける光質とさし木発根性との関係				
抄録 (概要)	<p>スギは我が国における主要な林業樹種でありながら、非モデル植物でありその遺伝的・生理的理解が遅れているのが現状である。挿し木における遺伝的・生理的理解もその1つであり、植物工場等による効率的な苗木生産体制の体系化を一層進めるためにも、さし木に関する遺伝的背景の理解が必要である。</p> <p>本研究では、挿し木に影響を及ぼす環境要因の中でも、光に着目した遺伝子発現解析を行った。<u>赤色光、青色光、またそれらの混合色光の各光質（色）をスギの挿し穂に照射した結果、各光質におけるスギ挿し木の発根率には差異が認められた。</u>そこでスギに対する光質の影響に関する遺伝的背景を明らかにするため、スギ実生を24時間暗黒条件下に静置した後、白色光、赤色光、青色光を40$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$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$^{\circ}\text{C}$のインキュベータ内で冷蔵し、ハードニング処理を行った。冷蔵期間は3週間および6週間とし</p>				

	た。11月に水槽に挿した穂木のうち、生残した個体は翌年2月までカルス形成および発根がみられなかった。4月に挿した穂木では実験開始後1～2か月でカルスが形成され始め、その後発根がみられた。8月に挿した穂木では、ハードニング処理期間が長いほどカルス形成速度が速くなる傾向が見られたが、穂木の枯死率も高くなった。				
No.	J062	報告年	2017	著者名	来田和人ら
文献名	クリーンラーチの挿し木増殖方法の改良(I) - 環境制御による挿し木台木の成長促進 -				
抄録 (概要)	<p>北海道で開発されたグイマツとカラマツの雑種 F1 であるクリーンラーチは、現在、種子を供給する母樹が少ないため、挿し木増殖により苗木生産が行われている。しかし、若齢でも発根率の低下や枝性が現れるため挿し木台木には播種後2年目の幼苗が使用されている。さらに台木の育成は野外で行われていることから、台木1本当たりの挿し穂数が12本程度に留まっていた。</p> <p>そこで、挿し木台木1本当たりの挿し穂数を増加させることを目的に、挿し木台木の育成を温室で行った。その結果、台木1本当たり70本以上の挿し穂の採取が可能となった。挿し付け時期により得苗率に違いがあるため、挿し付け後の発根、成長を促進させる技術の課題が求められ、そのことについては(II)で報告する。</p>				
No.	J063	報告年	2017	著者名	角田真一ら
文献名	クリーンラーチの挿し木増殖方法の改良(II)-環境制御による挿し木苗の効率的生産-				
抄録 (概要)	<p>北海道で開発されたカラマツとグイマツの雑種 F1 であるクリーンラーチは、種子を供給する母樹が少ないため、現在、挿し木増殖により苗木生産が行われているが、得苗率が低く需要に対して供給不足となっている。要因として台木からの採穂数が少ないこと、休眠特性により増殖期間が短いこと、育苗施設内の環境調節の難しさ等がある。</p> <p>本試験では閉鎖系育苗施設の利用を想定し、クリーンラーチ挿し木苗の大量増殖の可能性を検証することとした。実験は、完全人工光による環境制御可能な恒温室内で行った。クリーンラーチの台木は培地を充填した育苗用ポットで育成し、給液管理は底面灌水により行った。採穂量は個体により差はあるものの、多いものでは40本以上に達した。挿し木育苗試験では、発根・幼苗段階を恒温室内で育成し、その後太陽光利用型の温室で育成したところ、挿し木後、約7.5ヶ月で植栽可能な2号規格(苗長:40cm以上、根元径:4mm以上)に達した。</p>				
No.	J064	報告年	2017	著者名	古里和輝ら
文献名	根量の違いと摘葉処理がスギ苗の水ストレスに与える影響				
抄録 (概要)	苗木の活着率向上のため行われる処理として、摘葉と根切りがある。摘葉処理は、根切りによって制限された根量と葉量とのバランスを調節することで、植栽直後の水ストレスを緩和させると考えられ、水ストレスが発生しやすい夏季植				

	<p>栽時に有効であると予想される。しかし、夏季植栽時の摘葉の効果は十分に解明されておらず、特に根量と葉量のバランスに関する知見はほとんどない。</p> <p>そこで本研究では、根量の異なるスギ挿し木苗への摘葉処理が水ストレスに与える影響を調査した。一般的な根量の裸苗（通常苗）、発根量が少ない苗（少根苗）と、カルスが形成されたのみの未発根挿し穂（カルス苗）に樹幹長 50% で摘葉処理を行って夏季植栽し、葉の拡散コンダクタンス（G）および樹勢を計測した。</p> <p>その結果、毎日灌水した少根苗およびカルス苗では摘葉により G が上昇し、樹勢の低下も抑制された。通常苗への摘葉の効果は少根苗ほど顕著ではなかった。一方、無灌水で生育させた場合、根の多い苗ほど摘葉の効果が持続する傾向がみられた。以上より、軽度の土壤乾燥時には根量の少ない苗で摘葉処理の効果があり、土壤乾燥が進むほど根量の多い苗で摘葉効果が持続すると考えられた。</p>				
No.	J065	報告年	2017	著者名	新保優美ら
文献名	夏季植栽されたスギ挿し木苗の生残規定要因－苗種か物質分配か？－				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は発達した根系と培地があることの効果によって、植栽時にストレスを受けにくいと考えられ、伐採から植栽までの「一貫作業システム」への適用が期待される。近年の植栽試験では、コンテナ苗が裸苗よりも耐乾性に優れている傾向が読み取れるが、なぜコンテナ苗が乾燥に強いかは不明な点が多い。</p> <p>そこで本研究ではスギ挿し木苗の生残規定要因を明らかにする目的で、夏季植栽された苗の物質分配を分析した。2015 年 8 月に圃場および温室内に、1 年生および当年生コンテナ苗、当年生裸苗を植栽し、同年 11 月に温室、翌年 6 月に圃場の苗木を掘り取って各器官重量を測定した。分析では①苗種の違いに関わらず各器官重量が生死を分けている、②苗種によって生残枯死は異なり各器官重量の効果も異なるという 2 つの仮説に基づき、目的変数を苗種の生残枯死、説明変数を各苗の器官重量、その比率や苗種による違いとするモデルを構築した。</p> <p>各モデルの AIC および採用された説明変数とその回帰係数を比較した結果、苗種によって耐乾性は異なり、各器官重量の効果も異なった。また、各器官重量の同じコンテナ苗と裸苗を比較したところ、コンテナ苗培地の効果が大きいことが示唆された。</p>				
No.	J066	報告年	2017	著者名	渡部公一ら
文献名	スギコンテナ苗の用土量と成長の関係				
抄録 (概要)	<p>マルチキャビティコンテナに充填する用土は、きつく転圧して入れた方が良いという生産者と、あまり締め固めなくしても良いという生産者に分かれているが、用土量が苗の成長にどのような影響があるのかはよく分かっていない。</p> <p>そこで、用土充填量（セル容量 150cc に対する容積比 100～150%）、コンテナのスリットの有無、鹿沼土の有無などの条件を変えて地上部の成長や根の張り方を調べた。平成 27 年 4 月初めにスギの播種を行い、平成 28 年 10 月まで 2 年間育苗した。苗高成長は、鹿沼土混合土よりもココピートオールドのみの方が</p>				

	<p>良く、<u>用土量 100%区が劣る結果となった</u>。おそらく春～夏のシュート成長期間の土壤水分量が関係したためでないかと考えられた。全体的に根張りが良く、引き抜き時の根鉢の崩れも少なかったため用土量との関係性は明らかでなかった。今回育苗したコンテナ苗は抜き取り機を使用せずにすべて手で引き抜くことが可能であったが、用土量が少ないほど作業は楽であった。<u>コンテナ苗の用土の充填量は出来るだけ少なくする方がコスト面でも有利になるため、容積の 110～120%程度（JFA150 では 1 コンテナあたり 6.6～7.2ℓ 程度）とするのが良いと考えられた。</u></p>				
No.	J067	報告年	2019	著者名	寺本聖一郎ら
文献名	用土配合割合がスギさし木コンテナ苗の得苗に及ぼす影響				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の育苗の省力化および年間通した生産を図る上で、春季および秋季の直挿しによるコンテナ生産が期待されている。しかし、熊本県ではスギ在来品種であるシャカイン直挿し苗の得苗率の低位が課題となっている。</p> <p>そこで、シャカイン直挿しコンテナ苗の得苗率向上につながる用土配合割合を検討するため、育苗試験を実施した。試験は 2017 年 11 月（秋季）と 2018 年 3 月（春季）に熊本県林業研究指導所のガラス室で、マルチキャビティーコンテナ苗（JFA300）にシャカインをさし付けし、1 年間育苗を行った。用土はココピート（45～50%）、ピートモス（45～50%）、赤土（0～10%）の配合割合を変えて調整した。灌水条件は 1 日 2 回（4 分/回）散水とした。2018 年 12 月に得られた秋挿しおよび春挿しの 1 年生苗の枯死数から生存率を算出し、さらに地上部と根系発達度の測定を行った。</p> <p><u>その結果、ココピート 45%、ピートモス 45%、赤土 10%の配合割合のものが生存率は高く、赤土の配合割合が高いほど生存率を高めると考えられた。</u>発表では、用土配合割合と得苗率との関係について考察した結果を報告する予定である。</p>				
No.	J068	報告年	2019	著者名	金枝拓実ら
文献名	組織培養で作出された無花粉スギ苗の形質評価				
抄録 (概要)	<p>林業用育種種苗への多様化するニーズに素早く対応するためには、採種園を短期間で造成する必要がある。近年開発された無花粉スギを識別する DNA マーカーと組織培養技術を組み合わせることで優良な無花粉スギ採種園の造成までの期間を大幅に短縮することができる。しかし、組織培養で作出された無花粉スギ苗の形質に関する知見はない。</p> <p>そこで、本研究では組織培養苗の形質及び初期成長について評価を行った。2018 年 1 月に、不定胚を経由した順化苗と発芽させた実生苗を水苔を詰めたプラグトレーに植え付け、4 月中旬まで室内育苗を行った。4 月中旬に用土を詰めたコンテナに移植し、屋外（寒冷紗での斜光下）に移した。5 月から 11 月まで（月 1 回）、苗高及び苗の形状（二又など）の調査を行い、11 月には根元径、分枝数、枝張りについて調査した。</p>				

	本研究の結果、実生苗よりも初期成長に優れた組織培養苗の系統があることが確認できた。本研究は、農林水産省「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」および農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行われた。				
No.	J069	報告年	2018	著者名	長倉淳子ら
文献名	スギ、ヒノキコンテナ苗育苗培地への木質バイオマス燃焼灰混合が苗木の成長と養分状態におよぼす影響				
抄録 (概要)	<p>木質バイオマス発電所から産出される燃焼灰（以下、燃焼灰と略す）は、そのほとんどが産業廃棄物として処理されているが、燃焼灰は Ca や K 等の肥料元素を含有しているため土壌資材として有効利用できる可能性がある。</p> <p>本研究では、燃焼灰のコンテナ苗育苗培地としての利用可能性を探るため、燃焼灰の混合率（体積比）を変えた培地（0%（対照）区、5%区、10%区、25%区）でスギとヒノキを8～9カ月間育成し、苗木の成長と養分状態を調べた。スギ、ヒノキとも燃焼灰の混合が個体の成長を促進することはなかった。燃焼灰の混合率が成長に及ぼす影響は樹種によって異なり、スギでは25%区培地、ヒノキでは10%区培地と25%区培地で、苗高、直径、乾重の成長が0%区培地に比べ著しく抑制された。掘り取り時の交換性 Mg、Na 含有量は燃焼灰の混合率が高い培地ほど低かった。燃焼灰の混合率が高い処理区ほどスギ葉の Ca 含有量は高くなったが、スギ、ヒノキ葉の Mg、K 含有量やヒノキ葉の Ca 含有量に有意な処理間差はみられなかった。</p> <p>以上の結果から、培地への燃焼灰混合によるスギ、ヒノキ苗の成長促進効果はみられないこと、苗木の成長を大きく損なうことなくコンテナ苗培地資材として培地に燃焼灰を混合できる割合の上限値は、スギでは10%区培地、ヒノキでは5%区培地であることが明らかとなった。今後は燃焼灰を培地に混合したコンテナ苗を林地に植栽した後の健全性に関する研究が必要である。</p>				
No.	J070	報告年	2019	著者名	藤本浩平
文献名	数種類の育苗法によるコンテナ苗の生産コスト比較				
抄録 (概要)	<p>山林用コンテナ苗の低コスト生産を目指すために、播種～コンテナ移植にかかる工程について数種の方法を検討し、生産コストの比較を行った。近年開発された種子選別技術を用いた一粒播種、農業種苗の生産で用いられるセルトレイへ一粒播種して育苗した小型プラグ苗の利用、通常種子の多粒直接播種、育苗箱での播種・毛苗移植、対照として従来の1年生幼苗移植について労務時間の調査を行った。工程表を用いて測定データを整理し、労務費・資材費・設備費を元にコスト試算・比較を行った。</p> <p>2万本生産規模でコストを比較すると、種子選別技術を用いた一粒播種法は、選別にかかる経費を組み込んでも従来法と比較してコストを押さえることが可能であった。小型プラグ苗の利用は、コンテナへの移植にかかる労務が削減できても、毛苗育苗にかかる資材費・労務費がかかるため、コストが上昇した。通常</p>				

	種子の多粒直接播種法が従来法と比較してもっともコスト削減効果がみられた。育苗箱での播種・毛苗移植は従来法と比較して若干のコスト低減となった。				
No.	J071	報告年	2019	著者名	山本恭大ら
文献名	カラマツ属コンテナ苗の成長と菌根形成				
抄録 (概要)	<p>カラマツ属樹種のコンテナ苗は、直接播種後1年で植栽可能な大きさに成長させることができる。カラマツ属実生の成長を規定する要因の一つに、共生菌による菌根形成が挙げられるが、コンテナでの短い育苗期間における菌根形成の実態は不明である。</p> <p>本研究では、グイマツ雑種F1コンテナ苗について、播種後6ヶ月間における根系と菌根の発達状況を調べ、さらに共生菌を単離し、寒天培地上でグイマツ雑種F1実生に接種することで、共生菌が実生の根系に与える影響を評価した。</p> <p>コンテナ苗では、播種後2ヶ月から根端部に菌糸の付着が確認され、4ヶ月にはマン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>Thelephora terrestris</i> (以下、Tt) が優占した。共生菌として <i>Meliniomyces variabilis</i> (Mv)、<i>Rhizoscyphus ericae</i> (Re)、Tt、<i>Suillus grevillei</i> (Sg) を単離した。実生に接種すると、外生菌根菌である Tt と Sg は外生菌根を形成したが、培土由来と考えられる Mv と Re では表層・皮層細胞内に菌糸が内生した。また、どの共生菌も実生の上部成長には影響しないが、根系の伸長成長を抑える傾向がみられた。</p>				
No.	J072	報告年	2018	著者名	上田和司ら
文献名	コンテナ苗生産における培地低コスト化の検証				
抄録 (概要)	<p>再造林を推進していく上で、コンテナ苗への期待が高まっている。現在のコンテナ苗の価格は普通苗と比べて高価であるため、生産コストの低減が求められている。2016年度は培地に着目し、一般的な培地であるココピートの代替として、オガコ、タケチップ、バーク堆肥を使用し育苗試験を実施した。</p> <p>その結果、安価なオガコ培地はココピートの培地と同等に成長し、基本培地として使用できることが明らかとなった。</p> <p>そこで、2017年度の試験では、オガコとココピートの配合割合(0~100%)及び基肥量(1.8g、3.6g)を変えて、スギ・ヒノキ1年生稚苗の移植による育苗試験を実施した。試験は山口県山口市で3月にMスターコンテナに移植し、寒冷紗ハウス内で育苗を行い、散水は10月末まで1日1回10分間散水し、その後は降雨のみとした。2ヶ月毎に11月まで苗長・地際径を調査した。</p> <p>その結果、スギではオガコ75%・100%・施肥量1.8gの地際径以外は規格に達した。ヒノキの苗長ではオガコ75%・100%・施肥量1.8g以外で規格以上となったが、地際径ではココピート100%・施肥量3.6g以外で規格以下となった。しかし、規格に達したものでも根鉢の成形性が保たれていないものが多かった。</p>				

No.	J073	報告年	2018	著者名	上村章ら
文献名	異なるコンテナで育てた苗木の植栽後の成長				
抄録 (概要)	<p>伐採造林一貫作業を念頭に、コンテナ苗の普及が求められている。海外製を含め各種形状コンテナが存在するなか、北海道における主要造林樹種であるカラマツに相応しいコンテナはどのようなものであろうか。150cc(スリットあり)、150cc(スリットなし)、300cc(スリットなし)を用いた。培地には、ヤシ殻の繊維をほぐした物を用いた。2015年3月に、直接播種を行い、1年間温室で育成した。5月まで気温が10℃を下回らないように加温した。苗は、2016年6月に森林総合研究所北海道支所の苗畑に78本ずつ植栽した。成長が止まった2016年11月と2017年11月に、樹高と地際直径を測定した。播種1年で、樹高が60cm以上、地際直径が5mm以上の苗を作れた。</p> <p>植栽時、樹高は、3種類のコンテナで大きな違いはなかったが、直径は、300ccコンテナ苗で大きかった。植栽2年目で健全成長個体は、150ccコンテナ苗と比べて、300ccコンテナ苗が高く72%であった。植栽2年目で300ccコンテナ苗は、平均樹高140cm、平均地際直径23mmになった。150ccコンテナ苗と比べて300ccコンテナ苗で苗木を作った方が良いと考えられた。スリットの成長に与える影響は、小さかった。</p>				
No.	J074	報告年	2018	著者名	小笠真由美ら
文献名	液肥濃度と灌水頻度がスギコンテナ苗の成長と生理特性に与える影響				
抄録 (概要)	<p>コンテナ培地の養分量および水分量がスギコンテナ苗の成長と生理特性に及ぼす影響を明らかにするため、異なる液肥濃度(240Nmg/L、120Nmg/L、60Nmg/L、30Nmg/L)および灌水頻度(2回/1日(高灌水區)、1回/2日(低灌水區))の下、約2年間育苗し、個体サイズと2年目のガス交換速度および葉の水分生理特性を調べた。</p> <p>その結果、処理後2年経過時には、苗長、地際直径ともに高濃度施肥区ほど大きく、その傾向は低灌水區において顕著であった。葉の最大光合成速度は高濃度施肥区で高く、原形質分離点における葉の水ポテンシャルは高濃度施肥区で高かった。これらの生理特性では、灌水頻度による違いは不明瞭であった。以上より、高濃度施肥によりスギコンテナ苗の成長が促進されたが、高灌水區でその程度が小さかったことから、高灌水區の個体では、液肥の流亡および過湿による根系の機能低下が生じていると考えられた。また、高濃度施肥により葉の光合成能力および個体の成長速度が高められたが、耐乾性が低下したことから、スギコンテナ苗で成長量と耐乾性の間にトレードオフの関係がある可能性が示唆された。</p>				
No.	J075	報告年	2018	著者名	飛田博順ら
文献名	春植栽のスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす前年秋の追肥の影響				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗の培地には養分が含まれていないことが多いため、育苗時の施肥の仕方が苗の養分状態を左右する。本研究では、秋の追肥と灌水処理が、翌春に植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的と</p>				

	<p>した。茨城県森林総研苗畑のビニルハウス内で、スギコンテナ苗を実生から育苗した。4月中旬に緩効性肥料を与え、9月まで充分量の灌水を行った。9月下旬から追肥（元肥と等量、元肥の10分の1）・灌水処理（毎日2回、2日に1回）を行い、翌春に苗畑へ植栽した。植栽前の光合成活性と水分特性、植栽後の根元径と樹高を測定した。追肥から翌春までの樹高成長量は、追肥が多い個体でも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較を行った。培地改良による発芽率への影響はみられなかったが、生長量が大きくなる傾向がみられた。精選種子を複粒播種した際の間引き時期の違いによる生長量等の比較を行った。2016年4月にマルチキャビティコンテナ（JFA-300）に3粒／セル播種し、播種から3、6、12か月後に1本／セルになるよう切断した。播種から3～6か月後までに間引きした際、翌年10月の時点で間引きなしに比べ根本径が大きくなる傾向がみられた。</p>				
No.	J077	報告年	2019	著者名	飛田博順ら
文献名	スギ、ヒノキ、カラマツコンテナ苗の育苗方法の違いによるコスト評価				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗生産の効率化を目指して、地域戦略プロジェクトの中で、充実種子選別装置の開発と共に、選別された充実種子（選別種子）を利用したコンテナ苗育苗技術の開発を進めてきた。</p> <p>本報告では、時間計測のデータを基に、工程管理表を用いてコンテナ苗の育苗シミュレーションを行い、育苗方法ごとの労務時間・直接経費を比較検討することを目的とした。スギ、ヒノキ、カラマツに対して、コンテナ苗育成の実証試験を、高知県、徳島県、岐阜県、長野県、秋田県、北海道の苗木生産者や研究機関において実施した。選別種子を用いたコンテナ苗育成方法として、マルチキャビティコンテナへ直接一粒播種する方法、セルトレイへ一粒播種し小型プラグ苗を移植する方法を実施した。従来の育苗方法として、苗畑で育成した一年生稚苗を移植する方法を想定した。選別種子を用いた場合、従来の方法に比べて労務時</p>				

	間が短縮され、コンテナ苗生産の効率化が図られた。一方、苗木生産の直接経費は、選別種子を用いた場合に必ずしも低下するとは限らなかった。従来の育苗方法の条件、機械化の有無、生産規模等による、経費削減効果の変動を育苗シミュレーションにより検討した。				
No.	J078	報告年	2016	著者名	杉原由加子ら
文献名	8月下旬に植栽したスギコンテナ苗の植栽当初の蒸散速度と成長				
抄録 (概要)	<p>コンテナ苗は、根系発達が制約を受け、キャビティの形状に固まった根系となるために植栽地の土壌と根の接触が限られることが、植栽当初の根から葉への水分供給の制約要因となる可能性がある。</p> <p>本研究では、そのような特徴を有するスギコンテナ苗を用いた造林技術開発のための基礎的な知見を得ることを目的に、翌春の成長開始時までには土壌中への根系の発達によって根から葉への水分供給態勢を整えることが可能な<u>8月下旬に植栽することの翌春からの成長への効果</u>を調べた。8月下旬に植栽試験を開始し、植栽当初の蒸散・光合成速度と翌春からの成長を測定した。植栽当初のコンテナ苗の蒸散速度は、同時期に植栽した裸苗に比べて有意に高く、根系の吸水能が高く維持されていることが示された。コンテナ苗は、翌春までに有意に形状比が低下し、<u>5月から旺盛な伸長成長を示すことが明らかになった</u>。コンテナ苗の高さは、植栽時の 29 ± 4 cm から 11 月には 85 ± 20 cm になった。</p>				

(2) 文献内容の整理

コンテナ苗生産技術について収集した文献を、表 7-4 の①～③に分類し、樹種別に示した。なお、同一文献が複数に分類できるものについては、該当する全ての分類項目に分類し、整理した。

表 7-5 樹種別の整理（国内文献）

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

（3）文献整理結果の分析

1）植栽後の成長について

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

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

a. 裸苗との成長量の比較

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

< 5 樹種 >

- ・ 1 道 7 県で裸苗とコンテナ苗を同時に植栽した試験を対象にデータを収集し（対象樹種はトドマツ、ヒノキ、スギ、カラマツ、グイマツ）、生存率、成長速度を推定する統計モデルで解析した結果、植

栽後の生存率および樹高・直径成長速度は、樹種によらずコンテナ苗と裸苗で同程度であった。
(J008)

<スギ>

- ・ 宮城県のスギのコンテナ苗と裸苗の研究では、樹高成長の苗種による違いは、成長初期に強く現れるが、時間経過とともに消失する関係にあった。(J002)
- ・ 宮城県のスギのコンテナ苗と裸苗ともに、形状比の高い個体は、樹高成長は小さく、直径成長を大きくする傾向がある。(J002)
- ・ 宮城県では、形状比が 100 を超えるようなスギのコンテナ苗でも、4 成長期目にはほとんどの個体で形状比が 70 以下となり、裸苗との成長の差がなくなった。(J002)
- ・ 東北地方太平洋側では、植栽時のスギのコンテナ苗の形状比が 70 以下であれば裸苗よりも有利になる可能性がある。(J002)
- ・ 長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を異なる方式（ダブルコンテナ苗、スペードコンテナ苗、丁寧裸苗、一鋤裸苗）で植栽し、活着率を比較した結果、一鋤裸苗のみの活着率が低かった。(J010)
- ・ 降水量の少ない長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を 11 月に植栽した結果、コンテナ苗と裸苗ともに植栽 1 年目は樹高成長が極端に小さかった。強い乾燥ストレスの影響が示唆される。(J010)
- ・ 長野県でスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、苗タイプ間で、植栽 2 年目の樹高成長量に影響を及ぼしていた要因は、前年の形状比であった。(J010)
- ・ 富山県で降水量の少ない 5 月にスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、コンテナ苗は裸苗に比べ高い活着性能を有することが示された。(J032)
- ・ 富山県でスギのコンテナ苗と裸苗を植栽した結果、植栽 1 年目の成長は、直径成長率は裸苗に比べコンテナ苗で優れ、樹高成長率は裸苗とコンテナ苗に明確な差はなかった。(J032)

<ヒノキ>

- ・ 岡山県で夏、秋、春植栽をしたヒノキのコンテナ苗と裸苗について、植栽時期に関わらず、コンテナ苗は裸苗より高い活着率を示した。(J007)
- ・ 岡山県で夏、秋、春植栽をしたヒノキのコンテナ苗と裸苗について、植栽に不適とされてきた夏の植栽においてのみコンテナ苗が裸苗に対して有意に大きい樹高成長量を示し、コンテナ苗を用いることでヒノキの植栽可能期間を拡大できることが示された。(J007)
- ・ 岐阜県で緩効性肥料を用いたヒノキのコンテナ苗と裸苗を比べたところ、植栽 2 年目の枯死率は裸苗の方が高かった。(J026)
- ・ 岐阜県で緩効性肥料を用いたヒノキのコンテナ苗と裸苗を比べたところ、植栽 1 年目、2 年目の樹高の成長量が裸苗よりも大きかった。コンテナ苗の育苗時の緩効性肥料の使用は、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。(J026)

<カラマツ>

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

いついていた。(J005)

b. 形状比の違いによる成長量の比較

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

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

c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

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

<スギ>

- ・ 東京で8月下旬に秋植えしたスギのコンテナ苗は、翌春5月から旺盛な伸長生長を示した。(J078)

<ヒノキ>

- ・ 岐阜県では、ヒノキのコンテナ苗を4、7、11月に植栽した結果、ヒノキの植栽適期（4月あるいは10月上旬のわずかな期間）である4月の春植えだけでなく、7月の夏植えや11月の秋植えのコンテナ苗も8割以上が活着し、春植えの裸苗と同程度以上であった。(J025)
- ・ 岐阜県では、ヒノキのコンテナ苗を4、7、11月に植栽した結果、7月の夏植えや11月の秋植えのコンテナ苗は植栽1年目も2年目もほとんど伸長成長をせず、形状比が60付近になった植栽3年目でようやく伸長成長を始めた。(J025)

<カラマツ>

- ・ 北海道でキャビティに直接播種し1年間育苗したカラマツのコンテナ苗を用いて、5月から10月まで毎月植栽し成長と生存率を調べた結果、植栽直後から根の伸長が速やかに生じ、適度な降水があれば展葉した苗を植栽しても生存率は十分高くなる一方、夏季は耐乾性が低くなり、乾燥が続いた場合には生存率が大幅に低下する可能性が明らかとなった。(J005)
- ・ カラマツの裸苗の秋の植栽は10月下旬から11月上旬までの短い期間に限定されているが、コンテナ苗を用いることにより秋植栽を2カ月程早められる可能性が考えられた。(J005)
- ・ 岩手県で5月から11月の各月に植えたカラマツのコンテナ苗について、いずれの植栽月でも植栽翌月の活着率は97%以上であり、春から秋までの植栽が可能であった。(J006)

- ・ 岩手県では、カラマツのコンテナ苗を夏季に植栽しても、細根が速やかに伸長し、地上部への水分供給能力を確保していることが分かった。(J006)
- ・ 岩手県で5月から11月の各月に植えたカラマツコンテナ苗について、植栽1ヵ月後の平均総伸根長は、植栽後1ヶ月間の積算地温に応じて増加し、5月～7月の植栽が多かった。伸根は10月の植栽で顕著に減少し、11月の植栽で認められなかった。(J006)
- ・ 岩手県で5月から11月の各月に植えたカラマツコンテナ苗について、植栽当年の樹高成長は5月6月植栽苗のみで認められ、根長成長ピークから1ヵ月後の8月9月に示された。7月以降の植栽苗は植栽当年の樹高、地際径はともに成長がほとんど見られなかった。(J006)

d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較

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

- ・ 鹿児島県でスギのコンテナ苗(150cc、300cc)及び裸苗を植栽し、生存率や成長量を比較した結果、150ccコンテナ苗の生存率は、裸苗及び300ccコンテナ苗と有意差はなかった。150ccコンテナ苗の初期樹高成長量は裸苗と同等であるが、300ccコンテナ苗より小さくなる可能性が明らかとなった。(J014)
- ・ 150cc、300ccのコンテナ容量で生産したカラマツのコンテナ苗について、樹高は、コンテナ容量による大きな違いはなかったが、地際径は、300ccコンテナ苗の方が大きかった。植栽2年目で健全成長個体は、150ccコンテナ苗と比べて、300ccコンテナ苗が高く72%であった。(J073)

e. 挿し木・挿し穂の成長量の比較

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

g. 培地種類・配合・充填量の違いによる成長量の違い

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

培地、ヒノキでは10%培地と25%培地で、苗長、直径、乾重の成長が0%培地に比べて著しく抑制され、苗の成長を大きく損なわない培地に燃焼灰を混合できる割合の上限值は、スギでは10%培地、ヒノキでは5%培地であることが明らかとなった。(J069)

g. 施肥の違いによる成長量の違い

- ・ 育苗時に施用した緩効性肥料の影響は時間経過とともに低減するものの、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。(J026)
- ・ 高濃度施肥によりスギのコンテナ苗の成長が促進されたが、耐乾性が低下した。高灌水区で成長が低かったことから、液肥の流亡および過湿による根系の機能低下が生じていると考えられた。(J074)
- ・ 追肥が多い個体のほうが、灌水処理によらず、春の光合成活性が高く、植栽後の樹高と地際径の成長量が大きかった。(J075)

h. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

- ・ 冷暗所で長期保管したスギのコンテナ苗および露地棚で育苗中のスギコンテナ苗について、5月植栽苗は保管苗及び露地育苗ともに高い割合で活着した。8月植栽の保管苗は保管中にカビが発生し、植栽後の活着率も低かった。(J035)
- ・ 暗処理によりスギのコンテナ苗の伸長成長を抑制できるが、季節によって苗木が衰弱することを示した。(J036)
- ・ 育ちすぎた苗の切り戻しをおこなった場合の活着と成長、樹形への影響を見た結果、植栽から1年経過した時点で、主軸を切断することによる活着率の低下は認められず、むしろスギではコントロールよりも活着率が高かった。一方、ヒノキは、主軸を切断した個体とコントロールで活着率に差はなく主軸切断による樹形への影響はそれほど顕著ではなかった。(J039)
- ・ スギのコンテナ苗(300cc)を被覆無し、遮光率50%の寒冷紗被覆、ブルーシート被覆、スギ生枝被覆の4処理で保管した結果、スギ枝被覆による苗保管は1ヶ月間は有効であるが、その後は他の処理と同程度かそれ以下の生存率となり、あまり有効ではないと思われる。それ以外の寒冷紗やブルーシートによる被覆は苗の生存にはあまり効果がないこともわかった。(J056)

2) 植栽前の生育について

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

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

3) その他、コンテナ苗技術について

その他、コンテナ苗技術などについて、以下のような事例があった。

a. 種子量と栽培面積

- ・ 徳島県のガラスハウス内において、コンテナ苗生産のためのスギ種子を育苗箱で播種したところ、屋外の畑に播種する場合の1/3程度の種子量、1/5程度の生産面積となった。(J019)

b. 挿し木・挿し穂技術

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

c. 根量・乾燥・水ストレスなど

- ・ スギのコンテナ苗の植栽後の蒸散速度を測定した結果、実生由来の苗木より挿し穂由来の方が地上部、地下部ともに乾燥重量が2～4倍大きかったが、細根乾燥重量は2倍以下と差が小さかった。(J003)
- ・ スギのコンテナ苗の植栽後の細根の乾燥重量を測定した結果、コンテナ容量の大きさ(150、190、390ml)にかかわらず、地下部乾燥重量や細根乾燥重量に優位さが認められたかった。(J003)
- ・ スギのコンテナ苗の植栽後の蒸散速度と細根の乾燥重量を測定した結果、植栽時に地上部/細根比が大きいほど、細根量の増加が遅く、蒸散器官(葉)と吸水器官(細根)のバランスがとれるのにより多くの時間がかかることが示唆された。(J003)
- ・ 実生由来のスギコンテナ苗は、苗高が高い苗木で地上部/細根比が大きい苗木が多くなる傾向にあるため、育苗現場で計測が容易な苗高を山出し苗の基準とし、苗高の上限を設定することが考えられる。(J003)
- ・ 苗高の高いコンテナ苗では、植栽当初に強い水ストレスを受け、葉量に見合う根量になるのにより時間がかかる苗木の割合が高い可能性を示唆した。(J003)
- ・ 宮崎県でスギ挿し木のコンテナ苗と裸苗を9月に植栽した結果、コンテナ苗は裸苗よりも乾燥に対する耐性が強いと考えられたが、本研究の乾燥条件においては、夏季植栽におけるコンテナ苗の優位性は示されなかった。(J004)
- ・ 鹿児島県でスギのコンテナ苗(150cc、300cc)および裸苗の根系の発達度(根系発達度は表面根系被覆率に応じて5段階で評価され、20%未満が1、20～40%が2、40～60%が3、60～80%が4、80～100%が5(蛭子, 2017))を観察したところ、300ccコンテナ苗では8割が根系発達度4以上であり、150ccコンテナ苗では300ccコンテナ苗と比較して根系発達度3以下の割合が大きかった。(J014)
- ・ 鹿児島県でスギのコンテナ苗(150cc、300cc)および裸苗の湿重量を測定したところ、根重量は苗種間で有意に異なり、150ccコンテナ苗が最も小さかった。(J014)
- ・ 徳島県のスギのコンテナ苗を東京にて光合成生産がほとんど行えない程度の弱光条件かつ灌水制限

条件で1ヶ月程度保管した後植栽した結果、植栽後すべて活着し、また根系成長に著しい悪影響を与えないことを示した（植栽後の降雨量が多かった）。(J015)

- ・ 徳島県でスギのコンテナ苗に、規則的な灌水、生産者判断の灌水を行い比較したところ、降水が非常に多かったが規則的に灌水を継続した方は樹高 30cm 以上の苗木が 30%だったのに対し、生産者判断で一度も灌水を行わなかった方は 72%となり、育苗期間中の施肥量は前者の方が多いが、灌水方法の違いにより成長差に大きな差が出た。(J020)
- ・ ヒノキのコンテナ苗を 150cc と 300cc の異なるコンテナ容量で生育した結果、300cc コンテナ容器で生育した苗で、土壌の水不足時に水ポテンシャルが低下しにくい傾向があり、同程度の葉量でもより個体内に水を保持できた。(J044)
- ・ 植栽後の根量が灌水処理苗と対照苗で有意差は認められなかったことから、スギのコンテナ苗の成長制御技術としての被陰処理の可能性を示している (J048)
- ・ 挿し穂の下部に切口から 5 cm まで皮層をすべて除去したスギ直挿し苗は、無処理苗と比べて発根位置が 5 cm 高く、根系が高い位置で発達し、根鉢の崩れを防ぐ可能性が示唆された (J059)
- ・ 赤色光、青色光、またそれらの混合色光の各光質（色）をスギの挿し穂に照射した結果、各光質におけるスギ挿し木の発根率には差異が認められた。(J060)

d. 植栽道具

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

e. 種子選別

- ・ 正常に形成された充実種子は、発芽に必要な多量の脂質成分を胚乳に含んでいることが特徴で、脂質分子は炭素—水素原子間の共有結合に富んでおり、近赤外域で 1,730nm 中心とする波長の光を吸収しやすい（反射しにくい）性質を持っている。(J021)
- ・ 分光画像撮影による種子選別は、現時点、手作業 1 人 1 日 8 時間で 3,000 粒の種子を処理するのが限度であるが、機械化により 1 日に得られる充実種子数は 10 万粒になることも可能である。(J022)
- ・ 種子選別技術を用いた一粒播種法は、選別にかかる経費を組み込んでも従来法と比較してコストを押さえることが可能であった。小型プラグ苗の利用は、キャビティへの移植にかかる労務が削減できても、毛苗育苗にかかる資材費・労務費がかかるため、コストが上昇した。通常種子の多粒直接播種法が従来法と比較してもっともコスト削減効果が見られた。育苗箱での播種・毛苗移植は従来法と比較して若干のコスト低減となった。(J070)
- ・ ヒノキの種子精選を合成洗剤水溶液またはエタノールを用い、溶液、濃度、浸水時間の違いによる発芽率の比較を行った結果、0.075%の合成洗剤水溶液に 7 時間浸水した際の充実種子の精選率が最も高かった。(J076)

7-2-2 海外文献調査

(1) 文献の収集

収集した文献一覧および抄録を表 7-6、7-7 に示す。

なお、樹種は以下の 1～10 で表す。

- 1) *Picea abies* (L.) H. Karst. (Norway spruce) ドイツトウヒ
- 2) *Picea mariana* [Mill.] BSP クロトウヒ
- 3) *Pinus sylvestris* L. (Scots pine) オウシュウアカマツ
- 4) *Pinus ponderosa* Laws. var. *ponderosa* ボンデローサマツ
- 5) *Pinus tabuliformis* 中国マツ
- 6) *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglas fir) ベイマツ
- 7) *Chamaecyparis obtusa* ヒノキ
- 8) *Populus* (Poplar) ポプラ
- 9) *Zizyphus lotus* ナツメ

表 7-6 収集した海外文献の一覧

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E001	1・3	north ern Europ e	Urban Nilsson et al.	2010	Reforestation with planting in northern Europe	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 283-294, Volume 25, 2010 - Issue 4: 25th Anniversary Jubilee Issue Looking beyond to shape the future
E002	4		Jeremiah R. Pinto et al.	2011	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: function of stocktype and edaphic conditions	Forest Ecology and Management 261(11):1876- 1884

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E003	7		Naoko Yamashi ta et al.	2016	Impact of leaf removal on initial survival and growth of container-grown and bare-root seedlings of Hinoki cypress (<i>Chamaecyparis obtusa</i>)	Forest Ecology and Management Volume 370, 15 June 2016, Pages 76-82
E004	2		Denis Walsh et al.	2015	Size and age: Intrinsic confounding factors affecting the responses to a water deficit in black spruce seedlings	iForest - Biogeosciences and Forestry 8:401-409
E005		スウェ ーデン	Häggströ m Carola, Kawasak i Akie and more	2012	Profiles of forestry contractors and development of the forestry- contracting sector in Sweden	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 395-404, Volume 28, 2013 - Issue 4
E006	1・6	スウェ ーデン 南部	Kristina Wallertz, Cecilia Malmqvi st and more	2012	The effect of mechanical site preparation methods on the establishment of Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) and Douglas fir (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) in southern Sweden	Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 86, Issue 1, January 2013, Pages 71-78

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E007	1・3	スウェーデン 北部の 沿岸と 内陸	Johansson Karin, Hajak Jörgen and more	2014	Early performance of Pinus sylvestris and Picea abies - a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 388-400 , Volume 30, 2015 - Issue 5
E008	1	スウェーデン 南部	Karin Johansson, Ola Langvall and Johan Bergh		Optimization of Environmental Factors Affecting Initial Growth of Norway Spruce Seedlings	Silva Fennica 46(1): 27-38.
E009		北欧	Ersson, Back Tomas and Bergsten, Urban and Lindroos, Ola	2014	Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel	Silva Fennica vol. 48 no. 2 article id 1064. 14 p.
E010		フィンランド	Hallongren Heidi, Laine Tiina and more	2014	Competitiveness of mechanized tree planting in Finland	Scandinavian Journal of Forest Research Pages 144-151 Volume 29, 2014 - Issue 2

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

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

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E018	1・6	Douglas fir [Pseudotsugamenziesii (Mirb.) Franco] (ベイマツ) 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

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E020	1・3	エスト ニア	ANDRE S JÄÄRAT S and more	2016	Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of Pinus sylvestris and Picea abies During Eight Years in Hemiboreal Estonia	Baltic Forestry 22(2): 365-374.
E021		フィン ランド	Laine Tiina	2017	Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity	Dissertationes Forestales -239 URN:ISSN:1795- 7389
E022	1・3		Luorane n J.	2018	Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings	Silva Fennica vol. 52 no. 2 article id 7813
E023	8		Henrik Böhleniu s and more	2017	Influence of Cutting Type and Fertilization in Production of Containerized Poplar Plants	Forests 2017, 8(5), 164

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E024	1	スウェーデン	Elisabeth Wallin and more	2019	Evaluating methods for storability assessment and determination of vitality status of container grown Norway spruce transplants after frozen storage	Scandinavian Journal of Forest Research
E025	1		Marco Hernandez Velasco & Anders Mattsson	2019	Light quality and intensity of light-emitting diodes during pre-cultivation of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. and <i>Pinus sylvestris</i> L. seedlings - impact on growth performance, seedling quality and energy consumption	Scandinavian Journal of Forest Research, 34:3, 159-177
E026	5		Le Jiang,R. Kasten Dumroese,Yong Liu and more	2018	Short-day treatment affects growth, physiological parameters and needle proteome of Chinese pine (<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.) seedlings	New Forests May 2019, Volume 50, Issue 3, pp 469-488

文献 No	樹種	国	著者名	報告年	文献名	出典
E027	9	スペイン南東部乾燥した沿岸	Juan A. Oliet, Francisco ArteroSi món Cuadros Jaime Puértola s Lourdes LunaJose M. Grau	2012	Deep planting with shelters improves performance of different stocktype sizes under arid Mediterranean conditions	New Forests September 2012, Volume 43, Issue 5-6, pp 925-939

表 7-7 収集した海外文献の概要

No.	E001	報告年	2010	著者名	Urban Nilsson et al.
文献名	Reforestation with planting in northern Europe				
概要	<p>この論文は過去 20 年間の再生研究をレビューしている。</p> <p><u>Norway spruce (ドイツウヒ) と Scots pine(オウシュウアカマツ)は、慣習的に、</u>苗は春と秋の初めに植えられるが、<u>最近の研究でドイツウヒ苗が春から9月の終わりまで植えることができることがわかった。</u> <u>土壌温度は、スカンジナビア北部の厳しい気候での苗の立ちあがりに強く影響するが、土壌温度を上げる方法は盛土をして高いところに植えつけることである。</u> <u>土の攪乱はその他植生との競合や、上記2種にとり最も深刻な被害をもたらすマツゾウムシによる被害を減らす効果がある。</u></p>				
No.	E002	報告年	2011	著者名	Jeremiah R. Pinto et al.
文献名	Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions				
概要	<p>深さと容積が異なる6種類のコンテナを使用して、土壌の含水量、平均気温、総降水量(中間およびゼロ)が異なる2つのサイトに植えられた Pinus ponderosa Laws.var.ponderosa(ポンドローサマツ)の性能を評価した。<u>中湿地に植えられた実生は高い生存率を示し、樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。</u> <u>コンテナ容量が大きいほど樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。</u> <u>乾燥地に植えられた実生は中湿地に植えられた実生に比べ、生存率はより低く、成長量はより小さかった。</u> <u>また、中湿地に植えられた苗の初期形状は、乾燥地に植えられたものよりもその後の形状発達を予想することが難しいことが示された。</u></p>				
No.	E003	報告年	2016	著者名	Naoko Yamashita et al.

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

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

	<p>苗として、2年生プラグ苗、1年半生コンテナ苗、10週生小型苗の3種類を用意して、それらを組み合わせた計6種類の処理方法を設定した。最適化処理を施した苗はいずれも、通常は5～10年かかる苗高生長を3年で実現した。一方で、バイオマスは処理方法ではなく苗の種類間で異なる成長量をみせた。</p>				
No.	E009	報告年	2014	著者名	Ersson, Back Tomas and Bergsten, Urban and Lindroos, Ola
文献名	Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel				
概要	<p>北欧の皆伐後再生林は、植栽機に苗を搭載する手間がかかり生産性が低い。そのため、改良実験を実施した結果、複数のプラグ苗のトレイ (MagMat) を搭載して一本ずつプランティングチューブに挿入・植栽する方式は、苗を個別に搭載する方式と比較して1割弱生産性が高いことが判明した。</p>				
No.	E010	報告年	2014	著者名	Hallongren Heidi Laine Tiina and more
文献名	Competitiveness of mechanized tree planting in Finland				
概要	<p>フィンランドにおける機械植栽の資本生産性と作業時間について、人力による盛土・植栽作業と比較したところ、機械植栽は現在の生産性を25%から100%上昇させなければ、人力植栽と競争できないことが判明した。</p>				
No.	E011	報告年	2014	著者名	Back Tomas Ersson, Linus Jundén, Erik Mattias Lindh & Urban Bergsten
文献名	Simulated productivity of conceptual, multi-headed tree planting devices				
概要	<p>自動植栽機械の生産性について、シナリオシミュレーションを実施した。植栽機能を担うヘッドの搭載台数を1～4台に設定して、岩石や根株などの障害が発生する頻度を数種設定して、それらの組み合わせによるシナリオの生産性を予測した。</p> <p>障害頻度の低いまたは中程度のシナリオでは、ヘッドの数が多ければ多いほど生産性が増加したのに対して、障害頻度の高いシナリオでは、ヘッド3台のシナリオが4台よりも生産性が高く、1台のシナリオは2台と同等の生産性を呈した。このことから、3台ヘッドの自動植栽機械が最も生産性が高いことが示唆された。</p>				
No.	E012	報告年	2013	著者名	Tiina Laine & Juho Rantala
文献名	Mechanized tree planting with an excavator-mounted M-Planter planting device				

概要	M-Planter という植栽機械を使用した植栽作業の時間計測実験を実施したところ、作業者、ベースマシン、植栽場所による作業時間の著しいばらつきは見られなかったが、地表障害物の発生頻度が著しく影響を与えた。				
No.	E013	報告年	2016	著者名	Johanna Riikonen
文献名	Pre-cultivation of Scots pine and Norway spruce transplant seedlings under four different light spectra did not affect their field performance				
概要	Scots pine(オウシュウアカマツ) と Norway spruce(ドイツトウヒ)実生の事前栽培中の異なる光スペクトルが実生の成長と形態に影響するかどうか、そして処理間の違いが圃場への移植後も維持されるかどうかを調べた結果、 <u>苗の成長と形態は、事前栽培中の光のスペクトル組成を調整することによって改善されたが、移植する頃まで長続きしなかった。</u>				
No.	E014	報告年	2017	著者名	Rebecka Mc Carthy and more
文献名	Effects of soil preparation methods and plant types on the establishment of poplars on forest land				
概要	スウェーデン南部の3つのサイトで、3種類のポプラ（短挿し木、長挿し木、裸苗）と組み合わせた4種類の土壌調整処理（土壌調整なし、パッチ攪乱、盛土、反転）の影響を調査した結果、盛土処理は、すべての土壌調整処理の中で全体的に最高の成績が得られた。土壌調整処理と植物の種類により成長の違いが明らかになったが、裸苗と長挿し木は一般的に最も成功し、パッチ攪乱と短挿し木の生存率と成長量は低かった。				
No.	E015	報告年	2016	著者名	Henrik Böhlenius & Rolf Övergaard
文献名	Impact of seedling type on early growth of poplar plantations on forest and agricultural land				
概要	<p>ポプラの挿し木、裸苗、コンテナ苗といった苗木の種類の違いが、如何に活着と初期生長に影響を与えるかについて、林地と農地の両サイトにおいて研究した。</p> <p><u>苗木の種類は、農地においては生存率や生長に影響を与えなかった。他方で林地においては、コンテナ苗と裸苗の生存率は挿し木よりも高く、コンテナ苗は裸苗よりもより大きな苗高やバイオマスの成長量をみせた。コンテナのサイズは苗高の成長に影響を及ぼさなかったが、サイズが大きいほどバイオマスの成長量も大きい。コンテナのサイズが大きいほど、裸苗よりも窒素やリンが集中して利用可能である。そのため、スウェーデンの林地におけるポプラ植栽には、470mlの容積のコンテナ苗を使用すべきである。</u></p>				
No.	E016	報告年	2016	著者名	Mattsson, Anders
文献名	Reforestation challenges in Scandinavia				

概要	<p>スカンジナビアの主な森林再生の課題を整理した。</p> <p>フィンランドは、75%が森林で、森林再生に大きな課題がある。フィンランドの林業構造は、小さな造林地が組み合わさった多くの私有林で構成されており、植栽まで苗の品質を維持するため、運搬と圃場での保管方法が大きな課題である。フィンランドでは新しい苗木栽培（発光ダイオード（LED）下での栽培を含む）や新しい物流システムと技術が開発されており、多様な植栽日に苗木を供給できるようになっている。</p>				
No.	E017	報告年	2013	著者名	Marianthi Tsakalidimi Petros Ganatsas Douglass F. Jacobs
文献名	Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology				
概要	<p>本研究の目的は、5種の地中海種（<i>Pinus halepensis</i>、<i>Quercus ilex</i>、<i>Quercus coccifera</i>、<i>Ceratonia silqua</i>、<i>Pistacia lentiscus</i>）の野外での初期苗の形態的特徴を特定することであった。<u>直径はすべての種の生存率を正確に予測する一般的な変数であり、<i>P. halepensis</i> の場合は5 mm 以上、残りの種では7 mm 以上でなければならない。</u>また種により、根株直径、乾重量、ディクソン指標、苗高：直径比率、バイオマスなどと併せて有用である。</p>				
No.	E018	報告年	2017	著者名	Cecilia Malmqvist and more
文献名	Differences in bud burst timing and bud freezing tolerance among interior and coastal seed sources of Douglas fir				
概要	<p>本研究の目的は、7つの Douglas fir [<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco] (ベイマツ) 産地の北欧条件下での春季の芽の発達を野外と温室で調査し、<i>Picea abies</i> (L.) Karst(ドイツウヒ)の地元産地と比較することである。</p> <p>結果、内陸産のベイマツは、温室でも野外でも、沿岸産よりも早く芽が出た。内陸と沿岸のベイマツの違いは見つからなかった。<u>春の霜害を避けるため、ベイマツの苗は冷凍保存し、春遅く植える必要がある。</u>シェルターウッド伐採下に植えると、春の霜害から苗を保護できる。</p>				
No.	E019	報告年	2018	著者名	Back Tomas Ersson and more
文献名	Mechanized Tree Planting in Sweden and Finland: Current State and Key Factors for Future Growth				
概要	<p>スウェーデンとフィンランドの機械化された植栽の運用、計画、物流、および組織の特性を比較した。植栽機械の請負業者とクライアント企業のフォレスターとのインタビューの結果、スウェーデンとフィンランドの機械化された植林は、多くの類似点を共有している。いくつかの顕著な違いとして、スウェーデンでの植え付け期間が長くなること、フィンランドの請負業者による2シフト作業および作業場の事前検査の頻度が低い傾向が含まれる。</p> <p>同様の課題により、両国の機械化された植林は、関係するフォレスターの教育、柔軟な情報システム、効率的な苗のロジスティクス、および植栽機械の継続的な技術開発を通じて費用効率を改善できる。</p>				

No.	E020	報告年	2016	著者名	ANDRES JÄÄRATS and more
文献名	Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of Pinus sylvestris and Picea abies During Eight Years in Hemiboreal Estonia				
概要	<p>本事業の目的は、エストニアの一般的な場所で 12 の実験的植栽を行い、植付け後 8 年までの Scots pine (Pinus sylvestris L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.)(ドイツトウヒ)の生存率と成長が植栽タイプによってどのように影響されるかを分析することである。</p> <p><u>コンテナ苗は最初の 2～3 年の間に初期成長が向上したが、この差は後に消えた。オウシュウアカマツ裸苗とコンテナ苗の成長は類似していたが、ドイツトウヒコンテナ苗の成長は、裸苗と比較してわずかに劣っていた。両方の試験種の生存率は、使用した植栽株と無関係だった。全体的に、2つのストックタイプの成長量は、コンテナ苗の方が好ましい可能性を示唆しており、特に効率的に生産・運送でき、植栽時のストレスを軽減できることから同様のことが言える。</u></p>				
No.	E021	報告年	2017	著者名	Laine Tiina
文献名	Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity				
概要	<p>自動機械植栽は人力植栽よりも生産性は高いものの、費用面で競争力があるわけでない。しかし、作業員の技能向上とサイトの選定により、機械植栽もコストを抑えることは可能である。また、苗木を自動搭載するシステムも鍵となる。苗圃から植栽までの工程連鎖を最適化・統合することによっても、コストを低減することが重要である。機械植栽を有用なものにするためには、信頼できる機械、作業員の技能向上、適切なサイト選定、苗木の品質・十分な供給・運搬の全てが満たされなければならない。</p>				
No.	E022	報告年	2018	著者名	Luoranen J.
文献名	Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings				
概要	<p>本研究は、夏（8月）と秋、特に晩秋（9月中旬から10月中旬）の植え付けが、コンテナ苗の Scots pine (Pinus sylvestris L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.)(ドイツトウヒ)の圃場性能にどのように影響するかを知ることである。</p> <p><u>植え付け直後の根の成長、発芽、翌春の根の成長、およびその後の圃場での成果を調べた結果、植えられた実生の根の成長は9月に低下し、9月中旬以降に停止した。翌春、早秋に植えられた苗は、両方の種で晩秋に植えられた苗よりも早く根の成長を始めた。植栽時期による発芽のタイミングに違いはなかった。植え付け後の最初の2年間、春植えの苗条成長は、秋植えの苗と比較して低かった。</u></p> <p>結論として、10月までは、非限定的な野外条件下で、針葉樹の苗木を北方林地帯に植えることが可能である。</p>				
No.	E023	報告年	2017	著者名	Henrik Böhlenius and more
文献名	Influence of Cutting Type and Fertilization in Production of Containerized Poplar Plants				

概要	<p>本研究の目的は、異なる刈り取り品質と肥料の処理が、ポプラ植物の樹立にとって重要な変数である高さ、直径、根のバイオマスの成長と根対シュートの比率にどのように影響するかを調べることである。</p> <p>結果、施肥が植物の成長を増進させること、そして5~10 mmの直径の単芽および二芽切断がコンテナ植物の生産に使用できることを示した。</p>				
No.	E024	報告年	2019	著者名	Elisabeth Wallin and more
文献名	Evaluating methods for storability assessment and determination of vitality status of container grown Norway spruce transplants after frozen storage				
概要	<p>スウェーデンの3つの苗床の <i>Picea abies</i> (L.) Karst.(ドイツウヒ)のコンテナ移植は、貯蔵性と貯蔵後の活力を調べるため、2014年秋に凍結保存された。貯蔵後の実生の活力は、芽からの電解質の漏出を測定することによって決定した。</p> <p>結果は、若い移植片の早期貯蔵は、根および発芽の貯蔵後生存率および活力の低下をもたらした。特により早い日に貯蔵された実生は、貯蔵期間の延長は一般に生存率の低下ならびに低い根の成長能力およびより高いレベルの電解質漏出をもたらした。</p>				
No.	E025	報告年	2019	著者名	Marco Hernandez Velasco & Anders Mattsson
文献名	Light quality and intensity of light-emitting diodes during pre-cultivation of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. and <i>Pinus sylvestris</i> L. seedlings - impact on growth performance, seedling quality and energy consumption				
概要	<p><i>Picea abies</i>(ドイツウヒ)実生苗の栽培に、連続スペクトルを有する3つの異なる LED ランプの光質の生物学的効果を一般的に使用される蛍光灯と比較した結果、実生は試験した全てのスペクトルについて同様の成長性能を示し、実生の発達は光強度に対して線形の関係を示さなかった。</p>				
No.	E026	報告年	2018	著者名	Le Jiang,R.Kasten Dumroese,Yong Liu and more
文献名	Short-day treatment affects growth, physiological parameters and needle proteome of Chinese pine (<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.) seedlings				
概要	<p>本研究は、3週間で1日の長さを8または10時間に人為的に減らす短日処理をコンテナ栽培の中国マツ実生に適用し、実生の成長および生理学的反応を評価した。結果、<u>短日処理は、苗の芽、高さ、根の直径、および側根の直径に有意な影響を与えた。</u> <u>短日処理は針葉樹の新芽成長および非生物的ストレス耐性を調節するための有効な手段である。</u></p>				
No.	E027	報告年	2012	著者名	Juan A. Oliet Francisco ArteroSimón CuadrosJaime

					Puértolas Lourdes Luna Jose M. Grau
文献名	Deep planting with shelters improves performance of different stocktype sizes under arid Mediterranean conditions				
概要	<p>本研究は、スペイン南東部の乾燥した沿岸にて、Zizyphus lotus のストックサイズ（300、400、1000 cm³のコンテナ容量）と植え付け深さ（それぞれ地表下 0cm と 15cm、浅いところと深いところ）による効果を実験した。Z. lotus の 300、400、1000 cm³ のコンテナ容量による効果を実験した結果、<u>1,000 cm³ のコンテナ容量で生産された Z. lotus の全バイオマスは、300 および 400 cm³ で栽培されたものの 219%に相当した。シュート対根比または栄養状態に有意差は見られなかった。1,000 cm³ 容量で生産された植物の根の成長能力は、他の 2 つの容量よりも有意に高かったが、比率シュート質量はコンテナ容量によって大きく異ならなかった。3 つのコンテナサイズの間で夜明け前の水ポテンシャルに差はなかった。植え付け後 40 ヶ月の生存率は、コンテナサイズに違いは見られなかった。</u></p> <p>Z. lotus の 300、400、1000 cm³ のコンテナ容量と植え付け深さがそれぞれ地表下 0cm と 15cm による効果を実験した結果、<u>植え付け後最初の 1 年の間に、体積含水量（地上レベルから 12~20cm）は、深部対浅部植え付け処理の周りで平均 3.9%高くなり、夜明け前の水ポテンシャルは植え付け深さの間で有意に異なり、植え付け深さ（-2.7MPa）よりも浅植え（-2.3MPa）の値が低かった。植え付け後 40 ヶ月の生存率は、浅いもの（42.7%）よりも深く植えられた実生（58.5%）の方が有意に高かった。</u></p>				

(2) 文献内容の整理

コンテナ苗生産技術について収集した文献を、表 7-8 の①~③に分類し、樹種別に示した。なお、同一文献が複数に分類できるものについては、該当する全ての分類項目に分類し、整理した。

表 7-8 樹種別の整理（海外文献）

樹種	ドイツトウヒ クロトウヒ	オウシュウアカマツ ポンデローサマツ 中国マツ ベイマツ	ヒノキ	その他樹種 樹種別に該当し ないもの
(1)植栽後の成長	7・13・20・25	2・6・7・20・22・26・	3	15・23・27
(2)植栽前の生育	4・8・	26		
(3)その他、コン テナ苗技術	1・6・18・24	1・13・18		5・9・10・11・ 12・14・16・17・ 19・21
文献数	10 文献	10 文献	1 文献	13 文献

(3) 文献整理結果の分析

1) 植栽後の成長について

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

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

a. 地理的・環境的（降水量・気温など）違いによる成長量の比較

- ・ 深さと体積が異なる 6 種類のコンテナを使用して、土壌の含水量、平均気温、総降水量（中間およびゼロ）が異なる 2 つのサイトに植えられた *Pinus ponderosa* Laws. var. *ponderosa* (ポンドローサマツ) の性能を評価した結果、中湿性に植えられた実生は高い生存率を示し、樹高成長、地際径、茎体積について増加成長を示した。乾燥地に植えられた実生は中湿地に植えられた実生に比べ、生存率はより低く、成長量はより小さかった。(E002)
- ・ 乾燥性の土地では、上質な苗を深く植えること、長い根の苗を慎重に植えること、または大型のコンテナ苗を植栽することでよい成長を示す可能性がある。(E007)
- ・ *Pinus sylvestris* L. (オウシュウアカマツ) と *Picea abies* (L.) H. Karst (ドイツトウヒ) 苗を 2 つのサイズ、50 cm³ と 90 cm³ のコンテナで育て、スウェーデン北部の沿岸と内陸の両方の場所で 2 年連続で植えた結果、地理的位置と実生の大きさまたは種との間に、成長、枯死率、または被害に関する相互作用は見られなかった。(E007)

b. 裸苗との成長量の比較

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

- ・ エストニアで、植栽後 8 年までの Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (ドイツトウヒ) の生存率と成長が、植栽タイプによってどのように影響されるかを分析した結果、コンテナ苗は最初の 2～3 年の間に初期成長が向上したが、この差は後に消えた。オウシュウアカマツの裸苗とコンテナ苗の成長は類似していたが、ドイツトウヒのコンテナ苗の成長は、裸苗と比較してわずかに劣っていた。(E020)
- ・ ポプラの挿し木、裸苗、コンテナ苗といった苗木の種類の違いが、如何に活着と初期生長に影響を与えるかについて、林地と農地の両サイトにおいて研究した結果、苗木の種類は、農地においては生存率や生長に影響を与えなかった。他方で林地においては、コンテナ苗と裸苗の生存率は挿し木よりも高く、コンテナ苗は裸苗よりもより大きな苗高やバイオマスの成長量をみせた。(E015)

c. 植栽時期の違いによる成長量の比較

10月までは、非限定的な野外条件下で、針葉樹の苗木を北方林地帯に植えることが可能であるが、初期の苗木成長にわずかな違いが生じる。

- Norway spruce(ドイツトウヒ) と Scots pine(オウシュウアカマツ)は、慣習的に、苗木は春と秋の初めに植えられるが、最近の研究でドイツトウヒ苗木が春から9月の終わりまで植えることができることがわかった。(E001)
- 夏(8月)と秋、特に晩秋(9月中旬から10月中旬)に植栽した、コンテナ苗木の Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (ドイツトウヒ)の植栽直後の根の成長、発芽、翌春の根の成長、およびその後の圃場での成果を調べた結果、植えられた実生苗木の根の成長は9月に低下し、9月中旬以降に停止した。翌春、早秋に植えられた苗木は、両方の種で晩秋に植えられた苗木よりも早く根の成長を始めた。植栽時期による発芽のタイミングの違いはなかった。植栽後の最初の2年間、春植えの苗木成長は、秋植えの苗木と比較して低かった。(E022)

d. コンテナ容量の違いによる成長量の比較

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

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

e. 植え付け深さの違いによる成長量の比較

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

f. 地拵え方法の違いによる成長量の比較

- 対照、パッチ、盛土、反転および混合の 5 つの異なる地拵え方法の効果を調べた結果、機械的な地拵え方法の違いは Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (ドイツトウヒ) の生存率と成長にほとんど影響を及ぼさなかった。一方、Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) (ベイマツ) では全ての処理方法で、死亡率が高かった対照と比較して生存率は増加した。(E006)

g. その他、制御・処理方法の違いによる成長量の比較

- Scots pine (オウシュウアカマツ) と Norway spruce (ドイツトウヒ) の実生苗の事前栽培中の異なる光スペクトルが実生苗の成長と形態に影響するかどうか、そして処理間の可能な違いが圃場への移植後も維持されるかどうかを調べた結果、苗の成長と形態は、事前栽培中の光のスペクトル組成を調整することによって改善されたが、長続きしなかった。(E013)
- *Picea abies* (ドイツトウヒ) の実生苗の栽培に、連続スペクトルを有する 3 つの異なる LED ランプの光質の生物学的効果を一般的に使用される蛍光灯と比較した結果、実生は試験した全てのスペクトルについて同様の成長性能を示し、実生の発達は光強度に対して線形の関係を示さなかった。(E025)
- 短日処理が針葉樹の新芽成長および非生物学的ストレス耐性を調節するための有効な手段である。(E026)
- 移植前のコンテナ苗の部分的な落葉が移植後の最初の生育期間中に移植ショックを軽減し実生生存を向上させることができるかを検証した結果、初期成長に関しては、実生コンテナ苗における落葉防除と非落葉防除の間に有意差はなく、落葉処理は成長の低下に影響を及ぼさなかったことを示唆していた。(E003)

2) 植栽前の生育について

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

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

3) その他、コンテナ苗技術について

その他、コンテナ苗技術などについて、以下のような事例があった。

- 直径はすべての種の生存率を正確に予測する一般的な変数であり、*Pinus halepensis* の場合は 5 mm 以上でなければならない。(E017)
- 春の霜害を避けるため、Douglas fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] (ベイマツ) の苗は冷凍保存し、春遅く植える必要がある。シェルターウッド伐採下に植えると、春の霜害から苗を保護できる。(E018)
- 土壌温度は、スカンジナビア北部の厳しい気候での苗立ちに強く影響するが、土壌温度を上げる方法は盛り上がった場所に植えることである。土かきは野外植生との競合やマツゾウムシによる被害を減らす。(E001)

7-2-3 文献整理のまとめ

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

(1) コンテナ苗の有用性

裸苗との比較の結果、生存率、樹高成長はコンテナ苗で優れる事例、両者に明確な差はなかった事例など、様々であったが、裸苗の植栽時期が限定されるのに対して、コンテナ苗の植栽可能期間が広いこと、効率的に生産・運送ができ、植栽時のストレスを軽減できることから、コンテナ苗は有用であるといえる。

(2) 形状比

出荷時に形状比が高いコンテナ苗は、成長初期に樹高成長を抑え直径成長を行い、植栽1～3年程度で形状比が60程度に落ち着いた頃に、樹高成長を行い始める。

(3) 植栽時期

オウシュウアカマツ・ドイツトウヒは、10月までは非限定的な野外条件下で、針葉樹の苗木を北方林地帯に植えることが可能であるが、初期の苗条成長にわずかな違いが生じる。

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

(4) コンテナ容量

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

海外では、コンテナ容量は、大きいほど、生存率、樹高成長、地際径、茎体積について良い成長量を示した。

(5) 植栽方法

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

(6) 育苗方法

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

7-3 その他の情報収集及び整理

7-3-1 スギバーク培地

スギバークとは、スギの木材加工で発生したスギの樹皮である。かつては産業廃棄物として処分されていたが、それらを集積して発酵させ堆肥（コンポスト）化することでココナツハスクに代わるコンテナ苗の培地として利用できることがわかった。スギバークのコンテナ苗の培地としての利用は、宮崎県の生産者により現場レベルで試験導入され、コンテナ苗が問題なく生産できることが確認されているが、全国レベルでの検証や普及はまだ行われていない。

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

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



写真 7-1 スギバークの堆積場（写真奥）



写真 7-2 培地の精選・袋詰め設備

7-3-2 種子選別機

主要な造林用樹木の種子は、発芽に必要な栄養源として、胚乳部に脂質成分を蓄積する。この脂質成分を十分に持ち、発芽する能力がある種子を充実種子と呼ぶ。充実種子の胚乳部は、近赤外域では1,730nmを中心とする波長の光を吸収しやすい（反射しにくい）性質をもっている。すなわち、この波長域に絞って種子を撮影すると、不稔種子は明るく充実種子は暗く映ることになる。松田氏⁴⁾は、この原理を応用して種子選別機を開発した。種子選別機は、一粒毎に分析し、SQI 値を求めヒストグラムを作成し、充実種子と不稔種子の閾値を決定し種子を選別する。選別機は、図 7-9 に示す外観で①投入部から種子を投入し、②搬送部が回転しながら種子を送り、③判別部で測定して測定結果に応じて④回収部に充実種子と不稔種子を選別して入れる。

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

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

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

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

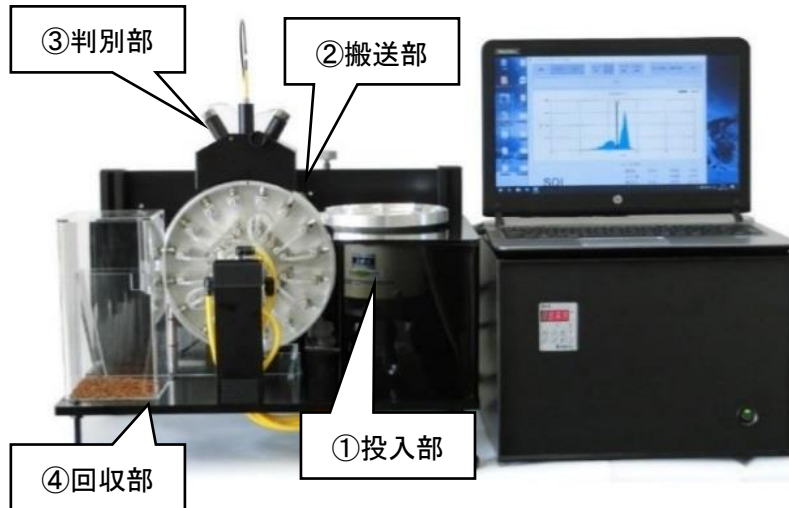


図 7-9 種子選別機の外観

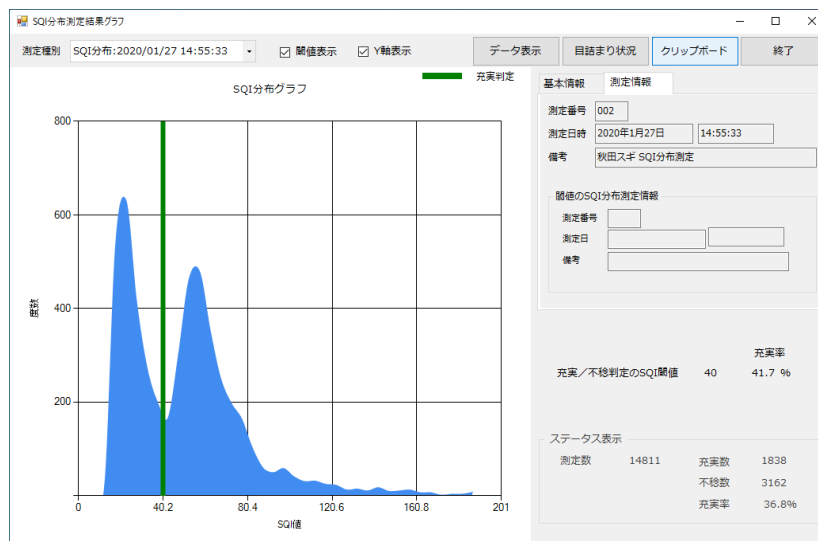


図 7-10 種子選別機によって選別された秋田県産スギの SQI ヒストグラム
緑のラインが閾値を示し、閾値の左側が充実種子の SQI 値。

表 7-9 樹種毎の種子選別機にかけた充実率の結果

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

7-3-3 研究集会の参加

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

表 7-10 情報収集のための参加した研究集会・シンポジウム

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

7-4 「コンテナ苗生産技術のてびき」作成に向けた課題の整理

コンテナ苗生産に初めて取り組む生産者にわかりやすいように播種の時期、作業時期、灌水方法、薬剤散布の使い方等を解説するように取りまとめる。その手引き作成のために本事業1年目(令和元年度)で抽出された技術的課題を整理する。

7-4-1 作業の効率化

現状

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

課題解決

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

7-4-2 発芽率(実生系)

現状

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

課題解決

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

7-4-3 苗木の蒸れ

現状

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

課題解決

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

7-4-4 根腐れ

現状

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

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

課題解決

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

7-4-5 形状比及び根鉢の形成

現状

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

課題解決

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

根の成長促進を促す育苗法や肥料の情報を整理する。

7-4-6 培地の種類

現状

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

課題解決

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