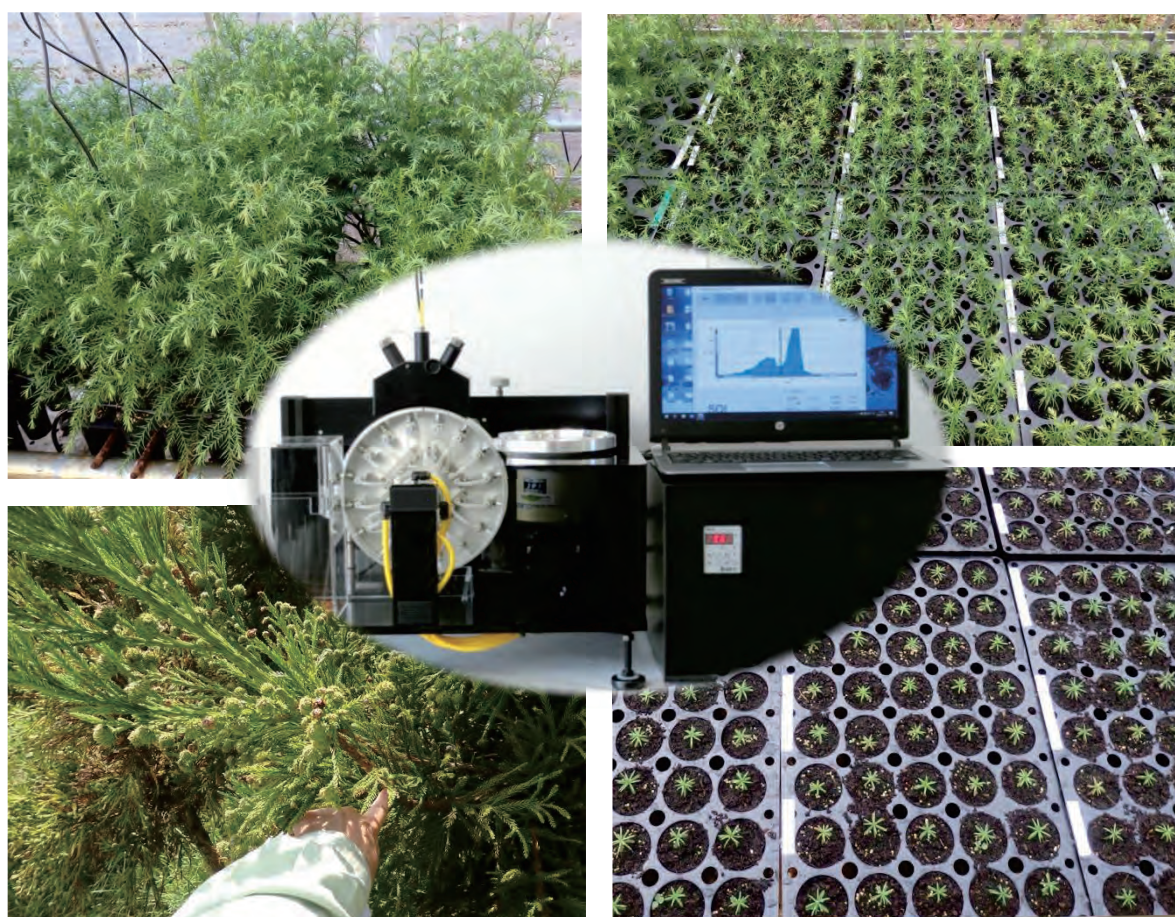


新しいコンテナ苗生産方法の提案

地域戦略プロジェクト（うち実証研究型）

「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発」

大項目 1



国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

目次

はじめに	1
------	---

コンテナ苗の育苗方法

現状でも可能な育苗方法（種子～コンテナ定植）	2
新しく提案する育苗方法（種子～コンテナ定植）	3

育苗スケジュール

■ スギ（徳島県・高知県の事例）	4
■ ヒノキ（高知県の事例）	8
■ ヒノキ（岐阜県の事例）	12
■ カラマツ（長野県の事例）	16
■ カラマツ（北海道の事例）	20

補足説明

1. 充実種子を選別する技術	24
2. 充実種子選別装置	25
3. 一粒直接播種による発芽試験	26
4. 一粒播種機	27
5. コーティング種子	27
6. 小型プラグ苗	28
7. 低温湿層処理	28
8. 工程管理表の使い方	29
9(1). グルタチオンとは？	31
9(2). コンテナ苗生産へのグルタチオン施用事例	32
10. 別冊「育苗中困ったなという時に－コンテナ苗症例集－」で紹介する事例	33

参考資料	34
------	----

執筆者一覧

はじめに

この冊子「新しいコンテナ苗生産の提案」は、地域戦略プロジェクト（うち実証研究型）「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発」（生物系特定産業技術研究支援センター；平成28～30年度）の大項目1課題の中で新たに得られたコンテナ苗育苗に関する知見をもとに作成いたしました。

このプロジェクトでは、発芽率の高い充実種子を選別する技術を発展させ、自動で選別する装置を開発いたしました。この技術により、従来行われている苗床で育成した一年生幼苗を移植してコンテナ苗を育成する方法に加えて、育苗容器に直接播種してコンテナ苗を育成する方法を、効率的に行うことが実現可能となりました。併せて農業分野で実用されているセルトレイへ播種し、毛苗を移植するという育苗方法も効率的に行うことが可能となります。

この冊子では、スギ、ヒノキ、カラマツについて、上記の新たな育苗方法を含む、いくつかのオプションからの選択が可能な育苗スケジュールを、各地域の気温と降水量とともに示しました。それぞれの育苗方法の主な注意点を記載し、具体的な作業について一通りの育苗の流れが分かるように示しました。

本冊子では、主に、新しい技術を用いたコンテナ苗の生産方法について説明させていただいております。そのため、育苗の細かい点については記載が不足しております。一般的な育苗方法についての説明は、林野庁がHPで公表している「コンテナ苗の基礎知識」や、都道府県で作成されているマニュアル等がございますので、あわせてご利用いただくことで、よりよい育苗方法を選択していただければと思います。

また本冊子の特徴として、育苗する上で、これまでに見られた失敗事例の一覧表を作成し、別冊の「育苗中困ったなという時に—コンテナ苗症例集—」を作成しております。実際に育苗される際に、参考にいただければ幸いです。

本冊子を作成するにあたって、ご協力頂きました都道府県、市町村、苗木生産者、林業事業体の皆様に厚く御礼申し上げます。

（なお、自動充実種子選別装置の販売は、2019年4月からの予定です。）

地域戦略プロジェクト 大項目1「低コストコンテナ苗の開発」

研究チーム責任者 森林総合研究所 飛田博順

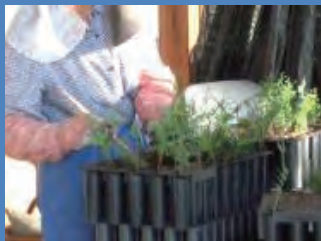
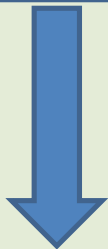
コンテナ苗の育苗方法

➤ 現状でも可能な育苗方法（種子～コンテナ定植）

一年生幼苗移植



苗畑から掘り取り
（または購入）



一年生幼苗の
コンテナへの移植

毛苗移植

【育苗箱播種】



育苗箱に播種



毛苗のコンテナ
への移植

多粒直接播種



コンテナに播種



間引き

育苗法	一年生幼苗移植	毛苗移植 【育苗箱播種】	多粒直接播種
種苗	種子（一年生幼苗）	種子	種子
資材	コンテナ用培土、 肥料	コンテナ用培土、 肥料	コンテナ用培土、 肥料、覆土
	コンテナ	コンテナ、育苗箱	コンテナ
備品	苗畑が必須		

※本冊子では、コンテナ苗を育苗する容器を「コンテナ」と総称させていただきます。また、苗床で1年以上育苗した苗を「幼苗」、発芽直後、またはそれと同等のサイズの苗のことを「毛苗」と総称させていただきます。

コンテナ苗の育苗方法

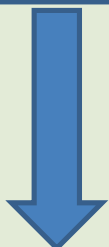
➤ 新しく提案する育苗方法（種子～コンテナ定植）

一粒直接播種

※→補足3, P26



コンテナに播種



そのまま育苗

毛苗移植

【セルトレイ播種】



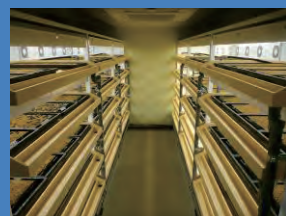
セルトレイに播種



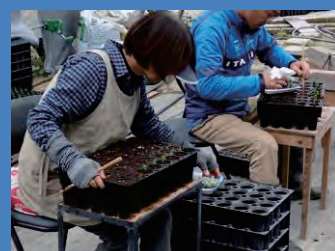
小型プラグ苗の選別

毛苗移植※注

【小型プラグ苗購入】



小型プラグ苗の
生産施設



コンテナへの移植

小型プラグ苗のコンテナへの移植

一粒直接播種	毛苗移植 【セルトレイ播種】	毛苗移植 【小型プラグ苗購入】
種子（選別した充実種子 ※→補足1, P24）	種子（選別した充実種子を 推奨）	小型プラグ苗※→補足6, P28
コンテナ用培土、肥料、 覆土、コーティング種子 ※→補足5, P27	コンテナ用培土、肥料、 セルトレイ用培土、覆土 （コーティング種子）	コンテナ用培土、 肥料
コンテナ	コンテナ、セルトレイ	コンテナ
種子選別装置※→補足2, P25	種子選別装置、播種機※→ 補足4, P27	

※注：幼苗の場合と同様に、他の生産者から小型プラグ苗を購入することを想定したものです。

■育苗スケジュール：スギ（徳島県・高知県の事例）

徳島地方気象台の平年値
(1981年～2018年)

徳島地方気象台の平年値
(1981年～2018年)

育苗スケジュールの説明：スギ（徳島県・高知県の事例）

育苗方法	コメント
裸苗（二年生） （写真①②③，P7）	・播種、床替え時期が限定される。規格到達後の苗木は仮植されるが、短期間しか保管できないため、出荷時期も限定される。 ・トラクターなど畑を管理する機器が必要。夏場の除草等、炎天下の元での作業が必要。
コンテナ苗育苗共通	・徳島県・高知県のコンテナ苗育苗では、一年生幼苗移植は移植のみ、その他の育苗方法は播種及び移植について、いつでも行うことが可能。コンテナ苗が通年出荷された場合、出荷後に育苗棚が空くことに対応して播種や移植を調整し、育苗棚の未使用期間が短くなるよう育苗を開始することが可能。ただし、播種及び移植時期によっては、病虫害が発生しやすい時期があるなど育苗の難易度が異なる。また、越冬が必要になると育苗期間が長くなるため、成長期末に規格に到達する播種及び移植時期を選択することも重要。
一年生幼苗移植 （写真①②④，P7）	・1年目の育苗では、裸苗と同様に作業時期が限定される。播種した年の秋に幼苗を掘り取ってコンテナへ移植することも可能だが、根切りをしていないため、秋から冬の移植は活着が悪かった事例もある。 ・大きな幼苗の移植は小さな苗に比べて作業効率が低く、コンテナへの活着も難しいが、移植した後の管理は、他の育苗方法に比べて樹高を揃えやすく、病虫害の心配も少ない。ただし、大きな幼苗を移植した場合、成長期末までに苗高が80cmを越えるほど大きくなりすぎると規格に達して以降、樹高成長を抑制するような工夫が必要。春以降の移植では、ハウスは不要であるため、施設費を安価にすることが可能。
多粒直接播種 （写真⑤，P7）	・発芽率が低い種子でも播種数を増やして、コンテナに確実に発芽苗を揃える育苗方法で、種子選別装置を使用しなくてもよい。発芽率が非常に低い場合、10粒以上を一穴に播種しなければならぬこともあるため、水選などによりシイナを取り除くなどの精選処理を行うことが望ましい。 ・多粒の種子を、一つにコーティングすることができないため（ゲル状の種子ではスギの場合2粒まで可）、播種作業には時間を要す。 ・今後、無花粉、少花粉や特定母樹が普及した場合、間引きを行うこの育苗方法では、貴重な種子が無駄になる。
一粒直接播種 （写真⑥，P7）	・移植や間引きが不要であることから最も労務負担の少ない育苗方法。確実に発芽することが必要なため、種子選別装置により充実種子を得る必要がある。裸種子は操作性が悪く、播種や覆土作業に時間を要するため、コーティング種子の利用により作業の効率化を図ることが可能。 ・樹高を揃えてサイズを大きくし、得苗率を高くするためには、病虫害の防除や発芽時期のバランスキの解消が課題。
毛苗移植 【育苗箱播種】 【セルトレイ播種】 【小型プラグ苗購入】 （写真⑦⑧⑨，P7）	・種子の発芽には適切な温湿度条件が必要だが、育苗箱やセルトレイは省スペースでの管理が可能であるため、低コストで環境条件を整えた播種・育苗が可能。そのため、通年播種にも取り組みやすい。 ・育苗箱では、手播きが可能で、発芽率に応じて播種量を調整する。セルトレイでは、種子選別装置により選別された充実種子を用いることで、効率的にプラグ苗を生産することが可能。より効率的に播種を行うためには、播種機や種子のコーティングが必要となり、機器の整備に経費を要す。一年生幼苗移植の方法で、他の生産者から幼苗を購入する場合と同様に、一部の機器を整備した生産者から、小型プラグ苗を購入する方法も想定している。 ・育苗箱及びセルトレイともに無肥料で水だけで与えた場合、小さいサイズ（発芽直後程度の大きさ）の状態で長期間の保管が可能である（1年間の実績あり）。事前に播種しておくことで通年の移植（出荷後の速やかな育苗開始）に対応することができ、様々な条件に柔軟に対応する育苗方法である。

育苗の注意点：スギ（徳島県・高知県の事例）

作業内容		育苗方法	コメント
播種		共通	・水選で沈んだ種子を使用すると播種数を減らすことができる。 ・種子選別装置によって発芽率 90%程度を確保することができる。15-30 日の低温湿層処理を行うことで、発芽勢が揃う（注：補足説明 7、P28）。 ・播種作業を軽減するアイデア商品が販売されている。種子をコーティングすると効率的に播種することが可能になる。 ・ハウス内でのトンネルの設置や加温シートの利用により、育苗空間の温度の確保ができれば冬期の発芽も可能になる。 ・覆土の種類や深さによっては、発芽率に影響を及ぼしたり、種皮が離れなかったり、灌水により種子が飛ばされたりすることがある。
		一年生幼苗移植	・当年の天候に応じて、遮光日数などを調整し、苗床が乾燥しすぎないようにする。
		一粒直接播種	・種子サイズと発芽時の毛苗のサイズは関係しているので、種子サイズを揃えることが望ましい。
		毛苗移植 【育苗箱播種】	・発芽しない種子や培土と一緒に播種することで、毛苗の間隔を適切に保つことができる。
		多粒直接播種	・播種粒数の誤差は気にせず、効率的な作業を優先させることが望ましい。
		毛苗移植 【セルトレイ播種】	・セルトレイの培土は乾燥しやすいので水管理に注意する。
移植		共通	・ピンセット、箸など使いやすい器具を使用するとよい。
		一年生幼苗移植	・活着後、根巻きをしないように根を下方向に向ける。
		毛苗移植 【育苗箱播種】	・本葉が展開するまでは、根が分枝していないので移植しやすい。培土ごと根を掴み移植することも可能。 ・発芽した毛苗は灌水のみ（無肥料）で長期保管することが可能。1 年程度保管後に移植した事例もある。移植後は発芽直後の毛苗と遜色なく成長する。
		毛苗移植 【セルトレイ播種】 毛苗移植 【小型プラグ苗購入】	・小型プラグ苗は毛苗より移植効率が高く、不慣れな作業者でも効率的な作業が可能。 ・小型プラグ苗の根鉢がコンテナ培土から浮き上がると乾燥が進み、枯死の要因となるため、培土にしっかり移植する。
間引き		多粒直接播種	・発芽後、病虫害等で枯死する場合があるので、しばらく育成を続けることが望ましい。相互被陰等により成長に影響が発生するサイズになる前に間引きする。
育苗管理	灌水	共通	・苗のサイズが大きくなると水が樹冠に遮蔽されるため、水が全体に行き渡る程度の灌水時間の確保が必要。 ・水の供給源にかかわらず、フィルターの設置は必須。目詰まりの確認も頻繁に行う。 ・パイプなどからの水滴が集中し、培土に穴が開くことがある。対策として、水滴を集中させたい箇所にヒモなどを設置すると、水滴がヒモに集中し、培土への水滴の落下を回避することができる。
	遮光	共通	・風通しが悪くならないように注意する。
	消毒	共通	・病虫害が発生した場合は、原因を確認して対策を検討する。
	施設	共通	・過剰な施設整備は生産コストを圧迫することから、立地環境や育苗条件を十分検討した上で整備する。
選苗・出荷		共通	・コンテナからの抜き取り前に根鉢を乾かすと抜き取りやすくなる。ただし、そのまま出荷すると枯死を誘発するので、このような処理をした場合は水に浸けるなど、出荷前に灌水処理を行う。

■育苗スケジュール：スギ（徳島県・高知県の事例）



写真① 除草



写真② 選苗された一年生幼苗



写真③ 出荷前の掘取



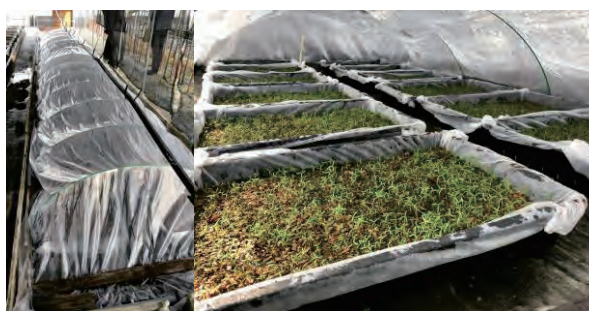
写真④ 幼苗移植



写真⑤ 多粒播種の発芽状況



写真⑥ 一粒播種した充実種子



写真⑦ 冬期の育苗箱発芽



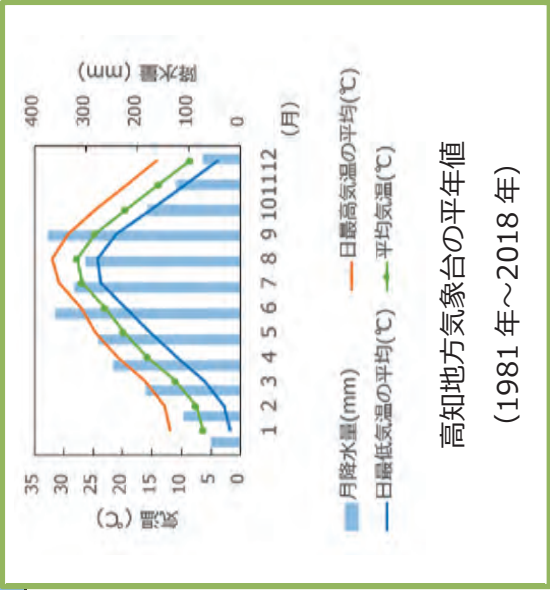
写真⑧ 育苗箱移植



写真⑨ 小型プラグ苗移植

育苗スケジュール：ヒノキ（高知県の事例）

育苗方法	1年目												2年目						3年目					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6							
裸苗（二年生） （写真①②，P11）	●土壌消毒等準備	播種	●露地（灌水施設なし）	育苗管理 ●根切り	選苗・移植	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	育苗管理 ●根切り	出荷							
一年生幼苗移植	●土壌消毒等準備	播種	●露地（灌水施設なし）	育苗管理 ●ハウス加温なし	選苗・移植	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	育苗管理	出荷							
毛苗移植 【育苗箱播種】	●ハウス加温なし	播種	移植	育苗管理														出荷						
多粒直接播種	●ハウス加温なし	播種	間引き	育苗管理														出荷						
一粒直接播種	●ハウス加温なし	播種	育苗管理														出荷							
毛苗移植 【セルトレイ播種】	●ハウス加温なし	播種	移植	育苗管理														出荷						
毛苗移植 【小型プラグ苗購入】	●ハウス加温なし	移植	育苗管理														出荷							



育苗スケジュールの説明：ヒノキ（高知県の事例）

作業内容	育苗方法	コメント
播種	多粒直接播種	・ 5粒播種しても出ないキヤビティが発生する（補植の必要性）。発芽率を考慮して播種数を決める必要がある。
	一粒・多粒直接播種	・ 発芽直後に乾燥や虫害を受けることがある。
	一粒直接播種	・ 灌水で種子が動かないように覆土が必要なので、培土充填時に、容器満杯まで入れすぎず、ウォータースペースと覆土厚を考 えて充填する必要がある。
移植	一年生幼苗移植	・ 裸苗の生産者は自ら幼苗を育苗するが、苗畑を用いず、コンテナ苗のみを育成する生産者は、幼苗を購入する必要がある。 ・ ヒノキでは、秋移植で枯れることがある。
	毛苗移植【育苗箱播種】	・ ヒノキは発芽が揃うので移植作業が一時期に集中する。 ・ 移植時にサイズを揃えても、育苗初期に発育の差が発生して揃いが悪い場合がある。 ・ 本葉が展葉してしまうと、側根が出るため、移植しにくくなる。
	毛苗移植【小型プラグ苗購入】	・ 小型プラグ苗の移植は、作業が楽にできると、生産者には好評である。 ・ 小型プラグ苗育成にコストがかかるので、他の育苗方法でコンテナ苗を育成した時の補植用として使いたいという意見があ る。
	多粒直接播種	・ 間引き時に残す個体を切除しないように注意する。 ・ 間引きした毛苗を、発芽していないキヤビティへ移植することがある。
	共通（写真③, P11）	・ コンテナの外周部は乾燥しやすいので並べ替えるなどの工夫が必要。
育苗管理	共通（写真④, P11）	・ 赤枯病、蛾の幼虫やハダニ対策で殺菌剤・殺虫剤の散布が必要。
	消毒	・ メッシュの袋に抜き取ったコンテナ苗を50本ずつ入れる場合が多く、袋は生産者負担になっている（裸苗の場合はライフパ ックの準備あり）。
選苗・出荷	共通	・ リブタイプコンテナで育苗した場合に、抜き取り機で一度根鉢をコンテナから離れた後、育苗を続けて出荷する場合がある （出荷時にコンテナ苗を抜きやすい状態にしておくことと、新たな根を出すことが目的）。
		・ 生育期に入ったら抜き取り時に樹皮がはげやすいので注意する。

育苗の注意点：ヒノキ（高知県の事例）

作業内容		育苗方法	コメント
播種		多粒・一粒直接播種	・播種の作業性を高めるために作業時間程度の短時間であれば、種子表面を乾燥させてもよい。 ・播種後には種子を乾燥させないように灌水する。
		一粒直接播種 毛苗移植 【セルトレイ播種】	・一粒播種には近赤外光により選別した種子を用いることで、より効率的な苗生産が可能となる。
		毛苗移植 【育苗箱播種】	・育苗箱の鹿沼土は、微粉を篩い落とした物を使用し、しっかり給水させてから播種を行う。
移植		1年生幼苗移植	・幼苗の根は移植の邪魔にならない程度に切り、根が培土の外に露出しないようにする。
		毛苗移植 【育苗箱播種】	・毛苗移植は、発芽（胚軸が地表に現れる）から約1週間、子葉が展開したところに行う。 ・毛苗移植は、根を傷めないようにピンセットで挟み、移植する。
		毛苗移植 【セルトレイ播種】 (写真⑤⑥, P11)	・毛苗移植は、ピンセットで培土の外側を挟むか、培土を竹串で刺して、固化培土ごと移植する。 ・固化培土がコンテナの培土から出ないように移植する（苗の浮き上がりを防ぐため）。
間引き		多粒直接播種	・ひとつのセルに2本以上の苗が発芽した時は、1本だけ残し、残りはピンセットで抜きとるかハサミで切る。 ・抜き取った苗を移植する場合は、子葉展開（発芽から1週間）を目途に抜き取り、移植する。
育苗管理	灌水	共通	・培土表面が湿っていても根鉢の中は乾燥していることがあるので、手で持って重さを確認する。 ・気温、天候、苗の大きさで灌水の量、頻度が変わる。
	施肥	共通	・培土に緩効性肥料を混和すると施肥効果が高く、追肥作業を省力することができる場合がある。 ・肥効期間が長い肥料を使用した場合、徒長の恐れがある場合の樹高成長の調整が難しくなる場合があるので、出荷時期と成長のバランスを考えた施肥方法に注意する。 ・葉の色が淡いなど肥料切れの症状を呈すれば、追肥を行う。
	遮光	共通	・少なくとも、播種から本葉が展開を始めるまでは遮光する（ヒノキの場合、より長期間の遮光が必要）。
	消毒	共通	・育苗施設を経年使用すると、培土表面への地衣、コケの繁茂が早まるので育苗前、育苗後のコンテナ容器や育苗施設に対して実施する。 ・苗木が大きくなった8月中旬から下旬に苗木下層の葉が蒸れて病気が発生しやすくなるので、前もって苗木の密度を下げる、コンテナの間隔をあけて風通しをよくするなど、予防策を講じる。
	施設	共通	・コンテナ苗は培土容量の制限により乾燥しやすいため、ハウス、野外ともに灌水施設は必要。
選苗・出荷		共通	・リブタイプコンテナで育苗した苗は、抜きにくく、出荷時に抜き取り機を用いる場合が多い。 ・苗木50本を収穫袋（メッシュ袋）にいれて出荷。 ・規格に達していない苗は継続して育苗する事で出荷が可能であるが、異常が見られる苗は取り除く。

■ 育苗スケジュール：ヒノキ（高知県の事例）



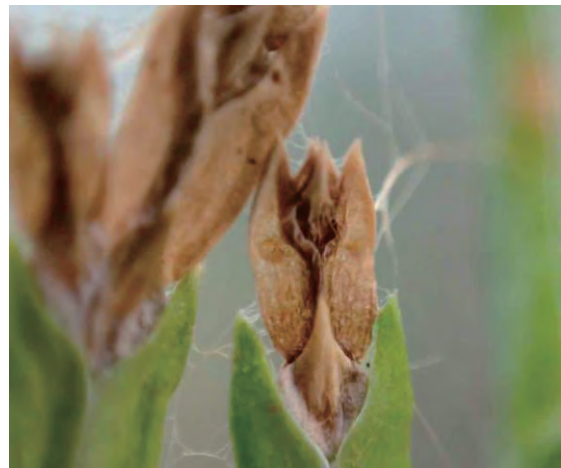
写真① 苗畑で育苗している裸苗



写真② 台風による梢端枯れ（11月撮影）



写真③ 育苗中のコンテナ苗



写真④ ハダニによる被害（8月撮影）



写真⑤ セルトレイでの発芽



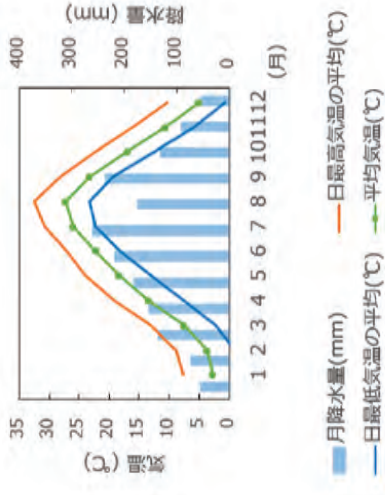
写真⑥ 小型プラグ苗の移植

育苗スケジュール：ヒノキ（岐阜県の事例）

育苗方法	1年目												2年目												3年目																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

寡雪地域での育苗を想定している。雪の多い地域では、ビニールハウス等の施設が必要となる。

グルタチオン（※→補足9、P31-32）の利用により、コンテナでの育苗期間が短縮できる可能性がある。



美濃加茂地方気象台の平年値（1981年～2018年）

育苗スケジュールの説明：ヒノキ（岐阜県の事例）

育苗方法	コメント
裸苗 (写真①, P15)	- 岐阜県の寡雪地域でヒノキを育苗する場合、三年生（一部二年生）で出荷する。 - 暖地では、成長の抑制をしないと三年生苗が大苗になりがちである。大苗になると取り扱いや植栽後の成長に影響が出る場合がある。その場合、二年生苗の活用を検討する必要がある。 - 育苗者の作業時期が限定され、育苗者・造林者双方で出荷前後の苗の取り扱いを慎重に行う必要があるが、すでに育苗技術が確立されている。また、兼業農家等で切り替え畑、機材などを所有していれば、施設の追加が不要なため有利な方法である。 - 適期に出荷し、植栽する場合であれば、コンテナ苗に対して著しく不利な点は少ない。
コンテナ育苗共通 (写真②, P15)	- コンテナを使った育苗は樹種間差、育苗条件（培土条件、培土容量、施肥量・種類等）が十分に検討されていないので、いまだ目的に合わせて工夫する余地がある。 - 根鉢が形成され適寸サイズになった苗を適期に出荷する。出荷適期を逃して比較苗高（樹高／地際直径）が高くなりすぎた残苗は、植栽後の成長が極端に悪い場合が多い。
共通	- 岐阜県の寡雪地域で露地栽培によりヒノキを育苗する場合、二年生（一部1.5年生）で出荷可能になる。 - コンテナで育成する期間が短く、施設の回転率が高いため、生産数の調整はもっとも容易である。 - 超緩効性肥料を用いることにより追肥を省略することができ、かつ植栽後の初期成長も良好である。 - 出荷時期に合わせて移植時期を調整することにより、最適なサイズの苗を出荷することができる。ここでは、3期（春、夏、秋）のスケジュールを例示する。
一年生幼苗移植 (写真③④⑤, P15)	- 圃場で育苗した幼苗を2月～4月にコンテナの培土に移植する。 - 植え枯れが少なく、生産管理が容易。 - 移植の翌年春に二年生苗を出荷する場合に最適。また、移植時期を早めることにより、一部は移植当年の秋に出荷可能なサイズになる。
夏移植	- 圃場で育苗した幼苗を6月にコンテナの培土に移植する。継続して圃場で育成すると苗が大きくなりすぎるので、あらかじめ仮植しておく。 - 翌年夏に出荷する場合を想定。ただし出荷時期の苗サイズが小さい場合がある。 - 移植直後の乾燥と強い日射により枯損する場合が多い。
秋移植	- 翌年秋に出荷する場合を想定。ただし出荷時期の苗サイズが小さい場合がある。 - 移植直後の寒さとしみ上がりで、活着率が低下する場合があるので、注意が必要。
多粒直接播種	- ヒノキ種子は発芽率が低い場合が多いため、発芽率を考慮して複数の種子を播種する。 - 複数発芽した場合は、成長や形質を考慮して1本だけ残し、芽切り鋏で胚軸（子葉の下）の軸）を切断する。この作業の分、一粒直接播種に比べて作業量が増加するが、その反面、選苗の機会があるため、苗木のばらつきを多少軽減できる場合がある。 - 露地栽培のヒノキの場合、出荷までには2年間かかるため、コンテナを使った育苗期間が長く、施設の回転率や生産調整のしやすさがやや低下する。
一粒直接播種 (写真⑥⑦, P15)	- 移植や間引きが不要であり、省力化には最適な方法。 - ヒノキ種子は発芽率が低い場合が多いため、確実に発芽させるため種子選別装置により選別された充実種子を利用する必要がある。 - コンテナ向けの播種機がないため手播きになる（注：補足説明4, P27）。確実に播種するためには慣れがいる（別記；P14）。 - 選苗の機会がないため、発芽時期や種子の遺伝的性質などに起因するサイズのばらつきが見られ、得苗率が低下する場合がある。 - 露地栽培のヒノキの場合、出荷までには2年間かかるため、コンテナを使った育苗期間が長く、施設の回転率や生産調整のしやすさがやや低下する。
毛苗移植 【セルトレイ播種】	- 発芽初期の省スペース化に貢献する反面、人力でセルに播種するのは現実的ではなく、種子選別装置や播種機の導入が必要になる。 - セル容量が小さいので、移植時期が遅延すると根巻きが発生することがある。 - 露地栽培のヒノキの場合、出荷までには2年間かかるため、コンテナを使った育苗期間が長く、施設の回転率や生産調整のしやすさがやや低下する。

育苗の注意点：ヒノキ（岐阜県の事例）

作業内容		育苗方法	コメント
播種		一粒・多粒直接播種	・ヒノキは発芽率が非常に低いので、種子選別装置により選別された充実種子を用いるか、発芽率から計算して十分な数の種子を播く。 ・培土にくぼみを作って播く。播種後は微粒の鹿沼土で種子表面が隠れる程度に覆土する。 ・コンテナの穴に確実に播種するには慣れが必要。ピンセット等で1粒ずつ掴もうとすると、跳ねたり落したりする。折り目を付けた厚紙等に種子を置き、細い菜匙などを用いて種子を滑らせながら落とす（このとき決して掴まない、場合によっては規定数以上が落ちてもよいぐらいの気持ちで作業する）。 ・播種後は種子を乾燥させない。大粒の雨滴により種子が跳ねないように、屋根付き施設での管理が望ましい。
		毛苗移植【セルトレイ播種】	・セル容量が小さいので、移植時期が遅延すると根巻きが発生することがある。
移植	一年生幼苗移植	共通	・幼苗の根は邪魔にならない程度に整理する。作業がしやすい道具（竹串、箸など使いやすい道具を探す）を用いて根をしっかりと培土に埋め込む。 ・出荷時期に適寸の苗サイズになるよう、移植時期や管理方法を工夫する。 ・移植後は、水を張ったたらい等にコンテナを沈め、培土に十分吸水させる。
		春移植	・圃場で育苗した幼苗を2月～4月に移植する。 ・植え枯れが少なく、生産管理が容易。
		夏移植	・圃場で育苗した幼苗を6月に移植する。幼苗はあらかじめ春に仮植しておく。 ・幼苗の根が非常に乾燥しやすいため、作業中も仮植を行うなどして乾燥しないようにする。 ・作業者の体調管理にも十分気をつける。 ・移植直後の乾燥と強い日射により枯損するケースが多いので寒冷紗が必要。 ・育苗期間を経ても、苗サイズが小さい場合がある。
		秋移植	・苗畑で育苗した当年生の幼苗を秋に移植する。 ・移植直後の寒さとしみ上がりで活着率が低下するケースがあるので、注意が必要。 ・寒冷紗が必要。 ・育苗期間を経ても、苗サイズが小さい場合がある。
	毛苗移植【セルトレイ播種】		・毛苗は、ピンセットで培土の外側を挟み培土ごと移植する。 ・移植前に毛苗をセルトレイごと移動させる場合（購入等）、運搬時に高温になったり容器から飛び出さないような注意を払う。
間引き		多粒直接播種	・複数発芽した場合は、成長や形質を考慮して1本だけ残し、芽切り鋏で胚軸（子葉の下の方）を切断する。
育苗管理	灌水	共通	・コンテナ培土は乾燥しやすく、一度乾燥すると吸水しにくい。ヒノキの場合は乾燥気味に育苗し、むしろ水のやり過ぎに注意する。培土表面が乾いていても、根鉢の中は湿っていることが多い。 ・乾燥状態のコンテナの重さをあらかじめ計っておき、重さで確認する。
	培土施肥	共通	・肥料や培土の偏りにより生育差が生じないように、培土には少量の水を加え十分に混和する。 ・コンテナを使った育苗は樹種間差、育苗条件（培土条件、培土容量、施肥量・種類等）が十分に検討されていないので、いまだ目的に合わせて工夫する余地がある。 ・ヒノキの場合、元肥として超緩効性肥料を用いることにより追肥を省略することができ、かつ山行苗の植栽後の初期成長も良好である。 ・追肥をする場合、苗の上から固形肥料をばらまくだけでは、コンテナの培土上に肥料がうまく分散しないので、ばらまき施肥は行わないようにする。
	消毒	共通	・コンテナ容器を使い続けると病気の発生が増えるという意見もあるため、使用前に十分な洗浄と消毒を行う。

■ 育苗スケジュール：ヒノキ（岐阜県の事例）

育苗管理	遮光	共通	・ 移植後は活着するまで遮光する。特に移植を春以外に行う場合は必須。
	冬越	共通	・ 露地栽培の場合、冬期には葉が赤褐色に変化する（正常な反応）。
	施設	共通	・ スプリンクラーの性能や水圧にあわせて架台を設計する。水の撒きむらがないようにする。コンテナ容器の外周部は生育が悪い場合が多い。置き場所の入れ替えによって生育の均質化を図る生産者もいれば、固定しておいて成績の悪い苗を最小限に抑えようとする生産者もいる。 ・ 岐阜県南部の寡雪地域では、冬期にハウスは必ずしも必要なく、露地栽培が可能。
選苗・出荷		共通	・ 根鉢が形成され、適寸サイズに達した苗を出荷する。根鉢の形成が不十分であったり、出荷適期を逃して大きくなりすぎた苗を出荷しない。 ・ 現状では苗サイズと輸送規格にあった段ボール箱に苗を入れる方法が苗木生産者、運送会社、植栽者ともに扱いやすいと思われる。ヒノキの場合、運搬時に多少根鉢が乾燥する程度では植栽後の活着・成長への影響が小さい。



写真① ヒノキの一年生裸苗
左側の3列はスギ、右側は蔬菜（畑を切り替えながら育苗している）。



写真② ヒノキの二年生コンテナ苗
白いグリッド線は20cm×20cm。元肥量によって成長経過は異なる。



写真③ 一年生幼苗の移植作業
発泡スチロール製の箱に入れ、幼苗の根を乾燥させないようにしている。



写真④ 移植直後のコンテナ苗
容器ごと浸水させ、十分に吸水させている。



写真⑤ 育成中のコンテナ苗
コンテナ移植後、6ヶ月目の状態。



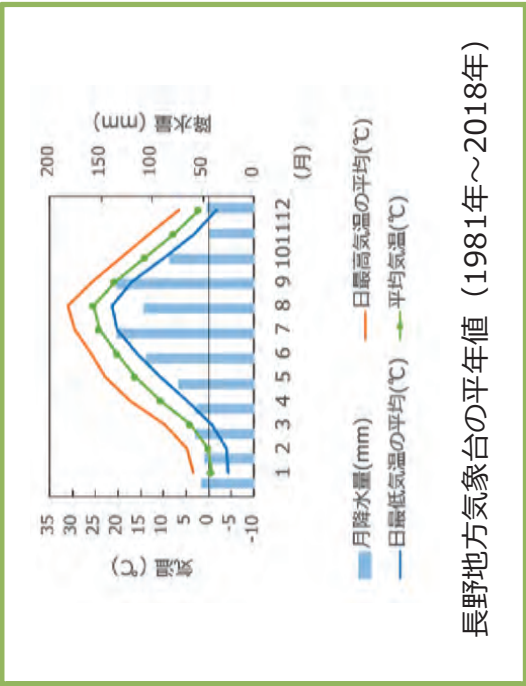
写真⑥ 選別種子の一粒播種
細い菜匙などを用いて種子を滑らせながら落とす。



写真⑦ 一粒播種の発芽直後の状態
このコンテナの発芽率は97.5%だった。

育苗スケジュール：カラマツ（長野県の事例）

育苗方法	1年目												2年目						3年目	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
裸苗（二年生）	●土壌消毒等準備	●露地（灌水施設なし）	播種	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●根切り	●掘取・選苗	移植	育苗管理	根切り●	出荷	●掘取・選苗					出荷			
			貯蔵（3月中旬に選い出荷分を貯蔵する）それ以外は仮植が多い																	
一年生幼苗移植		●土壌消毒等準備	播種	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●根切り	●掘取・選苗	移植	育苗管理		越冬	●冬越し準備					選苗・出荷			
毛苗移植 【育苗箱播種】	資材準備	●露地（灌水施設なし）	播種	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●根切り	●掘取・選苗	移植	育苗管理		越冬	●冬越し準備					選苗・出荷			
			●ハウス加温なし	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）								選苗・出荷		
多粒直接播種	資材準備	●ハウス加温なし	播種	●ハウス加温なし	育苗管理	●冬越し準備	越冬		育苗管理		越冬	●冬越し準備					選苗・出荷			
			●ハウス加温なし	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）								選苗・出荷		
一粒直接播種	資材準備	●ハウス加温なし	播種	●ハウス加温なし	育苗管理	●冬越し準備	越冬		育苗管理		越冬	●冬越し準備					選苗・出荷			
			●ハウス加温なし	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）								選苗・出荷		
毛苗移植 【小型プラグ苗購入】	資材準備	●ハウス加温なし	移植	●ハウス加温なし	育苗管理	●冬越し準備	越冬		育苗管理		越冬	●冬越し準備					選苗・出荷			
			●ハウス加温なし	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）	育苗管理	●露地（灌水施設あり）	●冬越し準備	●露地（灌水施設なし）								選苗・出荷		



育苗スケジュールの説明：カラマツ（長野県の事例）

育苗方法	コメント
裸苗 (写真①②, P19)	・播種、移植時期は限定される。規格到達後の苗は仮植されるが、短期間しか保管できないため、出荷時期も限定される。近年では、出荷時期が展葉後になる可能性がある場合は、貯蔵庫に入れ冷蔵保存を行う。 ・灌水施設がない苗畑では、盛夏に降雨が少ない年は伸長成長が抑制されることがある。 ・トラクターなど畑を管理する機器が必要で、炎天下で腰を屈めて行う作業が必要。
一年生幼苗移植 (写真③④, P19)	・1年目の育苗では裸苗と同様の問題があり、作業時期が限定される。コンテナ用の幼苗は、播種した年の秋に掘り取り貯蔵した後、翌春に移植する。大きな幼苗では、コンテナへの活着が小さい幼苗に比べて難しい。小さい幼苗でも、5 cm 程度のものになると移植の作業性が落ちる。コンテナ移植後の管理は、他の方法に比べて樹高を揃えやすく、病虫害の心配も小さい。春以降の移植であればハウスは不要であるため、施設費を安価にすることが可能。 ・幼苗を購入する場合もある（県内、県外）。 ・晩春の出荷で規格を満たせば出荷するが、それでも満たさない場合はもう一年管理することがある。 ・灌水や除草等は、生産者により施設や方法が異なる（沢水の利用、畑灌水等）。見回り頻度もかなり異なるようである。
多粒直接播種 (写真⑤, P19)	・発芽率が低い種子でも、播種数を増やして、コンテナに確実に発芽苗を揃える育苗方法で、種子選別装置を使用しなくてもよい。 ・種子の発芽率が低すぎる場合は、三粒以上を一穴に播種する必要があるが生じる。ふるい選・風選・水選などによりシイナや虫害種子等を取り除くなどの精選処理を行うことが望ましい。 ・秋の成長期末までに規格に達しない場合、コンテナでの育苗期間が長くなるため、成長期末に規格に到達する時期に播種を行う方が効率的。ただし、播種時期を早める際には、遅霜対策のためのビニールハウス利用が必要。また、播種前の発芽前処理が重要。
一粒直接播種 (写真⑥, P19)	・移植や間引きが不要であるため、最も労務負担の小さい育苗方法。確実な発芽が必要なため種子選別装置により充実種子を得る必要がある。 ・得苗率を高くするためには苗高を揃えてサイズを大きくしていく必要があるが、病虫害や発芽時期によるバラツキに起因する得苗率の低下が課題。秋の成長期末までに規格に達しない場合、コンテナでの育苗期間が長くなるため、成長期末に規格に到達する時期に播種を行う方が効率的。ただし、播種時期を早める場合には、遅霜対策のためのビニールハウスの利用が必要。 ・播種での育苗に慣れていない場合、播種直後の乾燥や灌水のトラブルに注意が必要（多粒播種でも同様のトラブルがあるため、一粒ではコンテナの孔が埋まらない可能性が高くなる）。 ・2年間コンテナ内で育苗する場合は、肥料切れに注意が必要（特に灌水量が多い場合は注意する）。
毛苗移植 【育苗箱播種】 【小型プラグ苗購入】 (写真⑦⑧, P19)	・種子の発芽には適切な温度条件が必要。育苗箱やセルトレイは省スペースでの管理が可能であるため、低コストで環境条件を整えた播種が可能。 ・育苗箱は手播きが可能で、発芽率に応じて播種量を調整する。セルトレイでは、種子選別装置により選別した充実種子を用いることで、効率的に小型プラグ苗を生産することが可能。種子の操作性の悪さを解消し、より効率的に播種するためには、播種機等の利用が必要であり、機器の整備に経費を要する。一年生幼苗移植の方法で、他の生産者から幼苗を購入する場合と同様に、機器を整備した一部の生産者から小型プラグ苗を購入する方法も想定している。 ・秋の成長期末までに規格に達しない場合、コンテナでの育苗期間が長くなるため、成長期末に規格に到達する時期に播種を行う方が効率的。ただし、播種時期を早める際には、遅霜対策のためのビニールハウス利用が必要。

育苗の注意点：カラマツ（長野県の事例）

作業内容		育苗方法	コメント
播種		共通	・21日間の低温湿層処理（湿った水苔や鹿沼土等の間にはさんで、0～5℃の冷蔵庫内で保管）を行うことで、発芽率が向上するだけでなく、発芽勢（発芽のタイミング）も揃う。 ・露地育苗の場合は特に発芽直後の虫害に注意する。
		一年生幼苗移植	・播種時には日よけ等を設置し、種子の乾燥を防ぐ。 ・密度調整には、あえてシイナや砂を混ぜて播種する。
		毛苗移植 【育苗箱播種】	・施設内で管理している生産者の方が成績がよい傾向がある。 ・移植適期に合わせた作業が可能な播種量（箱数）を調整する。
		多粒直接播種	・播種直後の灌水や乾燥に注意が必要。発芽率により異なるが播種数は3粒の場合が多い。
		一粒直接播種	・播種直後の灌水や乾燥に特に注意が必要（一粒/孔なので発芽しない場合に追加の移植等の作業が生じやすい）。
移植		一年生幼苗移植	・移植作業の開始時期はその年の春先の気温で調整（暖かい年では3月末から移植作業を開始する場合もある）。 ・移植方法は、生産者間で差が大きい、あまり根を傷めない方法が望ましい。 ・移植作業が遅れると、育苗可能期間が短くなり、当年秋に規格（長野県は暫定で地上高25cm上）を満たさない苗になる場合があるので注意する。
		毛苗移植 【育苗箱播種】	・発芽直後に軸を掴むと苗が弱る。 ・移植の適期が2週間程度と短い可能性がある。本葉展葉後には側根が出るため、移植しにくくなり作業性が低下する。
		毛苗移植 【小型プラグ苗購入】	・小型プラグ苗の移植の作業効率は良い。 ・秋移植では、寡雪地帯で凍み上がりによる枯死が生じるため、地域に応じて移植時期を選ぶ。 ・小型プラグから根が伸びすぎていると作業性が低下する（成長にも影響を及ぼす可能性）。
間引き		多粒直接播種	・間引きは、抜いて移植に利用する生産者と、根元で切る生産者がいる。発芽率がよい場合、間引く時間が長くなる。 ・発芽（子葉が展葉を完了した状態）直後以外では、地上部のみを切り取り間引く。 ・間引いた毛苗を移植する場合は、根を乾かさないように注意する。
育苗管理	灌水	共通	・播種直後及び幼苗では、灌水で培土が掘れないように注意する。 ・赤玉土細粒（水稲用）を使用した場合、灌水のタイミングがわかりやすい。 ・灌水ムラやノズルのつまりなどが生じるため、灌水施設の点検が重要。 ・水がかかりやすくするため育苗中期以降にコンテナの間隔を調整する場合がある。 ・育苗中期から後期にかけては、基本的に朝1回、コンテナ下部から水が抜けるまで灌水する。高温になる夏期には、日中の灌水は行わない。苗の萎凋状態を観察して、夕方の灌水を追加する（灌水方法は、朝と同様）。10月以降は10時頃の灌水でも可。 ・生育後期には下枝の発達により培土まで灌水が届かない場合があるため、必要に応じて側面からの手灌水等を追加する。 ・畑灌水使用の生産者では冬場の灌水は難しいため、別途施設（井戸や沢水の利用）を検討する。
	消毒	共通	・病虫害は早期に発見し消毒を行う。消毒は、日中の温度が高い時間には行わず、朝夕の涼しい時間に行う。 ・カラマツ先枯れ病予防のため、伸長成長が旺盛な時期（7～9月）にポリオキシシン水和剤（500～1000倍）を1回/2週程度散布する。 ・育苗中期以降はくもの巣病にも注意する。6～7月、9～10月の多雨期に発生する。コンテナ苗では、主に苗の成長中後期に発生している。苗間が狭いため、苗が生長すると下枝が過湿になりやすいので注意が必要。消毒には、バリダジン液剤（600～1000倍）を散布する。 ・コンテナ間を開けて密度を下げると伴に風通しをよくすることも重要。
	追肥	共通	・苗の成長（伸長状況、葉の色等）を見ながら適宜行う。一般的に、コンテナ苗は肥料の流出が早い、肥料の有効期間（肥効期間）よりも早く肥料が切れる。 ・寒冷地での8月中旬以降の追肥は、苗が軟弱になるため実施しない（特に窒素を多く含有している肥料）。

■ 育苗スケジュール：カラマツ（長野県の事例）

育苗管理	施設	共通	・ある程度の大きさのビニールハウスがあれば播種時期や移植時期を早める（育苗期間を延ばす）ことが可能。 ・灌水ムラや人為的な失敗（灌水を忘れる等）を避けるため、自動灌水施設は必要。 ・1年以内に出荷規格に達するように育苗するためには、ビニールハウス（加温は不要）が必要。ただし、冬期に積雪量が多い地域（豪雪地）では、耐雪仕様のハウスが必要。
冬越し		共通	・風が強い地域では、早春の寒風害が発生することがあるので注意。風上側に寒冷紗や防風網を設置したり、生け垣等によりコンテナに直接風が当たるのを防止する。
選苗・出荷		共通	・選苗には、各規格サイズの目印を付けた棒等を用いて計測し、出荷サイズを満たしているか判断する。先端の枯れ下がりや、下枝が極端に枯れ上がったものは外す。 ・10本/束にして5束（計50本）をビニール袋に入れる場合や、さらに段ボール箱に入れるなど、生産者によって異なる。植栽までに根鉢が乾かないよう、抜き取り後は培土への浸水を十分に行う。

※ 苗木生産者の現行の作業方法からの聴き取りによる記載も含む。



写真① 裸苗の掘り取り作業



写真② 一年生幼苗仮植状況



写真③ 一年生幼苗移植作業



写真④ 一年生幼苗移植直後



写真⑤ 多粒播種（三粒）発芽状況



写真⑥ 一粒播種した充実種子



写真⑦ 小型プラグ苗の移植状況

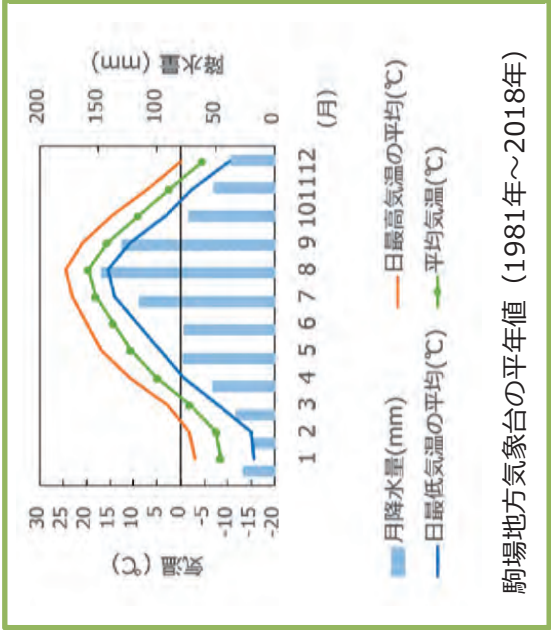
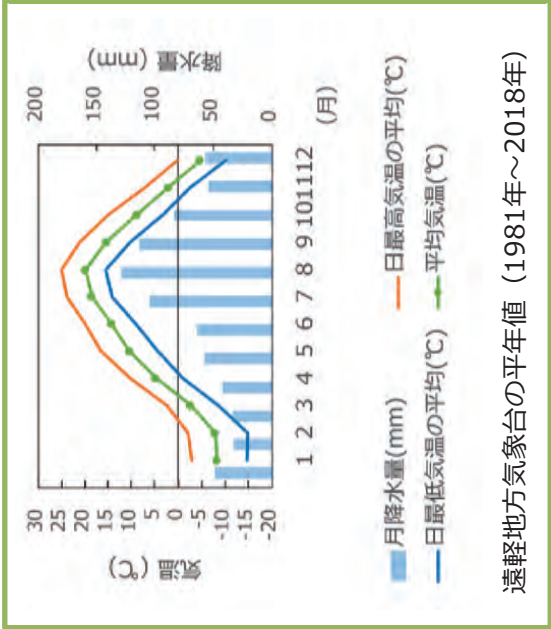


写真⑧ 毛苗移植作業

■育苗スケジュール：カラマツ（北海道の事例）

育苗スケジュール：カラマツ（北海道の事例）

育苗方法	前年	1年目												2年目						3年目		
		9	10	～	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
裸苗（二年生）	●土壌消毒等準備	秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
一年生幼苗移植	●土壌消毒等準備	秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
多粒直接播種	●土壌消毒等準備	秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
一粒直接播種	●土壌消毒等準備	秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
毛苗移植 【セルトレイ播種】	●土壌消毒等準備	秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		
		秋播種	春播種	春播種	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥	●消毒、施肥		



育苗スケジュールの説明：カラマツ（北海道の事例）

育苗方法	コメント
一年生幼苗移植	・圃場で育苗した一年生幼苗を3月～4月に十分に湿らせた培土に移植する。 ・移植後の活着成長を促進するために1～2か月はハウスで管理。
多粒直接播種	・多粒播種には、12時間、水に浸漬し沈んだ種子を用いる。 ・発芽率を高め、発芽勢をそろえるために3週間程度の低温湿層処理（冷蔵庫保存も可能だが雪中埋蔵を推奨）を行う。 ・3月下旬に十分に湿らせた培土にくぼみを作ってひとセルの中央部に二～三粒まき、パーライトで覆土をする。 ・発芽促進のために最低15℃に加温。暖房費を下げるために温室内でマルチトンネルを作り、温床により加温。 ・播種後には種子を乾燥させないよう灌水。 ・ひとセルに2本以上の苗が発芽した時は、1本だけ残し、ピンセットで苗の胚軸（子葉の下）の軸）をつかみ抜きとる。 ・水選種子の発芽率は70%程度。2粒播種では未発芽セルが10%程度出るので播種3週間を目途に複数の苗が発芽したセルから未発芽セルに移植する。この段階では、幼根が分岐しておらず、簡単に抜き取ることができ、苗を痛めることが少ない。 ・抜き取った苗を廃棄する場合は、残存苗を痛めないよう発芽後、直ちに抜きとる。
一粒直接播種 毛苗移植【セルトレイ播種】	・一粒播種には種子選別装置の近赤外光により選別された充実種子を用いる。 ・発芽率を高め、発芽勢をそろえるために3週間程度の低温湿層処理（冷蔵庫保存も可能だが雪中埋蔵を推奨）を行う。 ・3月下旬に十分に湿らせた培土に一粒ずつまき、パーライトで覆土をする。 ・一粒直接播種では、まくときに培土表面にくぼみをつくる。 ・発芽促進のために最低15℃に加温。暖房費を下げるために温室内でマルチトンネルを作り、温床により加温。 ・播種後には種子を乾燥させないよう灌水する。
毛苗移植【セルトレイ播種】 （写真①、②、P23）	・発芽（胚軸が地表に現れる）から約1週間、子葉が展開したころに移植を行う。 ・ピンセットで培土の外側を挟み、固化培土ごと移植する。
多粒直接播種 一粒直接播種（写真③、P23） 毛苗移植【セルトレイ播種】	・播種から本葉が展開を始めるまでの4月下旬までは遮光する。 ・ハウス内の最低気温が15℃を上回る5月中旬から下旬までは夜間の温床加温を必要に応じて継続する。 ・外気の最低気温が15℃を超えた6月以降にハウスの外に出す。 ・早く出しすぎると芽を形成し、伸長を停止する。
一年生幼苗移植 多粒直接播種 一粒直接播種（写真④、P23） 毛苗移植【セルトレイ播種】 （写真⑤、P23）	・ハウスに入れたままだと苗が徒長するので遅くとも7月までにはハウスの外に出す。 ・苗が大きくなった8月中旬から下旬に苗の下部の葉が蒸れて病気が発生しやすくなるので、前もって苗の密度を下げる、コンテナの間隔をあけて風通しをよくするなど、予防策を講じる。 ・積雪下で冬越しする。 ・融雪後、直ちに雪室や低温貯蔵庫に入れると開葉させずに保管でき、出荷調整ができる。

育苗の注意点：カラマツ（北海道の事例）

作業内容		育苗方法	コメント
播種		一粒・多粒直接播種	・冷蔵庫で低温湿層処理をする場合は、種子が窒息しないよう湿らせる水分量を少なめにし、乾燥していないか途中で確認する。 ・播種の作業性を高めるために作業時間程度の短時間であれば、種子表面を乾燥させてもよい。 ・覆土が少ないと種子が乾燥し、発芽が阻害される。覆土は種子が十分に隠れるまで行う。バーミキュライトは軽いので発芽した苗の胚軸が地表にでることを妨げない。 ・生育期間を確保するために、気温が低い2月に播種すると発芽が遅れたり、発芽率が低下する場合がある。 ・ネズミに種子や発芽直後の毛苗を食べられる被害があった（写真⑥, P23）。
		毛苗移植 【セルトレイ播種】	・小型プラグ苗は、培土容量が少なく乾燥しやすいので、発芽率が低下しないよう灌水管理に注意する。
移植		一年生幼苗移植	・移植時に根を切りすぎず、細根の量を確保する。
間引き		多粒直接播種	・間引きは、作業効率性の向上と残存苗を痛めることを避けるために、発芽後1週間以内に行う。この時期は幼根が1本出ているだけであり、ピンセットで容易に抜き取ることができる。間引きが遅れると、根が長く伸びるとともに分岐するため地際を切り取らなければならない、作業性が低下する。無理に抜き取ると残存苗を痛める。 ・間引き苗を移植する場合は、発芽（胚軸が見え始めて）から1週間経過し、子葉が展開したころに抜き取り移植作業を行う。この段階では幼根の長さは地上部の軸と同じか、やや長い程度で、分岐もしていないので、抜き取り、移植作業で苗を痛めることが少ない。
育苗管理	灌水	共通	・コンテナ培土は、容量の少なさや組成から乾燥しやすく、一度乾燥すると吸水しにくい。 ・培土表面が湿っていても根鉢の中は乾燥していることがあるので、手で持って重さを確認する。 ・気温、天候、苗の大きさで灌水の量、頻度が変わる。苗が大きくなると朝灌水しても午後には乾燥することがあるので注意が必要。
	施肥	共通	・カラマツは、施肥量で成長をコントロールすることができる。それぞれの苗畑の気象条件、施設、苗の目標サイズに合わせて施肥設計を調整する必要がある。 ・施肥の量が不足すれば成長が停止し、過多になれば育苗期間1年でも大きくなりすぎる。 ・培土に緩効性肥料を混和すると施肥効果が高く、追肥作業を軽減することができる。 ・肥効期間が8月に切れるものを用いる。3月播種であれば肥効期間5～6カ月の肥料を用いる。 ・施肥量は、窒素含有率15%の緩効性肥料1g/培土1L×肥効期間（肥効期間5カ月であれば、5g/培土1L）を基準にそれぞれの育苗環境に合わせて調整。 ・葉の色が淡いなど肥料切れの症状を呈すれば、追肥を行う。
	消毒	共通	・育苗施設を経年使用すると、培土表面への地衣類、コケ類の繁殖が早まるので育苗前、育苗後のコンテナ容器や育苗施設の洗浄等を実施する。
	冬越	共通	・寒冷紗を苗にべた掛けすると、幹の中折れや寒風害防止に役立つ。
	施設	共通	・播種1年で出荷するためには3月にハウス内で加温して播種する必要があるため、加温することができる設備が必要。 ・一年生幼苗移植の方法でも、1年で十分な根鉢を作るためにはハウスの使用が推奨される。 ・コンテナ苗は乾燥しやすく、ハウス、野外ともに灌水施設は必要。自動灌水が望ましい。 ・カラマツにとって150ccコンテナは、苗密度が高く、主軸の直径が細くなる。5列のうち真ん中の1列をあけることや、トレーの間隔をあけることが推奨される。

■ 育苗スケジュール：カラマツ（北海道の事例）

選苗・出荷	共通	・出荷規格に達しないカラマツ苗をもう一年コンテナ内で育苗すると、7月以降新葉の展開が著しく低下し、不良苗になる。 ・苗 5 本をひとまとめにラップに巻き、段ボール箱や玉ねぎネットに入れて出荷。 ・根鉢がしっかり形成されていれば、ラップに巻かず、段ボール箱に直接入れて出荷することが可能。梱包出荷作業の省力化になる。 ・出荷先が望めば、コンテナごと出荷が可能。段ボール箱梱包による出荷と同様に、選苗作業が必要であるが、梱包資材が不要となり、梱包作業を省略することができる。
--------------	-----------	--



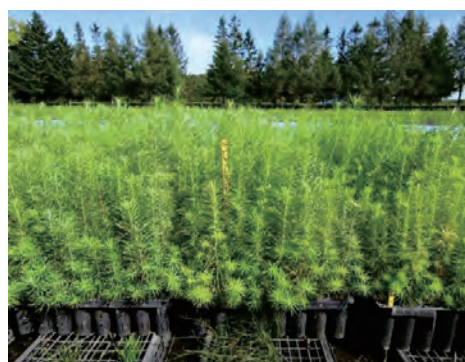
写真① セルトレイで発芽した毛苗



写真② 毛苗移植【セルトレイ播種】による育苗（移植後）



写真③ 一粒直接播種による育苗



写真④ 一粒直接播種による育苗（出荷前）



写真⑤ 毛苗移植【セルトレイ播種】による育苗（出荷前）



写真⑥ 発芽した毛苗の野ネズミ食害

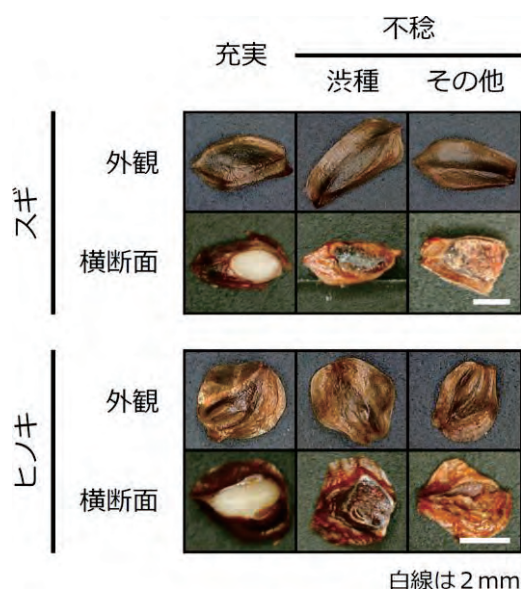
【補足説明 1】

充実種子を選別する技術

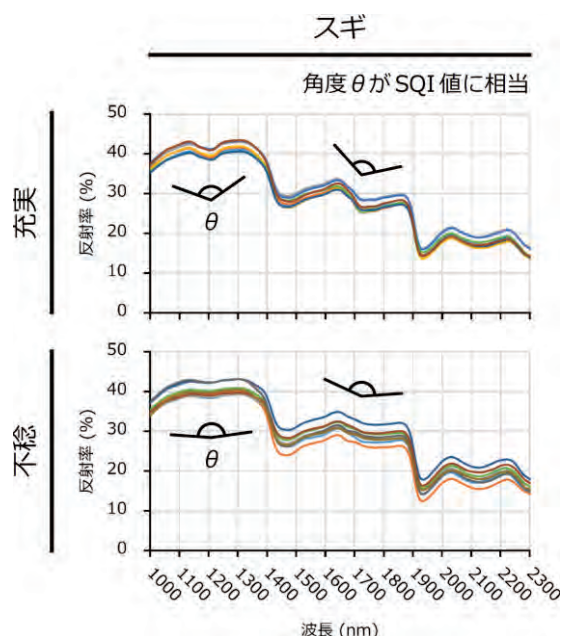
➤ 発芽能を持つ充実種子を近赤外光の反射により選別する最新の技術

主要な造林用の樹木では、苗木生産用に販売または配布される種子の発芽率が、著しく低い値を示すことがある。その原因は、母樹において種子成熟が正常に完了せず、発芽に必要な構造や成分を欠いた「不稔種子」が形成されやすいためである。また、粒径や比重などの物理的特性が、発芽能を備えた「充実種子」と不稔種子との間で近接しているため、篩選や水選といった従来的な選種法では、両者を確実に選り分けることが困難である。しかし、計測および機械技術の進歩により、今日では本稿において「一粒直接播種」と称する、充実種子のみを用いた苗木生産が可能となっている。

充実種子は発芽に必要な栄養源として、子実内に多量の貯蔵脂質を蓄積しているが、不稔種子はこれを欠いている。脂質は特定波長の近赤外光を吸収しやすい（反射しにくい）性質をもつため、種子に近赤外光を照射し、その波長の反射光強度を測定すれば、充実種子は不稔種子よりも「暗く映る」こととなる（実際には下図に示す SQI 値を指標として判別する）。この原理に基づき、充実種子を選び取る工程を自動化したのが、次節に述べる充実種子選別装置である。



写真。スギ、ヒノキにおける充実種子、不稔種子の外観と内部構造



図。スギの充実種子および不稔種子における近赤外領域の反射スペクトル

【補足説明 2】

充実種子選別装置

➤ 発芽能を持つ充実種子を自動的に選別する装置

「充実種子選別装置」は、種子に含まれる脂質の有無から種子の充実／不稔を自動選別する装置である、試料に投射した近赤外光の反射を測定することで非破壊測定を可能とする。選別の手順としては、ロット毎にあらかじめ測定する SQI 値（補足説明 1「充実種子を選別する技術」参照 P24）から充実種子と不稔種子の閾値を設定し、その設定値に応じて充実種子を選別する。種子の搬送や選別動作をする装置本体とコントローラー、計測制御用のパソコン、この他、種子の吸引や選別の動力源となるエアーコンプレッサーで構成されている。スギ、ヒノキ、カラマツ、その他の種子にも対応するように開発が進められており、2019 年度より、コンソーシアム参画機関の九州計測器株式会社から販売開始予定である。

【選別の実際】横軸に SQI 値、縦軸に種子数をとってグラフにすると右図「SQI ヒストグラム」に示す通り、概ね 2 つの山にわかれる。SQI 値が小さい方の山が「充実種子」、大きい方の山が「不稔種子」となる。それらの間に適当な閾値を設定することで、充実種子と不稔種子を選別することが可能となる。

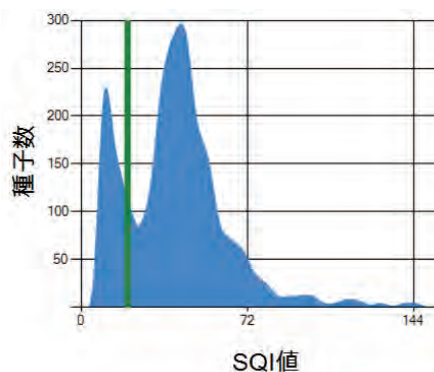


図. SQI のヒストグラム
緑色の線が閾値を示す。

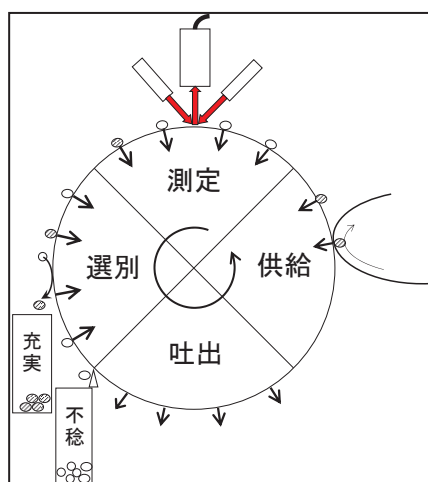


図. 回転ドラムに種子を吸着して測定部へ搬送し赤外分光器で測定。「充実」と判定した種子を圧縮空気で飛ばして回収する

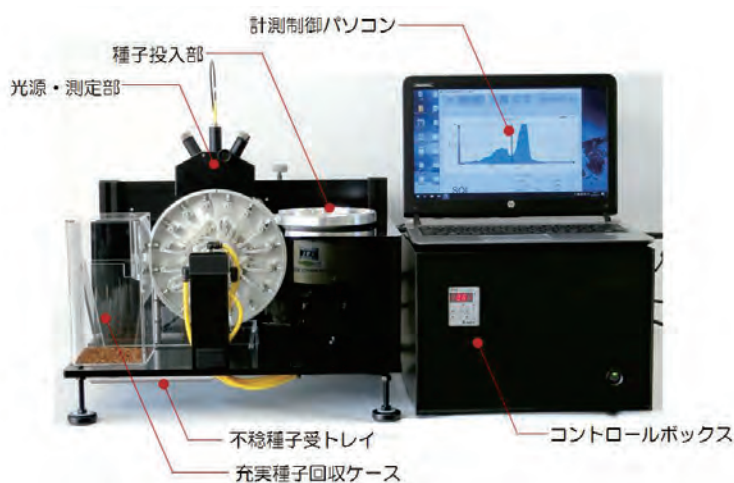


写真. 装置外観

【補足説明 3】

一粒直接播種による発芽試験

➤ 近赤外光で選別された充実種子をコンテナへ一粒播種

スギ種子を充実種子と不稔種子に分け、充実種子のみをコンテナ（JFA150）に一粒ずつ直接播種した。覆土には水稻用培土を用いた。試験はガラス室内で、さらにビニールでコンテナを覆い、日中の温度が 20℃を越えるような条件で行った。最低温度は播種当初 0℃付近だったが、10 日後以降は 5℃程度で推移した。播種 20 日後から発芽し始め、40 日後に発芽率 97%に達した。本葉展開は 40 日後から始まり 70 日後に 91%で収束した。

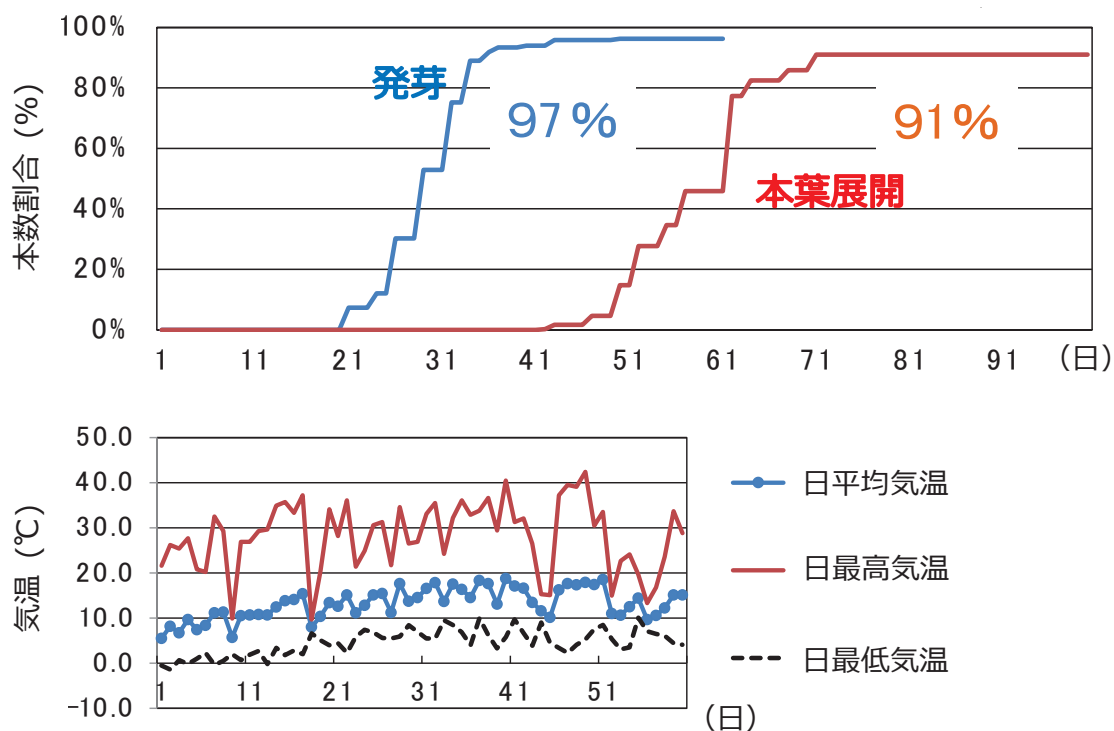


図. コンテナへの直接播種の発芽試験の結果（スギ）（上図）とその際の気温（日平均、日最高、日最低）（下図）



写真. 一粒直接播種による育苗状況

【補足説明 4】

一粒播種機

➤ 近赤外光で選別された充実種子を効率的に利用するために必要

一粒播種機（写真）により、種子を一粒ずつ、小型プラグ苗用のセルに播種することが可能となる。簡単な器具から、全自動化された器械までであるが、スギ、ヒノキ、カラマツの裸種子は形状や大きさが不均一なため、利用できる機械が限られる。現時点では、注射器のような針の先で種子を吸引するニードル播種機が、最も効率的と考えられる。コンテナ苗用のマルチキャビティーコンテナへの一粒播種にも調整可能である。手播きに比べると、何倍も効率的になる。ただし、マルチキャビティコンテナの場合、1回の作業の播種数が少ないため、セルトレイへの播種ほどの効率化は見込めない。種子のコーティングを行い、球形にすることで、他の種類の播種機も利用できる可能性が高くなる（補足説明 5、「コーティング種子」参照 P27）。

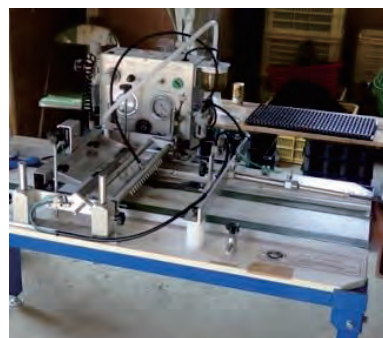


写真. ニードル式の一粒子播種機

【補足説明 5】

コーティング種子

➤ 近赤外光で選別された充実種子を効率的に利用するための一つの方法

作業上の取扱いが難しい種子（サイズが小さい、形状が不均一）の表面を、粘土鉱物やゲルで覆って（コーティングして）球形にした種子である。スギをゲルでコーティングした場合、直径 1cm 程度の球形となり、播種に必要な作業時間は裸種子の 1/3 以下となる。取り扱いが容易でストレス無く作業することができる。播種後、ゲルは数日で融解するため、発芽への影響はほとんどないと考えられる。

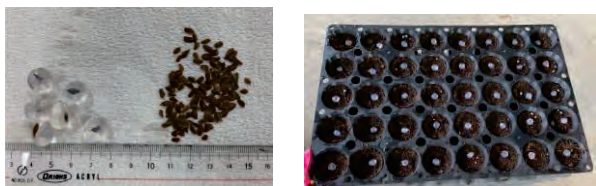


写真. ゲルコーティングした種子（左）とそれを播種した様子（右）

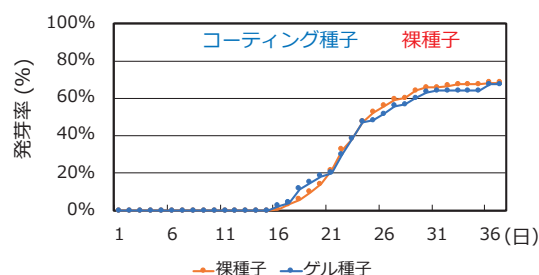


図. コンテナへの一粒直接播種の発芽試験

【補足説明 6】

小型プラグ苗

➤ セルトレイへの播種により発芽した苗で、毛苗サイズの調整が可能

小型のセルを有するセルトレイに播種し、培土がついた状態で簡単にコンテナ等へ移植が出来るように育成した苗である。セル内の培土ごと移植するため、根の損傷が軽減できる。また、コンテナへの移植は、キャビティ内の培土に開けた穴に小型プラグ苗を入れ、培土を寄せるだけで、移植が完了する。ただし、浅く植えずぎると、移植後に小型プラグ苗が浮き上がり枯死する恐れがあるため、少し深めに植える必要がある。セル内で根が十分に回らない段階でも移植作業を行えるようにするために、予め固めた培土（固化培土）を用いることもある。この場合、移植による根の損傷がさらに軽減されるため、発芽直後の苗でも移植が可能となる。



写真、小型プラグ苗の移植
(原ら、森林科学 80 号より引用)

【補足説明 7】

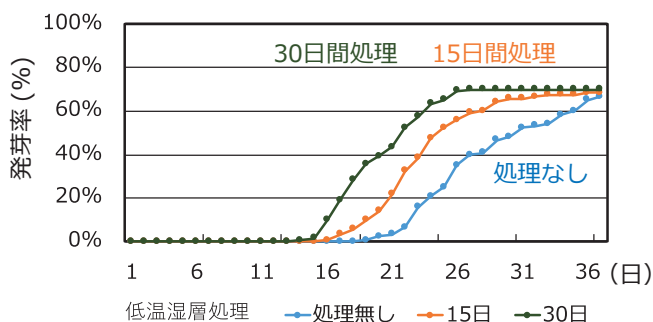
低温湿層処理

➤ スギの種子でも低温湿層により発芽勢をそろえる効果がある？

スギ種子の発芽勢を揃えるために、カラマツなどで施されている低温湿層処理（酸素と水を供給しつつ、低温で保管する処理）を行った。不織布に種子を入れ、浸漬したパーライトに埋め込み（下左写真）、15 日および 30 日間 4℃の冷蔵庫に保管し、処理無しの種子を加えて 3 条件でコンテナに直接播種した。その結果、処理無しに比べて、低温湿層の 15 日及び 30 日処理の種子が短期間で発芽率の上限に達した（下右図）。



写真、低温湿層処理の状況



図、コンテナへの一粒直接播種の発芽試験（スギ）

【補足説明 8】

工程管理表の使い方

➤ 育苗スケジュールに沿って、苗生産のコスト試算をするためのツール

●工程管理表とは？

工程管理表は、一つの製品（今回は、コンテナ苗）を生産するための過程を、個別の作業（＝工程）に分解した上で、①工程間の相互関係、②各工程の実施時期、③各工程に必要な設備、材料、労務（人数、時間）、費用、④各工程における歩留まりなどを表計算ソフトの表にまとめたもの。

●何に使う？

苗木生産者が、生産規模、機械設備や施設の状況に応じた育苗方法を決める際の、一つのツールとして、工程管理表を利用し、労務や生産コストの試算を行うことができる。

●何が分かる？

工程管理表を用いることで、①生産の過程においてボトルネックとなっている工程を明らかにすること、②工程の条件を変更した場合の生産コストへの影響を評価することができる。工程表の中に入れるコストや歩留まりの数値については、相互関係を考慮した数式に組み込むことで、生産過程全体に掛かるコストシミュレーションも可能となる。

●どうやって使う？（工程管理表の例、参照 P30）

表中の青色で示した欄に、数値を入れる（生産規模、必要な設備・資材・労務・経費、工程の歩留まり）。青色で示した欄以外の数字は、入力した数値から、工程間の関係を考慮してあらかじめ作成した計算式により自動的に算出される。苗木生産の労務合計や、苗 1 本当たりの直接経費等のコストを試算することができる。

●お知らせ

森林総合研究所 WEB サイトより、工程管理表の一例をダウンロード可能。

https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/conwed/index_pro.html

なお、工程管理表は、工場の生産・品質管理で広く用いられており、表を図示するために用いる記号については、「JIS Z 8206 工程図記号」としての標準化が進められている。

③各工程ごとに、労務費・資材費・設備費等を入力する

①育苗スケジュール に対応した流れ図 を作成する

②各工程の流れ順に列挙する

④合計値が算出される→

合計

合計

設備費
合計

直接經費／苗1本

30

【補足説明 9 (1)】

グルタチオンとは？

➤ 農業分野で商品化されている資材をコンテナ育苗へ利用

3種類のアミノ酸が結合した生体内に存在する物質で、異物の解毒や抗酸化に役立っている。植物では、光合成や成長を調節する物質であり、酸化型グルタチオン(下図)を投与(施用)することで植物の生産性や品質を改善することができる(写真右)。農業では「カネカペプチド」として商品化されたものがあり、活動はFAN アワードにて顕彰された。

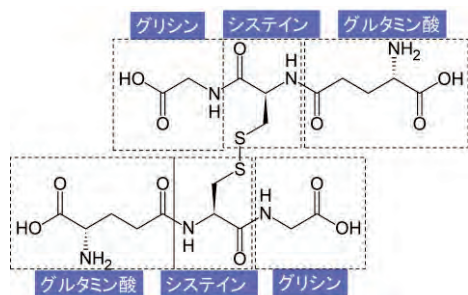
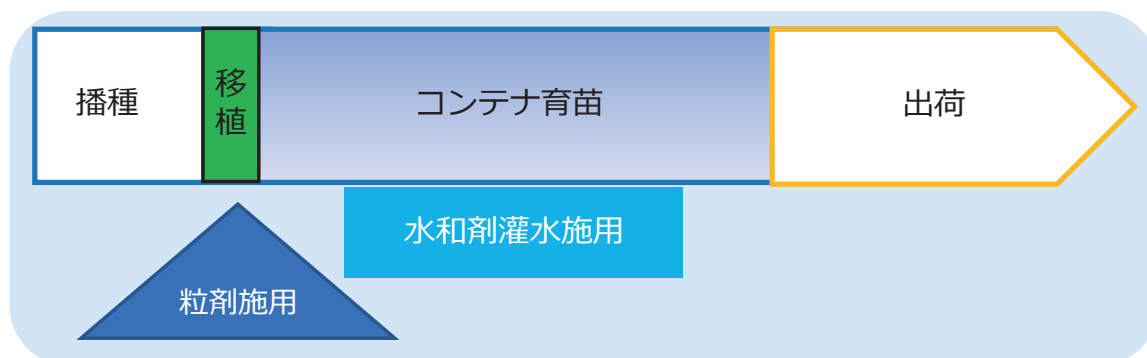


図. 酸化型グルタチオン



写真. 農業分野でのグルタチオンの施用事例

➤ グルタチオンを用いた育苗スケジュール(スギ、カラマツ、ヒノキなど)



- 毛苗(または小型プラグ苗)をコンテナへ移植する際に、粒剤を根元に施用する。その際、カリウムが高濃度に含まれる製剤の場合には直接植物に製剤が触れないように注意する。
- おおむね移植から1カ月後以降の、植物の生育が旺盛になる直前から、如雨露や灌水設備などで水和剤溶液の灌水施用を開始する。

【補足説明 9 (2)】

コンテナ苗生産へのグルタチオン施用事例

➤ コンテナ苗の育苗試験で、成長に効果が見られた？

スギ

5月に播種し、150 cc コンテナで育苗した。同年9月まで育成した状態を撮影

いずれもグルタチオン施用区のほうが成長が良い傾向を示した



グルタチオン施用区

対照区

カラマツ

5月に播種し、150 cc コンテナで育苗した。翌年3月末にポットへ植替えた後、4月の状態を撮影



グルタチオン施用区

対照区

写真、スギとカラマツのコンテナ苗の生育に対するグルタチオン施用効果

【補足説明 10】

別冊「育苗中困ったなという時に一コンテナ苗症例集」で紹介する事例

カテゴリー	症例	発地域	解説 ページ
培土・施肥	培地の充填が過剰だと、根鉢が圧迫され、根系成長が抑制される。培地の充填が不十分だと、移植後まもないプラグ苗が浮いてきたり、根鉢が形成されにくい。	茨城県 長野県	
	肥料切れによる成長不良。	長野県 北海道	○
	パーライトは乾燥していてもわかりにくい。	長野県	
	露地で降水に配慮せずに灌水をおこなうと、水過剰で肥料の溶出が早まり肥料切れが発生することがある。	徳島県 茨城県	○
	覆土が薄くて乾燥。	長野県 岐阜県	
水管理	コケが表面を覆うと、水が通りにくくなる。	岡山県	
	葉が繁茂すると、水が内側に届きにくくなり枯死した。	長野県	
	葉が繁茂すると、内側が蒸れて、病害が発生しやすくなる。	長野県 北海道	○
	雨滴や灌水時の水滴が局所的に生じて、培地が掘れて溝ができた。	長野県	○
	灌水ムラ（水圧）が生じたり、コンテナの端の列に水が届かずに枯死した。	長野県 徳島県	○
	自動灌水装置の不調（詰まって出ていない部分があった）に気づかず枯死した。	長野県 徳島県	
	側方から灌水をすると、外側水量大、内側水量小となり肥料の溶出速度にもムラが発生し、成長がばらついた。	岐阜県 徳島県	○
	葉が繁茂し、かつ晴天で高温になると（7月～8月）蒸散量が急に増え、灌水量の調整が遅れ苗が枯死した。	北海道	
	梅雨明けに（急に気候が変化した際に）、水やりの調整ができずに枯死した。	岐阜県	○
光・温度管理	リブ付コンテナとスリット入りコンテナの両方を育苗している場合、リブ付コンテナに合わせた灌水をおこなったため、乾きやすいスリット入りコンテナの苗木が枯死した。	徳島県	
	屋外での5月の高温や、ハウス内での高温で枯死した。	長野県	
	7月の真夏、台風のためハウスの窓を1週間締め切ったため枯死した。	徳島県	
	高温多湿で蒸し焼き状態になり枯死した。	高知県 岡山県	○
	日焼けして枯死。	高知県 岡山県	○
	温室で発芽させたカラマツ苗を外に出すと、成長が停止し頂芽ができた。おそらく温度差が原因だと推察される。	北海道	○
馴化	カラマツを5月以降温室で播種すると、発芽率が低下した。おそらく発芽適温域より高温になったと推察される。	北海道	
	ハウスの都合で秋に苗を屋外に移動した際に、低温馴化が進んでおらず、苗が枯死。	高知県	
	移植後被陰を忘れて枯死。	高知県	○
コンテナの配置	低温時期（冬期）にハウスで育苗していた緑葉のスギ苗を山に植えたところ、枯死。	徳島県	○
	ビニールハウス内で栽培していたスリットコンテナ苗で、南向き最前列の苗の根鉢について、南側で根が伸びていなかった。	茨城県	○
	西側やコンテナの外側、育苗施設の全体的に外回りに位置するコンテナで、苗が成長不良の傾向あり。	長野県	○
	コンテナの真ん中付近が大きくなってしまい、外側の苗に灌水がかからず、苗木の成長が大きくばらついた。	長野県	○
	外側のセルは乾燥しやすく、苗木の苗長成長量が低下した。苗木間の競争が働かないことも影響か。	北海道 長野県	
	コンテナを地面に置くと根が地面に伸びてしまった。	長野県	○
	育苗施設の支柱の陰に位置した苗が部分的に枯死。	長野県	
病虫鳥害	発芽直後にカビによってスギ苗が枯死。	徳島県	○
	苗木の立ち枯れ。	岡山県 北海道	
	ナメクジ・カタツムリによって若芽が食害。	岡山県	○
	ヨトウムシによって若芽が食害。	岡山県	○
	発芽直後のスギ苗をナシケンモン（過去に被害報告なし）が食害。	茨城県	○
	コガネムシの幼虫による根の食害。	京都府	○
	屋外に置いたコンテナ苗が、虫・鳥に食害。	長野県	○
その他	マイマイガ幼虫による食害。	北海道	
	出たばかりのスギの新芽は、脱落しやすい。	京都府	○
	ココピート培土に小型プラグ苗を移植すると、育苗中にプラグ苗が培土から浮いてくることがある。	茨城県	
	殺菌剤の散布の際に、薬剤の種類や界面活性剤の濃度を間違えて、苗が枯死。	茨城県	
	ハウスから出すタイミングを外して苗が徒長（8月までハウス内で育苗）。	長野県	○
	9月に多雨のため、成長不良。	長野県	
その他	8月が高温多雨のため、伸びすぎた。	長野県	
	残苗を夏と秋に山出ししたら、成長が停滞。	岐阜県	
	種子を冷蔵庫で保管していなかったため発芽率が低かった。	長野県	○

参考資料

1. 宇都木玄、飛田博順、松田 修、原 真司（2015）樹木種子の発芽率を飛躍的に向上させる選別技術の開発. 森林と林業 14-15
2. 梶本卓也、宇都木玄、田中 浩（2016）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 : 135-138
3. 原 真司、松田 修、上村 章、飛田博順、宇都木玄（2016）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 10.4005/jjfs.98.247、98（5）：247-251
4. 原 真司、飛田博順、松田 修（2017）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 : 18-21
5. 藤井 栄（2016）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
6. 藤井 栄（2017）徳島県におけるスギ実生コンテナ苗の育苗. 森林科学 80 : 10-13
7. 藤井 栄（2017）コンテナ苗はどうして枯れにくいのか. 林業徳島 232 : 12-13
8. 松田 修（2015）樹木種子の発芽率を向上させる新しい選種技術の開発. 山林 1577 : 28-35
9. 松田 修（2016）林業の高収益化に貢献する近赤外画像分光技術. 木科学情報 23 : 6-10
10. 松田 修、原 真司、飛田博順、宇都木玄（2016）高発芽率を実現する樹木種子の選別技術. 森林遺伝育種 5 : 21-25
11. 林野庁（2017）コンテナ苗の基礎知識
12. 渡邊仁志（2017）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 : 14-17
13. 渡邊仁志、茂木靖和、三村晴彦、千村知博（2017）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

普及誌



- ・「低コスト再造林に役立つ”下刈り省略手法”アラカルト」
- ・「育苗中困ったなという時にーコンテナ苗症例集ー」

2019年3月発行

森林総合研究所 WEB サイトよりダウンロード可能

https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/conwed/index_pro.html

執筆者一覧（五十音順）

岩倉宗弘 九州計測器株式会社
小川健一 岡山県農林水産総合センター生物科学研究所
来田和人 北海道総合研究機構林業試験場
佐々木愛 公益社団法人 徳島森林づくり推進機構
清水香代 長野県林業総合センター
堤 祐治 徳島県西部総合県民局
出口 隆 北海道山林種苗協同組合
原 真司 住友林業株式会社筑波研究所
藤井 栄 徳島県立農林水産総合技術支援センター
藤本浩平 高知県立森林技術センター
松田 修 九州大学
茂木靖和 岐阜県森林研究所
渡邊仁志 岐阜県森林研究所

編集責任者

森林総合研究所	飛田博順	（大項目 1 研究チーム責任者）
森林総合研究所研究ディレクター	宇都木玄	（研究実施責任者）
森林総合研究所東北支所長	梶本卓也	（研究コンソーシアム代表）

地域戦略プロジェクト 大項目 1 「低コストコンテナ苗の開発」研究チーム

代表機関 国立研究開発法人森林研究・整備機構

参画機関 九州大学、住友林業（株）、九州計測器（株）、岡山県農林水産総合センター生物科学研究所、高知県立森林技術センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター、公益社団法人徳島森林づくり推進機構、岐阜県森林研究所、長野県林業総合センター、北海道総合研究機構林業試験場、北海道山林種苗協同組合



本誌に関するお問い合わせは、下記までお願いいたします。



国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所

〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

編集・発行：森林総合研究所

発行日：2019年3月15日

問い合わせ：広報普及科編集刊行係

電話：029-829-8373

Email：kanko@ffpri.affrc.go.jp

※ 本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。